

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB32/ T 3821—2020

公路养护工程排水沥青路面技术规范

Technical Specifications of Porous Asphalt Pavement for Highway Maintenance
Engineering

2020 - 07 - 14 发布

2020 - 08 - 14 实施

江苏省市场监督管理局 发布

目 次

前言.....	IV
1 范围.....	5
2 规范性引用文件.....	5
3 术语定义和符号.....	5
3.1 排水沥青路面.....	5
3.2 排水沥青混合料.....	6
3.3 双层排水沥青路面.....	6
3.4 高黏度添加剂.....	6
3.5 高黏度改性沥青.....	6
3.6 玄武岩光斑现象.....	6
3.7 渗水系数.....	6
3.8 渗透系数.....	6
4 设计.....	6
4.1 一般规定.....	7
4.2 既有路面调查.....	7
4.3 排水沥青路面面层设计.....	8
4.4 防水黏结层.....	9
4.5 结构验算.....	9
4.6 排水设计.....	9
4.7 标线设计.....	10
5 材料.....	10
5.1 一般规定.....	10
5.2 沥青.....	11
5.3 粗集料.....	12
5.4 细集料.....	13
5.5 填料.....	13
5.6 纤维稳定剂.....	14

5.7 防水黏结层材料.....	15
5.8 双层排水沥青路面层间结合材料.....	16
5.9 渗透性树脂.....	16
6 配合比设计.....	16
6.1 一般规定.....	16
6.2 排水沥青混合料技术要求.....	16
6.3 目标配合比设计.....	18
6.4 生产配合比设计.....	18
6.5 生产配合比验证.....	18
7 施工.....	19
7.1 一般规定.....	19
7.2 施工准备.....	19
7.3 既有路面病害处治.....	19
7.4 防水黏结层施工.....	19
7.5 混合料的拌制.....	20
7.6 混合料的运输.....	20
7.7 混合料的摊铺.....	21
7.8 混合料的压实及成型.....	21
7.9 双层排水沥青路面施工.....	21
7.10 接缝.....	21
7.11 透水标线施工.....	22
7.12 交通控制.....	22
8 施工质量控制与检查.....	22
8.1 一般规定.....	22
8.2 施工前的材料与设备检查.....	22
8.3 施工过程中的质量管理与检查.....	23
9 交工检查与验收.....	27
9.1 一般规定.....	27
9.2 交工阶段排水沥青路面的质量检查与验收.....	27
附录 A (规范性附录) 排水沥青层厚度设计	29
附录 B (规范性附录) 高黏度改性沥青的室内制备方法	31
附录 C (规范性附录) 玄武岩光斑现象试验方法	32

附录 D（规范性附录）	排水沥青混合料真空塑封密度试验方法	35
附录 E（规范性附录）	自动式电子渗水仪渗水系数测定方法	37
附录 F（规范性附录）	排水沥青路面层间拉拔强度试验方法	38

前 言

本标准按GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由江苏省交通运输厅提出并归口。

本标准主要起草单位：江苏交通控股有限公司、江苏高速公路工程养护技术有限公司、交通运输部公路科学研究院、中路高科（北京）公路技术有限公司。

本标准主要起草人：吴赞平，曹东伟，徐海虹，江瑞龄，茅荃，李明亮，赵明方，范勇军，李洪刚，平树江，周金强，朱新春，宋江春，许斌，王景荣，陆海珠，郑俊秋，李俊，刘帆，卢传忠，杨振海，段宝东，朱连照，符适。

公路养护工程排水沥青路面技术规范

1 范围

本标准规定了养护工程排水沥青路面面层的设计、材料、配合比设计、施工、施工质量控制与检查和交工检查与验收等内容。

本标准适用于江苏省公路沥青路面养护工程排水沥青路面的设计与施工。

2 规范性引用文件

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

JTG D50 公路沥青路面设计规范；
JTG D82 公路交通标志和标线设置规范；
JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程；
JTG F20 公路路面基层施工技术细则；
JTG F40 公路沥青路面施工技术规范；
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程；
JTG H30 公路养护安全作业规程；
JTG 3450 公路路基路面现场测试规程；
JTG 5142 公路沥青路面养护技术规范；
JTG 5210 公路技术状况评定标准；
JTG 5421 公路沥青路面养护设计规范；
JTG/T D33 公路排水设计规范；
JT/T 860.2 沥青混合料改性添加剂第2部分:高黏度添加剂。

3 术语和定义

下列术语和定义适用本文件。

3.1

排水沥青路面 porous asphalt pavement

表面层为压实后空隙率 18%以上的排水沥青层（porous asphalt course, PAC）、路表水可渗入排水沥青层并横向排出的路面类型。

3.2

排水沥青混合料 porous asphalt mixture (PA)

压实后空隙率在18%以上，能够在混合料内部形成排水通道的沥青混合料，它是一种以粗集料按照嵌挤机理形成的具有骨架—空隙结构的开级配沥青混合料。

3.3

双层排水沥青路面 two-layer porous asphalt pavement

排水沥青层由上、下两层排水沥青混合料铺筑而成的路面，通常上层相比下层厚度较薄，公称最大粒径较小。

3.4

高黏度添加剂 high viscosity additive (HVA)

以高分子聚合物为主要成分，为提高沥青绝对黏度、增强沥青与集料之间的黏结性能为目的，经过一定工艺合成并制备成为均匀颗粒状的改性材料。

3.5

高黏度改性沥青 high viscosity modified asphalt (HVMA)

通过掺加高分子材料制备，具有较高动力黏度，满足排水沥青混合料强度、抗飞散、抗水损害等性能要求的改性沥青。

3.6

玄武岩光斑现象 Sonnenbrand of basalt

反映玄武岩在自然条件作用下的风化、变质状况。其表象为长时间高温加热后，石料表面出现斑点和裂纹，进一步变化会产生表层石料剥落，严重时会出现较大的裂纹和骨料断裂。也称作光照剥离现象。

3.7

渗水系数 permeability coefficient

在规定的初始水头压力下，单位时间内渗入排水沥青路面规定面积的水的体积，以ml/min计。

3.8

渗透系数 permeation coefficient

在常水头压力下，单位时间内透过规定面积的水流的速度，以cm/s计。

4 设计

4.1 一般规定

- 4.1.1 排水沥青路面适用于年平均降雨量大于 600mm 的地区，以及对路面排水或降低噪声有特殊需求的高速公路、控制出入条件好的其他等级公路。
- 4.1.2 排水沥青路面可用于公路沥青路面预防养护和修复养护。预防养护和修复养护工程排水沥青路面连续长度不宜低于 1km。
- 4.1.3 对于易积水、存在安全隐患的路段，或者存在交通噪声污染的路段，可使用排水沥青路面进行专项养护。专项养护路段长度可根据实际情况确定。
- 4.1.4 双层排水沥青路面适用于年平均降雨量大于 1000mm 的地区，或者对降低交通噪声有较高需求的路段。
- 4.1.5 排水沥青路面结构组合一般由排水沥青层、防水黏结层和下承层组成。下承层应具有较强的抗车辙、抗开裂、抗疲劳和抗水损害性能。
- 4.1.6 对于功能性修复工程，可采用直接加铺排水沥青面层或表面层铣刨、回铺排水沥青层的结构形式。对于结构性修复工程，应在既有路面面层或基层处治后，加铺排水沥青层。

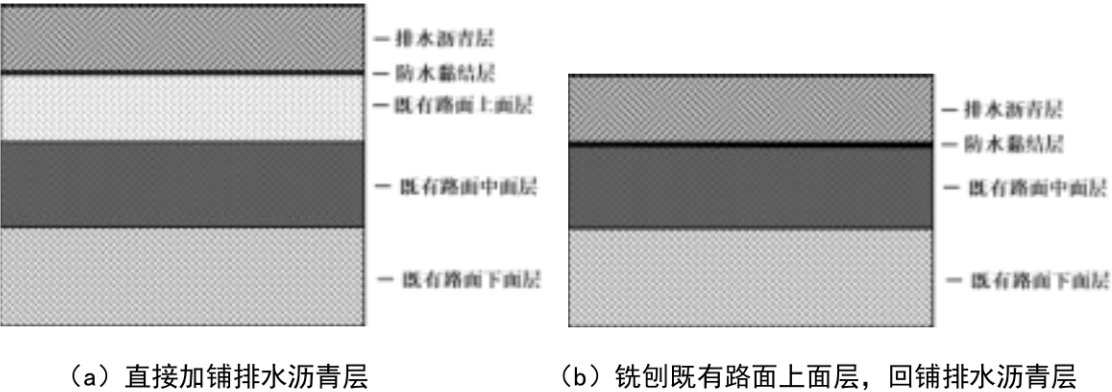


图1 功能性修复养护排水沥青路面结构示例

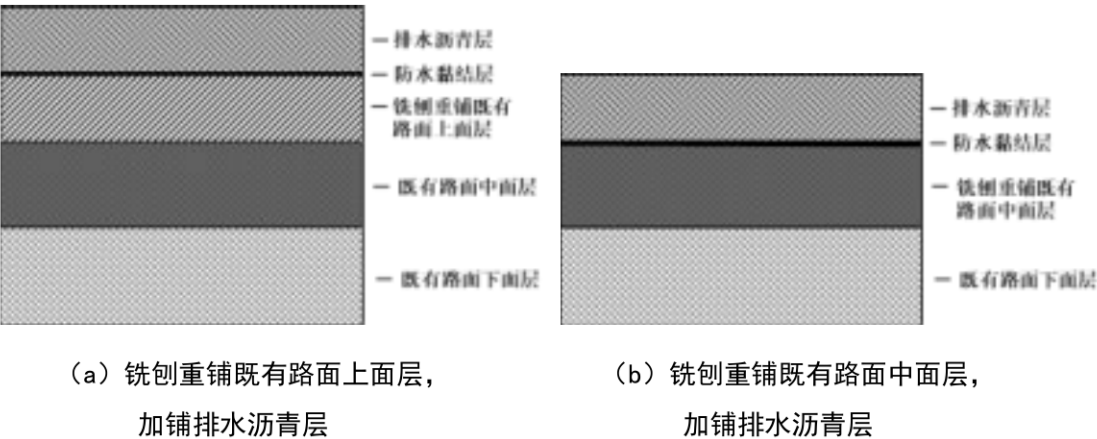


图2 结构性修复养护排水沥青路面结构示例

- 4.1.7 预防养护宜采用 PAC-10 罩面或经过试验验证的其它细粒式薄层排水沥青罩面。

4.2 既有路面调查

- 4.2.1 依据《公路沥青路面养护设计规范》(JTG 5421) 及江苏省相关地方标准、规定开展既有路面病害调查、状况评估和原因分析，初步判断养护工程类型。

4.2.2 对于结构性修复养护,应在充分进行病害诊断之后,依据《公路沥青路面养护设计规范》(JTG 5421)、《公路沥青路面养护技术规范》(JTG 5142)进行既有路面结构养护对策设计。可按照下列规定进行既有沥青路面性能评价:

整体结构性能:采用弯沉和无侧限抗压强度诊断既有路面整体结构稳定性。当路面弯沉盆测试指标 D20-D60 大于 22.3μm,且基层无侧限抗压强度小于 11MPa 时,应进行基层处治设计。其中,D20 为距离弯沉中心点 20cm 位置处测点的竖向变形量,D60 为距离弯沉中心点 60cm 位置处测点竖向变形量。

高温性能:采用小型公路路面芯样加速加载(MMLS3)、动态蠕变等试验方法,结合交通量情况,判断既有路面高温稳定性,评价标准如表 1 所示。当既有路面不满足对应交通量下的任意一种评价标准时,应进行沥青面层处治设计,可根据车辙贡献率和变形率计算、汉堡车辙、多序列动态蠕变试验等方法综合判断处治深度。

表1 高温稳定性评价标准

试验方法	试验条件	评价指标	评价标准	适应的交通量
加速加载试验 (MMLS3)	65℃浸水, 0.7MPa	加载 10 万次后变 形量	6.0mm	3~10×10 ⁶ ESAL
			5.0mm	10~30×10 ⁶ ESAL
			4.0mm	≥30×10 ⁶ ESAL
动态蠕变试验	54℃, 0.7MPa	流变指数	53	3~10×10 ⁶ ESAL
			190	10~30×10 ⁶ ESAL
			740	≥30×10 ⁶ ESAL

横向裂缝病害及抗开裂性能:采用横缝间距计算、半圆弯曲试验等方法判断既有路面横向裂缝病害状态及抗开裂性能。当存在以下条件之一时,应进行沥青面层处治设计,可根据裂缝发生和发展层位设计处治深度:

横向裂缝间距小于 20m。计算方法如下:

横向裂缝间距 $TCS = \frac{\text{评价路段长度}}{\text{横缝条数}}$ (1)

25℃预切缝半圆弯曲试验的临界应变能小于 0.3kJ/m²。

4.2.3 对于功能性修复养护,应进行局部病害处治设计。

对网裂、龟裂、重度裂缝、坑槽等病害宜采用铣刨、重铺路面的方案;

对于车辙深度小于 8mm 的路面,可直接加铺排水沥青面层;对于车辙深度大于 8mm 的路面,宜采用铣刨既有路面沥青面层的方式处理,并根据车辙深度确定铣刨深度;

除以上病害之外的路面损坏,应根据《公路沥青路面养护技术规范》(JTG5142)的规定进行处治。

4.3 排水沥青路面面层设计

4.3.1 单层排水沥青路面宜采用 PAC-13 排水沥青层结构,厚度宜为 40mm~50mm。

4.3.2 双层排水沥青路面结构的排水沥青层宜由集料最大粒径较小的上排水层和集料最大粒径较大的下排水层组成。常用的结构组合形式为 PAC-10/PAC-16、PAC-10/PAC-13 和 PAC-13/PAC-20。应根据结构组合形式选择路面厚度,上排水层厚度宜为 20~40mm,下排水层厚度宜为 35~60mm。

- 4.3.3 对于预防养护工程，排水沥青层厚度不宜大于 25mm。
4.3.4 对路面排水性能有特殊需求的路段，可按照附录 A 进行排水沥青层厚度设计。

4.4 防水黏结层

- 4.4.1 在排水沥青层和下承层之间应设置防水黏结层，防水黏结层宜采用热洒改性沥青类材料，厚度宜为 5~10mm。
4.4.2 应急车道直接加铺排水沥青面层时可采用改性乳化沥青类材料。
4.4.3 热洒改性沥青洒布量宜为 $1.5 \sim 2.2 \text{ kg/m}^2$ ，并撒布集料粒径为 3~5mm 或 5~10mm 的预裹覆沥青碎石，预裹覆沥青碎石的覆盖率应不低于 60%，预裹覆沥青碎石的用油量为 0.2%~0.6%。
4.4.4 改性乳化沥青类材料的洒布量宜为 $0.3 \sim 0.6 \text{ kg/m}^2$ (以纯沥青计)。

4.5 结构验算

- 4.5.1 排水沥青路面结构的材料参数确定、结构验算应依据现行《公路沥青路面养护设计规范》(JTG 5421)、《公路沥青路面设计规范》(JTG D50) 有关规定执行。
4.5.2 排水沥青混合料 20℃、10Hz 的动态模量宜采用《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20) T0738 “沥青混合料单轴压缩动态模量试验”的方法实测确定，也可参照 3000MPa~6000MPa 范围取值。空隙率为设计上限时，动态模量可取下限值；空隙率为设计下限时，动态模量可取上限值。排水沥青混合料的泊松比取为 0.4。
4.5.3 养护工程排水沥青路面设计使用年限应综合考虑交通状况、路面使用性能、养护目标等因素进行选择，作为路面结构验算的计算参数。设计使用年限应参照《公路沥青路面养护设计规范》(JTG 5421) 有关规定选用，有特殊要求时可适当调整。

4.6 排水设计

- 4.6.1 排水沥青路面的路面排水系统由排水沥青层和边缘排水设施组成。水文与水力计算可参考现行《公路排水设计规范》(JTG/T D33)。
4.6.2 养护工程排水沥青路面边缘排水设施应充分利用现有排水系统。
4.6.3 双向六车道以上(含六车道)路面、变坡点和长陡坡路段应按照附录 A 中 A.2.3 和 A.2.4 的方法验算饱和入渗强度、临界水膜厚度及轮迹带水膜厚度。如果轮迹带水膜厚度大于临界水膜厚度，应通过增加排水沥青层厚度或采用双层排水路面结构等方式提高排水性能。
4.6.4 当采用铣刨重铺、双层排水沥青路面等结构形式，排水沥青层底面标高低于土路肩表面标高时，应在应急车道外侧设置纵向导水槽，土路肩设置喇叭状横向汇流口。导水槽及汇流口深度应与排水沥青层厚度相同。导水槽宽度不宜小于 10cm。汇流口间距不宜大于 20m，喇叭口首端宽度宜为 75cm，末端宽度宜为 20cm。导水槽与汇流口底面、侧壁应进行防水处治。

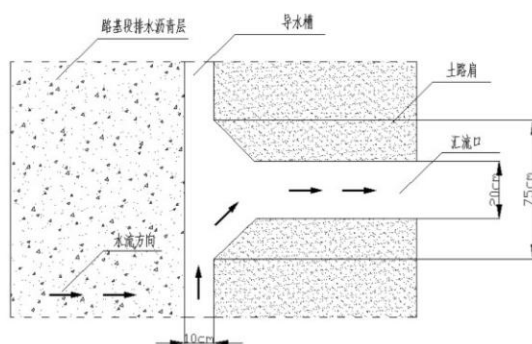


图3 土路肩排水设施示意



图4 土路肩汇流口

4.6.5 桥面铺筑排水沥青路面，应充分利用现有排水系统。桥头伸缩缝与墙式护栏交接处，可在高程较低一侧设置横向泄水口。



图5 伸缩缝与墙式护栏交接处泄水口

4.6.6 桥面与路基段路面或排水沥青层与既有路面交接处因高程过渡设置顺坡段时，应在顺坡段应急车道外侧设置纵向导水槽，在顺坡段中部及末端土路肩设置喇叭状横向汇流口。喇叭口尺寸要求与 4.6.4 相同。

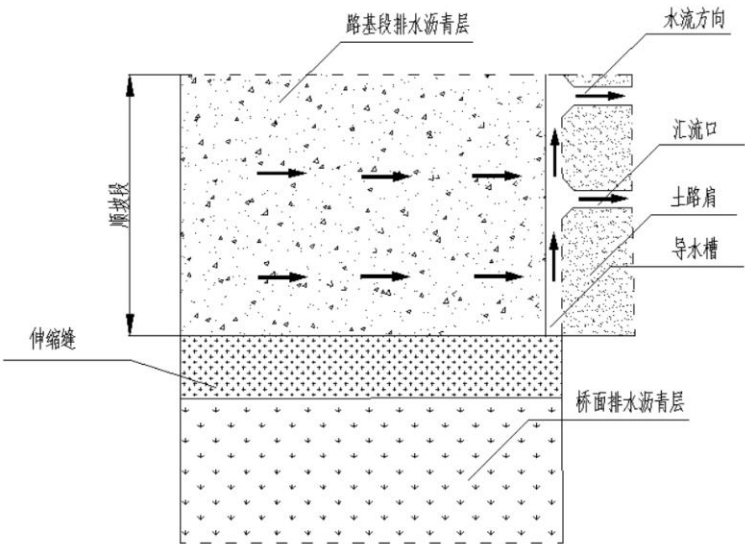


图6 顺坡段排水设施示意

4.7 标线设计

- 4.7.1 排水沥青路面标线类型可分为点状透水标线、絮状透水标线和普通热熔标线。
- 4.7.2 左侧车行道边缘线可采用热熔标线或者透水标线，其它车道标线宜采用透水标线。

5 材料

5.1 一般规定

- 5.1.1 路面材料应在经过料源调查的基础上选择，宜就地取材；开采时应注意环境保护。

5.1.2 排水沥青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。不得以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场检测。

5.2 沥青

5.2.1 排水沥青路面应采用高黏度改性沥青。高黏度改性沥青应符合表 2 的技术要求。

表2 高黏度改性沥青技术要求

指 标		技术要求	试验方法
针入度（25℃，100g，5s）,0.1mm		≥40	T 0604
软化点（T _{R&B} ），℃		≥90	T 0606
延度（5℃，5cm/min），cm		≥30	T 0605
溶解度, %		≥99	T 0607
布氏黏度（170℃），Pa·s		≤3	T 0625
动力黏度（60℃），Pa·s	中等及轻设计交通荷载等级	5×10 ⁴ ~10 ⁶	T 0620
	重设计交通荷载等级及以上	2×10 ⁵ ~10 ⁶	
黏韧性（25℃） ¹ ，N·m		≥25	T 0624
韧性（25℃） ¹ ，N·m		≥20	T 0624
弹性恢复（25℃），%		≥95	T 0662
贮存稳定性离析 ² ，48h 软化点差，℃		≤2.5	T 0661
闪点，℃		≥230	T 0611
相对密度(25℃)		实测记录	T 0603
RTFOT 后残留物 ³			T 0609
质量变化，%		≤±1.0	
残留针入度比(25℃)，%		≥65	T 0604
残留延度(5℃)，cm		≥20	T 0605
注 1：由于测试方法等问题，目前黏韧性和韧性作为选择性指标进行检测；			
注 2：本指标仅适用于成品高黏度改性沥青；			
注 3：老化试验以 RTFOT 为标准，也可以由 TFOT 代替。			

5.2.2 采用高黏度改性添加剂直投法拌制排水沥青混合料时,可采用 A 级 70 号沥青、A 级 90 号沥青或 SBS 改性沥青 I-C 级、I-D 级作为基质沥青。选择适宜的高黏度改性添加剂掺加比例,按照附录 B 的规定制备高黏度改性沥青,所制备的高黏度改性沥青应符合表 2 的技术要求。

5.2.3 制备成品高黏度改性沥青时，应选择与改性剂配伍性良好的基质沥青，基质沥青宜采用 A 级 70 号沥青或 A 级 90 号沥青。

5.2.4 高黏度添加剂应符合《沥青混合料改性添加剂第 2 部分:高黏度添加剂》(JT/T 860.2)的技术要求。所制备的高黏度改性沥青或高黏度改性沥青混合料应满足本规范规定。

5.3 粗集料

5.3.1 粗集料宜选用玄武岩或辉绿岩；粗集料应均匀、洁净、干燥；其技术指标应符合表 3 要求。

表3 排水沥青混合料用粗集料技术要求

试验项目		技术要求		试验方法
光斑现象 ¹	块石光斑现象	无灰色/白色星型斑点或放射型发丝状细裂缝		附录 C
	集料质量损失，%	≤1.0		
	冲击值损失增加，%	≤5.0		
	磨耗值损失增加，%	≤8.0		
软石含量，%		≤1.0		T 0320
坚固性，%		≤8		T 0314
压碎值，%		≤18		T 0316
高温压碎值 ² ，%		≤20		T0316
洛杉矶磨耗损失，%		≤20		T 0323
磨光值（PSV）		潮湿区	≥42	T 0321
		湿润区	≥40	
沥青黏附性		5 级		T 0654
水洗法<0.075mm 颗粒含量，%		≤1		T 0310
表观相对密度		≥2.70		T 0304
毛体积相对密度		≥2.60		T 0304
吸水率，%		≤2.0		T 0307
针片状含量	混合料，%	≤12		T 0312
	其中粒径大于 9.5mm，%	≤10		T 0312
	其中粒径小于 9.5mm，%	≤12		T 0312
注 1：试验项目可选择块石光斑现象、集料质量损失、冲击值损失、磨耗值损失其中一项进行。采用玄武岩石料作为排水沥青路面粗集料，应进行光斑现象的检测；采用其它类型石料时，也宜进行光斑现象检测。				
注 2：将装有试样的压碎值试验仪和压柱一起放入 190℃±2℃的烘箱内保温 2 小时后，取出试样立即按照现行《公路工程集料试验规程》(JTG E42) 中 T0316 的标准进行试验，测试压碎值。所有试验操作应在 5 分钟内完成。				

5.3.2 粗集料形状宜接近立方体，规格应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）规定，通过 4.75mm 筛孔的质量百分率宜在 10%以下。

5.4 细集料

5.4.1 细集料可采用石屑或机制砂，不应采用天然砂；细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质；其技术指标应符合表 4 要求。

表4 细集料技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
表观相对密度	≥2.60	T 0328
坚固性 (>0.3mm 部分), %	≤3	T 0340
含泥量 (小于 0.075mm 含量), %	≤3	T 0333
砂当量, %	≥60	T 0334
亚甲蓝值, g/kg	≥1.5	T 0349
棱角性 (流动时间法), s	≥30	T 0345

5.4.2 排水沥青路面细集料的级配组成应符合表 5 要求。

表5 细集料级配范围

公称粒径 (mm)	通过各个筛孔的质量百分率 (%)						
	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
0~3	100	90~100	60~90	25~60	8~45	0~25	0~10

5.5 填料

5.5.1 填料应采用石灰岩磨细的矿粉，不得采用回收粉或粉煤灰；填料应干燥、洁净、无风化、无杂质；其技术指标及规格应符合表 6 要求。

表6 矿粉技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
表观相对密度	≤2.60	T 0352
含水量, %	≤1	T 0103
外观	无团粒结块	观察
亲水系数	≥0.8	T 0353

塑性指数 ¹ , %		≤4.0	T 0354
加热安定性		无明显变化	T 0355
粒度范围, %	<0.60mm	100	T 0351
	<0.30mm	95~100	
	<0.15mm	90~100	
	<0.075mm	75~100	

注：1. 试验检测矿粉时，实测塑性指数保留1位小数进行评价。

5.5.2 为提高混合料抗剥落性，可使用消石灰或水泥替代部分矿粉，添加量不宜超过矿粉用量的50%。

5.6 纤维稳定剂

5.6.1 重载交通情况下宜使用纤维作为增塑稳定剂材料。可采用聚合物纤维、玄武岩纤维等。其技术指标应分别符合表7和表8要求。

表7 聚合物纤维技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
耐热性, 210℃, 2h	体积、颜色无明显变化	JT/T 534
断裂强度, MPa	≥500	GB/T 3916
断裂伸长率, %	≥15	GB/T 3916
长度, mm	6±1, 9±1	GB/T 14336
直径, μm	15±5	GB/T 10685

表8 玄武岩纤维技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
耐热性, 断裂强度保留率, %	≥85	JT/T 776.1, GB/T 7690.3
断裂强度, MPa	≥2000	GB/T 7690.3
断裂伸长率, %	≤3.1	GB/T 7690.3
吸油率, %	≥50	JT/T 776.1
含水率, %	≤0.2	GB/T 9914.1
可燃性	不可燃	JT/T 776.1

长度, mm	6±1, 9±1	JT/T 776.1
直径, μm	16±1	GB/T 7690.5

5.7 防水黏结层材料

5.7.1 热洒改性沥青类防水黏结层应采用橡胶沥青、SBS 改性沥青 I-C 级及 I-D 级。橡胶沥青应符合表 9 的技术要求。SBS 改性沥青 I-C 级及 I-D 级的技术要求应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的有关规定。

5.7.2 改性乳化沥青防水黏结层材料应符合表 10 的技术要求。

表9 防水黏结层橡胶沥青技术要求

项目	技术要求	试验方法
针入度 (25℃, 100g, 5s), 0.1mm	≥25	T 0604
软化点 $T_{R\&B}$, °C	≥60	T 0606
布氏黏度 (180℃), Pa.s	2.0~4.0	T 0625
弹性恢复 (25℃), %	≥70	T 0662
延度 (5℃), cm	≥5	T 0605

表10 改性乳化沥青技术要求

项目		技术要求	试验方法
		PCR ¹	
破乳速度		快裂或中裂	T 0658
粒子电荷		阳离子 (+)	T 0653
筛上剩余量 (1.18mm), %		≤0.1	T 0652
与矿料的黏附性, 裹覆面积, 不小于		≥2/3	T 0654
沥青标准黏度 C25,3, s		12~25	T 0621
163℃蒸发残留物	含量, %	≥60	T 0651
	针入度 (25℃, 100g, 5s), 0.1mm	50~80	T 0604
	软化点, °C	≥55	T 0606
	延度 (5℃, 5cm/min), cm	≥25	T 0605

储藏稳定性	1d, %	≥1.0	T 0656
	5d, %	≥5.0	
	低温储存稳定性 ²	无粗颗粒、无结块	T 0656
注 1: PCR 品种为喷洒工艺使用的乳化沥青品种;			
注 2: 当改性乳化沥青需要在低温冰冻条件贮存或使用时, 需要检测本指标。			

5.8 双层排水沥青路面层间结合材料

5.8.1 双层排水沥青路面层间结合材料宜采用改性乳化沥青, 用量宜为 0.15 kg/m²~0.3kg/m² (以纯沥青计)。改性乳化沥青应符合表 10 的技术要求。

5.9 渗透性树脂

5.9.1 在冷接缝及易发生飞散的位置, 宜涂刷渗透性树脂材料增强排水沥青路面抗飞散能力。渗透性树脂应符合表 11 的技术要求。

表11 渗透性树脂技术要求

技术指标	单位	技术要求	试验方法
抗拉强度 (23℃), MPa	MPa	≥3.0	GB/T 16777
断裂伸长率 (23℃), %	%	≥100	GB/T 16777
吸水率, %	-	≤0.3	GB/T 1034

6 配合比设计

6.1 一般规定

6.1.1 排水沥青混合料配合比设计时应考虑排水功能和力学性能的平衡, 设计空隙率应根据降雨情况、路线坡度以及抗飞散性能等综合因素确定。有条件时宜调研已有工程的配合比设计和使用情况, 借鉴成功经验进行设计。

6.1.2 排水沥青混合料配合比设计应包括目标配合比设计、生产配合比设计以及生产配合比验证三个阶段。

6.2 排水沥青混合料技术要求

6.2.1 排水沥青混合料应采用马歇尔试验配合比设计方法, 沥青混合料技术要求应符合表 12 的规定。

表12 排水沥青混合料技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
马歇尔试件击实次数, 次	双面各击实 50 次	T 0702

空隙率 ¹ , %	18~25	T 0708 体积法
	17~23	附录 D
稳定度, kN	≥5.0	T 0709
残留稳定度, %	≥85	T 0709
冻融劈裂残留强度比 (TSR), %	≥80	T 0729
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失, %	≤0.8	T 0732
肯塔堡飞散试验的混合料损失, %	≤15	T 0733
浸水肯塔堡飞散试验的混合料损失, %	≤20	T 0733
车辙试验动稳定度, 次/mm	≥5000	T 0719
低温弯曲试验破坏应变, με	≥2500	T 0715
渗水系数 (车辙板) ² , mL/min	≥5000	T0730 或附录 E
注 1: 真空密封法空隙率常用值为 18%~20% (体积法为 20%~22%), 寒冷地区可适当降低。体积法检测结果离散性较大, 有条件时宜采用真空密封法, 当条件不允许时, 也可采用体积法代替。		
注 2: 渗水仪空渗时间宜为 2.5~3s, 或采用自动式电子渗水仪。		

6.2.2 排水沥青混合料室内制作应按规定的温度、步骤进行操作, 拌和时间不少于 3min, 以保证混合料拌和均匀、所有矿料颗粒全部裹覆沥青胶结料为宜。

6.2.3 排水沥青混合料的设计级配范围应符合表 13 的规定。

表13 排水沥青混合料级配范围

筛孔尺寸 (mm)	通过量 (%)			
	PA-10	PA-13	PA-16	PA-20
26.5	-	-	-	100
19.0	-	-	100	95~100
16.0	-	100	90~100	-
13.2	100	90~100	60~90	64~84
9.5	80~100	40~71	40~60	-
4.75*	8~28	10~30	10~26	10~31
2.36*	5~15	9~20	9~20	10~20
1.18	5~12	7~17	7~17	7~17

0.60	4~10	6~14	6~14	6~14
0.30	4~9	5~12	5~11	5~11
0.15	4~8	4~9	4~9	4~9
0.075	3~6	3~6	3~5	3~5
注：*排水沥青混合料空隙率设计关键筛孔。				

6.3 目标配合比设计

6.3.1 排水沥青路面目标配合比设计应符合下列规定：

- a. 确定目标空隙率；
- b. 设计级配符合表 13 规定的范围；
- c. 在级配范围内试配 3 组不同关键筛孔通过率的矿料级配作为初选级配。

6.3.2 配合比设计时，宜根据 14 μ m 沥青膜厚度和集料表面积预估沥青用量，其计算模型为：

- a. 估算沥青用量（%）= 假定膜厚 $\times$ 集料表面积 $\times$ 沥青密度（g/cm³）/10；
- b. 集料表面积（m²/kg）=（0.41a+0.41b+0.82c+1.64d+2.87e+6.14f+12.29g+32.77h）/10²
式中：
a、b、c、d、e、f、g、h 分别表示 19mm、4.75mm、2.36mm、1.18mm、0.6mm、0.3mm、0.15mm 和 0.075mm 筛孔的通过百分率，%。

6.3.3 按照初选配合比分别成型马歇尔试件，每组试件不少于 4 个，检验空隙率和马歇尔稳定度。空隙率和马歇尔稳定度应符合表 12 的技术要求。

6.3.4 在混合料空隙率与目标空隙率的差值为 $\pm 1\%$ 的范围内，优选一组接近目标空隙率的级配，按 $\pm 0.5\%$ ， $\pm 1\%$ 变化沥青用量，分别进行析漏试验、空隙率和飞散试验；将试验结果绘制成图，以混合料飞散损失结果曲线拐点对应的沥青用量为最小沥青用量（OAC₁），以沥青析漏损失曲线拐点对应的沥青用量为最大沥青用量（OAC₂）；在 OAC₁~OAC₂ 范围内，选择试件表面无沥青析出，试件空隙率与目标空隙率接近，且相对较高的沥青用量作为最佳沥青用量 OAC。

6.3.5 以确定的矿料级配和最佳沥青用量拌制沥青混合料，分别对表 12 中各技术指标进行试验验证，各项指标应符合表 12 的技术要求。不符合要求时，应调整沥青用量或矿料级配，重新拌和沥青混合料进行试验，直至符合要求为止。

6.3.6 在各项指标均符合要求的情况下，出具目标配合比设计报告。

6.4 生产配合比设计

6.4.1 根据目标配合比初步设定各冷料仓供料比例上料；对拌合机筛分后的各热料仓取样，并进行筛分，根据热料仓筛分结果合成级配曲线；以冷料、热料供料大体均衡以及合成级配尽量接近目标配合比级配为原则，确定各热料仓最终的配合比例。

6.4.2 取目标配合比设计的最佳沥青用量 OAC、OAC $\pm 0.3\%$ 三个沥青用量进行混合料室内拌制，选择混合料空隙率与目标配合比空隙率的差值不超过 $\pm 1\%$ 、肯塔堡飞散试验混合料损失较低时的沥青用量为最佳沥青用量。采用所选择的最佳沥青用量进行拌和机试拌并验证混合料性能，混合料性能指标应符合表 12 的要求。最终确定的最佳沥青用量与目标配合比设计的结果的差值不宜大于 $\pm 0.2\%$ 。

6.4.3 确定热料仓的比例和生产配合比的最终沥青用量后，出具生产配合比的设计报告。

6.5 生产配合比验证

- 6.5.1 按照确定的生产配合比生产混合料铺筑试验段，试验段长度不宜少于 300m。
- 6.5.2 取拌合机拌和及现场摊铺的混合料进行性能试验，混合料性能指标应符合表 12 的要求，并验证生产配合比与目标配合比混合料性能的一致性。根据抽提、筛分试验结果分析拌和机对配合比控制的准确性。
- 6.5.3 对铺筑的试验路段应进行现场测试，检验排水沥青路面空隙率的均匀性，存在明显缺陷时，应找出原因，进行必要的工艺调整。
- 6.5.4 根据试验段试验检测数据分析生产配合比的适用情况，进一步复核调整工艺参数、施工机械的操作方式以及施工缝的处理方式等。
- 6.5.5 试验段的质量检查频度应比正常施工时增加一倍。试铺结束后，施工单位应提交试铺段总结报告。

7 施工

7.1 一般规定

- 7.1.1 排水沥青路面施工时，应对施工过程进行严格控制，保证混合料拌和、摊铺及压实的质量。
- 7.1.2 排水沥青路面不得在雨、雪天气时施工，施工时的环境温度不应低于 10℃。
- 7.1.3 公路养护工程修建排水沥青路面，应采用封闭半幅车道，借道施工的方法进行交通组织。

7.2 施工准备

- 7.2.1 沥青在贮运、使用及存放过程中应具有良好的防水措施。成品高黏度改性沥青存储应定时进行搅拌，宜采用自动控制搅拌装置。
- 7.2.2 高黏度添加剂材料应注意防水、防潮保管。排水沥青混合料集料存储场地应硬化。集料应搭棚防水、防扬尘。
- 7.2.3 当排水沥青面层与相邻路面存在高差时，应在摊铺前对排水沥青路面下承层进行渐变厚度铣刨，消除铺筑排水沥青面层后与相邻路面的高差。

7.3 既有路面病害处治

- 7.3.1 对病害的处治应计划周密，做好材料准备，保证各工序之间的衔接。对裂缝、坑槽、车辙、沉陷等需将既有路面面层挖除后进行机械修补作业的病害，宜当日开挖当日修补。病害处治
- 7.3.2 对路面进行铣刨处治时，应准确控制铣刨深度，相邻铣刨作业面的高差不宜大于 5mm。铣刨结束后，应将表面和裂缝内的灰尘、松散颗粒清理干净，确保铣刨裸露面洁净和干燥。
- 7.3.3 病害处治工艺应符合现行《公路沥青路面养护技术规范》（JTG 5142）的规定。凡重新做面层的，其技术要求应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的规定；凡重做基层的，其技术要求应符合现行《公路路面基层施工技术规范》（JTG F20）的规定。

7.4 防水黏结层施工

- 7.4.1 施工防水黏结层前，应对下承层沥青路面渗水情况进行调查评价，调查部位及方法按表 14 执行。对下承层表面不密实、渗水较大的部位，宜采用局部挖补、回填或喷洒改性乳化沥青等措施进行处理。

表14 渗水情况调查部位及方法

检查项目	频度	试验方法
外观	全线	人工调查、记录
裂纹或裂缝	全线	人工调查、记录
渗水系数	表面混合料离析及路肩边缘等薄弱部位；桥面	按 JTG 3450 中 T0971 测定

7.4.2 防水黏结层施工前应检查下承层表面的清洁状态，对表面灰尘、杂物及松散材料等进行清除。

7.4.3 热洒改性沥青防水黏结层宜采用沥青碎石同步洒布车进行施工。同步洒布车应以适宜的作业速度匀速行驶，根据材料的洒布温度，以预设的洒布量进行洒布。碎石和沥青的洒布量应匹配。采用胶轮压路机紧跟洒布车碾压 2~5 遍，压至碎石稳定。

7.4.4 改性乳化沥青防水黏结层应采用沥青洒布车进行施工，根据预设的洒布量进行喷洒。材料洒布量要求较大时，可通过多次洒布以满足要求。待改性乳化沥青完全破乳后，方可进行排水沥青层的施工。

7.4.5 防水黏层施工结束后，在混合料摊铺前严禁行人和车辆通行。

7.5 混合料的拌制

7.5.1 排水沥青混合料拌和设备应采用间歇式沥青混合料拌和机。全部生产过程应由计算机自动控制。

7.5.2 排水沥青混合料生产温度应按照表 15 控制。出料温度高于 195℃的沥青混合料应废弃处理。

表15 排水沥青混合料生产温度控制(℃)

类型	成品高黏度改性沥青加热温度	改性沥青加热温度	基质沥青加热温度	矿料温度	混合料出料温度
排水沥青混合料（直投式复合改性）	-	160~175	150~165	185~210	170~185
排水沥青混合料（成品高黏度改性沥青）	170~180	-	-		

7.5.3 排水沥青混合料拌和时间根据具体情况经试拌确定，应以混合料拌和均匀、所有矿料颗粒全部裹覆沥青胶结料为度，无花白料、无结团成块或严重的粗、细集料分离现象。间歇式拌和机每盘的生产周期不宜少于 60s，其中干拌时间不应少于 10s，湿拌时间不应少于 35s。

7.5.4 添加纤维稳定剂时，可采用机械或人工投放纤维。纤维宜与集料同时投放，干拌时间不宜少于 15s，纤维在混合料拌和过程中应分散均匀。

7.5.5 采用直投式复合改性高黏度改性沥青时，高黏度添加剂可与粗集料或沥青同时投放。宜采用带称量功能的自动装置进行投放，也可采用带有监控装置的人工投放工艺。

7.5.6 排水沥青混合料应随拌随用，不宜存储。

7.6 混合料的运输

7.6.1 运料车应采取保温、防雨及防污染措施。

- 7.6.2 运料车车厢壁面和底板应涂薄层隔离剂。装料前，运料车不得有隔离剂余液积聚在车厢底板。隔离剂不宜采用柴油等对沥青溶解性较强的油类。
- 7.6.3 运料车辆不得污染已开放交通的排水沥青路面。运料车严禁在防水黏结层或黏层上紧急制动、掉头。为防止运料车轮胎与防水黏结层粘连，可在轮胎上喷洒隔离剂。
- 7.6.4 排水沥青混合料运输时长不宜超过 6h。
- 7.6.5 排水沥青混合料到场温度应由专人逐车检测，到场温度不应低于 160℃。

7.7 混合料的摊铺

- 7.7.1 排水沥青混合料摊铺可采用一台摊铺机全幅摊铺或多台联合摊铺。车行道施工宜采用非伸缩式摊铺机，通过铺筑试验段确定摊铺机夯锤的振动设置参数；摊铺机螺旋布料器对接处宜加装反向叶片及防离析挡板。
- 7.7.2 排水沥青混合料摊铺温度不宜低于 155℃。
- 7.7.3 摊铺前应根据松铺厚度及路面纵、横坡度调整好摊铺机。摊铺机开始摊铺前，应将熨平板预热至 120℃ 以上，摊铺过程中应开动熨平板的夯锤。
- 7.7.4 采用联合摊铺方式时，两台摊铺机前后行走间距宜为 5~10m，搭接宽度控制在 50~100mm。开始摊铺后，应随时检查两台摊铺机对接横坡。接缝位置应避开车道轮迹带。
- 7.7.5 摊铺机应缓慢、均匀、连续不间断地摊铺。速度宜控制在 2~3m/min 范围内，弯道等特殊路段宜降低至 1~2m/min。
- 7.7.6 在路面狭窄部分、平曲线半径过小的匝道或加宽部分宜采用小型摊铺机摊铺。中央开口带、三角带等不具备机械摊铺条件的位置可采用人工摊铺。

7.8 混合料的压实及成型

- 7.8.1 按初压、复压、终压三个阶段进行。压路机从外侧向中心碾压，由低处向高处碾压，轮迹始终与道路中心线平行，相邻碾压带重叠 50~100mm。
- 7.8.2 初压应采用 11~13t 钢轮压路机，复压宜采用 20t 以上的胶轮压路机，终压宜采用 11~13t 钢轮压路机。
- 7.8.3 初压应在混合料摊铺后紧跟进行，压实温度控制在 150℃~165℃，静压 3~6 遍，不得产生推移、开裂。初压后观察平整度、路拱，发现问题及时作适当调整。
- 7.8.4 表面温度为 80~90℃ 时进行复压，可采用胶轮压路机压实 1~2 遍。为防止较高温度下胶轮压路机粘轮，宜采用隔离剂喷淋装置。在不影响路面空隙、无泛油的前提下，可适当增加胶轮压路机碾压遍数。
- 7.8.5 终压宜采用钢轮压路机静压 1~2 遍进行收面。
- 7.8.6 压路机行驶速度应保持均匀一致。压路机不得在未碾压成型的混合料和刚碾压成型的路面上转向，也不得停留在高于 80℃ 且已压实成型的路面上。压路机在操作或静止时，应采取有效措施防止油料、润滑脂或其它杂质落于路面。
- 7.8.7 钢轮碾压造成排水沥青混合料粗集料表面沥青膜脱落的，当天应采用改性乳化沥青洒布 1~2 遍，洒布量为 0.10~0.15kg/m²（以纯沥青计）。

7.9 双层排水沥青路面施工

- 7.9.1 双层排水沥青路面上、下排水层的施工过程及控制指标与上述单层排水沥青路面相同。
- 7.9.2 对于双层排水沥青路面的上、下排水层之间设置黏层的情况，应参照本规范第 7.4.5 条中相关的规定进行施工，在下排水层表面全幅洒布黏层材料。

7.10 接缝

- 7.10.1 横向接缝应采用平接缝。摊铺前应对铣刨面涂刷改性乳化沥青（残留物大于 60%）2~3 遍。摊铺前宜对接缝面加热，使新铺路面与已铺路面密切结合。
- 7.10.2 在横向施工缝开始施工时，应控制路面平整度，不宜人工补料调整平整度，同时要及时碾压，防止料温损失无法压实。
- 7.10.3 纵向接缝应避开车道的轮迹带位置，而且应与下承层纵向接缝错开 20cm 以上。纵向接缝宜采用热接缝。条件不允许时，可采用“冷+热”方式。采用“冷+热”接缝时，摊铺前应对接缝面进行处理，涂刷改性乳化沥青（残留物大于 60%）或渗透性树脂等其它黏结材料 2~3 遍。排水沥青面层施工后，纵向接缝表面可喷洒改性乳化沥青或渗透性树脂等其它黏结材料进行补强。

7.11 透水标线施工

- 7.11.1 透水标线材料在容器中应无结块、结皮现象，宜于搅拌。
- 7.11.2 透水标线材料宜根据施工要求及当地气候条件进行适当的调整。
- 7.11.3 标线材料固化后应无斑点、起泡、粘贴等现象，涂膜颜色、外观应与样板规定一致。
- 7.11.4 透水标线应不黏胎，干燥时间不应大于 35min。
- 7.11.5 其它涉及的标线施工内容应符合现行《公路交通标志和标线设置规范》（JTG D82）的有关规定。

7.12 交通控制

- 7.12.1 排水沥青路面施工结束后，应养生 48h 以上，方允许开放交通。
- 7.12.2 施工车辆通行时，应保证轮胎洁净；人员通行时，应防止泥土污染。

8 施工质量控制与检查

8.1 一般规定

- 8.1.1 排水沥青路面施工应采用动态质量管理，强化事前和过程控制。
- 8.1.2 宜引入信息化手段进行关键施工指标及过程的自动采集和记录。
- 8.1.3 所有质量检验和管理的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，应如实记录和保存，严禁编造、随意修改质量管理的原始记录和数据。

8.2 施工前的材料与设备检查

- 8.2.1 对拟定使用的各种材料应提前检查来源和质量。对于沥青、集料等重要材料，供货单位应提交检验报告。宜检查集料生产单位的生产条件、加工机械、覆盖层的清理情况。
- 8.2.2 各种材料在施工前应以“批”为单位进行检查，不符合本规范技术要求的材料不得进场。各种材料进场的质量检查项目与频度参照表 16 执行。

表16 各种材料进场质量检查项目与频度

材料	进场时检验项目/频度，每运料车	批次检查项目/频度，每批次
粗集料	1.目测母材洁净程度 2.目测软弱颗粒是否超标 3.目测针片状 4.粒径规格是否变异	每批不大于 2000t 按照表 3 全套检测

细集料	1.目测洁净程度 2.目测 0.075mm 含粉是否超标	每批不大于 1000t 按照表 4 和表 5 全套检测
填料	1.细度 2.加热安定性 3.亲水系数 4.密度检测	每批不大于 100t 按照表 6 全套检测
道路石油沥青	1.针入度 2.软化点 3.延度 (10℃) 4.残留延度 (10℃) 5.高黏度添加剂配伍性 (60℃动力黏度)	每批不大于 1000t 按照现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 执行检测
改性沥青	1.针入度 2.软化点 3.延度 (5℃) 4.残留延度 (5℃) 5.布氏黏度 (135℃) 6.溶解度 7.高黏度添加剂配伍性 (60℃动力黏度)	每批不大于 1000t 按照现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 执行检测
高黏度改性沥青	1.针入度 2.软化点 3.延度 (5℃) 4.残留延度 (5℃) 5.布氏黏度 (170℃) 6.动力黏度 (60℃) 7.溶解度。	每批不大于 1000t 按照表 2 全套检测
高黏度添加剂	不大于 20t 每批按照《沥青混合料改性添加剂第 2 部分:高黏度添加剂》(JT/T 860.2) 执行检测	
改性乳化沥青	蒸发残留物含量 蒸发残留物针入度 蒸发残留物软化点 蒸发残留物的延度	每临时加工罐或运料车不大于 1000t 按照表 10 全套检测
纤维稳定剂	不大于 20t 每批按照表 7 或表 8 执行检测	
双组份标线涂料	不大于 20t 每批按照《路面标线涂料》(JT-T280)执行检测	

8.3 施工过程中的质量管理与检查

8.3.1 排水沥青混合料生产过程中,应按表 17 规定的检查项目与频度,对各种原材料进行抽样试验,其质量应符合本规范规定的技术要求。

表17 施工过程中各种材料质量检查的项目与频度

材料	项目	检查频度	试验规程规定的平行试验次数或一次试验的试样数
粗集料	外观(石料品种、含泥量等)	随时	—
	针片状颗粒含量	随时	2~3
	颗粒组成(筛分)	随时	2
	压碎值	必要时	2
	磨光值	必要时	4
	洛杉矶磨耗值	必要时	2
	含水量	必要时	2
	软石含量	必要时	2

	高温压碎值	必要时	2
	表观相对密度	必要时	2
	毛体积相对密度	必要时	
细集料	颗粒组成(筛分)	随时	2
	砂当量	必要时	2
	含水量	必要时	2
	松方密度	必要时	2
	亚甲蓝值	必要时	2
填料	外观	随时	—
	<0.075mm 含量	必要时	2
	含水量	必要时	2
	加热安定性	必要时	2
	粒度范围	必要时	2
石油沥青	针入度	每 2~3 天 1 次	3
	软化点	每 2~3 天 1 次	2
	延度	每 2~3 天 1 次	3
	含蜡量	必要时	2~3
改性沥青	针入度	每 2~3 天 1 次	2
	软化点	每 2~3 天 1 次	2
	延度 (5℃)	每 2~3 天 1 次	2
	残留延度 (5℃)	每 2~3 天 1 次	2
	布氏黏度 (135℃)	每 2~3 天 1 次	2
	离析试验	每 2~3 天 1 次	2
	高黏度添加剂配伍性 (60℃动力黏度)	每天 1 次	2
成品高黏度改性沥青	针入度	每天 1 次	2
	软化点	每天 1 次	2
	延度 (5℃, 5cm/min)	每天 1 次	2
	布氏黏度 (170℃)	每天 1 次	2
	动力黏度 (60℃)	每天 1 次	2
	残留延度 (5℃)	每天 1 次	2
	离析试验	每天 1 次	2
高黏度添加剂	单粒颗粒质量	必要时	2
	熔融指数	必要时	2
橡胶沥青	针入度	每 2~3 天 1 次	2
	软化点	每 2~3 天 1 次	2
	延度 (5℃)	每 2~3 天 1 次	2
	布氏黏度 (170℃)	每天 1 次	2
改性乳化沥青	蒸发残留物含量	每 2~3 天 1 次	2
	蒸发残留物针入度	每 2~3 天 1 次	3
	蒸发残留物软化点	每 2~3 天 1 次	2
	蒸发残留物的延度	必要时	3
注：“随时”是指需要经常检查的项目，其检查频度可根据材料来源及质量波动情况确定；“必要时”是指施工中任何一方对其质量发生怀疑，提出需要检查时，或是根据需要商定的检查频度。			

8.3.2 排水沥青路面防水黏结层施工完成后，应按表 18 规定的项目与频度进行质量检查。

表 18 防水黏结层施工后检验项目与频度

项目	检查频度	质量要求	试验方法
外观	随时	材料洒布均匀，无漏涂，无堆积，达到充分渗透；排水沥青路面摊铺前表面应清洁，无杂物、灰尘、污染等	目测

洒布量	每台班检测 1 次	设计洒布量	T 0982
现场渗水系数 ¹	每 300 米 1 次	不大于 50mL/min	T 0971
注 1：采用乳化沥青防水黏结层时应进行该项目检测。			

8.3.3 排水沥青混合料生产过程中，应按表 19 规定的项目与频度进行质量检查。

表 19 排水沥青混合料检查项目、频度和质量要求

项目	检查频度	质量要求	试验方法
外观	随时	均匀、无花白料、无析漏	目测
成品温度	逐车检测评定	符合本规范规定	T 0981
高黏度添加剂计量	每天开工前两次检测评定	设计值 $\pm 1\%$	-
	每天或每台班总量检测评定	设计值 $\pm 0.5\%$	-
级配	逐盘记录，每台拌和机每日 1~2 次	公称最大粒径,0.075mm: $\pm 2\%$, 关键筛孔: $\pm 3\%$ 其他筛孔: $\pm 4\%$	T 0725 抽提筛分与标准级配比较的差
沥青用量（油石比）	每台拌和机每日 1~2 次	设计值 $\pm 0.2\%$	T 0725
析漏	每台拌和机每日 1 次	$\leq 0.8\%$	T 0732
马歇尔稳定度	每台拌和机每日 1~2 次	$\geq 5.0\text{kN}$	T 0709
空隙率	每台拌和机每日 1~2 次	设计值 $\pm 2\%$	T 0708 中的体积法
		设计值 $\pm 2\%$	附录 D
浸水残留稳定度	每台拌和机每 2 日 1 次	$\geq 85\%$	T 0729
动稳定度	每台拌和机每 2 日 1 次	≥ 5000 次/mm	T 0719
标准飞散损失	每台拌和机每 2 日 1 次	$\leq 15\%$	T 0733
理论最大密度	每台拌和机每 2 日 1 次	设计值 $\pm 0.01\text{g/cm}^3$	T 0711 计算法与实测法比较的差
热料仓筛分结果	每台拌和机每 2 日 1 次	实际测定	-
总量检验	每台拌和机每 1 日 1 次	油石比 $\pm 0.1\%$	JTG F404 附录 F 总量检验
注：1 拌和楼要及时打印每盘料及其总量的数据，辅助进行沥青用量和级配组成检验； 2 超温的沥青混合料应废弃，并予以书面记录； 3 排水沥青混合料密度、空隙率测试宜优先选择真空密封法。			

8.3.4 排水沥青路面铺筑过程中，检查的内容、频度、质量要求应符合表 20 的规定。

表 20 排水沥青路面检查项目、频度和质量要求

项目		检查频度	质量要求		试验方法
外观		随时	表面平整密实，不得有明显轮迹、裂缝、推移、油汀、油包等缺陷，且无明显坑槽		目测
接缝		随时	紧密平整、顺直无跳车		目测
		逐条检测评定	3mm		T 0931
施工温度 ¹	摊铺温度	逐车检测评定	符合本规范要求		T 0981
	碾压温度	随时	符合本规范要求		T 0981
厚度 ²	上面层	每 2000m ² 一点评定	设计值的-10%		T 0912
压实度 ^{3,4}		每 2000m ² 检查 1 组逐个试件评定并计算平均值	试验室标准密度的 98%		T 0924 T 0922
平整度（标准差）		连续测定	1.5		T 0932
纵断面高程		检测每个断面	±10mm		T 0911
横坡度		检测每个断面	±0.3%		T 0911
导水槽宽度		每处 3 点取平均值	±5 mm		钢卷尺
层间黏结强度		每 5000m ² 检查	拉拔强度≥0.3MPa		T0985 或附录 F
渗水系数 ⁵		每公里不少于 5 处，每处 3 点平均值	≥5000mL/min，合格率不小于 90%。		T0971 或附录 E
空隙率		每 2000m ² 检查 1 组逐个试件评定并计算平均值	设计值±3%，合格率不小于 90%		T 0708 的体积法
			设计值±3%，合格率不小于 90%		附录 D
抗滑	摆值（BPN）	每 200m 1 处	符合设计要求		T 0964
	动态摩擦系数 DF ₆₀	每 200m 1 处	湿润区	≥0.4	T 0968
			潮湿区	≥0.45	
注：1.内部温度测试以玻璃温度计和热电偶温度计插入混合料内部测试为准，表面温度测量可使用红外测温仪，有条件时使用红外热像仪；					
2. 本规范只对上面层厚度做出规定，其它层次厚度和总厚度要求应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的要求；					
3. 排水沥青混合料标准密度可采用旋转压实仪试件，空隙率测试宜优先选择真空密封法；					
4. 压实度测量时应将钻孔取芯的芯样彻底干燥，可使用专用的真空干燥烘箱；					
5. 渗水系数试验不得直接使用用于密级配沥青路面测试的试验设备，渗水仪空渗时间宜为 2.5~3s，或采用自动式电子渗水仪。					

8.3.5 常规热熔标线与透水标线施工过程应满足表 21 的检验要求。

表 21 施工过程检测项目、频率与质量标准

项次	检查项目		规定值或允许误差		试验方法	频度
1	标线线段长度 (mm)	6000	±50mm		钢卷尺	抽检 10%
		4000	±40 mm			
		3000	±30 mm			
		1000~2000	±20 mm			
2	标线宽度 (mm)	400~500	+15 mm		钢尺	抽检 10%
		150~200	+8 mm			
		100	+5 mm			
3	标线厚度 (mm)	热熔型(1.0~1.45)	-0.10~+0.50 mm		湿膜厚度计;干膜用水平尺、塞尺或用卡尺	抽检 10%
		透水型(2.0~4.0)	-0.10~+0.50 mm			
4	标线横向偏位(mm)		+30 mm		钢卷尺	抽检 10%
5	标线纵向间距 (mm)	9000	+45 mm		钢卷尺	抽检 10%
		6000	+30 mm			
		4000	+20 mm			
		3000	+15 mm			
6	逆反射系数		干燥	$\geq 250\text{cd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$	GB/T 16311	抽检 10%
			潮湿	$\geq 175\text{cd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$		
			连续降雨	$\geq 75\text{cd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$		

9 交工检查与验收

9.1 一般规定

9.1.1 排水沥青面层在交工阶段的各项质量指标和检查频度,应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的相关规定。

9.1.2 质量保证的期限应按国家规定或招标文件要求确定。

9.2 交工阶段排水沥青路面的质量检查与验收

9.2.1 排水沥青面层在交工验收阶段的质量检查项目和检查频度应符合表 22 的规定。其中渗水系数合格率要求不小于 90%,空隙率合格率要求不小于 85%。

表 22 排水沥青面层交工检查项目

检查项目		检查频度	规定值或允许偏差		试验方法
压实度		每 200m 1 处	代表值	试验室标准密度的 98%	JTGF80/1 附录 B 检查
			极值	比代表值放宽 1%（每 km）或 2%（全部）	
空隙率		每 200m 1 处	设计值±3%		T 0708 的体积法
		每 200m 1 处	设计值±3%		附录 D
平整度	标准差 σ	全线连续按每 100m 计算	1.2 mm		T 0932
	IRI	全线连续按每 100m 计算	2.0 m/km		T 0933
渗水系数		每 200m 1 处，每处 3 点取平均值	≥3600 mL/min		T0971 或附录 E
抗滑	摆式摩擦系数（BPN）	每 200m 1 处	符合设计对交工验收的要求		T 0964
	动态摩擦系数	每 200m 1 处	符合设计对交工验收的要求		T 0968
	横向力摩擦系数	全线连续	符合设计对交工验收的要求		T 0965
厚度	代表值	每 200m 1 处	上面层：设计值的-10%		T 0912
	极值		上面层：设计值的-20%		
纵断面高程		每 1km20 个断面	符合设计对交工验收的要求		T 0911
横坡度		每 1km20 个断面	符合设计对交工验收的要求		T 0911
导水槽宽度		每处 3 点取平均值	设计值±5 mm		钢卷尺

附录A
(规范性附录)
排水沥青层厚度设计

A.1 适用范围

A.1.1 本方法适用于排水沥青层厚度设计及排水能力验算。

A.2 方法及步骤

A.2.1 收集路面结构和降雨资料，拟定排水表层的厚度、空隙率、连通空隙率等参数，初步确定排水沥青层的铺筑宽度。

A.2.2 根据连通空隙率计算横向渗透系数 K_x 如下：

$$K_x = 0.035 \Omega_{\text{连}} - 0.249 \quad (\text{A.1})$$

式中： K_x ——横向渗透系数 (cm/s)， K_x 不得小于 0；

$\Omega_{\text{连}}$ ——排水沥青混合料连通空隙率 (%)。

A.2.3 按公式 (A.2) 进行饱和入渗强度计算，通过计算明确排水沥青层不产生饱和径流所对应的降雨强度或等级。如饱和入渗强度小于降雨强度，则会产生饱和径流，如饱和入渗强度大于降雨强度，则不会产生饱和径流。

$$W_{\text{饱}} = \frac{h K_x \sqrt{i_z^2 + i_h^2}}{100L \sqrt{1 + \frac{i_z^2}{i_h^2}}} \quad (\text{A.2})$$

式中： $W_{\text{饱}}$ ——路面饱和入渗强度 (cm/s)；

h ——排水面层（排水沥青层）厚度 (cm)；

i_z ——纵坡坡度；

i_h ——横坡坡度；

L ——单向路面宽度 (m)，对于高速公路为半幅路面宽度。

A.2.4 分别按公式 (A.3)、(A.4) 进行轮迹带水膜厚度及临界水膜厚度计算。一般采用小客车进行验算。如果轮迹带水膜厚度大于临界水膜厚度，应适当调整排水沥青层厚度、空隙率、坡度等参数，直至达到临界安全要求。

$$h_{\text{轮}} = 1.3589 \left[\frac{\left((100Wl - K_x h \sqrt{i_z^2 + i_h^2}) nl \right)^{\frac{3}{5}}}{(i_z^2 + i_h^2)^{\frac{1}{4}}} \right] \quad (\text{A.3})$$

$$h_{\text{临}} = 1000 \left[\frac{G}{(\sqrt{2}-1) \rho w v^2 r^{1/2}} \right]^2 \quad (\text{A.4})$$

式中： $h_{\text{轮}}$ ——轮迹带水膜厚度 (mm)；

$h_{\text{临}}$ ——临界水膜厚度 (mm)；

W ——设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度 (cm/s)；

l ——拟计算的车行道右侧轮迹带距离路面左边缘距离 (m)；

n ——粗糙系数，经验常数，可在 0.02-0.04 之间取值，排水沥青路面一般取 0.03；

G ——车重 (N)；

ρ ——水的密度 (kg/m^3);
 w ——车胎宽度 (m);
 v ——车速 (m/s);
 r ——轮胎半径 (m)。

附录B

(规范性附录)

高黏度改性沥青的室内制备方法

B.1 适用范围

B.1.1 本方法适用于高黏度改性沥青的实验室制备。

B.2 试验仪器

B.2.1 电子天平：感量不大于 0.1g,量程 800g~1000g。

B.2.2 烘箱：200℃，精度±3℃，装有温度控制调节器。

B.2.3 沥青盛样器皿：金属锅或瓷器钳。

B.2.4 高速剪切机：转速 5000r/min~10000r/min。

B.2.5 其他：玻璃棒。

B.3 方法与步骤

B.3.1 用电子天平称量 500g 基质沥青试样放于盛样器中，在烘箱中加热至 180℃。

B.3.2 称取一定质量的高黏度添加剂，加入到沥青中并用玻璃棒搅拌均匀。

B.3.3 使用剪切机按照 5000±200r/min 速率对沥青剪切 30min,剪切过程中温度维持在 $T\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。

B.3.4 关闭剪切机，将制备好的高黏度添加剂改性沥青放入 $T\pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中发育 30min,完成后立即浇模进行相关试验。

附录 C
(规范性附录)
玄武岩光斑现象试验方法

C.1 适用范围

石料发生光斑反应后，强度降低的同时开始粉碎至颗粒状。该反应表现为石料表面产生灰白星型斑点，并伴有发丝状毛细裂缝连通各斑点。通过煮沸试验，观察石料是否会发生光斑反应，同时测试石料煮沸前后的质量和强度，并计算减少百分比。本试验分为三部分（1）光斑现象观测；（2）质量损失试验；（3）强度损失试验。

C.2 试验仪器与材料

C.2.1 烘箱（可将温度控制住 $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ ）。

C.2.2 天平（称量结果精度为 1%）。

C.2.3 加热器（可将容器加热至 100°C ，并保持 36 ± 1 个小时）。

C.2.4 有盖钢锅。

C.2.5 其它：锯子、布。

C.3 方法与步骤

C.3.1 块石光斑现象观测试验

（1）准备工作

1) 挑选合适尺寸的试件。为观察到光斑现象，应采用从采石场取出的块石，块石的尺寸大小应保证锯开后的断面面积不小于 50cm^2 。

2) 将块石锯开 2 部分，将每一部分做好标记。

3) 清洗掉块石表面附着的杂质。

（2）试验步骤

1) 在钢锅里用蒸馏水煮试件，水位应超过试件。煮的过程中，将盖子盖上；半小时之内，将水烧至沸腾，保持沸腾状态 36 ± 1 小时。确保煮的过程中水位超过试件。

2) 将温热的试件从容器取出，晾干；晾干后，用湿布将试件被锯开的截面轻微沾湿，观察以下现象：

①是否有灰色/白色星型斑点或放射型发丝状细裂缝；

②是否有大裂缝；

③是否破碎。

可与未煮过的试件对比；试验可一次煮多个试件。



图 C.1 玄武岩光斑现象

C.3.2 质量损失试验

(1) 准备工作

- 1) 采用风干粗集料，用标准筛过筛。
- 2) 将粗集料水洗干净，在 110±5℃ 烘箱中烘干至恒重后冷却。
- 3) 对烘干后粗集料称重，记为 m_0 。 m_0 最小需达到表 C.1 中的要求。

表 C.1 集料最小质量要求

集料粒径/mm	集料质量/g
4.75-9.5	1000
9.5-16	2000
16-32	4000

(2) 试验步骤

- 1) 在钢锅里用蒸馏水煮试样，水位应超过试样。煮的过程中，将盖子盖上；半小时之内，将水烧至沸腾，保持沸腾状态 36±1 小时。确保煮的过程中水位超过试样。
- 2) 待钢锅及其内盛物凉至室温，将试样取出，放置在托盘上。
- 3) 将托盘放入 110±5℃ 的烘箱中，烘干试样后冷却。
- 4) 对烘干后试样进行筛分，筛孔尺寸为石料低限公称粒径的 1/2。
- 5) 称重，将未通过筛孔的石料质量记为 m_1 。

(3) 试验结果与分析

按下式计算质量损失百分比百分比，精度为 1%：

$$M_1 = \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} \times 100 \tag{C.1}$$

式中： M_1 ——质量损失百分比；
 m_0 ——试件沸煮前的质量（g）；
 m_1 ——沸煮并筛分后，未通过筛孔的质量（g）。

C.3.3 强度损失试验

(1) 准备工作

针对所观测的指标，分别按照“T0317 粗集料磨耗试验（洛杉矶法）”或“T0322 粗集料冲击值试验”中规定的方法进行石料试样的准备。试验样品准备 2 份。

(2) 试验步骤

1) 将其中一份试样按照 C.3.1 的试验步骤进行煮沸并烘干。

2) 按照“T0317 粗集料磨耗试验(洛杉矶法)”或“T0322 粗集料冲击值试验”分别进行煮沸前后石料试样的洛杉矶磨耗值或冲击值。

(3) 试验结果与分析

按下式计算强度损失百分比，精度为 1%：

$$S_{LA} = LA_1 - LA_0 \quad (C.2)$$

式中： S_{LA} ——强度损失百分比，%；

LA_0 ——煮沸前试件的洛杉矶磨耗值，%；

LA_1 ——煮沸后试件的洛杉矶磨耗值，%。

或通过下式计算，精度为小数点后一位：

$$S_{SZ} = SZ_1 - SZ_0 \quad (C.3)$$

式中： S_{SZ} ——强度损失百分比，%；

SZ_0 ——煮沸前试件的冲击值，%；

SZ_1 ——煮沸后试件的冲击值，%。

C.4 报告

C.4.1 报告每次试验的光斑现象观测结果、质量损失及强度损失结果。

附录 D

(规范性附录)

排水沥青混合料真空塑封密度试验方法

D.1 适用范围

D.1.1 本方法测定的毛体积相对密度适用于计算排水沥青混合料试件的空隙率、矿料间隙率等各项体积指标。标准温度为 $25\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

D.2 仪器与材料技术要求

D.2.1 真空密度测试仪。

D.2.2 真空泵：真空度为 101.4kPa ，抽气速率应为 $(16\sim 20)\text{ m}^3/\text{h}$ 。

D.2.3 真空室尺寸：长 $(490\pm 10)\text{ mm}$ 、宽 $(425\pm 5)\text{ mm}$ 、高 $(180\pm 10)\text{ mm}$ 。

D.2.4 密封条： $(406\pm 1)\text{ mm}$ 自动的双金属线密封条。

D.2.5 聚合物密封袋：不透水及密封性能良好、柔软抗穿透，可分别用于直径为 10 cm 、 15 cm 等不同尺寸试样密封。试验时根据试件大小选用合适的密封袋。

D.2.6 浸水天平或电子天平：当最大称量在 3 kg 以下时，感量不大于 0.1 g ；最大称量 3 kg 以上时，感量不大于 0.5 g 。应有测量水中重的挂钩。

D.2.7 网篮。

D.2.8 试件悬吊装置：天平下方悬吊网篮及试件的装置，吊线应采用不吸水的细尼龙线绳，并有足够的长度。

D.2.9 水箱：使用洁净水，有水位溢流装置，保持试件和网篮浸入水中后的水位一定。

D.2.10 温度计：量程 100°C ，分度值 0.1°C 。

D.2.11 其他：剪刀、秒表、电风扇、电炉或燃气炉等。

D.3 方法与步骤

D.3.1 选择适宜的浸水天平或电子天平，最大称量应满足试件质量的要求。

D.3.2 称取干燥试件的初始质量记作 A 。根据选择的天平感量，准确至 0.1 g 或 0.5 g ；当为钻芯法取得的非干燥试件时，应用电风扇吹干 12 h 以上至恒重作为空中质量。

D.3.3 密封试样，根据试件尺寸大小选择合适的密封袋，按照说明书设置密封条加热温度。

D.3.4 打开一个新密封袋，将试件放入密封袋内。此时注意将试件光滑的一面置于底部，密封袋密封处距试件保留不小于 25 mm 的距离。

D.3.5 关闭真空室，启动真空泵，真空表开始转动，到达预定的真空度后，打开减压阀。将密封盖打开，从真空室内小心将密封的试件取出，轻拉密封袋的任何部位，检查密封状态是否良好，如果试件密封不严，应按照 D.3.2 的步骤重新开始。

D.3.7 将密封试件从真空室内取出，置于天平上快速称重并记录其质量为 B 。

D.3.9 将密封试件置于 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的水中称质量，应注意将试件及袋子全部浸入水中。注意密封袋不要接触水箱边，测得水中质量，记为 C 。

D.3.10 从水箱中取出密封试件，小心将试件从密封袋中取出，用湿毛巾擦干附着在密封袋上的水分，称取密封袋质量记为 D ，同时称取试件的空中质量记作 E ，并与初始质量 A 相比。质量变化应满足 $-0.08\%\sim +0.04\%$ ；否则应按 D.3.2 的步骤重新开始试验。

D.4 计算

D.4.1 按式 (D.1) 计算试件毛体积相对密度。

$$\gamma_f = \frac{A}{(B-C) - \left(\frac{B-E}{F}\right)} \quad (D.1)$$

式中: γ_f ——试件毛体积相时密度, 无量纲;

A ——干燥试件的质量 (g);

B ——密封试件的质量 (g);

C ——密封试件的水中质量 (g);

E ——密封袋取走后, 试件的空中质量 (g);

F ——密封袋相对密度, 应采用厂家提供的数据。

D.4.2 按式(D.2)计算试件的毛体积密度。

$$\rho_f = \gamma_f \times \rho_w \quad (D.2)$$

式中: ρ_f ——真空密封法测定的试件毛体积密度 (g/cm^3);

ρ_w ——在 25℃ 温度条件下水的密度, 取 $0.9971 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。

D.4.3 按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20) T0705 的方法计算试件的理论最大相对密度及空隙率等各项体积指标。

D.5 报告

D.5.1 试验报告中应注明排水沥青混合料的类型。

附录 E
(规范性附录)
自动式电子渗水仪渗水系数测定方法

E.1 适用范围

E.1.1 本方法适用于排水沥青路面渗水系数的自动化、精准测试，用以评价排水沥青路面的渗水、排水性能。

E.2 试验仪器与技术要求

E.2.1 自动式电子渗水仪：基于液位传感器自动识别水位、自动计时，自动计算渗水系数、输出数据。

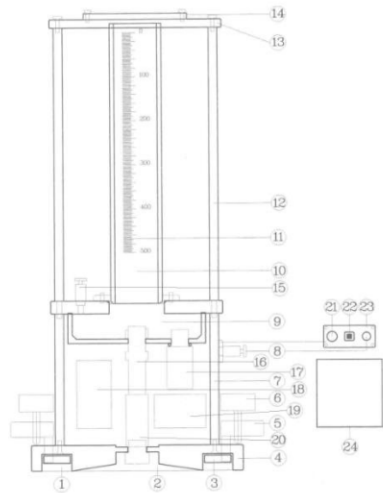


图 E.1 电子渗水仪示意图

标记说明：1-密封材料预置环槽；2-（锥形）腔体；3-密封材料压环；4-底座；5-密封材料压环手柄环；6-手柄环固定锁；7-密封套筒；8-（锥形）腔体排气阀；9-储水池；10-盛水量筒；11-水量刻度标尺；12-盛水量筒防护立柱；13-盛水量筒防护帽；14-盛水量筒防尘罩；15-初始水位调节阀；16-水管；17-水压采集装置；18-电池；19-数据采集卡；20-电磁阀；21-充电插座；22-USB 插座；23-（锥形）腔体排气阀；24-数据记录仪。

E.3 试验方法与步骤

E.3.1 将电子渗水仪置于实际测试路面或室内成型的车辙板试样上，采用封水材料密封渗水仪与路面间的间隙。

E.3.2 盛水量筒注满水，开启测试按钮，测定渗水系数。

E.3.3 每个点或者每个试件至少应做 3 次平行试验，对同一种路面类型现场选取 3 个试验点或者同一种材料制作 3 块试件测定渗水系数，取其平均值作为检测结果。

E.4 报告

E.4.1 报告每次试验的渗水系数。

附录 F

(规范性附录)

排水沥青路面层间拉拔强度试验方法

F.1 适用范围

F.1.1 本方法适用于室内检验已压实的排水沥青路面与下承层之间的层间黏结强度。

F.2 试验仪器与技术要求

F.2.1 排水沥青路面层间拉拔强度室内试验需要下列仪器：

- (1) 路面取芯钻机：钻头直径 10cm；
- (2) 拉力试验机：拉头直径 100mm；
- (3) 芯样切割机；
- (4) 电风扇或快干仪；
- (5) 恒温箱或水浴；
- (6) 其它：卡尺，毛刷、小铲。

F.3 试验方法与步骤

(1) 试验步骤

1) 现场取芯：按照 T0901 取样方法钻取路面芯样，芯样直径不宜小于 100mm。芯样应含排水沥青层和下承层，与排水沥青层相连接的层位应完整钻取，并使下承层总厚度不小于 40mm。

2) 芯样处理：下承层底面不平整时，应用芯样切割机切平底面，切割后的下承层总厚度不应小于 40mm。用毛刷刷净芯样黏附的粉尘、颗粒。将芯样晾干或采用快干仪使芯样干燥至恒重。

3) 用 A、B 胶或环氧树脂将拉头与芯样上、下表面黏结。应旋转、挤压拉头使拉头与芯样表面完全黏结。将与拉头黏结的芯样在室温条件下静置至 A、B 胶或环氧树脂完全凝结。

4) 将与拉头黏结的芯样置于 20℃ 的恒温箱或水浴中养生。恒温箱养生时间不宜低于 5h，水浴养生时间不宜低于 2h。

5) 养生结束后，将芯样取出，通过上下拉头安装在拉力试验机上。以 50mm/min 速率对芯样进行拉拔。当试验机数显仪上拉拔力不再增加时，说明芯样被拉断，停止加载，读取拉拔力峰值 F 。

6) 加载结束后，将芯样从试验机中取出，观察芯样断裂状态，若为芯样结构层断裂，应在试验结果中注明。

7) 试验结束后，将使用过的拉头用沸水煮 5min~10min 后用小铲清理表面，也可加热试验拉头，用小铲进行清理。

(2) 计算

拉拔强度按照式 (F.1) 计算。

$$P = \frac{F}{\pi r^2} \tag{F.1}$$

P ——拉拔强度 (MPa)；

F ——拉拔强度 (N)；

r ——芯样半径 (mm)。

F.4 报告

报告每次试验的拉拔强度。