

西部开发、南水北调和水资源配置的综合思考

左东启

(河海大学,江苏 南京 210098)

摘要:西部开发、南水北调和水资源合理配置是我国新世纪初的重大建设任务.西部开发是涉及全国、贯串古今的大课题;南水北调是西部开发和合理配置水资源的重要途径和设施;水资源合理配置是调水决策的基础和规划工作的核心.文章论述三者相互连通结合的关系,阐述现代水利科学技术对支持保证重大建设成功的必要性和迫切性.

关键词:西部大开发;跨流域调水;水资源配置;水利规划

中图分类号:TV213.4

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2004)01-0001-06

20 世纪 90 年代末,我国水利工作者积极地企盼并预计新世纪水利科学技术的发展和趋向.这新旧世纪交会过渡的 5~10 a,不仅是年代称号的显著嬗替,也恰是我国水利事业的任务和水利科学的目标经历巨大变化和转折的时期.

1998 和 1999 年,我国的长江、淮河及东北、西南地区连续发生洪水,华北地区约 30 余年连续干旱,20 世纪 90 年代黄河下游断流,河、湖污染越加严重.一方面各种灾害制约、干扰了经济社会发展的步伐;一方面水利建设正趋于更加创新跃进的时机.在这个转折点,提出了三大建设任务、三大科技课题、三大时代特点:西部大开发、南水北调和水资源合理配置.这三者早已酝酿议论,现在正式列入议事日程、开始行动部署,推动了这个大转折,标志着这个大转折.

这三者最早提出的年代先后有很大差别,专业内涵各有不同,所面对的研究对象也并不完全一致,但前进步伐在新世纪开始时不可避免地共同成为水利科学技术的三大热点,具有密不可分的连通意义和互动作用.因此在各自专门深入研讨时,不能不同时进行综合性的思考.

1 西部大开发是涉及全国、贯串古今的大课题、大作为

1.1 地区自然地理和人文历史的基本特性和发展规律是研讨西部开发的基础

西部开发是从全国整体的进步发展而提出的.我国历史上凡在最兴盛发达的时代和最危机艰难的时代往往都特别重视开发西部,时势紧迫,群起响

应召唤,各方行动,向西部奔赴,每次在历史上和地域上都留下重大深远的经济、政治、军事、文化的遗迹和影响.

西北和西南同属西部,有很多共性,但也有很大的差别,在不得不相提并论的同时,还易引起一些概念上的混同和阐明时的困难.研讨西部最重要最根本的课题,不能离开自然地理的基本性质和人文历史的主要特征,进而推求掌握共同运动发展的规律.虽然传统的资料和研究成果丰富,但从开发研究的需要衡量,进一步更系统更深入的工作还是一切理论和实践的扎实基础.

1.2 西部是中国地质地貌形成过程中构造运动最复杂的地域

近一二百年来对地球岩石圈运动演变学说中逐渐普遍认为燕山运动和喜马拉雅山运动决定了我国全体的地貌情况,从而也决定了全国水系的情况,印度洋板块和太平洋板块等互相碰撞缝合的界面就在西部地区.海、陆相的大变迁也主要发生在西部.大阶地变化在西部,长江、黄河的源头在西部,全球最高的山峰和高原也在西部.跨流域引水中特别高耸的、深潜的建筑工程也将大批设置在西部.

我国古今水利工程致力最勤的地区是黄淮海冲积平原,过去和现今都感觉有许多长期困扰的复杂问题.与之比较,作为西北一隅的在天山山脉和昆仑山脉之间的塔里木盆地,我国最大的内陆沉积盆地,其具有多个构造层序复合叠置结构特征,入手研究就比黄淮海冲积平原的研究更为复杂,供搜阅的资讯也很稀少.西南的横断山脉形成若干南北向的河

谷,一方面可能成为南水北调提供和输送水源的有利条件,另一方面工程地质条件和施工布置实施也将非常复杂.相信这类困难都能克服,同时也必须承认,为此当前的科学技术水平应提高一大步.

1.3 南北水体、水资源的存在状况和开发方式差别大而沟通难

西北缺水严重,而人均水资源量却高于全国的平均数;20世纪末按用水指标统计,新疆、宁夏两地的人均用水量却是全国其他各省的5~10倍.西南是个比较稳定的丰水地区,但地面高低悬殊,水资源汇集和分布更复杂困难.西北的开发、繁荣可上溯到公元前一二百年和公元初的一二百年,在生态环境某些方面,有的可能已成为过度开发的遗址;而西南虽有生态脆弱之地,但不少地区迄今还是人迹罕见的.南北既有差别,就理当有互补的必要,探索相互连接的途径是各方面研讨的内容,特别是水利问题.方位虽都在西部,而南北之间地形地貌却使两头互相隔绝.我国中部(北纬36°~37°)极西的边界在世界最高的帕米尔高原和南北相隔的青藏高原.四川盆地及青海省的一部分属西北,与陕甘相邻;一部分属西南,即是“青藏高原”.从流域分界看,青海省的西南一块为长江流域,东部一块为黄河流域,北部一块为内陆河区.如从水的角度研究,青海省须分3块,3块之间是分水岭.南北相隔难通的格局使水利问题不能不与跨流域调水紧密地结合在一起.

1.4 水资源研究是整个西部开发研究的基础

目前对西部开发的议论中,大多认为当以水利、交通、能源三者为先行,已是普遍的共识.在了解检索有关西部开发资讯过程中,无论南北,对能源的基本情况和开发态势,概念比较明晰,资料比较翔实,可信程度较高.对交通,目前尚少见长远细致的规划论证,但近期的任务目标似十分明确.对水资源则复杂得多,往往令人感到迷茫困惑,特别是西北的水文地质等问题的复杂性和多元性:岩石圈的构造变迁,外河和内陆河的活动,陆相和海相的历史交替,冰川、冻土的特性,气候变化的直接影响等,大大增加了水资源基本认识和评价的模糊性和不确定性.

总之,西部大开发中水的问题是涉及全面的突出问题,水问题的研究又离不开各个行业、各个领域.整个地区的自然地理、人文历史的基本状况和动态是一切研究的基础.

2 南水北调是西部开发和合理配置水资源的重要途径和设施

2.1 库坝蓄水和跨流域调水都是配置水资源的重要手段

高坝大库是整个20世纪全球工程建设最显著突出的业绩之一,从30年代到70年代走向技术的

高峰.70年代后由于环境生态日趋恶化而成为某些发达国家一部分公众所诟病的对象,甚至主张全部拆毁废除.这也是新世纪值得认真研究的课题.库坝兴利后,确有某些副作用,需要一定的制约、正确的调节和全面的协调.

近30年来,几乎各个国家、地域的水资源评价中全都强调其分布的时间、空间的不均匀性.随着人口、经济发展,水文、气象情势转变,水资源配置的困难日益加大.舍蓄水设施以外,并未找到切实可行的创新举措,而且不少整治环境、生态的处理方案中更离不开库坝的建设.蓄水工程的建造和运用始终应与水资源的配置紧密结合.

从水源地引水到需水处,本是水利工程的基本常规的任务.从多水之地,于有余水之时,向缺水地点在需水之时以足够的人力方法将一定水量输运调引供给,也是历来经常的实践.如果时序不同就必须在调出、调入或中途的适宜地点设置有一定容积的蓄水工程,否则只有效于偶合的机遇而缺少可靠的保障.

无论水利工程学和环境生态研究近30年在国际学术界、舆论界有多少新学说和议论,多少争议和分歧,从今后水资源合理配置的需要来看,高坝大库的作用是不可缺少的,水资源时间和空间的进一步均衡优化都不能离开强大而灵活的蓄水和输水设施.

流域是自然形成的集水面积,是以分水岭为界限定的区域.流域愈广阔,分水岭愈高大.相邻另一流域的水资源是在崇山峻岭以外经过降雨、产流、入渗汇集形成的.跨流域调水必须穿山越岭,是征服自然的壮举,也是一项对地心引力规律挑战的英勇而慷慨的行动.在科学技术上把逆顶自然过程的运动分解转化为一系列完全与自然规律顺应贴切的举措实施,才能取得成功.这是一项巧夺天工的人类活动.

2.2 跨流域调水国内外有先例可举,但缺少可照抄的经验

历史上我国公元前的郑国渠可谓是长距离引水了,但是顺山平行开渠的,以后这类例子并不罕见.也有已实现的跨流域性质的工程规划,例如灵渠,沟通了湘江和漓江,也可扩大称之为沟通了长江流域和珠江流域.实际上各个环节都是顺水之势的.隋唐的通济渠、永济渠也是被认为沟通了黄河与海河、淮河,甚至长江.工程虽极浩大,但也只是以人工渠道连通了某些已有的河、渠或湖荡.国内外这类伟大工程大多是为了航运,因为航运的具体目标正是为沟通不同的水系,而流通的水量和高程差别都是很有限的.

美国近西海岸有“北水南调”工程,但每一项调水量比我国拟议的小,且多年来未见继续发展.加拿大和俄罗斯由于特殊的地理条件,又具有合理的需

要,应是有开发前景的.在北半球最接近北极圈的地带,南边人口稠密,北部大片土地和水源都是无人居住和使用的,也都缺少绵亘很长的东西向山脉.虽然如此,加拿大现有自北取水的工程多为选择适宜地点修建水力发电站而不是为了调水.俄罗斯数十年前报道规划的“河水倒流”,实际迄今也没有下文.

我国的南水北调是知难而上的.“知难”也应“要上”,“要上”又必须“知难”.

2.3 长远的西部大开发与全面的西线南水北调紧密相连

东线南水北调,特别是黄河南岸,最为现实可行.主要因为虽跨数个流域而并无较大的分水岭界限.西线的困难似还不只是分水岭问题.西部开发的进程和发展与水资源配置息息相关.首先是西北水资源的评估,无论是弄清基本水源,还是预测水需求,都是逐渐与时俱进的研究.其次是优化配置,开发潜力,必须对水资源有定量的依据.现在西部人均水资源量在全国的平均值以上,而用水有效系数又明显过低,说明节水潜力较大,但难以准确厘定水资源供求变化的进度.第三条南水北调线路的勘定选择将在开发过程中逐步明确论证.黄河不易调出水量,而又必然是调水运输的通道之一;长江水量似可调出而且被视为惟一可靠的调水来源,但却将受到很大很复杂甚至目前还不为人知更未深入研究的多方面制约.横断山脉河流作为水源和通道具有较大前景,但可能存在若干尚未设想到的各种困难.

2.4 水账计算、线路工程、用水管理三者关系复杂

对一般工程项目而言,“规划”、“施工”和“运行”三者是明确分开、依序进行的三个阶段.“施工”工程是全过程的主体,“规划”是前期、序幕,“管理”是大功告成后的运用维护.南水北调大体上也离不开这个程序,但可能是互相交织的,更为复杂.

a. 规划及规划中的水资源合理配置的研究和决策、理念和方案、规模和方式等占有特别重要的位置,甚难做到事先策划完美在施工和管理过程中保持不变.

b. 引水跨越流域以后进行水量分配的机制和管理又必须考虑各时、各地的情况而重新厘定.

c. 工程的现实性和经济性取决于调水的规模.合理规模的正确论证可能在运行管理之后,而规模的确定又必须在规划之前.

仅就自然规律而言,先后程序就难以截然分段,如估计社会因素的影响,时序的交叉就更为复杂了.

3 水资源合理配置是调水决策的基础和规划工作的核心

水历来为人类社会重视,但水资源系统研究不

过是 20 世纪 70 年代以后的事.1978 年,我国有组织地、全面地开展中国水资源的研究,1981 年出版《中国水资源初步评价》,1987 年出版《中国水资源评价》,全国的水利工作者短期内做了大量的工作,取得了巨大的成绩.但直到 20 世纪末,我国的水资源评价工作实际上尚处在起步阶段.在某些发达国家已推行全国第二次水资源评价的时候,我国实际上只是处在开始尝试运用其成果方法分析全国水情的阶段,初步试作供需平衡分析,而对水资源的利用只可能是现状阐述.在世纪交替的时刻,水利工作者正逐步认识到主动对水资源合理优化配置的重要性和迫切性,而这在发达国家也是一个缓慢渐进的过程.

20 世纪 60 年代初,举国重视南水北调并着手进行研讨,70 年代末“水资源”这一名词被普及、接受并组织研究,80 年代末起步应用分析,90 年代末开始重视水资源的合理配置.这一简单、实际的历史事实,既说明了进展的速度,也表明了时序节拍上的差异和隔离.在世界科学技术突飞猛进的今天,对西部大开发、南水北调和水资源合理配置这三者科学技术内容层次之间的互相同步、合拍是特别重要的;对自然水文律情(regime)和社会需求分布规律研究,各区域可利用资源的基本估算方法,调水可行性先决条件的原则体系、多元因子结构和随机性的分析以及调水后对多元环境所产生的多元影响作用的研究等,都是非常复杂的.

3.1 跨流域调水中水资源合理配置的重点和特点

近半个世纪对水利规划及管理的优化计算逐步兴起,对较复杂系统的多目标优化也有不少成果广泛应用于生产.但对大规模的跨流域调水的合理配置似应有特殊的重点和特点.目前研究的对象主要在大型水电开发的综合利用,优化水库(群)的调度,以经济效益的定量指标而寻求最佳方案.此类成果在跨流域调水中某些问题也需吸取应用,但总体上主要不是为了功能性的多目标,而是目标集中、性质不同、非确定性很大的多元因素的变化组合.对关心南水北调的水利工作者,首先希望了解的是水资源调出区和调入区的不同年份、不同季节的水文律情、供需状况及各种相互交叉组合的概率分析.与一般优化课题有明确的优化准则和优化策略,可建立模型以至有明确的目标函数和约束条件不同,其性质和经验都有差别.不仅需要更高新的数学手段,又不是纯粹数学所能解决的.首先要在大量全面深入的调查、勘测、计算的基础上论证各种调水规模的可行性,以此作为其他多方面细致研讨的基本依据.

3.2 长江水量北调必须考虑全年各季节的引用

开始提出从长江“借水”时突出考虑的是华北地

区频年春旱,但长江中下游春季恰是最枯季节.数十年来,调水季节问题、调水线路问题、蓄水库问题和调水规模问题始终是关心议论的重点,似也是使人感到尚未阐明清楚的问题.

长江水资源总量中汛期径流量所占比例很大.不同季节的分布情况将影响水资源配置,能涉及许多层面的问题.

笔者曾对汉口(1988年)和大通(1980年)这两个水文站的资料进行试算,选的是中、下游各一,都远非特大洪水年份.汉口以水位19 m以上为汛期(6~10月),大通以水位11.36 m以上为汛期(6月24日~10月3日).汛期径流量都约占年径流总量的65%左右.虽然并非每日都测流量,汛期的长短计算有出入,有时对长江下游以汛期为5月到10月,这里按水位定汛期.一般的估计汛期径流量占平均年径流总量的2/3,大体是可信的.

在《21世纪中国水供求》“附录1流域片供需水量”“附表12000年供需水量成果汇总”中,长江可供水量为1743.9~1912亿 m^3 ,需水量为1766.0~1959.1亿 m^3 .缺水率为1.3%~2.4%.海河、淮河、黄河的缺水量共约78.1~164.0亿 m^3 .

汛期与非汛期的差别不仅在流量,更明显的在水位.目前尚未见对长江本身除为工农业和城镇生活、用水以外的航运及河道保持环境生态用水的研究成果.三峡水库调蓄曾在专家论证时结合泥沙冲淤而订立了一个规范程序,但还待建成后正式制订运行操作规则.看来在非汛期较低水位时从长江河道调水的制约条件还待斟酌.例如上海根据目前枯水情况已提出咸潮含氯度提高,2002年6月就发生水质劣于V类标准等情况.各地有关类似问题都尚在模糊状态.

笔者初步认为:①长江包括汛期在内的水资源量是丰富的,可以支持相邻其他流域;②在非汛期,特别在枯水位时期,跨流域调出大量用水是不适宜、不可行的;③在长江汛期进行跨流域调水是必要的.

在大汛期间调水可能存在困难和障碍,但势在必行,也许还有若干未曾设想过的有利的功能作用.似应作为专题全面分析、权衡利弊,及早筹划.

3.3 水资源优化配置研究迫切要求现代水利科学技术的进步

水资源优化配置事实上已趋向成为现代水利科学中一个专门学科分支.主要的复杂性和特殊性在于:①研究的对象、目标、方法和支撑学科是多元的体系;②分析的因子、条件运动变化的不确定性高,而且各种不确定性因子之间互相组合的规律恰是这一学科的核心问题;③在自然运动变化的规律以外,

时刻、到处联系着社会发展需求的变化.

对这类复杂问题要在学术上完整解决或迅速提高是不现实的.但在新世纪艰巨任务面前明确现代水利的观念思路,充分运用已掌握的技术近似地解决应是可信可行的,可以避免南辕北辙的弯路.

20世纪末长江、淮河连续大洪水,而21世纪开端头一二年长江、淮河下游竟严重缺水,其水位之低、水量之枯、影响范围之广、持续时间之长是多年罕见的.提水艰难、航运停顿、湖库干涸,洪泽湖反从其北部引水,长江下游新世纪第一次正式调水竟是由新建的望虞河枢纽北水南调以解决太湖污染治理问题.这些还是中小事件,如考虑到全球气候变暖、水文气象长周期的替换、社会生产建设的更新等,对水资源配置的不确定性必将遇到严重的困惑.为了应对水资源配置的变化需求,工程手段似也应具有一定范围内的机动适应性.

3.4 水资源从测算到配置都亟待由最基础的理念和方法做起

国内外近30年水资源的研究、评价经过广泛的努力,成果丰硕,但面临日益艰巨复杂的任务,还须强调基础性的研究改进.

只就我国对各地水资源量的计算依据而言,其可靠合理程度和特征表达方法仍有可商榷之处.我国经济、社会大多按行政区域规划管理,主要由省(市、区)负责承担.迄今各省的水资源总量是分片作为各独立流域计算的.一般按相对独立的集水区对本流域降水所汇成的径流计算,大体是正确的.对某些省、区如闽、浙等省尚近似,如对鄂、皖、苏等省就大相径庭了.所谓“过境水”、“客水”是如何对待的呢?黄河干流水量是沿河诸省在上级主管部门领导下开会分配决定的.在各省、区的径流总量中,对此分配量有时外加,有时并不计算在内.显然难以令人理解和利用,也难引证为科学依据.现“水资源”有多种定义,广狭、繁简、粗细不同,大体都认为是地区“可资利用的水”,如连这要求也不符合,那某些定量分析就难以令人信服了.迄今我国水资源的基本资料及文献尚难以作为精确可靠的引用依据,更难以充分、生动地反映出各地的特点,实质上已超过一般常识认知的特点.现今任何流域、地区对当地水资源的特点的阐述,几乎是千篇一律,几乎是毫无例外地首先概括为“特点是时间、空间上的非常不均匀”.既如此,怎么还称为特点呢?应是水资源的基本属性而已.既说不均匀,仍偏重和局限于总量的平均数的分析比较,缺少对时空分布不均匀条件下不同年份、不同地区各个参数的区别变化及遭遇组合情况的细致分析.不少单位面积、人口平均的资源量的数字和表达方式并不给人以明确真实

的观念,有时还给予不仅含糊甚至扭曲的印象.譬如西部水资源计算,西北的特点是人烟稀少,平衍辽阔,人均的水资源量显得偏高.西南的主要特点是山地多而种植、居住的层次多,水资源在不同高程单位面积的分布一般仍是按地图的平面面积计算出来的.这使得实际应用中的分布数值偏高.当然某些情况下某些数字所表达的就比实际使用价值低.这类数字资料并非捏造,但不少僵硬的计算结果值得进一步在实践中分析辨别.

关于水需求的研究刚刚起步,关于“河道内用水”也只开始有局部零碎的研究,迄今尚未列入全国性评价.问题是直至20世纪末还缺少对此问题重要性的基本认识,只以工农业生活用水为限而得出大流域水资源的利用率太低的结论.至于“优化配置”,必须看作是一全新的课题.

3.5 水资源配置研究的范围与规模

笔者在此不作学科性探讨,但结合生产建设实际提出如下建议:①现代水利科学技术将形成具有各种层次(hierarchy)和各种尺度(scales)结构的体系.水资源配置这一分支也相应地应有不同层次、不同尺度,特别是不同空间和时间尺度的研究对象和方法.②水资源配置要求在规划、设计和管理操作中对不同空间、时间中若干重要现象、情势和事件发生的遭遇和组合的预先估量,并主动地运用和控制.这可能即是现代水利和传统水利的主要区别之一.但这决不仅仅限于跨流域调水量,而应包括排洪、蓄水、灌溉、发电、排涝,甚至冲沙、治污、防潮、开挖和浇筑等措施.世界上的资源都是有限的,总是日益紧缺的,劳动的效益也是有制约的.要达到所谓“合理”、“优化”的配置必须在空间和时间的搭配机缘中掌握实施的主动权,避免稍纵即逝、时不再来的丢失,力求获得更多兴利和更大减灾的效益.

3.6 调水的水资源损失

水的提高降低、贮存转运等各个环节中都可能发生蒸发、渗漏各种损失.跨流域长距离大规模调水则使水体暴露,与岩土孔隙等接触的面积超比例地增大,蒸发渗漏损失也必超比例地耗散.现似只在工程设计施工中提到防渗,但在规划设计、管理研究中似少有考虑.

4 三大课题的关系

西部大开发、南水北调和水资源合理配置所面对的研究对象并不相同,内容也不一致,性质重点也有区别.但无可否认地形成21世纪水利科学技术的三大任务,标志着水利科技进步、提高、转折的趋势和方向.三者之间具有密切的连通意义和互动作用.

a. 西部大开发是党和政府总揽全局、面向新世纪的重大决策,是一项宏大的系统工程.在实施西部大开发战略过程中,水资源是最基础最核心的研究课题.一切工农业和人民生活的规模、范围、规划指标都离不开水资源的正确开发利用,并受到全国水资源优化配置的制约和支持.

b. 南水北调是20世纪中叶高瞻远瞩的创造性的宏伟企望.经过半个世纪的酝酿、勘查规划和研究、争议,20世纪末逐步进入更广泛、深入的研讨和设计,建立主管机构,于21世纪初正式局部开工.这是一个遍布全国的空前宏大艰难的水利建筑工程体系,是一个跨越时空的供水、提水、输水、分水、管水的多维网络,是一个改造大自然的,运用人工地质、气象、建筑、机电等现代工程技术、社会法制、市场手段错综复杂的庞大系统.但是又必须认清,它只是水资源合理优化配置的一个分支,一种手段.它将逐步成为支持西部大开发的一个重要支柱.

c. “水资源的合理配置”是一项重大的研究课题,也是一新的学科分支,可认为是水利科学技术中水、自然、人类社会互相适应、寻求正确思路 and 合理方式的前沿学科,是理论上的研讨和行动上的实现、引导、监控和管理.对中国目前人口而言,全国水资源总体上并不能认为是紧缺的而实在是十分脆弱的.水资源的分布是不可能在地域和时机上与人类社会的用水需求互相妥帖适应的,必须有人力在转变水资源的存在状态而进行人工配置,配置得正确有效就叫“合理”,但供给与需求的规律并不是确定性的,运用实际现象和随机规律的配置就是“优化”.

因此,水资源的合理优化配置必须参考西部大开发的规划,而南水北调则必须在正确的、总体的水资源合理优化配置的基石上建造和运行.三者性质迥异而又不可分离,而且在多方面进程和环节上是互相重叠交织的.实际上三者都在同时期正式起步,就必然相互影响作用,也需要结合互动.

5 结 语

a. 西部开发、南水北调和水资源合理配置是我国新世纪的三大建设任务.三者各有广泛的专门内容.但三者密切联系,相互贯通,难以截然分开.克服困难、完成任务的必要条件和基本前提之一是现代的科学技术.三大任务的完成将体现、证实水利科学技术的现代化跃进.

b. 20世纪中国近代水利的高速发展,奠定了现代水利科学技术的基础.但如只依靠传统的思路 and 手段、方法,很难设想能全面顺利达到既定目标.

c. 水资源配置是现代水利科学的核心内容,只

有水资源配置研究规划做到正确、合理、全面,其他高新技术才能有所附丽,发挥作用。

d. 认识任务的艰巨性,弄清主要困难之所在及其克服解决的正确途径,不是怯弱,而是勇敢。“从长计议,全面考虑,科学选比,周密计划”,是总的工作方针和科学态度。“先节水后调水,先治污后通水,先环保后用水”明确了工作进程的节奏。迄今已提出的多方面的研究成果、具体的规划设计方案、大量调查勘察资料都是宝贵的财富、继续起步的基石。同时结合更深层次的探讨、更全面的现代化思维,还须“从长计议”,进一步“科学论证”,“慎重决策”。

参考文献:

- [1] 国家防汛抗旱总指挥部办公室,水利部南京水文水资源研究所.中国水旱灾害[M].北京:中国水利电力出版社,1997.
- [2] 骆承政,乐嘉祥.中国大洪水——灾害性洪水述要[M].北京:中国书店,1996.
- [3] 张海燕.河流演变工程学[M].方铎,曹叔允译.北京:科学出版社,1990.
- [4] 萨莫依诺夫 И.Б.河口演变过程的理论及其研究方法[M].谢金赞译.北京:科学出版社,1958.
- [5] 水利部南京水文水资源研究所,中国水利水电科学研究院水资源研究所.21世纪中国水供求[M].北京:中国水利电力出版社,1999.
- [6] 傅桃生.实施西部大开发的战略思考[M].北京:中国水利电力出版社,2000.
- [7] 水利部黄河水利委员会勘测规划设计院.黄河规划志[M].郑州:河南人民出版社,1991.
- [8] 黄河水利委员会《当代治黄论坛》编辑组.当代治黄论坛[M].北京:科学出版社,1990.
- [9] 冯焱.中国江河防洪丛书·海河卷[M].北京:水利电力出版社,1993.
- [10] 黄宣伟.太湖流域规划与综合治理[M].北京:中国水利电力出版社,2000.
- [11] 黄水基,马滇珍.区域水资源供需分析方法[M].南京:河海大学出版社,1990.
- [12] 陆德福(译).美国21世纪洪泛区管理[M].郑州:黄河水利出版社,2000.
- [13] 张海仑(译).亚洲及太平洋地区21世纪防洪和管理的区域合作[M].郑州:黄河水利出版社,2001.
- [14] 水利电力部水利水电规划设计院.中国水资源应用[M].北京:水利电力出版社,1989.
- [15] 钱正英,张光斗.中国可持续发展水资源战略研究综合报告及各专题报告[R].北京:中国水利水电出版社,2001.
- [16] 朱尔明,赵广和.中国水利发展战略研究[C].北京:中国水利电力出版社,2002.
- [17] 中国水利学会.中国水利发展战略问题文集[M].北京:中国科学技术出版社,1993.
- [18] 张岳.中国水利发展战略文集(1979—1995)[C].北京:中国水利水电出版社,1995.
- [19] 许自达,关益祥.洪涝灾害对策及其效益评估[M].南京:河海大学出版社,1997.
- [20] 徐文德.中国水资源研究论文集[C].北京:中国科学技术出版社,1992.
- [21] 范钟秀.中长期水文预报[M].南京:河海大学出版社,1999.
- [22] 李原园.关于21世纪初叶治水思路的思考[J].水利规划设计,2002(2):11~15.
- [23] 徐乾清.解决北方地区缺水问题方案研究的几点意见[J].水利规划设计,2000(3):8~10.
- [24] 许新宜.统一思想 周密部署 精心组织 努力开创南水北调前期工作新局面[J].南水北调与水利科技,2003,1(3):1~3.
- [25] 朱大奎,王颖,陈方.环境地质学[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [26] 陈家琦,王浩,杨小柳.水资源学[M].北京:科学出版社,2002.
- [27] 左东启.中国水问题的思考[M].南京:河海大学出版社,2000.
- [28] 左东启.对新世纪中国水利科学发展研究的几点认识[J].水利水电科技进展,2000,20(2):2~5.
- [29] 左东启.黄河河道格局的历史演变及其对现代治黄思路的启示[J].水利水电科技进展,2001,21(4):2~13.
- [30] 左东启.现代治黄思路[J].水利水电科技进展,2000,20(4):2~10.

(收稿日期:2002-01-28 编辑:傅伟群)

20年内中国西南将再建5个“三峡电站”

在我国西南的江河上,20年内在建和拟建装机容量超过300万kW的巨型水电站将超过10个,加上已建成的二滩电站,这些巨型电站装机总容量相当于5个“三峡电站”。目前,金沙江上总装机容量1860万kW的溪洛渡和向家坝电站、大渡河上装机容量330万kW的瀑布沟等巨型水电站,已相继立项、开工。雅砻江上总装机容量800万kW的锦屏一级和锦屏二级电站已完成项目建议书,正筹备申请立项。

我国水能资源主要集中在西南和西北。西南的四川、云南、贵州、广西、西藏是水能资源的富集区,在我国规划的12大水电基地中,西南占了7个。其中金沙江、雅砻江、大渡河三大水电基地装机容量分列第一、第三、第五位,装机总容量达12740万kW。根据国家电力规划,到2020年,“三江”流域的水电投产规模将达到5170万kW,开发利用率62.5%。

(编辑部供稿)