

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2013年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2013〕6号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语和代号；3 基本规定；4 材料；5 热拌橡胶沥青混合料设计；6 热拌橡胶沥青混合料路面施工；7 表面处治与石屑封层。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由广州市市政集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送广州市市政集团有限公司（地址：广州市环市东路338号银政大厦；邮编：510060）。

本标准主编单位：广州市市政集团有限公司
福建省金泉建设集团有限公司

本标准参编单位：上海孙祖望路桥技术研究有限公司
长安大学
苏交科集团股份有限公司
重庆大学
广州市市政工程设计研究总院有限公司
北京路新沥青混凝土有限公司
重庆特铺路面工程技术有限公司
漳州金泉建设发展有限公司
山东建筑大学

本标准主要起草人员：安关峰 郑海锋 陈舜明 张广春
孙祖望 金年喜 宁平华 黄庆捷
郝培文 贾 渝 杜 莘 张京锋
吴春颖 董瑞琨 王立志 任 民
王泽民 刘 强 徐栋良 闫东波
曹建新 赖见吾 洪 钢
本标准主要审查人员：李立寒 黄文元 温学钧 张红春
李爱国 肖庆一 张 蓉 柳 浩
吴旷怀

住房和城乡建设部信息中心
住房城乡 浏览专用

目 次

| | | |
|-----|---------------|----|
| 1 | 总则 | 1 |
| 2 | 术语和代号 | 2 |
| 2.1 | 术语 | 2 |
| 2.2 | 代号 | 3 |
| 3 | 基本规定 | 4 |
| 4 | 材料 | 6 |
| 4.1 | 原材料 | 6 |
| 4.2 | 橡胶改性沥青 | 12 |
| 4.3 | 沥青-橡胶 | 14 |
| 5 | 热拌橡胶沥青混合料设计 | 17 |
| 5.1 | 一般规定 | 17 |
| 5.2 | 连续级配橡胶改性沥青混合料 | 17 |
| 5.3 | SMA 橡胶改性沥青混合料 | 19 |
| 5.4 | S 形级配沥青-橡胶混合料 | 21 |
| 5.5 | 骨架密实型沥青-橡胶混合料 | 23 |
| 5.6 | 骨架空隙型沥青-橡胶混合料 | 24 |
| 6 | 热拌橡胶沥青混合料路面施工 | 26 |
| 6.1 | 一般规定 | 26 |
| 6.2 | 施工准备 | 27 |
| 6.3 | 试验路段铺筑 | 27 |
| 6.4 | 拌制 | 28 |
| 6.5 | 运输 | 32 |
| 6.6 | 摊铺 | 33 |
| 6.7 | 碾压 | 34 |
| 6.8 | 接缝处理 | 36 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 6.9 开放交通 | 37 |
| 6.10 质量控制和检验 | 37 |
| 7 表面处治与石屑封层 | 43 |
| 7.1 设计 | 43 |
| 7.2 施工 | 45 |
| 7.3 质量控制和检验 | 50 |
| 附录 A 橡胶屑物理特性的测定 | 54 |
| 附录 B 沥青-橡胶试验方法 | 60 |
| 附录 C 悬浮密实型橡胶沥青混合料设计方法 | 66 |
| 附录 D 骨架密实型橡胶沥青混合料设计方法 | 71 |
| 附录 E 骨架空隙型橡胶沥青混合料设计方法 | 77 |
| 附录 F 平均有效沥青膜厚度和有效粉胶比计算方法 | 79 |
| 附录 G 橡胶沥青表面处治与石屑封层设计方法 | 81 |
| 附录 H Vialit 平板冲击试验方法 | 85 |
| 附录 J 表面处治与石屑封层缺陷的表观评价方法 | 90 |
| 本标准用词说明 | 94 |
| 引用标准名录 | 95 |

Contents

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | General Provisions | 1 |
| 2 | Terms and Marks | 2 |
| 2.1 | Terms | 2 |
| 2.2 | Marks | 3 |
| 3 | Basic Requirements | 4 |
| 4 | Materials | 6 |
| 4.1 | Raw Material | 6 |
| 4.2 | Rubber Modified Asphalt | 12 |
| 4.3 | Asphalt-Rubber | 14 |
| 5 | Design of Rubbrized Hot Mix Asphalt | 17 |
| 5.1 | General Requirements | 17 |
| 5.2 | Continuously Graded Rubber Modified Hot Mix Asphalt | 17 |
| 5.3 | Rubber Modified Stone Matrix Asphalt | 19 |
| 5.4 | S-Shape Graded Asphalt-Rubber Hot Mixture | 21 |
| 5.5 | Skeleton-Dense Graded Asphalt-Rubber Hot Mixture | 23 |
| 5.6 | Open Graded Asphalt-Rubber Hot Mixture | 24 |
| 6 | Construction of Rubbrized Hot Mix Asphalt Pavement | 26 |
| 6.1 | General Requirements | 26 |
| 6.2 | Preparation of Existing Pavement | 27 |
| 6.3 | Placement of Test Strips | 27 |
| 6.4 | Hot Mix Operation | 28 |
| 6.5 | Delivery | 32 |
| 6.6 | Spreading | 33 |
| 6.7 | Compaction | 34 |
| 6.8 | Joints Treatment | 36 |

| | | |
|------------|--|----|
| 6.9 | Opening to Traffic | 37 |
| 6.10 | Quality Control and Inspection | 37 |
| 7 | Surface Treatment and Chip Seal | 43 |
| 7.1 | Design | 43 |
| 7.2 | Construction | 45 |
| 7.3 | Quality Control and Inspection | 50 |
| Appendix A | Physical Property Test of the Crumb Rubber | 54 |
| Appendix B | Laboratory Test Methods for Inspection of Asphalt-Rubber Properties | 60 |
| Appendix C | Design Method for Rubberized Asphalt Mixes, Suspension-Dense Type | 66 |
| Appendix D | Design Method for Rubberized Asphalt Mixes, Skeleton-Dense Type | 71 |
| Appendix E | Design Method for Rubberized Asphalt Mixes, Open-Graded Type | 77 |
| Appendix F | Calculation Method for Average Effective Asphalt Film Thickness and Filler- Asphalt Ratio | 79 |
| Appendix G | Design Method for Rubberized Asphalt Surface Treatment and Chip Seal | 81 |
| Appendix H | Vialit Plate Shock Test Method | 85 |
| Appendix J | Apparent Evaluation Method for Defects of Rubberized Asphalt Surface Treatment and Chip Seal | 90 |
| | Explanation of Wording in This Standard | 94 |
| | List of Quoted Standards | 95 |

1 总 则

1.0.1 为规范橡胶沥青路面的原材料、设计、施工和验收的技术要求，提高工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于采用热拌橡胶为铺面的新建、扩建、改建的城镇道路及其他公共设施铺面工程的设计、施工及验收。

1.0.3 热拌橡胶沥青路面的设计、施工及验收除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和代号

2.1 术 语

2.1.1 橡胶屑改性剂 crumb rubber modifier

加工成碎屑用于改善沥青材料性能的废旧轮胎橡胶的统称，简称橡胶屑。

2.1.2 橡胶沥青 rubberized asphalt

用湿法工艺生产的含有橡胶屑改性剂的沥青结合料的统称，包括沥青-橡胶和橡胶改性沥青两大类。

2.1.3 沥青-橡胶 asphalt-rubber

由基质沥青、回收的废旧轮胎制成的橡胶屑和某些添加剂掺和成的混合物，其中至少有占混合物总质量 15% 的橡胶成分，并在热的基质沥青中充分反应使橡胶颗粒融胀而形成的非均质两相材料。

2.1.4 橡胶改性沥青 rubber modified asphalt

橡胶颗粒在热沥青中经机械剪切研磨，使其消融并均匀地分布在基质沥青中的改性沥青材料。

2.1.5 均质型橡胶改性沥青 homogeneous rubber modified asphalt

橡胶颗粒的绝大部分以微米级的形态消融在基质沥青中，溶解度达 97% 以上的橡胶改性沥青。

2.1.6 亚均质型橡胶改性沥青 subhomogeneous rubber modified asphalt

橡胶屑在基质沥青中相当大比例消融，但仍保留部分较粗颗粒，在使用前需搅拌均匀的橡胶改性沥青。

2.1.7 沥青-橡胶应力吸收膜夹层 stress-absorbing membrane interlayer-asphalt rubber

由沥青-橡胶和石屑组成的用以延缓反射裂缝在新路面上传播的石屑封层，简称沥青-橡胶应力吸收层。

2.2 代 号

A-R (Asphalt-Rubber)——沥青-橡胶；

ARHM (Asphalt-Rubber Hot Mix)——沥青-橡胶热拌混合料；

ARHM-SG (Asphalt-Rubber Hot Mix, S Shape-Graded Type)——S形级配沥青-橡胶热拌混合料；

ARHM-SD (Asphalt-Rubber Hot Mix, Skeleton-Dense Type)——骨架密实型沥青-橡胶热拌混合料；

ARHM-OG (Asphalt-Rubber Hot Mix, Open-Graded Type)——骨架空隙型(开级配)沥青-橡胶热拌混合料；

ARST (Asphalt-Rubber Surface Treatment)——沥青-橡胶表面处治；

CRM (Crumb Rubber Modifier)——橡胶屑改性剂；

RMB (Rubber Modified Binder)——橡胶改性沥青；

SAMI-AR (Stress Absorbing Membrane Interlayer-Asphalt Rubber)——沥青-橡胶应力吸收层；

TRSMA (Terminal Blend Rubber Modified Stone Matrix Asphalt)——(厂拌掺和)SMA 橡胶改性沥青混合料；

TRHMA-AC (Terminal Blend Rubber Modified Hot Mix Asphalt, Continuously Dense-Graded)——(厂拌掺和)连续级配橡胶改性沥青混合料。

3 基本规定

3.0.1 橡胶沥青混合料面层的结构应按国家现行标准的有关规定进行设计，各类沥青-橡胶混合料面层的结构厚度不宜大于6cm。

3.0.2 各种路面面层结构的热拌混合料类型应根据气候特点、交通条件、道路等级与使用要求等因素进行选择，并应符合表3.0.2的规定。

表 3.0.2 橡胶沥青路面面层结构组合

| 结构方案 | 上面层 | 中面层 | 下面层 |
|------|---|---|---|
| 三层式 | 连续级配橡胶改性沥青混合料； SMA 橡胶改性沥青混合料； S形级配悬浮密实型沥青-橡胶混合料； 骨架密实型沥青-橡胶混合料； 骨架空隙型沥青-橡胶混合料 | 密级配沥青混合料； 密级配其他改性沥青混合料； 骨架填隙型其他改性沥青混合料； 连续级配橡胶改性沥青混合料； 骨架填隙型橡胶改性沥青混合料 | 密级配沥青混合料； 密级配其他改性沥青混合料； 连续级配橡胶改性沥青混合料； 骨架填隙型橡胶改性沥青混合料 |
| 双层式 | 连续级配橡胶改性沥青混合料； SMA 橡胶改性沥青混合料； S形级配悬浮密实型沥青-橡胶混合料； 骨架密实型沥青-橡胶混合料； 骨架空隙型沥青-橡胶混合料 | — | 密级配沥青混合料； 密级配其他改性沥青混合料； 骨架填隙型其他改性沥青混合料； 连续级配橡胶改性沥青混合料； 骨架填隙型橡胶改性沥青混合料 |

3.0.3 沥青路面、水泥路面、桥面铺装的防水粘结层、应力吸收层及沥青路面预防性养护的保护层和交通等级较低的城乡道路的表面层宜采用喷洒型橡胶沥青。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

4 材 料

4.1 原 材 料

4.1.1 基质沥青的技术要求应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 基质沥青的技术要求

| 特性指标 | 单位 | 110号 | 90号 | 70号 | 50号 | 试验方法 |
|---------------------|-------------------|-----------|--------|-------|-------|---------------|
| 针入度 (25℃, 5s, 100g) | 0.1mm | 100~120 | 80~100 | 60~80 | 40~60 | JTG E20 T0604 |
| 针入度指数 PI | — | -1.5~+1.0 | | | | JTG E20 T0604 |
| 软化点 $T_{R\&B}$ | ℃ | ≥43 | ≥45 | ≥46 | ≥49 | JTG E20 T0606 |
| 60℃动力黏度 | Pa·s | ≥120 | ≥160 | ≥180 | ≥200 | JTG E20 T0620 |
| 10℃延度 | cm | ≥40 | ≥30 | ≥20 | ≥15 | JTG E20 T0605 |
| 15℃延度 | cm | ≥100 | | | ≥80 | JTG E20 T0605 |
| 蜡含量 (蒸馏法) | % | ≤2.2 | | | | JTG E20 T0615 |
| 闪点 | ℃ | ≥230 | ≥245 | ≥260 | | JTG E20 T0611 |
| 溶解度 | % | ≥99.5 | | | | JTG E20 T0607 |
| 密度 (15℃) | g/cm ³ | 实测记录 | | | | JTG E20 T0603 |
| TFOT (或 RTFOT) 后 | | | | | | JTG E20 |
| 质量变化 | % | ≤±0.8 | | | | T0610 或 T0609 |
| 残留针入度比 | % | ≥55 | ≥57 | ≥61 | ≥63 | JTG E20 T0604 |
| 残留延度 (10℃) | cm | ≥8 | ≥6 | ≥4 | ≥2 | JTG E20 T0605 |

4.1.2 粗集料应符合下列规定：

1 应采用石质坚硬、耐磨、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石，并应与沥青有良好的粘附性。上面层粗集料质量

应满足表 4.1.2-1 的技术要求。中面层和下面层粗集料质量应满足表 4.1.2-2 的技术要求。

表 4.1.2-1 上面层粗集料质量技术要求

| 特性指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|----------------------------|----|-------------|---------------------------------|
| 石料压碎值 | % | ≤ 26 | JTG E42 T0316 |
| 洛杉矶磨耗损失 | % | ≤ 28 | JTG E42 T0317 |
| 粗集料磨光值 PSV | — | ≥ 42 | JTG E42 T0321 |
| 表观相对密度 | — | ≥ 2.60 | JTG E42 T0304 |
| 吸水率 | % | ≥ 2.0 | JTG E42 T0304 |
| 坚固性 | % | ≥ 12 | JTG E42 T0314 |
| 针片状颗粒含量（混合料） | % | ≤ 15 | JTG E42 T0314 |
| 粒径大于 9.5mm | % | ≤ 12 | |
| 粒径小于 9.5mm | % | ≤ 18 | |
| 水洗法 $<0.075\text{mm}$ 颗粒含量 | % | ≤ 1 | JTG E42 T0310 |
| 软石含量 | % | ≤ 3 | JTG E42 T0320 |
| 粗集料与沥青的粘附性 | — | ≤ 5 级 | JTG E20 T0616、 JTG E20 T0663 |

注：当公称粒径为 13mm 及以上时，对 3mm~5mm 规格的粗集料，针片状颗粒含量可不要求，小于 0.075mm 颗粒含量可放宽到 2%。

表 4.1.2-2 中、下面层粗集料质量技术要求

| 特性指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|--------------|----|-------------|---------------|
| 石料压碎值 | % | ≤ 28 | JTG E42 T0316 |
| 洛杉矶磨耗损失 | % | ≤ 30 | JTG E42 T0317 |
| 表观相对密度 | — | ≤ 2.50 | JTG E42 T0304 |
| 吸水率 | % | ≤ 3.0 | JTG E42 T0304 |
| 坚固性 | % | ≤ 12 | JTG E42 T0314 |
| 针片状颗粒含量（混合料） | % | ≤ 18 | JTG E42 T0312 |
| 粒径大于 9.5mm | % | ≤ 15 | |
| 粒径小于 9.5mm | % | ≤ 20 | |

续表 4.1.2-2

| 特性指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|----------------------------|----|------------|---------------------------------|
| 水洗法 $<0.075\text{mm}$ 颗粒含量 | % | ≤ 1 | JTG E42 T0310 |
| 软石含量 | % | ≤ 5 | JTG E42 T0320 |
| 粗集料与沥青的粘附性 | — | ≥ 4 级 | JTG E20 T0616、 JTG E20 T0663 |

注：当公称粒径为 13mm 及以上时，对 3mm~5mm 规格的粗集料，针片状颗粒含量可不要求，小于 0.075mm 颗粒含量可放宽到 3%。

2 粗集料应按 3 种~4 种规格尺寸供料，粒径规格和控制尺寸及适用的面层应分别符合表 4.1.2-3 和表 4.1.2-4 的规定。

表 4.1.2-3 沥青混合料用粗集料粒径规格和控制尺寸

| 规格名称 | 规格尺寸 (mm) | 控制尺寸 (mm) | 通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%) | | | | | | | |
|------|-----------|---------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------|-----|
| | | | 31.5 | 26.5 | 19 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 0.6 |
| S8 | 10~25 | 31.5~ 13.2 | 100 | 90~ 100 | — | 0~ 15 | — | 0~5 | — | — |
| S9 | 10~20 | 26.5~ 9.5 | — | 100 | 90~ 100 | — | 0~15 | 0~5 | — | — |
| S10 | 10~15 | 16~9.5 | — | — | 100 | 90~ 100 | 0~15 | 0~5 | — | — |
| S12 | 5~10 | 13.2~ 4.75 | — | — | — | 100 | 90~ 100 | 0~15 | 0~5 | — |
| S14 | 3~5 | 9.5~ 2.36 | — | — | — | — | 100 | 90~ 100 | 0~15 | 0~3 |

表 4.1.2-4 各面层用集料规格组成

| 面层结构层 | 集料规格 | 各面层用集料规格组成 | | | |
|-------|-----------|------------|----------|-----------|----------|
| 下面层 | 规格尺寸 (mm) | 10~25 | 10~20 | 5~10 | 3~5 |
| | 控制尺寸 (mm) | 31.5~13.2 | 26.5~9.5 | 13.2~4.75 | 9.5~2.36 |

续表 4.1.2-4

| 面层结构层 | 集料规格 | 各面层用集料规格组成 | | | |
|-------|-----------|------------|----------|-----------|----------|
| 中面层 | 规格尺寸 (mm) | — | 10~20 | 5~10 | 3~5 |
| | 控制尺寸 (mm) | — | 26.5~9.5 | 13.2~4.75 | 9.5~2.36 |
| 上面层 | 规格尺寸 (mm) | — | 10~15 | 5~10 | 3~5 |
| | 控制尺寸 (mm) | — | 16~9.5 | 13.2~4.75 | 9.5~2.36 |

4.1.3 用于橡胶沥青表面处治与石屑封层的粗集料应符合下列规定：

1 硬质石料应采用具有良好立方性的单粒径石屑，其针片状颗粒的含量不应大于 12%，其余各项技术指标应符合本标准表 4.1.2-1 的规定。

2 用于道路表面处治的石屑，其磨光值 *PSV* 不应小于 42。

4.1.4 用于热拌橡胶沥青混合料与石屑封层的细集料应符合下列规定：

1 应采用坚硬、洁净、干燥、无风化、无杂质的机制砂、天然砂或石屑，严禁采用采石场带有表面风化层碎屑的下脚料作为细集料。上面层细集料宜采用碱性的硬质石料制作的机制砂或石屑，其质量技术要求应符合表 4.1.4-1 的规定。沥青-橡胶混合料的细集料宜使用机制砂，粉料含量不应大于 10%。

表 4.1.4-1 细集料质量技术要求

| 特性指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----------------|------|-------------|---------------|
| 表观相对密度 | — | ≥ 2.50 | JTG E42 T0328 |
| 坚固性 (>0.3mm 部分) | % | ≤ 12 | JTG E42 T0340 |
| 砂当量 | % | ≥ 60 | JTG E42 T0334 |
| 亚甲蓝值 | g/kg | ≤ 25 | JTG E42 T0349 |
| 棱角性 (流动时间) | s | ≥ 30 | JTG E42 T0345 |

2 中面层和下面层的细集料可采用部分天然砂，天然砂在矿料中的比例不宜超过 20%，天然砂中的含泥量不应大于 3%。

3 面层用细集料规格应符合表 4.1.4-2 的规定。

表 4.1.4-2 面层用细集料规格

| 规格尺寸 (mm) | 通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%) | | | | | | | |
|--------------|------------------------|--------|--------|-------|-------|------|------|-------|
| | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| 0~3 | — | 100 | 80~100 | 50~80 | 25~60 | 8~45 | 0~25 | 0~15 |
| 0~5 | 100 | 90~100 | 60~90 | 40~75 | 20~55 | 7~40 | 2~20 | 0~10 |

4.1.5 热拌沥青混合料的填料宜采用经磨细的石灰岩石料矿粉，矿粉应干燥、清洁，其质量应符合表 4.1.5 的规定。不得使用回收粉。烘干的热集料中粉料不得超过填料总量的 25%，新矿粉加入量不应小于 75%。

表 4.1.5 矿粉质量技术要求

| 特性指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|--------|------------|-------------|---------------|
| 表观相对密度 | — | ≥ 2.50 | JTG E42 T0352 |
| 含水量 | % | ≤ 1 | JTG E42 T0103 |
| 外观 | — | 无团粒结块 | — |
| 亲水系数 | — | < 1 | JTG E42 T0353 |
| 塑性指数 | — | < 4 | JTG E42 T0354 |
| 加热安定性 | — | 实测记录 | JTG E42 T0355 |
| 粒度范围 | 小于 0.6mm | % | 100 |
| | 小于 0.15mm | % | 90~100 |
| | 小于 0.075mm | % | 75~100 |

4.1.6 酸性粗集料应采用抗剥落剂，抗剥落剂应符合下列规定：

- 1 抗剥落剂可采用消石灰、水泥或化学抗剥落剂。
- 2 消石灰和水泥的用量宜为 1%~2% 和 1%~3%。
- 3 化学抗剥落剂应采用热稳定性好的耐热抗剥落剂，添加剂量应根据供应商的规格确定。

4 抗剥落剂的性能检验应符合现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 的有关规定，浸水马歇尔试验残留稳定度不应小于 85%，冻融劈裂试验残留强度比不应小于 80%。

4.1.7 稳定剂宜采用木质素纤维、矿物纤维等，木质素纤维的质量应符合表 4.1.7 的规定。

表 4.1.7 木质素纤维质量技术要求

| 检验项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----------|----|---------------|------------------------|
| 纤维长度 | mm | ≤ 6 | 水溶液中显微镜观测 |
| 灰分含量 | % | 18 ± 5 | 590 C ~ 650 C 燃烧后测定残余物 |
| pH | — | 7.5 ± 1.0 | 水溶液用 pH 试纸或 pH 计测定 |
| 吸油率 | — | $>$ 纤维质量的 5 倍 | 煤油浸泡后放在筛上经振敲后称量 |
| 含水率（以质量计） | % | < 5 | 105 C 烘箱烘 2h 后冷却称重 |

4.1.8 橡胶沥青的橡胶屑应符合下列规定：

- 1 橡胶屑应为通过常温磨碎或粒化加工成碎屑用于改善沥青材料性能的橡胶颗粒碎屑。
- 2 橡胶屑应干燥，其物理特性应符合表 4.1.8-1 的规定。

表 4.1.8-1 橡胶屑物理特性技术要求

| 技术指标 | 单位 | 质量要求 | 试验方法 |
|---------|----|-------------|---------|
| 纤维含量 | % | ≤ 0.5 | 本标准附录 A |
| 金属含量 | % | ≤ 0.01 | |
| 相对密度 | — | 1.1~1.2 | |
| 颗粒的单边长度 | mm | ≤ 4.75 | |
| 其他杂质含量 | % | 0 | |

3 橡胶屑原材料的化学成分应符合表 4.1.8-2 的规定。

表 4.1.8-2 橡胶屑原材料化学成分技术要求

| 测试指标 | 最小 (%) | 最大 (%) | 试验方法 |
|---------|--------|--------|------------|
| 丙酮抽提物 | 6 | 16 | GB/T 3516 |
| 灰分 | — | 8 | GB/T 14837 |
| 炭黑 | 28 | — | GB/T 14837 |
| 橡胶碳氢化合物 | 42 | 65 | GB/T 14837 |

注：橡胶碳氢化合物含量宜根据不同用途确定。

4 橡胶屑应储存在通风、干燥的环境中，应采取防火、防潮措施。

4.1.9 各种添加剂质量应符合现行行业标准《沥青混合料改性添加剂》JT/T 860 的有关规定。

4.2 橡胶改性沥青

4.2.1 橡胶改性沥青宜采用工厂化方式制备，并应以成品结合料提供拌合站或现场使用，生产工艺应采用胶体磨或高速剪切混融法进行，可采用批量式的混融工艺或连续式的混融工艺，生产工艺和设备可采用常规改性沥青的生产工艺和设备，并应根据橡胶改性沥青的特点调试工艺参数。

4.2.2 基质沥青与橡胶屑应有良好的相容性，基质沥青标号应根据气候区域按表 4.2.2 选择，并应符合本标准表 4.1.1 的规定。

表 4.2.2 基质沥青选择

| 气候区域 | 热区 | 温区 | 寒区 |
|------|-----------|-----------|------------|
| 沥青标号 | 50 号~70 号 | 70 号~90 号 | 90 号~110 号 |

注：气候分区按最低月平均气温确定：寒区小于 -10°C ；温区为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ ；热区大于 0°C 。

4.2.3 橡胶改性沥青技术要求应符合表 4.2.3-1、表 4.2.3-2 的规定。

表 4.2.3-1 均质型橡胶改性沥青技术要求

| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | | | 试验方法 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| | | 寒区 | 温区 | 热区 | |
| 针入度 (25℃, 5s, 100g) | 0.1mm | 60~80 | 50~70 | 40~60 | JTG E20 T0604 |
| 针入度指数 <i>PI</i> | — | ≥-0.8 | ≥-0.4 | ≥0 | JTG E20 T0604 |
| 延度 (5℃, 5 cm/min) | cm | ≥20 | ≥15 | ≥10 | JTG E20 T0605 |
| 软化点 $T_{R\&B}$ | ℃ | ≥50 | ≥55 | ≥60 | JTG E20 T0606 |
| 旋转黏度 (135℃) | Pa·s | ≤3 | ≤3 | ≤3 | JTG E20 T0625 |
| 闪点 | ℃ | ≥230 | ≥230 | ≥230 | JTG E20 T0611 |
| 溶解度 | % | ≥97.5 | ≥97.5 | ≥97.5 | JTG E20 T0607 |
| 弹性恢复 (25℃) | % | ≥60 | ≥60 | ≥60 | JTG E20 T0662 |
| 储存稳定性, 离析, 48h 软化点差异 | ℃ | ≤3 | ≤3 | ≤3 | JTG E20 T0661 |
| TFOT (或 RTFOT) 后残留物 | | | | | |
| 质量变化范围 | % | ≤±1.0 | ≤±1.0 | ≤±1.0 | JTG E20 T0610、T0609 |
| 针入度比 (25℃) | % | ≥55 | ≥60 | ≥65 | JTG E20 T0604 |
| 延度 (5℃) | cm | ≥15 | ≥10 | ≥5 | JTG E20 T0605 |

注: 1 若在不改变橡胶改性沥青物理化学性质并符合安全条件的温度下易于泵送和拌合, 或经证明适当提高泵送和拌合温度时能确保橡胶改性沥青的质量, 容易施工, 可不要求测定 135℃黏度。

2 气候分区按最低月平均气温确定: 寒区小于-10℃; 温区为-10℃~0℃; 热区大于0℃。

表 4.2.3-2 亚均质型橡胶改性沥青技术要求

| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | | | 试验方法 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | | 寒区 | 温区 | 热区 | |
| 针入度 (25℃, 5s, 100g) | 0.1mm | 40~70 | 35~65 | 30~60 | JTG E20 T0604 |

续表 4.2.3-2

| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | | | 试验方法 |
|-------------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|------------------------|
| | | 寒区 | 温区 | 热区 | |
| 针入度指数 PI | — | ≥ -0.8 | ≥ -0.4 | ≥ 0 | JTG E20 T0604 |
| 软化点 $T_{R\&B}$ | $^{\circ}C$ | ≥ 50 | ≥ 55 | ≥ 60 | JTG E20 T0606 |
| 旋转黏度 (177 $^{\circ}C$) | $Pa \cdot s$ | ≥ 1 | ≥ 1 | ≥ 1 | JTG E20 T0625 |
| 闪点 | $^{\circ}C$ | ≥ 230 | ≥ 230 | ≥ 230 | JTG E20 T0611 |
| 溶解度, \geq | % | 实测 | 实测 | 实测 | JTG E20 T0607 |
| 弹性恢复 (25 $^{\circ}C$) | % | ≥ 50 | ≥ 55 | ≥ 60 | JTG E20 T0662 |
| 储存稳定性, 离析, 48h 软化点差异 | $^{\circ}C$ | 实测 | 实测 | 实测 | JTG E20 T0661 |
| TFOT (或 RTFOT) 后残留物 | | | | | |
| 质量变化范围 | % | $\leq \pm 1.0$ | $\leq \pm 1.0$ | $\leq \pm 1.0$ | JTG E20 T0610、T0609 |
| 针入度比 (25 $^{\circ}C$) | % | ≥ 55 | ≥ 60 | ≥ 65 | JTG E20 T0604 |

注: 1 亚均质型橡胶改性沥青由于部分橡胶屑未能消融于沥青中, 通常在使用前需要重新搅拌使顶部与底部的结合料混合均匀, 但在采用某些添加剂的场合, 如能使储存稳定性达到软化点变化小于 3 $^{\circ}C$ 时, 也可不采用重新搅拌的工艺。

2 气候分区按最低月平均气温确定: 寒区小于 $-10^{\circ}C$; 温区为 $-10^{\circ}C \sim 0^{\circ}C$; 热区大于 $0^{\circ}C$ 。

4.3 沥青-橡胶

4.3.1 橡胶屑粒径、级配与用量的选择应符合下列规定:

1 橡胶屑粒径与级配应符合表 4.3.1-1 的规定。

表 4.3.1-1 橡胶屑粒径与级配范围

| 筛孔尺寸 (mm) | 质量通过百分率 (%) | |
|--------------|-------------|-------------|
| | 用于热拌沥青混合料 | 用于表面处治与石屑封层 |
| 2.00 | 98~100 | 100 |
| 1.18 | 45~100 | 95~100 |

续表 4.3.1-1

| 筛孔尺寸 (mm) | 质量通过百分率 (%) | |
|--------------|-------------|-------------|
| | 用于热拌沥青混合料 | 用于表面处治与石屑封层 |
| 0.60 | 20~100 | 35~85 |
| 0.30 | 0~45 | 10~30 |
| 0.15 | 0~10 | 0~4 |
| 0.075 | 0~5 | 0~1 |

2 橡胶屑用量宜符合表 4.3.1-2 的规定, 不应低于结合料总量的 15%, 用于表面处治与石屑封层的结合料, 在喷洒设备的条件容许时, 宜选用高值。

表 4.3.1-2 橡胶屑用量

| 橡胶屑用量 (%) | |
|-----------|-------------|
| 用于热拌沥青混合料 | 用于表面处治与石屑封层 |
| 16.7~22 | 15~20 |

注: 橡胶屑用量为橡胶屑质量占结合料总质量的百分率。

4.3.2 沥青-橡胶应现制现用。

4.3.3 生产前应根据气候、交通负荷等路面使用条件, 通过沥青-橡胶设计, 确定各因素之间的关系, 并通过实验室试验评估所设计的沥青-橡胶, 达到预期的路用性能。

4.3.4 沥青-橡胶设计宜根据原材料的实际供应条件, 选择几种沥青-橡胶的配比方案和工艺参数, 通过实验室的性能评估, 对不同方案进行比选和优化。

4.3.5 基质沥青标号应根据气候区域按本标准表 4.2.2 选择, 并应符合本标准表 4.1.1 的规定。

4.3.6 设计、试生产、正式生产的沥青-橡胶性能应符合表 4.3.6 的规定, 用于表面处治与石屑封层时, 在喷洒设备条件容许时, 其黏度宜选用高值。

表 4.3.6 沥青-橡胶的技术性能要求

| 试验指标 | 单位 | 技术要求 | | | | 试验方法 |
|-------------------------|-------|-----------|-------|-------|---------------|---------------|
| | | 热拌沥青混合料 | | | 表面处治与 石屑封层 | |
| | | 热区 | 温区 | 寒区 | | |
| Haake 黏度 (180℃~190℃) | mPa·s | 1500~4000 | | | 1500~3000 | 本标准附录 B |
| 锥入度 (25℃) | 0.1mm | 25~40 | 40~55 | 55~70 | 40~55 | 本标准附录 B |
| 回弹恢复 (25℃) | % | ≥30 | ≥25 | ≥20 | ≥25 | 本标准附录 B |
| 软化点 $T_{R\&B}$ | ℃ | ≥65 | ≥60 | ≥50 | ≥60 | JTG E20 T0606 |

注：Haake 黏度应根据设计融胀温度在 180℃~190℃内测定。

4.3.7 经过稳定性验证的结合料配比，应作为设计配比供沥青-橡胶实际生产使用。在试生产和正式生产时均应按本标准表 4.3.6 的规定进行实验室的性能检验。

4.3.8 沥青-橡胶延期使用与再加热应符合下列规定：

1 制作好的成品结合料应及时投入使用，成品结合料储存时间不宜超过 6h（在 45min~60min 的反应周期结束后），成品结合料的使用温度不应低于 180℃。

2 成品结合料持续储存时间不宜超过 10h，在储存期间内应不断搅动，再加热的次数不应超过 2 次。当再次启动使用时结合料的温度不得低于 180℃，否则应重新加热到 180℃~210℃，应重新检验结合料，并应符合本标准表 4.3.6 的规定。

3 当储存时间超过 10h 再次加热重新使用时，应适当添加橡胶屑，在 180℃~210℃内搅拌反应至少 45min，并应符合本标准表 4.3.6 的规定。

5 热拌橡胶沥青混合料设计

5.1 一般规定

5.1.1 热拌橡胶沥青混合料的配合比设计应包括组成设计和性能检验两部分；组成设计应包括原材料的选用与特性试验、矿料级配组成设计、最佳沥青用量的确定三项；性能检验应包括车辙试验、低温弯曲试验、浸水马歇尔试验、冻融劈裂试验、渗水试验五项。

5.1.2 热拌橡胶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、配合比验证三个阶段进行。

5.2 连续级配橡胶改性沥青混合料

5.2.1 连续级配橡胶改性沥青混合料的矿料级配应满足均匀性和密水性的要求，并按表 5.2.1 级配范围选择。混合料配合比的马歇尔设计方法应按本标准附录 C 执行。

表 5.2.1 连续级配橡胶改性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 (%) | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----|------------------------|-----|-----|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|-------|
| | | 26.5 | 19 | 16 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| TRHMA -AC-25 | 上限 | 100 | 90 | 83 | 76 | 65 | 52 | 42 | 33 | 24 | 17 | 13 | 7 |
| | 下限 | 90 | 75 | 65 | 57 | 45 | 24 | 16 | 12 | 8 | 5 | 4 | 3 |
| TRHMA -AC-20 | 上限 | — | 100 | 92 | 80 | 72 | 56 | 44 | 33 | 24 | 17 | 13 | 7 |
| | 下限 | — | 90 | 78 | 62 | 50 | 26 | 16 | 12 | 8 | 5 | 4 | 3 |
| TRHMA -AC-16 | 上限 | — | — | 100 | 92 | 80 | 62 | 48 | 36 | 26 | 18 | 14 | 8 |
| | 下限 | — | — | 90 | 76 | 60 | 34 | 20 | 13 | 9 | 7 | 5 | 4 |
| TRHMA -AC-13 | 上限 | — | — | — | 100 | 85 | 68 | 50 | 38 | 28 | 20 | 16 | 8 |
| | 下限 | — | — | — | 90 | 68 | 38 | 24 | 15 | 10 | 7 | 6 | 4 |

注：TRHMA-AC-××代号意义：TRHMA-AC 为连续级配橡胶改性沥青混合料；
××为公称最大粒径 (mm)。

5.2.2 连续级配橡胶改性沥青混合料马歇尔试验配合比设计的技术标准应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 连续级配橡胶改性沥青混合料马歇尔试验配合比设计技术标准

| 试验指标 | 单位 | 技术要求 | | | | |
|---------------|-----------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| 试件尺寸 | mm | $\phi 101.6 \times 63.5$ | | | | |
| 击实次数 | 次 | 双面各 75 | | | | |
| 空隙率 VV | % | 4~6 | | | | |
| 稳定度 MS | kN | ≥ 8 | | | | |
| 流值 FL | mm | 2~5 | | | | |
| 矿料间隙率 VMA (%) | 设计空隙率 (%) | VMA 技术要求 (%) | | | | |
| | | TRHMA - AC-25 | TRHMA - AC-20 | TRHMA - AC-16 | TRHMA - AC-13 | |
| | | 3 | ≥ 11 | ≥ 12 | ≥ 12.5 | ≥ 13 |
| | | 4 | ≥ 12 | ≥ 13 | ≥ 13.5 | ≥ 14 |
| | | 5 | ≥ 13 | ≥ 14 | ≥ 14.5 | ≥ 15 |
| 6 | ≥ 14 | ≥ 15 | ≥ 15.5 | ≥ 16 | | |
| 沥青饱和度 VFA (%) | | 65~75 | | | | |

注：当设计空隙率不是整数时，VMA 最小值由内插法确定。

5.2.3 连续级配橡胶改性沥青混合料性能检验的技术要求应符合表 5.2.3 的规定。

表 5.2.3 连续级配橡胶改性沥青混合料性能检验技术要求

| 试验项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 | |
|----------------------------------|------------------|-------------|---------------|---------------|
| 车辙试验 (60℃空气介质, 设计空隙率 $\pm 1\%$) | 次/mm | ≥ 3000 | JTG E20 T0719 | |
| 水稳定性 | 浸水马歇尔试验 残留稳定度 | % | ≥ 85 | JTG E20 T0709 |
| | 冻融劈裂试验 残留强度比 | % | ≥ 80 | JTG E20 T0729 |

续表 5.2.3

| 试验项目 | 单位 | 技术要求 | | | 试验方法 |
|----------|--------------|-------|-------|-------|------------------|
| 渗水系数 | mL/min | ≤120 | | | JTG E20 T0730 |
| 低温弯曲试验应变 | μ ϵ | 寒区 | 温区 | 热区 | JTG E20 T0715 |
| | | ≥3000 | ≥2800 | ≥2500 | |

注：气候分区按最低月平均气温确定：寒区小于-10℃；温区为-10℃~0℃；热区大于0℃。

5.3 SMA 橡胶改性沥青混合料

5.3.1 SMA 橡胶改性沥青混合料的矿料级配应满足粗集料骨架嵌挤结构的要求，并按表 5.3.1 级配范围选择。

表 5.3.1 SMA 橡胶改性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 (%) | | | | | | | | | | | |
|----------|----|------------------------|-----|-----|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|-------|
| | | 26.5 | 19 | 16 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| TRSMA-20 | 上限 | 100 | 100 | 92 | 82 | 55 | 30 | 22 | 20 | 16 | 14 | 13 | 12 |
| | 下限 | — | 90 | 72 | 62 | 40 | 18 | 13 | 12 | 10 | 9 | 8 | 8 |
| TRSMA-16 | 上限 | — | 100 | 100 | 85 | 65 | 32 | 24 | 22 | 18 | 15 | 14 | 12 |
| | 下限 | — | — | 90 | 65 | 45 | 20 | 15 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 |
| TRSMA-13 | 上限 | — | — | 100 | 100 | 75 | 34 | 26 | 24 | 20 | 16 | 15 | 12 |
| | 下限 | — | — | — | 90 | 50 | 20 | 15 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 |
| TRSMA-10 | 上限 | — | — | — | 100 | 100 | 60 | 32 | 26 | 22 | 18 | 16 | 13 |
| | 下限 | — | — | — | — | 90 | 28 | 20 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 |
| TRSMA-5 | 上限 | — | — | — | — | 100 | 100 | 65 | 36 | 28 | 22 | 19 | 15 |
| | 下限 | — | — | — | — | — | 90 | 28 | 22 | 18 | 15 | 14 | 12 |

5.3.2 粗集料骨架分界筛孔尺寸应符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 粗集料骨架分界筛孔尺寸

| 级配规格 | 骨架分界筛孔尺寸 (mm) |
|---------------|---------------|
| 公称最大粒径 19mm | 4.75 |
| 公称最大粒径 16mm | 4.75 |
| 公称最大粒径 13.2mm | 4.75 |
| 公称最大粒径 9.5mm | 2.36 |
| 公称最大粒径 4.75mm | 1.18 |

5.3.3 混合料配合比的马歇尔试件体积设计方法应按本标准附录 D 执行，其初选的结合料用量宜根据矿料的合成毛体积相对密度按表 5.3.3 取值，混合料中纤维添加量应由结合料析漏率决定。

表 5.3.3 沥青用量与集料合成毛体积相对密度之间的关系

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 集料合成毛体积 相对密度 | 2.40 | 2.45 | 2.50 | 2.55 | 2.60 | 2.65 | 2.70 | 2.75 | 2.80 | 2.85 | 2.90 | 2.95 | 3.00 |
| 初选结合料用量 (%) | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.5 | 6.3 | 6.2 | 6.1 | 6.0 | 5.9 | 5.8 | 5.7 | 5.6 | 5.5 |

5.3.4 SMA 橡胶改性沥青混合料马歇尔试验配合比设计的技术标准应符合表 5.3.4 的规定。

表 5.3.4 SMA 橡胶改性沥青混合料马歇尔试验技术标准

| 试验项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|----------------------|----|--------------------------|---------------|
| 试件尺寸 | mm | $\phi 101.6 \times 63.5$ | JTG E20 T0702 |
| 试件击实次数 | 次 | 双面各 75 | JTG E20 T0702 |
| 空隙率 VV | % | 3~4 | JTG E20 T0705 |
| 矿料间隙率 VMA | % | ≥ 17.0 | JTG E20 T0705 |
| 粗集料骨架间隙率 VCA_{mix} | — | $< VCA_{DRC}$ | JTG E20 T0705 |
| 沥青饱和度 VFA | % | 75~85 | JTG E20 T0705 |
| 稳定度 | kN | ≥ 6.0 | JTG E20 T0709 |

续表 5.3.4

| 试验项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|---------------|----|------|---------------|
| 沥青析漏试验的结料损失 | % | ≤0.1 | JTG E20 T0732 |
| 肯塔堡飞散试验的混合料损失 | % | ≤15 | JTG E20 T0733 |

注：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%，VFA 允许放宽到 70%。

5.3.5 SMA 改性沥青混合料性能检验的技术要求应符合表 5.3.5 的规定。

表 5.3.5 SMA 橡胶改性沥青混合料性能检验技术要求

| 试验项目 | | 单位 | 技术要求 | | | 试验方法 |
|------------------------|------------------|--------|-------|-------|-------|---------------|
| 车辙试验（60℃空气介质，设计空隙率±1%） | | 次/mm | ≥3000 | | | JTG E20 T0719 |
| 水稳定性 | 浸水马歇尔试验 残留稳定度 | % | ≥85 | | | JTG E20 T0709 |
| | 冻融劈裂试验 残留强度比 | % | ≥80 | | | JTG E20 T0729 |
| 渗水系数 | | mL/min | ≤80 | | | JTG E20 T0730 |
| 低温弯曲试验应变 | | με | 寒区 | 温区 | 热区 | JTG E20 T0715 |
| | | | ≥3000 | ≥2800 | ≥2500 | |

注：气候分区按最低月平均气温确定：寒区小于-10℃；温区为-10℃~0℃；热区大于0℃。

5.4 S 形级配沥青-橡胶混合料

5.4.1 S 形级配沥青-橡胶混合料的矿料级配应按表 5.4.1 级配范围选择。

表 5.4.1 S 形级配沥青-橡胶混合料级配范围

| 混合料类型 | | 通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%) | | | | | | | | | | |
|------------|----|------------------------|-----|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|-------|
| | | 19 | 16 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| ARHM-SG-16 | 上限 | 100 | 100 | 87 | 70 | 37 | 22 | 16 | 12 | 9.5 | 8 | 6 |
| | 下限 | — | 90 | 83 | 65 | 33 | 18 | 12 | 8 | 5.5 | 4 | 2 |
| ARHM-SG-13 | 上限 | — | 100 | 100 | 87 | 37 | 22 | 16 | 12 | 9.5 | 8 | 6 |
| | 下限 | — | — | 90 | 83 | 33 | 18 | 12 | 8 | 5.5 | 4 | 2 |
| ARHM-SG-10 | 上限 | — | — | 100 | 100 | 72 | 22 | 16 | 12 | 9.5 | 8 | 6 |
| | 下限 | — | — | — | 80 | 68 | 18 | 12 | 8 | 5.5 | 4 | 2 |

5.4.2 S 形级配沥青-橡胶混合料马歇尔试验配合比设计的技术标准应符合表 5.4.2 的规定。

表 5.4.2 S 形级配沥青-橡胶混合料马歇尔试验技术标准

| 试验项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----------|-------|--------------------------|---------------|
| 试件尺寸 | mm | $\phi 101.6 \times 63.5$ | JTG E20 T0702 |
| 试件击实次数 | 次 | 双面各 75 | JTG E20 T0702 |
| 空隙率 VV | % | 4~6 | JTG E20 T0705 |
| 矿料空隙率 VMA | % | ≥ 18.0 | JTG E20 T0705 |
| 稳定度 | kN | 实测 | JTG E20 T0709 |
| 流值 | 0.1mm | 实测 | JTG E20 T0709 |

5.4.3 S 形级配沥青-橡胶混合料性能检验的技术要求应符合表 5.4.3 的规定。

表 5.4.3 S 形级配沥青-橡胶混合料性能检验技术要求

| 试验项目 | | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|----------------------------|------------------|------|-------------|---------------|
| 车辙试验 (60℃ 空气介质, 空隙率 4%±1%) | | 次/mm | ≥ 3000 | JTG E20 T0719 |
| 水稳定性 | 浸水马歇尔试验 残留稳定度 | % | ≥ 85 | JTG E20 T0709 |
| | 冻融劈裂试验 残留强度比 | % | ≥ 80 | JTG E20 T0729 |

续表 5.4.3

| 试验项目 | 单位 | 技术要求 | | | 试验方法 |
|----------|--------------|-------|-------|-------|---------------|
| 渗水系数 | mL./min | ≤60 | | | JTG E20 T0730 |
| 低温弯曲试验应变 | μ ϵ | 寒区 | 温区 | 热区 | JTG E20 T0715 |
| | | ≥3000 | ≥2800 | ≥2500 | |

注：气候分区按最低月平均气温确定：寒区小于-10℃；温区为-10℃~0℃；热区大于0℃。

5.5 骨架密实型沥青-橡胶混合料

5.5.1 骨架密实型沥青-橡胶混合料的矿料级配应满足粗集料骨架嵌挤结构的要求，并按表 5.5.1 级配范围选择。混合料配合比的马歇尔试件体积设计方法应按本标准附录 D 执行。

表 5.5.1 骨架密实型沥青-橡胶混合料级配范围

| 混合料类型 | 通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%) | | | | | | | | | | | |
|------------|------------------------|-----|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|-------|---|
| | 19 | 16 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 | |
| ARHM-SD-16 | 上限 | 100 | 100 | 85 | 65 | 30 | 22 | 16 | 12 | 9.5 | 8 | 6 |
| | 下限 | — | 90 | 65 | 45 | 18 | 10 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| ARHM-SD-13 | 上限 | — | 100 | 100 | 75 | 30 | 22 | 16 | 12 | 9.5 | 8 | 6 |
| | 下限 | — | — | 90 | 50 | 18 | 10 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 |

5.5.2 骨架密实型沥青-橡胶混合料马歇尔试验配合比设计的技术要求应符合表 5.5.2 的规定。

表 5.5.2 骨架密实型沥青-橡胶混合料马歇尔试验技术要求

| 试验项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|-----------------------------|----|---------------------|---------------|
| 试件尺寸 | mm | φ101.6mm×63.5mm | JTG E20 T0702 |
| 试件击实次数 | 次 | 双面各 75 | JTG E20 T0702 |
| 空隙率 VV | % | 4~6 | JTG E20 T0705 |
| 矿料间隙率 VMA | % | ≥18.0 | JTG E20 T0705 |
| 粗集料骨架间隙率 VCA _{mix} | — | <VCA _{DRC} | JTG E20 T0705 |

5.5.3 骨架密实型沥青-橡胶混合料性能检验的技术要求应符合表 5.5.3 的规定。

表 5.5.3 骨架密实型沥青-橡胶混合料性能检验的技术要求

| 试验项目 | | 单位 | 技术要求 | | | 试验方法 |
|---------------------------|------------------|--------|-------|-------|-------|---------------|
| 车辙试验 (60℃空气介质, 空隙率 4%±1%) | | 次/mm | ≥3000 | | | JTG E20 T0719 |
| 水稳定性 | 浸水马歇尔试验 残留稳定度 | % | ≥85 | | | JTG E20 T0709 |
| | 冻融劈裂试验 残留强度比 | % | ≥80 | | | JTG E20 T0729 |
| 渗水系数 | | mL/min | ≤80 | | | JTG E20 T0730 |
| 低温弯曲试验应变 | | με | 寒区 | 温区 | 热区 | JTG E20 T0715 |
| | | | ≥3000 | ≥2800 | ≥2500 | |

注：气候分区按最低月平均气温确定：寒区小于-10℃；温区为-10℃~0℃；热区大于0℃。

5.6 骨架空隙型沥青-橡胶混合料

5.6.1 骨架空隙型沥青-橡胶混合料的矿料级配应按表 5.6.1 骨架空隙型沥青-橡胶混合料级配范围选择。混合料配合比的马歇尔试件体积设计方法应按本标准附录 E 执行。

表 5.6.1 骨架空隙型沥青-橡胶混合料级配范围

| 混合料类型 | | 通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%) | | | | | |
|------------|----|------------------------|------|-----|------|------|-------|
| | | 16 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 0.075 |
| ARHM-OG-13 | 上限 | 100 | 100 | 60 | 20 | 10 | 4 |
| | 下限 | — | 85 | 35 | 4 | 2 | 1 |
| ARHM-OG-10 | 上限 | — | 100 | 100 | 45 | 8 | 2.5 |
| | 下限 | — | — | 85 | 20 | 2 | 1 |

5.6.2 骨架空隙型沥青-橡胶混合料马歇尔试验配合比设计的技术要求应符合表 5.6.2 的规定, 并应检验混合料平均沥青膜厚度, 其值宜控制在 $45\mu\text{m}\sim 55\mu\text{m}$, 平均有效沥青膜厚度应按本标准附录 F 的方法计算。

表 5.6.2 骨架空隙型沥青-橡胶混合料马歇尔试验技术要求

| 试验项目 | | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|---------------|-------------------------|----|--------------------------|---------------|
| 试件尺寸 | | mm | $\phi 101.6 \times 63.5$ | JTG E20 T0702 |
| 试件击实次数 | | 次 | 双面各 50 | JTG E20 T0702 |
| 空隙率 VV | | % | 18~23 | JTG E20 T0705 |
| 稳定度 | | kN | 实测 | JTG E20 T0709 |
| 肯特堡 试验 | 非老化试件 | % | <20 | JTG E20 T0733 |
| | 老化试件 (未压实混合料 135℃, 44h) | % | <40 | |
| 沥青析漏试验的结合料损失 | | % | ≤ 0.3 | JTG E20 T0732 |
| 沥青 (结合料) 的吸收率 | | % | 0~1.0 | — |

注: 老化试件成型时, 5kg 松散的透水性混合料平摊在 $50\text{cm} \times 30\text{cm} \times 8\text{cm}$ 的盘中放入通风的烘箱中在 135C 的温度下进行 44h 的老化处理, 在最初 4h 内, 每 1h 翻动一次混合料。

5.6.3 骨架空隙型沥青-橡胶混合料性能检验的技术要求应符合表 5.6.3 的规定。

表 5.6.3 骨架空隙型沥青-橡胶混合料性能技术要求

| 试验项目 | | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
|----------|--------------|------|-----------|---------------|
| 水稳 定性 | 浸水马歇尔试验残留稳定度 | % | ≥ 85 | JTG E20 T0709 |
| | 冻融劈裂试验残留强度比 | % | ≥ 80 | JTG E20 T0729 |
| 透水系数 | | mm/s | 实测 | CJJ/T 135 |

6 热拌橡胶沥青混合料路面施工

6.1 一般规定

6.1.1 热拌橡胶沥青混合料路面的施工，除应符合本标准的规定外，尚应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的有关规定。

6.1.2 施工单位应建立健全施工技术、质量、安全生产等管理体系，制定各项施工管理规定。

6.1.3 施工单位在开工前应编制施工组织设计或专项施工方案。

6.1.4 施工测量应符合国家现行标准《工程测量规范》GB 50026 和《城市测量规范》CJJ/T 8 的有关规定，并应填写相关记录。

6.1.5 工程所用的沥青、橡胶屑、矿料等主要原材料和产品进厂时应进行进厂验收并妥善保管。进厂验收时应检查每批产品的订购合同、质量合格证书、性能检验报告、使用说明书、进口产品的商检报告及证件等，并按国家有关标准的规定进行复验，验收合格后方可使用。

6.1.6 施工单位应采取有效措施控制施工现场的各种粉尘、废气、废弃物及噪声、振动等对环境造成的污染和危害。

6.1.7 施工气候条件应符合下列规定：

1 热拌橡胶改性沥青混合料的施工气候条件应按常规橡胶类改性沥青混合料的要求执行。

2 沥青-橡胶混合料适宜在温暖、干燥的气候条件下施工，大气和路表面的温度均宜大于 18℃。

3 对于开级配或铺层厚度不大于 25mm 的沥青-橡胶混合料，大气温度应大于 18℃，路表面温度应大于 21℃。

6.1.8 沥青路面各面层施工前，应先铺筑试验路段，试验路段

宜选在主线直线段，长度不宜少于 200m，对于工程量小的城镇道路可不铺筑试验路段。

6.2 施工准备

6.2.1 施工前应清扫待铺的表面，清除掉落的集料、杂物，去除泥土等污染，必要时可用水洗刷后晾干，对油污染部位，应局部凿除，用相同沥青混合料修补。

6.2.2 对于旧路面维修改造工程的罩面施工，当原状路面弯沉大而承载能力不足时，应进行局部路段或全路段的补强处理后，再铺设橡胶沥青罩面层。

6.2.3 铺设密实型橡胶沥青混合料前应在下层路面上喷洒粘层油，铺设排水型橡胶沥青混合料前应在下层路面上铺设橡胶沥青或其他材料的防水粘结层。

6.2.4 施工前应对各种施工机械进行保养、调试，各类配件、备件应配备齐全。

6.2.5 混合料摊铺前应在待铺路面上划线放样，检查待铺路面的高程、横坡、架设基准线。

6.3 试验路段铺筑

6.3.1 铺筑试验路段前应制定试验路段的施工和试验方案，明确铺筑试验路段的目的、工作任务和内容。

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

6.3.3 试拌阶段应包括下列内容：

1 确定搅拌设备的工作参数，包括各冷料仓的供料流量、各筛网的筛孔尺寸、热料仓的供料比例、搅拌过程的拌合时间（干拌和湿拌），集料、沥青的加热温度与成品料的拌合温度等，并确定搅拌设备合理的生产能力。

2 采集搅拌设备生产数据，分析集料、矿粉、沥青的称量控制值的误差和变异性。

3 通过热料取样筛分和成品料的抽提分析与马歇尔试验，验证实际拌合的混合料与实验室拌合混合料的矿料级配与油石比的一致性，并进一步调整生产配合比。

6.3.4 试铺阶段应包括下列内容：

1 检验各种施工机械的类型、数量、组合方式的匹配性。

2 检验摊铺作业工艺参数（摊铺速度、供料流量、料位高度、振捣机构的振幅、频率、摊铺温度等）的合理性，确定松铺系数。

3 检验碾压工艺，包括压实机械的选用和组合、碾压的工艺参数（振幅、频率、碾压速度和碾压遍数）、碾压模式的设计和碾压温度设置，对不同的碾压方案进行比较，确定正式施工用的碾压工艺。

4 验证生产配合比的设计并确定最终供生产用的标准生产配合比。

5 验证所拟定的施工方案、施工组织、质量管理体系，并确定正式施工时的施工方案、施工组织和质量管理体系。

6.3.5 试验路段铺筑完工后应对试验路面的工程质量进行全面检测，检测的频度应比生产路段路面施工时增加一倍。对于取芯检验，芯样的数量不应少于12个，渗（透）水系数的检测点不应少于10个，摩擦系数和构造深度的检测点不应少于5个。对试验路段铺层的压实质量除取芯检验外，尚应采用无损测量密度仪进行拉网检测，网格应为纵向间隔5m、横向间隔1m。

6.4 拌 制

6.4.1 混合料生产前应对沥青搅拌设备调试和校正，调试应包括下列内容：

1 集料、粉料、沥青秤的标定。

2 冷料给料系统的标定。

3 筛分系统的调试与标定。

4 计量控制系统的调试。

6.4.2 连续级配橡胶改性沥青混合料拌制应按常规密级配橡胶类改性沥青混合料的拌制工艺进行，其生产温度宜符合表 6.4.2 的规定，拌合时间应以获得裹覆良好、拌合均匀的沥青混合料为准，从结合料给料结束至拌缸门打开为止的净拌合时间不宜低于 35s。

表 6.4.2 连续级配橡胶改性沥青混合料的生产温度 (°C)

| | |
|----------|---------|
| 橡胶改性沥青温度 | 170~180 |
| 集料加热温度 | 190~200 |
| 混合料拌合温度 | 170~180 |
| 成品料出料温度 | 165~175 |

6.4.3 SMA 橡胶改性沥青混合料拌制应按常规橡胶类改性沥青 SMA 混合料的拌制工艺进行，其生产温度宜符合表 6.4.3 的规定，拌合时间应以获得裹覆良好、拌合均匀的沥青混合料为准，从结合料给料结束至拌缸门打开为止的净拌合时间不宜低于 40s。

表 6.4.3 SMA 橡胶改性沥青混合料的生产温度 (°C)

| | |
|----------|---------|
| 橡胶改性沥青温度 | 175~185 |
| 集料加热温度 | 190~200 |
| 混合料拌合温度 | 175~185 |
| 成品料出料温度 | 170~180 |

6.4.4 在采用间歇式搅拌设备生产沥青-橡胶混合料时，除应满足热拌沥青混合料的生产工艺要求外，尚应符合下列规定：

- 1 沥青-橡胶的制备设备应靠近沥青混合料搅拌设备。
- 2 泵送高黏度的沥青-橡胶应采用重载沥青泵，并应在通往沥青搅拌设备的结合料输送线上安装三通阀，可变换输送给搅拌设备普通沥青或沥青-橡胶。
- 3 结合料输入拌缸的管道应有足够的截面积，对于压力喷射的沥青喷洒管应加大喷孔的直径。

4 结合料生产设备与沥青混合料搅拌设备之间的生产能力应相匹配。

5 拌制沥青-橡胶混合料时，应保持冷集料规格的一致性、热集料级配和热料筛分系统的筛分效率与混仓率的稳定性，筛分系统筛网宜按表 6.4.4-1 配置。

表 6.4.4-1 常用筛网的筛孔规格

| | | | | | | |
|--------------------------|------|----|------|-----|------|------|
| 要求分离的集料规格段公称最大粒径 (mm) | 26.5 | 19 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 |
| 对应的控制筛孔尺寸 (mm) | 30 | 22 | 15 | 11 | 6 | 4 |

6 每天生产前应检查筛网堵塞或破损情况，采集当天的各热料仓的料样进行筛分分析，检查矿料的级配变化，必要时应重新进行生产配合比设计。

7 集料的加热温度、结合料的温度、混合料的拌合温度、成品料的出料温度宜符合表 6.4.4-2 的规定。

表 6.4.4-2 沥青-橡胶混合料生产温度 (°C)

| | |
|---------|---------|
| 沥青-橡胶温度 | 180~190 |
| 集料加热温度 | 190~200 |
| 混合料拌合温度 | 175~185 |
| 成品料出料温度 | 170~180 |

6.4.5 混合料生产时应正确使用和操作沥青搅拌设备，不得出现集料残余含水量过大、温度波动、集料混仓、计量不准、拌合不均、材料离析等使用操作不当的情况。

6.4.6 直投式干法处理沥青-橡胶混合料的拌制工艺应符合下列规定：

1 集料、橡胶屑和反应剂应直接加入到拌缸内干拌规定的时间后，再加入沥青，在规定的温度和时间下进行反应。

2 橡胶屑与反应剂加入拌缸内可采用自动投料或人工加料；

自动投料时，采用的装置应具有计量、显示和记录的功能；人工加料时，宜将橡胶屑与反应剂按质量比例配成袋装材料，从搅拌缸上方的专门开口处卸入搅拌缸。

6.4.7 直投式干法处理沥青-橡胶混合料的反应过程宜在具有良好保温性能的成品料仓内或大吨位保温自卸卡车内进行。

6.4.8 直投式干法处理沥青-橡胶混合料生产过程的温度、拌合与反应的时间应根据反应剂的要求确定。

6.4.9 成品混合料质量控制应采用在线过程控制和实验室取样检测控制。

6.4.10 在线生产过程控制应符合下列规定：

1 每天开机待生产过程稳定后，应逐批记录一小时各热料仓的集料、粉料、结合料及混合料总量的称量数据，称量值相对设定值的允许偏差应符合表 6.4.10 的规定，超差率不应超过 5%。

表 6.4.10 搅拌设备自动配料系统按批采样的允许偏差

| 材料 | 占每批混合料总质量的百分比 (%) |
|---------|-------------------|
| 各粒径段的集料 | ±1.5 |
| 矿粉 | ±0.5 |
| 沥青材料 | ±0.1 |

2 应以一个工作日或一个台班为周期对沥青用量和矿料级配进行总量检验。

3 应实时监测和采集烘干筒出口热集料、热料仓中细集料及成品料的温度，并应与设定温度进行比较和调整。

6.4.11 实验室取样检测应符合下列规定：

1 应通过冷料堆的取样筛分检测和斜皮带冷集料混合料的取样筛分检测，监测各个规格段冷集料的级配变化情况，必要时调整配合比。

2 热料仓取样时应从全断面上采集，进行筛分分析，监测各个规格段热集料及成品混合料矿料的级配变化情况。

3 成品混合料的生产质量检测项目应包括混合料抽提分析、马歇尔试件密度—体积分析、成品料温度检测。

6.4.12 实验室取样检测项目与频度应符合表 6.4.12 的规定。

表 6.4.12 生产质量控制的检测项目与频度

| 检测项目 | 频度 |
|------------|-------------------------|
| 冷料堆级配分析 | 每天 1 次 |
| 冷料斜皮带级配分析 | 每天 1 次 |
| 热料仓级配分析 | 每天 1 次 |
| 冷料堆含水量 | 雨天或必要时（间歇式） |
| 热骨料残余含水率 | 雨天或必要时 |
| 混合料组成分析 | 每天 1 次~2 次，每次 6 个料样 |
| 马歇尔试验 | 每天 1 组~2 组，每组 4 个~6 个试件 |
| 混合料试件的理论密度 | 每天 1 次~2 次 |
| 成品料温度 | 每车 |

6.4.13 沥青-橡胶混合料的组成分析应采用燃烧法，并应通过标准试样的标定，确认合理的燃烧温度和修正系数。

6.4.14 实验室检测的橡胶沥青混合料的控制指标与技术要求应符合表 6.4.14 的规定。

表 6.4.14 橡胶沥青成品混合料控制指标与技术要求

| 指标 | 矿料级配（通过下列筛孔（mm）的质量百分率）（%） | | | 结合料用量（%） | 实验室试件体积指标（%） |
|------|---------------------------|-----------|-------|----------|--------------|
| | ≥4.75 | 2.36~0.15 | 0.075 | | |
| 技术要求 | 设计值±4 | 设计值±3 | 设计值±1 | 设计值±0.3 | 符合设计要求 |

6.5 运 输

6.5.1 橡胶沥青混合料的运输宜采用大吨位的自卸卡车，运输车的运量应与拌合能力和摊铺能力协调。摊铺机前方应有不少于 3 辆运料车等候卸料。

6.5.2 搅拌设备向运料车卸料时，料车应前后移动，分三次装料。

6.5.3 自卸卡车应配备覆盖混合料的不透水篷布，宜采用多层次保温篷布，篷布应遮盖严密。

6.5.4 各类橡胶沥青混合料不应长时间储存，混合料的运输距离不应过长。短时间的储存不宜超过 24h，运输距离允许的长度应由混合料到达现场时按本标准第 6.5.8 条规定的温度确定。

6.5.5 车槽在装载橡胶沥青混合料之前应清洗干净，去除粘结在底板和侧板上的任何残留物质，并应在底板和侧板上均匀喷洒一层防粘剂，不得使用柴油或其他溶剂作为防粘剂。

6.5.6 自卸卡车应在摊铺机前 10cm~30cm 处停住，让摊铺机前方滚轮逐渐接近卡车车轮，不得撞击摊铺机，卸料过程中自卸卡车应挂空挡，靠摊铺机推动前进。

6.5.7 自卸卡车的卸载作业应与摊铺机的操作协调一致，车槽中的混合料宜作为一个整体卸入摊铺机的料斗中。

6.5.8 自卸卡车中混合料到达摊铺现场的温度应为 165℃~175℃。气温高于 18℃，运距较短时可取低值，气温低于 18℃应取高值。

6.6 摊 铺

6.6.1 摊铺橡胶沥青混合料的摊铺机宜配备具有温度可调节的加热熨平板装置，熨平板的温度宜调节至 130℃~135℃。

6.6.2 摊铺机的摊铺宽度不宜超过 8m，当铺层较宽时，宜采用多台摊铺机按梯队作业的方式摊铺。

6.6.3 搅拌设备、自卸卡车、摊铺机的生产率应匹配，并应保持摊铺机的连续作业，减少停顿次数。

6.6.4 摊铺作业应符合下列规定：

1 应监测卸入摊铺机料斗前和熨平板后方铺层混合料的温度，混合料在卸入摊铺机料斗前的温度低于 160℃时应废弃

不用。

- 2 橡胶沥青混合料的摊铺温度宜符合表 6.6.4 的规定。

表 6.6.4 橡胶沥青混合料的摊铺温度

| 摊铺温度 | 气温与待摊铺表面温度 (°C) | |
|--------------------|-----------------|---------|
| | ≥18 | <18 |
| 摊铺机料斗内混合料温度 | 160~175 | 165~175 |
| 摊铺机熨平板正后方刚摊铺好的铺层温度 | 150~165 | 155~165 |

注：对于级配或铺层厚度不大于 25mm 的沥青-橡胶混合料，路表面温度应以 21°C 为界。

3 应保持恒定的摊铺速度，并应连续稳定摊铺作业，摊铺速度宜为 2m/min~3m/min。

4 摊铺机料斗内的混合料不得形成凹坑，两边的混合料不应由于冷却而结成大块，料位高度不得低于料门的高度，严禁放空料斗或使刮板输送机接近空走。

5 摊铺机与压路机之间的距离不应超过 30m，当碾压作业跟不上摊铺作业的速度时，应增加压路机。

6 摊铺机的停顿时间不宜超过 15min，当摊铺机需较长时间停顿时，应将摊铺机驶离作业面，将已摊好的铺层压实后，方可切边形成一道横向接缝。

6.6.5 当摊铺排水性混合料时，应降低熨平板振捣系统的振动强度，不得压碎粗集料，对于厚度为 3cm 以下薄层和超薄结构路面及排水型路面应关闭振捣系统，并应降低振动熨平板的振动能量。

6.6.6 在摊铺作业和接缝处理中应减少手工作业，混合料温度不应低于 150°C。

6.7 碾 压

6.7.1 应配备足够数量的压路机，并应在较高温度下完成压实作业，每台压路机承担的碾压道数不应超过 2 道。压实设备应采

用高频、低振幅的双钢轮振动压路机，宜选择高频振动压路机或大吨位的振荡压路机。沥青-橡胶混合物不宜采用轮胎压路机碾压。

6.7.2 连续级配橡胶改性沥青混合料的碾压可按常规沥青混合料的碾压工艺进行。

6.7.3 SMA 橡胶改性沥青混合料的碾压除应符合碾压常规沥青混合料的规定外，尚应符合下列规定：

1 应采用紧跟碾压的方式，压路机在每遍碾压时应一直压至摊铺机熨平板的正后方。

2 应控制压实能量，不得过度压实，初压在静压一遍后，即可采用振动压路机进行复压，复压的遍数宜控制在 3 遍～4 遍。

3 压实作业应采用相同型号与规格的压路机并列成梯队进行，压路机轮迹的重叠宽度应控制在 20cm～30cm。

6.7.4 悬浮密实型和骨架密实型沥青-橡胶混合料的碾压除应符合碾压常规沥青混合料的规定外，尚应符合下列规定：

1 除应采用紧跟碾压的方式外，初压应采用振动压路机进行振动压实。

2 初压与复压应至少配备 2 台～3 台振动压路机按梯队作业的方式碾压，使压实作业在较高的温度下进行，初压与复压宜在 4 遍～6 遍完成。

3 压路机轮迹的重叠宽度应控制在 20cm～30cm。

6.7.5 骨架空隙型沥青-橡胶混合料的碾压应适度，碾压工艺应符合下列规定：

1 应控制压实能量，防止由于过度压实而导致集料压碎和结合料唧浆上浮，堵塞排水空隙。

2 应控制碾压温度，采用紧跟摊铺机碾压和多台压路机梯队作业的模式，配备足够数量的压路机，并应在第一遍碾压时即能覆盖整个铺层宽度。

3 碾压作业不宜采用振动压路机或轮胎压路机。

4 压路机的吨位宜为 10t 级，不再区分初压、复压、终压，碾压速度宜为 80m/min，碾压遍数宜为 2 遍~4 遍。

6.7.6 超薄结构层的橡胶沥青混合料和薄层罩面的碾压工艺应控制压实能量，不得压碎集料。宜采用多台振荡压路机或 10t 级的静碾压路机或静作用方式的振动压路机，在每碾压一遍时，同时覆盖整个铺层。

6.7.7 橡胶沥青混合料的碾压温度宜符合表 6.7.7 的规定。

表 6.7.7 橡胶沥青混合料的碾压温度

| 摊铺温度 | 气温与待摊铺表面温度 (°C) | |
|--------|-----------------|---------|
| | ≥18 | <18 |
| 初压开始温度 | 150~165 | 155~165 |
| 初压结束温度 | 140~155 | 145~155 |
| 复压结束温度 | >125 | >125 |

注：对于级配或铺层厚度不大于 25mm 的沥青-橡胶混合料，路表面温度应以 21°C 为界。

6.7.8 应实时监测橡胶沥青混合料的碾压温度和压实密度，及时调整橡胶沥青混合料的生产、运输、摊铺与碾压过程的温度。宜采用非核子密度仪监测碾压过程中铺层密度的增长情况，并应检查压实质量。

6.7.9 当无法在规定温度范围内碾压时或现场空隙率与压实度不满足规定时，应停止摊铺作业进行返工。

6.8 接缝处理

6.8.1 纵向接缝宜采用热接缝，两条相邻铺层处的搭接宽度宜为 25mm~40mm，铲除、扒平多余材料的作业应在混合料温度较高时进行，并应由一台压路机首先从接缝处进行跨缝碾压。

6.8.2 纵向冷接缝的处理应符合下列规定：

- 1 冷接缝的铺设可采用下列方法：

- 1) 在压路机上宜加装切边器, 在混合料尚未冷却前应切出垂直的接缝面, 切边的宽度宜为 50mm~150mm。铺设相邻路面前, 应在接缝面上喷涂粘层油。
 - 2) 在铺设第一幅路面时, 当混合料尚未冷却前, 应采用镐刨齐边缘, 留下毛槎, 并应喷涂粘层油。在铺设相邻路面时, 重叠的宽度应为 25mm~40mm, 松铺层高出已压实路面的高度应控制在每 25mm 铺层厚高出 3mm~6mm。
- 2 应从热铺层开始压实, 应第一时间进行跨缝碾压, 并应保留 150mm 的重叠度骑跨在已压实的冷铺层上。
- 6.8.3 横向接缝的处理应符合下列规定:**
- 1 施工前宜采用 3m 直尺沿路面纵向在接缝处测量, 使 3m 直尺平整度在 2mm 以下, 确定横向接缝的位置。
 - 2 应采用混凝土切缝机沿确定的位置横向切开铺层, 切深应为铺层厚度, 并应清除多余的铺层材料。
 - 3 宜采用汽油喷灯对横缝立面边移动边加热, 加温时喷灯应移动进行, 温度不应太高, 防止立面处沥青老化。
 - 4 在接槎处, 应涂刷适量橡胶沥青或粘层油。
 - 5 上下相连两层的横向接缝应至少错开 2m 以上。
 - 6 不应在接缝处撒落混合料。
 - 7 横向碾压宜在碾压 1 遍~2 遍后, 转为纵向碾压。

6.9 开放交通

- 6.9.1** 开放交通的时间, 对于橡胶改性沥青混合料不应少于 24h, 对于沥青-橡胶混合料不应少于 48h。
- 6.9.2** 当要求缩短开放交通时间时, 应采取可靠方法使路表温度低于 40℃方可开放交通。

6.10 质量控制和检验

- 6.10.1** 橡胶沥青混合料用原材料验收试验频度应符合表

6.10.1 的规定，结合料的质量应符合本标准第 4.2.3 条和第 4.3.6 条的规定。

表 6.10.1 橡胶沥青混合料用原材料验收试验频度

| 原材料 | 取样与试验频度 | 备注 |
|-----------|---------|---|
| 集料 | 每批 | 每批是指同一料源、同一次购入并运至生产现场的材料 |
| 填料 | 每批 | |
| 基质沥青 | 每批 | |
| 橡胶屑（物理特性） | 每批 | |
| 橡胶屑（化学成分） | 同一料源 | |
| 橡胶改性沥青 | 每批 | |
| 沥青-橡胶 | 每批 | 每批是指现场制备的每一批已完成反应过程，已达到要求温度与黏度并已进入储存罐的成品结合料 |

6.10.2 在路面施工前应按本标准第 5.1 节和第 6.3 节进行目标配合比设计、生产配合比设计及试验路段的试拌和试铺工作。

6.10.3 各种施工机械应处于良好技术状态，沥青搅拌设备应按本标准第 6.4.1 条的要求进行调试、校正和标定。

6.10.4 施工前应对下承层的施工质量进行检测和验收，各项质量指标符合规定后，方可施工橡胶沥青面层。

6.10.5 施工过程中橡胶沥青混合料质量控制应符合表 6.10.5 的规定。

表 6.10.5 施工过程中橡胶沥青混合料的质量控制

| 检验项目 | 取样方法与数量 | 频度 | 质量要求 |
|------|---------|----|---|
| 外观 | 逐车观察 | 随时 | 集料粗细均匀、无离析，色泽光亮、不滴漏、不干涩，无花白料或油团，适度蓝烟，不得冒黑烟或白烟 |

续表 6.10.5

| 检验项目 | | 取样方法与数量 | 频度 | 质量要求 |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------|--|
| 拌合温度 ($^{\circ}\text{C}$) | 集料、沥青加热温度 | 逐盘计算机采集, 全天汇总 | 每天汇总一次 | 符合本标准第 6.4 节的有关规定 |
| | 混合料出厂温度 | 逐盘计算机采集, 全天汇总 | 每天汇总一次 | 符合本标准第 6.4 节的有关规定 |
| | | 逐车检验 | 逐车检测 | 符合本标准第 6.4 节的有关规定 |
| 混合料组成分析 | 矿料级配(筛孔通过率)和沥青用量(或油石比)与标准配合比之差 | 逐盘计算机采集, 全天汇总 | 每天汇总一次 | 0.075mm: $\pm 0.5\%$ 个值合格率 $\geq 95\%$ 平均值为 $\pm 0.5\%$ 其余筛孔: $\pm 1.5\%$ 个值合格率 $\geq 95\%$ 平均值 $\leq 1.5\%$ 沥青用量: $\pm 0.1\%$ 个值合格率 $\geq 95\%$ 平均值为 $\pm 0.1\%$ |
| | | 拌合机热料仓和拌缸或卡车取样, 不少于 20kg | 每台拌合机每天 1 次 | 0.075mm: $\pm 1\%$ $\leq 2.36\text{mm}$: $\pm 3\%$ $\geq 4.75\text{mm}$: $\pm 4\%$ 沥青用量: $\pm 0.3\%$ |
| 马歇尔试件体积指标、稳定度、流值 | | 拌合机下方或卡车取样不少于 20kg | 每台拌合机每天 1 次 | 符合本标准第 5 章的有关规定 |

6.10.6 施工过程中橡胶沥青混合料路面工程质量控制和检验方法应符合表 6.10.6 的规定。

表 6.10.6 施工过程中橡胶沥青混合料路面工程质量和检验方法

| 检验项目 | | 频度 | 质量要求 | 检验方法 |
|----------|-------------------------|-------------------------------------|---|--|
| 外观 | | 随时 | 表面平整密实, 无明显轮迹、裂缝、推挤、油斑、油包、离析等缺陷, 接缝平整、顺直、无跳车 | 目测 |
| 施工 温度 | 摊铺温度 (°C) | 逐车检测 | 符合本标准 6.6 节、6.7 节的有关规定 | JTG E20 T0981 插入式温度计 手工检测 |
| | 碾压温度 (°C) | 随时 | | |
| 压实 度 | 芯样毛体积相对密度与最大理论相对密度之比 | 1 芯样 /200m/车道 | 压实度范围: 94%~97% 平均值的代表值 $\geq 94\%$ | 取芯: JTG E60 T0924 芯样密度: JTG E20 T0705 |
| | 无破损拉网检测以最大理论相对密度为标准的压实度 | 网格间隔: 纵向×横向 =10m×1m 每天汇总一次 | 压实度范围: 93%~97% 合格率 $\geq 85\%$ 平均值 $\geq 95\%$ | 统计分析 |
| 厚度 | 芯样厚度与设计厚度之差 | 1 芯样 /200m/车道 | 厚度 $\leq 50\text{mm}$: \geq 设计厚度值的 95% 厚度 $> 50\text{mm}$: \geq 设计厚度值的 92% | JTG E60 T0912 |
| | 按一天摊铺总量计算的平均厚度 | 每天 汇总一次 | \geq 设计值 | JTG F40 |
| 平整 度 | 按 100m 计算的纵断面高程标准差 | 每天每车道 连续测量 | 中面层 $\leq 1.5\text{mm}$ 上面层 $\leq 1.2\text{mm}$ | JTG E60 T0932 |
| 宽度 | | 2 处/100m | \geq 设计宽度 | JTG E60 T0911 |
| 纵断面高程 | | 3 处/100m | $\pm 10\text{mm}$ | JTG E60 T0911 |
| 横坡度 | | 3 处/100m | $\pm 0.3\%$ | JTG E60 T0911 |
| 渗水系数 | | 1 点/200m | $\leq 120\text{mL}/\text{min}$ (TRHMA-AC) $\leq 80\text{mL}/\text{min}$ (TR SMA) $\leq 60\text{mL}/\text{min}$ (ARHM-SG) $\leq 80\text{mL}/\text{min}$ (ARHM-SD) | JTG E60 T0971 |

续表 6.10.6

| 检验项目 | 频度 | 质量要求 | 检验方法 |
|----------|----------|---------------|---------------|
| 摩擦系数(摆值) | 1点/200m | 符合设计要求 | JTG E60 T0964 |
| 构造深度 | 1点/200m | 符合设计要求 | JTG E60 T0961 |
| 空隙率 | 1芯样 | 设计值 $\pm 1\%$ | JTG E20 T0705 |
| 透水系数 | /200m/车道 | 实测 | CJJ/T 135 |

注：1 对于透水系数骨架空隙型混合料不做压实度和透水系数检验，改为检验芯样的空隙率和透水系数。

2 空隙率检验项目仅适用于骨架空隙型混合料。

6.10.7 橡胶沥青路面完工验收标准应符合表 6.10.7 的规定。

表 6.10.7 橡胶沥青路面完工验收标准

| 检查项目 | | 检查频率 (单幅双4道) | 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、裂纹、推挤、油斑、油包等缺陷，且无明显离析 | 目测 |
| 面层厚度 | 代表值 | 每 1km 5 点 | \geq 设计厚度值的 90% | JTG E60 T0912 |
| | 极值 | | \geq 设计厚度值的 80% | |
| 压实度 | 代表值 | 每 1km 5 点 | 最大理论密度的 94%~97% | JTG E60 T0924 |
| | 极值 | | 比代表值放宽 1%(1km)或 2%(全部) | |
| 平整度 (按 100m 计算的纵断面高程标准差) | | 全线连续 | $\leq 1.2\text{mm}$ | JTG E60 T0932 |
| 透水系数 | | 每 1km 5 点 | $\leq 120\text{mL}/\text{min}(\text{TRHMA-AC})$ $\leq 80\text{mL}/\text{min}(\text{TR SMA})$ $\leq 60\text{mL}/\text{min}(\text{ARHM-SG})$ $\leq 80\text{mL}/\text{min}(\text{ARHM-SD})$ | JTG E60 T0971 |
| 宽度 | | 每 1km 20 断面 | \geq 设计宽度 | JTG E60 T0911 |

续表 6.10.7

| 检查项目 | 检查频率 (单幅双4道) | 质量要求或允许偏差 | 试验方法 |
|-----------------------|-----------------|-----------|---------------|
| 纵断面高程 | 每 1km 20 断面 | ±15mm | JTG E60 T0911 |
| 中线偏位 | 每 1km 20 断面 | ±20mm | JTG E60 T0911 |
| 横坡 | 每 1km 20 断面 | ±0.3% | JTG E60 T0911 |
| 弯沉 (贝克曼梁 回弹弯沉值) | 全线每 20km 1 点 | 符合设计要求 | JTG E60 T0951 |
| 构造深度 | 每 1km 5 点 | 符合设计要求 | JTG E60 T0961 |
| 摩擦系数 (摆值) | 每 1km 5 点 | 符合设计要求 | JTG E60 T0964 |
| 空隙率 | 1 芯样 | 设计值±1% | JTG E20 T0705 |
| 透水系数 | /200m/ 车道 | 实测 | CJJ/T 135 |

注：1 骨架空隙型混合料不做压实度和透水系数检验，改为检验芯样的空隙率和透水系数。

2 空隙率检验项目仅适用于骨架空隙型混合料。

7 表面处治与石屑封层

7.1 设计

7.1.1 橡胶沥青表面处治的层数和厚度应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 的规定。

7.1.2 单层橡胶沥青石屑封层适用于预防性养护面层和水泥混凝土路面加铺面层下的应力吸收层及各种防水粘结层。

7.1.3 橡胶沥青表面处治和石屑封层的集料级配应符合表 7.1.3 的规定。

表 7.1.3 表面处治与石屑封层的集料级配

| 集料规格 (mm) | 通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%) | | | | | | | | 备注 |
|--------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|------|------|-------|--------------------|
| | 26.5 | 19 | 16 | 13.2 | 9.5 | 6.35 | 4.75 | 0.075 | |
| 19~9.5 | 100 | 95~100 | — | 0~20 | 0~5 | — | — | — | 用于双层表面处治第一层 |
| 16~6.35 | — | 100 | 95~100 | — | 0~10 | 0~5 | — | — | |
| 13.2~6.35 | — | — | 100 | 95~100 | 0~20 | 0~5 | — | 0~1 | 用于单层表面处治或双层表面处治第二层 |
| 9.5~6.35 | — | — | — | 100 | 70~100 | 0~10 | — | 0~1 | |

注：在城市次干路、支路、乡村道路等要求较低的场合可采用 4.75mm 取代 6.35mm 粒径的规格。

7.1.4 橡胶沥青表面处治与石屑封层的结合料宜采用沥青-橡胶，其各项技术指标应符合本标准第 4.3.6 条的规定。

7.1.5 用于石屑封层设计的集料和结合料试样应与生产用的原材料相同。

7.1.6 对石屑在封层上的保持性有更高要求的场合，可在新铺的石屑封层上加铺雾封保护层。

7.1.7 单层橡胶沥青表面处治用石屑可选择公称粒径为 9.5mm，其级配应符合本标准表 7.1.3 的规定。

7.1.8 结合料用量和石屑用量可按本标准附录 F 的方法确定。

7.1.9 双层表面处治的石屑粒径与级配可按本标准表 7.1.3 选用，上、下层石屑粒径之间的关系宜符合表 7.1.9 的规定。

表 7.1.9 双层表面处治上、下层石屑粒径的匹配关系

| 封层层数 | 石屑粒径 (mm) | |
|----------|----------------------|----------|
| 下层 (第一层) | 19~9.5 | 16~6.35 |
| 上层 (第二层) | 9.5~6.35 或 13.2~6.35 | 9.5~6.35 |

注：在城市次干路、支路、乡村道路等要求较低的场合可采用 4.75mm 取代 6.35mm 粒径的规格。

7.1.10 双层表面处治上下层的石屑用量应按本标准第 7.1.8 条的规定首先确定单层表面处治的石屑用量，然后在单层石屑封层的基础上对第一层和第二层的石屑用量分别乘以 0.95 和 1~1.05 的系数后确定为石屑撒布率。

7.1.11 双层表面处治上、下层的结合料用量应按本标准第 7.1.8 条的规定首先确定单层表面处治的结合料用量，然后在第二层单层表面处治用量的基础上乘以 1.05~1.10 的系数后确定为第二层结合料的洒布率。

7.1.12 用于橡胶沥青应力吸收层的石屑可选择公称粒径为 9.5mm 和 13.2mm 的集料，其级配应符合本标准表 7.1.3 的规定。

7.1.13 橡胶沥青应力吸收层应采用沥青-橡胶作为结合料，沥青-橡胶应采用天然橡胶含量高的橡胶屑制作，并应符合本标准第 4.3.6 条的规定。

7.1.14 用于橡胶沥青应力吸收层的结合料与石屑用量应按本标准第 7.1.8 条的规定执行。

7.1.15 单纯用于防水功能的橡胶沥青防水粘结层可采用粘附于下层路面上的橡胶沥青防护层，或采用由橡胶沥青与撒布在其上的一层粗砂组成的砂封层。

7.1.16 防水粘结层用的粗砂应采用清洁、无其他有害杂质的石屑或机制砂，其级配应符合表 7.1.16 的规定。

表 7.1.16 粗砂级配

| 筛孔尺寸 (mm) | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.3 |
|------------------|-----|--------|-------|------|-----|
| 通过相应筛孔的质量百分率 (%) | 100 | 85~100 | 10~40 | 0~10 | 0~5 |

7.1.17 防水粘结层用的橡胶改性沥青应符合本标准第 4.2.3 条的规定，对喷洒于基层表面的结合料洒布量宜为 $0.8\text{L}/\text{m}^2 \sim 1.0\text{L}/\text{m}^2$ ，对喷洒于沥青层的结合料的洒布量宜为 $0.7\text{L}/\text{m}^2 \sim 0.9\text{L}/\text{m}^2$ 。

7.1.18 防水粘结层用的沥青-橡胶应符合本标准第 4.3.6 条的规定，对喷洒于基层表面的结合料洒布量宜为 $1.2\text{L}/\text{m}^2 \sim 1.6\text{L}/\text{m}^2$ ，对喷洒于沥青层的结合料的洒布量宜为 $1.0\text{L}/\text{m}^2 \sim 1.4\text{L}/\text{m}^2$ 。

7.1.19 粗砂的撒布量宜为 $8\text{kg}/\text{m}^2 \sim 11\text{kg}/\text{m}^2$ 。

7.2 施 工

7.2.1 橡胶沥青表面处治与石屑封层施工的气候条件应符合下列规定：

1 各类橡胶沥青表面处治和石屑封层宜选择在气温高于 18°C 时施工，最低气温不应低于 16°C ，大气的湿度应小于 50%。

2 橡胶沥青表面处治与石屑封层不得在雨天或湿度很大及大风的天气条件下施工。

7.2.2 施工准备应符合下列规定：

1 施工前应根据工程量和工程进度的要求组织好施工机械的组合，沥青洒布机、石屑撒布机、自卸卡车、压路机等主要机械生产能力应相互匹配，形成连续作业的施工方式。

2 各种施工机械与设备应进行开工前的保养、调试和试车，

并应处于良好的技术状态，各类配件、备件应配备齐全。

3 工地实验室应配置必要的试验和施工质量检测仪器。

7.2.3 待铺路面应符合下列规定：

1 待铺路面的各种结构性损坏，包括坑洞、裂缝、泛油、壅包、车辙等都应事先进行修补、铲除和填封。待铺路面应有足够的承载能力，原状路面的承载能力不足时，应进行补强处理。

2 待铺路面在喷洒结合料前应清扫干净，松散材料应扫除，路面上标志线应刮除，粉尘应采用压缩空气吹净。必要时可用高压水冲洗路面，路面完全干燥后方可施工。

3 待铺路面为砂石路面时，在施工前应先喷洒透层油；待铺路面为旧沥青路面、水泥混凝土路面时，可在铺设第一层时，根据原状路面的纹理、干涩情况，适当增加结合料用量。

7.2.4 在铺筑试验路段前应制定试验路段的施工和试验方案，明确铺筑试验路段的目的、工作任务和内容。

7.2.5 石屑封层的试验路段不宜少于 200m，其宽度为一个车道。

7.2.6 在试验路段铺筑前，应按本标准第 7.2.2 条、第 7.2.3 条做好施工前的各项准备工作，结合料洒布机、石屑撒布机、轮胎压路机等施工机械应按本标准第 7.3.3 条规定的检验项目、内容、方法与质量要求进行检查、调试和标定，结合料和石屑的洒布量应通过试洒布将其调整至要求的撒布率。

7.2.7 铺筑试验路段应符合下列规定：

1 各种施工机械的类型、数量、组合方式应匹配。

2 设计的结合料洒布率和石屑撒布率应确定。

3 石屑封层的施工工艺应切实可行。

4 石屑封层的质量应符合要求。

5 拟定的施工方案、施工组织、质量管理体系应具有可行性，并应确定正式施工时的施工方案、施工组织和质量管理体系。

7.2.8 试验路段铺筑完工后的质量检验应符合本标准第 7.3 节的规定。

7.2.9 沥青-橡胶洒布机性能应符合下列规定：

1 洒布机应具有自行式底盘，配置具备加热与搅拌功能的沥青-橡胶储存罐。

2 结合料的喷洒系统应配置高黏度沥青泵，在 $1500\text{mPa}\cdot\text{s}\sim 2000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的黏度下有良好的喷洒均匀性。

3 每一喷嘴应有独立控制开启与关闭的阀门，喷杆两端的喷嘴宜向内侧倾斜一定角度，使喷洒的结合料形成一条清晰的边线。

4 配备有自动测速系统和计算机控制的喷洒量自动调节系统，使洒布量不受车速变化的影响。单个喷嘴的喷洒误差应控制在 $\pm 2\%$ 。

5 喷洒管的宽度应能自由调节，以适应不同洒布宽度的要求。

6 沥青管道、泵、阀门、喷杆、喷嘴应有导热油加热功能。

7 应配备有清洗系统，在作业结束后可及时清除喷洒杆内残余的橡胶沥青。

8 宜配备手动喷洒系统，用于补洒喷洒作业的某些缺陷和某些狭窄、不规则的手工作业的区域。

7.2.10 石屑撒布机宜采用前方撒布、后方接料的自行式石屑撒布机，性能应符合下列规定：

1 应配置安装在前方的撒布装置、中间的输送带和后方的接料斗，可与装载有高温预裹覆石屑的自卸卡车协同作业，连续工作。

2 石屑撒布装置应配置全宽度的螺旋分料器和撒布料滚。

3 石屑撒布装置的卸料口应在全宽度上配置一系列等宽度的料门，每个料门的开度均可独立调节。

4 应配置计算机自动控制的石屑撒布量调节系统。

5 当石屑撒布机采用同步石屑封层机时，不宜用于要求采

用高温预裹覆处理石屑的场合。

7.2.11 轮胎式压路机质量宜为 10t 级，性能应符合下列规定：

1 应配置全轮摇摆机构。

2 应配置轮胎气压的调节机构，轮胎气压调节宜为 400kPa~700kPa，各轮胎气压应保持一致，调节误差不应大于 5%。

3 前后轮胎之间的重叠度应为 30mm~50mm。

7.2.12 用于待铺路面清扫、中间复拌合完工后铺面清扫的滚刷式清扫机，性能应符合下列规定：

1 应具有自行式的轮式底盘，在前进和后退过程中均可作业。

2 应装备可调节的滚刷。

3 滚刷的刷毛应由高强度的尼龙丝制作。

7.2.13 用于最终清扫工序的真空吸扫式清扫机应具有足够的吸力，可将多余的石屑吸除。

7.2.14 橡胶沥青表面处治与石屑封层的施工工艺宜由沥青洒布、石屑预裹覆、石屑撒布、碾压、中间复拌及最终清扫等工序组成。

7.2.15 沥青-橡胶的喷洒作业应符合下列规定：

1 沥青-橡胶应在 195℃~200℃ 的温度下喷洒到路面上，喷洒作业应能确保石屑在 2min 之内覆盖在结合料上，在十字路口、三角地带等不规则的区域喷洒沥青-橡胶时应确保石屑能在 15min 内覆盖结合料。

2 沥青-橡胶的喷洒不得有条状带痕、漏洒等缺陷，对局部漏洒的部位应人工补洒，结合料洒布率相对设计值的偏差应为 ±7.5%。

7.2.16 喷洒接缝的处理应符合下列规定：

1 喷洒的纵向接缝应设置在道路中心线或车道的分界线上。

2 纵向接缝的处理应首先将已铺好的石屑封层的边缘修整平齐，将多余的石屑清扫干净。在喷洒结合料时应与已铺的铺层有一重叠度，重叠度不应大于 100mm。

3 横向接缝应切齐，并应清理干净。

7.2.17 石屑撒布作业应符合下列规定：

1 石屑的撒布应在橡胶沥青洒布后立即进行，并应在整个撒布宽度上按要求的撒布率均匀地覆盖在已喷洒好结合料的路面上。石屑撒布机应紧跟橡胶沥青洒布机工作，与后者的距离不应超过 30m，并在橡胶沥青处于流动状态下撒布石屑，应确保石屑颗粒在结合料中有 50%~70%的埋入量。埋入量的检查应在石屑封层开始阶段调节好撒布率后立即进行。

2 石屑撒布机的作业速度不宜过快，不得使覆盖的集料颗粒在车轮的碾压下翻滚或被推移拱起。

3 橡胶沥青石屑封层用的石屑宜预先在沥青搅拌设备中进行预裹覆处理，石屑的预裹覆工序应符合下列规定：

1) 预裹覆沥青用量与干集料的质量百分比可取 0.5%~0.8%；

2) 预裹覆的石屑撒布至路面时的温度宜为 150℃~160℃；

3) 运输预裹覆石屑的自卸卡车宜用多层保温篷布覆盖保温。

4 自卸卡车的载重量应选择恰当，使新铺的封层能承受住车轮的碾压，双轴驱动桥的卡车载重量宜为 9t~12t，单轴驱动桥的卡车载重量宜为 4.5t~6t。

5 自卸卡车的轮胎应清洗干净，必要时可撒防粘砂。

6 自卸卡车在进入新铺封层时，车速应限制在 10km/h 内，严禁急刹车、急转弯。车轮的轮迹应错开，不应在同一轮迹带上来回走动。

7 石屑撒布率相对设计值的偏差应为±7.5%。石屑覆盖结合料的面积宜为 85%，对于覆盖石屑过少的区域，应采取人工补撒，对于石屑覆盖过多的区域应将多余的石屑扫除。

8 当石屑撒布率偏高或撒布不均匀时，可采用滚刷进行中间复拌，不应将已埋入结合料中的集料颗粒翻出。

9 石屑撒布机的撒布作业不得出现带状条痕和波纹等缺陷。

7.2.18 铺层的碾压作业应符合下列规定：

1 碾压工序应紧跟石屑撒布进行，石屑覆盖结合料后 90s 内应得到碾压。压路机应紧跟石屑撒布机碾压，在碾压过程中压路机与撒布机的距离始终不应超过 60m。

2 应配备足够数量的轮胎压路机，压路机在进行第一遍碾压的同时应覆盖整个结合料的洒布宽度。

3 压路机的碾压速度应为 6km/h~10km/h，不应使石屑发生推移和滚翻等缺陷。碾压作业宜在 3 遍~4 遍内完成。当碾压作业不能使压路机与石屑撒布机之间距离保持在 60m 内时，应降低结合料洒布机的速度。

7.2.19 清扫作业应符合下列规定：

1 铺层碾压完成后的清扫作业应在石屑封层完成后 30min 内进行，清扫作业应多遍重复地进行，直到所有松散的集料被清除掉。

2 最终清扫宜采用真空吸扫式清扫机。

3 清扫作业不得将已埋入封层中的石屑颗粒翻出。

7.2.20 新铺的橡胶沥青表面处治路面应在完工 5h 后开放交通，当施工车辆必须在新铺封层上行驶时，其速度不得超过 10km/h，开放交通最初的 12h 车速应限制在 15km/h 内，开放交通 1d~2d 内车速不应大于 25km/h，严禁车辆急刹车或在新铺封层上转弯、调头。

7.3 质量控制和检验

7.3.1 用于橡胶沥青表面处治与封层的橡胶改性沥青和沥青-橡胶验收试验的取样方法、数量、频度应符合本标准第 6.10.1 条的规定。

7.3.2 施工设备检查、调试和标定应符合表 7.3.2 的规定。

表 7.3.2 施工设备检查、调试和标定质量标准

| 检验项目 | | 检查或试验内容 | 要求 | 检验方法 | 频度 |
|--------|-------|-------------|------------------------|-----------|--------|
| 结合料洒布机 | 洒布罐 | 结合料温度 | 195℃~200℃ | 温度表目测 | 随时 |
| | | 喷嘴压力 | 检查喷射压力或流量 | 压力表或流量计目测 | |
| | 喷嘴 | 每个喷嘴的喷洒图形 | 喷嘴无堵塞、滴漏，喷洒角度符合规定 | 目测 | 施工前试洒布 |
| | 喷杆高度 | 相邻喷嘴喷洒重叠度 | 重叠度达到三层重叠要求 | 目测 | 随时 |
| | 洒布性能 | 洒布率和洒布精度 | 检查洒布率和洒布精度 | 目测 | 施工前试洒布 |
| | | 喷洒均匀性 | 喷洒均匀 | 目测 | |
| 石屑撒布机 | 撒布性能 | 洒布率和洒布精度 | 检查撒布率和撒布精度 | 目测 | 施工前试撒布 |
| | | 撒布均匀性 | 无带状条痕和波浪 | 目测 | |
| 压路机 | 轮胎气压 | 每个轮胎气压 | 620kPa~690kPa | 压力表目测 | 施工前 |
| | | 各轮胎气压变化 | ±5% | 压力表目测 | |
| | 配重设置 | 前后轴载荷符合规定要求 | — | 核对 | |
| 清扫机 | 滚刷与盘刷 | 刷丝完好性 | 刷丝无断裂、损坏、分布均匀，清洁、未粘附污物 | 目测 | 施工前 |
| | 抽吸系统 | 抽吸完好性 | 检查抽吸系统 | 目测 | |

7.3.3 施工过程中的质量检验应符合表 7.3.3 的规定。

表 7.3.3 施工过程中的质量检验

| 检验项目 | 检查或试验内容 | 质量要求 | 检验方法 | 频度 |
|------|---------|-----------------|------|----|
| 待铺路面 | 路面清洁性 | 待铺路面处于适合封层施工的状态 | 目测 | 随时 |

续表 7.3.3

| 检验项目 | | 检查或试验内容 | 质量要求 | 检验方法 | 频度 |
|-------|-------|--------------------|--|--------------------|-----------------------------------|
| 石屑 | 料堆 | 清洁性 | 清洁、无污染物 | 目测 | 随时 |
| | 预裹覆石屑 | 温度 | 符合规定要求 | 温度计检测 | |
| | | 清洁性 | 清洁、无污染物 | 目测 | |
| 结合料 | 喷洒罐 | 喷洒温度 | 符合规定要求 | 温度表目测 | 随时 |
| | | 喷洒压力或流量 | 符合规定要求 | 压力表或流量计目测 | |
| 结合料洒布 | | 洒布图形、重叠度 | 喷洒均匀、三层重叠，无条痕 | 目测 | 随时 |
| | | 洒布率、洒布精度 | 洒布率偏差： $\pm 7.5\%$ 横向洒布精度： $C_v \leq 7.5\%$ | 本标准附录 J | 每 25000m ² 和更改结合料或料源时 |
| 石屑撒布 | | 撒布均匀性 | 撒布均匀，无条痕、波浪 | 目测 | 随时 |
| | | 撒布率、撒布精度 | 撒布率偏差： $\pm 7.5\%$ 横向撒布精度： $C_v \leq 7.5\%$ | 本标准附录 J | 每 25000m ² 和更改石屑尺寸或料源时 |
| 石屑埋入 | | 埋入深度 | 50%~70% | 目测 | 随时 |
| 石屑覆盖 | | 覆盖率 | 85%~90% | 目测 | 随时 |
| 实验室检验 | | 石屑与结合料粘附性 石屑保持性 | $\geq 90\%$ $\geq 90\%$ | 本标准附录 H 本标准附录 H | 更换材料料源或有疑问时 |

注：1 粘附性试验采用施工现场所用的结合料与石屑制作平板试件，石屑按附录 H 规定要求处理，试验温度为 5℃。

2 保持性试验采用施工现场所用的结合料与石屑制作平板试件，石屑除经现场处理过程外，不做其他任何处理，试验温度为 5℃、-10℃、-22℃ 三种。

7.3.4 橡胶沥青石屑封层施工质量验收应符合表 7.3.4 的规定。

表 7.3.4 橡胶沥青石屑封层施工质量验收标准

| 检验项目 | 单位 | 试验方法 | 质量标准 |
|---------------|-----|----------------|----------------------------------|
| 埋没、轮迹、泛油 | % | 本标准附录 J | ≤ 1 |
| 局部露白、石屑局部集中脱落 | % | 本标准附录 J | ≤ 0.5 |
| 跑石（个别石屑脱落） | % | 本标准附录 J | ≤ 6 |
| 带状条痕 | m | 本标准附录 J | ≤ 10 |
| 表面宏观构造 | mm | JTJG E60 T0961 | 粒径 6.35mm~9.5mm 石屑 ≥ 1.5 |
| | | | 粒径 9.5mm~13.2mm 石屑 ≥ 2.0 |
| 表面摩擦系数 | BPN | JTG-E60 T0964 | ≥ 50 |

附录 A 橡胶屑物理特性的测定

A.1 一般规定

A.1.1 本方法适用于测定橡胶屑的各项物理特性，包括金属丝的含量、含水率、纤维的含量、橡胶屑的级配和密度等，颗粒的单边长度用筛分或测量方法检测，杂质用目测法判定。

A.1.2 试验仪器、材料应符合下列规定：

- 1 天平或电子秤感量不应大于 0.1g。
- 2 实验室套筛应为方孔筛 No8(2.36mm)、No10(2.00mm)、No16(1.18mm)、No30(0.6mm)、No50(0.3mm)、No100(0.15mm)、No200(0.075mm)。
- 3 烘箱应满足保持温度在 $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的要求。
- 4 吸铁石应能用于收集橡胶屑中的残余金属。
- 5 橡胶球应为直径 $24.5\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 的圆球，质量为 $9.3\text{g} \pm 0.5\text{g}$ ，每个筛网配一个。
- 6 盛样盘应为底面积不小于 800cm^2 的铝盘。
- 7 滑石粉应能用于防止橡胶屑颗粒之间的粘连。
- 8 比重瓶应为标准李氏比重瓶。
- 9 配重环应为包有塑料带或橡胶的金属环，内径 64mm 左右，有足够的质量可将比重瓶直立在恒温水中。
- 10 恒温水应满足控温 $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的要求。
- 11 温度计应满足量程 50°C 、分辨率 0.1°C 的要求。
- 12 橡胶屑的取样应采用专门的管状取样器，插入袋装橡胶屑的深处采集。

A.2 钢丝含量与含水率

A.2.1 钢丝含量的测定应按下列步骤进行：

1 用切分或四分法从橡胶屑的料样中缩分出 $300\text{g}\pm 5\text{g}$ 的试样，并进行称重。

2 将橡胶屑试样平摊在一面积不小于 800cm^2 的铝盘内，用吸铁石在试样上方缓慢移动，扫过全部橡胶屑平摊面积。在 60s 内完成这一过程后将吸附在磁铁上的金属丝取下。

3 将分离出的钢丝进行称重。

4 应按下式计算橡胶屑中钢丝的含量：

$$C_M = (m_S/m_R) \times 100 \quad (\text{A. 2. 1})$$

式中： C_M ——钢丝含量（%）；

m_S ——钢丝质量（g，精确至 0.1g）；

m_R ——橡胶屑质量（g，精确至 0.1g）。

A. 2. 2 含水率的测定应按下列步骤进行：

1 将除去钢丝后的橡胶屑作为含水率测定用的试样，称取试样质量。

2 将橡胶屑试样平摊在一面积不小于 800cm^2 的铝盘内，放入烘箱，在 $60\text{C}\pm 3\text{C}$ 的恒温下烘干 4h 至恒重。

3 称取烘干后的试样质量，橡胶屑含水率应按下式计算：

$$C_W = [(m_R - m_D)/m_R] \times 100 \quad (\text{A. 2. 2})$$

式中： C_W ——橡胶屑含水率（%）；

m_R ——橡胶屑质量（g，精确至 0.1g）；

m_D ——烘干后的试样质量（g，精确至 0.1g）。

A. 3 橡胶屑级配与纤维含量

A. 3. 1 橡胶屑级配与纤维含量的测定应按下列步骤进行：

1 称取烘干的橡胶屑 $100\text{g}\pm 5\text{g}$ 作为筛分用的试样。

2 称取 $5\text{g}\pm 0.5\text{g}$ 滑石粉。滑石粉宜在 0.075mm 筛网上过筛一遍后再加入橡胶屑中。

3 将称好的橡胶屑与滑石粉一起放入罐内，加盖密封后，用手摇振 1min 以上，使试样与滑石粉混合均匀。

4 在每个筛网上放置一橡胶球，将带有滑石粉的橡胶屑倒

入套筛顶部筛格，用刷子将罐内所有的橡胶屑与滑石粉扫刷至顶部筛格内，盖上盖子。经 10min 的摇筛后，对套筛进行解体，将每层筛网反面底部所粘连的橡胶屑用刷子刷入下一层的筛格中。

5 对 2.36mm 筛网上的材料进行称重。然后将橡胶屑中的纤维线团检出放在秤盘的边上以免在下一筛网材料进行称重时被覆盖或干扰。

6 将秤盘中 2.36mm 以上的橡胶屑在秤盘上拨至一边另行放置。然后将 2.00mm 筛网上的橡胶屑倒入秤盘进行称重。

7 按上述方法继续称重，直至确定出筛底上的累计质量为止。

8 在废弃橡胶屑之前应将秤盘上合在一起的纤维线团进行单独称量，如采用橡胶球，则应将粘聚在球上的纤维用镊子取下与秤盘上的纤维合在一起称重。

A.3.2 橡胶屑级配计算步骤应符合下列规定：

1 应记录橡胶屑原始质量和滑石粉质量，按表 A.3.2 填写。

2 应记录获得的各筛网上的累计筛余量、筛底的累计筛余量和橡胶屑加滑石粉的总量。

3 应根据累计筛余量计算各筛网上的筛余量。

4 筛底的滑石粉质量 m_{PT} 应按下式计算：

$$m_{PT} = m_{TOTAL} - m_{CRM} \quad (A.3.2-1)$$

式中： m_{PT} ——筛底中的滑石粉质量 (g)；

m_{TOTAL} ——筛底的累计总质量 (g)；

m_{CRM} ——橡胶屑的原始质量 (g)。

5 当筛底的滑石粉质量 m_{PT} 大于筛底的质量时，留下的滑石粉质量应按下式计算：

$$m_{RT} = m_{PT} - m_{PAN} \quad (A.3.2-2)$$

式中： m_{RT} ——留在 0.075mm 粒径以上的滑石粉质量 (g)；

m_{PT} ——筛底的滑石粉质量 (g)；

m_{PAN} ——筛底质量（筛底分计筛余量）（g）。

6 当筛底的滑石粉质量小于或等于筛底质量时，修正的筛底质量应按下式计算：

$$(m_{\text{PAN}})_{\text{ADJ}} = m_{\text{PAN}} - m_{\text{T}} \quad (\text{A.3.2-3})$$

式中： $(m_{\text{PAN}})_{\text{ADJ}}$ ——修正的筛底质量（g）；

m_{PAN} ——筛底质量（g）；

m_{T} ——滑石粉质量（g）。

7 应分别计算修正后的累计筛余量、各筛网上的累计筛余百分率和各筛网的质量通过率。

表 A.3.2 橡胶屑级配计算表

橡胶屑原始质量 (m_{CRM}) 滑石粉原始质量 (m_{T})

| 筛网尺寸 (mm) | A 累计筛余量 (g) | B 分计筛余量 (g) | C 修正的分计 筛余量 (g) | D 修正的累计 筛余量 (g) | E 累计筛余 百分率 (%) | F CRM 质量 通过率 (%) |
|--------------|-------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 2.36 | | | | | | |
| 2.00 | | | | | | |
| 1.18 | | | | | | |
| 0.6 | | | | | | |
| 0.3 | | | | | | |
| 0.15 | | | | | | |
| 0.075 | | | | | | |
| 筛底 | | | | | | |
| 总质量 | | | | | | |

A.3.3 橡胶屑的纤维含量根据纤维总量和橡胶屑的原始质量按下式计算：

$$C_{\text{FAB}} = \frac{m_{\text{FAB}}}{m_{\text{CRM}}} \times 100 \quad (\text{A.3.3})$$

式中： C_{FAB} ——纤维含量（%）；

m_{FAB} ——纤维总量 (g);

m_{CRM} ——橡胶屑的原始质量 (g)。

A. 3. 4 橡胶屑密度的测定应按下列步骤进行:

- 1 称取烘干的橡胶屑 100g。
- 2 将煤油注入李氏比重瓶至高于零刻度线, 将比重瓶刻度线 24mL 刻度以上的瓶颈内壁擦干。
- 3 盖上瓶盖, 将配重环套在比重瓶球体处, 直立浸入 20℃ 的恒温水中, 瓶颈露出水面, 水平面应在瓶颈的 24mL 刻度附近。
- 4 比重瓶在水中静置至少 2h, 直到瓶中煤油的温度与水浴相等为止。
- 5 取出比重瓶, 除去配重环, 擦干比重瓶外壁。
- 6 读取水温度, 读取煤油在比重瓶中的体积。
- 7 称取比重瓶的质量。
- 8 将橡胶屑的一部分倒入比重瓶, 直至比重瓶中的液面达到 19mL~23mL。
- 9 倾斜瓶体, 沿着水平面轻轻滚动比重瓶, 做陀螺运动, 空气逸出后盖上瓶塞。
- 10 称取比重瓶、橡胶屑与煤油的总质量。
- 11 套上配重环, 将比重瓶再次放入 20℃ 恒温水中至少 4h。
- 12 浸放 4h 后, 取出比重瓶, 除去配重环, 再次轻轻滚动比重瓶使煤油中的空气逸出。
- 13 读取水温度, 读取煤油在比重瓶中的刻度。

A. 3. 5 橡胶屑密度的计算步骤应符合下列规定:

- 1 体积变化值应按下式计算:

$$\Delta V = V_2 - V_1 \quad (\text{A. 3. 5-1})$$

式中: ΔV ——体积变化值 (mL);

V_2 ——最终体积 (mL);

V_1 ——原始体积 (mL)。

- 2 应按测定最终体积和原始体积时的温度差 ($\Delta T = T_2 -$

T_1) 修正体积变化值 ΔV , ΔT 每增加 0.6°C , 应在 ΔV 中减去 0.1mL ; ΔT 每减少 0.6°C , 应在 ΔV 中增加 0.1mL 。

3 应记录修正后的体积变化值 ΔV_c , 橡胶屑密度应按下列式计算:

$$\rho_{\text{CRM}} = \frac{m_1 - m_2}{\Delta V_c} \quad (\text{A.3.5-2})$$

式中: ρ_{CRM} ——橡胶屑在 T_1 温度下的密度 (g/mL);

m_2 ——比重瓶、橡胶屑与煤油质量之和 (g);

m_1 ——比重瓶与煤油质量之和 (g);

ΔV_c ——温度修正后的体积变化值 (mL)。

住房城乡建设部信息中心
浏览专用

附录 B 沥青-橡胶试验方法

B.1 沥青-橡胶的配制方法

B.1.1 沥青-橡胶拌合机应符合下列规定：

1 拌合机应具有自动加热和控温装置，加热温度不应低于 230℃。

2 拌合机搅拌转子的转速应能自动无级调节和控制拌合时间，最高转速不应低于 2000r/min。

3 拌合器容量不应小于 3L。

B.1.2 温度计应满足量程为 0℃~250℃、分度为 1℃的要求。

B.1.3 配制沥青-橡胶时应按下列步骤进行：

1 将基质沥青在烘箱中加热至 175℃左右。

2 将存放沥青-橡胶的容器放在电子秤上，用减量法将加热好的基质沥青按规定质量加入搅拌容器中。

3 开启搅拌器的可控制热源将结合料继续加热至 200℃~210℃，在加热过程中搅拌器持续搅动基质沥青。

4 当基质沥青的温度达到规定要求时，将称好的橡胶屑倒入搅拌容器，边投入边搅拌；当橡胶屑全部投入后，将温度设定在 180℃~190℃。

5 在设定温度的状态下，基质沥青与橡胶屑反应 45min~60min，应持续对掺和的结合料进行搅动。

B.1.4 配制好的沥青-橡胶应及时使用，在短时间内不能马上使用时，结合料仍应保持在设定的温度上，并应不停地进行搅动。制备好的沥青-橡胶保存的时间不得超过 4h，超过时间的结合料应废弃。

B.2 哈克旋转黏度试验方法

B.2.1 旋转黏度计应采用宽量程的手持式哈克（Haake）旋转黏度计，并应符合下列规定：

- 1 模拟式黏度计应带有指针和刻度盘显示，分度应为 $1\text{dPa}\cdot\text{s}$ 。
- 2 数字式黏度计应带有读数显示屏，分辨率应为 $0.1\text{dPa}\cdot\text{s}$ 。
- 3 转子应为直径 $24\text{mm}\pm 0.1\text{mm}$ ，高 $53\text{mm}\pm 0.1\text{mm}$ ，带有通气孔和 $87\text{mm}\pm 2\text{mm}$ 的主轴。

B.2.2 试验仪器和材料应符合下列规定：

- 1 温度计宜为数字式，精度应为 0.1°C 。
- 2 盛样器容量宜为 $1\text{L}\sim 3\text{L}$ ，并应带盖和金属丝提手。
- 3 标准黏度液应在 $1000\text{mPa}\cdot\text{s}\sim 5000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 范围内选用三种黏度的标准液。
- 4 加热热源应具有温控功能，结合料应保持在 $100^\circ\text{C}\sim 230^\circ\text{C}$ 设定的温度上，温控精度应为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。
- 5 水平支架应可调节放置盛样器的水平面，并应容许热源加热盛样器内的结合料。
- 6 搅拌棒应为玻璃或金属制成的圆棒。

B.2.3 在测定前，哈克黏度仪应在三种已知其黏度的标准液体中进行标定。当标定值与标准黏度之差在 $300\text{mPa}\cdot\text{s}$ 以内时，应根据标定结果对测量值进行修正。标定试验应在标准黏度液制造商规定的标准温度下进行。

B.2.4 沥青-橡胶黏度测量应按下列步骤进行：

- 1 将盛有已调制好的沥青-橡胶的罐放在热源上方适当的高度处，并不断地搅动结合料。
- 2 将黏度仪的转子从罐边上放入热的结合料试样内。
- 3 停留 1min ，使转子有适应的过程。
- 4 在适应的过程中充分搅动试样，并测量试样的温度。
- 5 转子移至罐的中央，准备进行黏度的测量。
- 6 测量时，黏度仪取正确的手持位置，使转子的轴线垂直

于结合料液面和黏度仪的水平面，此时当转子旋转时会形成一水平的旋涡，同时转子浸没至试样内，其深度在转子轴上标志的刻度范围内。

7 正确定位后，开动转子旋转，并在黏度仪刻度盘上与转子相应的刻度上读取峰值黏度。

8 进行三次测量，每次测量后将转子移至罐的边上，并重新充分搅动试样，使橡胶颗粒较均匀地分布在结合料中。

9 取三次测量的平均值作为沥青-橡胶的黏度，并记入试验报告中。

10 试验结束后，将转子悬挂在适宜的溶剂中，洗去沥青橡胶。

B. 2. 5 试验报告应包括下列主要内容：

- 1 结合料的类型和料源。
- 2 黏度计和转子的型号。
- 3 试验的温度和相应的黏度。
- 4 采样和试验的时间。
- 5 试验相关人员。

B. 3 锥入度试验

B. 3. 1 锥入度仪应能测定圆锥体贯入试样的深度，其圆锥贯入器应能上下移动使圆锥体的尖端精确地安放在试样表面上，当释放圆锥贯入器时圆锥体应能在没有明显摩擦的情况下，自由贯入试样。

B. 3. 2 圆锥贯入器的总质量应为 $150\text{g} \pm 0.1\text{g}$ 。

B. 3. 3 盛样皿应为容积 177mL 的金属制圆形平底容器。

B. 3. 4 将配制好的沥青-橡胶倒入盛样皿内，结合料装填至盛样皿的边缘，试样在标准室温 ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) 下养生冷却 2h。

B. 3. 5 锥入度试验应按下列步骤进行：

1 将盛样皿放入 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的恒温水中养生 2h 后取出，吸干试样表面水分，在试样表面径向相隔 120°C 的线上进行三次

试验，每个试验点落在试样中心至边缘的一半处。

2 将圆锥头移向试验点，在适当的灯光下观察圆锥顶尖，使之正好与试样的表面接触。

3 释放圆锥贯入杆，让圆锥贯入试样，计时 5s 后停止贯入，测量贯入的深度。

4 进行三次同样的试验，每次试验后将圆锥顶点清洁和擦干。

5 将三次试验结果的平均值作为锥入度值，记入试验报告。

B.3.6 在整个试验进行时应保持环境温度在标准室温下，试样的温度应始终控制在 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

B.3.7 试验报告应包括下列主要内容：

- 1 结合料的类型和料源。
- 2 锥入度仪的型号。
- 3 试验的温度和相应的锥入度。
- 4 采样和试验的时间。
- 5 试验相关人员。

B.3.8 当试验结果在 40mm~80mm 时，在同一试验员、同一试验条件下，重复性试验的允许误差应为 3mm，在多个实验室条件下，复现性试验的允许误差应为 9mm。

B.4 回弹恢复试验

B.4.1 回弹恢复试验可采用锥入度仪进行，并应采用球形贯入器取代标准圆锥体。

B.4.2 球形贯入器运动部分的总质量应为 $75\text{g} \pm 0.01\text{g}$ 。

B.4.3 盛样皿应为容积 177mL 的金属制圆形平底容器。

B.4.4 将配制好的沥青-橡胶注入盛样皿。将结合料装填到盛样皿边缘，试样在标准室温下养生冷却 2h。

B.4.5 回弹恢复试验应按下列步骤进行：

1 将盛样皿放入 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的恒温水槽中养生 2h 后取出，吸干试样表面的水分，在试样表面上均匀地撒上一些滑石

粉，用吹风机吹去多余的滑石粉。

2 将试样皿放在针入度仪的平台上，调节指示器刻度盘为零；慢慢放下球形贯入器，在适当的灯光下观察球头，与试样表面接触。

3 释放针入度仪主轴，使球形贯入器贯入试样 5s 的时间，将此时指示器的读数记为球入度 P 。

4 继续加压球形贯入器以均匀的速度在 10s 内贯入试样至附加的 100 单位（1 单位 = 0.1mm）。重新啮合止动器使球形贯入器保持在这一位置上附加 5s 时间，并在这一时间内调整指示器刻度盘至零。

5 释放止动器，让球形贯入器自由回弹 20s，并将指示器的最终读数记为残余变形 F 。

6 升起球形贯入器，球头能自由离开试样表面，否则此试验结果作废，并重新撒布滑石粉、重做试验。

7 在整个试验过程中，环境温度在标准室温下，试样的温度控制在 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

8 进行三次同样试验，每次试验的 3 个试验点落在试样表面相隔 120° 的径向线上，并距离试样表面边缘至少 13mm。

B.4.6 回弹值或回弹恢复系数应按下式计算：

$$X = P + 100 - F \quad (\text{B.4.6})$$

式中： X ——回弹值（mm，精确至 0.1mm）或回弹恢复系数（%）；

P ——球入度（mm，精确至 0.1mm）；

F ——残余变形（mm，精确至 0.1mm）。

B.4.7 应将三次试验结果的平均值作为回弹试验值记入试验报告。

B.4.8 试验报告应包括下列主要内容：

- 1 结合料的类型和料源。
- 2 锥入度仪的型号。
- 3 试验的温度和相应的回弹值或回弹恢复系数。

4 采样和试验的时间。

5 试验相关人员。

B.4.9 在同一试验员、同一试验条件下，重复性试验的允许偏差应为 4 个回弹单位。

住房和城乡建设部信息中心
浏览专用

附录 C 悬浮密实型橡胶沥青混合料设计方法

C.1 矿料级配

C.1.1 连续级配橡胶改性沥青混合料矿料级配应以本标准表 5.2.1 所列的矿料级配范围的中值作为设计级配的控制目标，并应符合下列规定：

1 下面层宜采用连续级配橡胶改性沥青混合料 AC-25 的中值线作为目标配合比的初选级配曲线。

2 中面层可根据集料密度的高低，在连续级配橡胶改性沥青混合料 AC-20 与连续级配橡胶改性沥青混合料 AC-20C 的中值线之间选其一作为目标配合比的初选级配曲线。

3 上面层可根据集料密度的高低，在连续级配橡胶改性沥青混合料 AC-13 与连续级配橡胶改性沥青混合料 AC-13C 的中值线之间选其一作为目标配合比的初选级配曲线，或在连续级配橡胶改性沥青混合料 AC-16 与连续级配橡胶改性沥青混合料 AC-16C 的中值线之间选其一作为目标配合比的初选级配曲线。

C.1.2 S 形级配悬浮密实型沥青-橡胶混合料矿料级配应符合下列规定：

1 集料之间应留有较大的矿料间隙，结合料的用量宜占混合料总量的 6.5%~8.5%。

2 矿料之间的空隙在充填沥青-橡胶后应形成密实的结构。

3 S 形级配悬浮密实型沥青-橡胶混合料的设计级配应符合本标准表 5.4.1 规定的级配范围；初选的矿料级配可按级配范围的中值确定，然后根据马歇尔试件的空隙率进行调整。

C.2 混合料马歇尔设计法

C.2.1 悬浮密实型橡胶沥青混合料的马歇尔设计方法应按下列

步骤进行：

1 在初选矿料设计级配的基础上，采用 4 种~5 种规格的集料用试凑法在合成矿料级配曲线，并应确定各档规格集料的比例。

2 矿料的合成表观相对密度、合成毛体积相对密度、有效相对密度应按下列公式计算：

$$\gamma_{sa} = \frac{100}{\frac{P_1}{\gamma_{1a}} + \frac{P_2}{\gamma_{2a}} + \dots + \frac{P_n}{\gamma_{na}}} \quad (\text{C. 2. 1-1})$$

$$\gamma_{sb} = \frac{100}{\frac{P_1}{\gamma_{1b}} + \frac{P_2}{\gamma_{2b}} + \dots + \frac{P_n}{\gamma_{nb}}} \quad (\text{C. 2. 1-2})$$

$$\gamma_{se} = C \times \gamma_{sa} + (1 - C) \times \gamma_{sb} \quad (\text{C. 2. 1-3})$$

$$C = 0.033w_x^2 - 0.2936w_x + 0.9339 \quad (\text{C. 2. 1-4})$$

$$w_x = \left[\frac{1}{\gamma_{sb}} - \frac{1}{\gamma_{sa}} \right] \times 100 \quad (\text{C. 2. 1-5})$$

式中：

γ_{sa} ——矿料合成表观相对密度；

γ_{sb} ——矿料合成毛体积相对密度；

γ_{se} ——矿料的合成有效毛体积相对密度；

P_1, P_2, \dots, P_n ——各种矿料成分的配合百分比（%），其和为 100%；

$\gamma_{1a}, \gamma_{2a}, \dots, \gamma_{na}$ ——各种矿料成分的表现相对密度；

$\gamma_{1b}, \gamma_{2b}, \dots, \gamma_{nb}$ ——各种矿料成分的毛体积相对密度；

C ——合成矿料的沥青吸收系数；

w_x ——合成矿料的吸水率（%）。

3 预估的结合料用量应符合下列规定：

1) 橡胶改性沥青混合料应按不同的结构层选择；

2) 沥青-橡胶混合料可按期望达到的耐久性水平，在 7.0%~8.0%的结合料用量中选择；

3) 可按类似工程的结合料用量预估新建工程的结合料用量，根据集料密度不同，在两个不同工程中的油石比

可按下式确定其当量关系：

$$\frac{P_{a2}}{P_{a1}} = \frac{\gamma_{sb1}}{\gamma_{sb2}} \quad (\text{C. 2. 1-6})$$

式中： P_{a1} ——已建工程采用的油石比；

P_{a2} ——预估工程的当量油石比；

γ_{sb1} ——已建工程的矿料合成毛体积相对密度；

γ_{sb2} ——预估工程用的矿料合成毛体积相对密度。

4 应以预估的最佳结合料用量为中值，按 0.5% 的间隔，取 5 个不同的结合料用量制作 5 组马歇尔试件，每组试件的数量不宜少于 5 个。

5 制作马歇尔试件的工艺参数可按表 C. 2. 1 确定。

表 C. 2. 1 马歇尔试件制作的工艺参数

| 工艺参数 | 橡胶改性沥青混合料 | 沥青-橡胶混合料 |
|-------------|-----------|----------|
| 矿料加热温度 (C) | 180~190 | 190~195 |
| 结合料加热温度 (C) | 170~180 | 190~195 |
| 拌锅加热温度 (C) | 180~190 | 180~190 |
| 试模加热温度 (C) | 150~160 | 160~170 |
| 拌合温度 (C) | 165~175 | 170~180 |
| 击实温度 (C) | 160~170 | 160~170 |
| 拌合时间 (min) | 3 | 3 |

6 应测定马歇尔试件的毛体积相对密度 γ_t 和吸水率 S_a ，应计算其平均值，并应符合现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTGE20 的规定。

7 各组马歇尔试件的最大理论相对密度、空隙率、矿料间空隙率、有效沥青饱和度和平均值应按下列公式计算：

$$\gamma_t = \frac{100 + P_a}{100/\gamma_{se} + P_a/\gamma_b} \quad (\text{C. 2. 1-7})$$

$$VV = \left[1 - \frac{\gamma_t}{\gamma_s} \right] \times 100 \quad (\text{C. 2. 1-8})$$

$$VMA = \left[100 - \frac{\gamma_t}{\gamma_{sb}} \times P_s \right] \quad (\text{C. 2. 1-9})$$

$$VFA = \left(1 - \frac{VV}{VMA} \right) \times 100 \quad (\text{C. 2. 1-10})$$

式中： γ_t ——混合料最大理论相对密度；

P_s ——所计算的沥青混合料的矿料含量（矿料占矿料与结合料总质量的百分比，%）；

P_a ——所计算的沥青混合料中的油石比（%）；

γ_{sc} ——矿料合成有效毛体积相对密度；

γ_b ——结合料的相对密度；

VV ——沥青混合料试件空隙率（%）；

γ_f ——混合料试件的毛体积相对密度；

γ_t ——混合料的最大理论相对密度；

VMA ——混合料试件的矿料间隙率（%）；

γ_{sb} ——矿料合成毛体积相对密度；

VFA ——有效沥青饱和度（%）。

8 应根据马歇尔稳定度试验方法，测定各马歇尔试件稳定度和流值，计算其平均值，并应符合现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 的规定。

9 对连续级配橡胶改性沥青混合料，应按下列步骤确定最佳结合料用量：

- 1) 绘制马歇尔试件平均密度、空隙率、稳定度、流值、矿料间隙率、有效沥青饱和度与沥青含量的关系曲线，确定相应于最大密度、最大稳定度、目标空隙率、沥青饱和度范围中值的 4 个沥青用量，取四者的平均值为初选的最佳沥青用量；
- 2) 确定各项指标均符合本标准表 5.3.3 的沥青用量范围的中值；
- 3) 取初选的最佳沥青用量与各项指标均符合本标准表 5.3.3 的沥青用量范围中值的平均值作为最佳结合料

用量。

10 对 S 形级配悬浮密实型沥青-橡胶混合物，以结合料用量为横坐标，绘制空隙率随结合料用量而变化的曲线，在空隙率的图表上寻找与目标空隙率相应的结合料用量作为最佳结合料用量。

11 检查与最佳结合料用量相应的各项马歇尔指标。

C.2.2 对连续级配橡胶改性沥青混合物应符合本标准表 5.3.4 的规定；对 S 形级配悬浮密实型沥青-橡胶混合物应符合本标准表 5.4.2 的规定。

C.2.3 应采用最终确定的矿料级配和最佳结合料用量进行混合物性能检验，其各项指标应分别符合本标准表 5.2.3 或表 5.3.5 的规定；当不符合要求时，应重新进行混合物的设计。

附录 D 骨架密实型橡胶沥青混合料设计方法

D.1 矿料级配

D.1.1 SMA 橡胶改性沥青混合料矿料级配应符合下列规定：

- 1 作为骨架的粗集料应形成集料之间石碰石的嵌挤结构。
- 2 矿料中应有足够数量的粉料，与相对较高的结合料用量形成的沥青砂胶充填粗集料之间的空隙。
- 3 集料之间应有足够的空间容纳沥青砂胶，应具有相对较高的矿料间隙率，并应在充填沥青砂胶后空隙率很小。

D.1.2 骨架密实型沥青-橡胶混合料矿料级配应符合下列规定：

- 1 作为骨架的粗集料应形成集料之间石碰石的嵌挤结构。
- 2 矿料中的细集料和粉料较少，可让出空间容纳固体的橡胶颗粒和较高用量的结合料，结合料的用量根据不同的要求可为 6.0%~8.5%。
- 3 矿料之间的空隙充填沥青-橡胶后，应形成空隙率很小的密实结构。

D.2 混合料体积设计法

D.2.1 骨架密实型混合料的马歇尔试件体积设计法的步骤应符合下列规定：

1 在骨架分界筛孔通过率的中值附近，在本标准表 5.3.1 或本标准表 5.4.1 所列的矿料级配范围内，应选择粗、中、细三种不同的矿料级配作为初选级配。

2 应在三种初选矿料级配的基础上，采用 3 种~5 种规格的集料，用试凑法合成三种矿料的级配曲线，并确定各档规格集料的比例，并按本标准附录第 C.2 节的方法分别计算三种初选矿料级配的合成表观相对密度、合成毛体积相对密度、有效相

对密度。

3 应按三种初选的矿料级配制备三组矿料混合料，并按现行行业标准《公路工程集料试验规程》JTG E42 的方法测定骨架粗集料在捣实状态下的毛体积相对密度。

4 粗集料骨架部分的各档集料在全部矿料混合料中的质量百分比应按下式计算：

$$P_i = (100 - P_{BPi}) \times P_{Pi} / 100 \quad (\text{D. 2. 1-1})$$

式中： P_i ——粗集料骨架部分的各档集料在全部矿料混合料中的质量百分比（%）；

P_{BPi} ——各档集料骨架分界筛孔的质量通过率（%）；

P_{Pi} ——各档集料的配合比（%）。

5 骨架粗集料的合成毛体积相对密度应按下式计算：

$$\gamma_{CA} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{P_2}{\gamma_2} + \dots + \frac{P_n}{\gamma_n}} \quad (\text{D. 2. 1-2})$$

式中： γ_{CA} ——骨架粗集料的合成毛体积相对密度；

P_1, P_2, \dots, P_n ——集料骨架部分的各种集料在全部矿料混合料中的质量百分比（%），其和为 100%；

$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ ——粗集料骨架部分的各种集料相应的毛体积相对密度。

6 各组初选矿料级配的骨架粗集料在捣实状态下的骨架间隙率应按下式计算：

$$\text{VCA}_{\text{DRC}} = \left(1 - \frac{\gamma_s}{\gamma_{CA}}\right) \times 100 \quad (\text{D. 2. 1-3})$$

式中： VCA_{DRC} ——各组初选矿料级配的骨架粗集料在捣实状态下的骨架间隙率（%）；

γ_s ——骨架粗集料在捣实状态下的毛体积相对密度；

γ_{CA} ——骨架粗集料的合成毛体积相对密度。

7 应根据已建工程的经验预估适宜的结合料用量，对 SMA 橡胶改性沥青混合料通常可选 6.0%，也可根据表 D. 2. 1 按矿料

的合成毛体积相对密度取相应的最小结合料用量作为初选的结合料用量。对骨架密实型沥青-橡胶混合料通常可选 6.5% 作为初选的沥青-橡胶用量。

表 D.2.1 沥青用量与集料合成毛体积相对密度间的关系

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 集料合成毛体积相对密度 | 2.40 | 2.45 | 2.50 | 2.55 | 2.60 | 2.65 | 2.70 | 2.75 | 2.80 | 2.85 | 2.90 | 2.95 | 3.00 |
| 最小沥青用量 (%) | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.5 | 6.3 | 6.2 | 6.1 | 6.0 | 5.9 | 5.8 | 5.7 | 5.6 | 5.5 |

8 当按类似工程的结合料用量预估新建工程的结合料用量时，在两个不同工程中的结合料用量与集料毛体积相对密度应符合本标准式 (C.2.1-6) 所示的当量关系。

9 应按三种初选的矿料级配和一种初选的结合料用量制作三组马歇尔试件，每组 5 个试件。马歇尔试件的标准击实次数应为 75 次。制作马歇尔试件的工艺参数，对 SMA 橡胶改性沥青混合料可采用本标准表 C.2.1 为橡胶改性沥青混合料提供的温度范围，对骨架密实型沥青-橡胶混合料可采用本标准表 C.2.1 为沥青-橡胶混合料提供的温度范围，并根据经验确定。

10 混合料的最大理论相对密度应按下式计算：

$$\gamma_t = \frac{100}{\frac{P_s(1 - P_x/100)}{\gamma_{se}} + \frac{P_b(1 - P_x/100)}{\gamma_b} + \frac{P_x}{\gamma_x}} \quad (D.2.1-4)$$

式中： γ_t ——混合料的最大理论相对密度 (%)；

P_s ——矿料含量 (矿料占矿料与结合料总质量的百分比，%)；

P_b ——结合料含量 (结合料占矿料与结合料总质量的百分

比, %);

P_x ——纤维稳定剂含量(纤维占矿料与结合料总质量的百分比, %), 混合料不用纤维稳定剂时, P_x 为零;

γ_{se} ——矿料的有效毛体积相对密度;

γ_b ——沥青的相对密度;

γ_x ——纤维稳定剂的相对密度。

11 对每个马歇尔试件应按现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 测定马歇尔试件的毛体积相对密度 γ_f 和吸水率 S_a , 并计算其平均值, 并按本标准式(C. 2. 1-8)~式(C. 2. 1-10) 计算VV、VMA、VFA 等体积指标。应按每组试件计算各体积指标的平均值。

12 马歇尔试件中骨架粗集料占试件混合料总质量的百分比应按下式计算:

$$P_{CA} = \frac{(100 - P_{BP}) \times (100 - P_b)}{100} \quad (\text{D. 2. 1-5})$$

式中: P_{CA} ——马歇尔试件中骨架粗集料占试件混合料总质量的百分比(%);

P_{BP} ——矿料级配曲线中骨架分界筛孔的质量通过率(%);

P_b ——结合料含量(结合料占矿料与结合料总质量的百分比,%)。

13 马歇尔试件中粗集料的骨架间隙率应按下式计算:

$$VCA_{mix} = \left[100 - \frac{\gamma_f}{\gamma_{CA}} \times P_{CA} \right] \quad (\text{D. 2. 1-6})$$

式中: VCA_{mix} ——马歇尔试件中粗集料的骨架间隙率(%);

γ_f ——混合料试件的毛体积相对密度;

P_{CA} ——马歇尔试件中骨架粗集料占试件混合料总质量的百分比(%);

γ_{CA} ——骨架粗集料的合成毛体积相对密度。

14 应对 3 组初选级配的马歇尔试件的各项体积指标进行评估，应按同时满足下式条件，在 3 种级配中选择 1 种作为矿料的设计级配。当有两组以上的级配均能满足下式条件时，应选择其空隙率接近目标空隙率且 VMA 较大者作为设计级配。当 3 组级配均不满足下式条件时，应重新进行混合料设计：

$$\begin{cases} VCA_{DRC} - VCA_{mix} = 1 \sim 1.5 \\ VMA \geq VMA_{crit} \end{cases} \quad (D. 2. 1-7)$$

式中：VCA_{DRC}——骨架粗集料在捣实状态下的骨架间隙率（%）；

VCA_{mix}——马歇尔试件中粗集料的骨架间隙率（%）；

VMA——马歇尔试件的矿料间隙率（%）；

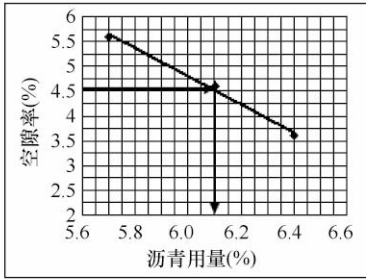
VMA_{crit}——马歇尔试件的矿料间隙率的临界值，对 SMA 橡胶改性沥青混合料取 17，对骨架密实型沥青-橡胶混合料取 18。

15 应以所选择的设计级配为基础，根据初选结合料用量的马歇尔试件空隙率，按 0.3%~0.4% 的间隔，重新调整 3 个不同的结合料用量制作 3 组马歇尔试件，每组 5 个试件。

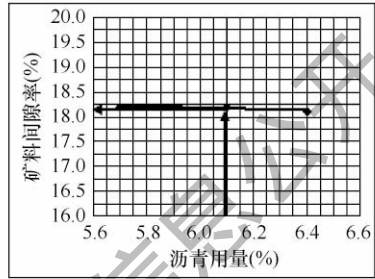
16 应对各组试件进行马歇尔试验，测定和计算 γ_1 、VV、VMA、VFA、MS、FL 和 VCA_{mix}，并应计算其平均值。

17 应绘制 VV、VMA、VCA_{mix}、VCA_{DRC} 随结合料用量而变化的曲线（图 D. 2. 1）。以 VV=4%~4.5% 作为目标空隙率，在空隙率图表上找出相应的结合料用量作为最佳结合料用量 OAC，并验证与 OAC 相应的 VMA 和 VCA_{mix} 之值应符合式 (D. 2. 1-7) 的条件。

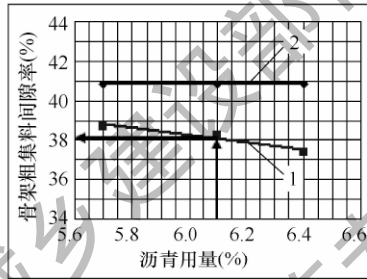
18 应以最佳结合料用量与矿料设计级配制作橡胶改性沥青混合料和马歇尔试件，测定 SMA 橡胶改性沥青混合料的析漏值并验证与最佳沥青用量相应 SMA 橡胶改性沥青混合料和骨架密实型沥青-橡胶混合料的各项马歇尔指标，SMA 橡胶改性沥青混合料应符合本标准表 5. 3. 4 的规定；骨架密实型沥青-橡胶混合料应符合本标准表 5. 5. 2 的规定。



(a)



(b)



(c)

图 D.2.1 VV、VMA、 VCA_{mix} 、 VCA_{DRC} 随结合料用量而变化的曲线

1— VCA_{mix} ；2— VCA_{DRC}

D.2.2 应以最终确定的矿料级配和最佳结合料用量进行混合料性能检验，其各项指标应分别符合本标准表 5.3.5 或表 5.5.3 的规定。不符合要求时，应重新进行混合料的设计。

附录 E 骨架空隙型橡胶沥青混合料设计方法

E.1 矿料级配

E.1.1 骨架空隙型沥青-橡胶混合料矿料级配应符合下列规定：

- 1 矿料中作为骨架的粗集料应形成“石碰石”的嵌挤结构；
- 2 矿料中应以粗集料为主，2.36mm 筛孔以下细集料为辅，形成全开的级配；
- 3 矿料中细料部分应由要求的空隙率和结合料用量来决定。

E.1.2 骨架空隙型沥青-橡胶混合料的用量宜为 8.7%~9.7%。

E.2 混合料体积设计法

E.2.1 骨架空隙型（开级配）沥青-橡胶热拌混合料的马歇尔试件体积设计方法应按下列步骤进行：

- 1 在本标准表 5.6.1 所列的矿料级配范围内选择粗、中、细三种不同的矿料级配作为初选的级配。
- 2 在三种初选矿料级配的基础上，采用 3 种~5 种规格的集料用试凑法在计算机上合成三种矿料的级配曲线，并确定各档规格集料的比例。

3 应按式 (E.2.1) 估算初选的结合料用量：

$$P_{AR} = (0.38 \times W + 8.6) \times \frac{2.620}{C} \quad (\text{E.2.1})$$

式中： P_{AR} ——初选的结合料用量（%）；

W ——集料的吸水率（%）；

C ——烘干集料的合成毛体积相对密度。

4 按三种初选的矿料级配和一种初选的结合料用量制作三组马歇尔试件，每组 5 个试件，马歇尔试件的标准击实次数为 50 次，马歇尔试件的制作温度可按本标准附录 C 表 C.2.1 根据

经验确定。

5 对每个马歇尔试件应按现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 真空密封法或体积法测定试件的毛体积相对密度 γ_s 并计算平均值。

6 应按本标准附录 D 公式 (D. 2. 1-4) 计算骨架空隙型 (开级配) 沥青-橡胶热拌混合料的最大理论相对密度 γ_t ，并按本标准附录 C 公式 (C. 2. 1-8) 计算它们的空隙率指标 VV 及每组试件 VV 指标的平均值。

7 在三组马歇尔试件中选择一组平均空隙率最接近目标空隙率的试件组。

8 以所选择的设计级配与初选结合料用量拌制混合料和制作一组马歇尔试件，进行析漏试验和肯塔基飞散试验，试验结果应满足本标准表 5. 6. 2 的要求。

9 按本标准附录 F 的方法计算集料平均沥青膜厚度，其值宜在 $45\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 之间。

E. 2. 2 以最终确定的矿料级配和最佳结合料用量拌制沥青-橡胶混合料进行性能检验，其各项指标应符合本标准表 5. 6. 3 的规定，如不符合则应重新进行混合料的设计。

附录 F 平均有效沥青膜厚度和 有效粉胶比计算方法

F.0.1 平均有效沥青膜厚度的确定应符合下列规定：

1 应按表 F.0.1 确定不同粒径矿料的表面积系数。

表 F.0.1 不同粒径矿料的表面积系数 (SAF)

| 表面积 系数 SAF | 通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 P_i (%) | | | | | | | |
|--|------------------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|-------------|
| | 通过率为 100% 的筛孔 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| | P_{max} | $P_{4.75}$ | $P_{2.36}$ | $P_{1.18}$ | $P_{0.6}$ | $P_{0.3}$ | $P_{0.15}$ | $P_{0.075}$ |
| (SAF) _i (m ² /kg) | 0.41 | 0.41 | 0.82 | 1.64 | 2.87 | 6.14 | 12.29 | 32.77 |

2 矿料比表面积 SA 应按下列式计算：

$$\begin{aligned}
 SA &= \sum (SAF)_i \times \frac{P_i}{100} \\
 &= \frac{(41 + 0.41 \times P_{4.75} + 0.82 \times P_{2.36} + 1.64 \times P_{1.18} + 2.87 \times P_{0.6})}{100} \\
 &\quad + \frac{(6.14 \times P_{0.3} + 12.29 \times P_{0.15} + 32.77 \times P_{0.075})}{100}
 \end{aligned}
 \tag{F.0.1-1}$$

式中：SA——矿料的比表面积 (m²/kg)；

(SAF)_i——不同粒径矿料的表面积系数 (m²/kg)；

P_i ——不同粒径矿料的通过质量百分率 (%)。

3 平均有效沥青膜厚度应按下列式计算：

$$T_F = \frac{V_{bc}}{SA \times W} \times 10^6 \tag{F.0.1-2}$$

式中： T_F ——平均有效沥青膜厚度 (μm)；

V_{bc} ——每立方米混合料中结合料有效体积 (m³)；

SA——矿料比表面积 (m^2/kg);

W——每立方米混合料中矿料质量 (kg)。

F.0.2 混合料中有效结合料含量和有效粉胶比的确定应符合下列规定:

1 混合料中的有效结合料含量应按下式计算:

$$P_{\text{be}} = P_{\text{b}} - \frac{P_{\text{bs}}}{100}(100 - P_{\text{b}}) \quad (\text{F.0.2-1})$$

式中: P_{be} ——混合料中有效结合料含量 (%);

P_{b} ——结合料用量 (%);

P_{bs} ——混合料中被矿料吸收的结合料比例 (%).

2 混合料中有效粉胶比应按下式计算:

$$R_{\text{FB}} = \frac{P_{0.075}}{P_{\text{be}}} \quad (\text{F.0.2-2})$$

式中: R_{FB} ——混合料中有效粉胶比 (%);

$P_{0.075}$ ——混合料中 0.075mm 筛孔通过率 (%);

P_{be} ——混合料中有效结合料含量 (%).

附录 G 橡胶沥青表面处治与 石屑封层设计方法

G.1 石屑用量

G.1.1 集料平均最小尺寸应采用计算法和实际测定法确定，并应互相校核。

G.1.2 集料平均最小尺寸应按下式计算：

$$ALD = \frac{M}{1.139285 + 0.011506FI} \quad (G.1.2)$$

式中：ALD——集料平均最小尺寸 (mm)；

M——通过率为 50% 的集料中间粒径 (mm)；

FI——针片状颗粒质量占集料总质量的百分率 (%)。

G.1.3 应取 200 颗集料颗粒，用游标卡尺测量其最小尺寸，并计算其平均值。

G.1.4 集料在松散堆积状态下的空隙率应按下式计算：

$$V_{LAG} = \left(1 - \frac{W}{\rho_b}\right) \times 100 \quad (G.1.4)$$

式中： V_{LAG} ——集料在松散堆积状态下的空隙率 (%)；

W——集料的松散堆积密度 (kg/L)，按现行行业标准《公路工程集料试验规程》JTG E42 测定；

ρ_b ——集料的毛体积密度 (kg/L)。

G.1.5 石屑用量应按下列公式计算：

$$C = (1 - 0.4 \times V_{LAG}) \times ALD \times \gamma_b \times E \quad (G.1.5-1)$$

$$E = 1 + L/100 \quad (G.1.5-2)$$

式中：C——石屑的用量 (kg/m²)；

V_{LAG} ——以小数表示的集料在松散状态下的空隙率；

ALD——平均最小尺寸 (mm)；

γ_b ——集料的毛体积密度 (g/cm^3);

E ——石屑颗粒失落因子;

L ——石屑颗粒容许失落率 (%), $L=5\% \sim 10\%$, 对于低交通量的道路 L 取 5% , 对于较高交通量的道路 L 取 10% 。

G. 1.6 用平板试验对所计算的石屑用量进行验证, 并应符合下列规定:

1 应按下式计算覆盖一块面积为 0.4m^2 的平板所需的石屑质量:

$$W = C \times 0.4 \quad (\text{G. 1.6})$$

式中: W —— 0.4m^2 的平板所需的石屑质量 (kg);

C ——石屑用量 (kg/m^2)。

2 应将石屑烘干至恒重, 覆盖在 $80\text{cm} \times 50\text{cm}$ 的盘内, 覆盖率宜为 $85\% \sim 90\%$, 将石屑颗粒紧密地排列在平盘上, 保持石屑层的厚度为一颗石屑的厚度。

3 当石屑能全部覆盖整个平板面积, 所计算的石屑用量应为适宜; 当不能覆盖平板面积而有较多空隙, 或有较多的石屑颗粒重叠在一起, 应调整石屑的用量。

4 最终确定的石屑撒布量应为 $12\text{kg}/\text{m}^2 \sim 22\text{kg}/\text{m}^2$ 。

G. 2 结合料用量

G. 2.1 准备工作应按下列步骤进行:

1 沥青-橡胶的用量在 $2.0\text{L}/\text{m}^2 \sim 3.2\text{L}/\text{m}^2$ 的范围内选择 4 个~5 个不同的结合料用量进行平板冲击试验和构造深度试验。

2 按本标准附录 H 对每个结合料用量准备 3 个带试样的平板试件, 共 4 组~5 组试件, 每组 3 个。

3 对不同结合料用量的每个平板试件分别进行冲击板试验, 计算 3 个平板试件测定值的平均值, 获得与各结合料用量相应的石屑颗粒的平均保持率 R_{AVG} 。

4 对每个结合料用量准备 3 个直径 300mm、边高 5mm~6mm 的平底圆盘，将每个结合料用量均匀地洒在各平底圆盘内，每个结合料用量为一组，每组 3 个圆盘试件，共 4 组~5 组试件。

G.2.2 最佳结合料用量确定应按下列步骤进行：

1 将洒好结合料的圆盘从烘箱内取出，放置在 190℃ 的恒温加热板上，在结合料温度为 120℃~130℃ 的条件下，按覆盖率为 85% 的要求将石屑均匀撒布在结合料上，将圆盘试件移放至平坦的地面上，立即用平板冲击试验用的直径为 250mm、质量为 25kg 的橡胶滚轮，在圆盘表面直径方向上，每隔 45° 的 4 条分度线上各碾压 3 回（图 G.2.2-1），使石屑埋入结合料中，在室温下冷却 4h~6h 后备用。

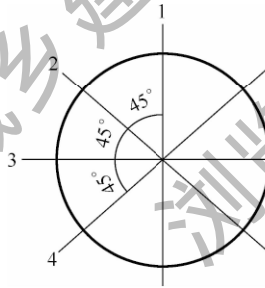


图 G.2.2-1 滚轮在圆盘上碾压方向示意图

1、2、3、4—滚轮碾压方向

2 按现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 的方法分别测定每种结合料用量制作的 3 个试件的构造深度，每个圆盘试件可在表面径向相隔 120° 处取 3 个测点，计算 3 个圆盘上 9 个测点测定值的平均值，获得与各结合料用量相应的平均构造深度 TD_{AVG} 。

3 以 AR 结合料用量为横坐标，石屑颗粒保持率 R_{AVG} 与构造深度 TD_{AVG} 为纵坐标，绘制 R_{AVG} 与 TD_{AVG} 随结合料用量而变化的曲线（图 G.2.2-2）。

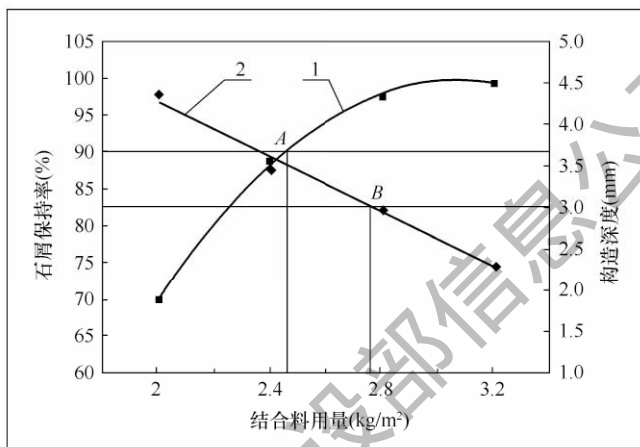


图 G. 2. 2-2 最佳结合料用量的确定

1—石屑保持率 R_{AVG} ；2—构造深度 TD_{AVG}

4 以 90%保持率和 2mm 或 3mm 的构造深度划两条水平线，分别与 R_{AVG} 和 TD_{AVG} 曲线交于 A 点和 B 点，在 A、B 两点间的结合料用量即为最佳结合料用量的范围。

5 最佳结合料用量根据原状路面硬度、纹理、吸油性等现场条件，在此基础上适当增减。

附录 H Vialit 平板冲击试验方法

H.1 主动粘附性和机械粘附性试验

H.1.1 试验仪器和材料应符合下列规定：

1 平板钢板（图 H.1.1-1）应带有侧边，其尺寸为边长 200mm×200mm、厚 2.0mm。钢板的平面应经机械加工，在任何一方向上的整个长度的断面上的允许偏差应为 0.2mm，使用后最大偏差不应超过 0.5mm。

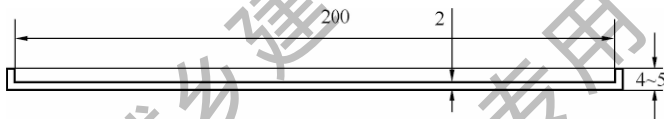


图 H.1.1-1 平板钢板 (mm)

2 三点支架应由一带有三个支点的刚性支座和一垂直的立柱组成，立柱的顶端有一轻微倾斜的 V 形溜槽投掷钢球（图 H.1.1-2）。

3 钢球应为质量 510g、直径 50.0mm 的钢制圆球。

4 橡胶滚轮（图 H.1.1-3）应为轮缘包有 15mm 硬橡胶的钢轮、质量 25kg，有效宽度应为 260mm，直径应为 250mm，橡胶硬度应为肖氏硬度 40/150。

5 湿度计应满足测量值在湿度为 90% 时精确至 5% 的要求。

6 电子秤测量范围应为 0g~1000g，应精确至 0.1g。

7 恒温调节用气候箱调节的范围应为 10℃~25℃，湿度应保持在 90% 以上。

8 烘箱温度调节范围应满足 50℃~200℃ 的要求。

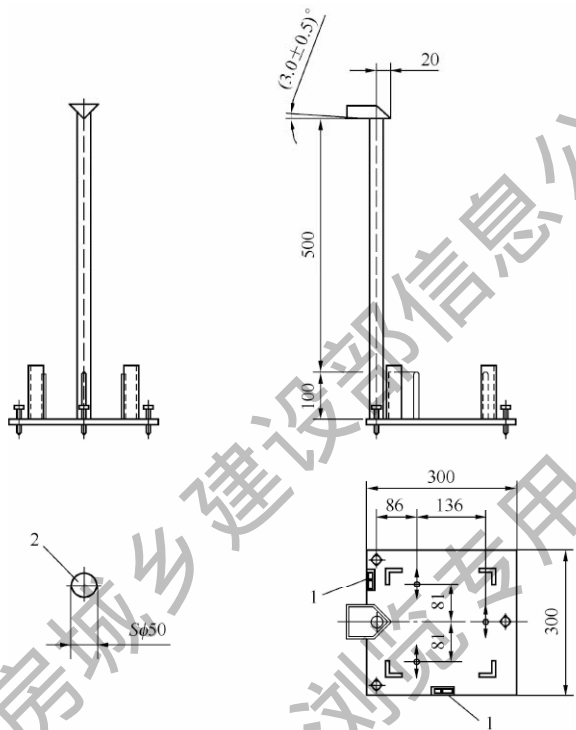


图 H. 1. 1-2 三点支架

1—水准仪；2—钢球

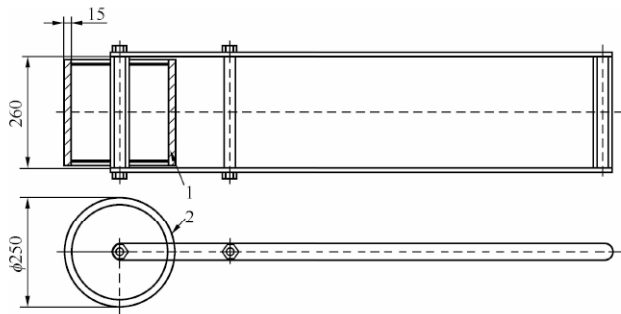


图 H. 1. 1-3 橡胶滚轮 (mm)

1—橡胶轮缘；2—滚轮

H. 1.2 结合料和石屑的准备应符合下列规定：

- 1 应按配比要求在实验室制备橡胶沥青。
- 2 应按要求的洒布率和平板的面积计算所需的结合料用量。
- 3 应按单粒径的要求准备 100 颗 6.35mm~9.5mm 的石屑，对石屑中大于和小于粒径范围的颗粒、针片状的颗粒应剔除。

H. 1.3 机械粘附试验用石屑的养生处理应按下列步骤进行：

- 1 将自然带有粉尘和细屑的石屑放在硬板纸上，然后放入通风的烘箱中在 50℃ 的温度下保温 24h。
- 2 将放有石屑的硬板纸从烘箱取出放入盒中，将其密封后，放入温度保持 5℃ 的气候箱中 24h。

H. 1.4 主动粘附性试验用石屑的养生处理应按下列步骤进行：

- 1 将自然带有粉尘和细屑的石屑颗粒放入一金属丝网篮中。
- 2 将网篮放置在温度 5℃，相对湿度大于 90% 的气候箱中 24h。

H. 1.5 平板的准备应符合下列规定：

- 1 每次试验前应清洗和干燥平板，并应将平板放入 180℃ 烘箱内预热备用。
- 2 应将结合料加热至 180℃~190℃。
- 3 应将平板放在电子秤上称取毛重或去皮。
- 4 应将热的结合料倒在平板上，称取规定用量的结合料。

H. 1.6 应将平板放入烘箱内的水平支架上，在 165℃ 的温度下放置 15min 使结合料均匀地分布在平板平面上。

H. 1.7 安放石屑和养生应按下列步骤进行：

- 1 从烘箱中取出平板放置在一水平安放的温度控制在 190℃ 左右的恒温加热板上，立即将准备好的 100 颗石屑按 10×10 的排列方式安放在平板的结合料上，平板结合料表面温度宜控制在 120℃~130℃。

- 2 将平板试件移至平地上，立即用橡胶滚轮在平板的纵向和横向各碾压 3 遍，使石屑埋入结合料中，待平板冷却至室温

后，放置 4h~6h 进行养生。

H. 1.8 将带石屑的平板放入 5℃气候箱中 20min 进行温度调定处理。

H. 1.9 试验步骤应符合下列规定：

- 1 每一次试验应在同一条件下 1min 内完成。
- 2 应准备 3 块平板，获得 3 个测量值。
- 3 试验装置应安放在稳固的基础上，用气泡水准仪校正 3 点支架处于水平状态。
- 4 从气候箱中取出平板，面向下放置在 3 点支架上。
- 5 将钢球放置在试验装置的溜槽内，让其自由落下冲击平板，在 10s 内连续冲击平板 3 次。
- 6 在完成 3 次冲击后，应检查保留在板上和掉落在台面上的石屑颗粒的情况。
- 7 石屑颗粒的总数宜取 100。
- 8 应计算 3 次试验获得的没有粘附结合料的掉落石屑的颗粒数、粘附有结合料的掉落石屑颗粒数、粘结在平板上的石屑颗粒数，并应计算其平均值。

H. 1.10 粘附性应采用石屑颗粒上粘附有结合料的颗粒总数进行评价。粘附性指标应为粘附有结合料的掉落石屑颗粒数平均值与粘结在平板上的石屑颗粒数平均值之和的百分值。

H. 1.11 试验报告应包括下列内容：

- 1 试验类型：机械粘附性、主动粘附性、石屑保持性。
- 2 结合料的类型和性质。
- 3 结合料用量。
- 4 石屑埋入结合料的温度。
- 5 石屑的性质、粒径和数量。
- 6 石屑的处理：自然状态、烘干或湿润、清洗或不清洗、预裹覆等。
- 7 平板的试验温度。
- 8 试验结果。

- 9 试验日期。
- 10 试验相关人员。

H.2 保持性试验

H.2.1 结合料和石屑的准备应符合下列规定；

- 1 应按配比要求在实验室制备橡胶沥青。
- 2 应按要求的洒布率和平板的面积计算所需的结合料用量。
- 3 应准备 100 颗 6.35mm~9.5mm 的石屑。
- 4 应将石屑用水洗法除去粘附其上的粉尘，并应在 50℃ 的温度下保温 24h 干燥处理。

H.2.2 平板的准备、石屑的安放、埋入与养生的操作应符合本标准第 H.1.5 条~第 H.1.7 条的规定。

H.2.3 养生结束后，应将平板试件分别在 5℃、-10℃、-22℃ 的试验温度下放入气候箱中，使试件在试验温度±3℃ 的范围内保持 50min 进行温度调定处理，平板试件的温度调定处理宜逐块地在气候箱中进行。

H.2.4 在不同温度下的保持率应为粘结在平板上的石屑颗粒数平均百分值。

附录 J 表面处治与石屑封层缺陷的表观评价方法

J.0.1 对埋没、轮迹、泛油、露白、拉伤等缺陷的测评方法应按下列步骤进行：

1 确定供测评用的试验区段。

2 沿着试验区段的长度，以 20m 为间隔，确定 6 个测点，在这些测点上测定试验区段的宽度，求取 6 个测点车道宽度的平均值，并确定试验段的面积。

3 当缺陷的面积大于 0.5m^2 时，按下列方法测定缺陷的面积：

1) 对面积呈矩形的缺陷，测定矩形的长度和宽度，以两者的乘积计算缺陷的面积；

2) 对面积呈非矩形的缺陷，测定缺陷区的最大长度和最大宽度，按两者的乘积再乘以 0.8 的系数计算缺陷的面积；

3) 对重复性缺陷的测评，当一个重复性缺陷的长度大于 0.2m，而缺陷之间的间隔小于 0.5m，其中某一个缺陷宽度大于 0.1m 时，则以多个缺陷两端间的总长度和它们最宽处的宽度作为重复性缺陷的计算长度和计算宽度。

4 计算埋没、轮迹、泛油类缺陷的总面积。

5 计算露白、拉伤类缺陷的总面积。

J.0.2 对跑石类缺陷的测评应按下列步骤进行：

1 对双层或多层的石屑封层，当石屑的镶嵌结构遭到破坏时，以最大石屑规格的铺层作为缺陷测评的对象。

2 跑石缺陷以从石屑封层镶嵌结构中失落的石屑颗粒所占

的百分率表达。

3 测评的操作通过在石屑封层上放置一框架，用目测计数的方法测定；或由照相机摄取的图形，通过数字化的方法进行跑石缺陷的测评。

4 当采用照相机摄取图形测评时，通过对图形的目测或通过计算机及其他手段进行，根据参照试验进行校正。

5 测评的工具为带栅栏的 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 正方形框架，或带栅栏的 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ 的框架。

6 对公称最大粒径小于或等于 8mm 的石屑封层采用 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的框架作为测评工具，对公称最大粒径大于 8mm 的石屑封层采用 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ 的框架作为测评工具。

7 在石屑封层试验区段内选择一目测跑石缺陷最为严重的区域，作为测评的对象。

8 将框架放在所选的区域，测定从石屑镶嵌结构中失落的石屑颗粒数。

9 用在框架内测定的一个轴线上所包含的石屑数与另一垂直轴线上所包含的石屑数之乘积计算规定框架面积内石屑颗粒总数。

10 用同样的方法在石屑封层表面，相隔 1m 的距离进行三次测定，每一次测量的间隔距离为沿着交通方向，从中心至中心之间的距离。

11 计算三次测定值的平均值，确定表观测评值。

J.0.3 带状条痕的测评应按测定一条或多条条痕的长度进行评价。

J.0.4 石屑封层缺陷的表观测评表达应包括下列数值：

P_1 ——埋没、轮迹、泛油类缺陷的表观测评值，表达为试验区段内这些缺陷的总面积占试验区段面积 S 的百分率（%）；

P_2 ——露白、拉伤类缺陷的表观测评值，表达为试验区段内这些缺陷的总面积占试验区段面积 S 的百分

率 (%)；

P_3 ——跑石缺陷的表观测评值，表达为石屑镶嵌结构中个别石屑颗粒的脱落率 (%)；

P_4 ——带状条痕的表观测评值，表达为带状条痕总的线性长度。

J. 0.5 应计算试验区段内埋没、轮迹、泛油类缺陷的总面积，此类缺陷占试验区段面积的百分率应按下式计算：

$$P_1 = 100 \frac{A_1}{S} \quad (\text{J. 0.5})$$

式中： P_1 ——埋没、轮迹、泛油类缺陷的表观测评值 (%)；

A_1 ——试验区段内埋没、轮迹、泛油类缺陷总面积 (m^2)；

S ——试验区段面积 (m^2)。

J. 0.6 应计算试验区段内露白、拉伤类缺陷的总面积，此类缺陷占试验区段面积的百分率应按下式计算：

$$P_2 = 100 \frac{A_2}{S} \quad (\text{J. 0.6})$$

式中： P_2 ——露白、拉伤类缺陷的表观测评值 (%)；

A_2 ——试验区段内露白、拉伤类缺陷总面积 (m^2)；

S ——试验区段面积 (m^2)。

J. 0.7 跑石类缺陷的表观测评值百分率宜按下式计算：

$$P_3 = 100 \times \frac{n}{N} \quad (\text{J. 0.7})$$

式中： P_3 ——跑石类缺陷的表观测评值，以石屑颗粒失落的百分率表示 (%)；

n ——在试验框架内，石屑颗粒失落的数量；

N ——在试验框架内，镶嵌结构的石屑颗粒的原始数量。

J. 0.8 应采用条痕的总长作为报告带状条痕缺陷的表观测评值 P_4 ， P_4 应采用线性长度的测量值表示。

J. 0.9 试验报告应以表观测评报告的形式替代，表观测评报告

可采用表 J.0.9 的格式。

表 J.0.9 外观测评报告

| | | | |
|-------------------------------|-------|---------|--|
| 建设单位： | | 施工单位： | |
| 工地位置： | | 工地总面积： | |
| 实施表面处治（石屑封层）部分的面积和铺装日期： | | | |
| 表面处治的类型和石屑的公称规格： | | | |
| 试验段的位置 | 单位 | | |
| 车道的位置 | | | |
| 具体检查的确切区域 | | | |
| 车道平均宽度 | m | | |
| 试验区域面积的测定 $S=100 \times W$ | m^2 | | |
| 缺陷 —— 测量面积： | | | |
| 埋设 | m^2 | | |
| 轮迹 | m^2 | | |
| 泛油 | m^2 | | |
| 总面积 A_1 | m^2 | | |
| $P_1=100 \times A_1/S$ | % | | |
| 露白 | m^2 | | |
| 拉伤 | m^2 | | |
| 总面积 A_2 | m^2 | | |
| $P_2=100 \times A_2/S$ | % | | |
| P_3 跑石 | % | | |
| P_4 带状条纹 | m | | |
| 备注： | | 试验日期： | |
| | | 试验相关人员： | |
| | | 签字： | |

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

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

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《工程测量规范》GB 50026
- 2 《橡胶溶剂抽出物的测定》GB/T 3516
- 3 《橡胶和橡胶制品》GB/T 14837
- 4 《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1
- 5 《城市测量规范》CJJ/T 8
- 6 《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135
- 7 《城镇道路路面设计规范》CJJ 169
- 8 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20
- 9 《公路工程集料试验规程》JTG E42
- 10 《公路路基路面现场测试规程》JTG E60
- 11 《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40
- 12 《沥青混合料改性添加剂》JT/T 860