



独龙江流域及 邻近区域 植被与植物研究

王崇云 和兆荣 彭明春 等 编著



科学出版社

独龙江流域及邻近区域 植被与植物研究

王崇云 和兆荣 彭明春 等 编著



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书汇集了作者自 1999 年起,先后 8 次进入独龙江区域进行植被及植物资源考察,积累的大量第一手植被和植物种类资料。植被制图工作是采用较新的 LandSat、Aster、SPOT、ALNOS 卫星影像完成。书中采用经典植被研究方法,系统描述了独龙江流域及邻近地区的植被分布和植物群落特征,并定量分析植被景观组成和格局特征,通过植被数量分类和排序技术研究植被的梯度变化特征,为植被综合研究提供了新的思路。同时,还探讨了植被保护中保护等级划分、威胁因子分析等问题。研究区记录维管植物 218 科,988 属,3423 种,植物种类异常丰富,是横断山区生物多样性保护的关键区域。

本书可为生物多样性保护、自然保护管理、土地利用规划、民族植物利用等提供科学指导,基础资料和研究经验可供相关植被和植物资源研究者参考。

图书在版编目(CIP)数据

独龙江流域及邻近区域植被与植物研究/王崇云等编著. —北京:科学出版社,2013.3

ISBN 978-7-03-036855-3

I. ①独… II. ①王… III. ①植被-研究-怒江傈僳族自治州②植物-研究-怒江傈僳族自治州 IV. ①Q948.527.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 039937 号

责任编辑:矫天扬 王海光 / 责任校对:桂伟利

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 3 月第 一 版 开本:787 × 1092 1/16

2013 年 3 月第一次印刷 印张:23 3/4 插页:4

字数:505 000

定价:118.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

Vegetation and Plant Research in Dulongjiang River (Upper Irrawaddy River) Watershed and Adjacent Area

by

Wang Chong-yun He Zhao-rong Peng Ming-chun *et al.*

Science Press

Beijing



姜汉侨

(1928~2011)

谨以此书纪念植被生态学家姜汉侨先生

资 助 项 目

“美国大自然保护协会”(TNC)和云南省林业厅“全球环境基金”(GEF)项目 (“Nujiang Action Site Vegetation Inventory”[合同编号: APCD/YU062604])

“973”计划项目“纵向岭谷区生态系统变化及西南跨境生态安全”子课题“纵向岭谷区生态系统多样性格局与变化规律”(课题编号: 2003CB415102)

国家自然资源资源平台项目 (项目编号: 2005DKA21403)

云南大学生态学国家级重点学科建设项目

《独龙江流域及邻近区域植被与植物研究》

编辑委员会

主 编 王崇云 和兆荣 彭明春

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)

党承林 和兆荣 欧光龙 彭明春

苏文华 王宝荣 王崇云 王焕冲

向 伶

前 言

独龙江，一个充满神秘色彩的地方，在云南大学生态学与地植物学研究所读研究生的时候，每每听到所里的老师谈论独龙江考察的野外趣闻和绝世景观，心中便充满了无限的遐想和向往。1998 年博士毕业后，我留校任教，1999 年参加了云南省政府与美国大自然保护协会 (the Nature Conservancy, TNC) 的合作项目——滇西北生物多样性保护行动计划。当时我们所承担植被多样性的调查任务，我具体负责怒江及独龙江流域的植被考察和遥感判读工作，这是我第一次有机会进入独龙江流域。同年，我协助高黎贡山国家级自然保护区完成了申报联合国教科文组织人与生物圈 (man and biosphere, MAB) 保护区的工作，并于 2000 年获准，该保护区现为中国 28 个 MAB 保护区之一。2004 年，TNC 在怒江傈僳族自治州贡山独龙族怒族自治县（后简称怒江州贡山县）设立生物多样性保护项目区，我们又承担了该区域植被与珍稀植物的生态调查任务 (Nujiang Action Site Vegetation Inventory, 2004~2006 年，合同号：APCD/YU062604)，同时得到云南省林业厅 GEF 项目资助，得以进行更加深入全面的植被调查研究。随后，和兆荣承担国家自然科技资源平台项目 (2006~2008 年，项目编号：2005DKA21403) 及国家环境保护部植物资源调查专项——云南怒江州贡山县植物资源调查项目 (2010~2011 年)，近期又进行了数次野外调查和采集。因此，在过去 10 年左右的时间里，对独龙江流域及邻近区域先后进行过 8 次较全面的考察，积累了一批植被与植物资源的第一手资料。本书就是在上述工作基础上总结完成的。

植被是陆地生态景观的主体，其分布格局受气候、土壤、地形等因素控制，是区域地质历史变迁和生物进化过程的直接反映。独龙江史称俅江，居中国云南西北一隅，北与西藏自治区察隅地区接壤，西与缅甸北部克钦邦相邻，地处“三江并流”世界自然遗产腹地，属高黎贡山国家级自然保护区核心区域之一。本区地史发育独特，地理区位特殊，加之植物区系成分新老交替、东西混杂，发育形成了丰富多样的峡谷-高山植被类型和特殊的植物区系。我国 4000 多名独龙族人民聚居在该流域内，且该区域是中国最后一个通公路的山地民族聚居地。闭塞的环境，险恶的交通条件，艰苦的生活环境，一直使独龙江带有神秘的色彩。该区域保存着极为完好的原生性植被，具有连接印度、缅甸和青藏高原南麓的独特类型，对了解这一地区地貌发育、植被演化、物种进化具有重要的科学意义，同时也有助于认识全球气候变暖、第四纪冰川活动等对植被演化的影响。但目前，对其植被研究尚无详细完整的报道，植物资源研究正在不断深入。

20 世纪以来，外国来华的传教士、采集家和探险家等在独龙江及邻近区域进行过植物采集和研究，其中主要有英国人 G. Forrest，其是现知最早到该区域进行标本采集的外国植物采集家 (1904~1931 年)，其身份为爱丁堡植物园采集员；长期活动于中国西南的美国人 J. F. Rock 曾在贡山的怒江峡谷、丙中洛和怒山山脉采集 (1922~1923 年)；奥地

利植物学家 Handel-Mazzetti 于 1915 年和 1916 年两次到贡山进行过标本采集,在此期间深入到达独龙江等地。以上外国植物采集家所采集标本分别收藏在欧美标本馆,其中以英国爱丁堡皇家植物园收藏最为丰富。

1949 年以前,我国早期的植物学家和植物采集家也在此区域进行了卓有成效的标本采集和研究工作。例如,1935 年,我国四大植物采集家之一的王启无先生在贡山的菖蒲桶等地采集标本 400 余号,发现了不少新种,如贡山铁角蕨 (*Asplenium changputungense*)、倭江苍山蕨 (*Ceterachopsis qiujiangensis*)、单花无柱兰 (*Amitostigma simplex*)、贡山卷瓣兰 (*Bulbophyllum gongshanense*)、耳基冷水花 (*Pilea auricularis*) 等。1938 年,我国著名的植物采集家和植物分类学家俞德浚先生在贡山进行植物标本采集和研究工作,是我国第一个深入到独龙江地区进行采集的植物学家,其在贡山一共采集标本 2000 多号,所采标本很多是新种,根据笔者初步统计,共有 122 个新种的模式标本,如倭江花楸 (*Sorbus kiukiangensis*)、独龙悬钩子 (*Rubus taronensis*)、红果悬钩子 (*Rubus erythrocarpus*)、锈叶悬钩子 (*Rubus fuscifolius*)、小刚毛虎耳草 (*Saxifraga setulosa*)、倭江蜡瓣花 (*Corylopsis trabeculosa*)、贡山梅花草 (*Parnassia gansuensis*)、倭江黄芪 (*Astragalus chiukiangensis*) 等。1940 年,我国著名的植物学家、植物园专家和植物分类学家冯国楣先生在贡山县进行了较为系统地采集,其所采标本大多存放于中国科学院昆明植物研究所、中国科学院植物研究所和中国科学院华南植物所,所采标本有不少新种,如云南马尾杉 (*Phlegmariurus yunnanensis*)、滇西瘤足蕨 (*Plagiogyria communis*)、贡山复叶耳蕨 (*Arachniodes gongshanensis*)、贡山耳蕨 (*Polystichum integrilimbium*)、贡山柳 (*Salix fengiana*)、粗茎乌头 (*Aconitum crassicaule*)、贡山木姜子 (*Litsea gongshanensis*)、贡山悬钩子 (*Rubus gongshanensis*) 等。

1949 年以后,植物资源采集和研究工作得到了极大的发展,其间有很多采集家和采集队多次到贡山进行过系统的标本采集和植物研究。例如,毛品一 (1956 年)、冯国楣 (1959 年)、中国科学院南水北调综合考察队 (1960 年)、怒江考察队 (1979 年)、中国科学院青藏高原综合科学考察队 (1982 年)、朱维明 (1985~2008 年)、李恒 (1990~1991 年、1995~2002 年) 等。

1989~1994 年完成的独龙江综合研究 (何大明, 1998), 首次填补了这一区域的科学空白, 具有里程碑式的科学意义。特别是中国科学院昆明植物研究所李恒教授, 克服千难万险率队完成独龙江植物越冬考察 (1990 年 10 月~1991 年 6 月), 采集标本 7075 号, 已发表新种 40 余种, 同时结合历史标本, 出版了专辑《独龙江地区植物》(1998), 首次对其种子植物区系的性质、起源和演变进行了科学评述。在对原怒江自然保护区 (高黎贡山自然保护区贡山段) 科学综合考察的基础上, 云南省林业厅主编出版《怒江自然保护区》(云南省林业厅, 1998), 该书详细记载了贡山县大部分区域的植被及其他资源情况。2000 年, 李恒、郭辉军、刀志灵主编的《高黎贡山植物》出版, 该专著详细记录了整个高黎贡山的植物资源概况。

前辈的科研积淀是开展工作的重要基础。在我们开展的历次独龙江及邻近地区的调查中, 云南大学植物标本馆朱维明教授给予了倾力指导, 本着对年轻一代的培养和厚望,

在历次野外工作中都伴随着他的身影。早在 1985 年朱先生就带领云南大学生态学与地植物学研究所的一批年轻人进入独龙江地区进行植物考察,如党承林教授、叶辉教授、王宝荣教授、陆树刚教授、虞泓教授等都在其中。2005 年 7 月至 8 月针对植被资料相对缺乏的独龙江北部区域进行考察,75 岁高龄的朱先生和我们一道深入麻必洛和白马旺。日间,朱先生在独龙江常年的阴雨连绵里跋涉在茫茫的原始森林,夜里,他在宿营地的篝火边悉心整理标本,孜孜不倦地教导我们。朱先生身体力行、以身作则的人格品质和一丝不苟的严谨科学精神无时不在地感染着我们。瑰丽神奇的独龙江植被和丰富多彩的植物种类给我们留下难以磨灭的记忆,和朱先生一起的野外工作时光同样使我们终生难忘。

历次野外考察中,云南大学生态学与地植物学研究所党承林教授、王宝荣教授、苏文华教授、彭明春副教授参加了野外群落调查,王焕冲博士于 2010 年和 2011 年分别率队完成了独龙江公路沿途、独龙江南部及高黎贡山主峰附近的考察采集,云南大学 2001~2010 级生态学专业硕士研究生欧光龙、向伶、李晓华、杨斌、段禾祥、李小双、赵安娜,植物学专业硕士研究生王浩波、刘久东、李正柳、曹书勇、周兴茂参加了野外考察和室内工作,其中,欧光龙和向伶分别完成了“高黎贡山北段植被数量分类”和“独龙江流域土地利用变化及驱动研究”的硕士论文工作。

本书涉及的野外工作是在高黎贡山国家级自然保护区怒江州管理局(六库)和贡山县管理局的大力协作下完成的,怒江州管理局杨卫东和郑波参加了部分项目工作,贡山县管理局迪新民、白洪兵、叶军、李玉林、丰志全参加了野外考察工作。通晓怒语、独龙语、傈僳语、藏语的原贡山县林业局南开初副局长多次陪同我们参加野外考察,没有他的协助,很多工作是无法顺利开展的。独龙江乡迪政当村、雄当村村民李金国、李向前、李永军、李文伟等,丙中洛乡格马洛村李文华等协助完成野外工作,在此深表谢意!

云南省林业厅保护办钟明川和杨芳两位女士对 GEF 项目的顺利开展进行了大量的协调工作,对她们长期的支持表示衷心感谢!原 TNC 怒江项目区负责人于广志博士为各方面工作的顺利开展作出了不懈的努力,原 TNC 怒江项目区助理年波参与了野外考察。云南大学欧晓昆教授积极推动和促成了 TNC 和 GEF 项目的启动,并在他负责的“973”计划项目“纵向岭谷区生态系统格局及其变化(2003~2008 年,项目编号:2003CB415102)”中,将独龙江流域列为案例研究区之一,给予了进一步的支持。

云南大学姜汉侨教授和金振洲教授审阅了初稿,并提出了宝贵的修改意见,谨此致谢!此书付梓之际,姜汉侨先生已病逝一年有余,他生前就多次督促将此书出版,但 2010 年 8 月至 2011 年 7 月,我到美国佐治亚大学访学,出书之事便耽搁下来。大洋彼岸归来,竟与先生隔世。2011 年元旦我妻子到姜先生家祝寿后,告知我先生精神很好,不想短短数月后先生就离开了我们。后来,我的师姐杨树华教授告诉我,先生坚强地走过了生命的最后数月,默默承受了晚期癌症的病痛,不愿打扰大家。每每想到这些,我心中十分悲楚。自己能在植被研究中开展些许工作,完全是姜先生长期点滴教诲的结果。他提倡生态学研究应遵循“整体着眼,局部着手;功能着眼,结构着手;动态着眼,静态着手”的整体观科学研究思路,这一科学方法论影响着许多人。姜先生的思想和人格品质是留给我们最大的财富。

本书基于植被及植物资源实地考察，并总结前人研究成果。植被研究采用经典的植物社会学调查方法，并结合遥感植被制图和植被数量分类及排序，综合研究独龙江流域及邻近地区的植被特征。植被类型有详细的群落特征描述，同时配有群落外貌或结构特征照片。群落资料以野外调查数据为主，同时整理汇编怒江自然保护区综合考察报告、《高黎贡山植物》(李恒等, 2000) 等记载的样地资料，部分汇编资料无详细群落学数据，仅列出出现的植物种类，表征该记录群落的物种组成特征。采用 LandSat、Aster、ALOS 等卫星遥感影像制作完成植被图，并对区域内的植被景观组成和格局进行了系统分析。本书分析了这一具有独特社会民族文化背景区域的植被保护问题，对每种植物群落类型分析了保护价值、现状和威胁因子，探讨了植被多样性保护的等级划分问题，确定出区域重点保护的几类植被。我们整合了历史资料，补充多次野外采集的 3600 余号标本记录，系统修订了这一区域的植物名录。对蕨类植物和种子植物科、属、种的多样性和区系特征进行统计分析，同时针对重要保护植物，分析其潜在分布区和保护现状。书中，第 1、7 章由王崇云撰写，第 2 章由王崇云、和兆荣、欧光龙(西南林学大学)共同撰写，第 3、8 章由和兆荣撰写，第 4 章由王崇云和欧光龙撰写，第 5 章由王崇云和彭明春撰写，第 6 章由欧光龙撰写，书中图件制作由向伶完成。

本书内容可为生物多样性保护、自然保护区管理、土地利用规划、民族植物利用等提供科学指导和参考。同时，也可作为自然爱好者认识这一区域的植被和植物提供指导，在户外活动中关注和保护相关的重要植被类型和植物物种。最后，借以此书起到抛砖引玉的作用，希望更多的学者关注这一区域，进一步开展深入研究。限于编著者水平，书中难免有不足之处，敬请读者谅解和批评指正，意见反馈请联系 Email: cywang@ynu.edu.cn。

王崇云

2013 年 1 月

目 录

前言

第 1 章	独龙江流域及邻近区域自然环境概况	1
1.1	地质历史概要	1
1.2	地形地貌特征	2
1.3	气候特征	4
1.4	土壤	6
第 2 章	野外考察与研究方法	8
2.1	野外考察	8
2.2	研究方法	9
2.2.1	地面信息的 GPS 取样	9
2.2.2	群落样地调查	10
2.2.3	植物调查	11
2.2.4	植被数量分类与排序	12
2.2.5	植被和土地利用制图	12
2.2.6	植被景观组成与格局分析	15
第 3 章	维管植物种类及区系特征	19
3.1	蕨类植物	19
3.1.1	多样性分析	19
3.1.2	区系分析	21
3.2	种子植物	23
3.2.1	多样性分析	23
3.2.2	区系分析	28
3.2.3	种子植物多样性和区系特征	38
第 4 章	植被分类、组成及植被景观格局	39
4.1	植被分类原则	39
4.2	植被分类单位	39
4.3	植被景观组成和分布	43
4.3.1	植被景观要素组成特征	43
4.3.2	景观要素分布及组成特征	45
4.4	植被景观格局	48
4.4.1	斑块面积特征	48
4.4.2	斑块规模与粒径分析	49

4.4.3	斑块内部生境面积指标	51
4.4.4	斑块边缘指标	54
4.4.5	植被斑块形状及分维特征	54
4.4.6	斑块分布指标	56
4.4.7	景观水平的景观格局分析	58
4.4.8	小结	60
第 5 章	植被分布及群落特征	61
5.1	植被分布特征	61
5.1.1	水平分布特征	61
5.1.2	垂直分布特征	63
5.2	主要植被类型特征	64
5.2.1	常绿阔叶林	64
5.2.2	落叶阔叶林	113
5.2.3	温性针阔混交林	126
5.2.4	暖性针叶林	133
5.2.5	温性针叶林	140
5.2.6	竹林	148
5.2.7	稀树灌木草丛	151
5.2.8	灌丛	156
5.2.9	草甸	161
第 6 章	植被数量分类与排序	165
6.1	数据处理与分析	166
6.1.1	数据处理	166
6.1.2	数据分析	167
6.2	TWINSPAN 数量分类	168
6.2.1	指示种分析	168
6.2.2	聚组分析	170
6.3	群落排序	174
6.3.1	DCA 排序	174
6.3.2	PCA 排序	176
6.3.3	CCA 排序	179
6.3.4	DCCA 排序	181
6.4	小结	183
6.4.1	TWINSPAN 数量分类与排序分析结果的比较	183
6.4.2	排序方法比较	184
第 7 章	植被保护及威胁因子分析	185
7.1	优先保护的植被类型	185

7.1.1 优先保护植被类型的确定原则	185
7.1.2 优先保护植被类型评价	186
7.2 威胁因子分析	187
7.2.1 人口压力	187
7.2.2 基础设施建设	190
7.2.3 中药材的商品收购	190
7.2.4 跨境木材交易	193
7.2.5 旅游活动	193
7.3 措施与建议	193
第 8 章 植物资源保护及利用	195
8.1 珍稀濒危植物	195
8.1.1 国家 I 级保护植物	197
8.1.2 国家 II 级保护植物	201
8.1.3 省级保护植物	210
8.2 植物资源分析	212
8.2.1 资源类群分类系统	212
8.2.2 主要资源类群概述	212
主要参考文献	225
附录 独龙江流域及邻近地区维管植物名录	229
图版	

第1章 独龙江流域及邻近区域自然环境概况

本书涉及的研究范围以独龙江流域^①为主,涵盖云南省怒江州贡山县全境,地理范围包括东经 98°6'18"~98°54'12",北纬 27°24'54"~28°18',总面积 4397.93km^{2②}。研究区北面与西藏自治区察隅地区接壤,东面与云南省维西县毗连,西面、西南面与缅甸北部克钦邦相邻,南面为福贡县。研究区大部分为高黎贡山国家级自然保护区,该保护区亦为联合国教科文组织“人与生物圈计划”生物圈保护区之一(MAB biosphere reserve),隶属贡山片区管辖,保护区总面积 2417.67km^{2②},占贡山县国土面积的 54.97%(图版 I)。

1.1 地质历史概要

研究地区原属于古地中海的一部分,现为掸邦-马来亚板块(掸马板块)的北延部分,是一个极为古老的地块,地质过程复杂。早在元古代即隆起成陆,石炭纪早期曾遭受海浸后又露出水面。在白垩纪的燕山运动所形成的三江弧形构造中,该区归属弧形构造的西缘部分,沿三江弧形构造之次生断裂构造发育而成。新生代以来,独龙江流域与三江弧形构造一起经历了左旋与右旋扭曲过程,形成了现今的地貌状况,是认识青藏高原隆起和横断山形成的关键部位。具体的地质过程简述:二叠纪后,随冈瓦纳古陆的解体,掸马板块向东北漂移,与扬子陆壳联为一体;第三纪早新世或稍晚,印度板块对欧亚大陆进行向北又向东的撞击,独龙江花岗岩带结构与这一板块消减-碰撞的构造环境变迁相吻合(严城民等,2002);于是导致中新世以来,掸马板块从赤道热带向北移动了约 450km 并发生右旋,高黎贡山再度活化,强烈隆起;同时,因高黎贡山北段降水充沛,怒江中游水量大,在强烈的下切和溯源侵蚀作用下,形成了平均深度约 2000m 的世界第二大峡谷——怒江大峡谷(李恒,1993;1994年;李恒等,2000)。

高黎贡山地区位于不同地史上不同纬度地带的不同古陆的交汇地带(李恒等,2000)。随着多块古陆的碰撞缝合,不同起源的古植物区系交汇融合,构成了植物区系多源演化的基础。第三纪以前是热带环境下演化发育的植被和植物区系,掸马板块北移和右旋后,环境转变为亚热带山地和高山温带环境,进而演化形成既有热带亲缘又有亚热带和温带特征的现代植物区系和植被类型(李恒等,1999)。

本章由王崇云执笔,欧光龙、彭明春参加。

① 独龙江史称俅江,上游日东河发源于西藏察隅县伯舒拉岭东麓,入云南贡山县境后称克劳龙,与支流麻比洛在斯涌汇合后始称独龙江,从钦郎当流出国境与南塔迈河汇合后称恩梅开江(Nmai Hka River),经伊洛瓦底江流入印度洋。广义的独龙江流域泛指独龙江流域和日东河流域(李恒,1993)。

② GIS 基础数据量算值。

1.2 地形地貌特征

研究区处于横断山区的腹心地带,包括由西至东纵向并列的担当力卡山、高黎贡山和碧罗雪山,以及其间的独龙江峡谷(伊洛瓦底江上游, upper Irrawaddy River)和怒江峡谷中游段(萨尔温江上游, upper Salween River),由“三山夹两江”的纵向高山、极高山深切峡谷组成了区域地貌的基本骨架(图 1-1),由西向东分别为担当力卡山、独龙江、弧形的高黎贡山北段、怒江、碧罗雪山,地势起伏极大,整体呈北高南低,由北向南呈纵向倾斜,怒江和独龙江峡谷分别向南和西南方向的印度洋与孟加拉湾开口。

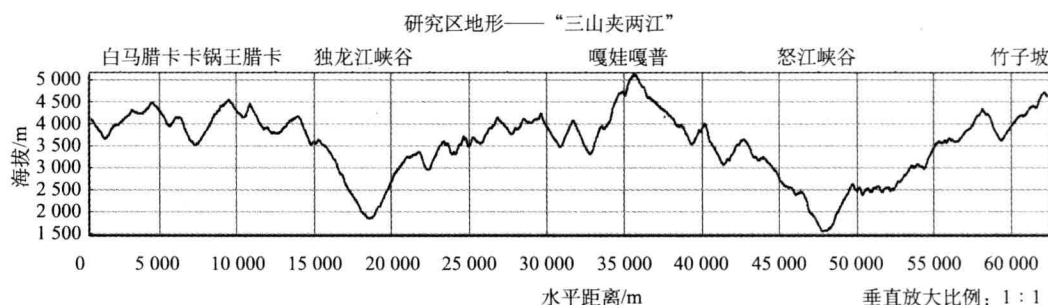


图 1-1 研究区地形剖面特征
Figure 1-1 Profiles of the research area

在本研究地区中,由北向南贯穿贡山县中部的高黎贡山北段地势最高,大部分山峰都在 4000m 以上,西面与独龙江相隔的是担当力卡山,属西藏高原的余脉,东面与怒江相隔的是碧罗雪山。区内最低点为独龙江出境处(41 号界碑),该处江面海拔 1160m,最高点为高黎贡山主峰嘎娃嘎普^①Ⅱ峰 5128m,河谷至山顶高差达 3968m,下降率为 104m/km(何大明,1995)。碧罗雪山整体较高,贡山县境内的山峰多为 3500~4000m,最高峰竹子坡峰海拔 4784.5m。担当力卡山地势略低,一般山峰均在 3500m 以上,最高峰南代旺腊卡海拔 4964m。

上述山地受独龙江、怒江及其支流的强烈切割,形成深切割山地,一般山地与峡谷谷底高差均超过 2500m。独龙江、怒江干流峡谷属典型的“V”形谷,局部为嶂谷型、隘谷型的大峡谷。怒江大峡谷总长度约 600km(西藏嘉玉桥至泸水跃进桥),可称世界第一长峡谷,谷地相对高差最大为 4500m,可谓世界第二(第一为雅鲁藏布江墨脱段,相对高差达 6000m)。怒江两侧一些一级支流入河口附近常出现冲、洪积扇地貌,地势稍平坦,在抬升和下切中进一步形成两层以上的阶地,较大的城镇居民点多处在这样的阶地上,如丙中洛、捧当、丹当(贡山县城)等(图 1-2)。

独龙江位于滇西藏东喜马拉雅弧形构造的大拐弯部位,在贡山境内长 91.7km,峡谷

① 独龙语,意为高大的雪山。

整体上仍属“V”形谷，局部有变化。上游陡峻狭窄，中段雄当至迪政当段，峡谷谷底略宽于上段和下段，河漫滩和一级阶地有一定分布，迪政当为比较典型的宽谷。下游阶地受地形抬升和河流下切的影响较深，往往离开河面数米或数十米，形成丘状阶地，巴坡以下又呈陡峭的“V”形谷，马库段河谷以上阶地稍开阔，而后独龙江流向转向西南，河谷变得狭窄，经谷底稍开阔的钦郎当后出境 (图 1-3)。

高山地带带有古冰川发育的遗迹，遗留大量冰蚀和冰碛地貌，包括广泛分布的冰斗积水而形成的高山湖泊、冰川谷槽 (“U”形谷)、围谷、角峰等。高黎贡山最高峰嘎娃嘎普Ⅱ峰附近有少量现代海洋性冰川发育，从北到南有 5 条小型山岳冰川。海拔 4600m 以上，出现现代冰雪地貌；树线 (3800m) 以上的区域，发育有典型的冻土地貌和冰缘地貌；3800m 以下区域，流水侵蚀和堆积作用形成的地貌逐步占优势，局部出现滑坡、泥石流等地貌类型。

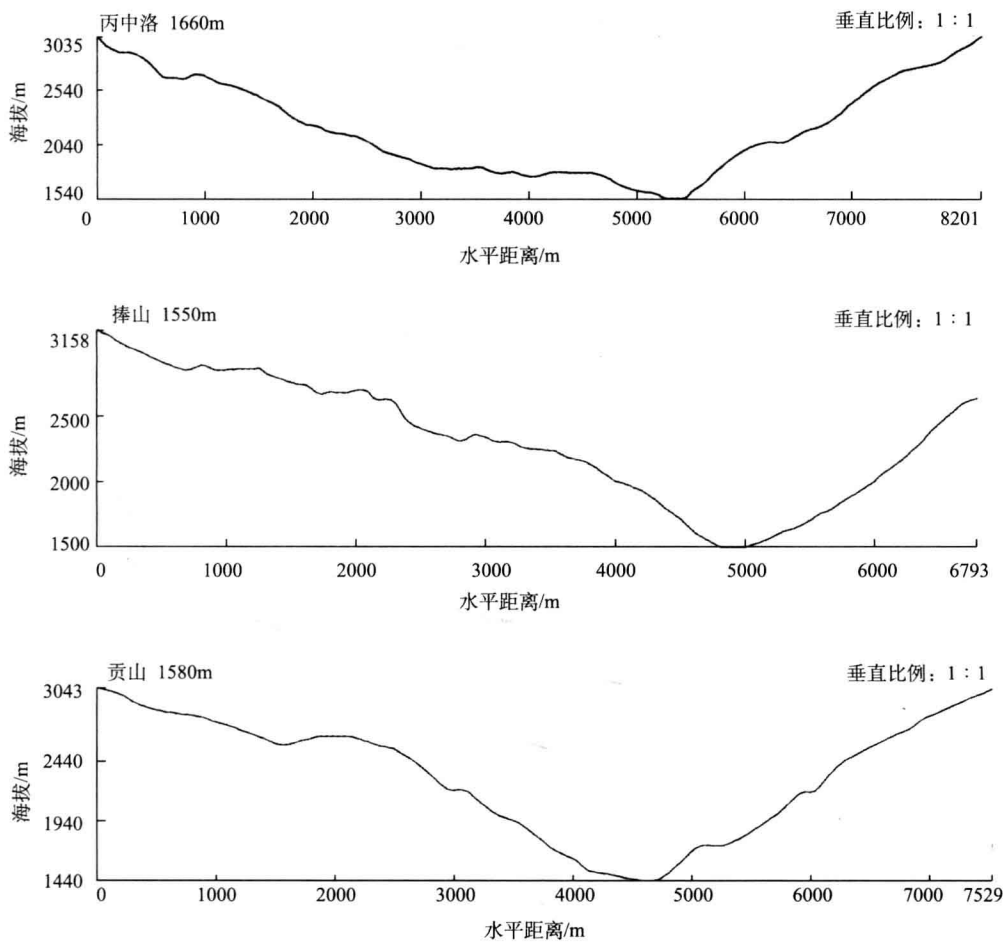


图 1-2 怒江大峡谷贡山段典型河段峡谷形态

Figure 1-2 Profiles of Nujiang river valley