

# 抽蓄电站如何才能物尽其用

本报记者 王轶辰

调查手记

长期以来,抽水蓄能电站被认作“电力储备粮库”,其主要功用是通过电能、水能的转化达到储蓄和释放电能可控的目的,从而解决电网峰谷之间的供需矛盾。但在实际运行中,抽水蓄能电站的能量转换比率一般在75%左右,即消耗4千瓦时电能抽蓄的水量,仅能发出3千瓦时电。由于转换过程中存在1千瓦时电的损耗,引发不少反对的声音,导致我国抽蓄电站建设一直落后于发达国家。

王轶辰

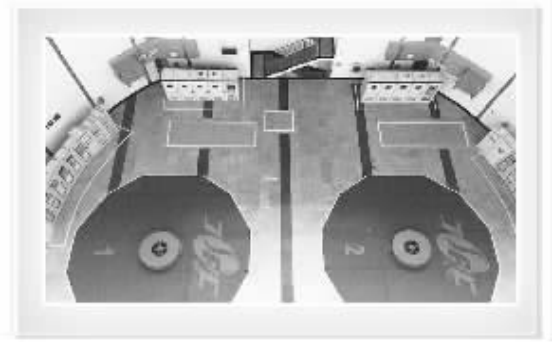
如今,在环境保护及可持续发展的压力下,越来越多的可再生能源接入电网。其中的风电和光伏发电具有很强的间歇及随机特性,难以精确预测和控制。由于影响系统实时供需平衡和旋转备用调度的不是平均误差,而是最大瞬时误差,因此大规模风电接入时的发电运行充裕度问题就暴露出来。同时,在台风、节日、低谷负荷等非计划因素下,电网运行则可能面临“负备用”的压力,即缺乏实时降低发电功率或增加用电功率的能力。

在这个电力发展新背景下,必须抛却成见,全面客观地看待抽蓄电站的意义。当前形势下,抽水蓄能电站不仅能够发挥传统的调峰填谷功能,还逐步向电网调频、事故备用和系统储能等多功能并重的方向转变,而且能够适应电力系统在快速发展过程中产生的各种新需求、我国经济结构调整中的各种新变化,对保障电力系统安全运行,缓解电网调峰矛盾,增加新能源电力消纳,促进清洁能源开发利用和能源结构调整,实现可持续发展具有不可替代的作用和意义。

当然,在重新认识抽蓄电站价值的同时,也不可矫枉过正,抽水蓄能电站发展要立足系统整体需求与社会经济承受能力的综合平衡,必须确保电站适度开发、有序开发。

其一,抽蓄电站在电力系统中的作用不同于常规发电,主要为系统提供辅助服务。随着电力系统规模不断扩大,抽水蓄能电站的服务对象不局限于省内电网,而是在区域电网及跨区互联电网中发挥优化和平衡作用,抽水蓄能电站建设必须结合当前及未来系统的电源结构、电网发展、电源与电网布局、负荷潮流变化和特点等因素,在更大范围内统一规划,确保抽水蓄能电站站点规划与电网发展规划保持一致。

其二,抽蓄项目属于技术和资金高度密集型产业,前期和建设周期长,前期勘探和设计工作量大,前期投入高,如果抽水蓄能电站开发规模超过了电力系统的实际需求,项目所在区域位置、开发时序等不符合电力系统实际和经济承受能力,电站建成后长时间搁置,势必造成极大的社会资源和企业资金的巨大浪费,不利于抽水蓄能产业健康发展。



江苏溧阳沙河抽水蓄能电站内，两台装机容量5万千瓦的发电机组正在运行中。



江苏溧阳沙河抽水蓄能电站中控室内，电站职工正在进行日常的运维工作。



安徽滁州琅琊山抽水蓄能电站地下厂房中，2号发电机组正在运行中。

本版图片均由本报记者 王轶辰摄  
本版编辑 许跃芝 张虎  
电子邮箱 jirbyxdc@163.com

C1

滁州是安徽省著名的风电产业发展基地,驱车行驶在滁州境内,窗外不时会闪过迎风起舞的巨型风机,这也使得坐落在滁州城西侧的琅琊山抽水蓄能电站意义非凡。

与常规水电站不同,为了更靠近电力负荷中心,充分发挥调节作用,琅琊山抽蓄电站位置极佳。从滁州高铁站到琅琊山抽蓄电站,乘车通过长达千米的狭窄交通洞,电站的大门已经显露在记者面前。

没有长时间穿山越岭,也没有听见轰隆隆的水流声,电站100多米高的山顶是一个1平方公里大小的水库,向东望去整个滁州城尽收眼底,如此静谧的环境颠覆了记者之前对于水电站的常规认识。

“这平静的湖水下面可大有学问。”在国网新源华东琅琊山抽水蓄能有限公司办公室主任助理史敬壮的带领下,记者下到山底,乘车通过长达千米的狭窄交通洞,眼前豁然开朗,4台15万千瓦的单级可逆式抽水蓄能机组,在偌大的人造洞穴中一字排开,从山顶水库中泻下的水流推动水轮机发出阵阵轰鸣。

史敬壮解释说,抽蓄电站和常规水电站不太一样,通常由一定高度差的上下两个水库构成,用电高峰时机组从上水库放水发电,用电低谷时吸收电网中多余的电力,将下水库的水抽入上水库,以此调峰填谷保持电网平衡,确保供电安全。

“抽水蓄能电站具有启停灵活、反应迅速等优势,是目前电力系统中技术最成熟、运行最可靠、使用最经济的调峰填谷、调频和储能等多功能特殊电源,对提高电力系统经济运行水平,具有重要作用。”国网新源华东琅琊山抽水蓄能有限公司总经理陈大鹏介绍说,例如,2014年11月,华东电网某主力火电100万千瓦机组跳机,琅琊山电站接令紧急启动4台机组发电,4分钟内出力达到60万千瓦,有效支撑了电网稳定,抵御了事故冲击。

目前,除了琅琊山抽蓄电站,还有数十个这样的“安全卫士”分布在全国各地,保障电力安全。截至2014年9月底,我国已建成抽蓄电站23家,装机容量2151万千瓦。“这些抽蓄电站基本满足了电网安全运行需要,一定程度上减少弃风、弃水,促进节能减排,对电力系统的整体优化起到了积极作用。”国家能源局市场监管司副司长黄少中表示。

不过,近年来新能源的快速发展给电网安全带来了全新挑战,也对抽蓄电站的效用发挥提出了更高的要求。黄少中举例说,我国华北区域电网火电占比大,风电发展快,缺少可快速启动的常规水电,是抽蓄电站发展最早的地区。华东区域电网峰谷差、核电装机容量和调峰压力都比较大,是典型受端电网,尤其需要帮助电网消纳风电、太阳能等新型清洁能源对电网的扰动,也亟须增加抽蓄电站参与调峰和整体平衡,以提高全网运行的安全性与经济性。

新形势下,抽蓄电站不仅逐步向调峰填谷、电网调频、事故备用和系统储能等多功能并重的方向转变,而且还需适应电力系统在快速发展过程中产生的各种新需求、我国经济结构调整的各种新变化。“对保障电力系统安全运行,缓解电网调峰矛盾,增加新能源电力消纳,促进清洁能源开发利用和能源结构调整,实现可持续发展具有不可替代的重要作用和意义。”陈大鹏坦言。

C4

“在摆正认识的前提下,要解决抽蓄电站的问题其实不难,就是走市场化道路,充分发挥市场的调节作用。”陈大鹏始终认为,执行哪一种电价机制并不重要,关键是电价核定标准要合理。比如容量电价,现在按投资造价算回报率就非常不合理,带来的问题是,工程期间准管理好、用钱少、谁收益低。“抽蓄电站要大发展,标准必须统一,水电个体差异非常大,不能简单按照火电容量思维去定价,要充分考虑构成电价的各个要素和每个电站的实际情况。”

进行合理价格核定,离不开科学评估,这需要研究制定抽水蓄能运行评价细则。朱冠宏表示,国家主管部门应根据抽蓄电站运行技术特点,综合考虑系统顶峰

C2

虽然几十年来抽蓄电站在我国取得稳步发展,但与逐年跳升的电力装机总量相比,发展速度仍显慢了些。根据国家发展改革委《关于促进抽水蓄能电站健康有序发展有关问题的意见》,到2025年,全国抽蓄电站总装机容量达到约1亿千瓦,占全国电力总装机比重4%左右。目前,全国抽蓄电站总装机容量仅为2151万千瓦,占全国电力总装机比重不到2%,离发展目标还有较大差距。

黄少中告诉记者,虽然国家近年来开工不少电站项目,但部分项目落实慢,建设周期长;还有部分抽蓄电站建设不及时,实际建设时间远远超过设计工期,增加了不必要的建设成本,也推高了抽蓄电站运营费用。

内蒙古呼和浩特抽蓄电站于2006年8月26日获得项目核准,设计工期51个月。由于资金不到位,项目于2007年11月停工,直至2009年11月项目才恢复建设。截至2015年6月24日,电站的4台机组刚全部投运,建成时间落后4年,项目建设成本由49.34亿元增加至56.43亿元。

“认识不到位是制约抽蓄电站发展的首要原因。”陈大鹏表示,目前社会各界对抽水蓄能电站的认识,依然局限于为电网提供安全稳定保障和调峰填谷功能上,忽视抽水蓄能电站对经济社会、对整个电力系统乃至能源结构调整的特殊贡献,导致抽水蓄能电站的发展比较缓慢。

认识不到位,还导致既有抽蓄电站效用未能充分发挥。“部分地区由于电力系统网源情况变化较大,以及电网与抽蓄电站发展不协调、建设不配套等原因,导致抽蓄电站投运后,运行需求不足,未能

C3

不合理的电价机制是制约抽蓄电站发展和功能发挥的核心原因。目前,我国抽蓄电站主要实行3种价格机制——单一容量电价、单一电量电价、两部制电价(容量电价+电量电价)。“单一容量电价对抽蓄电站调用缺乏激励作用,导致机组利用率不高。”黄少中说,此类抽蓄电站收入来自固定容量电费,电站收益与机组利用率基本无关,机组运行时间增加反而会提高运营成本,因此,抽蓄电站缺乏发电积极性。

例如,华北、华东区域共9家抽蓄电站执行单一容量电价,2014年1至9月平均发电利用小时仅为439小时,与执行其他两种电价机制的抽蓄电站差距明显。其中,山西西龙池电站、河北张河湾电站发电利用小时数甚至低于300小时。

执行单一电量电价往往又造成抽蓄电站效益过度依赖抽发电量,导致抽蓄电站调用频繁、多发超发。黄少中指出,此类抽蓄电站

## 认识不足制约发展

充分发挥相应作用。”黄少中透露。例如,山西西龙池电站所在的晋北地区,由于风电快速增长,供热机组比例偏高等问题,4台机组中的2台一度在高峰时段不能全启顶峰发电,低谷时段不能全启抽水蓄能,难以充分发挥作用。截至记者发稿,在解决了相关技术难题后,山西西龙池电站已经可以实现4台机组全部启动进行抽水、发电,但即使4台机组全启顶峰发电或者抽水,仍难以满足风电快速发展的系统调峰需求。

此外,抽蓄电站与其他类型机组在调峰、事故备用的调用先后顺序上没有明确规定,对抽蓄电站的调用合理性难以进行精确评价。同时,抽蓄电站的水库运用也有待进一步优化,警戒水位的设定需要更加科学统筹调峰与备用间关系,以充分挖掘抽蓄电站的调峰能力。

没有固定容量电费收入,只能通过抽发电量盈利,导致个别电站利用小时数明显偏高。

据记者了解,全国实行单一电量电价的抽蓄电站共有4家,年平均发电利用小时数为1600小时左右,远高于国内抽蓄电站平均水平,个别电站甚至违背了抽蓄电站调度运行导则规定的年度发电利用小时不超过设计值的原则。

此外,落实两部制电价的抽蓄电站数量极少。沙河抽水蓄能电站是江苏省首个投产的抽蓄电站,从建成起一直试行两部制电价。“两部制电价综合了容量电价和电量电价的优势。”电站总经理李贵桃透露,沙河电站执行该电价机制以来,年发电利用小时数稳定在1800小时左右,投资回报率高达10%。

不过从全国范围来看,更为合理的两部制电价也遇到推广难题。由于相关招标竞价方式、电价测算方法、工作时间节点、各方职责等尚未明确,致使两部制电价推进工作无实质性进展。

市场化机制的探索不是一朝一夕。黄少中表示,要通过投资主体竞争,降低建设成本,形成市场化的容量电价;通过辅助服务补偿及调峰交易手段,形成市场化电量电价,实现常规电源与抽蓄电站的互利共赢;通过市场交易方式,招标用电低谷时期抽水电量,适当降低抽水电价,进一步消纳负荷低谷时段的风电、水电等可再生能源。

此外,先进技术的推广也有利于提高抽蓄电站运行效率,降低成本,增强市场竞争力。“常规抽水蓄能机组在抽水情况下负荷不可调节,可变速抽水蓄能机组在发电和抽水状态下都可以实现功率调节,而且范围更大。”作为抽水蓄能变速机组应用关键技术科技攻关团队的带头人,陈

大鹏认为,在电网中配备合理比例的可变速蓄能机组可以很好地满足电网对调节充裕度和精度的要求。

作为调节电源,抽蓄电站越靠近负荷中心,越能发挥功用。但在我国负荷中心区域,一般都没有高山,由于水头的限制,常规抽蓄电站选址受到很大限制。可变速机组可适应更宽的水头(扬程)变幅运行,为在负荷中心附近建设抽蓄电站拓宽了选择范围。

“变速机组通过改变转速能较好地适应不同的运行水头,改善水泵水轮机的水力性能,减少振动、空蚀和泥沙磨损,有效改善机组运行工况,在提高机组启动可靠性和灵活性的同时,还可延长机组寿命,大大降低机组运行和检修费用。”陈大鹏说。

市场化是必由之路

市场化机制的探索不是一朝一夕。黄少中表示,要通过投资主体竞争,降低建设成本,形成市场化的容量电价;通过辅助服务补偿及调峰交易手段,形成市场化电量电价,实现常规电源与抽蓄电站的互利共赢;通过市场交易方式,招标用电低谷时期抽水电量,适当降低抽水电价,进一步消纳负荷低谷时段的风电、水电等可再生能源。

此外,先进技术的推广也有利于提高抽蓄电站运行效率,降低成本,增强市场竞争力。“常规抽水蓄能机组在抽水情况下负荷不可调节,可变速抽水蓄能机组在发电和抽水状态下都可以实现功率调节,而且范围更大。”作为抽水蓄能变速机组应用关键技术科技攻关团队的带头人,陈