

工程管理的总量控制是经济发展方式转变的重要手段 ——以水环境、水资源工程为案例

吴季松

(北京航空航天大学中国循环经济研究中心,北京 100191)

[摘要] 提出并论述了在大系统中跨学科、跨行业、跨地区实行工程总量控制的新工程管理思想,其在产业结构调整 and 科技驱动创新等方面促进了经济发展方式的转变。以中央水利工作会议确定的水资源开发、利用和保护的三条红线及笔者在北京、上海主持或参与制定的工程规划为例,为生态文明美丽中国建设对改变水环境、保证水资源的工程总量控制做了定量分析,供各类工程总量控制参考。

[关键词] 经济发展方式转变;大系统分析;工程管理思想创新;总量控制;水环境工程

[中图分类号] F421 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2012)12-0069-06

1 前言

自工业革命以来,工程建设就是经济发展的基础。第一产业发展要依靠水利设施、化肥厂和农药厂等工程建设;第二产业发展要依靠煤矿、油田、铁路、公路、桥梁、炼钢、汽车和化工厂等工程建设;第三产业发展要依靠机场、旅馆和饭店等工程建设。今天转变经济发展方式其最主要的内容之一就是调整产业结构,因此对产业的基础——工程建设的结构调整和总量控制就成为最突出的问题。

2 我国经济发展方式转变的原因和内涵

自1978年改革开放以来,我国经济取得了举世瞩目的伟大成就,使6.6亿人民脱离了贫困,创造了在30年的长周期内以年均10%的速度增长的、在世界上史无前例的工业经济发展高速度。2010年我国已成为世界第二经济大国,中国经济发展模式的客观存在已经被国际认同(笔者的专著《中国经济发展模式——摸着科学与知识的石头过河》全面论述这一问题^[1])。

中国经济发展已经取得了世界经济发展史上罕

见的成就,那么为什么还要加快转变经济发展模式呢?

1)资源短缺、环境污染和生态恶化不允许粗放的老方式继续。仅以水为例,目前我国总缺水量近 $6.0 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{a}$,占用水总量的11%。北方不少地区缺水超过30%,严重地影响工农业生产与居民生活。目前我国水环境污染的严重趋势未得到有效遏制,水功能区划水质达标的仅占48%,也就是说全国过半水域水质不合格,严重影响了人们的身体健康。目前我国水生态系统恶化已接近难以修复的临界,北方河流断流、湿地干涸、池塘消失已是普遍现象,南方湖泊萎缩、水污染严重,自净能力最强的长江排污已超过其自净能力。

2)全球性的资源问题和新兴经济体的发展不允许外向型线性增长。2011年我国外贸进出口总额已占国民生产总值(GDP)的50%,其中出口占26%,在20国集团(G20)中是除德国外最高的。随着全球性的资源短缺和新兴经济体的发展,我国外贸总额还会有所增加,但传统出口产品随GDP线性增长已不可能。

3)经济发展应该更多更实地惠及民众。改革

[收稿日期] 2012-09-04

[作者简介] 吴季松(1944—),男,满族,辽宁沈阳市人,教授,主要研究方向为环境生态保护与修复、循环经济、知识经济和水资源管理;
E-mail: js_wub@buaa.edu.cn

开放以来经济迅速发展,全民的生活水平迅速提高。但是,到2011年居民消费仅占GDP的35%。不仅人民生活水平提高与GDP增长不成正比,而且形成了固定资产投资过高、居民消费过低的发展方式,严重影响经济的进一步科学发展。

为建设美丽中国,经济发展方式主要在以上3个方面亟待转变,而在这3个方面问题的解决中,工程管理创新是关键手段。

3 经济发展方式转变的依据

3.1 知识经济学依据

我国经济发展方式(或称模式)是社会主义市场经济。从理论上讲,在社会主义方面,所有制坚持以公有制为主体,以国企为主干,以政府的宏观调控为主导,创造了我国独特的经济模式。但是,在市场经济方面,基本以亚当·斯密的传统西方经济学为主导,以富足为目的,基本奉行“最大限度地开发自然资源、最大限度地生产社会财富、最大限度地获取利润”,相信“看不见的手”。这种经济发展方式在工业革命以后极大地提高了生产效率,创造了巨大的社会财富,但在今天其所产生的问题也十分严重,可直观表示(见图1)。

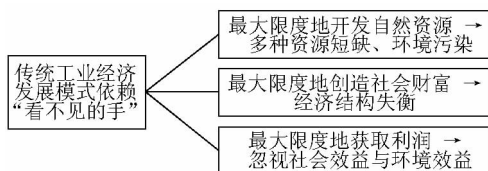


图1 传统工业经济的发展模式

Fig.1 The development model of traditional industry economy

因此,在20世纪70年代,以“可持续发展”为目的的新经济学思想在西方应运而生,笔者于1982年将其引入国内,并于1985年主持联合国的可持续发展理论——知识经济的第一次系统的研究。目前欧盟用“以知识经济为基础的经济”、美国以“新经济”、日本以“智力经济”为模式发展,实际上说的都是一个意思。我国经济发展方式的转变就是要从传统工业经济转变为知识经济的可持续发展方式。知识经济的发展模式及其转变可表示如图2所示。

目前国际上还没有可持续发展的数学表达,笔者根据33年的研究,以“当代要留给下一代不少于自己的资源”这一最原始的定义,给出数学表达如下:

$$S = \frac{R \cdot U_R}{P \cdot E_e} \quad (1)$$

式(1)中, S 为可持续发展程度指数; R 为生态系统中可用自然资源量; P 为人口总数量; E_e 为自然资源依赖型产业比例; U_R 为自然资源利用率。

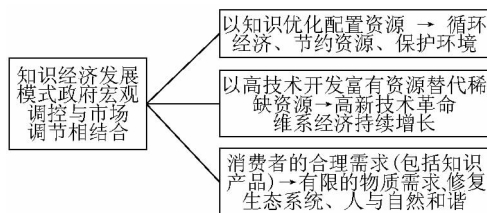


图2 知识经济发展模式

Fig.2 The development model of knowledge economy

可持续发展指数 S 越大,经济生态化程度越高。从式(1)中可以看出,生态系统中可用自然资源量 R 越大,系统的承载能力越大,可持续发展程度指数 S 就越高;循环经济中自然资源依赖型产业比例 E_e 越小,资源利用率 U_R 越高,则消耗的自然资源越少,存量越大,可持续发展程度 S 就越高。而自然资源依赖型产业比例的减小和自然资源利用率的提高都取决于科学知识、科技进步及其产业化。可持续发展还有一个重要原则就是控制人口,在自然资源量一定的情况下,人口越多,显然可持续发展程度越低。

3.2 工程管理学依据

过去的工程管理多是针对一项具体的工程,如三峡工程,今天发展到了工程系统的管理,如高铁系统。但是,工程管理还远没有达到跨学科(如系统论、生态学)——以学科交叉综合为基础、跨行业(如公路、铁路、民航)——行业间的结构均衡、跨地区(如流域)——地区间的均衡的水平。今天工程管理要参与经济发展方式的转变就要在经济、社会、环境、生态的大系统中,在上述方面创新。

目前我国经济发展方式转变的主要内涵是改变粗放、盲目、结构失衡、过度依赖投资和出口的传统工业经济发展方式,要与自然和谐,更直接有效地惠及所有民众。在这些方面,工程管理都起着无可取代的重要作用,加快转变的核心就是在经济大系统中加快实行工程总量控制,并使之定量化。正如胡锦涛总书记在2011年全国水利工作会议上提出的要“加快确立水资源开发利用控制、用水效率控制、水功能区限制纳污3条红线”。

工程的目的是开发资源、配置资源和利用资源,因此工程管理要参与加速经济发展方式转变、实现

总量控制,最根本的是在资源系统中,尤其是短缺资源系统中实现工程的优化。笔者经多年积累创立了资源系统工程管理学,并于2006年成功申报为“管理工程”下二级学科“循环经济工程管理”的主支撑。资源支撑经济表达式如下:

$$R_{rc} = \frac{GDP}{P_r \cdot T_c} - R_n \quad (2)$$

式(2)中, R_{rc} 为工程建设中稀缺资源的消耗量,如土地、水; R_n 为资源再生量,如再生水、余热利用; GDP 为国内生产总值; P_r 为稀缺资源的价格; T_c 为绿色工程技术(包括生态修复)的开发与应用程度系数,取值为0~1。

这一公式表明,资源消耗取决于GDP,因为工程建设不可能不消耗稀缺资源,人口越多,GDP越大,则稀缺资源消耗越多;稀缺资源的消耗也取决于可再生资源 and 新的富有资源的替代状况(T_c),替代得越多,则稀缺资源消耗越少;稀缺资源的消耗还取决于这种稀缺资源的价格(P_r)。这些要素决定了循环经济中的工程管理。

4 以水环境工程管理支撑经济发展方式转变

目前我国存在着严重的水资源短缺、水环境污染和水生态恶化的问题,这三者是一个密不可分的整体,没有好的水生态系统,水资源必然短缺,而水资源短缺必然造成水环境污染和恶化。没有足够的水量,水环境工程将成为无米之炊,再好的水环境技术也于事无补。这些问题都要由统一规划和科学管理的工程来解决。水生态系统修复是个长期的工程建设,水资源短缺可以用节水、调水、产业转移、水土保持和海水淡化等多种方法解决。水环境工程体系已成为经济发展方式转变中最突出的问题,人不可能长期喝脏水和生活在恶劣的水环境之中,水环境工程管理的创新已成为当务之急^[2]。

4.1 改变粗放的水利工程建设管理方式,修复水环境

在我国有2万座规模以上水库,过去对经济发展和人民生活起了重要作用,但建设方式粗放,目前病险水库占30%以上,不但对人民生命财产造成威胁,而且严重破坏了水环境。要通过科学的工程管理改变这种粗放方式并力争减小其不利后果。第一要除险;第二要建立废弃水库的复流水环境工程;第三在西南等确有必要新建水库的地区,不能再重蹈覆辙,进行创新的水环境多学科综合评价是水环境工程的首要任务。

4.2 系统分析,不建盲目的、破坏水环境的水利工程

黄河上的三门峡水库是目前水利界共识的一个大系统分析不足、有较大盲目性、在苏联专家坚持下建设的水利工程。笔者曾多次实地考察,主要问题是对黄河水沙情况不明和对水库使用周期缺乏预估,结果水库在10年后基本废弃,21世纪初还产生了渭河水灾,造成了严重的水环境影响。

水利工程有一定的寿命,如果不做以经济、生态、环境和工程为子系统的大系统的、长周期的分析,盲目建一些实际寿命低于20年的水利工程,不但付出经济代价,更为重要的是付出了难以扭转的水环境代价。

4.3 调整水环境工程结构,支持经济发展方式转变

针对目前水环境工程的结构失衡,要按知识经济学的原理转变工程建设管理,关键在于水利工程不仅要有开发利用的传统工程,如水库和渠道等——水动脉工程,还要有保护、修复工程——水静脉工程。水静脉工程就是水环境工程,过去对水环境工程的理解也比较片面,认为主要是水污染治理工程,或者更简化为修建污水处理厂。其实,节水就是防污,节水工程也是水环境工程;水生态系统是水环境之本,水生态修复工程和水系整治工程在一定意义上是更为治本、更为重要的水环境工程。这些工程要与污水处理厂科学规划、优化配置、统一管理才能取得水环境治理的最佳效果。

笔者于1998—2001年主持制定的《21世纪初期首都水资源可持续利用工程规划》、《黑河流域近期治理工程规划》、《塔里木河流域近期综合治理工程规划》和黄河重新分水工程,就是这样的大系统分析、综合整治的水环境工程,得到中央领导的高度评价(时任总理的朱镕基同志批示“一曲绿色的颂歌”,时任副总理的温家宝同志批示“……提供了宝贵的经验”),总投入351亿元,并保证了北京奥运用水和维系至今的北京水资源供需平衡。

4.4 以人为本的水环境治理——饮水工程

长江口的青草沙水库是世界上最大的江河中心水库,是上海“十一五”期间投资额最大的单体工程,总投资达170亿元,利用长江中心水域优质水源改善多年来存在的上海饮用水源水质问题。该设想于1990年提出,对于这一出奇的大胆设想,前10年基本处于讨论和准备阶段。2000年时笔者任全国节水办公室常务副主任、中华人民共和国水利部水资源司司长,在上海主持制定上海水务局方案,本着

工程建设的第一使命是“以人为本”的知识经济理念对上述设想予以支持,使该项工作进入实施轨道。在上海市委和市政府领导下,上海市水务局持续努力,于2007年开始建设。经过建设者3年半时间的努力,工程于2011年9月已开始投入使用,使进入自来水厂的原水自半个世纪以来首次达到Ⅲ类,实现了上海供水历史性的变化,让上海人喝上了好水。

青草沙水库依托距入海口27 km、位于江中心的长兴岛而建,总面积为66.26 km²,有效库容为4.38 × 10⁸ m³。这样一个大型水库建在江心,在世界水库建设史上无先例,其决策是个大胆创新。

4.4.1 工程建设管理“以人为本”是第一考虑

在一个工程规划的分析中要有施工条件、工程技术、经济成本 and 环境影响等多种考虑,但在这些考虑中“以人为本”是第一位的,只要对人生活的生态系统在一定周期内不产生大的扰动,人的需求就是第一位的,工程有再大的困难也要克服。根据笔者实地考察莱茵河、泰晤士河和塞纳河的国际经验,根治长江中下游的水污染(包括地下水)并把水质提高一个等级,至少要30年的周期。现在的上海人应不应该在国家财力已经雄厚的情况下喝上好水、不给后代留下隐患呢?而近海口长江中心就是最好的水环境,这里的水就是上海附近最好的水源。上海人民以前的饮用水质是众所周知的,所以,建设青草沙水库,以工程改变饮用水的取水环境是必须的。

4.4.2 多学科综合研究,科学分析生态影响

对《青草沙水源地原水工程规划》的一大质疑是生态影响,如果破坏了水生态系统,将殃及水环境。对此要进行定量的科学分析,笔者提出如下观点。

首先,实际上长江每年入海流量都不相同,青草沙水库设计供水量为7.19 × 10⁶ m³/d,仅约为长江入海平均流量的0.4%。从统计规律看,0.4%完全在正常波动范围内,不至对入海生态系统有影响。其次,长江在长兴岛青草沙处江面十分宽阔,而且本来就有崇明岛和长兴岛把长江分流,建库后,两边水道仍各有3.5 km宽的缓冲区,对排污影响极小。再次,工程包括在库前建人工湿地,使长兴岛湿地浅滩生态系统只是西移,并未减少,反而有所扩大,不影响原有湿地的净水作用。

5 水资源和水环境工程的总量控制

随着人口增长、经济社会发展与全球气候变迁,

在21世纪上半叶我国将进入中度缺水国家行列(据笔者在联合国教育、科学及文化(简称教科文)组织主持制定的目前多国通用的水资源、水环境标准,人均水资源占有量低于2 000 m³为中度缺水)。同时,水环境问题日益突出,给人们生产与生活造成了严重影响,并直接关系子孙后代的生存和安全。

党中央于2011年7月8日至9日召开了史无前例的中央水利工作会议,把治水提到了治国的高度。胡锦涛总书记在会议上指出,要“着力实行最严格的水资源管理制度”,高度肯定了笔者具体主持全国水资源工作期间提出的水资源、水环境工程总量控制。

总量控制,以供定需,双向调节,维系水资源供需双方的动态平衡,“以水资源的可持续利用保障可持续发展”(由笔者提出),已成为我国治水的基本战略,这当然也是我国水利工程建设总量控制的指南。

5.1 把水资源开发利用总量控制在6.7 × 10¹¹ m³/a, 以此控制水资源工程

首先要以人为本。进入21世纪以来,世界人均水资源年使用量约为550 m³,我国现在人均水资源年使用量为440 m³,水利部提出到2020年水资源年使用总量控制在6.7 × 10¹¹ m³,即约465 m³/人,比目前世界平均水平约低15%(在统计规律正常波动范围,应不影响可持续发展)。鉴于届时我国已成为中度缺水国家,低于世界平均水平是必要的。

其次与自然和谐。我国60年来年平均水资源量为2.77 × 10¹² m³。据笔者在联合国教科文组织主持项目的多国统计平均值,取用水量在水资源总量的25%以下对生态系统不会有大的影响。我国预计的2020年取用水量相当于总量的24.2%,已经达到可取用的极限。

所以从总量控制来看,水利部提出的2020年水资源开发利用控制红线是科学的,应以此为依据,进行取水工程建设的总量控制,转变盲目的水利工程建设方式。

5.2 以单位GDP用水为总考量控制水环境工程

1998年,当时的水资源主管部门提出用水效率控制红线的核心是单位GDP水耗与世界平均水平的比较。到2004年制定“十一五”规划时,单位GDP用水量这一考量已被大家认同,不与世界平均水平比较就无法说明我国的发展是现代化的、科学的。

2010年我国每立方米水的GDP产出是10.0美

元,而2007年世界平均水平是17.2美元,也就是说我国的用水效率仅及世界平均水平的58%。如果2020年能把我国的用水效率提高到2007年的世界平均水平,那么我国就完全能以 $6.7 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 的用水使GDP再翻一番,此后将进入用水增长不与GDP增长线性相关的经济发展阶段。这就要求我国自2011年起到2020年每年把单位GDP水耗降低7%。

以此为依据,可对水环境工程、节水工程和水生态修复工程实行均衡的总量控制^[3]。

5.3 到2020年我国按水功能区划分的纳污总量及其污水处理工程总量控制

“水功能区限制纳污”就是“在包括江河湖库和湿地在内的所有地表水域,依功能划分成区域,进行入水体的排污总量限制”。水功能区限制纳污红线的确立其基本指导思想是充分考虑水环境的承载能力,实现科学发展。

水功能区限制纳污的依据是水域纳污总量控制的概念。2009年,我国废污水排放总量为 $7.98 \times 10^{10} \text{ t}$,为我国地表水资源总量的3.45%,污净比为1:28.9。以此为基准,按联合国地表水域1:40的达标排放后废污水自然降解的污净比计算,我国每年多排 $2.2 \times 10^{10} \text{ t}$ 废污水,因此,我国应对 $4.4 \times 10^{10} \text{ t}$ 废污水进行一级处理以上(处理后排放污净比为1:20)的处理。以此为依据,按不同水功能区的要求实行适宜技术的(不一定是高技术,有专文论述)污水处理厂建设的总量控制。

污水处理厂要占地、耗能,还产生空气污染,不是建得越多越好。如有余力,应投入节水和水生态修复工程,才是解决水环境问题最根本的办法^[4]。2012年5月17日,国务院批复了按工程创新理念制定的《重点流域水污染防治规划(2011—2015)》,工程总投入3460亿元,相信能使我国环境工程上一个台阶,取得群众认可的切实成效。

上述总量控制的原则及定量化指标已在笔者主持制定的《21世纪初期首都水资源可持续利用工程

规划》中反映,实施11年来通过对北京奥运会和北京市供水的保证证明了其科学性^[5]。各条红线的控制总量亟需从中央向流域和省市逐级分解,并通过水行政部门加快实施。在分解过程中,各级行政区域内三条红线的划定应遵循同样的原则,并可根据当地水资源特点因地制宜地进行适当调整,最后汇总到中央全面平衡。这样,逐级进行的水资源开发、水环境保护和水生态修复的工程建设就能在全国范围实行科学管理和总量控制,从而改变粗放、盲目和结构失衡的水环境、水资源工程现状。以人为本,首先保证饮用水水源地的环境保护工程,实现人与自然和谐,加快河湖水系环境的生态系统修复工程,为加快转变经济发展方式做出至关重要的贡献,并为其他行业提供可参照的范式。

6 结语

经济发展方式转变的中心内容就是改变传统工业经济的粗放、盲目和低效的发展方式及进行相应的产业结构调整。粗放、盲目和低效的经济发展方式及不合理的产业结构突出地表现在工程建设上,因此工程建设指导思想的转变就是经济发展方式转变的最重要的手段之一,而工程建设指导思想转变的核心就是以大系统分析和科学规划来实施总量控制。

参考文献

- [1] 吴季松. 中国经济发展模式——摸着科学与知识的石头过河[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2012.
- [2] 吴季松. 现代水资源管理概论[M]. 北京:中国水利水电出版社,2002.
- [3] 吴季松. 中国可以不缺水[M]. 北京:北京出版社,2005.
- [4] 吴季松. 百国考察甘省实践生态修复:兼论生态工业园建设[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2009.
- [5] Wu Jisong, Zhang Yongjie. Olympic games promote the reduction in emissions of greenhouse in Beijing[J]. Energy Policy, 2008, 36(9):3422-3426.

Total control on the project management is the key to transformation of economic development way—taking water environment and resources engineering for example

Wu Jisong

(China Center of Recycle Economy Research, Beihang University, Beijing 100191, China)

[**Abstract**] The new project management principle of implementing the total control in large, interdisciplinary, cross-industries and cross-regions systems to promote the transformation of the economic development way in the adjustment of industrial structure and the drive of science and technology innovation etc. was presented and discussed. Using three red lines of water resource exploitation, utilization and protection decided in the Central Water Conservancy Working Conference and the project planning which the author chaired or participated in Beijing and Shanghai as the case, the quantitative analysis on the total control of the water environment and resources engineering was made, which can be referenced by all types of the total project control.

[**Key words**] transformation of economic development way; large-scale systems analysis; innovation of project management principle; total control; water environmental engineering

(上接 68 页)

The philosophical revelation of China's highway and bridge construction achievements

Feng Maorun

(Ministry of Transport of the People's Republic of China, Beijing 100736, China)

[**Abstract**] In the past three decades, China has undertaken large scale construction of highway networks and bridges, which has sustained the economic and social development. We have realized leap-forward development in highway and bridge construction with the technology reaching the world most advanced level by dialectically dealing with the relations of unity and opposites between “accessibility and smoothness”, “opening and self-reliance” and “development and management”, focusing on the construction of trunk highway framework, adhering to the construction principle of “taking ourselves as the dominant factor” and exploring the integrated management mode in the management of projects. This paper analyses the construction achievements philosophically in the perspective of development strategy, technological advance and construction management and sums up the historical experiences for the sustainable development.

[**Key words**] highway bridge; self-construction; self-innovation; resource integration; integrated management