

论黄河大柳树高坝枢纽的战略地位

Daliushu Pivotal project on the Huanghe River

张存济

(宁夏水利厅技术委员会副主任, 高级工程师)

黄河大柳树水库位于横跨甘、宁两省区的黑山峡峡谷出口处, 总库容110亿 m^3 , 是黄河干流规划中百亿立方米以上库容的五大水库之一。坝址上距河源2470km, 下距河口2994km。控制流域面积25.4万 km^2 , 占全河的1/3; 多年平均过境水量331亿 m^3 , 约占干流天然水量的57%; 多年平均沙量1.7亿吨, 仅占下游花园口断面沙量的10.6%。

大柳树水库在黄河开发利用规划中占有极为重要的地位。它是黄河上游可能修建高坝大库的最后一个坝址。大柳树坝址周围气候干旱, 是黄河流域水资源最稀缺的地区, 但却拥有广阔的待开发的土地资源和国内罕见的地下煤海。改善生态环境, 提高土地资源对人口的承载能力, 开发能源满足现代化进程的需要, 是我国21世纪必须解决的两大课题。因此, 无论从开发黄河, 还是从振兴西北的角度看, 及时兴建大柳树高坝枢纽都已到了刻不容缓的时机了。图1是大柳树水库控制区示意图。

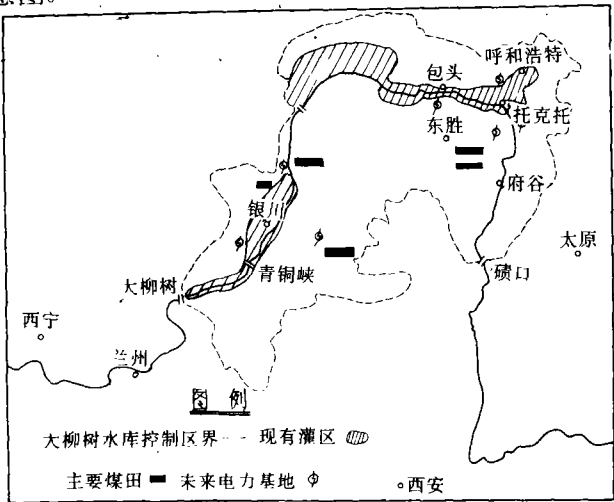


图1 大柳树水库控制区示意图

一、开发方案变化的沿革

黄河黑山峡全长71km。1954年黄河技术经济报告建议, 在峡谷进口以下21km甘、宁交界处的小观音坝址建高坝, 在峡谷出口以上2km宁夏境内的大柳树坝址建低坝, 两坝址相距48km, 称两级开发方案。1958年, 有人提出把黑山峡两级开发, 合并在大柳树建高坝, 称一级开发方案。图2为黑山峡一、二级开发方案示意图。1961~1976年间, 有关设计单位认为, 大柳树坝址存在活动的顺河大断层, 建议在小观音建高坝。1980年7月, 水电部西北勘测设计院的地质报告指出, 过去推断存在的大柳树坝址顺河断层, 经钻孔及过河平洞验证, 是不存在的。坝址具备修建165m高坝的可能性。80年代以来, 国内很多单位和部门对黑山峡河段开发均给予很大关注, 完成了大量勘测设计工作, 提出了多份技术报告。目前, 参加过此项工作的多数专家认为, 黑山峡的开发任务是承上

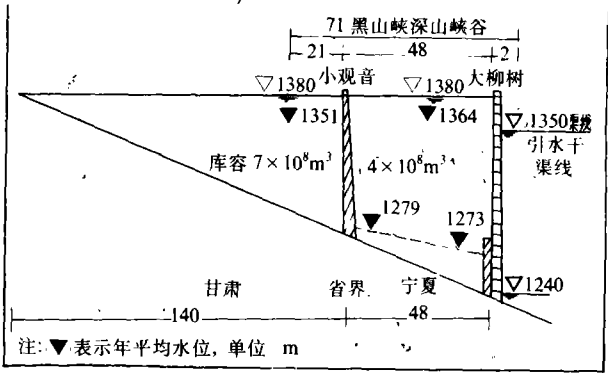


图2 黄河黑山峡一、二级开发方案示意图

启下,以水利为主,综合利用,关键是提高整个黄河水资源的利用程度。大柳树和小观音两个坝址,从地质上看均可建坝。一、二级两种开发方案投资相差不多,淹没损失相当,但大柳树库容110亿 m^3 ,小观音库容70亿 m^3 。一级开发电能指标好,又可坝上引水灌溉,综合技经指标更优,故应采用大柳树高坝方案。

二、大柳树高坝水库对治理开发西北黄土高原的重要战略意义

自大柳树至下游碛口坝址间,沿黄两岸控制土地面积23万 km^2 ,人口约1300万,耕地约300万ha。大柳树坝址位居西北黄土高原腹地,西临腾格里沙漠,东有毛乌素沙漠,气候干燥,风沙严重,降水量100~400mm,一般为200~300mm,蒸发能力达年降水量的7~15倍。干旱、风沙、霜冻、冰雹、病虫害频繁,尤以干旱危害最大,其它灾害也多干旱所派生。本区植被基本属干草原和荒漠草原型,覆盖度低,极少森林。由于自然条件恶劣,不但旱作农业难以正常维持,林草生长也极困难。这里虽然地处西安、兰州、银川、呼和浩特等较发达地区的腹地,但除去银川、包头附近少量河套灌区外,大部分地区社会经济发展水平属全国最低之列。生态环境差,不少地方水源既缺且质劣,有约50多万人口的地区,饮用水含氟量远远超过卫生标准,严重危害人民健康。本区又是陕甘宁革命老根据地和回、蒙少数民族聚居区,近年来经济面貌虽有变化,但生产发展主要受到水资源条件的制约。特别是内蒙古托克托以上18.4万 km^2 面积,当地水资源仅11.2亿 m^3 。人均、单位国土和单位耕地面积占有的水资源仅分别为113 m^3 /人、60 m^3 /ha、420 m^3 /ha,分别为全国平均值的4.7%、2.2%、1.9%。所以引用黄河过境水量是这一干旱带改造自然,发展生产的唯一出路。这里光热资源丰富,有关资料分析,大部分地区春小麦光温生产潜力在9000kg/ha以上,但在300mm天然降水条件下的理想产量只有1200kg/ha,目前达到900kg/ha已属不错了。大柳树水库建成后,这一地区在21世纪初期可新增灌溉面积33.5万ha。西线南水北调50~200亿 m^3 水量的目标陆续实现后,21世纪后半期,新灌区可发展到133万ha。灌区农林草的作物布局大致为48:24:28,农林牧结合互相促进,将在宁夏、陕北、陇东和内蒙古西部四省区结合部形成巨型的综合性商品农业基地。今日干旱区将变成西北黄土高原的一大绿洲,每公顷灌溉人工草场所产鲜草或灌溉农田的桔杆,其载畜量是现在天然草场的35倍左右,将有效扼制广阔草场当前超载过

牧,导致土地沙化、生态破坏的恶性循环。绵延交错的防护林网更可缓解风沙危害,防止沙漠侵袭,改善灌区气候,提高环境容量。大柳树下黄河两岸又是国内少有的地下煤海,除现有的石嘴山、乌海等煤矿外,灵武、东胜、准格尔、神府等煤田,约占全国煤炭储量的30%,可陆续建成巨型煤矿。预测21世纪初,这一煤炭带年产煤将达3~3.6亿吨,占全国产量的20~25%。在宁夏、内蒙沿黄两岸,依煤傍水,又有多种矿藏相匹配,有人工绿洲改善生态,有大柳树新灌区和经过改造的河套老灌区的农业基地为依托,有不宜垦殖的荒地可建设工厂,发展城镇,将建成长达千里的沿黄煤炭、电力、重化工、冶金、建材经济带。到21世纪中期,这一经济带将年产煤炭6亿吨以上,占全国产量近30%,将形成5000~6000万kW的火电基地。充沛的能源除保证本地区经济发展的需要外,预计将有1/2以上输往华北支援沿海地区。作为能源、原材料基地,大柳树下宁蒙经济区对21世纪中国的经济发展,必将发挥举足轻重的作用。然而,以上的远景规划,脱离了水资源的保证,显然都是纸上谈兵。初步分析,黄河大柳树至碛口河段邻近地区经济发展耗用黄河过境水量1990年为90亿 m^3 ,2030年将达到135亿 m^3 ,2080年左右更将达到200亿 m^3 。大柳树水库位居宁蒙沿黄经济供水通道之进口,控制着下游地区国民经济的命脉;在这样一个关键位置上,修建一座调节库容尽可能大的水库,其战略意义自不待言。

三、大柳树高坝水库在黄河干流径流调节中的战略地位

大柳树水库位居黄河干流中枢,自大柳树上溯800km为龙羊峡水库,龙柳间规划建设水电站13座,装机近1400万kW,年平均电能近500亿kWh。现已建4座,在建2座,装机580万kW。而自大柳树下行1400km,始达下一级高坝大库碛口坝址,柳碛间现有灌溉面积已达120万ha,规划灌溉面积在267万ha左右。一个巨型的煤炭、火电、高载能产品工业带也正在这片大灌区中崛起。为了解决宁蒙灌区和未来的大柳树灌区农业季节性用水与黑山峡以上的十多座水电站要求相对均匀放水的矛盾,同时兼顾宁蒙灌区防洪、防凌的需要,改善兰州到托克托河段航运条件和旅游景观,发展水产养殖业,在黑山峡需要建设一座尽可能大的反调节水库,这是国内水利、水电科技界的主导性看法。为了解决西北地区土地和能源开发对水资源的需求,自长江上游向黄河上游调水的西线南水北调工程,也是21世纪必须实施的任务。届时,大柳树水库作为西线调入水量的中继调节站,

战略地位将进一步突出。

经有关设计单位计算论证,大柳树和小观音的总库容分别为110亿 m^3 和70亿 m^3 。由于小观音的库容小,为了适应下游工农业供水的需要,就必须要求上游的龙羊峡、刘家峡水库打乱十多座梯级水电站最佳运行的水量调度计划,为下游补水。为此,小观音方案与大柳树方案相比,将使梯级保证出力近期损失33万kW,年电量少11亿kWh。中期,继西线年调水50亿 m^3 实现后,保证出力损失47.5万kW,年电量少17.7亿kWh。如果改变黄河径流调节的方式,以水电为主,小观音和大柳树水库可使黄河上游梯级电站有接近的保证出力,但二者的供水效益将出现更大差别。宁蒙灌区农业供水需要能否满足,主要取决于5~7月灌溉高峰期的供水需要能否满足,大柳树方案与小观音方案相比,5~7月,近期可多供水12亿 m^3 ,中期可多供水17亿 m^3 ,这将使大柳树灌区和宁蒙灌区的灌溉面积相差30~40万ha。黄河径流遇特枯水时段,大柳树水库还可提高对宁蒙陕晋能源基地供水的保证率,对国民经济的重大影响更不容忽视。

大柳树坝址扼黑山峡出口之咽喉,只有在此建坝,才能在坝上开渠引水,为灌溉两岸高原干旱带创造有利前提。如自小观音引水,须穿过50 km深山峡谷,工程浩繁,建设投资过巨。如采用在大柳树下沿黄分散扬水方案,当初期开发33.5万ha时,工程投资约高20%。大柳树高坝比小观音二级开发,年发电量多,而灌溉扬水用电量又少。综合计算,前者可使西北电网的系统保证出力多70万kW,外送电量多24亿kWh,年增电力产值2.4亿元,灌区运行费还可少2亿元。将两个开发方案的枢纽投资、灌区骨干工程投资和系统保证出力火电替代容量补充投资叠加,前者约为72.5亿元,后者约为95亿元,效益差别是显著的。

大柳树水电站装机192万kW,年电量80亿kWh,是我国北方可能开发的,屈指可数的大型水电站。从陕甘宁青电网自身布局看,到2010年,火电装机近3 000万kW,水电装机近1 400万kW,百万、千万千瓦级的大型水电站将有6座,水火电比例的配置比较合理,而大柳树水电站则是最接近火电站群的一座大水电站,从而对电网的调峰、调频、调相、事故备用,担负着更为关键的作用。西北电网与华北电网联网后,大柳树水电站对华北电网的调峰还可做出更大贡献。

四、黄河黑山峡开发方案中的几个问题

1. 黑山峡河段区域地质对建坝的影响

黑山峡河段位于青藏板块与华北板块交接地

带的青藏板块一侧。景泰—海原断裂带在大柳树坝址以南,距坝址70km,晚近活动和最新活动明显。1920年8.5级海原大地震发生在断裂的东段,对坝址的裂度影响为7度。中卫—同心断裂带在坝址以北,活动性强的地段距坝址15km,1709年7.5级中卫永康地震对坝址的裂度影响为8~9度。长约8km的小断裂带在坝址下游1.7km,晚更新世后有活动,对坝址的裂度影响为8度。没有其它活动断裂穿过或接近坝址。国家地震局同意大柳树坝址基本裂度定为8度。设计部门对大坝按9度设防。大柳树坝高164m,目前的倾向坝型是钢筋砼面板堆石坝。现在世界上已建的各种类型的坝中,50~100m坝高者,失事概率约为1%;百米以上高坝有403座,内含土石坝192座,还没有一座因任何原因失事。由于这些高坝主要建成于最近30年,建坝技术日趋成熟,也因建坝各国都深知百米以上高坝失事的毁灭性后果,无不慎之又慎。国外建于8~12裂度强地震区,坝高在128.5~335 m的土石坝至少有14座。苏联的罗贡坝,无论是地震裂度和坝高都远高于大柳树,而坝基条件还不如大柳树,但已建成了高坝(见表1)。国内外已经受到过8~10裂度地震实际考验的大坝的损坏情况表明,只要在设计施工中尊重科学,注意质量,地震溃坝的灾害一般可以防止。国内外的工程实践表明,当代的水利工程技术水平,足以保证类似大柳树面板坝这类工程的安全。

表1 罗贡坝与大柳树堆石坝地震条件对比

坝 址	苏联罗贡坝	大 柳 树	
基 岩	粉砂岩泥质板岩	变质长石砂岩夹干枚岩	
坝 型	斜心墙堆石坝	心墙堆石坝	面板堆石坝
坝高(m)	335	160.5	163.5
填筑量 (万 m^3)	6 200	1 843	1 585
库容(亿 m^3)	117	110	
9度地震 重现期(年)	1 000	5 075	
8度地震 重现期(年)	500	759	
7度地震 重现期(年)	100	165	
6度地震 重现期(年)	5	68	

2. 黑山峡一、二级开发方案工程投资与效益对比

国内先后有五个国家级技术单位曾对黑山峡两个方案的工程投资做过工作。五单位工作成果的平均值为:一级比二级方案的水库枢纽投资多6%,换算为1990年价格,二者的静态投资大致

为,大柳树高坝方案37亿元,小观音两级方案35亿元。两个方案的主要技经指标列于表2,表列数据表明,在大柳树建高坝,综合效益要优越得多。

3. 对拉、公、柳三库开发顺序的看法

黄河上游龙羊峡至托克托河段规划兴建百万千瓦水电站六座。其中,刘家峡、龙羊峡已建成,李家峡正在施工中,待建的还有拉西瓦、公伯峡、大柳树。拉、公、柳三梯级有关技术指标如表3。

将三者对比,首先,拉、公二库的总库容和有效库容都远小于柳,除自身发电外,对黄河的径流调节不起作用。其次,拉、公二站距离火电基地群和电网负荷中心都比柳要远几百公里,运行调度不便,且输电投资与运行费用高,从能源开发的合理布局看,柳的位置较为适中。最后,从国土开发对水利的需求看,拉、公海拔高,地处高寒,人烟稀水,交通不便,国土开发的难度大得多,且邻近已有龙、刘两座大库。而大柳树高坝建成后,对邻近地区经济发展和生态环境的影响已如前述。统观全局,大柳树的兴建显然应置于拉、公之前。

4. 妥善处理权益分配问题是工程决策定案的关键

黑山峡河段跨甘、宁两省区,大柳树坝址位居

表2 黑山峡开发方案技术经济指标比较表

项 目	单 位	大柳树 一级	小观音 二级	说 明
坝址现状来水量	亿 m ³ /a	325		已扣除上游区耗用水量
2030 年左右来水量 西线调水 50 亿 m ³	亿 m ³ /a	340		
2080 年左右来水量 西线调水 200 亿 m ³	亿 m ³ /a	430		
黑山峡、磴口区间受益国土面积	万 km ²	23.2		
受益区国民经济耗用过境水量, 1990 年	亿 m ³ /a	90		
2030 年	亿 m ³ /a	135		
2080 年	亿 m ³ /a	200		
新灌区初期面积	万 ha	33.5		
新灌区用水量	亿 m ³ /a	21		
改善环境生态	万 km ²	初期 5, 远期 20		
防洪、防凌		遇 6 000 m ³ /s 洪水可削峰 1 000 m ³ /s 宁蒙凌汛可基本消除		
航 运		可使兰州~潼关河段全年流量不小于 300 m ³ /s		

续表 2

项 目	单 位	大柳树一级	小观音二级	说明
总库容	亿 m ³	110	70	
减少下游淤积量	亿 t	80	43	50 年内水库淤沙量
本级水电装机	万 kW	192	170	
系统保证出力差值	万 kW	0	约少 70	包括梯级保证出力和灌溉扬水损失保证出力差值
水库枢纽投资	亿元	37	35	
新灌区骨干工程投资	亿元	35.5	42.5	
火电替代容量补充投资	亿元	0	17.5	
开发方案总投资	亿元	72.5	95	均为静态投资
系统年电量差值	亿 kWh	0	约少 24	包括梯级发电差值和灌溉扬水用电差值
系统年效益差值	亿元	约多 4	0	包括发电效益多和灌区运行费用少

表3 拉、公、柳三库有关技术指标

指 标 库 名	位 置	总库容 (亿 m ³)	有效库容 (亿 m ³)	装机容量 (万 kW)	年发电量 (亿 kWh)
拉西瓦	青海	10	1.5	372	97.4
公伯峡	青海	2.9	2.0	150	47
大柳树	宁夏	110	55	192	80

宁夏,水库淹没区主要在甘肃。水库全长188km,甘肃境内有140km,占74.5%;总库容110亿m³,甘肃有70亿m³,占63.6%;壅水高度140m,甘肃有104m,占74.3%;淹没农田3 321ha,甘肃有3 167ha,占95.4%;库区搬迁59 179人,甘肃有56 164人,占94.9%。大柳树水库从国家水资源开发全局看,是合理的建设方案,但又必须从资源法学、经济法学的角度,妥善处理权益分配问题。不少专家、学者认为,由于坝建在小观音或大柳树,甘肃省的淹没损失几乎没有差别,因此,若坝建在大柳树,而确保甘肃省所得利益从各个方面均不少于小观音方案,只要按照这一原则处理,相信在国家统筹安排下,权益分配问题终归会妥善解决。

(责任编辑 蔡今)