



T/CECS G:*****

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路工程沥青混合料机制砂应用技术 规程

Technical specification for application of asphalt mixture
manufactured sand in highway engineering

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

公路工程沥青混合料机制砂应用技术规程

Technical specification for application of asphalt mixture manufactured sand
in highway engineering

T/CECS G: XXXXXX

主编单位：贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司

贵州宏信创达工程检测咨询有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：20XX 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《关于印发<2019 年第二批协会标准制订、修订计划的通知》（建标协字[2019] 22 号）的要求，贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司和贵州宏信创达工程检测咨询有限公司共同承担《公路工程沥青混合料机制砂技术规程》（以下简称“本规程”）的制定工作。

本规程征求意见稿是在进行广泛调查研究，总结近些年公路沥青混合料用机制砂的技术经验，参考国内外有关标准、规程和规范，征求有关单位意见，对关键技术进行试验验证，并在工程应用基础上制定的。

本规程征求意见稿的主要内容包括：1.总则，2.规范性引用文件，3.术语，4.机制砂的技术指标，5.机制砂加工和质量控制，6.机制砂的质量检验与评定。

本规程征求意见稿是基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本规程征求意见稿提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本规程征求意见稿相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

主 编 单 位： 贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司
贵州宏信创达工程检测咨询有限公司

参 编 单 位： 长安大学
贵州省交通建设工程质量监督执法支队
河南省交通规划设计研究院股份有限公司
同济大学
贵州大学
福建南方路面机械股份有限公司

主 编：

参 编 人 员：

目 录

1 总则	1
2 规范性引用文件	2
3 术语	3
4 机制砂的技术指标	4
4.1 机制砂基本性能指标	4
4.2 机制砂的规格	5
4.3 机制砂粒型指标	6
5 机制砂加工和质量控制	8
5.1 机制砂母岩要求	8
5.2 机制砂与沥青粘附性	8
5.3 机制砂的加工过程控制	9
5.4 机制砂加工要求	11
5.5 机制砂的运输和储存	11
6 机制砂的质量检验与评定	12
6.1 机制砂的质量检验	12
6.2 机制砂的检验批次	13
6.3 机制砂的质量评定	13
附录 A：机制砂与沥青粘附性的测试评价方法	14
附录 B：机制砂粒型特征测试评价方法	14

1 总则

1.0.1 为适应公路工程建设需要，提升公路沥青混合料用机制砂的质量，保障工程质量与安全，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于各等级公路沥青混合料。

1.0.3 本规程规定了用于公路工程沥青混合料机制砂的术语和定义、分类与规格、技术要求、加工和质量控制、检验规则、储存和运输、质量检验与评定。

1.0.4 公路工程沥青混合料机制砂除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

征求意见稿

2 规范性引用文件

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

- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB12523 建筑施工场界环境噪声排放标准
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14685 建设用卵石、碎石
- JTG E42 公路工程集料试验规程
- JTG E41 公路工程岩石试验规程
- JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
- JC/T 2299 机制砂石生产技术规程
- JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
- JTG D50 公路沥青路面设计规范
- JTG/T 3350-03 排水沥青路面设计与施工技术规范
- DB 52/T 1599 高性能沥青路面（Superpave）施工技术规范
- DB 61/T 1091 公路工程沥青混合料机制砂技术规范
- T/CECS G: K50-30 公路机制砂高性能混凝土技术规程

3 术语

3.0.1 石粉含量 fine content

机制砂中粒径小于 0.075mm 的颗粒，且其矿物组成和化学成分与被加工母岩相同。

3.0.2 亚甲蓝值 methylene blue value

用于评定机制砂中膨胀性黏土矿物含量的指标，用 0mm~0.15mm 粒级颗粒所消耗的亚甲蓝质量表示，也称 MBV_F 值。

3.0.3 坚固性 soundness

机制砂在自然风化和其他外界物理化学因素作用下抵抗破裂的能力。

3.0.4 球体类似度 sphericity

表征砂颗粒与球体形状类似程度的指标，即同一颗粒在不同方向上的投影面积与其最小外接圆面积比值的平均值的 $3/2$ 次方。

3.0.5 拉拔强度 pull strength

岩石与沥青粘接界面发生破坏时的峰值荷载与沥青膜面积之比。

4 机制砂的技术指标

4.1 机制砂基本性能指标

沥青混合料用机制砂颗粒应洁净、干燥、无风化、无杂质，其技术指标要求应符合表 4.1 的规定。

表 4.1 沥青混合料机制砂的技术要求

项目 指标		单位	高速公路、一级 公路	其他等级公路	试验方法
表观相对密度		—	≥ 2.60	≥ 2.50	JTG E42 T0328
亚甲蓝 MBV_F		g/kg	≤ 10	≤ 15	JTG E42 T0349
坚固 性	硫酸镁溶液	%	≤ 15	≤ 18	JTG E42 T0340
	磷酸钠溶液	%	≤ 12	≤ 15	
砂当量		%	≥ 65	≥ 60	JTG E42 T0334
硫化物及硫酸盐 (按 SO_3 质量计)		%	≤ 0.5	≤ 0.5	JTG E42 T0341
氯化物 (以氯离子质量计)		%	≤ 0.01	≤ 0.02	GB/T 14684
单级最大压碎指标		%	≤ 20	≤ 25	JTG E42 T0350

注：1.坚固性试验可根据需要进行。坚固性试验时优先采用硫酸镁溶液。

2.含泥量、砂当量和亚甲蓝值均评价机制砂的洁净程度，其中机制砂质量评价宜优先采用亚甲蓝值 MBV_F 指标。

条文说明：

机制砂的质量评价最重要的是洁净。对于沥青混合料用机制砂的洁净程度评价，调研发现：欧盟等国家均统一采用亚甲蓝值 MBV_F 来评价细集料的洁净指标，其试验取机制砂过筛得到 0~0.15mm 部分进行亚甲蓝测定，测定结果为 MBV_F 。采用 MBV_F 蓝代替砂当量和传统亚甲蓝 MBV 优点在于极大降低取样不均匀带来的试验误差。同时，行标《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 修订版征求意见稿中也引入了亚甲蓝值 MBV_F 表征沥青路面用细集料的洁净程度。为此，本规程选用亚甲蓝值 MBV_F 作为机制砂洁净的评价指标。

4.2 机制砂的规格

4.2.1 沥青混合料用机制砂可按表 4.2.1 分为三个类别。

表 4.2.1 沥青混合料用机制砂类别

类别	粒径规格/mm	适用路面结构类型
M1	0~3	沥青玛蹄脂碎石混合料 (SMA)
M2	0~3	密级配沥青混凝土混合料 (AC)
M3	0~3	大孔隙开级配排水式沥青磨耗层 (OGFC)

4.2.2 机制砂颗粒级配应采用水洗法进行检验, 依据路面结构类型, 机制砂级配应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 沥青混合料用机制砂级配

项 目 类别	水洗法后通过各筛孔的质量百分率/%						
	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
M1	100	80~95	52~77	28~55	10~40	5~22	0~13
M2	100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~15
M3	100	80~96	55~78	30~57	10~43	3~22	2~10

4.2.3 当路面结构类型 Superpave 沥青混合料 (SUP), 机制砂级配采用水洗法进行检验。

4.2.4 Superpave 沥青混合料用机制砂级配应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 Superpave 沥青混合料细集料级配经验范围

类别		筛孔尺寸/mm			
		/	4.75	2.36	0.075
通过率/%	Sup-25	上限	48.0	34.0	6.0

		下限	35.0	22.0	4.0
		上限	47.0	32.0	6.0
	Sup-20	下限	37.0	23.0	4.0
		上限	51.0	37.0	7.0
	Sup-16	下限	41.0	28.0	5.0
		上限	53.0	38.0	7.0
	Sup-13	下限	42.0	29.0	5.0
		上限	47.0	32.0	6.0

条文说明：

规程编制组结合 Superpave 沥青混合料的应用情况,总结归纳了 Superpave 沥青混合料的设计级配,为便于实际操作,均进行了相应取整,该经验范围可供 Superpave 混合料设计级配选择时参考。关于 Sup-16 的控制点和参考级配范围,参考《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的要求,结合 Superpave 级配曲线“两头小、中间大”的特点,制定了 Sup-16 的控制点,并提出了相应的参考级配范围。本规程建议的级配范围是在充分参考国外相关标准规范和结合近年来各地的实践经验确定的。各地区在使用时需结合工程所处的具体情况选择级配范围,不宜直接套用或采用中值。

4.3 机制砂粒形指标

沥青混合料用机制砂的粒形特征可用机制砂颗粒的棱角性与球体类似度来表征,应符合表 4.3 的规定。

表 4.3 沥青混合料机制砂的粒形指标

指标	单位	高速公路、一级公路	其他等级公路	试验方法
棱角性 (流动时间)	S	≥ 35	≥ 30	JTG E42 T0345
球体类似度	Q	0.3~0.5	0.4~0.6	附录 B

条文说明：

机制砂的粒形特征对沥青混合料的施工性能、稳定性及塑性变形等有着重大的影响。同时,研究表明沥青混合料中使用整形集料,其良好的棱角性,对沥青路面有非常积极的意义。因此,针对沥青混合料用机制砂提出其粒形指标要求也是尤为重要的。

最早是法国标准 AFNORNF P18-564 规定了砂的流动时间试验方法，用来评价砂的表面特性及棱角性。美国 AASHTO、ASTM 标准中细集料的棱角性利用细集料的毛体积相对密度计算的间隙率表示。欧洲国家采用流动试验来表征砂的棱角性，其指标为流动时间。我国行业标准《公路工程集料试验规程》JTG E42 中采用了间隙率法和流动时间法两种方法来测定细集料的棱角性。中国工程建设标准化协会标准《公路机制砂高性能混凝土技术规程》T/CECS G: K50-30 中提出利用球体类似度来表征机制砂的粒形特征。其中流动时间法和球体类似度均能较好的反应机制砂的颗粒形貌，两种方法已在实际工程中得到实践，为此本规范选用流动时间和球体类似度两者指标作为机制砂颗粒粒形特征的评价指标，供参照使用。

征求意见稿

5 机制砂加工和质量控制

5.1 机制砂母岩要求

- 5.1.1 机制砂的母岩岩性应均一，易于开采加工，抗压强度不宜低于 75MPa。
- 5.1.2 应采用质地坚硬、洁净、无软弱颗粒及未风化的碱性基或中性基的岩石加工机制砂，不应采用泥岩、页岩、板岩等岩石加工机制砂。
- 5.1.3 母岩种类、强度、密度和吸水率等有明显变化时，应重新取样进行试验，符合要求后方可继续加工。
- 5.1.4 母岩性能的检验方法和结果处理应符合现行标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》（JGJ 52）的规定。
- 5.1.5 机制砂母岩取样检测项目和频率应符合表 5.1.5 的规定，技术指标应满足相关标准的规定。

表 5.1.5 机制砂母岩取样检测项目和频率

料 源	取样检验项目	检验频率	检验方法
加工机制砂 的母岩	矿物组成	1 次/（ 3×10^5 t 或一年）	JTG E41 T0201
	饱水抗压强度	1 次/（ 1.5×10^5 t 或半年）	GB/T 14685
	表观密度	1 次/（ 1.5×10^5 t 或半年）	GB/T 14685
	吸水率	1 次/（ 1.5×10^5 t 或半年）	GB/T 14685

条文说明：

当料场机制砂母岩质量不稳定时应增加取样检测频率，对于料场母岩质量相对稳定的可以适当降低取样检测频率。

5.2 机制砂与沥青粘附性

不同公路等级条件下不同类型机制砂与沥青粘附性的技术要求参照表 5.2 执行。

表 5.2 不同公路等级条件下机制砂与沥青粘附性技术要求

指标	高速公路、一级公路	其他等级公路	试验方法
25℃拉拔强度 f (kPa)	≥ 2800	≥ 2500	附录 A
残留拉拔强度比 R (%)	≥ 75	≥ 70	

条文说明：

高等级公路沥青路面通常采用机制砂作为细集料，但现有标准中有关机制砂的技术指标体系尚不完善，缺乏对机制砂与沥青结合料之间粘附性的控制，无法保障高性能沥青混合料水稳定性等技术性能。因此，有必要将机制砂与沥青粘附性纳入机制砂技术指标评价体系，并提出简便、有效的检测方法和技术标准，以有效满足高性能沥青混合料的使用要求。

本规程采用拉拔试验评价机制砂与沥青间的粘附性，并对拉拔试验仪器进行了详细规定，详见附录 A。其中，拉拔试验所用机制砂芯样由母岩钻芯取得，应选择结构完整性较好的母岩，钻芯时应避免靠近岩石表面的微裂缝。在对钻取的芯样进行切割分段时，应确保芯样的顶面和底面保持平行。采用 25℃拉拔强度以及由浸水 24h 前后拉拔强度计算的残留拉拔强度比两个指标，针对不同公路等级提出机制砂与沥青粘附性等级的相应规定。

5.3 机制砂的加工过程控制

5.3.1 料场选址

1. 用于加工机制砂的石料要避免粘土和异物的混杂，开采断面的覆盖层要容易清理干净，要将粘土和母岩剥离干净。

2. 新建料场应做好矿山资源的勘察工作，机制砂加工场的选址应符合规划、安全、环保的相关规定。

3. 机制砂加工料场选定前，应鉴定母岩岩性、化学组成，评价母岩的物理力学性能，包括母岩强度、密度和吸水率等指标。

4. 机制砂加工料场的母岩应有足够的储藏量，并应考虑运输距离的经济合理性。

5.3.2 加工设备

1. 机制砂加工设备选型应根据母岩特性和加工规模确定，确保技术可靠、经济合理、兼顾环保要求。
2. 机制砂加工系统应包含给料设备、除泥设备、破碎设备、制砂设备、筛分设备、整形设备、除尘设备、选粉设备（可选）和输送设备等。
3. 机制砂破碎设备可选用颚式破碎机、圆锥破碎机/反击式破碎机及冲击式破碎机。
4. 机制砂加工过程中除尘设备应由布袋式除尘系统或综合除尘系统等组成。
5. 机制砂的破碎设备宜采用缓冲装置进行减振处理，降低机械设备的振动和噪声，环境噪声排放应满足现行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523）的相关要求。
6. 机制砂加工工艺参数应根据母岩种类与设备性能进行优化，并应加强设备的维护，应及时更换易磨损配件，保证机制砂成品的质量稳定。

5.3.3 加工工艺

1. 机制砂加工宜采用粗碎、中碎和细碎（或整形）的三级破碎工艺，其加工工艺流程见图 5.3.3。
2. 机制砂的加工应进行全过程除尘，粉尘排放应符合现行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297）的相关要求。

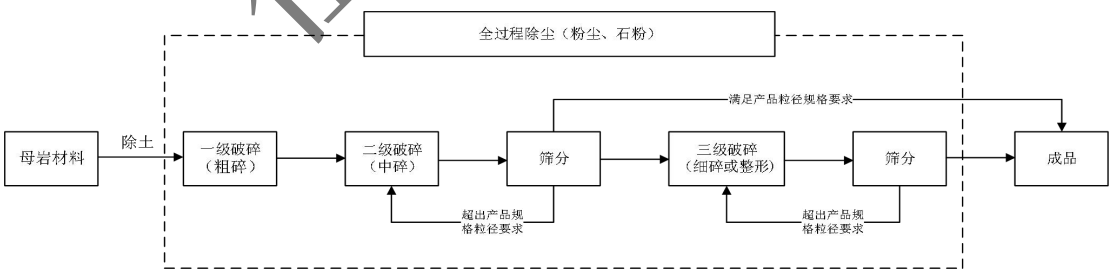


图 5.3.3 机制砂加工工艺流程图

条文说明：

本规程编制组调研了贵州、浙江、广东、广西、河南、云南及陕西等地域二十余个在建高速项目机制砂料场的生产设备、加工工艺及生产的机制砂品质等相关技术现状，调研发现在建不同高速公路项目自建机制砂料场基本均采用三级破碎工艺：颚式破碎机

(粗碎)+反击式破碎机(中碎)+冲击式破碎机(整形机,细碎)+除尘设备。从而,为保证机制砂的加工质量,并参照《机制砂石生产规程》(JC/T 2299)和陕西省地标《公路工程沥青混合料机制砂技术规范》DB 61/T 1091 给出机制砂加工需满足三级破碎+全过程除尘的工艺要求。

5.4 机制砂加工要求

5.4.1 机制砂加工应采用经过筛除石粉,符合制砂机入料粒径要求的碎石,并采用带有整形、级配调整功能的制砂主机进行破碎,破碎后混合料通过风选筛分,其中超限料进行回料二次破碎;成品砂以干砂状态存储或应用;石粉则由大型除尘器与选粉系统配合进行捕获收集,并实现对成品机制砂含粉量的控制。

条文说明:

立轴冲击破的平均破碎比宜为 2-3:1,在实际生产过程中,生产厂家往往会结合主机内部结构来设定合适的入料粒径。

5.4.2 机制砂成品不应有超粒径颗粒含量,加工过程中超粒径的颗粒应重新进入破碎机破碎。

5.5 机制砂的运输和储存

5.5.1 机制砂的装卸、运输,应防止颗粒离析、混入杂质,并应采取措施防止扬尘,避免污染环境。

5.5.2 不同料源特性、不同级配的机制砂应分别装卸、运输。

5.5.3 机制砂应按规格、级配分别堆放,机制砂的堆放场地要求清洁、硬化并应设置防雨篷,堆场四周安装排水设施。

5.5.4 机制砂成品堆场(库)应隔离分仓,防止堆存成品混级,干砂料堆高度不应高于 5m,机制砂落高大于 1m 时应安装导流装置。

条文说明:

离析和扬尘是在机制砂运输过程中比较常见的问题,宜采取相应的预防措施,若卸料高度超过 1m,应安装导流装置,防止离析和扬尘。机制砂料堆高度不应超过 5m,过高也会导致离析。

6 机制砂的质量检验与评定

6.1 机制砂的质量检验

6.1.1 机制砂质量检验应根据需要进行生产单位的检验和使用单位的检验，其中生产单位的检验应分为出厂检验和型式检验。

6.1.2 机制砂的质量检验应按《建设用砂》(GB/T14684) 或《公路工程集料试验规程》(JTG E42) 规定的试验方法进行。

6.1.3 机制砂质量检验的项目有：母岩抗压强度、颗粒级配、砂当量、亚甲蓝值 MBV_F 、石粉含量、坚固性、硫化物含量和沥青粘附性等指标。

表 6.1.3 机制砂质量检验的项目及取样要求

检验项目	检测形式	最小取样量 (kg)
颗粒级配	▲	8
表观相对密度	▲	6
砂当量	▲	6
亚甲蓝值 MBV_F	▲	6
坚固性	▲	2
棱角性	▲	6
沥青粘附性	▲	10
颗粒粒型	*	2
单级压碎值	▲	10
硫化物及硫酸盐 (按 SO_3 质量计)	*	2
氯化物 (以氯离子质量计)	*	2

注：▲为必须检测项目，*为根据需要而定的检测项目。

6.1.4 当出现以下情况时，需对加工的机制砂成品再次进行质量检验检测：

- (1) 确定料源后，首次进行加工时；
- (2) 母岩发生变化或更换母岩时；
- (3) 加工工艺发生变化；
- (4) 设备变化或调整时；

(5) 国家质量监督机构要求检验时。

6.2 机制砂的检验批次

6.2.1 检验批量宜根据厂家加工规模而定。

6.2.2 日产量 2000t 及以上的，应以同一品种、同一规格、同一类别的 1000t 为一批；日产量 2000t 以下的，宜以 600t 为一批。不足上述量者亦作为一批。

条文说明：

当机制砂质量不稳定时应采用较高的检验频次，待质量稳定后可以适当降低检验频次。

6.3 机制砂的质量评定

6.3.1 机制砂检验（含复验）后各项性能指标均符合本规程相应规定时可判定该批产品验收合格。

6.3.2 机制砂在检验中质量指标若有一项不符合本规程相应规定要求或产品批次间质量不稳定时，则应在该批机制砂产品中加倍取样检验，对不符合要求的项目进行复验。复验后，该项指标符合本规程要求时，可判定该批机制砂产品合格；若仍然不符合本规程的要求时，则该批机制砂产品应根据实测指标降级使用或判为不合格。

附录 A： 机制砂与沥青粘附性的测试评价方法

A.0.1 本试验适用于室内检验和评价各种机制砂与沥青之间的粘附性。

A.0.2 试验仪器

1 拉拔仪

1) 拉力传感器：量程不低于 3000N，精度不低于 1N，力值的示值误差不得大于 1%；

2) 数显仪表：峰值保持，供电电源直流 12V，使用温度 0℃～50℃；

3) 拉拔头和底座：拉拔头由黄铜制作，底座由铝合金制作，其形状和尺寸图见图 A.0.2-1 所示；

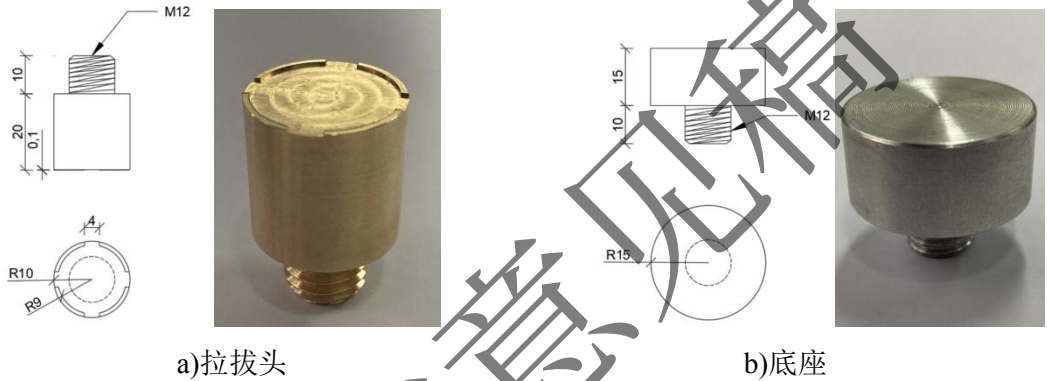


图 A.0.2-1 拉拔头和底座

注：图中尺寸为 mm。

4) 测力器：由千斤顶、反力架、传力杆、连接器等组成，测力器的形状和尺寸见图 A.0.2-2 所示。

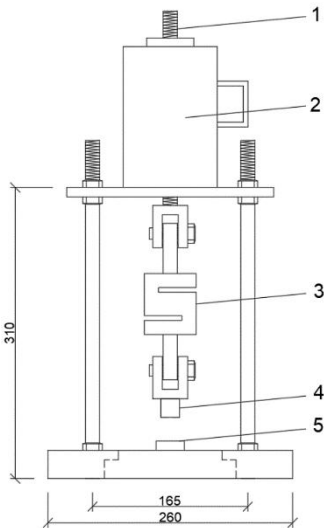


图 A.0.2-2 测力器（1—传力杆；2—千斤顶；3—拉力传感器；4—拉拔头；5—底座

注：图中尺寸为 mm。

2 辅助仪器

- 1) 钻芯取样机：钻头直径 25mm；
- 2) 黏结材料：环氧树脂或 AB 胶等；
- 3) 测温枪：分度不大于 1℃；
- 4) 其他：扳手、刮刀、电热炉、石棉网、玻璃棒、水浴箱、烘箱、岩石切割机。

A.0.3 试样成型

1 用直径 25mm 的钻芯机在机制砂母岩上钻取岩石芯样，用切割机将其切割成高 25mm±1mm 的小圆柱。

2 用 150 目砂纸对圆柱形试样的顶面进行粗磨，再用 320 目砂纸进行精磨，打磨时应确保打磨方向一致。将打磨后的芯样放置在 160℃ 的烘箱中烘干至恒重，取出备用。

3 用环氧树脂或 AB 胶将烘干后的芯样底面粘在底座上。

4 将沥青和拉拔头放在烘箱中加热，直至沥青完全融化后，用玻璃棒沾取少量沥青滴在经打磨平整的芯样顶面，再立即将拉拔头压在沥青表面，用力按压直至拉拔头底面接触芯样顶面。待沥青冷却凝固后用热刮刀刮去拉拔头周围溢出的沥青，完成试件成型。成型后的试件见图 A.0.3-1 所示。

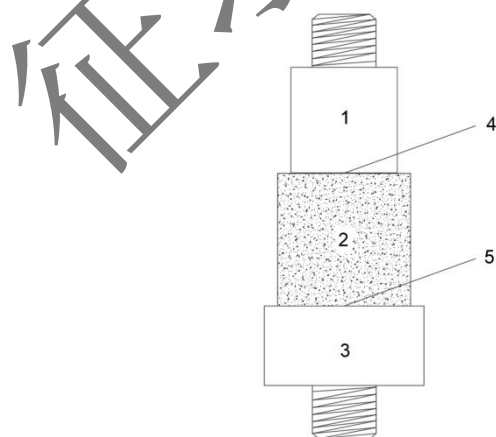


图 A.0.3-1 成型试件（1—拉拔头；2—机制砂芯样；3—底座；4—沥青膜；5—环氧树脂）

4 每组试验的试样数量不少于 6 枚。

A.0.4 试验环境

温度：(25±2)℃；

A.0.5 试验方法

1 将试样平均分为两组，一组试样放入 25℃ 恒温箱中养生 2~3h，另一组试样放入 25℃ 水浴箱中浸水养生 24h。

2 将养生后的试样安装在传感器和底盘之间。

3 压动千斤顶，对试件施加竖向拉力，当数显仪数值不再增加时，说明芯样与沥青黏结处发生破坏，停止加压，读取峰值 P_i 。

4 取下试件，观察并记录界面的破坏形式，并在芯样上贴标签注明编号、拉拔力峰值等。

A.0.6 试验结果

1 拉拔强度定义为界面发生破坏时的峰值荷载与沥青膜面积之比。第 i 枚试样的拉拔强度按下式计算。

$$f_i = \frac{P_i}{A} \quad (\text{A.0.6-1})$$

式中 f_i ——试样 i 的拉拔强度，kPa；

P_i ——试样 i 破坏时的峰值荷载值，N；

A ——沥青膜的面积，此处取值 $3.14 \times 10^{-4} \text{m}^2$ 。

2 残留拉拔强度比定义为试样 25℃ 浸水拉拔强度与干拉拔强度之比。第 i 枚试样的残留拉拔强度比按下式计算。

$$R = \frac{f_{i2}}{f_{i1}} \times 100 \quad (\text{A.0.6-2})$$

式中 R ——试样的残留拉拔强度比，%；

f_{i1} ——试样 i 的 25℃ 干拉拔强度，kPa；

f_{i2} ——试样 i 的 25℃ 浸水拉拔强度，kPa。

3 试样破坏形式

1) 内聚破坏：界面位置附近沥青结合料的内聚破坏；

2) 黏附破坏（层间破坏）：分为沥青结合料与芯样之间的界面破坏及沥青结合料与拉拔头之间的界面破坏；

3) 混合破坏：黏合面出现两种或两种以上的破坏形式。

A.0.7 试验结果的合格评定

1 同一组试验至少平行试验 3 次，当测定结果最大值与最小值之差不超过平均值的 20%，以平均值作为试验结果。

2 试验报告应包括以下内容：

- 1) 受检沥青和机制砂母岩的品种、型号和批次；
- 2) 试样的养护条件；
- 3) 试样的编号；
- 4) 试验环境温度和相对湿度；
- 5) 拉力传感器的型号、量程和检定日期；
- 6) 试样的破坏荷载及破坏形式；
- 7) 试验结果整理和计算；
- 8) 取样、测试、校核人员及测试日期。

征求意见稿

附录 B：机制砂粒型特征测试评价方法

B.0.1 本方法适用于测试机制砂球体类似度。

B.0.2 试验设备

1 相机：光学放大倍数宜为 5~10 倍。

2 数字图像处理软件：可进行照片预处理，并将数码图像转变成二值化图形，以获取图形面积和最小外接圆直径。

B.0.3 试样选取

1 同一批机制砂应分别对 1.18~2.36 mm 和 2.36~4.75 mm 两个级配进行测试，每个级配选取 10 粒机制砂颗粒进行测试。

2 每个机制砂颗粒采集 4 个及以上不同方向上的投影图形（不少两个投影为相互垂直）。

B.0.4 试验方法

1 同一粒机制砂利用数码相机获取不同空间方向上的机制砂颗粒的投影图像，见图 B.0.4-1。

2 使用数字图像处理软件将同一粒机制砂颗粒的投影图像处理为二值化图形，获取图形面积与最小外接圆直径。

3 同一生产批次的不同机制砂颗粒的二值化图形面积和最小外接圆直径可通过重复本规程附录 B.0.4 节步骤 1 和 2 逐粒测试计算得到。

4 不同生产批次的机制砂颗粒的二值化图形面积和最小外接圆直径可重复本规程第 B.0.4 条步骤 1~3 测试计算得出。

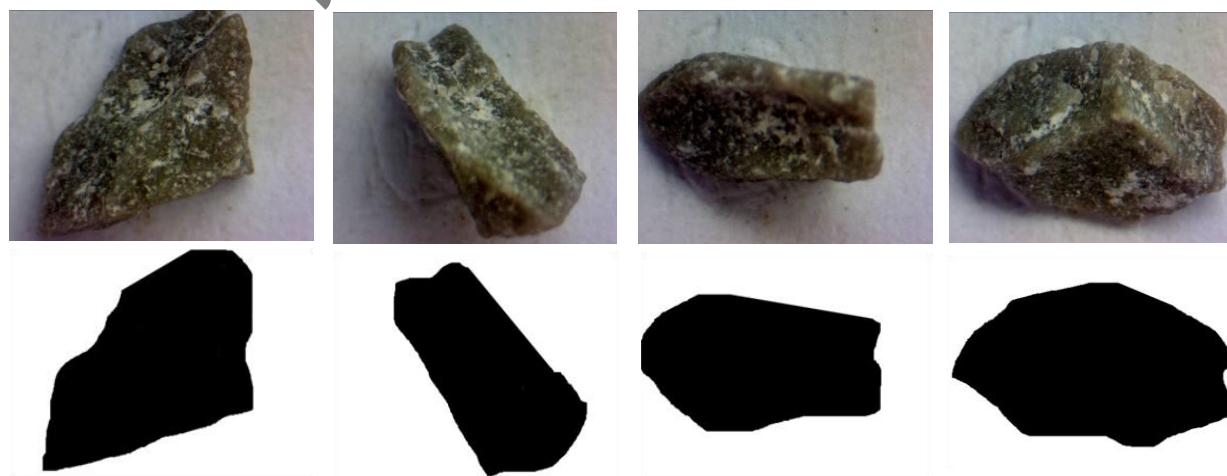


图 B.0.4-1 将机制砂颗粒数码图像处理为二值化图形

B.0.5 机制砂球体类似度计算

1 机制砂圆形度定义为同一机制砂颗粒投影面积与其最小外接圆面积之比。
第*i*颗机制砂颗粒圆形度按下式计算。

$$Y_i = \frac{4G_i}{\pi L_i^2} \quad (\text{B.0.5-1})$$

式中： Y_i —第*i*颗机制砂颗粒圆形度；

G_i —第*i*颗机制砂颗粒的投影面积；

L_i —第*i*颗机制砂颗粒最大粒径长度。

2 第*i*颗机制砂颗粒的球体类似度按下式计算。

$$Q_i = \left(\frac{\sum Y_i}{n} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (\text{B.0.5-2})$$

式中： Q_i —第*i*颗机制砂颗粒的球体类似度；

n —空间投影方向总数。

3 同一批次机制砂的球体类似度按下式计算。

$$Q = \frac{\sum Q_i}{N} \quad (\text{B.0.5-3})$$

式中： Q —同一批次机制砂的球体类似度；

N —机制砂颗粒总数。

本规范的用词说明

1.为便于在执行本规范条文时把握条文的严格程度，对要求严格程度的用词说明如下：

(1) 表示很严格，非这样做不可的：正面词是“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的：正面词是“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

(3) 表示容许稍有选择，在条件许可的条件下首先应该这样做的：正面词是“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”。

(5) 对于本规范首次提出的一些指标和参数要求，采用“在试验成功，建设方批准的情况下可采用”的方式提出，是经过课题研究、文献和调研证明是可行且科学的，规范制定者推荐采用。由于目前尚没有国家标准、行业标准提出类似指标要求。如果经过实验检验切实可行，且得到建设方批准可采用。

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”。