

水利水电施工中混凝土施工技术的应用

陈 洋¹ 黄文静²

1. 中国水利水电建设工程咨询西北有限公司 陕西 西安 710000

2. 江苏科兴项目管理有限公司 江苏 南京 210000

摘要: 水利水电混凝土施工技术应用受工程结构特性、环境及材料性能等因素影响。常见技术包括拌和运输、浇筑振捣、防渗抗裂等。质量控制要点涵盖施工前、中、后三个阶段。现存问题有原材料管控不严、施工技术不规范、温度控制不到位等。优化策略包括强化标准化操作、加强监督检查。完善质量管控体系需建立全流程原材料管控、健全温控体系、完善检测体系,以提升施工质量,保障工程安全耐久。

关键词: 水利水电施工; 混凝土施工; 技术应用

引言: 在水利水电工程建设中, 混凝土施工技术保障工程质量与安全的关键。其应用受工程结构特性、施工环境及材料性能等多因素制约, 且涉及拌和运输、浇筑振捣、防渗抗裂等诸多环节。然而, 当前施工技术应用仍存在原材料管控不严、操作不规范、温度控制不佳、检测体系不完善等问题。深入剖析其关键影响因素, 探讨常见技术应用, 明确质量控制要点, 并提出优化策略与完善质量管控体系, 对提升水利水电混凝土施工质量意义重大。

1 影响水利水电混凝土施工技术应用的关键因素

在水利水电工程建设中, 混凝土施工技术的科学选择与合理应用至关重要, 而这需综合考量工程特性、环境条件以及材料性能等多方面关键因素。(1) 工程结构特性是首要影响因素。水利水电工程结构复杂多样, 不同结构部位对混凝土性能的要求大相径庭。以大坝主体为例, 其作为挡水建筑物, 长期承受巨大水压力, 必须具备高强度以保障结构安全, 同时要有高抗渗性防止渗漏, 以及良好的抗冻性抵御低温环境影响。而厂房楼板主要承受人员与设备荷载, 对平整度要求较高, 且需保证强度稳定性, 以确保设备正常运行和人员安全。因此, 结构特性直接决定了混凝土配合比设计以及施工技术的精准选择。(2) 施工环境因素也不容忽视。水利水电工程大多地处山区、河谷等偏远地带, 施工场地狭窄, 交通极为不便, 这给混凝土原材料的运输和设备的调配带来极大困难。同时, 气候条件复杂多变, 高温天气会加速混凝土水分蒸发, 导致表面开裂; 严寒环境会使混凝土受冻, 降低强度; 暴雨则可能冲刷混凝土表面, 影响施工质量。所以, 必须针对性地选择适应不同环境条件的施工技术, 保障施工顺利进行。(3) 材料性能因素同样关键。水泥、砂石、外加剂等原材料的质量

是混凝土性能的基础。水泥的强度等级直接影响混凝土的强度发展, 砂石的级配合理与否关乎混凝土的密实性和耐久性, 外加剂的类型和掺量能显著改善混凝土的工作性能。因此, 需通过严格的材料检验和科学的配合比设计, 确保混凝土性能完全满足工程要求, 为水利水电工程的质量和安奠定坚实基础^[1]。

2 水利水电施工中常见混凝土施工技术应用

2.1 混凝土拌和与运输技术

混凝土拌和与运输作为保障混凝土质量的关键基础环节, 在水利水电工程中占据着举足轻重的地位。(1) 鉴于水利水电工程具有混凝土用量庞大、强度等级要求严苛的特点, 通常采用集中拌和的模式。通过建立大型混凝土拌和站, 并配备性能优良的强制式拌和机, 能够依据精确的设计配合比, 对水泥、砂石、水以及各类外加剂的用量进行精准把控, 从而保证混凝土各组分充分混合、拌和均匀。在拌和过程中, 需运用专业设备实时监测混凝土的坍落度、和易性等关键指标。一旦发现指标不符合既定要求, 应迅速且准确地调整配合比, 确保混凝土性能始终处于可控范围。(2) 混凝土运输环节同样不容小觑, 需根据施工场地与浇筑部位的实际距离, 科学合理地选择运输设备。短距离运输时, 混凝土搅拌车凭借其灵活性和便捷性成为首选; 而对于长距离或高落差的运输场景, 输送泵则能凭借其强大的输送能力, 确保混凝土高效、稳定地送达浇筑点。运输过程中, 要持续保持混凝土的搅拌状态, 有效防止混凝土出现离析、初凝等质量问题。同时, 严格把控运输时间, 保证混凝土在初凝前顺利完成浇筑。特别是在高温环境下, 还需采取遮阳、洒水降温等有效措施, 保障混凝土质量。

2.2 混凝土浇筑与振捣技术

混凝土浇筑与振捣是水利水电工程施工的核心环

节,其施工质量直接关乎工程结构的密实度与强度,对工程整体的安全性和耐久性起着决定性作用。(1)依据工程结构的不同特点,常见且成熟的浇筑技术主要有分层浇筑、分段浇筑和通仓浇筑。分层浇筑常应用于大坝、墩墙等高大结构,为保证层间良好结合,每层浇筑厚度需精准控制在30-50cm,同时严格把控层间间隔时间,确保在混凝土初凝前完成上层浇筑。分段浇筑适用于长度较大的结构,像溢洪道底板,通过合理设置施工缝,能够有效减少温度应力对结构的不利影响。通仓浇筑则多用于面积较大、厚度较薄的结构,例如厂房基础,该方式可显著提高施工效率。(2)在振捣环节,插入式振捣器是常用设备。振捣时要严格遵循“快插慢拔、均匀分布”的原则,确保振捣半径能全面覆盖浇筑区域,防止出现漏振导致混凝土不密实、过振造成混凝土离析等问题。对于钢筋密集区域,应选用小型振捣棒,保证混凝土能充分填充;对于大面积平面结构,可搭配使用平板振捣器,进一步提升振捣效率与表面平整度^[2]。

2.3 混凝土防渗与抗裂施工技术

水利水电工程中,混凝土结构长期经受水环境的侵蚀与作用,其防渗与抗裂性能直接关系到工程的整体安全性和耐久性,是施工过程中的关键要点。(1)在防渗技术方面,有多种成熟且有效的手段。混凝土防渗墙技术常用于大坝基础、堤岸等关键部位,借助成槽机开挖沟槽,随后浇筑防渗混凝土,从而形成连续且完整的防渗墙体,该技术防渗效果显著、整体性强。止水带施工技术主要应用于施工缝、沉降缝等部位,常用的有橡胶止水带、铜止水带。安装时,必须确保止水带位置精准、固定牢固,接缝处采用焊接或粘接方式处理,以杜绝渗漏隐患。表面防渗涂层技术则是通过在混凝土表面涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料、环氧树脂涂料等,形成一层致密的防渗保护膜,有效阻止水分渗透。(2)抗裂技术同样不容忽视,主要包括温度控制与配合比优化。温度控制方面,通过预埋冷却水管、覆盖保温材料等措施,调节混凝土内外温差,减少温度应力导致的开裂。配合比优化则是掺入粉煤灰、矿渣等掺合料,减少水泥用量,降低水化热,同时选用抗裂性能优良的外加剂,全方位提升混凝土的抗裂能力。

3 水利水电混凝土施工质量控制要点

3.1 施工前质量控制

施工前的质量控制是保障混凝土施工质量的前提。首先需严格原材料检验,对水泥、砂石、外加剂等原材料进行进场验收,检验其强度、级配、含泥量等指标,不合格材料严禁使用;同时进行混凝土配合比设计与试

配,根据工程性能要求,通过试验确定最佳配合比,确保混凝土强度、抗渗性、抗冻性等指标达标。其次要做好施工方案编制,明确拌和、运输、浇筑、振捣、养护等各环节的技术参数与操作要求,制定质量控制与安全措施;对施工人员进行技术培训与交底,使其熟悉施工流程与质量标准。此外,需检查施工设备的性能与状态,确保拌和机、输送泵、振捣器等设备运行正常,计量器具经过校验合格。

3.2 施工过程质量控制

施工过程是质量控制的核心环节。在混凝土拌和环节,需严格按照配合比计量原材料,控制拌和时间,确保拌和均匀,同时实时监测混凝土坍落度,每班至少检测3次;运输环节需防止混凝土离析、初凝,到达浇筑现场后再次检测坍落度,不符合要求时需进行二次拌和,严禁随意加水。浇筑环节需控制浇筑速度与分层厚度,避免出现冷缝;振捣环节需确保振捣到位,振捣密实的标志为混凝土表面泛浆、不再下沉、无气泡溢出。施工缝处理需清除表面浮浆、松动石子,涂刷水泥浆或界面剂,确保层间结合紧密。同时,需做好施工记录,详细记录原材料用量、拌和时间、浇筑部位、振捣情况等,为质量追溯提供依据^[3]。

3.3 施工后质量控制

施工后的质量控制主要包括养护与质量检测。混凝土浇筑完成后需及时进行养护,根据气候条件选择合适的养护方式,常温下采用洒水养护,保持混凝土表面湿润,养护时间不少于14天;高温或干燥环境下需覆盖塑料薄膜、草袋等进行保湿养护;冬季施工则需采取保温措施,防止混凝土受冻。质量检测需采用无损检测与破损检测相结合的方式,无损检测包括超声波检测、回弹法检测等,用于检测混凝土强度、内部缺陷;破损检测则通过钻芯取样,检验混凝土的实际强度与密实度。对检测中发现的质量缺陷,如裂缝、蜂窝、麻面等,需及时制定修补方案,采用压力灌浆、表面修补等方法进行处理,确保结构质量达标。

4 水利水电混凝土施工技术现存问题与优化策略

4.1 现存问题分析

在当下水利水电工程混凝土施工技术的实际应用中,仍暴露出一系列亟待解决的问题。(1)原材料质量管控方面漏洞明显。部分施工单位受利益驱使,为压缩成本,违规使用含泥量超标、级配不良的不合格砂石,或是采用过期水泥,致使混凝土强度、耐久性等性能指标难以满足设计要求。而且,砂石来源不稳定,含泥量与级配波动较大,严重干扰混凝土配合比的精准

性,影响工程质量稳定性。(2)施工技术应用不规范现象屡见不鲜。在拌和环节,计量设备误差大,导致原材料配比失衡;振捣时,操作人员技能不足,出现漏振或过振,造成混凝土内部结构不密实;养护工作也常被忽视,养护不及时或养护方式不当,使得混凝土表面易产生蜂窝、麻面、裂缝等质量缺陷。(3)温度控制在大体积混凝土施工中尤为关键,但目前控制措施不到位,水化热引发的内外温差过大,进而产生温度裂缝,削弱结构整体性与防渗性能。此外,质量检测体系不完善,检测频率低、方法单一,对质量缺陷修补不及时、不规范,为工程埋下安全隐患。

4.2 技术应用优化策略

在水利水电工程混凝土施工过程中,技术应用不规范现象时有发生,严重影响工程质量与安全性,因此必须采取切实有效的优化策略。(1)为强化施工过程的标准化操作,首要任务是制定全面且细致的混凝土施工标准化手册。手册应明确各施工环节的操作流程与精准技术参数,例如严格规定拌和机计量误差必须控制在 $\pm 2\%$ 以内,以此保证混凝土配合比的精确性;明确振捣器插入深度为棒长的 $3/4$,确保混凝土振捣密实;设定养护时间不少于28天,保障混凝土强度稳定增长。同时,积极推行样板引路制度,在正式施工前,先选取代表性部位进行样板施工,待样板通过严格验收,确认各项技术指标均符合要求后,再全面展开大规模施工,为后续施工提供标准范例。(2)还需加强施工现场的监督检查力度。安排经验丰富、专业素养高的专职质量检查员,对施工过程进行全程、细致监督,一旦发现违规操作,立即制止并责令整改。为进一步提升监督的公正性与权威性,引入第三方监理单位,对关键工序实施旁站监理,确保每一个施工环节都严格按照规范执行,从而全面提升混凝土施工技术的应用水平,保障工程质量^[4]。

4.3 质量管控体系完善

在水利水电工程混凝土施工中,完善质量管控体系是提升施工质量、保障工程安全与耐久性的核心要点。(1)建立全流程原材料管控机制是基础。对原材料从采

购环节开始,历经运输、储存直至投入使用,进行全程跟踪管理。为每一批次的原材料建立详细的质量档案,实现可追溯管理,一旦出现质量问题能迅速定位源头。同时,强化砂石料场的规范化管理,严格把控砂石的级配与含泥量,确保其稳定在合理范围内,为混凝土质量提供坚实保障。(2)健全温度控制体系至关重要。在大体积混凝土施工中,采用预埋冷却水管与覆盖保温材料相结合的综合措施,实时精准监测混凝土内部温度,将内外温差严格控制在 25°C 以内。通过优化混凝土配合比,科学掺入掺合料,有效降低水泥水化热,从源头上减少温度裂缝产生的风险。(3)完善质量检测体系不可或缺。增加检测频率,综合运用多种检测方法,全面、准确地评估混凝土质量。建立质量缺陷整改机制,对检测中发现的问题,及时制定科学合理的整改方案,明确整改责任人与整改时限,整改完成后进行严格复查验收,确保质量缺陷得到彻底消除,全方位提升混凝土施工质量。

结束语

综上所述,水利水电混凝土施工受工程特性、材料及材料等多因素影响,在拌和运输、浇筑振捣、防渗抗裂等环节有特定技术应用要求。当前施工存在原材料管控、技术应用、温度控制及质量检测等方面问题。为此,需采取制定标准化手册、强化现场监督等优化策略,完善涵盖原材料、温度、检测的全流程质量管控体系,以此提升混凝土施工质量,保障水利水电工程的安全性、耐久性与可靠性,推动行业高质量发展。

参考文献

- [1]焦兴国.混凝土碾压施工技术在水利大坝施工中的应用研究[J].工程建设与设计,2022(12):204-206.
- [2]谭超文.浅谈水利工程渠道施工中衬砌混凝土技术的应用[J].珠江水运,2023(10):65-67.
- [3]谢晓芳.混凝土施工技术在水利水电施工中的应用[J].黑龙江科学,2020,11(02):74-75.
- [4]钟凤军.混凝土施工技术在水利水电施工中的应用分析[J].中国电气工程学报(英文),2021(1):63-64.