

南水北调

水资源综合配置研究

王建华 赵建世 李海红
赵 勇 彭少明 桑学锋 等著



科学出版社

南水北调

水资源综合配置研究

王建华 赵建世 李海红
赵 勇 彭少明 桑学锋 等著

科学出版社
北 京

内 容 简 介

本书面向南水北调东、中线一期工程实施情景下黄淮海流域发展的水资源支撑实践需求,在知识创新层面,形成了科学发展观指导下的超大泛流域水资源综合配置理论方法和模型工具,为黄淮海流域水资源合理配置提供科技手段;在支撑发展层面,提出了南水北调东、中线一期工程通水后,黄淮海流域的水资源整体科学配置方案,明晰了未来情势下黄淮海流域水资源供需形势和配置措施;在工程规划层面,在黄淮海流域水资源整体配置的基础上,回答了南水北调东、中线二期工程和西线工程规划的关键问题,为东、中线二期工程和西线工程规划与决策提供科学依据。

本书可供水资源、水文、环境、生态、减灾等领域的科研、管理和教学人员阅读,也可作为相关专业研究生和大专学生的专业读物。

图书在版编目(CIP)数据

南水北调水资源综合配置研究 / 王建华等著. —北京: 科学出版社, 2013

ISBN 978-7-03-037468-4

I. ①南… II. ①王… III. ①南水北调-水资源-资源配置-研究-中国 IV. ①TV68

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第097423号

责任编辑: 李 敏 王 娟 / 责任校对: 朱光兰
黄仁印制: 钱子芳 / 封面设计: 耕者设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年6月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013年6月第一次印刷 印张: 22 1/2 插页: 3

字数: 550 000

定价: 128.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

南水北调是我国全局性的水资源配置工程，对于缓解黄淮海流域严重缺水的紧张局面具有重要的战略意义。目前南水北调东、中线工程正加紧推进，一期工程即将正式通水。在大规模引江水调入后，黄淮海流域水资源短缺的形势究竟缓解到何种程度？基于东、中线调水工程的黄淮海流域内区域性重点配置措施还有哪些？东、中线二期工程的必要性和时机如何选择？黄河流域水资源情势和西线工程的必要性如何？这些问题在东、中线一期工程通水后都成为现实当中必须回答的重大水资源配置问题。为此，“十一五”国家科技支撑计划南水北调项目中设立了重大课题“南水北调水资源综合配置关键技术研究（编号：2006BAB04A16）”，以期通过流域水资源的整体配置形成对上述问题的清晰图景。

课题组面向南水北调东、中线一期工程实施情景下黄淮海流域水资源配置的现实需求，进行了为期三年的技术攻关，取得了三大技术创新成果和四方面的应用成果。其中，技术创新层面：一是创新形成了全口径缺水定量识别技术方法，该技术按照现行技术政策下不同用水户竞争能力的强弱，根据各自用水短缺的差异性表象，确定了不同的缺水识别方法，整体形成涵盖“三生”的全口径缺水识别的整体技术；二是发展形成了科学发展观视域下的水资源配置理论与方法，该理论与方法将科学发展观的要求具体落实到水资源配置目标与约束中，提出以基于五个统筹的五维水资源配置理论与方法；三是创新研发了超大泛流域水资源合理配置整体模型，为黄淮海流域水资源配置提供了定量模型工具。将上述技术方法应用于黄淮海流域水资源配置实践，取得了四项应用性成果：一是实现了黄淮海流域现状缺水定量识别，包括对生活、工业、农业和生态分项缺水量及其空间分布状况；二是提出了黄淮海泛流域水资源整体配置方案，提出了以二级区套地市为基本单元的黄淮海流域 2015 年、2020 年和 2030 年水资源配置方案和供需平衡分析结果；三是提出了包括北京、天津和河北重点缺水區等东、中线受水范围重点地区的水资源配置成果，对南水北调东、中线二期工程的必要性进行了论证；四是提出了黄河流域输沙需水量和上中游能源重化工基地的水资源配置方案，对南水北调西线工程规模与时机进行了论证研究。

基于上述课题主要研究成果，全书共分 16 章：第 1 章介绍了黄淮海流域及南水北调工程概况，分析了未来一个时期流域社会经济发展形势，系统梳理了黄淮海流域存

在的水资源问题,由王建华、邵薇薇、赵勇、李海红、夏庆福编写;第2章创新提出了全口径缺水识别技术与方法,定量识别了黄淮海流域全口径缺水量,由王建华、李海红、翟正丽、黄耀欢、翟家齐编写;第3章在黄淮海泛流域水资源配置需求分析基础上,形成了科学发展观下的流域水资源合理配置理论,由王建华、桑学锋、褚俊英、何凡、陈康宁、高学睿编写;第4章构建了黄淮海流域水资源配置整体分析模型,重点研发了流域水资源-环境经济投入产出分析技术、水量与水质联合调配技术、多目标、群决策技术和整体模型建模与求解技术,由赵建世、赵勇、桑学锋、翟正丽编写;第5章针对所获取的水资源配饰数据多语义性、多时空性、获取手段多源性、存储格式多源性等特点,构建了南水北调水资源综合配置决策支持平台,为配置工作提供基础支撑,由江东、王建华、翟正丽、刘森、曹尚兵编写;第6章以2015年、2020年和2030年为近期、中期、远期规划水平年,依照相关规划,设定了黄淮海流域水资源配置边界与情景,由赵建世、梁爽、余弘婧、屈吉鸿编写;第7章采用整体模型对设定的情景方案进行模拟和优化分析,得到黄淮海流域在各种情景下的水资源供需平衡情景及其分布,并对各方案的水资源供需情势进行定量对比分析,确定了南水北调工程按照规划实施后流域间及流域内部各行政区的水资源配置方案,由赵建世、王建华、桑学锋、梁爽、赵勇编写;第8章在黄淮海泛流域水资源整体配置的基础上,结合工程建设规划,进行了南水北调东、中线受水区水资源合理配置,对东、中线二期工程的必要性与可行性进行了论证,由肖伟华、王建华、赵勇编写;第9章进行了基于南水北调东、中线的天津市水资源合理配置格局,提出了在南水北调工程通水后,天津市应解决的水资源管理重点问题,由桑学锋、王建华、褚俊英、牛存稳编写;第10章重点研究了河北省重度缺水地区的水资源合理配置问题,提出了应对方案,由胡鹏、李海红、周娜、黄耀欢编写;第11章计算了黄河流域不同时期输沙需水量,开展了南水北调中线二期工程与黄河减淤的关系研究,由刘家宏、曹麟、王建华、刘扬编写;第12章重点分析了黄河中上游能源重化工基地发展需求及水资源供需形势,由彭少明、张新海、刘扬、褚俊英编写;第13章在渭河流域资源配置研究的基础上,分析了引汉(江)济渭工程的重要作用,开展了引汉济渭工程在黄河整体水资源配置中的定位研究,由刘家宏、桑学锋、邵薇薇编写;第14章提出了基于黄河经济发展需求的四大治黄定位,客观分析了南水北调西线工程的必要性、合理调水规模与调水时机,由彭少明、王建华、张新海、刘扬、褚俊英、李海红、肖伟华编写;第15章在黄淮海泛流域水资源整体配置研究的基础上,提出了南水北调水资源配置保障机制与政策措施,由王建华、褚俊英、邵薇薇编写;第16章为结论与建议,由王建华、李海红、赵勇、肖伟华、桑学锋、胡鹏编写。

本书编写过程中,得到了水利部国际合作与科技司、水资源司及全国节约用水办公室的科学指导和亲切关怀,得到了一大批知名专家的悉心指导,得到了黄河水利委员会、海河水利委员会、淮河水利委员会和北京市水务局、天津市水务局、河北省水利厅、山东省水利厅、河南水利厅、陕西省水利厅及郑州市水务局、淄博市水利与渔业局、徐州市水务局、廊坊市水务局等单位的大力支持,编写组在此谨对在研究过程给予无私帮助和辛勤劳动的单位与专家表示深深的敬意和感谢!

2013 年 4 月

目 录

前言

第 1 章 黄淮海流域及南水北调工程概况	1
1.1 自然基本情况	1
1.2 社会经济情况	11
1.3 南水北调工程概况	12
1.4 形势与问题分析	16
第 2 章 黄淮海流域现状缺水识别与发展情势分析	28
2.1 全口径缺水识别技术与方法	28
2.2 黄淮海流域现状缺水的系统识别	36
2.3 黄淮海流域供需发展态势分析	54
第 3 章 科学发展观下的流域水资源合理配置理论	62
3.1 水资源配置研究进展与黄淮海流域配置需求	62
3.2 科学发展观内涵解析及对水资源配置要求	65
3.3 科学发展观下的水资源配置决策机制与目标	67
第 4 章 黄淮海流域水资源配置整体分析模型	77
4.1 整体理论	77
4.2 宏观经济模块	82
4.3 水资源配置与生态环境模块	85
4.4 长序列供需模拟模块	89
4.5 目标模块	97
4.6 整体模型的特点	97
第 5 章 南水北调水资源综合配置决策支持平台建设	101
5.1 平台的总体设计	101
5.2 平台主要功能模块	109
5.3 系统设计	123
第 6 章 黄淮海流域水资源配置边界与情景设置	124
6.1 水平年	124
6.2 边界条件	124
6.3 情景设计	143
第 7 章 黄淮海流域水资源配置方案	144
7.1 情景 0 (F0): 基准情景方案	144
7.2 情景 1 (F1): 2015 年推荐配置方案	148

7.3	情景2 (F2): 2020 年推荐配置方案	153
7.4	情景3 (F3): 2030 年推荐配置方案	157
第8章	南水北调东中线受水区水资源合理配置研究	163
8.1	东中线二期供水范围	163
8.2	东中线二期供水必要性	164
8.3	东中线工程受水区供需平衡分析	169
8.4	东线工程二期关键参数分析	177
8.5	中线工程二期关键参数分析	178
第9章	基于南水北调东中线的天津市水资源合理配置格局研究	183
9.1	天津市水资源及其开发利用现状	183
9.2	南水北调通水前后天津市水资源供需格局研究	187
9.3	天津市城市与农村水资源统一配置	198
9.4	天津市再生水回用工程典型案例分析	201
9.5	基于合理配置方案的若干结论	205
第10章	河北省重度缺水地区水资源合理配置	207
10.1	河北省水资源主要形势	207
10.2	河北省缺水空间分布与重度缺水区分分析	210
10.3	黑龙港及运东地区水资源供需分析	218
10.4	河北省引黄历史	221
10.5	黑龙港及运东地区引黄建议方案	224
10.6	引黄效益分析	227
第11章	黄河输沙用水研究	229
11.1	研究背景	229
11.2	黄河输沙水量研究现状	231
11.3	中下游未来输沙水量预估	246
11.4	结论	251
11.5	建议	251
第12章	黄河中上游能源重化工基地发展需求及水资源供需形势	252
12.1	黄河中上游能源重化工基地的突出地位及发展机遇	252
12.2	能源化工基地的总体布局	254
12.3	水资源需求预测	257
12.4	区域水资源条件	264
12.5	水资源供需形势	269
第13章	渭河流域资源配置与引汉 (江) 济渭工程	273
13.1	渭河流域概况	273
13.2	渭河流域缺水分析	273
13.3	引汉 (江) 济渭工程概述	285
13.4	引汉济渭工程作用分析	289

13.5	引汉济渭与南水北调西线的关系	293
13.6	主要结论和建议	293
第14章	西线工程必要性与时机论证研究	295
14.1	黄河流域在国家经济社会格局和战略中的重要地位	295
14.2	黄河流域严重缺水状况与治黄基本定位	296
14.3	黄河流域经济社会发展与水资源情势预测分析	304
14.4	解决黄河水资源问题的途径分析	307
14.5	西线工程合理调水规模与调水时机分析	315
第15章	南水北调水资源配置保障机制与政策措施	324
15.1	水资源配置风险分析	324
15.2	风险的内在机制成因分析	325
15.3	相关政策措施	326
第16章	结论与建议	328
16.1	取得的创新性成果和基本结论	328
16.2	建议	335
参考文献		339
附录		342

第 1 章 黄淮海流域及南水北调工程概况

1.1 自然基本情况

1.1.1 自然地理

黄淮海流域是中国的三大一级流域（黄河流域、淮河流域和海河流域）的统称（图 1-1），流域总面积约为 144 万 km²，约占全国的 15%。2008 年黄淮海流域总人口约为 4.5 亿，约占全国的 35%，其中城镇人口约 1.9 亿。黄淮海流域土地资源丰富，光热条件好，是重要的粮食生产基地，是中国重要的农业经济区和粮食、棉花主产区之一。2006 年黄淮海流域的耕地面积约为 6.2 亿亩^①，粮食产量约为 1.8 亿 t；2008 年实际灌溉耕地面积约为 3.06 亿亩。黄淮海流域有丰富的能源和矿产资源，如煤、石油、天然气、铁、铝、石膏、石墨、海盐等。这一地区有我国的首都北京，还有天津、石家庄、济南、青岛、郑州、兰州、西安、太原、呼和浩特、西宁等大城市，具有承东启西、优势互补的有利条件，在我国国民经济与社会发展中具有重要的战略地位。



图 1-1 黄淮海流域地理位置示意图

① 1 亩≈666.7m²

黄河是我国第二大河，位于 $95^{\circ}53'E \sim 119^{\circ}05'E$ ， $32^{\circ}10'N \sim 41^{\circ}50'N$ 。黄河发源于青藏高原巴颜喀拉山北麓的约古宗列盆地，自西向东，流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东 9 个省（自治区），在山东省垦利县注入渤海，干流河道全长 5464km，流域面积为 79.5 万 km^2 （包括内流区 4.2 万 km^2 ）。与其他江河不同，黄河流域上中游地区的面积占总面积的 97%；长达数百公里的黄河下游河床高于两岸地面，流域面积只占 3%。

淮河区位于 $111^{\circ}55'E \sim 122^{\circ}45'E$ ， $30^{\circ}55'N \sim 38^{\circ}20'N$ ，包括淮河流域及山东半岛，地处我国东部，介于长江和黄河之间，跨湖北、河南、安徽、江苏、山东 5 省，面积约为 33 万 km^2 。淮河流域跨湖北、河南、安徽、江苏、山东 5 省，涉及 40 个地级市，面积约为 27 万 km^2 。山东半岛在山东省境内，涉及 10 个地级市，面积约为 6 万 km^2 。

海河流域位于 $112^{\circ}E \sim 120^{\circ}E$ ， $35^{\circ}N \sim 43^{\circ}N$ ，西以山西高原与黄河流域接界，北以蒙古高原与内陆河流域接界，南界黄河，东临渤海。流域地跨北京、天津、河北、山西、河南、山东、内蒙古和辽宁 8 个省（自治区、直辖市），面积约为 32.06 万 km^2 ，占全国总面积的 3.3%。流域海岸线长 920km。

1.1.2 水资源量

1. 降水量

根据 1956 ~ 2000 年系列评价，黄河流域多年平均年降水量为 445.8mm；淮河区多年平均年降水量为 839mm（其中淮河流域 875mm，山东半岛 678mm）；海河流域多年平均降水量为 535mm。2008 年，黄淮海流域平均降水量为 559mm，各流域的降水量请见表 1-1。黄淮海流域的降水具有地区分布不均和年际、年内变化大的特点。黄河流域年降水量在面上的变化比较复杂，其特点是东南多雨，西北干旱，山区降水大于平原；年降水量由东南向西北递减，东南和西北相差 4 倍以上。淮河流域降水量的地区分布不均，表现为南部大、北部小，山丘区大、平原区小，沿海大、内地小。而海河流域多年平均降水量表现为山区 523mm，平原 552mm，山区比平原略小。黄淮海流域内夏季降水量最多，最大降水量出现在 7 月；冬季降水量最少，最小降水量出现在 12 月。黄淮海流域单站年降水量的变差系数（Cv）为 0.16 ~ 0.48，最大、最小年降水量的比值可达 1.8 ~ 9.4。黄淮海流域经常出现连丰、连枯现象。1956 ~ 2000 年，黄河流域出现了 1958 年、1964 年、1967 年、1982 年等大水年，1960 年、1965 年、2000 年等干旱年，1969 ~ 1972 年、1979 ~ 1981 年、1991 ~ 1997 年等连续干旱期。海河流域共出现 15 个丰水年，其中有 4 个连丰段，最长连丰段持续 3 年；共出现 17 个枯水年，其中有 4 个持续 2 年的连枯段。

表 1-1 黄淮海流域降水量 (单位: mm)

地区	黄河流域	淮河区	海河流域	全国
多年平均降水量	445.8	839.0	535.0	628.0
1956 ~ 1979 年平均	462.4	876.2	560.0	648.0
1980 ~ 2005 年平均	429.2	801.8	501.0	608.0
2008 年降水量	433.1	879.5	541.0	654.8

2. 地表水资源量

1956~2000年黄淮海流域多年平均地表水资源总量为1500.2亿 m^3 （表1-2）。其中，黄河流域多年平均分区地表水资源量为607.2亿 m^3 ，不包括内流区则为604.6亿 m^3 。淮河区多年平均地表水资源量为677亿 m^3 ，折合年径流深为205mm。海河流域1956~2000年平均地表水资源量为216亿 m^3 ，折合径流深为67.5mm，径流系数为0.126。黄淮海流域径流深的地区分布与降水量分布基本相似。黄淮海流域地表水资源在年际变化上，丰枯变化剧烈，且经常出现连丰、连枯现象。例如，海河流域在1956~2000年，全流域共出现14个丰水年，其中有4个连丰段，最长连丰段持续3年；枯水年共21年，其中有3个连枯段，最长的连枯段持续8年。黄淮海流域地表水资源的年内分布，也主要集中于汛期（7~10月）。1956~2000年系列和1956~1979年系列相比，黄淮海流域的地表水资源量基本都有减少的迹象。淮河区1956~2000年多年平均地表水资源量（677亿 m^3 ）比1956~1979年多年平均地表水资源量（740亿 m^3 ）减少63亿 m^3 ，减幅8.5%。海河流域1956~1979年平均地表水资源量为288亿 m^3 ，与其相比，1956~2000年多年平均地表水资源量减少了25%。

表 1-2 黄淮海流域地表水资源量

地 区	黄河流域	淮河区	海河流域	全国
多年平均地表水资源量/亿 m^3	607.2	677.0	216.0	26 704.0
变差系数 C_v	0.20~0.70	0.60~0.80	0.19~1.44	—
2008年地表水资源量/亿 m^3	454.2	782.1	126.9	26 377.0

3. 地下水资源量

1980~2000年，黄淮海流域多年平均地下水资源总量为1017.4亿 m^3 （表1-3）。其中黄河流域平均年地下水资源量为376.0亿 m^3 ，其中矿化度不超过1g/L的地下水资源量为350.7亿 m^3 ，占93%，矿化度1~2g/L的地下水资源量为25.3亿 m^3 ，占7%。在黄河流域地下水资源量中，山丘区地下水资源量为263.3亿 m^3 ，平原区地下水资源量为154.6亿 m^3 ，山丘区与平原区之间的重复计算量为41.9亿 m^3 。淮河区多年平均年浅层地下水资源量淡水为397亿 m^3 ，其中淮河流域为338亿 m^3 ，山东半岛为58.9亿 m^3 。淮河区平原区多年平均年地下水资源量为280亿 m^3 ；淮河区山丘区多年平均年地下水资源量为127亿 m^3 。海河流域多年平均浅层地下水资源量为235亿 m^3 。其中，山丘区地下水资源量为108亿 m^3 ，平原及山间盆地地下水资源量为160亿 m^3 （其中平原141亿 m^3 ，山间盆地19.5亿 m^3 ），山丘区与平原、山间盆地间的重复计算量为33.5亿 m^3 。总体而言，黄淮海流域1980~2000年地下水资源量与1956~1979年相比，变化趋势比较复杂。其中淮河区1980~2000年地下水资源量（397亿 m^3 ）比1956~1979年地下水资源量（393亿 m^3 ）增加了4亿 m^3 。而海河流域1980~2000年地下水资源量（235亿 m^3 ）比1956~1979年地下水资源量（268亿 m^3 ）减少了12.6%。这

是因为一方面海河流域 1980 年以后降水量和地表水体补给量减少，而另一方面地下水埋深增加，达到了不利于地下水补给的深度，从而使地下水补给量减少。

表 1-3 黄淮海流域地下水资源量 (单位: 亿 m³)

地 区	黄河流域	淮河区	海河流域	全国
多年平均地下水资源量	376.0	397.0	235.0	8288.0
多年平均平原区地下水资源量	154.6	280.0	160.0	—
多年平均山丘区地下水资源量	263.3	127.0	108.0	—
2008 年地下水资源量	344.7	430.6	242.1	8122.0
2008 年平原区地下水资源量	139.3	305.1	164.4	1735.5
2008 年山丘区地下水资源量	237.0	137.8	111.2	6683.2

4. 入海、入江水量

从 20 世纪 70 年代以来，随着黄河流域的经济发展和用水量增加，加上降水偏少等原因引起的资源量减少，黄河入海水量大幅度减少，河流生态环境用水被挤占。1956~2009 年黄河利津站的入海水量变化情况如图 1-2。据 1991~2000 年统计，黄河平均天然径流量为 437.00 亿 m³，利津断面下泄水量为 119.17 亿 m³。而按黄河流域多年平均利津断面应下泄水量 220 亿 m³并考虑丰增枯减的原则计算，1991~2000 年利津断面平均下泄水量应达到 179.77 亿 m³。

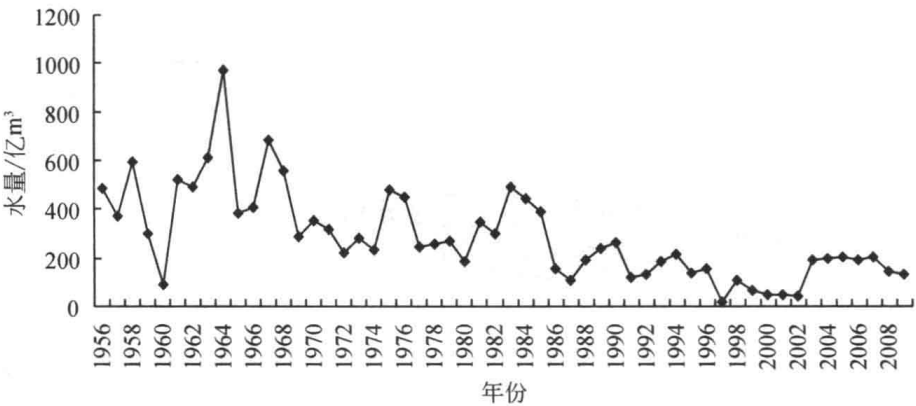


图 1-2 黄河利津站入海水量变化

淮河流域入海水量仅指通过海岸线直接下泄到黄海的水量，不包括通过长江间接下泄到黄海的水量。山东半岛入海水量为山东半岛沿海诸河下泄到黄海和渤海湾的所有水量。淮河区 1956~2000 年系列多年平均入海水量为 359 亿 m³，其中淮河流域为 286 亿 m³，山东半岛为 73 亿 m³。年内不同时期入海水量情况与天然径流年内分配大体一致。淮河流域连续最大 4 个月入海水量发生在 6~9 月，占全年的 63% 左右；连续最小 4 个月，出现在 12 月至次年 3 月，不足全年总量的 14%。山东半岛入海水量汛期集中程度比淮河流域更高，年内分配更不均。淮河流域 1956~2000 年平均入江水量为

183 亿 m^3 。最大年为 1991 年,入江水量为 615 亿 m^3 ,最小年为 1978 年,入江水量为 0 亿 m^3 。入江水量年内分配主要受降水影响,同时受湖库调节能力的影响。

海河流域 1956 ~ 2000 年平均年入海水量为 101 亿 m^3 ,占同期平均地表水资源量的 46.8%,约 80% 集中在汛期。近几十年来,海河流域入海水量总体上呈递减趋势。丰水的 20 世纪 50 年代平均为 241 亿 m^3 ,枯水的 80 年代只有 22.2 亿 m^3 。2001 ~ 2007 年平均入海水量只有 16.76 亿 m^3 。各年代平均入海水量见表 1-4。

表 1-4 海河流域不同年代年平均入海水量 (单位: 亿 m^3)

统计年代	滦河及冀 东沿海	海河北系	海河南系	徒骇 马颊河	流域合计	天津	河北	山东
1956 ~ 1959	76.3	54.8	109.0	1.7	241	149.0	86.4	6.0
1960 ~ 1969	42.7	24.3	77.5	16.5	161	79.2	58.9	22.8
1970 ~ 1979	44.6	26.7	32.4	11.8	116	39.8	60.8	14.9
1980 ~ 1989	9.8	7.8	2.9	1.7	22.2	9.4	11.0	1.9
1990 ~ 2000	21.0	12.9	9.7	11.4	55.0	18.3	24.2	12.5
1956 ~ 2000	33.5	21.1	37.1	9.6	101.0	46.2	42.7	12.4
2001 ~ 2007	0.77	2.57	4.95	8.47	16.76	5.13	3.16	8.47

5. 淮河、海河引黄(江)水量

通过多年的开发治理,至 2007 年海河流域已建成大中型引黄调水工程 27 处。海河流域初步构建了地表水、地下水、引黄水和非常规水源相结合的供水工程体系。海河流域 2007 年总供水量为 403.03 亿 m^3 ,引黄水量为 43.85 亿 m^3 ,占总供水量的 10.9%。海河流域引黄水量受黄河来水和当地需求的共同影响年际差别较大,1980 ~ 2007 年,海河流域多年平均引黄水量为 46 亿 m^3 ,年际变化较大。南水北调东线和中线的骨干和配套工程及万家寨引黄北干线工程正在加紧建设。2004 年以来,海河流域先后实施了引岳济淀、引岳济港、引岳济衡、引黄济淀等生态调水措施,挽救了濒临干涸的华北明珠白洋淀、南大港和衡水湖。

淮河流域 1956 ~ 2000 年平均引江水量为 42 亿 m^3 ,最大的年引江水量为 1978 年的 113 亿 m^3 ,最小为 1963 年的 4 亿 m^3 。随着工农业生产和城乡居民生活用水的增加,引江水量也在不断加大,20 世纪 50 ~ 60 年代每年引水量 10 多亿 m^3 ,70 ~ 80 年代增加到 50 亿 m^3 ,到 90 年代达 60 亿 m^3 。淮河区 1980 ~ 2000 年系列多年平均引黄水量 30 亿 m^3 ,其中淮河流域 21 亿 m^3 ,山东半岛 9 亿 m^3 。淮河流域引黄水量中,河南省为 7.6 亿 m^3 ,主要集中在贾鲁河和惠济河上游,山东省为 13.4 亿 m^3 ,主要分布在南四湖湖西。山东半岛引黄水量,主要在小清河西部平原地区。黄淮海流域 2008 年跨流域调水量见表 1-5。

表 1-5 2008 年黄淮海流域跨流域调水量 (单位: 亿 m³)

调出 \ 调入	海河	淮河	长江	珠江	西北诸河	合计
黄河	43.3	31.1			0.8	75.2
淮河			3.7			3.7
长江		41.2		0.4		41.6

6. 水资源总量

1956 ~ 2000 年, 黄淮海流域多年平均的水资源总量为 2000.4 亿 m³ (表 1-6)。黄河流域多年平均分区水资源总量为 719.4 亿 m³, 其中分区地表水资源量为 607.2 亿 m³, 分区地表水与地下水之间不重复计算量为 112.2 亿 m³。淮河区多年平均水资源总量 911 亿 m³, 其中地表水资源量为 677 亿 m³, 占水资源总量的 74%, 地下水资源量扣除与地表水资源量的重复水量为 234 亿 m³, 占水资源总量的 26%。淮河流域水资源总量 794 亿 m³, 山东半岛为 117 亿 m³。海河流域 1956 ~ 2000 年平均水资源总量为 370 亿 m³, 产水系数 (水资源总量与降水量的比值) 为 0.22。其中北京产水系数最高, 为 0.38。黄淮海流域 1956 ~ 2000 年系列的水资源总量与 1956 ~ 1979 年系列相比, 总体有减少的趋势。例如, 淮河区 1956 ~ 2000 年评价成果 (911 亿 m³) 比 1956 ~ 1979 年系列成果 (962 亿 m³) 减少 51 亿 m³, 减幅 5.3%。其中淮河流域减少 35 亿 m³, 减幅 4.2%, 山东半岛减少 16 亿 m³, 减幅 12.0%。海河流域 1956 ~ 1979 年平均水资源总量为 421 亿 m³, 与其相比, 1956 ~ 2000 年系列减少了 12.1%。主要原因是延长的 1980 ~ 2000 年为枯水段及下垫面的变化, 造成地表径流量和降水入渗补给量减少。

表 1-6 黄淮海流域水资源总量

地区	黄河流域	淮河区	海河流域	全国
多年平均水资源总量/亿 m ³	719.4	911.0	370.0	28 124.0
多年平均产水系数	0.20	0.33	0.22	—
多年平均产水模数/(万 m ³ /km ²)	9.0	27.6	11.5	—
2008 年水资源总量/亿 m ³	559.0	1047.2	294.5	27 434.3
2008 年产水系数	0.16	0.36	0.17	0.44
2008 年产水模数/(万 m ³ /km ²)	7.03	31.74	9.21	28.97

1.1.3 水资源开发利用情况

1. 黄淮海流域水资源开发利用

1) 供水量、用水量、耗水率

根据统计, 2008 年黄淮海流域的供水总量为 1366.98 亿 m³, 其中地表水供水量为 555.74 亿 m³, 地下水供水量为 544.45 亿 m³, 其他水源供水量为 12.85 m³ (表 1-7)。

2008 年黄淮海流域的用水总量为 1366.98 亿 m³，其中农田灌溉用水量为 876.07 亿 m³，约占总用水量的 64.09%；林牧渔业用水量为 76.85 亿 m³，约占总用水量的 5.62%；工业用水量为 210.67 m³，约占总用水量的 15.41%；城镇生活用水量为 94.89 亿 m³，约占总用水量的 6.94%；农村生活用水量为 83.92 亿 m³，约占总用水量的 6.14%；生态环境用水量为 24.60 亿 m³，约占总用水量的 1.80%（表 1-8）。2008 年黄淮海流域用水消耗总量为 883.83 亿 m³，耗水率为 64.65%（表 1-9）。近 20 多年来，黄淮海流域用水总量总体呈增长趋势。例如，淮河流域 1980~2006 年，供水量由 518.2 亿 m³增加到 590.4 亿 m³，净增 72 亿 m³，年均增长率为 0.5%。

表 1-7 2008 年黄淮海流域供水量 (单位: 亿 m³)

地区	地表水供水量		地下水供水量		其他水源供水	总供水量	海水利用量
	跨流域调水		深层水				
黄河流域	253.95	—	128.12	44.75	2.18	384.24	—
淮河区	432.44	72.32	175.75	33.65	3.00	611.19	28.90
海河流域	123.30	43.26	240.58	67.11	7.67	371.55	24.89
全国	4796.42	131.12	1084.79	210.71	28.74	5909.95	410.61

表 1-8 2008 年黄淮海流域用水量 (单位: 亿 m³)

地区	农田灌溉	林牧渔业	工业	城镇生活	农村生活	生态环境	总用水量
黄河流域	254.89	22.31	60.77	22.51	17.31	6.46	384.24
淮河区	385.39	36.32	98.60	39.72	42.18	8.99	611.19
海河流域	235.79	18.22	51.30	32.66	24.43	9.15	371.55
全国	3305.72	357.74	1397.08	428.57	300.68	120.16	5909.95

表 1-9 2008 年黄淮海流域用水消耗量 (单位: 亿 m³)

地区	农田灌溉	林牧渔业	工业	城镇生活	农村生活	生态环境	用水消耗总量	耗水率/%
黄河流域	151.88	11.98	26.14	8.76	16.64	4.07	219.47	57.1
淮河区	293.66	28.47	26.07	12.51	36.85	7.02	404.58	66.2
海河流域	182.32	15.36	25.31	10.48	19.05	7.27	259.78	69.9
全国	2064.78	259.08	333.31	129.78	254.25	69.22	3110.42	52.6

2) 用水指标

2008 年黄淮海流域人均用水量约 305m³，低于全国平均人均用水量 446 m³。黄河流域、淮河区、海河流域的万元国内生产总值（GDP）用水量分别为 150 m³、130 m³和 86 m³，均低于全国平均水平 193 m³（表 1-10）。黄河流域、淮河区、海河流域的农田实际灌溉亩均用水量分别为 395 m³、274 m³和 233m³，均低于全国平均水平 435m³。

黄淮海流域的人均生活用水量也都低于全国平均水平，其中海河流域城镇生活用水水平在三个流域中相对略高，这一方面是由于黄淮海流域水资源相对紧缺；另一方面也反映了黄淮海流域生活节水水平较高。黄河流域、淮河区、海河流域的万元工业增加值用水量分别为 46 m³、45 m³和 28 m³，均低于全国平均水平 108m³，说明黄淮海流域的工业发展水平和节水程度相对较高。

表 1-10 2008 年黄淮海流域用水指标 (单位: m³)

地区	人均 GDP /万元	人均用水量	万元 GDP 用水量	农田实际灌溉 亩均用水量	人均生活用水量/[L/(人·d)]			万元工业增加 值用水量
					城镇生活	农村居民		
黄河	2.248	343	150	395	153	45		46
淮河	2.326	307	130	274	158	62		45
海河	3.085	272	86	233	162	58		28
全国	2.270	446	193	435	212	72		108

3) 供水结构变化

黄淮海流域供水水源主要为地表水、地下水和其他水源等。受资源条件、水质条件等因素的影响，历年各种供水水源供水量在总供水量中比重变化较大。供水结构变化的大致趋势是当地地表水供水比重逐渐下降、地下水供水比重逐渐增加，跨流域调水比重逐步增加，其他水源供水总量较小但增势较快。例如，淮河区当地地表水供水量占全流域总供水量比重多年平均为 59.8%，已由 1980 年的 69.8% 减少到 2008 年的 58.9%。地下水供水量占全流域总供水量比重多年平均为 28%，已由 1980 年的 24.6% 上升到 2008 年 28.8%，略呈上升趋势。跨流域调水供水量占全流域总供水量比重多年平均为 12.2%，已由 1980 年的 5.6% 上升到 2008 年 11.8%，呈上升趋势，但年际变化大，跨流域调水已经成为流域供水的重要水源。其他供水水源供水总量较小，但增长迅速。而海河流域 1980 年以后，受天然来水减小和灌区配套工程年久失修等因素的影响，当地地表水供水量总体上呈下降趋势，由 1980 年的 149 亿 m³下降至 2007 年的 89 亿 m³。1980~2007 年当地地表水多年平均供水量为 109 亿 m³。引黄水量受黄河来水和当地需求的共同影响年际差别较大，1980~2007 年，每年引黄水量在 33 亿~64 亿 m³，多年平均为 46 亿 m³。海河流域非常规水源利用在 2000 年以后有了明显的增加，2007 年达到 10.4 亿 m³。

黄淮海流域用水结构的变化反映在工业、生活用水量迅速增长，在总用水中的比例持续上升。例如，淮河区的工业和生活用水比例由 1980 年的 13% 上升到 2006 年的 27.0% 及 2008 年的 29.5%。1980~2007 年，海河流域城镇人口从 2289 万人增加至 6514 万人，随着城镇人口的增长和城镇居民生活水平的提高，城镇生活及环境用水量急剧增加，由 1980 年的 9.63 亿 m³，增加到 2007 年的 44.06 亿 m³，城镇生活及环境用水量占总用水量的比重由 2.4% 提高到 10.9%。海河流域 1980~2007 年供用水量变化情况见表 1-11。