

山东省水安全问题与适应对策 ——理论与实践

夏军 李福林 王明森 李森 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

山东省水安全问题与适应对策 ——理论与实践

夏军 李福林 王明森 李淼 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书是山东省“泰山学者”建设工程专项研究成果,系统论述了变化环境下山东省水安全问题及适应对策的相关理论与实践。主要内容包括:山东省水安全问题及其在供水安全、防洪安全、水质安全和水生态安全方面的保障以及全球气候变化影响和人类活动影响下面临的新挑战;山东省水安全科技支撑方面新的研究与进展,主要有:气候变化对河流湖泊及地下水的影响、变化环境下水资源的脆弱性评价和应对气候变化水资源适应性管理,减少水灾害的中小河流洪水预报理论与实践,改善水环境的河流生态修复技术与应用,面向咸水淡水综合管理的水质水量耦合模拟与管理研究,基于水安全保障的水循环机理与水生态过程实验平台的基础研究与建设;提出了应对环境变化影响、保障水安全的若干对策战略。

本书可为水利工程开发、建设与管理所面对的水资源管理问题提供技术支撑与应用实例,也可为流域开发与资源规划综合管理提供参考。本书可供水资源、水环境、水灾害、水利工程、地理、资源、环境及有关专业科技工作者和管理人员使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

山东省水安全问题与适应对策:理论与实践/夏军等著. — 北京:中国水利水电出版社, 2017.4
ISBN 978-7-5170-5302-6

I. ①山… II. ①夏… III. ①水资源管理—安全管理—研究—山东 IV. ①TV213.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第071567号

书 名	山东省水安全问题与适应对策——理论与实践 SHANDONG SHENG SHUIANQUAN WENTI YU SHIYING DUICE ——LILUN YU SHIJIAN
作 者	夏军 李福林 王明森 李森 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、68545874 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	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	210mm×285mm 16开本 19印张 562千字
版 次	2017年4月第1版 2017年4月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	78.00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

前言

山东省是我国水资源严重短缺、水旱灾害频繁、水环境与水生态形势日趋严峻、水安全问题十分突出的地区之一，也是我国实施最严格水资源管理制度确定“三条红线”控制和水生态文明建设首批省份试点之一。水安全问题的科学基础、科技支撑应用研究，成为当前和未来保障山东省经济社会可持续发展、推进生态文明建设的重要课题与任务。

2010年，在山东省“泰山学者”建设工程专项经费资助下，在“泰山学者”特聘教授岗位所在单位山东省水利科学研究院大力支持下，形成了以“泰山学者”为核心、由“产、学、研”组成的科研合作团队。在“泰山学者”建设工程专项经费支持下，进一步联合申请到针对山东省水安全问题的中欧国际合作重点项目、水利部公益性专项以及国家重大基础研究计划973项目等，针对制约山东省社会经济发展重要的水安全问题，开展了系统的研究和应用实践，取得了若干标志性的成果。2011年获得了“国际水资源管理杰出贡献奖”，2014年获得了“国际水文科学奖—Volker奖章”。

本书是五年来“泰山学者”及其团队对山东省水安全问题研究成果的系统总结，主要内容：

(1) 山东省水安全问题分析与评价，其中包括山东省供水安全、防洪安全、水质安全和水生态安全的保障问题，以及全球气候变化和人类活动对水安全的影响和面临的新水资源管理问题。

(2) 气候变化对水安全的影响及适应对策，包括了气候变化对河流湖泊及地下水的影 响、变化环境下水资源的脆弱性评价和应对气候变化的水资源适应性管理等内容。

(3) 减少水灾害的中小河流洪水预警预报的理论与实践，其中包括洪水预报非线性时变增益新的理论与方法，中小河流洪水预警预报的应用与检验，无资料地区中小河流水文预警预报的研究与进展。

(4) 改善水环境的河流生态修复技术与应用，其中包括河流修复研究进展，河流修复关键技术方法，山东省玉符河生态修复实例应用。

(5) 面向咸水淡水综合管理的水质水量耦合模拟与管理研究，包括了流域地表水分布式DTVGM水文模型，变密度地下水流溶质运移模型，变密度地下水流溶质与分布式水文模型耦合，不同情景下未来海水入侵趋势预测以及不同情景下海水入侵风险灾害评价与管理。

在上述科研成果的基础上，进一步提出了基于水安全保障的水循环机理与水生态过程实验平台的基础建设研究方案，提出了应对环境变化影响、保障安全的若干战略对策。

由于变化环境下水安全保障问题的复杂性，目前仍处于探索和初步应用阶段。加上

作者时间仓促，水平所限，虽几易其稿，但书中错误和不足在所难免，敬请读者不吝赐教。

本书得到山东省“泰山学者”建设工程专项经费资助，作者是“泰山学者”和来自“泰山学者”考核设岗单位山东省水利科学研究院的核心合作研究人员。该项工作和著作成果得到了山东省水利厅以及相关流域机构的大力支持。在该书撰写过程中，也参考和引用了山东省水资源综合规划总报告和山东省水资源公报等相关成果并标注了出处。本书的完成得到了科研团队及其研究人员李晓、刘继永、耿灵生、林琳、陈华伟、刘健、王超、万蕙、石卫、王龙凤、李凌程、张平等人在成果总结和撰稿上的帮助，作者在此一并致谢！

作者

2017年1月8日

目 录

前言

第一章 山东省水安全问题与挑战	1
第一节 水安全的概念与内涵	1
第二节 山东省自然地理与社会经济情况	2
第三节 山东省供水安全	5
第四节 山东省防洪安全	15
第五节 山东省水质安全	23
第六节 山东省水生态安全	35
第七节 山东省水安全保障面临的新挑战	40
第二章 应对气候变化影响的水安全适应性管理	59
第一节 气候变化对河流湖泊及地下水的影响	59
第二节 变化环境下水资源脆弱性评价	61
第三节 应对气候变化的水资源适应性管理	80
第三章 减少水灾害的中小河流洪水预警预报的理论与方法	98
第一节 水文时变增益系统模型的理论与方法	98
第二节 中小河流洪水预警预报的应用与检验	104
第三节 无资料地区中小河流水文预警预报的研究与展望	113
第四章 改善水环境的河流生态修复技术与应用	118
第一节 河流修复研究进展	118
第二节 河流修复关键技术方法	120
第三节 玉符河生态修复案例应用	128
第五章 水质水量耦合模拟研究与面向咸淡水综合管理	183
第一节 国内外海水入侵研究与进展	183
第二节 流域地表水分布式水文模型 (DTVGM)	190
第三节 变密度地下水流溶质运移模型	197
第四节 变密度地下水流溶质与分布式水文模型耦合	210
第五节 不同情景下未来海水入侵趋势预测	240
第六节 不同情景下海水入侵风险灾害评价与管理	251
第六章 变化环境下水循环机理与水生态过程实验平台建设	258
第一节 山东省水利试验基础设施与建设的现状	258
第二节 山东省水循环实验基础研究面临的问题	260
第三节 水安全实验基础研究建设与规划	261
第四节 山东省莱芜雪野水循环水安全试验基地的建设	273

第一章 山东省水安全问题与挑战

第一节 水安全的概念与内涵

我国正面临日趋严峻的水资源供需矛盾、水污染问题加重、水生态退化、水旱灾害频发、全球变化对水管理影响和制度创新等新老交织的多重水问题挑战与危机。水安全问题成为影响中国和区域经济社会可持续发展和人民安居乐业的关键性瓶颈制约，也因此越来越受到国家和地方管理与决策部门的高度重视。

水安全是国家和区域可持续发展的环境和条件，由多个因素构成。对经济社会发展和生态系统可持续性需求不同，水安全标准与满足程度也不同，所需的成本也不同。水安全具有空间地域性、全局性和可调控性，通过对水安全系统各因素的调控与治理，可改变水安全程度。所以水安全是一个动态的概念，随着技术和社会发展水平变化，水安全保障程度也会不同。

水安全的定义最早出现在 2000 年斯德哥尔摩水会议上，属于非传统安全范畴。通常指针对人类社会生存环境和经济发展过程中发生的与水有关的危害问题。

许多学者从不同角度给出了水安全的定义。从水安全问题成因方面出发，水安全问题可分为由自然原因或人类活动造成的，使得人类赖以生存的区域水系统发生对人类不利的影响和变化，如干旱、洪涝、水质污染等，进而引发了一系列的经济、社会和环境安全问题（洪阳，1995；韩宇平，2003；郭永龙，2004 等）。还有学者从水资源的供给、可持续利用等方面考虑，如果一个区域的水资源供给不能够满足其社会经济长远发展的合理要求，那么这个区域的水资源就不安全（贾绍凤等，2002）。水安全包括水灾害的可承受能力和水资源的可持续利用两方面，即一个国家或地区实际拥有的水资源能够保障该地区社会经济及生态环境可持续发展的能力（陈绍金，2004）。水安全还包含了水资源的量与质及人类对水资源的利用管理活动对人类社会的稳定与发展是无威胁的，自然界发生水灾害对人类某种程度的威胁但是可以将其后果控制在人们可以承受的范围之内（张翔、夏军等，2005）。

2000 年的“21 世纪水安全”海牙部长级会议宣言指出：水安全意味着确保淡水、海岸和相关的生态系统得到保护和改善，确保可持续发展和政治稳定得到加强，确保人人都能够以可承受的开支获得足够安全的淡水，确保免受与水有关的灾难的侵袭。

2001 年波恩国际淡水会议认为：水安全是以公平和持续的方式利用和保护世界淡水资源，是各国政府迈向更加安全、公平和繁荣的过程中遇到的重要挑战，把水安全与可持续发展以及社会公平联系起来。

2013 年联合国教科文组织（UNESCO）对于水安全的定义是：人类生存发展所需有量与质保障的水资源、能够维系流域可持续的人与生态环境健康、确保人民生命财产免受水灾害（洪水、滑坡和干旱）损失的能力。

武汉大学 2012 年 6 月 21 日正式批复成立“武汉大学水安全研究院”，主要研究方向包括水资源安全（变化环境下区域水资源演变规律、供水与饮用水安全、水资源优化配置与需水管理、重大水利工程与水资源可持续利用）、防洪安全与减灾（区域水旱灾害形成机理和调控、城市内涝灾害形成机理与应对措施、滑坡泥石流等灾害机理监控及防治、水旱灾害风险管理与水安全对策）、水环境安全（江河湖库水污染治理与管理、区域水环境调控技术研究、农业面源污染防治、突发性水污染防治及应急管理机制）、水生态安全（江河湖库水生态功能关系研究、水利工程与河湖生态作用机理研究、

水生态修复理论与技术研究、水生态保育战略研究)、水安全综合保障与水治理(水政策与涉水制度创新研究、变化环境下水资源适应性管理研究、跨界及国际河流水管理研究、区域水资源发展战略研究、区域水资源安全保障协同机制研究)。

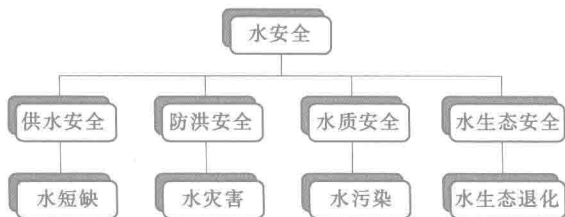


图 1-1-1 水安全的内容

总的来说，水安全问题通常是指人类社会生存环境和经济发展过程中发生的水危害问题，包括水资源安全(供水安全)、防洪安全、水质安全、水生态安全、跨境河流及国家安全等。水安全的对立面是水短缺、水污染、水生态退化、水灾害、水管理的失衡、跨境河流水争端等水危机。水资源、水环境、社会经济发展、国家及地区间的联系对水的

需求构成了水安全体系，它们相互联系、作用，形成了复杂和时变的水安全系统，如图 1-1-1 所示。

根据以上对水安全的定义，本书从供水安全、防洪安全、水质安全和水生态安全四个方面评估山东省的水安全。

第二节 山东省自然地理与社会经济情况

一、自然地理^①

(一) 地理位置与行政区划

山东省位于中国东部沿海，地处黄河下游，分属于黄河、淮河、海河三大流域，地理坐标为东经 $114^{\circ}36'$ ~ $122^{\circ}43'$ ，北纬 $34^{\circ}25'$ ~ $38^{\circ}23'$ 。地理上分为半岛和内陆两部分，半岛突出于黄海、渤海之中，北靠渤海，隔渤海海峡与辽东半岛相对，东与日本、朝鲜半岛隔海相望；内陆部分北以卫运河、漳卫新河与河北省为界，西与河南省相邻，南与江苏、安徽两省接壤。境内面积 15.67 万 km^2 ，占全国总面积的 1.63%。

山东省行政区现辖 17 个地级市，分别是济南、青岛、淄博、枣庄、东营、烟台、潍坊、济宁、泰安、威海、日照、莱芜、临沂、德州、聊城、滨州、菏泽，下设 31 个县级市、49 个市辖区、60 个县、1978 个乡镇。

(二) 地形地貌

山东省东临海洋，西接华北平原，泰沂山脉横亘中央，地形地貌复杂。在全省土地面积中，山地丘陵占 29%，平原占 55%，洼地、湖沼占 8%，其他占 8%。根据地形特征，可以分为泰沂山区、胶东半岛低山丘陵区 and 鲁西北、鲁西南平原区三大部分。

泰沂山区位于鲁中南地区，西起泰山，东至沂山，自西向东构成一断续的略成弧形的泰沂山脉，成为泰沂山脉南北山地、丘陵的脊背，地势最高，其中泰山岱顶海拔 1545m，鲁山顶峰海拔 1108m，沂山顶峰海拔 1031m，蒙山平卧于泰沂山脉之南，主峰龟蒙顶海拔 1150m。地势自山脊向南北两侧倾斜，中部多分布着海拔 800m 的中山，丘陵坡地一般高程在海拔 200~500m，并逐渐过渡到海拔 40m 以下的山前平原和黄泛平原，黄河三角洲地势最低，仅海拔 2~3m。各主要山脉之间分布着许多小型山间盆地和河谷平原。山丘区土壤以粗屑质褐土和棕壤土复合镶嵌分布，土层浅薄，水土流失严重，蓄水保肥力差；山间盆地和河谷平原主要为普通棕壤、潮棕壤复区及潮褐土、淋溶褐土复区，保水保肥能力较好，土层深厚，耕作性能良好，是当地农业生产的高产基地。

胶莱河谷以东为胶东半岛低山丘陵区，地形起伏多变，自西向东由大泽山、艾山、牙山、昆嵛山、伟德山等山脉构成一东西向的断续低山区。昆嵛山主峰海拔 922m，南部崂山顶海拔 1133m，其

① 《山东省水资源综合规划》，2007 年。

余各山高程在海拔 500~800m 之间；丘陵地势平坦，高程在海拔 200~300m 之间变化；平原区高程为海拔 50m 左右，较大的平原有大沽河、胶莱河等河谷平原以及滨海平原；还有莱阳、桃村等局部盆地。这一地带山丘区粗骨棕壤和普通棕壤呈复区分布，粗骨棕壤面积居多，土层较薄；河谷平原以普通砂浆黑土为主并有部分潮土，土壤肥沃；滨海平原，由于受海潮影响，出现部分盐碱土。

鲁西北和鲁西南地区主要为黄泛平原，从湖西到胶莱河谷，呈一大弧形环绕在泰沂山区的西北两侧，地势平坦，微地貌多变，地面高程由西南向东北逐渐降低，菏泽、曹县一带地面高程降至 50m 以下，到黄河三角洲地面高程不到 10m，靠近莱州湾一带的地面高程仅 3~4m。内陆以壤土和粉砂壤土为主，滨海以粉砂土为主，还有部分盐碱地。

山东省在大地构造上，属华北陆台和胶辽地盾。鲁中南山区和胶东低山丘陵区主要是构造地貌，而且以断裂地貌为主。自中生代起，因受燕山运动的影响，特别是第三纪喜马拉雅山运动的影响，产生大规模的抬升与凹陷，形成若干断块山和断块盆地等正负地形。鲁西北及鲁西南地区主要是黄河泛滥沉积形成的黄泛平原，微地貌复杂，主要由河滩高地、二坡地、浅平洼地等微地貌组成。根据地貌成因、形态特征及地面组成物质，全省大体可以分为中山、低山、丘陵、山间谷地、山前倾斜地、山前平原、湖沼平原、滨海低地、滩涂、河滩高地、决口扇形地、冲积平原、洼地、现代三角洲等十四种微地貌类型。

(三) 气象水文

1. 气候

山东省位于北温带半湿润季风气候区，气候具有明显的过渡特征，四季界限分明，温差变化大，雨热同期，降雨季节性强。冬季，全省在蒙古高压冷气团的控制下，多偏北风，寒冷干燥，少雨雪；夏季，亚热带太平洋暖气团势力增强，全省盛行东南、西南季风，冷暖气团在全省交绥机会较多，天气炎热，雨量集中；春季干燥多风，秋季天高气爽，春秋两季均干旱少雨。

胶东半岛，因受海洋气候影响，春寒延后，夏季气温较内陆气温低且湿润。全省平均气温为 11~14℃，由西南向东北递减。月气温以 1 月最低，一般在 -1~-4℃；最高气温内陆地区出现在 7 月，月平均气温 25~27℃，东部沿海出现在 8 月，月平均气温 24~26℃。气温的日温差内陆大于沿海，内陆为 10~12℃，沿海为 6~8℃。无霜期 200~220 天，年日照时数 2400~2800h，年平均日照百分率 55%~65%。

2. 降雨和径流

由于受地理纬度、距海远近、天气形势、地形地貌等因素的影响，山东省水文现象在时空分布上变化较大。

据 2007 年《山东省水资源综合规划》，山东省多年平均降水量为 679.5mm。降水量在地区的分布上是不均衡的，其分布趋势是由东南的 850mm 向西北递减到 550mm，由日照、胶南一带的 830mm 递减到莱州湾地区的 650mm。降水量年内、年际变化较大，由于受季风的影响，降水量的 70% 左右集中在 6—9 月，而 7—8 月就集中了 50% 左右。降水量的年际变化也比较明显，丰、枯交替出现。最丰的 1964 年达 1169.3mm，而最枯的 1981 年仅为 445.5mm，丰枯之比高达 2.62。

全省多年平均径流深为 126.5mm，天然径流量 198.3 亿 m³。山东省河川径流量由降水补给，故其时空变化规律基本与降水一致。由于下垫面条件的影响，在地区分布的变化上比降水量的变化要大。汛期径流量占全年径流量的 75%~90%，年径流深的分布趋势是由东南沿海向西北内陆递减，等值线走向多呈西南—东北走向。胶东半岛及东部沿海多年平均径流深 250~260mm 左右，鲁东南山丘区为 270~280mm，而鲁北平原区仅有 45mm。山东省径流深 50mm 等值线自鲁西南的定陶向东北，经茌平、禹城、商河、博兴、广饶，从寿光北部入海。该等值线的西北部年径流深小于 50mm，属于少水带；蒙山、五莲山、枣庄东北部及崂山地区年径流深在 300mm 以上，属于多水带。其他地区年径流深为 50~300mm，属于过渡带。

3. 蒸发

全省多年平均陆地蒸发量为 450~600mm, 湖西和鲁东南山前平原地区在 600mm 以上, 胶莱河谷和鲁北平原区为 550mm, 鲁中山区和崂山山区为 450~500mm。多年平均水面蒸发量为 1000~1400mm, 自西北向东南递减, 鲁西北部达 1400mm, 胶南、日照等沿海一带为 1000mm 左右。蒸发量的年内变化也比较大, 3—6 月占全年蒸发量的 50% 左右, 蒸发量最大发生在 5 月。冬季蒸发量小, 11 月至次年 2 月占年蒸发量的 15% 左右。

(四) 河流湖泊

山东省河流均为季风区雨源型河流, 分属黄河、淮河、海河流域及独流入海水系。由于山东半岛三面环海, 雨水集中, 有利于河系的发育, 全省平均河网密度为 0.24km/km²。

境内主要河道除黄河横贯东西, 大运河纵穿南北外, 其他中小河流密布全省。较重要的有黄河、徒骇河、马颊河、沂河、沭河、大汶河、小清河、胶莱河、潍河、大沽河、五龙河、大沽夹河、泗河、万福河、洙赵新河等。干流长度大于 10km 的河流, 共计 1552 条, 可分为山溪性河流和平原坡水河流两大类。

山溪性河流主要分布在鲁中南山区和胶东半岛地区。在鲁中南山区以泰沂山脉为中心, 形成了一个辐射状水系, 向南流的有沂、沭河两大水系, 经江苏省入海; 向北流的主要有潍、弥、白浪河及小清河的主要支流绣江河、孝妇河、淄河等, 均注入渤海莱州湾; 向西流的主要河流为大汶河, 经东平湖注入黄河, 其他还有泗河、城潮河、白马河、十字河、薛城大沙河等均流入南四湖; 向东流的主要河流有绣针河、巨峰河、付疃河、潮白河、吉利河、白马河等。

在胶东半岛地区, 由大泽山、艾山、昆嵛山、伟德山等构成一个西南东北向的天然分水岭, 形成了一个南北分流的不对称水系, 北流入渤、黄海的有界河、黄水河、大沽夹河、沁水河、辛安河等; 南流入黄海的有大沽河、五龙河、母猪河、乳山河等。在泰沂山区和胶东半岛低山丘陵区之间的南、北胶莱河分别流入胶州湾和莱州湾。

坡水性河流也分两部分, 在鲁北平原区海河流域内, 除漳卫新河穿过冀鲁边界外, 主要有徒骇河、马颊河和德惠新河, 徒骇河、马颊河均发源于河南省, 由西南向东北汇集鲁北平原大部分地表径流, 平行流入渤海湾。在湖西平原, 主要有洙赵新河、万福河和东鱼河等自西向东流入南四湖。

山东省的湖泊主要有淮河流域内的南四湖、黄河流域内的东平湖和小清河流域内的白云湖、青沙湖、马踏湖等。南四湖是山东省境内的最大淡水湖泊, 由南阳、独山、昭阳、微山四个相连的湖泊组成, 湖面面积 1266km²。南四湖南北长 126km, 东西宽 5~25km, 南部微山湖、北部独山湖比较开阔, 中部昭阳湖狭窄, 称为湖腰。1960 年在南四湖湖腰处修建成二级坝枢纽工程, 将南四湖分为上、下两级, 上级湖湖面面积 602km², 下级湖湖面面积 664km²。南四湖承接山东、江苏、河南、安徽四省 31700km² 的来水。南四湖下级湖蓄水位 32.5m (废黄河高程) 时, 相应库容 7.78 亿 m³; 上级湖蓄水位 34.2m 时, 相应库容 9.24 亿 m³。

二、社会经济

山东省是我国的重要省份之一, 总体经济实力和社会发展水平居全国前列。山东省具有优越的地理位置、良好的开发条件、丰富的生物和矿产资源、得天独厚的海岸资源、悠久的历史、秀丽的自然风光和丰富多彩的旅游资源, 这些都为山东省的经济社会发展创造了十分有利的条件。

(一) 经济

2005 年山东省国内生产总值 18468.3 亿元, 居全国第二位, 人均国内生产总值 19970 元, 第一、第二、第三产业比例为 10.4 : 57.5 : 32.1。农林牧副渔业全年实现增加值 1927.6 亿元, 粮食总产量 3917.4 万 t; 全省工业生产快速发展, 实现增加值 9562.9 亿元, 火电装机容量 3500 万 kW。城镇居民人均可支配收入 10745 元, 农民人均纯收入 3931 元, 居全国前列, 人民生活水平稳步提高。

山东省农林牧渔业全面发展, 全年实现增加值 1268.6 亿元, 粮食总产量 3837.7 万 t; 全省工业

生产稳步发展,实现增加值 3837.4 亿元,火电装机容量 1953.8 万 kW。全省总土地面积 15.67 万 km²,耕地面积 11534 万亩,占全国总耕地面积的 7.4%,其中农田有效灌溉面积 7237 万亩。

(二) 人口、资源

根据 2013 年统计资料,山东省总人口 9579 万人,其中城镇人口 4161.6 万人,城市化水平为 45.0%。

山东省境内交通发达,京沪、京九铁路贯穿南北,胶济、新日铁路横亘东西,蓝烟、桃威铁路纵横半岛,高速公路通路里程 2005 年末达到 3163km,国家级、省级、乡间公路交错成网,海运、空运、陆运形成立体交通网络。山东半岛伸入渤海、黄海之间,面向太平洋,背靠欧亚大陆,是东西海陆纵深交通和南北陆路交通的重要枢纽。

山东省境内矿产资源丰富,种类繁多,已发现各类矿藏 128 种,主要矿产资源有石油、煤炭、黄金、石墨、菱镁矿、自然硫、石膏、铁、铝等,建立在这些具有优势的矿产资源基础上,山东省已成为全国重要的能源、黄金基地,以及石墨、菱镁矿、滑石等矿产品外贸出口生产基地。山东省海洋资源丰富,海岸线总长 3121km,约占全国海岸线总长的 1/6,居全国第三位,海岸地形多样,港湾众多,滩涂广袤,沿海岸线有天然港口、海湾 20 余处,滩涂面积 3223km²,为发展海洋渔业、盐业、水产养殖等提供了优越条件,为建设海上山东提供了可靠的保障。

第三节 山东省供水安全

山东省属于资源性缺水地区,2014 年全省平均降水量 518.8mm,比多年平均 679.5mm 偏少 23.7%。2014 年全省水资源总量 148.44 亿 m³,其中地表水资源量 76.61 亿 m³,地下水资源与地表水资源不重复量为 71.83 亿 m³。当地降水形成的入海、出境水量为 46.50 亿 m³。由于社会经济发展和水资源需求的增加,山东省缺水问题越来越严峻。且山东省各流域分区、各地市缺水程度不均,年际和年内缺水量变化较大,连枯年缺水的现象严重。此外,山东省水资源现状开发利用已达到较高程度,开发利用潜力已不大。所以山东省的供水安全问题日益突出,水资源安全问题急需解决。

一、山东省社会经济发展与水资源需求

(一) 山东省社会经济发展

1. 人口

山东省 2000 年总人口 9079 万人,占内地总人口的 7.06%,在全国省级行政区中排列第 2 位,人口密度 579 人/平方公里。山东省淮河流域及山东半岛、黄河流域、海河流域人口分别为 6817、773、1489 万人。

全省 2000 年城镇人口 3450 万人,占总人口的比例为 38.0%,比全国平均水平高出 5.8 个百分点;农村人口 5629 万人,占总人口的 62.0%。在全省 17 个地级市中,青岛市城镇化水平最高,为 56.9%;菏泽市城镇化水平最低,为 20.8%。山东省淮河流域及山东半岛、黄河流域、海河流域城镇化水平分别为 40.1%、40.9%、26.8%。

全省 2005 年末总人口 9248 万人,其中城镇人口 4161.6 万人,城镇化水平为 45.0%。根据《山东省 2010 年第六次全国人口普查主要数据公报》全省 2010 年人口达 9979 万人。

2. 经济

山东省是我国的经济大省,改革开放以来,国民经济持续快速发展,综合经济实力不断增强,人民生活水平不断提高。

全省 2000 年共完成国内生产总值 8542.4 亿元,占全国的 9.6%,居全国第三位,人均国内生产总值 9409 元,第一、第二、第三产业比例为 14.8 : 49.7 : 35.5,比例日趋合理。农林牧副渔业全面发展,全年实现增加值 1268.6 亿元,粮食总产量 3837.7 万吨;全省工业生产稳步发展,实现增加值

3837.4 亿元, 火电装机容量 1953.8 万 kW。城镇居民人均可支配收入 6490 元, 农民人均纯收入 2659 元, 居全国前列。

全省 2005 年共完成国内生产总值 18468.3 亿元, 居全国第二位, 人均国内生产总值 19970 元。农林牧副渔业全年实现增加值 1927.6 亿元, 粮食总产量 3917.4 万吨; 全省工业生产快速发展, 实现增加值 9562.9 亿元, 火电装机容量 3500 万 kW。城镇居民人均可支配收入 10745 元, 农民人均纯收入 3931 元, 人民生活水平稳步提高。2014 年全省实现国内生产总值 59426.6 亿元, 产业结构调整优化, 三次产业比例调整为 8.1 : 48.4 : 43.5, 人均国内生产总值 60879 元。

3. 农业发展与土地利用

山东省 2000 年耕地面积为 11533.9 万亩 (为 1996 年耕地详查值, 山东省国土资源厅), 占全省土地资源总面积的 49.1%。山东省按照国家制定的土地保护政策, 已加大实施耕地保护和减少耕地占用的力度, 保持耕地总量动态平衡, 预计今后的耕地面积将在现有面积的基础上基本保持稳定。

山东省 2000 年总灌溉面积为 7860.6 万亩, 耕地灌溉率为 68.2%, 其中农田有效灌溉面积 7237.3 万亩, 灌溉林果地 614.6 万亩, 灌溉草场 8.7 万亩。在农田有效灌溉面积中, 水田 309.8 万亩, 水浇地 5648.5 万亩, 菜田 1279.0 万亩。随着大、中灌区续建配套与节水改造工程的实施, 中低产田改造和水利灌溉系统的完善, 积极推进种植结构调整, 提高复种指数和作物单产, 实现粮食稳产高产和经济作物增收。预测灌溉面积在现状基础上略有增加, 其中水田、水浇地面积基本保持不变, 菜田、灌溉林果地面积略有增加。

山东省 2000 年淡水鱼塘面积 96.8 万亩, 大牲畜 1079 万头, 小牲畜 5259 万头, 大、小牲畜合计 6338 万头。

根据山东省 2014 年第二次土地调查主要数据成果, 从耕地总量看全省耕地 11502.2 万亩, 其中 25.6 万亩耕地位于河道湖泊行洪泄洪区; 31.43 万亩位于盐碱、丘陵薄地区域。从人均耕地看, 全省人均耕地 1.21 亩, 低于全国人均耕地 1.52 亩, 耕地保护任务依然严峻。

(二) 山东省水资源需求

1. 用水情况分析

山东省 2000 年总用水量为 247.54 亿 m^3 , 其中生活用水、工业用水、农业用水分别为 26.98 亿 m^3 、44.56 亿 m^3 、176.0 亿 m^3 , 分别占总用水量的 10.9%、18.0%、71.1%。农业是主要的用水部门。全省 2005 年实际总用水量为 211.03 亿 m^3 , 由于全省 2003—2005 年的连续丰水系列, 2005 年比 2000 年全省总用水量有所减小。2000 年山东省各水资源分区及各市用水量见表 1-3-1。

在各流域分区中, 淮河流域及山东半岛用水量最大, 其次是海河流域、黄河流域, 分别为 165.10 亿 m^3 、60.98 亿 m^3 、21.46 亿 m^3 , 分别占全省总用水量的 66.7%、24.6%、8.7%。

表 1-3-1 2000 年山东省各分区用水量统计表

分 区		人均用 水量/ ($\text{m}^3/\text{p} \cdot \text{a}$)	单位 GDP 用水量/ ($\text{m}^3/\text{万元}$)	城镇生活 用水指标/ ($\text{L}/\text{p} \cdot \text{d}$)	万元工业 增加值 用水指标/ ($\text{m}^3/\text{万元}$)	农田灌溉 用水指标/ ($\text{m}^3/\text{亩}$)	农村居民 用水指标/ ($\text{L}/\text{p} \cdot \text{d}$)	牲畜用水指标/ ($\text{L}/\text{头} \cdot \text{日}$)	
								大牲畜	小牲畜
淮河流域 及山东半岛	沂沭泗河区	248	441	100	192.8	274	46	33	17
	山东半岛沿海诸河区	241	174	109	81.8	242	46	36	17
	小计	244	248	106	107.0	258	46	35	17
黄河流域		280	261	137	160.6	291	51	39	13
海河流域		413	578	105	171.0	254	47	30	15

续表

分 区		人均用 水量/ (m ³ /p·a)	单位 GDP 用水量/ (m ³ /万元)	城镇生活 用水指标/ (L/p·d)	万元工业 增加值 用水指标/ (m ³ /万元)	农田灌溉 用水指标/ (m ³ /亩)	农村居民 用水指标/ (L/p·d)	牲畜用水指标/ (L/头·日)	
								大牲畜	小牲畜
地级行政区	济南	295	184	140	99.2	329	50	41	15
	青岛	136	89	92	46.5	138	42	32	9
	淄博	326	213	143	96.3	371	61	29	14
	枣庄	232	333	98	233.6	240	59	40	24
	东营	887	344	182	145.5	493	51	40	21
	烟台	164	124	93	55.9	204	47	40	15
	潍坊	256	305	92	103.2	226	41	37	24
	济宁	344	462	104	197.8	298	56	40	20
	泰安	265	359	133	206.1	271	49	38	14
	威海	126	59	90	29.5	147	42	28	13
	日照	240	309	119	153.4	310	45	34	18
	莱芜	249	279	150	229.2	247	57	35	17
	临沂	201	362	100	161.5	340	42	33	17
地级行政区	德州	407	601	106	196.7	268	49	33	20
	聊城	294	569	95	206.0	164	40	20	8
	滨州	580	769	112	224.6	354	53	40	21
	菏泽	220	860	77	282.9	208	38	28	12
山东省		275	290	109	118.8	259	47	33	16

山东省各市用水组成中，农业用水比例均超过了总用水量的 50%，其中滨州、菏泽市均超过了 80%，达到 82.5%和 82.3%，莱芜市最低为 50%；工业用水比例最高的莱芜、东营、枣庄市均超过了 30%，分别占总用水量的 35.0%、31.8%、30.3%，菏泽市最小，仅占 7.6%；生活用水比例最高的是青岛市，为 20.4%，最低的是东营和滨州，分别为 5.3%、5.4%。各市用水组成情况见图 1-3-1。

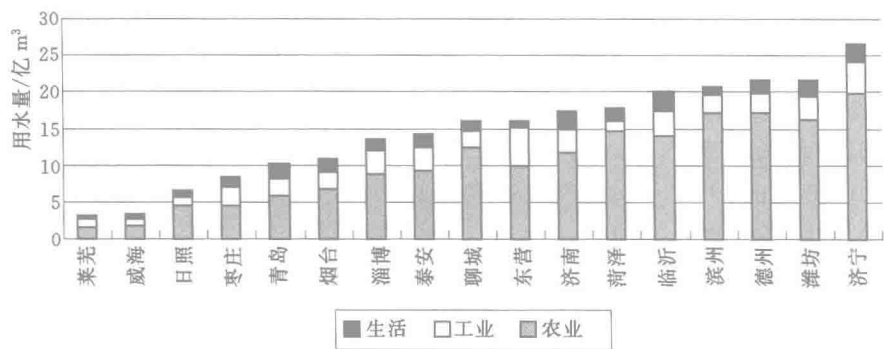


图 1-3-1 2000 年山东省各地级市用水组成图

按 2000 年实际用水量分析，全省人均用水量为 275m³，万元 GDP 用水量为 290m³，分别为全国平均水平的 61.7%和 50.0%。各流域分区中，海河流域人均用水量和万元 GDP 用水量最高，分别为 413m³、578m³，其次是黄河流域，分别为 280m³、261m³，淮河流域及山东半岛最低，分别为 244m³、248m³。各地级市中，人均用水量最高的是东营市，为 887m³，人均用水量较小的有威海、青岛、烟台市，分别为 126m³、136m³、164m³；万元 GDP 用水量最高的是菏泽市，为 860m³，万元 GDP 用水量较小的有威海和青岛，均低于 100m³，仅分别为 59m³、89m³。

2000 年全省城镇居民生活人均生活日用水量为 109L, 低于全国平均水平。各流域分区中, 黄河流域城镇生活日用水量最高, 为 137L, 淮河流域及山东半岛和海河流域基本相同, 分别为 106L 和 105L。各地级市中, 城镇生活日用水量在 92~182L。全省农村居民生活用水量为 47L, 也低于全国平均水平。

工业用水指工矿企业在生产过程中取用的新水量, 不包括企业内部的重复利用水量。2000 年全省工业用水量 44.56 亿 m^3 , 占全省总用水量的 18.0%, 其中, 火电用水 3.70 亿 m^3 , 一般工业用水 40.86 亿 m^3 。各流域分区中, 淮河流域及山东半岛、黄河流域、海河流域工业用水量分别为 31.82 亿 m^3 、5.02 亿 m^3 、7.71 亿 m^3 , 分别占全省工业总用水量的 71.4%、11.3%、17.3%。各地级市中, 东营和济宁工业用水量相对较大, 分别为 5.06 亿 m^3 和 4.24 亿 m^3 , 共占全省工业用水的 20.9%。全省工业综合万元增加值用水量为 118.8 m^3 , 低于全国平均水平。各地级市工业综合万元增加值用水量差别较大, 工业较发达的济南、青岛、烟台、威海、淄博、潍坊市在 29.5~103.2 m^3 之间; 工业综合万元增加值用水量较大的是菏泽、枣庄、莱芜、滨州市, 在 224.6~282.9 m^3 之间。

2000 年全省农田综合亩均灌溉用水量为 259 m^3 , 低于全国平均水平。受降水量、土壤类型、种植结构、灌溉方式、工程状况、管理水平等因素的影响, 各地的亩均灌溉用水量差别较大, 各流域分区中, 黄河流域最大, 为 291 m^3 , 淮河流域及山东半岛和海河流域基本相同, 分别为 258 m^3 、254 m^3 ; 各地级市中, 亩均用水量较大的有东营、淄博、滨州市, 均超过 350 m^3 , 亩均用水量较小的有青岛、威海市, 均低于 150 m^3 。

2014 年山东省总用水量为 214.52 亿 m^3 , 其中农田灌溉用水占 59.5%、林牧渔畜用水占 8.9%、工业用水占 13.3%、城镇公共用水占 3.4%、居民生活用水占 12.2%、生态环境用水占 2.7%。

2. 用水量变化趋势

(1) 用水总量及各部门用水量变化趋势分析。按 1985—2000 年用水量统计资料分析, 全省总用水量基本呈增长趋势, 从 1985 年的 184.80 亿 m^3 增长到 2000 年的 247.54 亿 m^3 , 年均增长率为 2.3%。1995—2000 年全省总用水量基本稳定在 250 亿 m^3 左右。

各部门用水量历年变化情况有所不同。生活用水量从 1985 年的 15.25 亿 m^3 增长到 2000 年的 26.98 亿 m^3 , 年均增长率为 0.8%; 工业用水量从 1985 年的 21.69 亿 m^3 增长到 2000 年的 44.56 亿 m^3 , 年均增长率为 7.0%; 农业用水量从 1985 年的 147.86 亿 m^3 增长到 2000 年的 176.01 亿 m^3 (1995 年为 190.93 亿 m^3), 由于农业用水受当年降水的多少影响较大, 历年农业用水量变化较大。历年各部门用水量所占比重也在不断变化, 从 1985 年到 2000 年的 15 年间, 生活用水和工业用水占总用水的比重呈逐年增长的趋势, 其中生活用水占总用水的比重由 8.3% 增加到 10.9%, 工业用水占总用水的比重由 1985 年的 11.7% 增加到 2000 年的 18.0%; 农业用水占总用水的比重逐年减少, 由 1985 年的 80.0% 减少 2000 年的 71.1%。

山东省历年生活用水、工业用水、农业用水及用水总量详见表 1-3-2。

表 1-3-2

山东省历年用水量统计表

单位: 亿 m^3

年 份	生 活	工 业	农 业	用水总量
1985	15.25	21.69	147.90	184.8
1990	19.09	28.39	173.70	221.15
1995	24.27	37.60	190.90	252.79
2000	26.98	44.56	176.0	247.54

(2) 弹性系数分析。结合 GDP、农业增加值和工业增加值的增长速度, 计算全省总用水弹性系数、农业用水弹性系数和工业用水弹性系数, 成果见表 1-3-3。

表 1-3-3 山东省各用水弹性系数计算成果表

时段 项目	1985—1990 年	1990—1995 年	1995—2000 年
总用水弹性系数	0.33	0.17	-0.03
农业用水弹性系数	1.02	0.23	-0.17
工业用水弹性系数	0.44	0.27	0.25

由表 2-2-4 可以看出, 1985—1990 年正值改革开放的初期, 全省各行业蓬勃发展, 用水量较大, 但节水水平较低, 所计算的各用水弹性系数在三个阶段中为最大; 1990—1995 年山东省各项事业快速发展, 注重产业结构调整和加强节水力度, 用水弹性系数一般在 0.2 左右, 即 GDP (或行业增加值) 年均增长 1%, 总用水量 (或行业用水量) 年均增长 0.2% 左右; 2000 年山东省降水量为 607.3mm, 比常年减少 10.2%, 较 1995 年的 691.1mm 偏小 12.1%, 属枯水年份, 水资源量的减少直接影响了当年各行业部门特别是农业部门的用水情况, 使得 1995—2000 年的农业用水弹性系数和总用水弹性系数为负值。2014 年全省用水总量下降到 214.52, 总用水弹性系数进一步为负值。

3. 用水效率

山东省不同水平年的各项用水指标见表 1-3-4。

表 1-3-4 山东省各项用水指标成果表

年份 用水指标		1985	1990	1995	2000
人均用水量/($\text{m}^3/\text{p} \cdot \text{a}$)		240	263	291	275
单位 GDP 用水量/($\text{m}^3/\text{万元}$)		1342	954	529	290
城镇生活用水指标/($\text{L}/\text{p} \cdot \text{d}$)		70	75	88	109
工业综合万元增加值用水指标/($\text{m}^3/\text{万元}$)		439.1	337.5	188.6	118.8
农田灌溉用水指标/($\text{m}^3/\text{亩}$)		273	283	286	259
农村居民用水指标/($\text{L}/\text{p} \cdot \text{d}$)		41	43	43	47
牲畜用水指标 /($\text{L}/\text{头} \cdot \text{日}$)	大牲畜	31	32	32	33
	小牲畜	16	16	13	16

由表中可以看出, 山东省人均用水量、城镇生活用水指标 (包括居民及公共用水)、农村生活用水指标 (包括居民及牲畜用水) 呈逐年增长的趋势; 单位 GDP 用水量、工业综合万元增加值用水指标等呈逐年降低的趋势; 由于灌溉节水措施的不断实施, 农田灌溉用水指标基本呈降低趋势; 牲畜用水指标近 20 年来变化不大, 其中大牲畜用水指标一般为 35L/(头·日) 左右, 小牲畜用水指标一般为 15L/(头·日) 左右。

1985—2000 年的 15 年间, 山东省万元 GDP 用水量从 1342 m^3 下降到 290 m^3 , 减少了 78%, 单方水 GDP 产出从 7.5 元提高到 34.5 元, 用水效率提高较快。同期, 工业用水效率提高较为明显, 工业综合万元增加值用水量从 439.1 m^3 下降到 118.8 m^3 , 下降了 57%, 单方水工业增加值由 22.8 元增长到 84.2 元。生活用水方面, 随着生活水平的提高, 城镇生活用水定额从 1985 年的 70L 提高到 2000 年的 109L; 农村居民生活用水定额增长较小, 由 1985 年的 41L 增长到 2000 年的 47L, 城镇生活及农村生活用水定额均低于全国平均水平。到 2014 年, 全省万元 GDP 取水量降低到 65 m^3 以下, 万元工业增加值取水量降低到 14 m^3 以下, 农业节水灌溉率提高到 45% 以上。

4. 用水消耗量

山东省是农业大省，加之农田灌溉耗水量大，总耗水量中农田灌溉耗水所占比重较大，使得综合耗水率较高。2000 年全省耗水量为 196.69 亿 m^3 ，耗水率为 79.5%。

2000 年山东省各水资源分区用水消耗量及消耗率见表 1-3-5。

表 1-3-5 2000 年山东省各水资源分区用水消耗量及消耗率表

分区		耗水量/亿 m^3						耗水率/%					
		工业	城镇生活	农村生活	农田灌溉	林牧渔	小计	工业	城镇生活	农村生活	农田灌溉	林牧渔	小计
淮河流域 及 山东半岛	沂沭泗河区	5.26	1.05	5.67	47.79	2.6	62.44	40.3	32.1	99.4	85.2	96.3	77.3
	山东半岛沿海诸河区	8.29	2.21	4.23	47.22	4.24	66.18	44.1	33.5	99	94	96.6	78.5
	小计	13.5	3.26	9.89	95.01	6.85	128.6	42.6	33.1	99.2	89.4	96.5	77.9
黄河流域		2.05	0.5	1.25	11.84	0.9	16.53	40.8	33.7	100	92.7	96.1	77
海河流域		3.14	0.46	2.95	41.76	3.23	51.53	40.8	32.2	100	91.8	95.4	84.5
全省		18.73	4.22	14.09	148.61	10.97	196.69	42.1	32.9	99.4	90.3	96.1	79.5

山东省通过近几年对大中型灌区的续建配套与节水改造，节水灌溉面积不断扩大，农田灌溉方式日趋先进，节水水平不断提高，灌溉尾水较少。加之山东省地下水水位较低，灌溉水对地下水补给较少，因此得到的农田灌溉耗水率较高。全省 2000 年农田灌溉耗水量 148.61 亿 m^3 ，耗水率为 90.3%，林牧渔耗水量为 10.97 亿 m^3 ，耗水率为 96.1%。

全省 2000 年工业耗水量为 18.73 亿 m^3 ，耗水率为 42.1%，其中一般工业耗水量为 15.76 亿 m^3 ，耗水率为 38.6%；火电耗水量为 3.01 亿 m^3 ，耗水率 81.4%。

由于城镇生活用水相对集中，消耗的水量相对较少，供水管网和排水设施完善，大部分水量成为废污水排放掉，因此耗水率较低。2000 年全省城镇生活耗水量为 4.22 亿 m^3 ，耗水率为 32.9%。而农村居民住宅分散，一般没有专用的排水设施，居民生活和牲畜用水量的绝大部分甚至全部被消耗掉，因此耗水率较高，全省 2000 年农村生活耗水量为 14.09 亿 m^3 ，耗水率为 99.4%。

据 2014 年山东省水资源公报，2014 年全省总耗水量 138.96 亿 m^3 ，综合耗水率为 64.8%，其中农田灌溉耗水量 14.00 亿 m^3 ；工业耗水量 12.25 亿 m^3 ；城镇公共耗水量为 3.60 亿 m^3 ；居民生活耗水量 13.12 亿 m^3 ；生态环境耗水量 4.16 亿 m^3 。自山东省实施严格水资源管理，2010 年后山东省用水消耗量在逐年减少。

二、山东省可利用水资源及供水能力

（一）山东省可利用水资源量

水资源可利用量是从资源的角度分析可能被消耗利用的水资源量。地表水资源可利用量是指在可预见的时期内，在统筹考虑河道内生态环境和其他用水的基础上，通过经济合理、技术可行的措施，可供河道外生活、生产、生态用水的一次性最大水量（不包括回归水的重复利用）。

地下水资源可利用量按浅层地下水资源可开采量考虑。地下水可开采量是指在可预见的时期内，通过经济合理、技术可行的措施，在不引起生态环境恶化的条件下，允许从含水层中获取的最大水量。

水资源可利用总量是指在可预见的时期内，在统筹考虑生活、生产和生态环境用水要求的基础上，通过经济合理、技术可行的措施，在当地水资源总量中可资一次性利用的最大水量。

据 2007 年山东省水资源综合规划，山东省地表水资源可利用量为 105.7 亿 m^3 （预见期至 2030 年），其中淮河流域及山东半岛、黄河流域、海河流域分别为 91.5 亿 m^3 、7.8 亿 m^3 、6.4 亿 m^3 ；全省地表水资源可利用率为 53.3%，其中三个流域分别为 54.8%、43.8%、47.1%。在满足河道内最

小生态环境用水的前提下,全省地表水资源在可预见期内可利用率总体上已达到较高程度。

山东省多年平均地下水可开采量为 125.5 亿 m^3/a , 占总补给量的 71%; 多年平均地下水可开采模数为 9.3 万 $\text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

山东省当地水资源可利用总量为 208.8 亿 m^3 , 其中淮河流域及山东半岛、黄河流域、海河流域分别为 163.4 亿 m^3 、15.2 亿 m^3 、30.2 亿 m^3 ; 全省水资源可利用率为 68.9%, 其中淮河、黄河、海河流域分别为 67.8%、60.5%、81.3%。

(二) 供水设施状况

山东省供水基础设施主要包括地表水源工程、地下水源工程、其他水源工程等。

1. 地表水源工程

目前全省地表水供水工程中蓄有蓄水工程(包括大、中、小型水库及塘坝)47314座,总库容168.64亿 m^3 ,兴利库容89.47亿 m^3 ,其中,淮河流域及山东半岛有蓄水工程35659座,总库容149.85亿 m^3 ,兴利库容78.08亿 m^3 ;黄河流域有蓄水工程4875座,总库容17.14亿 m^3 ,兴利库容10.06亿 m^3 ;海河流域有蓄水工程6780座,总库容1.66亿 m^3 ,兴利库容1.34亿 m^3 。

按工程规模分,全省共有大型水库32座,总库容83.66亿 m^3 ,兴利库容39.64亿 m^3 。其中,淮河流域及山东半岛有大型水库29座,总库容79.43亿 m^3 ,兴利库容37.77亿 m^3 ;黄河流域有大型水库3座,总库容4.24亿 m^3 ,兴利库容1.87亿 m^3 。

全省共有中型水库152座,总库容40.48亿 m^3 ,兴利库容21.76亿 m^3 ;小型水库5450座,总库容33.51亿 m^3 ,兴利库容20.26亿 m^3 ;塘坝41680座,总库容10.99亿 m^3 ,兴利库容7.82亿 m^3 。

全省共有大型提、引水工程3处,中型提、引水工程21处,小型提、引水工程10715处。

黄河水是山东省的主要客水资源,引黄工程已具有相当大的规模,引黄范围达11个市的68个县(市、区)。在黄河两岸建有引黄涵闸63座,设计引水能力2423 m^3/s ,已建引黄蓄水平原水库88座,设计总库容7.8亿 m^3 。

2. 地下水源工程

全省共有地下水井105.43万眼,其中配套机电井为91.51万眼。其中,淮河流域及山东半岛共有地下水井74.51万眼,配套井数量为63.92万眼;黄河流域有地下水井7.55万眼,配套井数量为6.95万眼;海河流域有地下水井23.37万眼,配套井数量为20.63万眼。

3. 其他水源工程

其他水源工程主要包括污水处理回用、海水利用及集雨工程等。

全省2000年已建成城市(含县城)污水处理厂36座,设计污水处理能力为203万 t/d 。其中淮河流域及山东半岛32座,处理能力为193.5万 t/d ;黄河流域2座,处理能力为5.5万 t/d ;海河流域2座,处理能力为4万 t/d 。全省至2005年已建成城市(含县城)污水处理厂87座,污水处理能力达到490万 t/d 。

全省2000年有海水直接利用工程113处,海水直接利用量22.6亿 m^3 ;海水淡化3处,年利用量30万 m^3 。全省2005年海水直接利用量17.1亿 m^3 ,海水淡化利用量100万 m^3 。

全省共有集雨工程23803处,年利用量369万 m^3 。其中淮河流域及山东半岛22676处,黄河流域891处,海河流域236处。山东省各流域供水设施情况见表1-3-6。

(三) 供水量

根据2014年山东省水资源公报,全省总供水量为214.52亿 m^3 。其中,地表水源供水量121.26亿 m^3 ,地下水源供水量85.99亿 m^3 ,其他水源供水量7.28亿 m^3 。全省海水直接利用量55.72亿 m^3 。黄河水仍为山东省沿黄各市的主要供水水源,年内跨流域调水供水总量62.26亿 m^3 ,占地表水供水量的51.3%,其中黄河水62.06亿 m^3 ,南水北调0.20亿 m^3 。黄河水仍为山东省沿黄河各市的主要供水资源。