

水电工业布局若干问题探讨

刘 东 海

(河南省科学院地理研究所)

我国水力资源丰富,理论蕴藏量6.8亿千瓦,其中可开发水力资源3.8亿千瓦,已开发2200多万千瓦,加上在建的水电站装机1000多万千瓦,仅占可开发容量的10%,约有90%多的水力资源尚未开发。这样丰富的水力资源如能很好的利用,可节省大量地下宝藏——石油、煤炭、天然气和铀等能源。开发水力,不仅是电力问题,也是对整个能源的合理利用和工农业的发展问题。因此,研究我国水电工业布局的发展变化规律,对于当前的经济调整和全国在本世纪末实现工农业年总产值翻两番的战略目标,都具有极其重要的意义。现就水电工业布局的几个原则问题,初步探讨如下。

一、水力资源的合理利用

一条河流上的水力坝址有不同的地质、地形和水文特点,从而有不同的技术经济指标,彼此关系错综复杂。在一定的原则下,若干坝址可以布置出一系列配合良好的梯级开发方案,否则,梯级间相互矛盾,便会浪费资源,延误建设。因此布局水电站时,不能孤立地针对一个水力枢纽,单纯追求技术经济指标的优越性,应从全流域着眼,考虑相邻流域的开发,使电站布局有利于充分合理开发利用水力资源,这是水电工业布局的基础。为此,在研究水电站布局时,必须先作河流规划,制定梯级开发方案,正确处理水力资源与土地资源、水力开发与江河整治的关系。

1. 合理布置梯级开发方案 梯级开发,首先根据河流的自然条件,考虑客观需要,确定开发治理的重大原则问题和各项水工设施的方向与轮廓,选定大型水工建设项目,最好先选几个调节性能较高的骨干水库,以比较集中地控制和调节全河流的径流,这是全河流的战略布局,在这个基础上,再进一步布置中小型电站的位置,规定出中小工程的方向,避免局部工程的盲目性和片面性。上下游电站要互相协调,重复利用流量,提高动能经济效益。如黄河梯级开发,上游布置调节性能较高的龙羊峡电站,总库容247亿立方米,装机容量128万千瓦。由于它的调节作用,使下游的刘家峡、盐锅峡、八盘峡、青铜峡等四座电站提高保证出力50万千瓦,增发年电量4.4亿度,经过调蓄增加灌溉水量18亿立方米和工业、城市用水4.6亿立方米,提高了刘家峡等电站及黄河上游河道的防洪标准¹⁾。

2. 恰当处理水力开发与淹没损失的关系

淹没和移民在选择梯级开发方案中是一个大问题。电站上游的重要城镇、厂矿、交

1) 黄河上中游水电基地,水力发电,1983, No1, 6—7页。

通线路和文物古迹的高程,往往是控制电站正常蓄水位的上限,有时成为水电站规模的决定因素。我国五十年代修建的三门峡水库,由于对泥沙淤积估计不足(实际上是淹没损失问题),迫使降低水位运行。刘家峡水电站以上游文物古迹炳灵寺的高程、龚嘴水电站第一期工程以成昆铁路的高程作控制。拟建的长江三峡水电站,地理位置适中,经济效益宏大,但电站规模迟迟未定,重要原因之一是淹没损失问题不好处理(淹地68万亩,移民140万人)¹⁾。因而,要十分慎重处理每一开发方案的淹没损失和移民问题,使所获电能最大,而淹没损失最小。

高坝大库,固然可以获取较多的电能,但往往淹没损失较大,而低坝小库的淹没损失虽小,又要损失一部分电能,不利于梯级开发。所以,必须进行具体的技术经济比较,全面权衡利弊得失。如某电站的两个方案中,110方案淹没损失较95方案大,但保证出力约多50%,单位千瓦和单位电能投资都低,可以替代更多火电站,以节约煤炭。另外,110方案调节系数高,调节性能好,对灌溉、航运和水产等综合利用效益也高(表1),全面分析,110方案比较优越。

表 1 某电站主要技术经济指标

Table 1 The economic targets on the main technique of a certain power plant

项 目	单 位	正 常 蓄 水 位	
		95	110
总 库 容	亿 立 米	102.0	178.0
有 效 库 容	亿 立 米	50.5	87.7
防 洪 库 容	亿 立 米	11.5	10.5
调 节 库 容	亿 立 米	41.0	77.2
调 节 系 数	%	66.1	79.7
调 节 流 量	秒 立 米	216.0	295.0
水 量 利 用 系 数	%	91.0	97.0
装 机 容 量	万 千 瓦	49.0	59.9
保 证 出 力	万 千 瓦	12.4	18.53
多 年 平 均 发 电 量	亿 度	15.7	19.60
迁 移 人 口	万 人	17.6	24.41
淹 没 农 田	万 亩	26.6	33.3
总 投 资	亿 元	3.945	4.727
其中淹没损失占	%	26.0	52.0
单 位 千 瓦 投 资	元/千瓦	805.0	776.0
单 位 电 能 投 资	元/度	0.263	0.245

3. 水力开发与流域生态环境整治相结合

合理开发水力资源,要充分重视经济效益、社会效益和环境效益的统一。在这方面如果处理不当,便会引起水库生态环境破坏,影响水库效益的发挥,进而反馈于经济效益和社会效益。水力工程建设,可以获得巨大的效益,但水库形成后必然改变原来的生态环境,甚至造成一些环境问题。我国许多水库在近20多年的运用中,由于流域内森林破坏,水土流失,泥砂淤积于回水末端,使水库低水位航运受到障碍,洪水期淹没损失

1) 陆钦侃,我国水能资源及其开发,国土经济学研究,1982年,266页。

扩大。据1978年全国33个大中型水库调查,其中16个水库发生大量淤积,平均淤积库容达50%以上,这些水库使用年限平均只有13年。松花湖是我国最大的人工湖,具有发电、灌溉、防洪、航运、养鱼、旅游等多种功能。30多年来由于缺乏综合规划和综合治理,使湖区植被破坏,水土流失和淤积加重,目前每年淤积52.5万立方米(最高达1000多万立方米),为建湖初期的3.6倍,影响了水库综合效益的发挥。同时,湖水污染,水产资源也受到一定破坏。

为此,流域环境整治工作应与水力资源开发同步进行。流域规划应包括环境的保护和整治,应重视水力资源开发与其他资源开发对流域生态环境的影响及其后果的预测,并提出整治措施。

二、水电站的合理布局

水电站容量,固然决定于水力资源的自然基础,更重要的是决定于电力系统的需要及其在系统中所担负的任务。同样库容,同样电量(主要指保证日电量),在峰荷工作要比在基荷工作的装机容量大得多。而水电站究竟承担什么任务,由什么型式的电站承担则决定于系统的负荷特点和水火电厂的地域组合。故水电站的布局原则之一是从系统电厂结构出发,合理确定水电站规模,使电网经济、安全运转,发挥最大的经济效益。

在电网中,有一定比例的水电与火电联合运行比较经济的技术基础,在于水电站启动灵活,运行可靠,成本便宜,适合变负荷运行。但水电站受丰枯水季水量变化的影响,出力的季节变化较大,所以必须与火电配合,在系统中承担不同的任务。经验指出,在以火电为主的电力系统中,当水电在系统中占25%以下时,水电站的主要作用是调峰、调相和各种备用容量;水电在系统中比重为25~50%时,除上述任务外,还担任基荷;如果水电占系统比重大,系统中又多供热式机组,为保证供热和安全生产,即使汛期热电厂仍不能降低出力运行,则水电站需一直在尖峰工作;火电占系统比重大,且大型高温高压机组较多,又无足够的中温中压机组担任系统峰荷,很可能夜间有相当数量的空余电量,如果当地又有比较有利的地形地质条件,可考虑设置抽水蓄能电站,以夜间空余的电量抽水蓄存上池,白天发电换取峰部负荷,这样虽然运行中损失部分电量(约1/3),但与中温中压机组调峰比较,在经济上还是合算的。当系统中出现几个水电站联合运行的情况,可利用不同河流的水文特征的差异,通过高压电网联结,进行各水库水量或电量交换,取得水文补偿调节方面的效益,或利用不同水电站调节性能的差异,联合工作,提高系统保证出力。于是,将由一种特殊调节形式——补偿调节水电站承担这个任务。所以系统中的电厂结构不一样,在很大程度上影响着水电站的规模和布点。

我国电力工业发展史表明,正确确定一个地区的电厂结构对水电站布局影响很大。东北地区解放前曾被确定为“水主火从”的电力结构,并据此定了一些水电站的装机,事实上,东北水力资源并不丰富,“水主火从”的方针也不符合实际。随着经济建设的发展,水电在系统中的比重由1957年的50%下降为1978年的19%,现在电网内峰荷占20%。迫切要求增加水电调峰,相比之下,过去有些电站的装机显得小了一些,而不得不考虑扩大装机。另外,忽视区域规划和电力规划,对远景供电缺乏合理的电厂组合,给

经济上造成不应有的损失。如有的电网不注意发展水电,不得不让火电调峰,经济上极不合算。一台10万千瓦的机组,起动一次需30吨煤,停机一次需10吨煤,用来调峰起停频繁,增加煤耗,浪费很大。

鉴于上述,在水电站布局中,要从电力系统(往往又是一个基本经济区或基层经济区)的全局考虑,根据区内水火电资源;现有水火电厂组合和输电技术水平;工业生产水平、结构和区域经济发展远景;中长期用电负荷、结构及扩大供电范围的可能性等因素,确定合理的电厂结构,并经过详细的技术经济论证,确定水电站投入的规模、型式及开发程序。这样,不仅可使开发的水电站与整个河流的梯级开发相结合,而且又与系统中的各种电厂、工厂的地域组合相适应,使电力的产、供、销有机地统一起来,实现以较少的劳动消耗,最大限度满足国民经济的需要。

结合我国实际情况,水火电结构的地域分布大体应该这样:全国说来,南方水多,北方煤多,内地水多,沿海油多,水力资源和其他能源资源结合得比较好。西南地区可开发水力资源占全国68%,比较集中,中南和西北的水力资源约占全国的15%和10%,华北煤炭储量占全国60%,基本集中在山西、内蒙一带,河南和安徽也有比较丰富的煤炭,华东和东北水力资源和煤炭都比较少(见表2)。考虑全国能源区际平衡和上述几个因素,大体可分为两种类型:水主火从的电能地域组合和火主水从的电能地域组合。

表2 各大区能源资源情况*

Table 2 Figures of the energy resources of each region

地 区	项				目		
	可开发水力资源		1980年已开发水电		煤炭保有储量 占全国(%)	每年净调出(+) 净调入煤炭(-) (万吨)	
	装机容量 (万千瓦)	年电量占 全 国 %	年 电 量 (亿 度)	开 发 水 平 (%)			
全 国	37800	100	582	3.0	100.0		
华 北	700	1.2	13	5.7	60.2		+3842
东 北	1200	2.0	51	13.2	8.7		-1129
华 东	1800	3.6	90	13.1	6.9		-2095
中 南	6700	15.5	202	6.8	3.7		-1071
西 南	23200	67.8	120	0.9	11.3		+145
西 北	4200	9.9	106	5.5	9.2		+335

* 资料来源:①水力发电,1982, No 3, 13页。②能源, 1931, No 2, 6页。

1. 水主火从的地域组合 西南、西北、中南地区,目前水电在系统中居优势。三个地区水力资源总和占全国93.2%,煤炭保有储量占21.2%。西北地区陕西、新疆将新建、扩建少数火电厂,但由于煤炭开发规模限制,大型水电厂中近期不会上的太多,区内水电比重仍将继续上升,西南和中南水力资源丰富,煤炭集中于黔西、滇东、河南,不少负荷中心煤源不足,除重点地区发展火电外,应考虑以较多的水电替代火电。布局中有两个问题值得注意:一是水电工业与大耗电工业的地域组合,中南和西南有许多优良的水力坝址接近有色金属和电化工资源,是我国有色冶金工业建设的重点所在,应将水电建设与大耗电工业建设结合进行;二是考虑远期西电东送的要求。这两个因素对水电站规模和布点影响很大。

2. 火主水从的地域组合 华北水电工业基础薄弱, 水力资源占全国比重最小, 而煤炭探明储量最多, 产量也最高, 距负荷中心又近, 建立火电厂的条件远远优于水电。东北水电工业原有基础好, 但随工业发展, 建设了许多火电厂, 水电比重下降。水力资源已开发26%, 开发程度较其他地区为高, 区内黑龙江尚有很大潜力, 但近期不可能大力开展, 在建的白山、红石、太平哨, 太平湾等电站仍不能满足系统需要, 解决东北电力的主要途径是开发内蒙东部大煤田建设坑口电厂。华东的负荷中心在长江三角洲, 区内除浙江、福建两省水电比重较大外, 其他省以火电为主。从水力资源和开发程度看, 水电比重很难上升, 日益增长的电力需求, 中近期主要靠坑口电厂和原子能电厂解决, 这三个老工业区今后应以火电为主, 水电为辅。鉴于这些地区除国际河流外, 大的水力枢纽已基本开发完毕, 应重新规划流域水力资源, 抓紧大中型电站建设, 视电网需要和水力资源条件, 开发抽水蓄能电站。如京津唐工业基地所在的华北地区, 即使开发全部水力资源, 也不能满足系统调峰需要, 抽水蓄能电站建设势在必行。

三、水电站开发与区域经济发展

水电工业布局, 不仅是电源生产布局, 又是电力流通和消费布局。众所周知, 电力生产过程是“产供销”同时进行的, 它既不能储存, 也不能从电网之外调拨。此外, 水电站的建设工期较长, 一般需三至五年, 巨型电站则需十年。这些特点要求水电站建设, 在时间上与区域经济发展比例超前发展, 在空间上与区域各经济部门相协调而分布。建国以来水电建设的实践表明, 许多工程规模和特征值的选择, 并非单纯的水利计算和经济比较决定的, 而是通过政治、经济、技术的综合分析, 充分估计地区经济条件和发展远景确定的。所以, 水电站布局应以技术经济论证为基础, 以区域经济分析为主导, 综合考虑进行。

1. 与区域经济发展相适应 首先, 水电工业的发展速度和建设规模必须与区域经济发展水平相适应。否则, 水电建设超前太多或装机过小, 都会带来巨大的经济损失。如果电站设计装机容量过大, 投入运行后长时间大于系统负荷需要, 不能发挥全部装机作用, 就积压了国家资金; 若电站设计规模偏小, 运行后满足不了系统需要, 同样给经济和社会发展造成损失。根据资料分析, 由于能源不足造成的经济损失, 大约为能源本身价值的20~60倍。东北三省1982年缺电150亿度, 造成20%的生产能力不能发挥。全国七十年代末, 每年大约缺标准燃料1000余万吨, 缺发电装机1000万千瓦, 一年损失工业产值700亿元以上。又如江西省某水电站, 设计时对经济发展远景估计不足, 考虑的供电范围过大, 设计装机容量为6万千瓦, 投产后五年内未实现联网, 仅局限于局部地区供电, 系统负荷仅3.6万千瓦, 有40%的装机容量长期不能发挥作用。水电工业布局不仅要考虑地区经济发展水平和发展速度的影响, 而且要考虑区域经济结构的制约关系。结合我国具体情况, 区域经济结构主要考虑工农业生产的发展远景, 考虑工农业在用水、用电方面的矛盾转化关系及其对水电站规模和开发任务的影响。湖北白莲河水电站原设计以发电为主, 建成运行后, 由于农业发展迅速而变为以灌溉为主的综合

利用工程,使该工程很难全面发挥效益。佛子岭和官厅水库也程度不同的存在着类似问题。丹江口水电站规模,是在考虑了区域经济的远景变化,以近期为主确定了电站装机为90万千瓦,远景灌溉引水后,多余机组留作系统备用容量。这样,使电站既可在近期充分利用水力资源,又能与远期系统负荷需要相适应。

2. 与大耗电工业的发展相结合 水电工业基地对工业强大的吸引力,主要表现在对大耗电工业的布局上。原因在于大耗电工业生产用电量大,产品和原料的运输量小,及电费占产品成本比重大等因素所决定。大耗电工业在产品总成本中电能占20~40%,一般单位产品耗电在3000~6000度,提取一吨金属铝,综合耗电量20,000度。因此,大型水电站应结合矿产资源、水力资源、投资情况,考虑大耗电工业发展的可能性,合理布局水电站。大型水电站与大耗电工业相结合进行建设,已为中外水电建设实践所证明。苏联布拉茨克水电站利用附近丰富铁矿,发展了以电炉炼铁为主的工业群。我国黄河刘家峡水力枢纽,正是考虑了炼铝工业的远景布局,才在初期确定了较大的装机。吉林三大化工基地的设置,也与丰满电厂的位置分不开。然而,失败的教训也有,如西南和西北某些已建成或规划的水电站附近,并没有考虑大耗电工业的设置,相反;在水力资源贫乏,蕴藏量仅占全国0.3%的辽宁省,却一再扩建某些大耗电工业。近年,辽宁一方面严重缺电,另方面原料来自外地、产品又销往全国的有色金属冶炼业,其耗电量却占全省耗电量的20%左右。抚顺铝厂因缺电而闲置半数的设备能力未发挥作用,迫使该厂不得不将部分设备内迁,向电力基地或水电站靠近。

这说明,水电工业布局必须与区域经济发展水平和经济结构相适应,同时也提出加强布局中区域性研究的必要性。水电工业布局的区域性研究,是在一定地域范围内,以水力、动力为中心,对水电工业与其他工业、农业、城镇、人口和交通等区域因素的关系,进行综合分析,协调它们的用水、用电矛盾,合理确定流域开发方针和电站布局。

在区域研究的基础上,确定水电站在电力系统中的任务,为合理确定供电范围、选定设计水平年提供经济依据,最后计算系统负荷水平,编制负荷曲线,进行电力电量平衡,确定电站规模和各项特征值等技术经济计算和水能设计工作。

四、水电工业布局的集中与分散

集中与分散是水电工业分布同时存在的两种趋向,是互相矛盾着的两个方面。不同国家和地区的不同发展阶段,有时集中是矛盾的主要方面,有时分散是矛盾的主要方面。目前,世界上水电工业发展趋势是大电网、大容量和大机组。美国形成九个联合电力系统,其中最大的系统容量约为七千万千瓦。苏联将九十多个电力系统合并为几个较大的联合电力系统。西欧一些国家除本国内自成电力系统外还互相联成西欧电力系统。我国五十年代,基本上是独立的、分散的电厂(少数离城市近的水电站)供当地用电,仅有东北和京津唐两个电力系统,现在全国10万千瓦以上的电力网33个。大型化和集中化的同时,亦出现有小型和分散趋向。当前,某些发达的资本主义国家,由于电能组合改变,优越的水力坝址基本开发完毕,转而开发过去认为不经济、分散的小水电和低水头电站,

从而出现水电工业的小型化和分散趋向。六十年代以来,随着灯泡式机组的发展,刺激了低水头电站的开发,法、奥、瑞典、西德等国兴建有较多的低水头径流式电站。这种电站淹没损失小,土建工程简单,发电成本低,可充分利用水能资源,还可替代煤炭和石油等燃料资源。

鉴此,我国水电工业不宜太分散,也不宜太集中,应适应各时期的生产水平,大分散、小集中和先分散、后集中。在全国范围内,水电工业要适应资源开发和工业分布特点分散布局,在一个流域或一个河段,应该集中开发,集中布置。这样,便于大型骨干工程与调节性能低的中小型水电站结合布局,可较快发挥梯级调节效益,又便于施工队伍转移。先分散后集中,即先建分散的、独立的电站和小电网,逐步形成区域性电力网,再联合为统一的高压电网。水电工业布局的集中与分散,有两个问题需要加以研究。

1. 正确处理沿海与内地的水力资源开发 正确处理沿海与内地的水力资源开发,也是解决地域分布上的集中与分散问题。大工业分布在全国逐步趋向平衡是社会主义工业布局原则之一。水电工业布局要一方面满足沿海工业基地的动力需求,挖潜扩建或新建;另一方面要适应内地工业发展,布置新的水力枢纽,从而促进我国工业的均衡发展。

一九八〇年沿海地区工业产值占全国62%,而水力资源90%以上集中分布于内地,加以其他因素,形成了西电东送的基本格局。基于这一特点,水电工业布局的长远战略部署,宜将开发重点逐步转向内地大江、大河,加快西北、西南和中南地区的水力资源开发。中南区地处沿海与内地的过渡地带,对支援沿海工业和联结东西部电网有重要意义。近期仍应重视华东、华北和东北的水电建设,它们的工业生产设备潜力大,经济效益高,同样投资1亿元,沿海地区净产值为9730万元,内地仅4140万元¹⁾。同时,系统中火电占90%左右(指电量),迫切需要水电担负系统调峰任务。

2. 大中小型结合,积极开发农村小水电 在集中开发大型骨干工程以满足大工业需要的同时,积极开发分散的小水电,是水电工业布局的一个重要方面。这样可以节省远距离输电的大量材料消耗,作到电力电量就地平衡,促进农业现代化和乡镇企业发展,促进工农结合。列宁指出:“在农村中建立起小型电站,起了相当重要的作用。应该坦白地说,这些往往有些分散,但分散也有分散的好处。这些小型电站在农村中形成新的现代大工业的中心。”²⁾集中与分散相结合,大型与中小型相结合,是水电工业布局相互依存相互补充的两个侧面,是长远的战略方针。我国小水电资源丰富,潜力很大,已开发容量占可开发容量的十分之一。这些资源的开发,具有投资少,见效快,可以和农田水利相结合,能适应农村分散的、可靠性要求不高的农业用电要求。特别在大电网达不到的地方,大力开发小水电,可促进地方资源的开发,就地产销,为农业生产服务。对改变我国农村面貌,缩小城乡差别和工农差别有重要意义。1981年底,全国1500个县中建立了小型水电站共8.5万座,总装机容量757万千瓦,占全国水电总装机容量

1) 陈栋生,基本建设布局与经济效果,工业经济管理丛刊,1981,6期。

2) 《列宁全集》第33卷,人民出版社,157,141—142页。

3) 世界经济导报,1982.8.30,第8版。

的三分之一,年发电量 144 亿度, 占全国水电总发电量的 22%, 3) 农村用电量由 1952 年的 0.43 亿度提高到 1979 年的 100 多亿度, 占全国总发电量的 20%。

参 考 文 献

- [1] 刘再兴编, 中国工业布局学, 中国人民大学出版社, 1981, 167 页。
- [2] 马洪、孙尚清编, 中国经济结构问题研究, 人民出版社, 1981。
- [3] 电力工业部成都勘测设计院主编, 水能设计, 电力工业出版社, 1981。
- [4] 华东水利学院水文系编, 水利计算及规划, 中国工业出版社, 1962。
- [5] A.A. 斯杰潘科夫著, 水能经济基本问题, 水利电力出版社, 1958。

AN APPROACH TO PROBLEMS OF DISTRIBUTION OF HYDROELECTRIC STATION

Liu Donghai

(Institute of Geography, Henan Academy of Sciences)

ABSTRACT

From the viewpoint of objective economy, the paper expounds following problems: the arrangement principle of hydroelectric station and rational development programme with stair-shape based on features of all over basin the correlations between development of hydroelectric resources and inundation loss, and between the utilization of waterpower resources and management of ecological environment; rational arrangement of hydroelectric station in the light of regional component of electric powers; adaptability of the station to regional economic development etc. Finally, the paper makes an approach to concentric or decentralized arrangement on hydroelectric industry.