

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]亓悦成.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.