

北京地区冬季混凝土施工质量控制研究

王立智

北京市大兴区建设集团有限公司, 北京 102600

DOI:10.61369/UAID.2025030002

摘 要 : 冬季混凝土施工的质量控制历来是建筑工程领域的一大难题。首要任务在于深入探究保障冬季混凝土施工质量的有效策略。本研究细致剖析了冬季混凝土施工的流程、技术策略、养护措施及混凝土的抗冻融特性,并结合为期一年的实地工程调研实践。在全面把握冬季施工各项工艺的基础上,精确追踪并记录各关键环节的核心要素及潜在风险,最终得出:混凝土早期冻害问题是制约整个冬季施工进度关键瓶颈。

关 键 词 : 质量; 施工技术; 冬季施工

Research on Quality Control of Winter Concrete Construction in Beijing Area

Wang Lizhi

Beijing Daxing Construction Group Co., Ltd., Beijing 102600

Abstract : How to control the quality of winter concrete construction has always been a difficult problem in the construction industry. Firstly, starting from the analysis of how to ensure the quality of winter concrete construction, this paper studies the winter concrete construction process, construction technology, curing technology, and anti freezing and thawing of concrete. Combined with a year long on-site investigation and practice, after familiarizing oneself with various construction processes in winter construction, tracking and recording the key points and precautions in each link, it is found that early freezing damage of concrete is a key factor restricting the entire winter construction.

Keywords : quality; construction technology; winter construction

一、冬季施工期限的确定

冬季施工采取“双重管控”策略,一旦气候条件符合下述任一标准,即刻转入冬季施工模式。

(一) 温控

依据《建筑工程冬季施工作业规范》(JGJ104-2011)之规定,当室外连续五日平均气温降至5℃及以下,或最低气温达到冰点及以下时,常规施工方法难以确保工程目标之实现,须适时转入冬季施工模式;反之,若室外连续五日平均气温回升至5℃以上,则可判定冬季施工措施应予解除。^[1]

(二) 时控

鉴于北京市独特的气候特征,本项目冬季施工时段原则上界定为每年11月15日至次年3月15日,此期间须严格遵循国家相关规定要求,并需密切关注可能发生的非典型性骤降温天气。

二、基本要求

1. 在冬季施工期间,所有结构施工均采用预拌商品混凝土,本项目要求混凝土供应商提高拌合物的温度控制,并根据气温变化适时调整防冻剂掺量,以确保施工质量。

2. 于冬季施工前夕,务必精心研读施工图纸、规划蓝图及相关安全质量规范,明晰冬季施工中各项具体任务之执行要求,并系统梳理所需人力资源、机械设备、建筑材料、施工工艺流程及安全质量控制之关键点,以确保施工进度有的放矢、全局控制。^[2]此外,应组织管理人员深入研习冬季施工规程,召开施工方案交底研讨会,提升其冬季施工中的安全意识、质量理念与技术能力,以期有效规避冬季施工可能引发的各类潜在损失。

3. 冬季混凝土施工时,依据相关规范,建议采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,其用量应不低于280千克/立方米,且需控制水胶比不超过0.55。同时,需依据即时天气条件,合理添加早强剂与防冻剂。^[3]

4. 优化混凝土配合比设计,并掺入高效减水剂,在保证施工规范达标的基础上,力求降低混凝土的水灰比,从而提升其抗冻性与抗碳化性能。

5. 必须严格调控混凝土出料及入模时的温度,确保其不低于规定的5℃。针对已浇筑但未加遮蔽的混凝土部位,在采取保温覆盖措施时,其温度应保持在2℃及以上。

6. 指派专人负责气温变化的严密监测,详细且精确地记录观测数据,并同步关注天气预报信息,以确保能迅速把握天气态势,有效预防寒潮突袭。

三、冬期混凝土施工方法选择

蓄热技术作为一种冬季施工策略，精妙地运用了原材料的预热效能与水泥水化热，并通过覆盖适宜的保温材质以延缓混凝土冷却进程，保障其在适宜的正温条件下渐进固化，直至满足预定的强度要求。此项技术经济高效、操作简便且契合节能环保理念，故而在北京地区备受推崇。相较于其他策略，综合蓄热养护工艺凭借其流程精简、成本低廉及技术可行性强等诸多优势，已成为首选的施工方案。

四、混凝土冬期施工控制

混凝土冬期施工大致分三个环节：一方面，需在混凝土运输过程中采取适宜的温控措施；另一方面，混凝土拌合时的温度需符合既定规范。此外，混凝土浇筑及其养护阶段的温控策略亦不容忽视。这两个关键环节的温控精髓在于实施加热与保温蓄热的科学方法。

（一）原材料控制

为确保混凝土施工质量，防止混凝土在达到临界抗冻强度前遭受冻害，工程项目采取了掺入防冻剂的策略，其掺混比例精确调控于胶凝材料总量的3.5%至4%范畴内。混凝土骨料需保持高度洁净，严禁混入雪块或冰块等杂质。^[4]水泥则优选标号高于P.O42.5的普通硅酸盐水泥，同时，混凝土的水灰比需严格控制在0.6以下，对抗渗性能有较高要求的混凝土，其水灰比更应限定在0.5以下。为维持冬季混凝土拌制的适宜温度，原材料加热与保温工作显得尤为重要，其中加热水源成为首选方案。若热水加热仍无法满足温度要求，方可考虑对骨料进行加热处理。若即便达到规定加热温度，仍无法契合热工计算标准，则可适度提升水温至100℃，但需特别留意，水泥不得与温度超过80℃的热水直接接触。加热水的手段丰富多样，包括蒸汽加热、电加热或汽水热交换罐等均可择优选用。

（二）混凝土搅拌控制

随着冬季施工期的迫近，混凝土搅拌站需未雨绸缪，全面筹划冬季施工混凝土的各项预备工作，包括设备维护检修、原材料充足储备及混凝土与砂浆配比的精细调校等关键步骤。在冬季施工过程中，需将混凝土搅拌时长延长至常温条件的1.5倍，确保出机温度超过15℃，到场温度保持在10℃以上，^[5]且入模温度不低于5℃，以确保施工质量的稳步提升。

（三）对浇筑的要求

1. 在雨雪交加及冰冻气候条件下，严禁实施混凝土浇筑作业，并应尽量避免在此类恶劣天气中施工。若必须在此类环境下作业，则必须确保混凝土入模温度不低于5℃，以保障施工质量。

2. 浇筑混凝土前，应对模板和脚手架的表面的积雪和杂物进行清理，防止浇筑的混凝土质量过低和发生安全事故。

3. 在混凝土浇筑作业中，应遵循快速布料与充分振捣的原则，旨在减缓热量散失速率，并尽可能减小作业覆盖范围。浇筑完毕后，首要任务是采用塑料薄膜覆盖混凝土表面，继而加盖双

层保温棉帘，尤其需注重边角部位的紧密贴合，同时指派专人进行详尽检查。如遇大风天气，则必须进一步加强保温防护措施。

4. 为有效降低热量在传输过程中的散失，建议在泵送管道外部加装保温棉被予以包裹。

5. 在进行施工缝的混凝土续浇时，首要步骤为剔除水泥浮浆及松散石子，确保接缝部位湿润并彻底清洗，同时维持既有混凝土温度不低于2℃。继而，铺设一层与混凝土强度适配的砂浆层，待现浇混凝土强度达到1.2MPa及以上时，^[6]方可继续实施浇筑作业。

（四）混凝土养护

待混凝土冷却至5℃后，方可着手进行框架柱模板的拆卸作业。若混凝土与外界环境温度之差超过20℃，则在模板拆除后，需即刻采取临时遮盖措施，以保障混凝土表层温度缓慢下降。具体操作时，可先覆盖塑料薄膜，再加以棉被进行保温处理。若室外气温骤降至-15℃以下，则需启动综合蓄热施工方案，或单独采用棉被进行低温蓄热保温，或结合电热毯与棉被，以实现高效蓄热效果。务必确保在混凝土抗压强度达到设计标准70%前，避免其遭受冻结损害。

五、混凝土测温

（一）测温意义

在冬季混凝土施工过程中，混凝土内部水化会产生大量水化热，而外部环境则相对较低。为此，需实施温度监测以精准把控混凝土内部温度状态。依据测温数据，我们将采取针对性的外部保温与保湿调控措施，旨在减小混凝土内外温差及其表层与外界气温的差异。这一系列策略旨在预防混凝土在临界强度达成前遭受冻损，进而保障其后续阶段的质量稳定性，有效控制裂缝萌生，全面提升混凝土的整体性能。

（二）测温管理制度

1. 当气温符合冬季施工标准之际，即需着手进行混凝土温度监测作业。此过程全面涵盖了环境温度、混凝土出料温度、浇筑入模温度及养护期温度等多维度的精确测量。

2. 混凝土浇筑完成后，需在结构体核心区域、温差较大部位及易受冻害区域进行温度监测，可优选电子测温设备进行作业。各测温点位需逐一编号记录，并绘制精确的位置分布图示。实施测温作业期间，必须保证温湿度计处于良好密封状态，严禁其与外界环境直接接触。

3. 现浇梁的测温点配置应遵循梁体双侧垂直布设之原则，测温孔钻探深度宜为梁高三分之一至二分之一范围内。两测温点间距需控制在三米之内，且整体布局中测温点设置不得少于两处。^[7]现浇楼板测温布点则应围绕楼板边缘及中心区域均匀布设，测温孔需钻至楼板厚度之半。每一楼板单元内，测温点配置至少一处。

4. 每段墙体的每个跨度均需至少配置一个温度监测点，且测温孔的钻探深度需确保不低于200毫米。

5. 针对新近浇筑完成的混凝土，应及时开展首次温度记录测

量，并维持每两小时一次的监测频率，直至混凝土达到受冻临界强度，此后方可将测量间隔调整为六小时一次。若混凝土浇筑现场的气温下降至2℃及以下，则需适当加密测温频次，借助测温探杆灵活掌握混凝土入模时的温度状况。对于掺加了防冻剂的混凝土，在其强度未达到受冻临界强度之前，应保持每四小时测温一次的频率，一旦强度达标，测温作业即可终止。^[8]

（三）施工期间测温项目与频次

测温项目与频次	
测温项目	频次
室外气温	测量最高、最低气温
环境温度	每昼夜不少于4次
搅拌机棚温度	每一工作班不少于4次
水、水泥、矿物掺合料、砂、石及外加剂溶液温度	每一工作班不少于4次
混凝土出机、浇筑、入模温度	每一工作班不少于4次

六、混凝土质量控制

所有混凝土均采用专为冬季施工设计的配比方案，选用的是符合或优于 P42.5 标准的普通硅酸盐水泥。在商品混凝土的配制流程中，会科学加入早强剂与抗冻添加剂，并依据季节变化，预先进行配比的申报与优化调整。冬季施工中采用的各类外加剂，均需严格遵循相关规范标准。

除按实验规程留存标准混凝土试块外，另制备两组备用试块。此两组试块均在同等条件下养护：一组旨在验证混凝土受冻前强度是否达标，作为成熟度评判之基准；另一组则用以检测其在常温养护 28 日后之强度表现。混凝土须在温度降至规定值前，达到抗冻临界强度。气温差异对混凝土抗压强度要求各异：

气温高于 -10℃ 时，强度须逾 3.5MPa；高于 -15℃ 时，则需逾 4.0MPa；一旦气温降至 -20℃ 以下，强度要求则提升至 5.0MPa 以上。为确保混凝土受冻前临界强度达标，应采取有效保温、养护措施以护其表。混凝土浇筑作业宜避寒流，选日间进行更佳。浇筑成型后，初始养护温度需维持在 2℃ 以上，^[9]且强度达设计强度 70% 前，须防冻结。整个养护期，环境温度须保持零度以上。仅当混凝土温度降至 5℃ 以下时，方可拆模及保温层。此外，混凝土表面温度与外界温差需控制在 20℃ 范围以内。拆模后，应立即对混凝土表面进行覆盖处理，以助其实现缓慢而均匀的冷却过程。

七、结论

冬季施工中，混凝土面临的核心制约因素在于其早期冻结的风险。为确保混凝土不受冻损，必须在其进入冻结状态之前，经历一段常温下的预备养护期，旨在加速水泥水化进程，使混凝土达到免受冻结损害的临界强度标准。

在冬季施工期间，需依据工程实际状况，审慎选择施工方案，细致筹备施工材料，并采取与常温施工相同的养护措施。如此，方能有效预防冻融现象的发生，保障混凝土强度的逐步提升，同时防止对其长期服役的安全性与耐久性造成重大不利影响。

不断精进施工管理体系的各项措施，以保障冬季施工各环节协同作业更为流畅。^[10]革新现有冬季施工技术，以期更为有效地保障混凝土品质及整体工程质量于冬季施工中的稳固提升。

参考文献

[1] 张宁, 齐小勇. 基于 BIM 技术的建筑工程施工管理创新研究 [J]. 产业创新研究, 2025, (14): 105–107.

[2] 杨钦敏, 张栋. 装饰装修工程中的材料选择与施工技巧 [J]. 居舍, 2025, (21): 83–85.

[3] 高晓东, 盛凯, 马龙, 等. 绿色建筑标准下住宅项目施工技术的应用分析 [J]. 居舍, 2025, (21): 62–65.

[4] 黄旭升, 尹伊. 智能建筑材料在装配式建筑中的集成应用研究 [J]. 居舍, 2025, (21): 69–71+75.

[5] 黄勇贵, 陈海燕, 徐诗涵. 清水混凝土外观缺陷的成因与检测方法研究 [J]. 广东建材, 2025, 41(07): 96–100.

[6] 雷建维. 冬季混凝土施工质量保障措施 [J]. 中国水泥, 2025, (07): 85–87.

[7] 黄思远. 冬季房建工程混凝土施工养护技术分析 [J]. 中国建筑装饰装修, 2025, (12): 170–172.

[8] 张力. 混凝土冬季施工中建筑工程技术的应用 [J]. 住宅与房地产, 2025, (17): 95–97.

[9] 石华锋, 汪志勇, 林春红, 等. 大温差环境对水泥混凝土性能的影响研究 [J]. 交通科技, 2025, (02): 54–58+70.

[10] 闫红. 建筑工程施工中钢筋混凝土结构施工技术 [J]. 中国住宅设施, 2025, (02): 221–223.