

# Water Environmental Problems and Science and Technology Support System in China\*

Fantang Zeng, Xiuyu Zhang<sup>#</sup>, Zhencheng Xu

South China Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Guangzhou  
Email: <sup>#</sup>zhangxiuyu@scies.org

Received: Jun. 28<sup>th</sup>, 2012; revised: Jul. 16<sup>th</sup>, 2012; accepted: Jul. 29<sup>th</sup>, 2012

**Abstract:** The rapid growth of Chinese economy brought about water environmental problems, which has restricted the national economic and social development severely. First of all, this paper summarized the quantity and quality of the current water in China, the water ecology and water environment decision-making and management system with Chinese characteristics and etc. Furthermore, the paper pointed out that, the independent innovation of science and technology system would solve the water environmental problems. Finally, the paper put forward some effective suggestions on the water environment science and technology development direction, cognitive system, environmental knowledge and technology, environmental economy and environment management system.

**Keywords:** Water Environment; Water Safety; Independent Innovation; Science and Technology System

## 我国水环境问题与科技支撑体系\*

曾凡棠, 张修玉<sup>#</sup>, 许振成

环境保护部华南环境科学研究所, 广州  
Email: <sup>#</sup>zhangxiuyu@scies.org

收稿日期: 2012年6月28日; 修回日期: 2012年7月16日; 录用日期: 2012年7月29日

**摘要:** 我国经济的持续快速增长使水环境问题愈显突出, 已成为制约国民经济和社会发展的主要因素之一。本文总结了我国目前的水量、水质、水生态以及水环境决策与管理体制等具有中国特色的水环境问题, 提出了中国水环境问题的解决需要自主创新的科技体系做支撑, 并在水环境科技的发展方向、认知系统、环境知识、环境技术、环境经济以及管理体系等方面提出了有效的建议。

**关键词:** 水环境; 水安全; 自主创新; 科技体系

### 1. 引言

我国约五十年前参照苏联模式建立了水利科学体系, 在二十余年前参照美欧模式建立了水污染科学体系。近年来, 国际上水环境科技的前沿研究一般在

二、三年内便被“引进”国内, 瞄着研究前沿, 我们拿“国际先进”, 争取“国际领先”。然而, 在模仿中我们似乎在丧失自主, 在跟踪越来越多的“前沿”中我们的水环境科学体系似乎已不成体系, 我国水环境条件依然劣于多数发达国家, 我国“筑坝调水”的科技水平与工程规模已在人类史上创造新的世界水平, 然而实践证明水问题不是“一拦二调”就能解决全部问题的。而且, 从上世纪八十年代的“建模型, 用容量”, 九十年代的“钻技术, 建工程”, 到 21

\*基金项目: 国家科技重大专项“水体污染控制与治理”河流主题之“东江流域水污染控制与水生态系统恢复技术与综合示范项目(2008ZX07211-010)”与环保公益性行业科研专项“基于分区管理的生态文明建设指标体系和绩效评估方法研究”资助。

<sup>#</sup>通讯作者。

世纪“学生态，搞修复”的实践，证明了引进并不能解决我们的新问题，这无疑向现代水环境科技提出了严峻挑战<sup>[1-4]</sup>。对此，本文综述了具有中国特色的水环境问题，提出了我国应走自主创新的水环境研究方向，旨在为引导建设具有中国特色的水环境科技支撑体系提供思路。

## 2. 我国水环境问题

我国水环境自然条件处于相对劣势，人口众多，超常规发展，对水环境的需求异常迫切且目标各异，水环境科技尚不能形成新的体系主动应对，还只能按分异的目标各自孤立地被动应付；以至在发展中应有序使用的水量、水质、水能、水体、水景却因学科偏见的不同，在实践中陷入了混乱，制造出许多人为的水环境问题。

### 2.1. 水量安全旧患犹在

#### 1) 洪患犹在

流域性大灾范围减少，成灾的频率减少，应对洪灾能力加强，人员伤亡减少。但损失在加大，对经济社会安全的威胁不减反而增加。降水洪患的次生灾害增加，小区域(如城区)成灾频率增加，人为工程灾害增加。

#### 2) 旱灾未除

大量水库与渠道的兴建的确使我国的调洪抗旱能力有了质的飞跃，但也有旱区灾情未除，丰水地区却已生态变异。抗旱争水已由地上争到了天上，抗灾灾情虽有减缓，但经济损失却越抗越大。

#### 3) 供水日益紧张

已由水源短缺、水质污染、水厂搬家发展到远距离调水。饮用水的安全风险无处不在，弄得不好最后只好用瓶装水。

### 2.2. 水质安全新忧还长

#### 1) 局部改善，流域蔓延

水污染已全面威胁到供水安全。2005年水利部的一项调查结果表明，我国农村饮用水部安全人口约3.23亿左右，其中9084万人受到水污染的影响<sup>[5]</sup>；水质尚好的地区经济发展普遍落后，国家为解决越来越严重的地区性贫富差距问题必须加快落后地区的发

展，在此形势下，更大区域的水质状况正在快速下降；此外，影响及流域的污染事故频繁；由此而在时空上已系统威胁到全国的供水安全，水质污染制约着经济发展在全国各地已成为普遍事实。

#### 2) 万坝截水，万般新忧

为了补偿自然禀赋的不足，中华民族开渠引流，筑坝蓄水数千年。在现代化建设中遭遇水污染流域性蔓延，使本来已相当复杂的水量问题叠加上更为复杂的水质稀缺问题，从水质与水生态的角度来看，原来意在进行水量调节、水能利用的水利工程也许是弊多利少，如三峡工程蓄水后出现的水质问题不但令人担忧，而且具有普遍性。东江在惠州的剑潭水利枢纽也出现了水质问题的负面影响。虽然，没有水利工程显然不能解决现代工业生产与城市化对供水保证率的要求，但是若不能同时解决水质问题，只有水量对现代社会经济是没有意义的。

#### 3) 全域开发，隐患未知

我国当前面临着水质性缺水、水量性缺水与工程性缺水的复合性水资源紧缺严重态势在不断加剧。尤其是在我国水质黑臭问题(氧失衡)尚未解决，富营养化问题(氮磷等失衡)已经到来，POPs问题同时已经显露；这些在发达国家分属不同发展阶段的水质问题在我国几乎同时出现，明显加剧了我国水环境问题的复合态势，加剧了解决问题的难度。我国如何保障优质水的可持续利用，在管理层面尚无技术支撑，水专项东江项目是第一次探索。

### 2.3. 水环境生态安全还只是在呼唤

#### 1) 没有科学的办法来判定水环境生态是否安全

尽管“生态”一词已成为我国社会使用最频繁的术语之一，当如何确定生态安全，各方却是大相径庭，我们还没有科学的办法来判定水环境生态是否安全，在此前提下的工程或行动难免有不少都是“乱动”。

#### 2) 下垫面受干扰过度，从根本上威胁水环境生态安全

保护水环境生态的根本是保持其良好的更新能力，在目前人类的能力下，是保护其良好的地面产流能力，在我国相对劣势条件下，如我国不能保护约65%的国土处于自然产流的状况，则我国的水环境生态将可能崩溃。

3) 水量不足首先牺牲的是生态

首先，在安排用水“一保饮，二保城镇，三保工业，四保农业”。一旦缺水，就只好河流变河床了。其次，在诸多工程的水量调节中，设有生态用水的概念。其三，即使有了生态用水的理念，也没有利益、法规支撑，因此我国为用水而输调水量，都是以牺牲生态为前提的。

4) 水环境生态安全的概念有待完善

在我国水环境保护维持原生态状况肯定是不能支撑 16 亿人的现代化的，我们应寻求既能有效支撑发展，虽偏离原生态状况，但又是可持续的，在新的平衡点上良好的水环境生态系统。

2.4. 水环境决策与管理体制左右为难

1) 民以食为天，食以水为基。水环境决策除了在防洪目标方面各方能达成形式的统一外，在水量、水质、水能、水体、水景等诸方面，各部门个团体与势力都存在着或针锋相对或明争暗斗的利益博弈，而能主持公道协调各方的科学体系在此没有系统的作为。环境保护部虽然全面负责水环境保护与管理，但是它与其它很多机构分享权力，责权交叉多(详见表 1 和图 1)。

2) 我国大规模跨流域事关国家民族长期经济和社会发展未来总体布局，但基本只以水量现状作为决策基础。调水好还是运粮好？迁厂好？还是搬人好？在决策中甚至未涉及这些层面<sup>[6]</sup>。

3) 我国水环境与水生态是旧貌换新颜好还是维

持旧貌好？问题简单，但答案却涉及系统的概念、理念、理论、道德、伦理、价值、办法与技术创新。

4) 从松花江硝基苯污染事件看，我国水环境的应急决策能力甚为缺乏，从北江镉污染事件看水环境科技体系在决策中的重要性与必要性。另外，将河水用到断流的用到咸水倒溯，情况屡见不鲜。

3. 关于水环境科技支撑体系的探索

水污染已构成了我国新时期发展的严重制约，多层次用水使水环境决策的优劣关系到国家目标的实现与国家安全，正确认识水环境是制订国家发展战略的基础资源。水随地变，地随人变，水资源的量与质都随着土地利用方式而变，而土地的利用方式则随着人类生产与生活方式而改变。在我国当前发展的现实中，依靠土地优势搞工业，土地利用上的无序，发展空间布局上的不合理，经济增长方式上的拼资源，是我国目前水环境新问题的根本原因。

自主创新是知识转化为经济社会收益的过程，也是文化沉淀的过程，我国严峻的水环境问题需要创立新的水环境科技与文化<sup>[7]</sup>。然而，目前水环境科学的发展不能满足国家需求，仅热衷于在当前工作中找课题，未能在国家综合决策层面上求大的发展，新的学科知识未能汇成完整的体系导致基础教育与创新成果的应用有脱节之嫌。

3.1. 水环境科技的发展方向

1) 创建新的水环境科学技术体系，整合地学、

Table 1. System of water environment management  
表 1. 水环境管理体制

部门	管理内容	主要职能
水利部	地表水、地下水及流域管理，防洪、水土保持	水资源利用与保护规划(流域及区域、综合与专项)、防洪、水土保持，水功能区规划，统一管理水资源
环保部	水污染防治	水环境保护，水环境功能区划，制定水污染排污总量控制标准和水环境保护标准
建设部	城市和工业用水、城市给排水	有关城市供水、排水与污水处理等工程规划、建设与管理
农业部	农业用水、渔业水环境	面源污染控制，为保护渔业资源负责保护渔业水域环境与水生野生动物栖息环境
林业部	涵养水源	流域生态、水源涵养林保护管理
国家电力公司	水力发电	大中型水电工程建设与管理
国家计委	水资源建设项目	批准立项水资源工程项目
交通部	河流航运、船舶排污控制	内陆航运与污染控制管理
卫生部	饮用水和医院污水排水	监督与保护饮用水与医用污水处理管理
国家科委	水资源研究	水资源科学、管理研究

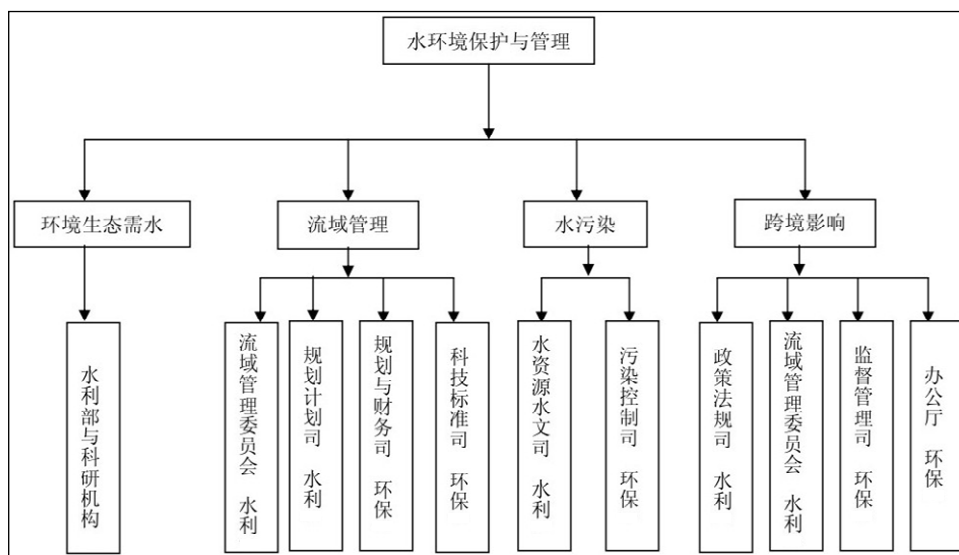


Figure 1. Management function construction of water environment protection  
图 1. 水环境保护管理职能构架

污染学、工程学、管理学与社会学中有关水环境的学科知识与技术，面向同时满足多方面(量、质、能、景、生)需求，谋求全新的发展。

2) 水环境科技新体系以多维量化为基础支撑，以多学科交叉为基本结构，以大系统集成作为总体界面，与其他学科体系有多层嵌套关系。

3) 以社会和谐为目标，以经济效益为指标，满足国家综合决策的需求。

### 3.2. 发展多维水环境认知系统

1) 组建全球对地观测中国站点，从统计分析成因模拟等方面探索国家水环境变化全域性、长序列变化趋势，满足国家制订长期发展战略的需求；系统改善研究、决策、设计“目光短视”题。

2) 统筹完善国家水环境(量、质、能、体、景)综合观测系统和数据库系统，系统改善“偏视”问题。

3) 建立社会发展与水环境相互作用定量观测统计系统，为发展水文化提供基础支撑。

4) 建立水环境生态观测体系，为建立新的水环境生态平衡提供基础支撑。

5) 建立水环境痕量持久性有害有毒污染物监测(ETB3)体系创建水质与水生态安全风险管理体系提供基础支撑。

6) 建立全国主要河系湖库水环境动态模拟决策系统与对应数据库，为实现水环境的智能化管理提供

支撑。

### 3.3. 创新水环境知识

1) 创立水环境学，以地学为基础整合传统的水文学、水力学、水化学与新兴水污染、水生态多学科知识，在掌握自然过程与规律的基础上，研究人为干扰的作用与调控原理。

2) 创立水控制环境学，以地学与工程学为共同基础，研究人为干扰已改变了其自然过程的水流水体的内在变化规律及人-地共同作用过程的调控原理(包括其水量、水质、水能、水景、水生态等方面)。

3) 创立水环境工程学，以工程学为基础，引进地学知识，研究人造或完全人为控制的水环境在使用中的各种变化规律及其次生现象的成因，及其综合调控原理。

### 3.4. 创新水环境技术

1) 创立水环境系统工程学。整合传统的水利工程、给排水工程与新兴的污染控制工程、生态工程、水景观工程、水容量利用等多学科技术，面对社会经济发展与环境保护巨系统需求创立水工程系统的方法、设计参数与技术规范。

2) 开展流域水环境系统控制工程示范研究与人工改造与控制(城市)水污染流全域全过程控制工程示范研究。

3) 开展下垫面演替过程水环境系统控制工程研究示范, 如城市群水文演替过程研究与控制示范; 商业化农业生产产污演替过程与控制示范。

4) 开展各系统工程关键技术的创新研究与缺口技术的研究; 如筑坝的水质与水生态变迁原理与控制机制及调控研究与工程示范。

5) 流域多级闸坝的水环境(量、质、能、体、量、生态)综合调控原理, 控制技术研究及工程示范。

### 3.5. 创立水环境经济学

1) 以自然资本理论为引导, 从根本上改变仅进行工程核算的水经济概念, 研究建立水有偿使用经济学体系, 使社会外部成本进入社会经济核算体系。

2) 研究建立包括水量、质、能、景、生等子系统的水环境经济计价体系, 每种水功能都应建立起功效-费用函数, 形成水环境费用综合核算体系。

3) 研究建立水资本经济核算体制, 保证国民尤其是弱势群体分享水资本效益。

4) 在水自然资本经济学的框架下建立水在社会经济环境合系统中的效益分析体系。

### 3.6. 创新水环境管理体系

- 1) 千年河官与现代水商要彻底分离。
- 2) 环境资源整合管理是必然趋势。

3) 水环境观测资料的社会化公开使用有着巨大的社会效益。

4) 建立公众参与水环境决策体系。

## 4. 结论

我们正处于中华民族伟大复兴的发展历史进程中, 是一个伟大的变革时代, 是一个最好的创新时代。我们这代人应为中华民族和谐水环境、效益水环境做出划时代的贡献, 才无愧时代赋予我们的责任。

## 参考文献 (References)

- [1] 张菲菲, 吕丹丹, 董帆. 浅析区域水环境问题及对策[J]. 地下水, 2011, 33(2): 79-80.
- [2] 黄森慰, 苏时鹏, 连文, 卞莉莉. 农村水环境问题原因的理論探析[J]. 水资源研究, 2011, 33(3): 18-20.
- [3] 刘影. 浅谈城市河流水环境问题的综合治理[J]. 科技创新导报, 2009, 11: 104.
- [4] 张文元, 曲宣丞. 浅谈水环境问题及对策[J]. 内蒙古水利, 2008, 1: 91-92.
- [5] 韩秋萍, 许振成, 张修玉, 胡习邦. 浅析我国水环境管理体制问题以及对策建议[R]. 2011年中国环境科学学会学术年会论文集(第三卷), 2011.
- [6] 周生贤. 让江河湖泊休养生息[R]. 第十三届世界湖泊大会, 2009.
- [7] 曾凡棠, 张修玉, 许振成, 黄生志, 吴钢坚, 房怀阳. 水源型流域污染系统控制科技支撑战略[J]. 新疆环境保护, 2011, 33(3): 13-17.