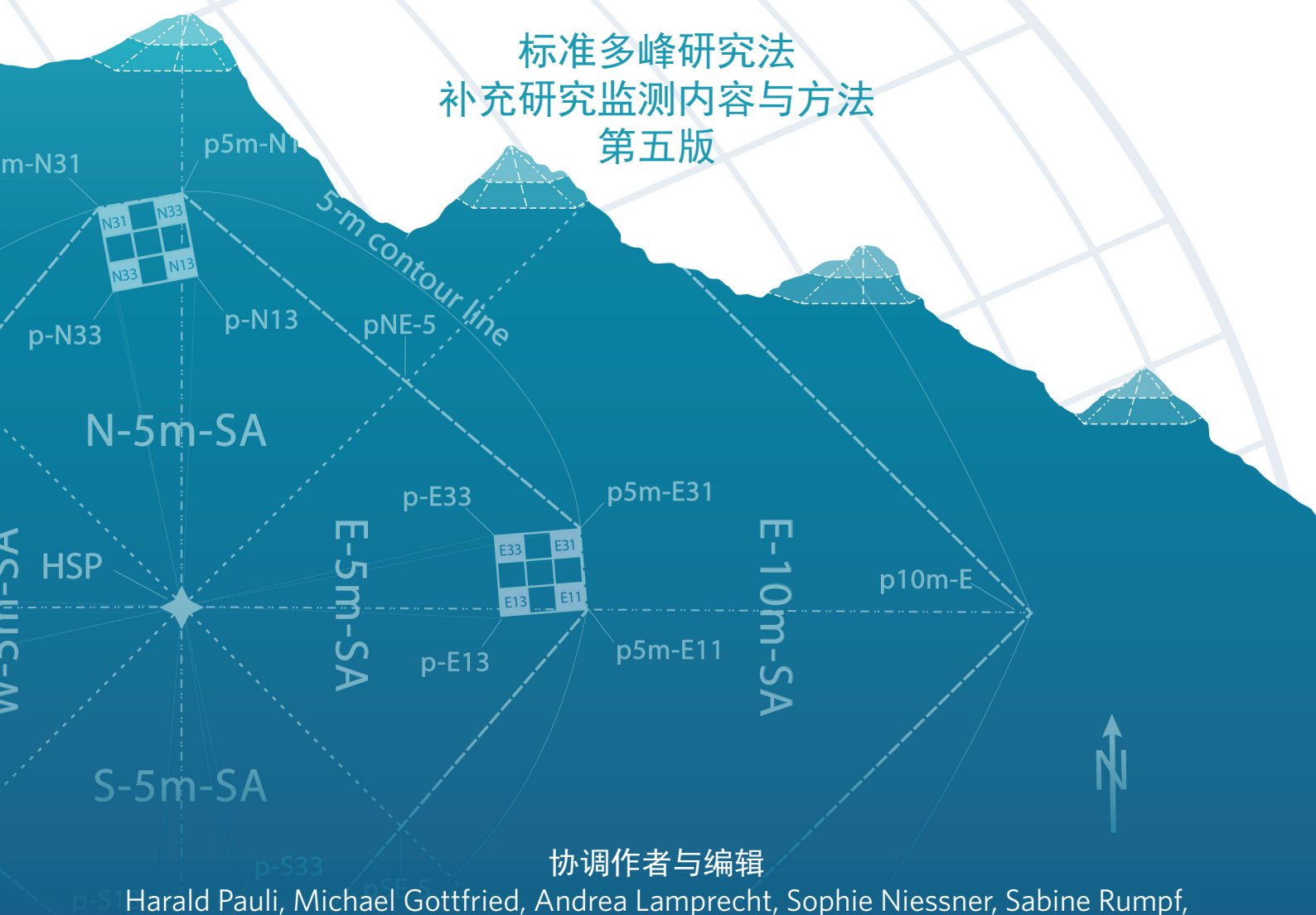


GLORIA*野外工作手册

标准多峰研究法
补充研究监测内容与方法
第五版



协调作者与编辑

Harald Pauli, Michael Gottfried, Andrea Lamprecht, Sophie Niessner, Sabine Rumpf,
Manuela Winkler, Klaus Steinbauer & Georg Grabherr

*全球高山生态环境监测研究计划



出版机构:

全球高山生态环境观测与研究计划 (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments, GLORIA),
奥地利科学院&维也纳自然资源与生命科学大学 (Austrian Academy of Sciences & University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, Austria),
由欧洲联盟 (the European Union, MAVA) 自然保护基金会 (Foundation for Nature Conservation), 西部山地综合研究联盟 (Consortium for Integrated Research in Western Mountains, CIRMOUNT), 安第斯生态区可持续发展联盟 (Consortium for Sustainable Development of the Andean Ecoregion, CONDESAN), 密苏里植物园 (Missouri Botanical Garden), 国际山地综合发展中心 (International Centre for Integrated Mountain Development, ICIMOD) 以及其他机构提供赞助 (见致谢部分)

版权 © GLORIA 2016

出版日期: **2016年3月**

协调作者与编辑:

Harald Pauli, Michael Gottfried, Andrea Lamprecht, Sophie Niessner, Sabine Rumpf, Manuela Winkler, Klaus Steinbauer & Georg Grabherr

中文版翻译: 罗鹏 (Luo Peng), 成都

排版: Branko Bily, Valerie Braun

ISBN 978-92-79-47947-2 (electronic)

doi 10.2777/823061

特别说明:

本出版物所述观点来自相关作者, 不应被认为是代表了欧盟委员会以及其他赞助者的官方意见。

本出版物可用于个人研究以及教育需要进行下载或复制。在复制时, 要注明资料来源。

文献引用:

Pauli, H.; Gottfried, M.; Lamprecht, A.; Niessner, S.; Rumpf, S.; Winkler, M.; Steinbauer, K. and Grabherr, G., coordinating authors and editors (2015). The GLORIA field manual – standard Multi-Summit approach, supplementary methods and extra approaches. 5th edition. GLORIA-Coordination, Austrian Academy of Sciences & University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna. (Chinese version: Luo Peng, Chengdu, 2016; 中文版翻译: 罗鹏, 成都, 2016).



GLORIA*野外工作手册

标准多峰研究法 补充研究监测内容与方法 第五版

*全球高山生态环境监测研究计划

GLORIA*野外工作手册

标准多峰研究法 补充研究监测内容与方法 (Standard Multi-Summit Approach, supplementary methods and extra approaches)

* 全球高山生态环境监测研究计划 (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments)

协调作者与编辑:

HARALD PAULI, MICHAEL GOTTFRIED, ANDREA LAMPRECHT, SOPHIE NIESSNER, SABINE RUMPF, MANUELA WINKLER, KLAUS STEINBAUER & GEORG GRABHERR

GLORIA 协调机构:

奥地利科学院山地综合研究所 INSTITUTE FOR INTERDISCIPLINARY MOUNTAIN RESEARCH, AUSTRIAN ACADEMY OF SCIENCES

自然资源与生命科学大学全球变化与可持续发展中心 CENTER FOR GLOBAL CHANGE AND SUSTAINABILITY, UNIVERSITY OF NATURAL RESOURCES AND LIFE SCIENCES, VIENNA

地址: SILBERGASSE 30/3, 1190 VIENNA, AUSTRIA

EMAIL: ~~OFFICE@GLORIA.AC.AT~~ new Email: gloria.office@boku.ac.at

WWW.GLORIA.AC.AT

中文版翻译: 罗鹏 (Luo Peng), 成都

对本手册有贡献的作者¹

OTARI ABDALADZE (Tbilisi, GE), NIKOLAY AGUIRRE (Loja, EC), MAIA AKHALKATSI (Tbilisi, GE), MARTHA APPLE (Butte, Montana, US), IGOR ARTEMOV (Novosibirsk, RU), PETER BARANCOK (Bratislava, SK), ADELIA BARBER (Santa Cruz, California, US), STEPHAN BECK (La Paz, BO), LINDSEY E BENGTON (West Glacier, Montana, US), JOSE LUIS BENITO ALONSO (Jaca, ES), CATIE BISHOP (Oroville, California, US), JIM BISHOP (Oroville, California, US), WILLIAM BOWMAN (Boulder, Colorado, US), JULIETA CARILLA (Tucumán, AR), PHILIPPE CHOLER (Grenoble, FR), GHEORGHE COLDEA (Cluj-Napoca, RO), FRANCISCO CUESTA (Quito, EC), SANGAY DEMA (Lamegonpa, BT), ANN DENNIS (Albany, California, US), JAN DICK (Edinburgh, UK), KATHARINE DICKINSON (Dunedin, NZ), ABDEL TIF EL OUAHRANI (Tetouan, MA), BRIGITTA ERSCHBAMER (Innsbruck, AT), SIEGRUN ERTL (Vienna, AT), DANIEL B. FAGRE (West Glacier, Montana, US), FANG ZHENDONG (Zhongdian, Yunnan, CN), ROSA FERNANDEZ (Granada, ES), ANNA MARIA FOSAA (Torshavn, FO), HELMUT FRANZ (Berchtesgaden, DE), BARBARA FRIEDMANN (Vienna, AT), ANDREAS FUTSCHIK (Vienna, AT), MAURIZIA GANDINI (Pavia, IT), CAROLINA GARCÍA LINO (La Paz, BO), ROSARIO G. GAVILÁN (Madrid, ES), SURESH K. GHIMIRE (Kathmandu, NP), DANY GHOSN (Chania, GR), ALFREDO GRAU (Tucumán, AR), KEN GREEN (Jindabyne, AU), ALBA GUTIÉRREZ GIRÓN (Madrid, ES), STEPHAN HALLOY (Santiago, CL), ROBBIE HART (Saint Louis, Missouri, US), STARRI HEIDMARSSON (Akureyri, IS), DIRK HOFFMANN (La Paz, BO), JEFF HOLMQUIST (Los Angeles, California, US), JARLE INGE HOLTEN (Trondheim, NO), LING-CHUN HSIEH (Kaohsiung, TW), JORGE JÁCOME (Bogotá, CO), JUAN JOSÉ JIMÉNEZ (Jaca, ES), MARÍA DOLORES JURI (Chilecito, AR), RÓBERT KANKA (Bratislava, SK), GEORGE KAZAKIS (Chania, GR), CHRISTIAN KLETTNER (Vienna, AT), JOZEF KOLLÁR (Bratislava, SK), JÁN KRAJČÍ (Bratislava, SK), PER LARSSON (Göteborg, SE), MARÍA VANESA LENCINAS (Ushuaia, AR), BLANCA LEÓN (Lima, PE), HO-YIH LIU (Kaohsiung, TW), LUIS DANIEL LLAMBI (Mérida, VE), LUO PENG (Chengdu, Sichuan, CN), COLIN MAHER (Santa

Cruz, California, US), **GEORGE P. MALANSON** (Iowa City, Iowa, US), **MARTIN MALLAUN** (Innsbruck, AT), **ALAN MARK** (Dunedin, NZ), **ROSA ISELA MENESES** (La Paz, BO), **ABDERRAHMANE MERZOUKI** (Tetouan, MA), **OTTAR MICHELSEN** (Trondheim, NO), **YURI MIKHAILOV** (Yekaterinburg, RU), **CONSTANCE I. MILLAR** (Albany, California, US), **ANDREA MOCHET MAMMOLITI** (Aosta, IT), **DMITRY MOISEEV** (Yekaterinburg, RU), **PAVEL MOISEEV** (Yekaterinburg, RU), **ULF MOLAU** (Göteborg, SE), **JOAQUÍN MOLERO MESA** (Granada, ES), **BOB MOSELEY** (Peoria, Illinois, US), **RENÉE B. MULLEN** (Congerville, Illinois, US), **PRISCILLA MURIEL** (Quito, EC), **MARIANA MUSICANTE** (Chilecito, AR), **LASZLO NAGY** (Campinas, BR), **GEORGE NAKHUTSRISHVILI** (Tbilisi, GE), **JALIL NOROOZI** (Tabriz, IR), **PANAGIOTIS NYKTAS** (Chania, GR), **YOUSUKE OBANA** (Matsumoto, JP), **LAURA O'GAN** (Grand Junction, Colorado, US), **GILBERTO PAROLO** (Pavia, IT), **GIOVANNI PELINO** (Sulmona, IT), **CATHERINE PICKERING** (Southport, AU), **MIHAI PUSCAS** (Cluj-Napoca, RO), **KARL REITER** (Vienna, AT), **HLEKTRA REMOUNDOU** (Chania, GR),

CHRISTIAN RIXEN (Davos, CH), **GRAZIANO ROSSI** (Pavia, IT), **JAN SALICK** (Saint Louis, Missouri, US), **THOMAS SCHEURER** (Bern, CH), **TERESA SCHWARZKOPF** (Mérida, VE), **ANTON SEIMON** (New York, US), **TRACIE SEIMON** (New York, US), **STEPAN SHIYATOV** (Yekaterinburg, RU), **JOHN SMILEY** (Bishop, California, US), **ANGELA STANISCI** (Isernia, IT), **KRISTINA SWERHUN** (Victoria, British Columbia, CA), **ANNE SYVERHUSET** (Trondheim, NO), **JEAN-PAUL THEURILLAT** (Champex, CH), **MARCELLO TOMASELLI** (Parma, IT), **PETER UNTERLUGGAUER** (Innsbruck, AT), **SUSANNA VENN** (Melbourne, AU), **LUIS VILLAR** (Jaca, ES), **PASCAL VITTOZ** (Lausanne, CH), **MICHAEL VOGEL** (Berchtesgaden, DE), **GIAN-RETO WALTHER** (Bern, CH), **SØLVI WEHN** (Trondheim, NO), **SONJA WIPF** (Davos, CH), **KARINA YAGER** (Greenbelt, Maryland, US), **TATJANA YASHINA** (Ust Koksa, Altai, RU)

1 | 参与了建立GLORIA标准方法相关讨论以及/或者撰写了GLORIA额外监测研究方法的作者。

目录

目录	7
引言	9
致谢	10
1 前言	12
1.1 气候变化与高山生命带 (alpine life zone)	12
1.2 研究目的	13
1.3 GLORIA 的作用	14
1.4 为什么要关注高山环境?	15
1.5 为什么选择维管植物作为目标类群?	16
1.6 为什么将山峰区域看作是参照单元?	16
1.7 如何选择 GLORIA 目标区?	17
2 多峰研究法中 GLORIA 研究点的选择	19
2.1 目标区域的选择	19
2.2 山峰选择	19
2.2.1 海拔梯度	19
2.2.2 山峰选择的标准	21
3 多峰研究法的标准取样设计	24
3.1 样地类型与框架设计	25
3.2 材料与准备	27
3.3 永久样地的设置	27
3.3.1 顶峰最高点: 主参照点的确定	27
3.3.2 设置 3m x 3m 样方群、1-m ² 样方以及山峰区角点	28
3.3.3 设置山峰区和山峰扇区的边界线	30
4 标准记录方法	33
4.1 对 1-m ² 样方进行观测记录	34
4.1.1 对 1-m ² 样方进行目视盖度估测	34
4.1.2 用网格在 1-m ² 样方中进行针刺观测	37
4.2 山峰扇区的观测记录	37
4.3 连续温度监测	39
4.3.1 微型温度记录器 (temperature data loggers)	39
4.3.2 目前采用的温度记录器	39
4.3.3 温度记录器的准备	40
4.3.4 将温度记录器放置在 GLORIA 山峰	40
4.4 照相记录	41
4.5 移除样地边界线并为将来重新布设样地做好准备	43
4.6 目标区总体状况的观察记录	43

5	补充性采样设计与观测记录方法 (SUPM)	46
5.1	对 1-m ² 样方开展的补偿性调查	47
5.1.1	对 1-m ² 样方中的苔藓和地衣植物进行调查	47
5.1.2	在 1-m ² 样方中进行小样方频度计数	47
5.1.3	在 10-m 水平线进行 1-m ² 样方补充性调查	47
5.2	对山峰扇区的补充性调查	49
5.2.1	对山峰扇区进行苔藓和地衣植物调查	49
5.2.2	用点线拦截及灵活面积采样法观测记录山峰扇区植物盖度	49
5.3	在 10m x 10m 样方中进行线-点估测及物种记录	51
5.3.1	在 10m x 10m 样方中对维管植物进行线-点法估测	51
5.3.2	在 10m x 10m 样方中对其他物种进行观测记录	53
6	数据处理与管理	54
6.1	物种清单	54
6.2	数据录入、数据一致性与数据存储	55
6.3	照片文件的储存与处理	56
6.4	数据的知识产权与数据分享问题	56
7	额外 GLORIA 项目活动	58
7.1	GLORIA 坡下植物调查	60
7.2	GLORIA 山峰的无脊椎动物监测	64
7.3	GLORIA 相关的节肢动物监测	66
7.4	GLORIA 山峰两栖爬行动物监测	69
7.5	GLORIA 研究点土壤变异性监测	72
7.6	GLORIA 区域社会经济与文化调查	74
7.7	将民族植物学纳入 GLORIA 调查中	79
	词汇表	82
	文本框目录	90
	表格目录	90
	插图目录	91
	参考文献	92
	附件I: 样地设置与记录材料	102
	附件II: 数据记录表, 第一部分: 采样记录表	108
	附件II: 数据记录表, 第二部分: 样表	119
	附件III: 照相记录的编码方法	131

“全球高山环境观测研究计划” (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments, GLORIA) 是一个长期观测项目，也是一个正在快速发展的一个国际研究网络，主要针对气候变化对地球高山生态系统的生物丰富度 (biological richness) 进行观测评估。本手册主要对本研究计划中共同采用的一种野外取样设计——“多峰研究法”进行描述，这种取样设计可以保证来自世界上不同地方的观测数据可以进行相互比较。

本手册是对原有的“全球高山环境观测研究计划野外手册”的第五次修订版，对原有的内容作了较大的改动。本手册对“全球高山环境观测研究计划”的基本和标准化的野外取样方法（即“多峰研究法”）进行了较为详细的介绍和描述，包括样地选择、样地设置以及数据采集和整理的方法和步骤等。此外，除了这些基本的“规定”动作外，还对近年来在 GLORIA 框架下开展一些补充性的可选或者额外的观测研究内容进行了描述。当然，本手册主要是对 GLORIA 的野外研究方法进行技术性的描述，不包括数据分析的内容，也不涉及将研究结果向学术界和公众展示和报告的问题。

第一章是本手册的前言部分，主要介绍针对气候对山地的生态和生物地理学效应建立国际观察和研究网络的背景和原因；第二章介绍在选择山地区域和样地中应遵循的标准；第三章则将详细描述“多峰研究法”中野外样地的设计和设置的步骤和方法；第四章介绍数据的采集和记录方法。在第三和第四章中，对每个步骤都有清晰的描述，并按照字母顺序从 **A** 到 **V** 编排。第五章主要描述根据研究者需要可在 GLORIA 山峰样地中开展的补充性“自选动作”观测研究内容。第六章描述数据的输入、数据处理和数据管理。第七章介绍在 GLORIA 目标区正在开展的一些其他观测研究工作，如针对动物类群的研究、沿山地坡面开展的样带研究、土壤研究以及针对研究区传统知识和社会经济变化的研究等。本手册用方框中的文字来为相关的主题提供更多的背景信息，手册中出现的专有名词用斜体标出，其含义可参加后面的词汇表。

在欧洲委员会的第五框架“研究与发展”项目中，曾经支持了 GLORIA 欧洲项目的工作，本手册的上个版本即第四版就主要是基于在欧洲的研究工作而编写的，当然参加编写的也有来自其他大陆的科学家。第四版于 2004 年由欧洲委员会出版署 (the Office for Official Publications of the European Communities) 用英文出版，随后有西班牙语和中文版。从那以后，GLORIA 研究点几乎增加了六倍，其中积极开展科研工作的研究点

有 120 个左右（目标区），分布于六大洲。目前的这个第五版反映了这种最早主要在欧洲开展的观测研究逐步发展为遍布全世界的网络的网络。为更好地在全球范围内进行推广，我们对“多峰研究法”进行了必要的修改，扩展了额外的 GLORIA 相关的研究内容，这些额外的研究工作已经在一些研究区开展。修改的内容经过 2010 年在苏格兰 Perth 召开的 GLORIA 会议上进行过充分的讨论，并达成了一致。有来自六大洲和 34 个国家的代表参加了这次会议。

现有的 GLORIA 目标区的完整名单可在 www.gloria.ac.at 网址上查到。在开展设置 GLORIA 研究点（目标区）之前，请访问该网址查询一下相关的内容是否有变化。在您决定建立新的 GLORIA 研究点之前，特别建议您与 GLORIA 协调组联系一下。

我们谨向参与 GLORIA 长期观测研究网络的建立与发展工作，并对本手册的修改完善和补偿做出贡献的所有同事们表示衷心的感谢！祝各位在今后的野外工作中一切顺利！

GLORIA 协调组
2014 年 6 月于维也纳

致谢

我们对所有自1997年在牛津召开的“山区环境与社会变迁”研讨会以及 2000 年在瑞士 Rigi 召开的“全球山地生物多样性评估 (GMBA)”启动会以来就参与并支持了 GLORIA 国际合作网络和研究项目的所有人士表示感谢。在这两次会议上，我们开始了对“多峰研究法”富有启发性的讨论。

我们要特别感谢那些资助者和资助机构们。在早期的方法测试和方法建立阶段，主要的资助机构包括奥地利科学院 (ÖAW) (通过支持国际地圈-生物圈项目，即 IGBP)、维也纳大学、奥地利联邦教育、科学和文化部。在 GLORIA 实施阶段的支持主要来自于欧盟第五框架技术研发项目以及泛欧洲项目 GLORIA-Europe (EVK2-CT-2000-0056；特别是欧洲委员会官员 Alan Cross 及 Riccardo Casale)。Alan Cross 在 2001 年曾经说“这个项目拥有巨大的潜力”。今天，当这个项目结束 12 年后，项目的研究点扩展了六倍，GLORIA 已经成为一个全球性的网络。在项目研究工作向全世界扩展以及在重新调查阶段，主要的支持开展于几个政府间机构，比如联合国教科文组织 (UNESCO) 人与生物圈计划、欧洲环境署 (EEA) /欧洲生物多样性主题中心、欧盟第六框架计划、安第斯共同体中的安第斯环境议程、瑞士海外发展局安第斯项目、国际山地综合发展中心。有许多国家都支持了相应的 GLORIA 样地布设工作。还有许多私人基金会和组织比如瑞士的 MAVA-Foundation for Nature Conservation、国家地理协会、野生动物保护协会 (WCS) 等。一些非政府组织如美国大自然保护协会 (TNC)、保护国际 (CI) 以及很多研究机构和联盟包括 CONDESAN、密苏里植物园、CIRMOUNT 等也提供了支持。

GLORIA 国际协调组设在奥地利科学院跨学科山地研究所以及位于维也纳的自然资源和生命科学大学的全球变化和可持续性研究中心内，并得到了奥地利联邦科学与研究部、奥地利联邦农业、林业、环境和水资源管理部、蒂罗尔州政府、瑞士 Swiss MAVA foundation 的支持。后者还对本手册的修订特别提供了资助。

由于大部分的 GLORIA 研究点都位于保护地之内，所以我们也要特别感谢这些相关国家公园、UNESCO 人与生物圈保护区以及各相关保护区的管理部门。

GLORIA 研究点的建立、实施和维护倾注了许多参与这项工作的生物学家、山地地理学者、保护工作者长期以来的辛勤工作和奉献精神。他们为本手册的撰写提供了许多意见，为本手册早期版本做出了重要的贡献，许多人还作为 GLORIA 在高山地区开展野外调查工作的联

络人、支持者和指导者（粗略估计参与 GLORIA 野外工作的人员在 500 人左右）参与到野外工作中，还有一些人则参与数据整理与数据分析工作。

基于此，我们还要特别感谢如下各位：

CLEMENS ABS (Berchtesgaden, DE), MANUEL ALCÁNTARA (Zaragoza, ES), Patricio Andino (Quito, EC), Jaroslav Andrlé (Vrchlabí, CZ), Kerstin Anschlag (Bonn, DE), Marco Arenas Aspilcueta (Huaráz, PE), Kevin Arseneau (Moncton, New Brunswick, CA), Alberto Arzak (Bilbao, ES), Isabel W. Ashton (Fort Collins, Colorado, US), Serge Aubert (Grenoble, FR), Svetlana Babina (Kuznetskiy Alatau BR, RU), Selene Báez (Quito, EC), Barry Baker (Fort Collins, Colorado, US), Gretchen Baker (Baker, Nevada, US), Christian Bay (Copenhagen, DK), Neil Bayfield (Glassel, UK), María Teresa Becerra (Bogotá, CO), Valeria Becette (Chilecito, AR), Andreas Beiser (Feldkirch, AT), Rosita Soto Benavides (Copiapó, CL), Elizabeth Bergstrom (Nevada, US), Tomas Bergström (Östersund, SE), Jean-Luc Borel (Grenoble, FR), Phyllis Pineda Bovin (Fort Collins, Colorado, US), Maurizio Bovio (Aosta, IT), Frank Breiner (Bayreuth, DE), Stanislav Brezina (Vrchlabí, CZ), Michael Britten (Fort Collins, Colorado, US), Alvaro Bueno Sánchez (Oviedo, ES), Harald Bugmann (Zurich, CH), Ramona J. Butz (La Merced, California, US), Matilde Cabrera (Zaragoza, ES), Martin Camenisch (Chur, CH), Rolando Céspedes (La Paz, BO), Gustavo Chacón (Cuenca, EC), Ram Prasad Chaudhari (Kathmandu, NP), Nakul Chettri (Kathmandu, NP), Svetlana Chukhontseva (Altai BR, RU), Jane Cipra (Death Valley, California, US), Pierre Commenville (Nice, FR), Craig Conely (Las Vegas, New Mexico, US), Emmanuel Corcket (Grenoble, FR), Marco Cortes (Temuco, CL), Julie Crawford (Silverton, Colorado, US), Ana Soledad Cuello (Tucumán, AR), Susie Dain-Owens (Salt Lake City, Utah, US), Evgeny A. Davydov (Barnaul, Altai, RU), Thomas Dirnböck (Wien, AT), Jiri Dolezal (Třeboň, CZ), Pablo Dourojeanni (Huaráz, PE), Fabian Drenkhan (Lima, PE), Stefan Dullinger (Wien, AT), Miroslav Dvorský (Ceske Budejovice, CZ), Paul Alexander Eguiguren (Loja, EC), Rodrigo Espinosa (Quito, EC), Angie Evenden (Berkley, California, US), George Fayvush (Yerevan, AM), Jose Ignacio Alonso Felpete (Oviedo, ES), Miltón Fernandez (Cochabamba, BO), Thomas Fickert (Passau, DE), Anton Fischer (Freising, DE), Guillaume

Fortin (Moncton, New Brunswick, CA), Andrés Fuentes Ramirez (Temuco, CL), Zaira Gallardo (Piura, PE), Luis Enrique Gámez (Mérida, VE), Thomas Gassner (Wien, AT), Carmen Giancola (Isernia, IT), Andreas Goetz (Schaan, LI), Markus Gottfried (Wien, AT), Ricardo Grau (Tucumán, AR), Greg Greenwood (Berne, CH), Friederike Grüninger (Passau, DE), Matteo Gualmini (Parma, IT), Sylvia Haultain (Three Rivers, California, US), Kimberly Heinemeyer (Salt Lake City, Utah, US), Andreas Hemp (Bayreuth, DE), Wendy Hill (Southport, AU), Daniela Hohenwallner (Innsbruck, AT), Karen Holzer (West Glacier, Montana, US), Margaret Horner (Baker, Nevada, US), Michael Hoschitz (Wien, AT), Erick Enrique Hoyos Granda (Piura, PE), Karl Hülber (Wien, AT), Hakan Hytteborn (Trondheim, NO), David Inouye (La Merced, California, US), Javier Irazábal (Quito, EC), Zoltan Jablonovszki (Cluj-Napoca, RO), Glen Jamieson (Parksville, British Columbia, CA), Ricardo Jaramillo (Quito, EC), Michael T. Jones (Concord, Massachusetts, US), Janet Jorgenson (Fairbanks, Alaska, US), Mary T. Kalin Arroyo (Santiago, CL), Vladislav Kanzai (Kyzyl, Tuva, RU), Rüdiger Kaufmann (Innsbruck, AT), James B. Kirkpatrick (Hobart, Tasmania, AU), Martin Klipp (Graz, AT), Roksana Knapik (Jelenia Gora, PL), Katie Konchar (Saint Louis, Missouri, US), Christian Körner (Basel, CH), Daniel Kreiner (Admont, AT), Ditte Katrine Kristensen (Copenhagen, DK), Hörður Kristinsson (Akureyri, IS), Thomas Kudernatsch (Freising, DE), Lara Kueppers (La Merced, California, US), Sonya Laimer (Vienna, AT), Kristin Legg (Bozeman, Montana, US), Benoît Lequette (Saint-Denis, Réunion, FR), Christian Lettner (Vienna, AT), Li Haomin (Kunming, Yunnan, CN), Javier Loidi Arregui (Bilbao, ES), Kristin Long (Grand Junction, Colorado, US), Jennifer Lyman (Billings, Montana, US), Tania Maegli (Dunedin, NZ), Guillermo Martinez Pastur (Ushuaia, AR), Paul McLaughlin (Fort Collins, Colorado, US), Richard McNeill (Las Vegas, New Mexico, US), Iván Mejía (Piura, PE), Tanja Menegalija (Bled, SI), Bruno Messerli (Bern, CH), Pascale Michel (Dunedin, NZ), Michael Miller (Revelstoke, CA), Alain Morand (Nice, FR), John Morgan (Bundoora, Victoria, AU), Umberto Morra di Cella (Aosta, IT), Kathren Murrell (Davis, US), Ingemar Näslund (Östersund, SE), Alkinoos Nikolaidis (Chania, GR), Koren Nydick (Silverton, Colorado, US), Tatiana Lizbeth Ojeda Luna (Loja, EC), Ramiro Ortega (Cusco, PE), Stu Osbrack (Albany, California, US), Federico G. Osorio (Vancouver, British Columbia, CA), Július Oszlányi (Bratislava, SK), Vasilios Papanastasis (Thessaloniki, GR), Chelsy Passmore (Anchorage, Alaska, US), Imogen Pearce (Banchory, UK), Baard Pedersen (Trondheim, NO), Pablo Peri (Rio Gallegos, Argentina), Martina Petey (Aosta, IT), Martin Price (Perth, UK), Francisco Prieto (Quito, EC), Martin Prinz (Wien, AT), Daniel Pritchett (Bishop, California, US), Gopal S. Rawat (Kathmandu, NP), Mel Reasoner (Kamloops, British Columbia, CA), Michael Richter (Erlangen, DE), Nanci Ross (Saint Louis, Missouri, US), Natalia Samaniego (Loja, EC), Cyrus Samimi (Bayreuth, DE), Lina Sarmiento (Mérida, VE), Alyona Sashko (Shushenskoe, Krasnoyarskiy Kray, RU), Toshiyuki Sato (Matsumoto, JP), Ken Sato (Sapporo, JP), Norbert Sauberer (Wien, AT), Stefan Schindler (Vienna, AT), Niels Martin Schmidt (Copenhagen, DK), Jutta Schmidt-Gengenbach (Los Angeles, California, US), Natalie Schulz (Lima, PE), Eklabya Sharma (Kathmandu, NP), Douglas Sheil (Bwindi, UG), Dan Smith (Victoria, British Columbia, CA), Rosina Soler Esteban (Ushuaia, AR), Torstein Solhøy (Bergen, NO), Eva Spehn (Basel, CH), Hermann Stockinger (Wien, AT), David Suárez (Quito, EC), Michael Suen (Wien, AT), Stephen S. Talbot (Anchorage, Alaska, US), Natali Thompson Baldiviezo (La Paz, BO), Martín E. Timaná (Lima, PE), Tadeja Trošt Sedej (Ljubljana, SI), Alfredo Tupayachi (Cusco, PE), Linda Turner (Banchory, UK), Nancy Turner (Victoria, British Columbia, CA), Tudor Ursu (Cluj-Napoca, RO), Miriam van Heist (Bwindi, UG), Omar Varela (Chilecito, AR), Maria Isabel Vieira (Bogotá, CO), Ricardo Villanueva (Huaráz, PE), Paolo Villegas (Piura, PE), Paul Viñas (Piura, PE), Ioannis Vogiatzakis (Chania, GR), Monika Wenzl (Sabadell, ES), Robert D. Westfall (Albany, California, US), Lisabeth L. Willey (Amherst, Massachusetts, US), Wu Ning (Chengdu, Sichuan, CN & Kathmandu, NP), Yi Shaoliang (Kathmandu, NP), Alexander Zateev (Ust Koksa, Altai, RU), 还有其他很多人也参与了本项工作，在此难以一一列出。

1.1 气候变化与高山生命带 (alpine life zone)

全球高山环境观测研究计划 (GLORIA) 的目的就是要在全球范围内建立一个长期观测研究网络, 以便对气候变化对山地植被和生物多样性的影响开展比较研究 (Grabherr et al. 2000, Pauli et al. 2009, Grabherr et al. 2010)。

地球生物圈正在并将继续经受快速的气候变化 (Solomon et al. 2007)。从 20 世纪中期以来, 在 5-95% 不确定范围内, 气温上升了 0.6-1K, 而温室气体对全球升温的贡献达到 0.85K, 其中至少 74% (+/-12%) 观测到的升温是由于人类活动导致的辐射强迫, 而非强迫性的内在变异的贡献则少于 26% (+/-12%) (Huber & Knutti 2012)。最近 36 年来的升温速度超过了过去 (Hartmann et al. 2013), 在 2000 年到 2009 年之间是有记录以来最温暖的年份 (Arndt et al. 2010)。据预测, 到 21 世纪末, 全球地表温度将上升 2.6 到 4.8°C (Collins et al. 2013), 这可能会对现有的生物圈格局产生显著的影响。气候变化影响到所有的生态系统类型, 但对高山生命带 (树线以上的高山带) 的生态系统而言, 由于这种类型的生态系统的状况主要是由低温条件所决定的, 因而对气候变暖尤为敏感 (Sala et al. 2000)。

对山地冰川的长期观测表明, 气候变暖的现象存在于全球所有区域的高山环境 (high mountain environments) 中 (Price & Barry 1997, Haeberli et al. 2007, Vuille et al. 2008)。温度和降水变化的直接和间接 (如通过改变冻土格局、改变干扰特征以及改变生物之间的相互作用关系等) 影响也将导致生物多样性发生变化, 使一些物种的种群衰退甚至物种的消失。有关气候变化对植物多样性影响的模型预测发现, 山地是对气候变化最为脆弱的区域 (Halloy & Mark 2003, Thuiller et al. 2005)。对于许多山地植物物种来说, 到 21 世纪末, 特别是在气温升高和降水减少同时出现的地方, 适宜的生境可能发生显著的变化甚至于消失 (Van de Ven et al. 2007, Engler et al. 2011, McCain & Colwell 2011, Tovar et al. 2013)。随着生境逐渐变得不适宜, 即使高山植物并不会立刻消失, 其“灭绝债务” (extinction debt) 也在不断积累。几十年或几百年以后, 如果植物还是不能很好地适应或者应对不断变化的环境条件, 灭绝仍然会发生 (Dullinger et al. 2012)。一般来说, 随着树线的升高, 喜光性的高山物种在与株高生长较快物种的竞争中, 其种

群会逐渐衰退 (Devi et al. 2008, Harsch et al. 2009, Feeley et al. 2011)。同时, 由于高山带的面积比例本来就较小, 随着山地森林的扩展, 高山带的面积会以更大的速率缩小 (Körner 2012)。高山植物这种“灭绝情景”的严峻性必须要通过野外的长期监测 (monitoring) 才能确定。相对气象学和冰川学的监测而言, 针对气候变化对高山生态系统影响的监测研究还是很缺乏, 已有的工作多数是基于有限几个研究点不连续记录的历史数据, 其中一些是 19 世纪在阿尔卑斯山、斯堪的纳维亚山以及苏格兰地区一些顶峰生境的历史观测数据。对这些历史上的研究点进行的重新调查发现, 与原来的记录相比, 维管植物分布到了更高的海拔高度 (Grabherr et al. 1994, 2001a, Klanderud & Birks 2003, Britton et al. 2009, Stöckli et al. 2012, Wipf et al. 2013)。Walther et al. (2005) 发现, 最近几十年来, 高山植物物种的物种数以较快的速度增加。据此, 可以假设: 人类活动导致的气候变暖驱动植物的向上迁移的过程正在加速发生。然而, 对于不同的物种而言, 这种通过改变分布范围来补偿气候变化导致的生境损失的能力存在差异, 并且也是非线性的, 当气候变化超过某种临界点后, 可能导致物种分布区的突然缩小或者扩大 (Doak & Morris 2010)。

通过大尺度的资料分析和文献综述, 可以发现从低温决定的陆地生态系统到热带海洋的许多气候变化生态学效应的证据 (Walther et al. 2002, Parmesan & Yohe 2003, Root et al. 2003)。通过对多种生物类群的荟萃分析 (meta-analysis) 发现, 物种分布向上迁移的速度是过去记录的 2 到 3 倍 (Chen et al. 2011)。

在许多高山区域, 尽管存在着显著的地貌异质性以及随之而来的微气候格局的变异性 (Scherrer & Körner 2010), 以及垂直变幅较大等问题, 重复进行的 GLORIA 调查仍然在一些地方发现高山带的低温、高海拔生境在不断的缩小, 同时物种数也在下降的现象。最近对欧洲地区 GLORIA 研究点的再调查工作, 发现高山植被中“需热性植物” (“thermophilic plants” 或者 warm-demanding species) 数量在增加。这些“需热性植物”通常分布在较低海拔段位, 其在高海拔段位的增加的同时, 适应冷环境的植物 (cryophilic species) 则在减少 (Gottfried et al. 2012)。这种高山植物群落的“热化”存在于整个欧洲 (Gottfried et al. 2012), 并且总的来说是向上迁移的 (Pauli et al. 2012)。在欧洲的北部和中部, 这种向上迁移导致了近几十年来高山带植物物种数目的增加 (Erschbamer et al. 2011, Pauli et al. 2012)。在阿尔卑斯地区, 随着夏季雪线的上升 (Gottfried et al. 2011),

极高海拔分布物种的盖度下降 (Pauli et al. 2007)。在欧洲南部的地中海沿岸地区, 几乎在所有的顶峰, 植物物种数量停止增长甚至减少 (Pauli et al. 2012), 而这个区域的气候变化特征是气温升高与降水量减少 (Mariotti et al. 2008, del Río et al. 2011)。最近在澳大利亚雪山山脉 (Snowy Mountains) 的研究表明, 在海拔较低的山峰高大灌木增加。同时, 在所有的海拔梯度上, 禾本科植物的也出现了增加 (Venn et al. 2014)。

GLORIA 研究点现在已经遍布于六大洲的一百多个地方, 并将扩展到地球上所有的主要山脉。在生物多样性特别丰富或者独特的核心研究区, 研究点的数量将会成倍地增加, 这也是为了适应不断增加的国际研究需求, 比如 IGBP 在 20 世纪90年代提出的山地研究计划 (MRI) (Becker & Bugmann 1997, 1999) 和全球陆地观测系统 (GTOs), 以及 UNEP 的世界保护监测中心 (WCMC)。还有最近的一些计划如 GEO BON, 这是一个全球性伙伴计划, 旨在《爱知生物多样性目标》(UNEP-CBD 2012) 框架下为收集、管理、分析以及报告与世界生物多样性状况相关的数据 (Scholes et al. 2008) 提供帮助。GLORIA 也与国际生物多样性公约下的“全球山地生物多样性评估计划” (GMBA) 开展了密切的合作。

GLORIA 主要聚焦于高山生命带 (或称高山区)。这里的高山生命带是指山地垂直带上位于低温决定的森林线 (forestline) 以上的区域, 包括树线 (treeline) 交错带以及积雪带。高山生命带是唯一的在全球所有地区都有分布的陆地生物地理单元 (Körner 2003, Nagy & Grabherr 2009, Körner et al. 2011)。在许多国家, 与较低海拔带相比, 高山植被所经受的人类干扰也相对较少。由于上述原因, 高山生命带为开展气候变化效应的全球比较监测提供了独特的机会。

标准的 GLORIA 长期监测的野外设计和监测方法 (即“多峰研究法”) 最早于 1998 年在奥地利阿尔卑斯山东北石灰岩地区, 于 1999 年在西班牙内华达山脉进行了测试 (Pauli et al. 2003)。到 2001 年, 通过欧盟第五框架项目的支持, 在欧洲的 18 个研究区 (目标区) 建立了72个山峰样地 (Grabherr et al. 2001b, Pauli et al. 2004)。在 2003 年和 2004 年, 在美国的科迪勒拉山 Cordilleras、秘鲁南部、新西兰以及澳大利亚建立了研究样地。在随后的十多年, 基于这些研究点和样地的网络迅速扩张到六大洲, 到 2014 年, 数量超过了 115个。

本 GLORIA 野外手册正是基于上述实际工作所取得的经验而编制的, 并将其设计和发展成为在世界范围内从极地到热带地区普遍适用的研究方法, 目的是为 GLORIA 野外监测提供一套标准的方法和指南。本手册还对现有的 GLORIA 额外“自选动作”科研工作进行了综述。

1.2 研究目的

GLORIA 的研究目的是: 建立并维护长期观测网络, 为高山生物多样性与植被格局标准化的数据序列, 以期在全球的尺度上追踪并理解高山生物区系对气候变化的响应。提出 GLORIA 的“多峰研究法”的目的, 也是为了建立全球普遍适用的关于气候变化对自然和半自然环境中生物多样性的影响的指标。更具体地说, 是要对气候变化胁迫下地区到大尺度生物多样性丧失以及高山生态系统脆弱性进行评估。

由于植物群落并不是作为一个整体来响应气候变暖, 不同的物种的响应方式有显著的差异, 因此为实现上述目标必须在物种水平上进行野外就地观测 (Ammann 1995, Grabherr et al. 1995, Gottfried et al. 1998, Rosenzweig et al. 2008, Vittoz et al. 2009)。对于一个物种来说过于温暖的气候环境对于另外一个物种来说也许正是适宜的; 气候变化可能导致一个物种迁移, 也可能使另一个物种迁移到新生境的可能性减少。因此, 气候变暖驱动的物种迁移可能导致在一个特定的地点形成新的物种组合, 也可以在一个新的地点形成特定的物种组合。在许多生态系统中都已经观察到了这种由于物种不同的迁移状况导致的物种间链接关系中断的情况 (Root et al. 2003), 随之而来的可能是生物多样性的丧失和生态系统功能的改变。Körner (2002) 曾经指出, 生物丰富度增加的一个可能的好处是可以减少“系统失败”的风险。特别是在山地环境下, 坡面只有在其植被保存完好的情况下才能是稳定和安全的, 因此坡面上完整的植被可以提供某种安全的保障。尽管物种组成丰富的植被或者生态系统可能具有某种功能性的物种“冗余”, 然而, 在非生物性约束条件发生显著变化的情况下, 这些功能性的物种也会发生变化。在这种情况下, 过去冗余性的功能有可能对系统功能的维持产生决定性的作用, 山地坡面增加了山地坡面生态系统的脆弱性。

由此, GLORIA 的“多峰研究法”最基本的具体目标是:

- ◆ 提供关于世界上主要山脉气候梯度上物种丰富度、植物物种组成、盖度、多度、裸地百分比以及土壤温度、积雪期的标准化定量数据。

通过对永久样地的长期的观测、监视 (surveillance) 以及每隔5-10年的重复调查, 对物种及植被分布格局变化进行量化记录。这种植被格局的变化可能体现在几个方面, 如发生物种迁入或者物种的消失, 出现物种盖度/多度增加或者减少等, 这些变化可能是由于非生物因素的直接效应, 也可能是由于生物因素如竞争的间接影响。

- ◆ 对非生物环境比如无植被覆盖的裸地、温度等进行定量的记录。通过对土壤温度的连续观察记录，可以反映并计算出一些重要的温度指标，比如一年或者特定时间段内的均温、最低温度、最高温度、积温等，从样地中积雪与融雪时间、时长等数据，可以测算出植物生长季的长度。
- ◆ 建立全球适用并且可比较的关于气候驱动的自然和半自然环境中高山植被和生物多样性变化的指标。
- ◆ 评估气候变化引起的生物多样性丧失和生态系统不稳定性。
- ◆ 为减轻气候变化对生物多样性的威胁而制定的保护策略与措施提供依据。

为提出有效的监测指标，还需要从文献资料以及相关数据库中收集关于植物物种的其他一些信息，如垂直分布和地理分布格局、生活型、形态特征以及其他一些生态指标数据（如 Halloy 1990, Halloy & Mark 1996, Ramsay & Oxley 1997, Landolt et al. 2010, Klimešová et al. 2011），也需要收集植物功能特征（plant functional traits）参数（如 Cornelissen et al. 2003, Pohl et al. 2011, Venn et al. 2011, Venn et al. 2014）。例如，我们对欧洲山地植物物种的垂直分布数据进行了标准化处理，绘制了“海拔物种剖面”（altitudinal species profiles）。运用这个“剖面”，我们就可以进行“海拔物种分级”（altitudinal species ranks），进而计算出“植被热量指标”（thermic vegetation indicator）和山地植被的“需热指标”（thermophilisation indicator）（见 Gottfried et al. 2012）。这样，通过对野外数据进行计算，就可以直接得出物种向上或者向下迁移的“海拔指数”（altitudinal index）（见 Pauli et al. 2012）。同样，结合从文献资料得到的物种总体分布特征，特别是特有性特征，就可以很方便地对生物多样性丧失的潜在风险作出评估（Kazakis et al. 2007, Fernández Calzado et al. 2012, Pauli et al. 2012, Venn et al. 2012）。

为了从更广泛的生态学和生物地理学角度对观察到的变化提出评估和解释，在此我们引述 Malanson et al. (2011) 在其文章结尾的话：“在如像 GLORIA 这样的监测项目中，要对观察到的高山冻原的变化进行评估，需要对物种与环境的关系、物种的地理分布特征及两者共同效应有更清晰的认识。大家都很清楚对变化进行解释所需要哪些背景资料（即：物种内嵌入其平衡和非平衡动态特征中的跨尺度时空关系），但这些资料却很难获得。并且，在如何减少气候变化的潜在影响方面，我们的知识也很欠缺。为了解决这些问题，我们必须对过去几十年来提出相关的生物地理学理论做进一步的研究，

而且也需要对已经提出的相似性评估方法做进一步的研究”。同时，对于许多山地区域来说，历史和现实的人类活动的影响也非常显著，在解释高山植物的变化时，这些问题也需要加以考虑。

1.3 GLORIA 的作用

为了实现气候变化对自然和半自然生态系统的生态效应的综合评估，需要从模型预测、试验研究以及长期观测等多个方面开展工作。在长期观测这个方面，GLORIA 建立并运作了山地陆生物种野外就地观测的全球性网络，因而扮演了核心的角色。由于如下原因，高山生态系统可以满足上述综合评估的需要：

- ◆ 地球上所有的大洲以及所有的主要生命带（life zones）都有分布；
- ◆ 其状况总体上由低温条件决定；
- ◆ 因而，对气候变暖有强烈的响应。

GLORIA 利用了高山生命体在记录气候变化生态效应十分敏感这一特征，但记录这些变化的指标必须要通过实地的观测才能获取，空间遥测不能替代实地的观测。

为使 GLORIA 成为一个高效的标准化大尺度观测网络，其实地观测“多峰研究法”必须考虑到数据可比较性、方法的简便性和经济性，因此需要使野外工作所需要的仪器设备尽可能少、花费尽可能低、耗费的时间也尽可能短，这样才能使 GLORIA 即使在野外探险的艰苦条件下可行（Pauli et al. 2004）。

除了基本的观测内容外，在一些 GLORIA 目标区或者 GLORIA 主要研究点中，还针对除高度植物外的其他一些生物类群开展了一些额外的观测研究。在一些研究点还开展了土壤生态学和社会经济特征的研究（见文本框 1.1）

标准方法主要聚焦于生物多样性和植被格局的观测研究。对物种丰富度以及植物物种盖度、物种组成等的变化在 GLORIA 研究点的记录已经有数十年时间（请参见 Erschbamer et al. 2011, Michelsen et al. 2011, Gottfried et al. 2012, Pauli et al. 2012）。

GLORIA “多峰研究法”的主要优点是：（1）在所有的主要生物区系地域内，沿垂直和水平气候梯度都已经设置到大量的研究点；（2）考虑到了永久样地中的所有维管植物。

要使目前 GLORIA 网络得到很好的维护和发展，需要全世界相关学者们的鼎力支持和参与，这完全取决于学者们是否有意愿为今后的人们、为下一代人坚持和进一步巩固这一长期观测研究的基础。GLORIA 网络的维持与发展，同样也取决于有效的协调工作，取决于能否与

各相关政府机构、政府间机构、非政府机构进行紧密的合作，取决于是否有透明的工作机制，以便能够从公共和私人机构获取财政上的支持。

1.4 为什么要关注高山环境？

所谓的“高山”是指山地垂直带上由于低温所决定的树木分布上限（即树线）的区域。总的来说，高山景观的塑造因素是冰川（至少在更新世还存在的冰川）活动，而霜冻针对土壤的形成和土壤结构产生了重要的影响（参见 Troll 1966）。陡峭的山坡是山地的一个共同特征，重力作用对于山地地貌、生境类型以及干扰格局也起到重要的作用（Körner et al. 2011）；（www.mountainbiodiversity.org）。

全球的高山生命带是开展气候变化生态效应研究的一个理想的“自然实验室”，其原因是：

- ◆ 高山生命带作为完整的高山生物区系（biome），分布在所有的纬度带上，存在于从热带到极地的所有生命带（life zone）或者生物区系带（zonobiomes）（见 Walter & Breckle 2002）。因此，高山生命带是唯一的可以从所有基础气候梯度（海拔、纬度和经度）针对气候变化生态效应进行全球比较的陆生生物区系类型。
- ◆ 高山生态系统可以简单地从其生物组成特征进行比较，至少对于其海拔分布上限的物种而言是如此。这些地段主要受非生物、与气候相关的生态因素的控制，而生物因素如竞争的效应相对不显著。因此，这种其植物生命受低温限制的生态系统对气候变化来说就具有特别重要的指示作用。与较低海拔的生态系统相比，气候变化对高山生态系统的影响可能更容易被辨析出来（Körner 1994）。
- ◆ 生态交错带较窄是山地的一个重要特征。由于山地垂直气候的制约，在山地较短的空间距离内，植被格局和物种组成可能发生剧烈而显著的变化，这也植被边界在小范围内的变化也比较容易被识别出来。
- ◆ 高山环境中常常包含了没有受到人为干扰直接影响的生态系统和生境，至少对于许多国家或者生态区域（eco-regions）而言，认为高山生命带常常代表具有最高“自然性”的生物区系类型，由此在对气候变化效应的研究中，可以最大限度避免人为土地利用的干扰。
- ◆ 绝大多数的高山植物都是长命植物，这类植物对于短暂的气候波动几乎没有响应。然而，长

文本框 1.1 GLORIA 的三个活动等级

- ◆ 标准记录方法（Standard recording methods, STAM）：包括基础性的数据记录步骤，这些步骤在所有的 GLORIA 目标区都要求开展，这样才可能建立起在全球范围内都可进行比较的关于维管植物和土壤温度的数据库。这些记录的内容与方法与在每个目标区建立4个观测山峰样地的多峰研究法的要求（见第三和第四章）是完全对应的。
- ◆ 追加采样设计与记录方法（Supplementary sampling designs and recording methods, SUPM）：指符合多峰研究法要求的条件下，增加对其他植物的调查取样，如苔藓和地衣类。所以可能需要在标准样地上进行额外的样地设计和采用特殊的观测记录方法（比如在山峰截面上划设 1-m² 样方进行物种频度、物种盖度测定、或者在山峰研究点设置 1-m² 样方（见第五章）。
- ◆ 额外观测研究（Extra approaches, EXAP）：在 GLORIA 目标区开展的额外的观测研究活动。除少数例外，这些活动在空间上不局限于山峰研究点，研究对象可能是动物类群、坡体下部的植物、土壤理化特征以及社会经济和文化方面的调查等（见第七章）。

除了上述 3 个“活动等级”外，在一些 GLORIA 主研究点还开展了一些其他 GLORIA 山峰研究点或者 GLORIA 标准目标区不开展的科研观测活动。这些高山主研究点建立在已有的研究设施和能力的基礎上(如ILTER研究点)，观测研究的内容如 GLORIA 标准记录方法、追加采样设计与记录方法、额外观测研究的验证试验、有关雪被、冻土以及植被格局、植物物候、有关物种生理生态特征的控制性试验、有关高山植物的模型预测等，开展了一些有针对性的研究如初级生产力、土壤微生物活性、植物繁殖、降水变化模拟、氮沉降、放牧影响等，这些工作将有助于对生物多样性和植被格局变化原因提出解释。然而，在 GLORIA 主研究点开展的这些工作将不在本手册的范围内。

期趋势性的气候变化，则会导致这类植物群落的物种组成发生方向性的变化，驱动植物分布的改变，并可能对一些植物的长期生存造成威胁（见第一章第五节）。通过对样地的重复调查，即使是物种组成的逐渐改变，也可能反映出气候变化效应的速度与变化的幅度。

- ◆ 由于在高山生态系统中长命的多年生植物占有优势，所有或者几乎所有的植物物种都可以在一个生长季中观察到，所以在植被调查中不需要在一个生长季中进行多次调查。请注意，这种情况不是适用于所有的山地地区（比如，在赤道地区，虽然许多物种都可以在整个一年都可以看到，但也有一些物种会在一年中的某个时间段消失不见）。

综上所述，对高山植物进行跨山地区域的标准化长期监视可提供：（1）为解释地球上跨越热带到极地的所有陆生生命带低温条件下生物多样性变化机制的亟需和重要的信息；（2）深入理解气候变化如何影响高山生命的知识；（3）为物种受到的威胁提供早期预警；（4）为建立针对性的保护策略和措施提供依据。

1.5 为什么选择维管植物作为目标类群？

在高山环境中分布着各种各样的生物类群，在其中我们选择维管植物作为主要的监测对象，是基于如下几个原因：

- ◆ 适当的专家资源：在 GLORIA 多峰研究法中，要求将监测的生物多样性鉴定到物种的水平。从全世界的情况来看，由于不同地方生物分类学发展水平不一，各地在分类学文献资料和有经验的分类学家方面的差异也很大，要在所有地方都鉴定到种并不容易。在所有的生物类群中，对维管植物较为熟悉的专家从数量上来说要多于熟悉苔藓、地衣以及无脊椎动物等方面的专家。绝大多数的维管植物是固着生长并且肉眼可见的，所以较为容易进行野外鉴别。但即使如此，对年轻的研究者进行植物区系和分类学方面的训练仍然是十分重要的。

- ◆ 生物个体的寿命：对于在高山环境中生活的大多数固维管植物而言，由于常常行克隆生长（Stöcklin 1992, de Witte & Stöcklin 2010）且采取垫状生活型（Pearson Ralph 1978, Morris & Doak 1998, Aubert et al. 2014），因此其共同的特征就是常常有较长的寿命（Billings & Mooney 1968, Körner 2003）。高山环境中一般没有一年生或者短命植物。这种在生境中持续存在并且长寿的植物可以通过其生长表现的变化而综合反映出数十年气候变化的效应（Grabherr et al. 2010）。

- ◆ 生态分布幅度和在生态系统中的地位：维管植物广泛分布于从湿润到干旱区不同气候带的高山生态系统中，并且通常是系统中的优势物种和最显而易见的生物类群。维管植物分布的广泛性和自养的特征使其在生态系统功能发挥了基础性作用。高山及季节积雪带的植物群落的组成物种形态各异，包含了多种功能特征和生活型（Halloy & Mark 1996, Klimešová et al. 2011, Pohl et al. 2011, Venn et al. 2011, Boulangeat et al. 2012），由于高山垂直气候的高度变异性，高山植物群落组成在

较短的距离内就可能发生明显的变化（Scherrer & Körner 2010）。并且，与多数苔藓、地衣植物不同，许多高山植物只生活在特定的海拔带上（Glime 2007, Vittoz et al. 2010）。

- ◆ 地理分布范围：在许多地方，山地维管植物物种的分布范围比较窄，特有性较高。特别是在地形上相对隔离的地方，比如地中海盆地周边（Blanca et al. 1998, Kazakis et al. 2007, Stanisci et al. 2011）、亚洲西南部（Noroozi et al. 2011）、澳大利亚的高山区（Pickering et al. 2008）、大洋洲的岛屿（如 Halloy & Mark 2003）以及东非的热带高山地区（Hedberg 1969）、安第斯山脉的部分地区（Halloy et al. 2010, Cuesta et al. 2012），然而在北美（cf. Billings 1974, Mills & Schwartz 2005）、亚洲（e.g. Breckle 2007, Ma et al. 2007）和欧洲（e.g. Pawłowsky 1970, Dirnböck et al. 2011），仍然也有许多呈局地或者间断分布的物种。对于特有物种集中分布在最高海拔地带的区域来说，气候变化引起的生物多样性丧失的风险也特别高。在其他的地方，有较大比例的维管植物要么在广大区域内的寒冷生境中呈连续分布，要么广泛分布在北方温带、寒带及极地圈之内，因而可以针对物种对气候变化响应问题进行大尺度比较。

1.6 为什么将山峰区域看作是参照单元？

在山地（summit）的顶峰，由于其特殊的地貌位置、气候特征、水文特征，构成了对于其植被来说的特殊生境。并且山峰的面积也只占了高山生命带面积的很小一部分。初看起来，将山峰作为研究对象并不十分有利。从研究气候变化效应的比较研究的角度，选择山峰生境（这里所说的“山峰”不仅是指最高点，而是包括最高点向下 10-m 登高线的“山峰区域”）作为参照单元进行大尺度比较研究主要是由于如下几个方面的原因：

- ◆ 为了在今后的野外调查和将来的重复调查中容易地找到确切的位置，山峰是十分明显的地标；

- ◆ 山峰是定义十分清楚的地形单元，提供了生物群落可比较的背景特征；并且，山峰区域在较小的面积范围内就包含了所有的坡向（东、南、西、北）；

- ◆ 山峰由于地形和多个坡向的原因而具有高度的生境多样性和物种丰富度。因此，当地物种库的许多物种都可以在山峰区域内发现，不同的物

种可能分布在不同的坡向上。由于气候原因导致的这种相邻生境间物种组成差异可以迅速地被识别出来。

◆ 在中度山峰区域（moderately shaped summit areas），由于植物区系不能由较高海拔得到补充，物种组成具有海拔特异性。这与山坡中段的情况很不一样，特别是雪崩迹地或靠近水流冲刷带的地段，在干扰事件发生时，较高海拔地段的物种可能向下迁移；

◆ 在山峰地貌演进中，常常不存在来自临近地物的影响，或者这种影响极小。山峰的气候条件主要取决于海拔。在山地中，很难或几乎不可能找到像山峰这样其日照的日间和季节变化不受相邻更高海拔点遮阴影响的可比较地形单元了；

◆ 山峰区域受到诸如碎石下滑或者雪崩遮阴的干扰较少，在这里建立长期观测样地的具有更好的“持久性”；

◆ 最后，对于“喜冷性物种（cryophilic species）且竞争能力较低的物种而言，由于缺乏向上逃逸的通道，山峰可能是向上迁移的陷阱。对于最高海拔段位特有物种比例很高的孤立山峰而言，这种情况尤其典型（Grabherr et al. 1995, Theurillat 1995, Pauli et al. 2003, Pickering et al. 2008, Fernández Calzado & Molero Mesa 2011, Noroozi et al. 2011）。

由于上述原因，山峰尤其适合开展沿气候基带梯度开展生态系统的比较研究。当然，也不是任何一个山地区域以及山峰都适合应用 GLORIA 标准方法开展研究。本手册第二章将介绍山地区域以及山峰研究点选择中需要遵循的标准和一些考虑。

1.7 如何选择 GLORIA 目标区？

要加入 GLORIA 网络研究工作，首先需要有负责的长期机构组织以及相应的有所聚焦的研究内容。说选择的山地区域最好离研究机构不远，离那些将参与到 GLORIA 工作的有责任性和经验丰富的野外研究者的距离也不远。在开展 GLORIA 工作之前，需要考虑到如下几个方面或者做好如下准备工作：

◆ 认真阅读本手册的下一章——山峰的选择（summit selection）、取样设计和数据记录方法；

◆ 在开展野外工作之前，针对可能的山峰研究点，收集并分析详细的地形图、照片或其他数字资料；

◆ 在确定山峰研究点时，必须要进行实地考察。在实际布设样地之前，必须要对所有的四个山峰研究点（针对每个 GLORIA 目标区，按照标准需要沿海拔梯度设立的4个山峰研究点）进行仔细选择、查验。对每个可能的山峰研究点，都要进行拍照记录，以方便选点讨论。如果对选点有任何疑问，请与 GLORIA 协调组或其他有经验的 GLORIA 成员联系和讨论；

◆ 尽管 GLORIA 野外样地不会对地表造成破坏，我们还是建议在选点时查清相关的土地权属和管理状况。研究点最好位于保护区之内，或者至少是人迹罕至的地方，这样才能保证样地的长期可用性；

◆ 在形成了建立 GLORIA 研究点（指每个 GLORIA 目标区有4个山峰点的研究点）的具体计划后，请与 GLORIA 协调组联系（邮件地址请见 www.gloria.ac.at），并提供如下信息：

- ✧ 研究点所位于的山脉名称
- ✧ 山峰点的名称
- ✧ 每个山峰点的三个字母的编号（请用字母而非数字）
- ✧ 每个山峰点的地理坐标（精确到度、分、秒）
- ✧ 每个山峰点的海拔高度
- ✧ 样地建立的时间（年、月）
- ✧ 负责人的姓名与电子邮件地址
- ✧ 负责单位或组织的名称

◆ GLORIA 协调组将给您发送一个代表该目标区具有唯一性的 3 位数编码，编码前面是 2 位数的国家代码，并且在 GLORIA 网址上将您所在的目标区、负责人、单位等信息进行登记。

◆ 在开展正式的野外工作之前，建议根据地方植物志或者数据库资料编写一个预备性物种清单，并在选点过程中对一些重要物种进行标本采集；

◆ 野外工作的准备包括样地设置和数据记录等的准备工作，其基础性标准化方法请参见本手册第二、三、四章，同上也请登录 GLORIA 网站查看相关的内容是否有更新。在出野外之前，请校正您所在区域的磁偏角；

◆ 样地调查和物种记录的时间最好是在生长季的中期，这时大多数的物种也比较容易鉴别。

如果野外调查时间被迫有所偏移，我们建议最好是稍微推迟到生长季中期以后，而不是提前，因为提前的话，一些物种的繁殖器官还没有发育出来。对一个目标区来说，所有山峰点的物种记录

工作最好都在一个生长季完成，不要延伸到超过两个生长季完成。

◆ 野外工作完成后的数据录入和数据处理工作，请参见第六章。

2 多峰研究法中 GLORIA 研究点的选择

2.1 目标区域的选择

一个 GLORIA 目标区包括有 4 个山峰，这 4 个山峰代表了从天然树线交错带到维管植物分布上限的海拔梯度。如果该区域中所选择的山峰海拔高度达不到维管植物分布的上限，则为从天然树线到该区域植被分布最高处的海拔梯度（见图 2.1）。所谓的“目标区”则是指这 4 个山峰所在的山地区域（如图 2.2）。

在一个目标区内，所有的山峰应该处于同一个区域气候类型中，即各山峰气候的差异主要是由于海拔的差异，而不是地形决定的天气分水岭效应。并且，同一目标区内的 4 个山峰不能跨气候带分布。例如对一个山脉来说，处于迎风面的山峰与处于背风面的山峰不能在同一个目标区（见图 2.3），处于山系外周气候较为湿润的山峰与山系内部气候较为干燥的山峰也不能在同一目标区。对于这种较大的山系，我们建议设置 2 个或者更多个目标区。

目标区的面积可大可小，但前提是区内所选山峰的总体气候特征在水平面上不存在显著的差异。因此，可以说目标区的面积应该在满足本手册 2.2 所述山峰选择标准的前提下，其面积尽可能地小。

2.2 山峰选择

建立 GLORIA 目标区的第一步就是要选择出适合开展监测研究工作的“一套”山峰，这些山峰应该可以（1）代表该山地区域沿海拔梯度分布的典型植被格局（见本手册 2.2.1）。同时，（2）必须满足开展监测工作的前提条件和相应标准（见本手册 2.2.2）。

本手册附件 II 有一张目标区取样表（表 0），这张表将提供该目标区和每个所选山峰的一般背景信息，填写该表的有关说明见本手册 2.2.1 和 2.2.2。在表中需要填写诸如植被垂直分布、主要的生态交错带、基岩，保护状况、人类土地利用等信息（见本手册 4.6）。

我们建议在选定供研究的山峰后，要与保护区管理部门或者私人土地所有者进行沟通，告知他们将要开展的 GLORIA 科研活动。

多峰研究法-目标区

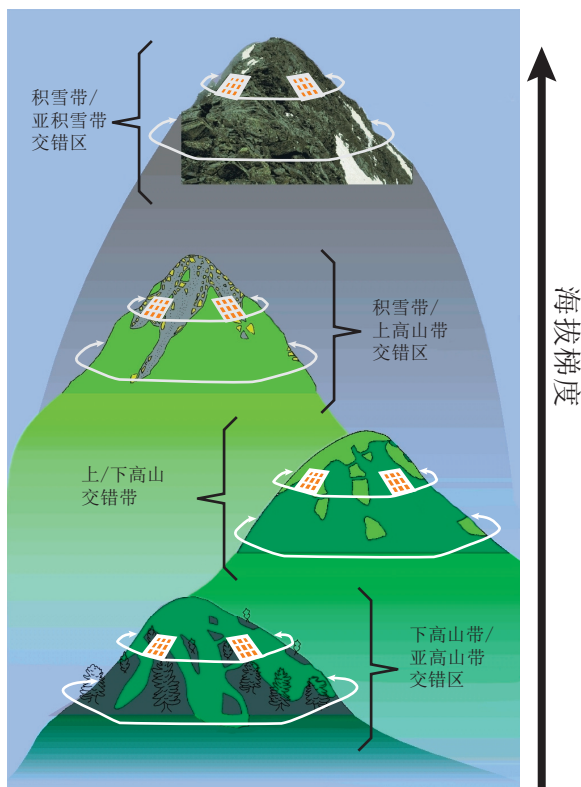


图 2.1 GLORIA 目标区。在每个目标区内都有 4 个海拔高度不一的山峰（有关植被带问题参见文本框 2.1）。白线所示分别为 5-m 以及 10-m 山峰区。相关说明参见本手册 3.1。

2.2.1 海拔梯度

由于不同植被带的过渡区最容易观察到气候变化效应，所选择的 4 个山峰最好都处在生态交错带的海拔段位上。举例来说，山峰1 为树线交错带，山峰2 代表高山带下限和上线之间的过渡带，山峰3 为高山带上限到季节积雪带下限的过渡带，山峰4 则接近维管植物分布上限。在文本框 2.1 中给出了这些植被带的定义。当然这是一种理想的情况，因为实际上这些植被带之间的界线并不十分清楚。但另一方面，山峰区（summit area）也一定程度上代表了生态交错带的特征，如从北坡到南坡的过渡交错。因此，山峰选择并不是一定要详细划出所有这些交错带，而更多的是要找到能够代表该山地区域典型的植被格局、特征的海拔梯度的山峰“序列”。因而，所选择的山峰点（summit sites）之间的海拔间隔也要尽可能地一致。

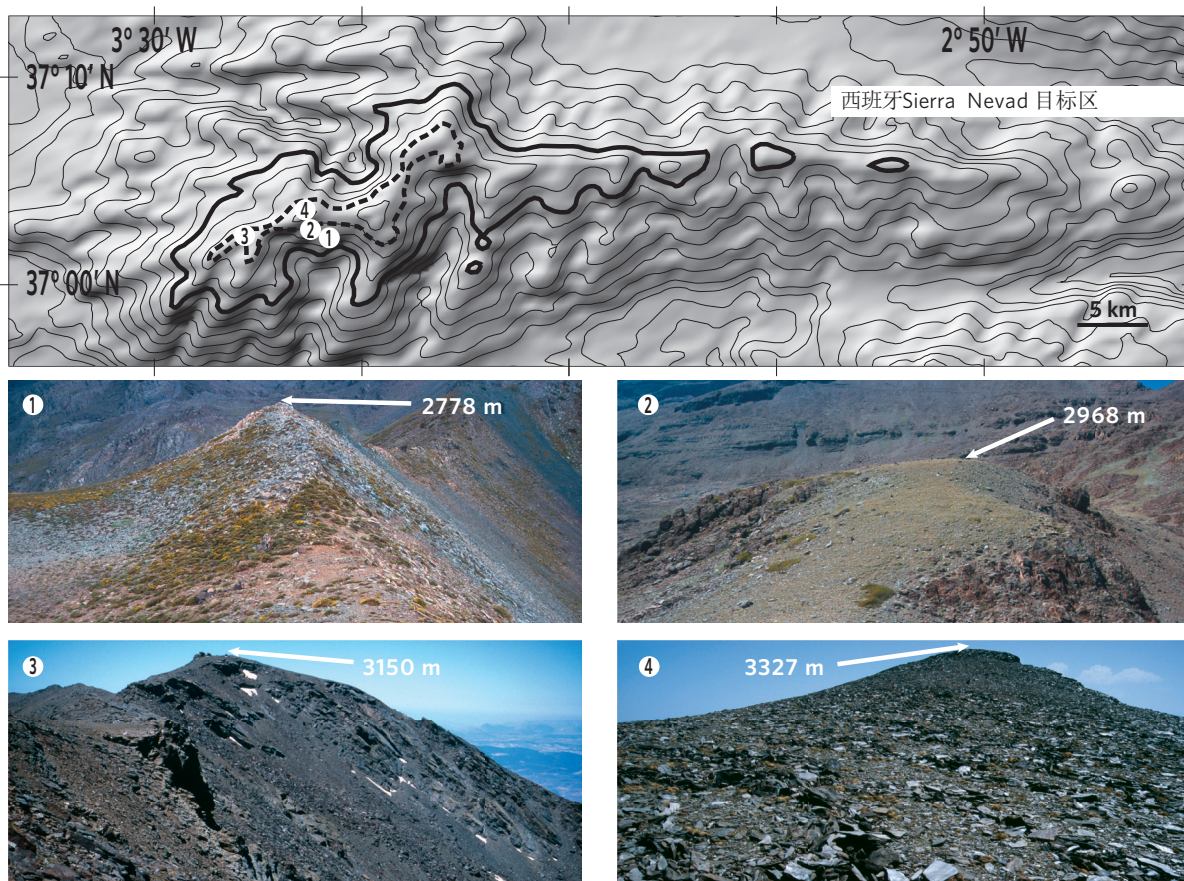


图 2.2 目标区示例。西班牙“Sierra Nevada”目标区不同海拔高度的山峰



图 2.3 目标区的选择。目标区不应位于区域不同气候带的分界线上。

也不应该排斥那些高山生命带垂直分布格局不十分明显的山地区域。在那些海拔高度不算高，高山生命带面积很小，高山垂直带很窄的山地区域，高山生物类群对于气候变化尤为敏感。在这种情况下，所选择山峰的海拔间隔可以较小。

每个目标区需要选择4个山峰。只有在实在无法找到第四个适当的山峰点的情况下，才容许只选择3个山峰。因此，为使不同山峰能够体现海拔梯度差异，每个 GLORIA 目标区所包含的山峰点数量绝对不能少于三个。

在上述条件下，任何一个海拔高度进入了高山生命带的山地区域都可以成为 GLORIA 目标区。此外，GLORIA 的山峰点还必须满足本手册 2.2.2 所列的标准，才能进行标准化样地布设并开展观测工作。并非所有的山地区域都能够满足这些标准——与其选择不适当的山峰点，还不如换一个地方来建立目标区。

2.2.2 山峰选择的标准

GLORIA 山峰点不仅是指一座山峰的最高峰，而且包括了这座山峰最高点到以下 10-m 登高线的山峰区 (summit area)。山峰点可能位于山系最高峰的附近，可能是该山系相对不那么引人瞩目的山峰，这样的山峰通常不会有太多的游客。伸出山脊垂直高度在 20-m 以上的驼峰状山峰，也可以选择为山峰点。

在高山山峰，地貌以及生态环境特征的差异极大，因此如下 6 个标准主要是建议性的。然而，要实现高山生物类群长期监视的目标，这些标准十分重要，在选点时需要加以认真的考虑。

这些标准并不是按照其重要性进行排序，而是按照从依据地图、航空或者卫星影像以及文献进行的开始计划阶段，到对备选山峰点进行实地考察而需要考虑的问题进行编排的。无论在哪种情况下，都必须在实地考察的基础上做出最终的决定。

文本框 2.1 高山区植被分带			
GLORIA 目标区限于山地垂直带上由低温所确定的树线以上的区域，该区域的范围与高山生命带重合。如下是一些相关术语 (Grabherr et al. 2003, Körner 2003, Nagy & Grabherr 2009, Grabherr et al. 2010, Körner et al. 2011, Körner 2012) 的定义： 森林线 (forestline) 或者林线 (timberline) 是树线交错带的下限，也是郁闭 (山地) 森林分布的上限。 树线 (treeline) 指植株高度大于3-m 的乔木分布上限。 树种线 (tree species line) 指成熟乔木树种植株，包括成熟的俯卧、低矮个体分布的上限。 树线交错带 (treeline ecotone) 是森林线和树种线之间的地带。 高山生命带 (alpine life zone) 指森林线以上，包括树线交错带、高山带、高山-积雪带交错带、积雪带的区域。 高山带 (alpine zone, 或者 alpine belt) 是指介于树线和郁闭森林 (郁闭度 >20-40%，在干旱地区郁闭度可更低) 分布上限的区域。在这个区域，	植被是景观和地貌中显著的组成部分。在一些地方，高山带进一步划分为下高山带 (lower alpine zone) (在植被镶嵌体中包含低矮灌丛群落) 以及上高山带 (禾草草地、草原性或草甸性植被占优势)。在不同的地方还使用了不同的术语来指代高山带，比如地中海寒冷带 (cryoro-mediterranean) (Fernández Calzado & Molero Mesa 2011)、非洲高山 (afro-alpine)、安第斯高地 (high-andean)、帕拉莫 (páramo)、普纳 (puna) (Cuesta et al. 2012, Sklenář et al. 2013)，这些术语在本手册中统称为高山带。		
	积雪带 (nival zone) 是覆盖着冰、永久积雪以及/或者地表为裸露基岩，不适合维管植物生产的地带。这里除了在少数能够维持一定热量的微地形条件下分布有零星的维管植物植株以及斑块状植被外，主要分布一些隐花植物如地衣、苔藓。植被在景观中不十分显著。		
	高山-积雪交错带 (alpine-nival ecotone) 又称为亚积雪带 (subnival zone) 是指上高山带到积雪带的过渡地		
	带。其位置与夏季雪被持续时间有关 (参见 Gottfried et al. 2011)，在许多地区，可能与永久冻土分布界限重合。		

有关树线交错带的考虑：本手册所述的研究方法主要是为低矮的高山植被所涉及，因此在目标区内所选择的海拔最低的山峰的植被不能是以乔木或者高灌木占优势。由此，在海拔最低的山峰，应该选择乔木或灌木分布稀疏的树线交错带上部设立样地。并且，如果现有树线由于人为干扰而下降，山峰本身的海拔应该是潜在天然树线的范围内，而不是现有树线的位置。

在由于干旱的原因而不存在树线，或者是由于人为土地利用如放牧而不存在树线的地方，高山生命带可能被定义为景观中由于冰川作用 (至少是更新世的冰川作用) 或者冰冻对土壤形成和土壤基质结构有重要影响的地带 (见 Troll 1966)。最后需要指出，崎岖险峻是高山环境的一个关键性特征，因此，如像安第斯中南部以及青藏高原那种平缓的高原不属于本手册所述的高山环境 (Körner et al. 2011)。

A 火山作用

由于火山可对现有植被格局和物种组成产生影响，因此应该避开活火山影响的区域。火山作用的影响包括火山爆发、火山灰以及热量等对植物生境的影响会强烈地掩盖气候变化的效应，如果火山爆发的频率高，则还有永久用地完全灭失的风险。对于休眠火山，如果上次爆发的时间足够久远以致可以忽略火山对现有植被格局的影响，可以考虑选择为 GLORIA 山峰点。

→ 要避免火山作用对现有主要植被仍有影响的活跃或休眠火山区域。

B 一致的当地气候

理论上，目标区内的所有4个山峰点应该具有相同的气候特征，各山峰点的气候差异只来自于其海拔高度的差异。然而要辨析海拔高度导致的差异和地形条件导致的差异并不容易。这里主要须考虑到，目标区的4个山峰不要跨越明显的气候界线，因而不要选择明显的正对迎风面的山峰，也不要选择明显更为干暖的背风面的山峰，或者是位于山系内部的山峰（见图 2.3）。对于山系的不同气候区域，应该将其看做是不同的目标区。

→ 目标区的 4个山峰的分布不要跨越明显的气候界线。

C 山峰区的基岩

目标区内的山峰点应该有相同的基岩。由于基质相关的因素会导致植物物种丰富度、物种组成等方面很大的差异，尤其要避免在同一目标区内一个山峰点的基岩为钙质岩，而另一个山峰点位硅质岩的情况。如果在一个区域内的相邻地方山峰存在两种不同的基岩，可以根据其基岩类型将其划分为两个不同的“目标区”，这样可以对不同基岩生境进行比较，如像在瑞士国家公园以及

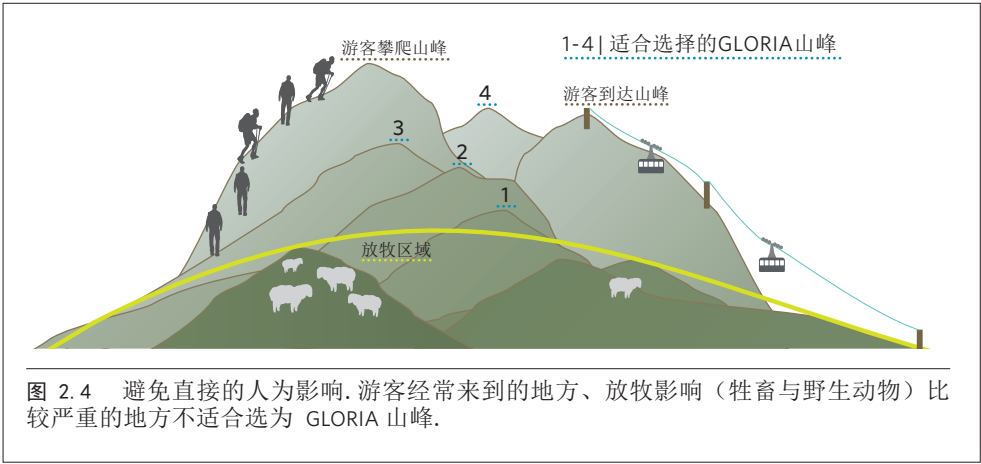
美国加利福尼亚州白山（white mountains）地区那里的情况。

→ 避免同一目标区内不同的山峰点有差异明显的基岩类型。

D 人类干扰

理论上，GLORIA 山峰应该为自然或近自然状态，没有明显人类活动的直接干扰。应该避开人类活动压力较大的区域，因为如像牲畜放牧（踩踏、啃食以及施肥等）以及游客和登山者的踩踏等活动可能显著影响物种组成和植被格局，而这种影响也会掩盖气候变化的效应。

在许多地方，比如在北美以及其他温带至极地圈的地方、新西兰以及安第斯南部的一些地方，我们仍然能够找到保持原始状态的树线或者高山区。然而在欧洲、安第斯山脉的大多数地方、亚洲以及非洲，传统的土地利用——主要是山地游牧以及对草地的火烧管理等——已经显著地改变了树线交错带的状况，在少数情况下，也影响到了下高山带的状况（如 Bock et al. 1995, Molinillo & Monasterio 1997, Adler 1999, Bridle & Kirkpatrick 1999, Spehn et al. 2006, Yager et al. 2008a, Halloy et al. 2010）。遇到这样的情况，要选择人类影响最小的地方，最好是在国家公园或者保护区内选择山峰点，期待这些地方面临的人类干扰在将来也保持在较低的水平（见文本框 4.6）。幸运的是，全球大约 35% 受人类干扰小的山地都已经被划为各种类型的保护地（Rodríguez-Rodríguez & Bomhard 2012, Pauli et al. 2013）。适当的传统放牧，如果其强度和类型在几个世纪以来没有明显的变化，这种人类干扰相对来说还可以接受，也适合选为 GLORIA 点。而对于过度放牧，由于其植物群落由于放牧而发生了显著变化，因此不适合选为 GLORIA 研究点。同时，也需



要尽可能地避开其土地利用类型和强度在最近几十年来发生了强烈变化的地段，即使是对弃耕弃牧地，其管理效应也会与气候变化效应足迹重叠。

➔ 避开过度放牧、游客较多以及近年来土地利用变化剧烈的地段。

E 山峰区的地貌形状

所选山峰点的地形应该“适当”（请参见本手册名词解释中“适当形状山峰”条目）。本手册所述的多峰研究法（图 2.5）不适用于非常陡峭和非常平坦的山峰形状。首先，从安全角度考虑，应该避开过于陡峭以及基质不稳定的山峰。在通常情况下，GLORIA 野外调查需要几个人同时开展工作，必须要考虑到滚石滑落的风险。其次，在许多陡峭的山峰，植物能够定居的微生境也十分有限，因而在观察植被变化上的用处也不大。第三、攀登陡峭山峰通常需要用专业的登山设备，花费的时间也较长。反过来，过于平坦的山峰也不好，比如地形越平坦，就越难以区分出4个主要坡向，而取样面积也越大。“平顶”山在各大洲都有，这种情况下很难找

到“适当形状山峰”，这时就需要对样地设置方法进行修改，请参见文本框 3.4。

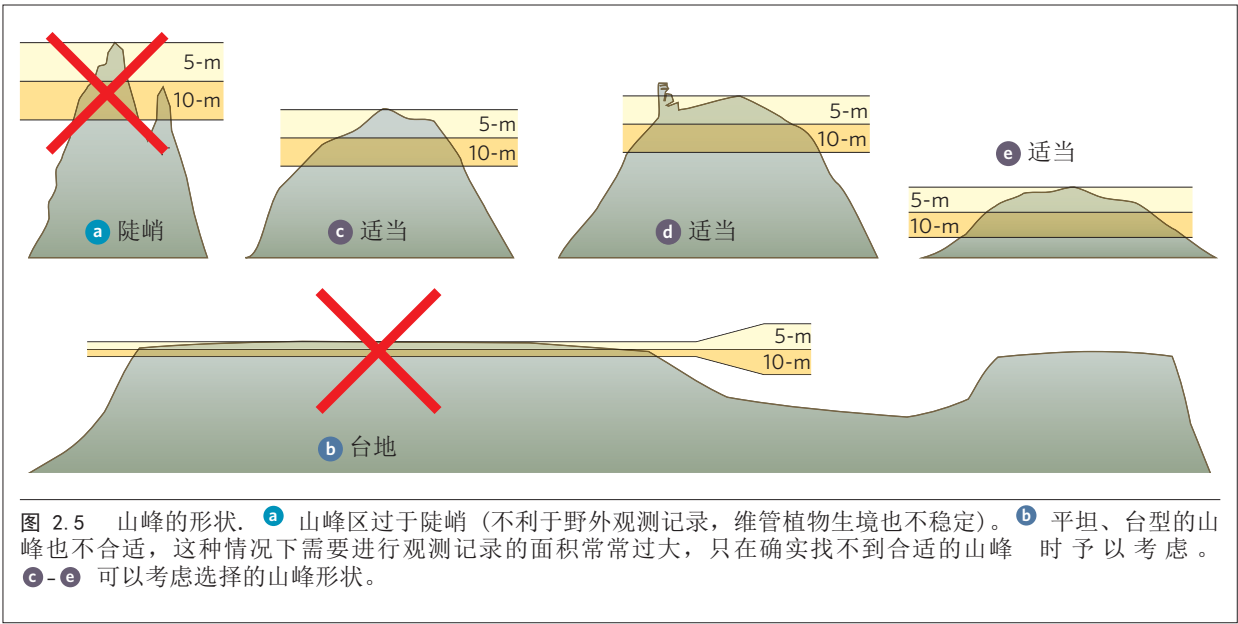
必须要进行实地考察才能确定是否满足上述地形标准。需要对山峰区的坡度进行测定，如果从顶峰最高点 (highest summit point) 在东、南、西、北四个方向海拔下降 5-m 到 10-m，距离为 50-m 到 100-m 的话，其坡度是比较合适的，请参见文本框 3.4。

➔ 避开过于陡峭和不稳定的山峰，只在找不到替代时才选择较为平坦的山峰。

F 生境特征

GLORIA 山峰点的主要植被类型的物种组成应该代表了相应海拔带典型的物种组成。山峰点上维管植物生长的微生境格局，或者是其潜在的分布点上的微生境格局，都应该代表了相应海拔高度上的平均水平。应该避开地表以裸露岩石（无论其坡度如何）、不稳定的流石滩以及巨砾占优的地段。

➔ 避开维管植物生境或其潜在生境稀少的山峰。



3 多峰研究法的标准取样设计

本章将对多峰研究法的基本样地设计以及监测样地的设置方法进行详细的介绍。样地设置方法将分步骤（步骤 a 到步骤 g）进行逐一的描述。

主要内容的目录和工作步骤提纲如下：

3.1	样地类型与框架设计	25
3.2	材料与准备	27
3.3	永久样地的设置	27
3.3.1	顶峰最高点：主参照点的确定	27
	步骤 a： 标记顶峰最高点	27
3.3.2	设置 3m x 3m 样方群、1-m ² 样方以及山峰区角点	28
	步骤 b： 确定主测量线（罗盘方位、垂直扩展以及长度）	28
	步骤 c： 布设并固定 3m x 3m 样方群	29
	步骤 d： 测量从顶峰最高点到样方群角点的距离和地磁罗盘方向	30
3.3.3	设置山峰区和山峰扇区的边界线	30
	步骤 e： 确定 5-m 山峰区的边界线	31
	步骤 f： 确定 10-m 山峰区的边界线	31
	步骤 g： 划出扇区线，将山峰区划分为不同的扇区	31

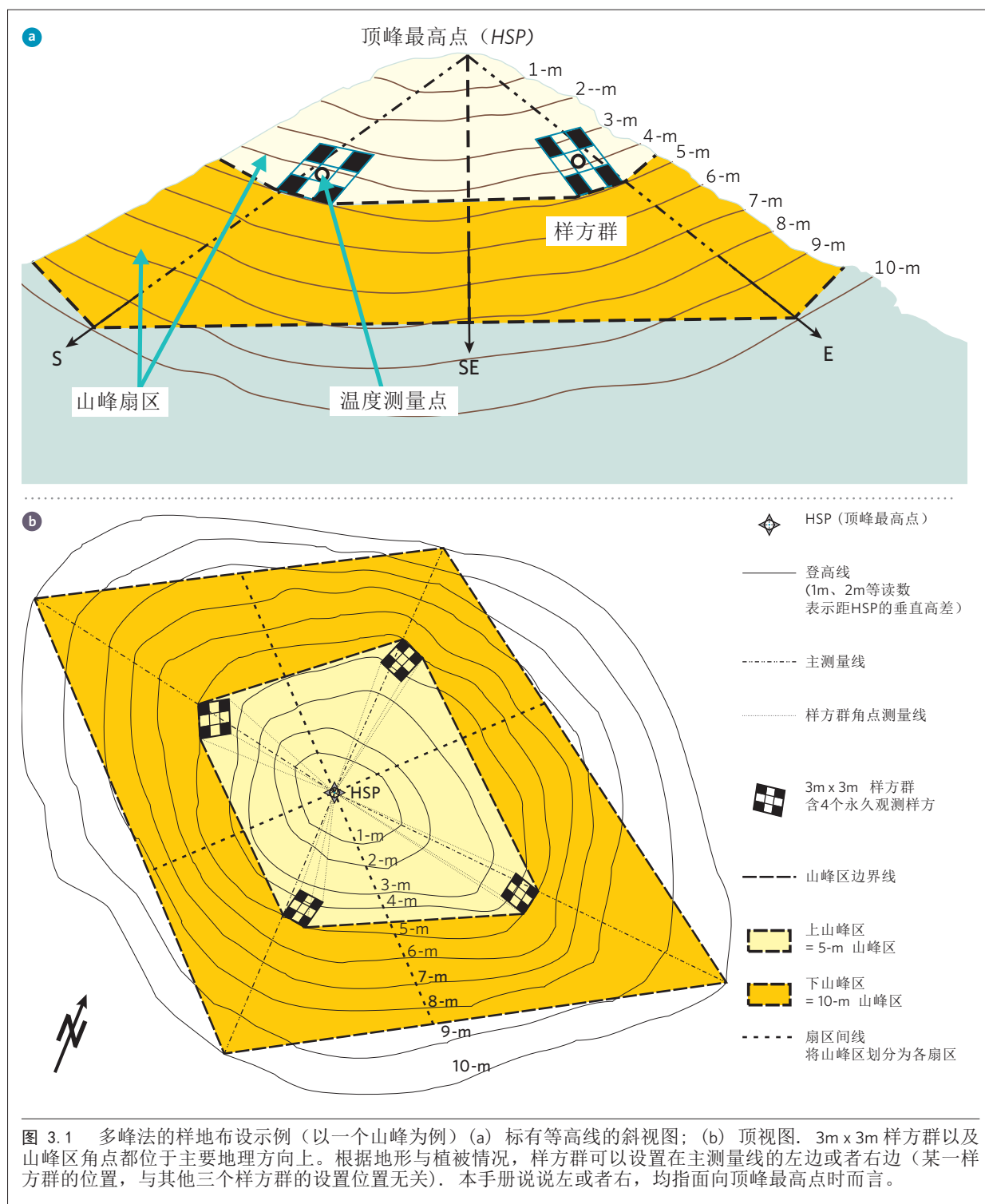
3.1 样地类型与框架设计

山峰点的取样设计包括：

- ◆ 16 个 1-m^2 样方（见图3.1）。在东、南、西、北四个主方位上，分别设置一个 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 样方群，在每个 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 样方群的4个角，分别设

置1个 1-m^2 样方，这样在每个山峰点，共计设置 16 个 1-m^2 样方（16 样方区）

- ◆ 山峰扇区（图 3.1）。在山峰区上部（5-m 山峰区）和山峰区下部（10-m 山峰区），分别设置 4 个扇区。扇区的大小不固定，主要取决于山坡的状况和坡度。



样地设置情况的倾视和顶视示意图请参见图 3.1。图 3.2所示为取样设计中所有测定点和样地的编码。

对于由4人组成的野外工作组来说，针对每一个山峰点完成全部样地设置和标准的记录工作大约需要2到6天时间（取决于植被密度、物种丰富度以及交通可达性）。

这包括了对维管植物采样记录的时间，但不包括在野外对苔藓和地衣鉴定到种的时间。

请注意野外工作组的人数绝对不要低于两人，我们建议工作组的人数在四人以上。当然，也要注意如果人太多，对样地的干扰也比较大。

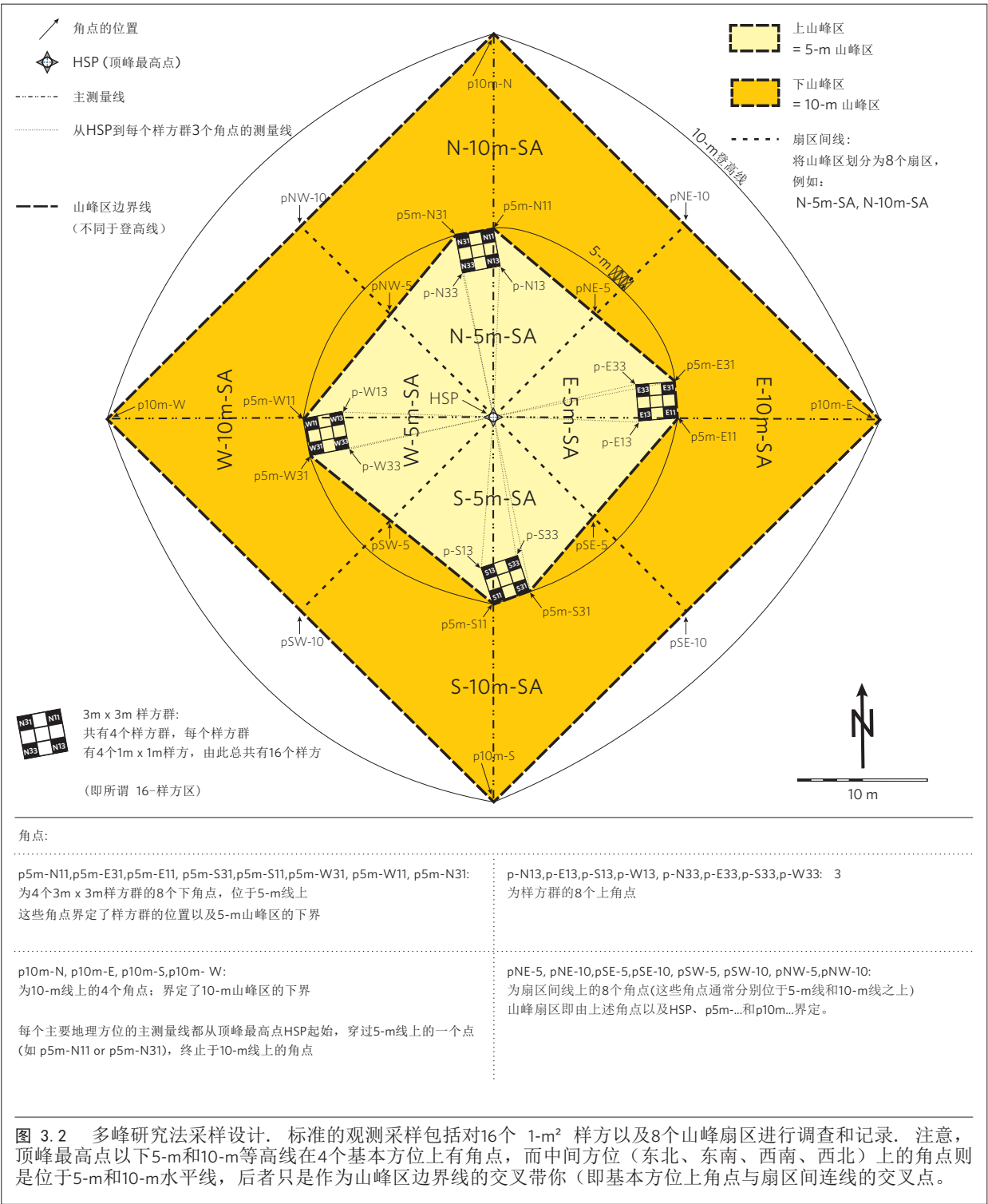


图 3.2 多峰研究法采样设计。标准的观测采样包括对16个 1-m² 样方以及8个山峰扇区进行调查和记录。注意，顶峰最高点以下5-m和10-m等高线在4个基本方位上有角点，而中间方位（东北、东南、西南、西北）上的角点则是位于5-m和10-m水平线，后者只是作为山峰区边界线的交叉带（即基本方位上角点与扇区间连线的交叉点）。

3.2 材料与准备

为测量山峰区样地和角点的位置，需要准备：

- ◆ 两个 50-m 长度卷尺（不建议用较短的卷尺）；一个罗盘（建议型号为 Suunto KB-14/360）；一个倾斜仪（建议型号为 Suunto PM-5/360PC）；两个小的软卷尺（如 3-m 长的软卷尺）；一个海拔表和一个 GPS。

- ◆ 为划定 1-m² 样方，需要准备：4 个 3m x 3m 大小带有 1m x 1m 网格的采样网格。这种采样网格用带有刻度的皮尺来制作，网格用小的金属格或者强力胶带来固定（网格结构见附件 I 中的图 AI.1），用大约 100 个 100-mm 普通钉子和细线来将网格固定在地面。在野外网格发生破损时，用胶带来修补。

- ◆ 为划定山峰区，需要准备：两卷细绳（每卷大约 500-m 长），四卷样绳或皮尺（大约 100-m 长）；需要注意细绳是否能够很方便地缠绕在线轴上。细绳的长度取决于山峰的形状（形状越平坦，所需要细绳的长度越长）。细绳的颜色最好与地表颜色有明显的反差，比如亮黄色就比较合适。

- ◆ 为标记永久样地，需要准备：每个山峰点大约需要不同长度（10-cm 到 25-cm）的铝管（直径为 0.8 或者 1-cm）80 根。也可以用能够合适的材料来代替铝管。将铝管油漆为白色或者黄色。准备一个小的凿子（用来标记顶峰最高点）。

- ◆ 为记录数据（见本手册第三和第四章），需要准备：足够份数的采样记录表：如附件 II 中的表格 0, 1, 2, 3, 4, 从 GLORIA 网站的“方法”部分可以下载表格）；在样地设置中需要用到的罗盘、倾斜仪、电子水平仪、用于盖度估算的透明模板（见附件 I 中的图 AI.3a 和图 AI.3b）；一个木制或者铝制的含 100 个格子的 1m x 1m 样方框（见图 4.2 和附件 I 中的图 AI.2）；一个直径 2-mm 的采样针用于边角记录。

- ◆ 为进行长期的温度测定（见本手册 4.3），需要：微型温度记录器（每个山峰点需要 4 个，每个目标区需要 16 个）以及温度数据记录单（见表 4），手表、园艺小铲子。读取数据需要：笔记本电脑、蓝牙适配器。

- ◆ 为开展补充性的工作（见第五章），需要：内径 1m x 1m 大小的木制或者铝制的频度网格框（见图 5.1），用于子样地频度计数。这种网格框

中间细绳的设置与点计数框有所不同。记录表格见附件 II 中的表 5-S。

- ◆ 为开展补充性的 10m x 10m 样方调查，需要额外的皮尺：1 卷 50-m 长的皮尺用于定界，1 卷至少 10-m 的皮尺用于走线，记录表格见附件 II 的表 6-S。

3.3 永久样地的设置

样地的设置以及样地位置的数据，如从顶峰最高点 (highest summit point, HSP) 到样地四角的距离以及罗盘方向等，都必须仔细测量，一一记录在表格中（表 1）并进行仔细的检查。录入表 1 的数据可自动计算出顶峰扇区 (summit area sections, SAS) 的面积，并绘制出轮廓图。

3.3.1 顶峰最高点：主参照点的确定

顶峰最高点是所有测量的起点，通常也是中度形状山峰 (moderately shaped summits) 山峰区的中点。在山峰区一侧如果有高度超过中心高点的突出岩石（与图 2.2 比较，应该忽略突出掩饰的高点位置）。

步骤 a：标记顶峰最高点

用凿子在坚硬岩石表面凿一个十字形状来进行标记（图 3.3）。如果没有这样的坚硬岩石表面，就用金属桩或者其他适当可作永久标志的材料。这样的标记至少要能够续几十年。▲



图 3.3 在顶峰最高点(HSP)做一永久性的十字标记。

3.3.2 设置 3m x 3m 样方群、1-m² 样方以及山峰区角点

设计

样方群：在每个主要方位（即地理真实东、南、西、北四个方位），各设置一个 3m x 3m 样方群（见图 3.1 和图 3.2）。每个样方群包含有 9 个 1-m² 样方，用软尺制作的网格（在野外工作前准备好）铺在地上形成。每个样方群的下边界应位于顶峰下 5-m 登高线上（容许误差为 ± 0.5 -m）。从顶峰最高点往下看，样方群的左下角或右下角应该正对某个特定主要方位。这样，样方群就肯定会位于某特定主要方位线的左边或者右边（与图 3.1 比较），并根据每个基准方位实际的地形和生境条件相互之间隔开进行设置。

在出现如下情况时，容许 3m x 3m 网格稍微偏离地理方位：

- ◆ 地形过于陡峭，不能保证野外工作的安全。
- 或者踩踏可导致对样地的过度破坏；
- ◆ 在正对地理方向线的左侧和右侧都是裸露的岩石或突出的巨砾，缺乏植物生长的生境。

在上述情况下，样方群可沿 5-m 登高线旋转到离原始方位线（即实际基准方位 cardinal direction）最近的可能的地方，但该 3m x 3m 样方群必须始终处于扇区相交线（沿实际地理方位东北、东南、西南、西北的线，以区分山峰区的各扇区）。在可能的情况下，尽量避免选择需要进行这种基准方位偏移的山峰点。如果实在要进行基准方位偏移，必须要说明理由。

在 3m x 3m 样方群对基准方位进行偏移处理时，要记住同时对主测量线（principal measurement line）进行偏移处理，而主测量线又必须是从顶峰最高点穿过样方群的一个角点到 10-m 点的直线（见图 3.4）。

山峰区(summit area)角点：3m x 3m 样方群的下焦点同时也标记出了上山峰区（upper summit area，即 5-m 山峰区）的下界线。

下山峰区（即 10-m 山峰区）的 4 个下角位于从顶峰最高点到 5-m 角点（即主测量线）直到 10-m 登高线交叉的位置（比较图 3.1、图 3.2）。

对每个主要地理方位的测量，都要按照本小节描述的工作步骤。此处以北向的测量为例，来描述步骤 b 到 d（见图 3.2、图 3.4、图 3.5；同时也参见表 1 中的测量方法部分。

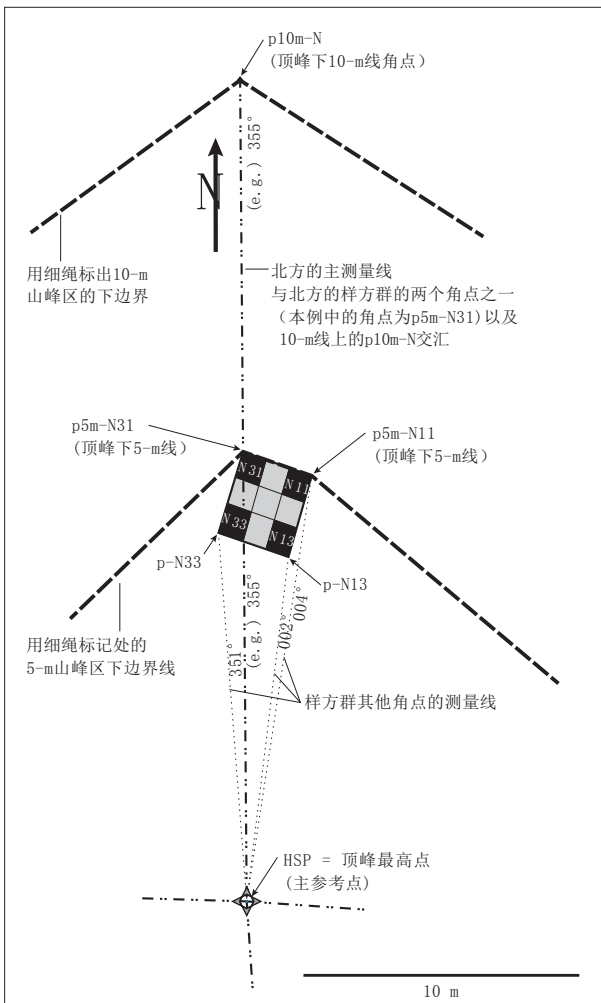


图 3.4 测量点。测量从顶峰最高点到 3m x 3m 角点以及 10-m 点的罗盘方位。例如，磁偏角为 5° E，则需要按照如下方法进行校正：按罗盘 355°（而不是 000°/360°）作为真实北方并设置主测量线（见文本框 3.1）。如果受地形或植被条件制约，在设置 3m x 3m 样方群时可稍作偏离（参见步骤 b）

步骤 b：确定主测量线（罗盘方位、垂直扩展 vertical extension 以及长度）

- ◆ 即从顶峰最高点向下到 5-m 水平线再到 10 水平线的直线。
- ◆ 组员 A 测量组员 B 从脚底到眼睛的高度，即目视高度；
- ◆ 组员 A 手持罗盘和记录本（表 1）站立在顶峰最高点，并在此处固定一个 50-m 长的皮尺，正面指向地理北方（见图 3.4、图 3.5 及文本框 3.1）；
- ◆ 组员 B 向地理北方步行并展开皮尺，同时向顶峰最高点用测角仪进行测量。当到达与顶峰最高点的目视水平距离时，在地面上作一个临时性的标记，此处与顶峰最高点的海拔高差就是组员 B 的目视高度。重复上述过程直到到达 5-m 高度点（见图 3.5）。

- ◆ 当到达 5-m 线时，组员 B（以及组员 A）要决定这一位置是否适合铺设 3m x 3m 样方群网格。如果不适合，就在距地理正北线最近的可能的位置铺设网格。无论偏移有多大，样方群都必须位于划分西北和东北的扇区交叉线之内。扇区交叉线的设置在步骤 g 描述；
- ◆ 在 5-m 线上确定的点（可以是 p5m-N11，也可以是 p5m-N31，参见步骤 c）用一截小铝管以及一些小石块进行标记，为下一个工作步骤（步骤 c）做好准备；
- ◆ 从该 5m 线上的点开始，组员 B 在组员 A 的导向下，继续向下行走到达 10-m 线。注意，从顶峰最高点穿过 5-m 线上的点到 10-m 线上的点（即从 HSP 穿过 p5m-N11 到 p10m-N）必须是一条直线。对 10-m 点（p10m-N）同样用小铝管和石块进行标记；
- ◆ 组员 B 将 50-m 皮尺拉直（组员 A 拉住皮尺另一端，保证皮尺以直线穿过 5-m 点），在 10-m 点的位置读出从顶峰最高点到 10-m 点的长度（见文本框 3.3）；
- ◆ 组员 A 将长度距离记录到表格中（表 1）；
- ◆ 组员 A（站立在顶峰最高点）将罗盘仪对准组员 B（站立在 10-m 点），读出该线的罗盘方位（compass direction）。如果组员 A 此时看不见组员 B，组员 B 可垂直举起标杆以便让组员 A 可以看见；

- ◆ 组员 A 将罗盘方位度数记录在表格上（见文本框 3.1）。

步骤 c: 布设并固定 3m x 3m 样方群

在 5-m 线以及 10-m 线上确定了主测量线的位置后，就可以在 5-m 线确定 3m x 3m 样方群的位置了（图 3.2）。这一工作也需要两个人来完成。要特别注意避免踩踏对样地造成影响（见文本框 3.2）。

如图 3.1 所示，测量确定的 5-m 点要么是 3m x 3m 网格的左下角（如 p5m-N11），要么是右下角（如 p5m-N31）。如果选择的是点 p5m-N11，网格就位于主测量线的右边；如果选择点是 p5m-N31，网格就位于主测量线的左边（从顶峰最高点往下看）。选择左边还是右边取决于具体的微地形和生境条件。无论是点 p5m-N11 还是点 p5m-N31，都必须是在 5-m 水平线上，这样，样方群的左边界和右边界线大体上平行于山坡。

在网格上每个 1-m² 样方的角点都必须尽可能地固定在地面上（在地面不平的情况下，某些角点会高出地面）。可以用普通的 100-mm 钉子钉在 3m x 3m 网格的交叉点来进行

文本框 3.1 罗盘测量

在某些地方，地磁北方与地理北方可以有较大的偏离，而且这种偏移还可以在较短时间内发生变化。因此，在测量表格中（表 1）必须标出磁偏角（magnetic declination，即指向地理北极的方向线与地磁北极方向线间的夹角）。

在开始野外工作之前要检查本地区的磁偏角。

目前可以很方便地查询到地球上任何地方的磁偏角，比如可以在美国国家地理数据中心网址 www.ngdc.noaa.gov/geomagweb/#declination 上进行查询。

要在地理正北方向上确定一个固定的点，测量者需要确定：

- ◆ 用罗盘来确定地磁北方；
- ◆ 用磁偏角来校正地磁北方；
- ◆ 引导另外一个人沿校正过的地理正北方向行走，由此确定正北方向的点。

用这种方法可以确定所有地理方向（东、南、西、北以及东北、西北、西南、东南，见下文）

磁偏角：磁偏角用度数（360° 的尺度）来表示，偏移方向用+或者-来表示（表 1）。

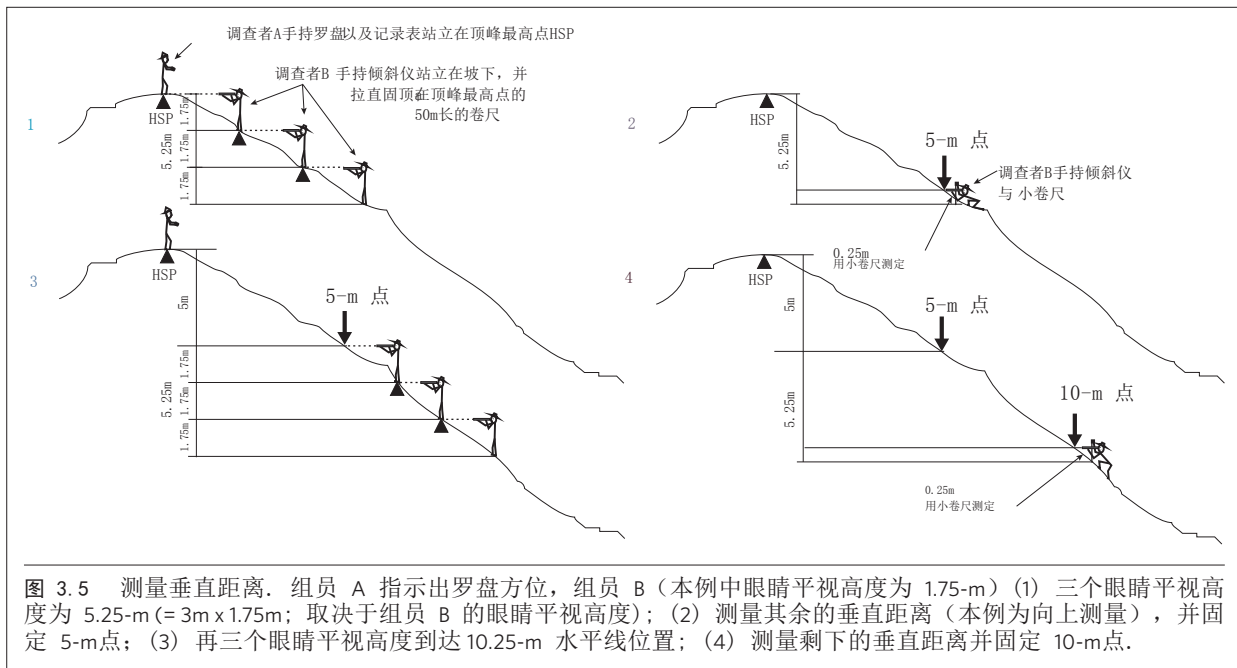
例如：-6（= 6° W）表示地理北极方向向西偏离 6°，+20（= 20° E）代表地理北极方向向东偏离 20°。在欧洲南部以及阿尔卑斯地区，磁偏角仅有-1° 到 +4°。但在瑞典北部以及高加索中部的磁偏角为 +6 到 +7°，乌拉尔南部地区为 +12°，乌拉尔北部为 +24°，阿根廷的 Tierra del Fuego 地区为 +13°，阿拉斯加的 Central Brooks Range 地区为 +20°，加拿大北部的 Central Ellesmere Island 地区为 -54°。上述这些例子表明，在使用罗盘建立永久样地时，考虑磁偏角的问题是十分重要的。

在确定 4 条主测量线以及 4 条扇区交叉线的时候，都必须充分考虑磁偏角的问题。例如，在磁偏角为 +5（5° E）时，罗盘给出的北方实际上是真实/地理正北方的 355° 夹角处，与正东的夹角为 085°，与正南的夹角为 175°，与正东南的夹角为 130°；在磁偏角为 -10

（10° W）时，与正北的夹角为 010°，与正东的夹角为 100°，与正南的夹角为 190°，与正东南的夹角为 145°。假设磁偏角为 +5，在确定正北的时候，就需要将罗盘旋转 355°，并由此确定主测量线和北向的样方群位置（见图 3.4）。

请注意：在任何情况下，需要记录在表格中的只是罗盘测量得出的方位，即罗盘仪显示的 0-360° 读数（见图 3.4）。在所有关于方向的数字读数记录上，都是记录这样的读数。例如，在磁偏角为 +8（8° E）的情况下，罗盘仪计数为 352° 即代表正北方向，38° 就是指正东北方向，82° 即表示正东方向，如此等等。

在用一般罗盘仪测量方向时，一般有 +/-2° 的误差，而用 Suunto KB-14/360 罗盘仪，误差为 +/-1°。



固定，或者也可以用带子捆扎、用石头压在交叉点、用细线标记等办法来固定。

此外，在可能的情况下，还要用短铝管在网格的交叉点处插入地表以作为永久性标记。铝管要插入尽可能深，在地表只露出 1-2-cm，这样不容易被登山者发现。在铝管难以插入地表的情况下（如土层太浅或遇到坚硬岩石），也可以用不容易脱色、掉色的白色或者黄色油漆来标记角点。在植被较高的高山草甸、帕拉莫草地、秘鲁安第斯山区的 puna 草地等地方，如果没有坚硬的岩石可用作标记，选择耐久的材料作永久标记是非常重要的。▲

步骤 d: 测量从顶峰最高点到样方群角点的距离和地磁罗盘方向

在固定好 3m x 3m 网格以后，组员 A 站立在顶峰最高点上，在组员 B 的协助下，读出并记录 3m x 3m 样方群 4 个外角的罗盘方向读数。组员 B 标出每个角点的位置，并且测量出顶峰最高点到这些角点的距离（参见表 1 以及文本框 3.1 的测量方法说明）。

按照步骤 b 所述的方法，对其余基准方位 cardinal direction 的每个样方群的角点进行测量。

在记录下 4 个角点的距离和罗盘读数后，组员 A 应检查记录表格中相关空格，标明具体是哪个角点（如 p5m-N11 或者 p5m-N31）位于主测量线上。注意：应记录罗盘读数（即罗盘上显示的度数）而不是地理方位。▲

文本框 3.2 调查者踩踏样地的影响

在设置样地、移除网格以及在进程测量和采样过程中，应尽可能避免踩踏样地。

特别要严格避免踩踏 1-m² 永久样方。

在诸如地衣、苔藓植物占优势的群落以及雪床、高山草甸植被以及不稳定碎石滩这样的地方，必须十分小心不要踩踏到样地。

在地形条件容许的情况下，在取样和测量时，可以用普通的帐篷睡垫垫在地上，以减少或避免踩踏的影响。

3.3.3 设置山峰区和山峰扇区的边界线

设计

山峰区 (summit area) 划分为上部和下部两个部分, 每个部分再进一步划分为 4 个扇区。

用一根细绳,将 5-m 线上的 8 个角点连接起来环绕山峰,就划出了的上部山峰区(即 5-m 山峰区 5-m summit area)。5-m线上的角点用直线相连,因此顶峰最高点下的 5-m 山峰区的下边到达的位置是样方群下边位置,这条直线通常在 5-m 登高线之上(参见图 3.1和图 3.2)。采用这种“直线边界”的方法有利于快速进行样地设置,也有利于今后进行重新调查时在原位再次布设样地,对于狭长形状的山峰,也有利于使山峰区保持适当的面积大小。不采用严格按照5-m等高线设置边界的主要原因是这样做可以有效地减少样地设置、测量、观测的工作量,由此有效地提高数据的质量。

用上述同样的方法连接在 10-m 线上的角点，就可以划出下山峰区（即 10-m 山峰区）的下边，由此形成了环绕 5-m 山峰区的一个区域。10-m 山峰区并不包含或者与 5-m 山峰区重叠（见图 3.6 并参见图 3.1、图 3.2）。

不需要测量 5-m 山峰区角点之间的距离（例如 p5m-W31 与 p5m-S11 之间距离）以及 10-m 山峰区角点之间的距离（例如 p10m-W 与 p10m-S 之间距离）。

山峰扇区：在划出上山峰区和下山峰区后，要进一步将其分别再划出 4 个扇区，即从顶峰最高点分别在东北、东南、西南和西北四个方位画出直线直到山峰下边界线（参见图 3.6）。这 4 条扇区线的划定要依据精确的地理方位，并且要测量出从顶峰最高点到山峰区边界线与 4 条扇区线交错点的距离。

步骤 e：确定 5-m 山峰区的边界线

这一步需要至少两个人来完成，但在地形比较陡峭时，最好有三个人。

◆ 组员 A 将一根细绳固定在 3m x 3m 样方群两个下角点中的一个的位置（例如，北向样方群的左下角点 p5m-N11）。

◆ 然后，组员 A 拉着细绳，走到东向样方群的下角点 p5m-E31 处，把细绳拉紧并固定好，这样将两个点（p5m-N11 和 p5m-E31）尽可能地用直线连接起来。

◆ 组员 B 帮助组员 A 拉直细绳。在地形陡峭的情况下，完成这一工作还需要第三个人的帮助。

◆ 重复上述步骤，将东向样方群的 p5m-E11 与南向样方群的连接起来，直到再次到达北向样方群并连接到右下角点（p5m-N31）。▲

步骤 f：确定 10-m 山峰区的边界线

采用上述同样的方法，将 10-m 线上的 4 个角点（p10m-E、p10m-S、p10m-W 及 p10m-N）用直线连接起来。▲

步骤 g：划出扇区线，将山峰区划分为不同的扇区

◆ 组员 A 站立在顶峰最高点，用罗盘指示出主要地理方位的中间方位。例如，从东北方向开始直到西北。注意这里需要如像在确定山峰区角点一样进行磁偏角的校正（见文本框 3.1）。

◆ 组员 B 将一根细绳固定在顶峰最高点，沿着组员 A 指示的东北方向行走，到达上山峰区边界线时，拉紧细绳，在交叉点上做好标记（如果是东北方向，该点为 pNE-5）；在到达下山峰区边界线时，同样要在交叉点上做好标记（该点为 pNE-10）。可以用一截铝管或者石块作为标记物。在其他方位上重复上述步骤，由此分别在 5-m 山峰区和 10m 山峰区分别划出了东、南、西、北 4 个扇区（见图 3.6）。

◆ 最后，组员 A 复查从顶峰最高点到标记点方向上的罗盘读数（此时组员 B 站立在标记点上方方便确定罗盘指示方向），并将读数记录在表格（表 1）中。组员 B 在组员 A 的协助下测量出从顶峰最高点到每个扇区线上的两个交叉点的地表距离（例如，从顶峰最高点到 pNE-5 以及到 pNE-10 的距离），组员 A 将距离记录到表格中。完成上述步骤后，就可以开展山峰区和样方的观察记录工作了。

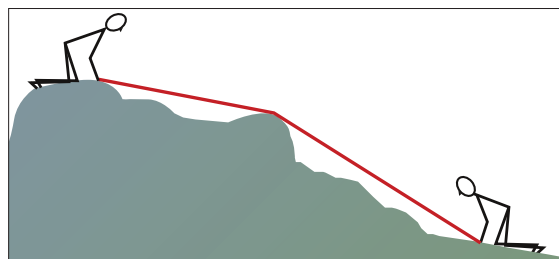
◆ 在开始观察记录之前，检查一下表格（表格 1）中是否所有需要填写的内容都已经填写了。表格 1 中的“检查栏”需要的对 1-m² 样方和角点进行的照相记录（见本手册 4.4 中步骤 o 到步骤 r 以及步骤 t 的内容）通常在后面完成。有关测量公差问题，请参见文本框 3.3；有关进行这些测量的理由，请参见文本框 4.5）。

◆ 如果所有的测量都正确无误，并且采用 GLORIA 数据输入工具（GLORIA data input tool，见本手册 6.2），山峰扇区的面积随后会自动在表格上计算出来。

文本框 3.3 测量的精确性与公差

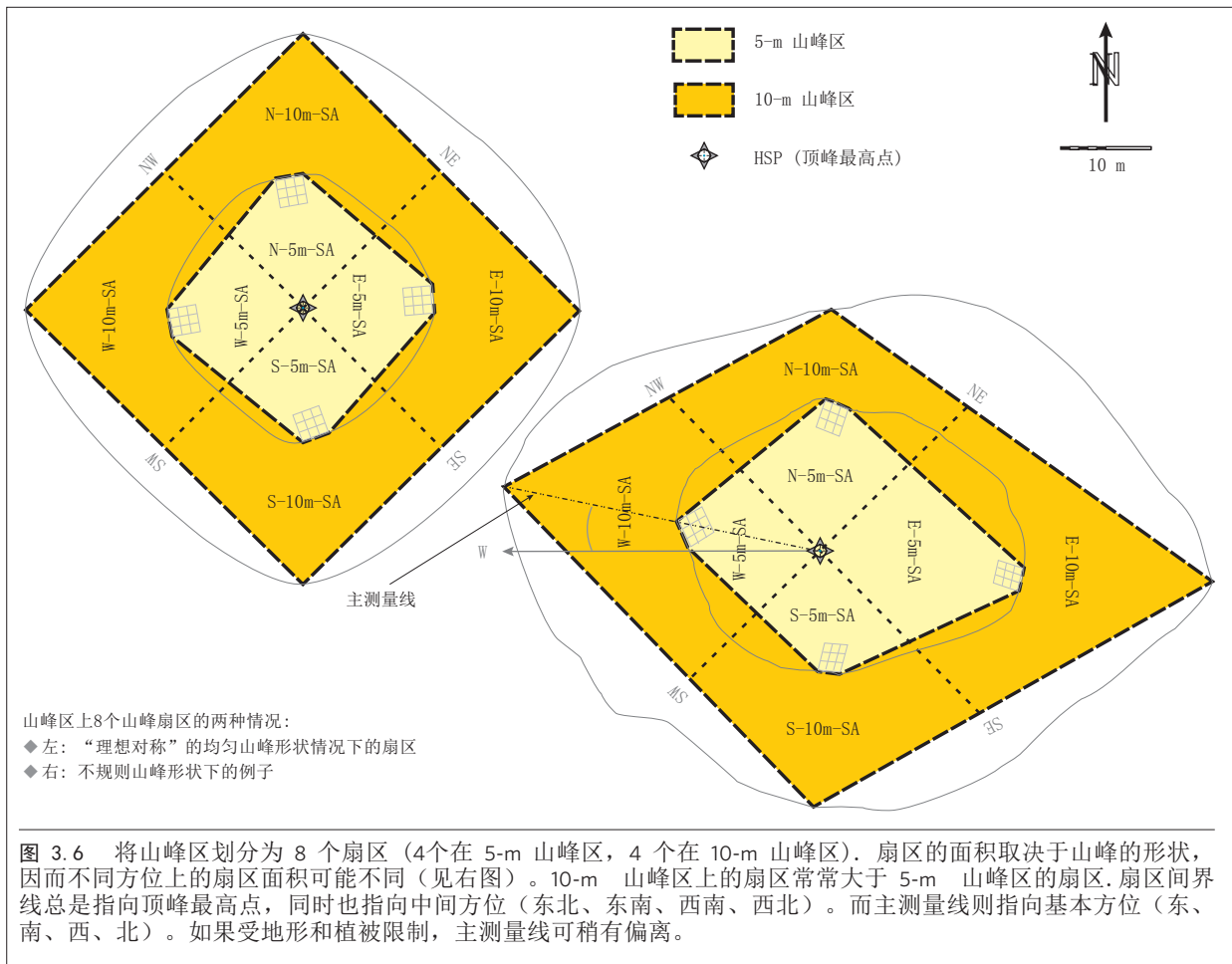
对于测量表格（表 1）中记录的数据、信息都需要进行仔细检查，这些数据随后都将用于计算山峰扇区的面积。在样地和角点的照相记录不是很清楚的情况下，也需要这些数据来样地进行重新定位。

距离的测量需要精确到 1-cm（用米作单位时要精确到小数点后两位，例如 13.63-m）。尽管在实际工作中由于地面不平、距离较长等原因，要精确到 1-cm 很难做到，也不要为了在厘米尺度搞四舍五入来降低数据分辨率。距离总是按照从顶峰最高点到角点的最短直线来测量的，皮尺一定要拉直。当然也要注意，这样测量的距离是地表距离，而不是顶视投影距离。



罗盘方位：使用野外罗盘测量的从顶峰最高点到角点的罗盘方位精确度不能大于 $\pm 2^\circ$ 。

5-m 及 10-m 山峰区的角点（在基准方位上的角点）允许的公差是 ± 0.5 垂直米。



文本框 3.4 平台山峰区取样设计调整

在一些地方，山峰是平坦的，呈现高原台地的地貌特征，这种情况下很难找到“适当坡度山峰” (moderately shaped summit)。在平坦山峰，在顶峰最高点之下 5-m 线上设置的 3m x 3m 网格以及在 10-m 线上设置的 10-m 山峰区的面积都要大一些，这会使布设样地以及山峰区取样中测量的长度变得更长。并且，这样面积较大的山峰区也不利于与其他山峰进行比较。

因此，要尽可能避免选择平坦台地山峰 (flat plateau summits)，在迫不得已

选择这样的山峰时，需要在样地布设与测量做如下调整：

如果从顶峰最高点向下到 5-m 线的地表距离超过了 50-m，就将 3m x 3m 网格的下边设置在 50-m 地表距离处。同样地，如果顶峰最高点到 10-m 线的地表距离超过了 100-m，就将 10-m 点设置在 100-m 距离处。

如果平坦度发生了变化，上述在距离顶峰最高点 50-m 和 100-m 处定点的做法就分别应用于不同的垂直水平：例如，在山峰上部平坦而下部陡峭、5-m

点顶峰最高点距离大于 50-m，而 10-m 点距顶峰最高点距离小于 100-m 的情况下，3m x 3m 网格的下边设置在 5-m 登高线以上、距顶峰最高点 50-m 处，而 10-m 点就设置在真实的 10-m 等高线上。在这种情况下，10-m 点的位置距离 3m x 3m 网格超过 5-m，但与顶峰最高点的垂直距离刚好 10-m。

如果由于山峰地形的原因采用了上述调整方法，需要将调整的具体情况记录在表格中（表 1）。

◆ 将数据上传到 GLORIA 中央数据库 (central GLORIA database) 后，将由 GLORIA 协调组制作出实际的山峰样地设计轮廓图。因此，测量表格（表 1）中所有要填写的内容都要填写，不要有遗漏，填写后请仔细检查。▲

4 标准记录方法

本章描述的记录方法是多峰研究法中野外取样工作的基础性内容，在每个 GLORIA 目标区都要运用。按照要求获取的数据将用于构建基于维管植物格局和土壤温度进行全球比较的数据集。因此，所有的目标区和研究团队都要采用这里描述的标准程序。

不同样地类型的记录方法在紧接着上一章样地设置工作步骤后，在步骤 h 到步骤 v 进行了详细的描述。

表2、表3、表 4 将用于本标准记录方法中的数据记录（见附件 II，可从“方法”部分中提到的 GLORIA 网站上下载）。

步骤 h 到步骤 v 的目录如下：

4.1	对 1-m ² 样方进行观测记录	34
4.1.1	对 1-m ² 样方进行目视盖度估测	34
	步骤 h 观察记录生境特征	36
	步骤 i 观测记录物种组成与盖度	36
4.1.2	用网格在 1-m ² 样方中进行针刺观测	37
	步骤 j 用针刺法观测地表类型与维管植物盖度	37
4.2	山峰扇区的观测记录	37
	步骤 k 物种清单编列及按照多度分级进行物种多度估测	37
	步骤 l 各地表类型的顶视百分比盖度（所有地表类型盖度之和为 100%）	38
4.3	连续温度监测	39
4.3.1	微型温度记录器（temperature data loggers）	39
4.3.2	目前采用的温度记录器	39
4.3.3	温度记录器的准备	40
	步骤 m 温度记录器的设置及野外工作准备	40
4.3.4	将温度记录器放置在 GLORIA 山峰	40
	步骤 n 温度记录器的定位与照相记录	40
4.4	照相记录	41
	步骤 o 顶峰最高点（HSP）的照相记录	41
	步骤 p 对 1-m ² 样方进行照相记录	42
	步骤 q 3m x 3m 样方群的照相记录	42
	步骤 r 对山峰扇区角点的照相记录	42
	步骤 s 山峰区全貌的照相记录	42
	步骤 t（可选）其他照相记录	42
4.5	移除样地边界线并为将来重新布设样地做好准备	43
	步骤 u 移除样地样方边界线	43
4.6	目标区总体状况的观察记录	43
	步骤 v 提供有关目标区的信息	43

4.1 对 1-m² 样方进行观测记录

每个按照用软皮尺制作网格设置的 3m x 3m 样方群中都包含了 9 个 1-m² 样方，但只对 4 个角点上的样方进行观测记录（见图 4.1），其余的样方有可能因为观测记录的时候踩踏而遭到破坏，因而不进行观测记录。这样，在 4 个样方群中，总共要对 16 个 1-m² 样方进行观测记录，称为 16 样方区 (16-quadrat area)。

在 16 样方区的每个样方，都要进行地表类型顶视盖度 (top cover of surface types, 如维管植物盖度、岩石、碎石等) 的观测记录，同时也要记录每种维管植物的分盖度。做这样的观测记录的目的是为监测物种组成以及植被盖度的变化提供基线数据。

作为 GLORIA 的标准方法，必须用两种方法进行盖度的观测：

- ◆ 首先进行盖度的目视估测；
- ◆ 在完成目视估测后，用网格点刺法进行观测。

采用这两种方法的相关考虑和原因请参见文本框 4.1。在进行再次调查的时候，不要用上次调查列出的物种清单（见文本框 4.5）。

注意：在 2001 到 2010 年期间，小格频度计数 (subplot-frequency counts) 是标准观测记录内容之一，但在现在的版本中，我们将频度计数列为附加记录法 (supplementary recording method) 的内容，作为基本标准管理记录的延伸内容（见本手册 5.1.2）。相关的考虑请参见文本框 4.1。

4.1.1 对 1-m² 样方进行目视盖度估测

地表类型的百分比盖度 (percentage cover) 以及所有维管植物的百分比盖度都要用目视估测的方法进行观测记录。这是对样地中所有植物物种——包括哪些盖度低于 1% 的物种——进行记录的一种有效的方法。有关对 1-m² 样方进行盖度观测记录的一些考虑请参见文本框 4.1。

在表格 2 上记录目视估测的结果。注意要填写表格 2 上表头要求的所有内容。

文本框 4.1 在 1-m² 样方中进行植被观测记录方法的说明

在步骤 h 中描述的地表类型说明了样地肉眼可识别地表上的生境特征。

◆ 物种盖度观测

用物种盖度来说明植被特征或者物种的出现情况的优点是，与密度、频度这些指标相比，采用这种办法无需针对植株个体进行鉴别，且可以用肉眼较为方便地进行估测，而且盖度也直接与生物量的大小紧密相关 (Elzinga et al. 1998)。主要的缺点是，植物的盖度在生长季中可能发生变化，但这一问题对于在高山环境中占优势的长命、生长速度慢的植物来说，还不算很严重。在生长高峰期进行盖度观测，（至少在湿润热带区之外的地方）采用这种办法可以记录到绝大多数的物种，并且绝大多数物种的盖度直到生长季末期之前都不会有太大的变化。

◆ 用目测法估测物种盖度

目测法是对维管植物盖度测定中最有效的办法。特别是低矮的高山植被来说，这种办法尤其有效并且，测定速度

也快。

在 GLORIA 的永久观测样方中，物种盖度用百分比表示，估测要尽可能地精确。盖度分级或者 Braun-Blanquet 多度分级 (Braun-Blanquet, 1964) 比较粗糙，不适合用于本研究。特别是在高山环境中，如果用分级的办法，低盖度物种 (<1%) 常常被划到一个级别中，但实际上其盖度还是有很大差异的。某些物种的成熟和开花个体盖度可能低于 0.01% (即覆盖面积小于 1-cm²)，而有同样个体数的其他物种所占的面积可是上面这个物种所覆盖面积的百倍甚至更多倍。有关盖度分级以及连续盖度估测方法可进一步参见文本框 5.2。

这种目视估测法肯定会有一些误差，有人认为这种方法过于主观，用于长期监测时，由于可能是不同的人来监测，误差会比较大。然而，对于 GLORIA 样方监测来说，由于采用了有刻度的皮尺来界定样方，且样方面积固定 (1-m²)，在这种情况下进行的目视估测本身会比较精确，且一个物种所覆盖的面积可以很容易地转换为百分比盖度值

（例如，10cm x 10cm 覆盖面积就相当于盖度为 1%，1cm x 1cm 就相当于 0.01%）。在透明板上，可以直接读出 1%、0.5%、0.1% 等盖度值，这大大方便了估测。特别是在对新的植被类型进行盖度估测时，用透明板来帮助估测十分有用（见附件一种的图 A1.3a/b）。特别是在植被比较稀疏时，采用这种办法对阔叶植物和垫状植物进行盖度估测特别高效；对于禾本科植物、层次较多的植物以及浓密的植物来说，需要观测者具备一定的经验。我们建议安排两个人来进行盖度的目视估测，有研究表明两个人来观测可以减少错漏物种的可能 (Vittoz & Guisan 2007)。

在植物物种组成和盖度的观测中，不同观测者观测结果的可重复性是一个十分重要的问题。已有的研究表明，小于 20% 的盖度变化常常来自于不同观测者目视估测的差异 (Sykes et al. 1983, Kennedy & Addison 1987, Nagy et al. 2002)，因而只有差异大于 20% 的差异可归因于偶然因素。然而，为了对监测结果进行比较以及对统计学差异进

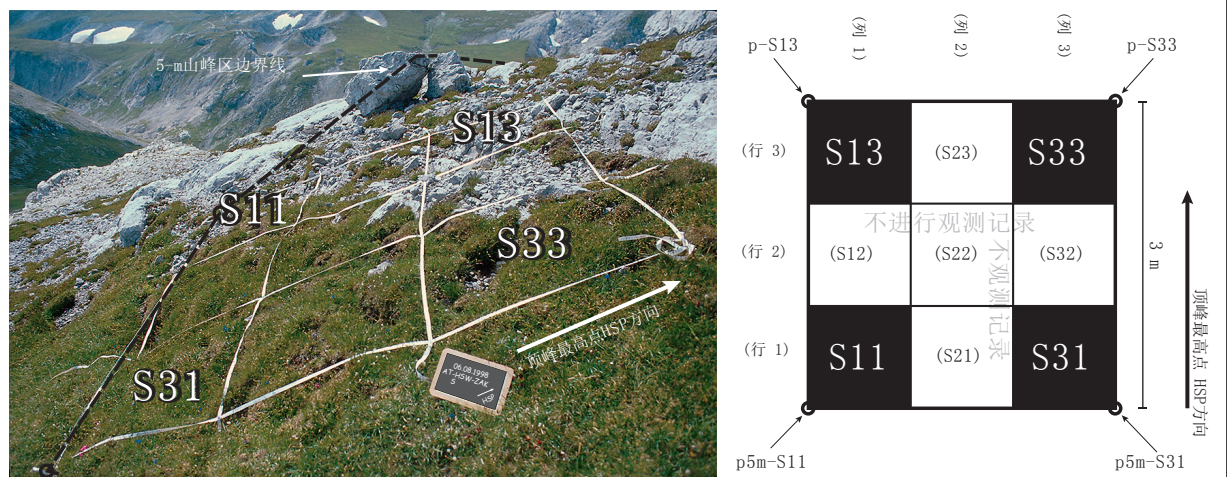


图 4.1 3m x 3m 样方群。左图：阿尔卑斯东北地区的一个例子（海拔 2,250-m），朝南的一个样方群；右图：样方群示意图，所示包括样方编号以及测量点（角点）编号。样方编号包括三位字符：第一个字符为表示该样方群主要罗盘方位的字母，第二个字符为该样方群从左到右的列号（这里的左和右都是指面向顶峰最高点的左右），第三个字符为该样方群从下到上样方的行号（指面向顶峰最高点时的上下）。例如，S31 表示南面样方群中第三列第一行（即最下面）那个样方。

文本框 4.1 在 1-m² 样方中进行植被观测记录方法的说明（续34页文本框 4.1内容）

行比较 (Legg & Nagy 2006)，必须要清楚知道这些误差是系统误差还是随机误差。如果某个人比其他人显著地高估或者低估植物盖度，那这个人的估测误差就是系统误差，即误差始终来自于该特定的观测者，他的观测结果与其他观测者的结果始终存在差异；而随机误差则是同一个观测者第一次观测的结果与第二次观测的结果出现差异。最近，我们邀请了 14 个人，对不同类型的高山植被的 GLORIA 试验样地进行了盖度估测试验，结果发现，总的观测者误差主要来自随机误差 (~ 95%)，而系统误差的贡献是次要的 (~ 5%) (Gottfried et al. 2012, Futschik et al. in prep.)。这表明，不同的样地的观测每次都可以看做是分别进行的，而无须过于考虑不同观测者之间的差异。因此也就没有必要过于强调在两个或者更多监测周期中必须要同一个人来进行观测的问题。是否能够有效检出差异更多地取决于采样的数量。

◆ 用针刺法（在网格中进行针刺观测）测定盖度
针刺法 (Levy & Madden 1933) 常被认为是盖度估测的客观方法 (Everson et al. 1990)。但这种方法有一个缺点，即针很少能够刺到相对不常见的物种（常见 Sorrells & Glenn 1991, Meese & Tomich 1992, Brakenhielm & Liu 1995, Vanha-Majamaa et al. 2000）。很明显，如果某个物种的盖度为 1%，在 100 个针刺中能够被刺到一、两次（或者没有一次能够刺到）。在亚积雪带 (subnival) 植被顶视盖度小于 50% 的样地中，将针刺法与目视估测法进行比较后发现，在物种盖度大于 0.7% 的情况下，这两种方法得到的结果没有显著的差异 (Friedmann et al. 2011)。但对于更为复杂的植被，两种方法得到的结果就出现了差异。并且，用目视法记录到的物种中，有 40% 在针刺法中被遗漏了 (Friedmann et al. 2011)。对于常见物种而言，只进行 100 次针刺即

可快速获得较为可靠的盖度数据。

将这两种方法结合起来可以验证并评估观测者之间在进行优势物种或常见物种盖度观测时出现的误差。

◆ 小格频度计数 (subplot-frequency counts)

这部分内容为补充性观测记录，移到第五章进行描述（见本手册 5.1.2）。将其考虑为补充性内容的原因是，在物种丰富度高和植被有多个层次的情况下，小格频度计数非常耗时。但如果过去进行了小格频度计数的本底调查，我们也建议在今后的重复调查中仍然包括这个调查内容。诚然这也增加了大量的额外工作负担。如果野外工作时间有限，也可以考虑将小格频度监测推后到下一个监测周期进行，即将耗时费力监测内容的周期延长。

步骤 h 观察记录生境特征

对每个观测样方都要对各地表类型（surface types）的顶视盖度进行观测记录。所谓的顶视盖度（top cover）是指从垂直于坡面的视角观察样方时看到的盖度，所有地表类型的盖度之和为 100%；而植物物种盖度（species cover）（见下文）包含了不同层次重叠的部分，因此郁闭植被各物种盖度之和大于 100%（参见 Greig-Smith 1983）。

◆ 地表类型及其顶视盖度（%）的估测：

- ✧ 维管植物：维管植物植被的顶视盖度
- ✧ 岩石（solid rock）：突出并固着于地面、难以轻易移动（例如用靴子难以推动）；不能移动的巨砾（boulder）也应被看做是坚硬岩石，而不是碎石（scree）（如果某个巨砾难以归到岩石或者碎石，就将其归为岩石）；
- ✧ 碎石（scree）：残碎物质，包括躺在地面上固定或者半固定在土壤基质上、大小不一的石块，以及稳定以及不稳定的流石滩；其大小要大于砂砾（相对于“裸地”）；土壤上的地衣（lichens on soil）：生长在土壤上的地衣，没有被维管植物覆盖；
- ✧ 土壤上的苔藓（bryophytes on soil）：生长在土壤上的苔藓，没有被维管植物覆盖；
- ✧ 裸地（bare ground）：未被覆盖的土壤（有机或者矿质土壤），即未被植物覆盖的泥土和沙土表明；
- ✧ 凋落物：死亡的植物材料。

上述每种地表类型在 1-m² 样方中都占有一定的面积比例，所有地表类型的面积比例之和为 100%。

◆ 地表类型亚型顶视盖度的估测：

- ✧ 维管植物下的地衣：生长在维管植物层之下的地衣；
- ✧ 维管植物下的苔藓：生长在维管植物层之下的苔藓；
- ✧ 岩石上的地衣：生长与突出岩石上的石生地衣；
- ✧ 岩石上的苔藓：生长于无肉眼可见土壤的岩石缝隙的苔藓（相对于生长于土壤上的苔藓）；
- ✧ 碎石上的地衣：生长与碎石上或者单个石块上的石生地衣；
- ✧ 碎石上的苔藓：生长与无肉眼可见土壤的碎石缝隙上的苔藓。

上述亚型分别是维管植物、岩石、流石这三类地表类型的进一步细分，其盖度用相应的地表类型盖度的百分比来表示。比如，在岩石盖度为 40% 的样方中，有一半的岩石

上覆盖着地衣，此时“岩石上地衣”亚型的盖度记为 50%（而不是 20% 这个占样方总面积百分比这个数）。

用罗盘记录下样方所处的平均坡向（按照 N、NE、E、SE、S、SW、W 或者 NW 划分）。用倾斜仪测定平均坡度（最大 360 度）。▲

步骤 i 观测记录物种组成与盖度

◆ 用目视法估测每种维管植物的盖度。在物种水平上进行苔藓和地衣植物的分类和盖度测定为可选项。盖度用占样方面积的百分比表示。为了对变化进行准确的监测（monitoring），要尽可能精确地测定盖度，对于多度较小的植物来说，盖度测定更要仔细。请用不同面积大小的透明板（见附件一中的图 A1.3a/b）反复练习来校正目视估测的结果。

请注意：由于植被各层次之间有重叠，维管植物各物种盖度之和可大于且不能小于步骤h中测得的维管植物顶视盖度。

文本框 4.2 有关分类学鉴定及标本材料的要求

对于维管植物要尽可能准确地野外进行现场鉴定至少到物种水平（对于分类学复杂的类群鉴定到物种组 species aggregate 水平），在可能的情况下，鉴定到亚种或者变种水平。要注意到某些物种可能只能看到其营养体而看不到生殖器官，在这种情况下也必须要进行物种鉴定。从监测（监视）周期为 5 到 10 年的长期监测工作的角度看，必须要对目标区 4 个山峰点样地中发现的每种植物采集标本。在对野外鉴定存在疑问时，标本的作用就非常大。GLORIA 在相应机构中进行的标本记录归档，将极大地方便将来的野外工作队伍进行植物物种的鉴定工作，减少观测者由于错误鉴定导致的观测误差。要采用标准的标本记录标签，准确地记录地理位置和方位。一定要严格避免在 1-m² 样方甚或 3m x 3m 样方群中采集标本。

隐花植物。对于苔藓和地衣植物，我们同样也希望进行物种水平的鉴定。然而，由于某些隐花植物不太可能在野外完成鉴定，且物种水平的盖度估测也非常耗时，在本多峰研究法的标准内容中，对地衣和苔藓的观测不列为必须开展的内容。

在某些地方，隐花植物占据了植物量中的很大部分，如果有苔藓和地衣方面的专家参与，还是建议开展苔藓和地衣植物物种鉴定工作。同时也要清晰地意识到，开展这样的鉴定和观测工作，将大大地延长野外工作时间，并且也增加了蹂躏样方的风险。

5-m 及 10-m 山峰区的角点（在基准方位上的角点）容许的公差是 +/− 0.5 vertical metres。

有关此步骤的说明请参见文本框 4.1。关于物种分类水平和隐花植物处理的问题，请见文本框 4.2。▲

4.1.2 用网格在 1-m² 样方中进行针刺观测

在所有的 16 个 1-m² 样方中，都要用内边长宽为 1m x 1m、排列有规则的 100 个十字准线点的网格进行针刺观测，其目的是观测记录常见物种的盖度。关于盖度观测记录问题，也请参见文本框 4.1。

针刺法的观测记录表与目测法观测记录表是在一起的，这样就可以不必再次列出物种清单了（见表 2）。

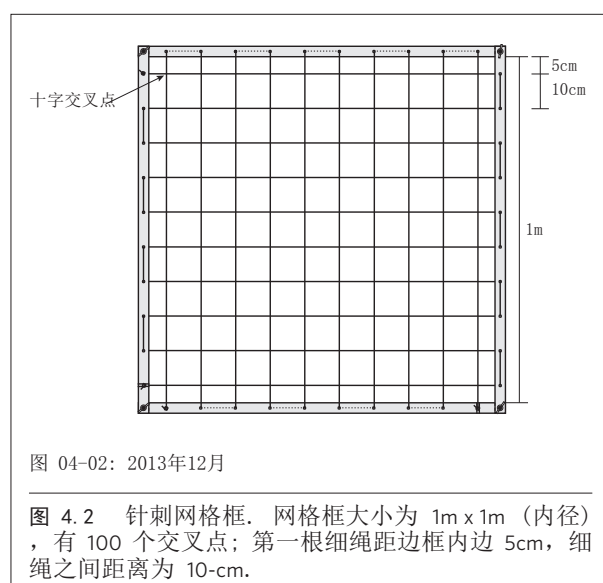
请注意，针刺法要在目视法之后进行，这样可以避免目测百分比盖度出现主观偏差。

网格制作情况请参见图 4.2（注意细线布设与频度测定的设计不同，后者已被列为可选的补充观测内容并在本手册 5.1.2 中描述）。

步骤 j 用针刺法观测地表类型与维管植物盖度

内边长宽为 1m x 1m 的木制（或者铝制）网格内，每边用 10 条细线系紧，这样就制作完成了可用于针刺法观测的有 100 个十字准线点的网格（见图 4.2；有关制作方法请参见附件一图 A1.2）。

- ◆ 将网格放置在样地上，使内边刚好与界定样方边界的软尺齐平。
- ◆ 用直径为 2-mm 的样针（如可用细的毛线针）作为针刺的工具。
- ◆ 将针垂直于坡面（即垂直于网格面）刺向十字准点。



◆ 记录下针所碰到的植物或者是地表：

- ✿ 如果针没有碰到植物，就记录下该次针刺在十字准点下刺到的地表类型（地表类型已经在表格中列出了，包括岩石、流石、土壤上的地衣、土壤上的苔藓、裸地、枯落物）。
- ✿ 如果针碰到了维管植物，就在表格上的相应位置划上一笔；
- ✿ 将针继续向下扎，对于所碰到的所有维管植物都相应地划上一笔。在碰到了维管植物的任何一点，就不要在地表类型项下做任何记录。

记录下针刺碰到的维管植物（包括那些生长在下层的植物），就可以计算出相应的百分比盖度，并与目视法观测的结果进行比较。维管植物植被顶视盖度可记为 100 减去地表类型总盖度。▲

4.2 山峰扇区的观测记录

5-m 山峰区的 4 个扇面以及 10-m 山峰区的 4 个扇面区构成了覆盖整个山峰区的 8 个采样区域（参见图 3.6）。要用标准方法对这 8 个扇面区进行观测记录：

- ◆ 编制完整的物种清单并列用 5 个多度分级估测的每个物种的多度（详见下文步骤 k）；
- ◆ 各地表类型的目视百分比顶视盖度；

对山峰扇区进行的其他更加细致的观测，如在 10-m x 10-m 样地中进行的物种盖度（见本手册 5.2.2 及文本框 5.2）观测等，均为可选的补充性调查内容。

这里主要关注的是山峰点的物种库并检视物种丰富度的变化。

地表类型的顶视盖度用于说明山峰区生境特征以及植被覆盖情况。维管植物的详细清单（苔藓和地衣植物详细清单为可选）对于监测山峰区物种侵入以及物种消失具有非常重要的作用。

有关山峰扇区物种记录的考虑，请参见文本框 4.3。在进行再次调查时，不要用原来的物种清单（见文本框 4.5）。

对山峰扇区的观测结果记录在表格 3 中（注意要完整填写表头列出的所有项目）。

步骤 k 物种清单编列及按照多度分级进行物种多度估测

- ◆ 仔细观察整个山峰扇区，记录下出现的所有维管植物物种。为了检测物种丰富度的变化（包括物种的消失与迁入），必须要记录下所有的物种。

◆ 在完成物种清单后，对每个物种进行大致的多度分级。物种多度分为五级：

- ❖ r! (极稀少)：只有一个或少数几个个体；
- ❖ r (稀少)：在局地有一些个体，在仔细观察时不容易被忽略；
- ❖ s (分散)：在扇区内分散存在，不容易被忽略，但初看时不太明显；植株的分布不一定在整个扇区均匀分布；
- ❖ c (常见)：在扇区出现频度高、分布普遍，初看时就被发现，但其盖度在扇区中小于 50%；
- ❖ d (优势)：在扇区分布非常多，占据了植物量的大部分，常常构成大小不一的斑块或者浓密植被层；在扇区的盖度大于 50% (这是唯一的与盖度直接相关的多度分级)。

请注意：上山峰扇区的物种清单必须包含在该扇区内所有样方中发现的物种。因此，需要对相应扇区样方调查表上

记录的物种进行反复检查以免遗漏。这一工作必须在野外就进行，这样也就能填写出每个物种的多度值了。▲

步骤 1 各地表类型的顶视百分比盖度 (所有地表类型盖度之和为 100%：

- ◆ 维管植物
- ◆ 岩石
- ◆ 流石
- ◆ 地衣 (不包含石生地衣)
- ◆ 苔藓
- ◆ 裸地
- ◆ 枯落物

上述地表类型分类与前述在 1-m² 样方中的地表类型分类相同 (相关定义见本手册 4.1.1 中的步骤 h)。我们建议在完成物种清单和物种多度的记录后，扇区中进行地表类型顶视盖度的估测。▲

文本框 4.3 山峰扇区观测记录的相关考虑

对山峰扇区开展的地表类型的顶视盖度、物种清单以及物种多度观测将被用于对不同目标区进行不同海拔高度生境以及植被盖度的比较。进一步将山峰区划分为不同扇区，有助于海拔等因素对物种和植被分布格局的影响。然而，更为重要的是，该工作将为监测物种丰富度的变化并评估物种的消失与入侵情况提供基线信息。基于此，对所有的物种进行观测记录是非常重要的。

准确记录物种多度或者物种盖度是个耗时耗力的工作，并且随着山峰区地形的不同，扇区的面积也会有很大的差异。因此，本手册提出的基础标准方法中，要求至少要对每种维管植物都按照上述 5 个多度分级进行多度观测记录。关于这一问题，在 2010 年 9 月的苏格兰 Perth 会议进行过详尽的讨论，将这种快速多度评估作为普遍采用的标准方法——这种方法比原来物种目视百分比盖度测定更快、对扇区中样地的踩踏也更少。

在有足够的人力且植被格局合适的情况下，可以选择性地开展如下补充性的观测记录：

- ◆ 物种百分比盖度的目视估测 (如下在 1-m² 样方中进行过的那样)；
- ◆ 对常见种用针刺法测定盖度，对稀少种进行面积盖度 (area cover) 估测 (即测定物种覆盖是实际面积)，用在南美的 GLORIA 点广泛采用的 PAF 方法 (Halloy et al. 2011) 进行盖度观测 (见本手册 5.2.2 以及文本框 5.2)。
- ◆ 在 10m x 10m 样方中用指点法 (pointing method) 进行盖度测定。该方法首次在加利福尼亚州的 GLORIA 点采用，包括对每个基本方向上的上及下扇区的部分进行测定 (见本手册 5.3)。

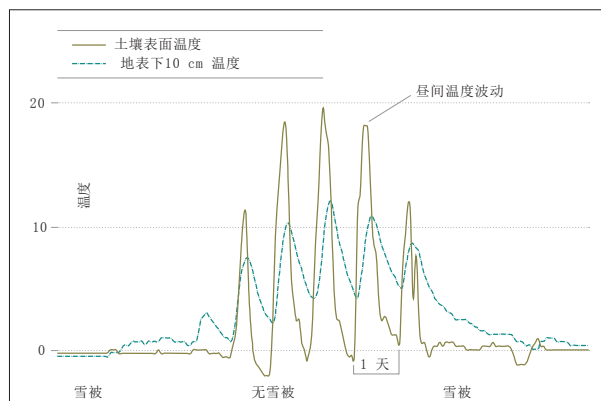


图 4.3 温度监测在地表以及地表之下 10-cm 进行。本图所示为地表和地下温度数据，两个微型温度记录器记录时间相差仅有几个小时。地点是奥地利 Tyrol 的 Schrankogel，海拔高度 3108 m a.s.l.

表 4.1 GeoPrecision MLog-5W 和 Onset TidBit v2 微型温度记录器技术参数对比（生产商提供）		
	GeoPrecision Mlog-5W	Onset TidBit v2
温度感应器 测温范围 准确度 灵敏度	-40°C 到 +85°C +/- 0.1°C 时为 0°C 0.01°C	-20° 到 +70°C 0.2°C 到 0° 时为 50°C 0.02°C
内存	512 或者 2.048kB, 取决于版本. 最多可存储 500.000次测量结果	64kB, 可存储 42.000 次有 12 个字符的测量结果
数据采集方式	无线连接, 无需用硬件连接到计算机。中国、非洲、安第斯国家、欧洲（包括俄国）在 433MHz 连接, 其他国家请查询当地相关规定	用光纤或者 USB 接口与计算机相连
电池	2.400 mAh 锂电池, 可更换电池, 可用5-8年.	3 Volt 锂电池, 不可更换, 厂家声称可用 5 年, 但在 GLORIA 环境条件下使用寿命少于 5 年。
外形	尺寸: 14cm x 2cm  感应器	直径: 3-cm 

4.3 连续温度监测

4.3.1 微型温度记录器（temperature data loggers）

在塑造生态系统的主要气候因素中，高山生物类群特别受到温度以及积雪时长的控制。与温度与积雪时长相关的参数可以相对较为方便地用埋在土壤中的微型温度记录器来进行监测（温度是直接测定，积雪时间是间接测定）。即使将温度记录器埋在地面下 10-cm 深处（见图 4.3），这个地点是否覆盖着积雪仍然可以从昼夜温差波动情况来推导出来 (Gottfried et al. 1999, 2002)。测定地表下 10-cm 土温来进行与高山植物生命活动相关的气候要素进行连续监测是一种可行且十分隐蔽的方法，这与在地表以上进行大气温度监测不同。由于土壤的隔离，在测定土温时，大气温度的变化被缓冲了，但仍然能够反映太阳辐射及其通过土壤传导的情况。当然，土壤对热的传导也受土壤质地、水分状况等因素的影响。土壤温度也受微地形条件的影响，而微地形条件又决定了积雪的格局，因此土壤温度的变化与气温绝热温度递减率之间并不一定呈线性关系 (Wundram et al. 2010)。

在 GLORIA 工作中，温度数据将主要用于对目标区之间沿海拔梯度温度与积雪状况的变化进行比较，并对中期及长期气候变化进行监测。

4.3.2 目前采用的温度记录器

目前多数 GLORIA 团队采用的温度记录器主要有两种，其名称型号是 GeoPrecision MLog5W (<http://www.geoprecision.com>) 和 Onset TidBit v2 (www.onsetcomp.com)。

第一种记录器的优点是可以用无线方式进行数据下载，因此在安装以后，可以将记录器留在土中数年，下载数据时不必扰动覆盖其上的土壤。这种记录器的可拆换电池在每小时记录一次的情况下工作时间可长达至少 5 年，因而从长期使用来看，这种记录器还是比较节省费用的（该记录器使用指南可在 GLORIA 网站上下载，请访问 www.gloria.ac.at）。由于 433 MHz 频率不是在所有地方都是免费频率（比如在美国就不是免费频率），因而也可以用 Onset TidBit v2 温度记录器来代替第一种记录器。Onset TidBit v2 温度记录器的标称使用寿命是5年，但经验表明许多记录器在野外寒冷条件下使用大约两年半之后就坏了。所以使用该种记录器比较安全是时长是两年，具体情况请见表 4.1。可能也有带有可替换电池的 Onset 记录器。

表 4.1 GeoPrecision MLog-5W 和 Onset TidBit v2 微型温度记录器技术参数对比（生产商提供）

4.3.3 温度记录器的准备

温度记录器需要在野外工作开始之前就准备好。首先要将电脑连接上因特网，安装好温度记录器的程序。相关的指南可在 GLORIA 网站 (www.gloria.ac.at) 上的方法部分下载到。对于 GeoPrecision Mlog-5W 来说，也可以用 GP5W-Shell 软件来启动、处理和读出数据。最好查询 Geoprecision 的网站以获取最新的版本。

温度记录器必须先进行编程/启动以校订好温度记录的时间间隔（采样速率）以及日期/时间等信息。在 GLORIA 标准方法中，采样速率为每天 24 次，即每小时采样记录一次。

在 GLORIA 工作中，对所有温度记录器的时间都校订为协调世界时（UTC）。为方便后期数据分析，该协调世界时可以为较为方便地根据所在目标区经度转换为“真太阳时”（true solar time），来计算温度指数（temperature indices），比如昼间温度与夜间温度。

用表格4（见第115页）来记录温度数据。该表将记录温度记录器初次安装使用情况（表格上部）以及数据读出情况、电池以及记录器变化情况（表格下部）等。

步骤 m 温度记录器的设置及野外工作准备

- ◆ 将电脑的时间设为协调世界时（UTC）即格林威治时间（无夏令时），这样所有的 GLORIA 点都用了同样的时区。时间设置要采用可靠的授时参照（如 www.worldtimeserver.com）尽可能精确到秒。注意电脑时钟不要设置自动调时（比如一些网络计算机）。
- ◆ 启动温度记录器相应的管理软件，并让记录器上的时间与电脑同步。
- ◆ 将温度记录时间间隔设定为一小时，在每小时结束时进行测量：请访问www.gloria.ac.at，在“方法”、“表格下载”、“按照和更换温度记录器”下查询不同温度记录器的具体方法（或相应记录器的帮助文件）。▲

4.3.4 将温度记录器放置在 GLORIA 山峰

在每个山峰都需要放置 4 个温度记录器，即在每个 3m x 3m 样方群上放置一个（见图 4.4）。这样就可以反映出山峰每个基本方位上的气候特征和积雪时长等情况。

温度记录器应安置在地表以下的土壤中，传感器位于地表下 10-cm 处（见图 4.5），其原因主要是：

- ◆ 可以避免阳光直射，由此可以缓冲由于微地形特征带来的误差；

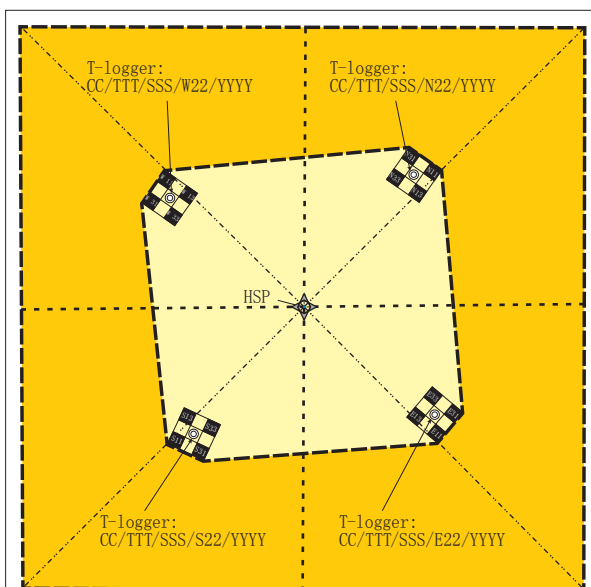


图 4.4 微型温度记录器安放位置。在山峰的每个基本方位的样方群中央样方中央安放一个记录器。其他替代性安放位置参见步骤 n。

- ◆ 登山者、旅游者看不见记录器，由此可避免人为破坏。

步骤 n 温度记录器的定位与照相记录

- ◆ 在每个 3m x 3m 样方群中，在中间的那个样方（比如 N22 样方）中选择适当的地点，将温度记录器埋放在地表以下 10-cm 土壤中。埋放温度记录器的地点在地表状况和生境特征方面在这个样方群应具有代表性，因此也需要避免选择明显特异的地点，比如突出岩石或者巨砾旁边。如果在中间的那个样方中找不到合适的地点，就将温度记录器埋放在其他样方（比如 N12、N21、N23、N32，有关样方编号情况请参见图 4.1）中，但绝不能选择在 4 个角样方中的任何一个埋放温度记录器，这些角样方是用于物种观测记录的。

- ✿ 总体来说，温度记录器的埋放地点应该要能够代表该 3m x 3m 样方群的平均微气候特征。

- ◆ 在选择地点挖一个小的深约 10-cm 的洞，注意不要破坏小洞周边的土壤结构；

- ◆ 在温度记录器上记下位置、安放时间等信息。记录的格式是：国家-目标区-山峰-样方-年份。用防水记号笔写在温度记录器上。

- ◆ 将样方号、温度记录器序列号、温度记录器型号等信息记录在表格中（表格 4）。

- ◆ 如果用 Onset Tidbit 温度记录器，可在其上系上一根长约 10-cm 的细绳——这将有助于下次能够方便地找到它。同样的方法也可用于 Geoprecision 温度记录器。

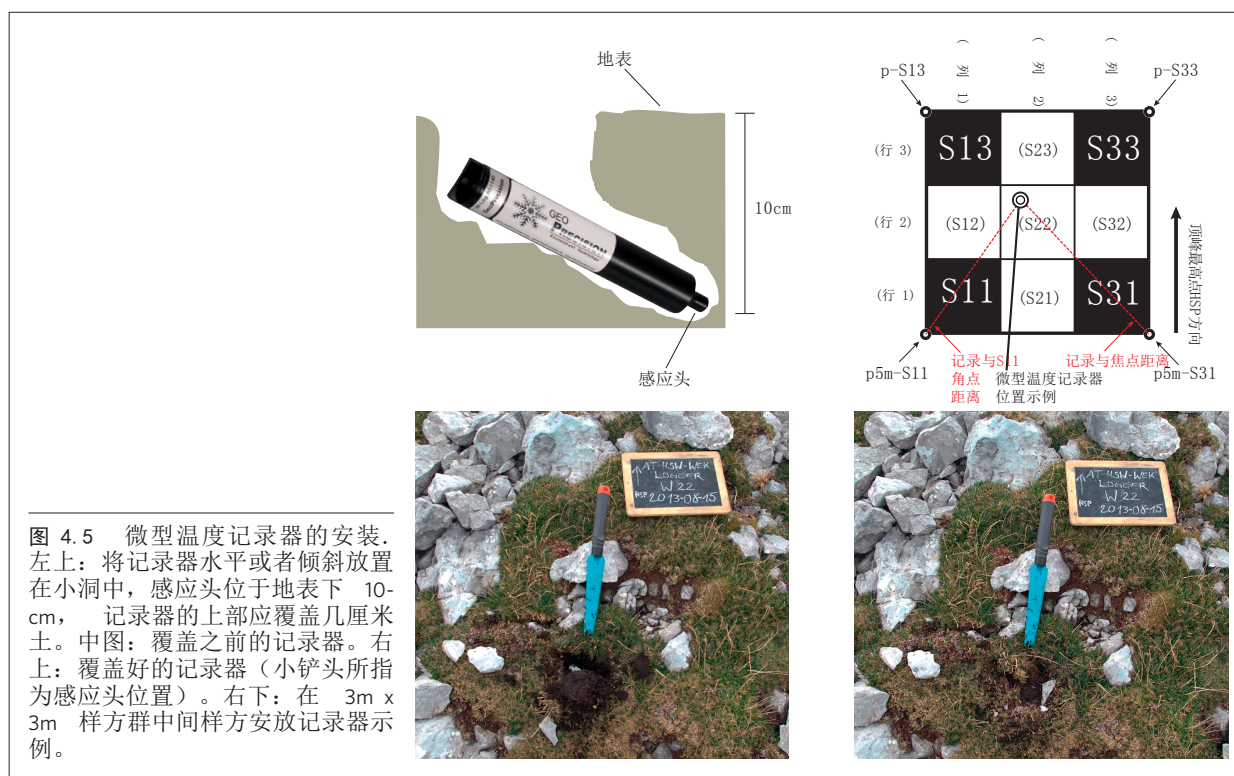


图 4.5 微型温度记录器的安装。左上：将记录器水平或者倾斜放置在小洞中，感应头位于地表下 10-cm，记录器的上部应覆盖几厘米土。中图：覆盖之前的记录器。右上：覆盖好的记录器（小铲头所指为感应头位置）。右下：在 3m x 3m 样方群中间样方安放记录器示例。

- ◆ 将温度记录器放置在小洞中。注意要将温度记录器的传感器放到地表下 10-cm 的位置。
- ◆ 测量小洞到 3m x 3m 样方群（如 p5m-S11 和 p5m-S31；参见图 4.5 右下）4 个角点的距离（用 m 为单位精确到小数点后两位），测量的距离数据（如 Dist-11 和 Dist-31）记录到表格 4 中。
- ◆ 对挖开的小洞进行照相记录。在一个小黑板上写上日期（年份-月份-日期）、编号（国家-目标区-山峰区-样方号-记录器号），画上指向顶峰最高点的箭头或者是指向任意基本方位方向的箭头。在表格 4 上照相记录栏中填上相应的内容。有关照相记录的一些说明请参见图 4.5 以及本手册 4.4 的内容。
- ◆ 小心地将小洞重新填好。注意不要让系在温度记录器上的细绳露出地表，否则可能会被动物以及登山者看见而造成损坏。在下次需要找到温度记录器时，只需要向下挖 2-3-cm 就可以看见细绳，从而方便找到温度记录器。
- ◆ 小洞填埋好后多拍一些照片进行记录，至少有一张要拍摄到样地的边界，一张为小洞附近的近拍；注意要在照相时放上一个指向小洞位置的小标记（比如一只铅笔或小铲）。这些照片对于在今后重新定位温度记录器下载数据、更换电池等非常重要。在表格 4 中的照相检查栏填好相应的内容。
- ◆ 在表格 4 中记录好温度记录器安放的日期和时间（按照当地时间，注明与协调世界时的时差）。温度记录器放

置和取出时当地时间与协调世界时的时差必须精确记录下来，以便建立可比较的温度时间序列。▲

4.4 照相记录

照相记录对于准确地重新布设样地以及记录样方总体状况具有十分重要的作用（参见文本框 4.4）。照相记录必须严格遵守 GLORIA 的编码规则（见文本框 6.1）。在所有的拍照中，都要放置小黑板，并在小黑板中写下如下信息：日期（年份-月份-日期）、编号（国家-目标区-山峰区-对象号）以及一个指向山峰最高点或者某基本方位的箭头。拍照完成后，要在表格 1 上进行记录，并注意要完成如下所有的拍照工作：

步骤 o 顶峰最高点（HSP）的照相记录

尽管在现场对顶峰最高点做了永久性标记，也需要对其进行仔细地照相记录（详细照片以及远拍照片请见图 3.3；照片编号参见步骤 p；对象编号为 HSP）。▲

步骤 p 对 1-m² 样方进行照相记录

对所有进行物种观测记录的 16 个 1-m² 样方都要进行顶视照相（从与坡面尽可能垂直的角度拍摄，在不规则地形下距离尽可能远）。使用高分辨率数码相机进行拍摄，注意设置到镜头的聚焦长度要使 1-m² 样方顶视范围即使在不规则地形下都能够包括在照片中（见文本框 4.4）。我们强烈建议在有云遮挡的散射光下进行拍摄，这样照片的反差不会过于强烈。反差过强的话是不利于描述地表特征和质地的。

对每一个 1-m² 样方，至少需要一张高质量的顶视照片。在照片中，界定样方的软尺的四边必须都要能够完全看清楚。拍照时要移去用于盖度测定的针刺网格框（见图 4.6）。这些照片对于将来进行监测调查时迅速、准确地重新布设样地十分重要。

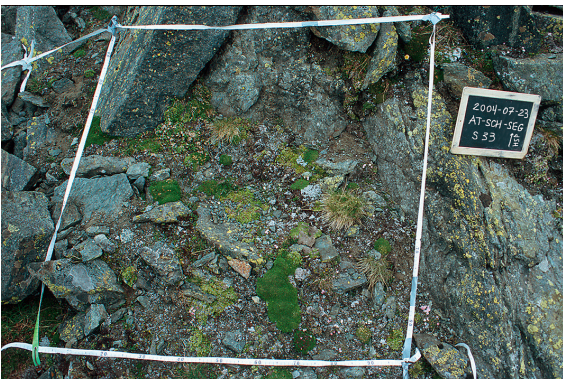


图 4.6 1-m² 样方顶视图（拍照时为阴天）

小黑板在照片中的位置是在样方的左边或者右边，不能将小黑板放到样方面来。在小黑板上必须写上如下内容（见文本框 6.1 以及附件 III）：日期、国家号、目标区号、山峰号、对象号（如样方编号 N31、S11 等）以及一个指向顶峰最高点（HSP）或者正北方向的箭头。我们不建议使用白板，因为在照片中白板上所写的字容易看不清楚。

另外，条件许可的话，也可以针对样方的每一个 1/4 角进行近距离拍照记录，记录下可轻易用肉眼识别的植物如垫状植物。▲

步骤 q 3m x 3m 样方群的照相记录

从不同的角度对 3m x 3m 样方群的概观情况进行照相记录（例如如图 4.1）。不要忘记要放置好写上相应信息的小黑板（参见步骤 p；对象编号分别为 N、E、S、W 及北、东、南、西）以及指向北方或者顶峰最高点的箭头。▲



图 4.7 山峰扇区的一个角点。照片为西班牙 Sierra Nevada 的 Pico del Tosal Cartujo 研究点 10-m 点 (p10m-W)，海拔高度 3.150 m a.s.l. 角点上插着标志杆。

步骤 r 对山峰扇区角点的照相记录

必须要对以下点进行照相记录：

- ◆ 如步骤 o 中的顶峰最高点 (HSP)；
- ◆ 如步骤 p 中的 4 个 10-m 点，其编号分别为 p10m-N、p10m-E、p10m-S、p10m-W；
- ◆ 在中间方位上的 8 个山峰区点，其编号方法如步骤 p，对象编号分别为 pNE-5、pNE-10、pSE-5、pSE-10、pSW-5、pSW-10、pNW-5、pNW-10；

这些角点应该用标记杆或者标记棒（1-1.5-m 长）标记，以便其位置在照片中清晰可见。前面现场标记用的小铝管、石块等标记物在照片中一般都看不清楚了（见图 4.7）。对每个角点，都要至少拍摄一张近拍照片、一张概括照片，并且一定要有小黑板的信息说明，包括编号、日期以及指向北方或者顶峰最高点的箭头。▲

步骤 s 山峰区全貌的照相记录

从一定的距离（比如山脊上邻近的驼峰。如果距离许可的话，也可以从对面山峰进行拍摄）对山峰进行拍摄，以显示山峰的总体地形外貌（如图 2.2）。拍摄时，尽可能地放置一个写有编号的黑板（用 SU-OV 作为对象编号；有关编号的问题请参见附件 III）。不要忘记在黑板上画上指向北方或其他基本地理方位的箭头。▲

步骤 t（可选）其他照相记录

对一些如像是扇区线以及其他线的位置进行详细的照相记录，对于重新设置样地也会很有帮助。对这些照片的编号

文本框 4.4 照相记录——一般考虑

经验表明，照片或者是照片的复印件对于快速准确的重新布设样地是极为重要的参考物。

- ◆ 用照片可以快速地重新布设样地，而无需耗时耗力地重新进行现场测量工作。
- ◆ 并且，照片不仅有助于重新定位样地，而且它所记录下的肉眼可见的信息，对今后发生的变化进行比较分析也具有十分重要的价值。比如，可在多年以后，利用照片来追溯某特定物种在当地的分布格局的变化。
- ◆ 由于上述原因，在每次监测周期中，都必须对所有照片都要进行重新拍摄。
- ◆ 尽可能地选择在多云或者阴天进行照相记录，以避免强烈的反差。
- ◆ 拍摄时应将相机调整到高分辨率模式。
- ◆ 每张照片都必须有完整的写在黑板上的编号登记（见文本框 6.1），注意不要让黑板盖住1-m²样方。
- ◆ 在表格1和表格4中的照相记录栏上做好记录，确保拍摄的每张照片符合要求。
- ◆ 将照片用标签做好标记并妥善保存、存储起来。数码照片（JPEG格式）的标准命名和编号方法，请参见本手册 6.3以及附件 III。请采用 GLORIA 图像数据管理软件（GPDM）进行数据的管理。

拍摄时的焦距

- ◆ 在拍摄 1-m² 样方时需要用广角镜。在开展野外工作之前，一定要先检查一下自己的相机是否适合在不同的地形条件下对 1-m² 大小的地方进行顶视拍摄——同时也要检查一下负责该相机照相的组员身高是否适合于进行这样的拍摄。对角点以及温度记录器拍摄时，可用标准镜头或其他适当的镜头。

方法与前述的方法相同（请参见步骤 o 到步骤 r）。如果该对象在照片上显示不出来，就在黑板上画一个从该对象所属编号指向该对象的箭头。不要忘了同时也要标出指向北方或者顶峰最高点的箭头。▲

4.5 移除样地边界线并为将来重新布设样地做好准备

考虑到 GLORIA 监测工作的长期性以及每个监测周期要间隔多年，在结束野外调查时，都需要移除那些不太经久耐用的样地和样方线，但标记样方样地角点位置的小铝管（或其他适当材料）以及埋藏在地表下的微型温度记录器要留在原地。

文本框 4.5 概述了为今后重新布设样地需要进行的一些工作。

步骤 u 移除样地样方边界线

在移除样线之前，仔细检查表格1和表格4中有关照相记录的栏目，确认所有的样方、样地对象都进行了照相记录、资料记录齐全。对上述资料进行监测确认后，移除所有3m x 3m网格线以及标记山峰扇区的样线。▲

4.6 目标区总体状况的观察记录

本章将主要介绍目标区（即包含有 4个山峰区的研究区）总体情况的观察记录。在这里需要对该区域的植被垂直带、基岩性质、土地利用历史等进行描述。建议在野外工作中就尽可能地将这些情况一一记录在相应的表格中，如果要描述关于土地利用历史的额外信息，也可以在野外工作结束后再表格中补充填写该信息。

请参见采样表格 0。

步骤 v 提供有关目标区的信息

- ◆ 估测下列对象的海拔高度：
 - ❖ 森林线（郁闭森林分布的上限，可从远处进行观察判断）；记录下潜在的天然森林线和现实森林线的海拔高度。
 - ❖ 树线（植株高度大于 3-m 的郁闭乔木树林斑块分布上限）；记录下潜在的天然树线及现实树线的海拔高度。
 - ❖ 目标区内高山-积雪带交错带（alpine-nival ecotone）（高山带上部与积雪带的交错带）的海拔高度。
 - ❖ 对上述主要的生态交错带特征进行描述，如各山峰上述交错带海拔的差异，如果目标区内交错带的边界线不存在或不清楚，要记录下出现这种情况的原因。
- ◆ 对目标区中山峰研究点（summit sites）基岩性质进行描述。所有 4个山峰的基岩性质应该是一致的，因为这需要让基岩对物种组成的影响是一致的。此外，大致估计一下土壤的平均 pH 值（如酸性土壤为 <4.5，弱酸为 4.5-6.5，中性或偏碱为 >6.5）。
- ◆ 对目标区进行简要的描述，特别是要描述土地利用历史及土地利用现状。说明目标区是否处于原始或者近自然状态，如果不是，就要说明具体是哪一种人为土地利用活动或者是历史土地利用及其对当前植被状况的影响。无论在哪种情况下，都要尽可能地对土地利用及其影响的范围进

文本框 4.5 为将来重新布设样地及重复调查需要做的工作

为方便重新布设样地所需要的照片及测量数据

为在今后的监测调查时尽快且准确地在地重新设置样地，常常需要用到打印出来的山峰扇区各样方和角点的照片。采用这种方法常常是为了在重新调查开始时避免耗时耗力的测量工作（见本手册 3.3）。

因此，在第一次进行样地设置的时候仔细地做好样地位置的测量尤其重要。开展这些测量工作的目的是：

确定地理方位以及 5-m 和 1-m 水平线的准确位置；

◆ 在不能仅仅依据照片就能重新设置样地的情况下，测量数据尤为重要。例如在均一旦郁闭的草地或者植株高度较高、杂草占优势的植被情况下，重新设置样地就非常需要测量数据的帮助。如果出现了没有预料到的快速植被变化，比如灌木对草地的入侵，这种情况下也需要对样地角点进行重新测量。

◆ 在出现了严重的干扰事件情况后，重新设置样地也需要进行测量工作。这些干扰可能导致原有生境的丧失，或者原来的植被斑块移位。在这些情况下，需要进行重新测量并对干扰事件进行详细的记录。如果样地经受了缓慢而连续的干扰，例如融冻泥流，虽然对植物生境和植被格局通常不产生强烈和快速的扰动，但也应该通过照相的方法来记录和监测其变化的过程。

◆ 实际的山峰区和样地位置的详细轮廓可以采用测量数据加以描绘。打印出来的轮廓图有助于在山峰扇区重新找到角点的位置，并且也有助于监测过去的测量是否准确。例如，对于那些在外貌轮廓上感觉不像的山峰扇区，就应该在野外进行反复的检查核对。

◆ 最后，高质量的测量数据，对于计算每个山峰扇区的面积以及

随后的数据分析工作，也是十分重要的。

重复调查的时间间隔与调查时间

监测周期大约是 5-10 年。虽然我们希望能够提出一个全球统一的固定、协商一致的时间间隔，但由于后勤安排以及经费限制等多方面原因，还很难做到。在不同的目标区，开展基线调查的起始时间不同，而不断的有新的目标区加入到 GLORIA 网络中。因此，考虑到不同区域和北半球/南半球的差异以及热点地区具有的特殊性，要求所有的目标区采用协调一致的监测周期和调查时间并不可行。经费上的不确定性以及时间上的限制，也不容许采用统一的间隔时间和调查时间。比如，第一次在欧洲大范围地进行调查的时间是 2008，并计划第二次调查在 2015 年进行。然而，在北美以及大洋洲的许多研究点，重新调查的时间预计是在五年以后。设置较短的监测周期，比如每年一次，虽然有助于确定年间的变化，但考虑到多数高山植物都是长命的，年间的变化可能并不大。除了要考虑到监测周期短而带来的额外开支和人力物力投入，也要考虑到多次进入样地而带来的践踏干扰的增加。

比安排一个全球统一的监测周期更重要的是还要考虑到要确定在生长季进行重复调查的适当时间。重复调查的时间应该与基线调查的时间相同或者相近，在季节性气候条件下，这大约是在生长季的中期。但在计划重复调查的时候，也要考虑到当年天气可能出现生长季启动时间异常的情况。总的来说，我们建议不要在生长季太早的时间开展调查，因为这个时候植物的生殖枝、甚至一些营养枝都还没有发育出来。

重新调查的步骤

重新调查的野外工作步骤与基线调查是相同的。不同之处是，在重新调查时通常不需要再次测量从最高点 to 样地角

点的距离以及罗盘方向。将上次测量和调查时拍摄的照片打印出来，在野外对照着精确地重新设置样地，同时也带上上次测量记录的表格和数据，以便在照片不能重新定位的情况下（比如高大茂密植被的情况下）也能利用测量数据进行重新定位。不管是哪种情况，照片对于精确地重新定位 1-m² 样方和标出山峰扇区的形状是非常重要的。

对于 1-m² 样方以及在山峰扇区进行的所有标准观测记录步骤，都必须采用“盲眼”法进行重新调查，即在重新调查时完全不参考过去的的数据，以便对观测结果进行无偏见的比较，例如对物种分布、盖度值以及物种替换等进行比较分析。在重新调查时，不要参考过去的样地调查数据如物种清单、盖度值，也不要参考样方照片。除此之外，参与重新调查的人员，特别是有新成员参与的情况下，必须熟悉并能识别出在该目标区出现的所有物种，因而准备一份山峰研究点总的物种清单或者过去的标本馆资料还是很有帮助的。过去的样方以及扇区的物种清单只能是在完成重复调查的记录工作之后才能参考，主要是为了鉴定可疑的物种。

综上所述，在重复调查时要采用同样的材料、仪器设备以及空白的采样调查表。在进行样地的重新设置时，要带上过去照片的打印件以及有关样地位置的测量数据和山峰研究点的轮廓图。

为了读取温度数据以及维修微型温度记录器，要带上温度记录器放置的相关资料和数据（即填写在表格 4 中的信息和数据）。如果需要将记录器挖出来采集数据、更换电池或者更换记录器，就需要用到过去安放记录器的照片了，当然同时也要带上备用温度记录器以及所需要的设备。

文本框 4.6 人类土地利用与放牧影响

如本手册 2.2.2 所述，人类的踩踏、牲畜放牧以及其他人类影响可能会掩盖气候变化的效应。因此，如果一个地方受到人类土地利用的强烈影响，例如在放牧指示物种很常见甚至占优势的地方以及牲畜踩踏和牲畜粪便较多的地方，就不应该选作研究点。然而在许多山区，很难找到完全没有放牧的“原始”山峰生境。因此，在进行气候变化效应分析时，都必须特别关注并考虑到土地利用的影响。其中的一个困难可能是，土地利用在每个区域都有所不同，而且可能不太容易检测到。在这种情况下，与现实的土地利用强度相比，更

需要注意土地利用的变化情况。持续数个世纪的传统中度放牧干扰对植被的影响可能比过去 50 或者 100 年来土地利用剧烈变化的影响小。放牧强度的高低，也可通过放牧影响指示物种来进行衡量。

对于 GLORIA 标准程序来说，对可能影响高山植被及物种组成的人类影响进行系统的观察记录并非关注的焦点。

然而，对于山峰扇区的观测记录（表格 3），仍然需要介绍和描述放牧的影响，如牲畜粪便情况、踩踏痕迹以及牲畜啃食情况等。在 1-m² 样方内进行的小样方频度计数时，也要对这 100 个小

样方内的放牧影响问题进行记录（见表格 5-S 以及本手册 5.1.2）。

在表格 0 中，需要对目标区的总体情况进行描述，也包括了土地利用历史与植被现状之间关系的判断。作出这种判断要基于区域历史记录，或者根据来自当地的可靠信息提供者，并且也要考虑到多种可能的人为干扰类型如放牧、火烧、狩猎、农业开垦、旅游、开矿以及其他相关的影响。本手册 7.6 介绍了对土地利用因素以及社会经济发展进行系统记录和评估的内容。

行观察描述，都要提供长期及现实土地利用历史的相关信息。特别是要注意到最近一些年来（如过去 50 年）由于放牧等土地利用导致植被至今仍在发生的变化（请参照文本框 4.6）。

◆ 记录下山峰所在地点的植被带或者交错带；注意只记录如下项目：树线交错带、高山带下部、高山带下部/上部交错带、高山-积雪带交错带、积雪带。有关上述术语的定义请参见 Nagy and Grabherr (2009)。

◆ 如果上述垂直分带对某山峰不适用，要说明其特殊之处，包括在海拔高度上的差异。并且，对于其他任何与“理想”的标准山峰状况（请参见本手册 2.2 关于山峰选择中的内容以及文本框 2.1 关于植被带的定义）不一致的地方，都要专门加以说明。▲

5 补充性采样设计与观测记录方法（SUPM）

在部分 GLORIA 山峰研究点，开展了一些补充性的观测记录工作，这些工作是标准多峰研究法的扩展内容。这里介绍的所有补充性工作，都与标准的 GLORIA 采样设计直接相关。补充性调查工作可有多项内容，如在1-m²样方中进行小样方频度计数、在山峰扇区进行植物物种盖度的观测记录、在 10m x 10m 样方中进行针刺法盖度测定、在每个山峰研究点针对更多的 1-m² 样方进行调查以提高差异显著性检验的统计学精度、针对如苔藓、地衣等生物类群进行调查等。其中的一些内容曾经被列入 GLORIA 标准方法中，现在将其移出作为可选项目。

如果打算要开展补充性调查工作，也需要考虑这也会对样地增加踩踏的干扰。特别是在比较陡峭或者是坡面不稳定的流石滩的研究点，植物群落以隐花植物占优，植被对干扰十分敏感。并且，也要考虑到这些补充性工作将在标准调查内容之外花费额外的时间。

提纲

5.1	对 1-m ² 样方开展的补偿性调查	47
5.1.1	对 1-m ² 样方中的苔藓和地衣植物进行调查	47
5.1.2	在 1-m ² 样方中进行小样方频度计数	47
5.1.3	在 10-m 水平线进行 1-m ² 样方补充性调查	47
5.2	对山峰扇区的补充性调查	49
5.2.1	对山峰扇区进行苔藓和地衣植物调查	49
5.2.2	用点线拦截及灵活面积采样法观测记录山峰扇区植物盖度	49
5.3	在 10m x 10m 样方中进行线-点估测及物种记录	51
5.3.1	在 10m x 10m 样方中对维管植物进行线-点法估测	51
5.3.2	在 10m x 10m 样方中对其他物种进行观测记录	53

5.1 对 1-m² 样方开展的补偿性调查

5.1.1 对 1-m² 样方中的苔藓和地衣植物进行调查

在顶视盖度的估测中，苔藓和地衣植物都已经包括在标准观测调查之中了（见第四章）。然而，对于隐花植物（苔藓和地衣）进行物种水平上的观测记录是可选和补充性的，其原因主要是：能够对隐花植物进行物种水平鉴定的专家比较少，能够在野外就对苔藓和地衣植物鉴定到种的专家更少。此外，植物大小越小，其个体数也越多，对它们进行观测计数等需要的时间和精力也越多。同时还是要考虑到这些补充性调查会增加对样地的踩踏影响。

是否针对苔藓和地衣进行详细的观测，也取决于苔藓和地衣在该地区物种数目、生物量以及植物盖度上的重要性。

对于隐花植物目视盖度与针刺盖度调查记录的表格与维管植物的记录表格相同（1-m² 样地记录表为表格 2）。

5.1.2 在 1-m² 样方中进行小样方频度计数

在 1-m² 样方中进行小样方频度计数在过去是标准调查内容之一，现在是可选的补充性调查内容。主要原因是开展该调查要耗费大量的精力，并且对样地的踩踏影响也比较大。从全球的情况来看，许多研究点都位于偏远地方，如果花费太多的时间来开展此项调查，不一定可行。

需要在所有的 16 个 1-m² 样方中针对维管植物（及放牧影响）的频度计数，其目的是为了检测小空间尺度下植物格局的变化（参见文本框 5.1）。

作为一项普遍的规则，为避免出现较大的观测误差，频度计数在无法设置网格框的地方是无法进行的——比如在树线交错带，样方中会出现小乔木或者灌木；在高大草本植被样地上，也很难安放网格框。这种情况下就无法进行频度计数观测。

此外，也要对哺乳动物放牧的情况进行记录，主要是记录三个方面的情况：1) 粪便或排泄物；2) 啃食损害（被啃食的枝条、叶片及/或花序）；3) 踩踏情况（如蹄印、脚印、被踩坏的地衣以及/或者磨损的高草丛）。

相关的观测记录表见附件 II 中的表格 5-S。

文本框 5.1 频度计数——一般性考虑

记录有 100 个小网格的网格框中出现的植物物种是为了检测小空间尺度下植被盖度的变化，因此在每次调查时，都要非常准确地原位重新设置好网格框。在设置好的 1-m² 样地上安置好网格框后，要在拍摄一张该样方的照片。

小样方频度计数（frequency counts）对于聚集性分布格局的物种（如垫状植物、密丛型的禾草等）十分敏感，对于分散或高度弥散分布的物种则较不敏感。对于植株个体小但数目大且分散的植物（许多苔藓植物以及一些维管植物就是如此），即使其盖度不大，进行频度计数也非常耗时。有关用目视法进行盖度估测与采用小样方频度计数的比较，请参见 Friedmann et al. (2011)。

观测记录的步骤

用一个有 100 个 0.1m x 0.1m 大小白色细绳网格的木制（或者铝制）网格框（有关制作方法见图 5.1 以及附件 I 中的图 A1.2；注意这个用于频度计数的网格框与针刺法网格框有所不同。

◆ 在每个小网格中，记下出现的维管植物物种以及放牧影响情况。出现在小网格中的所有物种都要进行记录。由此，即使在小网格中只有植株的一部分，无论其根是否位于该小网格中，也记为出现在该网格中。

❖ 注意，观测记录时眼光一定要与坡面垂直（即也垂直于网格框）。在地表不平、网格框难以平放在地表的情况下，尤其要注意这点。

◆ 在网格框安置好以后，拍摄一张照片，以便将来可以在原位重新设置样地。▲

5.1.3 在 10-m 水平线进行 1-m² 样方补充性调查

作者：JEAN-PAUL THEURILLAT^{1,2} & PASCAL VITTOZ³

1 | CENTRE ALPIEN DE PHYTOGEOGRAPHIE, Fondation J.-M. Aubert, Champex-Lac, Switzerland; 2 | UNIVERSITY OF GENEVA, Section of Biology, Switzerland; 3 | UNIVERSITY OF LAUSANNE, Department of Ecology and Evolution, Switzerland

为了提高用统计学差异显著性检验来检测植被的微小变化的效力，需要在每个 GLORIA 山峰区对多个 1-m² 样方进行调查。特别是在对局地到区域水平上物种盖度的微小变化进行检测，或者是针对特定物种的盖度变化进行检测时，尤其需要对多个样方进行调查。其结果就是增加了野外工作需要的人力和物力，在高山野外条件下，野外工作常常由于恶劣天气而中断，这个问题尤其

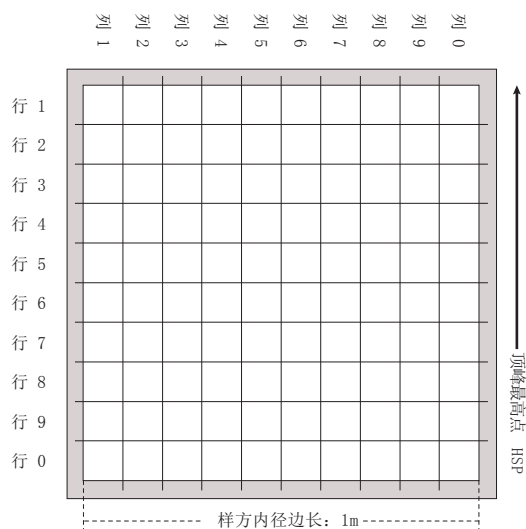


图 5.1 用于频度计数测定的样方框。左图：安放在样方上的样方框；右图：有 0.1m x 0.1m 小格的 1m x 1m 频度计数框示意图，记录每个小格中物种出现以及放牧迹象。注意该样方框与针刺样方框（图 4.2）不同。

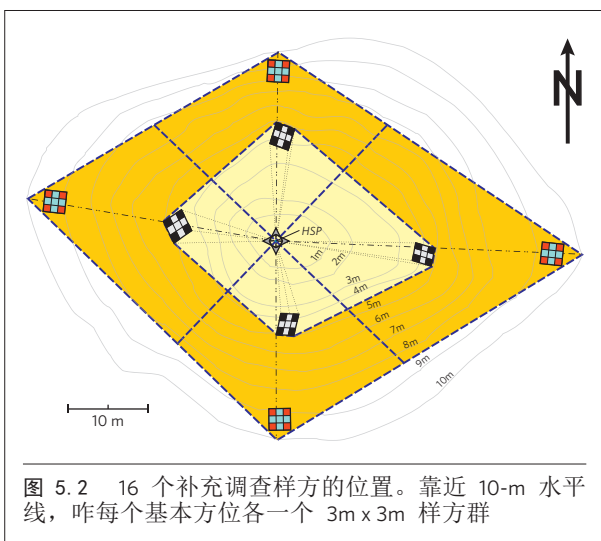


图 5.2 16 个补充调查样方的位置。靠近 10-m 水平线，在每个基本方位各一个 3m x 3m 样方群

需要注意。将调查样方加倍不仅将使野外记录时间加倍，而且所需要的样地设置、拍摄的时间也成倍增加。因此，由 4 个人组成的野外工作组很可能难以在一个生长季中完成加倍进行的补充性调查工作。设置额外的样地将占用完成标准调查内容所需要的时间，所以补充性的样地调查必须是在完成了标准调查内容（在 8 个扇区中总共 16 个样方的调查）之后再行进行。调查更多的样方，也意味着对样地更多的踩踏干扰。

补充性样方调查的采样设计与观测记录

- ◆ **定位：**补充性样方调查也安排在 3m x 3m 网格中进行，在该网格中，4 个角点样方为永久观测样方。在每个基本方向上（东、南、西、北），在顶峰最高点之下的 10-m 线位置都沿坡面设置一个额外的 3m x 3m 网格。该 3m x 3m 网格的下边界大致位于相应的 p10m 点（即每个基本方向 10-m 点）之上，这样该 3m x 3m 网格的下角点就与 10-m 扇区的下边界线向接触（见图 5.2）。山峰扇区下边界线的角度越尖，该 3m x 3m 网格与 10-m 点的距离越大。
- ◆ **编号：**每个补充调查的样方都要用 3 个数字和字母进行编号，以便与 GLORIA 中心数据库中的标准调查样方编号能够兼容协调。编号方法例如：Na1、Na2、...、Wa4 等。其中大写字母如 N、E、S、W 分别代表北、东、南、西，小写字母表示该样方为补充调查样地，数字表示按照顺时针顺序排列的样方号，左下位置的样方编号为 1（见图 5.3）。
- ◆ **记录：**在补充样方进行植物物种观测记录与标准调查方法一致（见本手册 4.1）。▲

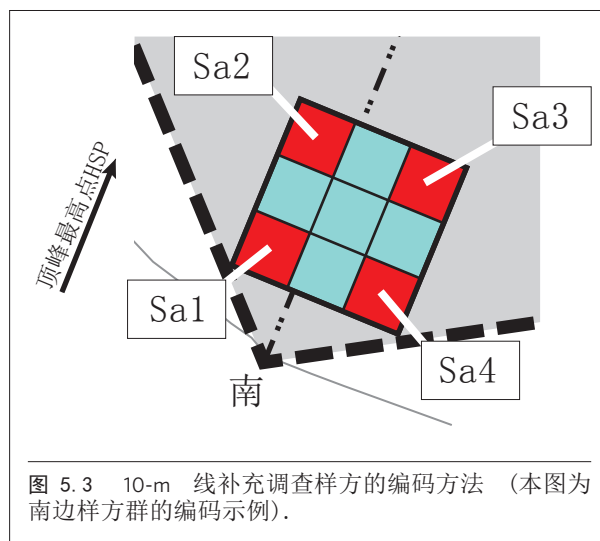


图 5.3 10-m 线补充调查样方的编码方法（本图为南边样方群的编码示例）。

5.2 对山峰扇区的补充性调查

5.2.1 对山峰扇区进行苔藓和地衣植物调查

请参见本手册 5.1.1

对隐花植物的调查记录表与维管植物的调查记录表相同（表格 3）。同时也要按照本手册 4.2所述的方法，观测记录隐花植物多度。

5.2.2 用点线拦截及灵活面积采样法观测记录山峰扇区植物盖度

作者：STEPHAN HALLOY^{1,2}, MARIANA MUSICANTE², MERCEDES IBÁÑEZ¹ & KARINA YAGER³

1 | THE NATURE CONSERVANCY, Santiago, Chile; 2 | UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHILECITO, Argentina; 3 | NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER, Biospheric Sciences Laboratory, Maryland, USA

在山峰扇区的标准调查内容有记录完整的物种清单（针对所有的维管植物）、估测每个物种的多度（按照五个等级）以及主要地表类型的百分比盖度（参见本手册 4.2）。可在适当的时间内完成上述工作，多数时间用于调查记录在扇区中出现的物种。

原则上，如果时间和人力条件容许，可对每个物种的盖度做更加精确的测定。植物盖度数据可用于更加高级的统计学分析，如建立物种-面积曲线、等级多度曲线等分析，也可用于计算如像香农-维纳指数、对数正态距离（ ΔL ）等（见 Magurran 1988, Halloy & Barratt 2007）；也可参见文本框 5.2。

在扇区进行植物盖度估测时可能遇到的一个困难是调查样地的面积（从数百平方米到数千平方米）、地形可能有较大的变化。特别是在多种植被斑块呈复杂的镶嵌分布的情况下，植物盖度估测十分耗时耗力。

确定植物盖度的方法有多种，是否合适取决于该物种的多度、生长型以及分布格局。因此，我们建议采用经典的点线拦截法（point-line intercepts）（见 Scott 1965, Dickinson et al. 1992）以及灵活的面积方法来进行估测（如 Halloy et al. 2011）。

观测记录的步骤

◆ 点-线拦截法

采用点-线拦截法来对常见物种以及主要的地表类型盖度进行估测。在山峰扇区随机设置一条 50-m 长的样线，样线穿过扇区的中点。沿样线每间隔 50-cm，垂直插一根细杆

（如细棍或者直径 2-mm 的毛线针），直到细杆碰到第一个物体（可能是一株植物，或者是土壤，或者是岩石）。在灌丛植被的情况下，细杆可以高于样绳。意思是，假设一滴雨垂直向下落下，遇到的第一个物体所在的那个点。这个点可以从上面的卫星“观察”到，因而这个点可以整合到卫星影像上较大像素点平局的光谱特征中（如像观测 NDVI 比率）。所有的这些点（即百分比盖度）加在一起，即代表了从上向下观测看到的植被的“影像”。细杆所碰到的所有点，都在野外数据记录表中记录下来（如物种 A: II, 物种 B: I, 流石: IIII, 岩石: II, 裸地: I, 等等）。最后，在样线上的 100 个点上，就会有 100 个触碰记录。某个对象在这100个点上被触碰到次数，就是其多度或者百分比盖度（比如，物种 A: 2%, 物种 B: 1%, 流石: 4% 等）。

对于面积较大的扇区，或者是在植被覆盖不连续的地段，线的长度可以不相同，需要时也可以布设额外的样线，但在根据截点数计算百分比盖度时，要把样线长度的变化考虑进去（比如，假设在样线上有 300 个点，而物种 A 被截到 21 次，则其百分比盖度为 7%）。对于面积较小的扇区，可以将样线分为几段，比如 12-m、16-m、15-m、7-m 这样四段，加起来是 50-m，只要能够满足至少 100 个点即可。

用点-线拦截法测量盖度较为简便，每个扇区不到半小时就可以完成，对于面积较大以及不规则的扇区来说，也可以在一小时内完成。一般情况下，做这项工作需要一个“读数员”和一名“记录员”。可以将野外工作人员们分为 2-3 个这样的两人小组，同时进行重复样线的调查，这样所得数据的统计学意义更大。然而，如果生境不稳定、植被比较脆弱，必须同时也考虑在仔细的野外调查与踩踏影响之间取得平衡。

◆ 对稀有物种进行盖度估测

一个物种其多度越低，用点-线拦截法记录到的概率也就越低。因此，需要采用面积估测法（面积盖度）来估测稀有物种的盖度。

根据植物类型的不同，稀有物种的地表盖度测定可以采用两种不同的方法。但无论采用哪种方法，为了测定到每个稀有物种，必须对扇区范围内的所有地方都仔细地进行观察。

✱ 具有较为清晰边界轮廓（垫状植物、莲座植物、灌木）、形状较为规则的植物，可选择其中等大小的植株测定其大小，然后乘以该物种的植株数。在野外记录表中，需要记录下平均植株大小和植株数，比如 5cm x 5cm x 14 个植株，或者 12cm x 10cm x 8 个植株，或者 20cm x 13cm x 3 个植株等。在同一物种不同大小植株的个体数很多的情况下，可以将

文本框 5.2 对稀有物种进行连续或者分级估测

在植被的野外定量估测方法方面，目前有许多争议和误解，因此需要作一些简要的澄清——特别是在野外找寻、估测需要花费的时间以及估测结果的精确度的问题上。无论如何，在记录下某物种的估测数据前，都必须先对植被进行观察。在进行观察以后，其余的工作都是在调查者心中进行的。绝大多数的方法都只是帮助你在心中如何简明地记录下观察的结果。理论上，调查者可用对每个植株都进行测量，计算其多度和盖度，但这无论在时间和精力花费上，还是对样地的踩踏破坏上考虑，在实践中都不可行。在实践中，所有的测量都要加上目视估测。我们可以选择对多度最高的物种进行快速估测，或者是更详尽地去探究所有的物种。由于 GLORIA 方法的目的是要识别和认识变化，我们只好接受花费更多的时间和精力去观察记录所有的物种（例如，见上文以及文本框 4.1关于1-m²样方调查的内容）。我们假设，如果在观察所有物种上花费了必要的时间，那么我们在后期数据的选择上就会留有余地，而不会由于需要补充数据而花费更多的野外时间。

连续估测与分级估测

物种的盖度可以用连续数据的方式进行记录（面积或者面积百分比，如 1、4、6、25、50等），也可以采用分级的方式表示（例如在本手册 4.2 步骤k中采用序号；或者用a、b、c来表示，其中 a 为盖度 1-7，b 为盖度 8-15 等等）。采用分级估测的优点是：（1）省时，（2）为大致估测，所以无需过度关注其精确度。而采用连续估测的方式，一般不存在假象精度问

题，由于采用的信息与分级估测是一样的，只是需要在心中给出一个具体的数据，因此也不需要花费更多的时间。尽管精确度不高，连续估测的数据也接近于实际的情况。例如，假设某植物物种的实际盖度为 49%，而你在分级估测时将盖度大于 50% 的定义为 d，中位数为 60%；盖度小于 50%定义为 c，中位数为 30%。如果进行分级估测时，该物种的盖度应该为c，或者忽略掉1%的误差将其归到d中。如果在后期数据处理中，需要将分级估测数据转换为百分比，与实际情况的误差将至少为 9%，最高可达 21%；如果用连续的百分比数据来进行估测，与实际情况的误差不外乎为 2% 或者 3%，这比分级估测的误差要小许多。

点-线拦截法估测（如线-点法或者在 1-m² 样方网格框中的针刺法）可以减少部分这样的不确定性，所测得的盖度数据也更为客观。当然，其精确度也取决于点刺或者针刺的数目。

稀有物种的估测

运用 PAF（点及可变面积采样）法可以对点-线拦截法没有记录到的稀有物种进行估测。要注意不要花费太多的时间估测这些物种的覆盖面积上，而是要尽量后面缺动词上文中描述到的这个概念，即假设你在给定时间内能够观测的面积已足够记录到所有的物种（或者在给定时间内尽可能地接近观测到所有物种）。由于已经有了物种清单，现在需要做的是通过想象尽可能精确地回忆其这些物种所覆盖面积的大小，而这并不意味着一定要再次回去对每个物种进

行估测。对于物种多度估测，同样也是对你所观测到的物种进行目视估测。在进行覆盖面积的测算时，可以利用双手来方便计算，例如张开手掌的距离是 20 x 20 cm，张开手臂的距离是 60 x 60 cm， 或者也可以利用记录板来方便估测。

在野外工作培训中，我们发现调查者总是羞于直接给出一个具体的读数，主要是害怕给出一个错误或者精确度不高的读数。这有点像学习用一门新的语言表达时，总是害怕发音或表达错误一样，这需要一些训练。实际上，每个人都有目视估测面积的能力，需要做的只是给出那个近似的数据。当然也要认识到这会有一定程度的误差以及不精确。但无论如何不精确，这样的估测也比将所有的稀有物种都粗略地归为盖度小于 1% 的等级中要好。例如，在 200-m² 的面积中，有可能有10个以上的物种的盖度低于 1%。如果都简单地将这些物种归到盖度小于1%的多度级中，损失的信息量将可能非常大，因为这 10 个物种的实际盖度可能相差几个数量级。例如，物种x的覆盖面积是 1-cm² (0.00005%)，而物种y的实际盖度可能是10 x 10 cm (100-cm², 0.005%)，同时物种z的盖度为 100 x 100cm (10,000cm², 或者 1-m², 0.5%)。当然，我们也有可能将实际覆盖面积8 x 8 cm 错误的记为 12 x 12 cm，但这样的记录数据也比简单地归为小于 1% 要好很多。

气候变化、气候波动以及其他的影响（如放牧）都可能导致稀有物种的盖度或多度发生显著的变化，因此对稀有物种的多度进行估测对于认识长期变化来说是十分重要的。

植株大小进行分级，比如 1cm x 1cm x 250 个植株 + 5cm x 5cm x 65 植株等。植株大小分级以及每个级别的具体大小数据并不是固定的，主要取决于特定物种在该地段上的植株的分布情况。需要记住的是，增加测量的个体数并不一定能够提高测量的总体精度（见文本框 5.2）

✧ 对于分散分布或者外形极不规整的植物（如一些禾草、双子叶杂草、一年生植物、匍匐植物）来说，可以想象扇区内所有植株个体集中在一起的情

况，大致估测其占地表面积。例如，在野外记录表中，可以记录为 25cm x 30cm。如果很难估计某个物种所有个体加在一起的面积，也可以采用将各局部植株的面积相加的方式进行记录，如 2cm x 3cm + 5cm x 4cm 等，尽管这种方法划分的时间更长，并且误差也比较大。

上述两种盖度估测方法得到的都是扇区内某物种植株所覆盖的面积（用 cm² 表示）。我们建议在进行野外记录时，

采用长度单位（如 5cm x 5cm）而不是面积单位（如 25-cm²）进行记录，因为可以减少野外进行心算可能出的错。在将上述数据输入电子表格时，地表面积可以自动计算出来。同时，加上在样地布设时测量得到的角点距离、方位角等数据，扇区面积以及物种的百分比盖度也会自动计算出来。

稀有物种盖度估测所需要的时间和体力还取决于地形、植被、物种丰富度以及这些物种的外形和分布特征。很难确定估测稀有物种盖度所需要的平均时间，但一般来说，两人一组大约需要 20到80分钟可完成一个 50-m 长、100 个点并采用点和可变面积采样方法（PAF, point and Flexible Areas sampling method）的估测，包括用点-线拦截法以及对稀有物种盖度的估测（Halloy et al. 2011）。经验表明，对许多不同的植被类型（如安第斯山区物种丰富度相对较低到较高的多种高山稀疏草地类型、灌丛占优势的干草原等）进行调查所需要花费的时间也都在这个时间范围内。经过多次练习后，这种估测方法的速度可以与标准方法（即记录物种清单加多度分级）相媲美，因为在标准方法下，所有的物种都必须观察到，并且要用心估算其多度分级。即使估测物种盖度花费了较多的时间，也不应该减少标准方法中对扇区内所有维管植物的出现情况以及多度进行分级估测的时间。如果野外工作的时间有限，采用标准方法进行估测优先。在山峰扇区进行野外调查时，无论采用哪种方法都必须考虑到踩踏的影响。

点-线拦截法和面积盖度法的结果都可以记录在野外手册的野外记录表 3（表头为“盖度”）中。可以在室内将面积盖度转换为百分比盖度。任何时候都要注意每个扇区所记录的点的个数，随着扇区面积大小的不同，点的个数也可能不同。▲

5.3 在 10m x 10m 样方中进行线-点估测及物种记录

这一补充性估测用于山峰区 4 个基本方位，其目的主要是：

- ◆ 对 4 个基本方位上规则的 100-m² 样地（相对于相互紧挨着、形状不规则的山峰扇区而言）中的物种数据进行比较；
- ◆ 与另外一个 GLORIA 额外活动——坡下植物调查（downslope plant survey）相配合，该活动在 GLORIA 山峰区坡下面开展，在垂直距离每隔 25-m 设置 100-m² 的断面进行调查（见本手册 7.1）。

采用 10m x 10m 样方（首先由 A. Dennis, J. & C. Bishop et al. 等在加利福尼亚 White Mountains 的 GLORIA 研究点采用）的出发点是为了方便在山峰扇区估测物种的百分比盖度。然而，对于形状不规则的扇区来说，很难找到具有代表性的 10m x 10m 样方。本手册将其进行了修改和简化，将其作为 GLORIA 样地布设中一项补充性的内容（见图 5.4）。与 3m x 3m 网格样方一样，这种 10m x 10m 样方设计也将样方置于各基本方位的中心，但面积更大，特别有利于对四个基本方位上植物多样性格局进行比较。

10m x 10m 样方的布设

- ◆ 将 3m x 3m 网格框沿主测量线（principal measurement line）的下角点定为 10m x 10m 样方的中点。
- ◆ 沿主测量线向坡上量出 7.07-m 的距离，固定出 10-m x 10m 样方的上角点；沿主测量线相对于中点向坡下量出 7.07-m 距离，作为 10m x 10m 样方的下角点（由此该样方对角线的长度为 14.14-m）。
- ◆ 将一条 50-m 长的样绳 0-m 的一端固定在上角点，将 20-m 处放置在下角点。将这段 20-m 样绳拉紧，这样其 10-m 处即为第三角点的位置。按照同样的方法将 40-m 处固定在上角点，拉紧，使 30-m 处为第四角点的位置（见图 5.5，右）。▲

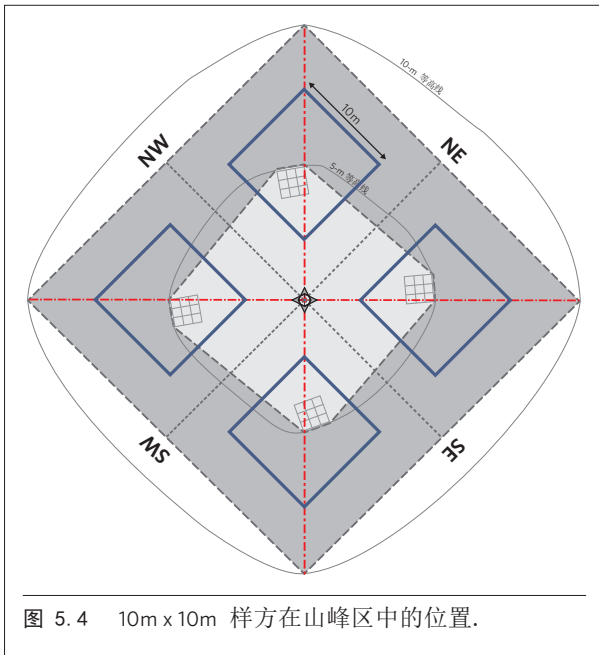
5.3.1 在 10m x 10m 样方中对维管植物进行线-点法估测

从 10m x 10m 样方边界线向内 0.25-m，平行于边界线拉紧固定一条 10-m 长样绳拉紧——该线即为 10m x 10m 样方内 20 条这样的测量线中的第一条（见图 5.5，右）。在对这 20 条测量线进行观测记录时，从边界线开始的 0.25-m 处开始，用带有箭头的小棍进行第一次点刺，然后每隔 0.5-m 进行一次点刺观测记录（图 5.5，右），在进行了 20 次点刺以后，在距离对面边界线 0.25-m 处结束。点刺用的小棍可以用长约 30-50-cm 的毛线针，针的直径为 2-mm。

在每次针刺时，要观察记录下所刺到的物种或者地表类型（详见下文）。

在完成测量线上的针刺观测记录以后，将样绳向内移动 0.5-m，再次进行观测记录，由此在一个 10m x 10m 样方中共需要对 20 条测量线进行观测记录。

在一个 10m x 10m 的样方中，总共需要进行 400 次针刺测定，针刺点规则地分布于样方中。▲

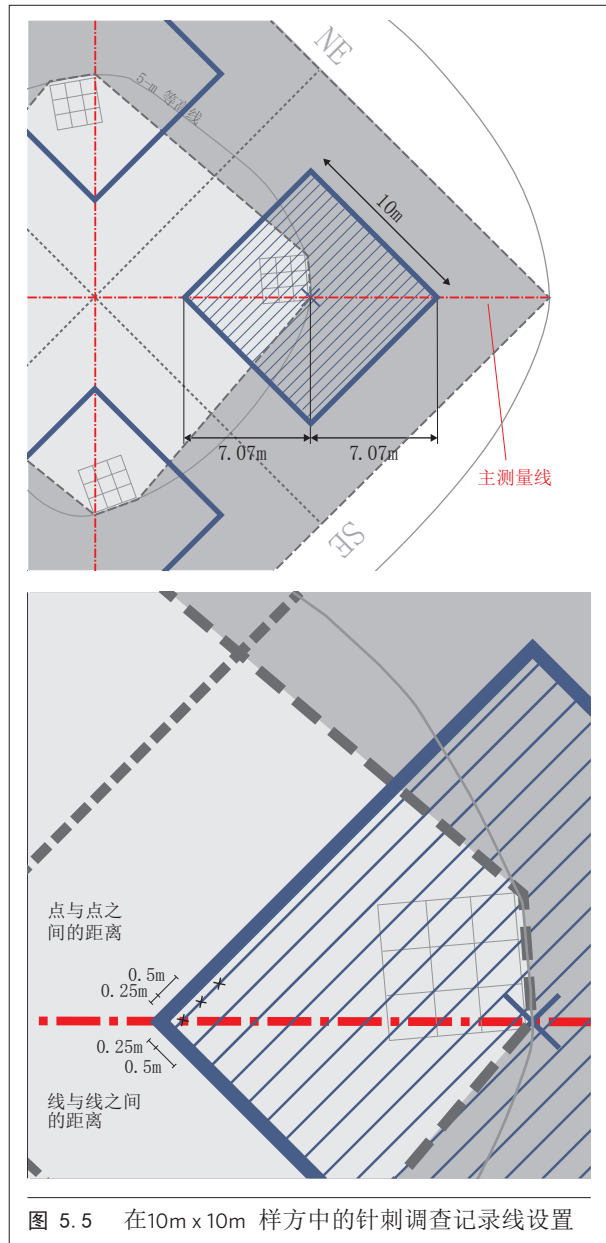


如何对每个针刺点进行观测记录

握住样针（或者小棍）一端，使样针垂直于地面。注意样针触碰到的每个对象都要在记录表中用相应的笔画进行记录。这些对象可以是表格中已经列出的地表类型中的一个（见附件II中的表格 6-S），也可以是某种维管植物。如果触碰到的对象是某种地表类型而不是维管植物，就在表格相应空格中做一笔画标记（这时每次针刺只能做一次笔画标记）。当触碰到维管植物时，在表格上写下植物的名称，并在相应的空格做一笔画标注。有时，一次针刺会触碰到多个物种（比如在植被分为几层的情况时），这时需要对触碰到的每个物种都分别做一笔画标记。这样，每条测量线所做的笔画标记就会超过 20 个，每个样方中的 400 个针刺就会有超过 400 个笔画标记。注意，不要记录维管植物下面的地表类型。

由于我们主要是对植物的盖度感兴趣，所以需要对针刺触碰到的所有物种都要进行记录，而不仅仅是触碰到的上层高大的植物。即使每个样方的触碰记录超过 400 个，仍然可以用如下方法在稍后时计算出每个物种的盖度值：物种百分比盖度=该物种触碰数/4，或者，维管植物总的顶视盖度=（400-地表类型触碰数之和）/4。

起始点与步骤：原则上，可以从4个角点的任意两边开始进行测量，然而，从坡下向坡上逐步移动测量线更为方便一些。这样，如表格 6-S 所示（附件 II），也就还有 4个起始点选择。在进行再次测量时，建议采用与上一次相同的步骤。因此，要在表格 6-S 上（右上角）清楚地记录下是选择了哪个起始点。



针对这 20 条测量线，按如下方式进行观察记录：将第一条测量线标注其轮廓方向，下一条测量线在样方中另一端的相应位置，如此重复。

可能的问題：在陡峭地形条件下，设置 10m x 10m 样方以及运用线-点法测量都会比较困难。在坡度太大的情况下，我们建议就不要采用这种方法。即使能够将 10m x 10m 设置在崎岖的地形上，样方也会变形，测量线也很难都在边界之内。无论是哪种情况，都要对每条测量线做 20 个点刺测量，起始点位于边界 0.25-m，每个 0.5-m 进行一次点刺。

10m x 10m 延伸与 3m x 3m 网格区之外，必须严格避免对4个角样方的踩踏。因此，在进行测量时，要保持原来的 3m x 3m 网格框，使其能够很清楚地被看到。

在进行苔藓和地衣植物的观测记录时（可选），主要注意：在针刺触碰到苔藓或者地衣时，记录下相应的物种名称，同时也要在相应的“地表类型”上做笔画标记（如，土上地衣或者土上苔藓）；如果同时触碰到隐花植物和维管植物，就不要对地表类型做额外的笔画标记了。▲

5.3.2 在 10m x 10m 样方中对其他物种进行观测记录

在完成线-点法的观测记录后，制作一张没有被触碰到的物种清单，这一清单也要包括所有在 1-m² 被观察到但在此处没有被触碰到的物种——因此要先进行线-点法的观测记

录。平均来说，在这 100-m² 内所有没有被触碰到的物种盖度之和不会超过 0.25%。因此对这些物种的观测记录，主要是用来比较不同巢式空间水平（如 1-m²、4-m²、100-m² 以及山峰区上、下部较大面积）上物种丰富度。

对于 10m x 10m 样方观测记录的基本内容就是线-点法以及对于所有没有被触碰到的维管植物类群的物种编目，而不是对这些物种盖度进行目测。在 1m x 10m 条带上进行更为详细的物种编目也是补充性的，特别是在进行坡下植物调查时。详细内容请参见本手册 7.1 中对 10m x 10m 样方的额外采样部分。▲

野外观测记录表请见附件 II 中的表格 6-S。

6 数据处理与管理

6.1 物种清单

数据录入的第一步是要准备一份该 GLORIA 目标区 4 个山峰研究点所有维管植物清单。

将所有的物种数据录入到 GLORIA “植物分类群录入表” (taxa input sheet, xls格式) 中。在表 6.1 中对需要填写的内容进行了说明。“植物分类群录入表”可在 GLORIA 网站上下载 (www.gloria.ac.at)，样表请参见附件II的第二部分。

仔细检查观测记录表，以保证该山峰研究点所记录到的所有的分类群都录入到表格中去了。这包括山峰扇区的观测记录表以及 1-m² 样方的观测记录表。要使所有的分类群都得到适当的鉴定。对于一个 GLORIA 目标区来说，要将所有4个山峰区的分类群都在一张表格中列出。在进行数据录入时，请在 GLORIA 网站 (www.gloria.ac.at) 的 “field db” 下检查已被 “接受” 的植物名称和异名。尽可能地采用 GLORIA 总物种清单中列出的物种名称，即使这些名称有可能过时了。

有疑问或者不完全鉴定问题：

对在鉴定时存在疑问的分类群，数据录入的方法与明确鉴定的分类群的录入方法相同。然而，在用 GLORIA 数据录入工具 (GLORIA data input tools) 进行实际的数据录入时，要加上 “cf.” 标记。

对于难以鉴定到物种水平的分类群的录入，请参见植物分类群录入表样表 (见附件II，第二部分)。对于不能鉴定或者鉴定有疑问的物种，都必须保留至少一份凭证标本 (不能从永久样地中采集)。

将完成好的植物分类群录入表发送给 GLORIA 协调小组 (office@gloria.ac.at)。要将文件按下列规则重命名：CC_TTT_GLORIA_TAXA_INPUT_YYYYMMDD.xls，其中 CC 为国家代码，TTT 为目标区代码，YYYYMMDD 为当前日期 (年、月、日)。

GLORIA 协调小组将对所有的分类群名称进行检查，以保证这些名称及其含义在 GLORIA 研究网络中的一致性，以便于建立 GLORIA 研究网络完整和清晰的物种清单。这一工作常常也需要野外团队提供意见。表格中的所有空格都要填写完整，并且一致，这样数据就可以录入到 GLORIA 中央数据库 (CGDB) 中了。在准备物种清单时必须非常小心，要严格按照样表 (植物分类群录入样表 taxa input sheet EXAMPLE(xls) 提供的模式来填写，清理干净所有的其他特殊格式、超链接等。在 excel 表格上标注清楚目标区代表和联络人。

表 6.1 GLORIA 植物分类群录入表说明 (示例请参见附件 II)

项目	项目说明
FULL_NAME	分类群的全名，包括命名人或其缩写
PLANT_TYPE	植物生活型
RANK	分类级别，最好采用标准的录入：“物种”、“亚种”、“变型”；无法鉴定到种时，可使用“复合种”、“属”、“科”。
FLORA	鉴定所采用的植物志；可给出所参考植物志的参考文献。尽可能使用地理覆盖区较大的植物志，最好是在网上可查到有物种清单的植物志。
FAMILY	植物所属的科
GENUS	植物的属名
SPECIES	植物的当地名
TAXON	如果等级为“物种”或者“复合种”，再次录入种名或复合种名；如果是更低的分类阶元，录入亚种或变种名；对于等级为种以上的分类群 (属、科等)，要录入目标区完整代码 (如 ATHSW)
REFERENCE	该分类群的命名参考文献，即首次发表该分类群的文献。
SYNONYMS	异名 (如果有)。特别是要记录下使用较为广泛的异名 (包括命名人或其缩写。如果有多个异名，异名之间用分号隔开)。
SPECIES_No_in_FLORA	该物种在植物志书中的编号 (号码或者是字母码) (如果有)
B_LIVERWORT	仅针对苔藓植物。如果是地钱类植物，标注为 “true”；如果是苔或者藓类，标注为 “false”。
COMMENT	备注。比如，该物种为重要或者关键分类群。
HERBARIUM_SPECIMEN	录入标本馆凭证标本的代码，包括标本馆首字母缩写，采集者、凭证标本号 (对于有疑问的标本必须记录其标本号)。标本馆的名称及所处的位置 (在凭证标本上写上 GLORIA 研究点的代码)。

new Email: gloria.office@boku.ac.at

提交上来的物种信息随后将转移到 GLORIA 中央数据库中。

当所有的分类群信息都录入后，将会提供一个数据录入工具包（GDIT - GLORIA 数据录入工具），进行野外数据的录入。采用这一工具包，可以保证对所录入的数据进行适当的一致性检验，并编入 GLORIA 中央数据库。请不要将你的数据录入到其他格式如 EXCEL 表格中。

6.2 数据录入、数据一致性与数据存储

为使所有的这些数据具有可比较性，必须采用标准的采样记录表、标准的数据录入方法、标准的误差检验方法，以保证数据结构的普遍一致性。

GLORIA 协调小组会提供数据录入工具（GDIT），该工具现为 Microsoft ACCESS 应用程序，将来会采用基于在线浏览器的应用程序。在进行数据录入前，GLORIA 协调小组要对物种清单进行一致性检验。

数据录入严格遵循如下步骤：

- ◆ 建立 GLORIA 研究点（目标区）时，必须从 GLORIA 协调小组那里获得该目标区的唯一代码（格式为 CC-TTT；其中 CC 为两个字母的国家代码，TTT 为三个字母的目标区代码）。该代码在进行野外工作时也要用到，例如，所有的照相记录都要出现该代码，该代码也是数据库的主要索引代码。
- ◆ 完成野外工作。
- ◆ 将完整的物种清单发送给 GLORIA 协调小组，以对物种名称以及命名法进行检查（参见本手册 6.1）。
- ◆ 在 GLORIA 协调小组认可物种清单后，将会生成针对该目标区的个性化数据录入工具，并发送给相应的野外团队。
- ◆ 野外团队进行数据录入。
- ◆ 用包括在数据录入工具中的数据演算工具进行数据一致性检验（详见下文）。
- ◆ 在消除了所有的错误后，上传数据，完成后即可进行数据分析。

完成了数据录入后首先要进行数据的一致性检验，才能进行上传或者数据输出。检验中发现的错误必须消除。

数据录入工具可检验出如下错误：

- ◆ 表格中有必须要填写的空格，但没有填写相应内容；
- ◆ 表格中有植物物种没有填写盖度或者多度值；

有 1 个或者多个植物物种出现在 1-m² 样方，但没有出现在相应基本方位上的山峰扇区物种清单中；

有 1 个或者多个植物物种没有出现先 1-m² 样方中，但却出现在相应的频度调查样方中（注意这里的 (4)-(6) 仅适用于补充性子样方频度计数的情况）；

有 1 个或者多个植物物种没有出现在相应的频度调查样方中，但却出现在相应的 1-m² 样方中；

有 1 个或者多个植物物种的频度为 0（总数为 100 个计数）。

上述错误可能发生在野外记录中，也可能在室内数据录入时出现。数据录入工具可列出这些错误，并提示如何解决这些问题。

从野外工作开始就要尽量为避免和减少出现这些错误，由此也需要了解错误的来源。

在野外工作中为避免数据一致性错误的相关考虑是：

- ◆ 每个样方的物种清单是相应山峰扇区物种清单是子集。因此某一样方中的所有物种也必须出现在该山峰扇区的物种清单中。
- ◆ 如果野外工作进行了子样方频度计数（见本首次 5.1.2），所产生的物种清单也必须与 1-m² 样方中目测盖度估测的物种清单一致。
- ◆ 对于山峰扇区的观测记录，每个物种都必须有一个多度分级值（r!, r, s, c, d）或者多度分级值再加上盖度值，这取决于所选择的山峰扇区观测方法（多度观测或者是盖度观测）。
- ◆ 野外工作中必须对表格中所有的空格填写相应的内容。如果在后期再填写相关的内容，不仅非常乏味，而且也很容易出错。这一问题特别容易出现在诸如调查者姓名、调查开始/结束时间、测量方法等内容上。

数据录入工具可用于标准野外调查方案以及补充性调查方案观测结果的录入。用其他方法进行的 GLORIA 额外项目活动（见本手册第七章）所得到的数据只能由特定目标区野外团队，或者该特定额外项目活动的协调小组来处理。当然，这些额外项目活动的的数据，将来也可以存储到 GLORIA 中央数据库中。

GLORIA 中央数据库采用专业和标准的方法来对数据进行管理和维护。除此之外，每个野外团队也需要对自己的数据进行维护，并且最好做好原始记录表格的归档，扫描表格文件并储存好，建立表格文件库。

从长期来看，各野外团队必然会有人员的变化，甚至有些目标区会变得无人跟进。尽管如此，这些永久样方及其数据的价值却是与日俱增。其完整的数据（包括在重新布设样地时所需要的照片等）也需要保存好，以便

将来的研究者能够进行重新调查。除了在中央数据库做双方备份、在各野外团队所在单位做备份外，将目标区完整的数据发表出来也是非常重要的。

6.3 照片文件的储存与处理

原始照片以及原始野外记录表格应该存储在野外团队的办公室中，以便将来的监测工作。但照片也必须有数字化格式并用标准化的方法进行命名（见本手册 6.1），储存在 GLORIA 协调小组的中央数据库中。

- ❖ 过去的经验表明，将照片和其他文件材料储存在单位的图书馆中可能也是一种很有效的方法，这样可以避免由于人员变化导致的材料丢失。

拍摄照片要用高分辨率的数码相机。所有在野外拍摄的数码照片，都要按照 GLORIA 的唯一性编码系统进行重命名。关于重命名以及如何将文件上传到 GLORIA 中央数据库的方法，请参见本手册 6.1、附件 II 以及 GLORIA 网站上的相关说明。

6.4 数据的知识产权与数据分享问题

对于录入到 GLORIA 中央数据库中的所有数据，包括物种信息、生境特征、土壤温度、照片数据等，适用于如下规则：

- ◆ 每个数据贡献者对其所提供的数据保有独家拥有权。

文本框 6.1 GLORIA 有关表格及照片编码的“唯一性编码系统”

GLORIA 数据库中的所有条目在 GLORIA 网络范围内都必须有一个特定的代码，这些代码将会用于表格、照片、微型温度记录仪以及数据库本身。

- ◆ 国家代码：采用 ISO 3166 的两字母代码。例如，奥地利的代码为 AT，CA 表示加拿大，CL 是智利，GE 为格鲁吉亚，NZ 是新西兰，RU 为俄国。

- ◆ 目标区代码：由 GLORIA 协调小组为每个 GLORIA 目标区分配一个唯一的三字母代码，以避免各目标区代码冲突。要获取新的目标区代码，请与我们联系。代码举例如下：SNE 为西班牙 Sierra Nevada（西班牙的英文 Spain 首字母为S），GNP 代表美国蒙大拿州冰川国家公园的目标区（Glacier National Park, Montana），MJW 是中国横断山区马迹洼目标区（云南）。

- ◆ 山峰代码：同样采用三字母进行编码。具体负责该目标区的野外工作团队负责为目标区内的山峰确定代码，但要避免在目标区内出现重复和代码冲突。

- ❖ 上述三字母代码必须标注在所有野外记录表的表头

- ◆ 测量点编码：请参见图 3.2.
- ◆ 采样区编码：编码方法同样

可参考图 3.2。特别要注意 1-m² 样方的编码，请参见图 4.1。例如，如果调查者站立在南方 3m x 3m 样方群的下边界，面向顶峰方向，则其左下的 1-m² 样方编码为 S11（即该样方群第一列、第一行的样方）。其余样方的编码类似，而 S13, S33 和 S22 是放置微型温度仪的样方。这种编码方式也类似于其他许多地图及 GIS 应用中。

- ◆ 全长编码（Full-length-codes）：这种编码可能用于观测记录表 0, 1-4, S-5, S-6 不同的对象的标识。这些对象需要采用全长编码，即要将国家代码、目标区代码、山峰代码以及其他特定代码全部组合起来。比如：

- ◆ 微型温度记录仪：在每个记录仪上，都要标识出起位置、安置时间，并按照如下格式记录在表格中：CC_TTT_SSS_QQQ_YYYY. 其中，CC 为国家代码，TTT 为目标区代码，SSS 为山峰代码，QQQ 为样方代码（见图 4.1），YYYY 为野外安置该记录仪的年份。

- ❖ ES_SNE_TCA_W22_2002 表示的含义是：位于西班牙（国家）Sierra Nevada地区（目标区名称）Pico del Tosal Cartujo峰（山峰名称），西侧3m x 3m样方

群的第22号样方（样方代码）。样方设置时间是2002年。

- ◆ 照片：在每张照片上，都要包括写有相关代码的黑板（见本手册 4.4）。无论拍摄的对象（如测量点、样地、样方、温度记录器等）是什么，都要按照规范的顺序标识出其代码。为了节约黑板上的空间，代码之间的“-”连接符可以用“.”来代替。

对于任何一张照片，都不要忘了在黑板上写上日期，格式为年-月-日。

有关照片编码的示例如下：

- ❖ AT_HSW_GHK_N33_20010817 的意思是：奥地利 Hochschwab 地区 Ghackkogel 目标区，1-m² 样方号码为 N33，拍摄于 2001 年 8 月 17 日。
- ❖ ES_SNE_TCA_p10m-S_20080703 的意思是：西班牙 Sierra Nevada 地区，Pico del Tosal Gartujo 目标区，南山峰区 10-m 角点，拍摄于 2008 年 7 月 3 日

对于温度记录仪的照片，编码时在样地编码前添加一个前缀 LOG-（例如，ES_SNE_TCA_LOG-W22）。

- ◆ 只有向 GLORIA 中央数据库提供了数据资料的个人和团队，才有资格参与数据分享。然而，这并不限制 GLORIA 成员（数据提供者）和外部人士在数据分析以及论文发表上的合作。
- ◆ GLORIA 网络内合格成员使用数据库中他人提供的数据库，需要获得数据提供者的同意。
- ◆ 在发表学术论著时，数据提供者 and 使用者必须在作者署名上协商达成一致。

上述规则的实施遵循如下步骤：

- ◆ 合格的数据使用者（即希望使用他人提供数据的人）必须向 GLORIA 协调小组提出申请（发邮件至 office@gloria.ac.at）。申请信的内容应包括：
new Email: gloria.office@boku.ac.at
 - ❖ 对将要进行的数据分析的描述，包括假设、方法以及预期结果。
 - ❖ 详细描述说需要获得的数据：目标区、监测周期（monitoring cycle）、样地类型、生境特征、土壤温度、照片数据、物种出现情况、物种盖度、物种小样方频度计数，或者关于某特定的物种群。
 - ❖ 建议的论文第一作者及署名顺序。

- ◆ GLORIA 协调小组将对申请进行讨论，（i）分析该申请与其他计划的项目活动的关系；（ii）与数据申请者进行讨论；（iii）征求数据提供者的意见。
- ◆ 在完成第步并达成一致后，GLORIA 协调小组将把需要的数据集发送给数据申请者。
- ◆ 数据申请者保证所获得的数据仅用于上述协商一致的目的。

申请者对所获得的数据集进行任何其他分析，都需要重新申请。

基于已发表数据的再次使用、传播问题的相关规则遵循相应的学术刊物和出版商的规定。对于未发表资料的再次使用和传播，需要征得数据提供者的同意。

用于数据分析的 GLORIA 研究点及数据集的选择：对于大尺度 GLORIA 数据分析，没有关于研究点、数据集的特别规定或者选择标准。这取决于各自研究的问题以及所需要数据集的完整性。例如，某些研究主要针对特定的生物群系、特定的基岩类型，或者只针对有多于一次重复调查的研究点，甚至是只针对某特定时间段的数据。

7 额外 GLORIA 项目活动

本章将要介绍的是，经过十多年的发展，GLORIA 的项目活动已经超越了标准的“多峰研究法”所规定的内容。除了标准内容和补充性内容外，在 GLORIA 网络中也开展了几项额外的研究活动。这些额外的项目活动与 GLORIA 目标区直接相关，但常常并不局限在山峰研究点的范围内，其内容也部分具有跨学科特征。本章将介绍几种直接与 GLORIA 目标区相关的额外的监测以及数据收集活动。这些额外的活动要么是进一步延伸了空间，要么不是聚焦于山峰植被，而是针对其他生物类群，其他的生态系统组分，或者是针对社会-经济以及文化方面的问题。这些额外的活动是由来自于各大洲的不同 GLORIA 野外团队提出、发展并运用的，并且都在 2010 年 9 月于苏格兰 Perth 举行的 GLORIA 国际研讨会进行过讨论。

本章的第一节将介绍沿 GLORIA 山峰向下直到森林带上部的样带进行植物物种监测的方法。其主要目的是识别区域物种分布的上、下限。

本章第二节介绍在 GLORIA 目标区用陷阱诱捕法对无脊椎动物进行监测的方法，第三节介绍对无脊椎动物的其他监测方法，第四节介绍在山峰区附近及坡下进行两栖爬行动物监测的方法。这里我们也将对在阿尔卑斯地区 GLORIA 生境中开展的动物区系（主要是针对节肢动物）调查情况进行介绍（Ökoteam 2014）。

本章第五节在 GLORIA 山峰区附件进行土壤变异性（soil variability）监测的方法。随后的两个小节主要介绍社会-经济以及文化方面的研究活动。在第六小节将主要介绍历史和现实关于土地利用及其社会经济意义的人类活动研究方法。第七节介绍关于当地人对气候变化的适应、减缓的民族植物学研究方法（ethnobotany）。

上述内容以及研究方法，在发展以及标准化水平上还存在差异。对于其中的一些额外活动和方法，还需要在今后的工作中进一步细化和优化。

另一方面，还不断地涌现出新的与 GLORIA 有关的项目活动，在此做一简要介绍：

针对植物功能特征（plant functional traits, PFTs）的研究：该项研究基于前期广泛的相关工作基础（如 Halloy & Mark 1996, Cornelissen et al. 2003, Pohl et al. 2011, Venn et al. 2011），并且在很大程度上可以从现有的文献及数据库中提取和收集到数据（参见 Cornelissen et al. 2003, Landolt et al. 2010）。识别并利用适当的植物功能特征，在物种组成很少重叠的不同生物群系 GLORIA 目标区进行比较方面拥有巨大的潜力。特别是，这些信息可

用于建立植物如何通过特殊的功能特征来响应非生物因素变化的预测性模型，当然也包括植物如何响应气候变化的预测性模型。在 GLORIA 网络内的许多研究者，也在积极地从野外、实验室以及文献中收集关于其各自 GLORIA 研究点植物功能特征的信息。例如在苏格兰的 Cairngorms 研究点，通过 INTERACT 项目的支持进行植物功能特征信息的收集，并且最近又开展北美和欧洲的研究者合作（请联系 Montana Tech, Martha Apple），与澳大利亚 Snowy Mountains GLORIA 研究点进行比较研究（Venn et al. 2014）。

关于试验模拟增温效应的研究：在厄瓜多尔以及阿根廷北部的 GLORIA 研究点，开展了用开顶式增温箱进行的增温试验（Molau & Mølgaard 1996）以及生态生理学观测工作。这些新的试验研究都样地位于 GLORIA 山峰点之外，可为其他的一些长期试验研究计划如国际冻原研究计划（ITEX，见 <http://www.geog.ubc.ca/itex/>，联系人 Francisco Cuesta, Priscilla Muriel, CONDESAN, Catholic University Quito）提供有价值的连接，并为开展比较研究提供了可能。

针对生态系统服务的研究：可运用由 LTER-Europe network（Dick et al. 2014）建立的生态系统服务快速评估方法，对 GLORIA 目标区/小流域的生态系统服务进行评估。该方法也可推广运用到更广的范围，也可贡献于将在本章 7.6、7.7 介绍的额外 GLORIA 研究工作。

进一步细化、优化上述研究方法，使其更加广泛地应用，同时对上述这些额外研究活动进行监督，主要是一些特定研究团队的责任。有关这些研究工作及其方法的进展，都会展示在 GLORIA 网站上。在将来出现的、在本手册目前还没有提到的一些新进展，同样也会在 GLORIA 网站上及时地呈现。

参考文献（第七章 引言部分）

- CORNELISSEN, J. H. C.; LAVOREL, S.; GARNIER, E.; DIAZ, S.;
BUCHMANN, N.; GURVICH, D. E.; REICH, P. B.; TER STEEGE, H.;
MORGAN, H. D.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; PAUSAS, J. G. &
POORTER, H. (2003). A handbook of protocols for standardised
and easy measurement of plant functional traits worldwide.
Australian Journal of Botany **51**: 335–380.
DICK, J.; AL-ASSAF, A.; ANDREWS, C.; DÍAZ-DELGADO, R.; GRONER,
E.; HALADA, L.; IZAKOVICOVA, Z.; KERTÉSZ, M.; KHOURY, F.;
KRAŠIĆ, D.; KRAUZE, K.; MATTEUCCI, G.; MELECIS, V.; MIRTIL,

- M.; ORENSTEIN, D. E.; PREDA, E.; SANTOS-REIS, M.; SMITH, R. I.; VADINEANU, A.; VESELIĆ, S. & VIHERRAARA, P. (2014). Ecosystem services: a rapid assessment method tested at 35 sites of the LTER-Europe network. *Ekologia* **33**: 217-231.
- HALLOY, S. R. P. & MARK, A. F. (1996). Comparative leaf morphology spectra of plant communities in New Zealand, the Andes and the European Alps. *Journal of the Royal Society of New Zealand* **26**: 41-78.
- LANDOLT, E.; BÄUMLER, B.; ERHARDT, A.; HEGG, O.; KLÖTZLI, F.; LÄMMLER, W.; NOBIS, M.; RUDMANN-MAURER, K.; SCHWEINGRUBER, F. H.; THEURILLAT, J.-P.; URMI, E.; VUST, M. & WOHLGEMUTH, T. (2010). *Flora indicativa: Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen / Ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps*. Haupt Verlag, Bern.
- MOLAU, U. & MØLGAARD, P. (1996). *International Tundra Experiment, ITEX Manual, second edition*. Danish Polar Center, Copenhagen.
- ÖKOTEAM (2014). *Gipfelfauna-Monitoring im Nationalpark Gesäuse. Monitoring der Gipfelfauna unter besonderer Berücksichtigung sensibler, gefährdeter und endemischer Spinnentier- und Insektentaxa*. Unveröffentlichter Projektbericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH.
- POHL, M.; STROUDE, R.; BUTTLER, A. & RIXEN, C. (2011). Functional traits and root morphology of alpine plants. *Annals of Botany* **108**: 537-545.
- VENN, S.; PICKERING, C. & GREEN, K. (2014). Spatial and temporal functional changes in alpine summit vegetation are driven by increases in shrubs and graminoids. *AoB plants* **6**: doi:10.1093/aobpla/plu1008.
- VENN, S. E.; GREEN, K.; PICKERING, C. M. & MORGAN, J. W. (2011). Using plant functional traits to explain community composition across a strong environmental filter in Australian alpine snowpatches. *Plant Ecology* **212**: 1491-1499.

7.1 GLORIA 坡下植物调查

作者：Ann Dennis¹ & Jim Bishop²

1 | THE CALFLORA DATABASE, Albany, California, USA;
2 | OROVILLE, California, USA

对于在山峰区记录到的每个物种而言，如果能够知道其连续分布的上限和下限，以及其生存的“最适宜”中点，原来基于标准 GLORIA 研究方法和内容就可以得到进一步强化。这些信息对于 GLORIA 监测数据的解释以及验证不同的物种对于气候变化的响应具有非常重要的意义（参见本手册 1.2）。但在很多情况下，偶然观察到的现象以及已有的文献资料都不能提供准确和详细的物种垂直分布数据，因而不能满足进行上述分析的要求。

在进行“坡下植物调查”时，需要按固定的海拔高差（通常是 25-m）设置一系列的水平样带（样条）。最高的样带在目标区，而最低的到达树线之下的一定距离。每个样条的坡向和地形条件应尽可能地一致（图 7.1）。常常还需要设置如像图 7.1所示的那样的数个样条系列，以涵盖特定目标区完整的海拔范围。如像在 GLORIA 标准调查中进行的 10m x 10m 大样方调查（见本手册 5.3），对样条的观测也是基于 100-m² 样地进行的。然而，坡下植物调查的样地是沿等高线按照 1m x 100m 条带的形式来设置的（图 7.2）。我们采用这种拉长的样条而不是方形的样方，原因是这样可以记录到更多的物种。我们建议采用点-线拦截法进行植物盖度估测，并且对样条上每个段（共有 10 段）进行物种编目。用这两个方法，可以较为灵敏地监测出植物多度的变化，包括占据较多顶视盖度的物种，也包括个体较小、分布稀疏、盖度占比很低的物种。在植被分布稀疏的地方，后者常常占据了植物群落物种组成的大多数。

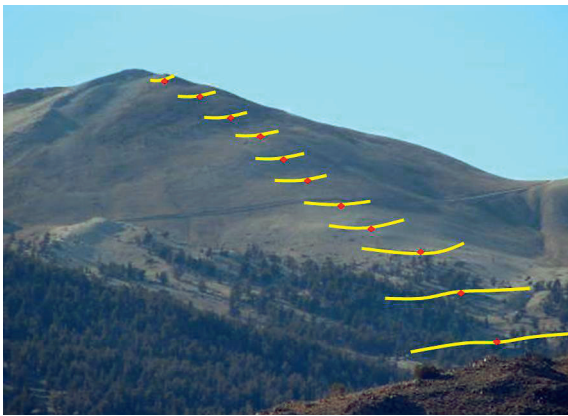


图 7.1 坡下植物调查。按照一定海拔高度间隔设置的调查样带，位于山峰区以下直到树线。

方法

在开展野外工作之前，在地图上按一定的海拔间距（比如 25-m）选择好样条的位置，这些样条的坡向一致，并且要避免沟壑以及陡坡。尽可能在每个基本方位上都进行样条的设置。将 1m x 100m 样条分为 10 段，对每一段进行物种编目，进行点-线拦截法盖度估测以及顶视盖度分级，具体方法与 GLORIA 标准方法相同（参见本手册 5.3）。图 7.3 为野外记录表示例。

具体工作步骤如下：

取样步骤

到达预先在地图上选定的地点，用 GPS 记录下准确的坐标。在每个样条的起点都要做一个永久性的标记。

- ◆ 将 50-m 长样绳的一端固定在起点，然后（面向坡上）沿等高线水平向左移动样绳。站立在样绳起点的调查者可以用倾斜仪或者水平尺来帮助拿着样绳移动的同伴，使其保持水平路线。每隔

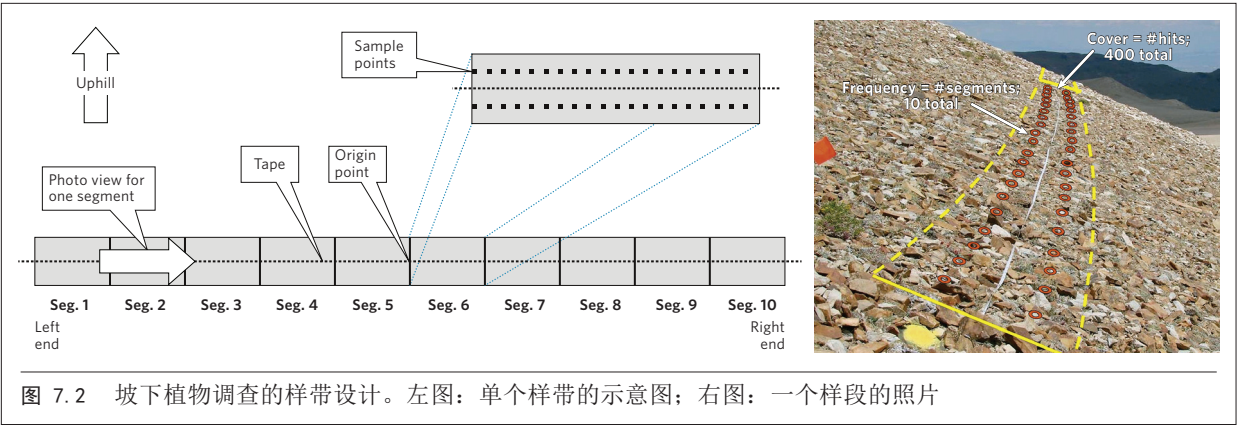


图 7.2 坡下植物调查的样带设计。左图：单个样带的示意图；右图：一个样段的照片

10-m 距离沿样绳插上一个旗，从而将其分为 5 段。以样绳为中线，每段的宽度为 1-m，样绳上下各 50-cm。

◆ 用线-点拦截法估测植物盖度：该方法类似于在本手册 4.1.2 以及 5.3 中描述的网格框针刺法以及线-点法。在每一段中，用一个如图 7.4 所示的有两个样针的点样器来对盖度进行估测（在没有维管植物的地方按照地表类型的顶视盖度估测）。该点样器有两个样针，样针相距 50-cm（可以用直径为 2-mm 毛线针）。将点样器沿样绳移动，样针垂直于地表。从左侧第一段向内 25-cm 开始（图 7.2）。记录下样针触碰到的植物物种（即每个样针触碰到的物种，两个样针距离样绳的距离都是 25-cm）名称，并且在相应段的记录列上做一笔画标记（图 7.3）。在有多个植被层的情况下，要记下触碰到的每个植物的名称。在没有触碰到维管植物的情况下，要记下触碰到的地表类型。沿样绳每隔 50-cm 进行这样的观测记录，直到到达第五段的右边。这样就完成了样条一半距离的调查，总共有 200 个针刺观测记录点（样绳长度为 50-m，每隔 0.5-m 进行一次针刺观测，样绳上、下各一次）。这与 GLORIA 标准方法中 10m x 10m 样方调查（本手册 5.3）所进行的针刺观测空间距离与密度

是一致的，同样可以将测定的结果转换为植物盖度。这一步工作建议在物种编目之前进行，因为这里是先记录下最常见的物种。

- ◆ 物种编目：记录下在每个 1-m 条带中沿样绳遇见的每种维管植物。从样绳的一端（样带左边第一段）处开始，将一个 1-m 长的细棍平放在中点位置上（刚好位于中点之上，与样带的边平行，与样绳垂直），沿样绳走动。在此段（即 1m x 10m）范围内的所有维管植物都必须进行记录。在数据表（图 7.3）上记下任何新出现的物种名，在右边“第一段”（segment 1）列中做一标记，由此记录该段各物种出现/不出现的信息。对余下的五段（即第 2 到第 5 段）重复此方法，在记录表相应位置记录下物种出现的信息。
- ◆ 照相：对每个 10-m 段，连同布设好的样绳，从第 1 段起，就地拍下一张照片。照片应该包含该段近端和远端，用钉旗标记出近端和远端。此外，对做了永久标记的样带起点和终点拍摄多张照片，以便将来重复调查时重设样地时使用。每张照片中，都要有一个黑板，记录下日期、目标区，序列名、海报、段号以及拍摄对象等信息。
- ◆ 收拾并绕回样绳。
- ◆ 重复步骤 2-6，但这次是从永久标记起点的右方进行，从起点一直到远端为第 10 段（段的编号

表 7.1 White Mountains坡下植物调查样带记录数据示例（41 个样带，海拔范围为 3.300-4.300-m）

用针刺拦截法估测维管植物百分比盖度（按乔木、低矮草/灌丛划分），部分物种显示了频度计数。根据这些数据，可将地区性相关的物种海拔剖面（altitudinal species profiles）分三个区：AL-AC-AU，其中 AL 为物种连续分布的下界区，AC 为中心区，AU 为上界区，可参见本手册词汇表以及 Gottfried et al. (2012)。相关物种的学名是： *Erigeron vagus* Payson, *Festuca brachyphylla* J.A. Schultes ex J.A. & J.H. Schultes subsp. *coloradensis* Frederiksen, *Phlox condensata* (Gray) E. Nels., *Potentilla pseudosericea* Rydb., *Castilleja nana* Eastw., *Arenaria kingii* (S. Wats.) M.E. Jones var. *glabrescens* (S. Wats.) Maguire, *Erigeron clokeyi* Cronq. AL-AC-AU 物种剖面中的缩写的意思为：al 代表高山，id 代表中性，mo 为山地森林，ni 为积雪带，tl 为树线交错带。

White Mountains Downslope Survey 2007-2008																																																
				Nival								Upper Alpine																Lower Alpine								Treeline ecotone				Montane								
Tree layer percent cover																																								6	26	29	27	15	25			
Understorey herbaceous/ shrub percent cover				1	0	0	0	2	1	8	1	29	10	26	30	22	17	44	29	36	28	41	32	56	51	24	15	21	35	13	31	24	16	19	17	15	8	5	6	10	6	3	3					
elevation (m)				4300				4200				4100				4000				3900				3800				3700				3600				3500				3400				3300				
Altitudinal distribution		AL	AC	AU																																												
ERIG VAGU		ni	ni	ni	4	6	6	7	10	9	9	7	6																																			
FEST BRAC		al	id	ni	4	8	7	5	3	5	3	6	2	2	7	7	3	8	7	5	8	5	2				3						1											3				
PHLO COND		mo	id	al										4	2	7	5	8		10	7	7	4	5		10	4	10	9	9	10	10	10	9	9	10	10	9	9	8	5	9	8	5				
POTE PSEU		al	al	ni							2	2	5	1		1	1		2				2				2			1							2											
CAST NANA		mo	al/tl	ni						2				1	1	2	1	1		2	2	2					6	5	6	9	8	9	5	8	5	3	10	6	3	1	1	1						
AREN KING		mo	tl	al						2										2					4	7	10	7	8	10	9	10	10	10	9	10	10	9	10	7	9	10	10	10				
ERIG CLOK		mo	id	tl																																	8	10	9	8	9	9	9	9				

是面向坡上时从左到右按顺序编，这与数据记录表上的顺序一直）。

- ◆ 仔细检查记录表上每个物种及相应列的信息，并将总数记录在 SegCount 列中。这一列包含有样带中每个物种的频度计数（数值为从 1 到 10）。对于样针触碰到的常见的物种（以及地表类型），对每种地表类型和物种，将其顶视盖度在各段中的所有计数加在一起，填写在“总计数”（total hits）中。这样，物种盖度可以用总计数除以 400（总针刺数）得出。比如，15 次触碰/400=0.0375，则盖度为 3.75%。
- ◆ 在其他样带重复上述步骤。

在 10m x 10m 样方观察记录（本手册 5.3）进行额外观测：进行坡下植物调查时，我们也建议将在山峰区 10m x 10m 样方进行观测延伸到样带的观察记录中，以便获得一致和可比较是数据，即要记录每个 1m x 10m 样条中物种出现情况，而无论是否被样针触碰到。这一步骤称为“物种编目”，类似于坡下植物调查中进行的物种编目。在 10m x 10m 样方中，可以将导绳纺织在针刺计数标记之间（及“半米点”上），注意样条上各两边 50cm 范围内出现的每个物种。

设备

对于每个样带调查队，需要：GPS、地图、记录表、笔记板、铅笔、照相机、50-m 皮尺、中点有标记的 1-m 小棍、针刺器（见图 7.4）、黑板、粉笔、15 只小旗、永久标记用的小棍。



图 7.4 带有两个采样针的针刺器。可对相距 0.5-m 的两个点同时进行针刺观测。

时间线

总的来说，对于一个 1m x 100m 样带，上述观测记录大致需要花费 1 到 2.5 小时，具体时间取决于植被状况、团队人数以及是否具备必要的野外经验。如果物种数多、野外鉴定困难、裸露岩石地表少，则需要花费的时间也较多。一般情况下，4 人组成的队伍每天可完成 3 或者 4 个 1m x 100m 样带调查。

效率问题

要完成上述工作，至少需要 2 人组成的队伍。最好两人一组开展工作。如果人数较多，则建议分为更多的两人组，这样可以同时进行不同内容的观测记录工作。既可以是在同一样带上，也可以同时对不同的样带进行分组工作。记住这种情况下一定要多带几套设备和记录表等。

案例：在加利福利亚 White Mountains 开展的坡下植物调查

在该案例中，共对 41 个 1m x 100m 样带进行了观测物种组成的观测记录。这些样带跨越的海拔高度为 1.000-m，样带之间的垂直高差为 25-m，最高的样带位于山峰最高顶点 25-m，最低的样带位于海拔最低山峰顶点以下 300-m。表 7.1 所示为用针刺拦截法估测草本和低矮灌丛以及上层乔木的百分比盖度示例。该表反映了树线的位置以及植被在树线交错带以及高山-积雪带交错带的过渡情况。频度计数（10 个段中该物种出现的段数）可用来说明物种分布的上限、下限以及中间最适分布带的海拔位置（参见 Gottfried et al. 2012），其中绝大多数物种的分布都过于稀疏，难以在针刺拦截法观测中反映出来。表 7.1 中的示例，只是展示了不同海拔分布范围内的部分物种，数据还是过去用 100 点针刺法得到的，现在建议的方法是这里描述的 400 点针刺观测。

参考文献（本手册 7.1）

GOTTFRIED, M.; PAULI, H.; FUTSCHIK, A.; AKHALKATSI, M.; BARANCOK, P.; BENITO ALONSO, J. L.; COLDEA, G.; DICK, J.; ERSCHBAMER, B.; FERNÁNDEZ CALZADO, M. R.; KAZAKIS, G.; KRAJCI, J.; LARSSON, P.; MALLAUN, M.; MICHELSEN, O.; MOISEEV, D.; MOISEEV, P.; MOLAU, U.; MERZOUKI, A.; NAGY, L.; NAKHUTSRISHVILI, G.; PEDERSEN, B.; PELINO, G.; PUSCAS, M.; ROSSI, G.; STANISCI, A.; THEURILLAT, J.-P.; TOMASELLI, M.; VILLAR, L.; VITTOZ, P.; VOGIATZAKIS, I. & GRABHERR, G. (2012). Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change* 2: 111-115.

7.2 GLORIA 山峰的无脊椎动物监测

作者: Yuri Mikhailov¹

¹ | URAL STATE FORESTRY ENGINEERING UNIVERSITY, Ekaterinburg, Russia

监测的目的

从监测气候变化效应的角度,无脊椎动物也应该被看做是一类生物感应器。例如,草食性的昆虫对气候变化很可能比其宿主植物更加敏感 (Hodkinson & Bird 1998)。当然,这种监测主要针对的是不会飞翔的地居物种,即相对来说定居的节肢动物。

高山环境中的许多昆虫都不会飞翔,这些物种也出现在 GLORIA 山峰区中。包括蜘蛛、盲蜘蛛、多足虫等,这些生物可在地表移动。陷阱诱捕法 (pitfall trapping) 是捕捉所有这些爬行和行走类无脊椎动物并估测其物种丰富度和相对多度的常规方法。陷阱诱捕法需要将一个容器 (常用的是塑料杯) 埋入土中,杯口与地表齐平 (见图 7.5)。杯中装有低挥发性液体用于将这些无脊椎动物粘住,这样可以防止如像蚂蚁和蜘蛛这样物种逃逸,或者被其他动物破坏以及捕食。

陷阱诱捕法常常按一定的距离进行布设,或者是布设更可能诱捕到动物的地方。在这本 GLORIA 多峰研究法手册中 (见本手册第 3 章),建议按照所谓的“十字法”布设陷阱 (Mikhailov 2009)。迄今,这种方法以及在三个目标区 (RU-SUR, RU-NUR, RU-PUR) 分别在 2008 和 2011 年进行了试验,获得了满意的结果。

尽管本无脊椎动物监测工作是在 GLORIA 山峰区范围内开展的,但考虑到本方法有多种变化、与对固着生长的植物的监测有很大差异并且需要野外鉴定无脊椎动物的专门技能,因此还是列为额外性的项目。

采样设计与方法

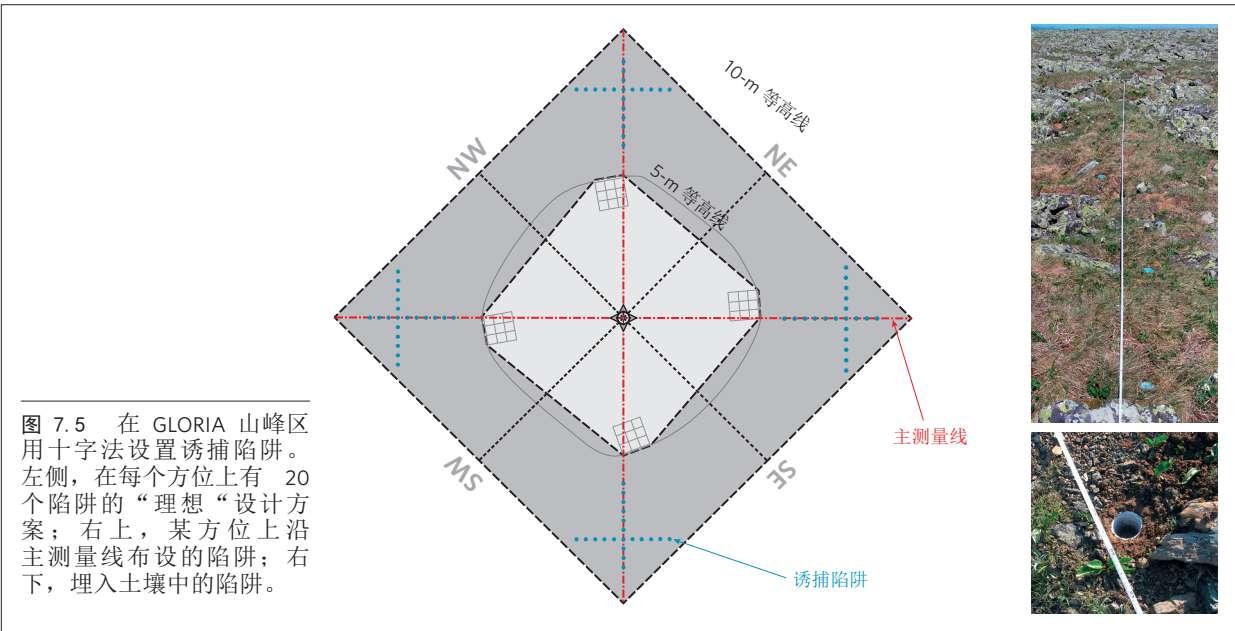
方法

按照“十字法”设置诱捕陷阱 (图 7.5) 将需要准备如下材料:

- ◆ 标准塑料杯: 每个山峰大约 100 个 (杯子的大小可不固定,但最好其容积大约是 200-ml, 开口直径 75-mm 的杯子);
- ◆ 勺子 (高质量钢制勺子,最好准备两个);
- ◆ 乙酸 ($\text{CH}_3\text{-COOH}$) 作为固定剂: 70% 的乙酸 0.5 升 (如果浓度较低,则需要更多的量)。这里建议使用乙酸作为固定剂,因为乙酸较为环境友好,容易获取和购买,在野外可以用天然水源的水稀释到 3%。
- ◆ 两个塑料瓶 (1.5-2.0 升), 用于配置 3-5% 的乙酸溶液。

陷阱的安放

- ◆ 在每个基本方位 (东、南、西、北) 都需要安放诱捕陷阱: 沿主测量线安放 10 个,在穿越第七个陷阱 (从最高顶峰点向下看) 垂直于主测量线安放 10 个 (图 7.5)。



- ◆ 通常情况下，每个十字法排列的陷阱位于标准角度 p5m 及 p10m 之间（图 7.5）。
- ◆ 常规的“十字法”排列针对的是“理想山峰”。然而，由于山峰区景观、地形以及岩石、石头等情况十分复杂，常规方法很可能受到限制。如果不具备必要的基质条件，也可以将陷阱的位置稍微向任何一个方向的侧边移动，但移动的距离应尽可能地小。并且，实际的布设安放情况必须准确地绘图标记出来。

季节

在欧亚大陆的温带到北方山地针叶林带的南部，比较理想的观测季节有两个：初夏（六月的下半月到七月初），夏末（七月的最后一周到八月第一周）。在亚北极山区（如极地乌拉尔，Polar Ural），由于植物生长期更短，只有夏末一个最适观测期。对于一个目标区来说，需要在一个最适观测期完成对所有山峰区的无脊椎动物调查。如果是在不同的最适观测期调查，所获得数据将难以比较，所得结果也会有偏差。

对收集材料的处理

陷阱安放好大约 3 天到一周后，将陷阱取出，在野外记录表中记录每个陷阱中的物种。对于最常见或者多度最高的物种，应该在现场就鉴定到种。其余的物种应当鉴定到属或者科，同时记录下其相关特征（如颜色、大小、刻蚀等）。将昆虫成体放到装有乙酸乙酯的容器中，昆虫幼体以及其他无脊椎动物放到有 70% 乙醇的小瓶中，并对容器或者小瓶做好标签。将采集到的这些物种带回室内进行仔细比较后鉴定，或者请专家进行鉴定。

如果陷阱中捕捉到了可飞翔的昆虫（叶蜂、熊蜂、飞蛾等），不对其进行观测记录。

数据处理

在进行野外观测时，可用修改后的野外记录表 3（Form 3）以及小样方-频度计数表（野外记录表 5-S（Form 5-S））针对每个扇区进行观测记录。表格 5-S 用于记录每个陷阱中的物种组成。在表格 3 中记录下每个物种及其所属的纲、目、科以及采集到的标本数、动态密度（dynamic density，见下文）、优势度以及多度。

由于被诱捕的时间以及诱捕到的陷阱数不同，用动态密度可更好地进行比较。动态密度表示的是单位时间以及单位陷阱（这里用 10 个陷阱作为一个单位）对某物种质采集到的标本数。例如，如果在 3 天的时间 20 个

陷阱（2 个陷阱单位）捕获到 60 个标本，则其动态密度为 $60/3/2=10$ 。

特定物种记录到的标本数除以捕获到的所有物种总标本数的百分比，即得到该物种优势度的 Renkonen 指数（Renkonen's index）（大于或者等于 5% 为优势种；2-4.9% 为亚优势种；小于 2% 为稀有种）；Renkonen 1938）。

另一方面，Pesenko 指数有助于评估各物种在特定群落生境（biotope）（Pesenko 1982）中的功能。假设采集到的总标本数为 N，有 1-3 个标本的物种为单身物种（single），有 4 个标本记为 $N^{0.4}$ 稀有物种（rare）， $N^{0.4}+1-N^{0.6}$ 为盛产物种（abundant）， $N^{0.6}+1-N^{0.8}$ 为大量物种（mass）。对群落中的优势和亚优势物种需要做进一步分析。这些物种的优势状况以及在群落生境中的地位是山峰区不同扇区间、山峰区之间时空比较的重要内容。

有关地理分布（geographic distribution，如泛北极分布、古北区分布、欧洲-西伯利亚分布以及区域或当地特有分布等）、水平地带生物群系（zonobiome）/垂直带生物群系（或垂直带分级，如多带分布、北极-高山分布、北方山地森林分布（boreo-montane），高山分布等）等数据，对于将来重新调查的比较分析也是非常有用的。在一个目标区较高和较低山峰之间发现的实际变化趋势，就可能指示了气候驱动下可能的变化情景（Mikhailov 2009）。

参考文献（本手册 7.2）

- HODKINSON, I. D. & BIRD, J. (1998). Host-specific insect herbivores as sensors of climate change in arctic and alpine environments. *Arctic and Alpine Research* **30**: 78-83.
- MIKHAILOV, Y. (2009). Invertebrate monitoring at GLORIA target regions: The first results from the Urals and need for global networking. *Mountain Forum Bulletin Volume IX, Issue 2*: 44-46.
- PESENKO, YU. A. (1982). Principy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyah [Principles and methods of quantitative analysis in faunistic investigations]. *Nauka Publ., Moscow* (in Russian).
- RENKONEN, O. (1938). Statisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo* **6**: 1-231.

7.3 GLORIA 相关的节肢动物监测

作者: Jeff Holmquist¹ & John Smiley¹

¹ | WHITE MOUNTAIN RESEARCH CENTER, Bishop, California; University of California Los Angeles, USA

尽管 GLORIA 主要关注植被的变化, 这里我们试图将节肢动物也增加为与核心 GLORIA 项目活动相关的卫星性研究内容, 并作为加利福尼亚 White Mountains 主研究点工作的一部分。在这些山区, 节肢动物是当地生物群系中物种组成、多样性、营养链中重要的组成部分。通过对该区域七处研究点的快速监测评估, 在七年的时间内我们总共记录到 103 个科的陆生节肢动物、35 种蝴蝶。由此, 我们就可以快速有效地开展对这一在总的生物物种组合中具有重要意义的组分的监测工作。

方法

我们建议在与 GLORIA 共同的研究点上, 开展如下监测工作:

- ① 对蝴蝶类进行物种编目;
- ② 在科水平上对地面及飞行节肢动物进行广泛采样和标准清查;
- ③ 用真空样方法对基质和冠层节肢动物进行小尺度细致采样。

沿海拔样带 (与坡下植物调查样带平行, 参见本手册 7.1) 选择研究点。研究点应尽可能包含小块平地以及有植被覆盖的地方, 这样的地点昆虫常常最为多产。在我

们的案例中, 七个研究点都位于道路或者步行道旁边 (图 7.6), 这样每 45 分钟至 1 小时就可以完成一个点的监测工作, 剩下的时间可以开车或者步行到下一个点。每年必须在夏季进行一次监测 (在该地区为七月最后一周)。

① 采用网捕与直接目视鉴定 (图 7.6) 相结合的方法来对蝴蝶进行观察, 采样的方法主要根据北美蝴蝶协会为 “七月四日” 蝴蝶观察活动 (the North American Butterfly Association's (NABA) “4th of July” butterfly count (http://www.naba.org/butter_counts.html) 建立的方法。该方法的目的是要对每个研究点蝴蝶物种进行计数和鉴定。如果用目视方法难以鉴定, 就要采集凭证标本请专家来鉴定。在每个研究点记录到的每个蝴蝶种的个体数, 都要记录在电子数据表格中。如果是在北美地区进行的观察, 应将电子数据表发送给 NABA, 以便发表在其年度报告中。

② 每次清查都要进行 50 次标准的网捕 (New 1998, Southwood & Henderson 2000, Holmquist et al. 2010, Holmquist et al. 2011a), 涵盖的面积有 400-m²。网的口径为 30.5-cm, 网格大小为 0.5mm x 0.75mm (如 BioQuip #7112CP)。扫网前不能对研究点有惊扰, 扫到的昆虫要放在冰上保存。冠层高度用采样区内的 4 个等距点来确定。

③ 采用内插有捕网的真空管进行小尺度细致采样 (如 Dietrick et al. 1960, Arnold et al. 1973,



图 7.6 在加利福尼亚 White Mountain, 调查人员在野外讨论蝴蝶的鉴定。



图 7.7 用于节肢动物采样的捕网-真空管法。左：抛出样方；右：通过锥形网顶端有弹性孔用真空泵吸取草丛中的节肢动物。摄影：Lance Iversen, San Francisco Chronicle.

Macleod et al. 1994, Buffington & Redak 1998, Holmquist et al. 2011b)。为了捕获活跃的节肢动物以及对已知面积生境进行采样，建议做一个覆盖有锥形网、面积为 0.5-m^2 的钢制样方框（图 7.7），该锥形网在顶端有一个有弹性的孔，通过该孔可插上真空吸管。将该样方框从远处扔向目标地点，将其用 10 根帐篷桩固定住，使其封在地表上。固定住样方框后，测量 4 个角的冠层高度。然后，将真空管套在锥形网的顶端进行采样（图 7.7）。这种方法对于捕获运动型节肢动物非常有效，尽管采样面积比较小（Holmquist & Schmidt-Gengenbach 2006）。我们用的真空泵是 Craftsman 320 km/h 汽油真空泵，捕网是尼龙“no-see-um”（0.25-mm）（图 7.7）。在抛出样框并固定以后，我们将真空管反复沿多个路径在草丛中大概用 4 分钟反复吸扫。将吸管从样方移开，再将收集袋从吸管取下。最后，将收集到的动物以及垃圾转移到自封塑料袋中，尽可能可冰冻保存。带回室内后，再将捕获的动物与垃圾分开。

用手持式气象记录器（如 Kestrel 3000）测量每个采样点中心位置的平均风速和气温。风速按一分钟内的平均风速记录，气温为记录器稳定后的读数。

参考文献（本手册 7.3）

- ARNOLD, A. J.; NEEDHAM, P. H. & STEVENSON, J. H. (1973). Self-powered portable insect suction sampler and its use to assess effects of azinphos methyl and endosulfan on blossom beetle populations on oil seed rape. *Annals of Applied Biology* **75**: 229-233.
- BUFFINGTON, M. L. & REDAK, R. A. (1998). A comparison of vacuum sampling versus sweep-netting for arthropod biodiversity measurements in California coastal sage scrub. *Journal of Insect Conservation* **2**: 99-106.
- DIETRICK, E. J.; SCHLINGER, E. I. & GARBER, M. J. (1960). Vacuum cleaner principle applied in sampling insect populations in alfalfa fields by new machine method. *California Agriculture* **14**: 9-11.
- HOLMQUIST, J. G.; JONES, J. R.; SCHMIDT-GENGENBACH, J.; PIEROTTI, L. F. & LOVE, J. P. (2011a). Terrestrial and aquatic macroinvertebrate assemblages as a function of wetland type across a mountain landscape. *Arctic Antarctic and Alpine Research* **43**: 568-584.
- HOLMQUIST, J. G. & SCHMIDT-GENGENBACH, J. (2006). A pilot study and assessment of the efficiency of invertebrates as indicators of meadow change in Sierra Nevada Networks Parks. 2004-2005 *Final Report*. University of California: White Mountain Research Station, Three Rivers, USA.

- HOLMQUIST, J. G.; SCHMIDT-GENGENBACH, J. & HAULTAIN, S. A. (2010). Does long-term grazing by pack stock in subalpine wet meadows result in lasting effects on arthropod assemblages? *Wetlands* **30**: 252-262.
- HOLMQUIST, J. G.; SCHMIDT-GENGENBACH, J. & SLATON, M. R. (2011b). Influence of invasive palms on terrestrial arthropod assemblages in desert spring habitat. *Biological Conservation* **144**: 518-525.
- MACLEOD, A.; WRATTEN, S. D. & HARWOOD, R. W. J. (1994). The efficiency of a new lightweight suction sampler for sampling aphids and their predators in arable land. *Annals of Applied Biology* **124**: 11-17.
- NEW, T. R. (1998). *Invertebrate surveys for conservation*. Oxford University Press, Oxford.
- SOUTHWOOD, T. R. E. & HENDERSON, P. A. (2000). *Ecological Methods*. Wiley-Blackwell, Oxford.

7.4 GLORIA 山峰两栖爬行动物监测

作者: Tracie Seimon¹, Anton Seimon², Stephan Halloy^{3,4} & Mariana Musicante⁴

1 | WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY, New York, USA; 2 | APPALACHIAN STATE UNIVERSITY, North Carolina, USA; 3 | THE NATURE CONSERVANCY, Santiago, Chile; 4 | UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHILECITO, Argentina

在一般情况下, GLORIA 目标区都会分布有几种脊椎动物。可以在 GLORIA 标准监测内容之外, 在这些人迹罕至的地方同时开展对这些动物的监测, 以反映气候变化及长期生态学效应。将脊椎动物纳入到监测之中, 可以为增进对于全球变化影响下的物种生态学及相关过程的理解提供急需的数据。在 GLORIA 目标区, 两栖爬行动物的监测的主要内容是对 GLORIA 山峰邻近范围内两栖动物以及爬行动物物种进行清查, 摸清其多样性、多度以及疾病流行情况 (Seimon et al. 2007), 包括对山峰区线状样带 (line transects) 的调查以及山峰区坡下样带的调查。这里我们主要介绍在秘鲁安第斯山区 Cordillera Vilcanota 目标区建立起来的两栖爬行动物监测的情况, 相关的监测方法应用到了南美其他一些 GLORIA 目标区, 包括玻利维亚的 Sajama 和 Apolobamba、阿根廷的 Famatina。

监测的目的

本监测内容是对其他 GLORIA 研究内容的补充, 因此这里的方法在设计上也配合对于植物、无脊椎动物以及其他脊椎动物的监测工作, 这样可以使不同专业的野外团队能够一起同时开展工作。我们将主要介绍在 GLORIA 山峰区开展的线状样带调查, 更常规性的调查可以在目标区的任意地方 (例如 Seimon et al. 2007)。按照本监测工作的两个主要目标, 本节也分为两个部分进行介绍:

- ◆ 对两栖、爬行动物物种多样性进行评估, 并对种群变化情况进行监测;
- ◆ 对调查点两栖动物的壶状菌 (*Batrachochytrium dendrobatidis*, 简称为 Bd) 感染情况进行评估。

Bd 是一种新近出现的两栖动物传染性疾病的病原, 是两栖动物保护中面临的一项威胁, 在世界许多地方引起许多物种种群数量下降甚至灭绝 (Collins & Crump 2009, Fisher et al. 2012)。上述两个监测内容不一定同时都要开展, 各研究团队可以根据自身技术资源状况选择最合适的监测内容。要了解两栖及爬行动物对环境变化的相应, 需要进行长期的监测, 需要在提供基线数据的同时开展对气候变化背景下疾病影响的监测评估。

准备工作

- ◆ 针对目标区相关物种及环境特征进行文献研究;
- ◆ 联系本地区在两栖爬行动物鉴定及结果解释方法有经验的物种分类学方面的专家;
- ◆ 提前六个月或更多时间获得有关动物采集、进出口方面的许可;
- ◆ 联系本地区分子生物学方面的实验室, 以便在采集到标本后, 可以尽快和节省地对两栖动物病原学方面的检验。

目标 1. 对两栖、爬行动物物种多样性进行评估, 并对种群变化情况进行监测

- ◆ 材料: GPS, pH 试纸、直尺和卷尺, 300-m 场的细绳或者小旗帜、温度计、笔记本、照相机、密封塑料袋、记号笔、捕捉网、弹簧秤、70% 酒精、用于清洁设备和靴子的喷雾瓶。
- ◆ 海拔样带以及目视改为“遭遇”, 要么后文都改为目视遇见性调查调查设计: 本调查内容的主要目的是评估两栖和爬行动物的多样性, 而物种多度、Bd 的传播情况及与无尾类分布范围的关系等为相对次要的内容。
- ◆ 设置样带: 对于两栖和爬行动物调查, 从 GLORIA 山峰区最高顶峰点 (HSP) 一直到往下 300-m 距离 (表面距离而不是垂直距离) 内每 5-m 宽设置一条样带 (图 7.8 与图 7.9)。调查者最高点开始往下沿着固定的方位行走 (见下文), 每隔 15-m 插上一个旗 (也可以用细绳), 标出中心线。终点是在最高点 300-m 之外, 堆上一小堆石头或者用其他类型的方法作为标记, 以便于重复调查时样带的布设。在进行爬行动物调查时, 样带可设置为从最高点向 4 个方位横向交叉, 这样以便于保持与无脊椎动物和植物监测的一致和进行比较。在进行两栖动物监测时, 可从最高点向下, 设置一个穿过两栖动物最适生境 (如水道、水塘、泉眼等) 5m x 300m 样带 (图 7.9)。具体选择哪个方向调查由调查者决定, 相关的数据要仔细地记录好 (比如到最高点的罗盘方位角、距离、GPS 读数、照片等), 以便将来可以重新设置样地。在山峰区特别是在 3m x 3m 样方群区域行走要非常小心, 尽量避免踩踏破坏。
- ◆ 目视遭遇调查: 将样带设置好后, 由 2-3 名调查者从最高点向下进行目视遭遇调查, 即沿用小旗标出的中心线两边各 2.5-m 进行十字型的行走。为发现躲藏起来的动物, 沿路要翻动岩石、

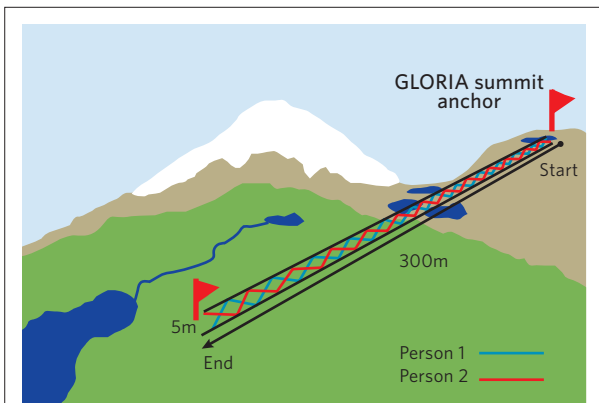


图 7.8 两栖爬行动物监测样带示意图。用于 GLORIA 最高点区域的目视遭遇调查。

拨开草丛，并用捕网（图 7.8 和图 7.9）筛查水塘。注意一定要随后将岩石、草丛等复原（图 7.10）。

◆ 生物安全方面的考虑：两栖动物壶状菌（Bd）是通过真菌的游动孢子进行传播的，并引发壶菌病（chytridiomycosis），这种疾病对于许多两栖动物是致命的。游动孢子传播需要湿润和较低的温度条件，在湿润环境中可存活几个月。因此，传播 Bd 的游动孢子可通过水、湿润的物品等（包括土壤或者科研仪器）进行传播，也可通过感染了该病的两栖动物皮肤传播。在野外，调查者必须高度注意如下两个方面的疾病传播问题：

- ❖ 在种群内部的传播；
- ❖ 在不同地点之间的传播。

这里的“地点”（site）是指在其范围内的两栖动物之间的距离足够近，病原体可以较容易地在个体间进行传播。其范围的大小取决于特定的病原体及当地的物理环境特征。在对河流进行两栖动物调查时，不同的样带被当做是不同的地点，因而需要采取必要的生物安全措施。对于封闭性水体如湖泊、水塘、水库等，每个单独水体就是一个“地点”。为尽量减少疾病传播的风险，“两栖动物种群下降工作团队”（Declining Amphibian Task Force, 见 http://www.fws.gov/ventura/species_information/protocols_guidelines/docs/DAFTA.pdf）提出了如下规则：

- ❖ 两栖动物触碰到的任何东西都具有生物安全风险，应尽可能地减少这种风险；
- ❖ 为减少上述风险，只在必要时才用手来抓取蛙类，并且需要戴上清洁的手套。抓取每个个体时，都要换手套；
- ❖ “一个蛙一个袋”。绝不要将几个蛙放



图 7.9 两栖爬行动物调查样带远端终点。起点是 GLORIA 最高点（HSP）。GPS 从东北方向面向起点，两者距离为 300m，沿线有醒目的绿色尺子标出的小旗。红色的虚线为图中的中心线。



图 7.10 目视遭遇法调查。在翻动岩石、草丛后，需要进行复原

在同一个捕捉带中；

- ❖ 不要重复使用装蛙的袋，除非进行了彻底消毒。注意，如果要进行皮肤抽取液采样进行 Bd 的定量 PCR 检测，蛙袋更不能重复使用，因为 PCR 方法极为敏感，甚至可以检测出单个 Bd 感染的游动孢子，重

复使用蛙带很可能导致错误的阳性结果：

- ❖ 每次采样时，都要对测量用具以及容器进行清洁消毒；
- ❖ 在进行清洁消毒前，要对粘有泥泞的鞋子进行冲洗清洁；
- ❖ 在转移到另一个地点进行调查前，要对设备、用具进行测定消毒；
- ❖ 使用稀释后的消毒液、次氯酸钠（4%）或者乙醇（70%）对设备、鞋子和衣服等进行消毒。

◆ 数据采集：在进行野外调查时，记录下每次遇见的 GPS 定位数据、海拔、水温、气温、pH 以及天气情况。对该动物个体及其生境进行拍照，测量其鼻-腹长度（snout-ventral length），用数字秤或弹簧秤记录其体重。注意也要记录下动物的总体健康情况（即该个体是否活跃、跳/跑是否正常，或者在触碰该动物时表现毫无生气，不能跑或者跳等）。如果野外团队中有该领域专家可以比较确定地进行鉴定，则在鉴定、记录完毕后将动物放归野外。如果不能鉴定，就拍摄高分辨率的近拍照片，或者采集凭证标本送交专家进行鉴定。

目标 2. 对调查点两栖动物的壶状菌（*Batrachochytrium dendrobatidis*，简称为 Bd）感染情况进行评估

◆ 材料准备：GPS、笔记本、照相机、橡胶手套、大和小的塑料自封袋（如 ziploc 牌自封袋）、剪刀、防水记号笔、捕网、用于消毒前清洁靴子用的刷子、70% 乙醇、用于设备、鞋子等清洁消毒用的喷雾瓶、消毒棉签（如 Advantage Bundling/Medical Wire Company 生产的 Rayon swabs cat# MW113）。不要采用羊毛或者金属制作的棉签。

◆ 用纱布进行 Bd 分析采样的步骤：本方法使野外生物学家在采集两栖动物 Bd 样品时进行非破坏性采样（Brem et al. 2007）。

- ❖ 在用纱布进行采样前，对试管进行编号（一只动物编一个号），标签上还应注明 GPS 坐标、地名、物种名、大致年龄及采集时间；
- ❖ 用手轻轻地抓住动物。如果是用捕网，Bd 游动孢子可能沾染在网上，这样会导致动物的交叉感染，检验结果会出现假阳性。因此，要尽可能地换用新的网，或者尽可能多的对网进行消毒（目前对这一

问题还没有一个完美的解决办法）；

- ❖ 用纱布轻轻擦拭动物的后脚、大腿、腹部、前脚，对每个部位擦拭 4 到 5 次。这样足以从皮肤采取少许组织。采样擦拭时可以加一点力量，但一定要轻柔；
- ❖ 将纱布放回到试管中，盖好盖子；
- ❖ 如果对多只蛙进行采样，必须每次都更换手套，并重复上述步骤。在取下手套后，为避免污染，最好将其翻转过来。为减少污染的风险，最好是一个人来进行纱布擦拭采样，由另外一个人来抓取动物；
- ❖ 在送回实验室进行检验之前，将样品保存在室温干燥环境中。如果环境比较潮湿，最好将试管放到有干燥剂的封口的盒子中。要避免几段高温，避免直接日照。可在 -20°C 冰箱中对样品进行长期保存。将样品送到可进行壶状菌检验的实验室进行检验。在实验室内，提取纱布上的 DNA，然后用定量 PCR 仪进行检测（Boyle et al. 2004）。

参考文献（本手册 7.4）

- BOYLE, D. G.; BOYLE, D. B.; OLSEN, V.; MORGAN, J. A. T. & HYATT, A. D. (2004). Rapid quantitative detection of chytridiomycosis (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in amphibian samples using real-time Taqman PCR assay. *Diseases of Aquatic Organisms* **60**: 141-148.
- BREM, F.; MENDELSON III, J. R. & LIPS, K. R. (2007). Field-sampling protocol for *Batrachochytrium dendrobatidis* from living amphibians, using alcohol preserved swabs. Electronic document accessible at <http://www.amphibians.org>. Conservation International, Arlington, Virginia, USA.
- COLLINS, J. P. & CRUMP, M. L. (2009). *Extinction in our times: global amphibian decline*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- FISHER, M. C.; HENK, D. A.; BRIGGS, C. J.; BROWNSTEIN, J. S.; MADOFF, L. C.; MCCRAW, S. L. & GURR, S. J. (2012). Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. *Nature* **484**: 186-194.
- SEIMON, T. A.; SEIMON, A.; DASZAK, P.; HALLOY, S. R. P.; SCHLOEGEL, L. M.; AGUILAR, C. A.; SOWELL, P.; HYATT, A. D.; KONECKY, B. & SIMMONS, J. E. (2007). Upward range extension of Andean anurans and chytridiomycosis to extreme elevations in response to tropical deglaciation. *Global Change Biology* **13**: 288-299.

7.5 GLORIA 研究点土壤变异性监测

作者: Juan J. Jiménez¹ & Luis Villar¹

¹ | INSTITUTO PIRENAICO DE ECOLOGÍA, IPE-CSIC, Jaca, Spain

土壤特征受气候、母质、地形、植被、土壤生物（包括细菌和无脊椎动物）以及时间跨度等多方面因素的影响。土壤持续地发生着变化，而从不同深度采集到土壤样品，反映了土壤的年龄以及土壤物质的分化。

监测目标与内容

本监测的目的，是为全球变化背景下土壤生态学过程的长期监测和评估提供有关土壤碳氮动态等关键生态过程的基础性土壤参数。

土壤采样

作为一个普遍规则，采样应该在生长季中期进行。GLORIA 目标区的每个山峰以及每个基本方位的扇区都要进行采样。采样要在山峰区扇区下限之外进行，需要采集的土壤样品有两类：

第一类土样

在 10-m 扇区下面的每个方位上采集一份土样，这样在每个山峰研究点采集有4份土样（即每个目标区有 16 份土样）（图 7.11）。采样时，要尽可能地减少采样过程造成的对生境的干扰。

每个土样大小为 5cm x 5cm，向下采集 20-cm 深，这样采集的土样鲜重大约是 500-g。将土样按采集深度分为两份，0-10-cm 为一份，10-20-cm 为一份。如果土层很薄，可以减小深度分级，如分为 0-5-cm 和 5-10-cm 各一份，或者 0-2.5-cm 和 2.5-5-cm 各一份等。将上

层土样和下层土样分别装入做好标签的塑料袋中，送回市内进行分析。

在室内将新鲜土样轻轻掰碎，风干数天，过筛（≤ 2-mm）。

建议对第一类土样作如下分析：

- ◆ 土壤 pH 值（土壤用 H_2O 和 $CaCl_2$ 进行稀释）
- ◆ 土壤颗粒分级：砂、粉及粘粒百分比
- ◆ 土壤质地
- ◆ 总 C
- ◆ N 及 P 含量

C:N 和 N:P 比是生态系统功能的重要指标（Wardle et al. 2004），对土壤样品进行物理分级，可以将土壤矿物学特征和土壤有机碳相互关系中的因素区分出来，因为两者的组分、结构和功能都有所不同（Christensen 2001）。该方法还可以将结合在土壤团聚体中的有机质释放出来。迄今，有关高山环境中土壤有机碳含量颗粒大小分级之间、固定在矿质部分的碳年龄等关系的数据还非常欠缺。不同粒径土壤的碳、氮含量用干式燃烧法进行测定。

元素测量：土样经过酸解后，用诱导式耦合等离子元素分析仪（ICP-AES）对 Ca, Mg, Na, K, 和 P 进行测定。

第二类土样（4 个子样）

在 10-m 扇区线之外，按每个方位采取4份子样（分别为 B1, B2, B3, B4，每个子样鲜重大约为 60-g，深度为 0-10-cm）（见图 7.11；每个山峰采集的子样有 16 份，每个目标区有 64 份）。每个子样都必须分别保存在塑

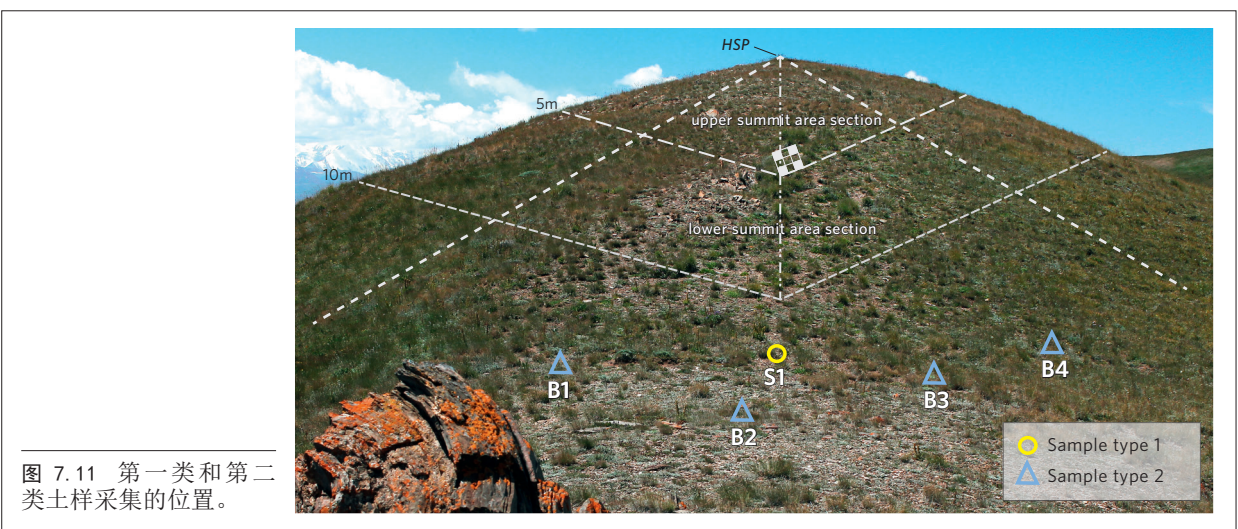


图 7.11 第一类和第二类土样采集的位置。

料袋中，并储存到便携式冰盒中。带回市内后，存储于 4°C 条件下以停止土壤矿化过程。这些土壤样品将用于土壤培养以及分析其土壤游离氮含量，包括铵态氮、硝态氮，这是植物直接可以利用的形态。

每份土壤子样都要进行含量测定，做三次重复，则 4 个子样需要做 12 次测定，步骤如下：取 4-g 新鲜土样，加 40-ml 1M KCL 溶液，机械摇匀，提取矿化 N；将悬浮液进行过滤，过滤液可保存在 -15°C 下，或者直接用标准比色法来测定其 这个地方是直接去掉“和” 就成，还是有特指什么含量，比如氮 含量。在进行土壤培养试验时，将土样保持在恒温的黑暗湿润条件下，在第一天和第 21 天测定其 含量，以估算土壤硝化速度。只需要少量的土壤提取物就可以进行该分析。

建议开展的其他化验分析：

- ◆ 土壤有机碳稳定性：用于分析土壤有机碳稳定性的方法不适用于木炭或黑碳（black carbon）测定。为从土壤中分离出其有机质以木炭/黑碳为主的稳定组分，需要用过硫酸钠进行氧化反应。在进行样品风干处理时，需要先将样品中的植物根去掉。
- ◆ 在测定培养箱中土壤在不同温度下的 CO₂ 通量，包括用标准的微型温度器记录下的冬季和夏季平均温度下的通量。由于在野外条件下，难以保证一些仪器设备和工具正常工作，该项测定建议在市内培养箱条件下进行。
- ◆ 对新鲜土样用熏蒸提取-比色法进行土壤微生物生物量（不稳定 C）测定（Coleman et al. 2004）。
- ◆ 微生物群落分析。主要采用如下两种方法：
 - ❖ 确定群落水平生理谱以测定微生物群落对 C 基质的利用谱。
 - ❖ 用磷脂酶分析（PLFA）法基于微生物细胞膜脂脂肪酸特征来区分细菌和真菌，然后通过 PLFA 特异性分析，计算出细菌/真菌比（Frostegård & Bååth 1996）。

◆ 无脊椎动物生源结构分析。该研究尽管比较困难，但仍建议开展无脊椎动物生源结构（biogenic structures, BS）分析，包括蚯蚓、蚂蚁等。所用的土样也是用第二类土样，我们建议采用近红外光谱分析（Near Infrared Spectroscopy, NIRS）（Joffre et al. 2001）来分析有机质的分子组分，并评估生源结构和非根际土（bulk soil），以明确土壤动物活动对土壤N和C动态的影响（Hedde et al. 2005）。

参考文献（本手册 7.5）

- CHRISTENSEN, B. T. (2001). Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *European Journal of Soil Science* **52**: 345-353.
- COLEMAN, D. C.; JR., C. & D.A., H., P.F. (2004). *Fundamentals of soil ecology*. Elsevier Academic Press, San Diego.
- FROSTEGÅRD, A. & BÅÅTH, E. (1996). The use of phospholipid fatty acid analysis to estimate bacterial and fungal biomass in soil. *Biology and Fertility of Soils* **22**: 59-65.
- HEDDE, M.; LAVELLE, P.; JOFFRE, R.; JIMÉNEZ, J. & DECAËNS, T. (2005). Specific functional signature in soil macro-invertebrate biostructures. *Functional Ecology* **19**: 785-793.
- JOFFRE, R.; AGREN, G. I.; GILLON, D. & BOSATTA, E. (2001). Organic matter quality in ecological studies: theory meets experiment. *Oikos* **93**: 451-458.
- MUÑIZ, S.; LACARTA, J.; PATA, M. P.; JIMÉNEZ, J. J. & NAVARRO, E. (2014). Analysis of the diversity of substrate utilisation of soil bacteria exposed to Cd and earthworm engineering activity using generalised additive models. *Plos One* **9**: doi:10.1371/journal.pone.0085057.
- WARDLE, D. A.; WALKER, L. R. & BARDGETT, R. D. (2004). Ecosystem properties and forest decline in contrasting long-term chronosequences. *Science* **305**: 509-513.

7.6 GLORIA 区域社会经济与文化调查

作者: Karina Yager¹, Dirk Hoffmann² & Stephan Halloy³

1 | NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER, Biospheric Sciences Laboratory, Maryland, USA; **2** | BOLIVIAN MOUNTAIN INSTITUTE, La Paz, Bolivia; **3** | THE NATURE CONSERVANCY, Santiago, Chile

引言

按照 GLORIA 标准研究方法, 所选择的目标区和研究点都是在人类影响尽可能少的地方。然而, 在许多地区, 要选择到这样理想的地点很困难甚至是不可能的。例如, 在安第斯山区的许多研究点, 尽管地处偏远, 但仍然难以避免人类活动的影响, 包括游牧和旅游等, 对目标区的植被以及土地覆盖仍然在产生着影响。在安第斯地区, 即使在看似孤立的山峰, 也数千年来人类活动与当地气候水文系统以及多种物理和生物地理因素相互作用的结果 (Thomas & Winterhalder 1976, Browman 1989, Baied & Wheeler 1993, Gade 1999, Denevan 2001)。由于认识到很难在安第斯地区找到真正“原始”的自然景观 (Denevan 1992), 南美的多个 GLORIA 工作团队都在努力将社会经济以及文化方法的研究纳入到研究点的设置和监测工作中。

需要认识到, 这里的所谓自然景观, 实际上也是文化的产物, 是人类不断地与自然系统相互作用的结果 (Sauer 1929, Crumley et al. 1994)。尽管在世界各地的 GLORIA 目标区, 人类活动的强度以及需要考虑的社会经济因素存在很大的差异, 但在南美地区, 在 GLORIA 目标区样地设置中, 都普遍会遇到多种人类活动影响的问题。这里主要提出所涉及到的社会经济与文化方面问题基线调查及监测方法。

从 GLORIA 所涉及的问题来看, 我们的考虑主要有如下两个方面:

可以将 GLORIA 标准山峰研究点作为研究的参照点。无论是开展自然或者是生物学方面的研究, 如果涉及到环境变化及效应问题, 气象数据都是非常重要的。

- ◆ 人类活动的效应普遍存在。如果我们不承认、不记录下人类活动的效应, 这些效应就只是被当做是随机波动中的“噪音”。将人类活动效应纳入到研究和监测中, 有助于认识其趋势, 并对趋势进行评估。并且, 对人类活动效应的分析, 也有助于辨析气候以及其他因素的效应。

目的与内容

这部分工作的主要目的是认识、记录并监测 GLORIA 研究点人类活动。这项工作需要跨学科团队, 需要对现在和未来对植被产生影响的社会经济和文化因素进行调查和分析。

将人类活动纳入研究内容, 也可以使 GLORIA 具有更为广泛和多个尺度的意义, 提升其科研价值, 并吸取周边人群和决策者的关注。

记录人类活动的指南

在选择 GLORIA 目前区时, 需要对影响掉研究点特征的人类活动方式及强度进行记录。本指南主要考虑如下几个方面的问题:

- ◆ 人类活动方式;
- ◆ 时间与空间特征;
- ◆ 其他需要记载的内容;
- ◆ 建立当地的合作关系。

◆ 人类活动方式

表 7.2 总结了我们在秘鲁 Vilcanota 以及玻利维亚的 Sajama, Tuni 以及 Apolobamba 地区开展 GLORIA 工作说发现的对研究点特征可能产生影响的人类活动方式。这些人类活动方式普遍存在于安第斯山区, 有些进行过较为详细的研究 (Halloy et al. 2010)。虽然每个目标区的情况有所不同, 但人类活动却是无法避免的普遍情况, 应该加以考虑。

表 7.2 对 GLORIA 研究点特征可以产生影响、需要进行记录的人类活动方式

A 土地利用
◆ 游牧
◆ 农业
◆ 开矿
◆ 旅游
◆ 狩猎
◆ 药用植物采集及其他传统利用植物采集
◆ 仪式或圣境
◆ 烧除/用火
B 土地权属/管理
◆ 土地私有、共有、国有及相关制度
◆ 有关土地使用、保护与管理的正式和非正式制度安排

对某些人类活动方式, 可能需要进行更为深入的调查, 才能针对该方式对目标区和研究点的效应进行适当的评估。例如, 放牧在安第斯山区非常普遍, 但不仅有家畜, 而且还有也有野生草食动物都对植物物种丰富度、盖度产生了影响 (Yager et al. 2008a, Patty et al. 2010)。在建立 GLORIA 研究点和在进行调查时, 要记录下牲畜和草地动物及其粪便的出现情况, 也要记录下

植被被啃食的情况。如果动物干扰的证据很明显，就可以需要对来到此处动物的数量等情况进行更加深入的调查，也需要对当地放牧管理如轮牧等情况进行了解。传统的牧场管理常常涉及到有意或者无意的草地火烧，这些活动必然会对当地的植被演替产生影响。在调查时，可对当地人进行访谈和进行野外监测（包括用照相机进行无人监测以及现场调查）。

在安第斯地区，旅游、植物采集以及宗教仪式也非常普遍。在一年的不同季节，人类踩踏情况也非常不同。有些活动不经常发生或只在特定季节发生，有些活动则是循着特定的线路或者廊道进行，如沿道路、廊道取摄影、徒步登山以及探险等，而另一些活动如采药和进行宗教仪式等，则在特定的时间有规律地进行。下面的几张照片所示为玻利维亚 Sajama 国家公园 GLORIA 目标区一些常见的人类活动（图 7.12）。

◆ 人类活动的时间与空间特征

认识人类活动及效应的时间和空间特征十分重要。在研究点进行观测记录时，尤其需要记录下过去、现在以及将来的人类活动特征。即使人类活动证据现在不十分明显，也不能保证未来这个地方不会受到社会发展的影响。对于不了解当地情况的调查者，要识别出过去人类活动的效应并不总是容易的。例如，当地历史上开矿和修建铁路时，曾经打规模地挖取小鹰芹（*Azorella compacta*）和一种乔木 *Polylepis tarapacana* 作为燃料，现在基本上找不到这两种植物了，但过去则是当地高山植被中的重要组分。

从阿尔卑斯山到安第斯山脉，高山常常被认为人迹罕至，其植被受人为影响最小，因而是研究自然系统的“天然实验室”（Barry 1994, Grabherr et al. 2000, Körner 2003）。然而，人们也逐步认识到，人类千百年来活动一直都对高山生态系统产生着影响（Ellenberg 1979, Netting 1981, 1990, Gade 1999），同时最近几十年来，气候变化的效应也日益显著（Grabherr et al. 1994,

Erschbamer et al. 2006, Gottfried et al. 2012, Pauli et al. 2012）。将来，人类活动和气候变化也将对高山生态系统产生更大的影响（Beniston 1994, Vuille et al. 2008, Seimon et al. 2009）。在安第斯山区，即使是在“保护地”中，也居住着许多当地社区，仍然在利用当地自然资源，包括植物资源。因此，在研究气候变化效应的同时，必须要将人类活动的时空特征考虑进来。

气候变化和社会变迁（如人口增长、不同人对土地与资源的竞争等）可能对人口以及动物在这一地区的迁移产生进一步的影响。气候及社会的变化也可能导致特定生态层次上的过度拥挤或者毫无生气，导致人口和动物向高海拔地带迁移。因此，有必要对特定目标区不同水平上的生产以及人口进行调查。例如在玻利维亚的 Sajama 目标区，我们对当地的农业生产带进行了调查记录，包括不同海拔段位上的产量以及主要牲畜种类等（Yager 2009, Beck et al. 2010a）。在 Vilcanota 目标区进行的跨学科调查对物种迁移及相关人文因素都进行了记录（Halloy et al. 2006, Seimon et al. 2007, Seimon et al. 2009）。这些资料，可为识别将来人类活动和气候引起的变化以及两者的协同效应，提供重要的参考。

◆ 额外记录事项

对其他的一些特征，比如居住点、步行道或道路、集体或私人基础设施（如运河、水坝、建筑、商业设施等）的位置在地图上进行标绘，将有助于进一步调查并为将来调查提供比较。在进行选点调查以及评估人类活动影响时，常常用到卫星影像和航片。有时我们也直接与当地社区一起来绘图（Yager 2009, Meneses et al. 2010）。通过这样的方法，可以更为容易地识别出土地覆盖的变化以及对 GLORIA 研究点的威胁。其他的一些资料，如区域发展规划、保护地管理计划以及定期进行的关键信息人访谈等，也都可以为 GLORIA 目标区社会经济与文化特征分析提供定量的信息。



图 7.12 玻利维亚 Sajama 国家公园 GLORIA 目标区一些常见的人类活动（左：火烧；中：步行道；右：文化遗迹）



图 7.13 与当地村民一起讨论有关气候变化的问题，地点是玻利维亚的 Sajama。

◆ 构建当地合作伙伴关系

在南美地区，与 GLORIA 目标区当地社区建立个人之见的伙伴关系是野外工作中的一项重要内容。这不仅有利于当地社区环境保护意识的提高、促进 GLORIA 目标的实现，而且使当地人参与到选点和植物鉴定等工作中。为此，我们举办了一系列的研讨会、开展了多次访谈，与当地社区一起开展野外实践活动（图 7.13），其目的是与当地社区建立起互利共赢关系，与他们一起分享并尊重他们的目标、愿景、经验和教训。这样，外来的科学家和当地社区就可以建立起使项目成功实施并分享其成果的合作共赢关系。

在 Sajama, Apolobamba 目标区，我们开展了许多与当地社区有关的工作，并取得了成绩（Ulloa & Yager 2007, Yager et al. 2008b, Beck et al. 2010b, Hoffmann & Yager 2010, Meneses et al. 2010）。公园管理人员和当地社区都积极协助参与了研究点的设置工作，大家一起分享了从科学和经验的角来识别气候变化效应的经验。在安第斯山区，许多当地社会仍然从事传统的生计活动，放牧仍然是其经济支柱，高山植被的状况对其有重要的影响。因此，这些社区可以从参与 GLORIA 研究以及相关讨论中直接受益，并有助于科学家对气候变化对植被和群众生计的效应有更加全面的认识。对于人类活动比较多的目标区，建立起跨学科的研究队伍、建立起与当地社区的合作关系，对于全面认识气候变化效应是十分必要的，这也有助开展长期的监测工作。

参考文献（本手册 7.6）

BAIED, C. A. & WHEELER, J. C. (1993). Evolution of high Andean Puna ecosystems: Environment, climate, and culture change over the last 12,000 years in the Central Andes. *Mountain Research and Development* **13**: 145-156.

BARRY, R. G. (1994). Past and potential future changes in mountain environments: a review. In: Beniston, M., ed.

Mountain Environments in Changing Climates, pp. 3-33.

Routledge, London.

BECK, S.; DOMIC, A. I.; GARCÍA, C.; MENESES, R. I.; YAGER, K. & HALLOY, S. (2010a). *El Parque Nacional Sajama y sus plantas*. Fundación PUMA & Conservación Internacional, La Paz, Bolivia.

BECK, S.; YAGER, K.; MENESES, R. I.; HALLOY, S.; DOMIC, A. I. & GARCIA, C. (2010b). GLORIA sites in the high Andes of Bolivia: A multi-disciplinary assessment. *6th International GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) Meeting*, Perth, Scotland.

BENISTON, M. (1994). *Mountain environments in changing climates*. Routledge, London.

BROWMAN, D. L. (1989). Origins and development of Andean pastoralism: an overview of the the past 6000 years. In: Clutton-Brock, J., ed. *The Walking Larder: Patterns of domestication, pastoralism, and predation*, pp. 257-268. Unwin Hyman, London, UK.

CRUMLEY, C. L.; GUNN, J. D.; HASSAN, F. A.; INGERSON, A. E.; MARQUARDT, W. H.; MCGOVERN, T. H.; PATTERSON, T. C.; SCHMIDT, P. R. & WINTERHALDER, B. P. (1994). *Historical ecology: Cultural knowledge and changing landscapes*. School of American Research Press, Santa Fe, USA.

DENEVAN, W. M. (1992). The pristine myth - the landscape of the America in 1492. *Annals of the Association of American Geographers* **82**: 369-385.

DENEVAN, W. M. (2001). *Cultivated landscapes of native Amazonia and the Andes*. Oxford University Press, Oxford, UK.

ELLENBERG, H. (1979). Man's influence on tropical mountain ecosystems in South America. *Journal of Ecology* **67**: 401-416.

ERSCHBAMER, B.; MALLAUN, M. & UNTERLUGGAUER, P. (2006). Plant diversity along altitudinal gradients in the Southern and Central Alps of South Tyrol and Trentino (Italy). *Gredleriana* **6**: 47-68.

- GADE, D. W. (1999). *Nature and culture in the Andes*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- GOTTFRIED, M.; PAULI, H.; FUTSCHIK, A.; AKHALKATSI, M.; BARANCOK, P.; BENITO ALONSO, J. L.; COLDEA, G.; DICK, J.; ERSCHBAMER, B.; FERNÁNDEZ CALZADO, M. R.; KAZAKIS, G.; KRAJCI, J.; LARSSON, P.; MALLAUN, M.; MICHELSEN, O.; MOISEEV, D.; MOISEEV, P.; MOLAU, U.; MERZOUKI, A.; NAGY, L.; NAKHUTSRISHVILI, G.; PEDERSEN, B.; PELINO, G.; PUSCAS, M.; ROSSI, G.; STANISCI, A.; THEURILLAT, J.-P.; TOMASELLI, M.; VILLAR, L.; VITTOZ, P.; VOGIATZAKIS, I. & GRABHERR, G. (2012). Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change* **2**: 111-115.
- GRABHERR, G.; GOTTFRIED, M. & PAULI, H. (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature* **369**: 448-448.
- GRABHERR, G.; GOTTFRIED, M. & PAULI, H. (2000). GLORIA: A Global Observation Research Initiative in Alpine Environments. *Mountain Research and Development* **20**: 190-191.
- HALLOY, S.; SEIMON, A. & YAGER, K. (2006). Multidimensional (climate, biodiversity, socioeconomic, agriculture) context of changes in land use in the Vilcanota watershed, Peru. In: Spehn, E. M.; Liberman, M. & Körner, C., eds. *Land Use Change and Mountain Biodiversity*, pp. 323-337. CRC Press, Fort Lauderdale, USA.
- HALLOY, S.; YAGER, K.; GARCÍA, C.; BECK, S.; CARILLA, J.; TUPAYACHI, A.; JÁCOME, J.; MENESES, R. I.; FARFÁN, J.; SEIMON, A.; SEIMON, T.; RODRIGUEZ, P.; CUELLO, S. & GRAU, A. (2010). South America: Climate monitoring and adaptation integrated across regions and disciplines. In: Settele, J.; Penev, L. D.; Georgiev, T. A.; Grabaum, R.; Grobelenik, V.; Hammen, V.; Klotz, S.; Kotarac, M. & Kuehn, I., eds. *Atlas of biodiversity risk*, pp. 90-95. Pensoft Publishers, Sofia.
- HOFFMANN, D. & YAGER, K. (2010). Identification and incorporation of socio-economic and cultural aspects of site implementation and monitoring. *6th International GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) Meeting*, Perth, Scotland.
- KÖRNER, C. (2003). *Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems*. Springer, Berlin.
- MENESES, R. I.; YAGER, K.; CANQUI, F. & BECK, S. (2010). Pastoralism of the high puna of Bolivia: local perceptions of climate change and the challenged of maintain tradition. *Global Change and the World's Mountains Conference*, Perth, Scotland.
- NETTING, R. M. (1981). *Balancing on an Alp: Ecological change & continuity in a Swiss mountain community*. Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, New York and Melbourne.
- NETTING, R. M. (1990). Links and boundaries: Reconsidering the alpine village as ecosystem. In: Moran, E. F., ed. *The ecosystem approach*, pp. 229-245. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- PATTY, L.; HALLOY, S. R. P.; HILTBRUNNER, E. & KÖRNER, C. (2010). Biomass allocation in herbaceous plants under grazing impact in the high semi-arid Andes. *Flora (Jena)* **205**: 695-703.
- PAULI, H.; GOTTFRIED, M.; DULLINGER, S.; ABDALADZE, O.; AKHALKATSI, M.; BENITO ALONSO, J. L.; COLDEA, G.; DICK, J.; ERSCHBAMER, B.; FERNÁNDEZ CALZADO, R.; GHOSH, D.; HOLTEN, J. I.; KANKA, R.; KAZAKIS, G.; KOLLÁR, J.; LARSSON, P.; MOISEEV, P.; MOISEEV, D.; MOLAU, U.; MOLERO MESA, J.; NAGY, L.; PELINO, G.; PUŞÇAŞ, M.; ROSSI, G.; STANISCI, A.; SYVERHUSET, A. O.; THEURILLAT, J.-P.; TOMASELLI, M.; UNTERLUGGAUER, P.; VILLAR, L.; VITTOZ, P. & GRABHERR, G. (2012). Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. *Science* **336**: 353-355.
- SAUER, C. (1929). The morphology of landscape. *University of California Publications in Geography II (1919-1929)* **2**: 19-53.
- SEIMON, A.; YAGER, K.; SEIMON, T.; SCHMIDT, S.; GRAU, A.; BECK, S.; GARCÍA, C.; TUPAYACHI, A.; SOWELL, P.; TOUVAL, J. & HALLOY, S. (2009). Changes in biodiversity patterns in the high Andes - understanding the consequences and seeking adaption to global change. *Mountain Forum Bulletin* **4**: 25-27.
- SEIMON, T. A.; SEIMON, A.; DASZAK, P.; HALLOY, S. R. P.; SCHLOEGEL, L. M.; AGUILAR, C. A.; SOWELL, P.; HYATT, A. D.; KONECKY, B. & SIMMONS, J. E. (2007). Upward range extension of Andean anurans and chytridiomycosis to extreme elevations in response to tropical deglaciation. *Global Change Biology* **13**: 288-299.
- THOMAS, R. B. & WINTERHALDER, B. P. (1976). Physical and biotic environment of southern highland Peru. In: Baker, P. T. & Little, M. A., eds. *Man in the Andes: A multidisciplinary study of high-altitude Quechua*, pp. 21-59. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroudsburg.
- ULLOA, D. & YAGER, K. (2007). Memorias del taller: "Cambio climático: percepción local y adaptaciones en el Parque Nacional Sajama". p. 42. Comunidad de Sajama, Lagunas, Caripe, Manasaya y Papelpampa, Sajama.
- VUILLE, M.; FRANCOU, B.; WAGNON, P.; JUEN, I.; KASER, G.; MARK, B. G. & BRADLEY, R. S. (2008). Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. *Earth-Science Reviews* **89**: 79-96.

YAGER, K.; RESNIKOWSKI, H. & HALLOY, S. (2008a). Grazing and climatic variability in Sajama National Park, Bolivia. *Pirineos* **163**: 97-109.

YAGER, K.; ULLOA, D. & HALLOY, S. (2008b). Conducting an interdisciplinary workshop on climate change: facilitating awareness and adaptation in Sajama National Park, Bolivia.

In: Mannke, F. & Filho, W. L., eds. *Interdisciplinary aspects of climate change*, pp. 327-342. University of Applied Sciences, Hamburg, Germany.

YAGER, K. A. (2009). *A herder's landscape: Deglaciation, desiccation and managing green pastures in the Andean puna*. Yale University, New Haven.

7.7 将民族植物学纳入 GLORIA 调查中

作者: Jan Salick¹

¹ | MISSOURI BOTANICAL GARDEN, Saint Louis, Missouri, USA

在世界上许多地方，特别是在原住民居住的欠发达地区，高山植被与当地群众的生计和所需要的生态系统服务密切相关（案例请参见 Salick & Byg 2007, Salick 2012）。即使在欧洲的阿尔卑斯山地区，也发现有许多物种具有重要民族植物学价值（Grabherr 2009, Lamprecht 2012）。在开展 GLORIA 调查并收集气候变化数据的同时，对高山植物的用途、当地人对这些植物、当地人如何适应或者减缓气候变化的影响等进行调查记录，也是非常有价值的。这有利于回答如下一些问题：为什么说 GLORIA 对于当地人非常重要的呢？为什么人们需要关注高山植物分布和种群在气候变化下的变化？这些变化如何影响当地人的生活 and 生计？当地人如何适应这些变化？当地人有哪些传统的减缓气候变化效应的策略（也许是无意的）？应该提供给他们什么样的支持？对于这些问题，可以直接地在 GLORIA 框架下进行探讨，也可以用额外的时间与居住在高山地区的人们一起进行非常有意义和帮助的探讨。

最直接的方法就是将 GLORIA 调查中编制的物种清单中的所有物种的用途都列出来。可以通过采访当地传统草医来获取植物的用途信息（图 7.14），也可以采访当地居民或者查询当地的相关文献。这些用途信息最好记录在统一格式的表格中，这样以便于就高山植物对世界上不同地区人们的重要性进行分析比较。

并不是说必须要用完全一样的数据库格式，但要使这些数据能够相互比较。密苏里植物园（The Missouri

Botanical Garden）在民族植物学数据库的基础上，建立了一套相对较为简单的数据库作为样本。当然其他研究机构也可以建立自己的数据库（Cook 1995）。在密苏里植物园，民族植物学数据库是植入到标本馆总的数据库（TROPICOS, www.tropicos.org）中的，对于每份凭证标本，应包含的基础信息和民族植物学信息有：

- ◆ 学名
- ◆ 采集者与采集号
- ◆ 日期
- ◆ 当地专家的姓名、年龄
- ◆ 语言（参考 www.ethnologue.com/）
- ◆ 民族
- ◆ 国家及代号（参考 http://www.iso.org/iso/country_codes.htm）
- ◆ 位置
- ◆ 地理坐标
- ◆ 用途，见表 7.3
- ◆ 有用部位
- ◆ 当地名
- ◆ 加工炮制方法
- ◆ 其他民族植物学信息
- ◆ 图像
- ◆ 许可
- ◆ 备注

针对上面第 12 点“用途”，密苏里植物园的民族植物学数据库中列出了用途大类和次级用途分类（表 7.3）。其中的每种用途都与特定的植物部位关联，例如叶、茎、花、种子、果实、树皮、木材、根、块茎、全株、地上部分等。此外，植物器官的加工处理与用途信息可以添加到每个用途之中。这些数据可以用于比较世界上不同地方高山植物区系对当地人的重要性及其生态服务功能。

如果野外工作时有足够的时间和兴趣，可以向当地社区的参与者调查有关气候变化对当地人影响等问题，包括对当地人生计以及对高山生态系统服务功能的影响等。例如，我们曾经在 GLORIA 区从不同的侧面就当地人如何响应气候变化的问题进行了较为广泛的访谈（访谈的方法参见 Kutsche 1998），采用了 GIS（Clarke 2003, Bolstad 2005, DeMers 2005, Longley et al. 2005, Chang 2006）以及参与式的调查方法（Chambers 1994a, b），包括：

- ◆ 传统人群与气候变化的关系（Salick & Byg 2007, Salick & Ross 2009）
- ◆ 藏族对气候变化的认识（Byg & Salick 2009, Salick et al. 2012）



图 7.14 民族植物学访谈。Suresh Ghimire 博士（尼泊尔，左）和 Sangay Dema（不丹，右）正对 Jigma（当地草医，中）在不丹传统医药研究所进行访谈。摄影：Ben Staver

表 7.3 密苏里植物园民族植物学数据库采样的“用途”分类 (www.tropicos.org)

A Food - human	◆ Infections, parasites, fungi	G Cultural Uses
◆ Beverages	◆ Inflammation and pain	◆ Handicrafts (non-fiber)
◆ Condiments, herbs, spices	◆ Poisons and antidotes	◆ Recreation, games, sports, toys
◆ Fruits and vegetables	◆ Zoopharmacognosy	◆ Religion
◆ Legumes and pulses	◆ "Humors"	◆ Accessories, cosmetics, jewelry
◆ Grains and rice	◆ Belief systems	◆ Musical instruments, art
◆ Root and tuber carbohydrates	◆ General, non-specific symptoms	◆ Psychoactive drugs
◆ Nuts	◆ Other/NA	◆ Other/NA
◆ Additives		
◆ Other/NA	D Chemicals	H Constructions/Structural materials
	◆ Latex, rubber	◆ Timber
B Food - animal	◆ Resins, non-edible gums	◆ Furniture
◆ Fodder, forage, graze, silage	◆ Oils (non-edible), waxes, soaps	◆ Building materials
◆ Browse	◆ Dyes, paints, colors	◆ Tools, utensils
◆ Invertebrate food	◆ Tannins, flavonoids	◆ Transportation
◆ Fruits	◆ Aromatics	◆ Other/NA
◆ Other/NA	◆ Solvents	
	◆ Adhesives	I Environmental
C Medicines - human & veterinary	◆ Other/NA	◆ Barriers, boundaries
◆ Blood and circulatory system		◆ Erosion control
◆ Dental	E Fuels	◆ Fertilizers, soil improvement
◆ Digestive system	◆ Firewood, charcoal	◆ Ornamentals
◆ Endocrine system (hormones)	◆ Oils, alcohols, resins, waxes	◆ Pollution control
◆ Female and male reproductive systems	◆ Other/NA	◆ Pest control
◆ Urinary system		◆ Other/NA
◆ Immune system	F Fibers	
◆ Metabolic system, fevers, nutrition	◆ Cloth, clothing, apparel, thread	J Other
◆ Muscular-skeletal systems	◆ Paper	◆ Research
◆ Nervous system and mental health	◆ Baskets, fiber, containers, fiber household goods, fiber handicrafts	◆ Genetic resources
◆ Respiratory system		
◆ Sensory systems	◆ Rope, string, netting	K Notes: detail on use(s)
◆ Skin and related tissue	◆ Other/NA	

- ◆ 传统农牧土地利用与变迁 (Salick et al. 2005, Salick & Moseley 2012)
- ◆ 藏区圣境及对高山生物多样性的保护 (Anderson et al. 2005, Salick et al. 2007)
- ◆ 藏医及村民在高山草甸采集的药用植物 (Salick et al. 2004, Law & Salick 2005, Salick et al. 2006, Law & Salick 2007, Salick et al. 2009, Byg et al. 2010, Salick et al. 2012)
- ◆ 藏族对气候变化的宇宙观 (Salick & Moseley 2012)
- ◆ 气候变化对藏族文化、土地利用、健康、医药、农业以及林业的影响 (Salick 2012, Salick et al. 2012)

- ◆ 藏族群众利用传统知识创造性地适应气候变化 (Salick et al. 2012)

除了 GLORIA 标准的生态学监测之外，上述这些文化方面的信息和数据对于我们认识人类系统和自然系统如何耦合在一起应对气候变化是非常有帮助的。有了这方面的信息，数据就拥有了更丰富的含义，就跟参与到我们工作中的当地群众有更直接的联系。

参考文献(本手册 7.7)

ANDERSON, D. M.; SALICK, J.; MOSELEY, R. K. & OU, X. K. (2005). Conserving the sacred medicine mountains: A

- vegetation analysis of Tibetan sacred sites in Northwest Yunnan. *Biodiversity and Conservation* **14**: 3065-3091.
- BOLSTAD, P. (2005). *GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems*. Eider Press, White Bear Lake, Montana, USA.
- BYG, A. & SALICK, J. (2009). Local perspectives on a global phenomenon – Climate change in eastern Tibetan villages. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions* **19**: 156-166.
- BYG, A.; SALICK, J. & LAW, W. (2010). Medicinal plant knowledge among lay people in five eastern Tibet villages. *Human Ecology* **38**: 177-191.
- CHAMBERS, R. (1994a). The origins and practice of participatory rural appraisal. *World Development* **22**: 953-969.
- CHAMBERS, R. (1994b). Participatory rural appraisal (PRA) - Analysis of experience. *World Development* **22**: 1253-1268.
- CHANG, K.-T. (2006). *Introduction to Geographic Information Systems*. McGraw-Hill Higher Education, Boston.
- CLARKE, K. C. (2003). *Getting started with geographic information systems*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- COOK, F. E. M. (1995). *Economic botany data collection standard. Prepared for the International working group on taxonomic databases for plant sciences (TDWG)*. Royal Botanical Gardens, Kew.
- DEMERS, M. N. (2005). *Fundamentals of geographic information systems*. John Wiley & Sons, New York.
- GRABHERR, G. (2009). Biodiversity in the high ranges of the Alps: Ethnobotanical and climate change perspectives. *Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 167-172.
- KUTSCHE, P. (1998). *Field ethnography: A manual for doing cultural anthropology*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- LAMPRECHT, A. (2012). *Ethnobotanische Aspekte der Hochgebirgsflora der Ostalpen: Dokumentation der für Menschen nutzbaren Gefäßpflanzen in den GLORIA-Untersuchungsgebieten Hochschwab, Schrankogel und Latemar*. Diploma thesis, University of Vienna, Austria.
- LAW, W. & SALICK, J. (2005). Human-induced dwarfing of Himalayan snow lotus, *Saussurea laniceps* (Asteraceae). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **102**: 10218-10220.
- LAW, W. & SALICK, J. (2007). Comparing conservation priorities for useful plants among botanists and tibetan doctors. *Biodiversity and Conservation* **16**: 1747-1759.
- LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J. & RHIND, D. W. (2005). *Geographic information systems and science*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, UK.
- SALICK, J. (2012). Indigenous peoples conserving, managing, and creating biodiversity. In: Gepts, P.; Famula, T. R.; Bettinger, R. L.; Brush, S. B.; Damania, A. B.; McGuire, P. E. & Qualset, C. O., eds. *Biodiversity in agriculture: Domestication, evolution, and sustainability*, pp. 426-444. Cambridge University Press, New York.
- SALICK, J.; AMEND, A.; ANDERSON, D.; HOFFMEISTER, K.; GUNN, B. & FANG, Z. (2007). Tibetan sacred sites conserve old growth trees and cover in the eastern Himalayas. *Biodiversity and Conservation* **16**: 693-706.
- SALICK, J.; ANDERSON, D.; WOO, J.; SHERMAN, R.; CILI, N.; ANA & DORJE, S. (2004). Tibetan ethnobotany and gradient analyses: Menri (Medicine Mountains), eastern Himalayas. *Millenium ecosystem assessment*. Alexandria, Egypt.
- SALICK, J. & BYG, A. (2007). Indigenous peoples and climate change. *Environmental Change Institute, University of Oxford, Symposium report, 12-13 April 2007*. Tyndall Centre for Climate Change Research, Oxford, UK.
- SALICK, J.; BYG, A.; AMEND, A.; GUNN, B.; LAW, W. & SCHMIDT, H. (2006). Tibetan medicine plurality. *Economic Botany* **60**: 227-253.
- SALICK, J.; BYG, A. & BAUER, K. (2012). Contemporary Tibetan cosmology of climate change. *Journal for the Study of Religion, Nature and Culture* **6**: 447-476.
- SALICK, J.; FANG, Z. & BYG, A. (2009). Eastern Himalayan alpine plant ecology, Tibetan ethnobotany, and climate change. *Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 147-155.
- SALICK, J. & MOSELEY, R. K. (2012). *Khawa Karpo: Tibetan traditional knowledge and biodiversity conservation*. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- SALICK, J. & ROSS, N. (2009). Traditional peoples and climate change: Introduction. *Special Issue: Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 137-139.
- SALICK, J.; YANG, Y. P. & AMEND, A. (2005). Tibetan land use and change near Khawa Karpo, eastern Himalayas. *Economic Botany* **59**: 312-325.

词汇表

词汇表中列出的词在正文中均用斜体标出。

1-m² 样方 (**1-m² quadrat**): 用于进行详细植被调查的1m x 1m永久样方, 设置于3m x 3m样方群的4个边角。

3m x 3m样方群 (**3m x 3m quadrat cluster**): 位于顶峰最高点下的每个主要地理方位上, 其下边界在顶峰最高点下5-m线上。

3m x 3m网格 (**3m x 3m grid**): 用软尺制作的有3 x 3个细分格 (即9个1-m² 样方格) 的网格。见附件 I 中图 AI.1。

5-m线 (**5-m level**): 顶峰最高点下的5-m登高线。

5-m山峰区 (**5-m summit area**): 即上山峰区, 分为4个观测记录扇区, 其下边界为4个3m x 3m样方群两个下角点 (p5m-...) 的连线。由于样方群之间的连线为直线, 因此上山峰区的下边界在样方群之间高于5-m线。3m x 3m样方群包括在5-m山峰区内。

10-m线 (**10-m level**): 顶峰最高点下10-m等高线。

10-m 山峰区 (**10-m summit area**): 即下山峰区, 可分为4个山峰扇区, 其下边界为4个基本方向上在10-m线上的4个角点间的连线 (直线), 上边界为5-m山峰区的下边界。

10m x 10m 大样方 (**10m x 10m squares**): 在山峰区开展补充性调查记录的样地设计, 设置于每个基本方位, 其中、上、中、下点分别

位于相应基本方位的交叉线上, 其中, 中点为3m x 3m 样方群的一个下角点。每个大样方用线-点法沿10条平行线观测记录400个点。最后, 也要对用这种方法没有观测到的剩下的稀有物种进行编目。

16-样方区 (**16-quadrat area**): 每个山峰区所有1-m² 样方之和, 共有16个样方 (每个主要地理方位上各有4个)。

多度分级 (**Abundance categories**): 在山峰扇区的物种多度按照分类等级进行估测, 大致分为5个等级: r! (极稀少), r (稀少), s (分散), c (常见), d (优势种)。各等级的定义见本手册 4.2。

高山生命带 (**Alpine life zone**): 山地垂直带上由低温决定的树线交错带以上的区域, 包括从气候树线交错带到山顶之间范围内出现的各种低矮植被和散生的植株。这一术语也用于指代全世界所有的高山生物群区 (high mountain biomes) (见 Körner 2003)。

高山-积雪带交错带 (**Alpine-nival ecotone**) (或称亚积雪带) (**subnival zone**): 在高山带与积雪带 (nival zone) 之间的过渡带; 为永冻带的下界。

高山带 (**Alpine zone**): 位于树线与郁闭植被带上界之间。在高山带内, 植被是景观的明显组成部分, 其群落外貌以及植物盖度>20-40%。在一些地方, 可将高山带进一步划分为有低矮灌丛分布的下高山带以及以草地群落为主的上高山带 (Nagy & Grabherr 2009)。

高度指数 (**Altitudinal index**): 特定调查年份某物种在GLORIA目标区四个山峰的平均垂直分布高度。首先标出每个山峰相对于最低山峰的相对高度, 然后用相应山峰上物种的频度对相对高度进行加权 (根据物种在一个山峰上的8个山峰扇区的出现与否)。最后, 根据物种在4个山峰分布的平均加权高度, 计算出高度指数 (Pauli et al. 2012)。

物种垂直剖面 (**Altitudinal species profile**): 某物种跨越各植被带的垂直分布情况, 包含其垂直分布的上限 (AU) 与下限 (AL) 以及分布中心 (AC) (Gottfried et al. 2012)。各植被带的表示方法是: 山地森林带 (mo), 树线交错带 (tl), 高山带 (al), 积雪带 (ni), 中性带 (indifferent, id)。例如, 剖面代码为mo-tl-al表示该物种分布中心为树线交错带, 但向下和向上分布伸入山地森林带和高山带; tl-id-al表示该物种大致平均分布于从树线交错带到高山带的区域。这里不考虑某些物种向低海拔带突出分布的极端情况。

物种垂直分布分级 (**Altitudinal species rank**): Gottfried et al. (2012) 按照欧洲经典的植被分带理论, 将物种垂直分布分为6个级别, 每个级别中的物种, 其物种垂直剖面相似。这6个级别是: 1) 分布中心在积雪带的物种; 2) 主要分布于高山带到积雪带, 不向下延伸入树线的物种; 3) 分布中心为高山带, 且不向下延伸到山地森林带的物种; 4) 分布中心为高山带, 且向下延伸到山地森林带, 以及均匀分布于树线交错带到高山带的物种; 5) 分布中心为树线交错带或者均匀分布于山地森林带和高山带的

物种；6) 分布中心在山地森林带或均匀分布于山地森林带到树线带的物种

人类活动 (Anthropogenic activities): 人类对土地资源的利用活动，如放牧、农业种植、开矿、旅游、火烧以及通过土地权属改变等管理措施对高山植被和生物多样性格局产生影响。因此需要对人类活动的类型及其时空格局进行观察和记录（由于社会、经济因素的影响，其影响的效应在不同的时间段也会发生改变）。这一工作为GLORIA目标区的额外观察记录工作（见本手册7.6）。

面积盖度 (Area cover): 给定面积范围内某物种覆盖的实际地表面积，主要在针对山峰扇区稀有物种盖度的观测记录（见本手册 5.2.2）时使用。例如，某稀有物种的总面积盖度可通过该物种所有植株或者植株群的面积盖度之和来表示，如5cm x 5cm x 3 株，2cm x 3cm x 12 株等。物种的总面积盖度在计算出扇区的面积后，可以直接转换为百分比盖度。

节肢动物监测 (Arthropod monitoring): 在GLORIA目标区开展的如下额外监测工作：1) 蝴蝶物种清查；2) 针对地面和飞行节肢动物进行科水平上的清查；3) 采用养分真空抽吸法对底层和冠层节肢动物进行科水平上的小尺度清查。同时，在GLORIA山峰区采用陷阱诱捕法对地下无脊椎动物进行监测（见本手册 7.2）。

裸地 (Bare ground): 顶视盖度估测中的一种地表类型 (surface type)，即无植物覆盖的土壤表面（有机质土壤或者是矿质化的土壤），如腐殖土与沙土。

土表苔藓 (Bryophytes on soil): 在1-m²样方中进行顶视盖度估测时的一种地表类型（表格 2）：苔藓生长在土壤上，并未被维管植物所覆盖，即不存在多层植被。

基本方位 (Cardinal directions): 即4个主要地理方位（东、南、西、北）。

GLORIA中央数据库 (Central GLORIA Database): 储存于维也纳的GLORIA服务器上的数据库（CGDB），该数据库包含了迄今为止所有的GLORIA数据信息（如物种、生境、研究点属性、土壤温度、图像信息等）（见www.gloira.ac.cn）。也请参见数据知识产权与数据分享部分。

GLORIA中央数据库 (CGDB): Central GLORIA Database的缩写。

倾斜仪 (Clinometer): 测定坡度的仪器，如在划定5-m线和10-m线时，需要用倾斜仪确定从山峰最高顶峰点（HSP）向下的水平线。在布设1-m² 样方时，也需要用到该仪器。推荐采用Suunto PM-5/360PC 倾斜仪。

编码 (Coding): 在GLORIA网络中，需要采用标准的方法对多个对象进行统一的编码，这些编码用于野外观测记录表、照片、微型温度记录器以及数据库等数据信息的记录中，包含了国家（两个字符）、目标区（三个字符）、山峰（三个字符）、样地（三个字符）、样地角点、日期等（有关照片记录的编码方法参见本手册文本框 6.1、附件三。

适应寒冷环境的植物 (Cold-adapted plant species): 可在低温条件下生长、繁殖并留存的植物，常常较为低矮，并可耐受冬季严酷的寒冷与霜冻。通常具有特殊的

功能特征，使其能够应对生长季出现的低温胁迫（如倒春寒）。在热带地区之外，其生长季较短。其同义词是“喜寒植物”（cryophilic species）。

罗盘 (Compass): 具有较高准确度的手持式罗盘。推荐采用Suunto KB-14/360。

罗盘方位 (Compass direction): 在顶峰最高点（HSP）用罗盘测定，刻度范围为360°。请注意，由于存在磁偏角，地磁罗盘方位与地理方位之间存在偏离，必须用磁偏角对罗盘方位进行校正得到地理方位，以便确定基本地理方位（东、南、西、北）以及次级地理方位（东北、东南、西南、西北）。

等高线 (Contour lines): 连接等高点之间的连线；在进行样地布设时，需要确定5-m及10-m等高线。这里的等高线以及水平线是相对于顶峰最高点（HSP）而言。

十字交叉点 (Crosshair points): 针刺样框上细线的交叉点。在标准的多峰研究法中，在1-m² 样方中，用带有100个交叉点的网格框进行盖度的观测记录。

喜冷植物 (Cryophilic species): 适应寒冷环境的植物（Cold-adapted plant species）的同义词。

数据知识产权与数据分享 (Data property rights and data sharing): 数据提供者保有所提供数据的独家权属。因此，如果其他人要使用该数据，必须征得数据提供者的同意（见本手册 6.4）。

坡下植物调查 (Downslope Plant Survey): 针对区域维管植物垂直分布特征而开展的额外监测调查内

容。从最高山峰以下，每隔25米设置一条100-m长的水平样带，一直到树线以下。在每个样带上的每个10m x 1m段，作400个点的线-针刺观测，记录其物种盖度和进行物种编目（见本手册7.1）。

E-5m-SA: 东坡的上山峰扇区（见图 3.2），由如下几个角点界定：HSP, pSE-5（位于扇区间线），p5m-E11, p5m-E31，与pNE-5（位于扇区间线）

E-10m-SA: 东坡的下山峰扇区（见图 3.2），由如下角点界定：p5m-E11, pSE-5 与 pSE-10（位于扇区间线），p10m-E, pNE-10及 pNE-5（位于扇区间线），以及p5m-E31。

生态交错带 (Ecotone): 不同海拔带之间的过渡区域，如树线交错带、高山-积雪交错带。

电子水准仪 (Electronic spirit level): 可代替倾斜仪用于确定5-m以及10-m线，以及用于测定坡度（例如，“Swiss level”可显示角度，在放置水平或者垂直时可发出提示音）。但倾斜仪（Suunto PM-5/360PC）的准确度更高，野外使用也更方便。

民族植物学 (Ethnobotany): 将人为植物利用信息包括在GLORIA数据库中，采用密苏里植物园民族植物学数据库的标准化方法，将山峰区维管植物的利用信息进行记录和收集（见 7.7）。

EXAP: 在GLORIA目标区开展的额外监测工作（Extra approaches performed in a GLORIA target region）。

额外监测工作 (Extra approaches) EXAP: 这部分监测工作在GLORIA目标区开展，但与在空间上和方法上都严格局限在山峰区的监测工作（简称为STAM以及SUPM，见本手册3-5）有所不同，主要针对动物监测、坡下植物调查、土壤调查、社会经济以及文化调查等（见本手册第七章）。

平坦山峰 (Flat summit): 在一些地方，平坦、类似于“台地”的山峰比较常见。需要尽可能避免选择这样地貌作为GLORIA山峰。只有在找不到替代的情况下，才选择这样地貌的山峰进行监测研究，同时需要调整样地布设的方法，以使样地的面积大小保持在合理的范围内：如果从顶峰最高点到5-m线的距离大于50-m，就将3m x 3m网格的下边界设置于50-m距离点上。同样，如果从顶峰最高点到10-m线的距离超出了100-m，就将10-m点设置于100-m线上（见文本框 3.4）。

软尺 (Flexible measuring tapes): 带有厘米刻度的卷尺，在测量顶峰最高点到焦点距离时，最好采用50-m长的软尺。长度较短的软尺（如2-m或者3-m）可用于测量温度记录器到最近的测量点的距离，以及在5-m和10-m线上的垂直高度。

记录表0 (Form 0): 用于目标区总体信息的观测记录（附件II）。

记录表1 (Form 1): 山峰区设置的测量结果记录（附件II）。

记录表2 (Form 2): 针对1-m² 样方的观测记录表（附件II）。

记录表3 (Form 3): 山峰扇区的标准观测记录表（附件II）。

记录表4 (Form 4): 记录微型温度记录器编码、位置、起止时间的记录表（附件II）。

记录表5-S (Form 5-S): 在1-m²样方中进行小样方频度计数的记录表（附件II）。

记录表 6-S (Form 6-S): 针对10m x 10m大样方的观测记录表（附件II）。

森林线 (Forestline, 或称林线 timberline): 山地郁闭森林分布的上限。

频度计数 (Frequency counts): 见小样方频度计数。

频度网格框 (Frequency grid frame): 木制或者铝制方框，内径为1m x 1m，内有0.1m x 0.1m网格（见附件一图中图 AI.2），用于小样方频度计数。该网格框在网格数目、细绳布局上与针刺法测定盖度的网格框有所不同，每行只有9个网格，且外面的细绳距离边框有10-cm。

GLORIA数据录入工具 (GDIT): GLORIA data input tool的缩写。

地理方位 (Geographic direction): 相对于地理北极的方向；主要（或者基本）地理方位有东、南、西、北，用于确定主测量线；次级地理方位有东北、东南、西南和西北，用于确定扇区边界线。注意，在存在磁偏角的情况下，地理方位与罗盘方位之间存在偏差。

GLORIA: 全球高山生态环境监测研究（Global Observation Research Initiative in Alpine Environments）的缩写，见www.gloria.ac.at。

GLORIA数据录入工具 (**GLORIA data input tool (GDIT)**): 由GLORIA协调组提供的一款用于数据录入的电子工具, 包含了特定目标区四个山峰研究点发现的所有物种。目前是作为Microsoft ACCESS的一种应用, 将来会成为基于浏览器的网络应用软件 (见本手册 6.1)。

GLORIA-欧洲 (**GLORIA-Europe**): 第一个GLORIA国际项目, 由欧盟第五研究技术与开发框架项目 (EVK2-CT-2000-0056) 支持, 实施期是2001到2003。项目成员包括来自欧洲的23个项目组, 在欧洲的目标区有18个。

全球山地生物多样性评估计划 (**G MBA**): Global Mountain Biodiversity Assessment的缩写, 是由国际伞形研究网络项目 DIVERSITAS (<http://www.diversitas-international.org/>) 发起的一个研究计划, 旨在探索并解释全球山区丰富的生物多样性。 (<http://gmba.unibas.ch/>)。

放牧效应 (**Grazing impact**): 由于动物放牧或者啃食对于植被的干扰, 包括牲畜以及野生哺乳动物。这种干扰效应可能掩盖气候变化的效应。因此, 需要对样地中出现的放牧干扰指征, 如粪便、啃食损害、践踏损害等情况, 在山峰扇区记录表中关于放牧效应评价项下进行记录 (记录表 3)。并且, 在对1-m² 样方进行补充性的小样方频度计数时, 也要对放牧效应予以记录。

网格框 (**Grid frame**): 通常是内径为1m x 1m的木制方框, 用于针刺法测定盖度或者小样方频度计数, 其细绳在方框中的布局有所不同, 也可采用不同的方框。

两栖爬行动物监测

(**Herpetological monitoring**): 目前仅在位于热带的GLORIA目标区开展, 作为额外的监测内容。爬行动物的监测采用从顶峰最高点到4个基本地理方位上的十字形样带法进行, 而两栖动物的监测采用从顶峰最高点向其生境条件最好的方向设置的300m x 5m样带进行调查。两栖动物的监测也包括了针对壶菌病的动物健康状况的调查 (见本手册 7.4)。

高山生物群区 (**High mountain biomes**): 见高山生命带。

高山环境 (**High mountain environment**): 笼统地说就是指高山生命带 (alpine life zone)。根据 Troll (1966) 的定义, 所谓的高山是指 1) 自然的低温树线以上的位置; 2) 至少在更新世有冰川出现; 3) 霜冻对于成土过程以及土壤基质的结构产生了重要的作用。并且, 山地的一个普遍特征就是陡峭和崎岖的地形, 因此重力作用对于地形地貌形成以及生境的特征有重要的作用, 而这些作用也是生物生存的重要环境 (Körner et al. 2011)。

顶峰最高点 (**Highest summit point - HSP**): 山峰的最高点, 是主测量点。对于“适当形状的山峰”, 其位置是山峰区的中点附近。而超出中心定点高度的山峰上突起的岩石, 无论其位于山峰区的哪个地方, 都不应作为主测量点。

HSP: 顶峰最高点 (highest summit point) 的缩写。

原位 (**In situ**): 指该事件发生或者物体所处的实际位置。例如, 在其自然生境对植被进行原位监测 (也称就地监测)。

扇区间线 (**Intersection lines**): 从顶峰最高点沿4个次级地理方位 (东北、东南、西南、西北) 到5-m山峰区以及10-m山峰区的4条直线。其测量点pNE-5, pNE-10, pSE-5位于这4条线与山峰区边界线的交叉点上。

GLORIA山峰无脊椎动物监测 (**Invertebrate monitoring on GLORIA summits**): 用陷阱诱捕法对地栖节肢动物进行监测, 为额外监测内容。陷阱按“十字”在山峰区内沿每个基本方位布设 (见本手册 7.2, Mikhailov 2009)。

土生地衣 (**Lichens on soil**): 在1-m²样方中进行顶视盖度估测中的一种地表类型, 地衣生长在土壤上, 并不被维管植物覆盖, 为单层地衣植被。

生命带 (区) (**Life zone**): 地球上地-生物圈 (geo-biosphere) 的一个主要单元, 用生物年均温度、年降水量、潜在年蒸散与年均总降水比率来定义 (Holdridge 1947)。生命带大致上与Walter (1985) 提出的 zonobiomes (生物带) 的概念重合。而高山生命带 (alpine life zone) 可被看作是全球所有高山生物群区的总和, 是散布于地球的所有的低温生物群区的一种特殊类型。

线-针刺法 (**Line-pointing**): 沿直线采用点-线拦截法进行物种盖度和地表类型的顶视盖度观测。在GLORIA的监测中, 线-针刺法用于对山峰扇区进行的补充性调查, 每个扇区的调查针刺点为100个 (见本手册 5.2.2)。对于在山峰区每个基本方位上的10m x 10m大样方的调查时, 每个样方调查的针刺点位是400个 (见本手册 5.3)。在进行坡下植物调查时, 对每个100-m样带做400个针刺调查 (本手册 7.1)。采样针的直径大约是2-mm。

凋落物 (Litter): 顶视盖度估测中的一种地表类型，即死亡的植物材料。

当地伙伴 (Local partnerships): 与当地人及当地社区建立合作伙伴关系对于记录GLORIA目标区人类活动有重要的意义，可以促进研究者与生活在当地的人之间的互利合作（见手册 7.6）。

磁偏角 (Magnetic declination): 地磁北极（罗盘北极）方向与地理北极（真实北极）方向之间的夹角，其大小取决于所处的位置，并可能随时间而变化。可从如下网址查询世界上任何地方的磁偏角：<http://www.ngdc.noaa.gov/cgi-bin/seg/gmag/fldsntn1.pl>

主研究点 (Master site): 可在GLORIA山峰研究点或在标准的GLORIA目标区内无法开展的科学研究、设施良好的研究站。这类高山主研究点基于已有的研究能力和基础设施，可开展诸如针对STAM、SUPM 或 EXAP的方法学验证研究，以及针对雪被、永冻土、植被格局、植物物候以及关于高山植物的试验及模型研究等。例如，关于初级生产力、土壤微生物活性、植物繁殖、降水变化、氮沉降、放牧效应等的研究，对于进一步解释生物多样性以及植被格局变化有重要的作用。然而，在主研究点开展的这些研究工作，不包括在本手册中。

测量线 (Measurement lines): 顶峰最高点与测量点之间的直线。需要测定其长度以及罗盘方位（即从顶峰最高点到3m x 3m样方群角点的主测量线，以及扇区间线的罗盘方位）。

测量点 (Measurement points): 山峰区内用于界定永久样地所有的点（角点）。

中等（适度）形状山峰 (Moderately shaped summit): 1) 地形不是过于陡峭，不使用攀登装备就可以进行测量和观测工作的山峰；2) 有清晰的顶点，从顶点到所有主要地理方位5-m线的距离小于50-m，到10-m的距离小于100m。

监测 (Monitoring): 这里主要指每隔5-10年开展的重复调查，但没有固定的管理目标以及固定的终止日期（也请参见监视surveillance，见Elzinga et al. 1998, Legg & Nagy 2006）。

监测循环 (Monitoring cycle): 重复采用标准的观测记录方法对GLOIRA山峰研究点进行调查。这种重复调查通常每隔5到10年进行一次。

多峰研究法 (Multi-Summit Approach): 为比较气候变化引起的高山生物群沿垂直以及水平气候梯度上的变化而采用的基本研究方法。在目标区内选择不同海拔高度的山峰设立山峰研究点。这种目标区应该分布到地球上所有主要的生物群区。在每个山峰区，都应该采用本手册描述的标准采样设计进行研究。

N-5m-SA: 北坡上的上山峰扇区（见图 3.2），由如下角点界定：HSP, pNE-5（位于扇区间线），p5m-N11, p5m-N31, pNW-5（位于扇区间线）。

N-10m-SA: 北坡的下山峰扇区（见图3.2），有如下角点界定：p5m-N11, pNE-5, pNE-10（位于扇区间线），p10m-N, pNW-10和 pNW-5（位于扇区间线），以及p5m-N31。

积雪带 (Nival zone): 位于高山带之上的开阔地带，植被在景观中的存在不明显。

p (-N13, -N33, -E13, -E33, -S13, -S33, -W13, W33): 3m x 3m样方群的上角点（通常位于5-m线之上，见图 3.2）。

p5m (-N11, -N31, -E11, -E31, -S11, -S31, -W11, -W31): 3m x 3m 样方群的下角点，位于4个主要地理方位的5-m线上，每个主要地理方向的角点也是主测量线上的一个点。p5m-...点也用于界定5-m山峰区。见图 3.2。

p10m (-N, -E, -S, -W): 10-m山峰区的下角点，位于4个主要地理方向的10-m线上，为主测量线的下终止点（见图 3.2）。

PAF: 为“点与可变面积采样方法”（see Point and Flexible Area sampling method）的缩写。

百分比盖度 (Percentage cover): 植物物种的百分比盖度（物种盖度），或者是特定地表类型与所调查样地面积之比。

照相记录 (Photo documentation): 在进行重复调查时，为快速和准确地在原来的位置重新布设样地，需要进行照相记录，包括对每个3m x 3m样方群、1-m²样方、所有的山峰扇区角点、顶峰最高点进行仔细的照相记录。此外，也需要对微型温度记录器的位置、山峰的整体进行照相记录（照相记录资料的编码见附件III）。

陷阱诱捕法 (Pitfall trapping): 对地居无脊椎动物多样性进行调查的标准方法。用塑料杯子（大约200-

ml) 作为陷阱, 醋酸为固定剂 (见本手册 7.2)。

植物功能特征 (Plant functional traits): 植物的一些特定形态学、生理学以及物候学特征, 这些可以反映出植物生态策略, 决定了植物如何响应环境的变化, 并对生态系统中其他营养链级以及生态系统特征产生影响 (Pérez-Harguindeguy et al. 2013)。

点与可变面积采样方法 (Point and Flexible Area sampling method): 将线-点法与面积盖度估测法结合起来对稀有物种的盖度进行估测 (Halloy et al. 2011)。经修改后的这种方法也用于在山峰扇区物种盖度的补偿性调查 (见本手册 5.2.2)。

针刺框 (Pointing frame): 通常为木制网格框, 内径为1m x 1m。该网格框每边有10条拉紧的细绳, 由此共有100个十字交叉点均匀分布在1-m²面积内。细绳与网格框内边的距离是5-cm, 平行细绳间距为10-cm (见图 4.2)。

网格框针刺观测 (Pointing with a grid frame): 用内径为1m x 1m、100个十字交叉点的针刺框采用针刺拦截法进行盖度观测。在每个十字交叉点, 用样针测定物种盖度以及地表类型的顶视盖度 (例如, 某个物种被刺到34次, 则其盖度为34%)。然而, 用这种方法, 盖度较低的物种可能不能或者只能偶然被刺到。

点-线拦截法 (Point-line intercept method): 沿直线每隔一定的距离进行针刺观测, 测定物种盖度以及地表类型盖度。也参见GLORIA相关应用中的线-点观测内容。

主测量线 (Principal measurement line): 从顶峰最高点穿过p5m-...点到达p10m-... 点的直线, 在每个主要地理方向上有一条, 共有4条。需要避免主测量线与地理方向线之间出现偏差, 但如果由于生境或者地形的原因而无法在主测量线设置3m x 3m样方群, 也可以对主测量线的位置作适当的调整。

样方 (Quadrat): 这里指用于进行详细植被调查的1-m²永久样方。

样方群 (Quadrat cluster): 这里指在山峰区4个主要地理方位上设置的3m x 3m样方群。

S-5m-SA: 位于南坡的上山峰扇区 (见图 3.2), 由如下角点界定: HSP, pSW-5 (位于扇区间线), p5m-S11, p5m-S31, 以及 pSE-5 (位于扇区间线)。

S-10m-SA: 位于南坡的下山峰扇区 (见图 3.2), 由如下角点界定: p5m-S11, pSW-5 以及 pSW-10 (位于扇区间线), p10m-S, pSE-10 和 pSE-5 (位于扇区间线), 以及 p5m-S31。

采样针 (Sampling pin): 用于多种针刺观测法, 如在1-m²样方中进行网格针刺法、在山峰扇区以及10m x 10m大样方进行的点-线拦截法补充调查, 以及在坡下植物调查中的样带观测等。例如, 可以采用细的毛线针。

SAS: 山峰扇区 (Summit area section) 的缩写。

流石 (碎石) 滩 (Scree): 进行顶视盖度估测中的一种地表类型: 碎石物质, 包括稳定和不稳定的流石滩、不同大小的石头等, 位于地表

或者多少固定于土壤基质中, 其直径大于砂砾 (与裸地不同)。

土壤变异性 (Soil variability): 旨在获取土壤理化性质如土壤pH、C:N与 N:P比、土壤有机碳等的额外调查活动, 这些土壤指标与许多关键生态过程直接相关 (见本手册 7.5)。

坚硬岩石 (Solid rock): 顶视盖度测定中的一种地表类型: 突出的岩石, 即固定在地面的岩石, 轻易不能被移动 (如用穿靴子的脚蹬的时候)。

物种盖度 (Species cover): 在1-m²样方中对每个物种的百分比盖度采用目测估算法进行估测 (例如, 如果某物种占据0.01-m²的面积, 无论其地形和坡度如何, 其盖度就为1%)。在植被较密的情况下, 由于相互重叠, 所有物种的盖度之和可超过100%。这里忽略物种内不同植株之间的重叠。所有维管植物的盖度都要进行记录 (苔藓植物和地衣植物不一定要鉴定到种)。推荐在山峰扇区根据物种多度的不同, 采用不同方法开展其他补充性的调查 (参见本手册 5.2.2)。

STAM: GLORIA多峰研究法中的标准记录方法 (Standard recording methods of GLORIA's Multi-Summit Approach) 的缩写。

标准记录方法 (Standard recording methods - STAM): 多峰研究法中对基本的记录步骤进行的描述, 这些标准的记录方法和步骤应用于所有的GLORIA目标区, 以便世界各地GLORIA监测工作中得到的有关维管植物和土壤温度的数据能够进行相互比较 (见本手册3和4)。

小样方频度计数 (Subplot-frequency counts): 在山峰区的16个1-m² 样方中, 采用内径为1m x 1m的频度网格框, 记录每个小格中植物出现的情况 (主要针对维管植物。如果有相关专家参与, 也可对隐花植物进行记录) 以及放牧影响情况进行记录。网格框有100个10cm x 10cm的小格, 记录的内容是每个小格中植物物种以及放牧影响的出现情况 (见本手册5.1.2)。本调查内容原先为必须的调查内容, 但考虑到在植被较为密集、物种较多的情况下需要花费大量的时间, 现在将其作为可选调查内容。

顶视盖度估测中的亚类型盖度 (Subtypes for top cover estimation): 在对生长在维管植物之下、生长在坚硬岩石以及流石滩 (仅在1-m²样方中, 见表格 2) 的苔藓和地衣植物进行百分比盖度估测时, 将其分为相应的亚类型。这些亚类型的盖度用其所占的地表类型的面积来表示。

山峰点 (Summit site): 在GLORIA监测研究工作中被选择进行生物多样性监测的山体高点地段。这些高点地段可以是山脊上一段突出, 相对于周围地段高出至少20-m。应尽可能地选择“适当形状山峰”作为山峰点, 而避开过于陡峭的山峰, 这些过于陡峭山峰不仅在工作时很不安全, 同时也由于多为裸露岩石, 植物的生长空间也受限。同样, 巨砾也会减少植物生长的空间。平坦的山峰也要尽可能的避免, 除非实在找不到替代的地段。如果被迫选择平坦的山峰, 其样地设置方法也需略作调整。

山峰区 (Summit area): 在山峰点上的调查采样区, 包括5-m山峰区 (有16个样方) 和10-m山峰区。

山峰扇区 (Summit area section): 5-m和10-m山峰区分别进一步划分为4个亚区 (每个山峰共8个亚区)。在这些亚区中进行地表类型的顶视盖度、维管植物盖度等观测。

山峰选择 (Summit selection) (标准): 山峰的选择遵循如下六个方面的标准: 1) 避免活火山; 2) 气候——同一目标区各山峰的气候特征和类型应该一致; 3) 地貌——尽可能选择适当形状的山峰; 4) 生境特征——在该区域相应的海拔段位具有代表性, 并且要具备植物群落建立的潜在空间; 5) 母岩——同一目标区各山峰的母岩应该一致; 6) 土壤利用/土地利用历史——最好为原始无干扰, 要避免近期人类土地利用导致植被发生明显变化的地段。

SUPM: 补充性采样设计与记录方法 (Supplementary sampling designs and recording methods) 的缩写, 为GLORIA研究监测中的可选或者额外的调查内容。

补充性采样设计与记录方法 (Supplementary sampling designs and recording methods - SUPM): 这部分调查内容是在GLORIA山峰开展的标准或基础调查内容的补充, 在实践中为可选调查内容 (见本手册3-4), 主要针对隐花植物, 也包括额外的样地设置以及在标准样地中进行的额外调查 (例如山峰扇区中开展的物种盖度调查, 在1-m² 样方中进行的频度调查), 以及在10-m山峰区进行的额外1-m² 样方调查等 (见本手册第五章)。

补充性1-m²样方 (Supplementary 1-m² quadrats): 为了提高检测GLORIA山峰上植被的细微变化的统计功效, 可选择采用增加一倍的1-m² 样方数的办法。增加的1-m²样方也位

于每个地理方位的3m x 3m样方群中靠近10-m线的位置 (见本手册 5.1.3 以及图 5.3)。

地表类型 (Surface types): 在16-样方区进行不同地表类型的顶视盖度估测, 这些地表类型分为: 维管植物、坚硬岩石、流石滩、裸地、土壤上的苔藓、土壤上的地衣 (指不被维管植物覆盖的情况) 以及凋落物。在对山峰扇区内进行顶视盖度估测时, 地表类型的分类相同。

监视 (Surveillance): 经常用“监测”一词的含义混淆。这里的“监视”主要指在无直接统合管理下对变化进行测量 (Elzinga et al. 1998), 如长期的生态和生物多样性监测等。如果随后重复进行信息的记录, 则为“监测” (Bunce et al. 2011)。

目标区 (Target region): 包含了4个山峰区, 并代表了区域海拔梯度的特定山地区域范围。在该区域范围内, 水平方向上的气候特征应该不存在根本性的差异。

分类群录入表 (Taxa input sheet): 在目标区中发现每个植物分类群, 都要记录其名称、命名人、命名文献、异名以及标本馆信息等, 将其录入到GLORIA中央数据库中 (见表6.1)。

微型温度记录器 (Temperature data loggers - T-loggers): 放置在山峰区地表10-cm下对温度进行连续测量和记录 (每隔1小时测量一次) 的微型设备。目前采用了两种微型温度记录器, 一种是“Geo-Precision MLog 5W” (www.geoprecision.com), 另一种是“Onset TidBit v2” (www.onsetcomp.com)。测量的目的是对不同山峰的温度进行比较,

并检测海拔梯度上积雪时间的变化。

热量植被指标 (Thermic vegetation indicator): 指植被热量特征，反映的是沿海拔梯度特定植被斑块（例如1-m²的斑块）维管植物的总体热量偏好，这种海拔梯度也反映了热量梯度 (Gottfried et al. 2012)。热量植被指标 (s) 为样地中各物种相关参数的总和（加权平均），计算方法是： $S = (\sum \text{级别}(\text{物种}i) \times \text{盖度}(\text{物种}i)) / \sum \text{盖度}(\text{物种}i)$ ，其中“级别”是指物种的海拔高度等级，盖度为物种的百分比盖度 (Gottfried et al. 2012)。

喜温植物 (Thermophilic plants): 在生活史中需要温暖环境的植物，包括在生长季需要一定长度的温暖天数的植物。这里用喜温植物是相对而言，如高山草地中的物种比生活在积雪带中心地段的物种喜欢相对更温暖的环境。

喜温化 (Thermophilisation): 植物群落的物种组成与相应物种的多度发生变化，有更多的喜温植物，或者喜温植物的多度上升。Gottfried et al. (2012)使用这一术语，用于描述特定山峰、目标区或者更大地理区域内特定样地高山植被发生的变化。喜温化的程度可用“喜温化指标” (thermophilisation indicator, D) 来进行描述，反映的是较低海拔地段的物种向上迁移或者在较高海拔地段的盖度显著上升的情况（说明这些物种相对于特定地段植被中物种的平均情况更为“喜温”），也可用来反映较高海拔地段物种盖度降低或者消失的情况（这些物种更加“喜冷”或者更加适应寒冷环境）。

喜温化指标 (Thermophilisation indicator - D): 定量测算相同植被样地中特定物种组合热量特征随时间变化的指标，反映基线条件与再次进行观测时热量植被指标的差值： $D = S_{\text{再次调查年份}} - S_{\text{基线年份}}$ (Gottfried et al. 2012)。

顶视盖度 (Top cover): 在1-m² 样方中，每种地表类型对地表的垂直投影所占的面积百分比（从垂直于坡面的观察角度）。所有地表类型顶视盖度之和为100%。

树线 (Treeline): 高度大于3-m树木群分布的上限。

树线交错带 (Treeline ecotone): 森林线和树种线之间的过渡带。

树种线 (Tree species line): 乔木树种成熟个体（包括匍匐或者低矮个体）分布的上限。

T-loggers: 微型温度记录器 (temperature data loggers) 的简写。

维管植物 (Vascular plants): 1) 多峰研究法针对的主要目标生物（有关选择维管植物的理由见本手册 1.5）；2) 顶视盖度测定中的一种地表类型：所有维管植物总和的顶视盖度。

W-5m-SA: 西坡的上山峰扇区（见图 3.2），由如下角点界定：HSP, pNW-5（位于扇区间线），p5m-W11, p5m-W31，以及 pSW-5（位于扇区间线）。

W-10m-SA: 西坡的下山峰扇区（见图 3.2），由如下角点界定：p5m-W11, pNW-5, pNW-10（位于扇区间线），p10m-W, pSW-

10 以及 pSW-5（位于扇区间线）和 p5m-W31。

生物带 (Zonobiome): 根据Walter的生态系统划分方法 (Walter & Breckle 2002)，将气候作为环境中的主要独立因素而划出的主要地质-生物圈 (geo-biosphere) 类型。处于相似气候特征下的生物群区，所有的相似植物群系构成一个生物带。从全球来看，可大致划出9个生物带。山地系统被划为山地生物带 (orobiomes)。山地生物带可出现在单一的生物群区中，也可延伸跨越两个或几个生物带。

文本框目录

文本框 1.1	GLORIA 的三个活动等级	15
文本框 2.1	高山区植被分带	21
文本框 3.1	罗盘测量	29
文本框 3.2	调查者踩踏样地的影响	30
文本框 3.3	测量的精确性与公差	31
文本框 3.4	平台山峰区取样设计调整	32
文本框 4.1	在 1-m ² 样方中进行植被观测记录方法的说明	35
文本框 4.2	有关分类学鉴定及标本材料的要求	36
文本框 4.3	山峰扇区观测记录的相关考虑	38
文本框 4.4	照相记录——一般考虑	43
文本框 4.5	为将来重新布设样地及重复调查需要做的工作	44
文本框 4.6	人类土地利用与放牧影响	45
文本框 5.1	频度计数——一般性考虑	47
文本框 5.2	对稀有物种进行连续或者分级估测	50
文本框 6.1	GLORIA 有关表格及照片编码的“唯一性编码系统”	56

表格目录

表 4.1	GeoPrecision MLog-5W 和 Onset TidBit v2 微型温度记录器技术参数对比（生产商提供）	39
表 6.1	GLORIA 植物分类群录入表说明（示例请见附件 II）	54
表 7.1	White Mountains坡下植物调查样带记录数据示例（41 个样带，海拔范围为 3.300-4.300-m）	62
表 7.2	对 GLORIA 研究点特征可以产生影响、需要进行记录的人类活动方式	74
表 7.3	密苏里植物园民族植物学数据库采样的“用途”分类（ www.tropicos.org ）	80

插图目录

图 2.1	GLORIA 目标区	19
图 2.2	目标区示例	20
图 2.3	目标区的选择	20
图 2.4	避免直接的人为影响	22
图 2.5	山峰的形状	23
图 3.1	多峰法的样地布设示例（以一个山峰为例）	25
图 3.2	多峰研究法采样设计	26
图 3.3	在顶峰最高点(HSP)做一永久性的十字标记	27
图 3.4	测量点	28
图 3.5	测量垂直距离	30
图 3.6	将山峰区划分为 8 个扇区（4个在 5-m 山峰区，4 个在 10-m 山峰区）	32
图 4.1	3m x 3m 样方群	35
图 4.2	针刺网格框	37
图 4.3	温度监测在地表以及地表之下 10-cm 进行	38
图 4.4	微型温度记录器安放位置	40
图 4.5	微型温度记录器的安装	41
图 4.6	1-m ² 样方顶视图（拍照时为阴天）	42
图 4.7	山峰扇区的一个角点	42
图 5.1	用于频度计数测定的样方框	48
图 5.2	16 个补充调查样方的位置	48
图 5.3	10-m 线补充调查样方的编码方法（本图为南边样方群的编码示例）	48
图 5.4	10m x 10m 样方在山峰区中的位置	52
图 5.5	在10m x 10m 样方中的针刺调查记录线设置	52
图 7.1	坡下植物调查	60
图 7.2	坡下植物调查的样带设计	60
图 7.3	坡下植物调查记录表	61
图 7.4	带有两个采样针的针刺器	63
图 7.5	在 GLORIA 山峰区用十字法设置诱捕陷阱	64
图 7.6	在加利福尼亚 White Mountain, 调查人员在野外讨论蝴蝶的鉴定	66
图 7.7	用于节肢动物采样的捕网-真空管法	67
图 7.8	两栖爬行动物监测样带示意图	70
图 7.9	两栖爬行动物调查样带远端终点	70
图 7.10	目视遭遇法调查	70
图 7.11	第一类和第二类土样采集的位置	72
图 7.12	玻利维亚 Sajama 国家公园 GLORIA 目标区一些常见的人类活动	75
图 7.13	与当地村民一起讨论有关气候变化的问题，地点是玻利维亚的 Sajama	76
图 7.14	民族植物学访谈	79

- ADLER, P. B., MORALES, J.M. (1999). Influence of environmental factors and sheep grazing on an Andean grassland. *Journal of Range Management* **52**: 471–481.
- AMMANN, B. (1995). Paleorecords of plant diversity in the Alps. In: Chapin III, F. S. & Körner, C., eds. *Arctic and alpine biodiversity: Patterns, causes and ecosystem consequences*, pp. 136–149. Springer, Berlin, Heidelberg.
- ANDERSON, D. M.; SALICK, J.; MOSELEY, R. K. & OU, X. K. (2005). Conserving the sacred medicine mountains: A vegetation analysis of Tibetan sacred sites in Northwest Yunnan. *Biodiversity and Conservation* **14**: 3065–3091.
- ARNDT, D. S.; BARINGER, M. O. & JOHNSON, M. R. (2010). State of the climate in 2009. *Bulletin of the American Meteorological Society* **91**: S1–S224.
- ARNOLD, A. J.; NEEDHAM, P. H. & STEVENSO, J. H. (1973). Self-powered portable insect suction sampler and its use to assess effects of azinphos methyl and endosulfan on blossom beetle populations on oil seed rape. *Annals of Applied Biology* **75**: 229–233.
- AUBERT, S.; BOUCHER, F.; LAVERGNE, S.; RENAUD, J. & CHOLER, P. (2014). 1914–2014: A revised worldwide catalogue of cushion plants 100 years after Hauri and Schröter. *Alpine Botany* **124**: 59–70.
- BAIED, C. A. & WHEELER, J. C. (1993). Evolution of high Andean Puna ecosystems: Environment, climate, and culture change over the last 12,000 years in the Central Andes. *Mountain Research and Development* **13**: 145–156.
- BARRY, R. G. (1994). Past and potential future changes in mountain environments: a review. In: Beniston, M., ed. *Mountain Environments in Changing Climates*, pp. 3–33. Routledge, London.
- BARTHOLOTT, W.; LAUER, W. & PLACKE, A. (1996). Global distribution of species diversity in vascular plants: towards a world map of phytodiversity. *Erdkunde* **50**: 317–327.
- BECK, S.; DOMIC, A. I.; GARCÍA, C.; MENESES, R. I.; YAGER, K. & HALLOY, S. (2010a). *El Parque Nacional Sajama y sus plantas*. Fundación PUMA & Conservación Internacional, La Paz, Bolivia.
- BECK, S.; YAGER, K.; MENESES, R. I.; HALLOY, S.; DOMIC, A. I. & GARCIA, C. (2010b). GLORIA sites in the high Andes of Bolivia: A multi-disciplinary assessment. *6th International GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) Meeting*, Perth, Scotland.
- BECKER, A. & BUGMANN, H. (1997). Predicting global change impacts on mountain hydrology and ecology: Integrated catchment hydrology/altitudinal gradient studies. *Workshop Report—Documentation resulting from an International Workshop in Kathmandu, Nepal, 30 March–2 April 1996*. IGBP Report 43, Stockholm.
- BECKER, A. & BUGMANN, H. (1999). Global change and mountain regions—Initiative for a collaborative research. 2. IGBP-congress, Shonan Village, Japan.
- BENISTON, M. (1994). *Mountain environments in changing climates*. Routledge, London.
- BILLINGS, W. D. (1974). Adaptations and origins of alpine plants. *Arctic and Alpine Research* **6**: 129–142.
- BILLINGS, W. D. & MOONEY, H. A. (1968). Ecology of arctic and alpine plants. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* **43**: 481–529.
- BLANCA, G.; CUETO, M.; MARTÍNEZ-LIROLA, M. J. & MOLERO-MESA, J. (1998). Threatened vascular flora of Sierra Nevada (southern Spain). *Biological Conservation* **85**: 269–285.
- BOCK, J. H.; JOLLS, C. L. & LEWIS, A. C. (1995). The effects of grazing on alpine vegetation—a comparison of the Central Caucasus, Republic-of-Georgia, with the Colorado Rocky-Mountains, USA. *Arctic and Alpine Research* **27**: 130–136.
- BOLSTAD, P. (2005). *GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems*. Eider Press, White Bear Lake, Montana, USA.
- BOULANGEAT, I.; LAVERGNE, S.; VAN ES, J.; GARRAUD, L. & THUILLER, W. (2012). Niche breadth, rarity and ecological characteristics within a regional flora spanning large environmental gradients. *Journal of Biogeography* **39**: 204–214.
- BOYLE, D. G.; BOYLE, D. B.; OLSEN, V.; MORGAN, J. A. T. & HYATT, A. D. (2004). Rapid quantitative detection of chytridiomycosis (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in amphibian samples using real-time Taqman PCR assay. *Diseases of Aquatic Organisms* **60**: 141–148.
- BRAKENHIELM, S. & LIU, Q. H. (1995). Comparison of field methods in vegetation monitoring. *Water Air and Soil Pollution* **79**: 75–87.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964). *Pflanzensoziologie*. Springer, Wien.
- BRECKLE, S.-W. (2007). Flora and vegetation of Afghanistan. *Basic and Applied Dryland Research* **2**: 155–194.
- BREM, F.; MENDELSON III, J. R. & LIPS, K. R. (2007). Field-sampling protocol for *Batrachochytrium dendrobatidis* from living

- amphibians, using alcohol preserved swabs. Electronic document accessible at <http://www.amphibians.org>. Conservation International, Arlington, Virginia, USA.
- BRIDLE, K. L. & KIRKPATRICK, J. B. (1999). Comparative effects of stock and wild vertebrate herbivore grazing on treeless subalpine vegetation, eastern Central Plateau, Tasmania. *Australian Journal of Ecology* **47**: 817–834.
- BRITTON, A. J.; BEALE, C. M.; TOWERS, W. & HEWISON, R. L. (2009). Biodiversity gains and losses: Evidence for homogenisation of Scottish alpine vegetation. *Biological Conservation* **142**: 1728–1739.
- BROWMAN, D. L. (1989). Origins and development of Andean pastoralism: an overview of the the past 6000 years. In: Clutton-Brock, J., ed. *The Walking Larder: Patterns of domestication, pastoralism, and predation*, pp. 257–268. Unwin Hyman, London, UK.
- BUFFINGTON, M. L. & REDAK, R. A. (1998). A comparison of vacuum sampling versus sweep-netting for arthropod biodiversity measurements in California coastal sage scrub. *Journal of Insect Conservation* **2**: 99–106.
- BUNCE, R. G. H.; BOGERS, M. M. B.; ROCHE, P.; WALCZAK, M.; GEIJZENDORFFER, I. R. & JONGMAN, R. H. G. (2011). Manual for habitat and vegetation surveillance and monitoring - temperate, Mediterranean and desert biomes. *Alterra report* 2154. Alterra, part of Wageningen UR, Wageningen.
- BYG, A. & SALICK, J. (2009). Local perspectives on a global phenomenon - Climate change in eastern Tibetan villages. *Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 156–166.
- BYG, A.; SALICK, J. & LAW, W. (2010). Medicinal plant knowledge among lay people in five eastern Tibet villages. *Human Ecology* **38**: 177–191.
- CHAMBERS, R. (1994a). The origins and practice of participatory rural appraisal. *World Development* **22**: 953–969.
- CHAMBERS, R. (1994b). Participatory rural appraisal (PRA)—Analysis of experience. *World Development* **22**: 1253–1268.
- CHANG, K.-T. (2006). *Introduction to Geographic Information Systems*. McGraw-Hill Higher Education, Boston.
- CHEN, I. C.; HILL, J. K.; OHLEMULLER, R.; ROY, D. B. & THOMAS, C. D. (2011). Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science* **333**: 1024–1026.
- CHRISTENSEN, B. T. (2001). Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *European Journal of Soil Science* **52**: 345–353.
- CLARKE, K. C. (2003). *Getting started with geographic information systems*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- COLEMAN, D. C.; CROSSLEY, D.A. & HENDRIX, P.F. (2004). *Fundamentals of soil ecology*. Elsevier Academic Press, San Diego.
- COLLINS, J. P. & CRUMP, M. L. (2009). *Extinction in our times: global amphibian decline*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- COLLINS, M.; KNUTTI, R.; ARBLASTER, J.; DUFRESNE, J.-L.; FICHEFET, T.; FRIEDLINGSTEIN, P.; GAO, X.; GUTOWSKI, W. J.; JOHNS, T.; KRINNER, G.; SHONGWE, M.; TEBALDI, C.; WEAVER, A. J. & WEHNER, M. (2013). Long-term climate change: Projections, commitments and irreversibility. In: Stocker, T. F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S. K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V. & Midgley, P. M., eds. *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 1029–1136. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.
- COOK, F. E. M. (1995). *Economic botany data collection standard. Prepared for the International working group on taxonomic databases for plant sciences (TDWG)*. Royal Botanical Gardens, Kew.
- CORNELISSEN, J. H. C.; LAVOREL, S.; GARNIER, E.; DIAZ, S.; BUCHMANN, N.; GURVICH, D. E.; REICH, P. B.; TER STEEGE, H.; MORGAN, H. D.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; PAUSAS, J. G. & POORTER, H. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* **51**: 335–380.
- CRUMLEY, C. L.; GUNN, J. D.; HASSAN, F. A.; INGERSON, A. E.; MARQUARDT, W. H.; MCGOVERN, T. H.; PATTERSON, T. C.; SCHMIDT, P. R. & WINTERHALDER, B. P. (1994). *Historical ecology: Cultural knowledge and changing landscapes*. School of American Research Press, Santa Fe, USA.
- CUESTA, F.; MURIEL, P.; BECK, S.; MENESES, R. I.; HALLOY, S.; SALGADO, S.; ORTIZ, E. & BECERRA, M. T., EDS. (2012). *Biodiversidad y cambio climático en los Andes Tropicales – conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y delinear acciones de adaptación*. Red GLORIA Andes, CONDESAN, Lima, Quito.
- DE WITTE, L. C. & STÖCKLIN, J. (2010). Longevity of clonal plants: why it matters and how to measure it. *Annals of Botany* **106**: 859–870.
- DEL RÍO, S.; HERRERO, L.; FRAILE, R. & PENAS, A. (2011). Spatial distribution of recent rainfall trends in Spain (1961–2006). *International Journal of Climatology* **31**: 656–667.
- DEMERS, M. N. (2005). *Fundamentals of geographic information systems*. John Wiley & Sons, New York.

- DENEVAN, W. M. (1992). The pristine myth—the landscape of the America in 1492. *Annals of the Association of American Geographers* **82**: 369–385.
- DENEVAN, W. M. (2001). *Cultivated landscapes of native Amazonia and the Andes*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- DEVI, N.; HAGEDORN, F.; MOISEEV, P.; BUGMANN, H.; SHIYATOV, S.; MAZEPA, V. & RIGLING, A. (2008). Expanding forests and changing growth forms of Siberian larch at the Polar Urals treeline during the 20th century. *Global Change Biology* **14**: 1581–1591.
- DICK, J.; AL-ASSAF, A.; ANDREWS, C.; DÍAZ-DELGADO, R.; GRONER, E.; HALADA, L.; IZAKOVICOVA, Z.; KERTÉSZ, M.; KHOURY, F.; KRAŠIĆ, D.; KRAUZE, K.; MATTEUCCI, G.; MELECIS, V.; MIRTIL, M.; ORENSTEIN, D. E.; PREDA, E.; SANTOS-REIS, M.; SMITH, R. I.; VADINEANU, A.; VESELIĆ, S. & VIHervaARA, P. (2014). Ecosystem services: a rapid assessment method tested at 35 sites of the LTER-Europe network. *Ekologia* **33**: 217–231.
- DICKINSON, K. J. M.; MARK, A. F. & LEE, W. G. (1992). Long-term monitoring of nonforest communities for biological conservation. *New Zealand Journal of Botany* **30**: 163–179.
- DIETRICK, E. J.; SCHLINGER, E. I. & GARBER, M. J. (1960). Vacuum cleaner principle applied in sampling insect populations in alfalfa fields by new machine method. *California Agriculture* **14**: 9–11.
- DIRNBÖCK, T.; ESSL, F. & RABITSCH, W. (2011). Disproportional risk for habitat loss of high-altitude endemic species under climate change. *Global Change Biology* **17**: 990–996.
- DOAK, D. F. & MORRIS, W. F. (2010). Demographic compensation and tipping points in climate-induced range shifts. *Nature* **467**: 959–962.
- DULLINGER, S.; GATtringER, A.; THuILLER, W.; MOSER, D.; ZIMMERMANN, N. E.; GUIsAN, A.; WILLNER, W.; PLUTZAR, C.; LEITNER, M.; MANG, T.; CACCIANIGA, M.; DIRNBÖCK, T.; ERTL, S.; FISCHER, A.; LENOIR, J.; SVENNING, J.-C.; PSOMAS, A.; SCHMATZ, D. R.; SILC, U.; VITTOZ, P. & HÜLBER, K. (2012). Extinction debt of high-mountain plants under twenty-first-century climate change. *Nature Climate Change* **2**: 619–622.
- ELLENBERG, H. (1979). Man's influence on tropical mountain ecosystems in South America. *Journal of Ecology* **67**: 401–416.
- ELZINGA, C. L.; SALZER, D. W. & WILLOUGHBY, J. W. (1998). *Measuring and monitoring plant populations*. Bureau of Land Management, Denver.
- ENGLER, R.; RANDIN, C.; THuILLER, W.; DULLINGER, S.; ZIMMERMANN, N. E.; ARAÚJO, M. B.; PEARMAN, P. B.; LE LAY, G.; PIÉDALLU, C.; ALBERT, C. H.; CHOLER, P.; COLDEA, G.; DE LAMO, X.; DIRNBÖCK, T.; GÉGOUT, J.-C.; GÓMEZ-GARCÍA, D.; GRYNES, J.-A.; HEEGAARD, E.; HØISTAD, F.; NOGUÉS-BRAGO, D.; NORMAND, S.; PUŞCAS, M.; SEBASTIÀ, M.-T.; STANISCI, A.; THEURILLAT, J.-P.; TRIVEDI, M.; VITTOZ, P. & GUIsAN, A. (2011). 21st climate change threatens European mountain flora. *Global Change Biology* **17**: 2330–2341.
- ERSCHBAMER, B.; MALLAUN, M. & UNTERLUGGAUER, P. (2006). Plant diversity along altitudinal gradients in the Southern and Central Alps of South Tyrol and Trentino (Italy). *Gredleriana* **6**: 47–68.
- ERSCHBAMER, B.; UNTERLUGGAUER, P.; WINKLER, E. & MALLAUN, M. (2011). Changes in plant species diversity revealed by long-term monitoring on mountain summits in the Dolomites (northern Italy). *Preslia* **83**: 387–401.
- EVERSON, T. M.; CLARKE, G. P. Y. & EVERSON, C. S. (1990). Precision in monitoring plant species composition in montane grasslands. *Vegetatio* **88**: 135–141.
- FEELEY, K. J.; SILMAN, M. R.; BUSH, M. B.; FARFAN, W.; CABRERA, K. G.; MALHI, Y.; MEIR, P.; REVILLA, N. S.; QUISIYUPANQUI, M. N. R. & SAATCHI, S. (2011). Upslope migration of Andean trees. *Journal of Biogeography* **38**: 783–791.
- FERNÁNDEZ CALZADO, M. R. & MOLERO MESA, J. (2011). The cartography of vegetation in the cryoromediterranean belt of Sierra Nevada: a tool for biodiversity conservation. *Lazaroa* **32**: 101–115.
- FERNÁNDEZ CALZADO, M. R.; MOLERO MESA, J.; MERZOUKI, A. & CASARES PORCEL, M. (2012). Vascular plant diversity and climate change in the upper zone of Sierra Nevada, Spain. *Plant Biosystems* **146**: 1044–1053.
- FISHER, M. C.; HENK, D. A.; BRIGGS, C. J.; BROWNSTEIN, J. S.; MADOFF, L. C.; MCCRAW, S. L. & GURR, S. J. (2012). Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. *Nature* **484**: 186–194.
- FRIEDMANN, B.; PAULI, H.; GOTTFRIED, M. & GRABHERR, G. (2011). Suitability of methods for recording species numbers and cover in alpine long-term vegetation monitoring. *Phytocoenologia* **41**: 143–149.
- FROSTEGÅRD, A. & BÄÄTH, E. (1996). The use of phospholipid fatty acid analysis to estimate bacterial and fungal biomass in soil. *Biology and Fertility of Soils* **22**: 59–65.
- FUTSCHIK, A.; GOTTFRIED, M.; LAMPRECHT, A.; NIESSNER, S.; PAULI, H.; RUMPF, S. B.; WINKLER, M. & GRABHERR, G. (in prep.). Observer errors in long-term surveillance of alpine vegetation.
- GADE, D. W. (1999). *Nature and culture in the Andes*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- GLIME, J. M. (2007). *Bryophyte ecology. Volume 1. Physiological ecology*. Ebook sponsored by Michigan Technological

- University and the International Association of Bryologists, Houghton, Michigan.
- GOTTFRIED, M.; HANTEL, M.; MAURER, C.; TOECHTERLE, R.; PAULI, H. & GRABHERR, G. (2011). Coincidence of the alpine-nival ecotone with the summer snowline. *Environmental Research Letters* **6**: 1–12 (014013).
- GOTTFRIED, M.; PAULI, H.; FUTSCHIK, A.; AKHALKATSI, M.; BARANCOK, P.; BENITO ALONSO, J. L.; COLDEA, G.; DICK, J.; ERSCHBAMER, B.; FERNÁNDEZ CALZADO, M. R.; KAZAKIS, G.; KRAJCI, J.; LARSSON, P.; MALLAUN, M.; MICHELSEN, O.; MOISEEV, D.; MOISEEV, P.; MOLAU, U.; MERZOUKI, A.; NAGY, L.; NAKHUTSRISHVILI, G.; PEDERSEN, B.; PELINO, G.; PUSCAS, M.; ROSSI, G.; STANISCI, A.; THEURILLAT, J.-P.; TOMASELLI, M.; VILLAR, L.; VITTOZ, P.; VOGIATZAKIS, I. & GRABHERR, G. (2012). Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change* **2**: 111–115.
- GOTTFRIED, M.; PAULI, H. & GRABHERR, G. (1998). Prediction of vegetation patterns at the limits of plant life: a new view of the alpine-nival ecotone. *Arctic and Alpine Research* **30**: 207–221.
- GOTTFRIED, M.; PAULI, H.; REITER, K. & GRABHERR, G. (1999). A fine-scaled predictive model for changes in species distribution patterns of high mountain plants induced by climate warming. *Diversity and Distributions* **5**: 241–251.
- GOTTFRIED, M.; PAULI, H.; REITER, K. & GRABHERR, G. (2002). Potential effects of climate change on alpine and nival plants in the Alps. In: Körner, C. & Spehn, E. M., eds. *Mountain biodiversity—a global assessment*, pp. 213–223. Parthenon Publishing, London, New York.
- GRABHERR, G. (2009). Biodiversity in the high ranges of the Alps: Ethnobotanical and climate change perspectives. *Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 167–172.
- GRABHERR, G.; GOTTFRIED, M.; GRUBER, A. & PAULI, H. (1995). Patterns and current changes in alpine plant diversity. In: Chapin III, F. S. & Körner, C., eds. *Arctic and alpine biodiversity: patterns, causes and ecosystem consequences*, pp. 167–181. Springer, Berlin.
- GRABHERR, G.; GOTTFRIED, M. & PAULI, H. (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature* **369**: 448.
- GRABHERR, G.; GOTTFRIED, M. & PAULI, H. (2000). GLORIA: A Global Observation Research Initiative in Alpine Environments. *Mountain Research and Development* **20**: 190–191.
- GRABHERR, G.; GOTTFRIED, M. & PAULI, H. (2001a). Long-term monitoring of mountain peaks in the Alps. In: Burga, C. A. & Kratochwil, A., eds. *Biomonitoring: General and applied aspects on regional and global scales*, pp. 153–177. Tasks for Vegetation Science, Kluwer, Dordrecht.
- GRABHERR, G.; GOTTFRIED, M.; HOHENWALLNER, D.; PAULI, H. & REITER, K. (2001b). GLORIA-EUROPE: Report on the Kick-off-Meeting (April 25–29, 2001, Vienna). *Mountain Research and Development* **21**: 294–295.
- GRABHERR, G.; GOTTFRIED, M. & PAULI, H. (2010). Climate change impacts in alpine environments. *Geography Compass* **4**: 1133–1153.
- GRABHERR, G.; NAGY, L.; THOMPSON, D. B. A. & KÖRNER, C. (2003). An outline of Europe's alpine areas. In: Nagy, L.; Grabherr, G.; Körner, C. & Thompson, D. B. A., eds. *Alpine biodiversity in Europe—A Europe-wide assessment of biological richness and change*, pp. 3–12. Springer, Berlin.
- GREIG-SMITH, P. (1983). *Quantitative plant ecology*. Blackwell, Oxford.
- HAEBERLI, W.; HOELZLE, M.; PAUL, F. & ZEMP, M. (2007). Integrated monitoring of mountain glaciers as key indicators of global climate change: the European Alps. *Annals of Glaciology, Int. Glaciological Society* **46**: 150–160.
- HALLOY, S. (1990). A morphological classification of plants, with special reference to the New Zealand alpine flora. *Journal of Vegetation Science* **1**: 291–304.
- HALLOY, S. & BARRATT, B. (2007). Patterns of abundance and morphology as indicators of ecosystem status: A meta-analysis. *Ecological Complexity* **4**: 128–147.
- HALLOY, S.; IBÁÑEZ, M. & YAGER, K. (2011). Puntos y áreas flexibles (PAF) para inventarios rápidos del estado de biodiversidad. *Ecología en Bolivia* **46**: 46–56.
- HALLOY, S.; SEIMON, A. & YAGER, K. (2006). Multidimensional (climate, biodiversity, socioeconomic, agriculture) context of changes in land use in the Vilcanota watershed, Peru. In: Spehn, E. M.; Liberman, M. & Körner, C., eds. *Land use change and mountain biodiversity*, pp. 323–337. CRC Press, Fort Lauderdale, USA.
- HALLOY, S.; YAGER, K.; GARCÍA, C.; BECK, S.; CARILLA, J.; TUPAYACHI, A.; JÁCOME, J.; MENESES, R. I.; FARFÁN, J.; SEIMON, A.; SEIMON, T.; RODRIGUEZ, P.; CUELLO, S. & GRAU, A. (2010). South America: Climate monitoring and adaptation integrated across regions and disciplines. In: Settele, J.; Penev, L. D.; Georgiev, T. A.; Grabaum, R.; Grobelnik, V.; Hammen, V.; Klotz, S.; Kotarac, M. & Kuehn, I., eds. *Atlas of biodiversity risk*, pp. 90–95. Pensoft Publishers, Sofia.
- HALLOY, S. R. P. & MARK, A. F. (1996). Comparative leaf morphology spectra of plant communities in New Zealand,

- the Andes and the European Alps. *Journal of the Royal Society of New Zealand* **26**: 41–78.
- HALLOY, S. R. P. & MARK, A. F. (2003). Climate-change effects on alpine plant biodiversity: A New Zealand perspective on quantifying the threat. *Arctic Antarctic and Alpine Research* **35**: 248–254.
- HARSCH, M. A.; HULME, P. E.; MCGLONE, M. S. & DUNCAN, R. P. (2009). Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming. *Ecology Letters* **12**: 1040–1049.
- HARTMANN, D. L.; KLEIN TANK, A. M. G.; RUSTICUCCI, M.; ALEXANDER, L. V.; BRÖNNIMANN, S.; CHARABI, Y.; DENTENER, F. J.; DLUGOKENCKY, E. J.; EASTERLING, D. R.; KAPLAN, A.; SODEN, B. J.; THORNE, P. W.; WILD, M. & ZHAI, P. M. (2013). Observations: Atmosphere and surface. In: Stocker, T. F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S. K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V. & Midgley, P. M., eds. *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.
- HEDBERG, O. (1969). Evolution and speciation in a tropical mountain flora. *Biol. J. Linn. Soc.* **1**: 135–148.
- HEDDE, M.; LAVELLE, P.; JOFFRE, R.; JIMÉNEZ, J. & DECAËNS, T. (2005). Specific functional signature in soil macro-invertebrate biostructures. *Functional Ecology* **19**: 785–793.
- HODKINSON, I. D. & BIRD, J. (1998). Host-specific insect herbivores as sensors of climate change in arctic and alpine environments. *Arctic and Alpine Research* **30**: 78–83.
- HOFFMANN, D. & YAGER, K. (2010). Identification and incorporation of socio-economic and cultural aspects of site implementation and monitoring. *6th International GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) Meeting*, Perth, Scotland.
- HOLDRIDGE, L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* **105**: 367–368.
- HOLMQUIST, J. G.; JONES, J. R.; SCHMIDT-GENGEBACH, J.; PIEROTTI, L. F. & LOVE, J. P. (2011a). Terrestrial and aquatic macroinvertebrate assemblages as a function of wetland type across a mountain landscape. *Arctic Antarctic and Alpine Research* **43**: 568–584.
- HOLMQUIST, J. G. & SCHMIDT-GENGEBACH, J. (2006). A pilot study and assessment of the efficiency of invertebrates as indicators of meadow change in Sierra Nevada Networks Parks. *2004–2005 Final Report*. University of California: White Mountain Research Station, Three Rivers, USA.
- HOLMQUIST, J. G.; SCHMIDT-GENGEBACH, J. & HAULTAIN, S. A. (2010). Does long-term grazing by pack stock in subalpine wet meadows result in lasting effects on arthropod assemblages? *Wetlands* **30**: 252–262.
- HOLMQUIST, J. G.; SCHMIDT-GENGEBACH, J. & SLATON, M. R. (2011b). Influence of invasive palms on terrestrial arthropod assemblages in desert spring habitat. *Biological Conservation* **144**: 518–525.
- HUBER, M. & KNUTTI, R. (2012). Anthropogenic and natural warming inferred from changes in Earth's energy balance. *Nature Geoscience* **5**: 31–36.
- JOFFRE, R.; AGREN, G. I.; GILLON, D. & BOSATTA, E. (2001). Organic matter quality in ecological studies: theory meets experiment. *Oikos* **93**: 451–458.
- KAZAKIS, G.; GHOSH, D.; VOGIATZAKIS, I. N. & PAPANASTASIS, V. P. (2007). Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the Lefka Ori, Crete. *Biodiversity and Conservation* **16**: 1603–1615.
- KENNEDY, K. A. & ADDISON, P. A. (1987). Some considerations for the use of visual estimates of plant cover in biomonitoring. *Journal of Ecology* **75**: 151–157.
- KLANDERUD, K. & BIRKS, H. J. B. (2003). Recent increases in species richness and shifts in altitudinal distributions of Norwegian mountain plants. *The Holocene* **13**: 1–6.
- KLIMEŠOVÁ, J.; DOLEŽAL, J.; DVORSKÝ, M.; DE BELLO, F. & KLIMEŠ, L. (2011). Clonal growth forms in eastern Ladakh, western Himalayas: classification and habitat preferences. *Folia Geobotanica* **46**: 191–217.
- KÖRNER, C. (1994). Impact of atmospheric changes on high mountain vegetation. In: Beniston, M., ed. *Mountain environments in changing climates*, pp. 155–166. Routledge, London.
- KÖRNER, C. (2002). Mountain biodiversity, its causes and function: an overview. In: Körner, C. & Spehn, E. M., eds. *Mountain biodiversity: a global assessment*, pp. 3–20. Parthenon Publishing, London, New York.
- KÖRNER, C. (2003). *Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems*. Springer, Berlin.
- KÖRNER, C. (2012). *Alpine treelines—functional ecology of the global high elevation tree limits*. Springer, Basel.
- KÖRNER, C.; PAULSEN, J. & SPEHN, E. M. (2011). A definition of mountains and their bioclimatic belts for global comparisons of biodiversity data. *Alpine Botany* **121**: 73–78.
- KÖRNER, C. & SPEHN, E. M. (2002). *Mountain biodiversity: a global assessment*. Parthenon Publishing, London, New York.

- KUTSCHE, P. (1998). *Field ethnography: A manual for doing cultural anthropology*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- LAMPRECHT, A. (2012). *Ethnobotanische Aspekte der Hochgebirgsflora der Ostalpen: Dokumentation der für Menschen nutzbaren Gefäßpflanzen in den GLORIA-Untersuchungsgebieten Hochschwab, Schrankogel und Latemar*. Diploma thesis, University of Vienna, Austria.
- LANDOLT, E.; BÄUMLER, B.; ERHARDT, A.; HEGG, O.; KLÖTZLI, F.; LÄMMLER, W.; NOBIS, M.; RUDMANN-MAURER, K.; SCHWEINGRUBER, F. H.; THEURILLAT, J.-P.; URMI, E.; VUST, M. & WOHLGEMUTH, T. (2010). *Flora indicativa: Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen / Ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps*. Haupt Verlag, Bern.
- LAW, W. & SALICK, J. (2005). Human-induced dwarfing of Himalayan snow lotus, *Saussurea laniceps* (Asteraceae). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **102**: 10218–10220.
- LAW, W. & SALICK, J. (2007). Comparing conservation priorities for useful plants among botanists and tibetan doctors. *Biodiversity and Conservation* **16**: 1747–1759.
- LEGG, C. J. & NAGY, L. (2006). Why most conservation monitoring is, but need not be, a waste of time. *Journal of Environmental Management* **78**: 194–199.
- LEVY, E. B. & MADDEN, E. A. (1933). The point method of pasture analysis. *New Zealand Journal of Agriculture* **46**: 267–269.
- LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J. & RHIND, D. W. (2005). *Geographic information systems and science*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, UK.
- MA, C.-L.; MOSELEY, R. K.; CHEN, W.-Y. & ZHOU, Z.-K. (2007). Plant diversity and priority conservation areas of Northwestern Yunnan, China. *Biodiversity and Conservation* **16**: 757–774.
- MACLEOD, A.; WRATTEN, S. D. & HARWOOD, R. W. J. (1994). The efficiency of a new lightweight suction sampler for sampling aphids and their predators in arable land. *Annals of Applied Biology* **124**: 11–17.
- MAGURRAN, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- MALANSON, G. P.; ROSE, J. P.; SCHROEDER, P. J. & FAGRE, D. B. (2011). Contexts for change in alpine tundra. *Physical Geography* **32**: 97–113.
- MARIOTTI, A.; ZENG, N.; YOON, J. H.; ARTALE, V.; NAVARRA, A.; ALPERT, P. & LI, L. Z. X. (2008). Mediterranean water cycle changes: transition to drier 21st century conditions in observations and CMIP3 simulations. *Environmental Research Letters* **3**: 1–8 (044001).
- MCCAIN, C. M. & COLWELL, R. K. (2011). Assessing the threat to montane biodiversity from discordant shifts in temperature and precipitation in a changing climate. *Ecology Letters* **14**: 1236–1245.
- MEESE, R. J. & TOMICH, P. A. (1992). Dots on the rocks: a comparison of percent cover estimation methods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **165**: 59–73.
- MENESES, R. I.; YAGER, K.; CANQUI, F. & BECK, S. (2010). Pastoralism of the high puna of Bolivia: local perceptions of climate change and the challenged of maintain tradition. *Global Change and the World's Mountains Conference*, Perth, Scotland.
- MICHELSSEN, O.; SYVERHUSET, A. O.; PEDERSEN, B. & HOLTEN, J. I. (2011). The impact of climate change on recent vegetation changes on Dovrefjell, Norway. *Diversity* **3**: 91–111.
- MIKHAILOV, Y. (2009). Invertebrate monitoring at GLORIA target regions: The first results from the Urals and need for global networking. *Mountain Forum Bulletin Volume IX, Issue 2*: 44–46.
- MILLS, M. H. & SCHWARTZ, M. W. (2005). Rare plants at the extremes of distribution: broadly and narrowly distributed rare species. *Biodiversity and Conservation* **14**: 1401–1420.
- MOLAU, U. & MØLGAARD, P. (1996). *International Tundra Experiment, ITEX Manual, second edition*. Danish Polar Center, Copenhagen.
- MOLINILLO, M. & MONASTERIO, M. (1997). Pastoralism in paramo environments: Practices, forage, and impact on vegetation in the Cordillera of Merida, Venezuela. *Mountain Research and Development* **17**: 197–211.
- MORRIS, W. F. & DOAK, D. F. (1998). Life history of the long-lived gynodioecious cushion plant *Silene acaulis* (Caryophyllaceae), inferred from size-based population projection matrices. *American Journal of Botany* **85**: 784–793.
- MUÑIZ, S.; LACARTA, J.; PATA, M. P.; JIMÉNEZ, J. J. & NAVARRO, E. (2014). Analysis of the diversity of substrate utilisation of soil bacteria exposed to Cd and earthworm engineering activity using generalised additive models. *Plos One* **9**: doi:10.1371/journal.pone.0085057.
- NAGY, L. & GRABHERR, G. (2009). *The biology of alpine habitats*. Oxford University Press, Oxford, New York.
- NAGY, L., NAGY, J., LEGG, C. J., SALES, D. I. & HORSFIELD, D. (2002). Monitoring vegetation change caused by trampling: a study from the Cairngorms, Scotland. *Botanical Journal of Scotland* **54**: 191–207.

- NETTING, R. M. (1981). *Balancing on an Alp: Ecological change & continuity in a Swiss mountain community*. Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, New York and Melbourne.
- NETTING, R. M. (1990). Links and boundaries: Reconsidering the alpine village as ecosystem. In: Moran, E. F., ed. *The ecosystem approach*, pp. 229–245. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- NEW, T. R. (1998). *Invertebrate surveys for conservation*. Oxford University Press, Oxford.
- NOROOZI, J.; PAULI, H.; GRABHERR, G. & BRECKLE, S.-W. (2011). The subnival-nival vascular plant species of Iran: a unique high-mountain flora and its threat from climate warming. *Biodiversity and Conservation* **20**: 1319–1338.
- ÖKOTEAM (2014). Gipfelfauna-Monitoring im Nationalpark Gesäuse. Monitoring der Gipfelfauna unter besonderer Berücksichtigung sensibler, gefährdeter und endemischer Spinnentier- und Insektentaxa. Unveröffentlichter Projektbericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH.
- PARMESAN, C. & YOHE, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* **421**: 37–42.
- PATTY, L.; HALLOY, S. R. P.; HILTBRUNNER, E. & KÖRNER, C. (2010). Biomass allocation in herbaceous plants under grazing impact in the high semi-arid Andes. *Flora (Jena)* **205**: 695–703.
- PAULI, H.; GOTTFRIED, M.; DIRNBÖCK, T.; DULLINGER, S. & GRABHERR, G. (2003). Assessing the long-term dynamics of endemic plants at summit habitats. In: Nagy, L.; Grabherr, G.; Körner, C. & Thompson, D. B. A., eds. *Alpine biodiversity in Europe - a Europe-wide assessment of biological richness and change*, pp. 195–207. Springer, Berlin.
- PAULI, H.; GOTTFRIED, M.; DULLINGER, S.; ABDALADZE, O.; AKHALKATSI, M.; BENITO ALONSO, J. L.; COLDEA, G.; DICK, J.; ERSCHBAMER, B.; FERNÁNDEZ CALZADO, R.; GHOSN, D.; HOLTEN, J. I.; KANKA, R.; KAZAKIS, G.; KOLLÁR, J.; LARSSON, P.; MOISEEV, P.; MOISEEV, D.; MOLAU, U.; MOLERO MESA, J.; NAGY, L.; PELINO, G.; PUŞÇAŞ, M.; ROSSI, G.; STANISCI, A.; SYVERHUSET, A. O.; THEURILLAT, J.-P.; TOMASELLI, M.; UNTERLUGGAUER, P.; VILLAR, L.; VITTOZ, P. & GRABHERR, G. (2012). Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. *Science* **336**: 353–355.
- PAULI, H.; GOTTFRIED, M.; HOHENWALLNER, D.; REITER, K.; CASALE, R. & GRABHERR, G. (2004). *The GLORIA field manual—Multi-Summit approach. 4th version*. European Commission DG Research, EUR 21213. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- PAULI, H.; GOTTFRIED, M.; KLETTNER, C.; LAIMER, S. & GRABHERR, G. (2009). A Global long-term observation system for mountain biodiversity: lessons learned and upcoming challenges. In: Sharma, E., ed. *International Mountain Biodiversity Conference: Biodiversity conservation and management for enhanced ecosystem services - responding to the challenges of global change, 16–18 November 2008*, pp. 120–128. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD), Kathmandu.
- PAULI, H.; GOTTFRIED, M.; LAMPRECHT, A.; NIESSNER, S. & GRABHERR, G. (2013). Protected areas and climate change impact research: roles, challenges, needs. In: Bauch, K., ed. *5th symposium for research in protected areas*, pp. 563–566. Salzburger Nationalparkfonds, Mittersill, Austria.
- PAULI, H.; GOTTFRIED, M.; REITER, K.; KLETTNER, C. & GRABHERR, G. (2007). Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994–2004) at the GLORIA master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology* **13**: 147–156.
- PAWŁOWSKY, B. (1970). Remarques sur l'endémisme dans la flore des Alpes et des Carpates. *Vegetatio* **21**: 181–243.
- PEARSON RALPH, C. P. (1978). Observations on *Azorella compacta* (Umbelliferae), a tropical Andean cushion plant. *Biotropica* **10**: 62–67.
- PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; DÍAZ, S.; GARNIER, E.; LAVOREL, S.; POORTER, H.; JAUREGUIBERRY, P.; BRET-HARTE, M. S.; CORNWELL, W. K.; CRAINE, J. M.; GURVICH, D. E.; URCELAY, C.; VENEKLAAS, E. J.; REICH, P. B.; POORTER, L.; WRIGHT, I. J.; RAY, P.; ENRICO, L.; PAUSAS, J. G.; DE VOS, A. C.; BUCHMANN, N.; FUNES, G.; QUÉTIER, F.; HODGSON, J. G.; THOMPSON, K.; MORGAN, H. D.; TER STEEGE, H.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; SACK, L.; BLONDER, B.; POSCHLOD, P.; VAIERETTI, M. V.; CONTI, G.; STAYER, A. C.; AQUINO, S. & CORNELISSEN, J. H. C. (2013). New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* **61**: 167–234.
- PESENKO, YU. A. (1982). Principy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyah [Principles and methods of quantitative analysis in faunistic investigations]. Nauka Publ., Moscow (in Russian).
- PICKERING, C.; HILL, W. & GREEN, K. (2008). Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the Snowy Mountains, Australia. *Biodiversity and Conservation* **17**: 1627–1644.
- POHL, M.; STROUDE, R.; BUTTLER, A. & RIXEN, C. (2011). Functional traits and root morphology of alpine plants. *Annals of Botany* **108**: 537–545.

- PRICE, M. F. & BARRY, R. G. (1997). Climate change. In: Messerli, B. & Ives, J. D., eds. *Mountains of the world*, pp. 409–445. The Parthenon Publishing Group, New York.
- PRICE, M. F.; BYERS, A. C.; FRIEND, D. A.; KOHLER, T. & PRICE, L. W., EDS. (2013). *Mountain geography: Physical and human dimensions*. University of California Press, Berkeley, CA, USA.
- QUÉZEL, P. (1953). Contribution a l'étude phytosociologique et geobotanique de la Sierra Nevada. *Memórias da Sociedade Broteriana* **9**: 5–77.
- RAMSAY, P. M. & OXLEY, E. R. B. (1997). The growth form composition of plant communities in the Ecuadorian paramos. *Plant Ecology* **131**: 173–192.
- RANDIN, C. F.; ENGLER, R.; NORMAND, S.; ZAPPA, M.; ZIMMERMANN, N. E.; PEARMAN, P. B.; VITTOZ, P.; THUILLER, W. & GUIBAN, A. (2009). Climate change and plant distribution: local models predict high-elevation persistence. *Global Change Biology* **15**: 1557–1569.
- RENKONEN, O. (1938). Statisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo* **6**: 1–231.
- RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, D. & BOMHARD, B. (2012). Mapping direct human influence on the world's mountain areas. *Mountain Research and Development* **32**: 197–202.
- ROOT, T. L.; PRICE, J. T.; HALL, K. R.; SCHNEIDER, S. H.; ROSENZWEIG, C. & POUNDS, J. A. (2003). Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* **421**: 57–60.
- ROSENZWEIG, C.; KAROLY, D.; VICARELLI, M.; NEOFOTIS, P.; WU, Q. G.; CASASSA, G.; MENZEL, A.; ROOT, T. L.; ESTRELLA, N.; SEGUIN, B.; TRYJANOWSKI, P.; LIU, C. Z.; RAWLINS, S. & IMESON, A. (2008). Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature* **453**: 353–358.
- SALA, O. E.; CHAPIN III, F. S.; ARMESTO, J. J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANNWALD, E.; HUENNEKE, L. F.; JACKSON, R. B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D. M.; MOONEY, H. A.; OESTERHELD, M.; POFF, N. L.; SYKES, M. T.; WALKER, B. H.; WALKER, M. & WALL, D. H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* **287**: 1770–1774.
- SALICK, J. (2012). Indigenous peoples conserving, managing, and creating biodiversity. In: Gepts, P.; Famula, T. R.; Bettinger, R. L.; Brush, S. B.; Damania, A. B.; McGuire, P. E. & Qualset, C. O., eds. *Biodiversity in agriculture: Domestication, evolution, and sustainability*, pp. 426–444. Cambridge University Press, New York.
- SALICK, J.; AMEND, A.; ANDERSON, D.; HOFFMEISTER, K.; GUNN, B. & FANG, Z. (2007). Tibetan sacred sites conserve old growth trees and cover in the eastern Himalayas. *Biodiversity and Conservation* **16**: 693–706.
- SALICK, J.; ANDERSON, D.; WOO, J.; SHERMAN, R.; CILI, N.; ANA & DORJE, S. (2004). Tibetan ethnobotany and gradient analyses: Menri (Medicine Mountains), eastern Himalayas. *Millenium ecosystem assessment*. Alexandria, Egypt.
- SALICK, J. & BYG, A. (2007). Indigenous peoples and climate change. *Environmental Change Institute, University of Oxford, Symposium report, 12–13 April 2007*. Tyndall Centre for Climate Change Research, Oxford, UK.
- SALICK, J.; BYG, A.; AMEND, A.; GUNN, B.; LAW, W. & SCHMIDT, H. (2006). Tibetan medicine plurality. *Economic Botany* **60**: 227–253.
- SALICK, J.; BYG, A. & BAUER, K. (2012). Contemporary Tibetan cosmology of climate change. *Journal for the Study of Religion, Nature and Culture* **6**: 447–476.
- SALICK, J.; FANG, Z. & BYG, A. (2009). Eastern Himalayan alpine plant ecology, Tibetan ethnobotany, and climate change. *Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 147–155.
- SALICK, J. & MOSELEY, R. K. (2012). *Khawa Karpo: Tibetan traditional knowledge and biodiversity conservation*. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- SALICK, J. & ROSS, N. (2009). Traditional peoples and climate change: Introduction. *Special Issue: Global Environmental Change—Human and Policy Dimensions* **19**: 137–139.
- SALICK, J.; YANG, Y. P. & AMEND, A. (2005). Tibetan land use and change near Khawa Karpo, eastern Himalayas. *Economic Botany* **59**: 312–325.
- SAUER, C. (1929). The morphology of landscape. *University of California Publications in Geography II (1919–1929)* **2**: 19–53.
- SCHERRER, D. & KÖRNER, C. (2010). Infra-red thermometry of alpine landscapes challenges climatic warming projections. *Global Change Biology* **16**: 2602–2613.
- SCHOLES, R. J.; MACE, G. M.; TURNER, W.; GELLER, G. N.; JÜRGENS, N.; LARIGAUERIE, A.; MUCHONEY, D.; WALTHER, B. A. & MOONEY, H. A. (2008). Ecology—Toward a global biodiversity observing system. *Science* **321**: 1044–1045.
- SCOTT, D. (1965). A height frequency method for sampling tussock and shrub vegetation. *New Zealand Journal of Botany* **3**: 253–260.
- SEIMON, A.; YAGER, K.; SEIMON, T.; SCHMIDT, S.; GRAU, A.; BECK, S.; GARCÍA, C.; TUPAYACHI, A.; SOWELL, P.; TOUVAL, J. & HALLOY, S. (2009). Changes in biodiversity patterns in the high Andes – understanding the consequences and seeking adaption to global change. *Mountain Forum Bulletin* **4**: 25–27.

- SEIMON, T. A.; SEIMON, A.; DASZAK, P.; HALLOY, S. R. P.; SCHLOEGEL, L. M.; AGUILAR, C. A.; SOWELL, P.; HYATT, A. D.; KONECKY, B. & SIMMONS, J. E. (2007). Upward range extension of Andean anurans and chytridiomycosis to extreme elevations in response to tropical deglaciation. *Global Change Biology* **13**: 288–299.
- SKLENÁŘ, P.; HEDBERG, I. & CLEEF, A. M. (2013). Island biogeography of tropical alpine floras. *Journal of Biogeography* **41**: 287–297.
- SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M. & MILLER, H. L., EDS. (2007). *Climate change 2007—The physical science basis. Contribution of working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- SORRELLS, L. & GLENN, S. (1991). Review of sampling techniques used in studies of grassland plant communities. *Proc. Oklahoma Acad. Sci.* **71**: 43–45.
- SOUTHWOOD, T. R. E. & HENDERSON, P. A. (2000). *Ecological Methods*. Wiley-Blackwell, Oxford.
- SPEHN, E. (2011). Mountain Biodiversity—Effects of climate change and how to manage them. *Sustainable Mountain Development, ICIMOD periodical* 60, pp. 40–43. ICIMOD, Kathmandu.
- SPEHN, E.; LIBERMAN, M. & KÖRNER, C., EDS. (2006). *Land use change and mountain biodiversity*. CRC Press, Taylor and Francis Group.
- STANISCI, A.; CARRANZA, M. L.; PELINO, G. & CHIARUCCI, A. (2011). Assessing the diversity pattern of cryophilous plant species in high elevation habitats. *Plant Ecology* **212**: 595–600.
- STÖCKLI, V.; WIPF, S.; NILSSON, C. & RIXEN, C. (2012). Using historical plant surveys to track biodiversity on mountain summits. *Plant Ecology and Diversity* **4**: 115–125.
- STÖCKLIN, J. (1992). Environment, morphology and growth of clonal plants—an overview. *Botanica Helvetica* **102**: 3–21.
- SYKES, J. M.; HERRILL, A. D. & MOUNTFORD, M. D. (1983). Use of visual cover assessments as quantitative estimators of some British woodland taxa. *Journal of Ecology* **71**: 437–450.
- THEURILLAT, J.-P. (1995). Climate change and the alpine flora: some perspectives. In: Guisan, A.; Holten, J. I.; Spichiger, R. & Tessier, L., eds. *Potential ecological impacts of climate change in the Alps and Fennoscandian mountains*, pp. 121–127. Conserv. Jard. Bot., Genève.
- THOMAS, R. B. & WINTERHALDER, B. P. (1976). Physical and biotic environment of southern highland Peru. In: Baker, P. T. & Little, M. A., eds. *Man in the Andes: A multidisciplinary study of high-altitude Quechua*, pp. 21–59. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroudsburg.
- THUILLER, W.; LAVOREL, S.; ARAUJO, M. B.; SYKES, M. T. & PRENTICE, I. C. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **102**: 8245–8250.
- TOVAR, C.; ARNILLAS, C. A.; CUESTA, F. & BUYTAERT, W. (2013). Diverging responses of tropical Andean biomes under future climate conditions. *Plos One* **8**: 1–12 (e63634).
- TROLL, C. (1966). *Ökologische Landschaftsforschung und vergleichende Hochgebirgsforschung*. Erdkundliches Wissen – Schriftenreihe für Forschung und Praxis. Franz Steiner Verlag, Wiesbaden.
- ULLOA, D. & YAGER, K. (2007). Memorias del taller: “Cambio climático: percepción local y adaptaciones en el Parque Nacional Sajama”. p. 42. Comunidad de Sajama, Lagunas, Caripe, Manasaya y Papelpampa, Sajama.
- UNEP-CBD (2012). Report of the eleventh meeting of the conference of the parties to the convention on biological diversity. *Convention on Biological Diversity, UNEP/CBD/COP/11/35*. Hyderabad.
- VAN DE VEN, C. M.; WEISS, S. B. & ERNST, W. G. (2007). Plant species distributions under present conditions and forecasted for warmer climates in an arid mountain range. *Earth Interactions* **11**: 1–33.
- VANHA-MAJAMAA, I.; SALEMAA, M.; TUOMINEN, S. & MIKKOLA, K. (2000). Digitized photographs in vegetation analysis – a comparison of cover estimates. *Applied Vegetation Science* **3**: 89–94.
- VENN, S.; PICKERING, C. & GREEN, K. (2012). Short-term variation in species richness across an altitudinal gradient of alpine summits. *Biodiversity and Conservation* **21**: 3157–3186.
- VENN, S.; PICKERING, C. & GREEN, K. (2014). Spatial and temporal functional changes in alpine summit vegetation are driven by increases in shrubs and graminoids. *AoB plants* **6**: doi:10.1093/aobpla/plu1008.
- VENN, S. E.; GREEN, K.; PICKERING, C. M. & MORGAN, J. W. (2011). Using plant functional traits to explain community composition across a strong environmental filter in Australian alpine snowpatches. *Plant Ecology* **212**: 1491–1499.
- VITTOZ, P.; CAMENISCH, M.; MAYOR, R.; MISERERE, L.; VUST, M. & THEURILLAT, J.-P. (2010). Subalpine-nival gradient of species richness for vascular plants, bryophytes and lichens in the Swiss Inner Alps. *Botanica Helvetica* **120**: 139–149.
- VITTOZ, P.; DUSSEX, N.; WASSEF, J. & GUISAN, A. (2009). Diaspore traits discriminate good from weak colonisers on high-

- elevation summits. *Basic and Applied Ecology* **10**: 508–515.
- VITTOZ, P. & GUISAN, A. (2007). How reliable is the monitoring of permanent vegetation plots? A test with multiple observers. *Journal of Vegetation Science* **18**: 413–422.
- VUILLE, M.; FRANCOU, B.; WAGNON, P.; JÜEN, I.; KASER, G.; MARK, B. G. & BRADLEY, R. S. (2008). Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. *Earth-Science Reviews* **89**: 79–96.
- WALTER, H. (1985). *Vegetation of the earth and ecological systems of the geo-biosphere*. Springer, Berlin.
- WALTER, H. & BRECKLE, S. W. (2002). *Walter's vegetation of the Earth: The ecological systems of the geo-biosphere*. Springer, Berlin.
- WALTHER, G.-R.; BEISSNER, S. & BURGA, C. A. (2005). Trends in upward shift of alpine plants. *Journal of Vegetation Science* **16**: 541–548.
- WALTHER, G. R.; POST, E.; CONVEY, P.; MENZEL, A.; PARMESAN, C.; BEEBEE, T. J. C.; FROMENTIN, J. M.; HOEGH-GULDBERG, O. & BAIRLEIN, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature* **416**: 389–395.
- WARDLE, D. A.; WALKER, L. R. & BARDGETT, R. D. (2004). Ecosystem properties and forest decline in contrasting long-term chronosequences. *Science* **305**: 509–513.
- WIPF, S.; STÖCKLI, V.; HERZ, K. & RIXEN, C. (2013). The oldest monitoring site of the Alps revisited: accelerated increase in plant species richness on Piz Linard summit since 1835. *Plant Ecology and Diversity* **6**: 447–455.
- WUNDRAM, D.; PAPE, R. & LÖFFLER, J. (2010). Alpine soil temperature variability at multiple scales. *Arctic Antarctic and Alpine Research* **42**: 117–128.
- YAGER, K.; RESNIKOWSKI, H. & HALLOY, S. (2008a). Grazing and climatic variability in Sajama National Park, Bolivia. *Pirineos* **163**: 97–109.
- YAGER, K.; ULLOA, D. & HALLOY, S. (2008b). Conducting an interdisciplinary workshop on climate change: facilitating awareness and adaptation in Sajama National Park, Bolivia. In: Mannke, F. & Filho, W. L., eds. *Interdisciplinary aspects of climate change*, pp. 327–342. University of Applied Sciences, Hamburg, Germany.
- YAGER, K. A. (2009). *A herder's landscape: Deglaciation, desiccation and managing green pastures in the Andean puna*. Yale University, New Haven.

附件I：样地设置与记录材料

	材料与设备清单	103
图 A1.1	3m x 3m网格框设置	104
图 A1.2	1-m²针刺样方框设置	104
图 A1.3	百分比盖度估测模板	105

材料与设备清单

用于山峰区角点和样地定位的材料与用具

- ◆ 一个罗盘（推荐用Suunto KB-14/360）
- ◆ 开始野外工作前检查磁偏角
- ◆ 一个倾斜仪（推荐用Suunto PM-5/360PC）
- ◆ 50-m长样绳（皮尺）两卷
- ◆ 3-m长皮尺两卷

可选（额外）用具

- ◆ 海拔表
- ◆ 差分GPS（准确度在米以下）
- ◆ 在设置10m x 10m样方时，需要准备一卷50-m长样绳（皮尺），一卷长度至少为10-m的皮尺

划定1-m²样方

- ◆ 在有1m x 1m 网格的 3m x 3m样方群中，划出4个采样网格（按每个目标区所需要的计算；参见附件I中图AI.1）
- ◆ 一百个作用标准的100-mm钉子
- ◆ 细绳
- ◆ 粘胶带（用于修补网格）

划出山峰扇区

- ◆ 两卷细绳，每卷大约500-m长。比较陡峭地形下长度可较短
- ◆ 四卷类似的细绳，每卷大约100-m长。比较陡峭地形下长度可较短（细绳的颜色最好与地表颜色形成反差。比如黄色或者白色。检查一下细绳的卷轴要方便收放）

野外永久标记

- ◆ 每个山峰大约需要80根铝制短管（直径0.8到1-cm，长度10-25-cm）或者其他可起到类似作用的材料
- ◆ 白色或者黄色耐久漆（作为铝管的替代）
- ◆ 一把小鋤子或者凿子
- ◆

照相记录

- ◆ 高分辨率数码相机，带广角镜头、标准镜头
- ◆ 存储卡（如SD卡）
- ◆ 粉笔以及黑板擦
- ◆ 标志棍（1.5-2-m），用来在拍照时标记扇区角点

野外记录

- ◆ 足够份数的野外记录表（见附件II）。每个目标区最少需要：表格0一份、表格1四份、表格2需要64份、表格3需要32份、表格4需要4份（如果要开展额外观测记录，则需要64份表格5-S、16份表格6-S）。要准备足够的备用表格。
- ◆ 书写材料（包括下雨时用的铅笔）
- ◆ 罗盘（见上）
- ◆ 倾斜仪（见上）
- ◆ 用于盖度估测的透明模板（见附件I中的图AI.3a & b）
- ◆ 用于针刺盖度估测的木制或者铝制样方框（见附件I图AI.2）；如果要开展额外观测，还需要准备用于小样方频度计数的频度框（图 5.1）
- ◆ 2-mm直径的采样针，用于针刺观测（如毛线针）温度测量
- ◆ 16个微型温度记录器（推荐用GeoPrecision Mlog-5W），每个山峰区4个（见本手册 4.3.2）。手表、园艺小铲。数据读取：笔记本电脑、蓝牙适配器（无线界面）

第一步：准备4-m长皮尺8个，这种皮尺可以直接从像50-m皮尺那样的长皮尺上剪下（例如，在3.5-m处剪下，然后再从7.5-m处剪下。以此类推）。

第二步：在剪下的4m长皮尺上的每个整数米处，在中间钻一个直径大约0.4-cm的圆孔。每个皮尺有4个圆孔。

第三步：将8条皮尺按照如下的3 x 3网格排列，将纵和横的交叉点处圆孔用小金属扣固定（孔眼直径0.4-cm）。金属扣要穿过交叉点上下两个圆孔，然后用钳子夹紧，使交叉点那个固定住。这样形成的3 x 3网格的每个网格大小为1 x 1m。注意，由于皮尺有一定的宽度，网格的实际大小会略小于1 x 1m，但这种情况不会造成大的问题。因为：1) 按照这种方法，在钻孔之前不需要专门去计算和测定1 x 1m样方的内宽，在裁剪皮尺的时候也比较简单；2) 可以在整条米的位置上来界定样方框开始和结束的位置，也比较简便，同时也方便进行盖度的估测。每条皮尺在每边伸出样方框外的长度都是0.5-m，这也方便在野外将样方群框固定住。

总共需要制作4个这样的网格框（对应于4个3 x 3m样方群）。在完成一个山峰区的调查后，将网格框移除，并用于下一个山峰区的调查，所以每个目标区4个网格框即足够。

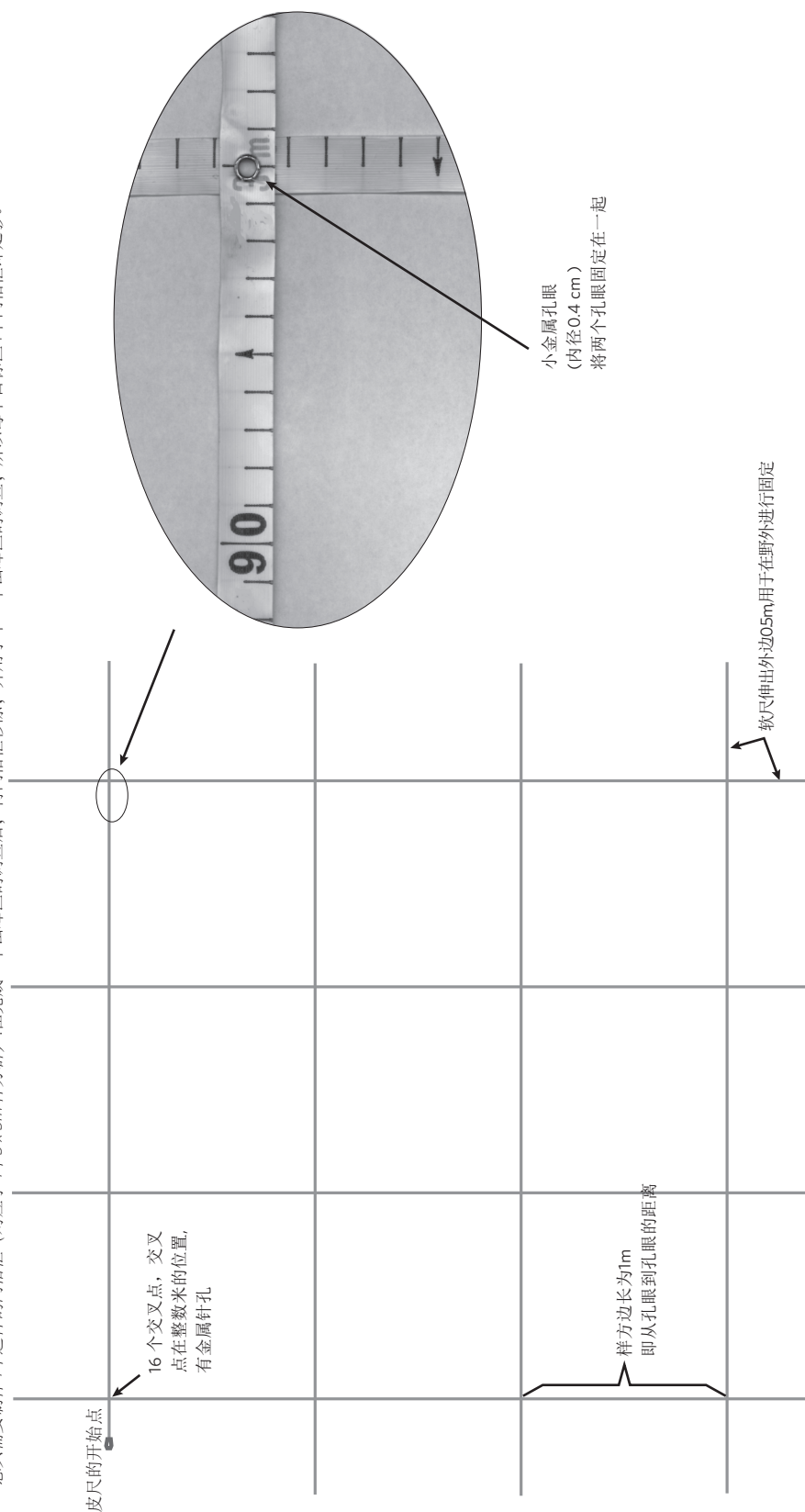
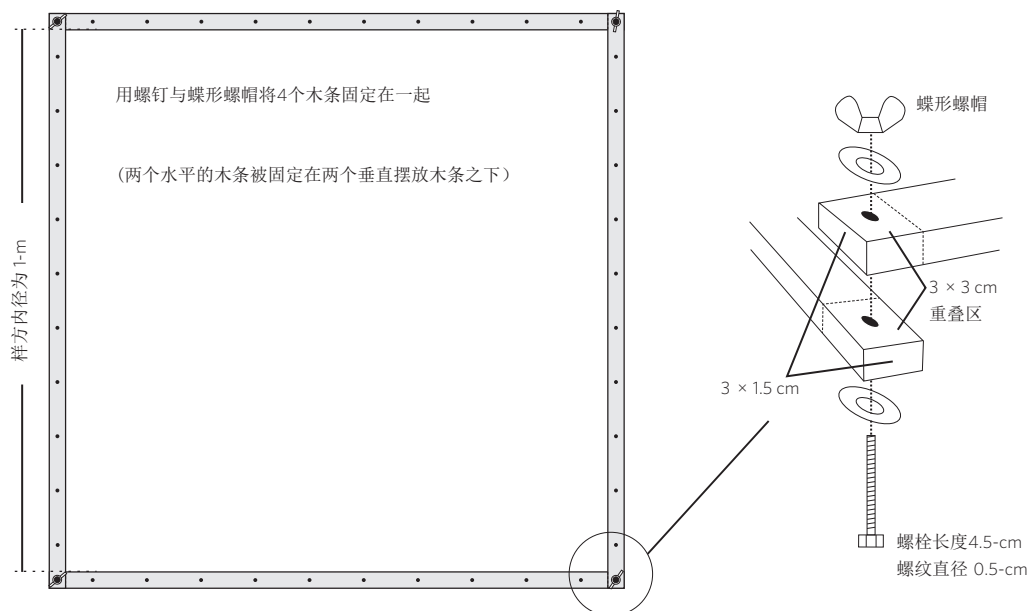


图 A1.1 设置3m x 3m网格框。

步骤 1. 制作4个长度、宽窄相同的木条 （宽3-m,厚1.5-cm,长106-cm）



步骤 2. 将4个木条固定在一起:



步骤 3. 系上并拉紧细绳:

a) 从木条的上面系上纵列细绳

b) 从木条的底面上横列细绳，并与纵列细绳交互编织

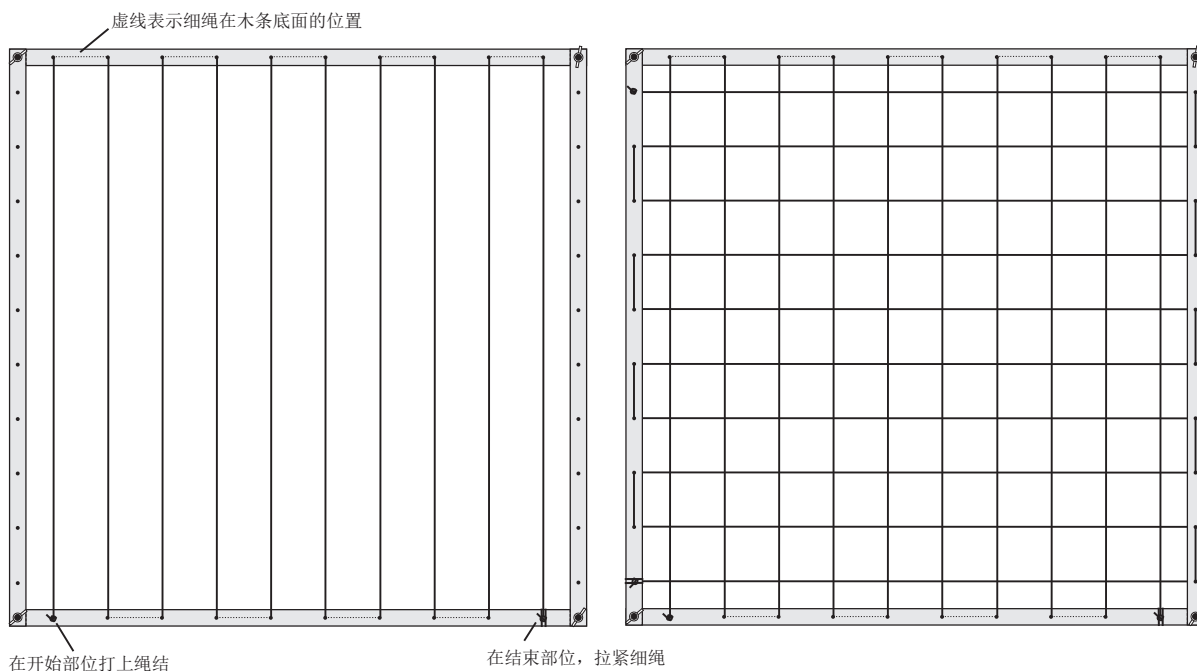


图 A1.2 设置有100个交叉点用于针刺盖度测定的1m×1m网格样方框。

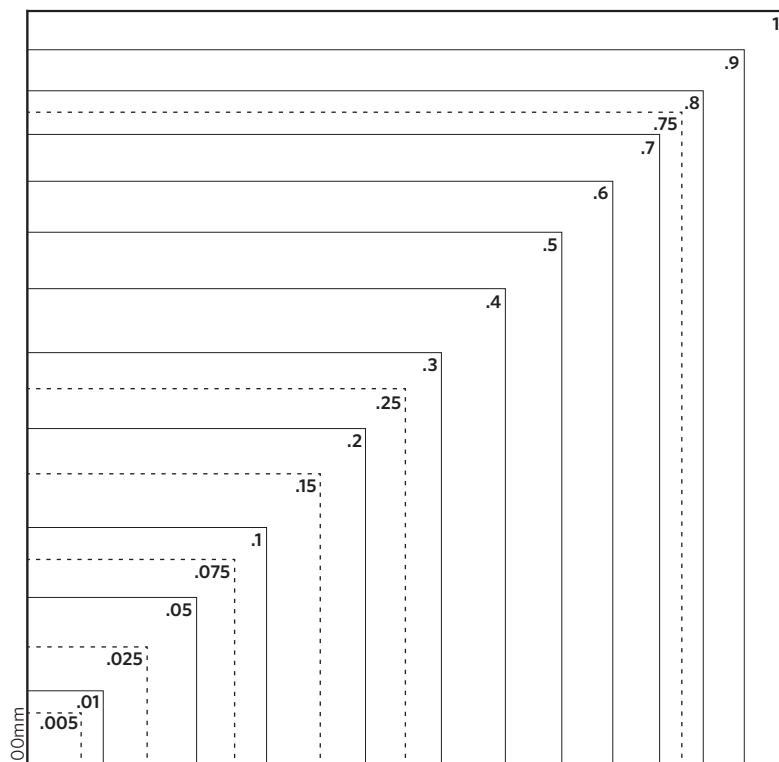


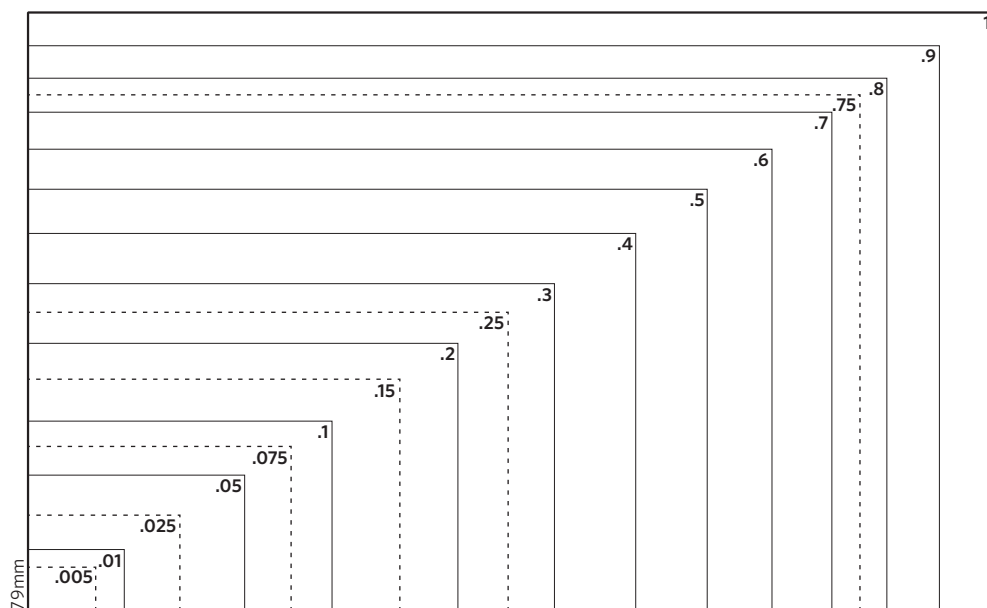
图 AI.3a 长方形的百分比盖度估测模板。野外工作时可将模板印制在透明的有机玻璃上使用。注意保持实际的尺寸（在复印时不要改变尺寸比例）。

长方形百分比盖度估测模板 I

数字表示在1m×1m样方中的百分比盖度值

GLORIA 2001

170mm

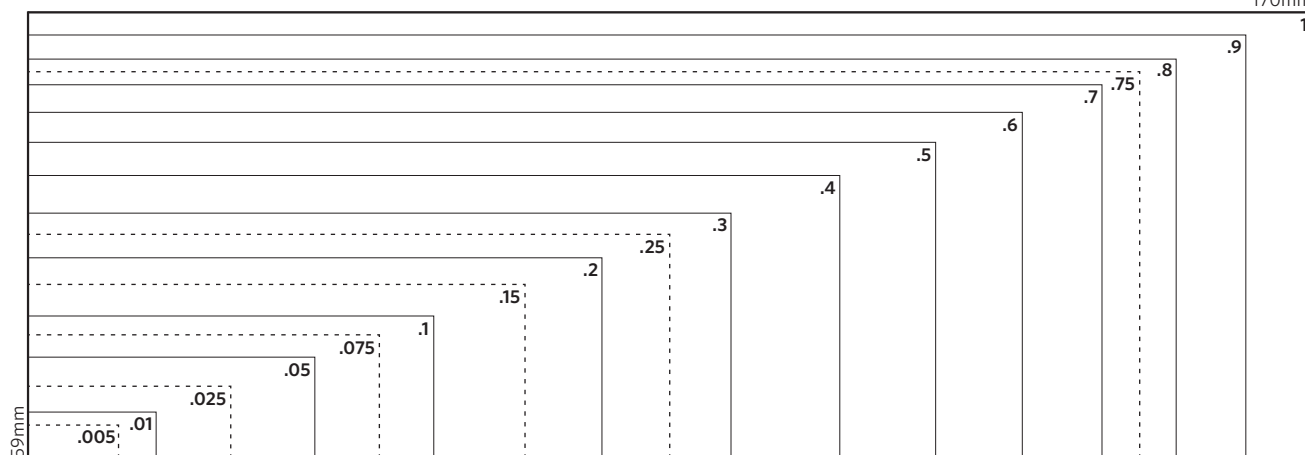


长方形百分比盖度估测模板 II

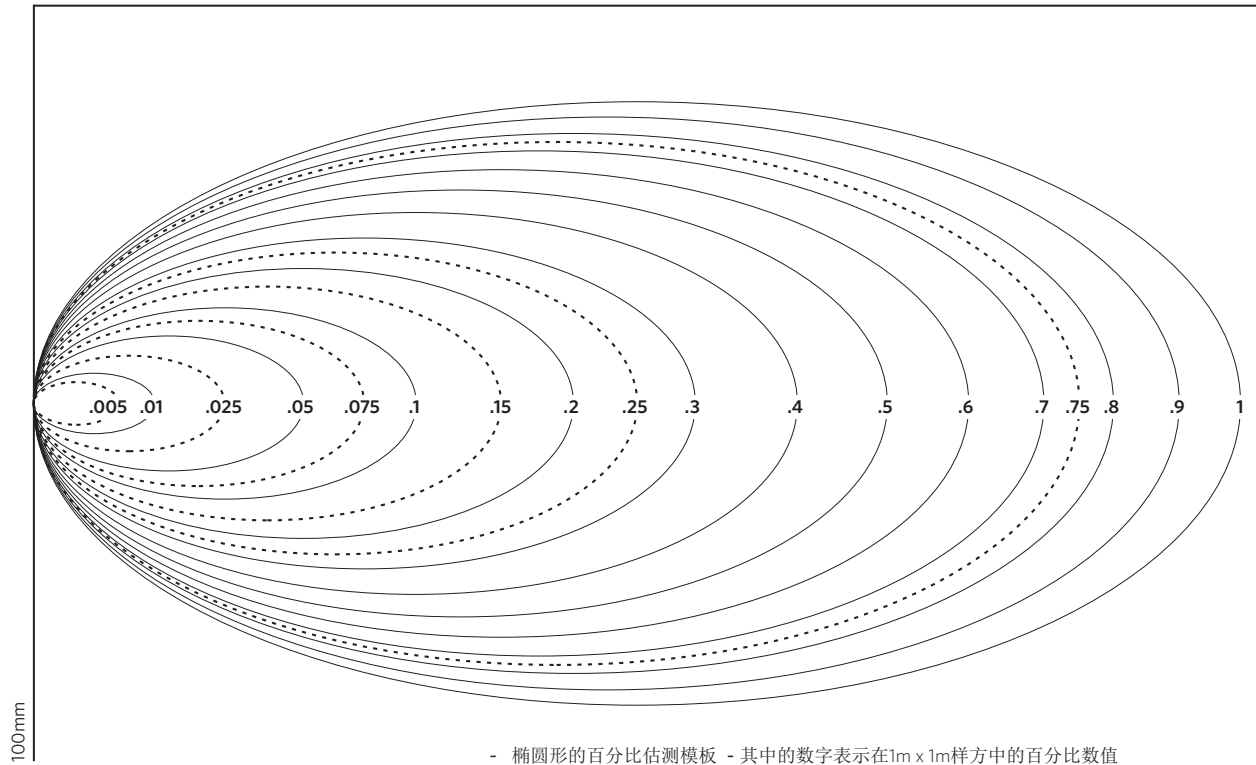
数字表示在1m×1m样方中的百分比盖度

GLORIA 2001

170mm



长方形百分比盖度估测模板 III 数字表示在1m×1m样方中的百分比盖度值



GLORIA 2001

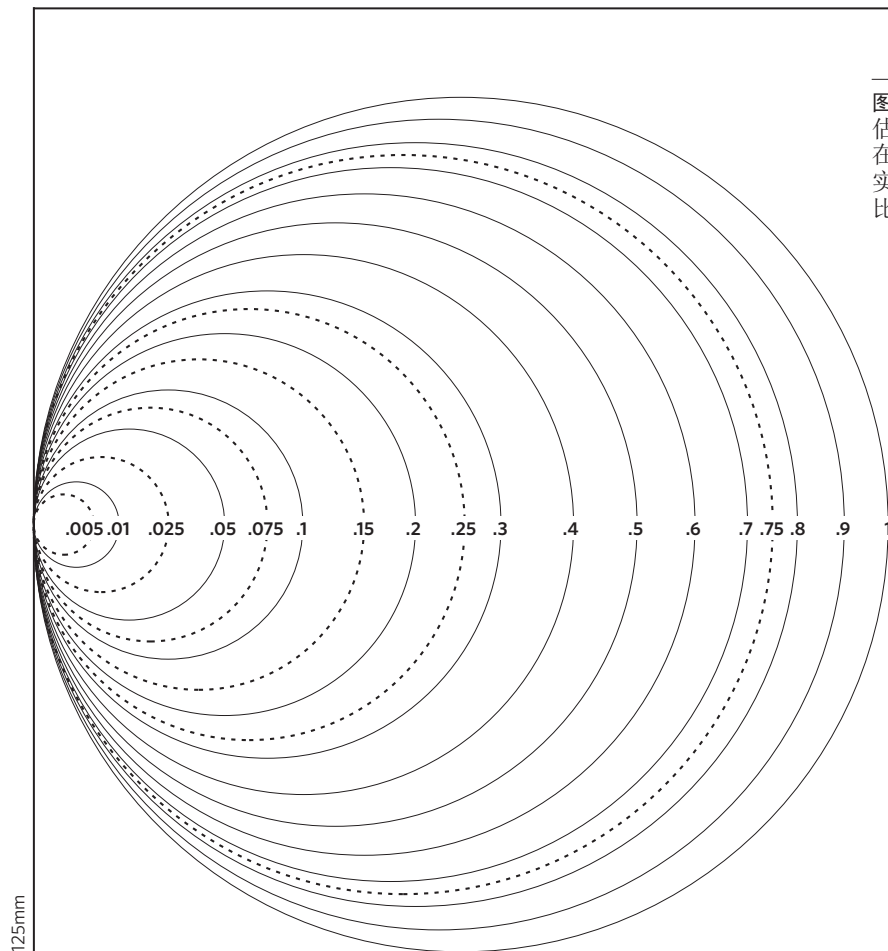


图 A1.3b 圆形及椭圆形的百分比盖度估测模板。野外工作时可将模板印制在透明的有机玻璃上使用。注意保持实际的尺寸（在复印时不要改变尺寸比例）。

圆形的百分比盖度估测模板
数字表示在1m x 1m 样方中的
百分比盖度值

GLORIA 2001

附件II：数据记录表，第一部分：采样记录表

第一部分：采样记录表

标准采样记录表

表格 0	目标区	109
表格 1	样地测量记录表	110
表格 2	1-m ² 样方记录表（注解在另页）	111
表格 3	山峰扇区观测记录表(注解在另页)	113
表格 4	温度记录表	115

额外观测记录表

表格 5-S	1-m ² 中小样方频度计数表	116
表格 6-S	10m x 10m样方记录表（注解在另页）	117

野外工作时将注解和说明打印在表格的背面

表格 0 目标区

国家编码 ¹⁾ :	日期:	调查者:
目标区编码 ¹⁾ :		
主要植被类型边界线海拔(m):		
潜在天然森林线 ²⁾ :	潜在天然树线 ²⁾ :	高山-积雪带交错带 ²⁾ :
现实森林线 ²⁾ :	现实树线 ²⁾ :	

植被边界线说明³⁾:

目标区山峰研究点主要基岩类型以及大致土壤 pH ⁴⁾ :	目标区土地利用历史以及现实土地利用状况的简要描述 ⁵⁾
---	--

山峰	山峰编码 ¹⁾	山峰名	海拔高度 (m a.s.l.)	植被带或交错带 ⁶⁾	山峰基本状况说明 ⁷⁾
低					
高					

注:

1) 有关编码说明见文本框 6.1; 2) 标出每种主要植被类型在目标区范围内边界的大致平均海拔位置; 森林线 (或林线) 的定义是郁闭森林分布的上限; 树线是指高度大于 3-m 乔木群分布的上限; 高山-积雪带交错带指高山带上限到积雪带之间的过渡带。高山带的上限是指郁闭植被分布的上限 (在很多山区, 该线常常也是冰冻带出现的位置); 3) 需要对边界线的海拔位置进行说明。例如, 偏离平均海拔高度的情况, 目标区中是否存在清晰的植被边界线, 如果没有, 其原因是什麼等; 4) 目标区山峰研究点基岩性质, 在同一目标区内, 各山峰点基岩性质应该一样 (以保持基岩对植被分布的影响一致)。此外, 对土壤平均 pH 值做大致估测 (例如, 酸性为 <4.5, 弱酸为 4.5-6.5, 中性/碱性为 >6.5; 5) 如果当地植被受到人为干扰, 说明土地利用类型及其对植被的影响; 6) 只能作如下记录: 树线交错带、高山下部、高山交错带上部/下部、高山带上部、高山-积雪带交错带、积雪带; 7) 如果特定山峰的植被带或交错带不明显, 说明其基本情况以及偏离情况。对其他任何偏离与“理性”的山峰状况 (常见本手册 2.2) 的情况, 也要进行说明。

必要时可添加空表页面以填写更多的内容, 并加上页码 (如 1 of 2、2 of 2 等)

表格 1

样地测量记录表

国家编码 ¹⁾ :		日期:		顶峰最高点 (HSP) ³⁾	海拔 (m):	地理坐标 (度/分秒)
目标区编码 ¹⁾ :		调查者:				经度 long:
山峰编码 ¹⁾ :						纬度:
山峰名 ²⁾ :						

样方群 & 10-m 点						
点号 ⁵⁾	距离 (m) ⁶⁾	罗盘方位 (°) ⁷⁾	拍照检查 ⁸⁾	点编号	距离 (m) ⁶⁾	罗盘方位 (°) ⁷⁾
p5m-N11	☐		☐ 样方 N11	pNE-5		☐
p5m-N31	☐		☐ 样方 N31	pNE-10		☐
p-N33			☐ 样方 N33	pSE-5		☐
			☐ 样方 N13	pSE-10		☐
			☐ 10-m点			

p5m-E11	☐		☐ 样方 E11			
p5m-E31	☐		☐ 样方 E31			
p-E33			☐ 样方 E33			
p-E13			☐ 样方 E13			
p10m-E			☐ 10-m点			

p5m-S11	☐		☐ 样方 S11			
p5m-S31	☐		☐ 样方 S31			
p-S33			☐ 样方 S33			
p-S13			☐ 样方 S13			
p10m-S			☐ 10-m点			

p5m-W11	☐		☐ 样方 W11			
p5m-W31	☐		☐ 样方 W31			
p-W33			☐ 样方 W33			
p-W13			☐ 样方 W13			
p10m-W			☐			

INTERSECTION LINES						
点编号	距离 (m) ⁶⁾	罗盘方位 (°) ⁷⁾	拍照检查 ⁸⁾	点编号	距离 (m) ⁶⁾	罗盘方位 (°) ⁷⁾
pNE-5			☐	pSW-5		☐
pNE-10			☐	pSW-10		☐
pSE-5			☐	pNW-5		☐
pSE-10			☐	pNW-10		☐

说明:	山峰全貌: 拍照检查 ⁸⁾
表格空间不够可另外添页	
说明添加页数	

注: 1) 编码方法参见文本框 6.1; 2) 山峰的全名 (可依据地形图上的名称, 如果没有官方名称, 则赋予一个工作名; 3) 顶峰最高点是山峰区中心的最高点 (忽略山峰区内高于此最高点但不位于中心位置的突出岩石); 4) 地理北方与地磁北方之间的夹角 (例如, 磁偏角 6° W 记为 -6, 10° E 记为 +10; 见文本框 3.1); 5) 在主测量线相应的点上画勾 (例如, p5m-N11 或者 p5m-N31 这两个点都不可能出现, 见图 3.2); 6) 顶峰最高点与测量点之间的直线距离 (单位 m, 精确到小数点后两位), 见文本框 3.3; 7) 从顶峰最高点到测量点的罗盘方位, 单位为度 (范围为 360 度), 见文本框 3.1。注意, 这里记录的是罗盘磁方位 (即罗盘仪上的读数); 8) 拍照检查: 拍照以后在方框中打勾, 确保进行了拍照记录 (具体参见本手册 4.4)。

表格 2 **1-m² 样方**

国家编码 ¹⁾ :		日期:	坡向 ²⁾
目标区编码 ¹⁾ :		记录时间: 从____ 到____ _:	
山峰编码 ¹⁾ :		调查者:	坡度(°): ³⁾
样方编码 ¹⁾ :			

地表类型的顶视盖度 (%)⁴⁾

维管植物		针刺数 ⁹⁾	总数 ¹⁰⁾
岩石			
碎石（流石）			
无维管植物覆盖生长于土壤的苔藓			
无维管植物覆盖生长于土壤的地衣			
裸地			
枯落物			
	100%		

顶视地表盖度亚类型占比 %⁵⁾

维管植物下地衣		维管植物下苔藓	
岩石上地衣		岩石上苔藓	
碎石上地衣		碎石上苔藓	

样方状况的总体评价:

植物盖度 (%)⁶⁾

物种	备注 ⁷⁾	%盖度 ⁶⁾	针刺数 ⁹⁾	总针刺数 ¹⁰⁾
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

	盖度合计 ⁸⁾ :	如增加了页, 说明增加页数, 如 of 2, 2 of 2
	维管植物总数	

有关脚注请见背面

- 1 编码方式参见文本框 6.1。
- 2 样方的平均坡向（如北、东北、东南、南、西南、西、西北）。
- 3 样方的平均坡度（单位度，最大360度）
- 4 盖度的垂直延伸（垂直于坡面），所有的地表类型之和为100%（有关地表类型的定义见本手册 4.1.1）。地表类型的顶视盖度可以用目测或者针刺法估测。
- 5 各亚类型顶视盖度为占地表类型顶视盖度的百分比。
- 6 每个物种的百分比盖度用目视估测（见本手册 4.1.1）；避免用“或者”等记号；对所有的维管植物都要进行估测记录，对地衣、苔藓植物的观测记录为可选（见文本框 4.2）；对于每个物种，写出其植物名或者临时给予一个编码。
- 7 如果现场鉴定有困难，用字母来说明有疑问的分类水平，g为属水平，s为物种水平，t为物种以下水平；说明鉴定困难或者有疑问的情况。
- 8 盖度合计（所有物种盖度之和）与“维管植物”这种地表类型的顶视盖度之比较：维管植物物种盖度之和可高于、且不会低于维管植物顶视盖度，在密集植被条件下由于各层重叠的原因而高于100%（见本手册 4.1.1）
- 9 在有100个交叉点的1m x 1m 网格框（见图 4.2）内，用针/毛线针针刺记录100个点。针刺观测在目视观测之后进行。

如果针刺没有触碰到维管植物，则在相应的地表类型上划勾；如果针刺触碰到维管植物，则在相应的物种上划勾。注意要记录下针刺触碰到的所有维管植物，即处于下层的植物也要记录到（在维管植物之下的地表类型不要划勾）
- 10 记下总触碰数

表格 3 山峰扇区 (SAS)

国家:

目标区:

山峰:

扇区:

日期:

时间: 从

到

调查者:

维管植物

岩石

碎石 (流石)

地衣 (不包括石生地衣)

苔藓

裸地

枯落物

合计

物种 ⁴⁾	备注 ⁵⁾	多度 ⁶⁾	%-盖度 ⁷⁾ (可选)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

物种 ⁴⁾	备注 ⁵⁾	多度 ⁶⁾	%-盖度 ⁷⁾ (可选)
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			

对物种记录的评价:

本扇区维管植物总数:

- ① 编码方法见文本框 6.1, 对山峰扇区的编码如N05、N10、E05等。
- ② 扇区内地表类型的目视盖度估测（顶视盖度）用百分比表示，见本手册 4.2.。
- ③ 对放牧影响的评价，如粪便情况，啃食损伤、踩踏损伤等，见文本框 4.6.。
- ④ 必须记录下所有的维管植物种类。地衣以及苔藓植物的记录为可选（见文本框 4.2）。可以记下植物种名，也可以临时编码来代替。
- ⑤ 如果野外鉴定有困难或者有疑问，就本“备注”列填写（g为属水平，s为物种水平，t为物种以下水平），同时注明鉴定困难或有疑问的具体情况。
- ⑥ 用五级多度分级标出每个物种的多度（必须）：
 - r! (极稀少)：1至少数几个个体。
 - r (稀少)：在少数几个地点有一些个体，仔细观察时一般不会被忽视。
 - s (分散)：在扇区各处都有，虽然不会被忽视，但其存在也不太明显。也不一定是均匀分布于扇区各处。
 - c (常见)：在扇区常见并各处都有，其存在较为明显，第一眼就可以看到。盖度小于50%。
 - d (优势)：非常多, 占据植被中的较大部分，或多或少形成植被斑块或者是形成致密的植被层；该物种在扇区的盖度大于50%(本多度分级是唯一完全与盖度相关的多度分级)。
- ⑦ 可选记录项（额外记录项）：每个物种的百分比盖度估测；避免用“或者”符号。可采用直接的目视估测结果，也可用点-线拦截法估测（对于更加常见的物种），并且记录下其面积盖度（即对较为稀少的物种记录下其覆盖的面积，如m², dm²等），面积盖度随后可转换为百分比盖度，请参见本手册 5.2.2中的PAF方法。

表格 4 微型温度记录器

国家编码 ¹⁾ :		山峰编码 ¹⁾ :	
目标区编码 ¹⁾ :		山峰全名:	

首次安装情况

样方编号 ¹⁾	记录器序列号 ²⁾	记录器型号 ³⁾	起始日期	起始时间 ⁴⁾ (当地时间)	时间时差 ⁵⁾	距离-11 ⁶⁾	距离-31 ⁷⁾	拍照检查 ⁸⁾ 打开	拍照检查 ⁸⁾ 关闭	调查者(s)	备注
								☐	☐		
								☐	☐		
								☐	☐		
								☐	☐		

数据读取记录

重新安装

样方号 ¹⁾	记录器序列号 ²⁾	记录器型号 ³⁾	停止日期	停止时间 ⁹⁾ (当地时间)	调查者	备注 ¹⁰⁾	新记录器序列号 ¹²⁾	记录器型号 ³⁾	开始日期	开始时间 ⁴⁾ (当地时间)	拍照检查 ⁸⁾ 打开	拍照检查 ⁸⁾ 关闭
											☐	☐
											☐	☐
											☐	☐
											☐	☐

1) 编码方法见文本框 6.1; 2) 序列号一般在记录器上查到, 用于识别启动记录和读取记录器; 3) 记录器的型号, 如GeoPrecision, TidBit 或者 TinyTag; 4) 在野外每个记录器安装完成后的时间(用当地时间); 5) 与时间标准时的时差, 例如, 当地时间是14:00, 世界时为12:00, 者时差为-2。6) 记录器到样方群左下角点(如 p5m-S11; 见图 4.5) 的距离(单位m, 精确到小数点两位); 7) 记录器到样方群右下角点(如 p5m-S31; 见图 4.5) 的距离(单位m, 精确到小数点两位); 8) 拍照检查: 拍照以后打勾, 确保完成拍照记录(在放置温度记录器的小洞打开时和重新填埋后都要进行拍照, 见图 4.5; 9) 将记录器取出读取的时间(当地时间); 如果需要用TidBit记录器时, 用BC代表更换电池, LC代表更换记录器; 11) 只在需要进行重新安装时才填写; 12) 新记录器的序列号, 如果是用同一个记录器(如只是更换电池或者是用TidBit 记录器时, 用ident来表示是同一个记录器。

表格 5-S 在 1-m² 中进行小样方频度计数记录表

编码		国家	目标区	山峰	日期:	时间从:	总体评价:																									
行 倒行0 从上到下编号1到列0 从左到右编号, 面对顶峰) ²⁾ 放牧效应 H.i. 1: 粪便 H.i. 2: 啃食损害 H.i. 3: 踩踏		样方编码 ¹⁾				调查者																										
物种		备注 ⁵⁾		行 1		行 2		行 3		行 4		行 5		行 6		行 7		行 8		行 9		行 0										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
					</																											

如果增添了页, 说明其页码 (如, 1 of 2, 2 of 2等):

1) 编码方法见文本框 6.1; 2) 这里每个小格代表了网格框中一个 $0.1\text{m} \times 0.1\text{m}$ 的小格 (见图 5.1), 如果某个物种出现在某个小格中, 用 X 在该小格上做一标记; 3) 放牧效应: 牲畜放牧的效应 (也包括野生动物的影响, 因为要区分两者的影响也比较困难); 4) 物种 (所有的维管植物, 苔藓和地衣植物为可选), 写出植物名, 鉴定困难时可用临时编号来代替, 如果某植物在某小格中只是其一部分, 则不记录在该小格中 (注意始终保持目光与地面垂直), 无论其生根何处; 5) 如果野外鉴定困难或有疑问就填写在该备注列中 (g 代表属水平, s 代表物种水平, t 代表种以下水平)。

如添加了页，说明添加页面数(如 1 of 3, 2 of 3等):

- ① 编码方法见文本框 6.1。
- ② 填写基本方位（东、南、西、北）。
- ③ 在右边4个选项中选择一个打勾。
- ④ 与扇区调查时的地表类型相同，但没有“维管植物”（参见本手册 5.3.1）。只有在没有触碰到维管植物的情况下，才需要填写地表类型。
- ⑤ 共有20条平行的样线进行线-点拦截法观测记录；每一条样线记录 1-20 (2x)个点（见本手册 5.3.1）。
- ⑥ 写入所有触碰计数之和。
- ⑦ 记录下样针触碰到的所有维管植物。如果单次触碰到一种以上的植物，要记录下所有的物种。在完成线-针刺法后，记录下（在记录表下面或者增加的页面上）在10m x 10m 大样方中出现的所有维管植物物种。

附件II：数据记录表，第二部分：样表（英语）

第二部分：样表

标准记录表（记录表0, 1 - 4）

以及额外观测记录表（表格5-S和6-S）样表

GLORIA目标区物种信息记录表样表

120

127

130

Form 0

Target region

EXAMPLE

Country code ¹⁾	AT	Date	05. August 2010		Researcher(s)	Maria Montealto, Yuri Serov	
Target region code ¹⁾	HSW						

Altitude of major vegetation boundary lines (in metres)

Potential natural forestline ²⁾	1700m	Potential natural treeline ²⁾	1900m	Alpine-nival ecotone ²⁾	2800m
Current forestline ²⁾	1600m	Current treeline ²⁾	1820m		

Predominant bedrock material and approximate soil pH at the summit sites of the target region ⁴⁾ Limestone pH +/- neutral	Short description of the target region, particularly regarding land use history and the current land use situation ⁵⁾ No significant human land use: mountain pasturing has never been important within the alpine zone of the target region. In some areas timber logging at the forest line and livestock grazing in the lower treeline ecotone - but only before around 1920; none of the summits show obvious impacts caused by these activities; pasturing is restricted now, because area is protected as a fresh water reserve.					

SUMMITTS	Summit code ¹⁾	Summit name	Altitude (m a.s.l.)	Vegetation zone or ecotone ⁶⁾	Comments on the summit situation ⁷⁾	
LOW	BER	Bergerl	1823m	treeline ecotone	The eastern part of the summit is rather flat, but 5m and 10m points can be setup within 50m/100m distances	
Altitude	PEB	Peak Beauty	2201m	lower alpine		
	MEX	Monte Exemplario	2537m	lower - upper alpine		
HIGH	MSC	Mount Schwabi	2819m	alpine - nival	unstable scree slopes on the N and NW slopes - be careful with fieldwork	

Notes

1) See Box 6.1 for coding. 2) Enter the approximative metres above sea level (m a.s.l.) for each vegetation boundary line which indicates its average altitude in the target region; the forestline (or timberline) is defined as the line where closed forests end; the treeline is defined as the line where groups of trees taller than 3m end; the alpine-nival ecotone is the transition zone between the upper alpine belt and the nival belt - make an estimation of the altitude of the upper boundary line of the alpine zone, where closed vegetation ends (this line may coincide with the permafrost limit in many mountain regions). 3) Where required make comments on the indicated altitudinal positions of boundary lines; e.g. deviations from the average altitude; mention if a boundary line does not exist in the target region and comment on the reasons for its absence. 4) Bedrock material of the summit sites of the target region, which should be consistent throughout the four summits (consistent regarding the influence of the bedrock on the species composition); in addition, make a rough estimate on the average soil pH (e.g. acid: <4.5, intermediate: 4.5-6.5, neutral/alkaline: >6.5). 5) If the situation is not pristine or natural, indicate what kind of land use have or had an impact on the present vegetation. 6) Only the following entries are possible: treeline ecotone, lower alpine, lower/upper alpine ecotone, upper alpine, alpine-nival ecotone, nival. 7) Make comments on the situation of the particular summit if vegetation zone or ecotone is not properly applicable and describe the deviations. Further comment on any other pronounced deviation from an 'ideal' standard summit situation (compare chapter 2.2 in the field manual).

Use extra blank sheets, if necessary - indicate the number of extra sheets in this box (e.g. 1 of 2, 2 of 2 etc...)

1 of 1

Comments on vegetation boundary lines³⁾

Forestline and treeline were slightly lowered due to historic land use (pasturing, logging):

Form 1 Measurement protocol

EXAMPLE

Country code ¹⁾	AT
Target region code ¹⁾	HSW
Summit code ¹⁾	MEX
Summit name ²⁾	Monte Exemplario

Date	07. August 2010
Researcher(s)	Yuri Serov Maria Montealto

Highest summit point (HSP) ³⁾	Altitude (m)	Geographic co-ordinates (deg/min/sec)
Photo check ⁸⁾ ☒	2537	long. 15° 08' 01" E lat. 47° 36' 53" N

Magnetic declination (°) for compass measurements ⁴⁾	+2
---	----

QUADRAT CLUSTERS & 10-m POINTS

Point number ⁵⁾	Distance (m) ⁶⁾	Compass direction (°) ⁷⁾	Photo check ⁸⁾
NORTH	p5m-N11	32	358
	p5m-N31	30.54	354
	p-N33	27.91	355
	p-N13	29.53	359
	p10m-N	44.47	358
EAST	p5m-E11	18.17	94
	p5m-E31	17.75	88
	p-E33	14.78	87
	p-E13	15.26	92
	p10m-E	27.55	88
SOUTH	p5m-S11	24.33	172
	p5m-S31	24.08	167
	p-S33	21.1	168
	p-S13	21.4	170
	p10m-S	40.85	172
WEST	p5m-W11	23.04	268
	p5m-W31	23.17	265
	p-W33	20.2	265
	p-W13	20.07	267
	p10m-W	39.5	268

INTERSECTION LINES

Point num.	Dist. (m) ⁶⁾	Comp. dir. (°) ⁷⁾	Photo check ⁸⁾	Point num.	Dist. (m) ⁶⁾	Comp. dir. (°) ⁷⁾	Photo check ⁸⁾
pNE-5	20.35	43	☒	pSW-5	14.35	223	☒
pNE-10	29.24	43	☒	pSW-10	26.5	223	☒
pSE-5	16.5	133	☒	pNW-5	21.35	313	☒
pSE-10	29.2	133	☒	pNW-10	38.44	313	☒

COMMENTS

The principal measurement line of the S-direction (determined by HSP, p5m-S11 and p10m-S) deviates 6° E from the exact geogr. S (because terrain was not appropriate for the 3m x 3m cluster at exactly geogr. S).

Entire summit	Photo check ⁸⁾ ☒
---------------	---

Use extra blank sheets for further remarks, if necessary.

Indicate the number of extra sheets in this box

Notes

- See Box 6.1 for coding. 2) Full name of the summit (from topographic maps or a working name where no official name is available). 3) The highest summit point is the culmination point +/- in the middle of the summit area (rocky outcrops which may be higher but are not centred in the summit area should be ignored).
- The angle (with its correct sign) between the direction of the geographic North Pole and of the magnetic North Pole (e.g. -6 for a magnetic declination of 6° W; +10 for 10° E; see Box 3.1). 5) Mark those checkbox where the respective point lies on the principal measurement line (e.g. p5m-N11 or p5m-N31, both are not possible; compare Fig. 3.2).
- The length of a straight surface line between the HSP and the measurement point (in metres, with two decimal places); keep the measurement tape tightened for all distance measurements (see Box 3.3). 7) The compass direction from the HSP to the measurement point in degrees (360° scale; see Box 3.1). Please note: always write the magnetic compass directions (i.e. degrees as indicated on the compass).
- Photo check: check the box after photos are taken to make sure that the photo documentation is complete (see under 4.4 for details).

EXAMPLE

Country code ¹⁾	AT	Date 09. August 2010	Aspect ²⁾ SE
Target region code ¹⁾	HSW	Recording time from 10:45 to 12:10	
Summit code ¹⁾	MEX	Researcher(s) Maria Montalto, Yuri Serov	Slope (°) ³⁾ 17
Quadrat code ¹⁾	E31		

Top cover of surface types (%)⁴⁾

Top cover of vascular types (%)		Pointing hits ⁹⁾		Total hits ¹⁰⁾
Vascular plants	32			
Solid rock	44			39
Scree	8			8
Lichens on soil not covered by vascular plants	2.5			2
Bryophytes on soil not covered by vascular plants	3			3
Bare ground	10			9
Litter	0.5			0
	100%	General comments on the quadrat		

Subtypes in % of the top cover type⁵⁾

Lichens below vasc. pl.	1.5	Bryoph. below vasc. pl.	2
Lichens on solid rock	35	Bryophytes on solid rock	0
Lichens on scree	20	Bryophytes on scree	0

Plant species cover (%)⁶⁾

[illegible]

General comments on the quadrat

Likely *Festuca versic.* ssp. *brachy.*, but might also be *F. quadriflora*; *Arabis*: we think it is *A. b. ssp. stellulata*, but it also could be *A. bellidifolia* ssp. *bellidifolia* (for both cases see herbarium material collected outside the plot)

If you have used extra sheets, indicate their number (e.g. 1 of 2, 2 of 2 etc...)

1 of 1

See back page for footnotes

Form 3 Summit area section (SAS) EXAMPLE

Codes of¹⁾

Country	AT	Researcher(s)
Target region	HSW	Maria Montalto,
Summit	MEX	Yuri Serov
SAS	E05	Comments on grazing impacts ³⁾
Date 11. August 2010		Few faeces most likely from
Time from 09:30 to 12:05		chamois and slight browsing
		damage

Top cover of surface types (%)²⁾

Vascular plants	64
Solid rock	18
Scree	10
Lichens (excl. epilithic)	0.5
Bryophytes	0.4
Bare ground	7
Litter	0.1
SUM	100%

Species ⁴⁾	cf. ⁵⁾	Abundance ⁶⁾	%-Cover ⁷⁾ (optional)	Species ⁴⁾	cf. ⁵⁾	Abundance ⁶⁾	%-Cover ⁷⁾ (optional)
1 Carex firma		c		31 Agrostis alpina		s	
2 Dryas octopetala		c		32 Androsace chamaejasme		s	
3 Festuca quadriflora		s		33 Euphrasia minima		r	
4 Silene acaulis s.str.		s		34 Minuartia sp. small	g	r!	
5 Saxifraga paniculata		r		35 Ranunculus alpestris		s	
6 Carex fuliginosa		r		36 Sesleria ovata		s	
7 Minuartia sedoides		r		37 Thymus praecox		s	
8 Arabis bell. ssp. stellulata	†	r		38 Selaginella selagionoides		r	
9 Salix retusa		r		39 Pedicularis verticillata		r	
10 Arenaria ciliata		r		40 Gentiana orbicularis		r	
11 Draba aizoides		r		41 Potentilla clusiana		s	
12 Salix reticulata		r		42 Saxifraga oppositifolia		s	
13 Primula clusiana		r		43 Hedysarum hedysaroides		s	
14 Doronicum glaciale		r		44 Minuartia cherlerioides		r	
15 Crepis terglouensis		r!		45 Saxifraga androsacea		r	
16 Sesleria albicans		s		46 Ranunculus montanus		s	
17 Campanula alpina s.str.		s		47 Pedicularis rostrato-capitata		r	
18 Polygonum viviparum		s		48 Luzula glabrata		r	
19 Poa alpina		c		49 Armeria alpina		r	
20 Draba sauteri		s		50 Galium noricum		r	
21 Saxifraga exarata ssp.mos.		r		51 Thlaspi alpinum		r	
22 Pritzelago alpina		r		52 Homogyne discolor		s	
23 Saxifraga aizoides		s		53 Aster bellidiastrium		s	
24 Petrocallis pyrenaica		r		54 Soldanella austriaca		r	
25 Myosotis alpestris		s		55 Valeriana celtica		r	
26 Pedicularis rosea		r		56 Dianthus alpinus		r	
27 Draba stellata		r		57 Euphrasia salisburgensis		s	
28 Bartsia alpina		s		58 Veronica aphylla		r	
29 Potentilla crantzii		s		59 Huperzia selago		r	
30 Gentiana pumila		r		60 Campanula scheuchzeri		s	

Comments on species recording

Total number of vascular plant species
in this summit area section

62

Minuartia sp.: a small individuum in the lower eastern part of the summit area section. Could be Arenaria sp. as well (comparison with herbarium material collected).

See back page for footnotes

If you have used extrasheets, indicate their
number (e.g. 1 of 3, 2 of 3, etc.)

1 of 2

Form 3 Summit area section (SAS) EXAMPLE

Codes of¹⁾

Country	AT
Target region	HSW
Summit	MEX
SAS	E05
Date 11. August 2010	
Time from 09:30 to 12:05	

Researcher(s)
Maria Montealto,
Yuri Serov
Comments on grazing impacts ⁵⁾

Top cover of surface types (%)²⁾

Vascular plants	
Solid rock	
Scree	
Lichens (excl. epilithic)	
Bryophytes	
Bare ground	
Litter	
SUM	100%

continued

Species ⁴⁾	cf. ⁵⁾	Abundance ⁶⁾	%-Cover ⁷⁾ (optional)
1 Festuca vers. ssp. brachyst.	s	r	
2 Parnassia palustris		r	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

Species ⁴⁾	cf. ⁵⁾	Abundance ⁶⁾	%-Cover ⁷⁾ (optional)
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			

Comments on species recording

Total number of vascular plant species
in this summit area section

62

Festuca versic. ssp. brachy.: likely it is F. versic. ssp. brachy., but it could be F. quadriflora as well.

See back page for footnotes

If you have used extrasheets, indicate its
number (e.g. 1 of 3, 2 of 3, etc.)

2 of 2

Form 4 Temperature loggers

EXAMPLE

Country code ¹⁾	AT	Summit code ¹⁾	MEX
Target region code ¹⁾	HSW	Full summit name	Monte Exemplario

First installation

Quadrat code ¹⁾	Logger serial ²⁾	Logger type ³⁾	Start date	Start time ⁴⁾ (local time)	UTC diff. ⁵⁾	Dist-11 ⁶⁾	Dist-31 ⁷⁾	Photo check open ⁸⁾	Photo check closed ⁸⁾	Researcher(s)	Comments
N22	A43702	GeoPrecision	12. August 2010	13:05	+ 2	1.76	2.07	☒	☒	Montedalto, Serov	
E22	A55632	GeoPrecision	12. August 2010	14:30	+ 2	2.05	2.67	☒	☒	Montedalto, Serov	
S22	A87354	GeoPrecision	12. August 2010	15:21	+ 2	1.80	1.20	☒	☒	Montedalto, Serov	
W22	A22154	GeoPrecision	12. August 2010	17:15	+ 2	2.08	2.04	☒	☒	Montedalto, Serov	

Data read-out

De-installation needed¹¹⁾

Quadrat code ¹⁾	Logger serial ²⁾	Logger type ³⁾	Stop date	Stop time ⁹⁾ (local time)	Researcher(s)	Comments ¹⁰⁾	New logger serial ¹²⁾	Logger type ³⁾	Start date	Start time ⁴⁾ (local time)	Photo check open ⁸⁾	Photo check closed ⁸⁾
											☐	☐
											☐	☐
											☐	☐
											☐	☐

1) See Box 6.1 for coding. 2) The logger serial number is usually indicated somewhere on the logger and is the reference number for identifying a logger when launching and reading out the data. 3) Indicate the logger type, e.g. GeoPrecision, TidBit or TinyTag. 4) Indicate the time after finishing the installation of each logger in the field (use your local time). 5) Indicate the time difference, i.e. the number of hours to be added or subtracted from your local time to the UTC/GCT (Coordinated Universal Time/Greenwich Mean Time); for example, if the local time is 14:00 and UTC 12:00, the value to be entered is -2. 6) Distance (in m with two decimal places) from the logger to the left lower cluster corner (e.g. p5m-S31; see Fig. 4.5). 7) Distance (in m with two decimal places) from the logger to the right lower cluster corner (e.g. p5m-S31; see Fig. 4.5). 8) Photo check: Check the box after photos are taken to be sure that the photo documentation is complete (documentation of the logger position with the hole open and documentation after the hole is closed with substrate material; see Fig. 4.5). 9) Indicate the time of data read-out (use your local time). In cases where de-installation is necessary indicate the time before digging out the logger. 10) Comment on logger failure and de-installations; in any case when you de-install the logger, indicate **DR** for data read-out (e.g. in the case of TidBit loggers), **BC** for battery change, or **LC** for logger change. 11) Only to be filled out when you de-install the logger. 12) Indicate the new logger serial number. In cases of installing the same logger (battery change or TidBit data read-out), indicate "ident" for identic logger.

Form 4 Temperature loggers

EXAMPLE

Country code ¹⁾	AT	Summit code ¹⁾	MEX
Target region code ¹⁾	HSW	Full summit name	Monte Exemplario

First installation

Quadrat code ¹⁾	Logger serial ²⁾	Logger type ³⁾	Start date	Start time ⁴⁾ (local time)	UTC diff. ⁵⁾	Dist-11 ⁶⁾	Dist-31 ⁷⁾	Photo check open ⁸⁾	Photo check closed ⁸⁾	Researcher(s)	Comments
N22	A43702	GeoPrecision	12. August 2010	13:05	+ 2	1.76	2.07	☒	☒	Montealto, Serov	
E22	A55632	GeoPrecision	12. August 2010	14:30	+ 2	2.05	2.67	☒	☒	Montealto, Serov	
S22	A87354	GeoPrecision	12. August 2010	15:21	+ 2	1.80	1.20	☒	☒	Montealto, Serov	
W22	A22154	GeoPrecision	12. August 2010	17:15	+ 2	2.08	2.04	☒	☒	Montealto, Serov	

Data read-out

De-installation needed ¹¹⁾												
Quadrat code ¹⁾	Logger serial ²⁾	Logger type ³⁾	Stop date	Stop time ⁹⁾ (local time)	Researcher(s)	Comments ¹⁰⁾	New logger serial ¹²⁾	Logger type ³⁾	Start date	Start time ⁴⁾ (local time)	Photo check open ⁸⁾	Photo check closed ⁸⁾
N22	A43702	GeoPrecision	03. August 2013	11:25	Montealto, Serov	BC	ident		03. August 2013	12:05	☒	☒
E22	A55632	GeoPrecision	03. August 2013	12:33	Montealto, Serov	LC no signal from the logger	A23234	GeoPrecision	03. August 2013	12:59	☒	☒
S22	A87354	GeoPrecision	03. August 2013	13:19	Montealto, Serov	BC	ident		03. August 2013	13:50	☒	☒
W22	A22154	GeoPrecision	03. August 2013	14:45	Montealto, Serov	BC	ident		03. August 2013	15:10	☒	☒

1) See Box 6.1 for coding. 2) The logger serial number is usually indicated somewhere on the logger and is the reference number for identifying a logger when launching and reading out the data. 3) Indicate the logger type, e.g. GeoPrecision, TidBit or TinyTag. 4) Indicate the time after finishing the installation of each logger in the field (use your local time). 5) Indicate the time difference, i.e. the number of hours to be added or subtracted from your local time to the UTC/GCT (Coordinated Universal Time/Greenwich Mean Time); for example, if the local time is 14:00 and UTC 12:00, the value to be entered is -2. 6) Distance (in m with two decimal places) from the logger to the left lower cluster corner (e.g. p5m-S11; see Fig. 4.5). 7) Distance (in m with two decimal places) from the logger to the right lower cluster corner (e.g. p5m-S31; see Fig. 4.5). 8) Photo check: Check the box after photos are taken to be sure that the photo documentation is complete (documentation of the logger position with the hole open and documentation after the hole is closed with substrate material; see Fig. 4.5). 9) Indicate the time of data read-out (use your local time). In cases where de-installation is necessary indicate the time before digging out the logger. 10) Comment on logger failure and de-installations; in any case when you de-install the logger, indicate **DR** for data read-out (e.g. in the case of TidBit loggers), **BC** for battery change, or **LC** for logger change. 11) Only to be filled out when you de-install the logger. 12) Indicate the new logger serial number. In cases of installing the same logger (battery change or TidBit data read-out), indicate "ident" for identical logger.

EXAMPLE

1) See box 6.1 for coding. 2) Each cell in this form represents a 0.1 m × 0.1 m cell of the grid frame (see Fig. 5.1) = 100 possible cells for each species where the presence of the species will be indicated with an X. 3) Grazing impact frequency of impacts caused by livestock grazing (impacts caused by wild-living mammals are also included, because the latter may hardly be distinguishable from livestock impacts). 4) Species (all vascular plants; bryophytes and lichens are optional); indicate species either by using species names or by (provisional) codes. A species is considered as present when showing plant parts within the boundary strings of a 0.1 × 0.1 m grid cell (always in view perpendicular to the grid frame plane), regardless of where it is rooted. 5) Use the "c" column if the identification of the taxon is doubtful (use **gf** this is the case for the genus level, **s** for a lower taxonomic level). 6) Use the "e" column if the identification of the taxon is doubtful (use **gf** this is the case for the genus level, **s** for a lower taxonomic level).

Form 6-S		10m x 10m square										Country ¹⁾ MEX		Date 14. August 2010		Indicate line direction and position of start line ³⁾						
Researchers Maria Montelito, Serov		EXAMPLE										TR ¹⁾ HSW		Time from 10:00 to 12:20		Mark one of the four options						
Recording Lines ⁵⁾																						
Surface Types ⁴⁾		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total hits ⁶⁾
Solid rock																						139
Scree			I									I		I								52
Lichens on soil					I																	1
Bryophytes on soil					I										I							2
Bare ground			I								I		I									5
Litter																						0
Species ⁷⁾		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total hits ⁶⁾
Carex firma																						101
Dryas octopetala																						24
Poa alpina		I					I	I	I				I		I	I	I	I	I	I	I	21
Festuca quadriflora		I		I			I	I	I	I				I			I	I	I	I	I	12
Silene acaulis s.str.		I				I	I	I	I		I	I			I	I		I	I			19
Campanula alpina s.str.		I			I	I	I	I	I	I												6
Agrostis alpina		I			I	I	I	I	I		I	I	I									8
Polygonum viviparum		I															I		I			3
Saxifraga aizoides		I																				1
Myosotis alpestris		I												I						I		3
Primula clusiana				I															I			2
Potentilla crantzii			I																			3
Sesleria albicans			I		I						I											5
Salix retusa					I																	1
Draba sauteri				I																		1
Saxifraga ex. ssp. mos.				I																		1
Campanula scheuchzeri							I							I								3
Ranunculus alpestris							I															1
Androsace chamaejas.								I														1
Euphrasia salisburgen.											I					I						2
Saxifraga androsace																		I				1
Ranunculus montanus												I										1
Aster bellidiastrium																				I		1
Species with no hits:																						
Valeriana celtica																						
General Comments																						

If you have used extrasheets, indicate their number (e.g. 1 of 3, 2 of 3, etc.)

1 of 2

If you have used extrasheets, indicate their number (e.g. 1 of 3, 2 of 3, etc.)

GLORIA target region Taxa input sheet

TARGET REGION CODE¹⁾: AT-HSW Date: 14.08.2014
Responsible Person(s): Maria Montealto (maria.montealto@aufnberg.com), Yuri Serov (yuri.serov@aufnberg.com)

EXAMPLE

FIELD DESCRIPTION:

FULL_NAME Full taxon name including the taxon author(s) or its/their abbreviation(s)
PLANT_TYPE V = vascular plant, B = bryophyte, L = lichen
RANK Taxonomic rank; possible entries: "species", "subsp.", "agg." (aggregate species), "var." (variety)
FLORA Abbreviation of the flora (literature) used; maximum 15 characters; in addition indicate the full citation of the flora in the box below; wherever possible, please use floras with a large geographical coverage, preferably with checklists accessible in the internet
FAMILY Plant family
GENUS Genus name
SPECIES Species name
TAXON If RANK is "species", enter again the species name; if rank is a lower taxonomic level, enter the name of the subsp. or var.
REFERENCE The nomenclatorial reference, i.e. the reference indicating where the taxon's author(s) published the name (enter abbreviation(s) and the full citation in the box below the field description)
SYNONYMS Add synonymous names of the taxon, particularly when widely used ones exist (including the taxon author or its abbreviation) - if more than one, divided by a semicolon
SPECIES_No_in_FLORA Species number in flora; code number (numerical or alphanumerical) which is used in the flora, where applicable - this always refers to the entry in column "FLORA"
B_LIVERWORT Only relevant for bryophytes: enter "TRUE" if the bryophyte is a liverwort
COMMENT Text field for comments; e.g. on taxonomical details in the case of a critical taxon
HERBARIUM_SPECIMEN Enter the code of your herbarium voucher: Herbarium acronym, collector, voucher number (this is obligatory for doubtful cases) - further, indicate the name of the herbarium and location in the box below the field description

Full citation of the reference flora(s) indicated in the field "FLORA"²⁾

FE_042001: Tutin et al. 1964-1980. Flora Europaea, volumes 1-5. Cambridge University Press. Digital version 2001.
BBS2010: British Bryological Society (2010). Checklist of the mosses of Europe and Macronesia; <http://rbg-web2.rbge.org.uk/bbs/resources/Eurochecklist.htm>
IndexFung_201101: Index Fungorum: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>

Herbarium WU; Institute of Botany, University of Vienna; A-1030 Vienna, Rennweg 14, Austria

Name of herbarium(s), location(s)³⁾

FULL NAME	PLANT_TYPE	RANK	FLORA	FAMILY	GENUS	SPECIES	TAXON	REFERENCE	SYNONYMS	SPECIES_No_in_FLORA	B_LIVERWORT	COMMENT	HERBARIUM_SPECIMEN
Carlina acaulis L.	V	species	FE_042001	Compositae	Carlina	acaulis	allariae	Sp. Pl., ed. 1, 828 (1753).		3171	FALSE		WUGor430012
Adenostyles allariae (Gouan) A. Kern. subsp. allariae	V	subsp.	FE_042001	Compositae	Adenostyles	allariae	allariae	Osterr. Bot. Zeitschr. 211		5865	FALSE		WUGor430017
Arctostaphylos uva-ursi (L.) Spreng.	V	species	FE_042001	Ericaceae	Arctostaphylos	uva-ursi	uva-ursi	Syst. Veg., ed. 16, 2, 28	Arctostaphylos ?	19502	FALSE		WUGor430014
Empetrum atrorubens (Hoffm.) Besser	V	species	FE_042001	Orchidaceae	Empetrum	atrorubens	atrorubens	Primo. Fl. Gallic. 2: 220 (1)	Empetrum atrorubens	39603	FALSE		WUGor430015
Urtica dioica Mill.	V	species	FE_042001	Urticaceae	Urtica	atrorubens	atrorubens	Gard. Dict., ed. 8, no. 1		653	FALSE		WUGor430027
Lonicera procumbens (L.) Desv.	V	species	FE_042001	Ericaceae	Lonicera	procumbens	procumbens	Jour. Bot. Appl. 1, 35 (18)		19506	FALSE		WUGor430001
Rhododendron ferrugineum L.	V	species	FE_042001	Ericaceae	Rhododendron	procumbens	procumbens	Sp. Pl., ed. 1, 392 (1753)		19514	FALSE		WUGor430051
Juncus infidus L. subsp. monanthus (Jacq.) Aech. etc.	V	subsp.	FE_042001	Juncaceae	Juncus	infidus	monanthus	Syn. Miteleur Fl. 2(2), 4	Juncus monanthus	35211	FALSE		WUGor430020
Tortula tortuosa (Hedw.) Limpr.	B	species	BBS2010	Polliaceae	Tortula	tortuosa	tortuosa	Laubm. Deutchi. 1: 604		123	FALSE		WUGor440002
Cetraria islandica (L.) Ach. etc.	L	species	IndexFung_20110	Parmeliaceae	Cetraria	islandica	islandica	Method. Lich.: 293 (1803)		382416	FALSE		WUGor460019
Not identified species:													
Poa in AT-HSW ⁴⁾	V	genus	NN_vasc	Gramineae	Poa		0001ATHSW				FALSE	probably P. nrf	WUGor430044
Cerastium in AT-HSW-ZIK ⁵⁾	V	genus	NN_vasc	Caryophyllaceae	Cerastium		0001ATHSWZIK				FALSE	dwarf, obovate	WUGor430008
Cerastium in AT-HSW-GHK-E31 ⁶⁾	V	genus	NN_vasc	Caryophyllaceae	Cerastium		0002ATHSWGHK				FALSE	dwarf, round-le	WUGor430015

- Notes**
- 1) The target region code must be the same code as you have written on the backboard, used for plot photo documentation.
 - 2) For other regions some examples for useful web check lists: Tropicos (MOBOT): <http://www.tropicos.org>; USDA (United States Department of Agriculture): <http://plants.usda.gov>.
 - 3) Herbarium acronym; full name of herbarium and location.
 - 4) The unidentified taxon was found in several of your summit sites (be sure that all cases belong to the same species).
 - 5) The unidentified taxon was found only on one summit (be sure that all cases belong to the same species).
 - 6) The unidentified taxon was found only in one plot.

附件III：照相记录的编码方法

进入到GLORIA照相记录档中是所有照片，都要采用标准的规则进行统一的编码。在可能的情况下，该编码都必须出现在照片上的黑板上。并且，发送到GLORIA中央数据库的照片也必须用相应的编码作为其文件名。

建议采用由GLORIA协调组提供的标准软件（GLORIA照片数据管理软件，简称GPDM）来管理和维护照片资料，该软件可以自动编写文件名，因而可以尽可能减少人工打字出现的错误。而且，这也是将照片资料按照一定的逻辑结构编入GLORIA中央数据库的基础。您可以从GLORIA网站（www.gloria.ac.at）下载该软件，在软件包中有相应的使用说明。

照片的格式与大小

GLORIA中央数据可和GLORIA网站都只接收JPEG(*.jpg)的照片。最好用高像素分辨率，但照片不能是高JPEG压缩格式，因为压缩后可能导致一些价值信息的损失。照片的大小至少为2000 x 1500像素，压缩度不超过20（从高质量到低质照片，压缩度变化范围为2-225）。这样产生的可接受照片格式大小大约为1.5M，高分辨率照片可达到5-7M。不要用TIFF或者RAW IMAGE格式。

照片编码的结构

完整的编码包括几个要素，在下文中分别予以说明。其中的一些是必须的，另一些为非必须要素。同样，基于本手册已经建立的编码方法，有些要素由固定字母长度组成，而另一些的字母数则是不固定的。

数码照片的文件名

对所有的数码照片，都应该按照一定逻辑进行分类和命名。因此，对于任何一个要素来说，其文件名的长度都应该是固定的。如果某个编码的长度小于规定的长度，就用（_）来补上。各要素之间也用下划线来隔开（与黑板上的标记方法不同，各要素之间不用空格、点或者连字符隔开）。

经常会出现对一个拍摄对象拍摄多张照片的情况，这时，最右边的编码（即第7个要素，见下表）即为顺序码。目标区的每个照片文件都必须有一定特定的编号顺序，GPDM软件将自动按该顺序进行编码。如果你打算让某个对象的某张照片按特定顺序出现在GLORIA网站（例如按重要性或者照片质量排序），则按照该顺序对该要素进行顺序编码。

对编码要素的说明

要素	类型	是否在黑板上注明	是否出现在文件名	编码长度	备注
要素1	监测周期	否	是	长度：2	该目标区的监测周期（01=第一次野外调查，02=第一次重新调查，03=第二次重新调查，等等）
要素2	国家编码	是	是	长度：2	（整个目标区的国家编码固定不变）
要素3	目标区编码	是	是	长度：3	（整个目标区的国家编码固定不变）
要素4	山峰编码	是	是	长度：3	如果某照片难以归到特定的山峰，就用3个下划线代替。仅适用于要素5-植物类型____、景观____以及其他____
要素5	对象编码（样地编码、角点编码、山峰概观图等等）	是	是	长度：8	如果长度小于8，用下划线代替使文件名字母长度达到8。在黑板上，为节约空间，不用下划线
要素6	拍摄日期	是	是	长度：8	用yyyymmdd的格式，如果不清楚，就用00来代替。在黑板上可在左上角用yyyy/mm/dd格式，这样看得清楚一些。
要素7	顺序码	不适用	是	长度：5	在特定目标区中，用5位升序编写（从00000、00001等开始）。如果用GPDM软件，该顺序码会自动给出。
要素8*	标注或者植物名	否	否	长度不固定，不超过150个字母	对照片对象的简要描述，不超过150个字母；每个词用连字符分开。仅适用于如下情况： ◆ 在要素5为“景观”或者“其他”时，对对象的描述； ◆ 要素5为“山峰概观”时； ◆ 要素5位“植物”时，属名和种名间用连字符隔开。

* 在黑板上为非必须（可选）；作为数码照片文件名时，如下情况下为必须：要素5为“植物”、“景观”、“山峰概观”或者“其他”。

