

011470

贵州省水文地质志

主编

韩至钧

金占省

地质出版社

贵州省地质矿产局

贵州省水文地质志

主编 韩至钧 金占省

地震出版社

1996

内 容 提 要

本书运用现代水文地质学理论,在1:20万区域水文地质调查的基础上,广泛收集和利用40多年来各有关部门的资料和成果,结合近年来在科研、勘察、监测中所取得的新成果,对贵州省的地下水及其水资源开发利用进行了全面系统的总结。其中对贵州省岩溶水进行了深入研究,具有全国领先水平,对地下热(矿)水首次进行了有独到见解的研究。此外,对水文地球化学、环境水文地质及地下水资源评价和开发利用等方面的探讨,均有较高的应用价值。可供国土整治,农业及城镇供水规划,地下水开发,环境保护及水利等部门以及科研教学人员参考。

贵州省水文地质志

主编 韩至钧 金占省

责任编辑:商宏宽

责任校对:耿 艳

*

地 震 出 版 社 出 版

北京民族学院南路9号

中国地质大学轻印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

*

787×1092 1/16 33印张 4插页 841千字

1996年7月第一版 1996年7月第一次印刷

印数 001—670

ISBN 7-5028-1229-6/P·762

(1649) 定价:86.00元

绪 言

贵州省地处我国西南腹地云贵高原的东部，介于东经 $103^{\circ}36'$ 至 $109^{\circ}35'$ ；北纬 $24^{\circ}37'$ 至 $29^{\circ}13'$ 之间，总面积 176128km^2 。它以自然条件复杂，碳酸盐岩分布广泛，岩溶地貌发育，景观奇特而闻名于世。与此相关，水文地质条件复杂，但岩溶水资源异常丰富，成为省内主要的地下水类型。

贵州省水文地质工作开展的历史，开始于新中国成立以后，解放前几乎是一片空白。随着国民经济的发展，城市建设、农田水利、矿山、交通运输等的需求，水文地质调查勘探及研究工作才逐渐发展和壮大。近四十多年来，不仅积累了丰富的水文地质资料，还基本查明了我省水文地质条件、评价和提供了一批可供开发利用的水源地，满足了工农业发展和城乡人民生活用水需要。同时，岩溶水、热矿水、水文地球化学及水资源评价和开发利用方面取得重要科研成果，并推动了旅游资源、环境保护、矿水开发等事业的进展。

50年代初期，为配合矿产普查勘探，开展了矿区水文地质工作。1958年贵州省地矿局大河边队、遵义队、黔中队、开阳队相继提交了水城大河边煤矿、遵义铜锣井锰矿、清镇林歹铝土矿、开阳磷矿等贵州第一批矿区水文地质勘探成果，分别查明了矿床水文地质条件，预测了矿坑涌水量，为矿山开采设计提供了水文地质依据，也为本志的编写积累了资料。

50年代末期以来，全省水文地质工作得到了发展壮大，不仅发展了矿区水文地质工作，而且开展了各种专门性水文地质工作。

在区域水文地质方面：1958年贵州省地矿局区调队在开展 $1:20$ 万区域地质调查的同时进行了区域水文地质调查，编有部分图幅的“水文地质专报”。为贯彻1973年周恩来总理关于加强全国水文地质普查工作指示，国家地质总局统一部署了全国区域水文地质普查。贵州省由中国人民解放军732部队、贵州省地矿局第一、第二水文地质工程地质大队共同负责开展了全省 $1:20$ 万区域水文地质普查工作。从1975~1980年共完成全省24个图幅，这是我省首次在全国统一的规范、规程要求下进行的调查，其方法成熟、手段齐全、资料系统、文图配套，全部成果于1983年完成出版。通过这次全面系统的大面积区域水文地质普查，基本上查明了贵州的区域水文地质条件，把贵州区域水文地质研究程度提高到了一个新的高度。在此基础上贵州地矿局第一水文地质工程地质大队于1985年编制完成了《贵州省水文地质远景区划报告》，分析了省内地下水的赋存条件，运移规律，计算了全省多年平均地下水天然资源量，并根据国民经济发展需要提出了水文地质工作方向，同时还编制了贵州省 $1:50$ 万水文地质图。

在城市（厂矿）和农田供水方面：1958年建工部综合勘察院西南分院，首先在贵阳市、遵义市和安顺市开展了城市供水普查，初步划分了浅层含（隔）水层，概算了局部地段地下水动储量。与此同时，贵州省地矿局第一水文地质工程地质大队也在贵阳市 976km^2 的较大范围内开展了水文地质勘察工作。其后，贵州省地矿局第二水文地质工程地质大队、环境地质大队以及煤田地勘公司水源队等地勘单位先后在省内大、中城市，重点工矿区进行了大量的供水勘察工作，共提交了30多份可供开发利用的大、中型水源地勘探报告，及时满足了生产建

设的供水需要。专门性水文地质勘探代表性的主要成果有：第一水文地质大队 1965 年提交的《遵义县南白地区电灌网水文地质勘察报告》、1966 年提交的《水城供水水文地质勘察报告》、1982 年提交的《贵阳市城市供水水文地质初勘报告》、1988 年提交的《安顺市供水水文地质初勘报告》、1990 年提交的《凯里市城市供水初勘报告》等；第二水文队 1983 年提交的《遵义市城市供水初勘报告》、1988 年提交的《瓮福磷化基地牛场水源地供水初勘报告》、1989 年提交的《遵义市西北郊高坪水源地初勘报告》、1990 年提交的《瓮福磷化基地丁家寨水源地供水初勘报告》等；环境地质大队 1982 年提交的《江口县凯德至民和农田供水勘探报告》和 1986 年提交的《玉屏朱家场地区农田供水勘察报告》等；煤田水源队 1979 年提交的《盘县特区城关水源地开采储量报告》、1983 年提交的《六枝向斜北段水源地初勘报告》等。

在科研方面：省内、外有关科研、院校及其地勘单位互相配合做了大量的工作，对提高全省水文地质研究程度作出了很大贡献。特别是“六五”期间，贵州省科委组织省地矿局、省科学院山地资源研究所、贵州工学院、南京大学、成都地质学院等，对贵阳市、遵义市、安顺市、水城盆地和独山、普定地区的岩溶水资源评价及开发利用研究进行协作攻关，取得了明显的成绩，把我省岩溶水的研究从理论、技术方法和实践上都提高到了一个新的水平，其主要成果有：1985 年南京大学等单位提交的《普定南部地区岩溶水资源评价及开发利用研究》、1983 年贵州工学院、第一水文地质大队提交的《独山地区岩溶地下水及其开发利用初步研究》、1985 年第一水文地质大队提交的《贵阳市岩溶水资源评价及开发利用研究》和《安顺市岩溶水资源评价及开发利用研究》、第二水文地质大队提交的《遵义市岩溶水资源评价及开发利用研究》、贵州科学院山地资源研究所提交的《水城盆地岩溶水资源评价及开发利用研究》等。这些成果在我省首先引入了非稳定流理论和用“数值法”评价水资源，并在开发利用方面进行了不同程度的探索和实践，为有效的开发利用岩溶地下水取得了宝贵的经验。

在热矿水调查研究方面：早在 50 年代前，乐森琚、朱学范（1942 年、1946 年）对息烽温泉开展了一些初步调查。50 年代末期至 70 年代初期在开展 1:20 万区域地质调查和水文地质普查的同时也对温泉作了记述，1972 年贵州省地矿局第一水文地质工程地质大队对全省温泉进行了初步调查总结，著有《贵州温泉简辑及新添寨地热初步勘探设计》，1981 年及 1982 年中国科学院地球化学研究所先后对息烽温泉进行了研究，著有《息烽温泉水质分析和成因探讨》及《息烽温泉地球化学初步研究》。1985 年贵州工学院地热组收集调查贵州温泉 88 处，著有《贵州温泉研究及开发利用区划报告》。同年，贵州省地矿局地质科学研究所对贵州石阡县出露的 13 处热矿泉进行了调查，著有《石阡县热矿水普查评价报告》，从饮用、医疗的角度重点评价了城南热矿泉及吴家湾热矿泉。1986 年贵州省地矿局第二水文地质工程地质大队对遵义、金沙、仁怀境内的热矿泉进行了评价，著有《遵义枫香、金沙岩孔矿泉水评价报告》及《仁怀盐津桥、坛厂、金沙安底医疗矿泉水评价报告》。1987 年中科院地球化学研究所和贵州省地矿局第一水文地质工程地质大队在前人工作基础上结合部份调查汇总贵州热矿泉 92 处，著有《贵州矿泉资源评价及开发利用研究》。1988 年贵州省地矿局第二水文地质工程地质大队对全省热矿水进行了系统的野外调查和取样分析，调查热矿泉水 94 处，初步认为水质达饮用矿泉水者 51 处，医疗矿泉水 36 处及工业矿水 5 处，著有《贵州省矿泉水调查评价报告》。此外，尚有多处饮用矿泉水的单独评价报告。通过上述工作，基本查明了贵州热矿水类型、分布特征及开发利用条件。

贵州环境水文地质监测开展较晚，至 80 年代初，贵州地矿局第一、第二水文地质工程地

质大队才分别在贵阳市、遵义市和安顺市建立了地下水动态监测站，1988年环境地质大队相继增建了水城、凯里两个水文地质监测站，并著有《1982~1987年环境水文地质阶段总结报告》。

40余年的工作和积累的资料，为编写《贵州省水文地质志》（简称《志》）创造了极为有利的条件。

《贵州省水文地质志》的编写是根据贵州省地质矿产局黔地发[1989]226号文精神，由第一、第二水文地质工程地质大队、环境地质大队和地质科学研究所等4个单位共同完成的。编写《志》的目的是：用现代水文地质学中一些新的学术思想和先进理论为指导，按照实践、认识，再实践、再认识的原则，对40多年来不断取得的全省水文地质条件的认识、工作成果和丰富的基础资料进行系统地、科学的分析总结，力求突出贵州的水文地质特色，更好地为国民经济建设、水事活动服务。全书共分七篇，各篇主要内容为：

地下水形成的自然条件。应用地下水相关学科的最新研究成果，论述了贵州的气象、水文、地层、构造、地貌、岩溶等自然因素的基本特征及其对地下水形成的影响。针对贵州岩溶发育的特点，重点叙述了全省岩溶发育的岩性条件及不同类型碳酸盐岩的溶蚀特征。根据岩溶发育强度的差异，将全省划分为强烈、较强、中等、弱发育四个大区。

岩溶水。是贵州的特色，依据大量实际资料，详细论述了贵州岩溶水类型及含水岩组的富水性。将省内岩溶水类型划分为溶孔-溶隙水、溶隙-溶洞水、溶洞-管道水三个亚类。将含水岩组归纳为纯、次纯、不纯三个碳酸盐岩层组类型。研究了岩溶水的埋藏条件，将岩溶水分为上层滞水、潜水和承压水三种类型，其埋藏深度按浅埋、中埋及深埋进行了分区。分析了岩溶水的补给、径流、排泄特征和岩溶水富集控制因素，进行了水文地质分区，划分了富水块段。对贵州岩溶大泉和地下河作了专论，分析了岩溶大泉与地下河的类型、形成、分布和岩溶水的动态特征。

裂隙水、孔隙水。全面总结了贵州基岩裂隙水及第四系孔隙水的赋存特征、富集规律和控水因素，突出了含水性较好，水质甚佳的新生代碎屑岩裂隙水，研究了该裂隙水的类型、分布和富集规律，圈定了37个承压自流水构造。分析了贫水的变质岩裂隙水、火成岩裂隙水及第四系孔隙水的分布和局部富水特征。

热矿水。研究了贵州热矿水的分布规律和形成机制，分析了热矿水的分布特征、化学成分、同位素特征和化学成分的相关特征，运用化学温标估算了省内热矿水的热储温度和埋藏深度。通过典型热矿水实例的研究，总结了贵州热矿水床的成因模式，对热矿水资源及其合理开发利用进行了评价。

水文地球化学。用水-岩作用理论分析了贵州地下水化学成分的形成，论述了地下水的物理性质和地球化学特征及水化学类型，评价了省内地下水微量元素组分的环境背景值及地下水污染的环境质量，初步探讨了水环境与地方病的关系。

地下水资源评价。是本书的又一重点，根据全省数万个调查水点资料的微机处理数据，按水系流域、水文地质区和行政单元分别采用大气降水渗入系数法、加里宁水文分割法、含水层径流模数法和泉水流量汇总法计算了全省地下水的天然资源量；按行政单元概算了区域地下水可采资源量及依据勘探资料评价了主要城市的开采资源量；在水均衡分析基础上概算了全省水资源总量和可采资源量。在充分考虑工农业及生活用水需要的基础上，对近期和2000年的需水量进行了预测，结合全省各县（市）水资源计算结果进行了供需平衡分析。

地下水资源开发利用。全面总结了贵州地下水综合开发利用的现状，突出了岩溶水资源开发利用的特点，分析了省内地下水的开采潜力和开发前景，论述了岩溶水在不同地貌条件下的开发利用特点和开发利用模式，在分析水资源特点的基础上对省内地下水分区、亚区、段进行了远景区划。

《贵州省水文地质志》是贵州第一部水文地质专著，是四十多年来全省水文地质工作成果及其对水文地质条件认识的系统总结，是各有关单位从事水文地质调查、勘查、生产实践及科学研究的地质工作者们辛勤劳动的结晶。对于包括贵州全省，四十多年工作的实践经验，资料如此丰富，涉及水文地质各个学科领域的大总结，实际上是一个庞大的系统工程。为了对《志》的编写工作进行指导和协调，1989年9月贵州省地矿局成立了《贵州省水文地质志》编审委员会，由韩至钧任主任委员，韩南洲、蔡秀琼任副主任委员，王培丰、倪相楚、严均平、李嗣瀚、李兴中、金占省、薛立根、王济良等任委员。1989年11月提出《志》的编写提纲，在其后的编写过程中省地矿局总工程师韩至钧进行具体指导。全书主编韩至钧、金占省。具体撰稿分工是：地下水形成的自然条件部分由金占省执笔；岩溶水部分由陈至文、曹卫峰执笔；裂隙水、孔隙水部分由李正华执笔；热矿水部分由张世丛、陈履安执笔；水文地球化学部分由彭添、陈履安执笔；地下水资源评价部分由袁德修、彭添、蒋玉康执笔；地下水资源开发利用部分由金占省执笔；绪言由韩至钧执笔。全书插图编制由高世清完成。此外参与部分初稿整理工作的还有余昌荣、张贵义、朱晓禹、张德清、张兰、孟荣等。全部文稿由金占省统撰，由韩至钧、王砚耕审定。

1994年4月，贵州省地矿局聘请了陈梦熊、袁道先、辛奎德、张振国、张英骏、杨明德、毛健全、黄付华、邓自民、李恪信、李嗣瀚、王培丰、蔡秀琼、李纪福、罗筑晴等专家，对《志》进行了评审，认为《志》突出了贵州水文地质特色，达到了国内同类研究成果的先进水平，是一份优秀成果，并提出了宝贵地修改意见；在《志》的编写过程中，还得到了水文地质界同行的大力支持和帮助，也引用了众多的生产、科研、教学单位的成果；本书在出版过程中受到地震出版社的重视并提出修改意见，出版插图由地震出版社孙铁磊清绘加工；本书的英文目录及英文详细提要，请国家地震局地质研究所沈德富编审翻译，并由地震出版社曹可珍编审校对。对以上各个方面单位或个人的指导与支持和帮助，在此一并表示诚挚的谢意。

目 录

第一篇 地下水形成的自然条件.....	(1)
第一章 气象与水文.....	(1)
第一节 气象.....	(1)
第二节 水文.....	(4)
第二章 区域地质背景.....	(8)
第一节 区域地层与岩性.....	(8)
第二节 区域构造格架与变形图象.....	(10)
第三章 地貌.....	(13)
第一节 地貌的成因类型.....	(13)
第二节 地貌分区.....	(17)
第三节 地貌发育阶段.....	(21)
第四节 地貌基本特征.....	(23)
第四章 岩溶.....	(27)
第一节 岩溶发育的岩性条件.....	(27)
第二节 碳酸盐岩的溶蚀特征.....	(38)
第三节 岩溶发育的区域特征.....	(43)
第二篇 岩溶水.....	(58)
第一章 岩溶水类型及含水岩组.....	(58)
第一节 类型.....	(58)
第二节 含水岩组及富水性.....	(63)
第二章 岩溶水的埋藏条件.....	(72)
第一节 空间分布.....	(72)
第二节 埋藏深度.....	(92)
第三章 岩溶水的补给、径流、排泄特征.....	(99)
第一节 补给特征.....	(99)
第二节 径流特征.....	(102)
第三节 排泄特征.....	(105)
第四章 岩溶水的富集与水文地质分区.....	(107)
第一节 岩溶水富集的控制因素.....	(107)
第二节 水文地质分区.....	(110)
第三节 富水区.....	(112)
第五章 岩溶大泉和地下河.....	(122)
第一节 岩溶大泉与地下河类型.....	(122)
第二节 岩溶大泉与地下河的形成和分布.....	(126)

4

第三节	代表性岩溶大泉与地下河	(137)
第六章	岩溶水的动态	(163)
第一节	流量动态	(163)
第二节	水位动态	(165)
第三节	水质动态	(168)
第四节	水温动态	(169)
第五节	开采动态	(171)
第三篇	裂隙水及孔隙水	(174)
第一章	基岩裂隙水	(174)
第一节	碎屑岩裂隙水	(174)
第二节	火成岩裂隙水	(198)
第三节	变质岩裂隙水	(203)
第二章	松散层孔隙水	(216)
第一节	含水岩组特征	(216)
第二节	松散层孔隙水的基本特征	(218)
第三节	松散层孔隙水的埋藏和分布	(220)
第四篇	热矿水	(224)
第一章	热矿水的形成和分布	(224)
第一节	分布与埋藏特征	(224)
第二节	基本类型	(243)
第二章	热矿水地球化学	(249)
第一节	地球化学特征	(249)
第二节	水化学成分的形成及水文地球化学分区	(258)
第三章	热矿水热储温度和混合作用	(272)
第一节	地球化学温标的运用及对热矿水温度的估算	(272)
第二节	热矿水与潜水的混合问题	(280)
第四章	热矿水分区及典型热矿水实例	(285)
第一节	分区	(285)
第二节	典型热矿水实例	(287)
第五章	热矿水床的成因模式及其资源评价	(305)
第一节	成因模式	(305)
第二节	资源评价	(308)
第六章	热矿水的开发利用和保护	(314)
第一节	开发利用现状	(314)
第二节	开发利用前景	(316)
第五篇	水文地球化学	(319)
第一章	地下水的物理性质和地球化学特征	(319)
第一节	地下水的物理性质特征	(319)
第二节	不同地下水类型的水化学特征	(321)

第三节	地下水化学成分的组成特征	(322)
第二章	地下水化学类型及其分布特征	(350)
第一节	水化学类型与岩性的关系	(350)
第二节	水平分布特征	(350)
第三节	垂直分带特征	(352)
第四节	主要城市地下水的化学类型	(353)
第三章	地下水的化学污染	(356)
第一节	污染概况	(356)
第二节	地下水的环境质量评价	(359)
第四章	地下水环境异常与地方病	(377)
第一节	原生地下水化学异常引起的地方病	(377)
第二节	人为活动引起的与地下水有关的地方病	(379)
第六篇	地下水资源评价	(381)
第一章	地下水天然资源	(381)
第一节	按水文地质单元计算	(381)
第二节	按地表水流域计算	(389)
第三节	按行政区划计算	(399)
第四节	小结	(407)
第二章	地下水开采资源	(408)
第一节	区域开采资源概算	(408)
第二节	水源地开采资源计算	(410)
第三章	地下水质量	(417)
第一节	城市地下水质量	(417)
第二节	区域地下水质量	(427)
第四章	总水资源计算与供需平衡分析	(432)
第一节	水资源总量	(432)
第二节	水资源分布	(438)
第三节	水资源可采量	(441)
第四节	水资源供需平衡分析	(445)
第七篇	地下水资源开发利用	(455)
第一章	开发利用现状	(455)
第一节	开发利用量	(455)
第二节	开发利用模式	(463)
第三节	开采潜力和开发前景	(475)
第二章	地下水开发利用条件	(477)
第一节	碳酸盐岩岩溶水供水条件	(477)
第二节	碎屑岩裂隙水供水条件	(482)
第三节	开发利用条件分析	(484)
第三章	地下水资源开发利用区划	(486)

5

第一节 区划依据和原则	(486)
第二节 分区概述	(487)
参考文献	(499)
英文摘要	(501)

Contents

Part One Natural Conditions for Formation of Ground Water	(1)
Chapter One Meteorology and hydrology	(1)
1. Meteorology	(1)
2. Hydrology	(4)
Chapter Two Regional geological background	(8)
1. Regional stratigraphy and lithology	(8)
2. Regional tectonic framework and deformation pattern	(10)
Chapter Three Geomorphology	(13)
1. Genetic types of geomorphic features	(13)
2. Geomorphic regionalization	(17)
3. Stages of geomorphic development	(21)
4. Basic characteristics of geomorphic features	(23)
Chapter Four Karsts	(27)
1. Lithological conditions for development of karsts	(27)
2. Characteristics of solution of carbonate rocks	(38)
3. Regional characteristics of development of karsts	(43)
Part Two Karst Water	(58)
Chapter One Types of karst water and aquifer formations	(58)
1. Types of karst water	(58)
2. Aquifer formation and water abundance	(63)
Chapter Two Conditions for occurrence of karst water	(72)
1. Spatial distribution	(72)
2. Occurrence depth	(92)
Chapter Three Characteristics of karst water recharge, runoff and discharge of karst water	(99)
1. Characteristics of recharge	(99)
2. Characteristics of runoff	(102)
3. Characteristics of discharge	(105)
Chapter Four Concentration of karst water and its hydrogeological regionalization	(107)
1. Factors controlling the concentration of karst water	(107)
2. Hydrogeological regionalization	(110)
3. Water-rich regions	(112)
Chapter Five Large springs and underground streams in karst areas	(122)

1. Types of large springs and underground streams in karst areas	(122)
2. Formation and distribution of large springs and underground streams in karst areas	(126)
3. Representative large springs and underground streams	(137)
Chapter Six Regime of karst water	(163)
1. Discharge regime	(163)
2. Water table regime	(165)
3. Water quality regime	(168)
4. Water temperature regime	(169)
5. Exploitation regime	(171)
Part Three Crack Water and Pore Water	(174)
Chapter One Crack water in bed rocks	(174)
1. Crack water in clastic rocks	(174)
2. Crack water in igneous rocks	(198)
3. Crack water in metamorphic rocks	(203)
Chapter Two Crack water in unconsolidated deposits	(216)
1. Characteristics of aquifer formations	(216)
2. Basic characteristics of crack water in unconsolidated deposits	(218)
3. Occurrence and distribution of pore water in unconsolidated deposits	(220)
Part Four Hot Mineral Water	(224)
Chapter One Formation and distribution of hot mineral water	(224)
1. Characteristics of occurrence and distribution	(224)
2. Basic types	(243)
Chapter Two Geochemistry of hot mineral water	(249)
1. Geochemical characteristics	(249)
2. Formation of chemical composition and hydrogeochemical regionalization	(258)
Chapter Three Temperature of heat reservoir and mixing of hot mineral water	(272)
1. Application of geochemical temperature scale and estimation of temperature of hot mineral water	(272)
2. Problem on mixing of hot mineral water and phreatic water	(280)
Chapter Four Regionalization of hot mineral water and examples of typical hot mineral water	(285)
1. Regionalization of hot mineral water	(285)
2. Example of typical hot mineral water	(287)
Chapter Five Genetic model of hot mineral water occurrence and evaluation of its resources	(305)
1. Genetic model	(305)
2. Evaluation of the resources	(308)
Chapter Six Development, use and, conservation of hot mineral water	(314)

1. Recent status of development of hot mineral water	(314)
2. Perspectives on development and use of hot mineral water	(316)
Part Five Hydrogeochemistry	(319)
Chapter One Physical properties and geochemical characteristics of ground water	(319)
1. Physical properties of ground water	(319)
2. Hydrochemical characteristics of different types of ground water	(321)
3. Characteristics of chemical composition of ground water	(322)
Chapter Two Characteristics of distribution of various chemical types of ground water	(350)
1. Relation between chemical types of ground water and lithology	(350)
2. Characteristics of horizontal distribution	(350)
3. Characteristics of vertical distribution	(352)
4. Chemical types of ground water in major cities	(353)
Chapter Three Chemical pollution for ground water	(356)
1. General situation of pollution	(356)
2. Evaluation of environmental quality of ground water	(359)
Chapter Four Environmental anomaly of ground water and endemic diseases	(377)
1. Endemic diseases caused by chemical anomaly of juvenile ground water	(377)
2. Endemic diseases related with ground water caused by human activity	(379)
Part Six Evaluation of Ground Water Resources	(381)
Chapter One Natural ground water resources	(381)
1. Estimation of the resources for hydrogeological units	(381)
2. Estimation of the resources for surface water basins	(389)
3. Estimation of the resources for administrative regions	(399)
4. A summary	(407)
Chapter Two Exploitable ground water resources	(408)
1. General estimation of regional exploitable ground water resources	(408)
2. Estimation of exploitable resources at water sources	(410)
Chapter Three Quality of ground water	(417)
1. Quality of ground water in urban areas	(417)
2. Quality of regional ground water	(427)
Chapter four Estimation of general water resources and balance analysis of water supply and demand	(432)
1. Total amount of water resources	(432)
2. Distribution of water resources	(438)
3. Exploitable amount of water resources	(441)
4. Balance analysis of water resource supply and demand	(445)
Part Seven Development and Use of Ground Water Resources	(455)

Chapter One	Recent status of development and use	(455)
1.	Amount for development and use	(455)
2.	Model for development and use	(463)
3.	Potential for exploitation and perspective to development	(475)
Chapter Two	Conditions for development and use of ground water	(477)
1.	Conditions for supply of karst water in carbonate rocks	(477)
2.	Conditions for supply of crack water in clastic rocks	(482)
3.	Analysis of conditions for development and use	(484)
Chapter Three	Regionalization for development and use	(486)
1.	Basis and principles for regionalization	(486)
2.	Outline of regionalization	(487)
References	(499)
Abstract	(501)

第一篇 地下水形成的自然条件

地下水系指以各种形式埋藏在地壳岩石(含松散堆积物)中的水。它主要为液态重力水,赋存于岩石的孔隙、裂隙及溶洞之中。按其埋藏条件和水力特征,分为包气带水(或上层滞水)、潜水和承压水三个基本类型。每一类型又按含水孔隙特点,再分为孔隙水、裂隙水和岩溶水。本专著的重点是研究浅层饱和的地下水流(潜水与承压水),并对深部热矿水的饱和体也作适当研究。

地下水是自然环境的一个重要方面,它的形成受自然条件的制约。

本篇侧重分析研究地下水形成的自然环境背景,论述贵州地下水形成的气象、水文、地层、构造、地貌和岩溶等自然条件,以作为本书其他篇的基础。

第一章 气象与水文

地下水是自然界水循环系统中的一个子系统,它与大气降水、地表水共同构成了区域水资源的整体。大气降水、地表水、地下水三者相互依赖、相互转化、无休止地进行着水量的动态交换。大气降水量的多少往往决定着区域地下水资源的丰富程度。通过对大气降水时空分布特点的分析,有利于掌握地下水的补给状况和供需规律。蒸发则是水资源的一种重要消耗方式,蒸发量的大小对地下水也有很大的影响。地表水体经常是地下水的补给来源和排泄场所,并呈互补关系,在贵州岩溶山区这种转换关系尤为剧烈和明显。

第一节 气象

贵州地处副热带,气候温和,雨量充沛,光照适中,雨热同季,属亚热带湿润季风气候。但由于贵州地势高差大,地形复杂,因而气候也具有复杂性和多样性,高原山地和深切河谷地带,气候垂直变化非常明显,降水情况也有差异,冬半年由北部入侵的冷空气,常由于高地阻滞而在中部分水岭地带形成静止锋,锋前天气晴朗,锋后阴雨连绵;夏半年由于西太平洋副热带高压控制,东部常常连晴干旱,西部常常暴雨频繁。

一、气温

贵州各地年平均气温等值线介 $12\sim 18^{\circ}\text{C}$ 之间,以7月最高,1月最低,极端最低气温一般不到 -10°C ,最低是西部威宁为 -15°C (1977年2月9日),极端最高气温在 34°C 以上,铜仁出现过 42.5°C (1953年8月18日)为全省之冠。

二、降水

贵州降水的水汽主要来自孟加拉湾和南海,这两股暖湿气流在贵阳—麻江一带相会,形成丰富降水,但时空分布不均。

降水的特点：贵州雨日多，夏半年（5~10月）降水集中，各地降水量占年总水量75%以上，为阵性降水，暴雨多，强度大。冬半年（11~4月）降水量明显减少，多小雨，以冬季（12~2月）降水量最少，在年降水量的5%以下。雨季由4、5月份自东向西先后开始，雨量明显增加。各地年总降水量的变率一般不太大，介于11%~20%之间。但月的降水变率则很大，有的月降水量年际变化可达几十倍。

降水量的空间分布：贵州各地年降水量的多年平均值在850~1600mm之间，是国内降水量比较丰沛的地区，在地区分布上，由南到北，由东到西逐渐减少。全省主要有三个多雨区，分布在西南部、东南部和东北部。其中西南部多雨区范围最大，降雨量在1300mm以上，中心区在织金、六枝、普安一带。其中的晴隆高达1588.2mm，是省内降水最多的地方；东南部多雨区呈北东-南西向条带状分布，中心区在独山、麻江、雷山一带，其中的丹寨可达1505.8mm；东北部多雨区在梵净山东南麓的铜仁、松桃一带。降水量最少的地区，是威宁、赫章、毕节一带，年降水量900mm左右，最少的赫章仅854.1mm，其余地区降水量多在1000~1300mm之间（图1-1）。

降水量的季节变化：贵州降水量的季节变化受季风影响明显，夏季风盛行的夏半年多雨，冬季风盛行的冬半年少雨。雨季在东部来的最早，始于4月上旬，相继向西推移，最迟是威宁、盘县一带，5月中旬才进入雨季。雨季延续的时间东部最长，铜仁、镇远、榕江一带达210天以上，西部最短仅150天左右，中部平均在180天左右。四季降水量冬季最小，介于25~100mm占总降水量的3%~4%；春季降水量介于450~800mm之间，占年降水量的17%~35%，呈东多西少之势；夏季各地降水量介于450~800mm之间，占年降水量的40%~55%之间；秋季降水量在250~300mm之间，占年总降水量的17%~25%，呈北多南少之势。

降水强度和变率：贵州夏半年降水强度最大，一般是南部大于北部，多雨区大于少雨区，日降水量达50mm的暴雨南部多在4天以上，普定最长达52天，而北部少雨区一般不超过2天。年降水量的变率多年平均不超过10%~14%，但各月降水量变率往往大于年降水量的变率，各季中以春末夏初和秋末冬初降水量变率较大，一般达40%~60%，春末夏初以南部西部最明显，春旱频繁。盛夏时间则以东北部和北部变率较大。

三、湿度、蒸发量和干旱指数

湿度：相对湿度较大是贵州气候的特点之一。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（均为85%）为最大，罗甸（75%）为最小。在四季中，只有春季和盛夏7月相对湿度较小。10~1月为高湿月份，平均达80%~85%。

蒸发量：蒸发量以7月份最大，1月份最小，分布的等值线介于650~1300mm之间，分布趋势由东北向西南逐渐递增。以北盘江下游河谷区年蒸发量最大，平均达1200~1300mm，其次为兴仁达1465.3mm，威宁达1402.1mm。西部高原晴天多，风力强是蒸发量较大的地带。

干旱指数：干旱指数等值线的分布趋势是由南向北，由西向东递减，其值在1.41~0.46之间。最大值在北盘江下游河谷地区，为1.4~1.1；最小值在黔东北，为0.6以下；一般地区在0.7~0.9之间。

太阳辐射、日照：贵州处于我国云量分布的高值区。因此，云量多，太阳辐射总量和日照少，形成贵州气候一大特色。全年太阳辐射量最大的地区在省内西部和西南边缘，呈向东北逐渐递减之势，总辐射量以威宁为最高平均达111.69kca/cm²·a，其余各地都不足100kca/cm²·a。各地全年日照时数大体呈南多北少的趋势，日照时数多年平均值介于1000~1800小