

小型水利工程混凝土建筑物病害原因浅析

刘 钊

河北省水务中心石津灌区事务中心 河北 石家庄 050000

摘 要：小型水利工程的混凝土建筑物经常面临裂缝、渗漏、冻融破坏、冲磨空蚀、碳化及钢筋锈蚀等病害问题。这些病害的产生主要由混凝土施工湿度温度变化、地基沉降、振捣不密实、材料老化、抗冻性不足、水流冲刷等多种因素共同作用。本文深入分析了这些病害的原因，并提出了一系列预防措施，以期为保障小型水利工程的安全、稳定运行提供参考。

关键词：小型水利工程；混凝土建筑物；病害原因

引言：小型水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，承担着灌溉、防洪、供水等多重任务。然而，混凝土建筑物作为其核心结构，长期受自然环境侵蚀、施工质量问题及材料老化等多重因素影响，常出现裂缝、渗漏、冻融破坏等病害，严重影响工程安全及使用寿命。因此，深入探讨混凝土建筑物病害原因，提出有效的防治措施，对于保障小型水利工程安全稳定具有重要意义。

1 小型水利工程混凝土建筑物病害概述

1.1 病害定义与分类

混凝土建筑物的病害，是指在自然环境因素、施工质量问题、材料老化等多种因素作用下，混凝土建筑物出现的性能下降或结构破坏的现象。（1）裂缝：混凝土建筑物表面或内部出现的断裂现象，裂缝的存在会降低结构的整体性和稳定性，为水和其他有害物质的渗透提供通道。（2）渗漏：混凝土建筑物内部或外部水体通过缝隙、孔隙等通道渗出或渗入，导致工程内部水压升高、土壤侵蚀等问题，严重时可能影响工程的安全运行。（3）冻融破坏：在寒冷地区，混凝土建筑物受到冻融循环的作用，导致内部孔隙水结冰膨胀，引发结构破坏，表现为混凝土表面剥落、内部裂缝扩展等。（4）冲磨空蚀：水流冲刷和空化作用导致混凝土表面材料逐渐剥落，形成空洞和凹槽，降低结构的强度和耐久性。（5）碳化：空气中的二氧化碳与混凝土中的氢氧化钙反应生成碳酸钙，导致混凝土碱度降低，加速钢筋锈蚀过程。（6）钢筋锈蚀：混凝土内部的钢筋因受到腐蚀介质的作用而逐渐锈蚀，导致钢筋截面减小、力学性能下降，进而影响结构的整体稳定性^[1]。

1.2 病害对水利工程的影响

（1）影响工程结构稳定性：病害如裂缝、渗漏、冻融破坏等都会削弱混凝土结构的稳定性，使其无法承受

正常的水压和其他荷载。这不仅可能导致工程结构的局部或整体失稳，还可能引发更严重的安全问题。（2）降低工程使用寿命：病害的存在会加速混凝土结构的老化和损坏过程，从而降低工程的使用寿命。这不仅增加了维修和改造的成本，还可能因频繁维修而中断工程的正常使用。（3）威胁人民生命财产安全：一旦病害发展到严重程度，可能会引发溃坝、垮塌等灾难性事故。这些事故不仅会导致水资源的浪费和环境的破坏，还可能直接威胁到下游地区人民的生命和财产安全。

2 小型水利工程混凝土建筑物病害原因分析

2.1 裂缝产生的原因

（1）混凝土施工湿度和温度变化：在混凝土施工过程中，湿度的变化和温度的差异都会导致混凝土内部应力的变化。当这些应力超过混凝土的抗拉强度时，就会产生裂缝。特别是在干燥、高温或快速降温的条件下，裂缝更容易产生。（2）地基不均匀沉降：地基的不均匀沉降会导致混凝土建筑物基础的不稳定，从而产生裂缝。这种裂缝通常呈现出斜向或水平分布的特点，对建筑物的结构稳定性构成严重威胁。（3）施工不连续与拆模过早：在混凝土施工过程中，如果施工不连续或拆模过早，都可能导致混凝土内部应力的集中和释放不均，进而产生裂缝。因此，施工过程的连续性和拆模时间的合理性是预防裂缝产生的重要措施。（4）水泥水化热作用与体积变化：水泥水化过程中会释放大量的热量，导致混凝土内部温度升高，从而产生温度应力。当这些应力超过混凝土的抗拉强度时，就会产生裂缝。此外，混凝土的体积变化也可能导致裂缝的产生，如干缩、湿胀等。（5）混凝土抗拉能力低：混凝土的抗拉能力相对较低，当受到外部荷载或内部应力的作用时，容易产生裂缝。因此，提高混凝土的抗拉能力是预防裂缝产生的重要手段之一。（6）材料质量问题：水泥强度不足、受潮

或超期使用等质量问题都可能导致混凝土性能下降,从而增加裂缝产生的风险。(7)设计不当与超载因素:设计不合理或超载使用都可能导致混凝土建筑物承受过大的荷载,进而产生裂缝。因此,在设计和使用过程中应充分考虑荷载条件和结构安全性。

2.2 渗漏产生的原因

(1)混凝土振捣不密实:振捣是混凝土施工中非常重要的环节之一,如果振捣不密实,就会导致混凝土内部存在空隙和缺陷,从而成为渗漏的通道。(2)施工缝处理不良:施工缝是混凝土施工过程中的接缝部分,如果处理不当,就会成为渗漏的薄弱环节。因此,在施工缝的处理过程中应严格控制施工质量和密封性。(3)裂缝导致的渗水漏水:如前所述,裂缝是混凝土建筑物中常见的病害之一,也是导致渗漏的主要原因之一。当裂缝宽度达到一定程度时,就会成为水分渗透的通道。(4)止水带设置不当或漏设:止水带是预防渗漏的重要措施之一,如果设置不当或漏设,就会导致水分从止水带处渗透进入混凝土建筑物内部^[2]。

2.3 冻融破坏产生的原因

(1)混凝土内部水分结冰产生的冰压力:当混凝土内部的水分结冰时,会产生体积膨胀和冰压力,从而对混凝土结构造成破坏。这种破坏通常表现为混凝土表面的剥落和内部裂缝的扩大。(2)渗透压力与冻胀压力联合作用:在渗透压力和冻胀压力的联合作用下,混凝土结构更容易受到破坏。特别是当水分从混凝土表面渗透进入内部时,会在冻结过程中产生更大的冰压力和体积膨胀。(3)材料抗冻性不足:如果混凝土材料的抗冻性不足,就无法抵抗冰压力和体积膨胀的作用,从而导致冻融破坏的发生。这通常与外加剂、掺合料的使用不当有关。因此,在选择和使用混凝土材料时,应充分考虑其抗冻性能。

2.4 冲磨空蚀产生的原因

(1)高速水流与含沙水流的冲击磨损:高速水流和含沙水流对混凝土表面的冲击磨损会导致其表面粗糙度增加、厚度减薄和强度降低。这种磨损过程会逐渐加剧,最终导致冲磨空蚀的发生。(2)材料强度不足或疲劳极限达到:混凝土材料的强度不足或长期受到高速水流和含沙水流的冲击,可能导致其疲劳极限达到,进而引发冲磨空蚀。特别是在水流速度高、含沙量大的情况下,冲磨空蚀问题更为突出。此外,混凝土中可能存在的微裂缝、孔隙等缺陷也会加速冲磨空蚀的进程。

2.5 碳化与钢筋锈蚀产生的原因

(1)混凝土碳化降低碱度,破坏钢筋钝化膜:如前

所述,混凝土的碳化会导致其内部碱度降低。当碱度降至一定程度时,会破坏钢筋表面的钝化膜,使钢筋失去保护而开始锈蚀。钝化膜是钢筋在碱性环境中形成的一层致密的氧化物薄膜,具有保护钢筋免受腐蚀的作用。一旦钝化膜被破坏,钢筋就会暴露在腐蚀环境中,从而加速锈蚀过程。(2)水和空气同时渗入导致钢筋锈蚀:当混凝土存在裂缝或孔隙等缺陷时,水和空气会同时渗入混凝土内部,与钢筋接触并引发锈蚀反应。锈蚀反应会产生铁离子和水锈等产物,导致钢筋体积膨胀和混凝土开裂加剧。这种恶性循环会不断加速钢筋锈蚀和混凝土破坏的进程。(3)裂缝削弱混凝土对钢筋的保护作用:裂缝的存在不仅为水和空气提供了渗透通道,还削弱了混凝土对钢筋的保护作用。特别是在裂缝宽度较大的情况下,钢筋更容易受到腐蚀环境的侵蚀和破坏。因此,预防和控制裂缝的产生对于防止钢筋锈蚀和混凝土碳化具有重要意义。

3 小型水利工程混凝土建筑物病害预防措施

3.1 裂缝预防措施

(1)优化设计配合比,控制水泥水化热:混凝土的配合比设计直接关系到其力学性能和耐久性。通过优化设计配合比,特别是控制水泥水化热,可以有效降低混凝土内部的温度应力,从而减少裂缝的产生。此外,还可以采用低热硅酸盐水泥或掺加适量的矿物掺合料来降低水泥水化热。(2)采用水化热低的水泥,降低水泥用量:水化热低的水泥在硬化过程中释放的热量较少,有助于降低混凝土内部的温度梯度,减少因温度变化引起的裂缝。同时,适当降低水泥用量也可以减少混凝土的收缩变形,进一步降低裂缝风险。(3)科学组织施工,合理控制浇筑顺序与时段:在施工过程中,应根据工程实际情况科学组织施工,合理控制浇筑顺序与时段。避免在高温或大风等不利气候条件下施工,以减少混凝土内外温差和干缩变形,从而降低裂缝产生的可能性。(4)加强混凝土养护与保温措施:混凝土浇筑完成后,应及时进行养护,保持其表面湿润,避免过快干燥导致的收缩裂缝。同时,在寒冷季节应采取保温措施,防止混凝土因早期受冻而产生裂缝^[3]。

3.2 渗漏预防措施

(1)提高混凝土振捣密实度:振捣是确保混凝土密实度的关键步骤。通过提高振捣密实度,可以减少混凝土内部的孔隙和裂缝,从而提高其抗渗性能。在施工过程中,应严格控制振捣时间和振捣强度,确保混凝土均匀密实。(2)处理好施工缝,确保止水带设置正确:施工缝是混凝土建筑物中常见的渗漏通道。因此,在施工

过程中应妥善处理好施工缝,确保止水带设置正确、密封可靠。对于重要的防水部位,可采用预埋止水钢板、橡胶止水带等措施,提高防水效果。(3)加强裂缝检查与修补工作:定期对混凝土建筑物进行检查,及时发现并修补裂缝是防止渗漏的有效手段。修补裂缝时,应采用合适的修补材料和方法,确保修补质量。对于宽度较大的裂缝,可采用化学灌浆、压力注浆等方法进行修补。

3.3 冻融破坏预防措施

(1)提高混凝土抗冻性,合理使用外加剂与掺合料:通过掺加引气剂、防冻剂等外加剂,以及粉煤灰、硅灰等掺合料,可以显著提高混凝土的抗冻性能。引气剂可以在混凝土中形成微小气泡,提高混凝土的抗冻融循环能力;防冻剂则可以降低混凝土的冰点,防止其在低温下结冰膨胀。(2)加强混凝土成型后的养护工作,防止早期受冻:混凝土成型后应加强养护工作,特别是在寒冷季节,应采取适当的保温措施,防止混凝土因早期受冻而产生内部损伤。养护期间应保持混凝土表面湿润,避免过快干燥导致的收缩裂缝^[4]。

3.4 冲磨空蚀预防措施

(1)选用耐磨性强的材料:在设计和施工过程中,应优先选用耐磨性强的混凝土材料,如高性能混凝土、硅粉混凝土等。这些材料具有较高的强度和耐磨性,能够有效抵抗水流的冲刷作用。(2)优化水流设计,减少冲磨空蚀的发生:通过优化水流设计,改善水流条件,可以减少水流对混凝土表面的直接冲刷作用,从而降低冲磨空蚀的发生。例如,可以采用流线型设计、设置导流板等方法来改善水流条件。同时,对于易受冲刷的部位,可以采用增设护坡、护底等措施,提高抗冲磨能力。

3.5 碳化与钢筋锈蚀预防措施

(1)提高混凝土密实度,减少碳化发生:通过提高混凝土的密实度,可以减少空气和水分渗入混凝土内部的机会,从而降低碳化的速度。在施工过程中,应严格控制混凝土的振捣质量和施工工艺,确保混凝土内部无

空隙和气泡。同时,还可以采用高性能混凝土或添加抗碳化剂等措施来提高混凝土的抗碳化性能。(2)加强裂缝修补,防止水和空气渗入:裂缝是混凝土建筑物中水分和空气渗入的主要通道。因此,应定期对混凝土建筑物进行检查,及时发现并修补裂缝。修补裂缝时,应选择合适的修补材料和工艺,确保修补后的混凝土结构具有良好的密封性和耐久性。同时,还应加强对混凝土表面的防护工作,如涂覆防水涂料等,以减少水分和空气的渗入。(3)对钢筋进行防腐处理,提高其耐久性:钢筋是混凝土建筑物中的重要受力构件。为了防止钢筋锈蚀导致结构性能下降,应对钢筋进行防腐处理。常用的防腐方法包括热浸镀锌、喷涂防腐涂料等。这些方法可以有效地隔离钢筋与环境的接触,减少腐蚀反应的发生。同时,在设计和施工过程中还应合理设置保护层厚度和钢筋布置方式等参数,以提高钢筋的耐久性和抗锈蚀能力。

结束语

综上所述,小型水利工程混凝土建筑物的病害问题不容忽视,其成因复杂多样,涉及设计、施工、材料、环境等多个方面。通过科学分析病害原因,采取针对性的预防措施,可以有效降低病害发生率,延长工程使用寿命,确保小型水利工程的安全稳定运行。未来,还需进一步加强技术研发与创新,提升混凝土建筑物的耐久性和抗灾能力,为水利事业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]余方方,朱宏松.水利工程施工中混凝土裂缝控制技术分析[J].治淮,2022,(02):21-22.
- [2]刘士明.水利工程中混凝土裂缝控制技术分析[J].河南水利与南水北调,2021,(04):53-54.
- [3]陈云靖.水利工程施工中控制混凝土裂缝的技术分析[J].企业技术开发,2021,(13):124-125.
- [4]高古帅.水利工程施工中混凝土裂缝防治措施分析[J].工程技术研究,2022,(15):146-147.