

# PUC-8 大空隙超薄磨耗层在高速公路养护中的应用

李向阳

江苏现代路桥有限责任公司, 江苏 南京 210006

**[摘要]** 20 世纪 70 年代起排水沥青路面主要在发达国家大力推广, 目前其应用已经非常成熟和普遍。我国在 2004 年后应用逐渐增多, 目前已经推广排水沥青路面 500 余公里, 并且江苏省是排水沥青路面推广应用的主战场, 截止 2022 年江苏省排水沥青路总里程达 300 余公里, 经过多年的运营, 排水路面出现抗滑不足、掉粒、空隙堵塞等病害, 为了提高路面行驶质量, 恢复排水路面功能, 降低养护成本, 江苏现代路桥有限责任公司依托 G25 宁杭高速排水路面养护工程, 探索研究 PUC-8 大空隙超薄磨耗层养护工程的应用, 以期为以后排水路面养护工程提供借鉴及参考。

**[关键词]** PUC-8; 超薄磨耗层; 排水

DOI: 10.33142/sca.v6i4.9014

中图分类号: U418.6

文献标识码: A

## Application of PUC-8 Large Void Ultra Thin Wearing Layer in Expressway Maintenance

LI Xiangyang

Jiangsu Xiandai Road and Bridge Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210006, China

**Abstract:** Since the 1970s, drainage asphalt pavement has been vigorously promoted in developed countries, and its application has become very mature and widespread. The application of drainage asphalt pavement has gradually increased in China since 2004, and it has been promoted for over 500 kilometers. Jiangsu Province is the main battlefield for the promotion and application of drainage asphalt pavement. In 2022, the total length of drainage asphalt roads in Jiangsu Province has reached over 300 kilometers. After years of operation, the drainage road surface has encountered diseases such as insufficient skid resistance, particle shedding, and gap blockage. In order to improve the driving quality of the road surface, restore the function of the drainage road surface, and reduce maintenance costs, Jiangsu Xiandai Road and Bridge Co., Ltd. relies on the G25 Ninghang Expressway drainage road surface maintenance project to explore the application of PUC-8 large gap ultra-thin wear layer maintenance project, so as to provide reference for future drainage pavement maintenance projects.

**Keywords:** PUC-8; ultra thin wear layer; drainage

### 引言

大空隙超薄磨耗层 (Porous Ultrathin wearing Course, 简称 PUC) 是指设计空隙率大于 18% 的间断级配热拌沥青混合料, 厚度为 10mm~25mm 的薄层沥青路面结构。与国际上经典的 NovaChip 相比, PUC 具有更高的吸声系数、可采用常规设备施工、降低养护成本等优点。

### 1 工程概况

宁杭高速于 2008 年建成通车了 42 半幅公里的排水路面, 截止 2022 年已经通车运营 14 年, 局部路段抗滑衰减严重, 在飞散早期掉粒深度约 1.5cm, 因此采用大空隙超薄磨耗层技术对路表浅层的旧排水层进行铣刨重铺, 置换为新的排水层, 可以有效恢复路表功能、修复路面病害, 延长排水路面的使用寿命。本次养护工程采用 PUC-8 大空隙超薄磨耗层养护方案对局部路段的排水路面进行处置, 只需铣刨表面 1.5cm, 避免了常规铣刨重铺 4cm 导致材料浪费, 同时也节省了养护投资。

本工程依托 G25 宁杭高速开展排水路面大空隙超薄磨耗层养护工程应用, 合计 8 个施工段落, 总长度约 5000m。

### 2 配合比设计

#### 2.1 原材料

##### (1) 粗集料

粗集料采用自行加工的玄武岩, 粒径为 5~8mm 单级集料, 其表面洁净、干燥且具有一定的粗糙度, 粗集料技术性能如表 1 所示。

表 1 粗集料技术性能

技术指标	单位	试验结果	技术要求
洛杉矶磨耗率	%	16.1	≤28
表观相对密度	—	2.943	≥2.6
吸水率	%	0.87	≤2.0
针片状含量	%	5.8	≤18
粒径<0.075 颗粒含量	%	0.6	≤1
软石含量	%	1.1	≤3
黏附性	—	5 级	5 级

##### (2) 细集料

细集料采用玄武岩加工而成的石屑, 其应洁净、干燥、

无风化、无杂质，并有适当的颗粒集配，粒径为 0~3mm，细集料技术性能如表 2 所示。

**表 2 细集料技术性能**

技术指标	单位	试验结果	技术要求
表观相对密度	—	2.853	≥2.5
砂当量	%	78	≤60
亚甲蓝	—	1.2	≤2.5
棱角性	S	36.5	≥30

### (3) 沥青

沥青采用 SBS 改性沥青，沥青技术性能指标如表 3 所示。

**表 3 沥青技术性能**

技术指标	单位	试验结果	技术要求
针入度(25℃, 100g, 5s)	0.1mm	59	≥40
软化点	℃	94.5	≥90
延度(5℃, 5mm/min)	cm	42	≥30
弹性恢复(25℃)	S	98	≥90
质量变化	%	-0.200	±1.0
闪点	℃	-0.03	±1.0
离析(48h 软化点)	℃	1.0	≤2.0
残留针入度比(25℃)	%	87	≥75
残留物延度(5℃)	cm	29	≥20
相对密度(25℃)	—	1.048	—

### (4) 填料

填料用选用无风化的石灰岩母材，经磨细的得到的矿粉，外观无团粒、结块，矿粉技术性能指标如表 4 所示。

**表 4 矿粉技术性能**

技术指标	单位	试验结果	技术要求	
粒度范围	<0.60mm	%	100	100
	<0.30mm	%	100	95~100
	<0.15mm	%	98.3	90~100
	<0.075mm	%	94.7	80~100
亲水系数	—	0.85	<1	
塑性指数	—	3	<4	
外观	—	无团粒结块	无团粒结块	
加热安定性	—	无明显变色	实测记录	

## 2.2 大空隙超薄磨耗层 PUC-8 配合比设计

不同结构形式的大空隙超薄磨耗层矿料级配范围如表 5 所示。本次工程采用了 PUC-8，沥青为 SBS 改性沥青：高黏剂=92:8 复合改性沥青，粗集料为定制 5~8mm 玄武岩，细集料为 0~3mm 机制砂，矿粉为石灰岩磨细矿粉，同时外掺了 0.1% 聚酯纤维（以混合料质量计）。通过目标配合比和生产配合比设计，并对沥青混合料的路用性能进

行了验证，具体如表 6 所示。

**表 5 大空隙超薄磨耗层混合料级配范围**

磨耗层结构形式	通过下列筛孔 (mm) 的质量通过率/%									
	13.2	9.5	7.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
PUC-8	-	100	60~100	12~40	7~23	5~12	4~10	4~9	4~7	3~6

**表 6 大空隙超薄磨耗层混合料路用性能**

试验项目	单位	目标配合比	生产配合比	技术要求	
马歇尔试件击实次数	次	50	50	双面击实 50 次	
纤维	%	0.1	0.1	—	
油石比	%	4.9	4.9	—	
毛体积相对密度(体积法)	—	2.068	2.088	—	
毛体积相对密度(真空法)	—	2.106	2.135	—	
理论相对密度	—	2.614	2.618	—	
空隙率	体积法	%	20.9	20.2	18~25
	真空法		19.4	18.5	17~23
马歇尔稳定度		6.34	6.14	≥5	
沥青析漏试验的混合料损失	%	0.08	0.10	≤0.8	
飞散试验的混合料损失		4.4	4.8	≤15	
动稳定度(60℃)		8258	7858	≥6000	
浸水马歇尔试验残留稳定度	%	89.1	87.7	≥85	
冻融劈裂试验残留强度比	%	86.5	82.3	≥80	

## 3 大空隙超薄磨耗层 PUC-8 施工工艺

### 3.1 原排水层铣刨及清扫

采用精铣刨设备，铣刨界面平整，铣刨深度控制准确，相邻铣刨作业面的高差不大于 3mm。铣刨立面松动颗粒清理彻底，采取清扫车、干洗车、森林灭火器及其他有效措施（人工刷扫）将表面浮灰、松散物吹净，确保路面洁净和干燥。

### 3.2 高黏乳化沥青黏层洒布

采用洒布车对高黏乳化沥青进行洒布，大规模洒布前对洒布量进行了标定，确保破乳后洒布量满足要求。洒布均匀，无漏涂，无堆积，达到充分渗透。对于接缝位置洒布不充分的，人工补洒后采用森林灭火器吹风均匀化。

### 3.3 大空隙超薄磨耗层施工

拌和以混合料拌和均匀、所有矿料颗粒全部裹覆沥青结合料为度，无花白料、无结团成块或严重的粗细集料分离现象。拌和时间经试拌确定为“集料+纤维”干拌 15s，随后高黏度添加剂和沥青投放 5s 后投放矿粉，矿粉投放

完成后拌和 35s, 整个循环周期 60s~65s。本工程高黏剂人工投放, 在投放窗口设置报警提醒装置, 确保每盘料不漏投。混合料出料温度不宜低于 180℃。低于 170℃、超过 195℃予以废弃。

运料车采取保温、防雨及防污染措施。运料车车厢壁面和底板涂薄层隔离剂。装料前, 运料车不得有隔离剂余液积聚在车厢底板。混合料运输到摊铺时长不能超过 6h, 混合料到场温度不低于 160℃。

将熨平板预热至 120℃以上, 摊铺过程中开动熨平板的夯锤。摊铺温度不低于 155℃, 低于 140℃则废弃。摊铺机缓慢、均匀、连续不间断地摊铺, 速度控制在 2~3m/min 范围内, 弯道等特殊路段摊铺速度控制在 1~2m/min。

钢轮压路机在混合料摊铺后紧跟碾压, 压实温度控制在 150℃~165℃, 静压 4 遍; 表面温度为 80~90℃时, 采用胶轮压路机压实 1 遍; 终压采用钢轮压路机静压 1 遍进行收面。

### 3.4 开放交通

在当天成型的路面上, 不停放各种机械设备或车辆; 在路表温度高于 50℃时, 禁止一切车辆通行。施工车辆通行时, 保证轮胎洁净, 并严禁车辆紧急制动或急转; 人员通行时, 防止泥土污染。可在路表温度 50℃以下开放交通。如遇到紧急情况必须开放交通时, 可通过洒水方式降低路面温度, 并待路表温度降低至 50℃以下时方允许通行; 或采用高强型高黏剂, 提升磨耗层混合料的早期强度, 达到快速开放交通的条件。

### 4 实施效果

在大空隙超薄磨耗层施工后, 对其厚度、压实度、渗水系数、构造深度、摆值、平整度等进行了测试, 各项施工质量指标的平均值分别为 1.6cm、99.6%、3992ml/min、1.07mm、77BPN、1.61mm, 均满足了设计要求, 大空隙超薄磨耗层的施工质量良好。施工后钻取芯样测试了磨耗层与旧路面的层间拉拔强度, 平均达到 0.58MPa, 黏结牢固。大空隙超薄磨耗层路表纹理深度大, 显著提高抗滑性能; 具有排水效果, 减缓雨天路面积水和雾水现象, 改善行车条件。空隙率达 18%以上, 对于以轻载车辆为主的高速公路, 可降低交通噪声 3dB 以上, 提高公路沿线居民舒适度。

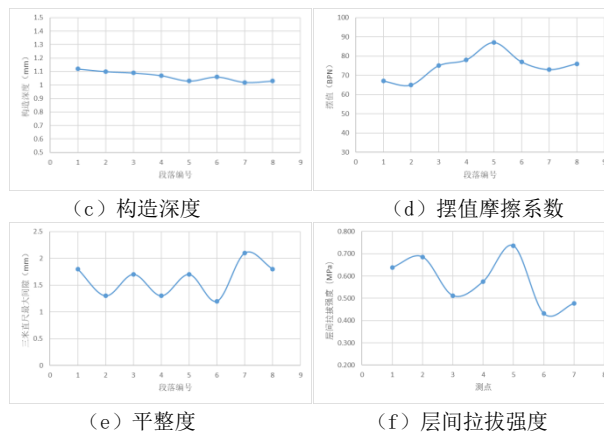
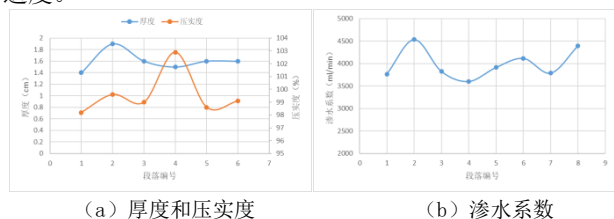


图 1 磨耗层各项施工质量指标

## 5 结论

2022 年 7 月, 在宁杭高速 2022 年沥青路面专项维修工程中, 开展了排水路面大空隙超薄磨耗层养护工程应用, 实施规模为单车道 5km。经试验检测, 大空隙超薄磨耗层混合料和路面的性能良好、质量稳定。此外, 2017 年~2020 年期间在江苏省沿海高速、盐靖高速、淮徐高速合计应用了约 5 半幅公里, 至今使用性能良好。

目前, 国内高速公路应用排水路面的总里程约为 700km, 早期修筑的排水路面已陆续出现空隙堵塞、抗滑衰减、局部飞散等病害, 亟需采取相应的养护措施。大空隙超薄磨耗层可以用于飞散较严重的排水沥青路面养护, 将原排水路面改造为双层排水沥青路面, 或者作为单车道的养护方案, 修复车道病害并维持路面排水、降噪等功能; 也可用于常规沥青路面养护, 提高路面降噪、雨天抗滑等功能。因此大空隙超薄磨耗层的推广应用前景广阔。

### [参考文献]

- [1] 汪荣勤. OGFC 排水沥青混凝土路面施工技术分析[J]. 交通世纪(建养机械), 2016(1): 1.
- [2] 李明博. SMA-8 在新建高速公路路面工程中应用[J]. 现代交通技术, 2022, 1(5): 4.
- [3] JTG F40-2004 《公路沥青路面施工技术规范》[S]. 北京.

作者简介: 李向阳(1982.12—), 男, 毕业院校: 徐州工程学院; 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 江苏现代路桥有限责任公司, 职务: 路基路面公司副总经理, 职称级别: 高级工程师。