



黄河

水资源管理 关键技术研究

贾仰文 安新代 王 浩 等 著

 科学出版社

“十一五” 国家科技支撑计划重点项目 (2006BAB06B06) 资助

黄河水资源管理关键技术研究

贾仰文 安新代 王 浩 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书针对黄河流域水资源管理中存在的科学与实践问题,以实现黄河水资源高效利用和一体化调度管理为目标,在揭示流域水资源形成和转化机理及用耗水规律的基础上,提出了支流水资源调度模式;基于流域水资源利用效率和效益分析,提出了黄河流域节水型社会建设的目的与措施;研究了黄河干支流水量在各地市间的分配方案、水权转让机制及一体化管理机制,为黄河流域水资源一体化管理模式的建立提供支撑。

本书可供水文水资源及环境等相关领域的科研人员、大学教师 and 研究生,以及从事流域水资源规划与管理工作的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄河水资源管理关键技术研究 / 贾仰文等著. —北京: 科学出版社, 2017. 6

ISBN 978-7-03-052834-6

I. ①黄… II. ①贾… III. ①黄河-水资源管理-研究 IV. ①TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 110741 号

责任编辑: 李 敏 张 菊 吕彩霞 / 责任校对: 张凤琴

责任印制: 张 伟 / 封面设计: 铭轩堂

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>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 6 月第 一 版 开本: 720×1000 B5

2017 年 6 月第一次印刷 印张: 22 7/8

字数: 470 000

定价: 158.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

主要撰写人员

贾仰文	安新代	王浩	周祖昊	仇亚琴
雷晓辉	杨贵羽	牛存稳	郝春泮	彭辉
陈永奇	可素娟	裴勇	李福生	彭少明
龚华东	侯红雨	张文鸽	何宏谋	张学成
李东博	殷会娟	陈连军	苏青	贾冬梅
章博增	薛建国	胡玉荣	龚家平	罗翔宇
罗尧增	李晓春	刘铁龙	韩宇平	汪顺生

前 言

黄河是中华民族的摇篮，是我们的母亲河，世代滋养着华夏儿女。但是自20世纪80年代以来，流域经济社会的快速发展、气候条件的变化，使得地处干旱半干旱地区的黄河流域水资源供需矛盾日益凸显，水环境与水生态问题日益突出，缺水已经成为制约沿黄地区经济社会可持续发展的瓶颈。黄河流域水少沙多、水污染严重、供用水矛盾尖锐的水资源现状特点，要求对黄河水资源进行系统研究和管理。为解决黄河水资源短缺及由此引发的相关问题，国家投入了大量的人力和物力，从实践到理论，从技术到管理，从小流域治理到全流域综合管理，都进行了大量的研究。在此背景下，“维持黄河健康生命”的理念得以提出，流域水资源研究和管理得到逐步加强。

经过十多年的黄河水资源统一管理与调度实践，黄河水资源管理的基础研究和应用研究有较大进展，一体化管理的模式和机制方面的实践与探索也积累了一定的经验。《取水许可和水资源费征收管理条例》及《黄河水量调度条例》分别于2006年4月和8月实施，为黄河水资源一体化管理提供了良好的法律保障。但是，管理的实际进程和效果，还远远落后于流域经济和社会可持续发展的客观需求，致使黄河流域水资源管理还存在一些问题亟待解决，如支流用水还没有很好地控制，没有形成全流域干支流统一调度机制，节水型社会建设力度不足，水权制度不够完善，水务一体化管理模式和机制不完善等，而根本原因就在于黄河流域水资源一体化管理中的关键技术问题还没有解决。

基于上述背景，“十一五”国家科技支撑计划在“黄河健康修复关键技术研究”重点项目中批准设立了“黄河水资源管理关键技术研究”课题（编号：2006BAB06B06）。课题承担单位为中国水利水电科学研究院，参加单位包括黄河水利委员会水资源管理与调度局、黄河水文水资源科学研究院、黄河勘测规划设计有限公司、黄河水利科学研究院、华北水利水电大学等。本课题的主要目的是针对黄河流域水资源管理中存在的科学与实践问题，以国家需求为导向，以实现黄河水资源一体化调度管理为目标，在揭示流域水资源形成和转化本质及用耗水规律的基础上，提出支流水资源调度模式，支撑全流域水资源一体化调度体系的建立；在黄河流域水资源一体化管理的框架内，基于流域水资源利用效率和效益

分析,提出黄河流域节水型社会建设的目的与措施;研究黄河干支流水量在各地市间的分配方案、水权转让机制和一体化管理机制,为黄河流域水资源一体化管理模式的建立提供支撑,同时也为其他流域的管理提供参考。课题按照任务书要求,通过详细分解课题各项任务指标,经过各单位三年多的联合攻关,达到了预期目标,于2010年5月17日通过了水利部国际合作与科技司在北京主持的课题验收。课题取得的主要成果如下:①以流域二元水循环模型为工具,揭示了气候变化和人类活动作用下湟水、渭河和汾河三个重点支流的水资源演变五大规律;提出了基于水循环全过程的支流用水评估方法和监测体系,以及湟水、渭河和汾河三个重点支流用耗水评价成果;②按照“预测—评价—调度—反馈”的模式,设计开发了支流与干流调度模型相嵌套、年月旬多时间尺度的渭河流域水资源调度系统;③提出了黄河流域农业和七个重点工业部门的用水定额细化指标、2030年黄河流域节水规划推荐目标;④提出了黄河流域各省(区)地表水量分配到地市(盟)和干支流的细化方案,以及各省(区)地市(盟)地下水量分配方案;⑤提出了黄河流域三级水权市场运行管理及监测机制,以及黄河流域干支流一体化管理机制研究成果。

本书是对上述“十一五”国家科技支撑计划课题研究成果的总结。全书共分8章。第1章以黄河流域自然特点为基础,评价黄河流域水资源本底条件、开发利用现状以及水资源供需形势,分析水资源利用与管理中面临的主要问题。本章主要撰写人为贾仰文、仇亚琴、牛存稳、龚家国、李晓春等。第2章以“二元”水循环模拟为基础,采用传统评价方法和基于“二元”水循环理论的评价方法对黄河重点支流用水过程进行评价分析,并以“二元”水循环理论为基础进行用水监测体系设计和实施方案的编制。本章主要撰写人为周祖昊、贾仰文、张学成、李东、刘铁龙、韩宇平、汪顺生等。第3章介绍了“二元”水循环理论指导下的黄河重点支流水资源调度模型、调度管理系统的设计、开发与应用。本章主要撰写人为贾仰文、周祖昊、雷晓辉、仇亚琴、杨贵羽、郝春洋、彭辉、罗翔宇等。第4章以用水定额研究为基础,通过厘清节水内涵,分析了黄河流域节水潜力,并在此基础上设定科学的节水型社会建设目标,进行了节水型社会的建设措施和管理体制研究。本章主要撰写人为侯红雨、龚华、贾冬梅、张文鸽、杨贵羽等。第5章综合论述了国内外水权分配研究进展、黄河水权管理发展过程,提出了黄河水资源开发利用战略建议,开发了黄河水资源多目标分配模型,提出了黄河流域水资源分配方案,包括干支流一体化管理的地表水与地下水分配方案。本章主要撰写人为彭少明、李福生、胡玉荣、安新代、龚华、侯红雨、仇亚琴等。第6章对黄河流域可转换水权进行了研究,提出了黄河流域水权转换三级

水市场的建立构架和组织体系，设计了黄河流域水市场运行机制，提出了黄河流域水权转换监测体系建设内容。本章主要撰写人为张文鸽、何宏谋、殷会娟、章博、陈连军、苏青等。第7章分析了黄河水资源管理与调度的现状、体制和法规制度及存在的问题，从宏观管理、水资源配置、水资源节约与保护、水量调度管理四个方面研究了黄河水资源一体化管理机制。本章主要撰写人为安新代、陈永奇、可素娟、裴勇、薛建国、苏青、罗尧增等。第8章总结了技术成果和主要创新，并给出深化研究建议。本章主要撰写人为贾仰文、安新代、王浩、周祖昊等。全书由贾仰文统稿。

本研究的完成与本书的出版得到了科学技术部、水利部、黄河水利委员会、陕西省渭河流域管理局和科学出版社等单位的大力支持，在此表示衷心的感谢。同时需要说明的是，由于变化环境对水循环过程的影响和经济社会发展对水资源管理不断提出的新需求，以及作者水平的限制，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

作 者

2017年5月于北京

目 录

前言

第 1 章 黄河流域水资源状况及主要问题	1
1.1 黄河流域概况及特点	1
1.2 黄河流域水资源本底条件	2
1.3 黄河水资源开发利用状况	10
1.4 黄河流域水资源供需形势分析	14
1.5 黄河流域水资源管理面临的主要问题	21
第 2 章 黄河重点支流水循环模拟与用水评价及监测体系研究	24
2.1 黄河重点支流水循环理论与模型	24
2.2 黄河重点支流水循环模拟	32
2.3 三支流传统方法用水评价	48
2.4 三支流基于流域水循环全过程的用水评价	57
2.5 基于二元理论的用水监测体系框架	69
2.6 小结	80
第 3 章 支流水资源调度方法与渭河水资源调度模型系统	83
3.1 基于流域二元水循环机制的水资源调度方法	83
3.2 渭河水资源调度模型系统	88
3.3 渭河水资源调度管理系统总体设计与开发	110
3.4 渭河水资源调度管理系统应用	117
3.5 小结	127
第 4 章 黄河流域节水型社会建设目标与措施研究	129
4.1 概述	129

4.2	用水定额研究	134
4.3	节水内涵及节水潜力评价	143
4.4	黄河流域节水型社会建设目标	153
4.5	节水型社会建设措施研究	157
4.6	黄河流域节水型社会建设管理体制研究	164
4.7	黄河流域节水型社会建设展望	169
第5章	黄河流域干支流地表水权和地下水权分配	173
5.1	国内外水权分配概况、研究进展及黄河水权管理	173
5.2	水资源开发利用战略	180
5.3	水资源多目标分配理论与模型研究	195
5.4	黄河水资源分配方案研究	214
5.5	基于干支流一体化管理的地表地下水水权分配	221
5.6	小结	229
第6章	黄河流域水权转让机制研究	230
6.1	国内外水权交易现状	230
6.2	黄河流域可转换水权研究	241
6.3	黄河流域水市场的建立研究	263
6.4	黄河流域分级水市场运行机制研究	269
6.5	黄河流域水权转换监测体系建设	277
6.6	小结	282
第7章	黄河水资源一体化管理机制研究	285
7.1	水资源一体化管理的内涵和经验	285
7.2	黄河水资源管理与调度现状及存在问题	289
7.3	黄河水资源管理与调度体制现状及存在问题	301
7.4	黄河水资源管理与调度法规制度现状及存在问题	303
7.5	黄河水资源一体化管理制度与机制研究	307
7.6	黄河水资源一体化管理机制支持系统研究	315
7.7	河流代言人和流域生态水权代理人研究	321
7.8	小结	326

第 8 章 总结与建议	328
8.1 主要技术成果	328
8.2 创新总结	334
8.3 深化研究建议	336
参考文献	339

第 1 章

黄河流域水资源状况及主要问题

1.1 黄河流域概况及特点

1.1.1 流域概况

1.1.1.1 自然地理

黄河自西向东，流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西、河南和山东九个省区，注入渤海，全长 5464km，其中河源到托克托河段为上游，托克托到桃花峪河段为中游，桃花峪以下为下游。全流域位于 $96^{\circ}\text{E} \sim 119^{\circ}\text{E}$ ， $32^{\circ}\text{N} \sim 42^{\circ}\text{N}$ ，总流域面积 794 712km²，其中鄂尔多斯闭流区面积 42 269km²。

黄河流域的地形自西向东呈由高到低三大巨型阶梯。其中西部最高一级为青藏高原，海拔超过 4000m；第二阶梯大致以太行山为东界，包括河套平原、鄂尔多斯高原、黄土高原和汾渭平原等大型地貌单元，海拔 1000 ~ 2000m；第三阶梯范围自太行山、邙山往东直到海滨，是黄河冲积大平原区，地面高程一般低于 100m。三大地形阶梯对于黄河流域的气候和自然景观格局有着决定性作用。

黄河流域横跨南温带、中温带和高原气候区三个气候带，年日照时数 1900 ~ 3400h，上游平均气温为 $-4.0 \sim 9.3^{\circ}\text{C}$ ，中游平均气温 $9.4 \sim 14.6^{\circ}\text{C}$ ，下游平均气温 14.2°C 。20 世纪以来，受温室效应影响，流域有增温趋势。黄河流域有集水面积超过 1000km² 的入黄支流 76 条，其中上游 43 条，中游 30 条，下游 3 条，最大支流为渭河。黄河流域河网密度不均，中游黄土高原区河网密度较高，最高达到 3.89km/km²，加速了水土流失。

1.1.1.2 社会经济

2000 年黄河流域总人口 1.09 亿，其中城镇人口 0.31 亿，城镇化率为 28.4%。2000 年流域 GDP 为 6216 亿元，农业总产值为 1486 亿元，工业总产值 7566 亿元（其中火核电工业产值 206 亿元），工业增加值为 2447 亿元（其中火核电工业增加值 91 亿元）。2000 年黄河流域耕地面积 24 362 万亩^①，播种面积 23 097 万亩，有效灌溉面积 7625 万亩，当年实际灌溉面积为 6599 万亩，粮食产量 3531 万 t，牲畜 8867 万头（其中大牲畜 1563 万头）。

1.1.2 主要特点

“水少沙多、水沙异源”是黄河最为显著的特点。黄河流域的多年平均降水量为 466mm，多年平均地表水资源量 580 亿 m³，不重复的地下水资源量 148 亿 m³，流域人均与亩均水资源占有量分别为 633m³ 和 277m³，在全国九大流域片中列倒数第二位。此外，下游两岸外海河和淮河流域每年引黄量约为 100 亿 m³，加上特有的输沙用水需求，更加加剧了流域“水少”的状况。黄河三门峡站的多年平均输沙量约为 16 亿 t，最大年输沙量达 39.1 亿 t，在全世界的大江大河中位列第一。

黄河水、沙的来源不同。水量的 56% 来自兰州以上，其余主要来自秦岭北麓及洛河、沁河支流；泥沙主要源自黄土高原的水土流失区，其中 56% 的泥沙来自河口镇至龙门区间，34% 来自泾河、北洛河、渭河上游等地区。

水资源先天不足而泥沙含量为世界之最，这一自然特点决定了黄河的治理与开发具有不同于其他河流的特殊性。

1.2 黄河流域水资源本底条件

1.2.1 基于二元水循环的黄河水资源评价结果

1.2.1.1 降水结构解析

在以降水为输入通量的全口径水资源评价中，降水为流域水循环的全口径输入

^① 1 亩 = $\frac{1}{15}$ hm² = $\frac{1000}{15}$ m² ≈ 666.7 m²。

通量，依据流域水量平衡，流域水分的输入与输出关系简要表示如式（1-1）所示：

$$P = R + E + \Delta V \tag{1-1}$$

式中， P 为降水通量； R 为河川径流通量； E 为蒸散发通量； ΔV 为存量蓄变量（蓄积为正值，损耗为负值）。

大气降水的垂向系统结构由上而下大致可以分为四层（图 1-1）。

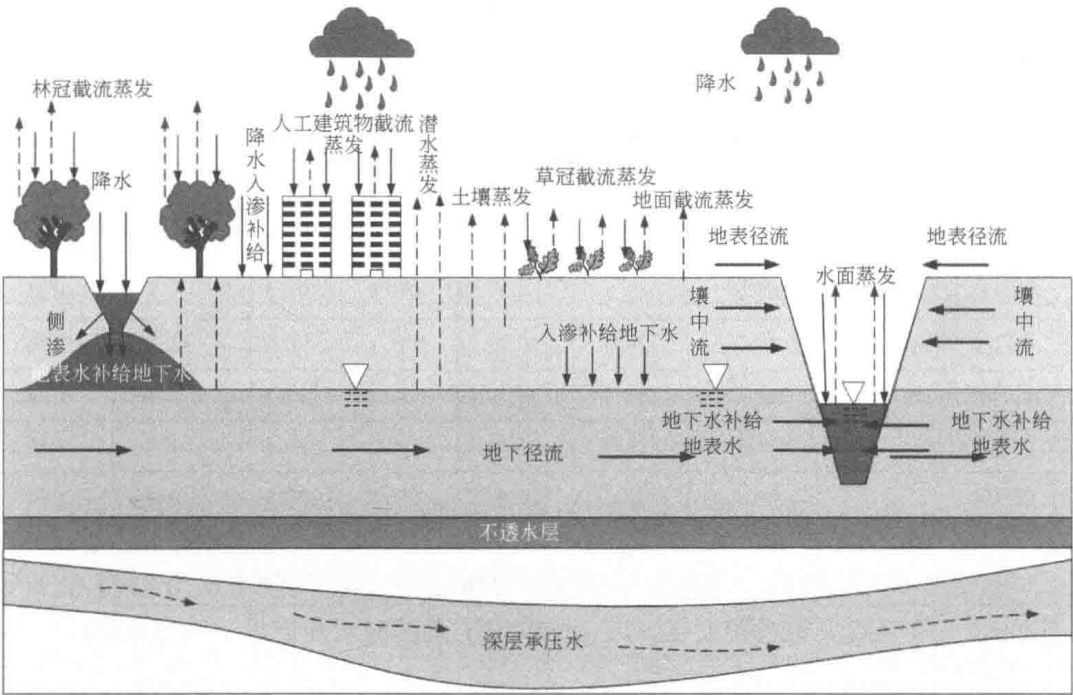


图 1-1 大气降水的垂向系统结构示意图

- 1) 冠层截流。包括林冠截流、草冠截流、人工建筑物截流等，截流的水分一部分受重力作用下至地面，一部分被直接蒸发返回大气。
- 2) 地面截流。地面是大气层与地下层的界面，到达地面的降水有三大去向：一是下渗至土壤；二是形成地表径流（包括直接降在水面上）；三是被直接蒸发返回大气。
- 3) 土壤入渗。土壤入渗量也有三类去向：一是继续下渗补给地下水；二是形成壤中流补给地表径流；三是通过蒸腾蒸发重新返回大气。
- 4) 地下水补给。地下水分为浅层地下水和深层地下水两类，地下水补给量去向也包括三种：一是通过潜水蒸发返回大气；二是通过地下径流补给地表水；三是人工开采消耗量。

根据水资源二元演化模型模拟结果（贾仰文等，2006a），列出黄河流域 1956 ~ 2000 年系列降水资源结构如表 1-1 所示。

表 1-1 现状条件下黄河流域降水结构解析

分区	降水量/亿 m ³	径流		蒸发		蓄变	
		总量/亿 m ³	占降水量 比例/%	总量/亿 m ³	占降水量 比例/%	总量/亿 m ³	占降水量 比例/%
黄河区	3563.0	548.7	15.4	3014.7	84.6	-0.4	-0.01
龙羊峡以上	632.3	210.1	33.2	419.5	66.3	2.7	0.42
龙羊峡至兰州	433.0	112.8	26.1	321.3	74.2	-1.1	-0.26
兰州至河口镇	427.6	18.5	4.3	409.6	95.8	-0.5	-0.12
河口镇至龙门	480.2	42.3	8.8	439.6	91.5	-1.7	-0.35
龙门至三门峡	1038.9	104.5	10.1	937.1	90.2	-2.7	-0.26
三门峡至花园口	274.7	39.2	14.2	234.2	85.3	1.3	0.47
花园口以下	157.8	18.0	11.4	138.5	87.8	1.3	0.82
内流区	118.6	3.3	2.8	114.9	96.9	0.4	0.34

从表 1-1 可以看出，黄河流域 1956 ~ 2000 年系列平均降水量为 3563 亿 m³，其中 84.6% 直接蒸发返回大气，15.4% 形成了天然河川径流量。

1.2.1.2 狭义水资源评价

狭义水资源总量由两部分组成：第一部分为河川径流量，即地表水资源量；第二部分为降雨入渗补给地下水而未通过河川基流排泄的水量，即地下水资源量中与地表水资源量计算之间的不重复量。

分别对黄河流域的“片水”资源和主要水文断面的水资源进行评价，其中分区以所划分的 8485 个子流域为单元，“片水”资源指的是 8485 小片产流汇入各自河流的总水量和各子流域不重复的地下水资源量；水文断面水资源量也包括两部分，其中不重复的地下水资源量与分片口径一致，而地表水资源量则是指无人类用水消耗情况下，流经该水文断面的天然年径流量。

在 2000 年下垫面及用水水平条件下，黄河流域多年平均（1956 ~ 2000 年气象系列）各二级区狭义水资源评价结果见表 1-2。从表 1-2 结果可以看出，黄河流域多年平均传统的狭义水资源总量为 676.4 亿 m³，其中地表水资源量

为 548.7 亿 m³，地下水资源量为 404.2 亿 m³，与地表水不重复的地下水资源量为 127.7 亿 m³。

表 1-2 2000 年条件下黄河流域分片狭义水资源评价（单位：亿 m³）

水资源分区	地表水资源量	地下水资源量		狭义水资源总量
		资源总量	不重复量	
黄河区	548.7	404.2	127.7	676.4
龙羊峡以上	210.1	65.3	1.9	212.1
龙羊峡至兰州	112.8	37.0	3.4	116.1
兰州至河口镇	18.5	58.6	35.2	53.7
河口镇至龙门	42.3	40.0	6.9	49.2
龙门至三门峡	104.5	125.1	39.0	143.5
三门峡至花园口	39.2	35.1	11.0	50.3
花园口以下	18.0	23.6	14.0	32.0
内流区	3.3	19.5	16.2	19.5

黄河流域多年平均各主要断面水资源评价结果见表 1-3。

表 1-3 现状条件下的黄河流域断面水资源评价结果（单位：亿 m³）

主要断面	贵德	兰州	头道拐	龙门	三门峡	花园口	利津
地表水资源量	201.7	308.0	313.6	351.5	448.9	485.4	491.7

从表 1-3 结果可以看出，多年平均黄河花园口断面天然年径流量为 485.4 亿 m³，利津断面天然年径流量为 491.7 亿 m³。

1.2.1.3 广义水资源评价

广义水资源量，指流域水循环中由当地降水形成的，对生态环境和人类社会具有效用的水量。主要包括两部分：一部分是地表地下产水量，和现有水资源量的概念一致，也可称为狭义水资源量；另一部分是天然和人工生态及环境系统对降水的有效利用量，包括直接利用和间接利用两种方式，直接利用是对降水的截留蒸发，间接利用是将降水转为土壤水后的就地利用。

与狭义水资源定义的径流性水资源不同，广义水资源是在降水通量下定义水资源量的。长系列气象条件下的水量平衡方程式（贾仰文等，2006b）为

$$\begin{aligned} 1/N \sum_{i=1}^N P_i = & 1/N \sum_{i=1}^N R s_i + 1/N \sum_{i=1}^N R g_i + 1/N \sum_{i=1, j=1}^{i=N, j=M} E I_{ij} + 1/N \sum_{i=1, j=1}^{i=N, j=M} E T_{ij} \\ & + 1/N \sum_{i=1, j=1}^{i=N, j=M} E S_{ij} + 1/N \sum_{i=1}^N E D_i + 1/N \sum_{i=1}^N \Delta S_i \end{aligned} \quad (1-2)$$

式中， i 为计算年； N 为长系列总年数； j 为生态系统类型（如农田、林地、草地、居民与工业用地等）； M 为生态系统总分类数； P 为降水量； $R s$ 为地表水资源量； $R g$ 为与地表水不重复的地下水资源量（即降水入渗补给地下水量扣除地下水出流，或潜水蒸发与地下水开采净消耗量之和）； $E I$ 为冠层及地表截流蒸发量； $E T$ 为蒸腾量； $E S$ 为棵间土壤蒸发量； $E D$ 为未利用土地（如沙漠、裸地、裸岩等）及稀疏植被中大片裸地上的蒸发量； ΔS 为地表水、土壤水和地下水的总蓄变量。

在多年平均条件下，方程式右边最后一项可近似取为零，右边第一、二项之和为传统的狭义水资源量，右边第三、四、五项之和为有效蒸散发量（即生态系统对降水的有效利用量），右边第六项为无效蒸发量，右边第一至五项之和为广义水资源量。

黄河流域多年平均广义水资源评价结果见表 1-4。

表 1-4 黄河流域广义水资源评价 (单位: 亿 m^3)

水资源分区	降水	广义水资源				
		狭义水资源	有效蒸散发			总量
			农田	居工地	林草地	
黄河区	3563.0	676.4	890.9	15.9	1173.3	2756.6
龙羊峡以上	632.3	212.1	5.5	0.1	227.2	444.8
龙羊峡至兰州	433.0	116.1	48.5	1.0	182.8	348.4
兰州至河口镇	427.6	53.7	119.6	2.8	116.7	292.9
河口镇至龙门	480.2	49.2	144.6	0.6	143.0	337.4
龙门至三门峡	1038.9	143.5	386.8	6.7	330.1	867.1
三门峡至花园口	274.7	50.3	89.6	1.6	118.5	260.0
花园口以下	157.8	32.0	85.8	2.9	20.8	141.5
内流区	118.6	19.5	10.5	0.1	34.1	64.3

从表 1-4 可以看出，黄河流域 1956 ~ 2000 年系列年均广义水资源量为 2756.6 亿 m^3 ，占降水总量的 77.4%。广义水资源当中，狭义的径流性水资源占 24.5%，有效蒸散发占 75.5%。

1.2.1.4 下垫面变化对于流域水资源演变的影响

为对比下垫面变化对于流域水资源演变影响，本书在考虑 2000 年人工取用水条件下，分别对历史实际系列下垫面情景和 2000 年现状下垫面情景下的水资源评价结果进行评价，对比结果见表 1-5。

表 1-5 历史系列下垫面和现状下垫面水资源评价结果对比（单位：亿 m³）

水资源分区	历史下垫面					2000 年现状下垫面				
	地表水资源	地下水总量	不重复地下水	水资源总量	有效蒸散发	地表水资源	地下水总量	不重复地下水	水资源总量	有效蒸散发
龙羊峡以上	223.3	67.7	1.8	225.1	207.3	210.1	65.3	1.9	212.1	232.8
龙羊峡至兰州	123.5	37.7	2.3	125.9	218.9	112.8	37.0	3.4	116.1	232.3
兰州至河口镇	19.9	58.3	33.7	53.5	233.1	18.5	58.6	35.2	53.7	239.2
河口镇至龙门	41.1	37.0	5.3	46.4	275.4	42.3	40.0	6.9	49.2	288.2
龙门至三门峡	114.8	116.2	29.3	144.2	699.9	104.5	125.1	39.0	143.5	723.6
三门峡至花园口	42.3	35.4	7.8	50.1	176.2	39.2	35.1	11.0	50.3	209.8
花园口以下	21.4	19.8	11.6	33.0	108.4	18.0	23.6	14.0	32.0	109.5
内流区	3.1	18.6	14.9	18.0	46.8	3.3	19.5	16.2	19.5	44.8
总计	589.4	390.6	106.7	696.2	1966.2	548.7	404.2	127.7	676.4	2080.1

从表中结果可以看出，下垫面变化在一定程度上影响着黄河流域水资源演变规律，主要表现在以下几个方面。

- 1) 狭义水资源的总量减少了 19.8 亿 m³，其中地表水减少了 40.7 亿 m³，不重复地下水增加了 21.0 亿 m³。这主要是因为水土保持、田间整治、梯田建设等各项人工措施的实施，不利于地表水产流，从而增加了垂向的下渗量，使得地下水和土壤水增加，而地表水径流量较大幅度地衰减。
- 2) 有效降水利用量增加。随着农业、生态的发展，地表生态对有效降水的就地利用增加 113.9 亿 m³，不仅利用了就地拦蓄下来的径流性水资源，而且还增加了原有一部分无效的土壤水和地表截流。
- 3) 广义水资源总量增加 94.1 亿 m³。在狭义水资源衰减，其他形式有效水分增加的共同作用下，流域广义水资源量仍有较大幅度增加，表明现状条件下，经济系统和生态系统总有效水量增加。