

水资源配置体系理论探讨

张泽中 李振全 乔祥利 著

.4



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

要 容 内

水资源配置体系理论探讨

张泽中 李振全 乔祥利 著

昆明理工大学图书馆
呈贡校区
中文藏书章



03002227795



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书介绍了水资源配置这一领域部分研究成果,探讨了水资源公平配置、合理配置和优化配置的水资源配置体系等理论,丰富了水资源配置理论,并给出大量实例说明理论与方法的应用及其可行性。书中成果不仅进一步指出水资源配置体系中三大配置关系,而且为水资源统一管理和水市场健康运行奠定基础。本书可供水资源管理参考与应用。

本书可供从事水资源管理及相关专业的高等院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

水资源配置体系理论探讨 / 张泽中, 李振全, 乔祥利著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2013. 12
ISBN 978-7-5170-1344-0

I. ①水… II. ①张… ②李… ③乔… III. ①水资源—配置—研究 IV. ①TV213

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第315496号

书 名	水资源配置体系理论探讨
作 者	张泽中 李振全 乔祥利 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 (发行部)
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	北京时代澄宇科技有限公司
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	175mm×245mm 16开本 7.25印张 172千字
版 次	2013年12月第1版 2013年12月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	21.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

水资源是生命之源，生产之要，生态之基，水资源是人类生存和发展不可替代的基础自然资源，是生态和环境良性循环的控制因素之一。同时，水资源又是有限可再生资源。当开发消费水资源强度超过其再生能力时候，水资源就会枯竭。随着人口增长、经济发展和生态环境保护对水资源需求增强，水旱灾害频繁，水环境不断恶化，水资源供需日益紧张，水资源合理保护、科学开发和高效利用与管理已经引起世界各国各行专家的高度关注。如何协调水资源保护与开发、局部与整体、用户之间水资源用水关系，促进水资源在生态环境与社会经济可持续发展取得长久最大效益，是一个巨复杂的大系统问题，需要我们用科学发展的观点为指导，系统学和管理学等多学科理论来处理。

随着环境不断变化，经济社会的快速发展，水文循环和水资源供给和用水形式发生了很大变化，水资源配置过程更加复杂，不仅存在水资源优化配置、水资源合理配置，而且必须实施水资源公平配置；同时，需要健全法律法规、完善管理，把水权、水质水量配置有机地结合，水资源公平配置、合理配置和优化配置是不可分割的有机的水资源配置体系，是水资源可持续利用的基础保障。

针对某一区域或流域进行水资源公平配置、合理配置和优化配置研究，建立完整的水资源配置体系，以期达到水资源合理开发高效利用与社会、经济、环境的协调发展，特别是实现水资源的供需平衡以及水环境的污染和治理之间的平衡，实现水市场、政府两种机制在水资源配置中的基础作用和宏观作用。水资源配置体系理论研究对更大范围内开展水资源配置和科学管理提供参考和决策依据。

本书共分7章，第1章绪论，由张泽中、李振全和乔祥利编写；第2章，水资源公平配置理论探讨，由张泽中编写；第3章，水资源配置体系探讨，由张泽中编写；第4章，水资源配置体系理论及模型的应用，由张泽中和乔祥利编写；第5章，区域水资源优化配置模型的应用，由李振全编写；第6章，探讨基于“水银行”机制的水价制定，由张泽中和李振全编写；第7章，总结与展望，由张泽中和乔祥利编写。

本书由作者硕士论文、学术论文构成，共计17.2万余字，张泽中撰写8

万余字，李振全撰写 4 万余字，乔祥利撰写 5 万余字。本书中的成果研究和数据收集过程中得到华北水利水电大学徐建新教授博导、陈南祥教授博导、黄河水利科学研究院张文鸽高工与河南黄河河务局供水局刘尊黎局长的指导和大力帮助，在此一并表示感谢。

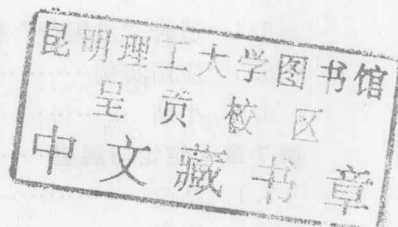
本书中的本研究得到国家青年科学基金（51309098）资助，书中的应用实例涉及多个行政省的地市自然、经济和社会等方方面面资料来自于不同部门和不同版本，甚至发表期刊，因此，数据资料难免有出入，加之作者水平有限，敬请读者批评指正。

谨以此书献给作者张泽中、李振全和乔祥利从事水科学学习和研究 10 周年，学海无涯，水科学研究永无止境，唯有再接再厉，勇往直前！

著者

2013 年 9 月

目 录



前言

第 1 章 绪论	1
1.1 选题背景及目的意义	1
1.2 相关领域研究现状	4
1.3 主要研究内容与技术路线	10
第 2 章 水资源公平配置理论探讨	12
2.1 水资源公平配置的定义、目的和实质	12
2.2 水权定义及其内容的丰富完整化	14
2.3 水资源公平配置模型的建立	15
2.4 水资源公平配置模型的解法及优选	21
2.5 小结	28
第 3 章 水资源配置体系探讨	29
3.1 水资源合理配置、优化配置实施现状及其关系	29
3.2 水资源配置体系理论探讨	31
3.3 小结	60
第 4 章 水资源配置体系理论及模型的应用	61
4.1 河南沿黄地区概况	61
4.2 水资源配置体系理论及模型在河南沿黄地区的应用	62
4.3 基于变异系数综合赋权法求解公共水资源公平配置模型	70
4.4 小结	72
第 5 章 区域水资源优化配置模型的应用	73
5.1 郑州市概况	73
5.2 郑州市水资源优化配置模型的建立	78
5.3 郑州市水资源优化配置方案及成果分析	89
5.4 小结	94
第 6 章 探讨基于“水银行”机制的水价制定	95
6.1 国内外水价制度的现状	95
6.2 我国现行水价制度中存在的问题	97
6.3 “水银行”机制下水价体系的理论基础	98

6.4 适合“水银行”机制的合理水价的制定	99
6.5 应用实例	102
6.6 小结	103
第7章 结论与展望	104
7.1 结论	104
7.2 展望	104
参考文献	106

1.1 绪论	1.1
1.2 研究背景	1.2
1.3 研究意义	1.3
1.4 研究内容	1.4
1.5 研究方法	1.5
1.6 研究思路	1.6
1.7 研究目标	1.7
1.8 研究创新点	1.8
1.9 研究难点	1.9
1.10 研究结论	1.10
1.11 研究展望	1.11
1.12 研究总结	1.12
1.13 研究附录	1.13
1.14 研究参考文献	1.14
1.15 研究致谢	1.15
1.16 研究声明	1.16
1.17 研究版权	1.17
1.18 研究保密	1.18
1.19 研究其他	1.19
1.20 研究其他	1.20
1.21 研究其他	1.21
1.22 研究其他	1.22
1.23 研究其他	1.23
1.24 研究其他	1.24
1.25 研究其他	1.25
1.26 研究其他	1.26
1.27 研究其他	1.27
1.28 研究其他	1.28
1.29 研究其他	1.29
1.30 研究其他	1.30
1.31 研究其他	1.31
1.32 研究其他	1.32
1.33 研究其他	1.33
1.34 研究其他	1.34
1.35 研究其他	1.35
1.36 研究其他	1.36
1.37 研究其他	1.37
1.38 研究其他	1.38
1.39 研究其他	1.39
1.40 研究其他	1.40
1.41 研究其他	1.41
1.42 研究其他	1.42
1.43 研究其他	1.43
1.44 研究其他	1.44
1.45 研究其他	1.45
1.46 研究其他	1.46
1.47 研究其他	1.47
1.48 研究其他	1.48
1.49 研究其他	1.49
1.50 研究其他	1.50
1.51 研究其他	1.51
1.52 研究其他	1.52
1.53 研究其他	1.53
1.54 研究其他	1.54
1.55 研究其他	1.55
1.56 研究其他	1.56
1.57 研究其他	1.57
1.58 研究其他	1.58
1.59 研究其他	1.59
1.60 研究其他	1.60

第 1 章 绪 论

1.1 选题背景及目的意义

1.1.1 选题背景

水是人类赖以生存和发展的重要资源之一,不可缺少且不可代替的特殊资源。世界上的水资源是有限的,社会和经济的发展必须与水的供应相适应,不能无限地采水用水,不能超越水资源的承载能力。当今世界,随着人口的不断增长和经济的不断发展,淡水资源的需求量不断增加;同时,由于不合理的利用,使本来短缺的淡水资源更加的紧张。人口剧增,灌溉农业扩大,工业化和城市化发展,城乡居民生活水平提高,人类社会对水的需求急剧增长;城乡污水大量排放,地表水和地下水源不断受到污染,可供人类利用的水资源日益短缺。部分地区河道断流,湖泊干涸,地下含水层接近干枯,地面下沉,生态环境不断恶化。水资源面临着洪涝灾害、水资源短缺和水污染加剧三大问题。因此,水资源的问题已引起全世界的普遍关注^[1]。

河南省自 20 世纪 50 年代初开始较正规的发展引黄,1958—1961 年是黄河下游引黄工程建设最多、最快的时期。但由于工程仓促上马,建设不配套,且大引大灌,结果造成黄河下游的耕地次生盐碱化问题及骨干排水河道淤积问题。1962 年 3 月国务院决定停止黄河下游引黄灌溉,发展井灌,为引黄发展蒙上了阴影。

但是黄河下游地区干旱和水资源不足问题是客观存在的,不引黄补源,农业生产用水根本得不到保障。为此,从 1965 年又重新开始恢复引黄灌溉工程。据统计,1973 年以后河南引黄 500.6 亿 m^3 , 平均年引水量 33.37 亿 m^3 , 年平均灌溉抗旱面积 530 万亩,每亩平均年用水量 630 m^3 。20 世纪 90 年代中后期由于受黄河水量统一调度的限制,年引水在 28 亿 m^3 左右。灌区涉及 13 个市(地),耕地面积 3510 万亩,设计有效灌溉面积 1794 万亩^[2]。目前河南省小浪底以下经常开启的引黄涵闸、虹吸、提灌站等共 44 座,总设计引水能力 1500 m^3/s ,年引水量在 20 亿 m^3 左右^[3]。

河南省引黄工作存在的主要问题有以下几个方面:

(1) 实际引水规模偏小,供水面积缩小,用水总量减少。按照《取水许可制度实施办法》和水利部的授权,黄河水利委员会对河南发放取水许可证,年许可取水总量 44.16 亿 m^3 。近几年由于上游来水少和其他一些客观和人为的原因,据统计,1996—2000 年河南省年均取水量 21 亿 m^3 ^[4],更远远小于 1987 年国务院引黄分水工作会议分配给河南省的年均 54.5 亿 m^3 引水指标。

(2) 工程建设与管理中尚存在许多问题,水资源浪费严重。工程配套面积不足控制面积的 50%,田间工程标准比较低,骨干工程较少,造成引水资源有效利用率偏低,平均为 0.4 左右,部分灌区不足 0.35,而且这种现象较为普遍。许多工程老化失修,疏于管理造成工程报废,群众对引水工程供水信任程度降低,另开辟地下水为灌溉水源,使工程运行效益更加低下,形成恶性循环。

(3) 缺乏完善的水价形成机制和管理体系。存在着系统分割的管理体系和不合理的收费系统使得收费的复杂程度和难度非常大;水利工程水价低于供水成本,加重工程失修;污水处理收费不到位,污水处理设施难以维持正常运转;水资源费征收标准偏低;各类水价比价关系和计征方式不合理,不利于合理配置水资源等亟待解决的问题;已建工程管理差,引水困难,渠道闸前淤积严重,造成引水量减小,是目前引黄供水的主要问题。引水用水计量管理落后,计量设施老化严重,甚至基本没有量水设备;农业用水难以直接对用户采取按亩分摊水费的方式计收水费,形成引黄取水量测管理体制不顺等。

近几年随着经济快速发展水资源日益短缺用水危机的出现,各地方政府加强了对引黄供水工作的领导,对发展引黄的愿望十分迫切。部分引黄灌区积极理顺灌区管理体制,对计划经济时期形成的管理体制进行改革。随着灌区规划的调整,对灌区实行核定编制,建立优质高效的管理队伍。引黄取水是沿黄灌区生存和发展的基础,沿黄地区各市(县)水利局、引黄灌区农民等对引用黄河水的态度都非常积极,十分渴望用上优质黄河水。各地、市政府已经高度重视,合理规划,落实到位,把引黄供水工作纳入到解决“三农”问题的日程上,使之成为利民项目,富民工程。

根据河南省节水灌溉综合技术研究课题组研究成果,在灌区不考虑向城市(镇)大型工业区供水情况下,在平水年和一般干旱年,就当地水资源而言,相当于每亩耕地缺水分别为 232 m^3 和 132 m^3 。在引黄灌区内,现状多年平均地表径流不足 50mm,其利用率不足 30%。现按 30%估算,两种水平年在地表自产径流得到较高利用情况下,仍分别缺水 217 m^3 和 117 m^3 。在沿黄区域,目前农业中除灌溉农业外,林、牧、渔业等的年平均用水量约在 2.0 亿 m^3 。据此估算,黄河下游引黄灌区,在不考虑工业用水和城市居民生活用水及市政用水情况下,仅农业在 $P=75\%$ 和 $P=50\%$ 年份,其缺水量就分别为:40.84 亿 m^3 和 22.94 亿

m^3 ^[4]。据此指标预测,在采取了各种节水措施并考虑一定量的生态、环境用水的情况下,2010年,平水年份需水量 155 亿 m^3 ,和现状年相比,增加缺水量 43 亿 m^3 ^[4]。生产又必须发展,乡镇建设和人口在急剧增加,对水的要求与日俱增,水的供需矛盾日益突出。在这种严重缺水的情况下,一方面要积极进行水资源涵养保护用水,水资源开发工程和拦截积蓄水流工程,另一方面要加强水资源管理,严格实行高效利用厉行节约,科学合理地规划配置水资源。

概括来说就是,河南沿黄地区的发展关系到河南全面小康社会的建设和中部崛起。沿黄地区当地水资源匮乏,引黄水资源是该地区发展的主要水资源。由于上述种种原因,引黄水资源在该地区没有得到与当地水资源合理结合,包括引黄水资源在内的总的水资源没有得到科学的配置和高效的利用;表现在有的地市引黄水资源指标没有利用,有的市(地)对黄河水资源想用却没有足够指标;农业实际引水规模在变小,供水面积在萎缩,引黄水量在下降,城市引黄(包括工业、城市生活和城市生态)水量在上升,但河南总的引黄水量在逐年减少。

因此要进行河南沿黄地区的水资源配置,使河南沿黄地区以引黄水资源为主其他水资源为辅的总水资源得到高效利用,支撑河南沿黄地区的可持续发展。

1.1.2 理论研究意义与实际应用价值

进入 21 世纪的今天,我们在享受社会进步、经济繁荣成果的同时也面临着人口增长、资源短缺、环境恶化和生态危机等问题。经过冷静的思考和理性的选择,世界上许多国家选择可持续发展作为自己的发展战略。随着我国经济社会的发展和水资源供求状况的变化,以水资源紧缺、水污染严重和洪涝灾害频繁为特征的水危机成了我国社会经济可持续发展的“最短板”。据调查^[5],1992年,全国 484 个城市中,缺水、比较严重缺水、严重缺水的城市分别占总数的 62%、22%和 16%。水资源的危机,严重制约了国民经济的发展。新中国成立 60 年来,我国水资源的开发利用重点集中在建设较大的灌溉工程、大型水坝和水电设施等一系列水利工程上。虽然社会从中获得了巨大的收益,但是水资源短缺以及水质恶化的状况并没有得到解决或有较大的改善。同时,在水资源开发利用和保护管理方面历史性地存在着相互影响的两大误区:第一,资源无价值、被无偿占用。因资源无价,致使水权关系不受重视,管理无法到位。第二,水权概念内容模糊,即产权不明晰,管理无章可依。这使得水市场和水资源有偿使用的机制难以建立和运行。另外,天然水资源的特性,如随机性、流动性、易污染性、利害两重性和不可替代性,这很容易引起上下游、左右岸、地区之间和部门之间的用水矛盾。因此,健全水权概念、丰富水权内容、明晰水资源产权及公平配置水资源初始使用权是十分必要的。

水资源的持续紧缺,法律法规的不健全,管理的不完善已经严重制约了我国

社会的和谐和可持续发展。20世纪80年代以来,各地区也积极采取了计划用水、节约用水和调整产业结构等多种措施,克服水资源紧缺带来的重重困难。但还没有从根本上解决水资源短缺问题,同时,由于受各种条件的限制,水资源优化配置中的水资源与社会、经济、环境系统间的相互制约和协调发展等基础性问题,以及在新形势下的节水、污水回用等缓解水资源紧缺的对策的研究还远远不够,随着经济社会的发展,水文水资源和用水形式发生了很大变化,配置过程更加复杂,需要健全法律法规、完善管理,把水权、水质水量配置有机地结合,它们是不可分割的完整的水资源配置体系。完整的水资源配置体系是水资源可持续利用的基础保障。

目前河南沿黄地区可持续发展面临的突出矛盾是该区域水资源的承载能力严重不足,流域水资源的再生循环机制衰退,与水密切相关的生态环境日趋恶化。多年来,采用开源节流和治污、污水回用等多种措施,力图提高河南沿黄地区水资源的承载能力,虽已付出了很大努力,也取得一定的成效,但远不能解决流域水资源承载能力整体不足的根本问题。引黄水资源是河南沿黄地区的重要水资源,对沿黄地区的发展至关重要,引黄水资源的配置关系到河南的经济、社会和生态的可持续发展。实践证明:要提高河南沿黄地区高强度用水区域水资源承载能力,实现区域水资源可持续利用,必须实施水资源的公平配置、合理配置和优化配置,实现完善的水资源配置体系,以支撑和保障河南沿黄地区的可持续发展。

基于此,进行河南沿黄地区引黄水资源的公平配置和该地区总水资源的公平配置、合理配置和优化配置研究,建立完整的水资源配置体系,以期达到水资源开发利用与社会、经济、环境的协调发展,特别是实现水资源的供需平衡以及水环境的污染和治理之间的平衡,实现水市场、政府两种机制在水资源配置中的基础作用和宏观作用。水资源的公平配置、合理配置和优化配置研究,建立完整的水资源配置体系广而言之将对全国开展水资源配置和科学管理提供参考和决策依据。对于科学地利用水资源,将起到推进作用,对于提高水资源的管理水平具有重要的参考价值。对于河南沿黄地区而言,该地区水资源的公平配置、合理配置和优化配置研究建立完整的水资源配置体系有利于该区的可持续发展。

1.2 相关领域研究现状

1.2.1 水权领域研究现状

水权是水与其他事物之间及水事活动中其他事物之间的种种权力关系的总称。目前有关水权的基本概念和内涵,各专家、学者在探讨中有不同的理解论

释,但大家较为一致地认可的水权定义“水权也称水资源产权,是水资源所有权、水资源使用权、水产品与服务经营权等与水资源有关的一组权利的总称”^[5]。

国外有些国家主要通过立法建立水权水市场制度,如美国、澳大利亚等国按水权配置水资源;西班牙、日本等国按照优先用水原则进行水权分配;美国、法国获取水权需要缴纳费用,如法国政府还对供水收取 0.105 法郎/ m^3 (折合 0.11 元/ m^3) 的国家农村供水基金,用于补贴人口稀少的地区和小城镇兴建供水和污水处理工程^[6]。在国外,有人认为水权是不动产财产权,有权利的持有者具有用水的用益权,但是它不是一种物权^[7]。Howe 等^[8]认为,一个很好界定的具有排他性的水权体系,必须包括:可能被转移的水量、可能被消耗的水量、水传递时间的选择、传递的水质、转移到的地点以及利用的地点。一个高效的水权结构应具有普适性、排他性、可转移性和可执行性等特征。Rosegrant 等^[9]提出,私人所有权与市场交易和官僚政治控制分配水相比,市场实现了水的利用从低价值向高价值的转移。Schleyer 等^[10]通过研究证明,在水权被明确界定为私有的、可转移的地方,以及在水市场正式建立以前,水市场交易已长时间被实践的地方,市场结构的执行是成功的。

国内,在水权管理制度方面的研究,孙卫^[11]提出,初始水权分配是按照一定的原则分配用于经济目的的水资源的使用权。可以把地方政府作为水权制度的主体和水权的代表者,由地方政府负责水权的初始分配。在分配中应贯彻国家安全原则、优先权原则与共同发展原则。胡鞍钢^[12]提出,水市场应是一个准市场,它的实施由“政治民主协商制度”和“利益补偿机制”等辅助机制来保障,以协调地方利益分配,达到同时兼顾优化流域水资源配置的效率目标和缩小地区差距、保障农民利益的公平目标。陈守煜^[13]提出,从水权制度发展历史及中国水权现状出发,提出现阶段中国水权制度的基本设想,即“一个体系,两个层次,多种形式”。所谓“一个体系”,是指必须保证全国一盘棋,才能实现国家对全国水资源的统一、有序管理,避免人们用水行为的混乱无序。“两个层次”是指区分水权体系中的天然水资源和水商品两个层次。“多种形式”是指在促进水商品化所采用的具体方式上,应不拘形式、灵活多样。张郁^[14]指出,水权交易可以利用市场与价格信号来优化配置水资源,同时也有助于国家对经济的宏观调控。同时提出建立一种合约化的水权交易市场模式,并对市场的结构和功能加以分析。国内学者更多地关心对初始水权配置及配置方法的探讨:苏青、施国庆等^[15]从水权、水市场理论出发,提出包括基本用水水权层次和丰余水层次的水权体系架构,就黄河下游基本用水水权初始分配、丰余水水权配置以及水权体系运作的技术前提、水权转让及管理机制进行了初步探讨;梁慧稳^[16]提出用综合权重法配置初始水权;葛颜祥、胡继连、解秀兰^[17]提出,在竞争性水权制度下,

水权的分配可以采用人口分配模式、面积分配模式、混合分配模式、现状分配模式及市场分配模式;裴源生、李云玲、于福亮^[18]对黄河置换水量的分配构建了水权分配指标体系,并根据水权分配指标体系,应用层次分析和模糊决策理论相结合的方法进行了水权的分配;苏青、施国庆、吴湘婷^[19]分析了河流取水权的特点,提出了区域水权的概念,考虑了水权分配的主要因素现状用水量、理论用水量、投资贡献等,建立了比例型水权分配模型。吴凤平、葛敏^[20]基于水权分配应满足公平第一、效益优先的原则,构建了水权初始分配的指标体系,建立了多层次半结构性多目标模糊优选模型,探讨应用多目标决策模型对水权进行初始分配的方法;曾勇、杨志峰、刘静玲^[21]以初始水权优先性为基础,提出在优先配置生活用水、生态用水的前提下,生产用水的配置从国际水法中有关公平利用共享水资源的条款出发筛选出6项指标建立初始产权分配的可能方案,并从多人决策理论出发,构造水资源分配的满意度评价函数,同时考虑水资源系统物理条件约束,通过最优化多人满意度函数来求得水资源初始产权公平分配结果。

水权领域研究总的来说管理研究多于配置理论方法研究;国外学者主要集中在对水权的内涵、水市场的优点、有效水市场的条件以及存在的交易成本和外部性等方面的探讨上,国内学者主要集中在对水权的界定、水权制度的建立以及水权市场实施等方面的研究上和更多地关心对初始水权配置及配置方法的探讨研究。

1.2.2 水资源合理配置领域研究现状

水资源合理配置是一个极其复杂的系统工程,水资源合理配置不仅涉及水资源及水资源系统概念的界定,而且与社会经济系统运行、生态环境系统变化以及社会可持续发展思想、科学技术水平等诸多因素有关,思考问题的出发点不同,对水资源合理配置涵义的理解仁者见仁,智者见智。国内外学者、专家对水资源合理配置的研究如火如荼,随着人们认识水平的提高和科学技术的不断发展以及水资源合理配置实践的不断深化,水资源合理配置的概念逐步明确,其内涵也将日益丰富完善。

20世纪40年代,Masse以水资源系统分析为手段、水资源合理配置为目的提出的水库优化调度问题,从而揭开了水资源合理配置的序幕。随着20世纪50年代系统分析理论和优化技术的引入,以及60年代计算机技术的发展,水资源系统模拟模型和优化模型的建立、求解、运行等的研究和应用工作不断得到发展和提高。最成功和最有影响的例子是1979年美国麻省理工学院(MIT)完成的阿根廷河Rio Colorado流域的水资源开发规划,它以模拟模型技术对流域水量的利用进行了研究,并提出了多目标规划理论、水资源规划的数学模型方法,并加以应用。

20 世纪 90 年代初我国水资源出现严重短缺和水污染不断加重,当时针对的是水资源短缺地区和用水的竞争性问题,后来随着可持续发展理念的深入,水资源配置含义不仅针对水资源短缺地区,而且对于水资源丰富的地区,从可持续角度,也应该考虑水资源合理利用问题,因而也存在水资源合理配置问题,只是目前在水资源短缺地区此问题更为迫切而已^[22]。水资源合理配置概念提出后,许多专业领域的科技工作者从不同侧重点对水资源配置及其相关问题进行了理论和方法上的多方面研究。国内许多学者、专家从不同的思想角度,根据自己的理解,对水资源合理配置的概念和内涵进行探讨,提出自己的观点。李令跃、甘泓^[22]从可持续发展的角度对水资源合理配置进行了定义,即“在一个特定的流域或区域内,以可持续发展为总原则,对有限的、不同形式的水资源,通过与非工程措施在各用水户之间进行科学分配”;赵斌等提出^[23]:水资源合理配置是指在一定时段内,对一特定流域或区域的有限的多水质水资源,通过工程和非工程措施,合理改变水资源的天然时空分布;通过跨流域调水及提高区域内水资源的利用效率,改变区域水源结构,兼顾当前利益和长远利益;在各用水部门之间进行科学分配,协调好各地区及各用水部门之间的利益矛盾,尽可能地提高区域整体的用水效率,实现流域或区域的社会、经济和生态环境的协调发展;王浩、秦大庸、王建华等^[24]针对北方干旱地区提出了水资源合理配置的定义:“在水资源生态经济系统内,按照可持续性、有效性、公平性和系统性的原则,遵循自然规律和经济规律,对特定流域或区域范围内不同形式的水资源通过工程与非工程措施,对多种可利用水源在宏观调控下进行区域间和各用水部门间的科学调配”;水资源合理配置比较权威的定义是我国颁布的《全国水资源综合规划大纲》^[25]中给出的,“在流域或特定的区域范围内,遵循有效性、公平性和可持续性的原则,利用各种工程与非工程措施,按照市场经济的规律和资源配置准则,通过合理抑制需求、保障有效供给、维护和改善生态环境质量等手段和措施,对多种可利用水源在区域间和各用水部门间进行的配置”。具有水资源合理配置思想的科学研究是国家“六五”、“七五”重点科技攻关项目“华北水资源研究”,它不仅对华北地区水资源总量及其基础数据库以及“四水”转化规律等进行了广泛研究,而且对该地区水资源问题的根本解决措施进行了基础性探索^[26];黄河水利委员会完成的“八五”攻关项目“黄河流域水资源合理分配及优化调度研究”为流域统一管理 and 水资源合理配置提供了有价值的经验^[26];国家“八五”重点攻关黄河项目“华北地区宏观经济水资源规划管理研究”专题的完成标志着水资源合理配置理论方法体系框架的基本形成^[26];国家“九五”攻关专题“西北地区水资源合理配置和承载能力研究”针对内陆干旱绿洲生态的特点,进一步将水资源系统与社会经济系统、生态系统三者联系起来统一考虑水资源的合理配置问题,提出

了基于二元水循环模式的水资源合理配置理论与方法,对“八五”攻关提出的基于宏观经济的水资源合理配置理论进行了一系列的拓展^[27];“宁夏经济生态系统水资源合理配置”攻关项目提出了全新的广义水资源合理配置理论及其研究方法,建立的经济生态系统广义水资源合理配置模型由多重模型动态耦合而成,以水资源合理配置模拟模型为核心,嵌套了区域水资源承载力模型、水循环模拟模型、宏观经济发展预测模型、水资源多目标优化模型、水资源合理配置模拟模型、工程经济效益分析模型和绿洲生态稳定性预测模型等^[28]。

王浩在文献[55]中指出:“只有以流域为单位进行水质水量统一配置,才能真正实现流域水环境质量的根本改善,水质水量联合调度面临在统一调度理论、方法、技术方面进展。首先,在水质水量联合配置过程中,一方面,通过改进生产工艺、进行污水处理等措施控制污染物的排放;另一方面,根据不同用水户对水质不同的需求分质供水,实现水资源系统最大限度地支撑社会经济系统和生态系统的可持续发展。根据不同用水户对供应不同水质的响应,研究基于分质供水的水量水质合理配置模型和方法,是今后的研究方向之一。其次,配置方案合理性评价也是流域水资源调配理论的重要组成之一,水量水质联合配置由于具有与单纯的水量配置不同的配置对象,其评价指标体系与评价方法需要专门研究。再次水量水质实时调度需要考虑水文和其他决策信息的随机特性,以预报信息为基础,以合理配置方案及其提供的规则为决策依据,在决策过程中辅以滚动修正的水量水质联合实时调度方法值得研究。”

1.2.3 水资源优化配置领域研究现状

20世纪90年代初我国水资源出现严重短缺和水污染不断加重,水资源优化配置在这样一个背景下提出来的。关于水资源优化配置的概念和内涵,专家学者们也有许多各自不同的见地和解释。其中典型的有:王顺久、候玉、张欣莉等^[29]提出水资源优化配置是指在一个特定流域或区域内,工程与非工程措施并举,对有限的不同形式的水资源进行科学合理的分配,其最终目的就是实现水资源的可持续利用,保证社会经济、资源、生态环境的协调发展,水资源优化配置的实质就是提高水资源的配置效率,一方面是提高水的分配效率,合理解决各部门和各行业(包括环境和生态用水)之间用水的竞争问题;另一方面则是提高水的利用效率,促使各部门或各行业内部高效用水;吴泽宁、索丽生^[30]认为水资源优化配置是“在流域或特定的区域范围内,遵循公平、高效和可持续利用的原则,以水资源的可持续利用和经济社会可持续发展为目标,通过各种工程与非工程措施,考虑市场经济规律和资源配置准则,通过合理抑制需求、有效增加供水、积极保护生态环境等手段和措施,对多种可利用水资源在区域间和各用水部门间进行的合理调配,实现有限水资源的经济、社会和生态环境综合效益最大,

以及水质和水量的统一和协调”，同时指出，水资源优化配置从宏观上讲是在水资源开发利用过程中，对洪涝灾害、干旱缺水、水环境恶化及水土流失等问题的解决实行统筹规划、综合治理，实现除害兴利结合，防洪抗旱并举，开源节流并重；协调上下游、左右岸、干支流、城市与乡村、流域与区域、开发与保护、建设与管理、近期与远期等各方面的关系；水资源优化配置包括取水方面的优化配置、用水方面的优化配置，以及取水用水综合系统的水资源优化配置。取水方面是指地表水、地下水和污水等多水源间的优化配置。用水方面是指生态用水、生活用水和生产用水间的优化配置。各种水源、水源点和各地各类用水户形成了庞大复杂的取用水系统，加上时间、空间的变化，水资源优化配置的作用就更加明显了。

国外，1960年科罗拉多的几所大学对计划需水量的估算及满足未来需水量的途径进行了研讨，揭开了水资源优化配置的序幕；20世纪70年代以来，水资源优化配置的研究成果伴随数学规划和模拟技术的发展及其在水资源领域的应用而不断地增多。由于水污染和水危机的加剧，20世纪90年代以来，国外开始在水资源优化配置中注重水质约束、水资源环境效益以及水资源可持续利用研究：1992年AfzalJavaid等^[31]针对Pakistan的某个地区的灌溉系统建立了线性规划模型，对不同水质的水量使用问题进行优化，在一定程度上体现了水质水量联合优化配置的思想；1995年Watkins、David WJr^[32]建立一种伴随风险和不确定性的可持续水资源规划模型框架，是有代表性的水资源联合调度模型；1997年Wong、HughS等^[33]在需水预测中考虑了当地地表水、地下水、外调水等多种水源的联合运用，提出支持地表水、地下水联合运用的多目标多阶段优化管理的原理和方法，还考虑了地下水恶化的防治措施，体现了水资源利用和水资源保护之间关系；同年Carlos Percia和Gideon Oron以经济效益最大为目标，考虑了不同用水部门对水质的不同要求，建立了以色列南部Eilat地区的污水、地表水和地下水等多种水源的管理模型。

20世纪60年代，我国的水资源在科学分配方面的研究刚刚起步，以水库优化调度为先导。80年代初，华士乾教授为首的研究小组对北京地区的水资源利用系统工程方法进行了研究，并在国家“七五”攻关项目中加以提高和应用，该项研究考虑了水量的区域分配、水资源利用效率、水利工程建设次序以及水资源开发利用对国民经济发展的作用^[34]；贺北方等（1995）、黄振平等（1995）、向丽等（1999）和马斌等（2001）^[35]对多库多目标最优控制运用的模型与方法、灌区渠系优化配水、大型灌区水资源优化分配模型、多水源引水灌区水资源调配模型及应用进行了研究；2002年，中国水利水电科学研究院等单位联合完成的“九五”国家重点科技攻关项目“西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护

研究”^[27]，建立了干旱区生态环境需水量计算方法，提出了针对西北生态脆弱地区的水资源配置方案；在水资源配置方案设置的基础上，生成水资源配置结果的研究思路，使水资源配置结果更符合区域的实际。

综上所述，国内外水资源优化配置研究的进展，水资源优化配置理论和方法研究已取得了长足的进展，且在经济社会和科学技术的高速发展过程中不断地发展和完善，取得了很多有价值的成果。一方面，随着经济社会的发展，水资源开发程度的加剧，各行业用水量大幅度增加，相应的污水排放量也急剧增加；另一方面，根据水功能区划的要求，一定区域范围内的水体纳污能力是有限的。这就客观要求将反映水质特征的水环境容量视为一种资源，和水资源量统一协调地进行配置。可见，水体的水环境容量，污水与用水之间的关系，污水排放和水体纳污量间的关系，以及水质水量联合优化配置的理论、模型和方法，是水资源优化配置的重要研究课题。

1.3 主要研究内容与技术路线

1.3.1 主要研究内容

1. 水资源公平配置理论探讨

在水权现有的内容基础上丰富其内容；提出水资源公平配置模型，公平配置模型分为公共水资源公平配置和次（或末）级区域内总水资源行业间公平配置两个层次；对改进的层次分析法和投影寻踪聚类法两种解法进行优选。

2. 水资源配置体系理论探讨

在阐述水资源合理配置、公平配置和优化配置的关系基础上提出水资源配置体系及其意义。

3. 水资源配置体系理论及模型在河南沿黄地区的应用

把所提出的水资源配置体系的理论和方法以河南沿黄地区及郑州为例进行应用检验。

1.3.2 拟采用的技术路线

1. 公平配置模型基本技术路线

河南沿黄地区水资源公平配置的供水水源为：河南在黄河中所取得水资源初始使用权的水量。其用水对象为河南沿黄地区12个地级市（三门峡、洛阳、济源、焦作、新乡、郑州、开封、濮阳、安阳、鹤壁、许昌部分县区以及商丘部分县区）。

建模原则：科学公平原则、生态平衡原则、可持续发展原则和用水高效原则等。