

区域水文 水资源问题研究

乔光建 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

区域水文 水资源问题研究

乔光建 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书结合水文水资源开发利用的实际情况,对水文分析计算、雨水利用技术、环境水利、水土保持实验研究、农业节水技术、饮水安全工程分析、水环境监测技术与评价等进行分析研究。大部分内容是科研项目 and 解决实际工作的研究成果,针对社会发展中文水资源领域的新问题、新对策、新思路编写而成,有较强的针对性和实用性,为水文水资源问题研究提供可借鉴的方法和理念。

本书不仅为从事水文水资源研究人员使用,同时还可作为相关专业的科研、教育、科技工作者、管理人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

区域水文水资源问题研究 / 乔光建著. — 北京 :
中国水利水电出版社, 2010.3
ISBN 978-7-5084-7263-8

I. ①区… II. ①乔… III. ①区域水文学—研究②区域—水资源—研究 IV. ①P343②TV211.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第034600号

书 名	区域水文水资源问题研究
作 者	乔光建 著
出 版 发 行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (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	北京市地矿印刷厂
规 格	148mm×210mm 32开本 14.25印张 370千字
版 次	2010年3月第1版 2010年3月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	48.00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

序

我从1996年分管水资源工作就知道乔光建这个名字，1999年在验收地下水资源计算成果时认识了乔光建同志。在以后的工作中，或是在会议期间，或是在调研工作中，与他接触过多次，交谈内容大部分是业务方面，他给我的印象是学者型的，善于研究问题。这次乔光建要出版《区域水文水资源问题研究》的专著，使我很振奋：基层水文水资源工作者写本书不易，同时这也是他多年努力工作、不懈钻研的必然结果，理应鼓励和肯定，拙笔贺之，以为序。

乔光建同志在水文系统工作了30多年，先后从事过水文测验、水环境监测、水情预报、水文分析计算等多方面的工作，在工作实践中，把水文理论知识与解决基层实际问题有机结合，善于从实际工作中发现问题，解决问题，注重总结和推广，目前已在科技期刊发表学术论文100余篇，出版科技专著2部，涉及水文水资源领域的各个方面，对指导和促进本系统的科研活动发挥了重要作用。

随着社会经济发展，水文水资源工作涉及到许多新问题和新领域，为适应新形势下工作需要，作者针对发展中的实际问题，注重理论和实践相结合，开展了多方面的研究工作，先后主持完成省市科研项目20多项，其中有7项获省、市级科技进步奖，大部分成果是作者在从事研究课题时的第一手资料，为区域的水资源保护和政府部门制定水资源的利用、节约与保护方案，提供了科学依据，使我们做水资源管理工作的同志获益

匪浅。

《区域水文水资源问题研究》一书收集了作者 2007~2009 年期间,在学术期刊或论文集公开发表的学术论文,内容涉及水文分析计算、雨水利用技术、环境水利、水土保持实验研究、农业节水技术、饮水安全工程分析、水环境监测技术与评价等 7 个方面。书中收集的论文中,在全国中文核心期刊发表的有 12 篇;中国科技核心期刊发表有 14 篇;参加全国学术研讨会交流的有 5 篇。基本上代表该领域最新发展水平。

该书结合区域的实际情况,着重解决水资源开发利用中的问题编写而成,从学术价值讲,用新技术、新方法熔融于解决实际问题之中。大部分计算方法和计算结果是第一次公开发表,对指导和推动水文水资源技术的发展有积极作用。其特点是用最新的理论解决最基层最实际的问题,有较高的应用价值。尤其在当前,水资源紧缺已成为 21 世纪世界性问题,我国又是一个贫水国家,合理开发、利用、治理、配置、节约和保护水资源,成为经济社会可持续发展的重大课题,该书的出版无疑会有利于这个课题的研究。

梁建义

2009 年 9 月 26 日

(梁建义 河北省水利厅副厅长,曾任中国水利学会理事、河北省科协常委、河北省水利学会常务副理事长)

前 言

从研究水文水资源系统出发,使它为人类社会和自然界协调发展服务,并促使社会经济和生态环境全面发展与改善。水文水资源科学技术知识涉及水文学、工程科学、环境科学、经济学以及社会科学等学科。因此水文水资源学科,是由多学科交叉和渗透的跨学科的边缘学科。

本书收集作者 2007~2009 年期间,在专业学术期刊及中国水利学会论文集公开发表的关于水文水资源方面的学术论文。内容涉及水文分析计算:地下水功能区划分研究、流域植被变化与地表水开发利用潜力耦合关系分析、气候变化对海河流域降水量影响机理分析、流域下垫面变化对水资源情势演变分析、黑龙江平原区地面沉降特征分析及预防措施研究、地表水资源时空分布特性对可利用量影响分析;雨水利用技术:山丘区塑料大棚集水节水栽培技术、山区雨水利用技术及分析计算、前南峪雨水集蓄利用技术研究与实践、北方地区农业雨水利用技术及分析计算、丘陵区土壤水与天然降水综合利用技术及分析计算;环境水利:朱庄水库水体氮循环系统对水质的影响分析、邢台市城市水资源综合利用技术研究、朱庄水库面源污染计算及控制技术研究、岩溶地区水库生态调度对地区地下水的补充作用机理分析、水生植物对氮磷营养物质净化作用分析、多功能水库生态调度决策目标分析;水土保持实验研究:流域植被对减缓土壤侵蚀作用的实验研究、河北省坡底西台峪小流域水土流失影响因素分析、土壤侵蚀模数的移植与修正、降水量时空分布不

均对水沙关系影响分析；农业节水技术：河北省农业灌溉咸水利用机理研究、河北省降水特性与农业雨水利用耦合关系分析、土壤水利用技术及节水效益分析、北方干旱地区土壤墒情预测模型、河北省农业灌溉工程节水技术适应性研究；饮水安全工程分析：咸水区农村联村集中供水试点研究、丘陵干旱区农村集中供水工程分析计算、邢台县农村安全饮水工程规划及效益分析、地质构造复杂区域饮用水水源地保护区划分研究、农村庭院水窖设计计算及水质保护措施研究；水环境监测技术与评价：吸光度最佳工作范围的选择、校准曲线随机不确定度的估计、河北省河流演变过程分析及治理对策研究、河北省沿海湿地现状评价与保护对策、水质监测采样频率计算方法探讨。

随着社会发展，水文水资源问题与多种行业发展息息相关。水资源范围的广泛性、流域性、跨地域性与各行各业联系的紧密性，决定了其分析计算和利用是促进社会发展的系统工程。

本书收集的学术论文，大部分是科研成果提炼加工的结果，是作者针对该区域实际情况撰写的，可作为从事水文水资源方面的技术人员参考、阅读用书。

在撰写论文时，部分论文的合作者做了大量的分析计算工作；本书在编写整理过程中，得到有关单位领导和专家的大力支持，在此一并致谢。但由于作者理论水平有限，时间紧迫，不妥之处在所难免，恳请各界读者和专家不吝赐教。

作者

2009年12月

目 录

序

前言

水文分析计算

地下水功能区划分研究	3
流域植被变化与地表水开发利用潜力耦合关系分析	16
气候变化对海河流域降水量影响机理分析	30
流域下垫面变化对水资源情势演变分析	44
黑龙港平原区地面沉降特征分析及预防措施研究	58
地表水资源时空分布特性对可利用量影响分析	69

雨水利用技术

山丘区塑料大棚集水节水栽培技术	83
山区雨水利用技术及分析计算	93
前南峪雨水集蓄利用技术研究与实践	103
北方地区农业雨水利用技术及分析计算	112
丘陵区土壤水与天然降水综合利用技术及分析计算	125

环境水利

朱庄水库水体氮循环系统对水质的影响分析	143
邢台市城市水资源综合利用技术研究	152
朱庄水库面源污染计算及控制技术研究	165
岩溶地区水库生态调度对地下水的补充作用机理分析	176
水生植物对氮磷营养物质净化作用分析	187

多功能水库生态调度决策目标分析	198
-----------------------	-----

水土保持实验研究

流域植被对减缓土壤侵蚀作用的实验研究	213
河北省坡底西台峪小流域水土流失影响因素分析	230
土壤侵蚀模数的移植与修正	242
降水量时空分布不均对水沙关系影响分析	252

农业节水技术

河北省农业灌溉咸水利用机理研究	269
河北省降水特性与农业雨水利用耦合关系分析	286
土壤水利用技术及节水效益分析	298
北方干旱地区土壤墒情预测模型	308
河北省农业灌溉工程节水技术适应性研究	319

饮水安全工程分析

咸水区农村联村集中供水试点研究	337
丘陵干旱区农村集中供水工程分析计算	348
邢台县农村安全饮水工程规划及效益分析	359
地质构造复杂区域饮用水水源地保护区划分研究	371
农村庭院水窖设计计算及水质保护措施研究	385

水环境监测技术与评价

吸光度最佳工作范围的选择	399
校准曲线随机不确定度的估计	407
河北省河流演变过程分析及治理对策研究	415
河北省沿海湿地现状评价与保护对策	429
水质监测采样频率计算方法探讨	440

水文分析计算

地下水功能区划分研究

摘 要：依据地下水资源供给、生态环境保护和地质安全保障的三大功能，对地下水进行水功能区划。通过对邢台市地下水当前面临的诸多问题和关系的分析，将地表水和地下水功能区、流域和行政区等因素综合考虑，对其地下水功能区进行划分，为邢台市今后制定和实施地下水系统的保护方案提供科学依据。

关键词：地下水功能；地下水功能区划分；地下水保护措施；邢台市

地下水不仅是维持社会经济发展的重要供水水源，而且是维持生态环境系统稳定的重要因素。在邢台市平原地区，地下水是工农业生产和生活的唯一水源。但是，随着地下水开发利用程度的提高，导致地下水严重超采，相关的生态环境和地质灾害问题频频出现，各类生态环境和地质灾害问题越来越严重，影响到社会经济的长远发展。通过开展地下水功能区划分，建立地下水功能区评价指标体系，为政府部门制定和实施地下水保护方案提供科学依据。

1 水功能区划的意义

为了科学地开发利用和管理自然资源，进行生产的合理布局，人们通常根据自然规律和经济规律等对环境和资源进行分区，称为区划。区划的具体内容范围及方法是由区划的目的和任务所决定的。区划分为两大类，一类是指在阐明自然条件对

生产的有利与不利方面，为因地制宜开发利用和保护自然资源提供科学依据的区划，如气候区划、水文区划、地震区划等，这类区划着重于认识某种自然现象的特点，按照自然条件的相似性和差异性划分自然区域，可以使错综复杂的自然条件简化和系统化，便于研究、比较和了解各区自然条件的特点，揭示规律。这类区划成果一般比较稳定，很少变动。另一类区划则是根据区域的自然资源特性，结合社会需求进行分类划片，为自然资源的开发利用和保护管理提供依据，如水利区划、农业区划、海洋功能区划等。这类区划成果具有较强的时效性，需随着社会需求的变化适时修订。

水功能区是指根据流域或区域的水资源的自然属性，如水资源的条件、环境状况和地理位置等，以及社会属性，如水资源开发利用现状和社会经济发展对水质和水量的需要等，将一定范围的水域定为具有某种特定的价值与作用的区域，称为水功能区。

水功能区划则是指对水功能区进行分类和划分的过程，也就是按照各类水功能区的指标和标准将某一水域具体划分为不同类型的水功能区单元的工作。所划分的不同类型的水功能区，用来指导、约束水资源开发利用和保护的实践活动，保证水资源的开发利用发挥最佳社会、经济和环境效益。显然，水功能区划既是一项水资源开发利用与保护的基础性工作，又是进行水资源管理的依据。

2 地下水服务功能分析

地下水资源的供给功能仅是地下水功能的一部分，生态环境保护功能和地质环境稳定功能是其重要的组成部分，彼此制约和相互作用。无论地下水哪一种功能过度强化，都必然引起地下水的其他功能响应的变化。地下水是水资源循环系统的重

要组成部分。和地表水一样，地下水具有多种重要的服务功能，只是地下水功能和地表水功能相比，具有隐蔽性、滞后性和恢复缓慢的特点。

2.1 资源供给功能

地下水的资源供给功能，是指具备一定的补给、储存和更新条件的地下水资源供给保障作用，具有相对独立、稳定的补给源和水的供给保障能力。为了保持地下水资源供给功能，首先在水量上，地下水要得到可持续的稳定补给，这样才能保障可持续开发。而地下水补给受水位和地表水以及生态系统的影响。地下水系统完整性的重要内涵就是地下水补给能力的维持。资源供给功能也有水质的要求，因此，地下水水质保护也是实现资源保障的重要因素。

2.2 生态环境保护功能

地下水生态环境保护功能，是指地下水生态系统对陆地植被或湖泊、湿地或土地质量良性维持的作用或效应。地表水生态系统（河道基流、湿地、泉水等）和陆地非地带性植被都需要地下水的补给和调节。地下水位下降和水质的恶化对地表生态系统会带来严重影响。因此，生态环境保护是地下水系统的重要作用之一。

2.3 地质安全保障功能

地下水的地质安全保障功能，是指地下水系统对其所赋予的地质环境稳定性所具有支撑和保护的作用或效应，如果地下水系统发生变化，则地质环境出现响应的改变。地下水尤其是深层承压水具有维持地下压力平衡、防止地面下沉和塌陷的作用。承压水水位过度下降导致黏土层被压缩，形成地面沉降。海水入侵和咸淡水混合同样是地下水超采导致水压力平衡被破



坏的结果。

地下水系统是一个具有综合服务功能的开放系统。在地下水管理和保护工作中，要优先认识和识别不同地区地下水的主要功能和作用，分析这些功能受到的影响及其程度。这样，地下水保护和管理工作就有了明确的服务对象和保护目标。在地下水系统服务功能识别和分析的基础上，地下水系统保护标准的制定才能够有充分的依据。

3 地下水功能区划分

根据地下水的三大功能类型，可以将地下水划分成四类一级功能区，即开发利用区、生态环境保护区、地质灾害防治区和保留区^[1]。因为地下水系统具有多种功能，一个水文地质单元内某个区可能具有多种功能。如邢台市平原区承压水既具有供水功能，又具有防治地面下沉功能。各区要根据其主导功能或优先保护的制约性功能来命名。

开发利用区：该区的地下水系统主要为社会经济供水服务，在现状或规划开采条件下，地下水系统不会出现生态环境问题或地质环境安全问题。

生态环境保护区：由于地下水开采或地表水污染以及补给减少等原因，该区地下水系统发生了很大变化，生态环境服务功能受到损坏，出现生态功能退化甚至丧失。如邢台百泉泉水保护区、石鼓泉泉水保护区，由于地表水补给水源减小，地下水开采量增大，导致泉水断流。

地质灾害防治区：由于地下水开采和地表水的不合理利用，导致地下水系统出现地质灾害的地区。如邢台市黑龙港地面沉降防治区、土壤盐分控制区等，由于大量超采地下水，导致该区发生地面沉降、咸淡水界面下移的地质灾害。

保留区：地下水没有大规模开发利用，未来规划期内也不会

出现生态环境问题和地质灾害的地区；或者需要保留一定战略储备资源的地区，以便未来应付极端事件，作为应急预案储备资源。一般来说，这类地区是人烟稀少、社会经济欠发达的地区。

按照地下水服务功能，每个一级分区都可以再进一步划分为二级分区。地下水功能区划见表 1。

表 1 地下水功能区划

一级分区	二级分区	功能描述	主要控制指标
开发利用区	城镇集中开发区	工业和生活供水	水质、水量、可持续
	农村分散开发区	农村生活和灌溉供水	
生态环境保护区	河岸植被保护区	河岸天然植被保护	水位、矿化度
	陆地植被保护区	陆地非地带性植被保护	水位、矿化度
	地表基流保护区	河道基流维持	水位
	泉水保护区	泉水流量维持	水位、水质
	湿地保护区	地表湿地保护和调节	水位、矿化度
地质灾害防治区	海水入侵防治区	海水入侵水位控制	水位
	地面沉降防治区	地面沉降水位控制	水位
	污染防治区	水质保护	水位
	土壤盐碱化防治区	土壤盐分控制	水位
	咸淡水混合防治区	地下水水质保护	水位、水质
保留区	保留区		水质、水量

4 邢台市地下水功能区划分

4.1 地下水功能区划分原则

地下水功能区划定应坚持以科学发展观为指导，充分体现对地下水资源实行保护中开发，开发中保护的指导思想；以优

化配置水资源和提高水资源利用效率和效益为目标；充分利用地下水资源综合规划调查评价阶段的成果和相关规划，做好与相关规划成果的衔接协调；以水文地质单元和行政区为基础，兼顾流域和区域水源管理工作的需要。水功能区划的原则是功能区划的指导思想和工作方法的具体体现。正确的区划原则是顺利开展功能区划的前提，是正确划定各种功能区的关键，也是功能区划能否成功实践的基础。我国的水功能区划遵循以下原则：

可持续发展的原则：水功能区划应与区域水资源开发利用规划及社会经济发展规划相结合，并根据水资源的再生能力和自然环境的可承受能力，科学、合理地开发利用水资源，保护当代和后代赖以生存的水环境，保障人体健康及生态环境的结构和功能，促进社会经济和生态环境的协调发展。

统筹兼顾，突出重点的原则：在划定水功能区时，应将流域作为一个大系统充分考虑上下游、左右岸、近远期以及社会发展需求对水资源的要求，并与流域、区域水资源综合开发利用和国民经济发展规划协调，达到水资源的开发利用与保护并重。在划定水功能区的范围和类型时，必须以城镇集中饮用水源地为优先保护对象，重点保护集中式饮用水源地。

前瞻性原则：任何区划都有一个时限问题，前瞻性越好，有效时限就越长。因此，要为将来引进高新技术和社会发展需求留有余地，以利于功能区划的相对稳定。

便于管理，实用可行的原则：为了提高功能区划的可实施性，在不违背功能区划的合理性和科学性的前提下，充分尊重各行业和地方政府的意见，实现同部门规划和地方规划的协调，照顾部门和地方利益。水功能的分区界限尽可能与行政边界一致，便于管理。区划成果是水资源保护管理的依据和规划的基础，应符合水资源、水环境实际情况，切实可行。

水质水量并重，注重水质的原则：划分水功能区，应综合