

# 水利水电工程混凝土施工质量缺陷与防治技术

闻宇辉

中国水利水电第十四工程局有限公司 云南 昆明 671200

**摘要：**本文聚焦水利水电工程混凝土施工质量。首先概述质量缺陷，指出其具有多样性、隐蔽性和危害性，全面识别与剖析成因是防治前提。接着阐述常见质量缺陷，如裂缝、密实度不足、强度不足及其形成原因。随后提出防治技术，包括裂缝、密实度不足和强度不足的防治措施。最后强调施工质量控制要点，涵盖原材料、施工工艺和施工过程检测控制。通过多维度探讨，为保障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；质量缺陷；防治技术

引言：水利水电工程作为国家基础设施建设的关键部分，其质量关乎国计民生。混凝土作为水利水电工程的核心建筑材料，其施工质量直接影响工程的稳定性、安全性与耐久性。然而，在实际施工中，混凝土质量缺陷难以完全避免，涵盖裂缝、密实度不足、强度不足等多种类型，成因复杂多样，涉及原材料、配合比、施工工艺等多个环节。深入剖析这些质量缺陷，研究有效的防治技术与质量控制要点，对于提升水利水电工程混凝土施工质量、保障工程长期稳定运行具有至关重要的意义。

## 1 水利水电工程混凝土施工质量缺陷概述

在水利水电工程建设中，混凝土作为核心的建筑材料，其施工质量直接关乎整个工程的稳定性、安全性与耐久性。然而，在实际施工过程中，混凝土质量缺陷难以完全避免。

水利水电工程混凝土施工质量缺陷，指的是在混凝土从原材料准备、配合比设计、搅拌、运输、浇筑到养护的整个施工过程中，受多种因素综合影响，最终使得混凝土的外观质量或内在性能未能达到设计要求以及施工规范标准的一系列问题<sup>[1]</sup>。

这些质量缺陷呈现出显著的多维度特征。(1)为多样性，外观上可能出现蜂窝麻面，这是由于混凝土浇筑时振捣不充分，气泡未能有效排出，在表面形成的小孔洞；也可能出现错台，多因模板拼接不严密或浇筑过程中模板移位所致。内在性能方面，裂缝是常见问题，可能是由温度变化、收缩应力或基础不均匀沉降引发；孔洞则可能是混凝土中有杂物或振捣不到位形成。(2)为隐蔽性，部分缺陷在施工阶段难以直接察觉。例如混凝土内部强度不均匀，可能因原材料质量波动或搅拌不充分导致；钢筋保护层厚度偏差，若不借助专业检测工具，很难发现其对结构耐久性的潜在影响。(3)为危害性，不同类型的质量缺陷对工程的影响程度虽有差异，但都

会降低混凝土结构的可靠性。裂缝可能使水分和有害物质侵入，加速钢筋锈蚀，影响结构承载能力；强度不足会直接威胁工程的安全运行。因此，全面且精准地识别常见质量缺陷，深入剖析其形成原因，是开展有效防治工作的前提与基础，对于保障水利水电工程的质量与长期稳定运行至关重要。

## 2 水利水电工程混凝土常见质量缺陷及形成原因

### 2.1 裂缝缺陷及形成原因

水利水电工程混凝土施工中，强化检测是保障质量的关键，要构建全面完善的检测体系，对各环节全程细致检测。(1)在混凝土配合比环节，定期检测和易性、坍落度等关键指标。依据检测结果，及时精准调整配合比，让混凝土性能契合设计与施工要求，保证其工作性能稳定。(2)混凝土试块需严格按规范进行强度检测，持续跟踪强度增长情况，以此预判强度发展趋势，为后续施工安排提供可靠依据，确保工程结构强度达标。(3)浇筑后的混凝土要全方位检测。外观上，检查表面平整度，查看有无裂缝、蜂窝麻面等缺陷；内部则运用无损检测等专业技术手段，精准识别孔洞、不密实等问题。若发现质量缺陷，立即分析原因，采取针对性处理措施，防止缺陷扩大，全方位保障混凝土施工质量。

### 2.2 密实度不足及形成原因

密实度不足是混凝土内在质量缺陷的主要表现之一，主要指混凝土内部存在空隙、蜂窝、麻面等问题，导致混凝土强度、抗渗性、耐久性下降，无法满足水利水电工程的使用要求。蜂窝多表现为混凝土表面出现不规则的孔洞，内部松散；麻面则表现为混凝土表面粗糙、有麻点，局部存在砂浆缺失现象。密实度不足的形成原因主要有：(1)混凝土配合比不合理，骨料级配不佳，细骨料含量不足或粗骨料粒径过大，导致混凝土和易性差，浇筑过程中难以密实；(2)搅拌不充分，混凝土原材料

混合不均匀,水泥浆与骨料结合不紧密,存在局部离析现象;(3)振捣工艺不当,振捣时间不足、振捣点分布不均,或振捣过度导致骨料下沉、水泥浆上浮,均会导致混凝土内部形成空隙;(4)浇筑过程中下料不当,下料高度过高、速度过快,导致混凝土离析,进而影响密实度<sup>[2]</sup>。

### 2.3 强度不足及形成原因

混凝土强度是保障水利水电工程结构承载能力的核心指标,强度不足会直接影响工程结构的安全性和稳定性,无法承受设计荷载,易引发结构破坏。强度不足主要表现为混凝土试块强度达不到设计强度标准,或实际结构混凝土强度不均匀,局部强度偏低。强度不足的形成原因主要包括:(1)原材料质量不达标,水泥强度等级不符合设计要求、骨料强度过低或含有杂质,都会导致混凝土强度下降;(2)混凝土配合比设计不合理,水胶比过大、水泥用量不足,或外加剂使用不当,会降低混凝土的强度;(3)施工过程控制不严,搅拌时间不足、浇筑后养护不及时,导致混凝土凝结硬化不充分,强度无法正常增长;(4)混凝土运输时间过长,导致和易性下降,浇筑后难以密实,也会影响混凝土强度。

## 3 水利水电工程混凝土施工质量缺陷防治技术

### 3.1 裂缝缺陷防治技术

针对裂缝缺陷的形成原因,采取“预防为主、治理为辅”的原则,从施工全过程入手做好防治工作。(1)优化混凝土配合比,合理控制水泥用量,选用低热型水泥,减少水化热产生;同时掺入适量掺合料,如粉煤灰、矿渣粉等,降低混凝土水化热峰值,减小温度应力。(2)加强温度控制,浇筑前合理规划浇筑方案,采用分层浇筑、分段浇筑的方式,控制浇筑速度,避免混凝土堆积过多导致内部热量集中;浇筑后及时覆盖保温材料,如保温被、塑料薄膜等,减缓表面散热速度,缩小内外温差,必要时可采取内部冷却措施,降低混凝土内部温度。(3)加强养护管理,混凝土浇筑完成后,及时进行洒水养护,保持混凝土表面湿润,养护时间不少于规范要求,减少干燥收缩和塑性收缩,避免裂缝产生。(4)规范施工操作,浇筑过程中控制振捣质量,避免振捣不足或过度,确保混凝土密实;同时避免在高温、严寒等恶劣天气下浇筑,若必须浇筑,需采取相应的防护措施<sup>[1]</sup>。

### 3.2 密实度不足防治技术

密实度不足的防治关键在于保障混凝土浇筑环节充分密实,需从原材料把控、配合比设计、施工工艺规范等多维度综合施策。(1)在原材料管理上,要严格筛选骨料,选用级配优良的骨料,仔细清除其中夹杂的泥土、

杂物等,保证骨料自身强度达标且洁净。同时,合理选定细骨料的细度模数,以此维持混凝土良好的和易性,为后续施工创造有利条件。(2)优化混凝土配合比至关重要。需依据工程具体要求以及原材料实际性能,精准确定水胶比、骨料级配和水泥用量,使混凝土具备适宜的流动性、黏聚性与保水性,从而在浇筑和振捣过程中更易达到密实状态。(3)搅拌和运输环节也不容忽视。搅拌时要严格依照配合比准确投料,合理把控搅拌时长,确保各原材料充分混合均匀。运输途中要采取有效措施防止混凝土离析,严格管控运输时间,若运输距离较长,可适量掺入缓凝剂,维持混凝土的和易性。(4)要加强振捣控制。根据混凝土浇筑部位和厚度,科学选用振捣设备与方式,使振捣点均匀分布,合理控制振捣时间,保证混凝土内部空隙充分排出,切实满足密实度要求。

### 3.3 强度不足防治技术

确保混凝土强度达标,需从原材料控制、配合比设计、施工过程管理等方面综合防治。(1)严格把控原材料质量,进场的水泥、骨料、外加剂等原材料必须进行检验,合格后方可使用,杜绝不合格原材料进入施工环节;水泥应妥善储存,避免受潮、结块,影响强度。(2)科学设计混凝土配合比,根据设计强度等级和工程使用要求,通过试验确定合理的配合比,控制水胶比,确保水泥用量充足,外加剂的种类和掺量符合要求,提升混凝土强度。(3)规范施工操作,严格按照配合比进行搅拌,控制搅拌时间和投料顺序,确保混凝土搅拌均匀;浇筑过程中避免离析,振捣密实;浇筑后及时进行养护,保持适宜的温度和湿度,确保混凝土凝结硬化正常,强度稳步增长。(4)加强施工过程检测,定期对混凝土试块进行强度检测,若发现强度不足,及时分析原因,采取补强措施,确保工程质量。

## 4 水利水电工程混凝土施工质量控制要点

### 4.1 原材料质量控制

在水利水电工程混凝土施工中,原材料质量控制是确保工程质量的基础与关键,其质量优劣对混凝土工程整体性能和耐久性起着决定性作用。(1)为严格把控原材料质量,需构建一套完备且严谨的检验制度。对于每一批次进场的水泥、骨料、外加剂以及掺合料等,均要开展全面且细致的检验。检验时,要聚焦关键性能指标:水泥强度必须满足设计要求,这是保障混凝土结构承载能力的关键因素;骨料细度要适中,合适的细度能保证混凝土具有良好的和易性,便于施工操作;要严格控制骨料含泥量,过多的泥土会削弱混凝土的粘结性能,影响结构强度;对于外加剂和掺合料,要仔细检测其中有

有害物质含量,防止其对混凝土性能产生负面影响。(2)一旦发现原材料不符合标准,应坚决禁止投入使用。同时,原材料的储存与运输环节也至关重要。要采取科学合理的措施,如设置专门的储存仓库、采用防潮包装等,防止原材料受到污染、受潮或结块,维持其性能稳定,从而为混凝土施工质量提供可靠保障<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 施工工艺控制

施工工艺的规范程度对混凝土施工质量起着决定性作用,必须严格依照既定的施工方案与相关规范要求开展各项操作。(1)在混凝土搅拌过程中,要精准把控投料顺序,先投入石子、水泥和掺合料干拌均匀,再加入砂继续搅拌,最后加水 and 外加剂充分搅拌,同时严格控制搅拌时间,保证各组分充分混合,使混凝土达到均匀状态。(2)运输环节同样关键,要合理规划运输路线,控制运输时间和速度。运输时间过长或速度过快,都易导致混凝土离析,影响其性能。(3)浇筑时,要依据工程实际情况合理确定浇筑顺序、速度与厚度。采用分层振捣的方式,确保每一层混凝土都能充分密实成型,避免出现蜂窝、孔洞等缺陷。(4)养护工作也不容忽视,需根据混凝土的类型以及施工环境条件,制定科学合理的养护方案,明确养护方式、养护周期等,保证养护时间和质量,以维持混凝土良好的强度发展与耐久性。

#### 4.3 施工过程检测控制

在水利水电工程混凝土施工过程中,强化检测工作是保障施工质量的关键环节。需构建一套全面且完善的检测体系,对混凝土施工的各个环节进行全程、细致的检测。(1)在混凝土配合比方面,定期检测其和易性、坍落度等关键指标。依据检测结果,及时、精准地调整配合比,确保混凝土性能始终符合设计与施工要求。(2)对于混凝土试块,要严格按照规定进行强度检测。通过持续

跟踪混凝土强度增长情况,提前预判混凝土强度发展趋势,为后续施工提供可靠依据。(3)浇筑后的混凝土需进行全方位检测。开展外观检查,查看表面是否平整、有无裂缝、蜂窝麻面等缺陷;运用无损检测等专业技术手段进行内部检测,精准识别内部可能存在的孔洞、不密实等问题。一旦发现质量缺陷,立即分析原因,采取针对性的处理措施,防止缺陷进一步扩大,确保混凝土施工质量<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

水利水电工程中,混凝土施工质量关乎工程整体稳定性、安全性与耐久性。其质量缺陷具有多样性、隐蔽性与危害性,涵盖裂缝、密实度不足、强度不足等常见问题,成因涉及原材料、配合比、施工工艺及过程控制等多方面。防治需从预防、治理双管齐下,针对不同缺陷采取优化配合比、加强温度控制、规范施工操作等针对性技术。同时,要严格把控原材料质量,规范施工工艺,强化施工过程检测控制,构建全方位质量保障体系,如此才能有效防治质量缺陷,确保水利水电工程混凝土施工质量达标,保障工程长期稳定运行。

#### 参考文献

- [1]邓渠江.水利水电工程坝体混凝土施工质量管理分析[J].低碳世界,2024,14(10):103-105.
- [2]钱桂花.水利水电工程大体积混凝土施工控制技术研究[J].散装水泥,2024(4):56-58.
- [3]李险峰.水利水电施工中的混凝土裂缝防治技术[J].大众标准化,2024(19):37-39.
- [4]郝魏魏.水利水电工程施工质量控制与技术创新[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(12):144-147.
- [5]李茂奇.水利水电工程混凝土防渗墙施工关键技术研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(11):183-186.