Material Sciences 材料科学, 2021, 11(11), 1165-1170
Published Online November 2021 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/ms
https://doi.org/10.12677/ms.2021.1111135

橡胶沥青SMA-13低温季节施工关键技术

高　飞，李　硕

连云港科创工程质量检测有限公司，江苏 连云港

收稿日期：2021年9月29日；录用日期：2021年11月5日；发布日期：2021年11月12日

摘　要

连云港主体港区东疏港高速公路隧道路面"白改黑"项目低温季节施工，通过严格进行各道工序把控，橡胶沥青SMA-13表面温度在某一范围内大胆尝试胶轮碾压，压实度、渗水系数等关键指标均满足了设计文件要求，合格率较传统钢轮碾压均有大幅度提升，均保持在90%以上，大大提升了低温季节路面施工质量，为低温季节橡胶沥青SMA-13施工提供了很好的经验借鉴。

关键词

隧道，水泥路面，白改黑，SMA-13，橡胶沥青，胶轮

Key Construction Technology of Rubber Asphalt SMA-13 in Low Temperature Season

Fei Gao, Shuo Li

Lianyungang Kechuang Engineering Quality Inspection Co., Ltd., Lianyungang Jiangsu

Received: Sep. 29th, 2021; accepted: Nov. 5th, 2021; published: Nov. 12th, 2021

Abstract

The low temperature season construction of Dongshugang Expressway Tunnel Pavement "White to Black" in the main port area of Lianyungang Port is carried out. Through strict control of various procedures, the surface temperature of rubber asphalt SMA-13 is boldly tried to roller compaction in a certain range. The compactness, water permeability coefficient and other key indicators meet the requirements of the design documents, and the qualification rate is greatly improved compared with the traditional steel wheel rolling, all of which are maintained at more than 90%, which greatly improves the quality of pavement construction in low temperature season and pro-

文章引用: 高飞, 李硕. 橡胶沥青 SMA-13 低温季节施工关键技术[J]. 材料科学, 2021, 11(11): 1165-1170.
DOI: 10.12677/ms.2021.1111135

vides a good experience for rubber asphalt SMA-13 construction in low temperature season.

Keywords

Tunnel, Cement Pavement, White to Black, SMA-13, Rubber Asphalt, Rubber Wheel

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 绪论

随着人们对日常出行行车舒适性、安全性的要求不断提高，沥青路面的应用越来越广，而面层改性沥青 SMA-13 的应用是最为普遍的，因 SMA-13 有着较长的耐久性和较好的均匀性，一直是目前最常用的高等级路面面层结构[1] [2] [3]。相比较传统的 SBS 改性沥青 SMA-13，橡胶沥青 SMA-13 有着更好的行车舒适性和降噪性能，路面抗车辙性能和路用耐久性也大大提升了[4] [5] [6]。

2. 项目概况

连云港港主体港区东疏港高速公路后云台山隧道段“白改黑”工程。项目位于连云港东部，向东接连云港港区，向西分别连接 228 国道、省道 242 以及 G30 连霍高速。是连云港进出港区主要的物流通道之一。后云台山隧道左线长 3325 m (ZK0+907~ZK4+232)，右线长 3310 m (YK1+331~YK4+641)，隧道最大埋深 393 米，属特长隧道，净宽 12.5 米，净高 5 米，目前为水泥路面。考虑到港区道路重载交通，本次改造主体方案为：

1、铣刨旧水泥砼路面 2 cm，并修补损坏板块

2、铺设橡胶沥青应力吸收层(AR-SAMI)

3、铺筑 6 cm SBS 改性沥青下面层(Sup20)

4、洒布乳化沥青粘层

5、铺筑 4 cm 橡胶复合改性沥青上面层(AR-SMA13)

本项目施工单位在 9 月底中标，由于项目涉及前期的封闭手续比较繁琐，一直到 11 月初才具备施工条件，等到路面施工时，已经进入到了低温施工季节，空气温度基本都在 10℃以下，对于路面施工难度是相当大的，特别对于高粘度的橡胶沥青。完整施工进度见表 1 和图 1 所示。

Table 1. Actual construction progress
表 1. 实际施工进度情况

	右幅	左幅
铣刨	11 月 6 日~11 月 10 日	12 月 7 日~12 月 13 日
清洗、病害处理、勾缝和抗裂贴	11 月 10 日~11 月 18 日	12 月 14 日~12 月 18 日
应力吸收层	11 月 19 日~11 月 22 日(18 日试生产橡胶沥青、19 日试验段)	12 月 18 日~12 月 20 日
下面层	11 月 24~11 月 27 日(23 日试拌、24 日试验段)	12 月 21 日~12 月 23 日
粘层和上面层	11 月 28 日~12 月 2 日(27 日试拌、28 日试验段)	12 月 24 日~12 月 26 日

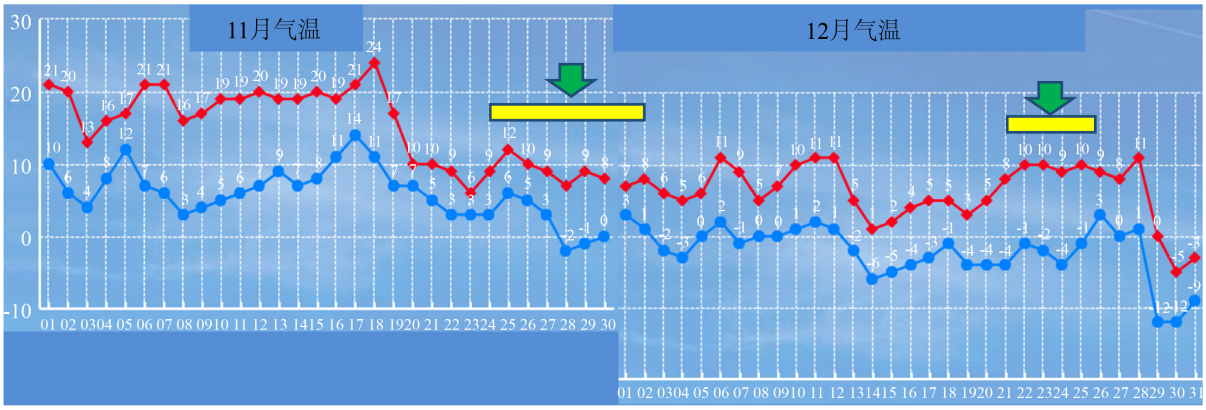

Figure 1. Temperature data curve of construction interval
图 1. 施工区间温度数据曲线

3. 橡胶沥青性能指标

本项目 SMA-13 使用的沥青为江苏省某大型沥青厂生产的稳定型橡胶复合改性沥青，该橡胶沥青不同于传统的橡胶沥青，采用废旧轮胎橡胶粉和 SBS 改性剂进行复合改性，溶胀的橡胶粉和 SBS 改性剂能够形成稳定的网状结构，较传统沥青具有较强的存储稳定性。橡胶沥青技术指标及检测结果如表 2。

Table 2. Technical requirements and test results of composite rubber modified asphalt
表 2. 成品复合橡胶改性沥青技术要求和检测结果

检验项目	技术要求	检测结果
针入度(25℃, 100 g, 5 s) (0.1 mm)	35~65	47
软化点(环球法) (℃)	≥70	71.0
运动粘度(160℃) (Pa·s)	≤3	2.904
闪点(℃)	≥240	271
离析，软化点差(℃)	≤5.0	2.5
弹性恢复(25℃) (%)	≥75	87.3

从表 2 可以看到，成品复合橡胶改性沥青 160℃的粘度数据是远远大于传统 SBS 改性沥青的，相比传统的 SBS 改性沥青 135℃的粘度是不大于 3 Pa·s，橡胶沥青施工难度是很大的。

4. 低温季节混合料配合比优化

SMA-13 沥青混合料矿料级配属断级配，它需要大骨料(即 4.75 mm 以上集料)快速形成稳定的骨架嵌挤结构，然后用细集料和沥青玛蹄脂进行合理的填充，最终形成稳定的路面结构。而橡胶沥青较 SBS 改性沥青具有较高的粘度，在混合料设计时不需要额外添加木质纤维，它的空隙填充是由橡胶沥青、矿粉、细集料组成的沥青胶浆填充，大大减少了木质纤维质量对沥青混合料的影响。

本项目 SMA-13 所用的粗集料玄武岩产自内蒙古赤峰市，石料中混有部分多孔玄武岩，且材料具有一定的波动性；0~2.36 mm 石灰岩石屑产自山东临沂。由于本项目处于低温施工季节，且项目施工地点位于隧道内，运营环境相对较好，混合料配合比优化主要考虑两点，一是根据材料针片状颗粒含量，控

制矿料合成级配 9.5 mm 通过率在 55%~58%，保证大骨料尽快达到嵌挤稳定(级配特征见表 3 和图 2)；二是油石比较正常施工季节高 0.1%~0.2%，本次油石比设计为 6.5%，较正常施工季节高 0.2%。

Table 3. Production gradation of AR-SMA13 asphalt mixture
表 3. AR-SMA13 沥青混合料生产级配

矿料比例	4#仓	3#仓	2#仓	1#仓	矿粉	指标要求	生产配比级配
	43	**29**	**5**	**12**	**11**	控制点范围	
筛孔 mm	通过率(%)						
16.0	100	100	100	100	100	100	100
13.2	90.5	100	100	100	100	90~100	95.9
9.5	1.5	96.6	100	100	100	50~70	**56.7**
4.75	0.1	0.4	65.1	99.9	100	20~34	26.4
2.36	0.1	0.1	8.4	83.4	100	15~26	21.5
1.18	0.1	0.1	6.5	57.6	100	14~24	18.3
0.60	0.1	0.1	0.6	36.8	100	12~20	15.5
0.30	0.1	0.1	0.6	23.4	100	10~16	13.9
0.15	0.1	0.1	0.6	16.9	99.6	9~15	13.1
0.075	0.1	0.1	0.6	8.3	88.5	8~12	10.8

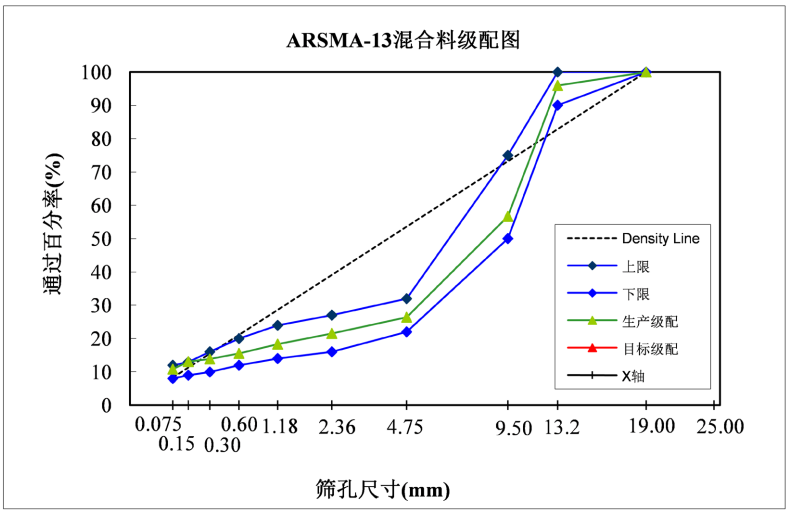

Figure 2. Graph of mineral grading curve
图 2. 矿料级配曲线图

针对 6.5%油石比橡胶沥青 SMA-13，进行了室内车辙试验，车辙采用人工室内拌和，放置空气中静置 48 小时，采用空气温度 60℃保温不低于 6 小时，轮压为 0.7 MPa，试验时间为 1 小时。数据详见表 4。

由表 4 可知，6.5%油石比橡胶沥青车辙的数据是非常优秀的，对后期路面服务运行质量具有很强的参考意义。

Table 4. ARSMA-13 mixture rutting test results
表 4. ARSMA-13 混合料车辙试验结果

级配类型	油石比(%)	动稳定度(次/mm)					变异系数(%)	
		1	2	3	平均	要求	实测值	要求
橡胶沥青 SMA-13	6.5	9742	10500	7810	9351	≥6000	14.8	≤20

5. 沥青拌合站后场控制

本项目沥青拌合站采用国产 4000 型间歇式沥青拌合站，配置两个 50 t 成品临时储料仓，由于橡胶沥青粘度大，为保证施工质量，后场质量控制主要有以下几点：

1、保证橡胶沥青储罐加热温度，加热和施工过程均开启沥青储罐搅拌器，确保温度均匀，加热温度控制在 185℃~190℃，低于该温度区间不得施工；

2、调整拌合站拌和加料顺序，采取先喷沥青后加矿粉的放料顺序，最大程度保证沥青混合料拌和均匀性，增加拌合站施工产能。

3、采用集中一次性放料，生产的沥青混合料不得间断放料，这样会导致温度散失较为严重，易产生温度离析。本项目待成品储料仓满足一车放料吨位时集中一次性放料。

4、考虑到沥青混合料运输时间在 35 min 左右，沥青混合料出料温度控制在 185℃~195℃区间。

5.1. 运输车辆改装控制

我们对本项目用的运输车辆进行了保温改装，车厢五面凹槽均采用了岩棉保温，车厢顶面采用三层保温覆盖，其中棉被和一层厚篷布缝制在一起，便于人工拆卸，最后一层篷布尺寸较大，能够将沥青混合料覆盖严实。改装后的车辆能够确保沥青后场到施工现场温度散失控制在 5℃以内。

另外，我们在每个运输车辆两个侧面距离底部 30 cm 处打测温孔，用于每辆车的温度监测，出厂和到现场均进行严格温度监控，温度低于控制区间不得摊铺使用。

5.2. 现场碾压控制

为保证面层低温施工压实度和渗水系数指标，我们对现场碾压工艺进行了大胆的尝试，面层施工碾压机械在原有 5 台双钢轮的情况下，增加一台 30 t 胶轮压路机的碾压，面层橡胶沥青 SMA-13 碾压工艺调整如下。

Figure 3. Stepped stay of rubber wheel
图 3. 胶轮阶梯状停留

双钢轮初压战线为 35~40 m 之间，复压采用双钢轮紧跟初压双钢轮，初压和复压机械采用“同进同退、紧跟慢压”碾压原则，考虑到低温施工初压钢轮喷洒水对沥青温度的影响，在保证不粘轮的情况下，将所有钢轮喷水量调整至最小状态，且初压钢轮前进状态时直接开启振动档位，保证高温状态下尽快压实。由于低温施工橡胶沥青 SMA-13 很难保证渗水系数指标，在橡胶沥青复压结束后，表面温度低于 65℃时，采用胶轮喷水进行紧跟慢压，考虑现场碾压效果，胶轮停留处不在同一断面上，采用阶梯状搭接，见图 3。胶轮揉搓后大大提升了橡胶沥青 SMA-13 渗水系数和压实度指标(见图 4)，保证了低温橡胶沥青施工质量。

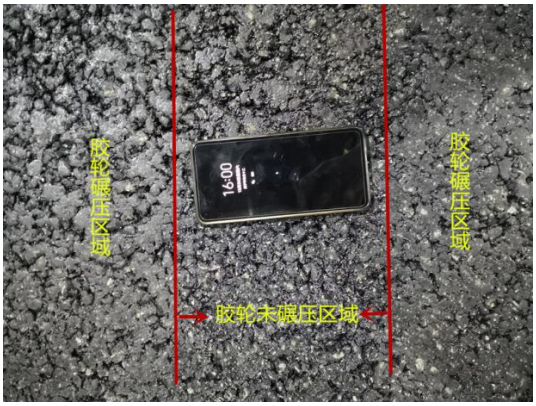

Figure 4. Comparative appearance of rolled area and unrolled area of rubber wheel
图 4. 胶轮碾压区域和未碾压区域对比外观

6. 效果评价

经过施工前后场的严格管控，胶轮压路机在橡胶沥青面层 SMA-13 上的大胆使用，沥青路面在低温季节施工取得了很好的效果，压实度、渗水系数等关键指标均满足了设计文件要求，合格率较传统钢轮碾压均由大幅度提升，均保持在 90%以上。实践证明，低温季节 SMA-13 施工碾压时采用胶轮压路机效果是非常明显的，但在施工过程中一定要有专人负责表面温度的观测，温度过高时容易出现“粘轮”现象，对路面铺筑质量造成很大影响。

参考文献

[1] 伍树华, 李文武. 高速公路 SMA-13 沥青路面施工质量控制[J]. 四川水泥, 2021(8): 268-269.
[2] 张荣, 姚伟, 陈跃文, 孙亮. SMA 沥青路面在高速公路中的应用及质量控制[J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(10): 39-40.
[3] 王百祥. 公路工程施工中改性沥青 SMA 路面施工技术的应用探析[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(28): 155-157.
[4] 张天亮. 橡胶沥青的制备与应用研究进展[J]. 居舍, 2018(13): 28.
[5] 盛敬亮. 橡胶沥青混合料的施工质量控制研究[J]. 西部交通科技, 2021(4): 21-22+94.
[6] 叶学龙. 橡胶沥青在高速公路路面中的应用[J]. 交通世界, 2021(3): 45-46.