

# 旧沥青路面再生研究的分析和应用

付书印 刘超 何璐

济南城建集团有限公司

**摘要:** 本文介绍了旧沥青路面再生研究的分析和应用, 包括城市道路旧沥青路面再生的优势、旧沥青路面的回收与再生方法以及不同再生方法的适用范围和应用领域, 旨在提升旧沥青路面再生效果, 为城市沥青路面再生提供可靠的参考。

**关键词:** 城市道路; 沥青路面再生; 冷再生; 热再生

**【DOI】** 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2024. 03. 064

## 引言

随着城市化进程的加速, 城市道路建设和管理已成为城市发展的重要方面。沥青路面是城市道路的主要形式之一, 由于车流量、自然环境和运营条件等因素影响, 沥青路面容易受损和老化。为了延长道路的使用寿命和维护城市的交通流畅度, 对旧沥青路面进行再生利用已成为一种重要的城市道路维护方法。本文将介绍旧沥青路面再生研究的分析和应用, 旨在探讨再生的优势和方法, 为城市道路的维护和管理提供参考。

## 一、城市道路旧沥青路面再生优势

### (一) 节约资源

旧沥青路面再生是一种可持续发展的实践, 通过最大限度地减少新沥青和集料的需求, 有助于节约自然资源, 如石油和矿物。新沥青混合料的生产需要消耗大量能源和原材料, 而再生路面利用现有资源, 减少对新材料的依赖。有助于降低矿石开采、炼油和运输等环节对环境和能源的不良影响。

### (二) 环保

旧沥青路面再生有助于减少废弃物的产生和环境污染。传统道路建设常常涉及旧路面的拆除, 导致大量的沥青碎片和废弃材料。再生工艺可减少废弃物的产生及填埋需求, 降低环境负担, 有助于保护自然环境。

### (三) 高效

再生工艺可提高施工效率。相对于完全重建道路, 再生利用可显著减少所需的新沥青和集料数量。不仅缩短了工程时间, 减少了交通中断的时间, 还降低了施工成本。城市中的交通流畅度得以维持, 而不会因道路施工而受到重大影响<sup>[1]</sup>。

### (四) 降低成本

通过减少新材料的采购成本、减少运输费用以及缩短工程周期, 再生路面降低了总成本。这对城市和道路管理机构来说是经济的解决方案。它还减少了施工设备的运营和维护成本, 以及人力成本。

### (五) 可持续应用

通过再生工艺处理的路面可以更快速、更高效的维护旧路面, 将旧路面损坏部位进行修复。旧沥青路面再生利用符合可持续发展的理念, 既满足现代人需求, 又考虑到未来的发展。通过再生利用, 可以延长道路的使用寿命, 减少未来的维修和重建工作, 为城市发展提供

更好的基础设施支持。

## 二、旧沥青路面的回收与再生

### (一) 旧沥青路面回收

旧沥青路面回收是道路维护和改进中的重要环节, 它涉及将老化、受损或不再符合要求的沥青路面进行材料回收。旧沥青路面材料回收通常包括以下方法:

#### 1. 铣削回收

铣削回收是一种常见的旧沥青路面回收方法, 其过程借助专用的铣削机械设备。在这个方法中, 旧沥青路面的表层被机械性地刨削、破碎和分离。这个过程通过旋转刨削刀片或钻头, 将旧沥青路面的表面层去除, 产生沥青碎片和颗粒。这些碎片通常保持在相对较小的尺寸, 以便后续处理。刨削回收的优势在于它可以去除老化、开裂和损坏的路面表层, 同时保持较低的粒度, 这有助于提高再生沥青混合料的质量。这些碎片通常被收集和运输到再生工厂, 进行进一步的处理, 包括添加再生剂、混合加料等操作。铣削回收通常用于轻至中度损伤的路面, 以提高路面质量和性能<sup>[2]</sup>。

#### 2. 刨削回收

刨削回收与铣削回收相似, 但涉及更重型的机械设备, 通常采用刨床等设备。在这个方法中, 旧沥青路面的表层也是通过机械刨削去除, 生成沥青碎片。刨削回收可能更适用于较厚的路面层, 其中需要更强大的设备来去除旧沥青。这种方法同样有助于提高再生沥青混合料的质量和性能。

全深度回收是铣削的一种方式, 是将整个路面结构回收的方法, 包括沥青表层和路基层。这个方法通常用于处理严重受损的路面, 其中沥青和基础层都需要重新处理以提高性能。全深度回收的过程包括刨削整个路面结构, 然后将刨削的材料与再生剂混合。再生剂的添加有助于改善混合料的黏结和稳定性, 从而提高路面的性能。全深度回收是一种彻底的路面修复方法, 它可以显著延长道路的使用寿命, 并提高路面的抗疲劳性和稳定性。这对于重度损坏或需要全面恢复的道路非常有用。再生后的混合料将重新铺铺到道路表面, 形成耐久的新路面结构。

### (二) 旧沥青再生

#### 1. 软沥青再生

如果回收的沥青并没有严重老化, 而且性能与设计规范的要求相符, 那么使用软沥青进行再生是一种可行的方法。然而, 根据试验结果, 只有在大量软沥青的掺加下, 才能有效改善回收沥青的软化点和针入度, 而延度的改善效果较差。这是因为新旧沥青在再生过程中仅进行了物理混合, 回收沥青的性质并没有根本性改变, 导致再生效果通常较差<sup>[3]</sup>。

#### 2. 添加废机油

研究表明, 沥青老化实际上是由于轻质油的挥发导

致的，沥青的化学组成会发生重大变化。根据胶体理论，这种变化主要表现为芳香分子缩合形成胶质，然后胶质进一步缩合形成沥青质，导致沥青质量的增加。这会降低沥青的稳定性，因为分散相不断增多，分散介质的溶胶能力降低，从而导致沥青的性能下降。在这种情况下，将废机油掺加到回收的沥青中可以改善旧沥青的化学组成。经过试验，随着废机油的实际掺加量增加，旧沥青的延度和针入度都得到显著改善，同时软化点下降，表明沥青性能得到改善。然而，在延度达到规范要求后，针入度可能会超出规范要求，因为过多的废机油会使沥青过于软化，无法用于面层施工。这是因为废机油的掺加主要起到软化旧沥青的作用，而不能根本改变其化学组成。沥青和废机油之间的油分溶解度有显著差异，因此掺加废机油只是机械性的混合，虽然可以降低沥青的黏度，但无法形成高分子浓溶液。因此，这种方法适用于城市道路裂缝处理，或对破损较小的部位进行修复。

### 3. 添加专用再生剂

采用再生剂进行再生的机理是通过掺加再生剂，将其逐渐扩散到旧沥青中，促使再生剂与旧沥青混合并溶解在一起。再生剂中富含芳香分子，有助于分散和溶解旧沥青中的沥青质，从而形成更为稳定的沥青混合物。与之前提到的废机油掺加相比，使用再生剂可以获得更好的再生效果，尤其适用于老化较严重的沥青路面。

表1 不同沥青再生剂对沥青性能的影响

专用再生剂	针入度 (25°C, 100g, 5s) (0.1mm)	软化点 (°C)
阳离子沥青再生剂	48.3	52.8
阴离子沥青再生剂	51.2	55.6
非离子沥青再生剂	55.7	60.3
改进型沥青再生剂	58.3	63.2
原沥青	68.7	70.3

另外，试验结果表明，随着再生剂的实际掺加量的增加，旧沥青的延度和针入度均显著提高，同时软化点下降，明显改善了沥青的性能。然而，与废机油掺加方法类似，使用再生剂可能会在延度达到规范要求后导致针入度超出规范允许范围。为解决这一问题，可以在实际操作中采用混合使用再生剂和新沥青的方法。首先，通过再生剂的掺加改善一部分性能，然后根据实际情况适量掺加新沥青。最后，通过混合和调和这两种材料，可以使再生沥青的性能达到规范要求。

这种方法综合了再生剂和新沥青的优点，有助于实现更为均衡和稳定的性能，以满足道路规范的要求。因此，在实际的沥青再生项目中，选择合适的再生方法和材料组合是至关重要的，以确保获得高质量的再生路面。

## 三、旧沥青路面冷再生技术分析和应用

### (一) 冷再生概念

冷再生技术是一种先进的方法，用于修复旧沥青路面，以延长道路使用寿命和提高其性能。冷再生的第一步是通过机械破碎过程将旧沥青路面分解为小块。这通

常是在道路上完成的，可以使用特殊的设备将旧路面切割、碾碎或破碎成适当大小的碎料。这个过程不需要外部加热，因此被称为“冷”再生。为了改善路面的性能，通常需要添加新的材料，这包括新的绑定剂和骨料。新的绑定剂可以包括沥青乳化剂或聚合物改性剂，以提高路面的抗水性、耐久性和黏结力。添加新骨料有助于改进路面的强度和稳定性。一旦旧沥青碎料和新材料准备就绪，它们会在常温下进行冷拌混合。这个过程将旧碎料与新材料充分混合，确保新的路面混合料具有均匀的颗粒分布和所需的特性。最后，新的路面混合料被均匀敷设在道路上，并使用压实设备进行压实。这确保了路面的平整和紧实，以满足设计要求。压实也有助于确保路面的稳定性和耐久性。

### (二) 冷再生技术应用

#### 1. 厂拌冷再生

厂拌冷再生将铣削的旧沥青路面材料运送到搅拌厂（站），破碎、筛分处理后根据不同的旧材料以及翻新道路的要求，部分或全部采用旧材料，添加一定的沥青或再生剂，搅拌后运送到施工现场，摊铺、碾压。

首先，使用铣刨机或破碎设备对旧沥青路面进行铣削或破碎，然后将收集的旧料运送到搅拌厂（站）。在搅拌厂（站），旧沥青路面材料经过破碎和筛分处理，以获得所需的粒径和材料分离。这有助于确保再生混合料的均匀性和级配合理，有助于提高再生混合料的性能和质量。在搅拌设备中，旧沥青路面材料、新料和再生剂经过搅拌，形成均匀的再生混合料。将搅拌后的再生混合料运送到施工现场，然后进行摊铺和碾压，这需要确保运输过程中混合料的温度和湿度保持稳定。在完成摊铺和碾压后，再生路面需要经过一定的养护期，以确保路面的强度和質量达到设计要求<sup>[4]</sup>。

厂拌冷再生的优点在于工艺过程和质量容易受到控制，适用于对不同类型的旧材料进行再生。尽管施工周期相对较长，对交通的干扰较大，以及运输费用较高，但它允许利用现有的施工设备，投资相对较小，而且实施相对容易。

#### 2. 就地冷再生

就地冷再生是一种针对100mm至500mm厚度的破损路面的再施工技术。在这一过程中，首先对旧路面材料进行铣削和破碎，然后收集这些旧材料。接下来，一定数量的添加剂，如石灰、水泥、乳化沥青或泡沫沥青，被加入其中，经过混合搅拌后，形成了再生后的路面混合料。

就地冷再生首先使用铣刨机或破碎设备对旧沥青路面进行铣削或破碎，并收集旧料。在施工现场，将一定数量的石灰、水泥、乳化沥青或泡沫沥青等添加剂加入旧沥青路面材料中，并进行混合。这有助于提高再生混合料的性能和质量。经过混合后，旧沥青路面材料、添加剂和其他新料形成再生后的路面混合料。这可以作为新的路面使用。在再生后的路面混合料上，铺设一层磨耗层和适宜的表面处置作为面层。这有助于提高路面的抗滑性能和平整度。在完成铺设后，再生路面需要经过一定的养护期，以确保路面的强度和質量达到设计要

求。

这种再生路面混合料可被用作新道路的路面，然后在其上再罩上一层磨耗层和适宜的表面处理，作为新的道路面层。这种方法允许对老化和破损的道路进行彻底的再生，从而提供了一条全新的道路供使用。就地冷再生的优势在于可以在原地完成再生，避免了旧材料的运输和处理，降低了运输成本，减少了对交通的干扰。此外，这种方法还有助于减少废弃物的产生，符合可持续发展的原则。

#### 四、旧沥青路面热再生技术分析和应用

##### (一) 热再生概念

热再生技术是一种通过在高温条件下将旧沥青路面重新加热、再生的方法，以改善道路性能和延长使用寿命。热再生的第一步是将旧沥青路面加热至高温。这通常是通过专用的热烘箱或热再生机来完成的。高温有助于软化旧沥青，使其可重新混合和处理。为了改善性能和耐久性，必须添加新的绑定剂和骨料到加热的旧沥青路面中。新绑定剂的选择通常基于工程需求，可以包括热拌沥青或改性的聚合物绑定剂。新骨料的添加有助于提高路面的强度和稳定性。热再生机会将加热的旧沥青与新材料进行混合，以确保充分的均匀混合。这一过程是在高温下进行的，旨在将新材料与旧沥青有效地结合，以形成新的路面混合料。混合料被压实，以确保路面的平整度。压实也有助于提高路面的稳定性和耐久性。一旦路面被压实，它会在高温下冷却，使新路面形成。热再生技术的优势包括更彻底地恢复旧路面的性能、减少废弃物的产生、提高道路的耐久性和抗水蚀性。这是一种适用于需要快速、高效维护丘陵地带城市道路的方法，特别是在需要快速回复交通流畅度的情况下<sup>[5]</sup>。

##### (二) 热再生技术应用

###### 1. 整形

整形是一种现场热再生工艺，它主要用于处理路面表层的问题，如变形、裂缝和沥青老化等病害。在整形工程中，仅使用再生剂和沥青，旨在修复沥青路面出现的问题，例如变脆、不规则的表面变形和裂缝，为后续施工磨耗层的铺设做准备。一般情况下，整形的再生深度为20到30毫米，但在需要处理水损害时，再生深度可能需要达到50毫米。这个工艺仅需要添加足够的沥青和再生剂，以恢复老化沥青的性能并重新与集料结合，而不需要引入新的沥青混合料。整形工程的主要目标是修复路面病害，为路面的持续使用提供更好的条件，而无需彻底更换路面结构。

###### 2. 重铺

重铺是一种现场热再生施工方法，它在进行热再生整形的基础上，不仅处理路表面的病害，还提高路面的强度或其他使用性能。其主要目的是在解决路表面问题的同时，改善路面的性能。这种工艺是在经过整形工艺处理后的路面表层上再铺设一层新拌沥青混合料。施工设备和工序与整形工艺基本相同，唯一的区别是增加了

最后的新拌沥青混合料的摊铺和碾压工序。通过重铺工艺，不仅可以修复路面表层的问题，还能增加路面的强度和改善其他使用性能，从而延长路面的寿命<sup>[6]</sup>。这种方法允许旧路面的再生和改进，同时提供了更高质量和更耐久的道路结构。

###### 3. 复拌

复拌是一种采用现场热再生工艺的施工方法，它结合了再生剂、沥青和热拌沥青混合料，通过混合操作，旨在处理路表面的病害，并提高路面结构的强度或改进其他使用性能。这种施工方法的主要目标是在解决路表面问题的同时，提高路面的使用性能，通常适用于具有沥青混合料级配较差或曾经进行过表面处理的路面。复拌工程通常是在整形工艺的基础上进行的，它涉及添加特殊调配的沥青混合料，以实现级配的调整和路面厚度的增加。这种方法已经在某些道路项目中成功应用，例如某城市道路已经展现出良好的效果，经过复拌工艺处理后的沥青路面厚度增加了3厘米，达到5厘米的厚度。试验路的车流量较大，每天的车流量达到2万辆左右。使用的沥青是高黏度沥青，这种沥青能够更好地黏附旧路面材料，提高路面的结合力和抗车辙性能。通过复拌再生工艺，路面不仅可以得到有效的修复，还可以获得更高的性能和更长的使用寿命，从而提高道路的质量和持久性。这种方法在改善路面质量和提高使用性能方面具有广泛的应用前景。

##### 总结

旧沥青路面再生研究是一种具有重要意义的城市道路维护方法，它不仅具有节约资源、环保、高效、降低成本和改善路用性能等优点，而且可以显著延长道路的使用寿命和维护城市的交通流畅度。在实际应用中，应根据实际情况选择合适的回收和再生方法，并注意改善旧沥青的化学组成以提高其稳定性和性能。同时，还应加强旧沥青路面再生的研究和应用，进一步发展和完善这一技术，为城市的可持续发展做出更大的贡献。

##### 参考文献

- [1] 肖彩娟. 公路沥青路面就地热再生施工技术探析[J]. 交通世界, 2023, 12(26): 111-113.
- [2] 王鹏旋. 利用再生沥青路面骨料制备的发泡沥青混合料性能研究[J]. 交通世界, 2023, 12(26): 36-38.
- [3] 丁中才, 朱建华, 王大明等. 就地热再生整形工艺处治沥青路面车辙病害[J]. 工程质量, 2023, 41(09): 55-59.
- [4] 潘兆南. 再生沥青路面材料作为骨料替代柔性路面的试验研究[J]. 建筑机械, 2023, 16(09): 151-154.
- [5] 高媛. 厂拌热再生技术在经济型SMA沥青路面养护工程中的应用[J]. 交通世界, 2023, 12(25): 92-94.
- [6] 袁鑫. 公路沥青路面复拌型就地热再生养护技术的应用[J]. 交通世界, 2023, 17(24): 35-37.