

# 实行最严格水资源管理制度 关键技术支撑探析

中国工程院院士 王浩

关键词:水资源;管理制度;关键技术

中图分类号:TV213

文献标识码:A

文章编号:1000-1123(2011)06-0028-02

实行最严格水资源管理制度是回良玉副总理在2009年全国水利工作会议上首次明确提出的,陈雷部长在2009年全国水资源管理工作会议上对最严格水资源管理制度作了进一步的阐述和部署,2011年中央一号文件《关于加快水利改革发展的决定》(以下简称一号文件)进一步系统地界定了最严格水资源管理制度的体系构成及其基本内容。与传统的水资源管理相比较,严格化、精细化和系统化是最严格水资源管理的三大基本特征,为实现水资源的精细化管理,必须建立起相应的技术支撑体系。

## 一、最严格水资源管理制度的基本构架

一号文件确定了最严格水资源管理制度的基本构架,即以“三条红线”为核心的四项制度,即用水总量控制制度、用水效率控制制度、水功能区限制纳污制度以及水资源管理的责任与考核制度。“三条红线”的设置体现了水资源管理的基本要求和特征,首先,“三条红线”针对的是我国当前突出的三大水资源问题,其中水资源开发总量控制红线界定了基于水资源承载能力的经济社会系统取耗水的外部边界,针对的是水资源过度开发的问题;水资源利用效率红线界定了约束供给条件下的水资源利用的内部边界,针对的是水资源低效利用和浪费的问题;水功能区限制纳污红线界定的是特定水功能区目标下的向水体排放污染物的外部边界,针对的是超量排污和水体污染的问题。其次,“三条红线”涵盖了水资源开发利用过程的三大基本环节,其中开发总量控制红线是对取水环节的控制,利用效率控制红线是对用水环节的控制,排污总量控制红线是对排水环节的控制,整体构成了对社会水循环系统的全过程管理与调控。其三,“三条红线”还体现了水资源管理三大中心工作和任务要求,其中开发总量控制红线体现了水资源配置管理要求,用水效率红线体现了水资源节约管理要求,排污总量控制红线体现了水资源保护管理要求。可以看出,以“三条红线”为核心内容的最严格水资源

管理制度的提出,既是基于我国国情和水情的重大理论创新,也是符合水资源开发利用社会管理过程的系统制度设置,为我国现代水资源综合管理的实践指明了方向并确立了重点。

## 二、最严格水资源管理制度的技术支撑体系框架

实行最严格水资源管理制度,建立“三条红线”管理体制,牵涉到每条红线的制定和管理,都需要科学的制定和管理技术加以支撑。具体来说,水资源开发利用控制红线的制定需要进行水资源现状评价、社会经济和生态环境需水计算等工作,对于开发利用控制红线的管理则涉及水资源合理配置和高效调度等工作;而用水效率控制红线的制定则包含用水过程分析和用水效率评价等工作,其有效管理包含用水需求管理和用水过程管理等;水功能区限制纳污红线的制定则包含纳污能力计算和减排系统分析等,其高效管理需要综合陆域减排管理和水域调度管理等。

最严格水资源管理的技术支撑体系可归并为四大领域,即二元水循环与用水原理、水循环及伴生过程系统模拟、水资源系统综合调度和节水减排技术与调节机制。在二元水循环与用水原理方面,经济社会和生态环境需水的计算离不开二元水循环通量的科学界定,用水需求和用水过程的分析、管理离不开对社会水循环各行业用水原理的探析;在水循环及伴生过程系统模拟方面,通过流域水循环历史仿真和方案评价模拟能有力支撑水资源的准确评价、合理配置和高效调度,通过对用水过程蒸发散的模拟能建立起有效的用水效率评价体系、用水需求和过程管理体制,通过对水循环伴生水化学过程的模拟能提供科学的水域纳污能力计算方法等;而水资源系统综合调配技术体系将能有效支撑水资源的合理配置、有序调度,以及用水过程管理和水域调度管理等;通过节水减排技术与调节机制的建立和发展,一方面能界定高效、合理的区域经济社会

会用水需求,支撑需水管理和过程控制工作的开展,另一方面能有效降低污染物排放量,支撑减排系统分析和陆域减排管理。

### 三、实行最严格水资源管理制度的八大关键技术

#### 1.“自然—社会”水循环模式与社会水循环原理

最严格水资源管理的主要对象是经济社会用水过程,即社会水循环的过程,即以“取水—用水—排水”三个基本环节构成的水资源运动和转化过程。作为侧枝循环的社会水循环与自然水循环过程共同形成了“自然—社会”水循环模式。实行最严格的水资源管理制度,正是在水循环二元属性逐渐突显的情况下,加强对社会水循环的管理,促进社会水循环高效和自然水循环的良性互动所采取的有力措施。科学认知自然水循环与社会水循环的相互作用和关系,以及社会水循环自身的演化的机理与规律,是实行以“三条红线”为核心的最严格的水资源管理制度重要的实践基础。

#### 2.全口径水资源层次化评价方法

水资源评价是水资源管理的基础性工作。随着变化环境和经济社会发展实践需求的不断发展,传统水资源评价以代表地下径流性水资源为对象,“还原”为基本手段的传统评价方法已不能适应水资源精细化管理的实践需求,特别是在北方人类活动深度影响的缺水地区,需创新形成新一代的水资源全口径层次化动态评价方法。所谓水资源全口径动态评价方法,其中“全口径”是指以流域水循环全口径输入通量作为水资源评价的客观基础;所谓“层次化”,是从流域水资源评价的目标需求出发,提出了水资源评价的有效性、可控性和可持续性三大准则,由此界定出流域广义水资源量、狭义水资源量和国民经济可利用量;所谓“动态”通过将不同时期实际下垫面和取用水影响作为水资源评价模型的基本参变量,分别评价出流域水资源的“还原”量、“还现”量和“还未来”量。

#### 3.二元水循环及其伴生过程综合模拟技术

用水总量控制红线和水功能区限制纳污红线是水资源和水环境承载力的体现,用水效率红线则是社会水循环支撑经济社会发展的定量标准,三条红线的制定均离不开“自然—社会”二元水循环过程的模拟,因此二元水循环及其伴生过程综合模拟技术是最严格水资源管理的重要支撑。因此,在实行最严格的水资源管理制度实践中,有必要以系统的思维和方法,充分考虑水循环、水环境和生态三大系统之间物质(含水分)与能量的交换关系,耦合气候模式、流域二元水循环模型、流域水质模型及流域生态模型,构建流域水循环及其伴生过程综合模拟系统,为相关管理和调控措施的出台提供有力的支撑工具。

#### 4.水资源大系统多维分析技术

在现代二元“自然—社会”水循环的模式下,水资源具有资源、环境、生态、经济、社会五种基本属性,最严格水资源管理制度目的就是为上述五大属性功能与目标的均衡实现,其中在资源维,要水循环系统本身的稳定健康;在经济维,就是要不断提高水资源的利用效率和效益;在社会维,就是要维系社会发展在地区之间、不同阶层之间、行业之间的公平;在生态维,核心是要保护水资源自然生态服务功能;在环境维,调控的方向是维持水体功能。水资源与生态环境、经济社会系统构成了一个相互作用、相互依存的巨系统,复杂大系统多维度分析技术也就成为了最严格水资源管理的重要支撑技术之一。

#### 5.水资源量质联合配置技术

包括水量与水质在内的水资源配置是“三条红线”管理的基本途径。在具体管理实践中,为了保证用水总量控制、用水效率控制和入河排污限制目标的实现,需要分别制定更加具体的控制手段和子目标,统筹“三条红线”的关系,可以将“三条红线”进一步分解为地表水取水量、地下水取水量、非常规水利用量、生态环境用水量、入海(湖)水量、经济社会耗水量、污染物排放量、污染物入河量八大分量,因此以八大总量为分环节控制核心的水资源量质联合配置技术,将能为“三条红线”的制定和管理提供有效的支撑。

#### 6.复杂水资源系统多目标综合调度技术

水资源调度是落实水资源配置方案、实现水资源管理红线目标的基底途径,因此复杂水资源系统多目标综合调度技术是“三条红线”实施的重要技术支撑。通过水资源量质耦合配置确立的水资源开发利用控制红线、用水效率控制红线和水功能区限制纳污红线,为复杂水资源系统多目标综合调度提供了边界条件,复杂水资源系统要在该控制参数下运行。反过来,复杂水资源系统多目标综合调度技术则是“三条红线”的实施与落实的重要手段。复杂水资源系统多目标综合调度技术直接服务于水资源开发利用控制红线的水资源配置与水资源调度、用水效率控制红线的用水过程管理以及水功能区限制纳污红线的水域调度管理,具体由“模拟—预报—调度—评价”四大技术组成,其中难点在于中长期预报和多目标联合调度。

#### 7.水资源信息管理与数字流域技术

水资源管理信息与数字流域技术是借助航空和地面摄影测量、卫星遥感技术、全球导航定位系统、地理信息系统、传感器、无线传感网络、高性能计算机等现代化量测技术和数据管理手段,快速有效获取并存储流域基础信息。在此基础上,建立流域水循环模拟与调控模型以及数据处理模式,将物理实验、理论研究和实验计算三种科学研究方法进行集成和统一,实现多源多维数据在虚拟环境支撑下的可视化动态仿真。(下转第32页)

#### 四、继续加强农村水电建设

我国农村小水电资源十分丰富。根据《全国农村水能资源调查评价成果(2008年)》,我国大陆地区单站装机容量5万kW以下的农村水能资源技术可开发装机容量1.28亿kW,年发电量5350亿kWh,居世界第一位。截至2009年年底,已建成农村小水电站4.5万余座,总装机容量5512万kW,年发电量近1600亿kWh,约占中国水装机和年发电量的30%。农村小水电巨大的开发潜力日益受到国家的高度重视。水利发展“十二五”规划明确提出,在今后的5年中,将新增水装机容量1000万~1500万kW,新建设300个农村电气化县,同时继续实施“小水电代燃料”工程建设,搞好农村水电配套电网改造工程建设。

受到管理体制和自身建设方面的影响,目前小水电建设目前存在四个问题:①水能资源利用不尽合理(设计装机容量不合理,电站装机容量普遍偏小,弃水过多,水能资源浪费)。②工程质量差,安全隐患多。③设备老化、落后、效率低。④电站经营困难,自身无力改造。

按照一号文件要求,在保护生态和农民利益前提下,加快水能资源开发利用是当前的重要任务。建议在今后的工作中应逐步提高认识:第一,农村小水电是农村重要的水利基础设施和公共设施,是新农村建设的重要任务。第二,发展农村水电是促进节能减排,实现中国政府在哥本哈根气候变化大会上承诺的重要措施之一。第三,新中国成立以来农村水电累计发电2万多亿kWh,相当于节约标准煤7亿t,减少CO<sub>2</sub>排放量18亿t,是重要的清洁可再生能源,小水电发展是

发展可再生能源、应对气候变化的迫切需要。引水式电站对下游河道生态环境可能有一定的影响,但已引起高度重视,正逐步进行改造。在加快农村水电开发建设的同时,要重视农村水电增效扩容改造工作;增效扩容改造投入少,见效快,不存在移民和环境问题,建议尽快颁布“全国农村水电增效扩容改造专项规划”,继续加强农村水电发展。

#### 五、结 语

关于水利工作,在社会上有不同的看法和观点。因此,要认真学习贯彻中央一号文件第三十条“动员全社会力量关心支持水利工作”精神,即加大力度宣传国情水情,增强全民水患意识、节水意识、水资源保护意识,广泛动员全社会力量参与水利建设。把水情教育纳入国民素质教育体系和中小学教育课程体系,作为各级领导干部和公务员教育培训的重要内容。把水利纳入公益性宣传范围,为水利又好又快发展营造良好舆论氛围。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利部办公厅.中华人民共和国水利部公报[R].2010.
- [2] 徐乾清.徐乾清文集[M].北京:中国水利水电出版社,2010.
- [3] 张建云.水文自动测报系统应用技术[M].北京:中国水利水电出版社,2005.
- [4] 中华人民共和国水利部.全国农村水能资源调查评价成果[R].2008.
- [5] 张建云,章树安.水文科技发展回顾及思考[J].水文,2006,26(3).

(上接第29页)充分利用水资源管理信息与数字流域技术,构建面向各级水资源管理部门应用的水资源管理系统,以自然水循环和社会水循环过程为主要监控对象,实现对供水水源地的在线监测,对规模以上取用水的准确计量,对出入境水资源的总量监测,对地下水超采区的监测和管理,对入河排污口的在线监测。在准确把握水资源情况的基础上,将监测数据、统计数据、水循环模型、水资源调配模型等紧密耦合,实现对水资源的科学调配和精细管理,为实行最严格的水资源管理制度和“三条红线”管理提供技术手段和支撑工具。

#### 8. 水资源管理经济调节技术

为了保障最严格水资源管理制度的顺利实施,必须建立起相应的经济调节体制,主要包括合理水价制定、水权交易、生态补偿以及水资源费的高效管理等。合理的水价制定需要从供给和需求两方面达到平衡,在城市水价中逐步实现由资源成本、工程成本、环境成本、生态成本、机会成本和利润税收成本等组成的全成本水价。水权交易是水资源的使用权在不同主体间的有偿转换,

体现了不同区域之间的平等,可以弥补水资源再分配的“政府失效”,从目前的发展来看,交易定价技术亟待突破。在生态补偿机制建立过程中,生态补偿标准的制定是其关键技术,关键点在于两方面:一是人际补偿标准,即发生补偿的双方之间的补偿标准。合理的人际补偿标准应使得补偿双方的整体利益达到帕累托最优。二是人地补偿标准,即人类经济社会对自然生态环境的补偿标准。体现在水土保持、水源涵养、污染治理、生态修复等措施上。合理的人地补偿标准应使得生态环境得到有效保护和修复。

实行最严格水资源管理制度是水资源管理理念和方式的深刻变革,不仅需要管理者的不断探索和努力,同时也离不开面向实践需求的科技创新的支持。广大水资源科技工作者应切实增强责任感和使命感,加大理论和技术创新力度,创新建立中国特色水资源管理科学技术体系,支撑最严格水资源管理制度实践的不断深入。

(王建华、胡鹏参与本文写作)