



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2999—2016  
代替 GB/T 2999—2002

---

## 耐火材料 颗粒体积密度试验方法

Refractory materials—Determination of bulk density  
of granular materials

[ISO 8840:1987, Refractory materials—Determination of bulk  
density of granular materials (grain density), MOD]

2016-08-29 发布

2017-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 2999—2002《耐火材料 颗粒体积密度试验方法》。与 GB/T 2999—2002 相比，主要内容变化如下：

——修改了规范性引用文件中相关内容(见第 2 章,2002 年版的第 2 章)；

——修改了擦拭饱和试样表面浸液的方法(见 8.4.2,2002 年版的 8.4.2)；

——删除了附录 A(见 2002 年版的附录 A)。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 8840:1987《耐火材料 颗粒体积密度(颗粒比重)的测定》。

本标准与 ISO 8840:1987 相比在结构上有较多调整,附录 A 中列出了本标准与 ISO 8840:1987 的章节编号对照一览表。

本标准与 ISO 8840:1987 相比存在技术性差异,附录 B 中列出了本标准与 ISO 8840:1987 的技术性差异及其原因一览表。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由全国耐火材料标准化技术委员会(SAC/TC 193)提出并归口。

本标准主要起草单位:中冶建筑研究总院有限公司、焦作市金鑫恒拓高温材料有限公司、洛阳理工学院。

本标准主要起草人:田志宏、张秀华、黄江文、王黎、梅鸣华、薛鸿雁、田晶晶、杨竞、刘响、孙立军。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 2999—1982、GB/T 2999—2002。



## 耐火材料 颗粒体积密度试验方法

### 1 范围

本标准规定了测定粒度大于 2.0 mm 的颗粒状耐火材料体积密度的两种方法：

——方法 1:称量法；

——方法 2:滴定管法。

方法 1 用作仲裁法。

根据被测材料的性质,两种方法可以得出不同的结果。因此,报告体积密度值时应说明所用的方法或在有争议时应该使用的方法。对于试样的体积测定,选样和制样,计算体积密度以及提出的试验报告都应采用同一种方法。

本标准适用于颗粒状耐火材料体积密度、吸水率和显气孔率的测定。

### 2 规范性引用文件

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

GB/T 2997 致密定形耐火制品 体积密度、显气孔率和真气孔率试验方法

GB/T 6005 试验筛 金属丝编织网、穿孔板和电成型薄板 筛孔的基本尺寸

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 17617 耐火原料和不定形耐火材料 取样(GB/T 17617—1998,neq ISO 8656-1:1988)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**颗粒体积密度** **bulk density of a granular material (grain density)**

颗粒材料的干燥质量与其总体积之比。

#### 3.2

**吸水率** **water absorption**

带有气孔的干燥材料中所有开口气孔所吸收的水的质量与其干燥材料的质量之比,用%表示。

#### 3.3

**表观质量** **apparent mass**

饱和试样的质量减去被排除的液体的质量,即相当于饱和试样悬挂在液体中的质量。

#### 3.4

**闭气孔** **closed pores**

封闭在耐火材料内部按 GB/T 2997 规定条件浸渍液体时,不能被液体填充的气孔。

### 4 原理

称量干燥试样的质量、浸渍后饱和试样的表观质量和饱和试样在空气中的质量,计算试样的体积密

度、吸水率和显气孔率；或者通过称量干燥试样的质量和滴定管法测定试样体积，计算试样的体积密度。

## 5 取样

从产品中抽取实验室样品，按照 GB/T 17617 或有关方面协商的抽样方案进行抽样。

## 6 试样

### 6.1 试样的制备

从实验室样品中按规定抽取具有代表性的试样，随破碎随筛（小于 5.6 mm 的颗粒料可直接过筛），直至全部通过孔径为 5.6 mm 的筛网（见 8.1.1），并将小于 2.0 mm 的颗粒弃去。将试样放在供洗涤用的筛网（见 8.1.1）上，用水洗或者空气吹（对水敏感的试样）除去表面附着的粉尘或松散的颗粒。

### 6.2 试样的数量

将全部 2.0 mm~5.6 mm 颗粒用四分法缩分至 200 g~500 g 供试验用。

## 7 干燥试样质量( $m_1$ )的测定

将试样置于 110 °C ± 5 °C 的电热干燥箱（见 8.1.2）中烘干至恒量，即干燥至最后两次称量质量差不大于 0.1%，并于干燥器（见 8.1.3）中自然冷却至室温。用天平（见 8.1.4）从干燥好的试样中称取两个平行试样，每个试样 40 g~60 g，精确至 0.01 g。

注：特殊材料可按规定温度进行干燥。

## 8 试样体积的测定——方法 1：称量法

### 8.1 设备

8.1.1 试验筛：符合 GB/T 6005，孔径 2.0 mm、5.6 mm 并配有筛底及筛盖。

8.1.2 电热干燥箱：控温精度 110 °C ± 5 °C。

8.1.3 干燥器。

8.1.4 天平：分度值为 0.01 g。

8.1.5 不吸水的纤维布，如聚酯纤维布、尼龙纤维布等。

8.1.6 容器。

8.1.7 抽真空装置：能将绝对压力降至不大于 2 500 Pa，并能够测量绝对压力值。

8.1.8 浸液：自来水或煤油。

8.1.9 网篮：用孔径 1 mm 的筛网制成带有提手的网篮。

8.1.10 带溢流管的容器。

8.1.11 棉纱布：尺寸约为 60 cm × 60 cm。

8.1.12 称量瓶：直径 60 mm，高 30 mm。

8.1.13 液体比重天平或比重计：分度值为 0.001 g/cm<sup>3</sup>。

### 8.2 试样浸渍

小心地将称量过的试样放在不吸水的纤维布（见 8.1.5）上，用细绳将其包扎牢固，放入容器（见

8.1.6)内并置于抽真空装置(见 8.1.7)中,抽真空至其绝对压力小于 2 500 Pa,试样在此真空度下保持 5 min,然后在 5 min 内缓慢地注入供试样吸收的浸液(见 8.1.8),直至试样完全淹没,再保持抽真空 5 min,停止抽气,将容器取出静置于空气中,使其液体达到室温。

### 8.3 饱和试样表现质量( $m_2$ )的测定

把网篮(见 8.1.9)吊挂在天平的挂钩上,并使液体完全淹没网篮,将天平调整到零点,再将网篮取出备用。然后,打开包扎布,将饱和试样小心地刮入网篮,迅速移至带有溢流管容器的浸液中,当浸液完全淹没试样后,上下移动网篮几次,使残留气泡逸出,将网篮吊在天平的挂钩上称量,精确至 0.01 g。

### 8.4 饱和试样质量( $m_3$ )的测定

8.4.1 将棉纱布(见 8.1.11)烘干,叠成 4 层~8 层厚,称其质量,然后用浸液使其饱和,再用手拧干,使已湿润的棉纱布质量为其干棉纱布质量的 1.8 倍~2.2 倍。

8.4.2 从浸液中取出试样,小心地将其从网篮中移到不吸水的纤维布(见 8.1.5)上,除去多余的液滴,摊开已拧过的湿润棉纱布,将试样连同不吸水的纤维布平铺于棉纱布的左半部,形成薄薄一层,折起棉纱布的右半部盖在颗粒试样上,轻轻拍压,吸去试样表面的浸液,尽可能不要损坏试样颗粒的边棱。缓慢打开棉纱布,将试样连同不吸水的纤维布平铺于棉纱布的右半部,重复这一步骤直至颗粒间不再互相粘连,颗粒表面附着的浸液看不见为止(但不能把气孔中的浸液吸出),立即放在称量瓶(见 8.1.12)中,称量饱和试样在空气中的质量(务必保证不会因浸液的挥发而导致称量有明显的变化),精确至 0.01 g。

### 8.5 浸液密度的测定

测定在试验温度下所用的浸液的密度,可采用液体比重天平法或液体比重计(见 8.1.13)法,精确至 0.001 g/cm<sup>3</sup>。

## 8.6 结果计算

### 8.6.1 体积按式(1)计算:

$$V_R = \frac{m_3 - m_2}{\rho_1} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$V_R$  ——试样的体积,单位为立方厘米(cm<sup>3</sup>);

$m_3$  ——饱和试样在空气中的质量,单位为克(g);

$m_2$  ——饱和试样的表现质量,单位为克(g);

$\rho_1$  ——试验温度下,浸液的密度,单位为克每立方厘米(g/cm<sup>3</sup>)。

### 8.6.2 体积密度按式(2)计算:

$$\rho_R = \frac{m_1}{V_R} = \frac{m_1 \rho_1}{m_3 - m_2} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$\rho_R$  ——试样的体积密度,单位为克每立方厘米(g/cm<sup>3</sup>);

$m_1$  ——干燥试样的质量,单位为克(g);

$V_R$  ——试样的体积,单位为立方厘米(cm<sup>3</sup>);

$\rho_1$  ——试验温度下,浸液的密度,单位为克每立方厘米(g/cm<sup>3</sup>);

$m_2$  ——饱和试样的表现质量,单位为克(g);

$m_3$  ——饱和试样在空气中的质量,单位为克(g)。

### 8.6.3 吸水率按式(3)计算:

$$\omega_a = \frac{m_3 - m_1}{m_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- $\omega_a$  —— 试样的吸水率, %;
- $m_3$  —— 饱和试样在空气中的质量, 单位为克(g);
- $m_1$  —— 干燥试样的质量, 单位为克(g)。

8.6.4 如需要试样的显气孔率可以按照 GB/T 2997 规定进行计算得出。

### 9 试样体积的测定——方法 2: 滴定管法

#### 9.1 设备

- 9.1.1 烧杯: 150 mL。
- 9.1.2 标定的滴定管: 50 mL 或 100 mL, 分度值为 0.1 mL。
- 9.1.3 放大镜。
- 9.1.4 漏斗: 上口直径为 100 mm。

#### 9.2 试样体积的测定

把干燥和称量好的试样(见第 7 章)放入烧杯(见 9.1.1)中, 在室温下加入浸液直至淹没试样。

每次使用前, 先将滴定管(见 9.1.2)除去油脂并冲洗干净。加浸液至 20 mL 和 25 mL 之间, 放置 1 min 后, 用放大镜(见 9.1.3)估计读数到 0.05 mL。然后将漏斗(见 9.1.4)放在滴定管上。

每次测定前, 将棉纱布(见 8.1.11)叠成 4 层~8 层厚的方块, 用浸液饱和并用手拧干(见 8.4.1)。

试样至少浸泡 2 min 后, 在烧杯上盖上玻璃, 挡住试样, 将浸液尽可能的完全倒出。摊开已拧过的湿润棉纱布, 将试样连同不吸水的纤维布平铺于棉纱布的左半部, 形成薄薄一层, 折起棉纱布的右半部盖在颗粒试样上, 轻轻拍压, 吸去试样表面的浸液, 尽可能不要损坏试样颗粒的边棱。缓慢打开棉纱布, 将试样连同不吸水的纤维布平铺于棉纱布的右半部, 重复这一步骤直至颗粒间不再互相粘连, 颗粒表面附着的浸液看不见为止(但不能把气孔中的浸液吸出)。接着把纤维布折起来使试样经过漏斗装入滴定管。用放大镜估计读取最终液面读数, 估读到 0.05 mL。

滴定管的最终读数和起始读数之差就是试样体积。

#### 9.3 结果计算

试样体积密度  $\rho_R$  按式(4)计算:

$$\rho_R = \frac{m_1}{V_R} \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- $\rho_R$  —— 试样体积密度, 单位为克每立方厘米(g/cm<sup>3</sup>),
- $m_1$  —— 干燥试样的质量, 单位为克(g);
- $V_R$  —— 试样的体积, 单位为立方厘米(cm<sup>3</sup>)。

### 10 数值修约

按 GB/T 8170 规定, 体积密度计算后修约至两位小数, 吸水率计算后修约至一位小数。



## 11 允许误差

11.1 同一实验室,同一试验方法,同一个试样的平行试验和复验误差不允许超过:

体积密度:0.02 g/cm<sup>3</sup>;

吸水率:0.3%。

11.2 不同实验室,同一试验方法,同一个试样的复验误差体积密度不允许超过:

体积密度:0.04 g/cm<sup>3</sup>;

吸水率不允许超过 0.6%。

11.3 同一试样的两个平行试验,其结果若超过允许误差,试验必须重做。

## 12 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 依据标准;
- b) 所用方法;
- c) 委托单位;
- d) 试样牌号、名称及编号;
- e) 试验结果的单值及平均值;
- f) 试验所用浸液名称;
- g) 试验日期;
- h) 试验人员。

附 录 A  
(资料性附录)

本标准章条编号与 ISO 8840:1987 章条编号对照

表 A.1 给出了本标准章条编号与 ISO 8840:1987 章条编号对照一览表。

表 A.1 本标准章条编号与 ISO 8840:1987 章条编号对照

本标准章条编号	ISO 8840:1987 章条编号
1	1
2	2
3.1	3.1
3.2~3.3	—
3.4	3.2
4	4
5	5
6.1~6.2	6.1~6.2
—	6.3
7	7
8	—
9	9、10
10~11	—
12	11
附录 A	—
附录 B	—

**附 录 B**  
(资料性附录)

**本标准与 ISO 8840:1987 技术性差异及原因**

表 B.1 给出了本标准与 ISO 8840:1987 的技术性差异及原因一览表。

**表 B.1 本标准与 ISO 8840:1987 技术性差异及原因**

本标准的章条编号	技术性差异	原因
2	删除了 ISO 8840:1987 中引用的 ISO 383、ISO 385-1、ISO 5018； 用 GB/T 17617—1998 代替 ISO 8656-1:1988； 增加引用了 GB/T 2997、GB/T 6005、GB/T 8170	方便使用
3.2~3.3	增加了吸水率和表观质量两个定义	因为我国耐火材料原料产品标准中还需要吸水率的指标；另外本标准采用了称量法测量试样体积，中间过程需要测定试样表观质量
6.1~6.2	增加了从大批原料中取样后再破碎缩分成约 200 g~500 g 的规定。以两个平行试样代替三个平行试样。 删去 6.3	ISO 8840 没有规定从大批原料中取多少试样，可操作性差。同时通过我们条件试验认为只要严格按照标准程序，用两个平行样已经足够。 因为国际标准中的 6.3 内容已与本标准第 7 章合并
7	以称取 40 g~60 g 试样代替 50 g 试样	通过试验证明，在实际操作中规定 40 g~60 g 为宜
8	以称量法代替真空水银法	真空水银法有下列弊病：(1)水银污染环境；(2)残留在试样气孔内的水银不宜清除干净，影响试验结果；(3)我国某些耐火材料原料产品标准中规定有原料的吸水率和气孔率指标，真空水银法无法测定，故不采用该法
9	以棉纱布代替棉毛巾，把试样中多余液滴先在不吸水的纤维布上除去。再将试样连同不吸水的纤维布放在已拧干的棉纱布上	国际标准中采用的毛巾不宜，因为细小颗粒易在毛巾上粘连，易造成人为误差，而且操作过程很繁琐
10~11	增加了试验结果的数据处理和试验误差的规定	不规定试验结果数据处理和误差，就无法对试验结果的精度和复现性进行评价
12	增加了试验报告相应项目	第 8 章内容已修改，试验报告内容必须增加

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
耐火材料 颗粒体积密度试验方法  
GB/T 2999—2016

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

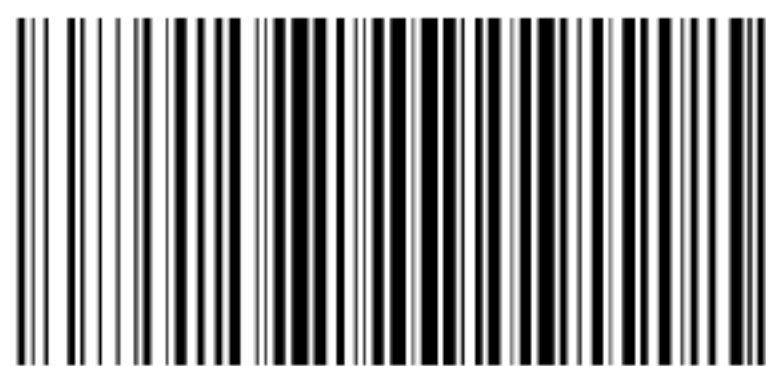
服务热线: 400-168-0010

2016年10月第一版

\*

书号: 155066·1-54816

版权专有 侵权必究



GB/T 2999-2016