

江河源区的生态环境变化 及其综合保护研究

王根绪 程国栋 沈永平 等著



兰州大学出版社

及其综合保护研究

江河源区的生态环境变化

王根绪 程国栋 沈永平 等著

兰州大学出版社

内 容 简 介

确定了江河源区生态环境问题研究的地理范围,系统阐述了江河源区生态与环境的构成及其相互关系。基于实际调查并利用遥感和 GIS 技术,对江河源区草地生态、土地生态以及水文与水环境等区域生态环境系统进行了深入分析,比较全面系统地总结和论述了这些环境系统的基本特征、现状存在的主要问题与形成原因;定量研究了江河源区近 50 年来生态环境演变特征和未来江河源区生态环境的变化趋势,并通过对冻土环境、草地生态和冰川积雪变化分析,阐述了江河源区生态环境对全球气候变化的响应特征,明确区分了区域生态环境劣变的自然与人为属性,提出了江河源区生态环境保护与综合整治的对策与措施。可供国家机关、科研机构、大专院校等部门从事生态、环境、资源以及经济地理等学科领域的研究人员和师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

江河源区的生态环境变化及其综合保护研究/王根绪等著. —兰州:兰州大学出版社,2001.7
ISBN 7-311-01840-4

I. 江... II. 王... III. ①长江—河源—生态环境—环境保护—研究②黄河—河源—生态环境—环境保护—研究 IV. X321

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 044506 号

江河源区的生态环境变化及其综合保护研究

王根绪 程国栋 沈永平等著

兰州大学出版社出版发行

兰州市天水路 308 号 电话:8617156 邮编:730000

E-mail:press@onbook.com.cn

http://www.onbook.com.cn

甘肃新视野文化发展有限责任公司印刷

开本: 787×1092 1/16

印张:14.25

2001 年 7 月第 1 版

2001 年 7 月第 1 次印刷

插页:4 字数:372 千字

印数:1~1000 册

ISBN7-311-01840-4/P·20

定价:29.00 元

《江河源区的生态环境变化及其综合保护研究》

著 作 人 员:王根绪 程国栋 沈永平

陈桂琛 吴青柏

主要参加人员:钱 鞠 孙文新 郭晓寅

彭 敏 卢学峰 刘光琇

陈世龙 黄志伟 李天才

徐中民

本书由以下项目联合资助

1. 中国科学院“西部之光”计划支持项目：

“黄河源区生态环境变化及其对上游地区可持续发展的影响研究”。

2. 中国科学院知识创新工程重大项目 KZCX1-10-06。

3. 中国科学院生物科学与技术研究特别支持项目：

课题编号 Stz97-1-08。

4. 中国科学院资源环境领域特别支持项目：

“西北生态环境保护与建设前期研究”。

序 言

我国两条主要河流——长江与黄河均发源于青藏高原腹部,其发源区习惯称之为江河源区,该区域以其独特的自然环境、特有的大江大河水源涵养生态功能、丰富的自然资源和多样化的生物物种与种质资源以及对流域环境的深刻影响,近年来逐渐成为全社会所广泛关注的焦点地区,也逐渐成为广大科学研究者所瞩目的地区。

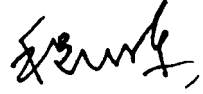
江河源区自然环境异常严酷,生态环境十分脆弱;该区域作为我国三大牧区之首的青海西藏高原牧区的主要组成部分,近年来人类活动日趋加剧,加之区域气候变化,使得本区域生态环境趋于恶化。由于多种原因,以往对江河源区的生态与环境问题的研究不多,自20世纪50年代开始的青藏高原综合科学考察,以及从1993年开始的国家攀登计划项目“青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究”等,也只是对江河源区给出总的区域环境背景和环境变化的区域轮廓,不能据其对江河源区生态环境状况进行识别与科学诊断。为此,从1998年以来,中国科学院先后通过生物科学与资源环境领域特别支持项目和“西部之光”计划,开展了针对江河源区生态环境问题系统的多学科综合调查与研究。这次调查研究历时两年,在广泛收集整理已有调查和研究成果的基础上,通过遥感调查分析、野外样方调查以及实验分析等途径,对构成江河源区生态与环境的诸多要素如植被、土壤、生物多样性、水环境与湿地等的现状与演变趋势进行了系统分析,同时,对影响区域生态环境演变的主要因子如气候条件、冻土环境、鼠虫害以及人类活动等的特征及其对区域生态环境的作用机理与影响程度进行了研究。本书就是这些综合研究的成果的综合反映。

可持续发展与环境问题已成为全球21世纪的主导潮流。改善和保护生态环境,实现可持续发展战略,是我国的一项基本国策。改善生态环境是西部大开发中必须首先研究和解决的一个重大课题。保障生态安全、控制和改善区域生态环境状况,提高各生态系统总体的生产力,有利于适于人类社会生存与发展的有序化环境状态,是区域生态环境保护的根本目的。江河源区生态环境事关整个长江与黄河流域生态环境及流域内工农业生产的持续发展,面对日益突出的生态环境问题,保护与治理势在必行。认识环境是保护环境的基础,本书首先对江河源区生态环境现状进行了系统分析,明确了该区域生态环境现状存在的主要问题、生态环境诸要素的演变趋势与变化幅度,论述了促使区域生态环境变化的主要原因,本书所提出的有关江河源区资源、环境与生态的基本认识,填补了对该区域生态环境问题研究的空白,为江河源区的生态环境保护提供了重要依据。其次,在全面论述江河源区生态环境状况的基础上,本论著提出了生态环境综合保护的对策与措施,重点阐述了针对江河源区生态规律的生态环境建设途径,并提出了区域经济社会与生态环境可持续发展的构想。这将无疑对制定江河源区生态环境综合整治规划和推动区域经济社会稳定持续发展提供重要意义。

毋庸置疑,江河源区的生态环境问题十分复杂,且由于研究基础极其薄弱,要对其进行深入研究并提出实践性很强的综合保护对策,所面临的困难可想而知是相当巨大的,现取得的成果只是本次研究者现阶段的认识,要彻底解决江河源区尚未知的有关生态环境方面的诸多科学问题,还有许多工作要做,可以说是任重而道远。值得欣慰的是前不久国家环保总局宣布设立“三江源”自然保护区,长江与黄河源区的生态环境保护与建设将迎来崭新的局

面,可以相信在不久的将来,该区域特殊的生态系统、珍贵的生物物种以及所具有的独特研究全球变化与水文和生态过程相互关系的理想场所,都将吸引生态、环境与区域可持续发展等方面的专家学者致力于本区域的研究。希望本论著能发挥其奠基石的作用,引导更多同仁开展更加广泛而深入的研究,使江河源区生态环境保护与建设不断取得新成就。

中国科学院院士



2001年4月

前言

发源于青藏高原巴颜喀拉山和唐古拉山的黄河与长江,千百年来奔腾不息,孕育着生命,播种着希望,视为华夏儿女的母亲河和中华民族文明的摇篮;在过去、现在和将来将永远是中国经济社会发展的纽带和依托。然而,20世纪70年代以来,随着流域人口的增长和社会经济的迅速发展,两大流域相继出现十分严重的区域性生态环境恶化现象:黄河下游旱季断流频繁出现,沿岸水土流失、水资源短缺、水环境恶化等一系列黄河生态环境问题亦应运而生,长江洪水灾害频繁、河流输沙量逐年增加、流域水土流失加剧,这些问题引起全社会的密切关注。一向称之为天然生态稳定区而不为人们所重视的江河源区及上游地区生态环境也开始趋向恶化,从全流域角度出发,上游地区水文—生态环境—经济社会复合体的关联变化所引起的水文效应和水环境变化,必将传输转移到流域中下游地区,因此,迫切需要对流域上游河源地区的生态环境变化与经济发展状况进行研究。江河源区因其特殊的生态与环境意义和独特的生物多样性与丰富而特有的自然资源,成为当前全社会广泛关注的焦点地区。

江河源区地处青藏高原,自然资源丰富,草场广袤,具有发展草原畜牧业的有利条件,是构成我国三大牧业区之首的青藏高原牧业区的核心区域。建国以来,江河源区畜牧业发展突飞猛进,取得了辉煌成就,有力地改善了农牧民的经济生活条件,促进了区域经济与社会文明的发展。然而,随着江河源区人口的急速增长,农牧民脱贫致富愿望的日益强烈,对草地资源的不合理开发亦愈演愈烈,长期实施靠天养畜,超载放牧、滥垦乱挖的掠夺式草地利用粗放经营模式,加之草场围栏、牲畜暖棚、人畜饮水工程等草原建设与保护措施滞后,草场基础设施薄弱,牧民草原意识、生态意识、环境意识缺乏,致使江河源区天然草地退化、土地沙化,鼠虫害泛滥成灾,植被面积迅速减少,又导致出现水土流失。不仅严重制约区域经济社会的可持续发展,而且使作为生物物种质资库的大量珍稀物种数量剧减甚至灭绝,形成贫穷—掠夺—生态环境恶化—严重自然灾害—更加贫困这一恶性循环。自20世纪80年代以来,作为该区域支柱产业的畜牧业经济出现长时期低而不稳,并呈现逐渐衰退趋势,使本区域人民脱贫实现小康的发展任务更加艰巨,因此,尽快实现区域生态环境与经济社会的协调与共生,促进本区域草地畜牧业经济健康、稳定发展,成为本区域迫切需要解决的关键问题。

生态环境是水、土、大气等环境因子的有机组合,是人类繁衍生存和赖以发展的基本条件,是实现经济社会可持续发展的重要物质基础。可持续发展是当今世界各国在新世纪求得生存的必然唯一选择,着重强调良好的生态环境对经济社会持续发展的重要性。当前,西部大开发战略的实施为江河源区畜牧业的进一步发展提供了千载难逢的大好机遇。生态环境的保护和建设则是发展的重要前提与基础工作,尤其是遏制草地生态环境恶化现状乃当务之急。江河源区是重要的水源涵养地,其生态环境优劣与整个长江、黄河流域人类的生存和工农业生产息息相关,同时对全国生态环境具重要影响。国家发展计划委员会和国家林业局等有关部门已将江河源区确定为全国第一批生态环境建设重点地区,其中土地沙漠化的防治,天然水源涵养林的保护及退化、沙化草场的综合治理是生态环境建设的重中之重。但是,长期以来缺乏针对江河源区特殊生态环境的专门研究,从20世纪50年代开展的青藏高原

综合考察,是了解本区域资源、生态与环境状况的唯一途径。由于本区域生态环境研究十分薄弱,对许多关键的生态环境科学问题尚未认识,缺乏对该区域生态环境状况的科学认知。人们所关注的焦点问题是江河源区的生态环境处于何种状况、演变趋势与变化幅度如何、将对两大流域产生什么样的影响等,而这些问题的回答,需要对江河源区开展系统的生态环境调查与研究。

基于上述诸多方面的原因,中国科学院通过“西部之光”计划,支持开展“黄河源区生态环境变化及其对上游地区可持续发展的影响研究”;原中国科学院兰州冰川冻土研究所通过院设重点项目“西北生态环境保护与建设前期研究”,将研究范围从单纯的黄河源区扩展到整个长江与黄河源区,组织有关植物生态、自然地理、土壤、水文(水资源)、冰川、冻土以及遥感等众多领域的研究人员,在中国科学院院士、中国科学院兰州分院院长程国栋先生领导下,对江河源区生态与环境状况进行了一次系统调查和深入研究。这次调查研究历时两年,在广泛收集整理已有调查和研究成果的基础上,进行了系统的野外实地样方调查,行程上万公里,采集土样、水样 100 余组以及大量植物标本,通过多时段卫星遥感资料分析、实验分析等途径,对构成江河源区生态与环境的诸多要素如植被、土壤、生物多样性、水环境与湿地等的现状与演变趋势进行了系统分析,并在中国科学院生物科学与技术研究特别支持费资助(课题编号 Stz97-1-08)下,开展了高原湿地的专项研究。同时,对影响区域生态环境演变的主要因子如气候条件、冻土环境、鼠虫害以及人类活动等的特征及其对区域生态环境的作用机理与影响程度进行了研究。本书就是这些研究的成果与总结。

《江河源区的生态环境变化及其综合保护研究》是上述研究项目组成员群体艰辛劳动的结果,全书共分十章,其中第一章由王根绪、沈永平撰写,第二章由王根绪、陈桂琛撰写,第三章由王根绪、郭晓寅撰写,第四章由陈桂琛、彭敏、卢学峰撰写,第五章由吴青柏撰写,第六章由王根绪、沈永平撰写,第七章由王根绪撰写,第八章由王根绪、郭晓寅完成,第九章由王根绪、沈永平撰写,第十章由王根绪、钱鞠撰写。程国栋先生审阅全稿,并提出修改意见。孙文新负责遥感资料解译分析、量算与制图,郭晓寅负责完成 GIS 分析并编制所有附图。另外,参加野外考察的还有陈世龙、黄志伟、李天才等。在开展江河源区生态环境研究过程中,自始至终得到中国科学院兰州分院何易、王学定、卫晓雪、刘光秀等诸位领导的关怀与帮助,并通过院地合作和择优基金,支持了本项目的前期工作,可以说没有上述兰州分院各位领导的倡导和帮助,也就没有这部论著的问世。青海省科委原社会发展处李玉芳处长通过院地合作给予本项研究大力支持,并积极协调青海省有关部门配合外业调查,在此一并表示衷心感谢!

限于研究经费,更由于著者的水平与能力有限,本项研究成果只能是初步的,许多问题还待以后进一步予以深入研究,本书中的错误也在所难免。作者希望本书在有关江河源区生态环境问题的研究方面起到抛砖引玉的作用,为将来更好地解决这一广泛关注的环境问题和推动江河源区的可持续发展发挥一定作用。

作者

2000 年 11 月

目 录

序言	(1)
前言	(1)
第一章 江河源区生态环境概论	(1)
1 研究区范围与地理位置	(1)
2 自然环境概况	(4)
3 区域地貌与地质环境	(6)
4 区域水文环境概况	(11)
5 区域冻土环境概况	(15)
6 社会与经济发展状况	(15)
7 生态环境体系分类与构成	(17)
第二章 江河源区的植被与草地生态	(21)
1 植被生态体系特征	(21)
2 草地生态类型与草地资源利用	(30)
3 草地生态变化及其成因分析	(41)
第三章 江河源区的土壤生态与土地资源	(47)
1 土壤类型及分布特征	(47)
2 土壤环境特征	(49)
3 土地资源及其利用	(53)
4 土地生态变化及其环境效应	(57)
5 土地资源的保护与改良	(60)
第四章 江河源区的湿地生态	(63)
1 湿地自然环境特征	(64)
2 湿地生物组成结构与物种多样性	(66)
3 湿地生态类型与分布特征	(68)
4 湿地生态变化及其影响	(72)
第五章 江河源区冻土环境及其变化	(75)
1 长江源区多年冻土特征	(76)
2 黄河源区多年冻土特征	(84)
3 冻融过程及其水热变化	(87)
4 气候变化和人为活动对冻土环境、生态环境的影响	(92)
第六章 江河源区水文与水资源	(97)
1 区域水文与径流特征	(97)
2 冰川与积雪	(104)
3 区域水环境特征	(108)
4 区域水资源及其利用现状	(112)

5	近 50 年来的水环境变化特征	(117)
第七章	江河源区的生物物种多样性	(125)
1	物种多样性概念与测度方法	(125)
2	江河源区动物物种多样性	(126)
3	江河源区的植物多样性分析	(129)
4	江河源区生态系统多样性概况	(133)
5	生物多样性的变化趋势与对策	(136)
第八章	近 30 年来黄河源区生态环境变化特征分析	(141)
1	黄河源区生态空间特征与景观生态过程研究	(141)
2	区域景观动态演变的生态功能变化	(148)
3	20 世纪 80 年代以来黄河源区土地利用变化及其环境效应	(153)
第九章	江河源区生态环境变化的成因与预测分析	(157)
1	区域气候变化及其生态环境效应	(157)
2	人类活动影响	(163)
3	鼠虫害作用	(166)
4	冻土的影响	(168)
5	关于生态环境变化成因的结论与讨论	(168)
6	未来气候变化及其对生态环境的影响	(170)
第十章	江河源区生态环境综合保护与区域可持续发展	(186)
1	生态环境保护的原则与区划	(186)
2	草地生态环境综合保护与建设	(188)
3	生态环境建设的保障体系	(194)
4	生态环境建设的科技支撑	(196)
5	区域可持续发展的战略构想	(197)
6	江河源区经济与社会可持续发展的对策与建议	(200)
附彩图		(205)
附彩照		(217)

Research on Ecological Environmental Change in Changjiang-Yellow Rivers Source Regions and Their Integrated Protection

By Wang Gen-xu, Cheng Guo-dong, Shen Yong-ping, et al.

Content

Preface	(1)
Foreword	(1)
Chapter 1 Introduction of Ecological Environment in Changjiang-Yellow Rivers Source Regions	(1)
1 Geographic Setting and Extent	(1)
2 General Aspect of Physical Environment	(4)
3 Regional Geologic and Geomorphic Features	(6)
4 General Conditions of Regional Hydrologic Environment	(11)
5 General Aspect of Regional Permafrost Environment	(15)
6 General Situation of Social and Economic Development	(15)
7 Classification and Construction of Ecology and Environment Systems	(17)
Chapter 2 Vegetation and Grassland Ecology of Changjiang-Yellow Rivers Source Regions	(21)
1 Characteristics of Florae and Vegetation Ecology	(21)
2 Grassland Ecotypes and Grassland Resources Utilization	(30)
3 Grassland Ecological Change and Its Cause Analysis	(41)
Chapter 3 Soil Ecology and Land Resources in Changjiang-Yellow Rivers Source Regions	(47)
1 Soil Types and Their Distribution Characteristics	(47)
2 Characteristics of Soil Conditions	(49)
3 Land Resources and Its Utilization	(53)
4 Soil Ecological Change and Its Environmental Effect	(57)
5 Protection and Improvement of Land Resources	(60)
Chapter 4 Wetland Ecology in Changjiang-Yellow Rivers Source Regions	(63)
1 Natural Environment Characteristics of Wetland	(64)
2 Biotic Component Structure and Species Diversity of Wetland	(66)
3 Wetland Ecotypes and Their Distribution Characteristics	(68)
4 Wetland Ecological Change and Its Impact	(72)
Chapter 5 Permafrost Features and Permafrost Environment of Changjiang-Yellow	

Rivers Source Regions	(75)
1 Permafrost Features of Changjiang River Source Region	(76)
2 Permafrost Features of Yellow River Source Region	(84)
3 Freeze-thaw Process and Its Hydro-thermal Variation	(87)
4 Environmental Change of Permafrost and Its Impact on Regional Ecological Environment	(92)
Chapter 6 Hydrology and Water Resources of Changjiang-Yellow Rivers Source Regions	(97)
1 Regional Hydrology and Runoff Characteristics	(97)
2 Resources of Glacier and Snow Cover	(104)
3 Regional Water Chemical Distinction	(108)
4 Regional Water Resources and Its Status of Utilization	(112)
5 Change Features of Water Environment in the Last 50 Years	(117)
Chapter 7 Biological Diversity of Changjiang-Yellow Rivers Source Regions	(125)
1 Species Diversity Concepts and Their Measure Methods	(125)
2 Animal Species Diversity of Changjiang-Yellow Rivers Source Regions ..	(126)
3 Plant Diversity Analysis of Changjiang-Yellow Rivers Source Regions	(129)
4 Ecosystem Diversity Features of Changjiang-Yellow Rivers Source Regions	(133)
5 Biological Diversity Variation in Trend and Countermeasure	(136)
Chapter 8 Analysis of Ecological Environment Change Features in Yellow River Source Region in Past 30 Years	(141)
1 Study on Ecospace Features and Landscape Ecological Processes in Yellow River Source Region	(141)
2 Ecology Function Change of Regional Landscape Dynamic Evolution	(148)
3 Environmental Effect of Land-use Change in Yellow River Source Region Since 1980s	(153)
Chapter 9 Cause Analysis of Ecological Environment Change and Future Trend Prediction in Changjiang-Yellow Rivers Source Regions	(157)
1 Impact of Future Climate Change to Ecological Environment	(157)
2 Impact of Human Activities to Ecological Environment	(163)
3 Mouse-Insect Damage and Their Effect to Ecological Environment	(166)
4 Impact of Freeze-thaw Conditions Change of Permafrost on Regional Ecological Environment	(168)
5 Conclusions and Discussion toward Causes of Regional Ecological Environment Change	(168)
6 Future Climatic Change and Its Impact on Regional Ecological Environment ...	(170)
Chapter 10 Integrated Protection of Ecological Environment and Regional Sustainable Development in Changjiang-Yellow Rivers Source Regions	(186)

1	Protective Principles and Regionalization of Regional Ecological Environment ...	(186)
2	Integrated Protection and Construction of Grassland Ecological Environment ...	(188)
3	Indemnification Systems of Ecological Environmental Construction	(194)
4	Science and Technology Support of Ecological Environmental Protection and Construction	(196)
5	Strategic Conception of Regional Sustainable Development	(197)
6	Countermeasures and Suggests of Economic and Social Sustainable Development	(200)

第一章 江河源区生态环境概论

1 研究区范围与地理位置

在历史上,关于长江、黄河两大流域的源区位置,曾有过争论。20 世纪 80 年代初期,经过较大规模综合科学考察,对这一问题已有了明确的统一认识(中国科学院地理研究所,1990;景可等,1982),在这些文献中对长江、黄河源区给出了较权威的明确界定。对于地理和水文概念上的两大流域源区范围,本文亦遵循目前比较统一的这一观点,即黄河源区以多石峡为界,长江源区以楚玛尔河汇合口为界。但从生态环境的研究角度,是否也要遵循这一地理概念的范围,是需要讨论的问题。这一问题的重要性还在于生态环境研究的地理范围不明确,就不可能形成生态环境诸多问题的统一认识,在生态环境要素的确定、现状评价及趋势分析方面,都将产生不可避免的混乱。

目前,在江河源区生态环境研究中,关于江河源区范围有两种比较典型的观点:一种以前述地理概念上的以流域干流水文网形成的河源区为范围(景可等,1982;孙广友等,1995),认为无论是生态环境研究或者自然地理、水文方面的研究,均应该恪守“源区”的地理限制。另一种以宏观自然区划为基础(王维岳,1998;刘迎春,1995),认为以龙羊峡水库为界,以上的区域均应为黄河源区,该界线与青藏高原同季风气候区和干旱区的分界线接近;对于长江河源区,以直门达水文站为界,这里也是长江出青海的界线。对于后一种观点,在有关江河源区,尤其是黄河源区生态环境的论著中似乎更多一些,主要是由于这一范围内土地荒漠化和水土流失问题异常突出。如何确定生态环境研究的源区范围,首先应明确确定该范围的基本原则:一是与地理或水文“源区”的协同性,要研究的生态环境问题是江河源区的问题,不应随意偷换这一限制性概念;二是源区对生态环境体系的包容性,包括干流水体对支流水体的环境包容和植被、土壤以及气候条件等环境要素的统一性;三是行政或地貌单元的完整性,这一原则突出了范围的界定要便于生态环境研究,尽可能使地貌单元或行政区域相对完整;四是生态环境构成中主成分相同或相近,尤其是宏观气候、地貌及植被等体系不能与源区相差过大。根据这些原则,王根绪等人(王根绪等,1998)认为黄河流域生态环境研究的源区不应仅局限在多石峡以上地带,应该以达日县境内的麦多唐贡玛峡为界,以上区域为生态环境研究的黄河源区,该区域大致介于 $33^{\circ}00' \sim 35^{\circ}35'N$ 及 $96^{\circ}00' \sim 99^{\circ}45'E$ 的范围,流域面积约 $7.46 \times 10^4 km^2$ 。长江流域生态环境研究的源区范围应在楚玛尔河口至治多县与玉树县交界一带,从研究的便利角度出发,以登艾龙曲汇口至治多县境为界,大致范围介于 $32^{\circ}30' \sim 35^{\circ}40'N$ 、 $90^{\circ}30' \sim 95^{\circ}35'E$ 之间,流域控制面积约 $11.42 \times 10^4 km^2$ 。

在麦多唐贡玛峡以上,黄河流域基本为构造所控制的高平原地貌单元,地势高峻、但高原面相对保留完整,河床比降小,平均为 $1.38\% \sim 2.3\%$,并分布低山宽谷和湖盆地貌,如较大的黄河滩和野马滩地分别达 $800 km^2$ 和 $135 km^2$,形成巨大的高原汇水扇形区域。当流域进入达日县境内巴颜喀拉山与阿尼玛卿山之间时河谷缩小,形成自麦多唐贡玛峡始的长达 $247.5 km$ 的峡谷地带(麦多唐贡玛峡长约 $50 km$,官仓峡长 $197.5 km$)。从此,黄河开始其青藏高原迂回曲折、深切峡谷的径流过程。从气候条件的空间来看,大体以达日为界,流域明显

区分为半湿润与半干旱区,以西至源头地带降水量由 504.9mm 降至 292mm 左右,以东至久治县境降水由 504.9mm 增至 705.1mm 左右,由此形成了源区统一的半干旱高寒气候条件,年湿润系数介于 0.4~0.7 之间,年平均气温介于 -4.5°C ~ -2.4°C 之间。受水热条件控制,植被分布也呈明显的水平分异现象,大体上以达日县为界,向西至玛多源头区,植被由以金露梅、毛枝山居柳、箭叶锦鸡儿等为主的灌丛和高山草甸演变为大紫花针茅和高山嵩草、异针茅草原化草甸,向东则以灌丛和草甸为主,并逐渐演变为森林景观。

对长江源区而言,在楚玛尔河口以上,流域地貌为高平原丘陵区,干流两岸平缓开阔,河道比降平均为 5.7‰~1.03‰,在楚玛尔河口至登艾龙曲汇口以上为高平原丘陵区向高山峡谷区过渡地带,两岸山顶比高由不足 300m 增加至 600m,河源区的高平原地貌由此为界。在气候方面,长江源区属那曲果洛半湿润区和羌塘半干旱区,其中那曲果洛半湿润区是长江源区主要气候类型,其东南与藏东半湿润区的分界线大致位于登艾龙曲汇口至治多县与玉树县分界处附近。植被分布以高山草甸为主,在源头区分布高山垫状植被,其中高山草甸植被中以小嵩草、藏嵩草和紫花针茅、异针茅等为优势种群;高寒草原则以青藏苔草和紫花针茅为主。向流域东南大约以治多县境为界,逐渐过渡为高寒灌丛植被。

区域生态环境是气候、地貌、土壤、水文以及植被等环境因子的有机组合,从流域河源以水源涵养为主要生态功能这一基本概念出发,上述对影响水文过程的气候、地貌以及植被等因子的分布特征进行了分析,这里再对河流径流形成进行分析。如表 1.1 所示,黄河沿段年径流量为 6.02 亿 m^3 ,在黄河沿—麦多唐贡玛峡段径流量超出 6.0 亿 m^3 的一级支流有热曲、达日河等,主要支流径流量合计达到达日站黄河干流径流量的 63%,一级支流密度在黄河沿—麦多唐贡玛峡段为 6.2 条/100km,远大于黄河沿以上的 2.2 条/100km。由此,可以认为黄河沿以上流域不具备对同一地貌单元和相同自然环境的黄河沿—麦多唐贡玛峡段流域水文—生态环境的包容性,而黄河沿—麦多唐贡玛峡段水文过程对流域出达日站的水环境起着显著的控制作用。对长江水系而言,上游干流通天河在楚玛尔河汇入后,流域面积 $10.27 \times 10^4 \text{km}^2$,年径流量 68.03 亿 m^3 ,多年平均流量 $215.73 \text{m}^3/\text{s}$,已形成对源区范围内任何支流的环境包容能力。

表 1.1 黄河麦多唐贡玛峡以上河段河流特征比较

流域名称	流域面积 (km^2)	年径流量 (亿 m^3)	河宽 (m)	干流长度 (km)	较大支流 数(条)	河流密度 (条/100 km^2)	径流比例 (%)
黄河沿以上	20 900	6.02	30~40	270	6	2.2	16
黄河沿—麦多唐贡玛峡		38.57	30~50	160	10	6.2	63
其中:热曲	6 596	6.6	14~55	314			
达日河	3 377	7.6	30~40	413			

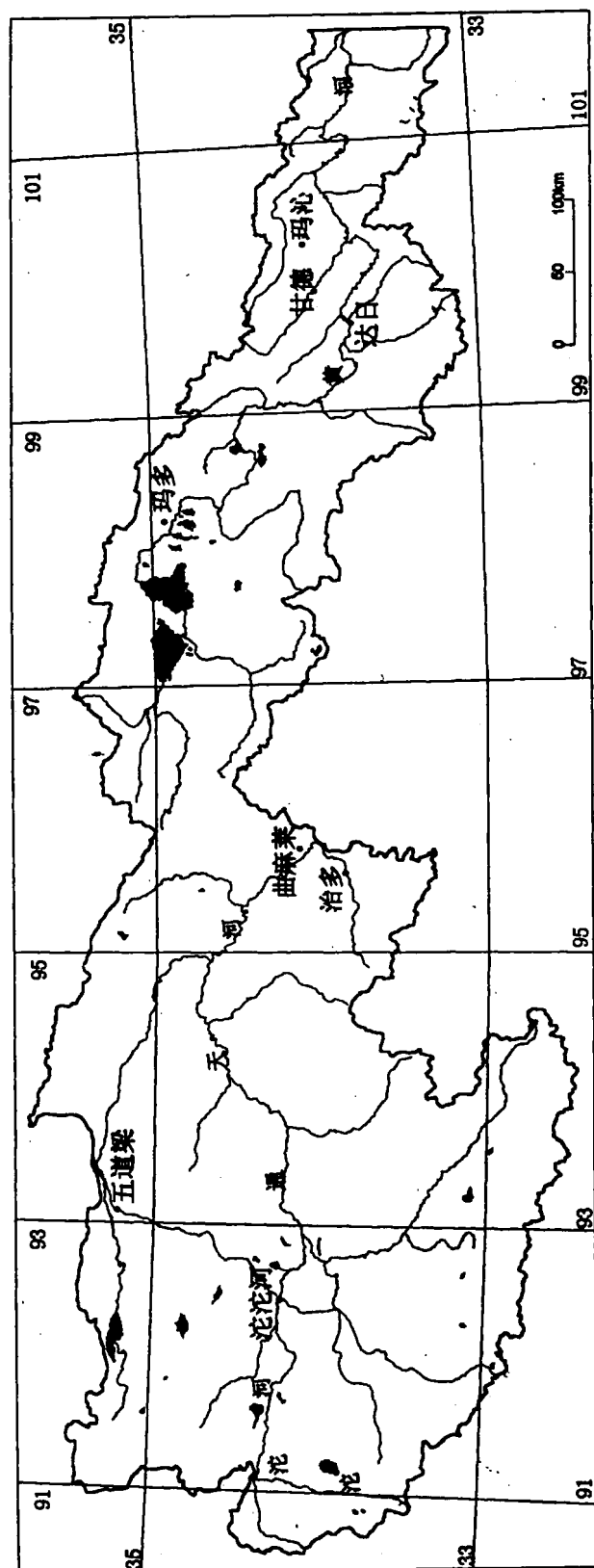


图 1--1 江河源区研究范围与地理位置