

广西建设抽水蓄能电站的必要性和效益

Necessity of Pumped Storage Power Station Construction in Guangxi & Its Benefit

张绍康

Zhang Shaokang

(广西电力工业勘察设计院 南宁市建政路10号 530023)

(Guangxi Institute on Exploration & Design of Electropower & Industrial projects, 10 Jianzheng Road, Nanning, Guangxi, 530023)

摘要 广西电网需电量迅猛增加, 峰谷差越来越大, 迫切需要大量调峰容量。由于广西电网电源结构不合理, 水电站调节性能差, 枯水期出力小, 火电机组最小技术出力高, 电网调峰能力不足, 汛期基荷容量过剩, 造成低谷时大量弃水。建设抽水蓄能电站可以发挥其调峰、填谷双重作用, 是当前解决电网调峰行之有效的最佳措施, 应加紧实施。

关键词 峰谷差 调峰填谷 电网 抽水蓄能电站 必要性 广西

Abstract The rapid rise in the demand of electrical energy was accompanied by increased fluctuation in consumption in Guangxi electric network. In the last several years, the situation was more serious in this network needing to produce more energy to cover peak load demands. Because the structure of the network in Guangxi was unreasonable, these stations, whether hydro or thermal, could not adjust their output to fit the considerable variations in load. The output of the hydrostations varied widely in different periods of the year. There used to be much spilled water in flood period and insufficient power output in low flow period. During minimum load periods, especially in flood period, the continuous base load produced by the thermal stations exceeded the energy consumed.

To build pumped-storage power stations is the best way to cover peak load demands and solve the above problems. Moreover, these energy storage systems are efficiently used to counteract occasional production shortages and avoid local overloading of the grid and resulting breakdowns it may cause, so that it is necessary to improve Guangxi electric network as soon as possible.

Key words difference of peak-valley, peak regulation, electric network, pumped-storage power station, Guangxi

1 电网现状

1992年广西总装机容量396.49万kW。广西电网装机容量320.26万kW,年发电量136.5亿kW·h,其中水电装机186.87万kW,火电装机133.39万kW,分别占电网58.35%和41.65%;水电发电量64.0亿kW·h,火电发电量72.5亿kW·h,分别占电网46.86%和53.14%。电网最高负荷227.5万kW。人均电量351kW·h,仅为全国平均值的54%。

广西是我国缺煤的省区之一,每年用煤需从区外

大量调进,因此发展火电受到煤的产量和运量限制。

多年来,广西电网电力供应紧张,枯水期缺电严重,汛期又大量弃水。随着国民经济发展和人民生活水平不断提高,电网用电负荷急剧增加,年最大负荷出现时间由冬季转向为夏季,用电负荷峰谷差也逐年递增。

广西电网水电比重大,水电站调节性能差,年内出力变幅很大。为了充分利用水能,汛期水电站在基荷运行,几乎没有可调容量。由于电网缺少调峰容量,因而迫使水电弃水调峰。1992年广西电网各月负荷最大峰谷差、调峰及弃水情况见表1。

广西电网调峰问题突出,水电枯水期出力小,电

网严重缺电,汛期有大量季节性电能;火电调峰能力差,调峰难度大,其调峰系数:合山(装机50.5万kW)0.1~0.15,来宾(装机25万kW)0.2~0.25。由于火电机组适应不了电网日益增加的调峰容量要求,所以不得不启用小火电开停机运行,对用户不得不实行计划用电、分区供电、调班轮休错峰。即使如此,电网在枯水期常有拉闸限电发生。因此,电网需要有大容量的调峰机组投入。

2 电网用电结构变化趋势及负荷

随着改革开放深入发展和生产结构的调整,人民生活水平不断提高,工业用电比重有所下降,而农业、乡镇企业、城镇居民等用电比重急剧上升,时间性强,同时率高,负荷往往是陡涨陡落。根据负荷预测,广西电网“八五”、“九五”、“十五”期间需电量年平均增长率分别为16.4%、13.6%、11.3%;即1995年、

2000年和2005年需电量分别为237亿kW·h、448亿kW·h和765亿kW·h,年最大负荷、峰谷差见表2。

3 电网调峰和电源规划

3.1 调峰电源

3.1.1 水电机组调峰

水电站是最好的调峰电源,但是,广西电网内的水电短期调节和径流式水电站占比重大,在枯水期有些水电站受综合利用用水要求的制约,不能充分发挥调峰作用;在汛期每个水电站可以满发出力,担负电网基荷,并有大量季节性电能,由于电网调峰容量不足,水电站不得不被迫弃水调峰。

3.1.2 火电机组调峰

电网现有火电机组主要用于枯水期提供电量、汛期调峰。合山、来宾电厂技术最小出力为0.85~0.9和0.75~0.8,调峰能力很差,故采用小火电开停机调

表1 1992年广西电网最大峰谷差、水电弃水情况表

Table 1 For the condition of maximum difference of peak valley and wast water in Gaungxi electric network 1992

月 份 Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年 Whole year
最大峰谷差 Maximum difference of peak valley (10 ⁴ kW)	60.2	71.6	69.1	67.2	66.4	62.3	57.3	57.0	51.3	56.8	54.3	54.5	
火电调峰台次 Thermal peaking unit times	124	196	234	244	305	288	370	100	21	34	51	84	2051
水电调峰弃水电量 Waste water power peaking (10 ⁴ kW)					242	1991	2572						4805

表2 1995~2005年广西电网负荷情况表

Table 2 1995~2005 years for the condition of load of electric network in Guangxi

年份 Year	最大负荷 Peak load 10 ⁴ kW	峰谷差 Difference of peak-valley 10 ⁴ kW	备注 Note
1995年	395	130~142	夏~冬 Summer - winter
2000年	746	245~268	夏~冬 Summer - winter
2005年	1296	440~492	夏~冬 Summer - winter

峰。火电调峰使主机运行效率降低(辅助设备的运行偏离最优工况),耗能的设备效率降低,燃料消耗和厂用电增加。经常变换运行方式,起动频繁,机组易损伤,使用寿命缩短。

3.1.3 燃汽轮机组调峰

广西电网为了调峰和提供事故备用容量,已在南宁、柳州二市装有燃汽轮机,装机容量分别为3.66万kW(一期)、2.5万kW。从冷机启动到并网只需要20分钟。但燃油受限制,成本高。

3.2 调峰方式及特点

3.2.1 枯水期调峰

枯水期水电站来水少,电网调峰以水电为主,火
Guangxi Sciences, Vol. 2 No. 1, February 1995

电担负基荷。由于水电出力小, 1993年1~4月电网拉闸限电量为5~12月的2.5倍, 此外, 水电承担旋转备用, 并利用空闲进行机组检修。

3.2.2 汛期调峰

汛期电网调峰以火电为主, 水电担负基荷。此期间水电站来水多, 水库基本上无调节能力, 其平均出力一般超过水电总装机的70%。为了减少水电站低谷弃水, 对火电中温中压机组及高温高压机组采用开停措施, 仍避免不了低谷水电弃水, 1992年水电弃水量达4800万 kW·h, 1993年有外送广东季节性电能的情况下, 仍有弃水量近8000万 kW·h。如果为了减少水电站低谷弃水而少开火电机组, 则易造成电网高峰负荷发电出力不足而对用户限电; 为了满足高峰负荷, 需要多开火电机组, 则造成水电站弃水量增多。

3.3 电源规划原则及电网调峰要求。

根据广西电网电源规划建设与电力电量平衡, 电源建设必需先开发有调节能力的常规水电站, 如天生桥一级(已在建)、龙滩(正在施工准备)水电站和百色水库(前期工作), 这些水库水电站均可列为调峰的首选方案和建设有调峰能力的柳州、盘县(均在建)、北海、来宾二期(均在前期工作)等大型火电站。但是, 正在施工或即将开工的百龙滩、浮石、大埔、叶茂、左江、贵港、巴江口、昭平、京南等中型水电均为短期调节或径流式水电站, 枯水期出力小、汛期电量多, 存在调峰弃水或低谷弃水的不利条件, 经初步电力平衡, 1995~2000年枯水期缺电49~109万 kW, 汛期季节性电能低谷弃水量估算为7.5~12.8亿 kW·h。因此, 今后电网内电源建设重点仍然是解决枯水期缺电和汛期弃水调峰、低谷弃水等问题。

其次, 在电网电站发生事故时, 需要有能够即时发出足够的事故备用容量, 用来防止电网产生过大振荡。

4 广西建设抽水蓄能电站的必要性

广西电网电源结构不甚合理, 水电站调节性能差, 枯水期出力较小, 电量不足; 汛期又有大量季节性电能无法利用, 弃水量多。如1992年气候比较干旱, 在岩滩1号机组投产前, 电网严重缺电, 小火电开停机调峰的情况下, 5~7月水电调峰弃水量为0.48亿 kW·h; 1993年岩滩2号机组投产后, 外送广东的季节性电能达到5.96亿 kW·h, 在此情况下, 电网仍有大量低谷弃水量。

广西电网枯水期既缺电量也缺容量, 电量不足掩盖了对容量的要求, 电网调峰矛盾被长期缺电局面所

掩盖, 缺电使人们对电量的渴求远超过电力; 汛期又有大量季节性电能作为初级产品廉价出售, 如能通过抽水蓄能电站加工, 既可以利用季节性电能解决电网枯水期部分缺电问题, 也可以利用低谷电量转换为峰荷电量, 开拓市场, 高价出售(高出季节性电能3~5倍)。

提起建设抽水蓄能电站, 过去曾有人反对, 他们认为“抽水蓄能是火电、核电为主的电网产物。广西电网以水电为主, 建设抽水蓄能电站既没有容量效益, 本身没有电量, 用4度电换3度电得不偿失。”从而成为抽水蓄能电站开发的阻力, 这是对抽水蓄能电站的误解, 事实并非如此。

在“计划经济”时期, 我们过多地强调电量平衡和提高发电设备利用小时数, 在电力平衡时又过分强调调整电力负荷和“计划用电”, 以致造成缺调峰容量就压高峰负荷、拉闸限电。

当然, 抽水蓄能电站离开大电网、离开高温高压火电机组确实没有容量与电量。但是在大电网峰谷差较大时, 有了抽水蓄能机组它就能够发挥调峰、填谷双重作用; 并且为电网带来巨大的经济效益(节煤), 包括旋转备用、调频、调相、负荷调整、提高电网可靠性和满足电网负荷曲线陡坡部分需要等动态效益; 这是其它类型电站无法替代的, 也是电网经济、稳定、安全运行必不可少的手段。

根据广西电网实际情况, 今后的建设, 除继续开发有调节能力的水电、建设调峰能力较强的火电(应考虑煤源和交通运输条件不利因素)外, 兴建相当规模的抽水蓄能电站是十分必要的。这是由于抽水蓄能电站不仅具有长规水电站开停机灵活和可靠的优点, 并且还具有如下的作用和效益。

4.1 抽水蓄能电站能够将负荷低谷电量转换为高峰电量, 并具有容量效益。使电网高峰负荷时, 不致出现低周波运行; 低谷时, 也同样不会出现高周波运行; 抽水蓄能的调峰填谷作用保证了电网周波稳定, 这是其它类型电源不可比的。

4.2 抽水蓄能电站利用了电网低谷可发电能, 改善了电网运行条件。它与火电机组联合运行, 可以使火电机组出力保持在高效率区稳定运行, 并降低火电发电煤耗和厂用电, 从而节省了电网的燃料消耗; 它与径流式水电站联合运行, 可以避免水电站低谷弃水。

4.3 抽水蓄能电站具有旋转备用效益,机组从抽水转换至满负荷发电仅需2分钟, 变负荷速度快, 跟踪性能好, 完全可以适应电网负荷急剧变化要求, 频繁的开停机使电网运行保持稳定可靠。火电机组增加或减小出力的速度缓慢, 难以满足电网调峰陡涨陡落的

要求。

4.4 抽水蓄能电站汛期替代火电机组调峰时,使火电机组少压负荷,并稳定在高效率运行,从而增加火电机组发电利用小时数,使设备充分发挥作用,提高设备利用率和降低火电运行费率。

4.5 当电网或某电站发生事故时,抽水蓄能电站即时发出可靠的足够出力,防止电网产生过大振荡的事故,提高电网供电的安全可靠性。

5 结语

5.1 抽水蓄能电站在电网中的作用和效益是十分显著的,它是电网中重要组成部分,配置抽水蓄能电站是电网结构的需要,也是电网最有利的组合,抽水蓄能电站投入电网运行后,电网中其它电站就变得比较稳定,电能质量也得到保证。由于峰谷差缩小,拉闸限电的机率也相对减少,从而保证了工农业用电和人民生活用电。

5.2 抽水蓄能电站无废水、废气、废渣排放,对水质、大气无污染,与火电比较,有明显的环境效益。

5.3 近年来,由于我区城乡用电量持续猛增,电网

调峰的矛盾越来越突出,抽水蓄能电站在电网中的作用和效益已开始被人们认识和重视,对兴建抽水蓄能电站的必要性已从能源发展战略和电力工业发展战略高度来认识,特别是现在大江大河上已经很难找到兴建大型水库电站的坝址(受水库淹没制约),这样就更增加了兴建抽水蓄能电站的必要性。

5.4 广西已经开展了抽水蓄能电站站址的普查和选点规划工作。今年9月将在南京召开抽水蓄能国际学术讨论会,当前我国对抽水蓄能已面临一个的发展时期,抓住这一有利时机,组织勘测设计力量,加强普查、规划与选点,因地制宜,在发展高水头大容量抽水蓄能电站的同时,结合我区实际,发展中型抽水蓄能电站,以满足地方经济发展的需要。

5.5 国外抽水蓄能是从日调节开始的,近年来工业发达国家已逐步开发周调节或季调节。日调节抽水蓄能电站只解决一日之内的调峰、填谷,却无法解决汛期季节性电能的储存,考虑到广西电网是以水电为主汛期电能多的特殊情况,建议在开发日调节抽水蓄能电站的同时,尽可能优先开发季(年)调节的抽水蓄能电站。

(责任编辑:梁积全、莫鼎新)

(上接第72页 Continue from page 72)

这与它们的样本不足有关。其改进方法之一是增加试验样本容量,或者适当提高概率分位数,重新进行计算,从而再一次降低标准值提供设计应用。此时,可靠度虽有所降低,但置信概率却增大了。

6 结语

与人类工程活动有关的岩石高边坡,在自然界中是大量存在的。特别是在水利水电、铁道、矿山建设中,基坑和边坡的大量开挖或水库蓄水等环境变化,都可能破坏原始应力平衡状态,因此,需要经常进行边坡稳定性分析。按照极限平衡理论分析边坡稳定的关键是确定滑动的边界条件和提供合理的滑动面抗剪参数 f 、 c 值。考虑到 f 、 c 值的不确定性,本文系统的研究了 f 、 c 值的统计和取值方法,其技术关键点是如何处理数据的误差和采用联合分布作概率取值,并与结构可靠度设计方法联系起来,从而把抗剪强度参数

的研究提高到一个新的水平。

参考文献

- 1 沈恒范. 概率论讲义. 人民教育出版社, 1983.
- 2 Smith G H. (1986), 曹焱康等译, 土木工程实用概率和统计. 同济大学出版社, 1988.
- 3 吴世伟. 结构可靠度分析. 人民交通出版社, 1990.
- 4 A. H-S. ANG, W. H. TANG, 工程规划设计中的概率概念. 冶金工业出版社, 1985.
- 5 光耀华. 坝基岩石抗剪断参数的统计特征. 岩石力学与工程学报, 1989, 8(2): 151~162.
- 6 光耀华. 岩石力学参数概率统计的几个问题. 第七届国际工程地质大会论文集, 1994, 2: 415~420.
- 7 光耀华. 岩石抗剪强度指标的概率分析. 中国岩石力学与工程学会第三次大会论文集, 中国科学技术出版社, 1994.
- 8 中国科学院数学研究所. 回归分析方法. 科学出版社, 1975.

(责任编辑:梁积全、何启彬、莫鼎新)