

澜沧江流域与大香格里拉地区
科学考察丛书



澜沧江流域生态本底与 生态系统功能考察报告

谢高地 包维楷 张昌顺 等 ● 编著



科学出版社

澜沧江流域与大香格里拉地区科学考察丛书

澜沧江流域生态本底与 生态系统功能考察报告

谢高地 包维楷 张昌顺 等 编著



科学出版社
北京

内 容 简 介

本书是国家科技基础性工作专项“澜沧江中下游与大香格里拉地区科学考察”项目的主要成果之一。全面介绍了澜沧江流域生态本底与生态系统功能考察的目标、任务、过程与考察取得的成果,包括该流域生态系统分布的格局、森林生态系统结构与功能、灌丛与草地生态系统结构与功能、人工植被结构与功能、重要生态参数、生态系统服务功能,初步揭示了该流域生态本底与功能的状况和时空变化规律。这些成果可为该流域生态系统保护与合理利用提供科学数据支撑。

本书可作为生态学、地理学、自然资源管理等高校和研究机构师生的参考资料,尤其是对从事澜沧江流域生态环境研究和管理的人员具有直接参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

澜沧江流域生态系统本底与生态系统功能考察报告 / 谢高地等编著.
—北京:科学出版社, 2015.6

(澜沧江流域与大香格里拉地区科学考察丛书)

ISBN 978-7-03-044709-8

I. ①澜… II. ①谢… III. ①澜沧江-流域-生态系-考察报告
IV. ①X321.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 123356 号

责任编辑:李 敏 王 倩 / 责任校对:钟 洋

责任印制:肖 兴 / 封面设计:李姗姗

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>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 6 月第 一 版 开本:889×1194 1/16

2015 年 6 月第一次印刷 印张:23 1/4 插页:2

字数:800 000

定价:298.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

科学技术部科技基础性工作专项
“澜沧江中下游与大香格里拉地区综合科学考察”
(2008FY110300)
第四课题
(2008FY110304)

《澜沧江流域与大香格里拉地区科学考察丛书》

编 委 会

主 编 成升魁

编 委 (按姓氏拼音顺序排列)

包维楷 陈 进 成升魁 崔明昆

封志明 黄 翀 姜鲁光 李九一

李丽娟 刘高焕 刘立涛 闵庆文

沈 镭 韦方强 谢高地 徐增让

张昌顺 张 玲

本书编写组

主 笔 谢高地 包维楷 张昌顺

副主笔 陈 龙 范 娜 李小英 方志强 成升魁

成 员 (按姓氏拼音顺序排列)

陈文辉 金艳强 李芳兰 李 娜

刘 鑫 鲁春霞 裴 厦 覃加理

王 浩 王 硕 夏 静 熊好琴

徐世芳 徐增让 许艳红 杨 光

杨 蕊 张 娴 赵崇俨 朱文武

朱亚平

“澜沧江中下游与大香格里拉地区科学考察” 项 目 组

专家顾问组

- 组长** 王克林 研究员 中国科学院亚热带农业生态所
- 成员** 孙鸿烈 中国科学院院士 中国科学院地理科学与资源研究所
李文华 中国工程院院士 中国科学院地理科学与资源研究所
孙九林 中国工程院院士 中国科学院地理科学与资源研究所
梅旭荣 研究员 中国农科院农业环境与可持续发展研究所
黄鼎成 研究员 中国科学院地质与地球物理研究所
尹绍亭 教授 云南大学
邱华盛 研究员 中国科学院国际合作局
王仰麟 教授 北京大学

参 与 单 位

- 负责单位** 中国科学院地理科学与资源研究所
- 协作单位** 中国科学院西双版纳热带植物园
中国科学院成都山地灾害与环境研究所
中国科学院成都生物研究所
中国科学院动物研究所
中国科学院昆明动物研究所
中国科学院昆明植物研究所
云南大学
云南师范大学
云南省环境科学研究院

项 目 组

项目负责人 成升魁

课题负责人

课题1 水资源与水环境科学考察 李丽娟

课题2 土地利用与土地覆被变化综合考察 封志明

课题3 生物多样性与重要生物类群变化考察 陈 进

课题4 生态系统本底与生态系统功能考察 谢高地

课题5 自然遗产与民族生态文化多样性考察 闵庆文

课题6 人居环境变化与山地灾害考察 沈 镭

课题7 综合科学考察数据集成与共享 刘高焕

课题8 综合考察研究 成升魁

野外考察队长 沈 镭

学 术 秘 书 徐增让 刘立涛

总 序

新中国成立后，鉴于我国广大地区特别是边远地区缺乏完整的自然条件与自然资源科学资料的状况，国务院于1956年决定由中国科学院组建“中国科学院自然资源综合考察委员会”（简称“综考会”），负责综合考察的组织协调与研究工作。之后四十多年间，综考会在全国范围内组织了34个考察队、13个专题考察项目、6个科学试验站的考察、研究工作，取得了丰硕的成果，培养了一支科学考察队伍，为国家经济社会建设、生态与环境保护以及资源科学的发展，做出了重要的贡献。

2000年后，科学技术部为了进一步支持基础科学数据、资料与相关信息的收集、分类、整理、综合分析和数据共享等工作，特别设立了包括大规模科学考察在内的科技基础性工作专项。2008年，科学技术部批准了由中国科学院地理科学与资源研究所等单位承担的“澜沧江中下游与大香格里拉地区综合科学考察”项目。项目重点考察研究了水资源与水环境、土地利用与土地覆被变化、生物多样性与生态系统功能、自然遗产与民族多样性、人居环境与山地灾害、资源环境信息系统开发与共享等方面。经过5年的不懈努力，初步揭示了该地区的资源环境状况及其变化规律，评估了人类活动对区域生态环境的影响。这些考察成果将为保障澜沧江流域与大香格里拉地区资源环境安全提供基础图件和科学数据支撑。同时，通过这次考察推进了多学科综合科学考察队伍的建设，培养和锻炼了一批中青年野外科学工作者。

该丛书是上述考察成果的总结和提炼。希望通过丛书的出版与发行，将进一步推动澜沧江流域和大香格里拉地区的深入研究，以求取得更多高水平的成果。



2013年10月

总 前 言

科学技术部于 2008 年批准了科技基础性工作专项“澜沧江中下游与大香格里拉地区综合科学考察”项目，中国科学院地理科学与资源研究所作为项目承担单位，联合了中国科学院下属的西双版纳植物园、昆明植物研究所、成都山地灾害与环境研究所、成都生物研究所、动物研究所，以及云南大学、云南师范大学、云南环境科学研究院等 8 家科研院所，对该地区进行了历时 5 年的大规模综合科学考察。

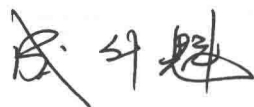
从地理空间看，澜沧江-湄公河流域和大香格里拉地区连接在一起，形成了一个世界上生物多样性最为丰富、水资源水环境功能极为重要、地形地貌极为复杂的独特地域。该地区从世界屋脊的河源到太平洋西岸的河口，涵盖了寒带、寒温带、温带、暖温带、亚热带、热带的干冷、干热和湿热等多种气候；跨越高山峡谷、中低山宽谷、冲积平原等各种地貌类型；包括草甸、草原、灌丛、森林、湿地、农田等多种生态系统，也是世界上能矿资源、旅游资源和生物多样性最丰富的地区之一。毋庸置疑，开展这一地区的多学科综合考察，对研究流域生态系统、资源环境梯度变化规律和促进学科交叉发展具有重大的科学价值。

本项目负责人为成升魁研究员，野外考察队长为沈镭研究员。项目下设 7 个课题组，分别围绕水资源与水环境、土地利用与土地覆被变化、生物多样性、生态系统功能、自然遗产与民族文化多样性、人居环境与山地灾害、资源环境信息系统开发与共享等，对澜沧江中下游与大香格里拉地区展开综合科学考察和研究。各课题负责人分别是李丽娟研究员、封志明研究员、陈进研究员、谢高地研究员、闵庆文研究员、沈镭研究员和刘高焕研究员。该项目的目的是摸清该地区的本底数据、基础资料及其变化规律，为评估区域关键资源开发、人居环境变化与人类活动对生态环境的影响，保障国家与地区资源环境安全提供基础图件和科学数据，为我国科学基础数据共享平台建设提供支持，以期进一步提高跨领域科学家的协同考察能力，推进多学科综合科学考察队伍建设，造就一批优秀的野外科学工作者。

5 年来，项目共组织了 4 次大规模的野外考察与调研，累计行程为 17 600km，历时共 90 天，其中：第一次野外考察于 2009 年 8 月 16 日至 9 月 8 日完成，重点考察了大香格里拉地区，行程涵盖四川、云南 2 省 9 县近 3600km，历时 23 天；第二次野外科学考察于 2010 年 11 月 3 日至 11 月 28 日完成，行程覆盖澜沧江中下游地区的云南省从西双版纳到保山市 4 市 13 县，行程 4000 余千米，历时 26 天；第三次考察于 2011 年 9 月 10 日至 9 月 27 日完成，考察重点是澜沧江上游及其源头地区，行程近 5000km，历时 18 天；第四次野外考察于 2013 年 2 月 24 日至 3 月 17 日在境外湄公河段进行，从云南省西双版纳州的景洪市磨憨口岸出发，沿老挝、柬埔寨至越南，3 月 4 日至 6 日在胡志明市参加“湄公河环境国际研讨会”之际考察了湄公河三角洲地区的胡志明市和茶荣省，3 月 8 日自胡志明市、柬埔寨、泰国，再回到磨憨口岸，行程近 5000km，历时 23 天。

5年来,整个项目组累计投入4200多人次,完成了4国、40多个县(市、区)的座谈与调研,走访了10多个民族、40多家农户,完成了2800多份资料和15 000多张照片的采集,完成了8000条数据、3000多张照片的编录与整理,完成了近1000多个定点观测、70篇考察日志和流域内45个县(市、区)的县情撰写。在完成野外考察和调研的基础上,已经撰写和发表学术论文30多篇,培养了博士和硕士研究生共30多名。

在完成了上述4次大规模的野外考察和资料收集的基础上,项目组又完成了大量的室内分析、数据整理和报告的撰写,先后召开了20多次座谈会。以此为基础,各课题先后汇编成系列考察报告并陆续出版。我们希望并深信,该考察报告的出版,无论是在为今后开展本地区的深入科学研究还是在为区域社会经济发展提供基础性科技支持方面,都将是十分难得的宝贵资料和具有重要参考价值的文献。



2013年10月

前 言

澜沧江流域复杂的地形地貌、多样的气候类型孕育了复杂多样的生态系统类型，是世界著名的生物多样性最丰富的区域之一，并受到全世界生态学家和地理学家的极大关注。科学技术部于2008年批准了科技基础性工作专项“澜沧江中下游与大香格里拉地区科学考察”项目，作为该项目的重要内容，中国科学院地理科学与资源研究所、中国科学院成都生物研究所联合西南林业大学，在总项目组的安排下，对该流域生态本底和生态系统服务功能进行了历时5年的综合科学考察。

澜沧江流域生态系统本底与生态系统功能综合科学考察的任务如下：①探明流域主要生态系统类型及其分布规律，揭示流域生态系统分布与海拔、坡度、坡向等因子的关系，获取流域主要生态系统分布数据；②探明流域NDVI（归一化植被指数）、LAI（叶面积指数）、NPP（净初级生产力）、NEP（净生态系统生产力）等重要生态参数的格局与变化趋势，揭示流域主要生态系统的结构与功能，获取流域主要生态系统结构与功能基础数据集合；③评估流域生态系统水源涵养、水土保持、碳蓄积等主要服务功能，进行区域生态功能区划，为区域社会经济、生态环境保护与资源可持续利用提供科技支撑。

为了完成上述考察任务，本专题考察组先后于2009年8~9月、2010年10~11月以及2011年9月对全流域进行了3次大规模综合科学考察，考察途中收集了大量森林资源清查等基础性数据。在此基础上，在资料贫乏的典型地区对其主要生态系统开展样方调查，其中对青海省杂多县和囊谦县、云南省云县和景东县，开展了典型地段典型生态系统结构与功能调查，主要内容包括样地植被类型、群落结构、地上生物量、植物多样性等内容。样方调查同时进行标本采集和土壤取样，并在整个调查过程中加强对区域生态系统类型外貌及土壤剖面特征的影像采集，共调查样方77个；同时在西藏沿途各县以及上游源区布设了50个灌草生物量样点。共计完成了8种生态系统类型的127块样地的调查，包括乔木样方73个，灌木样方367个、草本样方478个以及凋落物样方115个；采集土壤样品600多份，植物标本2000多份。在这些大规模野外样地调查与考察的基础上，本专题考察组获取了澜沧江流域典型地段主要生态系统盖度、树高、胸径、物种组成、生物量等生态系统结构与功能特征数据集，制作完成澜沧江流域生态系统分布图，定量评估了澜沧江流域碳蓄积、水源涵养、水土保持、生物多样性保育等主要服务功能，揭示了澜沧江流域NDVI、LAI、NPP、NEP等重要生态特征参数的时空变化规律。以此为基础，形成了澜沧江流域生态本底与生态系统服务功能考察报告。

报告第1章和第2章主要由谢高地、张昌顺编写，第3章主要由张昌顺、谢高地编写，第4章主要由李小英、赵崇俨、张娴、金艳强、包维楷编写，第5章主要由方志强、包维楷、刘鑫、金艳强、朱亚平编写，第6章主要由李芳兰、包维楷编写，第7章主要由范娜、谢高地、张昌顺、成升魁编写，第8章主要由陈龙、谢高地编写，第9章主要由张昌顺、陈龙编写，第10章主要由李小英、张娴编写。全书主要由谢高地、张昌顺、包维楷完成统稿。

谢高地

2014年10月

目 录

总序	
总前言	
前言	
第1章 引言	1
1.1 植被研究	1
1.2 考察的目的、意义、任务与目标	3
1.3 考察方法与过程	4
1.4 主要贡献	6
第2章 澜沧江流域概况	7
2.1 流域概况	7
2.2 自然概况	7
2.3 资源概况	12
2.4 社会经济概况	16
第3章 澜沧江流域生态系统分布格局	17
3.1 引言	17
3.2 总体分布特征	20
3.3 森林生态系统	23
3.4 灌丛生态系统	26
3.5 草地生态系统	28
3.6 湿地生态系统	31
3.7 农田生态系统	32
3.8 荒漠生态系统	33
3.9 大香格里拉地区生态系统分布	34
第4章 森林生态系统结构与功能	41
4.1 引言	41
4.2 森林类型	42
4.3 植被空间分布格局	126
4.4 结构与功能	127
4.5 小结	140
第5章 灌丛和草地生态系统结构与功能	141
5.1 引言	141
5.2 常见灌丛草地生态系统类型及其分布	147
5.3 澜沧江源区灌丛结构与功能调查	166
5.4 澜沧江源区草甸结构与功能调查	202
第6章 澜沧江流域人工植被	216
6.1 引言	216
6.2 澜沧江上游人工草地植被	217

6.3 澜沧江中游人工植被结构与功能 217

6.4 澜沧江下游人工植被 218

第7章 重要生态参数与变化趋势..... 222

7.1 方法与数据源 222

7.2 植被覆盖空间格局与动态变化分析 235

7.3 叶面积指数时空动态变化 242

7.4 温度植被指数空间格局与动态变化时空分析 249

7.5 净初级生产力/生物量时空动态分析..... 258

7.6 小结 270

第8章 澜沧江流域生态系统服务功能..... 272

8.1 引言 272

8.2 方法 273

8.3 水源供给 283

8.4 土壤保持 287

8.5 碳蓄积 295

8.6 生物多样性 304

8.7 小结 315

第9章 澜沧江流域生态功能区划..... 317

9.1 引言 317

9.2 方法 318

9.3 区划结果 319

9.4 小结 329

第10章 澜沧江下游人工林扩展存在的问题与对策 331

10.1 引言..... 331

10.2 云南橡胶林、桉树林的发展概况..... 331

10.3 橡胶林和桉树林的生态价值与经济价值..... 333

10.4 生态系统管理存在的问题与对策..... 336

参考文献..... 342

附录 研究区各草地种类产草量及根茎比..... 357

第 1 章 | 引 言

1.1 植 被 研 究

澜沧江流域复杂的地形地貌、多样的气候类型孕育了复杂多样的植被类型，是世界著名的生物多样性最丰富的区域之一，并受到全世界生物学家的极大关注。在国内外学者的共同努力下，该流域植物研究取得了巨大的成就，但由于高原气候恶劣、交通不便、野外试验可操作性差，现有流域植被研究主要集中于中下游尤其是下游西双版纳地区植被研究，而“三江并流”以上的中上游地区植被研究不仅数量较少，而且研究深度相对较浅。在此重点介绍中上游草地、中下游森林和下游人工植被研究。

1.1.1 中上游草地生态系统研究

由于高原气候和高山峡谷阻隔，严格意义上澜沧江中上游草地生态系统研究较缺乏，其中 Schweinfurth (1992) 对青藏高原植被分布进行了较为深入的研究。吴宁和刘照光 (1998) 初步探明青藏高原东部亚高山森林草甸植被地理格局的成因。包维楷等 (2001) 采用样方调查方法对澜沧江中游德钦县的亚高山、高山草地群落类型、特征及放牧强度对群落物种多样性进行了深入研究，发现长期的高强度放牧虽然增加了群落类型多样性，但减少了群落内物种多样性。此后魏文超等 (2004) 采用常规调查方法对澜沧江上游珍稀草本桃儿七 (*Sinopodophyllum hexandrum*)、星叶草 (*Circaeaster agrestis*) 和角盘兰 (*Herminium monorchis*) 及选取的几种对照草本植物进行生态位的计测和分析。此外，还有何友均等 (2004) 的三江源自然保护区澜沧江上游种子植物区系研究，王娟等 (2008a) 的纵向岭谷区澜沧江流域景观生态安全时空分异特征研究，王孙高等 (2008) 的澜沧江 (西藏段) 流域种子植物区系研究，吴玉虎 (2009) 的澜沧江源区种子植物区系研究，以及本课题的地形对澜沧江源区高寒草甸植物丰富度及其分布格局的影响研究 (张昌顺等, 2012)。由于澜沧江位于青藏高原东南部，而青藏高原对全球气候变化较敏感，在全球变化研究的带动下，众多学者对涵盖澜沧江在内的青藏高原高寒草地对气候的响应进行了大量有价值的研究 (温璐等, 2011; Gao et al., 2010, 2009a, 2009b; 于海英和许建初, 2009; Zhang et al., 2007)。虽然至今对澜沧江中上游草地生态系统开展了不少研究，但仍缺乏澜沧江流域草地物种分布、生态位及其与气候、地形地貌相互关系的深入研究，尤其缺乏基础植被分布格局的系统研究。

1.1.2 中下游森林生态系统研究

澜沧江中游森林植被研究主要是关于森林生物量、生产力、蓄积量及其生长环境、分布调查与研究。最早的植被调查始于 20 世纪 60~80 年代的中国科学院与其他科研机构在川西滇北地区的综合科考察，使人们开始对澜沧江流域主要森林优势种及其分布、生长状况有了初步的认识 (中国科学院西部地区南水北调综合考察队和林业土壤研究所, 1966)。接下来就是关于中游地区主要优势植被的深入研究，如吴兆录等对滇西北黄背栎林、油麦吊云杉林、高山松林的生产力和生物量进行了较为深入的研究 (吴兆录和党承林, 1994a, 1994b, 1994c, 1994d; 吴兆录等, 1994)。党承林等对中游云南松林和长苞冷杉 (*Abies georgei*) 生物量及生产力进行了研究 (党承林和谷中福, 1994; 党承林和吴兆录, 1991a, 1991b)。欧晓昆和张云春 (1992) 以及苏文华等 (1992) 分别对长穗高山栎灌丛进行了研究。此外，苏文萃等

(2007a, 2007b) 对云南铁杉林群落及其植物区系进行了研究。当然, 也有关于澜沧江中游及其周边区域植物多样性研究 (Chang-Le et al., 2007; Chaplin, 2005; Yang et al., 2004a; Xu and Wilkes, 2004)。同时, 还有澜沧江中下游自然保护区有关植物区系、分布的研究, 如《白马雪山国家级自然保护区》、《梅里雪山植被研究》、《中国云南澜沧江自然保护区科学考察研究》等。

澜沧江下游为中国保存较好的热带雨林热带季雨林地区, 因该区域生物多样性极其丰富、人为干扰强度剧烈而引起广大学者的极为关注。正因此, 下游植被研究不仅历史悠久, 成果也最为丰富。下游西双版纳植被研究最早可追溯到 20 世纪 30 年代, 王启无、吴中伦、蔡希陶、吴征镒等对澜沧江下游进行科学考察, 并采集植物标本。此后, 50 年代中期, 有中国科学院、云南大学生物系等多家单位组成的云南生物资源综合考察队对西双版纳地区植被区系进行综合考察, 之后, 云南大学生物系和中国科学院昆明动物研究所分别在小勐龙、大勐龙和勐仑建立工作站, 对森林生态系统进行定位观测。云南省于 1958 年批准在西双版纳建立 4 个自然保护区后, 云南大学生物系对这 4 个自然保护区植被进行调查, 并将成果“云南自然保护区植被专号”发表于《云南大学学报 (自然科学版)》1960 年第一期。1981 年云南省政府对自然保护区进行调整后, 由云南省林业厅组织, 对西双版纳自然保护区地理环境、植物动物等 13 个专题进行综合科学考察。尤其是在中国科学院西双版纳植物园前身中国科学院云南热带植物研究所成立以后, 西双版纳植被研究进入了一个全面发展阶段。《西双版纳植物名录》(中国科学院云南热带植物研究所, 1984)、《西双版纳热带野生花卉》(许再富和陶国达, 1988)、《西双版纳自然保护区综合考察报告集》(徐永椿, 1987)、《西双版纳国家级自然保护区》(王战强和熊云翔, 2006) 等书相继出版, 还制作完成了西双版纳自然保护区 1:10 万森林分布图和 1:5 万林相图 (王战强和熊云翔, 2006), 极大地推动了澜沧江下游植被研究, 并在植被分布 (Li et al., 2012; Sawada, 2007; Zhu et al., 2007; Zhu, 2004)、群落生理生态 (Lin et al., 2013, 2012)、森林生态系统结构与功能 (Yan et al., 2013; Lv et al., 2010; Shi and Zhu, 2009; Cao and Zhang, 1997)、植物资源开发与利用 (Yi et al., 2014; Wu et al., 2001)、植物保护 (刘强等, 2011; Huijun et al., 2002; Hongmao et al., 2002; Xu and Liu, 1994) 等方面均取得了丰硕的科技成果。

1.1.3 下游人工植被生态系统研究

澜沧江流域人工植被较多, 主要有橡胶林、云南松林 (*Pinus yunnanensis*)、思茅松林 (*P. kesiya*)、桉树林等人工林。但近年来以下游西双版纳地区橡胶林发展最快, 面积最大。在此以下游橡胶林为例对人工植被研究进行介绍。研究表明, 西双版纳地区从 20 世纪 50 年代开始种植橡胶林, 至 1998 年橡胶林面积已达 136 186 hm² (Guo et al., 2002), 而据第八次全国森林资源清查, 仅西双版纳景洪县、勐腊县和勐海县就有橡胶林约 41 万 hm², 该区域橡胶林发展非常迅速, 致使西双版纳地区的原始森林大量面积减少, 从 1952 年的 105 万 hm² 减至 1994 年的 30 万 hm² (张墨谦等, 2007)。

在森林生态系统经营中, 为追求经济效益, 常常以结构简单的纯林代替结构复杂的天然次生林。由相生相克原理可知, 由多种树种组成的天然次生林在很大程度上提高了系统微环境的异质性, 进而有助于系统的稳定与健康发展, 而纯林则更易引发地力衰退、病虫害严重等生态环境问题。研究表明, 热带雨林转化成橡胶林后, 其森林土壤性质、水文效应、林内小气候和生物多样性保育等均发生显著变化。Yang 等 (2004b) 通过对比试验研究发现, 与热带雨林土壤相比, 虽然橡胶林在 0~60 cm 土层土壤有机物浓度和土壤总氮量减少量相对较少, 但 0~20 cm 表层土壤有机物浓度和土壤总氮量浓度及储量均显著下降, 其中土壤有机物浓度下降了 23%~33%, 且种植时间越长, 下降幅度越大, 而土壤总氮量减少了 20.4%。李明锐等 (2005) 研究发现, 热带雨林转化成橡胶林后, 受过严重干扰的季节雨林在恢复多年后土壤中养分的转化速率与原生林接近, 而林地被转化为农业或经济林用地后氮储量和氮矿化速率均显著降低。橡胶林种植会显著降低林地土壤养分, 对此, Yang 等 (2005) 也得到类似结论, 发现橡胶林 0~20cm 土壤的可利用磷含量和总含磷量显著降低。

森林水文效应是森林生态学研究的重要内容之一,也是森林和水相互作用及其功能的综合体现。森林对大气降水的再分配是其水文效应中的重要一环,即通过对大气降水的再分配影响到森林的水量平衡,进而对森林生态系统和流域的水分循环产生深远影响。对比研究发现,热带季节雨林林冠能较好地截持丰水期的雨水,其林冠截留量、树干径流量和穿透雨量分别占林外降水的41.43%、5.06%和53.51%;而橡胶林则分别为24.68%、6.53%和68.79%(张一平等,2003),说明热带雨林林冠较橡胶林更能有效地截留降水,减少降水对林地土壤的溅击和地表径流对林地的冲刷,进而增强森林的蓄水能力和保土能力。除降雨外,热带地区雾同样具有十分重要的生态意义,它可减弱降温强度、削减蒸发量,进而弥补降雨量的不足、减缓干旱。此外,雾水中的养分还是雨林养分的主要来源之一,约可提供全年养分输入(雨水+雾水)的8%~30%。刘文杰等(2003)研究发现,热带季节雨林全年林冠截留的雾水远高于人工橡胶林,平均达 (89.4 ± 13.5) mm,为全年降水量(雨水+雾水)的 $4.9\% \pm 1.7\%$,是人工橡胶林林冠截留雾水量的5倍。除此以外,由于橡胶林耗水量大,致使橡胶林给周围生态系统造成缺水压力。西双版纳已有村寨因种植大面积橡胶林而出现了饮用水供应不足现象(张墨谦等,2007)。

由于将热带雨林转化成橡胶林会影响林分微环境,进而影响群落生物多样性。西双版纳热带雨林群落高度在40 m左右,植被垂直结构明显,可分为乔木上层、乔木中层、乔木下层、灌木层、草本和藤本植物6层;而橡胶林群落垂直结构简单,植物种类尤其乔木种类单一。由于森林植物是异养生物的食物基础,并为它们提供栖息、隐蔽和繁衍所需的最优良场所,所以热带雨林转化为橡胶林后,群落结构遭到破坏常导致异养生物种类和数量的锐减,甚至濒临灭绝。现有研究表明,热带雨林转化成橡胶林后,蜜蜂(杨龙龙和吴燕如,1998)、蝗虫(黄春梅和杨龙龙,1998)、蚂蚁(杨效东等,2001)、蝶类(杨大荣,1998)、蜘蛛(郑国等,2009)等生物群落结构和多样性均较热带雨林差异显著,而植物多样性不仅显著低于热带雨林(鲍雅静等,2008),还显著低于旱谷地农业生态系统(付永能等,2000)。正因此,已有学者对如何减少或消除雨林转化成橡胶林所带来的生态环境负效应展开研究(张墨谦等,2007)。本课题也将在后面的人工植被中对下游的橡胶林及中上游云南松、思茅松等人工林发展进行较为深入的探讨。

综上可知,虽然澜沧江流域植被研究成果辉煌,但主要集中于下游地区森林生态系统结构与功能、植物资源开发与利用等研究,对中上游地区植被研究依然缺乏,现有的研究主要集中于中上游地区主要优势种森林和草地生物量、生产力及群落结构研究,缺乏典型地段如源区和热带北缘与北亚热带过渡带植被群落结构与功能研究,尤其缺乏基于空间技术的流域生态系统格局及其驱动力研究。基于此,本研究采用传统样方调查技术和遥感技术相结合,深入研究江源区森林、灌丛和草地及热带-亚热带过渡带森林生态系统的结构与功能,探明区域生态系统分布格局及其变化规律,揭示流域生态系统叶面积指数(LAI)、生物量、净初级生产力(NPP)等重要生态参数的格局与变化趋势,以及主要生态系统服务功能空间分布规律,以期为区域资源开发、产业发展和生态环境保护提供科学的数据支持。

1.2 考察的目的、意义、任务与目标

1.2.1 考察目的与意义

澜沧江流域生态系统本底与生态系统功能综合科学考察的目的与意义如下。

- 1) 探明流域主要生态系统类型及其分布规律,揭示流域生态系统分布与海拔、坡度、坡向等因子的关系,获取流域主要生态系统分布数据;
- 2) 探明流域归一化植被指数(NDVI)、LAI、NPP、净生态系统生产力(NEP)等重要生态参数的格局与变化趋势,揭示流域主要生态系统的结构与功能,获取流域主要生态系统结构与功能基础数据集;
- 3) 评估流域生态系统水源涵养、水土保持、碳蓄积等主要服务功能,进行区域生态功能区划,为区域社会经济、生态环境保护与资源可持续利用提供科技支撑。