

水利施工中混凝土裂缝产生的原因及防治措施

周 超

扬州市勘测设计研究院有限公司 江苏 扬州 225007

摘 要：水利施工中，混凝土裂缝问题影响工程质量和安全。裂缝产生原因多样，材料方面，水泥种类及用量、骨料质量与级配、外加剂与掺合料使用不当都可能引发裂缝；施工工艺上，浇筑、振捣、养护等环节操作失误易导致裂缝；环境因素如温度、湿度变化也会促使裂缝形成。针对这些问题，可采取防治措施，包括优化材料选择与配合比、改进施工工艺、加强环境控制以及进行设计优化，以有效减少混凝土裂缝，保障水利工程的稳定与持久。

关键词：水利施工；混凝土裂缝；产生原因；防治措施

引言：水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，对社会经济发展和民生保障起着关键作用。混凝土凭借其高强度、耐久性等优势，成为水利施工中不可或缺的材料。然而，混凝土裂缝问题却普遍存在，严重影响着水利工程的质量、安全性和使用寿命。裂缝不仅会降低混凝土结构的承载能力，还可能引发渗漏、钢筋锈蚀等问题，威胁工程的正常运行。因此，深入分析水利施工中混凝土裂缝产生的原因，并采取有效的防治措施，具有重要的现实意义和工程应用价值。

1 混凝土在水利工程中的重要性

混凝土作为水利工程建设中不可或缺的关键材料，在保障工程质量、提升工程性能以及推动水利事业发展等方面发挥着至关重要的作用。从结构稳定性方面来看，混凝土具有出色的抗压强度，能够承受巨大的压力和重量。在水利工程中，如大坝、水闸等重要建筑物，需要承受水的压力、自重以及其他外部荷载。混凝土的高强度特性使其能够稳定地支撑这些结构，确保工程的安全性和可靠性。以三峡大坝为例，其主体结构大量使用混凝土，正是凭借混凝土的高强度，才能够抵御巨大的水压，保障大坝的稳固。在耐久性方面，混凝土表现卓越。水利工程通常处于复杂的环境中，面临着水流冲刷、化学侵蚀、冻融循环等多种因素的影响。混凝土具有良好的抗渗性、抗冻性和抗侵蚀性，能够有效抵抗这些不利因素的侵害，延长工程的使用寿命。例如，在一些沿海地区的水利工程中，混凝土能够抵御海水的侵蚀，保证工程长期稳定运行。从施工角度而言，混凝土具有良好的可塑性^[1]。它可以根据工程设计的要求，浇筑成各种形状和尺寸的结构，满足不同水利工程的多样化需求。无论是复杂的水工建筑物，还是简单的渠道、水池等，混凝土都能够轻松实现设计意图。而且，混凝土的施工工艺相对成熟，便于大规模施工，能够提高工

程建设的效率。混凝土的成本相对较低，原材料来源广泛。这使得在水利工程建设中，能够在保证工程质量的前提下，有效控制成本。与其他一些建筑材料相比，混凝土具有更高的性价比，为水利工程的大规模建设提供了经济可行的解决方案。

2 混凝土裂缝产生的原因分析

2.1 材料原因

2.1.1 水泥种类及用量问题

水泥是混凝土的关键胶凝材料，其种类和用量对混凝土性能影响显著。不同种类的水泥，如硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥等，具有不同的特性。例如，硅酸盐水泥早期强度发展快，但水化热高，在大体积混凝土中使用，大量水化热聚集难以散发，会使混凝土内外产生较大温差，导致热胀冷缩不一致，从而产生温度裂缝。同时，水泥用量过多会增加混凝土的收缩性，使混凝土在硬化过程中产生较大的收缩应力，当收缩应力超过混凝土的抗拉强度时，就会引发裂缝。

2.1.2 骨料质量与级配问题

骨料在混凝土中起着骨架作用，其质量和级配至关重要。若粗骨料强度不足，在承受荷载时容易破碎，破坏混凝土的整体结构，产生裂缝。而细骨料含泥量过高，会降低水泥与骨料之间的粘结力，削弱混凝土的强度。此外，骨料的级配不合理，如颗粒大小搭配不当，会使混凝土内部孔隙率增大，导致混凝土的密实性变差，抗渗性和抗裂性降低，在外界环境作用下，更容易出现裂缝。

2.1.3 外加剂与掺合料的使用

外加剂和掺合料能改善混凝土的性能，但使用不当也会引发裂缝。某些外加剂可能会影响水泥的水化过程，导致混凝土的凝结时间和强度发展异常。例如，过量使用早强剂会使混凝土早期强度增长过快，内部产生

较大的收缩应力，从而引发裂缝。掺合料若质量不合格或掺量不合适，也会对混凝土的性能产生不利影响。如粉煤灰质量不佳，会降低混凝土的耐久性，增加裂缝产生的可能性。

2.2 施工工艺原因

施工工艺在水利工程混凝土施工中起着关键作用，不合理的施工工艺会增加混凝土裂缝产生的几率。以下是具体方面：（1）混凝土配合比设计不合理，水灰比过大或过小都会影响混凝土的性能。水灰比过大，会降低混凝土的强度和耐久性，增加收缩裂缝产生的可能性；水灰比过小，则会使混凝土的和易性变差，导致施工困难，也容易引发裂缝。（2）搅拌过程中搅拌时间不足或过长，会使混凝土搅拌不均匀，影响其强度和稳定性。搅拌不充分会导致水泥等材料不能充分混合，使混凝土内部结构不一致，容易产生裂缝。（3）运输过程中若出现离析现象，会使混凝土的均匀性遭到破坏，降低其整体性能。当离析的混凝土进行浇筑时，会导致不同部位的强度差异较大，从而引发裂缝。（4）浇筑过程中振捣不密实或过度振捣，都会影响混凝土的质量。振捣不密实会使混凝土内部存在空隙，降低其强度；过度振捣则会使粗骨料下沉，表面出现浮浆，导致混凝土上下层强度不一致，产生裂缝。（5）养护不当是导致混凝土裂缝的常见原因。养护不及时或养护时间不足，会使混凝土表面水分蒸发过快，产生收缩裂缝。

2.3 环境因素

在水利工程中，环境因素对混凝土裂缝的产生有着不可忽视的影响。在混凝土浇筑初期，水泥水化会释放大热量，使内部温度急剧上升。若此时外部环境温度较低，内外温差过大，就会产生温度应力。当温度应力超过混凝土的抗拉强度时，便会引发裂缝。例如在夏季高温时段浇筑混凝土，白天温度高，夜间温度骤降，很容易出现这种情况。如果空气过于干燥，混凝土表面水分蒸发过快，会产生干缩变形^[2]。而内部湿度变化相对较小，这种内外变形不一致就会导致表面出现裂缝。在干旱地区的水利工程中，这种现象较为常见。化学侵蚀也是重要的环境因素，水中含有的酸碱盐等化学物质，会与混凝土中的成分发生化学反应，破坏混凝土的结构，降低其强度，进而引发裂缝。如一些工业废水排放区域的水利设施，受化学侵蚀的影响更为明显。

3 混凝土裂缝的防治措施

3.1 材料选择与配合比优化

3.1.1 选择低热或中热水泥

在水利施工过程中，水泥水化热引发的温度裂缝始

终是亟待攻克的难题。混凝土内部因水泥水化热积聚大量热量，与外部形成较大温差，产生温度应力，极易导致裂缝出现，严重威胁水利工程质量与安全。而选择低热或中热水泥，无疑是解决这一难题的关键举措。这类水泥在水化过程中释放热量少，可有效降低混凝土内部升温幅度，缩小内外温差，削减温度应力，从而大大降低裂缝出现的几率。以大体积混凝土施工为例，像粉煤灰硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥等低热水泥，能显著改善混凝土的温度性能，增强其抗裂能力，确保混凝土结构的稳定性和耐久性，为水利工程的质量和安全生产提供坚实的保障。

3.1.2 控制水泥用量

在水利施工中，水泥用量对混凝土的影响不容小觑，它不仅关乎混凝土强度，还与裂缝产生密切相关。当水泥用量过多时，水化热会大幅增加，使得混凝土内部温度急剧上升，内外温差变大，进而产生温度应力，增加裂缝出现的可能性。同时，过多的水泥还会增大混凝土的收缩性，进一步加剧裂缝风险。因此，在满足设计强度要求的前提下，应尽可能减少水泥用量。通过优化配合比，采用其他活性掺合料部分替代水泥是行之有效的办法。比如适当增加粉煤灰的掺量，不仅能保证混凝土的性能，还能降低成本，改善其工作性能和抗裂性能，从而减少裂缝产生的风险，保障水利工程中混凝土结构的质量与安全。

3.1.3 优化骨料级配

在水利施工中，骨料作为混凝土的骨架，其级配对混凝土性能影响重大。优化骨料级配，让颗粒大小合理搭配，能显著提升混凝土质量。合理级配可增加混凝土密实性，减少空隙率，进而提高强度和抗渗性。连续级配的骨料优势明显，能更好填充内部空隙，减少水泥浆用量，降低水化热和收缩率，避免因温度变化和收缩产生裂缝。此外，选用质地坚硬、级配良好的骨料，可增强混凝土的耐磨性和耐久性。如此一来，从多个方面保障了混凝土的性能，有效防止裂缝产生，为水利工程的稳定与安全奠定基础。

3.1.4 掺加合适的外加剂与掺合料

外加剂和掺合料可以改善混凝土的性能，对防治裂缝具有积极作用。合适的外加剂如减水剂，能在不增加用水量的情况下提高混凝土的流动性，减少水泥用量，降低水化热。缓凝剂可以延缓混凝土的凝结时间，使混凝土有足够的时间进行散热，减少温度裂缝。掺合料如粉煤灰、矿渣粉等，能增加混凝土的密实度，提高抗裂性和耐久性。但在使用时，要严格控制其品种和掺量，

确保达到最佳效果。

3.2 施工工艺改进

施工工艺的改进对于防治水利工程混凝土裂缝至关重要。在混凝土浇筑方面,要严格控制浇筑速度和高度。分层分段浇筑能使混凝土均匀散热,避免温度应力集中。同时,要保证浇筑的连续性,防止出现冷缝。振捣环节需规范操作,采用合适的振捣设备,按照一定的顺序和间距进行振捣,确保混凝土密实。避免振捣不足导致的蜂窝麻面,以及过度振捣造成的粗骨料下沉、表面浮浆等问题。模板安装要牢固且尺寸准确,模板的变形或移位会影响混凝土的成型质量,增加裂缝产生的风险。拆除模板时,要严格按照规定的时间和顺序进行,防止过早拆模使混凝土结构受损。施工缝的处理要得当,在继续浇筑混凝土前,要对施工缝进行清理和凿毛,涂刷界面剂,保证新旧混凝土的良好结合。

3.3 环境控制

在水利施工中,对环境因素进行有效控制,能显著降低混凝土裂缝产生的概率。具体如下:(1)温度控制是关键。在高温天气施工时,可对原材料进行降温处理,如用冷水冲洗骨料、在搅拌水中加冰等,降低混凝土的入模温度。在低温季节,要做好混凝土的保温工作,如覆盖保温材料,减少内外温差,防止温度裂缝。(2)湿度控制也不容忽视。保持混凝土表面湿润,可减少干缩裂缝。在干燥环境中,及时进行喷水养护,或采用覆盖塑料薄膜等方式,保持混凝土表面的湿度。(3)避免在恶劣天气条件下施工。如大风天气会加速混凝土表面水分蒸发,易产生塑性收缩裂缝;暴雨会冲刷未凝固的混凝土,破坏其结构。(4)合理安排施工时间。避开高温时段和昼夜温差大的时期进行混凝土浇筑,降低环境对混凝土的不利影响。(5)对于有特殊要求的工程,可搭建遮阳棚、防风棚等设施,为混凝土施工创造相对稳定的环境。

3.4 设计优化

设计优化是防治水利工程混凝土裂缝的重要环节,从源头上为混凝土结构的稳定性提供保障。合理规划结构体型,避免结构断面突变,减少应力集中现象^[1]。例如,在设计水工建筑物时,采用渐变的结构形式,使应力分布更加均匀,降低裂缝产生的可能性。科学配置钢筋,适当增加构造钢筋的数量和密度,提高混凝土的抗裂能力。特别是在结构的薄弱部位,如转角处、孔洞周边等,加强配筋能够有效约束混凝土的变形,防止裂缝扩展。设置伸缩缝和后浇带,根据工程的规模和特点,合理确定伸缩缝和后浇带的位置和间距。伸缩缝可以释放混凝土的收缩应力,后浇带则能解决混凝土的沉降和收缩问题,避免裂缝的产生。优化基础设计,确保基础具有足够的承载能力和稳定性,避免因基础不均匀沉降导致混凝土结构出现裂缝。结合工程实际情况,采用先进的设计理念和办法,提高混凝土结构的整体性能,从设计层面有效防治裂缝。

结语

在水利施工领域,尽管已对混凝土裂缝的成因及防治有一定成果,但面对不断发展的行业需求,未来仍需不懈探索创新。前沿技术如大数据分析可精准预测混凝土性能变化,3D打印技术能优化复杂结构施工;新理念强调绿色环保与可持续发展,为施工注入新活力。通过运用这些技术与理念,可有效解决现存难题,持续提升混凝土施工质量。这不仅能为水利工程的长久稳定运行筑牢根基,增强其抗灾能力和使用寿命,还能推动水利事业朝着高质量、现代化方向大步迈进,更好地服务社会。

参考文献

- [1]孙全军.水利施工中混凝土裂缝产生的原因及防治措施[J].建筑工程技术与设计,2020(36):3026.
- [2]王伟.水利施工中混凝土裂缝的主要原因及防治技术研究[J].建材与装饰,2021,17(6):293-294.
- [3]曹丛俊.水利施工中混凝土裂缝产生的原因及防治技术分析[J].广西城镇建设,2021(6):71-72,78.