

建筑工程技术中的混凝土冬季施工技术

路佳俊

山西万居工程项目管理有限公司 山西 晋中 030600

摘要：冬季低温环境易导致混凝土施工出现冻害、强度不足等质量隐患，严重影响建筑工程结构稳定性和耐久性。本文围绕建筑工程混凝土冬季施工技术展开研究，阐述了冬季施工相关基础理论，分析了低温对施工的影响，详细探讨了施工前期准备、核心工序技术及全过程质量控制要点，涵盖配合比设计、浇筑施工、养护优化等关键环节，明确了各工序的技术要求和管控标准。研究结合实际施工需求，梳理了科学可行的施工技术方案的和质量管控措施，为建筑工程混凝土冬季施工提供技术参考。

关键词：建筑工程；混凝土；冬季施工；核心技术

引言：在建筑工程施工中，冬季施工因低温环境的特殊性，成为影响施工质量和进度的关键环节。混凝土作为建筑工程核心材料，其凝结硬化过程受温度影响显著，冬季低温易减缓水化反应、导致内部游离水冻结，引发裂缝、冻害等问题，制约工程质量。随着建筑行业的快速发展，冬季施工项目日益增多，对混凝土冬季施工技术的专业性和规范性要求不断提高。基于此，本文针对建筑工程混凝土冬季施工技术进行系统研究，梳理施工全流程技术要点和质量控制措施，解决冬季施工中的技术难题，为实际施工提供指导，具有重要的工程实践意义。

1 建筑工程混凝土冬季施工相关基础理论

1.1 混凝土的基本组成与凝结硬化原理

混凝土主要由水泥、骨料、水及外加剂按合理比例配制而成，其中水泥为胶凝材料，骨料起骨架支撑作用，水与水泥发生水化反应是混凝土凝结硬化的核心。水化反应过程中，水泥颗粒与水结合生成水化产物，逐渐填充骨料间隙，使混凝土从塑性状态过渡到坚硬状态，形成具备强度和耐久性的建筑材料。水化反应速率与温度密切相关，常温下反应平缓有序，为混凝土强度稳步增长提供保障，这也是冬季低温施工需重点调控的核心环节。

1.2 冬季低温环境对混凝土施工的影响

冬季环境温度低于5℃时，会显著影响混凝土施工质量。(1) 低温会减缓水泥水化反应速率，延长凝结硬化时间，导致混凝土早期强度增长缓慢，影响后续施工工序推进；(2) 当温度降至0℃以下，混凝土内部游离水会结冰膨胀，破坏水化产物结构，产生微裂缝，降低混凝土强度、抗冻性和耐久性。(3) 低温还会导致骨料、拌合水冻结，影响混凝土拌合物的和易性，进而引发浇筑困难、密实度不足等问题。

1.3 混凝土冬季施工的技术要求与质量标准

混凝土冬季施工要遵循“保温、防冻、促水化”的核心要求，确保施工质量达标。技术上，要控制拌合物出机温度不低于10℃、入模温度不低于5℃，浇筑后及时采取保温措施，防止表面受冻。质量标准方面，混凝土抗压强度、抗冻等级需符合设计及规范要求，浇筑后无冻害、裂缝等缺陷；同时严格控制施工全过程温度，做好温度监测记录，确保水化反应正常进行，保障混凝土结构稳定性和耐久性^[1]。

2 建筑工程混凝土冬季施工前期准备工作

2.1 施工方案的编制与优化

混凝土冬季施工前，需结合工程实际编制专项施工方案，明确施工流程、各工序技术参数及管控要点。方案编制需结合工程结构类型、施工进度计划，充分考虑冬季低温特点，明确温度控制指标、养护方式及应急处置流程。编制完成后，需组织技术、质量、施工等相关人员审核，针对方案中不合理之处进行优化，重点完善温度监测方案、保温措施细节及工序衔接安排，确保方案具备可操作性和针对性，能够指导冬季施工全过程有序开展，规避因方案疏漏导致的施工隐患。

2.2 施工材料的选型、检验与预处理

施工材料需结合冬季施工要求合理选型，优先选用抗冻性、早期强度发展较快的胶凝材料，骨料需选用洁净、无冻块、无杂质的颗粒，外加剂选用符合规范要求的防冻剂、早强剂，严禁使用不合格外加剂。材料进场前，需严格执行检验流程，对水泥强度等级、骨料级配、外加剂性能等进行抽样检测，检测合格后方可进场。进场后，需对材料进行预处理，水泥、外加剂需妥善存放于保温库房，防止受潮受冻；骨料需清理表面冻块和杂质，必要时进行预热处理，确保材料性能符合施工要求。

2.3 施工机械设备的检修、调试与保温防护

冬季施工前,需对所有参与施工的机械设备进行全面检修和调试,重点检查混凝土搅拌设备、运输车辆、泵送设备及测温仪器等。对设备的零部件进行排查,更换磨损、老化部件,添加适配冬季低温环境的润滑油,确保设备运行稳定。调试完成后,需对设备进行保温防护,搅拌设备搭设保温棚,运输车辆包裹保温篷布,泵送管道缠绕保温材料,防止设备及管道因低温冻裂、结冰,影响施工连续性。

2.4 施工现场的布置与冬季防护措施

施工现场需结合冬季施工需求合理布置,划分材料堆放区、搅拌区、浇筑区等功能区域,设置明显标识,确保施工有序。材料堆放区需平整、硬化,做好排水措施,防止雨雪积水结冰;搅拌区搭设保温棚,配备升温设备,控制棚内温度符合施工要求。施工现场需搭设防护棚,对浇筑作业面、脚手架等进行防护,防止雨雪侵袭。同时,清理施工现场的积水、积雪,修整施工道路,铺设防滑材料,设置防滑标识^[2]。

3 建筑工程技术中的混凝土冬季施工核心工序技术

3.1 混凝土冬季施工配合比设计与调整技术

混凝土冬季施工配合比设计与调整要严格遵循相关规范,以常温配合比为基础,结合冬季低温特点,围绕设计原则、材料适配性等核心要点,完成配合比的设计与优化,确保适配冬季施工需求。(1)冬季施工混凝土配合比设计原则,需以满足混凝土设计强度、抗冻等级为核心,兼顾拌合物和易性与施工便利性,控制水胶比、合理选用材料,确保配合比具备抗冻性、早期强度发展适配性,同时符合经济性要求,避免不必要的材料浪费。(2)胶凝材料、骨料、外加剂的适配性调整,胶凝材料优先选用水化热较高、早期强度发展较快的品种,避免选用水化速率过慢的类型,确保低温环境下能正常水化;骨料需选用洁净、无冻块、无杂质的连续级配骨料,控制含泥量、泥块含量符合规范,调整骨料级配以改善拌合物和易性;外加剂选用无氯、低碱型防冻剂、早强剂,提前进行适配性试验,确保与胶凝材料、骨料兼容,不产生不良反应,严格控制掺量范围。(3)配合比优化对混凝土抗冻性能的提升,通过合理降低水胶比,减少混凝土内部游离水含量,降低冻结破坏风险;调整砂率、掺入适量掺合料,改善混凝土内部结构,提升密实度,增强抗冻能力;优化外加剂掺量,充分发挥防冻、早强作用,弥补低温对混凝土抗冻性能的影响。(4)配合比设计实例与验证,设计完成后需模拟冬季施工温度环境进行试配,检测混凝土拌合物和易性、凝结时间,以及不

同龄期的强度、抗冻性能,根据试配结果调整各组分量,直至所有性能指标达标^[3]。

3.2 建筑工程混凝土冬季施工浇筑关键技术

混凝土冬季施工浇筑关键技术围绕搅拌运输保温、基层处理、浇筑工艺等核心环节,明确各环节操作要点与控制要求,做好全过程技术管控,避免低温导致的浇筑质量缺陷。(1)混凝土搅拌与运输过程中的保温技术,搅拌设备搭设保温棚,配备升温设备,控制棚内温度不低于10℃,防止设备及材料受冻;搅拌前对骨料、拌合水进行预热,严格控制预热温度,避免热水直接接触水泥导致假凝;运输选用密闭式车辆,车厢包裹保温篷布,缩短运输路线、减少运输时间,控制运输过程中温度损失,确保拌合物出机、入模温度达标。(2)浇筑前基层处理与温度控制要求,浇筑前彻底清理作业面,去除表面积雪、冻块、杂物及松散层,避免杂质影响混凝土与基层的粘结力;对基层进行预热处理,确保基层温度不低于5℃,无结冰、起砂现象,预热范围覆盖整个作业面及周边一定区域,防止浇筑后基层低温导致混凝土底部受冻。(3)冬季混凝土浇筑工艺要点与操作规范,浇筑遵循“分层浇筑、分层振捣”原则,控制分层厚度符合规范要求,避免分层过厚导致振捣不密实;振捣采用插入式振捣器,控制振捣深度、振捣时间,确保振捣均匀,无漏振、过振现象,振捣完成后及时整平表面,去除浮浆、气泡;浇筑作业避开严寒时段,选择气温相对较高的时间段进行,加快浇筑速度,减少热量散失。(4)浇筑过程中的质量控制与常见问题处理,安排专人负责全过程管控,实时监测拌合物出机温度、入模温度及环境温度,做好记录,对温度不达标的拌合物严禁使用;密切观察浇筑过程,及时处理拌合物离析、泌水等问题,若出现浇筑中断,需采取保温措施保护已浇筑混凝土,避免受冻;发现振捣不密实、表面裂缝等隐患,立即停工整改,整改合格后方可继续施工。

3.3 混凝土冬季养护技术及工艺优化

混凝土冬季养护技术及工艺优化需围绕养护原则、养护方法、监测调控等要点,选用合理的养护方式,优化养护工艺,做好全过程温度、湿度管控,确保混凝土强度稳步增长,避免受冻损坏。(1)冬季混凝土养护的核心目的与技术原则,核心目的是控制混凝土养护温度、保持养护湿度,减缓低温对水泥水化的抑制作用,防止混凝土内部游离水冻结,避免产生冻害、裂缝,确保混凝土强度、抗冻性等性能达标;技术原则遵循“保温、防冻、保湿、促水化”,兼顾养护效果与施工便利性,根据环境温度、结构类型调整养护措施,确保养护全过程可

控。(2)常用冬季养护方法及应用场景,蓄热养护法适用于气温不过低、结构体积较小的构件,采用保温材料全覆盖,利用混凝土自身水化热进行养护,配套铺设塑料薄膜保湿;蒸汽养护法适用于气温较低、对早期强度要求较高的构件,搭建养护棚,通入蒸汽控制棚内温度、湿度,严格控制升温、恒温、降温速率,避免温度骤变产生裂缝;综合养护法结合蓄热、升温措施,适用于大型构件、复杂结构,兼顾养护效果与经济性。(3)养护过程中的温度、湿度监测与调控技术,安排专人负责监测,在混凝土表面、内部及养护环境设置监测点,浇筑后前3天每2小时监测一次,之后每4小时监测一次,做好监测记录;温度调控需确保混凝土内部温度不低于5℃,表面与内部、表面与环境温度差值控制在规范范围内,低温时及时增设升温设备,高温时适当通风降温;湿度调控需保持混凝土表面湿润,养护环境湿度不低于80%,采用洒水、悬挂湿麻袋等方式保湿,严禁直接浇水冻伤混凝土。(4)养护工艺优化与养护效果提升措施,根据结构类型、环境温度优化养护方式,薄壁构件、大面积楼板采用全覆盖保温保湿养护,厚大体积混凝土采用分层养护、分段保温,减少温度裂缝;优化保温材料铺设方式,边角、阴阳角等薄弱部位增加保温层数,确保无裸露、无空隙;合理延长养护时间,根据混凝土强度增长情况调整,确保强度达到设计要求后再拆除保温材料,拆除过程逐步进行,做好后续防护,避免混凝土受冻^[4]。

4 混凝土冬季施工质量控制

混凝土冬季施工质量控制需贯穿施工全过程,聚焦关键环节,明确管控要点,落实管控责任,避免低温环境引发质量隐患,确保施工质量符合规范及设计要求。(1)事前质量控制,严格审核冬季施工专项方案,重点核查温度控制、保温措施等内容,确保方案具备可操作性;严格把控施工材料进场检验,对水泥、骨料、外加剂等进行抽样检测,不合格材料严禁进场使用;检修调试施工机械设备,做好保温防护,确保设备运行稳定。(2)事中质量控制,严控混凝土配合比执行,严格按照设计调整后

的配合比配料,严禁随意增减材料用量及外加剂掺量;全程监测搅拌、运输、浇筑各环节温度,确保出机、入模温度达标,规范执行搅拌、振捣工艺。(3)事后质量控制,强化养护阶段质量管控,严格落实保温保湿措施,规范开展温度、湿度监测,及时调整养护方案;定期检测混凝土强度、抗冻性能,做好检测记录;对施工完成的构件进行外观检查,及时排查处理冻害、裂缝等质量缺陷。(4)全过程管控管理,明确各岗位质量管控责任,加强施工人员技术交底,规范操作流程;做好施工全过程记录,留存温度监测、材料检验、质量检测等资料,确保质量管控可追溯^[5]。

结束语:本文围绕建筑工程混凝土冬季施工技术,从基础理论、前期准备、核心工序到质量控制,进行了全面系统的梳理和探讨,明确了各环节的技术要点和管控要求,形成了一套贴合实际施工的技术流程和质量管控体系。冬季混凝土施工的核心在于做好保温防冻、严控各工序质量,通过科学的配合比设计、规范的浇筑操作和优化的养护工艺,可有效规避低温带来的施工隐患。未来可进一步深入研究新型防冻材料和养护技术,不断完善冬季施工技术体系,推动建筑工程冬季施工质量持续提升。

参考文献:

- [1]刘元焯.建筑工程技术中的混凝土冬季施工技术要点研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(12):115-118.
- [2]刘玉.建筑工程技术中的混凝土冬季施工技术解析[J].美食,2025(18):13-14.
- [3]邢聪斌.建筑工程混凝土冬季施工技术分析[J].门窗,2025(5):115-117.
- [4]徐奎生.建筑工程项目混凝土冬季施工技术研究分析[J].区域治理,2025(18):0115-0117.
- [5]孙中厚.建筑工程技术中混凝土冬季施工技术[J].读报参考,2025(8):3-3.