

# DB42

湖 北 省 地 方 标 准

DB42/T 2389—2025

## 陶粒沥青混凝土路面施工技术规范

Technical code for construction of ceramsite asphalt concrete  
pavement

2025 - 06 - 23 发布

2025 - 10 - 23 实施

湖北省住房和城乡建设厅  
湖北省市场监督管理局 联合发布

## 目 次

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 前言.....                           | III |
| 1 范围.....                         | 1   |
| 2 规范性引用文件.....                    | 1   |
| 3 术语和定义.....                      | 1   |
| 4 符号和缩略语.....                     | 2   |
| 5 原材料.....                        | 2   |
| 6 配合比设计.....                      | 7   |
| 7 施工准备.....                       | 13  |
| 8 混合料拌制.....                      | 15  |
| 9 施工.....                         | 16  |
| 10 质量管理与检查验收.....                 | 19  |
| 11 标准实施与评价.....                   | 22  |
| 附录 A（规范性） 热拌陶粒沥青混合料矿料配合比设计方法..... | 24  |
| 附录 B（规范性） 热拌沥青混合料施工温度测试方法.....    | 27  |
| 附录 C（资料性） 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表.....  | 29  |
| 条文说明.....                         | 30  |

## 前 言

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

请注意本文件某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件起草单位：湖北益通建设股份有限公司、宜昌市城市规划设计研究院有限责任公司、湖北省市政工程协会、三峡大学、武汉市市政建设集团有限公司、宜昌益智建材有限责任公司、湖北楚天卓越工程技术有限公司、武汉市武昌市政建设(集团)有限公司、湖北先创市政工程有限公司、汉江城建集团有限公司、宜昌光大陶粒制品有限责任公司、宜昌市建筑节能推广中心、湖北山长建设有限公司、湖北新益建筑科技有限公司。

本文件主要起草人：陈洁、钟颂、刘少波、宋文峰、罗启军、黄祥国、李忠超、喻正军、卢国宏、曾波、黄绪泉、张勇、熊海波、陆光荣、周旋、覃昌源、谭长林、梁宇杰、孙思语、刘安然、黄凯、舒龙、王涛、张鹏、张坤、白世虎、丁学兵、周宜、罗尘、喻官海、杨云富、谢静、江磊、李华。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省住房和城乡建设厅，联系电话：027-68873088，邮箱：bkc@hbszjt.net.cn。对本文件的有关修改意见建议请反馈至湖北益通建设股份有限公司，联系电话0717-6986685，邮箱：bgs@hbyitong.cn。

# 陶粒沥青混凝土路面施工技术规程

## 1 范围

本文件规定了陶粒沥青混凝土施工技术的原材料、配合比设计、生产与施工、施工质量管理与检查验收。

本文件适用于湖北省各等级新建和改扩建城镇道路的陶粒沥青路面工程。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 17431.1 轻集料及其试验方法 第1部分：轻集料
- GB/T 17431.2 轻集料及其试验方法 第2部分：轻集料试验方法
- CJJ 1 城镇道路工程施工与质量验收规范
- JT/T 770 公路工程高强轻集料
- JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
- JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
- JTG 3432 公路工程集料试验规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**轻集料** lightweight aggregate

由黏土质页岩、板岩、粉煤灰、煤矸石等为主要原料经破碎、筛分或者粉磨后制粒、烧制而成的，堆积密度不大于 $1200\text{kg}/\text{m}^3$ 的粗、细集料的总称。

### 3.2

**轻粗集料** lightweight coarse aggregate

公称粒径为5 mm及以上的轻集料。

### 3.3

**陶粒** ceramsite

采用无机材料加工制粒、焙烧制成的公称粒径大于5 mm的轻粗集料，按外形分为碎石形和圆球(柱)形两种。

### 3.4

**页岩陶粒** shale ceramsite

由黏土质页岩为主要原料，经破碎、筛分或粉磨制粒，烧胀而成的人造轻粗集料。

### 3.5

**陶粒沥青混凝土** ceramisite asphalt concrete

粗集料以陶粒为主拌制的沥青混合料，经摊铺碾压成型的沥青路面材料。

### 3.6

#### 热拌陶粒沥青混合料 hot-mix ceramsite asphalt mixture

经人工组配、粗集料以陶粒为主的各类矿料与沥青结合料在专用设备中加热拌和而成，保温运输至施工现场，在热态下进行摊铺和压实的混合料。

### 3.7

#### 密级配陶粒沥青混合料 dense-graded ceramsite asphalt mixture

按密级配原理设计，由适当比例各种粒径的陶粒、粗细集料及填料组成的符合连续级配相互嵌挤密实的矿料，与沥青结合料在适宜高温条件下拌和而成的，其设计空隙率较小(对不同交通及气候情况、层位可作适当调整)的密实型陶粒沥青混合料(以CAC表示)。按陶粒粒径大小分为细粒式和中粒式两种类型。

### 3.8

#### 开级配陶粒沥青混合料 open-grade ceramsite asphalt mixture

矿料级配主要由粗粒径陶粒嵌挤组成，细集料较少，经高粘度沥青结合料粘结形成的混合料，经马歇尔标准击实成型试件的空隙率大于18%的开式陶粒沥青混合料(以COGFC表示)。

### 3.9

#### 沥青玛蹄脂陶粒混合料 cermsite matrix asphalt

由沥青结合料、少量纤维稳定剂、细集料及较多量的填料组成的沥青玛蹄脂，填充于间断级配的陶粒粗集料骨架的间隙，形成一体的陶粒沥青混合料(以CSMA表示)。

## 4 符号

下列符号适用于本文件。

CAC：密级配陶粒沥青混合料。

CSMA：沥青玛蹄脂陶粒混合料。

COGFC：开级配排水式陶粒沥青磨耗层。

$P_{mi}$ ：某种矿料成分的质量配合比。

$P_{vi}$ ：某种矿料成分的体积配合比。

$\gamma_i$ ：某种矿料相应的毛体积相对密度。

## 5 原材料

### 5.1 一般规定

5.1.1 陶粒沥青路面使用的各种材料应取样进行质量检验，经检验合格后方可使用。

5.1.2 沥青路面集料的选择应进行料源调查，料源宜就地取材。

5.1.3 集料粒径规格以方孔筛为准，不同料源、品种、规格的集料不应混杂堆放。

5.1.4 陶粒有害物质含量应符合 GB/T 17431.1 的规定。

### 5.2 陶粒

5.2.1 公称粒径 5 mm 及以上的粗集料采用坚韧、粗糙的碎石形陶粒，表面洁净、干燥。其余粗集料应符合 CJJ 1 的有关规定。

5.2.2 陶粒密度等级按堆积密度划分，并应符合表 1 中的规定。

表1 陶粒密度等级

| 密度等级 | 堆积密度 $X(\text{kg}/\text{m}^3)$ |
|------|--------------------------------|
| 700  | $600 < X \leq 700$             |
| 800  | $700 < X \leq 800$             |
| 900  | $800 < X \leq 900$             |

5.2.3 陶粒的技术指标应符合 JT/T 770 和 GB/T 17431.1 的规定，并应符合表 2 中的要求。

表2 陶粒技术指标

| 项目          | 单位  | 密度等级 |      |      | 试验方法         |
|-------------|-----|------|------|------|--------------|
|             |     | 700  | 800  | 900  |              |
| 筒压强度，不小于    | MPa | 5.0  | 6.0  | 6.5  | GB/T 17431.2 |
| 1h吸水率，不大于   | %   | 4.0  |      |      | GB/T 17431.2 |
| 软化系数，不小于    | —   | 0.8  |      |      | GB/T 17431.2 |
| 粒型系数，不大于    | —   | 2.0  |      |      | GB/T 17431.2 |
| 含泥量，不大于     | %   | 1.0  |      |      | GB/T 17431.2 |
| 压碎值，不大于     | %   | 30   | 30   | 26   | JT/T 770     |
| 磨光值 PSV，不小于 | —   | 35   | 35   | 42   | JT/T 770     |
| 黏附性，不小于     | —   | 3级   | 3级   | 4级   | JT/T 770     |
| 磨耗值，不大于     | %   | 35.0 | 35.0 | 28.0 | JT/T 770     |

5.2.4 陶粒密度等级的选择应根据道路等级、气候条件、交通量以及面层结构与层次、施工工艺等因素，结合当地使用经验确定，也可参照表 3 的要求。

表3 陶粒在沥青混凝土路面中的使用范围

| 密度等级 | 快速路、主干路沥青路面 |     | 次干路沥青路面 |     | 支路沥青路面 |     |
|------|-------------|-----|---------|-----|--------|-----|
|      | 上、中面层       | 下面层 | 上、中面层   | 下面层 | 上、中面层  | 下面层 |
| 700  | ×           | ▲   | ▲       | √   | ▲      | √   |
| 800  | ▲           | √   | √       | ▲   | √      | ▲   |
| 900  | √           | ▲   | ▲       | ▲   | ▲      | ×   |

注：√——推荐，▲——可选，×——不推荐。

5.2.5 陶粒的颗粒级配应符合表 4 的要求，最大粒径不宜大于 16.0 mm。

表4 陶粒颗粒级配

| 级配类型 | 级配范围      | 各号筛累计筛余(%) |       |        |        |        |
|------|-----------|------------|-------|--------|--------|--------|
|      |           | 方孔筛尺寸(mm)  |       |        |        |        |
|      |           | 16.0       | 13.2  | 9.5    | 4.75   | 2.36   |
| 连续粒级 | 4.75~16.0 | 0~5        | 30~45 | 60~75  | 85~100 | 95~100 |
|      | 4.75~13.2 | 0~5        | 0~10  | 40~60  | 85~100 | 95~100 |
| 单粒粒级 | 4.75~9.5  | —          | 0     | 0~15   | 80~100 | 95~100 |
|      | 9.5~13.2  | —          | 0~15  | 85~100 | 95~100 | —      |
|      | 9.5~16.0  | 0~15       | —     | 80~100 | 95~100 | —      |

### 5.3 细集料

5.3.1 陶粒沥青路面的细集料包括天然砂、机制砂、石屑等。细集料必须由具有生产许可证的采石场、采砂场生产。

5.3.2 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配，其质量应符合表5的规定。细集料的洁净程度，天然砂以小于0.075 mm含量的百分数表示，石屑和机制砂以砂当量(适用于0 mm~4.75 mm)或亚甲蓝值(适用于0 mm~2.36 mm或0 mm~0.15 mm)表示。

表5 陶粒沥青混合料用细集料质量要求

| 项目                    | 单位               | 快速路、主干路 | 其他等级道路 | 试验方法             |
|-----------------------|------------------|---------|--------|------------------|
| 表观相对密度，不小于            | t/m <sup>3</sup> | 2.50    | 2.45   | JTG 3432, T 0328 |
| 坚固性(>0.3 mm部分)，不小于    | %                | 12      | —      | JTG 3432, T 0340 |
| 含泥量(<0.075 mm的含量)，不大于 | %                | 3       | 5      | JTG 3432, T 0333 |
| 砂当量，不小于               | %                | 60      | 50     | JTG 3432, T 0334 |
| 亚甲蓝值，不大于              | g/kg             | 25      | —      | JTG 3432, T 0349 |
| 棱角性(流动时间)，不小于         | s                | 30      | —      | JTG 3432, T 0345 |

注：坚固性试验可根据需要进行。

5.3.3 天然砂可采用河砂，宜为粗、中砂，其规格应符合表6的规定，砂的含泥量超过规定时应水洗后使用。开采天然砂必须取得当地政府主管部门的许可，并符合水利及环境保护的要求。热拌密级配陶粒沥青混合料中天然砂的用量不宜超过集料总量的20%，CSMA和COGFC混合料不宜使用天然砂。

表6 陶粒沥青混合料用天然砂规格

| 筛孔尺寸<br>(mm) | 通过各孔筛的质量百分率(%) |        |        |
|--------------|----------------|--------|--------|
|              | 粗砂             | 中砂     | 细砂     |
| 9.5          | 100            | 100    | 100    |
| 4.75         | 90~100         | 90~100 | 90~100 |
| 2.36         | 65~95          | 75~90  | 85~100 |

表6 陶粒沥青混合料用天然砂规格（续）

| 筛孔尺寸<br>(mm) | 通过各孔筛的质量百分率(%) |       |        |
|--------------|----------------|-------|--------|
|              | 粗砂             | 中砂    | 细砂     |
| 1.18         | 35~65          | 50~90 | 75~100 |
| 0.6          | 15~30          | 30~60 | 60~84  |
| 0.3          | 5~20           | 8~30  | 15~45  |
| 0.15         | 0~10           | 0~10  | 0~10   |
| 0.075        | 0~5            | 0~5   | 0~5    |

5.3.4 石屑是采石场破碎石料时通过 4.75 mm 或 2.36 mm 的筛下部分，其规格应符合表 7 的要求。采石场在生产石屑的过程中应具备抽吸设备，城市快速路、主干路的陶粒沥青混合料，宜将 S14 与 S16 组合使用，S15 可在其他等级道路中使用。

表7 陶粒沥青混合料用机制砂或石屑规格

| 规格  | 公称粒径<br>(mm) | 水洗法通过各筛孔的质量百分率(%) |        |        |       |       |      |      |       |
|-----|--------------|-------------------|--------|--------|-------|-------|------|------|-------|
|     |              | 9.5               | 4.75   | 2.36   | 1.18  | 0.6   | 0.3  | 0.15 | 0.075 |
| S15 | 0~5          | 100               | 90~100 | 60~90  | 40~75 | 20~55 | 7~40 | 2~20 | 0~10  |
| S16 | 0~3          | —                 | 100    | 80~100 | 50~80 | 25~60 | 8~45 | 0~25 | 0~15  |

注：当生产石屑采用喷水抑制扬尘工艺时，应特别注意含粉量不得超过表中要求。

5.3.5 机制砂宜采用专用的制砂机制造，并选用优质石料生产，其级配应符合表 7 中 S16 的要求。

## 5.4 沥青

5.4.1 道路石油沥青标号，宜按照道路等级、气候条件、交通条件、路面类型及在结构层中的层位及受力特点、施工方法等，结合当地的使用经验，经技术论证后确定。

5.4.2 陶粒沥青混合料采用的道路石油沥青，其标号宜选用 70 号 A 级，其质量指标应符合表 8 的要求。当采用其它标号的石油沥青时，掺配比应经试验确定。

表8 70 号 A 级道路石油沥青的技术要求

| 技术指标                   | 单位     | 技术要求      |       | 试验方法            |
|------------------------|--------|-----------|-------|-----------------|
|                        |        | 1-3 区     | 1-4 区 |                 |
| 针入度(25 °C, 5 s, 100 g) | 0.1 mm | 60~80     |       | JTG E20, T 0604 |
| 针入度指数 PI               | —      | -1.5~+1.0 |       | JTG E20, T 0604 |
| 软化点(R&B), 不小于          | °C     | 46        |       | JTG E20, T 0606 |
| 60 °C动力粘度, 不小于         | Pa·s   | 180       |       | JTG E20, T 0620 |
| 10 °C延度, 不小于           | cm     | 20        | 15    | JTG E20, T0605  |
| 15 °C延度, 不小于           | cm     | 100       |       | JTG E20, T 0605 |
| 蜡含量(蒸馏法), 不大于          | %      | 2.2       |       | JTG E20, T 0615 |

表8 70号A级道路石油沥青的技术要求（续）

| 技术指标  | 单位                | 技术要求  |       | 试验方法                     |
|---|-------------------|-------|-------|--------------------------|
|   |                   | 1-3 区 | 1-4 区 |                          |
| 闪点, 不小于   | ℃                 | 260   |       | JTG E20, T 0611          |
| 溶解度, 不小于  | %                 | 99.5  |       | JTG E20, T 0607          |
| 密度  | g/cm <sup>3</sup> | 实测记录  |       | JTG E20, T 0603          |
| TFOT(或 RTFOT)后残留物质量变化, 不大于  | %                 | ±0.8  |       | JTG E20, T 0610 或 T 0609 |
| 残留针入度比(25 ℃), 不小于   | %                 | 61    |       | JTG E20, T 0604          |
| 残留延度(10 ℃), 不小于   | cm                | 6     |       | JTG E20, T 0605          |
| 注: 湖北气候分区属于 1-3、1-4 区, 气候分区见 JTG F40 的有关规定; 经建设单位同意, 表中针入度指数 PI、60 ℃动力粘度、10 ℃延度可作为选择性指标, 也可不作为施工质量检验指标。 |                   |       |       |                          |

5.4.3 陶粒沥青混合料宜选用 SBS 类 I-D 级聚合物改性沥青, 质量指标应符合表 9 中的要求。

表9 SBS 类 I-D 级聚合物改性沥青技术要求

| 技术指标                       | 单位     | 技术要求  | 试验方法                      |
|----------------------------|--------|-------|---------------------------|
| 针入度(25 ℃, 5 s, 100 g)      | 0.1 mm | 40~60 | JTG E20, T 0604           |
| 针入度指数 PI, 不小于              | —      | 0     | JTG E20, T 0604           |
| 延度 5 ℃, 5 cm/min, 不小于      | cm     | 20    | JTG E20, T 0605           |
| 软化点 TR&B, 不小于              | ℃      | 65    | JTG E20, T 0606           |
| 运动粘度 135 ℃, 不大于            | Pa·s   | 3     | JTG E 20, T 0625 或 T 0619 |
| 闪点, 不小于                    | ℃      | 230   | JTG E20, T 0611           |
| 溶解度, 不小于                   | %      | 99    | JTG E20, T 0607           |
| 弹性恢复 25 ℃, 不小于             | %      | 75    | JTG E20, T 0662           |
| 贮存稳定性离析, 48 h 软化点差, 不大于    | ℃      | 2.5   | JTG E20, T 0661           |
| TFOT(或 RTFOT)后残留物质量变化, 不大于 | %      | ±1.0  | JTG E20, T 0610 或 T 0609  |
| 针入度比 25 ℃, 不小于             | %      | 65    | JTG E20, T 0604           |
| 延度 5 ℃, 不小于                | cm     | 15    | JTG E20, T 0605           |

5.4.4 沥青除满足上述规定外, 应符合 JTG F40 中的相关规定。

## 5.5 填料

5.5.1 陶粒沥青混合料使用的填料宜为矿粉, 矿粉应采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉, 原石料中的泥土杂质应除净。矿粉应干燥、洁净, 能自由地从矿粉仓流出, 其质量应符合 JTG F40 的有关技术要求。

5.5.2 拌和机的粉尘可作为矿粉的一部分回收使用。但每盘用量不得超过填料总量的 25%, 掺有粉尘填料的塑性指数不得大于 4%。

## 5.6 纤维稳定剂

5.6.1 在陶粒沥青混合料中掺加的纤维稳定剂宜选用木质素纤维、矿物纤维等。木质素纤维的质量指标应符合 JTG F40 的有关技术要求。

5.6.2 纤维应存放在室内或有棚盖的地方, 松散纤维在运输及使用过程中应避免受潮、结团。

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

5.6.4 纤维稳定剂的掺加比例以沥青混合料总量的质量百分率计算，通常情况下用于 CSMA 路面的木质素纤维不宜低于 0.3%，矿物纤维不宜低于 0.4%，必要时可适当增加纤维用量。纤维掺加量的允许误差宜不超过  $\pm 5\%$ 。

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

## 6 配合比设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 陶粒沥青混合料应在对同类道路配合比设计和使用情况调查研究的基础上，充分借鉴成功的经验，选用符合要求的材料，进行配合比设计。

6.1.2 陶粒沥青混合料的配合比设计应通过目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证三个阶段确定沥青混合料的材料品种及配合比、矿料级配、最佳沥青用量。一般采用马歇尔试验配合比设计方法。如采用其他方法设计沥青混合料时，应按规范要求马歇尔试验及各项配合比设计检验，并报告不同设计方法的试验结果。

6.1.3 陶粒沥青混合料的目标配合比设计宜按图 1 的步骤进行。

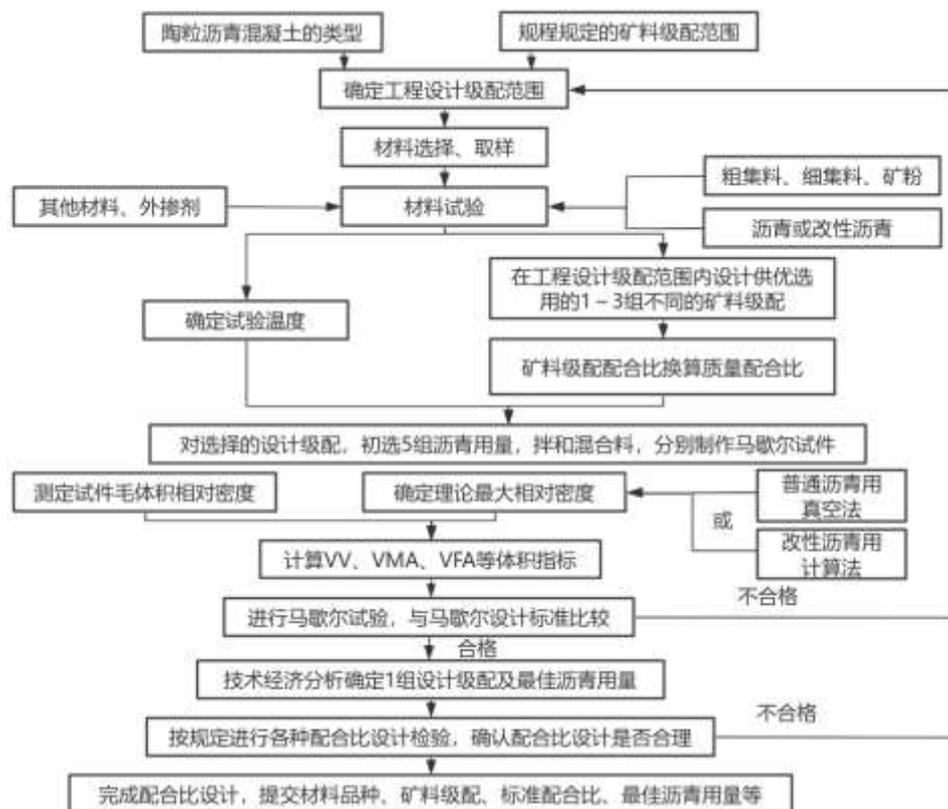


图1 陶粒沥青混合料目标配合比设计流程图

6.1.4 配合比的试验方法必须遵照现行试验规程的方法执行，试验室内陶粒沥青混合料的拌合必须使用小型沥青混合料拌合机进行，混合料拌合温度和试件制作温度应按照本标准的表 23、表 24 中的要求。

6.1.5 陶粒沥青混合料各种矿料级配设计，应按体积质量转化法来进行。依照 JTG F40 进行矿料级配

设计计算之后，将所得的配合比作为各种矿料的体积配合比，按式(1)转换为各种矿料的质量配合比。

$$P_{mi} = \frac{P_{vi}\gamma_i}{\sum_{i=1}^n P_{vi}\gamma_i} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $P_{mi}$ —— 某种矿料成分的质量配合比；
- $P_{vi}$ —— 某种矿料成分的体积配合比；
- $\gamma_i$  —— 某种矿料相应的毛体积相对密度。

## 6.2 配合比设计

6.2.1 陶粒沥青混合料的类型应符合表 10 的规定。陶粒沥青混合料矿料配合比设计方法应按附录 A 的方法执行。混合料的矿料级配应符合工程规定的设计级配范围。密级配陶粒沥青混合料宜根据道路等级、气候及交通条件按表 11 选择采用粗型(C 型)或细型(F 型)混合料，并在表 12 范围内确定工程设计级配范围，通常情况下工程设计级配范围不宜超出表 12 的要求。其他类型的混合料宜直接以表 13、表 14 作为工程设计级配范围。

表10 陶粒沥青混合料类型

| 陶粒沥青混合料类型         |     | 混合料代号    | 最大粒径(mm) | 公称最大粒径(mm) |
|-------------------|-----|----------|----------|------------|
| 密级配陶粒沥青混合料(CAC)   | 细粒式 | CAC-10   | 13.2     | 9.5        |
|                   |     | CAC-13   | 16.0     | 13.2       |
|                   | 中粒式 | CAC-16   | 19.0     | 16.0       |
| 沥青玛蹄脂陶粒混合料(CSMA)  | 细粒式 | CSMA-10  | 13.2     | 9.5        |
|                   |     | CSMA-13  | 16.0     | 13.2       |
|                   | 中粒式 | CSMA-16  | 19.0     | 16.0       |
| 开级配陶粒沥青磨耗层(COGFC) | 细粒式 | COGFC-10 | 13.2     | 9.5        |
|                   |     | COGFC-13 | 16.0     | 13.2       |
|                   | 中粒式 | COGFC-16 | 19.0     | 16.0       |

表11 粗型和细型密级配陶粒沥青混合料的关键性筛孔通过率

| 混合料类型  | 公称最大粒径(mm) | 用以分类的关键性筛孔(mm) | 粗型密级配   |             | 细型密级配   |             |
|--------|------------|----------------|---------|-------------|---------|-------------|
|        |            |                | 名称      | 关键性筛孔通过率(%) | 名称      | 关键性筛孔通过率(%) |
| CAC-16 | 16.0       | 2.36           | CAC-16C | <38         | CAC-16F | >38         |
| CAC-13 | 13.2       | 2.36           | CAC-13C | <40         | CAC-13F | >40         |
| CAC-10 | 9.5        | 2.36           | CAC-10C | <45         | CAC-10F | >45         |

表12 密级配陶粒沥青混合料矿料级配范围

| 级配类型 | 通过下列筛孔(mm)的体积百分率(%) |      |      |     |      |      |      |     |     |      |       |
|------|---------------------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|-------|
|      | 19.0                | 16.0 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
|      |                     |      |      |     |      |      |      |     |     |      |       |

表12 密集配陶粒沥青混合料矿料级配范围 (续)

| 级配类型 |        | 通过下列筛孔(mm)的体积百分率(%) |        |        |        |       |       |       |       |      |      |       |
|------|--------|---------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
|      |        | 19.0                | 16.0   | 13.2   | 9.5    | 4.75  | 2.36  | 1.18  | 0.6   | 0.3  | 0.15 | 0.075 |
| 中粒式  | CAC-16 | 100                 | 90~100 | 76~92  | 60~80  | 34~62 | 20~48 | 13~36 | 9~26  | 7~18 | 5~14 | 4~8   |
| 细粒式  | CAC-13 | —                   | 100    | 90~100 | 68~85  | 38~68 | 24~50 | 15~38 | 10~28 | 7~20 | 5~15 | 4~8   |
|      | CAC-10 | —                   | —      | 100    | 90~100 | 45~75 | 30~58 | 20~44 | 13~32 | 9~23 | 6~16 | 4~8   |

表13 沥青玛蹄脂陶粒混合料矿料级配范围

| 级配类型 |         | 通过下列筛孔(mm)的体积百分率(%) |        |        |        |       |       |       |       |       |      |       |
|------|---------|---------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
|      |         | 19.0                | 16.0   | 13.2   | 9.5    | 4.75  | 2.36  | 1.18  | 0.6   | 0.3   | 0.15 | 0.075 |
| 中粒式  | CSMA-16 | 100                 | 90~100 | 65~85  | 45~65  | 20~32 | 15~24 | 14~22 | 12~18 | 10~15 | 9~14 | 8~12  |
| 细粒式  | CSMA-13 | —                   | 100    | 90~100 | 50~75  | 20~34 | 15~26 | 14~24 | 12~20 | 10~16 | 9~15 | 8~12  |
|      | CSMA-10 | —                   | —      | 100    | 90~100 | 28~60 | 20~32 | 14~26 | 12~22 | 10~18 | 9~16 | 8~13  |

表14 开级配排水式陶粒沥青磨耗层混合料矿料级配范围

| 级配类型 |          | 通过下列筛孔(mm)的体积百分率(%) |        |        |        |       |       |      |      |      |      |       |
|------|----------|---------------------|--------|--------|--------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
|      |          | 19.0                | 16.0   | 13.2   | 9.5    | 4.75  | 2.36  | 1.18 | 0.6  | 0.3  | 0.15 | 0.075 |
| 中粒式  | COGFC-16 | 100                 | 90~100 | 70~90  | 45~70  | 12~30 | 10~22 | 6~18 | 4~15 | 3~12 | 3~8  | 2~6   |
|      | COGFC-13 | —                   | 100    | 90~100 | 60~80  | 12~30 | 10~22 | 6~18 | 4~15 | 3~12 | 3~8  | 2~6   |
| 细粒式  | COGFC-10 | —                   | —      | 100    | 90~100 | 50~70 | 10~22 | 6~18 | 4~15 | 3~12 | 3~8  | 2~6   |

6.2.2 宜采用马歇尔试验配合比设计方法,各个类型的陶粒沥青混合料技术要求应符合表 15~表 17 的规定,并具有良好的施工性能。

表15 密集配陶粒沥青混合料(CAC)马歇尔试验技术标准

| 试验指标              | 单位          | 快速路、主干路                              |     |       |     | 其他等级道路 | 行人道路 |     |
|-------------------|-------------|--------------------------------------|-----|-------|-----|--------|------|-----|
|                   |             | 夏炎热区(1-3、1-4区)                       |     |       |     |        |      |     |
|                   |             | 中轻交通                                 |     | 重载交通  |     |        |      |     |
| 击实次数(双面)          | 次           | 75                                   |     |       |     | 50     | 50   |     |
| 试件尺寸              | mm          | Φ101.6 mm×63.5 mm                    |     |       |     |        |      |     |
| 空隙率 VV            | 深约 90 mm 以内 | %                                    | 3~5 |       | 4~6 |        | 3~6  | 2~4 |
|                   | 深约 90 mm 以下 | %                                    | 3~6 |       |     |        | 3~6  | —   |
| 稳定度 MS, 不小于       | KN          | 8                                    |     |       |     | 5      | 3    |     |
| 流值 FL             | mm          | 2~4                                  |     | 1.5~4 |     | 2~4.5  | 2~5  |     |
| 矿料间隙率 VMA(%), 不小于 | 设计空隙率(%)    | 相应于以下公称最大粒径(mm)的最小 VMA 及 VFA 技术要求(%) |     |       |     |        |      |     |
|                   |             | 16.0                                 |     | 13.2  |     | 9.5    |      |     |
|                   | 2           | 11.5                                 |     | 12    |     | 13     |      |     |

表15 密级配陶粒沥青混合料(CAC)马歇尔试验技术标准(续)

| 试验指标   | 单位 | 快速路、主干路        |      | 其他等级道路 | 行人道路  |
|--|----|----------------|------|--------|-------|
|  |    | 夏炎热区(1-3、1-4区) |      |        |       |
|  |    | 中轻交通           | 重载交通 |        |       |
| 矿料间隙率<br>VMA(%),<br>不小于  | 3  | 12.5           | 13   |        | 14    |
|  | 4  | 13.5           | 14   |        | 15    |
|  | 5  | 14.5           | 15   |        | 16    |
|  | 6  | 15.5           | 16   |        | 17    |
| 沥青饱和度 VFA(%)   |    | 65~75          |      |        | 70~85 |
| <p>注1: 对空隙率大于 5%的夏炎热区重载交通路段, 施工时应至少提高压实度 1%;</p> <p>注2: 当设计的空隙率不是整数时, 由内插确定要求的矿料间隙率 VMA 最小值;</p> <p>注3: 对改性沥青混合料, 马歇尔试验的流值可适当放宽。</p> |    |                |      |        |       |

表16 CSMA 混合料马歇尔试验配合比设计技术要求

| 试验项目   | 单位 | 技术要求   |         | 试验方法            |
|--|----|--|---------|-----------------|
|  |    | 使用普通沥青   | 使用改性沥青  |                 |
| 马歇尔试件尺寸  | mm | $\phi 101.6 \text{ mm} \times 63.5 \text{ mm}$ |         | JTG E20, T 0702 |
| 马歇尔试件击实次数 <sup>[1]</sup>   | —  | 两面击实 50 次                                      |         | JTG E20, T 0702 |
| 空隙率 VV <sup>[2]</sup>  | %  | 3~4  |         | JTG E20, T 0705 |
| 矿料间隙率 VMA <sup>[2]</sup> , 不小于   | %  | 17.0   |         | JTG E20, T 0705 |
| 粗集料骨架空隙率 VCA <sub>mix</sub> <sup>[3]</sup> , 不大于   | —  | VCA <sub>ARC</sub>                             |         | JTG E20, T 0705 |
| 沥青饱和度 VFA <sup>[2]</sup>   | %  | 75~85  |         | JTG E20, T 0705 |
| 稳定度 <sup>[4]</sup> , 不小于   | KN | 5.5  | 6.0     | JTG E20, T 0705 |
| 流值   | mm | 2~5  | —       | JTG E20, T 0709 |
| 谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失  | %  | 不大于 0.2  | 不大于 0.1 | JTG E20, T 0732 |
| 肯塔堡飞散试验的混合料损失或浸水飞散试验   | %  | 不大于 20   | 不大于 15  | JTG E20, T 0733 |
| <p>注1: 对集料坚硬不易击碎, 通行重载交通的路段, 也可将击实次数增加为双面 75 次;</p> <p>注2: 对高温稳定性要求较高的重交通路段或炎热地区, 设计空隙率 VV 允许放宽到 4.5%, VMA 允许放宽到 16.5%(CSMA-16), VFA 允许放宽到 70%;</p> <p>注3: 试验粗集料骨架空隙率 VCA 的关键性筛孔, 对 CSMA-16 是指 4.75 mm, 对 CSMA-13、CSMA-10 是指 2.36 mm;</p> <p>注4: 稳定度难以达到要求时, 容许放宽到 5.0 KN(非改性)或 5.5 KN(改性), 但动稳定度检验必须合格。</p> |    |  |         |                 |

表17 COGFC 混合料技术要求

| 试验项目        | 单位 | 技术要求   | 试验方法            |
|-------------|----|--|-----------------|
| 马歇尔试件尺寸     | mm | $\phi 101.6 \text{ mm} \times 63.5 \text{ mm}$ | JTG E20, T 0702 |
| 马歇尔试件击实次数   | —  | 两面击实 50 次                                      | JTG E20, T 0702 |
| 空隙率         | %  | 18~25  | JTG E20, T 0708 |
| 马歇尔稳定度, 不小于 | KN | 3.5  | JTG E20, T 0709 |
| 析漏损失        | %  | <0.3   | JTG E20, T 0732 |
| 肯特堡飞散损失     | %  | <20  | JTG E20, T 0733 |

6.2.3 密级配陶粒沥青混合料(CAC)及 CSMA、COGFC 混合料需在配合比设计的基础上按下列步骤进行各种使用性能检验, 不符合要求的陶粒沥青混合料, 应更换材料或重新进行配合比设计。

a) 必须在规定的试验条件下进行车辙试验, 并符合表 18 的要求;

表18 陶粒沥青混合料车辙试验动稳定度技术要求

| 气候条件与技术指标  |           | 相应于下列气候分区所要求的动稳定度(次/mm)   | 试验方法              |
|--|-----------|---------------------------|-------------------|
| 七月平均最高气温(°C)<br>及气候分区  |           | >30<br>夏炎热区(1-3、1-4区)     |                   |
| CAC 混合料  | 普通沥青, 不小于 | 1000                      | JTG E20<br>T 0719 |
|  | 改性沥青, 不小于 | 2800                      |                   |
| CSMA 混合料   | 普通沥青, 不小于 | 1500                      |                   |
|  | 改性沥青, 不小于 | 3000                      |                   |
| COGFC 混合料, 不小于   |           | 1500(一般交通路段)、3000(重交通量路段) |                   |
| <p>注1: 如果其他月份的平均最高气温高于七月时, 可使用该月平均最高气温;</p> <p>注2: 在特殊情况下, 如钢桥面铺装、重载车特别多或纵坡较大的长距离上坡路段、厂矿专用道路, 可酌情提高动稳定度的要求;</p> <p>注3: 对因气候寒冷确需使用针入度很大的沥青(如大于100), 动稳定度难以达到要求, 或因采用不很坚硬的集料, 改性沥青混合料的动稳定度难以达到要求等特殊情况, 可酌情降低要求;</p> <p>注4: 为满足炎热地区及重载车要求, 在配合比设计时采取减少最佳沥青用量的技术措施时, 可适当提高试验温度或增加试验荷载进行试验, 同时增加试件的碾压成型密度和施工压实度要求;</p> <p>注5: 车辙试验不得采用二次加热的混合料, 试验必须检验其密度是否符合试验规程的要求。</p> |           |                           |                   |

b) 必须在规定的试验条件下进行浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验检验陶粒沥青混合料的水稳定性, 并同时符合表 19 中的两个要求。达不到要求时必须采取抗剥落措施, 调整最佳沥青用量后再次试验;

表19 陶粒沥青混合料水稳定性检验技术要求

| 气候条件与技术指标            |      | 相应于下列气候分区的技术要求 |          | 试验方法            |
|----------------------|------|----------------|----------|-----------------|
| 年降雨量(mm)及气候分区        |      | >1000          | 500~1000 |                 |
|                      |      | 1. 潮湿区         | 2. 湿润区   |                 |
| 浸水马歇尔试验残留稳定度(%), 不小于 |      |                |          |                 |
| CAC 混合料              | 普通沥青 | 80             |          | JTG E20, T 0709 |
|                      | 改性沥青 | 85             |          |                 |
| CSMA 混合料             | 普通沥青 | 75             |          |                 |
|                      | 改性沥青 | 80             |          |                 |
| 冻融劈裂试验的残留强度比(%), 不小于 |      |                |          |                 |
| CAC 混合料              | 普通沥青 | 75             |          | JTG E20, T 0729 |
|                      | 改性沥青 | 80             |          |                 |
| CSMA 混合料             | 普通沥青 | 75             |          |                 |
|                      | 改性沥青 | 80             |          |                 |

- c) 宜对密级配陶粒沥青混合料在温度-10℃、加载速率 50 mm/min 的条件下进行弯曲试验, 测定破坏强度、破坏应变、破坏劲度模量, 并根据应力应变曲线的形状, 综合评价陶粒沥青混合料的低温抗裂性能。其中陶粒沥青混合料的破坏应变宜不小于表 20 的要求;

表20 陶粒沥青混合料低温弯曲试验破坏应变( $\mu\epsilon$ )技术要求

| 气候条件与技术指标           |           | 相应于下列气候分区所要求的破坏应变( $\mu\epsilon$ ) |        | 试验方法            |
|---------------------|-----------|------------------------------------|--------|-----------------|
| 年极端最低气温(℃)<br>及气候分区 |           | -9.0~-21.5                         | >-9.0  |                 |
|                     |           | 3. 冬冷区                             | 4. 冬温区 |                 |
|                     |           | 1-3                                | 1-4    |                 |
| CAC 混合料             | 普通沥青, 不小于 | 2000                               |        | JTG E20, T 0715 |
|                     | 改性沥青, 不小于 | 2500                               |        |                 |

- d) 宜利用轮碾机成型的车辙试验试件, 脱模架起进行渗水试验, 并符合表 21 的要求;

表21 陶粒沥青混合料试件渗水系数(ml/min)技术要求

| 级配类型           | 渗水系数要求(ml/min) | 试验方法            |
|----------------|----------------|-----------------|
| CAC 混合料, 不大于   | 120            | JTG E20, T 0730 |
| CSMA 混合料, 不大于  | 80             |                 |
| COGFC 混合料, 不小于 | 实测             |                 |

- e) 对改性陶粒沥青混合料的性能检验, 应针对改性目的进行。以提高高温抗车辙性能为主要目的时, 低温性能可按普通陶粒沥青混合料的要求执行; 以提高低温抗裂性能为主要目的时, 高温稳定性可按普通沥青混合料的要求执行。

6.2.4 用于城市快速路、主干路陶粒沥青混合料的配合比设计应在调查以往同类材料的配合比设计经

验和使用效果的基础上,按以下步骤进行。

- a) 目标配合比设计阶段。用工程实际使用的材料,按 JTG F40 的有关方法,优选矿料级配、确定最佳沥青用量,符合配合比设计技术标准和配合比设计检验要求,以此作为目标配合比,供拌和机确定各冷料仓的供料比例、进料速度及试拌使用;
- b) 生产配合比设计阶段。对间歇式拌和机,应按规定方法取样测试各热料仓的材料级配,确定各热料仓的配合比,供拌和机控制室使用。同时选择适宜的筛孔尺寸和安装角度,尽量使各热料仓的供料大体平衡。并取目标配合比设计的最佳沥青用量 OAC、 $OAC \pm 0.3\%$  等 3 个沥青用量进行马歇尔试验和试拌,通过室内试验及从拌和机取样试验综合确定生产配合比的最佳沥青用量,由此确定的最佳沥青用量与目标配合比设计结果的差值不宜大于  $\pm 0.2\%$ 。对连续式拌和机可省略生产配合比设计步骤;
- c) 生产配合比验证阶段。拌和机按生产配合比结果进行试拌、铺筑试验段,并取样进行马歇尔试验,同时从路上钻取芯样观察空隙率的大小,由此确定生产用的标准配合比。标准配合比的矿料合成级配中,至少应包括 0.075 mm、2.36 mm、4.75 mm 及公称最大粒径筛孔的通过率接近优选的工程设计级配范围的中值,并避免在 0.3 mm~0.6 mm 处出现“驼峰”。对确定的标准配合比,宜再次进行车辙试验和水稳定性检验;
- d) 确定施工级配允许波动范围。根据标准配合比及各筛孔的允许波动范围,制订施工用的级配控制范围,用以检查陶粒沥青混合料的生产质量。

6.2.5 经设计确定的标准配合比在施工过程中不得随意变更。但生产过程中应加强跟踪检测,严格控制进场材料的质量,如遇材料发生变化并经检测陶粒沥青混合料的矿料级配、马歇尔技术指标不符合要求时,应及时调整配合比,使陶粒沥青混合料的质量符合要求并保持相对稳定,必要时重新进行配合比设计。

6.2.6 城市次干路、支路等其他道路的热拌陶粒沥青混合料的配合比设计可按上述步骤进行。当材料与同类道路完全相同时,也可直接引用成功的经验。

## 7 施工准备

### 7.1 一般规定

7.1.1 铺筑陶粒沥青层前,应检查基层或下承沥青层的质量,不符合要求的不应铺筑。旧沥青路面或下承层已被污染时,应清洗或经铣刨处理后方可铺筑新的陶粒沥青面层。

7.1.2 各层陶粒沥青混合料应满足所在层位的功能性要求,各层应连续施工并联结成为一个整体。当发现混合料结构组合及级配类型的设计不合理时应进行修改、及时调整。

7.1.3 各级道路陶粒沥青面层集料的最大粒径宜从上至下逐渐增大,应与压实层厚度相匹配。对热拌热铺密级配陶粒沥青混合料(CAC),压实一层的厚度不宜小于集料公称最大粒径的 3 倍,对 CSMA 和 COGFC 等嵌挤型混合料不宜小于公称最大粒径的 2.5 倍。

### 7.2 施工温度

7.2.1 石油沥青加工及沥青混合料施工温度应根据沥青标号及粘度、气候条件、铺装层的厚度确定。

7.2.2 普通沥青结合料的施工温度宜通过在 135℃ 及 175℃ 条件下测定的粘度—温度曲线按表 22 的规定确定。缺乏粘温曲线数据时,可参照表 23 的范围选择,并根据实际情况确定使用高值或低值。当表中温度不符合实际情况时,容许作适当调整。

表22 确定陶粒沥青混合料拌和及压实温度的适宜温度

| 粘度    | 适宜于拌和的沥青结合料粘度                               | 适宜于压实的沥青结合料粘度                               | 测定方法            |
|-------|---|---|-----------------|
| 表观粘度  | $(0.17 \pm 0.02) \text{ Pa} \cdot \text{s}$ | $(0.28 \pm 0.03) \text{ Pa} \cdot \text{s}$ | JTG E20, T 0625 |
| 运动粘度  | $(170 \pm 20) \text{ mm}^2/\text{s}$        | $(280 \pm 30) \text{ mm}^2/\text{s}$        | JTG E20, T 0619 |
| 赛波特粘度 | $(85 \pm 10) \text{ s}$                     | $(140 \pm 15) \text{ s}$                    | JTG E20, T 0623 |

表23 热拌陶粒沥青混合料的施工温度(°C)

| 施工工序  |        | 70号石油沥青            |
|---|--------|--------------------|
| 沥青加热温度  |        | 155~165            |
| 矿料加热温度  | 间隙式拌和机 | 集料加热温度比沥青温度高 10~30 |
|   | 连续式拌和机 | 矿料加热温度比沥青温度高 5~10  |
| 混合料出料温度   |        | 145~160            |
| 混合料贮料仓贮存温度  |        | 贮料过程中温度降低不超过 10    |
| 混合料废弃温度, 高于   |        | 195                |
| 运输到现场温度, 不低于  |        | 145                |
| 混合料摊铺温度, 不低于  | 正常施工   | 135                |
|   | 低温施工   | 150                |
| 开始碾压的混合料内部温度, 不低于   | 正常施工   | 130                |
|   | 低温施工   | 145                |
| 碾压终了的表面温度, 不低于  | 钢轮压路机  | 70                 |
|   | 轮胎压路机  | 80                 |
|   | 振动压路机  | 70                 |
| 开放交通的路表温度, 不高于  |        | 50                 |
| <p>注1: 陶粒沥青混合料的施工温度采用具有金属探测针的插入式数显温度计测量。表面温度可采用表面接触式温度计测定。当采用红外线温度计测量表面温度时, 应进行标定。陶粒沥青混合料施工温度测试方法按附录B执行;</p> <p>注2: 表中未列入的沥青的施工温度由试验确定。</p> |        |                    |

7.2.3 聚合物改性陶粒沥青混合料的施工温度根据实践经验并参照表 24 选择。宜较普通陶粒沥青混合料的施工温度提高 10 °C~20 °C。对采用冷态胶乳直接喷入法制作的改性陶粒沥青混合料, 集料烘干温度应进一步提高。

表24 聚合物改性陶粒沥青混合料的正常施工温度范围(°C)

| 工序            | 聚合物改性沥青(SBS类) |
|---------------|---------------|
| 沥青加热温度        | 165~175       |
| 集料加热温度        | 190~200       |
| 改性沥青陶粒混合料出厂温度 | 170~180       |
| 混合料最高温度(废弃温度) | 195           |

表24 聚合物改性陶粒沥青混合料的正常施工温度范围(°C) (续)

| 工序   | 聚合物改性沥青(SBS类) |
|--|---------------|
| 混合料贮存温度  | 拌和出料后降低不超过10  |
| 摊铺温度, 不低于  | 160           |
| 初压开始温度, 不低于  | 150           |
| 碾压终了的表面温度, 不低于   | 90            |
| 开放交通时的路表温度, 不高于  | 50            |
| <p>注1: 陶粒沥青混合料的施工温度采用具有金属探测针的插入式数显温度计测量。表面温度可采用表面接触式温度计测定。当采用红外线温度计测量表面温度时, 应进行标定。具体测定方法见本规范“附录B热拌沥青混合料施工温度测试方法”。</p> <p>注2: 当采用表列以外的聚合物或天然沥青改性沥青时, 施工温度由试验确定。</p> |               |

7.2.4 CSMA混合料的施工温度应视纤维品种和数量、矿粉用量的不同, 在改性陶粒沥青混合料的基础上作适当提高。

## 8 混合料拌制

### 8.1 混合料拌制

8.1.1 拌和站应安置在地势相对较高的位置, 且场地平整并具有足够的承载能力, 同时场站内设置完备的防、排水设施, 场地应采用混凝土硬化处理, 严禁泥土污染。

8.1.2 原材料应分档隔仓存放并做好标识, 储料仓要满足生产及环保相关要求。

8.1.3 原材料严禁露天堆放, 应放置于专门搭建的防雨棚内或库房内。

8.1.4 由于陶粒含水率较高, 要适当延长烘干时间或适当降低烘干机内的充盈率, 以保证烘干陶粒的残余含水量不应大于1%。

8.1.5 陶粒沥青混合料可采用间歇式拌和机或连续式拌和机拌制, 快速路、主干路应采用间歇式拌和机拌和。连续式拌和机使用的集料必须稳定不变, 一个工程从多处料源进料或质量不稳定时, 不得采用连续式拌和机。

8.1.6 陶粒沥青混合料拌和站的各种计量设备(传感器、流量计、温度计)必须定期检定, 周期不少于每年一次。冷料供料装置需经标定得出集料供料曲线。

8.1.7 拌和站冷料仓的数量应满足配合比的需要, 通常不宜少于5个~6个, 具有添加外加剂的设备。拌和机的粉料仓应配备振动装置以防止粉料起拱。

8.1.8 混合料拌和时, 开始几盘集料应提高加热温度, 干拌几锅集料废弃后, 再正式加沥青拌和混合料。

8.1.9 陶粒沥青混合料拌和时间应根据具体情况经试拌确定, 以沥青均匀裹覆集料为度。集料和矿粉进入拌锅干拌5s~10s, 然后加入热沥青湿拌35s~40s后出锅, 一个循环过程约为40s~50s。拌和出的混合料应均匀、无离析、花白、结块等现象。

8.1.10 陶粒沥青混合料宜随拌随用, 检测时, 车厢内混合料顶堆上的温度与料堆下的温度相差不宜超过3°C~5°C, CAC混合料贮存时间不宜超过24h, CSMA混合料只限当天使用, COGFC混合料宜随拌随用。拌和温度控制应符合表23, 表24的规定。

8.2 混合料运输

- 8.2.1 为保证施工的连续性，避免出现停机等料或者拌和站窝工现象，必须配备足够数量的混合料运输车辆。
- 8.2.2 混合料运输车车厢应保持干净，不得存在杂物。车箱底板和侧板应涂一薄层防止沥青粘结的隔离剂或防黏剂，但需控制用量，不得有可见游离残液积聚。
- 8.2.3 混合料运输车在装料过程中，车辆要前后移动，分多次装料，或者分“前、后、中”三次装料，减少混合料的离析。
- 8.2.4 混合料出厂时应逐车测定沥青混合料的重量和温度，记录出厂时间，签发运料单。
- 8.2.5 混合料运输车在装料后，应及时用篷布覆盖严密，做到保温、防雨、防潮、防遗撒污染，篷布直到准备摊铺卸料时方可揭开，当气温较低或大风天气可采用双层或多层篷布覆盖，加强保温措施。
- 8.2.6 现场提前贮备陶粒沥青混合料时应考虑降温速率，需每半小时用测温仪逐车测定温度，贮存期间温度应满足表 23，表 24 的规定。各种型号陶粒沥青混合料降温速率可参考表 25 数据。

表25 各种型号陶粒沥青混合料降温速率

| 型号   | CAC 系列  | CSMA 系列 | COGFC 系列 |
|--|---------|---------|----------|
| 降温速度(°C/h)   | 0.5~1.0 | 1.5~2.5 | 2.0~3.0  |
| 注：以上数据采集环境气温在 10 °C 时，风力小于 3 级，自卸车采取篷布覆盖保温措施时混合料的降温速率。 |         |         |          |

- 8.2.7 摊铺过程中运料车应在摊铺机前 100 mm~300 mm 处停住，空挡等候，由摊铺机推动前进开始缓缓卸料，避免撞击摊铺机。在有条件时，运料车可将混合料卸入转运车经二次拌和后向摊铺机连续均匀的供料。运料车每次卸料必须倒净，如有剩余，应及时清除，防止硬结。
- 8.2.8 运料车进入摊铺现场时，轮胎上不应有泥土脏物、不应急刹车、急弯掉头，避免对下承层造成污染及损伤。

9 施工

9.1 一般规定

- 9.1.1 热拌陶粒沥青混合料应采用沥青摊铺机摊铺，摊铺机的受料斗应涂刷薄层隔离剂或防粘结剂，但需防止过量涂刷造成料斗集聚，或流淌到路面造成污染。
- 9.1.2 陶粒沥青路面不宜在气温低于 10 °C 以及大风、雨雪天或下承层潮湿的情况下施工。

9.2 摊铺与碾压

- 9.2.1 根据路幅宽度确定沥青摊铺机数量，一台摊铺机的铺筑宽度不宜超过 6 m(双车道)~7.5 m(3 车道以上)，当采用两台或多台摊铺机联铺时，各摊铺机型号、性能参数、熨平板宽度宜保持一致。相邻两台摊铺机前后间距 10 m~20 m 呈梯队方式同步摊铺，当气温较低时，可适当缩短间距。两幅之间应有 10 cm~15 cm 宽度的搭接，并避开车道轮迹带，上下层的搭接位置宜错开 20 cm 以上。
- 9.2.2 为了保证摊铺的匀速连续性，现场应提前用自卸车贮备适量的陶粒沥青混合料。备料量应根据生产能力、运输时间、单位时间混合料消耗量等因素考虑，可按式(2)确定：

$$B = T \left( 1 - \frac{Q}{D} \right) + HQ \dots\dots\dots (2)$$

式中：

B——现场备料数量(t)；

$T$ ——计划摊铺消耗沥青混合料总量(t)；

$Q$ ——拌和机产量(t/h)；

$D$ ——单位时间沥青混合料消耗量(t/h)， $D=60 \times$ 摊铺速度(m/min)  $\times$  摊铺宽度(m)  $\times$  压实成型后的平均厚度(m)  $\times$  压实后沥青混凝土密度(t/m<sup>3</sup>)；

$H$ ——重载运程时间(h)；

当  $Q \geq D$  时，按式  $B = (1 + H) + Q$  确定。

9.2.3 摊铺前，根据摊铺起点实铺厚度、松铺系数进行摊铺机起步垫块及仰角的设定。提前 0.5 h~1 h 对摊铺机熨平板进行预热，温度不低于 100 ℃。各型号陶粒沥青混凝土，单层摊铺厚度宜为 4 cm~10 cm，相应松铺系数可参考表 26 数据。

表26 各种型号沥青混凝土松铺系数(单层摊铺厚度 4 cm~10 cm 时)

| 参数       | 机械摊铺松铺系数  | 人工摊铺松铺系数  |
|----------|-----------|-----------|
| CAC 系列   | 1.15~1.20 | 1.25~1.35 |
| CSMA 系列  | 1.08~1.15 |           |
| COGFC 系列 | 1.05~1.15 |           |

9.2.4 摊铺开始后需对初始仰角进行检验，在 10 m 距离以外范围内作多点厚度检查；取其平均值与设计要求的厚度比较，一致时即为合格，不一致时要对厚度调节螺杆进行调整，直到相一致时为止。

9.2.5 铺筑过程中应选择熨平板的振捣或夯锤压实装置具有适宜的振动频率和振幅，以提高路面的初始压实度。螺旋布料器高度以及熨平板加宽连接应仔细设定调节，避免混合料有明显的离析。

9.2.6 摊铺机应采用自动找平方式，下面层宜采用钢丝绳引导的摊铺高程控制方式；中、上面层宜采用非接触式平衡梁摊铺高程控制方式。

9.2.7 摊铺速度应均匀、连续，不得随意变更速度。如遇特殊情况需增减摊铺速度，应按每 5 米 0.2 m/min 的增减幅度逐步递进，不得陡增陡减。上面层摊铺速度宜控制在 2 m/min~3 m/min，中下面层摊铺速度不得超过 5 m/min。摊铺机作业速度最小不低于 1.5 m/min。

9.2.8 摊铺机的螺旋布料器应相应于摊铺速度调整到保持一个稳定的速度均衡地转动，两侧应保持有不少于送料器 2/3 高度的混合料，以减少在摊铺过程中混合料的离析。

9.2.9 压实时，遵循初压→复压→终压的程序，压实成型的陶粒沥青路面应符合压实度及平整度的要求。压实层最大厚度不宜大于 10 cm。

9.2.10 碾压温度应符合表 23、表 24 的规定要求，并根据混合料种类、压路机类型、气温、层厚等情况经试压确定。在不产生严重推移和裂缝的前提下，初压、复压、终压都应在尽可能高的温度下进行。同时不得在低温状况下作反复碾压，使石料棱角磨损、压碎，破坏集料嵌挤。

9.2.11 初压应符合下列要求：

- 初压应紧跟在摊铺机后碾压，保持较短的初压区长度，不宜超过 60 m~80 m，以尽快使表面压实，减少热量散失；
- 初压采用双钢轮压路机静压 1 遍~2 遍，不宜采用单钢轮压路机，也不宜采用振动压实工艺；碾压时应将压路机的驱动轮面向摊铺机，从外侧向中心碾压，在超高路段则由低向高碾压，在坡道上应将驱动轮从低处向高处碾压；
- 初压后应及时检查平整度、路拱，有严重缺陷时及时进行修整乃至返工。

9.2.12 复压应紧跟在初压后进行，并应符合下列要求：

- 复压宜根据陶粒沥青混合料类型选择适宜的压路机，碾压 3 遍~5 遍，中途不得随意停顿；

- b) 密级配陶粒沥青混合料(CAC)的复压宜采用重型的轮胎压路机进行碾压,总质量不宜小于 25 t,以增加密水性。相邻碾压带应重叠  $1/3\sim 1/2$  的碾压轮宽度(100 mm~200 mm),碾压至要求的压实度为止;
- c) 沥青玛蹄脂陶粒混合料(LMSA)的复压宜采用钢筒压路机,也可采用振动压路机和重型轮胎压路机。当陶粒沥青面层压实厚度小于或等于 3 cm 时不得采用振动压路机碾压,当压实厚度大于 3 cm 时,采用振动压路机需遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则进行;采用重型轮胎压路机复压时,需根据陶粒沥青用油量以及试碾压情况,以验证沥青结合料不会因搓揉挤压而上浮;
- d) 开级配排水式陶粒沥青磨耗层(COGFC)宜采用小于 12 t 钢筒式压路机碾压;
- e) 对路面边缘、加宽及港湾式停车带等大型压路机难于碾压的部位,宜采用小型振动压路机或振动夯板作补充碾压。

9.2.13 终压应紧接在复压后进行,终压采用双钢轮压路机静压 2 遍~3 遍,碾压至无明显轮迹为止。

9.2.14 碾压轮在碾压过程中应保持清洁,有混合料沾轮应立即清除,对钢轮可涂刷隔离剂或防粘结剂,但严禁刷柴油。对胶轮压路机,开始碾压阶段可适当烘烤、涂刷少量隔离剂或防粘结剂,并先到高温区碾压使轮胎尽快升温。

9.2.15 压路机不得在未碾压成型路段上转向、调头、加水或停留。在当天成型的路面上,不得停放各种机械设备或车辆,不得散落矿料、油料等杂物。

### 9.3 接缝

9.3.1 陶粒沥青路面的施工必须接缝紧密、连接平顺,不得产生明显的接缝离析。上下层的纵缝应错开 150 mm(热接缝)或 300 mm~400 mm(冷接缝)以上。相邻两幅及上下层的横向接缝均应错位 1 m 以上。接缝施工应用 3 m 直尺检查,确保平整度符合要求。

9.3.2 陶粒沥青路面纵向接缝部位的施工应符合下列要求:

- a) 当采用两台或多台摊铺机成并列梯队方式进行摊铺作业时,纵向接缝应采用热接缝。将已铺部分留下 100 mm~200 mm 宽暂不碾压,作为后续部分的基准面,然后作跨缝碾压以消除缝迹;
- b) 当半幅施工或因特殊原因不得不产生纵向冷接缝时,施工时可采用挡板或施工后采用切割机切齐的方式,加铺另半幅前应涂洒少量粘层油,重叠在已铺层上 50 mm~100 mm,再铲走铺在前半幅上面的混合料,碾压时由边向中碾压留下 100 mm~150 mm,再跨缝挤紧压实。

9.3.3 陶粒沥青路面铺筑期间,当需要暂停施工时,中、下面层横向接缝可采用平接或斜接,上面层应采用平接缝。

9.3.4 当采用切割机制作平接缝时,宜在铺设当天混合料冷却但尚未结硬时进行,先用直尺检查接缝处已压实的路面的厚度及平整度,不符合要求的应切除,切除不得损伤下承层路面,切割刨除时留下的泥水必须冲洗干净。

9.3.5 横向缝继续施工时,接缝断面应保持干燥,涂刷粘层油并用熨平板预热。

9.3.6 横向接缝处摊铺混合料后应先清缝,使接缝界限清晰,然后检查新摊铺的混合料松铺厚度是否合适。

9.3.7 横向接缝碾压时宜按垂直车道方向沿接缝进行,如因碾压时场地空间限制,也可沿纵向碾压,但应在摊铺机驶离接缝后尽快碾压,充分压实,连接平顺。

### 9.4 开放交通及其他

9.4.1 陶粒沥青路面应待摊铺层完全自然冷却,表面温度低于 50 °C 后,方可开放交通。需要提早开放交通时,可采用洒水加速降温冷却。

9.4.2 摊铺施工时,密切关注气象预报,加强施工现场、拌和站以及气象站之间的联系,控制施工段长度,各道工序紧密衔接,避免不良气候条件对施工的影响。

9.4.3 铺筑好的沥青路面，完工交验前应严格控制交通，做好保护，保持整洁，不应造成污染，不准许在沥青层上堆放施工产生的土或杂物，不准许在已铺沥青层上制作水泥砂浆。

## 10 质量管理与检查验收

### 10.1 一般规定

10.1.1 陶粒沥青路面施工应根据全面质量管理的要求，建立健全有效的质量保证体系，对施工各工序的质量进行检查评定，达到规定的质量标准，确保施工质量的稳定性。

10.1.2 加强施工过程质量控制，实行动态质量管理，所有与工程建设有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，必须如实记录和保存。

10.1.3 施工前应检查各种材料的来源和质量。对首次使用的集料，应检查原产单位的料石场储备、生产条件、加工机械等情况。所有材料都应按规定取样检测，经质量认可后方可订货。

10.1.4 材料的存放场地应通风、防雨、防潮，排水设施完善。

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

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

### 10.2 试拌与试铺

10.2.1 陶粒沥青路面在施工前应铺筑试验段，试验段长度宜为 100 m~200 m，当同一施工单位在材料、机械设备及施工方法与其他工程完全相同时，也可利用其他工程的结果，可不再铺筑新的试验路段。

10.2.2 陶粒沥青混凝土路面试验段铺筑分试拌及试铺两个阶段，应包括下列试验内容：

- a) 检验各种施工机械的类型、数量及组合方式是否匹配；
- b) 通过试拌确定拌和机的操作工艺，包括投料顺序、温控参数、拌和时间等；
- c) 通过试铺确定陶粒沥青混合料摊铺、压实工艺，确定松铺系数等；
- d) 验证陶粒沥青混合料生产配合比设计，提出生产用的标准配合比和最佳油石比。

10.2.3 试验段铺筑应由有关各方共同参加，及时商定有关事项，明确试验结论。铺筑结束后，施工单位应就各项试验内容提出完整的试验段施工总结、检测报告，取得业主或监理的批复。

### 10.3 施工质量管理

10.3.1 陶粒沥青道路面层必须在道路基层验收合格并经业主监理同意后方可施工。

10.3.2 陶粒沥青混合料的生产，除应按 JT/T 770 和 CJJ 1 的相关要求对所用材料及陶粒沥青混合料进行质量验收，并应符合表 27 中的要求。

表27 热拌陶粒沥青混合料验收标准

| 项目      |              | 质量要求或允许偏差                | 检验频率  | 检验方法              |
|---------|--------------|--------------------------|---|-------------------|
| 材料      | 沥青           | 应符合 4.4 条的规定             | 按同一生产厂家、同一品种、同一标号、同一批号连续进场的沥青(石油沥青每 100 t 为 1 批, 改性沥青每 50 t 为 1 批), 每批次抽检 1 次                             | 查出厂合格证, 检验报告并进场复验 |
|         | 陶粒           | 应符合 4.2 条的规定             | 按同一生产厂家、同一品种、同一密度等级、同一颗粒级配、同一批号连续进场的陶粒(每 400 m <sup>3</sup> 为 1 批, 不足 400 m <sup>3</sup> 为 1 批) 每批次抽检 1 次 | 查出厂合格证, 检验报告并进场复验 |
|         | 细集料、填料、纤维稳定剂 | 应符合 4.3 条、4.5 条、4.6 条的规定 | 按不同品种产品进场批次和产品抽样检验方案确定  | 观察、检查进场检验报告       |
| 陶粒沥青混合料 | 施工温度         | 应符合 6.2 条的规定             | 全数检查  | 查测温记录, 现场检测温度     |
|         | 配合比          | 应符合 5.2 条马歇尔试验配合比技术要求    | 每日、每品种检查 1 次  | 现场取样试验            |

10.3.3 施工单位在施工过程中, 应随时对施工质量进行自检。监理应按规定要求自主地进行试验, 并对施工单位的试验结果进行质量评定。

10.3.4 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:

- a) 从料堆和皮带输送机随时目测各种材料的质量和均匀性, 检查泥块及超粒径碎石, 检查冷料仓有无窜仓。目测混合料拌和是否均匀, 有无花白料, 油石比是否合理, 检查集料和混合料的离析情况;
- b) 检查控制室拌和机各项参数的设定值、控制屏的显示值, 核对计算机采集和打印记录的数据与显示值是否一致。参照 JTG F40 的有关方法进行沥青混合料生产过程的在线监测和总量检验;
- c) 检测陶粒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;
- d) 取样成型试件进行马歇尔试验, 测定空隙率、稳定度、流值, 计算合格率。

10.3.5 陶粒沥青路面铺筑过程中必须随时对铺筑质量进行检查评定, 质量检查的内容、频度、允许差应符合相关规范的规定。

10.3.6 施工厚度的检测按以下方法执行, 并相互校核, 当差值较大时通常以总量检验为准。

- a) 利用摊铺过程在线控制, 即不断地用插尺或其它工具插入摊铺层测量松铺厚度;
- b) 利用拌和站沥青混合料总生产量与实际铺筑的面积计算平均厚度进行总量检验;
- c) 当具有地质雷达等无破损检验设备时, 可利用其连续检测路面厚度, 但其测试精度需经标定认可;
- d) 待路面完全冷却后, 在钻孔检测压实度的同时测量陶粒沥青层的厚度。

10.3.7 陶粒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。

- a) 碾压工艺的控制包括压路机的配置(台数、吨位及机型)、排列和碾压方式、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;

- b) 碾压过程中宜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，一组不少于 13 点，取平均值，与标定值或试验段测定值比较评定。测定温度应与试验段测定时一致，检测精度通过试验路与钻孔试件标定；
- c) 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。钻孔后应及时将孔中灰浆淘净，吸净余水，待干燥后以相同的沥青混合料分层填充夯实。为减少钻孔数量，有关施工、监理、监督各方宜合作进行钻孔检测，以避免重复钻孔；
- d) 压实层厚度等于或小于 3 cm 的超薄表面层或磨耗层、厚度小于 4 cm 的 CSMA 表面层、易发生温缩裂缝的严寒地区的表面层、桥面铺装沥青层，以及使用改性沥青后，钻孔试样表面形状改变，难以准确测定密度时，可免于钻孔取样，严格控制碾压。

10.3.8 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，尤其特别注意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。

10.3.9 施工过程中必须随时用 3 m 直尺检测接缝及与构造物的连接处平整度的检测，正常路段的平整度采用连续式平整度仪或颠簸累积仪测定。

#### 10.4 检验标准

10.4.1 热拌陶粒沥青混合料面层质量检验，主控项目除应符合表 27 的要求外，还应符合表 28 的规定。

表28 热拌陶粒沥青混合料面层质量验收标准(主控项目)

| 项目        |     | 质量要求或允许偏差                              | 检验频率                        | 检验方法                     |
|-----------|-----|--|-----------------------------|--------------------------|
| 陶粒沥青混凝土面层 | 压实度 | 城市快速路、主干路不得小于 96%；<br>次干路及以下道路不得小于 95% | 每 1000 m <sup>2</sup> 测 1 点 | 查试验记录(马歇尔击实试件密度，试验室标准密度) |
|           | 厚度  | 应符合设计规定，允许偏差为+10 mm~-5 mm              | 每 1000 m <sup>2</sup> 测 1 点 | 钻孔或刨挖，用钢尺量               |
|           | 弯沉值 | 不得大于设计规定                               | 每车道、每 20 m，测 1 点            | 弯沉仪检测                    |

10.4.2 热拌陶粒沥青混合料面层质量检验，一般项目应符合表 29 的规定。

表29 热拌陶粒沥青混合料面层质量验收标准(一般项目)

| 项目       | 质量要求或允许偏差 | 检验频率        |       |           | 检验方法   |      |        |   |
|----------|-----------|-------------|-------|-----------|--------|------|--------|---|
|          |           | 范围          | 点数    |           |        |      |        |   |
| 纵断高程(mm) | ±15       | 20 m        | 1     |           | 用水准仪测量 |      |        |   |
| 中线偏位(mm) | ≤20       | 100 m       | 1     |           | 用全站仪测量 |      |        |   |
| 平整度(mm)  | 标准差 σ 值   | 快速路、<br>主干路 | 100 m | 路宽<br>(m) | < 9    | 1    | 用测平仪检测 |   |
|          |           | 次干路、支路      |       |           | ≤1.5   | 9~15 |        | 2 |
|          |           |             |       |           | ≤2.4   | > 15 |        | 3 |

表29 热拌陶粒沥青混合料面层质量验收标准(一般项目)(续)

| 项目  |          | 质量要求或允许偏差   |    | 检验频率  |           |      | 检验方法                 |                             |
|---|----------|---|----|-------|-----------|------|----------------------|-----------------------------|
|   |          |   |    | 范围    | 点数        |      |                      |                             |
| 平整度(mm)   | 最大<br>间隙 | 次干路、支路  | ≤5 | 20 m  | 路宽<br>(m) | < 9  | 1                    | 用 3 m 直尺和塞尺连续<br>量取两尺, 取最大值 |
|   |          |   |    |       |           | 9~15 | 2                    |                             |
|   |          |   |    |       |           | > 15 | 3                    |                             |
| 横坡  |          | ±0.3%且不反坡   |    | 20 m  | 路宽<br>(m) | < 9  | 2                    | 用水准仪测量                      |
|   |          |   |    |       |           | 9~15 | 4                    |                             |
|   |          |   |    |       |           | > 15 | 6                    |                             |
| 井框与路面高差(mm)   |          | ≤5  |    | 每座    | 1         |      | 十字法, 用直尺、塞尺<br>量取最大值 |                             |
| 项目  |          | 质量要求或允许偏差   |    | 检验频率  |           |      | 检验方法                 |                             |
|   |          |   |    | 范围    | 点数        |      |                      |                             |
| 抗滑  | 摩擦<br>系数 | 符合设计要求  |    | 200 m | 1         |      | 摆式仪                  |                             |
|   | 构造<br>深度 | 符合设计要求  |    | 200 m | 全线连续      |      | 横向力系数车               |                             |
| 外观  |          | 表面应平整、坚实, 接缝<br>紧密, 无枯焦; 不得有明<br>显轮迹、推挤裂缝、脱<br>落、烂边、油斑、掉渣等<br>现象, 不得污染其它构筑<br>物。面层与路缘石、平石<br>及其它构筑物应接顺, 不<br>得有积水现象 |    | 全数检查  |           |      | 观察                   |                             |
| <p>注 1: 测平仪为全线每车道连续检测每 100 m 计算标准差 <math>\sigma</math>; 无测平仪时可采用 3 m 直尺检测; 表中检验频率点数为测线数;</p> <p>注 2: 平整度、抗滑性能也可采用自动检测设备进行检测;</p> <p>注 3: 底基层表面、下面层应按设计规定用量撒泼透层油、粘层油;</p> <p>注 4: 中面层、底面层仅进行中线偏位、平整度、宽度、横坡的检测;</p> <p>注 5: 改性(再生)沥青混凝土路面可采用此表进行检验;</p> <p>注 6: 十字法检查井框与路面高差, 每座检查井均应检查。十字法检查中, 以平行于道路中线, 过检查井盖中心的直线做基线, 另一条线与基线垂直, 构成检查用十字线。</p> |          |   |    |       |           |      |                      |                             |

## 11 标准实施与评价

11.1 结合实际, 认真做好标准实施准备, 包括标准实施的方案准备、组织准备、知识准备、手段准备和物质条件准备等。

11.2 制定标准实施方案, 明确适用对象和场景、提供实施必备条件和保障(组织、制度、资金、人员和设备仪器等)、推荐方法路径, 确定资源要素配置、关键环节和控制点, 提出标准实施中的注意事项。

**11.3** 针对相关方和具体对象/岗位进行标准宣贯和培训，结合标准要求，落实责任制，做到横向到边，纵向到底。

**11.4** 标准实施主要在产品生产、工程建设、技术改造等活动中开展。工程建设、技术改造活动标准实施的重点是落实工程建设质量、安全和环保的要求。

**11.5** 标准实施的检查主要是检查标准实施方案的落实情况，需要逐条检查标准实施内容的落实，并记录未实施内容的理由或原因。标准实施检查也要检查标准实施的支持手段和物质条件的落实情况。做好标准实施验证记录，畅通标准实施信息采集的方式方法和反馈渠道，定期整理并处理收集到的意见建议。对标准实施评价的基本依据是《中华人民共和国标准化法》等。

**11.6** 在标准实施一定时间后，对照标准实施方案，开展标准实施效果评价分析，总结实施经验成效，梳理存在的薄弱环节，标准实施的评价主要是评价标准实施的效果，主要从技术进步、质量水平提高、客户满意度、规范秩序、效率提高、节约费用、节省时间、履行社会责任等方面进行有益性评价，同时还要评价标准实施带来的问题，以便为未来改进提供参考。

**11.7** 适时向专业标准化技术委员会和标准归口管理单位反馈情况，提出标准推广、修改、补充、完善或者废止等意见建议。

**11.8** 标准实施信息及意见反馈表相关示例见附录 C。

## 附录 A

### (规范性)

#### 热拌陶粒沥青混合料矿料配合比设计方法

##### A.1 一般规定

A.1.1 本方法适用于密级配陶粒沥青混合料(CAC)、开级配陶粒沥青混合料(COGFC)、沥青玛蹄脂陶粒混合料(CSMA)矿料的级配设计。

A.1.2 热拌陶粒沥青混合料中的各类矿料配合比,采用体积质量转换法进行设计。该方法是将各种类的矿料单独进行筛分,得到各矿料体积比例曲线,然后按级配设计范围得到的配合比作为各矿料的体积配合比,再将体积配合比转化为质量配合比。

##### A.2 确定工程设计顶配范围

A.2.1 陶粒沥青路面工程的混合料类型一般由工程设计文件或招标文件规定。混合料的设计级配宜在本规范6.2.1规定的级配范围内,根据道路等级、工程性质、气候条件、交通条件、材料品种,通过对条件大体相当的工程的使用情况进行调查研究后调整确定,必要时允许超出规范级配范围。

A.2.2 对于密级配陶粒沥青混合料(CAC),在处于夏季温度高、高温持续时间长,重载交通多的路段,宜选用粗型密级配,并采取较高的设计空隙率。在处于冬季温度低且低温持续时间长的地区,或者重载交通较少的路段,宜选用细型密级配,并采取较低的设计空隙率。粗型和细型密级配矿料关键筛孔通过率见本规范表11,以本规范表12作为混合料矿料级配范围。

A.2.3 对于沥青玛蹄脂陶粒混合料(CSMA),工程设计级配范围宜直接采用本规范表 13规定的矿料级配范围。公称最大粒径等于或小于9.5 mm的CSMA混合料,以2.36 mm作为粗集料骨架的分界筛孔,公称最大粒径等于或大于13.2 mm的CSMA混合料以4.75 mm作为粗集料骨架的分界筛孔。在工程设计级配范围内,调整各种矿料比例设计3组不同粗细的初试级配,3组级配的粗集料骨架分界筛孔的通过率处于级配范围的中值、中值 $\pm 3\%$ 附近,矿粉数量均为10%左右。

A.2.4 对于开级配陶粒沥青混合料(COGFC),以本规范表14级配范围作为工程设计级配范围,在充分参考同类工程的成功经验的基础上,在级配范围内适配3组不同2.36 mm通过率的矿料级配作为初选级配。

##### A.3 材料选择与准备

A.3.1 配合比设计的各种矿料必须按现行JTG 3432规定的方法,从工程实际使用的材料中取代表性样品。

A.3.2 配合比设计所用的各种材料必须符合气候和交通条件的需要。其质量应符合本规范第5章规定的技术要求。当单一规格的集料某项指标不合格,但不同粒径规格的材料按级配组成的集料混合料指标能符合规范要求时,允许使用。

##### A.4 矿料配比设计

A.4.1 热拌陶粒沥青混合料矿料配合比设计宜借助电子计算机的电子表格用试配法进行。

A.4.2 矿料级配曲线按JTG E20的有关方法绘制。

- a) 矿料级配曲线必须按照 JTG F40 推荐的泰勒曲线横坐标进行绘制。泰勒横曲线坐标值与标准筛孔尺寸对应关系见表 A.1;

表A.1 泰勒横曲线坐标值与标准筛孔尺寸对应表

|                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 标准筛孔尺寸                     | 0.075 | 0.15  | 0.3   | 0.6   | 1.18  | 2.36  | 4.75  | 9.5   | 13.2  | 16.0  | 19.0  |
| 泰勒横坐标值<br>$x = d_i^{0.45}$ | 0.312 | 0.426 | 0.582 | 0.795 | 1.077 | 1.472 | 2.016 | 2.754 | 3.193 | 3.482 | 3.762 |

- b) 以细型密级配陶粒沥青混合料(CAC-13F)为例,对各种矿料进行筛分,列表计算,得出满足设计指标要求的矿料合成级配,计算示例见表 A.2;

表A.2 矿料级配设计计算示例(CAC-13F)

| 泰勒横坐标值 | 筛孔<br>(mm)            | 陶粒<br>(%) | 石屑<br>(%) | 机制砂<br>(%) | 矿粉<br>(%) | 合成级配<br>(%) | 工程设计级配范围 |       |       |
|--------|-----------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-------------|----------|-------|-------|
|        |                       |           |           |            |           |             | 中值       | 下限    | 上限    |
| 3.482  | 16.0                  | 100.0     | 100.0     | 100.0      | 100.0     | 100.0       | 100.0    | 100.0 | 100.0 |
| 3.193  | 13.2                  | 89.4      | 100.0     | 100.0      | 100.0     | 94.9        | 95.0     | 90.0  | 100.0 |
| 2.754  | 9.5                   | 45.8      | 100.0     | 100.0      | 100.0     | 74.0        | 76.5     | 68.0  | 85.0  |
| 2.016  | 4.75                  | 1.6       | 97.3      | 99.5       | 100.0     | 52.3        | 53.0     | 38.0  | 68.0  |
| 1.472  | 2.36                  | 0.2       | 14.4      | 92.2       | 100.0     | 40.6        | 37.0     | 24.0  | 50.0  |
| 1.077  | 1.18                  | 0.0       | 0.7       | 66.8       | 100.0     | 29.5        | 26.5     | 15.0  | 38.0  |
| 0.795  | 0.6                   | 0.0       | 0.0       | 44.9       | 99.9      | 21.1        | 19.0     | 10.0  | 28.0  |
| 0.582  | 0.3                   | 0.0       | 0.0       | 24.5       | 99.7      | 13.3        | 13.5     | 7.0   | 20.0  |
| 0.426  | 0.15                  | 0.0       | 0.0       | 14.2       | 95.9      | 9.2         | 10.0     | 5.0   | 15.0  |
| 0.312  | 0.075                 | 0.0       | 0.0       | 8.8        | 86.0      | 6.8         | 6.0      | 4.0   | 8.0   |
| —      | 体积配合比 P <sub>vi</sub> | 48.0      | 10.0      | 38.0       | 4.0       | 100         | —        |       |       |

- c) 通过矿料级配设计计算,按泰勒曲线横坐标值进行矿料设计级配曲线图的绘制。曲线一般位于工程设计级配范围的中值附近。曲线图示例见图 A.1。

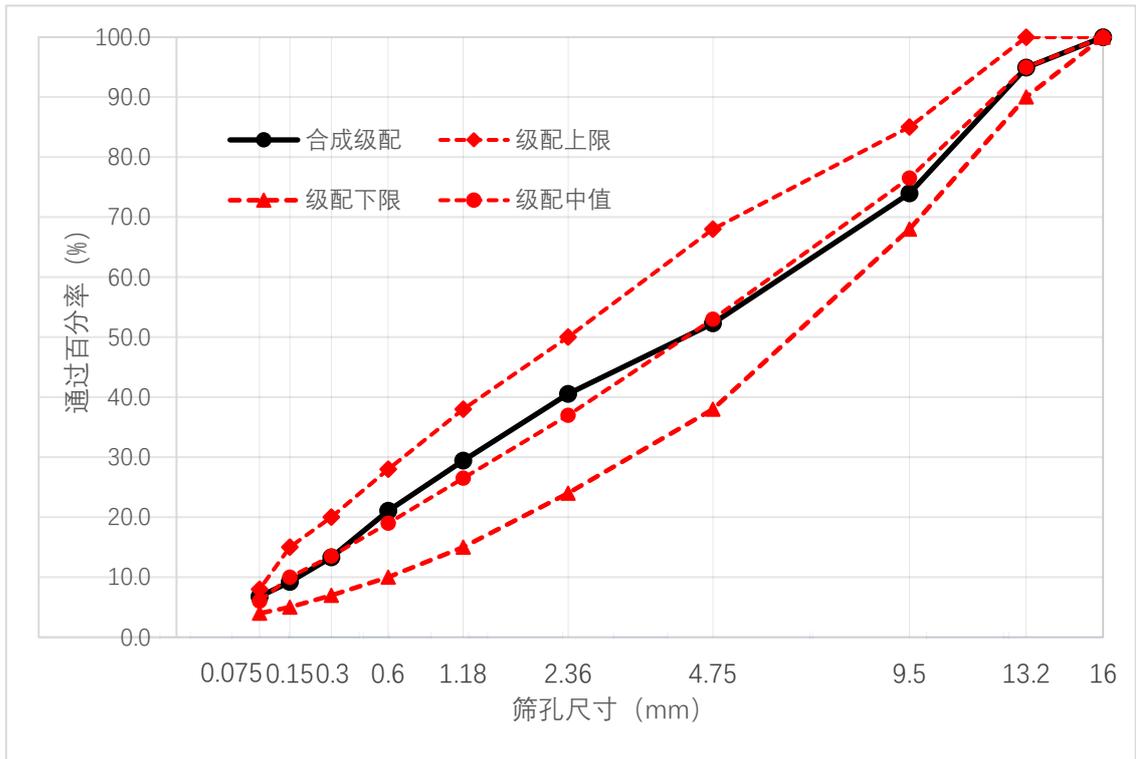


图 A.1 陶粒沥青混合料矿料级配曲线图示例(CAC-13F)

A.4.3 根据矿料级配设计计算、矿料级配曲线图，得出的各类矿料的配合比，该配合比作为体积配合比，按公式(1)进行体积质量转换，计算矿料的质量配合比。计算示例见表A.3。

表A.3 各矿料体积质量转换计算示例(CAC-13F)

| 项目  | 单位 | 陶粒    | 石屑    | 机制砂   | 矿粉    | 合成级配   |
|---|----|-------|-------|-------|-------|--------|
| 体积配合比 $P_{vi}$  | %  | 48.0  | 10.0  | 38.0  | 4.0   | 100.0  |
| 毛体积相对密度 $\gamma_i$  | —  | 1.456 | 2.471 | 2.513 | 2.620 | —      |
| $P_{vi} \times \gamma_i$  | —  | 69.89 | 24.71 | 95.49 | 10.48 | 200.57 |
| 质量配合比 $P_{mi} = P_{vi} \times \gamma_i / \sum_{i=1}^n P_{vi} \times \gamma_i$ | %  | 34.8  | 12.3  | 47.6  | 5.2   | 100.0  |
| 注：矿粉等填料可用表观相对密度替代。  |    |       |       |       |       |        |

A.4.4 对城市快速路、主干路，宜在工程设计级配范围内计算1~3组粗细不同的配比，绘制设计级配曲线，分别位于工程设计级配范围的上方、中值及下方。设计合成级配不得有太多的锯齿形交错，且在0.3 mm~0.6 mm范围内不出现“驼峰”。当反复调整不能满意时，宜更换材料设计。

A.4.5 根据当地的实践经验选择适宜的沥青用量，分别制作几组级配的马歇尔试件，测定VMA，初选一组满足或接近设计要求的级配作为设计级配。

## 附录 B (规范性) 热拌沥青混合料施工温度测试方法

### B.1 适用范围

本方法适用于测试热拌、温拌沥青混合料的施工温度，包括拌和站沥青混合料的出厂温度、施工现场摊铺、碾压时混合料的温度等。

非插入式温度计法主要用于施工过程中的控制，不作为仲裁试验使用。

### B.2 仪器与材料技术要求

插入式温度计：量程 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，分度值 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，宜采用有数字式或度盘式的金属杆插入式热电偶温度计，测杆的长度不小于 $300\text{ mm}$ ，并有读数留置功能；也可以采用煤油等玻璃温度计。

非插入式温度计：红外温度计或红外摄像机，分辨力 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

其它：棉丝，软布，螺丝刀等。

### B.3 方法与步骤

#### B.3.1 在运料卡车上测试

B.3.1.1 混合料出厂温度或运输至现场温度应在运料卡车上测试，每车测试一次。当运料卡车的侧面中部有专用的温度测试孔(距底板高约 $300\text{ mm}$ )时，可采用如图 B.1 所示的方法，用插入式温度计直接插入测试孔内的混合料中测试；当运料卡车无专用的温度测试孔时，可在运料车的混合料堆上部侧面采用插入式温度计测试，在拌和站测试的为混合料出厂温度，在运输至现场后测试的为现场温度。

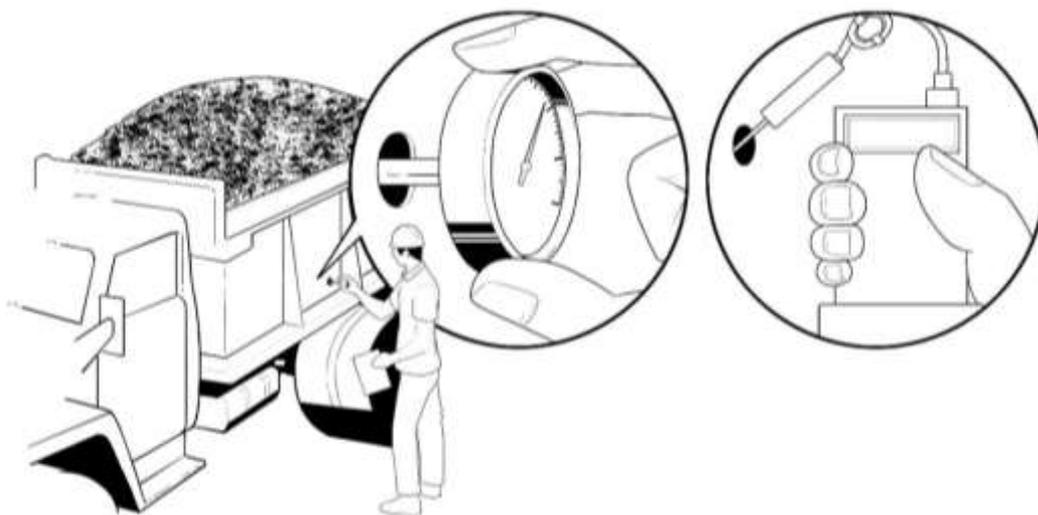


图 B.1 在料车上测试沥青混合料温度的方法

B.3.1.2 测试时，温度计插入深度不小于 $150\text{ mm}$ ，注视温度变化直至不再继续上升为止，读记温度，准确至 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

### B.3.2 在摊铺现场测试

B.3.2.1 混合混合料摊铺温度宜在摊铺机的一侧拨料器的前方混合料堆上测试。在测试位置插入温度计 150 mm 以上，并跟着向前走，如料堆向前滚，拔出后重新插入，注视温度变化直至不再继续上升为止，读记温度，准确至 1℃。

B.3.2.2 在摊铺过程中，运输车向摊铺机卸料时，可以采用红外摄像仪测试整个料车中的温度场，采用温度场图片形式保存数据，同时记录最高温度，最低温度，并计算最大温差，准确至 1℃。

B.3.2.3 摊铺温度应每车测试一次。

### B.3.3 在沥青混合料碾压过程中测试压实温度

#### B.3.3.1 基本要求

根据需要，随时选择初压开始、复压或终压成形等各个阶段的测点，测试碾压过程中的沥青混合料温度。

#### B.3.3.2 插入式温度计法

将插入式温度计仔细插入路面混合料压实层一半深度处，轻轻压紧温度计旁被扰动的混合料，注视温度计变化至不再继续上升为止，读记温度，准确至 1℃。当温度计完成读数之后，立即拔出并再次插入下一个测点处的混合料中。当温度计插入路面混合料较困难时，可用螺丝刀先插一孔后再插入温度计。当温度较低且混合料较硬时，不宜用玻璃温度计或玻璃触头的半导体点温计测试。

#### B.3.3.3 非插入式温度计红外温度计法

采用非插入式温度计红外温度计测试单个表面温度，此时测试温度一般用作施工单位自检或施工过程控制。测温时，需要直接对准测量的沥青混合料表面连续测试 3 次以上，直至最后 3 次温度差值不大于 1℃，读记最后一次测试温度，准确至 1℃。

#### B.3.3.4 红外摄像仪法

采用红外摄像仪测试一个区域内的表面温度，此时测试温度一般用作施工过程控制。测试时，采用红外摄像仪对准测试的区域，摄像保存，采用温度场图片形式保存数据，同时记录最高温度，最低温度，并计算最大温差，准确至 1℃。

### B.4 数据处理

压实温度一处测试不得少于 3 个测点，取平均值作为测试温度。对于红外摄像仪法则是一个区域测试一次。

### B.5 报告

本方法应报告以下技术：

- a) 热拌沥青混合料信息；
- b) 测试方法；
- c) 测试温度或测试的温度场图片及最大温差。

## 附 录 C

(资料性)

## 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

湖北省地方标准实施信息及意见反馈表如表C.1所示。

表C.1 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

| 标准名称及编号 |   |   |   |
|---------|---|---|---|
| 总体评价    | 适用性   | 该标准与当前所在地的产业或社会发展水平是否相匹配?   | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
|         | 协调性   | 该标准的特色要求与其他强制性标准的主要技术指标、相关法律法规、部门规章或产业政策是否协调?                                       | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
|         | 执行情况  | 标准执行单位或人员是否按照标准要求组织开展相关工作?  | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| 实施信息    | 标准实施过程中是否存在阻力和障碍?   |   | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
|         | 实施过程中存在的主要问题  |   |   |
| 修改意见    | 总体意见  | <input type="checkbox"/> 适用 <input type="checkbox"/> 修改 <input type="checkbox"/> 废止 |   |
|         | 具体修改意见  | 需修改章节:<br>具体修改意见:   |   |
| 反馈渠道    | <input type="checkbox"/> 标准化行政主管部门<br><input type="checkbox"/> 省直行业主管部门<br><input type="checkbox"/> 专业标准化技术委员会(工作组)<br><input type="checkbox"/> 标准起草组(牵头起草单位) |   |   |
| 反馈人     | 姓名:   | 单位:   | 联系方式:   |

填表说明：为及时掌握标准实施情况，了解地方标准实施过程中存在的问题，并为标准复审提供科学依据，特制订《湖北省地方标准实施信息及意见反馈表》。可根据实际情况在表格中对应方框打勾，有需要文字说明的反馈意见可在相应位置进行文字描述，也可另附页。

## 条文说明

### 5 原材料

#### 5.2 陶粒

5.2.1 陶粒作为轻粗集料，公称粒径为 5 mm 及以上，公称粒径小于 5 mm 的粗集料依然采用天然碎(砾)石集料。天然碎(砾)石粗集料技术指标应符合 CJJ 1 中的有关规定。

5.2.2 JT/T 770 中对轻粗集料的密度等级的划分为 700~1200，共有 6 个等级。通过测定页岩陶粒堆积密度均小于 1000 kg/m<sup>3</sup>，一般为 700 kg/m<sup>3</sup>~900 kg/m<sup>3</sup>，完全满足陶粒沥青混合料的使用要求。所以本规范陶粒密度等级分为 700、800、900 三个等级。

5.2.3 早前料场开采及陶粒生产不规范，产能规模也参差不齐，陶粒在沥青混凝土中替代碎石集料使用，存在一定质量隐患，主要表现在材料脏、粉尘多、含泥量重、吸水率过大、级配不规格等。为此，正文表 2 规定了陶粒进场验收的技术指标，以确保陶粒质量。需要说明的是，陶粒作为人造集料，不同于天然集料容易夹带泥块，所以在正文表 2 中没有泥块含量指标，但是这不代表就没有要求，在实际检验过程中若有怀疑时，需依据 JT/T 770 的要求执行。

5.2.5 陶粒最大粒径不宜大于 16.0 mm，颗粒级配的测定按 GB/T 17431.2 的规定进行，筛孔孔径为 16.0 mm、13.2 mm、9.50 mm、4.75 mm 共 4 种，基于陶粒作为粗集料粒径范围所限，陶粒沥青混合料矿料级配类型仅为中粒式和细粒式两种。

#### 5.3 细集料

5.3.1 细集料包括天然砂、机制砂、石屑。工程上配合比设计时经常对石屑和天然砂究竟采用哪个有不同的看法，不少工程对石屑情有独衷，盲目排斥天然砂。其实砂和石屑各有其优缺点。首先必须明确石屑与人工破碎的机制砂是有本质区别的。机制砂是由制砂机生产的细集料，粗糙、洁净、棱角性好，应该推广使用。而石屑是石料破碎过程中表面剥落或撞下的棱角、细粉，它虽然棱角性好，与沥青的粘附性好(如果不是石灰岩石屑也不一定好)，但石屑中粉尘含量很多，强度很低、扁片含量及碎石比例很大，且施工性能较差，不易压实，路面残留空隙率大，在使用中还有继续细化的倾向。因此国外标准大都限制石屑，而推荐采用机制砂。对于天然砂，与沥青的粘附性较差，呈浑圆状，使用太多对高温稳定性不利，但使用天然砂在施工时具有容易压实，路面好成型等优点，所以石屑和天然砂共同使用往往能起到互补的效果。对石屑要求生产时采用抽吸的措施，0.075 mm 通过率不得超过 10%，没有限制石屑用量的规定，但限制了天然砂不超过细集料总量的 20%。随着我国对环境保护的日益重视，一些地方开始对无序开采河砂加以限制是十分正确的，为了保证细集料的质量，采用机制砂是个方向。可以预料，我国沥青路面使用的细集料将会发生大的变化。

5.3.3 热拌密级配陶粒沥青混合料中天然砂的用量通常不宜超过集料总量的 20%，L-SMA 和 L-OGFC 混合料不宜使用天然砂。主要原因是天然砂呈圆球状，棱角性较差，用量过多对沥青混合料高温稳定性有较大影响。另外天然砂分为粗、中、细砂三类，在通常情况下，偏粗的中砂是较好的材料，细砂要控制 0.3 mm~0.6 mm 的量不要太多，避免出现“驼峰”级配。

5.3.4 石屑在我国使用相当普遍，这是材料中较为薄弱的一环。本规范对其生产过程作了明确要求，以减少石屑中的粉尘含量。如果加工时不进行抽吸，0.075 mm 通过率 10%是很难做到的，希望各地严格

管理。另外该条款中 S14 规格的集料，为公称粒径 3 mm~5 mm 粗集料，粒径过筛孔要求见 JTG F40 的有关要求。

## 5.4 沥青

5.4.1 城市快速路、主干路各面层以及其他等级道路上面层的陶粒沥青混凝土不宜使用道路石油沥青，城市次干路及以下等级道路的中下面层陶粒沥青混凝土可使用道路石油沥青。对热拌陶粒沥青混合料，我省地处我国中南部，夏天较为炎热，普遍适用针入度为 60-80 的石油沥青(70 号)。90 号及以上标号的石油沥青，只有在北方寒冷地区中轻交通道路上使用。我国的重载交通比例大，甚至有严重的超限超载情况，应适当选择针入度更小的沥青，努力扩大 AH-50 号沥青的适用范围。

5.4.2 各地在技术、经济水平、目的要求上有很大差别，所以在规范中很难对改性沥青的适用范围作出明确的规定。有许多高等级道路没有使用改性沥青的使用情况也很好，说明并不是一定要使用改性沥青才能铺好沥青路面的。因此，工程上首先还是要重视提高施工水平，减小施工变异性，仅仅因为使用改性沥青会增加初期投资就不用当然也是不对的，但不顾情况盲目使用改性沥青而忽视其他材料、设计、施工工艺更是不对的。在 SBS 改性沥青标号的选择上，我国大部分地区(包括湖北省)道路宜选择 I-D 级，西北和东北地区可选择 I-C 级，I-B 级适用于非常很寒冷的地区，I-A 级除特殊情况外很少使用。

5.4.3 结合湖北省气候情况及当前工程实际中 SBS 改性沥青使用情况，本规范在 JTG F40 基础上适当提高了 SBS 类(I-D)改性沥青软化点指标，由 60℃提高至 65℃。

## 5.5 填料

5.5.1 在沥青混合料中，填料(Mineral Filler)通常是指矿粉，其他填料如消石灰粉、水泥常作为抗剥落剂使用。矿粉在沥青混合料中起到重要的作用，但一定要适量，少了不足以形成足够的比表面吸附沥青，矿粉过多又会使胶泥成团，致使路面胶泥离析，同样造成不良的后果。与国外的标准相比，我国对矿粉的要求是较少的，故应重视对矿粉的质量控制与研究。

## 5.6 纤维稳定剂

5.6.1 纤维目前普遍使用于 CSMA 混合料，在一般沥青混合料中也可以使用。目前常用木质素纤维，主要为絮状纤维。我国早期也使用石棉纤维，由于石棉粉尘属致癌物质，对人体有害，污染环境，绝大部分国家已禁止使用，我国使用也越来越少。近年来美国有一种观点认为木质素纤维拌制的沥青混合料不能再生使用，矿物纤维(大部分是玄武岩纤维)与集料品种一样，能再生使用，所以矿物纤维用量大为增加。

## 6 配合比设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 沥青混合料的配合比设计是施工过程中一件十分重要的工作，是本规范的核心内容之一。配合比设计不能只满足于达到规范的技术要求，满足规范指标只是一个起码要求，并不一定是最优化的设计。一个好的设计应该具有良好的使用性能，施工操作性好及变异性小、容易压实，尤其是经得起实践考验，确保沥青路面不产生损坏。

6.1.2 陶粒沥青混合料的配合比设计也遵循了 JTG F40 的相关要求，分成了目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证三个阶段来确定最佳配合比，设计方法推荐采用马歇尔试验配合比设计方

法。随着社会发展、技术进步，也可采用其他方法进行配合比设计，但应按规范要求对配合比设计结果进行检验。

6.1.5 在陶粒沥青混合料各种矿料级配设计时，陶粒和天然集料两者毛体积密度差别较大，设计时应按体积质量转化法来进行较为合理。具体做法为：依照本规范进行矿料级配设计计算之后，将所得的配合比作为各种矿料的体积配合比，再按式(1)转换为各种矿料的质量配合比。

$$P_{mi} = \frac{P_{vi} \times \gamma_i}{\sum_{i=1}^n P_{vi} \times \gamma_i} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$P_{mi}$ ——某种矿料成分的质量配合比；

$P_{vi}$  ——某种矿料成分的体积配合比；

$\gamma_i$  ——某种矿料相应的毛体积相对密度。

## 6.2 配合比设计

6.2.1 本文件确定的陶粒沥青混合料的类型，相较于公路沥青路面技术规范中的混合料类型少。主要是两方面的原因，一是陶粒作为轻粗集料，其粒径最大不宜超过 16.0 mm，这样陶粒沥青混合料级配类型就不适宜做粗粒式的；二是陶粒沥青混凝土适用范围是为湖北省各等级道路沥青面层，而作为柔性基层、调平层使用的沥青稳定碎石就不适用。另外，规范正文表 12、表 13、表 14 中的级配范围，适用于全国不同道路等级、不同气候条件、不同交通条件、不同层次等情况，所以这个范围必然规定的很宽。尤其是沥青面层，在同一个级配范围中可以配制出不同空隙率的混合料，以满足各种需要。这样，可以给设计单位和工程建设单位有充分选择级配的自由。对最常用的密级配陶粒沥青混合料，本规范也参照 JTG F40 分为粗型和细型，空隙率都在 3%~6%之间，之所以这样分成两种型号，主要是供不同的气候和交通条件下选择级配范围时作参考。

6.2.2 陶粒沥青混合料配合比设计的技术标准，是本规范最核心的内容之一。明确了陶粒沥青混合料的配合比设计方法，该方法仍然遵循 JTG F40，以马歇尔试验方法为标准的设计方法，同时也允许采用其他设计方法。当采用其他设计方法时，应按照马歇尔设计方法进行检验。

6.2.3 陶粒沥青路面破坏的模式有多种，其中沥青路面的车辙、水损害破坏主要通过沥青混合料的配合比试件检验得到保证，车辙试验的动稳定度、浸水马歇尔试验的残留稳定度、冻融劈裂试验的残留强度比在国际上得到广泛的应用。低温开裂性能主要取决于沥青结合料的性能和沥青用量，与集料级配的关系较小，低温弯曲试验的破坏应变并不是太满意的检验指标，所以在进行试验数据分析时，除了看破坏强度、破坏应变及破坏劲度模量值外，还应对应力应变曲线的形状进行综合评价其低温性能。当沥青混合料成脆性破坏时，应力应变曲线成明显的直线关系；而不完全是脆性破坏接近柔性破坏的现象时，破坏曲线有一定程度的曲线形状，显示了改性剂使沥青混合料的低温性能由脆性向柔性转变。渗水系数与空隙率有一定关系，但又是不同性质的指标，它主要是针对开空隙的，所以是有其特殊的用途。由于低温开裂性能的弯曲试验并不很完善，而渗水试验是初次提出，所以规范对这两项检验规定是“宜”，而车辙试验、浸水马歇尔试验及冻融劈裂试验是“必须”，显得尤为重要。

6.2.4 实践证明，配合比三阶段设计法是十分重要的沥青混合料的配合比设计方法。但在实践过程中，有三种错误的倾向必须引起注意：一是虽然重视马歇尔试验目标配合比设计，但是从料堆上取样缺乏代表性，这样配合比设计的结果并不能代表真正拌和机拌和的实际级配。二是直接做生产配合比设计，认为控制了热料仓的材料比例，目标配合比设计没有意义。这种做法实际上是无法严格控制各料仓中的不同材料的比例的，因为不同冷料仓中的料可能进入同一个热料仓，而目标配合比设计是控制冷料仓的依据。三是不重视试拌试铺阶段，误认为试拌试铺主要是检验施工工艺。实际上只有通过混合料拌和、摊铺、碾压，仔细观察才能判断配合比设计的合理性。因此，这三阶段配合比设计是一个完整的整体，必

须通过设计找到一个平衡点，材料、性能、经济各方面都满意，然后得出一个标准配合比，取得监理、业主的批准，方可在生产中使用。

## 7 施工准备

### 7.1 一般规定

7.1.1 铺筑沥青下面层前，道路基层、路边侧石均施工完毕，并通过验收。铺筑沥青中上面层时，对下卧沥青层的质量进行验收，不符要求的不得铺筑沥青面层。

7.1.3 本条对密级配陶粒沥青混合料(CAC)的压实厚度与集料的公称最大粒径的关系作了明确的规定。实践证明，我国通行的中下面层采用的公称最大集料粒径往往偏大，压实层厚较薄，混合料离析严重，它不仅达不到增强抗车辙能力的目的，相反还造成沥青层透水，并导致局部早期水损坏。而对于CSMA、COGFC等以嵌挤为主的陶粒沥青混合料，由于相对来说容易碾压，且不容易造成离析，此标准适当放宽。

### 7.2 施工温度

7.2.2 施工温度是沥青路面施工的重要参数，规定了普通沥青结合料施工温度根据按粘温曲线确定，而它对改性沥青及CSMA混合料是不适用的，实践证明如果按照粘温曲线并采用相同的等粘温度确定改性沥青的施工温度，实际上将会太高。当缺乏粘温曲线数据时，可按正文表23对陶粒热拌沥青混合料的施工温度进行选择确定，该表数据结合了陶粒集料的诸多特性，尤其是具有的保温，热损失较天然集料慢的优点，对混合料出料温度进行了适当降低，从而节约了拌和站的能耗。

7.2.3 聚合物改性陶粒沥青混合料的施工温度根据实践经验并参照正文表24选择，通常宜较普通陶粒沥青混合料的施工温度提高 $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。关于测温，施工单位在实施工程中，测量行为不规范，随意性较大，所测数据误差也较大，本规范在附录B明确了测温的标准做法。

## 8 混合料拌制与运输

### 8.1 混合料拌制

8.1.1 沥青拌和站的设置除了满足国家有关环保安全的规定，按法定流程报建审批外，对场地做到平整坚实、同时防水、防潮、防污染，另一方面讲究道路交通便利，防止混合料路途温损过大，同时也防止道路颠簸造成混合料遗撒或离析。

8.1.5 陶粒沥青混合料的拌制一般包括间歇式和连续式两类拌制设备，经我国的试验和使用实践证明，采用间歇式拌和机更符合我国国情，这主要是因为我国目前使用的材料品种较杂，变异性大，再加上拌和站大都是敞开式甚至是露天料场，材料含水量受天气影响较大，主张采用间歇式拌和机，尤其是快速路、主干路明确要求应采用间歇式拌和机拌和。使用连续式拌和机，必须确保原材料是均匀一致的，否则很难保证施工配合比的准确性。

8.1.6 原材料计量装置必须可靠，才能保证各种配合比的有效实现，所以本条款明确了对拌和站原材料计量设备及传感器定期校验的要求。

8.1.7 对拌和站冷料仓的数量提出了要求，以满足配合比的需要。另外拌和机的粉料仓应配备振动装置以防止粉料起拱。也可由专用管线和螺旋输送机直接加入拌和锅，多种粉料混合使用时应注意各种粉料因密度不同发生离析。

8.1.8 陶粒沥青混合料拌和时间需经过试拌确定，保证沥青均匀裹覆集料，无离析、花白、结块等现象。一般情况下，CSMA、COGFC混合料一个循环过程拌和时间较CAC混合料适当延长 $5\text{ s}\sim 10\text{ s}$ 。

8.1.9 陶粒沥青混合料宜随拌随用，主要考虑是温降不超过各施工环节的最低温度，也要考虑防止贮存期间沥青滴漏问题。在检测出厂温度时，车厢内混合料顶堆上的温度与料堆下的温度相差不宜超过 $3\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，采用的是“宜”。主要是由于堆顶与堆下温度测定，使用的不同测定方法，且堆顶温度一般采用红外温测仪，测得实际温度离散性大，有误差。所以严格按照附录 B 要求进行温度检测，另外注重运输贮层环节的保温措施。

## 8.2 混合料运输

8.2.4 混合料出厂时温度测定，是保证混合料出厂质量的一项重要检测手段，而且是“应”逐车测定并记录。使之与现场的相应检测相呼应，质量做到跟踪溯源。

8.2.5 保温是热拌沥青混合料运输过程中的一项尤其重要的环节，也是保证施工最低温度要求的必要措施。现发展阶段，使用兼有保温和二次搅拌功能的转运车还不成熟，工程中，一方面控制施工运输时的气温，另一方面采用严密的覆盖措施，从而保证混合料的施工最低温度。

8.2.6 现场提前贮备陶粒沥青混合料需每半小时用测温仪逐车测定温度并记录，这与 8.2.4 条所要求的混合料出厂时温度测定，相统一，包括测量部位、测量方法做到一致，通过测定各时段混合料温度，计算降温损率，若降温损率过大需采取必要的控制措施。

8.2.8 运料车进入摊铺现场时，关于轮胎上不得有泥土脏物，这些规定虽然是常识，但在现实施工过程中往往被忽略，下承层是稀浆封层或者是沥青面层间的粘层，轮胎泥土脏物易使下承层出现泥土轮迹，影响层间施工质量，需要引起施工单位足够重视。

## 9 施工

### 9.1 一般规定

9.1.1 热拌陶粒沥青混合料应采用沥青摊铺机摊铺，在国内外，对沥青摊铺机也在进行研究改进，加设再次拌和的功能，减少离析，从而提高沥青路面综合质量。摊铺机的受料斗应适量涂刷薄层隔离剂或防粘剂，防止过量涂刷造成料斗集聚，或流淌到路面造成污染，这主要是针对摊铺机初始摊铺施工时，需要采取的措施，在道路试铺过程中，对受料斗进行防粘剂处理也是重要事项。

### 9.2 摊铺与碾压

9.2.1 沥青摊铺机的数量取决于路副宽度以及沥青拌和站的生产效率。一台摊铺机的铺筑宽度不宜超过 $6\text{ m}\sim 7.5\text{ m}$ ，主要原因是宽幅摊铺机带来的质量问题也不容忽视，包括：螺旋布料器运送混合料距离过长，不可避免地会造成粗细集料的离析，越往边上温度下降越多，导致温度不均和压实度不一样。所以我们建议路幅宽度超过一定数值时，在满足混合料连续供应的前提下，采用两台或多台型号、性能一致的摊铺机进行联铺。

9.2.2 用于计算现场贮备量的计算公式，适用于拌和机单位时间的产能低于单位时间摊铺消耗量的情况，但需特别注意的是，当两者差距较大时，不能单靠增加混合料贮备量来解决摊铺连续性的问题，这样会造成贮备时间过长，前后混合料温差、温损较大，影响质量，需要通过增加产能或减少摊铺机数量来加以平衡。

9.2.7 “摊铺时速度应均匀、连续，不得随意变更速度”这是摊铺施工控制质量，尤其是控制平整度较为重要技术要求，为保证平整度还包括以下基本要求：

- a) 从基层做起，逐层提高平整度；
- b) 保证充分供料，避免间隙和停顿；

- c) 采用比较长的平衡梁控制方式的自动找平装置，有条件尽量采用非接触式平衡梁；
- d) 控制摊铺宽度，做好摊铺机接缝处理；
- e) 科学地安排压路机，采取合理的组合排序，碾压时保持直线、均衡慢速；
- f) 尽量避免摊铺后人工修正；
- g) 所有机械不能在未冷却结硬的路面上停留。

9.2.9 在沥青路面施工工序中，厚度、压实度及平整度是 3 个最重要的指标，明确了压实层最大厚度不宜大于 100 mm。这里需要摆正平整度和压实度的关系。一定要在确保压实度的前提下努力提高平整度，一些工程由于片面追求平整度，造成压实不足，导致路面早期损坏，其教训是惨痛的。但是平整度又是十分重要的，需要努力提高平整度，问题是不能牺牲压实度。

9.2.11 初压遵循“高温紧跟”四字方针，提高静压温度。针对陶粒沥青混合料，初压不宜采用单钢轮压路机，宜采用双钢轮压路机，主要基于陶粒沥青混合料轻质，松铺系数较大，单钢轮压路机水平推力过大容易造成推移、起伏，所以宜先采用双钢轮静压。

9.2.12 复压是整个压实过程中的关键，采用什么样的压路机十分重要。不同的压路机具有不同的特点，它与压实层厚度关系很大，薄层沥青面层适宜于采用静态的刚性碾，不宜用振动压路机，振动时薄层容易造成骨料棱角压碎，破坏集料嵌挤。当不宜采用振动压路机时，可采取适当增加静压遍数，来保证压实度。

9.2.14 为使轮胎压路机的轮胎尽快发热，应放在最前面趁高温碾压使轮胎发热，再调到后面。为了减少有风天气轮胎容易降温发生粘附沥青，除可以涂刷少量隔离剂或防粘结剂外，也可以考虑给轮胎压路机做“围裙”有效防风，减少热量损失而粘附沥青。

### 9.3 接缝

9.3.2 由于沥青路面的纵向接缝不好造成纵向开裂的情况屡见不鲜，原则上必须采用热接缝。在不得不出现冷接缝的时候，保证接缝处的粘结整体性，是质量控制的重点。对先前铺筑的一侧沥青混凝土切割机切齐是一方面，更重要的是断面涂刷粘层油，加铺另一侧时，热混合料跨界重叠在已铺层上 50~100 mm，对已铺层有预热效果，从而保证接缝整体性。

9.3.3 目前沥青路面的横向接缝仍是一个薄弱环节，接缝跳车或开裂是一种常见病。对横向接缝常用平接缝还是斜接缝，不能一概而论。平接缝固然容易做好平整度，但连续性较差，易在此开裂。反之斜接缝则不易搭接得好，容易形成接头跳车。上面层施工时，我们习惯于采用切缝平接，目的是整齐美观。实践证明，切缝两侧处理不好，容易粘结不成一个整体，需要在切割后用水清洗干净，清洗后等水分干燥刷粘层油，使后铺筑混合料与老沥青层粘结一体。而对于中下面层的横接缝，可探讨采用凿岩机在尚未硬化的沥青层上凿成凹凸不平的横向缝，便于工作缝的接茬牢固，不易开裂。

### 9.4 开放交通及其他

9.4.1 沥青路面应在施工后待沥青混合料冷却至 50℃，即可开放交通，这是沥青路面的一大优点。对有些工程，等不及冷却就需要开放交通，这时可洒水加速冷却。

## 10 质量管理与检查验收

### 10.1 一般规定

10.1.1 施工质量的管理与检查验收在国外通常称为“质量控制/质量保证”（简称为QC/QA），是工程项目保证质量的手段。本规范对与工程质量有关的管理与检查验收相关的技术方面作出了要求，它是本规范的重要内容。本条指出了施工质量管理的基本目的是“达到规定的质量标准，确保施工质量的稳定性”。但往往大家都注重于达到规范要求，而对质量稳定不重视，其实，保持稳定，减小变异性才是最主要的目的。之所以沥青路面造成局部的早期损坏，就是因为有局部的原因，而最主要的就是变异性。所以，我们在整个施工质量管理过程中，都必须抓住减小变异性这个关键。

10.1.2 目前由于种种原因造成部分素质不高的试验员、质量员编造数据，弄虚作假。有的工程保留的施工数据100%合格，路面依然发生严重的早期损坏，有的工程刚拿到优质工程的奖状，路面已开始破坏。结果是评分越来越高，优质工程不优质，这也反映现行质量检验和评定方面存在的缺陷或弊端。因此，建设单位决不能仅仅满足于规范规定的抽检试验数据合格，要努力在施工过程中加强过程控制的研究，提出切实可行的过程控制方法，使施工质量管理提高到一个新的水平。

## 10.2 试拌与试铺

10.2.1 对于城市快速路、主干路等重大工程来说，铺筑试验段是不可缺少的步骤，但是铺筑试验段决不是一种形式，必须达到要求的目标。现在有不少试验段本身就不满意，经常是拌和机还未调整稳定，还没有达到要求的级配及油石比，混合料的温度也不对，试验段却结束了。还有些工程因为怕没有把握，把试验段放在老路、匝道、连接线上铺筑，或试验段过短，得不到与正线上相同的结果，只能作为试验段的试验性拌和铺筑用，很难成为正线施工的依据，应该待一切都稳定以后，在正线上按照正规的施工工艺铺筑正式的试验段，真正起到正线施工的“引路”作用。

## 10.3 施工质量管理

10.3.2 陶粒沥青混合料在生产过程中的质量控制包括了原材料的质量控制以及混合料的质量控制，这也是施工过程质量管理的核心，也是工程质量最终验收的主控项目，放在10.3条也是为了突出过程质量管理的必要性和重要性。

10.3.3 本条规定了沥青拌和厂对各类原材料，除了按相关规范要求对进场材料进行抽样试验外，还应在日常生产过程中“必要时、随时”对各类材料进行质量检查。

10.3.4 陶粒沥青混合料生产过程的总量检验主要控制矿料级配、油石比、拌和温度。本规范重点规定了沥青混合料生产过程中的在线监测项目，这就要求每拌和一盘陶粒沥青混合料就基本上了解其质量是否符合要求，这是真正意义上的过程控制。如果暂时做不到每一盘控制的话，可以每一天作总量检验，这是肯定可以做到的。所有施工单位都必须按照规范要求执行。对陶粒沥青混合料的质量以前都是抽提筛分，现在还不能不要，因为总量检验的准确性（关键是称重传感器）需要互相校验。

10.3.6 陶粒沥青路面的厚度以前多通过钻孔试件来测定，数据较少，还可能人为地舍弃一些数据，所以采用每天实际的生产量与铺筑面积计算，将能得到比较准确的平均厚度。

10.3.7 陶粒沥青路面的成功与否，压实是最重要的工序。许多道路的沥青路面发生早期损坏，大多数都与压实不足有关，因此压实度的评定至关重要。要求“陶粒沥青路面的压实度采取重点对碾压工艺进行过程控制，并适度钻孔抽检压实度的方法”。这是因为钻孔测试的压实度都是事后检查，且极易弄虚作假，只要把标准密度搞小一些，压实度马上就高了，如果再把不合格的数据随意舍弃，那么钻孔试件的压实度数据将失去价值。有鉴于此，大家必须在观念上作重大转变，改变钻孔试件测定压实度改为以压实工艺控制为主，钻孔检测作为抽检校核的手段。这样才可以逐步将事后检查转变为过程控制。

## 10.4 检验标准

热拌陶粒沥青混合料面层质量检验标准，主要条款格式采用了 CJJ 1 中关于热拌沥青混合料面层的检验标准。主控项目包括原材料、混合料质量以及成型后的陶粒沥青面层的压实度、厚度以及弯沉，一般项目包括成型后的陶粒沥青面层的外观以及尺寸偏差等。需要特别说明的是，在陶粒沥青混合料对原材料主控项目中单列了陶粒的验收标准，主要是考虑到陶粒在生产加工过程中，对不同厂家、不同产地，其陶粒品质差异性较大。进场验收除了检查出厂合格证、检验报告外，还需要进行进场复验，并对进场复验的抽检数量批次做了明确规定。

---