

南京水利科学研究院出版基金资助项目

水资源一体化管理的 理论与实践

杨立信 陈献耘 傅 华 编著

Theories and Practices on Integrated Water
Resources Management



黄河水利出版社

南京水利科学研究院出版基金资助项目

水资源一体化管理的理论与实践

Theories and Practices on Integrated Water Resources Management

杨立信 陈献耘 傅 华 编著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书全面论述了水资源一体化管理的理论和实践。在简述水资源一体化管理理论发展过程的基础上,系统地论述了水资源一体化管理的基本原则、规划、体制建设、主要指标和工具。本书的最后两章介绍了水资源一体化管理在世界各国的应用现状,用实例介绍水资源一体化管理在法规、体制改革与建设、管理规划、公众参与水资源管理等方面的进展情况。从中我们可以看出,水资源一体化管理理论已发展成为一个比较完整的体系,并指导着实践行动,这充分表明水资源一体化管理代表了现代水资源管理的发展方向。

本书可供从事水利工程、水资源管理、生态环境保护等专业的科研、教学和管理人员参考,也可供有关高等院校的本科生和研究生使用。

图书在版编目(CIP)数据

水资源一体化管理的理论与实践/杨立信,陈献耘,傅华
编著. —郑州:黄河水利出版社,2012.4

ISBN 978 - 7 - 5509 - 0219 - 0

I. ①水… II. ①杨…②陈…③傅… III. ①水资源
管理 - 研究 IV. ①TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 041214 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslcbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:15.5

字数:360 千字

版次:2012 年 4 月第 1 版

印数:1—1 000

印次:2012 年 4 月第 1 次印刷

定价:45.00 元

前 言

水是关系到人类生存的最基本而且是最有限的自然资源,是生命之源、生产之要、生态之基。兴水利、除水害,事关人类生存、经济发展、社会进步,历来是治国安邦的大事。以往的水工程主要是解决社会经济发展所遇到的供水问题,忽视了生态环境的用水需求,因而导致许多地区(例如咸海流域和乍得湖流域)出现了生态环境的严重退化,甚至出现了生态危机。水资源一体化管理的核心思想就是高度重视生态环境问题,力求在解决社会经济发展用水问题的同时保证生态环境的用水需求,促使生态环境得以修复并保持稳定,使得社会经济与生态环境协调发展和水资源可持续利用,实现人水和谐。所以,水资源一体化管理自提出以来,就受到水资源专家和各国政府的高度重视,在该领域展开了大量的研究工作和实践活动,使其理论基础不断完善,其应用实践在世界各国广泛展开。如今实施水资源一体化管理已成为世界水资源管理的潮流。

虽然早在 2005 年全球水伙伴就把我国列为水资源一体化管理的一类国家,但是根据我们在各大数据库平台检索和综合检索的结果,发现我国的水资源管理专家们至今尚未出版一本专门论述水资源一体化管理的著作,现有的中文版都是译著。

2011 年,中央一号文件《关于加快水利改革发展的决定》明确指出了新形势下水利的战略地位基本原则,强调“坚持统筹兼顾,注重兴利除害结合、防灾减灾并重、治标治本兼顾,促进流域与区域、城市与农村、东中西部地区水利协调发展;坚持人水和谐。顺应自然规律和社会规律,合理开发、优化配置、全面节约、有效保护水资源”。由此可见,中央在水利改革顶层设计层面上对以水资源一体化管理改革促进人水和谐目标的战略规划的高度重视程度。

“他山之石,可以攻玉”,为了使我国在开展重大水资源专项研究过程中,掌握国外的发展动态,借鉴并总结先进经验和吸取教训,促进我国的研究工作更加顺利开展,力求取得丰硕成果,我们编译了本书。本书依据中亚水资源专家杜霍夫内 B. A. 等 2007 年出版的专著《水资源一体化管理,从理论到实践,中亚的经验》,引用并参考了全球水伙伴技术委员会编写的《水资源一体化管理》和《水资源一体化管理工具箱(第 2 版)》、中英合作水资源需求管理项目、水资源一体化管理方法汇编(《综述报告 1:水资源一体化管理》、《综述报告 2:水资源需求管理》)等专著,先后收集了数千份国内外关于水资源一体化管理的中、英、俄文资料,经翻译、分析、整理、编辑总结并撰写成为本书。本书从以下几个方面向读者介绍水资源一体化管理的理论和实践的发展:

(1)在引用都柏林-里约原则的基础上,诠释了全球水伙伴给水资源一体化管理下的定义,引用其绘制的框架示意图及其说明,归纳了中亚水资源专家讲述的水资源一体化管理的特点,着重介绍了水资源一体化管理理论的发展过程。

(2)依据杜霍夫内 B. A. 等的专著《水资源一体化管理,从理论到实践,中亚的经验》,翻译并解读了水资源一体化管理的基本原则,且根据我们对相关资料的研究结果,

增补了水资源可持续利用原则和公益用水优先原则两项内容。

(3) 引用中英合作水资源需求管理项目、水资源一体化管理方法汇编《综述报告 1: 水资源一体化管理》的资料, 介绍了编制水资源一体化管理规划时需要补充考虑生态环境和气候变化等因素, 论述了编制水资源一体化管理规划的过程, 引用了水资源一体化管理规划与传统水资源管理规划的差异表和水资源一体化管理规划需要考虑的重要因素。论述了编制规划的两个最重要因素——水资源评估和水需求管理, 强调从需求侧考虑供水, 而不是以往从供给侧考虑供水。

(4) 讲述了国外水资源管理体制, 重点介绍了中亚各国的水资源管理体制改革的和现行的水资源一体化管理体制。

(5) 解读了中亚水资源专家制定的水资源一体化管理指标, 且根据相关资料作了必要的补充。

(6) 诠释了全球水伙伴技术委员会编写的《水资源一体化管理工具箱(第2版)》和中亚地区现在使用的水资源一体化管理工具, 重点介绍了水资源信息管理系统、计划用水、水资源一体化管理过程中争议和冲突的调解、节约用水的经济激励措施等管理工具, 并举例说明这些工具的应用情况。

(7) 介绍了世界各地的水资源一体化的实践与应用实例, 这些实例既说明了在实践中水资源一体化管理理论得到不断完善, 也说明实施水资源一体化管理已是大势所趋, 成为不可阻挡的潮流。

本书经两年的努力, 终于完成面世。撰写期间参阅了大量的中外文献, 在此对李运辉译审的悉心帮助、丁绿芳高级工程师、王小军博士提供的部分资料表示特别感谢, 对所有引用文献的原作者、译者表示衷心的感谢。

江苏省科技翻译工作者协会在本书的编著、出版过程中给予了大力支持, 在此也表示诚挚的感谢!

囿于著者学识水平, 书中难免存在疏漏之处, 恳请学术同仁和读者批评指正与赐教。

本书的出版得到了南京水利科学研究院出版基金资助, 同时得到了黄河水利出版社的大力支持, 谨此深表感谢。

杨立信 陈献耘 傅华

2011 年 12 月于金陵

目 录

前 言

1 导 论	(1)
1.1 水	(1)
1.2 水资源	(2)
1.3 水资源管理	(3)
1.4 水资源管理的四个发展阶段	(4)
1.5 水资源一体化管理	(10)
参考文献	(11)
2 水资源一体化管理理论	(12)
2.1 水资源的特性与关系	(12)
2.2 都柏林－里约原则	(14)
2.3 水资源一体化管理的定义	(16)
2.4 水资源一体化管理的框架	(18)
2.5 水资源一体化管理的基本要素	(19)
2.6 水资源一体化管理的特点	(20)
2.7 水资源一体化管理理论的发展	(22)
参考文献	(25)
3 水资源一体化管理的基本原则	(27)
3.1 以流域为单元的原则	(27)
3.2 水资源可持续利用原则	(30)
3.3 水资源的共享与协调原则	(33)
3.4 水资源管理的共同参与原则	(37)
3.5 公益用水优先原则	(39)
3.6 水质污染防控与生态修复相结合的原则	(41)
3.7 信息保障原则	(43)
3.8 合理用水和节约用水原则	(45)
参考文献	(48)
4 水资源一体化管理规划	(49)
4.1 水资源一体化管理规划概述	(49)
4.2 水资源评价	(55)
4.3 水需求管理	(58)
参考文献	(62)

5	水资源一体化管理的体制建设	(64)
5.1	国外水资源管理体制	(64)
5.2	中亚创立的水资源一体化管理体制	(67)
5.3	示范渠道水资源一体化管理的体制建设	(72)
	参考文献	(78)
6	水资源一体化管理的主要指标	(80)
6.1	社会经济、水资源、生态环境复合系统的关系	(80)
6.2	水资源一体化管理的主要指标	(81)
6.3	一些管理质量指标的计算	(84)
	参考文献	(90)
7	水资源一体化管理的工具	(91)
7.1	水资源一体化管理现有工具的简介	(91)
7.2	水资源信息管理系统	(95)
7.3	计划用水	(100)
7.4	水资源一体化管理过程中争议和冲突的调解	(105)
7.5	节约用水的经济激励措施	(114)
	参考文献	(126)
8	水资源一体化管理在中亚国家的应用实践	(127)
8.1	水资源一体化管理项目	(129)
8.2	哈萨克斯坦水资源一体化管理的国家计划	(135)
8.3	吉、塔、乌三国水资源一体化管理“路线图”	(140)
8.4	费尔干纳盆地水资源一体化管理的示范试验	(156)
8.5	第三阶段示范试验的结果	(167)
8.6	第四阶段示范试验的结果	(173)
8.7	第五阶段的主要任务	(175)
8.8	阿姆河和锡尔河下游过渡到水资源一体化管理项目	(175)
	参考文献	(183)
9	水资源一体化管理在世界各国的应用实践	(187)
9.1	水资源管理面临的挑战	(187)
9.2	水资源一体化管理现状	(191)
9.3	水资源一体化管理法规	(203)
9.4	水资源一体化管理体制	(207)
9.5	水资源一体化管理规划	(212)
9.6	水资源一体化管理的公众参与	(218)
9.7	水资源一体化管理实例	(222)
	参考文献	(235)
附 件		(238)

1 导 论

1.1 水

水是由氢、氧两种元素组成的无机物,在常温常压下为无色无味的透明液体,是地球上最常见的物质之一。水是包括人类在内所有生命生存的重要资源,也是生物体最重要的组成部分,在生命演化中起着重要的作用。地球表层水体构成了水圈,包括海洋、河流、湖泊、沼泽、冰川、积雪、地下水和大气中的水,且储水量巨大,总计约为 1 385 984.6 万亿 m^3 。但是由于注入海洋的水带有一定的盐分,加上常年的积累和蒸发作用,海和大洋里的水都是咸水,且某些湖泊的水也是咸水,咸水合计约有 1 350 955.4 万亿 m^3 ,占总水量的 97.5%,这些水不能直接饮用。能饮用的淡水储量包括冰川、积雪、地下淡水、河流湖泊水体、大气中的水、生物体中的水,只占总储量的 2.5%,约为 35 029.2 万亿 m^3 。这些淡水中将近 70% 冻结在南极和格陵兰冰盖中,其余大部分是土壤水或者是不易开采利用的深层地下水。因此,可供人类利用的淡水在数量上是有限的,不足世界淡水储量的 1%,即相当于全球水储量的 0.007% (见表 1-1)。

表 1-1 全球水资源总量汇总

水体种类	水量		咸水		淡水	
	万亿 m^3	%	万亿 m^3	%	万亿 m^3	%
海洋水	1 338 000	96.54	1 338 000	99.04	0	0
地表水	24 254.1	1.75	85.4	0.006	24 168.7	69
冰川与冰盖	24 064.1	1.74	0	0	24 064.1	68.7
湖泊水	176.4	0.013	85.4	0.006	91.0	0.26
沼泽水	11.48	0.000 8	0	0	11.48	0.033
河流水	2.12	0.000 2	0	0	2.12	0.006
地下水	23 700.0	1.71	12 870	0.953	10 830.0	30.92
重力水	23 400	1.688	12 870	0.953	10 530	30.06
地下冰	300	0.022	0	0	300	0.86
土壤水	16.5	0.001	0	0	16.5	0.05
大气水	12.9	0.000 9	0	0	12.9	0.04
生物水	1.1	0.000 1	0	0	1.1	0.003
总计	1 385 984.6	100	1 350 955.4	100	35 029.2	100

注:资料来源,陈志凯主编,《中国水利百科全书·水文与水资源分册》,北京:中国水利水电出版社,2004。

水对气候的影响:水对气候具有调节作用。大气中的水汽能阻挡地球辐射量的60%,保护地球不致冷却。海洋水体和陆地水体在夏季能吸收和积累热量,使气温不致过高;在冬季则能缓慢地释放热量,使气温不致过低。海洋和地表上的水蒸发到天空中形成云,云中的水通过降水变成雨或雪;落于地表上的水渗入地下形成地下水;地下水又从地层里冒出来,形成泉水,经过小溪、江河汇入大海,形成一个水循环。此外,在自然界中,由于不同的气候条件,水还会以冰雹、雾、露、霜等形态出现并影响气候和人类的活动。

水对地貌的影响:地球表面有71%被水覆盖,从空中看,地球是个蓝色的星球。水侵蚀岩石土壤,冲淤河道,搬运泥沙,营造平原,改变地表形态。

水对生物的影响:有学者认为,地球上的生命最初是在水中出现的。水是所有生物体的重要组成部分。水中生活着大量的水生植被等水生生物。水有利于部分生物化学反应的进行,如动物的消化作用及植物的光合作用。

1.2 水资源

水资源一般是指逐年可以更新的淡水量。1988年,联合国教科文组织和世界气象组织共同制定的《水资源评价活动——国家手册》中把水资源定义为:可资利用或可能被利用的水源,具有足够的数量和一定的质量,并能在某一地点为满足某种用途而可被利用。《中华人民共和国水法》中指出:水资源包括地表水和地下水。关于世界水资源总量,现有多种说法:《中国水利百科全书》所说:江河径流是人类的最重要和最经常利用的水资源,全球的年径流量为46.8万亿 m^3 ;2003年,联合国粮农组织发表了名为《世界各国水资源综述》的评估报告,报告认为,包括可再生的地下水资源在内,世界可再生水资源总量为437 645亿 m^3 。根据联合国教科文组织的建议,俄罗斯国立水文研究所希克洛曼诺夫(И. А. Шикломанов,以下简称希氏),在20世纪90年代对世界水资源进行了全面系统的评估工作。根据这项研究成果所编著的专著《21世纪之际的世界水资源》于2003年由英国剑桥大学出版社用英文出版。在这本专著中,希氏以河川年径流量作为可再生的水资源量。在评估世界水资源时,希氏以河川径流的观测资料为主,辅以气象观测资料。据世界气象组织提供的资料,目前,世界上已有64 000座水文站点在观测河流的径流量。希氏选择了其中分布在各大洲长期使用的约2 500个水文观测站点(亚洲约为800个、欧洲约为600个、北美洲为330个、非洲和南美洲分别为240个和250个、澳洲和大洋洲约为200个)的资料。此外,为了保证水资源评估成果的可靠性,希氏采用具有较长的统一观测系列(1921~1985年)。对于欧洲和北美洲许多国家的水文站点来说,在所选定的观测系列中那些没有观测的年份,则采用后续年份(1990~1994年)的资料或气象资料作补充。此外,应用相关模型和水文类比方法对一些水文站点短缺的资料进行了插补和校正。经过反复论证和研究,得出了全球的河川年均径流量为42.786万亿 m^3 。这大概就是世界各国所共同拥有的“可资利用或可被利用的”水资源总量。

1.3 水资源管理

关于水资源管理的定义,多位专家有不同的表述方式,且在内涵和外延上存在一定的差异,目前尚不统一。按照《中国水利百科全书·水文与水资源分册》的解释,水资源管理是指水行政主管部门运用法律、政策、行政、经济、技术等手段对水资源的开发、利用、治理、配置、节约和保护进行管理,以求可持续地满足经济社会发展和改善生态环境对水需求的各种活动的总称。《中国大百科全书·水利卷》中指出:水资源管理是水资源开发利用的组织、协调、监督和调度。运用法律、行政、经济、技术和教育等手段,组织各种社会力量开发水利和防治水害;协调社会经济发展与水资源开发利用之间的关系,处理各地区、各部门之间的用水矛盾;监督、限制不合理的开发水资源和危害水源的行为;制订供水系统和水库工程的优化调度方案,科学分配水量。

广义的水资源管理可以包括:①法律,即立法、司法、水事纠纷的调处等;②政策,即体制、机制、产业政策等;③行政,即机构组织、人事、教育、宣传等;④经济,即筹资、收费等;⑤技术,即勘测、规划、建设、调度运行等。这5个方面构成一个以水资源开发、利用、治理、配置、节约和保护等组成的水资源管理系统。这个管理系统的特点是把自然界存在的有限水资源通过防洪、供水、生态保护系统与社会、经济、环境的需求水要求紧密联系起来的一个复杂的动态系统。

水资源管理应遵循以下原则:①水资源属于国家所有,在开发利用水资源时,应当实现经济效益、社会效益、生态环境效益最大化;②开发利用水资源要按照自然规律和客观规律办事,坚持兴利与除害并重,开发与保护同步,地表水与地下水、水量与水质统一,开源与节流结合、节流优先和污水处理回用,综合利用水资源;③开发利用水资源要进行综合科学考察和调查评价,做到全面规划、统筹兼顾、标本兼治、综合利用、讲求效益,充分发挥水资源的多种功能,协调好生活、生产经营和生态环境用水的关系;④水资源的开发利用要维护生态平衡,有利于改善和修复生态环境,有利于经济社会的可持续发展;⑤加强需水定向管理,实行总量控制和定额管理相结合的制度,全面节约用水,控制需水量过快增长。

水资源管理的方法和手段:①取水许可制度是在法律保证下进行水资源管理的行政手段;②经济措施是调节开发利用水资源的有效手段,利用经济杠杆管理好水资源,要完善有偿使用的制度,建立良性运行的管理机制;③水资源管理依靠行政组织,运用命令、规定、指示、条例等行政手段发挥行政组织在管理中的作用;④系统分析的方法是实施水资源调配和管理的基本方法;⑤水资源管理信息系统通过接收、传递和处理各类水资源管理信息,使管理者能及时实现水资源管理环节之间的联系和协调,实现科学管理。

水资源管理的目标是:保护水源、水域和水利工程,合理使用,确保安全,消除水害,增加水利效益,验证水利设施的正确性。为了实现这一目标,需要在工作中采取各种技术、经济、行政、法律措施。随着水利事业的发展和科学技术的进步,水资源管理已逐步采用先进的科学技术和现代化管理手段。

水资源管理的对象:包括对已经探明的水资源从资源登记、规划分配、开发利用、供水

过程到用水、污水处理及回用、水资源保护以及对水利工程的合理规划及布置等组成的完整的系统管理。具体地说,水资源管理包括以下诸多方面,即水资源的数量管理、质量管理、法律管理、权属管理、行政管理、规划管理、配置管理、经济管理、投资管理、风险管理、安全管理、工程管理、技术管理、数字化管理、综合管理、跨流域管理、跨国界管理等。由此可见,水资源管理所涉及的部门、行业和领域有多么广泛,对水资源管理不能就水论水,必须将其放在社会、经济、环境等复合系统中进行处理。

水资源管理的主要内容:①水资源的所有权、开发权和使用权。所有权取决于社会制度,开发权和使用权服从于所有权。②水资源的政策。要根据社会经济的需要与可能,制定出水资源全面规划和综合开发、合理利用、保护、水污染防治、水费征收和使用等问题的方针政策。③水量的分配和调度。按照上下游兼顾和综合利用的原则,制订水量分配计划和调度方案,作为正常管理运用的依据。④防洪管理问题。除维护水库和堤防的安全外,还要防止行洪、分洪、滞洪、蓄洪的河滩、洼地、湖泊被侵占破坏,并实施相应的经济损失赔偿政策,试办防洪保险事业。⑤水情预报。加强水文观测,做好水情预报,保证工程安全运行和提高经济效益。

水资源是与人类生存和社会经济发展密切相关的自然资源。水资源管理具有鲜明的时代内涵,不同时代的水资源管理概念是不同的。在古代,水资源管理偏重于干旱洪涝灾害的管理,此时一切活动都围绕其进行。大禹治水的故事流传至今,不仅说明大禹治水的精神值得颂扬,在一定程度上也说明洪涝灾害是威胁人类生存的大问题。随着人口的不断增多,经济的迅速发展,淡水相对于人类的需求供给不足,水向水资源转变,水具有了经济内涵。此时,人类面临的问题除干旱洪涝灾害外,还有水资源短缺等问题。为了增加水资源供给,人类加大了水资源开发力度,这在一定程度上缓解了水资源的供需矛盾,但同时带来了新的问题——生态环境的恶化。生态环境的恶化正在蚕食人类的文明。目前,人类同时面临着干旱洪涝灾害、水资源短缺、生态环境恶化、水土流失等多重危害。然而,回顾历史,水资源管理正是在解决各种水问题中发展壮大的,由于人类对水资源管理极为关注,积累了大量的文献资料,使水资源管理具有了深厚的基础。水资源管理已经解决了历史长河中所产生的一切水问题,水资源管理也一定能够解决当前所面临的一切问题。积极推进和发展水资源管理,是当今时代的必然选择,也是历史赋予我们的义务和责任。

1.4 水资源管理的四个发展阶段

在人类社会的生存和发展中,需要不断地适应、利用、改造和保护水资源。在水资源开发利用初期,供需关系单一,管理内容较为简单。随着人类社会生产力的不断发展,人类开发利用水资源的能力不断提高,人与水的关系也不断遇到新的挑战。水资源管理随着社会生产力的发展而不断发展,并成为人类社会文明进步和经济发展的重要支柱。同时,各个国家不同时期的水资源管理与其社会经济发展水平和水资源开发利用水平密切相关,而且世界各国由于政治、社会、宗教、自然地理条件和文化素质水平、生产水平以及历史习惯等不同,其水资源管理体制、目标、内容和方式不可能一致。水资源管理目标的确定都与当时当地的社会经济发展目标相适应,不仅要考虑自然资源条件,而且应充分考

考虑经济承受能力。随着水利工程的大量兴建和用水量的不断增长,水资源管理需要考虑的问题越来越多,已逐步形成为专门的技术和学科。总体来说,人类在水资源管理过程中不断学习,积累经验,逐渐提高了对水的认识与水资源开发、利用、配置、保护、控制和适应的能力。在不同的历史时期,依据人与水资源的相互关系,按照水资源管理的水平及开发利用程度,水资源管理大概可以划分为以下四个阶段:

第一阶段,即人类认识水并听命于水的自然规律,大致从原始社会到农业社会初期。这个阶段是人类认识水并尝试进行水管理的起始阶段。那时社会生产力低下,经济发展水平很低。当狩猎畜牧为主要经济部门时,为解决人畜生活用水,人们“逐水草而居”,一般都生活在水源地附近。当农业成为基本经济部门时,农田水利的主要工作是采用传说中的伊尹传授的办法“负水浇稼”。为防止洪涝灾害,人们多集体居住在河流旁的阶地,所谓“择丘陵而处之”。后来又创造了保护居民区的护村堤埂,所谓“鲛作城”。随着农业生产的发展,人类开始了最初的治水活动。人们尝试着引河水灌溉农田,在洪水淤积的土地上耕种,由于灌溉对提高农业产量的巨大作用,人们渐渐地不满足于引河水灌溉,而逐渐学会了修建渠道来引水灌溉。再后来,在中国出现了大禹领导的主要采用疏导的方法进行大规模治水活动,发明了适应井田制的农田沟洫灌排系统,出现了短距离的人工运河;在西方出现了“诺亚方舟”的神话故事,这充分反映了人们战胜洪水、传承文明的愿望和信心。从水管理角度来说,人类对水有了新的认识,开始积累水管理的知识,并以图案或用象形文字的形式记载下来。虽然社会经济用水量很少而且分散,但是也曾试图控制水旱灾害,围绕着某一水源地进行管理,且管理目标单一,所修建的水利工程规模较小,只考虑短期有限用水的需要。所以说,这个阶段是积累水管理知识和尝试进行水管理的起始阶段。

第二阶段,人类开始调节或调度水资源并服从水的自然规律,大致相当于农业社会中期和整个封建社会。在这个阶段,由于金属工具的使用和社会组织的进步,人们开始对水资源进行有效管理,有能力在一定程度上控制江河洪水的威胁,也有条件兴建较大的灌溉和航运工程。特别是经过了从农业社会向封建社会的大变革,社会经济进入新的发展阶段,水利灌溉工程成为发展经济的主要任务,各种用途的水利工程从四大文明古国向亚洲、欧洲以及后来的北美洲大陆扩展。人们不仅修建了相当规模的引水灌溉渠道,而且开始修建一定数量的水坝和供水工程,防洪采取了以修建堤防为主的措施,开挖了使用船闸调整航深的跨流域运河。随着水利工程的发展,水资源管理逐渐兴起。在中国、埃及、印度、美索不达米亚、波斯等国设立了专门的机构管理水利工程,除中央政府中有专管部门外,地方政府也兼管水利,重要灌区还有专门官员负责监督。水利部门所辖治河、航运、灌溉等主要方面的管理逐步分工。中央政府一般只负责治河、航运建设和管理,农田水利则主要由地方政府甚至由灌区管理机构自行负责。此外,在巴比伦时期颁布的《汉穆拉比法典》以及后来罗马帝国制定的《查士丁尼法典》和中国唐代制定的《水部式》中对水利工程的管理载有明文规定,这说明水利工程和水资源管理有了长足的进步。但是,总体来说,水利工程主要是凭经验建设的,一般只有一两项用途,很少有综合利用的水利工程;水资源管理是分散而单一的管理形式。虽然人为活动对水资源的影响开始加强,但相对于大自然的可用水量来说,人类开发利用的水资源还是很有限的,尚未对自然界造成较大的

破坏。从水资源管理角度来说,在这个阶段建立了管理机构,颁布了管理法典,所以说已经孕育出水资源管理的雏形。

第三阶段,18 世纪开始的产业革命,使人类社会进入工业文明阶段。随着科学技术的发展和生产力的迅速提高,工业社会对水资源利用提出了更高的要求,不仅要对洪水进行有效的控制,而且要调蓄水资源,要对水资源进行大规模和大范围的重新调配。世界人口的大量增长,城市的迅速发展,也对水资源的利用与管理提出了新的要求。19 世纪末,人们开始建造水电站和大型水库以及综合利用的水利枢纽,水利建设向着大规模、高速度和多目标开发的方向发展。随着水利工程的全面发展,水资源管理也从理论到实践都得到了巨大的进步。主要表现在:①在立法方面,世界主要国家都颁布了水法和一系列的管理规定等法律法规。水法等法律法规的主要目的是调整与水资源有关的人与人的关系,并间接调整人与自然的关系,为水资源的开发、利用、治理、配置、节约和保护提供了制度保障,是水资源管理的基础依据。依法管理水资源体现了社会的公平与正义,也是实现水资源价值的有效手段。②在管理体制方面,世界主要国家的政府都设立了水资源管理的行政机构,建立了水资源管理体制和制度。由于世界各国所实行的社会制度不一样,这些水资源管理机构的职能范围有很大差别:有的国家水利机构只负责制定水资源管理政策,由地方政府进行水资源管理,有的国家水利机构实行水资源统一集中管理,而有的国家把涉水事务分散在各个职能部门进行管理,即分散管理,还有的国家实行国家和地方政府共同管理,还有一些国家按照河流水系实行流域管理。③在经济方面,各国政府在水资源管理投资政策上也很不一样,有的国家由国家投资进行水资源的开发利用,有的国家由经济实体投资,还有的国家由国家和地方共同投资,有的国家由经济实体和个人投资,也有一些水资源工程是由个人投资开发的。在水费收缴方面,从早期的水价、水费发展到现在流行的水权交易、水银行、水市场等。就水价来说,目前国际上流行的水价体系有多种形式:单位水价不变的固定水价,与用水无关、边际成本为零的统一水价,用水量越多、单位水价越高的累进水价,用水量越多、单位水价越低的累退水价,由基本水费和计量水费构成的两部制水价和随水资源丰枯变化的季节性水价等。实践表明,适宜的水价可准确反映水的经济性、稀缺性和社会承受能力,同时可为各类用水户提供有利于节约用水的相关信息。④在技术方面,水资源的勘察评估、规划建设、运行调度等技术都有了长足的进步。水资源的勘察评估技术从无到有,用于勘测水文水资源资料的各种检测仪器和设备层出不穷,勘察评估结果从粗略到准确走过了一段快速成长的道路;水资源规划也是从无到有,从单一规划到综合性的总体规划,从短期规划到中长期发展规划。世界各国根据其社会经济发展的需要、水资源开发利用现状和中长期发展目标,编制出开发、利用、节约、保护水资源和防治水害的各种规划。通过规划的制定和执行,为社会经济的发展和生态环境的稳定提供了可持续用水的基本保障。回顾水资源规划的发展过程,可以看出,水资源规划由最初的局域规划发展到流域规划和全国性规划,由专业规划向系统性综合规划转变,由仅追求经济效益向追求社会、经济、环境综合效益转变,由只重视当前发展向可持续发展战略转变,由满足用水需求向依据水资源和水环境承载能力为前提的方向转变。国内外比较著名的水利发展规划主要有:美国田纳西河流域综合规划,苏联伏尔加河及其支流卡马河开发治理规划,法国罗纳河流域综合治理规划,中国淮河流域规划等。这些规划

的顺利实施,极大地推动了当地的社会经济发展。

然而,在世界某些国家,特别是在一些水资源紧缺地区,人们对水资源管理认识不足,尚未认识到水对生态环境也是非常重要的。他们毫无节制地向大自然索取、掠夺水资源,大量挤占生态环境的用水份额。特别是第二次世界大战以后,由于众多水利工程的兴建、工业和城市化的快速发展,大量工业污水和生活污水排入河流,从而对河流水质、河床形态、水资源和水环境的承载能力以及水流运动规律产生了巨大影响,其主要表现为水质恶化、河道断流、河床萎缩、湖泊干涸、尾间消失、生物多样性减少。其结果一方面给自然界的生态环境造成破坏性的灾难,另一方面也招致大自然对人类的报复与惩罚。可以说这种结果是人类对水资源管理不善所造成的。所以说,在这个阶段水资源管理虽然得到了全面发展,并取得了巨大的进步,但还是存在不完善之处的。

第四阶段:1987年,联合国环境与发展委员会发表的长篇研究报告《我们共同的未来》是人类建构生态文明的纲领性文件。该报告正式提出了“可持续发展”理念,为人类指出了一条摆脱工业社会所造成的生态危机的有效途径,从而为人类社会构建生态文明奠定了基础。因此,我们把它认为是人类社会进入生态文明的起点。

在生态文明阶段,随着对水资源管理的深刻理解和经验积累,人们充分认识到水资源管理的复杂性和艰难性,必将运用生态水文学、生态水利学、生态水工学以及生态学、环境保护等学科的研究成果,从立法、行政、经济、工程技术等方面采取积极有效的措施,着力解决水资源管理最主要的洪涝灾害、干旱缺水、水土流失和水污染这四大水问题。水资源管理将从管理理念、管理体制到管理方式都要发生重大变革,在管理理念上由工程水利向资源水利和生态水利转变,在管理体制上由分散在各行各业的部门管理向集中统一的一体化管理体制转变,在管理方式上是由供水管理向需水管理转变。水资源管理的体制创新、机制创新、技术创新,科学调度和一体化管理是水资源管理的主要内容,它包括以水资源的可持续利用支撑经济社会的可持续发展;加强生态水利的研究,并将生态水利的研究成果用于工程实践;充分运用市场机制和充分重视制度建设;积极推进流域管理体制改、实施流域水资源一体化管理;在处理人与水的关系时应发挥人的主观能动性,主动给洪水以出路,建设节水型社会,充分依靠大自然的自我修复能力,发展绿色经济和严格排污权管理,有意识地去追求人水和谐的境界,达到人与自然和谐相处的目的,而不是以牺牲子孙后代的发展条件为代价来求得眼前的发展,使水资源管理进入人水和谐共存的协调发展、社会经济与自然生态复合系统协调互动的生态水利阶段,让一度被破坏的水生态环境得到有效修复与改善,生物多样性得到全面保护;防洪安全、供水安全、环境安全的保障体系应得到巩固和提高。让有限的水资源在经济建设、社会发展、生态环境良性循环中发挥最佳效益是世界各国所追求的奋斗目标。

1.4.1 完善法律法规体系,增加生态环保内容

如前文所述,现在世界上绝大多数国家都已颁布水法,且发达国家也都进行过多次修改完善。特别是欧盟2000年颁布和实施的“欧盟水框架指令”,作为一个基础性法律文件,不仅将欧盟各国的水质标准统一起来,而且把水域的保护与污染控制结合在一起,目的是保护和管理整个欧洲的水资源与水环境,到2015年使欧盟的所有水体改善到“良好

状态”。“欧盟水框架指令”是欧盟各国实施水资源可持续管理的基础,无疑对其他国家也有指导意义。此外,近年来一些发达国家在水利工程的设计、施工和管理规范中增加了有关河流生态建设和环境保护的内容。例如,在美国陆军工程师团 2000 年颁布的《堤防设计与施工》和 2001 年颁布的《防洪墙、堤防和土石坝景观植被和管理导则》、荷兰 1991 年发布的《河道堤防设计导则》、德国 1997 年颁布的技术标准《防洪堤》(DIN19712)、日本 1997 年颁布的《建设省河川砂防技术标准(案)及解说》、英国的《河流恢复技术手册》以及澳大利亚 2001 年出版的《河流恢复——澳大利亚西部河流的自然保护、恢复和长期管理导则》等技术法规中都明确提出了生态建设和环境保护的要求,或者直接颁布专门的河流生态工程设计施工导则。这充分说明发达国家通过对试验性生态水利工程的总结,把生态水利工程从试验推向全面实施阶段,也可以说生态水利取得了重大进展。

近年来,随着生态水工学的深入研究,我国各地在进行防洪工程建设和河流整治工程中,已经采取了一些新技术和新材料,比如生态型护坡技术、堤防绿化措施等。但是这些技术经验还缺乏系统的总结,也迫切需要有关技术规范和技术导则的指导,使之更具科学性和规范化。因此,董哲仁、孙东亚等专家提出,在修订堤防工程设计和施工规范时应增加河流生态恢复技术的若干建议和编制河流生态恢复技术设计手册。这些建议无疑能促进我国生态水利工程建设,应该尽快组织实施。

1.4.2 制定水资源可持续利用的方针政策

现在,世界上不仅是发达国家和发展中国家,而且大多数欠发达国家都非常重视水资源问题,甚至把水资源同粮食、石油一起作为国家的战略资源来看待。许多国家都制定了水资源可持续发展的方针政策。美国《西部水政策审查咨询委员会 1998 年报告》提出,美国 21 世纪的水管理原则是:保证可持续的资源利用,维持国家的目标和标准,强调地方实施、革新和责任,提供激励机制,尊重现有权力,促进社会公平,围绕水文系统创立组织机构,保证适当的目标,正确、科学的适应性管理,进行参与式决策,开拓投资渠道。欧盟在水框架指令中明确要求各成员国要落实“流域管理区”的管理规划和行动计划、对水污染的控制措施等,墨西哥和巴西等发展中国家制定或调整了水资源的政策和发展规划,特别是印度,制订了要把全国的河流连接成一个统一水系的宏伟计划。由于各国国情不同,所制定的方针政策很不一样,因此不再一一介绍,这里仅以俄罗斯为例,简要介绍 2004 年俄罗斯联邦政府颁布的“俄罗斯综合水利设施到 2010 年主要发展方向”(俄罗斯联邦政府命令 2004 年 5 月 31 日第 742 号)。俄罗斯发展综合水利设施的主要目的是在实施用水合理化和改善与恢复水利设施的状态及其生态系统的措施时,保障居民和经济设施对水资源的需求平衡;在遭受洪水和其他水害作用的地区保障居民生命安全和经济设施发挥功能。为此,俄罗斯自然资源部、工业和能源部、农业部和有关的联邦权力执行机构按照主要河流域及俄罗斯联邦总体的水资源综合利用和保护,研制及实施水资源综合利用和保护的方式、目标和纲要的实施计划。同时,针对俄罗斯的各个流域提出了具体要求,不仅制订出了具体的措施和实施方案,而且对实施这些措施和方案的科学技术、信息和干部保障以及国际合作也都制订了行动计划。可见,像俄罗斯这样的水资源大国都已把水资源的可持续利用落实到具体的河流流域,向生态水利迈出了坚实的步伐。

我国也提出了对水资源实行“全面规划、统筹兼顾、标本兼治、综合治理”，“实行兴利除害相结合、开源节流并重、防洪抗旱并举”，“把节约放在首位，以提高用水效率为核心，全面推行各种节水技术和措施，发展节水型产业，建立节水型社会”等一系列治水方针和政策，以及制定并正在执行退耕还林、退耕还湖、污水处理、达标排放等恢复生态平衡的政策，同时实施建设节水型社会的试点。这些方针政策都有力地促进了水利事业的发展。2011 年中央一号文件《关于加快水利改革发展的决定》明确指出了新形势下水利的战略地位基本原则。强调“坚持统筹兼顾。注重兴利除害结合、防灾减灾并重、治标治本兼顾，促进流域与区域、城市与农村、东中西部地区水利协调发展；坚持人水和谐，顺应自然规律和社会发展规律，合理开发、优化配置、全面节约、有效保护水资源”。由此可见，当前中央政府在水利改革顶层设计层面对水资源一体化管理改革的重视程度。

总之，无论是发达国家和发展中国家，还是欠发达国家，其水资源管理方针政策都在朝着水资源可持续利用的方向调整。总的趋势是，世界的水利事业正面临着从传统水利向生态水利、可持续发展水利的转变，只是这种转变在不同的国家有快慢之分，这是由各国的国情所决定的。

1.4.3 加强水资源的行政管理

前文已经指出，水资源的行政管理可分为集中管理和分散管理，取决于各国的政治体制等各种因素。但是近几十年来，世界水资源管理出现了由单项管理向综合管理、由行政区划管理向流域管理、由协议式管理向市场调节转变的趋势。特别是流域水行政管理体制受到大多数国家的肯定，而且在那些分散式管理的国家中，正朝着建立流域管理体制的方向改革。在流域管理体制中，对于跨越国界的国际河流，现在已建立了许多跨国流域管理组织，如莱茵河保护国际委员会、尼日尔河流组织等。即便是在一个国家的内部，流域管理的模式也不完全一样，例如美国，田纳西河流域管理局是个政企合一的集中管理体制，而密西西比河流域委员会则是个水协作组织。从世界范围来看，各国的流域管理可分为三种模式，即①集中统一管理，如美国的田纳西河流域管理、西班牙的流域水文地理委员会；②流域规划和协调模式，实际上是流域管理与区域管理相结合的产物，比较典型的有法国、澳大利亚的流域机构；③公私合营的流域管理模式，英国现行的管理体制是中央对水资源按照流域统一管理与水务私有化相结合的模式，而且比较注重公众参与水管理，由地方代表和民众代表组成消费者协会，对供水公司实行监督。

总体来说，流域管理体制的建立与国家政治经济体制、政府结构、水资源管理传统等多种因素有关。国际上众多的流域管理机构的实践表明，协商和合作是科学的流域管理的关键所在，也是流域实行可持续发展的必然要求。

1.4.4 改进和完善水资源管理的经济手段

在生态文明时代，用经济手段管理水资源已是水资源管理中最常见的方式之一，而且经济手段不仅局限于确定水价和收取水费等比较简单直接的方式，还利用市场经济规律来建立水市场，进行市场化转让，亦即用市场经济规律来优化配置水资源，使得有限的水资源能产生最佳的社会经济效益。

1.4.5 推进水资源管理技术的发展

生态水文学、生态水力学、生态水工学、环境水利学等新兴学科的深入研究,生态环境需水量和用水量的深入研究,生态修复技术的深入研究,通过地理信息系统(GIS)、卫星遥感、气象雷达和专家知识系统建立流域、区域水资源基础信息系统,利用流域或区域水循环和水资源分布的水文模型、水质模型和数学模型,核算和验证流域或区域的水资源承载极限和水环境承载极限,进行水资源量和质的评价,确定最大供水能力,进行水资源系统规划,建立水资源多目标管理调度的决策支持系统,建立水资源信息管理系统等,是生态文明阶段水资源管理的重要技术课题。应用这些新兴学科的研究成果将大大改善自然生态环境的质量,对水资源的管理将有质的飞跃,对水资源的优化配置和水资源工程的运行调度将更加快捷有效。运用先进的信息采集、传输和处理手段,进行水资源系统运行的实时监控,运用优化技术进行水量分配的实时调度,运用交互式的水资源管理决策支持系统,实现流域或区域水资源的优化配置,这些技术手段都将使水资源得到高效利用,使水环境得到有效保护。

1.5 水资源一体化管理

水资源一体化管理(也有人译成“水资源综合管理”)源于英文 Integrated Water Resources Management,缩写为 IWRM;俄文为 Интегрированное Управление Водными Ресурсами,缩写为 ИУВР。这里的关键词是 Integrated 或 Интегрированное,无论是英文还是俄文,这个词都是来自拉丁文,其词根是 integer,词义为“整数,整体”。而其原型动词为 Integrate 或 Интегрировать,且俄文和英文这里都是用被动形态。从词的表面意义来看,英文、俄文的第一解都是“被[求]积分”,第二解是“[被]结(综)合(成整体),[被]整体化,被一体化,被成一体”,还有其他解释,这里就不一一列举了。因此,笔者认为,这里译成“一体化”可能更能表达原意。同时有利于区别英文的 complex 或俄文的 комплексное。而这两个词通常被译成“综合的,复合的”等。而从词的内涵来看,Integrated 或 Интегрированное 的含义更加广泛,其词义远比 complex 或 комплексное 要宽泛得多。因此,整个词组如果译成“水资源综合管理”,只能向读者表达现有的与“水资源综合利用”相差不多的概念,只是一个强调“管理”,另一个强调“利用”,然而从这两个词组的内涵来看,它们却相差甚远。“水资源综合利用”的概念大概是在 20 世纪初形成的,那时欧洲、美国、苏联的河流水资源开发利用开始由单一目标开发向多目标开发转变,亦即从单一目标的利用到多目标的综合利用,从而形成了“水资源综合利用”的概念。那时的水资源开发只考虑社会和经济发展的用水需要,还没有考虑过生态环境的用水问题,解决用水问题的手段只采取工程措施,没有采取过非工程措施。所以,“水资源综合利用”的概念没有涵盖生态环境用水的内涵。而水资源一体化管理除了含有社会和经济用水的概念,还包括了生态环境用水的内涵,即用集经济、社会和生态环境于一体的管理方式来解决水问题。毋庸置疑,水资源一体化管理既反映了现实的需求和时代的进步,也是水资源管理理论上的升华和发展。所以,把 Integrated Water Resources Management 译成“水资源