

混凝土面板堆石坝趾板混凝土裂缝预防及处理

于 秦

中国水利水电第十二工程局有限公司 浙江 杭州 310030

摘 要：混凝土面板堆石坝作为水利工程中的重要结构，其趾板混凝土的裂缝问题一直是工程实践中需要重点关注的问题。本文从材料选择与质量控制、结构设计与优化、裂缝监测与预警体系建立等方面，探讨预防趾板混凝土裂缝的有效措施。针对裂缝处理，介绍表面处理技术、注浆加固技术和结构加固技术等常用方法。通过综合运用这些预防和处

关键词：混凝土面板；面板堆石坝；面板裂缝；预防处理

1 混凝土面板堆石坝的工程特点

混凝土面板堆石坝作为一种水利枢纽工程结构，具有多项显著的工程特点。其首要特点是结构经济高效，利用堆石作为坝体主体，以混凝土面板作为防渗结构，有效结合了土石坝与混凝土坝的优点，实现了经济性与安全性的平衡。其次，混凝土面板堆石坝适应性强，可以适应不同的地形和地质条件，特别是在地形复杂、地质条件多变的地区，显示出其独特的优势。再者，这种坝型在施工过程中可以分期建设，有利于工程的组织和管理，降低了施工难度。

然而，在这些工程特点中，趾板的特殊性尤为突出。趾板是混凝土面板堆石坝的关键部分，位于坝体与基础岩石之间的接触面，起到了承上启下的重要作用。第一，趾板在受力上非常特殊，它既是堆石坝体的支撑，又是防止坝体渗流的关键部位，因此，趾板必须承受来自坝体的巨大压力和渗流带来的水压力。第二，趾板所处的工作环境复杂多变，不仅受到坝体沉降和变形的影响，还可能面临地下水的侵蚀，这些因素对趾板的强度和稳定性构成了严峻挑战^[1]。第三，趾板的施工也具有一定的难度，需要解决地基处理、混凝土浇筑、温控防裂等一系列技术难题。因此，在混凝土面板堆石坝的设计、施工和管理过程中，必须高度重视趾板的特殊性，采取科学合理的技术措施，确保趾板的质量和安

2 混凝土面板堆石坝趾板混凝土裂缝成因分析

2.1 基面地质影响

趾板混凝土基面地质条件对于趾板混凝土的质量和安

全具有至关重要的影响。在实际工程中，趾板基面的地质条件往往十分复杂，这些因素不仅增加了施工难度，更可能对趾板的长期稳定性构成威胁。岩性不均是一种常见的地质问题，它意味着基面岩石的物理力学性质存在显著的差异。在混凝土浇筑过程中，这些性质不同的岩石对混凝土的支撑作用不同，容易导致应力集中和分布不均，从而为裂缝的产生创造了条件。另外，软弱夹层的存在也是一个不容忽视的问题。这些夹层往往由于沉积历史、地壳运动等原因形成，其强度和稳定性远低于周围岩石。在趾板混凝土浇筑过程中，软弱夹层可能成为应力集中点，导致混凝土开裂。同时，这些夹层还可能在长期运行过程中受到渗流、冻融等作用的影响，进一步降低其承载能力，加剧裂缝的发展。节理是岩石中天然存在的裂隙，其发育程度和分布状况直接影响着基面的整体性和承载能力。在趾板混凝土浇筑和运行过程中，节理可能成为潜在的裂缝源，对趾板的长期稳定性构成潜在威胁。

2.2 斜坡浇筑入仓

斜坡地带的地形往往崎岖不平，有的地方陡峭，有的地方平缓，这使得混凝土在浇筑过程中难以均匀分布。同时，斜坡上的施工条件通常较为恶劣，例如空间限制、运输困难以及施工设备的稳定性问题等，这些都增加了趾板混凝土浇筑的难度。在浇筑入仓过程中，若不能有效解决上述问题，很容易导致混凝土分布不均。有的地方混凝土过厚，有的地方则可能过薄，这种不均匀的混凝土分布会引起应力集中。特别是在混凝土的硬化过程中，由于收缩和温度变化等原因，应力集中的区域更容易产生裂缝。除了上述因素外，斜坡地带还可能

2.3 超长养护时间

存在地下水活动或地表水渗透等问题。这些水分会对混凝土产生侵蚀作用，降低其强度和耐久性，从而增加裂缝产生的风险^[2]。

趾板混凝土养护是确保混凝土质量和性能的关键环节，而养护时间的延长则进一步加大了环境因素对混凝土的影响。在长时间的养护过程中，混凝土受到的温

度变化和湿度波动等环境因素的作用不容忽视。在养护初期,混凝土内部水化热较高,而外部温度可能相对较低,这种内外温差会导致混凝土产生温度应力。若温度变化幅度较大或速率过快,可能超过混凝土的抗拉强度,从而引发裂缝。特别是在季节交替或气候条件剧烈波动时,混凝土的温度应力更易受到不利影响。

在养护期间,若混凝土表面湿度过低,会导致混凝土内部水分过快蒸发,引起体积收缩。这种收缩作用不仅会使混凝土产生干缩裂缝,还会降低其整体强度和耐久性。而湿度过高则可能导致混凝土表面出现泛碱、软化等现象,同样不利于混凝土的长期性能。

3 趾板混凝土裂缝预防措施

3.1 基面处理

在实际工程中,应对基面进行详细的勘察工作,包括地质勘探、岩石力学试验、水文地质调查等,以获取准确的地质信息和参数。通过对基面岩石的岩性、结构、节理发育、地下水状况等进行全面的了解和分析,可以评估基面的承载能力和稳定性,为后续的设计和施工提供依据。在基面勘察的基础上,若发现基面地质条件存在不足或隐患,如软弱夹层、节理发育等,应对基面进行必要的处理。首先,对于软弱夹层,可以采取清理、加固或置换等措施,以提高夹层的承载能力。例如,可以采用高压注浆、锚杆加固等方法对软弱夹层进行加固,或采用砂砾石、混凝土等材料进行置换,以确保夹层能够满足趾板混凝土的支撑要求。其次,对于节理发育的情况,可以进行填补、封闭或注浆处理,以提高节理的抗渗性和承载能力。填补材料可以选用水泥砂浆、环氧树脂等材料,根据节理的大小和深度进行适量的填补和封闭,以减少渗流对基面的影响^[3]。在基面处理过程中,还应注意与趾板混凝土施工的衔接。基面处理完毕后,应及时进行验收和检测,确保处理效果满足设计要求。在趾板混凝土浇筑前,应对基面进行湿润处理,以确保混凝土与基面之间的良好粘结。在浇筑过程中,还应加强监控和管理,确保混凝土均匀分布、无空洞、无裂缝等问题。

3.2 斜坡浇筑工艺优化

优化斜坡浇筑工艺是确保趾板混凝土质量的关键步骤。在实际施工过程中,应充分考虑斜坡地形的特殊性,合理安排浇筑顺序和分层厚度,以减少应力集中。具体来说,可以根据斜坡的坡度、岩性变化等因素,将浇筑区域划分为若干个小的施工段,并分段进行浇筑。在每个施工段内,合理控制混凝土的分层厚度,确保每层混凝土的厚度均匀且不超过设计规定的最大值。这样

的分层浇筑方式可以有效分散混凝土的收缩应力和温度应力,从而降低裂缝产生的风险。同时,采用适当的振捣设备也是确保混凝土均匀密实的重要手段。在浇筑过程中,应使用合适的振捣设备对混凝土进行充分振捣,以确保混凝土在斜坡表面能够均匀分布并紧密结合。振捣设备的选择应根据混凝土的坍落度、斜坡的坡度等因素进行综合考虑。通过合理的振捣操作,可以提高混凝土的密实度和抗裂性能,从而进一步增强趾板混凝土的耐久性和稳定性。在斜坡浇筑过程中,还应加强施工监控和管理。通过实时监测混凝土的浇筑情况、温度变化、应力分布等数据,可以及时发现并处理潜在的问题。例如,当发现混凝土出现应力集中或温度异常等情况时,可以及时调整浇筑方案或采取其他措施进行干预,以避免裂缝的产生。

3.3 养护管理

为确保趾板混凝土的质量和性能,制定详细的养护方案至关重要。首先,养护方案应明确养护的时间和条件,包括养护的起始时间、持续时长以及所需的环境条件等。在养护期间,应严格控制温度和湿度等环境因素,为混凝土提供一个良好的硬化环境。为了减少环境因素对混凝土的影响,可以采取一系列保湿、保温等措施。例如,在混凝土表面覆盖塑料薄膜或湿布,以减少水分的蒸发和外界气温的波动对混凝土的影响。同时,也可以采用加热设备或保温材料,确保混凝土在养护期间保持适宜的温度,避免因温度过低或过高而产生的裂缝。加强养护期间的监测也是必不可少的。通过设置温度、湿度等传感器,实时监测混凝土内部和外部的环境参数,可以及时发现异常情况并采取相应的措施。例如,当发现混凝土表面出现干燥或裂缝时,可以增加保湿措施或调整养护条件,以避免问题进一步恶化。

4 趾板混凝土裂缝处理措施

4.1 裂缝检测与评估

裂缝检测与评估是趾板混凝土裂缝处理的首要步骤,其准确性和全面性直接关系到后续处理措施的选择和效果。在这一阶段,采用先进的无损检测技术对裂缝进行详细的检测至关重要。无损检测技术能够在不破坏混凝土结构的情况下,对裂缝的性质、大小和危害程度进行全面评估。无损检测技术包括超声波检测、红外线热像检测、雷达探测等多种方法。这些技术能够精确测量裂缝的长度、宽度和深度,判断裂缝的发展趋势和潜在风险。通过裂缝检测数据的综合分析,可以评估裂缝对趾板混凝土结构的整体稳定性、承载能力和耐久性可能产生的影响。

在裂缝检测的基础上,还应进行裂缝评估,对裂缝的危害程度进行分类和评估。评估过程中,需要考虑裂缝的位置、数量、分布情况以及发展趋势等因素。对于不同危害程度的裂缝,应制定相应的处理措施,以确保处理效果的针对性和有效性。总之,裂缝检测与评估是趾板混凝土裂缝处理的基础工作,其准确性和全面性对于后续处理措施的选择和实施具有重要意义。通过采用先进的无损检测技术,可以对裂缝进行全面、准确的检测,为裂缝处理提供有力的技术支持和依据。

4.2 表面封闭处理

对于宽度较小且没有扩展趋势的裂缝,表面封闭处理是一种有效且经济的解决方案。这种处理方法的主要目的是通过涂抹专用封闭材料来封闭裂缝,防止外界水分和有害物质的侵入,从而防止裂缝进一步扩大和损害趾板混凝土的整体性能。在进行表面封闭处理前,首先需要对裂缝进行彻底的清理和干燥。这可以确保封闭材料与裂缝壁面之间的良好粘结,提高封闭效果^[4]。清洁过程中,可以使用高压气枪或吸尘器清除裂缝内的杂物和粉尘,确保裂缝内部干燥、无油污。选择合适的专用封闭材料进行涂抹。封闭材料的选择应根据裂缝的具体情况 and 工程要求来确定,确保其具有良好的粘结性、抗渗性和耐久性。涂抹时,可以采用刷涂、喷涂或滚涂等方式,确保封闭材料均匀、充分地填满裂缝。对于较宽的裂缝,可能需要在涂抹封闭材料前进行适当的填充处理,以提高封闭效果。在涂抹封闭材料后,应进行充分的养护,确保封闭材料完全固化并达到设计强度。养护期间,应避免对封闭层进行机械损伤或化学腐蚀,以确保其长期有效。

4.3 灌浆处理

对于宽度较大且具有扩展趋势的裂缝,必须采取更为专业和全面的处理措施。在这种情况下,灌浆处理方法展现出了其显著的优势。灌浆处理是通过将专用的灌浆材料精确地注入裂缝内部,从而达到填补裂缝、恢复混凝土整体性的目的。这种方法不仅能够有效地解决当前裂缝问题,还能够预防裂缝的进一步扩展,增强混凝土结构的耐久性和安全性。实施灌浆处理时,需要首

先确保裂缝的清洁度和干燥度。这通常涉及到对裂缝进行高压清洗或使用吸尘器清理,以移除裂缝中的杂质、粉尘和水分。确保裂缝内部干燥和清洁是灌浆处理成功的关键,因为它会影响到灌浆材料与裂缝壁面的粘结效果。选择合适的灌浆材料至关重要。这些专用灌浆材料通常具有高流动性、优异的粘结性能和耐久性,能够紧密地填补裂缝,并在固化后形成一道屏障,防止裂缝的进一步扩大。根据裂缝的宽度、深度和具体情况,可能需要选择不同类型和性能的灌浆材料。在灌浆过程中,需要利用专业的注浆设备将灌浆材料均匀地注入裂缝中。注浆设备能够控制灌浆材料的流量和压力,确保材料能够充分渗透到裂缝深处,填补裂缝的每一个角落。同时,注浆过程中还需要不断监测裂缝的变化,根据实际情况调整注浆参数,以确保灌浆效果达到最佳。完成灌浆后,还需要进行一定的养护工作,确保灌浆材料充分固化并达到预期强度。养护期间,应避免对灌浆区域进行机械损伤或化学腐蚀,以确保灌浆效果的长久性和稳定性。

结束语

综上所述,混凝土面板堆石坝趾板混凝土裂缝的预防与处理是一项系统性、综合性的工作,它要求我们不仅在设计、施工和养护等各个环节中严格把控,还需要在裂缝出现时及时采取有效的处理措施。随着科学技术的不断进步和工程实践经验的积累,相信在裂缝预防和处理方面将会取得更加显著的成效,为确保混凝土面板堆石坝的安全稳定运行做出更大的贡献。让我们共同努力,守护水利工程的安全,为社会发展贡献力量。

参考文献

- [1]张松斌.堆石坝面板混凝土冬季施工期防裂措施研究[J].水利科技与经济,2022,28(03):118-121.
- [2]程芳园.堤坝护坡混凝土施工技术研究[J].治淮,2022(03):42-43.
- [3]殷杰.橡胶混凝土路面断裂性能研究[J].江苏建材,2022(01):29-31.
- [4]贾宝玲.覆盖层上面板堆石坝趾板与防渗墙连接方式的分析[J].住宅与房地产,2020,498(13):151.