

兴建抽水蓄能电站是我国电力工业建设的重要任务

Building of Pumped Storage Power Stations Is an Important Aspect of Electric Power Construction

梅祖彦

(清华大学水利水电系,教授 北京 100084)

一、我国电力工业的发展形势

经过解放以来近 50 年的建设发展,我国已成为世界上的能源大国。我国到 1999 年底全国发电机组总装机容量接近 300GW(3 亿 kW),年发电量超过 1 300TWh(1.3 万亿度),两项均居世界第二位。我国热力发电及核电在总装机容量中占全国总量的 75%,年发电量占 82%,而水力发电在总装机中只占 23%,发电量只占 17%。

我国水力资源在世界上居首位,理论水电资源为 680GW(6.8 亿 kW),可经济开发容量为 405GW(4.05 亿 kW)。但是到目前为止,实际开发的水电资源只有 17%,可见我国的水电发展程度与天然资源条件是十分不相称的,在世界较大国家中是属于后进的。

我国的能源结构以燃煤发电为主,热发及核电机组适合于担负电力系统的基荷及腰荷,水力发电机组适于担负峰荷。但是我国几个大电力系统,如华北、东北、华东等的水电装机容量比重均在 17% 以下,其中华北系统只有 4%,国内有的电力系统虽水电比重高一些,如华中系统(38%),但系统中的大型水电站需要担负基荷发电,而且受季节性径流的影响,没有很多调节能力,有时则需大量弃水才能使水电站参与调峰。因为各系统的调峰能力不足,很多火电厂被迫使用中型热力机组来调峰,这样做既耗费燃料又损伤设备。

二、我国发展抽水蓄能电站的迫切性

随着工农业和城市建设的迅速发展,电力负荷在一天之内的波动幅度在不断增长,负荷和峰谷差的绝对值和相对值都在不断上升。现在电力系统的发展问题已不是容量不足而是调峰能力不足,对于一些火电比重很大或常规调峰水电比重很小的电网,如何缓解电网调峰问题,保证电网安全、经济、

稳定运行已是当前的突出矛盾。

现在能够担任调峰的电力设备,除常规调峰水电机组外,有调峰火电机组、燃气轮机、内燃机组和抽水蓄能机组等,而抽水蓄能机组具有十分独特的工作方式,是一种非常有效的调节手段。抽水蓄能机组利用上下水库之间的高程差,在负荷低谷时将水抽到水库中,到负荷高峰时将水放下来发电,它具有水电机组起动快速和调节灵活的优点,能很有效地应付负荷变化,并能吸收剩余电能,因之多年来在国外已得到广泛的应用。

当前的能源发展研究结果表明,为达到必需的电网调节能力,电力系统中应至少装有总容量 5% 的抽水蓄能机组,若要达到较好的调节能力则需要有总容量 10% 的蓄能装机。按此计算,我国在 2000 年初已经有 300GW 的装机容量,则应该建有 15~30GW 的抽水蓄能电站。同时各电力系统的发展也很迅猛,预估的最大负荷和峰谷差如表 1 所示。可以看出随电力系统容量的增加,峰谷差将以更高的比例上升。故在 21 世纪的初叶,全国电力系统在保证发电质量方面仍将处于紧张状态,对抽水蓄能电站的需求将不断增加。

表 1 我国几个大电力系统的发展趋势

电力系统	华东	华北	东北	华中	华南
1992	最大负荷MW	20 040	17 280	15 980	13 720
	峰谷差MW	6 660	5 400	5 820	5 500
2000	最大负荷MW	35 360	37 600	33 400	24 500
	峰谷差MW	12 320	13 910	14 650	7 940
2020	最大负荷MW	150 000	158 280		85 200
	峰谷差MW	75 000	61 730		37 480

三、我国抽水蓄能电站建设情况

我国自改革开放以来,已新建了 8 座抽水蓄能电站,总容量将达 5.6GW(560 万 kW)(如表 2 所示),但这也只相当 2000 年总装机容量的 1.9%,如

前节所述,距国内需求及国际水平尚相差很远。

广州抽水蓄能电站是我国第一座大容量现代化的蓄能电站(4×300MW,H=500m),运行6年来在广东电网发挥了重要作用,使大亚湾核电站及广东南部包括香港的几座火电站能够保持高负荷稳定运行。因为广蓄一期电站的功效益十分显著,随即修建了同样容量的广蓄二期电站,今年已全部竣工。十三陵抽水蓄能电站是华北电网的第一座蓄能电站(4×200MW,H=430m),自1996年全面投入商业运行后有力地改善了京津唐系统的发电质量,消

灭了电网内限电拉电现象。建设于浙江省西部的天荒坪抽水蓄能电站(6×300MW,H=526m)是华东电网的首座大型蓄能电站,2000年全部建成。这个电站容量大,能有效地解决华东系统内调峰能力不足和低谷电能过剩的问题。

现在尚有一批中大型抽水蓄能电站在设计和建设中(如表3所示)。到10年以后,我国蓄能电站建设的比重可能达到3~4%,不过距推算的需求水平还相差很远。

表2 我国已建成的抽水蓄能电站机组

电站名称	电站地点	电站类型	机组型式	装机容量/MW	水头范围/m	转速/r.min ⁻¹	建设进展	制造厂名
潘家口	河北	常蓄结合	混流可逆	3×90	85/35	142.8/125	1991投产	意EWDP
广蓄一期	广州	纯蓄能	混流可逆	4×300	523/500	500	1994建成	法GEC
十三陵	北京	纯蓄能	混流可逆	4×200	475/418	500	1996建成	美Voith
溪口	浙江	纯蓄能	混流可逆	2×44	271/237	600	1998建成	瑞SEW
响洪甸	安徽	常蓄结合	混流可逆	2×55	64/27	125/107	1998建成	东电
羊卓雍湖	西藏	纯蓄能	组合式	4×22.5	842/809	750	1998建成	奥Voith
天荒坪	浙江	纯蓄能	混流可逆	6×300	607/512	500	2000建成	挪Kvaerner
广蓄二期	广州	纯蓄能	混流可逆	4×300	536/494	500	2000建成	德Voith

注:以上8座抽水蓄能电站装机总容量为5600MW,如包括在台湾的明湖和明潭两座蓄能电站,则容量共为8200MW。

表3 我国规划中和在建的大中型抽水蓄能电站

电站名称	电站地点	电站类型	装机容量/MW	水头范围/m	年发电量/GWh	年耗电量/GWh	电站效率/%
张河湾	河北	纯抽水蓄能	4×250	346/291	1675	2204	76.0
西龙池	山西	纯抽水蓄能	4×300	626/698	1999	2776	72.0
板桥峪	北京	纯抽水蓄能	4×250	401/341	1460	2000	73.0
遥桥峪	北京	纯抽水蓄能	4/8×300	578/518	1460	1920	76.0
呼和浩特	内蒙	纯抽水蓄能	4×300	513	2000	2667	75.0
泰安一级	山东	纯抽水蓄能	4×200	220	1338	1783	75.0
蒲石河	辽宁	纯抽水蓄能	4×300	230	1880	2560	73.4
荒沟	黑龙江	纯抽水蓄能	4×300	451/404	1413	1867	75.7
响水洞	安徽	纯抽水蓄能	4×250	218/176	1670	2390	70.0
琅琊山	安徽	纯抽水蓄能	4×150	146/112	856	1172	73.0
桐柏	浙江	纯抽水蓄能	4×300	236	2010	2792	72.0

四、抽水蓄能电站的经济评价

在具体考虑抽水蓄能电站的经济效益时,通常按以下分项进行评价。

1. 属于静态效益性质的有:容量效益——抽水蓄能电站和具有同等承担负荷能力的常规发电站的投资费用之差称为抽水蓄能电站的容量效益;能量效益(能量转换效益)——抽水蓄能电站利用负荷低谷时的低成本电能来替换高峰时高成本的火力发电,它们的运行费用之差即为抽水蓄能电站的能量效益;节煤效益——因蓄能机组吸收了负荷低谷时的剩余电能而带来的全系统的火电平均煤耗的下降。

2. 属于动态效益性质的有:调峰效益——有计划或临时地担负高峰负荷能力所产生的效益;调频效益——随负荷变化趋势增减负荷的能力(负荷跟随能力或爬坡能力)所产生的效益;事故备用效益——对于电网的事故备用能力(特别是能很快投入的旋转备用能力)所产生的效益;调相效益——和常规水电机组一样,提供无功电力的能力所产生的效益。

3. 经济评估方法 属于静态性质的效益比较容易用常规水电工程经济分析方法来确定其价值,而属于动态性质的效益主要是随抽水蓄能机组的问世才提出来的问题,目前尚缺乏准确的估算方法,国内外研究和设计单位都在寻找适用的标准。有一种方法是对每项动态效益赋予一个单位kW的

论我国农业科技进步的模式选择

On the Option of Patterns of China's Agricultural Scientific and Technical Progress

马述忠 黄祖辉

(浙江大学管理学院 杭州 310029)

科技是第一生产力,科技进步对生产的发展有着巨大的促进作用,这早已成为人们的共识。据研究,发达国家农业增长的科技贡献率高达 60%~80%,而我国的这一比例却一直偏低(如表 1 所

示)。而要积极有效地推动农业科技进步,只有遵循农业科技进步的内在规律才行。因此,根据我国的具体国情,选择切实符合我国市场发展要求和技术发展规律的农业科技进步模式,已成为摆在我们面

节约值,在蓄能电站的造价中减去此值,使得蓄能电站和替代电站相比有更大的竞争力。另一种方法是按抽水蓄能电站的各种动态功能,推算出蓄能电站比替代电站每年所节约的运行及维修费用,由此可以表明蓄能电站的经济性。

抽水蓄能电站的总体经济效益是三项效益的总和:容量效益(基本投资的节约)+能量效益(运行费用的节约)+动态效益(折合成节约值)。

对于一般的抽水蓄能选点,只要有充分的电力系统资料,包括系统的组成和发展规划及预期的基建和运行费用,经过分析研究,都可以证明抽水蓄能电站的经济效益会高于作为替代方案的热电站。

五、我国今后建设抽水蓄能电站的任务

1. 抽水蓄能电站是现代电力工业建设不可缺少的一个组成部分,这种观点现在已被我国能源界所接受。因此应尽快对抽水蓄能电站的开发进行较全面的规划。首先是要进一步开展可能修建抽水蓄能电站的站址普查,建立比较完整的资料库;进而按各地区、省电力系统的电力发展规划,作好负荷曲线的预测工作,估计峰谷差的变化情况;然后针对不同电力系统发电能源结构的优化组合方案,制定能源结构规划。这样各地区电网或省电网就可根据实际选点进行可行性研究工作,遴选出适应具体电网环境的经济效益最高的抽水蓄能电站。

2. 目前建设形势已说明抽水蓄能电站为电力系统提供了很好的服务,但其自身并没有得到应有的收益,实际上电网和火电站得到经济效益,用户方面得到社会效益。造成这种现象的主要原因就是电网的峰谷电价不合理。电力管理部门应尽快促成

峰谷电价的调整,使其真实反映实际发电成本(国外高峰和低谷电价达到 3 或 4 比 1 或更高),以使抽水蓄能电站得到其应有的经济效益。

3. 现代电力工业的发展方向是走向大电网,开发大型发电机组,在抽水蓄能电站方面也是趋向于高水头、大容量。这是优化总体电源结构,建设现代化电网所不可少的。因此,我国应该建设一批有较大规模经济的骨干抽水蓄能电站。

4. 据专业方面统计,国外抽水蓄能电站总造价中机电设备的投资比率在 20%~40% 范围。我国在建和规划中的蓄能电站,凡使用国产机组和设备的可保持在 40% 上下,而使用引进机组及设备的都在 50% 以上(广蓄一期为 60%,十三陵为 50%,天荒坪为 67%)。为了促进抽水蓄能电站的发展,降低电站造价,加速实现抽水蓄能设备的国产化是刻不容缓的事。机械制造部门首先应在改革开放的大好形势下,吸收国外技术,提高加工质量,争取在国内生产出优质的蓄能机组和配套设备。国产设备的价格肯定要比引进设备价格低,电力建设部门应在选购设备时用更长远的眼光,以更科学的态度来选择供货商,在条件相同的情况下,应优先选用国产机组及设备。

参考文献

- [1]梅祖彦. 抽水蓄能发电技术. 机械工业出版社,2000
- [2]潘家铮,何景(主编). 中国抽水蓄能电站建设,中国电力出版社,2000
- [3]陆佑楣,潘家铮(主编). 抽水蓄能电站,水利电力出版社,1992
- [4]邱彬如. 抽水蓄能电站站址选择探讨. '93 抽水蓄能技术经济研讨会论文集,1993

(责任编辑 王宏章)