

Analysis of Difficulties and Countermeasures in Civil Construction of Pumped Storage Power Stations in Civil Engineering

Chai Ji

Sinohydro Bureau 6 Co., Ltd. Fushun Qingyuan Pumped Storage Power Station, Dandong, Liaoning, 118200, China

Abstract

As a crucial peak shaving, frequency regulation, and energy storage facility in modern power systems, pumped storage power stations play an irreplaceable role in promoting the consumption of new energy and ensuring the safe and stable operation of power grids. With the advancement of China's strategic goals of "carbon peaking and carbon neutrality", the construction of pumped storage power stations has entered a rapid development stage, with both the number of stations and total capacity ranking first globally. However, the civil engineering construction of pumped storage power stations faces a series of challenges, including complex geological conditions, difficult construction techniques, and high quality requirements, which directly affect the safety, stability, and service life of the power stations. This study takes the Fushun Qingyuan Pumped Storage Power Station of Sinohydro Bureau 6 Co., Ltd. as the engineering object, focuses on analyzing the characteristics and difficulties of civil engineering construction in pumped storage power stations, and proposes targeted solutions to address these difficulties, with the aim of improving the level of civil engineering construction for pumped storage power stations.

Keywords

civil engineering; pumped storage power station; civil construction; construction difficulties; countermeasures

土木工程中抽水蓄能电站土建施工难点与对策分析

柴集

中国水利水电第六工程局有限公司抚顺清原抽水蓄能电站, 中国·辽宁 丹东 118200

摘要

抽水蓄能电站作为现代电力系统中重要的调峰调频和储能设施, 在促进新能源消纳、保障电网安全稳定运行等方面发挥着不可替代的作用。随着我国“碳达峰、碳中和”战略目标的推进, 抽水蓄能电站建设已进入快速发展阶段, 电站数量和总容量均已跃居世界首位。然而, 抽水蓄能电站的土建工程面临地质条件复杂、施工技术难度大、质量要求高等一系列挑战, 这些难点直接影响电站的安全性、稳定性和使用寿命。该研究以中国水利水电第六工程局有限公司抚顺清原抽水蓄能电站为工程对象, 重点剖析土木工程中抽水蓄能电站的土建施工特点、难点, 并提出针对性解决土建施工难点的对策, 以期能够提升抽水蓄能电站土建施工水平。

关键词

土木工程; 抽水蓄能电站; 土建; 施工难点; 对策

1 引言

土木工程中, 抽水蓄能电站属于新型电站, 对比其他电站形式, 抽水蓄能电站的功能更完善, 节电量更大, 且能科学调整高峰电能^[1]。但抽水蓄能电站施工繁琐, 复杂性更高, 对该工程施工建设过程中, 施工单位须精确掌握抽水蓄能电站施工难点, 并引入现代化技术手段, 提升土木工程施工质量与效率。该研究以中国水利水电第六工程局有限公司抚顺清原抽水蓄能电站为工程对象, 重点剖析土木工程中抽水蓄能电站的土建施工特点、难点, 并提出针对性解决

土建施工难点的对策, 旨在为提升抽水蓄能电站土建施工质量和工程管理水平提供参考。

2 工程概况

以中国水利水电第六工程局有限公司抚顺清原抽水蓄能电站为对象, 该工程是东北地区规模最大的抽水蓄能电站, 总投资 109 亿元, 总装机容量 180 万千瓦 (6 台 30 万千瓦机组), 年发电量 30 亿千瓦时, 年抽水电量 40 亿千瓦时。该项目是国家“十三五”重点能源工程和振兴东北老工业基地的标志性项目, 由中国电建集团北京院牵头, 联合水电六局、水电八局组成 EPC 总承包联合体承建。

【作者简介】柴集 (1996-), 男, 满族, 中国辽宁丹东人, 本科, 助理工程师。

3 抽水蓄能电站施工特点

3.1 土建施工难度高

该抽水蓄能电站的抽水蓄能电站工程施工期间,内含大量施工内容与环节,工程施工工序繁琐,且建设该工程时,施工单位过于注重施工效果,重点关注施工工期,有的可能会缩短施工工期,但该过程中必须确保施工质量^[1]。抽水蓄能电站土建施工期间,因项目所涉工程比较复杂,施工技术、环节较多,甚至会有不同专业交叉施工问题,这就提升了抽水蓄能电站组织建设难度。电站具有较高施工质量要求,混凝土结构外观要求也较高,工程施工所用设备、材料繁琐,施工现场环境恶劣,会导致施工组织难度的加大,对工程施工效果产生影响。此外,电站多建于山区,库区边坡坡度常达40°-60°,开挖过程中易引发滑坡、崩塌。如某工程因岩体破碎带未彻底探明,导致边坡支护失效,延误工期3个月。

3.2 试验工作冗杂

抽水蓄能电站土建施工期间,为确保工程建设符合质量标准要求,必须在建设期间反复试验,便于及时检测工程建设中存在的问题,并及时制定合理、科学的解决方案,为工程施工质量提供保障。但抽水蓄能电站实验类型冗杂,通常涉及爆破、原材料、土工以及混凝土等大量试验工作,试验过程中,必须保持严谨、认真工作态度,确保试验规范性,避免工作质量对试验数据产生影响。

3.3 混凝土温度控制要求高

抽水蓄能电站施工质量的提升前提在于,施工单位严格管控电站施工过程,其中,土建工程会涉及混凝土施工,需要科学管控混凝土温度,充分发挥混凝土功能与实际作用,从而实现混凝土施工质量的提升^[1]。混凝土温度控制期间,应科学控制混凝土养护、配制、浇筑以及运输各环节温度,确保其满足施工要求,为混凝土施工性能、质量提供重要保障,强化混凝土应用效果,避免混凝土温度影响抽水蓄能电站整体施工质量。

4 抽水蓄能电站土建施工难点

为进一步提高抽水蓄能电站土建工程的建筑质量,需要采用合理的技术和方法,在实施的过程中进行优化。例如针对防止泄漏而言,如果操作不当就有可能产生漏泄问题,这不仅会影响整体效果,甚至还会造成整座电厂建造质量降低^[4]。基于此,应根据抽水蓄能电站具体情况来确定合适的位置,例如上水库一般设置在较高位置且位于较为平坦的地势区域内,但此处位置高度较高,缺少自然水流的供给,这就需要利用电力负载较小的时段,经过下水库向水库供水,这样一来便能够增加水库的储水质量。除此以外,水库自身也必须具备防水性能,其结构和承载能力方面都需要达到相关的标准,如此才能够确保整个电厂的稳定运行。除此之外,在土建部分也有一些施工问题,各方面也需要重视起来,

安排合理的施工计划,使其适应实际情况的需要。

第一,抽水蓄能电站的基础设施建设难点,我们应当做好上库和下库的土壤覆盖层建设工作,将混凝土护栏以及沥青堤岸有机地进行融合,做好水库建设优质的地基。然而,实际情况是,上下库位置存在差异,他们的建设位置环境存在差异,而水库底部的土质差异也是非常大的,所以做土质覆盖也会受到外在因素的影响^[5]。土壤没有得到有效处理,会导致水土流失,破坏水库的储水量,还会对发电站的工作造成影响,使它得不到正常使用,无法实现它的价值。

第二,沥青混凝土施工难题。在抽水蓄能发电厂建造阶段,尤其是建筑施工阶段,我们要用沥青混凝土作为施工的主要材料,其具有较大的质量密度及延伸度,有助于后期管理电站及维修电站的实现。但是在具体的实施环节中,需要考虑物资运输的难题,由于发电厂建设的地理位置较为复杂,再加上海拔高,因此物资以及机械设备的运输就比较有难度,且还存在一个问题,就是物料的配比难题,一些施工企业并没有完全掌握沥青混凝土的使用方式,也没有明确具体的出航工程的需求,因此调配的物料会有瑕疵,导致其性能或品质存在问题,从而影响土建工程整体质量^[6]。

第三,坡度较大斜面处混凝土施工难点。因为受地理地形环境因素的影响,一些水库的部分边坡角度较为陡峭,由此也会提升施工难度,在应对这些问题时如果没有实现合理解决,混凝土的支撑强度可能超过原定设计要求,便会有较为安全风险的隐患存在,便会导致工作效率和质量不达标,并且还有可能出现建筑安全意外的发生。

5 抽水蓄能电站土建施工对策

抽水蓄能电站的土建工程面临地质条件复杂、施工技术难度大、质量要求高等一系列挑战,这些难点直接影响电站的安全性、稳定性和使用寿命。为此,针对抽水蓄能电站土建施工难点,需制定针对性施工对策。

5.1 上水库防渗体系

抽水蓄能电站的上水库多建于山顶或地势较高的位置,这种选址特点决定了其经常面临复杂的地形地质条件和较高的防渗要求^[7]。在缺乏天然径流补给的情况下,任何渗漏都可能导致严重的水量损失,影响电站的正常运行。目前常用的水库防渗形式包括沥青混凝土模板、钢筋混凝土面板、土工膜防渗等,每种形式都有其适用条件和施工难点。沥青混凝土模板施工需要严格控制混合料温度、铺设厚度和碾压质量,特别是在低温、雨天等不利天气条件下,更需采取特殊措施保证施工质量。钢筋混凝土面板则需注重混凝土配合比设计、施工缝处理和养护条件,防止温度裂缝和收缩裂缝的产生。土工膜防渗虽然施工简便,但对基层平整度和膜材接缝质量要求极高,且需采取有效措施防止穿刺和老化。

5.2 库底土壤铺垫技术

在上水库施工中,库底土壤的铺垫质量直接影响整体

防渗效果。施工前需彻底清除库区表层腐殖土和松散物质,然后按照设计要求分层回填和压实专用防渗土料。每层铺土厚度一般控制在30cm以内,压实度需达到设计要求的95%以上。在陡坡区域,为防止土层滑移,需采用特殊的压实设备和施工工艺,必要时还可增设土工格栅等加筋材料。库底土壤铺垫施工中最大的难点在于含水率控制,过高或过低的含水率都会影响压实效果,因此需要根据天气变化及时调整施工计划,必要时进行洒水或晾晒处理^[8]。

5.3 沥青混凝土施工

沥青混凝土施工技术在抽水蓄能电站防渗工程中应用广泛。沥青混凝土作为性能优异的防渗材料,具有良好的变形适应性和抗渗性能,特别适合抽水蓄能电站水库水位频繁变化的特点。沥青混凝土防渗层施工包括基层处理、沥青混合料制备、摊铺、碾压和接缝处理等多个环节,每个环节都需要精细控制。混合料制备阶段需严格控制沥青、骨料和填料的配比以及拌和温度;摊铺阶段要保证厚度均匀、表面平整;碾压阶段则需选择适宜的压路机类型和碾压遍数,确保压实度和孔隙率满足设计要求。在低温或大风天气下施工时,还需采取保温措施防止混合料温度过快下降。特别值得注意的是,沥青混凝土面板与周边结构物(如廊道、进水口等)的连接部位是防渗薄弱环节,需设计专门的止水结构并精心施工。

5.4 陡坡混凝土施工

抽水蓄能电站水库边坡通常较陡,坡度可达1:1.7甚至更陡,这给混凝土模板施工带来了极大挑战。陡坡混凝土施工需解决混合料滑移、骨料分离和养护困难等问题。实践中多采用滑模施工技术,通过精确控制滑模提升速度和混凝土坍落度,保证面板厚度均匀和表面平整。为防止混凝土滑移,可在混合料中添加适量的增粘剂或调整配合比,提高混合料的粘聚性。养护阶段则需采用保水覆盖或喷淋系统,确保混凝土在早期强度发展期间保持湿润状态,防止裂缝产生。对于超高边坡,还需考虑分段施工和设置水平施工缝,但必须对施工缝进行妥善处理,通常采用止水铜片或多层遇水膨胀止水条,确保接缝处的防渗性能。

5.5 全面质量控制体系

全面质量控制体系是保证防渗效果的最终保障,防渗漏工程施工过程中应建立全过程的质量检测制度,包括原材料检测、工序质量检查和整体防渗效果检验。沥青混凝土防渗层需现场取样检测密度、孔隙率和渗透系数;钢筋混凝土防渗层则需进行强度测试、裂缝调查和渗漏检测。水库施工

完成后,还需进行充水试验,通过水位变化观测评估整体防渗效果。在整个施工过程中,应用现代检测技术如地质雷达、红外热像仪等无损检测设备,可以及时发现防渗层中的缺陷和薄弱部位,为质量控制和缺陷修复提供科学依据。此外,抽水蓄能电站混凝土建设过程中出现孔洞的主要原因是混凝土搅拌问题,因此,为了防止孔洞问题的产生还需要在施工前做好混凝土的搅拌工作,根据施工标准和规范对石灰与水以及其他物料的比进行确定,并对搅拌时间合理延长,从而提升搅拌物的均匀料明细台账,及时更正误差部分,建立实际到货设备明细台账,标明到货设备的具体存放仓库及位置。

6 结语

总而言之,抽水蓄能电站作为现代电力系统中重要的调峰调频和储能设施,在促进新能源消纳、保障电网安全稳定运行等方面发挥着不可替代的作用。对土木工程中的抽水蓄能电站来说,正处在飞速发展时期,但电站仍有大量施工难点,如施工过程复杂、现场环境恶劣等,一系列因素都会影响到抽水蓄能电站土建施工质量,若要提升抽水蓄能电站施工水平,关键在于全面掌握其各土建施工环节,精准了解各环节施工注意事项,勘查施工现场条件,针对性设计施工方案,从而为土建工程施工奠定质量保障,这对推动我国土木工程建设具有重要意义。

参考文献

- [1] 蔡明岷. 抽水蓄能电站土建施工质量通病分析与防治措施[J]. 低碳世界, 2025, 15(08): 112-114.
- [2] 毛鹏, 江志红, 夏遵全, 等. 长龙山抽水蓄能电站安全监测管理与施工创新[J]. 水电与新能源, 2023, 37(10): 53-56.
- [3] 韩飞. 抽水蓄能电站机电设备安装技术管理[J]. 人民珠江, 2022, 43(S2): 68-71+92.
- [4] 张星. 抽水蓄能电站土建施工难点和经验[J]. 水电站机电技术, 2022, 45(09): 116-117+131.
- [5] 李帅, 朱建华, 程阳. 抽水蓄能电站机电安装工程BIM技术应用[J]. 水利水电技术(中英文), 2021, 52(S2): 58-61.
- [6] 张星. 抽水蓄能电站土建施工难点与对策分析[J]. 水电站机电技术, 2021, 44(09): 120-122.
- [7] 李蕾. 抽水蓄能电站混凝土工程质量控制及通病预防[J]. 水电站机电技术, 2021, 44(09): 123-125.
- [8] 雷世清. 梅州抽水蓄能电站上水库土建工程施工组织设计[J]. 科技创新导报, 2018, 15(25): 30+32.