

水利工程混凝土施工质量控制要点与常见问题分析

李 冕

中国南水北调集团中线有限公司北京分公司 北京 100071

摘要：本文聚焦水利工程混凝土施工，阐述了质量控制要点，涵盖原材料、配合比、浇筑及养护等全流程。分析了裂缝、强度不足、外观质量缺陷等常见问题及其成因。针对这些问题，提出预防与整改措施，如裂缝预防注重原材料把控与养护，强度不足从原材料检验、工艺控制及整改修复入手，外观缺陷通过规范安装与浇筑工艺、及时修补处理。旨在为水利工程混凝土施工质量控制提供全面指导，提升工程质量与安全性。

关键词：水利工程；混凝土施工；质量控制；常见问题

引言：水利工程作为国家基础设施建设的关键部分，其质量直接关乎国计民生。混凝土作为水利工程的主要建筑材料，其施工质量对工程的安全性、耐久性与功能性起着决定性作用。然而，水利工程混凝土施工涉及环节众多，从原材料选择到配合比设计，再到浇筑与养护，每个步骤都潜藏着影响质量的因素，容易出现裂缝、强度不足、外观缺陷等质量问题。这些问题不仅影响工程美观，更威胁到结构安全与长期稳定运行。因此，深入研究水利工程混凝土施工质量控制要点、常见问题及控制整改措施，对于提升工程质量、保障人民生命财产安全具有至关重要的现实意义。

1 水利工程混凝土施工质量控制要点

水利工程混凝土施工质量的优劣，直接关乎整个水利工程的稳定性、安全性与耐久性，其质量控制必须全方位、全过程地贯穿于施工的每一个环节。（1）在原材料进场阶段，这是质量控制的首道防线。水泥作为混凝土的关键胶凝材料，需严格检验其品种、强度等级、出厂合格证等，同时通过专业试验检测其安定性、凝结时间等性能指标，杜绝使用不合格水泥，以免影响混凝土的强度与耐久性。砂石骨料的粒径、级配、含泥量等必须符合设计要求，含泥量过高会降低混凝土强度，级配不良则影响其和易性，因此要严格筛选，确保骨料质量稳定。外加剂的选择与掺量也至关重要，要根据工程需求和混凝土性能要求，通过试验确定合适的外加剂种类和精确掺量，以改善混凝土的工作性能。（2）混凝土配合比设计是核心环节。需综合考虑工程结构特点、原材料性能、施工工艺等因素，通过科学试验确定合理的水灰比、砂率等参数。水灰比过大，混凝土孔隙率增加，强度降低；砂率不当，会影响混凝土的密实性和强度发展。只有精确的配合比，才能保证混凝土具备适宜的工作性、足够的强度和良好的耐久性。（3）浇筑过程同样

不容忽视。要严格控制浇筑速度和高度，防止混凝土出现离析现象。采用分层分段浇筑时，需合理确定分层厚度和分段长度，确保每一层、每一段混凝土都能充分振捣密实，避免出现蜂窝、麻面等质量缺陷。同时，要注意浇筑的连续性，尽量减少施工缝的设置，因为施工缝是结构的薄弱部位，易引发渗漏等问题。（4）养护环节是保障混凝土质量的关键。应根据不同的环境条件和混凝土强度发展要求，制定科学的养护方案，及时覆盖保湿材料，保持混凝土表面湿润，控制好养护温度和湿度，防止混凝土因干缩或温差过大而产生裂缝，确保混凝土强度正常增长和耐久性提升^[1]。

2 施工全流程质量控制具体内容

2.1 原材料质量控制

在水利工程混凝土施工中，原材料作为混凝土质量的根基，其性能对混凝土的强度、耐久性以及工作性起着决定性作用，因此必须对各类原材料质量进行严格把控。（1）水泥是混凝土的重要胶凝材料，应挑选强度等级契合设计要求且安定性合格的产品。水泥进场时，要仔细核出厂合格证与检验报告，进场后还需按规范进行抽样检测，重点检验其凝结时间、强度等关键指标，确保各项指标均符合标准，为混凝土质量提供可靠保障。（2）骨料方面，应选用质地坚硬、洁净且级配合理的砂石。要严格控制含泥量和针片状颗粒含量，因为杂质过多会削弱混凝土强度，降低其耐久性。（3）外加剂需依据工程实际需求精准选用适配类型，进场前务必检验其性能，使用时严格把控掺量，避免因掺量偏差影响混凝土凝结硬化进程和结构性能。（4）拌合用水要完全符合混凝土拌合用水标准，严禁使用含有有害物质的水，以防腐蚀混凝土内部结构，影响工程质量^[2]。

2.2 混凝土配合比控制

混凝土配合比堪称决定混凝土性能的核心要素，其

设计科学与否直接关乎工程的质量与安全。在设计混凝土配合比时，必须紧密结合工程设计所明确的强度等级、耐久性以及工作性等要求，同时充分考虑原材料的实际性能，进行全面且科学的规划。（1）配合比设计需严格遵循“按需配比、经济合理”的重要原则。要精准把控水胶比，它是影响混凝土强度和耐久性的关键指标；合理确定砂率，以保证混凝土具有良好的和易性；精确计算胶凝材料用量，确保混凝土具备足够的强度。如此，才能使混凝土既满足施工浇筑的要求，又能在长期使用中保持良好的性能。（2）在施工过程中，由于原材料的实际性能会存在一定的波动，例如砂石含水率会随环境变化而改变，因此需要根据实际情况及时调整配合比。同时，严禁施工人员随意更改配合比参数，拌合时必须严格按照既定配比精确计量原材料，确保计量精度，防止因计量偏差引发混凝土性能的波动，影响工程质量。

2.3 混凝土浇筑质量控制

混凝土浇筑作为将原材料转化为实体工程结构的核心工序，其施工质量对结构的整体性与密实度起着决定性作用。（1）浇筑前，要全面细致地检查模板。着重查看模板的强度、刚度与稳定性是否达标，保证模板拼接紧密无缝隙，杜绝漏浆现象发生；将模板表面清理干净，均匀涂刷隔离剂，为后续脱模提供便利。同时，严格检查钢筋的规格、数量、间距以及保护层厚度，确保各项参数精准符合设计要求，仔细检查钢筋连接部位，保证连接牢固、无松动情况。（2）浇筑过程中，精准控制混凝土的浇筑速度与高度。若浇筑速度过快、高度过高，极易引发混凝土离析，影响结构质量。采用分层浇筑、分层振捣的方式，振捣时做到快插慢拔，确保振捣密实，避免出现漏振、过振问题，防止蜂窝、麻面、空洞等质量缺陷的产生。（3）浇筑完成后，及时进行表面抹平、压光处理，有效减少表面裂缝的出现，提升混凝土外观质量与耐久性。

3 水利工程混凝土施工常见问题

3.1 裂缝问题

裂缝是混凝土施工中最常见的质量问题之一，根据产生时间可分为施工期裂缝和使用期裂缝，根据裂缝宽度可分为微观裂缝和宏观裂缝。裂缝的主要表现为混凝土表面出现不规则的缝隙，严重时可能会贯穿混凝土结构，影响结构的整体性和耐久性。其产生原因主要包括：原材料质量不合格，如水泥安定性差、骨料含泥量过高；配合比设计不合理，水胶比过大、胶凝材料用量不足；浇筑过程中振捣不密实，混凝土内部存在空隙，后期收

缩不均匀；养护不及时、不到位，混凝土表面水分蒸发过快，产生收缩裂缝；温度控制不当，混凝土浇筑后内外温差过大，产生温度应力，导致裂缝产生^[3]。

3.2 强度不足问题

混凝土强度不足是影响工程结构承载能力的关键问题，主要表现为混凝土试块强度达不到设计要求，或实际结构混凝土强度偏低，无法承受设计荷载。产生原因主要有：原材料质量不达标，如水泥强度等级不足、骨料级配不合理；配合比设计偏差，水胶比过大、胶凝材料用量不足，或计量过程中出现误差；混凝土拌合不均匀，原材料混合不充分，影响混凝土整体强度；浇筑过程中漏振、过振，导致混凝土密实度不足；养护不当，混凝土早期强度增长缓慢，后期强度无法达到设计标准。

3.3 外观质量缺陷问题

混凝土外观质量缺陷主要影响工程的美观性，同时可能影响结构的耐久性，常见的缺陷包括蜂窝、麻面、露筋、孔洞、错台等。蜂窝表现为混凝土表面出现形似蜂窝的孔洞，主要因振捣不密实、模板漏浆导致；麻面表现为混凝土表面粗糙、有麻点，主要因模板表面不光滑、隔离剂涂刷不均匀，或混凝土浇筑时气泡未排出；露筋表现为钢筋外露，主要因钢筋保护层厚度不足、模板移位，或浇筑时钢筋被碰撞移位；孔洞表现为混凝土内部出现较大的空洞，主要因振捣严重漏振、混凝土离析导致；错台表现为模板拼接处出现高低差，主要因模板安装不牢固、拼接不严导致。

4 常见质量问题的控制与整改措施

4.1 裂缝问题的控制与整改

在水利工程混凝土施工中，裂缝问题较为常见，处理时应遵循预防为主、整改为辅的原则。（1）预防裂缝产生，要从多环节入手。原材料把控上，选用安定性达标的水泥，确保骨料级配科学合理，从源头上降低裂缝风险。配合比设计方面，严格控制水胶比，适当增加胶凝材料用量，并合理掺入外加剂，以此减少混凝土收缩。浇筑过程中，加强振捣控制，保证振捣充分、密实，避免出现振捣不足或过度振捣的情况。浇筑完成后，及时开展养护工作，依据环境温度灵活调整养护方式，通过覆盖保湿材料等措施，保持混凝土表面湿润，有效控制内外温差，防止温度应力引发裂缝。（2）若裂缝已然出现，需针对性整改。对于宽度较小的微观裂缝，可采用表面封闭法，在裂缝表面涂刷水泥浆、环氧砂浆等材料，形成封闭层，阻止水分渗入，避免裂缝进一步发展。对于宽度较大的宏观裂缝，要先清理裂缝周围松散混凝土，再采用压力注浆法，将水泥浆、环氧浆

液等注入裂缝内部,填充缝隙,恢复结构的整体性和承载能力^[4]。

4.2 强度不足问题的控制与整改

混凝土强度不足会严重影响水利工程结构的安全性与耐久性,因此需从多个关键环节进行全面控制。(1)在原材料方面,要严格检验水泥、砂石骨料、外加剂等的质量,坚决杜绝不合格原材料进入施工现场,从源头上保障混凝土质量。配合比设计上,需依据工程具体要求和原材料特性进行科学优化,确保配合比精准符合设计标准。同时,严格控制计量精度,采用高精度计量设备并定期校验,避免因计量误差影响混凝土强度。(2)施工工艺环节,加强混凝土拌合和浇筑过程控制至关重要。要保证拌合均匀,使各组分充分融合;浇筑时确保振捣密实,避免出现蜂窝、孔洞等缺陷。此外,做好养护工作也不容忽视,保证足够的养护时间,根据环境条件采取适宜的养护措施,为混凝土强度增长创造良好条件。(3)若出现强度不足问题,对于略低于设计要求的结构,可采用表面加固法,如涂刷高强砂浆、粘贴碳纤维布等提升强度;对于强度严重不足的部位,则必须拆除不合格混凝土,重新浇筑,确保结构强度严格符合设计标准。

4.3 外观质量缺陷的控制与整改

水利工程混凝土外观质量不仅影响工程美观度,还可能关联结构性能,因此要做好控制与整改。(1)预防外观质量缺陷,要从多方面着手。模板和钢筋安装环节是关键,要严格把控质量,确保模板拼接紧密无缝隙、表面平整光滑,为混凝土成型提供良好基础;钢筋安装位置精准,保护层厚度严格符合设计要求,防止因钢筋偏移或保护层过薄引发外观问题。浇筑工艺上,需优化浇筑速度与振捣方式,依据混凝土性能和结构特点合理控制浇筑速度,避免过快或过慢;振捣时做到不漏振、不过振,及时排出混凝土中的气泡,保证混凝土密实度。同时,加强施工人员操作培训,规范操作流程,提高其质量意识和操作技能。(2)若出现外观缺陷,

对于蜂窝、麻面等轻微问题,先清理表面松散部分,再用水泥砂浆精心修补、抹平,使其与周围混凝土平整一致。露筋时,先清除外露钢筋表面铁锈,然后用高标号水泥砂浆或环氧砂浆包裹修补。对于孔洞、错台等严重缺陷,需拆除缺陷部位混凝土,重新安装模板、绑扎钢筋,严格按规范浇筑修补,确保外观质量和结构性能达标^[5]。

结束语

水利工程混凝土施工质量控制是一项系统且复杂的工作,贯穿于施工的每一个环节。通过严格把控原材料质量、科学设计混凝土配合比、精心组织混凝土浇筑以及认真做好养护工作,能够从源头上减少质量问题的发生。同时,针对施工过程中可能出现的裂缝、强度不足、外观质量缺陷等问题,采取有效的预防和整改措施,能够及时消除质量隐患,确保水利工程混凝土结构的质量和安全性。在实际工程中,施工人员应不断总结经验,提高技术水平,加强质量意识,严格遵守相关规范和标准,以高质量的混凝土施工为水利工程的稳定运行和长久发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]齐林,赵冰,王义兵.水利工程混凝土施工技术及其质量控制对策分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(2):058-061.
- [2]欧阳焕,张静波,王宏辉.水利工程施工质量控制要点分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(1):056-059.
- [3]郭纪川.水利工程重力坝碾压混凝土施工质量分析与改进策略[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(3):013-016.
- [4]郭义威,杨成,宋佳.水利工程防渗混凝土施工质量控制措施研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(7):005-008.
- [5]宁策.水利工程中混凝土施工质量控制与管理研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(3):228-231.