

沥青路面废旧材料再生循环利用技术研究与应用

贾亮

黑龙江省路畅工程设计有限公司 黑龙江 哈尔滨 150000

摘要：随着交通基础设施的快速发展，沥青路面的建设和养护需求日益增加，导致废旧沥青混合料的大量产生。废旧沥青混合料若处理不当，不仅占用土地、污染环境，还浪费了宝贵的资源。因此，研究沥青路面废旧材料的再生循环利用技术，对于节约资源、保护环境、降低路面养护成本具有重要意义。本文综述了沥青路面废旧材料再生循环利用技术的研究现状、技术应用、优势及应用方案如何确定，旨在为相关领域的研究和应用提供参考。

关键词：沥青路面；废旧材料；再生循环；技术研究

引言

沥青路面因其平整少尘、不透水、经久耐用等特点，被广泛应用于公路、城市道路等交通基础设施中。然而，随着交通量的增加和车辆荷载的加重，沥青路面逐渐出现老化、损坏等问题，需要进行定期维修和养护。在维修和养护过程中，产生了大量的废旧沥青混合料。据统计，我国每年有超过1000万吨的旧沥青混合料被翻修开挖出来。这些废旧材料若处理不当，不仅占用土地、污染环境，还浪费了宝贵的资源。因此，研究沥青路面废旧材料的再生循环利用技术，对于节约资源、保护环境、降低路面养护成本具有重要意义。

1 沥青路面废旧材料再生循环利用技术原理

沥青路面废旧材料再生循环利用技术是一种高效且环保的路面材料再生方法。该技术主要涉及将废旧沥青混合料通过一系列精细的工序进行处理，包括翻挖、回收、破碎、筛分等，以分离出可再利用的沥青和集料成分。随后，这些回收的材料会与再生剂、新集料以及新沥青按科学配比进行重新拌和，最终形成一种性能优良的再生沥青混合料，可广泛应用于道路的基层或面层铺设^[1]。

2 沥青路面废旧材料再生循环利用技术现状

2.1 国外研究现状

自上世纪80年代以来，沥青路面再生技术在国外取得了显著进步，并基本实现了规范化和标准化。欧美等发达国家在再生沥青实用性的研究方面投入了大量资源，不仅在再生剂的开发上取得了显著成就，还在实际工程应用中研制了各种机械设备。这些国家相继颁发了一系列的技术手册、指南和规范，为沥青路面再生技术提供了坚实的理论基础和实践指导。例如，美国、日本和欧洲国家都广泛应用了厂拌热再生、现场热再生和冷再生等技术，并取得了良好的效果。这些技术的成熟应用，不仅提高了道路养护的效率，还显著降低了对环境

的负面影响。

2.2 国内研究现状

相较于国外，我国在沥青路面再生技术的研究起步较晚，但近年来也取得了显著进展。1983年，我国开始进行“废旧沥青混合料再生利用”研究项目，标志着我国正式踏入这一领域。经过多年的研究和实践，我国已开发出多种再生利用技术，包括厂拌热再生、厂拌冷再生、就地热再生和就地冷再生等。这些技术均已被广泛应用于柔性路面的面层养护中，有效延长了道路的使用寿命，降低了养护成本。目前，我国在沥青路面再生技术方面的研究和应用已经取得了重要成果。例如，一些省市通过试点研究和应用，已经形成了相应的施工标准和规程。同时，大学和研究机构以及施工单位之间的有效合作，也推动了沥青再生技术的快速发展。然而，与发达国家相比，我国在沥青路面再生技术的规范化和标准化方面还有待加强，需要进一步完善相关标准和规范，提高技术的应用水平和普及程度。

3 沥青路面废旧材料再生循环利用技术的优势

3.1 节约资源

传统的路面养护方式往往需要将废旧沥青混合料丢弃或填埋，这不仅浪费了资源，还占用了大量土地。而通过再生循环利用技术，我们可以将废旧沥青混合料转化为高质量的再生沥青混合料，用于铺筑新的路面或进行道路养护。这种再生方式不仅有效减少了对原生资源的开采，还降低了对环境的破坏。同时，使用再生沥青混合料通常比使用全新材料更具成本效益，因为废旧材料的回收和处理成本相对较低，这有助于降低道路建设和养护的成本。

3.2 降低成本

与传统的路面养护方式相比，沥青路面废旧材料再生循环利用技术具有显著的成本优势。这主要体现在两

个方面：一是再生沥青混合料的生产成本较低，二是该技术无需大量运输废旧材料，从而节省了运输成本。再生沥青混合料充分利用了废旧沥青混合料中的有价值的成分，减少了对新原材料的需求。通过科学的再生工艺，废旧沥青和集料可以被重新激活和利用，避免了资源的浪费。与此同时，再生过程中还可以根据实际需要调整再生剂的用量和新集料的比例，以进一步优化成本结构。另外，由于再生循环利用技术可以在施工现场或附近的工厂进行废旧材料的处理和再生利用，因此无需将废旧材料长距离运输到处理厂或填埋场，这大大降低了运输成本，并减少了交通拥堵和环境污染等问题。

3.3 保护环境

通过回收利用废旧材料，该技术可以显著减少土地占用和废弃物排放，从而降低对生态环境的负面影响。传统的填埋方式不仅会占用大量土地，还可能对土壤和地下水造成污染。而再生循环利用技术则能够将废旧材料转化为有用的资源，实现了土地资源的节约和高效利用。此外，该技术通过减少废弃物排放和降低能源消耗，有助于减少温室气体的排放和环境污染。再生沥青混合料的生产过程中不需要像原生材料那样进行高温炼制和加工，因此能够显著降低能源消耗和碳排放。同时，废旧材料的回收利用也减少了废弃物在自然环境中的分解和释放，保护了生态系统的稳定性和多样性。

3.4 提高施工效率

与传统的路面养护方式相比，再生循环利用技术的施工速度更快。这是因为该技术可以在施工现场直接对废旧沥青混合料进行再生处理，无需将材料运回工厂进行加工。这种现场处理的方式大大缩短了施工周期，使得路面养护工作能够在更短的时间内完成。同时，再生循环利用技术采用先进的再生设备和工艺，能够自动化地完成废旧材料的处理、再生剂的添加以及混合料的拌和等步骤。这种自动化的施工方式不仅提高了工作效率，还减少了人工操作的误差和劳动强度，使得施工过程更加安全、可靠。此外，由于施工速度快且操作简单，该技术可以在较短的时间内完成路面养护工作，并迅速恢复道路交通，这对于缓解交通压力、保障道路畅通以及提高道路使用者的满意度具有重要意义。

4 沥青路面废旧材料再生循环利用技术的分类与应用

4.1 厂拌热再生

厂拌热再生是一种高效且灵活的沥青路面再生技术。该技术首先需要将废旧沥青混合料从施工现场运回工厂，然后进行加热处理，以软化旧沥青并便于后续的破碎和筛分。在加热过程中，需要严格控制温度和时

间，以避免沥青过度老化或烧焦。经过破碎和筛分后，废旧沥青混合料被分离成不同粒径的集料和旧沥青。接下来，根据再生沥青混合料的设计要求，向处理后的废旧沥青混合料中加入适量的新沥青和再生剂进行拌和。再生剂的加入可以显著改善旧沥青的性能，使其恢复原有的黏度和弹性。同时，新沥青的加入可以弥补旧沥青在老化过程中损失的部分性能，确保再生沥青混合料具有优良的路用性能。厂拌热再生技术适用于废旧材料数量较大、质量较好的情况^[2]。由于该技术能够精确控制再生沥青混合料的配合比和性能，因此再生后的沥青混合料性能优良，具有较高的强度和耐久性。这使得厂拌热再生技术成为铺筑高等级公路路面的理想选择。

4.2 厂拌冷再生

与厂拌热再生不同，厂拌冷再生技术无需对废旧沥青混合料进行加热处理。该技术直接在常温下对废旧沥青混合料进行破碎、筛分，然后加入稳定剂、水泥、水等材料进行拌和，形成再生混合料。由于无需加热，厂拌冷再生技术具有能耗低、污染小的优点。在厂拌冷再生过程中，稳定剂和水泥的加入起到了至关重要的作用。稳定剂能够改善废旧沥青混合料的性能，提高其强度和稳定性；而水泥则能够增强再生混合料的整体性能，使其具有更好的耐久性和抗水性。通过合理的配合比设计，可以使得再生混合料在常温下具有优良的路用性能。厂拌冷再生技术适用于病害严重、交通量较小的低等级公路的养护。由于这些公路的交通量相对较低，对路面的性能要求也相对较低。因此，采用厂拌冷再生技术进行养护可以降低成本、提高施工效率，并且能够满足路面的基本使用要求。此外，厂拌冷再生技术还可以用于新建道路的基层或底基层铺设，为道路建设提供了一种经济、环保的材料选择。

4.3 就地热再生

就地热再生技术是一种高效、环保且经济的沥青路面再生方法。该技术直接在施工现场对废旧沥青路面进行加热软化，无需将废旧材料运回工厂，从而大大减少了运输成本和时间。加热软化后的旧沥青路面变得易于处理，此时使用再生机械将其铲起并进行破碎，使旧沥青和集料得以分离并重新激活。在破碎后的旧沥青混合料中，按比例加入新沥青和再生剂，进行充分拌和。新沥青的加入可以弥补旧沥青在老化过程中损失的性能，而再生剂则能进一步改善沥青的黏度和流动性，使再生沥青混合料达到设计的路用性能要求。拌和完成后，将再生沥青混合料重新铺筑于路面上，经过压实等工序，即可形成新的路面结构。就地热再生技术施工速度快，

对交通影响小,特别适用于路面破损程度较轻、交通量较大的高等级公路的养护^[3]。该技术能够迅速恢复路面的平整度和使用性能,提高道路的通行能力和安全性。同时,由于无需运输废旧材料,减少了能源消耗和环境污染,符合绿色、低碳的公路养护理念。

4.4 就地冷再生

就地冷再生技术同样是一种在施工现场进行的沥青路面再生方法,但与就地热再生不同的是,该技术无需对旧沥青路面进行加热处理。利用专用的再生设备对旧沥青路面进行铣刨,将旧沥青混合料铣刨成一定粒径的集料,并同时喷入泡沫沥青或其他稳定剂进行拌和。泡沫沥青是一种由沥青和水经过特殊工艺处理形成的泡沫状物质,具有良好的黏附性和稳定性。在铣刨过程中喷入泡沫沥青,可以使得旧沥青混合料中的集料与泡沫沥青充分裹覆,形成稳定的再生混合料。此外,根据需要还可以加入适量的新集料和水泥等材料,以调整再生混合料的性能。就地冷再生技术无需加热,能耗低、污染小,适用于病害严重、交通量较小的低等级公路的养护。该技术能够充分利用旧沥青混合料,减少资源浪费和环境污染,同时降低养护成本。施工完成后,再生混合料经过压实等工序,可以形成新的路面结构,提高道路的承载能力和使用寿命。

5 沥青路面废旧材料再生循环利用技术应用方案的确定

5.1 道路状况及施工条件分析

在进行沥青路面废旧材料再生循环利用技术设计之前,首先需要道路状况和施工条件进行全面分析。这包括道路的使用年限、交通量、病害类型及程度、气候条件、地质状况、现有交通组织情况等因素。例如,对于使用年限较长、病害较为严重的路段,可能需要采用更为彻底的再生方式;而对于交通量较大的路段,则需要考虑再生施工对交通的影响,并合理安排施工时间。

5.2 修复养护设计单元的技术设计

根据道路状况及施工条件分析,将修复养护工作划分为若干设计单元。每个设计单元的技术设计应包括以下内容:(1)结构组合设计:根据道路病害类型及程度,选择合适的再生方式(如厂拌热再生、就地热再生、厂拌冷再生、就地冷再生等),并确定再生层的结构组合。这包括再生层的厚度、材料类型及配合比等。

(2)结构厚度验算:根据道路设计标准和交通量分析结果,对再生层的结构厚度进行验算,确保再生后的路面结构满足承载力和耐久性要求。(3)方案综合比选:结合设计年限、交通量、气候条件、地质状况、现有交通组织情况等因素,对不同的再生方案进行综合比选。比选内容包括施工成本、施工工期、再生效果、环境影响等方面。通过综合比选,推荐最优的再生方案。

5.3 设计单元的优化合并

在确定各设计单元的养护方案后,应根据便于施工、经济合理的原则对设计单元进行优化合并。这包括将相邻的、施工条件相似的设计单元合并为一个施工段落,以减少施工接缝、提高施工效率和质量^[4]。同时,还需要考虑合并后的施工段落对交通的影响,并合理安排施工时间。

5.4 技术方案的综合比选与推荐

在技术方案的综合比选过程中,需要充分考虑各设计单元的养护类型、设计年限、交通量分析结果以及当地实际情况等因素。通过对比分析不同方案的施工成本、施工工期、再生效果、环境影响等方面,推荐最优的再生方案。此外,还需要考虑再生材料的来源、运输、储存等问题,确保再生方案的可行性和经济性。

结束语

沥青路面废旧材料再生循环利用技术是一种具有重要意义资源节约和环境保护技术。通过该技术的研究和应用,可以实现废旧沥青混合料的资源化利用,节约资源、降低成本、保护环境并提高施工效率。未来,随着技术的不断创新与优化、政策的支持与推广以及市场需求的扩大,沥青路面废旧材料再生循环利用技术将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]王哲.沥青路面废旧材料循环利用技术及应用研究[J].上海建材,2024,(02):61-64.
- [2]索智,季节,金珊珊,等.废旧沥青路面绿色高值化冷态再生循环利用关键技术及示范应用[J].建设科技,2023,(11):98-100.
- [3]沈锡勇.废旧沥青路面材料再生利用技术的推广应用[J].交通节能与环保,2006,(04):46-47.
- [4]废旧沥青路面材料大比例再生利用技术[J].交通节能与环保,2015,11(04):9-17.