

# 水利水电工程混凝土施工质量控制关键技术分析

雷 科

乐山电力股份有限公司 四川 乐山 614000

**摘要:** 水利水电工程混凝土施工具有显著的时节性特征,且通常耗时长久、规模庞大,技术复杂,对温度有严格规定。混凝土施工质量控制对于确保工程安全、决定工程耐久性以及影响工程造价与工期均具有重要意义。深入分析了混凝土施工质量控制的关键技术,如原材料检测技术、混凝土搅拌与运输技术、混凝土浇筑与振捣技术、温度控制与防裂技术以及施工缝与模板处理技术。这些技术为水利水电工程混凝土施工质量的提升提供有力保障。

**关键词:** 水利水电工程;混凝土施工;质量控制;关键技术

## 1 水利水电工程混凝土施工特点

### 1.1 时节性特征

水利水电工程的混凝土施工往往受到自然环境因素的显著影响,尤其是时节变化。不同季节的气候条件,如温度、湿度和降雨量,都会对混凝土的浇筑、固化和强度发展产生重要影响。例如,在夏季高温时段,混凝土容易出现快速干燥和裂缝问题,需要采取特殊的降温和保湿措施。而在冬季,低温可能导致混凝土凝固缓慢,甚至造成冻害,因此需要加强保温措施。因此,时节性特征是水利水电工程混凝土施工中不可忽视的重要因素。

### 1.2 耗时久、规模庞大

水利水电工程通常涉及大型基础设施的建设,如大坝、水电站和堤防等,这些工程往往需要投入大量的资金和人力资源。混凝土施工在这些工程中占据了重要地位,且往往耗时长久,规模庞大。混凝土施工不仅需要满足工程的整体进度要求,还要确保施工质量和安全。

### 1.3 技术复杂性

水利水电工程的混凝土施工具有极高的技术复杂性。这主要体现在混凝土材料的选择、配比、浇筑工艺以及质量控制等方面。不同的工程部位和功能需求,对混凝土的性能有着不同的要求。例如,大坝主体结构要求混凝土具有高强度、耐久性和抗渗性等特点;而水电站的水轮机基础则要求混凝土具有高强度和良好的抗震性能。另外,混凝土施工还需要与地基开挖、钢筋安装等工程活动密切配合,确保工程的整体性和稳定性<sup>[1]</sup>。

### 1.4 温度严格规定

在水利水电工程的混凝土施工中,对温度的控制有着严格的规定。混凝土在浇筑和固化过程中,会受到环境温度的影响,从而产生热胀冷缩等物理现象。如果温度控制不当,可能会导致混凝土内部产生应力集中和裂缝等问题,严重影响工程的整体质量和安全性。在混凝土

土施工中,需要对环境温度、混凝土入模温度以及浇筑后的养护温度等进行严格监控和调节,以确保混凝土的正常固化和强度发展。这要求施工人员具备丰富的经验和专业知识,以应对各种复杂的温度控制问题。

## 2 水利水电工程混凝土施工质量控制的重要性

### 2.1 影响工程安全

水利水电工程作为重要的基础设施,其安全性直接关系到人民群众的生命财产安全和社会的稳定。混凝土施工质量控制是确保工程安全的关键环节。如果混凝土施工质量不达标,可能导致结构强度不足、裂缝产生、渗漏严重等问题,进而威胁到工程的整体稳定性和安全性。严格控制混凝土施工质量,可以有效预防安全事故的发生,保障水利水电工程的正常运行。

### 2.2 决定工程耐久性

水利水电工程的耐久性是其长期发挥效益的基础。混凝土作为工程的主要材料之一,其施工质量直接影响到工程的耐久性。优质的混凝土施工能够确保工程结构在长期使用过程中保持良好的性能,减少因材料老化、磨损等原因导致的性能下降和损坏。通过加强混凝土施工质量控制,可以延长工程的使用寿命,降低维修和更换成本,提高工程的整体经济效益和社会效益。

### 2.3 影响工程造价与工期

混凝土施工质量控制的好坏直接关系到工程的造价和工期。如果施工质量不合格,需要进行返工或修复,这将导致工程造价的增加和工期的延长。相反,如果施工质量得到有效控制,可以减少返工和修复的次数,从而降低工程造价并缩短工期。因此,加强混凝土施工质量控制对于控制工程造价和确保工程按期完成具有重要意义<sup>[2]</sup>。

## 3 水利水电工程混凝土施工质量控制的关键因素

### 3.1 原材料质量控制

原材料是混凝土质量的基础,其质量控制直接关系到混凝土施工质量的优劣。水利水电工程所需的混凝土原材料主要包括水泥、骨料(砂、石)、水、外加剂和掺合料等。水泥是混凝土的主要胶凝材料,其品质直接影响混凝土的强度和耐久性。同时,还需关注水泥的存放条件,避免受潮、变质等问题。骨料(砂、石)是混凝土的骨架材料,对混凝土的力学性能和耐久性具有重要影响。在选择骨料时,应关注其质地、级配、含泥量和含水量等指标。对于砂子,应选用质地坚硬、级配合理、含泥量低的优质砂;对于石子,应选用粒径适中、级配良好、质地坚硬的石子,并严格控制其含泥量和含水量;水是混凝土施工中的必需材料,其质量对混凝土的性能也有一定影响。在水利水电工程中,应使用清洁、无杂质的水源,并严格控制水的pH值和氯离子含量等指标,以避免对混凝土产生不良影响;外加剂和掺合料是改善混凝土性能的重要手段。在选择外加剂和掺合料时,应根据工程需求和混凝土性能要求进行合理选择,并严格按照相关标准进行检验和试验,确保其符合工程要求<sup>[1]</sup>。

### 3.2 混凝土配合比设计与优化

在配合比设计时,根据工程的具体要求、原材料的性能以及施工工艺等因素进行综合考虑。首先,应根据工程的强度等级、耐久性要求和工作环境等因素确定混凝土的强度等级和耐久性指标。在配合比确定后,还需要进行一系列的试验和验证,以确保混凝土的性能和质量满足工程要求。在配合比优化方面,可以通过调整原材料的用量、选用高性能的外加剂和掺合料、优化搅拌工艺等措施来提高混凝土的性能和质量。例如,增加适量的矿物掺合料(如粉煤灰、矿渣粉等)可以提高混凝土的耐久性;使用高效减水剂可以降低混凝土的水灰比,提高混凝土的强度和耐久性;优化搅拌工艺可以确保混凝土的均匀性和稳定性。

### 3.3 施工过程控制

在混凝土的搅拌过程中,应严格控制原材料的用量、搅拌时间和搅拌速度等参数。搅拌时间不足或过长都可能影响混凝土的性能和质量。同时,还需要定期检测混凝土的坍落度、含气量等指标,以确保其符合施工要求。在混凝土的运输过程中,应防止混凝土的分层、离析和漏浆等问题。可以采用搅拌车或泵送等方式进行混凝土的运输,以确保混凝土在运输过程中的均匀性和稳定性。在混凝土的浇筑过程中,应注意控制浇筑速度、浇筑厚度以及振捣力度等关键参数。浇筑速度过快可能导致混凝土内部气泡增多,影响混凝土的密实度和

强度;浇筑厚度过大则可能造成混凝土内部温度应力过大,增加裂缝产生的风险。在实际操作中,应根据混凝土的性质、结构尺寸以及施工条件等因素,合理选择浇筑方式和参数。振捣是混凝土施工中的关键环节,它可以使混凝土更加紧密、均匀,提高混凝土的密实度和强度。在振捣过程中,应选择合适的振捣设备和振捣频率,确保混凝土内部气泡充分排出,同时避免过振或漏振等问题。对于大型或复杂结构的混凝土施工,可以采用插入式振捣棒或附着式振捣器进行振捣,以确保混凝土的均匀性和稳定性。另外,在混凝土的施工过程中,还需注意施工环境对混凝土质量的影响。例如,在高温或大风等恶劣天气条件下,应采取遮阳、挡风等措施,以减少环境因素对混凝土性能的影响。同时,还需加强施工现场的管理和监督,确保施工人员严格按照施工图纸和技术规范进行操作,避免因操作不当或疏忽大意而导致的质量问题。

### 3.4 养护与后期管理

在混凝土浇筑完成后,应及时进行养护工作,养护的主要目的是保持混凝土表面的湿润状态,防止其过快干燥而产生裂缝。可以采用覆盖湿布、喷水保湿等方法进行养护。养护时间应根据混凝土的强度等级、环境条件以及工程要求等因素进行合理确定。一般来说,混凝土的养护时间应不少于7天,对于大型或复杂结构的混凝土施工,可能需要更长的养护时间。除了养护工作外,还需加强混凝土的后期管理。这包括定期对混凝土进行检查和维护,及时发现和处理潜在的质量问题。例如,对于出现的裂缝、剥落等问题,应及时进行修补和处理,以防止问题进一步恶化。同时,还需加强对混凝土的保护措施,避免其受到撞击、刮擦等损伤。在水利水电工程中,混凝土的养护与后期管理工作还需特别注意防水和防腐蚀等方面的问题。为了防止这种情况的发生,可以采取涂刷防水材料、设置防水层等措施来加强混凝土的防水性能<sup>[4]</sup>。

## 4 水利水电工程混凝土施工质量控制关键技术分析

### 4.1 原材料检测技术

原材料的质量直接决定了混凝土的性能,原材料检测技术是混凝土施工质量控制的基础。这一技术涵盖了水泥、骨料(砂、石)、水、外加剂和掺合料等所有混凝土原材料的检验。对于水泥,需要检测其强度、安定性、凝结时间等指标,以确保其满足设计要求。骨料则需检测其颗粒级配、含泥量、含水率等参数,以保证混凝土的均匀性和强度。水的质量同样重要,需检测其pH值、氯离子含量等,避免对混凝土产生有害影响。外加

剂和掺合料的选择和检测则更为复杂,需根据其类型和用途进行针对性的测试,以确保其与混凝土的兼容性。通过严格的原材料检测技术,可以筛选出质量优良的原材料,为混凝土施工质量的控制打下坚实的基础。

#### 4.2 混凝土搅拌与运输技术

搅拌的均匀性和运输的稳定性直接影响到混凝土的质量和施工效率。在搅拌过程中,需要严格控制原材料的计量和投料顺序,以确保混凝土的配合比准确无误。同时,搅拌时间也需要严格控制,以保证混凝土的均匀性和稳定性。另外,搅拌设备的选择和维护也至关重要,选择性能稳定、操作简便的设备,并定期进行维护和保养。在运输过程中,要选择适合的运输方式和设备,避免混凝土的分层、离析和漏浆等问题。同时,还要注意运输过程中的温度控制,避免混凝土在运输过程中发生温升或温降,从而影响其质量。

#### 4.3 混凝土浇筑与振捣技术

混凝土浇筑与振捣技术是混凝土施工质量控制中的核心环节,在浇筑过程中,需要严格控制浇筑速度和浇筑厚度,以避免混凝土内部产生过大的温度应力和裂缝。同时,还应注意浇筑过程中的温度控制和保湿措施,以确保混凝土的均匀性和稳定性。振捣是混凝土施工中的关键步骤,它可以使混凝土更加紧密、均匀,从而提高混凝土的密实度和强度。振捣的方式和设备选择需要根据混凝土的性质和结构尺寸进行确定,以确保振捣效果最佳<sup>[5]</sup>。

#### 4.4 温度控制与防裂技术

水利水电工程通常处于复杂的地质和水文环境中,混凝土在施工过程中很容易受到温度应力的影响而产生裂缝。在防裂方面,采取设置抗裂钢筋、使用防裂剂等措施来增强混凝土的抗裂性能。另外,还可以采用分层浇筑、分段施工等方法,以减少单次浇筑的混凝土量,从而降低温度应力的累积。对于已经产生的裂缝,需要及时修补和处理。常用的修补方法包括表面修补、注浆修补和结构加固等。表面修补主要用于处理裂缝宽度较小、深度较浅的裂缝,通过涂抹修补材料来封闭裂缝;注浆修补则适用于裂缝宽度较大、深度较深的裂缝,通过向裂缝内注入修补浆液来填充裂缝;结构加固

则是针对裂缝严重、影响结构安全性的情况,采用加固措施来提高结构的承载能力。

#### 4.5 施工缝与模板处理技术

施工缝是混凝土浇筑过程中形成的接缝,其处理质量直接影响到混凝土的整体性和耐久性。接缝钢筋可以增强施工缝的连接强度,防止裂缝的产生;接缝止水带则可以防止水分从施工缝处渗入,保证混凝土的防水性能。模板是混凝土浇筑过程中的支撑和定位工具,其质量和处理方式直接影响到混凝土的外观质量和尺寸精度。在选择模板时,要选择质地优良、尺寸准确、刚度足够的模板。同时,在模板的拆卸过程中,要注意避免对混凝土表面造成损伤,保持混凝土的完整性和美观性。在每次使用前,对模板进行彻底的清洁和检查,确保模板表面无杂物、无锈蚀、无变形等问题。在使用过程中,需要定期对模板进行维护和保养,如涂抹防锈剂、修补损坏部位等,以延长模板的使用寿命和保证施工质量。

#### 结束语

综上所述,水利水电工程混凝土施工质量控制是一个系统而复杂的过程,涉及多个关键因素和关键技术。为了确保混凝土施工的质量和安全性,必须严格控制原材料的质量,优化混凝土配合比设计,加强施工过程控制,并注重养护与后期管理。未来,随着科技的不断进步和工程实践的积累,水利水电工程混凝土施工质量控制技术将会更加完善,为水利水电工程的可持续发展提供有力支撑。

#### 参考文献

- [1]李建华.张晓峰.水利工程混凝土坝施工质量控制研究[J].水利科技与经济,2022,28(4):85-90.
- [2]王强.刘洋.水利水电工程混凝土坝施工技术与管理[J].水电站设计,2021,37(3):44-48.
- [3]李华.张强.刘敏.大型水利水电工程大坝施工质量控制技术[J].水利建设,2020,18(5):22-25.
- [4]庞永波.李晶.水利水电工程混凝土施工关键技术研究[J].地下水,2024,(05):316-317+322.
- [5]钱桂花.水利水电工程大体积混凝土施工控制技术研究[J].散装水泥,2024,(04):56-58.