

文章编号: 1006-544X (2007) 01-069-04

同步碎石封层新技术的应用

覃 峰^{1,2}, 包惠明¹

(1. 桂林工学院 土木工程系, 广西 桂林 541004; 2. 广西交通职业技术学院, 南宁 530023)

摘 要:介绍了一种新的封层技术——同步碎石封层。与其他封层相比, 同步碎石封层具有良好防水性能、独特的层间排水功能、高强的层间粘结力和抗剪力、良好的抗裂性和防路面反射裂缝功能、较低工程成本和延长路面使用寿命以及施工进度快等优点。阐述了同步碎石封层的材料组成及其主要材料的规格及技术指标要求, 并探讨了此技术在我国公路建设中的应用。

关键词:同步碎石; 封层; 技术特点; 材料组成; 沥青

中图分类号: U416.217

文献标志码: A

同步碎石封层技术和设备是由曾拥有 40 多年公路建设和养护经验的法国赛格玛 SECMAIR 公司发明的。该技术首先被法国公路总署采纳, 并应用于整个法国及其它欧洲国家, 在南、北美洲、亚洲、非洲、澳洲的数十个国家和地区的道路建设和养护中, 已经成功的实施了成百上千万平方米的同步碎石封层, 并于 2002 年由埃盟泰国际有限公司引入中国。同步碎石封层技术是一种具有最高性能价格比的公路建设技术, 同时也是一种各种等级道路包括高速公路的养护技术。目前, 同步碎石封层技术在我国辽宁、湖南、广西等地的高速公路下封层及国道、省道的建设和养护中已经得到应用。由于这项技术优越的性能, 许多公路建设部门对其产生了浓厚的兴趣。

1 同步碎石封层技术及其特点

1.1 同步碎石封层技术

所谓同步碎石封层, 就是用专用设备即同步碎石封层车及粘结材料(改性沥青或改性乳化沥青)同步铺洒在路面上, 通过自然行车碾压或轮胎压路机碾压形成单层沥青碎石磨耗层, 主要作为路面表处层使用, 也可用于低等级公路的面层

施工。同步碎石封层将粘结剂的喷洒与集料撒布两道工序集中在一台车上同时完成, 可以使碎石颗粒立即与刚喷洒的粘结剂相接触。此时, 由于热沥青或乳化沥青流动性较好, 使碎石骨料能够随时更深地埋入粘结剂内。该技术缩短了粘结剂喷洒与集料撒布之间的间隔, 增加了集料颗粒与粘结剂的裹覆面积, 更易保证它们之间稳定的比例关系, 提高作业效率, 减少设备的使用, 降低施工成本。经过同步碎石封层处理后的沥青路面具有良好的抗滑性能和防渗水性能, 路面贫油、掉粒、轻微网裂、车辙、沉陷等病害得到有效治愈。

1.2 同步碎石封层技术特点

(1) 具有良好的防水性。公路的防水性能影响公路的耐久性。同步碎石封层技术无沥青与骨料的搅拌过程, 故可以形成连续的沥青薄膜, 同时, 流动性良好的沥青结合料顺利渗入表面细微裂缝深处, 使封层具有优良的整体防水性能。非常适合我国南方地区降水多、雨季长的气候特点。

(2) 具有独特的层间排水功能。采用同步碎石封层技术的路面, 表面无沥青, 只有裸露的骨料, 具有足够的构造深度, 因此, 封层表面坚固、平整、粗糙, 不仅大大提高了路面的层间粘结力,

收稿日期: 2005-11-23

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40574002)

作者简介: 覃峰(1976-), 男, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 道路设计及道路材料。

通讯作者: 包惠明, 博士, 教授, E-mail: bhm@glite.edu.cn.

而且提供了顺畅的降水或渗入水的排除通道. 这是区别于其他类型封层的主要特点之一.

(3) 具有高强的层间粘结力和抗剪力. 同步碎石封层技术实质是靠一定厚度的沥青膜 (1 ~ 2 mm) 粘结, 其粘结力大于超薄沥青碎石磨耗层, 可作为薄层路面结构使用, 封层表面坚固、平整、粗糙, 依靠嵌锁作用与沥青层牢固结合, 依靠沥青结合料和骨料嵌入与基层紧密结合, 层间粘结强度和抗剪强度是普通的 2 ~ 5 倍, 有优良的层间

结合作用, 可以有效地避免基层在行车荷载作用下产生的纵向与横向剪应力破坏, 同时防止沥青混凝土路面产生疲劳破坏.

表 1 和表 2 分别为南友 (南宁—友谊) 高速公路和百罗 (百色—罗城) 高速公路分别进行同步碎石封层和稀浆封层的剪切、拉拔试验比较, 所选用的试件直径为 10 cm, 封层温度浮动范围为 30 ~ 38 ℃. 通过上述试验数据比较可以看出:

①从剪切和拉拔强度比较, 百罗路 A 合同段

表 1 稀浆封层及同步碎石封层试验
Table 1 Results of slurry seal and synchronized crushed stone seal test

序号	百罗路稀浆封层		序号	南友路同步碎石封层 (粒径 6 ~ 10 mm)	
	剪切力/N	拉拔力/N		剪切力/N	拉拔力/N
B 合同段 1	761	540	1	821	762
B 合同段 2	572	598	2	759	770
B 合同段 3	627	256	3	1 052	890
A 合同段 1	556	722	4	702	802
A 合同段 2	1 027	665	5	702	736
A 合同段 3	803	674	-	-	-

表 2 南友路同步碎石封层剪切及拉拔试验结果
Table 2 Results of shear and drawing test of the synchronized crushed stone seal in Nanyou Road 应力/N

碎石撒布量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$)	沥青洒布量/($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)							
	剪切试验				拉拔试验			
	1. 4	1. 6	1. 8	2. 0	1. 4	1. 6	1. 8	2. 0
5	616	1 056	1 179	983	1 349	1 492	703	1 215
6	1 242	1 287	815	1 255	990	1 952	2 177	1 171
7	1 267	761	1 020	1 033	1 225	1 538	1 440	1 138
8	1 370	821	1 066	955	1 693	885	1 559	650

注: 试验的碎石粒径为 10 ~ 15 mm

稀浆封层性能优于 B 合同段, 但与同步碎石封层相比要低得多.

②对同步碎石封层而言, 10 ~ 15 mm 碎石粒径性能优于 6 ~ 10 mm 碎石, 同步碎石封层存在沥青洒布量—碎石粒径—碎石撒布量的优化.

③从基层封水和面层排水的角度比较, 同步碎石封层具备底部完整油膜用于封水同时在封层中存在空隙用于排水, 而稀浆封层则呈松散状.

因此从界面强度和封排水性能的角度比较, 同步碎石封层要明显优于稀浆封层.

(4) 同步碎石封层, 其整体力学特征是柔性的, 提供了良好的抗变形能力, 能大幅度提高半刚性基层沥青路面的抗裂性能, 有效减少路面反射裂缝. 同时, 施工同步碎石下封层也是一种薄

层沥青路面的结构层, 可作为路面结构的应力吸收层, 吸收部分行车荷载产生的应力, 延缓路面产生破坏的时间.

(5) 降低工程成本、延长使用寿命. 同步碎石封层对骨料的种类没有特殊要求, 可降低施工成本. 与稀浆封层 (微表处) 相比, 同步封层可在施工所在地就近选择骨料, 可以采用石灰岩、玄武岩、花岗岩等, 从而降低骨料的运输成本. 而稀浆封层是采用多级配的骨料, 对骨料的要求比较严格, 往往要从外地运输, 这就增加了成本. 同时, 同步碎石封层具有薄层工艺优势, 有效降低综合成本. 国外对稀浆封层 (微表处) 和同步碎石封层等路面养护技术的质量成本进行研究和对比, 在达到同等质量的情况下, 同步碎石封层

的成本为稀浆封层（微表处）成本的 1/3 左右。

同步碎石封层能显著延长路面的使用寿命。实际调查表明，使用稀浆封层建设的路面一般使用年限为 3 ~ 5 年，而澳大利亚有关机构研究表明，同步碎石封层技术能使损坏比较严重的道路寿命增加 10 ~ 15 年^[1]。

（6）加快施工进度。同步碎石封层技术具有施工简单、质量易控制的特点。稀浆封层的施工对集料要求严格，需经破乳、凝结、固化 3 个阶段。在施工中，往往受施工环境的影响，如气温低于 5 ℃ 不能施工，在 5 ~ 10 ℃ 气温下很难保证施工质量，稀浆封层使用的沥青必须是乳化沥青，乳化剂等的选择都会影响到路面的最终效果。另外沥青水的含量，以及破乳时间长短等问题都决定施工的质量问题。因此，稀浆封层的施工质量由于受到多种因素的影响，在实际操作中不易控制。同步碎石封层只是单层封层技术，只需要将沥青和碎石的用量设定好，即可大面积施工，质量控制简单易行。

此外，同步碎石封层具有施工迅速、无需养护的优点。应用同步碎石封层技术进行施工，一次成型，施工中克服了由各工序间的耽搁与等待等因素造成的时间浪费和质量隐患，日施工可达到 35 000 m²；完成封层后，即可使用胶轮压路机进行碾压。由于同步碎石封层表面无沥青覆盖，碾压后即可开放交通，这种不间断交通的施工方式，可很好的适应高等级公路施工不间断交通的要求。而稀浆封层的路面需要在养护后才能开放交通。

2 同步碎石封层的材料组成及要求

同步碎石封层所用材料主要包括碎石和粘结材料。

2.1 碎石

用于同步碎石封层的石料包括碎石、破碎砾石，其主要矿物成分包括石灰岩、玄武岩、花岗岩等。石料的质量应符合表 3 要求，其中各项指标的检测方法参见文献 [2]。

同步碎石封层所用石料没有级配要求，但粒径范围有严格要求，即等粒径石料最理想。考虑到石料加工的难易程度及路面抗滑性能的要求不同分为 2 ~ 4 mm、4 ~ 6 mm、6 ~ 10 mm、8 ~ 12 mm、10 ~ 14 mm 等 5 档。当同步碎石封层作为表

处层或磨耗层时，要满足路面平整度和强度的要求。同时根据路面平整度情况和抗滑性能要求确定石料的粒径范围，一般路面养护进行碎石封层即可，在路面平整度较差时选用适宜粒径的石料作为下封层找平，然后再做上封层。同步碎石封层作为低等级公路路面时须做 2 层或 3 层，各层石料粒径应相互搭配从而产生嵌挤作用，一般遵循下粗上细的原则。

表 3 石料质量技术要求		
Table 3 Specification of stone material quality		
技术指标	高速公路、一级公路及其它等级公路	试验方法
石料压碎值/%	≤28	T-0316-2000
洛杉矶磨耗损失/%	≤30	T-0317-2000
与沥青粘附性/级	≤4	T0616-1993
针片状含量/%	≤15	T0312-2000
粉尘含量/%	≤1	T0310-2000
软石含量/%	≤5	T0320-2000
石料冲击值/%	≤28	T0322-2000
吸水率/%	≤2	T0307-2000
石料单位面积用量	实测	-
破碎面、几何形状	4 个破碎面以上、近似立方体	

2.2 粘结料

考虑到高、低温稳定性要求，在我国采用改性沥青或改性乳化沥青为佳，在使用之前应严格检测粘结料与石料的粘附性，选用改性乳化沥青时应保证喷出的乳化沥青与石料结合后及时破乳。表 4 和表 5 为广西南宁至友谊关高速公路选用改性沥青和改性乳化沥青的技术指标要求，检测方法参见文献 [3]。

表 4 聚合物改性沥青技术要求		
Table 4 Specification of polymer modified asphalt		
技术指标	SBS 改性剂	
针入度(25 ℃, 100 g, 5 s)/0.1 mm	最小值	40
针入度指数 <i>PI</i>	最小值	+0.2
延度(5 ℃, 5 cm/min)/cm	最小值	25
软化点 <i>T_{R&B}</i> /℃	最小值	70
运动粘度(135 ℃)/(Pa · s)	最小值	3
闪点/℃	最小值	230
溶解度/%	最小值	99
离析, 软化点差/℃	最大值	2.5

表 5 改性乳化沥青技术要求
Table 5 Specification of modification emulsified bitumen

项 目		技术要求
筛上剩余量/%		≤0.1
电荷正电		(+)
破乳速度试验		快裂
粘度	沥青标准粘度计 $A_{25,3}/s$	8~25
	恩格拉度 E_{25}	3~20
蒸发残留物含量/%		≥65
蒸发残留 物性质	针入度(25℃,100g,5s)/0.1mm	60~100
	软化点/℃	≥53
	残留延度比(25℃)/%	80
	溶解度(三氯乙烯)	≥97.5
贮存稳定性	5d/%	≤5
	1d/%	≤1
与矿料粘附性,裹覆面积		≥2/3

3 结束语

我国地域辽阔，公路状况差异大，而同步碎石封层技术既适用于高速公路、一级和二级公路，也适用城市道路、乡村和市郊公路，而且可以适应于各种不同的气候、交通能力等情况。

同步碎石封层技术是一种具有较好成本效益和使用功能的技术，它不仅适用于新建道路也适用于旧路维修养护，对今后我国道路建设和养护将发挥巨大的作用。

参考文献：

[1] 刘贤惠，李巍. 同步碎石封层技术简介 [J]. 东北公路，2003，26（1）：21-24.

[2] JTJ 058-2000，公路工程集料试验规程 [S].

[3] JTJ 052-2000，公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].

Application of Synchronized Crushed Stone
Seal Coat New Technology

QIN Feng^{1,2}, BAO Hui-ming¹

(1. Department of Civil Engineering, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China;
2. Guangxi Vocational and Technical College of Communications, Nanning 530023, China)

Abstract: Synchronized crushed stone seal new technology is introduced. Compared with other seals, the synchronized crushed stone seal has a good waterproof performance; the unique function of interlayer draining water, strong force of interlayer cementing and resistance shear, a good resistance crack preventing the road surface reflection crack, the low project cost and prolong the pavement service life as well as quick construction progress. At the same time, the synchronized crushed stone seal material composition and its main material specification and technical index request are also elaborated. The technology application in highway construction of our country is discussed.

Key words: synchronized crushed stone; seal; technical characteristic; material composition; asphalt