

高温多雨环境下碾压混凝土施工质量的控制

万治

海南省水利电力集团有限公司，海南省海口市，570000；

摘要：高温多雨环境下，碾压混凝土施工面临诸多挑战，尤其是材料性能易受温湿度变化影响，施工质量难以保证。本文进一步探讨高温多雨环境下，特别是热带地区，碾压混凝土施工过程中的质量控制问题。通过分析高温、高温及频繁降雨对 RCC 性能的影响，提出针对性的质量控制措施。通过优化配合比、加强温度与湿度控制、改善施工工艺等手段，可以有效提升 RCC 在高温多雨环境下的施工质量，确保大坝等水利工程的安全与稳定。

关键词：高温多雨环境；碾压混凝土；施工质量；热带地区；质量管理

DOI:10.69979/3041-0673.25.04.045

引言

随着全球气候变暖趋势加剧，高温多雨天气愈发频繁，对水利、交通等基础设施建设中广泛使用的碾压混凝土施工质量构成严峻挑战。RCC 是一种高性能、低成本的建筑材料，施工质量控制直接关系到工程结构的安全性和耐久性。因此，深入研究高温多雨环境下 RCC 施工质量的控制方法，对于提升工程质量、保障人民生命财产安全具有重要意义。

1 高温多雨环境对碾压混凝土性能的影响

1.1 高温环境对 RCC 性能的影响

在高温多雨环境中，碾压混凝土的性能会受到明显影响，特别是高温环境，其对 RCC 性能的负面影响非常突出。首先，高温环境会加速水泥的水化反应。水泥水化是混凝土硬化的关键过程，但在高温条件下，这一反应会异常迅速。水泥水化反应加速会导致混凝土凝结时间缩短，施工操作时间窗口变窄，增加施工难度。同时，过快的水化反应可能导致混凝土内部热量积聚，温度上升，进一步影响混凝土的结构稳定性和强度发展。其次，高温会导致混凝土坍落度显著降低。坍落度（图 1）是衡量混凝土流动性的重要指标，对于 RCC 的施工和最终性能至关重要。在高温环境下，混凝土中的水分蒸发速度加快，导致混凝土迅速失去流动性，坍落度急剧下降。不仅会影响混凝土的浇筑和振捣效果，还会导致混凝土内部出现空洞和缺陷，降低混凝土的密实度和强度。此外，高温环境会明显增加 RCC 的裂缝风险。由于水分蒸发快和水泥水化反应加速，混凝土内部会产生较大的收缩应力。当这种应力超过混凝土的抗拉强度时，就会导致

致裂缝的产生。这些裂缝不仅会影响混凝土的美观性，更重要的是会降低混凝土的耐久性和承载能力，对结构安全构成潜在威胁。特别是在 RCC 施工过程中，由于需要经历碾压、振捣等多个阶段，高温环境下的裂缝风险更加突出。

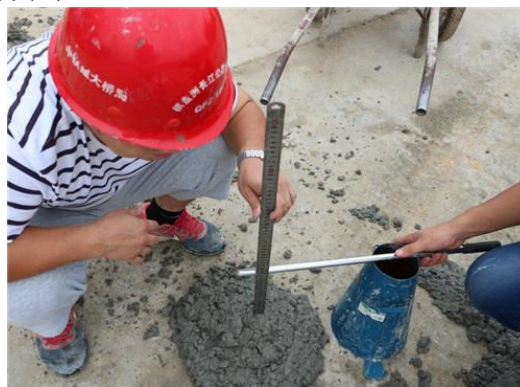


图 1 混凝土坍落度

1.2 多雨环境对 RCC 性能的影响

多雨环境会导致雨水直接冲刷未凝固的混凝土。在 RCC 施工初期，混凝土尚未完全凝固，强度较低，此时若遭遇降雨，雨水会轻易冲刷掉混凝土表面的水泥浆体，造成表面粗糙、不平整，严重时甚至会导致混凝土结构的破坏。这种冲刷作用不仅影响混凝土的外观质量，更重要的是削弱混凝土的表层强度，降低整体的耐久性。此外，多雨环境还会使砂石等原材料的含水量增加。砂石是混凝土的主要组成部分，其含水量的变化直接影响混凝土的配合比准确性。在多雨季节，砂石因吸收雨水而含水量上升，若不及时调整配合比，会导致混凝土的水灰比增大，进而影响混凝土的强度和耐久性。过高的水灰比会使混凝土内部孔隙率增加，结构变得疏松，整体性能显著下降。多雨环境导致的砂石含水量增加还会

引发混凝土拌合物的离析现象。离析是指混凝土各组分在拌合过程中因重力作用而分离，导致混凝土不均匀。在多雨环境下，由于砂石含水量的不均匀分布，混凝土拌合物在运输和浇筑过程中容易发生离析，使得混凝土的质量难以保证。

1.3 热带地区高温多雨环境的特殊性

热带地区的高温多雨环境具有其独特性，这些特殊性对碾压混凝土的施工质量构成严峻挑战。首先，热带地区的年平均气温普遍较高，且湿度大。这种持续的高温高湿环境会加速 RCC 中水泥的水化反应，导致混凝土凝结时间缩短，施工可操作时间减少。同时，高温还会促进混凝土内部水分的蒸发，使得混凝土易于干燥和开裂，特别是在浇筑后的初期阶段，混凝土的强度和耐久性可能会受到严重影响。其次，热带地区的降雨量充沛，且暴雨频繁。持续的降雨不仅会增加施工现场的湿度，还可能直接冲刷未凝固的 RCC 表面，造成表面缺陷和质量下降。更为严重的是，暴雨可能导致施工现场积水，影响 RCC 的正常施工和养护。在积水环境中，RCC 的拌合、运输和浇筑都可能受到干扰，使得混凝土的质量难以保证。此外，热带地区的高温多雨环境还可能导致 RCC 原材料的含水量发生变化。砂石含水量的增加会影响 RCC 的配合比准确性，进而影响混凝土的强度和耐久性。水泥等胶凝材料在潮湿环境中也可能发生性能变化，如结块、变质等，这些都会对 RCC 的施工质量产生不利影响。

2 高温多雨环境下碾压混凝土施工质量控制措施

2.1 优化混凝土配合比

在高温多雨环境下进行碾压混凝土施工时，应优化混凝土配合比，提升施工质量。主要包括选择低水化热水泥和调整砂石骨料级配两个方面。首先，选择低水化热水泥。低水化热水泥在水化过程中释放的热量较少，有助于降低混凝土内部的温度峰值，减少因温度变化而引起的裂缝风险。同时，低水化热水泥还能减缓混凝土的凝结速度，延长施工可操作时间，为施工人员提供更多的操作和调整空间。在高温多雨环境下，能增强混凝土的抗裂性和耐久性，确保施工质量的稳定性。其次，调整砂石骨料级配。砂石骨料是混凝土的主要组成部分，其级配对混凝土的流动性、强度和耐久性都有明显影响。在高温多雨环境下，通过调整砂石骨料的级配，可以改善混凝土的拌合性能，提高混凝土的密实度和强度。可以适当增加细骨料的比

例，同时确保混凝土的强度满足设计要求。此外，根据实际需要调整粗骨料的粒径分布，达到最佳的填充效果和强度表现。在优化配合比时，还需要充分考虑高温多雨环境对原材料性能的影响。例如，应确保砂石骨料在拌合前的含水量控制在合理范围内，避免因含水量过高或过低而影响混凝土的配合比准确性和施工质量。同时，还应根据环境湿度的变化，适时调整混凝土的拌合用水量，保持混凝土的和易性和工作性能。

2.2 加强温度与湿度控制

在高温多雨环境下进行碾压混凝土施工时，应进一步加强温度与湿度的控制。针对温度控制，可以采取多种策略来降低混凝土在施工及硬化过程中的温度，减少温度裂缝的产生。

粗骨料是混凝土中的主要热载体，其温度对混凝土拌合物的温度有明显影响。在高温天气下，阳光直射会导致粗骨料温度迅速上升，进而提升混凝土拌合物的温度。因此，在运输粗骨料时，加装遮阳棚可以有效遮挡阳光，减缓粗骨料温度的上升速度，从而降低混凝土拌合物的初始温度。此外，地下水温度通常较低，通过冲洗粗骨料，可以迅速带走其表面的热量，达到降温的目的。不仅操作简单，而且成本较低，是高温多雨环境下 RCC 施工中常用的温度控制措施。

除了降低粗骨料的温度，调整拌合水的温度也是控制混凝土温度的有效方法。在高温天气下，使用较低温度的拌合水可以降低混凝土拌合物的整体温度，从而减缓水泥水化反应速度，延长混凝土的凝结时间，为施工提供更多的操作空间。同时，较低温度的拌合水还有助于减少混凝土内部的温度应力，降低温度裂缝的风险。

在实施这些温度控制措施时，还需要充分考虑湿度对 RCC 施工质量的影响。高温多雨环境下，湿度变化较大，可能会对混凝土的拌合性能、硬化速度和强度发展产生影响。因此，在施工过程中，应实时监测环境湿度，并根据实际情况调整施工策略，以确保 RCC 的施工质量和整体性能。

2.3 改善施工工艺

在高温多雨环境下进行碾压混凝土施工时，应不断改善施工工艺。针对高温时段对 RCC 施工的不利影响，选择合适浇筑时间是首要考虑的因素。通过合理安排施工计划，尽量避开日照强烈、气温最高的时段进行浇筑作业，可以有效降低混凝土因高温而产生的内部应力 and 裂缝风险。不仅能够保证 RCC 的施工质量，还能提高施工人员的作业效率和安全性。为了提高浇筑效率，在高

温多雨环境下,采用斜层铺料方式是一种有效的施工工艺改进。斜层铺料能够使得混凝土在浇筑过程中更好地散热,减少内部温度积聚,从而降低温度裂缝的产生。同时,斜层铺料还有助于提高混凝土的均匀性和密实度,增强结构的整体性能。在实际操作中,应根据工程的具体情况和施工条件,合理确定斜层的角度和厚度,以达到最佳的施工效果。

在高温多雨环境下,由于混凝土易于干燥和开裂,振捣工作非常重要。通过采用高频、强力振捣设备,对混凝土进行充分振捣,可以排除混凝土中的气泡和多余水分,提高混凝土的密实度和强度。同时,振捣还能促进水泥颗粒的均匀分布,加速水泥水化反应,提高混凝土的早期强度。

此外,做好层间结合也是提升 RCC 整体性能的重要措施。在高温多雨环境下,层间结合不良容易导致混凝土结构出现分层、脱空等缺陷,影响结构的整体稳定性和耐久性。因此,在施工过程中,应严格控制每层混凝土的浇筑厚度和振捣时间,确保层间结合紧密、无缺陷。同时,在层间结合处,还可以采用特殊的处理措施,如涂刷界面剂、铺设抗裂纤维等,增强层间结合力和抗裂性能。

2.4 施工设备与人员配置

在高温多雨环境下进行碾压混凝土施工时,施工设备与人员配置的优化对于确保施工质量控制至关重要。首先,为了应对高温多雨带来的挑战,必须配备高效的搅拌与运输设备。高效的搅拌设备能够确保混凝土的均匀性和稳定性,减少因搅拌不充分而导致的混凝土性能下降。同时,高效的运输设备能够快速、准确地将混凝土从搅拌站运送到施工现场,减少混凝土在运输过程中的温度上升和水分蒸发,保证混凝土在浇筑时的最佳状态。其次,加强施工人员的培训。施工人员是 RCC 施工的直接执行者,他们的操作技能和专业素养直接影响着施工质量和工程进度。在高温多雨环境下,施工人员需要掌握更多的专业知识和操作技能,应对复杂多变的施工条件。因此,必须加强对施工人员的培训,提高操作技能和质量意识,确保能够严格按照施工规范进行操作,

减少人为因素对施工质量的影响。此外,建立质量管理体系。质量管理体系包括制定详细的施工计划、明确的质量标准和检查程序、以及有效的质量控制措施等。在高温多雨环境下,质量管理体系能够确保施工过程的规范化和标准化,及时发现和解决施工中的质量问题,防止质量问题的扩大和蔓延。同时,质量管理体系还能够促进施工团队之间的沟通和协作,提高施工效率和质量水平。

3 结语

综上所述,在高温多雨环境下,碾压混凝土施工质量的控制是一个系统工程,需要从配合比优化、温度湿度调控、施工工艺改善以及施工设备与人员配置等多个方面综合施策。通过采取一系列科学合理的措施,可以有效提升 RCC 的施工质量和耐久性,确保工程的安全稳定。随着技术的不断进步和施工经验的积累,高温多雨环境下 RCC 施工质量的控制将更加精细化、智能化,为水利、交通等基础设施建设提供坚实的技术支撑和质量保障。

参考文献

- [1] 杨红. 碾压混凝土坝施工质量控制要点探究[J]. 东北水利水电, 2024, 42 (06): 12-14+51.
- [2] 徐飞, 李卓, 赵庆松. 亭子口水利枢纽工程碾压混凝土施工过程中的质量控制[J]. 四川水利, 2021 (S2): 53-55.
- [3] 郭德火, 刘怀祥. 水利施工中碾压混凝土施工技术分析[J]. 内蒙古科技与经济, 2021 (15): 112-113.
- [4] 朴希金. 水库大坝碾压混凝土质量控制技术研究[J]. 黑龙江水利科技, 2021, 49 (04): 181-183.
- [5] 赵丽. 浅析下浒山水库碾压混凝土坝施工质量控制[J]. 江淮水利科技, 2021 (02): 20+38.
- [6] 魏留建. 浅谈大坝碾压混凝土施工常见质量问题及控制措施[J]. 建筑技术开发, 2021, 48 (04): 135-137.

作者简介: 万治, 出生年月: 1991 年 8 月, 性别: 男, 民族: 汉族, 籍贯: 四川叙永, 学历: 大学本科, 职称 (现职称): 中级工程师, 研究方向: 水利工程建设管理。