

# NRP无车辙沥青路面施工技术的应用探讨

俞利忠

中交水利水电建设有限公司

**摘要：**车辙是当前沥青混凝土路面较为常见的病害问题，因此，研究如何提升沥青混合料的抗车辙性能，提升沥青路面的耐久性具有重要的意义。NRP技术能够显著提升路面沥青混合料的抗车辙性能和质量，从而使其具有优越的抗变形能力，其抗变形能力显著强于SBS改性沥青混合料。本文通过对NRP无车辙沥青路面施工技术进行研究，总结了NRP无车辙路面基本原理、混合料性能、施工工艺等，可为类似工程提供参考借鉴。

**关键词：**车辙病害；NRP无车辙路面；施工技术

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.24.046

## 引言

车辙是常见的沥青路面病害现象，沥青混合料在高温下的弹性模量和耐久性有待提高，以增强沥青路面的抗车辙能力。目前，沥青路面施工过程通常会对混合材料的级配进行优化，使用增筋材料（如聚酯纤维、NRP改性剂等），从而提升沥青路面的抗车辙性能。在重载汽车低速行驶、制动、频繁转弯的场合，沥青路面容易产生车辙，表面常伴有剥落、麻面等破损，致使道路反复维修改造，从而造成经济损失，同时会影响道路的行车安全和通行能力。NRP无车辙路面技术是一项旨在提高路面永久抗变形能力的沥青混合料施工技术。

## 一、NRP无车辙沥青路面施工技术的原理和特点

NRP无车辙路面是以沥青路面温度场和应力场分析为基础，在干法SBS技术的基础上，引入单组分环氧和反应型增粘树脂，铺装新一代NRP（NO-RUTTINGPAVEMENT）无车辙沥青，用于特殊交通和苛刻工况的路段。沥青路面设计寿命期内车辙深度指数（RDI）保持在良以上，不发生1cm以上车辙，通过最强化的沥青混合材料改性设计、特定施工工艺，不因流动变形类病害导致路面修复。NRP无车辙路面技术的目标是提高沥青混合料的抗疲劳开裂性能，并寻求达到沥青路面承载能力最强的解决方案。目前，行业上可与NRP方案类比强度的沥青铺装技术只有环氧沥青混凝土，但其存在“前期强度低、养生周期过长（一般需要三天以上）”“材料使用苛刻、复杂工艺风险大”“存在腐蚀性”“成本过于高昂”“日后维修不便”等方面的问题。特别是养生周期的问题，对于养护工程尽早开放交通是对安全的最大保障，所以环氧沥青方案在一般的维修工程中没办法采用。与之相比，通过引入单组分环氧和反应型增粘树脂，NRP沥青铺装只需按常规的热拌改性沥青混凝土施工，摊铺完成即可达到80%强度，抗高

温变形能力优异，非常适合机场跑道及滑行道特种交通的应用。且NRP材料无气味、无腐蚀性，造价只需要环氧沥青混凝土的约1/3，经济性也十分突出。

NRP沥青路面的无车辙工艺有以下几个特点：

（1）在70摄氏度高温 1.0MPa 条件下，具备10倍于SBS改性方案的抗流动变形能力，使其更好地适应高温重载路口的通行环境，提高特种重型运输沥青路面的抗流动变形性能。

（2）基于NRP弹性体改性材料技术体系，同时提升抗水和抗裂性能，有效解决传统抗车辙剂以塑料为主材导致的沥青混凝土硬脆的性能缺陷。

（3）无须养生，路表降至50℃后即可开放交通，并且可以洒水降温以加快开放交通时间；

（4）施工便利，采用常规的沥青路面施工技术体系即可，无须增加特殊施工工艺和流程。

## 二、NRP无车辙沥青混合路面设计及技术标准

### （一）配合比设计方法

《公路沥青路面施工技术规范（JTGF40-2004）》要求采用配比设计方法对NRP改性沥青混合料进行设计。

其特别之处在于NRP改性沥青混合物室内成型方法，具体有以下几种：

（1）一般推荐掺量NRP为1%（比例为混合物质量）。

（2）按下列方法将NRP改性沥青混合料在试室内混合，使试件成型：

1. 基质沥青和集料用烘箱加热至规定控温；

2. 干拌NRP改性剂、集热剂 60s；

3. 加入基质沥青拌匀，并加入预定的量 90s；

4. 加入矿粉，再拌和90s；

5. 将搅拌均匀的混合物放入烘箱中，可使混合物短期老化 2 小时；

6. 改性NRP沥青混合料经短时间老化后取出，按JTGE20 规定制成试样。

改性NRP沥青混合料的要求，应符合表1规定的室内搅拌和成型温度控制。

表1 室内搅拌和成型温度

项目	单位	控制要求
矿料加热	℃	195~205
沥青加热	℃	150~160
沥青混合料拌和	℃	185~195
沥青混合料老化	℃	180~190
混合料试件成型	℃	175~185

## （二）级配

《公路沥青路面施工技术规范（JTGF40-2004）》要求采用NRP改性沥青混合料的级配，并建议采用AC类级配。

### 三、NRP沥青路面无车辙施工工艺要点

#### （一）混合料的拌制要点

添加集料的同时需要在搅拌均匀的拌锅中放入NRP改性剂，应采用自动称量机械添加设备进行投放，一定要准确计量后再进行掺料。可以先将每一盘材料所需NRP的量进行称量，再分成一个个小袋子，直接放进去就可以了。机械投放设备推荐采用压力输送型投料机，其具有输送速度快、扬程高、运作稳定的特点。该机是由空压机站、料箱、螺旋提升机、气动进料阀、压力料罐、气动出料阀、输送管道组成。NRP拌和注意以下事项：

①掺加NRP改性剂后油石比应进行相应调整，一般每掺加0.5%的NRP油石比应提高0.1%。②在室内实验室进行NRP沥青混合料搅拌时，搅拌时间建议为10秒。在实地测试时，要根据搅拌的情况以及现场的实际情况，来确定搅拌的适宜时间。可以尝试用不同的干拌时间进行实验，以确定混合材料的级配和不规则碎石（NRP）是否混合均匀，干拌时间通常控制在15秒内。③掺加NRP的混合料所需要的拌和及摊铺温度相对于常规沥青混合料要高，因此拌和楼出料温度应较常规高10~15℃。

#### （二）混合料的运输

（1）混合料的运输宜采用大吨位运料车，运输过程不得超载。同时切忌急刹、急弯或掉头作业，以免损伤透层及封层。运输车辆的运力要留有一定的余量，要确保摊铺作业时候混合料的连续供应。

（2）运输车辆进入施工现场后，要对轮胎进行清洗，避免对摊铺的混合料造成污染。沥青混合料达到施工现场后，现场管理人员要对混合料进行检查，如果不符合施工要求，严禁应用于现场施工。

（3）摊铺时，在摊铺机前100mm~300mm处应让运料车停车，保持空挡，等待。在条件允许的情况下，通过摊铺机将搅拌好的物料卸入转运车，经过二次搅拌，再连续均匀地进行补给。每卸完一次，混合料要清理干净，有剩余的要马上把混合料卸掉，防止硬结。

#### （三）混合料的摊铺

（1）改性沥青混合料逐渐受到了工程师和施工方的青睐，其出色的耐久性和施工性能在多个项目中得到了验证。但在实际操作过程中，如何高效、规范地进行铺设仍是许多施工单位关心的问题。在已经喷洒了粘层油的路面上进行沥青混合料的铺筑时，推荐使用履带式摊铺机。与轮胎式摊铺机相比，履带式摊铺机在粘层油上的行驶稳定性更好，能够确保沥青混合料的铺筑质量和平整性。

（2）摊铺机在进行作业时，其铺筑宽度存在一定

的限制。对于双车道的道路，铺筑宽度不宜超过6m，以确保铺筑的均匀性。而在3车道及以下的道路上，这一宽度上限可以适当增加到7.5m。在面对大范围的铺设需求时，我们可以考虑同时启用两台或更多的摊铺机。这些摊铺机在行进时，需要前后错开一定的距离，并在两侧保持一定的搭接宽度，以确保整个路面的连续性和均匀性。

（3）在摊铺机开始工作前，预热是一个不可或缺的步骤。为了确保熨平板的有效工作，摊铺机需要预热0.5到1h，直到熨平板的温度不低于100℃。此外，在沥青混合料的铺筑过程中，选择合适的压实装置，如夯锤压实装置，是十分关键的。只有确保了初始的压实度，才能确保路面的稳定性和使用寿命。同时，施工人员也需要密切注意混合料是否出现离析痕迹，并及时调整施工方法，以确保最终的铺设质量。

（4）摊铺机在沥青道路施工中占据了至关重要的位置，对于确保路面的平整度和混合料的质量起到决定性的作用。为了达到理想的施工效果，摊铺机在操作时必须保持均匀且连续不间断的工作状态。

（5）不同的工作环境和沥青混合料的特点可能需要不同的找平技术。例如，钢丝绳引导、平衡梁和雪橇式摊铺都是常用的方法。其中，非接触式平衡梁技术可以提供更高的平整度，尤其是在改性沥青路面施工中表现尤为出色。

（6）为了确保沥青混合料的质量和厚度，施工团队需要确定其松铺系数。这通常是通过试铺试压的方法来完成的。此外，摊铺过程中还需要对一些关键参数进行持续的检查和监控，如摊铺层的厚度、路拱以及横坡等，这些都是决定路面质量的关键因素。

#### （四）碾压

（1）要确保沥青路面的碾压满足压实度以及平整度的规范要求。

（2）沥青路面施工应配足压路机，施工温度低，风力大，应适当增加压路机。

（3）在碾压施工过程中，碾压路线不能突然发生改变，以免造成混合料推移。

（4）压路机负责将道路材料碾压到一个平整且密实的表面。正确的碾压温度对于达到理想的压路效果尤为关键。碾压温度必须严格符合设计要求，以确保混合料达到其最佳的压路效果。设计人员还需要考虑多种实际因素。例如，不同的混合料种类具有不同的理想碾压温度；压路机的特性、气温和要碾压的层厚也都会影响到这个决策。为了准确地确定这一温度，经常需要进行试压。在碾压过程中，为了确保道路的结构稳定性和耐用性，需要分不同的阶段进行，包括初压、复压和终压。各个阶段都应在尽可能高的温度下进行，以便更有效地压缩混合料，并避免产生严重的推移和裂缝。

（5）摊铺后要立即启动初压工作，为确保路面表面的压实效果，尽量减少热量的散失，要合理控制初

压区的长度。经过验证，由于这种方法不存在严重的时间推移现象，而且能够取得良好的效果，因此可以在摊铺后立即进行震动滚筒或轮胎滚筒的直接碾压。碾压施工过程压路机的驱动轮应该朝向摊铺机，由外侧碾压至中央。超高地段采取由低向高的碾压方式，而处于坡道部位时，则是从低处向高处进行碾压。压实后，要对其平整程度、路面拱起等情况进行检查。发现有严重瑕疵的，要及时进行修补或返工。

(6) 初压完成后要立即开始复压工作，尽量避免间歇停顿。应尽量缩短碾压路段的总长度，一般不超过30-40米，要尽快进行碾压工作，现场几个摊铺如果不能同时碾压，应将钢轮从作业面开出，完成初压后，再对胶轮进行复压，这样才能将钢轮压断。如果现场碾压施工采用了多种不同型号的压路机进行组合施工，为了防止路面不同部位的压实度不均匀，可以安排一台压路机进行全幅碾压。为确保碾压效果的均匀性，各轮胎之间的气压应大致相同。

(7) 当进行复压后，如果道路表面没有明显的轮迹时，认为碾压效果已经达标，无须进一步的终压操作。但如果存在明显的轮迹，那么终压是必不可少的步骤。

**(五) 施工接缝的处理**

(1) 施工时需要确保沥青路面的接缝是紧密的，这样可以有效防止明显的开缝现象，为行车提供一个更为安全、平整的行驶环境。当上、下层的纵向接缝之

间有距离时，工程师需要根据实际情况决定是选择热缝还是冷缝（冷缝：300mm，热缝：150mm）。而横向接缝的位置要确保与纵向接缝错位，以提高路面的整体稳定性。

(2) 在进行纵向接缝的施工时，为了确保接缝的质量，工程团队会采用梯次作业的方式，确保在摊铺沥青混合料时，热接缝得到充分的照顾。此外，正确的碾压方式也是确保接缝紧密、无明显缝线痕迹的关键。特别是在进行半幅施工或由于某些特殊原因导致的纵向冷接缝，这时需要采取特殊的处理方法，例如使用挡板、切刀等工具，配合合适的混合料，确保每一步都符合技术要求。只有这样，才能确保沥青路面的整体性，避免在行车过程中由于接缝问题导致的安全隐患。

(3) 面层横向接缝宜用垂直的平接缝。在平缝中，对于未完全冷却的端部层厚不足的部分，最好用凿岩机或人工刨除，以保证接缝处是直角。如果选择用切割机做平缝，最好是在混合物铺好但还没有完全硬化时进行。在刨开或者切割的时候，注意不要造成下层路面的破坏。

**(六) 施工过程控制**

(1) 原材进场后，按照JTG F40的有关规定进行检测。

(2) NRP改性沥青混合料的检查项目、频度应符合表2及JTG F40的要求，质量要求应符合本设计文件规定。

表2 NRP改性沥青混合料的检验项目、频率及质量要求

项目	检查频度及单点检验评价方法	试验方法
马歇尔试验：稳定度	每路口一次，以4~6个试件的平均值评定	T 0702、T 0709
浸水马歇尔试验	每路口一次（试件数同马歇尔试验）	T 0702、T 0709
车辙试验	每路口一次（以3个试件的平均值评定）	T 0719
冻融劈裂试验	必要时	T 0729
低温弯曲试验	必要时	T 0715

**四、结论**

NRP技术具有多种优点，如沥青路面的抗滑和舒适性，NRP技术是一种无车辙的沥青路面施工技术。本文就NRP无车辙沥青路面施工技术进行了总结。得到如下结论：(1) NRP技术的应用要做好检验，生产、运输、摊铺、碾压等环节的管理总结，确保沥青混合料在装料过程中温度符合设计和施工技术规范。沥青混合料的温度、压路机的碾压速度和遍数都要适当的控制，从而有效地防止混合料在碾压过程中出现推移问题。(2) 施工过程遵循试验阶段工艺控制要求，从外观、温度、运输、摊铺、碾压、试验检测等环节全程监控。(3) NRP无车辙技术在干法SBS技术的基础上，引入新型单组分环氧和反应型增粘树脂，实现沥青“刚柔复合”的改性效果，通过高温各种化学反应，提升沥青混凝土的各

项性能。(4) NRP无车辙沥青混合料采用干法SBS弹性体改性材料和新型单组分环氧的改性技术体系，根据施工过程中车辙试验结果显示，NRP无车辙沥青混合料具有良好的性能。

**参考文献**

[1] 孙伟, 周橙琪, 刘洋等. 无车辙路用环氧沥青混合料组合结构性能研究[J]. 交通科技, 2023 (04): 132-135+141.  
 [2] 刘勇, 吴旻. NRP无车辙路面在工程养护中的应用研究[J]. 居舍, 2022 (04): 43-44+84.  
 [3] 王中合. 沥青路面车辙病害调查分析与预防措施[J]. 交通世界, 2020 (20): 86-87.  
 [4] 王复明, 贾鹏飞, 刘伟. 高速公路沥青路面车辙病害的试验分析[J]. 路基工程, 2010 (03): 244-246.