

公路路面垫层的施工技术分析

严迎雪

新疆北新路桥集团股份有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]公路路面垫层作为道路结构体系中的重要组成部分，本篇文章首先分析了垫层结构的特点，随后结合具体工程案例，对该技术的具体应用进行了详细分析，研究表明，基于严格把控材料质量、优化施工工艺并加强过程检测等措施，可以大幅度提升垫层的均匀性、密实度与排水效能，保障公路工程的长期耐久性与行车安全。

[关键词]公路工程；路面垫层；测量放样

DOI: 10.33142/ect.v3i11.18351 中图分类号: U416.2 文献标识码: A

Analysis of Construction Technology for Highway Pavement Cushion Layer

YAN Yingxue

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: As an important component of the road structure system, the highway pavement cushion layer is first analyzed in this article. Then, combined with specific engineering cases, the specific application of this technology is analyzed in detail. The research shows that based on strict control of material quality, optimization of construction technology, and strengthening process detection, the uniformity, compactness, and drainage efficiency of the cushion layer can be greatly improved, ensuring the long-term durability and driving safety of highway engineering.

Keywords: highway engineering; pavement cushion layer; survey lofting

引言

随着我国公路建设领域逐渐朝着标准化、机械化、精细化的方向发展，对垫层施工也提出了更高要求，在此背景下，深入系统地分析垫层施工各环节的技术要点、质量控制标准及常见问题的解决策略，具有重要的理论价值与实践指导意义。

1 公路路面垫层结构特点

公路路面垫层作为路面结构体系的中间层，承担着传递并分散交通荷载的关键作用，同时还构成了一道关键屏障，有效保护下方基层不被外界环境侵蚀与损害，垫层一般是由不同性能的材料复合而成的，其中包括具有一定强度的粗集料、用于填充间隙的细集料以及发挥提高黏结作用的填充料等，经过科学配比以及合理层次排列后，各材料之间形成互补协同，提升路面整体的承载力、结构稳定性以及长期耐久性。

在设计以及施工环节，垫层要依据不同地区的交通荷载特点、气候环境状况以及基层类型来做出针对性的调整，在重载交通的路段，垫层要提高其抗压以及抗剪的性能，防止荷载应力过度向下传递，在多雨或者地下

水丰富的区域，就需要重视其排水以及隔水的功能，避免水分浸入基层导致软化或者冻胀破坏。垫层的厚度、材料级配以及压实工艺也要按照具体的工程条件灵活地进行优化，以此来保证路面结构在动态荷载以及环境作用下可长期保持平稳、具有抗变形能力以及防水防腐性能，最终为公路的安全、舒适以及长效服役给予可靠的保障^[1]。

2 工程概况

本项目是全长 17.8km 的双向四车道公路工程，其路面结构采用典型双层式设计，上层是 1.5cm 厚的沥青混凝土，下层是 3.5cm 厚的中粒式沥青混凝土，按照合同要求，工程重点是路面垫层施工，施工时会挑选级配良好、质地坚硬的天然砂砾作为主要材料，以此保证垫层有足够的承载力和透水性。施工进程中，要严格执行材料筛分、压实度、粒径级配等多项检测工作，并且对垫层厚度进行动态监控，把它严格执行在设计要求的 0.2m 左右，通过这些精细化施工与控制措施，可形成均匀、稳固的基层支撑，有效分散行车荷载、防止反射裂缝，保障整体路面结构的长期稳定和耐久性。

3 公路路面垫层施工技术应用

3.1 测量放样

测量放样工作属于道路施工前期的基础部分，其重点是为后续施工工序给予精准的位置和高程参考依据，具体来说，施工人员要沿着路基中线的设计位置开展桩位布设工作，将其作为控制垫层标高的基准点，一般这些桩位在直线段每隔大概 15m 设置一个，这样可以实现经济高效的控制目的。而在道路曲线段，因为线形变化比较复杂，为了更精准地拟合设计轨迹，桩位间距会适当加密到 10m 左右，每个桩位都要准确标明该处垫层的设计高程，方便在填筑过程中随时进行标高校验与调整。

为了更加明确施工范围，需要在道路两侧分别设置指示桩，这些指示桩可清晰地标记出垫层铺设的边界线，形成完整的施工轮廓，让施工机械操作人员以及作业班组可以直观地掌握垫层的宽度与边线位置，切实有效地避免超挖或者欠挖情况的发生，保证垫层断面尺寸符合设计要求，经过这两步系统化的放样工作，可在施工现场建立起一套可见、可测的空间控制网络，为垫层材料的摊铺、整平以及压实提供可靠的技术保障^[2]。

3.2 材料要求

垫层施工质量在很大程度上取决于所使用材料是否合格，要对细集料、粗集料、混合料以及水等各项材料进行严格管控，保证其性能符合设计和规范要求，让工程整体质量稳定可靠，在材料选择方面，优先选用质地坚硬、耐压耐磨的石料和碎石作为垫层主体材料，严格把控含泥量与粉尘含量，禁止使用表面附着大量粉尘或者容易产生扬尘的碎石，防止影响材料间的有效粘结以及结构整体性。

为了维持垫层骨架结构可长期保持稳定状态，需要依据三级石料的分级标准来合理挑选材料，选择有适宜粒径以及塑性特征的颗粒组合，以此保证骨料粒径分布合理且级配连续，在保障结构强度的情况下，还具有良好的渗透排水性能，在碎石加工的过程当中，要结合具体工程的需求对石屑进行筛分以及调配，选用匹配型号的破碎机械来开展作业，将碎石率控制在大约 40%，实现骨料颗粒形状与表面纹理的优化，提升垫层的密实程度与承载能力^[3]。

3.3 材料运输

要保证建筑材料能安全且高效地从供应地运到施工现场，就需要对运输过程的每个环节做系统规划，依据材料的种类、数量以及施工现场的地理环境，科学挑选合适的运输工具，如平板卡车、厢式货车或者自卸车之类，所选择的车辆需要有足够的承载能力和结构稳定性，保证运输

途中材料不会因颠簸、挤压而破损或散落，防止出现不必要的损耗和经济浪费。

在装载过程当中要特别留意细节方面，材料装车时应当均匀且平整，防止出现局部过高堆叠或者偏载的情况，不然会致使车辆重心失衡，对行车安全产生影响，必须采取有效的固定举措，如运用绑带、绳索或者支撑架来加固，避免材料在行驶途中出现移位、松动甚至坠落的状况，以此切实保障道路运输的安全。再次应当优先选择路况良好、平坦宽阔并且障碍较少的道路，尽可能绕开陡坡、连续颠簸路段或者狭窄通道，来减少车辆振动以及材料之间的摩擦碰撞，最大程度降低运输过程中的物理损耗以及潜在风险^[4]。

当材料运送至工地后，要安排专门的人员负责卸货以及堆放的作业，在卸货时，应当采用平稳且可控制的方式，防止因为抛掷或者猛烈撞击而造成材料出现损伤，在堆放环节，需要严格依照施工计划以及现场管理的要求来进行，要做到分类有序，标识清晰，存取方便，避免材料出现混淆、积压或者因为二次搬运而导致浪费，为后续的施工创造出良好的条件。

3.4 材料摊铺

在沥青路面进行摊铺作业时，为了提升施工效率以及摊铺层整体的均匀程度，一般会采用双机并行的作业模式，两台摊铺机之间前后间隔适宜设置为 8m，沿着同一个方向同步且匀速地向前推进，这样的布置方式可有效地减少纵向接缝，让前后摊铺的混合料温度衔接得更加紧密，对提高接缝处的压实质量极为有利。同时在施工过程中要维持稳定的摊铺速度，严格禁止中途随意改变速度，防止因为速度发生突变而造成铺面密度不均匀、平整度降低，影响路面的使用寿命以及行车的舒适性。

在摊铺过程当中需要重点关注以下几个方面：要强化标高的实时跟踪以及控制，安排专门人员通过基准线或者非接触式平衡梁来进行监测，对于局部出现的高低不平之处，应当及时运用人工补料或者刮平的方式进行处理，以此防止因为机械存在局限性而致使混合料分布不均匀以及出现离析的情况。如果使用未筛分碎石等基层材料，在摊铺的时候要均匀地布料，一旦发现表面集料离析情况严重、粗骨料集中，要马上撒布适量石屑来填补缝隙，防止压实后出现薄弱区域或者水损坏隐患，并且还要合理地组织运输车辆与摊铺机之间的衔接，让运料车在摊铺机前方大约 30m 的地方等待卸料，这样可减少车辆频繁启动与制动对摊铺机造成的干扰，保证供料持续不间断，维持摊铺作业的流畅以及铺面质量的一致。

3.5 材料碾压

当垫层材料完成摊铺工作后，需要马上开启碾压施工流程，碾压进程覆盖初压、复压以及终压这三个关键步骤，每一个步骤都有其专门的技术要求以及相应作用，在初压阶段的时候，一般会选用轮胎压路机开展静压轻压操作，此步骤的主要目的是让混合料和下承层路基紧密地贴合在一起，初步消除材料之间的气孔以及空隙，提升垫层的初期密实程度以及整体稳定性，为后续的碾压工作打下基础。复压属于压实的关键步骤，一般会使用振动压路机，以大约 1.6km/h 的匀速开展至少两次的振压作业，振动碾压可有效地克服材料内部的摩擦，促使颗粒重新排列，较大提高密实度以及承载力^[5]。

终压是在复压完成后开展的工作，其目的在于消除轮迹并保证表面平整，属于修饰性碾压操作，碾压遍数要依据现场实际呈现的效果灵活加以确定，一般情况下整体碾压次数适宜控制在“ 7 ± 1 ”遍的范围之内，如此方可实现设计密实度要求，形成平整且均匀的表层，在整个碾压进程当中，操作要保持平稳且连续，严格禁止压路机在作业面上突然进行掉头或者实施紧急刹车，否则容易产生推挤、起浪或者凹陷等状况，对垫层的平整度以及外观质量造成影响。各个环节应当衔接有序，要保证碾压均匀且不存在漏压现象，最终形成质量较高的垫层结构。

3.6 接缝处理

垫层接缝施工对保障路面结构完整性与耐久性意义重大，施工前要彻底清除接缝表面杂物、浮尘以及残留水分，让工作面平整且干燥，这是接缝材料充分附着的基础，为后续施工营造良好条件，接缝材料选择极为关键，要具有良好柔韧性、耐久性与附着性能，以适应路面在温度变化和车辆荷载作用下的伸缩变形。当前常用的垫层接缝材料有专用胶泥和沥青类缝材料，它们能有效适应路面动态变化，防止水分和杂质侵入结构内部。

在施工进程中，要依照设计图纸以及现场的实际状况，在预定的位置按照规范的间距开展精准的切割工作，以此形成整齐的接缝槽，紧接着将选定的接缝材料均匀地填充到槽内，填充之际要保证材料充实且饱满，并且与槽壁紧密地黏结在一起，防止内部出现空洞或者分层的情况，实施封缝操作时，一定要严格把控封缝材料的厚度与宽度，让其完全契合设计要求，这是保障密封效果以及长期耐久性的关键所在。施工期间材料应当分布均匀，不可出现局部空缺或者堆积过厚的现象，同时要维持适宜的施工速度，以便保证材料在初凝之前完成铺设并实现良好的黏附与

密实状态。

接缝施工结束后，要开展系统的养护工作，在材料完全固化以前，要设置警示标识，禁止重车通行以及人为踩踏、刮划，避免接缝结构遭到破坏，养护期间还要留意环境温湿度的变化，必要时采取覆盖或者洒水养护措施，保证接缝材料在稳定状况下形成预期强度，最终保障接缝部位的完整以及路面可长期平稳使用。

3.7 养护

公路路面垫层施工结束后，一般是在混凝土浇筑后的 $3\sim7\text{d}$ 这个时间段内，务必要展开持续且细致的养护工作，在这一阶段，垫层材料正处于强度形成以及水分稳定的敏感时期，养护的关键目标在于维持适宜的湿度与温度，避免表面过早干燥或者温变过大引发开裂、起砂等状况。养护期间要严格把控外部负荷，一定要防止过早施加交通荷载或者施工重载，严禁各类车辆和设备在新铺设的垫层上随意行驶，不然极易造成结构扰动、表面压痕甚至内部损伤，影响垫层与后续面层的结合质量，致使路面整体使用寿命缩短，若是因为施工组织的需求，无法完全禁止通行，就应该制定严格的通行管理方案。允许通行的车辆若是轻型设备，并且需要采取充分的防护措施，比如在垫层表面铺设临时防护板、采用宽胎或履带设备来分散荷载，同时限制行驶速度与路线，要安排专人进行监督，保证通行不会对垫层结构造成破坏。

3.8 检测验收

路面垫层施工结束后的检测验收工作，要严谨查验施工成果是否完全依照设计规范与技术标准，以此保障公路路面具有长期的结构稳定性、行车安全性以及使用耐久性，还需要开展路面垫层的平整度检测，施工人员通过激光平整度仪或连续式断面仪等专业设备，沿着车道纵向展开系统性扫描测量。依据采集的数据计算国际平整度指数或者标准差等指标，保证垫层表面没有明显波浪、车辙或者局部坑洼，此项检测直接关乎上层路面结构的均匀受力以及未来行车的平稳性与舒适性，是预防车辆颠簸、减少冲击荷载的根基。

厚度测量具有重要意义，可运用钻芯取样法或者无损探地雷达来对全断面展开抽查，钻芯法可直观地获取压实后垫层的实际厚度，并且将其与设计图纸逐点进行核对，探地雷达则可快速地开展大范围连续厚度评估，厚度属于影响路面结构承载能力的关键参数，任何区域出现厚度不足的情况都会形成软弱部位，这有可能引发早期结构性破坏，而局部过厚则会造成材料浪费，并且极有可能对设计

标高产生影响。再次，密实度检测是评价施工压实工艺效果的核心所在，现场一般采用核子密度湿度仪或者灌砂法来进行检测，核子仪可快速且无损地测定垫层的湿密度、干密度以及含水量，依靠与实验室得出的最大干密度进行比对，计算出现场压实度，压实度如果没有达到标准，垫层材料将很难形成稳定板体，孔隙率过大就会导致水分积聚、材料松散，引发整体变形或者反射裂缝，严重缩短路面使用寿命。

最后，材料抽样检测属于从源头把控质量的验证环节，要从施工现场或者料场按照规定的频率随机抽取垫层所使用的材料，如级配碎石、水泥稳定土之类，然后送到标准实验室进行检测，检测的内容包含集料的粒径分布、压碎值、针片状含量，混合料的化学成分和剂量，以及混合料的含水率、无侧限抗压强度等关键指标。唯有所有材料性能都完全契合设计规范，才可保证垫层拥有设计所期望的力学性能与水稳定性。

4 结语

本文结合工程实践与相关规范，对公路路面垫层的材

料选择、施工工艺流程、关键技术参数及质量控制措施进行综合性分析，以期为提升垫层施工质量、优化道路结构性能提供可靠的技术参考。

[参考文献]

- [1]熊嘉伟.公路路面垫层施工问题与解决对策研究[J].运输经理世界,2025(27):47-49.
 - [2]冯浩.高速公路路面垫层试验段施工技术研究[J].价值工程,2025,44(7):92-94.
 - [3]宋海忠.高速公路路面垫层施工技术存在问题及解决措施[J].汽车画刊,2024(6):158-160.
 - [4]杨小兵.旅游公路路面石渣垫层病害分析及改善措施[J].四川建材,2024,50(4):120-122.
 - [5]宋文娇.高速公路路面垫层施工技术分析[J].交通建设与管理,2023(5):138-140.
- 作者简介：严迎雪（1995.9—），女，毕业院校：成都理工大学；所学专业：土木工程，当前就职单位：新疆北新路桥集团股份有限公司四川分公司，职务：材料员，职称级别：助理工程师。