

“水光互补”创新可再生能源发展模式

许红伟

南水北调中线干线工程建设管理局河南分局 河南 郑州 450041

摘要: 太阳能的生产受到季节变化、昼夜交替和云层厚度等因素的影响。白天发电发生了很大变化,光伏电站的同等使用时数较少。诸如负荷吸收和调节、发电厂运行和控制、电网调节、电能质量和抗干扰能力等因素对电网的安全稳定运行有一定影响。水力发电具有启动和停止灵活实用运行、快速调节负荷和调节各种其他优势,执行电气系统频率调整和事故应急任务,特别是大型充能、水库调节能力强水电站,确保电网安全稳定运行。水电和光电联合运行可通过丰富的水电资源和良好的调节性能来补偿光电,实现平稳稳定的输出曲线,提高电能质量。

关键词: 水光互补; 可再生能源; 发展模式分析; 发电站;

太阳能光伏补充能源生产模式是我国发电厂尚未广泛采用的一种新的发电模式,但具有良好的发展前景。文章分析了水力发电和太阳能的现状和特点,确定利用补充性水力发电和太阳能发电的可行性,并指出在这方面应采取的预防措施。

一、当前水光互补发电发展现状分析

1. 水光互补原理分析

补充性水电和光伏发电是最大限度地利用发电厂的现有输电线路和水电机组的快速调节能力,从而能够集中和传输光伏发电和水电机组的电力,提高输电线路的利用率,减少对水光伏发电的补充控制主要包括 AGC 和 AVC 控制。其中,AGC 控制是指考虑到光伏发电预测、水库调节、水力发电运行状况和电气特性等因素,自动调节有源电力和频率,条件是控制原则是将光伏电站视为水电站的一个不可调整单元,通过迅速调整水电站使光伏发电的波动平稳,从而满足光伏发电的需求,并确保发电总量满足规划控制要求^[1]。此外,AGC 监测水电机组组合振动带和动作阈值的设置,以确保水电机组的贡献达到合理的限度,并减少增加光伏发电频繁波动的调整数。AVC 控制通过协调光伏电站无功补偿装置和机组无功调节能力实现无功电压自动控制。根据电压或无功控制指令,系统优先调用光伏电站无功补偿设备,然后利用发电机组在难以满足的条件下参与无功调节,提高发电机组运行的可靠性。

2. 面临的问题分析

一是水能力与光能的比率。补充性水电和光伏发电可减少光伏发电直接相互连接对系统的影响,同时降低水电机组的调节能力和运行灵活性。因此,水容量与光之间的合理关系是充分利用水和光补充发电的好处和功能的关键。根据对土地资源、环境保护、防洪等的要求,光伏发电能力综合决定,综合考虑储能容量、水电机组调节性能、电力空间、系统调节要求和传输通道容量等因素^[2]。此外,在补充控制系统中,应根据光伏发电能力确定水电机组共同振动区等参

数,以避免影响水电补充发电的运行效率。

二是为了建设补充水电站,需要合理控制水电资源和照明能源的互补性,同时注意干早期和水资源丰富期之间的区别,同时不影响电力供应的稳定性和安全性。在系统运行中,需要妥善规划水和光线的补充分配。如果水电站或光伏电站不具备补充能力,则需排水或排放光,这就要求维修人员和监测人员尽可能满足水库的生产用水和电厂的生产用水需求。

三是用普通的电源。光伏发电以水光学互补的形式大规模发展,将占用常规电源的用电,导致部分机组运行效率低下,加剧供电企业之间的利益冲突。由于目前电力市场辅助服务机制尚不完善,常规电源主要支撑功能的弱化将影响电力系统的安全稳定。因此,有必要协调发展水电和光伏补充能源以及常规电源^[3]。

四是控制水力发电站。该装置的主要功能是提高电厂的整体电能质量。光伏电站的主要特点是受到外部因素,特别是天气因素的影响,并随着天气的变化发电。光伏发电和水力发电相结合,再加上使用 AGC 调节单元调节发电厂的发电,可以弥补由于天气原因造成的发电厂电压波动。

二、水光互补发电站应用的可行性

第一,水资源受到季节的影响,雨季很长,旱季不存在。在寒冷地区,冬季水道的冻结也可能影响发电厂的效率。光能受季节和昼夜交替的影响。白天阳光充足,光能发电效率较高,夜间和雨水发电厂效率明显降低^[4]。将水电与光能相结合,以弥补干旱期间缺水的情况;下雨的时候光线不足,但是水可能比较充足这将大大提高发电效率,尽量减少外部环境对发电厂的影响。与此同时,这两种能源是清洁能源,结合起来,可以大大有助于中国的节能和减排。

第二,技术和设备是相辅相成的。水力发电依赖于较低和较低水平的水流,而太阳能发电则需要最大限度地利用山区斜坡。我国的大部分大型发电厂都建在水流非常低的地区,例如三峡水电站,那里的地形优势显而易见。但是,

光伏系统必须安装在斜坡或倾斜支架上。目前中国的大多数发电厂都是水力发电厂水电与光能相辅相成，以建设水电站，并以经济合算的方式充分利用水电资源和光能能源，从而节约成本，提高电厂的效率^[5]。然而，水力发电厂的特点与太阳能发电厂的特点非常相似，因此可以增加太阳能发电设备。建造补充水电站的主要费用是电力和土木工程。利用水电项目建造光电系统可节省建筑和电力成本，并有助于在外部安装光电系统。水电站的通信设备和改造技术相对较发达。建造光伏电站不需要建造更多的变电站和通信设备，从而节省了建造水电站的大部分费用。

第三，节约土地和资金。光伏电站必须占用大面积的土地。一般来说，一个10MWp的太阳能光伏电站应该占地约80000平方米。如果在城市地区或周围建造光伏电站，那么土地成本就极高。但在偏远水电站附近建设光伏电站，在水电站基础设施的基础上安装光伏发电系统，可以减少土地成本^[6]。同时，水电站光伏发电系统的建设无需地址验证即可直接投资，不仅节约了劳动力成本，而且水电综合电站也将快速建成投产。此外，原有水电站可以建设从原有交通条件中借来的太阳能电站，因此没有必要引入交通建设费用。

三、水光互补方法研究

1. 水光互补电源的调峰能力分析

(1) 理论峰值能力。水电和光伏发电都可以在光伏发电形成互补关系的一天中参与电网调峰，光伏发电也被认为是水电的补充装机容量，因此此时水电和光伏互补电源的理论调峰能力是水电站和光伏电站装机容量之和。在黑暗中和清晨，光电输出为零，此时，只有水电能承担电网后期峰值，光伏互补水电电源的理论峰值功率仅等于水电站装机功率。以龙羊峡水发光二极管互补设计为例，其白天理论峰值功率为1600瓦，夜间和清晨理论峰值功率应从光电设定功率中扣除，为1280瓦^[7]。

(2) 实际峰值能力。实际运行时，光伏输出不受控制，只能实时参与用电高峰时段。因此，白天光伏的实际峰值功率等于峰值负载期间的实时光伏输出，小于光伏电站的设定功率。在黑暗和清晨，太阳辐射强度为零，光电输出为零，实际峰值功率为零。水力发电机组输出调节范围广，调节速度快，调峰深度接近100%，因此水力发电提供的实际调峰能力等于其全天装机容量。水电补充电源的实际峰值功率是

水电和光伏发电的实际峰值功率之和。

2. 水光互补协调运行模型

(1) 按计划时间。由于水库调节能力、太阳辐射和径流等因素，水光的互补性可能对整个系统产生不利影响。因此，该模型适用于对水光协同作用的可行性和可靠性的长期研究^[8]。短期商业模式的研究周期较短。储层调节能力较大时，通常能满足水光互补性的可行性和可靠性。(2) 根据优化目标。峰值容量模型是水电和光电系统的总容量，在水和光协调运行后，尽可能承受电网的最大负荷；放弃最小光伏发电模式，即电补偿后最大的在线光伏发电和最小的离线光伏发电；经济效益最大化模式是通过考虑到不同时期的网上电价，最大限度地提高整体效率。(3) 根据解决方法。根据优化目标和优化准则获得一套理论上的最佳解决方案；但是，使用系统优化方法求解模拟优化模型通常很困难。此类模型的解析度主要使用模拟方法，同时也包含最佳化的想法。经过反复的反复，我得到了几组更好的解决方案。

结束语

总之，在发电厂应用太阳能光伏发电补充机制可以提高发电效率，有效利用清洁能源，如光能和水力发电，弥补水电和光能生产不足。虽然该国大多数地区继续使用水力发电模式，但补充水力发电模式将在长期内得到广泛使用。

参考文献：

- [1] 路远. 分布式风光互补发电大有可为[J]. 电器工业, 2013, (9).
- [2] 王瑛. 龙羊峡"水光互补"并网光伏发电项目的探讨[J]. 读与写(上,下旬), 2015, (6).
- [3] 王晓忠, 孙韵琳, 刘静, 等. 水-光互补发电站推广应用的可行性分析[J]. 工程技术, 2013, 425(5): 231_234.
- [4] 何道清, 何涛, 丁宏林. 太阳能光伏发电系统原理与应用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012.
- [5] 龙羊峡水光互补协调运行研究课题组. 龙羊峡水光互补协调运行研究与应用研究成果报告[R]. 西宁: 黄河上游水电开发有限责任公司, 2015.
- [6] 丁明, 王磊, 毕锐. 基于改进BP神经网络的光伏发电系统输出功率短期预测模型[J]. 电力系统保护与控制, 2012, 40(11): 93-99.