

## 第1章 前言

原《公路工程集料试验规程》(JTJ058-94)(以下称原规程),由交通部公路科学研究所和交通部第二公路勘察设计院编制。当时编制的内容大部分引自原《水泥混凝土试验规程》、《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》、《公路路面基层试验规程》中相差的试验方法。原规程于1994年7月5日发布,12月1日起在全国实施以来,在我国得到了广泛的应用。对加强公路工程集料的生产与管理、质量检验起到了重要的作用。

但是,由于长期形成的习惯和各方面的原因,国内外对于水泥混凝土与沥青路面的集料,无论在规格、质量要求还是试验方法方面,都是各成系统、有所不同的:原规程实施几年来,高速公路沥青路面的建设有了较大的发展,其中的一些试验方法,对水泥混凝土集料是适用的,但对沥青路面及基层、底基层集料就不适用,有些在工程中发生了混乱。另外,矿粉作为沥青混合料的一种主要材料,虽然并不属于集料的定义范围内,却没有比本规程更合适的试验规程可以包括进去。因此,交通部[1997]731号文下达任务,由交通部公路科学研究所对原规程进行修订,主要是将水泥混凝土和沥青路面不同的部分严格区分开,分别制定出标准的试验方法。同时把沥青混合料所用的矿粉填料的试验方法也纳入本规程,以便生产上应用。根据交通部公路司的计划要求,修订组充分参考了“七五”及“八五”国家科技攻关及其他科研、推广项目陆续取得的许多有实用价值的成果,与相关的设计、施工规范协调配套。1997年开始征求有关部门使用意见,搜集国内外试验方法资料,结合施工生产实践及有关科研成果进行了修订并在西宁、长沙召开两次征求意见会。交通部公路司于1998年6月组织了对送审稿的审查,经修订组进一步修改后,形成报批稿,公路司设计与技术处会同修订组及人民交通出版社有关人员总校后定稿。

这次修订的重点针对使用于沥青混合料和基层、底基层的集料的试验方法,严格区分了水泥混凝土与沥青混合料对集料的不同测试方法和要求。本着尽可能与国际标准统一,与我国习惯一到的原则,共修订试验方法20项、增补试验方法9项,并增加2个附录。修订的主要内容有:

- 1、对集料筛分用的标准筛严格按方孔筛和圆孔筛进行区分,并在各个试验方法中统一。沥青路面和基层、底基层集料使用方孔筛,水泥混凝土使用圆孔筛,在每一个试验方法中都区分清楚。并将集料标准筛(方孔筛、圆孔筛)的标准补充作为附录,便于统一标准筛规格,进行质量检验。在水泥混凝土集料圆孔筛系列中,我国习惯于整数尺寸的筛孔,为便于工程单位使用起见,规定当缺乏63mm、31.5mm、16mm圆孔筛时,容许以60mm、30mm、15mm圆孔筛代替。
- 2、关于粗集料的密度、吸水率的试验方法,重新进行了定义,明确了密度与相对密度的区别与关系。
- 3、增补了粗集料松方容重的捣实法测定方法,以满足SMA路面的配合比设计需要。
- 4、对粗集料片状颗粒含量测定方法,明确水泥混凝土用集料用规准仪法,沥青路面用集料用卡尺法。
- 5、修订了粗集料石料压碎值试验方法,T0315适用于水泥混凝土集料,T0316适用于沥青路面集料,对T0316原规程采用12mm~16mm的集料,加压后用3mm筛过筛,修改为13.2mm~16mm集料,压碎后用2.36mm筛过筛。
- 6、修订了沥青路面用洛杉矶磨耗值试验方法,与国外标准相一致,按照不同的集料规格分别选用7种条件,试验后用1.7mm筛过筛,计算磨耗损失。
- 7、增补了测定破碎砾石破碎面比例的试验方法。
- 8、修订了细集料筛分后细度模数的计算方法。
- 9、增补了细集料的棱角性和粗糙度的试验方法。
- 10、增补了矿粉填料的各种试验方法,包括矿粉的筛分试验(水洗法),矿粉的相对密度试验,矿粉亲水系数试验,矿粉塑性指数试验,矿粉的加热安定性试验等。这些试验方法尽管一直在使用中,但由于它的“归属”问题,没有列入任何一本试验规程中,这次将矿粉试验方法全部补充收入本规程(在美国ASTM标准中矿粉也归入集料类)。其中矿粉的筛分试验统一采用水洗法。

11、原规程关于集料的技术要求均摘自相差的设计、施工规范，由于各规范在执行过程中时有修订，与本规程的修订不可能同时进行，所以相关规范的修订将引起不同规范之间的不统一。为避免与相差规范矛盾，在本试验规程中将技术要求均予删除。

本规程由交通部公路科学研究所负责解释。希望各单位在使用中注意总结经验，在执行中有什么意见和建议，请及时函告交通部公路科学研究所，地址：北京市海淀区西土城路8号，邮政编码：100088，电话：(010) 62079583。

原规程主编单位：交通部公路科学研究所

交通部第二公路勘察设计院

原规程主要起草人：姚思国 周俊卿 蔡正咏 刘清泉 李苏评 夏玲玲

本规程修订单位：交通部公路科学研究所

本次修订主要起草人：沈金安 李福普

## 第2章 总则

1 为适应我国公路建设的需要，保证公路工程对集料质量的要求，为加强集料质量管理提供依据，特制定本规程。

2 本规程规定了新建和改建各级公路工程中水泥混凝土、沥青混合料和路面基层所用集料的试验方法。

3 各种集料的技术要求应符合现行有关技术规范的规定。

4 用于本规程试验的仪器应经国家有关检测机构认定合格并符合本规程要求。采用不符合上述要求的仪器所做试验无效。

5 试验人员应经过培训并取得上岗资格，试验中应遵守安全操作、防火、防毒及环境保护的规定。

6 送试集料样品应标明产地、规格、数量、送试单位、试验项目、送试日期等，并采用能防止污染和不易损坏的包装。

7 有关集料试验检测的内容符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

[← 最前章](#) [← 上一章](#) [→ 下一章](#) [→ 最末章](#)

关闭此窗口

## 第3章 术语、符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 集料(骨料)aggregate

在混合料中起骨架和填充作用的粒料，包括碎石、砾石、石屑、砂等。

#### 2.1.2 粗集料 coarse aggregate

在沥青混合料中，粗集料是指粒径大于 2.36mm 的碎石、破碎砾石、筛选砾石和矿渣等；在水泥混凝土中，粗集料是指粒径大于 5mm 的碎石、砾石和破碎砾石。

#### 2.1.3 细集料 fine aggregate

在沥青混合料中，细集料是指粒径小于 2.36mm 的天然砂，人工砂及石屑；在水泥混凝土中，细集料是指粒径小于 5mm 的天然砂，人工砂。

#### 2.1.4 矿粉 mineral filler

加入沥青混合料中起到填料作用的符合规格要求的矿物质粉末。填料可为磨细石粉、消石灰粉、水泥、粉煤灰等。

#### 2.1.5 堆积密度 accumulated density

单位体积(含物质颗粒固体及其闭口、开口孔隙体积及颗粒间空隙体积)物质颗粒的质量。有干规程密度及湿堆积密度之分。

#### 2.1.6 表观密度(视密度) apparent density

单位体积(含材料的实体矿物成分及闭口孔隙体积)物质颗粒的干质量。

#### 2.1.7 表观相对密度(视比重) apparent specific gravity

表观密度与同温度水的密度之比值。

#### 2.1.8 表干密度(饱和面干毛体积密度)saturated surface-dry density

单位体积(含材料的实体矿物成分及其闭口孔隙、开口孔隙等颗粒表面轮廓线所包围的全部毛体积)物质颗粒的饱和面干质量。

#### 2.1.9 表干相对密度(饱和面干毛体积相对密度) saturated surface-dry bulk specific gravity

表干密度与同温度水的密度之比值。

#### 2.1.10 毛体积密度 bulk density

单位体积(含材料的实体矿物成分及其闭口孔隙、开口孔隙等颗粒表面轮廓线所包围的毛体积)物质颗粒的干质量。

#### 2.1.11 毛体积相对密度 bulk specific gravity

毛体积密度与同温度水的密度之比值。

#### 2.1.12 细度模数 fineness modulus

表征砂子粒径的粗细程度，以砂在规定各筛孔的累计筛余百分率之和除以 100 求得。

#### 2.1.13 石料磨光值 polished stone value

按规定试验方法测得的石料抵抗轮胎磨光作用的能力，即石料被磨光后用摆式仪测得的摩擦系数。

#### 2.1.14 石料冲击值 lashed stone value

按规定方法测得的石料抵抗冲击荷载的能力，冲击试验后，小于规定粒径的石料的质量百分率。

#### 2.1.15 石料磨耗值 weared stone value

按规定方法测得的石料抵抗磨耗作用的能力，其测定方法分别有道瑞法、洛杉矶法和狄法尔法。

#### 2.1.16 石料压碎值 crushed stone value

按规定方法测得的石料抵抗压碎的能力，以压碎试验后小于规定粒径的石料质量百分率表示。

#### 2.1.17 集料空隙率(间隙率) percentage of voids in aggregate

集料的颗粒之间空隙体积占集料总体积的百分比。

#### 2.1.18 孔隙比 void ratio

集料孔隙(含开口孔隙、粒间空隙)体积与颗粒所占体积(含颗粒固体、闭口孔隙)的比值，用小数表示。

#### 2.1.19 碱集料反应 alkali-aggregate reaction

水泥混凝土中因水泥和外加剂中超量的碱与某些活性集料发生不良反应而损坏水泥混凝土的现象。

#### 2.1.20 砂率 sand percentage

水泥混凝土混合料中砂的质量与砂、石总质量之比，以百分率表示。

#### 2.1.21 针片状颗粒 flat and elongated particles in coarse aggregate

指粗集料中细长的针状颗粒与扁平的片状颗粒。当颗粒形状的诸方向中的最小厚度(或直径)与最大长度(或宽度)的尺寸之比小于规定比例时，属于针片状颗粒。

#### 2.1.22 标准筛 standard test sieves

对颗粒性材料进行筛分试验用的符合标准形状和尺寸规格要求的系列样品筛。

沥青路面及各类基层集料的粒径均以方孔标准筛为准，标准筛筛孔尺寸依次为 75mm、63mm、53mm、37.5mm、31.5mm、26.5mm、19mm、16mm、13.2mm、9.5mm、4.75mm、2.36mm、1.18mm、0.6mm、0.3mm、

0.15mm、0.075mm。

水泥混凝土集料的粒径大于和等于 2.5mm 的，以圆孔标准筛为准；小于 2.5mm 的，以方孔筛为准。标准筛筛孔尺寸依次为 100mm、80mm、63mm、50mm、40mm、31.5mm、25mm、20mm、16mm、10mm、5mm、2.5mm、1.25mm、0.63mm、0.315mm、0.16mm、0.075mm。但当缺乏 63mm、30mm、15mm 圆孔筛代替；缺乏 0.63mm、0.315mm、0.16mm 方孔筛时，容许以 0.6mm、0.3mm、0.15mm 方孔筛代替。

种类标准筛的尺寸及技术要求应符合本规程附录 A 及附录 B 的要求。

#### 2.1.23 集料最大粒径 maximum size of aggregate

指集料的 100% 都要求通过的最小的标准筛筛孔尺寸。

#### 2.1.24 集料的公称最大粒径 nominal maximum size of aggregate

指集料可能全部通过或允许有少量不通过(一般容许筛余不超过 10%)的最小标准筛筛孔尺寸。通常比集料最大粒径小一个粒级。

#### 条文说明

在国外的规范中，对集料最大粒径有两个定义：集料最大粒径(Maximum size)是指 100% 通过的最小的标准筛孔径，而集料的公称最大粒径(Nominal maximum size)是指保留在最大尺寸的标准筛上的颗粒含量不超过 10% 的标准筛尺寸。例如，某种集料，100% 通过 25mm 筛，在 19mm 筛上的筛余小于 10%，则此集料的最大粒径为 25mm，而公称最大粒径为 19mm。在 ASTM D448-86《公路和桥梁构造物的集料规格》、ASTM D 692-94a《沥青路面粗集料》、ASTM1073-94《沥青路面细集料》以及 ASTM D 3515《热拌热铺沥青混合料》等标准规范中，实际上使用的级配名称都是采用的公称最大粒径。例如常用的 6 号粗集料是指 3/4in ~3/8in，要求通过 1in 的为 100%，而通过 3/8in 的百分率为 90%~100%。同样对通常称最大粒径为 3/4in 的 D-4 号沥青混合料，要求通过 1in 的为 100%，通过 3/8in 的为 90%~100%。这些做法和名称叫法与我国的习惯是一致的。不过我国往往将公称最大粒径直接简称为最大粒径，没有严格的区分，今后使用这些术语时应注意区分。

## 2.2 符号

符号及意义见表 1。

符号及意义 表 1

符号	意义
M <sub>x</sub>	砂的细度模数
b	集料的毛体积相对密度
b	集料的毛体积密度
a	集料表现密度
a	集料的表现相对密度(视比重)
s	集料的表干密度
s	集料的表干相对密度
	集料的松方密度
	集料的含水率
x	集料的吸水率
s	集料的表面含水率
a <sub>t</sub>	水温对水相对密度影响的修正系数

Qe	粗集料的针片状颗粒含量
Qn	集料的含泥量
Q <sub>K</sub>	集料的泥块含量
Qa	水泥混凝土用粗集料压碎指标值
Q <sub>a</sub>	沥青路面用粗集料压碎值
PSV	粗集料的磨光值, polished stone value 之略语
WSV	粗集料的磨耗值, worn stone value 之略语
AAV	粗集料磨耗值(道瑞法), aggregate abrasion value 之略语
LSV	粗集料冲击值, lashed stone value 之略语

关闭此窗口

## 第 4 章 粗集料试验

### T0301-2000 粗集料取样法

#### 1 取样方法和试样份数

1.1 在同批来料堆上取样时,应先铲除堆脚等处无代表性的部分,再在料堆的顶部、中部和底部,各由均匀分布的几个不同部位,取得大致相等的若干份组成一组试样,务使能组成一组试样,务使能代表本批来料情况和品质。

1.2 从皮带运输机上取样时,应在皮带运输机机尾的出料处用接料器定时抽取有代表性的试样,并由若干份试样组成一组试样,作为本批来料的代表样。

1.3 从火车、汽车、货船上取样时,应从各不同部位和深度处,抽取大致相等的试样若干份,组成一组试样,抽取的具体份数,应视能够组成本批来料代表样的需要而定。

注: 如经观察,认为各节车皮、汽车或货船的碎石或砾石的品质差异不大时,允许只抽取一节车皮、一部汽车、一艘货船的试样(即一组试样),作为该批集料的代表样品;

如经观察,认为该批碎石或砾石的品质相差甚远时,则应对品质有怀疑的该批集料,分别取样和验收。

#### 2 取样数量

对每一单项试验,每组试样的取样数量宜不少于表 1 所规定的最少取样量。需作几项试验时,如确能保证试样经一项试验后不致影响另一项试验的结果时,可用同一组试样进行几项不同的试验。

#### 3 试样的缩分

将所取试样置于平板上,在自然状态下拌混均匀,大致摊平,然后沿互相垂直的两个方向,把试样分成大致相等的四份,取其对角的两份重新拌匀,重复上述过程,直至缩分后的材料量略多于进行试验所必需的量。

有条件时,也可用分料器对试样进行缩分。

一试验项目所需碎石或砾石的最小取样数量(kg) 表 1

公称最大粒径(m)	圆孔筛	10	16	20	25	31.5	40	63	80
-----------	-----	----	----	----	----	------	----	----	----

筛分	10	15	20	20	30	40	60	80
表观密度	8	8	8	8	12	16	24	24
含水率	2	2	2	2	3	3	4	6
吸水率	2	2	4	4	4	6	6	8
堆积密度	40	40	40	40	80	80	120	120
含泥量	8	8	24	24	40	40	80	80
泥块含量	8	8	24	24	40	40	80	80
针片状含量	1.2	4	8	8	20	40	--	--

注：有机物含量、坚固性及压碎指标值试验，应按规定粒级要求取样，其试验所需试样数量，按本规程有关规定施行；

采用广口瓶法测定表观密度时，集料最大粒径不大于 40mm 者，其最少取样数量为 8kg。

#### 4 试样的包装

每组试样应采用避免细料散失及防止污染的容器包装，并附卡片标明试样编号、取样时间、产地、规格、试样代表数量、试样品质、要求检验项目及取样方法等。

#### T0302-2000 粗集料筛分试验

##### 1 目的与适用范围

测定粗集料(碎石、砾石、矿渣等)的颗粒级配。

##### 2 仪器与材料

2.1 试验筛：根据需要选用规定的标准筛。

2.2 天平或台秤：感量不大于试样质量的 0.1%。

2.3 其它：盘子、铲子、毛刷等。

##### 3 试验准备

将来料用分料器或四分法筛分至表 1 要求的试样所需量，风干后备用。每种试样准备两份，分别供水洗和干筛法筛分使用。对水泥混凝土用集料，如果没有要求，也可不进行水洗，只进行筛分。根据需要可按要求的集料最大粒径的筛孔尺寸过筛，除去超粒径部分颗粒后，再进行筛分。

筛分用的试样质量 表 1

公称最大粒径 (mm)	方孔筛	75	63	37.5	31.5	26.5	19	16	9.5	4.75
	圆孔筛	80	63	40	31.5	25	20	16	10	5
试样质量不少于(kg)		10	8	5	4	2.5	2	1	1	0.5

#### 4 试验步骤

4.1 用水洗法测定集料中小于 0.075mm 的细粉部分质量。

4.1.1 取一份试样，将试样置  $105 \pm 5$  摄氏度烘箱中烘干至恒重，称取干燥集料试样的总质量( $m_1$ )，准确至 0.1%。

注：恒重系指相邻两次称量间隔时间大于 3h 的情况下，前后两次称量之差小于该项试验所要求的称量精密度(下同)，通常不少于 6h。

4.1.2 将试样置一洁净容器中，加入足够数量的洁净水，将集料全部盖没。

4.1.3 用搅棒充分搅动集料，使集料表面洗涤干净，使细粉悬浮在水中，但不得破碎集料或集料从水中溅出。

4.1.4 根据集料粒径大小选择组成一组套筛，其底部为 0.075mm 标准筛，上部为 2.36mm 或 4.75mm 筛。仔细将容器中混有细粉的悬浮液倒出，经过套筛流入另一容器中，尺量不致将粗集料倒出，损坏标准筛筛面。

注：不可直接倒至 0.075mm 筛上，以免集料掉出损坏筛面。

4.1.5 重复 4.1.2~4.1.4 步骤，直至倒出的水洁净为止。

4.1.6 将套筛的每个筛子上的集料及容器中的集料全部间收在一个搪瓷盘中，容器上不得有沾附的集料颗粒，将搪瓷筋连同集料一起置  $105 \pm 5$  摄氏度烘箱中烘干至恒重，称取干燥集料试样的总质量( $m_2$ )，准确至 0.1%。

4.2 用干筛法测定粗集料各个粒级质量百分率。

4.2.1 取另一份试样置  $105 \pm 5$  摄氏度烘箱中烘干至恒重，称取干燥集料试样的总质量( $m_0$ )，准确至 0.1%。

4.2.2 用搪瓷盘作筛分容器，按筛孔大小排列顺序逐个将集料过筛，人工筛分时，需使集料在筛面上同时有水平方向及上下方向的不停顿的运动，使小于筛孔的集料通过筛孔，直至 1min 内通过筛孔的质量小于筛上残余量的 1% 为止。采用摇筛机筛分后，应该逐个由人工补筛。将筛出通过的颗粒并入下一号筛，和下一号筛中的试样一起过筛，顺序进行，直至各号筛全部筛完为止。以确认 1min 内通过筛孔的质量确实小于筛残余量的 1%。

4.2.3 如果某个筛上的集料过多，影响筛分作业时，可以分两次筛分，当筛余颗粒的粒径大于 20mm 时，筛分过程中允许用手指轻轻拨动颗粒，但不得逐颗粒塞过筛孔。

4.2.4 称取每个筛上的筛余量，准确至总质量的 0.1%。各筛分计筛余量及筛底存量的总和与筛分前试样的总质量  $m_0$  相比，其相差不超过 0.5%。

## 5 计算

5.1 集料中通过 0.075mm 的含量按式(1)计算，准确至 0.1%。

$$P_{0.075} = (m_1 - m_2) / m_1 * 100$$

式中： $P_{0.075}$ --集料中小于 0.075mm 的含量(通过率)，%；

$m_1$ --用于水洗的干燥集料总质量，g；

$m_2$ --集料水洗后的干燥质量，g。

## 5.2 分计筛余百分率

各号筛上的分计筛余百分率按式(2)计算，但 0.075mm 筛不计算分计筛余，准确至 0.1%。

$$P_i = m_i / m_0 * (100 - P_{0.075}) / 100$$

式中： $P_i$ --各号筛上的分计筛余百分率，%；

$m_0$ --用于干筛的干燥集料总质量，g；

$m_i$ --各号筛上的分计筛余，g；

$i$ --依次为 0.15mm、0.3mm、0.6mm.....至集料最大粒径。

## 5.3 累计筛余百分率

各号筛的累计筛余百分率为该号筛及大于该号筛的各号筛的分计筛余百分率之和，但 0.075mm 筛不计算累计筛余，准确至 0.1%。

## 5.4 各号筛的质量通过百分率

各号筛的质量通过百分率等于 100 减去该号筛累计筛余百分率，但 0.075mm 筛的质量通过百分率即为  $P_{0.075}$ ，准确至 0.1%。

5.5 根据需要，绘制集料筛分曲线。

## 条文说明

在国外的集料筛分试验中，用于沥青路面的粗集料、细集料，一般都有水洗法和干筛法两个试验方法，用一份集料进行干筛，确定各个粒级的含量或通过百分率，但由于沾附在集料上的小于 0.075mm 的部分实际上是筛不下去的，无法由于筛准确测定，所以还必须另外用一份集料用水洗法确定集料中小于 0.075mm 部分的含量对其进行校正，如 ASTM C117、AASHTO T11、日本 JISA 1103、KOTANA 1103 等。然而在我国历来不管水泥混凝土集料或沥青路面集料，都直接采用干筛方法，0.075mm 筛通过量不经水洗确定，所以是不准确的。它对水泥混凝土材料来说问题不大，但对沥青混合料来说，集料表面沾附的矿粉筛不下来，配合比设计时不算进去，对配合比结果有一定的影响。它直接影响添加矿粉的数量，所以仅仅对矿粉用水洗

法还不够，对其它粗集料、细集料也必须由水洗法测定小于 0.075mm 的含量，另外，在施工现场用溶剂抽提法测定油石比及矿料级配时，颗粒上的粉料都经过溶剂冲洗，计入矿粉中，如果材料筛分是不计沾附的粉料含量时，两次筛分就不一致，必然造成误差。所以本次修订时，沥青路面集料的筛分试验无论对粗集料、细集料的原材料筛分进行目标配合比设计，或者在沥青厂从拌和机二次筛分后热料仓取样筛分进行生产配合比设计时，都要求分别进行水洗法和干筛法，以准确确定 0.075mm 通过率，各单位务必照此执行。

#### T0303-2000 含土粗集料筛分试验

##### 1 目的与适用范围

本方法用于测定含粘性土的粗集料的颗粒组成。

注：如天然的砂砾土、碎石土以及中低级路面的材料，粘性土颗粒包覆在砾石(碎石)和砂颗粒上，对这类材料不适用于 T0302 的方法。

##### 2 仪器与材料

2.1 试验筛：根据需要选用规定的标准筛。

2.2 天平或台秤：感量不大于试样质量的 0.1%。

2.3 烘箱：能保持温度  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.4 容器：能在此容器内剧烈搅动试样而不会使试样或水损失。

2.5 其它：盘子、铲子、毛刷等。

##### 3 试验准备

将来料用分料器或四分法缩分至表 1 要求的试样所需量，烘干或风干后备用。

筛分用的试样质量 表 1

公称最大粒径 (mm)	方孔筛	75	63	37.5	31.5	26.5	19	16	9.5	4.75
	圆孔筛	80	63	40	31.5	25	20	16	10	5
试样质量不少于(kg)		10	8	5	4	2.5	2	1	1	0.5

##### 4 试验步骤

4.1 将试样放在浅盘内，并一起放到温度保持在  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱内烘干  $24h \pm 1h$ 。

4.2 从烘箱中取出试样，冷却后称重，准确至样品质量的 0.1%，用  $m_1$  表示(g)。

4.3 将试样放到容器内，向容器内注水，淹没试样。

4.4 剧烈搅动容器内的试样和水，使粘在粗颗粒上的小于 0.075mm 的颗粒完全分离下来，并悬浮在水中。

4.5 在需要试验细土的液限和塑性指数时，将容器内的悬浮液倒在 0.5mm 筛孔的筛上，筛下放一接收悬浮液的容器。

4.6 将筛上剩余料回收到清洗容器内。

4.7 重复上述步骤至清洗容器内的水清洁。

4.8 将洗净的集料放在浅盘内，并一起放于温度为  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱内烘干  $8h \sim 12h$ 。

4.9 从烘箱中取出试样，冷却后称其质量，准确至原样品质量的 0.1%，用  $m_2$  表示(g)。按 T0302 的方法对试样进行筛分(干筛)。

4.10 将容器内的悬浮液澄清，使细土沉淀。在沉淀过程中分数次将上层的清水细心倒出，注意勿倒出沉淀物。

4.11 待容器底部的细土风干后，取出粉碎并拌匀，从中取出一部分做液限和塑性试验。

4.12 取部分风干细土放在  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱内烘干  $24h \pm 1h$ ，冷却后，称量 100g，用  $m_3$  表示(g)。

4.13 将烘干细土放到一容器内，向容器内注水，并剧烈搅动容器内的水和土，使小于 0.075mm 的颗粒与 0.075mm~0.5mm 的颗粒分离。

4.14 将悬浮液倾倒在 0.075mm 筛孔的筛上，继续清洗筛上的剩余料，直到筛下的洗液清洁为止。

4.15 将筛反扣过来用水仔细冲洗入浅盘中，放在  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱内烘干  $8h \sim 12h$ ，冷却并称质量，用  $m_4$  表示(g)。



4.16 在不需要试验细土的液限和塑性指数时,可直接将悬浮液倾倒在 0.075mm 筛孔的筛上,反复清洗容器内的集料,直至容器内的水洁净。

4.17 按 4.15 的方法将筛上的清洁料收回,与容器内的清洁料一起烘干,冷却,并称其质量,用  $m_3$  表示(g)。

4.18 按 T0302 的方法将烘干的集料进行筛分。

## 5 计算

5.1 按式(1)计算小于 0.5mm 的颗粒含量。

$$C=(m_1-m_2)/m_1*100$$

式中: C--小于 0.5mm 的颗粒含量, %;

$m_1$ --烘干试样的质量, g;

$m_2$ --0.5mm 筛孔筛上集料的烘干质量, g;

5.2 按(2)计算细土中小于 0.075mm 的颗粒的含量。

$$F=(m_3-m_4)/m_3*100$$

式中: F --细土中小于 0.075mm 的颗粒含量, %;

$m_3$ --细土的烘干质量, g;

$m_4$ --0.075~0.5mm 颗粒的烘干质量, g。

5.3 按式(3)计算整个集料中小于 0.075mm 的颗粒含量。

$$F=C*F$$

式中: F--整个集料中小于 0.075mm 的颗粒含量, %。

5.4 按式(4)计算集料中小于 0.075mm 的颗粒含量。

$$G=(m_1-m_5)/m_1*100$$

式中: G--集料中小于 0.075mm 的颗粒含量, %;

$m_5$ --0.075mm 筛上全部集料的烘干质量, g。

T0304-2000 粗集料密度及吸水率试验(网篮法)

### 1 目的与适用范围

本方法适用于测定碎石、砾石等各种集料的表现相对密度、表干相对密度、毛体积相对密度、表观密度、表干密度、毛体积密度,以及粗集料的吸水率。

### 2 仪器与材料

2.1 天平或浸水天平:可悬挂吊篮测定集料的水中质量,称量应满足试样数量称量要求,感量不大于最大称量的 0.05%。

2.2 吊篮:耐锈蚀材料制成,直径和高度为 150mm 左右,四周及底部用 1mm~2mm 的筛网编制成具有密集的孔眼。

2.3 溢流水槽:在称量水中质量时能保持水面高度一定。

2.4 烘箱:允控温在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.5 温度计。

2.6 标准筛。

2.7 盛水容器(如搪瓷盘)。

2.8 其它:刷子、毛巾等。

### 3 试验准备

3.1 将取来的试样用 4.75mm(方孔筛)或 5mm(圆孔筛)标准筛过筛,用四分法缩分至要求的质量,分两份备用。对沥青路面用粗集料,应对不同规格的集料分别测定,不得混杂,所取的每一份集料试样应基本上保持原有的级配。

3.2 经缩分后供测定密度和吸水率的粗集料质量应符合表 1 的规定。

3.3 将每一份集料试样浸泡在水中,仔细洗去附在集料表面的尘土和石粉,经多次漂洗干净至水清澈为止。清洗过程中不得散失集料颗粒。

测定密度所需要的试样最小质量 表 1

公称最大粒径(mm)	圆孔筛	10	16	20	25	31.5	40	63	80
	方孔筛	9.5	16	19	26.5	31.5	37.5	63	75
每一份试样的最小质量(kg)		1	1	1	1.5	1.5	2	3	3

#### 4 试验步骤

4.1 取试样一份装入干净的搪瓷盘中，注入洁净的水，水面至少应高出试样 2cm，轻轻搅动石料，使附着石料上的气泡逸出。在室温下保持浸水 24h。

4.2 将吊篮挂在天平的吊钩上，浸入溢流水槽中，向溢流水槽中注水，水面高度至水槽的溢流孔为止，将天平调零。

4.3 调节水温在 15~25 摄氏度范围内。将试样移入吊篮中，溢流水槽中的水面高度由水槽的溢流孔控制，维持不变。称取集料的水中质量( $m_w$ )。

4.4 提起吊篮，稍稍滴水后，将试样倒入浅搪瓷盘中，或直接将粗集料集料倒在拧干的湿毛巾上，注意不得有颗粒丢失，或有小颗粒附在吊篮上。稍稍倾斜搪瓷盘，用毛巾吸走漏出的自由水，用拧干的湿毛巾轻轻擦干颗粒的表面水，至表面看不到发亮的水迹，即为饱和面干状态。当粗集料尺寸较大时，可逐颗擦干。注意拧湿毛巾时不要太用力，防止拧得太干。擦颗粒的表面水时，既要表面水擦掉，又不能将颗粒内部的水吸出，整个过程中不得有集料丢失。

4.5 立即在保持表干状态下，称取集料的表干质量( $m_f$ )。

4.6 将集料置于浅盘中，放入 105 ± 5 摄氏度的烘箱中烘干至恒重，取出浅盘，放在带盖的容器中冷却至室温，称取集料的烘干质量( $m_a$ )。

注：恒重是指相邻两次称量间隔时间大于 3h 的情况下，其前后两次称量之差小于该项试验所要求的粗密度，即 0.1%。一般在烘箱中烧烤的时间不得少于 4h~6h。

4.7 对同一规格的集料应平行试验两次，取平均值作为试验结果。

#### 5 计算

5.1 表观相对密度  $a_s$ 、表干相对密度  $s_s$ 、毛体积相对密度  $b_s$  按式(1)、(2)、(3)计算至小数点后 3 位。

$$a_s = m_a / (m_a - m_w)$$

$$s_s = m_f / (m_f - m_w)$$

$$b_s = m_a / (m_f - m_w)$$

式中： $a_s$ --集料的表观相对密度，无量纲；

$s_s$ --集料的表干相对密度，无量纲；

$b_s$ --集料的毛体积密度，无量纲；

$m_a$ --集料的烘干质量，g；

$m_f$ --集料的表干质量，g；

$m_w$ --集料的水中质量，g。

5.2 集料的吸水率以烘干试样为基准，按式(4)计算，准确至 0.01%。

$$x = (m_f - m_a) / m_a * 100$$

式中： $x$ --粗集料的吸水率(%)。

5.3 粗集料的表观密度(视密度)、表干密度  $a_s$ 、毛体积密度  $b_s$  按式(5)、(6)、(7)计算，准确至小数点后 3 位。不同水温条件下测量的粗集料表观密度需进行水温修正，不同试验温度下水的密度  $\rho_w$  及水的湿度修正系数  $T$  如表 2 所列，此表适用于在 15~25 摄氏度测定的情况。

$$a_s = a_s^* T \text{ 或 } a_s = (a_s^* - T)^* \rho_w$$

$$s_s = s_s^* T \text{ 或 } s_s = (s_s^* - T)^* \rho_w$$

$$b_s = b_s^* T \text{ 或 } b_s = (b_s^* - T)^* \rho_w$$

式中： $a_s$ --粗集料的表观密度，g/cm<sup>3</sup>；

- $\rho_s$ --粗集料的表干密度,  $g/cm^3$ ;
- $\rho_b$ --粗集料的毛体积密度,  $g/cm^3$ ;
- $\rho_T$ --试验温度 T 时水的密度, 按表 2 取用,  $g/cm^3$ ;
- $\alpha_T$ --试验温度 T 时的水温修正系数;
- $\rho_w$ --水在 4 摄氏度时的密度( $1.000g/cm^3$ )。

不同水温时水的密度  $\rho_T$  及水温修正系数  $\alpha_T$  表 2

水温(摄氏度)	15	16	17	18	19	20
水的密度 $\rho_T(g/cm^3)$	0.99913	0.99897	0.99880	0.99862	0.99843	0.99822
水温修正系数 $\alpha_T$	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
水温(摄氏度)	21	22	23	24	25	
水的密度 $\rho_T(g/cm^3)$	0.99802	0.99779	0.99756	0.99733	0.99702	
水温修正系数 $\alpha_T$	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	

## 6 精密度或允许差

重复试验的精密度, 对表观相对密度, 表干相对密度, 毛体积相对密度, 两次结果相差不超过 0.02, 对吸水率不得超过 0.2%。

### 条文说明

现在对粗集料的密度、相对密度的定义及测定方法比较混乱, 常常出现错误的理解。由于它的测定值直接影响沥青混合料的理论最大相对密度的计算值的准确性, 影响空隙率指标, 所以准确测定粗集料的相对密度至关重要。为此在名词解释中对各种密度作了定义, 同时对相对密度的测定方法进行了修订。

密度是在一定条件下测量的单位体积的质量, 单位为  $t/m^3$  或  $g/cm^3$ , 通常以  $\rho$  表示。对材料内部没有孔隙的匀质材料, 测定的密度只有一种。但对于工程上用的粗细集料, 由于材料状态及测定条件的不同, 便衍生出各种各样的“密度”来。计算密度用的质量有干燥质量与潮湿质量的不同, 计算用的体积也因所包含集料内部的孔隙情况不同, 因而计算结果就不一样, 由此得出不同的密度定义。

**真实密度:** 矿粉的密度接近于真实密度, 它是规定条件下, 材料单位体积(全部为矿质材料的体积, 不计任何内部孔隙)的质量, 也叫真密度。

**毛体积密度:** 其计算单位体积为表面轮廓线范围内的全部毛体积, 包含了材料实体、开口及闭口孔隙。当质量以干质量(规干)为准时, 称绝干毛体积密度, 即通常所称的毛体积密度。

**表干密度:** 其计算单位体积与毛体积密度相同, 但计算质量以表干质量(饱和面干状态, 包括了吸入开口孔隙中的水)为准时, 称表干毛体积密度, 即通常所称的表干密度。

**表观密度:** 材料单位体积中包含了材料实体及不吸水的闭口孔隙, 但不包括能吸水的开口孔隙在内, 也称视密度。

原规程在测定集料密度时考虑了测定时不同温度的水的密度的影响, 计算试验温度下的密度。可是实际上沥青混合料配合比设计或施工质量检验计算理论密度时, 使用的室温条件下粗集料与水的相对密度(水在不同温度时的密度见表 2), 此温度差对混合料的空隙率有影响, 所以在本次修订时, 首先规定粗集料相对密度的计算, 在需要时再计算密度, 以便与使用条件一致。美国 AASHTO T85(ASTM C 127)特别强调了三种密度与相对密度的不同, 相对密度以 23 摄氏度/23 摄氏度为准, 与 4 摄氏度密度相差 0.9975 倍, 所以使用时绝对不能混淆, 在沥青 8 混合料的各种计算时都采用常温下的相对密度。

本规程 T0304 及 T0308 规定了粗集料的各种密度和各种相对密度的测定方法。测定时, 集料的烘干质量(绝干状态)为  $m_s$ , 即矿质实体的质量。当用网篮或广口瓶测定集料的水中质量时, 由浮力测定的集料排开水的体积即为矿质实体包括内部闭口孔隙在内的体积, 即烘干质量  $m_a$  与水中质量  $m_w$  之差。并由此计算得表观相对密度(Apparent Specific Gravity)。

当集料成表干状态(即饱和面干状态)时, 集料级擦干了表面水, 开口孔隙中仍充满了水, 集料的表干质量  $m$

f 与水中质量  $m_w$  之差相当于除了浮力以外又加上了开口孔隙的体积，即为集料的毛体积。由此求得的绝干毛体积相对密度通称毛体积相对密度(Bulk Specific Gravity,简称 B.S.G)。

粗集料的表干状态不易掌握好，用拧干的湿毛巾轻轻擦去表面水渍，但切不可过分，不得将内部的毛细水吸出。

表干相对密度(Saturated Surface-Dry Bulk.Specific Gravity,简称 SSD.B.S.G)在计算时，使用已被水浸满开口孔隙的毛体积质量作为集料质量。这种表达方式相当于在沥青混合料老旧地集料孔隙中吸入了沥青的情况(沥青的密度与水接近)。

在测得三种相对密度后便可以根据试验温度下换算得到表观密度(Apparent Density)、毛体积密度(Bulk Density)及表干密度(Saturated Surface-Dry Bulk.Density)。

根据相对密度的定义，集料的密度等于相对密度乘以同温度下水的密度，或近似地减去水温修正系数得到。以式(5)为例， $\rho_r = \rho_a(1 - \rho_r / \rho_w)$ 。说明  $\rho_r$  不仅与水在不同温度下的密度  $\rho_w$  有关，还与集料本身的密度有关。由于不同集料的  $\rho_a$  或  $\rho_s$ 、 $\rho_b$  是不同的，所以表 2 中的  $\rho_r$  只是个近似值。

集料的吸水率  $\alpha_x$  即吸入集料开口孔隙中的水的质量与集料固体部分质量之比。

本规程以  $\rho_a$  代表表观相对密度， $\rho_s$  代表表干相对密度， $\rho_b$  代表毛体积相对密度， $\alpha_x$  代表吸水率，这几个测定值之间可互相换算：

$$\rho_s = (1 + \alpha_x / 100) * \rho_b$$

$$\rho_a = 1 / (1 / \rho_b - \alpha_x / 100)$$

$$\rho_a = 1 / [(1 + \alpha_x / 100) / \rho_s - \alpha_x / 100]$$

关于密度与相对密度的试验精密度要求，美国 ASTM C 127 的规定如下，可参考使用。

		标准差	两次结果的允许差
重现性	表观相对密度	0.007	0.020
	表干相对密度	0.007	0.020
	毛体积相对密度	0.009	0.025
	吸水率	0.088	0.25
复现性	表观相对密度	0.011	0.032
	表干相对密度	0.011	0.032
	毛体积相对密度	0.013	0.038
	吸水率	0.145	0.41

### T0305-1994 粗集料含水率试验

#### 1 目的与适用范围

测定碎石或砾石的含水率。

#### 2 仪器与材料

2.1 烘箱：能使温度控制在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.2 天平：称量 5kg，感量不大于 5g。

2.3 容器：如浅盘等。

#### 3 试验步骤

3.1 根据最大粒径，按 T0301 的方法取代表性试样，分成两份备用。

3.2 将试样置于干净的容器中，称量试样和容器的总质量( $m_1$ )，并在  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重。

3.3 取出试样，冷却后称取试样与容器的总质量( $m_2$ )。

#### 4 计算

含水率按式(1)计算，准确至 0.1%。

$$=(m_1-m_2)/(m_2-m_3)*100$$

式中： --粗集料的含水率，%；

$m_1$ --烘干前试样与容器总质量，g；

$m_2$ --烘干后试样与容器总质量，g；

$m_3$ --容器质量，g。

以两次平行试验结果的算术平均值作为测定值。

T0306-1994 粗集料含水率快速试验(酒精燃烧法)

### 1 目的与适用范围

快速测定碎石或砾石的含水率。

### 2 仪器与材料

2.1 天平：称量 1000g，感量不大于 1.0g。

2.2 容器：铁或铝制浅盘。

2.3 大于 50mL 的量筒或量杯。

2.4 酒精：普通工业酒精。

### 3 试验步骤

3.1 取洁净容器，称其质量( $m_0$ )。

3.2 向干净的窗口中加入约 500g 试样，称取试样与容器合质量( $m_1$ )。

3.3 向容器中的试样加入酒精约 50mL，拌和均匀点火燃烧，并不断翻拌试样，待火焰熄灭后，过 1min 再加入酒精约 50mL，仍按上述步骤进行。

3.4 待第二次火焰熄灭后，称取干试样与容器总质量( $m_2$ )。

注:试样经两次燃烧，表面应呈干燥色，否则须再加酒精燃烧一次。

### 4 计算

粗集料含水率按式(1)计算，准确至 0.1%。

$$=(m_1-m_2)/(m_2-m_0)*100$$

式中： --粗集料含水率，%；

$m_0$ --容器质量，g；

$m_1$ --未烧干的试样与容器总质量，g；

$m_2$ --烘干后的试样与容器总质量，g；

以两次平行试验结果的算术平均值作为测定值。

T0307-1994

粗集料吸水率及表面含水率试验

### 1 目的与适用范围

测定碎石或砾石的吸水率，即测定以烘干质量为基准的饱和面干状态含水率。

### 2 仪器与材料

2.1 烘箱：能使温度控制在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.2 天平：称量 5kg，感量不大于 5g。

2.3 标准筛：孔径为 5mm(圆孔筛)或 4.75mm(方孔筛)。

2.4 其它：容器、浅盘、金属丝刷和毛巾等。

### 3 试验准备

取来样筛去 5mm(或 4.75mm)以下的颗粒，然后按 T0301 的方法制备试样，分成两份，用金属丝刷子刷净后备用。

### 4 试验步骤

4.1 取试样 1 份置于盛水的容器中，使水面高出试样表面 5mm 左右，24h 后从水中取出试样，并用拧干的湿毛巾将颗粒表面的水分轻轻拭干，即成饱和面干试样。立即将试样放在浅盘中称量( $m_2$ )；在整个试验过程

中，水温须保持在  $20 \pm 5$  摄氏度。

4.2 将饱和面干试样连同浅盘置于  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重，然后取出，放入带盖的容器中冷却 1h 以上，称取烘干试样与浅盘的总质量( $m_1$ )。

### 5 计算

5.1 吸水率按式(1)计算，准确至 0.01%。

$$x = (m_2 - m_1) / (m_1 - m_3) * 100$$

式中：  $x$ --集料的吸水率，%；

$m_1$ --烘干试样与浅盘总质量，g；

$m_2$ --烘干前饱和面干试样与浅盘总质量，g；

$m_3$ --浅盘的质量，g。

以两次平行试验结果的算术平均值作为测定值。

5.2 表面含水率  $s$  按式(2)计算，准确至 0.1%。

$$s = \frac{m - m_0}{m_0} - x$$

式中：  $s$ --试样的表面含水率，%；

$m$ --试样含水率，%；

$x$ --试样吸水率，%。

## T0308-2000 粗集料密度及吸水率试验(容量瓶法)

### 1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于测定碎石、砾石等各种粗集料的表观相对密度、表干相对密度、毛体积相对密度、表观密度、表干密度、毛体积密度，以及粗集料的吸水率。

1.2 本方法测定的结果不适用于仲裁及沥青混合料配合比设计计算理论密度时使用。

### 2 仪器与材料

2.1 天平或浸水天平：可悬挂吊篮测定集料的水中质量，称量应满足试样数量称量要求，感量不大于最大称量的 0.05%。

2.2 容量瓶：1000mL，也可用磨口的广口玻璃瓶代替，并带玻璃片。

2.3 烘箱：能控温在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.4 标准筛。

2.5 其它：刷子、毛巾等。

### 3 试验准备

3.1 将取来的试样用 5mm(圆孔筛)或 4.75mm(方孔筛)标准筛过筛，用四分法缩分至表 1 要求的质量，分两份备用。

测定密度所需要的试样最小质量 表 1

公称最大粒径(m)	圆孔筛	10	16	20	25	31.5	40	63	80
	方孔筛	9.5	16	19	26.5	31.5	37.5	63	75
每一份试样的最小质量(kg)		1	1	1	1.5	1.5	2	3	3

3.2 将每一份集料试样浸泡在水中，仔细洗去附在集料表面的尘土和石粉，经多次漂洗干净至水清澈为止，清洗过程中不得散失集料颗粒。

### 4 试验步骤

4.1 取试样一份装入容量瓶(广口瓶)中，注入洁净的水(可滴入数滴洗涤剂)，水面高出试样，轻轻摇动容量瓶，使附着在石灰土的气泡逸出。盖上玻璃片，在室温下浸水 24h。

注：水温应在  $15 \sim 25$  摄氏度范围内，浸水最后 2h 内的水温相差不超过 2 摄氏度。

4.2 向瓶中加水至水面凸出瓶口，然后盖上容量瓶塞，或用玻璃片沿广口瓶瓶口迅速滑行，使其紧贴瓶口水面，玻璃片与水面之间不得有空隙。

4.3 确认瓶中没有气泡,擦干瓶外的水分后,称取集料试样、水、瓶及玻璃片的总质量( $m_2$ )。

4.4 将试样倒入浅搪瓷盘中,稍稍倾斜搪瓷盘,倒掉流动的水,再用毛巾吸干漏出的自由水。需要时可称取带表面水的试样质量( $m_4$ )。

4.5 用拧干的湿毛巾轻轻擦干颗粒的表面水,至表面看不到发亮的水迹,即为饱和面干状态。当粗集料尺寸较大时,可逐颗擦干。注意拧湿毛巾时不要太用劲,防止拧得太干。擦颗粒的表面水时,既要表面水擦掉,又不能将颗粒内部的水吸出,整个过程中不得有集料丢失。

4.6 立即称取饱和面干集料的表干质量( $m_3$ )。

4.7 将集料置于浅盘中,放入  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重,取出浅盘,放在带盖的容器中冷却至室温,称取集料的烘干质量( $m_0$ )。

注:恒重是指相邻两次称量间隔时间大于 3h 的情况下,其前后两次称量之差小于该项试验所要求的精密度,即 0.1%。一般在烘箱中烘烤的时间不得少于 4~6h。

4.8 将瓶洗净,重新装入洁净水,盖上容量瓶塞,或用玻璃片紧贴广口瓶瓶口水面,玻璃片与水面之间不得有空隙。确认瓶中没有气泡,擦干瓶外水分后称取水、瓶及玻璃片的总质量( $m_1$ )。

## 5 计算

5.1 表观相对密度(视比重)  $a_s$ 、表干相对密度  $s_s$ 、毛体积相对密度  $b_s$  按式(1)、(2)、(3)计算至小数点后 3 位。

$$a_s = m_0 / (m_0 + m_1 - m_2)$$

$$s_s = m_3 / (m_3 + m_1 - m_2)$$

$$b_s = m_0 / (m_3 + m_1 - m_2)$$

式中:  $a_s$ --集料的表观相对密度,无量纲;

$s_s$ --集料的表干相对密度,无量纲;

$b_s$ --集料的毛体积相对密度,无量纲;

$m_0$ --集料的烘干质量, g;

$m_1$ --水、瓶及玻璃片的总质量, g;

$m_2$ --集料试样、水、瓶及玻璃片的总质量, g;

$m_3$ --集料的表干质量, g。

5.2 集料的吸水率  $x_s$ 、含水率  $w_s$ 、表面含水率  $s_s$  以烘干试样为基准,按式(4)、(5)及(6)计算,准确至 0.1%。

$$x_s = (m_3 - m_0) / m_0 * 100$$

$$w_s = (m_4 - m_0) / m_0 * 100$$

$$s_s = (m_4 - m_3) / m_0 * 100$$

式中:  $m_4$ --集料饱和状态下含表面水的湿质量, g;

$x_s$ --集料的吸水率, %;

$w_s$ --集料的含水率, %;

$s_s$ --集料的表面含水率, %。

5.3 当水泥混凝土集料需要以饱和面干试样作为基准求取集料的吸水率  $x_s$  及表面含水率  $s_s$  时,按式(7)、(8)计算,准确至 0.1%,但需在报告中予以说明。

$$x_s = (m_3 - m_0) / m_3 * 100$$

$$s_s = (m_4 - m_3) / m_3 * 100$$

式中:  $x_s$ --集料的吸水率, %;

$s_s$ --集料的表面含水率, %。

5.4 粗集料的表观密度(视比重)  $a_w$ 、表干密度  $s_w$ 、毛体积密度  $b_w$  按式(9)、(10)、(11)计算至小数点后 3 位。

温度修正系数  $T_w$  按表 2 采用。

$$a_w = a_s * T_w \quad \text{或} \quad a_w = (a_s - T_w) * w$$

$$s = s^* \cdot T \text{ 或 } s = (s - T)^* \cdot w$$

$$b = b^* \cdot T \text{ 或 } b = (b - T)^* \cdot w$$

式中： $s_a$ --集料的表观密度，g/cm<sup>3</sup>；

$s_s$ --集料的表干密度，g/cm<sup>3</sup>；

$b$ --集料的毛体积密度，g/cm<sup>3</sup>；

$T$ --试验温度 T 时水的密度，按表 2 取用，g/cm<sup>3</sup>；

$T_r$ --试验温度 T 时的水温修正系数，按表 2 取用；

$w$ --水在 4 摄氏度时的密度(1.000g/cm<sup>3</sup>)。

不同水温时水的密度  $T_r$  及水温修正系数  $T_r$  表 2

水温(摄氏度)	15	16	17	18	19	20
水的密度 $T_r$ (g/cm <sup>3</sup> )	0.99913	0.99897	0.99880	0.99862	0.99843	0.99822
水温修正系数 $T_r$	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
水温(摄氏度)	21	22	23	24	25	
水的密度 $T_r$ (g/cm <sup>3</sup> )	0.99802	0.99779	0.99756	0.99733	0.99702	
水温修正系数 $T_r$	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	

## 6 精密度或允许差

重复试验的粗密度，两次结果之差对相对密度不得超过 0.02，对吸水率不得超过 0.2%。

### 条文说明

对粗集料，通常要求按 T0304 用网篮法测定，当集料颗粒较小时(如对 3mm~5mm 集料)，也可借用集料的方法 T0330 用容量瓶测定。在工地上快速测定时，可用广口瓶代替容量瓶测定粗集料相对密度，由于瓶外的水的影响及盖玻璃盖不易盖好等原因，试验精密度有影响，所以原规程称为简易法，此方法中的含水率与饱水率有的不同，饱水率需要真空排除气泡，吸水量要大一些，含水率相当于天然雨水达到饱和的情况。

## T0309-2000 粗集料松方密度及空隙率试验

### 1 目的和适用范围

测定粗集料的松方密度，包括堆积状态、振实状态、捣实状态下的松方密度，以及松方状态下的空隙率(或间隙率)

### 2 仪器与材料

2.1 天平或台秤：感量不大于称量的 0.1%。

2.2 容量筒：适用于水泥混凝土集料测定的容量筒应符合表 1 的要求。适用于沥青混合料集料测定的容量筒应符合表 2 的要求。

水泥混凝土集料容量筒的规格要求 表 1

粗集料公称最大粒径(mm)	容量筒容积(L)	容量筒规格(mm)		筒壁厚度(mm)
		内径	净高	
10、16、20、25	10	208	294	2
31.5、40	20	294	294	3
63、80	30	360	294	4

沥青混合料集料容量筒的规格要求 表 2

粗集料公称最大粒径(mm)	容量筒容积(L)	容量筒规格(mm)	筒壁厚度(mm)
---------------	----------	-----------	----------



		内径	净高	底厚	
<=13.2	3	155 ± 2	160 ± 2	5.0	2.5
16~26.5	10	205 ± 2	305 ± 2	5.0	2.5
31.5~37.5	15	255 ± 5	295 ± 5	5.0	3.0

### 2.3 平头铁锹

2.4 烘箱：能控温 105 ± 5 摄氏度。

2.5 振动台：频率为 3000 次/min ± 200 次/min，负荷下的振幅为 0.35mm，空载时的振幅为 0.5mm。

2.6 捣棒：直径 16mm，长 600mm，一端为圆头的钢棒。

### 3 试验准备

按 T0301 的方法取样、缩分，质量应满足试验要求，在 105 摄氏度 ± 5 摄氏度的烘箱中烘干，也可以摊在清洁的地面上风干，拌匀后分成两份备用。

### 4 试验步骤

#### 4.1 堆积密度

取试样 1 份，置于平整干净的水泥地(或铁板)上，用平头铁锹铲起试样，使石子自由落入容量筒内。此时，从铁锹的齐口至容量筒上口的距离应保持为 50mm 左右，装满容量筒并除去凸出筒口表面的颗粒，并以合适的颗粒填入凹陷空隙，使表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等，称取试样和容量筒总质量( $m_2$ )。

#### 4.2 振实密度

按堆积密度试验步骤，将装满试样的容量筒放在振动台上，振动 3min，或者将试样分三层装入容量筒：装完一层后，在筒底垫放一根直径为 25mm 的圆钢筋，将筒按住，左右交替颠实，待三层试样装填完毕后，加料填到试样超出容量筒口，用钢筋沿筒口边缘滚转，刮下高出筒口的颗粒，用合适的颗粒填平凹处，使表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等，称取试样和容量筒总质量( $m_2$ )。

#### 4.3 捣实密度

将试样装入符合要求规格的容器中达 1/3 的高度，由边至中用捣棒均匀捣实 25 次。再向容器中装入 1/3 高度的试样，用捣棒均匀地捣实 25 次，捣实深度约至下层的表面。然后重复上一步骤，加最后一层，捣实 25 次，使集料与容器口齐平。用合适的集料填充表面的大空隙，用直尺大体刮平，目测估计表面凸起的部分与凹陷的部分的容积大致相等，称以容量筒与试样的总质量( $m_2$ )。

#### 4.4 容量筒容积的标定

用水装满容量筒，测量水温，擦干筒外壁的水分，称取容量筒与水的总质量( $m_w$ )，并按水的密度对容量筒的容积作校正。

### 5 计算

#### 5.1 容量筒的容积按式(1)计算。

$$V=(m_w-m_1)/\rho_w$$

式中：V--容量筒的容积，L；

$m_1$ --容量筒的质量，kg；

$m_w$ --容量筒与水的总质量，kg；

$\rho_w$ --试验温度 T 时水的密度，按 T0304 表 2 选用，kg/m<sup>3</sup>。

#### 5.2 松方密度(包括堆积状态、振实状态、捣实状态下的松方密度)按式(2)计算至小数点后 2 位。

$$\rho_{松方}=(m_2-m_1)/V*1000$$

式中：--松方密度，kg/m<sup>3</sup>；

$m_1$ --容量筒的质量，kg；

$m_2$ --容量筒与试样的总质量，kg；

V--容量筒的容积, L。

5.3 水泥混凝土用粗集料的空隙率按式(3)计算。

$$n=(1 - / a)*100$$

式中：n--水泥混凝土用粗集料的空隙率，%；

a--粗集料的表观密度，kg/m<sup>3</sup>；

--按振实法测定的粗集料的松方密度，kg/m<sup>3</sup>。

5.4 捣实状态粗集料骨架(通常指 4.75mm 以上部分)的间隙率按式(4)计算。

$$VCA_{DRC}=(1- / b)*100$$

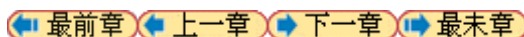
式中：VCA<sub>DRC</sub>--捣实状态下粗集料骨架间隙率，%；

b--按 T0304 确定的粗集料的毛体积密度，kg/m<sup>3</sup>；

--按捣实法测定的粗集料的松方密度，kg/m<sup>3</sup>。

条文说明

原规程对松方密度仅规定了堆积密度、振实密度，而没有以前常用的捣实密度。在美国对沥青玛蹄脂碎石混合料(SMA)进行配合比设计时，规定粗集料的松容重和单纯粗集料的集料间隙率 VCA<sub>DRC</sub> 按照 AASHTO T 19 方法或 ASTM C 29 方法(Unit Weight and Voids in Aggregate)测定。具体方法是：将粗集料分 3 次装入容器中，每次用一根直径 16mm、长 600mm，一端为圆头的钢棒，均匀地捣实集料 25 次，计算粗集料的松方容重，我国应用 SMA 越来越多，为使此方法与国外统一，增补了捣实法。



关闭此窗口

## 第 5 章 粗集料含泥量及泥块含量试验

T0310-2000 粗集料含泥量及泥块含量试验

1 目的与适用范围

测定碎石或砾石中小于 0.075mm 的尘屑、淤泥和粘土的总含量及 5mm 以上泥块颗粒含量。

2 仪器与材料

2.1 台秤：感量不大于称量的 0.1%。

2.2 烘箱：能控温 105 ± 5 摄氏度。

2.3 标准筛：孔径为 1.25mm、0.075mm(用于水泥混凝土集料)或 1.18mm、0.075mm(用于沥青路面集料)的方孔筛各 1 只，测泥块含量时，则用 2.5mm 及 5mm 的圆孔筛各 1 只。

2.4 容器：容积约 10L 的桶或搪瓷盘。

2.5 浅盘、毛刷等。

3 试验准备

按 T0301 方法取样，将来样用四分法筛分至表 1 所规定的量(注意防止细粉丢失并防止所含粘土块被压碎)，置于温度为 105 ± 5 摄氏度的烘箱内烘干至恒重，冷却至室温后分成两份备用。

含泥量及泥块含量试验所需试样最小质量 表 1

最大粒径(mm)	圆孔筛	10	16	20	25	31.5	40	63	80
	方孔筛	9.5	16	19	26.5	31.5	37.5	63	75
试样最小质量(kg)		2	2	6	6	10	10	20	20

4 试验步骤

4.1 含泥量试验步骤

4.1.1 称取试样 1 份( $m_0$ )装入容器内,加水,浸泡 24h,用手在水中淘洗颗粒(或用毛刷刷洗),使尘屑、粘土与较粗颗粒分开,并使之悬浮于水中,缓缓地将浑浊液倒入 1.25mm(或 1.18mm)及 0.075mm 的套筛上,滤去小于 0.075mm 的颗粒,试验前筛子的两面应先用水湿润,在整个试验过程中,应注意避免大于 0.075 mm 的颗粒丢失。

4.1.2 再次加水于容器中,重复上述步骤,直至洗出的水清澈为止。

4.1.3 用水冲洗余在筛上的细粒,并将 0.075mm 筛放在水中(使水面略高于筛内颗粒)来回摇动,以充分洗除小于 0.075mm 的颗粒,而后将两只筛上余留的颗粒和容器中已经洗净的试样一并装入浅盘,置于温度为  $10 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重,取出冷却至室温后,称取试样的质量( $m_1$ )。

## 4.2 泥块含量试验步骤

4.2.1 取试样 1 份。

4.2.2 用 5mm 圆孔筛将试样过筛,称出筛去 5mm 以下颗粒后的试样质量( $m_2$ )。

4.2.3 将试样在容器中摊平,加水使水面高出试样表面,24h 后将水放掉,用手捻压泥块,然后将试样放在 2.5mm 筛上用水冲洗,直至洗出的水清澈为止。

4.2.4 小心地取出 2.5mm 筛上试样,置于温度为  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重,取出冷却至室温后称量( $m_3$ )。

## 5 计算

5.1 碎石或砾石的含泥量按式(1)计算,准确至 0.1%。

$$Q_n = (m_0 - m_1) / m_0 * 100$$

式中:  $Q_n$ --碎石或砾石的含泥量, %;

$m_0$ --试验前烘干试样质量, g;

$m_1$ --试验后烘干试样质量, g。

以两次试验的算术平均值作为测定值,两次结果的差值超过 0.2% 时,应重新取样进行试验。

对沥青路面用集料,此含泥量记为小于 0.075mm 颗粒含量。

5.2 碎石或砾石中粘土泥块含量按式(2)计算,准确至 0.1%。

$$Q_k = (m_2 - m_3) / m_2 * 100$$

式中:  $Q_k$ --碎石或砾石中粘土泥块含量, %;

$m_2$ --5mm 筛筛余量, g;

$m_3$ --试验后烘干试样质量, g。

以两个试样两次试验结果的算术平均值为测定值,两次结果的差值超过 0.1% 时,应重新取样进行试验。

## T0311-2000 水泥混凝土用粗集料针片状颗粒含量试验(规准仪法)

### 1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于测定水泥混凝土使用的 5mm 以上的粗集料的针状及片状颗粒含量,以百分率计。

1.2 本方法测定的针片状颗粒,是指利用专用的规准仪测定的粗集料颗粒的最小厚度(或直径)方向与最大长度(或宽度)方向的尺寸之比小于一定比例的颗粒。

1.3 本方法测定的粗集料中针片状颗粒的含量,可用于评价集料的形状和抗压碎的能力,以评定其在工程中的适用性。

### 2 仪器与材料

2.1 水泥混凝土集料片状规准仪和针状规准仪见图 1 和图 2,尺寸应符合表 1 的要求。

欠图两幅

水泥混凝土集料针、片状颗粒试验的粒级划分及其相应的规准仪孔宽或间距

粒级(圆孔筛)(mm)	5~10	10~16	16~20	20~25	25~31.5	31.5~40
针状规准仪上相对应的立柱之间的间距宽(mm)	18( $B_1$ )	31.2( $B_2$ )	43.2( $B_3$ )	54( $B_4$ )	67.8( $B_5$ )	85.8( $B_6$ )

片状规准仪上相对应的孔宽 (mm)	3(A <sub>1</sub> )	5.2(A <sub>2</sub> )	7.2(A <sub>3</sub> )	9(A <sub>4</sub> )	11.3(A <sub>5</sub> )	14.3(A <sub>6</sub> )
----------------------	--------------------	----------------------	----------------------	--------------------	-----------------------	-----------------------

2.2 天平或台秤：感量不大于称量值的 0.1%。

2.3 标准筛：孔径分别为 5mm、10mm、16mm、20mm、25mm、31.5mm、40mm 的圆孔筛，根据需要选用。

### 3 试验准备

将来样在室内风干至表面干燥，并用四分法缩分至满足表 2 规定的质量，称量( $m_0$ )，然后筛分成表 2 所规定的粒级备用。

针、片状试验所需的试样最小质量 表 2

公称最大粒径(mm)	10	16	20	25	31.5	40	63	80
试样最小质量(kg)	0.3	1	2	3	5	10	--	--

### 4 试验步骤

4.1 按表 2 所规定的粒级用规准仪逐粒对试样进行鉴定，凡颗粒长度大于针状规准仪上相应间距者，为针状颗粒，厚度小于片状规准仪上相应孔宽者，为片状颗粒。

4.2 称量由各粒级挑出的针状和片状颗粒的总量( $m_1$ )。

5 碎石或砾石中针、片状颗粒含量按式(1)计算，准确至 0.1%。

$$Q_c = m_1 / m_0 * 100$$

式中： $Q_c$ --试样的针、片状颗粒含量，%；

$m_1$ --试样中所含针、片状颗粒的总质量，g；

$m_0$ --试样总质量，g；

#### 条文说明

原规程对粗集料的针片状颗粒的测定方法，无论是用于水泥混凝土还是沥青路面都可以用规准仪测定，混淆了沥青路面集料针片状含量测定方法。本方法仅适用于水泥混凝土集料，图 1 片状规准仪的尺寸比例为 1:6，但是实际上通过该孔的集料的比例不一定是小于 1:6 的。以 5mm~10mm 集料为例，用间距 24mm(实际宽 18mm)鉴定，凡是颗粒长度大于此间距者为针状颗粒，大于此长度的颗粒意味着长度为 5~10mm 的 4.8~2.4 倍者为针状颗粒；再用 3mm 宽的片状规准仪鉴定，凡是厚度小于孔宽的为片状颗粒，小于此孔宽的颗粒意味着宽度小于 5mm~10mm 的 1.6~3.3 倍者皆为片状颗粒，从定义上就是不严密的，由于水泥混凝土对集料的要求没有沥青混合料严格，所以本方法不适用于沥青混合料集料，这一点与游标卡尺法测量的不一样。

对沥青路面针片状颗粒含量要求甚严，我国规定沥青路面用扁平或细长比小于 1:3 的作为针片状颗粒，是很严格的，必须采用游标卡尺逐个测定。曾发现有一些工地采用水泥混凝土针片状颗粒规准仪测量沥青路面用集料的形状，使针片状颗粒数量测定不准确，影响沥青路面的质量。

T0312-2000 沥青路面用粗集料针片状颗粒含量试验(游标卡尺法)

#### 1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于测定除水泥混凝土外的沥青混合料、各种基层、底基层的 4.75mm 以上的粗集料的针状及片状颗粒含量，以百分率计。

1.2 本方法测定的针片状颗粒，是指用游标卡尺测定的粗集料颗粒的最小厚度(或直径)方向与最大长度(或宽度)方向的尺寸之比小于 1:3 的颗粒，有特殊要求采用其它比例时，应在试验报告中注明。

1.3 本方法测定的粗集料中针片状颗粒的含量，可用于评价集料的形状和抗压碎的能力，以评定其在工程中的适用性。

#### 2 仪器与材料

2.1 标准筛：方孔筛 4.75mm。

2.2 游标卡尺：精密度为 0.1mm。

2.3 天平：感量不大于 1g。

### 3 试验步骤

3.1 按现行集料随机取样的方法，采集集料试样，按四分法原理选取 1kg 左右的试样。对每一种规格的粗集料，应按照不同的公称粒径，分别取样检验。

3.2 用 4.75mm 标准筛将试样过筛，取筛上部分供试验用，称取试样的总质量  $m_0$ ，准确至 1g，试样数量应不少于 800g，并不少于 100 颗。

3.3 将试样平摊于桌面上，首先用目测挑出接近立方体的符合要求的颗粒，剩下可能属于针状和片状的颗粒。

3.4 按图 1 所示的方法将欲测量的颗粒放在桌面上成一稳定的状态，图中颗粒平面方向的尺寸  $l > b$ ，用卡尺逐颗测量石料的长度  $l$ ，宽度  $b$  及厚度  $t$ ，将  $l/t \geq 3$  的颗粒（即长度方向与厚度方向的尺寸之比大于 3 的颗粒）分别挑出作为针片状颗粒，称取针片状颗粒的质量  $m_1$ ，准确至 1g。

### 欠图

### 4 计算

按公式(1)计算针片状颗粒含量。

$$Q_e = m_1 / m_0 * 100$$

式中： $Q_e$ --针片状颗粒含量，%；

$m_0$ --试验用的集料总质量，g；

$m_1$ --针片状颗粒的质量，g。

### 5 报告

5.1 试验要平行测定两次，如两次结果之差小于平均值的 20%，取平均值为试验值；如大于或等于 20%，应追加测定一次，取三次结果的平均值为测定值。

5.2 试验报告应报告集料的种类、产地、岩石名称、用途。

### 条文说明

本方法参照日本标准试验方法编写。明确方法名称为沥青路面粗集料针片状颗粒含量试验，以免与水泥混凝土集料的规范仪法相混淆。

粗集料的针片状颗粒含量测定适用于 4.75mm 以上的颗粒，对 4.75mm 以下的 3mm~5mm 石屑一般不作测定。美国 ASTM D 4791-95 规定了测定 1:2、1:3 和 1:5 不同标准针片状颗粒含量的试验方法，其测定机具如图 2 所示。但 SHRP 的 SUPERPAVE 仅规定 1:5 一个标准，并提出要求在设计交通量大于 100 万辆的路段都不得超过 10%。NCAT 认为按 1:5 的规定检测几乎都接近于 0，没有实际意义，建议用 1:3。在 NCAT 和 FHWA 的 SMA 设计规范中规定了 1:3 和 1:5 不同标准针片状颗粒含量要求，分别要求小于 20% 和小于 5%。我国通常采用 1:3 是合理的。从 ASTM 的图中可以看出，它的针片状颗粒的含意与本规程用卡尺测量完全相同。

### 欠图 2

#### T0313-1994 粗集料有机物含量试验

##### 1 目的与适用范围

用比色法测定砾石中的有机物含量。

##### 2 仪器与材料

2.1 天平：感量不大于称量的 0.1%。

2.2 量筒：100mL、250mL、1000mL 各一个。

2.3 氢氧化钠溶液：氢氧化钠与蒸馏水之质量比为 3:97。

2.4 其它：鞣酸、酒精、烧杯、玻璃棒和 20mm 标准筛等。

##### 3 试验准备

3.1 试样制备：筛去试样中 20mm 以上的颗粒，剩余的用四分法缩分至约 1kg，风干后备用。

3.2 标准溶液的配制方法：取 2g 鞣酸粉溶解于 98mL 的 10% 酒精溶液中，即得所需的鞣酸溶液。然后取该溶液 2.5mL 注入 97.5mL 浓度为 3% 的氢氧化钠溶液中，加塞后剧烈摇动，静置 24h 即得标准溶液。

#### 4 试验步骤

4.1 向 1000mL 量筒中倒入干试样至 600mL 刻度处，再注入浓度为 3%的氢氧化钠溶液至 800mL 刻度处，剧烈搅动后静置 24h。

4.2 比较试样上部溶液和新配制标准溶液的颜色，盛装标准溶液与盛装试验的量筒规格应一致。

#### 5 结果评定

若试样上部的溶液颜色浅于标准溶液的颜色，则试样的有机质含量鉴定合格；如两种溶液的颜色接近，则应将该试样(包括上部溶液)倒入烧杯中放在湿度为 60~70 摄氏度的水槽中加热 2h~3h，然后再与标准溶液比色；如溶液的颜色溶于标准色，则应配制成混凝土作进一步试验。

#### T0314-2000 粗集料坚固性试验

##### 1 目的与适用范围

本方法是确定碎石或砾石经饱和硫酸钠溶液多次浸泡与烘干循环，承受硫酸钠结晶压而不发生显著破坏或强度降低的性能，是测定石料坚固性能(也称安定性)的方法。

##### 2 仪器与材料

2.1 烘箱：能使温度控制在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.2 天平：称量 5kg，感量不大于 1g。

2.3 标准筛：根据试样的粒级，按表 1 选用。

坚固性试验所需的各粒级试样质量 表 1

公称粒级(mm)	圆孔筛	5~10	10~20	20~40	40~63	63~80
	方孔筛	4.75~9.5	9.5~19	19~37.5	37.5~63	63~75
试样质量(g)		500	1000	1500	3000	5000

注：粒级为 10mm~20mm(或 9.5mm~19mm)的试样中，应含有 10mm~16mm(或 9.5mm~16mm)粒级颗粒 40%，16mm~20mm(或 16mm~19mm)粒级颗粒 60%；

粒级为 20mm~40mm(19mm~37.5mm)的试样中，应含有 20mm~31.5mm(19mm~31.5mm)粒级颗粒 40%，31.5mm~40mm(31.5mm~37.5mm)粒级颗粒 60%。

2.4 容器：搪瓷盆或瓷缸，容积不小于 50L。

2.5 三脚网篮：网篮的外径为 100mm，高为 150mm，采用孔径不大于 2.5mm 的铜网或不锈钢丝制成；检验 40mm~80mm 的颗粒时，应采用外径和高均为 250mm 的网篮。

2.6 试剂：无水硫酸钠和 10 水结晶硫酸钠(工业用)。

##### 3 试验准备

###### 3.1 硫酸钠溶液的配制

取一定数量的蒸馏水(多少取决于试样及容器大小)，加温至 20~50 摄氏度，每 1000mL 蒸馏水加入无水硫酸钠( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )300g~350g 或 10 水硫酸钠( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )700g~1000g，用玻璃棒搅拌，使其溶解并饱和，然后冷却至 20~25 摄氏度；在此温度下静置 48h，其相对密度应保持在 1.151~1.174(波美度为 18.9~21.4)范围内。试验时容器底部应无结晶存在。

###### 3.2 试样的制备

将试样按表 1 的规定分级，洗净，放入  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱内烘干 4h，取出并冷却至室温，然后按表 1 规定的质量称取各粒级试样质量。

#### 4 试验步骤

4.1 将所称取的不同粒级的试样分别装入三脚网篮并浸入盛有硫酸钠溶液的容器中，溶液体积应不小于试样总体积的 5 倍，湿度应保持在 20~25 摄氏度的范围内，三脚网篮浸入溶液时应先上下升降 25 次以排除试样中的气泡，然后静置于该容器中，此时，网筛底面应距容器底面约 30mm(由网篮脚高控制)，网篮之间的间距应不小于 30mm，试样表面至少应在液面以下 30mm。

4.2 浸泡 20h 后，从溶液中提出网篮，放在  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘烤 4h，至此，完成了第一个试验循环。

待试样冷却至 20~25 摄氏度后,即开始第二次循环,从第二次循环起,浸泡及烘烤时间均可为 4h。

4.3 完成五次循环后,将试样置于 25~30 摄氏度的清水中洗净硫酸钠,再放入  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重,待冷却至室温后,用试样粒级下限筛孔过筛,并称量各粒级试样试验后的筛余量。

注:试样中硫酸钠是否洗净,可按下法检验;取洗试样的水数毫升,滴入少量氯化钡( $\text{BaCl}_2$ )溶液,如无白色沉淀,即说明硫酸钠已被洗净。

4.4 对粒径大于 20mm(或 19mm)的试样部分,应在试验前后分别记录其颗粒数量,并作外观检查,描述颗粒的裂缝、剥落、掉边和掉角等情况及其所占的颗粒数量,以作为分析其坚固性时的补充依据。

## 5 计算

5.1 试样中各粒级颗粒的分计质量损失百分率按式(1)计算。

$$Q_i = (m_i - m_{i'}) / m_i * 100$$

式中:  $Q_i$ --各粒级颗粒的分计质量损失百分率, %;

$m_i$ --各粒级试样试验前的烘干质量, g;

$m_{i'}$ --经硫酸钠溶液法试验后,各粒级筛余颗粒的烘干质量, g。

5.2 试样总质量损失百分率按式(2)计算,准确至 1%。

$$Q = \sum_i Q_i / \sum_i m_i$$

式中:  $Q$ --试样总质量损失百分率, %;

$\sum_i m_i$ --试样中各粒级的分计质量百分率, %;

$Q_i$ --各粒级的分计质量损失百分率, %。

## T0315-1994 水泥混凝土用粗集料压碎值试验

### 1 目的与适用范围

测定碎石或砾石抵抗压碎的能力,间接地推测其相应的强度,以鉴定水泥混凝土粗集料品质。

### 2 仪器与材料

2.1 压力试验机:荷载 300kN 以上。

2.2 压碎指标值测定仪(如图 1)。

2.3 圆孔筛:孔径分别为 2.5mm、10mm、20mm。

### 3 试验准备

3.1 将试样筛去 10mm 以下及 20mm 以上的颗粒,采用 10mm~20mm 的颗粒作为标准试样,并在气干状态下进行试验。

#### 欠图 1

注:对多种岩石组成的砾石,如其粒径大于 20mm 颗粒的岩石矿物成分与 10mm~20mm 颗粒有显著差异时,对大于 20mm 的颗粒应经人工破碎后筛取 10mm~20mm 标准粒级另外进行压碎指标值试验。

3.2 用针状和片状规准仪剔除试样中的针状和片状颗粒,然后称取每份约 3kg 的试样 3 份备用。

### 4 试验步骤

4.1 置圆筒于底盘上,取试样 1 份,分两层装入筒内,每装完一层试样后,在底盘正面垫放一直径为 10mm 的圆钢筋,将筒按住,左右交替颠击地面各 25 下,第二层颠实后,试样表面距离盘底的高度应控制在 100 mm 左右。

4.2 整平筒内试样表面,把加压块装好(注意应使加压块保持平正),放到试验机上,在 3min~5min 内均匀地加荷到 200kN,稳定 5s,然后卸荷,取出测定筒,倒出筒中的试样称其质量( $m_0$ ),用孔径为 2.5mm 的筛筛除被压碎的细粒,称量剩留在筛上的试样质量( $m_1$ )。

## 5 计算

5.1 碎石或砾石的压碎指标值按式(1)计算,准确至 0.1%。

$$Q_a = (m_0 - m_1) / m_0 * 100$$

式中:  $Q_a$ --压碎值, %;

$m_0$ --试样的质量, g;

$m_1$ --试验后筛余的试样质量，g。

5.2 对多种岩石组成的砾石，如对 20mm 以下和 20mm 以上的标准粒级(10mm~20mm)分别进行检验，则其总的压碎指标值  $Q_a$  按式(2)计算。

$$Q_a = \frac{Q_{a1} + Q_{a2}}{P_1 + P_2} \times 100$$

式中： $Q_a$ --压碎值，%；

$P_1$ 、 $P_2$ --试样中 20mm 以下和 20mm 以上两种岩石粒级的颗粒含量百分率，%；

$Q_{a1}$ 、 $Q_{a2}$ --两种粒级以标准粒级试验的分计压碎指标值，%。

以三次平行试验结果的算术平均值作为压碎指标的测定值。

#### T0316-2000 沥青路面用粗集料压碎值试验

##### 1 目的与适用范围

1.1 集料压碎值用于衡量石料在逐渐增加的荷载下抵抗压碎的能力，是衡量石料力学性质的指标。

1.2 本指标鉴定公路路面基层、底基层及沥青面层的粗集料品质，以评定其在工程中的适用性。

##### 2 仪器与材料

2.1 石料压碎值试验仪：由内径 150mm、两端开口的钢制圆形试筒、压柱和底板组成，其形状和尺寸见图 1 和表 1。试筒内壁、压柱的底面及底板的上面等与石料接触的表面都应进行热处理，使表面硬化，达到维氏硬度 65 摄氏度并保持光滑状态。

试筒、压柱和底板尺寸表 表 1

部位	符号	名称	尺寸(mm)
试筒	A	内径	150 ± 0.3
	B	高度	125~128
	C	壁厚	不小于 12
压柱	D	压头直径	149 ± 0.2
	E	压杆直径	100~149
	F	压柱总长	100~110
	G	压头厚度	不小于 25
底板	H	直径	200~220
	I	厚度(中间部分)	6.4 ± 0.2
	J	边缘厚度	10 ± 0.2

2.2 金属棒：直径 10mm，长 45mm~60mm，一端加工成半球形。

2.3 天平：称量 2kg~3kg，感量不大于 1g；

2.4 方孔筛：筛孔尺寸 16mm、13.2mm、2.36mm 筛各一个。

2.5 压力机：500kN,应能在 10min 内达到 400kN。

2.6 金属筒：圆柱形，内径 112.0mm，高 179.4mm，容积 1767cm<sup>3</sup>。

##### 3 试验准备

3.1 用 13.2mm 和 16mm 标准筛过筛，取 13.2mm~16mm 的试样 3kg，供试验用。

试样宜采用风干石料，如需加热烘干时，烘箱温度不应超过 100 摄氏度，烘干时间不超过 4h。试验前，石料应冷却至室温。

3.2 每次试验的石料数量应满足按下述方法夯击后石料在试筒内的深度为 10cm。

在金属筒中确定石料数量的方法如下：

将石料分三层倒入量筒中，每层数量大致相同。每层都用金属棒的半球面端从石料表面上约 50mm 的高度



处自由下落均匀夯击 25 次，最后用金属棒作为直刮刀将表面刮平。称取量筒中试样质量( $m_0$ )。以相同质量的试样进行压碎值的平行试验。

#### 4 试验步骤

4.1 将试筒安放在底板上。

4.2 将上面所得试样分三次(每次数量相同)倒入试筒中，每次均将试样表面整平，并用金属棒按上述步骤夯击 25 次，最上层表面应仔细整平。

4.3 压柱放入试筒内石料面上，注意使压柱摆平，勿楔挤筒壁。

4.4 将装有试样的试筒连同压柱放到压力机上，均匀地施加荷载，在 10min 时达到总荷载 400kN。

4.5 达到总荷载 400kN 后，立即卸荷，将试筒从压力机上取下。

4.6 将筒内试样取出，注意勿进一步压碎试样。

4.7 用 2.36mm 筛筛分经压碎的全部试样，可分几次筛分，均需筛到在 1min 内无明显的筛出物为止。

4.8 称取通过 2.36mm 筛孔的全部细料质量( $m_1$ )。

#### 5 计算

石料压碎值按式(1)计算，准确至 0.1%。

$$Q_a = m_1 / m_0 * 100$$

式中： $Q_a$ --石料压碎值，%；

$m_0$ --试验前试样质量，g；

$m_1$ --试验后通过 2.36mm 筛孔的细料质量，g。

以两次平行试验结果的算术平均值作为压碎值的测定值。

#### 条文说明

压碎值指标来自英国的材料试验规程，原英联邦国家多采用压碎值和道瑞磨耗值评价粗集料性质，美国、日本及欧洲其他国家大部分采用洒布磨耗值评价集料性质。但英国的标准筛系列筛孔与我国不同，按照英国 BS812 的压碎值试验方法，采用英国的 16mm 及 12mm 标准筛(方孔筛)，取 16mm~12mm 的集料，压碎后用 3mm 筛过筛。

我国集料压碎值试验方法有两个，T0315 适用于水泥混凝土集料，试样一律采用 10mm~20mm(圆孔筛)颗粒，加压 20t 稳压 5s 压碎后用 2.5mm 筛过筛作为被压碎的颗粒，计算压碎值。

但适用于沥青路面集料压碎值试验的 T0316 原规定采用 12mm~16mm 的集料，加压 40t 压碎后不稳压，立即卸载用 3mm 筛过筛，压碎值试验仪也与水泥混凝土用的不一样。一方面我国沥青路面集料已统一为方孔筛，而我国的标准筛系列又与英国的不同，没有 12mm 及 3mm 筛，所以作相应的修改。

澳大利亚在修订压碎值试验方法时，采用国际通用的标准筛，但由于沥青路面表面层多用最大粒径 13.2mm 的粗集料，所以改为取 9.5mm~13.2mm 单一粒径集料，压碎后用 2.36mm 筛过筛。我国沥青路面表面层的集料公称最大粒径以 16mm 居多，试验用的粗集料以取 13.2mm~16mm 的单一粒径集料为宜，压碎后用 2.36mm 筛过筛，由于将 3mm 筛改成 2.36mm 筛，通过率必然减小，即压碎值将稍稍变小，但实际上由于原来没有 3mm 圆孔筛，大都采用 2.5mm 圆孔筛或 2.36mm 方孔筛过筛，所以将 3mm 圆孔筛修改为 2.36mm 方孔筛并不会影响规范的执行。

#### T0317-2000 粗集料磨耗试验(洛杉矶法)

##### 1 目的和适用范围

1.1 测定标准条件下粗集料抵抗摩擦、撞击的能力，以磨耗损失(%)表示。

1.2 本方法适用于各种等级规格石料的磨耗试验。

##### 2 仪器与材料

2.1 洛杉矶磨耗试验机：圆筒内径 710mm ± 5mm，内侧长 510mm ± 5mm，两端封闭，投料口的钢盖通过紧固螺栓和橡胶垫与钢筒紧闭密封。钢筒的回转速率为 30r/min~33r/min。

2.2 钢球：直径约 4.68mm，质量为 390~445g，大小稍有不同，以便按要求组成符合要求的总质量。

2.3 台秤：感量 5g。

2.4 标准筛：符合要求的标准筛系列，以及筛孔为 1.7mm 的方孔筛或筛孔为 2mm 的圆孔筛一个。

2.5 烘箱：能使温度控制在  $105 \pm 5$  摄氏度范围内。

2.6 容器：搪瓷盘等。

### 3 试验步骤

3.1 将不同规格的集料用水冲洗干净，置烘箱中烘干至恒重。

3.2 对水泥混凝土集料，按照表 1 中规定的粒级组成备料、筛分。当实际材料与此表不一致时，也可从表 2 中选择最接近的粒级类别，确定相应的试验条件。按规定准备集料，筛分。

粗集料洛杉矶试验条件(仅适用于水泥混凝土集料) 表 1

粒级组成(圆孔筛)(mm)	试样质量(g)	试样总质量(g)	钢球数量(个)	钢球总质量(g)	转动次数(转)
40~31.5	$2500 \pm 25$	$5000 \pm 50$	12	$5000 \pm 50$	500
31.5~20	$1250 \pm 12.5$				
20~10	$1250 \pm 12.5$				

粗集料洛杉矶试验条件 表 2

粒级类别	粒级组成(方孔筛)(mm)	试样质量(g)	试样总质量(g)	钢球数量(个)	钢球总质量(g)	转动次数(转)	适用的粗集料	
							规格	公称粒径(mm)
A	26.5~37.5	$1250 \pm 25$	$5000 \pm 10$	12	$5000 \pm 25$	500		
	19.0~26.5	$1250 \pm 25$						
	16.0~19.0	$1250 \pm 10$						
	9.5~16.0	$1250 \pm 10$						
B	19.0~26.5	$2500 \pm 10$	$5000 \pm 10$	11	$4850 \pm 25$	500	S6	15~30
	16.0~19.0	$2500 \pm 10$					S7	10~30
		$2500 \pm 10$					S8	15~25
C	4.75~9.5	$2500 \pm 10$	$5000 \pm 10$	8	$3330 \pm 20$	500	S9	10~20
	9.5~16.0	$2500 \pm 10$					S10	10~15
		$2500 \pm 10$					S11	5~15
		$2500 \pm 10$					S12	5~10
D	2.36~4.75	$5000 \pm 10$	$5000 \pm 10$	6	$2500 \pm 15$	500	S13	3~10
		$5000 \pm 10$					S14	3~5
E	63~75	$2500 \pm 50$	$10000 \pm 100$	12	$5000 \pm 25$	1000		
	53~63	$2500 \pm 50$						
	37.5~53	$5000 \pm 50$						
F	37.5~53	$5000 \pm 50$	$10000 \pm 75$	12	$5000 \pm 25$	1000		
	26.5~37.5	$5000 \pm 25$						
G	26.5~37.5	$5000 \pm 25$	$10000 \pm 50$	12	$5000 \pm 25$	1000		
	19~26.5	$5000 \pm 25$						

注：表中 16mm 也可用 13.2mm 代替；

A 级适用于未筛碎石混合料；

C 级中 S12 可全部采用 4.75mm~9.5mm 颗粒 5000g。S9 及 S10 可全部采用 9.5mm~16mm 颗粒 5000g；

E 级中 S2 中缺 63mm~75mm 颗粒可用 53mm~63mm 颗粒代替。

3.3 对用于沥青路面及各种基层、底基层的粗集料，试验条件应符合表 2 的要求，表中 16mm 筛孔也可用 13.2mm 筛孔代替。对非规格材料，应根据材料的实际粒度，从表 2 中选择最接近的粒级类别及试验条件。

3.4 分级称量(准确至 5g)，称取总质量( $m_1$ )，装入磨耗机之圆筒中。

3.5 选择钢球，使钢球的数量及总质量符合表中规定，将钢球加入钢筒中，盖好筒盖，紧固密封。

3.6 将计数器调整到零位，设定要求的回转次数，对水泥混凝土集料，回转次数为 500 转，对沥青混合料集料，回转次数应符合表 2 的要求。开动磨耗机，以 30r/min~33r/min 之转速运转至要求的回转次数为止。

3.7 取出钢球，将经过磨耗后的试样从投料口倒入接受容器(搪瓷盘)中。

3.8 将试样过筛，对沥青混合料集料应选用 1.7mm 的方孔筛过筛，对水泥混凝土集料，应选用 2mm 的圆孔筛过筛，筛去试样中被撞击磨碎的细屑。

3.9 用水冲干净留在筛上的碎石，置  $105 \pm 5$  摄氏度烘箱中烘干至恒重(通常不少于 4h)，准确称量( $m_2$ )。

#### 4 计算

按式(1)计算粗集料洛杉矶磨耗损失，准确至 0.1%。

$$Q=(m_1-m_2)/m_1*100$$

式中：Q--洛杉矶磨耗损失，%；

$m_1$ --装入圆筒中试样质量，g；

$m_2$ --试验后在 1.7mm(方孔筛)或 2mm(圆孔筛)筛上的洗净烘干的试样质量，g。

#### 5 报告

5.1 试验报告应记录所使用的粒级类别和试验条件。

5.2 粗集料的磨耗损失取两次平行试验结果的算术平均值为测定值，两次试验的差值应不大于 2%，否则须重做试验。

#### 条文说明

粗集料的洛杉矶磨耗损失是集料的使用性能的重要指标，尤其是沥青混合料和基层集料，它与沥青路面的抗车辙能力、耐磨性、耐久性密切相关，一般磨耗损失小的集料，集料坚硬、耐磨，耐磨性、耐久性密切相关，一般磨耗损失小的集料，集料坚硬、耐磨，耐久性好。软弱颗粒含量高、风化严重的石料经过磨耗试验，粉碎严重，这个指标很难通过。所以世界各国的沥青路面规范都对粗集料的洛杉矶磨耗损失提出了要求。对要求粗集料嵌挤能力强的 SMA 等，磨耗损失的要求更有所提高。洛杉矶磨耗试验也是优选石料的一个重要手段。

洛杉矶磨耗试验方法，欧美各国基本上都是一致的，而且都是从美国 ASTM 标准演变过来的。由于洛杉矶磨耗损失与集料粒径尺寸大小有很大关系，统一粒级十分重要。在 ASTM 或 AASHTO 标准中有两个规程，ASTM C535 适合于特粗集料。根据集料粒径的不同，使用 12 个钢球，总质量  $5000g \pm 25g$ ，转动 1000 转后测定磨耗损失，试验条件如表 3。

ASTM C 535 洛杉矶磨耗试验条件 表 3

粒度大小	粒级	试样质量(g)	试样总质量(g)	钢球数量	钢球质量(g)
1	63~75	2500 ± 50	10000 ± 100	12	5000 ± 25
	53~63	2500 ± 50			
	37.5~53	5000 ± 50			
2	37.5~53	5000 ± 25	10000 ± 75	12	5000 ± 25
	25~37.5	5000 ± 25			

3	25~37.5	5000 ± 25	10000 ± 50	12	5000 ± 25
	19~25.0	5000 ± 25			

ASTM C131 及 AASHTO T 96 适用于一般集料，钢球数有所不同，集料粒级根据实际情况规定了 4 种，试验时，转动 500 转后测定磨耗损失，试验条件如表 4。

日本道路协会《铺装试验法便览》3-4-5 根据日本工业标准 JIS A1121，规定的试验条件如表 5。表中 A~D 相当于 ASTM C 131，圆筒旋转 1000 转。在日本，沥青路面表面层基本上都是最大粒径 13.2mm 的沥青混合料，故日本道路协会还规定了对道路基层和面层材料采用 4.75mm~13.2mm 碎石进行洛杉矶试验，钢筒旋转 500 转。

ASTM C 131 洛杉矶磨耗试验条件 表 4

粒度大小	粒级	试样质量(g)	试样总质量(g)	钢球数量	钢球质量(g)
A	25.0~37.5	1250 ± 25	5000 ± 10	12	5000 ± 25
	19.0~25.0	1250 ± 25			
	12.5~19.0	1250 ± 10			
	9.5~12.5	1250 ± 10			
B	12.5~19.0	2500 ± 10	5000 ± 10	11	4854 ± 25
	9.5~12.5	2500 ± 10			
C	6.3~9.5	2500 ± 10	5000 ± 10	8	3334 ± 20
	4.75~6.3	2500 ± 10			
D	2.36~4.75	5000 ± 10	5000 ± 10	6	2500 ± 15

日本道路协会洛杉矶磨耗试验条件 表 5

粒度大小	粒级	试样质量(g)	试样总质量(g)	钢球数量	钢球质量(g)
A	26.5~37.5	1250 ± 25	5000 ± 10	12	5000 ± 25
	19.0~26.5	1250 ± 25			
	16.0~19.0	1250 ± 10			
	9.5~16.0	1250 ± 10			
B	19.0~26.5	2500 ± 10	5000 ± 10	11	4850 ± 25
	16.0~19.0	2500 ± 10			
C	4.75~9.5	2500 ± 10	5000 ± 10	8	3330 ± 20
	9.5~16.0	2500 ± 10			
D	2.36~4.75	5000 ± 10	5000 ± 10	6	2500 ± 15
E	63~75	2500 ± 50	10000 ± 100	12	5000 ± 25
	53~63	2500 ± 50			
	37.5~53	5000 ± 50			
F	37.5~53	5000 ± 50	10000 ± 75	12	5000 ± 25
	26.5~37.5	5000 ± 25			
G	26.5~37.5	5000 ± 25	10000 ± 50	12	5000 ± 25
	19~26.5	5000 ± 25			

道路用碎石	4.75~13.2	5000 ± 10	5000 ± 10	8	3300 ± 20
-------	-----------	-----------	-----------	---	-----------

澳大利亚沥青路面集料洛杉矶试验方法采用 B 档材料和 K 档材料，B 档材料为 19mm~13.2mm 及 13.2mm~9.5mm 组成，K 档为 9.5mm~4.75mm。

我国原规程 T0317-94 对粗集料的洛杉矶试验条件的规定与 JTJ054-94《公路工程石料试验规程》T0221-94 是一致的，所规定的水泥混凝土集料的试验条件只有一种，接近于 ASTM C131 之 A 类的集料试验条件，但分级稍有不同。试验法与国外通用规程不一致，影响了与国际上并轨统一。尤其是对沥青混合料集料，洛杉矶磨耗损失特别重要，如果集料的试验条件不一致，势必试验结果不一样，我国原规程只规定一种集料尺寸，与我国沥青面层、基层的实际使用的材料差别太大，不符合实际情况。为此修订成与国外的通用方法一致，另外规定适用于方孔筛的试验条件。为了解决沥青混合料最大粒径为 13.2mm 的情况，规定表中 16mm 也可以用 13.2mm 替代，这就和日本规定路面材料用 4.75mm~13.2mm 材料试验一致。同时为指导工程单位在试验时选用粒径类别，在表 2 中还规定了工程实际材料的对应规格，由于有些材料与规定的粒径类别很难对应，在备注中规定了一些可以替代的条件。

另外，原规程规定在洛杉矶磨耗试验结束后用 1.6mm 筛进行筛分，国外都是 1.7mm 筛，此次修改予以统一。但圆孔筛仍保留 2mm 筛。

沥青混合料通常要采用几种集料配合组成，同一个采石场生产的同一类集料，可以在一起筛分进行洛杉矶试验。当集料规格较多时，也可分别进行洛杉矶试验。不同采石场生产的集料，必须分别进行试验。

本规程另外还规定了狄法尔磨耗试验方法，由于我国沥青路面设计规范和施工技术规范都规定了粗集料的磨耗损失与国际方法统一采用洛杉矶磨耗试验，使用时不能互相代替。

#### T 0318-1994 砾石磨耗试验(狄法尔法)

##### 1 目的与适用范围

测定砾石抵抗摩擦、撞击作用的能力，为鉴定集料品质的指标之一。

##### 2 仪器与材料

2.1 圆孔筛：孔径 2.5mm、25mm、35mm、50mm。

2.2 台秤：称量 10kg，感量 10g。

2.3 烘箱：能控温 105 ± 5 摄氏度。

2.4 狄法尔式磨耗机：由两个内径为 200mm，深度为 340mm，成 30 度倾斜的钢筒组成，固定在一个水平轴上，以 30r/min~33r/min 的速度绕水平轴旋转。

2.5 钢球 12 个，直径 50mm ± 1mm，质量为 430g~440g。

2.6 其它：金属盘或其它盛器。

##### 3 试验步骤

3.1 按表 1 选取两份试样，每份试样各约 4kg，洗净烘干，准确称出每份试样质量( $m_1$ )。

磨耗试验所需的各粒级试样质量 表 1

公称粒级(mm)	2~5	5~25	25~35	35~50	共计
试样质量(g)	334	1000	1333	1333	4000

3.2 揩净钢筒，将两份试样分别装入两个钢筒中，并各加入钢球 6 个。

3.3 旋紧筒盖螺栓，调整磨耗机上的计数器至零，开动电动机，使磨耗机转动。

3.4 经旋转 10000 次后停止，将石料自钢筒中取出，置于 2mm 的圆孔筛上，用水冲洗并用毛刷刷净存留在筛上的砾石，而后置于 105 ± 5 摄氏度烘箱中，烘干至恒重，称出磨耗后的试样质量( $m_2$ )。

##### 4 计算

4.1 砾石的狄法尔磨耗按式(1)计算，准确至 0.1%。

$$Q = (m_1 - m_2) / m_1 * 100$$

式中：Q--砾石的狄法尔磨耗损失，%；

$m_1$ --试验前烘干试样质量, g ;

$m_2$ --试验后烘干试样质量, g。

4.2 以两次平行试验结果的算术平均值为测定值。

#### T0319-1994 碎石磨耗试验(狄法尔法)

##### 1 目的与适用范围

石料磨耗率是指石料抵抗冲击、边缘剪力作用的性质,以鉴别石料品质的指标。

##### 2 仪器与材料

2.1 手锤。

2.2 狄法尔(或双筒)式磨耗试验机。

2.3 烘箱:能使温度控制在  $105 \pm 5$  摄氏度范围内。

2.4 圆孔筛:孔径为 2mm、50mm、75mm。

2.5 台秤:称量 10kg,感量 5g。

##### 3 试验步骤

3.1 把碎石过筛选出 500mm~75mm 的石块两份,每份  $50 \pm 2$  块,共约 5kg(每块约 100g),分别用水冲洗干净,置烘箱中烘至恒重,分别称取质量(准确至 5g,下同)。

注:粒径、块数及总量不能符合上述要求时,可控制粒径,其它可略作调整,并于试验结果中注明其实际情况。

3.2 将两份试样分别放入磨耗机两圆筒中,调整读数器到零位。

3.3 开动磨耗试验机,以 30r/min~33r/min 转速,旋转至 10000 转停止,取出试件。

3.4 用 2mm 圆孔筛筛去试样中的石屑,用水洗净留在筛上的碎石,烘至恒重,准确称其质量。

##### 4 计算

4.1 按式(1)计算碎石磨耗损失,准确至 0.1%。

$$Q = (m_1 - m_2) / m_1 * 100$$

式中:Q--碎石狄法尔磨耗损失, % ;

$m_1$ --装入圆筒中的试样总质量, g ;

$m_2$ --试验后洗净烘干的试样质量, g。

4.2 碎石的磨耗率取两次平行试验结果的算术平均值作为测定值,两次试验差值应不大于 1%,否则,须重做试验。

##### 条文说明

碎石狄法尔法(Devel 法)磨耗损失与洛杉矶法(Los Angeles 法)磨耗损失的试验结果是不一样的。由于狄法尔法采用单一粒径试样,且与实际使用情况不一致,试验费时,且不同石料试验结果的差别较小,故使用较少,与洛杉矶不能互相代替。

#### T0320-2000 粗集料软弱颗粒试验

##### 1 目的与适用范围

测定碎石、砾石及破碎砾石中软弱颗粒含量。

##### 2 仪器与材料

2.1 天平或台秤:称量 5kg,感量不大于 5g。

2.2 标准筛:包括孔径为 5mm、10mm、20mm 圆孔筛,或 4.75mm、9.5mm、16mm 方孔筛。

2.3 压力机

2.4 其它:浅盘、毛刷等。

##### 3 试验步骤

称风干试样 2kg( $m_1$ ),如颗粒粒径大于 40mm,则称 4kg,过筛分成 5mm~10mm、10mm~20mm、20mm 以上(或方孔筛 4.75mm~9.5mm、9.5mm~16mm、16mm 以上)各 1 份;将每份中每一个颗粒放在压力机平台中心,按颗粒大小分别加以 0.15kN、0.25kN、0.34kN 之荷载,破裂之颗粒即属于软弱颗粒,将其弃去,称出

未破裂颗粒的质量( $m_2$ )。

#### 4 计算

按式(1)计算软弱颗粒含量，准确至 0.1%。

$$P=(m_1-m_2)/m_1*100$$

式中：P--粗集料的软弱颗粒含量，%；

$m_1$ --各粒级颗粒总质量，g；

$m_2$ --试验后各粒级完好颗粒总质量，g。

#### 条文说明

美国 ASTM C 235 及日本道路协会规定的软石含量是用硬度 65~75，直径 1.6mm 的黄铜棒逐个施行 9.81N 的力在碎石上划痕，在碎石留下划痕的软石。

#### T0321-1994 粗集料磨光值试验

##### 1 目的与适用范围

集料磨光值是利用加速磨光机磨光集料并以摆式摩擦系数测定仪测得的磨光后集料的摩擦系数值。

本方法适用于沥青和水泥混凝土路面面层所用碎石、砾石、破碎砾石等粗集料的磨光值的测定。

##### 2 仪器与材料

2.1 加速磨光机：JM-I 型，见图 1,由下列部分组成。

###### 欠图

2.1.1 传动机构：包括电机、传动齿轮组、橡胶轮等，道路轮的转速为  $320r/min \pm 5r/min$ ；橡胶轮外径 203mm、充气压力 0.3MPa，橡胶硬度( $55 \pm 5$ )IRHD。

2.1.2 道路轮：外径为 406mm。

2.1.3 溜砂及流水装置。包括储砂斗、支架、出料控制闸板、溜槽和输水、排水管等。

2.1.4 配重：包括杠杆和配重，橡胶轮对道路轮上试件的压力为 400N。

2.1.5 试模：8 副，外弧 406mm、台阶处 396mm。

2.2 摆式摩擦系数测定仪：BM-I 型，见图 2，由下列部分组成。

###### 欠图

2.2.1 底座：包括 T 型腿、调平螺丝和水准泡组成。

2.2.2 立柱：包括立柱、升降机构、导向杆及仪器把手。

2.2.3 释放开关。

2.2.4 摆头：包括紧固把手、摆轴、转向节和轴承。

2.2.5 示数系统：包括指针、毛毡圈、法兰、紧固螺母及度盘。

2.2.6 摆：包括上、下接头、摆杆、弹簧、杠杆系、举升柄、外壳、滑溜块及橡胶块。

2.2.7 橡胶片：31.75mm\*25.4mm\*6.35mm。

2.2.8 量尺：金属制，长 76mm。

2.3 天平：感量不大于 0.1g。

2.4 烘箱：1 台，装有温度控制器。

2.5 环氧树脂(6101)和 793 固化剂。

2.6 丙酮

2.7 金刚砂：30 号(棕刚玉)，280 号(绿碳化硅)。

2.8 砂：0.1mm~0.3mm，洁净、干燥。

2.9 橡胶石棉板，厚 1mm。

2.10 其它：油灰刀、梅花扳手、螺丝刀、镊子、洗耳球、烧杯、量杯、肥皂、钢号码等。

##### 3 试验准备

3.1 试验前应对摆式仪进行检查标定。

3.2 将集料过筛，取 10mm~15mm 的颗粒料用水洗净后置于温度为  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干。

3.3 将试模拼装并涂上肥皂水(或脱模剂)后烘干。

3.4 将洁净干砂(0.1mm~0.3mm)置烘箱中烘干。

3.5 配填入料:将固化剂(793)与环氧树脂(6101)按质量比例 1:4~1:5 拌和均匀,然后再将此项粘结剂与干砂(0.1mm~0.3mm)按质量比例 1:4~1:4.5 拌和均匀后即成填料。一般一个粒料试模中填料量约为环氧树脂 9.0g, 固化剂 2.4mL 及干砂 48g。

#### 4 试件配备

4.1 排料:将备好的集料颗粒(10mm~15mm)排列(大面、平面向下)于试模中,并尺量排列紧密。需要时,小粒径的石料也可进行磨光试验,但粒径应大于 5mm,且制件各工序应更加仔细。

4.2 吹砂:用小勺将干砂(0.1mm~0.3mm)填入已排妥的粒料间隙中,并用洗耳球先轻轻吹动干砂,使之填充密实。然后再只去多余的砂,使砂与试模中台阶齐平。注意,吹动干砂时,不得碰动粒料;粒料表面应无干砂覆盖。

将吹妥砂的试模和干砂一起置于温度为 40 摄氏度的烘箱中预热。

4.3 制件:取出烘箱中吹好砂的试模,用小油灰刀将拌好的环氧树脂砂浆填入试模中,并尺量使其填充密实。填充砂浆时不应碰动粒料。然后,用热油灰刀在试模上刮去多余的填料,并在试模表面上反复抹平,使其与试模口齐平。一次制备试件以 6~10 个为宜,试件表面有松动或脱落的集料时,试件应作废。

制好试件后用钢号码打下相应的号码,以便区别及查找。

4.4 养护:将已填好填料的试模置温度为 30 摄氏度的烘箱中烘 4h,然后升温至 80 摄氏度再恒温 3h,夏季时,在室温下放置 24h 亦可。

4.5 拆模:养护后拆模取出试件;油灰刀配制砂浆容器等用毕后应及时用丙酮清洗;试模拆除后也应清理干净,以便下次再用。

#### 5 试验步骤

5.1 安装试件。将同一种集料的四个试件分为一组,编号为 1~4、5~8、9~12,标准试件编号为 13~14 等,并按表 1 顺序将试件安装于道路轮上,每两块试件间应置一块橡胶石棉垫片,最后一块试件应紧紧挤入轮槽中,以达到各个试件挤紧之目的。然后,顺序旋紧螺丝,必要时可让在道路轮端板上加垫木板,用锤轻轻敲打,以保证装紧试块,在磨光过程中不致使试件松动或断裂。

注:标准试件:即用绿帘石化安山岩制作的试件,标准试件的磨光值应为 46~52 之间,每一轮在 1 号和 8 号位置安装标准试件。

试件安装顺序表 表 1

道路轮序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
试件编号	13	4	5	8	7	1	10	14	3	11	12	2	6	9

5.2 磨光试件。将道路轮安装在试验机的轮轴上,使橡胶轮的轮幅完全压着露出的集料表面。然后,盖上机盖,接通水源及打开金刚砂(30 号)储料斗中调节闸板。开启电源后,磨光机开始运转,溜砂量控制在  $30\text{g}/\text{min} \pm 5\text{g}/\text{min}$ , 流量以恰好带走金刚砂为宜,出料口有砂滞留可不处理。

3h 后关掉电源,取下储砂斗,清除斗中、溜砂槽及底座上的积砂后换装 280 号金刚砂。然后重新开机,溜砂量调整控制在  $3\text{g}/\text{min} \pm 0.5\text{g}/\text{min}$ , 流量也应作相应调整,再使试件磨光 3h 后停止试验。

轮胎在磨光试验 120h(即 20 轮次)后应作废。换用新轮后应按正常试验预磨 6h,以便使金刚砂能嵌入轮胎表面。

5.3 测定磨光值,取下道路轮后取出试件,用水将试件上的金刚砂洗净,再用摆式仪测定试件摩擦系数值,度盘读数除以 0.6 即为集料磨光值。试件的测定方向应与“行车方向”一致。

4 个试件磨光值之差不得大于 5 个摆值,若有超出者,需重新测量,若仍大于 5 个摆值,则该组试件应作废。

注:测定路面摩擦系数时,摆式仪是按滑动长度为 126mm 时计算的位能损失,然后计算出度盘刻度,在作磨光值测定时,其滑动长度仅 76mm,故计算磨光值时应为度盘度数除以 0.6。

5.4 同一试样至少进行平行试验 4 次,若标准试件的平均值  $PSV_{\text{均标}}$  在 46~52 范围内,则试样的测试有效,



可取同一组试样 4 个值的平均值，并按表 2 换算磨光值作为试验结果。

PSV 换算表 表 2

欠表

注：PSV<sub>均标</sub>—两块标准试件的实测平均值；

PSV<sub>均</sub>—石料试件的平均值；

PSV—经换算后石料试件的磨光值。

条文说明

每次试验前，应对摆式仪进行检查、标定，以保证试验条件一致。具体步骤如下：

#### 1、摆的质量

放松摆杆与转向节的连接螺母(I)(见图 2)，从仪器上取下装有滑溜块的摆，称重(W)，准确至克(g)(应符合  $1500g \pm 30g$ )。

#### 2、摆的重心位置的标定

装有滑溜块的摆的重心，将由摆置于刀口上的位置来确定。为得到平衡点的试验位置(见图 3)，连接螺母(I)应固定于摆臂的远端，得到平衡点后，应旋进或旋出平衡锤直到摆壳边部水平为止，并将平衡位置作一记号。

欠图

#### 3 摆动中心到重心的距离

把摆重新装在仪器上，并取下转向节螺盖(E)，测量从摆动中心(轴承螺母中心)至重心的距离 H，准确至毫米(mm)(应符合  $410mm \pm 5mm$ )。

#### 4 力矩标定

用“称秤法”进行力矩标定，步骤如下：

1)摆的质量 W 加上力矩调节螺母质量  $W_0$ ，并使  $W+W_0=1500g+30g$ ；

2)算出重心距  $L=615000gmm/(W+W_0)$ (由摆动中心算起)；

3)以重心距这点作秤的支点，把  $W_0$  调节到在摆杆的 L 位置使秤平衡，然后把力矩调节螺母置于摆杆内弹簧引线上的相应位置即可。

注：1~4 项在仪器出厂时已作标定，一般仪器没有出现大的问题时，用户不必再标定这几项。

#### 5 压力标定

1)将摆从仪器上取下，使滑溜块的橡胶片与摆壳周板平行。旋紧滑溜块的固定螺母。用卡尺量橡胶片边缘至周板顶面的距离(取前、后板两处的平均值)，应为 60mm。若有出入，可调节摆下部止滑螺钉(U)，使滑溜块升高或降低，以达到要求。调节后止滑螺钉不应再动。

2)放松滑溜块固定螺母，并使两螺母拼紧，以保证滑溜块能绕自身的轴转动，而在轴上的窜动量不大于 0.2 mm。

3)将压力标定天平置于试验台上，调平使指针指中。把三角架置于右侧称盘的后部。摆式仪放在三角架上。用夹块将摆杆固定在立柱上，使对准右称盘中部并压下 3mm~5mm，在左称盘中加 1g 左右，使天平稳定(此时天平指针指向右方)。调节仪器底座调平螺丝(J)，使指针对准右方 20mm 处，并注意保持水准泡居中。

4)提起举升柄，将垫块(L)放在定位螺丝(O)下，使指针回零，若不回零，调节定位螺丝(O)使之回零。

5)从举升柄定位螺丝(O)下轻轻取出垫块(L)，橡胶片的压力即将称盘压下，指针偏斜至右方 20mm 处，然后在左侧称盘上加标定砝码(2263g)，此时指针应回零。若指针不回零，则表示橡胶片对路面的压力过大(指针偏右方)或过小(指针偏左方)，取下标定砝码，用螺丝刀插入弹簧引线的槽内，旋紧或放松弹簧松紧调节螺母，使指针回零。此时应注意握紧摆杆，在旋紧和放松调节螺母过程中，不致于人为对称盘加载。然后，重新校核压力，以达到 2263g 为止。

## 第 6 章 粗集料冲击值试验

### T0322-2000 粗集料冲击值试验

#### 1 目的与适用范围

粗集料冲击值试验用以测定路面用粗集料抗冲击的性能，以击碎后小于 2.36mm 部分的质量百分率表示。

#### 2 仪器与材料

2.1 冲击试验仪：形状及尺寸如图 1，冲击锤的质量  $13.75\text{kg} \pm 0.05\text{kg}$ 。

2.2 量筒：内径 76mm，内高 51mm，壁厚 3mm。

2.3 冲击杯：内径 102mm、内高 50mm 的圆形网筒，内侧表面经钢化处理。

2.4 捣棒：钢棒，直径 10mm，长 23mm，一端为半球面。

2.5 标准筛：2.36mm、9.5mm、13.2mm 的方孔筛。

2.6 天平：称量 1kg，感量不大于 0.1g。

2.7 其它：小铲、浅盘、恒温箱、钢板、橡胶锤、毛刷等。

#### 3 试验准备

3.1 将集料通过 13.2mm 及 9.5mm 的筛，取粒径为 9.5mm~13.2mm 的部分作为试样。

3.2 将试样在空气中风干或在湿度为  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干后冷却至室温，试样应不少于 1kg。

#### 4 试验步骤

4.1 用铲将集料的 1/3 从容器上方不超过 50mm 处装入量筒，用捣棒半球形端将集料捣实 25 次，每次捣实应从量筒上方不超过 50mm 处自由落下，落点应在集料表面均匀分布。用同样方法，再装入 1/3 集料并捣实，然后再装入另 1/3 集料并捣实。3 次盛料完成后，用捣棒在容器顶滚动，除去多余的集料，对阻碍棒滚动的集料用手除去，并外加集料填满孔隙。

4.2 将量筒中盛满的集料倒于天平中，称取集料质量(m)(准确至 0.1g)，以此进行试验。

4.3 将冲击试验仪置于试验室坚硬地面上并在仪器底座下放置铸铁垫块。

#### 欠图 1

4.4 将称好的集料倒入仪器底座上的金属冲击杯中，并用捣杆单独捣实 25 次，以便压实。

4.5 调整锤击高度，使冲击锤在集料表面以上  $380\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 。

4.6 使锤自由落下连续锤击集料 15 次。每次锤击间隔不少于 1s。第一次锤击后，对所要求落高不再调整。

4.7 筛分和称量。将杯中击碎的石料倒至清洁的浅盘上，并用橡胶锤锤击金属杯外面，用硬毛刷刷内表面，直至集料细颗粒全部落在浅盘上为止。

将冲击试验后的集料用 2.36mm 筛筛分，分别称取保留在 2.36mm 筛上及筛下的石屑质量( $m_1, m_2$ )，准确至 0.1g。如  $m_1 + m_2$  与 m 之差超过 1g，试验无效。

4.8 用相同质量( $m_1$ )的试样，进行第二次平行试验。

#### 5 计算

集料的冲击值按式(1)计算。

$$LSV = m_1 / m * 100$$

式中：LSV--集料的冲击值，%；

m--试样总质量,g；

$m_1$ --冲击破碎后通过 2.36mm 的试样质量，g；

### T0323-2000 粗集料磨耗试验(道瑞试验)

#### 1 目的与适用范围

本试验用于评定公路路面抗滑表层所用粗集料抵抗车轮撞击及磨耗的能力。

#### 2 仪器与材料

2.1 道瑞磨耗试验机：主要由直径不小于 600mm 的经过加工的圆形铸铁或钢研磨平板组成，圆平板(或称转

盘)能以 28r/min~30r/min 的速度作水平旋转。试验机装有转数计数器并配有下列附件：

2.1.1 至少 2 个经过机加工的金属模子，用于制备试件，试模的端板可拆卸，其内部尺寸为 91.5mm\*53.5mm\*16.0mm，公差为  $\pm 0.1\text{mm}$ 。

2.1.2 至少 2 块用 5mm 厚低碳钢板通过机加工制成的平板(垫板)，用于制备试件。其尺寸为 115mm\*75mm，公差均为  $\pm 0.1\text{mm}$ 。

2.1.4 托盘固定装置：两个托盘支架径向相对且长边转盘转动的方向一致。托盘在支架中应能纵向自由活动而大水平面内不能移动。

2.1.5 两只配重：圆底，用于保证试件对转盘表面的压力，可调整自重以使试件、托盘和配重的总质量满足  $2\text{kg} \pm 10\text{g}$ 。

2.1.6 溜砂装置和砂的清除及收集装置：这些装置能以 700g/min~900g/min 的速率将砂连续不断地洒布在试件前面的转盘上，在通过试件之后再砂清除并重新收集起来。

2.2 标准筛：圆孔筛 15mm、10mm；方孔筛 13.2mm、9.5mm、1.18mm、0.9mm、0.6mm、0.45mm、0.3mm。

2.3 烘箱：要求能控温  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.4 天平：感量不大于 0.1g。

2.5 磨料：石英砂，粒径 0.3mm~0.9mm，其中 0.45mm~0.6mm 的含量不少于 75%；石英砂应干燥而且未使用过，每块试件约需用石英砂 3kg。

2.6 胶结料：环氧树脂(6010)和固化剂(793)。在保证同等粘结性能的条件下可用其它型号代替。

2.7 作为脱模剂的肥皂水和作为清洁剂的丙酮。

2.8 细砂：0.1mm~0.3mm、0.1mm~0.45mm。

2.9 其它：医用洗耳球、调剂匙、镊子、油灰刀、小毛刷、量筒 20mL、烧杯 100mL、电炉、小号医用托盘或其它容器。

### 3 试验准备

#### 3.1 试样准备

3.1.1 按 T0301 的方法取样。

3.1.2 将试样筛分，取 10mm~15mm(或方孔筛 9.5mm~13.2mm)的部分用于制作试件。

3.1.3 试样在使用前应清洗除尘，并保持表面干燥状态。加热干燥时，加热时间不得超过 4h，加热温度不得超过 110 摄氏度，且必须在做试件前将其冷却至室温。

#### 3.2 试件制作

3.2.1 试模准备。清洁试模，然后拧紧端板螺钉；在试模内表面用细毛刷涂刷少量肥皂水，将试模放在烘箱内烘干。

3.2.2 排料。用镊子夹起石料，将其排列在试模内以单层排放，且较平的面放在模底；试模中应排放尽可能多的料，在任何情况下石料颗粒都不得少于 24 粒，石料颗粒须具有代表性。

3.2.3 吹砂。石料颗粒之间的间隙要用细砂(0.1mm~0.3mm)充填，充填高度均为石料颗粒高度的  $3/4$ ，充填时先用调剂匙均匀散布，然后再用洗耳吹实找平，并吹去多余的砂。

3.2.4 拌制环氧树脂砂浆。先将环氧树脂和固化剂搅匀，然后加入 0.1mm~0.45mm 干砂拌和均匀，砂浆按环氧树脂；固化剂：细砂=1g:0.25mL:3.8g 的比例配制。2 块试件约需环氧树脂 30g，固化剂 7.5mL，干细砂 14g。

3.2.5 填模成型。将拌制好的环氧树脂砂浆填入试模，尽量填充密实，但注意不可碰动排好的石料，然后用烧热的油灰刀在试模表面来回刮抹，使砂浆表面平整。

3.2.6 养生。在垫板的一面涂上肥皂水，然后将填好砂浆的模子倒放在垫板上(以防砂浆渗到石料表面)。常温下的养生时间一般为 24h。

3.2.7 拆模。拧松端板螺钉，卸下 2 个端板，用橡皮锤轻敲将试件取出。用刮刀或砂纸去除多余的砂浆，用细毛刷清除松散的砂。

### 4 试验步骤

4.1 分别称出 2 块试件的质量( $m_1$ ),准确至 0.1g。在操作之前应使机器在溜砂状态下空转一圈,以便在转盘上留有一层砂。

4.2 将 2 块试件分别放入 2 个托盘内,注意确保试件与托盘之间紧密配合。称出试件、托盘和配重的质量并将合计质量调整到  $2\text{kg} \pm 10\text{g}$ 。

4.3 将试件连同托盘放入磨耗机内,使其径向相对,试件中心的研磨转盘中心的距离为 260mm,石料裸露面朝向转盘;然后将相应的配重放在试件上。

4.4 以 28r/min~30r/min 的转速运转转盘 100 圈,同时将如上规定的研磨石英砂装入料斗,使其连续不断地溜在试件前面的转盘上,溜砂宽度要能覆盖整个试件的宽度,溜砂速率为 700g/min~900g/min(料斗溜砂缝隙约为 1.3mm)。

用橡胶刮片将砂清除出转盘,刮片的安装要使得橡胶边轻轻地立在转盘上,刮片宽度应与研磨转盘的外缘环部宽度相等。

4.5 将集料斗中回收的砂过 1.18mm 的筛,重复使用数次,直至整个试验完成时废弃。

4.6 取出试件,检查有无异常情况。

4.7 重复上述步骤,再磨 400 圈,可分 4 个 100 圈重复 4 次磨完,也可连续 1 次磨完。在作连续磨时必须经常掀起磨耗机的盖子观察溜砂情况是否正常。

4.8 转完 500 转后从磨耗机内取出试件,拿起托盘,用毛刷清除残留的砂,称出试件的质量( $m_2$ ),准确至 0.1g。

如果由于集料易磨耗而磨到砂浆衬时要中断试验,记录转数。相反,有些非常硬的集料可能会研磨盘,在这种情况下应对研磨转盘进行刨削处理。

## 5 计算

每块试件的集料磨耗值按式(1)计算。

$$AAV=3(m_1-m_2) s$$

式中: AAV--集料的道瑞磨耗值;

$m_1$ --磨耗前试件的质量, g;

$m_2$ --磨耗后试件的质量, g;

s--集料的饱和面干密度,  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

## 6 报告

用两块试件的试验平均值作为集料磨耗值,如果单块试件磨耗值与两块试件的平均磨耗值之差大于 10%,则试验重做,并以 4 块试件的平均值作为集料磨耗值的试验结果。

T0324-1994 集料碱活性检验(岩相法)

### 1 目的与适用范围

鉴定所用集料(包括砂、石)的种类和成分,从而确定碱活性集料的种类和数量。

### 2 仪器与材料

2.1 套筛:孔径 0.16mm、0.315mm、0.63mm、1.25mm(方孔);孔径 2.5mm、5mm、20mm、40mm、50mm(圆孔)。

2.2 磅秤:称量 100kg,感量 100g。

2.3 天平:称量 1kg,感量不大于 0.5g。

2.4 切片机、磨光机、镶嵌机。

2.5 实体显微镜、偏光显微镜。

2.6 试剂:盐酸、茜素红、折光率浸油以及酒精等。

2.7 其它:金刚砂、树脂(如冷杉胶)、载波片、地质锤、砧板、酒精灯等。

### 3 取样

3.1 用四分法选取石料,风干后进行筛分,按表 1 所规定的数量称取试样。

石料试样质量

石料粒径(mm)	40~20	20~5
试样质量(kg)	50	10

3.2 将砂样用四分法缩减至 5kg，取约 2kg 砂样冲洗干净，在 105 ± 5 摄氏度烘箱中烘干，冷却后按 T0327 的方法进行筛分，然后按表 2 规定的数量称取砂样。

#### 4 石料的鉴定

4.1 将试样逐粒进行肉眼鉴定，必要时可将颗粒放在砧板上用地质锤击碎(注意应使岩石片损失最小)，观察颗粒新鲜断口。

4.2 石料鉴定按下列准则分类：

砂样质量表 表 2

砂样粒径(mm)	砂样质量(g)	砂样粒径(mm)	砂样质量(g)
5.0~2.5	100	0.63~0.315	10
2.5~1.25	50	0.315~0.16	10
1.25~0.63	25	小于 0.16	

4.2.1 岩石名称及物理性质。包括主要的矿物成分、风化程度、有无裂缝、坚硬性、有无包裹体和断口形状等。

4.2.2 化学性质。分为在混凝土中可能或不能产生碱集料反应两种。

4.2.3 对初步确定为碱活性集料的岩石颗粒，应制成薄片，在显微镜下鉴定矿物组成、结构等，应特别测定其隐晶质、玻璃质成分的含量。

注：石料鉴定可参考表 3。

碱活性集料分类参考表 表 2

岩石结构	火成岩		沉积岩			变质岩
胶凝结构						蛋白质
玻璃质结构	松脂岩,珍珠岩,墨曜岩					
显微粒状结构 隐晶质结构			玉髓,鳞石英,方英石,燧石,碧玉玛瑙	硅镁石灰岩及某些含泥质,白云质灰岩		
斑状结构,基质 隐晶质结构或玻璃质 结构		安山岩,英安岩,流纹岩,粗面岩				
碎屑结构,角砾 结构					凝灰岩,火同角,砾石	
鳞片状结构, 鳞片变晶结构						某些千枚岩,硅质板岩,硬绿泥石片岩
胶凝结构						蛋白质

主要矿物成分	酸性火山玻璃	酸性到中性斜长石,钾长石,石英火山玻璃等	蛋白石,玉髓,鳞石英,方石英,石英	方解石,白云石,玉髓,石英	根据岩石屑晶屑角砾的成分而定	石英,绢云母,玉髓,硬绿泥石
--------	--------	----------------------	-------------------	---------------	----------------	----------------

### 5 砂料鉴定

将砂样放在实体显微镜下挑选,鉴别出碱活性集料的种类及含量。小粒径砂在实体显微镜下挑选有困难时,需在镶嵌机上压型(用树胶或环氧树脂胶结)制成薄片,在偏光显微镜下鉴定。

### 6 试验结果处理

#### 6.1 试验结果处理

6.1 石料如进行全分析,按表 4 列出各种岩石的成分及其含量;如只分析碱活性集料,按表 5 列出石料中碱活性集料的种类和含量;按表 6 列出砂料中碱活性集料的种类和含量。

#### 石料岩相鉴定表

项目、粒径(mm)、岩石名称	质量百分数(%)		岩相描述(颜色、硬度、风化程度等)	物理性质(以优、良、劣评定)	化学性质(注明有害或无害)
	40~20	20~5			

#### 石料中碱活性集料含量表

粒径(mm)、质量(%)、碱活性集料名称	40~20	20~5

#### 砂料中碱料活集料含量表

样品组成		碱活性集料含量(%)		
粒径(mm)	筛余量(%)	占本级样品量	占总样品量	合计

6.2 根据鉴定结果,集料被评定为非碱活性时即作为最后结论,如评定为碱活性集料或可疑时,应进行砂浆长度法等检验。

#### 条文说明

路面混凝土通常采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,此类水泥含碱量一般较高;路面混凝土的水泥用量较多,一般都在 300kg/m<sup>3</sup> 以上。此种混凝土位于地面,通常处于潮湿环境,同一般混凝土工程相比,发生碱集料反应破坏的可能性较大。例如,北京市某立交桥和山东某机场混凝土均发现碱集料反应问题。公路工程混凝土试验目前急需此类试验方法。

国外以美国 ASTM 有关碱集料试验方法具有权威性。我国水电部《水工混凝土试验规程》(SD105-82)曾参考美国 ASTM 有关方法和标准制定“岩相法”、“化学法”、“砂浆长度法”、“碳酸盐骨料碱活性检验”和“抑制骨料碱活性效能试验”五个试验方法。本规程参考编制了其中三个方法。

岩相法的优点在于能确知被检验的集料属于什么岩石,其中含有什么矿物?哪些矿物是活性的?是判定集料有无活性最基本的方法。但仅凭岩相法确认的岩石和矿物是否具有碱活性和碱活性的程度大小还很难肯定,因此,单靠岩相检验是不够的。

砂浆长度法是将集料破碎成一定粒径,按一定比例与水泥制成砂浆长条,定期测长,当膨胀率半年不超过 0.

1%或3个月不超过0.05%,即可评为非活性集料。它的优点是直观、指标比较明确,比较接近混凝土实际,缺点是需时较长。

抑制集料碱活性效能试验是以高活性的硬度玻璃砂为标准的条件下评定或优选水泥品种、混合材及外加剂的抑制效能。检定砂浆膨胀率14d不超过0.02%,56不超过0.06%即可认为合乎安全的要求。此类指标明确,国内外均有较成熟的经验。

化学法和碳酸盐集料碱活性检验暂未编入本规程。

(1)化学法的优点是比较快速,但评定指标富于经验性,许多试验表明化学法可能得出不恰当的结论,且该法试验设备比较复杂,公路工程难以广泛采用,故本规程尚未编入;

(2)碳酸盐集料碱活性检验与碱硅反应相比,尚不多见,经验较少,故本规程暂未编入这一方法。

0325-1994 集料碱活性检验(砂浆长度法)

### 1 目的与适用范围

1.1 测定水泥砂浆试件的长度变化,以鉴定水泥中的碱与活性集料间的反应所引致的膨胀是否具有潜在危害。

1.2 用岩相法 T0324 试验评定集料为碱活性或可疑时宜采用本方法,但不适用于碱碳酸盐反应。

### 2 仪器与材料

2.1 标准筛:按细集料(砂)筛分试验规定选用。

2.2 拌和锅、铲、量筒、秒表、跳桌等。

2.3 镬刀及截面为14mm\*13mm,长120mm~150mm的硬木捣棒。

2.4 试模和测头(埋钉):金属试模,规格为25.4mm\*25.4mm\*285mm。试模两端正中有小孔,以便测头在此固定埋砂浆。测头以不锈钢制成。

2.5 养护筒:用耐腐材料(塑料)制成,应不漏水、不透气,加盖后放在养护室中能确保筒内空气相对湿度为95%以上,筒内设有试件架,架下盛有水,试件垂直立于架上并不与水接触。

2.6 测长仪:测量范围275mm~300mm,粗密度0.01mm。

2.7 储存室(箱)的湿度为 $28 \pm 2$ 摄氏度。

### 3 试验准备

#### 3.1 试样制备

3.1.1 水泥:检定一般集料活性时,应使用含碱量高于0.8%的硅酸盐水泥。对于具体工程,如使用几种水泥,对于含碱量大于0.6%的水泥均应进行试验。

注:水泥含碱量以氧化钠( $\text{Na}_2\text{O}$ )计,氧化钾( $\text{K}_2\text{O}$ )换算为氧化钠时乘以换算系数0.658。

3.1.2 集料:对于砂料使用工程实际采用的或拟用的砂;对于石料应把活性、非活性集料分别破碎成表1所示的级配,并根据岩相检验的结果将活性与非活性集料按比例组合成试验用砂。

砂料级配表 表1

筛孔尺寸(mm)	5~2.5	2.5~1.25	1.25~0.63	0.63~0.315	0.315~0.16
分级质量比(%)	10	25	25	25	15

3.1.3 砂浆配合比:水泥与砂的重量比为1:2.25。一组3个试件共需水泥400g,砂900g。砂浆用水量按GB 2419“水泥胶砂流动度测定方法”选定,但跳桌跳动次数改为10次/6s,以流动度在105mm~120mm为准。

#### 3.2 试件制作

3.2.1 成型前24h,将试验所用材料(水泥、砂、拌和用水等)放入20摄氏度 $\pm 2$ 摄氏度的恒温室中。

3.2.2 砂浆制备:将水倒入拌和锅内,加入水泥拌和30s,再加入砂料的一半拌和30s,最后加入剩余的砂料拌和90s。

3.2.3 砂浆分两层装入试模内,每层捣实20次,浇第一层后安放测头再浇第二层(注意测头周围砂浆应填实),浇捣完毕后用镬刀刮除多余砂浆,抹平表面并编号。

### 4 试验步骤

4.1 试件成型完毕后,带模放入标准养护室,养护  $24\text{h} \pm 4\text{h}$  后脱模。脱模后立即测量试件的长度。此长度为试件的基准长度。测长应在  $20 \pm 2$  摄氏度的恒温室中进行。每个试件至少重复测试两次,取差值在仪器精密密度范围内的 2 个读数的值作为长度测定值。待测的试件须用湿布覆盖,以防止水分蒸发。

4.2 测长后将试件放入养护筒中,筒壁衬以吸水纸使筒内空气为水饱和蒸气,盖严筒盖放入  $38 \pm 2$  摄氏度养护室(箱)里养护(一个筒内的试件品种应相同)。

4.3 测长龄期自测基长后算起分 14d、1、2、3、6、9、12 个月几个龄期,如有必要还可适当延长,在测长的前一天,应把养护筒从  $38 \pm 2$  摄氏度的养护室(箱)中取出,放入  $20 \pm 2$  摄氏度的恒温室。试件的测长方法与测基长时相同,每个龄期测长完毕后,应将试件高头放入养护筒中,盖好筒盖,放回  $38 \pm 2$  摄氏度的养护室(箱)中继续养护到下一个测试龄期。

4.4 测长时应应对试件进行观察,包括试件的变形、裂缝、渗出物,特别要注意有无胶体物质出现,并作详细记录。

## 5 计算

5.1 试件的膨胀率按式(1)计算。

$$\epsilon_t = (L_t - L_0) / (L_0 - 2l) * 100$$

式中:  $\epsilon_t$ --试件在龄期 t 内的膨胀率, %;

$L_t$ --试件在龄期 t 的长度, mm;

$L_0$ --试件的基准长度, mm;

$l$ --测头(即埋钉)的长度, mm。

以 3 个试件测值的平均值作为某一龄期膨胀率的测定值。

注:一组 3 个试件测值的离散程度应符合下述要求:膨胀率小于 0.02% 时,单个测值与平均值的差值不得大于 0.003%,膨胀率大于 0.02% 时,单个测值与平均值的差值不得大于平均值的 15%,超过以上规定时需查明原因,取其余二个测值的平均值作为该龄期膨胀率的测定值。当一组试件的测值少于 2 个时,该龄期的膨胀率通过补充试验确定。

## 5.2 评定标准

对于砂料,当砂浆半年膨胀率超过 0.1% 或 3 个月的膨胀率超过 0.05% 时(只在缺少半年膨胀率时才有效),即评为具有危害性的活性集料。反之,如低于上述数值时,则评为非活性集料。

对于石料,当砂浆半年膨胀率低于 0.1% 或 3 个月的膨胀率低于 0.05% 时(只在缺少半年膨胀率时才有效),即评为非活性集料。如超过上述数值时,尚不能作最后结论,应根据混凝土的试验结果作出最后的评定。

[← 最前章](#) [← 上一章](#) [→ 下一章](#) [→ 最末章](#)

关闭此窗口

# 第 7 章 抑制集料碱活性效能试验

T0326-1994 抑制集料碱活性效能试验

## 1 目的与适用范围

1.1 评定矿物混合料对高碱硅酸盐水泥与高活性集料(硬质玻璃)间反应引起过量膨胀的抑制效能,以高活性的硬质玻璃砂与高碱硅酸盐水泥制成的砂浆标准试件,与掺有抑制材料的砂浆对比试件进行同一龄期膨胀率的比较,衡量材料的抑制效能。

1.2 当有的活性集料危害性不能及时作出定论时也可用这种方法检定水泥砂浆试件的膨胀率,差别是否合乎安全的要求,用以选择合适的水泥品种、混合材及外加剂。

## 2 仪器与材料

2.1 标准筛:按细集料(砂)筛分试验规定选用。



2.2 拌和锅、铲、量筒、秒表、跳桌等。

2.3 慢刀及截面为 14mm\*13mm，长 120mm~150mm 的硬木捣棒。

2.4 试模和测头(埋钉)：金属试模，规格为 25.4mm\*25.4mm\*285mm。试模两端正中有小孔，以便测头在此固定埋砂浆。测头以不锈钢制成。

2.5 养护筒：用耐腐材料(塑料)制成，应不漏水，不透气，加盖后放在养护室中能确保筒内空气相对湿度为 95%以上，筒内没有试件架，架下盛有水，试件垂直立于架上并不与水接触。

2.6 测长仪：测量范围 275mm~300mm，精密度 0.01mm。

2.7 储存室(箱)的温度为  $28 \pm 2$  摄氏度。

### 3 试验步骤

#### 3.1 水泥

标准试件。衡量材料抑制效能试验用的高碱硅酸盐水泥，含碱量约 1.0%(以氧化钠计)或 14d 膨胀率不低于 0.1%的其它硅酸盐水泥；膨胀率差别试验用的低碱硅酸盐水泥，含碱量小于 0.6%(以氧化钠计)或先用 14 天膨胀率不超过 0.02%的其它硅酸盐水泥。

对比试件。为了衡量混合材料的抑制效能，对比试件用的水泥与标准试件用的高碱水泥相同。混合材的掺量按绝对体积计为 25%；其余 75%为高碱水泥，为了判别外加剂的抑制效能，可用与标准试件相同的高碱水泥，对于具体工程，可用工程所用水泥进行膨胀率判定试验。

#### 3.2 集料

硬质玻璃。用耐热玻璃破碎而成，级配如表 1。

注：经破碎分级后的硬质玻璃砂需冲洗干净，存放于干燥器中备用。

玻璃砂级配表 表 1

筛孔尺寸(mm)	5~2.5	2.5~1.25	1.25~0.63	0.63~0.315	0.315~0.16
分级质量(%)	20	20	20	20	20

3.3 砂浆配合比。水泥与砂的质量比为 1:2.5，每组试件 3 个需水泥 400g，玻璃砂 900g。对比试件掺混合材时，则水泥为 300g，混合材掺量为 100g 水泥用体积的质量，如为具体工程试验，混合材掺量应与工程推荐的掺量相同。

砂浆用水量按 GB2419 “水泥胶砂流动度测定方法”选定，但跳桌跳动次数改为 10 次/6s，以流动度在 105mm~120mm 为准。掺混合材料的试件，成型前应将混合材与水泥先拌和均匀，外加剂要预先配成溶液随拌和加入。

3.4 按 T0325 的方法制备试件，养护并测长。测长龄期为 14d、56d。

### 4 试验结果处理

4.1 试件的膨胀率按式(1)计算。

$$t = (L_t - L_0) / (L_0 - L_0) * 100$$

式中：t--试件在龄期 t 内的膨胀率，%；

$L_t$ --试件在龄期 t 的长度，mm；

$L_0$ --试件的基准长度，mm；

--测头(即埋钉)的长度，mm。

以 3 个试件测值的平均值作为某一龄期膨胀度的测定值。

注：一组 3 个试件测值的离散程度应符合下述要求：膨胀率小于 0.02%时，单个测值与平均值的差值不得大于 0.003%；膨胀率大于 0.02%时，单个测值与平均值的差值不得大于平均值的 15%，超过以上规定时需查明原因，取其余二个测值的平均值作为该龄期膨胀率的测定值。当一组试件的测值少于 2 个时，该龄期的膨胀率通过补充试验确定。

#### 4.2 结果评定

##### 4.2.1 碱集料反应的抑制效能

掺混合材或外加剂的对比试验 14d 龄期砂浆膨胀率降低值应符合式(2)的要求。

$$R_c=(E_a-E_t)/E_s*100\geq 75$$

式中： $R_c$ --膨胀率降低值，%；

$E_s$ --高碱水泥标准试件 14d 龄期膨胀率，%；

$E_t$ --对比试件 14d 龄期膨胀率，%；

对比试件 56d 龄期的膨胀率小于 0.05%，则认为所试验的材料及相应的掺量具有碱集料反应的抑制效能。

#### 4.2.2 膨胀率的判别试验

对比试件 14d 和 56d 龄期的膨胀率不超过同条件下低碱硅酸盐水泥标准试件的膨胀率；或者 14d 龄期膨胀率不超过 0.02%，56d 龄期膨胀率不超过 0.05%，则认为所试验的水泥不会产生有害的碱集料膨胀。

### T0346-2000 破碎砾石含量试验

#### 1 目的与适用范围

测定砾石经破碎机破碎后，具有要求数量(一个或两个)破碎面的粗集料占粗集料总量的比例，以百分率表示。本方法规定被机械破碎的面积大于等于该颗粒最大横截面积的 1/4 者为破碎面(图 1)，具有符合要求破碎面的集料称为破碎砾石。

#### 欠图

#### 2 仪器与材料

2.1 天平：感量不大于 1g。

2.2 标准筛。

2.3 刮刀

#### 3 试验准备

将已干燥的试样用 4.75mm 标准筛过筛，利用四分法分样。取大于 4.75mm 的粗集料供试验用。试样质量应符合表 1 的要求。当最大粒径大于或等于 19.0mm 时，再用 9.5mm 筛筛分成两部分，每一部分的试样均不得少于 200g，两部分试样分别测试后取平均值。

试样质量要求 表 1

公称最大粒径(mm)	最少试验质量(g)	公称最大粒径(mm)	最少试样质量(g)
9.5	200	26.5	3000
13.2	500	31.5	5000
16.0	1000	37.5	7500
19.0	1500	50	15000

#### 4 试验步骤

4.1 将两部分的试样置 4.75mm 或 9.5mm 筛上，用水冲洗，至干净为止，用烘箱烘干至恒重，冷却，准确称重至 1g。

4.2 将试样摊开在面积足够大的平面上，如图 1 所示，以符合  $A_f > 0.25X_{max}$  要求的面作为破碎面，逐颗目测判断挑出具有一个以上破碎面的玻璃砾石，以及肯定不满足一个破碎面的砾石分别堆放成堆，将难以判断是否满足一个破碎面定义的砾石另堆成一堆。

4.3 分别对 3 堆集料称重，计算难以判断是否满足一个破碎面定义的砾石试样占集料总量的百分率  $Q$ ，若  $Q$  大于 15%，则应从中再次仔细挑拣，直至此部分比例小于 15% 为止。重新称量，计算各部分的百分率。

4.4 重复 4.2 及 4.3 的步骤，从具有一个以上破碎面的破碎砾石中挑出两个以上破碎面的破碎砾石以及只有一个破碎面的砾石分别堆放成两堆，将难以判断是否满足两个破碎面定义的砾石堆成 3 堆。计算第 3 堆集料占集料总量的百分率  $Q$ ，复挑至  $Q$  小于 15% 为止。对各部分称量，计算各部分的百分率。

4.5 每种试样需平行试验不少于两次。

#### 5 计算

破碎碎石占集料总量的百分率按式(1)计算。

$$P=(F+Q/2)/(F+Q+N)*100$$

式中：P--具有一个以上或两个以上破碎砾石占集料总量的百分率，%；

F--满足一个或两个破碎面要求的集料的质量，g；

N--不满足一个或两个破碎面要求的集料的质量，g；

Q--难以判断是否满足具有一个或两个破碎面要求的集料的质量，g。

T0347-2000 石料碱值试验

### 1 目的与适用范围

本方法适用于评价石料与沥青的粘附性。

### 2 仪器与材料

2.1 粗密酸度计。

2.2 硫酸：分析纯。

2.3 碳酸钙：分析纯，粒径小于 0.075mm。

2.4 移液管：100mL。

2.5 圆底烧瓶：250mL，带标准磨口。

2.6 球形回流冷凝器：60cm，具有与烧瓶相配合的标准磨口。

2.7 控温油浴锅。

2.8 烘箱。

2.9 标准筛：0.075mm。

2.10 精密天平：感量不大于 0.0001g。

2.11 粉碎石料用的锤、研钵。

2.12 其它：蒸馏水、烧杯、1L 容量瓶。

### 3 试验准备

#### 3.1 硫酸标准溶液的配制

取分析纯硫酸 13.6mL 慢慢地贴壁加入盛有 500mL 蒸馏水的 1L 容量瓶中，然后用蒸馏水稀释至 1L 刻度，即得到浓度约为 0.25mol/L 的硫酸标准溶液。

3.2 用精密酸度计测定硫酸标准溶液的氢离子浓度  $N_0$ 。

### 4 试验步骤

4.1 按本规程规定的方法准备代表性石料试样。清洗后烘干，破碎，用研钵研磨粉碎，过 0.075mm 筛，称取石粉  $2g \pm 0.0002g$ ，置于圆底烧瓶中。

4.2 用移液管向烧瓶中加入 0.25mol/L 浓度的硫酸标准溶液 100mL。随后放入 130 摄氏度的油浴锅中回流 30min(回流时必须开启冷却管中的冷凝水)，移去油浴锅，冷却至室温(约 4h~6h)。

4.3 用精密酸度计插入上层清液中，测定清液的氢离子浓度  $N_1$ 。

4.4 称取  $2g \pm 0.0002g$  的分析纯碳酸钙粉末，置于另一个圆底烧瓶中，按上述完全相同的步骤，测定氢离子浓度  $N_2$ 。

### 5 计算

石料的碱值按式(1)计算。

$$C=(N_0-N_1)/(N_0-N_2)$$

式中：C--石料的碱值；

$N_0$ --硫酸标准溶液的氢离子浓度；

$N_1$ --检测石料与硫酸反应后的清液的氢离子浓度；

$N_2$ --纯碳酸钙与硫酸反应后的清液的氢离子浓度；

### 条文说明

本方法的基本原理是不同石料的碱性不同，接受质子的能力不同，消耗掉的氢离子浓度也是不相同的，并

以分析纯的碳酸钙作为基准,测定石料与基准状态下消耗的氢离子浓度的比值,作为石料的碱值。本方法在“八五”国家科技攻关“道路沥青及沥青混合料路用性能的研究”专题中,为评价不同石料与沥青的粘附性,取得良好的效果。

◀ 最前章    ◀ 上一章    ▶ 下一章    ▶ 最末章

关闭此窗口

## 第 8 章 细集料筛分试验

T0327--2000 细集料筛分试验

### 1 目的与适用范围

测定细集料(天然砂、人工砂、石屑)的颗粒级配及粗细程度。

### 2 仪器与材料

2.1 标准筛:对水泥混凝土用砂为孔径 10mm、5mm、2.5mm 的圆孔筛和孔径 1.25mm、0.63mm、0.315mm、0.16mm 的方孔筛;对沥青路面用砂为孔径 4.75mm、2.36mm、1.18mm、0.6mm、0.3mm、0.15mm、0.075 mm 的方孔筛。

2.2 天平:称量 1000g,感量不大于 0.5g。

2.3 摇筛机。

2.4 烘箱:能控温在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.5 其它:浅盘和硬、软毛刷等。

### 3 试验准备

将来样通过 10mm(圆孔筛)或 9.5mm(方孔筛)筛,并算出其筛余百分率。然后在潮湿状态下充分拌匀,用四分法缩分至每份不少于 550g 的试样两份,在  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重,冷却至室温后备用。

注:恒重系指相邻两次称量间隔时间大于 3h 的情况下,前后两次称量之差小于该项试验所要求的称量精度(下同),通常不少于 6h。

### 4 试验步骤

4.1 水泥混凝土用砂,按下列步骤筛分。

4.1.1 准确称取烘干试样约 500g( $m_1$ ),准确至 0.5g。置于套筛的最上一只筛,即 5mm 筛上,将套筛装入摇筛机,摇筛约 10min,然后取出套筛,再按筛孔大小顺序,从最大的筛号开始,在清洁的浅盘上逐个进行手筛,直至每分钟的筛出量不超过筛上剩余量的 1%时为止,将筛出通过的颗粒并入下一号筛,和下一号筛中的试样一起过筛,这样顺序进行,直至各号筛全部筛完为止。

注:试样如为特细砂时,试样质量可减少到 100g,并在筛分时增加 0.075mm 的方孔筛 1 只;

如试样含泥量超过 15%,则应先用水洗,然后烘干至恒重,再进行筛分;

无摇筛时,可直接用手筛。

4.1.2 称量各筛筛余试样的质量,精确至 0.5g。所有各筛的分计筛余量和底盘中剩余量的问题与筛分前的试样总量相比,其相差不得超过 1%。

4.2 沥青路面用细集料(天然砂、人工砂、石屑),按下列步骤筛分。

4.2.1 准确称取烘干试样约 500g( $m_1$ ),准确至 0.5g。

4.2.2 将试样置一洁净容器中,加入足够数量的洁净水,将集料全部盖没。

4.2.3 用搅棒充分搅动集料,使集料表面洗涤干净,使细粉悬浮在水中,但不得有集料从水中溅出。

4.2.4 用 1.18mm 筛及 0.075mm 筛组成套筛。仔细将容器中混有细粉的悬浮液徐徐倒出,经过套筛流入另一容器中,但不得将集料倒出。

注:不可直接倒至 0.075mm 筛上,以免集料掉出损坏筛面。

4.2.5 重复 4.2.2~4.2.4 步骤，直至倒出的水洁净为止。

4.2.6 将容器中的集料倒入搪瓷盘中，用少量水冲洗，使容器上沾附的集料颗粒全部进入搪瓷盘中，将筛子反扣过来，用少量的水将筛上的集料冲洗入搪瓷盘中，操作过程中不得有集料散失。

4.2.7 将搪瓷盘连同集料一起置  $105 \pm 5$  摄氏度烘箱中烘干至恒重，称取干燥集料试样的总质量( $m_2$ )，准确至 0.1%。 $m_1$  与  $m_2$  之差即为通过 0.075mm 部分。

4.2.8 将全部要求筛孔组成套筛(但不需 0.075mm 筛) 将已经洗去小于 0.075mm 部分的干燥集料置于套筛上(一般为 4.75mm 筛)，将套筛装入摇筛机，摇筛约 10min，然后取出套筛，再按筛孔大小顺序，从最大的筛号开始，在清洁的浅盘上逐个进行手筛，直至每分钟的筛出量不超过筛上剩余量的 1% 时为止，将筛出通过的颗粒并入下一号筛，和下一号筛中的试样一起过筛，这样顺序进行，直至各筛全部筛完为止。

4.2.9 称量各筛筛余试样的质量，精确至 0.5g。所有各筛的分计筛余量和底盘中剩余量的总质量与筛分前后试样总量  $m_2$  相比，其相差不得超过 1%。

## 5 计算

### 5.1 分计筛余百分率

各号筛的分计筛余百分率为各号筛上的筛余量除以试样总量( $m_1$ )的百分率，准确至 0.1%。对沥青路面细集料而言，0.15mm 筛下部分即为 0.075mm 的分计筛余，由 4.2.7 测得的  $m_1$  与  $m_2$  之差即为小于 0.075mm 的筛底部分。

### 5.2 累计筛余百分率

各号筛的累计筛余百分率为该号筛及大于该号筛的各号筛的分计筛余百分率之和，准确至 0.1%。

### 5.3 质量通过百分率

各号筛的质量通过百分率等于 100 减去该号筛的累计筛余百分率，准确至 0.1%。

5.4 根据各筛的累计筛余百分率或通过百分率，绘制级配曲线。

5.5 对水泥混凝土用砂，按式(1)计算细度模数，准确至 0.01。

$$M_x = [(A_{0.16} + A_{0.315} + A_{0.63} + A_{1.25} + A_{2.5}) - 5A_5] / (100 - A_5)$$

式中： $M_x$ --砂的细度模数；

$A_{0.16}$ 、 $A_{0.315}$ 、.....、 $A_5$ --分别为 0.16mm、0.315mm、.....、5mm 各筛上的累计筛余百分率，%。

5.6 对沥青路面及各种路面的基层、底基层用砂，按式(2)计算细度模数，准确至 0.01。

$$M_x = (A_{0.15} + A_{0.3} + A_{0.6} + A_{1.2} + A_{2.36} + A_{4.75}) / 100$$

式中： $M_x$ --砂的细度模数；

$A_{0.15}$ 、 $A_{0.3}$ 、.....、 $A_{4.75}$ ---分别为 0.15mm、0.3mm、.....、4.75mm 各筛上的累计筛余百分率，%。

5.7 应进行两次平行试验，以试验结果的算术平均值作为测定值。如两次试验所得的细度模数之差大于 0.2，应重新进行试验。

## 条文说明

细集料的筛分方法于各国都没有什么不同，不同的是标准筛的规格。在我国，由于水泥混凝土集料 2.5mm 以上用圆孔筛，沥青路面都用方孔筛，因此本试验方法据此进行了修订。

对沥青路面来说，矿料级配中 0.075mm 通过率至关重要，所以国外在对细集料筛分时要求进行水洗，以准确测定 0.075mm 以下部分的含量，这对于石屑等粉尘含量大的材料影响更大，所以此次修订时参考 AASHTO T11、ASTM C117、日本道路协会试验法 3-4-3，对沥青路面用细集料规定了水洗法筛分方法，而对水泥混凝土用砂则考虑到级配的影响不大，仍保留原来的干筛分方法。

在本规程 T0333 中规定了含泥量测定方法，同样是采用水洗法测定，但结果是作为“泥”看待时，这在条文说明中已经说到，这样做其它是不对的，所以沥青路面的细集料要求用砂当量测定。不过，从另一角度看，水洗法实际上也将所含的土作为矿粉洗出去了，将尺寸小于 0.075mm 的部分，不分石粉和土都作为矿粉参加沥青混合料的配合比设计，尤其对含泥量大的砂，肯定会对沥青混合料的质量产生影响，可施工时又确实跟着一起都加到沥青混合料中了，这个问题只能从材料质量上解决，从中扣除土的含量也是很难算清楚的，所以要求必须符合砂当量的要求，这是个先决条件。

因此在沥青路面施工时，无论是进行原材料的筛分供沥青混合料目标配合比设计，不是从拌和机二次筛分后的热料仓取样筛分进行生产配合比设计，都必须先进行水洗法确定 0.075mm 通过率，使之符合实际情况，应该注意的是，其余筛孔在水中是筛不过去的，所以还必须烘干后再进行筛分。

关于细度模数的计算方法，原规程细度模数计算方法仅适用于水泥混凝土用砂。由于对沥青混合料，讲究的是材料的级配，使用时并不筛除 4.75mm 以上的颗粒，所以在《公路沥青路面施工技术规范》(JTJ032)的条文说明中列出的细度模数的计算方法中没有剔除 5mm 以上部分计算，那是根据 ASTM 的方法规定的。

ASTM C 136 规定细度模数(finess modulus of fine aggregates)是各号筛的累计筛余之和除以 100 之商，其通用计算方法如下：

$$M_x = (A_{0.15} + A_{0.3} + A_{0.6} + A_{1.18} + A_{2.36} + A_{4.75} + A_{9.5} + A_{19.0} + A_{37.5}) / 100$$

因此本方法中按照我国水泥混凝土与沥青路面的不同习惯，列出了两种计算细度模度的方法，当砂中没有 5 mm(或 4.75mm)以上部分时，两种方法相同，使用时必须注意区分。

兹举例说明不同计算方法的差异，某工程用砂筛分结果如表 1，按沥青路面用砂式(2)的方法计算的细度模数为 2.78，而按水泥混凝土用砂式(1)将 4.75mm 筛上剔除后计算的细度模数仅为 2.12，属于细砂，之所以相差是因为砂中尚有大于 4.75mm 部分，对计算的细度模数影响甚大。

在美国 ASTM D 1073 “ 沥青路面混合料用细集料 ” 中对砂的级配规定如表 2，供参考。

不同方法计算的细度模数 表 1

筛孔(mm)	筛分结果(通过%)	累计筛余(%)	按 ASTM C 136 1 计算 M <sub>x</sub>	4.75mm 以上颗粒保留计算 M <sub>x</sub>	4.75mm 以上颗粒剔除后计算 M <sub>x</sub>
9.5	97.3	2.7	A <sub>9.5</sub>		
4.75	83.7	16.3	A <sub>4.75</sub>	A <sub>4.75</sub>	A <sub>4.75</sub>
2.36	75.4	24.6	A <sub>2.36</sub>	A <sub>2.36</sub>	A <sub>2.36</sub>
1.18	69.4	30.6	A <sub>1.18</sub>	A <sub>1.18</sub>	A <sub>1.18</sub>
0.6	67.6	32.4	A <sub>0.6</sub>	A <sub>0.6</sub>	A <sub>0.6</sub>
0.3	22.8	77.2	A <sub>0.3</sub>	A <sub>0.3</sub>	A <sub>0.3</sub>
0.15	5.5	94.5	A <sub>0.15</sub>	A <sub>0.15</sub>	A <sub>0.15</sub>
0.075	1.4	98.6			
计算式			278.3/100	275.6/100	(259-5*16.3)/(100-16.3)
M <sub>x</sub>			2.78	2.76	2.12

沥青路面混合料用砂的规格(ASTM D1073-88) 表 2

筛孔(mm)	1 号级配	2 号级配	3 号级配	4 号级配
9.5	100	--	--	100
4.75	95~100	100	100	80~100
2.36	70~100	75~100	95~100	65~80
1.18	40~80	50~74	85~100	40~80
0.6	20~65	28~52	65~90	20~65
0.3	7~40	8~30	30~60	7~40
0.15	2~20	0~12	5~25	2~20

0.075	1~10	0~5	0~5	1~10
-------	------	-----	-----	------

T0328-2000 细集料表观密度试验(容量瓶法)

1 目的与适用范围

测定砂的表观相对密度和表观密度。

2 仪器与材料

- 2.1 天平：称量 1kg，感量不大于 1g。
- 2.2 容量瓶：500mL。
- 2.3 烘箱：能控温在 105 ± 5 摄氏度。
- 2.4 烧杯：500mL。
- 2.5 蒸馏水。
- 2.6 其它：干燥器、浅盘、铝制料勺、温度计等；

3 试验准备

将缩分至 650g 左右的试样在湿度为 105 ± 5 摄氏度的烘箱中烘干至恒重，并在干燥内冷却至室温，分成两份备用。

4 试验步骤

- 4.1 称取烘干的试样约 300g(m<sub>0</sub>)，装入盛有半瓶蒸馏水的容量瓶中。
- 4.2 摇转容量瓶，使试样在水中充分搅动以排除气泡，塞紧瓶塞，静置 24h 左右，然后用滴管添水，使水面与瓶颈刻度线平齐，再塞紧瓶塞，擦干瓶外水分，称其总质量(m<sub>1</sub>)。
- 4.3 倒出瓶中的水和试样，将瓶的内外面洗净，再向瓶内注入与上水温相差不超过 2 摄氏度的蒸馏水至瓶颈刻度线，塞紧瓶塞，擦干瓶外水分，称其总质量(m<sub>2</sub>)。

注：在砂的表观密度试验过程中应测量并控制水的湿度，试验的各项称量可以在 15~25 摄氏度的温度范围内进行。但从试样加水静置的最后 2h 起直至试验结束，其温度相差不应超过 2 摄氏度。

5 计算

5.1 砂的表观相对密度按式(1)计算至小数点后 3 位。

$$a = m_0(m_0 + m_1 - m_2)$$

式中：a--砂的表观相对密度，无量纲；

m<sub>0</sub>--试样的烘干质量，g；

m<sub>1</sub>--水及容量瓶总质量，g；

m<sub>2</sub>--试样、水及容量瓶总质量，g。

5.2 表观密度 a 按式(2)计算，准确至小数点后 3 位。

$$a = \frac{a^*}{T} \text{ 或 } a = \frac{a^*}{T} \cdot w$$

式中：a--砂的表观密度，g/cm<sup>3</sup>；

w--水在 4 摄氏度时的密度，1000kg/m<sup>3</sup>；

t--试验时的水温对水的密度影响的修正系数，按表 1 取用；

T--试验温度 T 时水的密度，按表 1 取用，g/cm<sup>3</sup>。

不同水温时水的密度 T 及水温修正系数 T 表 1

水温(摄氏度)	15	16	17	18	19	20
水的密度 T(g/cm <sup>3</sup> )	0.99913	0.99897	0.99880	0.99862	0.99843	0.99822
水温修正系数 T	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
水温(摄氏度)	21	22	23	24	25	

水温修正系数 $\tau$	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	--

以两次平行试验结果的算术平均值作为测定值,如两次结果之差值大于  $0.01\text{g}/\text{cm}^3$  时,应重新取样进行试验。

T0329-2000 细集料表观密度试验(李氏比重瓶法)

### 1 目的与适用范围

测定细集料(天然砂、人工砂、石屑等)的表观密度。

### 2 仪器与材料

2.1 天平:称量  $100\text{g}$ , 感量不大于  $0.1\text{g}$ 。

2.2 李氏比重瓶:容量  $250\text{mL}$ 。

2.3 烘箱:能控温  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.4 蒸馏水。

2.5 其它:干燥器、浅盘、小勺、温度计等。

### 3 试验准备

将来样用四分法筛分至  $120\text{g}$  左右,在  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重,并在干燥器中冷却(不少于  $1\text{h}$ )至室温,分成两份备用。

### 4 试验步骤

4.1 向李氏比重瓶中注入蒸馏水至一定刻度处,擦干瓶颈内壁附着的水,记录水的体积(初读数)( $V_1$ )。

4.2 称取烘干试样  $55\text{g} \pm 5\text{g}(m_0)$ , 准确至  $0.1\text{g}$ 。徐徐装入盛水的比重瓶中。

4.3 试样全部装入瓶中后,用瓶内的水将粘附在瓶颈和瓶壁的试样洗入水中,旋转比重瓶以排除气泡,静置约  $24\text{h}$  后,记录瓶中水面升高后的体积(终读数)( $V_2$ )。

注:在细集料的表观密度试验过程中应测量并控制水的温度。允许在  $15\sim 25$  摄氏度的湿度范围内进行体积测定,但两次体积测定(指  $V_1$  及  $V_2$ )的温差不得大于  $2$  摄氏度,从试样加水静置的最后  $2\text{h}$  起,直至记录完瓶中水面升高时止,其温度相差也不应超过  $2$  摄氏度。

### 5 计算

5.1 细集料的表观密度按式(1)计算至小数点后  $3$  位。

$$a = m_0 / (V_2 - V_1)$$

式中:  $a$ --细集料的表观密度;

$m_0$ --试样的烘干质量,  $\text{g}$ ;

$V_1$ --比重瓶中水的原有体积,  $\text{mL}$ ;

$V_2$ --倒入试样后水和试样的体积(终读数),  $\text{mL}$ 。

5.2 细集料的表观相对密度按式(2)计算。

$$a = a / \tau$$

式中:  $a$ --细集料对水的表观相对密度,无量纲;

$\tau$ --水在试验温度时的密度,按表 1 取用。

不同水温时水的密度  $\tau$  及水温修正系数  $\tau$  表 1

水温(摄氏度)	15	16	17	18	19	20
水的密度 $\tau(\text{g}/\text{cm}^3)$	0.99913	0.99897	0.99880	0.99862	0.99843	0.99822
水温修正系数 $\tau$	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
水温(摄氏度)	21	22	23	24	25	
水的密度 $\tau(\text{g}/\text{cm}^3)$	0.99802	0.99779	0.99756	0.99733	0.99702	
水温修正系数 $\tau$	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	

以两次试验结果的算术平均值作为测定值,如两次结果之差值大于  $0.01\text{g}/\text{cm}^3$  时应重新取样进行试验。



## 条文说明

原规程的计算公式有误,当试样加入李氏比重瓶中后,比重瓶刻度读数之差  $V_2-V_1$  即为试样的绝对体积(不考虑吸水),由式(1)得到的即是该温度时的细集料表观密度值,不应该减去温度修正系数,除以同温度下水的密度得到相对密度,计算方法与矿粉密度的方法(T0352)应该是一样的。由此计算表观相对密度时应除以试验温度时水的密度。在 T0328 中是通过称重计算的,不是由刻度线体积计算的,材料的体积是排开水的体积,计算得到的是该温度下砂对水的相对密度,计算同温度下的表观密度时必须考虑不同温度时水的密度的差别对浮力的影响,所以要减去  $\rho_T$  计算表观密度,另外,采用此法试验时,应在试验前对比重瓶的体积予以校正,例如水温 23 摄氏度,比重瓶加水至刻度时的总质量为  $m_1$ ,则  $m_1=0.99779V+Q$ ,式中  $Q$  为空瓶质量, $V$  为该刻度时体积,与读数比较。

## T0330-2000 细集料密度及吸水率试验

### 1 目的与适用范围

测定砂的吸水率、饱和面干密度、毛体积密度。

### 2 仪器与材料

2.1 天平:称量 1kg,感量不大于 0.1g。

2.2 饱和面干试模(见图 1)。

#### 欠图

2.3 捣棒:金属棒,直径  $25\text{mm} \pm 3\text{mm}$ ,质量  $340\text{g} \pm 15\text{g}$ (图 1)。

2.4 烧杯:500mL。

2.5 容量瓶:500mL。

2.6 烘箱:能控温在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.7 其它:干燥器、吹风机(手提式)、浅盘、铝制料勺、玻璃棒、温度计等。

### 3 试验准备

3.1 将来样在潮湿状态下用四分法缩分至每份约 1000g,拌匀后分成两份,分别装入浅盘或其它合适的容器中。

3.2 注入清水,使水面高出试样表面 20mm 左右(测量水温并控制在  $20 \pm 5$  摄氏度),用玻璃棒连续搅拌 5min,以排除气泡,静置 24h。

3.3 细心地倒去试样上部的水,并用吸管吸去余水。

3.4 将试样在盘中摊开,用手提吹风机缓缓吹入暖风,并不断翻拌试样,使砂表面的水在各部位均匀蒸发。

3.5 然后将试样松散地一次装入饱和面干试模中,用捣棒轻捣 25 次,捣棒端面距试样表面距离不超过 10mm,使之自由落下,捣完后刮平模口,如留有空隙亦不必再装满。

3.6 从垂直方向徐徐提起试模,如试样呈图 2a)的形状,则说明砂中尚含有表面水,应继续按上述方法用暖风干燥、试验,直至试模提起后试样呈图 2b)的形状为止。如试模提起后试样呈图 2c)的形状,则说明试样已干燥过分,此时应将试样均匀洒水约 5mL,经充分拌匀,并静置于加盖容器中 30min 后,再按上述方法进行试验,直至试样达到如图 2b)的形状为止。

#### 欠图

### 4 试验步骤

4.1 吸水率试验:立即称取饱和面干试样  $500\text{g} \pm 10\text{g}$ ,准确于 0.1g( $m_3$ )(下同),放入已知质量的烧杯中,置温度为  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重,并在干燥器内冷却至室温后,称取干样与烧杯的总量,得烧杯中干试样的质量( $m_0$ )。

4.2 相对密度试验步骤:立即称取饱和面干试样约 300g( $m_3$ ),迅速放入容量瓶中,勿使水分蒸发和砂粒散失,而后加水至约 450mL 刻度处(最好加冷水),转动容量瓶排除气泡后,再仔细加水至 500mL 刻度处,塞紧瓶塞,擦干瓶外水分,称其总量( $m_2$ ),而后倒出砂样,洗净瓶内外,用同样的水(每次需测量水温,宜为  $23 \pm 1.7$  摄氏度,两次水温相差不大于 2 摄氏度),加至 500mL 刻度处,塞紧瓶塞,擦干瓶外水分,称其总量( $m_1$ )。将倒出的砂样置  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干于恒重,在干燥器内冷却至室温后,称取干样的质量( $m_0$ )。

## 5 计算

5.1 吸水率按式(1)计算,准确至 0.01%。

$$W_x = (m_3 - m_0) / m_0 * 100$$

式中:  $W_x$ --砂的吸水率, %;

$m_3$ --饱和面干试样质量, g;

$m_0$ --烘干试样质量, g。

以两次平行试验结果的算术平均值作为测定值,如两次结果之差值大于 0.02%,应重新取样进行试验。

5.2 饱和面干相对密度及饱和面干密度按式(2)及式(3)计算至小数点后 3 位。

$$\rho_s = m_3 / (m_3 + m_1 - m_2)$$

$$\rho_s = (\rho_s - \rho_w) * \rho_w$$

式中:  $\rho_s$ --砂的饱水面干相对密度,无量纲;

$\rho_s$ --砂的饱水面干密度, g/cm<sup>3</sup>;

$m_3$ --饱和面干试样质量, g;

$m_2$ --饱和面干试样、水、瓶总质量, g;

$m_1$ --水、瓶总质量, g;

$\rho_w$ --水在 4 摄氏度时的密度值, 1.000g/m<sup>3</sup>;

$\rho_w$ --考虑试验时的水温对水的密度影响的修正系数,按表 1 取用。

不同水温时水的密度  $\rho_w$  及水温修正系数  $\rho_w$  表 1

水温(摄氏度)	15	16	17	18	19	20
水的密度 $\rho_w$ (g/cm <sup>3</sup> )	0.99913	0.99897	0.99880	0.99862	0.99843	0.99822
水温修正系数 $\rho_w$	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
水温(摄氏度)	21	22	23	24	25	
水的密度 $\rho_w$ (g/cm <sup>3</sup> )	0.99802	0.99779	0.99756	0.99733	0.99702	
水温修正系数 $\rho_w$	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	

5.3 毛体积相对密度及毛体积密度按式(4)及式(5)计算至小数点后 3 位。

$$\rho_b = m_0 / (m_3 + m_1 - m_2)$$

$$\rho_b = (\rho_b - \rho_w) * \rho_w$$

式中:  $\rho_b$ --砂的毛体积相对密度,无量纲;

$\rho_b$ --砂的毛体积密度, g/cm<sup>3</sup>;

$m_3$ --饱和面干试样质量, g;

$m_2$ --饱和面干试样、水、瓶总质量, g;

$m_1$ --水、瓶总质量, g;

$\rho_w$ --水在 4 摄氏度时的密度值, 1.000g/m<sup>3</sup>;

$\rho_w$ --考虑试验时的水温对水的密度影响的修正系数,按表 1 取用。

5.4 以两次平行试验结果的算术平均值为测定值,如两次结果之差大于 0.01g/cm<sup>3</sup>时,应重新取样进行试验。

[← 最前章](#) [← 上一章](#) [→ 下一章](#) [→ 最末章](#)

关闭此窗口

# 第 9 章 细集料堆积密度及紧装密度试验

## T0331-1994 细集料堆积密度及紧装密度试验

### 1 目的与适用范围

测定砂自然状态下堆积密度、紧装密度及空隙率。

### 2 仪器与材料

2.1 台秤：称量 5kg，感量 5g。

2.2 容量筒：金属制，圆筒形，内径 108mm，净高 109mm，筒壁厚 2mm，筒底厚 5mm，容积约为 1L。

2.3 标准漏斗(见图 1)。

2.4 烘箱：能控温在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.5 其它：小勺、直尺、浅盘等。

### 3 试验准备

3.1 试样制备：用浅盘装来样约 5kg，在湿度为  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重，取出并冷却至室温，分成大致相等的两份备用。

注：试样烘干后如有结块，应在试验前先予撵碎。

#### 欠图 1

3.2 容量筒容积的校正方法：以温度为  $20 \pm 5$  摄氏度的洁净水装满容量筒，用玻璃板沿筒口滑移，使其紧贴水面，玻璃板与水面之间不得有空隙，擦干筒外壁水分，然后称量，用式(1)计算筒的容积 V。

$$V = m_2 - m_1$$

式中：m<sub>1</sub>--容量筒和玻璃板总质量，g；

m<sub>2</sub>--容量筒、玻璃板和水总质量，g。

### 4 试验步骤

4.1 堆积密度：将试样装入漏斗中，打开底部的活动力门，将砂注入容量筒中，也可直接用小勺向容量筒中装试样，但漏斗出料口或料勺距容量筒筒口均应为 50mm 左右，试样装满并超出容量筒筒口后，用直尺将多余的试样沿筒口中心线向两个相反方向刮平，称取质量(m<sub>1</sub>)。

4.2 紧装密度：取试样 1 份，分两层装入容量筒。装完一层后，在筒底垫放一根直径为 10mm 的钢筋，将筒按住，左右交替颠击地面各 25 下，然后再装入第二层。第二层装满后用同样方法颠实(但筒底所垫钢筋的方向应与第一层放置方向垂直)。两层装完并颠实后，添加试样超出容量筒筒口，然后用直尺将多余的试样沿筒口中心线向两个相反方向刮平，称其质量(m<sub>2</sub>)。

### 5 计算

5.1 堆积密度及紧装密度分别按式(2)和式(3)计算至 0.01g/m<sup>3</sup>。

$$\rho_{堆积} = (m_1 - m_0) / V$$

$$\rho_{紧装} = (m_2 - m_0) / V$$

式中：ρ<sub>堆积</sub>--砂的堆积密度，g/cm<sup>3</sup>；

ρ<sub>紧装</sub>--砂的紧装密度，g/cm<sup>3</sup>；

m<sub>0</sub>--容量筒的质量，g；

m<sub>1</sub>--容量筒和堆积密度砂总质量，g；

m<sub>2</sub>--容量筒和紧装密度砂总质量，g；

V--容量筒容积，mL。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

5.2 砂的空隙率按式(4)计算至 0.1%。

$$n = (1 - \rho_s / \rho_a) * 100$$

式中：n--砂的空隙率，%；

ρ<sub>a</sub>--砂的堆积或紧装密度，g/cm<sup>3</sup>；

ρ<sub>s</sub>--砂的表观密度，g/cm<sup>3</sup>。

## T0332-1994 细集料含水率及表面含水率试验

## 1 目的与适用范围

测定砂的含水率及表面含水率。

## 2 仪器与材料

2.1 烘箱：能控温在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.2 天平：称量 2kg，感量不大于 2g。

2.3 容器：浅盘等。

## 3 试验步骤

用来样中取各约 500g 的代表性试样两份，分别放入已知质量的干燥容器中称量，记下每盘试样与容器的总量( $m_2$ )，将容器连同试样放入温度为  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重，称烘干后的试样与容器的总量( $m_3$ )。

## 4 计算

4.1 砂的含水率按式(1)计算至 0.1%。

$$w = (m_2 - m_3) / (m_3 - m_1) * 100$$

式中： $w$ --砂的含水率，%；

$m_1$ --容器质量，g；

$m_2$ --未烘干的试样与容器总质量，g；

$m_3$ --烘干后的试样与容器总质量，g。

4.2 砂的表面含水率按式(2)计算。

$$s = w - x$$

式中： $s$ --砂的表面含水率，%；

$w$ --砂的含水率，%；

$x$ --砂的吸水率(由 T0330 法求得)，%。

以两次试验结果的算术平均值为测定值。

T0333-2000 细集料含泥量试验(筛洗法)

## 1 目的与适用范围

1.1 测定细集料中粒径小于 0.075mm 的尘屑、淤泥和粘土的含量。

1.2 本方法不适用于人工砂、石屑等矿粉成分较多的细集料。

## 2 仪器与材料

2.1 天平：称量 1kg，感量不大于 1g。

2.2 烘箱：能控温在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.3 方孔筛：孔径 0.075mm 及 1.25mm(或 1.18mm)的筛。

2.4 其它：筒、浅盘等。

## 3 试验准备

将来样用四分法缩分至每份约 1000g，置于温度为  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重，冷却至室温后，称取约 400g( $m_0$ )的试样两份备用。

## 4 试验步骤

4.1 取烘干的试样一份置于筒中，并注入洁净的水，使水面高出砂面约 200mm，充分拌和均匀后，浸泡 24 h，然后用手在水中淘洗试样，使尘屑、淤泥和粘土与砂粒分离，并使之悬浮水中，缓缓地将浑浊液倒入 1.25mm(或 1.18mm)至 0.075mm 的套筛上，滤去小于 0.075mm 的颗粒。试验前筛子的两面应先用水湿润，在整个试验过程中应注意避免砂粒丢失。

注:不得直接将试样放在 0.075mm 筛上用水冲洗，或者将试样放在 0.075mm 筛上后在水中淘洗，以避免误将小于 0.075mm 的砂颗粒当作泥冲走。

4.2 再次加水于筒中，重复上述过程，直至筒内砂样洗出的水清澈为止。

4.3 用水冲洗剩留在筛上的细粒，并将 0.075mm 筛放在水中(使水面略高出筛中砂料的上表面)来回摇动，以充分洗除小于 0.075mm 的颗粒，然后将两筛上筛余的颗粒和筒中已经洗净的试样一并装入浅盘，置于温度

为  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重，冷却至室温，称取试样的质量( $m_1$ )。

## 5 计算

砂的含泥量按式(1)计算至 0.1%。

$$Q_n = (m_0 - m_1) / m_0 * 100$$

式中： $Q_n$ --砂的含泥量，%

$m_0$ --试验前的烘干试样质量，g；

$m_1$ --试验后的烘干试样质量，g。

以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值。两次结果的差值超过 0.5% 时，应重新取样进行试验。

### 条文说明

细集料含泥量应该是细集料中的泥土的含量，本方法是将细集料放在水中淘洗，让砂沉淀，悬浮液倒走，并用 0.075mm 过滤的方法区别砂与土，所以试验时务必不使砂(有不少细砂颗粒会小于 0.075mm)随水一起冲走，否则就不一定是含“泥”量了。但淘洗后，小于 0.075mm 部分的细砂粒，沉淀很慢，是很容易随土一起倾走的。有的试验室在试验时直接用 0.075mm 在水中淘洗或者直接将砂放在 0.075mm 筛上用水冲洗，将通过 0.075mm 部分都当然“泥”看待的做法是不对的，因此严格来说，本方法是测不准真正的含泥量，应该尽可能采用 T0334 的砂当量试验。在《公路沥青路面施工技术规范》(JTJ032)中已经将砂当量作为含泥量指标，而将本方法测定的结果称为“小于 0.075mm 含量”，以示区别。

### T0334-1994 细集料砂当量试验

#### 1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于测定细集料中所含的粘性土或杂质的含量，以评定集料的洁净程度。砂当量用 SE 表示。

1.2 本方法适用于沥青混合料及水泥混凝土用天然砂、人工砂、石屑，其集料最大粒径不超过 4.75mm(圆孔筛 5mm)。

#### 2 仪器与材料

##### 2.1 仪器：

2.1.1 透明圆柱形试筒：如图 1，透明塑料制，外径  $40\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，内径  $32\text{mm} \pm 0.25\text{mm}$ ，高度  $420\text{mm} \pm 0.25\text{mm}$ 。在距试筒底部 100mm、380mm 处刻划刻度线，试筒口配有橡胶瓶口塞。

2.1.2 冲洗管如图 2，由一根弯曲的硬管组成，不锈钢或冷锻钢制，其外径为  $6\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，内径为  $4\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ 。管的上部有一个开关，下部有一个不锈钢两侧带孔尖头，孔径为  $1\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ 。

2.1.3 透明玻璃或塑料桶：容积 5L，有一根虹吸管放置桶中，桶底面高出工作台约 1.5m。

2.1.4 橡胶管(或塑料管)：约 1.5m，内径约 5mm，同冲洗管联在一起吸液用，配有金属夹，以控制冲洗液流量。

2.1.5 配重活塞：如图 3，由长  $440\text{mm} \pm 0.25\text{mm}$  的杆、直径  $25\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$  的底座(下面平坦、光滑、垂直杆轴)、套筒和配重组成。且在活塞上有三个横向螺丝可保持活塞在试筒中间，并使活塞与试筒之间有一条小缝隙。

##### 欠图 3 幅

套筒为黄铜或不锈钢制，厚  $10\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ ，大小适合试筒并且引导活塞杆，能标记筒中活塞下沉的位置，套筒上有一个螺钉用以固定活塞杆，配重为  $1\text{kg} \pm 5\text{g}$ 。

2.1.6 机械振荡器：可以使试筒产生横向的直线运动振荡，振幅  $203\text{mm} \pm 1.0\text{mm}$ ，频率  $180\text{次}/\text{min} \pm 2\text{次}/\text{min}$ 。

2.1.7 天平：称量 1kg，感量不大于 1g。

2.1.8 烘箱：能使温度控制在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.1.9 温度计。

2.1.10 标准筛：筛孔为 4.75mm(圆孔筛为 5mm)。

2.1.11 温度计。

2.1.12 广口漏斗：玻璃或塑料制，口的直径 100mm 左右。

2.1.13 钢板尺：长 50mm，刻度 1mm。

2.1.14 其它：量筒(1L)，烧杯(2L)，塑料桶(5L)、烧杯、刷子、盘子、刮刀、勺子等。

## 2.2 试剂：

2.2.1 无水氯化钙( $\text{CaCl}_2$ )：分析纯，含量 96%，分子量 110.99，纯品为无色立方结晶，在水中溶解度大，溶解时放出大量热，它的水溶液呈微酸性，具有一定的腐蚀性。

2.2.2 丙三醇( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ )：又称甘油，分析纯，含量 98%，分子量 90.99。

2.2.3 甲醛( $\text{HCHO}$ )：分析纯，含量 36%，分子量 30.03。

2.2.4 蒸馏水。

## 3 试验准备

### 3.1 试样制备

3.1.1 将样品通过孔径 4.75mm(圆孔筛 5mm)筛，去掉筛上的粗颗粒部分，试样数量不少于 1500g。如样品过分干燥，可在筛分之前加少量水分润湿。用包橡胶的小锤打碎土块。当粗颗粒部分被筛分时不能分离的杂质裹覆时，应进行清洗，并回收细粒放入试样中。

3.1.2 测定试样含水量，试验用的样品，在测定含水量和取样试验期间不要丢失水分。

由于试样是加水湿润过的，对试样含水量应按现行含水量测定方法进行，含水量以两次测定的平均值计，准确至 0.1%。经过含水量测定的试样不得用于试验。

### 3.1.3 称取试样的湿重

根据测定的含水率按式(1)计算相当于 120g 干燥试样的样品湿重，准确至 0.1g。

$$m_1 = 120 * (100 + \quad) / 100$$

式中：--集料试样的含水率，%；

$m_1$ --相当于干燥试样 120g 时的潮湿试样的质量，g。

### 3.2 化学试剂配制

#### 3.2.1 高浓度氯化钙( $\text{CaCl}_2$ )溶液的配制

按无水氯化钙(g)：蒸馏水(mL)=1:2 进行配制。氯化钙溶于水时放热，溶液温度升高，待溶液冷却到室温后，用滤纸进行过滤，以除去不溶的杂质。过滤后的高浓度溶液存放备用，该溶液中氯化钙含量为 410g/L。

#### 3.2.2 浓溶液(1L)的配制

用量筒量取 272mL 高浓度氯化钙溶液。称取 484.8g 丙三醇和 13.6g 甲醛，均装入 1L 量筒中，并用少量蒸馏水分别对盛过三种试剂的器皿洗涤 3 次，每次洗涤的水均放入量筒中，最后加入蒸馏水至 1L 刻度线。将配制的 1L 溶液倒入 2L 的烧杯或量筒中，混合均匀，装入密封容器备用，作为试验的浓溶液。

#### 3.2.3 制备冲洗液

取试验用的浓溶液 125mL  $\pm$  1mL 装入 5L 塑料桶中，然后用蒸馏水稀释至 5L  $\pm$  0.005L。

## 4 试验步骤

4.1 用冲洗管将冲洗液吸入试筒直至最下面的 100mm 刻度处(约需 80mL 试验用冲洗液)。

4.2 把相当于 120g  $\pm$  1g 干料重的湿样用漏斗仔细地倒入竖立的试筒中。

4.3 用手掌反复敲打试筒下部，以除去气泡，并使试样尽快润湿，然后放置 10min。

4.4 在试样静止 10min  $\pm$  1min 结束后，在试筒上塞上橡胶塞堵住试筒，用手将试筒横向水平放置，或将试筒水平固定在振荡机上。

4.5 开动机械振荡器，在 30s  $\pm$  1s 的时间内振荡 90 次。用手振荡时，仅需手腕振荡，不必晃动手臂，以维持振幅 230mm  $\pm$  25mm，振荡时间和次数与机械振荡器同。然后将试筒取下竖直放回试验台上，拧下橡胶塞。

4.6 将冲洗管插入试筒中，用冲洗液冲洗附在试筒壁上的集料，然后逐渐将冲洗管插到试筒底部。慢慢转动冲洗管，同时匀速缓慢提高冲洗管，使附着在集料表面的土粒杂质浮游上来，直至溶液达到 380mm 刻度线为止。

4.7 缓慢匀速向上拔出冲洗管，当冲洗管抽出液面，且保持液面位于 380mm 刻度线时，切断冲洗管的液流，

使液面保持在 380mm 刻度线处，然后开动秒表在没有振动的情况下静置  $20\text{min} \pm 15\text{s}$ 。

4.8 如图 4 所示，在静置 20min 后，用尺量测从试筒底部到絮状凝结物上液面的高度( $h_1$ )。如有可能，同样测得从试筒底部到沉淀部分上液面的高度( $h_2$ )，准确至 1mm。

#### 欠图

4.9 将配重活塞徐徐插入试筒里，直至碰到沉淀物时，立即拧紧套筒上的固定螺丝。将尺子插入套筒的开口处，使零点对准活塞的底面，从套筒上面线读取沉淀高度  $h_2$ ，准确至 1mm。同时记录试筒内的温度，准确至 1 摄氏度。

4.10 按上述步骤进行 2 个试样的平等试验。

注：为了不影响沉淀的过程，试验必须在无振动的水平台上进行，随时检查试验的冲洗管口，防止堵塞；由于塑料在太阳光下容易变成不透明，应尽量避免将塑料试筒等直接暴露在太阳光下，盛试验溶液的塑料桶用毕要清洗干净。

## 5 计算

5.1 试样的砂当量值按式(2)计算。

$$SE = h_2/h_1 * 100$$

式中：SE--试样的砂当量，%；

$h_2$ --试筒中用活塞测定的集料沉淀物的高度，mm；

$h_1$ --试筒中絮凝物和沉淀物的总高度，mm。

5.2 试验的目的测砂当量值按式(3)计算。

$$SEV = h_2/h_1 * 100$$

式中：SEV--试样的目测砂当量值，%；

$h_1$ --试筒中絮凝物和沉淀物的总高度，mm；

$h_2$ --试筒中目测集料沉淀物的高度，mm。

5.3 一种集料应平行测定两次，集料的砂当量 SE 或 SEV 是二个试样平行测定的砂当量的平均值，以活塞测得砂当量为准，并以整数表示。

### 条文说明

为了将集料中小于 0.075mm 的矿粉、细砂与含泥量加以区分，应尽快采用在国外已成熟的砂当量试验法代替 T0333 的筛洗法。

### T0335-1994 细集料泥块含量试验

#### 1 目的与适用范围

测定水泥混凝土用砂中颗粒大于 1.25mm 的泥块含量。

#### 2 仪器与材料

2.1 天平：称量 2kg，感量不大于 2g。

2.2 烘箱：能控温在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.3 方孔筛：孔径 0.63mm(或 0.5mm)及 1.25mm(或 1.18mm)。

2.4 其它：洗砂用的筒及烘干用的浅盘等。

#### 3 试验准备

将来样用四分法缩分至每份约 2500g，置于温度为  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重，冷却至室温后，用 1.25mm(或 1.18mm)筛筛分，取筛上的砂约 400g 分为两份备用。

#### 4 试验步骤

4.1 取试样 1 份 200g( $m_1$ )置于容器中，并注入洁净的水，使水面至少超出砂面约 200mm，充分拌混均匀后，浸泡 24h，然后用手在水中捻碎泥块，再把试样放在 0.63mm(或 0.6mm)筛上，用水淘洗至水清澈为止。

4.2 筛余下来的试样应小心地从筛里取出，并在  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重，冷却至室温后称量( $m_2$ )。

#### 5 计算

砂中泥块含量按式(1)计算至 0.1%。

$$Q_k=(m_1-m_2)/m_1*100$$

式中： $Q_k$ --砂中大于 1.25mm(或 1.18mm)的泥块含量，%；

$m_1$ --试验前存留于 1.25mm(或 1.18mm)筛上试样的烘干试样量,g。

$m_2$ --试验后的烘干试样量，g。

取两次平行试验结果的算术平均值作为测定值，两次结果的差值如超过 0.4%，应重新取样进行试验。

#### T0336-1994 细集料有机质含量试验

##### 1 目的与适用范围

本方法用于评定天然砂中的有机质含量是否达到影响水泥混凝土品质的程度。

##### 2 仪器与材料

2.1 天平：不大于称量的 0.01%。

2.2 量筒：250mL、100mL、和 10mL。

2.3 氢氧化钠溶液：氢氧化钠与蒸馏水的质量比为 3:97。

2.4 鞣酸、酒精等。

2.5 其它：烧杯、玻璃棒和孔径为 5mm 的圆孔筛。

##### 3 试验准备

3.1 试样制备：筛去试样中 5mm 以上的颗粒，用四分法筛分至约 500g，风干备用。

3.2 标准溶液的配制方法：取 2g 鞣酸粉溶解于 98mL 的 10%酒精溶液中，即得所需的鞣酸溶液。然后取该溶液 2.5mL 注入 97.5mL 浓度为 3%的氢氧化钠溶液中，加塞后剧烈摇动，静置 24h 即得标准溶液。

##### 4 试验步骤

4.1 向 250mL 量筒中倒入试样至 103mL 刻度处，再注入浓度为 3%的氢氧化钠溶液至 200mL 刻度处，剧烈摇动后静置 24h。

4.2 比较试样上部溶液和新配制标准溶液的颜色，盛装标准溶液与盛装试样的量筒规格应一致。

##### 5 结果

若试样上部的溶液颜色浅于标准溶液的颜色，则试样的有机质含量鉴定合格；如两种溶液的颜色接近，则应将该试样(包括上部溶液)倒入烧杯中放在温度为 60~70 摄氏度的水槽锅中加热 2h~3h，然后再与标准溶液比色。

如溶液的颜色溶于标准色，则应按下法作进一步试验。

取试样 1 份，用 3%氢氧化钠溶液洗除有机杂质，再用清水淘洗干净，至试样用比色法试验时溶液的颜色浅于标准色。然后再经洗除有机质的和未洗除的试样分别以相同的配合比配成流动性基本相同的两种水泥砂浆，测定其 7d 和 28d 的抗压强度，如未经洗除砂的砂浆强度不低于经洗除有机质后的砂的砂浆强度的 95%时，则此砂可以采用。

#### T0337-1994 细集料云母含量试验

##### 1 目的与适用范围

测定砂中云母的近似含量。

##### 2 仪器与材料

2.1 放大镜(5 倍左右)。

2.2 钢针。

2.3 天平：称量 100g，感量不大于 0.01g。

##### 3 试验步骤

称取经筛分的试样 50g，在温度为  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重，冷却至室温后，先筛去大于 5mm 和小于 0.315mm 的颗粒，然后根据砂的粗细不同称取试样 10g~20g( $m_0$ )，放在放大镜下观察，用钢针将砂中所有云母全部挑出，称量所挑出的云母质量( $m_1$ )。

##### 4 计算



砂中云母含量按式(1)计算至 0.1%。

$$Q_e = m_1 / m_0 * 100$$

式中： $Q_e$ --砂中云母含量，%；

$m_0$ --烘干试样质量，g；

$m_1$ --挑出的云母质量，g；

T0338-1994 细集料轻物质含量试验

### 1 目的与适用范围

测定砂中轻物质近似含量。

### 2 仪器与材料

2.1 烘箱：能控温在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.2 天平：感量不大于 0.01g。

2.3 玻璃仪器：量杯(1000mL)、量筒(250mL)、烧杯(150mL)。

2.4 比重计：测定范围 1.0~2.0。

2.5 网篮：内径和高度均约为 70mm，网孔孔径不大于 0.3mm(可用坚固性试验用的网篮，也可用孔径 0.3mm 的筛)。

2.6 氯化锌：化学纯。

### 3 试验准备

3.1 称取经缩分的试样约 800g，在  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重，冷却后将大于 5mm 和小于 0.3mm 的颗粒筛去，然后称取每份约重 200g 的试样两份备用。

3.2 配制相对密度为 1.95~2.0 的重液：向 1000mL 的量杯中加水至 600mL 刻度处，再加入 1500g 氧化锌，用玻璃棒搅拌使氯化锌全部溶解，待冷却至室温后(氯化锌在溶解过程中放出大量热量)，将部分溶液倒入 250mL 量筒中测其相对密度。如溶液相对密度小于要求值，则将它倒回量杯，再加入氧化锌，溶解并冷却后测其相对密度，直至溶液相对密度达到要求数值为止。

### 4 试验步骤

4.1 将上述试样 1 份( $m_0$ )倒入盛有重液(约 500mL)的量杯中，用玻璃棒充分搅拌，使试样中的轻物质与砂分离，静置 5min 后，将浮起的轻物质连同部分重液倒入网篮中，轻物质留在网篮上，而重液则通过网篮流入另一容器。倾倒重液时应避免带出砂粒，一般当重液表面与砂表面相距约 20mm~30mm 时即停止倾倒。流出的重液倒回盛试样的量杯中，重复上述过程，直至无轻物质浮起为止。

4.2 用清水洗净留存于网篮中的轻物质，然后将它倒入烧杯，在  $105 \pm 5$  摄氏度的烘箱中烘干至恒重，用感量为 0.01g 的天平称量轻物质与烧杯总量( $m_1$ )。

### 5 计算

砂中轻物质的含量按式(1)计算至 0.1%。

$$Q_g = (m_1 - m_2) / m_0 * 100$$

式中： $Q_g$ --砂中轻物质的含量，%；

$m_1$ --烘干的轻物质与烧杯的总量，g；

$m_2$ --烧杯的质量，g；

$m_0$ --试验前烘干的试样质量，g。

以两份试样试验结果的算术平均值作为测定值。

T0339-1994 细集料膨胀率试验

### 1 目的与适用范围

测定砂的膨胀率。

### 2 仪器与材料

同砂的含水率试验和砂的堆积密度试验。

### 3 试验步骤

3.1 测定烘干砂的堆积密度(或紧装密度)。

3.2 测定试样砂的堆积密度(或紧装密度)。

3.3 测定相应状态砂的含水率。

#### 4 计算

砂的膨胀率按式(1)计算,准确至1%。

$$P = \frac{d_s(100 + w_s)}{d_w} - 100$$

式中:P--砂的膨胀率,%;

$d_s$ --干砂堆积密度,kg/m<sup>3</sup>;

$d_w$ --试样砂堆积密度,kg/m<sup>3</sup>;

$w_s$ --试样砂含水率,%。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

#### 条文说明

本试验所说的膨胀率,是指一定质量的砂代表样,当其含水率由烘干状态升高到试验时某一含水率后的体积增加数,以烘干状态的体积百分数表示,以了解砂含水率在一定变化范围内(一般可为 $w_s=0\sim 10\%$ )的体积变化情况。

#### T0340-1994 细集料坚固性试验

##### 1 目的与适用范围

本方法用以确定砂试样经饱和硫酸钠溶液多次浸泡与烘干循环,承受硫酸钠结晶压而不发生显著破坏或强度降低的性能,以评定砂的坚固性能(也称安定性)。

##### 2 仪器与材料

2.1 烘箱:能控温在 $105 \pm 5$ 摄氏度。

2.2 天平:称量200g,感量不大于0.2g。

2.3 筛:对水泥混凝土用砂,孔径为0.315mm、0.63mm、1.25mm的方孔筛及2.5mm、5mm的圆孔筛;对沥青路面和各基层和底基层用砂,孔径为0.3mm、0.6mm、1.18mm、2.36mm、4.75mm的方孔筛。

2.4 容器:搪瓷盆或瓷缸,容量不小于10L。

2.5 三角网篮:内径及高均为70mm,由铜丝或镀锌铁丝制成,网孔的孔径不应大于所盛试样粒级下限尺寸的一半。

2.6 试剂:无水硫酸钠或10水结晶硫酸钠(工业用)。

2.7 波美比重计。

##### 3 试验准备

取一定数量的蒸馏水(多少取决于试样及容器大小),加温至30~50摄氏度,每1000mL蒸馏水加入无水硫酸钠( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )300g~350g或10水硫酸钠( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )700g~1000g,用玻璃棒搅拌,使其溶解并饱和,然后冷却至20~25摄氏度,在此温度下静置48h,其相对密度应保持在1.151~1.174(波美度为18.9~21.4)范围内,试验时容器底部应无结晶存在。

##### 4 试验步骤

4.1 称取粒级分别为0.315mm~0.63mm、0.63mm~1.25mm、1.25mm~2.5mm和2.5mm~5.0mm的试样(对沥青路面为0.3mm、0.6mm、0.6mm~1.18mm、1.18mm~2.36mm、2.36mm~4.75mm的试样)各约100g,分别装入网篮并浸入盛有硫酸钠溶液的容器中,溶液体积应不小于试样总体积的5倍,其温度应保持在20~50摄氏度范围内。三角网篮浸入溶液时应先上下升降25次以排除试样中的气泡,然后静置于该容器中,此时网篮底面应距容器底面约30mm(由网篮脚高控制),网篮之间的间距应不小于30mm。试样表面至少应在液面以下30mm。

4.2 浸泡20h后,从溶液中提出网篮,放在 $105 \pm 5$ 摄氏度的烘箱中烘烤4h,至此完成了第一个试验循环。待试样冷却至20~25摄氏度后,即开始第二次循环。从第二次循环开始,浸泡及烘烤时间均为4h。

4.3 最后一次循环完毕后,将试样置于25摄氏度~30摄氏度的清水中洗净硫酸钠,再在 $105 \pm 5$ 摄氏度的烘

箱中烘干至恒重，取出冷却至室温后，用筛孔孔径为试样粒级下限的筛，过筛并称量各粒级试样试验后的筛余量。

注:试样中硫酸钠是否干净，可按按下法检验：

取洗试样的水数毫升，滴入少量氯化钡(BaCl<sub>2</sub>)溶液，如无白色沉淀，即说明硫酸钠已被洗净。

## 5 计算

5.1 试样中各粒级颗粒的分计损失百分率按式(1)计算。

$$Q_i = (m_i - m_{i'}) / m_i * 100$$

式中:Q<sub>i</sub>--试样中各粒级颗粒的分计损失百分率，%；

m<sub>i</sub>--每一粒级试样试验前烘干质量，g；

m<sub>i'</sub>--经硫酸钠溶液试验后，每一粒级筛余颗粒的烘干质量，g。

5.2 试样的坚固性损失总百分率按式(2)计算，确至 1%。

$$Q = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) / (P_1 + P_2 + P_3 + P_4)$$

式中:Q--试样的坚固性损失，%；

P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>、P<sub>4</sub>--4 个不同粒级的颗粒在原试样总量所占的百分率，%；

Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>、Q<sub>3</sub>、Q<sub>4</sub>--4 个不同粒级的分计损失百分率，%；



关闭此窗口

# 第 10 章 细集料三氧化硫含量试验

T0341-1994 细集料三氧化硫含量试验

## 1 目的与适用范围

测定砂中是否含有有害的硫酸盐、硫化物，按 SO<sub>3</sub> 计，并测定其含量。

## 2 仪器与材料

2.1 定性试验需用仪器与材料：

2.1.1 天平：称量 1kg，感量不大于 1g；称量 100g，感量不大于 0.01g。

2.1.2 筛：筛孔 0.075mm。

2.1.3 烧杯:容量 500mL。

2.1.4 其它：纯盐酸、10%氯化钡(BaCl<sub>2</sub>)溶液、滤纸、玻璃棒及研钵等。

2.2 定量试验需用仪器与材料：

2.2.1 分析天平：感量不大于 0.0001g。

2.2.2 摇瓶：1000mL。

2.2.3 无灰滤纸：要求经烧灼后无质量。

2.2.4 混合指示剂：1 份甲基红和 3 份溴甲酚绿的 0.1%酒精溶液。

2.2.5 纯盐酸

2.2.6 10%氯化钡(BaCl<sub>2</sub>)溶液。

2.2.7 其它：普通电炉、高温电炉、振荡器、搅拌器、抽气瓶、烧杯、坩埚及平底瓷漏斗等。

## 3 试验步骤

### 3.1 定性试验

3.1.1 用四分法取代表样约 1000g，烘干至恒重，称取烘干样约 200g，在研钵中研成粉末，通过 0.075mm 筛，仔细拌匀粉末并称取 100g，放在 500mL 的烧杯中，注入 250mL 蒸馏水，搅拌 1min~2min(数次)，经一昼夜后用滤纸过滤，然后向滤液中加 2~3 滴纯盐酸，注入 5mL 左右的 10%氯化钡溶液，加热至 50 摄氏度，再

静置一昼夜。

3.1.2 如有白色沉淀物产生，即表示砂中有  $\text{SO}_3$ ，须进行定量试验测定其含量。

### 3.2 定量试验

3.2.1 称取通过 0.075mm 筛孔的烘干试样 200g，装入注有 500mL 蒸馏水的烧瓶中，加塞蜡封，经常摇动，经一昼夜后，再把溶液摇浑，用抽气法过滤。

3.2.2 将 100mL 的过滤溶液放在 250mL 的烧杯中，加入 4~5 滴混合指示剂，使溶液变色，接头加入纯盐酸至呈红色，再加 4~5 滴混合指示剂，煮沸后加入 10% 氯化钡溶液约 15mL，然后搅拌均匀。为了得到较大的硫酸钡( $\text{BaSO}_4$ )结晶，可将溶液在 60~70 摄氏度的温度内加热 2h，然后静置数小时。

3.2.3 用紧密滤纸将此溶液过滤，过滤前将滤纸微湿，过滤完后，把原装滤液的烧杯用蒸馏水洗几次至洁净，再将洗烧杯的水也加以过滤，最后把留在滤纸上的物质洗几遍(以 1% 硝酸银溶液检验  $\text{Cl}^-$ )。

3.2.4 把过滤后在滤纸上的物质连同滤纸一起放入已知质量的干坩埚中，将坩埚放在普通电炉上使滤纸炭化，然后再放在 700~800 摄氏度高温电炉上灼烧 15min~20min，待灰化后取出，放在干燥器内冷却至室温，用分析天平称其总量( $m_1$ )。

## 4 计算

4.1 按式(1)计算  $\text{SO}_3$  含量至 0.01%。

$$P=(m_1-m_0)*0.343/40*100$$

式中：P-- $\text{SO}_3$  含量，%；

$m_0$ --坩埚质量，g；

$m_1$ --坩埚和灰化物总质量，g；

0.343--硫酸钡( $\text{BaSO}_4$ )换算为  $\text{SO}_3$  的系数；

40--作定量试验的试样质量，g。

4.2 取两次试验结果的算术平均值作为测定值，若两次试验结果之差大于 0.15% 时，应重新取样进行试验。

## T0342-1994 细集料含水率快速试验(碳化钙气压法)

### 1 目的与适用范围

快速测定细集料的含水率，供拌和混凝土时修正用水量和用砂量。

### 2 仪器与材料

2.1 碳化钙气压法含水量测定仪，如图 1 所示，由主体罐、紧固螺栓、弓型紧固架、罐盖、垫圈、过滤器和指示表组成。

含水量指示表系与烘干法对比经标定试验由压力表转换而得，即表盘刻度是按含水量百分比刻制的，直接读出含水量值。

仪器分两种型号：1 型取样 30g，含水量测定范围 0~30%；2 型取样 20g，含水量测定范围 0~12%。

### 欠图

2.2 仪器箱：存放仪器和附件，便于随身携带。

2.3 天平：称量 200g，感量不大于 0.1g。

2.4 粉碎球：加速砂样与吸水剂的混合。

2.5 毛刷：用于清扫仪器。

2.6 小勺：用于计量吸水剂。

2.7 吸水剂：纯度 80.6%，粒度 3mm 以下，发气量为 1kg 碳化钙产生 300L 乙炔气。

### 3 试验准备

#### 3.1 取样

采用四分法取样，尽可能使试样具有代表性。1 型称取试样 30g，2 型称取试样 20g。

#### 3.2 清扫仪器

必须使含水量测定仪盖口干净，橡皮圈、罐内及罐盖内无上次测定遗留下的残渣。

### 4 试验步骤

#### 4.1 放入试样

将称好的砂样倒入仪器主体罐内，在倒的过程中，应避免砂料倒在外面，同时将两个粉碎球放入罐内。

#### 4.2 放吸水剂

将定量吸水剂放入仪器盖中，当 1 型试样为 30g 时，放 16g(可超量)，当 2 型试样为 200g 时，放 48g(可超量)。

#### 4.3 关闭仪器

为了避免试样和吸水剂在仪器关闭前混合，应使仪器呈水平状态，再横向加盖，然后立即拧紧紧固螺栓，将罐盖压紧。

#### 4.4 混合

双手握住仪器(表向下，仪器倾斜 45 度)用力快速摇动，使试样、吸水剂和粉碎球沿罐内侧壁转动。摇 20s，停 20s，反复几次，直至表盘指针稳定为止。

#### 4.5 读数

读数时，表针必须稳定，并使眼睛水平对着表盘，指针位置向上。如指针位置不统一，或眼睛偏向一侧读数，都会影响测试精密度。

#### 4.6 放气清罐

使罐盖背向操作者，缓慢拧松紧固螺栓，释放气压，然后拱形罐盖倒出罐内物质。用瓶刷刷净主体罐内腔，用戎布擦净两个粉碎球表面上的残留物。

### 5 计算

以两次测值的平均值作为试验结果，若两次含水量测值相差大于 0.5%，应找出原因重做试验。

### 6 注意事项

6.1 由于吸水剂与水反应产生可燃气体--乙炔，所以操作人员严禁吸烟，不得在有明火的场合进行操作。

6.2 操作时，仪器盖不要对着人，测试后，慢慢释放气体。

6.3 测试的残渣不得随地乱扔，应倒在室外指定地点或关闭的容器内，定时埋入土中。

6.4 吸水剂受潮会分解失效，对已打开的吸水剂应在短期内用完。并储存在不易产生明火的干燥场所，运输时要轻拿轻放，注意安全。

#### 条文说明

碳化钙气压法快速测定松散材料(土与砂石)等的含水率，在国外已是成熟的检测技术。以英、德为代表的西欧国家普遍采用该法进行松散材料的含水率的测定。该方法于 1986 年列入我国《公路土工试验规程》(JTJ 051-85)附录一。

1987 年交通部公路科学研究所承担“七五”国家科技攻关(17-2-3-5-1)“混凝土质量控制及检测技术的研究”项目中，对该法用于砂含水量的测定，进一步进行了试验研究。结果表明：砂子含水率在 12% 以内，碳化钙气压法和标准烘干法比较，测值平均误差不大于 0.5%，测试时间在 3min 左右，测值可直接从含水率表盘上读出，不需换算和率定曲线，粗密度能够满足要求。

有关单位对碳化钙气压法和烘干法进行比较试验的结果见表 1，说明能符合使用要求。

验证试验结果 表 1

试验单位	仪器型号	测试材料	试验组数,n	平均差值(%)
贵州某水电站	200 型含水量快测仪	人工砂	36	0.16
	30 型含水量快测仪	人工砂	36	0.20
河北涿某市政公司	30 型含水量快测仪	天然砂	30	0.33
河北省某市公路管理处	30 型含水量快测仪	砂性土	36	0.14
总政某工程处试验室	30 型含水量快测仪	天然砂	30	0.23

## 1 目的与适用范围

快速测定细集料(砂)的含水率。

## 2 仪器与材料

2.1 天平：称量 200g，感量不大于 0.2g。

2.2 容器：铁与铝制浅盘。

2.3 50mL 的量筒或量杯。

2.4 酒精：普通工业酒精。

2.5 其它：毛刷、玻璃棒等。

## 3 试验步骤

3.1 取干净容器，称取其质量( $m_1$ )。

3.2 将约 100g 试样置于容器中，称取试样和容器的总量( $m_2$ )。

3.3 向容器中的试样加入酒精约 20mL，拌和均匀后点火燃烧并不断翻拌试样，待火焰熄灭后，过 1min 再加入酒精约 20mL，仍按上述步骤进行。

3.4 待第二次火焰熄灭后，称取干样与容器总质量( $m_3$ )。

注：试样经两次燃烧后，表面应呈干燥颜色，否则须再加酒精燃烧一次。

## 4 计算

4.1 细集料(砂)的含水率按式(1)计算至 0.1%。

$$=(m_2-m_3)/(m_3-m_1)*100$$

式中：--砂的含水率，%；

$m_1$ --容器质量，g；

$m_2$ --燃烧前试样与容器总质量,g；

$m_3$ --燃烧后干试样与容器总质量，g。

4.2 以两次平行试验结果的算术平均值作为测定值。

## T0344-2000 细集料棱角性试验

### 1 目的与适用范围

1.1 本方法测定一定量的细集料通过标准漏斗，装入标准容器中的空隙率，称为细集料的棱角性，以百分率计。

1.2 本方法适用于测定天然砂、人工砂、石屑等使用于路面的细集料性，以预测细集料对沥青混合料的内摩擦角和抗流动变形性能及对拌制水泥混凝土的和易性的影响。

### 2 仪器与材料

2.1 细集料棱角性测定仪：如图 1 所示，上部为一个金属或塑料制的圆筒，容积不少于 200mL，下面接一个高 38mm 的金属制的倒圆锥筒漏斗，角度为 60 度 ± 4 度，漏斗内部光滑，流出孔开口直径 12.7mm ± 0.6 mm。测定仪下方放置一个 100mL 的铜制的容器，容器内径 39mm,高 86mm。此容器镶嵌在一块厚 6mm 的金属板上，容器与底板之间用环氧树脂填充固结。金属底板底部的正中央有一个凹坑，用尺与底座位置对路。

欠图 1 细集料棱角性测定装置

2.2 标准筛：孔径为 4.75mm、2.36mm 的方孔筛或孔径为 5mm、2.5mm 的圆孔筛。

2.3 天平：感量不大于 0.1g。

2.4 烘箱：能控温在 105 ± 5 摄氏度。

2.5 玻璃板：60mm\*60mm，厚 4mm。

2.6 刮尺：带刃直尺，长 100mm，宽 20mm。

2.7 其它：搪瓷盘、毛刷等。

### 3 试验步骤

3.1 用水标定容器的容积 V。

3.2 称取接受细集料的容器质量  $m_0$ 。

3.3 将从现场取来的细集料试样,按照最大粒径的不同选择 2.36mm(或 2.5mm)或 4.75mm(或 5mm)的标准筛过筛,除去大于最大粒径的部分,通常对天然砂或 0~3mm(或 5mm)石屑采用 2.36mm(或 2.5mm)筛,对 0~5 mm 石屑或人工砂可采用 4.75mm(或 5mm)筛。

3.4 取约 2kg 试样放在搪瓷盘中,加水浸泡 24h,仔细清洗,漂去混水。然后分数次用 0.075mm 筛用水仔细冲洗过筛。将上部分放入  $105 \pm 5$  摄氏度烘箱中烘干至恒重,冷却。按照四分法称取  $190 \pm 1g$  的试样不少于 3 份。

3.5 将漏斗与圆筒接好,成一整体。在漏斗下方置接受容器。用一块小玻璃板堵住开口处。

3.6 将试样从圆筒中央上方(高度与筒顶齐平)徐徐倒入漏斗,表面尺量倒平。

3.7 取走堵住漏斗开启门的小玻璃板。漏斗中的细集料随即通过漏斗开口处流出,进入接受容器中。

3.8 用带刃的直尺轻轻刮平容器的表面,不加任何振动。

3.9 称取容器与细集料的总质量  $m_1$ ,至 0.1g。

3.10 按本规程 T0330 的方法测定细集料的毛体积密度  $\rho_b$ 。

3.11 平行试验 3 次,以平均值作为细集料棱角性的试验结果。

#### 4 计算

按式(1)、(2)计算容器中的细集料的松装密度和空隙率至小数点后 1 位,空隙率即为细集料的棱角性。

$$U = \frac{(m_1 - m_0) / \rho_b}{V} \times 100$$

式中:  $\rho_b$ --细集料的毛体积密度,  $g/cm^3$ ;

$m_0$ --容器空质量, g;

$m_1$ --容器与细集料的总质量, g;

$V$ --容器的容积,  $cm^3$ ;

$U$ --细集料的空隙率,即棱角性, %;

$\rho_b$ --细集料的毛体积密度,  $g/cm^3$ 。

#### 条文说明

天然砂与人工砂、石屑在使用于沥青混合料时,使用性能有很大的判别。由于天然砂经过亿万年的风化、搬运,一般比较坚硬,尤其是海砂,大部分是石英颗粒,所以天然砂作为细集料,往往有较好的耐久性。但是天然砂与沥青的粘附性往往较差,而且砂的形状基本上是球形颗粒,所以对高温抗车辙能力极为不利。相反,石屑由于是破碎石料时的下脚料,基本上是石料中较为薄弱的部分首先变成石屑剥落下来,所以石屑中扁平颗粒含量较大,而且强度较差,所以规范对石屑的使用有一定的限制。但是,正因为石屑是破碎得到的,使用表面特别粗糙,对提高马歇尔稳定度及车辙试验的动稳定度效果非常明显,而且扁平颗粒可以改善破碎方式得以减少,人工砂有时是在加工过程中将石屑中的粉料用吸尘设备吸走后得到的。

如何评价细集料的表面粗糙程度、棱角性,历来没有标准方法。美国在战略性公路研究计划(SHRP)研究过程中特别测定砂的棱角性指标的重要性,提出了标准试验方法 AASHTOTP33“细集料未压实空隙率试验方法(受颗粒形状、表面结构和级配的影响)”,提出了非常简单的测定棱角性的设备装置。该方法是将干燥细集料试样通过一个标准漏斗,漏入一个经标定的圆筒,由细集料的空隙率作为棱角性指标。空隙率越大,意味着有较大的内摩擦角,球状颗粒少,细集料的表面构造粗糙,所以描述细集料的性能的重要指标。

但在 AASHTO TP22 方法中,有三种试样,一种是标准试样(A 组),由下列样品组成:

2.36mm~1.18mm 44g

1.18mm~0.60mm 57g

0.60mm~0.30mm 72g

0.30mm~0.15mm 17g

A 组试样一组合计 190g。混合在一起进行空隙率的测定。

B 组试样是用 2.36mm~1.18mm、1.18mm~0.60mm、0.60mm~0.30mm 三组试样分别取 190g 进行试验,棱角

性由三个空隙率的平均值表示。A、B 试样都是用水清洗干净后试验的。

C 组试样即本规程规定的由 4.75mm 筛过筛的试样，但堆积中未要求清洗，考虑到 C 组试验更符合我国目前还做不到将细集料筛分后再配合使用的工程实际情况，所以本规程仅列入了 C 组一种试样的试验方法。

SHRP 的 SUPERPAVE 配合比设计方法对细集料的棱角性作出了规定，如下表所示。

道路交通量 (百分辆 ESALs)	距路面下深度(mm)	
	<100	>100
<0.3	--	--
<1	40%	--
<10	40%	40%
<30	45%	40%
<100	45%	45%
≤100	45%	45%

美国对 SMA 路面要求细集料的棱角性不得小于 45%，细集料的棱角性对 SMA 集料的嵌挤作用非常重要，通过细集料的棱角性试验方法，可以评定天然砂、人工砂、石屑等细集料颗粒对沥青混合料的内摩擦角和抗流动变形性能的影响。

#### T0345-2000 细集料粗糙度试验

##### 1 目的与适用范围

1.1 本方法测定一定量的细集料全部通过标准漏斗所需要的流动时间，称为细集料的粗糙度，以秒表示。

1.2 本方法测定天然砂、人工砂、石屑等使用于路面的细集料粗糙度，以评定细集料颗粒的棱角性、表面构造，预测细集料对沥青混合料的内摩擦角和抗流动变形性能及对拌制水泥混凝土的和易性的影响。

##### 2 仪器与材料

2.1 细集料粗糙度测定仪：如图 1 所示，上部为直径 90mm，高 125mm 的圆筒，下部为开口 60 度的金属漏斗，漏斗流出孔直径 16mm，上部与圆筒连接成一整体。测定仪下方放置一个足以存下 3kg 细集料的容器，如铝盆、搪瓷盆等。

2.2 标准筛：孔径为 4.75mm、2.36mm 的方孔筛，或 5mm、2.5mm 的圆孔筛。

2.3 天平：感量不大于 0.1g。

2.4 烘箱：能控温在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.5 秒表：准确至 0.1s。

欠图 1 细集料粗糙度测定装置(尺寸单位：mm)

2.6 其它：搪瓷盘、毛刷等。

##### 3 试验步骤

3.1 将从现场取来的细集料试样，按照最大粒径的不同选择 2.36mm(或 2.5mm)或 4.75mm(或 5mm)的标准筛过筛，除去大于最大粒径的部分。通常对天然砂或 0~3mm 石屑采用 2.36mm(2.5mm)筛，对 0~5mm 石屑或人工砂可采用 4.75mm(或 5mm)筛，取约 6kg 放入  $105 \pm 5$  摄氏度烘箱中烘干至恒重，冷却。按照四分法称取  $1000g \pm 1g$  的试样不少于 5 份。准确至 0.1g。试样中如有个别团粒存在，应轻轻研碎。

3.2 将试样从圆筒，成一整体。关闭漏斗下方的开启门(或用手手指堵住)，在漏斗下方置接受容器。

3.3 将试样从圆筒中央开口处(高度与筒顶齐平)徐徐倒入漏斗，表面尺量倒平。

3.4 在打开漏斗开启门或移去堵口的手指的同时，开动秒表。漏斗中的细集料随即从漏斗开口处流出，进入接受容器中，待细集料全部流完，止停秒表，读取细集料流出的时间，准确至 0.1s，即为该细集料试样的粗糙度。

3.5 平行试验 5 次，以平均值作为细集料粗糙度的试验结果。



## 条文说明

如何评价细集料的表面粗糙程度，棱角性，以前没有标准方法。最早是法国标准 AFNOR NF P 18-564/1980 规定了砂的流值试验方法，在第 17 届国际道路会议上得到了肯定，建议各国采用法国方法评价砂的表面特性及棱角性，它对沥青混合料的稳定性、塑性变形有重要影响，同时也可用来评价水泥混凝土的和易性。欧美通常直接称为砂的流值(flow)。为与马歇尔试验的流值相区别起见，本方法根据其含意称为粗糙度。由于本方法比 T03444 更为简单，在包括美国在内的更多国家使用，故本规程同时列入，与棱角性试验并列，并推荐作为测定粗糙度时使用。

本方法参照法国 AFNOR NF P 18-564/1981 编写。在法国标准中，漏斗流出孔直径有 12mm 及 16mm 两种，按照最大粒径的不同选择 2.36mm 或 4.75mm 的标准筛过筛。对最大粒径为 2.36mm 的细集料，采用开口 12mm 的漏斗；对最大粒径为 4.75mm 的细集料，采用开口 16mm 的漏斗。这样试验的结果当然是不一样的。因此其它国家在采用此法时又多少作了些改动，如美国和日本的试验方法就只保留 16mm 的漏斗，为此我国也只保留 16mm 漏斗。

◀ 最前章    ▶ 上一章    ▶ 下一章    ▶▶ 最末章

关闭此窗口

# 第 11 章 矿粉筛分试验(水洗法)

## T0351-2000 矿粉筛分试验(水洗法)

### 1 目的与适用范围

测定矿粉的颗粒级配。同时适用于测定供拌制沥青混合料用的其它填料如水泥、石灰、粉煤灰的颗粒级配。

### 2 仪器与材料

2.1 标准筛：孔径为 0.6mm、0.3mm、0.15mm、0.075mm。

2.2 天平：感量不大于 0.1g。

2.3 烘箱：能控温在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.4 搪瓷盘。

2.5 橡皮头研杵。

### 3 试验步骤

3.1 将矿粉试样放入  $105 \pm 5$  摄氏度烘箱中烘干至恒重，冷却，称取 100g，准确至 0.1g。如有矿粉团粒存在，可用橡皮头研杵轻轻研磨粉碎。

3.2 将 0.075mm 筛装在筛底上，仔细倒入矿粉，盖上筛盖。手工轻轻筛分，至大体上筛不下去为止。存留在筛底上的小于 0.075mm 部分可弃法。

3.3 除去筛盖和筛底，按筛孔大小顺序套成套筛。将存留在 0.075mm 筛上的矿粉倒回 0.6mm 筛上，在选上来水下方接一胶管，打开自来水，用胶管的水轻轻冲洗矿粉过筛 0.075mm 筛下部分任其流失，直至流出的水色清液为止。水洗过程中，可以适当用手扰动试样，加速矿粉过筛，待上层筛冲干净后，取去 0.6mm 筛，接着从 0.3mm 筛或 0.15mm 筛上冲洗，但不得直接冲洗 0.075mm 筛。

注：自来水的流量不可太大太急，防止损坏筛面或将矿粉冲出，水不得从两层筛之间流出，自来水龙头宜装有防溅水，当现场缺乏自来水时，也可由人工浇水冲洗。

如直接在 0.075mm 筛上冲洗，将可能使筛面变形，筛孔堵塞，或者造成矿粉与筛面发生共振，不能通过筛孔。

3.4 分别将各筛上的筛余反过来用小水流仔细冲洗入各个搪瓷盘中，待筛余沉淀后，稍稍倾斜，仔细除去清水，放入  $105$  摄氏度烘箱中烘干至恒重。称取各号筛上的筛余量，准确至 0.1g。

### 4 计算

各号筛上的筛余量除以试样总量的百分率，即为各号筛的分计筛余百分率，准确至 0.1%。用 100 减去 0.6 mm、0.3mm、0.15mm、0.075mm 各筛的分计筛余百分率，即为通过 0.075mm 筛的通过百分率，加上 0.075 mm 筛的分计筛余百分率即为 0.15mm 筛的通过百分率，以次类推，计算出各号筛的通过百分率，准确至 0.1%。

#### 5 精密度或允许差

以两次平行试验结果的平均值作为试验结果。各号筛的通过率相差不得大于 2%。

#### 条文说明

本方法参照我国历来试验方法及 ASTM D 546-94(行间距与路面用矿粉填料筛分试验方法)，ASTM C 117 (用水洗法测定矿料中小于 0.075mm 细颗粒含量的试验方法)及 AASHTO T 37 编写，矿粉筛分如果不采用水洗法，不仅散失较多，而且不可能得到正确的结果，因此统一采用水洗法，但沥青混合料抽提沥青后矿料级配筛分时，一般采用干筛，这样 0.075mm 通过率会偏少，试验室应对此作一些对比试验，以便对于筛结果与水洗法结果作适当的修正。

T0352-2000

#### 1 目的与适用范围

用于检验矿粉的质量供沥青混合料配合比设计计算使用，同时适用于测定供拌制沥青混合料用的其它填料如水泥、石灰、粉煤灰的相对密度。

#### 2 仪器与材料

2.1 李氏比重瓶：容量为 250mL 或 300mL，如图 1 所示。

2.2 天平：感量不大于 0.01g。

2.3 烘箱：能控温在  $105 \pm 5$  摄氏度。

2.4 恒温水槽：能控温在  $20 \pm 0.5$  摄氏度。

2.5 其它：瓷皿、小牛角匙、干燥器、漏斗等。

#### 欠图

#### 3 试验步骤

3.1 将代表性矿粉试样置瓷皿中，在 105 摄氏度烘箱中烘干至恒重(一般不少于 6h)，放入干燥器中冷却后，连同小牛角匙、漏斗一起准确称量( $m_1$ )，准确至 0.01g，矿粉数量应不少于 200g。

3.2 向比重瓶中注入蒸馏水，至刻度 0mL~1mL 之间，将比重瓶放入 20 摄氏度的恒温水槽中，静放至比重瓶中的水温不再变化为止(一般不少于 2h)，读取比重瓶中水面的刻度( $V_1$ )至 0.02mL。

3.3 用小牛角匙将矿粉试样通过漏斗徐徐加入比重瓶中，待比重瓶中水的液面上升至接近比重瓶的最大读数时为止，轻轻摇晃比重瓶，使瓶中的空气充分逸出。再次将比重瓶放入恒温水槽中，待温度不再变化时，读取比重瓶的读数( $V_2$ )，至 0.02mL。整个试验过程中，比重瓶中的水温变化不得超过 1 摄氏度。

3.4 准确称取牛角匙、瓷皿、漏斗及剩余矿粉的质量( $m_2$ )，至 0.01g。

注：对亲水性矿粉应采用炼油作介质测定，方法相同。

#### 4 计算

按式(1)及式(2)计算矿粉的密度和相对密度，至小数点后 3 位。

$$\rho = (m_1 - m_2) / (V_2 - V_1)$$

$$\rho_r = \rho / \rho_w$$

式中： $\rho$ —矿粉的密度，g/cm<sup>3</sup>；

$\rho_r$ —矿粉对水的相对密度，无量纲。

$m_1$ —牛角匙、瓷皿、漏斗及试验前瓷器中矿粉的干燥质量，g；

$m_2$ —牛角匙、瓷皿、漏斗及试验后瓷器中矿粉的干燥质量，g；

$V_1$ —比重瓶加矿粉以前的初读数，mL；

$V_2$ —比重瓶加矿粉以后的终读数，mL；

$\rho_w$ —试验温度时水的密度，按 T0304 表 2 取用。

## 5 精密度或允许差

同一试样应平行试验两次，取平均值作为试验结果。两次试验结果的差值不得大于 0.01。

### 条文说明

《公路工程石料试验规程》(JTJ054-94)有两个试验方法测定密度，T0203 用比重瓶法，介质用蒸馏水(与国标同)，T0204 用李氏比重瓶，介质用煤油(与同济大学以前编著的教材同)。原条文说明中解释 T0204 用煤油的原因是石料中含有水溶性物质是有局限性。考虑到沥青混合料的矿粉一般为石灰石粉，日本试验方法也规定用蒸馏水，为简便起见，本方法统一规定采用蒸馏水。当然也可用煤油，方法是一样的，所以条文中加了一条注，规定对亲水性矿粉应用煤油作介质测定。

由于矿粉容易沾在瓷皿、牛角匙、漏斗等器件上，所以测定时应采用减量称重法。

在比重瓶中体积的差为矿粉的实际体积，故由计算得到的密度计算对水的相对密度时应除以试验温度时水的密度，即使采用煤油测定，也是除以同温度时的水的密度而不是煤油的密度，请使用时注意。

### T0353-2000 矿粉亲水系数试验

#### 1 目的与适用范围

矿粉的亲水系数即矿粉试样在水(极性介质)中膨胀的体积与同一试样在煤油(非极性介质)中膨胀的体积之比。用于评价矿粉与沥青结合料的粘附性能。本方法也适用于测定供拌制沥青混合料用的其它填料如水泥、石灰、粉煤灰的亲水系数使用。

#### 2 仪器与材料

2.1 量筒：50mL 2 个，刻度至 0.5mL。

2.2 研钵及有橡皮头的研杵。

2.3 天平：感量不大于 0.01g。

2.4 煤油：在温度 270 摄氏度分馏得的煤油，并经杂粘土过滤而得到者(过滤用杂粘土应先经加热至 250 摄氏度 3h，俟其冷却后使用)。

2.5 烘箱。

#### 3 试验步骤

3.1 称取烘干至恒重的矿粉 5g(准确至 0.01g)，将其放在研钵中，加入 15mL~30mL 的蒸馏水，用橡皮研杵仔细磨 5min，然后用洗瓶把研钵中的悬浮液洗入量筒中，使量筒中的液面恰为 50mL。然后用玻璃棒搅和悬浮液。

3.2 同上法将另一份同样重量的矿粉，用煤油仔细研磨后将悬浮液冲洗移入另一量筒中，液面亦为 50mL。

3.3 将上两量筒静置，使量筒内液体中的颗粒沉淀。

3.4 每天两次记录沉淀物的体积，直至体积不变为止。

#### 4 计算

4.1 亲水系数按式(1)计算。

$$=V_B/V_H$$

式中：--亲水系数，无量纲；

$V_B$ --水中沉淀物体积，mL；

$V_H$ --煤油中沉淀物体积，mL。

4.2 平行测定两次，以两次测定值的平均值作为试验结果。

### 条文说明

矿粉的亲水系数即矿粉试样在水(极性介质)中膨胀的体积与同一试样在煤油(非极性介质)中膨胀的体积之比。亲水系数大于 1 的矿粉，表示矿粉对水的亲和力大于对沥青的亲和力，亲水系数小于 1 的矿粉，则表示对沥青有大于水的亲和力。

### T0354-2000 矿粉塑性指数试验

#### 1 目的与适用范围

1.1 矿粉的塑性指数是矿粉液限含水量与塑限含水量之差，以百分率表示。

1.2 矿粉的塑性指数用于评价矿粉中粘性土成分的含量。

1.3 本方法也适用于检验作为沥青混合料的填料使用的粉煤灰、拌和机回收粉尘的塑性指数。

## 2 试验步骤

2.1 将矿粉等填料用 0.6mm 筛过筛，去除筛上部分。

2.2 按《公路土工试验规程》(JTJ051)规定的方法测定塑性指数。

### 条文说明

热拌沥青混合料的填料大部分是通过 0.075mm 的非塑性的矿物质粉末，规范要求使用石灰石粉，为了增强沥青与酸性石料的粘结力，可以掺加一部分消石灰粉、水泥。如果矿粉中混入粘土成分，或者采用火成岩石料的磨细矿粉时，塑性指数将明显增加。塑性指数高的石粉，吸水性和吸油性较大，并由此发生膨润，使沥青混合料的强度降低，或者在水的作用下发生剥离，导致沥青路面的损坏。由此在某些情况下，例如对回收粉尘要求进行塑性指数的检验，不得大于 4%。另外，粉煤灰的质量符合一定要求，也可作为填料使用，其中最基本的要求是塑性指数必须小于 4%。

《公路土工试验规程》(JTJ051)有两个规程用于测定塑性指数，一个是 T0118“液限塑限联合测定法”，另一个是按 T0119 用搓条法测定塑限，用 T0120 干燥收缩法测定液限，计算塑性指数。工程上可根据习惯和条件采用任何一个方法进行测定。

## T0355-2000 矿粉加热安定性试验

### 1 目的与适用范围

1.1 矿粉的加热安定性是矿粉在热拌过程中受热而不产生变质的性能。

1.2 矿粉的加热安定性用于评价矿粉(除石灰石粉、磨细生石灰粉、水泥外)易受热变质的成分的含量。

### 2 仪器与材料

2.1 蒸发皿或坩埚：可存放 100g 矿粉。

2.2 加热装置：煤气炉或电炉。

2.3 温度计：最小刻度为 1 摄氏度。

### 3 试验步骤

3.1 称取矿粉 100g，装入蒸发皿或坩埚中，摊开。

3.2 将盛有矿粉的蒸发皿或坩埚置于煤气炉或电炉火源上加热，将温度计插入矿粉中，一边搅拌石粉，一边测量温度，加热到 200 摄氏度，关闭火源。

3.3 将矿粉在室温中放置冷却，观察石粉颜色的变化。

### 4 报告

报告石粉在受热后的颜色变化，判断石粉的变质情况。

### 条文说明

有些石粉在受热后会发生变质，从而影响矿粉的质量。尤其是火成岩石粉，在拌和过程中会发生较严重的变质，可采用此方法进行检验。

## 附录 A 公路工程方孔筛集料标准筛

### 1 目的与适用范围

规定适用于公路工程的方孔筛集料标准筛的结构形式与规格。

### 2 结构形式

2.1 标准筛由一系列具有规定筛孔的标准筛及筛盖和筛底组成，套筛使用时，通过橡胶圈在连接密封和减振。

2.2 标准筛的结构由筛框及底板筛网或筛孔板组成，材料宜采用不锈钢，表面不得喷漆。

2.2.1 标准筛的筛框：支撑筛网的框架，尺寸如图 1 所示，尺寸公差应符合表 1 要求。

欠图 1 标准筛的筛框(I-筛框；II-筛面)

标准筛筛框的公差要求 表 1

直径 D 或 d(mm)			高度 H(mm)	
公称尺寸	D 的公差	d 的公差	公称尺寸	公差
200	+0.8	-0.01	62	± 1.5
	-0	-0.4		

2.2.2 标准筛的底板可以为金属丝编织网或金属穿孔板,筛孔形状为正方形,筛孔位置必须按规定要求排列。  
1)筛孔 16mm 以下的标准筛可以采用金属丝编织网筛面,编织形式为平纹编织,钢丝的编织方式应该先弯曲后互相横向安全无害,如图 2 所示。用于编织金属丝编织网的材料,可以为不锈钢(适用于所有尺寸的筛网)、磷青铜(适用于 0.25mm 以下的筛网)、黄铜(适用于 0.25mm~16mm 筛网)。标准筛金属丝编织网的基本尺寸(孔径)为 W,筛孔尺寸的极限偏差为 X,平均尺寸偏差为 Y,中间偏差为 Z,由式(1)、(2)、(3)规定,式中 W、X、Y、Z 的单位均以 μm 计,并应符合表 2 的要求。

欠图 2 金属丝编织网的形状与要求

金属丝编织网的尺寸及制造公差 表 2

标准筛筛孔 W(mm)	金属丝直径 d(mm)	公差(mm)		
		极限偏差 X	平均尺寸偏差 Y	中间偏差 Z
16.0	3.15	+0.99	± 0.49	+0.74
13.2	2.80	+0.86	± 0.41	+0.64
9.50	2.24	+0.68	± 0.30	+0.49
4.75	1.60	+0.41	± 0.15	+0.28
2.36	1.00	+0.25	± 0.08	+0.17
1.70	0.80	+0.20	± 0.06	+0.13
1.18	0.63	+0.16	± 0.04	+0.10
0.60	0.400	+0.101	± 0.021	+0.061
0.30	0.200	+0.065	± 0.012	+0.038
0.15	0.100	+0.043	± 0.0066	+0.025
0.075	0.050	+0.029	± 0.0041	+0.017

(1)任一筛孔的最大尺寸不得大于 W+X。

$$X=2/3W^{0.75}+4W^{0.25}$$

(2)筛孔的平均尺寸不得超过 W+Y。

$$Y=1/27W^{0.98}+1.6$$

(3)筛孔尺寸在(W+X)之间的筛孔数不得超过筛孔总数的 6%。

$$Z=(X+Y)/2$$

当一个筛子的筛孔数少于 50 个时,筛孔尺寸在(W+X)及(W+Z)之间的筛孔数不得超过 3 个。

2)筛孔 4.75mm 以上的标准筛可以采用金属穿孔板筛面,金属穿孔板的排列式样如图 3 所示。标准筛穿孔板的筛孔尺寸(孔径)W、板厚、孔中心距、桥宽、筛孔尺寸偏差应符合表 3 的要求。方孔圆角半径 rmax 不得超过 0.05W+0.30mm, W 是筛孔尺寸,用 mm 表示。

欠图 3 方孔筛金属穿孔板的式样

3 标准筛的检验方法及技术要求应符合国家标准 GB6003-85 的要求,任何不符合要求的标准筛不得使用。

金属穿孔板的尺寸及制造公差 表 3

孔径 W(mm)	厚度(mm)			孔中心距 P(mm)	单孔公差(mm)
	标准	最大	最小		
75.0	3.0	4.00	2.50	95	± 0.70
63.0				80	± 0.60
53.0				67	± 0.55
37.5	2.0	2.50	1.50	47.5	± 0.45
31.5				40.0	± 0.40
26.5				33.5	± 0.35
19.0				23.6	± 0.29
16.0				20.0	± 0.27
13.2	1.5	2.00	1.00	17.0	± 0.25
9.5				12.1	± 0.21
4.75	1.00	1.25	0.8	6.6	± 0.14

4 标准筛必须附有出厂标志，注明标准规格、材质、出厂日期、制造商及商标。

#### 条文说明

我国的标准筛历来很混乱，中华人民共和国国家标准《试验筛》(GB6003-85)是由湖南省常德市仪器厂起草，湘西科学仪器研究所归口，中华人民共和国机械部提出，国家标准局批准于 1985 年 5 月 22 日发布，1986 年 2 月 1 日起实施的，该标准参照了 ISO 3310-1982 的金属丝编织网试验筛及金属穿孔板试验筛部分。本规程选用的方孔筛系列在 GB6003-85 中均属 R40/3 系列，表 2 及表 3 的尺寸也与国家标准完全相同。由于我国方孔筛的标准施行时间较短，GB6003-85 国家标准中的筛孔很多，为防止误用，特将其中有关筛孔的尺寸及规定列出，供方孔筛标准筛的制作和使用单位使用，关于标准筛质量检验的方法请查阅国家标准执行。

本标准等效于国际标准化组织 ISO/TC24，ISO565-1983 通用标准，及中国国家标准 GB6003-85。

#### 附录 B 公路工程圆孔筛集料标准筛

##### 1 目的与适用范围

规定适用于公路工程的圆孔筛集料标准筛的结构形式与规格。

##### 2 结构形式

2.1 标准筛由一系列具有规定筛孔的标准及筛盖和筛底组成，套筛使用时，通过橡胶圈连接密封和减振。

2.2 标准筛的结构由筛框及底板筛网或筛孔板组成，材料宜采用不锈钢，表面不得喷漆。

2.2.1 标准筛的筛框：支撑筛网的框架，尺寸与附录 A 图 1 相同，尺寸公差应符合附录 A 表 1 要求。

2.2.2 标准筛的底板为金属穿孔板，筛孔形状为圆形，圆孔的加以在等边三角形的顶点。位置必须按规定要求排列，如图 1 所示。用于穿孔板的材料，可以为不锈钢、磷青铜、黄铜。标准筛穿孔板的筛孔尺寸(孔径) W、板厚、孔中心距、桥宽、筛孔尺寸偏差应符合表 1 的要求。方孔圆角半径  $r_{max}$  不得超过  $0.05W+0.30mm$ ，W 是筛孔尺寸，用 mm 表示。

#### 欠图 1 金属穿孔板的式样

3 标准筛的检验方法及技术要求应符合国家标准 GB6003-85 的要求。任何不符合要求的标准筛不得使用。

4 标准筛必须附有出厂标志，注明标准规格、材质、出厂日期、制造商及商标。

#### 金属穿孔板的尺寸及制造公差 表 1

孔径 W(mm)	厚度(mm)			孔中心距 P(mm)	单孔公差(mm)
----------	--------	--	--	------------	----------

	标准	最大	最小		
100	3.0	4.00	2.50	125	± 0.85
80.0				100	± 0.70
63.0				80	± 0.60
50.0				63	± 0.55
40.0	2.0	2.50	1.50	50.0	± 0.45
31.5				40.0	± 0.40
25.0				31.5	± 0.35
20.0				25.0	± 0.30
16.0				20.0	± 0.27
10.0	1.5	2.00	1.00	12.6	± 0.21
5.00	1.0	1.25	0.80	6.9	± 0.14

#### 条文说明

本规程选用的圆孔筛系列在国家标准《试验筛》(GB6003-85)中均属 R20 系列,详细尺寸也与国家标准完全相同。为防止误用,特将其中有关筛孔的尺寸及规定列出,供圆孔筛标准筛的制作和使用单位使用。关于标准质量检验的方法请参照国家标准执行。

应该说明的是,本规程选用的筛孔系列与国际上通用的并不一致,但它们是由我国建材部门主持有关建材、建筑、土木、铁道、水利等各部门一起制定的,交通部的公路、港工系统也参加了讨论和审议,圆孔筛适用于水泥混凝土集料。但在沥青路面使用方孔筛后,一些工程单位感到使用两套不同的标准筛有些不使,希望水泥混凝土集料对筛孔尺寸的要求可以不必那么严,我们交通部门不便单独进行修改,故维持了此系列筛孔,以免与其它行业不一致,但国外统一都采用方孔筛的情况较为普遍,所以在公路工程中实施时,当水泥混凝土对集料粒径不那么严时,也可用相近的方孔筛代替。表 2 列出了方孔筛与圆孔筛的大体对应关系,可供参考。

我国历来使用的圆孔筛筛孔尺寸习惯使用整数,GB6003-85 国家标准中的筛孔有几个不是整数(63mm、31.5mm、16mm),各单位应该逐步更换成要求的筛孔,鉴于我国的具体情况,暂时可以用原有的整数筛孔(60mm、30mm、15mm)的筛替代。

圆孔筛与方孔筛的对应关系 表 2

圆孔筛孔径(mm)	对应的方孔筛孔径(mm)	圆孔筛孔径(mm)	对应的方孔筛孔径(mm)
100	75	10	9.5
80	63	5	4.75
63(或 60)	53	2.5	2.36
50	37.5	1.25	1.18
40	31.5	0.63	0.6
31.5(或 30)	26.5	0.315	0.3
25	19	0.16	0.15
20	16	0.075	0.075

注：圆孔筛系列中小于 1.25mm 的本来就是方孔筛。

[← 最前章](#) [← 上一章](#) [→ 下一章](#)

关闭此窗口