

GROUNDWATER
RESOURCES

GROUNDWATER
RESOURCES

山东省地下水资源

可持续开发利用研究

Sustainable Development of Groundwater Resources in
Shandong Province, China

主编：徐军祥 康凤新
Xu Junxiang, Kang Fengxin *et al.*

GROUNDWATER
RESOURCES



海洋出版社

GROUNDWATER
RESOURCES

山东省地下水资源 可持续开发利用研究

主编 徐军祥 康凤新

海洋出版社

2001年·北京

内 容 提 要

本书以系统论和可持续发展理论为指导思想,在系统研究山东省水文地质条件及地下水资源开发利用现状的基础上,论证了地下水资源开采潜力,制定了地下水开发利用规划方案,提出了各市(地)及全省地下水资源可持续开发利用对策建议,是一本系统研究山东省地下水资源可持续开发利用的综合性论著。

本书可供从事地下水勘查、研究、规划、设计及管理工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

山东省地下水资源可持续开发利用研究/徐军祥等编.

北京:海洋出版社,2000.11

ISBN 7-5027-5063-0

I.山... II.徐... III.地下水资源-资源开发-研究-山东 IV.P641.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 43762 号

海洋出版社 出版发行

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

肥城新华印刷有限公司印刷 新华书店发行所经销

2001 年 2 月第 1 版 2001 年 2 月山东第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:19.5 插页:24

字数:460 千字 印数:1~1000 册

定价:48.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

谨以此书献给

曾经和正在为山东省水文地质事业做出贡献的人们!

序

改革开放以来,山东省社会经济发展速度一直位居我国前列,成为名副其实的经济大省。同其他省市一样,在实施可持续发展战略进程中,山东省亦面临着人口、资源和环境问题的多重压力。特别是水资源短缺问题已成为制约国民经济发展的主要因素之一。近年来,随着黄河断流问题的出现,国内学术界对黄河下游地区,特别是山东省的水资源问题十分关注,国家有关部门也给予了高度重视,不少学者、专家纷纷提出自己的建议。由徐军祥、康凤新同志主编完成的《山东省地下水资源可持续开发利用研究》,无疑是关于山东水资源问题的又一新的力作,这不论从理论研究上还是实际应用来看,均具有重要意义。

地下水是山东省的主要供水水源。目前,地下水开发利用量占全省水资源实际开发利用量的 50% 左右。研究地下水资源的合理开发利用与保护问题,也就抓住了解决山东省水资源问题的重点。

中华人民共和国成立以来,山东省的水文地质事业发展很快,在全国有一定影响。自 50 年代初开始,老一代水文地质工作者为查明全省水文地质条件和工矿供水做出了卓越贡献,奠定了一个良好的基础。如今,年轻一代水文地质工作者踏着前辈的足迹,正在不断推进山东省的水文地质事业向前发展。近年来,在岩溶水系统试验研究、供水水源地勘查和地下水库建设等方面走在全国前列,出了一批高水平、高质量的勘查研究成果。

《山东省地下水资源可持续开发利用研究》是对多年来全省地下水资源勘查研究的系统总结,这其中又采用新的理论与方法,立意新颖。这一专著的主要特点有三个方面:一是普遍采用系统理论与系统分析方法,充分考虑三水转换关系,研究地下水资源形成的多年调节特点,进而达到可持续开发利用之目的;二是考虑了地下水的资源与环境双重因素,提出了地下水资源可持续开发利用的内涵,并将这一指导思想贯穿于地下水资源评价和开发利用规划研究之中;三是实用性强,突出了地下水开发利用潜力、开发利用规划方案和可持续开发利用的技术对策。既有全省性的,亦有分市(地)的,有较强的针对性,便于有关部门利用。

综上所述,这一专著以系统论和环境科学为指导,全面研究了山东省地下水资源特征、开发利用现状、存在的主要问题,论证了地下水开发潜力,制定了地下水开发利用规划方案,提出了可持续开发利用对策建议,是一本研究山东省地下水资源的综合性论著,内容十分丰富而精辟,对研究我国北方地下水资源具有典型意义,为推进我国水文地质学的发展做出了贡献。这一专著也为山东省社会经济发展规划、城镇建设、工业布局和水资源的合理开发利用与保护等提供了科学依据,具有重要的实用价值。

这本专著主要由中青年水文地质工作者完成,他们长期从事水文地质勘查研究和技术管理工作,有着较高的专业理论水平和丰富的实际工作经验,我为他们所取得的成绩而感到高兴。在此,我对这本论著的出版表示衷心的祝贺!祝愿山东省的水文地质事业不断向前发展。

中国水文地质工程地质勘查院



2000.5

前 言

山东是一个有着 8 800 万人口的经济大省,人口、资源和环境间的矛盾十分突出,特别是水资源紧缺问题已成为社会经济可持续发展的主要制约因素之一。山东省国土面积占全国的 1.63%,人口却占 7.3%,人均水资源量仅为全国的 1.14%。随着人口的增长和国民经济建设的发展,水资源供需矛盾愈来愈突出,对地下水资源的需求将日益增加,与水资源开发有关的环境地质问题接踵而至。因此,加强地下水资源可持续开发利用对策的研究,促进资源开发、环境保护与经济协调发展的协调统一,是一项重要的战略任务。

基于上述目的,山东省地质勘查开发局于 1998 年立项,开展山东省地下水资源可持续开发利用课题研究。1998 年 5 月,由徐军祥、康凤新编制完成了总体思路、课题设计大纲和插图图式要求。按照统一的编著大纲,由山东省地勘局地矿处、山东省地质环境监测总站负责编著全省性部分,由山东省地勘局所属的院、站编著分市(地)部分。经过近一年的共同努力,各编写单位于 1999 年 3 月先后提交了成果初稿。1999 年 7 月在济南专门召开了市(地)成果部分的改稿会。之后,各编写单位又重新对所承担的部分进行了修改,并于 1999 年 10 月提交了成果修改稿。最终由徐军祥、康凤新统编定稿。

本专著系统地总结了山东省地矿部门近 50 年在地下水资源勘查研究方面的成果。它由全省性和分市(地)两部分组成。前者论述了山东省地下水资源勘查研究历史、水文地质特征、地下水资源评价、地下水开发利用现状与开发前景、水资源开发产生的环境地质问题及地下水资源可持续开发利用的主要对策等;后者则在论述各市(地)地下水资源及开发利用现状条件基础上,结合当地实际,提出了地下水可持续开发利用的规划方案及相应的对策建议。

本专著由徐军祥、康凤新主编,各章节编著人如下:

第一篇 山东省地下水资源可持续开发利用

第一章:绪 论	徐军祥
第二章:水文地质条件与地下水资源评价	康凤新
第三章:地下水开发利用现状及开发前景	高赞东 曹永凯 寿冀平 沙令宝
第四章:水资源开发产生的环境地质问题与地质灾害	曹永凯 高赞东 寿冀平 胡玉禄 沙令宝
第五章:地下水资源可持续开发利用的主要对策	徐军祥

第二篇 市(地)地下水资源可持续开发利用分述

第一章:济南市地下水资源可持续开发利用	孙瑞华 靳丰山
第二章:青岛市地下水资源可持续开发利用	刘建霞 孙建明 徐红兵
第三章:淄博市地下水资源可持续开发利用	吴丽莉 徐 品
第四章:枣庄市地下水资源可持续开发利用	万继涛 李公岩
第五章:东营市地下水资源可持续开发利用	王岳林

第六章：烟台市地下水资源可持续开发利用	梁 华	吕宝平
第七章：潍坊市地下水资源可持续开发利用	苗兴旺	韩秀兰
第八章：济宁市地下水资源可持续开发利用	李家田	梁永臣
第九章：泰安市地下水资源可持续开发利用		高宗军
第十章：威海市地下水资源可持续开发利用	乔令海	杨茂平
第十一章：日照市地下水资源可持续开发利用		李振函
第十二章：莱芜市地下水资源可持续开发利用	王海元	鹿 波
第十三章：德州市地下水资源可持续开发利用	王义海	宋桂芝
第十四章：临沂市地下水资源可持续开发利用		杨启俭
第十五章：滨州地区地下水资源可持续开发利用		李铁军
第十六章：菏泽地区地下水资源可持续开发利用	赵永安	刘怀思
第十七章：聊城市地下水资源可持续开发利用		王延芳
英文摘要		康凤新

在本书编撰过程中,得到了山东省地勘局李宏骥总工程师、徐金芳副总工程师、苏守德处长、石玉臣副处长、李乐然副处长、山东省地矿厅刘彦博处长、山东省地质环境监测总站凌伯继总工程师、鲁南地质工程勘察院宋印胜总工程师、鲁北地质工程勘察院石宝玉总工程师、青岛地质工程勘察院王孟泉副总工程师、山东省地矿工程勘察院吴爱民总工程师的大力支持和帮助,沈昆教授级高级工程师校核了英文摘要,在此一并表示衷心感谢!

除列出的主要参考文献外,本书还参考和引用了山东省地勘局所属有关单位完成的一些内部成果资料,在此一并致谢!

目 录

第一篇 山东省地下水资源可持续开发利用

第一章 绪 论	(3)
第一节 山东省地下水资源勘查研究史简述	(3)
第二节 地下水资源勘查研究技术方法进展	(5)
第二章 水文地质条件与地下水资源评价	(9)
第一节 气象水文	(9)
第二节 地形地貌	(10)
第三节 水文地质分区及地下水资源赋存特征	(11)
第四节 水文地质参数	(15)
第五节 地下水资源计算评价	(17)
第三章 地下水资源开发利用现状及开发前景	(20)
第一节 地下水资源开发利用现状	(20)
第二节 地下水资源开发前景分析	(23)
第四章 地下水资源开发引起的主要环境地质问题与地质灾害	(26)
第一节 海(咸)水入侵	(26)
第二节 地下水超采漏斗	(30)
第三节 地面塌陷	(34)
第四节 地面沉降	(37)
第五节 地裂缝	(38)
第五章 地下水资源可持续开发利用的主要对策	(41)
第一节 山东半岛:建设地下水库,实施水资源地下调蓄	(41)
第二节 鲁西北平原:调控浅层地下水合理水位埋深	(48)
第三节 鲁中南丘陵:增源增采,涵养水源	(52)

第二篇 市(地)地下水资源可持续开发利用分述

第一章 济南市地下水资源可持续开发利用	(57)
第一节 前 言	(57)
第二节 地下水资源	(57)
第三节 地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(64)
第四节 地下水资源开发利用规划	(67)
第五节 地下水资源可持续开发利用的对策建议	(69)
第二章 青岛市地下水资源可持续开发利用	(72)
第一节 前 言	(72)

第二节 地下水资源	(72)
第三节 地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(75)
第四节 地下水资源开发利用规划	(79)
第五节 地下水资源可持续开发利用的对策建议	(81)
第三章 淄博市地下水资源可持续开发利用	(86)
第一节 前 言	(86)
第二节 地下水资源	(86)
第三节 地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(90)
第四节 地下水资源开发利用规划	(92)
第五节 地下水资源可持续开发利用的对策建议	(95)
第四章 枣庄市地下水资源可持续开发利用	(99)
第一节 前 言	(99)
第二节 地下水资源	(99)
第三节 地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(103)
第四节 地下水资源开发利用规划	(107)
第五节 地下水资源可持续开发利用的对策建议	(110)
第五章 东营市地下水资源可持续开发利用	(114)
第一节 前 言	(114)
第二节 地下水资源	(114)
第三节 地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(117)
第四节 地下水资源开发利用规划	(119)
第五节 地下水资源可持续开发利用的对策建议	(121)
第六章 烟台市地下水资源可持续开发利用	(126)
第一节 前 言	(126)
第二节 地下水资源	(126)
第三节 地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(129)
第四节 地下水资源开发利用规划	(133)
第五节 地下水资源可持续开发利用的对策建议	(135)
第七章 潍坊市地下水资源可持续开发利用	(138)
第一节 前 言	(138)
第二节 地下水资源	(138)
第三节 地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(142)
第四节 地下水资源开发利用规划	(147)
第五节 地下水资源可持续开发利用的对策建议	(149)
第八章 济宁市地下水资源可持续开发利用	(153)
第一节 前 言	(153)
第二节 地下水资源	(153)
第三节 地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(155)

第四节	地下水资源开发利用规划	(158)
第五节	地下水资源可持续开发利用的对策建议	(160)
第九章	泰安市地下水资源可持续开发利用	(163)
第一节	前 言	(163)
第二节	地下水资源	(163)
第三节	地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(165)
第四节	地下水资源开发利用规划	(168)
第五节	地下水资源可持续开发利用的对策建议	(170)
第十章	威海市地下水资源可持续开发利用	(174)
第一节	前 言	(174)
第二节	地下水资源	(174)
第三节	地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(176)
第四节	地下水资源开发利用规划	(179)
第五节	地下水资源可持续开发利用的对策建议	(181)
第十一章	日照市地下水资源可持续开发利用	(184)
第一节	前 言	(184)
第二节	地下水资源	(184)
第三节	地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(186)
第四节	地下水资源开发利用规划	(189)
第五节	地下水资源可持续开发利用的对策建议	(191)
第十二章	莱芜市地下水资源可持续开发利用	(194)
第一节	前 言	(194)
第二节	地下水资源	(194)
第三节	地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(195)
第四节	地下水资源开发利用规划	(198)
第五节	地下水资源可持续开发利用的对策建议	(200)
第十三章	德州市地下水资源可持续开发利用	(202)
第一节	前 言	(202)
第二节	地下水资源	(202)
第三节	地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(206)
第四节	地下水资源开发利用规划	(209)
第五节	地下水资源可持续开发利用的对策建议	(212)
第十四章	临沂市地下水资源可持续开发利用	(215)
第一节	前 言	(215)
第二节	地下水资源	(215)
第三节	地下水资源开发利用现状与环境地质问题	(219)
第四节	地下水资源开发利用规划	(222)
第五节	地下水资源可持续开发利用的对策建议	(226)

第十五章 滨州地区地下水资源可持续开发利用 (230)

 第一节 前 言 (230)

 第二节 地下水资源 (230)

 第三节 地下水资源开发利用现状与环境地质问题 (232)

 第四节 地下水资源开发利用规划 (236)

 第五节 地下水资源可持续开发利用的对策建议 (239)

第十六章 菏泽地区地下水资源可持续开发利用 (242)

 第一节 前 言 (242)

 第二节 地下水资源 (242)

 第三节 地下水资源开发利用现状与环境地质问题 (246)

 第四节 地下水资源开发利用规划 (249)

 第五节 地下水资源可持续开发利用的对策建议 (251)

第十七章 聊城市地下水资源可持续开发利用 (255)

 第一节 前 言 (255)

 第二节 地下水资源 (255)

 第三节 地下水资源开发利用现状与环境地质问题 (258)

 第四节 地下水资源开发利用规划 (258)

 第五节 地下水资源可持续开发利用的对策建议 (259)

主要参考文献 (263)

第 一 篇

山东省地下水资源 可持续开发利用



第一章 绪 论

山东省地处我国东部沿海、黄河下游,是我国 10 个沿海省份之一。地理坐标东经 $114^{\circ}47.5' \sim 122^{\circ}42.3'$,北纬 $34^{\circ}22.9' \sim 38^{\circ}24'$,全省由内陆和山东半岛两部分组成。山东半岛伸入黄海、渤海之间,与辽东半岛隔海相望,海岸线长 3 024km,内陆自北向南分别与河北、河南、安徽、江苏接壤。全境南北长约 400km,东西宽约 700km,面积 15.67 万 km^2 ,耕地面积 6.618 万 km^2 ,其中有效灌溉面积 4.737 万 km^2 。全省总人口 8 810 万,共辖 17 个市、139 个县(市、区)、2 309 个乡镇(办),见图 1-1-1。

人口、资源、环境是当今社会可持续发展面临的三个大问题。作为资源主要组成部分的水资源,是人类赖以生存的主要物质之一,也是农业、工业和城市建设发展的命脉。另一方面,水资源亦是一种环境因子,不同程度地控制着环境(特别是地质环境)的容量与质量。因此,水资源问题是社会经济可持续发展研究的主要内容之一。

地下水具有水资源和矿产资源的双重属性。其既是水资源的重要组成部分,又是水气矿产的一种。地下水以其易采易补、调节能力强、水质好和动态稳定等优势,因而成为工农业生产、城镇建设和生活饮用的主要供水水源。据地矿部门调查统计,近 10 年,山东省年均地下水实际开采量为 120 亿 m^3 ,占水资源实际总利用量的 51%,其中 1998 年全省地下水实际开采量为 132 亿 m^3 ,占当年水资源实际总利用量的 56%。目前,山东省农业供水 中地下水占总供水量的 50%,其中济南、淄博、枣庄、莱芜等市则占 70%;工业供水 中地下水占总供水量的 85%,其中齐鲁石油化学工业总公司、邹县发电厂、潍坊纯碱厂、烟台合成革厂、莱芜钢厂、济南钢厂等 30 多个国家特大型、大型企业供水全部或绝大部分依赖于地下水;城市建设和生活供水全部或绝大部分采自地下水的有济南、淄博、枣庄、济宁、泰安、莱芜、聊城、菏泽、临清等 20 余个,青岛、烟台、潍坊等城市地下水供水量亦超过总供水量的 50% 以上。因此,地下水在山东省社会经济中发挥着不可替代的作用。

第一节 山东省地下水资源勘查研究史简述

山东省是我国北方严重缺水省份之一,人均占有水资源不足我国平均值的 $1/6$ 。新中国成立后,广大水文地质工作者为山东社会经济发展提供了大量供水水文地质资料。据不完全统计,完成 1:50 万~1:2.5 万水文地质普查 20 余万平方公里,先后发现和探明地下水供水源地 120 余处,为城市和工矿建设提交可供开发利用的地下水资源量约 700 万 m^3/d 。此外,水文地质工作者还完成了许多国土规划区、经济开发区的地下水供水调查评价及海岛、矿山供水勘查等工作。

新中国成立以前,山东省的供水水文地质工作几乎是一片空白。1942~1945 年,日本占领山东期间,在淄博、青岛、济南等城市及矿区进行了水文地质调查,著有《山东省安东卫用水调查书》(佐藤颯托,1941 年 7 月)、《山东省小清河流域工业用水的调查报告》(伪电业部,1941 年 4 月)、《青岛特别市水源调查中间报告书》(兴亚院华北联络部青岛出張所高桥

年次,1942年)、《济南市自来水源地水脉调查报告》(藏田延男,1944年)、《山东省济南市水源调查报告》(北支那开发株式会社调查局藤田义象,1945年)及《山东省张店地区水源调查报告》等。与此同时,中国专家方鸿慈对济南及其附近地下水赋存状态进行了调查,于1948年发表了《济南地下水调查及其涌泉机构之判断》一文。

新中国成立后,山东地质调查所于1952年完成了淄博周村丝厂附近地下水调查。1954年,地质部902队在山东半岛进行了1:20万综合性地质水文地质普查。

1958年4月21日,山东省地质局的成立揭开了山东省供水水文地质工作的新篇章。随着全省国民经济的发展,水文地质工作者开展了大规模的水文地质测绘及城镇、工矿和农田供水勘查工作。1958~1962年,山东省地质局801水文地质工程地质大队先后完成了济宁、莱阳、菏泽、济南、胶州、龙口、莱芜、烟台、长清、威海及泰安等城镇供水水文地质勘查,共提交可采资源量168.38万 m^3/d 。同时为淄博南定热电厂、峰城与野岗埠钢铁厂(后下马)寻找了3处供水水源地,探明地下水可采资源量5.25万 m^3/d 。在此期间,还完成了全省1:20万综合水文地质普查,从而对山东全境水文地质条件有了初步了解,为以后的水源地发现与勘查奠定了基础。1963~1966年,随着国民经济发展战略的调整,全省水文地质工作者转入了以农田供水为主要对象的水源地勘查评价工作。在此期间,进行了郛城、淄博张店-周村、昌乐-辛店、高唐、曲阜-兖州、邹平-桓台、德州、夏津-临清、德州-陵县及宁津地区等农田供水水文地质勘查,初步查明地下水可采资源1561.66万 m^3/d 。同时,还派出大批水文地质技术人员分赴全省各地开展支农抗旱的技术咨询和山区找水定井工作。为适应备战和“三线”国防工程、海岛边防建设的需要,1963~1973年期间,水文地质工作者承担了全省国防工程、土门地区及潘广等水源地勘查,解决了国防工程及海岛驻军的供水问题。同时,完成了济南、青岛等城市及鲁南化肥厂、新汶电厂、莱芜电厂、东风化肥厂、烟台电厂等供水水文地质勘查,提交地下水可采资源量41.04万 m^3/d ;对莱芜地区枣园羊里等水源地进行了勘查,提交了《莱芜盆地水文地质总结报告》。还进行了全省性水文地质抗旱编图,提交报告44份,为缺水山区定井2000多眼,为地方培养了一大批水利技术人员,有力地支援了地方水利建设。

70年代中期,为配合鲁西北平原农业开发和旱、涝、碱治理,相继开展了德州、惠民、聊城及菏泽四区1:10万农田供水水文地质勘查工作,并于70年代末期陆续提交成果,第一次全面系统地查明了鲁西北平原含水层(组)的空间分布、水质特征和地下水资源量,从而为农田供水指明了方向。

从1975年开始,全省开展了第二轮1:20万区域水文地质调查,陆续提交了济南幅、泰安幅、沂水幅等29个国际图幅(36个图幅)的区域水文地质调查报告。这次全省第二轮区域水文地质调查工作,进一步研究总结了山东省地下水分布规律,预测了97个有开发前景的水源地。

“六五”期间(1981~1985年),按照国家的统一部署,相继开展了鲁西北平原8市地1/50万地下水资源综合评价工作。这一轮区域地下水资源评价的特点是依据大量实测资料首次建立了符合本区特点的水文地质参数系列;利用“三水”(地下水、地表水、大气降水)转换规律,确定了“最佳水位埋深”和“合理水位埋深值”,提出了以调控浅层地下水“合理水位”为中心的水资源开发利用的指导思想。这些成果对鲁西北平原国民经济发展规划和水资源

开发有重要实用价值。

“七五”期间(1986~1990年)山东进入枯水期,水资源紧缺成为影响社会经济发展的主要因素之一,特别是水资源条件较差的胶东地区尤为明显。为此,山东省地矿局所属水文地质勘查队伍根据胶东地区水资源条件和水文地质特征,开展了以增加地下水可采资源量为目的地下水库勘查试验研究工作。青岛大沽河地下水库勘查、烟台夹河引渗回灌试验、牟平沁水河地下水库勘查等项目的实施,表明胶东地区山间河谷第四系含水层调蓄空间较大,建设地下水库可使地下水可采资源量增大20%~35%,为胶东地区扩大供水水源开辟了广阔前景。

“八五”期间(1991~1995年),随着山东省社会经济的快速发展,提高国民经济运行质量摆到重要位置,急需查明重要经济区和城市的地下水资源,确定其供水保证程度。这期间,山东省地矿局在做好重点建设项目水源地勘查工作的同时,相继开展了淄博、泰安、临沂、蓬莱等城市的供水水文地质勘查,完成了青岛、烟台、济南等重要城市的地下水保证程度论证,为城市规划建设、城市工业结构布局调整等宏观决策提供了重要依据。

进入“九五”(1996~2000年)以来,山东省水文地质勘查工作重点以地下水资源合理开发利用和水环境问题研究为主。完成1:10万县(市、区)地下水资源调查与开发利用规划项目40个,并建立了相应的图形和数据库,突出了信息在地下水资源研究中的应用。与此同时,针对资源开发诱发的环境地质问题与地质灾害,特别是对造成地下水资源质量、数量下降,开展了重点地段的环境地质调查评价。如沂蒙山区水环境调查,莱芜、招远、淄博等矿区环境水文地质调查评价等。

第二节 地下水资源勘查研究方法进展

一、勘查技术方法

地下资源勘查研究中的技术方法决定着成果质量的高低,因此,研究地下水资源勘查技术方法的进展情况,可从一个方面了解山东省地下水资源勘查研究的变化和深化历程。

(一) 水文地质测绘

水文地质测绘是地下水资源勘查最基础的一项工作。70年代以前,山东省多以传统的地面调查为主,即采用观测路线加观测点的方式。这不仅使路线作业强度大,而且存在填图精度不高的问题。1979年由山东省地质局第三水文地质队采用MSS₅、MSS₇卫星对鲁西南地区古(故)河道带、冲积扇、决口扇形地和泉群、富水地段等水文地质特征进行了解译,取得了良好的研究成果。这是我国第一次利用遥感技术进行水文地质测绘。此后,在一系列勘查项目中,如黄河三角洲工程地质水文地质综合勘查以及基岩地区找水等方面遥感技术得到较广泛的应用。遥感图像的解译也由以目视解译为主,发展到利用彩色合成计算机进行图像处理。

(二) 水文物探

水文物探工作一直是地下水资源勘查必不可少的手段,在山东省40多年的水文地质勘

查评价中发挥了重要作用。如青岛大沽河水源地、邹县发电厂水源地、潍坊纯碱厂水源地勘探等都是以水文物探手段为主,查明含水层的储存条件和富水性,这在确定水源地重点勘探地段和工程布置中有着事半功倍的效果。水文物探的方法由单一的电阻率法发展到目前的浅层地震法、大地电场岩性测深、综合电磁法、声频电场法、激发极化法、静电 α 卡法等多种方法。这些方法的使用,不仅大大提高了测量数据的精度,并且还增加了多种测量参数,使水文物探技术在地下水资源勘查中的应用范围更加广泛。

(三) 水文地质钻探

水文地质钻探是地下水资源勘查中最重要的手段之一。50年代,山东省曾使用前苏联生产的手把式钻机,70~80年代后改用国产的转盘式水井钻、油压钻,其装载形式也不断改进。钻探深度由原来的百余米到现在的2000米。钻探方法也由单一的清水钻进、泥浆钻进发展到空气钻进、潜孔锤钻进、气举反循环钻进等。井管由初期的竹管、水泥管发展到钢管、铸铁管、塑料管。洗井方法由过去的物理洗井(风洗、水洗、活塞和机械破坏井壁等)发展到物理-化学洗井,如二氧化碳、焦磷酸钠和酸化洗井、二氧化碳与盐酸联合洗井等方法。近年来,为减少勘查投入,在水文地质勘查中多采用水文测井方法代替勘探孔取心,有的还利用了超声成像测井技术。

(四) 水文地质试验

水文地质试验主要是指野外试验,包括抽水试验、注水试验、渗水试验、连通试验等。山东省最早的正规抽水试验是在1958年进行的“济宁市1:2.5万供水水文地质勘测”中完成的。第一次大规模群孔抽水试验于1976年6~7月在邹县发电厂水源地进行,本次抽水共2个主孔,观测孔21个,观测泉井2口。1989年5月9日~6月25日,邹县发电厂三期工程水源地勘探进行大型群孔抽水试验,其抽水试验主孔8个,包括正常开采井17眼,实际抽水孔23眼,总抽水量12.24万~17.79万 m^3/d ,水位观测范围600 km^2 ,抽水及观测人员300人,这是山东省规模最大的一次群孔抽水试验。山东省为区域地下水资源评价所进行的规模最大的抽水试验,是在1979~1986年历时7年完成的黄淮海平原山东段水文地质综合评价工作中进行的。在鲁西北平原6.38万 km^2 范围内共进行非稳定流抽水试验48组,建立了山东平原区浅层含水层水文地质参数系列,为提高区域地下水资源评价精度奠定了坚实的基础。

(五) 水质分析及其同位素测试技术

地下水质量是资源研究的重要方面,地下水水质分析测试是供水勘查中的重要环节。80年代以前,山东省水质分析项目主要以地下水的物理性质、化学成分、常量及部分微量元素、气体成分为主。现在水质分析项目则增加了绝大多数微量元素、气体成分、有害有毒物质、微生物、同位素及水的绝对年龄等。分析方法向多样化、仪器化、现场化、自动化方向发展。地下水水质评价应用了综合指数法、图解法、数理统计、模糊数学、灰色系统等多种理论方法。

作为水文地质勘查中应用的三大新技术之一的同位素测试技术,在山东省供水水文地质工作中最早应用在邹县发电厂水源地勘探中,此次共测定流向5个孔、渗透流速4个孔。1990年由山东省地矿局801水文地质工程地质大队与地矿部岩溶地质研究所合作,在济南泉域进行了一次较大规模的同位素示踪试验,从而查明了泉域西南部地下水补给径流条件。