

# 基于智能电网的抽水蓄能电站智能化分析

张东东

内蒙古呼和浩特抽水蓄能发电有限责任公司

**[摘要]**与普通电网相比,智能电网更加安全可靠。智能电网通过传感器检测发电、输电、配电、供电设备的运行情况,及时发现问题并采取措施解决。借助电网的自愈性能,可以自行查找故障元件并将其从系统中分离出来,从而保证系统的稳定运行、电能质量和电网工作效率。抽水蓄能机组在电力系统中具有多种不同的功能,在智能电网的运行中发挥着重要作用。

**[关键词]**智能电网;抽水蓄能电站;智能化

**【DOI】**10.12252/j.issn.2096-6261.2020.03.131

我国正着力推进实施智能电网建设,能量存储是智能电网的重要环节,抽水蓄能是电力系统中应用最广泛、容量最大的一种储能技术,其智能化建设成为了智能电网建设的必要需求。抽水蓄能电站的水泵/水轮机的调速系统和发电/电动机的励磁系统是智能化控制的最核心部分,对目前调速系统和励磁系统的智能化控制情况进行了介绍,在实现抽水蓄能电站单个机组层级的智能控制,进一步升级至整个电站层级所有机组的智能联动控制,最终形成整个电网层级的所有入网抽水蓄能机组的智能控制是未来抽水蓄能电站智能化建设的发展方向。

## 一、智能电网抽水蓄能的概念与特点

抽水蓄能在我国电力系统中的应用较广泛,且抽水蓄能具有使用寿命长和存储量大的特点,可用于国家电网的调频调峰与黑启动。抽水蓄能电站可有效解决风能发电和太阳能发电问题,对频率及相位的变化观测有很大帮助,可使新能源电力平稳输出。新能源接入电网后会造电网负荷波动,抽水蓄能电站可消除大规模新能源并网对电网产生的影响,对新能源的可持续发展有重要作用,为新能源的开发及使用提供支撑。智能电网是我国电网的未来发展方向,智能电网的应用与国家能源安全及能源可持续发展息息相关,它的普及需要新能源发电技术的支持。智能电网还可以对电网运行状况进行安全评估及连续分析,预警功能较强,可及时发现潜在故障并将故障隔离,防止故障影响进一步扩大。智能电网可合理接入再生资源,对用户间的高效互动有很大帮助。由于用户的电力需求不同,智能电网可以满足不同用户的不同电力需要,并对此进行集成及优化,使不同用户共享一个平台,该平台可以合理配置资源,降低运维成本。

## 二、抽水蓄能电厂在智能电网中的作用

1. 改善经济发展环境。我国能源需求、不可再生资源产量分布处于非均衡状态,可再生资源集中于北部,不可再生资源位于西部,而对资源需求较大的区域位于我国中部。为满足各区域民众对资源的需求量,应该科学地分配各地区的资源,智能电网出现为资源合理划分提供了助力。智能电网可以大范围地开发不可再生资源,实现资源跨区域传输。以往可再生资源进行远距离传输,会在输送环节损耗不少的

资源,并且难以在短时间内完成资源的传输任务。抽水蓄能电站可以强化受端电网调节能力,有效降低输电环节能源损失。智能电网优化内部结构,对能源传输有巨大的作用,提高新能源分配的合理性与有效性,推动区域经济发展。

2. 推动新能源发展。在我国不可再生资源日益减少的背景下,使用可再生能源发电成为国家高度关注的内容,在此阶段海洋资源、太阳能、风能成为替换资源,拥有较大的发展潜力。相应能源可以长时间应用,满足人们对能源的大部分需求,达到促进区域经济发展的目的。但是风能、太阳能等能源受到季节与地理环境的影响,致使资源在应用时具备间歇性、流动性、随机性等特点,在并入电网时可能出现电压波动或电网频率偏差等情况。通过研究发现,在总装机容量中可再生资源装置容量超过1/10,会对局部电网运行形成一定的影响。中国很多地区仍然选择火力发电的形式,如果仅应用火电机组无法结合实际情况进行调节,会使新能源在并网时受到限制,对新能源大范围普及会形成一定的制约。使用智能电网可以解决传统火电机组在新能源并网方面的限制问题。

3. 调峰填谷。调峰填谷在抽水蓄电站用电高峰阶段起到不小的作用,可以释放电能,由此提高电网运行的稳定性。在用电低谷时存储电荷,可以控制火电机组深度调峰的启动次数,提高电网在能源方面的利用水平。

4. 调频调相。抽水蓄能机组在电网频率波动时可以通过一次调频功能,回应频率变化,调整抽水蓄能机组,将电网频率恢复至正常区域。如果抽水蓄能电站接受AGC负荷指令,可以在优化控制原则下分配机组,调整电站总功,将系统频率维持在一定区间。在发电调相,发电,抽水调相,抽水四种情况下,抽水蓄能机组可以通过无功功率调节,达到电网电压控制目的。利用吸收无功功率的方式,可以降低电网电压,达到智能电网在供电质量方面的要求,提高智能电网运行的稳定性与安全性。在我国科学技术高速发展过程中,应该加大抽水蓄能电站在智能化方面的研究力度,关注抽水蓄能电站自动化系统的设计工作,使用自动化技术推动生产建设。我国自主研发的自动化系统技术,已经应用在很多区域,具备操作便捷、运行稳定等特征,可以发挥抽水蓄

能电站的作用。

### 三、智能化抽水蓄能电站的实施途径

抽水蓄能电站智能化需要同步调整一次与二次设备，这是实现抽水蓄能电站智能化的前提。目前二次设备智能化发展进度较快，一次设备智能化发展应该成为相关人员高度关注的内容，同时加大技术研发力度，由此可以提高一次设备的智能化水平，为抽水蓄能电站智能化发展提供条件。在新型能源开发规模日益壮大的过程中，对电能的需求量逐渐增加。抽水蓄能电站应该随着大众对电能的需求改变同步发展。抽水蓄能电站在工作中尚存在不少问题，对人力与财力等资源有较高的需求。为提高抽水蓄能电站运行水平，应该引入现代先进技术，推动抽水蓄能电站朝智能化方向发展。在企业建设环节，会遭遇运行生产与维护的一系列问题，其中很多内容对技术有不少的要求。智能化体系建设结构繁杂，在建设阶段应该通过统一规划，合理布局，规避重复建设的状况。企业应该结合实际状况进行控制，提高资源利用率。目前开关组件与传感器已得到一定的优化，但是相关组件开发程度尚未达到稳定水平。下面从一次设备和二次设备智能化2个层面进行剖析，分析抽水蓄能电站的智能化建设。

1. 一次设备智能化。一次设备智能化需要增强对信息通信、综合监控保护等技术的融合程度，满足业务流、信息流与电力流一体化需求。为进一步提高设备系统运行的稳定性，应该加强对电力流、业务流、信息流的融合控制力度，一次设备智能化可以通过监测设备掌握设备运行情况，通过数据分析判断设备运行状态，及时发现存在的隐患。操作人员结合掌握的信息可以及时进行预防，并与维修部门联系，让技术人员维修设备。在设备未发生故障时，通过系统掌握的情况进行分析，及时发现故障隐患，通过算法判断设备发生故障的概率，对已发生故障的设备进行控制。一次设备智能化必须拥有较强的信息通信能力，可以实时监测设备运行情况，一次设备为二层结构，主要由系统层与现地层组成。经过技术优化，目前一次设备也慢慢发展为包含过程层、现地层与系统层的三层结构。在抽水蓄能电站中使用大量的智能电子设备，应该加强设备系统的控制力度，各类设备均支持 I E C 6 1 8 5 0 协议。通过智能化决策与其他功能，提高电站运行的稳定性与安全性。

2. 二次设备智能化。在二次设备智能化发展中，应将工作重点投放在一体化数据平台、二次智能设备高级智能应用、软件开发等方面，需要提高智能制造在二次设备中的融入程度，引导二次设备朝集成、标准化、运营一体化、通信网络化、数据共享化、运行最优化、业务互动化、决策智能化等方向发展，提高抽水蓄能电站运行的可靠性、稳定性与安全性。优化二次设备结构，提高设备的智能水平，可以带来较高的经济效益。在二次设备智能化发展时，需要实现厂

与网的智能协调，由此可以在以往基础上进一步提高电网运行的实时性与稳定性。研究二次设备智能化时，需要增加对智能设备调整工作的关注程度，通过科学手段减少二次设备发生故障的概率，提高该设备运行的稳定性。选择二次设备时，应该尽可能挑选支持 I E C 6 1 8 5 0 协议的设备，同时对于暂不支持该协议的设备，可以借助规约转换器，将设备连接起来。研究二次设备智能化时，从抽水蓄能电站使用需求层面出发，引导二次设备朝标准化、共享化、一体化与工程化等方面发展，提高二次设备运行的可靠性与稳定性。在系统运行机制优化方面，应该加大对系统结构的管控程度，需要引导现地层、系统层朝智能化方向发展。抽水蓄能电站在智能化发展时，应该引导二次设备与一次设备朝智能化方向发展，优化设备系统内部结构，可以提高系统的运行性能。

### 四、电力系统稳定器（PSS）的应用

由于对这种电压波动抑制能力不足，功率传输能力降低。因此，电力系统稳定器（PSS）应运而生，PSS通过调节发电机励磁来抑制电压波动以抑制电压振荡过程，改善电力系统功率传输能力。

1. 电网条件下配有PSS装置同步发电系统动态性能。对带有标准PSS装置的同步电机和无PSS装置的同步发电机两种不同系统的性能进行比较。可以看出，有功功率的振荡幅值与本地模式接近，对于不带有PSS装置的同步电机来说较高。PSS对这种模式下产生阻尼效果。

2. PSS系统对电压频率的影响。对电压频率问题的分析目的是为了研究在区域内振荡下两种发电系统的动态和稳态特性。电网电压幅值调制引起电压波动，可以等效于不同电机之间负载角波动。变化的电网电势能够产生相角差的小幅变化，并出现发电机和电网之间的功率交换，代表着本地和区域互联电力系统之间的功率波动，可以看到PSS装置的阻尼作用。

总之，智能电网是我国未来电网的发展方向，抽水蓄能电站作为未来智能电网的重要组成部分，其智能化建设将是未来的主要发展方向和全新目标。调速系统和励磁系统的智能化是实现抽水蓄能电站单个机组层级的智能控制的重要保证，除此之外，电站机组的智能化建设还包括继电保护、监测、巡检和辅机系统的智能化建设。未来在实现单个机组智能化的基础上，将升级至整个电站层级的所有机组的智能联动控制，最终形成整个电网层级的所有入网抽水蓄能机组的智能控制，以满足智能电网的建设需要。

### 参考文献

[1]何雪飞.面向智能电网的抽水蓄能电站的智能化研究[J].大电机技术,2017(4):66-70.