

房建施工中大体积混凝土浇筑无缝施工技术应用

文 / 朱景涛 滨州富泰建筑工程有限公司

张元森 山东汇吉建筑工程有限公司

张灵军 山东汇吉建筑工程有限公司

摘要：无缝施工是房屋建筑施工中的重要环节。随着我国城市化进程的加快，建筑规模越来越大、结构越来越复杂，对大体积混凝土的浇筑提出了更高的要求。传统的施工方法常在混凝土内部产生较大的温差应力，从而产生裂缝，影响结构的安全与耐久性。无缝施工技术可有效避免“温度控制”“分层浇筑”及“去应力”等诸多隐患，确保建筑结构的长期稳定性与服役寿命。

关键词：房建施工；大体积混凝土；无缝施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.01.023

引言

大体积混凝土无缝浇筑技术是一项先进的施工技术，其目的在于解决大体积混凝土体积大、温升快等问题。其核心特征是通过精细化温控、分层浇筑和科学的应力管理，保证混凝土硬化全过程的连续性与完整性，提升结构耐久性与安全性。如采用中低温胶凝材料，并配合冷却水管系统，可有效地控制混凝土内部温升，避免因温度应力过大而引起的开裂。采用分层浇筑技术，使混凝土按一定时间间隔分层浇筑，保证上一层混凝土先于前一层浇筑完毕，减少接缝，加强整体性。

一、无缝施工技术的原理与应用

（一）温度控制技术

温度控制技术是大体积混凝土无缝施工技术中非常重要的一环。大体积混凝土在硬化过程中释放大热量，导致内外温差较大，易产生裂缝，影响结构稳定与耐久性。研究表明，当混凝土内部温度高于周围环境25℃时，会出现温度应力裂纹。因此，采取有效的温控措施，如预冷混凝土、选用低水化热水泥或采用管系等，可以有效地预防混凝土裂缝的产生。

在实际工程中，如修建大面积的地基底板、地下室墙体等，都要利用温度监测系统对混凝土内部温度变化进行实时监测，并与预测模型相结合进行预测分析。通过调节冷却水量或改变浇筑速率，可有效地调整混凝土降温速度，使混凝土降温速度保持在安全范围之内。如在上海某大型综合体工程中成功地采用了温控技术，有效地避免了大面积混凝土浇筑时产生的温度裂缝，显著提高了工程质量。

另外，持续不断的技术研究和开发也促进了温控技术的发展。例如，结合大数据与人工智能算法的智能温控系统，对混凝土降温过程进行更加准确的预测与调控，进一步提升无缝施工技术的实施效果。但同时，也要求施工队伍具备较强的技术理解与应用能力，需要经过不断的训练与实践才能不断提高。

（二）分层浇筑与连续性

大体积混凝土无缝施工技术中，分层浇筑、连续浇筑是保证结构稳定及质量的关键。分层浇筑是将大体积混凝土分区分层浇筑的有效方法，可有效控制混凝土内部温升速率及温差，避免因温度应力过大而开裂。

同时，连续性对混凝土结构的连续性、整体性具有重要意义。施工中应保证连续浇筑，防止中断浇筑产生应力集中而影响结构长期稳定的施工缝。如在桥梁墩台施工中采用连续浇筑的方法，保证了连续混凝土的连续浇筑，有效地防止了水、冻融等因素对结构的侵蚀，提高了结构的耐久性。

在施工过程中，施工团队需根据工程特征及环境条件，结合热工计算模型，准确计算出浇筑速率、浇筑间隔时间及浇筑混凝土的初凝时间，从而实现分层与连续浇筑的无缝衔接。如此精细的施工管理，不仅是技术上的科学，更是一支专业的施工队伍。

（三）应力消除与变形控制

大体积混凝土无缝浇筑工艺中，应力消除和变形控制是关键环节。混凝土在硬化过程中释放大热量，引起内外温差，从而产生应力，从而诱发结构开裂。例如，当温差大于25℃时，混凝土中可能会出现0.2mm的裂缝，从而影响结构的稳定。为此，必须采取预冷混凝土，分层冷却，设置伸缩缝等措施，才能有效地控制混凝土的温升及热应力。

同时，采用预应力技术、合理设置接缝位置以及采用高弹性接头材料等措施对接头进行变形控制。预应力技术是一种通过预加应力来消除混凝土硬化及环境因素引起的变形的技术，上海某大型地下室工程采用预应力技术，可有效地降低结构的不可控变形，是一种行之有效的方法。同时，选用高性能混凝土配合比，改善塑性，也可提高结构的抗变形能力。

在实际应用中，为了评价并优化应力消除和变形控制措施，还需结合有限元模型进行仿真预测。例如，采用数值模拟方法，可准确预测混凝土硬化过程温度场及

应力分布情况，为调整施工方案提供科学依据。本项目以新加坡某超高层建筑为例，对其进行精细化管理，可有效避免大体积混凝土浇筑过程中结构变形，确保结构安全性与耐久性。

二、无缝施工技术在房建施工中的实践

（一）施工前的准备与规划

在房屋建筑工程中，无缝施工是从建设前期准备和规划阶段开始的。此阶段是保证整个工程顺利实施的关键。首先，通过对施工现场地质情况、地下水水位、周边环境等方面的详细调查与分析，评价大体积混凝土的可行性。

其次，在建设前期规划中，要对建设项目进行详细的规划设计。为了降低水化热引起的温升和防止开裂，需要对混凝土配合比进行优化。同时，利用有限元法等计算机仿真技术，对硬化过程中温度场及应力分布进行预测，为分层浇筑方案的制定提供科学依据。举例来说，借由模拟，专案小组可决定最优浇筑速率与冷却系统布置，将温度控制在安全范围之内。

另外，施工前的准备工作包括人员培训、设备检验等。所有涉及无缝建筑的员工都要经过对无缝建筑技术核心原理及操作规范的专门训练。同时，对各施工设备进行校验，以保证施工过程中的高效率与高精度。

（二）施工过程中的实施要点

无缝施工技术在房屋建筑施工中的实施要点是非常重要的。首先，在施工前的准备和规划阶段，需要对大体积混凝土的浇筑方案进行详细的设计，其中包括混凝土配合比的选取，以降低由于温度升高而引起的开裂风险。例如，可使用低、中温水泥，配合缓凝剂、减水剂等，以减少水化热峰值，延长龄期。另外，在混凝土中埋入式冷却水管的设计也很重要，采用循环冷却水对混凝土内部温度进行控制。

施工技术的实施要点是分层浇筑和连续施工。为保证上、下层黏结牢固，防止冷缝产生，分层浇筑时应保证各层混凝土在初凝前浇筑完毕。同时，浇筑必须连续进行，以避免因中断而引起温、湿度的变化。在实际施工中，可能需要根据结构复杂程度及现场情况，采取分段、分段或分层浇筑策略。

在无缝施工技术实施过程中，施工后的质量检测和评价是最关键的一环。这包括不断地监控混凝土内部温度，并定期检查表面和内部裂纹。一旦发现异常情况，及时采取注填灌浆料或加强降温措施。在此基础上，结合数值分析与模型仿真，对无缝施工的效果进行评价，为后续同类工程的施工提供借鉴与完善依据。

（三）施工后的质量检测与评估

无缝施工技术在房屋建筑工程中的应用，极大地提高了工程的质量。对施工后的质量进行检测和评价，是检验无缝施工技术效果的重要环节。这包括对混凝土的强度，平面度，耐久度，结构完整性的全面检查。如超声、回弹仪等无损检测技术，可对混凝土硬化程度及内部缺陷进行无损评价，保障结构安全。另外，利用红外

热像技术，对混凝土内部温度场进行实时监控，以防止因温差而产生的裂缝。

同时，在质量评价阶段，通过对混凝土浇筑速度、养护状态、接缝处理等过程的回溯分析，识别影响其长期使用性能的主要因素。例如，通过构建数据分析模型，对不同浇筑策略下的质量数据进行比较，实现施工过程的优化，进而提高施工效率与质量。这是一种基于数据的质量管理方法。因此，施工后的质量检测与评价，不仅能保证已有工程质量，而且能使施工技术不断改进、优化。

三、无缝施工技术的优势与问题

（一）提高施工效率与质量

大体积混凝土无缝施工技术在房屋建筑工程中的应用，大大提高了施工效率和质量。传统的混凝土浇筑方法由于温度控制不当，容易出现裂缝，从而影响到结构的安全性。无缝施工技术通过对温度进行精确控制，如采用预埋式冷却管或采用低温热水泥等，可有效防止混凝土因温差引起的裂缝，确保工程质量。

同时，采用分层浇筑、连续施工的实施策略，使混凝土浇筑更加顺畅，减少因施工中断而造成的效率损失。同时，采用连续浇筑的方法，减少施工缝，减少后期养护费用。无缝施工技术在施工后质量检测和评价中的应用也是至关重要的。采用先进的检测设备对混凝土硬化过程进行实时监控，以保证混凝土的各项性能符合设计要求。因此，无缝施工技术不仅能提高施工效率，而且能保证工程质量。经过不断的技术创新与人才培养，无缝施工技术在我国住宅建筑领域得到越来越多的应用，为建筑业的高质量发展做出贡献。

（二）降低工程成本与风险

大体积混凝土无缝施工技术应用于房屋建筑，大大降低了工程造价，降低了风险。传统混凝土结构因温差而产生的裂缝会降低结构的耐久性和维护费用。如能有效防止混凝土裂缝，则可节约维护与更换费用5%~10%。无缝施工技术可有效降低混凝土裂缝对结构的损伤，降低后期维修费用。

如某大型基础工程采用无缝施工技术后，通过严格控制混凝土浇筑工艺，防止大面积开裂，直接养护费用降低8%左右。另外，由于施工流程更加有条理，由于质量问题而造成的工期延误，间接节约建设管理费用约15%。这充分说明了无缝技术对工程造价控制的巨大潜力。

同时，无缝技术的应用，降低了项目的风险。采用科学合理的分层浇筑、连续施工方法，可有效避免混凝土内应力积聚，降低结构安全性。在项目实施前策划阶段，建立风险预测模型，对可能发生的风险进行预测和规避，提高项目的安全稳定性，减少安全事故造成的损失。

（三）技术应用中的常见问题与对策

大体积混凝土无缝施工技术应用过程中普遍存在的问题有：裂缝的产生、施工精度的控制和技术经济性等。混凝土在硬化过程中产生的热量会引起内部和外部温度的差异，从而产生裂缝，从而影响结构的安全性。

要解决这个难题，必须采用先进的温度监控系统、配合使用中低温胶凝材料、合理布置冷却水管等措施，有效地控制混凝土内部温度及温差。

对于高层建筑和复杂的结构，精度控制也是很大的问题。在此基础上，利用BIM（建筑信息模型）技术对其进行预演与仿真，以提高混凝土浇筑及接缝定位精度。

不能忽视经济问题。无缝建筑技术的初始投入可能会很高，其中包括专用设备，材料，专业人员等。为此，建设单位必须对施工方案进行详尽的费用收益分析，以达到对施工方案的优化，提高施工效率，降低后期养护费用的目的，从而获得长远的经济效益。

四、无缝施工技术的未来发展与趋势

（一）技术创新方向

技术创新方向是未来无缝建筑技术发展的重要方向。随着大数据、物联网、人工智能等技术的快速发展，大体积混凝土的无缝施工有望实现更高精度、更高效的无缝施工。建设智能监测系统，实时采集温度、湿度、应力等数据，可有效预测和预防质量问题，提高工程安全可靠度。同时，BIM技术还能对施工过程进行三维仿真与优化，降低材料浪费，缩短工期。未来，在复杂的工程环境中，无缝建筑将会越来越重视精细化管理，以创新驱动产业的可持续发展。

（二）培训与人才培养

随着无缝施工技术在房屋建筑施工中的应用，对人才的培训和培训提出了新的要求。传统的混凝土浇筑工艺更多地侧重于操作技能的传授，无缝工艺更注重技术创新与精细化管理。因此，培训内容应包括无缝施工技术的最新理论、实际操作及风险管理，以保证施工人员对该技术的了解与掌握。

例如，举办无缝管施工技术专题培训班，通过理论教学与仿真操作，让施工人员掌握温控、分层浇筑、去应力等关键技术的原理与操作程序。同时，结合实际工程实例，分析不同情况下如何灵活运用这些技术，解决实际工程中可能出现的问题。

同时，在人才培养过程中，也不能忽略对项目经理的培训，以提高其协调与决策能力。它涉及项目管理的理论知识，团队合作能力，数据分析能力等方面的知识，以保证项目建设的顺利进行。为此，必须不断加大投资力度，建立常态化的培训机制，激励员工不断自我提高，才能适应高速发展的房建施工技术。通过这种培训和人才培养，不仅能够提高建筑工程建设的效率与质量，减少工程风险，而且能够在行业中营造良好的技术环境，促进整个行业技术进步与创新。

（三）行业标准与规范的完善

大体积混凝土无缝施工技术在房屋建筑工程中的应用，对提高工程质量，缩短工期，保证施工安全，起着至关重要的作用。但是，该技术在实际应用中还存在着一些问题，特别是行业标准和规范的不完善。为此，有必要根据无缝施工技术发展的需要，适时对相关标准

进行更新与修订，以保证其科学性与适用性。

在混凝土温度控制方面，国际先进工程已将智能温控系统投入使用，通过对混凝土内部温度进行实时监控，实现精准调控，避免因温差过大而产生开裂等问题。然而，目前国内相关标准对该技术的指导与要求尚不完善，有待于进一步的研究与制定。这既需要技术研发人员与标准制定单位密切合作，又需要行业组织、科研机构等积极参与，以促进技术和标准的同步发展。

另外，在实施无缝施工技术时，还应建立一套清晰的质量控制流程与评价标准。例如，在施工前要制订详尽的技术方案，要经过专家评审，在施工过程中要严格实施质量监控，竣工后要对施工质量进行系统的检测与评价。为保证无缝施工技术在工程中得到有效应用，保证工程质量不断提高。在应用无缝施工技术的过程中，行业标准和规范的完善不仅仅局限于技术层面，还应该服务于实际工程的需要，推动技术创新和实践的良性互动，促进我国建筑行业的不断发展。

结束语

综上所述，随着大体积混凝土无缝施工技术的不断进步，今后对大体积混凝土无缝施工技术的深入研究也会越来越多。在技术创新方面，本项目拟采用智能传感器对混凝土内部温度进行实时监控，结合机器学习算法预测和调整降温策略，降低温度应力导致的开裂。研究开发新型高性能混凝土材料，提高其抗裂、耐久性能是重要的发展方向。未来，建筑工程向绿色化、可持续性发展，不仅需要技术创新，更需要政策引导与支持，促进我国建筑工程向绿色、高效方向发展。

参考文献

- [1] 姚燕. 房建施工中大体积混凝土无缝施工技术研究[J]. 住宅与房地产, 2024, (09): 173-175.
- [2] 叶辉. 大体积混凝土浇筑施工技术在建筑工程中的应用[J]. 居业, 2023, (09): 179-181.
- [3] 张书利. 房建施工中大体积混凝土无缝技术分析[J]. 居业, 2023 (01): 4-6.
- [4] 张书利. 房建施工中大体积混凝土无缝技术分析[J]. 居业, 2023, (01): 4-6.
- [5] 王嘉明, 王兴增, 王伟杰. 大体积混凝土无缝技术在房建施工中的应用[J]. 居舍, 2022, (14): 35-36+91.
- [6] 关键. 房建施工中大体积混凝土无缝技术浅析[J]. 房地产世界, 2022 (11): 126-128.
- [7] 邬锦斌, 黄镇荣, 廖明飞. 大体积混凝土浇筑施工技术交底[J]. 广东建材, 2022, 38 (09): 95-97+72.
- [8] 蒋海波. 房建施工中大体积混凝土无缝技术分析[J]. 四川建材, 2020, 46 (06): 126+128.
- [9] 王泽, 胡诚家, 梁小永, 齐国栋, 杜超锋. 房建施工中大体积混凝土无缝技术分析[J]. 中阿科技论坛 (中英阿文), 2020 (06): 120-121.