

文章编号 :0559-9342(2005)09-0065-04

抽水蓄能电站规划设计中值得注意的几个问题

赵士和

(中国水电工程顾问集团公司,北京 100011)

关键词:抽水蓄能电站;规划设计;环境影响;经济评价

摘要:抽水蓄能电站规划设计过程中,首先应在抽水蓄能电站普查的基础上搞好选点规划工作,经过技术经济论证,确定第一期开发工程和开发顺序,进而根据所选站点面临的电力市场特点和态势,开展工程建设必要性的论证;对于不同地区不同层次电网的需要,应贯彻大、中、小并举的方针,抽水蓄能电站一般位于大城市或风景区附近,开展前期工作时要充分注意对周围环境的影响,抽水蓄能电站的生存和发展更寄托于电价体制的改革。

Several noticeable problems in the planning and design of pumped-storage power plants

Zhao Shi-he

(China hydropower Engineering Consulting Group Co., Beijing 100011)

Key Words: pumped-storage power plant; planning and design; environmental impact; economic assessment

Abstract: In the planning and design process of pumped-storage power plants, the construction sites should be carefully planned on the base of PSP general surveying at first. The first stage project and its construction sequence are decided after economic and technical argumentation. Second, the necessity of pumped-storage power plants is scrutinized on the analysis of power market trends. The size of pumped-storage power plants should be determined according to the requirements of local power market. Third, the environmental impact of pumped-storage power plants should be carefully assessed since such plants are often located in environmental sensitive area. The survival and development of pumped-storage power plants depend on the reform of power price system.

中图分类号:TV212.5;TV743

文献标识码:A

从抽水蓄能电站诞生和发展的历史看,它是电力系统逐步发展的需要,也是经济增长并发展到一定程度的产物。世界各国是这样,我国也是这样。从 1882 年瑞士苏黎世诞生第一座抽水蓄能电站以来,已经历了 100 多年,世界各国特别是经济发达国家,均十分重视抽水蓄能电站在电网中的作用,尤其在常规水能资源基本开发完毕的国家和地区,抽水蓄能电站将成为水电建设的主流。

我国抽水蓄能电站建设起步较晚,而在国家实施改革开放以来发展较快,目前从电站的规模上已跻身世界前列,其中包括世界上装机容量最大的(2 400 MW)广州抽水蓄能电站。但从全国抽水蓄能电站占总装机容量的比重来看,目前尚不足 1.5%,计及在建、待建的抽水蓄能电站,预计到 2010 年也只有 2.0%~2.5%左右。这与世界上一些发达国家相比,差距很大;与一些发展中国家相比,也有差距。这是关系到电网运行质量和管理水平的重大问题。

为了迎接新世纪水电建设的高潮,除了大力发展西部水电,实现“西电东送”的战略目标外,还应在受电地区配备足够的抽水蓄能电站,从而达到优化电源结构和改善电网供电质量的目标。因而抽水蓄能电站建设将是新世纪水电建设高潮

中的重要组成部分。目前东部地区各电网,中、西部地区部分电网相继开展了抽水蓄能电站选点规划以及一批站点的预可行性研究、可行性研究等前期工作。笔者根据近几年接触抽水蓄能电站前期工作的实践,结合已建、在建、待建工程的具体情况,就抽水蓄能电站规划设计中的几个值得注意的问题与大家探讨。

1 应搞好抽水蓄能电站选点规划

抽水蓄能电站的选点规划是在负荷中心的附近地区寻找可能开发的站址,可选面较宽广,不象常规水电站那样只能沿着河流(包括干流和支流)寻找合适的站址。宜先开展普查工作,摸清给定区域范围内所有可开发的抽水蓄能电站站址的基本建设条件,比较后从中选出若干个建设条件较好的站址,进行规划阶段的勘测设计工作,通过技术经济论证,确定第一期开发工程和开发顺序。

收稿日期:2004-07-06

作者简介:赵士和(1945—),男,江苏常熟人,教授级高工,从事水电规划工作。

广州抽水蓄能电站位于广东从化市的吕田镇,是在以广州为中心 100 km 范围内优选出来的。该电站自然条件较好,无论是上、下库成库条件还是落差,都比较理想,装机可达到 2 400 MW。但考虑到电力系统的需求,广州抽水蓄能电站分两期开发,一期先装机 4 台,共 1 200 MW;并根据电力系统进一步发展的需要,建设二期工程。目前根据西电东送的形势,为了更好地接纳西电,并确保岭澳核电站建成后广东电网仍能安全稳定运行,正在筹建惠州、深圳等抽水蓄能电站。山东电网是一个大型的纯火电电网,严重缺乏调峰电源,从电网对于抽水蓄能电站的需求来看,泰安抽水蓄能电站采取一级开发一次建成全部投入运行也是可以的。但考虑到一次开发的水头高于 700 m,技术难度和投资较大,筹集资金有一定困难,加之工期长,难于满足电网近期发展的需要。因而,在山东省抽水蓄能电站选点规划报告审查会上,肯定了泰安抽水蓄能电站两级开发方案,认为该方案先开发泰安一级适应山东电网早投产发电的需要,资金筹集及技术难度相对较小,较为现实可行。江西省抽水蓄能电站的选点规划,推荐洪屏、柘林和云居山三个站点参加首期工程比选。由于云居山站址条件相对较差,上水库受淹没控制,并存在云居山真如寺等环境敏感问题,建设条件相对较差,而洪屏、柘林均具备修建高水头、大容量抽水蓄能电站的条件,只是考虑到江西电网负荷发展的实际情况,选择进出水口、厂房等建筑物在工程布置上具有较大的灵活性,分期建设条件较好的洪屏抽水蓄能电站作为第一期工程。福建省在普查工作的基础上,选择了福州鼓岭、仙游西苑、安溪龙门、永泰白云和漳州长泰等站址开展了选点规划阶段的工作。从建设条件来看,5 个站点均较好;从电站所在的地理位置来看,仙游西苑抽水蓄能电站地处福建省最大的负荷中心和火(核)电源基地中心区域,且为 500 kV 线路必经之地,送受电条件好,接入系统方便,也可分期开发。故选点规划审查时,将仙游西苑抽水蓄能电站选为第一期工程。

目前全国已有一部分省份,对省内抽水蓄能站址做了全面的普查和选点规划工作,而大部分可能配置抽水蓄能电站的省(区),还没有全省的抽水蓄能选点规划,或做得很粗,达不到深度。这既不利于所在省的调峰电源优化配置工作,也不利于抽水蓄能电站的建设,应补上这一课。

2 工程建设必要性的论证是前期工作阶段的主题

抽水蓄能电站前期工作阶段,首先应弄清所在电网的负荷水平、负荷特性和电源结构,调峰电源的缺口,以及对调频、调相、事故备用等动态功能的需求,建设必要性的论证是整个前期工作阶段的主要任务之一。装机规模首先要适应负荷发展需要,合理的装机规模取决于电力系统调峰填谷的需要、安全稳定运行的要求和抽水蓄能电站本身的技术经济条件,其次应考虑与负荷中心的距离,宜选在经济发达、负荷比较集中的地区,尽量靠近人口集中、工业发达的大城市。

已建、在建的抽水蓄能电站都经历过前期工作阶段工程建设必要性的论证。从选点规划、预可研、可研,一直到报项目可行性研究报告之前的评估,工程建设必要性的论证始终是十分重要的,也是上级领导机构和业主单位极为关注的问题。

随着我国抽水蓄能电站建设事业的逐步发展,其必要性的论证曾经历了以下过程(可分为三个阶段):

2.1 火电为主电网建设抽水蓄能电站的必要性

首先是结合十三陵、广蓄、天荒坪等抽水蓄能电站开展的前期工作,论证其建设必要性。当时争论的问题是“四度电换三度电是否合算”和“抽水蓄能电站在电网中是否省煤”,从而推论到建设这些抽水蓄能电站是否必要。通过广泛的讨论,大家统一了认识。十三陵抽水蓄能电站是国内研究最早、争论最多、宣传论证最充分的第一座大型纯抽水蓄能电站。从 20 世纪 70 年代开始规划,中间进行勘测设计、论证和宣传,直到 90 年代开工建设,前后近 20 a 时间。十三陵抽水蓄能电站前期工作过程中涉及抽水蓄能电站作用与效益的认识,以及火电为主电网建设抽水蓄能电站的必要性、经济性等方面的论证。通过论证,提高了我国对于抽水蓄能电站的研究水平,加深了社会各界对抽水蓄能电站的了解和认识,大大促进了抽水蓄能电站在我国的发展。天荒坪抽水蓄能电站所在的华东电网,是一个水电比重逐渐减少的电网,其论证工作与十三陵抽水蓄能电站相类似。此外,为配合大亚湾核电站的建设,开展了广州抽水蓄能电站一期工程建设必要性的论证,该论证使大家对抽水蓄能电站如何配合核电站的问题有了进一步的认识。紧接着是河北张河湾、山东泰安、山西西龙池、浙江桐柏、江苏宜兴、安徽琅琊山等抽水蓄能电站建设必要性的论证,是火电为主(或与核电配套)的电网在前期阶段论证工作的继续和深入。

2.2 水电比重较大但调蓄性能较差的电网建设抽水蓄能电站的必要性

通过已建抽水蓄能电站的运行实践,以及在建、待建抽水蓄能电站前期阶段的勘测设计和论证工作,对于无水电或水电比重较小的电网需要配置抽水蓄能电站有了比较一致的看法,但对于水电比重较大,调蓄性能较差的电网是否需要建设抽水蓄能电站,则存在着不同的看法。这是抽水蓄能电站继续发展需要研究和解决的重要问题之一。这些电网,枯水期并不缺少调峰容量,而丰水期水电缺乏调节能力,若要调峰,则会产生弃水调峰现象。其中比较典型的是湖北电网(属于华中电网的组成部分)白莲河抽水蓄能电站建设必要性的论证。

在白莲河抽水蓄能电站建设必要性的论证过程中,大家对于其汛期减少湖北电网水电弃水调峰的效益并不怀疑,但对于其非汛期效益的评价则争论很大。有的专家认为水电比重大的电网不一定需建抽水蓄能电站,即使建成了,每年只有汛期 3~4 个月才能发挥作用,为了调峰让水电弃水,虽浪费了电能,但可节省电源建设投资。这种论点在一定范围内曾被不少人所接受。事实上,像华中电网(含湖北)这样的电网,丰水期负荷高,水电比重大而缺乏调节能力,抽水蓄能电站调峰填谷作用能替代相应容量的火电机组,减少水电弃水调峰,枯水期峰谷差大,在充分利用水电调峰的情况下,抽水蓄能电站是较火电调峰更为灵活、经济的调峰设施和系统备用的保证,可提高系统火电利用小时,确保电网安全、稳定、经济运行和供电质量。目前,通过有关部门的分析和论证工作,这些道理已被大多数人所接受,包括一些长期从事火电和电网工作的专

家。除此以外,风电比例高的省份,也逐步开展了风力发电与抽水蓄能电站联合开发的研究工作,研究把随机的、质量不高的风力发电量转换成稳定的、高质量电能的可行性和经济性。以此说明风电比例高的省份建设抽水蓄能电站的必要性。

2.3 “西电东送”实施过程中建设抽水蓄能电站的必要性

当前,国家实施“西部大开发”战略,推进了“西电东送”的进程,提供了水电大发展的历史机遇;在此基础上将加速东、西部间联网,进而实现“西电东送,南北互供,全国联网”。联网以后是否还需要建设抽水蓄能电站呢?届时抽水蓄能电站将发挥何种作用,这是值得研究的问题。国内外的实例均说明了电网越大,保证电网安全稳定运行的难度越大,一旦出现事故,造成的损失也越大。抽水蓄能电站的快速反应和一系列动态功能,是排除重大事故、保证电网安全稳定运行的保障。

我国广东省是最早的西电受电地区之一。天生桥一、二级水电站距离广州1000 km左右,强大的电流送往珠江三角洲地区,弥补了该地区的电力不足。但远距离输电往往易发生事故,出现西电解列的现象;此外,广东电网还会出现核电、火电机组跳机甩负荷等情况。1994年5月至1996年期间,共发生上述事故66次,均因广州抽水蓄能电站的迅速投入,防止了事故的扩大,帮助电网及时恢复了正常供电。广蓄在广东电网中的运行实践,说明了“西电东送”的受电区配备抽水蓄能电站的必要性。然而,由于目前广东电力系统的负荷特性和电源结构,送电方式还受到一定的限制,如要求西电高峰时段多送,低谷时段少送,这样就加重了西部送电地区电网调度的负担。随着广东用电的快速增长和云南、贵州等省份“西电东送”力度的加大,为解决上述问题,广东省正在筹建惠州、深圳等抽水蓄能电站。

总之,随着“西电东送”工程的进一步发展,无论是华南还是华东、华中、华北等广大受电地区,甚至包括与华北电网相联的东北、山东电网所在地区,都应配备一定比例的抽水蓄能电站。当然,在研究西部水电的装机容量和输变电工程规模时,应考虑是否经济合理?还应兼顾送、受电地区电源结构的优化问题。这样,既有利于东部地区更好地接纳西电,也有利于东、西部两地区电网的安全、稳定和经济运行。

3 抽水蓄能电站的发展应大、中、小并举

为满足电力系统调峰填谷和安全稳定运行的需要,各电网建设一批抽水蓄能电站是十分必要的。从我国当前电力系统的实际情况出发,发展大电网,增装大机组,是电力工业发展的必然趋势。随着配置相应的调峰电源,包括有重点地建设一批高水头、大容量、起骨干作用的抽水蓄能电站,是优化电源结构、建设现代化电网必不可少的措施。

然而,电网的结构是分层次、分地区的。电网中有500 kV等级的输电线路和网架,也有220、110 kV等电压等级的输电线路。如天荒坪抽水蓄能电站建成投产后接入500 kV电网,500 kV网架在苏、浙、皖三省和上海市均有落脚点,故对三省一市电网的安全稳定运行起着关键的作用。但地区供电主要靠220 kV线路,由500 kV到220 kV要通过变电站,有电能损失,容量交换还要受变压器容量限制,故在地区电网范围内

建设适当规模的中、小型抽水蓄能电站可以弥补这一缺点,溪口抽水蓄能电站建成后就在浙江宁波地区电网中发挥了明显的作用;另外如安徽响洪甸、湖北天堂、江苏沙河等中、小型抽水蓄能电站均在所在地区电网中发挥了重要的作用。所以应对不同地区、不同层次电网的情况因地制宜地作具体的分析。抽水蓄能电站的发展,不仅要和大电网相联系,而且要与地区经济相联系,与不同地区特点相联系。如果在某一地区,建一个中、小型抽水蓄能电站,直接服务于这个地区的经济发展,这个抽水蓄能电站根据该地区负荷水平和负荷特性进行设计,必将适应当地用电的要求,从而会促进该地区经济发展,受到人们的欢迎。这就是为什么有些经济发达地区要求兴建为本地区服务的中、小型抽水蓄能电站的原因。

因而,在抽水蓄能电站的发展过程中,应根据我国电力工业的实际和电网发展情况,积极地、有重点地发展一批大型抽水蓄能电站,并根据所在地区的实际情况因地制宜地发展中、小型抽水蓄能电站,来满足不同地区、不同层次电网的需要。同时,中、小型抽水蓄能电站投资少、见效快,直接为地区经济服务,灵活而富有生命力,能破除抽水蓄能技术的神秘感,综合利用各种能源和技术,是一个地区抽水蓄能电站从无到有的捷径。尤其是某些地区,抽水蓄能电站资源丰富,但由于种种原因,建设大型抽水蓄能电站尚不具备条件,可争取先建设一个中等规模的抽水蓄能电站。浙江、安徽、江苏、湖北和河南都经历了这样的过程,尤其是湖北省,正当大家在争论水电比重大而调节性能较差的华中电网是否要建设抽水蓄能电站时,一座70 MW的天堂抽水蓄能电站悄然出现在鄂东大别山区,她给电网带来的效益,为白莲河抽水蓄能电站建设必要性的论证提供了一个活生生的例证。这就是中、小型抽水蓄能电站的建成,尤其是运行中能为电网运行调度带来实惠的宣传效应,也将为该地区大型抽水蓄能电站的建设铺平道路。

4 抽水蓄能电站建设与环境

抽水蓄能电站一般水头较高,上、下水库的容积较小,输水系统和厂房常布置于地下,故从总体来讲,抽水蓄能电站建设对自然环境的影响比一般常规水电站要小。但由于抽水蓄能电站的位置大多紧靠负荷中心,建在用电集中的大城市附近,有时靠近甚至位于风景名胜区内,因而在选点时应充分注意对周围环境的影响,有时由于环境方面的制约,不得不放弃地形、地质和水源条件均较好的站点。

一方面,为了减少施工期废水、废气、废渣对自然环境的破坏,应对库盆和道路的开挖、废渣和建筑材料的堆放、施工场地和生活区的布置、运输车辆和施工机械的管理进行深入研究,进行详细的规划设计,采取防治措施,并认真执行。另一方面,在城市附近和风景区建设抽水蓄能电站时,应注意城市规划和风景区规划对电站建设的要求。在设计中,地面建筑物可采用美观合理的形式,建筑材料和色彩应与周围的自然环境相协调,必要时还应进行美化、绿化规划。

我国抽水蓄能电站的建设历史不长,但对建设中的环境问题却给予了高度重视。已建成的广州抽水蓄能电站,距广州市90多km,距著名的疗养胜地从化温泉仅30多km。电站的

上池和下池形成了 1~1.5 km² 的宽阔水面,下池周围崭新的移民村和多种多样的绿化、美化措施,使其成为一个山水相映的美丽公园;上池建在高山之巅,成为名符其实的“天池”,冬季来临,偶而遇到天池结冰,便成为南国一景。以上这些,吸引着人们去观光游览。

十三陵抽水蓄能电站位于首都近郊,下库已成为旅游区,其环境问题更加为各方关注。由于在电站建设中,较好地处理了各种环境问题,使电站的建设与环境的美化相辅相成,取得了很好的效果。如利用工程弃渣建成了蟒山森林公园,已成为人们旅游观光的景点;在征用土地时精打细算,达到了能不占的坚决不占,能少占的不多占,能用荒地不占耕地的目的;在道路建设中,尽可能走背面坡,不穿或少穿密林区,减少林木砍伐,开挖时不放大炮,妥善处理弃渣,坚持修较高级的混凝土路面,边修路边绿化,引进高速公路的护栏,在上池、下池附近还建造了美观大方的建筑物,采取了美化、绿化措施,以便与周围环境相协调。

雾灵山抽水蓄能电站位于河北省兴隆县境内,装机容量为 2 000 MW,平均水头 1 000 余 m,是一座建设条件较好的抽水蓄能站址。但站址位于雾灵山自然保护区的核心区,在施工和运行期间会对自然保护区产生较大的影响,要采取减免措施难度很大,林业部门不同意在此建设抽水蓄能电站。为了这一点,按环保“一票否决制”的原则放弃了这一个站址。

总之,大多数抽水蓄能电站的建设仅在施工期对周围的环境有一定的影响,从长远来看,不仅不会污染和破坏环境,反而会改善、美化环境,甚至可为当地环境生辉。如果抽水蓄能站址位于或紧邻等级较高的自然保护区、风景名胜区和文物保护单位,则应分析其对该地区的影响和实施减免措施的难度,最终确定是否放弃这个站址。

5 抽水蓄能电站与常规水电站经济评价的异同

水电水利规划设计总院接受原国家电力公司委托,在总结和分析《水电工程项目经济评价实施细则》多年实践的基础上,根据抽水蓄能电站的特点,按照国家和电力行业的法规、财税制度、信贷政策和电力市场改革的趋向,编制了《抽水蓄

能电站经济评价暂行办法实施细则》。现将抽水蓄能电站和常规水电站经济评价的异同分述如下:

(1)无论是抽水蓄能电站还是常规水电站,在国民经济评价时,均需从电力系统整体出发,进行“有”、“无”设计电站方案比较,不仅要进行逐年的电力电量平衡分析,还要进行相应的调峰能力平衡分析。对抽水蓄能电站而言,为选择经济合理、技术可行且具有代表性和现实性的替代方案,应进行系统电源优化规划;同时,还需根据不同类型火电机组煤耗特性,分析计算“有”、“无”抽水蓄能电站时系统煤耗总量的差别。

(2)无论是抽水蓄能电站还是常规水电站,在财务评价时,为适应电力市场新的形势,已由原来按还贷年限反推上网电价逐步过渡到按全部投资(或资本金)财务内部收益率(8%或 10%)推算上网电价。常规水电站的效益主要是电量,仅按电量来衡量其财务效益是可以的;若能区别峰、谷电价,则对于具有较好调节性能的水电站更为有利。但对于抽水蓄能电站来说,一方面它不属于能源资源的开发,而是将低谷电能转换为高峰电能的转换器;另一方面其效益主要体现在容量和动态功能上,且运行过程中电量还有损失。因此,抽水蓄能电站的特点决定了应执行峰谷电价和两部制电价制度,否则其难于在电力市场中生存和发展。

(3)无论是抽水蓄能电站还是常规水电站,都具有调峰、调频、调相和事故备用等动态功能,抽水蓄能电站比常规水电站更胜一筹。国外发达国家的电力市场都有一套计算水电站动态功能的方法和标准,并据此收取相应的费用。我国电价改革的近期目标是推行峰谷电价和两部制电价,计算动态功能价格则属于远景目标。因而,加快电价体制改革的步伐,能促进我国水电事业的发展;而水电的发展,尤其是抽水蓄能电站的生存和发展,更寄托于电价体制的改革。

参考文献:

- [1] 赵士和. 抽水蓄能电站[A]. 见:赵毓昆主编. 中国水力发电工程规划经济卷. 北京:中国电力出版社, 2000.
- [2] 梅祖彦,赵士和编著. 抽水蓄能电站百问[M]. 北京:中国电力出版社, 2002.

欢迎订阅 2006 年《水利建设与管理》(双月刊)

《水利建设与管理》由水利部主管,水利部水利建设管理总站主办。本刊是国家科委批准的集实用性、技术性和学术性于一体的国内外公开发行的学术性双月刊。国内统一刊号 CN11-4446/TV,国际标准刊号 ISSN1005-4774。

本刊主要宣传报道水利方针、政策、法规,反映水利建设与管理实践。设有工程设计施工、建设管理、防洪抢险、招标投标、工程监理、工程管理、工程加固、河道整治、水资源利用,经验交流、大中型水利水电的监管动态及信息传递等 10 多个栏目,并刊登国内外广告。

本刊主要面向水利行政管理单位、企事业单位的领导、管理者和从事水利勘测、设计、施工、管理的技术人员,也可供大专院校的师生学习和参考。

本刊为双月刊,彩色封面,大 16 开本,每双月 23 日出版,每期定价 10 元,全年 6 期,共计 60 元(含邮寄费)。各地邮局发行,邮发代号 2-781,也可直接与编辑部联系。欢迎单位和个人订阅。

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告

地址:北京市海淀区复兴路甲 1 号 邮编:100038 电话:010-63204315 传真:010-63204314 E-mail:abcd632@263.net