

市政长隧道沥青摊铺监理控制措施

文 / 何学春 安徽省公路工程建设监理有限责任公司

摘要: 随着经济的发展,为缓解城市交通压力,隧道结构在市政工程中应用越来越多。不同于普通市政道路,市政长隧道具有净空低、线型起伏大等特点,沥青摊铺作业空间小、通风性差、料车卸料高度不足,如何保证长隧道沥青摊铺质量是工程施工监理控制的重难点。本文结合合肥市花园大道隧道工程沥青摊铺施工情况,总结出了市政长隧道工程沥青摊铺监理控制的相关措施。

关键词: 长隧道; 沥青; 摊铺; 监理控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.045

引言

随着城市化进程的快速推进,隧道结构在市政工程中扮演着越来越关键的角色,长隧道沥青摊铺作为施工中的核心环节,其质量直接关系到隧道的通行能力和长期耐久性。然而,长隧道内部空间狭窄、通风不畅,给监理工作带来了诸多挑战,以合肥市花园大道隧道工程为例,我们深入探索了沥青摊铺的监理控制措施。通过实践分析,可以总结出一套针对性强、切实可行的监理方法,这些方法不仅为同类工程提供了有益的技术参考,还有助于提升隧道施工的整体质量和效率,为城市化建设贡献力量。

一、工程概况

合肥市花园大道隧道工程全长 2.26 公里,其中暗埋段长 2 公里,标准段为双六车道,结构形式为框架钢筋混凝土结构。隧道主体分为 B1-B8 共 8 种结构形式,最小结构净高 5.8 米,最大结构净高 7.2 米,最大纵坡 3.945%。路面结构形式为混凝土面板+6cmAC-20C 中粒式(SBS 改性沥青)+4cmSMA-13(沥青玛蹄脂碎石混合物)。

二、技术准备

(一) 熟悉图纸及现场情况

沥青摊铺前,总监理工程师应组织相关专业监理人员、施工单位安全技术人员及作业班组主要成员进行图纸、方案学习,总结现场施工条件,例如隧道沥青作业面宽度、结构物净高等,本项目路面结构层厚度为 30 公分,结构形式为 20 公分混凝土面板+6cmAC-20C 中粒式(SBS 改性沥青)+4cmSMA-13(SBS 改性沥青),针对混凝土面板的施工质量,监理在过程控制的同时,应在沥青摊铺前,进行混凝土面板的验收,主要包括面板强度、宽度已经平整度情况,尤其是本隧道工程两侧设置有排水边沟,现场应复测边沟高程,预留好沥青摊铺厚度,针对超高或不足部位应采取措施进行高程控制,保障沥青摊铺厚度以及横坡排水要求。现场隧道结构顶板防火层已完成实施,部分交通标志、标牌以及监控设施已完成安装,通过现场测量,最低净高为 5.8 米,最大结构净高 7.2 米,最大纵坡 3.945%,位于西侧洞口 AM1 节段。

(二) 编制专项监理方案

“预则立,不预则废”。施工前,总监理工程师应根据项目实际情况,结合施工方案、图纸、规范等要求,就沥青、集料、生产配合比、摊铺碾压机械、前后场控制、

工艺流程、安全文明施工管理等,编制本项目长隧道沥青摊铺的专项监理方案,方案中应明确监理组织机构、施工工艺控制、安全质量监理措施等。专项方案编制应结合现场实际情况,尤其是作业面狭窄、结构物净空小、长隧道纵坡大以及通风不畅、有毒有害气体不易散发的特点,包括沥青摊铺机作业时,操作工人和辅助工人的站位、操作空间的安排做出明确要求,确保现场施工安全和质量。

(三) 督促安全技术交底

施工前,监理应组织并督促施工单位安全负责人落实安全技术交底工作,包括现场工艺交底、安全隐患及措施交底,做到事前控制,保障摊铺安全和质量。

三、原材控制

(一) 厂家选择

沥青摊铺前总监理工程师组织第三方检测单位、施工单位对条件合适的沥青拌合站进行实地考察,包括厂家的资质、后场原材料、类似工程施工经验以及厂家生产能力等。为保障本项目隧道沥青摊铺质量,监理要求后场做到专料专供、插牌存料,从源头上杜绝原材料性能不稳定对沥青混凝土质量的影响,通过后场试验室的检验,从源头把控沥青摊铺质量。



图 1 沥青摊铺

(二) 材料控制

粗集料应选用碎石(表面层应采用玄武岩)。粗集料应用无风化、微风化的石料轧制而成,不含土和杂质,石料坚硬、表面粗糙、洁净,轧成碎石形状方正。粗集料与沥青应具有良好的粘附性,表面层所用集料与沥青的粘附性应达到 5 级,其他情况粘附性不宜低于 4 级。细集料宜用机制砂和天然砂,或石屑与天然砂配制,天

然砂宜选用中砂、粗砂，天然河砂不宜超过集料总质量的20%。

（三）配合比控制

1. 生产配合比数值确定

为保障沥青混凝土施工质量，监理应安排专人对后场生产配合比进行控制。经对沥青站原材料进行集料筛分试验和马歇尔试验，对各项指标严格把控得出生产配合比，本项目AC-20C型改性沥青矿料的配合比：5#热仓碎石：4#热仓碎石：3#热仓碎石：2#热仓碎石：1#热仓碎石：矿粉=20%：19%：22%：12%：23%：4%，最佳沥青含量为4.0%，最佳油石比为4.2%。

2. 拌合过程控制

拌和时间由试拌确定，必须使所有集料颗粒均被沥青裹覆，并以沥青混合料拌和均匀为度。目测检查混合料的均匀性，及时分析异常现象，如混合料有无花白、冒青烟、离析等现象。

3. 拌合工艺控制

沥青混合料的成品质量在一定程度上取决于投骨料的顺序和干湿法搅拌时间。顺序：各种热集料按粗、细集料→矿粉→沥青的顺序投入搅拌仓干拌→喷入沥青→湿拌出料→进入混合料存储仓。

四、摊铺现场控制

（一）机械要求

本项目隧道长2.26公里，最小净高5.8米，最大净高7.07米，在洞内自卸时必须注意高度限制。在自卸车卸料高度不足路段，采用小料车及铲车配合转运拱料摊铺机施工。隧道渐变段和匝道位置要求施工单位准备2台摊铺机梯队作业，提高沥青摊铺质量。

（二）工艺流程控制

1. 基层铣刨及清理

沥青摊铺前，需对面板进行铣刨处理，铣刨过程中严格进行高程测量，确保铣刨面的线型，保障沥青摊铺的平整度。铣刨后彻底清洗基层、干燥。发现细微裂缝粘贴防裂贴，防止沥青出现反射裂缝。铣刨处理完毕后，基层的清洗工作便成为接下来的关键步骤，工作人员可以使用高压水枪，以其强大的冲刷力，对基层进行全方位、无死角的冲洗，确保每一处铣刨留下的碎屑和灰尘都被彻底清除，冲洗过后，还会用吸水布或是专业的吸尘器，细致地清理掉残留的水分和微小杂质，让基层表面恢复如初的干净与整洁。干燥环节同样重要，虽然自然风干看似简单，但考虑到施工进度的紧迫性和基层质量的稳定性，工作人员更倾向于使用热风枪或是专业的干燥设备加速这一过程，不仅可以大幅缩短干燥时间，还能有效避免因水分残留可能引发的基层变形或者损坏问题。粘贴防裂贴时，裂缝处理尤为谨慎，可先用专用工具将裂缝内的杂物和灰尘一一清除，确保裂缝表面干净无污，之后根据裂缝的实际尺寸，精心裁剪出大小合适的防裂贴，并沿着裂缝的方向仔细粘贴。粘贴时轻轻按压，确保防裂贴与裂缝表面紧密贴合，不留任何空隙，从而有效阻隔空气和水分的侵入，降低沥青反射裂缝产生的风险。

2. 摊铺过程控制

摊铺机梯队作业时，注意控制两台摊铺机的距离约6m，两幅搭接宽度为10-15cm，骑缝碾压应加强碾压遍数。边角、人行横洞、车行横洞处采用人工夯实机器或小钢轮进行重复碾压。



图2 封层撒布作业

摊铺机梯队作业中，需要精细控制两台摊铺机间的距离，维持在约6米，确保摊铺作业既连续又均匀，同时有效规避摊铺机间的相互干扰，保障施工的高效与质量。对于搭接宽度，严格设定在10至15厘米之间，这一合理宽度既维护了摊铺面的整体连贯性，又为后续的骑缝碾压作业创造了便利条件。骑缝碾压阶段，应高度重视压实质量，通过增加碾压遍数来强化接缝处的压实效果，倾向于使用振动压路机进行骑缝碾压，充分利用其振动特性，使接缝处的混合料得到充分压实，有效预防裂缝或凹陷等质量缺陷的发生。针对边角、人行横洞、车行横洞等复杂且难以用机械压实的特殊部位，可以采用人工夯实机器或小钢轮进行精细且重复的碾压作业，这些工具以其灵活性，能够轻松应对各种复杂地形，确保特殊部位的压实质量达标。碾压过程中需密切关注压实情况，根据实地情况适时调整碾压方向和力度，力求达到最佳压实效果，全面保障摊铺作业的整体质量。

3. 横接缝控制

接缝位置先安排人工进行切割整齐，涂刷粘层油。在摊铺前，摊铺机就位，加热熨平板至100℃，将老沥青面加热软化后再开始摊铺作业。

横接缝控制过程中，需先指派经验丰富的专业人员，利用专业的切割工具对接缝位置进行精准切割，他们凭借精湛的技术，确保接缝切割整齐平直，为后续摊铺作业奠定坚实基础。切割完成后，立即安排人员涂刷粘层油，以增强新旧沥青面层间的粘结力，防止接缝处开裂或剥离，相关人员需要亲自监督涂刷过程，确保粘层油均匀无遗漏，保障接缝处的密封性和耐久性。摊铺作业前，需指挥摊铺机准确就位，启动加热系统预热熨平板，根据多年实践经验，相关人员需要将熨平板温度精确控制在100℃，既保证熨平板与沥青混合料的良好接触，又避免温度过高导致的熨平板变形或损坏。同时利用摊铺机的加热装置对老沥青面进行细致加热软化，使其与新摊铺的沥青混合料紧密融合，确保接缝处平整密实。这些精细操作，旨在实现横接缝控制的最好效果，为沥青路面的高质量提供坚实保障。

（三）安全控制措施

长隧道沥青摊铺除正常摊铺作业安全控制外，监理还应注意隧道作业空间小、照明不足、通风不畅、有毒有害气体不易挥发等特点，主要有以下几个方面：

1. 进行沥青摊铺施工时，需要针对现场所有作业人员进行安全教育培训，增加作业人员的自我安全保护意识，现场严禁吸烟、动用明火等。

进行长隧道沥青摊铺施工时，安全教育培训是确保施工顺利进行的关键，需精心策划一系列专业的安全培训课程，面向全体现场作业人员。培训内容将紧密围绕隧道作业的特殊环境，深入剖析作业空间狭小、照明不足、通风不畅及有毒有害气体不易挥发等安全挑战，通过生动的案例分析与实践操作演练，帮助作业人员深入理解这些特殊环境下的安全作业要求，有效提升自我保护意识。

2. 沥青摊铺施工时应安排专业施工人员在现场指导交通，控制车速，加强运输车辆管理，隧道料车及摊铺机应按规划线路行驶，摊铺机应和料车密切配合，避免碰撞，产生安全隐患。在摊铺机前还要有专人控场，以保证混凝土沥青可以正常铺设，辅助人员严禁站在摊铺机和隧道墙体以及两台摊铺机之间。

3. 由于长隧道通风效果差，有毒有害气体不易散发，施工过程中应设置通风装置进行辅助，并随时用气体检测仪检测隧道内氧气含量，当空气中氧气含量低于标准值 19.5% 时，应立即停止施工。

4. 隧道内摊铺施工应该提前做好照明设施，隧道内所有施工人员必须穿安全反光警示服。

5. 现场重型设备必须由具有资格的人员操作，专人指挥，严禁随意操作他人代替。卸料车设专人统一指挥。

五、相关试验及质量控制措施

（一）相关试验

沥青摊铺应进行马歇尔密度、油石比试验，分别检测沥青稳定性和沥青用量指标。监理应督促并见证第三方检测单位进行平行试验。

（二）温度控制

生产过程中，后场监理对混合料出厂温度进行检测，到达现场摊铺时，保持保温布的覆盖，等快摊铺时再掀开等待摊铺。摊铺温度、碾压温度、开放交通温度随进度同步检查，同时做好相关记录，当相关温度不符合规范要求时，立即反馈、及时调整，把温度控制在范围内。

（三）摊铺厚度控制

为保障控制摊铺厚度，应严格控制面板基层的高程。铣刨前测量底板高程并作出标记，铣刨时测量人员现场复测，严格按照要求进行铣刨从而保证基层的平整度。摊铺 6cm (AC-20C) 沥青时采取走线法施工进行找平，摊铺面层 4cm (SMA-13) 时采用平衡梁法作业，用钢丝绳和铝合金尺作为引导线控制摊铺机摊铺厚度。

（四）压实度控制

1. 保证碾压温度

为保证沥青混合料碾压温度，考虑现场二次倒运，应在合理范围内提高沥青混合料出厂温度，确保现场混凝土摊铺温度。

2. 严格控制碾压工艺

确定初压、复压、终压的碾压遍数和碾压速度，根据本隧道试验段摊铺结论，初压钢轮压路机静压不小于 2 遍，速度控制在 2.0km/h-3.0km/h；复压胶轮压路机碾压 5~6 遍，速度控制在 3km/h-5km/h；终压钢轮压路机静压不小于 2 遍，速度控制在 3km/h-6km/h。

（五）平整度控制

1. 摊铺中螺旋布料器应慢速、均匀地、不间断地送料，使沥青混合料保持一定的摊铺高度。

2. 压路机的起动、停止必须减速缓慢进行，不准刹车制动，严禁直接掉头，且压路机折回不应处在同一横断面上。

3. 严格按初压、复压、终压的顺序进行碾压，相邻碾压带应重叠 1/3~1/4 轮宽，终压结束后表面无明显碾压轮迹，不得存在漏碾压或碾压不密实现象。

4. 摊铺过程中，监理同步检测厚度，并形成记录表，观察表面平整、密实情况，不应有泛油、松散、裂缝、粗细集料集中等现象，若发现应及时调整。

结语

长隧道工程的沥青摊铺需重点关注作业空间的局限，在装卸车辆和通风上进行控制，从而保障施工质量和安全。通过优化沥青料车配置，在施工过程中加强照明、通风管理，为长隧道工程沥青混凝土施工监理工作提供了技术借鉴。

参考文献

- [1] 周俊中. 沥青路面施工中的监理控制要点分析 [J]. 运输经理世界, 2024, (34): 28-30.
- [2] 王洪宇. 浅谈市政道路沥青混凝土路面施工的监理控制要点 [J]. 中华建设, 2024, (03): 54-56.
- [3] 巩爱军. 公路工程沥青路面施工监理标准化管理模式研究 [J]. 质量与市场, 2023, (14): 187-189.
- [4] 杜赋碑. 公路工程沥青路面施工监理标准化管理机制探究 [J]. 大众标准化, 2023, (08): 116-117+120.
- [5] 罗旭. 路面工程施工监理质量控制要点分析 [J]. 交通科技与管理, 2023, 4(08): 80-82.
- [6] 杨宁义. 浅谈道路改建施工质量保障措施 [J]. 黑龙江交通科技, 2022, 45(11): 171-173.
- [7] 王争鸣. 市政道路路面施工质量通病与监理控制探讨 [J]. 居业, 2021, (04): 165-166.
- [8] 倪修勤. 隧道沥青路面质量控制要点分析. 《河南科技》, 2015, (2): 100-102.
- [9] 陈宇杰. 城市道路 SMA 沥青路面施工技术探讨. 《建筑工程技术与设计》, 2017, (2): 85-86.
- [10] 张健. 隧道沥青路面摊铺施工技术探究. 《江西建材》, 2017, (4): 152-153.