

现代水利水电抽水蓄能施工技术分析

张欢欢

中国安能集团第三工程局有限公司武汉分公司 湖北武汉 430200

摘要：本文围绕现代水利水电抽水蓄能施工技术展开深入分析。首先阐述了抽水蓄能的基本概念、工作原理、分类与特点，为后续研究奠定基础。接着详细探讨了现代水利水电抽水蓄能施工技术要点，包括施工方案与设计优化、材料选择与施工技术、施工过程中的关键技术问题以及现代化施工技术的应用。然后提出了抽水蓄能施工技术的优化与改进要点，涉及施工管理的优化措施、技术工艺的改进方向、材料与设备的选择优化以及信息化技术在施工管理中的应用。最后得出相关结论，旨在为水利水电抽水蓄能工程的施工提供理论支持和实践指导，促进该领域施工技术的不断发展与完善。

关键词：现代水利水电；抽水蓄能；施工技术；优化改进

引言

随着社会经济的快速发展，对能源的需求日益增长，同时对能源的可持续性和稳定性也提出了更高要求。水利水电作为一种清洁、可再生的能源形式，在能源结构中占据着重要地位。抽水蓄能作为水利水电领域的重要组成部分，对于调节电力系统的峰谷差、提高能源利用效率、保障电网安全稳定运行具有重要意义。

近年来，随着科技的不断进步，现代水利水电抽水蓄能施工技术也取得了显著发展。新的施工工艺、材料和设备不断涌现，为抽水蓄能工程的建设提供了更高效、更可靠的技术支持。然而，在实际施工过程中，仍然面临着诸多挑战和问题，如施工方案的合理性、材料的性能与质量、施工过程中的技术难题等。因此，深入分析现代水利水电抽水蓄能施工技术，探讨其优化与改进方向，具有重要的现实意义。

一、抽水蓄能的基本概念与工作原理

（一）抽水蓄能的基本概念

抽水蓄能是一种利用电力系统低谷时段的多余电能，将水从下水库抽到上水库储存起来，在电力系统高峰时段，再将上水库的水放下来推动水轮机发电的储能方式。它相当于一个“巨型电池”，能够在电力系统中起到调节峰谷差、稳定电力输出的作用。抽水蓄能电站通常由上水库、下水库、输水系统、厂房、机电设备等部分组成。

（二）工作原理概述

抽水蓄能电站的工作原理基于能量转换和储存的基本原理。在电力系统低谷时段，如夜间，电网中存在大量的

剩余电能，此时抽水蓄能电站的电动机驱动水泵，将下水库的水抽到上水库，将电能转化为水的势能储存起来。在电力系统高峰时段，如白天用电高峰期，上水库的水通过输水系统流入水轮机，推动水轮机旋转，带动发电机发电，将水的势能转化为电能输送到电网中。整个过程实现了电能的储存和释放，起到了调节电力系统供需平衡的作用。

（三）抽水蓄能的分类与特点

根据不同的分类标准，抽水蓄能可以分为多种类型。按开发方式可分为纯抽水蓄能电站和混合式抽水蓄能电站。纯抽水蓄能电站仅用于抽水蓄能，不承担其他水利任务；混合式抽水蓄能电站则既可以进行抽水蓄能，又可以承担防洪、灌溉、供水等其他水利任务。按水库调节性能可分为日调节抽水蓄能电站、周调节抽水蓄能电站和季调节抽水蓄能电站。日调节抽水蓄能电站主要用于调节电力系统的日峰谷差；周调节抽水蓄能电站可以在一周内进行能量调节；季调节抽水蓄能电站则能够适应季节变化的电力需求。

抽水蓄能具有以下特点：一是具有良好的调峰填谷性能，能够有效提高电力系统的稳定性和可靠性；二是响应速度快，能够在短时间内实现发电和抽水工况的转换，适应电力系统的快速变化；三是储能容量大，可以储存大量的电能，满足大规模电力调节的需求；四是对环境影响较小，与其他能源开发方式相比，抽水蓄能电站的建设和运行对生态环境的破坏相对较小。

二、现代水利水电抽水蓄能施工技术要点

（一）施工方案与设计优化

施工方案的合理性和设计的优化是确保抽水蓄能工

程顺利实施的关键。在施工方案设计阶段,需要充分考虑工程的地质条件、水文条件、地形地貌等自然因素,以及工程的规模、工期、投资等经济因素。要进行详细的地质勘察,了解工程区域的地质构造、岩石特性、地下水情况等,为施工方案的制定提供准确的地质资料。根据地质勘察结果,合理选择基础处理方式,如灌浆、桩基础等,确保建筑物的稳定性。

要优化输水系统的设计。输水系统是抽水蓄能电站的重要组成部分,包括引水隧洞、压力管道等。在设计过程中,要合理确定输水系统的管径、坡度、长度等参数,减少水头损失,提高输水效率。要考虑输水系统的抗震、抗渗等性能,确保其在运行过程中的安全性和可靠性。

施工方案还应充分考虑施工组织和施工顺序。合理安排各施工工序的先后顺序,优化施工资源的配置,提高施工效率,缩短工期。例如,在进行厂房施工时,可以采用平行作业和流水作业相结合的方式,同时进行不同部位的施工,加快施工进度。

(二) 材料选择与施工技术

材料的性能和质量直接影响到抽水蓄能工程的使用寿命和运行安全。在材料选择方面,要根据工程的不同部位和使用要求,选择合适的材料。对于混凝土材料,要选择高强度、耐久性好的水泥,并合理控制水灰比、砂率等参数,提高混凝土的强度和抗渗性能。在骨料选择上,要选用质地坚硬、级配良好的砂石骨料,确保混凝土的质量。

对于金属结构材料,如压力钢管、闸门等,要选择具有良好的强度、韧性和耐腐蚀性的钢材。在施工过程中,要严格按照焊接工艺要求进行焊接,确保焊缝质量。要对金属结构进行防腐处理,如涂漆、热镀锌等,延长其使用寿命。

在施工技术方面,要采用先进的施工工艺和方法。例如,在混凝土施工中,可以采用泵送混凝土技术,提高混凝土的浇筑效率和质量。在岩石开挖过程中,可以采用爆破技术和机械开挖技术相结合的方式,根据不同的岩石特性和施工要求,选择合适的开挖方法,减少对周围环境的影响。

(三) 施工过程中的关键技术问题

在抽水蓄能工程施工过程中,会遇到一些关键技术问题,需要采取有效的措施加以解决。其中,地下洞室施工是一个难点。地下洞室包括引水隧洞、尾水隧洞、地下厂房等,其施工过程中面临着围岩稳定性、地下水处理等问题。为了保证围岩的稳定性,需要采用锚杆、锚索、喷

射混凝土等支护措施,及时对围岩进行加固。要加强对围岩的监测,及时掌握围岩的变形情况,调整支护参数。

地下水处理也是施工过程中的关键问题之一。在地下洞室施工中,地下水的涌出会影响施工进度和施工安全。要采用有效的排水措施,如设置排水孔、排水沟等,将地下水排出洞外。对于涌水量较大的情况,还可以采用帷幕灌浆等方法进行堵水,减少地下水的涌出。

另外,在机电设备安装过程中,要确保设备的安装精度和调试质量。机电设备是抽水蓄能电站的核心部分,其安装质量直接影响到电站的运行效率和可靠性。在安装过程中,要严格按照设备安装说明书的要求进行操作,采用先进的测量仪器和安装工艺,确保设备的安装精度。在调试过程中,要对设备进行全面的测试和调试,及时发现和解决设备运行中存在的问题。

(四) 现代化施工技术的应用

随着科技的不断进步,现代化施工技术在抽水蓄能工程中得到了广泛应用。其中,信息化技术的应用是一个重要方面。通过建立信息化管理平台,实现对施工过程的实时监控和管理。利用传感器技术和物联网技术,对工程的施工进度、质量、安全等方面进行实时监控,及时掌握施工情况。例如,在混凝土浇筑过程中,可以通过传感器实时监测混凝土的温度、湿度、强度等参数,及时调整施工工艺,保证混凝土的质量。

另外,BIM(建筑信息模型)技术也在抽水蓄能工程中得到了应用。BIM技术可以实现对工程的三维建模和虚拟施工,提前发现设计和施工中存在的问题,优化施工方案。通过BIM模型,施工人员可以直观地了解工程的结构和施工工艺,提高施工效率和质量。

自动化施工技术也逐渐应用于抽水蓄能工程。例如,在混凝土浇筑过程中,可以采用自动化浇筑设备,实现混凝土的自动配料、搅拌、运输和浇筑,提高施工效率和质量。在岩石开挖过程中,可以采用自动化掘进设备,实现岩石的自动开挖和支护,减少人工劳动强度,提高施工安全性。

三、抽水蓄能施工技术的优化与改进要点

(一) 施工管理的优化措施

施工管理的优化是提高抽水蓄能工程施工效率和质量的重要保障。要建立健全施工管理制度,明确各部门和人员的职责和权限,加强施工过程的规范化管理。制定严格的施工质量管理体系,对施工过程中的每一个环节进行质量控制,确保工程质量符合设计要求。

要加强施工进度管理。制定科学合理的施工进度计

划,并严格按照计划进行施工。建立进度监控机制,及时掌握施工进度情况,对影响施工进度的因素进行分析和解决。例如,当遇到恶劣天气等不可抗力因素影响施工进度时,要及时调整施工计划,采取赶工措施,确保工程按时完成。

要加强施工安全管理。安全是施工的前提和基础,要建立健全安全管理制度,加强安全教育培训,提高施工人员的安全意识和安全技能。在施工现场设置明显的安全警示标志,配备必要的安全防护设备,加强对施工现场的安全检查和隐患排查,及时消除安全隐患,确保施工人员的生命安全和工程的顺利进行。

(二) 技术工艺的改进方向

技术工艺的改进是提高抽水蓄能施工技术水平的关键。在岩石开挖技术方面,要进一步研究和应用新型的开挖技术,如激光切割技术、水刀切割技术等,减少对周围环境的影响,提高开挖精度和效率。在混凝土施工技术方面,要研究和应用高性能混凝土技术,提高混凝土的强度、耐久性和抗裂性能。例如,采用纤维混凝土、高性能外加剂等,改善混凝土的性能。

在地下洞室支护技术方面,要开发和应用新型的支护材料和支护技术。例如,采用新型的锚杆和锚索材料,提高支护的强度和稳定性。要研究和应用智能化支护技术,根据围岩的实时变形情况自动调整支护参数,提高支护效果。

另外,要加强对抽水蓄能电站机电设备的研究和开发。提高机电设备的效率和可靠性,降低能耗和维护成本。例如,研究和应用新型的水轮机和发电机技术,提高发电效率和调节性能。

(三) 材料与设备的选择优化

材料与设备的选择优化是提高抽水蓄能工程质量和降低成本的重要措施。在材料选择方面,要加强对材料性能和质量的检测和检测。选择具有良好的性价比的材料,既要保证材料的质量,又要降低材料的成本。要加强对材料供应商的管理,建立长期稳定的合作关系,确保材料的供应质量和供应稳定性。

在设备选择方面,要根据工程的实际需求和技术发展趋势,选择先进、可靠、节能的设备。例如,在选择抽水蓄能机组时,要考虑机组的效率、调节性能、可靠性等因素。要加强对设备的维护和管理,建立完善的设备维护制度,定期对设备进行维护和保养,延长设备的使用寿命。

(四) 信息化技术在施工管理中的应用

信息化技术在抽水蓄能施工管理中的应用可以提高

管理效率和决策的科学性。通过建立信息化管理平台,实现施工过程的数字化、信息化管理。在施工进度管理方面,可以利用信息化平台实时监控施工进度,及时发现和解决进度偏差问题。在质量管理方面,可以通过信息化平台对施工质量进行实时监测和分析,及时发现质量隐患,采取措施进行整改。

在安全管理方面,信息化技术也具有重要作用。可以利用视频监控系统对施工现场进行实时监控,及时发现安全隐患。利用物联网技术对施工人员的位置、状态等信息进行实时监测,确保施工人员的安全。另外,通过信息化平台可以实现施工资料的电子化管理,方便资料的查询和共享,提高管理效率。

结论

现代水利水电抽水蓄能施工技术对于保障电力系统的安全稳定运行和促进能源的可持续发展具有重要意义。通过对抽水蓄能的基本概念、工作原理、分类与特点的了解,我们可以更好地认识抽水蓄能工程的本质和作用。在施工过程中,施工方案与设计优化、材料选择与施工技术、施工过程中的关键技术问题以及现代化施工技术的应用等方面都需要我们加以重视,确保工程的质量和安

全。通过对施工管理的优化措施、技术工艺的改进方向、材料与设备的选择优化以及信息化技术在施工管理中的应用等方面的研究和实践,可以不断提高抽水蓄能施工技术水平,降低施工成本,提高工程的经济效益和社会效益。未来,随着科技的不断进步,现代水利水电抽水蓄能施工技术将不断发展和完善,为我国的能源事业做出更大的贡献。

参考文献

- [1]杨凯.现代水利水电抽水蓄能施工技术分析[J].2023(24):193-195.
- [2]田继荣,黄成家,杨磊,等.数字化大坝技术在缙云抽水蓄能电站工程中的应用[J].水利水电快报,2023,44(7):116-121.
- [3]焦忠帅,吴金华,王淑莹.金寨抽水蓄能电站引水调压井施工技术[J].水利水电施工,2023(3):15-18.
- [4]潘伟.TBM掘进施工技术在桐城抽水蓄能电站中的应用[J].广东水利水电,2023.
- [5]殷国权.抽水蓄能电站上水库趾板灌浆工程施工技术[J].施工技术(中英文),2023,52(19):145-150.