

文章编号: 1002-0268 (2005) 11-0061-04

# 改良型沥青表处技术研究

陈学文

(交通部公路科学研究所, 北京 100088)

**摘要:** 调研我国沥青表处的技术现状, 对存在的问题进行技术分析后, 说明有必要进一步研究。同时, 介绍了国外碎石封层的技术要求和应用现状。综合沥青表处和碎石封层技术两者优点, 本文提出对我国沥青表处进行技术改良。通过试验路的验证, 表明改良型沥青表处适合我国西部县乡道路的材料、设备和施工水平等方面的要求。

**关键词:** 沥青表处; 碎石封层; 技术要求; 技术改良; 改良型沥青表处

中图分类号: U416 217

文献标识码: A

## Study on the Modified Asphalt Treatment

CHEN Xue-wen

(Research Institute of Highway M. O. C, Beijing 100088, China)

**Abstract:** This paper analyses the existing problem of asphalt surface treatment at the technique level through investigating the applied condition and issues in need of further study introduces the technique requirements and the application status in some foreign countries and brings forward technique improvement for asphalt treatment with integrated asphalt treatment and chip seal. Through the verification of the test roads, this paper brings forward the modified asphalt treatment to meet with the requirement for materials, equipments and construction for county roads in Western China.

**Key words:** Asphalt surface treatment; Chip seal; Technique request; Technique betterment; Modified asphalt treatment

## 0 前言

调查资料表明, 沥青表处是我国 3、4 级公路的常用路面形式, 在西部地区占有相当比例, 广泛应用在等级较低、交通量不大的农村公路和县乡道路上。但是, 沥青表处的质量不能令人满意, 因此有必要进行进一步的研究。本文在充分考虑 3、4 级公路施工条件的基础上, 从材料和工艺两方面入手进行研究, 以期提高沥青表处的施工质量和使用品质。

## 1 我国沥青表处技术现状

为了解我国沥青表处技术的应用现状, 笔者在新疆、内蒙、四川和重庆 4 省区 3、4 级公路上选择了

22 个路段进行了重点调查。其中, 有 12 个路段的面层形式为 1.5~3cm 厚的沥青表处。由此可见, 在我国西部沥青表处是 3、4 级公路的一种主要的路面形式。调查发现, 在 3、4 级公路上沥青表处主要采用双层或 3 层结构形式, 但其路用性能差、使用寿命较短, 一般为 2~3 年, 甚至更短。于是, 广泛调查了沥青表处采用的材料、设备和工艺等, 并做了必要的技术分析。

(1) 材料方面: 骨料种类繁多, 有碎石、砾石和破碎砾石, 也有豆石和米石; 结合料主要为石油沥青和煤沥青, 但重交石油沥青用得比较少。虽然现行规范中对骨料提出了级配要求, 但不是严格意义上的单一粒径集料, 也不是具有较好级配的集料。在实际施

收稿日期: 2004-07-21

基金项目: 交通部西部交通建设科技资助项目 (200131800045)

作者简介: 陈学文 (1971-), 男, 陕西岐山人, 副研究员, 主要研究方向为道路工程. (xw.chen@rioh.cn)

工中对集料的质量控制就更不严了,基本上没有级配控制和石粉及泥土含量控制,普遍存在不做控制的现象。另外,地方交通局不完善的试验设备根本无法保证骨料对级配和其它质量的技术要求。

(2) 施工设备:基本设备包括沥青洒布车、集料撒铺机、压路机和清扫设备等。进口的集料撒铺机质量好,但价格太高,国产集料撒铺机质量不高,大多数不能满足撒铺均匀和操作方便的要求。应该说现行规范中对设备的规定基本符合我国实际情况,但也存在对使用设备要求不明确的问题。例如,沥青表处应采用沥青洒布车喷洒沥青,但对洒布车的技术参数未做具体要求,实际工程中沥青洒布车质量参差不齐;对集料撒铺机的使用,规范中的“宜”字说明仅仅是做推荐要求,实际工程中几乎都采用人工撒铺石料;对使用的压路机做了吨位规定但未注明压路机的类型,实际工程中几乎都采用钢轮压路机,并不重视吨位的要求。在上述问题中,最大的问题是使用钢轮压路机,压实不均匀和压碎石料将造成质量隐患。

(3) 施工工艺:仅从现行规范对施工工艺的规定看,规范对工艺的要求是基本适当的,符合沥青表处的结构经济性特点和强度形成特点。但在实际施工中绝大多数采用简易的层铺法,即先用喷枪或沥青洒布车喷洒沥青,再用铁锹人工进行集料撒铺,最后用两轮或三轮的钢轮压路机进行碾压。目前,沥青表处施工的机械化程度较低,因此对操作人员的素质要求要高些才能弥补这方面的不足,但实际上操作人员大多数是临时雇佣的农民工,没有经过必要的培训,难以保证施工质量。

## 2 国外碎石封层技术介绍

### 2.1 碎石封层的技术要求

碎石封层可用普通、轻质和预裹3类骨料。预裹骨料可减少灰尘污染、增强沥青粘结力,但比普通骨料费用高;轻质骨料承受荷载的能力差,但其抗滑能力强。骨料应满足单一粒径级配,即骨料中有超过85%的骨料通过某一筛孔,然后全部停留在筛孔尺寸为本筛孔一半的筛子上。最大粒径的选择通常基于经济条件和交通条件的考虑。理想的骨料形状为立方体,具有较多棱角,严格控制扁平状骨料的含量。首选碎石,其次是破碎砾石,骨料必须冲洗干净。石油沥青、乳化沥青和稀释沥青均可用于碎石封层。在条件许可时,应优先选择高分子聚合物改性热沥青,其次是改性乳化沥青。沥青的硬度应根据当地气候选择。碎石封层应采用机械化施工,其基本设备包括沥

青洒布车、碎石撒铺机、轮胎压路机和清扫设备等。

简单地讲,碎石封层施工由3个主要工序构成:用沥青洒布车洒布沥青,用碎石撒铺机撒铺骨料,最后用胶轮压路机碾压成型。当然,施工前准备、交通控制和最终清扫等工序是不可缺少的。用热沥青作为结合料时沥青的温度对于施工质量至关重要,因此沥青洒布与碎石撒铺之间的时间耽搁应尽量少,应尽量在气温高的时候施工。根据施工工艺的不同,碎石封层技术可分为异步和同步两种。顾名思义,异步碎石封层的技术特点就是分别使用两台不同的设备依次完成沥青洒布和碎石撒铺两道工序。同步碎石封层的技术特点是沥青洒布和碎石撒铺两道工序共用一台设备,通过一次作业同时完成。除简化施工作业之外,同步碎石封层能够在沥青温度较高时撒铺石料,有效地提高了石料与沥青之间的粘结,从而能够保证施工质量,延长路面使用寿命。

总之,碎石封层能够提供防水、抗滑、耐磨的表面,从而提高路面的使用性能。在国外,碎石封层广泛应用在小交通量道路上,相当于我国西部地区的3、4级公路。其技术特点为:(1)用撒铺法施工,施工工艺和工序与我国沥青表处相同;(2)级配要求严格,采用单一粒径的骨料;(3)对结合料要求高,应具有较大的粘结强度和稳定性;(4)机械化要求高,一般采用专用施工设备;(5)路面构造深度大,有利于交通安全。

### 2.2 碎石封层技术的应用

在新西兰,碎石封层技术的应用已有50多年的历史。在压实的路基上铺筑至少15cm的无结合料的粒料基层,然后直接铺筑单层式或双层式碎石封层。对于乡村道路来说,这种直接在基层上进行表面封层的技术具有低成本又有效的优势。新西兰成功地应用此项技术建成了高质量、低造价的国家道路网。

澳大利亚广大腹部地区人烟稀少、矿藏丰富、交通量不大,碎石封层是适应于这种交通条件的最佳路面形式。其一般做法是在压实的路基上铺筑约20cm厚的无结合料碎石或天然砾石基层,然后做碎石封层。1983年,澳大利亚道路网中有25%的道路应用了碎石封层技术。据报道,用碎石封层技术处理的路面平均寿命可达到10~15年。

同步碎石封层起源于上世纪80年代的法国,90年代传播到整个欧洲各国及美国,作为黑色路面养护的一种新技术、新工艺已在欧美各国被广泛采用。在法国及欧洲95%以上的公路均采用同步碎石封层(无论是高速成公路还是一般公路)。在法国,新建路

面使用 10 年后, 即需用同步碎石封层进行养护, 这样路面使用年限可达 20 年以上。除用作养护之外, 法国 40% 以上的路面是直接采用碎石封层作为路面。譬如, 在交通量较小的乡村道路及一些场区道路上就直接用碎石封层做路面, 使用效果很好。

### 3 改良型沥青表处技术研究

#### 3.1 改良型沥青表处技术的提出

当前, 我国需要修筑大量的农村公路, 但缺乏资金。在这种现实情况下, 沥青表处是值得大力推广的一种路面形式。但是, 我国沥青表处技术应用现状不容乐观, 具体表现在路用性能差和路面使用寿命短。怎么办? 显然, 碎石封层技术在提高路用性能和延长路面使用寿命方面具有明显的优势。然而, 碎石封层技术对材料和设备的要求高, 尤其对材料的要求更高, 不符合我国 3、4 级公路的施工条件。

因此, 不能照搬碎石封层的技术要求。值得一提的是, 碎石封层的施工工艺和工序与沥青表处相同。为此, 可以借鉴碎石封层技术对我国沥青表处技术进行改良。所谓改良型沥青表处技术, 就是指在骨料满足单一粒径和干净无尘两大基本要求、结合料选择具有较大粘结强度和稳定性的沥青、保证采用必要的机械设备和严格施工质量控制等条件下修筑的沥青表处。

#### 3.2 改良型沥青表处的技术要求

集料可采用碎石、破碎砾石等, 最大粒径的选择与表处层厚度有关。表 1 为改良型沥青表处对集料的技术要求; 与普通沥青表处比较, 改良型沥青表处技术对集料的质量要求相对要高, 具体表现在石料对沥青的粘附性、细长扁平颗粒含量和破碎砾石的破碎面积 3 个指标上。表 2 为改良型沥青表处所用集料的规格和级配范围; 与普通沥青表处比较, 主要区别在于改良型沥青表处严格了集料的级配范围, 采用了单一粒径级配要求, 并控制了集料中细粉的含量。

表 1 改良型沥青表处对集料的技术要求

技术指标	改良型沥青表处	普通沥青表处	备注
洛杉矶磨耗值 /%	不大于 40	不大于 40	
石料压碎值 /%	不大于 30	不大于 30	
石料对沥青的粘附性	不低于 4 级 裹覆面积大于 2/3	不低于 3 级 —	石油沥青 乳化沥青
细长扁平颗粒含量 /%	不大于 15	不大于 20	
水洗法 < 0.075mm 颗粒含量 /%	不大于 1	不大于 1	
软石含量 /%	不大于 5	不大于 5	
破碎砾石的破碎面积 /%	不小于 60	不小于 40	

结合料可选用石油沥青和乳化沥青, 在石料对沥

青的粘附性指标上要求比普通沥青表处要高。综合考虑施工设备、经济条件和交通条件等因素, 在 3、4 级公路中应用改良型沥青表处时最好选择石油沥青。表 3 为改良型沥青表处对结合料类型选择的推荐值。

表 2 改良型沥青表处所用集料的规格和级配范围

集料规格及 筛孔尺寸 /mm	通过筛孔质量百分率 /%		
	13.2~19.0/mm	4.75~13.2/mm	0~4.75/mm
26.5	100	—	—
19.0	95~100	—	—
16.0	—	100	—
13.2	0~20	95~100	—
9.5	0~5	—	100
4.75	—	0~15	90~100
2.36	—	0~3	30~60
0.075	0~1.0	0~1.0	0~10.0

表 3 改良型沥青表处对结合料类型选择推荐值

气候分区代号	七月平均最高气温 /°C	年极端最低气温 /°C	重交石油沥青	中、轻交石油沥青
1-1	> 30	< -37.0	AH-110, AH-130	A-140, A-180
1-2	> 30	-37.0~-21.5	AH-90, AH-110	A-100, A-140
1-3	> 30	-21.5~-9.0	AH-70, AH-90	A-100, A-140
1-4	> 30	> -9.0	AH-70	A-100
2-1	20~30	< -37.0	AH-110, AH-130	A-140, A-180
2-2	20~30	-37.0~-21.5	AH-90, AH-110	A-100, A-140
2-3	20~30	-21.5~-9.0	AH-90, AH-110	A-100, A-140
2-4	20~30	> -9.0	AH-70, AH-90	A-100
3-2	< 20	-37.0~-21.5	AH-110, AH-130	A-140, A-180

除了材料的选择外, 材料规格的正确选用和用量的准确控制直接关系到改良型沥青表处的成败。表 4 为改良型沥青表处所用材料的规格和用量。与普通沥青表处比较, 集料规格更符合沥青路面方孔筛的要求, 集料和结合料在每层的用量上较之多一些。

表 4 改良型沥青表处所用材料的规格和用量

类型	集料规格 /mm	集料用量 /m <sup>3</sup> ·1000m <sup>-2</sup>	沥青用量 /kg·m <sup>-2</sup>
改良型单层表处	0~4.75	2.0~3.0	—
	4.75~13.2	8.0~12.0	1.3~1.9
改良型双层表处	0~4.75	2.0~3.0	—
	4.75~13.2	8.0~12.0	0.9~1.2
	13.2~19.0	10.0~15.0	1.2~1.8

改良型沥青表处采用撒铺法进行施工, 其施工工艺和工序与我国规范中沥青表处的相关规定相同。施工工序可表示为: 施工准备→交通控制→放样划线→透层施工→沥青洒布→骨料撒铺→碾压→最终清扫→验收交工→开放交通。表 5 为改良型沥青表处技术机械配套, 在具体施工中应参照使用。在设备条件不能满足时可以变通。例如, 在没有沥青洒布车时可以用喷枪来喷洒沥青, 在没有碎石撒铺机时可以用人工撒

铺石料等。但是,压路机应使用轮胎压路机。

表5 改良型沥青表处技术机械配套

设备名称	改良型沥青表处	备注
沥青洒布车	1台	适当增加沥青罐
碎石撒铺机	1台(双层最好2台)	可用人工撒铺
装载机	1辆	可用人工装卸
运料卡车	数辆	视料场远近而定
压路机	2台(6~8和8~10)	轮胎压路机
洒水车	1辆	
其它设备	扫帚、铁锹、旗子等	

### 3.3 改良型沥青表处试验路验证

为了验证改良型沥青表处的路用性能,在重庆市荣昌县铺筑了两条试验路段。安清路和吴清路均为四级公路,路段长度分别为1.940km和1.785km,AADT分别约为200辆/d和100辆/d,10t以上车辆分别约占40%~50%和10%~20%,面层形式分别为1.5cm厚的双层改良型沥青表处和1.0cm厚的单层改良型沥青表处。

在两条试验路施工中,集料和嵌缝料所采用的规格和用量见表6,沥青采用茂名A-100甲石油沥青,透层油采用PC-2型乳化沥青。采用的原材料均符合改良型沥青表处的技术要求,施工过程按照改良型沥青表处的施工工艺要求进行。

表6 安清路和吴清路改良型沥青表处材料规格及用量

安清路	沥青/ 层位	石料/ kg·m <sup>-2</sup> m <sup>3</sup> ·1000m <sup>-2</sup>	吴清路	沥青/ 层位	石料/ kg·m <sup>-2</sup> m <sup>3</sup> ·1000m <sup>-2</sup>	备注
嵌缝料	—	3.0	嵌缝料	—	3.0	0~4.75 mm 石屑
第2层	1.0	12.3	第1层	1.04	12.0	4.75~13.2 mm 碎石
第1层	1.4	18.7				13.2~19.0 mm 碎石

图1和图2所示分别为安清路和吴清路铺筑半年后的表面状况。由照片可以看出,路面显示出良好的表面构造,说明改良型沥青表处利用不同大小骨料逐级填充和相互嵌挤的作用,使路面形成更加密实的结构,克服了普通沥青表处易松散和易推挤拥包等缺点。

因此,改良型沥青表处技术在防止泛油和保证使用品质方面确实比普通沥青表处路面要好一些。由于试验路观察期不长,关于改良型沥青表处的长期使用性能,还需继续考验和跟踪观察。

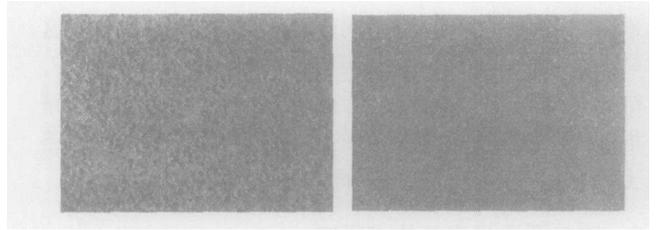


图1 半年后的安清路表面 图2 半年后的吴清路表面

## 4 结论

(1) 技术改良后的沥青表处利用不同大小骨料逐级填充和相互嵌挤的作用,形成了更加密实的结构,克服了普通沥青表处路面易松散和易推挤拥包等缺点,可以解决普通沥青表处路用性能差和使用寿命短的工程实际问题。

(2) 试验路半年多的考验结果表明,改良型沥青表处技术在防止泛油和提高道路路用性能方面具有显著的效果。由此说明,改良型沥青表处技术是成功的。关于改良型沥青表处的长期使用性能,还需继续考验和跟踪观察。

(3) 在改良型沥青表处施工中应使用轮胎压路机。这样可以使压实更均匀,使沥青与石料间更好地揉合,更重要的是这样能够避免石料被压碎,减少产生新的破裂面,以便提高路面施工质量。

### 参考文献:

- [1] 刘清泉,陈学文.适应小交通量的路面施工工艺研究[R].北京,2004.
- [2] GB 50092-96,沥青路面施工及验收规范[S].
- [3] Washington State Department of Transportation (Planning, Research and Public Transportation Division). Asphalt Seal Coats [R]. Washington, U.S.A: 1987.
- [4] J A Epps, B M Gallaway, C H Hughes. Field Manual on Design and Construction of Seal Coats [R]. Texas, U.S.A: 1981.
- [5] Dennis C Jackson, Newton C Jackson, Joe P Mahoney. Washington State Chip Seal Study [J]. Washington: Transportation Research Record, 1259, 1990.
- [6] 中国公路学会筑路机械学会.沥青路面施工机械与机械化施工(交通科技丛书)[M].北京:人民交通出版社,1999.