

DB37

山 东 省 地 方 标 准

DB37/T 2980—2017

钢桥面浇注式沥青混凝土 铺装施工技术规范

Technical Specification for Construction of Gussasphalt Steel Deck Pavement

2017-08-18 发布

2017-09-18 实施

山东省质量技术监督局 发 布

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号和代号 2

5 总则 2

6 铺装结构 3

7 铺装材料 3

 7.1 沥青 3

 7.2 粗集料 4

 7.3 细集料 5

 7.4 填料 5

 7.5 防水粘结层材料 6

 7.6 改性乳化沥青 6

 7.7 接缝材料 7

 7.8 浇注式沥青混合料 7

 7.9 高弹改性沥青混合料 7

 7.10 材料储存 8

 7.11 原材料的性能检验频率 8

8 钢桥面板喷砂除锈施工 8

 8.1 一般规定 8

 8.2 钢桥面板喷砂除锈试验段 9

 8.3 钢桥面板喷砂除锈要求 9

 8.4 钢桥面板喷砂除锈施工 9

 8.5 质量管理及检查验收 10

9 防水粘结层与粘结层施工 10

 9.1 一般规定 11

 9.2 试验段 11

 9.3 溶剂型橡胶沥青防水粘结层施工 11

 9.4 甲基丙烯酸树脂防水粘结层施工 11

 9.5 粘结层施工 12

10 浇注式沥青混凝土铺装施工 12

 10.1 一般规定 12

10.2	浇注式沥青混凝土材料要求	12
10.3	浇注式沥青混凝土施工准备	12
10.4	浇注式沥青混凝土配合比设计	13
10.5	浇注式沥青混凝土试铺段	13
10.6	浇注式沥青混凝土施工	13
10.7	预拌沥青碎石施工	15
10.8	检验项目	16
11	上层高弹改性沥青混凝土施工	16
11.1	一般规定	16
11.2	高弹改性沥青混凝土材料要求	16
11.3	高弹改性沥青混凝土施工	17
11.4	螺旋排水管安装	19
11.5	检验项目	19
12	质量检验标准	19
12.1	防水粘结层	19
12.2	浇注式沥青混凝土	20
12.3	高弹改性沥青混凝土	21
附录 A (规范性附录)	浇注式沥青钢桥面铺装施工机械与质量检测仪器	22
附录 B (规范性附录)	浇注式沥青混凝土配合比设计方法	26
附录 C (规范性附录)	高弹改性沥青混凝土配合比设计方法	30
附录 D (规范性附录)	沥青溶解度试验	35
附录 E (规范性附录)	防水粘结层性能试验	38
附录 F (规范性附录)	接缝料试验	49
附录 G (规范性附录)	浇注式沥青混合料贯入 (度) 试验	56
附录 H (规范性附录)	浇注式沥青混合料流动性试验	59

前 言

本规程按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本规程由山东省交通运输厅提出并归口。

本规程起草单位：山东省路桥集团有限公司。

本规程主要起草人：陈常杰、李志、周凯、张威、王洪敢、左洪利、张亚、陈富勇、湛林青、刘城、李滨、李连文、王霄川、赵琳、赵恩强、刘大庆、刘庆旺、霍成军、庞吉军、韩宪峰、张慧、周勇。

引 言

钢桥面铺装施工技术是一项世界性难题,特别是大跨径钢箱梁桥情况尤为突出。南京长江第四大桥、福州琅岐闽江大桥分别于2012年和2013年成功应用了钢桥面浇注式沥青铺装,两座大桥自通车以来桥面铺装使用状况良好,具有良好的推广价值。为了进一步推广钢桥面浇注式沥青铺装施工技术,提升我国钢桥面铺装的技术水平,规范钢桥面浇注式沥青铺装施工,特制订本规程。

本规程的主要技术内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、符号和代号、总则、铺装结构、铺装材料、钢桥面板喷砂除锈施工、防水粘结层与粘结层施工、浇注式沥青混凝土铺装施工、上层高弹改性沥青混凝土施工、质量检验标准,共计12章。

各有关单位在使用过程中,若出现不当之处或有好的意见和建议,请及时函告山东省路桥集团有限公司(地址:山东省济南市经五路330号,邮编250021,联系人:张建民电话:0531-61388252, E-mail: 757126871@qq.com),以便修订时研用。

本规程由山东省质量技术监督局负责审查发布。

钢桥面浇注式沥青混凝土铺装施工技术规范

1 范围

本规程规定了钢桥面浇注式沥青混凝土铺装施工技术的术语和定义、符号和代号、总则、铺装结构、铺装材料、钢桥面板喷砂除锈、防水粘结层与粘结层、浇注式沥青混凝土铺装层、高弹改性沥青混凝土铺装上层施工和质量检验标准。

本规程适用于钢桥面浇注式沥青混凝土铺装施工，也可供设计单位参考。

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/T 16777 建筑防水涂料试验方法

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

以下术语和定义适用于本文件。

3.1

直馏沥青 Straight Asphalt

原油经减压蒸馏得到的沥青为直馏沥青。

3.2

特立尼达湖沥青（TLA） Trinidad Lake Asphalt

开采于中美洲加勒比岛国特立尼达和多巴哥境内的天然沥青湖。

3.3

集料 Aggregate

在混合料中起骨架和填充作用的粒料，包括碎石、石屑、天然砂等。2.36 mm筛孔筛分后残留的集料称为粗集料；通过2.36 mm筛分器，但残留于0.075 mm筛孔的集料称为细集料。

3.4

填料 Filler

加入沥青混合料中起到填充作用的矿物质粉末。填料可为磨细石粉、消石灰粉、水泥等。

3.5

刘埃尔流动度 Lueer Fluidity

流动度仪铜锤贯入50 mm所需要的时间，表征混合料的流动性。

3.6

贯入度 Indentation

贯入度仪30 min贯入深度，表征混合料的高温性能。

3.7

喷砂除锈 Sand Blasting

对钢板表面采用真空抛丸机或环保型喷砂机进行喷砂，去除钢材表面锈迹，确保在防腐涂装施工前钢板表面达到规定清洁度、粗糙度。

3.8

浇注式沥青混凝土 Gussasphalt

浇注式沥青混凝土是指在高温状态下（约220 ℃～260 ℃）进行拌合，混合料摊铺时流动性大，依靠自身的流动性摊铺成型，无须碾压，沥青、矿粉含量较大，空隙率小于1 %的沥青混凝土。

3.9

高弹改性沥青混凝土 High-elastic Modified Asphalt

采用高弹性沥青作为胶结料的沥青混凝土。

4 符号和代号

本规程各种符号、代号以及意义详见表1。

表1 符号及代号

序号	符号或代号	意义
4.1	OAC	混合料最佳沥青用量
4.2	MS	马歇尔稳定度
4.3	FL	马歇尔流值
4.4	γ_{se}	沥青混合料中合成矿料的有效相对密度
4.5	γ_{sb}	沥青混合料中合成矿料的毛体积相对密度
4.6	γ_{sa}	沥青混合料中合成矿料的表观相对密度
4.7	P_a	沥青混合料的油石比

5 总则

- 5.1 钢桥面浇注式沥青混凝土铺装施工必须符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）第1章有关规定。
- 5.2 钢桥面浇注式沥青混凝土铺装宜于夏季高温季节施工。
- 5.3 钢桥面浇注式沥青混凝土铺装宜采用专用设备进行施工，如浇注式沥青摊铺机、升温搅拌运输车。
- 5.4 本规程规定之外的施工原材料，经试验验证后可替代本规程规定的原材料。

5.5 钢桥面浇注式沥青混凝土铺装施工必须符合国家环境和生态的规定。

5.6 钢桥面浇注式沥青混凝土铺装施工必须符合国家安全生产的规定。

6 铺装结构

6.1 钢桥面浇注式沥青混凝土铺装由高弹改性沥青混凝土上层、中间粘结层、浇注式沥青混凝土下层、防水粘结层和钢桥面板组成,铺装层与桥面系构件之间设置接缝材料。铺装总厚度控制在 70 mm~80 mm,钢面板厚度应不小于 14 mm。

6.2 铺装上层应具有平整密实、抗滑、高温抗车辙、低温抗裂、追随钢桥面板变形、抗疲劳破坏等性能,厚度宜为 35 mm~40 mm,采用高弹改性沥青混凝土,也可采用 SMA、环氧沥青等铺装材料。

6.3 铺装下层浇注式沥青混凝土应具有密实防水、高温抗车辙、低温抗裂、追随钢面板变形、抗疲劳破坏等性能,一般厚度为 35 mm~40 mm。

6.4 铺装结构与钢桥面板之间的防水粘结层应具有抗剪切、抗剥离、追随钢桥面板变形、抗疲劳破坏等性能,一般采用溶剂型橡胶沥青或甲基丙烯酸树脂。

6.5 面层与下层间应洒布中间粘结层,宜采用 SBS 改性乳化沥青。

6.6 钢箱梁加工制造时,应对钢面板进行防腐处理,设置不小于 50 μm 厚的环氧富锌漆;在防水粘结层施工前,应对钢面板进行 Sa3.0 级喷砂除锈处理。

6.7 所有铺装层与桥面系构造物之间需粘贴接缝材料,防止水渗入,接缝材料厚度为 3 mm~8 mm,高度与铺装层厚度相同。

6.8 根据桥面纵横坡情况,在桥面低处最外侧,铺装下层表面、铺装上层底面设置直径 10 mm~12 mm 螺旋排水管,排水管两头应平顺接入桥面泄水槽。

7 铺装材料

7.1 沥青

7.1.1 下层浇注式沥青混合料中的基质沥青为直馏 30 号沥青,应符合表 2 要求,湖沥青(TLA)技术指标应符合表 3 要求,混合后沥青技术指标应符合表 4 要求。

表2 直馏 30 号沥青技术指标

试验项目	单位	技术要求	试验方法
针入度(25℃)	0.1 mm	20~40	T0604
软化点	℃	55.0~65.0	T0606
延伸度(25℃)	cm	≥50	T0605
薄膜加热质量损失	%	≤0.3	T0609
甲苯可溶度	%	≥99.0	附录 D
闪点	℃	≥260	T0611
密度(25℃)	g/cm ³	≥1.00	T0603

表3 湖沥青(TLA)技术指标

试验项目	单位	技术要求	试验方法
软化点	℃	93~98	T0606
针入度(25℃)	0.1 mm	1~4	T0604

表3 湖沥青（TLA）技术指标（续）

试验项目	单位	技术要求	试验方法
闪点	℃	≥240	T0611
甲苯可溶度	%	52.5~55.5	附录 D
密度（15℃）	g/cm ³	1.38~1.42	T0603
灰分	%	/	T0614

表4 混合后沥青技术指标

试验项目	单位	技术要求	试验方法
软化点	℃	58~68	T0606
针入度（25℃）	0.1mm	15~30	T0604
延度（25℃）	cm	≥10	T0605
闪点	℃	≥240	T0611
密度（15℃）	g/cm ³	实测	T0603
薄膜加热	%	≤0.5	T0609

7.1.2 铺装上层高弹改性沥青混凝土中的高弹改性沥青技术指标必须符合表5要求。按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）相关规定对沥青进行检测。

表5 高弹改性沥青技术指标

试验项目	单位	技术要求	试验方法
针入度（25℃）	0.1 mm	60~100	T0604
软化点	℃	≥70	T0606
延伸度（10℃）	cm	≥50	T0605
粘韧性（25℃）	N·m	≥16	T0624
韧性（25℃）	N·m	≥10	
60℃粘度	Pa·s	≥20000	T0620
闪点	℃	≥260	T0611
灰分	%	≤1.0	T0614
薄膜加热质量损失	%	≤0.6	T0609
薄膜加热针入度残留率	%	≥65	T0604
薄膜加热软化点比	%	≥80	T0606
脆点	℃	≥-12	T0613
弹性恢复率（25℃）	%	≥90	T0662
RTFOT163℃ 弹性恢复率（25℃）	%	≥70	T0662

7.2 粗集料

应采用石质坚硬、清洁、耐磨的碎石，粒径大于2.36 mm，大于4.75 mm的集料中针片状石片不能超过10%。粗集料技术指标应符合表6要求。

表6 粗集料技术指标

试验项目		单位	技术要求	试验方法
表观相对密度		/	≥2.50	T0304
吸水率		%	≤2.0	T0307
磨耗量		%	≤25	T0317
粘附性		级	5	T0663
有害物质成分含有量 (全部试验材料的重量百分率)	粘土粘土块	%	≤0.25	T0310
	软石含量注 ^a	%	≤5.0	T0320
	扁平颗粒含量注 ^b	%	≤10.0	T0312
^a 对于 4.75 mm 以下的集料不适用。				
^b 包括集料的立方体的尺寸比率大于 5 的集料。				

7.3 细集料

应采用坚硬、清洁、耐久及有害物质成分的天然砂、人工砂或者两者的合成混合砂。细集料的技术指标应符合表7要求。

表7 细集料技术指标

试验项目	单位	技术要求	试验方法
表观相对密度	/	≥ 2.50	T0328
坚固性 (>0.3 mm 部分)	%	≥ 12	T0340
砂当量	%	≥ 60	T0334
亚甲蓝值	g/kg	≤ 25	T0349
棱角性 (流动时间)	s	≥ 30	T0345

7.4 填料

主要使用矿粉填料，矿粉必须是石灰岩经磨细得到的矿粉，矿粉技术指标应符合表8要求。流动性试验中应要求矿粉的流动值变化斜率在1.0以上，流动值在35 %以下。

表8 填料技术指标

试验项目	单位	技术要求	试验方法
表观相对密度	—	≥ 2.50	T0352
含水率	%	≤ 1.0	T0103
粒度范围<0.6 mm	%	100	T0351
粒度范围<0.15 mm	%	90~100	
粒度范围<0.075 mm	%	85~100	
外观	—	无团粒结块	—
亲水系数	—	< 1	T0353
塑性系数	%	< 4	T0354
加热安定性	—	实测记录	T0355

7.5 防水粘结层材料

7.5.1 钢板与浇注式沥青混合料铺装之间采用溶剂型橡胶沥青，技术指标应符合表 9 要求。

表9 溶剂型橡胶沥青技术指标

试验项目	单位	技术要求	试验方法
不挥发成分	%	≥ 50	附录 E
粘度 (25 ℃)	mPa · s	≤ 500	附录 E
手触干燥时间 (25℃)	min	≤ 90	附录 E
低温弯曲试验 (-10 ℃, 3 mm)	/	合格	附录 E
网格试验	点	≥ 10	附录 E
抗湿试验后的网格试验	点	≥ 8	附录 E
盐水喷雾试验后的网格试验	点	≥ 8	附录 E
与铺装下层间的拉拔试验 (20 ℃)	MPa	≥ 1.4	附录 E
与钢板板间的拉拔试验 (20 ℃)	MPa	≥ 2.0	附录 E

7.5.2 钢板与浇注式沥青混合料铺装之间采用甲基丙烯酸树脂防水材料，技术指标应符合表 10 要求。

表10 甲基丙烯酸树脂防水材料的技术指标

项目	单位	技术要求	试验方法
底漆干膜厚度	μm	50~100	-
底漆与钢面板粘结强度 (25 ℃)	MPa	≥ 5.0	附录 E
树脂粘结强度 (25 ℃)	MPa	≥ 2.0	附录 E
树脂拉伸强度 (25 ℃)	MPa	≥ 10	GB/T 16777
树脂断裂延伸率	%	≥ 100	GB/T 16777
反应性粘结层	MPa	≥ 1.0	附录 E

7.6 改性乳化沥青

浇注式沥青混合料铺装与高弹改性沥青混合料铺装之间宜采用SBS改性乳化沥青，技术指标应符合表11要求。

表11 改性乳化沥青技术指标

试验项目	单位	技术要求	试验方法
破乳速度	/	慢裂	T0658
粒子电荷	/	阳离子 (+)	T0653
道路标准粘度计 (C25, 3)	S	10~25	T0621
恩格拉粘度计 (25 ℃)	/	1~10	T0622
筛上剩余量 (1.18 mm 筛)	%	< 0.1	T0652
与集料粘附性	/	$> 2/3$	T0654
蒸发残留物 163 ℃	残留物含量	%	T0651
	针入度 (25 ℃)	0.1 mm	
	软化点	℃	
	延度 (5 ℃, 5 cm/min)	cm	

表11 改性乳化沥青技术指标（续）

试验项目		单位	技术要求	试验方法
蒸发残留物 163 ℃	弹性恢复(25 ℃, 1 h)	%	≥60	T0651
	动力粘度	Pa·s	≥500	
贮存稳定性	1 天	%	<1	T0655
	5 天		<5	

7.7 接缝材料

接缝材料处于桥面铺装层与结构物之间，分为I型和II型。I型用于铺装下层，II型用于铺装上层，技术指标应符合表12要求。

表12 接缝材料技术指标

项目	单位	I 型	II 型	试验方法
针入度（圆锥针）	mm	≤9	≤6	附录 F
弹性（球形针）	/	初期贯入量：0.5~1.5 mm，复原率：≥60 %		附录 F
流值	mm	≤3	≤5	附录 F
拉伸量	mm	≥10	≥3	附录 F

7.8 浇注式沥青混合料

浇注式沥青混合料的级配范围应符合表13要求，技术指标应符合表14要求。

表13 浇注式沥青混合料级配范围

筛孔（mm）	各筛孔通过率（%）							
	16	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率（%）	100	95~100	65~85	45~62	35~50	28~42	25~34	20~27

表14 浇注式沥青混合料技术指标

试验项目	单位	技术指标	试验方法
流动性试验 ^a ，刘埃尔流动性（240 ℃）	S	≤40	附录 H
贯入度（40 ℃，52.5 kgf/5 cm ² ，30 min）	mm	1~4	附录 G
车辙试验，动稳定度（60 ℃，0.707 MPa）	次/mm	≥300	T0719
弯曲试验 ^b ，极限应变（-10 ℃，50 mm/min）	με	≥8000	T0715
^a 配合比设计时以 20 s 为准，现场施工控制以 40 s 为准。			
^b 弯曲试件尺寸 300 mm×100 mm×50 mm。			

7.9 高弹改性沥青混合料

高弹改性沥青混合料级配范围应符合表15要求，技术指标应符合表16要求，其中沥青用量由配合比设计确定。

表15 高弹改性沥青混合料级配范围

筛孔 (mm)	各筛孔通过率 (%)							
	19	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率 (%)	100	95~100	55~70	35~70	18~30	10~21	6~16	4~8

表16 高弹改性沥青混合料的技术指标

试验项目		单位	技术指标	试验方法
马歇尔试验 (双面击实 75 次)	空隙率	%	3~5	T0709
	饱和度	%	75~85	T0709
	稳定度	kN	≥10	T0709
流值		0.1 mm	20~40	T0709
残留稳定度		%	≥85	T0709
车辙试验, 动稳定度 (60 ℃, 0.707 MPa)		次/mm	≥3500	T0719
弯曲试验 ^a , 破坏应变 (-10 ℃, 50 mm/min)		με	≥6000	T0728
^a 弯曲试件尺寸 300 mm×100 mm×50 mm。				

7.10 材料储存

- 7.10.1 集料按不同规格分类存放在硬化料场内, 应采取适当的防雨防潮措施, 各规格集料间应设有挡墙隔开, 防止混料。
- 7.10.2 矿粉贮存在专用矿粉罐中, 应防止受潮。
- 7.10.3 粘结剂应在通风良好的室内存放保管, 环境温度为 60 ℃ 以下。
- 7.10.4 接缝材料应避免阳光直射, 在通风好不受雨淋的地方保管。保管时注意温度为 60 ℃ 以下。
- 7.10.5 螺旋排水管应避免阳光直射、雨淋的场所置放保管。

7.11 原材料的性能检验频率

原材料的性能检验, 由承包人配合监理、试验检测单位完成。取样方法应符合《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20) 的规定, 检测频率应满足下述要求:

- a) 沥青的检测频率: 高弹改性沥青, 直馏 30 号沥青, TLA, 每批次一检;
- b) 集料检测频率: 粗集料 500 吨一检; 细集料, 天然砂 200 吨一检;
- c) 矿粉检测频率: 对于进场使用的矿粉, 按照每车一检的频率进行质量检测。

8 钢桥面板喷砂除锈施工

8.1 一般规定

8.1.1 钢桥面板的检查验收:

- a) 钢桥面板的平坦性 (肋板间的凹凸量) 不大于 2 mm, 现场焊接的余高不大于 5 mm, 钢板表面坑槽不大于 5 mm;
- b) 焊接在桥面板的吊耳以及工装等切除后残留部的高度不大于 5 mm;
- c) 排水系统的设置应保证桥面铺装排水系统畅通。

8.1.2 钢桥面板应进行表面清理后方可进行钢桥面板喷砂除锈施工。

- 8.1.3 表面清理前应先检查钢桥面板外观，确保表面无焊瘤、飞溅物、针孔、飞边和毛刺等，否则应通过打磨加以清除，锋利的边角必须处理成圆角。
- 8.1.4 表面清理包括钢桥面板表面的油污、涂料、杂物等表面附着物的清除，可采用清洁剂或溶剂清洗油污、盐分及其他脏物。
- 8.1.5 钢桥面板表面坑槽不应超过 8.1.1 条的规定值，否则应进行补焊或环氧树脂填充等有效措施处理。
- 8.1.6 钢桥面板喷砂除锈作业期间不得将水、汗液、痰、油等对桥面有污染的物质带进作业区。

8.2 钢桥面板喷砂除锈试验段

- 8.2.1 在正式施工之前，应实施钢桥面板除锈试验段，面积不少于 200 m²。
- 8.2.2 试验段确定的主要内容：
 - a) 适宜的施工方法：
 - 1) 喷砂设备的行走速度，行走遍数，喷砂设备之间的搭接宽度；
 - 2) 钢砂/钢丸的规格和掺配比例；
 - 3) 机械打磨的方法和适用的机具。
 - b) 除锈作业的工作效率，每一作业段的合适长度；
 - c) 确定施工组织及管理体系、人员组织安排等；
 - d) 质量检查项目、检查频率及检查方法。

8.3 钢桥面板喷砂除锈要求

- 8.3.1 钢桥面板喷砂除锈等级 Sa3.0，清洁度 97 %；原车间底漆等临时涂装应全部清除。
- 8.3.2 喷砂除锈施工期间，应密切注意气候环境变化。喷砂除锈作业环境应符合表 17 要求。

表17 喷砂除锈作业环境要求

检测项目	环境要求	检测方法
空气相对湿度	<85 %	用仪器测量空气湿度
钢板表面温度	>空气露点温度 3 ℃	钢板温度仪测量
空气露点	实测	露点测试仪或由空气温度和空气相对湿度查表求出

- 8.3.3 钢桥面板喷砂除锈宜采用多功能自回收式喷砂机，边角处喷砂宜采用专用的回收式冲砂或喷砂设备。
- 8.3.4 钢桥面板喷砂除锈后，应清洁、干燥，表面呈近银白金属光泽。

8.4 钢桥面板喷砂除锈施工

8.4.1 施工流程

钢桥面板喷砂除锈施工流程见图1。

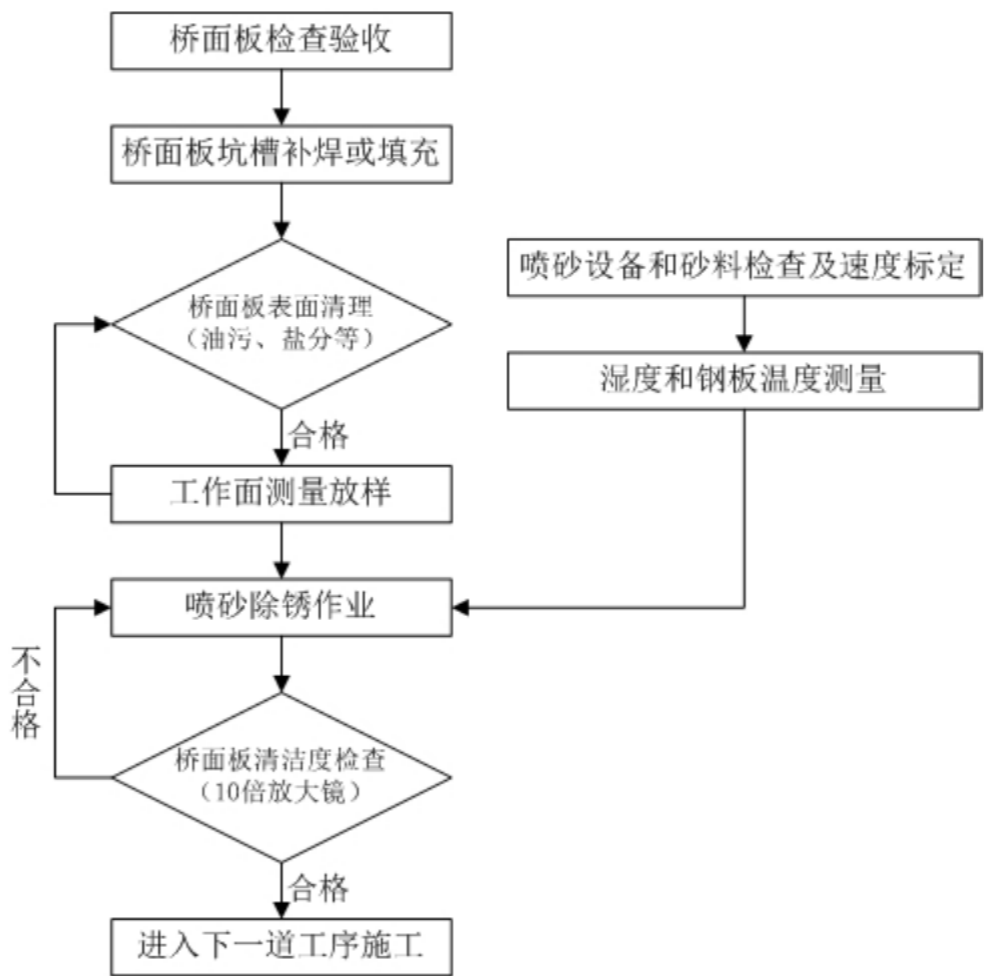


图1 钢桥面板喷砂除锈工作流程

8.4.2 钢桥面板喷砂除锈

- 8.4.2.1 喷砂设备应根据试验段确定的行走速度、遍数、搭接宽度等参数作业，保持连续、匀速。
- 8.4.2.2 除锈结束后，应立即进行防水粘结层施工，一般在除锈后 4h 以内完成防水粘结层的施工，以避免产生新的锈斑。

8.5 质量管理及检查验收

钢桥面板除锈施工质量标准 and 检查频率应符合表18要求。

表18 钢桥面板除锈施工质量检查标准

检查项目	质量标准		检查规定	
	要求值	质量要求	频率	方法
表面处理等级	Sa3.0 级	清洁度大于 97 %	全面	图谱对照，放大镜检查
粗糙度	Rz40~80μm	均匀一致	6 点/1000 m ²	粗糙度测量仪

9 防水粘结层与粘结层施工

9.1 一般规定

- 9.1.1 钢桥面板与铺装之间应设置防水粘结层，铺装层之间应设置粘结层。
- 9.1.2 防水粘结层宜采用溶剂型橡胶沥青或甲基丙烯酸树脂材料，粘结层宜采用 SBS 改性乳化沥青。
- 9.1.3 钢桥面板表面温度低于 10℃、雨天或风大的天气均不得施工防水粘结层和粘结层，施工时要保持工作面干燥、洁净。

9.2 试验段

- 9.2.1 在施工之前，应进行防水粘结层和粘结层试验段的实施，面积不小于 1000 m²。
- 9.2.2 试验段确定的主要内容：
 - a) 确定溶剂型橡胶沥青或甲基丙烯酸树脂防水粘结层和 SBS 改性乳化沥青剂粘结层的施工方式和适用的机具；
 - b) 确保施工速度，每一作业段的合适长度；
 - c) 确保涂布量、均匀性及涂刷工艺；
 - d) 验证防水粘结层与钢板之间的粘结强度；
 - e) 确定施工组织及管理体系、人员组织安排等；
 - f) 确定质量检查项目、检查频率及检查方法。

9.3 溶剂型橡胶沥青防水粘结层施工

- 9.3.1 在涂布之前应确保桥面板上无灰尘和残留的铁砂等杂物。
- 9.3.2 施工时，钢桥面板温度宜在 50℃ 以下进行：
 - a) 钢面板温度 50℃ 以上施工应采取可靠措施，并报监理批准后，可放宽至 70℃，并应避免中午高温时间段；
 - b) 第二层施工时，钢桥面板温度不应大于 50℃。
- 9.3.3 防水粘结层涂抹施工要求：
 - a) 防水粘结层第一层施工应在喷砂除锈后 4 h 之内完毕，以避免产生新的锈斑；雨季或湿度大于 85 % 以上时，必须在 2 h 内完成施工；
 - b) 防水粘结层材料分两层涂布，第一层涂抹后需 3 h 以上的养生，第二层涂布方向与第一层涂布方向垂直；
 - c) 每层涂布量为 0.15 L/m²~0.2 L/m²，总的涂布量为 0.3 L/m²~0.4 L/m²，严禁过多涂布；
 - d) 第二层施工后，封闭养护至不粘轮后可进行下道工序施工；
 - e) 第一层施工后，若遇降雨，待水分干燥后对施工面进行检查，经确认后可不进行任何处理而进行下一层涂布；
 - f) 第二层施工后，若遇降雨，雨滴打在涂膜上产生凹凸不平现象时，要求铲除重新涂布，或经监理确认后对涂层再涂布一次，涂布量为 0.15L/m²~0.2L/m²；
 - g) 在浇注式沥青混凝土铺筑之前，任何车辆和个人不得进入施工完毕的粘结层区域；
 - h) 应使用能够均匀涂抹的滚刷或平板刷进行人工涂抹，且施工前应进行操作训练，施工速度要和除锈清洁的速度相匹配；
 - i) 施工时提前对排水孔进行封堵包裹，避免粘结材料流入排水孔。

9.4 甲基丙烯酸树脂防水粘结层施工

- 9.4.1 喷涂的工作面必须干燥、洁净、无油污、无异物、无灰尘。
- 9.4.2 遇下雨、结雾等气候条件下，严禁涂布作业。

9.4.3 施工时钢桥面板温度应高于露点，宜不高于 50℃。

9.4.4 钢桥面板喷砂除锈检验合格后，在 4 h 内实施防腐底漆，宜采用喷涂施工。防腐底漆用量 $100 \text{ g/m}^2 \sim 200 \text{ g/m}^2$ ，干膜厚度约为 50 μm 。

9.4.5 待防腐底漆固化后（温度 20℃ 时固化时间约 30 分钟），喷涂甲基丙烯酸树脂材料，分两层施工，每层湿膜厚度不小于 1.2 mm，干膜厚度不小于 2 mm，总用量 $2500 \text{ g/m}^2 \sim 3500 \text{ g/m}^2$ ，第一层涂完 1 h（23℃）即可以喷涂第二层。甲基丙烯酸树脂材料含两种树脂组分（A 和 B）和一种催化剂，施工前先将催化剂加入 B 组分充分搅拌均匀后，再和 A 组分搅拌喷涂。

9.4.6 甲基丙烯酸树脂材料喷涂结束约 1 h（23℃），立即喷涂反应性粘结剂。采用刷涂、滚涂或无气喷涂的方法施工反应性粘结剂。施工时，用直尺或其它工具将反应性粘结剂与短期接头和搭接区分隔。反应性粘结剂的喷涂用量为 $100 \text{ g/m}^2 \sim 200 \text{ g/m}^2$ ，约 1 h（23℃）就可以完全固化，封闭养护至下一道工序施工。

9.4.7 已涂刷好的区域应进行保护，严禁油和杂物等污染；各涂层接缝处理、破损修补等参考材料供应商的要求执行。

9.5 粘结层施工

9.5.1 中间粘结层宜采用智能洒布车洒布，洒布量控制在 $0.3 \text{ L/m}^2 \sim 0.5 \text{ L/m}^2$ 。

9.5.2 洒布施工时，气温应不低于 5℃；施工过程中出现降雨时应立即停止施工；喷洒时温度不大于 60℃。

9.5.3 洒布时底面层表面应保持清洁；洒布后应进行 1 h~2 h 的养生。

10 浇注式沥青混凝土铺装施工

10.1 一般规定

10.1.1 浇注式沥青混凝土铺装宜采用浇注式沥青混合料加嵌入沥青预拌碎石。

10.1.2 当天气温度低于 10℃、风大、有雾、下雨，或防水粘结层没有得到充分养护时不得施工。

10.1.3 浇注式沥青混凝土集料宜采用精加工玄武岩集料。

10.1.4 浇注式沥青混凝土施工时应按照规定的温度和容许卸料时间要求，进行拌合、摊铺、碾压施工，不满足质量要求的混合料严禁使用。

10.2 浇注式沥青混凝土材料要求

浇注式沥青混凝土所使用的材料应满足本规程第7章相应的技术要求。

10.3 浇注式沥青混凝土施工准备

10.3.1 分幅原则与测量放样

10.3.1.1 分幅原则：分幅线要避开纵隔板的位置，与钢箱梁顶板 U 形肋焊接点错开；分幅线应避开行车道轮迹带位置，宜设置在车道标线附近。

10.3.1.2 分幅应结合摊铺机的实际性能，还要考虑到尽量减少人工作业的工作量，以保证铺装效果。

10.3.1.3 根据分幅宽度进行施工放样和施工模板的放置。

10.3.1.4 确定全桥施工顺序，有效地降低高温摊铺和不平衡荷载对桥面板的不利影响。

10.3.2 模板的铺设

10.3.2.1 每天施工前应根据分幅宽度进行施工模板的铺设，确保模板的顺直、平整和固定牢固。

10.3.2.2 固定方式可采用磁石、强力胶带两种方式，磁石紧靠模板外缘，顺模板方向安放，强力胶带用来固定垂直于模板的横向支撑。

10.3.2.3 模板厚度应考虑压入预拌沥青碎石对下层铺装厚度的影响。

10.4 浇注式沥青混凝土配合比设计

浇注式沥青混凝土配合比设计参照本规程附录B中相应的规定执行。

10.5 浇注式沥青混凝土试铺段

10.5.1 浇注式沥青混凝土铺装正式施工前，应先开展试铺段施工。试铺段宜选在与正式施工路段环境相近的合适地段，面积不少于 1000 m²。

10.5.2 试铺段施工包括试拌和试铺两个阶段，需要确定的内容包括：

- a) 根据各种机械施工能力相匹配的原则，确定适宜的施工机械、数量与组合方式；
- b) 通过试拌确定：
 - 1) 骨料上料速度、每盘拌和数量、每盘拌和时间与拌和温度等；
 - 2) 验证浇注式沥青混凝土的配合比设计和力学性能，确定生产配合比。
- c) 通过试铺确定：
 - 1) 检验浇注式沥青混凝土施工设备性能和设备组合匹配性，评价浇注式沥青混凝土性能；
 - 2) 确定施工缝处理方法与工艺；
 - 3) 确定模板的高度与设计厚度的比例；
 - 4) 确定摊铺宽度、摊铺预热温度、摊铺速度等施工参数。

10.5.3 确定单位时间沥青混合料拌合产量，完善已拟定的施工工艺和施工组织设计。

10.5.4 全面检验铺装材料及施工质量是否符合设计要求。

10.5.5 检验防止摊铺机履带粘连粘结层的措施的有效性。

10.5.6 检验浇注式沥青混凝土拌和质量控制措施的有效性。

10.5.7 检验预拌碎石的撒布量控制方法和撒布温度及碾压温度的确定。

10.5.8 试铺结束后，经检测各项技术指标均符合规定时，方可进行下一阶段施工。

10.6 浇注式沥青混凝土施工

10.6.1 浇注式沥青混凝土拌和

10.6.1.1 混合料应根据批准的生产配合比进行各档料的掺配和拌制。宜采用产量大于 160 t/h 的间歇式拌和机拌制，拌和机放料口宜设有接料滑车。

10.6.1.2 拌和机应具有能分口、分级上料、计量准确、拌和均匀、自动调控、自动记录的功能，并应装有温度检测系统及二级除尘设备。

10.6.1.3 试验室应及时对拌和好的沥青混合料进行试验、检验。每天正式生产时，取拌和好的混合料进行刘埃尔流动性、贯入度试验，进行矿料级配及沥青含量的试验。

10.6.1.4 在浇注式沥青混合料生产前一夜，应预先将贮油罐内的基质沥青加热到 165 ℃～175 ℃，并始终保持这一温度，严禁加热温度超过 190 ℃。

10.6.1.5 湖沥青宜采用直接投喂至拌缸的方式，应提前将湖沥青破碎至 5 cm 以下，装入 PE 材料的塑料袋内，过磅称量，根据每盘拌和混合料的重量确定投喂重量。

10.6.1.6 集料经加热后进入热料仓，加热温度应控制在 220 ℃～260 ℃，矿粉加热温度应控制在 70 ℃～150 ℃。

10.6.1.7 在规定温度范围内,将矿料放入拌缸后,加入矿粉进行干拌,初步拌和均匀后喷入沥青进行拌和,拌和时间干拌时间宜控制在 10 s~15 s,湿拌时间宜控制在 40 s 以上。

10.6.1.8 将拌和好的混合料卸入临时热料斗(接料滑车)中,随后卸入升温搅拌运输车中,每 3 车为一组循环装料。

10.6.1.9 卸料前升温搅拌运输车点火喷嘴调至强火,旋转叶片。混合料出料温度宜不低于 180 ℃。

10.6.1.10 每盘混合料分三次卸入升温搅拌运输车中,卸料过程中搅拌运输车车内搅拌叶片缓慢转动,每辆搅拌运输车装入 1 盘混合料后,换下一辆车接料,直至装满这个循环所有车辆。

10.6.1.11 将混合料由临时热料斗中卸入升温搅拌运输车装满后,将该车混合料的相关信息记录在送料单上,送料单应随车带到摊铺现场。

10.6.1.12 应对每日沥青材料用量进行统计并计量,通过总量校核浇注沥青混合料的沥青用量。

10.6.2 浇注式沥青混凝土升温运输

10.6.2.1 在升温搅拌运输车装料之前,宜将车辆罐体温度预热至 160 ℃左右。

10.6.2.2 升温搅拌运输车应设有编号,并将编号贴于驾驶室前玻璃上或后挡板上。升温搅拌运输车轮胎胎面花纹应清晰,不应使用光轮或磨耗严重的轮胎。

10.6.2.3 当升温搅拌运输车中途因故停车,应立即通知抢运人员组织抢运。

10.6.2.4 严禁升温搅拌运输车在钢桥面调头,所有的调头工作在引桥完成。

10.6.2.5 运输过程中加热搅拌系统应正常运转,确保混合料受热均匀且不产生离析:

- a) 混合料在升温搅拌运输车中的加热搅拌时间宜不小于 1.5 h,不宜超过 5 h;
- b) 出料温度宜控制在 220 ℃~260 ℃。

10.6.2.6 升温搅拌运输车卸料时,应对罐体加热温度和搅拌速度进行调节。

10.6.2.7 沥青混合料在升温搅拌运输车搅拌、升温充分后(即搅拌达到规定时间,混合料温度达到要求),取样进行刘埃尔流动性和贯入度试验,合格后方可摊铺。

10.6.3 浇注式沥青混凝土摊铺

10.6.3.1 摊铺准备:

- a) 检查摊铺、碾压机械是否正常运转;
- b) 摊铺前,事先应把工作面水分和油污等清扫干净并充分进行干燥;
- c) 为铺设成既定的形状,设置摊铺用模板。考虑到浇注式沥青混合料具有因温度降低而收缩的性质,模板的高度要比设计厚度大一定比例(由试铺决定);
- d) 摊铺机每天摊铺前至少半小时进行摊铺机熨平板预热,预热温度宜不低于 100 ℃;
- e) 检查路缘石或接缝处是否完成接缝材料铺贴或粘结材料涂抹;
- f) 准备人工修整施工缝的全部人员和设备;
- g) 检查模板的固定是否牢固,检查预裹碎石的数量和质量。

10.6.3.2 按照本规程 10.3.1 条规定的分幅原则确定施工宽度及纵缝设置。

10.6.3.3 摊铺速度应与供料速度相匹配,宜设专人计算并控制摊铺速度,以匀速摊铺为原则。

10.6.3.4 摊铺方向的设置以减少施工设备在已铺浇注沥青混凝土面层上行驶为原则,兼顾沥青混凝土铺筑造成恒载的均衡性。摊铺顺序宜采用由低侧到高侧的顺序。

10.6.3.5 浇注式沥青混合料应采用浇注式沥青摊铺机摊铺,根据分幅方案确定摊铺宽度;采用侧模板和摊铺机自有控制系统控制厚度与平整度:

- a) 摊铺机前至少要到达 3 台以上升温搅拌运输车后方可进行摊铺作业;
- b) 确认沥青混合料的温度、流动性等均满足要求后开始施工;
- c) 摊铺机无法施工的施工起点或其他部位,可采用人工摊铺;

d) 对于流动性好的沥青混合料，应考虑坡度对厚度的影响；

10.6.3.6 摊铺过程中，当出现断面不符合要求、局部缺料、局部混合料明显离析、表面明显不平整等问题时，应在施工技术人员指导下认真调整、仔细修补，同已铺混合料衔接平顺，不留明显印迹和差异。

10.6.3.7 接缝施工：

- a) 应确保模板稳固，避免模板跑模；
- b) 接缝施工，严禁缺料，遵循宁高勿低的原则；缺料时，应及时补料并夯实，避免缺料情况撒布沥青碎石和碾压。

10.6.3.8 鼓包处理：

- a) 施工过程中，安排专人检查记录鼓包具体位置、状况和处理工艺；
- b) 沥青混凝土表面温度 100℃ 以上的鼓包，按放气处理；低于 100℃ 时应按挖除重新涂抹粘结层并换填新混合料来处理。

10.6.3.9 其他注意事项：

- a) 每日施工前，应在钢桥面范围外给施工设备注满油料，施工过程中严禁停机加油；
- b) 备好足够数量的摊铺机熨平板垫板和施工模板；
- c) 事先用小沙袋或木板将桥边泄水口堵严；
- d) 每天施工完毕，将施工设备清理干净；
- e) 所有施工车辆严禁在钢桥面调头；
- f) 为防止施工车辆突然漏水或漏油，所有车辆发动机下必须用彩条布兜好；
- g) 摊铺如果突然遇雨，立即停止施工，未铺料必须全部予以废弃。

10.6.4 接缝处理

10.6.4.1 施工缝设置

10.6.4.1.1 纵向施工缝位置严格按照本规程 10.3.1 条规定要求执行。

10.6.4.1.2 横向施工缝宜设置在钢箱梁两横隔板中间位置，且相邻两幅横缝要错开 1m 以上。

10.6.4.1.3 在铺装施工之前，应预先将钢箱梁横隔板位置标记在桥梁两侧检修道位置。

10.6.4.2 施工缝的处理

10.6.4.2.1 在桥面系构造物与浇注式沥青混凝土结合部位宜设置接缝材料。

10.6.4.2.2 接缝材料施工前，构造物与铺装层接触部分，应进行人工打砂除锈，达到 St3.0 级清洁度要求，然后涂布防水粘结层。

10.6.4.2.3 浇筑式沥青混凝土横纵向施工缝，接缝采用平接缝和冷接缝；缝体立面应清理干净并涂布防水粘结层材料。

10.6.4.2.4 施工缝应平整、密实、不透水。

10.6.5 养生

10.6.5.1 浇注式沥青混凝土铺装施工完毕后，应封闭养护到温度降到自然环境温度。期间禁止一切车辆通行。

10.6.5.2 浇注式沥青混凝土铺装完毕，在上面层施工前，高温条件下应派专人巡查是否有鼓包发生，一旦出现鼓包，则应铲除鼓包处的铺装层，清理后重新涂抹 0.2 L/m² 粘结层，再用新的浇注式沥青混合料回补，找平。

10.7 预拌沥青碎石施工

- 10.7.1 预拌沥青碎石的撒布宜采用机械撒布。通过工艺试验和力学试验，确定撒布方式及数量。
- 10.7.2 预拌沥青碎石粒径为 15 mm～20 mm，沥青宜采用改性沥青或基质沥青或基质沥青与湖沥青的混合沥青，沥青用量建议采用 0.4 %～0.6 %。预拌沥青碎石温度降低到常温后不能结团。
- 10.7.3 撒布完预拌沥青碎石后，在碎石不再自然下沉时，建议用 4 吨小型钢轮压路机进行碾压。
- 10.7.4 为防止压路机粘连沥青，使用洒水防粘连措施。应准备好水车并适时加水。

10.8 检验项目

在施工过程中，应对铺装厚度、横坡度、沥青用量、级配、流动度、贯入度等技术指标，按相关要求进行检测，检测项目及要求符合表19和表20要求。

表19 浇注式沥青混凝土现场检测项目

材料	细目	内容	要求
浇注式沥青混凝土	现场	搅拌时间 1.5 h～5 h	≥气温 15 ℃
	现场	温度测定 1 次/1 辆搅拌车	220 ℃～260 ℃
	现场	刘埃尔流动性 1 次/1 辆搅拌车	10～40
	现场	贯入度试验 1 次/1 d	1～4
	现场	级配要求 1 次/1 d	拌和楼打印记录反算
	现场	沥青用量 1 次/1 d	

表20 浇注式沥青混凝土合格评估值

项目		X ₁₀	X ₆	X ₃
级配 (%)	2.36 mm	±8.0 以内	±7.5 以内	±7.0 以内
	0.075 mm	±3.5 以内	±3.5 以内	±3.0 以内
沥青用量 (%)		±0.20 以内	±0.15 以内	±0.15 以内
注：X 脚标为取样组数。				

11 上层高弹改性沥青混凝土施工

11.1 一般规定

- 11.1.1 当温度低于 10 ℃、风大、有雾、下雨，或粘结层没有养护完成时不得施工，应密切注意施工前一天和施工当天的天气和周围环境。
- 11.1.2 改性沥青混凝土采用马歇尔方法进行配合比设计，集料宜采用精加工玄武岩。
- 11.1.3 高弹改性沥青混凝土所使用的所有材料经过检验检测，符合本规程第 7 章相应的技术要求，并按照相关要求存放。
- 11.1.4 高弹改性沥青混凝土配合比设计可参照本规程附录 C 中相应的矿料级配范围及目标配合比和生产配合比的设计流程进行设计。

11.2 高弹改性沥青混凝土材料要求

- 11.2.1 高弹改性沥青混凝土铺装层施工前，应先开展试铺段施工。试铺段宜选在与正式施工路段环境相近的合适路段，面积不少于 1000 m²。
- 11.2.2 试铺段施工包括试拌和试铺两个阶段，需要确定的内容包括：
 - a) 根据各种机械施工能力相匹配的原则，确定适宜的施工机械、数量与组合方式；

- b) 通过试拌确定：
 - 1) 骨料上料速度、每盘拌和数量、每盘拌和时间与拌和温度等；
 - 2) 验证高弹改性沥青混凝土的配合比设计和力学性能，确定生产配合比。
 - c) 通过试铺确定：
 - 1) 检验高弹改性沥青混凝土施工设备性能和设备组合匹配性，评价浇注式沥青混凝土性能；
 - 2) 确定摊铺宽度、摊铺预热温度、摊铺速度、松铺系数等施工参数；
 - 3) 确定碾压工艺；
 - 4) 确定合适的防止压路机粘轮的措施。
- 11.2.3 完善已拟定的施工工艺和施工组织设计。
- 11.2.4 全面检验铺装材料及施工质量是否符合设计要求。
- 11.2.5 检验控制碾压温度的有效控制方法与压实效果。
- 11.2.6 检验混合料生产、碾压过程中温度控制方法的有效性。
- 11.2.7 试铺结束后，经检测各项技术指标均符合规定时，方可进行下一阶段施工。
- 11.3 高弹改性沥青混凝土施工**
- 11.3.1 主要工序包括：施工准备→中间粘结层洒布→沥青混合料拌和→运输→摊铺→碾压→养生→验收。
- 11.3.2 施工前应对下层浇注式沥青铺装层进行检查，保证下承层无缺陷、平整、洁净，如有缺陷应进行修整。
- 11.3.3 中间粘结层洒布施工符合本规程第 9 章相应的技术要求。
- 11.3.4 高弹改性沥青混合料拌和：
 - a) 高弹改性沥青混合料采用间歇式拌和机拌制；
 - b) 拌和机应能分口、分级上料、计量准确、拌和均匀、自动调控、自动记录；
 - c) 拌和时间建议：干拌 10 s，湿拌 45 s，总拌和时间应为 55 s；
 - d) 高弹改性沥青加热温度控制在 170℃～185℃范围内，改性沥青混合料矿料加热温度控制在 180℃～200℃，改性沥青混合料出料温度控制在 170℃～190℃。沥青混合料温度超过 190℃应废弃；
 - e) 应及时对拌和出的沥青混合料进行试验。混合料的技术指标应满足本规程第 7 章相应的技术要求。
- 11.3.5 高弹改性沥青混合料运输：
 - a) 沥青混合料运输宜使用载重 15 t 以上自卸汽车，运输车的数量根据拌和站生产能力、实际运输车速、运距等情况综合考虑。
 - b) 运输车装料前必须清洗干净，车箱底板及周壁要涂一层隔离剂。
 - c) 自卸车应前后移动装料，以免造成粗集料的离析现象，运输过程中应加盖防雨篷布，以保温和避免污染环境，随时检测沥青混合料的出厂温度和运至现场温度。
 - d) 每台摊铺机前方应保持至少有 5 辆运输车等候卸料，以确保连续摊铺。
 - e) 在摊铺过程中，运料车在摊铺机前 10 cm～30 cm 处停住，不得撞击摊铺机。卸料过程中运料车应挂空档，靠摊铺机推动前进。
 - f) 采用数字显示插入式热电偶温度计检测沥青混合料的出厂温度和运到现场温度。插入深度要大于 150 mm，运料车侧面中部设专用检测孔，孔距车厢底面约 300 mm。
 - g) 所有的施工车辆不应在主桥上掉头、急刹车等，均应引桥桥头调头。
- 11.3.6 高弹改性沥青混合料摊铺：

- a) 沥青混合料摊铺机应具有可加热的振动熨平板及振动夯等初步压实、熨平装置，摊铺前应加加热熨平板使其温度不低于 100 ℃，并检查熨平板拱度；
 - b) 两台摊铺机宜采取梯队联合作业，摊铺层的纵向接缝应采用热接缝，避免出现缝痕，摊铺温度宜大于 165 ℃。两台摊铺机距离宜控制在 10 m 内；
 - c) 摊铺过程中宜以一定的速度稳定匀速行驶，不得随意中途变速或停顿。螺旋布料器的料位以略高于螺旋布料器 2/3 为宜，避免摊铺层出现离析；
 - d) 机械摊铺过程中，禁止人工反复修整，但当出现以下问题时，如断面不符合要求、局部缺料、局部混合料明显离析、表面明显不平整等，在施工技术人员专门指导下认真调整、局部换料，同已铺混合料衔接平顺，不留明显印迹和差异；
 - e) 摊铺遇雨时，立即停止施工。
- 11.3.7 高弹改性沥青混合料碾压：**
- a) 沥青混合料的碾压采用配套的碾压机具及碾压组合进行施工，并选用可靠的隔离材料防止压路机粘黏沥青混合料，严禁采用柴油作为隔离剂；
 - b) 碾压紧跟摊铺机进行：
 - 1) 碾压过程按初压、复压、终压三个阶段进行；
 - 2) 初压、复压、终压的碾压遍数和碾压速度根据试铺段所确定的工艺进行；
 - 3) 碾压遵循紧跟、慢压的原则进行，严格控制碾压遍数、碾压速度和碾压温度。
 - c) 碾压时压路机驱动轮面向摊铺机，由低到高，超高段由内侧到外侧依次均匀碾压。
 - 1) 相邻碾压带重叠 1/3~1/2 轮宽；
 - 2) 严禁压路机在沥青混合料上急转向、调头，宜采用 S 型路线变换行驶车道；
 - 3) 压路机起动、停止应减速缓行，禁急刹急停。
 - d) 对初压、复压、终压段落设置明显标志（标志标牌），便于压路机驾驶员辨认；
 - e) 对松铺厚度、碾压顺序、压路机组合、碾压遍数、碾压速度及碾压温度应设专岗管理和检查；
 - f) 对于压路机压实不到的局部沥青路面，应及时采用手扶振动压路机等小型机具振捣密实，避免出现轮迹。

11.3.8 接缝处理

11.3.8.1 纵向施工缝

11.3.8.1.1 采用两台摊铺机呈梯队联合作业的纵向接缝，采用热接缝。

11.3.8.1.2 将前部摊铺机已铺混合料部分留下 10 cm~20 cm 暂不碾压，作为后部摊铺机的高程基准面，并有 5 cm~10 cm 左右的摊铺层重叠，最后作跨缝碾压，以消除缝迹。

11.3.8.1.3 纵向施工缝不得设置在纵肋和主梁腹板的正上方。上下铺装层的纵向接缝位置要错开 15 cm 以上。

11.3.8.2 横向施工缝

11.3.8.2.1 横缝全部采用平接缝，且接缝位置不得设置在箱梁横隔板的正上方，与浇注式底面层横接缝错开 1m 以上。

11.3.8.2.2 施工缝位置在铺装前可均匀涂抹中间粘结层的粘结材料。

11.3.9 养生

沥青混合料压实完成后，应封闭交通养生，禁止车辆驶入。在路表温度接近环境温度时，方可开放通行。

11.4 螺旋排水管安装

- 11.4.1 沿着浇注式沥青混凝土铺装顶面的最低处纵向铺设。
- 11.4.2 铺设导水管时，需事先用胶带固定。
- 11.4.3 导水管之间相互连接时，一边的端部拉长变细，插入另一端导水管的端部。
- 11.4.4 铺设高弹改性沥青混合料时，注意避免导水管突出到铺装表面。

11.5 检验项目

在高弹改性沥青混凝土施工过程中，应对铺装厚度、横坡度、沥青含量、级配等技术指标按相关要求进行检测，检测项目及频率应符合表21和表22要求。

表21 高弹改性沥青混凝土现场检测项目

项目	检测内容	要求
拌和厂	马歇尔试验 1 次/1 d	满足设计要求
拌和厂	筛分试验 1 次/1 d	
拌和厂	抽提试验 1 次/1 d	
拌和厂	出厂温度 1 次/每运料车	≤185 ℃
现场	到场温度 1 次/每运料车	≥170 ℃
现场	终压温度	≥110 ℃

表22 改性沥青合格评估值

项目		X ₁₀	X ₆	X ₃
级配 (%)	2.36 mm	±8.0 以内	±7.5 以内	±7.0 以内
	0.075 mm	±3.5 以内	±3.5 以内	±3.0 以内
沥青用量 (%)		±0.20 以内	±0.15 以内	±0.15 以内
注：X 脚标为取样组数。				

12 质量检验标准

12.1 防水粘结层

- 12.1.1 基本要求：
- a) 防水粘结层的材料质量和性能应符合设计和有关技术规范的要求；
 - b) 在钢箱梁架设完毕后，对桥面净宽范围内表面进行清洗、去除灰尘、油污和其它污物，并进行喷砂除锈作业，除锈等级达 Sa3.0；
 - c) 钢桥面喷砂除锈施工，应严格控制钢砂的质量和喷砂设备的行走速度，确保喷砂质量稳定可控；
 - d) 当桥面潮湿或环境温度低于露点时，严禁洒布粘结层。
- 12.1.2 检测项目及规定值应符合表 23、表 24 要求。

表23 溶剂型橡胶沥青防水粘结层实测项目表

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	钢桥面板清洁度	Sa3.0	放大镜检查
2	防水层涂布量 (L/m ²)	0.3~0.4	每洒布段总量校核检查 1 次
3	粘结层与钢板间结合力 (MPa)	≥1.40	拉拔仪: 每 1000 m ² 检查 6 点
注: 项次3为在设计基准温度20℃下所测值之限值, 实测时应换算。			

表24 甲基丙烯酸树脂防水粘结层实测项目表

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	防腐层粘结强度 (MPa)	符合设计要求	拉拔仪: 每 1000 m ² 检查 6 点
2	防腐层洒布量	符合设计要求	每洒布段总量校核检查 1 次
3	甲基丙烯酸树脂洒布量	符合设计要求	每洒布段总量校核检查 1 次
4	甲基丙烯酸树脂粘结强度 (MPa)	符合设计要求	拉拔仪: 每 1000 m ² 检查 6 点
5	反应性粘结剂洒布量	符合设计要求	每洒布段总量校核检查 1 次
注: 项次1、4为在设计基准温度25℃下所测值之限值, 实测时应换算。			

12.1.3 外观鉴定

12.1.3.1 防水粘结剂的洒布应厚度均匀。

12.1.3.2 防水粘结层表面应平整、密实、无破损和气孔现象, 不应有油污及其它污染现象。

12.2 浇注式沥青混凝土

12.2.1 基本要求:

- 沥青混合料的矿料质量及矿料级配应符合设计要求和施工规范的规定;
- 严格控制各种矿料和沥青用量及各种材料和沥青混合料的加热温度, 碾压温度应符合要求;
- 拌和后的沥青混合料应均匀一致, 无粗细料分离和结团成块现象;
- 压入碎石应均匀, 碎石顶面与浇注式沥青混凝土顶面齐平;
- 接缝材料粘贴应密实、平顺, 桥面泄水孔进水口的布置应有利于桥面和渗入水的排除。

12.2.2 检测项目及规定值应符合表 25 要求。

表25 浇注式沥青混凝土实测项目表

项次	实测项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	流动度 (s)	≤40	每车测量 1 次
2	贯入度试验 (mm)	1~4	2 次/1 天
3	平均厚度 (mm)	+0, -5	按沥青混凝土实际用量推算或现场测量
4	压入碎石数量 (kg)	符合设计要求	按每天施工段落实际用量推算, 1 次/1 天
5	动稳定度 (次)	≥300	车辙试验: 每工作日一组
6	横坡 (%)	±0.3	水准仪: 每 200 m 测 4 个断面

12.2.3 外观鉴定:

- 表面应平整密实, 压入碎石应均匀, 不应有粗料集中等现象。有上述缺陷的面积之和不得超过受检面积的 3 %;

- b) 表面无明显碾压轮迹；
- c) 搭接处应紧密、平顺；
- d) 面层与桥面系其它构筑物应搭接平顺，不得有积水现象。

12.3 高弹改性沥青混凝土

12.3.1 基本要求：

- a) 沥青混合料的矿料质量及矿料级配应符合设计要求和施工规范的规定；
- b) 沥青材料及混合料的各项指标应符合设计和施工规范的要求；
- c) 严格控制各种矿料和沥青用量及各种材料和沥青混合料的加热温度，碾压温度应符合要求；
- d) 拌和后的沥青混合料应均匀一致，无花白、粗细料分离和结团成块现象；
- e) 接缝材料粘贴应密实、平顺，桥面泄水孔进水口的布置应有利于桥面渗入水的排除。

12.3.2 检测项目及规定值应符合表 26 要求。

表26 高弹改性沥青混凝土实测项目表

项次	实测项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	压实度	符合设计要求	按碾压吨位与遍数检查
2	平整度	IRI (m/km)	平整度仪：全桥每车道连续检测，每 100 m 计算 IRI 或 σ
		σ (mm)	
3	平均厚度 (mm)	+5, -5	按沥青混凝土实际用量推算
4	渗水系数 (mL/min)	≤ 50	渗水试验仪：每 200 米测一处
5	摩擦系数	BPN ≥ 45 或 SFC ≥ 54	摆式仪：每 200 米测一处 或横向力系数测定车连续
6	横坡 (%)	± 0.3	水准仪：每 200 m 测 4 个断面

12.3.3 外观鉴定：

- a) 表面应平整密实，不应有泛油、裂缝、粗细料集中等现象。有上述缺陷的面积（单条裂缝则按其长度乘以 0.2 m 宽度，折算成面积）之和不得超过受检面积的 0.03 %。
- b) 表面无明显碾压轮迹。
- c) 搭接处应紧密、平顺。
- d) 面层与桥面系其它构造物应搭接平顺，不得有积水现象。

附 录 A
(规范性附录)
浇注式沥青钢桥面铺装施工机械与质量检测仪器

A.1 一般规定

施工机械和配件应配备齐全，开工前做好保养、调试和试机等准备工作，确保在施工期间不发生有碍施工进度和工程质量的机械故障。应配备性能良好、精度符合规定的质量检测仪器，还应配备足够的易损部件。

A.2 钢板喷砂除锈施工机械与质量检测仪器

A.2.1 施工机械

钢桥面板喷砂除锈的主要施工机械配备见表A.1。

表A.1 钢桥面板喷砂除锈施工机械配备

序号	设备名称
1	多功能自回收式喷砂机
2	专用回收式边角抛丸机
3	手工磨光机

A.2.2 检测仪器

钢桥面板喷砂除锈施工质量检测的主要设备见表A.2。

表A.2 钢桥面板喷砂除锈施工质量检测的主要设备

序号	仪器名称
1	表面清洁度标准及对照图谱
2	粗糙度测量仪
3	干湿度摇表
4	露点测试仪
5	湿膜卡
6	红外温度计
7	划格仪
8	钢板温度计

A.3 防水粘结层和粘结层施工机械和质量检测仪器

A.3.1 施工机械

浇注式沥青钢桥面铺装的防水粘结层采用的是溶剂型橡胶沥青或甲基丙烯酸树脂材料,采用能够均匀涂抹的滚刷或平板刷进行人工涂抹;粘结层采用的是SBS改性乳化沥青,采用智能洒布车洒布。

A.3.2 检测仪器

浇注式沥青钢桥面铺装的防水粘结层和粘结层施工质量检测的主要设备见表A.3。

表A.3 防水粘结层和粘结层施工质量检测的主要设备

序号	仪器名称
1	红外温度计
2	电子天平
3	接着盘
4	烘箱
5	拉拔仪
6	面积测量设备

A.4 浇注式沥青混凝土施工机械和质量检测仪器

A.4.1 施工机械

A.4.1.1 用于浇注式沥青混合料拌和的沥青搅拌站应具有专用沥青脱桶设备、改性沥青专用搅拌设备、矿粉加热装置和湖沥青(TLA)沥青冷藏罐。拌和机应具备以下功能:

- 拌和站额定生产能力 ≥ 160 t/h。不少于5个冷料仓,均具备动态计量装置;
- 干燥机采用滚筒型,约200 t/h,燃烧器为燃油喷射型,可自动调节油门控温,使用燃料为重油或柴油;
- 集尘器采用负压脉冲干式除尘,可回收利用并能单独计量;
- 操作系统为计算机自动控制,并自动记录;
- 有加热、搅拌、循环及自动控温功能的改性沥青加热罐;
- 专用沥青脱桶设备的脱桶能力不小于5 t/h(25桶/h);
- 配备矿粉加热装置,矿粉加热温度宜在70℃以上,每小时加热矿粉不小于25 t;
- 配备TLA沥青的直接投料装置。

A.4.1.2 采用浇注式沥青专用摊铺机,最大工作坡度10%。

A.4.1.3 浇注式沥青混凝土需配备的主要施工设备见表A.4。

表A.4 浇注式沥青混凝土施工主要设备

序号	机械设备名称	规格
1	厂拌设备	浇注混合料 ≥ 40 t/h
2	升温搅拌运输车	8 t~13 t
3	摊铺设备	浇注式沥青混凝土摊铺机
4	小型振动压路机	3 t~5 t
5	矿粉加热设备	-

A.4.1.4 人工摊铺工作是浇注式沥青铺装施工的重要部分,相关小型设备的配备应齐全,详见表A.5。

表A.5 小型机具一览表

序号	设备名称	序号	设备名称
1	加热喷灯车	13	小铁锨
2	加热车	14	木屐
3	木抹子	15	手推运料车
4	木抹子（短）	16	沥青脱桶设备
5	木抹子（中）	17	矿粉加热设备
6	木抹子（长）	18	风力灭火剂
7	铁抹子	19	工业吸尘器
8	铁耙子	20	洒水车
9	人工夯	21	油罐车
10	消泡针	22	平板运输车
11	粘结层滚刷	23	休息车
12	铁刮子		

A.4.1.5 高弹改性沥青混凝土，应配置施工机械详见表A.6。

表A.6 高弹改性沥青混凝土施工主要机械表

序号	设备名称	序号	设备名称
1	装载机	8	油罐车
2	间歇式沥青拌和机	9	双钢轮压路机
3	自卸汽车	10	振荡式压路机
4	摊铺机	11	轮胎压路机
5	非接触式自动找平平衡梁	12	小型手扶振动压路机
6	智能沥青洒布车	13	震动夯板
7	洒水车		

A.4.2 检测仪器

浇注式沥青钢桥面铺装施工质量检测的主要设备见表A.7。

表A.7 浇注式沥青钢桥面铺装施工质量检测的主要设备

序号	设备名称	序号	设备名称
1	电热鼓风干燥箱	21	电子称
2	普通沥青混合料搅拌机	22	沥青延度仪
3	马歇尔电动击实仪	23	沥青针入度仪
4	循环式恒温水浴箱	24	沥青软化点仪
5	沥青混合料连续式抽提仪	25	低温恒温水浴
6	沥青马歇尔稳定度仪	26	乳化沥青储存稳定性试验器
7	沥青混合料理论最大相对密度仪	27	恩格拉粘度仪
8	自动车辙试验仪	28	乳化沥青粒子电荷试验仪
9	沥青混合料碾压成型机	29	克利夫兰开口杯式闪点仪

表A.7 浇注式沥青钢桥面铺装施工质量检测的主要设备（续）

序号	设备名称	序号	设备名称
10	高温调速浇注式沥青混合料搅拌机	30	动力粘度试验仪
11	浇注式沥青混合料贯入度仪	31	沥青薄膜烘箱
12	浇注式沥青混合料刘埃尔流动性试验仪	32	混凝土钻孔取芯机
13	压力机	33	渗水试验仪
14	细集料流动时间试验仪	34	摆式摩擦仪
15	集料间隙率仪	35	连续式平整度仪
16	电动砂当量仪	36	三联试模
17	水泥胶砂流动度测定仪	37	新方孔标准筛
18	数显式液塑限联合测定仪	38	构造深度仪
19	电子天平	39	压碎值仪
20	电子静水平	40	沥青粘韧性仪

附 录 B
(规范性附录)
浇注式沥青混凝土配合比设计方法

B.1 一般规定

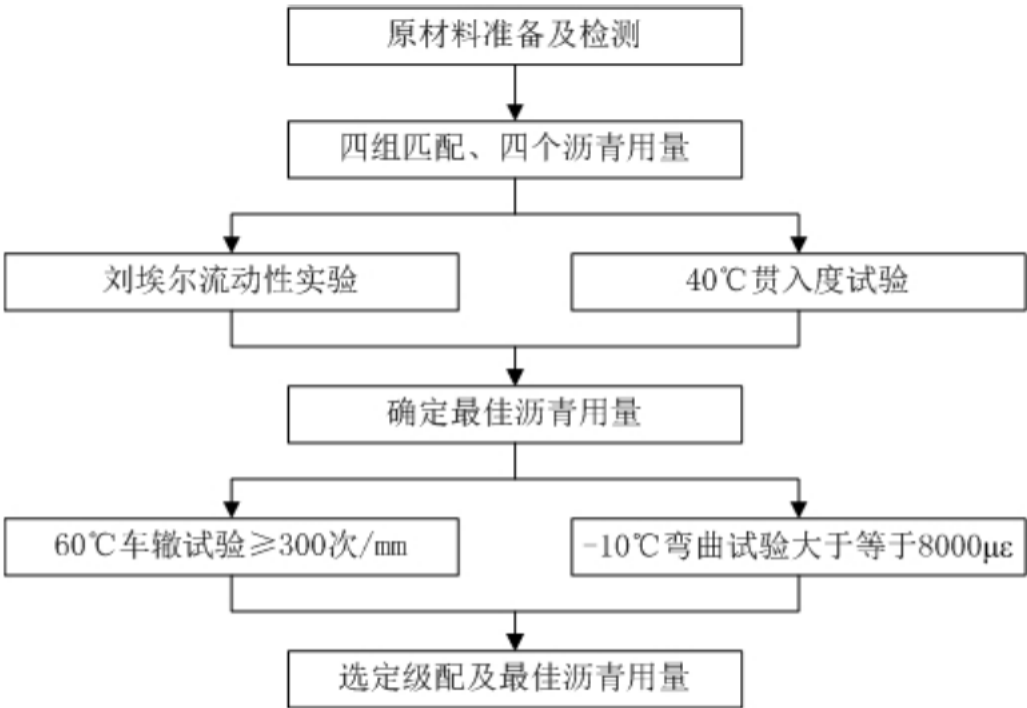
- B.1.1 本方法适用浇注式沥青混凝土配合比设计。
- B.1.2 浇注式沥青混凝土配合比设计应通过目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证三个阶段，确定沥青混合料的材料品种、矿料级配、最佳沥青用量。
- B.1.3 混合料拌和应采用小型沥青混合料拌和机进行。混合料的拌和温度和试件制作温度应符合本规程的要求。

B.2 设计指标和设计流程

浇注式沥青混凝土配合比设计指标见表B.1，配合比设计流程见图B.1。

表B.1 浇注式沥青混凝土设计指标

试验项目 ^a	技术指标	技术要求
流动性试验	流动性（240℃）/秒	≤20
贯入度试验	贯入度（40℃，52.5 kgf/5 cm ² ，30 分钟）/mm	1~4
车辙试验	动稳定度（60℃）/次/mm	≥300
弯曲试验 ^b	极限应变（-10℃，50 mm/min）	≥8000
^a 配合比设计时以 20 s 为准，现场施工控制以 40 s 为准。		
^b 试件尺寸为 300 mm×100 mm×50 mm。		



图B.1 浇注式沥青混凝土配合比设计流程

B.3 浇注式沥青混凝土配合比设计步骤

B.3.1 原材料

B.3.1.1 配合比设计的各种矿料应按现行《公路工程集料试验规程》规定的方法，从工程实际使用的材料中选取代表性的样品。生产配合比设计，至少干拌5次后进行取样。经试验，各项指标符合本规程规定的技术要求后才能选用。

B.3.1.2 直馏20~40号沥青与TLA应按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》的规定从准备使用的沥青罐中选取代表性样品。经试验各项指标符合本规程规定的技术要求后才能使用。

B.3.2 各种矿料和矿粉筛分

B.3.2.1 浇注式沥青混凝土级配要求见表B.2。

表B.2 浇注式沥青混凝土级配要求

筛孔（mm）	通过率（%）							
	16.0	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
上限（%）	100	100	85	62	50	42	34	27
下限（%）	100	95	65	45	35	28	25	20

B.3.2.2 宜在工程设计级配范围内设计3组粗细不同的配比，绘制设计级配曲线，分别位于工程设计级配范围的上方、中值及下方。设计合成级配不得有太多的锯齿形交错，且在0.3 mm~0.6 mm范围内不出现“驼峰”。当反复调整不能满意时，宜更换材料设计。

B.3.2.3 依据工程经验，以2.36 mm通过率为级配控制点配制粗、中、细三个级配。

B.3.3 矿料间隙率试验

矿料间隙率试验可以作为浇注式沥青混凝土所采用沥青胶结料的下限的参考值。

B.3.4 刘埃爾流动度试验

B.3.4.1 浇注式沥青混凝土是通过流动来形成致密的不透水的沥青层。刘埃爾流动度试验就是评价浇注式沥青混凝土流动性的难易性，用于配合比设计和现场施工控制。

B.3.4.2 规定在200℃~260℃试验温度范围内选择3~4个温度进行试验，记录试验温度和流动性试验结果，绘制温度与流动性相关关系，将240℃流动性试验结果作为浇注式沥青混凝土的流动度值。

B.3.5 贯入度试验

B.3.5.1 贯入度试验是评价浇注式沥青混凝土的高温稳定性，用于浇注式沥青混凝土配合比设计参数之一。

B.3.5.2 规定记录加载30 min贯入量作为试验结果，取两次测定的平均值，精确到0.1 mm。

B.3.6 确定最佳沥青用量（或油石比）

B.3.6.1 由设计的3组粗细不同的级配，依据工程经验预估每组级配的沥青用量，按±0.5%间隔制备不同油石比的浇注式沥青试件。

B.3.6.2 进行刘埃爾流动度试验和贯入度试验，以沥青用量为横坐标，以流动度和贯入度为纵坐标，绘成圆滑的曲线。确定均符合流动度和贯入度技术规定的沥青混合料技术标准的平均沥青用量。

B.3.6.3 按下列方法确定浇注式沥青混凝土的最佳沥青用量：

a) 设定流动性和贯入度目标值；

b) 以沥青用量为横坐标，流动性和贯入度试验结果为纵坐标，绘制试验结果图。以流动性值目标值，贯入度目标值对应的沥青用量作为最佳沥青用量；

c) 最佳沥青用量确定方法：

A: 流动性目标值时对应的沥青用量

B: 贯入度目标值时对应的沥青用量

C: 最佳沥青用量

当A小于B-0.6%以下时，最佳粘结量 $C=B-0.3$

当A在B±0.6%之间时，最佳的粘结量 $C=(A+B)/2$

当A在B+0.6%以上时，重新调整级配或者更换材料进行试验（流动性较差）。

B.4 配合比设计检验

B.4.1 根据所选择的设计级配和所确定的最佳油石比，进行浇注式沥青混凝土配合比设计检验，应符合本规程表B.1技术要求。均不符合要求的应重新进行配合比设计。

B.4.2 进行最佳油石比下的高温稳定性试验和低温抗裂性试验来检验设计浇注式沥青混凝土的高温 and 低温性能。

B.5 配合比设计报告

B. 5. 1 配合比设计报告应包括工程设计级配范围选择说明、材料品种选择与原材料质量试验结果、矿料级配、最佳沥青用量及各项体积指标、配合比设计检验结果等。试验报告的矿料级配曲线应按规定的方法绘制。

B. 5. 2 报告不同沥青用量条件下的各项试验结果，并提出对施工压实工艺的技术要求。

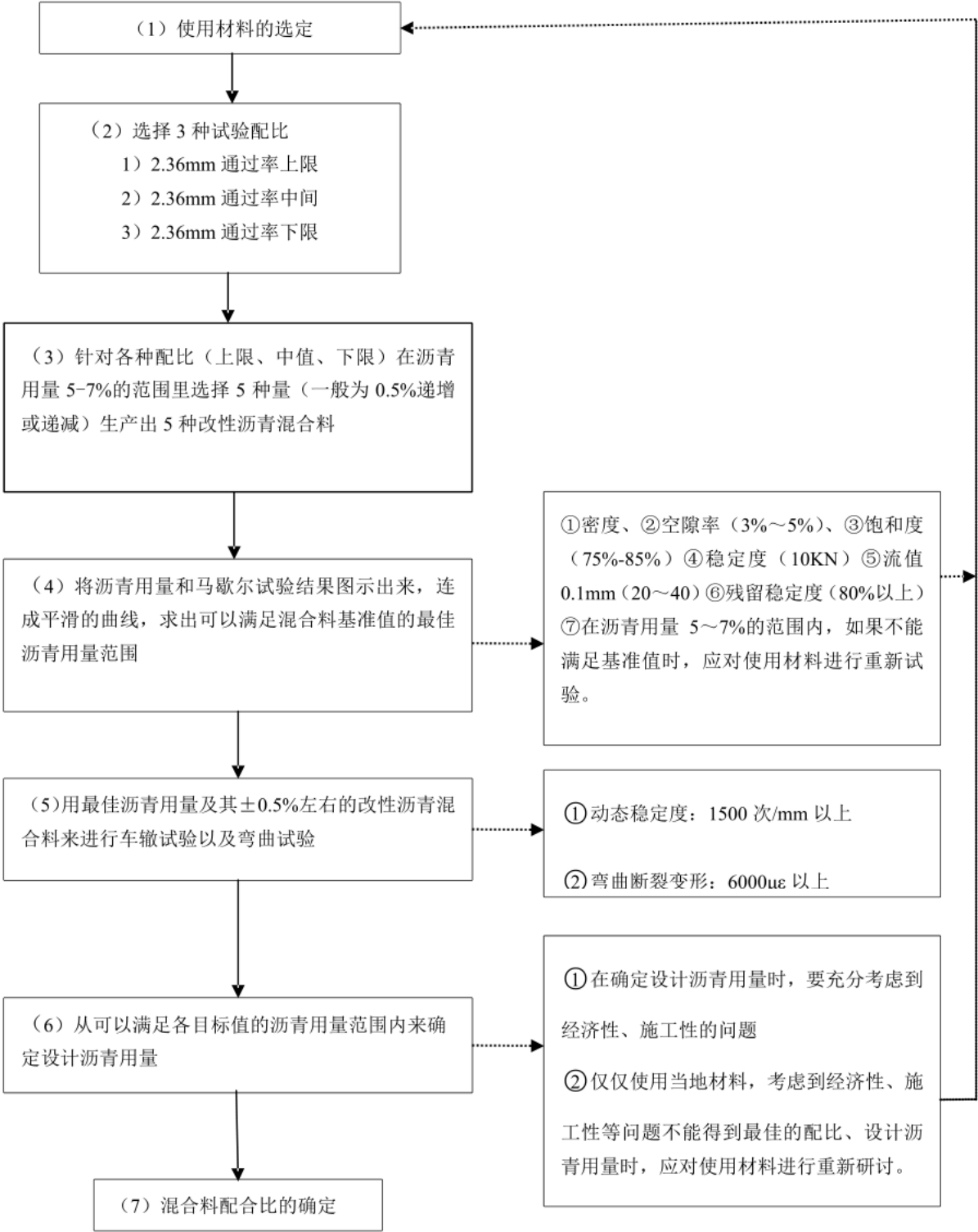
附 录 C
(规范性附录)
高弹改性沥青混凝土配合比设计方法

C.1 一般规定

- C.1.1 本方法适用高弹改性沥青混凝土配合比设计。
- C.1.2 高弹改性沥青混凝土配合比设计应通过目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证三个阶段，确定沥青混合料的材料品种、矿料级配、最佳沥青用量。
- C.1.3 配合比设计的试验应遵照现行试验规程的方法执行。混合料拌和应采用小型沥青混合料拌和机进行。混合料的拌和温度和试件制作温度应符合本规程的要求。
- C.1.4 高弹改性沥青混凝土配合比设计采用马歇尔试件的体检设计方法进行，设计指标见表C.1，设计流程见图C.1。

表C.1 高弹改性沥青混凝土设计指标

试验项目		设计指标
马歇尔稳定度试验（双面击实 75 次）	空隙率（%）	3~5
	饱和度（%）	75~85
	稳定度（kN）	10
	流值（0.1 mm）	20~40
	残留稳定度（%）	85 以上
动稳定度 DS（60 ℃，0.707 MPa）（次/mm）		1500 以上
弯曲破坏应变 ^a （με）		6000 以上
^a 试件尺寸 300 mm×100 mm×50 mm		



图C.1 高弹改性沥青混凝土配合比设计流程

C.1.5 生产配合比设计可参照本方法规定的步骤执行。

C.2 高弹改性沥青混凝土配合比设计步骤

C.2.1 原材料

- C.2.1.1 配合比设计的各种矿料应按现行《公路工程集料试验规程》规定的方法，从工程实际使用的材料中取代表性的样品。经试验，各项指标符合本规程规定的技术要去后才能选用。
- C.2.1.2 高弹改性沥青材料应按现行的《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》的规定从准备使用的沥青罐中取代表性的样品。经检验各项指标符合本规程规定的技术要求后才能使用。

C.2.2 矿料配比设计

- C.2.2.1 高弹改性沥青混凝土级配范围见表C.2所示。

表C.2 高弹改性沥青混凝土级配范围

筛孔（mm）	各筛孔通过率（%）							
	19	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
上限（%）	100	100	75	50	30	21	16	8
下限（%）	100	95	55	35	18	10	6	4

- C.2.2.2 宜在工程设计级配范围内设计3组粗细不同的配比，绘制设计级配曲线，分别位于工程设计级配范围的上方、中值及下方。设计合成级配不得有太多的锯齿形交错，且在0.3 mm~0.6 mm范围内不出现“驼峰”。当反复调整不能满意时，宜更换材料设计。
- C.2.2.3 根据当地的实践经验选择适宜的沥青用量，分别制作几组级配的马歇尔试件，测定混合料试件空隙率VV，初选一组满足或接近设计要求的级配作为设计级配。

C.2.3 马歇尔试验

- C.2.3.1 配合比设计马歇尔试验技术标准按本规程的规定执行。
- C.2.3.2 高弹改性沥青混凝土试件的制作温度按本规程规定的方法确定，并与施工实际温度相一致。
- C.2.3.3 按式（C.1）计算矿料混合料的合成毛体积相对密度 γ_{sb} ：

$$\gamma_{sb} = \frac{100}{\frac{p_1}{\gamma_1} + \frac{p_2}{\gamma_2} + \dots + \frac{p_n}{\gamma_n}} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$p_1、p_2、\dots、p_n$ ——各种矿料成分的配比，其和为100；

$\gamma_1、\gamma_2、\dots、\gamma_n$ ——各种矿料相应的毛体积相对密度。

注：粗集料、机制砂及石屑的毛体积密度按JTG E42—2005方法测定，矿粉（含消石灰、水泥）以表观相对密度代替。

- C.2.3.4 按式（C.2）计算矿料混合料的合成表观相对密度 γ_{sa} ：

$$\gamma_{sa} = \frac{100}{\frac{p_1}{\gamma_1'} + \frac{p_2}{\gamma_2'} + \dots + \frac{p_n}{\gamma_n'}} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

$p_1、p_2、\dots、p_n$ ——各种矿料成分的配比，其和为100；

$\gamma'_1, \gamma'_2, \dots, \gamma'_n$ ——各种矿料按试验规程方法测定的表观相对密度。

C.2.3.5 矿料混合料的有效相对密度宜直接由矿料的合成毛体积相对密度与合成表观相对密度按式 (C.3) 计算确定, 其中沥青吸收系数C值根据材料的吸水率由式 (C.4) 求得, 材料的合成吸水率按式 (C.5) 计算:

$$\gamma_{se} = C \times \gamma_{sa} + (1 - C) \times \gamma_{sb} \dots\dots\dots (C.3)$$

$$C = 0.033w_x^2 - 0.2936w_x + 0.9339 \dots\dots\dots (C.4)$$

$$w_x = \left(\frac{1}{\gamma_{sb}} - \frac{1}{\gamma_{sa}} \right) \times 100 \dots\dots\dots (C.5)$$

式中:

γ_{se} ——合成矿料的有效相对密度;

C——合成矿料的沥青吸收系数;

w_x ——合成矿料的吸水率 (%);

γ_{sb} ——材料的合成毛体积相对密度 (无量纲);

γ_{sa} ——材料的合成表观相对密度 (无量纲)。

C.2.3.6 以预估的油石比为中值, 按0.5%间隔制备5组不同油石比混合料成型马歇尔试件。

C.2.3.7 用表干法测定试件毛体积相对密度 γ_f 。

C.2.3.8 高弹改性沥青混凝土宜按式 (C.6) 计算各个不同沥青用量混合料的最大理论相对密度。

$$\gamma_{ti} = \frac{100 + p_{ai}}{\frac{100}{\gamma_{se}} + \frac{p_{ai}}{\gamma_b}} \dots\dots\dots (C.6)$$

式中:

γ_{ti} ——相对于计算油石比 p_{ai} 时沥青混合料的最大理论相对密度 (无量纲);

p_{ai} ——所计算的沥青混合料中的油石比 (%);

γ_{se} ——矿料的有效相对密度, 按式B.4或B.5计算 (无量纲);

γ_b ——沥青的相对密度 (25 °C/25 °C) (无量纲)。

C.2.3.9 按式 (C.7) 计算沥青混合料试件的空隙率VV, 准确至小数点后1位。

$$VV = \left(1 - \frac{\gamma_f}{\gamma_t} \right) \times 100 \dots\dots\dots (C.7)$$

式中:

VV ——试件的空隙率(%)；

γ_f ——试件的毛体积相对密度(无量纲)；

γ_t ——沥青混合料的最大理论相对密度，按式C.6计算得到(无量纲)。

C.2.3.10 进行高弹改性沥青混凝土马歇尔稳定度试验，测定马歇尔稳定度及流值。

C.2.4 确定最佳沥青用量(或油石比)

C.2.4.1 1 以油石比为横坐标，以马歇尔试验的各项指标为纵坐标，绘成圆滑的曲线。确定均符合本规程规定的沥青混合料技术标准的沥青用量范围OACmin~OACmax。选择的沥青用量范围应涵盖设计空隙率的全部范围，并尽可能使密度及稳定度曲线出现峰值。如果没有涵盖设计空隙率的全部范围，试验应扩大沥青用量范围重新进行。

C.2.4.2 按下列方法确定沥青混合料的最佳沥青用量OAC1。

- a) 在曲线图上求取相应于密度最大值、稳定度最大值、目标空隙率的沥青用量 a_1 、 a_2 、 a_3 。按式(C.8)取平均值作为 OAC1:

$$OAC_1 = (a_1 + a_2 + a_3) / 3 \dots\dots\dots (C.8)$$

- b) 对所选择试验的沥青用量范围，密度或稳定度没有出现峰值(最大值经常在曲线两端)时，可直接以目标空隙率所对应的沥青用量 a_3 作为 OAC1，但 OAC1 应介于 OACmin~OACmax 的范围内。否则应重新进行配合比设计；

- c) 计算的最佳油石比 OAC，从图中得出所对应的空隙率值，检查图中相应于此 OAC 的各项指标是否均符合马歇尔试验技术标准。

C.2.5 配合比设计检验

根据所选择的设计级配和所确定的最佳油石比，进行混合料配合比设计检验，应符合本规程的技术要求。不符合要求的应重新进行配合比设计。

C.3 配合比设计报告

C.3.1 配合比设计报告应包括工程设计级配范围选择说明、材料品种选择与原材料质量试验结果、矿料级配、最佳沥青用量及各项体积指标、配合比设计检验结果等。试验报告的矿料级配曲线应按规定的方法绘制。

C.3.2 报告不同沥青用量条件下的各项试验结果，并提出对施工压实工艺的技术要求。

附录 D
(规范性附录)
沥青溶解度试验

D.1 试验目的

沥青品质检测指标之一，适用于测定石油沥青、液体石油沥青或乳化沥青蒸发后残留物的溶解度。

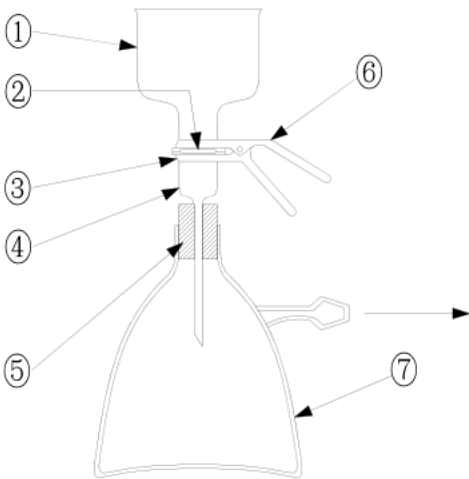
D.2 适用范围

本试验方法适用于铺装用的普通道路石油沥青、改性沥青以及乳化沥青蒸发残留物的性能检验。

D.3 试验设备

试验设备包括：

- a) 玻璃纤维滤纸：直径 47 mm，最小过滤孔 0.6 μm 的玻璃纤维滤纸；
- b) 过滤器：如图 D.1 所示，上部开口，可以放入试验需要尺寸的滤纸，下部开口较小，呈漏斗状，中间配有一个金属钳，用于固定过滤器；



①过滤器上部开口②接关③接关固定器④过滤器下部⑤瓶塞⑥金属钳⑦锥形烧瓶

图D.1 过滤器

- c) 分析天平：感应量在 0.001 g 以下的化学天平或者是电子天平；
 - d) 溶解剂：甲苯类沥青溶解剂，如三氯乙烯、甲苯等；
- 注：甲苯类沥青溶解剂，长时间吸入对人体有害（允许浓度为100 ppm），因此试验场所必须做好通风换气。
- e) 干燥器；
 - f) 古氏坩埚：50 mL；
 - g) 烘箱：装有温度自动调节器。

D.4 试验方法

D.4.1 试验准备

D.4.1.1 按JTGE20—2011中T 0602规定的方法准备沥青试样。

D.4.1.2 将玻璃纤维滤纸置于洁净的过滤器中的底部，用溶剂冲洗滤纸和过滤器，使溶剂挥发后，置温度为 105 ± 5 °C的烘箱内干燥至恒重（一般为15 min），然后移入干燥器中冷却，冷却时间不少于30 min，称其质量（ m_1 ），准确至0.1 mg。

D.4.1.3 称取已烘干的锥形烧瓶和玻璃棒的质量（ m_2 ），准确至0.1 mg。

D.4.2 试验步骤

D.4.2.1 用预先干燥的锥形烧瓶称取沥青试样2 g（ m_3 ），准确至0.1 mg。

D.4.2.2 在不断摇动下，分次加入甲苯溶液100 mL，直至试样溶解后盖上瓶塞，并在室温下放置至少15 min。

D.4.2.3 将已称质量的滤纸及过滤器，安装在过滤烧瓶上，用少量的甲苯润湿玻璃纤维滤纸；然后，将沥青溶液沿玻璃棒倒入玻璃纤维滤纸中，并以连续滴状速度进行过滤，直至全部溶液滤完；用少量溶剂分次清洗锥形烧瓶，将全部不溶物移至过滤器中；再用溶剂洗涤过滤器的玻璃纤维滤纸，直至滤液无色透明为止。

D.4.2.4 取出过滤器，置通风处，直至无溶剂气味为止；然后将过滤器移入温度为 105 ± 5 °C的烘箱中至少20 min；同时将原锥形瓶、玻璃棒等也置于烘箱中烘至恒重。

D.4.2.5 取出过滤器及锥形瓶等置干燥器中冷却30 min $\pm$ 5 min后，分别称其质量（ m_4 、 m_5 ），直至连续称量的差不大于0.3 mg为止。

D.5 试验数据整理

D.5.1 结果计算

沥青试样的溶解度按公式（D.1）计算得出，当溶解度大于99 %，精确到0.01 %；溶解度小于99 %，精确到0.1 %。

$$S_b = \left[1 - \frac{(m_4 - m_1) + (m_5 - m_2)}{m_3 - m_2} \right] \times 100 \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

S_b ——沥青试样的溶解度（%）；

m_1 ——过滤器与玻璃纤维滤纸合计质量（g）；

m_2 ——锥形瓶与玻璃棒合计质量（g）；

m_3 ——锥形瓶、玻璃棒与沥青试样合计质量（g）；

m_4 ——过滤器、玻璃纤维滤纸与不溶物合计质量（g）；

m_5 ——锥形瓶、玻璃棒与黏附不溶物合计质量（g）

D.5.2 精度计算

沥青溶解度试验要求甲苯溶剂溶解度达到99 %，试验精度要求如下：

- a) 重复性：同一试验室，同一试验人员对同一种沥青样品在不同时间内进行2次试验，试验容许误差要求为0.1 %。

- b) 再现性：不同试验室不同试验操作人员对同一种沥青样品进行试验，试验容许误差要求为 0.50 %。

附 录 E
(规范性附录)
防水粘结层性能试验

E. 1 粘度试验

E. 1.1 试验目的

测定防水粘结层材料的粘度。

E. 1.2 试验设备

试验设备包括：

- a) 粘度计：单一圆筒旋转粘度计；
- b) 恒温浴槽：恒温在 23 ℃±0.5 ℃范围，可使传热介质的液面保持在比试样液面高的控温水槽；
- c) 试样容器：500 mL 的烧杯，或与此相同形状的器皿；
- d) 温度计：TAG 封闭式低燃点温度计（TAG-50），或与此同精度的计量设备；
- e) 计时工具：可精确至 0.2 s 的计时设备。

E. 1.3 试验方法

E. 1.3.1 将约500 mL试样倒入试样容器，注意不得混入气泡。调整试样容器高度，使试样的液面保持在比恒温浴槽中传热介质的液面低的水平面，必要时用玻璃棒充分搅拌，以使试样各部分的温度均匀控制在试验温度23 ℃±1 ℃范围内。

E. 1.3.2 在粘度计上安装转子和筒。转子旋转次数应与转子规格型号相匹配，测定试样的粘度应在粘度计刻度板指示范围20 %~100 %以内。扭转升降摇柄注意避免转子黏附气泡，稳定缓慢地将粘度计下降，直至转子浸液位置的中部达到试样的液面。

E. 1.3.3 扭转水平调节螺丝使粘度计摆成水平以后，确保转子处于试样容器的中央，调节粘度计的变速钮设定旋转次数到所定值^{注1}。

注1：旋转次数为每分钟 10 次或 12 次。

E. 1.3.4 确认试样的温度达到23 ℃±1 ℃后启动电源开关转子旋转。

E. 1.3.5 夹紧把手将指针的夹具取出。待刻度板上的指针指示值稳定或旋转到规定时间^{注2}后，读取^{注3}指针的指示值，精确到1/4刻度。

注2：指示值不稳定，并在刻度板上缓慢变化时，试样多带摇溶现象（触变性）。用这样的试样时，要将指示值的读取条件（用计时工具测定从旋转开始到读取为止的时间）记录在测定值备注栏内。

注3：旋转期间难以读取数据时，可以按住夹具使指针停止变化后关闭电源开关再读取指示值。

E. 1.3.6 每次试验都要采用新的试样，并且重复1至5步骤2次以上。

E. 1.4 试验数据处理

粘度按式（E. 1）计算，四舍五入取2位有效数字。

$$\eta = K_a \times \bar{\theta} \dots\dots\dots (E. 1)$$

式中：

η ——粘度；
 Ka ——粘度计附带的换算系数；
 $\bar{\theta}$ 错误!未找到引用源。 ——2次粘度计测定指示的平均值。
另外，记录粘度计的种类、转子编号，旋转次数以及测定温度。

E. 2 不挥发试验

E. 2.1 试验目的

测定防水粘结层材料的稳定性能。

E. 2.2 试验设备

试验设备包括：
a) 容器：扁形称量瓶 50mm×30mm 或者沿其外壁成型的同形状铝箔皿；
b) 恒温槽：可以保持干燥的热风循环式恒温槽；
c) 干燥器：以硅胶作干燥剂的干燥器；
d) 分析天平：额定称量 100 g 以上，感量在 1 mg 以下或最小显示值在 1 mg 以下者。

E. 2.3 试验方法

E. 2.3.1 根据表E. 1所示规定试样类型对应试验数量要求，将试样装入平状称量瓶或者铝箔器皿内，并正确测量试样干燥前质量。
E. 2.3.2 将装试样的器皿置于表E. 1规定干燥温度的恒温槽中心部分，根据表E. 1试验规定的干燥时间，放入干燥器冷却至室温，并测量干燥后试样质量。
E. 2.3.3 同一试样要进行2次以上试验。

表E. 1 不挥发物含量的试验条件

粘结剂	取样量/g	干燥温度/℃	干燥时间/min	要求试验值
尿素及密胺尿素树脂粘合剂	约 1.5	105±1	180±5	2 位有效数字
粘结剂	取样量/g	干燥温度/℃	干燥时间/min	要求试验值
酚醛树脂粘合剂	约 1.5	135±1	60±2	2 位有效数字
乳胶形粘合剂	约 1.0	105±2	60±5	3 位有效数字
其他粘合剂	约 1.0	105±1	180±5	3 位有效数字

E. 2.4 试验数据处理

E. 2.4.1 不挥发物含量按式（E. 2）计算：

$$N = (W_d / W_s) \times 100 \dots\dots\dots (E. 2)$$

式中：
 N ——不挥发物含量（%）；
 W_d ——干燥后试样质量（g）；
 W_s ——干燥前试样质量（g）。

E. 2.4.2 求得2个测定值的平均值。

E.3 弯曲试验

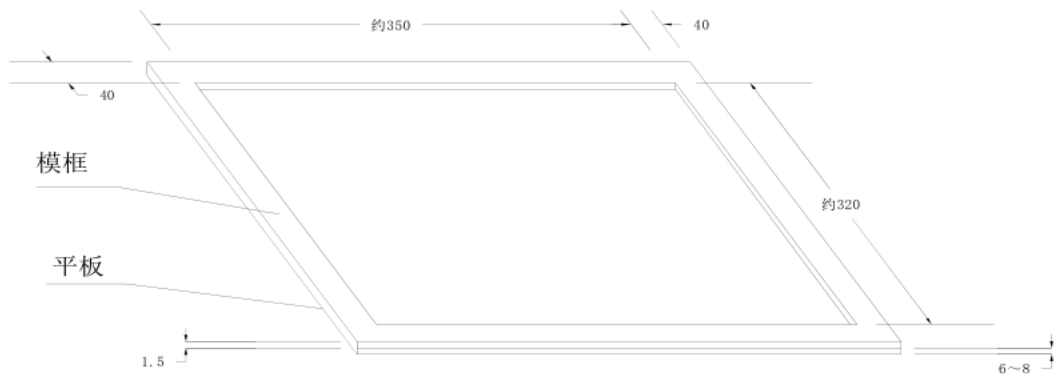
E.3.1 试验目的

测定防水粘结层材料的弯曲性能。

E.3.2 试验设备

试验设备包括：

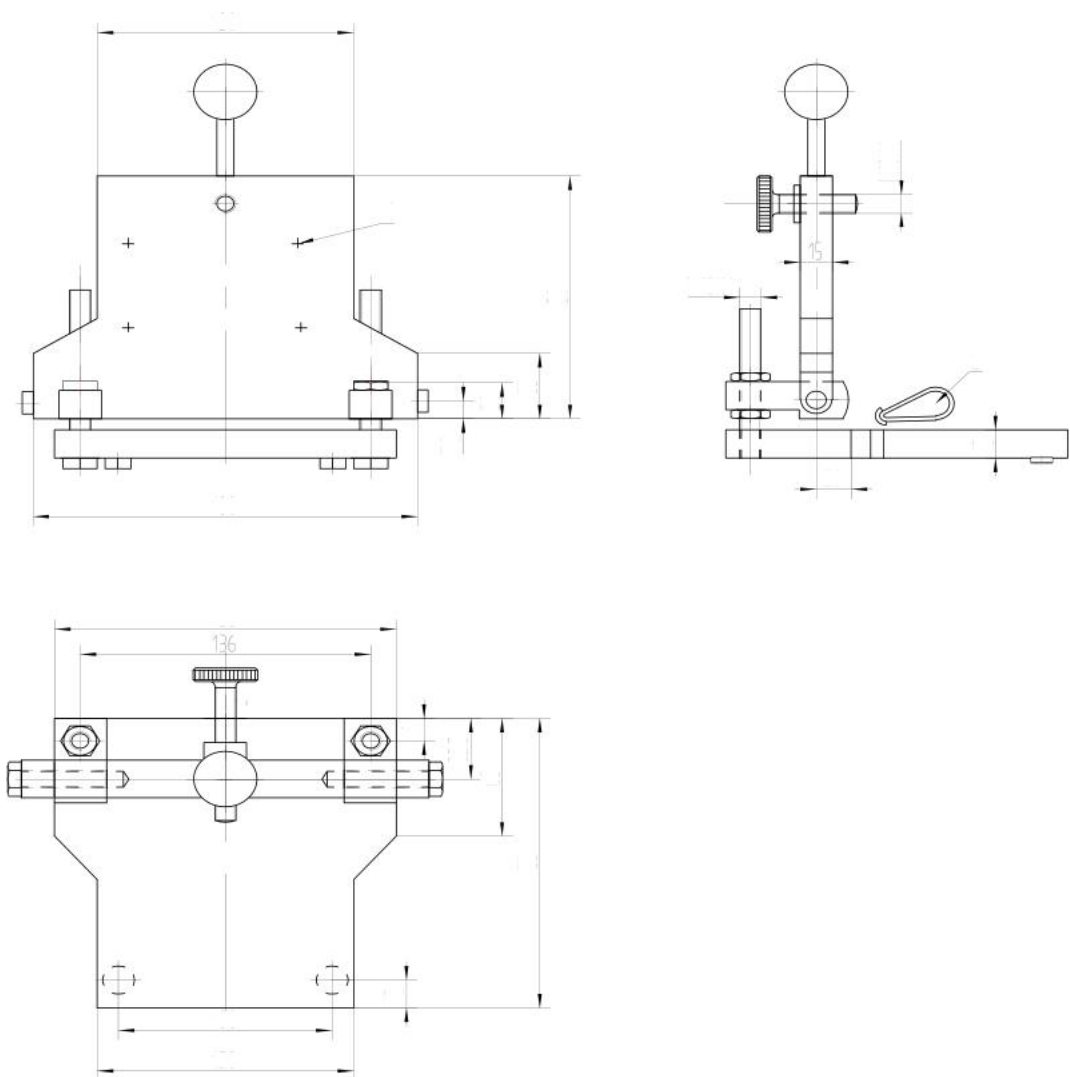
- a) 低温保温箱：控温精度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 涂膜模框：如图 E.1 所示，应按要求及时脱模，脱模后将涂膜翻面养护，脱模过程中应避免损伤涂膜。为便于脱模可在低温下进行，但脱模温度不能低于弯曲试验的温度；



材质：玻璃、金属、塑料

图E.1 涂膜模框示意图（单位：mm）

- c) 圆棒或弯折仪：直径 10 mm、20 mm、30 mm，弯折仪如图 E.2 所示；



说明：
1——测量点；
2——试件。

图E.2 弯折仪示意图（单位：mm）

- d) 试验板：钢板、镀锡铁皮板或者软质铝板，厚度 0.3 mm；
- e) 放大镜：放大倍数 6 倍。

E.3.3 试验方法

E.3.3.1 试验前的准备

- E.3.3.1.1 采用打磨处理过的钢板、镀锡铁皮板或者软质铝板。试验板表面平整，没有歪斜翘曲，并且其表面没有肉眼可见的突起物或裂纹现象。
- E.3.3.1.2 将涂膜试板固定于涂膜膜框内，根据涂膜材料制备的要求将涂膜材料均匀涂布在涂膜试板上，保证试验板涂膜层的厚度，必要时使用仪器测定涂膜厚度，以mm为单位。
- E.3.3.1.3 涂装试验板按下表条件养护后，从涂膜膜框内取出试验板，并将涂膜翻面养护。为防止试验板表面发生裂纹可以将其截断至试验尺寸。

表E.2 涂膜制备的养护条件

分类		脱模前的养护条件	脱模后的养护条件
水性	沥青类	在标准条件 120 h	(40±2)℃ 48 h, 标准条件 4 h
	高分子类	在标准条件 96 h	(40±2)℃ 48 h, 标准条件 4 h
溶剂型、反应型		在标准条件 96 h	标准条件 72 h
注：标准条件为温度 (23±2)℃，相对湿度 (50±5)%			

E.3.3.2 试验步骤

将涂膜按要求截取100 mm×25 mm试件三块进行试验，将试件和弯板或圆棒放入已调节到规定温度的低温冰柜的冷冻液中，温度计探头应与试件在同一水平位置，在规定温度下保持1 h，然后在冷冻液中将试件绕圆棒或弯板3 s内弯曲180°，弯曲三个试件（无上、下表面区分），立即取出试件用放大镜观察试件表面有无裂纹、断裂。

E.4 拉拔试验

E.4.1 试验目的

测定防水粘结层材料的粘结强度。

E.4.2 试验设备

实验设备包括：

- a) 拉力试验机：最大量程 30 kN 的油压式拉拔试验机，如图 E.3 所示；



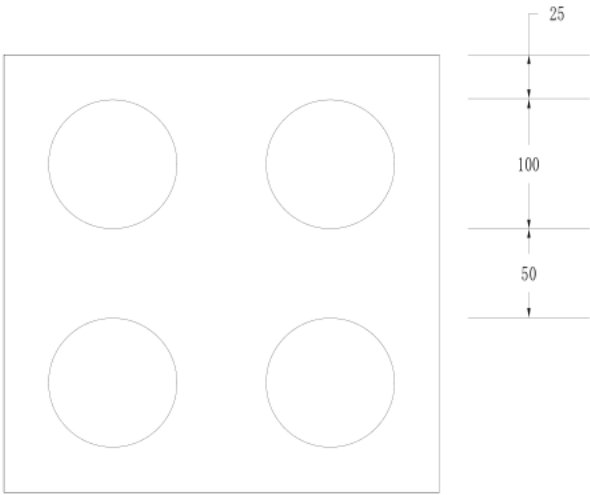
图E.3 拉力试验机

- b) 恒温槽：能够在 (23±2)℃、(-10±2)℃ 范围对表面温度进行控制的恒温槽。

E.4.3 试验方法

E.4.3.1 室内试验试样的制备

E. 4. 3. 1. 1 从粘结层以及铺装组合结构层试样中，使用试样切刀切入φ100 mm试样，切入试样位置如图E. 4所示，切入至钢板位置为止。



图E. 4 抗拉粘结材料切入位置（单位：mm）

E. 4. 3. 1. 2 使用环氧树脂粘结剂将φ100 mm的拉力试验器具粘附到切口位置。

E. 4. 3. 2 室内试验方法

E. 4. 3. 2. 1 将试块放在规定温度的恒温槽中静置6 h以上。

E. 4. 3. 2. 2 从恒温槽取出试块，立即安装到试验机上。

E. 4. 3. 2. 3 以每秒0.1 N/mm²的加载速率沿垂直方向进行拉拔试验，至粘结界面或材料破坏为止；测定破坏时的最大荷载，记录破坏的情况。

E. 4. 3. 3 现场试验

E. 4. 3. 3. 1 钢桥面板清扫结束以后，立即进行防水粘结层施工。

E. 4. 3. 3. 2 养护后，安装钢制模板（φ100 mm的半圆钢管）在规定位置，钢桥面板加热到60 ℃温度范围后，将230 ℃~240 ℃浇注式沥青混合料注入模板中，利用抹面用的木镩整平浇注式沥青混合料。此时，浇注式沥青混合料从（附有加热保温装置与拌和机的）运摊铺沥青车上卸下后须立即进行浇注，温度降低至220 ℃以下的浇注式沥青混合料应作废料处理。

E. 4. 3. 3. 3 通过圆盘式研磨机将冷却至常温的浇注式沥青混合料表面研磨成平滑状态，通过环氧系列粘结材料对粘结用器具进行粘附，并养护12 h以上；然后使用建研式（日本国土交通省建筑研究所式）抗拉粘结试验机，以1 kg/cm²/s的加载速率进行抗拉试验。此外，还需记录试验当前钢桥面板的温度。

E. 4. 4 试验数据处理

计算出抗拉粘结强度，保留1位有效数字：

抗拉粘结强度(N/mm²)=最大荷载(N)/粘结面积(mm²)

E. 5 盐雾试验

E. 5. 1 试验目的

测定防水粘结层材料的抗腐蚀能力。

E.5.2 试验设备

E.5.2.1 喷雾箱

根据喷洒溶液的类型,采用抗盐雾腐蚀和不影响试验结果的材料制作。喷雾箱的容积需达到 0.4 m^3 以上,如果喷雾箱容积低于 0.4 m^3 ,将难以保证喷雾的均匀分布。顶棚或者盖子倾斜到水平线 25° 以上,保证其表面聚集的液滴不会从试验板上下落。

喷雾箱的尺寸及形状应达到集液装置能聚集的溶液量对应范围要求。箱容积大于 2 m^3 的情况下,如果不特别注意考虑其设计和制作就难以进行操作。

注:为防止箱中的压力上升,一般要将装置放在试验室外空气流动的地方。

E.5.2.2 热量供给和调节手段

热量供给装置能将喷雾箱、喷雾箱内容物保持在规定的温度内。温度的控制依靠恒温装置,该装置在箱内距离箱壁至少 100 mm 。温度装置安装在箱中距离箱壁或箱盖至少 100 mm 处,并能从箱外读数。

E.5.2.3 喷洒盐溶液的手段

供给并控制具备压力和湿度调节的洁净空气、喷洒液体的储藏槽、采用防渗透盐溶液材料制作的一个或多个雾化器。

为确保各种传送到雾化器的压缩空气无油和其他污物,应通过过滤器,压力能控制在 $(70\sim 170)\text{ kPa}$ 范围内。为防止雾化的液滴蒸发,在空气进入各种雾化器之前,要通过加入比盐雾箱内试验温度高的装有蒸馏水的饱和塔湿化。温度变化会受到压力、喷雾器喷嘴外形的影响。调节箱内喷雾湿度,使箱内喷雾采样率、采集喷雾浓度能保持在规定的限度。

装有喷雾溶液的储藏槽用能防止溶液渗透的材料制成,并能使储藏槽里的溶液保持在一定水平面。

喷雾器喷嘴由非活性材料例如玻璃或者塑料制成。为避免盐雾直接喷洒到试验片可采用可调式挡板,可调式挡板使箱内中的喷雾分布均匀。

E.5.2.4 收集器

采用玻璃或者其他化学成分的非活性材料制品,箱内至少要用2个集液装置。收集器要放入箱内试验片所放置的位置,一个靠近喷嘴,一个远离喷嘴。要求收集的是盐雾,而不是从试样或其他部位滴下的液体。

注1:合适的收集器是底部可以插入有刻度的量筒的玻璃漏斗。直径 100 mm 的漏斗有大约 80 cm^2 的吸集面积。

注2:使用2个或以上的雾化器时,收集器数量至少应该为雾化器的2倍。

E.5.2.5 盐雾箱清理

使用不同溶液做试验之前,必须彻底清洗盐雾箱。

E.5.3 试验方法

E.5.3.1 试样的制备

采集具有代表性的试验样品。试验前,制作试样。

E.5.3.2 试验前准备

E.5.3.2.1 材料:准备铜板,其尺寸为 $150\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 。

E.5.3.2.2 涂装：调整试验板，然后按照规定的方法涂抹进行试验的产品或者多层涂装系。如果试验板的背面和端部没有特殊规定，可采用试验产品或者多层涂装系涂抹。

注：背面和端面的涂装与试验产品不同时，应使其比试验样品的抗腐蚀性还要强。

E.5.3.2.3 烘干：涂装过的试验板在规定时间内，规定条件下干燥（或者烧结和保养）。如果没有特别指定，通常在温度 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $50\%\pm 5\%$ 的条件下烘干16 h以上。在空气自然流通循环处，不宜接触直射阳光进行温湿度调节，烘干后的试验板应尽可能快速地进行试验操作。

E.5.3.2.4 涂层的厚度：测定干燥涂膜的厚度（以微米的单位）。

E.5.3.2.5 划痕方法：在试验板上划痕或者刻印。使用单点刀具，使划痕处至少距离试验板任一端至少20 mm以上。

E.5.3.2.6 试验板的暴露：将试验板放置在箱内，放置喷雾器喷洒出的喷雾不能直接喷洒到的位置。为防止喷洒出的溶液不会直接接触到试验板上，可使用调试挡板。

注：有时候需要进行异型涂装物的试验。进行类似试验时，以正规姿势进行的暴露试验特别重要。在这样的限制下，应该将这个零件放置好，使其流动的可能降到最小。另外，如果涂装物的形状对喷雾的流动产生了影响，不能与其他的试验板同时进行试验。要注意不同用途的涂层腐蚀程度可能不同，需对这些不同结果进行解释。

E.5.3.2.7 试验箱内各个试验板的暴露角度非常重要。各个试验板表面要与垂直方向成 $20^{\circ}\pm 5^{\circ}$ 的角度位置竖直向上摆放。

E.5.3.2.8 不要将试验板与其他试验板、试验箱接触。当喷雾自由滴落时应与试验面接触，确保试验板能接触到放置在同水平面其他面板或零件上滴落的液滴。

注：面板的位置需定期检查。比如可以根据检查间隔的时间来变更，任何变更调整都需记录试验报告内。

E.5.3.2.9 支撑试验板的工具一般是由采用惰性材料制成的支架，如玻璃、塑料和适当涂装过的木制品。在需要将试验板吊起时，可利用非金属的合成纤维、木棉系和其他非活性的绝缘材料。

E.5.3.3 试验操作

试验操作步骤为：

- a) 测定喷雾试验箱内部温度必须在 $35\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内；
- b) 各收集器收集到溶液的氯化钠浓度应为 $50\text{ g/L}\pm 10\text{ g/L}$ ，pH应为6.5~7.2。盐雾沉降速度，经24 h喷雾后每 80 cm^2 面积上为 $1\text{ mL/h}\sim 2\text{ mL/h}$ ，用过的喷雾溶液不得再用；
- c) 进行2次反复测定；
- d) 按照E.5.3中第2款的方法将试验片排列在试验箱内；
- e) 关闭试验箱，将试验溶液通过喷雾器开始喷洒。及时检测储藏槽里的溶液情况，制作或补充溶液需做相关记录。在规定的试验周期内喷雾不得中断，只有当需要短暂观察试样时才能打开盐雾箱；
- f) 定期观察板面，期间不能损伤试验板表面。开箱检查的时间与次数应尽可能少，尽可能在一天内的同一时间进行，开箱喷雾中断时间不要超过60 min。整个试验过程中，试验板面不能处于干燥状态。试验结束后，将试验板从试验箱中取出，用干净的水冲洗表面残留的盐溶液；
- g) 将试验板放在标准空气中，并在规定的时间内干燥后，仔细检查试验板面的腐蚀情况。如调查是否渗透至试验板内部的话，需按照规定的方法去除涂膜进行观察。

E.6 网络试验

E.6.1 试验目的

测定防水粘结层材料的附着力效力。

E. 6.2 试验方法

E. 6.2.1 试验条件

E. 6.2.1.1 试验在温度 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(50\pm 5)\%$ 的条件下进行。

注：现场试验应考虑环境条件因素。

E. 6.2.1.2 最少在试验板三处位置进行平行试验。如试验结果不一致（存在超过1个分类单位的误差），需在三处以上位置重复进行试验。如果必要的话，可以采用不同的试验板，并记录所有试验结果。

E. 6.2.2 试验板

进行试验前试验板需在温度 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(50\pm 5)\%$ 的条件下放置16 h以上。

E. 6.2.3 格数

各边格数为6的格子模型。

E. 6.2.4 格子的间隔

等距离分布格子间距，间距大小按如下所示，根据涂膜厚度和质地决定：

- $(0\sim 60)\text{ }\mu\text{m}$ ：较硬的质地，间隔 1 mm；
- $(0\sim 60)\text{ }\mu\text{m}$ ：较软的质地，间隔 2 mm；
- $(61\sim 120)\text{ }\mu\text{m}$ ：较硬或较软的质地：间隔 2 mm；
- $(121\sim 250)\text{ }\mu\text{m}$ ：较硬或较软的质地：间隔 3 mm。

E. 6.2.5 人工切入和除膜

E. 6.2.5.1 试验板应放置在较硬较平整的物体表面上，防止试验板在试验中发生变形。

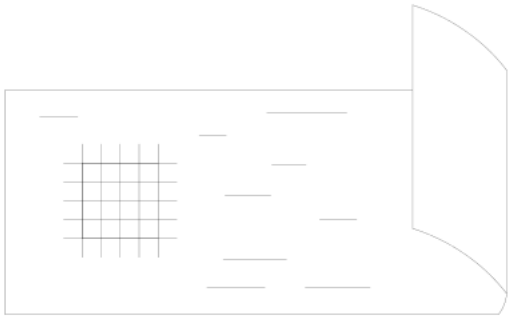
E. 6.2.5.2 按照规定步骤进行人工切入。试验前检查刀刃，可以通过磨光或更换新刀刃方式以达到要求。试验板如为木质或类似的材料制成，切入方向相对木纹成 45° 。

E. 6.2.5.3 保持切入工具的刀刃垂直于试验板的表面。施加外力作用于切入工具，使用合适的间隔垫片，在涂膜部分按照规定数量以一定的切入率来进行切入。所有的切入都必须贯穿试验板的表面。如涂膜过硬而无法贯穿试验板，则该试验无效，在试验报告中需注明。

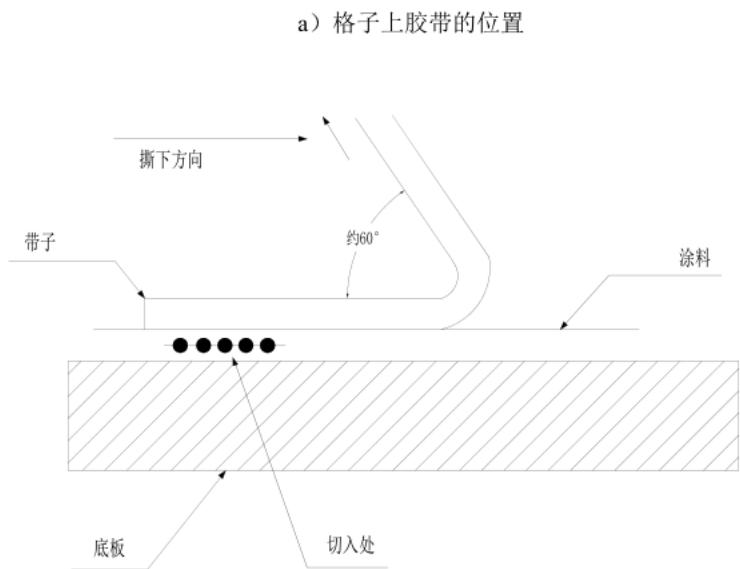
E. 6.2.5.4 重复该操作。为形成格子模型，要在最初的切入处以 90° 重叠，再进行数量相同的平行切入。

E. 6.2.5.5 用软毛刷沿格子模型两对角线方向，由前往后刷试验板数次。

E. 6.2.5.6 较硬的材质需使用胶带进行。试验开始前，准备试验使用的胶带，并用约75mm的小垫片进行切入。如图E. 5所示，胶带的中心放置处之各切入某一平行方向的格子上，与格子重叠长度不少于20 mm，并用手指将胶带调整至平整。



光滑状态



图E.5 附着胶带的位置

E. 6. 2. 5. 7 为了更好地接触涂膜，要用指尖仔细地刮划胶带，其目的是透过胶带观察涂膜的颜色，观察胶带与涂膜粘接整体性是否良好。尽可能以60°方式抓住胶带的一端，确保在0.5 s~1.0 s之内撕下胶带。

E. 6. 2. 5. 8 为参照试验可对比性，可以通过贴透明薄膜等方法保存胶带。

E. 6. 2. 6 机械切入涂膜

使用切入工具同时使用电动装置时，注意手工步骤的要点，尤其是切入数、间隔和试验次数。

E. 6. 3 试验数据处理

网格试验结果评价方法如下：

较软底板：用毛刷刷过之后

较硬底板：拆下附着胶带之后

E. 6. 3. 1 试验涂膜的切入部分仔细检查时，要使用放大镜在照明良好的条件下小心的检查切入部分。在检查中，为避免试验部位的检查偏向一个方向，要转动试验板。按照表E. 3比较图例，对试验部分进行分类。

E. 6. 3. 2 表E. 3中分为6个阶段。最初3个阶段是适合一般目的，在判断合格与否时使用。有时会发生特殊情况，这时就需要6个阶段完整的分类。

表E. 3 试验结果的分类

分类	说明	产生剥落时十字切入部分表面的状态 (以 6 种并行切入为例)
1	切入边缘完全平滑, 每个格子都无剥落。	-
2	在切入交叉处有涂膜的小剥落, 十字切入部分受到影响的不会超过 5 %。	
3	涂膜沿着切入的边缘剥落, 在交叉点处有或没有剥落。十字切入部分受到影响的超过 5 %不超过 15 %。	
4	涂膜沿着切入的边缘, 有部分或全部的大面积剥落, 有时在格子中间有些部分会有部分或全部的剥落。十字切入部分受到影响的超过 15 %不超过 35 %。	
5	涂膜沿着切入的边缘, 有部分或全部的大面积剥落, 有时在格子中间很多处地方会有部分的或全部的剥落。十字切入部分受到影响的超过 35 %不超过 65 %。	
6	剥落程度超过了分类 4。	-

E. 6. 3. 3 多层涂膜类别要报告出现剥落的边界情况。

E. 6. 3. 4 试验结果如有差异, 要报告各试验的结果。多层涂膜类别要报告剥落（各涂膜之间、或者涂膜和底板之间）的部位。

附录 F
(规范性附录)
接缝料试验

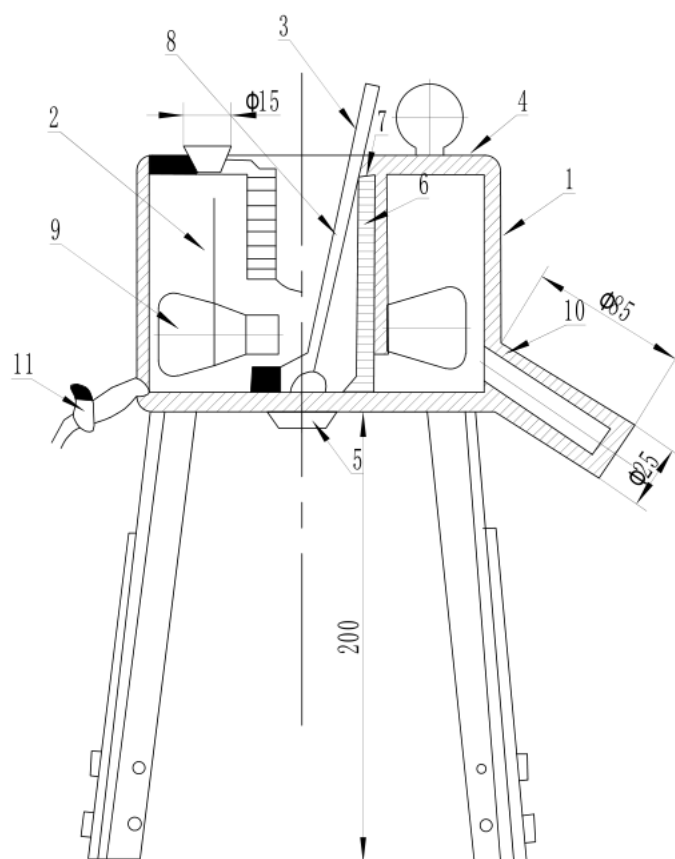
F.1 接缝温度试验

F.1.1 试验目的

确定接缝料施工时的适宜温度。

F.1.2 试验设备

F.1.2.1 流孔直径10 mm的沥青粘度仪（图F.1所示）。



说明:

- 1——油浴;
2——搅拌器套筒;
3——球棒;
4——盖;
5——流孔;
6——安装试样筒的圆井;

- 7——试样筒凸肩；
- 8——试样筒；
- 9——搅拌叶片；
- 10——加热管；
- 11——放油龙头。

图F.1 沥青粘度仪（尺寸单位：mm）

F.1.2.2 容量约为1升的带柄试验容器。

F.1.2.3 功率为2 kW的加热器或燃气加热器。

F.1.2.4 温度计（量程为300 ℃）。

F.1.2.5 导热油（燃点300 ℃以上）。

F.1.3 试验步骤

F.1.3.1 将任选的接缝料700 g~800 g放入搪瓷杯里，在油浴里加热，边加热边搅拌直至熔化，温度达到100 ℃时，倒入沥青粘度仪试样筒里，其数量至球棒标记钉处（沥青粘度仪上油浴里的油预先应加热至100 ℃）。

F.1.3.2 流孔下面放一量杯，提取球棒同时启动秒表，使接缝料自由流出试样筒至流满50 mL为止，记下流淌时间。

F.1.3.3 按上述方法每次将接缝料温度增加10 ℃，至接缝料加热至发生质的变化为止（发生质的变化可用目测确定）。

F.1.3.4 以比初发生质的变化时的温度低20 ℃~30 ℃作为接缝温度。

F.2 流动度试验

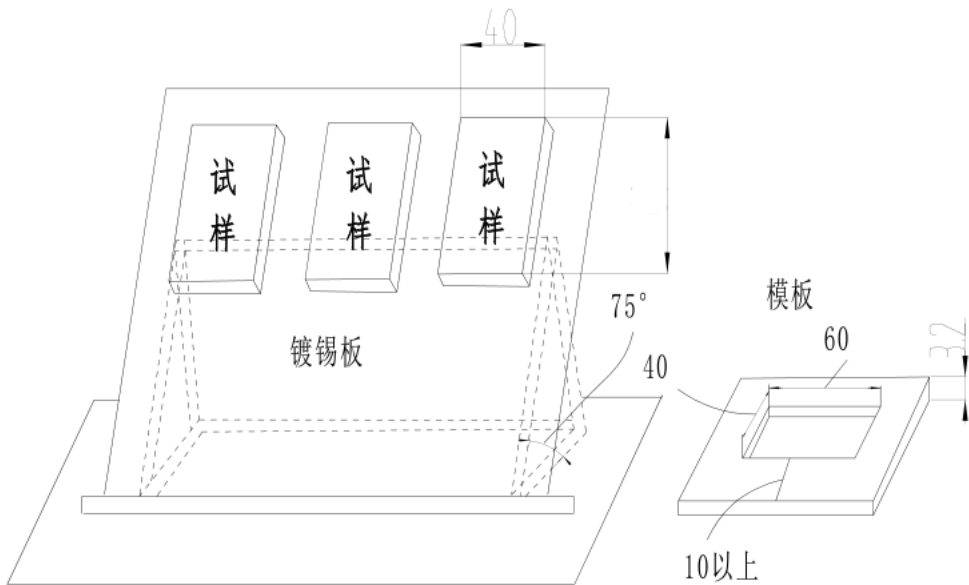
F.2.1 试验目的

测定接缝料的高温时产生流动的程度。

F.2.2 仪器设备

仪器设备包括：

- a) 镀锡板（见图 F.2）12 mm×20 mm×3 mm（长×宽×厚）；
- b) 厚（3.2 mm±0.1 mm）、内部尺寸（40 mm±0.2 mm）×（60 mm±0.2 mm）、宽约 10 mm 以上的金属模板（3 个 1 组，见图 F.2）；
- c) 支撑框：可以使镀锡板与水平面保持（75±1）° 角度；
- d) 恒温空气槽：温度控制范围（60±1）℃；
- e) 刀子或直尺；
- f) 游标卡尺；
- g) 水银或润滑油。



图F.2 流动性试验（单位：mm）

F.2.3 试验步骤

F.2.3.1 沿着水平放置的镀锡板边并排放置3块试模，将试样注入试模。在室温下冷却30 min以上，用热刮刀沿着试模的上表面刮除多余的试样，取下试模，制成3块3.2 mm×40 mm×60 mm的试样。将试样安放与水平面呈75°的支撑架上，然后整体放入60℃±1℃的恒温槽中保温5 h，测量各试样的长度，精确到0.1 mm。试样长度减去60 mm即为试验的流动量（mm）。

F.2.3.2 为防止试样沾粘模板，模板需涂上隔离剂。

F.3 针入度试验

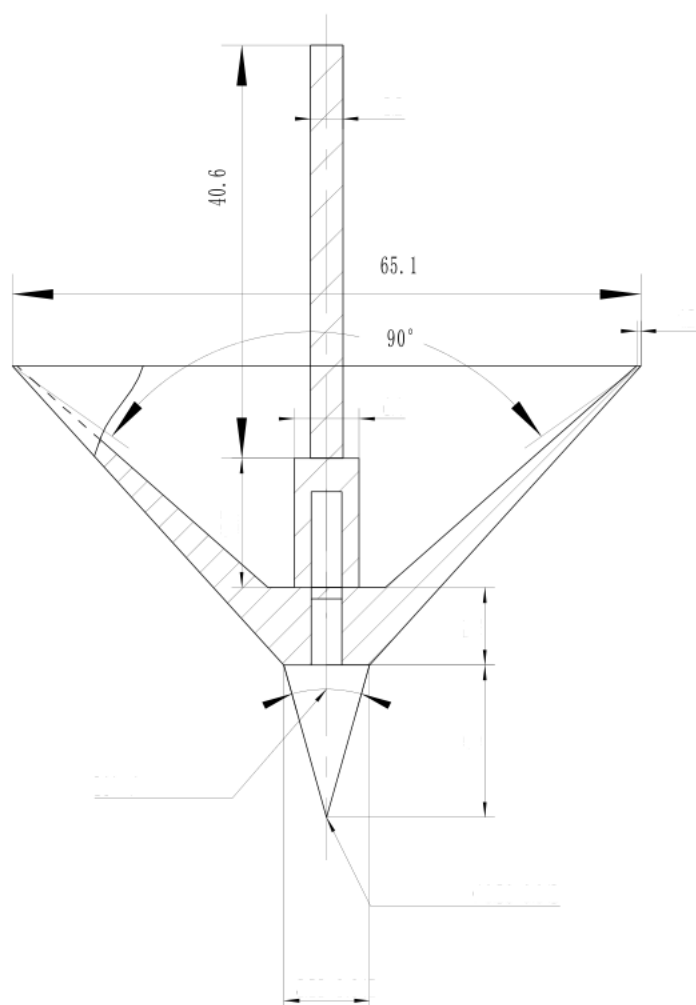
F.3.1 试验目的

测定接缝料在夏季高温时对砂石等杂物嵌入的抵抗能力。

F.3.2 仪器设备

仪器设备包括：

- a) 针入度试验仪：采用沥青针入度仪，将原仪器的标准针取下换成特制的圆锥针（图 F.3）；
- b) 锥形针质量为 150 g，外部构造如图 F.3 所示。标准针选用黄铜或不锈钢，外部为平滑饰面，其尖端选用不锈钢；
- c) 平底玻璃水浴：容积 10 L（内深大于 200 mm），0.5 L（内深大于 80 mm）各一个；
- d) 其他：秒表、温度计、恒温控制器、油浴、电炉等。



图F.3 锥形针的形状（单位：mm）

F.3.3 试验步骤

F.3.3.1 将配制好的接缝料试样900 g~1000 g放入搪瓷杯中，在油浴中加热至接缝温度，倒入直径 ϕ 70 mm、内部深度 (45 ± 1) mm的试样器里，倒满后刮平并注意排除气泡。

F.3.3.2 在相同条件下制作三个试样为一组。试样制备完毕后放在室温 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的空气中冷却1.5 h~2.0 h，将试样放在一个带孔支架上，移入恒温 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、容积10 L的水浴中，距水底不小于50 mm，距水面不小于100 mm，放置1.5 h~2.0 h。

F.3.3.3 调节针入度仪的水平，检查连杆和导轨等是否灵活。

F.3.3.4 将试样从10 L容器中取出移入容积为0.5 L，并带有一个不锈钢三脚架的平底玻璃水浴容器中。水浴中的水温应恒温至 $(25\pm 0.5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，试样表面至少应有10 mm水层。

F.3.3.5 将平底玻璃水浴容器连同试样一并放在针入度仪的平台上，慢慢放下连杆，使圆锥针尖刚好与试样表面接触，用掀钮固定连杆，拉下齿杆与连杆顶端接触，调节刻度盘指针至零。

F.3.3.6 用手紧压掀钮，同时启动秒表，圆锥针自由地落下，圆锥贯入时间为5 s时，停压掀钮，使锥针连杆固定，拉下齿杆与连杆端接触，记下针入深度（0.1 mm）。每个试样测定三个针入深度，测点之间距不应小于25 mm，测点距试样边缘不应小于13 mm。

F.3.3.7 以三个针入深度的算术平均值作为试样的测值，当其中一个深度值与中间值之差超过中间值的20 %时，试验应重做。

F.4 弹性恢复试验

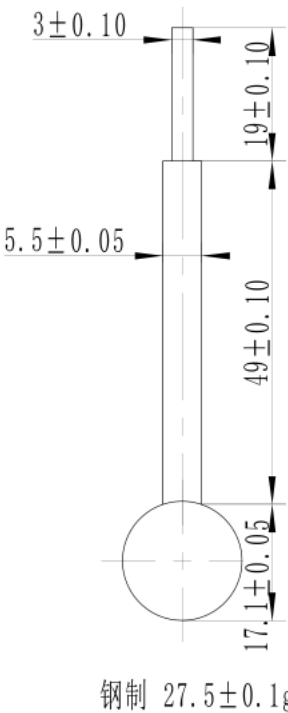
F.4.1 试验目的

测定接缝料在不同温度下的弹性。

F.4.2 仪器设备

仪器设备包括：

- a) 弹性试验仪：采用沥青针入度仪，将原仪器的标准针取下，换成特制的球针（图 F.4）；
- b) 质量为 (27.5 ± 0.1) g，如图 F.4 所示的钢球型针。将该球针安装到针入度计中使用。安装球型针后的总质量为 (75.0 ± 0.1) g；



图F.4 钢球型针（单位：mm）

- c) 试样皿：内径为 70 mm、深 45 mm，金属制成；
- d) 恒温箱：保温范围为 (25 ± 1) °C；
- e) 恒温箱：保温范围为 (90 ± 5) °C；
- f) 低温水槽：自动恒温， -10 °C；
- g) 平底玻璃水浴：容积 10 L、0.5 L 各一个；
- h) 刮刀；
- i) 秒表；
- j) 隔离剂（甘油或滑石粉）。

F.4.3 试验步骤

F.4.3.1 为避免气泡被带入到2个试样容器中,从底部开始注入足够的试样。立即切去容器上面多余的接缝料使其平整,并将其放入 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的恒温箱中养护24 h~48 h。养护后,以一个试样作为标准养护试样,在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的恒温水槽中保温1 h,进行试验。另一个试样老化后,养护后在 $90\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的恒温箱中老化 $168\text{ h}\pm 2\text{ h}$,在室温下冷却1 h,然后放入 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的恒温水箱中保温1 h后试验。

F.4.3.2 为了防止试样粘附,球型针针头必须均匀的涂上隔离剂,缓缓放下球型针,利用灯光反射,控制针尖与试样表面刚好接触,读取球针尖端与试样表面接触处的指示值 P_0 (0.1 mm)。打开针入度仪,5 s后读取 P_1 (0.1 mm),用手以均等力度将针体插入(试样)10 s使指示值再扩大100单位(此时的针入量为 P_1+100),然后锁定球型针5 s,使指示值返回到 P_0 后,取下球型针锁,使球型针恢复20 s,读取此时的恢复量 F (0.1 mm)。

F.4.3.3 在一个试样上,距离容器内壁12 mm以上相互间隔3个位置重复上述试验。

F.4.4 试验数据整理

初始贯入量和恢复率由式(F.1)、(F.2)算出。

$$\text{初始贯入量 (mm)} = (P_1 - P_0)/10 \dots\dots\dots (\text{F.1})$$

$$\text{恢复率 (\%)} = P_1 + 100 - F \dots\dots\dots (\text{F.2})$$

式中:

P_0 ——锥型针尖端与试样表面接触处的指示值 (mm);

P_1 ——初始贯入量 (mm);

F ——恢复量 (mm)。

F.5 拉伸试验

F.5.1 试验目的

测定接缝料在低温时的拉伸性能。

F.5.2 仪器设备

F.5.2.1 恒温箱

温度保持在 $(-10\pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$,对于本试验采用上盖式的方法很方便。

F.5.2.2 拉伸试验仪(如图F.5)

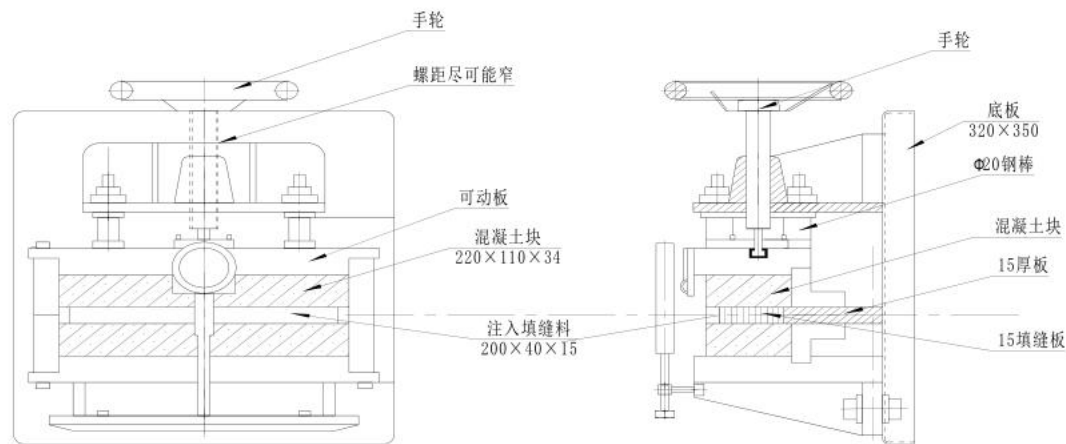
拉伸试验仪由固定在 $320\text{ mm}\times 350\text{ mm}$ 钢底板上的两个固定部和在其间移动钢棒的钢制可动板构成。在可动板和一侧的固定板上安装了用来固定后述混凝土块的夹具。并且必须备有精度为0.01 mm防水型度盘式仪表,以读取可动板活动数据。

F.5.2.3 混凝土块(2个1组)

混凝土块的厚度一旦超过35 mm就无法嵌入试验仪器,因此制作混凝土块用的模板的深度控制在34 mm左右。混凝土必须是粗骨料最大尺寸为10 mm、单位水泥量为350 kg、水灰比为0.45~0.5。骨料的粒径为:以(20~5) mm占30 %、(5~2.5) mm占20 %、(2.5~0.6) mm占25 %、0.6 mm以下占25 %为标准。

混凝土块的中心须放入2根 $\phi 9\text{ mm}\times 200\text{ mm}$ 的圆铜棒。

混凝土块在21℃的水中养护，至龄期3~5日时用磨石轻柔地打磨底部（实验面）后，养护至龄期21日后再放入110℃的干燥炉内干燥，以备试验之需。



图F.5 拉伸试验装置（单位：mm）

F.5.2.4 底胶

施工时如使用底胶，那么试验也需要，反之亦然。

F.5.2.5 封缝板

12 mm×60 mm×200 mm。

F.5.3 试验方法

F.5.3.1 将混凝土块的试验面（接触模板底部的一面）正面对着拉伸试验装置来装入，在两者之间装入封缝板并保持15 mm的间隔。施工之际如果使用底胶，则要在混凝土面和接缝板上涂沫底胶。

F.5.3.2 将接缝材注入15 mm×40 mm×200 mm的缝隙。待接缝材冷却后，用加热过的小刀将隆起的部分刮除，再将试块整体放入零下10℃的冰箱。4h后，以0.1 mm/6 min的速度拉伸。

F.5.3.3 当接缝材料从混凝土面剥脱或者接缝材料发生裂纹时测定其拉伸长度，精确到0.1 mm。

F.5.3.4 重复2次此试验操作，取其平均值。

F.6 注意事项

F.6.1 制作针入度、弹性恢复试验试样时，试样注入试样容器后，按顺序放入100℃恒温器中冷却30 min，在60℃恒温空气中冷却30 min，然后在（20±3）℃的恒温器中养护，使试样表面平滑。

F.6.2 在弹性恢复试验中使用的锥型针，必须涂硅胶类隔离剂。

附 录 G
(规范性附录)
浇注式沥青混合料贯入（度）试验

G.1 试验目的

评价浇注式沥青混合料的高温稳定性，作为浇注式沥青混合料的配合比设计的主要参数之一。

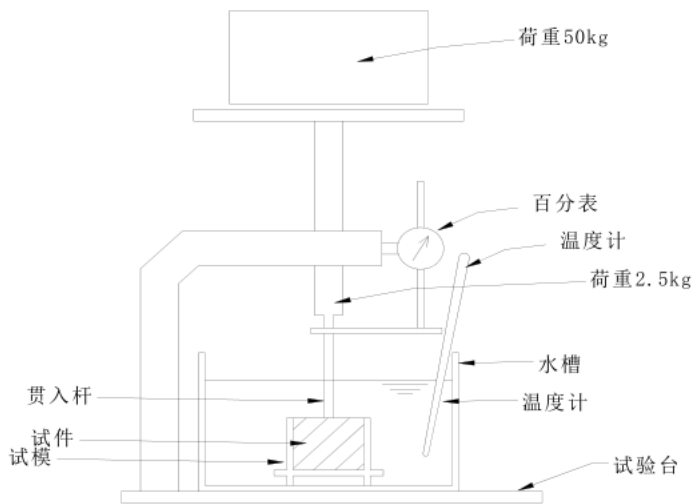
G.2 适用范围

本试验主要用于浇注式沥青混合料的高温性能评价，试件结果用于浇注式混合料配合比设计。

G.3 试验设备

试验设备包括：

- a) 试模：立方体钢制试模，试模尺寸 70.7 mm×70.7 mm×70.7 mm；
- b) 贯入度试验仪：试验荷重 (515.0±9.81) N，作用力与试件上表面相垂直，可以根据试件大小上下调整；贯入杆，钢制圆柱体，面积为 500 mm²（直径 25.2 mm）；控温水槽，水温控制范围 (40±1) °C；位移传感器，精度 0.01 mm，见图 G.1；



图G.1 贯入度试验仪

- c) 温度计：温度范围 0~100℃；
- d) 秒表；
- e) 室内拌和设备。

G.4 试验方法

G.4.1 室内混合料拌和

- G.4.1.1 拌锅升温至260℃。
- G.4.1.2 集料和矿粉混合后升温至240℃，将改性沥青材料升温至180℃。
- G.4.1.3 集料和矿粉在拌锅内干拌1 min，按重量比倒入沥青。
- G.4.1.4 浇注式混合料拌和（1~1.5）h后，温度升至（240~260）℃时，准备成型试件。

G.4.2 试件成型

- G.4.2.1 成型贯入度试件时，用薄木片轻轻敲打整平即可，不能振动，防止大粒径的集料沉底，产生离析。
- G.4.2.2 将混合料流满70.7 mm×70.7 mm×70.7 mm 的试模内，试件表面要垂直于试模并略高出试模。
- G.4.2.3 待试件冷却后，使用加热的刮刀将试件整形，使得试件高度为（70.7±1）mm。
- G.4.2.4 将试件放置在室温内冷却后脱模，脱模后试件需放置在平坦试验台上静置。

G.4.3 试验步骤

- G.4.3.1 将试样放到试验器底板上，在40±1℃水槽中保温至少60 min。
- G.4.3.2 将试件置于试验夹具内，试件中心位置贯入杆下方，且加载面垂直于加载装置。
- G.4.3.3 预压：将试验荷载重24.5 N的贯入杆作用于试件上，待10min后将位移传感器调整为零点。
- G.4.3.4 试验：将剩余试验荷载490.5 N作用于试件表面，记录1 min、2 min、3 min、5 min、10 min、20 min、30 min时贯入杆位移传感器的读数，并精确到0.01 mm。
- G.4.3.5 试验应保证平行两次试验，试验误差控制在0.02 mm以内。

G.5 试验数据整理

G.5.1 试验结果

以加载为30 min贯入量作为试验结果，取两次测定的平均值，精确到0.1 mm。

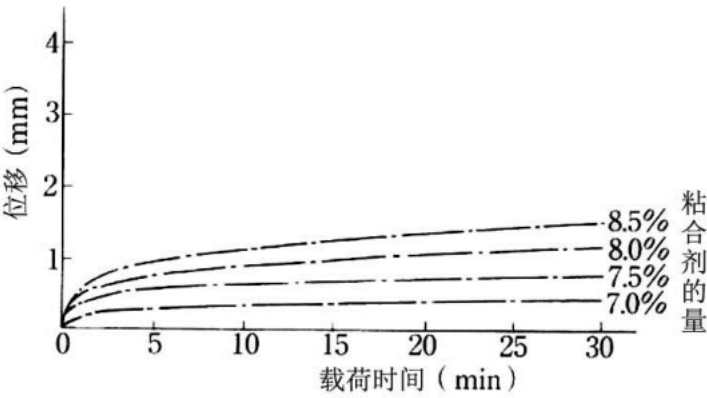
G.5.2 试验记录

记录内容应包括：

- a) 工程名称；
- b) 1 min、2 min、3 min、5 min、10 min、20 min、30 min 的竖向位移；
- c) 贯入度。

G.6 注意事项

- G.6.1 拌和成型试件时，应选择具有代表性的原材料成型试件。
- G.6.2 制作试件时，不要过分敲击。
- G.6.3 图G.2列出了荷载时间与位移的关系。由该图可知，加载1 min后的位移约占贯入量的40 %。因此认为初期的位移对贯入量有大的影响。



图G. 2 荷载时间与位移

HH

附 录 H
(规范性附录)
浇注式沥青混合料流动性试验

H.1 试验目的

用于测定浇注式沥青混合料的粘度，用铜锤沉入50mm所需要的时间来表征混合料的流动性。

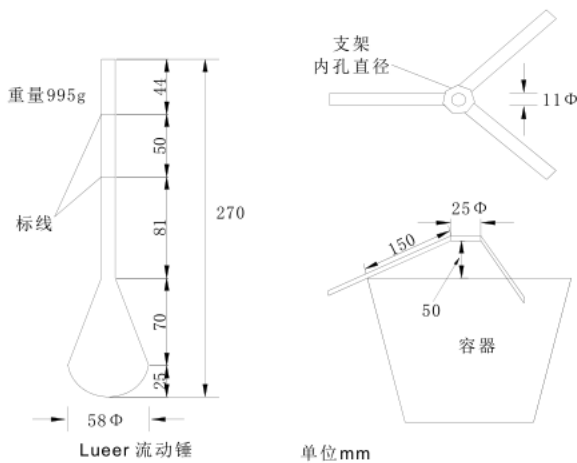
H.2 适用范围

适用于测定室内拌和的浇注式沥青混合料或者现场取样的混合料的流动性，试验结果用于配合比设计和现场施工控制。

H.3 试验设备

试验设备包括：

- a) 流动度仪：流动度仪由铜锤、支架和铁制容器组成。铜锤重 995 g，主要尺寸见图 H.1；



图H.1 流动度仪示意图

- b) 秒表；
c) 温度计：测量范围 0～300 ℃。

H.4 试验方法

H.4.1 室内拌和方法

沥青混合料的拌和按照附录G浇注式沥青混合料贯入度试验的要求拌和。

H.4.2 试验前的准备

H.4.2.1 试验用混合料需取具有代表性混合料进行试验。

H.4.2.2 混合料温度须控制在（240～260）℃。

H.4.3 试验操作

H.4.3.1 做流动度的桶和锤放入烘箱内加热至试验温度。混合料的温度如果比预定试验温度还高，用适合的用具搅拌，使其冷却至试验温度。试验锤要事先置于干燥器内或者用加热混合料的容器内进行加热。

H.4.3.2 当混合料温度降到试验温度后，将试验锤通过支架上的小孔，垂直于混合料表面放置到混合料中央表面进行试验。

H.4.3.3 放开试验锤，使其在自重条件下贯入混合料。当试验锤上刻度线通过试验孔作为试验开始计时，试验锤下刻度线通过试验孔作为试验结束。试验主要测定通过试验锤上下刻度线（5cm）通过试验孔的时间间隔，作为混合料流动性试验结果。

H.4.3.4 试验锤贯入混合料时的温度作为试验温度进行试验记录。

H.5 试验数据整理

H.5.1 配合比设计时流动性试验结果处理

配合比设计时流动性试验，在（200～260）℃试验温度范围内选择3～4个温度进行试验，记录试验温度和流动性试验结果，并绘制温度与流动性关系图，将240℃流动性试验结果作为该浇注式混凝土的流动度值。

H.5.2 施工时浇注式混合料流动性试验

施工时，报告中要报告运输车中随机抽取的试验样品的温度和流动性。

H.6 注意事项

H.6.1 在现场试验时，由于从自卸卡车倾倒出浇注式沥青混合料有可能产生离析，所以必须选取有代表性的试样。

H.6.2 对于刘埃尔流动度试验流动性小的浇注式沥青混合料，混合料更容易发生离析，所以必须充分混合后进行试验。
