

水利水电施工中混凝土施工技术的应用

曹瑞轩

中国水利水电第三工程局有限公司 陕西 西安 710000

摘要：本文围绕水利水电施工中混凝土施工技术展开。概述了其在水利水电工程的重要性及应用部位，阐述施工要点，包括原材料选择与配合比设计、搅拌与运输、浇筑及养护技术。分析施工中存在的质、管理问题及环境因素影响。最后提出优化施工工艺、加强施工管理、应对环境因素等提高技术的措施，旨在为提升水利水电工程混凝土施工质量提供参考。

关键词：水利水电工程；混凝土施工技术；大体积混凝土

1 水利水电工程中混凝土施工技术概述

水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，对保障水资源合理利用、防洪减灾、发电供电等方面意义重大。混凝土施工技术作为水利水电工程的核心技术之一，直接影响着工程的质量、安全与使用寿命。在水利水电工程中，混凝土被广泛应用于大坝、水闸、渡槽、隧洞等各类建筑物。不同部位的混凝土结构，对混凝土性能有着不同要求。混凝土施工技术涵盖多个环节，从原材料的选择与质量控制，到配合比的设计与优化，再到搅拌、运输、浇筑、振捣以及养护等施工过程，每个环节都紧密相连、相互影响^[1]。科学合理的原材料选择和配合比设计是保证混凝土性能的基础；高效的搅拌和运输设备能确保混凝土的均匀性和工作性能；规范的浇筑和振捣操作可保证混凝土的密实度；而恰当的养护措施则是混凝土强度发展和耐久性形成的关键。随着科技的不断进步，水利水电工程中的混凝土施工技术也在持续创新与发展，向着更高质量、更高效率、更环保的方向迈进，为水利水电工程的安全稳定运行提供坚实保障。

2 水利水电施工中混凝土施工技术要点

2.1 原材料选择与配合比设计

原材料的选择是混凝土施工的关键环节。除了上述提到的水泥、骨料、外加剂和掺合料外，还需严格控制原材料的质量。水泥应符合国家标准，具有稳定的性能和质量；骨料应进行严格的检验，确保其含泥量、泥块含量、有害物质含量等指标符合要求；外加剂和掺合料应选择质量可靠、性能稳定的产品，并按照规定掺量使用。配合比设计是混凝土施工的核心技术之一，合理的配合比不仅能满足混凝土的强度、耐久性等性能要求，还能降低工程成本。在进行配合比设计时，需根据工程的具体要求、原材料的性能以及施工条件等因素进

行综合考虑。首先，确定混凝土的强度等级和耐久性指标，然后通过试验确定水泥、水、骨料、外加剂和掺合料的最佳用量比例。在试验过程中，需对混凝土的坍落度、含气量、凝结时间等工作性能进行检测，确保混凝土具有良好的施工性能。同时还需对混凝土的抗压强度、抗渗性、抗冻性等力学性能和耐久性性能进行试验，验证配合比的合理性。

2.2 混凝土搅拌与运输要点

混凝土搅拌是保证混凝土质量均匀的重要工序。在搅拌过程中，应严格按照配合比进行投料，确保各种原材料的用量准确无误。搅拌设备的选择应根据混凝土的产量和施工要求进行合理配置，搅拌时间应符合规定要求，以保证混凝土充分搅拌均匀，还应注意搅拌过程中的温度控制，避免因温度过高导致混凝土早期强度发展过快或出现假凝现象。混凝土运输是将搅拌好的混凝土从搅拌站输送到浇筑地点的过程，运输过程中，需确保混凝土不发生离析、泌水等现象，保持混凝土的工作性能^[2]。常用的运输方式有自卸汽车运输、混凝土搅拌运输车运输和泵送运输等。自卸汽车运输适用于短距离、小批量的混凝土运输；混凝土搅拌运输车具有搅拌和运输双重功能，能够在运输过程中保持混凝土的均匀性，适用于中短距离的混凝土运输；泵送运输则适用于高层建筑、大体积混凝土等工程的混凝土输送，具有输送效率高、施工方便等优点。在运输过程中，还应注意控制运输时间，避免混凝土因等待时间过长而初凝。

2.3 混凝土浇筑技术要点

混凝土浇筑是混凝土施工的关键环节，直接影响到混凝土结构的质量和性能。在浇筑前，需对模板、钢筋等进行检查，确保其位置准确、尺寸符合要求，并清理模板内的杂物和积水。同时制定合理的浇筑方案，根据结构的特点和施工条件选择合适的浇筑方法和顺序。对

于大体积混凝土，应采用分层浇筑的方法，每层浇筑厚度应根据混凝土的初凝时间和振捣设备的能力确定，一般不超过50cm。在浇筑过程中，应采用插入式振捣器进行振捣，振捣时间应适中，以混凝土表面不再下沉、不再出现气泡、表面泛出灰浆为宜。振捣棒应插入下层混凝土5-10cm，以保证上下层混凝土结合良好。对于薄壁结构或钢筋密集部位，可采用附着式振捣器或人工振捣的方法，确保混凝土密实。在浇筑过程中，还需注意控制混凝土的浇筑速度和高度，避免因浇筑过快或过高导致混凝土离析或模板变形。同时，应安排专人对模板、钢筋等进行检查和维护，发现问题及时处理。

2.4 混凝土养护技术要点

混凝土养护是保证混凝土强度发展和耐久性的重要措施。在混凝土浇筑完成后，应及时进行养护，防止混凝土表面水分蒸发过快而导致干缩裂缝的产生。常用的养护方法有自然养护、喷水养护、覆盖养护和蒸汽养护等。自然养护是在混凝土浇筑完成后，在混凝土表面覆盖一层塑料薄膜或草帘等保湿材料，保持混凝土表面湿润。喷水养护是定期向混凝土表面喷水，使其保持湿润状态。覆盖养护是在混凝土表面覆盖一层湿麻袋、湿砂等材料，起到保湿和保温的作用。蒸汽养护适用于预制构件等工程，通过向养护室内通入蒸汽，提高混凝土的温度和湿度，加速混凝土的强度发展。养护时间应根据混凝土的类型、强度等级和环境条件等因素确定。一般情况下，普通混凝土的自然养护时间不少于7天，掺有缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土养护时间不少于14天。在养护过程中，还需注意保持养护环境的温度和湿度稳定，避免因温度变化过大导致混凝土产生温度裂缝。

3 水利水电施工中混凝土施工技术存在的问题

3.1 施工质量问题

在水利水电施工中，混凝土施工质量问题较为常见。常见的质量问题包括混凝土强度不足、裂缝、蜂窝麻面、孔洞等。混凝土强度不足可能是由于原材料质量不合格、配合比设计不合理、搅拌不均匀、养护不到位等原因导致的。裂缝的产生则与混凝土的水化热、温度变化、收缩变形、地基不均匀沉降等因素有关。蜂窝麻面和孔洞主要是由于混凝土浇筑过程中振捣不密实、漏振或模板拼缝不严等原因造成的。这些质量问题不仅会影响混凝土结构的外观质量，还会降低结构的承载能力和耐久性，给工程的安全运行带来隐患。

3.2 施工管理问题

施工管理不善也是影响混凝土施工质量的重要因素。在施工过程中，可能存在施工组织不合理、施工人

员技术水平不高、质量意识淡薄等问题。施工组织不合理会导致施工进度不协调，影响混凝土的浇筑和养护质量。施工人员技术水平不高可能导致对施工工艺和操作规程掌握不熟练，从而出现操作失误。质量意识淡薄则会使施工人员对质量问题不够重视，缺乏严格的质量控制措施。施工过程中的质量检验和验收制度执行不严格，也会导致一些质量问题未能及时发现和处理，给工程质量留下隐患。

3.3 环境因素影响

水利水电工程通常处于较为复杂的自然环境中，环境因素对混凝土施工的影响较大。例如，高温天气会导致混凝土水分蒸发过快，使混凝土表面出现干缩裂缝，同时还会影响混凝土的凝结时间和强度发展。低温天气则会使混凝土受冻，降低混凝土的强度和耐久性^[3]。大风天气会影响混凝土的浇筑和养护，使混凝土表面水分散失过快，导致混凝土表面出现裂纹。施工现场的粉尘、有害气体等也会对混凝土的质量产生不利影响。粉尘会吸附在混凝土表面，影响混凝土与模板的粘结；有害气体可能会与混凝土中的成分发生化学反应，降低混凝土的耐久性。

4 提高水利水电施工中混凝土施工技术的措施

4.1 优化施工工艺

针对混凝土施工中的强度不达标、裂缝、蜂窝麻面等质量问题，持续优化施工工艺是关键。原材料选择上，强化质量检验与控制，建立严格准入制度，对每批进场的水泥、骨料、外加剂和掺合料全面检测，除查看质量证明文件，还进行现场抽样试验，确保性能指标达标，不合格材料坚决退回，从源头杜绝隐患。配合比设计要紧密结合工程实际与原材料性能，组织专业技术人员多次试验，通过调整水泥用量、水灰比、骨料级配以及外加剂和掺合料掺量等参数优化配合比，同时兼顾施工可操作性与经济性，确定满足强度、耐久性且工作性能良好、成本合理的配合比。搅拌和运输环节，积极采用先进设备与方式，先进搅拌设备确保混凝土搅拌均匀，减少搅拌时间，提高效率。运输时，依据运输距离和施工进度合理安排车辆，严格控制搅拌与运输时间，避免混凝土初凝，保证其均匀性与工作性能。浇筑过程中，依据结构特点和施工条件选合适方法和顺序。大体积混凝土结构可采用分层分段浇筑，减少内部温度应力。加强振捣管理，制定详细作业指导书，明确振捣时间、间距和深度，安排经验丰富的振捣工操作，确保混凝土密实。大体积混凝土还需采用埋设冷却水管、用低热水泥等有效温控措施，控制内部温度，减少温度裂

缝。养护方面,根据环境条件和混凝土类型科学选择方法与时间。高温干燥环境覆盖保湿材料并定时喷水,低温环境覆盖保温材料并搭设暖棚,依据混凝土强度发展确定合理养护时间,保障强度发展和耐久性。

4.2 加强施工管理

加强施工管理是提高混凝土施工质量的核心关键。首先,要建立健全施工组织管理体系。明确各部门和人员的职责权限,制定详细的施工进度计划和人员分工方案。根据工程特点和施工要求,合理安排施工顺序和施工时间,确保各工序之间紧密衔接,避免出现窝工和赶工现象。建立有效的沟通协调机制,及时解决施工过程中出现的问题,确保施工过程的有序进行。加强对施工人员的培训和教育是提高施工质量的重要保障,定期组织施工人员参加技术培训和安全教育,使其熟练掌握施工工艺和操作规程。培训内容应包括混凝土原材料的性能特点、配合比设计原理、搅拌运输注意事项、浇筑振捣技巧以及养护方法等方面。严格执行质量检验和验收制度是确保工程质量符合要求的重要手段。加强对原材料、半成品和成品的质量检验,建立完善的质量检验台账。对每一道工序进行严格的质量控制,上一道工序不合格,不得进入下一道工序施工。在混凝土施工过程中,安排专职质量检查人员对混凝土的搅拌、运输、浇筑、振捣和养护等环节进行全程监督和检查,发现问题及时要求整改。按照相关标准和规范进行质量验收,对验收不合格的工程,坚决不予通过,并责令施工单位限期整改,直至达到质量要求。建立质量追溯制度是提高质量管理水平的重要措施。对每一批次的混凝土原材料、每一个施工环节和每一道工序都进行详细记录,包括原材料的来源、检验报告、施工时间、施工人员、质量检验结果等信息。一旦出现质量问题,能够通过质量追溯制度及时查明原因,追究相关人员的责任,并采取有效的整改措施,防止类似问题再次发生。

4.3 应对环境因素

环境因素对混凝土施工影响显著,必须采取有效应对措施。高温天气施工时,混凝土原材料和模板温度快速上升,水分蒸发过快,影响强度发展与施工质量。可采取遮阳、喷水降温举措。在原材料堆放场地和搅拌站

上方搭建遮阳棚,减少阳光直射,降低原材料温度;对模板表面喷水降温,同时对混凝土搅拌用水进行冷却处理,确保入模温度达标。在混凝土浇筑过程中,适当增加喷水次数,保持表面湿润,减少水分蒸发。低温天气施工,混凝土易受冻,强度和耐久性降低。需采取保温措施,如搭设暖棚、用保温材料覆盖。浇筑前,对模板和钢筋预热,提高温度;浇筑完成后,及时用棉被、塑料薄膜等保温材料覆盖混凝土表面,减少热量散失。对于大体积混凝土,可在内部埋设加热管,通过循环热水加热,保证混凝土在适宜温度下养护^[4]。大风天气施工,风力会加速混凝土表面水分蒸发,导致裂纹产生。应设置防风屏障,在施工现场周围搭建挡风墙或使用防风网,减少风对浇筑和养护的影响。同时,合理调整混凝土浇筑时间和养护方法,避开大风时段作业。另外,要加强施工现场环境管理,采取防尘、降噪、防污染等措施。在现场设置洒水降尘设备,定期对施工道路和场地洒水,减少扬尘;对施工设备降噪处理,合理安排施工时间,避免居民休息时段高噪音作业;加强对施工废水和废渣的处理,确保达标排放,防止污染周围环境,以此减少环境因素对混凝土质量的不利影响。

结束语

水利水电工程中混凝土施工技术至关重要,关乎工程的质量、安全与使用寿命。本文全面探讨了混凝土施工技术在水利水电施工中的应用,分析了施工要点、现存问题及应对措施。未来,随着科技发展,需持续优化施工工艺,强化施工管理,积极应对环境挑战,不断提升混凝土施工技术水平,为水利水电工程的高质量建设与安全稳定运行提供坚实保障。

参考文献

- [1]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.
- [2]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.
- [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.