

沥青路面就地热再生施工 技 术 指 南

黄晓明 江瑞龄 等 编著



人民交通出版社

China Communications Press

Liqing Lumian Jiudi Rezaisheng Shigong Jishu Zhinan

沥青路面就地热再生施工技术指南

黄晓明 江瑞龄 等 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本指南结合公路沥青路面就地热再生的工程应用,对相关技术进行了全面的叙述。主要内容包括:旧沥青路面使用性能的调查、原材料的选择、再生沥青混合料的配合比设计及施工流程等。指南集学术性与工程应用性于一体,可供公路工程科研、设计、施工等单位参考。

书 名: 沥青路面就地热再生施工技术指南

著 作 者: 黄晓明 江瑞龄 等

责任编辑: 岑 瑜

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店、交通书店、建筑书店

印 刷: 北京凯通印刷厂

开 本: 850×1168 1/32

印 张: 3.75

字 数: 100千

版 次: 2007年11月 第1版

印 次: 2007年11月 第1次印刷

统一书号: 15114·1130

印 数: 0001~2500册

定 价: 12.00元

(如有印刷、装订质量问题,由本社负责调换)

前 言

近 20 余年来,我国公路建设事业迅速发展,截至 2006 年底,我国公路总里程达到 348 万 km(包括从 2006 年开始纳入统计的 155 万 km 村道),高速公路发展到 4.54 万 km。在已通车里程中,沥青混凝土路面里程占到 75% 以上。高等级沥青路面的设计寿命为 15 年,由于沥青路面的早期破坏,部分沥青混凝土路面在通车运营后,时间短的 2~3 年,长的 8~10 年就进入大面积维修和改造期,同时早期修筑的沥青路面其使用期已经超过或接近 10 年。由此看来,我国即将进入一个高等级公路大规模维护期;并将持续相当长的时间。

目前,我国经济建设虽有了很大发展,但实力仍不雄厚,公路建设资金不能满足公路交通运输事业迅速发展的需求。常规的沥青路面大修、重建等改造维护方法将耗用大量新沥青及砂石等限量资源,占用较多的公路工程建设资金。从材料性状角度,无论将沥青视为具有可调合的多相平衡体系的胶体结构,还是具有溶解、沉淀等热力学可逆过程的高分子聚合物,沥青老化并没有改变其结构特征本质。因此,旧沥青材料是一种可以进行再生设计与利用的材料资源,对沥青路面进行再生利用完全可行。这是缓解公路建养资金短缺矛盾、提高和完善公路网络服务水平的有效途径,也是建设资源节约型社会的必然选择。

以高等级公路沥青路面面层使用寿命为 8 年计,那么现

在翻修的高等级沥青路面里程则为 8 年前新增加的通车里程共计 1.6 万 km,折合为旧沥青材料约 8 000 万 t。如果将这些旧料全部作为垃圾处理,政府每年仅支付垃圾消纳费就会超过 20 亿元。而如果将这些沥青旧料加以再生利用,按每吨节省成本 30 元计,则能够节省直接费用约 24 亿元,而且该数字还在以 10% 以上的速度增加。另外,如果再考虑大量城市道路沥青路面和较低等级沥青路面的再生利用,经济效益更趋显著。

遗弃废旧的沥青混凝土,不仅占用大量的场地,而且沥青材料属于不可降解物质,由此会造成大面积的环境污染和地表水污染。如果将其废置于公路沿线,还会对公路的边坡及绿化环境造成长期的危害。同时,为了获取新的砂石材料,又得大规模的开山挖地,或从几百公里以外运输砂石料。这不仅消耗了大量人力、物力和财力,也破坏了生态环境。而沥青路面再生利用技术,使用了大量的旧料,不仅有利于生态环境的保护,还能够产生良好的社会效益,应该值得大力推广应用。沥青路面再生方式包括:沥青路面材料厂拌热再生和冷再生、沥青路面材料厂拌和就地冷再生以及就地热再生等四种,每种再生方式有其特殊的使用范围。本指南通过课题组多年的实践,重点介绍就地热再生技术,以后适当的时机将推出厂拌热再生和冷再生技术指南,以满足工程技术人员的需求。

交通部文件(交公路发[2004]45 号)中明确指出,公路建设总体设计应“明确各专业间设计界面与衔接方式;提出运营期工程结构的耐久性、车辆行驶的安全性、养护维修的

可行性、防灾减灾的有效性等问题的解决方案;优先采用有利于生态保护的建设方案”。在交通科技发展战略方面,也指出了“耐久再循环使用和合成材料道路”以及“绿色交通技术”的发展方向。这从社会效益全局的高度阐明了公路建设方案的指导思想。而进行沥青路面再生利用及其应用技术研究,不仅能增加路面结构的耐久性,使路面养护维修更加方便可行,而且更有利于生态环境保护,是社会效益极大化指导思想下公路建设的具体实践。

根据国外的经验,对旧沥青路面进行厂拌热再生利用,当旧料掺加比例为 20% ~ 50%,节省费用相应为 14% ~ 34%;采用就地热再生工艺时,费用节省为 17% ~ 50%;采用就地冷再生工艺时,节省的费用一般在 6% ~ 67%。我国经验表明,与铺筑新沥青路面相比较,铺筑再生沥青路面,其材料费平均节约 45% ~ 50%;考虑翻挖路面、破碎、过筛、添加再生剂等需要增加的费用时,工程造价降低 20% ~ 25%。因此对旧沥青路面进行再生利用,蕴含巨大的经济效益,顺应交通行业建设可持续发展的战略举措。由此,在我国高等级公路大规模维护初期,针对沥青路面再生应用技术进行相关研究,对促进该技术在我国的成功运用、推广和普及,意义重大、影响深远。

本指南由黄晓明、江瑞龄、赵永利、马涛和蒋建飞编写。望同行不吝赐教,多提宝贵意见和建议。

编 者
2007 年 8 月

目 录

1 概述	1
1.1 沥青路面的就地热再生(HIR)利用	1
1.2 就地热再生机组	5
1.3 就地热再生沥青混合料性能	8
1.4 就地热再生技术的适用条件	13
1.5 HIR 技术一般指导原则	16
2 旧沥青路面使用性能的调查	18
2.1 路面调查一般流程	18
2.2 历史资料调查	18
2.3 现场性能调查	21
2.4 材料性能调查	24
3 原材料的选择	28
3.1 一般规定	28
3.2 沥青与改性沥青	29
3.3 矿料	29
3.4 再生剂	30
3.5 改性剂	33
3.6 纤维	34
4 再生沥青混合料的配合比设计	37
4.1 HIR 混合料配合比设计的一般原则	37
4.2 普通沥青混合料再生配合比设计	39
4.3 改性沥青混合料再生配合比设计	45

4.4	SMA 沥青混合料再生配合比设计	48
5	施工流程	56
5.1	HIR 实施的一般流程	56
5.2	施工组织	56
5.3	施工工艺	61
5.4	质量控制	70
5.5	交工验收与施工总结	75
附录 A	普通沥青混合料再生配合比设计实例	76
A.1	旧路材料评价	76
A.2	目标配合比设计	78
A.3	配合比设计检验	84
A.4	试验段的试拌试铺	85
附录 B	SMA 混合料再生配合比设计实例	88
B.1	旧路材料的评价	88
B.2	目标配合比设计	89
B.3	配合比设计检验	97
B.4	试验路的试拌试铺	98
附录 C	旧沥青路面抽提回收方法的补充措施	101
C.1	概述	101
C.2	矿粉对回收沥青性能的影响及相应措施	102
C.3	三氯乙烯对回收沥青性能的影响及相应措施	104
C.4	旧沥青抽提回收方法补充措施	106
参考文献		107

1 概述

1.1 沥青路面的就地热再生(HIR)利用

1.1.1 HIR 技术概念

沥青路面的再生利用是指针对经过若干年使用并已经老化的沥青混合料,采用专门的技术、材料和工艺,对其性能进行一定程度的恢复和再次使用。沥青路面的再生技术根据工艺特点不同,可分为:就地热再生、就地冷再生、厂拌热再生和厂拌冷再生。

就地热再生(HIR)是指在老化路面的现场,通过特定的工艺及设备,实现沥青路面的加热、添加再生剂、拌和、摊铺、碾压等工艺,从而实现旧沥青路面性能的快速恢复。就地热再生技术,具有可实现原沥青路面材料 100% 的再生利用、施工速度快、对交通影响小等优点。其一般工艺流程如图 1.1 所示。

1.1.2 HIR 技术分类

根据施工工艺不同,HIR 可细分为三类:表面再生、复拌再生与加铺再生。

表面再生是最基础、技术最简单的工艺,就是首先用预热机加热并软化沥青路面,然后用耙齿或铣刨滚筒翻松达一

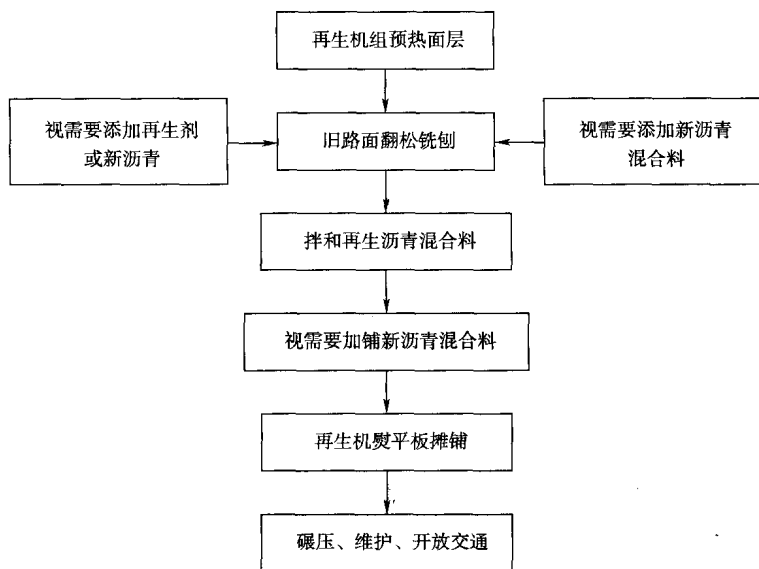


图 1.1 就地热再生现场工艺流程

定处理厚度,按需要添加再生剂,充分拌和松散的再生混合料,然后摊铺压实,如图 1.2 所示。表面再生工艺中不加入

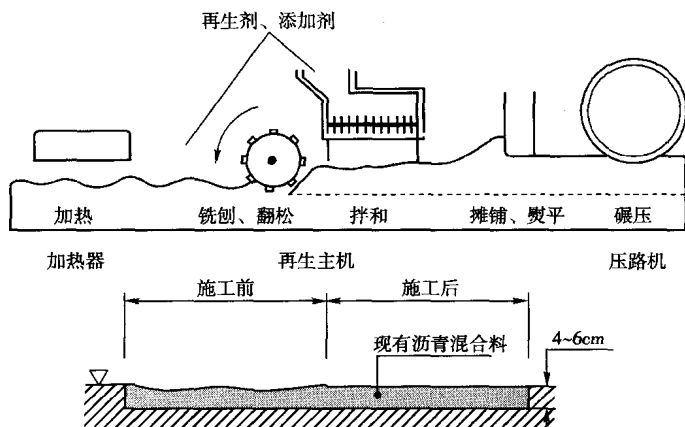


图 1.2 表面再生示意图

新集料或新沥青混合料,因此现有沥青道路的改善仅局限于对老化沥青的再生。

复拌再生,就是由预热机将旧路面加热至一定温度后,用复拌机将旧路面翻松,并把翻松后的材料与新沥青混合料(和再生剂)在复拌机的搅拌器中拌和均匀,形成新品质的沥青混合料,然后摊铺到路面上,用压路机碾压成型,如图 1.3 所示。

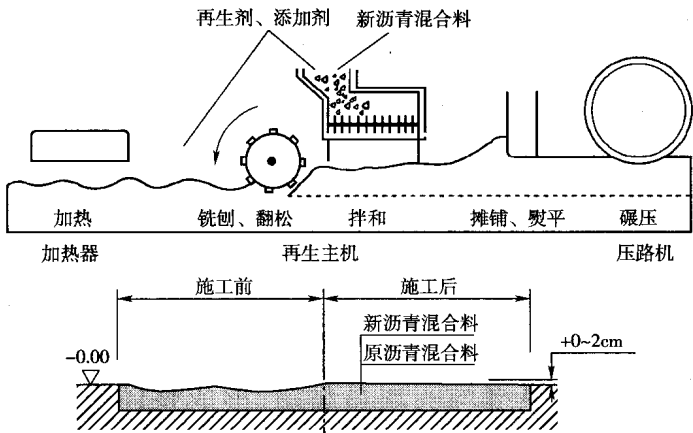


图 1.3 复拌再生示意图

加铺再生,就是在表面再生或复拌再生的基础上,通过再生主机再摊铺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,如图 1.4 所示。

1.1.3 HIR 技术特点

研究与应用表明,与传统路面养护工艺相比,HIR 具有以下优点:

(1) 可实现对原路面沥青混合料中的沥青胶结料及级配的性能恢复和改进。

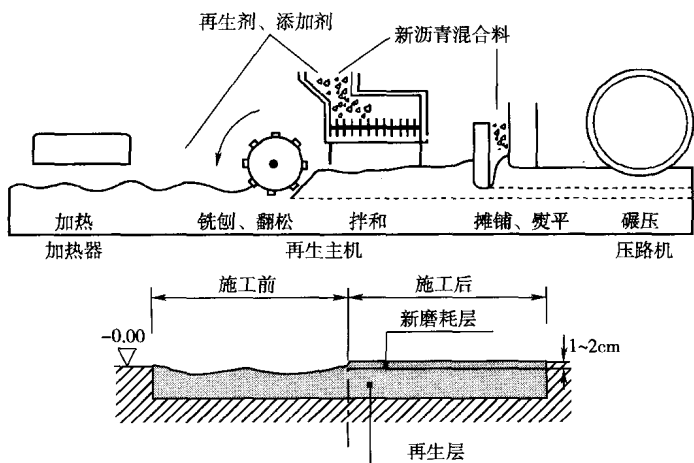


图 1.4 加铺再生示意图

(2) 实现原路面材料 100% 再利用, 节约了资源和经费, 保护了生态环境, 在公路养护中实现循环经济。

(3) 恢复路表服务功能, 消除路表功能性病害, 提高行驶质量, 修正路面高程、纵横坡等设计缺陷。

(4) 层间及纵缝均实现热黏结, 形成整体板块效应, 提高修复质量, 有效地防治反射裂缝。

(5) 施工时无需完全封闭交通, 施工结束即可开放交通, 社会经济效益显著。

同时, HIR 也存在一定的技术限制, 并不是适用于所有的路面再生改造工程, 其劣势主要表现在以下几方面:

(1) 需要专门的设备和专业操作人员, 技术集成化程度较高。

(2) 再生深度有限, 目前主要适用于处理表层老化和病害。

(3) 再生后的沥青路面性能受原路面性能的影响较大。

因此在实际工程中,应根据工程的具体特点,对沥青路面的就地热再生技术进行有针对性的选用。

1.2 就地热再生机组

就地热再生机组一般分为两类,第一类为综合作业工艺,即用一台综合式再生重铺机组连续实现加热、耙松、再生剂添加、搅拌、摊铺等再生过程的工艺方案,必要时可选择预加热机一同工作。综合作业再生的特点是:再生机组系统复杂;技术水平要求高;一次性投资大;工艺柔性较差;不能利用现有摊铺设备与技术。综合作业再生机组的典型产品主要包括德国维特根的 RX4500 和芬兰的 KM3000RS 和 RM2000RS。第二类为多步作业工艺,即用多台不同功能的再生机组与常规摊铺机联合作业,连续完成加热、铣刨翻松、添加再生材料、搅拌、摊铺等再生过程的作业方案。多步作业方案的特点是:工艺柔性好;再生设备系统相对简单;工艺路线较长;可使再生材料充分加热与混合;可利用现有的摊铺设备与技术。多步作业工艺的再生机组主要有玛莲尼再生列车、英达就地热再生机组 RM6000 和马泰克 AR2000 型就地热再生机组。

1.2.1 综合作业工艺机组

江苏高速公路工程养护有限公司在用的芬兰卡罗泰康(KALOTTIKONE OY)公司生产的 RM2000RS 热再生设备属于综合作业工艺机组(图 1.5)。

RM2000RS 热再生机组主要包括两台预热机(ECO-HEATER KAPH 8SP)和一台再生主机(RM2000RS)及相应

的施工配套实施,如图 1.6 所示。

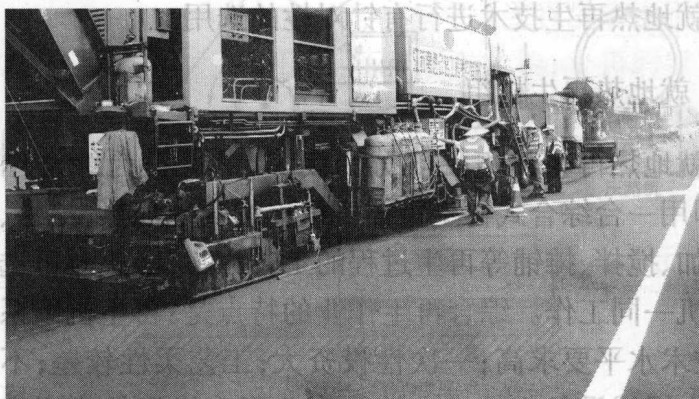


图 1.5 RM2000RS 就地热再生机组



图 1.6 RM2000RS 就地热再生机组及相应施工配套设施

RM2000RS 加热机 (ECOHEATER) 工作性能: 每台加热机采用 18 个燃油喷嘴, 加热总功率 8MW, 工作耗油量为 600 ~ 900L/h, 加热宽度 3 100 ~ 5 000mm, 工作速度 2 ~ 12m/min, 遥控无级调速。

RM2000RS 再生主机 (ROADMIX KRM2000RS) 工作性能: 工作速度 0 ~ 10m/min, 行驶速度 0 ~ 5km/h, 铣刨宽度 2 500 ~ 4 500mm, 铣刨深度 0 ~ 80mm, 搅拌 150t/h, 熨平板 I 工作宽度 2 500 ~ 4 500mm, 熨平板 II 工作宽度 2 500 ~ 4 700mm, 沥青喷洒 5.5 ~ 66L/min, 工作耗油量 75L/h。

1.2.2 多步作业工艺机组

香港英达科技有限公司所属英达热再生有限公司使用的就地热再生机组 RM6000 属于多步作业工艺机组 (图1.7)。



图 1.7 RM6000 就地热再生机组

RM6000 热再生机组主要包括两台加热王 (HM16 和 HM7) 和一台再生主机 (RM6000 公路王) 及常规摊铺设备等相应的施工配套实施, 如图 1.8 所示。

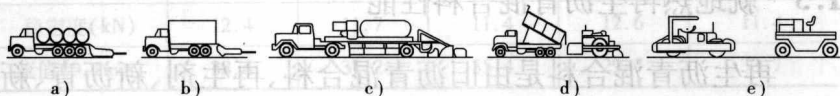


图 1.8 RM6000 就地热再生机组及相应施工配套设施

a) HM-16 加热王; b) HM-7 加热王; c) RM6000 公路王; d) 运料车和摊铺机; e) 钢轮和胶轮压路机

RM6000 加热机 (HM 加热王系列) 工作性能: HM 加热王由牵引车及装有工作装置的半挂车组成, 装有两组热再生加热墙, 以液化气为燃料, 利用高强辐射对路面进行快速加

热,工作时加热墙可作液压展开,升降或平移,最大加热宽度可达4.5m。

RM6000 再生主机(RM6000 公路王)工作性能:由牵引车及装有工作装置的半挂车组成,方便整机运行于高速公路,施工时牵引车可切换至液压慢速行驶,满足不同施工速度需求。采用空压式双列疏松耙,系统控制沥青路面翻松宽度及深度,全自动电脑控制再生剂洒布系统,并带有独立螺旋布料器,可作液压无级延伸。

1.2.3 应用概况

目前就地热再生机组已经在国内高速公路上完成了大量的再生养护工程,东南大学交通学院等院校和科研单位与工程单位紧密合作,结合就地热再生机组进行了大量的就地热再生技术的理论和工艺技术研究。室内试验和工程现场效果表明,就地热再生技术具有其他养护技术不可比拟的优势,随着理论基础的深入研究和施工技术的不断完善,其应用前景非常广阔。

1.3 就地热再生沥青混合料性能

再生沥青混合料是由旧沥青混合料、再生剂、新沥青、新矿料等组成。其组成明显比传统的新拌沥青混合料复杂,因此其性能也较新拌沥青混合料复杂;特别是受到旧料掺加比例的明显影响。

1.3.1 最佳用油量

在再生混合料中,混合料的总油石比通常随旧料的掺加比例提高而增加,如表1.1所示。

表 1.1 新旧料比例与最佳油石比的关系

旧料: 新料	50: 50	40: 60	30: 70	20: 80	0: 100
最佳油石比	5.55	5.47	5.31	5.26	5.15

其原因在于,旧料中的部分胶结料已经明显老化,且与矿料形成了非常牢固的黏结,在拌和中并不能起到有效的表面润滑等作用,因此使实际的沥青用量增加。

由于原路面旧料几乎全部利用,因此就地热再生混合料的最佳油石比也就较普通沥青混合料大。了解这一特点很重要,因为再生沥青混合料的路用性能与油石比有密切联系。

1.3.2 马歇尔稳定度及流值

大量试验研究表明,在最佳用油量下,不同掺配率的再生沥青混合料的稳定度及流值并没有很明显的变化。将不同旧料掺配率、最佳用油量下的混合料进行多次马歇尔试验,进行对比,如表 1.2 所示。

表 1.2 不同旧料掺量下的马歇尔试验结果

旧料: 新料	50: 50	40: 60	30: 70	20: 80	0: 100
稳定度(kN)	12.4	11.7	11.4	12.6	11.4
流值(0.1mm)	38.4	31.2	35.4	29.7	33.7

1.3.3 空隙率

试验研究表明,在最佳油石比情况下,旧料掺配率对混合料空隙率影响不大;而在油石比、级配、试验条件相同的情况下,旧料的掺配率对混合料的空隙率影响较大。从图 1.9 的试验结果可以看出,固定油石比情况下,旧料掺配率越大,则空隙率也越大。