

公路工程施工中冬季施工技术与质量保障措施研究

胥晓勇

汉中市南郑区农村公路管理站 陕西 汉中 723100

摘要: 本文聚焦于公路工程施工中的冬季施工环节,详细阐述土方工程、混凝土工程、钢筋工程、沥青路面工程等关键冬季施工技术细节,从施工前准备、施工过程控制、施工后检测与维护等维度提出全面质量保障措施。期望为公路工程冬季施工提供科学、实用的指导,确保低温环境下实现高质量工程建设。

关键词: 公路工程; 冬季施工; 施工技术; 质量保障

1 引言

公路工程作为国家基础设施建设的核心部分,其建设进度与质量对区域经济发展和人民生活便利性影响深远。然而,冬季施工不可避免,低温、昼夜温差大、天气多变等不利因素给公路工程施工带来重重困难,对施工技术提出更高要求,也对工程质量保障构成严峻挑战。深入研究公路工程冬季施工技术与质量保障措施,对提高工程建设水平、保障工程安全与质量意义重大。

2 公路工程冬季施工技术要点

2.1 土方工程冬季施工技术

2.1.1 土壤防冻

入冬前,对施工现场土壤覆盖保温,根据土壤性质和冻结深度选择合适覆盖材料。对于黏性土,可采用双层草帘加塑料薄膜覆盖,草帘保暖,塑料薄膜防潮;砂性土可用锯末与塑料薄膜组合覆盖,锯末吸水保温,塑料薄膜防风。对于已冻结土壤,采用人工与机械结合破碎。人工用镐、锹等工具初步破碎表层冻土,机械用冻土掘进机等专业设备对深层冻土进行破碎,破碎后及时清理冻土块。

2.1.2 土方回填

回填土选未冻结、含水量符合要求土壤。不同工程部位对回填土含水量要求不同,路基回填土含水量宜控制在最佳含水量 $\pm 2\%$ 范围内。回填分层夯实,每层厚度根据压实设备性能和土壤性质确定,一般控制在20-30cm之间。夯实后及时覆盖保温,用保温毡或聚苯乙烯泡沫板等材料,保温毡搭接宽度不小于10cm,聚苯乙烯泡沫板拼接严密。回填区域周围设排水沟,排水沟深度根据当地冻土深度和排水量确定,一般比冻土深度深20-30cm,宽度不小于30cm,及时排除积水,避免土壤因含水量过高影响压实效果。

2.2 混凝土工程冬季施工技术

2.2.1 原材料选择与加热

选水化热高、早期强度发展快水泥品种,如普通硅酸盐水泥,不同强度等级水泥水化热不同,42.5级普通硅酸盐水泥水化热相对较高。骨料清洁,无冰雪、冻块等杂质。对水和骨料加热,水加热温度不宜超 80°C ,用蒸汽直接加热或热水循环加热。蒸汽直接加热时,蒸汽管道布置合理,使水均匀受热;热水循环加热时,水箱设保温层,减少热量损失^[1]。骨料加热温度根据水泥品种和混凝土强度等级定,一般不超 60°C ,用火焰加热或蒸汽加热。火焰加热时,控制火焰与骨料距离,避免骨料局部过热;蒸汽加热时,蒸汽管道穿插在骨料堆中,保证加热均匀。

2.2.2 混凝土搅拌与运输

搅拌混凝土适当延长搅拌时间,比常温下延长50%左右,确保搅拌均匀。不同搅拌设备搅拌时间有差异,强制式搅拌机搅拌时间可适当缩短,自落式搅拌机需延长。运输采取保温措施,用保温车并在车辆上覆盖保温被,保温被厚度根据环境温度和运输距离确定,一般不小于5cm。运输车辆行驶速度适中,避免急刹车和急转弯,减少混凝土晃动和热量损失。运输时间控制在规定范围内,一般不超过1h,超时应采取中途加热等措施。

2.2.3 混凝土浇筑与养护

浇筑前清除模板和钢筋上冰雪污垢,用喷灯或热水冲洗。浇筑连续进行,避免施工缝。大体积混凝土分层浇筑,每层厚度根据混凝土散热能力和结构特点确定,一般不超1m。浇筑完成后及时保温养护,蓄热法在混凝土表面覆盖保温材料,如草帘、锯末等,覆盖层数根据环境温度和混凝土强度等级确定,一般不少于2层。暖棚法在施工现场搭建暖棚,用钢管或木材作骨架,塑料薄膜或彩钢板作围护结构,通过加热设备使棚内温度保持在适宜范围,如 $5-15^{\circ}\text{C}$ 。电热法用电热丝等加热元件对混凝土加热养护,电热丝布置均匀,功率根据混凝土体积和加热要求确定。

2.3 钢筋工程冬季施工技术

2.3.1 钢筋加工与焊接

低温环境加工钢筋,调整加工设备参数,如弯曲机角度调整装置根据钢筋直径和弯曲要求调整,确保加工尺寸准确。钢筋焊接在室内进行,必须在室外焊接时,采取防风、防雪措施,搭设防风棚,用彩钢板或塑料薄膜围护,焊接环境温度不低-20℃。焊接前预热钢筋,预热温度根据钢筋品种和直径确定,一般100-200℃,用火焰加热或电加热。火焰加热时,控制火焰温度和加热范围,避免钢筋过热;电加热时,用专用电加热设备,均匀加热钢筋。焊接完成后缓慢冷却,用石棉布或保温被包裹焊接接头,冷却时间根据钢筋直径和焊接工艺确定,一般不少于30min。

2.3.2 钢筋安装

钢筋安装防止受冰雪侵蚀,安装前清理钢筋表面冰雪。绑扎好的钢筋骨架及时覆盖保温,用塑料薄膜或防雨布,塑料薄膜搭接宽度不小于15cm,防雨布用绳索固定牢固。浇筑混凝土前检查钢筋位置和固定情况,用钢尺、线坠等工具测量钢筋间距、保护层厚度等,确保钢筋在混凝土中发挥正常受力作用。

2.4 沥青路面工程冬季施工技术

2.4.1 沥青混合料拌制

冬季施工提高沥青混合料拌制温度,沥青加热温度一般160-170℃,集料加热温度比沥青高10-20℃。不同沥青标号和集料类型加热温度有差异,改性沥青加热温度可适当提高。严格控制拌和时间,根据混合料类型和拌和设备性能确定,一般间歇式拌和机拌和时间不小于45s,连续式拌和机根据生产能力和混合料质量调整^[2]。拌和过程中,用温度传感器实时监测沥青和集料温度,用电子秤准确计量各种材料用量,确保混合料搅拌均匀,各项性能指标符合要求。

2.4.2 沥青混合料运输与摊铺

运输用保温性能良好运输车辆,车厢内壁涂防粘剂,减少混合料粘附。车辆上覆盖双层保温被,保温被接缝处用胶带密封。摊铺前预热摊铺机,预热温度不低于100℃,用燃气加热或电加热。预热时间根据摊铺机型号和环境温度确定,一般不少于30min。摊铺连续、均匀、缓慢进行,摊铺速度2-6m/min,根据混合料供应能力和压实设备性能调整。摊铺过程中,用平衡梁或非接触式自动找平装置控制摊铺厚度和平整度,摊铺厚度误差控制在±3mm以内。

2.4.3 沥青混合料压实

压实是关键环节,选择合适压实设备和工艺。初压

用轻型钢轮压路机,紧跟摊铺机,压实温度一般不低于120℃,压路机行驶速度1.5-2km/h,碾压遍数1-2遍。复压用重型轮胎压路机或振动压路机,压实温度不低于110℃,轮胎压路机行驶速度3-4km/h,碾压遍数4-6遍;振动压路机行驶速度2.5-3.5km/h,振动频率35-50Hz,振幅0.3-0.8mm,碾压遍数3-4遍。终压用双轮钢筒压路机,消除轮迹,压实温度不低于90℃,压路机行驶速度2-3km/h,碾压遍数1-2遍。压实过程中,注意压路机行驶路线和重叠宽度,相邻碾压带重叠宽度不小于1/3轮宽,确保路面压实度符合要求,一般不低于实验室标准密度的96%。

3 公路工程冬季施工质量保障措施

3.1 施工前准备阶段

3.1.1 技术准备

冬季施工前,组织施工技术人员专项培训,内容涵盖冬季施工规范、标准、新技术等。培训方式有集中授课、现场演示、案例分析等,确保技术人员熟悉冬季施工技术要求和操作规范。编制详细冬季施工方案,明确施工工艺、质量标准、保障措施等,方案经专家论证和审批后实施。对施工图纸会审,针对冬季施工可能问题,与设计单位沟通,提前做好技术准备,如调整结构尺寸、增加保温措施等。

3.1.2 材料准备

根据冬季施工方案,提前采购储备符合质量要求材料,如保温材料、加热设备、防冻剂等。保温材料选导热系数小、保温性能好的聚苯乙烯泡沫板、岩棉板等;加热设备选效率高、安全可靠的蒸汽锅炉、电加热器等;防冻剂选与混凝土原材料相容性好、对混凝土性能影响小的产品。材料进场严格检验,检查质量证明文件、规格型号、外观质量等,按规定抽样送检,合格后方可使用^[3]。做好材料储存保管,保温材料存放在干燥通风仓库,防潮防火;加热设备定期检查维护,确保正常运行;防冻剂存放在专用仓库,按品种规格分类存放,标识清楚。

3.1.3 设备准备

对施工设备全面检查维护,确保低温环境正常运行。检查发动机冷却系统,更换适合低温防冻液,检查散热器、水泵等部件,确保无泄漏。检查润滑系统,更换低温润滑油,检查油底壳、机油滤清器等,保证润滑良好。检查电气系统,检查电线电缆绝缘情况,更换老化破损部件,确保电气设备安全可靠。准备备用设备和易损件,如发动机、液压泵、轮胎等,制定设备故障应急预案,及时处理设备突发故障。

3.1.4 现场准备

清理施工现场积雪、冰块和杂物,确保场地平整坚实。对软弱地基进行处理,如换填、夯实等,提高地基承载力。搭建临时设施,如暖棚、保温仓库等,暖棚用钢管或木材作骨架,塑料薄膜或彩钢板作围护结构,设通风口和出入口,保证通风和人员设备进出方便;保温仓库用于存放保温材料、加热设备等,做好防潮防火措施。设置排水系统,排水沟、集水井等合理布置,及时排除积水,防止结冰。

3.2 施工过程控制阶段

3.2.1 质量检验与控制

建立严格质量检验制度,加强原材料、构配件和施工过程质量检验。原材料检验按批次进行,每批次检验项目和数量符合规范要求。构配件进场检查外观质量、尺寸偏差等,按规定抽样检测力学性能。施工过程中,每道工序完成后自检、互检、专检,自检由施工人员对照质量标准检查,互检由班组之间相互检查,专检由专职质检人员检查,合格后报监理工程师验收。加强关键工序和隐蔽工程质量控制,如混凝土浇筑、钢筋焊接等,关键工序施工前进行技术交底,施工过程中旁站监督,隐蔽工程验收时留存影像资料。

3.2.2 温度监测与控制

施工过程中设温度监测点,监测混凝土、沥青混合料等入模温度、养护温度和环境温度。温度监测点布置合理,能反映实际温度情况,如混凝土浇筑时,在浇筑部位不同深度和位置设监测点;沥青路面施工时,在摊铺层表面和内部设监测点。用温度计、红外线测温仪等设备实时监测温度,温度计精度符合要求,红外线测温仪定期校准^[4]。根据温度监测结果,及时调整保温加热措施,如混凝土入模温度低于规定值,加热骨料或提高拌合水温度;沥青混合料摊铺温度低,提高混合料出厂温度或加强运输保温。

3.3 施工后检测与维护阶段

3.3.1 质量检测与评估

公路工程冬季施工完成后,及时质量检测评估。用无损检测、钻芯取样等方法检测混凝土强度、路面平整度、压实度等。无损检测用回弹仪、超声波检测仪等设备,回弹仪检测混凝土表面硬度推算强度,超声波检测仪检测混凝土内部缺陷和强度;钻芯取样在结构物上钻取芯样,进行抗压强度试验,评估混凝土强度。路面平整度用3m直尺、连续式平整度仪等检测,3m直尺检测路

面局部平整度,连续式平整度仪检测路面整体平整度。压实度用灌砂法、环刀法等检测,灌砂法适用于现场测定基层或砂石路面压实度,环刀法适用于细粒土及无机结合料稳定细粒土密度和压实度检测。对比检测结果与设计要求和相关标准规范,评估工程质量是否合格。对检测中质量问题,分析原因,采取返工、修补等措施,确保工程质量达到要求。

3.3.2 成品保护与维护

加强已完工工程成品保护,防止后续施工损坏。混凝土路面、沥青路面等表面设防护标志,如警示桩、警戒线等,限制车辆和行人通行。对易受碰撞部位,如桥墩、护栏等,用木板、橡胶垫等材料包裹保护。对需特殊养护工程部位,如混凝土桥梁、隧道等,按养护要求定期养护维护。混凝土桥梁养护保持表面湿润,定期洒水或覆盖保湿材料;隧道养护检查通风、照明等设施,清理排水系统,确保隧道安全运行。

结语

公路工程冬季施工面临诸多挑战,但通过科学合理冬季施工技术和严格有效质量保障措施,可确保工程质量达到设计要求和相关标准规范。实际施工中,应根据工程特点、当地气候条件等因素制定针对性冬季施工方案,加强施工前准备、施工过程控制和施工后检测与维护等环节管理。同时,不断总结经验,推广应用新技术、新材料、新工艺,提高公路工程冬季施工技术水平和质量保障能力,为我国公路事业持续发展做贡献。未来公路工程建设中,随着对工程质量要求提高和施工技术进步,冬季施工技术与质量保障措施将不断完善创新,施工人员应不断学习掌握新知识和技能,适应施工环境变化,打造高质量公路工程。

参考文献

- [1]范森.浅谈公路工程冬季施工技术措施[J].散装水泥,2024,(02):47-49.
- [2]纪伟.公路桥梁混凝土冬季施工技术研究[J].工程机械与维修,2024,(05):73-75.
- [3]杨涛.高速公路冬季施工要点[J].交通世界,2023,(Z1):182-184.
- [4]翁伟,王蓓.高速公路冬季施工方法研究——以延崇高速公路山区段施工为例[J].工程技术研究,2022,7(10):70-72.