



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2997—2015  
代替 GB/T 2997—2000

---

## 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

Test method for bulk density, apparent porosity and true porosity of  
dense shaped refractory products

(ISO 5017:2013, Dense shaped refractory products—Determination of  
bulk density, apparent porosity and true porosity, MOD)

2015-12-10 发布

2017-01-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
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 2997—2015

\*

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.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 18 千字  
2016年2月第一版 2016年2月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-52653 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107

## 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 2997—2000《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》，与 GB/T 2997—2000 相比，主要技术变化如下：

- 删除了常规法(见 2000 年版的 7.2.1)；
- 增加了干燥试样质量( $m_1$ )的测定中注的内容(见 7.1 的注)；
- 修改了浸渍试样用液体(见 5.6, 2000 年版的 5.8)；
- 修改了待测样品数量的规定(见 6.1, 2000 年版的 6.1)；
- 修改了测量饱和试样质量时使用的工具(见 7.4, 2000 年版的 7.4)。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 5017:2013《致密定形耐火制品一体积密度、显气孔率和真气孔率的测定》。

本标准与 ISO 5017:2013 相比在结构上有较多调整,附录 A 中列出了本标准与 ISO 5017:2013 的章条编号对照一览表。

本标准与 ISO 5017:2013 相比存在技术性差异,这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(|)进行了标示,附录 B 中列出了本标准与 ISO 5017:2013 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:中钢集团洛阳耐火材料研究院有限公司、江苏悦展新型材料有限公司、浙江瑞泰耐火材料科技有限公司、郑州振东耐磨材料有限公司、郑州安耐克实业有限公司、中国地质大学(北京)。

本标准主要起草人:章艺、毛庆慧、范圣良、李富朝、侯会峰、黄朝晖、吴嘉旋、孙旻、王俊超、孙聚晨。

本标准所代替标准的历次版本发布情况:

- GB/T 2997—2000。

# 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

## 1 范围

本标准规定了致密定形耐火制品体积密度、显气孔率和真气孔率测定的术语和定义、原理、设备和材料、试样、试验步骤、结果计算、试验误差及试验报告。

本标准适用于致密定形耐火制品体积密度、显气孔率和真气孔率的测定。

## 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 5071 耐火材料 真密度试验方法(GB/T 5071—2013,ISO 5018:1983,MOD)

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 10325 定形耐火制品验收抽样检验规则(GB/T 10325—2012,ISO 5022:1979,NEQ)

GB/T 22230 工业用液态化学品 20℃时的密度测定(GB/T 22230—2008,ISO 758:1976,IDT)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**体积密度 bulk density**

$\rho_b$

带有气孔的干燥材料的质量与其总体积的比值。

### 3.2

**总体积 bulk volume**

$V_b$

带有气孔的材料中固体物质、开口气孔及闭口气孔的体积总和。

注:表面粗糙度影响总体积测定的准确性,从而影响体积密度测定的准确性。另外,当试样的体积减少到某一极限以下或组织结构(孔径和颗粒)太粗时,体积密度难以精确测得。

### 3.3

**真密度 true density**

$\rho_t$

带有气孔的干燥材料的质量与其真体积之比值。

### 3.4

**真体积 true volume**

带有气孔的材料中固体物质的体积。

### 3.5

**开口气孔 open pore**

浸渍时能被液体填充的气孔。

注：原则上这些气孔都与大气相通，或者直接相通或者通过其他气孔相通。表面粗糙度也对开口气孔体积测定的准确度有影响。

3.6

**闭口气孔 closed pore**

浸渍时不能被液体填充的气孔。

3.7

**显气孔率 apparent porosity**

$\pi_a$

带有气孔的材料中所有开口气孔的体积与其总体积之比值。

3.8

**闭口气孔率 closed porosity**

$\pi_f$

带有气孔的材料中所有闭口气孔的体积与其总体积之比值。

3.9

**真气孔率 true porosity**

$\pi_t$

显气孔率和闭口气孔率的总和。

3.10

**致密定形耐火制品 dense shaped refractory product**

真气孔率小于 45% 的定形耐火制品。

## 4 原理

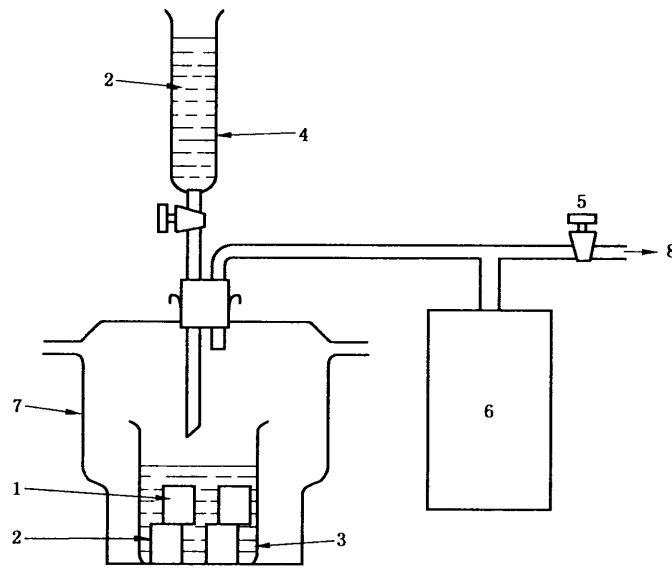
称量试样干燥后的质量、饱和浸液后悬浮在浸液中的质量和饱和浸液后在空气中的质量，用这些数据计算试样的体积密度和显气孔率。依据试样的真密度（按 GB/T 5071 中规定的方法测定）计算真气孔率。

## 5 设备和材料

### 5.1 电热干燥箱：能控制温度在 $150\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

注：带有风机能通风的电热干燥箱将有利于温度均匀分布和提高试样的干燥效率。

### 5.2 天平：分度值为 0.01 g，并且有能使试样悬挂在浸渍液体中的装置（见图 1）。



说明:

- |            |                 |
|------------|-----------------|
| 1——试样;     | 5——泵隔离阀;        |
| 2——浸液;     | 6——压力测量装置(压力计); |
| 3——烧杯;     | 7——干燥器;         |
| 4——带开关的漏斗; | 8——空气出口(至真空泵)。  |

图 1 浸渍试样用的真空装置示意图

5.3 带溢流管的容器:有合适的尺寸,以使试样浸渍时(见 7.2)和测量被浸渍试样表观质量时(见 7.3)能够容纳试样。

5.4 抽真空装置:能够将绝对压力降至不大于 2 500 Pa(0.025 bar),并能够测量所使用的压力。

5.5 温度计:精确至 1 °C。

5.6 浸液:对不与水反应的材料,浸液可选用蒸馏水。对那些与水接触易发生水化反应的材料,可选用蒸馏过的煤油或其他合适的有机液体,浸液在高于试验中的绝对压力环境下不应分馏。

5.7 干燥器。

5.8 液体比重天平或比重计:分度值为 0.001 g。

5.9 浸液槽。

## 6 试样

6.1 待测的样品数量按 GB/T 10325 的规定或由相关方协商确定。

6.2 通常,每个样品制取一个试样。试样数量也可由双方协商确定,并且在试样报告中注明。如果试样是从砖或大块样品上切下,应从每块样品上切取相同的数量,以用于统计分析。

6.3 试样应切割成棱柱体或圆柱体,试样的总体积应不小于 50 cm<sup>3</sup>,不大于 200 cm<sup>3</sup>,最长尺寸与最短尺寸之比不超过 2:1。

注 1: 在不可能从样品上制取规定尺寸的试样时,双方可协商采用其他尺寸的试样,并在报告中注明。

注 2: 如果制取试样的密度明显不均匀,那么制取试样的位置由双方协商确定,并在报告中注明。

6.4 试样表面应无肉眼可见的裂纹。

## 7 试验步骤

### 7.1 干燥试样质量( $m_1$ )的测定

称量前应把试样表面附着的灰尘及细碎颗粒刷净。将试样在 $(110\pm 5)^\circ\text{C}$ 下烘干至恒量,即试样在电热干燥箱中至少干燥 2 h,前后两次称量质量差不超过 0.1%即为恒量。

每次称量前,将试样放置在干燥器中自然冷却至室温,称量每个试样的质量( $m_1$ ),精确至 0.01 g。

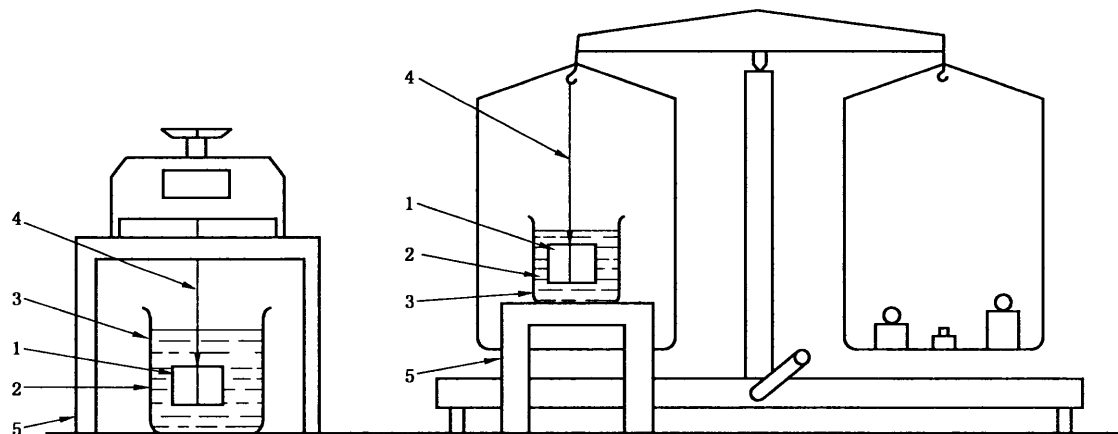
注:碱性制品可以在 $150^\circ\text{C}\pm 10^\circ\text{C}$ 下快速干燥,防止试样水化。

### 7.2 试样的浸渍

把试样放入浸液槽内,并置于抽真空装置中,抽真空至其剩余压力小于 2 500 Pa,试样在此真空度下保持 15 min。然后将浸液槽与真空泵断开,若浸液槽内试样不再脱气,压力不再升高,再将浸液槽与真空泵连接,开始注入浸液,3 min 内直至浸液覆盖试样约 20 mm。保持此剩余压力约 30 min 后关闭真空泵,取出浸液槽,在空气中静置 30 min。将此时的试样称为饱和试样。浸渍试样用的真空装置见图 1。

### 7.3 饱和试样悬浮在浸液中质量( $m_2$ )的测定

将饱和试样迅速移至带溢流管容器的浸液中,当浸液完全淹没试样后,将试样吊在天平的挂钩上称量饱和试样悬浮在浸液中的质量( $m_2$ ),精确至 0.01 g,测量浸液温度,精确至 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。使用单盘或双盘天平测定浸渍试样表观质量( $m_2$ )结构示意图见图 2。



说明:

- 1——试样;
- 2——浸液;
- 3——烧杯;
- 4——悬挂线;
- 5——桥。

图 2 使用单盘或双盘天平测定浸渍试样表观质量( $m_2$ )结构示意图

### 7.4 饱和试样的质量( $m_3$ )的测定

准备一块在浸液中湿透的亚麻布,然后在每次使用前用手轻轻拧一下。折叠亚麻布,将其平整的放

置于工作台上。

从浸液中取出试样。为了立即除掉多余的液体,快速地在潮湿亚麻布上翻转每个试样的四个面及两端的两个面。这样快速操作的目的是确保不吸取任何气孔内的液体。

迅速称量在空气中的试样饱和质量( $m_3$ ),精确至 0.01 g。

## 7.5 浸液密度的测定

按 GB/T 22230 测定在试验温度下液体密度( $\rho_{\text{ing}}$ ),可以直接用比重计或液体比重天平测定,精确至 0.001 g/cm<sup>3</sup>。如果是蒸馏水,那么,在 15 ℃~30 ℃之间,被认为是 1.00 g/cm<sup>3</sup>。

## 8 结果计算

### 8.1 显气孔率( $\pi_a$ )按式(1)计算:

$$\pi_a = \frac{m_3 - m_1}{m_3 - m_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

### 8.2 体积密度( $\rho_b$ )按式(2)计算:

$$\rho_b = \frac{m_1}{m_3 - m_2} \times \rho_{\text{ing}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$\rho_{\text{ing}}$ ——试验温度下液体的密度。

### 8.3 真气孔率( $\pi_t$ )按式(3)计算:

$$\pi_t = \frac{\rho_t - \rho_b}{\rho_t} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$\rho_t$ ——试样的真密度,单位为克每立方厘米(g/cm<sup>3</sup>)。

### 8.4 闭口气孔率( $\pi_f$ )按式(4)计算:

$$\pi_f = \pi_t - \pi_a \quad \dots\dots\dots(4)$$

8.5 气孔率值精确至 0.1%,体积密度保留三位有效数字,所需位数按 GB/T 8170 进行处理。

## 9 试验误差

### 9.1 同一试验室,同一试验方法,同一块试样的复验误差不允许超过:

体积密度:0.02 g/cm<sup>3</sup>;

显气孔率、真气孔率、闭口气孔率:0.5%。

### 9.2 不同试验室,同一试验方法,同一块试样的复验误差不允许超过:

体积密度:0.04 g/cm<sup>3</sup>;

显气孔率、真气孔率、闭口气孔率:1.0%。

## 10 试验报告

试验报告应包括以下内容:

a) 试验单位名称;

b) 试验日期;



- c) 执行标准,例如按照 GB/T 2997 进行测定;
- d) 试样名称及编号;
- e) 试样数量;
- f) 如果试样尺寸及取样部位与标准不同或者由相关方协商确定,则需报告试样尺寸及取样部位;
- g) 真空装置降低的压力值;
- h) 试验所使用浸液的名称;
- i) 试验结果的单值及平均值。

附 录 A  
(资料性附录)

本标准章条编号与 ISO 5017:2013 章条编号对照

表 A.1 给出了本标准章条编号与 ISO 5017:2013 章条编号对照一览表。

表 A.1 本标准章条编号与 ISO 5017:2013 章条编号对照

本标准章条编号	对应 ISO 标准章条编号
1	1
2	2
3	3
4	4.1~4.2
5.1~5.7	5.1~5.7
5.8~5.9	—
6	6
7	7
8	8
8.1~8.3	8.1~8.3
8.4~8.5	—
9	—
10	9
图 1,图 2	图 1,图 2
附录 A	—
附录 B	—

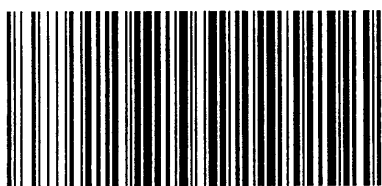
附 录 B  
(资料性附录)

本标准与 ISO 5017:2013 技术性差异及其原因

表 B.1 给出了本标准与 ISO 5017:2013 的技术性差异及其原因的一览表。

表 B.1 本标准与 ISO 5017:2013 技术性差异及其原因

本标准的章条编号	技术性差异	原 因
2	用等同采用国际标准的 GB/T 22230—2008 代替 ISO 758:1976; 用修改采用国际标准的 GB/T 5071—2013 代替 ISO 5018:1983; 增加引用了 GB/T 8170; 增加引用了 GB/T 10325	方便使用
5.8,5.9	增加液体比重天平或比重计及浸液槽装置	方便使用
6.1	待测的样品数量按 GB/T 10325 的规定或由相关方协商确定	方便使用
8.4,8.5	增加闭气孔率计算公式及结果要求	方便使用
9	增加了试验误差的规定	方便使用



GB/T 2997-2015

版权专有 侵权必究

\*

书号:155066·1-52653

定价: 16.00 元