

钢渣沥青路面施工技术规范

2025 - 01 - 08 发布

2025 - 04 - 08 实施

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 材料 1

 4.1 一般规定 1

 4.2 粗集料 2

 4.3 细集料 3

 4.4 沥青 3

 4.5 填料 3

 4.6 纤维稳定剂 3

5 配合比设计 3

 5.1 一般规定 3

 5.2 目标配合比设计 3

 5.3 生产配合比设计 4

 5.4 生产配合比验证 4

6 施工 4

 6.1 一般规定 4

 6.2 试验段铺筑 4

 6.3 混合料生产 4

 6.4 混合料运输 5

 6.5 混合料摊铺 5

 6.6 混合料碾压 5

 6.7 接缝处理 5

7 质量管理与检查验收 5

 7.1 一般规定 5

 7.2 施工前材料质量管理与检查 5

 7.3 施工过程中质量管理与检查 5

 7.4 交工验收阶段质量检查与验收 6

8 环境保护 6

附录 A（规范性） 钢渣沥青混合料理论最大相对密度测定（沥青浸渍法） 7

 A.1 仪器与材料技术要求 7

 A.2 方法和步骤 7

 A.3 数据处理 7

 A.4 报告及允许误差 7

附录 B（规范性） 钢渣沥青混合料目标配合比设计流程 8

附录 C（资料性） 体积法换算方法 9

 C.1 一般规定..... 9

 C.2 换算方法..... 9

 C.3 换算示例..... 9

附录 D（规范性） 沥青混合料浸水膨胀率试验..... 10

 D.1 目的与适用范围..... 10

 D.2 仪具与材料..... 10

 D.3 试验准备与步骤..... 10

 D.4 计算..... 10

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。

本文件由云南省交通运输标准化技术委员会（YNTC13）提出并归口。

本文件起草单位：云南省公路科学技术研究院、中国铁建昆仑投资集团有限公司、昆明理工大学、云南交通职业技术学院。

本文件主要起草人：李晓龙、贾敬鹏、巴怀强、郭荣鑫、柏松平、杨贵宏、张孟金、白丛启、颜峰、蔡春兵、姚曙光、李超、杜辉。

钢渣沥青路面施工技术规范

1 范围

本文件规定了钢渣沥青路面的材料、配合比设计、施工、质量管理与检查验收、环境保护等内容。本文件适用于各等级公路在新建、改扩建及养护工程中钢渣沥青混合料路面的施工。

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。

GB 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
GB 6566 建筑材料放射性核素限量
GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
JTG 3432 公路工程集料试验规程
JTG 5220 公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
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 F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
JT/T 533 沥青路面用纤维
YB/T 140 钢渣化学分析方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢渣 steel slag

转炉或电炉炼钢过程中产生的由金属矿物原料中的杂质与助熔剂、炉衬形成的以硅酸盐、铁酸盐为主要成分的熔融渣。

3.2

钢渣集料 steel slag aggregate

钢渣经稳定化处理、破碎和筛分后形成的颗粒材料，其中粒径大于2.36 mm的部分为钢渣粗集料。

3.3

钢渣沥青混合料 steel slag asphalt mixture

以钢渣粗集料全部或部分替代天然粗集料，与细集料、沥青、填料等材料拌制而成的沥青混合料。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 钢渣使用前应进行稳定化处理，使钢渣中的游离氧化钙（f-CaO）和游离氧化镁（f-MgO）充分消解且稳定性检验合格。

4.1.2 钢渣稳定化处理宜采用热闷自解工艺或滚筒处理工艺。

4.2 粗集料

4.2.1 本文件涉及的粗集料分为天然粗集料和钢渣粗集料，其中天然粗集料应符合 JTJ F40 的要求，钢渣粗集料应符合本文件的要求。

4.2.2 钢渣粗集料加工筛网应根据沥青混合料类型和级配进行合理布置，加工宜采用整形机进行处理，减少针片状颗粒含量。

4.2.3 钢渣粗集料颗粒应洁净、干燥、无杂质，其粒径规格应符合表 1 的规定。

表1 钢渣粗集料粒径规格

规格名称	公称粒径 (mm)	通过下列方孔筛 (mm) 的质量分数 (%)								
		37.5	31.5	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6
G1	20~30	100	90~100	—	0~10	0~5	—	—	—	—
G2	20~25	100	100	90~100	0~10	0~5	—	—	—	—
G3	10~20	—	—	100	90~100	—	0~10	0~5	—	—
G4	10~15	—	—	—	100	90~100	0~10	0~5	—	—
G5	5~10	—	—	—	—	100	90~100	0~10	0~5	—
G6	3~5	—	—	—	—	—	100	90~100	0~10	0~3

4.2.4 钢渣粗集料物理性能技术要求应符合表 2 规定。

表2 钢渣粗集料物理性能技术要求

检测项目		单位	高速公路及一级公路			其他等级公路	试验方法
			表面层	其他层次			
表观相对密度		—	≥ 2.90				JTG 3432 (T 0304)
压碎值		%	≤ 22				JTG 3432 (T 0316)
洛杉矶磨耗损失		%	≤ 22				JTG 3432 (T 0317)
针片状颗粒含量	混合料	%	≤ 13	≤ 15		≤ 18	JTG 3432 (T 0312)
	$> 9.5\text{mm}$		≤ 10	≤ 12		≤ 15	
	$\leq 9.5\text{mm}$		≤ 15	≤ 18		≤ 20	
磨光值 (PSV)		—	≥ 42				JTG 3432 (T 0321)
与沥青粘附性		级	≤ 5				JTG E20 (T 0616)
坚固性		%	≤ 12				JTG 3432 (T 0314)
软弱颗粒含量		%	≤ 3	≤ 5		≤ 5	JTG 3432 (T 0320)
吸水率		%	≤ 3.0				JTG 3432 (T 0304)
水洗法 $< 0.075\text{mm}$ 颗粒含量		%	≤ 1.0				JTG 3432 (T 0302)
浸水膨胀率		%	≤ 1.8			≤ 2.0	JTG 3432 (T 0348)

4.2.5 钢渣粗集料化学性能技术要求应符合表 3 规定。

表3 钢渣粗集料化学指标要求

检测项目		单位	技术要求	试验方法
游离氧化钙		%	≤3.0	JTG 3432 (T 0375)
游离氧化镁		%	≤5.0	YB/T 140
磁性金属铁含量		%	≤2.0	JTG 3432 (T 0374)
浸出液毒性限值	镉	mg/L	≤1	GB 5085.3
	锌		≤100	
	铜		≤100	
	铅		≤5	
	镍		≤5	
	砷		≤5	
	铬（六价）		≤5	
放射性核素限量	内照射指数	—	≤1.0	GB 6566
	外照射指标	—		

4.3 细集料

细集料应选用洁净、干燥、无风化、无杂质、颗粒级配适当的机制砂，其质量应符合JTG F40的要求。

4.4 沥青

钢渣沥青混合料宜采用道路石油沥青及各类改性沥青，其质量应符合JTG F40的要求。

4.5 填料

钢渣沥青混合料的矿粉质量应符合JTG F40的要求。

4.6 纤维稳定剂

在钢渣沥青混合料中掺加的纤维稳定剂宜选用木质素纤维，其质量应符合JT/T 533的要求。

5 配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 钢渣沥青混合料应考虑各规格集料的密度差异，将集料体积配合比换算成质量配合比，用于室内拌和、拌合机生产时称重。

5.1.2 针对钢渣材料的多孔特性，钢渣沥青混合料的最大理论相对密度宜采用沥青浸渍法进行测定，检测方法按照附录 A 进行。

5.1.3 除本文件要求外，钢渣沥青混合料配合比设计还应符合 JTG F40 的规定。

5.2 目标配合比设计

5.2.1 钢渣沥青混合料目标配合比设计流程按照附录 B 进行。

5.2.2 混合料设计类型与级配范围应根据 JTG F40 的相关规定，按照地区的气候特征，并结合道路使用要求、交通量等因素确定。

5.2.3 钢渣掺配方式确定应符合下列规定：

- a) 对钢渣集料进行筛分试验，根据钢渣的粒径规格，确定全部替代或按表 1 规格部分替代的掺配方式；
- b) 忽略各规格集料的密度差异，优选 1 组~3 组不同的级配作为集料体积配合比；
- c) 采用附录 C 的方法将替代后的体积配合比换算成质量配合比；
- d) 根据工程经验初选沥青用量，制备试件，测定毛体积相对密度、最大理论相对密度，并计算空隙率、矿料间隙率等指标；
- e) 按附录 D 的试验方法检验钢渣沥青混合料的体积稳定性，要求浸水膨胀率小于 1.5%。若体积稳定性不满足要求，应重新确定钢渣的掺配方式。

5.2.4 根据 JTG F40 的规定确定钢渣沥青混合料的最佳沥青用量。

5.2.5 确定最佳沥青用量后，按照 JTG F40 的规定对混合料性能进行检验，若不满足要求应重新进行目标配合比设计。

5.3 生产配合比设计

钢渣沥青混合料生产配合比设计除应符合 JTG F40 的要求外，还应进行体积稳定性检验，要求浸水膨胀率小于 1.5%。

5.4 生产配合比验证

钢渣沥青混合料生产配合比验证应符合 JTG F40 的要求。

6 施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 所用材料出厂应有质量检验单，材料到场应逐批次进行检验验收，经评定合格后方可使用。
- 6.1.2 钢渣材料进场后，应在具有良好排水系统的硬化场地按规格分开堆放，贮存、环保控制措施应符合 GB 18599 的要求。
- 6.1.3 铺筑钢渣沥青路面时，应检查基层或下卧沥青层的质量。
- 6.1.4 钢渣沥青路面施工气温不应低于 10℃，不应在雨天或潮湿的工作面施工。
- 6.1.5 除本文件要求外，钢渣沥青路面施工还应符合 JTG F40 的规定。

6.2 试验段铺筑

- 6.2.1 正式施工前应铺筑试验路段，试验段长度不少于 200 m。
- 6.2.2 通过试验段确定施工工艺及参数：
 - a) 施工机械类型、数量以及组合方式；
 - b) 每层摊铺厚度、摊铺温度、摊铺速度、振捣夯实强度、自动找平方式、松铺系数；
 - c) 碾压顺序、碾压温度、碾压速度及遍数；
 - d) 确定施工缝处理工艺。

6.3 混合料生产

- 6.3.1 应采用间隙式拌合设备，拌合机要求应符合 JTG F40 的要求。
- 6.3.2 钢渣沥青混合料的拌和宜适当增加 3 s~5 s 的拌和时间。
- 6.3.3 应严格控制沥青和集料的加热温度以及沥青混合料的出厂温度，各阶段的温度控制应符合 JTG

F40 的要求。

6.4 混合料运输

装料时应采用“前、后、中”的装料顺序，混合料运输过程中应采取严格的保温措施，其他要求应符合JTG F40的规定。

6.5 混合料摊铺

摊铺机的摊铺速度应根据拌和机的产量、施工机械配套情况及摊铺厚度、摊铺宽度等确定，一般按中下面层2 m/min~3 m/min、上面层2 m/min~4 m/min予以调整选择，做到缓慢、均匀、不间断地摊铺，其他要求应符合JTG F40的规定。

6.6 混合料碾压

钢渣沥青路面碾压应符合JTG F40的要求。

6.7 接缝处理

钢渣沥青路面接缝处理应符合JTG F40的要求。

7 质量管理与检查验收

7.1 一般规定

- 7.1.1 钢渣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。
- 7.1.2 除本文件要求外，钢渣沥青路面质量管理与检查验收还应符合 JTG F40、JTG F80/1、JTG 5220 的要求。

7.2 施工前材料质量管理与检查

施工前材料质量检查项目和频率应符合表4的规定。

表4 施工前材料质量检查项目与频率

材料类型		检查项目及质量要求	检查频率
粗集料	天然粗集料	符合JTG F40规定	1次/每批来料（每批不宜超过500 t）
	钢渣粗集料	本文件表2、表3规定的项目	1次/每批来料（每批不宜超过500 t）
细集料		符合JTG F40规定	1次/每批来料（每批不宜超过200 t）
沥青		符合JTG F40规定	1次/每批来料（每批不宜超过100 t）
矿粉		符合JTG F40规定	1次/每批来料（每批不宜超过50 t）
纤维稳定剂		符合JT/T 533规定	1次/每批来料（每批不宜超过30 t）

7.3 施工过程中质量管理与检查

- 7.3.1 钢渣粗集料质量检查项目和频率应符合表 5 的规定，其他材料质量检查项目和频率应符合 JTG F40 中的相关规定。

表5 施工过程中材料质量检查项目及频率

材料类型	检查项目	检查频率	质量要求
钢渣粗集料	含泥量	随时	本文件表2的规定
	级配	随时	本文件表2的规定
	含水量	随时	实测
	针片状颗粒含量	随时	本文件表2的规定
	压碎值	必要时	本文件表2的规定
	磨光值	必要时	本文件表2的规定
	洛杉矶磨耗值	必要时	本文件表2的规定
	浸水膨胀率	必要时	本文件表2的规定
	游离氧化钙	必要时	本文件表3的规定
注：“随时”是指需要经常检验的项目，其检查频率可根据材料来源及质量波动情况由业主及监理确定；“必要时”是指施工各方任一个部门对其质量发生怀疑，提出需要检查时，或是根据需要商定的检测频率。			

7.3.2 应对钢渣沥青混合料产品的各项质量进行检验，浸水膨胀率要求每 2000 t 检测 1 次，不足 2000 t 时至少检测 1 次。其他检查项目应符合 JTG F40 的要求。

7.3.3 钢渣沥青路面质量检查的内容、频率、方法、允许偏差等应符合 JTG F40 的要求。

7.4 交工验收阶段质量检查与验收

工程完工后，应按JTG F80/1、JTG 5220中的相关规定进行质量检查和验收。

8 环境保护

钢渣材料的生产及路面施工应注重环境保护，并根据国家法律规定开展环境评价工作。

附录 A
(规范性)

钢渣沥青混合料理论最大相对密度测定（沥青浸渍法）

A.1 仪器与材料技术要求

钢勺、不锈钢容器、电子浸水天平、低温溢流水箱、烘箱。

A.2 方法和步骤

- A.2.1 调整低温溢流水箱温度控制在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- A.2.2 称取钢勺和容器的质量 m_1 以及钢勺和容器在水中质量 m_2 。
- A.2.3 用钢勺将适量的沥青混合料试样装入容器中，准确称取装有钢勺以及沥青混合料的容器总质量 m_3 。试样数量宜不少于表A.1中的规定。

表 A.1 沥青混合料试样数量

公称最大粒径 (mm)	试样最小数量 (g)
4.75	500
9.5	800
13.2及以上	1000

- A.2.4 将装有钢勺及沥青混合料的容器放入 $165\text{ }^{\circ}\text{C}$ （非改性沥青 $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）的烘箱中至水分烘干，然后将相同沥青倒入容器中，沥青需没过集料，并充分搅拌排除气泡。
- A.2.5 重新将装有钢勺、沥青及沥青混合料的容器放入 $165\text{ }^{\circ}\text{C}$ （非改性沥青 $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）的烘箱中，去除水分后取出，每15 min进行搅拌，1 h后观察表面是否有气泡，若无气泡，则取出冷却至室温。
- A.2.6 称取装有钢勺、沥青及沥青混合料的容器总质量 m_4 及水中质量 m_5 。

A.3 数据处理

按式A.1计算沥青混合料理论最大相对密度 γ 。

$$\gamma = \frac{m_3 - m_1}{m_4 - m_5 - (m_1 - m_2) - (m_4 - m_3) / \gamma_a} \dots\dots\dots (A.1)$$

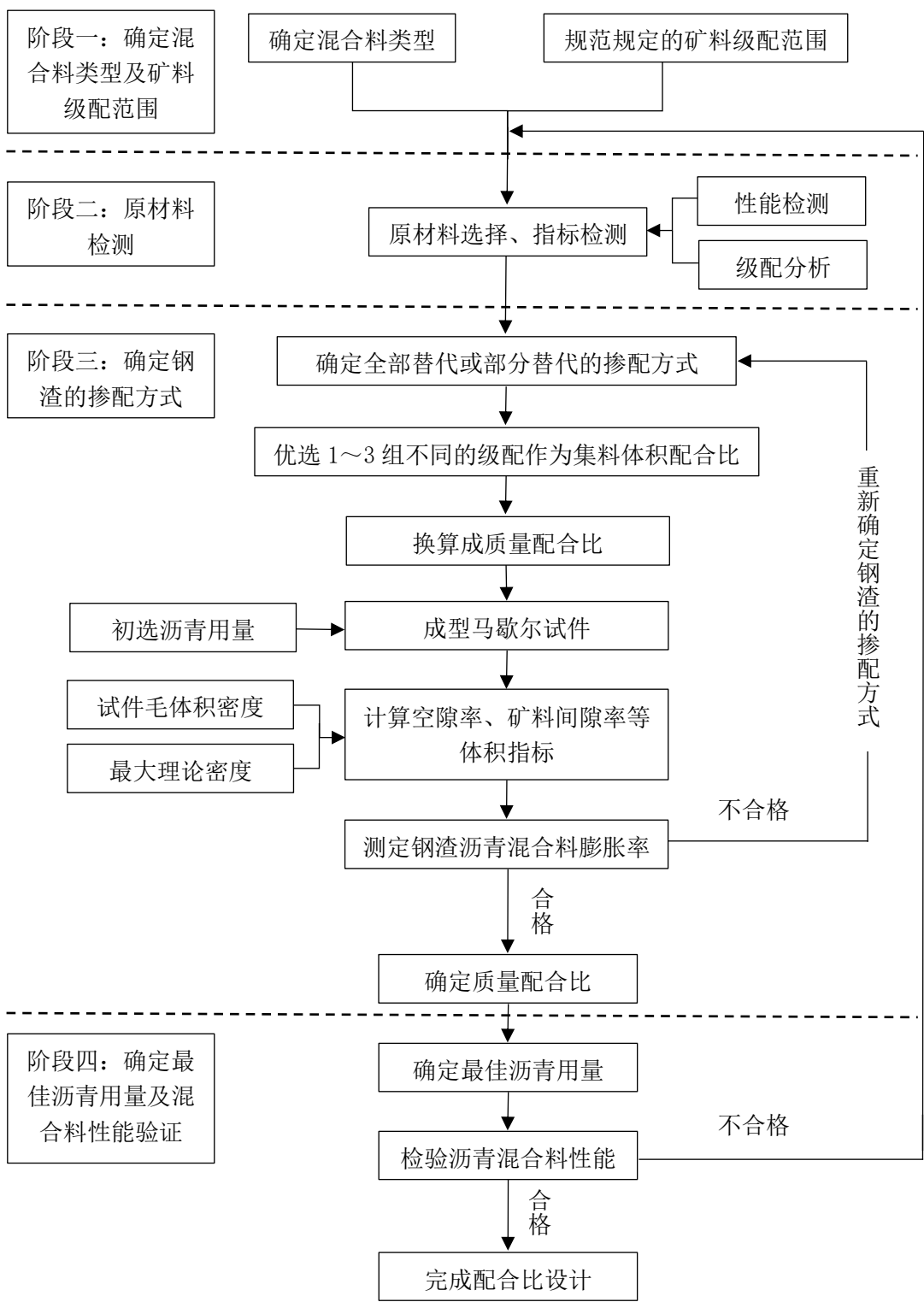
式中：

- γ_a ——沥青相对密度；
- m_1 ——钢勺和容器的质量（g）；
- m_2 ——钢勺和容器在水中的质量（g）；
- m_3 ——装有钢勺以及沥青混合料的容器总质量（g）；
- m_4 ——装有钢勺、沥青及沥青混合料的容器总质量（g）；
- m_5 ——装有钢勺、沥青及沥青混合料的容器水中总质量（g）。

A.4 报告及允许误差

同一试样至少平行试验两次，计算平均值作为试验结果，取3位小数。重复性试验的允许误差为0.011，再现性试验的允许误差为0.019。

附录 B
(规范性)
钢渣沥青混合料目标配合比设计流程



图B.1 钢渣沥青混合料目标配合比设计流程

附录 C
(资料性)
体积法换算方法

C.1 一般规定

体积换算方法是指在对两种密度差值比较大的集料进行配合比设计时，将混合料级配曲线的通过率理解为集料体积通过率，然后对两种集料密度差值进行体积与质量之间的换算。

C.2 换算方法

换算的思路如下：

- ①先假设钢渣与普通集料的密度相差不大，即两种集料在混合料中的质量占比等于体积占比；
- ②集料颗粒之间的相互作用是以毛体积（包含实体、开口孔隙和闭口孔隙）的形式进行填充，利用各种集料的毛体积相对密度按照设计配合比计算出每种集料在各种掺量下的质量分量；
- ③根据第②步计算每种集料在各种掺量条件下的质量分量，计算得到每种集料换算之后的质量配合比，即试验所用的实际配合比。具体换算方法如表C.1所示。

表C.1 体积法换算方法

矿料类型	体积配合比 (%)	毛体积相对密度	质量分量	质量配合比 (%)
1	P_1	γ_1	$P_1 \times \gamma_1$	$P_1 \times \gamma_1 / M$
2	P_2	γ_2	$P_2 \times \gamma_2$	$P_2 \times \gamma_2 / M$
3	P_3	γ_3	$P_3 \times \gamma_3$	$P_3 \times \gamma_3 / M$
...	...	...	...	...
合计	100	—	M	100
注：P ₁ 、P ₂ 、P ₃ 为矿料的体积配合比， γ_1 、 γ_2 、 γ_3 为矿料的毛体积相对密度，M为按照体积法计算的矿料质量分量之和。				

C.3 换算示例

假设某钢渣沥青混合料确定的体积配合比为P₁：P₂：P₃：P₄=20:30:10:40，通过对各粒径规格的钢渣集料进行级配分析后，确定采用10 mm~15 mm钢渣替代1#集料，5 mm~10 mm钢渣替代2#集料，3#集料、4#集料仍采用石灰岩集料。取10 mm~15 mm钢渣集料的毛体积相对密度为3.235，5 mm~10 mm钢渣集料的毛体积相对密度为3.305，3#石灰岩集料的毛体积相对密度为均为2.705，4#石灰岩集料的毛体积相对密度为2.710。

表 C.2 体积法换算示例

矿料类型	体积配合比 (%)	毛体积相对密度	质量分量	质量配合比 (%)
1#	20	3.235	20×3.235=64.70	64.70/299.3≈22
2#	30	3.305	30×3.305=99.15	99.15/299.3≈32
3#	10	2.705	10×2.705=27.05	27.05/299.3≈9
4#	40	2.710	40×2.710=108.40	108.40/299.3≈37
合计	100	—	299.3	100

附录 D
(规范性)
沥青混合料浸水膨胀率试验

D.1 目的与适用范围

本方法适用于测试使用钢渣等集料的沥青混合料的浸水膨胀率，评价其体积稳定性。

D.2 仪器与材料

恒温水槽：能够恒温 $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，深度不小于150 mm。

温度计：量程 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，分度值 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

电热鼓风干燥箱：能够恒温 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

卡尺。

D.3 试验准备与步骤

D.3.1 按要求成型马歇尔试件，自然冷却后脱模备用。1组试验需准备4个试件。

D.3.2 用卡尺在试件的底部、中部和顶部三个断面分别测定直径，每个断面每转动 120° 测定1次，共测定3次；取所有测定值算术平均值作为试件直径。在高度方向，每转动 90° 测定1次高度，测定4次，取所有测定值算术平均值作为试件高度值。根据试件的直径及高度计算试件的体积 V_1 。

D.3.3 将一组试件放入 $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的恒温水槽中浸泡 $72\text{ h} \pm 0.5\text{ h}$ 。

D.3.4 取出试件冷却至室温，观察有无裂缝或鼓包，立即按步骤3.2再次测量试件的直径与高度后计算试件的体积 V_2 。

D.4 计算

D.4.1 按式D.1计算试件体积膨胀率，准确至0.01%。

$$C_v = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

- C_v ——沥青混合料体积膨胀率（%）；
- V_1 ——浸泡养生前试件体积（ cm^3 ）；
- V_2 ——浸泡养生后试件体积（ cm^3 ）。

D.4.2 取4个试件体积膨胀率测定值的算术平均值作为混合料体积膨胀率试验结果，准确至0.1%。

