



T/CECS G XXXX: 2021

中国工程建设协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction  
Standardization

公路机械发泡温拌沥青路面施  
工技术规程

Technical specification for construction of foaming warm  
mix asphalt pavement for highway machinery

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

征求意见稿

中国工程建设协会标准

## 道路复合稳定土应用技术标准

Technical Standards for Application of Road Compound Stabilized Soil

T/CECS G: XXX-XX-2021

主编单位：江苏东交智控科技股份有限公司

江苏省交通工程建设局

江苏省交通运输厅公路事业发展中心

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：2021年XX月XX日

人民交通出版社股份有限公司

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会公路分会印发的《关于开展 2020 年第一批中国工程建设标准化协会标准（CECS G）制修订项目编制工作的通知》（中建标公路[2020]002 号）的要求，《公路机械发泡温拌沥青路面施工技术规程》由江苏东交智控科技股份有限公司承担制订工作。

编写组在总结发泡温拌沥青十余年来工程经验和相关科研成果的基础上，以完善和提升发泡温拌沥青施工技术为核心，完成了本标准的编写工作。

本文件共分为7章，主要技术内容包括：范围、规范性引用文件、术语符号、材料和加工、发泡温拌沥青混合料配合比设计、发泡温拌沥青混合料施工、施工质量与检查验收。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本标准相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由江苏东交智控科技股份有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或张南童（地址：南京市紫东路紫东国际创意园 a2 栋 4 楼；邮编：210049；电话：15805193245；电子邮箱：[991595514@qq.com](mailto:991595514@qq.com)），以便修订时研用。

**主 编 单 位：**江苏东交智控科技股份有限公司

**参 编 单 位：**江苏省交通工程建设局

江苏省交通运输厅公路事业发展中心

**主 编：**王 捷

**主要参编人员：**叶 炜 王 鹏 王 辉 张南童 刘世同

张苏龙 潘 芳 刘 娟 吴 超

**主 审：**郝培文

**参与审查人员：**李 华 毛益佳

**参 加 人 员：**陈广辉 王 彤 陈 俊 方 芳

# 目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语符号.....	1
3.1 术语.....	1
3.2 符号.....	2
4 材料和加工.....	2
4.1 材料.....	2
4.2 泡沫温拌沥青的加工.....	3
5 发泡温拌沥青混合料配合比设计.....	4
5.1 一般规定.....	4
5.2 配合比设计方法.....	5
6 发泡温拌沥青混合料施工.....	7
6.1 一般规定.....	7
6.2 发泡温拌沥青混合料的拌制.....	7
6.3 发泡温拌沥青混合料的运输.....	7
6.4 发泡温拌沥青混合料的摊铺及碾压.....	7
6.5 施工接缝的处理.....	8
6.6 养生及开放交通.....	8
7 施工质量与检查验收.....	8
本规程用词说明.....	11
引用标准目录.....	12
公路机械发泡温拌沥青路面施工技术规程.....	13
条文说明.....	13
目 次.....	14
1 范围.....	15
4 材料和加工.....	16
5 发泡温拌沥青混合料配合比设计.....	17
6 发泡温拌沥青混合料施工.....	18
7 施工质量与检查验收.....	19

# 公路机械发泡温拌沥青路面施工技术规范

## 1 范围

本文件规定了发泡温拌沥青混合料的分类、技术要求、试验方法、施工工艺和施工验收标准。本文件未涉及的内容，尚应符合国家颁布的有关标准、规范的规定。

本文件适用于采用发泡温拌沥青混合料施工的各等级公路沥青路面面层的施工，特别适用于如下情况：长大隧道沥青路面、穿过人口密集城镇沥青路面、对环保有严格要求地区等特定条件下的沥青路面施工。

## 2 规范性引用文件

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

- JTG 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 E42 公路工程集料试验规程

## 3 术语符号

### 3.1 术语

#### 3.1.1

发泡温拌沥青 foamed warm mixed asphalt

采用专门的沥青发泡设备，向高温石油沥青或改性沥青中加入少量的水，使其产生泡沫，形成膨胀状态，并用于温拌沥青混合料中的沥青。

#### 3.1.2

温拌沥青混合料 warm mix asphalt

在基本不改变沥青混合料材料配合比和主要施工工艺的前提下，通过技术手段，使混合料拌和温度较同类型热拌沥青混合料降低，性能达到热拌沥青混合料同等水平的新型混合料。

#### 3.1.3

膨胀率 expansion ratio

指沥青在发泡状态下的最大体积与发泡前的体积之比。

#### 3.1.4

半衰期 half life

指泡沫温拌沥青从最大体积减到最大体积一半时所需的时间。

### 3.1.5

发泡温拌沥青混合料 foamed warm mixed asphalt mixture

在比同类型热拌沥青混合料出料、摊铺温度降低的条件下，利用发泡温拌沥青的胶结作用，采用一定的工艺与集料均匀拌和后仍然能够保证沥青路面路用性能的混合料。

### 3.1.6

设计沥青用量 pb design bitumen

在设计旋转压实次数下得到空隙率为4%的沥青用量。

## 3.2 符号

WMA—温拌沥青混合料

VV—空隙率

VMA—矿料间隙率

VFA—有效沥青饱和度

## 4 材料和加工

### 4.1 材料

#### 4.1.1 一般规定

4.1.1.1 泡沫温拌沥青使用的各种材料在运至现场后必须取样进行质量检验，经评定合格后方可使用。

4.1.1.2 必须仔细调查泡沫温拌沥青使用的各种集料，并保证符合本规程的相关要求。

#### 4.1.2 沥青

4.1.2.1 发泡温拌沥青宜使用 70 号道路石油沥青和改性沥青。

4.1.2.2 SBS 改性沥青的技术要求应符合 JTG E20 的要求，实验方法应按照 JTG E20 规定的方法执行。

4.1.2.3 用于发泡温拌的沥青技术指标及适用范围应符合 JTG F40 的相关规定。

#### 4.1.3 粗集料

4.1.3.1 发泡温拌沥青混合料生产所使用的粗集料应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石，粗集料的粒径应大于 2.36mm，吸水率不应大于 2%，与沥青有较好的粘附性。

4.1.3.2 粗集料的技术指标及应符合 JTG F40 的相关要求。

#### 4.1.4 细集料

4.1.4.1 发泡温拌沥青混合料生产所使用的细集料应采用机制砂或坚硬、洁净、干燥、无风化、无杂质并有适当级配的人工轧制的米砂、天然砂、石屑等。

4.1.4.2 高速公路和一级公路的沥青混合料，细集料采用机制砂；其他等级公路的沥青混合料也可采用天然砂、石屑等。

4.1.4.3 机制砂的级配应符合 JTG F40 的相关要求。

4.1.4.4 细集料的技术指标应符合 JTG F40 的相关要求。

#### 4.1.5 填料

4.1.5.1 发泡温拌沥青混合料所用的填料宜采用石灰粉及矿粉。

4.1.5.2 矿粉宜选用憎水性石料经磨细得到，应保证干燥、洁净，能够自由地从矿粉仓流出，并采用有效的防潮措施。

4.1.5.3 矿粉的质量应符合 JTG F40 的相关要求。

#### 4.1.6 水

人或牲畜的饮用水均可用作发泡温拌沥青。

#### 4.2 泡沫温拌沥青的加工

4.2.1 试验室加工时应采用室内泡沫温拌发泡设备,现场加工时应在拌合楼加装专用泡沫温拌沥青发泡设备。

4.2.2 沥青发泡效果的主要影响因素为沥青类型、发泡温度和发泡用水量。

4.2.3 发泡温拌沥青在室内加工时，道路石油沥青发泡时加热温度宜控制在 150℃，SBS 改性沥青发泡时加热温度宜控制在 170℃，其他改性沥青发泡时的加热温度应根据不同的沥青类型通过试验确定。

4.2.4 发泡温拌沥青加工时的发泡水温为 25℃。

4.2.5 发泡温拌沥青的发泡效果评价指标为膨胀率和半衰期，道路石油沥青和 SBS 改性沥青的膨胀率和半衰期应符合表 1 的要求。

表 1 发泡温拌沥青发泡效果评价指标

指标	石油沥青	SBS改性沥青
试验温度 (°C)	150	170
膨胀率	≥14	≥15
半衰期 (s)	≥10	≥25

4.2.6 膨胀率的测定方式是通过标尺测量桶内发泡温拌沥青的最大高度，半衰期的测定方式是使用秒表测量发泡温拌沥青桶内泡沫衰落至最大体积一半所持续的时间(精确到 0.1s)，并分别做相应记录。

4.2.7 发泡温拌沥青的发泡试验应至少重复三次，直到平行试验结果与其平均值误差不超过 10%时，取其平均值作为试验结果，否则重新试验。

4.2.8 道路石油沥青和 SBS 改性沥青的发泡用水量均宜控制在 1.5%左右，发泡温拌沥青的最佳发泡用水量应根据沥青类型、加热温度通过试验确定，试验主要是通过测试不同发泡用水量时发泡温拌沥青的膨胀率和半衰期变化情况，且，当膨胀率和半衰期均较好时，发泡效果最好，此时的用水量确定为最佳用水量，试验流程如图 1 所示。

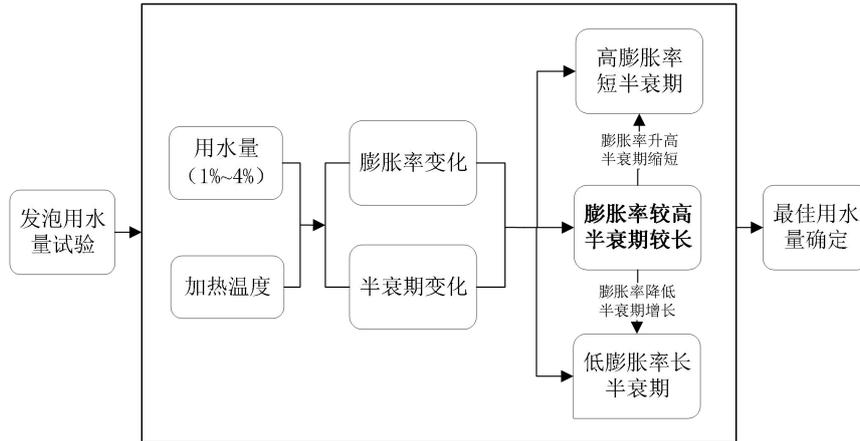


图 1 最佳用水量确定的试验流程

4.2.9 在沥青性能指标均满足规范要求的前提下，发泡温拌沥青发泡前后的性能指标基本不变。

## 5 发泡温拌沥青混合料配合比设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 高等级道路发泡温拌沥青混合料配合比设计应遵行目标配合比设计、生产配合比设计和生产配合比验证 3 个阶段，确定沥青混合料的材料种类及配合比、矿料级配、最佳沥青用量和施工控制参数。

5.1.2 发泡温拌沥青混合料配合比设计时，需首先按照 JTG F40 规定对热拌沥青混合料进行配合比设计。

5.1.3 发泡温拌沥青混合料的水稳定性、高温性能或低温性能均应符合 JTG F40 的规定。

5.1.4 发泡温拌沥青混合料应采用马歇尔试验进行配合比设计，当采用 Superpave 设计方法时，应按照本文件规定进行马歇尔试验及各项配合比检验，并保证试验结果符合沥青混合料马歇尔试验的技术要求，试验方法按照 JTG F40 规定的方法执行。

5.1.5 发泡温拌沥青混合料设计流程如图 2 所示。

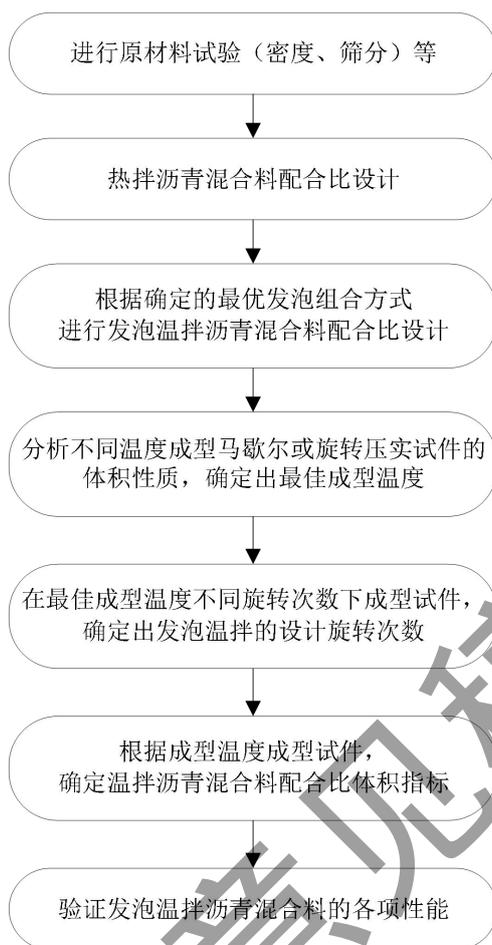


图 2 发泡温拌沥青混合料设计流程图

## 5.2 配合比设计方法

### 5.2.1 发泡温拌沥青混合料矿料级配

5.2.1.1 发泡温拌沥青混合料级配宜根据道路等级、使用场合以及交通条件等来选取，并保证级配范围符合 JTG F40 对热拌沥青混合料级配的要求，热拌沥青混合料适用于各种等级公路的沥青路面，其种类按集料公称最大粒径、矿料级配、空隙率划分，分类见表 2。

表 2 热拌沥青混合料种类

混合料类型	密集配		开级配		半开级配	公称最大粒径 (mm)	最大粒径 (mm)	
	连续级配		间断级配					
	沥青混凝土	沥青稳定碎石	沥青玛蹄脂碎石	排水式沥青磨耗层	排水式沥青碎石基层			沥青稳定碎石
特粗式	—	ATB-40		-	ATPB-40	-	37.5	53.0
粗粒式	—	ATB-30		-	ATPB-30	-	31.5	37.5
	AC-25	ATB-25		-	ATPB-25	-	26.5	31.5
中粒式	AC-20	—	SMA-20	-	-	AM-20	19.0	26.5
	AC-16	—	SMA-16	OGFC-16	-	AM-16	16.0	19.0
细粒式	AC-13	—	SMA-13	OGFC-13	-	AM-13	13.2	16.0
	AC-10	—	SMA-10	OGFC-10	-	AM-10	9.5	13.2

砂粒式	AC-5	—	-	-	-	AM-5	4.75	9.5
设计空隙率 (%)	3~5	3~6	3~4	>18	>18	6~12		

注：空隙率可按配合比设计要求适当调整。

5.2.1.2 采用马歇尔方法设计的发泡温拌沥青混合料体积指标应符合 JTG F40 对热拌沥青混合料体积指标的要求。

5.2.1.3 经确定的标准配合比在施工过程中不得随意变更。在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发泡温拌沥青混合料的矿料级配、马歇尔技术指标不符合相关要求时，应及时调整配合比，必要时重新进行配合比设计。

## 5.2.2 发泡拌沥青混合料性能

发泡温拌沥青混合料的性能指标应符合 JTG F40 对热拌沥青混合料的性能要求，不符合要求的必须重新进行配合比设计。

## 5.2.3 目标配合比设计

5.2.3.1 发泡温拌沥青混合料必须在对同类沥青路面配合比设计和使用情况调查的基础上，充分借鉴成功经验，选用符合要求的材料，进行配合比设计。

5.2.3.2 本文件针对沥青混合料主要采用马歇尔和 Superpave 设计方法，普通型热拌混合料采用马歇尔设计方法，Superpave 型沥青混合料采用旋转压实设计方法。

5.2.3.3 针对普通型发泡温拌沥青混合料采用室内马歇尔击实成型方法，针对 Superpave 型发泡温拌沥青混合料采用旋转压实成型方法。

5.2.3.4 在做 Superpave 型沥青混合料采用旋转压实设计时，一般根据道路交通量旋转压实次数 N。

5.2.3.5 马歇尔试验技术标准按照 JTG F40 的规定执行。

5.2.3.6 依据马歇尔试验或 Superpave 设计，优选矿料级配和最佳沥青用量，并保证其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，供拌合机确定各冷料仓的供料比例、进料速度及试拌使用。

5.2.3.7 发泡温拌沥青混合料的 Superpave 设计可借用 HMA 设计指标要求，无需再提新的标准。

5.2.3.8 采用旋转压实方法成型发泡温拌沥青混合料及热拌沥青混合料试件时，通过测定不同成型温度下的旋转压实空隙率，确定发泡温拌沥青混合料适宜的成型温度。

5.2.3.9 在最佳成型温度下，利用 SHRP 旋转压实仪（SGC）在设定的压力下，采用不同的设计旋转压实次数对试件进行试验，通过比较测定的密度和空隙率指标确定设计旋转压实次数。

## 5.2.4 生产配合比设计

本条对发泡温拌沥青混合料生产配合比设计内容进行规定，应按照规定的方法取样测试各热料仓的材料级配，确定各燃料仓的配合比，工拌合机控制室使用。同时选择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。取目标配合比设计的最佳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的结果的差值要求。对连续式拌和机可省略生产配合比设计步骤。

## 5.2.5 生产配合比验证

本条对发泡温拌沥青混合料生产配合比验证阶段内容进行规定,包括:拌和机按生产配合比结果进行试拌、铺筑试验段要求,并取样进行马歇尔试验要求,并最终确定生产用的标准配合比;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;确定施工级配允许波动范围。

## 6 发泡温拌沥青混合料施工

### 6.1 一般规定

6.1.1 发泡温拌沥青现场生产时应采用与拌和设备配套的专用发泡设备,包括给水系统、沥青微发泡头和控制箱三部分。

6.1.2 室内发泡沥青试验机主要由沥青循环与添加系统、发泡水添加系统、发泡气添加系统、沥青发泡系统和控制系统组成,具备手动和自动操作功能,并能够准确测定不同温度与用水量情况下,沥青发泡的膨胀比与半衰期。

6.1.3 保证发泡设备产量与沥青拌合站生产能力相匹配,且,发泡设备能够高效、稳定、均匀的产出符合要求的泡沫温拌沥青,并能准确定量确定沥青用水量比例、流量、定时、压力等参数。

6.1.4 严格控制沥青和集料的加热温度以及发泡温拌沥青混合料的出厂温度,热混合料成品在贮料仓储存后,其温度下降不应超过 10℃。

6.1.5 原材料必须首先进行试验,确保其性质符合相关规范要求。

6.1.6 施工前应首先预制泡沫温拌沥青生产设备的工作参数,并评价其性能,以此确定泡沫生产设备的工作参数。

### 6.2 发泡温拌沥青混合料的拌制

6.2.1 应根据最佳沥青用量和最佳用水量设定拌和设备及发泡设备的各项参数。

6.2.2 现场拌合时的沥青发泡水温为常温。

6.2.3 发泡温拌沥青混合料施工温度应根据沥青种类、气候条件、铺装层厚度等根据试验综合确定,道路石油沥青发泡时的加热温度宜控制在 150~155℃范围,SBS 改性沥青发泡时的加热温度宜控制在 170℃~175℃范围。

6.2.4 发泡温拌沥青混合料拌和温度宜较热拌沥青混合料降低 20℃。

6.2.5 发泡温拌沥青混合料拌和时间应根据具体情况由试拌确定,以集料颗粒全部被沥青裹覆且沥青混合料搅拌均匀为标准,拌和时间宜尽量少于 30s,其中干拌时间不少于 5~10s。

6.2.6 发泡温拌沥青混合料的拌制,应符合 JTG F40 中对热拌沥青混合料拌和的相关要求。

### 6.3 发泡温拌沥青混合料的运输

6.3.1 发泡温拌沥青混合料的运输时,应符合 JTG F40 对热拌沥青混合料运输的要求。

6.3.2 发泡温拌沥青混合料出厂时,应采取有效的覆盖保温措施,起到保温、防雨作用。

6.3.3 运输车到达施工场地时,应由专人逐车检测温度并指挥其就位,若混合料不符合施工温度要求,或已经结成团块、已遭雨淋时不得铺筑。

6.3.4 车辆在驶离前需严格检查其覆盖质量。

6.3.5 运输车的运量应较拌和能力和摊铺速度有所富余。

### 6.4 发泡温拌沥青混合料的摊铺及碾压

6.4.1 发泡温拌沥青混合料的摊铺及碾压,应符合 JTG F40 对热拌沥青混合料的相关要求。

- 6.4.2 为保证压实度和平整度，初压应在混合料不产生推移、开裂等情况下尽量在摊铺后较高温度下进行。
- 6.4.3 为保证面层压实度和横向平整度，初压时应选择适宜的压路机类型，石料易于压碎时，钢轮压路机不开振，以轮胎压路机碾压为主。
- 6.4.4 摊铺机前方应有足够的运料车等候卸料，连续摊铺过程中运料车应在摊铺机前10cm~30cm处停住，等候，由摊铺机推动前进开始缓缓卸料，避免撞击摊铺机。
- 6.4.5 摊铺发泡温拌沥青混合料面层之前，应保证下承层清洁、干燥，平整度和强度均应满足要求，不符合要求的不得铺筑。
- 6.4.6 压实时应遵循“高温、紧跟、不停压、高频、低幅”的原则，压路机应以缓慢而均匀的速度碾压，压路机的适宜碾压速度随初压、复压、终压及压路机的类型而区别，按表3规定选用。

表3 泡沫温拌沥青发泡效果评价指标

压路机类型	初压		复压		终压	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢轮式压路机	1.5-2	3	2.5-3.5	5	2.5-3.5	5
轮胎压路机	-	-	3.5-4.5	8	4-6	8
振动压路机	1.5-2(静压)	5(静压)	4-5(振动)	4-5(振动)	2-3(静压)	5(静压)

- 6.4.7 为避免碾压时混合料推挤产生拥包，碾压时应将驱动轮朝向摊铺机；碾压路线及行驶方向不应突然改变；压路机起动、停止必须减速缓行，不准刹车制动。压路机折回不应处在同一横断面上。
- 6.4.8 在当天碾压的尚未冷却的沥青层面上，不得停放压路机或其他车辆，并防止矿料、油料和杂物散落在沥青层面上。
- 6.4.9 对压路机无法压实的局部位置，应选用小型振动压路机或振动夯板配合碾压。
- 6.4.10 要对初压、复压、终压段落设置明显标志，便于司机辨认。对松铺厚度、碾压顺序、压路机组合、碾压遍数、碾压速度及碾压温度应设专岗管理和检查，避免发生“漏压”和压实不够的情况。
- 6.4.11 应向压路机轮上喷洒或涂刷含有隔离剂的水溶液，喷洒应呈雾状，数量以不粘轮为度。胶轮压路机采用的隔离剂要求采用植物油或植物油的乳化溶液。
- 6.4.12 施工应尽可能减少钢轮压路机“喷水防粘轮”的压实方式，宜采用人工用“喷雾器”喷洒隔离剂进行碾压；增加胶轮压路机的碾压遍数，以“搓揉压实”为主，以此保证沥青混合料有较好的“密水性”；施工时钢轮压路机须“灌满水”，胶轮压路机应采取“加沙袋”等方式以此增加压路机的配重。

## 6.5 施工接缝的处理

- 6.5.1 纵向施工缝。采用两台摊铺机成梯队联合摊铺方式的纵向接缝，应采用斜接缝。在前部已摊铺混合料部分留下10~20cm宽暂不碾压作为后高程基准面，并有20cm左右的摊铺层重叠，以热接缝形式在最后作跨接缝碾压以消缝迹。如果两台摊铺机相隔距离较短，也可做一次碾压。
- 6.5.2 横向施工缝。采用平接缝。用三米直尺沿纵向位置，在摊铺段端部的直尺呈悬臂状，以摊铺层与直尺脱离接触处定出接缝位置，用锯缝机割齐后铲除；继续摊铺时，应将摊铺层

锯切时留下的灰浆擦洗干净，涂上少量粘层沥青，摊铺机熨平板从接缝处起步摊铺；碾压时用钢筒式压路机进行横向压实，从先铺路面上跨缝逐渐移向新铺面层。

## 6.6 养生及开放交通

6.6.1 发泡温拌沥青混合料的养生及开放交通，应符合 JTG F40 对热拌沥青混合料路面的要求。

6.6.2 发泡温拌沥青路面应待摊铺层完全自然冷却到周围地面温度时（最好隔夜），才可开放交通。

6.6.3 当摊铺时遇雨或下层潮湿时，严禁进行摊铺工作，对未经压实即遭雨淋的沥青混合料（已摊铺）应全部清除更换新料。

## 7 施工质量与检查验收

7.1 产品检验包括原材料检验和沥青混合料出场检验。

7.2 粗集料、细集料、填料、沥青等原材料各指标的试验方法应按照 JTG E42 执行。

7.3 按照一定的频率，安排专人对原材料进行质量抽检，保证施工原材料能满足相关要求。

7.4 发泡温拌沥青路面铺筑过程中必须随时对铺筑质量进行评定，质量检验的内容、频度、允许误差应符合 JTG F40 的规定。

7.5 发泡温拌沥青路面工程完工后，应将全线以 1~3km 作为一个评定路段，按照表 3 的要求进行质量检查和验收。

表 4 发泡温拌沥青混合料检查频率和质量要求

项目	检查频度	质量要求或允许差	试验方法		
施工温度： 沥青混合料出厂温度	每车料一次	应符合表 5.2.4-1 的规定	温度计测定		
运输到现场温度					
初压温度					
碾压终了温度					
矿料级配，与生产设计标准级配的差（%）	0.075mm	±2	计算机采集数据计算		
	≤2.36mm	±5			
	≥4.75mm	±6			
	0.075mm	逐机检查，每天汇总 1 次，取平均值评定	总量检验		
	≤2.36mm			±1	
	≥4.75mm			±2	
	0.075mm	每台拌和机每天上、下午各 1 次	±2	拌和厂取样，用抽取后的矿料筛分	
	≤2.36mm				±4
	≥4.75mm				±5

沥青含量（油石比）， 与生产设计的差（%）		逐盘在线检测	±0.3	计算机采集数据计算
		逐机检查，每天汇总 1 次， 取平均值评定	±0.1	总量检验
		每日每机上、下午各 1 次	-0.1, +0.2	拌和厂取样，离心法抽 提
旋转压 实	空隙率	上下午各一次	生产配合比空隙率±1%	拌和厂取样， 室内成型试验
	VMA	上下午各一次	生产配合比 VMA±1%	
马歇尔试验： 稳定度（kN）不小于 流值（0.1mm）		每日每机上、下午各 1 次	8.0	拌和厂取样， 室内成型试验
空隙率（%）			生产配合比±1	
压实度（%）			每层 1 次/200m/车道	
厚度		1 次/200m/车道	≤4mm	钻孔检查并铺筑时随 时插入量取，每日用混 合料数量校核
平整度		每车道连续检测	下面层：≤1.8mm 上面层：≤1.0mm	用连续式平整度仪检 测
宽度		2 处/100m	不小于设计宽	用尺量
纵断面高度		3 处/100m	±15 mm	用水准仪或全站仪
横坡度		3 处/100m	±0.3%	用水准仪检测
中线平面偏位		4 点/200m	≤20mm	用经纬仪检测
渗水系数		与压实度相同	下面层：≤80ml/min 上面层：≤60ml/min	改进型渗水仪

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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。

正面用词“应”，反面用词采用“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：

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”。

征求意见稿

## 引用标准目录

- 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 E42 公路工程集料试验规程

征求意见稿

# 公路机械发泡温拌沥青路面

## 施工技术规范

### 条文说明

征求意见稿

## 目 次

1 范围·····	15
4 材料和加工·····	16
5 发泡温拌沥青混合料配合比设计·····	17
6 发泡温拌沥青混合料施工·····	18
7 施工质量与检查验收·····	19

征求意见稿

## 1 范围

1.1 近年来，沥青混合料温拌技术在国内外取得成功应用，是与现有的材料和技术的兼容。具有节能减排、减小环境污染，可以在低温施工，延长施工季节等特点，但是温拌剂的使用却提高了温拌沥青混合料的生产成本，沥青发泡设备是实现沥青混合料温拌的新途径，只需一次性投入，无需每次生产时购买温拌材料，而且能降低 WMA 的生产成本，能得到“一劳永逸”的效果。为了更好的规范和指导发泡温拌沥青路面的设计与施工，确保温拌沥青路面的质量，编制组在总结以往成果的基础上，参考国内外研究成果，编制了本规程。

1.2 本文件规定了发泡温拌沥青混合料材料的用料要求、加工要求、配合比设计、路面施工及质量要求等，并不包括沥青里面结构设计等方面的内容，有关沥青路面结构设计等方面的内容，仍应按照现行《公路沥青路面设计规范》和《公路沥青路面施工技术规范》的规定执行。并且，发泡温拌沥青混合料的应用除应遵照本规程的专门规定外，其他要求与热拌沥青混合料相同，仍应按现行《公路沥青路面设计规范》、《公路沥青路面施工技术规范》的有关规定执行。

征求意见稿

## 4 材料和加工

### 4.2 沥青发泡方式

沥青的发泡过程实际上是在膨胀室内完成的（见图 2.1-1~图 2.1-2 所示），具体流程为：高温（通常在 140°C 以上）状态下的沥青在液压泵的推动下喷入发泡内管进入膨胀室内，与此同时，高压水通过两个对喷的进水口形成高压雾化水也进入膨胀室内，经过文丘里管的文丘里管效应，沥青被充分膨胀、发泡，再经过扇叶片的旋转剪切作用使发泡沥青更加均匀地喷入拌缸内。

具体的发泡物理过程是高压水流在高压雾化水的冲击作用下均匀分散成众多细微水体颗粒（近似水雾状），这些细微水体颗粒在极短的时间内喷入高温沥青之中，由于温度相差悬殊，众多细微水体颗粒在极短时间内几乎同时汽化。它们被具备一定粘度的高温沥青裹附后，就形成了众多蜂巢状的膨胀空气室。此时，汽化水体外侧的沥青薄膜表面张力与汽化水体、压缩空气共同形成的内部气压之间达到短暂的相对平衡状态。体积不断膨胀的三相混合体从沥青喷嘴中喷射而出，即形成了宏观状态上的发泡沥青。

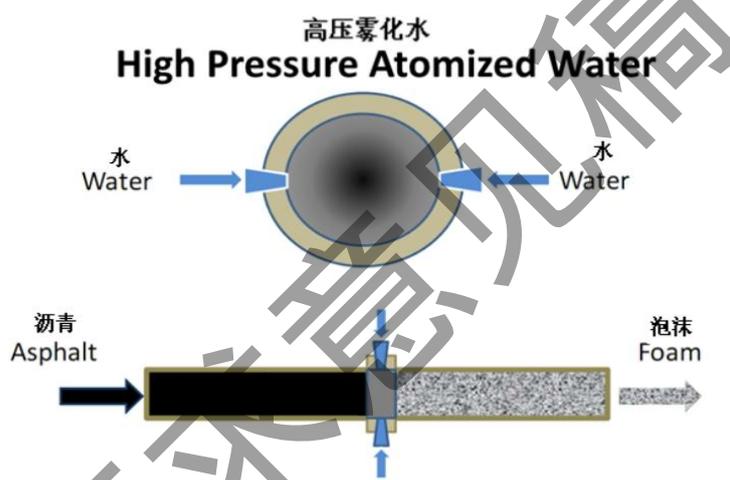


图 1 高压雾化水

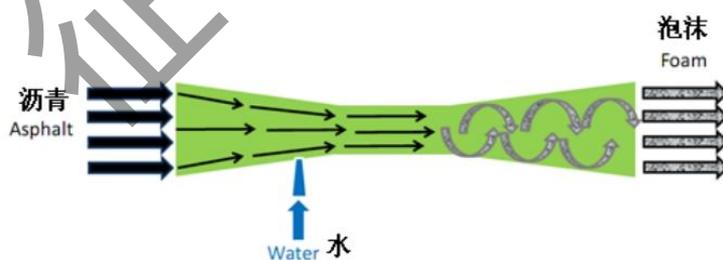


图 2 文丘里管

## 5 发泡温拌沥青混合料配合比设计

### 5.2 配合比设计方法

5.2.2 研究试验表明发泡前后沥青的基本性能指标基本不变，包括高温性能、低温性能、水稳定性能、疲劳及抗剪性能几乎相当，因此，发泡温拌沥青混合料的性能指标应符合 JTG F40 对热拌沥青混合料的性能要求，但，发泡温拌沥青混合料的燃油消耗低于热拌沥青混合料，发泡温拌沥青混合料的 CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、沥青烟等排放量较热拌沥青混合料降低 50%以上，发泡温拌沥青混合料具有较好的环保效果，适应环保型低碳经济社会的建设需求。

5.2.3 在沥青最佳发泡组合条件下，分析了发泡温拌沥青混合料的配合比设计方法，提出了发泡温拌沥青混合料技术的配合比设计流程如下：

- a) 首先进行原材料的筛选，需要对原材料进行集料性子试验和各种矿料及沥青的密度试验。依据 Superpave 设计的一般方法，在选择设计集料结构时，首先调试、选出粗、中、细三个级配，根据集料的性质（密度和吸水率）计算出三个级配的初始用油量。然后用初始用油量成型试件，根据试验结果，计算出这三个级配的沥青混合料在空隙率为 4% 时所需的沥青用量及相应的沥青混合料其他体积性质，矿料间隙率（VMA）、饱和度（VFA）、矿粉与有效沥青之比（F/A）、初始旋转次数的压实度（%G<sub>mmat in</sub>）等。
- b) 发泡温拌沥青配合比设计可参照热拌沥青混合料的配合比设计，为便于对比分析发泡温拌沥青混合料级配设计参数，发泡温拌沥青混合料均采用与热拌沥青混合料相同的级配，因此，需对热拌沥青混合料进行配合比设计。
- c) 根据室内发泡试验结果：道路石油沥青的发泡温度为 150°C~155°C，发泡用水量为 1.5%，SBS 改性沥青的发泡温拌为 170°C~175°C，发泡用水量为 1.5%，进行发泡温拌沥青混合料配合比设计。
- d) 对于沥青混合料的设计方法主要采用马歇尔和 Superpave 设计方法两种，对于普通型发泡温拌沥青混合料仍参照热拌沥青混合料采用马歇尔设计方法，对于 Superpave 沥青混合料采用旋转压实设计方法，在不同的级配与成型温度下测试其体积性质，确定出最佳成型温度。
- e) 通过最佳成型温度不同旋转次数下成型试件，确定出发泡温拌的设计旋转次数。
- f) 根据成型温度成型试件，确定温拌沥青混合料配合比体积指标（空隙率、矿料间隙率和沥青饱和度），通过发泡温拌沥青与 HMA 体积参数对比表明：发泡温拌沥青在降低近 20°C 的情况下，体积指标均能满足现行规范的要求，可用现行规范对 HMA 的控制指标作为发泡温拌沥青的控制指标。
- g) 验证发泡温拌沥青混合料的体积指标、水稳定性、高温稳定性等。

## 6 发泡温拌沥青混合料施工

6.2 应严格掌握沥青和集料的加热温度以及发泡温拌沥青混合料的出厂温度。热混合料成品在贮料仓储存后，其温度下降不应超过 10℃。

征求意见稿

## 7 施工质量与检查验收

7.3 发泡温拌沥青混合料部分质量检查标准见表 4，其它检测项目检查标准参照热拌沥青混合料执行。此外，进行发泡温拌沥青混合料质量抽检，检测其体积指标、级配、水稳定性等是否符合要求。

7.4 试验段铺筑完成后，需要对发泡沥青路面进行了压实度、渗水、抗滑性能检测，确保其满足要求，且，在后续还应针对铺筑路面进行阶段性跟踪观测（渗水系数、构造深度和摩擦系数等）。

征求意见稿

征求意见稿