

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/ T 978—2015

沥青再生处治预养护应用技术规范

Technical specification for application of asphalt rejuvenation treatment preventive
maintenance

2015 - 09 - 28 发布

2015 - 11 - 01 实施

陕西省质量技术监督局

发 布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和缩略语 1

4 材料 2

5 沥青再生处治预养护设计 4

6 沥青再生处治预养护施工 6

7 施工质量管理和验收 8

附录 A（规范性附录） pH 值测试方法 10

附录 B（规范性附录） 涂刷效果测试方法 11

附录 C（规范性附录） 洒布量检测方法 12

附录 D（规范性附录） 撒布量检测方法 13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准附录 A~D 均为规范性附录。

本标准由陕西省交通运输厅提出并归口。

本标准由西安公路研究院负责解释。

本标准起草单位：西安公路研究院。

本标准主要起草人：徐希娟、周新锋、张名成、弓锐、申来明、陈军、袁卓亚、原金国、张宗涛、李娜。

本标准首次发布。

联系信息如下：

单位：西安公路研究院

电话：029-87827253

地址：陕西省西安市高新六路 60 号

邮编：710065

沥青再生处治预养护应用技术规范

1 范围

本标准规定了沥青再生处治预养护工程术语和缩略语、材料、设计、施工及施工质量管理与验收的要求。

本标准适用于陕西省已建公路、城市道路沥青路面的预防性养护。

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。

CJJ 36 城镇道路养护技术规范

JTG E20-2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG E42-2005 公路工程集料试验规程

JTG E60-2008 公路路基路面现场测试规程

JTG H20 公路技术状况评定标准

JTG H30-2004 公路养护安全作业规程

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

沥青路面预防性养护 asphalt pavement preventive maintenance

在沥青路面结构强度满足要求、路面状况良好时对路面采取有计划的养护措施，以达到保持或提高路面使用性能、延长路面使用寿命和减少路面周期养护费用的目的。

3.1.2

沥青再生处治预养护 asphalt rejuvenation treatment preventive maintenance

在原沥青路面表层采用专用设备洒布或人工涂刷一层沥青再生处治材料，具有改善、恢复沥青路面性能或表观等作用的养护措施。

3.1.3

沥青再生处治材料 asphalt rejuvenation treatment material

以改善、恢复沥青路面表面使用性能或表观为目的的预防性养护材料。根据其成分的不同分为油溶类和乳化沥青类，其中油溶类以石油附产物为主材，乳化沥青类以乳化沥青为主材。

3.1.4

原沥青 original asphalt

实施沥青再生处治预养护前原沥青路面施工时采用的沥青。

3.1.5

老化沥青 aged asphalt

实施沥青再生处治预养护前原沥青路面路表以下 10mm 内的沥青混凝土经抽提得到的沥青。

3.1.6**再生沥青 recycled asphalt**

实施沥青再生处治预养护后沥青路面路表以下 10mm 内的沥青混凝土经抽提得到的沥青。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

PCI ——路面损坏状况指数；

PSSI ——路面强度指数；

RDI ——车辙深度指数；

RQI ——行驶质量指数；

SFC ——横向力系数；

SRI ——抗滑性能指数。

4 材料**4.1 一般要求**

4.1.1 沥青再生处治预养护使用的各种材料运至现场后应按要求取样进行质量检验，经评定合格后方可使用，不得以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场检测。

4.1.2 细砂的选择应经过认真的料源调查。不同料源、品质、规格的细砂不得混杂堆放。

4.2 沥青再生处治材料

4.2.1 沥青再生处治材料应根据气候条件、道路等级、交通性质、路面类型、施工工艺、经济性 & 当地使用经验等因素选用，经过技术论证后确定。

4.2.2 油溶类沥青再生处治材料的质量应符合表 1 的要求。

表 1 油溶类沥青再生处治材料技术要求

技术指标		技术要求	试验方法
密度 (25℃) g/cm ³		—	JTG E20—2011 (T0603)
闪点 ℃		≥60	JTG E20—2011 (T0633)
粘度 (C _{25.5}) Pa·s		1.5~4.5	JTG E20—2011 (T0621)
酸碱性 (pH 值)		6.0~8.0	附录 A
残留物含量 (<360℃) %		≥42	JTG E20—2011 (T0632)
残留物性质	针入度 (25℃, 5s, 100g) 0.1mm	≥100	JTG E20—2011 (T0604)
	延度 (25℃), cm	≥100	JTG E20—2011 (T0605)

4.2.3 乳化沥青类沥青再生处治材料应采用慢裂型或中裂型乳化沥青，其质量应符合表 2 的要求。

表 2 乳化沥青类沥青再生处治材料技术要求

技术指标		技术要求	试验方法
筛上剩余量 (1.18mm 筛) %		≤ 0.1	JTG E20—2011 (T0652)
电荷		阳离子 (+) / 阴离子 (-)	JTG E20—2011 (T0653)
破乳速度		慢裂或中裂	JTG E20—2011 (T0658)
粘度	道路标准粘度 $C_{25,3}$ s	8~20	JTG E20—2011 (T0621)
	恩格拉粘度 E_{25}	1~6	JTG E20—2011 (T0622)
蒸发残留物含量 %		≥ 50	JTG E20—2011 (T0651)
蒸发残留物 性质	针入度 (25℃, 5s, 100g) 0.1mm	45~300	JTG E20—2011 (T0604)
	延度 (15℃) cm	≥ 40	JTG E20—2011 (T0606)
	溶解度 (三氯乙烯) %	≥ 97.5	JTG E20—2011 (T0607)
贮存稳定性	5d %	≤ 5	JTG E20—2011 (T0655)
	1d %	≤ 1	

4.3 细砂

4.3.1 细砂宜采用黑矿砂或机制砂，不应采用天然砂。

4.3.2 细砂应洁净、干燥、无杂质，并具有适当的颗粒级配。

4.3.3 细砂质量应符合表 3 的要求。

表 3 细砂质量要求

技术指标		技术要求	试验方法
表观相对密度		≥ 2.5	JTG E42—2005 (T0328)
含水量 %		≤ 1	JTG E42—2005 (T0332)
砂当量 %		≥ 70	JTG E42—2005 (T0334)
坚固性 (粒径大于 0.3mm) %		≥ 12	JTG E42—2005 (T0340)
粒度范围	$< 0.6\text{mm}$ %	100	JTG E42—2005 (T0351)
	$< 0.15\text{mm}$ %	5~15	
	$< 0.075\text{mm}$ %	0~5	

4.4 水

水一般可采用饮用水，不得含有有害物质和其他污染物，遇有可疑水源时，应进行试验鉴定。

5 沥青再生处治预养护设计

5.1 原路面技术状况调查与评估

在实施沥青再生处治预养护前，应对实施路段的路面技术状况进行调查，并分别按 CJJ 36、JTG H20 的相关要求对实施路段的路面技术状况进行评估。

5.2 沥青再生处治预养护适用条件

5.2.1 实施沥青再生处治预养护路段原路面的路况指标应符合表 4 的要求，各项技术指标应符合 JTG H20 的相关要求。

表 4 公路原路面路况标准

项目	技术指标	高速公路	一级公路	二级公路	三、四级公路
路面损坏状况	PCI	≥80	≥80	≥75	≥70
路面行驶质量	RQI	≥80	≥80	≥75	≥70
路面车辙	RDI	≥80	≥75	≥70	--
路面结构强度	PSSI	≥80	≥75	≥70	≥65
路面抗滑性能	SRI	≥80	≥80	≥70	--

5.2.2 城市道路实施沥青再生处治预养护路段原路面的路况指标应符合表 5 的要求，各项技术指标应符合 CJJ 36 的相关要求。

表 5 城市道路原路面路况标准

项目	技术指标	快速路	主干路	次干路	支路
路面损坏状况	PCI	≥75	≥70	≥70	≥65
路面行驶质量	RQI	≥3.0	≥2.8	≥2.8	≥2.6
路面结构强度	路面结构强度等级	足够	足够	足够或临界	足够或临界
路面抗滑性能	SFC	≥37	≥35	≥35	≥33

5.2.3 沥青再生处治预养护前应在各项路况指标符合规定的前提下对原路面进行破损状况评估，原路面破损分级指标应符合表 6 的要求。出现表 6 规定之外的各类损坏时，应先处治后再进行沥青再生处治预养护。

表 6 原路面破损状况标准

损坏类型	分级	定义	分级指标
龟裂	轻	初期裂缝，裂区无变形、无散落，缝细	0.2m<主要块度≤0.5m， 主要缝宽≤2mm
块状裂缝	轻	缝细，裂缝区无散落	大部分块度>1.0m， 主要缝宽≤3mm
纵向裂缝	轻	缝细，裂缝壁无散落或有轻微散落，无支缝或有少量支缝	缝宽≤3mm
横向裂缝	轻	缝细，裂缝壁无散落或有轻微散落	主要缝宽≤3mm

表 6 原路面破损状况标准（续）

损坏类型	分级	定义	分级指标
松散	轻	路面细集料散失、脱皮、麻面、露骨等表面损坏	—
车辙	轻	变形较小	车辙深度 $\leq 15\text{mm}$

5.2.4 实施沥青再生处治预养护前应进行旧路面沥青路用性能检测，钻芯取样后取表层 10mm 内的沥青混凝土抽提回收老化沥青，当老化沥青性能满足表 7 要求时，宜对该路段进行沥青再生处治预养护。其中，沥青路面性能对比试验应按 JTG E60—2008 中 T0901 的要求钻取路面芯样，每组芯样不少于 6 件，打磨掉原沥青混凝土表层 1mm 后按要求厚度切片；取样总量应满足 3 项沥青常规性能试验的需求；沥青芯样切片应按 JTG E20—2011 中 T0726 或 T0727 的相关要求回收；并应分别按 JTG E20—2011 中 T0604、T0605 和 T0606 的相关要求进行沥青常规性能检测。

表 7 原路面沥青变化要求值

单位为%

项目	要求值 (老化沥青指标/原沥青指标) $\times 100$
针入度比 (25℃, 5s, 100g)	≤ 80
延度比 (15℃, 5cm/min)	≤ 70
软化点比 (环球法)	≥ 110

5.3 沥青再生处治材料用量

5.3.1 沥青再生处治材料用量应根据路面技术状况、构造深度、使用年限、老化沥青性能等条件确定，并以老化沥青性能为主要依据。其用量应符合表 8 的要求，其中，推荐用量指沥青再生处治材料应采用稀释前材料用量。

表 8 沥青再生处治材料推荐用量

路面老化程度要求值 (老化沥青针入度指标/原沥青针入度指标) $\times 100$ %	沥青再生处治材料推荐用量 kg/m ²
70 < 要求值 ≤ 80	0.15 ~ 0.20
50 $\leq$ 要求值 ≤ 70	0.20 ~ 0.25
要求值 < 50	0.25 ~ 0.30

5.3.2 对交通量大的路面，沥青再生处治材料用量应依据路面构造深度、孔隙率和沥青含量综合确定。孔隙率大或贫油路面宜适当增加沥青再生处治材料用量；构造深度较小、孔隙率小或富油路面宜适当减少沥青再生处治材料用量。

5.3.3 对高速公路、一级公路和城市快速路、主干路的整路段实施沥青再生处治预养护时，应根据沥青老化程度初步确定沥青再生处治材料用量，并按附录 C 的要求进行试验路段的试洒布，根据试洒布效果确定沥青再生处治材料用量和施工方案；规模较小的预养护工程宜根据路面使用年限，参照同类路面

沥青再生处治预养护的经验初步确定沥青再生处治材料用量，并按附录 B 的要求采用不同的材料用量进行涂刷试验，确定最终用量。

5.3.4 对抗滑性能不满足要求的路段实施沥青再生处治预养护时，应撒布细砂。采用黑矿砂，细砂用量宜为 $0.3\text{kg}/\text{m}^2 \sim 0.5\text{kg}/\text{m}^2$ ；采用机制砂，细砂用量宜为 $0.5\text{kg}/\text{m}^2 \sim 0.8\text{kg}/\text{m}^2$ 。

6 沥青再生处治预养护施工

6.1 一般要求

6.1.1 施工前应根据路面现状、交通状况及气候条件按表 8 的要求确定沥青再生处治材料用量和施工方案。

6.1.2 正式开工前，应封闭交通，组织施工机械、车辆和人员入场，摆放安全作业标志。

6.1.3 施工现场应设专人管理交通，施工地段应按 JTG H30-2004 的相关要求布置施工作业区；夜间施工应有足够的照明设备。

6.1.4 不应在气温低于 10°C 、雨天、路面潮湿的情况下施工；不得在污染的路面上施工。

6.1.5 施工应确保安全，做好劳动保护措施。

6.1.6 施工中应注意对原有道路设施的保护，不应污染原有道路设施。

6.2 施工准备

6.2.1 施工前应检查各种材料的来源和质量。对沥青再生处治材料及细砂，供货单位应提供由符合资质要求的检测单位出具的合格试验检测报告。

6.2.2 施工前应对材料的存放场地做好防雨和排水工作。进场的各种材料的来源、品种和质量均应符合相关要求。不符合要求的材料不得进场。

6.2.3 施工前应对洒布车、撒砂机、胶轮压路机等施工机械进行调试，对机械设备的配套情况、技术性能、传感器计量精度准确性等进行检查与标定，并得到监理工程师或业主代表的认可。

6.2.4 正式开工前，应对沥青再生处治材料现场取样进行质量检验，并按附录 B 的要求进行涂刷效果测试；应在规定的期限内向监理工程师或业主代表提供合格的检测报告，待取得正式认可后方可开工。

6.2.5 施工前应将路面清扫干净，并用强力空气喷吹设备清除裂缝中的砂石及垃圾。对于机器设备无法清理的地方，应采用人工方式辅助清理。

6.2.6 施工前应对符合使用要求和设计规定予以保留的交通标线、突起路标及其他路面设施，采取覆盖塑料胶膜等保护措施。对不符合使用要求和设计规定不予保留的交通标线、突起路标及其他路面设施应按以下要求进行处理：

- a) 对不予保留的交通标线可直接进行沥青再生处治材料的洒布与涂刷；
- b) 对不予保留的突起路标及其他路面设施，应在洒布与涂刷沥青再生处治材料之前清除，并修复因此损坏的路面。

6.2.7 沥青再生处治预养护的施工工艺流程见图 1。

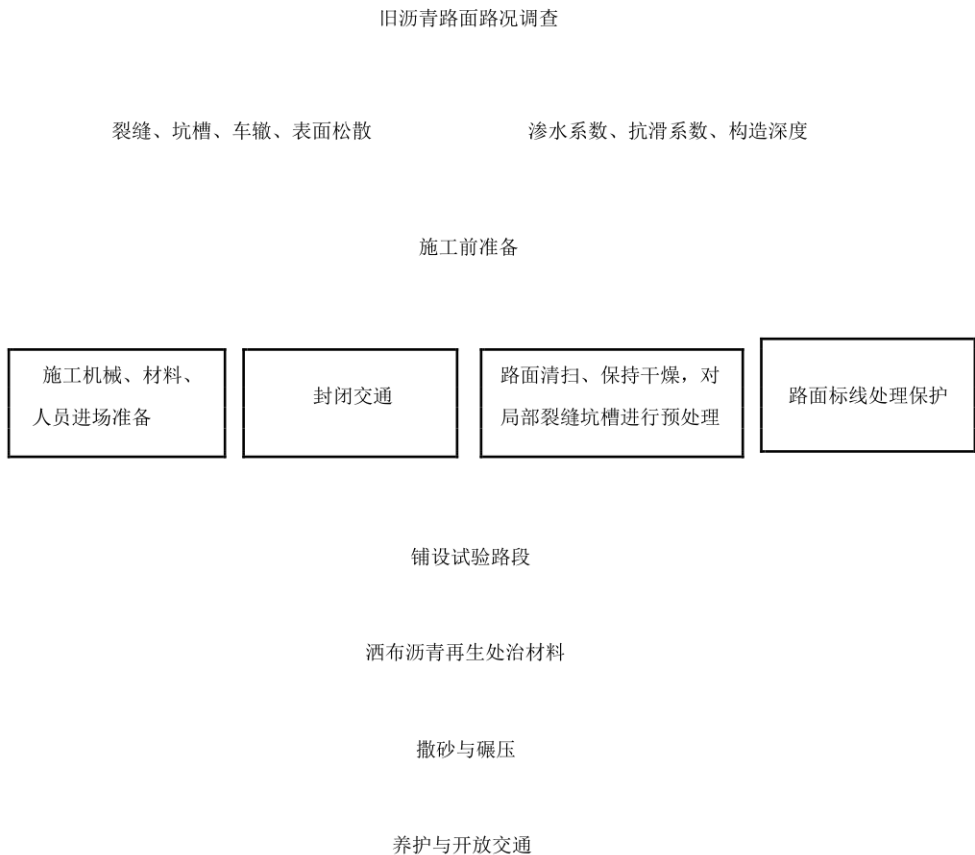


图 1 沥青再生处治预养护的施工工艺流程图

6.3 试验路段

- 6.3.1 高速公路、一级公路和城市快速路、主干路的路段实施沥青再生处治预养护，宜选取不小于整车道 100m 的试验路段进行试洒布。
- 6.3.2 试验段洒布前，应按表 8 要求的沥青再生处治材料用量范围确定不少于 2 种~3 种数值的用量进行试验段试洒布。
- 6.3.3 试验段洒布后应按附录 C 的相关要求检查路面洒布的均匀性，并按 JTG E60 中的相关要求检查路面的渗水系数、抗滑系数和构造深度，确定材料用量、施工参数和质量控制措施；并应向监理工程师或业主代表递交试验段试洒布评价报告，获得批准后方可正式施工。

6.4 洒布与涂刷

- 6.4.1 沥青再生处治预养护施工宜采用具有精确计量系统的专用洒布车，小规模施工或局部施工可采用小型手动高压喷洒设备。机械洒布应在干燥、洁净的路面上按下列要求进行：
- a) 喷洒设备的容器罐应配有搅拌装置，以防止沥青再生处治材料的离析。喷洒系统宜配有挡板，防止喷洒过程中材料飞溅；在靠近中央分隔带作业时，应对路缘石等小型构件进行防污染保护；
 - b) 喷洒设备应配有过滤器，防止材料不均匀阻塞管道或喷嘴；
 - c) 洒布车洒油喷管应高度适宜，喷嘴与洒油喷管应成 15°~30° 夹角，喷嘴应无堵塞，能产生高冲击力的扇形喷雾，洒布时同一个点应有 2 个或 3 个喷嘴喷洒，喷雾应分布均匀。喷洒管道宜选用金属材质，喷嘴宜选用外螺纹接头喷嘴；

d) 洒布时应及时调整洒布车的洒布速度，严格控制洒布量，确保在整个洒布宽度范围内洒布的均匀性和准确性；

e) 洒布过程中应校核沥青再生处治材料用量；若实际用量与设计用量差超过-5%~+10%，则应及时调查原因，重新调整洒布量；

f) 洒布完成后，应人工将路面边角空白及花白处均匀补涂。

6.4.2 小面积低等级道路或人行道、广场、停车场等无法使用机械作业的区域，沥青再生处治预养护可采用人工涂刷的方式在干燥的路面上按下列要求施工：

a) 应准备适量的手提胶桶和适用的长毛滚筒刷，将沥青再生处治材料倒入或泵入手提胶桶内，并准确称量其重量；

b) 应按选定的桶装重量，准确地将路面划分为若干小段，分组分段进行退步式滚涂作业，将适量的沥青再生处治材料均匀涂刷在路面上；

c) 局部有病害的路块应处理后涂刷。

6.5 撒砂与碾压

应按下列要求进行撒砂碾压施工：

a) 洒布或涂刷沥青再生处治材料后应立即采用机械或人工方式均匀撒布细砂；

b) 必要时，撒砂后应采用胶轮压路机碾压 1 遍~2 遍；

c) 在开放交通前应清理路面浮砂。

6.6 开放交通

6.6.1 施工结束后应及时清理施工现场，并对已实施路面进行保护。

6.6.2 施工结束后应揭去覆盖在交通标志线上的塑料胶膜，并按设计要求重新划设交通标志线，设置突起路标及其他路面设施。

6.6.3 待路面干透，手按路面无粘结感时方可开放交通。

7 施工质量管理和验收

7.1 质量管理

7.1.1 沥青再生处治预养护施工应加强施工质量管理。运至施工现场的材料，应进行现场质量检验。

7.1.2 施工过程中应对施工质量进行检查，其检查项目、方法、频率及要求应符合表 9 的要求。

表 9 施工过程中工程质量的控制标准

检查项目	质量要求或允许偏差	试验方法	检查频率
沥青再生处治材料洒布量 kg/m ²	设计值的-5%~设计值的+10%	附录 C	每车 1 次， 每个工作日不少于 2 次
细砂撒布量 kg/m ²	设计值的-5%~设计值的+5%	附录 D	每车 1 次， 每个工作日不少于 2 次
外观质量	均匀一致	目测	全线连续

7.2 工程验收

7.2.1 沥青路面实施沥青再生处治预养护结束 90 天后应进行工程验收，其检查项目、方法、频率及要求应符合表 10 的要求。

表 10 交工检查与验收质量标准

检查项目		质量要求或允许偏差	试验方法	检查频率
渗水系数 mL/min		小于 30mL/min 的合格率应不低于 90%， 小于 50mL/min 的合格率应不低于 100%	JTG E60—2008 (T0971)	每 200m 1 处
构造深度 mm		不小于实施沥青再生处治预养护之前 同路段路面构造深度的 90%	JTG E60—2008 (T0961)	每 200m 1 处
摩擦系数摆值 BPN		与实施沥青再生处治预养护之前同路 段路面的摆值相比降低值不超过 3BPN	JTG E60—2008 (T0964)	每 200m 1 处
再生 沥青 性能	针入度比 (25℃, 5s, 100g) %	≥ 20	JTG E20—2008 (T0604)	每项工程 1 次
	延度比 (15℃, 5cm/min) %	≥ 25	JTG E20—2008 (T0605)	每项工程 1 次
	软化点比 (环球法) %	≤ -10	JTG E20—2008 (T0606)	每项工程 1 次
注：对实施沥青再生处治预养护结束 90 天后的路面钻芯取样，取表层 10mm 内的沥青混凝土抽提回收再生沥青 进行沥青性能试验，再生沥青性能指标按 $[(\text{再生沥青指标} - \text{老化沥青指标}) / \text{老化沥青指标}] \times 100$ 计算。				

7.2.2 沥青再生处治预养护工程完工后，外观质量鉴定应符合下列要求：

- a) 外观应均匀一致，无积油、油斑现象；
- b) 洒布（涂）层应无片状剥落、外层脱落、表面破裂或碎片。

附 录 A
(规范性附录)
pH 值测试方法

A.1 pH 值测试方法

A.1.1 沥青再生处治材料运至施工现场后，应取样测试其 pH 值。

A.1.2 pH 值测试应按如下步骤进行：

- a) 将 200g 蒸馏水注入 20g 沥青再生处治材料样本内；
- b) 在 60℃条件下用玻璃棒以 5r/s 的速度搅拌混合液 30min 后，静置 5min；
- c) 冷却至 25℃后，采用 pH 试纸测试上部的清水，测得的 pH 值应为 6.0~8.0。

附 录 B
(规范性附录)
涂刷效果测试方法

B.1 涂刷效果测试方法

B.1.1 将沥青再生处治材料样本按设计用量均匀地涂刷在 1m^2 拟实施沥青再生处治预养护的沥青路面上(每批次沥青再生处治材料 1 组),待自然干燥。

B.1.2 试涂刷沥青路面完全干燥后应进行下列观测和试验:

- a) 涂刷前后路面表观形态对比:原老化沥青路面一般呈灰白色,而涂刷过的路面颜色较深且均匀;
- b) 用水浇在已涂刷的路面上,该路面应表现出憎水性,水呈珠粒状或形成薄层水膜;
- c) 测定已涂刷的路面的渗水系数、抗滑系数,通过调整设计用量以满足要求,以此作为最佳用量指导施工。

附 录 C
(规范性附录)
洒布量检测方法

C.1 洒布量检测方法

C.1.1 仪器和材料

检测用以下仪器和材料:

- a) 搪瓷盘;
- b) 电子天平: 量程 20kg, 感量 0.1g;
- c) 干燥细砂。

C.1.2 洒布量检测步骤

洒布量检测应按如下步骤进行:

- a) 在搪瓷盘中铺一层干燥细砂, 并将细砂摊平, 砂面以不超过搪瓷盘高度为宜, 然后用电子天平称重, 重量记为 m , 精确至 0.1g;
- b) 将上述称重的搪瓷盘置于待施工路面的行车道中央;
- c) 在正常施工条件下, 喷洒设备经过搪瓷盘, 在搪瓷盘表面均匀留下一层沥青再生处治材料后, 立即取走搪瓷盘, 用电子天平称重, 重量记为 m , 精确至 0.1g;
- d) 沥青再生处治材料洒布量按公式 (C.1) 计算:

$$Q = \frac{m_2 - m_1}{A} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- Q ——沥青再生处治材料洒布量, 单位为克每平方米 (g/cm^2);
- m_2 ——洒布后搪瓷盘、砂与沥青再生处治材料的总质量, 单位为克 (g);
- m_1 ——洒布前搪瓷盘与砂的总质量, 单位为克 (g);
- A ——搪瓷盘的面积, 单位为平方厘米 (cm^2)。

- e) 至少应平行试验两组, 计算所放置的各搪瓷盘测定值的平均值。当两个测定值的误差均不超过平均值的 10%时, 取这两个数据的平均值作为试验结果。

附 录 D

（规范性附录）

撒布量检测方法

D.1 撒布量检测方法

D.1.1 仪器和材料

检测用以下仪器和材料：

- a) 纸板：尺寸为 100cm×100cm；
- b) 电子天平：量程 20kg，感量 0.1g。

D.1.2 撒布量检测步骤

撒布量检测应按如下步骤进行：

- a) 采用电子天平对纸板称重，重量记为 m ，精确至 0.1g；
- b) 将上述称重的纸板置于待施工路面的行车道中央；
- c) 在正常施工条件下，撒布设备经过纸板后，在纸板表面均匀留下一层细砂，立即取走纸板，用电子天平称重，重量记为 m ，精确至 0.1g；
- d) 细砂撒布量按公式 (D.1) 计算：

$$Q' = \frac{m_2 - m_1}{10000} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

Q' ——细砂撒布量，单位为克每平方米（g/cm²）；

m_2 ——撒布后纸板与细砂的总质量，单位为克（g）；

m_1 ——撒布前纸板的质量，单位为克（g）。

- e) 至少平行试验两组，计算所放置的各纸板测定值的平均值。当两个测定值的误差不超过平均值的 10%时，取这两个数据的平均值作为试验结果。