

国外水资源科技政策发展历程及对我国的启示*

唐霞^{*,1,2} 熊永兰¹ 王勤花¹

(1. 中国科学院兰州文献情报中心, 兰州 730000;

2. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 兰州 730000)

摘要:当前中国面临水资源短缺、水污染严重、水生态环境恶化等问题,已成为制约经济社会可持续发展的主要瓶颈。我国亟需科学研究与管理实践相结合制定水资源管理政策。本文对国际组织、机构及发达国家自 20 世纪 70 年代以来在水资源领域的科技政策和行政管理政策进行系统梳理,分析其科技政策体系框架、科技政策推进特点模式及其未来科技政策发展趋势。在此基础上,提出我国水资源科技政策的若干思考,以期对未来水资源政策的优化和完善提供参考。

关键词:科技政策;水资源管理;发达国家;发展趋势

中图分类号:TV 213 **文献标识码:**A **doi:**10.16507/j.issn.1006-6055.2016.01.043

Study on Evolution of International Water Resources S&T Policy and Its Inspiration to China*

TANG Xia^{*,1,2} XIONG Yonglan¹ WANG Qinhu¹

(1. Lanzhou Center for Literature and Information of the Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000; 2. Cold and Arid Regions Environment and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

Abstract: It must be aware that prominent issues such as water shortage, extensive water use, severe water pollution and deterioration of water ecology, have become major bottlenecks constraining sustainable socioeconomic development in China. Therefore, It is very necessary for formulateing water resource policy to combine with scientific theories and management practices. The water policies since the 1970s are analyzed to describe the evolution of water science and technology policy system, including the system framework and themes of water policy in some advanced countries and the international organization or institutions. It is hoped that the water management experience discussed in the paper will shed some light to the formulation and implementation of China's water programs and help ensure sustainability of China's valuable water resources.

Key words: science and technology policies; water resources management; developed countries; development trend

1 引言

水资源是基础性的自然资源和战略性的经济资源,是生态与环境系统中的重要控制性要素,同粮食、石油一起作为重要战略资源,支撑全球经济社会的可持续发展^[1]。目前,全球仍有约 10 亿人无法获得安全饮用水,预计到 2025 年,水资源绝对稀缺地区和人口数量将达到 18 亿。在 2015 年“世界水日”,联合国发布了《世界水资源发展报告 2015——水与可持续发展》报告,敦促各国亟需改变水的使用、管理方式,以便更加高效、可持续地利用有限的水资源,使水资源成为可持续发展的推动

因素,而不是制约因素^[2]。从全球范围来看,目前最大的水危机是如何管理和利用水,包括加强水的立法、强调水的公共性、实现流域的统一管理、突出节水与水保护工作、实施水权登记和用水许可制度及采取先进的技术手段管理水资源等^[3]。

当今世界面临着水危机的共同挑战,更加离不开水资源科技政策的支持,如何制定完善的水资源科技政策以促进水资源的创新管理,成为备受关注的话题。1977 年,联合国召开世界水会议,将水资源提高到全球的战略高度考虑;1987 年,世界环境与发展委员会(WCED)提出:水资源正在取代石油而引发全球危机;1992 年,国际水与环境会议(ICWE)通过的《都柏林宣言》形成了国际水资源政策框架,为实现水资源综合管理打下基础;1993 年,世界银行制定了水资源管理政策,推动了水资源计划

2015-07-21 收稿,2015-08-18 接受,2016-02-25 网络发表

* 国家自然科学基金(41401623)资助

** 通讯作者, E-mail: tangxia@llas.ac.cn

与管理中多个部门合作方式的实现,提出了有关水战略、水基础设施建设的建议;2003年,全球水伙伴发表了水行业战略,提出“水资源综合管理”(IWRM)的概念,该战略将环境用水视为水资源利用的主要部分,还将环境管理作为水资源管理的关键要素^[4]。

我国逐渐加强了对资源、环境和生态问题的重视力度,治水理念和思路的转变推动了水政策和水资源领域科技的跨世纪创新与发展^[5]。2011年中央一号文件发布了《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》,确立了水利发展的指导思想、目标任务和基本原则,制定了一系列治水兴水的新政策与举措。但是,与欧美发达国家相比,无论是水资源科技本身还是支撑科技发展的政策,都还有很大的完善空间。

发达国家高度重视水资源科学管理,试图在水资源可再生利用、污染防治技术和流域创新管理等方面引领世界潮流。本文梳理总结了20世纪70年代以来主要国际组织和发达国家水资源科研计划与政策的布局及发展历程,并结合未来水科技政策发展趋势,分析提出了我国水资源科技政策的建议,以期为我国水资源科技政策研究提供参考。

2 国际水资源科技政策的发展历程

联合国教育、科技及文化组织(UNESCO)对于科技政策的定义是“国家为强化其科技潜力,达成其综合开发的目标和提高其国家地位,而建立的组织、制度及执行方向”。广义的科技政策包括战略、方针、规划、计划、法律、法规、条例、办法等多种形式^[6]。从全球范围来看,联合国及其他国际组织不断通过国际公约、科研合作计划等形式加强协调行动,以更好地应对社会发展过程中人类对水资源的需求和面临的挑战与危机。从国家层面来说,各国不仅开展有关水的开发、利用、管理、保护及防治等立法工作,而且不断资助水资源创新研究。目前,依

法治水、科学管水已成为各国水资源管理体制改革的

2.1 国际水法的演变

国际水法是协调国际河流及水体开发利用的法律,是在解决国际水冲突、维护国际水安全的实践中产生和建立起来的。经过多年的实践发展,国际水法已形成了比较完善的法律条文和原则体系,增强了对国际水资源安全的保障作用。据联合国粮农组织统计,自1814年起,通过国际谈判达成的有关国际河流水资源管理、防洪、水电开发及用水分配等非航行水利用方面的条约有305个^[7]。从现代国际水法的发展历程来看,经历了由慢到快、由小到大、由零散到系统的过程;以1966年第52届国际法协会通过的《赫尔辛基规则》和1997年联合国大会决议通过的《国际水道非航行使用法公约》为标志,可分为三个时期(见表1)^[8]。

国际水法包括全球性条约、区域性条约和流域水条约等形式,对于跨国水资源保护法的形成和发展起着重要作用。但是,目前解决水冲突的国际法还很不健全,这是一项十分困难与复杂的工作,涉及到地理、气候、政治、经济、民族、社会等诸多方面。同时,国际水法本身的基本原则需要进一步界定和完善,如《国际水道非航行使用法公约》中强调的公平合理原则及不造成重大损害原则,目前学界还没有准确的定义,公约中所列不造成重大损害原则过于抽象,不同沿岸国可能会根据自己的利益赋予这些原则不同的意义^[9]。最关键的是国际水法不具备法律约束力,不能要求各沿岸国强制执行。

2.2 国际水资源研究计划与科技战略

国际上已实施了一系列与水相关的科研计划,包括联合国开发计划署的国际水资源计划、国际水文计划(IHP)、跨界水资源规划等。从计划的布局与实施目标来看,特征较为明显:一是科学技术为先,积极探索跨界水资源的开发管理研究;二是提高以水为纽带为可持续发展服务的水支撑能力^[10],特

表1 国际水法的发展历程

发展阶段	时间(年)	主要特征
1966年《赫尔辛基规则》以前的国际水法发展	1815~1965	1856年《巴黎和约》、1919年《凡尔赛和约》、1923年《日内瓦公约》等国际河流自由航行和开发利用的协议。二战后,欧、亚、非、美各洲签订利用和保护国际水域的条约,仅对水道污染的防治做出实质性规定的就有几十项,如《乍得湖流域开发公约和规约》等
从《赫尔辛基规则》到《跨界水道公约》的国际水法发展	1966~1995	国际法协会通过《赫尔辛基规则》对国际河流利用规则进行了系统的编纂,适用于整个欧洲以及美国和加拿大,保护包括地下水在内的跨界水道和国际湖泊不受跨界环境损害的影响,保护生物多样性等;1992年联合国欧洲经济委员会通过《跨界水道和国际湖泊保护和利用公约》,要求缔约方遵循风险预防原则,采取避免有害物质造成跨界影响的措施等
《国际水道非航行使用法公约》及其后的国际水法发展	1997至今	1997年《国际水道非航行使用法公约》对国际水道非航行使用的内容、原则、方式和管理制度等作了较全面的规定,是世界上第一个专门就跨国水资源的非航行利用问题缔结的全球性公约。2000年欧盟通过《欧盟水框架指令》、2004年通过《关于水资源法的柏林规则》等

别强调制定政策时充分地吸收与采纳科研成果。同时,国际组织相继成立了世界水理事会(WWC)、全球水伙伴(GWP)、国际水协会(IWA)等机构,以促进水资源管理政策沿着更加全面、综合、适应发展变化的战略方向前进。

1) 联合国开发计划署与全球环境基金的国际水资源计划

自1990年以来,联合国开发计划署与全球环境基金(UNDP-GEF)在国际流域开展了与跨界环境及跨界水资源相关的工作(表2),涉及100多个国家。主要成果包括:①在部级层面通过了11个战略行动计划;②通过了4个区域性水体的法律协议,部分协议已生效实施,包括坦葛尼喀湖、太平洋渔业、里海等;③与世界银行、欧盟等成功建立了战略伙伴关系,在多瑙河、黑海流域营养化及污染防治方面做了大量工作^[9]。

2) 国际水文计划

联合国教科文组织是长期承担水科学研究任务的专门机构。国际水文计划(International Hydrological Programme, IHP)是其组织的国际科学合作计划,致力于水研究、水管理、教育和能力建设,是联合国在该领域唯一由世界各国政府组织参与的大型科研计划。自1965联合国科教文组织实施第一个国际水文十年(IHD)计划以来,IHP至今已成功实施了7个阶段的研究计划,目前正在执行第八阶段(2014~2021年)计划。综观IHP各阶段的研究主题与重点领域(表3)可以发现,水安全、生态水文学、综合水资源管理及人水关系等领域是国际水文学研究的重点内容,该计划在不同阶段的研究主题与项目设置充分反映了国际水文水资源研究的趋势^[11]。

表2 与UNDP-GEF相关的跨界水资源计划

计划名称	目标	时间(年)	内容
佩普西—楚德湖流域水管理计划	达到湖泊良好状态,跨界水资源可持续及保护性利用	2006~2015	维持与改善跨界水体的水质并达到自然状态;跨界水体、渔业资源的可持续利用;野生生物保护;跨界水资源管理
里海环境计划(CEP)	里海环境的可持续发展及环境管理,包括生存资源与水质,以期为区域人口获得最大的长期利益,同时要保护人类健康、生态完整及区域经济与环境的可持续发展	第一阶段 1995~2002	制定区域合作机制,实现里海环境的可持续发展与环境管理;完成优先环境问题的跨界诊断分析,以此指导优先的环境行动;规划并通过战略行动计划,同时实施国家里海行动规划(NCAPs)
		第二阶段 2003~2007	实施战略行动计划中的优先领域;实施《里海环境协议框架》,签署的《里海海洋环境保护框架公约》于2006年生效;实施小规模投资沿岸社区可持续发展项目
		第三阶段 2008~2017	加强区域环境的合作,计划将分成两个5年期计划来实施
尼罗河跨界环境行动计划(NTEAP)	改善对水资源开发与环境关系的理解;提供论坛,讨论尼罗河的开发途径;改善流域合作,提高人们的环境意识与管理能力	2004~2009	主要包括5个方面:①促进区域合作的制度建设;②社区层面的土地、森林与水资源保护;③环境教育与意识;④湿地与生物多样性保护;⑤水质监测

表3 国际水文计划各阶段战略计划的研究主题与重点领域

阶段	时间(年)	阶段主题	研究主题与重点领域
第一阶段	1975~1980	水资源与人类活动、自然环境的关系	①改进水量平衡及其各项要素的计算方法;②区域、全球的水量平衡;③水文情势和编制水利规划的各项水文要素的计算方法;④推广代表流域和实验流域的研究;⑤人类活动的水文效应、生态效应及其评价;⑥水质污染的水文学问题及生态学问题;⑦城市化对水文情势及水质的影响
第二阶段	1981~1983	水文研究及水资源的综合利用,加强对水资源进行合理管理的科学基础的研究	①水文过程、水利工程参数;②人类对水文循环的影响;③水资源评价与管理;④教育和培训
第三阶段	1984~1989		
第四阶段	1990~1995		
第五阶段	1996~2001	脆弱环境中的水文与水资源发展	①变迁环境中的水文学研究;②可承受开发的水资源管理;③教育、培训、技术转化
第六阶段	2002~2007	水的相互作用;处于风险和社会挑战中的体系	①全球变化与水资源;②集成的流域和含水层动力学;③陆地生境水文学;④水与社会;⑤关于水的教育和培训
第七阶段	2008~2013	水:压力下的系统与社会响应	①河流和含水系统对全球变化影响的适应性研究;②加强水资源管理,提高水资源利用的可持续性;③面向可持续性的生态水文学;④淡水与生命支撑系统;⑤面向可持续发展开展水资源保护教育
第八阶段	2014~2021	水安全:应对地方、区域和全球挑战	①河流和含水系统对全球变化影响的适应性研究;②变化环境中的地下水;③解决水短缺和水质问题;④水和人类的未来发展;⑤生态水文——面向可持续世界的协调管理;⑥水资源教育——水安全的关键

3) 国家及地区的跨界水资源规划

早在1909年,边界水条约就成为了国际联合委员会(IJC)(美国与加拿大)避免和解决美国与加拿大两国纠纷的依据。而2009年制定的国际流域计划(IWI)又进一步明确了跨界流域工作计划的框架,主要包括:①生态系统方法;②行动的优先领域——水文地理数据的一致性和新出现的问题包括气候变化与脆弱性、水质与健康;③国际流域计划运行原则;④更加清晰的组织管理过程及项目资助机制^[9]。

非洲乍得湖流域委员会(ICBC)的乍得湖综合管理项目由全球环境基金(GEF)资助,其主要目标是对乍得湖流域的国际河流与自然资源进行协作、综合、可持续的管理,治理乍得湖的土地退化与水污染。因此议定了6个项目:①恢复与管理Waza-Logone洪泛平原(喀麦隆-尼日利亚-乍得)的水文与生态资源;②Komadougou-Yobe子流域(尼日尔-尼日利亚)潮湿地区的综合管理;③抗砂淤塞的跨界项目(乍得-尼日尔);④菲特里湖(Lake-Fitri)管理计划;⑤Chari河上游流域跨界湿地的综合管理;⑥乍得湖地区《拉姆塞尔湿地公约》场地清单^[12]。

2.3 主要国家和地区的政策

2.3.1 美国

美国淡水拥有量为3万亿 m^3 ,属于水资源较为丰富的国家。美国水资源管理处于世界领先水平,政府不断加强水资源管理的国家级战略决策,逐渐完善水资源的综合管理。经过200多年来的发展,美国水资源政策和法令的变化较为明显:从早期的防洪、运输、发电和灌溉转为强调河流、湖泊、池塘生态需水;强调流域生态系统的整体功能,如化学、生态指标;由重治理转为重预防;重视非工程措施在水管理中的应用;重视湿地的保护与利用;控制面源污染;在水资源管理上强调政府、企业和公众的协作;重视水资源数据与情报的共享,加强数据库的信息建设;重视水资源教育;强调流域内水-土-气生态资源综合管理^[13]。

通过对美国水资源开发的框架与背景的研究,其过去70年的水资源开发战略可概括为4个阶段:单目标发展阶段(1930年以前);多目标及流域综合治理发展阶段(1930~1970年);水质优化发展阶段(1971~1990年);回归自然的可持续再发展阶段(1990年以后)^[14]。针对不同阶段水资源的发展需

求,政府不断调整战略,使其与国家的经济社会发展水平保持同步,以实现水资源的可持续利用。

美国水资源管理以法律法规和标准为基础和推动力,最主要的联邦水法是《清洁水法》和《安全饮用水法》。两部法律虽有重合之处,但所辖范围不同:前者主要关注与饮用水安全相关的公共健康,如饮用水水源地、地下水及输水系统等;而后者目标则较为宽泛,包括饮用水、养殖用水和娱乐用水等。如表4所示,《清洁水法》通过不断调整水环境保护立法的内容,达到“恢复和保持水体化学、物理、生物的完整性”的立法目的。

表4 《清洁水法》的发展历程

发布年份	法案	内容
1948	《联邦水污染控制法》	保护各州在控制水污染问题上的责任和权利,联邦政府为污水处理厂设计并完善处理手段提供支持和帮助,向州及州际机构及市的河流污染降低项目的规划和执行提供财政支持
1956	《水污染控制法》	仅规定联邦政府负责发起“执行会议”处理跨州污染问题和对市政污水处理进行财政支持
1965	《水质法案》	将水质作为水污染控制的重要内容之一;明确了国家政策,即提高水资源的质量和数量,要求各州建立本州境内河流的最低水质标准;为保障水质标准的设定,该法授予了州设定水质标准的权力
1970	《水质改进法》	加强联邦政府的权利,设立了州证明程序以防止水质低于申请标准,并制订了废物排放许可证计划
1972	《联邦水污染控制法修正案》	对水污染控制的权限进行重整,恢复并保持国家水体化学、物理、生物的完整性;此法为联邦水污染立法确定了基本框架
1977	《清洁水法》	规定由联邦政府制定全国统一的水质目标、政策和排放标准,并由州政府实施新管理体制,州可制定更为严格的环境标准
2002	《清洁水法修订案》	将《北美五大湖遗产法》的有关内容纳入该框架,规定了五大湖沉积物修复工程及其投入资金的使用情况

为了控制饮用水水质和保护地下饮用水水源,弥补《联邦水污染控制法》在地下水污染控制方面的缺陷,美国国会于1974年制定了《安全饮用水法》。该法通过公共供水系统的饮用水水质标准规定了初级、二级饮用水中各种污染物的最大水平。1996年国会通过最大规模的饮用水改造项目,计划在未来20年,每年投入500亿美元进行供水系统改造,总投入达10000亿美元^[14]。同时,为了协调水源保护计划,开展了一系列的国家行动计划:水质标准计划、《清洁水法》监测与数据管理计划及州循环基金、非点源计划、最大日负荷量计划、国家河口计划、清洁湖泊计划、湿地计划、国家污染物排放消减制度计划、唯一水源含水层保护计划、大湖计划、有

毒物质控制计划等。其中最值得关注的水科学研究计划包括:

1) 国家水质评价计划

1991年,美国国会开始实施美国地质调查局(USGS)的国家水质评价计划(NAWQA),其目标是评价全国的水质状况与影响因素及其变化趋势,还包含了全国范围内的河流、地下水和水生生态系统的长期水质信息。第一个十年(1991~2001年)计划专注于建立全国统一的水质数据集,作为趋势评价和模拟研究的基准。第二个十年(2002~2012年)计划基于基准调查和资源管理者可使用的模型工具,通过报告水质状况如何随时间变化和开发区域范围水质模型推断未取样区域的结果,评估不同管理实务和政策情景的可能结果。2013年2月,USGS推出第三个十年计划——《跟踪和预测2013~2023年国家水质优先领域和战略》。该计划延续了NAWQA的长期战略,但对于地下水监测选址的设计、数据分析与报告部分进行了调整,以满足NAWQA利益相关者和美国国家研究理事会对监测与科学信息的需求,更加及时地报告水质信息和决策支持工具的发展^[15]。

2) NRC推出美国地下水污染站点管理的调整方案

2012年,美国国家研究理事会(NRC)推出《美国地下水污染站点管理的调整方案》,指出至少有12.6万处站点的地下水受到了污染,而关闭污染站点将花费1.10~1.27万亿美元,约10%的站点是复杂的。该方案建议对这些站点的长期管理转向毒性物质的长期监测并防止其暴露,同时降低其恢复成本^[16](表5)。

表5 美国地下水污染站点管理的调整方案

主题	内容
有目标、有选择地关闭污染站点	探讨补救目标和措施;美国环保署(EPA)采取行政措施推行现有的规范,并充分考虑随时间而改变的风险,受污染的地下水站点的风险评估要与对整个周期中每一个替代的补救措施“不作为”的风险相比较
目前消除/遏制污染的能力	目前可用的补救技术存在重大局限性;只能基于有限的对数据对补救技术性能进行科学比较,对源区技术的额外独立审查需要总结大范围站点的特征
存留的污染问题的解决	EPA的环境保护赔偿法(CERCLA)五年期审查指南修订版将允许基于EPA的毒性因子、饮用水标准或其他风险标准进行更迅速的补救措施评估,检测所有站点可能存在于土壤和地下水含水层的挥发性有机化合物
支持长期管理的技术开发	现有评估监控的协议和修复技术应发展到整合特定化合物同位素分析、分子生物学方法、传统的生物地球化学特征、地下水测年方法
长期管理复杂的地下水污染站点的决策	EPA的五年期审查技术指导应该及时更新,以提供统一的协议用于分析在评论中收集到的数据及研究结果,有明确的政策维持长期管理过程中的公众参与

3) 美国维持可供水量和水质的联邦科技战略

2009年,美国国家科技理事会可供水量和水质小组委员会(SWAQ)提出保证国家充足供水须面对三大类科技挑战:①水资源的界定与测量;②制定增加淡水供应的方案,更有效地利用现有供水;③开发和完善用于水资源管理的预测工具。为应对当前面临的水资源挑战,委员会还提出了7项联邦合作实施的科技战略:全国水资源普查;开发新一代水资源监测技术;开发并推广增强供水稳定性的技术;开发广谱性的水资源利用新技术和新方法;为水利基础设施解决方案开发协作工具和方法;增进对水生态系统服务及生态需水的了解;改善水文预测模型及其应用^[17]。

未来,美国政府将不断更新水资源管理政策并采取相应的措施,以满足不断变化的水资源情况并反映新的知识。美国意识到国家水资源的成功管理不仅仅依赖于科学和工程来满足水管理机构的需求,还需要水资源管理机构能够根据新的信息采取行动,共同努力维护赖以生存的水资源。

2.3.2 澳大利亚

原则上,在澳大利亚联邦体制下,水资源及相关事宜属于各州或地区管辖的事项。但环境保护的问题日益突出,鉴于水资源的特殊性、社会经济发展及市场的迫切需要,亟需制定统一的全国性水资源法律政策。过去20年来,通过不同管辖范围的政府之间的非法定的协商、协调和合作程序机制,澳大利亚形成了一系列以政策为主的全国性水资源法案^[18](表6)。

表6 澳大利亚水资源保护的立法

时间(年)	法案	主要内容
1994	《1994水事改革框架》	实施综合性的水资源配置制度
1996	《关于生态系统用水供应的国家原则》	确定生态环境用水的12项原则
2004	《关于国家水资源行动计划政府间协议》	制定了全国统一的市场监管与规划为基础的城乡水资源利用的地表及地下水管理制度,优化经济、社会和环境效益
2007	《水资源安全国家规划》	灌溉基础设施与技术,墨累-达令流域的水资源管理
2007	《2007年水法》	建立一个联邦环境用水持有机构,并通过水市场进行水权交易;扩大联邦气象局的作用,在全国层面增加水资源信息的数量和质量

从1994年起,澳大利亚逐步启动协调水需求为主的水改革,实施了一系列行之有效的政策,大大缓解了国内的水资源危机。同时,澳政府启动了相应的国家水资源管理计划:

1) 澳大利亚“国家水资源政策计划”

“国家水资源政策计划”(NWI)是澳大利亚各州政府于2004年6月签署(塔斯马尼亚州、西澳大利亚州分别于2005年6月和2006年4月签署)的一项全面的水资源管理策略,属于国家层面的水改革蓝图。该计划建立在1994年实施的澳大利亚政务院(COAG)水资源改革框架计划之上。NWI表达了各政府间关于水改革的共识,强调水价改革、水权交易策略、流域水资源一体化管理机制、分配环境用水等。NWI的主要目标是:维护城乡者的利益,提高水资源利用效率和水生产力;确保河流和地下水系统的健康。

澳政府给水资源基金会划拨了20亿澳元,用于基础设施建设及提高用水效率和为达到环境目标而从事的实践工作。水资源基金会将在5年间共拨给“提高国家水标准计划”(Raising National Water Standards Programme)2亿澳元,旨在推进NWI的实施:①改进监控、评价和报告国家、区域和流域层面上水资源的能力;②改进更好管理水资源所必需的知识、信息和技术;③提高在农村和城市水利用效率方面的创新能力。澳政府还拨给“澳大利亚水资源灵敏计划”(Water Smart Australia Programme)16亿澳元,旨在大规模开发和利用新技术和基础设施,资助时间为5年。另外“区域水资源资助计划”(Community Water Grants Programme)将给区域提供25万澳元的资金,以促进水资源的合理利用^[19]。

2) 澳大利亚水产业路线图

2005年5月,在Barton Group的主导下,澳大利亚多个政府部门、企业及公众共同参与制定了《澳大利亚水产业路线图:水产业可持续发展的战略蓝图》,通过对需求、主要科技策略和产业发展愿景三个层面的设计,达到了“可持续的水循环”框架^[5](图1)。

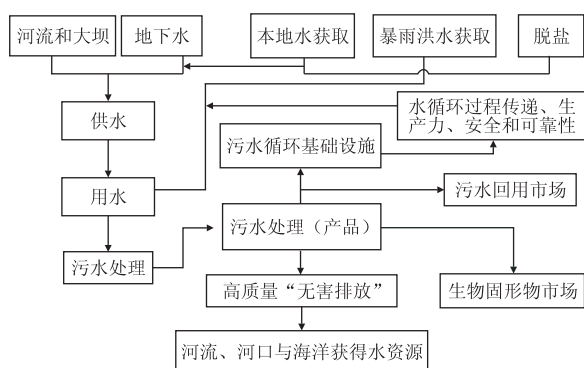


图1 澳大利亚“可持续的水循环”框架

总体来看,澳大利亚水管理体制简单易行,秉承

系统化的管理理念,综合应用工程、技术、经济和体制等措施,在提高水利用效率、流域一体化综合管理以及加强科研和政策管理间的联系等方面付诸实践并取得成功^[20]。

3 水资源科技政策发展趋势

水资源短缺,除自然因素外,人类不合理的开发利用是重要因素。因此,在目前科学技术水平未达到化解水资源短缺危机的情况下,运用行政管理手段来解决水短缺问题是较为理想的选择。综合运用政策、制度和管理措施来推动水资源管理制度创新有望从根本上改变人类用水行为,创建新型的水资源治理范式。同时,水资源创新政策的陆续出台可推动全球水资源管理的革新。

1) 开发水权交易的新算法,通过政策引导进一步规范水权交易^[21]。受美国国家科学基金会(NSF)创新团队计划的资助,美国内布拉斯加大学和伊利诺伊大学的研究人员开发出一种算法,方便买卖双方进行水权交易。这种算法使潜在的买家与卖家配对,还能够详查当地复杂的自然和监管系统并使双方达成公平交易。另外,该算法还可保密交易双方在交易过程中提供的信息。该研究的重点是借助经济分析理解水资源系统,设计并评估能够维持或改善自然资源条件的管理政策。此外,该研究项目成立了Mammoth Trading公司,为水权或其他资源利用权利感兴趣的买卖双方提供一个中立的、集中的地方,考虑当地社区的需求以及个人特定的因素,从而精心策划每一笔水权交易。

2) 宏观政策指导水资源创新管理。2014年12月,布鲁金斯学会(Brookings Institution)发布的《水资源创新之路》报告指出,美国水务部门正面临着越来越大的压力,气候变化加剧西部水资源危机^[22]。针对国家水资源面临的挑战,报告指出了政府机构解决水问题在管理和政策方面存在的障碍,并为美国解决水资源创新提出了相关建议:①定价政策,将其更好地与供水成本和税收相结合;②监管框架,创建一个开放、灵活、友好、创新的管理环境,鼓励有价值的新技术;③融资和筹资机制,比如公益水,帮助筹集足够的资金来实现创新的解决方案。此外,报告建议建立一个国家级的水创新构想,确定国家特有的创新机遇和政策,以及成立国家创新办公室,以帮助实现跨机构和相关行业企业的愿景。

4 国际水资源科技政策经验对中国的启示

通过梳理国外水资源科技政策发展历程及未来

科技政策的发展趋势,综合考虑我国水资源科技政策的发展现状,可以从以下3个方面寻求科学管理水资源的突破口。

1)完善水资源管理的政策和法律框架。运用法律法规管理水资源是最有效且最重要的手段。我国在改善水资源管理的法律框架方面取得了很大进展,但其有效性还有待提高。尽管2002年我国新修订的水法明确了水资源实行流域与行政区域管理相结合的管理体制,但没有明确界定地方政府和流域管理机构的权限。目前,我国水管理体制表现为地表水与地下水、水量与水质分割管理;政策实施过程中亟需完善相关的协调机制。同时,针对水资源的区域差异性,应因地制宜制定水资源开发利用战略。

2)加强科学研究、技术开发与文化政策建设,适应新形势下的水资源管理工作。科学研究是水资源管理及政策制定的基础,为水资源可持续利用与水政策制定提供新思路。而仅仅依靠水科学这一单一学科的理论知识无法满足水管理的实际需求,应多学科联合攻关,在跨学科融合的基础上制定针对性的水治理方案,强化科研成果支撑相关规划、制度和行动的科学决策。此外,我国水资源管理较重视水利工程建设,但对国家的水文化制度建设及研究较为缺乏。因此要充分认识到文化政策与生态的相互作用机制,充分发挥制度文化对人类用水行为的内在约束作用,使人类用水提早进入文化主导阶段,实现水资源利用效率的长久提高。

3)保障科技的投入,加强对水资源创新管理的政策研究。“水足迹”、“虚拟水”、“需求管理”等创新管理理念彻底革新了水管理的制度设计和管理框架。但是,我国在水资源管理的理念创新上还有待提高。仅从水权制度来看,新水法(2002年)没有涉及水权初始分配、水权交易、水权管理等。另外,由于缺乏测量和监测设备,水权分配很难实施^[23]。省内和跨省的水权交易及水市场的政策框架、技术和工程的条件及市场环境的确立还需较长时间^[24]。因此,亟需在不同地区开展水权与水权交易制度的研究,探索如何建立水市场,如何有效发挥市场在水资源配置中的作用。在水价方面,则应积极探索构建一套用水有成本、节水有动力、浪费有压力的水价调控体系等。

参考文献

- [1] 袁志彬. 中国水资源实现绿色发展的主要领域和政策选择[J]. 水利发展研究, 2012, 12(7): 38-41, 89.
- [2] UN-WATER. World Water Development Report 2015. [EB/OL]. 2015-03-20. <http://www.unwater.org/publications/publications-detail/en/c/281166/>.
- [3] UNESCO. Water, a Shared Responsibility- The United Nations World Water Development Report 2 [EB/OL]. 2006-03-22. <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001444/144409e.pdf>.
- [4] GWP. Integrated Water Resources Management. TAC Background Paper No. 4 [R]. Global Water Partnership: Stockholm, Sweden. 2003.
- [5] 中国科学院水资源领域战略研究组. 中国至2050年水资源领域科技发展路线图[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [6] 韩宇, 郑永和, 胡智慧, 等. 十年决策(世界主要国家地区宏观科技政策研究) [M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [7] WOLF A T. Criteria for equitable allocations; the heart of international water conflict [J]. Natural Resources Forum, 1999, (23): 8-8.
- [8] 张泽. 国际水资源安全问题研究[D]. 北京: 中共中央党校, 2009.
- [9] 张晓林, 张志强. 国际科学技术前沿报告 2012 [M]. 北京: 科学出版社, 2012: 211-252.
- [10] 夏军. 我国水资源管理与水系统科学发展的机遇与挑战[J]. 沈阳农业大学学报: 社会科学版, 2011, 13(4): 394-398.
- [11] 孙金华. 水资源管理[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2011.
- [12] GEF. LCBC Lake Chad Basin Commission. [EB/OL]. 2011-11-01. <http://lakechad.iwlearn.org/>.
- [13] 佚名. 美国的水资源管理政策[J]. 水利水电快报, 2011, 29(3): 4-4.
- [14] 陈楚龙. 美国水资源发展的过程与战略[J]. 人民珠江, 2006, 5: 53-55.
- [15] USGS. Tracking and Forecasting the Nation's Water Quality Priorities and Strategies for 2013-2023. [EB/OL]. 2013-02-15. <http://pubs.usgs.gov/fs/2013/3008/>.
- [16] NRC. Alternatives for Managing the Nation's Complex Contaminated Groundwater Sites [EB/OL]. 2012-11-25. http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=14668#toc.
- [17] 姜斌, 夏朋, 刘登伟. 美国维持可供水量和水质的联邦科技战略(下)[J]. 水利发展研究, 2009, (12): 64-68.
- [18] 胡德胜, 陈冬, 刘海丰, 等译. 澳大利亚水资源法律与政策[M]. 郑州: 郑州大学出版社, 2008.
- [19] Parliament of Australia. National Water Initiative [EB/OL]. 2006-12-18. http://www.aph.gov.au/Senate/committee/rat_ctte/rural_water/report/report.pdf.
- [20] 尉永平, John Langford, 夏军, 等. 中澳水资源管理比较及启示(英文)[J]. 资源科学, 2009, 31(9): 1461-1469.
- [21] NSF. Selling and buying water rights [EB/OL]. 2014-10-20. http://www.nsf.gov/discoveries/disc_summ.jsp?cntn_id=133173&org=NSF&from=news.
- [22] BROOKINGS. The Path to Water Innovation [EB/OL]. 2014-10-29. http://www.brookings.edu/~media/research/files/papers/2014/10/20thp%20us%20water%20policy/path_to_water_innovation_policy_brief.pdf.
- [23] 张晓林, 张志强. 国际科学技术前沿报告 2013 [M]. 北京: 科学出版社, 2013: 203-250.
- [24] CENACCHI N, 薛云鹏, 付新峰, 等. 水权及水权交易: 黄河流域的新选择 [EB/OL]. 2010-04-09. http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/yrbnote06_ch.pdf.