

ICS 75.140
CCS E 43

DB14

山西省地方标准

DB 14/T 160—2015

代替 DB14/T 160—2007

2024年2月28日 确认有效

公路改性沥青路面施工技术规范

2015 - 12 - 30 发布

2016 - 01 - 30 实施

山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 术语和定义及符号..... 1

4 总体要求..... 6

5 基层..... 6

6 材料..... 7

7 热拌沥青混合料..... 16

8 改性沥青路面施工..... 22

9 桥面防水粘结层施工..... 30

10 施工质量管理与检测..... 31

附录 A（规范性附录） 山西省沥青路面使用性能气候分区..... 37

附录 B（规范性附录） 热拌沥青混合料配合比设计方法..... 39

附录 C（规范性附录） SMA 混合料配合比设计方法..... 50

参考文献..... 53

前 言

本标准依据GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替DB14/T 160-2007《公路改性沥青路面施工技术规范》，与DB14/T 160-2007相比主要技术变化如下：

- 删除了“总则”（2007年版1）；
- 增加了“范围”和“规范性引用文件”章节（见1、2）；
- 增加了9个术语和定义（见3.1.7、3.1.8、3.1.9、3.1.10、3.1.12、3.1.13、3.1.14、3.1.15、3.1.21）；
- 增加了“总体要求”章节（见4）；
- 增加了橡胶沥青混合料用废胎胶粉、橡胶沥青技术指标要求（见6.2.2.3）；
- 修改了细集料亚甲蓝技术指标（见6.3.2，2007年版4.3.2）；
- 增加了外掺剂技术要求（见6.4）；
- 增加了同步碎石封层材料规格和用量（见6.5.1.2）；
- 修改了下封层、粘层、桥面防水粘结层材料的技术要求（见6.5、6.6，2007年版4.4）；
- 删除了“防止沥青混合料离析减少局部渗水的技术措施”（2007年版6.8）；
- 增加了橡胶沥青混合料矿料级配、橡胶沥青混凝土混合料技术要求（见7.2.1、7.2.2）；
- 增加了重、特重交通长大坡度路段沥青混合料高温技术指标（见7.2.2）；
- 修改了改性沥青路面施工章节顺序（见8；2007年版6）；
- 增加了温拌沥青混合料的施工温度要求（见8.3.1.2）；
- 增加了废胎胶粉类沥青的生产（见8.3.2.1.3）；
- 增加了抗车辙剂、温拌剂和纤维稳定剂外加材料的添加工艺（见8.3.2.1.5、8.3.2.1.6、8.3.2.1.7）；
- 增加了层间结合质量技术要求（见8.4.1）；
- 修改了桥面防水施工（见9，2007年版7）；
- 增加了同步碎石防水粘结层施工（见9.2.1）；
- 修改了附录B中沥青混合料最大理论相对密度的计算公式（见公式B.9、B.10，2007年版公式B.5.9-1、B.5.9-2）；
- 修改了附录C中SMA沥青混合料最大理论相对密度的计算公式（见公式C.3，2007年版公式C.3.7）；
- 删除了“沥青路面渗水试验方法”和“条文说明”（2007年版附录D、附录E）。

本标准由山西省交通运输厅提出并归口。

标准起草单位：山西省交通科学研究院。

标准主要起草人：赵队家、韩萍、张晓燕、孔繁盛、李智慧、段丹军、陈明星、樊英华、葛紫虹、兰建丽、王瑞林、成志强、王国安、张敏、郝文斌。

公路改性沥青路面施工技术规范

1 范围

本标准规定了公路改性沥青路面术语和定义及符号，总体要求，基层，材料，热拌沥青混合料，改性沥青路面施工，桥面防水粘结层施工，施工质量管理与检测。

本标准适用于新建和改建高速公路、一级公路改性沥青路面工程，二级公路使用改性沥青混合料可参照执行。普通沥青混合料的施工也可参照执行。

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 3516 橡胶中溶剂抽出物的测定

GB/T 4498 橡胶灰分的测定

GB/T 14837 橡胶及橡胶制品组分含量的测定 热重分析法

GB/T 16777 建筑防水涂料试验方法

GB/T 19208 硫化橡胶粉

JTG D50 公路沥青路面设计规范

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG E42 公路工程集料试验规程

JTG E60 公路路基路面现场测试规程

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）

DB 14/T 647 公路沥青铺装层层间结合质量技术要求

3 术语和定义及符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

沥青结合料

在沥青混合料中起胶结作用的沥青类材料（含添加的外掺剂或改性剂等）的总称。

3.1.2

石油沥青

由石油经蒸馏、吹氧、调和等工艺加工得到的，主要为可溶于二硫化碳的碳氢化合物的半固体粘稠状物质。

3.1.3

基质沥青

用于生产改性沥青或乳化沥青的基础石油沥青。

3.1.4

改性剂或外掺剂

在沥青或沥青混合料中加入的天然或人工合成的有机或无机材料,可熔融或分散在沥青及沥青混合料中,以改善或提高沥青混合料的路用性能。包括SBS、SBR、废旧橡胶粉、抗车辙剂、温拌剂、纤维稳定剂、抗剥落剂等。

3.1.5

改性剂或外掺剂剂量

改性剂或外掺剂在改性沥青或改性沥青混合料中的质量百分数。

3.1.6

改性沥青

基质沥青与一种或数种改性剂通过适宜的加工工艺制成的沥青结合料,可使沥青或沥青结合料的性能得以改善。

3.1.7

橡胶沥青

橡胶沥青是指沥青、回收轮胎胶粉和某些添加剂通过适宜的加工工艺制成的沥青胶结料,其中胶粉的含量不少于总重的15%(内掺),且橡胶颗粒在热沥青中充分反应并融胀。

3.1.8

路用废胎胶粉

汽车废轮胎经粉碎得到的具有一定细度且满足道路路用技术指标的废胎胶粉。

3.1.9

抗车辙剂

用于提高沥青路面抗车辙能力的添加剂。

3.1.10

温拌添加剂

通过物理和化学作用,能显著降低沥青混合料施工温度的添加材料。

3.1.11

改性沥青混合料

由基质沥青、改性剂或外掺剂与矿料按一定比例拌和而成的混合料的总称。

3.1.12

橡胶沥青混合料

由橡胶沥青与矿料按一定比例拌和而成的混合料的总称。

3.1.13

抗车辙沥青混合料

添加抗车辙剂的沥青混合料。

3.1.14

温拌沥青混合料

是一类使用特定的技术或添加剂，使拌和及施工温度介于热拌沥青混合料（150℃～180℃）和冷拌沥青混合料（常温）之间，达到热拌沥青混合料性能的沥青混合料。

3.1.15

纤维沥青混合料

添加一定掺量纤维稳定剂以提高混合料路用性能的沥青混合料。

3.1.16

改性沥青路面

沥青面层中任一层采用改性沥青为结合料铺筑的路面，或沥青面层中任一层采用掺添加剂的改性沥青混合料铺筑的路面。

3.1.17

乳化沥青

石油沥青与水在乳化剂、稳定剂等的作用下经乳化加工制得的均匀沥青产品，也称沥青乳液。

3.1.18

改性乳化沥青

在制作乳化沥青的过程中同时加入聚合物胶乳，或将聚合物胶乳与乳化沥青成品混合，或对聚合物改性沥青进行乳化加工得到的乳化沥青产品。

3.1.19

粘层

为加强路面沥青层与沥青层、沥青层与水泥混凝土路面、桥面铺装层之间的粘结而洒布的沥青薄层。

3.1.20

封层

为封闭表面空隙、防止水分侵入而在沥青面层或基层上铺筑的有一定厚度的沥青混合料薄层，一般为细粒式沥青混合料或层铺法铺装的表面处治或稀浆封层、微表处或同步碎石封层，铺筑在沥青面层表面的称为上封层，铺筑在沥青面层下面、基层表面的称为下封层。

3.1.21

同步碎石封层

用专用设备即同步碎石封层车将碎石及粘结材料同步铺洒在路面上,通过压路机或自然行车碾压形成单层沥青碎石封层,它主要作为路面层间封层、桥面防水粘结层或表处使用,也可用于低等级公路面层。

3.1.22

沥青混合料

由矿料与沥青结合料拌和而成的混合料的总称。按材料组成及结构分为连续级配、间断级配混合料。按矿料级配组成及空隙率大小分为密级配、半开级配、开级配混合料。按公称最大粒径的大小可分为特粗粒式(公称最大粒径37.5 mm)、粗粒式(公称最大粒径26.5 mm或31.5 mm)、中粒式(公称最大粒径16 mm或19 mm)、细粒式(公称最大粒径9.5 mm或13.2 mm)、砂粒式(公称最大粒径小于9.5 mm)沥青混合料。按制造工艺分为热拌沥青混合料、冷拌沥青混合料、温拌沥青混合料和再生沥青混合料等。

3.1.23

密级配沥青混合料

按密实级配原理设计组成的各种粒径颗粒的矿料与沥青结合料拌和而成,设计空隙率较小(对不同交通及气候情况、层位可作适当调整)的密实式沥青混凝土混合料(以AC表示)和密实式沥青稳定碎石混合料(以ATB表示)。按关键性筛孔通过率的不同又可分为细型、粗型密级配沥青混合料等。粗集料嵌挤作用较好的也称嵌挤密实型沥青混合料。

3.1.24

开级配沥青混合料

矿料级配主要由粗集料嵌挤组成,细集料及填料较少,经马歇尔标准击实成型试件的剩余空隙率在18%以上的混合料。

3.1.25

半开级配沥青碎石混合料

由适当比例的粗集料、细集料及少量填料(或不加填料)与沥青结合料拌和而成,经马歇尔标准击实成型试件的剩余空隙率在6%~12%的半开式沥青碎石混合料(以AM表示)。

3.1.26

间断级配沥青混合料

矿料级配组成中缺少1个或几个粒径档次(或用量很少)的沥青混合料。

3.1.27

沥青稳定碎石混合料(简称沥青碎石)

由矿料和沥青组成具有一定级配要求的混合料,按空隙率、集料最大粒径、添加矿粉数量的多少,分为密级配沥青稳定碎石(ATB)、开级配沥青碎石(OGFC表面层及ATPB基层)、半开级配沥青碎石(AM)。

3.1.28

沥青玛蹄脂碎石混合料

由沥青结合料与少量的纤维稳定剂、细集料以及较多量的填料（矿粉）组成的沥青玛蹄脂填充于间断级配的粗集料骨架的间隙，组成一体的沥青混合料，简称SMA。

3.2 符号及代号

下列符号及代号适用于本文件。

A: 道路石油沥青。

PC: 喷洒型阳离子乳化沥青。

HMA: 喷洒型阴离子乳化沥青。

AC: 热拌沥青混合料。

SMA: 密级配沥青混凝土混合料，分为粗型和细型两类。

OGFC: 大孔隙开级配排水式沥青磨耗层。

ATB: 密级配沥青稳定碎石混合料。

ATPB: 铺筑在沥青层底部的排水式沥青稳定碎石混合料。

AM: 半开级配沥青碎石混合料。

OAC: 沥青混合料的最佳沥青用量。

MS: 马歇尔稳定度。

FL: 马歇尔试验的流值。

γ_{se} : 沥青混合料中合成矿料的有效相对密度。

γ_{sb} : 沥青混合料中矿料的合成毛体积相对密度。

γ_{sa} : 沥青混合料中矿料的合成表观相对密度。

P_a : 沥青混合料的油石比。

P_b : 沥青混合料中的沥青含量。

P_{be} : 沥青混合料中的有效沥青用量。

C: 集料的沥青吸收系数。

γ_b : 沥青的相对密度。

γ_t : 沥青混合料的最大理论相对密度。

FB: 沥青混合料的粉胶比（0.075 mm通过率与有效沥青含量的比值）。

VV: 压实沥青混合料的空隙率，即矿料及沥青以外的空隙（不包括矿料自身内部的孔隙）的体积占试件总体积的百分率。

VMA: 压实沥青混合料的矿料间隙率，即试件全部矿料部分以外的体积占试件总体积的百分率。

VFA: 压实沥青混合料中的沥青饱和度，即试件矿料间隙中扣除被集料吸收的沥青以外的有效沥青结合料部分的体积在VMA中所占的百分率。

VCA: 粗集料骨架间隙率。

VCA_{mix}: 压实沥青混合料的粗集料骨架间隙率，即试件的粗集料骨架部分以外的体积占试件总体积的百分率。

VCA_{DRC}: 捣实状态下的粗集料松装间隙率。

DS: 沥青混合料车辙试验的动稳定度。

EVT: 等粘度温度。

COC: 沥青的克利夫杯开式闪点。

PSV: 石料磨光值。

FB (BPN)：用摆式仪测定的路面摩擦系数摆值，其单位BPN。

TFOT：沥青的薄膜加热试验。

RTFOT：沥青的旋转薄膜加热试验。

PI：沥青的针入度指数。

PMB (或PMA)：聚合物改性沥青。

PE：聚乙烯。

SBR：苯乙烯-丁二烯橡胶（丁苯橡胶）。

SBS：苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物。

PR：改性聚乙烯。

Superpave：美国SHRP沥青混合料配合比设计体系的注册名称。

PG：美国沥青路用性能分级规格。

SGC：沥青混合料搓揉压实试验机。

AR：橡胶沥青。

ARAC：橡胶沥青混合料。

WMA：温拌沥青混合料。

4 总体要求

- 4.1 路面的施工应选择专业的施工队伍、合格的材料和先进的设备，应有详细的施工组织设计，遵循合理的施工工期，强化施工过程的质量控制。
- 4.2 路面施工应认真贯彻国家环境和生态保护、安全生产的相关规定，做到文明施工、安全生产。
- 4.3 路面施工应避免与污染沥青面层的其他工序交叉作业。不可避免时，应合理分层分段施工，即沥青面层各结构层铺筑完成后再进行下一段施工作业，施工段落内严禁其他工序作业和车辆通行，分段长度不宜大于两个工作日作业的长度。
- 4.4 路面不应在气温低于 10℃时施工，不应在雨天或下承层潮湿的状况下施工。
- 4.5 路面建设应满足公路交通条件及工程所在地气候条件的需要，气候分区按附录 A 执行。
- 4.6 应积极开展技术攻关，采用经试验和实践证明有效的、经专家技术论证并经主管部门同意的新技术、新材料、新工艺。
- 4.7 试验检测的试验室应取得相应的资质，试验检测人员须持证上岗，仪器设备须检定合格。
- 4.8 路面施工除应符合本标准外，尚应符合国家颁布的现行有关标准、规范的规定。

5 基层

- 5.1 沥青面层施工前应对基层进行检查，质量不符合要求的不应铺筑沥青面层。
- 5.2 基层按结构组合设计要求，可选用沥青稳定碎石、沥青贯入式、级配碎石、级配砂砾等柔性基层或水泥稳定集料、石灰与粉煤灰稳定集料的半刚性基层；碾压式水泥混凝土、贫混凝土等刚性基层；以及上部使用柔性基层下部使用半刚性基层的混合式基层。
- 5.3 半刚性基层沥青路面的基层与沥青层宜在同一年内施工，以减少路面开裂。
- 5.4 以旧沥青路面作基层加铺沥青面层时，应根据旧路路面性能评价，确定原有路面修补、铣刨、加铺、罩面等设计方案。对原有路面需补强加铺基层时，须对坑槽、翻浆等病害进行局部处理后直接补强加铺，无需铣刨或挖除沥青层；只做罩面时，旧路面局部病害处理后应彻底清除浮灰，洒布粘层油，再铺筑沥青层。

5.5 以旧的水泥混凝土路面作基层加铺沥青面层时,应彻底处置局部病害、清除浮灰、采用铺设应力吸收层、应力吸收带等抗裂措施、洒布粘层油,在大纵坡路段应对水泥混凝土表面作凿毛处理,再铺筑沥青层。

5.6 重视半刚性基层或底基层板体的完整性,施工中除重点控制材料质量、材料比例、混合料质量和压实度外,还应重点注意以下事项:

- a) 半刚性基层或底基层混合料生产应把含水量作为施工质量控制的技术指标,施工含水量应大于最佳含水量 1.0%~2.0% (蒸发量另计),碾压成型后表面应湿润;
- b) 把摊铺混合料前“下承层的洒水湿润”作为施工工序进行检查,确保摊铺作业时下承层处于湿润状态;
- c) 对于水泥稳定类或掺加水泥的综合稳定类混合料,从拌和到碾压作业完成的工序严格控制在水泥初凝前完成 (综合稳定类在石灰消解后掺加水泥);
- d) 应重视基层的养护工作,在铺筑下一层位前始终保持湿润状态;
- e) 钻取的芯样 (水泥稳定类 7 天~10 天,石灰稳定类、水泥石灰综合稳定类、石灰粉煤灰稳定类 20 天~28 天) 呈圆柱形且上下边缘完整,不应有剥落。芯样强度不低于相同龄期的试件强度;
- f) 采用同型号两台摊铺机阶梯作业时,前后错开不大于 20 m,纵向搭接 10 cm~20 cm,应有专人清除前半幅边缘大粒径骨料,每日工作缝接头应做到横缝对齐。

6 材料

6.1 一般规定

6.1.1 集料应由具有生产许可证的石料厂生产或施工承包商自行加工。进场材料应按料源、规格搭棚隔墙分别堆放,场地应硬化,硬化层可采用铺 15 cm~20 cm 的 C15 贫混凝土或 7 天强度不小于 2.5 MPa 的水泥稳定碎石 (砂砾)。集料进场宜采用分层堆料方式,每一层料堆顶部经推土机推成平台后,采用平堆卸料。

6.1.2 进场材料须附产品质量检验单,材料进场后应按批量进行检测验收,符合要求方可使用,不应以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场检测。对加工的粗集料 (碎石)、细集料 (石屑、机制砂)、填料 (矿粉) 等地方材料,应随时对原料和成品进行质量检测;对现场加工的改性沥青或购买的成品改性沥青,应派驻地监理对生产全过程进行监理,检查生产过程的改性剂剂量、加工温度和成品质量。

6.1.3 对相同规格不同料源的集料应分别进行矿料配合比设计。

6.1.4 沥青路面集料的选择应调查料源,尽可能就地取材,质量应符合使用要求。

6.2 沥青结合料

6.2.1 道路石油沥青

6.2.1.1 道路石油沥青等级划分及适用范围执行 JTG F40。山西省沥青路面使用性能气候分区用沥青技术要求应符合表 1 规定。

表 1 道路石油沥青技术要求

试 验 项 目	单位	等级	沥青标号						试验方法
			90 号			70 号			
针入度（25℃，100 g，5 s）	0.1 mm		80~100			60~80			T 0604
适用的气候分区			1-3	2-2	2-3	1-3	2-2	2-3	附录 A
针入度指数 PI		A	-1.5-+1.0						T 0604
		B	-1.8-+1.0						
当量软化点 T ₈₀₀	℃	A、B	实测记录						
当量脆点 T _{1.2}	℃	A、B	实测记录						
软化点（R&B） 不小于	℃	A	45	44		46	45		T 0606
		B	43	42		44	43		
60℃动力粘度 不小于	Pa • s	A	160	140		180	160		T 0620
10℃延度 不小于	cm	A	20	30	20	20	25	20	T 0605
		B	15	20	15	15	20	15	
15℃延度 不小于	cm	A、B	100						
蜡含量（蒸馏法） 不大于	%	A	2.2						T 0615
		B	3.0						
闪点 不小于	℃	A、B	245			260			T 0611
溶解度 不小于	%	A、B	99.5						T 0607
密度（15℃）	g/cm ³	A、B	实测记录						T 0603
TFOT（或 RTFOT）后									T 0610
质量变化	%	A、B	±0.8						或 T 0609
残留针入度比（25℃）不小于	%	A	57			61			T 0604
		B	54			58			
残留延度（10℃） 不小于	cm	A	8			6			T 0605
		B	6			4			
注1：试验方法按照现行JTG E20规定的方法执行。用于仲裁试验求取PI时的5个温度的针入度关系的相关系数不应小于0.998。									
注2：表中未列50号沥青，1-3区、2-3区通过试验研究可以采用，技术指标执行JTG F40的规定。									
注3：老化试验以TFOT为准，也可以RTFOT代替。									
注4：气候分区见附录A表A. 1。									

6.2.1.2 沥青标号, 宜根据公路等级、气候条件、交通条件、路面类型及在结构层中的层位及受力特点、施工方法等确定。根据近年来的应用实践, 各地区适宜采用的沥青标号如下:

- a) 2-2 区: 大同、朔州等个别寒冷地区可采用针入度为 90 (0.1 mm) ~100 (0.1 mm) 的 90 号沥青; 其它地区采用针入度为 80 (0.1 mm) ~90 (0.1 mm) 的 90 号沥青或针入度为 70 (0.1 mm) ~80 (0.1 mm) 的 70 号沥青。用作加工改性沥青的基质沥青宜采用针入度为 80 (0.1 mm) ~90 (0.1 mm) 的 90 号沥青;
- b) 1-3 区、2-3 区: 运城、临汾个别地区宜采用针入度为 60 (0.1 mm) ~70 (0.1 mm) 的 70 号沥青; 其它地区可采用 70 号沥青。用作加工改性沥青的基质沥青可采用针入度为 80 (0.1 mm) ~90 (0.1 mm) 的 90 号沥青或针入度为 70 (0.1 mm) ~80 (0.1 mm) 的 70 号沥青。

6.2.1.3 60℃动力粘度是评价沥青高温性能的主要指标, 10℃延度是评价沥青低温性能的主要指标, 在选择沥青时应作为重要指标。

6.2.1.4 沥青应按品种、标号分开存放。除长期不使用的沥青可在自然温度下存储外, 沥青在储罐中的贮存温度宜为 130℃~140℃, 不应高于 160℃。桶装沥青应直立堆放, 加盖苫布。

6.2.2 改性沥青

6.2.2.1 山西省夏季炎热、冬季寒冷，满足气候及交通条件的常用改性材料有 SBS、SBR、废胎胶粉、抗车辙剂等，其技术性能见表 2。

6.2.2.2 SBS、SBR 改性沥青技术指标要求见表 3。

表 2 山西省常用改性剂材料的技术性能

名称	类型	主要成分	技术性能	合理剂量
SBS类	热塑性橡胶	苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物	外观白色爆米花状，质轻多孔；主要改善沥青高温稳定性，同时改善低温抗裂性能。它既具有橡胶的弹性性质，又具有树脂的热塑性性质。	占沥青质量的3.5%~5%
SBR类	橡胶	(改性)丁苯橡胶	干胶含量50%，胶乳比重0.98 g/cm ³ ，对沥青高、低温性能均有良好的改善效果。	按固含量折算为SBR的剂量：占沥青质量3.5%~5%
废胎胶粉类	橡胶类	天然橡胶和合成橡胶	外观为黑色，颗粒状，细度一般为30目~80目，应选用常温研磨粉碎的子午胎与斜交胎胶粉，优先选用天然橡胶含量较高的斜交胎胶粉，主要通过提高沥青的高温粘度，改善沥青高低温性能、弹性性能，降低路面噪声。	一般占沥青质量的20%~26%
PE类	热塑性树脂类	(改性)聚乙烯	靠其在沥青混合料中的嵌挤、加筋、胶结作用，显著提高混合料的高温抗车辙能力、低温抗裂性。	占沥青混合料质量的0.3%~0.6%
注：生产采用改性剂的最终剂量由试验确定。				

表 3 SBS、SBR 改性沥青的技术要求

试 验 项 目		单位	SBS 类		SBR 类		试验方法
			上面层	中、下面层	上面层	中、下面层	
针入度 (25℃, 100 g, 5 s)		0.1 mm	40~70	40~70	60~80	60~80	T 0604
针入度指数 (PI)	不小于	—	0	-0.2	-0.6	-0.6	
5℃延度 (5 cm/min)	不小于	cm	30	20	60	50	T 0605
软化点 (T _{R&B})	不小于	℃	85	85	53	50	T 0606
135℃运动粘度	不大于	Pa·s	3	3	3	3	T 0625
闪点	不小于	℃	230	230	230	230	T 0611
溶解度	不小于	%	99.5	99.5	99.5	99.5	T 0607
离析, 软化点差	不大于	℃	2.5	2.5	—	—	T 0661
25℃弹性恢复	不小于	%	90	80	—	—	T 0662
TFOT (或 RTFOT) 后残留物	质量变化	%	±1.0	±1.0	±1.0	±1.0	T 0610 T 0609
	25℃针入度比	不小于	70	65	70	70	T 0604
	5℃延度	不小于	cm	20	20	30	T 0605
SBS 细度	不大于	μm	5	5	—	—	—
生产温度	不大于	℃	180	180	—	—	—
到达工地温度	不小于	℃	140	140	—	—	—
储存稳定性	不小于	天	7	7	—	—	—
注：可用RTFOT代替TFOT，针入度指数PI由15℃、25℃、30℃等三个以上不同温度的针入度，按温度、针入度对数的线性回归关系式求得，线性回归的相关系数不应低于0.998。							

6.2.2.3 路用废胎胶粉的物理、化学技术指标见表 4，橡胶沥青的技术指标见表 5。

表4 路用废胎胶粉的物理、化学技术指标

试验项目	单位	技术标准	试验方法
相对密度	/	1.10~1.30	GB/T 19208
水分 小于	%	1	GB/T 19208
金属含量 小于	%	0.01	GB/T 19208
纤维含量 小于	%	1	GB/T 19208
灰分 不大于	%	8	GB 4498
丙酮抽出物 不大于	%	22	GB/T 3516
炭黑含量 不小于	%	28	GB/T 14837
橡胶烃含量 不小于	%	42	GB/T 14837

表5 橡胶沥青技术要求

试验项目		单位	技术标准		试验方法
			热区 (1-3 气候分区)	温区 (2-2、2-3 气候分区)	
粘度 180℃		Pa.s	2.5~5.0	2.0~4.0	T 0625
针入度 (25℃, 100 g, 5 s)		0.1 mm	30~70	40~80	T 0604
软化点	不小于	℃	65	58	T 0606
25℃弹性恢复	不小于	%	60	55	T 0662
5℃延度 (5cm/min)	不小于	cm	5	10	T 0605
薄膜烘箱 老化后	质量损失	%	<0.4		T 0610 或 T0609
	25℃针入度比 (%)	%	>80		T 0604
	5℃延度比	%	>40		T 0605
注1：粘度按照50%扭矩内插获得。					
注2：表中的热区是指本标准附录A山西省沥青路面使用性能气候分区中的1-3区（夏炎热冬冷区），建议选用50号、70号基质沥青；温区是指附录A中的2-2区（夏热冬寒区）、2-3区（夏热冬冷区），建议选用70号、90号基质沥青；重交通道路宜选择较硬沥青，轻交通宜选择较软的沥青，基质沥青品种的选择和橡胶沥青技术标准要求应根据实际工程的具体情况而定。					

6.2.2.4 其他改性材料(含复合改性), 通过沥青及沥青混合料技术性能、施工工艺试验研究, 能够满足山西气候及交通条件, 经专家技术论证或主管部门批准的可以采用。

6.3 矿料

6.3.1 粗集料

6.3.1.1 粗集料应该洁净、干燥、表面粗糙, 质量应符合表6的规定。当单一规格集料针片状颗粒含量达不到表中指标要求, 而按照集料配合比合成的混合料符合要求时, 工程上允许使用。对受热易变质的集料, 宜采用经拌和机加热后的集料进行压碎值检验。

表6 粗集料质量技术要求

试 验 项 目		单位	表面层	其他层次	试验方法
石料压碎值	不大于	%	25（24）	26	T 0316
洛杉矶磨耗损失	不大于	%	28	30	T 0317
表观相对密度	不小于	-	2.60	2.50	T 0304
吸水率	不大于	%	2.0	3.0	T 0304
坚固性	不大于	%	12	12	T 0314
针片状颗粒含量（混合料）	不大于	%	13	18	T 0312
其中粒径大于 9.5 mm	不大于	%	10	15	
其中粒径小于 9.5 mm	不大于	%	15	20	
水洗法<0.075 mm 颗粒含量	不大于	%	1	1	T 0310
软石含量	不大于	%	3	5	T 0320
注1：坚固性试验可根据需要进行。					
注2：用于高速公路、一级公路时，多孔玄武岩的表观密度可放宽至2.45 t/m ³ ，吸水率可放宽至3%，但应得到建设单位的批准，且不应用于SMA路面。					
注3：对S14即3-5规格的粗集料，针片状颗粒含量可不予要求，<0.075 mm含量可放宽到3%。					
注4：（ ）中数字为SMA的指标值。					

6.3.1.2 粗集料的粒径规格应按表7的规定生产和使用。当单一规格的集料级配不满足表中要求, 而按照配合比合成的矿料级配符合要求时, 工程上允许使用。

表7 粗集料规格要求

规格名称	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	19.0	16	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6
S5	20~40	100	90~100	—	—	0~15	—	—	0~5			
S6	15~30		100	90~100	—	—	—	0~15	—	0~5		
S7	10~30		100	90~100	—	—	—	—	0~15	0~5		
S8	10~25			100	90~100	—	—	0~15	—	0~5		
S9	10~20				100	90~100	—	—	0~15	0~5		
S9 ¹	10~20					100	90~100	—	0~15	0~5		
S10	10~15						100	90~100	0~15	0~5		
S11	5~15						100	90~100	40~70	0~15	0~5	
S12	5~10							100	90~100	0~15	0~5	
S14	3~5								100	90~100	0~15	0~3

6.3.1.3 粗集料与沥青的粘附性及高速公路、一级公路表面层 (或磨耗层) 的粗集料的磨光值应符合表8的要求。

表8 粗集料与沥青的粘附性、磨光值的技术要求

雨量气候区	2 (湿润区)	3 (半干区)	试验方法
年降雨量 (mm)	1000-500	500-250	附录 A
粗集料的磨光值 PSV	不小于 42	40	T 0321
粗集料与沥青的粘附性,			T 0616、T 0663
表面层	不小于 4	4	
其他层次	不小于 4	3	

6.3.1.4 粗集料与沥青的粘附性应符合表 8 的要求，当使用不符要求的粗集料时，宜掺加消石灰、水泥或饱和石灰水处理后使用，也可在沥青中掺加耐热、耐水、长期性能好的抗剥落剂或采用改性沥青的技术措施，使沥青混合料的水稳定性检验达到要求。

6.3.1.5 碎石加工质量控制要点：

- a) 存放成品集料的场地应硬化，硬化层可采用铺 15 cm~20 cm 的 C15 贫混凝土或 7 天强度不小于 2.5 MPa 的水泥稳定碎石（砂砾）。
- b) 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应含有风化岩、土块、杂物。
- c) 不同规格的成品集料应采用隔墙措施分别存放。
- d) 粗集料须采用二级或三级破碎工艺，第二级及第三级破碎不应采用颚式破碎机加工生产。第一级采用颚式破碎的碎石粒径不应小于 10 cm。
- e) 多个石料厂供应集料，应统一振动筛筛孔尺寸，建议的振动筛筛孔尺寸如表 9。

表 9 振动筛筛孔尺寸建议

标准筛筛孔（mm）	2.36	4.75	9.5	13.2	16	19	26.5	31.5	37.5
对应的振动筛筛孔（mm）	3~4	6	11	15	18	22	28	33	39

6.3.2 细集料

6.3.2.1 沥青路面的细集料包括天然砂、机制砂、石屑。

6.3.2.2 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，其质量应符合表 10 的规定。细集料的洁净程度，天然砂以小于 0.075 mm 含量的百分数表示，石屑和机制砂以砂当量（适用于 0~4.75 mm）或亚甲蓝值（适用于 0~2.36 mm 或 0~0.15 mm）表示。

表 10 细集料质量要求

试 验 项 目		单位	要求值	试验方法
表观相对密度	不小于	-	2.50	T 0328
坚固性（>0.3 mm 部分）	不小于	%	12	T 0340
含泥量（小于 0.075 mm 的含量）	不大于	%	3	T 0333
砂当量	不小于	%	60	T 0334
亚甲蓝值	不大于	g/kg	2.5	T 0349
棱角性（流动时间）	不小于	s	30	T 0345
注：坚固性试验可根据需要进行。				

6.3.2.3 天然砂可采用有适当颗粒级配的河砂或山砂，通常宜采用粗、中砂，其规格应符合表 11 的规定，砂的含泥量超过规定时应水洗后使用。热拌密级配沥青混合料中天然砂的用量通常宜小于矿料总量的 15%，不宜超过矿料总量的 20%，SMA 混合料不宜使用天然砂。

表 11 天然砂规格要求

筛孔尺寸 (mm)	通过各筛孔的质量百分率 (%)		
	粗砂	中砂	细砂
9.5	100	100	100
4.75	90~100	90~100	90~100
2.36	65~95	75~90	85~100
1.18	35~65	50~90	75~100
0.6	15~30	30~60	60~84
0.3	5~20	8~30	15~45
0.15	0~10	0~10	0~10
0.075	0~5	0~5	0~5

6.3.2.4 石屑是石料场加工粗集料时通过 4.75 mm 或 2.36 mm 的筛下部分,其规格应符合表 12 的要求,宜将 S14 与 S16 组合使用。

6.3.2.5 机制砂宜采用专用的制砂机制造,并选用优质碱性石料生产,其级配应符合 S16 的要求。

表 12 机制砂或石屑规格要求

规格	公称粒径 (mm)	水洗法通过各筛孔的质量百分率 (%)							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S15	0~5	100	90~100	60~90	40~75	20~55	7~40	2~20	0~7
S16	0~3	—	100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~10

6.3.2.6 加工细集料的质量控制要点:

- 加工厂存放石屑或机制砂的场地硬化要求同粗集料,原石或用于加工的碎石或细集料成品不应存放在泥土地上。
- 用石灰岩或白云岩碎石加工机制砂时,应采用 5 mm 以上符合粗集料质量指标要求的优质碎石进行加工。
- 加工厂在生产石屑的过程中应具备抽吸设备或增加 0.1 mm 筛网(也可用双层 0.3 mm 筛网)。

6.3.3 填料(矿粉)

6.3.3.1 矿粉须采用洁净的 5 mm 以上石灰岩碎石磨细石粉,矿粉应干燥、洁净,能自由地从矿粉仓流出,其质量应符合表 13 的要求。

表 13 填料(矿粉)质量要求

试 验 项 目	单位	要求值	试验方法
表观密度 不小于	t/m ³	2.50	T 0352
含水量 不大于	%	1	T 0103 烘干法
粒度范围 <0.6 mm	%	100	T 0351
<0.15 mm	%	90~100	
<0.075 mm	%	80~100	
外观	-	无团粒结块	—
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

6.3.3.2 细集料采用天然砂时，拌和机回收粉尘不宜使用；采用碱性石料破碎的机制砂或石屑时，拌和机的粉尘可作为矿粉的一部分回收使用，但每盘用量不应超过填料总量的 25%，掺有粉尘填料的塑性指数不应大于 4。

6.4 外掺剂

6.4.1 纤维稳定剂

6.4.1.1 在沥青混合料中掺加的纤维稳定剂宜选用木质素纤维、矿物纤维等，也可选用由多种单纤维按照一定配方掺配且混杂均匀的复合纤维。木质素纤维的质量应符合表 14 的技术要求。

表 14 木质素纤维质量技术要求

试 验 项 目	单 位	要求值	试验方法
纤维长度 不大于	mm	6	水溶液用显微镜观测
灰分含量	%	18±5	高温 590℃~600℃燃烧后测定残留物
PH 值	-	7.5±1.0	水溶液用 PH 试纸或 PH 计测定
吸油率 不小于	-	纤维质量的 5 倍	用煤油浸泡后在筛上经振敲后称量
含水率（以质量计） 不大于	%	5	105℃烘箱 2 小时后冷却称量

6.4.1.2 纤维应在 250℃的干拌温度下不变质、不发脆，使用纤维应符合环保要求，不危害身体健康。纤维应在混合料拌和过程中能充分分散均匀。

6.4.1.3 矿物纤维宜采用玄武岩等矿石加工，易影响环境及造成人体伤害的石棉纤维不宜直接使用。

6.4.1.4 纤维应存放在室内或有棚盖的地方，松散纤维在运输及使用过程中应防止受潮结团。

6.4.1.5 纤维稳定剂的掺加比例以沥青混合料总量的质量百分率计算，通常情况下用于 SMA 路面的木质素纤维、复合纤维不宜低于 0.3%，矿物纤维不宜低于 0.4%，具体掺量通过试验确定。纤维掺加量的允许误差宜不超过±5%。

6.4.2 抗剥落剂

沥青与集料粘附性不满足要求时，可掺加水泥、消石灰粉或生石灰粉等无机抗剥落剂或聚酰胺类有机抗剥落剂。无机抗剥落剂可替代部分填料，推荐用量为矿料总质量的1%~2%；聚酰胺类有机抗剥落剂的推荐用量为沥青质量的0.3%~0.4%。

6.4.3 抗车辙剂

抗车辙剂靠其在沥青混合料中的嵌挤、加筋、胶结作用，显著提高混合料的高温抗车辙能力、低温抗裂性。抗车辙剂应在常温、干燥、阴凉状态下保存。抗车辙剂的剂量一般为沥青混合料质量的0.3%~0.6%，最终剂量由试验确定。

6.4.4 温拌添加剂

6.4.4.1 与同类型热拌沥青混合料相比，加入温拌添加剂后可使沥青混合料的拌和温度及碾压温度降低 30℃~40℃以上，其技术性能可达到同类型热拌沥青混合料的使用性能要求；温拌剂的添加剂量以占沥青质量的百分率计算，具体掺量应根据产品说明结合试验确定。

6.4.4.2 加入温拌添加剂不应在施工过程中产生额外的有毒有害气体。

6.5 下封层、粘层材料

6.5.1 下封层

6.5.1.1 下封层粘结料可采用热沥青、改性沥青、乳化沥青或改性乳化沥青。热沥青技术要求见表 1，SBS、SBR 改性沥青、橡胶沥青技术要求见表 3，表 4；乳化沥青用 90 号 A 级或 B 级道路石油沥青加工，技术要求见表 15，改性乳化沥青为慢裂型，技术要求见表 16。连续长大纵坡路段宜采用改性沥青。

6.5.1.2 下封层施工宜采用同步碎石封层工艺，采用乳化沥青（改性乳化沥青）乳液洒布量为 $1.5 \text{ kg/m}^2 \sim 2.0 \text{ kg/m}^2$ ，折合沥青用量为 $0.8 \text{ kg/m}^2 \sim 1.0 \text{ kg/m}^2$ ；采用热沥青洒布量为 $1.0 \text{ kg/m}^2 \sim 1.2 \text{ kg/m}^2$ ；采用 SBS、SBR 改性沥青洒布量为 $1.6 \text{ kg/m}^2 \sim 1.8 \text{ kg/m}^2$ ，采用橡胶沥青洒布量为 $1.6 \text{ kg/m}^2 \sim 2.2 \text{ kg/m}^2$ 。集料规格视封层厚度设计要求进行选择，碎石洒布量宜为 $5 \text{ m}^3/1000\text{m}^2 \sim 8 \text{ m}^3/1000\text{m}^2$ ，碎石洒布量应满足集料的覆盖率为 60%~70%。粘结料、碎石的规格及用量见表 17。

6.5.1.3 其他封层施工执行 JTG F40。

表 15 下封层用乳化沥青技术要求

试 验 项 目			单位	要求值	试验方法
破乳速度			-	慢裂	T 0658
粒子电荷			-	阳离子、非离子	T 0653
粘度	道路标准粘度计 C _{25,3}		s	8~20	T 0621
	恩格拉粘度 E ₂₅		-	1~6	T 0622
与粗集料粘附性（裹覆面积） 不少于			-	2/3	T 0654
蒸发 残留物	残留物含量 不小于		%	50	T 0651
	针入度（100 g，25℃，5 s）		0.1 mm	60~140	T 0604
	延度（15℃） 不小于		cm	40	T 0605
	溶解度 不小于		%	97.5	T 0607
贮存稳定性		1 天 不大于	%	1	T 0655
		5 天 不大于	%	5	

表 16 改性乳化沥青技术要求

试 验 项 目			单位	要求值		试验方法
破乳速度			-	慢裂	快裂	T 0658
粒子电荷			-	阳离子（+）	阳离子（+）	T 0653
粘度（道路标准粘度计）（25,3）			s	12~60	10~25	T 0621
粘度（恩格拉粘度）（25℃）			-	3~30	1~10	T 0622
筛上剩余量（1.18 mm 筛）		不大于	%	0.1	0.1	T 0652
与粗集料粘附性（裹覆面积）		不小于	-	2/3	2/3	T 0654
蒸发 残留物	残留物含量	不小于	%	60	50	T 0651
	针入度（100 g，25℃，5 s）		0.1 mm	40~100	50~120	T 0604
	软化点	不小于	℃	63	60	T 0606
	延度（5℃）	不小于	cm	20	20	T 0605
	粘度（60℃）		Pa·s	实测	实测	T 0620,T 0625
贮存稳定性	1 天	不大于	%	1	1	T 0655
	5 天	不大于	%	5	5	
注：软化点大于 60℃系根据 SBS 改性乳化沥青特点提出。						

表 17 同步碎石封层材料规格及用量

沥青种类	厚度 (cm)	集料		沥青或乳化沥青用量(kg/m ²)
		规格 (mm)	用量 (m ³ /1000m ²)	
乳化(改性)沥青	0.5	3~5	5~6	1.5~2.0
热沥青	1.0	5~10	6~8	1.0~1.2
SBS、SBR 改性沥青	1.0	5~10	6~8	1.6~1.8 (1.8~2.0)
橡胶沥青	1.0	5~10	6~8	1.6~2.0 (1.8~2.2)
	1.5	10~15	6~8	1.8~2.2 (2.0~2.4)
注: () 中数据为桥面防水粘结层采用同步碎石封层工艺时材料的用量。				

6.5.2 粘层

6.5.2.1 沥青面层应连续、粘结,层间应洒布粘层油。应采用 SBS、SBR 改性沥青或快裂型改性乳化沥青, SBS、SBR 改性沥青技术要求见表 3, 快裂型改性乳化沥青技术要求见表 16。

6.5.2.2 粘层油沥青用量或乳化沥青折合沥青用量为 0.15 kg/m²~0.25 kg/m²。

6.6 桥面防水粘结材料

6.6.1 对于桥面防水粘结材料可以采用 SBS、SBR 改性沥青、橡胶沥青或改性乳化沥青,也可以采用其它专用防水材料。SBS、SBR 改性沥青、橡胶沥青技术要求见表 3, 表 4; 改性乳化沥青为慢裂型, 技术要求见表 16。

6.6.2 当采用单一的改性乳化沥青(不洒布碎石)时,其洒布量为 0.6 kg/m²~0.8 kg/m²; 采用同步碎石工艺时,热改性沥青洒布量为 1.8 kg/m²~2.0 kg/m²,橡胶沥青的洒布量为 1.8 kg/m²~2.4 kg/m²,碎石洒布量为满铺面积的 60%~70%,具体技术要求见表 17。

6.6.3 专用桥面防水粘结料应具有足够的粘结性能与防水性能,洒布量为 0.8 kg/m²~1.2 kg/m²,分两次洒布,技术要求见表 18。

6.6.4 特殊结构桥梁防水粘结层材料及工艺须经验证后使用。

表 18 专用桥面防水材料技术要求

试 验 项 目	单位	技术指标	试验方法
外 观	—	搅拌后为黑色均质液体,搅拌棒上不粘附任何明显颗粒	GB/T 16777-2008
固含量	%	≥43	
低温柔性(φ10 mm, 30 min, -20℃)	—	无裂纹、断裂	
耐热性(160℃, 2 小时)	—	无流淌、无气泡	
粘接强度(20℃±2℃)	Mpa	≥0.4	拉拔仪检测
不透水性		0.3MPa 24 小时 不透水	GB/T 16777-2008
延伸率	mm	≥4.5	
抗剪强度(60℃ 剪切角=40°)	MPa	≥0.4	
耐碱性	—	20℃ 2%NaOH 中浸 15 天无异常	
耐酸性	—	20℃ 2%H ₂ SO ₄ 中浸 15 天无异常	
耐盐性	—	20℃ 2%NaCl 中浸 15 天无异常	
表 干	小时	≤4	
实 干	小时	≤12	

7 热拌沥青混合料

7.1 一般规定

7.1.1 各层沥青混合料应满足所在层位的功能性要求，便于施工，不易离析。各层应连续施工并连结成为一个整体。当发现混合料结构组合及级配类型设计不合理时，应进行修改、调整，以确保沥青路面的使用性能。

7.1.2 沥青面层集料的最大粒径宜从上至下逐渐增大，并应与压实层厚度相匹配。为减少离析，便于压实，对于密级配沥青混合料沥青层每层的压实厚度不宜小于集料公称最大粒径的 2.5 倍~3 倍；对于 SMA 等嵌挤型混合料，沥青层的压实厚度不宜小于集料公称最大粒径的 2 倍~2.5 倍。常用的沥青路面结构形式见表 19。

表 19 常用的沥青面层结构形式

结构层	厚度 (cm)	三层式		双层式
上面层	3~4	AC-13、ARAC-13	AC-13、ARAC-13	AC-13、ARAC-13
		SMA-13	SMA-13	SMA-13
	4~5	AC-16、ARAC-16	AC-16、ARAC-16	AC-16、ARAC-16
		SMA-16	SMA-16	SMA-16
中面层	5~6	AC-20、ARAC-20	—	—
	6~7	AC-25、ARAC-25	—	—
下面层	5~6	AC-20	AC-20、ARAC-20	AC-20
	6~8	AC-25	AC-25、ARAC-25	AC-25
柔性基层	8~10	—	ATB-25	—
	10~15	—	ATB-30	—

7.1.3 热拌沥青混合料种类划分

热拌沥青混合料种类按集料公称最大粒径、矿料级配、空隙率划分，见表 20。

表 20 热拌沥青混合料种类

混合料类型	最大粒径 (mm)	公称最大粒径 (mm)	密级配			开级配		半开级配
			连续级配		间断级配	间断级配		沥青碎石
			沥青 混凝土	沥青 稳定碎石	橡胶沥青混凝土 沥青玛蹄脂碎石	排水式沥 青磨耗层	排水式沥青 碎石基层	
特粗式	53.0	37.5	—	ATB-40	—	—	ATPB-40	—
粗粒式	37.5	31.5	—	ATB-30	—	—	ATPB-30	—
	31.5	26.5	AC-25	ATB-25	ARAC-25	—	ATPB-25	—
中粒式	26.5	19.0	AC-20	—	ARAC-20 SMA-20	—	—	AM-20
	19.0	16.0	AC-16	—	ARAC-16 SMA-16	OGFC-16	—	AM-16
细粒式	16.0	13.2	AC-13	—	ARAC-13 SMA-13	OGFC-13	—	AM-13
	13.2	9.5	AC-10	—	ARAC-10 SMA-10	OGFC-10	—	AM-10
砂粒式	9.5	4.75	AC-5	—	—	—	—	—
设计空隙率 (%)	—	—	3-5	3-6	3-5 (ARAC) 3-4 (SMA)	>18	>18	6-12

7.2 热拌沥青混合料的技术指标

7.2.1 结合山西省气候、交通条件及工程实践经验，密级配沥青混凝土矿料级配见表 21，橡胶沥青混合料矿料级配见表 22，其他类型的混合料工程设计级配范围执行 JTG F40 要求。

表 21 密级配沥青混凝土混合料矿料级配范围

级配类型		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
粗粒式	AC-25	100	90~100	78~90	68~80	61~73	50~62	34~46	25~35	18~27	13~21	8~16	5~12	3~7
中粒式	AC-20		100	90~100	78~90	68~80	58~70	40~50	28~38	20~29	15~22	10~17	6~13	4~8
	AC-16			100	90~100	80~90	66~78	46~58	34~44	22~32	16~24	11~19	7~14	4~8
细粒式	AC-13				100	90~100	74~85	50~62	36~46	24~34	18~26	12~20	8~15	4~8
	AC-10					100	90~100	56~68	40~50	28~38	19~29	12~20	6~14	4~8
砂粒式	AC-5						100	90~100	55~67	35~47	22~34	15~24	9~17	6~10

表 22 橡胶沥青混合料矿料级配（间断级配）

级配类型		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
粗粒式	ARAC-25	100	90~100	70~82	62~74	54~65	42~54	25~35	16~27	11~21	7~17	5~13	4~10	3~7
中粒式	ARAC-20		100	90~100	77~88	64~79	47~59	25~35	18~27	14~21	10~17	7~13	5~10	4~8
	ARAC-16			100	95~100	77~85	54~64	25~35	19~28	15~22	11~18	9~14	7~11	5~9
细粒式	ARAC-13				100	95~100	62~71	25~35	20~28	15~23	12~19	10~15	8~12	6~10
	ARAC-10					100	95~100	25~35	20~28	15~23	12~19	10~15	8~12	6~10

7.2.2 本标准采用马歇尔试验配合比设计方法，密级配沥青混凝土混合料技术要求应符合表 23 的规定，橡胶沥青混凝土技术要求应符合表 24 的规定，SMA 混合料技术要求应符合表 25 的规定，沥青稳定碎石混合料技术要求应符合表 26 的规定。重交通、特重交通长大纵坡路段沥青混合料高温技术指标应符合表 27 的规定。长大纵坡的路段按重交通路段考虑。

表 23 密级配沥青混凝土混合料技术要求

配合比设计阶段											
试验项目			单位	1-3 夏炎热区			2-2、2-3 夏热区			试验方法	
				中轻交通	重交通及以上		中轻交通	重交通及以上			
马歇尔试验	击实次数（双面）		次	75							T 0702
	试件尺寸		mm	Φ 101.6×63.5							
	空隙率 VV	设计	%	4							T 0705
		范围	%	3~5							
	稳定度 MS 不小于		kN	10							T 0709
	流值 FL		Mm	2~4							
	矿料 间隙率 不小于	设计空隙率	%	相应于以下公称最大粒径（mm）的最小的 VMA 及 VFA							T 0705
				26.5	19	16	13.2	9.5	4.75		
		3		11	12	12.5	13	14	16		
		4		12	13	13.5	14	15	17		
	5	13	14	14.5	15	16	18				
沥青饱和度		%	55~70	65~75			70~85				
高温车辙试验	动稳定度 不小于	上面层	次/mm	1000		5000		800		5000	T 0719
		中面层		1000		4000		800		4000	
		下面层		1000		2500		800		1500	
水稳定性试验	浸水马歇尔残留稳定度 不小于		%	2.湿润区：85、3.半干区：80							T 0709
	冻融劈裂试验强度比 不小于		%	2.湿润区：80、3.半干区：75							T 0729
低温弯曲试验	破坏应变 不小于 （-10℃，50 mm/min）		με	1-3、2-3 冬冷区			2-2 冬寒区				T 0715
				2000		2500		2300		2800	
渗水试验	渗水系数 不大于	细粒式	ml/min	90							T 0730
		中粒式		120							
施工阶段											
试验项目			单位	1-3 夏炎热区			2-2、2-3 夏热区			试验方法	
				中轻交通	重交通及以上		中轻交通	重交通及以上			
室内马歇尔试验	击实次数（双面）		次	75							T 0702
	试件尺寸		mm	Φ 101.6×63.5							T 0705
	空隙率 VV		%	3.5~4.5							
	稳定度 MS 不小于		kN	10							T 0709
	流值 FL		mm	2~4							
室内车辙试验	动稳定度 不小于	上面层	次/mm	1000		5000		800		5000	T 0719
		中面层		1000		4000		800		4000	
		下面层		1000		2500		800		1500	
现场渗水试验	渗水系数 不大于	上面层	ml/min	100							T 0971
		中面层		100							
		下面层		200							
抽提试验	沥青用量 （油石比）	上面层	%	-0.1~+0.2							T 0722 T 0725
		中面层		-0.1~+0.2							
		下面层		-0.2~+0.2							
	矿料级配的允许偏差		%	0.075 mm	≤2.36 mm	≥4.75 mm	公称最大粒径				
					±2	±4	±5	+7~2			
注：中轻交通道路高温动稳定度指标为未采用改性沥青的混合料技术要求。											

表 24 橡胶沥青混凝土混合料技术要求

配合比设计阶段									
试验项目			单位	1-3 夏炎热区		2-2、2-3 夏热区		试验方法	
				中轻交通	重交通及以上	中轻交通	重交通及以上		
马歇尔试验	击实次数（双面）		次	75				T 0702	
	试件尺寸		mm	Φ 101.6×63.5					
	空隙率 VV	设计	%	4				T 0705	
		范围	%	3~5					
	稳定度 MS（流值为 3 mm 时），不小于		kN	7				T 0709	
	矿料间隙率	不小于	%	相应于以下公称最大粒径（mm）的最小的 VMA 及 VFA					T 0705
				26.5	19	16	13.2	9.5	
			12	13	13.5	14	15		
沥青饱和度			%	70~85					
高温车辙试验	动稳定度 不小于	上面层	次/mm	2500	4000	2000	3000	T 0719	
		中面层		1500	2500	1200	2000		
		下面层		1000	2000	800	1500		
水稳定性试验	浸水马歇尔残留稳定度 不小于		%	2 湿润区：85；3 半干区：80				T 0709	
	冻融劈裂试验强度比 不小于		%	2 湿润区：80；3 半干区：75				T 0729	
低温弯曲试验	破坏应变 不小于 （-10℃，50 mm/min）		με	1-3、2-3 冬冷区		2-2 冬寒区		1-3、2-3 冬冷区	
				2000	2500	2300	2800		
渗水试验	渗水系数 不大于	细粒式	ml/min	90				T 0730	
		中粒式		120					
施 工 阶 段									
试验项目			单位	1-3 夏炎热区		2-2、2-3 夏热区		试验方法	
				中轻交通	重交通及以上	中轻交通	重交通及以上		
室内马歇尔试验	击实次数（双面）		次	75				T 0702	
	试件尺寸		mm	Φ 101.6×63.5					
	空隙率 VV		%	3.5~4.5				T 0705	
	稳定度 MS（流值为 3 mm 时），不小于		kN	7				T 0709	
室内车辙试验	动稳定度 不小于	上面层	次/mm	2500	4000	2000	3000	T 0719	
		中面层		1500	2500	1200	2000		
		下面层		1000	2000	800	1500		
现场渗水试验	渗水系数 不大于	上面层	ml/min	100				T 0971	
		中面层		100					
		下面层		200					
抽提试验	沥青用量 （油石比）	上面层	%	-0.1~+0.2				T 0722 T 0725	
		中面层		-0.1~+0.2					
		下面层		-0.2~+0.2					
	矿料级配的允许偏差		%	0.075 mm	≤2.36 mm	≥4.75 mm	公称最大粒径		
				±2	±4	±5	+7~-2		
注1：对于重载交通路段，用于表面层的密级配橡胶沥青混合料击实次数可提高到100次。									
注2：橡胶沥青混合料试件毛体积密度应采用蜡封法测定，最大理论密度宜采用真空法测定。									

表 25 SMA 混合料技术要求

配合比设计阶段								
试验项目			单位	1-3 夏炎热区		2-2、2-3 夏热区		试验方法
				中轻交通	重交通及以上	中轻交通	重交通及以上	
马歇尔试验	击实次数（双面）		次	50	75	50	75	T 0702
	试件尺寸		mm	Φ 101.6×63.5				
	空隙率 VV	设计	%	4				T 0705
		范围	%	3~4				
	稳定度 MS 不小于		kN	5.5	6.0	5.5	6.0	T 0709
	流值 FL		mm	2-5				
	矿料间隙率 不小于		%	17.0				T 0705
	沥青饱和度		%	75~85				
粗集料骨架间隙率 VCA _{mix} 不大于		-	VCA _{DRC}					
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失 不大于			%	0.2	0.1	0.2	0.1	T 0732
肯塔堡飞散试验的混合料损失或浸水飞散试验 不大于			%	20	15	20	15	T 0733
高温车辙试验	动稳定度 不小于	上面层	次/mm	1000	5000	800	4000	T 0719
		下面层（桥面铺装）		1000	4000	800	3500	
水稳定性试验	浸水马歇尔残留稳定度 不小于		%	2 湿润区：85；3 半干区：80				T 0709
	冻融劈裂试验强度比 不小于			2 湿润区：80；3 半干区：80				T 0729
低温弯曲试验	破坏应变 不小于 （-10℃，50 mm/min）		με	1-3、2-3 冬冷区		2-2 冬寒区		1-3、2-3 冬冷区
				2000	2500	2300	2800	
渗水试验	渗水系数 不大于	细粒式上面层	ml/min	85				T 0730
		中粒式下面层（桥面铺装）		85				
施 工 阶 段								
试验项目			单位	1-3 夏炎热区		2-2、2-3 夏热区		试验方法
				中轻交通	重交通及以上	中轻交通	重交通及以上	
室内马歇尔试验	击实次数（双面）		次	50	75	50	75	T0702
	试件尺寸		mm	Φ 101.6×63.5				
	空隙率 VV		%	3~4				T 0705
	稳定度 MS 不小于		KN	5.5	6.0	5.5	6.0	T 0709
	流值 FL		mm	2~5				
室内高温车辙试验	动稳定度 不小于	上面层	次/mm	1000	5000	800	4000	T 0719
		下面层（桥面铺装）		1000	4000	800	3500	
现场渗水试验	渗水系数 不大于	上面层	ml/min	100				T 0971
		下面层（桥面铺装）		120				
抽提试验	沥青用量（油石比）	上面层	%	-0.1~+0.2				T 0722 T 0725
		下面层（桥面铺装）		-0.2~+0.2				
	矿料级配的允许偏差		%	0.075 mm	≤2.36 mm	≥4.75 mm	公称最大粒径	
				±2	±3	±4	—	
注1：对集料坚硬不易击碎，通行重交通、特重交通以及长大纵坡的路段，也可将击实次数增加为双面75次。 注2：对高温稳定性要求较高的重交通路段或炎热地区，设计空隙率允许放宽到4.5%，VMA允许放宽到16.5%（SMA-16）或16%（SMA-19），VFA允许放宽到70%。 注3：试验粗集料骨架间隙率VCA的关键性筛孔，对SMA-19、SMA-16、SMA-13是指4.75 mm，对于SMA-10是指2.36 mm。 注4：稳定度难以达到要求时，允许放宽到5.0 kN（非改性）或5.5 kN（改性），但动稳定度检验应合格。								

表 26 沥青稳定碎石混合料马歇尔试验技术要求

试验指标		单位	密级配基层（ATB）			半开级配面层（AM）	试验方法
公称最大粒径		mm	26.5	等于或大于 31.5		等于或大于 26.5	
配合比设计阶段							
马歇尔试验	击实次数（双面）	次	75	112		50	T0702
	试件尺寸	mm	φ 101.6×63.5	φ 152.4×95.3		φ 101.6×63.5	
	空隙率 VV	%	3~6			6~10	T0705
	稳定度 MS 不小于	kN	7.5	15		3.5	T0709
	流值 FL	mm	1.5~4	实测		—	
	沥青饱和度 VFA	%	55~70			40~70	T0705
	矿料间隙率 VMA 不小于	%	设计空隙率	ATB—40	ATB—30	ATB—25	
			4	11	11.5	12	
			5	12	12.5	13	
6			13	13.5	14		
施工阶段							
马歇尔试验	击实次数（双面）	次	75	112		50	T0702
	试件尺寸	mm	φ 101.6×63.5	φ 152.4×95.3		φ 101.6×63.5	
	空隙率 VV	%	3.5~5.5			6~10	T0709
	稳定度 MS 不小于	kN	7.5	15		3.5	
	流值 FL	mm	1.5~4	实测		—	
抽提试验	沥青用量	%	-0.2~+0.2				T0722 T0725
	矿料级配的允许偏差	%	0.075 mm	≤2.36 mm	≥4.75 mm		
			± 2	± 5	± 6		

表 27 重、特重交通长大纵坡路段沥青混合料高温技术指标

结构层	技术要求	
	试验温度（℃）	动稳定度（次/mm）
上面层	70	≥ 5000
中面层	70	≥ 5000
柔性基层、下面层	60	≥ 4000
注1：大纵坡路段指纵坡 $\geq 4\%$ 及纵坡 $< 4\%$ 但 $\geq 2\%$ 、长度 ≥ 500 m的上坡路段。		
注2：改性沥青混合料达不到以上要求时应更换或调整改性剂、抗车辙剂剂量及混合料级配。		
注3：动稳定度按JTG E20沥青混合料车辙试验方法测定。		

8 改性沥青路面施工

8.1 主要工程机械

应配备足够的施工机械和配件，拌和、运输、摊铺、碾压设备能力相配套，施工前应做好保养、调试、试机工作，以确保在施工期间一般不发生影响施工质量及进度的故障。要求配备的主要施工机械如下。

8.1.1 拌和设备

应采用间歇式沥青混合料拌和机，拌和机由计算机自动控制生产过程，并配有完好的打印装置，冷料仓须有5个以上，热料仓4个以上，储量不小于50 t沥青罐4个以上，其中至少有两个沥青罐配备搅拌器，具有添加纤维、抗车辙剂、消石灰等外掺剂的设备，应配备满足拌和设备功率要求的发电机。拌和机数量根据工程量确定。

8.1.2 摊铺设备

铺筑高速公路、一级公路沥青混合料时，一台摊铺机的铺筑宽度不宜超过8 m，通常采用满足平整度要求的同型号两台或多台前后错开不大于20 m，呈梯队形同步摊铺作业。应配备性能良好的接触式或非接触式自动找平基准装置。

8.1.3 压路机械

压路机机械至少包括10 t~12 t（或相当功率）双钢轮振动压路机3台，25 t以上轮胎压路机2台。另外，每个作业面还需配1台小型振动压路机，对边角部位进行补压。

8.1.4 运输车辆

载重15 t以上的自卸汽车，数量以能满足摊铺机连续作业为原则。

8.2 施工准备

8.2.1 其它工程

下面层摊铺前应完成路缘石、路边石等附属工程和防撞护栏柱、标志基础等交通工程。

8.2.2 配合比设计

8.2.2.1 目标配合比设计阶段。采用工程实际使用的材料按附录B、附录C的方法，优选矿料级配、确定最佳沥青用量，符合配合比设计阶段技术要求和配合比设计检验要求，以此作为目标配合比，供拌和机确定各冷料仓的供料比例、进料速度及试拌使用。

8.2.2.2 生产配合比设计阶段。由拌和机热料仓中取样筛分，以确定各热料仓中材料比例，同时反复调整冷料仓比例，以达到供料均衡。并取目标配合比的最佳沥青用量OAC、 $OAC \pm 0.2\%$ 进行马歇尔试验、车辙试验，确定各热料仓材料、矿粉比例及最佳沥青用量，供试拌、试铺使用。

8.2.2.3 生产配合比验证阶段。即通过试拌、试铺最终确认生产用的标准配合比，作为生产控制和质量检测的依据。对确定的标准配合比，宜再次进行车辙试验和水稳定性检验。

8.2.2.4 经设计确定的标准配合比在施工过程中不应随意变更。生产中若材料变化或经抽检材料级配、马歇尔技术指标不符合要求时，应分析原因并及时调整配合比，使沥青混合料的质量符合要求并保持相对稳定，必要时重新进行配合比设计。

8.2.3 拌和机冷料仓标定

为使生产过程中配合比准确，减少等料、溢料现象，确保质量和产量，施工前应对冷料仓进行标定。方法如下：

- a) 按照集料规格分配冷料仓，按照经验锁定挡料板开启高度。
- b) 选择适中的3个~5个皮带转速进行标定，先设置一个皮带转速，启动烘干、除尘系统，开启一个冷料仓输料（其余冷料仓须关闭），待出料稳定后（5分钟以上），清空热料仓并开始计时，到标定时间（建议为5分钟~10分钟左右）时，称量所有热料仓集料质量，计算总质量。对所选择的其余皮带转速按此方法进行标定。

- c) 对所有冷料仓标定完成后,即得到每个冷料仓 3 个~5 个皮带转速对应的集料流量(总质量/标定时间 kg/min)。
- d) 如控制仪配备自动计算转换系统,将上述计量所得数据输入控制仪即可。如未配备此系统,应对每个冷料仓绘制皮带转速与集料流量关系图,生产过程中应根据各规格材料的流量及比例按照转速与集料流量关系图设置冷料仓皮带转速;如:3000 型设备,每小时产量 200 t 以上,设每小时输矿料 200 t,每小时矿料流量为 3333 kg/min,确定某冷料仓皮带转速的方法为:计算该仓集料流量(3333×该仓集料比例),从皮带转速与集料流量关系图上可得到该冷料仓设置皮带转速。
- e) 标定时各冷料仓所用集料的品种、规格、含水率应与施工使用的集料一致。

8.3 施工工艺

8.3.1 施工温度

8.3.1.1 热拌沥青混合料施工温度要求见表 28。

8.3.1.2 温拌沥青混合料施工温度要求见表 29。

表 28 热拌沥青混合料施工温度(℃)范围

工序	基质 沥青混合料	SBS改性 沥青混合料	SBR改性 沥青混合料	橡胶 沥青混凝土	抗车辙 沥青混合料
基质沥青加热温度	140~150	160~170	140~150	180~190	140~150
加工改性沥青温度	-	165~175	-	180~200	-
沥青存储温度	130	150~160	130	145~155	-
集料加热温度	160~170	180~190	180~190	180~200	180~190
混合料出厂温度	160~165	175~185	175~185	大于180	175~185
混合料贮存温度	降低不应超过10	降低不应超过10	降低不应超过10	降低不应超过5	降低不应超过10
废弃温度	185(黄烟、发乌)	200(黄烟、发乌)	200(黄烟、发乌)	210	200(黄烟、发乌)
运输到现场温度 不低于	150	160	160	165	160
开始摊铺温度 不低于	150	160	160	165	160
开始碾压混合料内部温度 不低于	140	150	150	155	155
碾压终了路表温度 不低于	70	90	90	90	90
开放交通路表温度 不高于	50	50	50	50	50

表 29 温拌沥青混合料施工温度(℃)范围

沥青混合料类型			普通 沥青混合料	SBS 改性 沥青混合料	橡胶 沥青混合料	抗车辙 沥青混合料
施工工序						
沥青加热温度			130~150	160~170	180~190	135~155
集料加热温度			120~140	135~145	140~150	160~170
出料温度			110~130	125~145	135~155	150~160
运到现场温度			105~125	120~140	130~150	140~150
正常 施工	摊铺温度	不低于	105	115	125	135
	初压温度	不低于	100	110	120	130
低温 施工	摊铺温度	不低于	115	130	140	145
	初压温度	不低于	110	125	135	140
终压温度			70	70	70	70
开放交通温度			50	50	50	50

8.3.2 混合料拌和

8.3.2.1 改性剂或外掺剂的添加工艺

8.3.2.1.1 SBS 改性沥青的生产

SBS类改性沥青的生产有工厂化生产和现场加工两种方式。现场加工改性沥青有两种形式，一种是在施工现场附近集中加工，由运输车运送至各施工项目部沥青混合料拌和厂，泵入配备有搅拌器的储存罐；另一种是将改性沥青生产设备安装在各施工项目部沥青混合料拌和厂，现场生产改性沥青，直接泵入配备有搅拌器的沥青储存罐。工厂化生产宜添加稳定剂，现场加工的改性沥青应及时使用，一般不添加稳定剂。

两种方式制备SBS改性沥青的过程均为：首先加热沥青到熔融状态并达到SBS熔胀温度，然后按SBS的添加剂量加入常温的SBS固体颗粒，将SBS熔胀后，采用胶体磨或高速剪切设备将SBS研磨或剪切成微米级大小颗粒并均匀分散到热沥青中，发育一定时间后即可使用。

生产使用中应注意以下问题：

- SBS 改性沥青的生产应事前经试验研究选择配伍性好的基质沥青和 SBS，重点控制 SBS 的剂量、细度和加工温度，SBS 改性沥青的加工温度严格控制在 $165^{\circ}\text{C}\sim 175^{\circ}\text{C}$ ，最高不应超过 185°C 。
- SBS 应室内搭棚、搭架储存，防止因受潮发黄变硬变质；
- SBS 的磨细度对 SBS 的改性效果和储存稳定性影响很大，细度控制在 $5\ \mu\text{m}$ 以下为宜；
- 现场加工 SBS 改性沥青时，应独立设置热源，确保 SBS 改性沥青加工温度；
- 应随时检测沥青泵、管道、计量器是否受堵，堵塞时应及时清洗。
- 严格控制 SBS 改性沥青混合料的拌和温度。

8.3.2.1.2 SBR 胶乳类沥青改性剂

胶乳类沥青改性剂采用直接喷入法制作改性沥青混合料，胶乳须采用专用的小型计量投料设备，按使用比例在沥青喷入5 s后喷入拌和锅。

8.3.2.1.3 废胎胶粉类沥青的生产

橡胶沥青的生产与使用须采用现场加工现场使用的方式。一般是将橡胶沥青生产设备安装在各施工项目部沥青混合料拌合厂，现场生产橡胶沥青，直接泵入配备有搅拌器的沥青储存罐进行使用。

制备橡胶沥青一般包括原材料的准备、沥青和废胎胶粉的预混合以及橡胶沥青的反应3个环节。首先将废胎胶粉与沥青（必要时掺加一定比例的添加剂）在一定温度条件下进行混合，废胎胶粉和沥青在混合罐中通过高速剪切或搅拌方式经过短暂的初步预混 $1\ \text{min}\sim 2\ \text{min}$ ，然后将混合物输送到反应罐中，在规定的时间和温度下进行反应发育，当反应结束及橡胶沥青质量检验合格后即可用于生产使用。

使用中应注意以下问题：

- 橡胶沥青宜采用搅拌法加工，生产分为连续式或间歇式，宜采用间歇式生产橡胶沥青；
- 废胎胶粉应存储在通风、干燥的仓库中，并采取有效的防淋、防潮措施以及消防措施，废胎胶粉现场存储时间一般不超过 180 天。如果超过该存储时间，应检测废胎胶粉的物理技术指标合格后方可使用。
- 橡胶沥青的加工温度宜控制在 $180^{\circ}\text{C}\sim 190^{\circ}\text{C}$ ，当废胎胶粉掺量较大时，加工温度可适当提高，但不应高于 210°C ；
- 橡胶沥青加工搅拌的时间，一般为 $45\ \text{min}\sim 60\ \text{min}$ ；
- 在生产过程中，应及时检测每罐橡胶沥青的技术指标，当采用连续式生产时，应每隔 $45\ \text{min}\sim 60\ \text{min}$ 抽样检测橡胶沥青的技术指标；
- 橡胶沥青原则上应在 24 小时内使用完毕。当由于不可抗力如需临时存储时，应将橡胶沥青的温度降到 $145^{\circ}\text{C}\sim 155^{\circ}\text{C}$ 范围内存储，存储时间一般不超过 3 天。在存储期间应检测橡胶沥青的技术指标。当经过较长时间存储，再次使用前应检测橡胶沥青的指标是否满足技术要求，如

果不满足要求, 则应重新加工或掺加一定剂量(掺量一般小于 10%)的废胎胶粉, 重新预混、反应, 直至满足技术要求;

g) 加工过程中, 要及时清理留在导热油管道上的胶粉, 配备足够的消防灭火器;

h) 橡胶沥青比较粘稠, 使用时应给沥青拌合设备沥青输送管增加第二级沥青接力泵。

8.3.2.1.4 抗剥落剂

液体抗剥落剂应按剂量加入到140℃以上的热沥青中, 可以直接加入到带有两个以上搅拌器的沥青罐中使其均匀分散。

8.3.2.1.5 抗车辙添加剂

采用直接投入法制作抗车辙改性沥青混合料, 应由投料机按使用比例在骨料加入拌和锅后, 立即投入, 保证添加剂与骨料有5 s~10 s的干拌时间。

8.3.2.1.6 温拌添加剂

应采用专用的小型计量投料设备按使用比例添加。

8.3.2.1.7 纤维稳定剂

采用直接投入法制作纤维沥青混合料, 纤维稳定剂应由纤维投料机按使用比例在骨料进入拌和锅后立即投入, 保证纤维与骨料有5 s~10 s的干拌分散时间。

8.3.2.2 拌和时间

8.3.2.2.1 混合料拌和时间根据具体情况经试拌确定, 以沥青能均匀裹敷矿料为度。单卧轴式拌合锅湿拌时间不少于 40 s, 双卧轴式拌合设备湿拌时间不少于 30 s。

8.3.2.2.2 胶乳类改性沥青混合料在喷入沥青后 5 s~10 s 喷洒胶乳, 喷入胶乳后的拌和时间不少于 10 s; 抗车辙沥青混合料投入抗车辙添加剂后应保证有 5s~10s 的干拌时间; 温拌沥青混合料当温拌剂为水溶液状时, 拌制过程中温拌添加剂宜在沥青喷洒 1 s~3 s 后添加, 并在沥青喷洒完前添加完毕; 纤维沥青混合料投入纤维稳定剂后应有至少 5 s 的干拌时间。

8.3.2.3 注意事项

8.3.2.3.1 派专人负责检测混合料的出厂温度, 并做好记录。

8.3.2.3.2 派专人负责改性沥青加工或混合料外掺剂的添加, 加强过程中改性沥青及其改性沥青混合料的性能检测, 随时抽查或按总量控制改性剂的掺量。

8.3.2.3.3 对于计量设备、温度测试系统应进行计量标定、调试, 并定期进行校核。开机前要全面检查拌和机各部位运转是否正常, 如有问题应及时排除;

8.3.2.3.4 拌和过程中, 操作人员应严格按照技术部门提供的配合比操作, 不应随意更改配合比例, 如需调整, 经监理认可, 试验室通知后方可变更。应严格控制沥青、集料加热温度和拌和温度, 混合料温度检测要求采用标准温度计或经标定的数显插入式热电偶温度计。

8.3.2.3.5 注意观测检查混合料的均匀性, 及时发现有无花白料、结团等异常现象。不合格沥青混合料不允许出厂。

8.3.2.3.6 逐盘打印沥青、各热料仓材料、矿粉的用量和拌和温度。并在每天拌和完成后, 以拌和机拌制的总数量校核沥青、粗集料、细集料及矿粉的用量, 计算平均油石比、平均级配、平均层厚。

8.3.2.3.7 每天拌和完成后, 操作人员及修理人员要注意检修和保养拌和机设备。

8.3.3 混合料运输

8.3.3.1 自卸汽车车厢不应有漏油、漏料问题。

8.3.3.2 所有运输车辆应配专人负责顶部覆盖保温, 卸料时方可揭开。

8.3.3.3 每次使用前后应清扫干净，在车厢板上涂或用喷雾器喷一薄层防止沥青粘结的隔离剂或防粘剂（可采用柴油与水的比例为 1:3 的柴油水），但车厢底部不应有积液。车厢内喷涂隔离剂或防粘剂后，应安排专人检查喷涂情况和车厢底部积液情况。

8.3.3.4 运料车接料时，应按前、后、中三次移动装料。

8.3.3.5 运料车应在摊铺机前 10 cm~30 cm 处停车，不应撞击摊铺机，卸料过程中应挂空挡，靠摊铺机推动前进（不允许手制动刹车，下坡路段坡度大时，可略带脚制动刹车但不应使摊铺机阻力过大）。

8.3.3.6 运料车向摊铺机卸料完成后，须将车厢后挡板挂钩挂好，以防漏料。

8.3.4 混合料摊铺

8.3.4.1 摊铺方式及要求

8.3.4.1.1 可采用两台或两台以上同型号摊铺机阶梯式摊铺，或一台摊铺机全幅摊铺。采用两台摊铺机分幅摊铺时，每台摊铺机摊铺宽度小于 8 m，两台摊铺机两幅应重叠 5 cm~10 cm，前后间隔不应超过 20 m，应对熨平板预拱度、频率、振幅进行调整，确保路面横坡度，使两台摊铺机达到相同的摊铺密实度。

8.3.4.1.2 摊铺机应连续、匀速行驶，采用高频率、低振幅方式振捣，摊铺压实度应大于 80%，并不应使集料破碎。

8.3.4.1.3 下面层及桥面第一层摊铺采用钢丝引导的基准线控制高程和厚度。钢丝直径不大于 5 mm，钢丝拉力应大于 130 kgf，每 10 m 设一钢丝支架，弯道应加密为 5 m~7 m。上、中面层采用移动式自动找平装置控制厚度和平整度。

8.3.4.2 注意事项

8.3.4.2.1 运料车到达现场后，检查混合料温度，与混合料出厂温度相比，降低不应超过 10℃。

8.3.4.2.2 摊铺机充分预热熨平板后开始作业，应匀速行驶，并保证摊铺速度与供料速度平衡。当供料不足时，宜采用运料车集中等候，集中摊铺的方式，尽量减少摊铺机的停机次数。

8.3.4.2.3 摊铺机螺旋输送器的转速要均匀稳定，使混合料料位恒定并高于螺旋输送机 2/3 高度。

8.3.4.2.4 要有专人负责检测混合料摊铺温度、摊铺厚度（松铺系数约为 1.15~1.2，最终由试验段确定）。

8.3.4.2.5 摊铺前应清除下层表面尘土及杂物，如严重污染，应在摊铺前一天用水冲洗干净，洒布粘层油。

8.3.4.2.6 遇雨时，应立即停止施工，并清除未压实成型的混合料。淋雨后的混合料应废弃，不应卸入摊铺机。

8.3.4.2.7 两侧人工摊铺的部分应高出摊铺机摊铺面 1 cm，加强碾压，确保压实保证边部不渗水。

8.3.5 混合料碾压

8.3.5.1 沥青混合料的压实分初压、复压、终压三个阶段，三阶段都应在尽可能高的温度下进行。应配备足够数量的压路机，尽可能采用重型压路机，并选择合理的压路机组合方式。SMA 不应采用轮胎压路机碾压。常用沥青混合料的碾压工艺参见表 30，具体碾压工艺应由试验路确定。

表 30 常用沥青混合料推荐碾压工艺

工序	密级配沥青混凝土（AC）、沥青稳定碎石混合料（ATB、AM）		沥青玛蹄脂碎石混合料（SMA）	橡胶沥青混凝土（ARAC）	
	组合一	组合二		组合一	组合二
初压	25 t以上轮胎压路机碾压1遍~2遍	双钢轮压路机静压1遍	双钢轮压路机静压1遍	25 t以上轮胎压路机碾压2遍~3遍	双钢轮压路机静压1遍~2遍
复压	双钢轮压路机振动碾压3遍~4遍	25 t以上轮胎压路机碾压1遍~2遍，双钢轮压路机振动碾压2遍~3遍	双钢轮压路机振动碾压3遍~4遍	双钢轮压路机振动碾压3遍~4遍	25 t以上轮胎压路机碾压1遍~2遍，双钢轮压路机振动碾压2遍~3遍
终压	双钢轮压路机静压1遍	双钢轮压路机静压1遍	双钢轮压路机静压1遍	双钢轮压路机静压不少于2遍	双钢轮压路机静压不少于2遍

注：压轮重叠宽度规定轮胎压路机为30 cm，钢轮压路机为20 cm。

8.3.5.2 各种压路机的碾压速度应符合表 31 的规定。

表 31 压路机的碾压速度（km/h）

压路机类型	初 压		复 压		终 压	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
轮胎压路机	2~3	6	3.5~4.5	8	4~6	8
双钢轮振动压路机	1.5~2	5（静压）	4~5（振动）	6（振动）	2~3（静压）	5（静压）

8.3.5.3 注意事项

- 当采用两台摊铺机摊铺时，应采用分幅摊铺、一次碾压成型方式施工，碾压从两边向中间进行，以确保两台摊铺机搭接处混合料密实。采用一台摊铺机摊铺时，碾压应由低处向高处顺序进行。
- 初压应尽可能在高的温度状态下紧跟摊铺机碾压。振动压路机碾压速度大于 6 km/h 时，面层可能产生波浪不平整现象，速度小于 3 km/h 时，可能产生过振现象，容易导致骨料破碎和泛油问题产生，故应严格控制振动压路机碾压速度。
- 碾压时压路机驱动轮应面向摊铺机。
- 振动压路机应遵循“高频、低幅”原则，振动频率要求 35 Hz~50 Hz，振幅为 0.3 mm~0.8 mm。碾压倒车时，应先停振停车，再慢速起动，以避免沥青面层产生推拥、开裂。
- 铺筑桥面为防止粗集料破碎，一般不用振动压路机碾压。
- 为防止轮胎压路机粘轮，可用喷雾器在轮上喷涂薄层柴油与水混合液（油与水质量比为 1:3）或防粘剂，不应喷水，高温时不易发生粘轮现象，对已粘附的混合料，应及时清除。
- 轮胎压路机轮胎压力 ≥ 0.5 MPa，轮胎压力应均衡一致，并不应有破损。
- 压路机不应在未冷却结硬的路面上停放。
- 与构造物相接部若无法碾压时，应用夯板或夯锤补充压实。

8.4 层间结合

8.4.1 沥青层与半刚性基层、沥青层之间、沥青层与水泥混凝土桥面铺装层的层间结合应作为重点工序严格检查验收，层间结合质量技术要求按 DB14/T 647 执行。

8.4.2 沥青面层与无机结合料稳定类半刚性基层的联结，施工注意事项：

- 优化半刚性基层矿料级配，严格控制 4.75 mm 以下颗粒含量，提高表面粗糙度。

- b) 严格无机结合料稳定类基层施工工序控制, 提高半刚性基层整体性和表面强度。
- c) 在无机结合料稳定类半刚性基层表面应做好下封层, 有条件时宜采用同步碎石封层。
- d) 封层宜在沥青下面层铺筑前 2 天~3 天, 彻底清除松散表面后施工。
- e) 基层表面细密, 乳化沥青、热沥青喷洒有流淌时, 可分两次喷洒。注意清除局部多余部液体, 碎石应紧跟沥青均匀撒布, 花白遗漏处应人工补洒乳化沥青、热沥青或碎石。
- f) 喷洒乳化沥青、热沥青前应遮挡防护路缘石及人工构造物避免污染, 洒布后不应在表面形成能被运料车和摊铺机粘起的油皮。

8.4.3 沥青面层施工需加强施工工序管理, 防止污染。要求:

- a) 在铺筑沥青面层前应先完成路缘石、路边石等附属工程和防撞护栏柱、标志基础等交通工程;
- b) 运输车辆行驶的道路(包括拌和厂内及拌和厂至施工路段的道路)须采用压路机碾压密实后铺筑 15 cm 水稳碎石混合料硬化处理, 防止污染路面; 对于已污染路段, 在洒布粘层油前, 应采取措施最大限度地清除干净。
- c) 为确保沥青面层层间粘结, 沥青面层的层间应洒布粘层油。粘层油宜采用沥青洒布车喷洒, 洒布速度和喷洒量保持稳定。当采用辅以人工的沥青洒布机喷洒时, 应由熟练的技术工人操作, 均匀洒布。
- d) 喷洒的粘层油应成均匀雾状, 在路面全宽度内均匀分布成一薄层, 不应有洒花、漏洒、条状、堆积。喷洒不足或过量时, 要补洒或刮除。
- e) 粘层油宜在沥青层铺筑前 1 天~2 天洒布, 喷洒粘层油后, 严禁运料车外的其他车辆和行人通过, 确保粘层不受污染。若当天喷洒, 需待乳化沥青破乳、水分完全蒸发后, 方可铺筑沥青混合料。
- f) 气温低于 10℃或路面潮湿时不应喷洒粘层油。

8.4.4 沥青层与水泥混凝土桥面铺装层的粘结, 要求:

- a) 严格控制水泥混凝土桥面铺装的施工工艺, 保证水泥混凝土桥面铺装的强度和粗糙度, 减少“浮浆”, 防水粘结层施工前对桥面水泥铺装层采取凿毛、抛丸或铣刨等技术措施, 并作为重要工序检查验收。
- b) 防水粘结层宜采用同步碎石封层, 严格控制同步碎石封层沥青用量, 沥青用量取上限。
- c) 缩短沥青层碾压段落在 30 m 之内, 沥青层碾压严格遵循“高频、低幅、紧跟、慢压”原则, 在高温状态下振动碾压密实, 防止沥青层渗水。
- d) 在重交通、特重交通以及长大纵坡路段沥青铺装层全厚度采用改性沥青混合料。桥梁跨径较大时, 可适当提高沥青用量 0.2%或采用改性沥青 SMA 混合料。

8.5 接缝

8.5.1 沥青路面的施工应接缝紧密、连接平顺, 不产生明显的接缝离析。横向施工缝应采用垂直的平接缝。在当日完工后人工刨成垂直截面, 如施工间隔较长时, 可在下次铺筑前刨除。施工缝不宜采用切缝机切缝。

8.5.2 每日摊铺最后一车混合料时, 摊铺机应以最小速度行驶。每日开始摊铺前, 应检查设置“仰角”是否与前一天相同。

8.5.3 当半幅施工或因特殊原因而产生纵向冷接缝时, 应加设挡板, 也可在混合料尚未完全冷却前用镐刨除边缘成垂直截面, 但不宜在冷却后采用切割机作纵向切缝。加铺另半幅前应涂洒少量沥青, 新料应重叠在前半幅上 5 cm~10 cm, 由人工在接缝处推平且略高出已成型路面 1 cm 左右, 碾压时由边向中碾压留下 10 cm~15 cm, 再跨缝挤紧压实。或者先在已压实路面上行走碾压新铺层 15 cm 左右, 然后压实新铺部分。

8.5.4 接缝时,新铺混合料应严格按基准线或松铺系数确定摊铺厚度。压路机可先采用 45°碾压或横向碾压再纵向碾压的方式碾压。接缝位置平整度采用 5 m 直尺测量的最大间隙不大于 3 mm。

8.5.5 因特殊原因不能保证沥青路面连续施工,摊铺机停顿超过半小时,按接缝处理。

8.6 试验段铺筑

每种混合料正式施工前应铺筑不少于 200 m 试验段,用以确定以下问题:

- a) 确定施工机械合理组合及数量。
- b) 确定冷料仓转速与材料流量的关系,确定拌和机上料速度,拌和数量与时间,拌和温度及相关操作工艺。
- c) 确定摊铺机摊铺速度、自动找平方式及操作工艺。
- d) 确定压路机的压实顺序、碾压温度、碾压速度及遍数等压实工艺;确定松铺系数、核密仪与芯样密度的相关关系、接缝方法及三个压实阶段压路机合理组合。
- e) 检查生产配合比应用的矿料配合比例和沥青用量,并确定标准配合比。
- f) 全面检查试铺段的工程质量,并确认是否达到相关技术要求。
- g) 确认施工单位组织和管理体系、人员、通讯联络及管理方式。
- h) 施工单位在试验段施工完成后应提出相关总结报告,经监理工程师确认并取得主管部门批复后方可正式施工。

8.7 开放交通及其他

8.7.1 热拌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。需要提早开放交通时,可洒水冷却降低混合料温度。

8.7.2 沥青路面雨季施工时,注意气象预报,加强工地现场、沥青拌和厂及气象台之间的联系,控制施工长度,各项工序紧密衔接。严禁雨天施工。

8.7.3 新铺的沥青层应严格控制交通,保持洁净,不应洒落油料、矿料等造成路面污染。严禁在沥青层上堆放施工弃土或杂物,严禁在已铺沥青层拌制水泥砂浆。

9 桥面防水粘结层施工

9.1 一般规定

9.1.1 桥面铺装施工宜选择气温 >10℃,相对湿度 ≤80%,最佳温度为 10℃~30℃,当气温超过 30℃ 时,施工应避开中午的炎热高温。

9.1.2 水泥混凝土桥面应有一定的强度,要求表面洁净、干燥、无浮浆和疏松起皮现象。遇下雨以及桥面板潮湿时,严禁进行防水粘结层的施工。

9.2 防水粘结层施工

9.2.1 同步碎石防水粘结层施工

9.2.1.1 应通过调整洒布速度、喷嘴高度控制沥青用量及沥青膜厚度。

9.2.1.2 同步碎石封层机应以适宜的作业速度匀速行驶,洒布速度控制在 3 km/h~6 km/h,在喷洒热沥青的同时应同步均匀散布碎石,局部采用人工辅助方法用扫把排除上下重叠的碎石。

9.2.1.3 应过筛严格控制所用石料的粒径范围,所用石料最好经拌和站除尘。洒布完成后立即用 8 t 双钢轮压路机紧跟洒布车碾压两遍。

9.2.2 专用防水涂料防水粘结层施工

9.2.2.1 防水层施工一般采用专用喷涂机械进行施工。按一定的方向和顺序进行喷涂，保证防水粘结层涂膜平整、均匀，无气泡、脱落、漏涂等现象。若有漏涂应进行人工补涂，每次补涂时，涂刷的厚度应尽可能小，涂刷次数应大于涂料说明中的规定最少次数，确保补涂厚度达到防水层材料要求的厚度，一般控制在 0.8 mm~1.2 mm。

9.2.2.2 防水材料应先进行室内试验，检测材料的表干、实干时间，或者参照材料说明书，在第一层表干后方可进行第二层喷涂，沥青混合料铺筑前应保证防水层充分实干。

9.2.2.3 涂料时应尽量避免施工缝，当施工缝不可避免时，应在分层施工中相互错开。

9.2.2.4 防水层材料喷涂前，防护栏、路缘石及有关构造物应用篷布等遮护，以防污染。

10 施工质量管理与检测

10.1 一般规定

10.1.1 沥青路面施工应加强施工过程质量控制，实行动态质量管理。根据全面质量管理的要求，建立健全有效的质量保证体系，对施工各工序的质量进行检查评定，达到规定的质量标准，确保施工质量的稳定性。

10.1.2 本标准规定的技术要求是工程施工质量管理的依据。

10.1.3 所有与工程建设有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，应如实记录和保存。对已经采取措施进行返工和补救的项目，可在原记录和数据上注明，但不应销毁。

10.2 施工前的材料与设备检查

10.2.1 施工前应检查各种材料的来源和质量。对经招标程序购进的沥青、集料等重要材料，供货单位应提交最新检测的正式试验报告。从国外进口的材料应提供该批材料的船运单。对首次使用的集料，应检查生产单位的生产条件、加工机械、覆盖层的清理情况。所有材料都应按规定取样检测，经质量认可后方可订货。

10.2.2 各种材料施工进场均应按表 32 的检查频度以“批”为单位进行检查。对各种矿料是同一料源、同一次购入并运至生产现场的材料为一“批”；对沥青是指从同一来源、同一次购入的同一规格的沥青为一“批”。材料试样的取样数量按现行试验规程的规定进行。

表 32 材料进场质量检测的项目与频度

材料名称	检测项目	检测频度	
		承包人自检	监理抽检
粗集料	压碎值	每 300 m ³ 测 1 次	每 900 m ³ 测 1 次
	针片状颗粒含量	每 300 m ³ 测 1 次	每 900 m ³ 测 1 次
	颗粒组成（筛分）	每 300 m ³ 测 1 次	每 900 m ³ 测 1 次
	含泥量	每 300 m ³ 测 1 次	每 900 m ³ 测 1 次
	表观相对密度	每 300 m ³ 测 1 次	每 900 m ³ 测 1 次
	磨光值	必要时	必要时
	洛杉矶磨耗值	必要时	必要时
细集料	表观密度	每 300 m ³ 测 1 次	每 900 m ³ 测 1 次
	含泥量或砂当量	每 300 m ³ 测 1 次	每 900 m ³ 测 1 次
	颗粒组成（筛分）	每 300 m ³ 测 1 次	每 900 m ³ 测 1 次
矿粉	表观密度	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
	粒度范围	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
路用废胎胶粉	物理指标	每 10 t 测 1 次	每 50 t 测 1 次
	化学指标	每 200 t 测 1 次	每 1000 t 测 1 次
石油沥青	针入度	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
	延度	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
	软化点	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
	含蜡量	必要时	必要时
	老化后指标	必要时	必要时
成品改性沥青	针入度	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
	延度	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
	软化点	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
	离析	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
	弹性恢复	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
	老化后指标	必要时	必要时
（改性）乳化沥青	沥青含量	每作业段 1 次	每作业段 1 次
	粘度	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
	蒸发残留物针入度	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
	蒸发残留延度	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次
	蒸发残留软化点	每 100 t 测 1 次	每 300 t 测 1 次

10.2.3 施工前，应对材料的存放场地、防雨和排水措施进行确认，不符合本标准要求材料不应进场。进场的各种材料的来源、品种、质量应与招标及提供的样品一致，不符要求的材料严禁使用。

10.2.4 使用成品改性沥青的工程，应要求供应商提供所使用的改性剂型号、基质沥青和改性沥青的质量检测报告。使用现场改性沥青的工程，应对试生产的改性沥青进行检测，质量不合格的不可使用。应加强过程中改性沥青的试验检测。

10.2.5 施工前应对沥青拌和机、摊铺机、压路机等各种施工机械和设备进行调试，对机械设备的配套情况、技术性能、传感器计量精度等进行认真检查，并得到监理的认可。

10.2.6 正式开工前，各种原材料的试验结果，及据此进行的目标配合比设计和生产配合比设计结果，应在规定的期限内向业主及监理提出正式报告，待取得正式认可后，方可使用。

10.3 施工过程中的质量管理与检查

10.3.1 沥青面层施工应在得到开工令后方可开工。

10.3.2 施工单位在施工过程中应随时对施工质量进行自检。监理应按规定要求自主地进行试验，并对承包商的试验结果进行认定，如实评定质量，计算合格率。当发现有质量低劣等异常情况时，应立即追加检查。

10.3.3 沥青混合料生产过程中，应按表 33 规定的检测项目与频度，对各种原材料进行抽样试验，其质量应符合本标准的技术要求。每个检查项目的平行试验次数或一次试验的试样数应按相关试验规程的规定执行，并以平均值评价是否合格。未列入表中的材料的检查项目和频度按材料质量要求确定。

表 33 施工过程中材料质量检查的项目与频度

材 料	检查项目	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）	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
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
矿粉	外观	随时	-
	粒度范围	随时	2
	含水量	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
	老化后指标	必要时	1~2
现场加工（成品） SBS 改性沥青	针入度	每天 1 次	3
	软化点	每天 1 次	2
	离析试验（成品改性沥青）	每 2~3 次	2
	低温延度	每天 1 次	2
	弹性恢复	必要时	3
	显微镜观察（现场改性沥青）	随时	-
	老化后指标	必要时	1~2
橡胶沥青 （现场加工）	180℃旋转粘度	每罐 1 次或随时	3
	软化点	每罐 1 次	2
	25℃针入度	每罐 1 次	3
	5℃延度	每罐 1 次	3
	弹性恢复	每罐 1 次	3
	薄膜烘箱老化	必要时	-
乳化沥青	蒸发残留物含量	每作业段 1 次	2
	蒸发残留物针入度	每 100 t 测 1 次	
改性乳化 沥青	蒸发残留物含量	每作业段 1 次	2
	蒸发残留物针入度	每 100 t 测 1 次	3
	蒸发残留物软化点	每 100 t 测 1 次	2
	蒸发残留物的延度	每 100 t 测 1 次	3
注1：表列内容是在材料进场时已按“批”进行了全面检查的基础上，日常施工过程中质量检查的项目与要求。			
注2：“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由业主及监理确定；“必要时”是指施工各方任何一个部门对其质量发生怀疑，提出需要检查时，或是根据需要商定的检查频度。			

10.3.4 沥青拌和厂应按 JTJ F40 规定步骤对沥青混合料生产过程进行质量控制，并按表 34 规定的项目和频度检查沥青混合料产品的质量，如实计算产品的合格率。单点检验评价方法应符合相关试验规程的试样平行试验的要求。

表 34 热拌沥青混合料的检查频度和质量要求

项 目		检查频度及 单点检验评价方法	质量要求或允许偏差	试验方法
混合料外观		随 时	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	目 测
拌和 温度	沥青、集料的 加热温度	逐盘检测评定	符合本标准规定	传感器自动检测、 显示并打印
	混合料出厂温度	逐车检测评定	符合本标准规定	出厂时逐车按 T 0981 人工检测
		逐盘测量记录，每 天取平均值评定	符合本标准规定	传感器自动检测、 显示并打印
矿料级配 (筛孔)	0.075 mm	逐盘在线检测	±2% (2%)	传感器采集数据计算
	≤2.36 mm		±5% (4%)	
	≥4.75 mm		±6% (5%)	
	0.075 mm	逐盘检查，每天汇 总 1 次取平均值评定	±1%	JTJ F40 附录 G 总量检验
	≤2.36 mm		±2%	
	≥4.75 mm		±2%	
	0.075 mm	每台拌和机每天 1~2 次，以 2 个试 验样的平均值评定	符合本标准规定	T 0725 抽提筛分与 标准级配比较的差
	≤2.36 mm			
	≥4.75 mm			
沥青用量 (油石比)		逐盘在线监测	±0.3%	计算机采集数据计算
		逐盘检查，每天汇 总 1 次取平均值评定	±0.1%	JTJ F40 附录 F 总量检验
		每台拌和机每天 1~2 次，以 2 个 试样的平均值评定	符合本标准规定	抽提 T 0722、T 0721
马歇尔试验： 空隙率、稳定度、流值		每台拌和机每天 1~2 次，以 4~6 个 试件的平均值评定	符合本标准规定	T 0702、T 0709、 本标准附录 B、附录 C
浸水马歇尔试验		必要时 (试件数 同马歇尔试验)	符合本标准规定	T 0702、T 0709
车辙试验		必要时 (以 3 个试 件的平均值评定)	符合本标准规定	T 0719
注1：单点检验是指试验结果以一组的试验结果的报告值为一个测点的评价依据，一组试验 (如马歇尔试验、车辙试验) 有多个试样时，报告值的取用按JTJ E20的规定执行。 注2：矿料级配和油石比应进行总量检验和抽提筛分的双重筛分的双重检验控制，互相校核，表中括号内的数字是对SMA的要求。油石比抽提试验应事先进行空白试验标定，提高测试数据的准确度。				

10.3.5 沥青路面铺筑过程中应随时对铺筑质量进行评定，质量检查的内容、频度、允许差应符合表 35 的规定。

表 35 热拌沥青混合料路面施工过程中工程质量的控制标准

检 查 项 目		检查频度及单点检验 评价方法	质量要求或允许偏差	试验方法
外观		随时	表面平整密实，不应有明显轮迹、裂缝、推挤、油汀、油包等缺陷，且无明显离析	目测
接缝		随时	紧密平整、顺直、无跳车	目测
		逐条缝检测评定	3 mm	T 0931
施工温度	出厂温度	逐车检测评定	符合本标准规定	T 0981
	碾压温度	随时	符合本标准规定	插入式温度计实测
厚度	每一层次	随时，厚度 50 mm 以下 厚度 50 mm 以上	设计值的 5% 设计值的 8%	施工时插入法量测松铺厚度及压实厚度
	每一层次	1 个台班区段的平均值 厚度 50 mm 以下 厚度 50 mm 以上	-3 mm -5 mm	JTG F40 规范附录 G 总量检验
	总厚度	每 2000 m ² 一点单点评定	设计值的-5%	T 0912
	上面层	每 2000 m ² 一点单点评定	设计值的-10%	
压实度		每 2000 m ² 检查 1 组逐个试件 评定并计算平均值	实验室标准密度的 98%（98%） 最大理论密度的 93%（94%）	T 0924、T 0922
平整度 （最大间隙）	上面层	随时，接缝处单杆评定	3 mm	T 0931
	中下面层	随时，接缝处单杆评定	5 mm	T 0931
平整度 （标准差）	上面层	连续测定	0.7 mm	T 0932
	中面层	连续测定	0.9 mm	
	下面层	连续测定	1.2 mm	
	基层	连续测定	2.4 mm	
宽度	有侧石	检测每个断面	±20 mm	T 0911
	无侧石	检测每个断面	不小于设计宽度	
纵断面高程		检测每个断面	±10 mm	T 0911
横坡度		检测每个断面	±0.3%	T 0911
渗水系数	不大于	每 1 km 不少于 5 点， 每点 3 处取平均值	符合本标准的规定	T 0971

注1：表中厚度检测频度指高速公路和一级公路的钻孔频度，其他公路可酌情减少，且通常采用压实度钻孔试件测定。上面层的允许误差不适用于磨耗层。

注2：压实度检测按JTG F40规范附录E的规定执行，钻孔试件的数量按8.3.7的规定执行。括号中的数值是对SMA路面的要求，对马歇尔成型试件采用50次击实或者35次击实的混合料，压实度应适当提高要求。进行核子仪等无破损检测时，每13个测点的平均数作为一个测点进行评定是否符合要求。实验室密度是指与配合比设计相同方法成型的试件密度。以最大理论密度作密度时，对普通沥青混合料和橡胶沥青混合料通过真空法实测确定，对其它改性沥青和SMA混合料，由每天的矿料级配和油石比计算得到。

注3：直尺主要用于接缝检测，对正常生产路段，采用连续式平整度仪测定。

注4：渗水系数适用于公称最大粒径等于或小于19 mm的沥青混合料，应在铺筑成型后未受行车污染的情况下测定。且仅适用于要求密水的密级配沥青混合料、SMA混合料。表中渗水系数以平均值评定，计算的合格率不应小于90%。

10.4 交工验收阶段的工程质量检查与验收

交工验收阶段的工程质量检查与验收应按JTJ F40、JTG F80/1执行。

附 录 A
(规范性附录)
山西省沥青路面使用性能气候分区

A.1 一般规定

A.1.1 选择沥青结合料等级、沥青混合料配合比设计和检验应适应公路环境条件的需要,能承受高温、低温、雨(雪)水的考验。沥青路面的气候条件按本规范的气候分区执行。

A.1.2 各地宜按照本规范的方法对本地区作更为具体的气候区划分,以适应地区具体气候条件的需要。

A.2 气候分区指标的选择

JTG F40规定的我国沥青路面的气候分区,是国家“八五”科技攻关课题“道路沥青及沥青混合料的路用性能”的重要研究成果。按此研究成果,山西省沥青路面使用性能按照高温、低温气候分为1-3(夏炎热冬冷)、2-2(夏炎冬寒)、2-3(夏炎冬冷)等三个区,见表A.1,按年降雨量分为2(湿润区)、3(半干区),见表A.2。本规范主要是针对气候分区提出沥青路面的技术指标。

表 A.1 山西省沥青使用性能气候分区表(温度)

气候分区	1-3 夏炎热冬冷	2-2 夏炎冬寒	2-3 夏炎冬冷
七月份平均最高气温	$>30^{\circ}\text{C}$	$20^{\circ}\text{C}-30^{\circ}\text{C}$	
年极端最低气温	$-21.5^{\circ}\text{C}\sim-9.0^{\circ}\text{C}$	$-37.0^{\circ}\text{C}\sim-21.5^{\circ}\text{C}$	$-21.5^{\circ}\text{C}\sim-9.0^{\circ}\text{C}$
地名	运城地区各县(市) 临汾地区: 侯马市、曲沃县、翼城县、襄汾县、浮山县(除寨圪塔乡)、古县、霍州市、洪洞县(堤村乡、马牧乡、万安镇、龙马乡、白石乡及河东各乡镇)、临汾市(吴村镇、土门镇、魏村镇、果村场乡、刘村镇小榆乡、泊庄乡、龙祠乡、金殿镇及河东各乡镇)	大同市各县(市) 朔州市各县(市) 忻州地区各县(市) 太原市各县(市) 吕梁地区各县(市) 晋中地区各县(市) 长治市: 武乡县、沁县、沁源县、襄垣县、黎城县、潞城县、屯留县城区、效区、长子县、长治县、平顺县(东青北乡、北社乡、苗庄镇、羊井底乡)、壶关县(辛村乡、集店乡、城关镇、东崇贤乡、晋庄镇、五龙山乡、西川底乡、黄家川乡、	阳泉市: 城区、郊区、平定县 临汾地区: 大宁县、蒲县、汾西县、吉县、乡宁县、临汾市(一平垣乡、西头乡、枕头乡、河底乡)、洪洞县(刘家垣镇、山头乡、双昌乡、左家沟乡、左木乡) 晋城市: 阳城县、城区、郊区、沁水县(城关镇、樊村河乡、王寨乡、杏峪乡、中村镇、下川乡、土沃乡、张村乡、郑村乡、加丰镇)、

		黄山乡、固村乡、店上镇、东柏林乡、百尺镇、常行乡、东井岭乡) 晋城市: 沁水县(王必乡、郑庄乡、苏庄乡、必底乡、端氏镇、胡底乡、樊庄乡、固县乡、十里乡、东峪乡、柿庄乡)高平市、陵川县(城关镇、礼义镇、杨村乡、平城镇、秦家庄乡) 临汾地区: 安泽县、浮山县(寨圪塔乡)、隰县、永和县	陵川县(西河底乡、附城镇、丈河乡、夺火乡、曹庄乡、潞城乡、横水河乡、马疙当乡、马武寨乡、候庄乡、治头乡、六泉乡、古郊乡) 长治市: 平顺县(实会乡、北耽乡、阳高乡、石城镇、王家庄乡、中五井乡、城关镇、虹梯关乡、苳兰岩乡、西沟乡、东寺头乡、羊老岩乡、石窑滩乡、龙镇、杏城乡、王峡关乡)
--	--	---	---

表 A.2 山西省沥青使用性能气候分区表(雨量)

雨量分区	2 湿润区	3 半干区
年降雨量	500 mm ~ 1000 mm	250 mm ~ 500 mm
地名	运城地区各县(市) 晋城市各县(区) 长治市各县(市) 临汾地区: 永和县、隰县、汾西县、大宁县、蒲县、吉县、乡宁县、襄汾县、临汾县、浮山县、侯马市、曲沃县、翼城县、安泽县、洪洞县(山头乡、刘家垣镇、双昌乡、左家沟乡、左木乡) 吕梁地区: 临县、方山县、离石县、柳林县、中阳县、石楼县、交口县、孝义市 晋中地区: 灵石县、榆社县、左权县、和顺县、昔阳县、寿阳县、榆次市 阳泉市各县(区) 忻州地区 五台县	大同市各县(区) 朔州市各县(区) 忻州地区(除五台县以外) 太原市各县(区) 吕梁地区: 兴县、岚县、汾阳县、文水县、交城县 晋中地区: 太谷县、祁县、平遥县、介休县 临汾地区 霍县、古县、洪洞县(堤村乡、马牧乡、万安镇、龙马乡、白石乡及河东各县)

附录 B
(规范性附录)
热拌沥青混合料配合比设计方法

B.1 一般规定

B.1.1 本方法适用于密级配沥青混凝土（包括橡胶沥青混凝土）及沥青稳定碎石混合料。

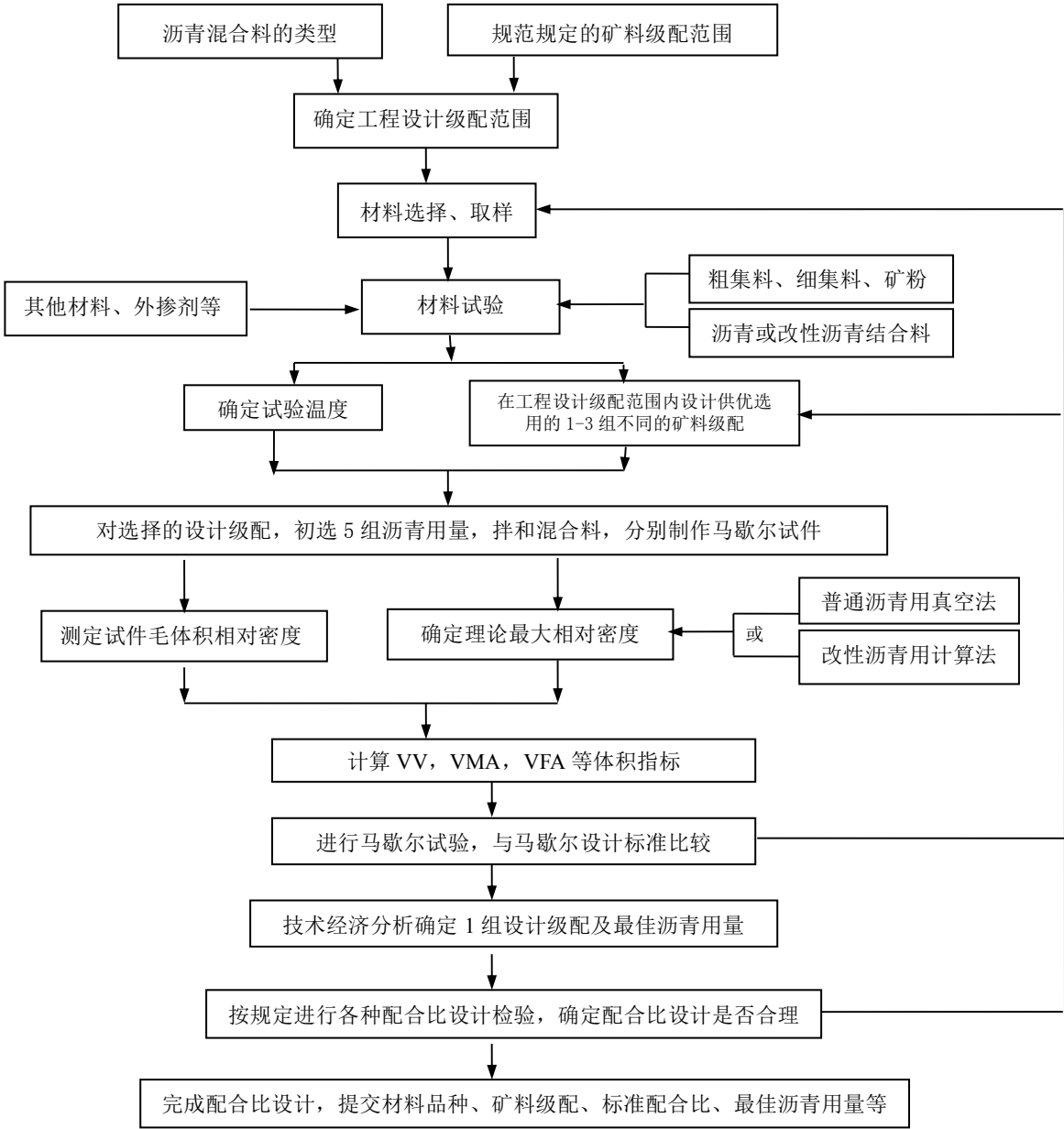


图 B.1 密级配沥青混合料目标配合比设计流程图

B.1.2 热拌沥青混合料的配合比设计应通过目标配合比、生产配合比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。本规范采用马歇尔试验配合比设计方法。如采用其他方法设计时，应按本规范规定进行马歇尔试验及各项配合比设计检验，并报告不同设计方法的试验结果。

B.1.3 热拌沥青混合料的目标配合比设计宜按图B.1的框图的步骤进行。

B.1.4 配合比设计的试验方法应遵照现行试验规程的方法进行。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范的要求。

B.1.5 生产配合比设计可参照本方法规定的步骤进行。

B.2 确定工程设计级配范围

B.2.1 沥青路面工程的混合料设计级配范围由工程设计文件或招标文件规定，密级配沥青混合料的设计级配宜在本规范表23规定的级配范围内，根据公路等级、工程性质、气候条件、交通条件、材料品种等因素，通过对条件大体相当的工程使用情况进行调查研究后调整确定，必要时允许超出规范级配范围。密级配沥青稳定碎石混合料可直接以本规范表23规定的级配范围作工程设计级配范围使用。经确定的工程设计级配范围是配合比设计的依据，不应随意变更。

B.2.2 调整工程设计级配范围宜遵循下列原则：

- a) 首先按本规范确定采用合适的沥青混合料级配范围。
- b) 为确保高温抗车辙能力，同时兼顾低温抗裂性能的需要。配合比设计时宜适当减少公称最大粒径附近的粗集料用量，减少 0.6 mm 以下部分细粉的用量，使中等粒径集料较多，形成平缓的“S”型级配曲线，并取中等水平的设计空隙率。
- c) 确定各层的工程设计级配范围时应考虑不同层位的功能需要，经组合设计的沥青路面应能满足耐久、稳定、密水、抗滑等要求。
- d) 根据公路等级和施工设备的控制水平，确定的工程级配范围应比规范级配范围窄，其中 4.75 mm 和 2.36 mm 通过率的上下限差值宜小于 8%和 10%。
- e) 沥青混合料的配合比设计应充分考虑施工性能，使沥青混合料容易摊铺和压实，避免造成严重的离析。

B.3 材料选择与准备

B.3.1 配合比设计的各种矿料应按现行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。

B.3.2 配合比设计所用的各种材料应符合气候和交通条件的需要。其质量应符合本规范规定的技术要求。当单一规格的集料某项指标不合格，但不同粒径规定的材料按级配组成的集料混合料指标能符合规范要求时，允许使用。

B.4 矿料配合比设计

B.4.1 高速公路和一级公路沥青路面矿料设计宜借助电子计算机的电子表格用试配法进行。其他等级公路沥青路面也可参照进行。

B.4.2 矿料级配曲线按JTG E40 T 0725的方法绘制（图B.2）。以原点与通过集料最大粒径100%的点的连线作为沥青混合料的最大密度线，见表B.1和表B.2。

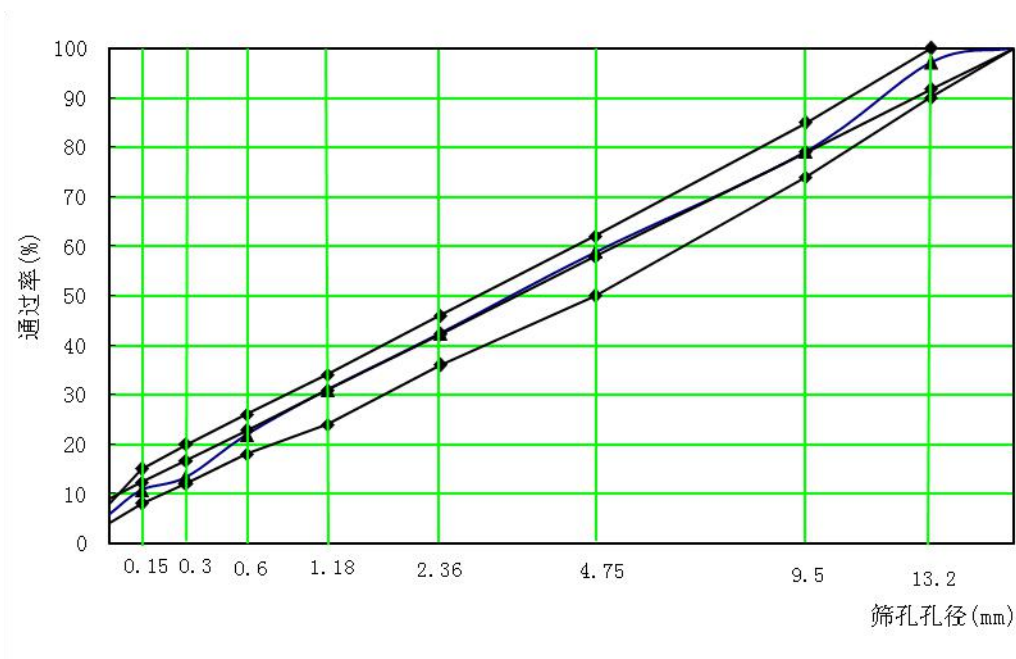


图 B.2 矿料级配曲线示例

表 B.1 泰勒曲线的横坐标

d_i	0.075	0.15	0.3	0.6	1.18	2.36	4.75	9.5
$X=d_i^{0.45}$	0.312	0.426	0.582	0.795	1.077	1.472	2.016	2.754
d_i	13.2	16	19	26.5	31.5	37.5	53	63
$X=d_i^{0.45}$	3.193	3.482	3.762	4.370	4.723	5.109	5.969	6.452

表 B.2 矿料级配设计计算表示例

筛孔 (%)	10~20 (%)	5~10 (%)	3~5 (%)	石屑 (%)	黄砂 (%)	矿粉 (%)	消石灰 (%)	合成级 配	工程设计级配范围		
									中值	下限	上限
16	100	100	100	100	100	100	100	100.0	100	100	100
13.2	88.6	100	100	100	100	100	100	97.2	95	90	100
9.5	16.6	99.7	100	100	100	100	100	79.1	79.5	74	85
4.75	0.4	8.7	94.9	100	100	100	100	58.9	56	50	62
2.36	0.3	0.7	3.7	97.2	87.9	100	100	42.3	41	36	46
1.18	0.3	0.7	0.5	67.8	62.2	100	100	30.9	29	24	34
0.6	0.3	0.7	0.5	40.5	46.4	100	100	21.9	22	18	26
0.3	0.3	0.7	0.5	30.2	3.7	99.8	99.2	13.3	16	12	20
0.15	0.3	0.7	0.5	20.6	3.1	96.2	97.6	10.7	11.5	8	15
0.075	0.2	0.6	0.3	4.2	1.9	84.7	95.6	6.0	6	4	8
配合比	25	17	14	25	14	3	2	100	-	-	-

B.4.3 对高速公路和一级公路，宜在工程设计级配范围内计算1~3组粗细不同的配合比，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。设计合成级配不应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.4.4 根据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VMA，初选一组满足或接近设计要求的级配作为设计级配。

B.5 马歇尔试验

B.5.1 配合比设计马歇尔试验技术要求按本规范规定执行。

B.5.2 沥青混合料试件的制作温度按JTG F40规定的方法确定，并与施工实际温度相一致，普通沥青混合料如缺乏粘温曲线时可参照表B.3执行，改性沥青混合料的成型温度在此基础上再提高10℃~20℃。

表 B.3 热拌普通沥青混合料试件的制作温度（℃）

施工工序	石油沥青的标号				
	50 号	70 号	90 号	110 号	130 号
沥青加热温度	160~170	155~165	150~160	145~155	140~150
矿料加热温度	集料加热温度比沥青温度高 10~30（填料不加热）				
沥青混合料拌和温度	150~170	145~165	140~160	135~155	130~150
试件击实成型温度	140~160	135~155	130~150	125~145	120~140

注：表中混合料温度，并非拌和机的油浴温度，应根据沥青的针入度、粘度选择，不宜都取中值。

B.5.3 按式（B.1）计算矿料的合成毛体积相对密度 γ_{sb} 。

$$\gamma_{sb} = \frac{100}{\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{P_2}{\gamma_2} + \dots + \frac{P_n}{\gamma_n}} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

P_1 、 P_2 、...、 P_n —各种矿料成分的配合比，其和为100；

γ_1 、 γ_2 、...、 γ_n —各种矿料相应的毛体积相对密度。

注1：沥青混合料配合比设计时，均采用毛体积相对密度（无量纲），不采用毛体积密度，故无需进行密度的水温修正。

注2：生产配合比设计时，当细料仓中的材料混杂各种材料而无法采用筛分替代法时，可将0.075 mm部分除后以统货实测值计算。

B.5.4 按式（B.2）计算矿料的合成表观相对密度 γ_{sa} 。

$$\gamma_{sa} = \frac{100}{\frac{P_1}{\gamma'_1} + \frac{P_2}{\gamma'_2} + \dots + \frac{P_n}{\gamma'_n}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

P_1 、 P_2 、...、 P_n —各种矿料成分的配合比，其和为100；

γ'_1 、 γ'_2 、...、 γ'_n —各种矿料按试验规程方法测定的表观相对密度。

B.5.5 按式（B.3）或按式（B.4）预估沥青混合料的适宜的油石比 P_a 或沥青用量为 P_b 。

$$P_a = \frac{P_{al} \times \gamma_{sbl}}{\gamma_{sb}} \dots\dots\dots (B.3)$$

$$P_b = \frac{P_a}{100 + P_a} \times 100 \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

P_a —预估的最佳油石比(与矿料总量的百分比), %;

P_b —预估的最佳沥青用量(占混合料总量的百分数), %;

P_{al} —已建类似工程沥青混合料的标准油石比, %;

γ_{al} —矿料的合成毛体积相对密度;

γ_{sbl} —已建类似工程集料的合成毛体积相对密度。

注: 作为预估最佳油石比的集料密度, 原工程和新工程也可均采用有效相对密度。

B. 5. 6 确定矿料的有效相对密度

B. 5. 6. 1 对非改性沥青混合料和橡胶沥青混合料, 宜以预估的最佳油石比拌和2组的混合料, 采用真空法实测最大相对密度, 取平均值。然后由式(B. 5)反算合成矿料的有效相对密度 γ_{se} 。

$$\gamma_{se} = \frac{100 - P_b}{\frac{100}{\gamma_t} - \frac{P_b}{\gamma_b}} \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

γ_{se} —合成矿料的有效相对密度;

P_b —试验采用的沥青用量(占混合料总量的百分数), %;

γ_t —试验沥青用量条件下实测得到的最大相对密度, 无量纲;

γ_b —沥青的相对密度(25℃/25℃), 无量纲。

B. 5. 6. 2 对改性沥青及SMA等难以分散的混合料(橡胶沥青混合料除外), 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(B. 6)计算确定, 其中沥青吸收系数 C 值根据材料的吸水率由式(B. 7)求得, 材料的合成吸水率按式(B. 8)计算:

$$\gamma_{se} = C \times \gamma_{sa} + (1 - C) \times \gamma_{sb} \dots\dots\dots (B.6)$$

$$C = 0.033\omega_x^2 - 0.2936\omega_x + 0.9339 \dots\dots\dots (B.7)$$

$$\omega_x = \left(\frac{1}{\gamma_{sb}} - \frac{1}{\gamma_{sa}} \right) \times 100 \dots\dots\dots (B.8)$$

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, 可按矿料的合成吸水率从式(B.7)求取;

ω_x —合成矿料的吸水率, 按式(B.8)求取, %;

γ_{sb} —矿料的合成毛体积相对密度, 按式(B.1)求取, 无量纲;

γ_{sa} —矿料的合成表观相对密度, 按式(B.2)求取, 无量纲。

B. 5. 7 以预估的油石比为中值, 按一定间隔(对密级配沥青混合料通常为0.5%, 对沥青碎石混合料可适当缩小间隔为0.3%~0.4%, 取5个或5个以上不同的油石比分别成型马歇尔试件。每一组试件的试样数按现行试验规程的要求确定, 对粒径较大的沥青混合料, 宜增加试件数量。

B. 5. 8 测定压实沥青混合料试件的毛体积密度 γ_t 和吸水率, 取平均值。测试方法应遵循以下规定执行:

- a) 通常采用表干法测定毛体积相对密度;
- b) 对吸水率大于2%的试件, 宜改用蜡封法测定的毛体积相对密度。

- c) 对于橡胶沥青混合料,试件毛体积密度应采用蜡封法测定。试件蜡封时,蜡的融化温度宜控制在 70℃,采用两次蜡封。当第一次蜡封后,用毛笔蘸蜡将未封住的试件孔隙刷补,然后再第二次蜡封。融蜡温度过高将会导致蜡进入混合料的空隙中,空隙率测量结果偏小。因此控制蜡的温度对蜡封法的测量结果至关重要。

注:对吸水率小于 0.5%的特别致密的沥青混合料,在施工质量检验时,允许采用水中重法测定的表观相对密度作为标准密度,钻孔试件也采用相同方法。但配合比设计时不应采用水中重法。

B.5.9 确定沥青混合料的最大理论相对密度

B.5.9.1 对非改性的普通沥青混合料和橡胶沥青混合料,在成型马歇尔试件的同时,按B.5的要求用真空法实测各组沥青混合料的最大理论相对密度 γ_{ti} 。当只对其中一组油石比测定最大理论相对密度时,也可按式(B.9)或式(B.10)计算其他不同油石比时的最大理论相对密度 γ_{ti} 。

B.5.9.2 对改性沥青混合料宜按式(B.9)或式(B.10)计算各个不同沥青用量混合料的最大理论相对密度。

$$\gamma_{ti} = \frac{100 + \frac{P_{ai}}{\gamma_{se}} + \frac{P_{ak}}{\gamma_k}}{\frac{100}{\gamma_b} + \frac{P_{ai}}{\gamma_{se}} + \frac{P_{ak}}{\gamma_k}} \dots\dots\dots (B.9)$$

注:5个不同油石比不一定选整数,例如预估油石比4.8%,可选3.8%、4.3%、4.8%、5.3%、5.8%等。B.5.6条1中规定的实测最大相对密度通常与此同时进行。

$$\gamma_{ti} = \frac{100}{\frac{P_{si}}{\gamma_{se}} + \frac{P_{bi}}{\gamma_b} + \frac{P_{bk}}{\gamma_k}} \dots\dots\dots (B.10)$$

式中:

γ_{ti} —相对于计算沥青用量 P_{bi} 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,%;

P_{bi} —所计算的沥青混合料的沥青用量;

P_{ak} —抗车辙剂或纤维等外掺剂占矿料的质量百分数,由外掺剂的剂量换算得到,%;

P_{bk} —抗车辙剂或纤维等外掺剂占沥青混合料的质量百分数,由外掺剂的剂量换算得到,%;

P_{si} —所计算的沥青混合料的矿料含量;

γ_{se} —矿料的有效相对密度,按式(B.6)计算,无量纲;

γ_k —抗车辙剂或纤维等外掺剂的有效相对密度(25℃/25℃),无量纲;

γ_b —沥青的相对密度(25℃/25℃),无量纲。

B.5.10 按式(B.11)~式(B.13)计算沥青混合料试件的空隙率VMA、有效沥青的饱和度VFA等体积指标,取1位小数,进行体积组成分析。

$$VV = \left(1 - \frac{f}{\gamma}\right) \times 100 \dots\dots\dots (B.11)$$

$$VMA = \left(1 - \frac{f}{\gamma_b} \times P_s\right) \times 100 \dots\dots\dots (B.12)$$

$$VFA = \frac{VMA - VV}{VMA} \times 100 \dots\dots\dots (B.13)$$

式中:

VV—试件的空隙率, %;

VMA—试件的矿料间隙率, %;

VFA—试件的有效沥青饱和度(有效沥青含量占VMA的体积比例), %;

γ_f —按B.5.8测定的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B.5.9的计算或实测得到, 无量纲;

P_s —各种矿料占沥青混合料总质量的百分率之和, 即 $P_s=100-P_b$, %;

γ_{sb} —矿料的合成毛体积相对密度, 按式(B.1)计算。

B.5.11 进行马歇尔试验, 测定马歇尔稳定度及流值。

B.6 确定最佳沥青用量(或油石比)

B.6.1 按图B.3方法, 以油石比或沥青用量为横坐标, 以马歇尔试验的各项指标为纵坐标, 将试验结果点入图中, 连成圆滑的曲线。确定均符合本规定的沥青混合料技术标准的沥青用量范围 $OAC_{min} \sim OAC_{max}$ 。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, 并使密度及稳定度曲线出现峰值。如果没有涵盖设计空隙的全部范围, 试验应扩大沥青用量重新进行。

B.6.2 根据试验曲线的走势, 按下列方法确定沥青混合料的最佳沥青用量 OAC_1 :

- a) 在曲线图B.3上求取相对于密度最大的值、稳定度最大值、目标空隙率(或中值)、沥青饱和度的中值的沥青用量 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 。按式(B.14)取平均值作为 OAC_1 。

$$OAC_1 = (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) / 4 \dots\dots\dots (B.14)$$

- b) 如果在所选择的沥青用量范围未能涵盖沥青饱和度的要求范围, 按式(B.15)求取三者的平均值作为 OAC_1 。

$$OAC_1 = (a_1 + a_2 + a_3) / 3 \dots\dots\dots (B.15)$$

- c) 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(最大值经常在曲线的两端)时, 可直接以目标空隙率所对应的沥青用量 a_3 作为 OAC_1 , 但 OAC_1 应介于 $OAC_{min} \sim OAC_{max}$ 的范围内, 否则应重新进行配合比设计。

B.6.3 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 。

$$OAC_2 = (OAC_{min} + OAC_{max}) / 2 \dots\dots\dots (B.16)$$

B.6.4 通常情况下取 OAC_1 及 OAC_2 的中值作为计算的最佳沥青用量 OAC 。

$$OAC = (OAC_1 + OAC_2) / 2 \dots\dots\dots (B.17)$$

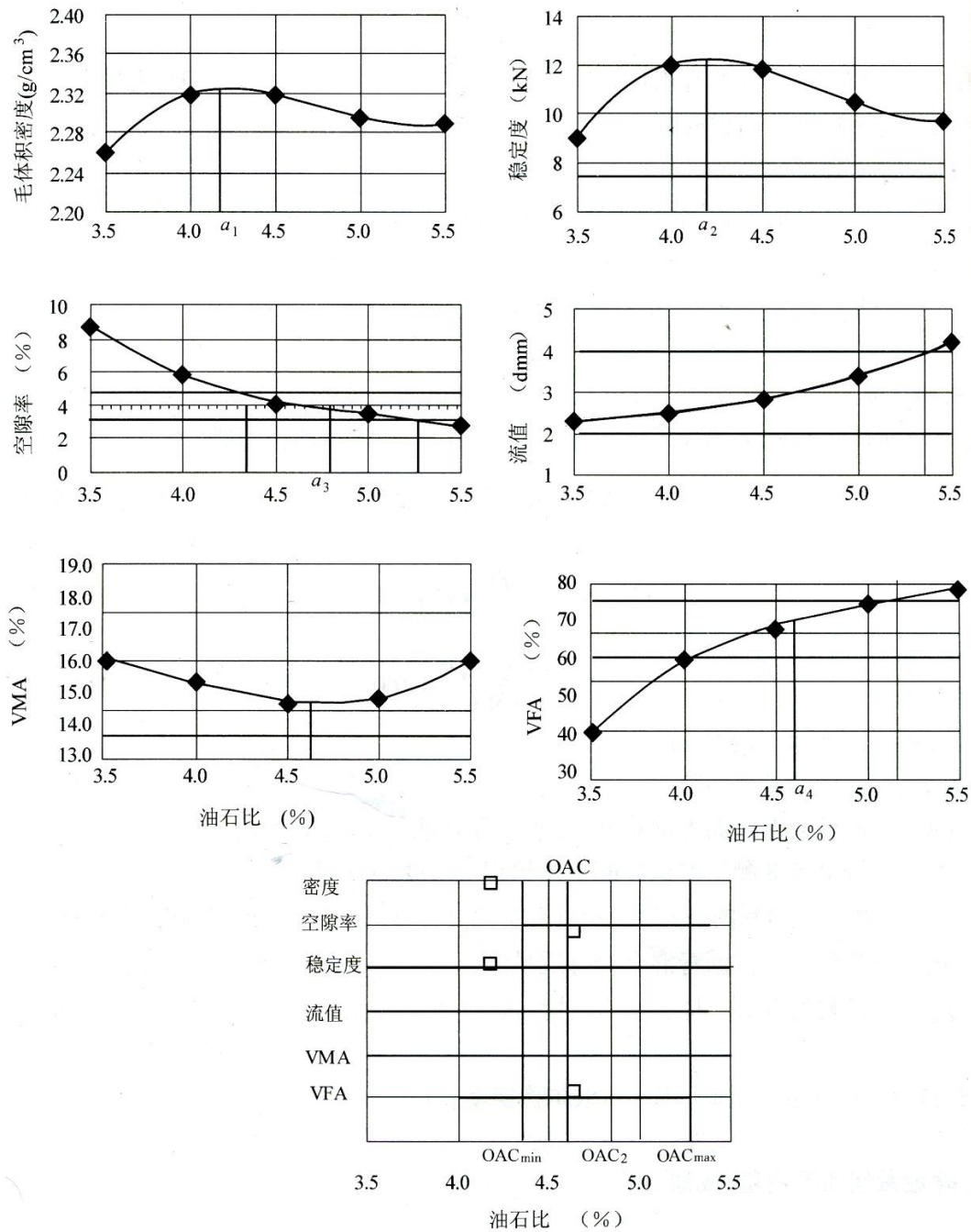


图 B.3 马歇尔试验结果示例

B. 6. 5 按式 (B. 17) 计算的最佳油石比OAC, 从图B. 3中得出所对应的空隙率和VMA值, 检验是否能满足本规范表23、表24、表26关于最小VMA值的要求。OAC宜位于VMA凹形曲线最小值的贫油一侧。当空隙率不是整数时, 最小VMA按内插法确定, 并将其画入图B. 3中。

B. 6. 6 检查图B. 3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。

B. 6. 7 根据实践经验和公路等级、气候条件、交通情况, 调整确定最佳沥青用量OAC:

- 改性沥青混合料最佳沥青用量较基质沥青混合料偏大 0. 1%~0. 2%。
- 对炎热地区公路以及高速公路、一级公路的重载交通路段, 山区公路的长大纵坡路段, 预计有可能产生较大车辙时, 宜在空隙率符合要求的范围内将计算的最佳沥青用量减少 0. 1%~0. 3%

作为设计沥青用量。但报告应要求采用重型轮胎压路机和振动压路机组合等方式加强碾压,以使施工后路面的空隙率达到未调整前的原最佳沥青用量时的水平,且渗水系数符合要求。如果试验段试拌试铺达不到此要求时,宜调整所减少的沥青用量的幅度。

- c) 对寒区公路、旅游公路、交通量很少的公路,最佳沥青用量可以在 OAC 的基础上增加 0.1%~0.3%,以适当减小设计空隙率,但不应降低压实度要求。

B. 6. 8 按式 (B.18) 及式 (B.19) 计算沥青结合料被集料吸收的比例及有效沥青含量。

$$P_{ba} = \frac{\gamma_{se} - \gamma_b}{\gamma_{se} \times \gamma_{sb}} \times \gamma_b \times 100 \dots\dots\dots (B.18)$$

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} \times P_s \dots\dots\dots (B.19)$$

式中:

P_{ba} —沥青混合料中被集料吸收的沥青结合料比例, %;

P_{be} —沥青混合料中的有效沥青用量, %;

γ_{se} —矿料的有效相对密度,按式 (B.5) 计算,无量纲;

γ_{sb} —材料的合成毛体积相对密度,按式 (B.1) 求取,无量纲;

γ_b —沥青的相对密度 (25℃/25℃), 无量纲;

P_b —沥青含量, %;

P_s —各种矿料占沥青混合料总质量的百分率之和,即 $P_s=100-P_b$, %。

如果需要,可按式 (B.20) 及式 (B.21) 计算有效沥青的体积百分率 γ_{be} 及矿料的体积百分率 V_g 。

$$V_{be} = \frac{\gamma_f \times P_{be}}{\gamma_b} \dots\dots\dots (B.20)$$

$$V_g = 100 - (V_{be} + VV) \dots\dots\dots (B.21)$$

B. 6. 9 最佳沥青用量时的粉胶比和有效沥青膜厚度。

B. 6. 9. 1 按式 (B. 22) 计算沥青混合料的粉胶比,宜符合 0.6~1.6 的要求。对常用的公称最大粒径为 13.2 mm~19 mm 的密级配沥青混合料,粉胶比宜控制在 0.8~1.2 范围内。

$$FB = \frac{P_{0.075}}{P_{be}} \dots\dots\dots (B.22)$$

式中:

FB —粉胶比,沥青混合料的矿料中 0.075 mm 通过率与有效沥青含量的比值,无量纲;

$P_{0.075}$ —矿料级配中 0.075 mm 的通过率 (水洗法), %;

P_{be} —有效沥青含量, %。

B. 6. 9. 2 按式 (B. 23) 的方法计算集料的比表面,按式 (B. 24) 估算沥青混合料的沥青膜有效厚度。各种集料粒径的表面积系数按表 B. 4 采用。

$$SA = \sum (P_i \times FA_i) \dots\dots\dots (B.23)$$

$$DA = \frac{P_{be}}{\gamma_b \times SA} \times 10 \dots\dots\dots (B.24)$$

式中：
 SA—集料的比表面积，m²/kg；
 P_i—各种粒径的通过百分率，%；
 FA_i—相应于各种粒径的集料的表面积系数，如表B.4所列；
 DA—沥青膜有效厚度，μm；
 P_{be}—有效沥青含量，%；
 γ_b—沥青的相对密度（25℃/25℃），无量纲。

注：各种公称最大粒径混合料中大于4.75 mm尺寸集料的表面积系数FA均取0.0041，且只计算一次，4.75 mm以下部分的FA_i如表B.6.9所示。该例的SA=6.60 m²/kg。若混合料的有效沥青含量为4.65%，沥青的相对密度1.03，则沥青膜厚度为DA=4.65/（1.03×6.60）×10=6.83 μm。

表 B. 4 集料的表面积系数计算示例

筛孔尺寸 (mm)	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075	集料比表面积总和 SA (m ² /kg)
表面积系数FA _i	0.0041	—	—	—	0.0041	0.0082	0.0164	0.0287	0.0614	0.1229	0.3277	
通过百分率P _i (%)	100	92	85	76	60	42	32	23	16	12	6	
比表面FA _i ×P _i (m ² /kg)	0.41	—	—	—	0.25	0.34	0.52	0.66	0.98	1.47	1.97	

B. 7 配合比设计检验

B. 7. 1 对用于高速公路和一级公路的密级配沥青混合料，需在配合比设计的基础上按本规范要求进行各种使用性能的检验，不符合要求的沥青混合料，应更换材料或重新进行配合比设计。其他等级公路的沥青混合料可参照执行。

B. 7. 2 配合比设计检验按计算确定的设计最佳沥青用量在标准条件下进行。如按照B. 6. 7的方法将计算的设计沥青用量调整后作为最佳沥青用量，或者改变试验条件时，各项技术要求均应适当调整，不宜照搬。

B. 7. 3 高温稳定性检验。对公称最大粒径等于或小于19 mm的混合料，按规定方法进行车辙试验，动稳定度应符合本规范表23、表24的要求。

注：对公称最大粒径大于19 mm的密级配沥青混凝土或沥青稳定碎石混合料，由于车辙试件尺寸不能适用，不宜按本规范方法进行车辙试验和弯曲试验。如需要检验可加厚试件厚度或采用大型马歇尔试件。

B. 7. 4 水稳定性检验。按规定的试验方法进行浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验，残留稳定度及残留强度比均应符合本规范表23、表24的规定。

注：调整沥青用量后，马歇尔试件成型可能达不到要求的空隙率条件。当需要添加消石灰、水泥、抗剥落剂时，需重新确定最佳沥青用量后试验。

B. 7. 5 低温抗裂性能检验。对公称最大粒径等于或小于19 mm的混合料，宜按规定方法进行低温弯曲试验，其破坏应变宜符合本规范表23、表24要求。

B. 7. 6 渗水系数检验。利用轮碾机成型的车辙试件进行渗水试验检验的渗水系数宜符合本规范表23、表24要求。

B.8 配合比设计报告

B.8.1 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，以及各项体积指标、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.8.2 当按B.6.7调整沥青用量作为最佳沥青用量，宜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)
SMA 混合料配合比设计方法

C.1 般规定

- C.1.1 除本方法另有规定外，应遵循附录B热拌沥青混合料配合比设计方法的规定执行。
- C.1.2 SMA混合料的配合比设计采用马歇尔试件的体积设计方法进行，马歇尔试验的稳定度和流值并不作为配合比设计接受或者否决的唯一指标。

C.2 材料选择

- C.2.1 对用于配合比设计的各种材料按附录B规定选择，其质量应符合本规范规定的技术要求。
- C.2.2 除已有成功经验证明使用非改性的普通沥青能符合使用要求者外，SMA宜采用改性沥青，且采用比当地常用沥青更硬标号的沥青。

C.3 设计矿料级配的确定

C.3.1 设计初试级配

C.3.1.1 SMA路面的工程设计级配范围宜直接采用JTG F40规定的矿料级配范围。公称最大粒径等于或小于9.5 mm的SMA混合料，以2.36 mm作为粗集料骨架的分界筛孔，公称最大粒径等于或大于13.2 mm的SMA混合料以4.75 mm作为粗集料骨架的分界筛孔。

C.3.1.2 在工程设计级配范围内，调整各种矿料比例设计3组不同粗细的初试级配，3组级配的粗集料骨架分界筛孔的通过率处于级配范围的中值、中值 $\pm 3\%$ 附近，矿粉数量均为10%左右。

C.3.2 按附录B的方法计算初试级配的矿料的合成毛体积相对密度 γ_{sb} 、合成表观相对密度 γ_{sa} 、有效相对密度 γ_{se} 。其中各种集料的毛体积相对密度、表观相对密度试验方法遵照附录表B的规定进行。

C.3.3 把每个合成级配中小于粗集料骨架分界筛孔的集料筛除，按JTG E42 T 0309的规定，用捣实法测定粗集料骨架的松方毛体积相对密度 γ_s ，按式 (C.1) 计算粗集料骨架混合料的平均毛体积相对密度

γ_{CA} 。

$$\gamma_{CA} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{P_2}{\gamma_2} + \dots + \frac{P_n}{\gamma_n}} \quad \text{..... (C.1)}$$

式中：

P_1 、 P_2 、..... P_n —粗集料骨架部分各种集料在全部矿料级配混合料中的配合比；

γ_1 、 γ_2 、..... γ_n —各种粗集料相应的毛体积相对密度。

C.3.4 按式 (C.2) 计算各组初试级配的捣实状态下的粗集料松装间隙率 VCA_{DRC} 。

$$VCA_{DRC} = \left(1 - \frac{\gamma_s}{\gamma_{CA}}\right) \times 100 \quad \text{..... (C.2)}$$

式中：

VCA_{DRC} —粗集料骨架的松装间隙率，%；

γ_{CA} —粗集料骨架的毛体积相对密度；

γ_s —粗集料骨架的松方毛体积相对密度。

C.3.5 按本规范B.5.5的方法预估新建工程SMA混合料的适宜的油石比 P_a 或沥青用量为 P_b ，作为马歇尔试件的初试油石比。

C.3.6 按照选择的初试油石比和矿料级配制作SMA试件，马歇尔标准击实的次数为双面50次，根据需要也可采用双面75次，一组马歇尔试件的数目不应少于4个~6个。SMA马歇尔试件的毛体积相对密度由表干法测定。

C.3.7 按式（C.3）的方法计算不同沥青用量条件下SMA混合料的最大理论相对密度，其中纤维部分的比例不应忽略。

$$\gamma_t = \frac{100 + P_a + P_x + P_{ak}}{\frac{100}{\gamma_{se}} + \frac{P_a}{\gamma_a} + \frac{P_x}{\gamma_x} + \frac{P_{ak}}{\gamma_k}} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：

γ_{se} —矿料的有效相对密度，由C.3.2确定；

P_a —沥青混合料的油石比，%；

P_x —纤维用量，以矿料质量的百分数计，%；

P_{ak} —抗车辙剂等其它外掺剂占矿料的质量百分数，由外掺剂的剂量换算得到，%；

γ_{se} —矿料的有效相对密度，按式（B.6）计算，无量纲；

γ_k —抗车辙剂等其它外掺剂的有效相对密度（25℃/25℃），无量纲；

γ_a —沥青的相对密度（25℃/25℃），无量纲；

γ_x —纤维稳定剂的密度，由供货商提供或由比重瓶实测得到。

C.3.8 按式（C.4）计算SMA马歇尔混合料试件中的粗集料骨架间隙率 VCA_{mix} ，试件的集料各项体积指标空隙率 VV 、集料间隙率 VMA 、沥青饱和度 VFA 按本规范附录B的方法计算。

$$VCA_{mix} = \left(1 - \frac{\gamma_f}{\gamma_{ca}} \times P_{CA} \right) \times 100 \dots\dots\dots (C.4)$$

式中：

P_{CA} —沥青混合料中粗集料的比例，即大于4.75 mm的颗粒含量，%；

γ_{ca} —粗集料骨架部分的平均毛体积相对密度，由式（C.1）确定；

γ_f —沥青混合料试件的毛体积相对密度，由表干法测定。

C.3.9 从3组初选级配的试验结果中选择设计级配时，应符合 $VCA_{MIX} < VCA_{DRC}$ 及 $VMA > 17.0\%$ 的要求，当有1组以上的级配同时符合要求时，以粗集料骨架分界集料通过率大且 VMA 较大的级配为设计级配。

C.4 确定设计沥青用量

C.4.1 根据所选择的设计级配和初试油石比试验的空隙率结果，以0.2%~0.4%为间隔，调整3个不同的油石比，制作马歇尔试件，计算空隙率等各项体积指标。一组试件数不宜少于4个~6个。

C.4.2 进行马歇尔稳定度试验，检验稳定度和流值是否符合本规范规定的技术要求。

C.4.3 根据期望的设计空隙率确定油石比，作为最佳油石比 OAC 。所设计的SMA混合料应符合本规范表2.5规定的各项技术标准。

C.4.4 如初试油石比的混合料体积指标恰好符合设计要求时，可以省去此步骤，但宜进行一次复核。

C.5 配合比设计检验

除附录B规定项目外，SMA混合料的配合比设计还应进行谢伦堡析漏试验及肯特堡飞散试验。配合比设计检验应符合本规范表25的技术要求。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

配合比设计结束后，应按附录B的要求及时出具配合比设计报告。

参 考 文 献

- [1] JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范[S]
- [2] 王旭东,王宏伟,乔朝增等. 橡胶沥青及混合料设计施工技术指南[M]. 北京:人民交通出版社, 2008.
- [3] 韩萍. 沥青混凝土面层施工作业指导书[R]. 山西:山西省交通科学研究院, 2005.
- [4] 沙庆林. 高速公路沥青路面早期破坏现象及预防. 北京:人民交通出版社, 2001.
- [5] 张德才. 山西省沥青路面使用性能气候分区的研究[R]. 山西:山西省交通科学研究院, 1995.
- [6] 韩萍. 沥青混合料矿料级配及配合比设计方法的修订[R]. 山西:山西省交通科学研究院, 2002.
- [7] 韩萍. 沥青路面渗水测定方法及指标研究[R]. 山西:山西省交通科学研究院, 2002.
- [8] 韩萍. 高等级公路大纵坡路段沥青路面结构与材料研究[R]. 山西:山西省交通科学研究院, 2011.
- [9] 张晓燕. 温拌沥青混合料应用技术研究[R]. 山西:山西省交通科学研究院, 2011.
- [10] 张晓燕. 外掺纤维沥青混合料的路用性能研究[R]. 山西:山西省交通科学研究院, 2009.
- [11] 樊英华. 胶粉改性沥青技术研究及推广应用[R]. 山西:山西省公路局晋中分局, 2009.
- [12] 韩萍. 运煤重载交通沥青路面结构的研究[R]. 山西:山西省交通科学研究院, 2011.
- [13] 张俊. 复合纤维改性沥青混合料路用性能研究[R]. 山西:山西省交通科学研究院, 2014.
-