

浅谈超薄磨耗层在市政道路预防性养护中的应用

刘子森

青岛市政空间鑫阳建设有限公司

摘要:当前,交通事业快速发展,道路交通量激增,导致路面的使用功能下降,部分路面需要进行维修和养护,以延长其使用时间。在市政工程道路养护工作开展过程,选择普通的养护层可能出现水损或者掉粒等方面问题。对此,应用超薄磨耗层养护技术能够发挥其抗滑和透水等方面优势,提高道路养护效果。下文简要论述超薄磨耗层应用技术优势,分析其原材料性能,结合工程实例,对于超薄磨耗层在道路养护中的实践应用策略进行说明,期待提高道路养护工作质量。

关键词:超薄磨耗层;市政道路;预防性养护

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.05.064

引言:随着道路养护技术的快速发展,超薄磨耗层技术出现,实践表明,该技术应用不但能够降低车辆在路面行驶的噪音,而且行车过程安全,经过养护路面的抗滑性也有所提升。超薄磨耗层的厚度介于15~25mm之间。在养护过程,应用超薄磨耗层技术和普通沥青混凝土技术融合,发挥技术应用优势,改善市政道路预防性养护效果。

一、超薄磨耗层技术应用优势

在市政道路的预防性养护工作开展期间,应用超薄磨耗层技术优势有以下几点:第一,技术应用透水性优势明显,因为超薄磨耗层具有间断级配特色,孔隙率充足,如果遇到降雨,雨水会进入面罩层内部,从横坡或者连通孔隙排除,预防车辆行驶在道路上出现水滑情况,在一定程度上提高交通安全;第二,技术应用之后道路抗滑性有所提升,因为超薄磨耗层施工过程选择粗骨料数量多,所以道路结构深度、表面纹理粗糙度都会增加,使得路面抗滑能力更强;第三,技术应用以后路面抗噪性提升,超薄磨耗层连通孔隙较多,可以吸收路面、车轮之间由于相互挤压产生的噪声波,且路面纹理多、弹性强,还能减小车轮、路面摩擦噪声;第四,超薄磨耗层形成的路面性能良好,施工效率高,施工过程对交通产生的影响相对较小,可以节约施工材料,具有低碳环保特点。实践表明,和传统养护技术对比,超薄磨耗层的应用可以节约原料50%,减少碳排放量65%^[1]。

二、超薄磨耗层原材料性能分析

(一) 高性能改性沥青

超薄磨耗层施工是融合高黏结沥青、普通磨耗层等技术,选择高性能改性沥青作为原材料,以橡胶粉等外掺剂,按照特定比例对基质沥青进行组合配比。比如,

可选择A级石油沥青作为基质沥青,利用橡胶粉、维他联接剂等经过工艺加工与改造,对沥青进行改性。改性以后材料和易性高、容易施工。同时,利用间断级配的方式对沥青进行改性,使得沥青孔隙率更大,这个过程可以向空隙中添加外加剂,增强材料黏结力。

(二) 粗集料

应用超薄磨耗层展开道路养护,由于磨耗层是路面表层,因此,对于路面承载能力、抗滑性能均有较高要求。粗集料准备阶段,技术要求高,材料品质直接决定混合料路用性。集料使用性能标志为磨耗损失,粗集料的磨耗损失直接决定其抗车辙、耐磨和耐久等特性。通常而言,集料产生的磨耗损失越小,集料越耐磨、越坚硬,耐久性越好。在施工现场石料选择方面要达到超薄磨耗层技术要求。同时,粗集料表面纹理、颗粒形状对于混合量稳定性也有直接影响。集料当中针片状颗粒不得高于10%,如果选择玄武岩,在级配过程,材料粒径最大值为9mm。因为超薄磨耗层厚度介于15~25mm之间,所以,为了将路面抗滑性能提高,要选择坚固耐磨类型粗集料,摊铺厚度为集料公称粒径的3倍左右。

(三) 细集料

在道路养护工程项目当中,使用超薄磨耗层技术,细集料的选择要保证颗粒级配适当,材料洁净没有杂质,无风化问题。通常而言,天然砂、石屑以及人工砂都可应用于沥青混合料配制当中,不同材料使用效果不同。天然砂的粗糙度较差,而人工砂主要利用制砂机生产,从工程应用角度分析,材料成本略高。石屑材料是由采石场开采以后,从块石中剥离而来,此类材料表面粗糙度好,棱角相对较多,可以和沥青材料充分黏结,且来源广泛,因此在市政道路养护当中应用普遍。可选择玄武岩、灰绿岩等石料将其破碎制作而成^[2]。

(四) 填料和黏层油

高性能磨耗层材料搅拌过程当中,填料表面可以产生具备黏附作用薄膜。矿粉会影响混合料强度,填料选择用使用亲水系数低于1的石灰石矿粉,其与沥青之间的黏附性相对较好。使用石灰岩矿粉,经过工艺加工形成颗粒低于0.075物质含量低于15%的矿粉。黏层油大多选择乳化沥青,经过改性以后,保证磨耗层、旧路面之间的有效黏结。黏层油向磨耗层中渗入,提高沥青的性能,达到封层效果。

三、超薄磨耗层在市政道路的预防性养护中的实践应用

(一) 工程概况

某市政道路的整体长度8.73km，道路结构从下到上依次是10cm厚度的碎石垫层，20cm厚度的二灰土基层，30cm厚度的水泥稳定碎石层，8cm厚度的下面层，材料为AC25，6cm厚度的中面层，材料为AC20，4cm厚度的上面层，材料为AC13。本道路在南方，受到夏季高温和多雨等气候影响下，反复经历干湿循环，再加上车辆荷载，导致道路投用以后出现各类病害，如坑槽、车辙、松散等，道路病害的出现不但影响行车舒适性和安全性，而且还会降低使用年限。为了将以上病害问题改善，本研究选择超薄磨耗层这项技术对该道路进行预防性养护，改善道路使用性能。

(二) 原材料选择

在本工程实践阶段，应用超薄磨耗层，原材料选择十分重要。磨耗层为道路表层，其使用期间直接收到车辆轮胎的挤压，加上紫外线照射和雨水侵蚀，同时，超薄膜号层厚度小，利用空隙型结构作为骨架，因此，对原材料利用性能要求相对较高，才能确保施工以后道路质量。本研究在集料选择方面，使用产自江西省的玄武岩，和石灰岩或者花岗岩等材料对比，此类材料的抗磨与抗压性能更加优越，是道路施工理想材料。本项目集料使用之前，根据《公路工程集料试验规程》对材料进行性能检测，结果显示初级料的压碎值11.5%，磨耗损失15.4%，沥青黏附性5.4，针片状物含量10.2%，粉尘含量0.2%、吸水率1.2%、磨光值28.5。细节料的检测结果为，相对密度2.683g/cm³，坚固性15%，含泥量1.2%，砂当量71.2%，棱角性35%，技术指标均能达到规范要求，因此，所选粗料和细料可以达到超薄磨耗层的施工要求^[3]。

在沥青材料选择方面，考虑道路所处高温多雨环境当中，加上车流量相对较大，因此要保证沥青性能。本工程使用改性沥青，根据《公路工程沥青混合料试验规程》对材料进行性能检测。180℃旋转黏度的检测结果3.5Pa/s，技术要求2.0~5.0Pa/s之间；25℃环境下材料针入度52.7mm，技术要求30~60mm之间，材料软化点为71℃，技术要求在60℃以上；材料弹性恢复度64%，技术要求超过60%；5℃时材料延度35.2cm，技术要求在5cm以上。根据以上检测结果，可知改性沥青在高温环境下施工性能良好，且高温性能稳定，可以达到市政工程高温多雨使用环境需求，因此可应用于预防性养护施工。

(三) 配合比设计

本研究超薄磨耗层配比设计，选择厚度2mm，最大公称粒径13.2mm材料，根据级配上限、级配下限以及合成级配设计出10种差异化石油比材料，具体设计如表

1所示，分别为4.3%、4.6%、4.9%、5.2%、5.5%，对沥青混合料进行搅拌，并对其采取马歇尔实验、击实75次，判断油石比和流值、空隙率、稳定度、饱和度、毛体积密度等之间的关系，根据实验结果，计算最佳沥青用量，最终选用沥青混合料最佳油石比5.2%，利用此结果，研究磨耗层的路用性能，并对完成试验路段铺筑。

表1 超薄磨耗层材料级配设计表

级配	-	级配	级配	级配
通过筛孔的质量百分率 %	-	上限	下限	合成
	16	100	100	100
	13.2	100	90	96.2
	9.5	83	68	71.3
	4.75	55	30	32.5
	2.36	39	34	23.2
	1.18	27	15	16.8
	0.6	21	10	12.0
	0.3	15	7	9.7
	0.15	13	6	7.6
	0.075	10	4	5.5

(四) 超薄磨耗层测试

1. 高温稳定性测试

考虑该市政道路所处区域为南方，气候环境高温多雨，因此沥青混合料会受到环境影响流动性也随之增强。随着道路车辆荷载逐渐增加，混合料产生塑性变形，变形逐渐积累最终出现车辙问题。为了保证超薄磨耗层的高温稳定性，本研究利用车辙试验方式对于混合料的高温稳定性展开分析，利用混合料动稳定度，对其高温稳定性能进行评价。在试验阶段，根据规范要求制作车辙试件，试件规格为30mm×30mm×50mm，试验过程轮压控制为0.7MPa，温度设定为60℃，采取平行试验方式完成，选择三组试件，测定材料变形平均值，选择其作为混合料动稳定度的测试结果，计算过程利用公式

$$DS = \frac{(t_2 - t_1) \times N \times C_1 \times C_2}{d_2 - d_1}$$

进行，公式当中DS代表混合

量的动稳定度，单位是次/mm；N代表实验过程车轮反复碾压的次数，单位为次/min，t₁和t₂代表测试时间，t₁=45min，t₂=60min，d₁代表t₁测试时间段之内试件产生的变形量，单位为mm，d₂代表t₂测试时间段内试件产生的变形量，单位为mm，C₁和C₂代表试验系数，本次试验取1.0计算。在试验以后，超薄磨耗层混合料稳定度结果3302次/mm、3329次/mm和33329次/mm，平均值3320次/mm，满足规范要求3000次/mm以上。试验结果代表所选原材料、级配设计方案可以保证超薄磨耗层使用材料高

温稳定性较好^[4]。

2. 水稳定性测试

利用水稳定测试主要是对混合料抗剥落能力进行检验，在检测过程，可运用浸水马歇尔试验方法，按照本研究级配设计，制作马歇尔试件两组，每组试件有三个，一组试件放在温度为60℃恒温水槽当中，保持时间在30~40min；一组试件放在60℃的水槽当中，保持测试时间48小时，之后对于试件当中水分残留情况进行计算，判断材料水稳定性，计算公式为 $MS_0 = \frac{MS_1}{MS}$

$\times 100$ ，其中 MS_0 代表试件的残留稳定度，单位%； MS_1 代表根据标准式剑法测试的稳定度，单位为kN； MS 代表试件稳定度，单位kN。按照水分在不同试件当中的残留情况，可知浸水时间对于30~40min时，残留稳定度高于75%，浸水48h以后，残留稳定度超过60%。当浸水时间逐渐变长的时候，试件残留稳定度不断降低。主要原因是，在水分浸入下，混合料内部材料受损，集料与沥青之间的附着能力下降，削弱材料的抗剥落能力。但是从试验结果来看，所选材料水稳定性良好，可以满足超薄磨耗层路用要求。

3. 抗滑性测试

超薄磨耗层属于道路表层结构，因此，材料的抗滑性要达到要求，预防车辆高速行驶过程或者突然制动情况下出现打滑问题，造成交通事故。本项目选择铺沙法、摩擦仪等检测试验路段抗滑性能。封层之前某三处检测点构造深度分别为0.8mm、0.91mm、0.81mm，抗滑值为50、52、51；封层以后三处检测点的构造深度分别为1.04、0.94、0.89，抗滑值分别为56、69、63，由此可见，利用超薄磨耗层进行养护，路面构造深度增加，抗滑值有所提升。主要原因是，超薄磨耗层技术应用，选择材料当中，粗集料含量相对较多，加上材料棱角丰富，能够在一定程度上提高路面抗滑性能^[5]。

（五）施工流程

超薄磨耗层在市政道路养护中的应用，技术流程如下：第一，处理原有路面，加铺磨耗层以前，应根据市政道路实际情况进行处理。如果沥青路面出现裂缝，且裂缝宽在3mm以上，需要先采取灌封处理措施。如果原有路面存在车辙，且车辙深度在10mm以内，可在车辙处进行铣刨和拉毛处理，如果车辙深度大于10mm，则需要填充车辙。若原有路面为水泥混凝土材料，需要采取抛丸处理措施，保证处理以后原有混凝土板构造深度超过0.3mm。第二，在超薄磨耗层施工过程，温度控制十分重要，需要在高温条件下施工，如果外界环境温度不超过15℃，或者遇到降雨天气，那么需要停止施工。第三，拌和混合料的时候，应选择与施工区域距离相对较

近的搅拌站，预防颠簸造成混合料出现离析问题。摊铺温度要达标，根据试拌情况确定混合料的拌和时间。如果选择间歇式拌和机，一盘材料生产周期要在60秒以上，材料干拌时间不得低于10秒。第四，运输混合料期间，需要将车辆运输情况考虑其中，禁止出现超载运输情况，摊铺期间等候运料车数量不得低于4台。第五，摊铺混合料期间，应使用一体化工艺完成。使用摊铺机以前，需要提前一小时将熨平板预热，保证熨平板温度在100℃以上。为控制材料离析问题出现，布料器的两侧混合料高度在送料器高度2/3位置以上。摊铺施工要连续，机械设备行走速度10m/min，摊铺期间禁止中途停顿或者随意更换速度。第六，碾压混合料施工，应合理选择压路机，如质量12t双轮压路机，只采取初压和负压施工即可，初压和复压碾压速度分别2~3km/h和3~5km/h之间即可，共计碾压三遍。第七，超薄磨耗层施工以后，表面材料温度降至50℃，就可以开放交通。通常而言，碾压施工结束以后半小时至一小时就可开放交通^[6]。

（六）施工效果

经过超薄磨耗层施工，对市政工程原有道路材料进行处理，道路的降噪性、抗滑性、防渗性都有所提升。实践表明，改造以后道路噪声降低3~5dB，抗滑性提高30%~50%，道路的渗水性得到改善，施工成本节约40%左右，可见超薄磨耗层应用具有良好的社会效益、经济效益以及环境效益。

结束语：综上分析，超薄磨耗层属于道路工程预防性养护技术之一，施工过程快速，具有超薄特点，除了可应用于市政道路养护，还可以应用于隧道和桥梁这类对外观、荷载以及净空要求相对较高的工程当中。施工过程对原有路面进行处理，改善路面的渗水功能，合理应用该技术能够发挥其经济、环保以及社会效益。

参考文献

- [1]任泽.超薄磨耗层在高速公路预防性养护中的应用分析[J].交通世界, 2023(24): 96-98.
- [2]王成,李凯.超薄磨耗层在高速公路预防性养护中的应用[J].石油工程建设, 2022(03): 044.
- [3]戴鹏飞.极韧超薄磨耗层在丹阜高速预防性养护工程中的应用[J].交通世界, 2022(01): 27.
- [4]王志超.微表处和超薄磨耗层在预防性养护中的适用性研究[J].黑龙江交通科技, 2022, 45(7): 3.
- [5]朱慧芳.高速公路预防性养护超薄磨耗层罩面施工[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2023(7): 13.
- [6]张书文.超薄沥青磨耗层技术在高速公路养护中的应用[J].交通世界(工程技术), 2022(04): 25.