

引水发电厂房蜗壳部位混凝土一次浇筑施工技术的优化与应用

马林文

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 引水发电厂房蜗壳部位混凝土一次浇筑施工技术经历了一系列优化与应用。在材料选择与配比方面,优化了混凝土原材料的性能和配比,提高了混凝土的强度和耐久性。浇筑工艺上,通过分层分块浇筑、速度与温度控制等优化措施,确保了浇筑质量。模板设计与支撑系统也进行了改进,提高了成型精度和施工效率。同时,注重施工缝处理与养护技术,减少了裂缝产生。在具体应用中,通过结构设计、模板系统和温度控制的优化,确保了蜗壳部位混凝土施工的安全与质量。

关键词: 引水发电厂房; 蜗壳部位; 混凝土一次浇筑; 施工技术优化; 应用

引言: 引水发电厂房作为水电站的核心组成部分,承担着将水能转化为电能的重要任务。在这一转化过程中,蜗壳部位作为水轮机的重要支撑结构,其施工质量直接关系到水电站的运行效率和安全性。蜗壳部位不仅要承受巨大的水压力和机械应力,还要确保水流的顺畅和稳定,以实现水能的最大化利用。因此,蜗壳部位的施工质量必须得到严格控制,任何细微的缺陷都可能对水电站的正常运行造成严重影响。

1 引水发电厂房蜗壳部位混凝土施工概述

引水发电厂房蜗壳部位混凝土施工是水电站建设中的一项关键工程,其施工质量和稳定性直接关系到水电站的安全运行与发电效率。第一,蜗壳部位混凝土施工需进行详细的施工设计与规划。施工前,需对蜗壳部位的结构特点、受力状况以及施工环境进行全面分析,确定合理的施工方案。这包括混凝土的配合比设计、浇筑顺序、振捣方式以及养护措施等,以确保施工过程的顺利进行和混凝土质量的可靠。第二,施工过程中的材料选择与质量控制至关重要。蜗壳部位混凝土需采用高性能的水泥、骨料和外加剂,以保证混凝土的强度、耐久性和抗渗性能。在材料进场前,需进行严格的质量检测,确保所有材料均符合设计要求。同时,在施工过程中,还需对混凝土的坍落度、含气量等关键指标进行实时监测,确保混凝土的质量稳定可靠。第三,蜗壳部位混凝土的浇筑与振捣工艺需严格控制^[1]。浇筑过程中,需采用合适的浇筑速度和分层厚度,避免混凝土出现分层、离析等质量问题。振捣时,需采用合适的振捣设备和频率,确保混凝土内部的气泡和多余水分被充分排

除,提高混凝土的密实度和强度。第四,养护措施是蜗壳部位混凝土施工不可忽视的一环。浇筑完成后,需及时进行湿养护,保持混凝土的湿润状态,防止其干裂和收缩。同时,还需定期进行养护检查和维护,及时发现并处理潜在的质量问题,确保蜗壳部位混凝土的长期稳定性和耐久性。

2 蜗壳部位混凝土一次浇筑施工技术优化

2.1 材料选择与配比优化

蜗壳部位混凝土一次浇筑施工技术的优化,关键在于材料选择与配比的精确控制,这直接影响到混凝土的强度、耐久性和施工性能。以下是基于几个关键点的优化策略:(1)水泥选用:优先选用符合国家标准的高性能水泥,这类水泥具有早期强度高、水化热低、抗渗性好等特点,能够满足蜗壳部位对混凝土的高要求。同时,根据施工环境和工程要求,选择合适的水泥类型,如中热水泥或低热硅酸盐水泥,以减少混凝土的温度裂缝风险。(2)骨料筛选:骨料应选用质地坚硬、级配良好的碎石或卵石,确保混凝土具有良好的工作性和强度。通过严格的筛分试验,确定合理的骨料粒径分布,以减少混凝土的空隙率,提高密实度。(3)外加剂使用:根据工程需要,适量添加高效减水剂、缓凝剂等外加剂,以改善混凝土的和易性、延长初凝时间,便于施工操作,同时减少用水量,提高混凝土的强度和耐久性。(4)配合比设计:通过试验确定最优的混凝土配合比,确保混凝土在满足强度要求的同时,具有良好的工作性能和抗裂性能。配合比设计需考虑材料的实际性能、施工条件以及蜗壳部位的具体受力状况。(5)质量

控制：在材料选择与配比优化的基础上，加强施工过程中的质量控制，确保每批混凝土的性能稳定可靠。这包括对原材料进行严格的质量检测、对配合比进行定期校验，以及对混凝土进行取样试验，以监控其强度、坍落度等关键指标。

2.2 浇筑工艺优化

2.2.1 分层分块浇筑策略的调整

蜗壳部位混凝土一次浇筑技术的优化，针对传统两次浇筑方法存在的应力集中、开裂风险及质量控制难题，提出了科学分层分块策略。通过合理划分浇筑层与块体，确保每层厚度适中，优化振捣与温度裂缝控制。同时，调整浇筑顺序，优先处理复杂受力部位，减少后期修补，提升施工效率与质量。相较于传统两期浇筑，一次浇筑技术简化了施工流程，降低了质量控制难度，对发电厂房蜗壳部位混凝土施工的安全与效率具有显著提升作用。

2.2.2 浇筑速度与温度控制的优化

浇筑速度直接影响混凝土的散热和温度应力的发展。过快或过慢的浇筑速度都可能导致混凝土内部温度分布不均，增加开裂风险。因此，需根据环境温度、混凝土初凝时间以及蜗壳部位的尺寸，合理控制浇筑速度，确保混凝土在浇筑过程中能够均匀散热，避免局部过热。同时，采用冷却水管等温控措施，有效降低混凝土内部温度，减少温度裂缝的产生。此外，密切关注天气预报，避免在高温或严寒天气下施工，以减少环境因素对浇筑质量的影响。

2.2.3 振捣工艺与设备选择

振捣是确保混凝土密实度的关键步骤。优化振捣工艺，需根据混凝土的坍落度、浇筑层厚度以及蜗壳部位的形状，选择合适的振捣设备和振捣方式。对于蜗壳内侧等难以振捣的部位，可采用高频振捣器或插入式振捣棒，确保混凝土内部气泡被充分排出，提高密实度。同时，严格控制振捣时间和频率，避免过振导致混凝土分层或离析。选择高效、可靠的振捣设备，不仅能提高施工效率，还能有效保证混凝土质量，为蜗壳部位的安全稳定提供有力支撑。

2.3 模板设计与支撑系统优化

模板作为混凝土浇筑的成型工具，其设计和支撑系统的稳定性直接关系到混凝土结构的尺寸精度、表面质量和施工安全。在模板设计方面，需充分考虑蜗壳部位的复杂形状和受力特点，采用刚性好、变形小的材料，如钢模板或高强度塑料模板，确保模板在浇筑过程中不发生变形或位移。模板拼接处应严密无缝，防止漏浆，

同时便于拆卸和重复使用。设计时还需考虑模板的强度和刚度，确保能够承受混凝土的侧压力和自重，保证浇筑过程中模板的稳定性。支撑系统应根据模板的尺寸、重量和浇筑混凝土的重量进行合理布置，确保支撑点分布均匀，受力合理。采用可调节的支撑杆或支架，便于根据施工现场的实际情况进行调整，确保模板的平面度和垂直度满足设计要求^[2]。同时，支撑系统应具有良好的稳定性和抗倾覆能力，防止在浇筑过程中因混凝土侧压力或施工荷载导致模板倾覆或变形。此外，模板与支撑系统的安装和拆卸过程也需严格控制，确保施工安全和效率。在安装过程中，应仔细检查模板的拼接质量和支撑系统的稳定性，确保无误后方可进行混凝土浇筑。拆卸时，应待混凝土强度达到设计要求后，按照预定的顺序进行，避免对混凝土结构造成损伤。

2.4 施工缝处理与养护技术优化

施工缝作为混凝土结构中不可避免的部分，其处理质量直接关系到结构的整体性和耐久性，而养护技术则是确保混凝土达到设计强度、减少裂缝产生的重要环节。对于施工缝的处理，要确保缝面清洁无杂物，采用高压水枪或人工清理的方式，去除表面的浮浆、松散颗粒和污染物。根据设计要求，选择合适的接缝材料，如膨胀塞、止水带等，确保接缝的密封性和耐久性。在浇筑新混凝土前，还需在施工缝上涂刷界面剂，以增强新旧混凝土之间的粘结力，避免产生分层或剥落现象。养护技术的优化则主要包括保湿、保温和适时拆模三个方面。保湿是防止混凝土表面水分过快蒸发，导致干缩裂缝的关键。可采用覆盖湿布、喷洒养护剂或设置自动喷水系统等方式，保持混凝土表面的湿润状态。保温则是通过搭建遮阳棚、覆盖保温材料等措施，减少混凝土内外温差，降低温度裂缝的风险。适时拆模则需在混凝土强度达到设计要求后，根据模板的类型和部位，合理安排拆模时间，避免过早拆模导致混凝土损伤。

3 蜗壳部位混凝土一次浇筑施工技术的具体应用

3.1 结构设计优化应用

3.1.1 受力分析与结构布局优化

在蜗壳部位的结构设计中，首先进行详细的受力分析，明确蜗壳在水电站运行中的受力特点和应力分布。基于受力分析结果，对结构布局进行优化，确保蜗壳部位既能承受巨大的水压力，又能保持结构的稳定性和耐久性。优化结构布局时，考虑混凝土的浇筑工艺和施工条件，确保设计方案的可行性和经济性。

3.1.2 钢筋配置与连接优化

钢筋作为蜗壳部位混凝土结构的主要受力元件，其

配置和连接方式直接影响结构的承载能力和安全性。在优化钢筋配置时,根据受力分析结果,合理确定钢筋的直径、间距和数量,确保钢筋能够充分发挥其抗拉、抗压性能。同时,优化钢筋的连接方式,如采用焊接、机械连接等高效可靠的连接方式,提高钢筋与混凝土之间的粘结力和整体稳定性。

3.1.3 预埋件与预留孔道设计优化

预埋件和预留孔道是蜗壳部位混凝土结构中不可或缺的部分,它们为水电站的设备安装和运行提供了必要的接口。在优化预埋件设计时,考虑设备的安装要求和运行条件,确保预埋件的尺寸、位置和数量满足实际需求。同时,优化预留孔道的设计,确保孔道的尺寸、形状和位置准确无误,便于后续设备的安装和调试。通过精细的预埋件和预留孔道设计,提高蜗壳部位混凝土结构的实用性和可靠性。

3.2 模板系统应用

在蜗壳部位混凝土一次浇筑施工技术的具体应用过程中,模板系统的科学设计与高效应用起着至关重要的作用,模板系统不仅决定了蜗壳部位的成型精度,还直接影响到混凝土浇筑的质量和效率。针对蜗壳部位的复杂形状和特殊受力条件,模板系统需采用高强度、高刚性的材料,如钢模板或定制的高强度塑料模板,以确保在混凝土浇筑过程中模板不发生变形或位移。模板的设计需充分考虑蜗壳部位的几何特征,确保模板拼接处的严密性和精度,防止漏浆和错台现象的发生。安装前,对模板进行清理和检查,确保表面无杂物、无损伤^[1]。安装过程中,采用专业的测量工具和方法,确保模板的平面度、垂直度和位置精度满足设计要求。同时,对模板的支撑系统进行加固和校验,确保其在混凝土浇筑过程中不发生倾覆或变形。此外,模板系统的应用还需考虑混凝土浇筑的工艺要求。在浇筑前,对模板进行预湿处理,以减少混凝土与模板之间的粘结力,便于后续模板的拆卸。在浇筑过程中,采用合适的振捣工艺和设备,确保混凝土在模板内均匀分布,避免出现空洞和气泡。浇筑完成后,及时对模板进行清理和保养,为下次使用做好准备。

3.3 温度控制应用

在蜗壳部位混凝土一次浇筑施工技术的具体应用过程中,温度控制是确保施工质量、防止裂缝产生的重要环节。(1)材料预冷与加热控制:在混凝土浇筑前,

对水泥、骨料等原材料进行预冷处理,以降低混凝土的入模温度。同时,在寒冷季节施工时,对拌和水进行加热,确保混凝土的工作性能不受低温影响。通过精确的材料温度控制,为浇筑过程中的温度管理奠定基础。

(2)浇筑温度监控:在浇筑过程中,实时监测混凝土的浇筑温度,确保其在合理范围内。通过布置温度传感器,对浇筑层内部和外部的温度进行连续监测,及时调整浇筑速度和振捣工艺,以控制混凝土的温度梯度,减少温度裂缝的风险。(3)冷却水管布置与运行:在蜗壳部位内部预埋冷却水管,通过循环冷却水带走混凝土内部积累的热量,有效控制混凝土的内部温度。冷却水管的布置需根据蜗壳的形状和尺寸进行合理设计,确保冷却效果均匀。同时,根据温度监测数据,适时调整冷却水的流量和温度,以实现精准的温度控制。(4)保温措施实施:浇筑完成后,及时采取保温措施,如覆盖保温材料、搭建遮阳棚等,以减少混凝土与外界环境的热交换,防止温度骤变导致的裂缝产生。保温措施的选择和实施需根据环境温度和混凝土的强度发展情况进行合理调整。(5)后期温度管理:在混凝土养护期间,继续进行温度监测和管理,确保混凝土内部温度逐渐降低至环境温度,避免产生后期裂缝。同时,根据温度变化情况,适时调整养护措施,如增加保湿、调整养护时间等,以确保混凝土达到设计强度和耐久性要求。

结语

未来,随着材料科学、信息技术、自动化控制等领域的不断进步与创新,蜗壳部位混凝土一次浇筑施工技术将迎来更为广阔的发展前景。通过引入更先进的材料、智能化的施工设备和精准的数据分析技术,将进一步优化施工流程,提升施工精度和效率。同时,对施工过程中可能出现的风险和挑战进行更加深入的研究和应对,将为水电站建设提供更加高效、可靠、安全的解决方案。这些技术革新将有力推动水电事业的持续健康发展,为实现绿色、低碳、可持续发展的能源发展目标贡献力量。

参考文献

- [1]任志民.卡洛特水电站蜗壳及发电机层二期混凝土施工关键技术[J].四川水力发电,2021,40(6):66-69+82.
- [2]柳锡锋.ZONGO II水电站发电厂房机组二期混凝土施工技术[J].广西水利水电,2023(4):71-75.
- [3]余深孜,门敬伟.卡鲁玛水电站厂房机组蜗壳层混凝土施工技术研究[J].工程技术研究,2020,5(23):130-131.