

ICS 81.060.30
Q 32
备案号:38978—2013

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 2135—2012

蜂窝陶瓷蓄热体

Honeycomb ceramic heat accumulator

2012-12-28 发布

2013-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国工业陶瓷标准化技术委员会功能陶瓷分技术委员会(SAC/TC 194/SC 3)归口。

本标准起草单位：中国科学院上海硅酸盐研究所、萍乡市中源瓷业有限公司、江西省三元环保陶瓷有限公司、北京创导奥福精细陶瓷有限公司、江苏高淳陶瓷股份有限公司、萍乡市中天化工填料有限公司、上海市新材料协会。

本标准主要起草人：李勤、王若钉、黄卓勇、王建忠、刘洪月、谷昌军、席红安、张继周、陈调娣、孔德双、孔秋明、邬树其。

本标准为首次发布。

蜂窝陶瓷蓄热体

1 范围

本标准规定了蜂窝陶瓷蓄热体的术语和定义、分类和标记、技术要求、检验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存等。

本标准主要适用于蜂窝陶瓷蓄热体，其他形式的陶瓷蓄热体也可参照执行。

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，仅所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 1964 多孔陶瓷压缩强度试验方法

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 16535 精细陶瓷线热膨胀系数试验方法 顶杆法

YB/T 370—1995 耐火制品荷重软化温度试验方法 非示差-升温法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

孔密度 cell number

蜂窝式陶瓷蓄热体单位横截面积上分布的孔个数，其单位为孔/100平方厘米。

3.2

C轴方向 C axis

蜂窝陶瓷蓄热体平行于孔道的方向。

3.3

A/B轴方向 A/B axis

蜂窝陶瓷蓄热体垂直于孔道且平行于孔壁方向。

3.4

表观密度 apparent density

蜂窝陶瓷蓄热体单位外形体积(含孔道)的质量，其单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

4 分类和标记

4.1 产品分类

产品按材质分刚玉-莫来石、莫来石、堇青石-莫来石、堇青石等4种，横截面通常为方形，孔形有方形、六边形和圆形3种。产品常用形状及尺寸标记见图1，具体分类见表1。

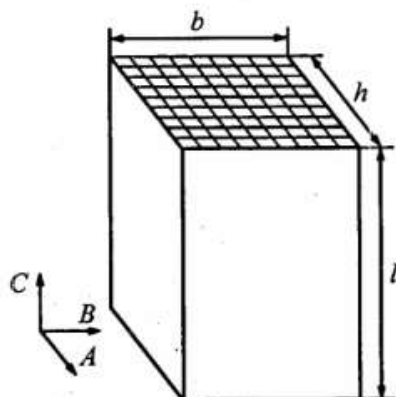


图1 产品常用形状及尺寸标记

表1 产品分类

分类方式	类型	代号	分类方式	类型	代号
材质	刚玉-莫来石	I	孔形	圆形	C
	莫来石	II		方形	S
	堇青石-莫来石	III		六方形	H
	堇青石	IV			

4.2 产品标记

蜂窝陶瓷蓄热体按产品名称、代号、材质、密度、孔径、孔形和规格尺寸的顺序标记。

示例：符合 JC/T 2135，堇青石质，孔密度为 1600 孔/100 平方厘米，孔径为 2mm，方形孔，尺寸为 150mm×150mm×300 mm 的蜂窝陶瓷蓄热体标记为：

蜂窝陶瓷蓄热体 JC/T 2135-XR-IV-1600-2-S, 150×150×300

标记中各要素的含义如下：

XR——蜂窝陶瓷蓄热体；

IV——堇青石材质；

1 600——孔密度为 1 600 孔/100 cm²；

2——孔径为 2 mm；

S——方形孔；

150×150×300——尺寸为 150 mm×150 mm×300 mm。

5 技术要求

5.1 外观质量

外观质量要求见表 2，产品边棱缺损见示意图 2。

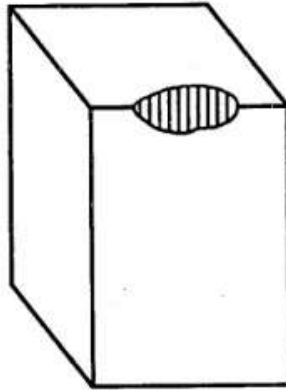


图2 产品边棱缺损示意图

表2 外观质量要求

项目名称	缺陷允许范围
表面及侧面裂纹	产品长度 ≤ 150 mm, 不允许有裂纹。 产品长度 > 150 mm, 允许宽度 ≤ 0.2 mm, 深度 ≤ 2 个孔, 长度 $\leq 1/2$ 产品长度的裂纹 1 条。
孔壁缺陷	深度 > 10 mm 的缺陷数 $\leq 0.2\%$ 总孔数。
边棱缺损	$> 5\%$ 边棱尺寸的缺损每端面 ≤ 2 处, 总缺损数量 ≤ 4 处。

5.2 尺寸允许偏差

尺寸允许偏差见表 3。

表3 尺寸允许偏差

项 目		偏差范围	
孔密度		± 2 孔/ 100 cm^2	
孔径		$\pm 10\%$	
尺寸偏差范围	宽或高	$b(h) \leq 100$ mm	± 1.5 mm
		$100 \text{ mm} < b(h) \leq 150$ mm	± 2.0 mm
		$150 \text{ mm} < b(h) \leq 250$ mm	± 3.0 mm
	长度	$l \leq 100$ mm	± 1.5 mm
		$100 \text{ mm} < l \leq 250$ mm	± 2.5 mm
		$l > 250$ mm	± 3.0 mm
变形	端面平度	≤ 1.5 mm	
	侧面平度	≤ 3 mm	

5.3 物理性能

物理性能指标见表 4。

表4 物理性能指标

性能	材 质			
	刚玉-莫来石	莫来石	堇青石-莫来石	堇青石
压缩强度/MPa	C轴方向 ≥ 20 A(B)轴方向 ≥ 4	C轴方向 ≥ 20 A(B)轴方向 ≥ 4	C轴方向 ≥ 20 A(B)轴方向 ≥ 3	C轴方向 ≥ 20 A(B)轴方向 ≥ 3
表观密度/(g/cm ³)	>0.9	0.6~1.1	0.5~0.9	0.4~0.8
热膨胀系数/(1/°C) RT~800°C	$\leq 6 \times 10^{-6}$	$\leq 5.5 \times 10^{-6}$	$\leq 3 \times 10^{-6}$	$\leq 2.5 \times 10^{-6}$
抗热冲击温度/°C	≥ 300	≥ 300	≥ 400	≥ 500
荷重软化温度/°C (0.1 MPa)	≥ 1500	≥ 1450	≥ 1350	≥ 1250
比热容/[J/(kg·K)]	≥ 800	≥ 800	>750	≥ 750

6 检验方法

6.1 检验条件

除另有规定，应在下列条件下进行检验：

- 温度：(20±15)°C；
- 相对湿度：(60±15)%；
- 气压：86 kPa~106 kPa(860 mbar~1 060 mbar)。

6.2 外观缺陷及尺寸偏差

按附录 A 进行试验。

6.3 压缩强度

按照 GB/T 1964 进行试验。

6.4 表观密度

按附录 B 进行试验。

6.5 热膨胀系数

制作尺寸为 5 mm×5 mm×25 mm 的长方体试样 2 个。试样从产品中截取，一个为距产品边缘约 5 mm 处，另一个为产品中心位置。试样的两端面必须平整、互相平行并垂直于孔道，试样需烘干，表面无裂纹，尺寸允许偏差 ±1 mm。采用石英玻璃作为标准试样，按照 GB/T 16535 规定进行试验。

6.6 抗热冲击温度

按附录 C 进行试验。

6.7 荷重软化温度

按照 YB/T 370—1995 进行试验。

6.8 比热容

按附录 D 进行试验。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验按类型分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 检验项目和抽样方案

检验项目和抽样方案应符合表 5 规定，抽样方案按 GB/T 2828.1 中一次正常抽样方案。

表5 出厂检验一览表

序号	检验项目		性能要求条款号	检验方法条款号	抽样方案
1	外观质量		5.1	6.2	检验水平：II，AQL：2.5
2	尺寸 偏差	直径(<i>d</i>)或宽度 (<i>b</i>)和高度(<i>h</i>)	5.2	6.2	
		长度(<i>l</i>)			
		孔密度			检验水平：S-1，AQL：2.5
		端面平度			
		侧面平度			
3	压缩强度		5.3	6.3	检验水平：S-1，AQL：2.5
4	表观密度		5.3	6.4	检验水平：S-1，AQL：2.5
5	抗热冲击温度		5.3	6.6	检验水平：S-1，AQL：2.5

7.2.2 检验批的组成

由在基本相同时段和一致的条件下生产的，相同分类、相同成分、相同尺寸的产品组成。

7.2.3 合格判据

当检验批判为可接收时，则该批产品出厂检验合格。

7.3 型式检验

7.3.1 检验项目和试样数量

检验项目和试样数量应符合表 6 规定。

表6 型式检验一览表

序号	检验项目	性能要求条款号	检验方法条款号	试样数量 个
1	外观质量	5.1	6.2	20
2	尺寸偏差	5.2	6.2	
3	压缩强度	5.3	6.3	3
4	表观密度	5.3	6.4	
5	热膨胀系数	5.3	6.5	
6	抗热冲击温度	5.3	6.6	
7	荷重软化温度	5.3	6.7	
8	比热容	5.3	6.8	

7.3.2 型式检验条件

在下列情况下进行型式检验：

- a) 新产品试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如结构、原料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品长期停产后，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

7.3.3 合格判据

每个试样的各项检验项目全部符合性能要求时，型式检验合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

产品包装箱上应有产品标记、生产厂名称、生产厂地址、生产日期、数量等标志。

8.2 包装

产品应有专门包装箱包装，内附产品合格证，每块之间用避震填充物填充避震，防止松动、互相碰撞破损，外包装箱应标明易碎字样或标记。合格证上应标明：

- a) 产品标记；
- b) 生产厂名称；
- c) 生产厂地址；
- d) 生产日期；
- e) 数量；
- f) 生产厂质量部门检验员印章。

8.3 运输

在运输过程中应防污染、防潮、禁摔、禁扔。

8.4 贮存

产品应按不同种类、规格在室内堆放，堆放场地应平整、坚实。存放在通风、干燥、无污染处。

附录 A
(规范性附录)
外观质量及尺寸偏差的测量方法

A.1 基本测量工具

- A.1.1 分度值为 1 mm 的钢直尺。
- A.1.2 精度为 0.02 mm 的游标卡尺。
- A.1.3 厚度为 0.05 mm~1.00 mm 的塞尺。

A.2 外观质量

- A.2.1 表面及侧面裂纹用直尺或游标卡尺进行测量。
- A.2.2 边棱缺损、侧面缺损用直尺或游标卡尺进行测量。

A.3 尺寸偏差测量方法

A.3.1 孔密度偏差

在产品端面中心部位的 A/B 轴上各取等距的 20 个孔，用精度为 0.02 mm 游标卡尺测量其所占长度尺寸，如此测量 5 个不同区域，分别计算其面积，并计算出孔密度值。最终计算平均孔密度及其与标准值的偏差。

A.3.2 孔径偏差

在产品端面用精度为 0.02 mm 游标卡尺直接测量，取 10 点测量值的算术平均值，并计算其与公称值的偏差。

A.3.3 高度和宽度偏差

将产品两端面沿高度或宽度方向等分成 3 份，用精度为 0.02 mm 的游标卡尺测量其宽度和高度。分别计算其与标称值间的偏差，最后取绝对值大的为高度和宽度偏差。

A.3.4 长度偏差

用精度为 1 mm 钢直尺分别测量 4 条棱边长度和中心位置长度值。分别计算其与标称值间的偏差，最后取绝对值大的为长度偏差。

A.3.5 端面平度

将产品一端面置于一平板上，用塞尺测量该端面与平板之间间隙的尺寸，再将该产品的另一端面置于该平板上，再用塞尺测量该端面与平板之间间隙的尺寸，其最大间隙即为端面平度。

A.3.6 侧面平度

将产品横卧于一平板上，用塞尺测量该侧面与平板之间间隙的尺寸，再将该产品另一侧面横卧于该平板上，再用塞尺测量该侧面与平板之间间隙的尺寸。其最大间隙即为产品侧面平度。

附录 B
(规范性附录)
表观密度的测量方法

B.1 仪器设备

- B.1.1 精度为 0.02 mm 的游标卡尺。
- B.1.2 精度为 0.01 g 的天平。
- B.1.3 电热恒温干燥箱，室温~300℃。
- B.1.4 干燥器。

B.2 试验步骤

- B.2.1 测量试样外形尺寸，精确至 0.02 mm。
- B.2.2 将试样置于电热干燥箱内升温至(105±5)℃，烘干至恒重，并于干燥器内自然冷却至室温，称量精确至 0.01 g。

B.3 结果计算

按公式(B.1)计算表观密度：

$$D_b = \frac{M}{V} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- D_b ——试样表观密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)；
- M ——干燥试样质量，单位为克(g)；
- V ——试样的外形体积，单位为立方厘米(cm³)。

附录 C
(规范性附录)
抗热冲击温度的测量方法

C.1 仪器设备

加热炉炉温应能控制升温速度，炉膛温度分布均匀，温差 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

C.2 试验步骤

C.2.1 以不大于 $6^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速度将炉温升至标准要求的最低温度。

C.2.2 将试样放入炉膛，不得相互接触。待升温至设定温度后保温 30 min，打开炉门，将试样取出，在空气中自然冷却至室温。对试样进行 3 次循环操作。

C.3 结果判断

每一次热循环后观察样品是否有开裂。如果 3 次循环后缺陷仍在本标准 5.1 外观质量要求中表 2 的缺陷允许范围之内，则继续升高检测温度，每次升 50°C 。直至 3 次循环后出现开裂现象，低于此测试温度的温度则记为抗热冲击温度。

附录 D
(规范性附录)
比热容的测量方法

D.1 仪器设备

- D.1.1 DSC 仪器有功率型和热流型两种，推荐使用功率型测试比热。
- D.1.2 试样炉能够在测试上下限温区内以恒定速率 $(5\sim 20)^\circ\text{C}/\text{min}\pm 0.1^\circ\text{C}/\text{min}$ 均匀加热或冷却试样。
- D.1.3 温度传感器精度 0.01°C ，功率差传感器精度 $1\mu\text{W}$ ，保护气体流量 $(30\sim 100)\text{mL}/\text{min}\pm 5\text{mL}/\text{min}$ 。
- D.1.4 记录设备可以是模拟记录仪或数字记录设备，必须完整记录测试温区内功率差随温度的变化曲线。
- D.1.5 测试上限温度小于 450°C 时，采用铝试样盘，大于 450°C 时，采用金试样盘。
- D.1.6 天平精度 0.01mg 。

D.2 试样

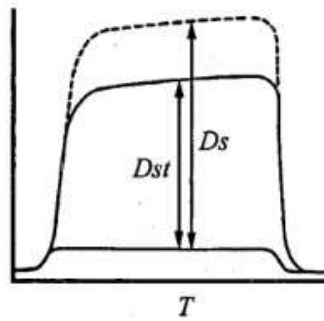
将产品沿孔道方向切取 3 片，再切割成直径 $3\text{mm}\sim 6\text{mm}$ (最大尺寸不超过 6mm)，厚度 $0.3\text{mm}\sim 0.6\text{mm}$ 的薄圆片作为试样。且至少一面细磨，试验时将细磨面与试样盘接触。

D.3 程序

- D.3.1 测试前仪器应该预热半小时；试样在起始温度应放置几分钟以达到热平衡。
- D.3.2 采用纯度 99.9% 以上的干燥氮气 (或其他惰性气体) 以 $(50\pm 5)\text{mL}/\text{min}$ 流量保护，其他流量请在报告中注明。
- D.3.3 称量干净空盘和盖子的质量，精确到 0.01mg 。
- D.3.4 将空盘带盖子放进试样架，并加盖，以 $20^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速率将温度调至起始温度，并保持至少 4min 以达到热平衡。
- D.3.5 以 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 升温速率加热至上限温度，并等温几分钟，记录温升曲线，记为基线。
- D.3.6 降温至初始温度，将参比物蓝宝石称量，精确到 0.01mg ；放入同一个空盘，加盖，以相同速率扫描至上限温度，记录温升曲线。
- D.3.7 对待测试样，重复 D.3.6 蓝宝石的操作。
- D.3.8 将做过的试样进行称量，若质量损失超过 0.3%，测试无效。
- D.3.9 仪器和设备按以下方法校验：
 - a) 按照仪器说明书定期校验仪器的基线和温度。
 - b) 参照 JJG 936 的说明对仪器进行检定并分级。

D.4 结果计算

- D.4.1 在温度 T 测量空盘基线和参比物功率-温度曲线的距离，记为 D_{st} ，测量空盘基线和试样的功率-温度曲线的距离，记为 D_s ，见图 D.1。



图D.1 参比物和试样的 DSC 温升曲线

D.4.2 按公式(1)计算试样的比热 $C_p(s)$ ，结果保留 3 位有效数字：

$$C_p(s) = C_p(st) \times \frac{D_s \times W_{st}}{D_{st} \times W_s} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

W_s —— 试样质量；

W_{st} —— 参比物质量；

$C_p(st)$ —— 参比物比热，见表 D.1，未知温度可通过线性插值获得。

表D.1 蓝宝石 ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) 比热数据

温度 ℃	比热 J/kg·K	温度 ℃	比热 J/kg·K	温度 ℃	比热 J/kg·K
20	764.4	250	1 058.1	480	1 164.6
30	785.9	260	1 064.9	490	1 167.7
40	806.2	270	1 071.4	500	1 170.7
50	825.4	280	1 077.8	510	1 173.6
60	843.7	290	1 083.8	520	1 176.5
70	860.9	300	1 089.5	530	1 179.3
80	877.1	310	1 095.1	540	1 182.1
90	892.6	320	1 100.5	550	1 184.7
100	907.2	330	1 105.6	560	1 187.3
110	921.1	340	1 110.5	570	1 189.8
120	934.3	350	1 115.3	580	1 192.2
130	946.9	360	1 119.8	590	1 194.7
140	959.1	370	1 124.2	600	1 197.0
150	970.1	380	1 128.5	610	1 199.3
160	980.8	390	1 132.6	620	1 201.6
170	991.0	400	1 136.6	630	1 203.8
180	1 000.6	410	1 140.5	640	1 205.9
190	1 010.3	420	1 144.2	650	1 208.1
200	1 019.2	430	1 147.8	660	1 210.2
210	1 027.6	440	1 151.4	670	1 212.2
220	1 035.7	450	1 154.9	680	1 214.2
230	1 043.5	460	1 158.3	690	1 216.1
240	1 050.9	470	1 161.5	700	1 218.1