

钢筋混凝土保护层在交通工程施工中的应用

刘春义

山东省高速养护集团有限公司 山东 济南 250000

摘要：钢筋混凝土保护层是交通工程结构施工的关键组成部分，其施工质量直接影响路桥、隧道构筑物的耐久性与运营安全性。本文阐述保护层的基本定义、核心性能及交通工程专属施工技术要求。结合工程实际，系统分析水泥垫块、塑料垫块、复合垫块等常用材料的性能特点，梳理钢筋定位、垫块布设、浇筑振捣及养护等关键施工工艺。针对桥梁、道路、隧道及交通附属设施的不同工况，总结差异化的保护层施工应用方式，并结合行业发展现状梳理材料、工艺及检测方面的技术创新。研究可为交通工程保护层标准化、精细化施工提供现场参考。

关键词：交通工程；钢筋混凝土保护层；材料性能；关键工艺；具体应用

引言：现阶段我国交通基础设施建设规模持续扩大，路桥、隧道等混凝土结构服役环境复杂，车辆动荷载、温湿度交替变化及水土腐蚀等因素，极易造成结构表层破损、钢筋锈蚀等病害，影响工程使用寿命。相较于普通建筑工程，交通工程对保护层厚度、密实度和抗疲劳性能有着更高的施工标准。为进一步规范现场施工流程，提升构筑物整体施工质量，本文结合一线施工经验，系统探究保护层材料特性、施工工艺及不同交通构筑物的应用要点，为现场施工管控提供实操依据。

1 钢筋混凝土保护层概述

1.1 钢筋混凝土保护层的定义与核心作用

钢筋混凝土保护层指混凝土结构中，最外层钢筋外边缘至混凝土构件表面的混凝土表层区域，是钢筋混凝土结构的重要组成部分。其不单纯是结构防护层，更是保障交通工程构筑物稳定性和耐久性的关键结构层。在实际工程中，保护层主要起到防护钢筋的核心作用，可隔绝空气、雨水、腐蚀性介质，避免钢筋发生氧化、锈蚀、老化，防止钢筋受力性能下降。同时，保护层能够实现钢筋与混凝土的协同受力，均匀传递结构荷载，提升构件的整体抗压、抗拉性能。此外，完整的混凝土保护层可提升交通构件的防火、抗冻、抗渗能力，有效规避结构开裂、剥落等病害，延长道路、桥梁、隧道等交通工程的服役年限。

1.2 交通工程中保护层施工的特殊技术要求

相较于普通建筑工程，交通工程构筑物长期暴露在户外复杂环境中，承受车辆荷载、温差变化、雨水冲刷及冻融循环影响，对保护层施工有着以下要求。（1）厚度精度要求，公路桥梁、隧道衬砌等核心构件的保护层厚度必须严格贴合规范标准，杜绝厚度不足引发钢筋锈蚀、厚度过大导致构件承载力下降的问题。（2）整体密

实性要求，施工中需保证保护层混凝土振捣均匀、无蜂窝麻面，阻断外界腐蚀介质渗透通道。交通工程保护层需具备良好的抗疲劳性能，适配车辆反复碾压、震动带来的荷载冲击。（3）现场施工需做好全程定位管控，防止钢筋移位、垫块脱落，保障保护层成型均匀、结构稳定，满足交通工程长期安全运营需求^[1]。

2 交通工程中保护层施工的常用材料与性能特性

在交通工程混凝土保护层施工中，材料选型直接决定保护层成型精度、结构密实度及长期稳定性，需结合公路、桥梁、隧道等不同构筑物的施工环境与结构受力条件合理选用，当前施工现场常用材料主要分为常规垫块材料与新型防护材料两大类，具体性能特性如下：

（1）水泥混凝土垫块。该材料为交通工程传统通用材料，原材料与主体混凝土一致性较高，热膨胀系数与混凝土基体匹配度好，施工完成后不易出现分层、脱落现象。其抗压强度高、硬度大，可承受混凝土浇筑振捣的冲击荷载，不易发生形变，适配桥梁墩柱、梁板、隧道衬砌等大荷载构件施工。但该类垫块韧性较差，裁切难度高，规格统一性不足，批量施工易出现尺寸偏差。

（2）塑料垫块。塑料垫块凭借规格标准化、自重轻、安装便捷的特点广泛应用于道路、小型交通附属工程。其尺寸精度高，可精准控制保护层厚度，柔韧性良好，运输与施工过程中不易破损。材料耐腐蚀、抗老化，适配户外干湿交替的施工环境，但耐高温性能较差，高温环境下易出现轻微变形，不适用于大体积、高强度振捣的核心承重构件。（3）新型高强度复合垫块。作为改良型施工材料，复合垫块融合了水泥材料的高强度与塑料材料的高精度优势，结构密实、尺寸规整，具备抗冻、防渗、耐腐蚀的特性。材料稳定性强，可适配桥梁、隧道等严苛工况施工，弥补了传统垫块的性能缺陷，目前已

逐步应用于高标准交通基建工程中^[2]。

3 钢筋混凝土保护层关键施工工艺要点

依据公路、桥梁、隧道工程施工特点,核心施工工艺要点主要分为以下四个关键环节。(1)施工前期钢筋定位标高校准。正式施工前,需依据设计图纸核对钢筋规格、间距与标高参数,对梁板、墩柱、隧道衬砌等构件的钢筋骨架进行精准定位。采用卷尺、水平仪等设备完成复测校正,调整钢筋偏移、错位问题,对骨架进行点焊固定,避免后续施工出现钢筋位移,从源头控制保护层厚度偏差。(2)保护层垫块布设与固定。根据构件部位、结构荷载选用匹配规格的垫块,按照标准间距梅花形布设,梁底、板底等受力密集区域适当加密垫块。垫块需与钢筋绑扎牢固,贴合钢筋表面,杜绝松动、悬空、偏移等问题,曲面、边角等特殊部位采用适配异形垫块,保证布设均匀、受力均衡。(3)混凝土浇筑与振捣过程管控。混凝土浇筑采用分层、分段匀速施工,避免高速冲击钢筋骨架造成垫块脱落、钢筋移位。振捣作业遵循快插慢拔原则,振捣棒不得直接触碰钢筋与垫块,防止构件位移、保护层厚薄不均,重点强化边角、节点等薄弱部位的振捣作业,保证混凝土填充密实。(4)成型后养护质量控制。混凝土初凝后及时开展养护作业,根据施工现场温度、湿度调整养护方式,常规采用洒水、覆盖保温保湿材料养护。严格把控养护周期,避免表层混凝土失水过快产生收缩裂缝,保证保护层外观平整、结构密实,满足交通工程结构施工质量标准^[3]。

4 钢筋混凝土保护层施工在各类交通工程中的具体应用

4.1 公路桥梁工程中的保护层施工应用

公路桥梁构件分为上部梁板结构、下部墩台桩基结构,不同部位保护层施工标准与操作方式区分明确,施工全程以厚度精准控制、结构抗形变、适配动荷载为核心管控重点。(1)桥梁梁板施工。梁板为主要受弯构件,常规设计保护层厚度控制在30mm左右。施工时采用标准化高强度水泥垫块,按间距50cm梅花式布设,梁板底部受力区域进行加密布设。钢筋骨架绑扎完成后,先完成标高复测,微调钢筋位置,避免钢筋贴模;模板封堵前,逐一检查垫块紧固状态,对松动、破损垫块及时更换。混凝土浇筑采用分层对称浇筑,严控浇筑落差,避免高压冲击导致钢筋偏移、垫块滑脱。(2)桥墩与盖梁施工。墩柱为竖向承重构件,保护层厚度统一控制在35mm。墩柱竖向钢筋采用定位箍固定,侧面选用方形垫块,竖向间距严格控制在40cm,边角位置增设异形垫块,规避棱角保护层缺失问题。针对高墩施工,需在

模板安装后二次校核保护层参数,校正钢筋整体偏移问题,保障墩身保护层厚度均匀一致。(3)桩基基础施工。水下桩基保护层厚度不小于50mm,施工采用专用圆形垫块,套设在桩基主筋外侧,沿桩身均匀分布。桩基钢筋笼下放过程中,全程控制下放速度,避免垫块与孔壁摩擦脱落,依托垫块实现钢筋笼居中定位,保证水下混凝土浇筑后保护层厚度达标。

4.2 道路路基与路面结构保护层施工应用

道路工程钢筋混凝土结构主要为钢筋混凝土路面、加固式路基、桥头搭板等,构件整体厚度小、摊铺面积大,长期承受车辆往复碾压与地表温湿度变化,保护层施工以平整度、整体性、抗疲劳性为控制核心。(1)钢筋混凝土路面施工。路面面板保护层厚度常规为25mm,现场采用超薄塑料垫块,适配薄板结构施工。垫块按照网格状均匀布设,严格控制布设密度,避免垫块集中造成路面表层平整度偏差。钢筋网片铺设完成后,禁止人员、设备直接踩踏,防止钢筋下沉、偏移。混凝土摊铺采用摊铺机匀速作业,振捣设备平行于钢筋网推进,杜绝局部过振、漏振引发的保护层厚薄不均问题。(2)路基加固结构施工。路基钢筋混凝土加固层、抗滑桩等构件,施工环境多为露天野外,施工条件复杂。保护层选用耐候性复合垫块,适配露天干湿交替工况。施工重点把控钢筋定位精度,杜绝路基基底沉降、模板变形导致的保护层偏差,保障路基钢筋结构整体包覆均匀。(3)桥头搭板施工。搭板为道路与桥梁衔接关键构件,受力复杂、易产生形变,保护层厚度控制在30mm。施工中重点强化端部与衔接位置的垫块布设,针对搭板长边、短边边角位置加密防护,避免衔接部位混凝土开裂、钢筋外露,提升结构过渡段施工质量^[4]。

4.3 交通隧道工程衬砌结构保护层应用

隧道工程以二次衬砌混凝土结构为核心防护主体,处于地下潮湿、高腐蚀、密闭环境,结构受力复杂,保护层施工需重点保障密实度与整体稳定性,适配地下长期服役工况。(1)隧道拱顶衬砌施工。拱顶为曲面结构,保护层厚度设计值为35mm,施工采用弧形专用垫块,贴合曲面钢筋布设。钢筋网片依托垫块定型固定,规避曲面钢筋悬空、贴模问题。拱顶混凝土浇筑采用泵送挤压施工,严控振捣力度,防止拱顶钢筋上浮、垫块位移,保证表层混凝土密实填充。(2)隧道边墙衬砌施工。边墙竖向钢筋采用竖向间距45cm的布设标准,选用长方形垫块,保证受力均匀。模板支护完成后,对墙面保护层参数进行逐段检测,及时校正钢筋偏移问题。针对隧道渗水路段,优先选用高密度、抗渗型垫块,配合

密实振捣工艺,减少保护层内部孔隙。(3)隧道仰拱施工。仰拱为下部承重结构,保护层厚度不小于40mm,施工前对基底进行平整处理,杜绝基底凹凸不平导致钢筋骨架倾斜。垫块满布布设,重点强化拼接缝、施工缝位置的保护层管控,避免接缝处钢筋外露、结构渗漏。

4.4 交通附属构筑物保护层施工应用

交通附属构筑物包含防撞护栏、排水沟、检修平台、挡土墙等,结构体量小、形式多样、分布零散,保护层施工以标准化、精细化管理为主,适配小型构件施工特点。(1)防撞护栏施工。桥梁、道路两侧防撞护栏保护层厚度为30mm,构件细长、线性延伸。施工沿护栏纵向均匀布设塑料垫块,严控线性顺直度,避免保护层厚薄不一导致护栏外观变形、局部开裂。混凝土浇筑采用分段连续施工,保障整体成型质量。(2)挡土墙与排水沟施工。挡土墙为边坡防护结构,长期接触水土侵蚀,保护层厚度控制在35mm,采用高强度水泥垫块,抵抗水土冲刷影响。排水沟薄壁构件选用轻量化垫块,适配薄壁浇筑工艺,防止垫块外露、表层破损。(3)小型附属平台结构。检修平台、人行踏步等小型构件,施工空间狭小,采用小型异形垫块,适配复杂节点、边角部位施工,全面覆盖钢筋外露位置,实现钢筋完整包覆,满足附属结构长期安全使用标准^[9]。

5 交通工程施工中保护层应用的创新

随着交通工程施工标准化、精细化水平不断提升,传统保护层施工材料与工艺的短板逐步凸显。行业结合路桥、隧道施工工况,在材料、施工工艺、检测方式等方面完成多项创新优化,适配高标准交通工程建设施工要求。(1)新型一体化垫块材料应用创新。传统垫块存在易破损、适配性差等问题,现阶段工程逐步采用纤维增强复合垫块、混凝土一体成型垫块。该类垫块规格统一、强度稳定,热膨胀系数与主体混凝土高度契合,可适配桥梁高墩、隧道衬砌等复杂构件施工,兼容各类曲

面、异形结构安装需求。(2)钢筋定位施工工艺创新。摒弃传统人工垫块布设模式,推广钢筋定位支架、定型骨架工装施工技术。通过标准化工装固定钢筋间距与保护层厚度,减少人工操作产生的尺寸偏差,实现批量、标准化施工,有效解决浇筑过程中钢筋移位、保护层偏移等常见问题。(3)保护层无损检测技术创新。传统人工抽样检测方式存在局限性,目前超声波探测、电磁扫描等无损检测技术得到普及。该技术可实现结构内部保护层厚度全域检测,无需破坏构件实体,能够精准采集各类交通构筑物保护层数据,提升施工验收的精准度与效率。

结束语

本文通过梳理交通工程保护层施工的材料性能、关键工艺及各类构筑物的差异化应用方式,明确了不同施工场景的质量管控重点。研究表明,保护层施工质量取决于材料选型、钢筋定位、浇筑振捣及后期养护的全过程管控,不同路桥隧道构件需采用针对性施工方案。新型复合材料、定型工装及无损检测技术的应用,能够有效改善传统施工的精度缺陷。

参考文献

- [1]辛泽谱.钢筋保护层检测技术在建筑工程检测中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026(2):122-126.
- [2]安宇飞.钢筋混凝土保护层在交通工程施工中的运用[J].人民交通,2022(13):36-38.
- [3]敬文甫.桥梁墩柱钢筋混凝土保护层厚度质量控制要点研究[J].现代工程科技,2025,4(13):185-188.
- [4]陈星光.公路桥梁钢筋混凝土保护层厚度检测技术优化研究[J].工程与建设,2025,39(6):1332-1335.
- [5]张秀娟.桥梁工程中钢筋保护层厚度电磁检测研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026(5):196-199.