

DB61

陕西省地方标准

DB 61/T xxxx-20xx

公路隧道温拌阻燃沥青路面
技术指南
(征求意见稿)

Technical Specification for Warm Mix Flame Retardant Asphalt
Pavement of Highway Tunnel

陕西省市场监督管理局 发布

目 次

前 言 2

1 范围..... 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 材料..... 2

 4.1 沥青 2

 4.2 粗集料 2

 4.3 细集料 2

 4.4 填料 2

 4.5 温拌剂 2

 4.6 阻燃剂 3

5 配合比设计 3

 5.1 温拌剂与阻燃剂的添加 3

 5.2 目标配合比设计 3

 5.3 生产配合比设计与验证 4

6 机械设备 4

 6.1 试验检测设备 4

 6.2 施工机械设备 4

7 施工..... 4

 7.1 准备工作 5

 7.2 拌和 5

 7.3 运输 5

 7.4 摊铺 6

 7.5 碾压 6

8 施工质量管理和检查验收 6

 8.1 原材料的质量控制 6

 8.2 沥青混合料生产的质量控制 7

 8.3 施工质量控制 7

 8.4 交工验收 7

9 施工安全和环境保护 7

 9.1 施工安全 7

 9.2 环境保护 7

附录 A 阻燃沥青极限氧指数测试试样制备方法 8

附录 B 温拌沥青混合料拌和压实温度确定方法..... 9

前 言

本标准由陕西省交通运输厅提出并归口。

本标准由 xxx 负责起草。

本标准主要起草人：xxx。

本标准由 xxx 负责解释。

本标准首次发布。

公路隧道温拌阻燃沥青路面技术指南

1 范围

本文件规定了超长公路隧道温拌阻燃沥青路面技术要求、施工工艺。

本文件适用于不同等级公路隧道路面应用温拌阻燃沥青的情况。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 30596 温拌沥青混凝土

GB/T 29051 道路用阻燃沥青混凝土

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

JT/T 860.6 沥青混合料改性添加剂第 6 部分：温拌剂

JT/T 860.3 沥青混合料改性添加剂第 3 部分：阻燃剂

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

阻燃沥青 flame retardant asphalt

添加阻燃剂后制备成的沥青胶结料。

3.2

阻燃沥青混合料 flame retardant asphalt mixture

添加阻燃剂后制备成的沥青混合料。

3.3

温拌沥青混合料 warm mix asphalt

温拌沥青混合料是指使用特定的技术或添加剂，使拌和及施工温度介于热拌沥青混合料（150~180℃）和冷拌（常温）沥青混合料之间，性能达到或接近热拌沥青混合料的新型沥青混合料的统称。

3.4

温拌阻燃沥青混合料 warm mix flame retardant asphalt mixture

添加阻燃剂后制备成的温拌沥青混合料。

4 材料

4.1 沥青

沥青的技术指标，应符合现行规范 JTG F40 的技术要求。

4.2 粗集料

粗集料的技术指标，应符合现行技术规范 JTG F40 的要求。

4.3 细集料

细集料的技术指标，符合现行技术规范 JTG F40 的要求。

4.4 填料

填料应干燥、洁净，技术指标应符合现行技术规范 JTG F40 的要求。

4.5 温拌剂

4.5.1 温拌剂宜采用表面活性剂或高分子蜡。表面活性类温拌剂掺量一般为沥青质量的 0.6%~1.0%，高分子蜡类温拌剂掺量一般为沥青质量的 1.5%~3.0%，具体掺量应根据目标降温幅度通过试验确定，一般以使沥青混合料拌和压实温度降低 20~30℃为宜。

4.5.2 不同温拌剂技术指标应满足表 4.5.2-1 和表 4.5.2-2 的要求。

表 4.5.2-1 表面活性类温拌剂技术要求

试验项目	单位	技术指标	试验方法
------	----	------	------

密度（20℃）	g/cm ³	实测	GB/T 4472
pH 值	-	8~11	GB/T 6368
胺值	mg/g	≥220	GB/T 6365
外观	-	液态，色泽均匀 呈褐色或墨绿色	观察
气味	-	无明显外散刺激性气味	观察

表 4.5.2-2 高分子蜡类温拌剂技术要求

试验项目	单位	技术指标	试验方法
密度（20℃）	g/cm ³	实测	GB/T 4472
熔点	℃	100~120	GB/T 21781
外观	-	白色或淡黄色固体小颗粒	观察
气味	-	无气味	观察

4.5.3 温拌剂的掺加不能使沥青混合料技术性能发生大的衰减。

4.6 阻燃剂

4.6.1 阻燃剂应选用便于拌和场添加，且高效、无毒、无尘、低烟或无烟的环保型产品。

4.6.2 所用阻燃剂还应对沥青性能影响较少或甚至有所提高的产品，应严禁使用那些对沥青性能甚至对沥青混合料性能有影响的产品。

4.6.3 阻燃剂掺量应使沥青阻燃性能满足表 4.6.3 的要求。一般可采用沥青混合料质量的 1.5% 进行试验。

表 4.6.3 阻燃沥青技术指标要求

试验项目	单位	技术指标	试验方法
氧指数（OI）	%	≥23	NB/SH/T 0815
烟密度等级（SDR）	-	≤75	GB/T 8627

注：阻燃沥青氧指数测试时试样应按附录 A 要求制备。

5 配合比设计

5.1 温拌剂与阻燃剂的添加

5.1.1 温拌剂的添加一般采用在拌和锅直接投放的方式。

5.1.2 阻燃剂以外掺的形式添加，不影响沥青混合料原级配。

5.1.3 试验室拌和时，阻燃剂与矿粉宜同时加入拌锅，拌和约 90s，试验过程与普通沥青马歇尔试验相同。

5.2 目标配合比设计

5.2.1 温拌阻燃沥青混合料的矿料级配应符合 JTG F40 的规定。

5.2.2 采用马歇尔试验方法，按 JTG F40 附录 B 中热拌沥青混合料配合比设计方法进行设计，其技术标准应符合 JTG F40 的规定。阻燃剂用量较大时，在试验过程中计算沥青混合料理论最大相对密度时应予以考虑。

5.2.3 温拌阻燃沥青混合料的水稳定性能、高温性能、低温性能均应符合 JTG F40 对于热拌沥青混合料的规定。

5.2.4 在配合比设计过程中，混合料拌和压实温度应按附录 B 或 JT/T 860.6 规定方法确定，也可参照表 5.2.4 确定。

表 5.2.4 温拌阻燃沥青混合料的温度控制

项目	基质沥青	改性沥青
沥青加热温度（℃）	150~160	165~175
矿料加热温度（℃）	130~150	140~160
沥青混合料拌和温度（℃）	130~150	140~160
试件成型温度（℃）	125~135	135~145

注：采用 SMA 时应适当提高。

5.3 生产配合比设计与验证

5.3.1 生产配合比设计应按 JTG F40 的规定进行。

5.3.2 在生产配合比验证阶段，进行试拌、试铺时，应根据当天气温情况控制混合料的生产以及现场摊铺与压实温度。

6 机械设备

6.1 试验检测设备

除按 JTG F40 配备符合规定的试验检测仪器外，还应配备沥青混合料和易性测试仪、阻燃沥青氧指数测试仪、烟密度测试仪。

6.2 施工机械设备

6.2.1 对于间歇式沥青混合料拌和楼宜多配备一个带独立称量装置的矿粉仓，或配备阻燃剂的自动添加装置。

6.2.2 温拌剂的添加则应根据其种类配备专用添加设备。

6.2.3 其他施工设备应符合 JTG F40 的要求。

7 施工

7.1 准备工作

- 7.1.1 对下承层基面提前检查、评定，洒布黏层。
- 7.1.2 黏层油洒布完成后，严禁除混合料运输车辆外的车辆、行人通行。
- 7.1.3 温拌剂、阻燃剂的运输和储存必须做到防水。
- 7.1.4 对一线施工人员进行详细的技术交底和培训。

7.2 拌和

- 7.2.1 按生产配合比确定的各种材料用量参数，输入控制拌和楼的计算机，设置温度、时间等工艺参数。
- 7.2.2 按如下程序拌和生产：计量好的集料先进入拌和锅，再将沥青喷入拌和锅，待沥青喷完后再同步加入计量好的矿粉和阻燃剂，拌和时间不用延长。
- 7.2.3 当采用表面活性类温拌剂(液体)时需采用专用设备与沥青同步喷入拌和锅，且应喷至沥青喷洒面上；当采用高分子蜡类温拌剂时应采用专用设备或产品厂家推荐的其他方式进行添加。
- 7.2.4 阻燃剂应优先采用自动投送方式。当条件不具备时也可采用人工方式直接投入拌和锅，此时应在投放口设置摄像头和投放提示铃，于控制室进行视频监控和铃声提醒，以保证投入准确和稳定，避免多投、漏投或投放时间偏差过大，投放的阻燃剂应提前称量和分装。
- 7.2.5 拌和后的混合料应均匀地裹覆沥青，无花白料、无结团成块或严重的粗细料分离现象，根据现场拌和效果对初定拌和时间进行检查和调整。
- 7.2.6 温拌阻燃沥青混合料的生产温度宜按表 7.2.6 控制。

表 7.2.5 温拌沥青混合料施工控制温度（单位：℃）

施 工 工 序	基质沥青	改性沥青
沥青加热温度	150~160	165~175
矿料加热温度	130~150	140~160
沥青混合料出料温度	130~150	140~160
混合料运输到场温度，不低于	125~135	135~145
混合料摊铺温度，不低于	120	130
初压温度，不低于	115	125
碾压终了温度，不低于	70	80
开放交通温度，不大于	50	50

注：采用 SMA 时应适当提高。

7.3 运输

7.3.1 运料车应用篷布覆盖，用以保温、防雨、防污染，运料车到达现场后等本车混合料开始摊铺时才可揭开保温篷布。

7.3.2 到达现场时混合料温度应符合表 7.2.5 的要求。

7.3.3 为防止沥青与车厢板粘结，车厢侧板和底板涂一层隔离剂（如植物油和水的混合物），不得有余液聚在车厢底部。

7.3.4 自卸汽车运输能力比拌和能力和摊铺速度应有所富余，使用 15t 以上自卸汽车运输。开始摊铺时排在施工现场等候卸料的运料车应不少于 3 辆。

7.4 摊铺

7.4.1 应优先采用一台摊铺机全幅摊铺。当采用两台摊铺机成梯队作业时，两台摊铺机相隔间距 3~5m。

7.4.2 根据拌和机拌和能力、施工机械配套情况及摊铺层厚度、宽度，经计算确定摊铺速度，宜控制在 2.0~4.0m/min 左右，保证摊铺机缓慢、均匀、连续不断地摊铺。摊铺过程中，不得出现停机待料或者随意更换摊铺速度。摊铺机应对沥青混合料进行较好地初步振实。

7.4.3 摊铺温度与松铺厚度紧跟摊铺机测量，并予以记录，摊铺后沥青混合料温度应符合表 7.2.5 的要求，松铺系数经试铺确定。摊铺前摊铺机熨平板加热温度应在 100℃以上。

7.4.4 摊铺过程中要派人在摊铺机后巡查，如果有离析等异常现象要及时分析原因，采取措施予以处理，或暂停施工，重新进行工艺试验。

7.4.5 当隧道内路面温度低于 5℃，气温低于 10℃时，禁止摊铺。

7.5 碾压

7.5.1 先用胶轮压路机进行初压，再用钢轮振动压路机复压，并紧凑安排压实，压路机紧跟摊铺设备碾压，初始碾压温度应符合表 7.2.5 的要求，然后进行复压、终压，碾压要消除表面轮迹。压实工艺组合与具体遍数应在试验段试铺时确定。

7.5.2 碾压完毕后封闭交通，待路面温度降至 50℃以下时方可通车。

7.5.3 接缝处理等其他未尽事宜应按 JTG F40 执行。

8 施工质量管理和检查验收

8.1 原材料的质量控制

沥青、集料和矿粉等的质量检验按 JTG F40 执行。温拌剂、阻燃剂应在厂家确定、施工过程中至少各检测一次，检测指标及结果应符合表 4.5.2 和表 4.6.3 的要求。

8.2 沥青混合料生产的质量控制

沥青混合料生产过程中的质量检验应按 JTG F40 执行。

8.3 施工质量控制

沥青混合料施工过程中及施工完成后的质量检验按 JTG F40 执行。

8.4 交工验收

隧道温拌阻燃沥青路面的交工验收按 JTG F40 执行。

9 施工安全和环境保护

9.1 施工安全

9.1.1 建立健全的安全生产管理机构。

9.1.2 加强施工现场安全教育，增强职工安全意识，树立“安全第一、预防为主”的思想。

9.2 环境保护

9.2.1 温拌剂、阻燃剂应符合环境保护要求。

9.2.2 沥青拌和站应注意采取一定措施以减少噪音污染。

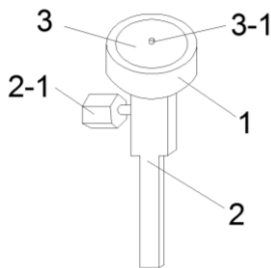
9.2.3 沥青混合料生产过程应注意采取除尘措施，防止、控制扬尘污染。

9.2.4 施工设备、车辆等选用较好油燃料以减少空气污染。

9.2.5 严禁乱倒废料、垃圾等，废弃的混合料应运送到指定的地点处理。

附录A 阻燃沥青极限氧指数测试试样制备方法

A.1 沥青极限氧指数测试用试模如图 A.1 所示。



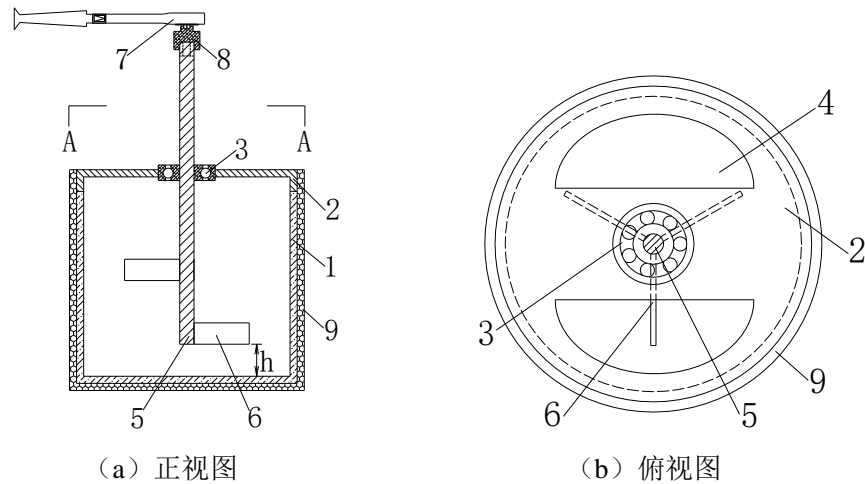
1—试模；1-1—钢杯；1-2—固定件；
2—试样夹；2-1—螺栓；
3—沥青；3-1—玻璃纤维。
图 A.1 沥青极限氧指数测试用杯状试模示意图

A.2 沥青极限氧指数测试用杯状试样制备方法

- A.2.1 将待测沥青放入加热至流动状态；
 - A.2.2 对待测沥青进行搅拌后，倒入试模钢杯中；
 - A.2.3 将长度略大于钢杯深度的玻璃纤维条竖直插入沥青中，冷却至室温；
 - A.2.4 制备完成阻燃沥青杯状试样。
- A.3 按照 NB/SH/T 0815 规定的沥青极限氧指数测试方法测定沥青氧指数。

附录B 温拌沥青混合料拌和压实温度确定方法

B.1 沥青混合料和易性测试仪如图 B.1 所示。



1—料桶；2—桶盖；3—轴承；4—加料口；5—搅拌轴；6—搅拌叶片；7—扭矩扳手；8—转换接头； 9—岩棉保温层。

图B.1 沥青混合料和易性测试仪示意图

B.2 沥青混合料和易性测试方法

当沥青混合料和易性需要测试多个温度时，每个温度的测量都应单独备料，以避免因沥青反复加热老化影响测试结果。当某种混合料同一批料需测量多个温度时，应按从低温到高温的顺序进行，且每个温度测试完成后应将料从和易性测试仪的料桶中取出，然后置于烘箱中加热至下一个待测温度。具体试验步骤如下：

B.2.1 按已经调好的级配及确定的油石比准备 15kg 矿料与沥青，并将其加热到指定温度；

B.2.2 按照每种温拌技术的拌和顺序拌制温拌沥青混合料及热拌沥青混合料，拌和完成后应测量混合料温度；

B.2.3 当拌制好的混合料温度较低时，应将其放置于恒温烘箱中均匀加热至略高于待测温度（建议夏天 5℃，冬天 10℃，加热时间约需 5~10 分钟）；

B.2.4 将加热好的混合料取出并立即装入和易性测试仪的料桶中，装料时应从盖板两侧开口处轮流倒入，在所有料都装完后，应用铁铲拨平料表面，并采用插入式热电偶温度计测量并记录内部料温；

B.2.5 启动扭矩扳手，并将其调至峰值模式，然后开始测量，测量过程中扭矩扳手转速应控制在约 1/3 转/秒，并尽量保持匀速转动；

B.2.6 由于搅拌叶片倾角的问题，测量时应按逆时针旋转，这时在搅拌叶片的带动下混合料处于上升方向，对后几圈测试结果影响较小；

B.2.7 由于采用的是峰值模式，在每转完成后，扭力扳手的数据采集系统会自动记录当圈的最大扭矩值，以此作为一次测量值，记为 W_{Ti} ，单位为 $N \cdot m$ ；

B.2.8 每圈测完并记录读数后应清零然后进行下一次测量，每个温度下应至少测量 5 次，然后取平均值作为这一温度时所测混合料的和易性值 W_T 。

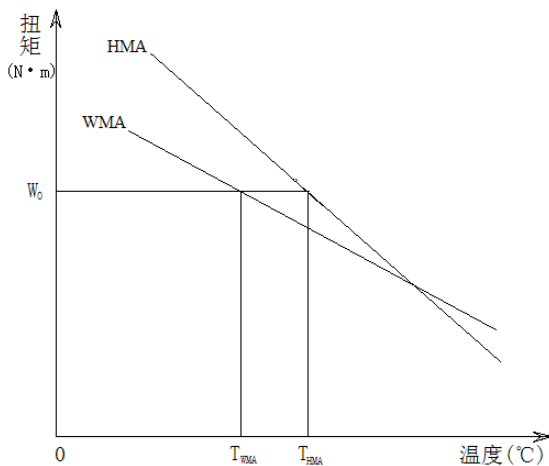
B.3 温拌沥青混合料拌和压实温度确定方法

B.3.1 采用沥青混合料和易性仪按照 B.2 的方法分别测试热拌与温拌沥青混合料在不同温度下的和易性（扭矩值），并绘制其扭矩-温度曲线（如图 B.2 所示），得到回归方程；

B.3.2 根据黏温曲线或工程经验选定热拌沥青混合料的拌和压实温度，并按 B.3.1 得到的热拌沥青混合料扭矩温度回归方程计算其拌和压实温度对应的扭矩值；

B.3.3 将 B.3.2 计算得到的热拌沥青混合料的拌和压实温度对应的扭矩值，代入温拌沥青混合料的扭矩-温度回归方程，计算得到温拌沥青混合料的拌和压实温度；

B.3.4 每种混合料应至少测试 3~5 个温度的扭矩值。



图B.2 扭矩温度曲线