

团 体 标 准

T/SDHTS XXXXX-XXXX

冷拌冷铺沥青混合料设计及施工技术规程

Technical specifications for design and construction of cold
mix and cold laid asphalt mixtures

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

山东公路学会 发布

目 次

前 言	I
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 材料	3
4.1 沥青、集料、矿粉	3
4.2 水泥	3
4.3 冷拌沥青	3
5 混合料配合比设计	4
5.1 混合料级配	4
5.2 配合比设计	5
5.3 技术要求	6
6 生产及施工	7
6.1 一般规定	7
6.2 拌制	7
6.3 贮存	7
6.4 坑槽修补施工	7
6.5 路面结构层施工	9
7 质量管理与检查验收	10
7.1 施工前混合料检验	10
7.2 施工过程管理	10
7.3 交工质量检验	10
附 录 A	11
附 录 B	13
附 录 C	15

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》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东高速股份有限公司提出。

本文件由山东公路学会归口。

本文件起草单位：XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、……

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、……

冷拌冷铺沥青混合料设计及施工技术规程

1 范围

本文件规定了溶剂型冷拌冷铺沥青混合料的材料、混合料配合比设计、生产及施工、质量管理与检查验收。

本文件适用于各等级公路坑槽修补和三级以下公路结构层的施工。

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。

GB252 普通柴油

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG/T 5521 公路沥青路面再生技术规范

JTG E42 公路工程集料试验规程

JT/T 860.4 沥青混合料改性添加剂（第4部分：抗剥落剂）

JTG H30 公路养护安全作业规程

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

冷拌沥青 cold-mix asphalt

将一定比例的稀释剂和添加剂掺入沥青中，经均匀搅拌而成的具有一定流动性的结合料。

3.2

冷拌沥青混合料 cold asphalt mixture

集料与冷拌沥青经过拌合而成的一种常温、低温下快速修补沥青路面坑槽的的混合料。

3.3

扫刷质量损失 wear quality loss

成型后的冷拌沥青混合料试件在磨耗仪上磨耗一定时间后，磨耗松散颗粒质量与试验前试件总质量之比，以百分率表示。

4 材料

4.1 沥青、集料、矿粉

沥青、集料、矿粉技术指标应符合 JTGF40 规定。

4.2 水泥

4.2.1 水泥宜采用普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥等缓凝水泥，不应使用快硬水泥、早强水泥。水泥强度等级宜为 32.5 或 42.5。

4.2.2 水泥应疏松、干燥、无聚团、结块、受潮变质。水泥初凝时间应大于 3 h，终凝时间应大于 6 h 且小于 10h。

4.3 冷拌沥青

4.3.1 冷拌沥青由沥青、稀释溶剂、改性剂、抗剥落剂等组成。

4.3.2 稀释溶剂应根据冷拌沥青混合料使用的环境温度，选用适宜的挥发性油类稀释剂。

4.3.3 改性剂宜采用能改善冷拌沥青黏弹性，并有助于冷拌沥青混合料初期强度形成的添加剂。

4.3.4 冷拌沥青宜添加抗剥落剂，抗剥落剂的质量要求应符合 JT/T 860.4 规定，掺量宜为沥青质量的 0.1%~0.5%。

4.3.5 应充分考虑气温条件，贮存时间和条件、路面状况、拌制条件等因素，按照表 1 要求配制冷拌沥青。

表 1 冷拌沥青比例

项目	I 型	II 型
施工气温条件	10℃以下	10℃以上
稀释剂用量（占冷拌沥青质量百分比，%）	24~28	16~22
改性剂用量（占冷拌沥青质量百分比，%）	1.0~5.0	
抗剥落剂（占冷拌沥青质量百分比，%）	0.1~0.5（非必要）	
注：当冷拌沥青与集料间的黏附性等级低于 4 级时，制备冷拌沥青时宜添加抗剥落剂。		

4.3.6 冷拌沥青技术指标应满足表 2 规定。

表 2 冷拌沥青技术要求

项 目		技术指标		试验方法
		I 型	II 型	
动力粘度(25℃), Pa·s		0~5	0~3	T 0620
闪点, ℃		≥70		T 0611 或 T 0633
含水量, 质量百分数/%		≤1.0		T 0612
蒸 馏 体 积	225℃前蒸馏出 ¹⁾ , 体积百分数/%	0~5	0~3	T 0632
	316℃前蒸馏出 ¹⁾ , 体积百分数/%	50~87	40~80	
	蒸馏到 360℃后残留物 ²⁾ , 体积百分数 /%	≥70	≥75	
蒸 馏 后 残 留 物	针入度(25℃), 0.1mm	100~250		T 0604
	浮漂度(60℃), s	≥1200		T 0631
	溶解度, %	≥99		T 0607
注: 1) 指该温度前蒸馏出物占总蒸馏出物的体积百分数。 注: 2) 指 360℃后残留物占总试样的体积百分数。				

5 混合料配合比设计

5.1 混合料级配

5.1.1 冷拌沥青混合料级配范围应满足表 3 的要求。

表 3 冷拌沥青混合料级配范围

类型	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
细粒式 LB-5	-	-	-	-	100	80~ 100	20~ 40	8~20	6~ 16	5~ 12	3~8	2~5
细粒式 LB-10	-	-	100	100	90~ 100	40~ 55	10~ 25	8~20	6~ 16	5~ 12	3~8	2~5
中粒式 LB-13	-	-	100	90~ 100	70~ 85	35~ 50	10~ 25	8~20	6~ 16	5~ 12	3~8	2~5
中粒式 LB-16	-	100	90~ 100	80~ 90	60~ 75	35~ 50	10~ 25	8~20	6~ 16	5~ 12	3~8	2~5
粗粒式 LB-19	100	90~ 100	78~ 92	64~ 80	50~ 67	30~ 45	18~ 32	12~ 25	8~ 18	5~ 12	3~8	2~5

5.1.2 宜根据坑槽深度和结构层铺装厚度按照表 4 选择冷拌沥青混合料级配类型。

表 4 冷拌沥青混合料推荐级配类型

冷拌混合料级配类型	LB-5	LB-10	LB-13	LB-16	LB-19
坑槽深度(mm)	≤ 20	20~30	30~40	40~60	≥ 60
结构层厚度(mm)	≤ 20	20~30	30~40	40~60	≥ 60

5.1.3 冷拌沥青混合料油石比（以下简称油石比）参考表 5。

表 5 冷拌沥青混合料油石比

混合料类型	LB-5	LB-10	LB-13	LB-16	LB-19
油石比（%）	5.0~5.8	4.8~5.6	4.6~5.4	4.4~5.2	4.0~4.2

5.2 配合比设计

5.2.1 冷拌沥青混合料配合比设计可采用旋转压实设计方法或马歇尔设计方法。马歇尔设计方法应按照 JTG F40 进行设计；旋转压实设计方法详见附录 C。

5.2.2 冷拌沥青混合料配合比设计流程如图 1 所示。

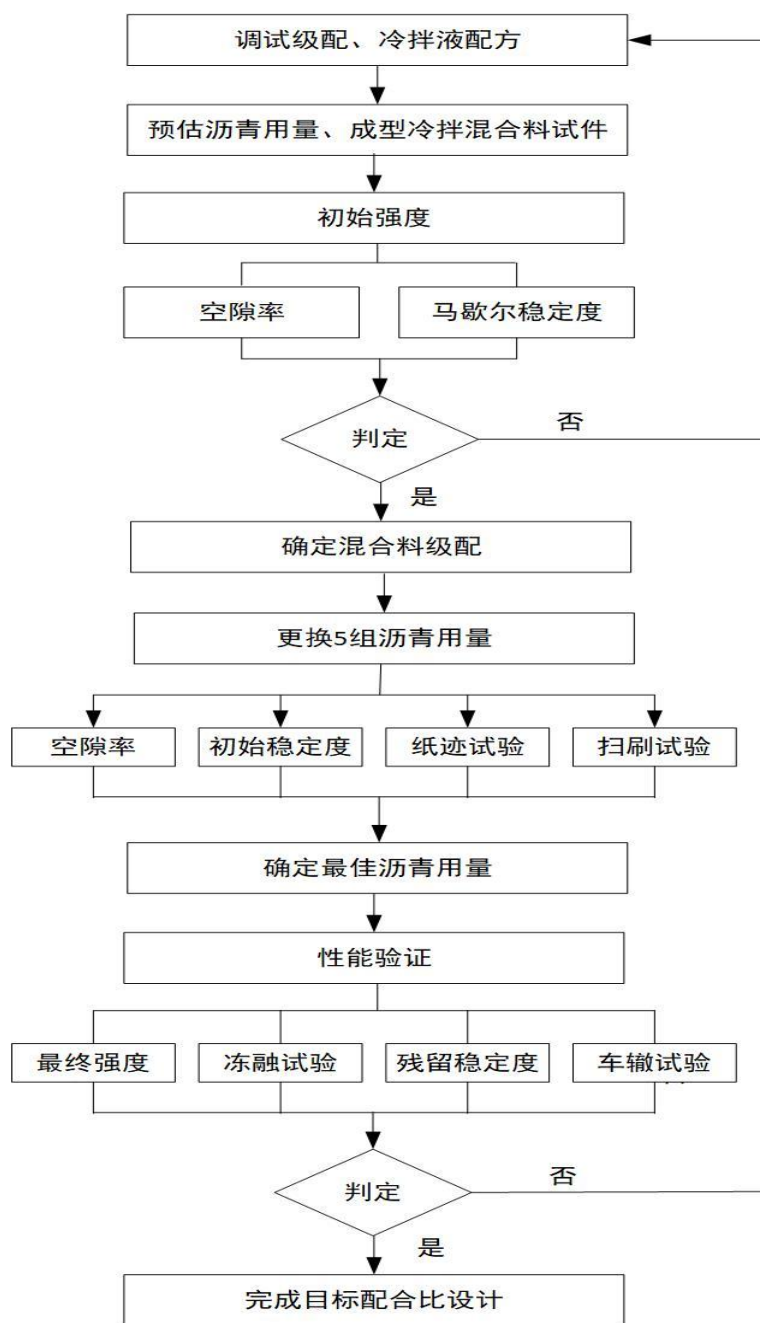


图 1 冷拌沥青混合料配合比设计流程图

5.3 技术要求

冷拌沥青混合料技术要求应符合表 6 规定，并应具有良好的施工性能。

表 6 冷拌沥青混合料技术要求

设计阶段	试验项目	小马歇尔	大马歇尔或者旋转压实 ¹⁾	试验方法
初始强度	空隙率 ²⁾ , %	3-12	3-12	DB37/T1161 附录 B 或 T 0708

	25℃稳定度, kN	≥2.5	≥5	附录 C
	扫刷质量损失, %	≤8%（非必要）		附录 A
最终强度	空隙率, %	2-5	2-5	T 0705
	60℃稳定度, kN	≥4	≥10	附录 C
	15℃劈裂, MPa	≥0.3	≥0.3	附录 C
	残留稳定度, %	≥75	≥75	附录 C
	车辙实验, 次/min	≥800		附录 C
注 1：旋转压实设备参数：压力：600 kPa，内旋转角度：1.16°，转速 30 rad/min。试件采用直径 150 mm，按照固定质量装料的方式成型，装料量 4000 g。				
注 2：初始成型空隙率采用 corelock 试验法或体积法测定，最终成型空隙率采用表干法测定。				

6 生产及施工

6.1 一般规定

6.1.1 按照 JTG H30 的相关规定进行交通管制和安全施工;

6.1.2 应根据气温条件、道路状况选择合适的冷拌沥青混合料;

6.1.3 冷拌沥青混合料包装袋打开后, 施工剩余料应避免污染并用密闭容器存放, 存放有效期为 1 个月;

6.1.4 禁止雨雪天施工。

6.2 拌制

6.2.1 沥青加入到沥青罐中加热至 110℃-150℃, 按设计比例加入稀释剂和外加剂, 使用机械搅拌方式混合均匀, 混合好的冷拌沥青温度控制在 60℃-80℃备用。

6.2.2 冷拌沥青混合料宜选用沥青混合料间歇式拌和设备进行拌制, 用于坑槽修补的冷拌沥青混合料也可采用稳定土拌和机或人工拌制, 混合料要求拌合均匀, 不出现花白料。

6.3 贮存

6.3.1 冷拌沥青混合料拌和均匀后应密封储存, 避免阳光直晒或雨淋。

6.3.2 不同类型、不同规格的冷拌沥青混合料应分别存放, 并明确标识。

6.4 坑槽修补施工

6.4.1 工艺流程

坑槽修补施工工艺流程如图 2 所示。

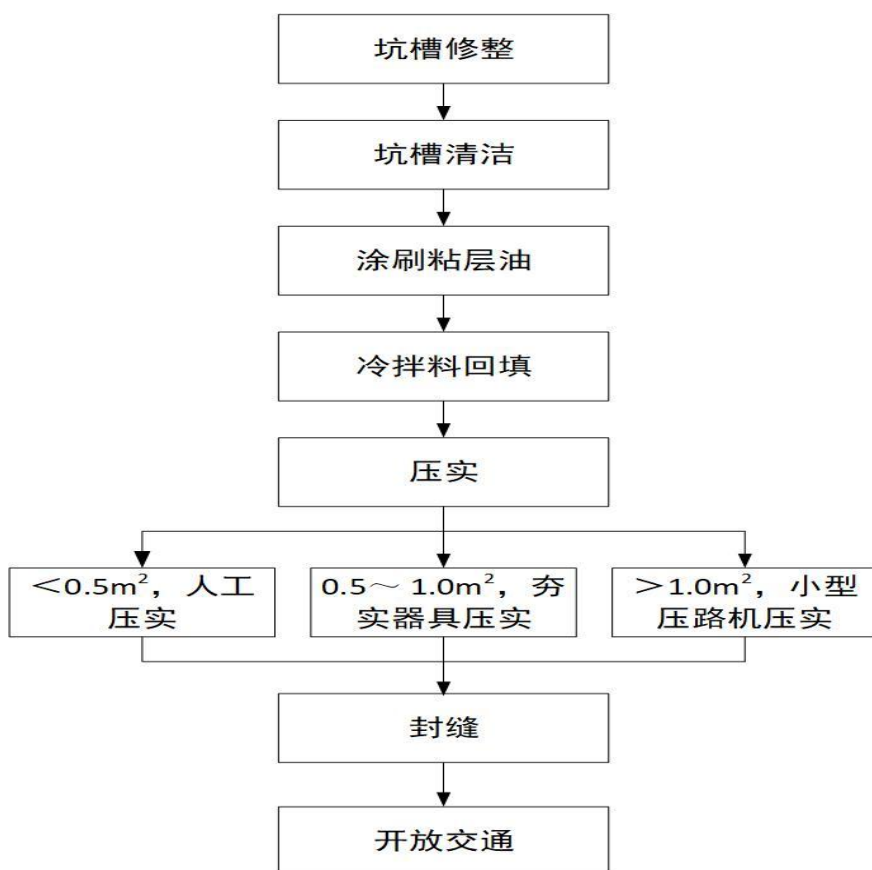


图 2 坑槽修补施工工艺流程

6.4.2 坑槽修整

坑槽修补前，应确定路面破损部分的边界和深度，并沿画好的修补轮廓线挖出路面松散、破碎的旧料直至坚实部分。修正后的坑槽壁应与路面保持垂直，坑槽底部平整、坚实。

6.4.3 坑槽清洁

将坑槽内的松散物、灰尘、积水等清除，保持坑壁和槽底洁净、干燥。

6.4.4 涂刷黏层油

向坑槽壁面和底面均匀涂刷一层黏层油。气温在 5°C 以上时，宜采用乳化沥青黏层油 (0.6 kg/m^2)，破乳后可回填冷拌沥青混合料。气温在 5°C 以下时，宜采用液体沥青黏层油 (0.4 kg/m^2)，涂刷后可回填冷拌沥青混合料。

6.4.5 回填

将冷拌沥青混合料倒入坑槽中，以高出原路面 $10\text{ mm}-30\text{ mm}$ 为宜，坑槽中央应略高于周边，呈凸状。

6.4.6 压实

回填铺设均匀后，初压从坑槽四周向中间压实，每次重叠压实一定宽度；复压和终压采用纵横两个方向交错的压实方式。现场可根据修补面积选择下列压实工具和压实方法：

a) 人工压实

修补面积小于 0.5 m^2 时,可采用人工铁锤、铲背击打密实;

b) 夯实器具压实

修补面积 0.5 m^2 - 1.0 m^2 时,可采用石夯、平板振动器、冲击夯压实;

c) 小型压路机压实

修补面积大于 1.0 m^2 时,可采用小型压路机压实。

6.4.7 封缝

压实完毕后,应在坑槽周边浇洒乳化沥青或热沥青进行防水处理。

6.4.8 开放交通

坑槽修补完,现场清理干净后,即可开放交通。

6.5 路面结构层施工

6.5.1 摊铺

a) 施工气温低于 20°C 时,冷拌沥青混合料需进行加热,摊铺料温不宜低于 40°C ,不宜高于 80°C 。

b) 摊铺机开工前应检查熨平板底部,保证平整,提前 $0.5 \text{ h} \sim 1 \text{ h}$ 预热熨平板不低于 60°C 。

c) 摊铺机应缓慢、均匀、连续不间断地摊铺,摊铺速度宜控制在 $2 \text{ m/min} \sim 6 \text{ m/min}$ 的范围内。

d) 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,两侧宜保持有不少于送料器 $2/3$ 高度的混合料。

6.5.2 压实

a) 冷拌冷铺路面施工应配备足够数量的压路机,选择合理的压路机组合方式及初压、复压、终压(包括成型)的碾压步骤,以达到最佳碾压效果。

b) 初压应紧跟摊铺机碾压,并保持较短的初压区长度,宜采用钢轮压路机静压 $1 \sim 2$ 遍。

d) 复压应紧跟在初压后开始,宜优先采用重型的轮胎压路机进行搓揉碾压,以增加密水性,其总质量不宜小于 25 吨,相邻碾压带应重叠 $1/3 \sim 1/2$ 的碾压轮宽度,碾压至要求的压实度为止。

e) 终压应紧接在复压后进行,如经复压后已无明显轮迹时可免去终压。终压可选用双轮钢筒式压路机或关闭振动的振动压路机碾压不宜少于 2 遍,至无明显轮迹为止。

6.5.3 接缝

路面的施工应接缝紧密、连接平顺,不应产生明显的接缝离析。上下层的纵缝应错开 $300 \text{ mm} \sim 400 \text{ mm}$ 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。

6.5.4 养生和开放交通

混合料铺筑完成后，即可开放交通。混合料压实完成后 3 天内不应淋雨，若遇到雨水天气可进行必要的覆盖。

7 质量管理与检查验收

7.1 施工前混合料检验

每次使用前，应对冷拌沥青混合料的质量进行检验，检验合格后方可使用。冷拌沥青混合料的各项技术指标应满足表 6 的要求。

7.2 施工过程管理

7.1.1 坑槽修补施工，应按表 7 的内容和要求检验。

表 7 坑槽修补施工过程管理

检查项目		质量要求	检测频率	试验方法
表观质量	外观	平整、密实	每处	目测
	修补面高度, mm	高于坑边沿 3 mm-5 mm	每处	尺量

7.1.2 路面结构层施工，应按表 8 的内容和要求检验。

表 8 路面结构层施工过程管理

检测项目		质量要求或允许偏差	检测方法和频率
冷拌沥青用量（油石比，%）		±0.3	燃烧法，每日 1 次总量评定
厚度	代表值, mm	-5	JTG F80/1,附录 H，每 200 m 测 1 点
	合格值, mm	-10	
压实度,%		≥ 试验室标准密度的 98%	JTG F80/1,附录 B，每 200 m 测 1 点

7.3 交工质量检验

坑槽修补完工后，应参照 JTG 5520 沥青路面局部挖补检验项目进行质量评定；路面结构层完工后，参照 JTG F40 热拌沥青混合料检验项目（渗水系数应在完工 7 天后进行检测）进行质量评定。

附 录 A
(规范性)
扫刷试验方法

A.1 目的与适用范围

本方法适用于检验养生初期冷拌沥青混合料的成型能力。

A.2 仪器及材料

A.2.1 扫刷试验仪（图 A.1）由下列部分组成：

- a) 磨耗头：磨耗头总质量（包括橡胶磨耗管）为 $615\text{ g} \pm 15\text{ g}$ ，其固定装置可在轴套内垂直 $16\text{ mm} \pm 4\text{ mm}$ 的范围内自由活动。磨耗头的转速为自转 $140\text{ r/min} \pm 2\text{ r/min}$ ，公转 $61\text{ r/min} \pm 1\text{ r/min}$ 。
- b) 磨耗管：磨耗管为内径 $19\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ ，壁厚 $5.7\text{ mm} \pm 0.7\text{ mm}$ ，长度 $127\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 的橡胶软管，磨耗管外层应为聚氯丁橡胶，中间需加筋。磨耗管外层橡胶硬度为 $60\text{ HA} \sim 70\text{ HA}$ 。
- c) 试样托盘：试样托盘为平底金属圆盘，内径不小于 320 mm ，深度 $50\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 。试样托盘可以方便取下，并依靠夹具与升降平台固定。



图 A.1 扫刷试验仪

A.2.2 模板：边长为 $360\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 的正方形塑料板，中间有以正方形中心为圆心的、直径为 $280\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 的圆孔，试模厚度为 $13\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 。

A.2.3 天平：量程不小于 6000 g ，感量不大于 1 g 。

A.2.4 恒温恒湿试验箱：将温度控制在 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，湿度控制在 $70\% \text{ RH} \pm 1\% \text{ RH}$ 。

A.2.5 刮板：有橡胶刮片，长度不小于 300 mm。

A.2.6 其他：拌锅和拌铲等。

A.3 方法与步骤

A.3.1 按下列方法制备试样：

- a) 将各档集料在 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重，然后取出冷却备用。
- b) 按照设计级配常温条件下拌制冷拌混合料，采用旋转压实法成型直径为 150 mm 的冷拌混合料试件（旋转压实 100 次），按照固定质量装料的方式成型，装料量为 4000 g；
- c) 将试件从压实仪上取下，放置在盘子中，常温（ 20°C - 25°C ）环境下养生 4 小时 \pm 5 分钟。

A.3.2 按下列步骤进行试验：

- a) 养生结束后称取试件初始质量 m_1 ，准确至 1g；
- b) 将试件放置在磨耗仪上，确保其在中间并且支撑良好。软管与试件的接触面应是以前没有用过的。可将软管旋转到没有磨损的一面用于试验，如果磨耗允许，磨耗头（带软管）应可竖向自由移动 5mm。
- c) 启动磨耗仪，使磨耗头转动 15 min 后停止。
- d) 降下平台，将试件从盛样盘中取出，称取试件质量 m_2

A.4 计算

冷拌混合料养生初期磨耗质量损失 ω 按式(A.1)计算：

$$\omega = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (\text{A.1})$$

式中：

ω ——试件磨耗损失，%；

m_1 ——试验前试件质量，g；

m_2 ——试验后试件质量，g。

附录 B

(规范性)

冷拌沥青混合料纸迹试验方法

B.1 目的

本方法适用于确定冷拌沥青混合料的最佳油石比。

B.2 仪器设备

B.2.1 沥青混合料拌合机：能保证拌合温度并充分拌合均匀，可控制拌制时间，搅拌叶自转速度 70 r/min～80 r/min，公转速度 40 r/min～50 r/min。

B.2.2 温度计：分度值 0.1°

B.2.3 白纸：A4 打印纸

B.3 方法与步骤

B.3.1 按照本文件规定的温度准备原材料

B.3.2 将配置好的矿料置于拌合机中，开动拌合机搅拌 1 min，然后加入规定质量的冷补液，开动拌合机搅拌 1 min，最后加入矿粉，继续搅拌至均匀为止，拌和过程中保证混合料温度满足本规范要求，标准拌和时间为 3min。

B.3.3 从拌合锅中取出拌合均匀的冷拌沥青混合料，温度控制在 $75^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，放置在白纸上，1min 后将白纸翻转倒掉冷拌沥青混合料，观测残留在纸上的痕迹；

B.3.4 更换油石比，按照上述步骤重复试验。

B.3.5 结果判定：如图 B.1 所示，若多数墨点小于冷拌料与白纸的接触面积，且分散说明沥青用量少，记录为油石比偏小；若出现严重的墨迹，连接成块说明沥青用量多，记录为油石比偏大；正常痕迹应为墨点接近于冷拌沥青混合料与白纸的接触面积，记录为油石比适当，作为最佳油石比。

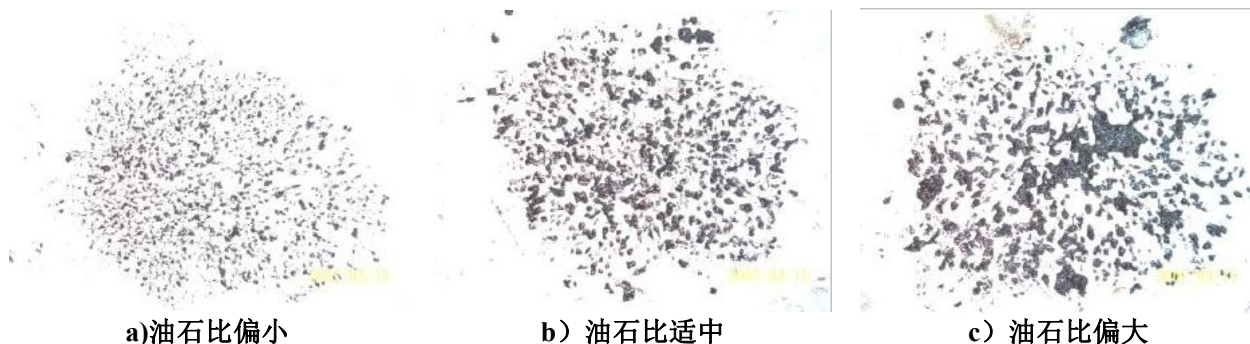


图 B.1 冷拌沥青混合料油石比判定图

B.4 报告

每次拌制的混合料应制作两个试样观测，若两次结果不同，则重新试验，若相同则取观测结果。

附录 C

(规范性)

冷拌沥青混合料配合比设计方法（旋转压实法）

C.1 一般规定

C.1.1 本方法适用于冷拌沥青混合料的配合比设计。

C.1.2 冷拌沥青混合料应采用旋转压实仪成型 $\phi 150\text{ mm}$ 的试件，按照固定质量装料的方式成型，装料量为 4000 g。

C.1.3 旋转压实设备应满足如下条件：压力 $600\text{ kPa} \pm 18\text{ kPa}$ ，压实内旋转角： $1.16^\circ \pm 0.02^\circ$ ，压实速率 $30\text{ rad/min} \pm 0.5\text{ rad/min}$ 。

C.1.4 冷拌沥青混合料初始强度试件空隙率采用 corelock 试验法测定，最终强度试件空隙率采用表干法测定，冷拌沥青混合料理论最大相对密度采用真空法测定。

C.2 级配设计

C.2.1 对原材料进行筛分，新集料采用水洗法，铣刨料采用干筛法；

C.2.2 进行混合料级配设计，分别设计粗、中、细三组级配，混合料级配满足本文件级配范围要求；

C.2.3 根据工程经验预估沥青用量，成型冷拌沥青混合料试件，每组试件数量不应低于 2 个。

C.2.4 采用真空法确定冷拌沥青混合料理论最大相对密度

C.2.5 测定混合料试件的空隙率、初始强度，确定一组满足设计要求的混合料级配。

初始强度试验方法：

a) 将矿料、冷拌沥青常温条件下拌和均匀，采用固定装料量（4000 g）的方式常温条件下旋转压实 100 次；

b) 混合料试件脱模常温条件下养生 $24\text{ h} \pm 1\text{ h}$ ；

c) 测量试件高度，并用 corelock 实验法测定试件的体积参数，确定混合料空隙率；

d) 将试件置于已达到 $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 的恒温水浴中，保温 45 min-60 min，进行马歇尔稳定度试验，测定混合料的初始强度。

C.3 沥青用量确定

C.3.1 以预估沥青用量为中值，以 ± 0.3 、 ± 0.6 为间隔变换 5 个沥青用量，分别进行纸迹试验并成型冷拌沥青混合料试件，每组试件数量不应低于 2 个。

C.3.2 采用真空法确定每组冷拌沥青混合料的理论最大相对密度

C.3.3 分别测定每组冷拌沥青混合料试件的空隙率、初始强度、扫刷质量损失，根据试验结果结合纸迹试验结果综合确定冷拌沥青混合料最佳沥青用量。

C.4 性能验证

C.4.1 最终强度试验。将拌合均匀的冷拌沥青混合料均匀摊铺成 50 mm 厚的一层，将试样放入 110℃烘箱中养生 24 h±1 h，取出试样自然冷却至 60℃，采用固定装料量（4000 g）的方式旋转压实 100 次，压实完成后立即脱模常温养生 24 h，采用表干法测定混合料体积指标，然后进行 25℃马歇尔稳定度试验。

C.4.2 浸水马歇尔试验。根据 C.4.1 最终强度试验方法成型冷拌沥青混合料试件，试件数量不应低于 6 个，将试件平均分为两组，一组试件置于 25℃恒温水浴中养生 48 h，然后进行 25℃马歇尔稳定度试验。另一组试件置于 25℃水浴中养生 45 min-60 min，进行 25℃马歇尔稳定度试验，计算浸水前后两组试件马歇尔稳定度的比值。

C.4.3 冻融劈裂试验。根据 C.4.1 最终强度试验方法成型冷拌沥青混合料试件，试件数量不应低于 6 个，将试件平均分为两组，一组试件按照饱水试验方法进行饱水试验，然后把试件放入塑料袋中，加入约 10ml 的水，放入温度为-18℃±2℃的冰箱中，保持 16 h±1 h，然后将试件取出后放入 40℃±0.5℃的恒温水槽中，保持 24 h。另一组试件常温环境下保存备用，最后，将两组试件放入 25℃±0.5℃的恒温水槽中，保温 2 h，测得两组试件的劈裂强度，计算冻融前后两组试件劈裂强度的比值。

C.4.4 车辙试验：根据测得混合料毛体积密度计算装料量，按照 JTG E20 车辙试件成型方法常温条件下成型冷拌沥青混合料车辙板试件，然后将碾压好的车辙板试件放置于 110℃烘箱中养生 24 小时，取出车辙板试件按照 JTG E20 车辙试件成型方法重新压实一遍，然后常温条件下养生两天，最后进行车辙试验，测定冷拌沥青混合料的高温性能。

冷拌冷铺沥青混合料设计及施工技术规范

编制说明

一、项目简况

1.1 任务来源

根据《山东公路学会团体标准管理办法(试行)》要求,经符合性审查、立项评审等环节,《冷拌冷铺沥青混合料设计及施工技术规范》列入山东公路学会团体标准编制计划(鲁公学会[2023]6号)。

1.2 起草单位和人员

起草单位:山东高速股份有限公司、山东省交通科学研究院

协作单位:菏泽市公路事业发展中心、枣庄市公路和地方铁路事业发展中心、山东远通公路工程集团有限公司。

起草人:朱振祥、韦金城、郭洪、董昭、王琳、韩瑞广、吕高恒、段美栋、徐书东、李昌辉、柳久伟、赵存东、袁万山、许思思、苏衍岭、杨德生、牛善平。

1.3 起草过程

2023年3月6日标准计划下达后,于2023年4月初成立了由山东高速股份有限公司、山东省交通科学研究院等单位共同参与标准制定的标准起草组,起草组讨论了工作进度安排、任务分工及标准的初步思路,正式启动标准制定工作。

2023年4月-2023年9月,编写组结合现阶段冷拌冷铺沥青混合料关键技术进行深入分析和研究,完成已有标准、文献资料的收集、分析和总结。截至目前,我国已经发布了JTG E20《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》、JTG E42《公路工程集料试验规程》、JTG F40《公路沥青路面施工技术规范》JTG H30《公路养护安全作业规程》等国家和行业标准,对本标准的起草和编写提供了较好的参考,为标准制定提供可靠的科学依据,但目前尚缺少专门针对冷

拌冷铺沥青混合料工程应用的技术规范，亟需结合冷拌冷铺混合料特性制定专门的规范，指导冷拌冷铺沥青混合料的工程应用。

2023 年 10 月-2023 年 12 月，标准编写小组开始草案编制工作，针对冷拌冷铺沥青混合料设计及施工技术规范的范围、术语和定义、材料、配合比设计、生产及施工、质量管理与检查验收等内容进行了详细编制。结合冷拌冷铺混合料的工程应用情况和相关课题的研究成果，经过内部多次讨论、相关方调研及专家意见征集等形式，于 2023 年 12 月完成了标准草案的编制工作并报送山东公路学会审核。2023 年 12 月标准编写小组根据秘书处审核意见修改后形成标准初稿。

二、标准编制目的及意义

道路在使用过程中，由于自然天气和交通荷载的作用，会出现坑槽等病害，需要挖补。在以前的养护工作中，经常采用乳化沥青作为生产冷补沥青混合料的结合料，但其强度较差，寿命较短，效果不理想。而使用热拌沥青混合料修补路面，有作业点分散、施工不方便，沥青混合料降温快、压实不足等缺点，同时还受到天气的制约。

冷拌冷铺沥青混合料作为一种新型环保材料，可广泛应用于低等级道路结构层的铺筑和路面坑槽病害的修补中，结合工程经验制定冷拌冷铺沥青混合料设计与施工技术规程对于指导冷拌冷铺沥青混合料的推广应用具有重要的现实意义。首先，从材料的角度，冷拌冷铺沥青混合料不需要对混合料进行加热处理，在冷态条件下即可进行混合料的拌和、摊铺、碾压，属于近几年新发展的道路技术，但现有的规范并没有对此项技术中心涉及的原材料进行规定，材料的各项控制指标缺失。

其次，冷拌冷铺沥青混合料的设计方法缺失，以往的此种混合料的设计只是参考常规的热拌沥青混合料的马歇尔设计方法，但是此种方法与实际的混合料性能不匹配，因此本标准的编制过程中，对现有的设计方法进行优化，提出基于材料路用性能的混合料设计方法和评价指标。

最后，冷拌冷铺沥青混合料的施工和质量控制技术也未有相关标准进行规范，材料的施工只能参照常规的热拌沥青混合料，导致新建道路的部分指标出

现偏差。本标准的编制，结合以往冷拌冷铺沥青混合料试验路的长期监测数据，总结规范了冷拌冷铺沥青混合料的施工工艺和质量控制标准

三、编制依据

本标准的编制是在国家、我省关于冷拌冷铺沥青混合料的研究基础上，结合本技术的工程应用情况，以适用性和可操作性、适度引领性等为原则，既考虑本技术的实用性和易操作性，同时充分听取各方意见的基础上形成的。在标准编制过程中，编写组主要把握了以下方面。

（1）标准原则：本标准的制定是以指导冷拌冷铺沥青混合料的工程应用为导向，标准起草工作组按照 GB/T1.1-2020 给出的规则编写，主要遵循以下原则：

①协调性：保证标准与本标委会的标准体系协调一致，与国内现行相关标准协调一致，与国内现行国家标准、行业标准协调一致。

②适用性：结合冷拌冷铺沥青混合料材料特性和工程应用场景，提出冷拌冷铺沥青混合料的具体技术指标。

（2）在标准主要内容方面，根据多年研究成果，结合现行技术标准，对冷拌冷铺沥青混合料的材料、配合比设计、生产及施工、质量管理与检查验收等方面进行明确规定，使材料的性能指标与实际的施工控制相对应，设计方法与现场施工的条件相对应并能指导生产，对于冷拌冷铺沥青混合料的工程应用具有更好的指导作用。

四、主要技术内容

1 范围

冷拌沥青混合料可以在常温或加热温度很低的条件下拌和施工，可以用于各等级道路的坑槽修补及低等级道路的结构层铺筑。根据胶结料不同，可分为溶剂型冷拌沥青混合料、反应型冷拌沥青混合料和乳化沥青型冷拌沥青混合料。本文件主要对溶剂型冷拌沥青混合料的材料、配合比设计、生产及施工、质量管理与检查验收进行了规定。

2 规范性引用文件

借鉴现有冷拌冷铺沥青混合料相关的国家、行业标准，列出了本文件引用的主要标准：

GB252 普通柴油

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG/T 5521 公路沥青路面再生技术规范

JTG E42 公路工程集料试验规程

JT/T 860.4 沥青混合料改性添加剂（第4部分：抗剥落剂）

JTG H30 公路养护安全作业规程

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

3 术语和定义

现有国标、行标并没有针对冷拌沥青混合料的术语说明，为了方便标准的使用和体现便捷性，本标准提出了冷拌沥青、冷拌沥青混合料、扫刷质量损失等术语的定义。

4 材料

4.1 沥青、集料、矿粉

本文件规定所用矿料、填料及沥青只要符合 JTG F40《公路沥青路面施工技术规范》相关技术指标要求均可使用。

4.2 水泥

冷拌沥青混合料中可添加适量的水泥部分替代矿粉，以增强冷拌沥青混合料的水稳定性和早期强度，水泥技术标准应满足《道路硅酸盐水泥》要求。

4.3 冷拌沥青

根据使用季节将冷拌沥青分为两种类型，每种类型的冷拌沥青分别对应不同类型的稀释溶剂，以保证冷拌沥青混合料施工后，稀释溶剂能够完全挥发，形成强度。由于冷拌沥青与矿料在常温或低温条件下拌和，且冷拌沥青中含有一定比例的稀释剂，影响了冷拌沥青与矿料的粘附性，当冷拌沥青与集料间的

黏附性等级低于 4 级时，制备冷拌沥青时宜添加一定质量的抗剥落剂，增强冷拌沥青与矿料的粘附强度，提升冷拌沥青混合料的水稳定性。

冷拌沥青需要具备更低的粘度以保证冷拌沥青混合料的施工性能，同时要求冷拌沥青种的稀释剂具有良好的挥发性，以保证冷拌沥青混合料铺筑到路上稀释剂能够迅速挥发，形成强度。因此本标准主要对冷拌沥青的粘度、蒸馏体积等指标进行了详细的规定。分别制备两种冷拌沥青，并对冷拌沥青的技术指标进行检测，下表为冷拌沥青技术指标室内实测数据，研究表明当冷拌沥青满足本文件技术要求时，冷拌沥青混合料能够具备较好的路用性能。

表 1 I 型冷拌沥青实测数据

项 目		实测值									
序号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
动力粘度 25℃，		336	360	322	286	315	346	380	376	246	269
闪点，℃		82	86	80	76	80	82	84	76	78	80
含水量，%		0	0	0.2	0	0	0.2	0	0.1	0	0
蒸 馏 体 积	225℃ 前蒸馏	1.0	1.8	2.2	1.6	1.2	1.5	1.5	1.7	2.3	2.7
	316℃ 前蒸馏	62.1	59.6	62.7	62.0	60.3	58.6	57.4	60.1	63.2	63.7
	蒸馏到 360℃ 后残留	80.3	82.5	83.8	80.5	84.6	85.0	86.9	85.6	78.3	79.4
蒸 馏 后 残 留 物	针入度 25℃， 0.1mm	205	211	223	228	201	186	192	184	220	212
	浮漂度 60℃， s	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200	>1200
	溶解度，%	99.7	99.8	99.6	99.7	99.8	99.5	99.7	99.6	99.6	99.7

表 2 II 型冷拌沥青实测数据

项 目		实测值									
序号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
动力粘度 25℃， mPa·s		906	920	865	689	754	832	813	695	818	776
闪点，℃		88	86	88	84	80	84	82	84	86	82
含水量，%		0.3	0.5	0.2	0.3	0	0.2	0	0.4	0.5	0

蒸馏 体积	225℃前蒸馏 出 ^a , %	1.2	0.9	1.0	1.6	0.8	1.2	1.5	1.8	1.3	1.5
	316℃前蒸馏 出 ^a , %	45.9	49.3	52.4	55.8	53.1	50.3	48.8	56.1	53.2	51.7
	蒸馏到 360℃后 残留物 ^b , %	91.5	91.1	88.3	82.5	84.6	89.9	90.2	83.9	88.6	86.2
蒸馏 后 残留 物	针入度 25℃, 0.1mm	187	167	174	166	192	190	183	185	203	207
	浮漂度 60℃, s	>120 0	>120 0	>120 0	>120 0	>120 0	>120 0	>120 0	>120 0	>120 0	>120 0
	溶解度, %	99.7	99.5	99.6	99.6	99.5	99.7	99.6	99.8	99.7	99.6

5 混合料配合比设计

5.1 混合料级配

本文件提出的冷拌沥青混合料级配范围,是在调研了国内外相关标准的级配要求基础上,结合我国气候、交通条件进行的优化。相较于 JTG F40《公路沥青路面施工技术规范》提出的级配范围,本文件提出的级配范围增加粗集料的比重并对粉料的比例的进行规定,保证混合料具有更好的骨架结构,提高混合料的高温性能,同时保证冷拌沥青混合料中含有一定的粉料,可以与沥青形成胶浆,提高冷拌沥青与集料的粘附性,保证冷拌沥青混合料的水稳定性,另外加了更细的 LB-5 型冷拌沥青混合料,可用于更细的沥青砂坑槽的修补。以下列举了国内外相关冷拌沥青混合料的级配范围:

俄罗斯提出的冷拌沥青混合料级配粗料较少,细料多,矿粉含量高达 15%~30%。摊铺成型后具有较好的强度,但是路表面很光滑,不能够达到相应的粗糙度,抗车辙性能不足。

表 3 俄罗斯冷拌沥青混合料级配

级配类型	通过下列筛孔(方孔筛, mm)的质量百分率(%)									油石比 (%)
	15	10	5	2	1.0	0.5	0.25	0.5	0.074	
砂粒式 ($D_{max}=5$)	/	/	95-100	65-80	45-65	35-55	25-45	30-35	20-30	5.5-7.0
细粒式 ($D_{max}=10$)	/	95-100	75-85	50-70	35-60	25-45	20-40	18-30	15-30	5.0-6.5
细粒式 ($D_{max}=15$)	95-100	/	65-80	40-60	30-50	20-45	15-35	15-30	13-25	5.0-6.5

加拿大提出的冷拌沥青混合料级配为开级配的骨架结构形式，级配范围更宽且基本不用矿粉，混合料成型后的空隙率较大。由于加拿大处于寒带，温度较低，因此沥青用量一般到 4.5%~5.5%，混合料表面沥青膜较厚。

表 4 加拿大冷铺沥青混合料级配

级配类型	通过下列筛孔(方孔筛, mm)的质量百分率(%)								油石比 (%)
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.3	0.075	
细粒式	/	100	90-100	20-55	5-30	0-10	0-5	0-2	3.8-5.0
中粒式	100	90-100	85-95	20-55	3-30	0-10	0-2	0-2	4.5-5.5

美国冷铺沥青混合料级配结合了两者的特点，由一些粗料形成骨架，然后一定的细料保证混合料密实。

表 5 美国冷铺沥青混合料级配

级配类型	通过下列筛孔(方孔筛, mm)的质量百分率(%)							
	25	19	12.5	9.5	4.75	2.36	0.3	0.075
细粒式	/	/	100	90-100	60-80	35-65	6-25	2-10
中粒式	/	100	90-100	/	45-70	25-55	5-20	2-9
粗粒式	100	90-100	/	60-80	35-65	20-50	3-20	2-8

我国《公路沥青路面施工技术规程》提出的冷拌沥青混合料级配整体偏细，空隙率较小，这样不利于隔离剂的挥发，高温稳定性能较差，但是由于空隙率较低，混合料的水稳定性比较好。

表 6 中国冷拌沥青混合料级配

级配类型	通过下列筛孔(方孔筛, 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
细粒式 LB-10	/	/	/	100	80-100	30-60	10-40	5-20	0-15	0-12	0-8	0-5
细粒式 LB-13	/	/	100	90-100	60-95	30-60	10-40	5-20	0-15	0-12	0-8	0-5
中粒式 LB-16	/	100	90-100	50-90	40-75	30-60	10-40	5-20	0-15	0-12	0-8	0-5
粗粒式	100	95-100	80-100	70-100	60-90	30-70	10-40	5-20	0-15	0-12	0-8	0-5

LB-19												
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

进行冷拌沥青混合料级配类型选择时，应根据坑槽深度和结构层厚度选择合适级配的冷拌沥青混合料，冷拌沥青混合料最大公称粒径不得超过坑槽深度，坑槽深度大于 50mm 时，应分层修补压实。

5.2 配合比设计

进行沥青混合料配合比设计时，通常采用马歇尔击实法或旋转压实法。马歇尔成型最大的优势是在初始成型完成后，试件经过养生，可以不用脱模直接进行最终强度的试验，试验方便。但该方法的不足是混合料的初始成型试件空隙率过高，与现场的空隙率差别较大，不能很好地反映材料的路用性能，另外此种方法的最终强度试件为非标准马歇尔试件。旋转压实成型的初始成型试件空隙率与现场基本相同，能够更好的模拟冷拌沥青混合料现场的实际情况，本文件推荐采用旋转压实进行冷拌沥青混合料配合比设计。

对于冷拌类材料强度的形成一般分为两个阶段，一个为初始成型阶段，一个为最终强度形成阶段，初始阶段由于稀释剂尚未挥发完全，冷拌沥青混合料空隙率较大，沥青与集料黏附性较差，混合料强度较低。随着稀释剂的挥发和车辆荷载的进一步压实，冷拌沥青混合料的最终强度逐渐形成。进行冷拌沥青混合料配合比设计时采用两阶段设计法。

5.3 技术要求

对于冷拌沥青混合料的技术要求，标准从初始强度和最终强度两个阶段对混合料的性能进行了要求。对于冷拌沥青混合料的初始强度，参考了日本大有株式会社对冷拌沥青混合料提出的技术标准，他们把沥青初始稳定度细分为三部分。

表 7 日本冷拌沥青混合料技术标准

空隙率，%	作业稳定度 ¹ ， KN	初期稳定度 ² ， KN	使用稳定度 ³ ， KN	流值，0.1mm
3-15	0.5-0.8	>2.5	>3.0	10-40

注 1：作业稳定度：拌和料作业时的控制的指标。将混合料在常温下正反面锤击 50 或 75 次，制作成马歇尔稳定度试块，脱模后测定的常温下马歇尔稳定度，即为初始稳定度。它既可以用来评价混合料初始强度，又可以评价混合料压实性。

注 2：初期稳定度：摊铺碾压后第 7 天的稳定度。

注 3：使用稳定度：沥青混合料在铺筑碾压通车 7 天后使用的稳定度。

这种试验方法需要铺筑试验路及钻探取芯，操作起来非常麻烦，且未对通车 7 天的交通量进行定量。同济大学采用相同组成配合比的混合料作标准马歇尔实验，考虑到溶剂尚未完全挥发，要求稳定度大于 5.0KN 即可。而标准马歇尔试验要求很高的温度，这将非常不利于溶剂的安全性，易发生危险，由此这种试验方法也不太适合。

同济大学采用相同组成配合比的混合料作标准马歇尔实验，考虑到溶剂尚未完全挥发，要求冷拌沥青混合料稳定度大于 5.0KN 即可；长安大学提出冷拌沥青混合料成型稳定度的建议值应大于 4KN。我国公路沥青路面施工技术规范规定冷拌沥青混合料马歇尔试验方法，要求冷拌沥青混合料的马歇尔试验稳定度宜不小于 3kN。

对于冷拌沥青混合料的最终强度：长安大学采用了烘箱加热法，促进溶剂挥发，使混合料快速成型。他们制定了两种试验方案，方案(A)：将储存好的松散沥青混合料放入盘子中，均匀摊铺成厚 50mm 的一层，放入 105℃烘箱中后取出，立即按标准马歇尔试件成型方法击实成型，冷却后脱模，放入 60℃水浴中保温 30min~40min，测其 60℃马歇尔稳定度。方案(B)：将储存的松散沥青混合料先击实成型为标准马歇尔试件，不脱模横向放置于 105℃的烘箱中 24h 后取出，立即两面分别击实 25 次，冷却后脱模，采用上述相同方法测其 60℃马歇尔稳定度。通过分析，试验方法 A 能更有效的表示出实验的目的，可较真实的反映沥青混合料的成型强度，而且显而易见，试验方法 A 操作简便，与规范中标准马歇尔试件成型方法相同，易于推广应用。他们提出了成型稳定度的建议值应大于 4KN。他们的分析和试验方法较为科学，不失为一个评价混合料成型稳定度的好办法。

我国公路沥青路面施工技术规范规定冷补沥青混合料马歇尔试验方法：称混合料 1180g 在常温下装入试模中，双面各击实 50 次，连同试模一起以侧面竖立方式置 110℃烘箱中养生 24h，取出后再双面各击实 25 次，再连同试模在室温中竖立放置 24h，脱模后在 60℃恒温水槽中养生 30min，进行马歇尔试验。并且要求由这种方法得出的冷补沥青混合料的马歇尔试验稳定度宜不小于

3kN。本文件结合国内外研究成果及试验结果，提出了冷拌沥青混合料初始强度和最终强度的控制要求。

对于扫刷质量损失可以表征冷拌沥青混合料的粘聚性，可以用于确定冷拌沥青混合料的最低沥青用量，但是扫刷质量损失试验需要专用的扫刷试验仪，考虑到部分单位不具备开展本试验的条件，所以扫刷质量损失仅作为参考指标，有条件的可进行冷拌沥青混合料的扫刷试验，确定冷拌沥青的粘聚性，不具备试验条件的可不进行本试验。

6 生产及施工

6.1 一般规定

冷拌沥青混合料施工依据 JTG H30 和 JTG F40 进行现场的技术准备。

6.2 拌制

在进行冷拌沥青混合料拌和时，需要对冷拌沥青进行加热，但加热温度不得过高，以防止稀释剂迅速挥发，影响混合料的施工和易性。

6.3 贮存

冷拌沥青混合料拌和均匀后应密封保存，防止稀释剂的挥发，影响混合料的施工和易性。

6.4 坑槽修补施工

使用冷拌沥青混合料进行坑槽修补时，应在坑槽壁面涂刷粘层油，增强冷拌沥青混合料与原路面混合料的粘结效果，低温条件下宜采用液体石油沥青，高温条件下可采用乳化沥青。

坑槽修补时应根据坑槽修补面积选择合适的压实工具，保证冷拌沥青混合料的压实效果。

6.5 路面结构层施工

采用冷拌沥青混合料进行路面结构层施工，施工工艺依据 JTG F40 进行，由于冷拌沥青混合料初始空隙率大，混合料强度低，混合料施工结束后 3 天内应避免雨淋，防止雨水进入路面结构层内部造成路面的水损害。

7 质量管理与检查验收

冷拌沥青混合料质量管理与检查验收分为施工前混合料检验、施工过程管理和交工验收检验三部分，路面施工质量管理与检查验收应符合 JTG F40 和 JTG F80/1 的规定。

附录 A 扫刷试验方法

本方法适用于检验养生初期冷拌沥青混合料的成型能力，可作为验证冷拌沥青最小沥青用量评定的参考依据。试验方法参照 JTGE20-2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》T0752-2011 稀浆混合料湿轮磨耗试验，但所用仪器设备不完全一致，本文件规定了冷拌沥青混合料的扫刷试验具体方法。分别对不同沥青用量条件下冷拌沥青混合料的质量损失进行了扫刷试验，试验结果如表 A.1 所示，随着沥青用量的增加，冷拌沥青混合料的质量损失逐渐降低，为保证冷拌沥青混合料的粘聚性，应保证冷拌沥青混合料最佳沥青用量，防止冷拌沥青混合料的扫刷质量损失过大。

表 A.1 扫刷试验混合料质量损失结果

沥青用量，%	高度，mm	测试前，g	磨耗后，g	磨耗质量损失百分比%
4.0%	78.13	2849.7	2586.3	9.24
4.3%	76.89	2850.5	2615.4	8.25
4.6%	75.97	2849.3	2622.4	7.96
4.9%	75.42	2850.1	2632.3	7.64
5.2%	75.17	2849.8	2640.4	7.35

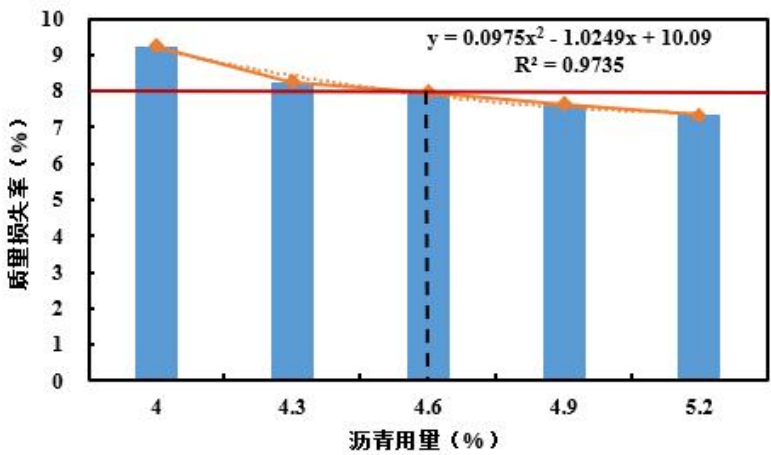


图 A.1 冷拌沥青混合料扫刷损失率的关系

附录 B 冷拌沥青混合料纸迹试验方法

本方法适用于确定冷拌沥青混合料的最佳油石比。目前国内外主要采用马歇尔稳定度试验和纸迹试验综合确定冷拌沥青混合料的最佳沥青用量。室内试验发现，沥青用量变化对冷拌沥青混合料的体积指标变化规律不明显，仅满足设计初始和成型马歇尔稳定度要求的冷拌沥青用量未必是最佳值，借鉴国内外冷拌沥青最佳沥青用量确定方法本文件规定通过观察试纸上油斑的多少判断冷拌沥青用量。

附录 C 冷拌沥青混合料配合比设计方法（旋转压实法）

冷拌沥青混合料配合比设计可采用旋转压实设计方法或马歇尔设计方法。分别采用马歇尔击实和旋转压实成型冷拌沥青混合料试件，试验表明随着成型次数的增加，冷拌沥青混合料的空隙率逐渐降低，采用旋转压实法更容易使冷拌沥青混合料达到良好的压实状态，因此本文件推荐采用旋转压实法进行冷拌沥青混合料的配合比设计。对冷拌沥青混合料分别进行不同次数的压实试验，研究表明当旋转压实 100 次后，混合料空隙率变化不再明显，最终确定进行冷拌沥青混合料配合比设计时最佳压实次数为 100 次。成型次数与混合料空隙率变化如表 C.1 所示。

表 C.1 不同成型方法下冷拌沥青混合料空隙率变化

击实次数，次		50	75	100	150	200
空隙率，%	马歇尔击实法	14.3	12.3	10.1	8.7	8.3
	旋转压实法	12.7	11.2	8.8	8	7.6

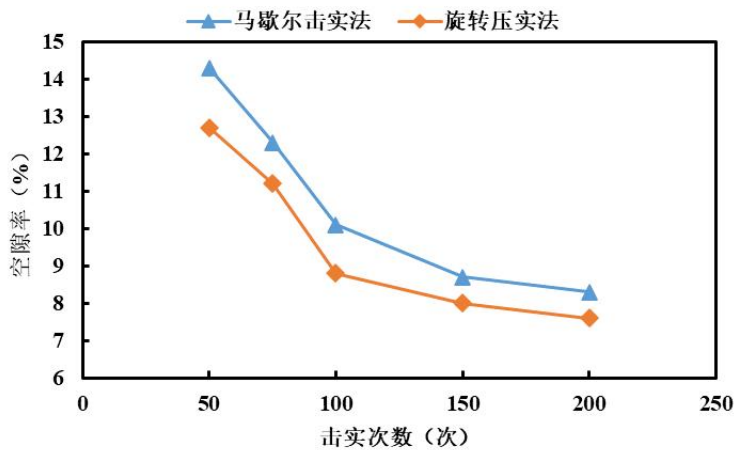


图 C.1 冷拌沥青混合料空隙率随压实次数变化规律

冷拌沥青混合料最终状态稀释剂完全挥发，空隙率减小，混合料进一步密实。为了使室内试验与实际工程最终强度相匹配，通过将冷拌沥青混合料放入烘箱中养生一段时间使稀释剂完全挥发，然后通过改变压实温度使混合料达到理想的密实度。分别在 20℃、40℃、60℃、80℃，采用旋转压实仪成型混合料试件，冷拌沥青混合料空隙率变化如表 C.2 所示。

表 C.2 不同成型温度条件下混合料的体积指标

温度（℃）	高度/mm	毛体积相对密度	空隙率/%	稳定度/KN
20	100.31	2.261	10.66	12.31
40	97.27	2.328	8.03	13.63
60	92.9	2.438	3.69	16.73
80	91.7	2.467	2.51	17.61

研究发现当混合料成型温度大于 60℃，其空隙率变化趋势平缓，且稳定度值增加幅度较小，表明混合料已经形成良好的密实结构，达到了理想的压实效果。最终确定将拌合均匀的冷拌沥青混合料均匀摊铺成 50 mm 厚的一层，将试样放入 110℃烘箱中养生 24 h±1 h，取出试样自然冷却至 60℃，采用固定装料量（4000 g）的方式旋转压实 100 次，压实完成后立即脱模常温养生 24 h，模拟冷拌沥青混合料的最终强度状态。

以 LB-16 冷拌沥青混合料为例，说明冷拌沥青混合料配合比设计过程；

- （1）设计粗、中、细三组级配；

表 C.3 设计级配

级配	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
级配一	100	96.4	81.9	62.7	42.0	16.8	12.4	9.2	6.8	4.2	3.1
级配二	100	96.5	83.6	65.8	45.1	18.7	13.8	10.5	8.2	5.1	3.8
级配三	100	96.6	85.1	68.2	48.5	20.6	15.1	12.2	9.7	6.7	4.5
规范上限	100	100	90	75	50	25	20	16	12	8	5
规范下限	100	90	80	60	35	10	8	6	5	3	2

(2) 确定混合料级配

预估油石比为 4.7，旋转压实成型冷拌沥青混合料试件，测定混合料的初始强度：

表 C.4 不同级配下冷拌沥青混合料体积指标

级配	毛体积相对密度	理论最大相对密度	空隙率，%	马歇尔稳定度,kN
级配一	2.223	2.250	12.0	5.3
级配二	2.232	2.252	8.9	7.5
级配三	2.239	2.253	6.2	7.2

根据混合料体积指标和初始马歇尔稳定度，最终确定冷拌沥青混合料最佳级配为级配二。

(3) 确定最佳沥青用量

分别以油石比为 4.1、4.4、4.7、5.0、5.3，进行纸迹试验并成型冷拌沥青混合料试件，进行体积指标、扫刷质量损失和纸迹试验；

表 C.5 不同油石比下冷拌沥青混合料体积指标

油石比, %	毛体积相对密度	理论最大相对密度	空隙率, %	马歇尔稳定度, kN	扫刷质量损失, %
4.1	2.228	2.263	15.5	5.3	11.3
4.4	2.230	2.259	12.8	6.6	7.8
4.7	2.232	2.252	8.9	7.5	6.2
5.0	2.232	2.247	6.8	7.1	5.4
5.3	2.230	2.245	4.5	6.5	4.9

根据冷拌沥青混合料的体积指标和扫刷质量损失，结合混合料的纸迹试验

结果综合确定冷拌沥青混合料最佳油石比为 4.7。

(4) 性能验证

分别对冷拌沥青混合料进行最终强度、残留稳定度、冻融劈裂强度和车辙试验，验证冷拌沥青混合料的性能验证指标：

表 C.6 冷拌沥青混合料性能验证

试验项目	最终强度, kN	最终空隙率, %	残留稳定度, %	冻融劈裂强 度比, %	动稳定度, 次/mm
试验结果	16.3	3.5	85.9	78.2	1262

五、与现行相关法律、行政法规和其他标准的关系

本标准编制过程中参考、引用了《公路沥青路面设计规范》JTG D50、《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40、《公路沥青路面再生技术规范》JTG/T 5521、《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20、《公路工程集料试验规程》JTG E42《沥青混合料改性添加剂（第 4 部分：抗剥落剂）》JT/T 860.4、《公路养护安全作业规程》JTG H30 等国家、行业标准。

本标准是对现行国家、行业标准的补充和细化，相较于 JTG F40《公路沥青路面施工技术规范》本标准针对冷拌冷铺沥青混合料从材料、配合比设计、生产及施工、质量管理与检查验收进行了更加明确详细的规定，较现行标准更为详细和完整，针对性、实用性更强。

本标准遵守《中华人民共和国标准化法》等相关法律规定。本标准各项指标不低于国家强制性标准和国家推荐性标准，内容与现行的法律、法规及强制性标准无冲突，标准的编写符合 GB/T1.1—2020 的要求。

六、重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据

本标准无重大分歧意见。

七、涉及专利情况

本标准不涉及专利情况。

八、对地方标准自发布日期至实施日期之间的过渡期（以下简称“过渡期”）的建议及理由

建议过渡期是 1 个月。

业主单位、施工单位、设计单位、监理单位是标准实施的主体，为确保其准确理解、掌握和执行标准，保证《冷拌冷铺沥青混合料设计及施工技术规范》的实施，标准发布后将向标准实施主体进行推广和宣贯，推动标准的落地实施。预计此项工作需要 1 个月的时间。

九、实施效益分析

冷拌冷铺技术可广泛应用于各等级道路坑槽的修补和低等级道路沥青路面的铺筑，混合料常温条件下施工，省却了集料的加热过程，有效降低了混合料加热过程中产生的温室气体，节省了混合料的施工费用。另外冷拌冷铺沥青混合料可以低温条件下施工，延长道路的施工季节，有效修补路面的坑槽病害，防止路面的进一步损害，延长沥青路面的使用寿命。因此冷拌冷铺技术作为一种绿色的路面养护技术，具有良好的社会、环境、经济效益，应用前景广阔。