

对水利及水利科学发展中若干问题的认识

芮孝芳, 刘宁宁, 朱君君

(河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098)

摘要 : 论述我国主要大江大河治理上的历史性难点, 讨论水利发展中可能遇到的一些重要关系, 指出水利科学应包括水科学、水工程和水管理, 是一个综合性很强的学科体系, 是水利事业的科学基础。通过分析治水理念、治水措施、基础理论和研究方法的新变化, 提出水利科学新的生长点。

关键词 : 水利发展; 江河治理; 治水理念; 治水措施; 水利科学

中图分类号 : TV213.4

文献标识码 : A

文章编号 : 1006-7647(2011)05-0001-04

Understanding of some problems in development of water conservancy and water conservancy science / RUI Xiao-fang, LIU Ning-ning, ZHU Jun-jun (College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract : The historic difficulties of major rivers in China as well as the important relationships which might be encountered in the development of water conservancy were discussed. It was put forward that the water conservancy science should include water science, water projects and water management, and it should be a highly comprehensive subject system and also the scientific basis for the water conservancy industry. A new growing point of the water conservancy science was proposed by analyzing the new changes of flood control concepts, flood control measures, basic theories and research methods.

Key words : development of water conservancy; river management; flood control concept; flood control measure; water conservancy science

“水”既具有自然属性,又具有社会属性。水可以载舟,也可以覆舟。没有水就没有生命。因水造成的灾害又位居地球上诸自然灾害之首。水的这种双重性使得其在人类生存和经济社会可持续发展中具有独特的重要地位。水利是保障水安全的公益性事业,水利科学是水利事业的科学基础。

1 水利的重要性和艰巨性

1.1 水利是安邦富民的千秋伟业

在中国,水利事业就是治水事业。历史上,治水是从防治洪水灾害开始的,现在已拓展到治理干旱缺水、治理水污染和保护生态与环境等。如果从大禹治水的传说算起,中国水利事业的延续至少也有 4000 多年了。中国大部分国土面积处于地球上环太平洋和北纬 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 两个自然灾害频发带^[1]。据统计,在这两带中所发生的水旱灾害、地震灾害等占全球的 90% 以上,这是治水对中国尤为重要的根本原因。从古至今,我国就有“治国先治水”和“治水安邦”之说。对中华民族来说,治水始终是一项安邦富

民的千秋伟业。

1.2 大江大河治理的历史性难点

长期的治水实践表明,中国的大江大河条条都有一本治水经,存在一些历史性的治理难点^[2-6]。

a. “万里长江,险在荆江”,这是源自“九曲荆江”、复杂的“河湖关系”,还是特定的“地学背景”? 三峡工程建成后对此又会产生什么影响?

b. 黄河下游易泛滥成灾的原因在于黄河水少沙多,如何改变这种格局至今尚无良策。黄河的梯级开发已达到 8 级,这是否过了“度”? 三门峡水库将何去何从? 小浪底水库的调水调沙作用究竟有多大? 它能解决黄河的多大问题? 漫漫的治黄之路应该怎样继续走下去?

c. 淮河原为直接入海的河流,1194 年黄河夺淮后,使其中约 7 万 km^2 的沂、沭、泗分离出去,被迫直接寻求入海之路,而其他 19 万 km^2 上的来水则绕流长江入海,形成了洪泽湖和入江各河道,从此淮河就成为一条上游来水迅猛、中游排泄不畅、下游出路不足、中下游洪水灾害频发的河流。明代提出“治淮先

治湖”,清代提出“河湖分家”,近代又采用“蓄、滞、泄”兼顾的治淮策略,但时至今日,如何治理淮河仍是一个有待解决的问题。

d. 东汉时期黄河向北改道,后来又开凿运河,使华北平原“众水归一”,形成了呈扇形分布的海河水系。但近代基于“分流入海、分区防守”的治水思想,大量开挖直接入海减河,几乎将呈扇形分布的海河水系改变为呈梳子状分布的海河水系,这样的改变是否会由于河道太多、水量分散而不足以养河呢?多年来海河流域内用水量激增,入海水量已从20世纪50年代的200亿 m^3 左右减少至有时为零,几乎成为一条“内流河流”,河道萎缩和河口淤积十分严重,海河治理的下步棋该如何走?

e. 现在太湖水量的更新速率约为1.1次/a,存在由吞吐湖向闭塞湖转变的迹象。历代以来在太湖平原上开挖的大量排水河道因为河势不顺、水量不足以养河而呈现淤塞萎缩趋势。现在的136.7亿 m^3 产水量能维持这样庞大的排水河网吗?太湖平原的洪涝灾害频发和湖泊富营养化加剧与此有关吗?

f. 辽河流域已建成水库的总库容已接近其多年平均径流量。辽河几乎已成为一条完全由人类控制的河流,但辽河流域据说仍存在“洪水肆虐”的可能性,那么,在一条河流的治理上,工程措施有“度”吗?这个“度”将由什么因素控制?人类在治水中又该如何认识和掌握这个“度”呢?

1.3 面临制约经济社会发展的诸多水问题

当前人类面临的主要水问题有^[7-8]:

a. 洪水的发生出现了新的特点。大洪水和特大洪水出现的频次有增加趋势,小流量高水位、小雨量大流量和局部地区特大暴雨及骤发性洪水时有发生。

b. 水资源现状与经济社会发展的矛盾突出。资源型缺水、工程型缺水和污染型缺水均有增加的趋势,水资源有效利用率不高,浪费水资源的现象仍普遍存在。大面积干旱出现频次呈增加趋势,有些地方甚至连续多年干旱少雨,更加重了水资源的危机感。

c. 水污染恶化趋势还没有得到有效遏制。治理点源污染已属不易,治理面源污染则更为困难。太湖的水污染治理就是一例,历时数十载,投入巨资,反复若干次,但太湖现在仍是一个中、重度富营养化湖泊,沿湖许多地区成为典型的污染型缺水地区。

d. 大坝与生态的关系复杂,制约了水电开发。大坝可能会切断一些生物的食物链,会对生物多样性产生影响,因此修建大坝有可能引起一些生态环境问题,但机理复杂,莫衷一是。

e. 由水引发的生态环境问题仍比较严重。水是环境中最活跃的因素,是生态系统的血液。河流断流、河道萎缩、湿地减少、水土流失、草原退化、土地沙化、石漠化、地面沉降、海水入侵等都可能由不合理的水资源开发利用或不合理的江河治理措施所引起。

2 正确处理水利发展中的一些关系

2.1 治水理念与治水措施的关系

治水理念是对水利事业所达到目标的一种期望,它是与时俱进的。从“除害兴利”到“水资源可持续利用”,再到“生态水利”,最后到“人与自然和谐”,实际上反映了社会和科技的进步。治水理念是一种治水的哲学思想,是对治水问题的总看法,是水利事业发展的指导思想。治水措施则是实现治水理念所选择采用的方法。理念是措施的灵魂,没有理念的措施是盲目的,只有理念没有措施,理念就变成空谈。现在有一些学者试图将治水理念量化,例如:有人提出“可持续指标体系”,希望得到一个综合指标值来量化所达到的可持续发展程度;有人提出“和谐度”,希望用该指标来量化人与自然的和谐程度;还有人提出“河流健康指标体系”,希望用它量化河流是否“健康”。这些想法初衷是好的,但从哲学观点来看,这样做未免有点形而上学,还不如踏踏实实探索一些能实现这些新理念的具体措施来得有价值,因为对于宏观性的指导思想确实不易量化,量化了反而难以起到有效的指导作用。

2.2 防洪与兴利的关系

自古以来,中华民族深受洪水灾害之苦,直到现在仍有“长江黄河洪水灾害是中华民族心腹之患”之说。所以,长期以来在水利建设中总是将防洪放在首位,而将兴利放在第二位,有些工程建设甚至不考虑兴利要求,“守株待兔”。但在“只有水资源可持续利用才能保障经济社会可持续发展”的今天,这种情况正在发生着重大的变化,这就是说,防洪与兴利同样重要。只有在洪水季节做到既确保防洪安全,又尽可能留住较多的“弃水”,才能保证枯水季节有较多的水量供兴利使用。但是洪水资源也不能100%加以利用,因为让河流保持一定的行洪态势是维持河流生命的一个重要条件;“生命在于运动”。由此可见,防洪与兴利虽然是水利事业和水利科学的老问题,但在新的历史条件下又被赋予了新的重要内涵。

2.3 大、中、小河流治理的关系

河流水系总是由大大小小的河流交汇而成的。按照Strahler河流分级法,一个水系中的最高级河流一定是水系中其他河流水量和挟带物质的最终“归

宿”。水系中最高级河流一般是易出现峰高量大洪水的河流,其沿岸地区也是经济社会相对发达的地区。一旦造成洪水灾害,其经济损失和社会影响就比较大。因此,长期以来人们总是把防洪的重点放在一个水系的最高级河流上。这样经过多年以后,大江大河的防洪标准必然会有较大的提高,然而在这期间,水系中其他河流沿岸地区的经济社会也在发展。在这种背景下人们会产生一种感觉:大江大河的防洪压力有所缓解,中小河流的防洪问题开始凸现。现有大江大河的防洪安澜是建立在现行中小河流防洪标准不高的前提下的,如果通过治理普遍提高了中小河流的防洪标准,洪水归槽,那么势必在遭遇相同暴雨的条件下增加大江大河的防洪压力。由此可见,流域水系防洪是一个系统工程,解决流域水系的防洪问题,应该将大、中、小河流的防洪放在一个系统里考虑,不宜头痛医头、脚痛医脚。

2.4 开源与节流的关系

在人类经济社会发展过程中,水资源的供需始终是一对矛盾。但在人类经济社会不够发达的时代,由于水资源相对富裕,故可用“以供定需”的办法来协调这一还不够尖锐的矛盾,后来发现这种办法有可能造成水资源开发超前,不利于制止水资源的浪费。当今社会,水资源问题已成为经济社会可持续发展的瓶颈,水危机已严重威胁着人类安全。因此,“以供定需”的缺点明显凸现出来,而“以需定供”的办法,由于能体现把节约用水放在重要位置,因此为协调越来越尖锐的水资源供需矛盾提供了有效思路。从“以供定需”到“以需定供”的转变标志着在水资源开发利用上由“开源”为主向“节流”为主的转变。这一转变是水利事业和水利科学的历史性转变。中国的节约用水潜力极大,节约用水、建设节水防污型社会应成为解决我国水危机的主要策略。

2.5 工程措施与非工程措施的关系

在 20 世纪 70 年代之前,水利专家一般认为通过工程措施就能达到解决水问题的目的。后来人们发现,虽然修建了大量水利工程,但其除害兴利的效果并不像预期的那样理想。例如,美国在 20 世纪 80 年代就发现^[9]虽然水利工程投资逐年增加,但洪水灾害损失也在增加,通过反思发现非工程措施在除害兴利方面也起着十分重要的作用。这是因为一个工程如果运行不当或管理不善,则不仅其除害兴利的功能得不到正常发挥,甚至会造成更为不利的影响。广义的非工程措施应包括非工程性的科技措施和各类管理措施。实施工程措施与非工程措施并重的解决水问题的方略,是水利可持续发展的重要保障。

2.6 工程建设与生态环境的关系

在水利专家的心目中,工程建设与生态环境的关系问题不能算是一个新问题,因为建造水利工程历来就重视移民问题、对河道的影响问题以及洄游性鱼类的生存条件问题,而且也累积了一些处理这些问题的经验和方法,只是相对于当代提出的经济社会可持续发展的新发展观来说,这些做法还远远不够,而必须将工程建设与生态环境的关系更加突出出来加以研究。但工程修建对生态环境的影响是否存在明显的不利,往往需要漫长的时间才能显露出来。因此,对待这样的问题更应本着科学、谨慎的态度,既不应该对已造成严重生态环境问题的工程采取熟视无睹的态度,也不应该对尚未开工建设或正在施工的工程采取夸大其词、捕风捉影的方式横加指责,甚至“妖魔化”。加强多学科交叉,总结以往工程的经验教训,大力开展试验研究,才是可取的态度。

3 新的水利科学在生长

3.1 水利科学的基本内涵

在距今 2000 多年的西汉时代,司马迁在其著述的《史记·河渠书》中写道:“甚哉!水之为利害也!”据说这就是“水利”一词的最早出处^[10]。在现代汉语中,“水利”一词被解释为在经济社会发展中“除水害兴水利”的一种公益事业。因此,“水利”作为一个专业名词,它不是舶来品,而是原汁原味的中华文化的产物。

传统的水利科学是一门关于除害兴水利的科学,实际上就是关于治水的科学,主要属于工程技术科学范畴。在现代科学观点下,水利科学则是一门研究水的自然规律和社会属性,协调和处理人类生存和经济社会发展中遇到的各种水问题,为治理、开发、利用、保护、管理水资源提供科学依据和工程技术措施的科学,具有很强的自然科学、技术科学和社会科学交叉的特点。

现代水利科学一般包括水科学、水工程和水管理。水科学是关于水流、水文、水资源、水环境、水生态等的科学。水工程指水利工程的规划、设计、施工、安全监控等,而水管理主要指对水实施的安全管理、经济管理、法律管理和行政管理。

3.2 水利科学基本的科学问题

地球系统是由大气圈、岩石圈、生物圈、水圈、人类圈组成的复杂巨系统。据估计,地球系统中总的储水量约为 13.86×10^9 亿 m^3 ,其中咸水占 97.5%,淡水仅占 2.5%。地球系统中的水绝大部分储蓄在海洋中,只有 3.5% 分布在陆地。有 68.8% 的淡水

以冰的形式储存于地球两极和大陆冰川,30.7% 储存在地表 800 m 以下的深处,储存在河流、湖泊、水库、潜水层、大气和生物体中的淡水仅占总淡水量的 0.5%。能够在常温下实现“三态”转换的水在太阳能、大气运动和地球引力的作用下,在地球系统中发生的周而复始的循环称为水文循环。如果地球水文循环系统是一个封闭系统,那么其多年平均水量平衡方程为

$$P_0 = E_0 \tag{1}$$

式中: P_0 和 E_0 分别为地球系统多年平均降水量和多年平均蒸发量。

据初步分析^[11],全球多年平均降水量为 57.7×10^9 万 m^3 ,按照式(1)全球多年平均蒸发量也为 57.7×10^9 万 m^3 。这就是说,虽然地球系统中共储存有 13.86×10^9 亿 m^3 的水量,但平均每年只有 57.7×10^9 万 m^3 的水量参加水文循环,这是由现有水文循环格局造成的。如果水文循环格局由于某种原因发生改变,那么降雨量、蒸发量及其时空分布就会随之改变。目前人们对这种极其复杂的不确定性占主导的地球系统水文循环时空变化及影响因素的认识还只是准理论,带有一定的猜测性。近代科学理论和技术已能解决人类在经济社会可持续发展中遇到的许多问题,但尚不能很好地解决所遇到的有些水问题,正如周恩来所说“水利比上天还难”^[12]。由此可见,揭示水文循环时空变化规律及其未来的变化趋势是水利科学长期甚至永恒的基本科学问题^[13]。

3.3 水利学科新的生长点

随着科学技术的进步和治水经验的积累,水利科学的具体内涵正在经历着深刻的变化,新的水利学科在悄然生长,其主要生长点是:①在治水理念上,从传统水利向可持续发展水利、生态水利、绿色水利转变,提出人与自然和谐共处,维持河流“健康”的治水理念。②在治水措施上,从重工程措施、轻非工程措施,重建、轻管向工程措施和非工程措施相结

合、建和管相结合转变,尤其是更加注意生态环境的保护与修复,以及人与水的和谐。③在基础理论上,从以工程技术科学为主要基础向自然科学、工程技术科学和社会科学相交叉转变。④在研究方法上,从还原论向整体论发展,从线性科学向非线性科学发展,从确定性和不确定性并行处理向两者互补发展,从传统的研究手段向数字化技术发展,从物理模型为主向物理模型与数学模型相结合发展。

参考文献:

[1] 仪垂祥.非线性科学及其在地学中的应用[M].北京:气象出版社,1995.

[2] 洪庆余.中国江河防洪丛书·长江卷[M].北京:中国水利水电出版社,1998.

[3] 胡一三.中国江河防洪丛书·黄河卷[M].北京:中国水利水电出版社,1996.

[4] 淮河水利委员会.中国江河防洪丛书·淮河卷[M].北京:中国水利水电出版社,1996.

[5] 冯炎.中国江河防洪丛书·海河卷[M].北京:中国水利水电出版社,1993.

[6] 松辽水利委员会.中国江河防洪丛书·辽河卷[M].北京:中国水利水电出版社,1995.

[7] 钱正英,张光斗.中国可持续发展水资源战略研究综合报告[M].北京:中国水利水电出版社,2001.

[8] 芮孝芳.中国的主要水问题及水文学的机遇[J].水利水电科技进展,1999,19(3):18-21.

[9] SBANLEY A,CHANGNON J. Research agenda for floods to solve policy failure [J]. Water Resources Planning and Management,1985,111(1):4-8.

[10] 陈国达,陈述彭,李希圣,等.中国地学大事典[M].济南:山东科学技术出版社,1992.

[11] 芮孝芳.水文学原理[M].北京:中国水利水电出版社,2004.

[12] 中国水利水电科学研究院.谢家泽文集[M].北京:中国科学技术出版社,1995.

[13] 芮孝芳,梁霄.水文学的现状与未来[J].水利水电科技进展,2011,31(2):1-4.

(收稿日期 2011-05-19 编辑 方宇彤)

· 简讯 ·

第 5 届洪水管理国际会议在日本举行

第 5 届洪水管理国际会议(5th International Conference on Flood Management,简称 ICFM5)于 2011 年 9 月 27—29 日在日本筑波市举行。会议的主题是“洪水:从风险到机遇”。会议议题包括:①洪水综合管理方法;②气候变化对洪水的影响;③洪水预报与早期预警;④大三角洲洪水风险管理;⑤城市洪水与暴雨;⑥极端洪水事件;⑦滑坡与暴雨;⑧洪水预防与应急响应;⑨耐淹社区。

(本刊编辑部供稿)