

DB37

山 东 省 地 方 标 准

DB 37/T 3564—2019

抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料设计与施工技术规范

Specification for the Design and Construction of Anti-rutting and Anti-fatigue High Modulus Asphalt Concrete

2019 - 05 - 29 发布

2019 - 06 - 29 实施

山东省市场监督管理局

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	1
4 符号和代号	2
5 材料	2
5.1 一般规定	2
5.2 沥青胶结料	2
5.3 集料、填料	3
6 配合比设计	3
6.1 设计原则	3
6.2 级配设计	3
6.3 配合比设计	4
7 施工工艺	4
7.1 一般规定	4
7.2 施工温度	4
7.3 混合料拌合	5
7.4 混合料的压实成型	5
8 施工控制与管理	5
8.1 一般规定	6
8.2 集料检验项目和频率	6
8.3 沥青胶结料检验项目和频率	7
8.4 沥青混合料检验项目和频率	7
附 录 A （资料性附录） 抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料马歇尔设计方法	11
附 录 B （资料性附录） 条文说明	13

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由山东省交通运输厅提出并监督实施。

本标准由山东省交通运输标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：山东省交通运输厅公路局、山东省交通科学研究院、山东泰和公路工程有限公司、山东华瑞道路材料技术有限公司、山东盛天伟创道路材料科技有限公司、日照交通发展集团有限公司负责起草。

本标准主要起草人：李英勇、王晓燕、朱海波、马士杰、马晓燕、韦金城、孙杰、余四新、王鹏轶、袁春建、焦鹏飞、蔡传峰、王宝同、范金成、周海防、李福起、王以财、王蕾、安平。

抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料设计与施工技术规范

1 范围

为规范抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料应用，提高设计与施工技术水平，保证工程质量，制定本规范。

本规范规定了抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料设计与施工技术规范术语，材料，配合比设计，施工工艺，施工控制与管理。

本规范适用于各等级新建或改（扩）建公路工程沥青路面中、下面层。城市道路、机场道面、港区道路参照执行。

抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料应用除应符合本细则外，尚应符合国家、行业颁布的有关标准、规范的规定。

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。

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
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 D50 公路沥青路面设计规范
CJJ 37 城市道路工程设计规范
MH 5011 民用机场沥青混合料道面施工技术规范
JTG E60 公路路基路面现场测试规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

沥青胶结料 Asphalt binder

在沥青混合料中起胶结作用的沥青类材料的总称。

3.2

硬质道路沥青 Hard paving bitumen

这一类沥青中的纯沥青由直接蒸馏方法产生，其针入度（温度25°）小于30（1/10 mm）的沥青，满足欧洲针入度等级标准10/20、15/25、20/30的道路沥青。

3.3

改性沥青 Modified Asphalt

掺加橡胶、树脂、高分子聚合物、天然沥青、磨细的橡胶粉或者其他材料等外掺剂（改性剂），使沥青的流变特性得以改善的沥青胶结料。

3.4**高模量沥青 High Modulus asphalt**

应用改性工艺或采用特殊的沥青制备工艺而得到的满足高模量沥青技术指标的沥青胶结料。

3.5**高模量沥青混凝土 High Modulus Asphalt Mixture（英）（Enrobé à Module Élevé（法）**

通过采用适宜的技术，使混合料的动稳定度DS值（试验温度70℃）达到3 000次/mm以上，且动态模量（45℃，10 Hz）达到4 000 Mpa以上，疲劳寿命（15℃、10 Hz，控制应变230 $\mu\epsilon$ ）不小于100万次，同时满足这些条件的沥青混合料称之为高模量沥青混合料。

3.6**动态模量 Dynamic modulus**

沥青混合料试件在一定试验温度和正弦加载模式下，应力和恢复应变峰值之比的绝对值，以MPa计。

3.7**疲劳寿命 Fatigue life**

沥青混合料试件在一定温度、加载频率和恒应变控制的连续偏正弦波加载模式下，其弯曲劲度模量降低到初始弯曲劲度模量50 %对应的加载循环次数，以次计。

4 符号和代号

下列符号和代号适用于本文件。

VV：空隙率。

MS：马歇尔稳定度。

FL：流值。

PG：美国SHRP计划中提出的沥青性能分级标准，它是依据沥青的路用性能进行分级。

AASHTO：美国公路与运输协会标准。

EN：欧洲标准。

5 材料**5.1 一般规定**

5.1.1 材料供应商应提供质量检验单，运至现场的各种材料必须按有关要求进行了试验，经评定合格方可使用。

5.1.2 原材料进入施工场地时，应登记，并签发材料验收单，验收单应包括材料来源、品种、规格、数量、使用目的、购置日期、存放地点及应注明的事项。

5.2 沥青胶结料

5.2.1 沥青胶结料应符合 JTG F40 中关于道路石油沥青及改性沥青的技术要求，并根据需要掺加添加剂。

5.2.2 采用硬质道路沥青时，技术要求参照表 1 的技术要求。

表1 硬质道路沥青技术要求

指标	单位	要求值	试验方法
针入度 (25 ℃, 100 g, 5 s)	0.1 mm	15~25	T 0604
软化点	℃	55~71	T 0606
135 ℃运动粘度, 最小值	Pa. s	600	T 0625
闪点, 不小于	℃	235	T 0611
弗拉斯脆点	℃	0 ℃ (+3 ℃~-8 ℃)	T 0613
薄膜烘箱老化后 (RTFOT)			
质量变化, 最大值	%	0.5	T 0609/T 0610
针入度比 25 ℃, 最小值	%	55	T 0604

5.2.3 采用高模量改性沥青时，技术要求参考表 2 技术要求。

表2 高模量改性沥青技术要求

指标	单位	要求值	试验方法
针入度 (25 ℃, 100 g, 5 s)	0.1mm	25~35	T 0604
软化点, 不小于	℃	70	T 0606
延度 10 ℃, 5 cm/min, 不小于	cm	20	T 0605
175 ℃运动粘度, 不大于	Pa. s	1.0	T 0625
闪点, 不小于	℃	230	T 0611
薄膜烘箱老化后 (RTFOT)			
质量变化, 不大于	%	实测	T 0609/T 0610
针入度比 25 ℃, 不小于	%	70	T 0604
延度 10 ℃, 不小于	cm	10	T 0605
PG 分级	PG82-22		

5.3 集料、填料

集料、填料应满足 JTG F40 的要求。

6 配合比设计

6.1 设计原则

6.1.1 抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料的设计，应符合 JTG F40 中关于热拌沥青混合料配合比设计的目标配合比、生产配合比以及试拌试铺验证三个阶段，确定矿料级配及最佳沥青用量。

6.1.2 配合比设计一般采用马歇尔成型方法，也可采用欧标旋转压实成型方法。

6.2 级配设计

抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料级配设计参考表3范围。

表3 混合料级配要求

通过以下筛孔的百分率（方孔筛，mm）							
16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.075
100	80~100	66~82	41~64	28~43	—	—	6~8

6.3 配合比设计

6.3.1 抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料配合比设计，应符合表4、表5要求。

表4 马歇尔配合比设计技术标准

指标	单位	技术标准	试验方法
马歇尔击实	次	双面 75	T 0702
空隙率 VV，（毛体积法）	%	2~4	JTG E20（T 0705-4）
稳定度 MS，不小于	kN	8	T 0709
流值 FL	mm	2~4	T 0709

表5 旋转压实设计技术标准

指标	单位	技术标准	试验方法
旋转压实	次	100	EN 12697-31
空隙率 VV，（毛体积法）	%	2~4	JTG E20（T 0705-4）

6.3.2 抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料配合比检验技术要求，应符合表6要求。

表6 抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料配合比检验技术要求

检验项目	单位	技术要求	试验方法
冻融劈裂试验，残留强度比（TSR），不小于	%	80	T 0729
动稳定度（70℃），不小于	次/mm	3 000	T 0719
汉堡试验（20 000次）（50℃）最大变形，不大于	mm	5	AASHTO TP324-04
动态模量（45℃，10 Hz），不小于	MPa	4 000	T 0738
四点弯曲疲劳试验 （15℃，10 Hz，230 $\mu\epsilon$ 控制应变条件下），不小于	万次	100	T 0739
低温弯曲破坏应变（-10℃），不小于	$\mu\epsilon$	2 000	T 0715

7 施工工艺

7.1 一般规定

施工工艺应符合JTG F40中关于热拌沥青混合料拌合、运输、摊铺、压实成型及接缝的技术要求。

7.2 施工温度

7.2.1 抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料路面宜在较高温度条件下施工，当气温或下卧层表面温度低于 15℃时不得铺筑。施工温度参照表 7。

表7 推荐的抗车辙抗疲劳型高模量沥青混合料施工温度表

工序	施工温度（℃）	测量部位
沥青加热温度	170～180	沥青加热罐
集料加热温度	190～200	热料提升斗
混合料出场温度	170～185	运料车
混合料最高温度（废弃温度）	195	运料车
混合料存储温度	不低于 170	运料车及储料罐
摊铺温度	不低于 160	摊铺机
初压温度	不低于 155	摊铺层内部
终压温度	不低于 120	摊铺层内部
开放交通时路面温度	不高于 50	路表

7.2.2 沥青混合料的温度应采用具有金属探测针的插入式数显温度计测量。在运料车上测量温度时，宜在车厢板侧板下方打一个小孔插入不小于 15 cm 量取。碾压温度可借助金属螺丝刀在路面辅助温度计测针插入摊铺层内部测量得到。

7.3 混合料拌合

7.3.1 该沥青混合料应采用间歇式拌合机拌制。拌合能力满足施工进度要求。拌合机除尘设备完好，能达到环保要求。宜配有外掺剂添加设备。高速公路沥青混合料拌合机应至少配备 6 个冷料仓，5 个热料仓。

7.3.2 配备足够的沥青罐（一般应大于 300 吨，要求为 6 个 50 吨卧罐组成，不得使用 200 吨以上立罐），改性沥青罐应配备足够的强制搅拌装置，只限当天使用。

7.4 混合料的压实成型

压路机应以慢而均匀的速度碾压，速度应符合表8的规定。压路机的碾压路线及碾压方向不应突然改变而导致混合料推移。碾压的长度应大体稳定，两端的折返位置应随摊铺机前进而推进，折返位置不得在相同的断面上。

表8 压路机碾压速度

单位为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
钢轮压路机	1.5-2	3	2.5-3.5	5	2.5-3.5	5
轮胎压路机	-	-	3.5-4.5	8	4-6	8
振动压路机	1.5-2 (静压)	5 (静压)	4-5 (振动)	4-5 (振动)	2-3 (静压)	5 (静压)

8 施工控制与管理

8.1 一般规定

8.1.1 施工质量控制与管理应符合 JTG F40 中关于热拌沥青混合料施工质量管理与检查验收技术要求。

8.1.2 检验的取样试验工作应由生产单位和使用单位分别独立进行；当不具备试验条件时，可委托具有试验资质的单位进行检验。

8.2 集料检验项目和频率

8.2.1 沥青混合料生产过程中，必须对各种原材料进行抽样试验，其质量应符合设计文件要求及本指导书的技术要求，如技术标准之间存在不一致，以质量要求高者为基准。

8.2.2 按表 9 规定的检查项目与频率，对粗集料的质量进行检验，每个检查项目的平行试验次数或一次试验的试验数必须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9 粗集料质量检验

指标	检验频率	质量标准
石料压碎值，不大于	备料前每料源 2 个样品或料源变化及必要时	26 %
洛杉矶磨耗损失，不大于	备料前每料源 2 个样品或料源变化及必要时	28 %
视密度，不小于	备料前每料源 2 个样品或料源变化及必要时	2.60 t/m ³
吸水率，不大于	备料前每料源 2 个样品或料源变化及必要时	2.0
坚固性，不大于	备料前每料源 2 个样品或料源变化及必要时	12 %
针片状含量	每 2 000 立方米测 2 个样品或料源变化及必要时	15 %
水洗法 <0.075 mm 颗粒含量 不大于	每 2 000 立方米测 2 个样品或料源变化及必要时	1 %
软石含量，不大于	备料前每料源 2 个样品或料源变化及必要时	3 %
与沥青的粘附性，不低于	备料前每料源 2 个样品或料源变化及必要时	4 级
颗粒分析	每 1 000 立方米测 2 个样品或料源变化及必要时	符合设计要求

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；

2. “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率。

8.2.3 按表 10 规定的检查项目与频率，对细集料的质量进行检验，每个检查项目的平行试验次数或一次试验的试验数必须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率按材料质量要求确定。

表10 细集料质量检验

指标	检验频率	质量标准
视密度，不小于	备料前每料源 2 个样品或料源变化及必要时	2.50 t/m ³
坚固性（大于 0.3 mm 部分）， 不大于	备料前每料源 2 个样品或料源变化及必要时	12 %
砂当量，不小于	备料前每料源 2 个样品或料源变化及必要时	70 %
颗粒分析	每 500 立方米测 2 个样品或料源变化及必要时	符合设计要求

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；

2. “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率。

8.2.4 矿粉必须干燥、清洁。按表 11 规定的检查项目与频率，每个检查项目的目的平行试验次数或一次试验的试验数必须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11 矿粉质量检验

指标	检验频率	质量标准
视密度，不小于	备料前每料源 2 个样品或料源变化及必要时	2.50 t/m ³
亲水系数，不大于	备料前每料源 2 个样品或料源变化及必要时	1
含水量，不大于	每 300 吨测 2 个样品或料源变化及必要时	1 %
颗粒分析	每 500 立方米测 2 个样品或料源变化及必要时	符合设计要求

8.3 沥青胶结料检验项目和频率

8.3.1 沥青胶结料为关键材料，施工前必须对沥青性能进行整套检验。

8.3.2 各施工单位和驻地监理组工地试验室按照表 12 的规定对到场复合改性沥青进行检测，并留样备检，此外，还应每 5 000 t 进行一次沥青全套指标检测，每 1 000 t 进行一次 PG 分级检测。

表12 改性沥青质量检验

指标	检验频率	质量标准
针入度 (25 ℃, 100 g, 5 s)	每车 1 次	符合本规范 5.2 技术要求
延度 (5 cm/min, 10 ℃)	每车 1 次	符合本规范 5.2 技术要求
软化点 (环球法)	每车 1 次	符合本规范 5.2 技术要求
布氏旋转粘度 135 ℃	1 次/500 t	符合本规范 5.2 技术要求
老化试验	1 次/500 t	符合本规范 5.2 技术要求
PG 分级	1 次/1 000 t	PG82-22

8.4 沥青混合料检验项目和频率

8.4.1 沥青拌和厂必须按下列步骤对沥青混合料生产过程进行质量控制，并按表 13 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：

- 观察料堆和皮带输送机各种材料的质量和均匀性，检查泥块及超粒径碎石，检查冷料仓有无串仓。目测混合料拌和是否均匀、有无花白料、油石比是否合适，检查集料和混合料的离析情况；
- 检查控制室各项设定参数、显示屏的示值，核对计算机采集和打印记录的数据与显示值是否一致。进行沥青混合料生产过程的在线监测、总量检验。进行沥青混合料动态管理；
- 检测沥青混合料的材料加热温度、混合料出厂温度，取样抽提、筛分检测混合料的矿料级配、油石比。抽提筛分应至少检查 0.075 mm、2.36 mm、4.75 mm、公称大粒径及中间粒径等 5 个筛孔的通过率；
- 取样成型试件进行马歇尔或者旋转压实试验，测定空隙率、稳定度、流值、VMA，计算合格率。对 VFA 指标可只作记录。沥青混合料存放时间对体积指标有一定影响，施工质量检验的旋转压实试验以拌和厂取样后立即成型的试件为准，但成型温度和试件高度必须符合试验要求。

表13 检验的频率和质量要求

项目		检查频率及单点检验评价方法	质量要求	试验方法
			或允许偏差	
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
拌合温度	沥青、集料的加热温度	逐盘检测评定	符合本规范规定	传感器自动检测、显示并打印
	混合料出厂温度	逐盘检测评定	符合本规范规定	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	符合本规范规定	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	$\pm 1.5\%$	计算机采集数据计算
	≤ 2.36 mm		$\pm 4\%$	
	≥ 4.75 mm		$\pm 5\%$	
	0.075 mm	逐盘检查, 每天汇总 1 次取平均值评定	$\pm 1\%$	总量检验
	≤ 2.36 mm		$\pm 2\%$	
	≥ 4.75 mm		$\pm 2\%$	
	0.075 mm	每台拌合机每天 1 次~2 次, 以 2 个试样的平均值评定	$\pm 1.5\%$	T 0725 抽提筛分与标准级配比较的差
	≤ 2.36 mm		$\pm 4\%$	
	≥ 4.75 mm		$\pm 5\%$	
沥青用量(油石比)		逐盘在线监测	$\pm 0.3\%$	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	$\pm 0.1\%$	总量检验
		每台拌和机每 1 次~2 次, 以 2 个试样的平均值评定	$\pm 0.2\%$	抽提 T 0722, T 0721
马歇尔试验、空隙率、稳定度、流值、VMA		每台拌和机每天 1 次~2 次, 以 6 个试件的平均值评定	符合本规范规定	T 0702、T 0709
水稳定性(冻融)		必要时(试件数同马歇尔试验)	符合本规范规定	T 283
车辙试验		必要时(以 3 个试件的平均值评定)	符合本规范规定	T 0719(70 °C)

注: 1. 单点检验是指试验结果以一组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《公路工程沥青与沥青混合料试验规程》的规定执行;
2. 对高速公路, 矿料级配和油石比必须进行总量检验和抽提筛分的双重检验控制, 互相校核。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。

8.4.2 沥青路面铺筑过程中必须随时对铺筑质量进行检查, 质量检查的内容、频度、允许差应符合表 14 的规定。

表14 沥青混合料路面施工过程中工程质量的控制标准

项目		检查频率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,不得有明显轮迹、裂缝、推挤、油汀、油包等缺陷,且无明显离析	目测
接缝		随时		
		逐条缝检测评定	3 mm	T 0931
施工温度	摊铺温度	逐车检测评定	符合本规范要求	T 0931
	碾压温度	随时	符合本规范要求	T 0981
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	总量检验
	总厚度	每 2 000 m ² 一点单点评定	设计值的-5 %	T 0912
压实度		每 2 000 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 99.5 %	T 0924
平整度 (标准差)		连续测定	0.7 mm	T0932
宽度	有侧石	检测每个断面	±20 mm	T0911
	无侧石	检测每个断面	不小于设计宽度	T0911
纵断面高程		检测每个断面	±10 mm	T0911
横坡度		检测每个断面	±0.3 %	T0911
沥青层面上的渗水系数,不大于		每 1 km 不少于 5 点,每点 3 处取平均值	50 min/ml	T 0917
汉堡试验		每幅每 1.5 km 取样 1 个	≤5 mm	AASHTO TP324-04

8.4.3 沥青路面的压实度采取重点对碾压工艺进行过程控制,适度钻孔抽检压实度的方法:

- 碾压工艺的控制包括压路机的配置(台数、吨位及机型)、排列碾压方式、压路机与摊铺机的距离、碾压温度、碾压速度、压路机洒水(雾化)情况、碾压段长度、调头方式等;
- 碾压过程中可采用核子密度仪等无破损检测设备进行压实密度过程控制,测点随机选择,一组不小于 13 点,取平均值;
- 在路面完全冷却后,随机选点钻孔取样,如一次钻孔同时有多层沥青层时需用切割机切割,待试件充分干燥后(在第二天之后),分别测定密度。并以合格率低作为评定结果;
- 测试压实度的一组数据少为 3 个钻孔试件,当一组检测的合格率小于 60 %,或平均值小于要求的压实度时,可增加一倍检测点数。如 6 个测点的合格率小于 60 %,或平均值仍然达不到压实度要求时,允许再增加一倍检测点数,要求其合格率大于 60 %,且平均值达到规定的压实度要求(注意记录所有数据不得遗弃)。如仍然不能满足要求,应进行返工。施工过程中的钻孔试件应予以保存。

8.4.4 压实成型的路面应按规定的方法随机选点检测渗水情况。

- 8.4.5 施工过程中应随时对路面进行外观（色泽、油膜厚度、表面空隙）评定，尤其特别防止粗细集料的离析和混合料温度不均，造成路面局部渗水严重或压实不足，酿成隐患。如果确实该路段严重离析、渗水，且经 2 次补充钻孔仍不能达到压实度要求，确属施工质量差的，应予铣刨或局部挖补，返工重铺。
- 8.4.6 施工过程中必须随时用 3 m 直尺检测接缝及构造物的连接处平整度的，正常路段的平整度采用连续式平整度仪测定。
- 8.4.7 利用计算机实行动态质量管理，并计算平均值、极差、标准差及变异系数以及各项指标的合格率。
- 8.4.8 公路施工的关键工序或重要部位宜拍摄照片或进行录像，作为实态记录及保存资料的一部分。

附录 A (资料性附录)

抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料马歇尔设计方法

A.1 一般规定

除本方法另有规定外，应遵照JTG-F40附录B热拌沥青混合料配合比设计方法的规定执行。

A.2 材料选择

用于配合比设计的各种材料应符合本规范的第5章要求。

A.3 设计矿料级配和沥青用量的确定

A.3.1 设计矿料级配：

- a) 设计级配宜直接采用本规范 6.2 规定的矿料级配范围；
- b) 在充分参考同类工程的经验的基础上，在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±3 %附近。

A.3.2 对每一组初选的矿料级配，初试沥青胶结料用量通过丰度系数K控制，要求丰度系数 $K > 3.4$ ，其K根据下式计算：

$$K = \frac{TL_{ext}}{\alpha^5 \sqrt{\Sigma}} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$100 \Sigma = 0.25G + 2.3S + 12s + 135f \dots\dots\dots (A.2)$$

$$\alpha = 2.65 / \rho_G \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

TL_{ext} ——油石比（沥青重量与矿料重量之比），单位%；

G ——粒径大于9.5 mm的集料占总的集料的百分率，单位%；

S ——粒径在0.3 mm到9.5 mm之间的集料占总集料的百分率，单位%；

s ——粒径在0.075 mm到0.3 mm之间的集料占总集料的百分率，单位%；

f ——粒径小于0.075 mm的集料占总的集料的百分率，单位%；

ρ_G ——集料的有效密度，单位 g/m^3 。

A.3.3 制作马歇尔试件，马歇尔击实次数为双面75次，一组马歇尔试件个数不得少于4~6个，试件的毛体积相对密度用表干法测定，根据空隙率要求确定混合料的矿料级配和沥青用量。

A.4 配合比设计性能验证

根据选用的级配和沥青用量拌合沥青混合料，分别进行马歇尔试验，冻融劈裂试验、车辙试验、汉堡试验、动态模量试验、四点弯曲疲劳试验以及低温弯曲试验，各项指标应符合本规范6.3规定的技术要求，空隙率与期望的空隙率的差值不宜超过 $\pm 1\%$ 。如不符合要求，应重新调整沥青用量拌合沥青混合料进行试验，直至符合要求为止。

A.5 配合比设计报告

如各项指标均符合要求，即配合比设计已完成，出具配合比设计报告。

附 录 B
(资料性附录)
条文说明

1 范围

- 1.1 为适应道路行业发展和建设的需要,提高沥青路面技术水平,指导抗车辙抗疲劳型高模量沥青混合料的使用品质和设计质量,保证工程沥青路面施工质量,制定本规范。
- 1.2 本规范适用于各等级公路抗车辙抗疲劳型高模量沥青混合料路面的新建、改建工程、及大中修养护工程,抗车辙抗疲劳型高模量沥青混合料的技术指标、配合比设计方法、施工工艺、质量控制及验收方法和标准应符合本规范的相关规定。
- 1.3 抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料适用于高速公路的中、下面层,其他等级公路重载交通沥青混合料路面及长大纵坡路段沥青混合料路面。抗车辙抗疲劳型高模量沥青混合料路面施工必须有施工组织设计,并保证合理的施工工期,沥青路面不得在气温低于15℃,以及雨天、路面潮湿的情况下施工。
- 1.4 抗车辙抗疲劳型高模量沥青混合料施工应符合国家关于环境保护的相关规定,同时应保证施工安全,并应为施工人员提供符合国家规定的劳动保护条件。

2 规范性的引用文件

本规范引用了法国的LCPC沥青路面设计规范《Laboratoire Central des Ponts et Chaussées. LPC Bituminous Mixtures Design Guide》。

3 术语

- 3.1.1 关于高模量抗疲劳型沥青混合料的术语,国内外不完全相同,例如在英国HMAM,法国是EME,综合考虑到术语和定义的统一性,并参照国标《沥青混合料专业名词术语》,对本规程的术语和定义进行了统一。
- 3.1.2 硬质道路沥青(hard paving bitumen),这一类沥青中的纯沥青由直接蒸馏方法产生,主要是指用于制备法国高模量沥青混合料 EME 和中国高模量抗疲劳沥青混合料的一种道路沥青,其针入度(温度25℃)小于30(1/10 mm)的沥青,满足欧洲针入度等级标准10/20、15/25、20/30的道路沥青,其技术要求可参照欧洲硬质沥青技术要求(EN 13924)。
- 3.1.3 改性沥青(Modified Asphalt),是掺加橡胶、树脂、高分子聚合物、天然沥青、磨细的橡胶粉或者其他材料等外掺剂(改性剂),使沥青的流变特性得以改善的沥青胶结料。美国用 modified asphalt; modified asphalt cement; 欧洲用 modified bitumen; modified bitumens; 澳大利亚用 modified binder。

5 材料

5.2 沥青胶结料

5.2.1 沥青胶结料作为典型的粘弹性材料，其性能表现取决于温度和荷载作用时间。高等级沥青路面路用性能如高温抗车辙、低温抗开裂、抗水损害、耐疲劳性能等都与沥青胶结料的性能紧密相关。目前，根据公路等级、沥青混合料的级配设计特点和路面抗病害能力和功能的针对性，出现了较多类型的沥青胶结料类型，从石油沥青、SBS改性沥青、EVA改性沥青、PE改性沥青到岩沥青改性沥青、彩色沥青、高模量沥青等，这些沥青胶结料在不同的结构层位能够赋予传统沥青路面更好的使用功能。如在抗车辙能力方面，国内外研究者对提高沥青混合料的劲度模量以改善沥青混合料路面的抗车辙能力进行了大量的研究。结果表明，沥青性能的提高能显著改善混合料的抗车辙性能，模量高的沥青（高模量沥青）劲度模量、粘度一般较大，可以显著提高混合料的劲度模量，一定温度和加载速率下，抗剪切变形能力越强，沥青混合料抗车辙性能越好，路面车辙深度明显降低，且疲劳性能比普通沥青混合料有大幅提高。目前采用外掺剂的方式生产高模量沥青混合料，其沥青胶结料应符合JTG F40《公路沥青路面施工技术规范》中关于道路石油沥青及改性沥青的技术要求，并根据需要参加添加剂。

5.2.2 目前，在世界范围内具有代表性的道路沥青的评价体系有三种，即针入度分级体系、粘度分级体系和PG分级体系。PG分级体系的是美国联邦公路局历经5年的研究所进行的美国战略公路计划（简称SHRP）中有关沥青分级体系的研究成果。在PG分级体系中，用路面最高设计温度下的动态剪切模量表征沥青的高温性能，用最低路面设计温度下的劲度和劲度随变形的变化速率表征沥青的低温性能，用疲劳温度下的动态剪切模量表征沥青的抗疲劳性能，用旋转薄膜烘箱试验和压力老化罐试验分别表征沥青的短期老化和长期老化性能。例如，一种标识为PG82-22的胶结料表示其要符合的高温物理性质指标要求的最低试验温度不小于82℃，低温物理性质指标要求的试验温度要低于-22℃。这些物理性质直接与实际的路用性能相关，因此第一个指标（温度）越高，沥青胶结料抵抗高温车辙及推移变形的能力越强，同样第二个指标（PG温度）越低，其抵抗低温开裂的性能愈好，高温、低温的标识在各自的方向（高、低）以6℃递增，这样使其可能的分级几乎是无限的。从科学意义上讲，无论从最早的针入度分级体系，还是到粘度分级体系、PG分级体系，都起因于原体系的不足或局限性和分析技术的进步。三种体系都从不同的侧面反映了沥青的使用性能，三种体系都能在不同程度上对沥青的使用性能进行约束，从简易程度和技术的先进性比较，各有优缺点。本规范提出的高模量沥青胶结料的技术要求是以山东省交通科学研究院、中海油、中燃油为代表的科研、生产单位对硬质沥青进行了较早而全面的研究和国内应用实践的研究成果。

5.2.3 对于硬质道路沥青，可对低温要求不高的情况下采用，其技术要求参EN13924的规范要求提出的。

5.2.4 沥青储运站及沥青混合料拌和厂应将不同来源、不同标号的沥青分开存放，不得混杂。在使用期间，储存沥青的沥青罐或贮油池中的温度不宜低于135℃，并不高于175℃，经较长时间存放的沥青在使用前应抽样检查，不符合质量要求的不得使用。

5.2.5 沥青必须具有良好的贮存稳定性。改性沥青罐中必须加设加热搅拌设备并进行搅拌，使用前改性沥青必须搅拌均匀。在施工过程中应定期取样检验产品质量，发现离析等质量不符合要求的改性沥青不得使用。

5.2.6 所有的矿料必须无塑性，沥青混合料中的粘土颗粒成分可以引起沥青混合料的体积膨胀，在水的作用下引起沥青膜与矿料间的剥离现象。

6 配合比设计

6.1 设计原则

6.1.2 沥青混合料设计方法多种多样，基本上每个国家都有一套设计方法及其指标体系。从原理来讲，基于性能验证和力学指标的法国LCPC沥青混合料设计方法、基于体积指标的Superpave沥青混合料设计方法及马歇尔沥青混合料经验设计方法最具有代表性，大多国家都是采用上述三种方法体系，并根据其

具体国情建立相应的性能评价指标。由于设备的限制,为了更好地大规模推广抗车辙抗疲劳高模量沥青混合料,本规范规定的是中国传统的马歇尔体积设计方法。如果有条件的单位,也可以采用法国旋转剪切压实仪进行设计。

6.2 级配设计

本规范所提出的级配范围参照是山东省交通科学研究院的交通运输部联合科技攻关项目“欧美沥青混合料设计方法与我国的工程实践”的级配研究中的研究成果。

6.3 配合比设计

6.3.1 体积设计

a) 沥青胶结料用量不应小于 5.1 %;

b) 空隙率与密度: 空隙率不应大于 4 %;

试件按照 JTG E20 T 0702-2011 方法制备, 其击实次数为双面 75 次。

试件按照 JTG E20 T 0736 方法制备, 参照法国的 EN12697-31, 其中旋转压实仪压实内部角为 $0.82^\circ \pm 0.02^\circ$, 外部角为 $1^\circ \pm 0.02^\circ$, 旋转压实次数为 100 次。

c) 密度检测应符合 JTG E20 中 T 0705 的规定。

空隙率、矿料间隙率和沥青饱和度应按照 JTG E20 (T 0705-4) 式进行计算, 采用毛体积法。

5.3.2 性能评价

a) 水稳定性: 水稳定性评价分别采用了法国多列士 Duriez 试验、美国修正 T-283 试验和中国的冻融劈裂试验、浸水马歇尔试验四种试验方法。由于高模量沥青混合料的设计空隙率和现场空隙率基本相同, 因而根本无法达到空隙率 $(7 \pm 0.5)\%$ 的要求, 经过几组试验的调试, 最终确定在用 AASHTO T283 试验进行沥青混合料水敏感性评价时, 空隙率调整为 $(5.5 \pm 0.5)\%$ 。通过研究比较, 最终确定采用冻融劈裂试验评价其水稳定性, 其冻融劈裂抗拉强度比不应小于 80 %, 应按照 JTG E20 中 T 0729 方法进行检测;

b) 高温稳定性: 采用法国车辙试验、汉堡车辙试验、和中国车辙试验进行抗车辙性能的试验评价, 为方便推广应用, 最终确定该类型的沥青混合料采用中国的车辙试验, 温度为 $70 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 轮压 $0.7\text{ MPa} \pm 0.05\text{ MPa}$ 试验条件下, 动稳定度不应小于 3 000 次/mm, 应按照 JTG E20 中 T 0719 方法进行检测。其中如果有条件的话, 采用汉堡试验, 其 20 000 次时, 最大变形不应大于 5 mm;

c) 动态模量: 针对两点弯曲模量、ITSM 试验、动态模量 (AASHTO TP79) 四点弯曲模量试验方法进行沥青混合料模量研究, 确定动态模量应按照 JTG E20 中 T 0738 方法进行检测, 参照 AASHTO TP79, 温度 $45^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$, 加载频率 $10\text{ Hz} \pm 0.1\text{ Hz}$ 试验条件下, 动态模量不应小于 4 000 MPa。有条件的情况下, 可以按照劲度模量 (EN 12697-26) 两点模量试验方法进行沥青混合料模量测试, 按照 EN 12697-26, 温度 15°C , 加载频率 10 Hz 试验条件下, 劲度模量不应小于 14 000 MPa;

d) 疲劳寿命: 疲劳寿命应按照 JTG E20 中 T 0739 方法进行检测, 温度 $15 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 加载频率 $10\text{ Hz} \pm 0.1\text{ Hz}$, 控制应变 $230\text{ }\mu\epsilon$ 试验条件下, 疲劳寿命不应小于 100 万次;

e) 低温弯曲试验破坏应变: 破坏应变应按照 JTG E20 中 T 0715 方法进行检测, 温度 $-10 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 试验条件下, 破坏应变不应小于 $2\text{ }000\text{ }\mu\epsilon$ 。