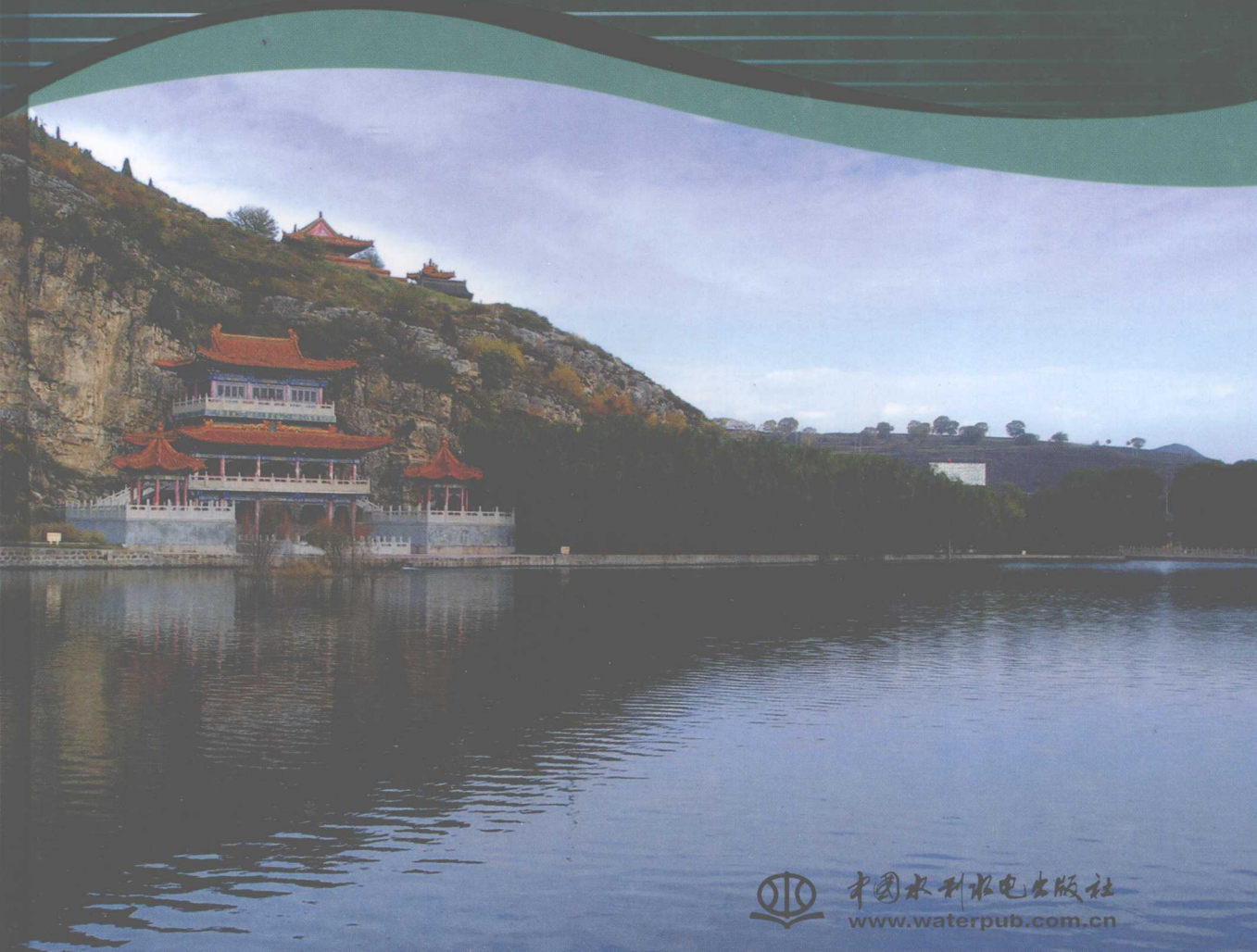


山西省岩溶泉域 水资源保护

山西省水利厅

中国地质科学院岩溶地质研究所 编著

山西省水资源管理委员会



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

山西省岩溶泉域 水资源保护

山西省水利厅

中国地质科学院岩溶地质研究所 编著

山西省水资源管理委员会



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据山西省水利部门与中国地质科学院岩溶地质研究所合作开展的岩溶泉域水资源保护研究项目成果编写。岩溶区的地下水和岩溶泉水是我国众多城市和工农业的重要供水水源。面对近 30 年来普遍出现的泉水流量衰减、水质污染和无序开采等问题,本书以山西省 19 处岩溶大泉为研究对象,开展了岩溶泉域水资源系统及水环境特征分析评估、泉水流量与水质变化趋势分析、影响泉水流量和水质的主要因素分析,在此基础上应用新的理论、观点和方法,提出了科学、合理、可行的保护措施。

本书可供从事岩溶水资源评价、开发、管理、保护方面的水利专业、国土资源专业、环境保护专业及水文地质等专业的技术人员使用,也可供相关专业的大专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

山西省岩溶泉域水资源保护/山西省水利厅,中国地质科学院岩溶地质研究所,山西省水资源管理委员会编著. —北京:中国水利水电出版社,2008

ISBN 978-7-5084-4756-8

I. 山… II. ①山…②中…③山… III. 岩溶水—水资源—资源保护—研究—山西省 IV. P641.134

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 088797 号

书 名	山西省岩溶泉域水资源保护
作 者	山西省水利厅 中国地质科学院岩溶地质研究所 编著 山西省水资源管理委员会
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京中科印刷有限公司
规 格	787mm×1092mm 16 开本 17 印张 445 千字 11 插页
版 次	2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—2200 册
定 价	82.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

山西省岩溶泉域水资源保护项目

项目承担单位 山西省水利厅
中国地质科学院岩溶地质研究所
山西省水资源管理委员会

项目参加单位 山西省煤田水文地质 229 队
山西省水文水资源勘测局
山西省水资源研究所
太原市水资源管理委员会办公室
大同市水资源管理委员会办公室
阳泉市水资源管理委员会办公室
长治市水资源管理委员会办公室
晋城市水资源管理委员会办公室
朔州市水资源管理委员会办公室
忻州市水资源管理委员会办公室
吕梁市水资源管理委员会办公室
晋中市水资源管理委员会办公室
临汾市水资源管理委员会办公室
运城市水资源管理委员会办公室
兰村泉域管理处
晋祠泉域管理处
娘子关泉域管理处
神头泉域管理处
辛安泉域管理处
郭庄泉域管理处

项 目 负 责 人	潘军峰	张江汀	梁永平		
项 目 技 术 负 责 人	梁永平	李录秀	韩行瑞	薛凤海	张文忠
项 目 技 术 顾 问	袁道先	鲁荣安	肖菁英	王贵喜	李振拴
项目报告编写（执笔）	梁永平	韩行瑞	薛凤海	李录秀	张文忠
	李振拴	杨 展	梁文彪	宁维亮	

项目主要参加人员（按姓氏笔画排序）

王 晶	王玉环	王玉和	王维泰	牛永太
田玉娥	兰翠玲	宁维亮	朱永康	刘 福
刘文运	刘守君	刘建堂	刘爱萍	刘培武
安晓峰	孙中惠	杨 展	杨金海	李 谦
李 强	李有兴	李志发	李林平	李卓林
李国广	李学亮	张 良	张 钰	张永爱
张江华	张志平	张建成	陈 阵	陈 泓
陈拉才	陈宝铭	易连兴	赵 青	高 波
高红波	高宝玉	郭天元	唐青凤	康银昌
宿 辉	梁文彪	梁述杰	景智明	温广梅
雷淑琴	潘剑斌	潘桂花	霍建光	

图 件 制 作	梁永平	易连兴	杨金海	陈 泓	陈 阵
---------	-----	-----	-----	-----	-----

序

水是生命之源，是经济社会发展的命脉。加强水资源保护研究，提高水资源开发利用水平，是在水资源越来越紧缺的现状下，我们面临的一项迫切任务。从 2004 年开始，省水利厅组织二十余家科研单位、数十位科研人员，历时三载，形成了一批研究成果，并汇编成《山西省岩溶泉域水资源保护》一书。全书坚持以科学发展观为指导，立足山西省省情，对全省 19 处岩溶大泉作了深入研究，内容丰富，资料翔实。既有历史溯源，又有现状展示，既有问题成因分析，又有解决对策研究。较好地体现了理论性、科学性和实践性的统一，对我们加强岩溶泉域水资源保护研究具有较高价值。特别是在我省兴水战略全面实施的关键时刻，编辑出版此书，必将对打好水利事业翻身仗，建设山川秀美的新山西，起到积极的促进作用。

岩溶泉水既是城市与工农业用水的重要水源，也是建设新型能源工业基地和山川秀美新山西的重要支撑，还是自然人文景观的重要承载，在全省的水资源战略格局中至关重要。山西作为我国北方岩溶分布面积最广的省份，岩溶泉水资源十分丰富，岩溶区面积达 11 万 km^2 ，占全省总面积的 75.2%，历史上曾有“千泉之省”的美誉。山西的先民依水而居，创造了灿烂的黄河文明，并且很早就开始了对岩溶泉水的开发利用，春秋时期引晋祠泉水的太原智伯渠、唐代引洪山泉的介休洪山渠等水利工程名闻天下。即使到了 20 世纪 60 年代，全省流量大于每秒 10L 的泉水仍有 360 余处，流量大于每秒 1000L 的有 18 处，年涌水量达 34 亿 m^3 ，占到全省水资源总量的 1/4 左右。岩溶泉水因其水量集中、流量稳定、水质良好等优点，被大量用于工业生产、农业灌溉、居民生活，为经济社会发展提供了有力保障。但是，由于长期无节制的开发利用，加上城市的扩容发展，煤炭资源的大规模开采，对岩

溶泉水造成了严重破坏，泉水流量衰减甚至干涸、泉域地下水位下降、地下水水质污染、生态环境恶化、泉源区景观遭受破坏、环境地质灾害频繁等问题日益突出。目前，全省每年超采地下水 7 亿 m^3 ，19 个岩溶大泉中已有 3 个断流，2 个接近断流，12 个流量衰减，加强岩溶大泉的保护已经刻不容缓。

山西之长在于煤，山西之短在于水。目前全省人均水资源占有量不及全国平均水平的 17%，已低于国际公认的严重缺水界限。严峻的水情是我省最重要的省情之一，水资源紧缺已成为经济社会发展最大的制约因素。据专家预测，未来各国间争夺最激烈的战略性资源不是石油而是水。能不能做好水这篇大文章，实现科学用水、科学治水，是关系山西发展全局的重大问题。水资源问题解决不好，经济社会发展难以为继，新型能源和工业基地建设难以加快，转型跨越崛起的目标难以实现。鉴于此，省委、省政府作出了加快水利发展、实施兴水战略的重大决策，动员并启动实施了六大兴水治水工程。水源保护工程是兴水战略六大工程之一，保护岩溶大泉和河流源头又是保护水源的重中之重和根本性举措。从这个意义上讲，保护好、利用好岩溶泉域水资源，使其能够永续利用，事关兴水战略的实施，事关山西的可持续发展。

加强岩溶泉域水资源保护，必须加强组织领导。各级党委、政府要从全面落实科学发展观的高度，从人与自然和谐发展的高度，切实把利用保护好岩溶泉水资源提到重要日程。要合理确定岩溶泉域保护区和重点保护区，认真制定岩溶泉域保护规划，全面落实保护措施，努力实现在保护中开发，在开发中保护的良性循环。各级领导干部要树立符合科学发展观要求的兴水治水理念、人水和谐理念、水资源永续利用理念、水利发展与经济社会发展相协调理念，把岩溶泉域水资源保护与新农村建设、新型工业化、特色城镇化等重点工作统筹谋划、同步实施，切实抓出成效。

加强岩溶泉域水资源保护，必须狠抓兴水治水措施的落实。坚持开源与节流并重，完善节水规划，实行最严格的节水措施，在增加用水的同时更加注重涵养水源，增强供水的可持续性；坚持开发与保护并重，合理利用地表水、严格控制地下水、有效使用空中水，特别是加快推进以拦蓄水工程建设为核心、以开发利用地表水为重点的应急水源工程建设，有效提高地表水的利用率，置换超采地下水；加强河流源头和水源地生态建设，实施岩溶泉域水资源保护工程，对补给区进行流域治理，严格控制水源地的煤炭开采；制定科学的水利发展规划和水资源总体配置方案，合理开发，有效调度，优先保证群众生活用水，重点服务重大项目用水，努力增加生态用水和环境用水；坚持兴水与治污并重，在兴水的同时，加大水污染防治力度，完善水质监测

和监控网络，严禁水污染物超标排放，确保做到源头水保持清洁、地下水得到保护、河道水标准提高。

加强岩溶泉域水资源保护，必须借鉴先进经验，营造浓厚社会氛围。目前，国外在岩溶泉域水资源保护开发方面有许多先进经验，我国其他省份在这些方面也有许多好的做法。对此，我们要积极借鉴，并从山西实际出发，不断加以完善，走出具有山西特色的岩溶泉域水资源科学保护与开发的路子。要加大宣传教育力度，建设节水文化，提高人民群众对节约保护地下水的认识，积极倡导节水型的生活方式和消费模式，动员各行各业和广大群众共建共享节水型社会，把节约保护地下水体现到生产生活的各个方面，成为全社会成员的自觉行动，使岩溶泉水这一山西的“生命资源”早日恢复往日的生机。

缺水是我省的至痛，兴水是我们的夙愿。我们相信，有省委和省政府的高度重视，有水利部门的扎实工作，有社会各界的共同努力，昔日“晋祠流水如碧玉，百尺清潭泻翠娥”的景象一定能够重现。

是为序。

中共山西省委书记
山西省人大常委会主任

張宝順

2007年6月

前言

本书是根据山西省水利厅、中国地质科学院岩溶地质研究所、山西省水资源管理委员会共同完成的《山西省岩溶泉域水资源重点保护区划分与保护措施研究》成果编写的。

2004年,鉴于山西省岩溶大泉出现流量衰减、水质污染的严峻形势,山西省省长张宝顺指示山西省水利厅要尽快研究提出加强岩溶大泉保护的措施。省政府将此项工作列为省水利厅工作目标责任的一项重要内容。

按照山西省政府要求,山西省水利厅组织了由国内岩溶地质研究的权威单位——中国地质科学院岩溶地质研究所作为技术负责单位,有省、市水资源管理部门、省管6个泉域管理处和山西省煤田地质229队共同参加的项目组,历时3年,于2006年完成了成果报告,并组织水资源、水文地质、煤炭等方面的专家进行了审查,经过修改完善的研究成果已经提供给政府有关部门,作为山西省加强岩溶泉域保护工作的依据。

山西省是我国北方岩溶分布面积最广的省份,岩溶区面积11万 km^2 ,占全省总面积的75.2%。在这些岩溶区分布有丰富的地下水资源,并形成了众多以岩溶泉水为主要排泄形式的岩溶泉域。据统计,20世纪70年代初全省原始流量大于 $0.01\text{m}^3/\text{s}$ 的泉水有256处,大于 $0.1\text{m}^3/\text{s}$ 的泉水有86处,大于 $1.0\text{m}^3/\text{s}$ 的泉水有18处。总流量达 $107.8\text{m}^3/\text{s}$,年总水量为34亿 m^3 。岩溶水资源量占全省地下水资源总量的40%左右。

岩溶水资源以其水量集中、流量稳定、水质良好等特点成为山西省城市与工农业最重要的供水水源。全省11个地级市中的7个城市的生活用水、6大煤田中的5大煤田矿区的生活生产用水、13个百万千瓦以上装机的大型火电厂工业用水、桑干河及汾西灌区等大型灌区的灌溉用水,主要依靠岩溶泉水源供水。与此同时,山西省

岩溶大泉既是省内主要河流的源泉，又是众多河流沿途的重要补给源，发挥着维系下游自然生态环境的重要功能。晋祠泉、霍泉、娘子关泉、洪山泉、水神堂泉等历史名泉景色秀丽，文物荟萃，传说动人，也是重要的文化旅游资源。岩溶泉水资源有力地支撑了山西省经济社会高速发展和新型能源工业基地建设，可以毫不夸张地说，岩溶泉水资源是山西省的“生命资源”。

近30年来，由于气候变化、人类活动和大规模的开发，使得岩溶泉域水环境发生了很大变化，从20世纪80年代起，岩溶泉水流量趋势性衰减、区域岩溶水位持续下降、水质遭受污染等岩溶水文地质环境问题日趋严重，相应地也带来了地质灾害发生、生态环境质量下降、旅游资源价值降低或散失等一系列负面效应，给当地工农业生产和人民生活造成了很大影响。为了保护岩溶泉域水资源，1997年山西省八届人大常委会第十三次会议通过了《山西省泉域水资源保护条例》，自1998年1月1日起施行。这是我国第一部专门针对岩溶泉域水资源保护方面的地方性法规，为山西省岩溶泉域水资源的保护、管理、开发利用提供了法律依据。

《山西省泉域水资源保护条例》第九条规定：各泉域边界范围由山西省水行政主管部门会同山西省地矿主管部门根据泉域水文地质构造和岩溶地下水的补给、径流、排泄条件确定，并划定各泉域重点保护区，报山西省人民政府批准发布。各泉域范围及其重点保护区，由水行政主管部门组织测绘成图，并建立保护标志和档案资料。

1998年11月，山西省人民政府以晋政函〔1998〕137号文批复了山西省水利厅《关于山西省泉域边界范围及重点保护区划定成果审批的请示》。

《山西省泉域水资源保护条例》实施9年来，在保护泉域水资源方面发挥了重要作用。但是，泉水流量衰减、水质污染的趋势并没有得到有效遏制。近年来，随着煤炭开采强度急剧增加，连续枯水年份的出现，继晋祠泉、兰村泉之后，又有古堆泉完全断流，洪山泉、郭庄泉接近断流，晋祠泉地下水位以每年1.5m的速度下降等新问题出现。这说明目前的保护措施还不到位，需要进一步加强。

在本次研究中，对山西省19处岩溶大泉进行了全面系统的调查，总结了近10年实施《山西省泉域水资源保护条例》的经验，针对出现的问题，应用新资料，采用新思路与方法，分析了各个岩溶泉域水量、水质的变化特征，影响泉流量和水质的主要因素，制定了泉域保护的主要目标，提出了调整岩溶泉域重点保护区范围、对重点保护区分类采取保护措施，以及其他保护措施的意见和建议。在重点保护区的划分和岩溶水资源动态研究方面也进行了新的探索。

研究表明，在影响岩溶大泉保护和可持续利用的各种因素中，原划定的

重点保护区范围偏小,一些对水质、水量有重要影响的区域未能划入重点保护区是个很重要的原因。1998年划定岩溶泉域重点保护区时,尽管也考虑了岩溶大泉水量、水质保护问题,但由于当时偏重考虑了经济发展,划定的重点保护区范围较小,全省19个岩溶大泉的重点保护区面积 958.8km^2 ,仅为泉域总面积的1.39%,对重点地区、重点部位未能实施全面有效的保护。

本次工作在1998年11月山西省政府批复的泉域重点保护区基础上,按照加强保护工作的需要,确定了对泉水出流量和水质有重要影响的重点区域、重点部位,将重点保护区范围从 958.8km^2 重新调整划定为 2278.64km^2 ,占泉域总面积 65613km^2 的3.47%。从切实加强岩溶大泉保护和减少对当地经济发展负面影响的原则出发,将重点保护区细分为泉源重点保护区、水量重点保护区、水质重点保护区三类,根据保护的需要,在执行《山西省泉域水资源保护条例》关于重点保护区有关规定时,由省级水行政主管部门区分全面保护、水量重点保护、水质重点保护的要求,在保护措施上有所区别和侧重。此外,本次工作还在重点保护区以外的泉域范围内划定了水量限控保护区和煤矿带压开采保护区,提出了相应的保护措施。使得保护目标更加明确,保护措施的执行更具针对性和可操作性。

全书共分20章,并附有各个泉域保护区分区图。第一章总论系统地介绍了山西省岩溶泉域水资源系统特征,岩溶泉域水资源开发利用现状,岩溶水文地质环境问题、成因及其演化趋势,泉域水资源环境质量脆弱性分析,山西省岩溶泉域水资源保护的目标、保护方案确定的原则与思路,保护区划分结果与保护措施。第二~第二十章分泉域论述了岩溶地下水水文地质条件、岩溶地下水开发利用现状、岩溶水文地质环境问题及成因,水资源保护目标与保护区划分等内容。

在项目研究中收集了20世纪50年代以后的7824站年气象资料、912站年水文资料、750站年泉水测流资料、546份水化学分析资料以及50余份最新的地质、岩溶水文地质、地下水资源开发利用报告,应该说是一项包括了一线观测人员、水资源管理人员以及广大岩溶地下水科研人员辛勤劳动的共同成果。中国科学院袁道先院士,鲁荣安、肖簪英、王贵喜、李振栓教授级高工在项目工作过程中给予了指导;鲁荣安、陈闰笙教授级高工审阅了全稿,并提出了宝贵意见;中国地质科学院岩溶地质研究所单海平所长对项目给予了高度关注和大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编写时间比较仓促,书中会存在一些缺点和欠妥之处,望读者批评指正。

编 者

2007年3月

目 录

CONTENTS

序 前言

第一章 总论	1
第一节 岩溶水资源及水环境保护研究现状	1
第二节 山西省岩溶泉域水资源与水环境问题现状评估	7
第三节 山西省泉域水资源系统与水环境特征	18
第四节 煤炭开采对岩溶水资源的破坏影响	24
第五节 岩溶泉水流量衰减与泉域岩溶地下水位下降原因分析	38
第六节 山西省岩溶泉域水质污染原因分析	48
第七节 山西省岩溶泉域水资源保护的目标与原则	52
第八节 山西省岩溶泉域重点保护区划分结果与保护措施	54
第九节 对山西省岩溶泉域保护对策的重新认识	59
第二章 晋祠泉域	64
第一节 泉域概述	64
第二节 泉域范围	64
第三节 泉水成因与岩溶水系统特征	64
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析	67
第五节 晋祠泉域水资源保护目标与措施	77
第三章 兰村泉域	80
第一节 泉域概述	80
第二节 泉域范围	80
第三节 泉水成因与岩溶水系统特征	82
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析	82
第五节 兰村泉域水资源保护目标与措施	88
第四章 娘子关泉域	91
第一节 泉域概述	91
第二节 泉域范围	92
第三节 泉域岩溶水资源系统特征与泉水成因	95
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析	98
第五节 娘子关泉域水资源保护目标与措施	104

第五章 辛安泉域	107
第一节 泉域概述	107
第二节 泉域范围	108
第三节 泉水成因与岩溶水系统特征	110
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析	111
第五节 辛安泉域水资源保护目标与措施	120
第六章 神头泉域	122
第一节 泉域概述	122
第二节 泉域范围	123
第三节 泉域岩溶水资源系统特征	125
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析	126
第五节 神头泉域水资源保护目标与措施	130
第七章 郭庄泉域	133
第一节 泉域概述	133
第二节 泉域范围	134
第三节 泉水成因与岩溶水系统特征	134
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析	137
第五节 郭庄泉域水资源保护目标与措施	142
第八章 古堆泉域	145
第一节 泉域概述	145
第二节 泉域范围	145
第三节 泉水成因与岩溶水系统特征	145
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析	147
第五节 古堆泉域水资源保护目标与措施	149
第九章 柳林泉域	150
第一节 泉域概述	150
第二节 泉域范围	151
第三节 泉水成因与岩溶水资源系统特征	153
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析	156
第五节 柳林泉域水资源保护目标与措施	160
第十章 延河泉域	162
第一节 泉域概述	162
第二节 泉域范围	162
第三节 泉水成因与岩溶水系统特征	164
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析	166
第五节 延河泉域水资源保护目标与措施	171

第十一章	三姑泉域	172
第一节	泉域概述	172
第二节	泉域范围	172
第三节	泉水成因与岩溶水系统特征	174
第四节	泉域水资源环境问题与成因分析	175
第五节	三姑泉域水资源保护目标与措施	182
第十二章	坪上泉域	185
第一节	泉域概述	185
第二节	泉域范围	186
第三节	岩溶水资源系统循环特征与泉水出露条件	186
第四节	泉域水资源环境问题与成因分析	189
第五节	坪上泉域水资源保护目标与措施	191
第十三章	马圈泉域	192
第一节	泉域概述	192
第二节	泉域范围	193
第三节	泉域岩溶地下水的循环	193
第四节	泉域水资源环境问题与成因分析	194
第五节	马圈泉域水资源保护目标与措施	197
第十四章	天桥泉域	199
第一节	泉域概述	199
第二节	泉域范围	201
第三节	泉水成因与岩溶水资源系统特征	202
第四节	泉域水资源环境问题与成因分析	205
第五节	天桥泉域水资源保护目标与措施	209
第十五章	洪山泉域	211
第一节	泉域概述	211
第二节	泉域范围	212
第三节	泉水成因与岩溶水系统特征	213
第四节	泉域水资源环境问题与成因分析	213
第五节	洪山泉域水资源保护目标与措施	217
第十六章	龙子祠泉域	220
第一节	泉域概述	220
第二节	泉域范围	220
第三节	泉水成因与岩溶水系统特征	222
第四节	泉域水资源环境问题与成因分析	222
第五节	龙子祠泉域水资源保护目标与措施	227

第十七章 霍泉泉域	229
第一节 泉域概述.....	229
第二节 泉域范围.....	229
第三节 泉水成因与岩溶水系统特征.....	230
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析.....	231
第五节 霍泉泉域水资源保护目标与措施.....	235
第十八章 水神堂泉域	237
第一节 泉域概述.....	237
第二节 泉域范围.....	238
第三节 泉域地下水循环特征.....	239
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析.....	239
第五节 水神堂泉域水资源保护目标与措施.....	241
第十九章 城头会泉域	242
第一节 泉域概述.....	242
第二节 泉域范围.....	243
第三节 泉域地下水循环特征.....	243
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析.....	245
第五节 城头会泉域水资源保护目标与措施.....	247
第二十章 雷鸣寺泉域	248
第一节 泉域概述.....	248
第二节 泉域范围.....	249
第三节 泉域岩溶水资源系统特征与泉水成因.....	250
第四节 泉域水资源环境问题与成因分析.....	250
第五节 雷鸣寺泉域水资源保护目标与措施.....	252
参考文献	254

第一章 总 论

第一节 岩溶水资源及水环境保护研究现状

一、国内研究现状

我国北方山西、山东、河北、河南、辽宁、陕西、内蒙古、北京、天津等省（自治区、直辖市）分布有大片碳酸盐岩地层，岩溶裂隙地下水丰富，原始流量在 $1\text{m}^3/\text{s}$ 以上的岩溶大泉有 60 多处，其中山西省的娘子关泉、天桥泉、辛安泉不仅是我国北方最大的岩溶泉，而且也位列世界干旱及半干旱区的岩溶大泉之中。与南方岩溶区的地下河不同，北方岩溶泉水流量稳定而集中、水质优良、地下调蓄能力强，在供水方面有很大优越性，成为北方很多城市及工农业供水水源地。据统计，目前山西、陕西、山东、河南 4 省岩溶地下水开采量达 $24.39\text{亿 m}^3/\text{a}$ 。很多岩溶泉区具有景观和历史价值，如济南的趵突泉、太原的晋祠泉等都是著名的旅游胜地。

（一）我国北方岩溶水资源开发研究现状

我国北方岩溶水研究工作在 20 世纪 50~70 年代，主要集中于地面调查、水源地勘探与矿山涌水的治理方面，岩溶地下水开发利用程度较低，岩溶水文地质环境问题仅在局部地区出现。1981 年在太原市召开的第一届“中国北方岩溶和岩溶水”会议提交的论文中，对岩溶水的次生环境地质问题基本没有涉及。

20 世纪 80 年代，进入了大规模岩溶水源地勘探、评价与开发阶段，与岩溶地下水开发利用相伴生的泉水流量衰减、岩溶地下水降落漏斗形成与扩展、岩溶地下水污染、地面塌陷等一系列岩溶环境地质问题也逐步凸显并受到人们关注。1989 年完成的《中国北方岩溶地下水资源及大水矿区岩溶水的预测、利用与管理的研究》中，得出我国北方岩溶水资源在 60 年代后处于衰减过程的结论，并提出“衰减是否会导致岩溶水的逐步枯竭，应引起人们的极大关注”。1991 年在济南市召开的第二届“中国北方岩溶和岩溶水研究”会议上，岩溶环境地质和灾害地质问题已成为讨论的重要内容。

环境水文地质是 20 世纪 90 年代以来我国水文地质界的研究主题，与能源建设关系最密切的岩溶地下水环境问题是研究的重点之一。在学术界，随着岩溶水文地质环境问题的进一步加剧，相关内容的报道、讨论与研究层出不穷，其中对问题成因方面的研究成为焦点。

（二）我国北方主要岩溶水文地质环境问题

30 年来，由于我国北方城市的扩大和发展，工业及能源基地的大规模建设，过量开采岩溶地下水和大规模的煤炭开采，对岩溶水的循环条件造成了较大的影响和破坏。

我国北方岩溶泉域水资源及环境状况与 30 年前相比，已面目全非。主要问题有以下方面。

1. 泉水流量衰减甚至干涸

我国北方原始流量在 $1\text{m}^3/\text{s}$ 以上的岩溶大泉, 80% 以上泉水流量都出现了明显衰减, 近 30% 泉水干涸或近于干涸。在山东省流量大于 $10000\text{m}^3/\text{d}$ 的 36 处泉水中, 20 世纪 80 年代初时已有 6 处断流, 到 1989 年干涸泉水已增加到 16 处。山西省的晋祠泉、兰村泉、古堆泉, 河南省的九里山泉、超化泉, 河北省的黑龙洞泉, 陕西省岐山县的周公庙泉, 内蒙古自治区乌海市的拉僧庙泉等已彻底断流。

2. 泉域地下水位持续下降

30 年来, 几乎所有泉域地下水位都在下降, 下降幅度普遍在 $20\sim 30\text{m}$, 个别达 40m 。即使是有万家寨水库渗漏补给的天桥泉域, 补给区水位也在下降。地下水位持续下降, 表明岩溶地下水资源正在不断减少。

3. 泉源区景观遭破坏, 生态环境恶化

很多泉源区风景优美, 古迹众多, 古树参天。由于泉水干涸, 水位下降, 景观遭到破坏, 古迹受损害。济南趵突泉在 20 世纪 80~90 年代初, 曾一度断流, 泉水景观有名无实, 城市污水从泉口倒灌地下; 河北黑龙洞泉和河南辉县百泉, 因流量严重衰减而大煞风景; 太原晋祠泉已完全干涸, 造成古建筑受损。

4. 地下水水质污染

近 30 年来岩溶地下水水质普遍下降, 矿化度增高、硬度增大成为普遍现象, 一些泉水出现有害元素或组分。

5. 引发环境地质灾害

由于泉域地下水位下降, 引发以下地质灾害:

(1) 岩溶塌陷。在山东泰安、枣庄, 河北唐山、秦皇岛, 江苏徐州, 辽宁瓦房店都相继发生岩溶塌陷, 对铁路线及城市安全造成危害。

(2) 地面沉降、地裂缝。在太原等地都因过量开采岩溶水, 减少山区对盆地松散孔隙地下水的潜流补给, 加剧水位下降而间接引起地面沉降、地裂缝的发生。

上述情况表明, 北方岩溶地下水资源的开发利用, 亟须从单纯的开发利用阶段转变到开发利用与保护治理并重的阶段。

(三) 我国北方岩溶水资源保护工作

在保护治理方面, 各地均开展了保泉与保护岩溶水资源的工作, 其中以山东济南的保泉工作与山西省的保护岩溶水资源工作最为突出。

1. 山东济南在保泉方面的工作

济南市为恢复岩溶泉群喷涌采取了一系列措施, 取得良好效果, 使四大泉群(趵突泉、黑虎泉、珍珠泉、玉龙潭泉)在经历了 938 天断流后于 2001 年 9 月全部复涌。实现了恢复泉城历史面貌的目标。其主要措施如下。

(1) 通过全面的水文地质调查、示踪试验、动态观测工作, 查清了泉域水文地质条件、地下水补给来源、主要强径流带分布以及开采条件下的水动力场等。

为此, 山东省地矿局与中国地质科学院岩溶所合作, 通过动态观测、大规模示踪试验及水化学研究, 查明了岩溶水系统的主要补给来源是大气降水直接入渗及地表水渗漏补给, 主要渗漏河流为泉域南部的玉符河和北沙河。同时, 查清了补给区至排泄区和开采水