

# 中国喀斯特 发育规律典型研究

—贵州普定南部地区喀斯特  
水资源评价及其开发利用

俞锦标 杨立铮 章海生 著  
方明泽 幸访明

科学出版社

# 中国喀斯特发育规律典型研究

——贵州普定南部地区喀斯特水资源评价及其开发利用

俞锦标 杨立铮 章海生 著  
方明泽 幸访明

科学出版社

1990

本书是作者在我国喀斯特研究重点地区——贵州普定，对喀斯特发育规律进行长达10年研究的基础上撰写而成的。全书共分七章，主要阐述区内喀斯特地貌，地质环境和喀斯特发育特征，以及喀斯特水文地质，水资源预测、评价及开发利用等。

本书内容丰富，资料充实，观点明确，是一部全面反映喀斯特发育规律典型研究成果的专著。可供从事地理、地质、水利、电力等方面研究的科技工作者和大专院校有关专业的师生参考。

## 中国喀斯特发育规律典型研究

——贵州普定南部地区喀斯特  
水资源评价及其开发利用

俞锦标 杨立铸 章海生 著  
方明泽 幸访明

责任编辑 朱昇堂 刘卓澄

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100707

北京怀柔县黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1990年10月第一版 开本：787×1092 1/16

1990年10月第一次印刷 印张：16 1/4 插页：13

印数：0001—1150 字数：371000

ISBN 7-03-001992-X/P·384

定价：18.30元

(附图5幅，随书装袋发行)

# 前 言

中国喀斯特分布广泛，类型齐全。在南方，黔、滇、桂、湘、鄂、川诸省（区）有着广阔的集中连片的喀斯特山区，形成了独特的喀斯特景观。贵州省位于这一地区的中部，喀斯特强烈发育，探索和认识其客观规律，对喀斯特研究具有重要的理论意义。

贵州喀斯特分布面积占全省总面积的70%以上，喀斯特形态丰富复杂，裂隙洞穴迂回曲折，纵横交错，致使雨水迅速渗漏到地下，造成很多地区工农业缺水，甚至影响人民生活用水。普定南部处于黔中高原分水岭地区，主要为喀斯特峰林、峰丛、丘陵与谷地、盆地、洼地、漏斗相间组合的喀斯特景观，在云贵高原面上具有较广泛的代表性。这类地区农田比较集中，但地表严重缺水。为此，从1976年起，被国家列为全国喀斯特研究的重点地区。先后参加这一科研工作的单位有：南京大学、成都地质学院、普定县岩溶研究办公室、贵州省地质矿产局第一水文地质与工程地质大队、贵州省水利水电勘测设计院等。

研究工作分三个阶段进行。第一阶段，1976—1979年，以调查喀斯特水的贮存、运动、排泄，特别是地下河的展布、埋深、发育规律为主。第二阶段，1980—1982年，主要是建立较为完整的喀斯特径流实验站网，开展长期观测工作。第三阶段，1983—1985年，重点是研究雨水、地表水和地下水的转化关系及径流形成过程，建立喀斯特水资源模型，估算喀斯特水资源。整个研究工作是在贵州省科学技术委员会的组织领导和普定县人民政府的大力支持帮助下进行的，自始至终结合工农业供水和人民生活用水的需要，取得了明显的经济效益和社会效益。

本专著是在上述研究工作的基础上撰写而成的。各章的主要撰写人员是：前言为何贤斌；第一章为俞锦标、潘瑞鸿；第二章为方明泽、周振东；第三章为俞锦标；第四章为杨立铮、李斌山、黄尚瑜、易运昭、俞锦标；第五章为杨立铮、陈光龙、易运昭、肖有权；第六章为史运良、章海生、柯友清、李春华、卫迦、杨龙；第七章为章海生、幸访明、付重林、陈邦宇。最后由俞锦标、杨立铮、章海生、方明泽、幸访明汇总、修改、定稿。英文目录和每章的英文摘要由陈西庆翻译，胡蒙育校对。

除上述撰写人员外，还有南京大学马永立、王飞燕、孙亚梅、吕浩雪、李明华、陈万里、金瑾乐、杨戊、张德懋、张厚生、范信、康育义、赵培道、韩辉友，成都地质学院任天培、孙世雄、周柔嘉、张兴洪、范文谱、陈学勤、陈礼富、周俊一、冯先智、李凤臣、叶鹏瑶、王道永、郑发模、李奎、廖戊华、苟祖尧、蔡建民、刘登忠、李永颐、王方戒、李行健，普定县岩溶研究办公室赵玉龙、刘运明、袁东风、胡兴华、王文珍、杨正文、王莉莉、杨勇、李顺兴、尤建安、肖继清、张秀林等同志参加过贵州普定南部地区喀斯特的考察和研究工作。

本专著的撰写，由于涉及到不少学科和领域，限于作者的知识不足和水平有限，难免有不当之处，恳望读者不吝指正。

# 目 录

前言	
<b>第一章 地理概况</b> .....	1
第一节 自然条件.....	1
第二节 资源概况.....	3
第三节 社会经济.....	4
<b>第二章 地质</b> .....	9
第一节 地层.....	9
第二节 岩石.....	18
第三节 构造.....	24
<b>第三章 喀斯特地貌</b> .....	41
第一节 喀斯特地貌发育因素.....	41
第二节 喀斯特类型与喀斯特形态类型.....	48
第三节 喀斯特地貌发育时期及其古地理讨论.....	56
第四节 洞穴.....	61
<b>第四章 喀斯特发育特征</b> .....	76
第一节 碳酸盐岩溶蚀量.....	76
第二节 碳酸盐岩的溶蚀特征.....	80
第三节 喀斯特发育强度.....	94
第四节 现代喀斯特发育强度.....	108
第五节 喀斯特发育某些特征.....	114
<b>第五章 喀斯特水文地质</b> .....	119
第一节 概述.....	119
第二节 喀斯特地下水系.....	120
第三节 喀斯特水的补给、径流和排泄.....	133
第四节 喀斯特水化学.....	152
第五节 喀斯特水动态.....	165
第六节 水文地质分区及其富水区预测.....	170
<b>第六章 喀斯特水资源预测和评价</b> .....	177
第一节 喀斯特水资源概述.....	177
第二节 喀斯特水资源模型.....	180
第三节 喀斯特水资源预测.....	212
第四节 喀斯特水资源评价.....	217
<b>第七章 喀斯特水资源开发利用</b> .....	229
第一节 喀斯特研究与水资源开发利用.....	229
第二节 水资源供需平衡现状分析.....	233
第三节 喀斯特水资源开发利用规划.....	241
<b>参考文献</b> .....	250

# TYPICAL STUDY ON DEVELOPMENTAL REGULARITY OF KARST IN CHINA

—Assessment and Utilization of Water Resources  
in the Southern Puding, Guizhou Province

## CONTENTS

### Preface

Chapter 1	Geographical Outline.....	1
1.1	Physical conditions .....	1
1.2	Natural resources.....	3
1.3	Social economy .....	4
Chapter 2	Geology.....	9
2.1	Strata .....	9
2.2	Rocks .....	18
2.3	Geologic structures.....	24
Chapter 3	Karst Landforms .....	41
3.1	Factors in the development of karst landforms.....	41
3.2	Types of karst and karst morphology.....	48
3.3	The periods of karst landform development and discussion on paleogeography.....	56
3.4	Caves .....	61
Chapter 4	Features of Karst Development .....	76
4.1	Solution load of carbonate rocks.....	76
4.2	Solution features of carbonate rocks .....	80
4.3	Intensity of karst development .....	94
4.4	Intensity of modern karst development .....	108
4.5	Some aspects of karst development .....	114
Chapter 5	Karst Hydrogeology.....	119
5.1	Introduction.....	119
5.2	Karst groundwater systems.....	120
5.3	The recharge, run off and drainage of karst water.....	133
5.4	Karst hydrochemistry .....	152
5.5	Regimes of karst water .....	165
5.6	Ground water province and areas of predicating enrichment water.....	170
Chapter 6	Prognosis and Assessment of Karst Water Resources .....	177

6.1	Introduction.....	177
6.2	Models of karst water resources .....	180
6.3	Prognosis of karst water resources .....	212
6.4	Assessment of karst water resources .....	217
Chapter 7 Exploitation and Utilization of Karst Water Resources .....		229
7.1	Karst research and water resources development.....	229
7.2	Analysis of the balance between water supply and requirement in present situation .....	233
7.3	Karst water resources planning of exploitation and utilization .....	241
Reference.....		250

# 第一章 地理概况

研究区位于安顺地区普定县三岔河以南的大部分地区，大致处于东经 $105^{\circ}27'49''$ — $105^{\circ}57'30''$ ，北纬 $26^{\circ}9'36''$ — $26^{\circ}13'24''$ 之间。行政区划上包括城关、龙潭、陇戛、波玉、马官、余官、田官、小窑、大窑、贡达<sup>1)</sup>、营盘、绿林、朵贝、化处、水母、后寨、魏旗等乡。面积约666平方公里(图1-1)，人口194 548人<sup>2)</sup>，其中93.67%的从事农业生产，工业基础比较薄弱，但潜力较大。

## 第一节 自然条件

本区地处黔中高原西部的长江水系乌江上游三岔河支流与珠江水系北盘江支流白水河之间的分水岭地区。为高原山地地形，地质构造主要由一个背斜、一个复式向斜和一个断裂地堑带构成。由于新构造时期的造貌运动的影响，使西部的背斜部位不断升高，破坏早先的平坦地面，海拔一般高达1 300—1 500米，为区内地势高亢地区，地面亦较破碎。向斜部位地处中部和南部，基本仍保持古老的高原地面，海拔在1 250—1 400米，地面起伏较小，地势开阔平坦，相对高程不及150米。东部的地堑带，两侧在新构造时期有缓慢抬升，断裂谷地则相对稳定，故谷地地势平直，高度缓缓由东北向西南倾斜，高程变化在1 300—1 350米之间。三岔河由西向东流经北部，形成深切河谷，最低点为1 030米，为区内地表水和地下水的主要排泄带。两岸陡峻挺拔，高差可达200—390

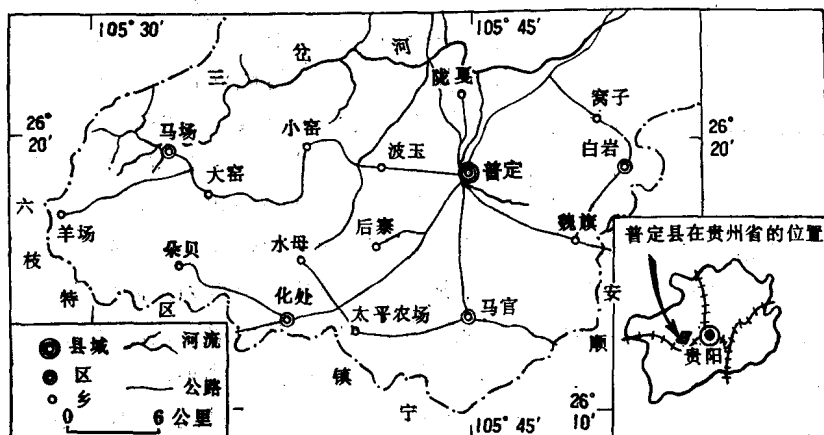


图1-1 普定南部喀斯特地区位置图

- 1) 1984年由公社改为乡建制，原小窑公社分为小窑、贡达两乡，羊场公社改为绿林乡。
- 2) 根据1982年第三次人口普查资料。



米，形成峡谷地形。

区内不同时代的碳酸盐岩层广为分布，占总面积的82%，其上发育有各类喀斯特类型。既有覆盖喀斯特，又有裸露喀斯特；既有古代发育保留下来的古喀斯特形态，亦有目前在发育的现代喀斯特形态。形态复杂，成因多种。并有非溶性岩层相隔其间，有时起相对阻水作用，有时起集中补给的作用。

区内地面河均流入三岔河。波玉河为本区最大也是唯一地面河，流域面积约321.8平方公里。它主要由木拱河、水母河、磨香河和后寨河汇合而成。其中磨香河、水母河、后寨河因有地下河补给成常年河，木拱河在裂点附近旱季因渗漏成季节性河流。其他地面河均为时令河，其中有的为雨季有水、旱季干涸的季节河。有的是只起溢洪作用的过洪河。本区较大的地下河共计10条，除魏旗乡砂锅寨以南地堑带的地下水排向白水河上游桂家湖水库外，其他均排入三岔河，其中有的直接排入三岔河，有的排入波玉河及其支流，再汇入三岔河。在中、南部因地面平坦，各地下河埋藏较浅，时明时暗，在离三岔河约3—5公里处，潜入地下深处，至岸坡水边注入三岔河。

上述高峻、破碎的西部，平坦开阔的中部，顺直平缓的东部和深切峡谷的北部，河网布局的变化，地表河地下河的转化，使得区内地面结构十分复杂，从而影响到气候特点。

本区气候特点是，全年温和，冬温夏暖，春千秋雨，无霜期较长（可达289天），雨量充沛，日照较少，辐射能量较低。据普定县气象站资料表明，年平均温度为 $15.1^{\circ}\text{C}$ ，最冷（1月）平均气温为 $5.2^{\circ}\text{C}$ ，最热（7月）平均气温为 $23^{\circ}\text{C}$ ，极端最高气温为 $34.7^{\circ}\text{C}$ ，极端最低气温为 $-11.1^{\circ}\text{C}$ ，年较差较小，为夏无酷暑，冬无严寒的温暖气候。平均日照时数为1184小时，仅占年可照时数的27%，其中以7月最多，平均可达162.9小时，1月最少，平均仅为53.5小时。

根据普定县自1958—1979年的雨量资料，年平均年降水为1397.6毫米，年变率为46.8%（表1-1）。降水的时空分布很不均匀。雨季为5月至10月，旱季为11月至翌年4月。雨季中雨量集中在5、6、7、8四个月，旱季中雨量集中在4月中、下旬。4月中、下旬降雨的变率很大，降水稍推迟，就会出现春旱。降水量与地形起伏有很大关系，在西部高峻山体和切割破碎地区，降水量较大，如长菁腊柳和朵贝等站平均降水量近1500毫米，丰水年可达2228毫米，而平坦的中部和南部，降水量较少，分布也较均匀，丰水年和枯水年降水变化稍小。区内暴雨出现频繁，强度大，根据1958—1979年的统计资料，发生暴雨100天，大暴雨12天，特大暴雨3天，共计115天；24小时最大降雨量为215.4毫米。暴雨多集中在西部山地，其中朵贝、腊柳、绿林和长菁一带为暴雨中心。

从本区自然条件分析，影响降水分配的主要因素是地形。西北部高峻的山区，因地形雨的影响形成降雨中心，变率也大；中部和南部地区地势平坦，降水相对较少，时程变化较小；三岔河谷地降水较少，但因谷地的影响，气流对流强烈，往往形成冰雹和增加周围山地的降水。

区内平均年蒸发量为919.3毫米，由于温度年变率较小，蒸发量的年变率也较小，最大与最小年的比值仅1.12，其中高温期（5—9月）占56%，7月占12.8%。陆地实际蒸发量主要取决于蒸发能力、供水条件和陆地蓄水能力，据分析波玉河流域平均陆地蒸发为649毫米，丰水年可达740毫米，特枯年仅602毫米。在喀斯特裸露地区，由于地面调

表1-1 普定县气候资料 (1958—1979年, 测站高程1 268.2米)

项目 \ 月份 (月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均气温 (°C)	5.1	6.9	12.2	16.7	19.6	21.9	23.0	22.3	19.8	15.7	11.1	7.2
相对湿度 (%)	80	79	74	74	78	80	80	81	80	82	81	82
平均雨量 (毫米)	13.7	17.1	26.0	100.7	202.1	304.9	216.8	182.6	147.7	116.5	42.4	19.6
日照时数 (小时)	55.2	60.7	100.7	130.4	114.0	106.5	162.9	151.8	110.9	70.2	68.5	58.8

蓄能力差, 此值偏低, 在母猪洞实验区为524毫米, 在三岔河谷地的非喀斯特区, 土层厚, 地面调蓄能力强, 此值较高, 罗家寨地区达736毫米。

本区松散堆积物分布较少, 厚度变化很大, 厚者可达几米至十几米, 其上发育有很薄的土壤层。区内土壤按地带性规律应属黄壤, 但石灰岩分布面积较广, 因而石灰土分布也较广。石灰土厚薄悬殊, 在溶沟中可厚达数米。但大面积的土壤厚度很小, 根据县内14个点上826块地的调查资料悉, 土层厚度在0.4米以下的占97%, 在0.4米以上的仅占3%。占总面积21.03%的为裸露和砂砾地。瘠薄的土壤层中含枯枝落叶层极薄, 腐殖质含量少, 因而由土壤微生物释放的CO<sub>2</sub>较少。同时土壤和松散堆积物的厚薄分布不等, 土壤和土层的持水能力较弱且极不均匀, 它使喀斯特的发育和喀斯特水径流的形成极为复杂。由于人为的破坏, 自1958—1978年植被覆盖率由25%下降至9%, 其中森林覆盖率为5.8%, 灌丛林覆盖率为3.2%。植被覆盖率的下降, 减少了枯枝落叶层的堆积, 导致微生物的活动减弱。更尤甚者, 植被的破坏, 引起水土强烈流失, 破坏生态平衡, 而且增加基岩裸露面积, 减少表层持水力, 降低流域调蓄能力, 增多快速坡面流, 从而加剧了喀斯特水文动态的变化。

## 第二节 资源概况

区内土地资源较丰富, 总耕地231 637亩, 其中水田94 975亩, 旱地136 662亩; 每个劳动力负担水田1.15亩, 旱地1.66亩, 合计每个劳动力2.81亩。土地资源总的特点是: 地多田少; 坝田少, 梯、冲田多; 坝地少, 坡地多。70%以上的耕地分布在丘陵和山地上。土地狭小分散, 呈立体分布, 极不利于机耕和灌溉。对水资源的需求更高, 开发利用较困难。况且土层瘠薄, 保水性能差, 抗旱能力低。在利用上, 缺少较大回旋余地。种植业比较单一, 畜牧业发展已经困难, 林业仅为小片人工林和风水林。森林的破坏, 导致水土流失严重。

就气候资源而言, 年积温达5 530.5°C, ≥10°C的天数有225天 (积温4 362.6°C), ≥20°C为81天 (积温1 818°C), 有利于农业生产。但春季寒潮频繁, 温差较大, 多出现春寒、春干和冰雹。夏季雨热同期, 光照条件充足, 辐射能量高, 降水强度大, 雨时分配不均, 又常出现干旱和水涝。秋季降温迅速, 多绵雨低温。冬季雨雪稀少, 云雾

多，光照少，辐射能量低。

通过研究，区内水资源丰水年（ $P=5\%$ ）总水量为  $6.6525 \times 10^8$  立方米，平水年（ $P=50\%$ ）为  $5.0253 \times 10^8$  立方米，枯水年（ $P=75\%$ ）为  $3.3441 \times 10^8$  立方米，特枯年（ $P=95\%$ ）为  $2.7811 \times 10^8$  立方米。除特枯年份水源不足外，其他年份，水源充足有余。水能资源装机 1 690 千瓦，现利用 320 千瓦（波玉河干流）。水质因工业废水较少，污染不严重，均可用于工农业和作为人畜用水。

生物资源中，农副产品资源主要以粮食作物为主，其中又以水稻、玉米、小麦、豆类为大宗。经济作物主要有油菜、花生和茶叶，经济林木以油桐、漆树为主，其特点是分散经营，单产较低，品种较单一。林业资源主要以针叶林为主，分布于非溶性岩层地区；石灰岩和白云岩上多数林木为风水林，其中以阔叶林为主。区内森林生态系统的破坏，使一些地区水源枯竭，引起饮用水困难。因而在保证粮食生产的基础上，退耕还林，退耕还草，是保护生态平衡和水资源的很重要措施之一。

本区矿产资源中以煤炭为大宗，但分布较分散，除东北部桥子煤矿外，其他均以手工业式开采。若三岔河以北地区的煤矿联合组成积、纳、普煤区，本区将成为省内煤炭主要的生产基地和转运基地。如发展坑口电站，洗煤和冷却用水将大大增加，区内的水资源将不敷应用，并将大大恶化水质。其他矿产，如铅锌矿、赤铁矿、稀有元素、硅砂、高岭土、粘土等亦有一定储量，石灰石的储量很大。

本区旅游资源十分丰富，为贵州西线风景区的主要支柱之一。地面有一棵树的田园风光，崆山、化处的奇山怪石，波玉河的人造湖和人工瀑布等景色；特别是地下洞穴众多，洞内景色秀丽，地下河内可泛舟，深洞内可探险，也是体育旅游的圣地。离安顺市仅 28 公里，离贵阳为 135 公里，交通便利，普定县将成为旅游点之一。城镇工业将有较大的发展，对用水将有更高的要求。

### 第三节 社会经济

本区以汉族为主，有苗、布依、仡佬、彝、回、蔡、补农等 7 个少数民族。

1983 年全区共有农业人口 182 238 人，占总人口的 93.67%，其中农业劳动力 64 822 个，占农业人口的 36%。自 1949—1957 年，本区农业人口增长与全县大致相当，平均年递增率 19.5%，比粮食增长率（15.5%）低得多。而 1958—1978 年，农业人口平均年递增率 24.4%，比粮食平均年增长率（0.84%）又高得多。工农业产值中，工业产值极低，农业产值占绝对优势，形成一种单一农业的自给和半自给农业经济结构。农产品中商品率较低，消费水平不高。农业经济结构中，有 3/4 为种植业产值，林业产值仅占农业产值的 1%。乡镇工业基础薄弱，多种经营发展速度不大，商品生产基地尚未建立，还没有摆脱传统的农业生产方式。

#### 一、 农业土地利用基本动向

##### 1. 耕地的扩大和森林地的缩小

从区内的城关、龙潭、马官、田官、余官、化处、水母、后寨、魏旗、朵贝、绿林

和大窑等12个乡（下同）的耕地统计，自1958年以来的20年间耕地由占各乡土地总面积的33.45%上升到58.71%；其中朵贝乡增加最多，由原来的9.17%上升到49.05%。耕地的不断增长主要是由于乱砍滥垦所造成的，因而使植被覆盖率由原来的36.5%下降到1983年的9%。其中大窑乡由原来的71.73%下降到11.75%。其次是开垦草地，破坏草场，改为农地。

## 2. 难利用土地的增长

上述12个乡中由于森林、灌丛和草地的破坏，使原先有植被覆盖的喀斯特区变成基岩裸露，石芽溶沟丛生。上述地面由1958年的66 592亩上升到1978年的129 755亩，21年净增长了62 803亩，平均每年增加3 140亩，本来不少裸露的岩石上有植被覆盖，岩石处于裸而不露，水存土固，石秀山青。一旦森林植被被破坏，引起水土强烈流失，石瘠山穷，引起生态平衡破坏，气候趋向恶化，引起水源短少。

## 3. 水域面积略有增长

1958年时，上述12个乡内的水域主要为天然河流的水面。至1978年，共有水域面积3 951亩，比1958年增加1 559亩，即21年间增长了65.2%，但是上述总水域面积仅由占土地总面积的0.39%增到0.65%。这种水域的狭窄和增长速度的缓慢，不仅说明渔业发展的滞缓，而且还表明喀斯特水资源开发利用中蓄水工程不多，成效不显著。

## 4. 人口增长，人均占有粮食下降

区内12个乡的调查结果（表1-2），说明21年来人口的增长与耕地面积的增长基本相符，每人占有耕地2.6亩，但人均占有粮食却下降了65公斤。究其原因，一方面受到经济条件、耕作技术、施肥水平等因素的影响；另一方面，主要是农业耕地的扩大多是坡地，坡陡，质差，用养失调，土地肥力下降，粮食单产降低。

表1-2 区内12个乡人口与耕地、粮食的关系

项 目 年 份	耕地面积 (亩)	粮食产量 (公斤)	人 口 (人)	人均耕地 (亩)	人均占有粮食 (公斤)
1958年	194 951	299 482.5	74 730	2.6	354
1978年	332 804	369 150	126 086	2.6	289

从农业土地利用动态变化中不难看出，十一届三中全会前，农业上存在着不同程度的掠夺式经营方式，使耕地肥力下降，形成粗种少收。同样也表明这里由原先林-草地为主的生态系统逐步变为栽培作物的生态系统。

## 二、经济结构的基本特征

本区经济结构与全县大致相仿，不尽合理。

(1) 1980年全县的工农业总产值为3 483.87万元，其中工业总产值为291.87万元，

仅占8.4%，农业总产值为3191.89万元，占91.6%<sup>1)</sup>。但实际每个农业人口人均产值为111.51元，每个劳动力平均产值为315.9元。这样低水平，除自身消费外，扩大再生产的投资能力十分低微。这说明本区经济结构是一种单一农业经济，是自给半自给经济结构。工农业结构十分不合理。

(2) 农业产值结构中，又以种植业占绝对优势。1980年，种植业总产值2356.89万元，占73.8%，林业产值36.41万元，仅占1.1%；牧业产值468.28万元，副业产值327.69万元，渔业产值2.62万元，牧、副、渔三者总和占农业产值的25.1%。不难看出，在农业产值中资源的开发利用比较单一，重种植业，轻林业。

(3) 1980年，全县农村工副总产值为471.3万元，其中集体为388.3万元，占82.4%，个人经营企业为83万元，占17.6%。分行业看，煤炭120万元，占25.46%；建材117.18万元，占24.88%；粮食加工业54.68万元，占11.61%；农修12.63万元，占2.68%；轻工业、运输、建筑等为124.89万元，占26.49%；其他41.82万元，占8.87%。从本地资料和条件分析，煤炭资源并未很好利用（本县23亿吨煤炭储量，目前开采规模过小），建材工业优势没有发挥，粮食加工业只局限在碾米、碾面和榨油上，没有进行深度加工，更没有对农副产品、畜禽再加工。

综上所述，本区在经济结构上是相当不合理，发展潜力是很大的。

### 三、经济发展方向及对水资源的要求

(1) 由单一的农业变为工商综合经济，逐步形成以粮食为主体，以乡镇工业和多种经营为两翼的“飞鸟”型经济结构。在粮食生产量持续增长的同时，农业产值的比重在整个经济结构中要逐年下降，工业和多种经营的比重要相对上升。

(2) 充分利用自然资源优势，调整农业结构。在农、林、牧、副、渔五业中，逐步降低种植比例，特别是提高林业和林业加工业的产值，这样既充分利用山地的自然条件，更能改善生态环境，以求最佳的经济效果。

(3) 发展农村集镇，形成以乡工商业为骨干、农民家庭工副为补充的城乡经济综合体。大力发展建材业。部分农民进镇办工业、办商业、办文化事业，并发展旅游城镇，大力发展旅游服务行业。

估计区内平均水资源总量为5.03亿立方米，按人均水量计算为2585立方米/人，按每亩耕地面积计算为2200立方米/亩，较全国平均值偏高。区内喀斯特发育，水资源的时、空分布不均，大量水资源转入地下，利用较为困难。目前水资源实际利用率为13.2%。根据前述经济发展要求，在普定工业和城镇的发展基础上，将有较大的发展，预计工业总产值翻两番，普定县城人口将增至5万人，该时估计总用水量将达9500万立方米。在远景规划中，特枯年份，农业用水需要9289万立方米，工业用水需要87万立方米，城市、农村用水需要613万立方米，共计需水9989万立方米，从目前工程设施的供水能力来看尚缺水5580万立方米，届时特别是工业、城镇供水将受到很大的制约。因此，目前就应考虑开源节水，首先要提高现有工程效应，其次是扩大调节能力，扩建和新建一批水

1) 1982年普定县农业自然资源调查和农业区划报告“综合”部分。

利工程，形成完整水利工程系统；进行时间、空间的区域调配，再利用部分三岔河河水补充不足部分。

## ABSTRACT

The study area which has an area of  $620\text{km}^2$  is located in the western part of central Guizhou Plateau between the latitudes of  $26^{\circ}09'36''\text{N}$  and  $26^{\circ}13'24''\text{N}$  and between the longitudes of  $105^{\circ}27'49''\text{E}$  and  $105^{\circ}57'30''\text{E}$ . The total population in the area is 194 548. It is located in the area which divides the Sancha River and the Baishui River drainage. The former is a tributary of the upper Wujiang reaches of the Changjiang River system, whereas the latter is a tributary of the Beipan River of the Zhujiang River system. The landform of the area is mountainous plateau. It has been strongly dissected in the west part where the altitude is between 1300 to 1500 meters, whereas in the central part the landform still maintains the appearance of a fossil plateau. The baseline elevation is between 1250 to 1400 meters above the sea level; however, the relative local relief is less than 150 meters. In the east part of the area the landforms are relatively linear and smooth which can be attributed to the geological history—graben and rift valley. The Sancha River flows from the west to the east in the north and forms a deeply dissected river valley (the lowest point being 1030m). This is the main drainage of both surface and subterranean water. The Boyu River, a tributary of Sancha River, is the only perennial surface river in the area. The others are subterranean and intermittent.

The area is characterized by mild winters and warm summers, dry springs and rainy autumn, long frost-free season and low radiational energy loss. The annual accumulated temperature amounts to  $5530.5^{\circ}\text{C}$ . Precipitation is abundant and very intense; however, its distribution is uneven both in time and in space. Drought and water logged conditions are frequent.

In contrast to the mild winter, the spring is often cold and dry. The summer is usually hot and wet. The autumns are cool, and rainy, the temperatures cool off rapidly. In winter there is less rain and snow, but more clouds and frequent fog.

The available water of the area is  $6.5525 \times 10^8 \text{m}^3$  in a wet year ( $P=50\%$ ),  $5.0253 \times 10^8 \text{m}^3$  in an average year ( $P=50\%$ ),  $3.3441 \times 10^8 \text{m}^3$  in a dry year ( $P=75\%$ ) and  $2.7811 \times 10^8 \text{m}^3$  in an extremely dry year ( $P=95\%$ ).

Except the last case, the annual water resource is sufficient or in excess. Water pollution is slight and the water can be used for drinking for in industry and agriculture. The available water averages  $2585\text{m}^3$  per person,  $2200\text{m}^3$  per mu, in cultivated land, which is slightly higher than the average value of China.

## 第二章 地 质

区内属碳酸盐岩发育区，按地层从泥盆系至三叠系均有分布。西部以古生代地层组成大窑背斜，东部则以三叠系组成平缓开阔的普定向斜、关定庄背斜及一棵树至新屯向斜与地堑。断层虽然十分发育，但总的来看全区构造仍然比较简单。

### 第一节 地 层

区内地层发育齐全，从泥盆系至三叠系基本是一套连续的碳酸盐岩沉积，夹部分碎屑岩层，总厚超过7 000米，其中三叠系厚达3 000米（表2-1）。

#### 一、泥盆系

分布于店子上，在小新寨、大湾一带，只出露中统及上统，组成大窑背斜核部，总面积约4平方公里。

##### 1. 中统

只出露上部火烘组的一部分，未见底。

火烘组（D<sub>2</sub>h） 主要由一套黄绿色、黄色、灰色及黑色的薄至中层粉砂质泥岩、灰黑色钙质粉砂岩及泥灰岩组成，上部多以黄褐色薄层泥岩为主。

含化石：*Stringocephalus burtini*, *S. transversa*, *S. obesus*, *Atrypa desquamata*及*Cyathophyllum*。总厚大于700米。

##### 2. 上统

按岩性及生物群可将上统分为两个组，下部为响水洞组，上部为代化组。

响水洞组（D<sub>3</sub>x） 在店子上附近本组呈条带状分布。由于掩盖，出露皆不完整。在杜家寨、大湾一带只见其上部，在回龙寺一带只见下部。总的岩性是：下部主要为灰黑色钙质泥岩，薄层泥灰岩，含粉砂质泥灰岩及薄层菱铁矿，局部见含黄铁矿晶体及结核，产化石：*Styliolina*及菊石。上部为一套灰色、深灰色中厚层角砾状生物灰岩，夹三层钙质粉砂质泥岩，单层厚1—3米。产丰富的化石，如珊瑚，*Phillipsastrea cf. hennahi*, *Peneckiella* (?), *Billingsastraea* (?), *Disphyllum cf. longiseptatum*, *D. cf. irregulare*; 腕足类：*Atrypa cf. douvilli*, *Athyris*, *Schizophoria*, *Cyrtiopsis*; 层孔虫：*Stromatopora* (?), *Actinostroma*。还有苔藓虫、菊石、海百合茎等。总厚80米左右，与火烘组呈整合接触。

代化组（D<sub>3</sub>d） 分布于大小新寨、丫口上、回龙寺、大湾、猴子洞一带，和大窑背



表2-1

系	统	群	组	段	亚段	代号	接触关系	
第四系	上统					Q	不整合	
						K <sub>2</sub>		
三叠系	中统		关岭组	第三段	第四亚段	T <sub>2g</sub> <sup>3-4</sup>	不整合	
					第三亚段	T <sub>2g</sub> <sup>3-3</sup>		
					第二亚段	T <sub>2g</sub> <sup>3-2</sup>		
					第一亚段	T <sub>2g</sub> <sup>3-1</sup>		
					第二段	第三亚段		T <sub>2g</sub> <sup>2-3</sup>
						第二亚段		T <sub>2g</sub> <sup>2-2</sup>
						第一亚段		T <sub>2g</sub> <sup>2-1</sup>
	第一段	T <sub>2g</sub> <sup>1</sup>						
	下统		永宁镇组	第四段	T <sub>1yn</sub> <sup>4</sup>			
				第三段	T <sub>1yn</sub> <sup>3</sup>			
				第二段	T <sub>1yn</sub> <sup>2</sup>			
				第一段	T <sub>1yn</sub> <sup>1</sup>			
				大冶组	第四段	T <sub>1d</sub> <sup>4</sup>		
					第三段	T <sub>1d</sub> <sup>3</sup>		
第二段					T <sub>1d</sub> <sup>2</sup>			
第一段	T <sub>1d</sub> <sup>1</sup>							
二叠系	上统		大隆组	P <sub>2d</sub>	假整合			
			长兴组	P <sub>2c</sub>				
			龙潭组	P <sub>2l</sub>				
	下统		峨眉山玄武岩组	P <sub>1-2β</sub>				
			茅口组	P <sub>1m</sub>				
			栖霞组	P <sub>1q</sub>				
			梁山组	P <sub>1l</sub>				
石炭系	上统	马平群		C <sub>3mp</sub>	假整合			
	中统	黄龙群		C <sub>2hl</sub>				
	下统		摆佐组			C <sub>1b</sub>		
			大塘组	上段		C <sub>1d</sub> <sup>2</sup>		
				下段		C <sub>1d</sub> <sup>1</sup>		
泥盆系	上统		代化组	D <sub>3d</sub>	假整合			
			响水洞组	D <sub>3x</sub>				
	中统		火烘组	D <sub>2h</sub>				