

天台县龙溪水电站增效扩容改造的研究

余伟杰

(天台县龙溪水力发电站,浙江 天台 317200)

【摘要】 为了确保老旧水电站高效、安全运行,使水资源得到合理的利用,需要对其进行扩容改造。本文分析了水电站机组运行中存在的问题,提出了增加自动化控制系统、对机械设备和电器设备进行改装等方法。这些措施可增加发电效益,消除安全隐患,提高生产效率和水资源利用率。

【关键词】 天台县;龙溪水电站;增效扩容改造;容量;水轮机设备

中图分类号: TV742

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2018)05-079-03

Study on synergy, capacity expansion and transformation of Tiantai County Longxi Hydropower Station

YU Weijie

(Tiantai County Longxi Hydropower Station, Tiantai 317200, China)

Abstract: It is necessary to conduct capacity expansion transformation in order to ensure the efficient and safe operation of the old hydropower station and utilize water resources rationally. Problems in hydropower station unit operation area are analyzed. Concrete methods for unit efficiency increase and capacity expansion transformation are proposed, namely an automatic control system is increased in the hydropower station, and mechanical equipment and electrical equipment are modified, etc. These measures can increase the efficiency of power generation, eliminate safety hazards, and improve production efficiency and water resource utilization.

Key words: Tiantai County; Longxi Hydropower Station; synergy, capacity expansion and transformation; capacity; hydraulic turbine equipment

近年来,小型水电站得到迅速的发展,促进了人们生产和生活的有效开展。但是一些水电站的容量闲置较多,对水资源的利用效率不够合理,需要对这部分水电站进行增效扩容改造,有效挖掘水电站的潜力,从而满足人们日益增长的对电力的需求。

1 天台县龙溪水电站概况

天台县龙溪水电站是一座以发电及供水为主的中型水库,没有灌溉和防洪任务,位于浙江省黄水溪中游、始丰溪支流,水库的正常蓄水位和发电死水位分别

为 398.00m 和 372.00m,相应的正常蓄水库容和死库容分别为 2257 万 m^3 和 251 万 m^3 。龙溪水电站的装机容量为 $(2 \times 8000) \text{ kW}$,设计流量为 $(2 \times 4.13) \text{ m}^3/\text{s}$,水轮机额定水头为 234m,属于 III 等工程。另外,该水电站的枢纽工程由放空建筑物、发电厂、发电输水建筑物、泄洪建筑物、主坝、副坝等组成,其中泄洪建筑物位于主坝,而主坝是由钢筋混凝土面板堆石坝建造而成,坝顶高程为 401.40m,副坝则由素混凝土面板干砌石坝建造而成,坝顶高程为 400.90m。

2 龙溪水电站机组运行现状及存在的问题分析

2.1 水轮机设备的运行现状分析

龙溪水电站的水轮机型号为 HL100、转轮直径 D_1 为 $\phi 1.00\text{m}$, 制造的材料主要采用普通的碳钢材料, 转轮叶片采用人工打磨的方式进行制造, 这种水轮机形线准确性较差, 在运行的过程中自然会影响力性能。不仅如此, 该水电站中的水导轴承转动油盆存在严重的漏油、甩油等情况。主轴承出现漏水的现象, 主轴承所使用的密封材料对轴承造成的磨损严重, 导致水淹轴承的情况发生。

2.2 发电机的运行现状及存在的问题分析

该水电站中所使用的发电机绝缘等级相对较低, 由于长时间的使用, 导致发电机出现绝缘老化现象, 降低了发电机的绝缘性能, 增大了发电机在运行过程中的安全隐患。此外, 由于绝缘材料出现老化的情况, 导致发电机中电流泄露, 严重影响发电机的工作效率。

2.3 其他附属设备的运行现状分析

不仅水轮机和发电机在运行的过程中存在问题, 调速器、进水阀在发电机组运行的过程中同样存在问题。就调速器来讲, 一些元件的配置标准较低, 主要表现为电气控制元件、液压操作元件以及执行元件, 这些元件经常会出现故障, 影响到电站的正常运行。水轮机的进水阀自投入运行以来没有进行过改造, 其内部元件逐渐落后, 出现损坏时更换较为困难。

2.4 电气设备以及发电厂房问题分析

由于该水电站的电气设备使用年限较长, 变压器出现的损耗大, 额定工况运行时会出现温度超标的现象。部分设备甚至还出现配件缺少或者是漏油的现象。水电站电气设备的控制方式仍然是采用集中控制, 自动化控制程度低, 对设备安全性的防护等级也比较低。一些陈旧设备在功能方面难以满足现代新型设备运行的基本要求, 与计算机监控设备无法实现很好的连接。

发电厂房比较陈旧, 无论是主厂房还是副厂房都有少量渗水的现象出现, 部分位置的损坏更为严重, 已

经严重威胁到水电站的安全运行。

3 天台县龙溪水电站增效扩容改造的必要性

现阶段, 天台县龙溪水电站出现严重的设备老化问题, 已经不再满足电网的实际需求, 存在一定的安全隐患, 需要对水电站的配变电等设备进行技术改造, 及时消除安全隐患, 促进水电站发电效益提升, 龙溪水电站增效扩容改造的必要性可从以下几点进行分析:

3.1 有利于促进水量利用率的提高

龙溪水电站改造之前的水量利用率为 92.1%, 装机容量为 $(2 \times 8)\text{MW}$, 而增效扩容改造之后的水量利用率达 95.1%, 容量为 $(2 \times 9)\text{MW}$, 能适当缓解用电高峰时段的负荷压力。

3.2 有利于提高供水可靠性和安全运行水平

在整体规划过程中, 该水电站向天台县供水时, 基本是从电站尾水取水; 然而电站通过增效扩容改造可以提高设备运行的安全性及可靠性, 以免出现高转速机组夜油雾外溢的情况, 更好地保护供水水质。另外, 该电站投产运行二十多年, 许多机组设备落后且能耗高, 有些甚至是淘汰产品, 部分设备带病运行, 如发电机的绝缘等级较低, 水轮机顶盖压力较大, 机组轴承油雾和甩油现象严重, 时常出现电器设备和辅助系统的漏气、漏油、漏电等情况。这些问题会影响水电站的安全运行, 因此做好增效扩容改造工作显得尤为重要。

3.3 有利于发展当地社会经济

随着天台县地区经济的发展, 电力能源短缺问题越来越严重, 逐渐成为社会发展的阻碍, 而龙溪水电站的增效扩容改造能够缓解用电紧张的现状, 增加电能供应, 继而增加当地政府的财政收入, 实现社会经济的发展。近几年, 该县的实际平均年发电量达 3029 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$, 但增效扩容后的年平均发电量 3643 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$, 增幅为 20.3%。

3.4 有利于提高发电效益

由于制造工艺、技术水平、加工水平、设备材料等方面的制约, 水轮发电机组效率相对较低, 电力设备及其辅助设备的可靠性较低, 影响了水电站的效益发挥和正常运行。增效扩容改造后, 水轮机的额定效率可

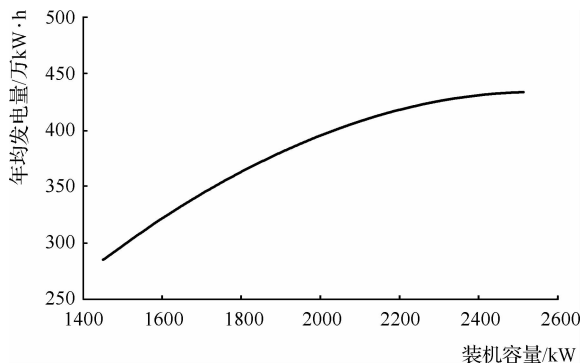
达 89.6%，发电机在额定出力与额定效率条件下的设计效益达 96.7%。对于机组出力系统而言，综合考虑发电机效率、水轮机的效率曲线和发电水头，机组投运初期的处理系数为 8.0，而机组在长期运行的过程中会降低效率、增加损耗。根据水轮发电机运行参数和选型的改造，可以确定水电站增效扩容改造后的机组综合出力系数为 8.45，确保水电站的安全稳定运行，促进电站发电效益和运行效率的提高。

4 加强龙溪水电站增效扩容改造的具体方法

4.1 不断扩大水电站的容量

近年来，国家对水资源的保护以及水土保持政策的实施，使得水电站集雨区的水土流失现状得到了很大的改善。但是受气候的影响，库区内降雨分布不均匀，大部分雨量主要集中在 5—9 月，由于水电站的装机容量较小，泄洪时间长，导致水资源无法得到有效的应用，造成水资源的浪费严重。鉴于这种现象，需要采取灌浆法来加固大坝，重新建设输水涵管以及进水调节池，使得水库的蓄水位提升，确保水库中设计洪水流量符合该流域内洪峰的要求。此外，也可以加大装机容量，从而实现扩大水电站容量、提升水资源利用效率的目的。

该水电站为调节性水库，在对水电站的水能负荷进行计算时，应该满足一定的原则。首先，在确保二级电站发电量和用水量的前提下，坚持电站调度期内两级电站的发电量为原则，详细计算。通过计算水电站的装机容量、每年平均发电量以及装机的利用小时等动能指标，就可以绘制出水电站的平均发电量以及装机容量之间的关系曲线，具体的曲线图如下图所示。



发电量与装机容量关系曲线图

经分析，改造前电站装机容量为 (2×8) MW，水量利用率为 92.1%；机组增容至 (2×9) MW 后，电站的水量利用率可以提高到 95.11%。龙溪水电站作为台州市的骨干电站，机组增容后能提高顶峰能力，可以适当缓解当地用电高峰时段的负荷压力。

4.2 在水电站中配置自动控制系统

龙溪水电站向现代化水电站的方向发展，就应该在增效扩容改造中应用自动控制系统。选择的自动控制系统应该具备冗余设备，即使出现元件损坏的现象，发电机的基本工作能力仍然能够完整地保存，这对于水电站的安全运行和稳定运行起到重要的作用。一般情况下，自动控制装置的计算机网络设计结构呈现单星形以太网的形式，由微机保护装置、励磁装置和可编程控制装置组成。微机调速器往往选择高油压的可编调速器，不仅可实现燃油的节约，同时还能够调节精度。高压氮气罐作为储能罐的选择，不仅节约投入成本，还能够提高电站运行的安全稳定性。

4.3 加强水电站机械设备的改造

机械设备的改造，包括对水轮机、发电机、进水阀设备的改造，以及调速器的更新。在水轮机的改造中，首先应更换转轮，利用数控加工技术将转轮的材料更新为不锈钢材料，同时对转轮叶片的型线以及转轮表面的粗糙度进行严格的控制，才能够更好地提升转轮的水力性能。还需要对导水机构进行改造，先检查导叶端面间隙以及顶盖止漏环的磨损情况，如果不符合要求，需要对顶盖做返厂处理，确定转轮的上冠尺寸，确保导叶端面间隙能够达到具体的设计要求。

其次是对发电机的改造，保留发电机中的主要构件，如：定子机座、主轴和转子磁轭，通过更换定子、转子线圈的方式增大导线的截面，增大发电机的额定容量，紧接着更换发电机其他部位的元件。调速器的更新应该选择灵敏度相对较高的调速器，能够保证其运行的稳定性，确保调速器的品质满足要求。其他辅助系统的改造包括对供水泵的更新、滤水器的更新，取消原有电站中的压气系统，更换低压压缩空气系统的压力表以及空压机等，确保整个辅助系统能够在运行的过程中呈现更好的状态。

(下转第 27 页)