

中华人民共和国国家标准

GB/T 26279—2010

石 墨 坩 埚

Graphite crucible

2011-01-14 发布

2011-11-01 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

前 言

本标准的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会炭素材料分技术委员会归口。

本标准由成都市天府石墨坩埚有限公司负责起草。

本标准主要起草人：郭刚、陈建、张荣、张明胜、敖华丽。

石 墨 坩 埚

1 范围

本标准规定了石墨坩埚(以下简称“坩埚”)的定义、分类、规格型号、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输、储运和质量证书等。

本标准适用于有色金属及其合金进行熔解、精炼和保温用的坩埚(具体适用范围及使用寿命参见附录 A)。人造石墨坩埚、高纯石墨坩埚、炭素制品加工的坩埚其型号可参照本标准。

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—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

GB/T 5072.2—2004 致密定形耐火制品 常温耐压强度试验方法 第2部分:衬垫试验法

GB/T 7322—2007 耐火材料 耐火度试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 16555—2008 含碳、碳化硅、氮化物耐火材料化学分析方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

石墨坩埚 **graphite crucible**

石墨坩埚是以天然鳞片石墨为主要原料,配合耐火骨料和结合剂(黏土或树脂、沥青等),经过塑性成型或等静压成型,并经高温烧结而成,用于熔解和精炼有色金属的高温耐热容器。

3.2

人造石墨坩埚 **artificial graphite crucible**

用人造石墨电极坯料,经机械加工而成的人造石墨坩埚。

3.3

高纯石墨坩埚 **high purity graphite crucible**

用纯度为 99.9%以上的高纯石墨坯料,经机械加工而成的高纯石墨坩埚。

3.4

炭素坩埚 **carbon crucible**

以炭素原料为主,经加工而成的炭素坩埚。

3.5

塑性成型 **plastic molding**

利用模具或刀具等运动所造成的压力、剪力、挤压等外力对具有可塑性的坯料进行加工,迫使坯料在外力作用下发生可塑性变形而制成坯的成型方法。

3.6

等静压成型 isostatic pressing molding

把粉料装进弹性模具内密封好,放到等静压缸中加压,使粉料压制成致密坯体的成型方法。

3.7

满型号 full modeling

表示坩埚盛满熔融状态下黄铜的容量,即坩埚溢满水的容量乘以 8.3 的结果来表示。

注:水的体积密度为 1.0 g/cm^3 ,黄铜在熔融状态下的体积密度为 8.3 g/cm^3 。

3.8

使用容量系数 use the capacity factor

坩埚在使用时应预留足够的安全容量余量,经实际使用计算和比对测试,坩埚满型号的 0.64 倍作为安全操作的容量范围。这里把 0.64 指定为标准坩埚的使用容量系数,其偏差为 $+0.05, -0.04$ 。异型坩埚的使用容量系数由供需双方协议确定。

3.9

K 值系数 K-Value

某种有色金属在熔融状态下的密度与黄铜在熔融状态下的密度的比值,称为该种金属的 K 值系数。引入 K 值系数,便于计算同型号坩埚溶解不同金属的重量。

4 坩埚的分类

4.1 根据坩埚成型方式的不同分为:塑性成型(在号数前加 S)、等静压成型(在号数前加 D)。

4.2 坩埚根据熔炼的有色金属的不同分为:Ⅰ类坩埚:熔铜、贵金属及稀土合金类坩埚;Ⅱ类坩埚:熔铝及低熔点金属类坩埚。在坩埚的内壁标识(见 8.2.1)、合格证和外包装上都有明确的标志以示区别。

4.3 根据坩埚外形形状又分为:标准型坩埚、异型坩埚(在号数前加 Y)两类。

4.4 坩埚台座参见附录 B。

5 坩埚的型号、数量、形状、重量

5.1 坩埚的型号

5.1.1 坩埚大小的表示

坩埚的大小以容量数字和号的组合表示,简称“号”(可用数字加上“#”表示),能够盛装 1 kg 熔融状态下黄铜的坩埚容量称为 1 号(1#)。

5.1.2 坩埚型号的确定

5.1.2.1 标准型石墨坩埚型号,用石墨坩埚的满型号乘以使用容量系数的结果表示,其中 50# 以下采用个位取整数表示;50#(含)以上 1 000# 号以下采用 10 的整数表示;1 000#(含)以上采用 50 的整数表示。

5.1.2.2 异型坩埚的型号确定按供需双方协议确定。

5.1.3 坩埚的使用容量系数

为满足坩埚使用及实际安全操作需要,标准坩埚的使用容量系数为 0.64,其偏差为 $+0.05, -0.04$;异型坩埚的使用容量系数由供需双方协议确定。

5.1.4 坩埚盛装不同有色金属重量的计算

坩埚盛装不同有色金属重量用石墨坩埚型号乘以所盛装有色金属的 K 值系数,再乘以每号坩埚盛装熔融状态下黄铜的重量所得结果来表示。常用有色金属 K 值系数见表 1。

表 1 常用有色金属的 K 值系数

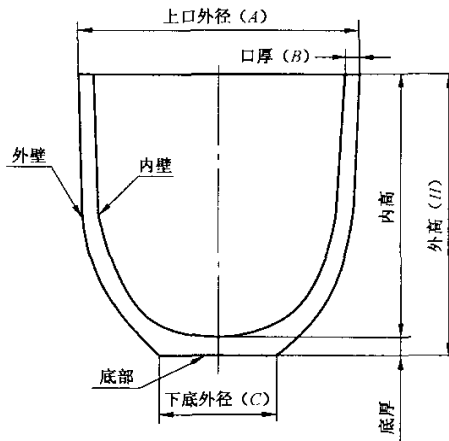
金属	黄铜	铝	锌	锡	银	铅	金
K 值	1.00	0.32	0.82	0.89	1.32	1.38	2.27

5.2 坩埚的数量单位表示

坩埚的数量单位用“支”表示。

5.3 坩埚的形状、尺寸

5.3.1 标准坩埚形状如图 1,尺寸见表 4。



口厚——从坩埚口平面向下 10 mm 为口厚测量处(水平测量);

底厚——外高减内高为底厚(测量时应垂直测量);

外壁——除上口面、下底面为外壁面;

内壁——除内底面为内壁面;

底部——指坩埚下底外表面。

图 1 标准坩埚示意图

5.3.2 异型坩埚的形状和尺寸根据图样要求加工。

5.4 坩埚的重量

坩埚的重量,根据成型方式及坩埚种类不同其每单号重量不同,塑性成型每单位号重量在 100 g~200 g 范围内,等静压成型每单位号重量在 150 g~220 g 范围内。坩埚重量等于型号乘以单位号重量。

6 技术要求

6.1 坩埚的外观质量和尺寸

坩埚的外观质量应符合表 2 的要求,尺寸应符合表 4 的要求。

表 2 坩埚外观质量要求

检验项目	质量要求
内外壁标识	齐全、清晰、准确
口部圆度	上口圆度 $\leq 2.0\%$
凹凸深度	内外壁凹凸深度 \leq 外高 1.0%
	外底凹凸深度 \leq 下底外径 3.0%
	上口凹凸深度 \leq 上口外径 1.5%
口平度	口平度 \leq 外高 1.5%
裂纹	坯体裂纹:坯体内外表面不允许有裂纹
	釉裂纹:允许有裂纹,但釉裂纹处不能暴露坯体
夹层	坩埚壁:不允许
	底部:深度 $>1/6$ 底厚、面积 $>1/3$ 内底面积,均不允许
熔洞	熔洞的表面直径 >6 mm、深度 $>$ 厚度的 1/5,均不允许
缺棱	坩埚 $\leq 200^{\#}$ 尺寸要求:缺棱长 >40 mm、深 $>$ 口厚的 1/4、高 >15 mm,均不允许
	坩埚 $>200^{\#}$ 尺寸要求:缺棱长 >50 mm、深 $>$ 口厚的 1/4、高 >25 mm,均不允许

6.2 坩埚的理化性能及试验方法

坩埚的理化性能指标应符合表 3 的要求。

表 3 坩埚的理化性能指标

项 目	I 类 (熔铜、贵金属及稀土合金坩埚)		II 类 (熔铝及低熔点金属类坩埚)		试验方法
	塑性(S)	等静压(D)	塑性(S)	等静压(D)	
碳含量/%	≥ 38	≥ 45	≥ 38	≥ 45	GB/T 16555—2008
体积密度/(g/cm ³)	≥ 1.70	≥ 1.85	≥ 1.70	≥ 1.85	GB/T 2997—2000
显气孔率/%	≤ 29	≤ 21	≤ 29	≤ 21	GB/T 2997—2000
常温耐压强度/MPa	≥ 20	≥ 25	≥ 20	≥ 25	GB/T 5072.2—2004
耐火度/℃	≥ 1500	≥ 1500	≥ 1400	≥ 1400	GB/T 7322—2007; 外涂抗氧化釉层

7 尺寸、外观检验方法

7.1 尺寸检测

尺寸的检测用精度等级为 0.01 mm 的游标卡尺、深度游标卡尺和精度等级为 1.0 mm 的钢卷尺、钢平尺检测。

7.2 外观质量检验

7.2.1 裂纹、内外壁标识的检验

用裸眼目测坩埚内外壁的标识和有无裂纹情况。

7.2.2 口部圆度的检测

用精度等级为 1.0 mm 的钢卷尺测量,其圆度表示为:最大上口外径与最小上口外径之差除以上口外径 $\times 100\%$ 。

7.2.3 凹度或凸度、口平度的检测

7.2.3.1 测凹面时,在检测面摆放钢平尺,在钢平尺与检测面缝隙最大处,用精度等级为 0.01 mm 的游标卡尺测量其最大数值。

7.2.3.2 测凸面时,在钢平尺两端的下面各塞一个楔形规,钢平尺与楔形规成直角,直至两端的刻度相等,使钢平尺与凸起部分的最高点保持接触,记录楔形规测得的数值。

7.2.3.3 口平度检查时,将制品立放在平板上,用精度等级为 1.0 mm 钢卷尺垂直测量高度差,确定其口平度。

7.2.4 夹层的检验

用约 150 g 木质小榔头轻敲,根据坩埚坏体的回音判断是否有夹层。若内底有夹层,将夹层处敲开,用精度等级为 0.01 mm 的深度游标卡尺测量其深度,用卷尺测量其长宽,并计算夹层的面积。

7.2.5 熔洞的检验

7.2.5.1 检查时,应对因氧化铁或其他低熔点物质所致的变色处进行检查,在可能有熔洞的部位,用约 100 g 重的钢锤的平头端轻轻敲打变色部分(2~3)次,看是否存在有潜藏的熔洞。对任何暴露的熔洞要加以测量并记录。

7.2.5.2 用精度等级为 0.01 mm 的游标卡尺测量熔洞口径的最大尺寸和最小尺寸,熔洞的表面直径为二者之和的平均值。

7.2.5.3 用精度等级为 0.01 mm 的深度游标卡尺测量熔洞的深度。

7.2.6 缺棱的检验

用精度等级为 0.01 mm 的游标卡尺测量其高度、长度、深度。

8 检验规则

8.1 组批

以同批原料、同一工艺、同一配方、每配料一次生产的产品为一批。

8.2 试样的采取和制备

8.2.1 理化性能指标每批产品随机抽取 5 支作为检验样品；

8.2.2 取样位置：200# 及其以下坩埚中部取样，200# 以上坩埚口部往下 100 mm 处开始，轴向向下取样；

8.2.3 体积密度、显气孔率、常温耐压强度试样尺寸为 20 mm×20 mm×20 mm 的立方体，除去试样内外表面保护层。

8.3 检验分类

检验分出厂检验和型式检验。

8.3.1 出厂检验

8.3.1.1 每批产品由质检部门对每支坩埚按表 4 检验型号尺寸及 6.1 规定的各项指标进行检验。

8.3.1.2 每批产品由质检部门按 6.2 中的体积密度、显气孔率、常温耐压强度指标进行检验。

8.3.1.3 以上两项检验合格后，方可出厂。

8.3.2 型式检验

产品在正常情况下每半年至少进行一次型式检验，若出现下列情况则必需按 6.1、6.2 规定进行检验。

8.3.2.1 原材料变更、设备调整、生产工艺发生较大变化时；

8.3.2.2 停产 3 个月以上，恢复生产时；

8.3.2.3 出厂检验时各项指标与型式检验差异超出 $\pm 5\%$ 。

8.4 判定与复验

8.4.1 出厂检验时应应对每支坩埚进行外观质量检验，如某一项指标不合格则该坩埚应视为不合格品。

8.4.2 复验时理化指标有任一项指标不合格，则在原批产品中重新双倍抽样对不合格项复验，复验仍不合格，则判该批产品不合格。

8.4.3 数值修约按 GB/T 8170 进行。

8.5 用户对产品质量有异议时应在货到之日起 15 d 内提出。

9 包装、标志、运输、储存和质量证明书

9.1 包装

9.1.1 纸箱包装箱内应用软物填充，并使用打包带在箱上横竖各捆扎两遍。

9.1.2 草绳包装时应先用草垫将坩埚包裹，再用草绳捆扎牢固，坩埚体不得外露。

9.1.3 木箱包装时，木箱应用结实的木条钉牢固，包装箱内坩埚周围空隙用软物填充或用木条稳固，防止坩埚移动磨损，再用木层板或竹胶板包装。

9.2 标志

9.2.1 在坩埚其显著位置应有牢固的产品类型、型号、厂家等标识。100# 以下坩埚不作要求。

9.2.2 在坩埚包装上拴挂合格证，合格证上应注明制造厂家及厂址，产品名称、型号、产品类型、生产日期、出厂日期等，并加盖产品合格证专用章。

9.2.3 纸箱和木箱包装应在包装箱上标注制造厂家、商标、“易碎”、“防潮”、“防振动”等标志。

9.3 贮存

9.3.1 坩埚应放在通风良好、干燥的地方。

9.3.2 坩埚堆码层数不得超过 8 层且总高度不能超过 3 m。

9.4 运输

9.4.1 产品运输时,应防雨、防潮,避免碰撞、磨损、重压破裂。

9.4.2 坩埚在运输时堆放高度不得超过5层。

9.5 每批产品应附有质量证明书,其内容包括:制造厂家、产品名称、批号、型号、数量、检验员代号、生产日期、性能指标、本标准编号等。

表4 标准坩埚主要尺寸

单位为毫米

型 号	上口外径(A) ±2%	口厚(B)	下底外径(C) ±2%	高度(H) ±2%
1#	67	8±1.0	35	65
1.5#	78	10±1.0	60	80
2#	88	10±1.0	62	100
3#	100	12±1.0	75	115
4#	115	12±1.0	85	115
5#	122	13±1.0	85	138
6#	125	14±1.0	85	155
41#	215	20 $\begin{smallmatrix} +1.5 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	150	290
45#	250	20 $\begin{smallmatrix} +1.5 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	180	295
70#	285	20 $\begin{smallmatrix} +1.5 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	215	245
80#	310	21 $\begin{smallmatrix} +1.5 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	210	370
90#	320	22 $\begin{smallmatrix} +1.5 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	230	385
100#	314	22 $\begin{smallmatrix} +1.5 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	220	408
200#	400	24 $\begin{smallmatrix} +1.5 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	290	475
260#	416	25 $\begin{smallmatrix} +1.5 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	250	585
300#	452	27 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	310	580
360#	462	29 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	342	674
390#	530	29 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	410	560
400#	515	30 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	340	600
420#	515	30 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	330	673
440#	620	30 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	340	500
450#	516	33 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	340	710
530#	580	32 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	330	635
560#	590	34 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	330	690
570#	620	34 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	335	570
580#	545	34 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	317	750
610#	607	35 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	350	630
680#	585	35 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	330	760
690#	600	35 $\begin{smallmatrix} +2.0 \\ -1.0 \end{smallmatrix}$	330	805

表 4 (续)

单位为毫米

型 号	上口外径(A) ±2%	口厚(B)	下底外径(C) ±2%	高度(H) ±2%
700*	615	35 \pm _{-1.0} ^{1.0}	350	758
840*	700	36 \pm _{-1.0} ^{1.0}	470	675
950*	720	38 \pm _{-1.0} ^{1.0}	300	740
970*	720	35 \pm _{-1.0} ^{1.0}	470	730
1 100*	715	36 \pm _{-1.0} ^{1.0}	478	846
1 150*	855	43 \pm _{-1.0} ^{1.0}	340	677
1 200*	780	37 \pm _{-1.0} ^{1.0}	450	752
1 250*	725	37 \pm _{-1.0} ^{1.0}	470	905
1 500*	784	38 \pm _{-1.0} ^{1.0}	450	890
1 700*	778	41 \pm _{-1.0} ^{1.0}	442	1 050
2 500*	880	45 \pm _{-1.0} ^{1.0}	350	1 150

附录 A

(资料性附录)

石墨坩埚适用范围及使用寿命参考

A.1 I类坩埚

用于熔铜、贵金属和稀土合金的坩埚以使用炉次表示单支坩埚的使用寿命,计量单位为次,见表 A.1。

A.2 II类坩埚

用于熔铝及低熔点金属的坩埚以使用时间表示单支坩埚的使用寿命,计量单位为月,见表 A.1。

A.3 使用条件

- A.3.1 坩埚与之配套的坩埚炉结构要相符。
- A.3.2 坩埚与坩埚炉的匹配要合理,间隙尺寸要合理,安装要正确。
- A.3.3 使用前或间断后使用,严格按照升温曲线对坩埚进行干燥。
- A.3.4 操作人员操作正确,熟练。
- A.3.5 添加熔剂时应按熔剂使用说明书规定量添加。
- A.3.6 不满足以上使用条件会造成坩埚的使用寿命缩短。

表 A.1 石墨坩埚适用范围及使用寿命

型 号	适用范围	成型方法	使用寿命
I类坩埚	熔铜、贵金属和稀土合金类坩埚	塑性	约 40 次
		等静压	约 120 次
II类坩埚	熔铝及低熔点金属类坩埚	塑性	约 1.5 个月
		等静压	约 5 个月

附录 B
(资料性附录)
坩埚台座

- B.1 坩埚台座工作面的凹凸深度 \leq 工作面直径 1.5%。
 - B.2 坩埚台座的材质应与坩埚材质相同。
 - B.3 坩埚台座的外径与坩埚下底外径匹配。
-