

DOI :10.3880/j. issn. 1006-7647. 2008. 06. 018

大西线调水难以实现的若干问题分析

霍有光

(西安交通大学生态环境与现代农业工程中心 陕西 西安 710049)

摘要 :阐述制约大西线调水工程建设的若干问题 ,认为大西线调水难以解决大坝和水库漏水问题 ,以及水渠、倒虹吸等水利设施的安全性问题 ;由于大坝漏水 ,水库蓄水高度无法达到隧道进水口高度 ,大规模调水将难以进行。区内大规模调水 ,从生态环境角度看 ,将引起沙漠化、草原退化、植物群落消亡等问题 ;从经济角度看 ,由于不是自流调水 ,可调水量不大 ,工程建设与工程维护的投资巨大 ,调水的经济效益有限 ;从社会角度看 ,调水将改变西南与西北地区、我国和邻国之间的利益关系 ,会带来社会和政治问题。指出 :大西线调水方案低估了施工难度和工程成本 ,夸大了可调水数量和经济与社会效益。

关键词 :大西线调水 ;朔玛滩水库 ;堆石坝 ;可行性分析

中图分类号 :TV68 文献标识码 :A 文章编号 :1006-7647(2008)06-0071-05

Analysis of the problems of the South-West Water Diversion Lines//HUO You-guang(*Center of Ecosystem and Modern Agriculture , Xi 'an Jiaotong University , Xi 'an 710049 , China*)

Abstract :Some problems restricting the construction of the South-West Water Diversion Project are discussed in this paper. It is hard to solve the problems of dam and reservoir leakage and the security problem of water conservancy such as the drains , inverted siphon waterway. Due to dam leakage , high water intake can not achieve the level of the tunnel intake and then the large-scale water diversion will be difficult to carry out. From the ecological and environmental perspective , the regional large-scale water diversion will cause desertification , grassland degradation and extinction of plant communities etc. From the economic perspective , the investments in construction and engineering maintenance are huge and the economic benefit from the water diversion is limited because the water is not driven by gravity and the adjustable water volume is not enough. From the social perspective , the water diversion may bring about social or political issues because it will change the interests relationships between the southwest and northwest region , and those between our country and neighboring countries. This study indicates that the scheme of the South-West Water Diversion Project underestimates the construction difficulty and aggrandizes the social and economic benefits.

Key words :South-West Water Diversion Lines ; Shuo Ma Beach ; rockfill dam ; feasibility analysis

大西线调水方案是郭开在“ 朔天运河方案 ”中提出的^[1] ,拟从朔玛滩水库(水位高程 3 588 m)开始调水 ,千里跋涉入黄河(水位高程 3 358 m) ,落差 230 m。全程由南向北 ,串联“ 五江一河”(雅鲁藏布江、怒江、澜沧江、金沙江、雅砻江、大渡河) ,由于“ 西藏之水救中国 ”具有十分可观的社会、经济和生态效益 ” ,所以“ 引起了各界的广泛重视 ”^[1-5]。笔者拟对制约大西线调水工程建设的若干问题进行分析 ,探讨大西线调水的可行性。

1 大西线调水方案的基本工程数据与筑坝方案

大西线调水工程从雅鲁藏布江到黄河 ,地图直

线距离 760 km ,实际长约 1 239 km。一期工程大致包括 19 座高坝水库(总库容为 2 888 亿 m³ ,设计总引水量为 2 006 亿 m³)、8 条隧洞(总长 240 km ,最长的隧洞长 60 km ,短的隧洞长 6 km)、9 座水电工程(总装机容量为 2 120 万 kW)、600 km 引水集水渠(其中集水渠 200 km ,渠库 89 座)、6 个倒虹吸工程(10 个汇水池)。一期工程朔玛滩水库水位高程达 3 568 m ,拟调水 1 000 亿 m³ ,工期 5 年。二期工程从拉加峡水库沿 3 358 m 等高线、经 216 km 的拉青大渠(拉加峡—青海湖大渠) ,引水入青海湖。青海湖水面将升高 32 m ,水面高程将达到 3 226 m ,水面面积将增至 10 000 km² ,总蓄水量将达到 3 689 亿 m³。然后 ,以青海湖为调节库 ,向新疆、河西走廊、内蒙古、河北等地

调水,利用落差建立一系列规模宏大的发电工程。二期工程朔玛滩水库水位高程达到 3 588 m,沿途平行增添调水渠道与隧道,工期 5 年,通过扩容改造达到每年2 006 亿 m³的调水规模(表 1)^[3-5]。

表 1 大西线调水工程沿途 19 座大坝高度与水库库容^[3-5]

水库名称	坝高/m	库容/ 亿 m ³	水系	水位高程/ m
朔玛滩	90	48	雅鲁藏布江	3 588
百巴(尼洋河)	298	200	雅鲁藏布江	3 528~3 542
易贡藏布(八盖)	368	100	雅鲁藏布江	3 519~3 539
松宗	28(东坝) 26(北坝)		雅鲁藏布江	3 520
朔瓦巴	389	1 000~1 188	怒江	3 500~3 518
紫曲	286	100	澜沧江	3 482~3 500
昂曲	241	100	澜沧江	3 480~3 498
扎曲	254	100	澜沧江	3 479~3 498
藏曲	246	200	金沙江	3 455~3 470
金沙江	343	200	金沙江	3 453~3 469
赠曲	296	200	金沙江	3 451~3 468
南多村	80	40	雅砻江	3 440~3 454
达曲	80		雅砻江	3 438~3 450
尼曲	160		雅砻江	3 438~3 450
甘孜	100	16	雅砻江	3 454
两河口	356	90~118	大渡河	3 435~3 449
县伐	296	50~60	大渡河	3 433~3 447
查理河	218	20	大渡河	3 432~3 442
拉加峡	380	488		3 358

注 达曲水库和尼曲水库是联合水库,总库容为 40 亿~50 亿 m³。
大西线调水方案称,由于工程所在地区地震多发,且多高坝、超高坝,不宜建筑钢筋水泥坝,区内地形多为 V 形峡谷,很适合定向爆破筑坝,且造价低廉^[5]。该方案称,采用定向爆破方法筑人工山壅坝堵江,所形成的巨型堆石坝完全可以截断水流湍急的大江大河,壅高水位达数百米,形成大型、巨型水库,不怕地震,不愁坍塌,而且造价低廉^[3]。

由此可知,大西线调水工程的 19 座高坝将采用定向爆破堆石坝技术,即在河谷的两岸通过爆破山体,使石块高速下落抛掷到预定位置堆积成坝,拦截河道。由于堆石体孔隙率最大可接近 28%,坝体密实度较低,内部孔隙还会导致后期坝体的调整与沉陷,容易造成防渗体破坏而引起坝体漏水。此外,爆破会破坏山体,加宽两岸岩体内的裂缝,有时可形成绕坝渗流通道,使隧洞、溢洪道周围的地质条件以及岸坡的稳定条件恶化。所以,后期填实加固、防渗堵漏的工作量很大,加固坝基与防渗体均有一定困难。因此这种坝型主要适用于高山峡谷地区地质条件良好的中小型工程。

2 制约大西线调水的若干工程因素

由表 1 可知,大西线调水工程全线调水高程在 3 588~3 358 m 之间。要维持自流调水,主要是通过

建高坝形成成长距离的回水,尽量利用天然河道以减少人工开挖工程;回水的高程决定了超长隧道进口口的施工高程,通过一系列超长隧道(以及明渠、倒虹吸)把 19 座高坝水库串联起来。其中易贡藏布、朔瓦巴、金沙江、两河口、拉加峡等 5 座水库的大坝高度为 343~389 m。如此调水,存在诸多工程问题。

2.1 高坝的安全性问题

这 19 座高坝缺少宽度、厚度、地基稳定性、坝体与围岩裂隙率等数据。众所周知,长江三峡大坝是巨型钢筋混凝土重力坝,混凝土浇筑总量为 2 794 万 m³,钢筋总质量为 46.30 万 t,总浇筑时间为 3 080 d,坝顶高程为 185 m,总库容为 393 亿 m³^[6]。大西线朔瓦巴水库库容为 1 000 亿~1 188 亿 m³,金沙江、百巴、拉加峡水库库容要达到 200 亿~488 亿 m³,它们的坝体高度约为三峡大坝的 2 倍,库容比三峡水库大得多,而安全性却远低于三峡大坝,巨大的库容(水压)将对缺少坚实根基、仅靠堆石虚压在河床之上的大坝产生强大的压力,如果造成垮坝,后果将不堪设想。(注:若改堆石坝为超巨型钢筋混凝土重力坝,仅工程费用、工程周期而言,就远远不如其他调水方案了。)

2.2 堆石坝漏水问题

区内山体主要由下奥陶统、中上泥盆统以及二叠系等地层组成,岩性主要为结晶灰岩、灰岩、白云岩、大理岩等^[7]。堆石坝最大孔隙率可接近 28%;两岸岩体或地层中,可能存在天然的裂缝、节理、断层与层理,甚至隐藏喀斯特构造,定向爆破可造成或拓展两岸岩体与地层内的裂缝、断层。靠爆破堆成超高坝,不知打算采取什么技术来防止库水渗漏。最可能出现的情形是坝体不同高度渗出的水流,将形成数百米高的瀑布景观;两岸岩层内的裂缝、断层、层理或溶洞形成渗透水通道,造成绕坝渗流。

2.3 堆石坝水位无法达到隧道进口的水位

堆石坝旨在通过长距离回水,获得壅高水位,使“藏水”由隧道流入下一个水库。已知百巴水库回水 148 km,易贡藏布水库回水 50 km,朔瓦巴水库回水 256 km,扎曲水库回水 100 km,金沙江联合大水库回水 136 km,甘孜水库回水 118 km,两河口水库回水 86 km,拉加峡水库回水 300 km 到贾曲口^[4-5]。如果这些水库中,有一处或若干处高坝出现漏水,壅高水位无法达到隧道入口的引水高程,哪怕只差几厘米,那么整个调水链条就会出现一处或多处中断。最可能出现的情形是:由于漏水造成库水水位低于隧道入口引水高程,结果形成一些深度不等的湖泊(堰塞湖),使调水成为泡影。

2.4 引水渠、集水渠、隧道的口径以及倒虹吸的跨度、口径问题

大西线调水工程全长 1 239 km ,其中引水集水渠长 600 km。区内并非平原地貌 ,在崇山峻岭中拟调水 1 000 亿 ~ 2 006 亿 m³ ,那么引水渠、集水渠、隧道、倒虹吸的口径需要多大 ? 如采用 14 ~ 25 m 的孔径 ,每年能通过这么大的流量吗 ? 区内水资源主要受夏季降雨和冰山融雪制约 ,再加上汛期水多、非汛期水少 ,那么引水渠、集水渠等的口径要按多大来设计 ? 季节性来水对水库全年水位高程以及隧道进水口高程有何影响 ? 由于冬季严寒 ,无法全年不间断调水 ,是不是还要增大引水渠、集水渠、隧道、倒虹吸的口径 ? 如果增大口径 ,那么工程势必更加艰巨。面对超大的调水量与大起大伏的地形 ,倒虹吸等将成为“肠梗阻”工程。通常倒虹吸的跨度(长度与规模)口径是有限度的 ,为了确保压力差 ,倒虹吸的跨度有多大 ? 需要平行施工几条倒虹吸 ? 这些问题都很棘手。

2.5 区内基础研究薄弱 ,尚未见到详细的调水工程路线图

目前区内基础研究非常薄弱。如水文站网布设得密度不够 ,缺少详细的水文数据 ;某些国际河流没有整体的流域规划 ;缺少较系统的气象资料与地震观测资料 ,缺乏统一的较高精度的大比例尺地形图、地质图、断裂构造图、水文图等。也未见到稍微详细的大西线调水工程调水线路图。此外 ,流域内梯级水电站与大规模调水的关系如何处理 ?

以上 5 个问题 ,前 3 个问题关系工程建设的前提 ,如果无法解决这 3 个问题 ,大西线调水工程只能是空想而已。以坝高为 389 m 的朔瓦巴水库为例 :
①当堆石坝的爆破物虚压在 V 形峡谷的两岸坡面时 ,从水库库底到坝顶的长度将超过 400 m(斜边大于直角边) ,不管坝体堆积多长 ,这两岸的 V 形坡面就会变成 2 条新的大断面。堆石与坡面之间是断开的、不粘连的。当然 ,堆石与库底(河床)之间也有可能是断开的。
②千里之堤 ,溃于蚁穴。在 1 000 亿 ~

1 188 亿 m³ 的强大水压作用下 ,库水将利用爆破形成的大断面 ,以及两岸岩层天然存在的裂缝、节理、断层与层理 ,或者利用喀斯特溶洞 ,首先溶蚀并冲刷带走颗粒细小的黏土 ,掏空堆石体中细软的部分 ,逐渐形成较大的空隙 ;其次 ,在硬岩块之间的泥沙被淘走后 ,硬岩块由间接接触变为直接接触 ,空洞加大 ,漏水的速度将逐步增大 ,乃至发生管涌 ;再次 ,如果大堤内部大范围出现空洞 ,将导致堆石体重新调整乃至溃坝。
③汶川地震表明 ,凡是“豆腐渣工程” ,都是钢筋水泥缺斤少两的工程。而堆石坝是基本不用钢筋和水泥的工程。汶川唐家山堰塞湖蓄水仅 2 亿多 m³ ,而朔瓦巴水库的蓄水量是唐家山堰塞湖的四五百倍。地处强震地带的大西线工程 ,要人造(定向爆破)一系列堆石高坝 ,这些大库容的堰塞湖 ,能够保证有可靠的安全性吗 ?

3 制约大西线调水的生态环境、经济、政治等因素

大西线调水方案称 :“工程建成后”总装机容量达 2 亿 kW ,形成 1 万 km 长的航道 ,车荒罢了 ,水多了 ,污染被稀释了” ;“开通朔天运河 ,东亚到西欧的航程缩短 1 万多 km ,年创利 2 000 亿美元 ,可为 1 800 万人提供就业岗位” ;“将使 8 个亚洲国家(中国、印度、缅甸、孟加拉国、泰国、越南、老挝及柬埔寨)受惠 ,而中国获益最大”^[5]。其实 ,受生态环境、经济、政治等因素的制约 ,大西线调水工程要产生以上效益 ,几乎是不可能的。

3.1 制约大西线调水的生态环境问题

区内生态环境脆弱 ,原本就有干旱、风沙等自然灾害。由表 2 可以看出 ,区内平均降水量为 370 ~ 680 mm ,并不比黄土高原(海拔 1 000 ~ 1 500 m ,降水量 200 ~ 700 mm)或西北干旱、半干旱地区的降水量高很多。区内水资源相对较多的原因不是因为降水多 ,而是由于地域大 ,冰川融雪多 ;海拔高 ,蒸发量相对较小。区内草原地带常受干旱、风沙的威胁 ,调水将打

表 2 大西线调水线路(由南向北)沿途的地理气象特点^[8]

地名	海拔/m	年降雨量/mm	无霜期/d	常见灾害
拉萨市	3 650	200 ~ 510		
桑日县(朔玛滩)	4 000 ~ 5 000	370 ~ 420	60 ~ 180	地震、洪灾、霜冻、冰雹、干旱、雪灾
朗县	3 200 ~ 5 000	600		霜、雪、雹、风、涝、泥石流
林芝县	3 000	654		洪水、泥石流、地震、冰雹、干旱
工布江达县	3 500	646	156	干旱、霜冻、冰雹、风沙、泥石流
波密县	4 200	876	150	洪涝、干旱、泥石流、流沙、滑坡、地震
边坝县	3 500 ~ 5 000	600	≤ 100	干旱、雪灾、冰雹、大风、雪崩、滑坡
昌都县	3 500	477	130	干旱、霜冻、雪灾、山洪、泥石流
江达县	3 800	548	60 ~ 80	雪灾、旱灾、冰雹、霜冻、地震
甘孜州(四川)	> 3 500	500 ~ 800	50 ~ 160	干旱、大雪、冰雹、霜冻、洪涝

破原本脆弱的自然生态平衡,加速沙漠化、草地退化,高原特殊生境的生物多样性也将受到严重威胁。

在源头地区大量调水,会对“五江一河”自身的河水生态系统造成破坏;会对源头的地表水与地下水的水均衡产生长远的负面影响。在V形峡谷筑高坝,回水50~300 km,淹没高度数百米,将严重威胁青藏高原垂直分带上的生物群落。同时,19座大型水库截流了来自上游的水源,对流域下游数百公里的脆弱生态也将造成消极的影响。

3.2 制约大西线调水的经济效益问题

大西线调水方案宣称工程将会产生显著的经济效益,主要论点是:自流调水,调水量巨大,工程量小(造价低);发电与航运效益巨大等,然而事实并非如此。

a. 自流调水问题 ①如2.1~2.3所述,大西线调水工程的诸多堆石坝既不安全又漏水,堰塞湖水位高程无法达到隧道进水口的高程,自流将多处中断。②引水渠、集水渠、倒虹吸等必须面对大起大伏的地形。据《西藏自治区地图册》所述:区内“山峰林立,沟壑纵横”、“山峦重叠,沟壑纵横”^[8]。从地形上看,如有一起,就必有一伏。所谓“6个倒虹吸”是明显估计少了,至少应该有数十个。如果不建倒虹吸,就必须建渡槽或提水工程。③水流过黄河以后要实现自流调水,也不太可能。这是由于青海湖与塔里木盆地、塔里木与准噶尔盆地、青海湖与河西走廊之间,分别被阿尔金山、天山、祁连山等山脉屏障。拟跨流域调水不仅不能实现自流,而且必须修建大型提水工程,开凿超长渠道、隧道等。由此可见,若将300亿~500亿 m^3 “藏水”提升数百米已属不易;由于无法自流,调水成本猛增,经济上是否可行值得商榷。

b. 调水量问题:由于大西线调水实际上难以实现自流调水,故理想调水量与实际可调水量之间有巨大差距。①受当地生态环境容量制约,难以支撑大规模调水(参见3.1)。②由于工程地质环境不佳,诸如堆石坝的安全性与漏水问题,引水渠、集水渠、隧道、倒虹吸的实际口径受限制,以及地震、泥石流、洪水、凌汛对调水设施的威胁等因素,都难以支撑大规模调水。③受高原气候制约,区内无霜期只有50~180 d(表2),有漫长的冬季,全年不可能连续调水,渠道有一定的闲置期。即便是实现300亿~500亿 m^3 的调水目标,也是非常不容易的。

c. 工程量与工程管理(造价与运行成本)问题:大西线调水工程地处青藏高原地震多发区,高原不断隆升,地质、气候条件复杂,山峰林立,沟壑纵横,工程施工与维护需面对高寒缺氧、高地温、高地应力、断层破碎带、漏水、有害气体等不良地质条件,降

雨集中在5~9月,在V形峡谷地区调水,由于雨热同季,冰川消融,易形成塌方、山体滑坡、泥石流,对引水渠、集水渠、倒虹吸构成巨大的威胁;大坝回水50~300 km,淹没高度达数百米,巨大的蓄水数量将瓦解边坡冻土带,诱发水库地震、滑坡和泥石流,水库有淤积之患,明渠有堰塞之险。总之,工程投资与工程维护的费用决非小数。

已知在边坝县周边拟建3座大型堆石坝水库,该县地处察隅与墨脱强地震带的交汇处,经常发生有感地震。1950年察隅曾发生8.6级地震。区内地震属浅源地震,破坏力强。受印度洋暖湿气流影响,夏季山体滑坡等自然灾害不断;冬季冰崩、雪崩频繁。而沿“察隅—波密—林芝”走向,还存在一条深大断裂带^[7-9]。此外,大渡河与雅砻江上游,地处炉霍—康定强震带,1973年2月炉霍曾发生8.2级大地震^[10-11],其中“鲜水河断裂带平均27.5年左右发生1次7级以上地震”^[7]。在强震多发、断裂密集的地区,要保证大坝、渠道、倒虹吸的安全,就必须大幅度增加投资。

d. 发电效益问题:根据能量守恒与转化定律,从朔玛滩水库调水,当水量相同时,无论是“向南流”,还是“向北流”,降至海拔0 m,理论上的最大发电量应该是相同的,差异只是受地形落差制约,转化效率有高低之别,但不可能转化出远大于理论值的电能。如果分析地形,“藏水向南流”,具有流程较短、水流湍急等特点,水力发电应该有较高的转化率,而“藏水向北流”(大西线调水),调水路程漫长且地形大起大伏,为了满足自流调水,不得不损失许多落差,因此不可能比“藏水南流”有更高的发电效益(转化率)。大西线调水所谓的发电效益,显然存在误区。①忽视了长距离调水损失的落差问题和提水工程所消耗的电能问题。②误认为可转化出成倍的电能,陷入“永动机”一类的思维怪圈。③调“五江一河”之水,对这些河流已建和待建的梯级电站的发电效益,将产生不利的影响。大西线调水入黄后的发电效益,不仅将被西南地区减少的发电量所抵消,而且会闲置西南地区已建的一批大型水电站工程,与国家“西电东送”战略相悖。

e. 航运效益问题:大西线调水方案称“输水渠实际上是一条从天津至新疆、拉萨的长达6600 m的可通航轮船的万里大运河”^[3]。然而通航与调水,这2种功能的河渠的水量、深度、宽度等是有差别的。必须注意到:①开挖漫长、宽大的防渗航道,工程量不可小视。如果水源不足,航运将无法维持,造成航道浪费。②隧洞直径有限,体形硕大的轮船是无法进入狭窄的隧道的。若仅满足小船通航,小船主体

需浮出水面,那么隧道只能流淌半洞水。拟实现年输水量上千亿立方米的调水目标,不知将平行开凿多少条超长隧道?③即便有些河段可以通航,譬如黄河内蒙古河段海拔高度为1100~1200m,每年有四五个月的时间将成为稳定封河河段。但每年封河、开河时,都要发生不同程度的卡冰结坝险情,造成不同程度的冰凌灾害。轻者破坏水利设施和水工建筑物,重者会阻断河流,使上游水位急剧上涨,给沿岸人民的生命财产带来巨大损失^[12-13]。大西线调水工程由南向北所跨越的纬度很大,结冰时,南北不同期,开河时,南北也不同期。凌汛将对航道(渠道)构成危害,无法实现全年安全通航。

3.3 制约大西线调水的社会与政治问题

大西线调水将改变区域之间、国与国之间的利益关系,产生一系列社会与政治问题。①金沙江、雅砻江、大渡河均属长江的支流,调水将改变我国西南与西北地区的水资源配置,要改变输出地区与输入地区诸如生态、经济、社会等利益关系,未必利大于弊。②雅鲁藏布江、怒江、澜沧江属国际性河流,调水将改变中国与南疆周边国家之间的水资源分配格局,所谓“这项水利开发工程将使8个亚洲国家(中国、印度、缅甸、孟加拉国、泰国、越南、老挝及柬埔寨)受惠,而中国获益最大”的说法,显然是缺失换位思考的一家之言,利益攸关的国家未必赞同此工程。譬如,2006年印度政府就转达了它对有关中国在雅鲁藏布江上修建大坝并将水引向东北地区报道的担忧^[14]。“调水利他”的理由是能缓解下游国家的水灾。其实,上游建梯级电站调节水源,同样可减少下游国家的水灾。

综上所述,笔者认为大西线调水工程是超出现实可能性的工程,它低估了施工难度和工程成本,夸大了可调水数量和社会与经济效益。由于受工程技术、生态环境、经济效益、社会与政治等因素制约,客观上既不允许、也不可能调1000亿~2006亿m³的

“藏水”。鉴于提水工程,上限难以超过300亿~500亿m³,且很可能弊大于利,所以,它既不是最佳调水方案,也不是“救中国”的惟一选择。至于如何缓解我国北方地区缺水问题,可以通过节水以及其他的调水工程来解决。

参考文献:

- [1] 郭开.在香山科学会议上的报告:郭开论大西线南水北调[R/OL].[2005-07-01].http://boowoop.ycool.com/post_1728805.html.
- [2] 章轲.“大西线调水”首倡者郭开:拯救黄河迫在眉睫[N].第一财经日报,2006-03-21(3).
- [3] 中国黄河文化经济发展研究会.大西线南水北调论证委员会.大西线南水北调工程建议书[J].当代思潮,1999(2):2-18.
- [4] 何广沂.冲刺:大西线实地考察纪实[M].北京:中国铁道出版社,2004.
- [5] 李伶.西藏之水救中国:大西线“再造中国”战略内幕详录[M].北京:中国长安出版社,2005.
- [6] 佚名.三峡工程:十大世界之最[EB/OL].[2008-04-01].<http://www.china.eastday.com>.
- [7] 戚筱俊,彭阜南,叶银灿,等.“大西线”调水的工程地质条件和问题初探[J].西部探矿工程,2002(1):6-9.
- [8] 西藏自治区测绘局.西藏自治区地图册[M].北京:中国地图出版社,1996.
- [9] 江在雄.《西藏地震史料汇编》简介[J].国际地震动态,1990(6):19-20.
- [10] 任雪梅,高孟潭,付长华.大渡河流域梯级水电站场地地震影响特征研究[J].震灾防御技术,2008,3(1):72-78.
- [11] 钱洪,罗灼礼,闻学泽.鲜水河断裂带上特征地震的初步研究[J].地震学报,1990,12(1):22-29.
- [12] 路秉慧,郭德成,张亚彤,等.黄河宁蒙段凌汛特点分析[J].内蒙古水利,2005(4):15-16.
- [13] 王春青,彭梅香.黄河凌汛成因分析及预测研究[M].北京:气象出版社,2007.
- [14] 王德华.西藏之水能救中国惠南亚吗[J].社会观察,2007(11):12-14.

(收稿日期 2008-05-14 编辑 骆超)

· 简讯 ·

第1届可持续发电与供电国际会议将在河海大学召开

第1届可持续发电与供电国际会议(The 1st International Conference on SUPERGEN)将于2009年4月6~7日在南京河海大学召开。本次会议由英中清洁能源研究协作网(UK-China Network of Clean Energy Research)组织,IEEE、IET和EPSRC主办,中国河海大学、英国巴斯大学(University of Bath)和贝尔法斯特女王大学(Queen's University of Belfast)联合承办。本次会议主题包括:①电力网络技术;②分布式发电技术;③太阳能及风力发电技术;④储能技术;⑤海洋能及生物质能技术;⑥燃料电池及氢能技术;⑦清洁能源发电;⑧电力及能源基础设施;⑨电力系统建模与控制的智能计算。会议网址:<http://www.ukchinanet.com>。

(本刊编辑部供稿)