

公路大体积混凝土施工中的温控方案与技术

何佰清

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆乌鲁木齐 830000

摘要: 大体积混凝土施工中的裂缝通常是由多种因素共同作用的结果,关键在于控制施工过程中的温度、湿度、收缩以及混凝土配比等因素。通过合理的设计、施工管理和养护措施,能够有效减少裂缝的发生,确保混凝土结构的长期耐久性。本文结合公路大体积混凝土施工中的温控方案与技术进行分析,以供参考。

关键词: 大体积混凝土; 温控方案与技术; 措施

一、公路大体积混凝土施工时裂缝产生的主要原因

1. 温度梯度引起的热应力

在大体积混凝土浇筑时,由于水泥水化反应会释放大量热量,混凝土内部温度会显著上升。随着温度的变化,混凝土内部和表面可能会出现不同的温度梯度,这种温差会导致内部产生热应力。当温度差过大时,可能会引起裂缝,特别是在混凝土表面。混凝土在水化过程中,会发生体积收缩,特别是硬化初期,由于水分蒸发和水化反应,混凝土会出现干缩现象。如果收缩过快或不均匀,会导致表面或内部产生裂缝。

2. 过早脱模

如果混凝土未达到足够的强度就提前脱模,可能会导致混凝土表面因应力释放不均匀而出现裂缝,特别是在结构复杂、受力不均的地方。浇筑过程如果不均匀或集中在某些区域,会导致局部过多的混凝土积聚,从而产生应力集中,造成裂缝。特别是在大体积施工中,如果没有合理规划浇筑分层或分区,容易发生冷热接缝,进一步引起裂缝。

3. 振捣不当

混凝土振捣过度或不足都会导致裂缝的产生。振捣不足会造成混凝土密实度差,导致气泡和空隙;振捣过度会破坏混凝土的骨架结构,导致气泡、分层、或水泥浆溢出,影响混凝土的强度和抗裂性能。在高温环境下,混凝土表面水分蒸发较快,容易引起干裂。低温会减缓混凝土的水化反应,甚至会影响其强度发展,产生裂缝。过低的湿度会导致混凝土表面过快干裂,过高的湿度则可能导致水分蒸发不均。

4. 不适当的混凝土配比和材料选择

如果混凝土配比设计不合理,或者选用了不合格的原材料(如劣质水泥、骨料、外加剂等),可能导致混凝土的强度不足或收缩性过大,从而引发裂缝。如果混凝土基础下沉不均匀,或者基础不稳定,也会造成混凝土结构的变形,进而引发裂缝。

二、公路大体积混凝土施工中的温控方案设计

1. 控制温度升高的策略, 分层浇筑与分区浇筑

选择低热水泥能够有效降低水泥水化时产生的热量,从而减少温升。这是降低大体积混凝土温度升高的一个重要手段。常用的低热水泥如硅酸盐水泥、低热水泥等。适当降低水胶比,有助于减少水泥的用量,从而降低水化产生的热量。但需确保混凝土的工作性和强度要求。如粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料,可以有效降低混凝土的水化热,减少裂缝发生。粉煤灰、矿渣等掺合料能降低水泥的水化热,并且改善混凝土的长期强度和耐久性。大体积混凝土应分层浇筑,每层厚度应控制在合理范围内,避免一次性浇筑过厚导致内部温度过高。每层的浇筑厚度可根据施工情况调整,一般控制在30~50cm之间。对于超大体积的混凝土浇筑,可以将浇筑区域分成几个部分,避免过大区域同时浇筑而产生过高的温升。分区浇筑能有效降低局部温升,并使得温控措施更具针对性。

2. 温度监测与控制, 冷却措施

在大体积混凝土中埋设温度传感器,特别是在混凝土内部和表面不同层次的位置,以实时监测混凝土温度的变化。这些监测数据能够帮助施工人员及时调整温控措施,防止局部温升过高。结合温度监测数据,及时调整浇筑的进度和工艺。例如,当混凝土内部温度过高时,可以采取冷却措施,避免因过热引发的裂缝。在混凝土浇筑过程中可以预埋冷却管,采用冷却水循环系统对混

作者简介: 何佰清(1997.12.29)男,汉族,甘肃武威,本科,助理工程师,研究方向:公路桥梁。

凝土内部进行降温。冷却管系统可通过控制冷却水流量，调节混凝土内部的温度，确保温差不超过规定范围。在混凝土浇筑过程中，尤其是表面，可以通过喷洒冷却水降低温度。冷却水可以使混凝土表面温度控制在一个合理范围，减少表面干裂的风险。为了控制混凝土的温度，尤其是在炎热的夏季，浇筑前可以将部分水源替换为冰水，或将冰块与水混合，用来降低混凝土的浇筑温度。

3. 温控养护措施，施工时间与施工计划

在寒冷环境下，混凝土可能会因温度过低而导致水化反应减缓，进而影响强度的发展。因此，采用保温养护措施，确保混凝土表面温度在适宜范围内，通常采用覆盖保温材料、加热系统等方式进行保温。在高温天气下，混凝土表面水分蒸发过快，容易出现裂缝。此时，可以通过遮阳网或其他遮蔽物遮挡阳光，避免高温直接照射到混凝土表面，从而减少水分过快蒸发。保持混凝土表面湿润，以防水分过快蒸发。可以通过洒水、覆盖湿麻袋、湿布等方式来保持混凝土表面湿润，确保水化反应能够顺利进行。合理安排混凝土浇筑时间，避免在温度过高或过低的时段进行施工。例如，在夏季，可以选择清晨或傍晚温度较低时进行浇筑；在冬季，可以选择温度较高的时段进行施工。通过控制混凝土的浇筑进度，避免一次性浇筑过多，导致混凝土温升过快，增加热应力的风险。浇筑进度的控制应与环境温度、混凝土的水化热和外部温度变化等因素相结合。

4. 使用高效外加剂，提前规划施工工艺和材料

在大体积混凝土中，使用引气剂能够有效引入微小气泡，帮助提高混凝土的抗冻性、抗裂性和工作性。引气剂能减少混凝土水分的蒸发，进而减少温度应力和裂缝的产生。适当使用膨胀剂，可以在混凝土硬化过程中产生一定的膨胀效应，抵消由于收缩引起的应力，有助于减少裂缝的发生。施工前，应根据工程具体情况，选择合适的材料、混凝土配比和施工方法，充分考虑温度影响对施工质量的影响，制定详细的温控方案。加强对施工人员的技术培训，确保每位施工人员都能了解温控方案的重要性和实施方法。同时，要做好施工组织工作，确保温控方案在施工过程中得到有效执行。

三、公路大体积混凝土施工中的温控技术

1. 控制混凝土入模时温度的主要措施

混凝土入模时的温度对于混凝土的强度发展和耐久性有重要影响。在高温环境下，适当降低水泥用量或选用矿物掺合料（如粉煤灰、矿渣等）可以减少水化热，避免混凝土在早期水化过程中产生过大的温差。通过将

水泥、砂石等材料在使用前进行冷却，降低它们的温度，从而有效降低混凝土的入模温度。在高温条件下，使用低热水泥可以有效减少水化热，降低混凝土的温度升高。避免在气温过高的时段（如中午时分）进行混凝土浇筑，可以选择在清晨或傍晚温度较低时进行施工。

2. 对原材料的温度进行控制

原材料的温度是影响混凝土入模温度的一个关键因素。控制骨料温度：砂、石等骨料的温度可以通过堆放在阴凉处或覆盖防晒布进行降温。也可以将骨料浸泡在冷水中来降低其温度。在高温季节使用冷却系统对搅拌水进行降温，确保水温不超过规定标准，避免混凝土水化过程中产生过多的热量。在极端温度条件下，可以考虑使用专门的冷却剂来降低原材料温度。

3. 采取低温水措施保障施工质量

混凝土的水化反应过程中会释放热量，导致混凝土内部温度升高，因此，控制水温对于降低混凝土的内外温差非常重要。在高温天气下，应使用冷水或冰水代替常温水，这可以有效降低混凝土入模时的温度。可以将水中加入一定比例的冰块，通过冰水混合来控制混凝土的温度，尤其在夏季施工时，这一方法效果显著。

4. 对泵送和运输混凝土过程中的温度进行控制

混凝土的温度在运输过程中容易升高，尤其是在夏季高温环境下，混凝土的温度可能会迅速上升，这对混凝土的强度、可操作性以及最终的结构质量都有影响。为了有效控制温度，在混凝土搅拌后，使用冷却系统帮助降低混凝土的温度。常见的冷却方法包括：在混凝土运输过程中，通过在运输车厢内安装喷雾系统，喷洒细雾水，增加混凝土的热量蒸发，降低其温度。在运输车辆或混凝土搅拌车内安装冷却装置，如通过冷却水管循环降温，或利用其他低温介质来吸热，避免混凝土因运输时间过长而温度过高。通过选择较短的运输路线或避开交通繁忙的时段，减少运输时间，从而降低温度过高的风险。在高温天气下，可以选择分批次运输，避免大量混凝土一次性运输，给每批混凝土的温控留出足够的时间。泵送过程中，尤其是在高温环境下，泵送管道和混凝土的接触部分容易吸热，导致混凝土温度上升。为了有效降低泵送过程中的温度，在泵送管道外部设置喷雾装置，喷洒水雾来降低管道的温度，从而防止泵送管道过热。对泵送管道进行浸水冷却，尤其是在长时间停机或者在高温环境下，可以有效减少热量的吸收。选择合适的泵送设备，并控制泵送速度，使得混凝土流动平稳，减少对管道的热传递。

5. 温度检测的控制措施

温度的控制不仅仅依赖于冷却设备和工艺调整，还需要通过实时监测来跟踪温度变化，确保温控措施的有效性。特别是在大体积混凝土浇筑过程中，温度监测显得尤为重要。在混凝土浇筑过程中，特别是大体积混凝土浇筑，应该安装温度传感器（如热电偶、红外温度计等），对混凝土内外的温度进行实时监测。这些传感器可以提供混凝土内部的温度数据，帮助施工人员了解混凝土的温度变化趋势。通过对实时温度数据的分析，结合施工环境的温度、湿度等因素，动态调整温控措施。例如，如果发现混凝土内部温度过高，可以通过增加冷却系统的制冷能力，或调整泵送速率、运输时间等方式来降低混凝土温度。在施工过程中，尤其是在大体积混凝土施工时，应定期对混凝土进行温度检测，尤其是在浇筑过程中的关键时刻。通过定期检测，施工方可以提前发现温度波动异常，及时采取应对措施。温度的变化不仅受环境条件的影响，还与施工进度密切相关。结合施工进度和环境温度等因素，定期分析温度变化趋势，采取更精细化的温控策略。例如，在高温季节，可能需要对混凝土添加冷却剂或选择低热水泥，以减少水化热的产生。

6. 浇筑混凝土过程中的注意事项

在混凝土的搅拌过程中，确保各类材料（如水泥、沙子、石子、外加剂等）的配比符合设计要求，避免因配比不当导致混凝土的强度和耐久性问题。混凝土的搅拌时间要控制得当，搅拌均匀，确保混凝土的各成分均匀分布，从而保证其强度和工作性能。如果混凝土搅拌不均匀，可能导致局部强度不足，影响整体结构性能。浇筑混凝土时，应该避免过快或过慢的浇筑速度。过快的浇筑速度会导致混凝土坍塌或者未能充分振捣，影响结构的密实度。过慢则可能导致混凝土凝结过早或分层不均，影响结构的整体性。振捣是确保混凝土质量的关键步骤，通过适当的振捣可以排除混凝土中的气泡，使其更加密实，增强其强度。振捣时要均匀，避免过度振捣导致混凝土离析。在浇筑过程中，要避免杂物、污物进入混凝土中，这些杂物可能影响混凝土的强度和耐久性。需要确保浇筑区域清洁，设备干净。对于大体积的混凝土工程，采用分层浇筑的方法可以有效控制温度差，防止大温差引起的裂缝。每层混凝土浇筑时要确保每层

的厚度、振捣质量以及接缝处的处理。浇筑后的混凝土必须进行有效的养护，特别是在高温或干燥环境中。养护可以通过覆盖养护法、喷水法或使用养护膜等方式，避免混凝土表面过快干裂。养护期间，要控制混凝土的湿度，并保持表面不被直接暴晒。在高温天气下，混凝土的水分蒸发过快，容易导致表面干裂，特别是对于薄壁或结构细节部分。可以通过临时遮阳、喷雾降温或覆盖湿布等方式进行降温处理，避免混凝土快速硬化，确保其强度逐步提升。在大体积混凝土施工中，尤其需要通过温度监测来掌握混凝土内部温差变化，避免因内外温差过大导致裂缝的出现。可以采用温度传感器或其他温控设备来实时监控混凝土的温度变化，及时采取措施调节。避免将不同批次的混凝土混合，防止水泥在运输、浇筑时发生变质或烧结现象，影响混凝土的最终强度和耐久性。

结束语

综上所述，温控技术在大体积混凝土施工中的应用对于确保混凝土的质量和耐久性具有重要意义。通过合理控制各个环节的温度，可以有效防止温差引起的裂缝和其他质量问题，确保施工质量的稳定性。通过严格控制各项注意事项，可以有效提高混凝土的施工质量，确保混凝土的结构强度、耐久性和美观性。

参考文献

- [1] 南航, 林月妙, 郑毅. 温州瓯江北口大桥北锚碇大体积温控技术研究及应用. 公路交通科技(应用技术版), 2020(08)
- [2] 戎鹏. 大体积混凝土温控技术在清云高速西江特大桥南岸锚碇工程中的应用. 黑龙江交通科技, 2021(06)
- [3] 黎泽俊. 浅谈铁路桥墩的大体积混凝土施工的温控技术. 中小企业管理与科技(中旬刊), 2020(02)
- [4] 杨继朝, 冉红林, 韩涛, 张磊. 主桥主墩承台大体积混凝土温控技术实践探析. 公路交通科技(应用技术版), 2020(07)
- [5] 王珏, 刘利军, 郑楠, 谭宁君. 大体积混凝土温控技术措施分析. 中国建材科技, 2022(01)
- [6] 凌明磊. 寒区预应力混凝土连续梁冬施温控技术研究. 低温建筑技术, 2021(03)