

ICS xxxxxxxx

CCS xxx

DB XXX

广东省地方标准

DB XXX-XXXX

旋转压实剪切试验法沥青混合料  
设计与施工技术规范

Technical Specifications for Design and Construction of Asphalt Mixtures by  
Gyratory Testing Method  
(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

广东省市场监督管理局 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 一般规定.....	2
4.1 设备.....	2
4.2 安全环保.....	2
4.3 其他.....	2
5 原材料.....	3
5.1 通用要求.....	3
5.2 沥青.....	3
5.3 粗集料.....	4
5.4 细集料.....	6
5.5 填料.....	6
6 沥青混合料配合比设计.....	7
6.1 通用要求.....	7
6.2 设计原则.....	7
6.3 目标配合比设计.....	8
6.4 生产配合比设计.....	9
6.5 生产配合比验证.....	10
7 施工工艺.....	10
7.1 通用要求.....	10
7.2 拌和.....	11
7.3 运输.....	11
7.4 摊铺.....	12
7.5 碾压.....	12

7.6	施工接缝处理.....	13
7.7	开放交通及其他.....	13
8	透层、封层、黏层.....	14
8.1	透层.....	14
8.2	封层.....	14
8.3	黏层.....	15
9	施工质量管理与检查验收.....	15
9.1	通用要求.....	15
9.2	铺筑试验路段.....	15
9.3	施工过程质量控制.....	16
9.4	施工质量检查验收.....	18
附录 A	美国工程兵旋转压实剪切试验机.....	20
A.1	概述.....	20
A.2	旋转压实剪切沥青混合料设计方法.....	20
附录 B	本文件用词说明.....	23
附录 C	旋转压实剪切试验法沥青混合料配合比设计方法.....	24
C.1	一般规定.....	24
C.2	材料的选择.....	24
C.3	矿料级配的确定.....	24
C.4	最佳油石比的确定.....	24
C.5	配合比设计的检验.....	25
C.6	配合比设计报告.....	25
C.7	马歇尔指标要求.....	25
C.8	目标配合比设计实例.....	25
附录 D	沥青混合料施工离析快速评价方法及控制标准.....	32
D.1	一般规定.....	32
D.2	构造深度离析评价法.....	32
D.3	密度（PQI）离析评价法.....	33

## 前 言

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

本文件由广东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由广东省交通运输标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

## 引 言

广东省地处亚热带高温、多雨地区，高温持续时间长、降雨较为集中，加上车流量大、重载交通比例高等环境条件的影响，这对沥青路面的高温性能和水稳定性能提出了更高的要求。利用美国工程兵旋转压实剪切试验机（简称 GTM）进行沥青混合料配合比设计在国际上是一项成熟的技术。它最大限度地模拟了汽车对路面的实际作用情况，以推理的方法来设计沥青混合料，使设计的沥青混合料剪切强度大于其所受的剪应力，并使应变控制在适当的范围内。GTM 利用应力应变原理进行沥青混合料配合比设计，可以减少沥青路面在重载交通下出现车辙、推移、拥包等破坏。

我省自 2005 年引进该技术，多年来，在众多科研工作者共同努力下，开展了大量的室内试验研究和多个实体工程检验，总结出了一整套适合广东省高温、多雨等区域气候与重载交通特点的沥青混合料设计与施工技术。较传统的马歇尔设计方法，GTM 是一套全新的设计方法，一些技术人员对此可能还比较陌生。鉴于此，有必要制订 DB XXX，以加速科研成果向生产力的转化，提高我省沥青路面质量，有效避免早期病害，保证路面的长期服务性能。

本文件未提到的技术要求，请参照“JTG F40 《公路沥青路面施工技术规范》”及现行国家及行业颁布的有关标准、规范和法规要求的规定执行。

# 旋转压实剪切试验法沥青混合料设计与施工技术规范

## 1 范围

本文件规定了旋转压实剪切试验法设计的沥青混合料原材料要求、配合比设计、施工工艺、施工质量管理与检查验收等相关内容。

本文件适用于旋转压实剪切试验法设计的各等级新建、改（扩）建公路沥青混合料及再生沥青混合料设计与施工。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG D50 公路沥青路面设计规范

JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG E42 公路工程集料试验规程

JTG 3450 公路路基路面现场测试规程

JTG/T 5521 公路沥青路面再生技术规范

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 35162 道路基层用缓凝硅酸盐水泥

AASHTO T315-09 Standard Method of Test for Determining the Rheologic al Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic S hear Rheometer (DSR)

ASTM D2872 Standard Test Method for Effect of Heat and Air on a Moving Film of Asphalt Binder (Rolling Thin-Film Oven Test)

ASTM D 6521 Standard Practice for Accelerated Aging of Asphalt Binder Using a Pressurized Aging Vessel (PAV)

ASTM D6648-01 Standard Test Method for Determining the Flexural Creep Stiffness of Asphalt Binder Using the Bending Beam Rheometer (BBR)

ASTM D3387 Standard Test Method for Compaction and Shear Properties of Bituminous Mixtures by Means of the U.S.

## 3 术语和定义

### 3.1

**旋转压实剪切试验机** Gyrotory Testing Machine (GTM)

美国工程兵旋转压实剪切试验机，其试验原理见附录A。

### 3.2

#### **平衡状态 Compaction Terminated at Equilibrium**

进行旋转压实剪切试验时，每旋转100转试件密度变化率小于等于0.016 g/cm<sup>3</sup>时的状态。

### 3.3

#### **设计压强 Vertical Pressure**

采用旋转压实剪切试验机进行沥青混合料设计时设定的垂直压强。

### 3.4

#### **机器角 Gyratory Angle**

上滚轴和下滚轴的连线与角度传感器垂直时卡盘的倾斜角。

### 3.5

#### **旋转剪切系数 Gyratory Shear Factor (GSF)**

旋转压实剪切试验机测定的沥青混合料剪切强度与理论剪应力的比值。

### 3.6

#### **旋转稳定值 Gyratory Stability Index (GSI)**

采用旋转压实剪切试验机成型沥青混合料的过程中，最大角应变与最小角应变的比值，表征材料是否出现塑性变形。

## 4 一般规定

### 4.1 设备

4.1.1 进行沥青混合料设计前，应对旋转压实剪切试验机进行标定，证明其处于性能良好状态。

4.1.2 可采用测量滚轴连线方向卡盘直径及高差的方法来计算卡盘的倾斜角度，再通过自带标定程序与测量结果的比对，进行旋转压实剪切试验机机器角的校准。

### 4.2 安全环保

4.2.1 沥青混合料设计与施工应遵循安全优质、以人为本、生态环保、资源节约的原则。

4.2.2 沥青混合料施工应服从于质量、施工环境、材料准备等相关要求，保证工期合理。

### 4.3 其他

4.3.1 沥青混合料设计与施工应积极采用经试验和实践证明有效的新技术、新材料、新工艺。

## 条文说明

使用合格的仪器设备是取得可靠测试结果的前提条件。作为本文件的主要仪器设备，旋转压实剪切试验机的质量合格与否、技术状态是否正常等，需要专门的技术措施来检验。在开展试验之前，应针对所检验的技术指标，选择精度合适、质量合格、状态正常的仪器设备。正常情况下，旋转压实剪切试验机旋转压实速度的设定范围宜为0~30 r/min，垂直压强的设定范围宜为0.2~1.25 MPa，机器角的设定范



围宜为 $0.5^{\circ}\sim 2^{\circ}$ ，上滚轴压强的设定范围宜为 $0\sim 500$  KPa。

## 5 原材料

### 5.1 一般规定

5.1.1 各种材料运至现场后应采样进行质量检验，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。

5.1.2 集料的选择应经过料源调查，宜就地取材。

5.1.3 集料粒径规格应以方孔筛为准。不同料源、品种、规格的集料不得混杂堆放。

### 5.2 沥青

5.2.1 根据广东省的气候环境特点及道路的功能性要求，宜选用A级70号道路石油沥青作为下面层或沥青稳定碎石基层Asphalt Treated Base (ATB)的结合料，其质量应符合表1的规定。

表1 道路石油沥青技术要求

指标	单位	技术质量要求	试验方法
针入度 (25°C, 100g, 5s)	0.1mm	60~80	T 0604
针入度指数 PI	—	-1.5~+1.0	T 0604
软化点 (环球法)	°C	$\geq 47$	T 0606
60°C动力黏度	Pa·s	$\geq 180$	T 0620
延度 (10°C, 5cm/min)	cm	$\geq 15$	T 0605
延度 (15°C, 5cm/min)	cm	$\geq 100$	T 0605
蜡含量 (蒸馏法)	%	$\leq 2.0$	T 0615
闪点 (开口式)	°C	$\geq 260$	T 0620
溶解度 (三氯乙烯)	%	99.5	T 0607
密度 (15°C)	g/cm <sup>3</sup>	实测记录	T 0611
RTFOT后残留物 <sup>a</sup>			
质量损失	%	$\pm 0.8$	T 0610
针入度比	%	$\geq 61$	T 0604
延度 (10°C)	cm	$\geq 6$	T 0605
延度 (15°C)	cm	$\geq 15$	T 0605
<sup>a</sup> 老化试验以采用旋转薄膜烘箱试验 (RTFOT) 方法为准；允许采用薄膜加热试验 (TFOT) 代替，但必须在报告中注明，且不得作为仲裁结果。			

5.2.2 高速公路上、中面层宜采用SBS改性沥青，一级公路及重交通以上等级公路上面层宜采用SBS改性沥青。改性沥青宜采用PG76等级及以上改性沥青，其性能除应符合表2的规定，还应符合表3的规定。二级及以下公路沥青标准参照现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 执行。

表2 SBS改性沥青技术要求

指标	单位	技术质量要求	试验方法
针入度 (25°C, 100g, 5s)	0.1mm	40~60	T 0604
针入度指数PI	—	$\geq 0$	T 0604

指标	单位	技术质量要求	试验方法
软化点（环球法）	°C	≥75	T 0606
运动黏度（135°C）	Pa·s	≤3	T 0625
延度（5°C，5cm/min）	cm	≥20	T 0605
闪点	°C	≥230	T 0611
溶解度	%	≥99	T 0607
弹性恢复（25°C）	%	≥90	T 0662
贮存稳定性 <sup>a</sup>			
离析软化点差	°C	≤2.0	T 0661
RTFOT 后残留物 <sup>b</sup>			
质量变化	%	-1.0~+1.0	T 0610
针入度比25°C	%	≥75	T 0604
延度 5°C	cm	≥15	T 0605
<sup>a</sup> 改性沥青在现场制作后立即使用或贮存期间进行不间断地搅拌或泵送循环时，对离析试验指标可不作要求。 <sup>b</sup> 老化试验以采用旋转薄膜烘箱试验（RTFOT）方法为准；允许采用薄膜加热试验（TFOT）代替，但必须在报告中注明，且不得作为仲裁结果。			

表3 PG76/82-22技术指标要求

指标	试验温度		单位	技术质量要求	试验方法
	PG76	PG82			
平均7d最高路面设计温度	<76	<82	°C	<76或<82	—
最低路面设计温度	>-22	>-22	°C	>-22	—
原样沥青					
动态剪切，（10rad/s），G*/sinδ	76°C	82°C	kPa	≥1.0	AASHTO T 315-09
RTFOT（TFOT）残留沥青					ASTM D2872
动态剪切，（10rad/s），G*/sinδ	76°C	82°C	kPa	≥2.2	AASHTO T 315-09
PAV 残留沥青					ASTM D 6521
PAV 老化温度	—	—	°C	100	—
动态剪切，（10rad/s），G*·sinδ	31°C	34°C	kPa	≤5000	AASHTO T 315-09
蠕变劲度，（60s），劲度模量 S	-12°C	-12°C	MPa	≤300	ASTM D6648-01
蠕变劲度，（60s），斜率 m	-12°C	-12°C	—	≥0.30	ASTM D6648-01

5.2.3 经试验验证后，也可选用天然沥青、橡胶粉或其他高性能材料做沥青外掺剂，其性能应满足相关规范的要求。

5.2.4 沥青应按品种、标号分开存放。沥青储存温度不宜低于130°C，道路石油沥青不得高于160°C、改性沥青不得高于170°C。

5.2.5 道路石油沥青在储运、使用和存放过程中应有良好的防水措施，避免雨水或加热管道蒸汽进入沥青中。

### 5.3 粗集料

5.3.1 粗集料宜根据设计压强进行选择，应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体的碎石。

5.3.2 粗集料的质量技术指标应符合表4的规定。对受热易变质的集料，宜经拌和机烘干后进行检验。

表4 粗集料质量技术要求

指标	单位	高速公路、一级公路		其他等级公路	试验方法
		上面层	中、下面层		
石料压碎值	%	≤20	≤22	≤26	T0316
洛杉矶磨耗损失	%	≤22	≤24	≤28	T0317
表观相对密度	—	≥2.60	≥2.60	≥2.50	T0304
吸水率	%	≤1.0	≤1.5	≤2.0	T0304
坚固性	%	≤12	≤12	≤12	T0314
针片状含量（混合料）	%	≤12	≤18	≤20	T0312
其中粒径大于 9.5mm	%	≤10	≤15	—	
其中粒径小于 9.5mm	%	≤15	≤20	—	
水洗法<0.075mm 颗粒含量	%	≤0.8	≤0.8	≤1.0	T0310
软石含量	%	≤1	≤2	≤3	T0320
粗集料与沥青的黏附性	级	≥5	≥4	≥4	T0616

5.3.3 沥青路面上面层粗集料的磨光值应符合表5的规定。

表5 粗集料磨光值的技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
石料磨光值	—	≥42	T0321

5.3.4 沥青混合料用粗集料粒径规格应符合表6的规定。为保证粗集料规格、棱角，控制针片状含量，宜采用反击式破碎机轧制的碎石，可采用立轴式冲击式破碎机整形。

表6 沥青混合料用粗集料规格

规格名称	石场生产筛网尺寸 mm	公称粒径 mm	通过下列筛孔（mm）的质量百分率/%										
			53	37.5	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6
S5	22~43	19~37.5	100	90~100	—	—	0~15	—	—	0~5	—	—	—
S6	16~33	13.2~31.5	—	100	90~100	—	—	—	0~15	—	0~5	—	—
S7C	22~33	19~31.5	—	100	90~100	—	0~15	—	—	—	0~5	—	—
S7	22~33	19~31.5	—	100	90~100	—	—	—	—	0~10	0~3	—	—
S8C	22~28	19~26.5	—	—	100	90~100	0~15	—	—	—	0~5	—	—
S8	22~28	19~26.5	—	—	100	90~100	—	—	0~15	—	0~3	—	—
S9	11~22/23	9.5~19	—	—	—	100	90~100	55~75	25~45	0~10	0~3	—	—
S9F	11~18	9.5~16	—	—	—	—	100	90~100	50~70	0~10	0~3	—	—
S10	11~15	9.5~13.2	—	—	—	—	—	100	90~100	0~15	0~3	—	—
S11	6~16	4.75~15	—	—	—	—	—	100	90~100	40~70	0~15	0~5	—
S12	6~11	4.75~9.5	—	—	—	—	—	—	100	90~100	0~15	0~3	—
S14	3~6	2.36~4.75	—	—	—	—	—	—	—	100	90~100	0~15	0~3

5.3.5 采石场在生产过程中应彻底清除覆盖层及泥土夹层。生产碎石用的原石不得含有土块、杂物，集料成品不得堆放在泥土地上。

5.3.6 当采用酸性石料作为粗集料时，宜掺加混合料矿料总质量的1.0%~2.0%的水泥或者消石灰粉代

替部分填料。

#### 5.4 细集料

5.4.1 上、中面层细集料应采用机制砂，下面层和ATB基层细集料宜采用机制砂，可采用面层料加工时产生的石屑，外购石屑应慎用。

5.4.2 机制砂应选用石灰岩、玄武岩和辉绿岩等中性或碱性石料，并采用专用的制砂机生产。

5.4.3 应重点监控机制砂母料的洁净度和风化程度，并采用有效措施控制成品机制砂的离析问题。

5.4.4 细集料应坚硬、洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当颗粒级配。其质量技术指标应符合表7的规定。

表7 细集料质量技术要求

指标	单位	高速公路及一级公路		其他等级公路	试验方法
		上面层	中、下面层		
母岩抗压强度	MPa	≥60		—	T0221
表观相对密度	—	≥2.50		≥2.45	T0328
坚固性 (>0.3mm 部分)	%	≤12		—	T0340
0.075mm 以下含量	%	≤12		≤15	T0327
砂当量	%	≥65	≥60	≥50	T0334
亚甲基值	g/kg	≤2.5		—	T0349
棱角性 (流动时间)	s	≥30		—	T0345

5.4.5 沥青面层用细集料粒径应为0~2.36mm，其规格应符合表8的规定。

表8 沥青混合料用机制砂规格

规格	石场生产筛网尺寸 mm	公称粒径 mm	水洗法通过各筛孔 (mm) 的质量百分率/%						
			4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S16	0~3	0~2.36	100	80~100	55~80	25~60	8~45	0~25	0~12

#### 5.5 填料

5.5.1 矿粉应采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉，原石料中的泥土杂质应除净。矿粉应干燥、清洁，其质量应符合表9的规定。

表9 矿粉质量技术要求

项目	单位	高速公路、一级公路	其他等级公路	试验方法
表观密度	t/m <sup>3</sup>	≥2.50	≥2.45	T 0352
含水量	%	≤1	≤1	T 0103 烘干法
粒度范围 <0.6mm	%	100	100	T 0351
<0.15mm	%	90~100	90~100	
<0.075mm	%	75~100	70~100	
外观	—	无团粒、无结块	—	—
亲水系数	—	<1	—	T 0353
塑性指数	%	<4	—	T 0354

加热安定性	—	实测记录	—	T 0355
-------	---	------	---	--------

5.5.2 搅拌设备二级除尘器回收的粉料不得用作填料。

5.5.3 矿粉应采取有效的防潮措施，以防止出现结团现象。

5.5.4 沥青混合料宜采用矿料总质量1.0%~2.0%的水泥作为部分填料以增强混合料的抗水损害能力。水泥宜采用普通硅酸盐水泥或复合硅酸盐水泥，其质量应符合现行《通用硅酸盐水泥》（GB 175）或现行《道路基层用缓凝硅酸盐水泥》（GB/T 35162）的规定。

### 条文说明

与马歇尔击实法设计的沥青混合料相比，旋转压实剪切试验法沥青混合料设计的沥青混合料油石比较小，为适应GTM法的技术特点，保证路面的耐久性能，故对粗集料的压碎值、洛杉矶磨耗损失、吸水率、软石含量、针片状含量、水洗法<0.075mm颗粒含量等部分技术指标要求有所提高，对细集料0.075mm以下含量、砂当量等部分技术指标要求也有所提高。

## 6 沥青混合料配合比设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 采用旋转压实剪切试验法进行沥青混合料配合比设计，宜在对同类公路使用情况调查研究的基础上，充分借鉴成功经验，选用符合要求的材料，并严格按照目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证三个阶段进行，确定矿料级配和沥青用量。

6.1.2 目标配合比设计过程中，应对旋转压实剪切试验法所设计沥青混合料的马歇尔指标进行对比试验，并提出旋转压实剪切沥青混合料的马歇尔检验指标要求，以便于施工和监理单位进行质量控制。

6.1.3 每台拌和楼应独立进行生产配合比设计。矿料和沥青产地、品牌等发生变化时应重新进行目标配合比和生产配合比设计。

6.1.4 生产配合比的验证应经过试拌，并应铺筑试验段，通过试验检验并确定生产用的标准配合比，同时确定各层松铺系数、碾压工艺、压实度、空隙率等技术要素，指导现场施工。

### 6.2 设计原则

6.2.1 沥青混合料配合比设计时，采用的设计压强由设计单位根据道路预计交通量中有代表性的车辆轮胎接地压强确定。对于高速公路和一级公路，设计压强可选用95%的车辆最大接地压强；对于其他等级公路，可选用85%的车辆最大接地压强。当缺少相关资料时，中、下面层的设计压强宜选用0.7MPa~0.8MPa，上面层宜选用0.8MPa~0.9MPa。长大纵坡路段及设计交通量在1000万辆以上、混合交通中等货车比重在40%以上的路段，设计压强宜取高值。

6.2.2 旋转压实剪切试验机具有油压表和气压表两种系统，采用油压表系统时，机器角宜采用0.8°；采用气压表系统时，初始机器角宜采用2.0°。

6.2.3 旋转压实剪切试验法沥青混合料宜采用骨架密实AC混合料或密级配沥青稳定碎石ATB混合料，粉胶比宜控制在1.1~1.5范围内。

6.2.4 沥青混合料配合比设计时，应采用平衡状态时确定的最佳沥青用量和标准密度。

6.2.5 采用旋转压实剪切试验法设计的沥青混合料，其试验技术指标应符合表10的规定。

表10 旋转压实剪切沥青混合料配合比设计技术指标

试验项目	单位	设计压强		试验方法
		≤0.8MPa	>0.8MPa	
旋转稳定值GSI	—	≤1.05		ASTM D3387或T0737
旋转剪切系数GSF	—	≥1.50	≥1.60	
标准密度	—	GTM试件实测		T0705
空隙率	%	2.0~4.0		T0705
沥青膜厚度	μm	≥7.0		T0705
粉胶比	%	1.1~1.5		T0705

注：粉胶比为推荐指标。

6.2.6 采用旋转压实剪切试验法进行配合比设计时，应进行路用性能检验，且满足表11的规定。不符合要求的沥青混合料，应更换材料并重新进行配合比设计。

表11 旋转压实剪切沥青混合料路用性能要求

项 目	单位	技术指标		试验方法
		道路石油沥青	改性沥青	
浸水残留稳定度	%	≥85	≥90	T0709
冻融劈裂试验的残留强度比	%	≥80	≥85	T0729
浸水飞散损失	%	≤15	≤10	T0733
60°C动稳定度	次/mm	≥1800	≥6000	T0719
70°C动稳定度	次/mm	≥1000	≥3000	
-10°C低温弯曲	με	≥2000	≥2500	T0728
渗水系数	上面层	ml/min	≤60	T0730
	中、下面层	ml/min	≤120	

注1：车辙试验试件不得采用经二次加热重塑成型的试件。  
注2：低温弯曲试验破坏应变为推荐指标。

### 6.3 目标配合比设计

6.3.1 应选择集料、沥青、填料和其他外掺剂等原材料进行材料特性试验，通过不同方案的对比确定最终选用的各种原材料。

6.3.2 应根据结构层类型选用不同类型沥青混合料，其矿料级配应符合表12的规定。

表12 密级配（AC）沥青混合料级配范围

混合料类型		通过下列筛孔（mm）的质量百分率												
		%												
		31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC-25	上限	100	100	90	80	70	59	40	33	26	20	15	10	7
	下限	100	92	72	62	54	43	24	17	12	8	5	4	3
	中值	100	96	81	71	62	51	32	25	19	12	10	7	5
AC-20	上限	—	100	100	90	80	66	43	34	28	22	16	10	7
	下限	—	100	90	76	64	48	25	18	14	8	6	4	3

混合料类型		通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 %												
		31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
	中值	—	100	95	83	72	55	34	26	21	15	11	7	5
AC-16	上限	—	—	100	100	85	69	42	33	27	22	17	13	8
	下限	—	—	100	95	69	52	28	20	17	12	9	7	4
	中值	—	—	100	97.5	77	61	35	26.5	22	17	13	10	6
AC-13	上限	—	—	—	100	100	75	42	34	25	18	15	12	8
	下限	—	—	—	100	95	60	28	18	14	10	8	6	4
	中值	—	—	—	100	97.5	67.5	35	26	19.5	14	11.5	9	6

6.3.3 应对进入拌和场的各种矿料取样，并进行筛分和密度试验。

6.3.4 对初选的设计级配，宜根据经验选择5个沥青用量进行旋转压实剪切试验，沥青用量间隔为0.3%。采用平衡状态法进行旋转压实剪切试验，确定每个沥青用量下的技术指标。根据旋转压实剪切试验结果，绘制沥青用量与密度、空隙率、旋转稳定值GSI、旋转剪切系数GSF等的关系曲线，确定优选的矿料配合比和最佳沥青用量。

6.3.5 应按最终确定的矿料配合比和设计沥青用量进行混合料的性能检验，配合比设计检验的结果应符合表11的规定，从密度曲线上查出设计沥青用量对应的密度作为目标配合比标准密度。

6.3.6 为保证混合料级配设计的可靠性与准确性，应从集料生产现场的皮带下料口取料进行目标配合比设计。

#### 6.4 生产配合比设计

6.4.1 拌和楼的振动筛应根据混合料的规格选用，宜按表13执行。

表13 拌和楼振动筛的等效筛孔 (单位: mm)

标准筛筛孔	2.36	4.75	9.5	13.2	16	19	26.5	31.5
振动筛筛孔	3~4	6~7	11~12	15~16	18-19	22~24	28~30	35
注：拌和楼振动筛的筛孔尺寸为经验值，拌和楼振动筛的筛孔尺寸应比石场筛孔略大。								

6.4.2 应从二次筛分后进入各热料仓的集料取样进行筛分，通过优化使所生产的沥青混合料级配尽可能地接近目标配合比级配的要求，并满足表14的规定。

表14 生产配合比合成级配符合性要求

筛孔尺寸 (mm)	合成级配与目标配合比级配差值 (%)
0.075	±1
≤2.36	±2
≥4.75	±3

6.4.3 应选择适宜的筛孔尺寸和安装角度，使各热料仓的供料大体平衡。

6.4.4 应取目标配合比设计的最佳油石比OAC、OAC±0.3%等3个油石比，根据计算的矿料配合比例，拌制沥青混合料进行试验，按目标配合比设计方法选定最佳油石比。

6.4.5 生产配合比确定的最佳油石比与目标配合比确定的最佳油石比之差宜不超过±0.1%，且生产配合比与目标配合比设计的空隙率之差宜不超过±0.2%。如超出规定，应分析原因，重新进行配合比设计。

计。

6.4.6 应按最终确定的矿料配合比和最佳油石比拌制沥青混合料，进行混合料性能检验，其各项性能均应符合表11的规定。

### 6.5 生产配合比验证

6.5.1 生产配合比验证应分成试拌和试铺两个阶段进行。应采用拌和楼对生产配合比进行试拌，试拌时的矿料加热温度、沥青加热温度、冷料仓进料比例及进料速度拌和楼各项参数等应按正常生产状态进行设置。

6.5.2 试拌后的沥青混合料应进行马歇尔试验，并进行沥青含量、筛分试验，混合料级配与生产配合比级配之差应符合本文件的规定。

6.5.3 根据试拌的结果，允许对生产配合比进行微调，但最佳沥青用量的调整幅度不宜超过 $\pm 0.2\%$ ；矿料合成级配的各关键筛孔的通过率应符合或接近设计级配，如发现矿料的级配变化过大，应查找原因，必要时应重新进行配合比设计。

6.5.4 试拌确定的生产配合比还应通过试铺验证，检验混合料组成在生产过程中的稳定性及和易性，确保满足施工要求。

6.5.5 生产配合比在生产过程中不得随意变更，并根据质量控制要求确定在施工中容许偏离标准配合比的波动范围，用以检查混合料的生产质量。

### 条文说明

旋转压实剪切试验法不仅最大限度地模拟了路面施工时的碾压工况，且以汽车轮胎的接地压强作为成型试件的一个主要控制条件，不固定试件成型功能而以被试验对象达到极限平衡状态作为结束条件，可以反映不同沥青混合料的物理力学特性。采用旋转压实剪切试验法设计的沥青混合料具有低空隙率、低沥青用量、高密实度、骨料排列致密等特点，这些因素共同赋予了沥青混合料优异的路用性能。相对传统的马歇尔设计法，采用旋转压实剪切试验法设计的沥青混合料路用性能要求相应提高。

## 7 施工工艺

### 7.1 一般规定

7.1.1 铺筑沥青层前，应检查下承层的质量，下承层不符要求的不得铺筑沥青面层。下承层已被污染时，应清洗或经铣刨处理后方可铺筑沥青混合料。

7.1.2 旋转压实剪切试验法沥青混合料施工温度应根据实践经验并参照表15选择，通常较马歇尔法设计的沥青混合料施工温度提高 $5^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，气温高于 $30^{\circ}\text{C}$ 时取低限，低于 $30^{\circ}\text{C}$ 时取高限。

表15 旋转压实剪切沥青混合料的正常施工温度范围

工 序	正常施工温度范围 $^{\circ}\text{C}$		测量部位
	70号道路石油沥青	SBS改性沥青	
沥青加热温度	155~165	165~175	沥青加热罐
集料加热温度	比沥青加热温度高10~20		热料提升斗



工 序	正常施工温度范围 °C		测量部位
	70号道路石油沥青	SBS改性沥青	
沥青混合料出厂温度	160~170	175~185	运料车
混合料最高温度（废弃温度）	195	195	运料车
混合料贮存温度	出料后降低不超过 10		贮存罐及运料车
运输到现场温度	≥155	≥165	—
摊铺温度	≥150	≥165	摊铺机
初压开始温度	≥140	≥155	摊铺层内部
碾压终了的表面温度	≥90	≥110	路表面
开放交通时的路表温度	≤50	≤50	路表面

## 7.2 拌和

7.2.1 沥青混合料生产应采用4000型及以上间歇式拌和楼拌和沥青混合料，拌和楼应配备计算机设备，拌和过程中可实现逐盘采集材料用量、拌和温度等信息，可随时在线检查矿料级配和油石比。

7.2.2 沥青拌和楼正式使用前应对冷料仓的上料速度进行动态标定，并定期对拌和楼的计量和测温进行校核。

7.2.3 沥青混合料拌和时间根据具体情况经试拌确定，以沥青均匀裹覆、无花白料为度。道路石油沥青混合料每盘的拌和时间不宜少于50s，其中干拌时间不宜少于5s，改性沥青混合料拌和时间适当延长。

7.2.4 混合料首盘拌和时，应对拌和楼进行预热至拌和设备温度恒定，待集料温度满足要求后，再正式加沥青拌和混合料。

7.2.5 拌和楼应配有二级除尘装置，回收粉尘不得用于沥青混合料，宜直接用废粉罐回收。

7.2.6 间歇式拌和楼宜配置保温性能好的成品储料仓，储存过程中混合料温降不得大于10℃，且不能有沥青滴漏，PG82改性沥青混合料的储存时间不得超过6h。

7.2.7 拌和生产之前，应根据目标配合比对冷料的上料进行标定，保证拌和楼生产过程中不等料、不溢料。

7.2.8 应定期检查拌和楼热料仓矿料组成情况，正常生产时宜每天进行1次热料筛分。若混合料生产出现异常，则应增加热料仓矿料级配的抽检次数，并检查拌和楼筛网有无破损、堵孔。

7.2.9 拌和楼每个台班拌和结束时应逐盘打印出每盘的材料用量及沥青混合料总量，并按现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）附录G规定的方法，进行沥青混合料生产质量及铺筑厚度的总量检验。总量检验数据有异常波动时，应立即停止生产，分析原因。

## 7.3 运输

7.3.1 沥青混合料运输车辆数量应根据运输距离、摊铺速度确定，摊铺机前方宜有不少于5辆运料车等候卸料，以确保现场连续摊铺的需要。

7.3.2 运料车应采用厚苫布严密覆盖，卸料过程中仍继续覆盖直到卸料结束。在气温较低时运料车车厢侧面应加装保温层，确保混合料温度稳定。

7.3.3 应在运输车四壁和底部涂刷隔离剂，并在运输车距离车底三分之一位置处，设置温度检测孔，

混合料装车前和运输到现场摊铺前分别对混合料温度进行检测。

7.3.4 卸料过程中，运料车在摊铺机前10~30cm处停住，运料车不得撞击摊铺机。卸料过程中运料车应挂空档，靠摊铺机推动前进。

7.3.5 运输到摊铺现场的混合料，如温度不符合要求或遭雨淋，应作废弃处理。

7.3.6 混合料出料直接装车运输，装车时车辆应分5次装料，避免混合料离析。

#### 7.4 摊铺

7.4.1 沥青混合料摊铺可采用两台摊铺机梯队并机摊铺作业，也可采用一台摊铺机全幅摊铺作业。当摊铺双向六车道路面时，摊铺机的功率须不小于300kW，当摊铺双向四车道路面时，摊铺机的功率须不小于160kW；当采用并机梯次摊铺时，摊铺机应为同一机型，新旧程度和性能相近，以保证铺筑均匀、一致性。

7.4.2 在沥青路面主线连续摊铺时应采用熨平板固定式摊铺机，在匝道、服务区以及加宽路段可使用可伸缩式摊铺机摊铺。

7.4.3 下面层宜采用导线控制高程的方式进行摊铺。中、上面层宜采用非接触式平衡梁控制摊铺厚度。

7.4.4 当使用两台摊铺机摊铺时，两台摊铺机应有一定的搭接宽度，搭接宽度5~10cm，避免出现缝痕，两台摊铺机前后距离不宜超过10m。

7.4.5 应调好螺旋布料器两端的自动料位器，并使料门开度、链板送料器的速度和螺旋布料器的转速相匹配。螺旋布料器内料位高度宜在全宽度范围内保持一致，减少离析。

7.4.6 道路石油沥青混合料的摊铺速度宜控制在2~4m/min，改性沥青混合料的摊铺速度宜控制在1~3m/min，可根据拌和楼的产量、施工机械配套情况及摊铺厚度、摊铺宽度予以调整，做到均匀、连续摊铺。

7.4.7 运料车辆在卸料更换时应做到快捷、有序，保证摊铺机料斗不脱料，减少摊铺机在摊铺过程中收斗，仅在料斗内沾附较多沥青混合料时方需收斗，收斗后应立即连接满载的运料车向摊铺机内喂料。

7.4.8 面层压实前，不宜人工整修，禁止人员踩踏。若出现局部离析等特殊情况，应在技术人员指导下，由施工人员进场找补或更换混合料；缺陷较严重时，应予铲除，并调整摊铺机或改进摊铺机工艺；当属机械原因严重缺陷时，应立即停止摊铺。

#### 7.5 碾压

7.5.1 对于双向四车道高速公路应配备2台12~14t的双钢轮振动压路机或振荡压路机、3台26~30t的轮胎压路机及1台小型压路机（压边）进行碾压作业。对于双向四车道以上高速公路，碾压设备宜按车道的比例增加压路机的数量。施工气温低、风大、碾压层薄时，压路机数量应适当增加。一级公路可参照执行，其他等级公路应根据路面宽度配置，但应保证压实度。

7.5.2 应选择合理的压路机组合方式及碾压步骤。初压应在混合料不产生推移、开裂等情况下尽量在较高温度下进行。通过铺筑试验路段选择合理的压路机组合方式及初压、复压、终压的碾压步骤，以达到最佳碾压效果。

7.5.3 碾压应按“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则进行，初压、复压宜控制在30m范围内，压路机

应以缓慢而均匀的速度碾压。压路机的适宜碾压速度随初压、复压、终压及压路机的类型而别，应符合表16的要求。

表16 压路机碾压速度（单位：km/h）

压路机类型	初压	复压	终压
	适宜	适宜	适宜
钢轮压路机	2~3	3~5	3~6
轮胎压路机	2~3	3~5	4~6
振动压路机	2~3（静压或振动）	3~4.5（振动）	3~6（静压）

7.5.4 沥青混合料路面的碾压终了温度，改性沥青混合料不得低于110℃，70号道路石油沥青混合料不得低于90℃。终压以消除轮迹为主，应使用静力双轮压路机或关掉振动的振动压路机并紧跟在复压后进行。

7.5.5 碾压作业时，应调节好钢轮压路机的喷水量，喷水至雾化状即可或调节成自动间歇式喷水，禁止压路机喷水过大出现漫流现象。

7.5.6 轮胎压路机上应装有自动涂油装置，在轮胎压路机碾压作业过程中对胶轮进行自动适量涂油（植物油：水=1:2~1:3），防止沥青混合料粘轮。禁止使用柴油、机油等作为压路机隔离剂。

7.5.7 压路机不得在未碾压成型的路段上转向、调头、加水、停留、左右移动位置或突然刹车和从刚碾压完毕的路段进出。

7.5.8 当天碾压完成尚未冷却的沥青混合料面层上不得停放一切施工设备，以免产生变形，振动压路机在已成型的路面上行驶时关闭振动。

7.5.9 压路机宜安装智能碾压监控设备，实现实时监控碾压速度、遍数的目的，防止混合料欠压和过压，保证路面碾压的均匀性。

## 7.6 施工接缝处理

7.6.1 纵向施工缝，由并机梯次摊铺产生的纵向热接缝，应采用松铺斜接缝，已摊铺部分留下10~20cm宽暂不碾压，作为后摊铺部分的高程基准面，再由压路机跨缝碾压，以消除缝迹。

7.6.2 横向施工缝宜采用平接缝，做到紧密黏结，充分压实，连接平顺。先用3m直尺检查端部平整度，以平整度3mm为标准，切除端部平整度大于3mm的路面部分，在竖切面上涂抹改性乳化沥青，继续摊铺时，摊铺机熨平板从接缝处起步摊铺，碾压时用钢轮压路机进行横向压实，从先铺面层上跨缝逐渐移向新铺面层，接缝碾压完毕再纵向碾压新铺面层。

7.6.3 上、下层横缝应错开1m以上，中、上面层横向施工缝应远离桥梁伸缩缝20m以外，以确保伸缩缝两边铺装层表面的平顺。

7.6.4 接缝处摊铺层施工结束后再用3m直尺检查平整度，当不符合要求时，应立即处理。

## 7.7 开放交通及其他

7.7.1 当摊铺时遇雨或下层潮湿时，严禁进行摊铺工作，对未经压实即遭雨淋的旋转压实剪切沥青混合料（已摊铺）应全部清除，更换新料。当气温低于10℃时，不得进行沥青混合料的摊铺施工。

7.7.2 沥青混合料路面应待摊铺层完全自然冷却，混合料表面温度低于50℃后，方可开放交通。

7.7.3 铺筑好的沥青层应严格控制交通，做好保护，保持整洁，不得造成污染。

## 8 透层、封层、黏层

### 8.1 透层

8.1.1 采用旋转压实剪切沥青混合料施工下面层时，基层应喷洒透层油。气温低于10℃或大风天气、即将降雨时不得洒透层油。

8.1.2 根据基层类型选择渗透性好的液体沥青、乳化沥青等作透层油，其用量应根据基层表面致密情况通过试洒确定，宜为0.8~1.2kg/m<sup>2</sup>，并不得超出施工规范要求的范围。

8.1.3 透层油喷洒后通过钻孔或挖掘确认透层油渗入基层的深度，对柔性基层的渗入深度宜不小于10mm，对于半刚性基层宜不小于5mm，并与基层联接为整体，每10000m<sup>2</sup>测5处。

8.1.4 透层油宜采用智能型沥青洒布车一次喷洒均匀，使用喷嘴宜根据透层油的种类和粘度选择并保证均匀喷洒。沥青洒布不到的位置宜改用手工沥青洒布机喷洒。

8.1.5 透层油洒布后的养生时间随透层油的品种和气候条件由试验确定，确保液体沥青中的稀释剂全部挥发，乳化沥青充分渗透且水分蒸发，然后尽早铺筑沥青面层，防止工程车辆损坏透层。

### 8.2 封层

8.2.1 为了保证基层与沥青面层实现层间连续结合，防止水分经沥青面层渗入水泥稳定粒料基层，面层施工前应洒布沥青并在其上撒布碎石形成下封层。下封层应采用同步碎石封层，施工宜采用智能型同步碎石洒布车一次均匀洒布。

8.2.2 下封层施工前，应将下承层表面清扫干净，再用2~3台森林灭火鼓风机将浮灰吹净，使表层集料颗粒部分外露，必要时用水冲洗，雨后或用水清洗的表面，水分应蒸发干净。

8.2.3 铺筑下封层时应采用规格和质量符合本文件5.2相关要求的沥青，如A级70号道路石油沥青、SBS改性沥青等。

8.2.4 下封层用的热沥青、改性沥青用量应根据石料粒径与用量、沥青洒布机工况等确定。沥青用量宜为1.0~1.4kg/m<sup>2</sup>，并通过试验段试铺确认。道路石油沥青应加热至155~165℃，改性沥青宜加热至165~175℃。

8.2.5 同步碎石下封层集料应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒的碎石。宜选用反击式破碎机轧制的碎石，公称粒径4.75~9.5mm的瓜子石。集料中小于0.075mm颗粒含量不应大于0.8%，当粉尘含量较大时可通过沥青拌和楼进行除尘。为增强碎石的黏结效果，可采用0.2%~0.3%的沥青对碎石进行预拌。

8.2.6 沥青和碎石洒布量应符合表18的规定。

表18 下封层材料规格及用量

下封层类型	沥青		集料	
	名称	洒布量 (kg/m <sup>2</sup> )	规格 (mm)	撒布量
改性沥青+碎石	改性沥青	1.2~1.4	4.75~9.5	覆盖 70%~80%
道路石油沥青+碎石	道路石油沥青	1.0~1.2	4.75~9.5	覆盖 70%~80%

8.2.7 下封层宜选择干燥、较热的天气施工。当遇到气温低于10℃、大风、即将降雨的情况之一时，

不得进行下封层施工。

8.2.8 下封层宜在沥青铺装施工前1~2d内进行施工，不宜过早，施工结束后，立即进行封闭管理，杜绝后期污染。

8.2.9 同步碎石下封层洒布作业完成后，宜用轻型轮胎压路机均匀碾压1~2遍，每次碾压重叠1/3轮宽，碾压应做到两侧到边，确保有效压实宽度，碾压完毕后封闭交通。

### 8.3 黏层

8.3.1 采用旋转剪切压实试验法设计的沥青混合料施工时，应喷洒黏层油。路缘石、雨水口、检查井等构造物与新铺沥青混合料接触的侧面，也应喷洒黏层油。

8.3.2 黏层沥青宜采用快裂的撒布型乳化沥青，也可采用快、中凝液体石油沥青，其规格和质量应符合本文件的要求。黏层沥青宜用与面层所使用的种类、标号相同的石油沥青经乳化或稀释制成。为加强层与层之间的粘结，宜选择改性乳化沥青作黏层沥青。

8.3.3 黏层沥青品种和用量应根据被粘结沥青混合料结构层的种类通过试洒确定，并符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的相关要求。在沥青层的下面层或中面层上以加强上下两层之间的粘结，为起到封水的作用而喷洒的黏层宜采用改性沥青或改性乳化沥青，其用量宜不少于0.4kg/m<sup>2</sup>。

8.3.4 黏层油应采用沥青自动洒布车喷洒，洒布速度和洒布量保持稳定。气温低于10℃时不得喷洒黏层油，寒冷季节施工不得不喷洒时可以分成两次喷洒。黏层沥青通常应在当天喷洒，待乳化沥青破乳、水分蒸发完成后紧跟着铺筑沥青层，确保黏层不受污染。

## 9 施工质量管理与检查验收

### 9.1 通用要求

9.1.1 采用旋转压实剪切试验法设计的沥青混合料施时中应特别重视材料质量、施工温度、摊铺碾压机械、施工工艺的管理，保证压实度，不得片面追求平整度而降低压实度。

9.1.2 成品沥青应具有产品质量检验单。产品到场后，应按照规定取样检查，不得以样品的质检报告代替。检验不符合要求的成品改性沥青不得使用。

9.1.3 现场制作的改性沥青，应随机取样，检查改性沥青质量，确认是否符合本文件规定的沥青质量技术要求。改性沥青试样制作应在改性沥青制备现场进行，不得二次加热，以防改性剂离析。

9.1.4 沥青路面如出现“油汀”，应分析原因，仔细检查沥青用量、加热温度、拌和时间等，严重的应予铲除。

### 9.2 铺筑试验路段

9.2.1 采用旋转压实剪切试验法设计的沥青混合料各面层施工开始后，应先做试验路段。试验路段应选在具有代表性的主线直线段，采用两种配比方案或两种碾压组合方案进行试验段铺筑，并按编写试验段施工总结报告，确定最优的施工方案。每种方案试验段铺筑长度宜不少于500m。

9.2.2 在试验路段施工前应按现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）及本文件第7章规定的各项要求做好各项施工前和摊铺作业前的各项准备工作。

9.2.3 试验路段的施工应包括试拌和试铺两个阶段，在试拌工作未达到预定要求前，不得进行试铺阶段。

9.2.4 试验路段的铺筑应由参建单位各方共同参加，首先由承包商提出试验路段施工方案，经各方评审通过后，组织试验路段施工，并及时商定有关事项，明确试验结论。铺筑结束后，施工单位应就各项试验内容提出完整的总结报告，业主应组织有关单位综合评定后作出是否正式开工的批复。

9.2.5 试验段经检验合格，作为正常路段的一部分。若不符合要求，经采取补救措施后仍无法满足使用功能的路段应铲除重铺。

### 9.3 施工过程质量控制

9.3.1 采用旋转压实剪切试验法设计的沥青混合料施工过程中材料质量检查项目和频率应按照表19的相关规定执行。

表19 原材料检测项目及频率要求

材料	控制项目	检测频率	质量要求
粗集料	外观	每 2000m <sup>3</sup> 不少于 1 次	符合本文件表 4 的要求
	颗粒组成（筛分）		
	针片状颗粒含量		
	软石含量	每 6000m <sup>3</sup> 不少于 1 次	
	密度		
	吸水率		
	与沥青黏附性		
	压碎值	必要时	
	高温压碎值（上面层）		
	磨光值		
洛杉矶磨耗值			
细集料	颗粒组成（筛分）	每 1000m <sup>3</sup> 不少于 1 次	符合本文件表 7 的要求
	砂当量		
	亚甲蓝值		
	密度	必要时	
矿粉	含水率	每 200t 不少于 1 次	符合本文件表 9 的要求
	亲水系数		
	<0.075mm 含量		
	外观	随时	
	密度	必要时	
道路石油沥青	针入度	每车 1 次	符合本文件表 1 的要求
	软化点		
	延度		
	密度	必要时	
	60°C动力黏度		

材料	控制项目	检测频率	质量要求
	RTFOT 后延度		
	含蜡量		
改性沥青	针入度	每车 1 次	符合本文件表 2 的要求
	软化点		
	延度		
	SBS 含量 <sup>a</sup>		
	弹性恢复	必要时	
	储存稳定性		
	RTFOT 后延度		
	PG 分级试验		

注：<sup>a</sup>SBS 含量检测方法详见《广东省管理工程施工标准化指南》（第三分册 路面工程）附录 D。

9.3.2 采用旋转压实剪切试验法设计的沥青混合料施工过程中混合料和路面各面层施工阶段的质量检查项目和频率还应符合表20的规定。

表20 沥青混合料的检查频度和质量要求

项目	质量要求或允许偏差		检查频度	试验方法	
	高速公路、一级公路	其他等级公路			
混合料外观	观察集料粗细、均匀性、离析、油石比、色泽、冒烟、有无花白料、油团等各种现象		随时	目测	
拌和温度	沥青、集料的加热温度	符合本文件规定		逐盘检测评定	传感器自动检测、显示并打印
	混合料出厂温度	符合本文件规定		逐车检测评定 逐盘测量记录，每天取平均值评定	出厂时逐车按 T 0981 人工检测 传感器自动检测、显示并打印
矿料级配，与设计标准级配的差（%）	0.075mm	±1	—	逐盘在线检测	计算机采集计算
	≤2.36mm	±3	—		
	≥4.75mm	±4	—		
	0.075mm	±1	—	逐机检查，每天汇总 1次取平均值评定	现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 附录 G 总量检验
	≤2.36mm	±2	—		
	≥4.75mm	±2	—		
	0.075mm	±1	±2	每台拌和楼每天 1~2 次，以 2 个试样的平均值评定	T 0725 抽提筛分与标准级配比较的差
	≤2.36mm	±3	±6		
≥4.75mm	±4	±7			
沥青用量（油石比）（%）	±0.3	—	—	逐盘在线监测	计算机采集计算
	±0.1	—	—	逐机检查，每天汇总 1次取平均值评定	现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 附录 F 总量检验
	±0.2	±0.4	—	每台拌和楼每天 1~2 次，以 2 个试样的平	T 0722

项目		质量要求或允许偏差		检查频度	试验方法
		高速公路、一级公路	其他等级公路		
				均值评定	
马歇尔试验	稳定度 (kN)	符合本文件规定		每台拌和楼每天1~2次, 以4~6个试件的平均值评定	T 0702、T 0709、 现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)附录 B、附录 C
	流值(0.1mm)	符合本文件规定			
	空隙率 (%)	符合本文件规定			
沥青混合料理论最大相对密度		—		集料类型或密度变化时	T0711
浸水马歇尔试验		符合本文件规定		必要时 (试件数同马歇尔试验)	T 0702、T 0709
肯塔堡浸水飞散损失		符合本文件规定		必要时 (以1组试件的平均值评定)	T 0733
车辙试验		符合本文件规定		必要时 (以3个试件的平均值评定)	T 0719
GTM 旋转剪切压实试验		旋转稳定值 GSI, $\leq 1.05$ ; 旋转剪切系数 GSF, $\geq 1.50$ 或 $\geq 1.60$		每周1次或每生产10000吨混合料检查1次	T 0737
压实度		$\geq$ GTM 标准密度的 97%; $\geq$ 最大理论密度的 93%		每 2000m <sup>2</sup> 检查一组 逐个试件评定并计算平均值	T0924、T0922 现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)附录 E
密度均匀性		非离析区域大于 95%		每 1km 不少于 1 处	无核密度仪法 附录 D
		非离析区域大于 90%		每 2km 不少于 1 处	
颗粒均匀性		非离析区域大于 85%		每 1km 不少于 1 处	构造深度法 附录 D
		非离析区域大于 80%		每 2km 不少于 1 处	

9.3.3 取样进行旋转压实剪切试验, 确定测定压实度的标准密度。施工和验收过程中的压实度检验不得采用配合比设计时的标准密度, 应按以下方法检测确定:

a) 以试验室旋转压实剪切试验密度作为标准密度, 即沥青拌和厂每试验段取样1~2次实测的GTM试件密度, 取平均值作为该试验段压实度的标准密度。其试件成型温度与路面复压温度一致。

b) 以每路段混合料实测的最大理论密度作为标准密度。在取样进行旋转压实剪切试验的同时, 采用真空法实测最大理论密度, 平行试验数不少于2个, 以平均值作为该路段压实度的标准密度。

c) 可根据需要选用试验室标准密度、最大理论密度中的1~2种作为钻孔法检验评定的标准密度, 并以合格率低作为评定结果。

#### 9.4 施工质量检查验收

采用旋转压实剪切试验法设计的沥青混合料的施工质量检查与验收标准应符合表21的规定。

表21 沥青路面施工过程中工程质量检查与验收标准

项目	质量要求或容许误差		检查频率	试验方法
	高速公路、一级公路	其他等级公路		



外观		表面平整密实，不得有明显轮迹、裂缝、推挤、油包等缺陷，且无明显离析		随时	目测
接缝	外观	紧密平整、顺直、无跳车		随时	目测
	平整度	≤3mm	≤5mm	逐条缝检测评定	T0931
施工温度	摊铺温度	符合本文件规定		逐车检测评定	T0981
	碾压温度	符合本文件规定		随时	T0981
厚度，与设计值的差	总厚度	设计值的-5%	设计值的-8%	每 2000m <sup>2</sup> 一点单点评定	T0912
	上面层	设计值的-10%	设计值的-10%	每 2000m <sup>2</sup> 一点单点评定	T0912
压实度	上面层	≥旋转压实密度的 98%； ≥最大理论密度的 96%		每 2000m <sup>2</sup> 检查 1 组逐 个试件评定并计算平 均值	T0924
	中下面层	≥旋转压实密度的 97%； ≥最大理论密度的 95%			
平整度 (最大间隙)	上面层	≤3mm	≤5mm	随时，接缝处单杆评定	T0931
	中下面层	≤5mm	≤7mm	随时，接缝处单杆评定	T0931
平整度 (标准差)	上面层	≤1.0mm	≤2.5mm	每车道连续测定	T0932
	中面层	≤1.2mm	≤2.8mm	每车道连续测定	T0932
	下面层	≤1.5mm	≤3.0mm	每车道连续测定	T0932
国际平整度指数	上面层	≤2.0 m/km	≤4.2 m/km	每车道连续测定	T0933
宽度		不小于设计宽度		每 100m 2 个断面	尺量
纵断面高程		±10mm	±15mm	每 100m 3 个断面	水准仪
横坡度		±0.3%	±0.5%	每 100m 3 个断面 (检测每个断面)	水准仪
渗水系数	密级配沥青混合料	≤200ml/min (下面层) ≤120ml/min (中面层) ≤100ml/min (上面层)	≤300ml/min	每 1km 不少于 5 点， 每点 3 处取平均值	T0971
抗剪强度		上面层：≥0.7MPa 中、下面层：≥0.6MPa		单幅每 1km 5 点	现行《公路沥青路面设计规范》(JTG D50) 附录 D
抗滑性能	横向力系数	≥54	—	每车道连续测定	T0965
	构造深度	≥0.7mm	—	每 1km 不少于 5 点， 每点 3 处取平均值	T0961
注：当确认无损检测试验方法有效时，可采用无损检测方法进行施工过程中路面厚度、压实度检测。					

附录 A  
(资料性)  
美国工程兵旋转压实剪切试验机

### A.1 概述

GTM (Gyratory Testing Machine) 是美国工程兵于上世纪 60 年代为解决空军重型轰炸机机场跑道的的设计而研究发明的, 并于 1978 年列入了美国 ASTM 规范, 2011 年再次进行修订 (编号: D3387-11)。它最大限度地模拟了汽车对路面的实际作用, 完全利用力学的应力应变原理, 以推理的方法来设计沥青混凝土。GTM 设计沥青混凝土时, 采用汽车对路面的实际作用压强进行试件成型, 测试有关性能参数, 并使设计的沥青混凝土抗剪强度大于其所受的剪应力, 而且使其所受的应变控制在适当的范围内。上世纪 90 年代后, GTM 设计方法与理论又被应用于现代高速公路沥青路面在车辆荷载剧增下的车辙、泛油等病害的防治与设计。目前, 国内北方少数省份也采用了 GTM 进行混合料的设计, 并在实体工程应用上取得了成功。GTM 主机结构见图 A.1。

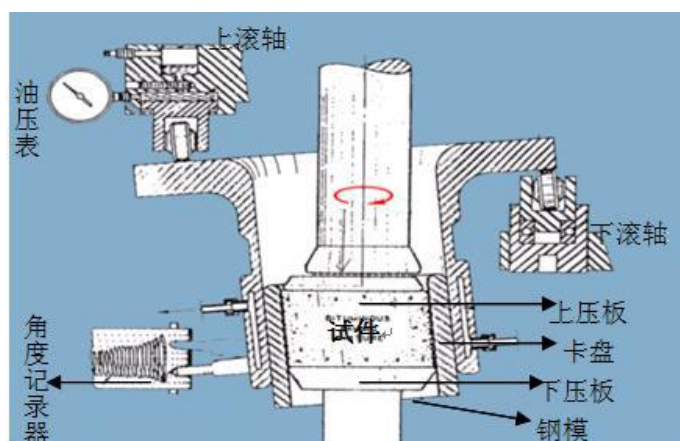


图 A.1 试验机主机结构图

### A.2 旋转压实剪切沥青混合料设计方法

#### A.2.1 旋转压实剪切沥青混合料设计方法的四大原则:

- a) 设计荷载: 轮胎和路面的接触压强, 不是轮胎的气压, 也不是标准轴载累积作用次数;
- b) 沥青路面的抗剪强度 $\geq$ 荷载作用下产生的剪应力;
- c) 应变比: 将应变控制在适当的范围之内, 使其没有永久变形产生;
- d) 压实到设计荷载作用下路面所产生的最终密度。

#### A.2.2 采用 GTM 进行沥青混凝土配合比设计的优越性:

a) 旋转压实剪切试验采用科学推理的方法, 即应力应变原理进行沥青混合料配合比设计。在一定的压力下对试件揉搓旋转成型, 要比直接剪切试验机或三轴试验机更近似汽车轮胎对路面的作用 (见图 A.2), 旋转成型过程中减少骨料的破碎。

b) 旋转压实剪切沥青混合料与公路实际情况联系更紧密。GTM 设计法充分考虑公路行车荷载的实际情况, 根据每条公路交通的情况, 在设计沥青混凝土时选择不同的设计压强。

c) GTM 采用旋转成型方式, 精确模拟现场碾压工况, 能够得到与现场混合料结构基本相同的室内试件, 从而准确预测与控制现场工程质量。

d) GTM 设计的沥青混凝土考虑了车辙产生的因素。从理论分析讲, 产生车辙的因素主要有两个, 一是由于沥青路面在行车荷载的反复碾压下进一步压密而产生; 二是因沥青混合料在高温时的强度不足以抵抗车轮荷载的反复作用, 轮下部分沥青混凝土产生剪切变形逐渐被挤压到两侧, 使两侧的沥青混凝土面层鼓起, 形成侧向流变而产生车辙。而美国工程兵旋转压实剪切试验机 (GTM) 在设计时充分考虑了这些问题, 采用的垂直压强是该公路汽车轮胎对路面的实际压强, 并且试件在该压强下被压实到平衡状态, 因此不会产生第一种变形, 同时, GTM 设计的沥青混合料满足了行车荷载作用下需要的抗剪强度, 因此也不会因抗剪强度不足而产生侧向推移。试件受力如图 A.3。

e) GTM 拥有试模型号为 10.5×15.2cm、15.2×25.4cm、20.3×30.5cm 三种, 在进行沥青混凝土配合比设计时, 可根据沥青混凝土的类型选择试模, 尤其对于粒径大于 26.5mm 的粗粒式沥青混凝土更显出其优越性。

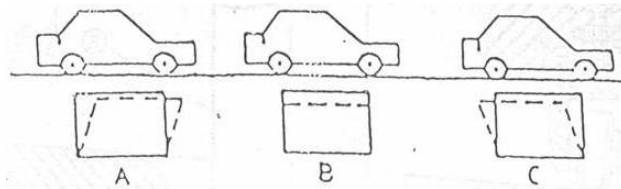


图 A.2 汽车荷载行驶时路面受力状况图

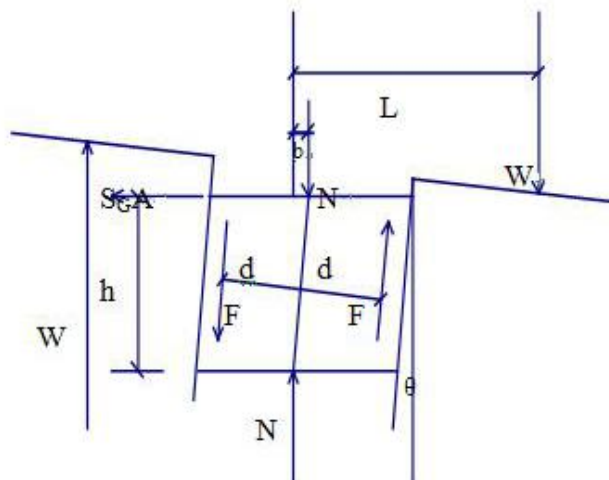


图 A.3 试件受力图示

A.2.3 GTM 采用旋转压实法成型试件, 并在成型过程中测出混合料的力学指标。旋转压实剪切沥青混合料设计法依据如下指标确定沥青用量:

a) 达到平衡状态时的密度 (平衡状态: 指 GTM 每转 100 转时, 试件单位重量的变化小于等于  $0.016\text{g}/\text{cm}^3$  的状态。)

b) 旋转压实稳定值  $\text{GSI} = \text{最终应变} / \text{中间最小应变}$  (检验沥青混合料在被压实到平衡状态时, 是否出现塑性变形。)

c) 抗剪安全系数  $\text{GSF} = \text{抗剪强度} / \text{剪应力}$  (检验沥青混合料被压实到平衡状态时的抗剪强度是否能够抵抗沥青路面实际所受的剪应力。)

A. 2. 4 由于 GTM 设计法与 Superpave 设计法和马歇尔设计法存在着原则上差别，由此设计的混合料性能也将不可避免出现重大变化。

由物理学可知满足如下公式：

$$2WL=S_gAh+2Fd-Nd \dots\dots\dots (A.1)$$

由于摩擦力 F 较小我们将其忽略不记，垂直压力的力矩 d 很小，略去不记。则：

$$2WL=S_gAh\dots\dots\dots (A.2)$$

$$S_g=2WL/(Ah)=2PaL/(Ah) \dots\dots\dots (A.3)$$

$$\tau_{max}=2p'aL/(Ah) \dots\dots\dots (A.4)$$

$$GSF=S_g/\tau_{max}=p/p' \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

- $S_g$  —— 试验材料的抗剪强度；
- $A$  —— 试样的截面积；
- $h$  —— 试样的高度；
- $L$  —— 滚轴的转矩；
- $a$  —— 滚轴活塞的有效截面积；
- $p$  —— 滚轴压强；
- $W$  —— 作用在滚轴上的压力。
- $\tau_{max}$  —— 最大剪应力，即：设计值；
- $p'$  —— 垂直压力。

附录 B  
(规范性)  
本文件用词说明

为准确掌握规范条文，对执行规范严格程度的用词作如下规定：

- a) 表示很严格，非这样做不可的用词：正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- b) 表示严格，在正常情况均应这样做的用词：正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- c) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- d) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

## 附录 C

(规范性)

### 旋转压实剪切试验法沥青混合料配合比设计方法

#### C.1 一般规定

C.1.1 本方法适用于密级配沥青混合料及沥青稳定碎石沥青混合料。

C.1.2 旋转压实剪切试验法沥青混合料的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及配合比、矿料级配、最佳沥青用量。

C.1.3 混合料的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文件的要求。

C.1.4 生产配合比设计可参照本方法规定的步骤进行。

#### C.2 材料选择

C.2.1 配合比设计的各种矿料应按现行《公路工程集料试验规程》(JTG E42)规定的方法，从工程实际使用的材料中取代表性样品。进行生产配合比设计时，取样至少应在干拌 5 次以后进行。

C.2.2 用于配合比设计的沥青、粗集料、细集料、填料、抗剥落剂等材料的质量应符合本文件的规定。

#### C.3 矿料级配的确定

C.3.1 旋转压实剪切试验法沥青混合料的工程设计级配范围宜采用本文件表 12 规定的矿料级配范围。

C.3.2 在工程设计级配范围，调整各种矿料比例设计 3 组不同粗细的初试级配，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。设计合成级配不应有太多的锯齿形交错。当反复调整不能满意时，宜更换材料设计。

C.3.3 根据沥青混合料的最大公称粒径选择合适 GTM 试模，试模直径应不小于最大公称粒径的 4 倍。

C.3.4 根据道路预计交通车辆中有代表性的车辆轮胎接地压强确定所采用的设计压强。

C.3.5 旋转压实剪切试验机的旋转参数设置为垂直压力为设计压强，机器角宜为  $0.8^\circ$  (油压表) 或  $2.0^\circ$  (气压表)，试件成型控制为极限平衡状态，试模温度设为  $60^\circ\text{C}$ ，混合料开始压实温度为  $140\sim 150^\circ\text{C}$ 。

C.3.6 重点考虑沥青混合料的抗高温性能、抗水损害的能力，并结合广东省内已有的经验，初选一组满足或接近设计要求的级配作为设计级配。

#### C.4 最佳油石比的确定

C.4.1 对初选的设计级配，根据经验选择 5 个沥青用量进行旋转压实剪切试验，沥青用量间隔为  $0.3\%\sim 0.5\%$ 。采用平衡状态法进行旋转压实剪切试验，确定每个沥青用量下的技术指标。

C.4.2 根据旋转压实剪切试验结果，以油石质量比或沥青用量为横坐标，以 GTM 试件的各体积指标和力学指标为纵坐标，将试验结果点入图中，连成圆滑的曲线。

C.4.3 确定均符合 GTM 法设计的沥青混合料技术标准(见表 10)的沥青用量范围  $OAC_{min} \sim OAC_{max}$ 。选择的沥青用量范围应涵盖设计空隙率的全部范围，并尽可能涵盖沥青饱和度的要求范围，并使密度及抗剪安全系数 GSF 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.4.4 在曲线上求取相应于密度最大值、抗剪安全系数 GSF 最大值、目标空隙率(或中值)、沥青饱和度范围中值的沥青用量  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ ，取其平均值为  $OAC_1$ ；当试验选择的沥青用量范围未能涵盖沥青饱和度的要求范围时，则取  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  的平均值作为  $OAC_1$ ；当 GSF 或密度未出现峰值时，直接取目标空隙率所对应的沥青用量  $a_3$  作为  $OAC_1$ ，但其应介于  $OAC_{min} \sim OAC_{max}$  范围内，否则应重新进行配合比设计。

C.4.5 以各项指标均符合技术标准(不含 VMA)的沥青用量范围  $OAC_{min} \sim OAC_{max}$  的中值作为  $OAC_2$ 。

C.4.6 通常情况下取  $OAC_1$  与  $OAC_2$  的中值作为最佳沥青用量 OAC。

C.4.7 根据选择的最佳沥青用量，确定此时的空隙率，检验 VMA 是否符合要求。

## C.5 配合比设计的检验

C.5.1 按最终确定的矿料配合比和设计沥青用量进行混合料的性能检验，配合比设计检验的结果应符合表 11 规定的技术要求，从密度曲线上查出设计沥青用量对应的密度作为目标配合比标准密度。不符合要求的，应重新进行配合比设计。

## C.6 配合比设计报告

C.6.1 配合比设计结束后，应及时出具配合比设计报告。

## C.7 马歇尔指标要求

C.7.1 目标配合比设计过程中，应对旋转压实剪切试验法所设计沥青混合料的马歇尔指标进行对比试验，并提出旋转压实剪切沥青混合料的马歇尔检验指标要求，以便于施工和监理单位进行质量控制。

## 条文说明

本方法主要规定旋转压实剪切试验法沥青混合料的目标配合比设计，对现场生产配合比设计也可参照使用。在此基础上，还需经过试拌试铺阶段，才能最终完成配合比设计。

沥青混合料配合比设计时，采用的设计压强由设计单位根据道路预计交通量中有代表性的车辆轮胎接地压强确定，具体参照本文件第 6 章的规定执行。

## C.8 目标配合比设计实例

### C.8.1 原材料检验

a) 目标配合比所用SBS改性沥青、玄武岩集料、石灰岩填料各项指标均符合本文件的要求，可以用于目标配合比设计。

b) 粗集料、细集料、矿粉等的筛分结果和相对密度试验结果见表C.8.1-1和表C.8.1-2。

表C. 8. 1-1 各种矿料的筛分结果

集料规格 (mm)	集料通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)												
	31.5	26.5	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
10~20	100.0	100.0	97.4	82.7	59.0	20.9	4.2	3.0	2.7	2.5	2.3	2.0	1.7
5~10	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	95.2	13.4	1.9	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4
3~5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	88.5	34.2	19.8	15.5	12.5	10.0	7.7
0~3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.7	91.0	66.0	52.0	39.7	29.0	18.9
矿粉	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99.3	84.5

表C. 8. 1-2 集料密度试验结果

集料规格 (mm)	表观相对密度	毛体积相对密度	吸水率 (%)	
10~20	2.747	2.679	0.94	
5~10	2.781	2.675	1.42	
3~5	≥2.36	2.778	2.667	1.50
	<2.36	2.765	2.630	1.86
0~3	≥2.36	2.776	2.664	1.52
	<2.36	2.717	2.595	1.73
矿粉	2.650	—	—	

### C. 8. 2 矿料级配组成

a) 在进行路面中面层目标配合比设计时，重点考虑沥青混合料的抗高温性能、抗水损害的能力，并结合广东省内已有的经验，采用最优方案。

b) 所选各种矿料级配见表C.8.2-1。

表C. 8. 2-1 所选AC-20型沥青混合料设计级配

筛孔尺寸(mm)	原材料级配通过百分率(%)					合成级配 (%)	设计级配范围 (%)
	10~20mm 碎石	5~10mm 碎石	3~5mm 碎石	0~3mm 石屑	矿粉		
31.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100~100
26.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100~100
19	97.4	100.0	100.0	100.0	100.0	98.6	90~100
16	82.4	100.0	100.0	100.0	100.0	90.8	78~92
13.2	58.3	100.0	100.0	100.0	100.0	78.3	65~85
9.5	19.5	95.1	100.0	100.0	100.0	57.5	48~72
4.75	2.5	12.2	87.5	99.7	100.0	37.2	23~53
2.36	1.3	0.5	28.7	90.1	100.0	29.5	16~44
1.18	1.0	0.2	13.1	62.5	100.0	20.9	12~33
0.6	0.8	0.2	8.5	47.0	100.0	16.3	10~24
0.3	0.6	0.2	5.2	33.4	100.0	12.3	7~18



0.15	0.3	0.1	2.5	21.6	99.7	8.7	4~12
0.075	0	0	0	10.4	98.4	5.3	3~7
掺配比例(%)	52.0	13.0	5.0	27.5	2.5	---	---

注：进行配合比设计时，对粗集料 10~20mm、5~10mm、3~5mm 碎石进行 100% 的除尘，对细集料进行 50% 的除尘。

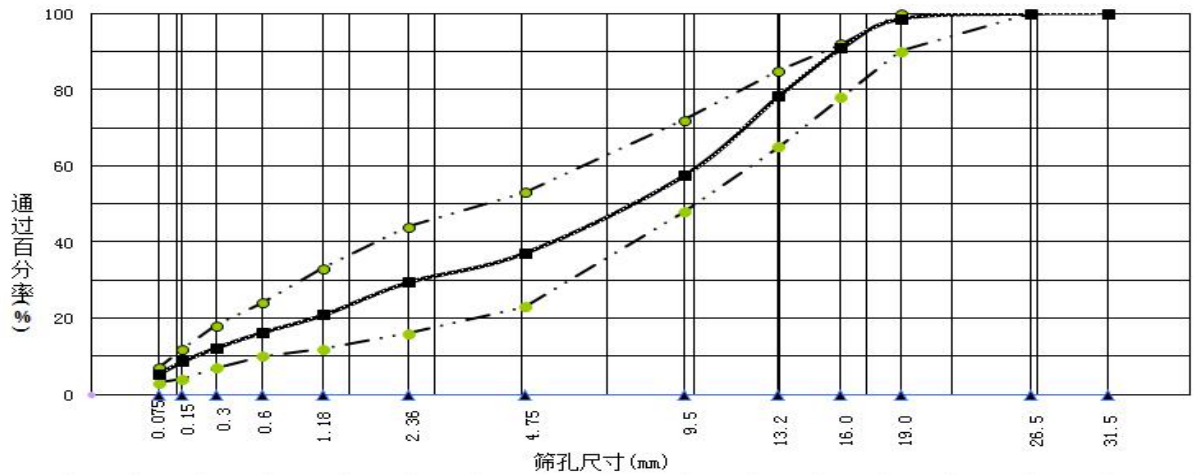
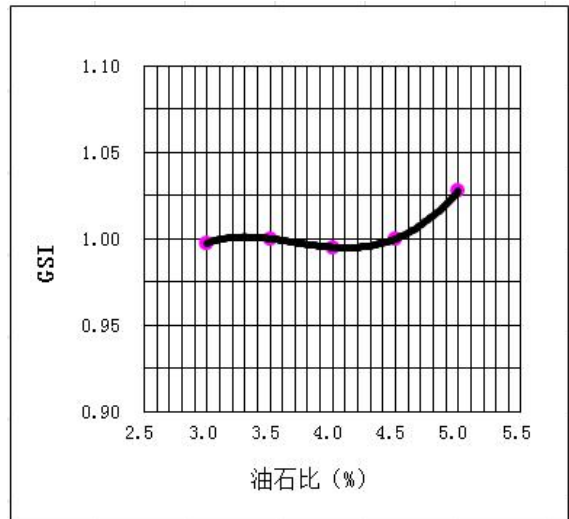
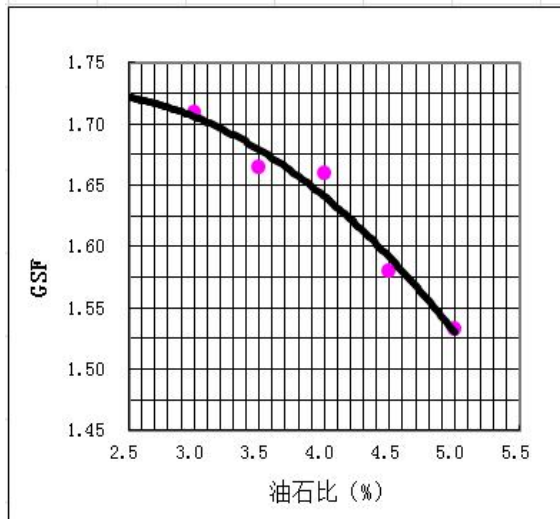


图8.2-1 GAC-20型矿料合成级配曲线图

C.8.3 最佳油石比的确定

a) 旋转参数设置为垂直压力0.8Mpa，机器角为0.8°（油压表）。试件成型控制为极限平衡状态，试件尺寸为Φ10×10cm，成型温度为160~165℃。

b) 根据旋转压实剪切试验结果，以油石质量比为横坐标，以GTM试件的各体积指标和力学指标为纵坐标，将试验结果点入图中，连成圆滑的曲线（图C.8.3-1）。



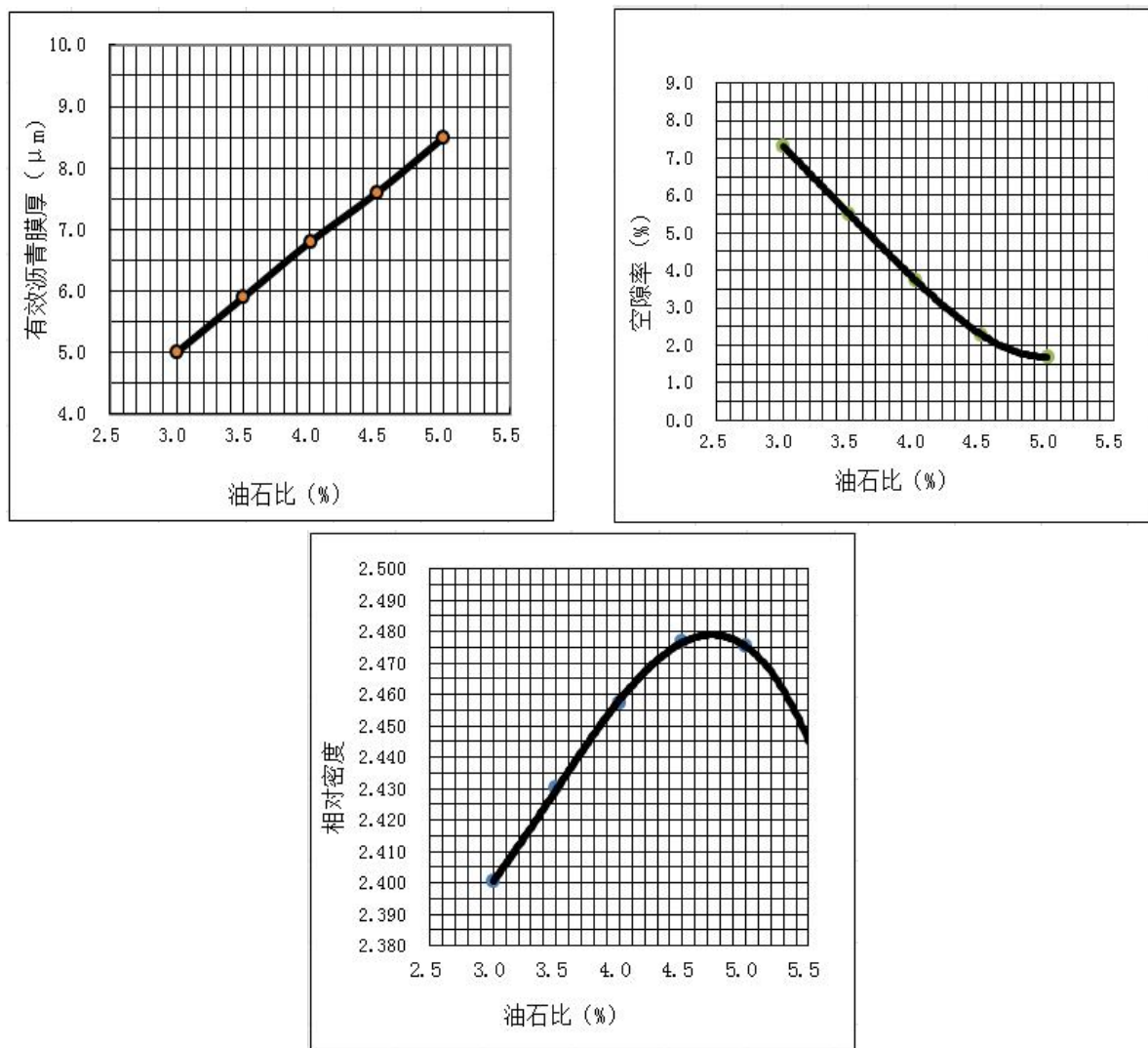


图 C. 8. 3-1 体积指标和力学指标与油石质量比关系

c) 根据曲线图, 各项指标均符合沥青混合料技术要求的沥青油石比范围为 3.90~4.40%; GSF 未出现峰值油石比; 对于高速公路的重载交通路段, 预计有可能产生较大车辙时取  $GSI > 1.00$ ,  $GSI = 1$  时的油石比是 3.50~4.50%; 有效沥青薄膜厚度 =  $7.0\mu\text{m}$  时的油石比是 4.10%。

d) 综合考虑以上因素, 选择 GAC-20 目标配合比的最佳油石比为  $OAC = 4.17\%$ 。再根据试验结果, 最终确定 OAC。

C. 8. 4 最佳油石比 GTM 试验结果见表 C.8.4-1。根据试验结果, 确定最佳油石比  $OAC = 4.17\%$ 。

表 C. 8. 4-1 GAC-20 GTM 试验结果

试件组号	沥青油石比 (%)	试件密度		空隙率 (%)	旋转压实次数(圈)	旋转稳定系数(GSI)	抗剪安全系数(GSF)	有效沥青膜厚(μm)
		理论	实测					
1	4.17	2.550	2.455	3.5	267	1.00	1.62	7.0
技术要求	~	~	~	2~4	~	$\geq 1.05$	$\leq 1.60$	$\leq 7.0$

注: 1)沥青加热温度控制在  $150\sim 160^\circ\text{C}$ ; 矿料加热温度为  $180\sim 185^\circ\text{C}$ ; 混合料拌和温度为  $170\sim 180^\circ\text{C}$ ; 击实温度为  $160\sim 165^\circ\text{C}$ 。

2)沥青混合料理论最大相对密度采用计算法。

C. 8. 5 GAC-20 马歇尔试验结果见表 C.8.5-1。

表 C. 8. 5-1 GAC-20 马歇尔试验结果

试件组号	沥青油石比(%)	试件密度		空隙率(%)	矿料间隙率(%)	沥青饱和度(%)	稳定度(KN)	流值(0.1mm)
		理论	实测					
1	3.0	2.590	2.378	8.2	13.1	37.8	14.65	26.9
2	3.5	2.572	2.403	6.6	12.7	48.0	15.44	29.9
3	4.0	2.553	2.415	5.4	12.6	57.1	17.18	33.5
4	4.5	2.535	2.439	3.8	12.2	68.9	17.25	36.8
5	5.0	2.518	2.452	2.6	12.1	78.4	16.22	39.7
最佳	4.17	2.550	2.430	4.7	12.2	61.4	17.28	33.2

注：1)沥青加热温度控制在 150~160℃；矿料加热温度为 180~185℃；混合料拌和温度为 170~180℃；击实温度为 160~165℃。

2)沥青混合料理论最大相对密度采用计算法。

C. 8. 6 混合料配合比设计检验应符合下列规定：

a) 水稳定检验：

表 C. 8. 6-1 GAC-20 残留稳定度试验结果

油石比(%)	浸水时间	稳定度(KN)		残留稳定度(%)
		试验结果	平均值	
4.17	30min	17.82	17.28	93.2
		16.38		
		17.83		
		17.88		
		16.51		
	48h	15.36	16.11	
		16.27		
		16.74		
		16.44		
		15.76		
技术要求	≥90			
结论	浸水马歇尔残留稳定度试验结果符合设计图纸技术要求。			

表 C. 8. 6-2 GAC-20 冻融劈裂试验结果

油石比(%)	试验条件	劈裂抗拉强度(MPa)		冻融劈裂强度比(%)
		单值	平均	
4.17	未经受冻融循环	1.21	1.27	88.6
		1.34		
		1.27		
		1.26		
		1.25		
	经受冻融循环	1.12	1.12	
		1.11		

		1.14		
		1.14		
		1.10		
技术要求	≥85			
结论	冻融劈裂试验结果符合设计图纸技术要求。			

b) 高温稳定性检验:

表 C. 8. 6-3 GAC-20 车辙及渗水试验结果

车辙板尺寸: 300×300×50mm 拌和温度: 175℃ 碾压温度: 165℃						
试验编号	轮压 (MPa)	试验温度 (°C)	动稳定度 (次/mm)	平均值 (次/mm)	渗水系数 (ml/min)	平均值 (ml/min)
①	0.7	60	12857	12778	90.4	88.8
②			13125		88.7	
③			12353		87.4	
技术要求	≤6000			≥120(ml/min)		
①	0.7	70	10500	10402	/	
②			10862			
③			9844			
技术要求	≤3000					

c) 低温抗裂性能检测

表 C. 8. 6-4 GAC-20 低温弯曲试验结果

油石比(%)	试验编号	试验温度 (°C)	加载速率 (mm/min)	破坏时最大弯拉应变 (με)		技术要求 (με)
				单值	均值	
4.17	①	-10	50	2533	2570	≥2500
	②			2603		
	③			2606		
	④			2550		
	⑤			2543		
	⑥			2587		
结论	试验结果符合设计图纸改性沥青混合料低温弯曲试验破坏应变(με)技术要求。					

d) 弯拉疲劳性能: 本试验使用 Cooper Research Thchnology Limited 多功能伺服液压材料试验机, 型号为 HYD-25。试件尺寸为 387mm×60mm×50mm 的棱柱型试件, 试件成型温度为 145~150℃。测试温度为 10℃, 采用控制应变模式, 以 300microstrain 测试混合料的弯拉疲劳性能, 当被测试件的劲度模量达到初始劲度模量的 50%时停止测试, 并以此时的荷载作用次数作为该试件在指定条件下的疲劳寿命。数据详见表 5-5。

表 C.8.6-5 GAC-20 弯拉疲劳性能试验结果

试验编号	试验温度 (°C)	试验频率(Hz)	目标应变 (με)	设计试验停止条件	实际试验停止条件	加载次数 (次)
				残余劲度模量与初始劲度模量比 (%)	残余劲度模量与初始劲度模量比 (%)	

1	10	10	300	50	50	
2	10	10	300	50	50	
3	10	10	300	50	50	
4	10	10	300	50	50	
图纸规定值				/		

### C.8.7 配合比设计结论

选定最佳沥青油石比为 4.17%，GTM 试验各项指标均符合《广佛肇高速公路 GTM 法沥青混合料设计与施工技术指南》技术要求。水稳定性、高温稳定性、低温稳定性及沥青混合料试件的渗水系数检测均符合《广佛肇高速公路 GTM 法沥青混合料设计与施工技术指南》改性沥青混合料 GAC-20 试验技术标准。

表 C.8.7-1 GAC-20 型改性沥青混合料矿料配合比及设计油石比

集料规格	10~20mm	5~10mm	3~5mm	0~5mm	矿粉	最佳油石比
配合比比例 (%)	520	130	50	275	25	4.17

## 附录 D

(规范性)

### 沥青混合料施工离析快速评价方法及控制标准

#### D.1 一般规定

D.1.1 构造深度离析评价法检测的是路面表面特征，在一定程度上能反应级配离析；而密度（PQI）离析评价法检测的是路面内部特征，在一定程度上能反应温度离析。将密度法和构造深度法两者结合起来，形成有效互补，可以由表及里的全方位评定沥青路面施工的均匀性。

#### D.2 构造深度离析评价法

##### D.2.1 仪器与材料技术要求

a) 手工铺砂仪：由量砂筒、推平板组成，具体技术要求如下：

①量砂筒：一端是封闭的，容积为 $(25\pm 0.15)$  mL，可通过称量砂筒中水的质量以确定其容积 V，并调整其高度，使其容积符合规定要求。附专用的刮尺将筒口量砂刮平。

②推平板：推平板应为木制或铝制，直径 50mm，底面粘一层厚 1.5mm 的橡胶片，上面有一圆柱把手。

b) 量砂：足够数量的干燥洁净的匀质砂，粒径 $(0.15\sim 0.30)$  mm。

c) 量尺：钢板尺或专用构造深度尺。

d) 其他：装砂容器（小铲）、扫帚或毛刷、挡风板等。

##### D.2.2 方法与步骤

a) 准备工作

①取洁净的细砂，晾干过筛，取 $(0.15\sim 0.30)$  mm 的砂置于适当的容器中备用。试验时，量砂只能一次性使用，不得重复使用。

②抽取 10m，结合现行《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450）规定的方法选取路段测点横断面位置，每 1m 一个断面，每个断面测 10 个点（根据路幅宽度，横向间隔约 1.0~1.5m）。

b) 测试步骤

①用扫帚或毛刷子将测点附近的路面清扫干净，面积不少于 30cm×30cm。

②用小铲向圆筒中缓缓注入准备好的量砂至高出量筒成尖顶状，手提圆筒上部，用钢尺轻轻叩打圆筒中部 3 次，并用刮尺边沿筒口一次刮平。

③将砂倒在路面上，用推平板由里向外重复作摊铺运动，稍稍用力将砂向外均匀摊开，使砂填入路表面的空隙中，尽可能将砂摊成圆形，并不得在表面上留有浮动余砂。注意摊铺时不可用力过大或向外推挤。

④用钢板尺测量所构成圆的两个垂直方向的直径，取其平均值，准确至 1mm。也可用专用尺直接测量构造深度。

⑤按以上方法，同一断面平行测试不少于 10 次，测点横向间隔约 1.0~1.5m。对同一处测试应该

由同一个试验员进行测试。

### D.2.3 数据处理

- a) 构造深度 TD 测试结果按下式计算，结果精确至 0.01mm。

$$TD = \frac{1000V}{\pi D^2/4} = \frac{31831}{D^2} \quad (D.1)$$

式中：V——砂的体积（25cm<sup>3</sup>）；

D——摊平砂的平均直径（mm）。

b) 将测定的构造深度值与该路段所测构造深度平均值的比值作为分级的定量界限，通过数理统计方法分析判断其表面离析程度。

- c) 颗粒均匀性=表面离析测点数量/测点总数量×100%。

### D.2.4 沥青混合料表面离析分级定量界限及措施

推荐的旋转压实剪切沥青混合料面层离析分级定量界限及措施见表 D.1。

表D.1 推荐的旋转压实剪切沥青混合料面层离析分级定量界限及措施

评定指标	离析处的构造深度与构造深度平均值的比值				
	细离析	无离析	轻微离析	中度离析	严重离析
界限	—	0.80	1.10	1.40	>1.70
下限	—	0.80	1.10	1.40	>1.70
上限	<0.80	1.10	1.40	1.70	—
建议措施	无	无	无	通知整改	局部返工

### D.2.5 报告

本方法应报告下列技术内容：

- 测试路段信息（桩号、测试位置等）。
- 构造深度。
- 沥青混合料面层离析分级定量界限及建议措施。

### D.3 密度（PQI）离析评价法

#### D.3.1 仪器与材料技术要求

无核密度仪应内含电子模块和可充电电池。探头应无核，无电容。无核密度仪的技术要求如下：

- 最大探测深度：≥10cm。
- 最小探测深度：≤2.5cm
- 单次测量时间：不大于 5s。
- 精度：0.003g/cm<sup>3</sup>。
- 配有标准密度块供无核密度仪自校时使用。

#### D.3.2 方法与步骤

- 准备工作

①无核密度仪在第一次使用前应对软件进行设置并储存，使操作者无需每次开机后都进行软件

的设置。

②使用无核密度仪前，应严格用标准密度块标定，确认其可靠性。

#### b) 测试步骤

①抽取 10m，结合现行《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450）规定的方法选取路段测点横断面位置，每 1m 一个断面，每个断面测 10 个点（根据路幅宽度，横向间隔约 1.0~1.5m）。与距路面边缘或其他物体的最小距离不得小于 30cm，且表面干燥。

②把无核密度仪平稳地置于测试位置上，保证仪器不晃动。当路表结构凹凸不平时，可用细砂填平测试位置的空隙，使路表面平整，能与仪器紧密接触。

③开机后应检查无核密度仪的工作状态，如电池电压，内部温度，设置测试日期、时间、测值编号等。

④进入测试界面，设置沥青面层厚度、测量单位、最大公称粒径等参数设置，选择单点测量模式，进入待测状态。

⑤按动测试键，3 秒后读取密度数据 $\rho_d$ ，并记录，准确至 0.01g/cm<sup>3</sup>。同时，无核密度仪上显示被测试材料表面的湿度值应在 0~10，当测值超过 10 时，数据作废，应重新选点测试。

#### D. 3.3 数据处理

a) 取测定的密度值与该路段所测密度平均值之差值，通过数理统计分析判断其内部离析程度。

b) 密度均匀性=表面离析测点数量/测点总数量×100%。

#### D. 3.4 沥青混合料面层离析评定标准及措施

推荐的旋转压实剪切沥青混合料面层离析评定标准及措施见表 D.2。

表D.2 推荐的旋转压实剪切沥青混合料面层离析评定标准及措施

测定方法	测定标准	无离析	轻度离析	中度离析	严重离析
无核密度仪（PQI）	密度差（g/cm <sup>3</sup> ）	≤40	40~60	60~80	>80
建议措施		无	通知整改	局部返工	返工

#### D. 3.5 报告

本方法应报告下列技术内容：

- 测试路段信息（桩号、测试位置等）。
- 实测密度。
- 沥青混合料面层离析评定标准及措施。

#### 条文说明

离析，是沥青路面发生早期病害的原因之一。无论采用何种方法设计的沥青路面，其施工都是将设计的沥青混合料经过拌和、运输、摊铺、碾压成型等多个环节。任何一个环节失误，都会影响到沥青路面的最终质量。总结沥青路面施工经验教训，在施工过程中，最常发生的问题是混合料离析，对于旋转压实剪切试验法设计的沥青混合料也不例外。所谓沥青混合料离析，就是拌和出的混合料在外力作用下，出现集料的大、小颗粒分别聚集的现象。粗集料聚集多的地方空隙大，雨水最易渗入并积存在沥青路面内部，在车轮荷载的反复作用下，导致离析部位路面发展成坑槽，逐步导致其破坏。沥青混合料一旦发生离析，使设计的沥青混合料配合比不能实现预期的目的。离析，不



仅影响了路面的路用性能，还加速了路面的损坏，大大缩短了使用寿命。因此，施工时应最大限度避免或减少混合料离析问题。

根据课题研究成果，并参考国内外均匀性评价方法，推荐使用构造深度离析评价法和密度(PQI)离析评价法，这两种方法设备简单、操作简便、评价快速。

---