

大力发展抽水蓄能电站

Promote the Development of Pumped Storage Power Station

谷兆祺

(清华大学水电系,教授)

一、大电网中必须有调峰、调频电站, 抽水蓄能电站是最佳方案之一

1. 许多发电站按地区联结成网,为本地区供电,这就是电网。我国现在分成几个主要的电网,如东北、华北、华东、华南、华中、西北等。

电网中用户的需电量随着季节,随着白天黑夜而变化。白天上班时,黄昏之后,用电量达到高峰。后半夜用电量成为低谷。因此一天之内就有峰谷差。

电网中有的发电站一天之内发电时间较长,称为担任基载。有的发电站或发电机组一天之内只在高峰时期内发电,称为担任峰载,或者叫作调峰。一个电网中必须要有调峰电站或调峰机组。

电网中发电频率及其允许偏差是有规定的。例如我国额定频率是50周波。负荷突然增大时,例如某大型轧钢机突然启动,系统频率有可能稍稍降低。为了使之迅速恢复正常,一定要有机组能立即增加出力。相反,当负荷突然减小,也要有机组能立即减少出力,这就是调整频率。电动机的转速与频率有关,频率不标准,电动机忽快忽慢,某些产品质量就会降低。因此电力系统中还要有调频电站或调频机组。

电网中一定要有负荷备用、事故备用等备用容量。某一个电站,或某一台机组突然发生事故,或因其他原因不能发电时,一定要有备用容量立刻顶替,否则就要拉掉一部分负荷,甚至造成系统瓦解。

2. 水电站适于担任调峰、调频、备用,它起得快,减负载也快。但是我国许多大电网中水电站容量都很小,例如京、津、唐华北电网,总负荷容量至2000年将达1 500万千瓦以上,系统内可调峰的常规水电站容量仅12.5万千瓦,无法承担全部调

峰、调频、备用等任务。东北、华东、华南电网,情况稍好,但也承担不了上述任务。

火电站承担调峰、调频、备用任务较差。它将增加煤耗,没有水电站灵活,对机组寿命不利,而且调峰幅度没有水电站大。常规火电站调峰幅度不能大于25%,调峰火电站调峰幅度不宜大于50%。因此装100万千瓦的调峰火电站机组,最多只能有50万千瓦容量可用于调峰。而且调峰火电机组造价较高,单位千瓦投资在2 100元以上。

核电站不宜担任调峰、调频等任务,经常变动负载,容易造成事故。

抽水蓄能电站可以吸收系统低谷时候多余的电量,在高峰时候可以灵活地担任调峰、调频,甚至部分备用任务;不但能调峰,而且能填谷,具有显著的优越性。

3. 发展抽水蓄能电站是世界上许多发达国家已成的事实。截至1988年,全世界已建成抽水蓄能电站280座,总容量达7 900万千瓦。目前的发展速度约为每年500万千瓦。美国的抽水蓄能电站总容量为1 909万千瓦,占水电的21%;日本为1 640.3万千瓦,占水电的45.8%;意大利为600万千瓦,占水电的33.4%;法国为490万千瓦,占水电的19.8%。我国截至1991年,只有潘家口等中小型抽水蓄能机组投入运行,蓄能机总容量与水电总容量相比不到1%。许多以火电为主的电网,主要靠燃煤的火电机组承担调峰、调频、备用等任务。实际上是以某些用户作为调峰、调频、备用的对象,即不得已时就分区拉闸、停电。不言而喻,这将给国民经济及人民生活带来损失和不便。

4. 有人认为我国不宜发展抽水蓄能电站,认为用4度电抽水,然后只发3度电,不合算。也有人认为我国目前主要缺少电量,搞抽水蓄能反而蚀掉一些电量,得不偿失。

但是,我国沿海经济发达地区,各电网峰谷差

已很大,少则300~400万千瓦,多则500~600万千瓦。随着时间推移,这些电网的峰谷差还会扩大。这些电网不仅缺少电量,更缺容量。有峰谷差,就为建造抽水蓄能电站提供了经济合理的基础,何况为了配合核电站,更应有抽水蓄能电站。

二、抽水蓄能电站的优点

1. 用抽水蓄能电站调峰调频比用火电站调峰省煤

燃煤火电站担任调峰,每度电的煤耗比不担任调峰电站的煤耗大。原因是调峰调频火电站机组须经常处于热备用的状况。

仅为应付紧急事故,如果要求事故发生后2分钟内投入50万千瓦的备用容量,对水电站讲并不困难,对抽水蓄能电站,只要有相应库容,也可做到,但对火电站,由于其增荷速度很慢,以每分钟增荷3%计算,则需要28台单机容量为30万千瓦的机组常年处于热备用状态运行。因此必然增加煤耗。

水利部能源部天津勘测设计院在规划京郊雾灵山抽水蓄能电站时,经计算,雾灵山蓄能电站,不但不增加耗煤量,每年尚可节煤14.43万吨,每吨以100元计,节煤效益达每年1443万元。何况还可减少煤炭开采、运输的压力,减少环境污染。

2. 抽水蓄能电站有较好的发电收益

抽水蓄能电站的总效率一般为0.7~0.75,它从电网买来4度电,只能向电网发送3度电。初看是亏损企业。

事实不然,根据市场规律,峰载电能价格高于低谷电能价格。西方国家,二者相差3~6倍。我国改革开放之前,不论高峰低谷,电价一律5分、6分一度,是不合理的,大大贬低了水电的价值,阻碍了水电建设的发展,使水电建设投资在电力建设中的比重日益减少。改革开放之后,政策已有所调整,允许峰载电能价格上浮50%,低谷电价下浮50%,但实际上尚未全面实行。

在国外,抽水蓄能电站不仅作日调节,有条件处还能做到周调节,甚至年调节。例如北欧电网,挪威是100%的水电;丹麦不许发展核电,又无水电资源,因此是100%的火电;瑞典是水、火、核各约占1/3,其中水电多为径流式电站。每年夏天丰水季节负荷较低时,挪威某些电站,利用高山上大型水库优越的调节性能,购买丹麦瑞典的低谷电能抽水蓄能,每度电价仅2奥尼。到了冬季,瑞典的水电站容量受阻,各国负荷又达高峰,挪威电站就放水发电,每度电价高达40奥尼,是低谷电价的20倍。即使如此,丹麦、瑞典两国也认为值得。

仍以京郊雾灵山抽水蓄能电站为例,可行性

研究中预计低谷电价为6.8分1度,高峰上网电价为22.6分一度,每年抽水耗电19.7亿度,发电可售13亿度电。因此这个100万千瓦的抽水蓄能电站,并非赔本企业,每年尚可赚取1.7亿元,足够还本付息。

3. 抽水蓄能电站基建费用较低

建造火电站,每千瓦基建投资常需约1500元,甚至近2000元。加上煤矿建设,交通运输系统建设,每千瓦的基建费用不比水电少,而其运行费用远大于水电。

建造核电站,基建投资更大。只是在燃料运输上有极大的优越性,因此在某些特定地区,可以设置。

建造水电站,视地质地形等条件的不同,单位千瓦基建投资需1200~3000元,但运行费用很低。我国的水电资源集中在西南、西北地区,负荷较高的地方主要是沿海地带,如搞西电东送,长距离的高压送电,更需要大量投资。

抽水蓄能电站应选在具有较好地质地形,距负荷中心近,交通条件好的地区。水利部能源部天津、北京、华东等设计院已经在华北、华东各地选出20多处可以建造抽水蓄能电站的地址。许多是高水头、地质条件极好的地方,如天荒坪、雾灵山、等等。水头高,上下池可以小些,引水道系统直径小,机组转速高、尺寸小,厂房尺寸也小。地形条件好,可建造库容足够的上下池,而且水道较短。地质条件好,可以建造经济的地下厂房,省掉大部分昂贵的引水道钢板衬砌。离负荷中心近,可省输电线造价,减少线路损失与事故。交通条件较好的地区,便于施工与运行。因此上述20多个抽水蓄能电站的候选地址,经计算,有2/3以上站址的单位千瓦投资不超过1200元,最多的也不超过2000元,基建造价低于火电站。

4. 抽水蓄能电站调峰填谷的效果极好

建造100万千瓦的调峰火电站,最多只能有50万千瓦的容量用来调峰。建造100万千瓦的水电站,可以有100万千瓦容量承担峰载。建造100万千瓦的抽水蓄能电站,可以吸收100万千瓦低谷容量,转换成100万千瓦的峰载容量。因此可以承担的峰谷容量差为200万千瓦。在国外电力系统中一般有5~10%的容量为抽水蓄能机组,并认为这样的配合合理。目前我国这个比例极小,接近于零,当然不是最佳配合。前苏联地区建造了许多水电站,近十年来也在其欧洲部分,开始建造不少大型抽水蓄能电站。该地区是丘陵地区,地质条件不好,即使如此,他们仍设法在负荷中心附近建造水头只有百米左右的软基上的抽水蓄能电站。我国建造抽水蓄能电站的条件比前苏联优越得多。

5. 抽水蓄能电站可节省部分输电线造价

如果将火电站建在煤矿附近,成为坑口电站,可以减少煤炭运输量。用火电调峰,就要建造容量较大,距离较长的输电线。

水电站建在离负荷中心较远的地带,让它承担峰荷,也要建造大容量、远距离的输电线路。而且输电线一天之中只有四五小时是满负荷的。

抽水蓄能电站与火电站匹配,将抽水电站放在负荷中心附近,有可能让火电站担任基载,输送容量较小,比较均衡的电量,可以节省输电线的投资。

巴西和我国有某些相似之处,地域辽阔,丰富的水电资源集中在西部和西南地区,经济发达的地区则是东部及东南沿海地区,因此也要大规模进行西电东送。他们详细研究了抽水蓄能电站与水电站的匹配问题,在东部东南部负荷中心附近建造抽水蓄能电站,从西部西南部送来的电流承担部分峰载及腰载、基载,以减少输电线容量,据分析,每千瓦容量在输电线投资上可节省100~150美元。

我国西南地区水力资源丰富,目前正在开发澜沧江,要搞云电东送。以澜沧江小湾电站为例,装机容量420万千瓦,离广州直线距离1550公里,采用±600千伏直流输电,输电容量200~250万千瓦,年输电90~113亿千瓦小时,输电工程总投资约需21.5亿元,每千瓦输电投资860元左右。上述输电工程满负荷利用率只有50%,如果输送基荷,提高利用小时数,减少输送的容量,则输电线路的投资可以减少。

6. 其他优点

抽水蓄能电站和火电相比,基本上无污染。与常规水电站比较,抽水蓄能电站淹地少,移民少,不占用耕地。

抽水蓄能电站有利也有弊。例如高水头抽水蓄能机组技术比较复杂,目前国内尚不能自制;经济高效的抽水蓄能电站往往采用地下式厂房,施工有一定难度,某些施工机械目前仍需进口。

三、调整政策、加强规划研究

1. 加快正在建设的抽水蓄能电站的进度,在资金、器材、人力方面给予保证,促使早日建成,积累宝贵经验。

2. 系统地规划研究水、火、核、抽水蓄能电站的比例及其选点布置工作。节约投资,提高经济效益。

3. 切实执行峰电峰价,新电新价。在政策上采取具体措施鼓励兴办抽水蓄能电站。

4. 及早进行科技攻关:

(1) 进行高水头可逆机组的研究和设计,首先生产400~600米的可逆式混流机组,进一步研制双级式混流机组,将水头提高至1000米以上。

(2) 研制可变换级数或转速的电动机与发电机,提高机组效率。

(3) 研制高效、经济的施工设备:如轻便打锚杆机、锚杆注浆机、钢纤维混凝土湿喷机械、全断面隧洞掘进机、小直径天井钻等等。

总之,抽水蓄能电站效益极好,有必要加速建造。

(责任编辑 特约编辑时学黄)

科技动态

南极洲的有害紫外线增加了一倍

最近,英国《新科学家》杂志报道,1990年12月,达到南极洲地面的太阳紫外线在臭氧洞发展之前的夏季就增加了一倍。这样高的紫外线强度的持续时间也比两年前长得多。据此认为,臭氧洞正在继续发展,因为有更多的破坏臭氧的气体到达大气圈上层。

紫外线对生命有机体是有害的,因此达到地面的紫外线量的增加是一个重大问题。例如,它可能影响南极海洋面的浮游生物,这些有机物是食物链的起源,同时也参与大气中二氧化碳的循环。

美国芝加哥大学的约翰·弗雷德里克 and 艾米·艾伯茨(John Frederick & Amy Alberts)在《地球物理研究通讯》(18卷1869页)上公布了新的测量结果,测量地点是南极半岛位于南纬64.8度的帕尔默考察站。他们指出,以前,南方春季的同温层中臭氧减少,但并没有使达到地面紫外线的数量增加。因为在一年时间内,白天短,太阳在天空中是低位置,甚至在同温层中臭氧减少时,24小时达到地面的平均紫外线强度也决没有10月和11月初那么高,因为12月21日是夏至臭氧层未受损坏的时间。

和1990年发生的情况一样,只有当减少的臭氧量持续到12月时,达到地面的紫外线量才显著增加。因为这时太阳在天空升得较高,日照小时数也增加。1990年12月每24小时达到南极帕尔默考察站地面的306.5纳米波长段的平均紫外线量是发生臭氧减少之前的每年夏至的紫外线数量的两倍。

这一紫外线通量是自地球上臭氧层发展以来,世界的这一地区接受到的最大紫外线通量。

类似的测量正在南方的夏季进行,但数据还没有进行分析和公布。

(王竟 译自《新科学家》杂志1992年1月18日)