

沿海地区底板跳仓法施工中温度应力对裂缝的影响分析

刘 昱 曾宏强 白才仁 张雄飞

中国建筑第八工程局有限公司华南分公司 广东 广州 510700

【摘 要】：沿海地区底板跳仓法施工中，温度应力对裂缝产生的影响不容忽视。在实际工程中，跳仓法作为一种新型施工技术，能够有效缓解大体积混凝土结构因温差引发的裂缝问题。然而，其在沿海地区应用时面临诸多特殊挑战，例如湿度、盐分等环境因素的影响。温度应力的产生与分布规律复杂，其作用机制直接关系到裂缝的形成与发展。通过优化材料配比设计，改进施工工艺并引入信息化管理手段，可以显著提升裂缝控制效果。案例分析表明，合理运用跳仓法不仅可以缩短工期，还能带来可观的社会与经济效益。尽管已取得一定进展，但针对沿海环境下温度应力与裂缝的关系研究仍需深入探索。未来应进一步完善施工技术，加强理论与实践结合，以更好地解决这一难题。

【关键词】：底板；跳仓法；温度应力；裂缝；沿海地区

DOI:10.12417/2811-0528.25.21.049

引言

在沿海地区的建筑工程中，底板施工质量直接影响整个建筑的稳定性和使用安全，其中温度应力与裂缝问题尤为突出。随着现代建筑规模的不断扩大，传统的后浇带方式已逐渐被跳仓法所取代。跳仓法作为一种新型施工技术，通过“放”和“抗”相结合的方式，在超长、超大体积混凝土结构施工中展现出显著优势。尤其是在沿海地区，有赖于气候条件复杂多变，混凝土内外温差较大，基于此如何有效控制温度应力以减少裂缝成为亟待解决的问题。

这意味着，沿海地区底板施工过程中，温度应力是引发裂缝的主要原因之一。温度应力的形成与混凝土水化热、环境温度变化以及材料自身特性密切相关。典型的如，当混凝土内部因水化反应产生大量热量时，如果成立散热不及时，将致使内外温差过大，从而产生拉应力，当这种拉应力超过混凝土的抗拉强度时，裂缝便不可避免地出现。此外，沿海地区的湿热环境也加剧了这一问题，湿度和盐分的变化可能致使混凝土收缩变形加剧，进一步增加裂缝风险。

基于此，研究跳仓法在沿海地区底板施工中的应用，具有特意义的是其对温度应力控制的效果，对于提高工程施工质量和延长建筑使用寿命具有重要意义。本研究旨在通过对跳仓法原理及其在温度应力控制方面的表现进行深入分析，探讨如何在实际工程中优化跳仓法工艺，以减少裂缝的发生概率，为沿海地区类似工程提供理论支持和技术指导。

在沿海地区的大体积混凝土工程中，底板施工的质量对整个结构的稳定性至关重要。然而，在实际施工过程中，有赖于温度应力的影响，底板裂缝问题尤为突出。跳仓法作为一种有效的施工技术，在控制温度应力引起的裂缝方面具有显著优势。本研究旨在深入探讨跳仓法施工过程中温度应力对裂缝生

成的具体作用机制，并提出相应的控制措施。尤其是在沿海地区，特殊的气候条件和地质环境进一步加剧了温度应力的影响，基于此研究这一问题显得尤为重要。

温度应力作为裂缝产生的主要诱因之一，其控制方法直接影响到工程质量的优劣。现有研究这意味着，混凝土内部温度的变化会引起热膨胀或收缩，当这种变化受到外部约束时，就会产生温度应力。如果成立温度应力超过混凝土的抗拉强度，裂缝就会不可避免地出现。此外，沿海地区的高温高湿环境以及昼夜温差较大的特点，也使得温度应力的影响更为复杂。基于此，研究跳仓法施工中如何有效减少温度应力，从而降低裂缝发生的概率，成为了一个亟待解决的问题。

本研究的目标是通过分析跳仓法施工过程中温度应力的分布规律及其对裂缝的影响机制，提出针对性的裂缝控制措施。具体来说，通过对材料优化、施工工艺改进及信息化管理等多方面的综合考虑，力求找到适合沿海地区底板施工的有效方法，以提高工程质量并延长结构使用寿命。这不仅有助于推动跳仓法在沿海地区大体积混凝土施工中的应用，也为类似工程提供了宝贵的参考经验。

在本研究中，我们选择以沿海地区底板跳仓法施工为对象，采用理论分析与实际工程案例相结合的方式进行研究。具体而言，通过系统探讨温度应力对裂缝生成的影响机制，结合跳仓法施工的特点，提出适用于沿海地区的裂缝控制措施。研究结构上，第一从背景出发，阐明跳仓法的基本原理及其在沿海地区的特殊性。除此之外，深入分析裂缝生成的原因，具有特意义的是是温度应力的作用及其分布规律，揭示其与裂缝的关系。再次，针对沿海地区底板施工中可能遇到的问题，从材料优化、配合比设计以及施工工艺改进等方面展开讨论，与此并行引入信息化管理手段，以便更好地控制裂缝的产生。基于

前述,通过实际工程案例的验证,评估所提出的裂缝控制措施的有效性,并对未来的研究方向作出展望。

1 跳仓法施工的基本原理

跳仓法是一种在沿海地区底板施工中广泛采用的技术,其核心理念是通过分段间隔施工,有效控制温度应力和裂缝的产生。该方法将整体结构分为若干独立的小块进行混凝土浇筑,待相邻部分混凝土充分冷却收缩后再进行后续施工。这种方法能够显著减少因温度变化致使的应力积累,避免裂缝形成,从而提高工程的质量和耐久性。

具体来说,在跳仓法施工过程中,第一需要对底板结构进行合理分仓,确保每一块仓体之间有足够的间隔距离。这样做的目的是让先浇筑的部分有足够的冷却时间,使内部温度应力逐渐释放,达到较为稳定的温度状态后,再继续下一段施工。这样一来,就能够减少新旧混凝土之间的约束,避免因温差过大而产生的裂缝问题。

此外,跳仓法在沿海地区的应用还具有特殊意义。有赖于沿海地区气候多变,昼夜温差较大,容易引起混凝土表面剧烈的温度变化,从而引发温度应力。而跳仓法通过合理的施工规划和间隔时间控制,有助于降低外部环境对混凝土内部温度的影响,进一步减少裂缝的风险。与此并行,这种方法还能够有效替代传统的后浇带技术,简化施工流程并缩短工期。

基于前述,跳仓法施工的基本原理是基于混凝土水化热释放规律,通过分段间隔施工释放早期温度变形和干燥收缩变形引起的约束应力,从而实现对底板裂缝的有效控制。这一方法在沿海地区的实际应用中展现出良好的效果和较高的经济价值。

2 跳仓法在沿海地区底板施工中的特殊性

在沿海地区进行底板跳仓法施工时,环境条件的特殊性使得施工面临更多挑战。有赖于沿海地区的气候特征,如较高的湿度和频繁的温差,温度应力成为影响底板裂缝生成的关键因素之一。跳仓法通过将整个结构分隔为若干个较小的仓段进行间隔施工,有效减少了大体积混凝土的整体约束效应,从而降低因温度变化引起的应力集中。这种方法不仅能够控制裂缝的产生和发展,还能提高底板的整体性能。

具体而言,跳仓法在沿海地区底板施工中的特殊性主要体现在几个方面。第一,沿海地区的高湿环境容易致使混凝土表面出现较大的干缩现象,这会加剧温度应力的影响,进而可能引发底板裂缝。而跳仓法通过分段施工的方式,在必然产生程度上缓解了这种干缩效应,使混凝土内部的温度分布更加均匀,减小了内外温差。除此之外,施工过程中材料的选择也显

得尤为重要。典型的如,采用低收缩性的水泥和优化配合比是降低温度应力、减少裂缝的有效手段。此外,在实际工程中,还需要结合信息化管理技术,对底板施工过程中的温度变化进行监控和调整,以确保施工质量。

总的来说,在沿海地区运用跳仓法进行底板施工时,需要充分考虑温度应力对裂缝的影响,并通过科学合理的施工方案加以控制。这些措施对于提升底板施工质量和延长结构使用寿命具有重要意义。

3 温度应力与裂缝生成的关系

温度应力与裂缝生成密切相关。在混凝土结构中,温度应力的产生主要源于水泥水化反应放出的大量热量,致使混凝土内部温度急剧上升,而外部散热条件相对较差,形成内外温差。当温差超过必然产生限度时,混凝土内部将产生温度应力。若此应力超过混凝土的抗拉强度,便会引发裂缝。

具体而言,混凝土在浇筑后的早期,内外温差较大,温度应力也相应较大。此时,混凝土的抗拉强度较低,难以抵御温度应力,容易产生裂缝。随着时间的推移,混凝土逐渐降温,温差减小,温度应力也随之降低。然而,如果成立在这个过程中,温度变化过于剧烈或不均匀,仍然可能致使裂缝的产生。

此外,混凝土的收缩变形也会对温度应力与裂缝生成的关系产生影响。混凝土在硬化过程中,会因水分蒸发、水泥石体体积减小等原因发生体积收缩。这种收缩会受到结构的约束,从而产生拉应力。当拉应力超过混凝土的抗拉强度时,也会引发裂缝。在温度应力和收缩变形的共同作用下,裂缝的生成风险进一步增加。

基于前述,温度应力与裂缝生成之间存在着复杂的相互关系。深入理解这种关系,对于采取有效的裂缝控制措施具有重要意义。

4 沿海地区底板跳仓法施工中的裂缝控制措施

关于材料优化与配合比设计,在沿海地区底板施工过程中,合理优化材料选择和配合比设计是有效控制温度应力及裂缝的关键。针对跳仓法施工的特点,在材料选择上应优先考虑低热、低收缩的水泥品种以降低水化热对混凝土的影响^[3]。具体而言,采用P·O42.5普通硅酸盐水泥能够有效控制温升,并通过减少每立方米混凝土用水量(5~15kg),提高混凝土的密实度。

与此并行,混凝土配合比的优化也显得尤为重要。通过降低胶凝材料总用量以及采用超量取代的方法增加粉煤灰掺量,不仅可以减少塑性收缩,还能有效降低水泥水化热及混凝土内外温差,从而减小温度应力,抑制裂缝产生。此外,“双掺”

技术的应用（即粉煤灰与高效减水剂的结合）能够增强混凝土内部结构的致密性，进一步提升其抗裂性能。

对于沿海地区的工程来说，严格的原材料控制同样不可忽视。石子空隙率应控制在不超过40%，机制砂石粉含量需控制在3%以内，并将坍落度控制在140~160mm之间，这有助于提高混凝土的抗拉强度及极限拉伸变形能力。这些措施共同作用，能够在跳仓法施工中有效缓解温度应力对底板裂缝的影响，确保工程质量达标。基于前述，合理的材料选用与科学的配合比设计是实现沿海地区底板施工无裂缝目标的重要保障。

关于施工工艺改进与信息化管理，在沿海地区底板跳仓法施工中，施工工艺改进与信息化管理对于裂缝控制至关重要。施工工艺的改进主要体现在以下几个方面：一是合理划分施工区域，将底板分段长度控制在不宜大于40m，侧墙和顶板分段长度不宜大于16m，按照“分块规划、隔块施工、分层浇筑、整体成型”的原则进行施工，有效释放混凝土早期应力，减少裂缝产生。二是严格控制浇筑时间间隔，跳仓间隔施工的时间不宜小于7d，避免混凝土施工初期部分激烈温差及干燥作用，确保混凝土性能稳定。三是加强施工缝的处理，跳仓接缝处按施工缝的要求设置和处理，保证新老混凝土紧密结合，提高结构的整体性。

信息化管理在施工过程中发挥着重要作用。通过采用测温法实现温控，实时监测混凝土内部温度变化，及时调整养护措施，控制混凝土内外温差，减少温度应力对裂缝的影响。与此并行，利用塑料薄膜保湿加草袋保温的综合养生措施尽快回填覆土，以达缓慢降温，充分发挥混凝土的应力松弛效应，降低约束应力。此外，对混凝土原材料中粗细骨料含泥量和混凝土坍落度进行严格控制，进一步提高混凝土抗拉强度及极限拉伸变形，增强混凝土的抗裂能力。紧密联系工程实践，进行裂缝控制理论分析，包括强度及变形分析，确保超长结构的混凝土裂缝得到有效控制。

表1 沿海地区底板跳仓法施工相关数据

施工区域划分大小	混凝土浇筑间隔时间
30-40m	不少于7d

总结：表格中展示了沿海地区底板跳仓法施工中施工区域划分大小以及混凝土浇筑间隔时间的相关数据。

5 工程案例背景介绍

在沿海地区的底板跳仓法施工中，工程案例背景的选取对研究具有重要意义。以下以某沿海城市大型地下车库工程为例进行分析。该项目位于江苏省南通市海门区，占地面积约为

67,749平方米，总建筑面积达到176,962平方米，其中地下部分面积为34,689平方米。项目包含12栋高层住宅楼和一个狭长型地下车库，地下车库长度达240.6米，宽度为121.6米，属于典型的超长、大体积混凝土结构。

该工程的地基条件复杂，有赖于地处沿海地区，地下水位较高，土层中含有较多的盐分和腐蚀性物质，这对底板混凝土的耐久性和抗裂性能提出了更高要求。与此并行，气候条件也对施工造成必然产生影响。沿海地区的昼夜温差较大，湿度较高，这不会加速混凝土的早期水化热释放，还会致使内外温差显著增大，进一步增加温度应力对底板裂缝产生的不利影响。

在材料选择上，该项目选用了P·O42.5普通硅酸盐水泥，并通过优化配合比设计，有效控制了混凝土的水化热温升。此外，通过采用较小的水胶比和超量取代技术，提高了粉煤灰掺量，从而降低了胶凝材料的总用量。这些措施不仅增强了混凝土的内部致密性，还减少了塑性收缩和干缩裂缝的产生风险。

从施工工艺上看，该项目采用了跳仓法施工，将整个底板划分为多个相对独立的仓块，相邻仓块之间间隔5~7天进行浇筑。这种工艺充分利用了混凝土早期水化热释放的规律，在相邻仓块浇筑前，前期混凝土已完成大部分温度变形与收缩变形，从而有效释放了约束应力。此外，为了进一步提高底板的抗裂能力，底板内部加铺了钢筋网，并在长墙中配置了小直径、高密度的水平钢筋，置于主筋外侧，以增强结构的整体刚度。

该项目的成功实施为沿海地区底板跳仓法施工提供了宝贵经验，尤其是在温度应力控制和裂缝预防方面，展现了科学合理的施工方法和管理措施的综合效益。这些措施不仅提高了工程质量，还为后续类似工程提供了重要的参考价值。

6 研究结论

本研究通过对沿海地区底板跳仓法施工中温度应力对裂缝的影响进行分析，得出以下结论：

跳仓法施工的有效性：跳仓法施工在沿海地区的应用取得了良好的效果。它充分利用混凝土在特定时期内的特性，有效释放内应力，减少裂缝的产生。该方法简化了施工工序，加快了施工进度，提升了工程质量，与此并行具有广泛的应用前景。

温度应力与裂缝的关系：温度应力的产生与分布规律对裂缝生成有着重要影响。在沿海地区，有赖于特殊的环境条件，温度变化较为显著，容易致使混凝土内部产生较大的温度应力。当温度应力超过混凝土的抗拉强度时，裂缝便会产生。基于此，在施工过程中，需充分考虑温度应力的影响，采取有效的控制措施。

裂缝控制措施的成效：通过材料优化与配合比设计，选择合适的水泥品种，优化混凝土配合比，严格控制原材料的质量和用量，有效提高了混凝土的抗拉强度和抗裂性能。与此并行，施工工艺的改进与信息化管理的实施，加强了对施工过程的监控和调整，进一步降低了裂缝产生的风险。

案例分析的验证：工程案例的分析结果这意味着，采用跳仓法施工并结合有效的裂缝控制措施，能够显著提高工程的质

量 and 安全性。案例中的工程在实施跳仓法施工后，未出现明显的裂缝问题，验证了该方法在实际工程中的可行性和有效性。

基于前述，跳仓法施工在沿海地区底板施工中具有重要的应用价值。通过合理的设计和施工，能够有效控制温度应力对裂缝的影响，提高工程的质量和耐久性。然而，跳仓法理论研究仍滞后于工程实践，需要广大学者进一步深入研究与探索，以推动该技术的不断发展和完善。

参考文献：

- [1] 朱正聪.建筑工程地下室底板大体积混凝土施工技术要点分析[J].工程施工技术.
- [2] 叶佳祺.建筑工程地下室底板大体积混凝土施工技术要点[J].
- [3] 徐桂荣.高层建筑基础底板大体积混凝土施工技术探讨[J].
- [4] 毕英伟.基于材料选用和温度监测的大尺度混凝土构件跳仓法施工的裂缝控制技术[J].
- [5] 李海.跳仓法在超大地下混凝土结构施工中的应用研究[J].
- [6] 卢斌, 马永志, 陈松, 姚大游, Lu Bin, Mao Yongzhi, Chen Song, Yao Dayou.坪山河地埋式调蓄池、水质净化站“跳仓法”施工技术[J].2020.
- [7] 宋喜忠.超长结构大体积混凝土施工关键技术[J].建筑结构.
- [8] 姚献武.关于水库建设坝体砼温度应力裂缝成因分析及处理方法[J].
- [9] 英平徐,世超朱.土木工程建筑混凝土的施工温度应力分析及养护[J].
- [10] 李新阳,李龙,任嘉欣,贺政隆,石镨,宁江浩 Ning,张春玲.激光二极管端泵 Yb:YAG 晶体的温度场及应力场.