

# 水工结构工程裂缝成因及防治

鄢平 罗欣宇

长江勘测规划设计研究有限责任公司 湖北 武汉 430010

**摘要:** 水工结构工程裂缝是水工建筑物常见的病害之一,其产生和发展对工程的安全运行和正常使用带来严重危害。本文分析了水工结构工程裂缝的成因,包括设计、施工、材料和环境等因素,然后提出了相应的防治措施,包括优化设计方案、加强施工质量控制、选用优质材料和提高抗裂性能、加强监测与维护等。通过实施这些防治措施,可以有效地减少水工结构工程裂缝的产生,提高结构的安全性和耐久性。

**关键词:** 水工结构工程; 裂缝; 成因; 防治措施

## 引言

水工结构工程是水利工程建设的重要组成部分,其质量和安全是保障水利工程的正常运行的关键点,然而由于设计、施工、材料与环境等因素的影响,将会影响结构的使用寿命和安全,因此,通过优化设计方案、加强施工质量控制、选用优质材料、提高抗裂性能与加强监测与维护等措施减少裂缝的产生,对提高水工结构的安全性和耐久性具有重要的意义。

### 1 水工结构工程裂缝的成因

#### 1.1 设计因素

在设计阶段,若未能充分考虑结构的受力特性、材料性能、环境条件以及施工工艺等因素,就可能导致结构在后续施工过程中或使用过程中出现裂缝。首先,结构设计中的荷载计算是至关重要的。如果荷载计算不准确,可能导致结构在实际受力时超出设计允许范围,从而产生裂缝。这包括了对静荷载、动荷载以及温度荷载等多种荷载类型的综合考虑。其次,材料选择也是影响裂缝产生的关键因素。例如,对于混凝土材料,其强度、弹性模量、收缩率等性能指标的选择,都需要根据工程实际情况进行科学合理的匹配。若材料性能指标选择不当,可能导致结构在使用过程中因材料性能变化而产生裂缝。此外,结构细部设计也是影响裂缝产生的重要因素。例如,结构中的钢筋布置、预应力设置、伸缩缝设置等都需要精心设计。若细部设计不合理,可能导致结构在受力时出现应力集中,从而产生裂缝。最后,环境因素也是设计过程中需要考虑的重要因素。例如,对于水工结构而言,水位的变化、温度的变化、冻融循环等因素都可能对结构产生不利影响。若在设计阶段未能充分考虑这些因素,可能导致结构在使用过程中因环境作用而产生裂缝。

#### 1.2 施工因素

施工过程中的质量控制直接决定了水工结构工程的最终质量和安全性。当施工环节未能严格遵循设计要求时,裂缝的产生就可能在所难免。施工质量控制的不严格,如材料选择不当、配合比不准确、施工顺序不合理等,都可能对结构安全造成潜在威胁。以混凝土浇筑为例,振捣过程是保证混凝土密实和均匀性的关键步骤。如果振捣不均匀,混凝土内部将形成空隙和薄弱环节,这些部位在受到外部荷载或环境因素影响时,容易产生裂缝<sup>[1]</sup>。此外,混凝土的养护环节同样重要。如果养护不到位,混凝土在硬化过程中将受到水分蒸发、温度变化等不利因素的影响,导致体积变化不均匀,从而产生裂缝。除了混凝土浇筑和养护,其他施工环节如模板支设、钢筋加工与安装、预应力张拉等,也都可能对水工结构工程裂缝的产生造成影响。因此,在施工过程中,必须严格按照设计及规范要求施工,采取科学的施工方法,加强质量控制,确保水工结构工程的质量和安全。

#### 1.3 材料因素

在水工结构工程中,常用的材料如钢筋、防水材料、涂料等,都可能因为某些原因而引发裂缝。钢筋作为水工结构中的骨架材料,其质量和性能直接影响到结构的整体性能。如果钢筋存在质量问题,如锈蚀、强度不足等,就可能导致结构在受力过程中出现裂缝。此外,钢筋与混凝土之间的粘结力也是影响裂缝产生的重要因素。如果粘结力不足,就可能导致钢筋与混凝土之间的应力传递不畅,从而在受力时产生裂缝。防水材料是水工结构中不可或缺的一部分,其主要作用是防止水分渗透,保证结构的耐久性。然而,如果防水材料质量耐水性、耐候性、耐化学腐蚀性等性能不达标或施工过程中出现空鼓、开裂等问题,就可能导致防水层失效,水分渗透进结构内部,都可能导致裂缝的产生。涂料作为水工结构的表面装饰材料,其质量和施工工艺也可能

对裂缝的产生起到一定的影响。如果涂料的质量不合格或施工工艺不当,就可能导致涂层在受力或环境因素的作用下出现开裂、剥落等问题,从而引发裂缝。此外,涂料与基材之间的粘结性也是影响裂缝产生的重要因素。如果粘结性不足,就可能导致涂层与基材之间的应力传递不畅,从而在受力时产生裂缝。

#### 1.4 环境因素

首先,温度变化是一个重要的环境因素。水工结构工程,如大坝、水闸、堤防等,经常面临季节性的温度变化。在冬季,这些结构可能会因为严寒而收缩;在夏季,则可能因为高温而膨胀。这种周期性的温度变化会导致材料内部应力不断变化,长期累积下来就可能导致裂缝的产生。其次,湿度变化也是一个重要的环境因素<sup>[2]</sup>。水工结构工程通常位于河流、湖泊等水域附近,因此很容易受到湿度变化的影响。当湿度增加时,材料会吸收水分而膨胀;当湿度降低时,材料会释放水分而收缩。这种湿度的变化同样会导致材料内部应力的变化,从而可能导致裂缝的产生。另外,冻融循环也是一个重要的环境因素。在寒冷地区,冬季的低温会导致水在材料内部结冰,从而使材料体积膨胀;而在春季,随着温度的升高,冰会融化,材料体积会缩小。这种反复的冻融循环会导致材料内部产生应力疲劳,最终导致裂缝的产生。此外,自然灾害如地震、洪水等也可能对水工结构工程造成破坏,导致裂缝的产生。地震会导致结构发生震动,从而产生应力集中和变形,进而可能引发裂缝。洪水则可能导致结构受到水流的冲刷和冲击,从而造成结构损伤和裂缝的产生。因此,在设计和建造水工结构工程时,必须充分考虑环境因素对其可能产生的影响,并采取相应的措施来预防裂缝的产生。例如,可以选择合适的材料、优化结构设计、加强维护保养等,以提高水工结构工程的耐久性和安全性。

## 2 水工结构工程裂缝的防治措施

### 2.1 优化设计方案

在水工结构工程的设计阶段,裂缝的防治措施应被放在首位。为了确保结构的长期稳定性和安全性,设计师需要深入研究和了解工程所在地的地质条件、气候条件以及预期的荷载情况。这些因素都将对结构的设计参数和布置方式产生深远影响。地质条件方面,设计师需要了解土壤的类型、强度、渗透性以及地下水位等信息。这些信息将直接影响基础设计、材料选择以及施工方法的确定。例如,在软土地区,可能需要采用更深的基础或特殊的加固措施来防止结构沉降和裂缝的产生。气候条件也是一个不可忽视的因素。极端温度、湿度、

风力和降雨等气候条件都可能对结构产生不利影响。设计师需要根据当地的气候特点,合理选择防水材料、保温材料和排水设计等,以确保结构在各种气候条件下都能正常工作。荷载情况则是结构设计的核心。设计师需要准确评估结构的预期荷载,包括静荷载、动荷载以及偶然荷载等。通过合理的荷载分析,可以确定结构的尺寸、形状和材料,以确保结构在承受各种荷载时都能保持稳定。除了以上因素外,加强结构的整体性和连续性设计也是防止裂缝产生的重要措施。这包括采用合理的连接方式、加强构件之间的连接以及提高结构的冗余度等。通过这些措施,可以提高结构的整体刚度和稳定性,从而减少裂缝的产生。优化设计方案是水工结构工程裂缝防治的关键环节<sup>[3]</sup>。通过综合考虑地质条件、气候条件和荷载情况等因素,并加强结构的整体性和连续性设计,可以有效减少裂缝的产生,提高结构的安全性和耐久性。

### 2.2 加强施工质量控制

在水工结构工程裂缝的防治措施中,加强施工质量控制是至关重要的一环。针对前面施工过程中可能导致裂缝产生的不利因素,如温度、湿度、不均匀沉降以及大体积浇筑等,可以采取以下具体的处理措施:首先,对于温度因素,施工过程中应严格控制混凝土的温度。在高温季节施工时,可以采用降低浇筑温度、合理安排施工时间等措施,避免混凝土因温度过高而产生裂缝。同时,对于大体积混凝土,应采取分层浇筑、设置冷却水管等方法,降低内部温度应力,防止裂缝的产生。其次,对于湿度因素,应确保混凝土在养护期间保持适宜的湿度。在干燥季节施工时,应增加养护水分供应,防止混凝土因失水过快而产生干缩裂缝。同时,对于防水层施工,应确保防水材料的质量和施工工艺,防止因湿度变化导致防水层失效而引发裂缝。再者,对于不均匀沉降因素,应在施工前对地基进行详细勘察,评估地基的承载力和变形性能。对于地基承载力不足或变形较大的区域,应采取加固措施,如桩基、地基处理等,确保地基的均匀性和稳定性。在施工过程中,还应加强监测和控制,及时发现和处理不均匀沉降问题,防止因此产生裂缝。最后,对于大体积浇筑因素,应优化施工方案,减少单次浇筑量,降低混凝土的收缩应力。同时,在浇筑过程中应合理设置施工缝、后浇带等,以释放应力,减少裂缝的产生。此外,对于大体积混凝土的养护也应特别重视,确保混凝土在硬化过程中保持适宜的温度和湿度条件。

### 2.3 选用优质材料

在材料选择过程中,必须秉持严谨、科学的态度,确保所选材料质量合格、性能稳定。选用优质材料是防治水工结构工程裂缝的重要措施之一<sup>[4]</sup>,对于混凝土这一关键材料,更要进行严格的检验和试验,确保其强度、耐久性、抗渗性等关键指标满足设计要求。除了混凝土,其他如钢筋、预应力筋、防水材料等也都需要经过严格的筛选和检验。在材料采购过程中,严格把控材料质量,选择信誉良好、质量有保障、长期稳定合作的供应商,同时,对于材料的储存和保管也要给予足够的重视,避免材料在储存过程中发生变质或损坏。在材料使用方面,应注重材料的配比和使用方法。例如,在混凝土配合比设计中,应根据工程的具体要求和材料的性能特点,进行科学合理的配比设计,确保混凝土的性能得到充分发挥。在施工过程中,还应严格按照施工规范进行操作,确保材料的使用符合设计要求。通过严格把控材料质量和使用过程,可以有效提高水工结构工程的整体质量和安全性,减少裂缝等质量问题的发生。

#### 2.4 提高抗裂性能

在混凝土制备过程中,可以添加适量的外加剂,如减水剂、抗裂剂等,以改善其工作性能和硬化特性。减水剂能够减少混凝土中的用水量,降低水灰比,从而减少混凝土的收缩和开裂风险。而抗裂剂则能够增加混凝土的韧性和延展性,提高其抵抗裂缝产生的能力。在结构的关键部位,如受力集中区、应力变化大的区域等,可以增设抗裂钢筋或预应力钢筋。抗裂钢筋能够提供额外的抗拉强度,而预应力钢筋则能够在结构受到外部荷载之前预先施加压力,使结构处于受压状态,这些钢筋能够有效地分散和传递应力,减少裂缝的产生。从而提高其抗裂性能。对于特别重要或受力条件复杂的水工结构工程,可以考虑采用预应力锚固技术。预应力锚固通过在结构内部设置预应力锚索或预应力锚杆,对结构进行主动加固,提高其整体稳定性和抗裂性能。这种技术能够有效地控制结构的变形和裂缝发展,确保工程的安全性和耐久性。

#### 2.5 加强监测与维护

在水工结构工程中,裂缝的防治是一个至关重要的环节。为了确保工程的安全和稳定运行,加强监测与维

护工作显得尤为重要。对于已经建成的水工结构工程,必须定期进行全面的检查和监测。这不仅涉及工程的外观和结构,还要深入检查各个部件和功能系统。专业的监测团队应利用先进的仪器和设备,对工程的各项性能指标进行精确的测量和分析。通过定期的监测数据对比,可以及时发现工程中可能出现的裂缝等病害。一旦发现裂缝,必须立即进行详细的勘察和分析,确定裂缝的成因和严重程度。根据裂缝的具体情况,应采取相应的处理措施。例如,对于较小的裂缝,可以采用注浆方法进行修补,增强结构的整体性和密封性。对于较大的裂缝或严重影响结构安全的裂缝,则需要进行加固处理,如增设支撑、更换损坏部件等。除了及时处理裂缝,加强工程的日常维护和保养同样重要<sup>[5]</sup>。这包括定期清洁工程表面,防止污垢和腐蚀的产生;检查各个部件的运行状态,及时发现并更换磨损严重的部件;对工程的周边环境进行监控,防止外部因素如水流、温度等对工程造成不利影响。

#### 结束语

水工结构工程裂缝的成因比较复杂,需要综合考虑设计、施工、材料和环境等多方面因素。为了有效地防治水工结构工程裂缝的产生和发展,需要采取优化设计方案、加强施工质量控制、选用优质材料和提高抗裂性能、后期加强监测等。通过实施这些防治措施,可以有效地提高水工结构工程的安全性和耐久性,以保障水利工程的正常运行和耐久性。

#### 参考文献

- [1]杨猛,郭林林.水工结构工程裂缝成因及防治探讨[J].珠江水运,2023(11):81-83.
- [2]彭志荣.对水工结构工程裂缝成因及防治的探析[J].经济技术协作信息,2019(32):85.
- [3]郭强.水工结构工程裂缝成因及防治[J].建材发展导向(下),2019,17(7):330.
- [4]谢良涛.水工结构工程裂缝成因及防治探讨[J].工程技术研究,2020,5(14):160-161.
- [5]玉龙.水工结构工程裂缝成因及防治探讨[J].建材与装饰,2019(21):277-278.