

水库大坝混凝土浇筑工艺与质量控制技术研究

涂琪林, 徐涛

江西修江水利集团有限公司, 江西 南昌 330000

摘要 : 本研究旨在探讨水库大坝混凝土浇筑工艺与质量控制技术, 以确保混凝土结构的稳定性和可靠性。通过深入研究混凝土材料的组成和基本性质, 本文详细介绍了混凝土配合比设计的原则和方法, 并探讨了不同材料选择对混凝土性能的影响。在混凝土浇筑工艺方面, 我们详述了水库大坝混凝土浇筑的工艺流程, 分析了可能遇到的问题, 并提出了相应的应对策略。此外, 我们还探讨了振捣、抹光等工艺对混凝土质量的影响, 以确保混凝土的均匀性和强度。质量控制技术在混凝土浇筑过程中起着关键作用。本文阐述了混凝土浇筑过程中的质量控制手段和方法, 强调了现场监测与数据采集的重要性。同时, 我们介绍了对浇筑质量进行实时评估和调整的技术手段, 以便在浇筑过程中及时发现并纠正可能存在的问题, 确保混凝土结构的稳定性和持久性。

关键词 : 水库大坝; 混凝土浇筑; 配合比设计; 质量控制; 工艺流程

中图分类号 : TV62

文献标识码 : A

文章编码 : 2022030035

Research on Concrete Pouring Technology and Quality Control Technology for Reservoir Dam

Gan Qilin, Xu Tao

Jiangxi Xiujiang Water Conservancy Group Co., Ltd, Jiangxi, Nanchang 330000

Abstract : The study discusses the concrete pouring process and quality control technology of reservoir dam to ensure the stability and reliability of concrete structure. By studying the composition and basic properties of concrete materials, this paper introduces the principles and methods of concrete mix ratio design in detail, and discusses the influence of different material selection on concrete properties. In terms of concrete pouring process, we detailed the process of concrete pouring of reservoir dam, analyzed the problems we may meet, and put forward corresponding coping strategies. In addition, we also explore the influence of vibrating and polishing processes on concrete quality to ensure the uniformity and strength of concrete. Quality control technology plays a key role in the concrete pouring process. This paper expounds the quality control methods in the concrete pouring process, and emphasizes the importance of field monitoring and data acquisition. At the same time, we introduced the technical means of real-time evaluation and adjustment of the pouring quality, so as to find and correct the possible problems in the pouring process, to ensure the stability and durability of the concrete structure.

Key words : reservoir dam; concrete pouring; mix ratio design; quality control; process flow

一、引言

水库大坝作为重要的水利工程, 其稳定性和安全性直接影响着人民生命财产的安全。混凝土作为水库大坝建设中不可或缺的材料, 其质量关系到整个工程的长期稳定运行。因此, 混凝土的浇筑工艺和质量控制技术显得尤为重要。本文旨在系统地研究水库大坝混凝土的浇筑工艺, 包括混凝土材料的选择与配合比设计、浇筑过程中可能遇到的问题及应对策略, 以及质量控制技术的应用等方面, 为确保水库大坝混凝土结构的稳定性提供科学依据和实际指导。

二、混凝土材料与配合比设计

(一) 混凝土的组成和基本性质

混凝土作为一种常用于建筑工程的主要材料, 其复杂的组成

和多样的性质直接影响着工程结构的稳定性和耐久性。混凝土的基本组成主要包括水泥、骨料、粉煤灰和掺合料等, 这些组成部分相互作用, 共同构成了混凝土的整体特性。水泥作为混凝土的胶凝材料, 通过与水反应形成水化产物, 使混凝土获得一定的强度和硬化特性。骨料则是混凝土的主要骨架, 通过与水泥石膏胶凝体结合, 形成坚固的矩阵结构, 从而赋予混凝土抗压和抗拉强度。粉煤灰和掺合料的加入不仅可以改善混凝土的工作性能, 还可以调整混凝土的物理化学性质, 提高混凝土的耐久性和抗渗性。

混凝土的基本性质涵盖了多个方面。首先是强度性能, 包括抗压强度和抗拉强度等, 这直接关系到混凝土在承受外部荷载时的稳定性。其次是耐久性能, 混凝土在长期湿润、高温、冻融等恶劣环境条件下的性能表现, 与工程结构的使用寿命密切相关。此外, 工作性能也是混凝土不可忽视的性能之一, 包括混凝土的

流动性、可塑性和坍落度等，这直接影响着混凝土的施工性能和工程质量。

混凝土的组成和性能相互关联，相互制约。混凝土的配合比设计应当根据工程的具体要求和环境来确定，通过合理的掺合料比例、骨料搭配和水灰比等参数的调整，以实现混凝土的优异性能。然而，在实际施工过程中，混凝土的组成和性能也会受到多种因素的影响，如材料的质量、施工工艺的操作等。因此，在水库大坝混凝土浇筑过程中，需要深入理解混凝土的组成和基本性质，结合具体工程条件，精确调整配合比，确保混凝土达到设计要求的强度、耐久性和工作性能。

（二）混凝土配合比设计的原则和方法

混凝土的配合比设计是确保混凝土性能优良的关键步骤，旨在合理配置各组分比例以满足工程的技术要求。配合比的设计涉及多种参数，其中水灰比、骨料配合、掺合料掺量等是影响混凝土性能的主要因素。水灰比是配合比设计的核心，直接影响混凝土的强度和耐久性。低水灰比可以提高混凝土的抗渗性和强度，但过低的水灰比可能导致混凝土难以施工和振捣。因此，在确定水灰比时，需要综合考虑混凝土的施工性能和耐久性要求。骨料的选择和配合也对混凝土性能产生重要影响。骨料的大小、形状和强度分布影响混凝土的流动性和强度特性。合理的骨料配合能够改善混凝土的工作性能和抗裂性能。掺合料在配合比中的应用越来越广泛，可以提高混凝土的工作性能和耐久性。不同类型的掺合料如粉煤灰、矿渣粉等对混凝土的影响不同，需要根据工程需求进行选择。掺合料的加入可以减缓水泥水化反应速率，改善混凝土的微观结构，从而提高耐久性和抗渗性。

在混凝土配合比设计中，需要综合考虑工程的强度、耐久性、施工性能等多方面因素。通过合理的参数选取和比例配置，可以使混凝土达到最佳的性能表现。然而，配合比设计也面临着一定的挑战，如如何平衡不同性能指标之间的矛盾，如何根据原材料的实际特性进行调整等。因此，深入理解不同组分之间的相互作用和影响，结合实际工程情况，进行合理的配合比设计，是确保混凝土质量的重要保障。^[1]

（三）不同材料的选用对混凝土性能的影响

混凝土作为一种复合材料，其中不同材料的选用对其性能表现产生深远的影响。水泥、骨料、掺合料等材料的性质和比例配置直接决定了混凝土的强度、耐久性和工作性能等关键特性。首先，水泥作为混凝土的主要胶凝材料，其种类和品种对混凝土性能具有显著影响。不同类型的水泥具有不同的硬化速率和水化产物，从而影响混凝土的早期强度和长期耐久性。在特定工程要求下，选择合适的水泥种类和配比，能够实现混凝土性能的最优平衡。其次，骨料作为混凝土的主要骨架，其种类、颗粒分布和强度特性对混凝土的工作性能和强度产生重要影响。骨料的大小、形状和表面状况影响混凝土的流动性和坍落度，而强度分布影响混凝土的抗压和抗拉强度。因此，在选择骨料时需要综合考虑其与水泥的相互作用和对混凝土性能的影响。掺合料作为混凝土中的非水泥成分，其种类和掺量对混凝土的性能有着显著影响。粉煤灰、矿渣粉等掺合料的使用可以改善混凝土的工作性能和耐久

性，但其影响也取决于配比的合理性。掺合料的细度、活性和化学成分都会影响其与水泥的相互作用，从而影响混凝土的性能。

三、混凝土浇筑工艺

（一）水库大坝混凝土浇筑的工艺流程

水库大坝混凝土浇筑是工程建设中的关键环节，其工艺流程直接影响着混凝土结构的质量和稳定性。浇筑工艺的设计和执行需要考虑多个方面因素，以确保混凝土的均匀性、紧密性和强度特性。浇筑工艺的首要任务是混凝土的输送和均匀分布。通常，采用搅拌机将预先配制好的混凝土从搅拌站运送至工程现场，再通过泵送或人工方式将混凝土送至浇筑点。在浇筑过程中，需要确保混凝土的连续性和一致性，以防止出现冷缝和夹杂物等问题。浇筑时的振捣是关键步骤之一，用以排除混凝土中的气泡，提高混凝土的紧密性和抗渗性。振捣力度、频率和时间需要根据混凝土的性质和浇筑厚度进行合理调整，以确保混凝土的均匀性和强度。随后，抹光工艺用以处理混凝土表面，使其平整、光滑。通过抹光，可以提高混凝土表面的美观度和耐久性，减少渗水和氧化的可能。抹光时需要注意工具的选择和使用方法，以免对混凝土造成损伤。在工程施工中，严格的浇筑层间连接和交界处理也是不可忽视的。在不同浇筑层之间，需要确保混凝土的粘结性，避免产生裂缝和剥离现象。交界处的施工衔接需要精确控制，以保证整个结构的连续性和稳定性。^[2]

（二）浇筑过程中可能遇到的问题及应对策略

水库大坝混凝土浇筑过程中可能会面临一系列的技术问题，这些问题的解决需要结合工程实际情况和专业知识，采取相应的应对策略，以确保混凝土结构的质量和稳定性。一种可能的问题是混凝土的坍落度失控。坍落度过高会影响混凝土的强度和耐久性，而坍落度过低可能会导致施工难度增加。解决这一问题的策略包括优化配合比设计，调整水灰比和骨料配合，以实现合适的坍落度。另一个问题是混凝土的分层和离析。在浇筑过程中，由于振捣不均匀或流动性差，可能会导致混凝土出现分层和离析现象。为避免这一问题，需要在振捣过程中确保振捣的均匀性和充分性，同时优化骨料的粒径分布和掺合料的使用。冷缝的产生也是一个需要注意的问题。在不同浇筑层之间，如果连接不良，可能会产生冷缝，影响混凝土的整体性能。为防止冷缝的发生，需要确保不同浇筑层之间的粘结性，采取适当的交界处理措施。此外，混凝土的开裂也可能影响工程质量。混凝土在硬化过程中由于温度变化、收缩等因素可能会出现裂缝。应对开裂问题的策略包括合理控制混凝土的收缩率，采用适当的抗裂措施，如添加纤维等。^[3]

（三）振捣、抹光等工艺对混凝土质量的影响

在水库大坝混凝土浇筑工艺中，振捣和抹光等工艺步骤对混凝土的质量和性能具有重要影响。振捣是通过机械或人工方式施加振动力，以排除混凝土中的气泡，提高混凝土的紧密性和抗渗性。振捣力度、频率和时间的合理控制能够有效改善混凝土的微观结构，提高强度和耐久性。抹光工艺则是对混凝土表面进行加

工, 以使其平整、光滑。通过抹光, 不仅可以提高混凝土表面的外观质量, 还能改善混凝土的耐久性和抗渗性。抹光工艺的有效实施需要考虑工具的选择和使用方法, 以及施工过程中的控制和调整。这两种工艺对混凝土的影响是相互关联的。振捣工艺的有效实施可以提高混凝土的均匀性和密实性, 为抹光工艺提供均匀的表面基础。而抹光工艺则能够进一步提高混凝土的表面质量, 减少气孔和孔隙, 从而增强混凝土的抗渗性和耐久性。然而, 在实际施工中, 振捣和抹光工艺也存在一定的技术难题。振捣时, 过大的振捣力度可能导致分层和离析, 而过小的力度可能无法有效排除气泡。抹光时, 施工人员的技术水平和工具的使用方法也会影响抹光效果。因此, 施工人员需要具备丰富的经验和技能, 以确保振捣和抹光工艺的顺利进行。^[4]

四、质量控制技术

(一) 混凝土浇筑过程中的质量控制手段和方法

在水库大坝混凝土浇筑过程中, 质量控制是确保工程结构稳定性和耐久性的关键一环。通过合理的控制手段和方法, 可以有效监测和管理混凝土的各项性能, 确保其达到预期的设计要求。一种常用的质量控制手段是对混凝土原材料进行严格的质量检测。水泥、骨料、掺合料等原材料的质量直接影响混凝土的性能。通过检测原材料的物理性质、化学成分和粒度分布等指标, 可以确保原材料的质量符合标准要求, 为混凝土的质量提供可靠保障。此外, 现场施工过程中的实时监测也是质量控制的重要手段之一。通过设置传感器、监测设备等, 可以对混凝土的坍落度、振捣情况、温度等参数进行实时监测和记录, 及时发现问题并进行调整。同时, 对浇筑层间连接、交界处理等关键环节进行检查和验收, 确保施工的连续性和质量一致性。数据采集和分析也是质量控制的关键步骤。通过收集实时监测数据, 结合设计要求和材料特性, 可以对混凝土的性能进行分析和评估。在数据的基础上, 可以采取相应的措施, 调整配合比、振捣力度等参数, 以实现混凝土的优化性能。此外, 对混凝土的抽样和试验也是质量控制的常用手段。通过在实际施工中进行抽样试验, 可以获得混凝土的抗压强度、抗渗性能等关键指标, 与设计要求进行对比, 及时发现问题并进行调整。

(二) 现场监测与数据采集的重要性

现场监测与数据采集是水库大坝混凝土浇筑过程中的关键环节, 具有重要的实际意义。通过对施工现场的实时监测和数据采集, 可以全面了解混凝土的状态和性能, 为质量控制提供科学依

据和支持。现场监测可以帮助及早发现施工过程中可能出现的问题。在混凝土浇筑过程中, 工程环境、材料特性、施工操作等因素的不确定性可能导致混凝土的性能变化。通过设置传感器、监测设备等, 可以实时监测混凝土的坍落度、温度、振捣情况等关键参数, 及时发现异常情况, 为采取相应措施提供及时性和准确性的信息。数据采集是深入理解混凝土性能和质量的重要手段。通过对实时监测数据的采集和整理, 可以获取混凝土的各项性能指标。这些数据不仅可以用于质量控制的判断和调整, 还可以用于混凝土的后期评估和分析, 为工程的长期稳定性提供支持。此外, 现场监测和数据采集也为工程管理和决策提供了科学依据。在混凝土浇筑过程中, 施工进度、材料消耗、工人配备等都需要进行合理的安排和管理。通过实时监测和数据采集, 可以及时掌握施工情况, 进行合理调度, 确保工程进度的顺利推进。

(三) 对浇筑质量进行实时评估和调整的技术手段

实时评估和调整混凝土浇筑质量是确保工程结构稳定性和耐久性的重要手段。现代技术的发展为实现这一目标提供了更多可能性。激光测距仪、温度传感器等设备的应用使得实时数据采集和监测变得更加便捷和精确。通过这些手段, 可以对混凝土的坍落度、温度变化等关键参数进行实时监测, 及时掌握混凝土的状态变化。此外, 计算机模拟技术也在浇筑质量实时评估中发挥着重要作用。通过数值模拟, 可以预测混凝土的流动性、温度分布等情况, 为实际施工提供科学依据。模拟技术的应用可以辅助决策, 优化浇筑工艺, 提高混凝土的整体性能。而对浇筑质量进行实时调整的手段主要包括自动化设备和人工操作。自动化设备如振动台、搅拌机 etc 可以实现对振捣和搅拌过程的自动控制, 确保操作的一致性和准确性。而施工人员的经验和技能也是实现实时调整的重要因素, 他们可以根据现场情况和监测数据进行即时决策, 调整振捣力度、坍落度等参数。

五、结语

综上所述, 水库大坝混凝土浇筑工艺与质量控制技术的研究对于工程的安全性、稳定性和耐久性具有重要意义。深入探讨混凝土材料的配合比设计、浇筑工艺流程、质量控制手段以及实时评估与调整技术, 能够为工程施工提供科学依据, 保障混凝土结构的质量和性能。在实际工程中, 科学的理论指导和切实可行的技术手段的应用, 将有助于确保水库大坝的长期安全运行和稳定性, 从而为工程的成功完成提供坚实的支撑。

参考文献

- [1] 葛龙进, 史明华, 杜斌, 等. 罗村水库混凝土面板堆石坝面板裂缝成因及加固处理措施 [J]. 大坝与安全, 2019, (2).
- [2] 许清, 黄潇. 水利工程水库大坝混凝土施工技术 [J]. 建材与装饰, 2017, (47).
- [3] 李献斌. 水利工程水库大坝碾压混凝土加固施工技术研究 [J]. 水利科技与经济, 2022, 28(12): 148-152.
- [4] 关富娟. 水库大坝除险加固混凝土防渗墙施工技术 [J]. 甘肃水利水电技术, 2022, 58(06): 54-57.