

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB 32/T 3494—2019

灌浆复合沥青路面施工技术规范

Construction technical specification for grouting compound asphalt pavement

2019 - 01 - 12 发布

2019 - 01 - 30 实施

江苏省市场监督管理局 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构与编写》给出的规则起草。

本标准由江苏省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：江苏东交工程检测股份有限公司、江苏省交通运输厅公路事业发展中心、南通市公路管理处、江苏东交工程设计顾问有限公司。

本标准主要起草人：马志华、王鹏、凌高祥、叶炜、李华、闵剑勇、张苏龙、毛益佳、王宏捷、王捷、王彤、张仁豪、杨宇轩、潘芳。

灌浆复合沥青路面施工技术规范

1 范围

本标准规定了灌浆复合沥青路面施工技术的范围、规范性引用文件、术语和定义、符号及代号、材料、混合料配合比设计、施工工艺、质量检验评定要求等。

本标准适用于灌浆复合沥青路面的施工。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB 50119-2013 混凝土外加剂应用技术规范

GB/T 14684-2011 建设用砂

JTG E20-2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG E60-2008 公路路基路面现场测试规程

JTG E30-2005 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程

JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范

JTG F80/1-2017 公路工程质量检验评定标准

JGJ/T 98-2010 砌筑砂浆配合比设计规程

CJJ/T 190-2012 透水沥青路面技术规程

DG/TJ 08-2109-2012 橡胶沥青路面技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

灌浆复合沥青路面 grouting compound asphalt pavement

在基体沥青路面（空隙率20%~28%）中，灌注灌入浆体而形成的复合沥青路面。

3.2

灌浆复合沥青混合料 grouting compound asphalt mixture

在基体沥青当中，灌注灌入浆体后经养生制备的复合沥青混合料。

3.3

基体沥青路面 basic asphalt pavement

空隙率为 20%~28%的大空隙沥青路面。

3.4

基体沥青混合料 basic asphalt mixture

所设计的大空隙沥青混合料。

3.5

灌入浆体 grouting mortar

由水泥、砂、填料和水，以及添加剂，按照一定比例配成的浆体。

3.6

添加剂 additive agent

主要用于改善灌入浆体性能的材料，包括减水剂、早强剂等。

4 符号及代号

本标准使用符号及代号见列表1。

表 1 符号及代号

序号	符号及代号	意义
1	V_g	灌浆饱满度
2	GRAC	灌浆复合沥青路面的基体沥青混合料

5 材料

5.1 沥青

5.1.1 二级以上公路及城市主干道宜采用 SBS 改性沥青、橡胶沥青和高粘改性沥青，其他等级公路可以使用道路石油沥青。

5.1.2 所选用的道路石油沥青应满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）中表 4.2.1-1 中的规定。

5.1.3 SBS 改性沥青应满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）中表 4.6.2 中的规定。

5.1.4 橡胶沥青应满足《橡胶沥青路面技术规范》（DG/TJ08-2109-2012）中表 3.2.2-2 中的规定。

5.1.5 高粘改性沥青应满足《透水沥青路面技术规程》（CJJ/T 190-2012）中表 3.0.3 中的规定。

5.2 集料及填料

所选用的粗、细集料、填料应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）表4.8.2、表4.8.3、表4.8.5、表4.8.7、表4.9.2、表4.9.4以及表4.10.1中的规定。

5.3 水泥

- 5.3.1 所选择的水泥的组分应满足《通用硅酸盐水泥》（GB175-2007）中表1的要求。
- 5.3.2 水泥的凝结时间应满足《通用硅酸盐水泥》（GB175-2007）中7.3.1节的要求
- 5.3.3 对选择的水泥采用《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》（JTG E30-2005）中水泥胶砂强度检验方法进行检验，应符合表2的规定。

表2 水泥技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
3d 抗压强度（MPa）	≥ 17.0	T0506-2005
3d 抗折强度（MPa）	≥ 3.5	T0506-2005
28d 抗压强度（MPa）	≥ 42.5	T0506-2005
28d 抗折强度（MPa）	≥ 6.5	T0506-2005

5.4 砂

灌入浆体中所用砂应为特细砂，最大粒径为2.36mm，并满足表3的要求。

表3 砂技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
细度模数	1.5~0.7	GB/T 14684-2011
含泥量（冲洗法）	$\leq 3\%$	GB/T 14684-2011

5.5 添加剂

灌入浆体中可以使用水泥基的添加剂，其中减水剂、早强剂应满足《混凝土外加剂应用技术规范》（GB 50119-2013）中的相关要求。

6 灌浆复合沥青混合料配合比设计

6.1 原材料试验

按照5.1~5.5节的要求对工程实际使用沥青、集料、填料、水泥、砂、添加剂进行检测，检测合格后方可进场使用。

6.2 灌浆复合沥青混合料混合料目标配合比设计

6.2.1 基体沥青混合料可选用 GRAC-13、GRAC-16、GRAC-20 三种级配，压实后的最大厚度分别为6cm、8cm、10cm。

6.2.2 基体沥青混合料级配应满足表4级配范围要求。

表4 基体沥青混合料级配范围

筛孔尺寸（mm）	通过质量百分率（%）		
	GRAC-13	GRAC-16	GRAC-20
26.5	-	-	100
19.0	-	100	90~100

16.0	100	90~100	60~90
13.2	90~100	80~90	30~60
4.75	10~30	9~30	7~24
2.36	5~22		
0.6	4~15		
0.3	3~12		
0.15	3~8		
0.075	1~6		

6.2.3 基体沥青混合料的马歇尔试验指标见表 5 所示。

表 5 基体沥青混合料指标要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
击实次数	次	双面 50	T0702-2011
空隙率	%	20~28	T0708-2011
马歇尔稳定度	kN	≥3.0	T0709-2011
流值	0.1mm	20~40	T0709-2011
谢伦堡沥青析漏试验	%	≤0.3	T0732-2011
肯塔堡飞散试验	%	≤30	T0733-2011

6.2.4 目标配合比设计首先应满足表 5 的级配要求，初选粗中细三个级配，选取初试油石比，采用马歇尔成型试件，对其进行空隙率、马歇尔稳定度试验，根据试验结果和经验确定目标级配。

6.2.5 按照初试油石比，初试油石比±0.3%分别成型试件进行谢伦堡沥青析漏试验和肯塔堡飞散试验，绘制谢伦堡析漏量、肯塔堡质量损失与油石比的关系曲线，由曲线的拐点处得到油石比的上下限，在油石比范围内选择符合目标空隙率的最佳油石比。

6.2.6 灌入浆体由水泥、填料、水和添加剂配制而成，浆体中可加入适量细砂，其材料配比可按表 6 进行初配，其性能指标必须满足表 7 的技术要求。

表 6 灌入浆体材料配比

材料名称	水泥	砂	填料	添加剂	水
相对比例	1	0.1~0.4	0.2~0.4	0.05~0.1	0.5~1.5

表 7 灌入浆体技术指标要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
流动度	s	10~14	T0507-2005
抗折强度（7 天）	MPa	≥2.0	T0506-2005
抗压强度（7 天）	MPa	15~30	T0506-2005

6.3 灌浆复合沥青混合料混合料目标配合比验证

按附录A的要求制作马歇尔试件并灌注浆体，按表8的试验内容对灌浆复合沥青混合料进行性能验证，满足要求时则该配合比可确定为目标配合比。

表 8 灌浆复合路面混合料技术指标要求

试验项目		单位	技术要求	试验方法
灌浆饱满度		%	≥96	见附录 B
马歇尔稳定度		kN	≥9	T0709-2011
性能验证	动稳定度	次/mm	≥10000	T0719-2011
	残留稳定度比	%	≥85	T0709-2011
	冻融劈裂强度比	%	≥80	T0729-2011
	低温小梁破坏应变	με	≥2200	T0715-2011

6.4 基体沥青混合料生产配合比设计

- 6.4.1 取热料仓的矿料取样进行筛分。
- 6.4.2 按规定方法取样测试各热料仓的材料级配，确定各热料仓的配合比。
- 6.4.3 取目标配合比设计的最佳油石比和该油石比±0.3%进行试验，根据表 5 的空隙率和析漏指标综合确定基体沥青混合料的生产油石比。

6.5 灌浆复合沥青混合料生产配合比验证

- 6.5.1 根据生产配合比的结果进行试拌，基体沥青混合料的技术指标经检验满足表 5 的要求，可进行试验段的试铺。
- 6.5.2 取试铺用的基体沥青混合料进行马歇尔试验、抽提试验，检验生产配合比矿料合成级配，由此确定正常生产用的配合比，并按表 8 进行性能验证。

7 灌浆复合沥青路面施工工艺

7.1 施工程序

- 7.1.1 施工准备工作应满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）中 5.2 节的要求。
- 7.1.2 根据灌浆复合沥青路面的特点，其主要施工程序如图 1 所示。



图 1 灌浆复合沥青路面施工程序

7.2 基体沥青混合料的拌和

- 7.2.1 基体沥青混合料必须在沥青拌和厂采用拌和机械拌制，各种矿料必须经抽检合格后方可进场，应分仓堆放，不得混杂。
- 7.2.2 基体沥青混合料拌和时，干拌 5s~10s，加入沥青湿拌 35s~40s。
- 7.2.3 基体沥青混合料拌和温度可按表 12 所列数值。

表 9 基体沥青混合料拌和温度

沥青类型	沥青加热温度 (°C)	矿料加热温度 (°C)	出料温度 (°C)	混合料废弃温度 (°C)
道路石油沥青	155~165	170~185	150~165	≥190
SBS 改性沥青	165~170	190~220	170~185	≥195
橡胶沥青	180~190	190~220	175~185	≥195
高粘沥青	160~170	190~200	175~185	≥195

7.2.4 拌和厂拌制的混合料应均匀一致、无花白料、无结团块或严重的粗细料分离现象，不符合要求不得使用。

7.3 基体沥青混合料的运输

7.3.1 基体沥青混合料应采用较大吨位的运料车运输，为防止沥青与车厢板粘结，车厢侧面板和底板可涂隔离剂，但不得有余液积聚在车厢底部。

7.3.2 运输时必须采取棉被或苫布作为保温措施，每车到现场均应测量混合料温度，低于摊铺温度时，混合料不得卸车。

7.3.3 在卸料时，运输车辆不得撞击摊铺机。

7.4 基体沥青混合料的摊铺

7.4.1 基体沥青混合料应采用机械摊铺机进行摊铺，摊铺速度宜控制在 1m/min~2m/min。

7.4.2 摊铺过程中料车应保持覆盖，摊铺、碾压过程中的温度按表 10 进行控制。

表 10 基体沥青混合料摊铺、碾压温度

施工温度	温度要求			
	道路石油沥青	SBS 改性沥青	橡胶沥青	高粘改性沥青
摊铺温度 (°C)	≥135	≥160	≥165	≥170
初压温度 (°C)	≥130	≥150	≥160	≥160
复压温度 (°C)	≥120	≥130	≥140	≥130
终压温度 (°C)	≥70	≥90	≥90	≥90
进行浆体灌入时的路表温度 (°C)	≤50	≤50	≤50	≤50

7.5 基体沥青混合料的碾压

7.5.1 基体沥青混合料摊铺后应采用不低于 10 吨的双钢轮压路机静压 1~3 遍，不得使用振动压实。

7.5.2 当混合料温度降到表 10 终压温度时进行整平碾压，以消除轮迹。

7.5.3 施工中应尽量减少停机现象，压路机碾压速度应按表 11 选用。

表 11 压路机碾压速度 (km/h)

压路机类型	初压	复压	终压
双钢轮压路机	2~3	—	3~6

7.6 灌入浆体的制作与灌浆

7.6.1 灌入浆体可使用移动式拌和设备车制作，也可以购买性能满足要求的成品灌入浆体。

7.6.2 采用移动式拌和设备车现场制作灌入浆体时，加水之前应将其他材料拌和 2min 至均匀，加水再拌和 3min 制成灌入浆体。

7.6.3 灌入浆体制作完成以后应在 15min 内完成灌浆施工，灌浆时基体沥青混合料需冷却至 50℃ 以下。

7.6.4 使用橡胶路耙将灌入浆体反复在基体沥青混合料表面摊铺，使其自然漫透，必要时辅以平板夯辅助灌入。

7.7 灌浆复合沥青路面表面处理

7.7.1 灌入浆体渗透完毕后，用路耙将残余在沥青路面表面上的灌入浆体清除干净，以暴露出基体沥青混合料表面的粗集料。

7.7.2 当对抗滑和外观有特殊要求时，可用石英砂打磨除去多余的灌入浆体。也可在水泥浆体灌注完毕，待初凝后将表面清理干净，将缓凝剂喷洒在路表面上，最后在内部水泥浆体终凝以前将表面的水泥浆用水冲洗干净。

7.8 灌浆复合沥青路面养生要求

7.8.1 灌浆复合沥青路面需要在灌入浆体硬化后方可开放交通，养生时间视灌入浆体的性质而定。

7.8.2 当使用普通硅酸盐水泥制备灌入浆体时，养生时间不低于 2d，如在灌入浆体中使用早强水泥或掺加早强剂，则可缩短养生时间。

8 施工技术质量验收要求

8.1 基体沥青混合料质量控制要求

施工过程中针对基体沥青混合料的检查项目、检查方法、检查频率和质量要求列于表 12，可作为施工阶段基体沥青混合料的质量检验标准。

表 12 基体沥青混合料施工阶段的质量检查标准

项目		检查频度	质量要求或允许差	试验方法
基体沥青混合料施工温度	混合料出厂温度	每车料一次	符合表 12、表 13 规定	温度计测定
	运输到现场温度			
	初压温度			
	碾压终了温度			
基体沥青混合料矿料级配与生产设	0.075mm	逐盘在线检查	±2%	计算机采集数据计算
	≤2.36mm		±5%	
	≥4.75mm		±6%	

计标准级配 的差	0.075mm	每台拌和楼每天上、下 午各一次	±2%	拌和厂取样，用抽取后的矿 料筛分
	≤2.36mm		±4%	
	≥4.75mm		±5%	
基体沥青含量（油石比），与生产配 合比设计的差（%）		逐盘在线检测	±0.3	计算机采集数据计算
		逐盘检查，每天汇总一 次，取平均值评定	±0.1	以每一天作总量检验
		每日每机2次（上、下 午各1次）	+0.2，-0.2	拌和厂取样，抽提法；燃烧 法
基体沥青混 合料马歇尔 试验	稳定度（kN）	每日上、下午各1次	≥3.0	拌和厂取样，室内成型
	流值（0.1mm）		20~40	
	空隙率（%）		20~28	
基体沥青现场空隙率（%）		正常路段1次/200m	18~28	体积法
		交叉口1次/50m		

8.2 灌入浆体及灌注施工质量控制指标

8.2.1 灌入浆体的性能指标应满足表7的要求。

8.2.2 灌入浆体的灌浆饱满度达到90%以上，灌浆饱满度的指标在路面开放交通前钻芯，检测频率为每2000m²取一点，每一工程不少于一组3点，按公式B.4进行计算，具体试验过程见附录B。

8.3 灌浆复合沥青路面质量控制指标

8.3.1 开放交通前钻芯取样，将芯样切割至马歇尔试件要求的高度，检测马歇尔稳定度是否满足表8要求。

8.3.2 现场检测频率与控制标准见表13，检测方法应满足《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2017）中表7.2.2的要求。

表13 灌浆复合沥青路面验收质量标准

检查项目		检查频率	质量要求
马歇尔试验	稳定度（kN）	正常路段 1 次/200m/车道，交叉 口：1 次/50m/车道	≥9
	流值（mm）		2~3
	空隙率（%）		<3.5
渗水系数（ml/min）			<60
构造深度（mm）（仅表面层）			≥0.8
抗滑摆值（BPN）（仅表面层）			≥55
弯沉		20m/点	符合设计要求
平整度 IRI（m/km）（仅表面层）		全线连续	≤2

附 录 A
(资料性附录)
灌浆复合沥青混合料室内成型方法

A.1 灌浆复合沥青混合料试件制作与养护方法

本标准中灌浆复合沥青混合料试件按下列步骤成型与养生。

- A.1.1 基体沥青混合料成型按照《公路工程沥青和沥青混合料试验规程》(JTG E20-2011)中T 0702-2011的试验方法成型试件。
- A.1.2 基体沥青混合料试件成型后,静置至试件完全冷却,采用体积法测试混合料试件空隙率,满足相关指导意见要求后,将试件连同试模一起准备进行灌浆试验。
- A.1.3 根据灌入浆体的配合比设计结果,按比例拌制灌入浆体。
- A.1.4 将试件连同试模置于振动台上,将灌入浆体按照先中间后周边的原则倒入试件上,倒入的灌入浆体高度与试模边齐平为止,开启振动台30s进行振动灌浆,振动后重新倒入灌入浆体重复振动灌浆过程,直至灌入浆体在无明显高度变化为止。
- A.1.5 将试件表面多余的灌入浆体清洗后,称量试件灌入前后质量变化,按附录B的计算方法算出试件的灌浆饱满度,对灌浆饱满度不合格的试件将作废处理。
- A.1.6 满足相关要求的试件需在标准养护条件下(温度 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$,湿度90%)养护7天方可进行相关性能试验。

附 录 B
(规范性附录)
灌浆饱满度检验方法

B.1 室内试件灌浆饱满度试验方法

- B.1.1 对试模进行称重，得出试模质量 m_0 。
- B.1.2 按A.1试验方法成型试件，并称量灌浆前试件质量 m_3 。
- B.1.3 采用游标卡尺量测试件的高度和直径，计算出试件的体积 V 和空隙率 V_v 。
- B.1.4 按A.1试验方法对试件进行灌浆操作，称量灌浆后试件质量 m_4 。
- B.1.5 通过式 (B.1) 计算出试件灌浆饱满度。

B.2 室内试件灌浆饱满度计算公式

灌浆饱满度 V_g 按下式 (B.1) 计算。

错误!未找到引用源。 (B.1)

式中： V_g ——灌浆饱满度，%；
 m_1 ——灌浆前试件质量，g；
 m_2 ——灌浆后试件质量，g；
 ρ ——灌入浆体密度，g/cm³；
 V ——试件体积，cm³；
 V_v ——基体沥青混合料的空隙率，%。

其中 m_1 、 m_2 的计算公式如下：

错误!未找到引用源。 (B.2)

错误!未找到引用源。 (B.3)

式中： m_3 ——灌浆前试件连试模质量，g；
 m_4 ——灌浆后试件连试模质量，g；
 m_0 ——试模质量，g。

灌入浆体密度 ρ 按式《砌筑砂浆配合比设计规程》(JGJ/T98-2010) 第 5.3.5 计算方法进行计算。

B.3 芯样灌浆饱满度试验方法

- B.3.1 对铺设好的基体沥青路面按规定频率进行取芯，采用体积法测出芯样空隙率，并取各芯样空隙率平均值为基体沥青空隙率 V'_v 。
- B.3.2 灌浆复合路面施工结束后，待灌入浆体硬化后进行芯样取芯，并称量芯样质量 m'_2 。
- B.3.3 采用游标卡尺量测芯样的高度和直径，计算出芯样的体积 V' ，根据式 B.5 得出芯样体积下基体沥青质量 m'_1 。

B.3.4 通过式（B.4）计算出芯样灌浆饱满度。

B.4 芯样灌浆饱满度计算公式

灌浆饱满度 V'_g 按式（B.4）计算。

错误!未找到引用源。 (B.4)

式中： V'_g ——灌浆饱满度，%；
 m'_1 ——芯样体积下基体沥青混合料质量，g；
 m'_2 ——芯样质量，g；
 ρ ——灌入浆体密度，g/cm³；
 V' ——芯样体积，cm³；
 V'_v ——基体沥青混合料空隙率，%。

其中 m'_1 的计算公式如下：

错误!未找到引用源。 (B.5)

式中： γ_t ——基体沥青混合料最大理论密度，g/cm³。

附 录 C
(规范性附录)
灌入浆体流动度试验

C.1 适用范围

C.1.1 本方法测定灌浆复合沥青路面中灌入浆体的流动度。

C.2 试验仪器

C.2.1 流动度仪：仪器上端内径178cm，下端内径13cm，流出管长38cm，容量为1725ml。

C.2.2 电子天平：量程5kg，感量0.1g。

C.2.3 秒表：精确至0.1s。

C.3 试验步骤

C.3.1 测定前需按照《水泥胶砂流动度测定方法》(GB/T 2419-2005)中规定对流动度仪进行标定，并对仪器内壁进行冲洗。

C.3.2 将灌入浆体的各组成材料按设计比例进行称重，并采用砂浆搅拌机进行灌入浆体的制作。

C.3.3 将制作好的灌入浆体，倒入流动度仪内，并先让适量灌入浆体从流出管流出，然后关闭开关，再向漏斗内注入砂浆，直至浆体表面达到规定(1725ml)刻度线为止。

C.3.4 释放开关，从灌入浆体流出的同时开始计时，直至连续流出的灌入浆体完全流出瞬间计时，读出该瞬间的时间，精确至0.1s，即为该材料的流动度。

C.3.5 同一配合比的灌入浆体进行平行试验3次，取其算术平均值即为最后结果。
