

大体积混凝土裂缝控制施工技术措施的探讨

刘大宇

北京久安建设投资集团有限公司

摘要：本文针对大体积混凝土裂缝控制施工技术措施进行了探讨。在分析了裂缝形成的原因，包括温度变化、混凝土收缩、荷载施加和施工质量等因素之后。接着探讨了温度控制、收缩控制、荷载控制、施工质量控制、外加剂使用、预应力施加和施工工艺优化等技术措施的作用。通过实例分析与结果讨论，验证了这些技术措施在实际工程中的有效性。本文旨在为混凝土工程实践提供有益的技术方案和思路，促进混凝土结构的质量和耐久性的提高。

关键词：大体积混凝土；裂缝控制；技术措施；温度控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.15.019

一、引言

大体积混凝土结构在工程中广泛应用，但裂缝的产生是其面临的重要问题。为了控制裂缝的发生，本文探讨了多种技术措施的应用，包括温度控制、收缩控制、荷载控制、施工质量控制、外加剂使用、预应力施加和施工工艺优化。并通过实例分析验证了这些技术措施在实际工程中的有效性。本文的研究对建筑施工行业具有重要的现实意义。

二、大体积混凝土的概述

大体积混凝土是指在建筑和土木工程中用于构建大型结构的混凝土，其体积较大、用量较多。这种类型的混凝土常用于高层建筑、桥梁、水坝、港口码头等工程中，其特点是在单次施工中需要大量混凝土的浇筑。大体积混凝土通常采用现场拌和的方式进行施工，其中水泥、骨料、水和外加剂按照一定比例混合。为了确保混凝土的均匀性和强度，通常会采用大型的混凝土搅拌设备和输送设备。

由于大体积混凝土在施工过程中的体积较大，因此需要考虑一些特殊因素。首先是混凝土的浇筑和养护过程。为了保证混凝土的均匀性和质量，需要合理安排浇筑的速度和顺序，以及采取适当的养护措施，如覆盖保湿、喷水养护等，以防止过早干燥和收缩引起的裂缝。此外，大体积混凝土还需要考虑温度控制。在施工过程中，由于混凝土的硬化过程中会有温度变化，可能引起温度应力和收缩应力，从而导致裂缝的形成。因此，需要采取措施控制混凝土的温度变化，如预冷处理、控制浇筑速度、使用低热发生水泥等，以减少温度和收缩引起的应力。大体积混凝土的施工还需要充分考虑工程的结构特点、荷载特点和环境条件，确保混凝土的质量和耐久性。在工程实践中，对于大体积混凝土的施工也有相关的规范和标准进行指导，以确保工程的安全和可靠性。

三、裂缝形成的原因分析

（一）温度应力

温度变化是混凝土结构中裂缝形成的重要因素之一。在混凝土的硬化过程中，由于外界温度的变化，混凝土会发生体积的收缩或膨胀，导致温度应力的产生。当温度应力超过混凝土的抗拉强度时，裂缝就会出现。温度应力的的大小与混凝土的温度变化速率、材料的热物性以及结构的几何形状有关。

（二）收缩应力

混凝土在硬化过程中会发生收缩，即体积的减小。这种收缩引起的收缩应力可能导致混凝土结构中的裂缝形成。混凝土的收缩主要有干燥收缩和水化收缩两种类型。干燥收缩是由于混凝土与环境中的空气相互作用而引起的水分蒸发导致体积缩小，而水化收缩是由于混凝土中水与水泥反应形成凝胶胀缩而引起的。收缩应力的大小与混凝土配合比、水胶比、使用的外加剂以及环境湿度等因素有关。

（三）荷载应力

外部荷载是导致混凝土结构裂缝的另一个重要原因。当结构受到荷载作用时，混凝土中会产生应力，如果应力超过其抗拉强度，就会发生裂缝。荷载应力的的大小取决于荷载的大小、结构的刚度和材料的力学性能。

（四）不良施工

不良施工也是导致混凝土结构裂缝形成的常见原因之一。不正确的施工过程、操作不当、混凝土浇筑不均匀等都可能对结构的应力分布不均匀，从而引发裂缝。因此，在施工过程中，应严格控制施工质量，确保混凝土的均匀性、密实性和充分的固化时间。

四、技术措施的探讨

（一）温度控制技术

为了控制温度应力的产生，需要采取以下技术措施：首先，可以通过调整混凝土的配合比，选择合适的胶凝材料和骨料，以控制混凝土的温度变化范围。通过减少水胶比、使用低热产生的水泥、添加细粉料等方式，可以降低混凝土的温度升高速率，减少温度应力的产生。其次，合理的浇筑工艺也是控制温度应力的重要手段。通过分段浇筑、预冷处理等方法，可以减缓混凝土的温度变化，避免热应力的集中产生。此外，使用保温材料覆盖混凝土表面，防止过快的温度下降，也可以减少温度应力的形成。最后，应加强对施工过程中温度的监测与控制。通过布置温度计和温度传感器对混凝土温度进行实时监测，及时调整浇筑速度、施工时间等参数，以控制混凝土的温度变化在可接受范围内。

（二）收缩控制技术

为了控制收缩应力的产生，可以采取以下技术措施：第一，合理控制混凝土的配合比。适当调整水胶比、控制粉料含量、添加合适的外加剂等，可以减小混

混凝土的收缩变形，降低收缩应力的产生。第二，使用外加剂是一种有效的收缩控制技术。通过加入收缩抑制剂、膨胀剂等外加剂，可以改善混凝土的收缩性能，减少收缩应力的产生。第三，施加预应力也是一种常用的收缩控制技术。通过在混凝土中施加预应力，可以在早期阶段抵消混凝土的收缩应力，减小结构中的应力集中，从而减少裂缝的发生。

（三）荷载控制技术

采取以下技术措施，可以控制荷载应力的产生。一是合理设计结构。通过合理的结构布置、采用适当的支撑措施、增加结构刚度等方法，可以减小荷载的作用范围，降低荷载应力的作用大小。二是合理控制施工过程中的荷载。在混凝土浇筑过程中，应严格控制浇筑速度、施工方法和荷载的大小，避免瞬时荷载造成的应力集中和裂缝的形成。三是对于长期荷载，可以采取适当的预应力措施。通过施加预应力，可以减小结构的变形和应力，降低裂缝的发生风险。

（四）施工质量控制技术

为了控制不良施工对裂缝形成的影响，可以使用以下技术措施：第一是加强施工人员的培训和监督。确保施工人员熟悉施工规范和操作要求，正确掌握施工工艺，提高工作质量和操作技能。第二是加强现场质量控制。通过加强对混凝土配合比、浇筑过程、振捣工艺等关键环节的监控和检查，及时发现和纠正施工中存在的问题，确保混凝土的均匀性和密实性。第三是选择高质量的材料也是保证施工质量的重要措施。使用符合规范要求的水泥、骨料、外加剂等材料，可以提高混凝土的抗裂性能和耐久性。

（五）外加剂使用

外加剂是在混凝土制备过程中添加的一种化学物质，它能够改变混凝土的性能和特性，以提高混凝土的工作性能、耐久性和抗裂性能等。外加剂的使用在大体积混凝土的裂缝控制中发挥着重要的作用。一种常见的外加剂是收缩抑制剂。收缩抑制剂的添加可以减缓混凝土的收缩速率，减少收缩引起的裂缝。收缩抑制剂通过控制混凝土中的水泥水化过程，减少凝胶的收缩，从而降低了混凝土的收缩应力。这种外加剂通常是基于聚合物或胶凝材料制备的，其添加量和掺入方式需要根据具体工程的混凝土配合比进行调整。此外，还有其他类型的外加剂可以在大体积混凝土的裂缝控制中发挥作用。例如，增塑剂可以提高混凝土的可塑性和流动性，减少内部的摩擦力，从而减小混凝土的应力集中和裂缝的产生。黏结剂可以提高混凝土的黏结性和黏附性，增加混凝土内部的结合力，减少裂缝的扩展和发展。

（六）预应力施加

预应力施加是一种常用的裂缝控制技术，在大体积混凝土结构中具有重要的作用。通过在混凝土结构中施加预应力，可以减小结构的应力集中和裂缝的发生。预应力施加的原理是通过在混凝土中施加预先确定的张力，使结构在正常使用荷载下产生预压，从而抵消由荷载引起的应力。这样可以有效地减小结构的变形和应力，降低裂缝的

形成风险。预应力施加可以采用两种主要方式：预应力钢束和预应力钢筋。预应力钢束是在混凝土构件内部穿过预留的孔洞，并通过张拉预应力来施加预压。预应力钢筋是将预应力钢筋直接嵌入混凝土构件中，在混凝土浇筑完成后进行张拉。但是它需要在混凝土达到一定强度后进行，以保证施加预应力时混凝土的可靠性和结构的安全性。在施工过程中，需要严格控制预应力施加的张拉力度和施加位置，确保预应力的合理分布，避免引起不均匀的应力集中和裂缝的形成。预应力施加对于大体积混凝土结构的裂缝控制具有显著的效果。通过预应力施加，可以改善结构的整体性能，增强结构的抗裂能力和荷载承载能力。同时，预应力施加还能够延缓混凝土的收缩变形，减少由收缩引起的裂缝。

（七）施工工艺优化

首先，合理控制混凝土的浇筑速度和浇筑顺序。在大体积混凝土的浇筑过程中，过快的浇筑速度和不合理的浇筑顺序会引起应力集中和裂缝的产生。因此，需要根据具体工程的要求和结构特点，合理安排浇筑速度和浇筑顺序，确保混凝土的均匀性和稳定性。其次，采取适当的振捣工艺。振捣可以改善混凝土的均匀性和密实性，减少孔隙和空隙的存在，降低混凝土的收缩和变形风险。选择合适的振捣设备和振捣方式，确保混凝土的充实度和致密度，减少裂缝的形成。此外，合理的施工工艺还包括合适的养护措施。养护是保证混凝土正常硬化和强度发展的重要环节。通过适当的养护时间和养护方式，可以减少混凝土早期干燥和收缩引起的裂缝。覆盖保湿、喷水养护等方法都可以在一定程度上改善混凝土的养护效果。最后，施工工艺优化还需要考虑材料的质量和配合比的合理性。选择高质量的水泥、骨料和外加剂，确保混凝土的均匀性和性能稳定性。合理调整混凝土的配合比，以满足工程的要求，同时减小混凝土的收缩和变形风险。

（八）结构形式优化

结构形式优化包括以下几个方面：第一，考虑结构的整体刚度和刚性分布。通过合理的结构布置和构造设计，可以均衡分配荷载，减少荷载引起的应力集中。合理增加结构的刚度，使结构在受力过程中发生的变形分布更均匀，减少结构的局部应力和裂缝的形成。第二，优化结构的支撑和连接方式。合适的支撑和连接方式可以减小结构的变形和应力集中，降低裂缝的产生风险。通过增加支撑的数量和刚度，加强连接部位的设计，可以提高结构的整体稳定性和抗裂能力。第三，还可以考虑采用预应力结构或者增加剪力墙等措施。预应力结构通过施加预应力，可以减小结构的应力集中和裂缝的发生。剪力墙可以提供额外的刚度和承载能力，减少结构的变形和应力集中，从而减少裂缝的形成。第四，对于现有结构，可以通过结构加固和加筋等方式进行优化。通过在结构中添加加固材料或增加剪力连接等措施，可以改善结构的力学性能，提高结构的整体稳定性和抗裂能力。

五、技术措施的比较

表1 技术措施对裂缝控制的效果比较

技术措施	优点	缺点	实际应用效果
温度控制	降低温度应力	需要精确监测和控制温度变化	在高温环境下，温度控制技术能有效减少裂缝的产生
收缩控制	减少混凝土收缩应力	需要针对不同混凝土配合比进行调整	通过合理的收缩控制技术，能有效降低收缩引起的裂缝
荷载控制	减轻外部荷载对结构的影响	需要合理的设计和施工过程	通过荷载控制技术，能够有效减少荷载引起的结构变形和裂缝
施工质量控制	提高整体施工质量	需要加强施工人员培训和监督	通过施工质量控制技术，能够减少施工缺陷和不良质量对裂缝的影响
外加剂使用	改善混凝土性能	需要选择合适的外加剂	适当使用外加剂能够改善混凝土的性能，减少裂缝的产生
预应力施加	减小结构应力	需要专业施工和监控	通过预应力施加，能够有效减小结构的应力集中和裂缝的发生
施工工艺优化	提高施工效率	需要综合考虑工程情况	通过优化施工工艺，能够减少施工过程中的应力集中和裂缝的形成
结构形式优化	改善结构的力学性能	受限于原有结构形式的调整	通过结构形式优化，能够减小结构的变形和裂缝的产生

六、实例分析与结果讨论

(一) 某高层建筑混凝土框架结构

该案例中，针对某高层建筑混凝土框架结构的裂缝控制进行了研究。通过在施工过程中采取了温度控制技术和收缩控制技术，取得了良好的效果。在温度控制方面，通过在混凝土浇筑前进行预冷处理，降低混凝土温度，减少温度应力的产生。在收缩控制方面，通过使用收缩抑制剂和合理的配合比，有效减少了混凝土的收缩应力。实测结果表明，该结构在施工后未出现明显的裂缝，达到了预期的裂缝控制效果。

(二) 某桥梁混凝土支座施工

该案例中，针对某桥梁混凝土支座施工过程中的裂缝问题进行了研究。通过采用荷载控制技术和施工质量控制技术，取得了良好的结果。在荷载控制方面，通过合理的支座设计和施工过程中的荷载控制，减小了支座区域的荷载应力。在施工质量控制方面，加强了施工人员的培训和监督，确保了混凝土的均匀性和密实性。实测结果表明，该桥梁支座在使用过程中未出现裂缝，并且保持了较好的结构稳定性。

(三) 某高层建筑的混凝土施工

该案例中，采用外加剂来改善混凝土性能，以有效控制裂缝的发生。通过选择合适的外加剂类型和添加剂的掺入量，取得了良好的效果。首先，选用了具有高抗裂性能的聚合物增容剂作为外加剂，并按照建议的掺量添加到混凝土中。其次，在施工过程中，严格控制混凝土的配合比和搅拌工艺，确保外加剂与混凝土的均匀混合。实测结果表明，该高层建筑在使用过程中未出现明显的裂缝，显示出外加剂在裂缝控制中的有效性。

(四) 某桥梁工程

该案例采用预应力施加和施工工艺优化来控制裂缝的发生。先对桥梁结构进行了合理的预应力设计和施加。通过预应力钢筋的张拉和固定，施加了适当的预压，减小了结构的应力集中和裂缝的形成。然后在施工过程中，采用了优化的施工工艺，包括控制浇筑速度、合理的振捣工艺和养护措施等。经过实际监测和观察，该桥梁在使用过程中未出现裂缝，表明预应力施加和施

工工艺优化对于裂缝控制的有效性。

通过实例分析可以看出，在实际工程中采取针对性的技术措施对于裂缝控制具有显著效果。温度控制技术、收缩控制技术等技术在不同工程中的应用，针对各自的裂缝形成原因，能够有效地减轻和控制裂缝的发生。然而，需要注意的是，每个工程都具有其特殊性和复杂性，裂缝控制的效果受多种因素的影响，如结构形式、荷载特点、施工条件等。因此，在实际应用中，需要根据具体工程情况，综合考虑各种因素，灵活选择和组合不同的技术措施，以实现最佳的裂缝控制效果。

结语

本文对大体积混凝土裂缝控制施工技术措施进行了综合讨论。通过分析裂缝形成的原因，并结合实例分析和结果讨论，验证了温度控制、收缩控制、荷载控制、施工质量控制、外加剂使用、预应力施加和施工工艺优化等技术措施的有效性。同时，强调了优化混凝土结构形式的重要性。这些研究结果对于提高大体积混凝土结构的质量和耐久性，实现裂缝控制具有重要的理论和实际意义。

参考文献

[1] 李龙, 姚凯敏, 兰佳佳. 风力发电项目大体积混凝土施工温度和裂缝控制措施——以青海某风力发电项目为例[J]. 中华建设, 2022(09): 117-119.

[2] 齐守忠, 佟智一, 张柏恒. 超长大体积混凝土施工中的裂缝控制措施[J]. 中国住宅设施, 2023(05): 130-132.

[3] 孙喜德, 邵娜娜. 地下室大体积混凝土施工方法与温度裂缝控制措施分析[J]. 工程技术研究, 2022, 7(24): 51-53.

[4] 潘泽军. 浅析大体积混凝土施工裂缝原因及其控制技术[J]. 中国建筑金属结构, 2022(01): 96-97.

[5] 王彦权, 翟雄雄, 管秀洋. 大体积混凝土裂缝控制及施工技术的应用[J]. 中国建筑装饰装修, 2021(10): 166-167.

[6] 胡磊. 大体积混凝土裂缝控制及施工技术的应用[J]. 砖瓦, 2020(11): 154+156.