

水电站经济运行与管理技术研究

蔡晓龙

新疆水利发展投资(集团)有限公司

DOI:10.12238/hwr.v7i6.4856

[摘要] 近年来,在社会发展下,人们生活水平的提高,对水资源的需求量不断增加。现阶段,水电站通过经济运行与管理,可以大大提高水电站的机组运行效率,提高水力机组的节能降耗水平,从而带来更大的经济效益,实现水电站的经济运行。研究目前主要集中在三个领域,即水电站的经济运行与管理必要性,水电站经济运行管理的算法研究,并针对提高水电站经济运行管理水平提出了具体举措,列举具体电站进行分析,以及部分专家学者对水电站优化调度运行方面优化改进的前沿算法和模型。

[关键词] 水电站; 清洁能源; 经济运行; 优化调度

中图分类号: TV74 文献标识码: A

Research on Economic Operation and Management Technology of Hydropower Stations

Xiaolong Cai

Xinjiang Water Conservancy Development Investment (Group) Co., Ltd

[Abstract] In recent years, with the development of society and the improvement of people's living standards, the demand for water resources has been continuously increasing. At present, through economic operation and management, hydropower stations can greatly improve the efficiency of unit operation, and improve the level of energy conservation and consumption reduction of hydropower units, thereby bringing greater economic benefits and achieving the economic operation of hydropower stations. At present, research is mainly focused on three areas, namely the necessity of economic operation and management of hydropower stations, the algorithm research of economic operation and management of hydropower stations, and specific measures have been proposed to improve the level of economic operation and management of hydropower stations, citing specific power plants for analysis, as well as cutting-edge algorithms and models for optimization and improvement in the optimize scheduling and operation of hydropower plants by some experts and scholars.

[Key words] hydropower station; clean energy; economic operation; optimize scheduling

引言

水电站经济运行涉及影响因素多,约束条件复杂,是一项较复杂的系统工程。文章通过对水电站水库调度方式、机组特性、主辅机结构特点等因素深入研究的基础上,从提高机组运行水头、优化机组技术供水方式、优化厂内设备运行方式、优化机组冷热备用状态等方面制定了多种经济运行策略,有效降低了度电耗水率、减少了综合厂用电量,提高了水资源利用率,提升了水电站经济效益,为指导电站经济运行、提高电站经济效益提供了多种有效的途径,可在同类型水电站中广泛推广应用。

1 概括

某水电站位于青衣江干流第四梯级,电站水头小、流量大,共装配了3台单机容量为27MW的轴流转桨式水轮发电机组,年发电量可达4亿kW·h,首台机组于2003年7月投产,3台机组至今运行平稳。随着“碳达峰、碳中和”战略目标的提出,在现今的市

场环境下,面对有限的水资源,如何尽最大努力去提升水电站经济运行水平,成为众多水电企业生存与发展之路上亟待破解的难题。本文结合自身工作经验,对这一难题提出了自己的见解。

2 水电站的经济运行与管理必要性分析

随着当今电力市场的不断改革,大部分水电站也正在不断完善其相关的运行管理体系。与此同时,水电站的经济效益也在逐年稳步提升。传统的管理制度在一定程度上制约着水电站国际化发展的趋势。为了确保水电站能高效稳定地发展与转型,相关人员应当重视对水电站运行管理制度的时代性、科学性,确保提升水电站的经济效益,保证其能持续健康地发展。我国水电蕴藏量十分丰富,尽管已经建设了许多工程,也取得了很多成就,但实际开发利用量仍与可开发量有很大差距。目前,在能源建设中,我国将水力发电视为一项重要措施。举世闻名的三峡工

程, 不仅为长江沿岸及电网提供了可靠的电力资源, 而且还兼具抗洪排涝、航运灌溉等功能, 可以说已经不仅仅是单纯的水电站了, 更是我国历史上一项伟大的民生工程; 再如黄河上的小浪底水电站, 不仅可进行水力发电, 而且还为两岸农业、工业等生产用水提供保障, 更为重要的是, 黄河沿流的水电站在汛期进行综合调度, 可对黄河这个“地上悬河”冲水调沙, 降低河床位置。从此黄河安澜, 黄河中下游沿岸也不会再有洪灾, 两岸人民尽可安心生活、生产。这些水电站的例子不胜枚举, 因此可以说水电站不仅在我国的国民经济当中占有了很重要的地位, 更是一项关乎民生大计的伟大工程。想要进一步缓解我国能源紧张的现状, 就需要大力提倡水电站经济运行技术, 提高水电站运行管理水平。这对增加电厂效益以及确保电网安全运行有着重要意义。

水电站的经济运行, 要因地制宜, 具体问题具体分析。即不同规模、种类、布置形式的水电站选择其最佳的运行方式, 在保证电力系统安全运行的前提下, 增加发电效益。通俗地讲即采用具体的措施, 能够用最少的水量发出最大功率的电量。对于水电站经济运行而言, 制定水电站的最佳运行方式, 不仅能够实现工程水利向资源水利的转型, 还能确保电力系统的安全生产、经济发电及经济供电等目标的实现。同时, 对提升水电站运行的管理水平、增加水电站的发电量、提高流域防洪能力都有着积极的促进作用。水电站是否经济运行主要有内因和外因两个方面进行评判, 以往的研究主要集中于评价方法研究、考核体系建设等, 但是归根到量化指标上, 以耗水率和水量利用率两评价目标为主, 即耗水率越低越好, 水量利用率越高越好。

3 水电站经济运行管理措施

3.1 设备管理精细化

2022年1月12日, 位于某河流域的水电站, 工作人员进行设备检修时, 厂房三号机组因堵头阀门爆裂导致透水事故发生, 此次事故告诉我们设备管理工作不容忽视。某水电站首台机组于2003年投运, 目前各项设备都在逐步老化, 所以设备管理工作显得极其重要。①某水电站高度重视设备巡检工作, 发电部共设1个oncall班和5个运行班, oncall班专门负责设备巡检, 每日按照规定的巡检路线开展巡视点检工作, 发现问题立即登记并通知维护人员, 同时定期优化巡检路线, 确保巡检无死角。②对设备采用网格化管理, 根据职工人数将各项设备分为n份, 每一位职工以网格管理员的身份负责1份设备的管理工作, 要求熟悉掌握设备的结构、工作原理和常见故障的解决方法, 并定期和不定期的检查设备是否正常运行。③充分利用高科技检测设备, 采用热成像仪等专用仪器辅助日常巡检, 能有效提升巡检的专业化水平和故障检测的精准度。

3.2 优化机组技术供水方式, 降低综合厂用电量

某水电站原设计采用循环冷却器供水系统, 循环水池由河边供水井补水, 由循环水池、3台尾水冷却器、5台离心泵、连接管路、压力表及阀门组成, 由控制柜操作离心泵将冷却水供至机组技术供水系统。后经技术改造, 在蝶阀前压力钢管处设置一取

水口, 取水口安装减压阀、滤水器, 将压力钢管自压水经减压阀减压、滤水器过滤后直接用于技术供水系统。通过技术供水系统改造, 大大降低了综合厂用电量。

3.3 优化调度模式

要做好水情预测, 在保证安全的前提下, 科学合理地利用来水, 最大限度地减少弃水, 合理安排计划发电量。另外也要和上游电站联系沟通, 了解其发电规划, 实现联动工作, 使每一滴水都发挥出最大价值。本文将这些举措归结为两类: 第一类是面对外因, 即人力无法抗拒的外力所造成的, 比如来流量等; 第二类是面对内因, 即人为因素, 如管理水平、运行工况等。针对外因, 这是大自然决定的, 我们左右不了, 只能未雨绸缪, 尽我们最大的努力, 通过现有的科技手段, 进行预测及制定相应周密的应对方案。而取决于我们自身的内在因素, 是可以通过我们自己内在的努力来改变的, 比如提升我们的管理水平、自动化水平等。尤其是在科技高速发达的今天, 随着计算机技术的迅猛发展, 一些计算机软件得到了快速成长并被应用于我们的实际生活中, 这些计算程序、软件不仅可以把我们人员本身从工作中解放出来, 还能够提高效率。

3.4 健全运行机制

①不断完善各台机组启停流程。机组开机耗时过长或一次开机不成功的情况下, 会增加机组开机耗水量, 所以需要在日常工作中, 不断总结经验, 多次实践, 绘制出一套完善的机组启停流程, 控制开机耗水, 缩短空载时间。此外在其他条件不变的情况下, 应当首先打开漏水量较大的机组, 从而减小后续机组的漏水损耗, 降低总耗水率, 提升机组综合运行效率。②科学分析上游电站来水数据和实时气象预报数据, 合理预测本站水库水位上涨(下降)情况, 及时与省调有效沟通。丰水期时, 尽量申请多负荷发电; 枯水期时, 以高水位运行为调度目标。③探讨水电站短期经济运行方式。通常情况下, 以10d、一旬或者一周作为1个计算周期。在确定负荷下, 通过准确分析某水电站3台机组的运行特性, 以降低耗水量为原则, 科学分配给定负荷, 确保负荷分配最优化。通过此方法可获得, 不同的调度负荷下, 各机组的最优运行方式, 但在调整负荷时需注意, 尽量减少机组穿越振动区间的次数。④制定电力营销策略。强化与省电网、省经信委等相关部门的沟通, 积极争取政策上的支持, 主动申请负荷, 确保年度发电目标顺利完成。

3.5 现场巡视

运行人员在监控巡查之外, 每隔4~5h, 还要进行现场巡视, 这也是资料收集的一个部分, 很多跑冒滴漏问题甚至是运行缺陷都在这个环节被发现。机组运行期间关注各部位声音是非常重要的, 均匀的振动、无异响一般都表明机组工况正常。某次运行人员发现水车室出现特殊异响, 在更换运行机组转移负荷后, 将有异响机组停机检查发现蜗壳内有粗大的树干, 提前发现, 及时处理, 避免了更大的事故发生, 提高了设备的可靠性, 也保证了安全生产。

3.6 增强管理服务建设, 提高工作效率

探索符合自身实际的高效管理机制,各部门之间加强联系有序配合,发现问题尽快上报、解决好问题。另外要关心员工的工作和生活,有一套员工都能满意的考核和奖惩机制,按劳分配,适当地提高员工福利待遇,从而提高其工作积极性,推动水电站经济效益的提升,以促进优化水电站经济运行工作全面推进。

3.7 水库调度

一些水电站的经济运行是通过水库调度来实施的。水库调度的基本原理是循环波动补偿原理,具体表现为周期性循环、随机性、波动流域性补偿。水库调度的特点是不能顾此失彼,需要控制一些调度并存。目前,水文气象中长期短期预报精度与传统相比已有着很大的提高,但仍有变数的现象存在。水库调度是有一定风险的措施,但由于水库调度本身有着巨大的效益,因此仍被广泛应用着,只是如何平衡二者关系为相关学者广泛研究。在水电站实施经济运行。水电站实施经济运行是解决在给定水电站时段出力或流量的情况下,通过合理安排各机组出力来实现耗水量小或发电量大的水电站运行方式。水电站节水是水库调度的目的之一,在给定水电站流量的情况下如何安排各机组出力来使用水量最小是水库调度的目标所在。可以利用规定的机组流量特性曲线,给定净水头不变,应用动态求解规划找出最优负荷分配结果,从而找到水电站流量不变,用水量最小的分配结果。提高水电站发电效益,即在给定发电流量的情况下,安排水电站各机组的发电流量合理使用比使得总输出力最大。可以计算在给定上游水位和出库流量时,确定在不同的水电站各机组发电流量合理使用比的总输出力,选出最大的结果,即是配比最优的结果。具体方法是按下泄流量求解水电站毛水头,计算流量配比结果。值得注意的是每台机组在改变发电流量这一动态量时,水头损失不同,为了避免水头损失不同而造成的误差,应使得净水头也相应不同。

4 水电站经济运行与管理的算法研究

目前,对水电站的经济运行算法的研究及应用很多。水电站经济运行的研究,国内外学者从模型的调度优化和求解进行探索。模型的调度优化主要从实际情况中考虑,较多的能体现出电站运行时的主要特性,同时对于模型求解方法的要求也是越简洁越好。提出了一种短期运行优化模型,其优化的方案将入库流

量和水头设置为定值,同时将机组启停时带来的损失也作为考量。根据机组的投运情况,建立了考虑空载情况和开机约束的经济调度模型。在不同调度要求下的模型也随着深入的研究,变得更加完善,也反映出真实状态下的水电站运行。水电站经济运行的模型有着很多约束条件和目标函数的非线性问题,最早的研究大多基于动态规划法,但是受制于“维数灾”,进而影响计算的精度及效率。随着研究的深入,一些新的智能算法取代了传统的方法,基于遗传算法求解水电站经济运行的模型,从多个初值点开始,沿多条路径进行搜索。基于改进的粒子群算法(PSO)进行水库调度。提出一种基于站点跳过的优化调度方法,可减少一个或多个泵站的使用,并优化总水头到其他站点的分配在约束条件下,提出利用变异算子自适应变化的进化规划算法,求得耗水量最低的厂内经济运行方式。

5 结语

本文对目前国内在水电站经济运行与管理的研究现状进行总结和拓展,并引用具体电站进行分析论证。水电站经济运行与管理在具体实施的同时,对水电站运行调度模型、算法的优化不仅有利于进一步提高水电站经济运行与管理水平,同时也是电站自动化建设的重要部分,向“无人值班,少人值守”的目标更进一步,同时电站的经济效益也得到了很大的提升。尽管水电站经济运行与管理目前仍在不断地探索,尚没有形成统一的技术理论,但我们取得的成果还是有目共睹的,我们要继续结合实际,探索出一套适合自身实际的水电站经济运行与管理系统。

[参考文献]

- [1]周佳,马光文,黄炜斌,等.流域梯级水电站经济运行效益评价体系研究[J].水电能源科学,2011,29(05):145-147,194.
- [2]冯树臣,全声,朱十五.基于水电能量平衡分析模型的水电企业管控模式研究[J].中国水运(下半月),2017,17(7):117-119.
- [3]陈新,徐刚磊,赵定林,等.枯水期降低水耗、提升发电量运行管理模式[J].云南水力发电,2018,34(03):107-108.
- [4]吉超.浅析高凤山水电站的安全经济运行[J].水电站机电技术,2017,40(02):47-50.
- [5]杨玲.提升水电站经济运行水平的措施探讨[J].四川水利,2020,41(01):125-127.