

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2023

抗车辙灌浆复合路面技术指南

Technology Guide for Anti-rutting Grouting Composite Pavement

(本草案完成时间: X)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国交通运输协会 发 布

目次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号及代号 2

5 路面结构组合 2

 5.1 一般规定 2

 5.2 路面结构推荐组合 2

6 原材料 3

 6.1 一般规定 3

 6.2 粗集料 3

 6.3 细集料 3

 6.4 填料 3

 6.5 沥青 4

 6.6 纤维 5

 6.7 灌浆料 5

 6.8 水 6

7 灌浆复合混合料设计 6

 7.1 一般规定 6

 7.2 基体沥青混合料设计 6

 7.3 灌浆复合混合料的技术要求 7

8 施工工艺 7

 8.1 一般规定 7

 8.2 基体沥青混合料施工 8

 8.3 灌浆料浆体灌注施工 9

9 施工质量控制与验收 9

 9.1 施工前的材料与设备检查 9

 9.2 施工过程质量控制 9

 9.3 抗车辙灌浆复合路面验收质量标准 10

附 录 A（规范性）灌浆饱满度检验方法 11

附 录 B（规范性）灌浆复合沥青混合料室内成型方法 13

附 录 C（规范性）灌浆料浆体流动度试验 14

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国交通运输协会交通工程设施分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：南京兴佑交通科技有限公司、中南大学、广西交投集团有限公司、山东省交通科学研究院、山东省滨州市公路事业发展中心、武汉市政工程设计研究院有限责任公司。

本文件主要起草人：魏唐中、杜银飞、张洪刚、蔡广楠、韦金城、邓海斌、吴辉本、许银行、柳颖臣、吴立强、孙强、陈杰、周俊、刘芳。

抗车辙灌浆复合路面技术指南

1 范围

本文件规定了抗车辙灌浆复合路面的结构组合、原材料、混合料设计、施工与质量验收要求等内容。本文件适用于重交通荷载下各等级公路、城市道路及专用道路的新建、改扩建或养护工程。

2 规范性引用文件

下列文件对于本指南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/T 2419-2005 水泥胶砂流动度测定方法

CJJ 169 城镇道路路面设计规范

JT/T 533 沥青路面用纤维

JGJ 63 混凝土用水标准

JGJ/T98-2010 砌筑砂浆配合比设计规程

JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程

JTG 3450 公路路基路面现场测试规程

JTG D50 公路沥青路面设计规范

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

3 术语和定义

3.1 下列术语和定义适用于本文件。

3.1 灌浆料 grouting material

由水泥、掺合料、砂和外加剂等以一定比例配制而成的粉状材料。

3.2 灌浆料浆体 grouting slurry

由灌浆料和水按照一定比例配制而成的浆体材料。

3.3 基体沥青混合料 matrix asphalt mixture

空隙率为 20%~28%的大空隙沥青混合料。

3.4 灌浆复合混合料 grouting composite mixture

在基体沥青混合料内灌注灌浆料浆体形成的混合料。

3.5 抗车辙灌浆复合路面 anti-rutting grouting composite pavement

道路结构中灌注灌浆料浆体材料且具有优异抗车辙性能的路面。

3.6 水固比 water-grouting material ratio

水与灌浆料的质量比。

3.7 灌浆饱满度 grouting plumpness

灌浆料浆体占基体沥青混合料中空隙的体积百分率。

4 符号及代号

本标准使用的符号及代号见表1。

表1 符号及代号

序号	符号及代号	意义
1	SMA	沥青玛蹄脂碎石混合料
2	GCM	灌浆复合混合料
3	MAM	基体沥青混合料

5 路面结构组合

5.1 一般规定

5.1.1 抗车辙灌浆复合路面的结构组合应综合考虑道路等级、交通量、气候特点和应用场合等因素。

5.1.2 抗车辙灌浆复合路面可采用一层、两层或三层灌浆复合混合料，每层厚度为4-12cm（最小厚度4）。灌浆复合混合料公称最大粒径与每层厚度要求如表2所示。

表2 灌浆复合混合料公称最大粒径与每层厚度要求

灌浆复合混合料公称最大粒径（mm）	每层厚度（cm）
13.2	4-8
16	6-10
19	8-12

5.1.3 抗车辙灌浆复合路面层间应设置黏层，其技术指标应满足 JTG F40 的要求。

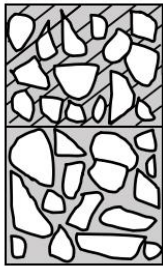
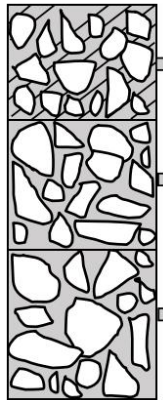
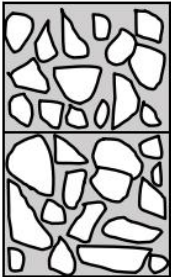
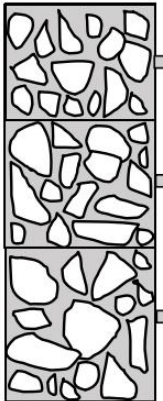
5.2 路面结构推荐组合

5.2.1 可在获取灌浆复合混合料力学参数后，参照JTG D50和CJJ 169 的相关规定进行结构组合设计。

5.2.2 抗车辙灌浆复合路面推荐结构组合如表3所示，GCM-13、GCM-16和GCM-20分别指公称最大粒径为13.2mm、16mm和19mm的灌浆复合混合料。

表3 灌浆路面结构组合

结构类型	一层结构	双层结构	三层结构
------	------	------	------

有急转弯的公路和城市道路的交叉口	 SMA-13 等 抗车辙沥青 混合料	 SMA-13 等 抗车辙沥青 混合料 GCM-13、 GCM-16 或 GCM-20	 SMA-13 等 抗车辙沥青 混合料 GCM-13、 GCM-16 或 GCM-20 GCM-20 或密 级配沥青混 合料
其他路段	 GCM-13 或 GCM-16	 GCM-13 或 GCM-16 GCM-16 或 密级配沥青 混合料	 GCM-13 或 GCM-16 GCM-16 或密 级配沥青混 合料 GCM-20 或密 级配沥青混 合料
注1 三层面层的中间层使用密级配沥青混合料后，下面层不应使用GCM-20。 注2 当在上面层采用灌浆复合路面时，在货车轮胎转弯产生的揉搓力作用下路表极易产生掉料现象。 注3 抗车辙沥青混合料包括但不限于使用SBS改性沥青、橡胶沥青或添加抗车辙剂的沥青混合料。			

6 原材料

6.1 一般规定

- 6.1.1 抗车辙灌浆复合路面使用的各种材料运至现场后应取样进行质量检验，经评定合格方可使用。
- 6.1.2 施工过程中应保持原材料稳定。若有更换，需重新进行配合比设计等相关工作。

6.2 粗集料

基体沥青混合料的粗集料宜采用轧制碎石。当灌浆复合混合料用于上面层的时候，宜选用玄武岩或辉绿岩碎石，采用花岗岩等酸性岩石宜采取抗剥落措施。当灌浆复合混合料用于中下面层的时候，可选用石灰岩碎石。粗集料技术指标应符合 JTGF40 的相关规定。

6.3 细集料

基体沥青混合料的细集料宜采用机制砂、石屑。细集料的技术指标应符合 JTGF40 的相关规定。

6.4 填料

基体沥青混合料的填料宜采用石灰岩等憎水性石料经磨细得到的矿粉。填料的技术指标应符合 JTGF40 的相关规定。

6.5 沥青

6.5.1 当灌浆复合混合料用于上、中面层时,基体沥青混合料宜使用 SBS 改性沥青、橡胶改性沥青或高黏改性沥青。当灌浆复合混合料用于下面层时,论证后可采用道路石油沥青。

6.5.2 道路石油沥青的标号和技术指标应符合 JTGF40 的相关规定。

6.5.3 SBS 改性沥青、橡胶改性沥青和高黏改性沥青的技术指标应分别满足表 4、表 5 和表 6 的要求。

表4 SBS改性沥青的技术要求

指 标	单 位	SBS 类(I 类)				SBR 类(II类)			EVA、PE 类(III类)				试验 方法
		I-A	I-B	I-C	I-D	II-A	II-B	II-C	III-A	III-B	III-C	III-D	
针入度 25℃,100g,5s	0.1 mm	>100	80~ 100	60~ 80	40~ 60	>100	80~ 100	60~ 80	>80	60~ 80	40~ 60	30~ 40	T0604
针入度指数 PI, 不小于	—	-1.2	-0.8	-0.4	0	-1.0	-0.8	-0.6	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	T0604
延度 5℃, 5mm/min 不小 于	cm	50	40	30	20	60	50	40	—				T0605
软化点 TR&B, 不小于	℃	45	50	55	60	45	48	50	48	52	56	60	T0606
运动粘度 ^{a1} 135℃不大于	Pa·s	3											T0625 T0619
闪点, 不小于	℃	230				230			230				T0611
溶解度, 不小 于	%	99				99			—				T0607
弹性恢复 25℃, 不小于	%	55	60	65	75	—			—				T0662
粘韧性, 不小 于	N·m	—				5			—				T0624
韧性, 不小于	N·m	—				2.5			—				T0624
贮存稳定性 ^{a2} 离析, 48h 软化 点差, 不大于	℃	2.5				—			无改性剂明显析出、凝聚				T0661
TFOT(或 RTFOT)后残留物													
质量变化, 不 大于	%	±1.0											T0610 或 T0609
针入度比 25℃, 不小于	%	50	55	60	65	50	55	60	50	55	58	60	T0604
延度 5℃,不小 于	cm	30	25	20	15	30	20	10	—				T0605
注 1 表中 135℃ 运动度采用《公路工及合料试验规程》TJ 0522000)中的“青布转度试验方法(布洛克菲尔德粘度计法)”进行测定。若在不改变改性沥物理力学性质并符合安全条件的温度下易于泵送和拌和,或经证明适当提高泵送和拌和温度时能保证改性沥青的质量,容易施工,可不要求测定。													

注 2 贮存稳定性指标适用于工厂生产的成品改性沥青。现场制作的改性沥青对贮存稳定性指标可不作要求,但必须在制作后,保持不间断的搅拌或泵送循环,保证使用前没有明显的离析。

表5 橡胶改性沥青的技术要求

技术指标		技术要求	试验方法
针入度(25°C,100g,5s)(0.1mm)		30~70	JTG E20 T0604
延度(5°C,5cm/min)(cm)		≥15	JTG E20 T0605
软化点(°C)		≥65	JTG E20 T0606
180°C运动黏度(Pa·s)		1~4	JTG E20 T0625
离析(48h软化点差)(°C)		≤5.0	JTG E20 T0661
25°C弹性恢复		≥70	JTG E20 T0662
RTFOT后残留物	质量损失(%)	±0.5	JTG E20 T0610
	25°C针入度比(%)	≥65	JTG E20 T0604
	5°C残留延度(cm)	≥5	JTG E20 T0605

表6 高黏改性沥青的技术要求

技术指标		技术要求	试验方法
针入度(25°C,100g,5s)(0.1mm)		40~70	JTG E20 T0604
延度(5°C,5cm/min)(cm)		≥20	JTG E20 T0605
软化点(°C)		≥80	JTG E20 T0606
60°C运动黏度(Pa·s)		≥50000	
135°C旋转黏度(Pa·s)		≤4	JTG E20 T0625
离析(48h软化点差)(°C)		≤2.5	JTG E20 T0661
25°C弹性恢复		≥60	JTG E20 T0662
RTFOT后残留物	质量损失(%)	±0.5	JTG E20 T0610
	25°C针入度比(%)	≥65	JTG E20 T0604
	5°C残留延度(cm)	≥15	JTG E20 T0605

6.6 纤维

可选用木质素纤维、玄武岩纤维或聚合物纤维,各纤维的技术指标应符合 JT/T 533 的相关规定。

6.7 灌浆料

灌浆料由水泥、填料、砂和添加剂配制而成,其材料配比可按表 7 进行初配。

表 7 灌浆料的材料配比

材料名称	水泥	砂	填料	添加剂
相对比例	1	0.3~0.6	0.4~0.7	0.005~0.015

灌浆料分为普通型和早强型两类。水固比为 0.25~0.4,采用附录 B 的方法制备灌浆料浆体,灌浆料浆体的物理力学性能应符合表 8 的要求。

表8 灌浆料浆体的物理力学性能要求

项目	单位	性能指标		试验方法
		普通型	早强型	
初始流动度	s	10~14		附录 C

初凝时间		h	3~6	0.5~1	JTG 3420 T0505
自由泌水率		%	≦1		JTG 3420 T0528
28d干缩率			≦0.3	≦0.2	JTG 3420 T0511
抗压强度	3h	MPa	—	≥10	JTG 3420 T0506
	1d		≥10	≥15	
	7d		≥20	≥20	
抗折强度	3h	MPa	--	≥3.0	JTG 3420 T0506
	1d		≥3.0	≥4.0	
	7d		≥5.0	≥5.0	

6.8 水

灌浆料浆体用水应符合JGJ 63的要求。

7 灌浆复合混合料设计

7.1 一般规定

按照交通量、道路等级、气候条件、结构功能特点等因素选择原材料、基体沥青混合料的类型和空隙率。

7.2 基体沥青混合料设计

7.2.1 设计方法

基体沥青混合料采用马歇尔设计方法确定矿料级配及最佳沥青用量。

7.2.2 级配范围

基体沥青混合料的级配范围应满足表9的要求。

表9 基体沥青混合料的级配范围

筛孔尺寸（mm）	通过质量百分率（%）		
	MAM-13	MAM-16	MAM-20
26.5	-	-	100
19.0	-	100	90~100
16.0	100	90~100	60~90
13.2	90~100	70~90	30~70
9.5	20~50	15~50	15~60
4.75	5~25	5~25	5~24
2.36	5~22		
0.6	4~15		
0.3	3~14		
0.15	3~12		
0.075	1~10		
注：“MAM-13”表示该类型基体沥青混合料的公称最大粒径为13.2mm，“MAM-16”表示该类型基体沥青混合料的公称最大粒径为16.0mm，“MAM-20”表示该类型基体沥青混合料的公称最大粒径为19.0mm。			

7.2.3 配合比设计

7.2.3.1 基体沥青混合料的技术要求见表 10 所示。

表 10 基体沥青混合料的技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
击实次数	次	双面 50	JTG E20 T0702-2011
空隙率	%	20~28	JTG E20 T0708-2011
马歇尔稳定度	kN	≥3.0	JTG E20 T0709-2011
流值	0.1mm	15~25	JTG E20 T0709-2011
谢伦堡沥青析漏试验	%	≤0.3	JTG E20 T0732-2011
肯塔堡飞散试验	%	≤30	JTG E20 T0733-2011

7.2.3.2 目标配合比设计首先应满足表 6.2.2 的级配要求，初选粗中细三个级配，选取初试油石比，采用马歇尔击实仪成型试件，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。

7.2.3.3 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。

7.2.3.4 对最佳油石比下的基体沥青混合料按照表 10 进行性能验证，经检验合格的目标配合比指导下一步生产配合比设计。

7.3 灌浆复合混合料的技术要求

按附录 B 的要求制作基体沥青混合料试件并灌注灌浆料浆体，经自然养生后，其技术指标应满足表 11 的技术要求。

表 11 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	%	≥80	附录 A
马歇尔稳定度	kN	≥9	JTG E20 T0709-2011
性能验证	70℃动稳定度（1.0MPa）	次/mm	≥10000
	残留稳定度比	%	≥85
	冻融劈裂强度比	%	≥80
	低温小梁破坏应变	με	≥1200

8 施工工艺

8.1 一般规定

8.1.1 抗车辙灌浆复合路面施工前应检查基层或下承沥青层的质量，对于裂缝、松散、污染等情况应处理合格后方可施工。

8.1.2 不应在气温低于 10℃ 以及雨天、路面潮湿的情况下施工。

8.1.3 灌浆料存放应防水防潮。

8.1.4 其主要施工程序如图 1 所示。

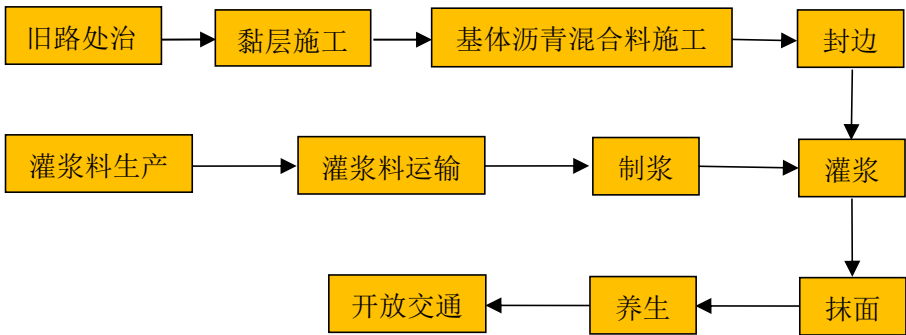


图 1 抗车辙灌浆复合路面施工程序

8.2 基体沥青混合料施工

8.2.1 基体沥青混合料的拌和

8.2.1.1 应采用间歇式沥青拌合楼进行拌和。

8.2.1.2 当加入纤维时，干拌时间应不少于 15s，湿拌时间应不少于 40s。

8.2.1.3 拌和温度应符合表 12 的要求。

表 12 基体沥青混合料拌和温度

沥青类型	沥青加热温度（℃）	矿料加热温度（℃）	出料温度（℃）	混合料废弃温度（℃）
道路石油沥青	145~155	170~185	150~165	≥190
SBS 改性沥青	165~170	175~195	170~185	≥195
橡胶改性沥青	175~185	190~220	175~185	≥195
高黏改性沥青	175~185	180~200	170~185	≥195

8.2.1.4 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。

8.2.2 基体沥青混合料的运输

混合料的运输应符合 JTG F40 的要求。

8.2.3 基体沥青混合料的摊铺及碾压

8.2.3.1 摊铺前下承层应根据 JTG F40 的要求洒布黏层油。

8.2.3.2 松铺系数宜控制在 1.05~1.15，摊铺速度宜控制在 1m/min~3m/min。

8.2.3.3 摊铺过程中料车应保持覆盖，摊铺过程中的温度按表 11 进行控制。

8.2.3.4 基体沥青混合料摊铺后应采用 11~13t 的双钢轮压路机静压，初压 1~2 遍，复压 2~4 遍，终压 1~2 遍，不应使用振动压实。

8.2.3.5 碾压温度按照表 13 执行。

8.2.3.6 碾压速度应按表 14 选用。

表 13 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	橡胶改性沥青	高黏改性沥青
摊铺温度（℃）	≥135	≥150	≥165	≥155

初压温度（℃）	≥130	≥140	≥160	≥145
复压温度（℃）	≥120	≥130	≥140	≥130
终压温度（℃）	≥70	70～80	≥90	70～80
进行浆体灌入时的 路表温度（℃）	≤50	≤50	≤50	≤50

表 14 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	3~4	3~6

8.3 灌浆料浆体灌注施工

8.3.1 灌浆料浆体的制作与灌浆

8.3.1.1 应使用专用的制浆设备制作灌浆料浆体，保证施工的连续性、稳定性和高效性。

8.3.1.2 制作灌浆料浆体时，先将水加入专用的制浆设备的搅拌锅内，再加入灌浆料制成灌浆料浆体。灌浆料浆体制备完成以后应即拌即用，灌浆施工应在浆体初凝前一次性完成。

8.3.1.3 灌浆料浆体灌入前，应按照附录C进行流动度检测，技术指标应满足表8要求。

8.3.1.4 灌浆时基体沥青混合料需冷却至 50℃以下，不应采用洒水冷却降温。

8.3.1.5 灌入施工时，应按照先横坡、再纵坡，并由低到高的顺序进行灌注。灌注完成后，应按照附录 A 要求进行灌浆饱满度检测。

8.3.2 抗车辙灌浆复合路面表面处理

灌浆料浆体渗透完毕后，将残余在沥青路面表面上的灌浆料浆体清除干净。

8.3.3 抗车辙灌浆复合路面养生要求

当使用普通型灌浆料时，养生时间宜不少于 2d；当使用早强型灌浆料时，养生时间宜不少于 3h。

9 施工质量控制与验收

9.1 施工前的材料与设备检查

9.1.1 施工前应对材料、设备进行检查，满足本文件的相关要求。

9.2 施工过程质量控制

9.2.1 基体沥青混合料

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 15，可作为施工阶段基体沥青混合料的质量检验标准。

表 15 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 7.2.1、表 7.2.3 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	0.075mm	逐盘在线检查	±2%	计算机采集数据计算
	≤2.36mm		±5%	

生产设计标准 级配的差	$\geq 4.75\text{mm}$	每台拌和楼每天 上、下午各一次	$\pm 6\%$	拌和厂取样，用抽取后的矿料筛分
	0.075mm		$\pm 2\%$	
	$\leq 2.36\text{mm}$		$\pm 4\%$	
	$\geq 4.75\text{mm}$		$\pm 5\%$	
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）		15~25	
	空隙率（%）		20~28	
基体沥青现场空隙率（%）		非交叉口路段 1 次/200m	20~28	体积法
		交叉口 1 次/处 50m		

9.2.1 灌浆料浆体的技术指标应满足表 16 的要求。

表 16 灌浆料浆体质量控制要求

检查项目	检查频率	质量要求	试验方法
外观	随时	无离析、分层现象	目测
流动度	每个路段 2 次	10s~14s	附录 C

9.2.2 灌浆饱满度的指标在需要时可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 3 点，按公式 A.4 进行计算，具体试验过程见附录 A。

9.3 抗车辙灌浆复合路面验收质量标准

9.3.1 抗车辙灌浆复合路面施工完成后，应对路面进行交工检查与验收，质量验收标准应满足表 17 的要求。

表 17 抗车辙灌浆复合路面验收质量要求（高速公路质量验收）

检查项目	检查频率	质量要求	试验方法
结构层厚度	正常路段：1 次/200m/车道，交 叉口：1 次/50m/车道	偏差设计值-5%	JTG 3450T0912
灌浆饱满度（%）		≥80	附录 A
渗水系数（ml/min）		≤60	JTG 3450T0971
构造深度（mm）		≥0.55	JTG 3450T0961
摩擦系数	每 200 m 测 1 处	满足设计要求	摆式仪测定
平整度（mm）	全线每车道连续检测	高速公路、一级公路 σ ≤1.2	按每 100m 计算标准差
		其他公路 σ ≤2.5	
抗车辙灌浆复合路面用于表面层时，应进行构造深度和平整度检测，用作其他层位时，可不做要求。			
注 1 构造深度检测是对抗车辙灌浆复合路面表面层抗滑性能的表征。			
注 2 表中σ 为平整度仪测定的标准差。			

附录 A

(规范性)

灌浆饱满度检验方法

A.1 测试仪器

A.1.1 电子天平：最大称量在3kg以下时，感量不大于0.1g；最大称量在3kg以上时，感量不大于0.5g。

A.1.2 游标卡尺。

A.2 测试方法

A.2.1 室内试件的灌浆饱满度测试方法

(1) 对试模进行称重，得出试模质量 m_0 。

(2) 按JTG E20 (T 0702) 成型基体沥青混合料试件，并称量灌浆前试件连同试模的质量 m_3 ，同时测出基体沥青混合料的最大理论密度 γ_t 。

(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 。

(4) 按附录B的试验方法对试件进行灌浆操作，称量灌浆后试件连同试模的质量 m_4 。

(5) 通过式 (A.1) 计算出室内试件灌浆饱满度。

室内试件灌浆饱满度 V_g 按下式 (A.1) 计算。

$$V_g = \frac{(m_2 - m_1) / \rho}{V \times V_v} \times 100 \quad (\text{A.1})$$

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 ——灌浆料密度，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：

$$m_1 = m_3 - m_0 \quad (\text{A.2})$$

$$m_2 = m_4 - m_0 \quad (\text{A.3})$$

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。

灌浆料密度 ρ 按 JGJ/T98-2010 第 5.3.5 计算方法进行计算。

A.2.2 芯样灌浆饱满度试验方法

(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' 。

(2) 灌浆复合路面施工结束后，待灌浆料浆体硬化后进行芯样取芯，并称量芯样质量 m_2' 。

(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 A.4 得出芯样体积下基体沥青质量 m_1' 。

m'_1 的计算公式如下:

$$m'_1 = \gamma_t \times V' (1 - V'_v) \quad (\text{A.4})$$

式中: γ_t ——基体沥青混合料最大理论密度, g/cm^3 。

(4) 通过式 (A.5) 计算出芯样灌浆饱满度。

芯样灌浆饱满度 V'_g 按下式 (A.5) 计算

$$V'_g = \frac{(m'_2 - m'_1) / \rho}{V' \times V'_v} \times 100 \quad (\text{A.5})$$

式中: V'_g ——芯样灌浆饱满度, %;

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 ——灌浆料密度, g/cm^3 ;

V' ——芯样体积, cm^3 ;

V'_v ——基体沥青混合料空隙率, %。

附 录 B

(规范性)

灌浆复合沥青混合料室内成型方法

B.1 试验仪器

B.1.1 高速搅拌锅：转速 100-2000r/min。

B.1.2 刮刀或毛刷：一个。

B.1.3 标准养护箱。

B.2 灌浆复合沥青混合料试件制作与养护方法

B.2.1 依据《公路工程沥青和沥青混合料试验规程》（JTG E20-2011）中T 0702-2011的要求成型基体沥青混合料试件。

B.2.2 静置至试件完全冷却，采用体积法测试混合料试件空隙率，试件连同试模一起准备进行灌浆试验。

B.2.3 用湿布擦拭搅拌锅和搅拌叶，搅拌锅内不能留存有明水。按照灌浆料的配比将1/2水倒入搅拌锅中，再依次加入灌浆料，以200r/min的速度搅拌30s后加入剩余的水，再采用1000r/min的速度搅拌5min后停止。

B.2.4 将试件连同试模置于振动台上，将灌浆料浆体按照先中间后周边的原则倒入试件上，倒入的灌浆料浆体高度与试模边齐平为止，开启振动台30s进行振动灌浆，振动后重新倒入灌浆料浆体重复振动灌浆过程，直至灌浆料浆体无明显高度变化为止。

B.2.5 用刮刀或毛刷刮除试件表面多余的灌浆料浆体后，称量试件灌入前后质量变化，按附录A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。

B.2.6 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 C
(规范性)
灌浆料浆体流动度试验

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 按照附录B制作灌浆料浆体。

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

C.3.4 释放开关，从灌浆料浆体流出的同时开始计时，直至连续流出的灌浆料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 同一配合比的灌浆料浆体进行平行试验3次，取其算术平均值即为最后结果。
