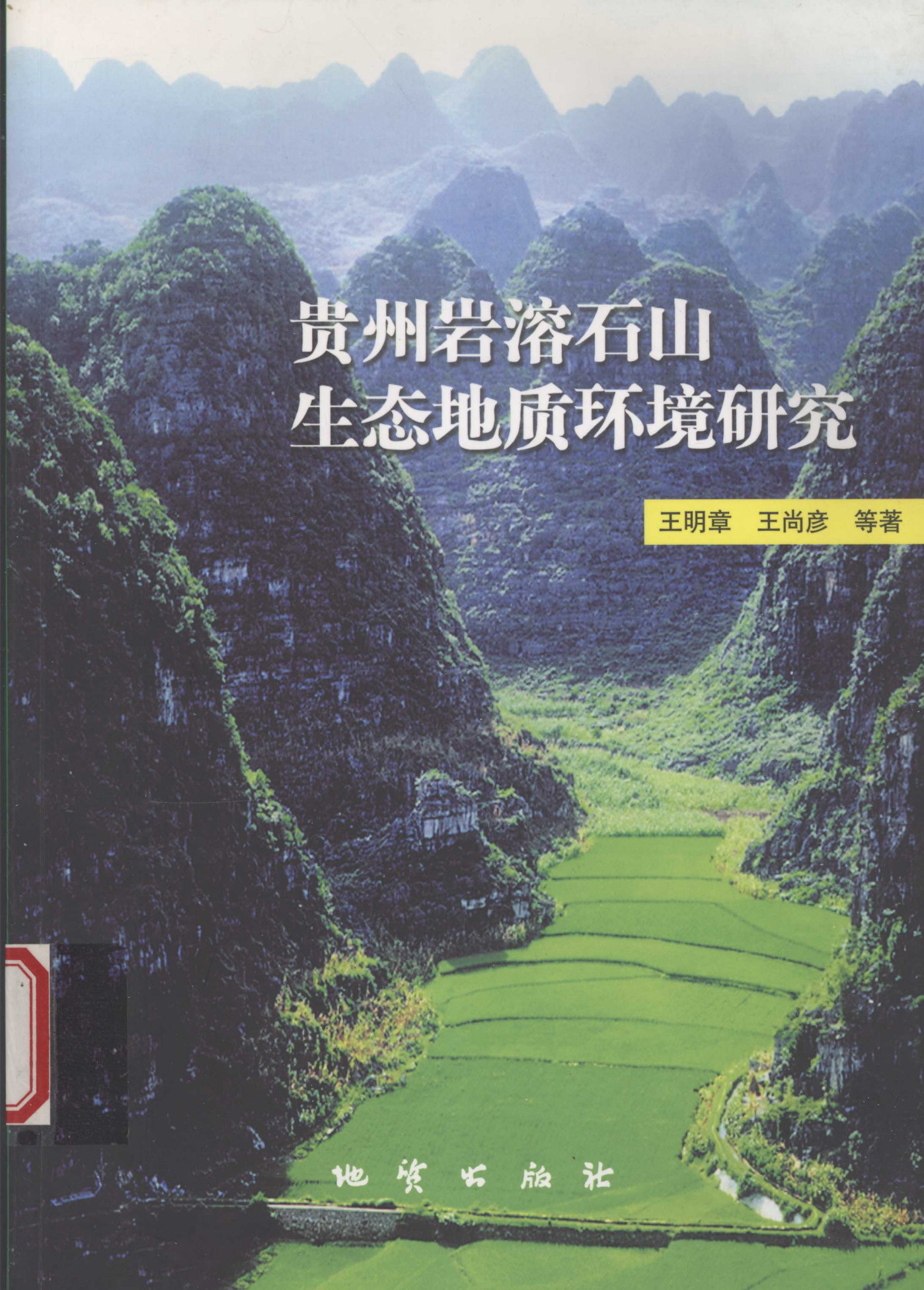




贵州岩溶石山 生态地质环境研究

王明章 王尚彦 等著

地质出版社

贵州省地质调查院

贵州岩溶石山生态地质环境研究

GUIZHOU YANRONG SHISHAN SHENGTAI DIZHI HUANJING YANJIU

王明章 王尚彦 杨秀忠

王顺祥 裴永炜 陈革平 著

王 伟 张 林 杜黔枫

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 摘 要

本书系统地阐述了贵州省岩溶石山区的岩溶发育规律、岩溶地下水系统特征、表层岩溶带及表层岩溶水的形成和分布等生态地质环境条件以及岩溶地下水开发对缺水地区生态环境的意义;分析了岩溶石山区石漠化、岩溶干旱、岩溶洪涝、岩溶塌陷等与岩溶地质环境有关的生态环境问题的现状、成因、发展趋势;研究了生态地质环境的主控因子,对贵州省的生态地质环境质量进行了分区和适宜性评价,根据国民经济发展规划和产业布局预测了生态环境演化的趋势;在总结过去生态环境治理工作的基础上,从地质科学的角度提出了岩溶石山区生态环境治理和改善的意见。

本书可供从事岩溶、岩溶地质环境和生态地质环境的研究人员,及相关专业人员、大专院校地质类师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

贵州岩溶石山生态地质环境研究/王明章等著. —北京:地质出版社, 2005.6

ISBN 7-116-04460-4

I. 贵... II. 王... III. 岩溶—生态环境:地质环境—研究—贵州省 IV. P642.252.273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 054007 号

组稿编辑:王大军

责任编辑:白 铁 刘建三

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324579 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:787mm×1092mm¹/₁₆

印 张:9.75 图版:3

字 数:260 千字

印 数:1—800 册

版 次:2005 年 6 月北京第一版·第一次印刷

定 价:40.00 元

ISBN 7-116-04460-4/P·2587

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

序

贵州省处在我国西南岩溶石山区的中心,云贵高原向广西峰林平原和四川盆地过渡的斜坡地带。境内河谷深切、地形起伏大,碳酸盐岩广布,岩溶发育。地形上既有高原台面,也有高原斜坡以及岩溶峡谷。地貌上地表溶蚀洼地、漏斗、落水洞等个体岩溶形态繁多,岩溶山地、峰丛洼地、溶丘谷地、溶蚀盆地、垄岗槽谷等组合地貌形态类型多样。强烈发育的岩溶导致了地表水漏失严重和水资源在空间分布极不均匀。陡峻的山区地形和碳酸盐岩的环境,加之不合理的人为工程活动,造成了山区石山裸露、土层瘠薄,土壤肥力低下,并由此带来了石漠化、岩溶干旱、岩溶洪涝、岩溶塌陷等不良生态环境问题,使本来就脆弱的岩溶生态环境进一步恶化,严重地制约了石山地区的社会和经济的发展。另一方面,岩溶石山区地下发育了诸多的溶蚀空间,成为岩溶地下水储集和运移的场所,尽管岩溶石山区地表缺水严重,但地下岩体中却赋存了丰富的地下水。根据资料,贵州省内发育地下河 1130 条,总长度 6246 km,岩溶大泉 1710 个,以及众多的表层带岩溶泉。这些地下河和岩溶泉大多数能成为当地生活和工农业生产的供水源地,充分合理地开发利用岩溶水资源,对推动岩溶石山区社会和经济、生态环境改善有着积极的意义。

贵州省岩溶石山区的生态地质环境条件和出现的生态环境地质问题以其类型多、面广,在西南岩溶石山区有着较强的代表性。

多年来地质工作者在贵州岩溶石山区进行了大量的与岩溶环境有关的调查和研究。特别是 20 世纪末国家开展地质大调查以来,从区域上较系统地针对岩溶石山地下水系统和以石漠化为主的生态地质环境开展了调查,在岩溶发育规律、岩溶水系统、岩溶生态地质条件以及石漠化等岩溶地质环境问题的研究方面取得了较大的进展。

作者在总结和研究前人资料和成果的基础上,以系统科学和现代岩溶学理论为指导,系统地总结了贵州省岩溶发育规律、岩溶水系统特征、主要生态地质环境问题的成因、发展趋势以及生态环境治理的经验和教训,从地质科学的角度提出了生态环境治理和改善的方向。本书对岩溶石山问题研究的新进展主要体现在如下方面:

- 1) 总结了贵州岩溶地下水系统、表层岩溶带及表层带岩溶水的发育和分布特征,开发利用条件及对生态地质环境的意义。

- 2) 系统地分析了岩溶石山区石漠化的特征、空间分布和演化趋势。指出石漠化的发育主要受地质环境条件控制,石灰岩分布区石漠化严重且治理难度大,白云岩及不纯碳酸盐岩分布区石漠化程度低且易治理。从岩石化学成分、结构、水文地质条件等角度研究了其原因,并从地质的角度提出了石漠化治理顺序以及根据地球化学背景和地下水开发为基础的综合治理思路。对岩溶石山区岩溶干旱、岩溶洪涝、岩溶塌陷的分布规律,研究了成因,阐明了地质条件对上述地质环境问题形成和发育的控制作用。其不仅在岩溶石山石漠化的形成机理方面研究取得了新的进展,也对该类地区石漠化的整治有重要的实用价值。

- 3) 根据岩溶石山区的地质环境条件,分析了影响岩溶系统的主控因子,将全省岩溶

石山区划分为2个生态地质环境质量良好区、4个中等区和7个较差区,对各区生态地质环境质量现状和社会与经济建设的适宜性作出了评价。以现状地质环境条件为基础,结合国民经济发展规划和产业布局,预测了石漠化等主要生态地质问题的发展趋势,对岩溶石山区生态环境质量进行了趋势预测和未来质量预测分区。

4).在总结贵州省多年来生态环境治理方面的经验和教训的基础上,运用系统科学、生态经济学、控制论等进行了岩溶石山生态地质环境保护、改善及建设决策分析,从社会行政管理、科学技术和工程措施特别是地质工程措施上提出了生态环境治理和改善的意见。

本书资料翔实、内容丰富、论证有据、所列典型实例代表性强、结论明确,对岩溶石山生态环境的研究和治理将会起到积极的推动作用。

袁道先

2004年5月

前 言

1. 生态地质环境概念

人类生存在一个由大气圈、水圈、生物圈及岩石圈共同组成的一个地球系统中,系统的各圈层既是人类居住的载体,也是人类生存的“环境”。在过去传统的学科中,通常将影响人类生活的大气圈、水圈和生物圈纳入环境科学与工程范畴,而忽视了更为重要的,并作为上述各圈层载体的岩石圈。因而通常在提及环境问题时,一般更多地注意和联想到的是诸如水体污染、大气污染、水土流失以及植被砍伐、生态环境破坏,等等。

然而实际上,人类生活在地球上,与人类生存相关的生态环境诸方面,都与地球表部的岩石圈息息相关,并都以地质环境条件为基础,在不同的基础地质环境条件下,形成了一定的生态环境。例如:水是人类和一切生物生存的必要条件,但水资源,特别是地下水资源形成、空间分布和富集是受水文地质条件控制的。不同的岩石地球化学背景控制了地下水中的化学成分、微量元素的组成,并通过水资源的空间分布、水量的多寡、水质质量等影响着人及其他动植物的生长和生存。土是植物生长的基础条件,而土则是地史时期岩石在内外动力地质作用下风化残留的产物,不同成因、化学成分和结构的岩石风化形成的土壤的能力、土的类型及分布、土的物理力学性质、化学成分等差别亦很大,它影响和控制着工程建设、植物的生长和分布。换言之,工程建设对岩土的工程地质特性有极强的选择性,植物对岩土地球化学背景有严格的选择性。例如,碳酸盐岩分布的岩溶区岩石风化成土的条件较差,土层薄,具碱性,肥力差。而以砂、泥岩为主的碎屑岩成土条件相对较好,土质好,土层厚而有利于植物生长。岩溶石山区岩溶发育,地表水漏失严重引起岩溶干旱;由于岩溶发育不均匀,地表、地下排水不畅导致岩溶洪涝淹没。碳酸盐岩分布的石山区在自然或人为工程活动影响下易形成石漠化,而非碳酸盐岩分布区植被发育几乎未见石漠化存在;即使是碳酸盐岩分布的石山区,由于碳酸盐岩的类型不同发生石漠化的几率和程度亦不相同,等等。地球表部的岩石圈、水圈是地球形成以来经漫长的地史演化形成的,一定的地质环境中,水、土、矿产资源的赋存和分布总体上是处于一种“定势”状态,容纳生物的能力是有限的,这就是一个通常所说的“环境容量”问题。只有在适应地质环境容量并不违背客观环境的条件下,人类才能与自然和谐发展、共同生存。

另一方面,随着人类社会和经济的发展,人类工程活动的不断扩大,对岩石圈的改造也在不断的加强,城市建设、道路开拓、矿产资源的勘探和开采、地下水资源的开采日益加剧,成为影响并改造环境的重要力量,人类活动在影响和改变环境的同时也影响和改变着生物圈。工矿废渣、废液、废气及城市垃圾、废水的排放等活动诱发了众多的地质灾害、地下水和地表水污染,等等,给社会和人类经济发展造成了严重的损失和危害。山区不合理的边坡开垦和森林砍伐、毁林开荒造成地表植被破坏、水土严重流失,是地质环境失去良好的庇护,加剧了石山裸露,石漠化的形成。据有关资料,贵州省每年水土流失面积达 7.3 万 km^2 。水土流失、石漠化的结果,使得水土涵养能力丧失、生态环境进一步恶

化。

由此可见,人类生存的环境是由地球岩石圈、水圈、大气圈和生物圈共同组成的复杂系统。各子系统相互作用,相互联系,构成了人类生存和发展的总体环境。而在这些环境子系统中,地质环境子系统作为水圈和生物圈的载体,起着极为重要的作用,与生态环境有着最直接、最密切的联系。因此,岩石圈与大气圈、水圈、生物圈的关系,在一定程度上表现为“皮”与“毛”的关系。由此,与人类生存的生态环境相关的地质环境也就构成了“生态地质环境”。

2. 贵州岩溶石山生态地质环境及主要生态环境地质问题

生态地质环境包含的内容甚为广泛,但都基于地质环境条件。在不同的地质环境条件下,所涉及到的生态环境各有其特殊性。贵州地处我国大西南的云贵高原向广西峰林平原、四川盆地和湖南丘陵过渡的斜坡地带。贵州境内碳酸盐岩广布,岩溶发育,构成了我国西南典型的岩溶石山区。在以碳酸盐岩广泛分布、岩溶发育为基础的地质背景条件下,形成了岩溶石山区特殊的生态环境地质条件。

在对于人类和其他生物生存的基本要素——水资源上,由于强烈的岩溶发育,发育了众多的地下河。据调查资料统计,贵州省境内发育了 1130 条具有一定规模的地下河、1700 余个流量大于 20 L/s 的岩溶大泉以及众多的表层带岩溶泉。这些地下河、岩溶泉为贵州岩溶石山生物的生存和繁衍、人类社会和经济的发展起到了积极的推动作用。但同时,也正是由于受地质条件控制,岩溶发育的不均匀造成了贵州岩溶石山区地表“百孔千疮”、年降水量在 1000 mm 以上但却出现“地表水贵如油、地下水滚滚流”的特殊的岩溶干旱缺水现象。

受碳酸盐岩岩石化学成分和结构的控制,石灰岩中的 CaCO_3 、 MgCO_3 等可溶成分占了岩石化学组分的绝大多数,非可溶成分在岩石中含量很少;与非碳酸盐岩分布区相比而言,岩石风化成土的能力和速率极低,在山区地形条件影响下导致了岩溶石山区土层瘠薄、肥力低下,且土层多集中在地势低洼的岩溶谷地、洼地中,呈现出石山多裸露的景象。

由于岩溶石山地形起伏大,在自然和不合理的人为工程活动(诸如高边坡开垦、过度的森林砍伐、不合理的矿山开采等),导致水土流失、石漠化发生和发展。到 20 世纪末,全省石漠化面积达到 32476.73 km²,其中重度石漠化面积 5249.58 km²,中度石漠化面积 11895.53 km²,轻度石漠化面积 15331.22 km²。石漠化地区无水无土,丧失了人类生存的基本条件;同时,由于水土流失的发展,造成了较多岩溶洼地中落水洞以及地下岩溶通道堵塞;暴雨季节,由于落水洞或地下河通道排泄不畅导致谷地、洼地淹没,形成岩溶洪涝。据不完全统计,贵州省境内规模较大的岩溶洪涝洼地 5000 余个,而这些谷地、洼地都是耕地分布的地带,岩溶洪涝造成了约 70 万亩^①耕地减产或绝收,这对于少土的贵州岩溶石山而言,不能不说是重要的损失。一方面大量的耕地遭受岩溶洪涝淹没不能较好的发挥效益,另一方面为了增加粮食生产盲目地、不合理地毁林开荒,破坏生态环境,成为岩溶石山区的“怪现象”。也由于岩溶的发育,在地下水开采或城市地下工程排水中诱发了较多的岩溶地面塌陷,给国家和人民生命财产造成了严重损失。自然的地质环境和人为的工程活动导致了自然环境平衡破坏,使本来就脆弱的岩溶生态环境更加恶化。据贵州省

① 1 亩 = 666.6 m², 下同。

扶贫办公室 2002 年印发的《贵州省新阶段扶贫开发工作重点县乡（镇）基础数据手册》，到目前为止，贵州省岩溶石山区仍有 41 个国家级贫困县（全省 50 个贫困县），201.25 万贫困人口，504.69 万人及 294.56 万头大牲畜未解决饮水困难问题。

综合贵州省岩溶石山区地质环境条件以及出现的对社会和经济发展造成影响的不良地质环境问题，本研究将由于岩溶因素导致的与人类生存直接相关的生态地质环境定义为岩溶生态地质环境，而将石山区与岩溶作用相关的导致对人类和社会经济发展有危害的石漠化、岩溶干旱、岩溶洪涝、岩溶塌陷等不良生态地质环境问题定义为岩溶石山生态地质环境问题。

3. 岩溶生态地质环境研究的意义

人类社会与经济的发展是基于地质环境之上的，人与生态地质环境相互对立又相互统一，因此，人类工程活动方式和规模必须与一定的生态地质环境质量和容量相适应，人与自然生态环境之间才可能形成协调发展的统一体。因此，研究岩溶石山地区生态地质环境及其生态环境地质问题的成因、分布和诱发因素、发展趋势，研究人与岩溶石山生态地质环境之间的相互关系，达到既充分利用有利的生态地质环境，又避免诱发新的不良生态地质环境问题发生，才能为合理有效地进行地质环境改善和综合整治提供科学依据。

贵州省岩溶石山在自然和不合理的人为工程活动作用影响下已经产生了较多的岩溶环境地质问题，对省内乃至相邻省区的社会 and 经济发展产生了负面影响。近年来，党和政府高度重视岩溶石山的石漠化等生态环境地质问题的改善和治理，各部门从不同的专业角度投入了大量的人力、物力和财力，也取得了一定的成效，诸如以缓解严重缺水地区人畜饮水困难和农田灌溉的小水窖、小山塘、小水池等“三小工程”，以解决当地燃料达到减少森林砍伐为目的的“沼气工程”，以恢复生态环境，保持和恢复水土涵养为目的的“退耕还林”、“植树造林”和“封山育林”以及“坡改梯”、“砌墙保土”工程，等等。但这些防治工程及有关的研究，基本上都集中在对水圈和生物圈的改善和整治上，而针对作为水圈、生物圈载体的岩石圈研究甚少。前已述，水圈、生物圈与岩石圈的关系犹如“毛”与“皮”的关系，解决了“皮”的问题，“毛”的问题也就迎刃而解了，也就是说只有查清了不良生态环境问题产生的基础、诱发因素，从根本上有针对性地采取合理有效的措施进行整治，才能真正达到有效治理，达到事半功倍的效果。研究岩溶石山生态地质环境的目的，也正在此。

随着贵州省西部大开发、“西电东送”战略的实施，必然伴随着大规模的工程建设、矿产资源开发，强烈的人为工程活动，将极大地改变贵州省内的经济面貌和综合国力。但同时也毫无疑问，大规模的开发和建设，也必将对省内岩溶石山区的地质环境和生态环境带来巨大的冲击，从而在原基础上带来了更大规模、更大范围的生态环境地质问题。如何合理地协调人与自然的关系，根据客观存在的地质环境条件科学合理地进行经济开发和进行生态环境保护，是一个需要科学和技术工作者去研究和探索的问题。调查、研究人类工程活动与生态环境地质的相互影响效应，从根本上提出合理有效的生态环境整治的方法，提出生态预测和控制的方法和途径，规范人类活动行为。一方面使资源充分地经济建设服务，另一方面努力做到经济建设与地质环境的协调发展，提高生态地质环境质量，为生态环境的综合整治、社会经济的发展提供科学依据，从而保持社会经济的可持续发展。

目 录

序

前 言

第一章 岩溶发育特征	(1)
第一节 自然地理地质环境背景	(1)
第二节 岩溶发育规律	(13)
第二章 岩溶水系统	(37)
第一节 岩溶水系统特征	(37)
第二节 岩溶地下水流场特征及富集规律	(54)
第三节 岩溶地下水资源量	(60)
第四节 岩溶地下水质量	(63)
第五节 岩溶地下水资源变化趋势	(63)
第三章 主要生态环境地质问题	(69)
第一节 岩溶石漠化	(69)
第二节 岩溶干旱	(94)
第三节 岩溶洪涝	(97)
第四节 岩溶塌陷	(102)
第五节 生态环境地质问题的负面效应	(110)
第四章 岩溶生态地质环境质量现状	(115)
第一节 岩溶生态地质环境质量分区原则	(115)
第二节 岩溶生态地质环境质量分区方法	(115)
第三节 生态地质环境分区特征及适宜性评价	(117)
第五章 岩溶生态地质环境质量预测	(124)
第一节 生态地质环境问题发展趋势分析	(124)
第二节 生态地质环境质量综合预测	(129)
第三节 生态地质环境质量预测分区方法	(130)
第四节 生态地质环境质量预测分区评价	(132)
第六章 岩溶生态地质环境改善、建设对策	(136)
第一节 岩溶生态地质环境保护、改善、建设决策分析	(136)
第二节 社会行政措施	(139)
第三节 科学技术措施	(141)
第四节 工程措施	(142)
主要参考文献及资料	(147)

图版及说明

第一章 岩溶发育特征

第一节 自然地理地质环境背景

一、概述

贵州省位于祖国大西南云贵高原东北部,处于西南岩溶石山区中心地带,东与湖南交界,西与云南接壤,南与广西毗邻,北与四川省、重庆市相连。位于东经 $103^{\circ}36' \sim 109^{\circ}35'$,北纬 $24^{\circ}30' \sim 29^{\circ}13'$ 之间,东西长 595 km,南北宽 509 km;是一个山川秀丽、气候宜人、资源丰富的多民族山区内陆省份。全省国土面积 17.6167 万 km^2 (其中岩溶石山区面积 12.96 万 km^2),人口 3869.66 万,少数民族人口约占 34.7%,全省城镇人口 2391.07 万人,约占 69.12%,分布在贵阳市、遵义市、六盘水市、安顺市、都匀市、凯里市、毕节市、兴义市、铜仁市等中心城市,省会贵阳市市区人口达 176.6 万人;全省农业人口 3308.64 万人,分布在全省 86 个县(市区)1468 个乡镇 2584 个村。

贵州地势起伏,山路崎岖,解放前交通闭塞,运输多靠人背马驮,全省仅有铁路 167 km,公路通车旅程 1950 km,内河航运里程 1758 km,民航 770 km,70%的县城不通公路,交通十分落后。新中国成立 50 多年来,经过不断的努力,贵州的交通面貌有了翻天覆地的变化,已建成川黔、贵昆、湘黔、黔桂、南昆、株六复线等铁路干线 6 条,全长达 2128 km,80%为电气化铁路;全省公路交通里程达 3860 km,有横贯东西的 320、321、326、324 和纵贯南北的 210、321 等 6 条国道和贵黄、贵遵、贵新、贵毕、凯麻等 5 条高速(高等级)公路(图 1-1),民航和水运比解放初期有了很大的增长。

贵州由于地形起伏变化较大,省内气候分异明显,生态环境复杂,因而植被的水平和垂直地带性特征明显,自东向西,植被类型由我国东部区系的湿性常绿林逐渐过渡到西部区系的偏干性常绿林,局部为干性草地,自南东向北西由南亚热带的河谷季雨林、中亚热带的常绿阔叶林向北亚热带常绿阔叶混交林演变,南部局部河谷分布干性稀树草地。发育分布在南部的荔波县茂兰地区的喀斯特原始森林面积约 2 万公顷,具有垂直结构单一而水平结构复杂的、具有小生境多样性和群落结构组成复杂性,是迄今为止地球同纬度带仅存的面积最大的喀斯特原始森林。这里已被列入联合国自然保护区。

贵州旅游资源丰富,类型多样,素有“生态公园省”之称,如著名的黄果树瀑布、龙宫、织金洞、花溪、百花湖、红枫湖、荔波县小七孔风景区、舞阳河风景区、赤水风景区、梵净山、马岭河峡谷、杉木河风景区等自然风光,集雄、奇、险、秀、俏之大成,巧夺天工,享誉全国。以贵阳市中心,可分为东、西、南、北、中 5 条各具特色的旅游路线,其独特的山水风光,古朴神秘的民族风情,多姿多彩的文物古迹和历史名胜,使之成为闻名海内外的旅游胜地。

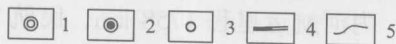
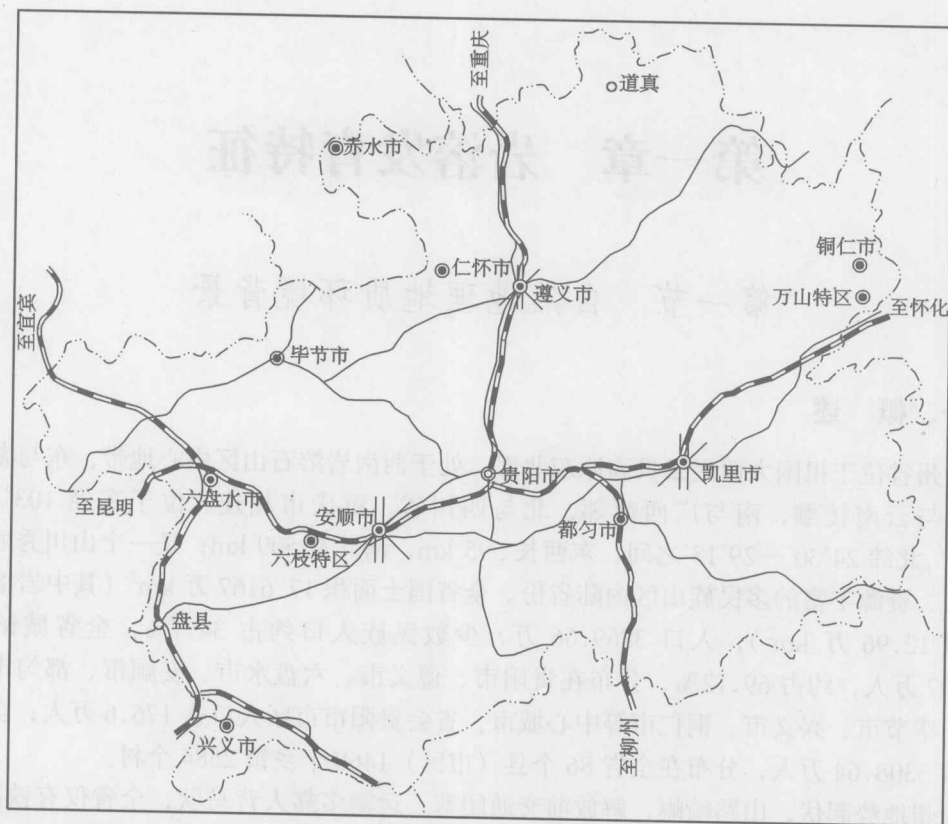


图 1-1 贵州省交通图

1—省会；2—地、市；3—县；4—铁路；5—公路

二、社会经济

(一) 人口分布状况

贵州省总人口截至 2000 年底为 3700 万，人口居全国第 15 位，人口结构中，非农业人口 561.02 万，农业人口 3308.64 万。省中部、北部和西部地区人口密度较大，而在东部和南部地区人口密度小，其中人口密度最高的是贵阳市，达到 $386.2 \text{ 人}/\text{km}^2$ ，其次为六盘水市 $265.3 \text{ 人}/\text{km}^2$ 。遵义市、安顺市、毕节地区人口密度均在 $200 \text{ 人}/\text{km}^2$ 以上。黔东南、黔西南、黔南、铜仁四地州人口密度在 $200 \text{ 人}/\text{km}^2$ 以下，最少的黔东南州只有 $128.5 \text{ 人}/\text{km}^2$ 。

贵州省现有劳动力资源 1994.6 万人，占总人口的 56.1%，比全国平均水平高出约 5 个百分点。按产业分工，第一产业劳动者约 1292.3 万人，占 64.8%；第二产业劳动者 169.1 万人，占 8.5%；第三产业劳动者 190.4 万人，占 9.5%。此外，尚有外出打工和失业人员约 350 万人，约占劳动力资源的 17.5%。

(二) 土地利用现状

贵州省国土面积为 1761.67 万公顷^①，各地、州、市面积依次为：遵义市 307.62 万公顷，占全省总面积的 17.46%；黔东南州 303.37 万公顷，占 17.22%；毕节地区 268.53 万公顷，占 15.24%；黔南州 261.93 万公顷，占 14.87%；铜仁地区 180.03 万公顷，占 10.22%，黔西南州 16.804 万公顷，占 9.54%；六盘水市 99.14 万公顷，占 5.63%；安顺市 92.67 万公顷，占 5.26%；贵阳市 80.34 万公顷，占 4.56%。

由于地处岩溶石山区，省内总体特点为山多坝地少，土地利用总体率较低。全省土地利用一级类型面积依次为：林地 7547033.65 公顷，占全省总面积 42.84%；耕地 4903499.41 公顷，占 27.84%；未利用土地 2698833.29 公顷，占 15.32%；牧草地 1696502.11 公顷，占 9.63%；居民点及工矿用地 417511.25 公顷，占 2.37%；水域 194675.05 公顷，占 0.47%；交通用地 83449.10 公顷，占 0.47%；园地 73742.75 公顷，占 0.42%。各地、州、市一级分类面积见表 1-1。

表 1-1 贵州省各地、州、市土地利用现状一级类型面积表 (S/hm²)

行政辖区	耕 地	园 地	林 地	居民点及 工矿用地	牧草地	交通用地	水 域	未利用土地 (难利用地)
贵州省	4903499.41	73742.75	7547033.65	417511.25	1696502.11	83449.10	194675.05	2698833.29
贵阳市	288987.94	5616.22	266257.60	38189.16	28859.93	8074.95	17495.29	151194.90
遵义市	908304.71	16078.23	1339923.25	72685.30	191578.96	14993.25	35132.73	499376.09
六盘水市	377188.46	1662.10	297123.33	27282.83	99405.19	6560.54	8208.15	179106.41
铜仁地区	532345.55	6296.69	757813.36	51556.30	197400.10	6233.37	22066.68	226929.18
黔西南州	495676.24	9256.59	491344.89	37431.59	364060.21	8531.58	14791.87	257499.79
毕节地区	1033957.93	8384.84	1010326.55	71224.27	86857.37	15270.06	25456.01	432968.42
安顺市	327175.82	4994.89	161360.36	21367.62	116176.06	5822.12	13672.01	274737.39
黔东南州	405557.89	12601.40	2010897.35	48019.79	294951.22	8097.60	34059.68	213620.96
黔南州	534313.87	8851.79	1211986.96	49754.39	317213.07	9865.63	23792.63	463400.15

(三) 社会经济条件

新中国成立 50 年来，贵州省的社会经济有了长足发展，但与全国水平相比仍较低，全省总体经济结构相当于全国 20 世纪 70 年代末、80 年代初期状况，工业化进程滞后全国平均水平 15~20 年。2000 年人均 GDP 为 2662 元，农民纯收入仅在 1000 元左右，为周边地区和全国平均值的 1/2 和 1/3；1952~1998 年人均 GDP 的年增长率为 8.35%，与周边地区相当，比全国平均值低 1 个百分点，与全国人均 GDP 的差距明显扩大（表 1-2）。

贵州省经济发展落后于全国的原因是多方面的，但在基础环境方面，与贵州省所处的自然环境密切相关。岩溶石山脆弱的生态地质环境造成了缺水少土的格局以及肥力低下的

① 1 公顷 = 10⁴ m²。

土质制约了土地的有效利用和生产率，加之薄弱的经济基础和其他基础环境条件，导致了省内经济发展缓慢、岩溶石山区居民长期处于贫困状态。

表 1-2 贵州省各地区国内生产总值及构成 (2000)

指 标 (市、地)	第一产业		第二产业		第三产业		合 计 万元	2000 年比 1999 年增长 %	人均 GDP 元	位次
	产值 万元	%	产值 万元	%	产值 万元	%				
贵阳市	241762	9.1	1346890	50.9	1059461	40.0	2648113	10.6	7920	1
六盘水市	135544	16.6	439159	53.9	240739	29.5	815442	9.0	2853	3
遵义市	849860	35.9	839538	35.5	678521	28.7	2367919	9.6	3326	2
安顺市	188300	32.2	205792	35.2	190479	32.6	584571	8.1	2332	5
铜仁市	389697	61.2	115197	18.1	131474	20.7	636368	8.7	1709	9
黔东南州	346448	34.2	406047	40.1	260284	25.7	1012779	9.2	2685	3
黔东南州	327468	43.2	216465	28.6	213908	28.2	757841	9.9	1805	7
黔西地区	215523	36.0	193303	32.3	190037	31.7	598863	8.3	2036	5
毕节地区	535945	44.3	368835	30.5	304363	25.2	1209143	8.7	1782	6

注：本表绝对数按当年价格计算，增长速度按可比价格计算。

三、气象

贵州气候具有冬无严寒，夏无酷暑，无霜期长，雨量充沛，多阴雨、少日照、湿度大的特点，大部分地区春迟秋早，夏短冬长。

(一) 降水

贵州属亚热带季风气候区，降水量充沛，省内 80% 以上地区年降水量在 1100~1300 mm 之间，而且年际间降水量的相对变率较小，一般在 10%~15% 之间，是全国降水量变化最稳定的地区之一。降水量总的分布趋势是南部多于北部，东部多于西部 (图 1-2)；降水量的另一特点是年内分配不均匀，6~9 月为雨季，降水量最多，占年降水量的 47%，12 月至翌年 3 月为旱季，降水量最少，仅占 5%。

(二) 湿度、蒸发量

相对湿度较大是贵州的气候特点之一。省内年平均相对湿度除少数地区外，多在 80% 以上，其中以习水、开阳为最大 (均为 85%)，罗甸为最小 (75%)，10~1 月 (次年) 为高湿月份，平均达 80%~85%。

蒸发量以 7 月份最大，1 月份最小，介于 650~1300 mm 之间，空间上分布趋势由东北向西南逐渐增大。以北盘江下游河谷区年蒸发量最大，平均达 1200~1300 mm，其次为西部高原，晴天多、风力强，是蒸发量较大的地带。

(三) 气温

贵州全省年平均气温为 10~20℃。以威宁县最低，为 10.5℃，罗甸最高 19.6℃，贵阳等中部地区多在 15℃ 左右。全省有 3 个高温区；南部红水河谷至柳江一带，气温在

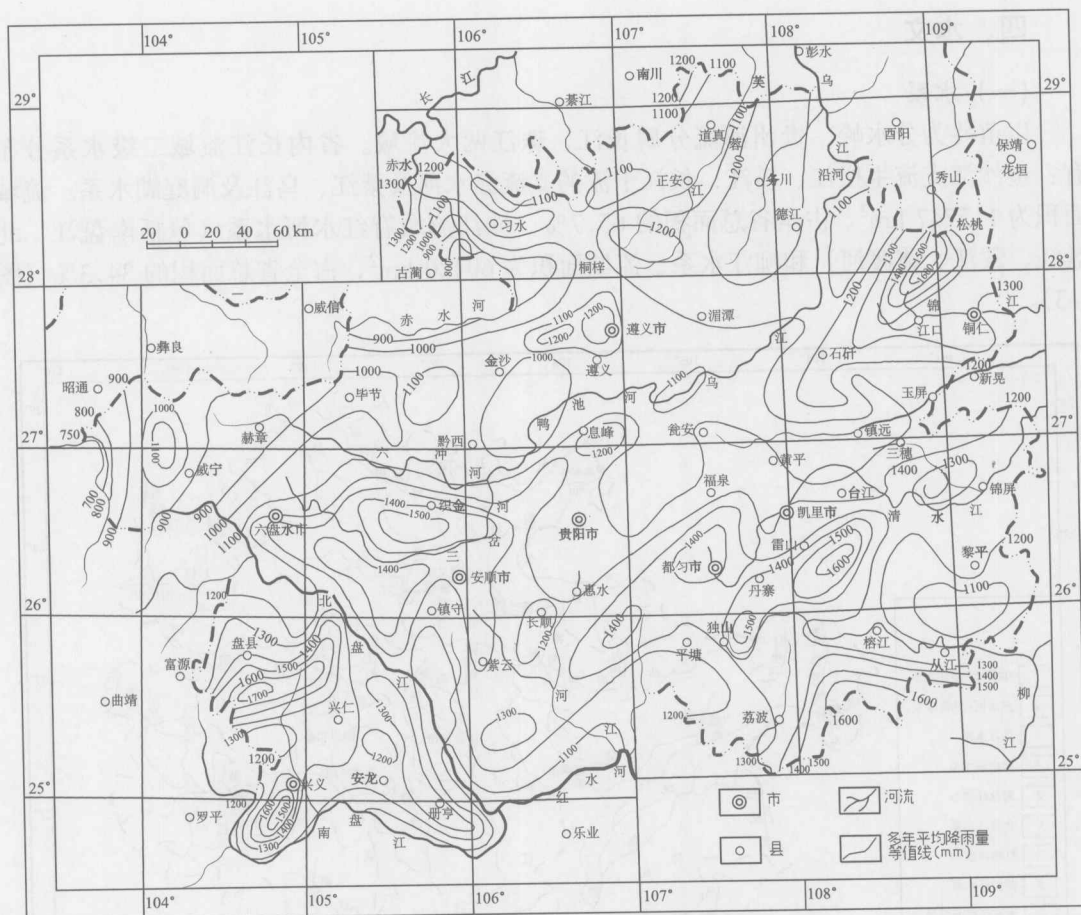


图 1-2 贵州省多年平均降雨量等值线图
(1956~1979 年)

19℃以上；北部的赤水河谷气温在 18℃以上；东北部的乌江河谷气温在 17℃以上。低温区是在西北部的威宁至大方一带，年平均气温为 14~16℃。省内东西部温差较大，南北差异较小。

(四) 日照

省内大部分地区年日照时数为 1200~1600 小时，分布的总趋势是自西向东递减，北部的大娄山两侧和东部的清水江下游大多不到 1100 小时，个别最少年份则只有 800~900 小时，为全省日照时数最少地区。日照最多的是西部威宁和西南部兴义、望谟等县市，年日照时数在 1600~1800 小时。年日照百分率除西部威宁达 41% 左右以外，绝大部分地区在 25%~35% 之间。与国内同纬度的东部地区比较，日照要少 30%~40%。太阳总辐射量比同纬度的长江中下游地区少 20~30 千卡/($\text{cm}^2 \cdot \text{a}$)^①。

① 1 千卡 = 4186.8 J，下同。

四、水文

(一) 水系

以苗岭为分水岭, 贵州河流分属长江、珠江两大流域。省内长江流域二级水系分布有: 金沙江支流牛栏江、横江, 长江干流的支流赤水河及綦江、乌江及洞庭湖水系。流域面积为 115747 km^2 。占全省总面积的 65.7% ; 珠江流域有红水河水系(包括南盘江、北盘江、蒙江、曹渡河)和柳江水系, 流域面积为 60420 km^2 , 占全省总面积的 34.3% (图 1-3)。

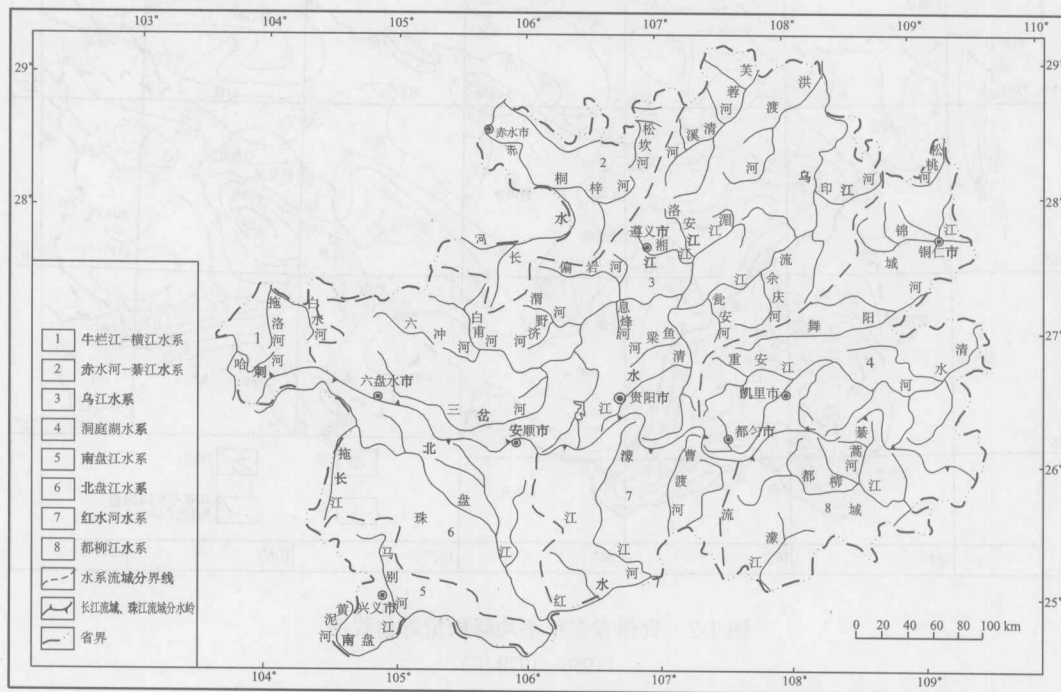


图 1-3 贵州省水系分布图

省境河流多为源发性河流, 源于西部、中部山地, 受地貌及地质构造制约, 从西部、中部向南、北、东 3 个方向呈放射状向省外径流, 多数河流上游河谷开阔, 坡降平缓, 中游束放相间, 水流湍急, 下游河谷深切多穿行峡谷之中, 为岩溶大泉及地下河排泄基准面。对各流域水系分布特征简述如下:

1. 长江流域区

(1) 金沙江水系

该水系包括牛栏江、横江, 为金沙江一级支流。牛栏江源于云南嵩明县杨林海, 流域面积 11405 km^2 , 其中省内流域面积为 1887 km^2 。横江源于威宁县凉山东麓, 流域面积为 3080 km^2 。

(2) 赤水河、綦江水系

赤水河、綦江均为长江流域一级支流。赤水河源于云南镇雄, 省内流域面积 11357

km²。上、中游河谷狭窄，岸坡陡峻、河滩多、水流湍急，天然落差大。下游河谷开阔，水流平缓，天然落差小。河流高差为 1588 m。坡降为 1.17‰。

綦江：源于桐梓县凉风，省内长约 50 km。省内流域面积为 2030 km²。坡降 12.4‰。

(3) 乌江水系

乌江是贵州最大河流。主源于省内西部乌蒙山麓香炉山。境内流域面积为 66849 km²，干流总长为 874.2 km，天然落差为 2036 m，坡降 2.33‰，两岸多悬崖峭壁，河床滩多，水流湍急。中游段长 366.8 km，天然落差 503.7 m，河谷深切，两岸多绝壁，河床险滩多，水流湍急。下游除峡谷滩多流急外，其余河段水流平缓。

(4) 洞庭湖水系

省境内主要有清水江及其支流舞阳河、锦江、松桃河、洪州河，流域面积 30486 km²。

清水江发源于贵定云雾山，经都匀、凯里、黄平、锦屏于天柱瓮洞入湖南境，在省境河道长 452.2 km，流域面积 17157 km²。天然落差 1274.7 m，坡降 3.97‰。

2. 珠江流域区

(1) 红水河水系

该水系为珠江干流西江的上源，在省境流域面积 45067 km²。

南盘江：发源于云南沾益马雄山南麓，省境流程长 263.5 km，天然落差 425 m。河段两岸山岭重叠，河床深切，滩多水急，具有丰富的水能资源。

北盘江：源于云南沾益的马雄山西北麓，境内长 327.7 km，天然落差 1006 m，坡降 3.1‰。流域面积 20937 km²。滩多流急，水能资源丰富。

红水河：省内流程长 100 km，天然落差 66 m。流域面积为 1577 km²。主要包括蒙江、曹渡河、六硐河等支流。

蒙江：源于贵阳南郊的桐木岭附近，全长约 219.6 km，由涟江、格必河和格梭河等支流汇合而成，系为珠江水系上游红水河的一条支流。流域面积 8320 km²，坡降 3.7‰。

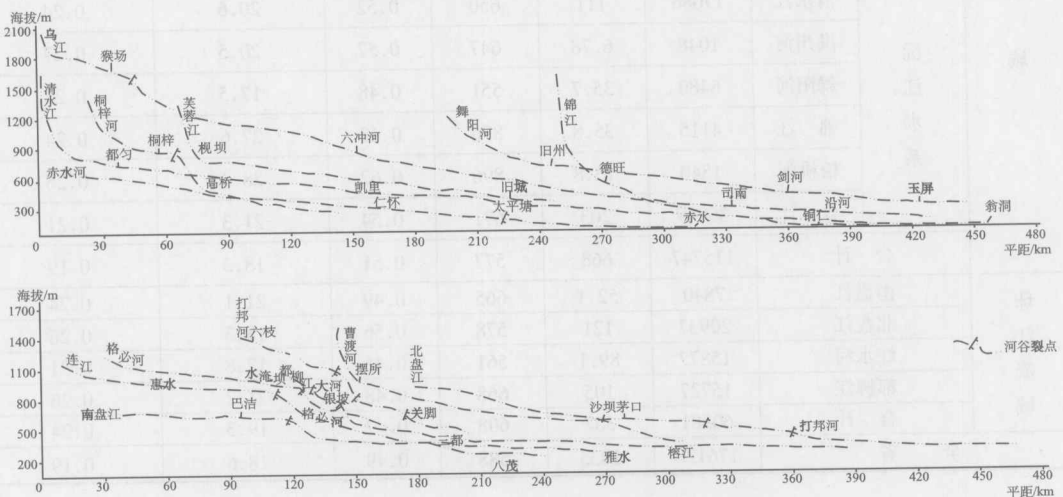


图 1-4 贵州省主要河流纵剖面图

(据区测队资料)

该河上游地形起伏不大, 河流切割浅, 下游河谷深切, 多呈明、暗流相间的典型河流。

曹渡河: 主源于贵定云雾山, 流域面积 2130 km², 坡降 4.7‰。该河上游地形起伏不大, 河谷切割浅, 下游河谷深切, 明、暗流交替。

(2) 柳江水系

该水系包括打狗河及都柳江。其中打狗河主流源于周覃, 流域面积 3664 km²; 都柳江源于独山县南部, 省境内的干流长 99 km, 天然落差 557 m, 流域面积为 3328 km²。

贵州省主要河流河床纵剖面特征见图 1-4。

(二) 水文特征

据贵州省水文总站资料, 贵州河流年径流总量为 1035 亿 m³, 约占全国河流年径流总量的 3.9%, 居全国第 9 位。其中长江流域区年径流量占全省径流总量的 65.5%, 年径流深 579 mm; 珠江流域区年径流量占全省径流量的 35.5%, 年径流深 608 mm。各主要河流特征见表 1-3。

表 1-3 贵州省各水系河川径流特征值表

流域	水系	河流	流域面积 km ²	年径流量 10 ⁸ m ³	年径流深 mm	年径流 系数	年径流模数 (L·s ⁻¹ ·km ⁻²)	变差系数 C _v
长 江 流 域	牛栏江—横江水系		4927	19.8	402	0.43	12.7	0.25
	赤水河、 綦江水系	赤水河	11453	55.3	483	0.47	15.3	0.26
		綦 江	2249	13.8	614	0.62	19.4	0.24
		合 计	13702	69.1	504	0.49	16.0	0.285
	乌 江 水 系	乌江上游	17621	105	596	0.52	18.9	0.19
		乌江中游	33083	166	502	0.45	15.9	0.23
		乌江下游	16145	105	650	0.57	20.6	0.26
		合 计	66849	376	562	0.50	17.8	0.20
	沅 江 水 系	清水江	17086	111	650	0.52	20.6	0.24
		洪州河	1048	6.78	647	0.57	20.5	0.27
		舞阳河	6480	35.7	551	0.48	17.5	0.22
		锦 江	4115	35.8	870	0.63	27.6	0.24
		松桃河	1540	13.8	896	0.62	28.4	0.26
		合 计	30269	203	671	0.54	21.3	0.21
	合 计		115747	668	577	0.51	18.3	0.19
珠 江 流 域	南盘江		7840	52.1	665	0.49	21.1	0.24
	北盘江		20937	121	578	0.56	18.3	0.26
	红水河		15877	89.1	561	0.45	17.8	0.31
	都柳江		15727	105	668	0.48	21.2	0.26
	合 计		60381	367	608	0.47	19.3	0.24
全 省			176128	1035	588	0.49	18.6	0.19

全省河流年径流量与降水量分布基本相一致, 其总的趋势是东部多于西部, 南部多于北部。且年内分配极不均匀, 一般每年 12 月至翌年 3 月为枯水期, 4、10、11 月为平水期, 5、6、7、8、9 月为丰水期。此外, 省内河川径流量年际变化小, 变差系数值 (C_s。