

SHANDONGSHENG

DIXIA SHUIZIYUAN KAIFA
YU HUANJING WENTI

山东省地下水资源 **开发** **与** **环境** 问题

王开章 孔凡亮 王令文 编著

黄河水利出版社

山东省地下水资源开发与环境问题

王开章 孔凡亮 王令文 编著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书以系统科学和环境科学理论为指导,综合考虑地下水的资源与环境双重因素,从资源与环境的角度,总结吸收国内外有关理论成果和技术文献,在系统研究山东省地下水资源开发现状的基础上,阐述了地下水资源开发引起的地质环境问题、水环境问题、生态环境问题及其环境负效应。用可持续发展的观点,宏观与微观结合,有针对性地提出了地下水资源可持续利用对策、开发利用管理和环境监测管理措施等。

本书内容丰富,资料翔实,是一本系统研究地下水资源与环境问题的学术专著。可供水文地质、环境地质、水资源规划和水利、环保、市政、农业等有关部门的科技人员,以及大专院校相关专业的师生使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

山东省地下水资源开发与环境问题/王开章,孔凡亮,
王令文编著. —郑州:黄河水利出版社,2002.7

ISBN 7-80621-558-1

I. 山… II. ①王… ②孔… ③王… III. 地下
水资源-资源开发-研究-山东省②地下水-水环境-
研究-山东省 IV. TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 026337 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail:yrp@public2.zz.ha.cn

承印单位:黄委会设计院印刷厂

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

印张:11.5

字数:265 千字

印数:1—1 000

版次:2002 年 7 月第 1 版

印次:2002 年 7 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-558-1/TV·267 定价:30.00 元

序

水资源既是人类赖以生存的基础和农业、工业和城市建设发展的命脉,又是一种敏感的环境因子,不同程度地控制着环境的容量与质量。因此,地下水资源开发中的环境问题,是经济社会可持续发展研究的主要内容之一。

近半个世纪以来,随着社会、经济的高速发展,人口的迅速增加,人类在大规模开发地下水的过程中,也带来了种种环境、生态的负效应。地下水资源状况的改变,对环境产生着重大的影响。为了满足社会、经济可持续发展的需要,必须遵循水资源形成的自然规律,保护及合理开采利用地下水资源,使其达到永续利用。在开发地下水资源时,必须充分考虑地下水与环境之间的相互制约关系,以期兴利除弊,达到获得最佳的经济、社会和环境效益的目的。

山东是经济大省,人均水资源仅为全国平均水平的 17% 左右。水资源的短缺和水环境恶化问题,已成为社会经济可持续发展的主要制约因素之一。地下水是省内工农业生产、城镇建设和生活饮用的主要供水水源,全省年均地下水开采量为 120 亿 m^3 ,占水资源总利用量的 51%。其中,2000 年全省地下水开采量为 131.84 亿 m^3 ,占当年水资源总利用量的 52.6%。因此,地下水在山东省社会经济中发挥着不可替代的作用。随着人口增长和国民经济建设发展的需要,水资源供需矛盾愈来愈突出,对地下水资源的开采日益增加,与之有关的环境问题接踵而至。

本书是作者在多年从事教学和地下水资源规划、评价、保护与管理等科学研究的基础上,参考有关资料文献,结合山东省地下水开发利用的实际编著而成的。该书以系统科学和环境科学理论为指导,综合考虑地下水的资源与环境双重因素,从资源与环境的角度,用可持续发展的观点,系统地总结了山东地下水资源开发利用中所引发的地质环境问题、水环境问题、生态环境问题和环境负效应;宏观与微观结合,有针对性地提出了地下水资源可持续开发利用对策、开发利用、管理与环境监测系统等措施。

该书资料翔实、内容丰富,具有较高的学术水平和实际应用价值。它着眼于社会经济、资源、环境的可持续发展,系统地研究一个省的地下水资源开发与相关环境问题,具有很强的针对性,不仅为山东经济、资源与环境的协调发展与水资源的合理开发及保护等提供了科学依据,而且对研究我国北方地区地下水资源合理开发,具有一定的指导意义。

中国科学院院士 刘昌明

2002 年 4 月

前 言

人口、资源、环境,是当今社会可持续发展面临的三个大问题。作为水资源来说,既是自然资源,又是环境资源。其一方面是人类赖以生存的主要物质基础,是农业、工业和城市建设发展的命脉;另一方面也是一种敏感的环境因子,不同程度地控制着环境的容量与质量。因此,水资源开发中的环境问题,是社会经济可持续发展研究的主要内容之一。

作为地球环境中重要组成部分的地下水,在天然情况下,其水量和溶质成分的状态,以及水、土间的应力状态,一般都是均衡的。有时,它们也可能随着某些自然因素(如降水量、蒸发量及地壳的升降运动等)的变化而变化,但其变化过程一般是非常缓慢的,或者是周期性的(即可恢复的)。因此,地下水在天然条件下的变化,一般不会给环境造成突发性的严重后果。但是,如果我们不能正确认识地下水与环境之间的内在联系,肆意改变(破坏)它们的均衡关系,则可能导致与地下水有关的环境、生态条件的急剧恶化。近半个世纪以来,随着社会经济的高速发展,人口的迅速增加,人类在大规模开发地下水的过程中,伴随着地下水资源造福于人类的同时,也带来了种种环境、生态的负效应。

地下水本身是环境的一个重要组成部分,其资源的形成与环境条件有着紧密的联系,同时,地下水资源状况的改变也将对环境产生重大的影响。例如,地下水资源的形成,不仅与地质环境所提供的贮存条件有关,而且也 and 地表水体、大气降水的入渗补给等自然地理环境密切相关。因此,地表径流状况、大气降水量及其入渗条件的任何改变,都将直接影响到地下水资源的形成条件及补给量的增加或减少。这种影响不仅表现在地下水资源的数量上,同样也表现在地下水的质量和时空上。而地下水资源本身状态的改变,又会反过来对环境产生影响。例如,大量开采地下水会导致地下水水位大幅度下降,使原来接受地下水补给的河流,反过来补给地下水,甚至会极大地改变天然的径流状态;大气降水入渗条件也会因包气带厚度加大而有所削弱;相邻含水层之间的水力联系性质也可能由此而改变。此外,地下水资源的开采,还会改变与地下水密切相关的土壤的水盐均衡状态、土层应力状态及依靠土壤水生存的地面植被状态。

由于地下水与环境的这种复杂联系,在开发地下水资源时,必须充分考虑地下水与环境之间的相互制约关系,以达到兴利除弊,获得最佳的经济、社会和环境效益的目的。

地下水资源的持续利用,是自然资源永续利用中最重要的问题之一。自然资源的永续利用和自然生态环境,是人类生存和社会经济可持续发展的物质基础。水和空气一样,是人类生存和发展须臾不能离开的东西。水资源本身具有可持续性,但是,为了保持持续供水,要遵循水资源的自然规律,保持水资源的自然均衡;过量开采所造成的水资源危机,将会制约经济社会的发展。因此,保护及合理开采用地下水资源,使其达到永续利用,是自然资源永续利用的重中之重,是社会经济可持续发展的物质基础。

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。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 km²,耕地面积 6.618 万 km²,其中有效灌溉面积 4.737 万 km²。全省总人口 8 810 万,共辖 17 个市(地)、139 个县(市、区)、2 309 个乡镇(办)。

地下水资源的开发利用,不仅保障了人民的生活用水需求,而且有力地促进了山东的社会进步和经济发展。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。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,成为全省工农业生产、城镇建设和生活饮用的主要供水水源。据统计,近 10 年,山东省年均地下水实际开采量为 120 亿 m³,占水资源实际总利用量的 51%。其中 2000 年全省的地下水实际开采量为 131.84 亿 m³,占当年水资源实际总利用量的 52.6%。目前,在山东省农业供水,地下水占总供水量的 50% 以上,其中济南、淄博、枣庄、莱芜等市则占 70%;工业供水,地下水占总供水量的 85%,其中齐鲁石化总公司、邹县电厂、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、大型企业的供水,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 余个城市,青岛、烟台、潍坊等城市地下水的供水量已超过总供水量的 50%。因此,地下水在山东省社会经济中发挥着不可替代的作用。

水资源短缺已成为山东省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平均水平的 17%。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问题接踵而至。可再生淡水资源的有限性,形成了一种临界自然资源检验人口增长幅度的标准。当可再生淡水供给量与人口数量的比率接近一定指标时,水的可供量和严重缺水问题首当其冲,也是不可避免的。水资源是经济发展的基础和支柱,水资源对经济发展的影响最直接,而且水资源的开发程度,对环境质量发生直接影响。概括起来说,水资源短缺对山东经济的影响有以下几个方面:直接影响人们的日常生活和生活水平的提高;城市工程地质灾害,使部分城市建设受到破坏;影响工农业生产,在经济上造成巨大损失;供水危机在社会政治稳定方面也造成一定影响。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、环境保护与经济发展的协调统一,是一项重要的战略任务。

水环境恶化制约着山东经济的发展。由于目前生产力发展水平还比较低,在资源开发过程中必然会产生一些导致环境质量恶化的消极因素,加之一些人为因素影响,使得在经济发展的同时,也在环境成本方面付出了高昂的代价,而环境质量的恶化,又会反过来制约经济的发展。水环境恶化对山东经济发展的制约,可归纳为以下几个方面:地下水位大幅度下降;水源地供水能力下降和衰竭;诱发地面沉陷等且不断扩展;水环境质量恶化;部分土地沙化、次生盐渍化等。

地下水资源开发所引发的环境问题,是自然规律的一种必然,是人们不愿意看到但又必须面对的现实问题。如何应对这些问题,是社会关注和需要共同研究的重要课题。山东省水利、地矿、环境、规划等部门和省内外科研院所及高等院校的专家、教授,对此曾作了大量的研究工作,取得了很多研究成果。《山东省地下水资源开发与环境问题》一书,以

系统论和环境科学为指导,考虑地下水的资源与环境双重因素,从资源与环境的角度,用可持续利用的观点,系统地总结研究了山东省地下水资源开发利用中所引发的主要环境问题,有针对性地提出了可持续利用对策。出版本书的目的,旨在为研究我国北方地下水资源合理开发积累经验,为山东省经济、资源与环境的协调发展和水资源的合理开发与保护等,提供科学依据。

《山东省地下水资源开发与环境问题》一书的问世,得到了山东省水利、地矿、环保等部门的专家、同仁们的大力支持和帮助。山东省水资源管理办公室、山东省水文水资源局、山东省水文勘测局、山东省水利科学研究院、山东省地矿建设工程集团和山东省地矿勘查开采局等为本书的编写提供了大量的基础资料。在编写过程中,山东省地矿建设工程集团的武善文教授、山东省地矿勘查开采局的许军祥高级工程师给予了热情指导。北方交通大学博士生导师许兆义教授、中国科学院房金福研究员担任本书的主审,并提出了修改意见。中国科学院刘昌明院士在百忙中审阅了书稿,并为本书作序。在此,一并表示感谢。

鉴于作者的水平所限,书中不当之处,敬请批评指正。

作者

2002年3月

目 录

序	刘昌明
第一章 地下水资源概况	(1)
第一节 地下水资源分布	(1)
第二节 地下水资源量	(3)
第三节 地下水资源赋存规律	(6)
第二章 地下水资源开采利用现状	(10)
第一节 农业供水	(12)
第二节 城市供水	(14)
第三节 工业供水	(15)
第四节 其他供水	(16)
第三章 地下水资源开发引起的地质环境问题	(17)
第一节 地面沉降	(17)
第二节 地面塌陷	(21)
第三节 地裂缝	(24)
第四章 地下水资源开发引起的水环境问题	(27)
第一节 水资源量减少	(27)
第二节 区域超采漏斗扩展	(30)
第三节 海(咸)水入侵	(36)
第四节 地下水污染	(41)
第五章 地下水资源开发引起的生态环境问题	(54)
第一节 植被退化	(54)
第二节 土地沙漠化、盐渍化	(57)
第六章 地下水资源开发的环境负效应	(62)
第一节 水盐失调	(62)
第二节 岩土体变形失稳	(63)
第三节 生态退化	(63)
第七章 地下水资源可持续利用的宏观对策	(65)
第一节 地下水资源可持续利用理论探讨	(65)
第二节 宏观调控,实施挖潜、限采措施	(69)
第三节 山东半岛区实施水资源地下调蓄措施	(73)
第四节 鲁西北平原区实施地下水位合理调控措施	(80)
第五节 鲁中南丘陵实施养源、补源、增采措施	(85)
第八章 各市(地)地下水资源开发的环境问题及对策	(89)
第一节 济南市地下水资源开发的环境问题与对策	(89)
第二节 青岛市地下水资源开发的环境问题与对策	(93)

第三节	淄博市地下水资源开发的环境问题与对策	(99)
第四节	枣庄市地下水资源开发的环境问题与对策	(104)
第五节	东营市地下水资源开发的环境问题与对策	(109)
第六节	烟台市地下水资源开发的环境问题与对策	(114)
第七节	潍坊市地下水资源开发的环境问题与对策	(118)
第八节	济宁市地下水资源开发的环境问题与对策	(123)
第九节	泰安市地下水资源开发的环境问题与对策	(126)
第十节	威海市地下水资源开发的环境问题与对策	(129)
第十一节	日照市地下水资源开发的环境问题与对策	(132)
第十二节	莱芜市地下水资源开发的环境问题与对策	(136)
第十三节	德州市地下水资源开发的环境问题与对策	(138)
第十四节	临沂市地下水资源开发的环境问题与对策	(143)
第十五节	滨州市地下水资源开发的环境问题与对策	(150)
第十六节	菏泽市地下水资源开发的环境问题与对策	(154)
第十七节	聊城市地下水资源开发的环境问题与对策	(159)
第九章	地下水资源管理与环境监测	(162)
第一节	地下水资源管理与永续开发利用	(162)
第二节	地下水资源规划管理与合理配置	(164)
第三节	地下水资源开发利用的管理	(165)
第四节	水环境质量评价与监测管理	(168)
参考文献		(172)

第一章 地下水资源概况

地下水资源,系指矿化度小于 2g/L 的地下淡水资源,由浅层水和深层水构成,主要为浅层水。浅层地下水资源主要靠降水入渗、引客水灌溉入渗、过入境河道侧渗、地表径流拦蓄和井灌回归等形式补给。全省多年平均年地下水补给总量为 163.36 亿 m^3 。其中,山丘区为 61.61 亿 m^3 ,平原区为 73.87 亿 m^3 。2000 年全省地下水资源量为 142.25 亿 m^3 ,其中平原区为 89.90 亿 m^3 ,山丘区为 52.45 亿 m^3 ,比多年年平均地下水资源量偏少 7.3%。2000 年全省地下水开采量已达到 131.84 亿 m^3 ,占总供水量的 52.60%。

第一节 地下水资源分布

一、气象

山东省地处中纬度地区,受海洋和大陆的影响,属暖温带季风气候区,四季分明,多年平均气温 11~14℃,自半岛至内陆递增。半岛区属海洋性气候,潮湿;内陆接近大陆性气候,比较干燥。全省多年平均年降水量 671mm(图 1-1、表 1-1)。时间分布规律:年降水多集中于 7~9 月,约占全年降水量的 70%;空间分布特征:鲁中南山区最高,为 600~900mm,半岛地区为 500~800mm,鲁西北平原最少,为 500~700mm。

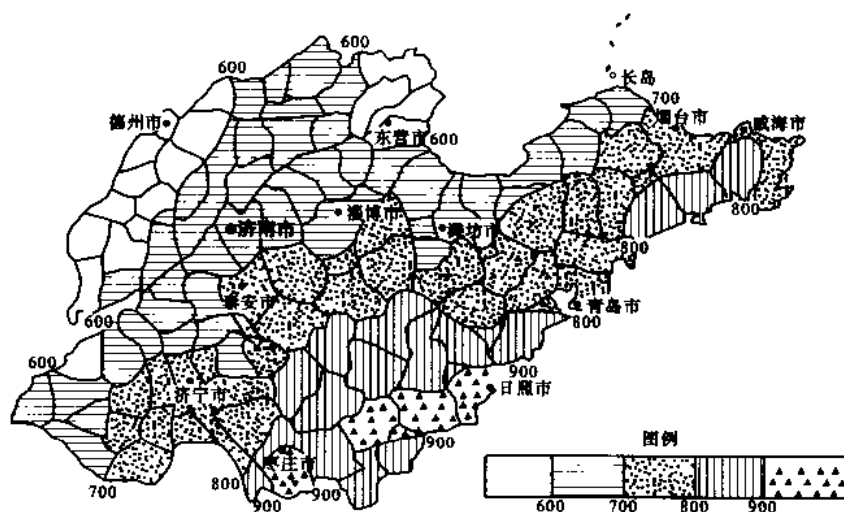


图 1-1 山东省多年平均年降水量及其分布(单位:mm)

表 1-1

2000 年山东省流域分区年降水量

流域分区	计算面积 (km^2)	当年降水量		多年平均年降水量 (mm)	与多年平均比较 (%)
		(mm)	(亿 m^3)		
海河流域	29 713	550.3	163.5	564.2	- 2.5
黄河流域	13 531	655.1	88.6	679.6	- 3.6
淮河流域	110 056	616.9	678.9	706.5	- 12.7
全 省	153 300	607.3	931.0	676.5	- 10.2

二、水文

山东省地表水系发育,除黄河横穿东西、大运河纵贯南北外,中小型河流密布全省,河网密度平均为 $0.24\text{km}/\text{km}^2$ 。全省干流长度大于 10km 的河流达 1 552 条,河流分属淮河、黄河、海河、小清河流域和胶东水系。其中,大汶河、巨野河、南北沙河属黄河流域;沂河、沐河、南四湖水系、中运河水系等属淮河流域;徒骇河、马颊河、德惠新河属海河流域;小清河及胶东半岛诸河则独流入海。

近年来,由于降水偏少、引水增大等原因,全省大部分河流终年下涸或仅在汛期极短时间内有径流。黄河是山东省唯一的客水资源,灌溉着全省 $1/3$ 的耕地,受益范围涉及 11 个市(地)的 68 个县,是省内主要供水水源。随着黄河流量的逐年减少,断流时间越来越长。1997 年的断流时间已达 226 天,1999 年黄河利津水文站断流 41 天、冻口水文站断流 16 天。近年来,黄河水量逐渐减少,断流次数逐渐增多,断流时间和断流河段逐渐延长,对沿黄地区构成了严重威胁。

同时,省内大中型水库蓄水量也大大减小。地表水可利用量的降低,加剧了对地下水资源的开采,地下水资源在城市及工农业供水中所占的比重越来越大,见图 1-2。

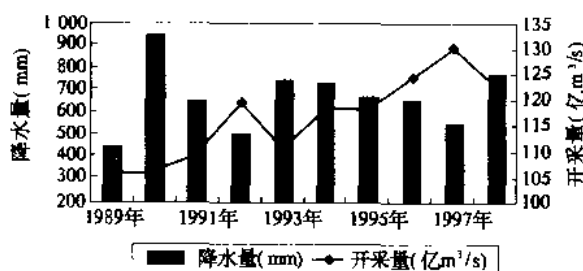


图 1-2 山东省近年地下水开采量 - 降水量关系

三、地形地貌

山东省地貌,可分为鲁西北平原、鲁中南中低山丘陵和鲁东低山丘陵 3 个单元。

鲁西北平原是华北平原一部分,包括山前倾斜平原、黄泛平原及黄河三角洲,略呈弧

形环抱鲁中南丘陵山区西侧及北侧,地面平坦,高程一般在 50m 以下,仅西部地区为 60~70m,地势沿黄河流向自西南向东北微倾斜,比降为 0.1‰~0.2‰。山前倾斜平原主要由潍河、白浪河、弥河、淄河、孝妇河、巴漏河、玉符河、汶河、泗河、城河、沂河、沐河等冲洪积扇群组成。黄泛平原是全省地势最低、地面最平坦的地区。

鲁中南中低山丘陵区为全省地势最高的地区,地势中部凸起,四周低下,凸起最高部位为由古老片麻岩结晶基底组成的高程 800m 以上的中山。其中,泰山、鲁山、沂山、蒙山、徂徕山等山峰高程一般在 1 000m 以上。由中山向外逐渐过渡为高程为 400~800m 的低山及 400m 以下的丘陵。低山丘陵区主要由下古生界灰岩及页岩组成。

鲁东低山丘陵区主要由胶莱盆地、胶北和胶南低山丘陵 3 部分组成。胶莱平原位于半岛和内陆之间,为一中新世沉降区,地面高程 10~300m,区内主要河流有胶莱河、大沽河及潍河等。胶北和胶南低山丘陵区基岩裸露,由古老变质岩及中生代岩浆岩和碎屑岩组成,低山山峰高程一般为 500~700m,丘陵高程为 100~200m,滨海区分布的狭窄平原,宽一般为 3~10km,其中龙口—莱州一带,最宽达 20km,高程 5~50m,区内较大的河流有五龙河、大沽河、大沽夹河、中村河、城阳河、胶河等。

四、水文地质分区

根据地质、水文地质条件,将全省分为 3 个水文地质区,即鲁西北平原松散岩类水文地质区;鲁中南中低山丘陵以碳酸盐岩类为主的水文地质区;鲁东低山丘陵松散岩、碎屑岩、变质岩类水文地质区。

第二节 地下水资源量

地下水资源量,是指与降水、地表水体有直接补排关系的动态水量,主要是指矿化度小于 2g/L 的淡水资源量。2000 年山东省淡水区地下水资源量为 142.25 亿 m^3 ,见表 1-2。

表 1-2 2000 年山东省流域分区地下水资源量

流 域	面积(km^2)	平原区资源量 (亿 m^3)	山丘区资源量 (亿 m^3)	分区资源量 (亿 m^3)
淮河流域	101 981.2	55.56	48.53	99.46
黄河流域	12 369.0	2.73	8.92	11.18
海河流域	19 540.0	31.61		31.61
全 省	133 890.2	89.90	57.45	142.25

(扣除重复量 5.10)

根据计算,并结合近年来地下水水源地及县(市、区)地下水区划等资料可知,山东省年地下水开采资源量为 169.59 亿 m^3/a 。其中,1998 年实际开采量为 122.87 亿 m^3 。山东省地下水资源及主要水源地年资源量,见表 1-3、表 1-4。

表 1-3

山东省各市(地)地下水资源量统计

市(地)	面积(km ²)	补给资源量 (亿 m ³ /a)	开采资源量 (亿 m ³ /a)	实际开采量 (亿 m ³ /a)
济南市	8 154	13.40	13.32	10.03
青岛市	10 654	10.67	6.37	5.09
淄博市	5 938	12.76	9.96	9.71
枣庄市	4 550	7.90	6.48	5.84
东营市	8 053	0.79	0.76	0.87
烟台市	13 746	13.73	11.08	8.43
潍坊市	15 859	14.10	13.97	13.26
济宁市	10 686	20.36	20.24	13.85
泰安市	7 762	12.97	12.04	12.20
威海市	5 436	3.75	2.61	1.33
日照市	5 310	7.48	3.59	1.83
莱芜市	2 246	3.19	3.05	2.52
临沂市	17 184	22.52	15.55	7.66
德州市	10 341	13.05	12.71	6.84
聊城市	8 590	14.31	12.75	11.88
滨州市	9 081	4.85	4.51	3.00
菏泽市	12 153	23.10	20.60	8.53
全省合计	155 743	198.93	169.59	122.87

表 1-4

山东省主要地下水水源地资源量

万 m³/d

市(地)	水源地名称	地下水类型	允许开采量	实际开采量
济南市	泉 城	岩溶水	70.0	83.0
	章丘明水	岩溶、孔隙水	33.0	12.6
	长清长孝	岩溶水	13.0	4.2
青岛市	大沽河	孔隙水	21.8	16.5
	白沙河	孔隙水	12.1	6.1
	王戈庄河	孔隙水	12.7	9.3
	胶州城北	裂隙水	0.3	5.6
淄博市	张店西部	孔隙水	3.0	2.0
	大 武	岩溶水	39.0	49.2

续表 1-4

市(地)	水源地名称	地下水类型	允许开采量	实际开采量
淄博市	湖田	岩溶水	3.0	1.9
	齐陵	岩溶水	7.4	4.8
	泮水	岩溶水	5.6	1.8
	博城	岩溶水	7.5	5.0
	源泉	岩溶水	3.0	0
枣庄市	十里泉	岩溶水	6.9	7.9
	丁庄—东王庄	岩溶水	5.5	7.9
	峰城	岩溶水	8.8	7.7
	金河	岩溶水	12.5	7.7
	清凉泉	岩溶水	5.8	5.3
	荆泉	岩溶水	10.8	8.7
	羊庄	岩溶水	19.1	8.6
烟台市	夹河	孔隙水	18.4	12.3
	辛安河	孔隙水	2.2	1.1
	黄水河	孔隙水	1.8	2.2
	五龙河	孔隙水	1.0	0.3
潍坊市	潍寒	孔隙、裂隙水	33.3	29.9
	高密	孔隙水	9.1	4.6
	青州	岩溶、孔隙水	44.1	8.1
	临朐	岩溶水	38.5	8.5
	寿光城区	孔隙水	73.6	58.2
	寿光碱厂	孔隙、裂隙水	3.4	3.0
	昌邑	孔隙水	28.9	10.1
	安丘	孔隙水	20.7	5.3
	黄旗堡	孔隙水	16.7	8.7
济宁市	济宁城区	孔隙水	22.0	34.5
	嘉祥城北	岩溶水	2.3	1.3
	兖州城区	孔隙水	7.3	7.5
	曲阜北兴	岩溶水	6.9	3.0
	双村—两城	岩溶水	15.5	26.6

续表 1-4

市(地)	水源地名称	地下水类型	允许开采量	实际开采量
泰安市	秦 城	岩溶水	2.5	4.1
	旧 县	岩溶水	2.3	6.0
	肥城新城	岩溶水		5.8
	石 横	岩溶水	5.0	6.3
威海市	母猪河	孔隙水	4.2	1.6
日照市	傅疃河	孔隙水	8.5	6.2
	绣针河	孔隙水	2.3	2.1
	莒县城东	孔隙水	17.8	5.6
莱芜市	鹏 山	孔隙水	2.5	3.0
	羊 里	孔隙水	6.0	0.5
	叶家庄	岩溶水	4.0	4.5
德州市	德 州	深层孔隙水	3.9	7.0
临沂市	一水厂	岩溶水	8.4	10.0
	二水厂	孔隙水	5.0	4.4
	罗 庄	孔隙水	2.3	2.0
	郯城城区	孔隙水	5.8	6.5
菏泽市	菏泽城区	孔隙水	3.8	9.9
	郓城城区	孔隙水	1.5	3.3
	曹县城区	孔隙水	2.9	2.3
	单县城区	孔隙水	1.8	2.5
聊城市	聊城电厂	孔隙水	2.4	2.3

第三节 地下水资源赋存规律

地形地貌、地层岩性及地质构造决定了地下水资源的补给、径流、排泄、储存条件及赋存特征。

由于受多种因素综合影响,山东省地下水资源地区分布差异较大,全省平均年地下水资源模数为 $10.62 \text{ 万 m}^3/\text{km}^2$ 。从流域分区来看,淮河流域的山东沿海诸河区最小,为 $7.10 \text{ 万 m}^3/\text{km}^2$;海河流域的徒骇河—马颊河区最大,为 $16.18 \text{ 万 m}^3/\text{km}^2$ 。从行政分区来看,东营市最大,为 $19.93 \text{ 万 m}^3/\text{km}^2$;威海市最小,为 $3.83 \text{ 万 m}^3/\text{km}^2$ 。见图 1-3、图 1-4。

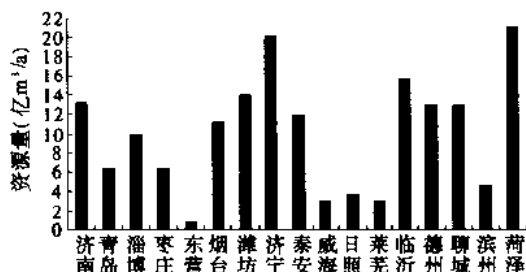


图 1-4 山东省各市(地)地下水开采资源量

一、鲁西北平原区地下水资源赋存规律

地形为由巨厚第四系松散堆积物形成的广阔平原,地面平坦,坡降小,由西南向东北缓倾。含水层为冲积、洪积、海积、湖积粉细沙、中细沙及中粗沙砾石层。垂向上一般由浅、中、深 3 个含水岩组组成,深度分别为 60m、60~140m 及 140m 以上。除山前冲、洪积平原为地下水全淡水区、黄河三角洲和滨海海积平原为全咸水区外,其他地区一般呈淡—咸、淡—咸—淡的水质分带。

这一地区深层含水层补给条件差,透水性弱,不宜大规模开采。浅层地下淡水相对易采易补,是主要开采层。山前冲洪积平原浅层潜水微承压水,一般埋深在 50m 以上,含水层岩性以中粗沙为主,厚 5~30m,地下水位埋深一般为 4~8m,含水层单井出水量为 500~1 000 m³/d,局部可达 1 000~3 000 m³/d,除可作为农田灌溉用水外,在古河道带的有利部位可形成大、中型水源地。黄河冲积平原浅层潜水—微承压水,一般埋深在 60m 以上,除接受大气降水补给外,还接受黄河侧渗补给,含水层岩性以粉细沙及中细沙为主,厚 5~25m,地下水位埋深 2~4m,在古河道带间有岛状咸水分布,含水层单井涌水量一般小于 500 m³/d,除大面积用于农田灌溉用水外,在古河道带适宜部位可形成中、小型水源地。

二、鲁中南中低山丘陵区地下水资源赋存规律

该区是山东省大型、特大型集中供水水源地和大泉的主要分布区。区内主要由济南单斜、羊庄盆地、郭里集单斜等 29 个岩溶水系统组成,主要含水层为奥陶系、寒武系灰岩、白云质及泥质灰岩等。

岩溶水系统一般具有明确的水文地质或水文边界,有以溶隙、溶孔为主及少量洞穴、管道组成的网络型导水通道和蓄水体系。含水介质导水和富水程度,具有各向异性和不均一性,水流具有渗流(扩散流)性质,流态以层流为主。有基本统一的水动力场、水化学场;输导功能、水动力有明显的分区、分带性。一般分区、分带相对应,即间接补给区与外源水带,直接补给区与入渗带,汇集区与径流排泄带相对应。汇集区及与其相邻的部分直接补给区,有连续统一—的区域水位。

岩溶水系统规模较大,一般由数百平方公里到数千平方公里。巨厚的岩溶含水层,在汇集区形成巨大的、调蓄功能很强的储水空间——岩溶地下水库。在岩溶水系统排泄区,裂隙、水文网发育;在溶隙、溶孔密集地段,常形成岩溶水强径流带。强径流带与其他富水