

水利水电施工中混凝土施工技术的应用

朱鹏维

淮安达润水利工程有限公司 江苏 淮安 223300

摘要：水利水电工程中，混凝土施工技术是保障工程质量的核心。其应用涵盖原材料选择与控制、搅拌运输、浇筑振捣及养护等环节。原材料需按工程要求精准选用，配合比设计需兼顾强度与耐久性；搅拌运输注重计量精度与和易性保持；浇筑振捣强调密实度控制；养护则为强度增长提供环境。实践中面临裂缝、强度不足及设备人员管理等问题，需通过优化配合比、强化温控、规范操作等对策解决，以确保水利水电工程结构安全与长期稳定运行。

关键词：水利水电施工；混凝土施工；技术；应用

引言

水利水电工程作为重要基础设施，其质量与混凝土施工技术密切相关。混凝土因强度高、耐久性好等特性，成为水利水电工程的关键材料。然而，水利水电工程施工环境复杂，对混凝土性能要求严苛，如抗渗、抗裂、抗侵蚀等。本文围绕水利水电施工中混凝土施工技术展开，从原材料控制、搅拌运输、浇筑振捣到养护环节，分析具体应用要点，并针对常见问题提出对策，旨在为提升工程质量提供技术参考。

1 混凝土施工技术概述

混凝土施工技术是一项复杂且关键的工程技术，在各类建筑项目中起着基础性作用。从原材料的选择与控制来看，水泥的品种、标号需依据工程实际需求精准挑选，其质量直接关乎混凝土的强度与耐久性。比如，在对强度和抗渗性要求高的部位，宜选用高强度等级且性能稳定的水泥。砂、石骨料的粒径、级配及含泥量等指标，同样对混凝土的和易性、强度影响显著。合适的级配能让骨料紧密堆积，减少孔隙率，增强混凝土的密实度；而严格控制含泥量，则可避免其对水泥石与骨料界面粘结力的削弱。混凝土的配合比设计堪称核心环节，需综合考虑工程结构特点、施工工艺以及环境因素等。通过精确计算水泥、骨料、水和外加剂的用量，确保混凝土具备设计要求的强度、和易性、耐久性等性能。例如，在大体积混凝土施工中，为降低水化热，防止温度裂缝产生，常需优化配合比，减少水泥用量，增加掺合料使用。在混凝土搅拌过程中，需严格把控搅拌时间与搅拌速度，保证各组分均匀混合，以此获得性能稳定的混凝土拌和物。运输环节中，要确保混凝土在规定时间内抵达浇筑现场，并维持良好的和易性，防止出现离析、泌水现象。当采用泵送混凝土时，对泵送设备、输送管道以及泵送工艺都有严格要求，需保障泵送过程的

连续性。浇筑时，根据不同的结构形式与施工条件，选择适宜的浇筑方法，像分层浇筑、分段浇筑等，同时合理控制浇筑速度与高度，防止出现冷缝。振捣工序至关重要，借助合适的振捣设备与方法，使混凝土内部密实，排除气泡，提升混凝土的强度与抗渗性。浇筑完成后的养护工作亦不容忽视，通过保湿、保温等养护措施，为混凝土强度增长创造良好环境，提升其耐久性与稳定性。

2 水利水电施工中混凝土施工技术的具体应用

2.1 原材料的选择与控制

(1) 水泥作为混凝土的关键胶凝材料，其品种与标号的选定极为重要。应依据工程的具体要求，如强度等级、耐久性需求、环境条件等，精准挑选水泥。对于大体积混凝土，为有效控制水化热，宜优先选用中热或低热硅酸盐水泥；在有抗侵蚀要求的部位，则需采用相应的抗硫酸盐水泥等，并确保其质量符合国家标准。(2) 骨料的质量对混凝土性能影响显著。粗骨料应选取质地坚硬、清洁且级配良好的碎石或卵石，严格控制其最大粒径，使其不超过钢筋最小间距的2/3及构件断面最小边长的1/4，同时避免含有活性成分及黄锈等杂质。细骨料宜采用质地坚硬、清洁、级配稳定的中砂，细度模数保持在2.4-3.0的合理范围，对于山砂、海砂及粗砂、特细砂的使用，必须经过充分的试验论证。(3) 水和外加剂同样不容忽视。适宜饮用的水方可用于混凝土拌和，水中所含物质不得对混凝土的和易性、强度增长以及钢筋和混凝土产生不良影响。外加剂应根据混凝土的性能要求，通过试验确定其合理掺量，不同品种的外加剂需分别储存，防止运输与储存过程中的相互混装与交叉污染^[1]。

2.2 混凝土的搅拌与运输

(1) 搅拌环节中，必须严格依照经审核的混凝土配料单进行操作，精确称量水泥、骨料、水、掺和料及外

加剂等各组分,确保称量偏差控制在规定范围内。合理选择拌和设备,根据工程规模、混凝土工程量、浇筑方法及施工进度等因素,确定设备容量、台数与生产率,保证混凝土各组分充分均匀混合。(2)混凝土运输过程中,要确保其不发生分离、漏浆、严重泌水、过多温度回升及坍落度损失等问题。合理规划运输路线,尽量缩短运输时间与转运次数,运输道路需保持平整。对于不同级配、强度等级或特性的混凝土,在运输设备上设置明显区分标志,避免混淆。(3)根据运输距离、浇筑部位及现场条件,恰当选择运输设备。水平运输可采用有轨机车或无轨汽车,垂直运输可选用门式起重机、塔式起重机、缆式起重机等。如使用混凝土泵输送,需注意泵送混凝土的最大骨料粒径不宜大于导管直径的 $1/3$,泵送前先用砂浆润滑,确保泵送过程的连续性。

2.3 混凝土的浇筑与振捣

(1)浇筑前,需对基础或浇筑面进行彻底清理,确保其清洁无杂物、无积水,同时检查模板安装及钢筋布置是否符合设计要求。根据施工对象、技术要求及现场条件,合理选择浇筑方法,如常规浇筑法适用于各类建筑物和坝体混凝土施工,通过分层、分块,按照一定厚度、次序、方向进行浇筑,控制好浇筑层厚及上升速度。(2)混凝土入仓后,要及时进行平仓,使其均匀分布。振捣作业至关重要,选用合适的振捣设备,如插入式振捣器、平板振捣器等,掌握正确的振捣方法,按要求依次振捣,确保混凝土内部密实,排除气泡,避免出现漏振、过振现象,保证混凝土的强度与抗渗性。(3)对于大体积混凝土,为防止温度裂缝的产生,需采取有效的温度控制措施,如在混凝土中埋设冷却水管,进行通水冷却;合理安排浇筑时间,避免在高温时段浇筑;优化混凝土配合比,减少水泥用量,降低水化热。注意坝体分缝分块,适时进行接缝灌浆。

2.4 混凝土的养护

(1)混凝土完成浇筑工序后,需立刻着手开展养护工作,以此为强度提升营造优质环境。浇筑结束后12小时内须启动养护,可通过覆盖土工布、洒水等方法,使混凝土表面保持湿润,确保其在适宜湿度下硬化,防止水分快速蒸发导致表面收缩裂缝。(2)对于大体积混凝土以及冬季施工的混凝土,保湿之外保温措施也必不可少。冬季时,可在混凝土表面先涂刷专用养护剂形成保护膜,再覆盖保温被,有效减少内部热量散失,严格把控混凝土内外温差,从而防止因温度应力引发裂缝问题。(3)养护时间是保障混凝土质量的关键,其应根据水泥品种、混凝土强度等级、设计要求及环境条件等综

合确定,且一般不得少于规定天数。养护期间,需安排专人定期检查养护情况,保证措施有效,提升混凝土耐久性与稳定性^[2]。

3 水利水电施工中混凝土施工技术应用存在的问题与对策

3.1 存在的问题

3.1.1 混凝土裂缝问题

混凝土裂缝的产生往往与温度应力、收缩变形及施工工艺密切相关,大体积混凝土浇筑后,水泥水化过程中释放的大量热量难以快速散发,导致内部温度急剧升高,而表面因受环境温度影响降温较快,形成较大的内外温差,由此产生的温度应力超过混凝土的抗拉强度时,便会引发温度裂缝。混凝土在硬化过程中,由于水分蒸发产生体积收缩,若受到模板、钢筋或相邻结构的约束,无法自由收缩,也会产生收缩裂缝。浇筑过程中若振捣不密实,混凝土内部存在孔隙或气泡,会降低结构的整体性和抗裂性能,而养护不及时或养护措施不到位,导致混凝土表面失水过快,同样会加剧裂缝的产生,这些裂缝不仅会影响混凝土结构的外观质量,还可能削弱其承载能力和耐久性,甚至引发渗漏等安全隐患。

3.1.2 混凝土强度不足

混凝土强度不足通常源于原材料质量控制不严、配合比设计不合理及施工过程中的操作不当,水泥标号不符合设计要求或存在受潮变质情况,会直接降低混凝土的胶结能力,骨料级配不良、含泥量过高则会影响混凝土的密实度,进而导致强度下降。配合比设计时,若水泥用量不足、水灰比过大,会使混凝土拌和物过于稀软,硬化后孔隙率增加,强度难以达到设计标准。施工环节中,搅拌时间过短会造成各组分混合不均,影响混凝土的匀质性,浇筑时若出现离析现象,粗骨料集中堆积,会导致局部强度偏低,而振捣不充分则会使混凝土内部存在蜂窝、麻面等缺陷,进一步降低结构的整体强度,这些问题都会使混凝土结构无法承受设计荷载,影响工程的安全性和稳定性。

3.1.3 施工设备与人员管理问题

施工设备的性能状态直接影响混凝土施工质量和效率,部分搅拌设备长期使用后计量系统精度下降,导致原材料称量偏差超出允许范围,影响混凝土配合比的准确性,振捣设备功率不足或振捣棒损坏,会使振捣效果大打折扣,无法保证混凝土的密实度。运输设备维护保养不到位,可能在运输过程中出现漏浆、混凝土离析等问题,影响混凝土的和易性。施工人员的专业技能和操作规范性也至关重要,若操作人员对施工工艺要求掌握

不熟练,在搅拌、浇筑、振捣等环节违规操作,会导致混凝土质量出现波动,而缺乏有效的人员调配和监督机制,可能造成施工环节衔接不畅,延误工期的同时也增加了质量风险^[3]。

3.2 对策

3.2.1 预防和处理混凝土裂缝

为预防混凝土裂缝,需从温度控制、配合比优化及养护措施等多方面入手,在大体积混凝土施工中,采用低热水泥并掺入适量粉煤灰等掺合料,减少水泥用量以降低水化热,同时在混凝土内部预埋冷却水管,通过循环通水加速热量散发,缩小内外温差。合理设计混凝土配合比,掺入适量的膨胀剂或纤维材料,改善混凝土的抗裂性能,减少收缩变形。浇筑过程中严格控制浇筑速度和分层厚度,确保混凝土散热均匀,振捣时保证密实度,避免内部缺陷。养护阶段及时覆盖保湿材料,延长保湿时间,使混凝土强度稳步增长,对于已出现的裂缝,根据裂缝宽度和深度采取相应措施,细小裂缝可采用表面封闭法,较深裂缝则需进行压力灌浆处理,恢复结构的整体性。

3.2.2 提高混凝土强度

提高混凝土强度需严把原材料质量关,对进场的水泥、骨料等进行严格检验,确保其各项指标符合设计要求,水泥需妥善储存,防止受潮变质,骨料进行清洗筛分,控制含泥量和级配在合理范围内。优化混凝土配合比设计,通过试验确定最佳水灰比和水泥用量,在保证和易性的前提下,尽量降低水灰比,提高混凝土的密实度,必要时掺入高效减水剂,改善混凝土性能。施工过程中强化搅拌环节的质量控制,保证足够的搅拌时间,确保各组分混合均匀,浇筑时避免混凝土离析,采用合适的运输设备和方式,减少坍落度损失,振捣作业严格按照规范进行,确保混凝土密实无缺陷,同时加强养护

管理,为混凝土强度增长提供适宜的环境条件。

3.2.3 加强施工设备与人员管理

加强施工设备管理,定期对搅拌设备的计量系统进行校准,确保原材料称量精度,对振捣设备、运输设备等进行日常维护和检修,及时更换损坏部件,保证设备性能稳定。根据施工进度和工程量合理配置设备,避免因设备不足或性能不佳影响施工质量。对于施工人员,开展针对性的技能培训,使其熟练掌握混凝土施工各环节的操作要点和质量标准,建立明确的岗位职责和操作流程,加强现场监督检查,及时纠正违规操作行为。合理安排施工人员的工作任务,明确各环节的衔接要求,提高协作效率,通过绩效考核等方式激励员工提高工作质量和积极性,确保施工过程规范有序^[4]。

结语

综上所述,混凝土施工技术在水利水电工程中应用广泛且关键。从原材料的科学选用,到搅拌运输的精准控制,再到浇筑振捣的规范操作及养护的细致实施,每个环节都直接影响工程质量。面对施工中可能出现的裂缝、强度不足等问题,需通过优化配合比、加强温控、强化设备与人员管理等措施解决。只有严格把控各环节技术要点,才能确保混凝土结构的安全性与耐久性,为水利水电工程的稳定运行奠定坚实基础。

参考文献

- [1]丛洁,靳伟,弓振铭.水利水电施工中混凝土施工技术的应用[J].价值工程,2025,44(8):128-131.
- [2]仝悦成.水利水电施工中混凝土施工技术的应用[J].水上安全,2024(11):187-189.
- [3]李孝忠.水利水电施工中混凝土施工技术的应用[J].中国科技纵横,2023(13):112-114.
- [4]张全.水利水电施工中混凝土施工技术的应用[J].世界家苑,2024(20):150-152.