

水利工程水库大坝混凝土施工技术分析

江新均

四川路航建设工程有限责任公司，四川成都，610000；

摘要：水利工程中的水库大坝建设在国家基础设施项目中占据重要地位，其中混凝土的浇筑养护及质量控制技术面临选择材料、施工环境适应性及监控施工过程等众多挑战。因此掌握先进混凝土施工技术提升其施工质量，是保证大坝结构长期安全运营的基础。本文分析水利工程水库大坝混凝土施工技术的必要性，提出优化混凝土材料配比、精细防渗漏措施、高效浇筑技术应用、强化后期养护管理四个策略，为提升水利工程水库大坝混凝土施工技术提供帮助。

关键词：水利工程；水库大坝；混凝土施工技术

DOI：10.69979/3060-8767.25.03.004

引言

水库大坝作为水利工程的核心组成部分，其建设质量直接决定水资源调控的效率及区域防洪能力。在大坝结构中高质量的混凝土施工能够保证大坝的稳定耐久性，还可有效抵抗环境变化及外部负荷压力。施工中保障工程质量的关键因素体现在性能调控混凝土并合理安排浇筑过程中的温控技术及后期养护措施。因此在多变的工况下，借助创新技术提高施工效率及保持施工质量，成为水利工程领域需解决的重要方向。

1 水利工程水库大坝混凝土施工技术的必要性

水利工程水库大坝混凝土施工技术的必要性在于其对大坝结构的安全耐久性及功能稳定性的决定性影响。作为水利工程中的核心部分，水库大坝肩负着防洪、灌溉及水力发电等多重功能，其结构的稳定安全直接关系到整个地区的水资源调配及生态环境保护。混凝土作为大坝建设中最常用的材料，其施工技术的优劣决定大坝的抗压能力、抗渗透能力以及抗震性能，从而影响水库大坝的长期使用效能。混凝土施工技术的精细高效化关系到初期建设的质量，也影响着后期维护管理的难度成本。

同时，水库大坝的设计跟施工必须保证混凝土结构的高强度及高密实度，以有效抵抗长期水压及地质应力。混凝土施工中任何细微的疏漏都可能引发裂缝渗漏等问题，直接威胁大坝的稳定性。因此，在水库大坝的建设过程中保证混凝土施工的精准质量，是决定整个工程是否成功的关键因素。

此外，水库大坝作为长期受水流及气候变化影响的建筑物，其混凝土的抗渗性能很关键，混凝土的密实性、硬化速率以及抗裂能力都需要借助精细的施工技术，否

则将可能因水压温差等因素导致结构劣化。水利工程的特殊性要求混凝土施工技术需要充分考虑结构设计阶段，更要在严格把控施工过程，以保证大坝的防渗漏、抗压强度及抗裂性能达到设计要求从而保障水库的长期稳定运行。

2 水利工程水库大坝混凝土施工策略

2.1 优化混凝土材料配比，保证施工质量稳定

在水利工程中，混凝土的配比直接决定大坝结构的强度及耐久性，也关系到整个工程的安全长期稳定性。选择材料及配比对混凝土的性能起着重要作用，在水库大坝这种承载巨大水压及自然压力的建筑物中，更应关注其抗压、抗渗及抗冻等综合性能。因此优化混凝土材料配比是保证水库大坝混凝土施工质量稳定的关键因素。在水库大坝的建设过程中，优化材料配比就意味着在不同的水文气候条件下，选择适合的水泥、骨料及外加剂利用精确配比，获得理想的强度及耐久性，从而减少因质量问题导致的大坝结构事故。实践中，实施优化混凝土材料配比需综合考虑水库大坝的具体建设环境，施工时应重视质量检验材料及精准控制配比，严格控制水泥、骨料及水的比例，避免不必要的材料浪费并最大程度提高其性能的稳定可控性^[1]。

施工人员可借助“水灰比的优化设计”来优化混凝土材料配比，保证施工质量稳定促进大坝工程的长期安全及可靠性。在水库大坝的混凝土施工中优化控制水灰比很重要，水灰比直接关系到混凝土的强度及耐久抗渗性，而这些特性对于水库大坝的结构安全很关键。施工人员应根据水库大坝的具体设计需求及所用水泥的类型，精确制定水泥跟水的比例。根据工程要求通常水灰比应控制在 0.42 至 0.45 之间，这一范围能保证混凝土

具有足够的强度,同时避免过多水分带来的孔隙率问题。

同时,针对水利工程的特殊需求,施工人员在混凝土配比过程中还需精细调整选取骨料,建设水库大坝通常要求使用颗粒级配均匀及无杂质的骨料,细骨料及粗骨料的质量比例通常设定为 40%与 60%,并优化配料设计保证混凝土的密实抗压性能。对于水库大坝工程筛选骨料过程尤为重要,因为粗骨料的质量直接影响到混凝土的抗冲击稳定性,在承受巨大水压力及地震作用的情况下,合理配置优质骨料对大坝的耐久性起着关键作用。

此外,混凝土材料的优化配比涉及水泥与水的比例,还要借助适当选配骨料来增强混凝土的抗压抗渗性。在水利工程水库大坝的混凝土施工过程中,施工人员需结合大坝设计的结构特点精准计算混凝土配比。水库大坝的防渗功能要求混凝土具有较低的孔隙率,因此施工人员在配比时需将水灰比控制在较低的水平,通常会在 0.42 至 0.44 之间。施工人员利用这种精确的配比,能使混凝土更好地抵御水压及渗漏,从而提高大坝整体的稳定安全性。最终,施工人员严格控制材料及优化设计水灰比能够保证水库大坝混凝土的施工质量稳定性可靠,保证大坝结构在长期使用过程中承受不断变化的水流压力、气候条件及环境变化,进而保障水利工程的整体安全持久性。

2.2 精细防渗漏措施,保障大坝结构长效安全

水库大坝的混凝土施工技术中,精细的防渗漏措施直接关系到大坝的长期稳定性及结构安全,混凝土防渗漏能力是水库大坝设计中的关键因素,这不单是工程施工中的一项技术要求,更是保证水库大坝结构安全及预防可能发生渗漏事故的基础。渗漏现象可能导致水土流失,甚至严重影响水库蓄水功能及大坝的稳定性,因此在水库大坝的混凝土施工中防渗漏的措施成为核心。进一步而言,水库大坝防渗漏措施的精细化要求施工人员需要严格控制每一层混凝土的养护过程。合理的温控措施能够使混凝土在水化过程中充分反应,减少因温差过大而引起的裂缝,采用这种细致的养护管理,可以保证水库大坝在长期运营中保持结构的完整性避免产生渗漏问题。施工人员结合科学合理的混凝土施工及维护手段,使水库大坝能够在长期使用中保证其蓄水能力及结构稳定,促使持续高效运行水利工程^[2]。

施工人员可采用“精细防渗漏措施”来保障大坝结构长效安全,施工过程中选择混凝土防渗墙材料很关键,为保证防渗效果施工人员应选用高性能的抗渗混凝土,配合适当的水灰比及添加剂,使混凝土的抗渗性能显著

提高。同时采用水灰比为 0.4 的混凝土以提高其密实性并降低渗透性。施工人员还精准控制浇筑过程中的温度、湿度及固化时间,保证每一层混凝土的密实性及抗渗效果达到设计标准。在防渗墙施工完成后,施工人员应用 GIN 灌浆法对坝基进一步处理,该技术引用高压注浆将特制的浆液注入基础土层中的裂缝空隙,来填补微小的渗漏通道。GIN 灌浆法可以增强土体的密实度还能显著提高坝基的防渗性能,该过程根据水库的实际渗透性需求调整浆液的配方,可以保障其具有较强粘结力及抗渗能力。根据施工规范浆液的注入压力控制在 10-15 MPa 之间,使其能有效渗透至土层深处。

施工完成后,为进一步保证大坝的防渗效果施工人员还要长时间的监测及渗漏检查,采用渗水探测仪及应力传感器等监测设备,可以持续监测坝体及基础的渗漏情况。若发现渗漏迹象施工人员可根据检测结果及时调整或修复防渗措施,以保障大坝结构的长期稳定性。这一精细的防渗漏施工过程能保证水库大坝的防渗效果。最终,水库大坝结合精密的设计及施工管理,成功建立水平及垂直防渗相结合的防渗体系,使大坝的防渗效果得到充分验证,同时有效阻止水流渗透保障水库的水源安全及大坝的长期结构稳定。

2.3 高效浇筑技术应用,提高混凝土施工精度

在水库大坝的混凝土施工中,应用高效浇筑技术是提高施工精度的关键手段,也是保证工程质量及施工进度的重要保障。在水利工程中施工精度直接关系到大坝的结构安全及使用寿命。混凝土浇筑过程中的每一环节必须精确到位,任何细微的误差都可能导致结构缺陷。在大规模水利工程中,严格要求施工精度能够有效预防渗漏等隐患保障大坝的长效运行。根据现代水利工程的需求,施工人员通常需要在坝混凝土浇筑过程中精确调整混凝土的水灰比、配比及浇筑速率,避免过早固化或不均匀的分布,保证每一层混凝土的质量稳定。因此,施工人员应用高效浇筑技术的可以在不影响施工进度的情况下,进一步提高混凝土浇筑精度,使水库大坝的混凝土结构符合设计标准,从而为水利工程的长期稳定性奠定坚实基础^[3]。

施工人员可应用“高效拌合设备”来提高混凝土施工精度,在水库大坝的混凝土施工中,采用高效拌合设备并结合精确的施工流程,能有效提升混凝土施工精度保证大坝结构的长效安全。施工人员可利用强制式混凝土拌合机器严格配比检验原材料,保证水泥、骨料及外加剂等符合设计要求,还采用自动化控制系统精确调配

每一批混凝土的水灰比及成分,保障混凝土的均匀稳定性,每分钟 14 立方米的混凝土拌合能力可以使施工在高峰期仍能满足大规模浇筑需求。

此外,混凝土拌合完成后,施工人员可借助高效泵送技术将混凝土迅速运输至施工现场,精确控制浇筑量及速度使每层浇筑均匀密实避免出现空洞裂缝。施工现场还能结合数字化监控系统实时监测混凝土的强度性能,保证浇筑过程中的每个环节都在严格控制之下。此外,施工人员还在养护阶段利用智能化设备调节环境条件,提升混凝土养护过程中的稳定性。施工人员这些高效的操作及技术手段能得以大幅提高施工精度,促进大坝混凝土结构的长久稳定及抗渗性,从而保障水库大坝的整体安全性。

2.4 强化后期养护管理,提升混凝土长期耐久性

在水利工程的严苛环境下强化后期养护管理对提升混凝土长期耐久性具有重要作用,在水库大坝的混凝土施工中混凝土大坝的强度及耐久性,直接关系到水库的安全性及使用寿命^[4]。后期养护管理的核心在于维持混凝土的湿度温度,可以产生避免裂缝同时促进水泥水化完全反应。水泥水化反应密切相关混凝土初期的强度,更对其长期耐久性产生深远影响,在大型水利工程中,保持混凝土内部水分是关键因素,水库大坝的混凝土通常涉及大量的浇筑区域,后期养护的覆盖面广,实施不当将直接影响混凝土的抗渗抗冻性^[5]。

在水利工程水库大坝的混凝土施工过程中,施工人员可实行“覆盖养护”来提升混凝土长期耐久性,施工过程中,施工人员根据大坝的具体施工环境及混凝土浇筑情况,能够选择合适麻袋片、草席或竹帘等的覆盖材料,这些材料具备良好的透气保湿性,能有效防止混凝土表面水分的过快蒸发。将这些材料均匀铺设在混凝土表面可以保证大坝结构每一处混凝土浇筑区域都覆盖到,防止形成表面裂缝。为保证混凝土表面湿润施工人员还设定定时喷水计划,结合现场气候条件及施工进度通常每两至三小时一次喷水。每次喷水量大约为 2 至 3 升/平方米,使覆盖材料湿度保持在适当水平进而促进混凝土内部水化持续反应。在此过程中,施工团队密切监控现场温湿度变化及时调整喷水频率及水量,避免在高温天气下混凝土水分蒸发过快,导致表面干裂影响其

强度发展。

此外,施工人员还应根据大坝规模及浇筑进度分区域管理覆盖材料,保证每一处大坝结构的混凝土均得到均匀覆盖及充分养护。针对不同气候条件施工人员需要灵活调整覆盖的养护时长及方式。在炎热夏季施工人员通常选择延长覆盖养护周期,使混凝土表面在 7 至 14 天内保持湿润状态,在水库大坝的巨大混凝土面上及时覆盖湿润对防止混凝土裂缝起到重要作用。随着深入大坝混凝土施工,施工人员还会定期对覆盖材料检查保证无损坏或脱落,并根据混凝土的硬化进程逐步减少喷水频率,以维持混凝土的理想水化状态。整体而言,覆盖养护措施有助于保障水库大坝混凝土施工精度,还能大幅度提升混凝土的抗裂能力、抗渗性能以及长期耐久性,促进水利工程大坝结构的稳定安全性。利用这一系列精细操作,施工人员能够顺利保证混凝土的水化过程,并有效提升混凝土的抗压强度及抗渗性能,使大坝在后期使用过程中具有更强的抗渗透性及长期稳定性,为水库安全运行提供坚实保障。

3 结语

研究发展水利工程水库大坝的混凝土施工技术,可以高效推进工程建设也为行业技术进步奠定坚实基础。随着科技进步及工程需求的不断演变,不断创新混凝土施工技术能逐步提升大坝的安全耐久性,满足现代水利工程对结构稳定性的严苛要求。今后不断创新改善水利工程水库大坝混凝土施工技术,将进一步推动水库大坝施工技术革新,为应对日益复杂的水利工程挑战提供更加高效可靠的解决方案。

参考文献

- [1] 郭瑞萍. 水利工程水库大坝混凝土施工技术分析[J]. 水上安全, 2024, (24): 13-15.
- [2] 李家华. 水利工程水库大坝混凝土施工技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (27): 205-207.
- [3] 马学龙. 水利工程水库大坝混凝土施工技术分析[J]. 工程建设与设计, 2024, (06): 167-169.
- [4] 蒋勇. 水利工程大坝施工中碾压混凝土施工技术分析[J]. 低碳世界, 2023, 13(11): 46-48.
- [5] 马亚军. 水利工程水库大坝混凝土施工技术[J]. 水上安全, 2023, (12): 157-159.