

沥青路面热拌再生 技 术 手 册

美国沥青协会 编 著

吉林省交通科技情报总站
吉林省交通科学研究所

沥青路面热拌再生 技术手册

美国沥青协会技术丛书之二十

(MS—20)

一九八三年九月

出 版 说 明

旧沥青路面再生利用是我国近年来发展起来的一项新技术。目前，世界许多国家都对这项技术的研究与应用投以很大的力量。实践证明，随着四化建设的需要，这项新技术无论是对节约材料，节约能源，还是对保护环境、减少污染来讲，都显示了良好的效果。当前，我国许多道路的更新、改造已经成为道路建设中重要的课题之一。因此，成功地运用路面再生技术，将会为我国的道路建设带来很大的经济效益。为此，我们翻译出版了这本小册子。愿它能对从事道路建设和研究的工程技术人员、干部和工人有所帮助、启发和借鉴。

本手册是美国沥青协会的技术丛书之二十。全文由我所王长海同志翻译，程景颢校、王高石工程师技术校阅。由于水平所限，错误之处，诚望得到读者的批评指正。

《吉林交通科技》编辑部

1983年9月1日

序 言

各地的路面建筑工程和投资部门在他们所关心的问题中，具有突出意义的是材料的再生利用，环境的保护，以及施工方法和修复方法的经济性。

用沥青进行路面再生是满足这些要求的有效和实际的方法，尤其是这种方法在能源、材料和资金方面都具有良好的经济性。

在沥青路面再生过程中，从旧路面结构中回收的材料与一定的新材料一起进行再加工，制成可以达到规范所要求的各项技术标准的沥青混合料。这种再生混合料可以铺筑在原路床上（混合料正是从这些路床上回收到的。）；当然，这些再生混合料也可以应用于任何需要沥青混合料的地方。

沥青混合料再生并非是什么新技术。它的历史可以追溯到几十年以前。但是，在其经济性和环境问题上提出了更高的要求，使这项技术面临了一些新的课题，同时，也促进了技术上一些新的改进。

再生路面中，回收的材料、新骨料、沥青和再生剂的含量变动很大。回收的路面材料在制成的混合料中所占的比例少则可占10%多则可达100%。但在大多数的路面再生工程中，回收的沥青路面材料在制成的混合料中所占的比例为20%到70%。

尽管还有一些其它的沥青路面再生方法，但是本文将只

介绍热拌再生工艺及其设计方法。

本手册广泛收集了道路工程技术人员,承包者,设备制造者,沥青生产者,以及其它各方面的经验。对于这些专家们无偿提供的帮助,我们仅致以谢意。随着沥青路面再生技术的进一步发展,在这本小册子再版时,有关的数据将再行收入。

美国沥青协会

一九八一年八月

目 录

序 言	i
插图目录	iV
表格目录	iV
第一章	
沥青路面的再生	1
第二章	
材料的评定	5
第三章	
再生热拌混合料设计	9
第四章	
厚度设计	23
第五章	
再生方法	24
第六章	
施工	29
附录 (略)	

插图目录

Ⅲ—1	配比设计工艺流程图	11
Ⅲ—2	回收沥青和新粘稠沥青掺配图表、例1	13
Ⅲ—3	回收沥青和新粘稠沥青掺配图表、例2	18
Ⅲ—4	粘稠沥青的针入度和粘滞度比较	19
Ⅲ—5	回收(旧的)的沥青和再生剂的掺配图表	22
V—1	旋转式路面切削机(CMI 公司)	26
V—2	旋转式路面切削机(Barber公司)	27
V—3	旋转式路面切削机(CMI公司)	28
Ⅵ—1	在分批投配拌合设备中进行再生	34
Ⅵ—2	滚筒式拌合设备(分离进料式)	35
Ⅵ—3	滚筒式拌合设备剖面图	37
Ⅵ—4	滚筒拌合设备(复式)	38
Ⅵ—5	对流滚筒式拌合设备(低温传热式)	39

表格目录

Ⅵ—1	骨料要求温度	30
Ⅵ—2	搅拌机中水蒸气蒸发率	32

第 一 章

沥青路面的再生

1.01. **沥青路面是可以再生利用的**——沥青路面的使用寿命取决于多种因素。主要的影响因素是交通荷载和数量、气候条件、材料质量、底基层的强度，排水状况以及施工质量等。

及时养护可以延长路面的使用寿命。虽然路面最终会损坏，而需要重新修筑。即使如此，旧的材料也不能废弃。这些旧的路面材料可以再生利用，做为路面重建的一部分。因此，沥青路面是一种可以再利用的资源。

1.02. **再生利用的定义**——本手册将运用下列有关定义：

沥青路面结构——一种路面结构层。它铺筑在路基，或改善路基上。这种路面结构各层次含有沥青—骨料混合料，或者既含有沥青层，也含有未处治的骨料层。

再生——系指对已经完成了予期使用目的的材料进行重新利用。通常要经过某些加工过程。

热拌再生——一种再生方法。在这种方法中，回收的沥青材料和回收的骨料，或两者都包括在内，要用新的沥青或再生剂，以及新骨料在中心拌合厂进行拌合，制成新的热拌铺路混合料。用这种混合料所铺成的路面能够完全符合标准材料技术规范 and 施工的要求。

回收的沥青路面 (RAP)——经过回收和加工后含有沥

青和骨料的路面材料。

回收的骨料材料 (RAM)——经过回收和加工之后含有不能重复利用的粘结料的路面材料。

提取的骨料——从旧沥青路面的试样中分离出来的骨料。

提取的沥青——从旧沥青路面的试样中提取出来的沥青。

再生混合料——回收的沥青路面、新粘稠沥青、再生剂 (如果需要时)，以及由回收的或新的级配骨料所重新拌合成的最终混合料。这种混合料能够满足路面结构中任何层位的使用要求。

沥青再生剂——系指一种为使旧的沥青得以恢复，达到所要求的技术标准而选用的具有某种化学和物理特性的有机材料。

1.03. 再生方法的选择——热拌再生方法是一些使损坏的路面得以更新再生的可选用方法中的一种。这些方法包括：(1) 热拌再生法；(2) 冷拌再生法；(3) 表面再生法；(4) 全部用新材料进行重建方法；(5) 补坑和厚罩面法；(6) 补坑和薄罩面法；(7) 补坑法 (日常维修保养)。在对这些方法中的其一进行选用之前，应对所有的方法都加以考虑。

首先要采取的步骤是，确定路面可能损坏的原因。为此，要参看原有路面的设计和施工技术档案。然后，再进行现场试验，试验要包括路面弯沉测定，此外，还要取路面的试样进行室内试验。然后，对试验的结果进行分析，从而确定采取哪种修复方法是最适宜的。

每种方法的选定都应当以路面设计原理为根据。对于路

面预期要达到的性能，环境影响，设计交通量和载重量，路面几何图形，以及经济性（基本建设成本和计划维修成本），都应加以考虑。

维修、封层、罩面以及新建方法在本协会的其它手册中有所介绍，本手册专门介绍一种再生方法：即热拌再生法。

1.04. 热拌再生的意义——热拌再生是一种可以用来提高已损坏了的路面标准的方法。此外，将沥青加注在路面结构层中的下层的粒状材料中，然后，再以同样的厚度铺回，可以获得较好的效果。这样，通过沥青粘结料增加了路面结构层的强度，从而提高了道路的承载能力。采用这种方法，原有路面的复合结构层就会改造成高质量的厚层或全厚式沥青路面（全厚式沥青路面是指在底基层或改善基层上，所有路面的层次均用沥青混合料来铺筑）。

仅仅从成本——效果对比来看，也应当对原有路面进行热拌再生利用，做为主要内容加以考虑。

进行路面再生的一个重要原因是需要对自然资源加以保护。当沥青和骨料这两种使用最多的道路材料被重新利用来提高道路强度和改善道路时，它们对于道路建筑的经济性，生态的平衡和能源保护都是有益的。

1.05. 热拌再生的优点——经济效益好和对自然资源的保护是热拌再生的优点，因而得到了重视。此外，热拌再生还有其他一些优点：

- 只要稍加改变，或者根本不改变路面的厚度，就能使路面结构得到改善，使之获得令人满意的结果。
- 无需再占用道路用地。
- 可以降低冰冻敏感性。
- 路面和路基的变形能够得到改善。

- 原有混合料的缺欠可以得到弥补。

这种方法存在的问题是：

如果施工中不使用适当和有效的设备，或者为再生混合料规定了太高的回收的路面材料百分比，则会在工地造成空气污染问题。

为获得较好的质量，所要求的注意事项要比新材料所要求的多。

1.06. 热拌再生法——所有回收的沥青路面的热拌再生都要用热传递的方法来完成。再生的混合料可以用分批投配和滚筒式拌合设备来进行生产。但是有些设备需要进行某些改进，这些方面在第六章中将加以介绍。

在分批投配设备中，热传递方法是利用超热骨料（新的或者回收的）来提高回收的沥青路面的温度。

在滚筒式热拌合方法中，也会产生热传递，主要采用三种方法。一种方法是完全依靠废气进行直接加热。第二种是对流加热，这种加热方法通过控制整个燃烧过程，并通过紊流空气混合作用，使气体温度分布均匀。第三种方法是在滚筒前部加热新的或回收的骨料，在滚筒的中部输入回收的沥青路面材料，并通过对流和传热作用对其进行加热，然后在滚筒的后半部进行拌合。

把在分批投配设备和滚筒式设备上，按规定的拌合温度所制成的混合料装进聚料斗或运料卡车。以通用的路面铺筑和压实设备将再生混合料铺筑在道路上。

第 二 章

材料的评定

2.01. 范围——热拌再生是指对按比例配制的回收的和新的材料的拌合，目的在于获得具有特定物理性能的路用混合料。

其第一个步骤是要进行材料的评定，而后便要进行配比设计（马歇尔设计法或维姆设计法）。所有的材料都应当进行试验和评定，以便得到满足各种配比要求的最佳混合料。为此，本章将论述回收材料和新材料的设计方法和试验方法。

2.02. 采样——为了获得各种材料的典型试样，现在已经研制出了许多方法。在这些方法中，有美国材料与试验协会（ASTM）的沥青抽样法（D140），骨料抽样法（D75），沥青铺层混合料抽样法（D979），但是无论所使用的哪种方法，在制定抽样计划中，工程鉴定还是需要的。

众所周知，随机抽样技术是迄今为止发明出来的最好的一种技术。用这种方法，抽样位置的选择可以通过这样的方法来进行，即在欲进行调查的路段范围内，取样位置都能大致匀等地加以选择，这种选择毫无偏见，因为，此种选择运用随机数表，是以完全偶然的方式来进行的。

运用以数理统计为基础的随机抽样法的另一个特点是，无论从工作量上讲，还是从成本费用上讲，都可以大大降低。

抽样位置的选择可以用美国材料与试验协会(ASTM) D3665中所叙述的铺筑材料的随机抽样方法。

回收的沥青路面破碎或切削可以改变部分骨料的级配。因此,送交试验用的试样应具有现场储料堆的代表性。料堆取样在美国各州公路与运输工作者协会(AASHTO)试验方法 T₂ 中有所介绍。

2.03. 回收的沥青路面——含有20%以上的回收沥青路面材料的沥青混合料的设计,除了通常的马歇尔和维姆方法以外,还要进行一定的实验室试验,首先,回收沥青路面的材料组成就必须加以测定。这方面的内容包括如下:

(a) 骨料的级配

(b) 沥青含量

(c) 沥青在60°C时的粘滞度

而后,回收骨料的级配(如果有的话),也必须加以测定。这方面的情况系用来确定所需要的粘滞沥青的数量和外加骨料的级配与数量。

对回收的沥青路面中的沥青和骨料所具有的特性必须进行单独评定,因此,有必要从回收的沥青路面典型的试样中,将旧沥青提取出来。

(a) 骨料的评定——依照美国材料与试验协会(ASTM C136),对回收的沥青路面试样的骨料进行筛分,以确定其级配。骨料级配的任何不足,可以通过掺进相似的新的或回收的骨料,与回收的沥青路面骨料一起拌合而加以弥补。

(b) 抽提——所采用的方法应当是美国材料与试验协会D2172所介绍的方法或相似的方法。其目的是对骨料和沥青进行定量分析。

(c) 沥青的评定——回收的沥青路面中沥青的含量要根据抽取的沥青和骨料相应的重量来加以确定。抽取的沥青依照美国材料与试验协会方法 D1856 从溶液中回收。而溶液稠度的确定基础是 60°C 时的粘度 (美国材料与试验协会 D2171)。沥青抽提试验对于确定再生混合料配比设计中沥青需要量和等级是必要的。

2.04. 新沥青——新的低粘滞度的粘稠沥青,除了用在回收的沥青路面和新骨料的混合料中以外,还有两种用途,增加整个沥青含量,从而来满足混合料的各项技术要求;与混合料的回收部分中的旧沥青进行拌合,以便制成能满足各项技术要求的沥青。一般情况下,AC—10、AC—5,或 AC—2.5 (AR—4000、AR—2000 或 AR—1000; 85~100, 120~150 或 200~300 针入度) 的粘稠沥青都可用于这种目的。这些沥青应当满足美国材料与试验协会 (ASTM) D3381 或 D946, 美国各州公路与运输工作者协会 (AASHTO) M221 或 M20 等技术规范标准。

2.05. 再生剂——再生剂是指一些为使旧的沥青恢复到要求的规范标准而选用的具有各种化学和物理特性的有机材料。在选用再生剂的时候,旧沥青和再生剂的粘滞度特性是决定性的因素。

就再生剂而言,尽管目前尚无全国性的标准规范,但是,已有许多种再生剂,在再生混合料设计中得到了广泛的应用。一九七六年,太平洋沿岸国家沥青生产者和使用者会议建立了一个沥青生产者和使用者机构委员会来制定再生剂的功能规范,并且在一九七九年,这个委员会还颁布了一套这方面的试行规范。这些试行规范被提交给美国材料与试验协会,以便在为这些材料制定规范时加以考虑。(对于再生

剂的选用，可以向再生剂的生产商了解）。

2.06. 未处治的骨料——在许多情况下，需要往回收的沥青路面中加骨料，以便使其达到要求的级配混合。回收的骨料材料或通常应用在沥青混凝土中的各种骨料，都可以用于此种目的。混合的骨料最初要进行试验，以便对再生混合料中所使用的每种骨料的数量加以正确的确定。

当选用新的或回收的骨料的时候，要考虑到混合料是用做改善基层，还是用做沥青混凝土基层或面层。混合料必须满足设计方法和路面结构选择的极限试验标准；同时，混合料还应具有能允许正常铺筑所要求的足够的和易性。

2.07. 混合的骨料——回收的骨料和新骨料的混合应当达到规定的级配标准，如美国沥青协会出版物《沥青混凝土及其它厂拌材料标准施工规范》（SS—1）中所叙述的混合级配就是其中的一个标准。

此外，还有美国材料与试验协会标准D3515。各州和地区也分别制定了一些标准。这些标准都可以用来评定混合骨料的级配和质量。

此外，对骨料拌合应当进行检查，看其是否具有抗剥落能力。采用通用的水敏感性试验及用为该项目而选用同样的沥青，来确定究竟是需要矿物填料还是需要抗剥落剂。

对于含有粘稠沥青的压实混合料，建议根据《水对压实沥青混合料的粘聚力的影响》（美国材料与试验协会D1075），进行浸水抗压试验。保留强度应大于75%。也可参阅美国沥青协会的《沥青路面的剥落原因及预防》（ES. 10）。

第 三 章

再生热拌混合料设计

3.01. 范围——本章将介绍回收材料的配比设计，粘稠沥青的等级和数量的选用(必要时,还包括再生剂),以及制定再生混合料的最终设计所需要的方法。这里介绍的方法是使用百分之二十到百分之七十的回收沥青路面的热拌再生法。分批投配设备能够处理高达百分之五十回收路面(无需对回收的沥青路面进行预热的辅助方法),其最常用的处理范围在百分之二十到百分之三十五之间;而滚筒式拌合设备能够处理高达百分之七十的回收路面材料,其常用的处理范围在百分之二十到百分之五十之间。

3.02. 准备工作——这个配比设计程序法,既可使用马歇尔方法也可使用维姆方法,方法如下:

把从回收的沥青路面中得到的骨料与回收的骨料材料或所需要的新加骨料一同加以拌合,以便获得能满足各项技术标准要求的混合的骨料级配。一旦相应的骨料比例得到了确定,则总的沥青需要量就可估算了。在满足混合料的沥青需要量的同时,还需要对新沥青的等级加以选择(如果需用再生剂的话,其等级也要选择),以便使旧沥青的性能得到恢复,提供可满足沥青规范的各项技术要求的最终粘结料。确定了这些项目之后,便可以用马歇尔方法或维姆方法进行配比设计,而总的粘结料的精确用量也就可以确定了。

3.03. 配比设计——通过对材料的评定(第二章)所获

得的数据资料，便可以进行再生热拌配比设计。为了对回收的沥青路面中的沥青和再生混合料中沥青进行鉴定，在本方法中，要对沥青在60℃时的粘度进行测定（美国沥青协D2771）

图Ⅲ—1是一个工艺流程图，该图简述本设计方法的各个步骤。这些步骤是：

（1）求再生混合料中的混合骨料配比——根据回收的沥青路面骨料、回收的骨料材料以及新骨料的级配，计算能满足规范要求的混合料级配。

（2）求混合骨料中的沥青百分比——混合骨料的沥青需要量可以用CKE（加州离心煤油当量）法加以确定，或者可以用经验公式加以计算：

$$P_c = 0.035a + 0.045b +$$

0.15c（通过200号筛占11—15%）

0.18c（通过200号筛占6—10%） + F

0.20c（通过200号筛占5%或少于5%）

式中：P_c——沥青材料占整个混合料重量的百分率*

a——保留在8号筛上的矿质骨料的百分率*

b——通过8号筛，但保留在200号筛上的矿质骨料的百分率*

c——通过200号矿质骨料的百分率*

F——0—2.0%。根据轻骨料和重骨料的吸收作用。该公式是以2.60到2.70的平均比重为基础的。在缺乏其它数据的情况下，0.7到1.0的数值应当是能够适用于大多数情况的。

*——以整数表示