

# 基于供应链的南水北调东线水资源配置与调度的可行性研究综述

王慧敏<sup>1</sup>,张玲玲<sup>1</sup>,王宗志<sup>2</sup>,胡震云<sup>1</sup>

(1.河海大学应用管理研究所,江苏南京 210098 2.合肥工业大学土木建筑工程学院,安徽合肥 230009)

[摘要] 将供应链理论与方法、技术思想、信息、契约设计引入到南水北调东线水资源配置与调度中,重点论证了供应链理念引入的可行性。并分析了南水北调东线水资源配置与调度供应链的概念模型和运作模式。

[关键词] 水资源配置;水资源调度;供应链;可行性研究;运作模式

[中图分类号] F403.7 [文献标识码] A [文章编号] 1003-9511(2004)03-0002-03

南水北调是一项水资源配置工程,水资源合理配置与调度的目的是实现水资源的可持续利用、支持和保障经济社会的可持续发展,即有利于提高缺水地区的水资源承载力,增强经济发展的后劲;有利于遏制并逐步改善日益恶化的生态环境;有利于地区间经济、社会和环境的协调发展。

然而,传统的水资源配置与调度和不断变化的市场环境下的跨区域的大规模水资源配置与调度相比,有其不足之处,主要体现在以下几个方面。

(1)理论和方法。传统的水资源配置与调度侧重供水和需水两个端点,对于中间环节一般只是从技术角度研究(如输水管线的规模尺寸、工程设施和调度方法等),而在用户需求、效益成本比、服务质量等方面较少考虑。但实践表明,这些中间环节的重要性是不容忽视的。

(2)技术思想。传统的水资源系统的配置与调度,是以经济效益成本比进行评价,而南水北调东线水资源的情况复杂且涉及面很广,目标和要求各异,甚至相互抵触,要实现系统的最优,相对于实际情况来说,往往偏于理想化,而且在模型的构建和算法的实现上缺乏合理性。

(3)信息分析。信息不完全往往是困扰水资源复杂大系统运营的重要因素之一。在市场经济条件下,不确定性有可能误导决策,然而,传统的水资源配置与调度过程中对信息进行了假设或对信息重视不足。

(4)合约的设计。传统的水资源供需关系,主要是行政指令性的。在市场经济体制下,跨流域调水中的各个实体是相对独立而有机联合在一起的整体,合约在设计上就与传统的行政指令性实施有很大差异。

基于上述因素,本文从管理科学理论和实际水资源调度运行实践出发,将供应链的思想和方法应用到南水北调东线水资源配置与调度中。

## 1 水资源配置与调度管理的研究现状

随着时代的发展,水资源开发、配置与调度管理的理念、体制和技术方法由过去的“以需定供”、“技术经济寻优”向“以供控需,统一管理”、“沟通与协调”过渡和发展。

(1)美国陆军工程兵(团)资深的水资源专家 Whipple<sup>[1]</sup> 准将提出,水资源开发、配置和管理进入了一个以“沟通与协调”为特征的新时期。这种“新时期”的观点得到不少美国同行的赞同,美国土木工程学会(ASCE)也很重视,支持他们1998年在芝加哥召开的全美科学讨论会,随后出版了会议论文集。<sup>[2]</sup>

(2)Whipple指出,传统的单纯科技途径,存在一系列算不准和算不出的实际问题,认为近期效益与成本比可靠性低,由于众多不确定因素的影响,长期经济效益与成本比的可靠性更差。文献[1]指出,存在各种间接或非经济的不能货币化的部分,如人员伤亡、就业率、公众健康、儿童受教育状况、人居环境

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(5037909),国家社会科学基金资助项目(03BJY037),高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20030294008)

[作者简介] 王慧敏(1963—),女,山西黎城人,教授,博士生导师,主要从事管理系统工程与信息系统研究。

质量和社会的安定及福利水平等。<sup>[1]</sup>Grigg 和 Grahan<sup>[2]</sup>等认为,水资源开发、配置对环境 and 生态的影响,往往是正面和负面同时共存,无法通过单一指标作出评价,很难建立统一的评价指标体系,更难作出具有足够可靠程度的预测。Creighton 和 Priscof 分析指出,由于经济、社会、环境、生态、科技的发展变化,相应带来许多不确定性因素,造成需水预测和成本及效益评价存在较大的误差,这就从根本上动摇了传统寻优途径的基础,不能再依据传统的寻优途径拟定开发、配置和管理方案。

(3)美国从 1984 年就开始组织专家调查研究,并拟定出相应的方法、程序、体制和对策,制定出一整套“解决争议的策略(Alternative Dispute Resolution, ADR)”逐步将“沟通和协调”工作法制化。该策略阐述了 ADR 的核心是强调吸纳有关部门和公众参与决策的必要性和可行性,并提供一整套具有可操作性的体制和方法。该项策略分别在佛罗里达(Florida)州 Sanibel 岛湿地开发,路易斯安那州(Louisiana),密西西比(Mississippi)州油田区河道及沿岸土地利用规划,ACT-ACF(Alabama-Coosa-Tallahapoos and Apalachicola-Chattahoochee-Flint)两流域水资源开发等案例中推广应用,实践表明 ADR 取得满意的效果。

(4)欧美发达国家的发展进程和近年的实践经验表明,要适应水资源开发、配置与管理的新时期特征,当务之急是要更新观念,突破原有思想模式,以更加广阔的眼界来考察水资源开发、配置与管理问题。从 20 世纪 70 年代开始,欧美发达国家已率先进入新时期。对中国水资源系统运行管理现状的分析表明,中国水资源开发、配置和管理也正在经历着欧美发达国家已出现的变化。然而,中国出现的这种变化是与我国的国情紧密相连的。中国的国情和经济发展水平与美国有较大的差别,中国南水北调工程既具有公益性特征又有市场经济的特征,水资源配置和调度管理需要从市场经济环境下的管理体制出发,探讨规范化的合理解决方案。

(5)20 世纪 90 年代以来,中国在水资源开发、配置与管理的理论与方法方面也进行了许多有益的探讨,以期使水资源配置和调度管理的理论和方法从过去解决结构化问题的硬系统工程方法逐步向解决半结构化或不良结构问题的所谓软系统工程方法转变。<sup>[3]</sup>刘国纬教授首次把水资源系统的运行调度由以往视为结构化问题推进到视为半结构化问题新阶段。<sup>[4]</sup>

## 2 水资源配置与调度中供应链运作模式诠释

随着水资源开发配置和调度管理从“技术经济

寻优”到“沟通与协调”的理念的转变,研究的方法论应该跳出原有系统工程方法论的思维模式,跳出水资源系统配置和管理的传统思路,从新的视角考虑。而供应链管理恰如其分的顺应了这一需要。

### 2.1 供应链用于水资源系统配置与调度研究的可行性分析

(1)南水北调东线水资源系统通过上、下游子系统连接,形成一条串型的供需链状结构的供应链。对这条供应链的管理包括从“供”到“需”全过程中的所有环节的管理,这样就避免了传统的水资源配置和调度仅仅侧重供水和需水两个端点,对于中间环节,一般只是从技术角度研究(如输水管线的规模尺寸、工程设施、调度方法等),而在用户需求、效益成本比、服务质量等方面考虑较少。

(2)在水资源系统供应链中,物流涉及有关水的安全、及时输送水的输送过程中水质的保护等;系统的供需状况受到气象、水文、调度管理及设施运行实况等众多不确定因素影响,信息不完全往往是困扰水资源复杂大系统运营的重要因素之一,信息流涉及有关水的需求预测、供需信息的传递、对水质水量的监控及预警等;资金流涉及有关水市场的研究、水价的制定以及收入分配问题等。特别是在市场经济条件下,不确定性有可能误导决策。通过对水资源系统供应链中物流、信息流进行设计规划和控制,对资金流进行分解与控制,使水资源系统中物流、信息流等合理有序,以及改进运营管理是必要的,也是可行的。

(3)在水资源系统成员的供需关系中,供方和需方也可以定义为卖方和买方,只有当买、卖双方组成的结点间产生正常的交易时,才发生物流、信息流、资金流的流动或交换。表达这种流动或交换的方式之一就是契约关系(即供需水协议关系),供应链上的成员通过建立契约关系来协调买方和卖方的利益。供应链管理强调的是用系统的观点,寻求使供应链整体最优,而不是局部最优,并使供应链中各成员获得相应利益。

(4)对于水资源系统的运营绩效,传统的方法是以经济效益成本比评价水资源系统的运营,南水北调东线水资源复杂且涉及面很广,需要以“沟通与协调”替代“技术经济寻优”。传统的水资源供需关系,主要是行政指令性的。从无到有地建立市场经济体制下的新关系,需要首先完成和制定一系列供需方契约。供需方之间签署的契约能充分反映和有效协调南水北调东线工程供水区内对水资源的供需关系。

(5)供应链本身就是市场经济的产物,采用供应链研究南水北调东线工程水资源配置与调度问题,

能够适应市场经济下的管理体制。在南水北调东线工程水资源供应链中不以组织机构和行政隶属关系作为支撑,而以强调合作和签订契约作为管理职能实现的基础。成员之间串型链接,通过供需“协议”,实现“沟通与协调”,使整个水资源系统处于“双赢”平衡状态。

(6)供应链管理在国内外已有许多成功的案例。供应链管理是市场竞争的产物。近年来,随着企业所面临的市场环境日趋复杂化,使得传统的模式对市场巨变的响应显得越来越迟缓和被动。为摆脱困境,企业虽然采取了许多先进的单项制造技术和手段并取得了一定的成效,但在响应市场的灵活性方面并没有实质性的改观。20世纪80年代末,欧美等国家提出的供应链管理新概念,在短短十几年中成为当前管理理论和实践中的一个热门领域。1996年4月,由美国先进制造研究(AMR)公司和国际咨询公司Pittiglio RabinTodd & McGrath(PRTM)联合成立了供应链委员会(Supply Chain Council),目前已有300多家世界上最大的制造企业加入了该委员会,委员会为其成员提供供应链管理方面的咨询服务和技术支持。美国一些大公司,如HP、IBM、AT&T和Allied Signal等纷纷采用供应链管理技术,并取得了显著效益。欧洲许多国家,如爱尔兰、荷兰、德国等学术机构和企业界也积极开展与供应链管理相关技术的研究,如爱尔兰的先进制造技术咨询服务机构“AMT Ireland”、荷兰Nijenrode大学的技术科学与管理商业学院联合成立的供应链管理中心,都专门研究供应链管理技术,并为企业提供有关供应链的技术服务。中国从1998年开始,国家“863”计划现代集成制造系统(CIMS)主题将供应链技术与系统列入该主题的研究与开发,在应用基础研究、重大关键技术攻关等方面给予资助,目前已取得了一些研究成果,部分成果已在企业中成功应用,取得了初步的经济与社会效益。

上述关于“供应链”的理论、方法和许多领域的成功例子表明,应用“供应链”理论与方法进行南水北调东线水资源系统配置与调度是可行的。

## 2.2 水资源配置与调度中供应链的概念模型

讨论水资源配置与调度中供应链模型,首先应清楚供应链的构成:①供应链主体:供水方和需水方。②供应链行为过程:抽水、泵站提水、湖泊与水库存水、管道输水、供用水等。③供应链的媒介:物流(水流)、资金流和信息流等。④供应链的拓扑结构:网络、链条、网链。

基于此,对南水北调水资源配置与调度中供应链模型作如下阐述:基于南水北调物流(水流)、资金

流和信息流的沟通媒介下,调水系统中供水方和需水方之间按照串行链状和串并行结合网链状的结构,通过一系列的行为过程协调实现合理的水资源配置与调度,这一既定目标成本最小、效用最大。

## 2.3 水资源配置与调度中供应链的运作模式

南水北调工程是一项规模宏大,涉及多流域、多水源、多地区、多部门、多用户和多目标的非常复杂的水资源配置工程。南水北调水资源配置和调度中供应链的运作模式具有以下策略性原则。

(1)南水北调调水供应链可以看作是一个开放复杂系统(以下简称CAS)。与简化的、线性的传统系统理论相比,复杂性科学则提供了一个完全不同的世界观。它主要研究非线性反馈网络,特别是复杂自适应系统。CAS是一个开放复杂巨系统,由许多具有适应性的主体(Adaptive Agent)组成。这些自治的简单的智能体按照既定规则相互作用,反应彼此行动,改进自我行为,进而改善整个系统的行为。换言之,这种系统的运行方式包含学习,从某种意义上说,CAS和其他系统构成共同演化的大系统,并在创造和学习中走向未来。<sup>[5]</sup>基于CAS的运用,系统将是一个动态进化学学习的系统,在这个系统中更加重视过程,将中间环节的各个节点集成起来,力求达到整个供应链全局的动态最优目标。

(2)基于南水北调水资源配置与调度供应链主体是供水方和需水方,供应链是一个合作共生系统。供应链成员之间是相互信任、互相理解、互惠互利的合作伙伴关系。这种合作与共存是由利益驱动,由共同的、平等的“游戏规则”来维持的。在这种合作模式中,个体的独立自主性和整体的协调一致性在具有充分的信息交流、完全的信息共享、并行运作的网络中被统一起来。每个个体都是一个自律的单位,享有独立自主决策的权利,可是,这种独立自主性并不会破坏整体的协调一致性,整个系统具有共同的目的、共同的利益和协调的行为,但是,它并不需要牺牲个体的独立自主性。这种合作模式在保证整体的协调一致性的前提下,最大限度地发挥了个体的积极性。<sup>[6]</sup>因此,供应链思想中灵活的“沟通与协调”替代单纯地“技术经济寻优”。

(3)水流、信息流、资金流贯穿于南水北调水资源配置与调度过程中,信息的不完全、不对称又是困扰水资源复杂大系统运营的重要因素之一。因此,供应链中的信息技术平台对完善物流、信息流等,实现信息交换、信息共享和信息化集成,改进运营管理模式是必要的也是可行的。

(4)跨流域调水是政府优化配置水资源的一种重要手段,水资源的分配涉及到多方(下转第54页)

## 6 问题和议

(1) 进一步提高库区后期扶持基金的标准。根据四部委文件,以国家批准的移民数量作为计算基金提取的基数。后期扶持的对象仅限于实施了房屋搬迁的水库移民,而库区淹地不淹房、调整耕地(或其他生产资料)接受移民的安置区居民不能享受国家的扶持政策,这势必造成执行上的困难,影响新老居民之间的团结,对这部分人也应按照受影响的程度纳入后期扶持政策范围。另外,由于社会经济的不断发展,后期扶持的目标将不断提高,所需资金将不断增加,因此后期扶持资金的标准应适当提高。

(2) 后期扶持资金的使用应注意区分轻重缓急。后期扶持的重点应该是解决影响移民生产生活中的重点、难点问题。过去由于政策和管理上的原因使水库移民存在不少遗留问题,有的水库移民世代相传成为几代人的移民专业户。随着水库移民工作逐步走向法制化、规范化的轨道,移民工程同样要求按照基本建设程序进行管理和实行移民竣工验收制度,今后经过竣工验收和后期扶持评估合格后移民要实行“脱帽”销号,由建设单位与当地县级以上人民政府签订协议,由当地政府进行正常管理,纳入当地社会经济发展的正常轨道。逐步缩小“移民面”,使有限的后期扶持资金能更好地用来解决移民中的突出问题。即使是同一个库区的移民,其“脱帽”的

时间可以按条件成熟的早晚依次进行,使后期扶持资金的着力点日渐明确有力,也将更为有效。

(3) 建立健全后期扶持规划的编制规范。前期补偿补助、后期生产扶持是一个相辅相成的体系,但到目前为止,还缺乏相应的后期扶持规划编制的规程规范,规划设计、建设单位和移民管理部门都急需一个指导性的规范,建议在加强行业管理工作中,将此列入议事日程。

(4) 加强民营资本为投资主体的水库移民后期扶持政策的研究。随着改革开放的不断深入和市场经济的发展,投资主体呈现多元化,尤其是一些民营资本开始涉足水电建设项目。工程完工后,出于利益的驱动,这些民营资本投资者能否进行后期扶持移民的问题开始凸现出来。对此,国家应有相应的方法和形式来干预他们的经济行为,从而保障移民的合法权益。建议在后期扶持政策中加强这方面的研究工作。

### [参考文献]

- [1] Cernea M M. 风险、保障与重建:一种移民安置模型[A]. 见 唐传利主编. 移民与社会发展国际研讨会论文集[C]. 南京:河海大学出版社,2002.192.
- [2] 庞道沐,曹茂华,危日文. 水库移民指南[M]. 长沙:湖南人民出版社,2001.108.

(收稿日期 2003-12-17 编辑:方宇彤)

(上接第4页)参与和存在利益冲突的博弈问题。例如,在市场经济体制下,供应链上每个节点上供水方和需水方面的动态博弈;在流域水资源的分配利用中,各流域的利益总和是一定的,流域内一个节点利用多,另一个节点必然少,节点间其实在进行多人参与的零和博弈。因此,基于供应链设计的契约模式为调水中水权的实施、水价的制定提供理论的分析。

## 3 结 语

在市场经济体制下,南水北调东线水资源配置与调度系统是一个复杂巨系统。它由链上各个节点的供方和需方为主体,涉及水利部门与多个有自主行为和自身利益与目标的生产厂家、中间供应商、运输商、施工商等商家的链状系统,这一系统的典型特点是复杂性、动态性、整体性。很显然,该系统符合供应链系统的诸多特点,采用供应链管理方面的思想、理论和方法来对其进行系统而深入地研究将是

合适的也是具有前瞻性的选择。

### [参考文献]

- [1] Whipple W. Water resources: a new era for coordination[M]. Reston: ASCE Press, 1998. 45 ~ 49.
- [2] Whipple W. Coordination: water resources and environment[M]. Reston: ASCE Press, 1998. 5 ~ 53.
- [3] 王慧敏. 流域可持续发展系统理论与方法. 南京:河海大学出版社,2000.125 ~ 134.
- [4] 刘国伟. 关于中国南水北调的思考[J]. 水科学进展, 2000(4): 346 ~ 350.
- [5] Stacey Ralph D. 组织中的复杂性与创造性(复杂科学研究丛书)[M]. 宋学锋,曹庆仁译. 成都:四川人民出版社,2000. 8 ~ 9, 252 ~ 259.
- [6] Charu Chandra, Sameer Kumar. Enterprise architectural framework for supply-chain integration[J]. International Journal of Operation & Production Management, 2001, 21(4): 461 ~ 475.

(收稿日期 2004-03-06 编辑:徐广生)