

# 废旧沥青砼再利用方案经济性与环保性比选研究

岳喜兵

(中设设计集团股份有限公司, 江苏 南京 210014)

**摘要:**新一轮的高速公路改扩建正在进行,会产生大量废旧沥青砼。文中在介绍废旧沥青砼再生利用技术的基础上,以新疆某高速公路改扩建工程为例,对废旧沥青混合料路面、路基再生利用可行性和经济性进行比选,并对项目中剩余的废旧沥青的环保处理进行分析,为高速公路改扩建工程废旧沥青混合料的再生利用和环保处治提供参考。

**关键词:**工程经济;废旧沥青砼;高速公路改扩建;经济性;环保性

**中图分类号:**U415.12

**文献标志码:**A

**文章编号:**1671-2668(2020)05-0163-04

随着经济的高速发展,交通量激增,高速公路特别是早期修建的高速公路在质量和技术上都不能满足要求,需进行改扩建。既有高速公路改扩建会产生越来越多的废旧沥青混合料,对废旧沥青进行回收再利用,能节约资源、减少环境污染、增强经济效益。该文以新疆某高速公路改扩建工程为例,对废旧沥青砼再利用方案的经济性和环保性进行综合比选,为类似工程提供参考。

## 1 废旧沥青砼再生利用现状

### 1.1 废旧沥青砼再生后作为路面环保利用

沥青路面再生利用技术按施工温度分为热再生和冷再生。热再生技术主要用于恢复老化沥青的黏结性能,重新发挥沥青的胶结料作用,将沥青资源再生利用;冷再生技术主要是将原有路面材料加以重复利用,原路面材料主要起骨料作用,根据拌和场地不同分为厂拌再生和就地再生。因此,沥青路面再生利用技术可分为厂拌热再生、就地热再生、厂拌冷再生、就地冷再生。

#### 1.1.1 厂拌热再生

厂拌热再生是先将旧沥青路面经过铣刨后运回工厂,通过再破碎、筛分,根据旧料中沥青含量、集料级配等指标掺入一定数量新集料、新沥青进行拌和,使混合料达到规范要求的各项指标,按照新建沥青路面完全相同的方法铺筑路面的工艺技术。适用于各等级公路沥青路面,再生后的沥青混合料根据其性能可用于各等级公路沥青面层、基层。

广佛(广州—佛山)高速公路路面大修工程是全国第一个大规模应用厂拌热再生技术的高速公路维修项目,路面维修产生 10 万 t 以上沥青砼废料,将

沥青铣刨料再生为 LSM-25(沥青稳定大粒径碎石)作为基层使用。

#### 1.1.2 就地热再生

就地热再生是通过现场加热、翻松、拌和、摊铺和碾压等工序一次性实现旧沥青路面材料 100%就地再生利用的技术,分为表面再生、复拌再生和加铺再生。表面再生只添加再生剂,充分拌和松散的再生混合料,然后摊铺压实;复拌再生是将翻松后的材料与新沥青混合料在复拌机中拌和均匀,然后摊铺压实;加铺再生是在表面再生或复拌再生的基础上铺设一层新沥青混合料加铺层,最后再生层与新混合料加铺层一起同时碾压。就地热再生适用于仅存在浅层轻微病害的高速公路及一、二级公路沥青路面表面层的就地再生利用,再生层可用作上面层或中面层。

由于交通量增长迅速,耒宜(耒阳—宜章)高速公路的服务水平急剧下降。2013 年,部分路段对原 AK-13 沥青路面进行就地热再生处理。

#### 1.1.3 厂拌冷再生

厂拌冷再生是将回收沥青路面材料运至拌和场,经破碎、筛分后以一定比例与新集料、活性填料、水进行常温拌和,在常温下铺筑形成路面结构层的沥青路面材料再生技术。适用于对各等级公路的冷拌再生利用,再生后的沥青混合料根据其性能可用于高速公路和一、二级公路沥青路面下面层及三、四级公路沥青路面面层。

沪宁(南京—上海)高速公路扩建工程中产生 240 万 t 旧沥青混合料,占地约 333 333.5 m<sup>2</sup>;产生 500 万 t 旧二灰碎石混合料,占地约 666 667 m<sup>2</sup>。为解决这些废弃混合料,采用厂拌冷再生技术,将沥

青面层经乳化沥青冷再生后用于新路下基层,厚度为10 cm,取代10 cm 沥青碎石下基层,节省造价约6.67%。

#### 1.1.4 就地冷再生

就地冷再生是采用专用就地冷再生设备对沥青路面进行现场冷铣刨、破碎和筛分,掺入一定数量新集料、再生结合料、活性填料(水泥、石灰等)、水,经过常温拌和、摊铺、碾压等一次性实现旧沥青路面再生的技术。就地冷再生技术按照再生材料和厚度的不同分为沥青层就地冷再生和全深式就地冷再生。适用于一、二、三级公路沥青路面的就地再生利用,用于高速公路时应进行论证。对于一、二级公路,再生层可作为下面层;对于三级公路,再生层可作为面层,用作上面层时应采用稀浆封层、碎石封层、微表处等作为上封层。

随着交通量的迅速增长,江西省梨温(梨园—温家圳)高速公路路面出现严重病害,影响行车安全性。经研究,确定通过泡沫沥青路面冷再生技术,重复利用约77.7 t 废弃沥青混合料,产生了显著的环保效益。

#### 1.2 水泥稳定废旧沥青砼的再生利用

文献[11]研究了水泥稳定砂砾基层沥青路面就地冷再生材料用作基层材料的路用性能,结果表明,水泥稳定砂砾沥青路面冷再生材料的7 d 无侧限抗压强度推荐范围约为2.5 MPa。文献[13]对废旧沥青砼进行破碎筛分、配比设计,并开展无侧限抗压强度试验,结果表明,大掺量废旧沥青砼水稳碎石在强度上可满足高速公路底基层和其他低等级公路基层、底基层的使用要求。但废旧沥青砼掺入水泥稳定碎石在国内暂无相关工程案例,目前仅停留在科研阶段。

#### 1.3 废旧沥青砼作为路基填料环保利用

为避免污染环境,把旧路铣刨粒料用于路基填筑,边坡设不小于1 m 的包边土。铣刨材料破碎后的技术要求为满足路基填料最小强度和最大粒径的相关要求。但目前尚无相关研究和应用案例。

#### 1.4 其他处理方式

废旧沥青砼的其他处理方式主要包括临时储存后待低等级公路再生利用和仅进行环保处理不作再生利用。前者是将高等级公路产生的废旧沥青混合料临时储存,在公路扩建过程中经再生后利用,满足低等级公路的使用需求,同时减少废料运输费用,既降低路面改扩建过程中对环境的污染,又降低工

程费用,缩短工期。后者是将挖除的既有沥青路面废弃料集中堆砌于弃土坑内,为防止其污染环境,将旧路面沥青混合料采用聚乙烯18 丝防渗膜包裹后掩埋,并在弃土坑原地表采用细粒土均匀平铺、压实,边坡采用缓边坡。但目前尚无防渗处理的相关环保评价。

## 2 处理方案的经济性与环保性比选

### 2.1 路基填料利用方案

以新疆境内某高速公路改扩建工程为例,全线合计可利用废旧沥青砼为18.7 万 m<sup>3</sup>。

#### 2.1.1 施工工艺

为避免污染环境,该项目考虑把旧路铣刨粒料用于路基填筑,边坡设不小于1 m 的包边土。填料下部、顶部、侧面铺设一层防渗膜,防止路面水下渗和毛细水上升造成地下水污染。

以废旧沥青路面混合料作为路基填料时,铣刨材料破碎后应满足路基填料最小强度和最大粒径的相关要求。废旧沥青砼用作辅道路基中部填料时按宕渣填料对待,施工工艺流程为测量放样→原地面清表→30 cm 砂砾过渡层填筑碾压→钢塑格栅铺设→防渗土工膜铺设→废旧沥青砼填筑(路基中部填料)→防渗土工膜铺设及细粒土包边→钢塑格栅铺设及路基中部填料碾压→路床铺筑及路面施工。

根据JTG F10—2006《公路路基施工技术规范》,用粒径大于40 mm 且含量超过总质量70%的石料填筑的路堤为填石路堤。该项目中沥青砼废料填筑路堤接近于填石路堤的特性,故填料标准及施工工艺参考填石路堤的相关规定(见表1、表2)。

表1 路基填料标准

项目	技术要求
最大粒径	路床下40 cm 内不超过150 mm,40 cm 以下不大于500 mm 且不超过层厚的2/3
最小强度/MPa	15
级配	粒径大于20 cm 的填料占比小于30%, 粒径小于2 cm 的填料占比大于20%; 不均匀系数5~20,曲率1~3

#### 2.1.2 经济性与环保性分析

该项目4 个施工标段借土填方的综合单价分别为15.02、14.04、35.0、27.3 元/m<sup>3</sup>,平均为22.84 元/m<sup>3</sup>,挖除15 cm 沥青砼的单价为33.34 元/m<sup>2</sup>(换算为222.27 元/m<sup>3</sup>),破碎、筛分的综合单价为

表 2 沥青砼废料路堤压实度要求

路床顶面下深度/cm	岩石单轴饱和抗压强度/MPa	填料最大粒径	摊铺虚度/cm	压实度/%	孔隙率/%
80~150	15~30	小于层厚的 2/3	≤30	≥95	≤20
<150	15~30	小于层厚的 2/3	≤40	≥93	≤22

25.5 元/m<sup>3</sup>,仅考虑废旧沥青混合料破碎、筛分(不考虑分层摊铺、压实、铺设防渗膜)的单价比填筑土高 2.66 元/m<sup>3</sup>,仅这一项全线增加费用约 49.8 万元。摊铺、碾压单价约为 6.6 元/m<sup>3</sup>,采用废旧沥青混合料作为路基填料摊铺、碾压增加费用约 123.6 万元,总计全线增加 173.4 万元。

由于目前尚无相关项目可作参考,该项目方案可能存在以下问题:1) 使用防渗土工膜包裹沥青废弃料存在污染地下水环境的风险;2) 如果在施工过程中废旧沥青混合料破碎的级配不好,下一阶段填筑压实后,部分路段的压实度可能难以达到预期,造成后期路基不均匀沉降,影响使用;3) 考虑到废旧沥青挖除、破碎、运输、填筑、压实等复杂施工工序,废旧沥青的使用会对互通匝道的施工工期产生一定影响;4) 考虑到旧路铣刨粒料用于路基填筑对施工组织要求较高,施工难度大,且现有施工机械可能无法满足要求,需考虑废弃沥青混合料的运距过大、堆放占用场地等不利因素。

2.2 基层、底基层利用方案

在水泥稳定砂砾基层或底基层中掺入一定数量

破碎后废旧沥青砼作为集料进行利用,是废旧沥青混合料环保利用的一种有效途径。经计算,挖除的废旧沥青砼运输至水泥稳定砂砾拌和厂后,经破碎、筛分,其价格约 60 元/m<sup>3</sup>,而原设计水泥稳定砂砾采用的原材料砂、砾石约 26 元/m<sup>3</sup>,将废旧沥青砼破碎、筛分后用于水泥稳定砂砾基层或底基层其经济性较差。

沥青路面基层、底基层承担着沥青面层向下传递的全部荷载,支承着面层,确保面层发挥各项路用性能。同时承受着由于土基水温状况多变而发生的地基支承能力变化的敏感性,使之不致影响沥青面层的正常工作。在水稳层中掺入一定量废旧沥青砼进行利用,目前国内暂无工程案例,仅停留在科研阶段,不能保证其实际使用效果,考虑到基层、底基层在路面结构中的重要性,使用风险较大。

2.3 面层利用方案

下面层推荐采用较成熟的厂拌热再生技术,厂拌热再生混合料用于主线和匝道下面层。经对普通热拌沥青混合料与厂拌热再生混合料的造价分析,路面再生方案单价与施工合同报价比较见表 3。

表 3 面层利用方案经济性比较

时间	废旧沥青料利用量/m <sup>3</sup>			摊铺面积/m <sup>2</sup>			增减费用(预算价-合同价)/万元		
	主线	匝道	合计	主线	匝道	合计	主线	匝道	合计
2016 年二季度	27 302	4 907	32 209	1 365 100	245 350	1 610 450	2 524.1	507.1	3 031.2
2018 年一季度	27 302	4 907	32 209	1 365 100	245 350	1 610 450	4 273.1	1 494.7	5 767.8

主线既有沥青路面铣刨(如果挖除,还需大量时间进行破碎、筛分,有时需二次破碎)后先运回拌和站堆放、存储,待主线或匝道施工具有工作断面后再将回收料进行拌和再生利用。再生料施工工艺控制较严格,拌和时间也比全新料长,施工加热温度也不同,沥青混合料的出厂温度和运到现场的温度一般比道路石油沥青混合料高 5~15℃,铣刨、运输、筛分、加热、拌和、摊铺等过程时间较长,再生料的利用会延长施工工期。

由于该项目常规沥青下面层单价较低,而厂拌热再生沥青混合料下面层单价较高(主要是由于材料和设备改装均摊成本高),不推荐采用厂拌热再生下面层。

2.4 不利用废旧沥青砼的环保处理方案

2.4.1 临时堆放方案

将废旧沥青砼在弃土场原地地面不易积水的位置堆放,待以后在低等级公路或农村公路上进行利用,堆放的废旧沥青砼采用防渗膜包裹,防渗膜上部覆盖 30 cm 砾类土防止防渗膜老化破损(见图 1)。

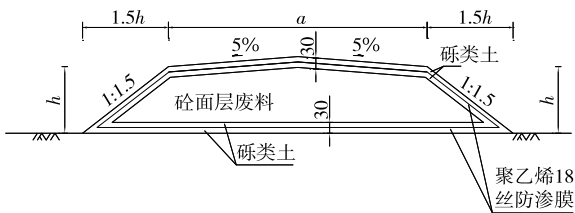


图 1 废旧沥青砼临时堆放方案示意图(单位:cm)

### 2.4.2 掩埋处理方案

既有沥青路面的废弃料可集中堆砌于弃土坑内。为防止沥青混合料污染环境,挖除旧路面的沥青混合料采用聚乙烯18丝防渗膜包裹后掩埋。弃土在原地表采用细粒土均匀平铺、压实,边坡采用缓边坡(见图2)。

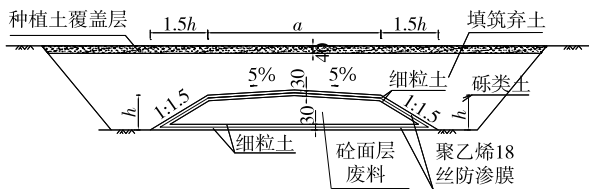


图2 废旧沥青砾掩埋处理方案示意图(单位:cm)

### 2.4.3 回收方案

在弃土场不易积水位置设置砖砌结构回收站,废旧沥青混合料采用外包防渗膜形式放入回收站内,便于后期在大中修工程或低等级道路建设中再生利用,对环保无影响。场地设置见图3。

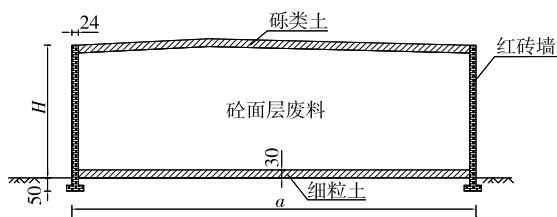


图3 废旧沥青砾回收方案示意图(单位:cm)

### 2.4.4 经济性与环保性分析

采用废弃处置方案,需使用防渗土工膜包裹沥青废弃料,存在污染地下水环境的风险。将路基填料使用后剩余的 21 820 m<sup>3</sup> 废旧沥青混合料采用回收方案处理,设置一处回收场地,将废旧沥青砾运至堆料场的运输费用增加 20.9 万元,砖砌堆料场增加费用 6.8 万元。

## 3 结论

(1) 该项目服务区和互通匝道路基填筑使用废旧沥青砾全线增加 173.4 万元,而厂拌热再生技术

需进行设备改装等摊销费,全线造价增加 3 000~6 000 万元。从经济角度考虑,建议废旧沥青采用路基填料方案。

(2) 从保护环境角度考虑,采用废弃掩埋或临时堆放方案,均需采用防渗膜和细粒土包裹处理,且都存在污染迁移的潜在危险。建议采用废旧沥青混合料填筑路基,剩余的暂时存放以备再利用。

### 参考文献:

- [1] 张金喜,李娟.我国废旧沥青混合料再生利用的现状和课题[J].市政技术,2005(6):9-13.
- [2] 李志勇.探讨高速公路的废旧沥青砾利用[J].科技资讯,2007(3):201-202.
- [3] 孙道建.厂拌热再生沥青混合料的研究与应用[D].济南:山东大学,2012.
- [4] 张辉.沥青路面热再生技术研究[D].西安:长安大学,2006.
- [5] 董玲云.厂拌热再生沥青混合料疲劳性能研究[D].重庆:重庆交通大学,2013.
- [6] 任义军.沥青混凝土就地再生机械与施工研究[D].西安:长安大学,2005.
- [7] 王昊.老路废旧沥青混合料热再生技术的试验研究[D].济南:山东大学,2012.
- [8] 胡娅春.废旧沥青混凝土冷再生技术性能研究[D].西安:西安科技大学,2009.
- [9] 裴晓梅.乳化沥青冷再生混合料在旧路补强中的应用研究[D].西安:长安大学,2013.
- [10] 刘珊珊.废旧沥青路面乳化沥青冷再生技术在道路维修中的应用[D].北京:北京工业大学,2016.
- [11] 李雷.水稳砂砾沥青路面全深式就地冷再生材料性能试验研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2011.
- [12] 杨伟杰.寒旱地区沥青路面冷再生技术的应用研究[D].西安:长安大学,2016.
- [13] 李宏波,刘占江,邹媛媛,等.大掺量废旧沥青混凝土水泥稳定碎石的试验研究[J].铁道建筑,2012(10):147-149.

收稿日期:2019-12-29

(上接第 162 页)

- [2] 李天利.企业建立知识库的重要性[J].科技信息,2008(33):545.
- [3] 宋建辉.知识管理在工程监理中的应用[J].科学时代,2012(12):152-153.
- [4] 苑军.构建工程监理企业的知识管理系统[J].交通企业管理,2007,22(2):42.

- [5] 曾朋芳.工程监理服务和全过程工程咨询服务发展方向[J].建筑技术开发,2019(11):85-86.
- [6] 李建平.对监理行业发展的一些思考[J].建设监理,2018(4):3-4+31.

收稿日期:2020-04-16