

水利工程钢筋混凝土结构施工质量控制方法研究

文 / 方海峰 衡宇建设集团有限公司

摘要: 为提升水利工程钢筋混凝土结构施工质量,分析该结构施工的常见质量问题并探究相应控制方法。通过对施工各环节的剖析,发现存在混凝土配合比不合理、材料运输不当、模板支撑不稳固、混凝土浇筑不均匀、质量控制环节不完善以及人员培训和技术支持不足等问题。基于此,提出设计合理配合比、规范材料运输方法、定期检查模板支撑、确保混凝土充分振捣、建立完善质量控制体系、定期开展施工人员专业技术培训等措施。这些方法有助于解决水利工程钢筋混凝土结构施工质量问题,保障水利工程质量。

关键词: 水利工程; 钢筋混凝土结构; 施工质量; 质量控制; 施工管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.04.077

引言

水利工程作为国家基础设施建设的关键组成部分,对保障水资源合理利用、防洪抗旱以及促进经济社会发展起着不可替代的作用。在水利工程中,钢筋混凝土结构因其良好的抗压、抗弯和耐久性等特点,被广泛应用。然而,在实际施工过程中,水利工程钢筋混凝土结构常面临诸多质量问题。诸如混凝土配合比不合理、材料运输不当、模板支撑不稳固等,这些问题不仅影响工程的正常施工进度,还可能埋下严重的安全隐患,导致水利设施在投入使用后面临结构损坏、渗漏等风险,进而对周边环境和人民生命财产安全构成威胁。因此,深入研究水利工程钢筋混凝土结构施工质量控制方法具有重要的现实意义。

一、水利工程钢筋混凝土结构施工的常见质量问题

(一) 混凝土配合比不合理

混凝土配合比是决定其性能的关键因素。若配合比不合理,首先表现为水泥、骨料、水及外加剂的比例失调。比如水泥用量过多会使混凝土收缩增大,易产生裂缝,增加工程后期维护成本;水泥用量过少,则强度难以达到设计要求,严重影响结构安全性。同时,水灰比控制不当也问题频发,水灰比过大,混凝土泌水严重,降低耐久性与强度;水灰比过小,混凝土过于干涩,难以振捣密实,出现蜂窝麻面等缺陷。产生这些问题的原因,可能是对原材料特性掌握不足,未根据实际情况调整配合比,或是在试配过程中不够严谨,导致配合比与实际施工情况脱节。这不仅影响混凝土的外观质量,还极大地削弱了结构的承载能力与抗渗性,威胁水利工程的长期稳定运行。

(二) 材料运输不当

水利工程材料运输环节若把控不当,易引发一系列质量问题。运输过程中,骨料可能因颠簸、振动等出现离析现象,大颗粒骨料与细颗粒分离,导致混凝土成分不均匀,影响整体强度。水泥受潮也是常见问题,若

运输车辆密封性不佳遇雨水或潮湿环境,水泥会吸收水分发生水化反应,结块变质降低胶凝性能。外加剂在运输中若未妥善保存,受温度、光照等因素影响其性能可能改变,无法有效发挥作用^[1]。而且,运输时间过长也会使混凝土坍落度损失过大,影响施工和易性。这些问题多因运输设备选择不当、运输路线规划不合理以及对运输过程中的环境因素考虑不足导致。一旦出现,会严重影响混凝土的施工质量,增加返工风险,延误工程进度。

(三) 模板支撑不稳固

模板支撑体系是保证混凝土浇筑成型的重要保障。若模板支撑不稳固,在浇筑混凝土时,会出现变形、位移甚至坍塌等情况。支撑材料质量不过关,如钢管壁厚不足、木材腐朽等,是导致支撑不稳固的常见原因。另外,支撑体系的设计不合理,未充分考虑混凝土浇筑时的侧压力、施工荷载等因素,立杆间距过大、横杆设置不足,都会降低支撑体系的整体稳定性。在实际施工中,不按设计方案搭设支撑随意拆除或改动支撑部件,也会埋下严重的安全隐患。模板支撑不稳固,会使混凝土结构的几何尺寸偏差超出允许范围,造成结构外观缺陷,严重时还会导致混凝土结构开裂,破坏结构的整体性危及施工人员的生命安全。

(四) 混凝土浇筑不均匀

混凝土浇筑不均匀会对水利工程钢筋混凝土结构质量产生严重影响。浇筑过程中,下料高度过大,易造成混凝土离析(如图一所示),粗骨料集中在底部,细骨料与砂浆分布不均,影响混凝土的匀质性与强度。振捣不充分或过度振捣同样问题突出,振捣不充分会使混凝土内部存在空隙、气泡,降低密实度与强度;过度振捣则会使混凝土产生分层、泌水现象,破坏其内部结构。而且,在大面积浇筑时,若未合理安排浇筑顺序,不同部位的混凝土凝结时间不一致,会产生施工冷缝,影响结构的整体性。混凝土浇筑不均匀主要源于施工人员操

作不规范、对浇筑工艺掌握不熟练，以及现场管理不到位^[2]。这不仅降低结构的强度与抗渗性，还可能在长期使用过程中引发渗漏、结构损坏等问题。



图一 混凝土离析

（五）质量控制环节不完善

质量控制环节不完善在水利工程钢筋混凝土结构施工中体现明显。首先，质量检验制度不健全，对原材料、构配件及施工过程中的关键环节检验不及时、不全面，导致不合格产品进入施工现场或下一道工序。例如，对钢筋的力学性能检测若不严格，可能使不合格钢筋用于工程，影响结构承载能力。其次，质量控制标准执行不严格，存在随意降低标准的情况，对一些质量缺陷未按规定进行处理，为工程埋下质量隐患。再者，缺乏有效的质量追溯机制，一旦出现质量问题，难以准确找到问题根源，无法及时采取针对性措施。质量控制环节不完善，主要是由于质量管理意识淡薄、质量管理人员专业素质不足以及质量管理制度执行不力。这将导致工程质量参差不齐，难以满足设计要求与相关规范标准严重影响水利工程的使用寿命与安全性。

（六）人员培训和技术支持不足

水利工程施工人员的专业素质与技术水平对工程质量起着关键作用。人员培训和技术支持不足时，施工人员对钢筋混凝土结构施工的新技术、新工艺、新规范了解不够，仍沿用旧的施工方法，无法保证施工质量。比如在新型混凝土外加剂的使用上，若施工人员未经培训，可能无法正确添加，影响混凝土性能。同时，对施工图纸的理解不深入，不能准确把握设计意图，导致施工偏差。而且，在遇到复杂施工问题时由于缺乏技术支持，施工人员难以采取有效的解决措施。这主要是因为施工单位对人员培训重视程度不够，未制定系统的培训计划，投入的培训资源不足。人员培训和技术支持不足，会使施工过程中错误操作频发，增加施工成本，降低施工效率严重影响水利工程钢筋混凝土结构的施工质量。

二、水利工程钢筋混凝土结构施工质量控制方法

（一）设计合理的混凝土配合比

设计合理的混凝土配合比是确保水利工程钢筋混凝土结构质量的基石。在设计前，需对水泥、骨料、外加剂等原材料进行全面检测，深入了解其各项性能指标。依据工程的具体要求，如强度等级、抗渗性、抗冻性等，通过科学计算与试配确定配合比。例如，对于有抗渗要求的水工结构，应适当降低水灰比增加水泥用量或添加适量的掺合料，以提高混凝土的密实度。在试配过程中，要严格控制试验条件，模拟实际施工环境多次调整配合比，直至各项性能指标均满足设计要求^[3]。同时，建立配合比动态调整机制，根据原材料特性的波动以及现场施工条件的变化，及时优化配合比。合理的混凝土配合比不仅能保证混凝土的强度与耐久性，还能有效减少裂缝、泌水等质量问题，为水利工程的长期稳定运行提供坚实保障。尤其在大体积混凝土施工中，合理配合比可有效控制水化热避免因温度应力产生裂缝。

（二）规范材料运输方法

规范材料运输方法对于保证水利工程施工质量至关重要。首先，要根据材料特性选择合适的运输设备。对于水泥，应采用密封性良好的罐车运输，防止受潮；对于骨料，运输车辆应具备可靠的防离析装置。在运输路线规划上要充分考虑路况、交通状况以及天气因素，尽量选择平稳、短捷的路线，减少运输时间与颠簸。运输过程中，需对材料进行实时监控。例如，通过温度传感器监测外加剂的温度，确保其性能不受温度影响；对于混凝土，要定时检测坍落度，若坍落度损失过大，可在允许范围内添加适量的减水剂进行调整。此外，制定严格的运输管理制度，明确运输人员的职责与操作规范，加强对运输过程的监督与考核。规范的材料运输能有效避免骨料离析、水泥受潮（如图二所示）、外加剂性能改变等问题，确保材料以良好的状态抵达施工现场，为后续施工质量奠定基础。并且，在运输交接时严格执行材料验收流程，确保材料质量符合要求减少质量隐患。



图二 水泥受潮结块

（三）定期检查模板支撑

定期检查模板支撑是保障水利工程钢筋混凝土结构施工安全与质量的关键措施。检查工作应由专业人员负责，按照规定的检查周期与标准进行。在检查内容方面，首先要查看支撑材料的外观，如钢管是否有变形、裂缝，木材是否腐朽、虫蛀等。对于支撑体系的连接部位，要重点检查扣件是否松动、焊接处是否开裂。同时，测量立杆间距、横杆步距等是否符合设计要求，检查支撑体系的整体稳定性^[4]。在混凝土浇筑前，进行全面细致的检查确保模板支撑稳固可靠。浇筑过程中安排专人实时监测，一旦发现模板有变形、位移等异常情况，立即停止浇筑，采取相应的加固措施。定期检查模板支撑能够及时发现并消除安全隐患，保证混凝土结构的几何尺寸准确，避免因模板支撑问题导致的结构缺陷与安全事故。

（四）确保混凝土充分振捣

确保混凝土充分振捣是提高水利工程钢筋混凝土结构密实度与强度的重要手段。在振捣前，施工人员应熟悉振捣设备的性能与操作方法，根据混凝土的浇筑部位与厚度选择合适的振捣棒。振捣时，要遵循快插慢拔的原则，插入点应均匀布置，间距不宜过大，以保证混凝土振捣均匀。振捣时间要控制得当既不能过短导致振捣不充分也不能过长造成过振。一般以混凝土表面不再出现气泡、泛浆为准。对于大面积浇筑的混凝土，应合理安排振捣顺序，分段分层进行振捣，确保各部位混凝土均能得到充分振捣。同时，加强对振捣过程的监督与管理，通过旁站、视频监控等方式，确保施工人员严格按照振捣工艺要求操作。充分振捣的混凝土能够有效排除内部空隙与气泡，提高结构的整体性与抗渗性，减少裂缝等质量问题的出现。

（五）建立完善的质量控制体系

建立完善的质量控制体系是保障水利工程钢筋混凝土结构施工质量的核心。该体系应涵盖从原材料采购、施工过程到竣工验收的全过程。在原材料质量控制方面，建立严格的检验制度，对每一批次的原材料进行检验，只有检验合格的材料才能进入施工现场。施工过程中，制定详细的质量控制标准与操作规程，明确各工序的质量要求与验收标准，加强对关键工序与隐蔽工程的质量把控。例如，在钢筋绑扎完成后，必须经监理人员验收合格方可进行下一道工序。同时，建立质量追溯机制，对每一个施工环节的质量数据进行记录与保存，一旦出现质量问题能够迅速追溯到问题根源^[5]。此外，成立质量管理小组，定期对工程质量进行检查与评估，及时发现并解决质量问题。完善的质量控制体系能够确保施工质量始终处于可控状态，有效提高水利工程的质量水平。

（六）定期对施工人员进行专业技术培训

定期对施工人员进行专业技术培训是提升水利工程钢筋混凝土结构施工质量的重要保障。培训内容应包括新技术、新工艺、新规范以及施工操作技能等方面。例如，针对新型混凝土外加剂的使用方法、钢筋连接新技术等进行专项培训，使施工人员能够及时掌握最新的施工技术。在培训方式上，可采用理论讲解、现场演示、实际操作等多种形式相结合，提高培训效果。同时，邀请行业专家进行技术讲座，分享先进的施工经验与管理理念。培训结束后，要对施工人员进行考核，考核结果与绩效挂钩，激励施工人员积极参加培训，提高自身专业素质。通过定期培训，施工人员能够深入理解设计意图，熟练掌握施工工艺，减少因操作不当导致的质量问题，提高施工效率与工程质量。

结论

综上所述，水利工程钢筋混凝土结构施工质量的保障离不开一系列科学有效的控制方法。设计合理的混凝土配合比，为结构质量奠定基础；规范材料运输，确保原材料质量不受损；定期检查模板支撑，消除安全隐患；确保混凝土充分振捣，提升结构密实度；建立完善的质量控制体系，实现施工全过程质量把控；定期对施工人员进行专业技术培训，提高施工人员专业素质。通过这些方法的协同实施，能够显著减少常见质量问题的出现，提升水利工程钢筋混凝土结构的施工质量。这不仅有助于保障水利工程的安全稳定运行，延长其使用寿命，还能有效降低后期维护成本，为水利事业的可持续发展提供坚实支撑。在未来，仍需持续探索与创新，不断完善施工质量控制措施，以适应水利工程建设日益增长的需求。

参考文献

- [1] 施海军. 混凝土结构工程钢筋施工质量控制对策的研究[J]. 山西建筑, 2017, 43(12): 212-213.
- [2] 郎猛, 王大志, 高阳, 等. 混凝土结构工程钢筋施工质量控制对策的研究[J]. 中国建筑金属结构, 2022, (04): 135-137.
- [3] 于建军. 混凝土结构工程钢筋施工质量控制对策的探究[J]. 建材发展导向, 2024, 22(10): 23-25.
- [4] 马文波, 任寿所, 程令章, 等. 水利工程钢筋混凝土施工结构分析——评《水工钢筋混凝土结构学》[J]. 水利水电技术, 2020, 51(04): 230.
- [5] 郎猛, 王大志, 高阳, 等. 混凝土结构工程钢筋施工质量控制对策的研究[J]. 中国建筑金属结构, 2022, (04): 135-137.

作者简介：方海峰（1989.07-），男，汉族，安徽黄山人，工程师，本科学历，研究方向：水利水电工程。