



中华人民共和国国家标准

GB/T 13465.10—2024

代替 GB/T 21921—2008

不透性石墨材料试验方法 第 10 部分：抗拉强度

Test method of impermeable graphite materials—Part 10: Tensile strength

2024-09-29 发布

2025-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验设备、仪器	1
5 试样	5
6 试验步骤	8
7 结果计算	8
8 试验报告	9
附录 A (资料性) 不透性石墨管抗拉强度试样制样方法	10



前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 13465《不透性石墨材料试验方法》的第 10 部分。GB/T 13465 已经发布了以下部分：

- 不透性石墨材料试验方法 第 1 部分：总则；
- 不透性石墨材料试验方法 第 2 部分：抗弯强度；
- 不透性石墨材料试验方法 第 3 部分：抗压强度；
- 不透性石墨材料试验方法 第 4 部分：冲击强度；
- 不透性石墨酚醛粘接剂收缩率试验方法；
- 不透性石墨管水压爆破试验方法；
- 不透性石墨增重率和填孔率试验方法；
- 不透性石墨粘接剂粘接剪切强度试验方法；
- 不透性石墨粘接剂粘接抗拉强度试验方法；
- 不透性石墨材料试验方法 第 10 部分：抗拉强度；
- 不透性石墨材料试验方法 第 12 部分：导热系数。

本文件代替 GB/T 21921—2008《不透性石墨材料抗拉强度试验方法》，与 GB/T 21921—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了文件的适用范围(见第 1 章,2008 年版的第 1 章)；
- b) 增加了抗拉强度测试用夹具的要求(见 4.2)；
- c) 增加了不透性石墨材料高温拉伸强度试验用加热箱、测温仪表及热电偶的性能要求(见 4.4、4.5、4.6)；
- d) 更改了不透性石墨块抗拉强度试样的结构型式及尺寸(见 5.2,2008 年版的 5.2.1)；
- e) 更改了不透性石墨管抗拉强度试样的结构型式及尺寸(见 5.3,2008 年版的 5.2.2)；
- f) 删除了粘接剂浇铸件抗拉强度试样结构型式及计算方法(见 2008 年版的 5.2.3、7.1.3)；
- g) 增加了制作不透性石墨管抗拉强度试样的石墨管直线度的要求(见 5.4)；
- h) 增加了试样与夹具面紧密贴合的要求(见 6.2.1、6.2.3)；
- i) 增加了不透性石墨材料高温拉伸强度试验步骤(见 6.3)。

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专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国非金属化工设备标准化技术委员会(SAC/TC 162)归口。

本文件起草单位：南通星球石墨股份有限公司、南通京通石墨设备有限公司、广州特种设备检测研究院、南通山剑防腐科技有限公司、南通贝思特石墨设备有限公司、贵州省特种设备检验检测院、贵州兰鑫石墨机电设备制造有限公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院、浙江华熔科技有限公司、天华化工机械及自动化研究设计院有限公司。

本文件主要起草人：孙建军、陈汉军、辛明亮、肖杰、沈亦可、莫伟先、杨颖、何华、陈贵堂、殷静、杨钧、张娄红、谢一玫、何佳乐、周志强、屈磊、韩勇、肖丽娟、贺正文、桑临春。

本文件于 2008 年首次发布，本次为第一次修订。

引 言

GB/T 13465 旨在准确地测量化工生产用不透性石墨材料的力学性能、渗透性能和导热性能,拟由 12 个部分组成。

- 第 1 部分:总则。目的在于提供不透性石墨材料性能检测的基本要求和原则。
- 第 2 部分:抗弯强度。目的在于提供科学、准确、可靠的不透性石墨材料抗弯强度测试方法。
- 第 3 部分:抗压强度。目的在于提供科学、准确、可靠的不透性石墨材料抗压强度测试方法。
- 第 4 部分:冲击强度。目的在于提供科学、准确、可靠的不透性石墨材料冲击强度测试方法。
- 第 5 部分:酚醛粘接剂收缩率。目的在于提供科学、准确、可靠的不透性石墨酚醛粘接剂收缩率测试方法。
- 第 6 部分:石墨管水压爆破。目的在于提供科学、准确、可靠的不透性石墨管水压爆破性能试验方法。
- 第 7 部分:增重率和填孔率。目的在于提供科学、准确、可靠的不透性石墨增重率和填孔率测试方法。
- 第 8 部分:粘接剂粘接剪切强度。目的在于提供科学、准确、可靠的不透性石墨粘接剂粘接剪切强度测试方法。
- 第 9 部分:粘接剂粘接抗拉强度。目的在于提供科学、准确、可靠的不透性石墨粘接剂粘接抗拉强度测试方法。
- 第 10 部分:抗拉强度。目的在于提供科学、准确、可靠的不透性石墨材料抗拉强度测试方法。
- 第 11 部分:渗透系数。目的在于提供科学、准确、可靠的不透性石墨材料渗透系数测试方法。
- 第 12 部分:导热系数。目的在于提供科学、准确、可靠的不透性石墨材料导热系数测试方法。

抗拉强度是不透性石墨材料非常重要的性能参数之一,是不透性石墨制压力容器设计计算必不可少的参数,准确测试材料的抗拉强度,对保证不透性石墨设备的承压安全、降低制造成本、提高产品质量具有非常重要的意义。



不透性石墨材料试验方法

第 10 部分：抗拉强度

1 范围

本文件描述了不透性石墨材料抗拉强度的试验方法。

本文件适用于试验温度为 400 °C 以下的不透性石墨材料抗拉强度的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 13465.1 不透性石墨材料试验方法 第 1 部分：总则

3 术语和定义



GB/T 13465.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 试验设备、仪器

4.1 拉伸试验机

拉伸试验机应符合 GB/T 13465.1 的规定。

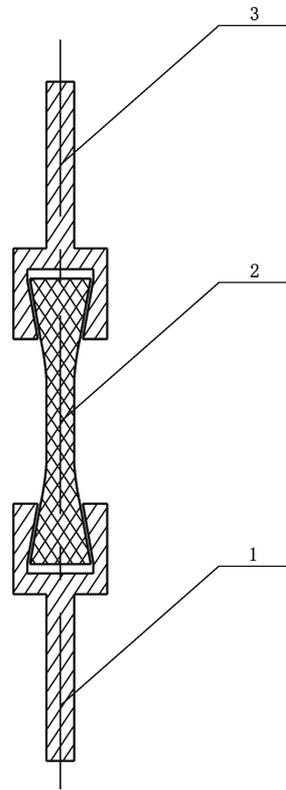
4.2 夹具

4.2.1 夹具材料应选用正火加回火的 15CrMoR，也可选用在试验条件下不发生变形的其他耐高温金属材料。

4.2.2 夹具与试样的连接形式见图 1。

4.2.3 不透性石墨块抗拉强度试样测试用夹具的结构型式、主要尺寸及其偏差应符合图 2 的要求。

4.2.4 不透性石墨管抗拉强度试样测试用夹具的结构型式、主要尺寸及其偏差应符合图 3 的要求。



- 标引序号说明：
- 1——夹具下拉杆；
 - 2——试样；
 - 3——夹具上拉杆。

图 1 夹具与试样连接型式

单位为毫米

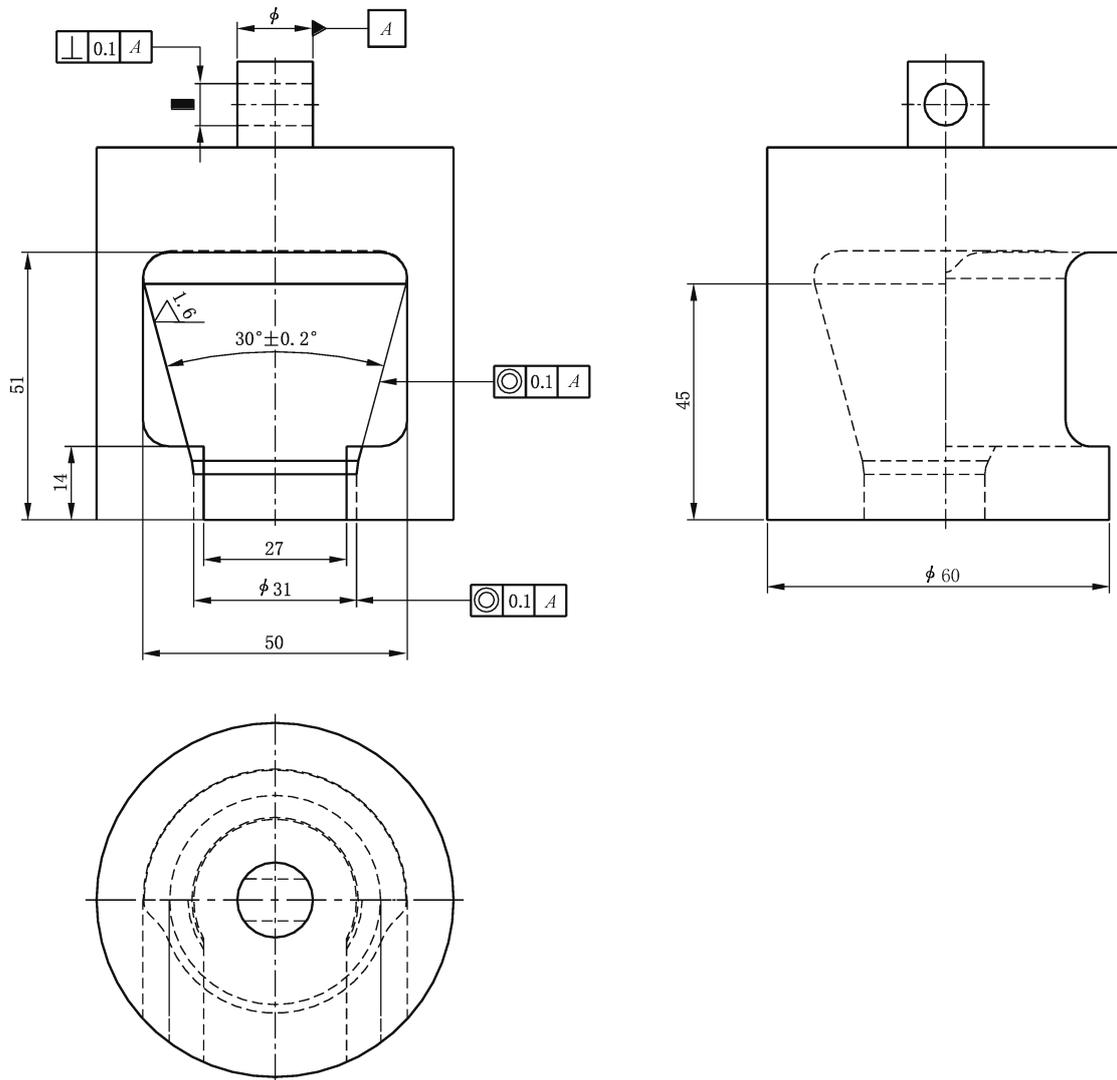


图 2 不透性石墨块抗拉强度试样测试用夹具结构型式



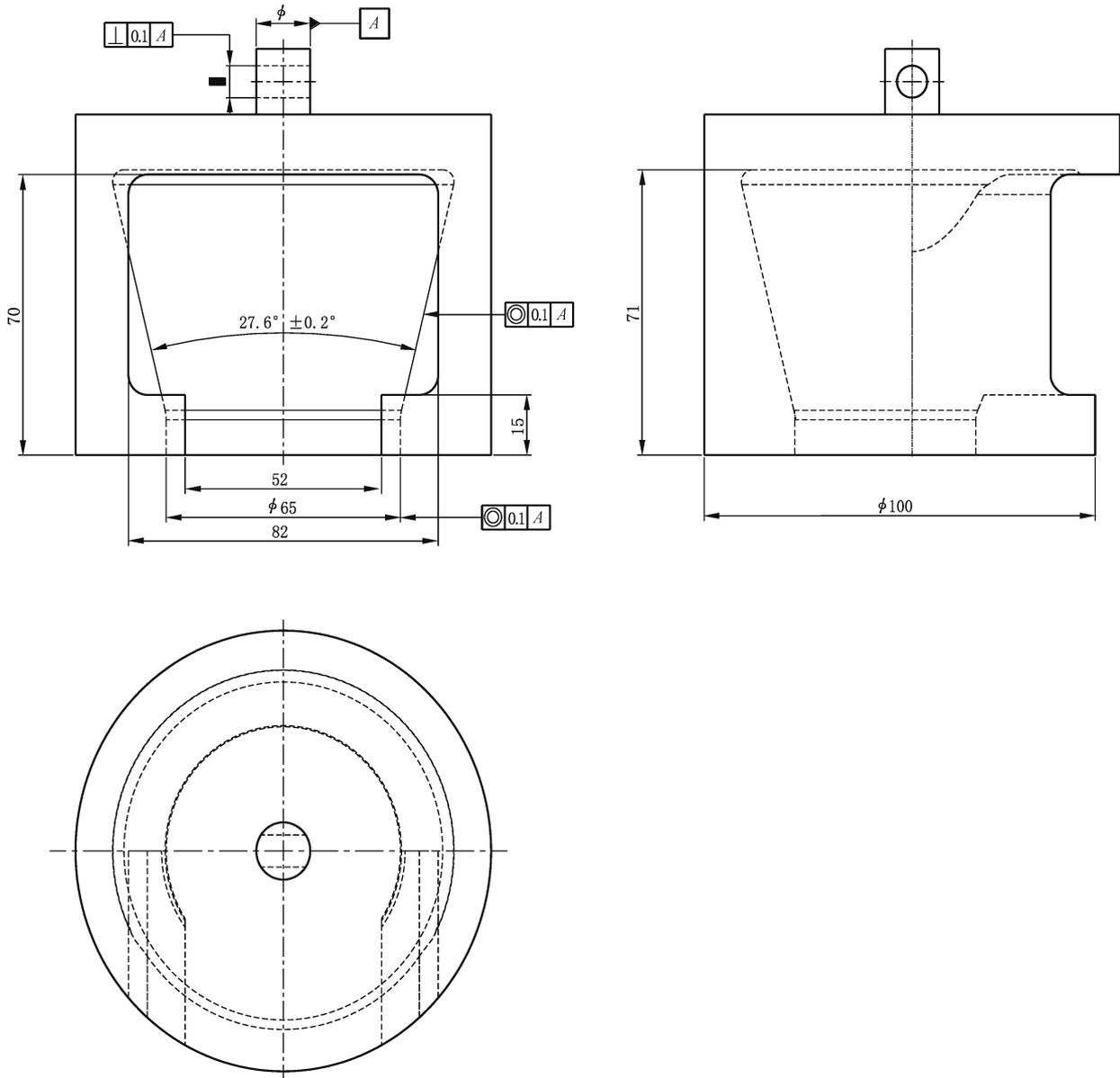


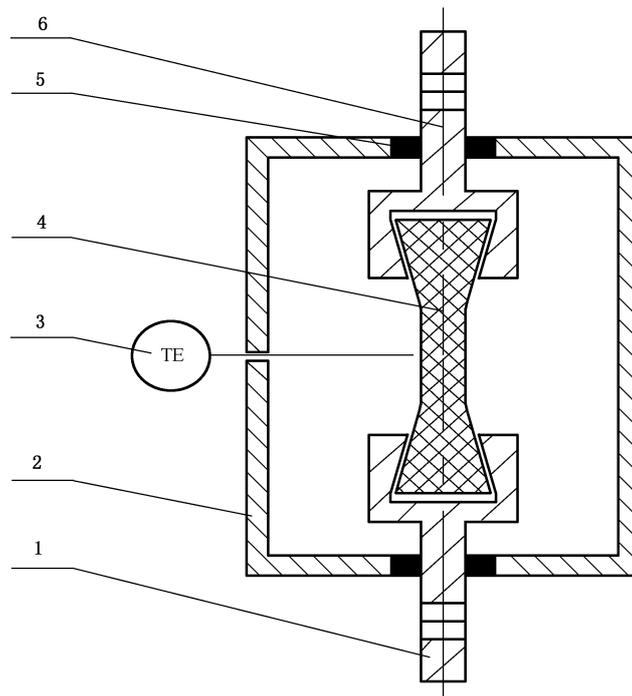
图 3 不透性石墨管抗拉强度试样测试用夹具结构型式

4.3 游标卡尺

游标卡尺应符合 GB/T 13465.1 的规定。

4.4 加热箱

4.4.1 加热箱与夹具、试样的连接形式见图 4。



标引序号说明：

- 1——夹具下拉杆；
- 2——加热箱；
- 3——测温热电偶、测温仪表；
- 4——试样；
- 5——保温棉；
- 6——夹具上拉杆。



图 4 加热箱与夹具、试样连接型式

4.4.2 加热箱固定在一个装置上，并保证加热箱可前后或上下移动；试验时，加热箱可固定在适当的位置。

4.4.3 加热箱的性能应符合下列要求：

- a) 最高试验温度为 450 °C；
- b) 保证在试样试验段，距试样表面 10 mm 范围内的空间温度差不超过 2 °C；
- c) 能在 40 °C~400 °C 之间的任一温度恒定，且温度波动范围不超过 2 °C。

4.5 测温仪表

测温仪表的精度等级为 1.0 级。

4.6 热电偶

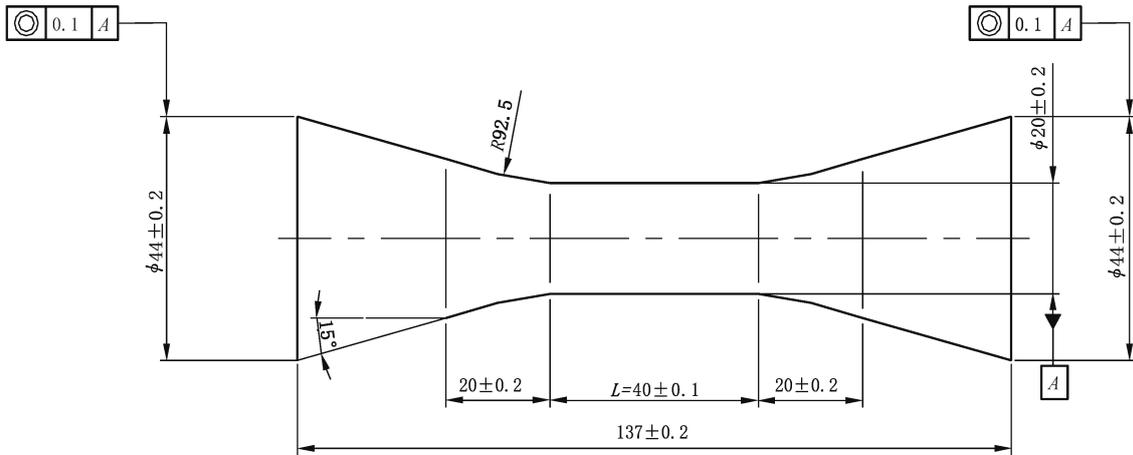
热电偶的量程为 0 °C~600 °C，准确度为 ±0.5 °C。

5 试样

5.1 试样取样、制样应符合 GB/T 13465.1 的有关规定。

5.2 不透性石墨块抗拉强度试样的结构型式、尺寸及其偏差应符合图 5 的要求。

单位为毫米



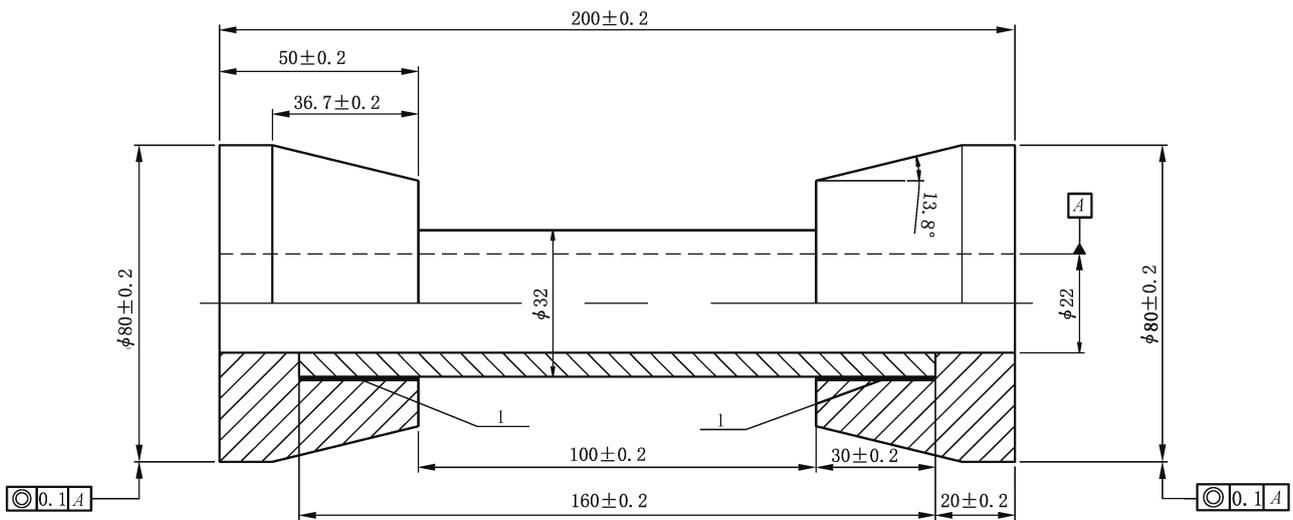
标引符号说明：

L ——有效断裂部位长度。

图 5 不透性石墨块抗拉强度试样

5.3 不透性石墨管试样的结构型式、尺寸及其偏差应符合图 6~图 8 的要求,制作方法见附录 A。

单位为毫米



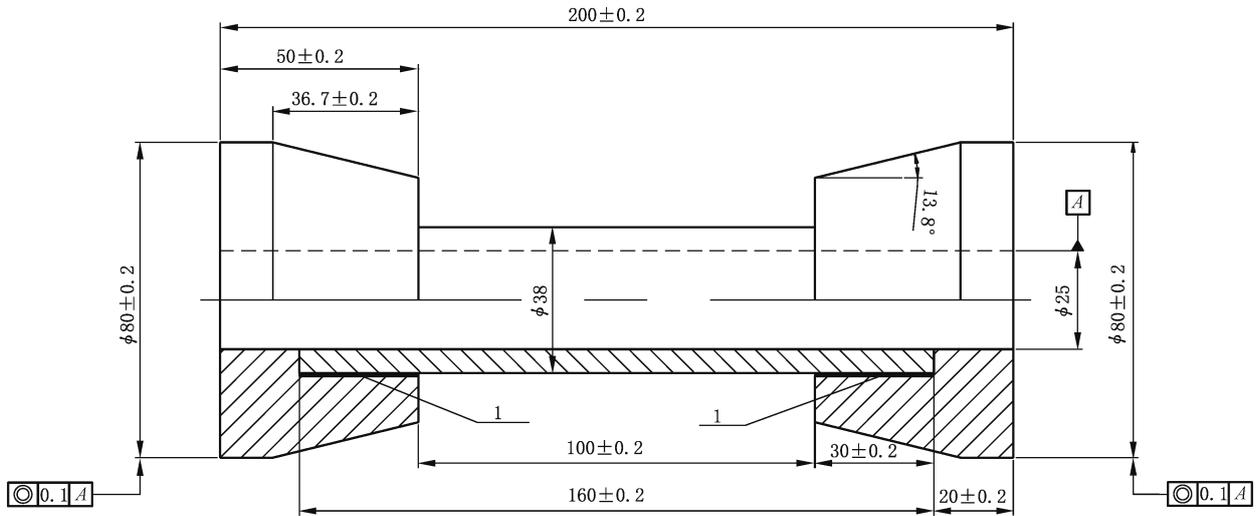
标引序号说明：

1——粘接缝。

图 6 $\phi 32$ mm/ $\phi 22$ mm 不透性石墨管抗拉强度试样



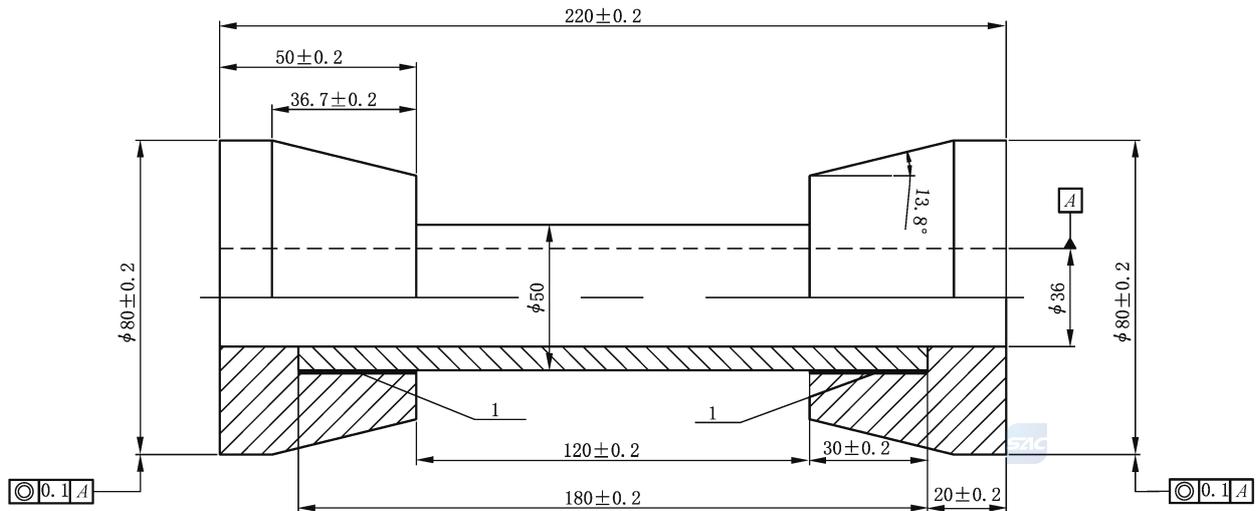
单位为毫米



标引序号说明：
1——粘接缝。

图 7 $\phi 38\text{mm}/\phi 25\text{ mm}$ 不透性石墨管抗拉强度试样

单位为毫米



标引序号说明：
1——粘接缝。

图 8 $\phi 50\text{ mm}/\phi 36\text{ mm}$ 不透性石墨管抗拉强度试样

- 5.4 制作不透性石墨管抗拉强度试样的石墨管直线度应小于或等于 0.1 mm。
- 5.5 不透性石墨块抗拉强度试样的表面粗糙度 $Ra \leq 3.2\ \mu\text{m}$ 。
- 5.6 试样有效断裂部位不应有影响试验结果的裂纹、缺损、孔洞、凹凸不平、树脂瘤等缺陷。
- 5.7 每组试样应不少于 5 个有效试件。

6 试验步骤

6.1 测量试样尺寸

6.1.1 对试样进行编号。

6.1.2 不透性石墨块抗拉强度试样外径测量:用游标卡尺在试样有效断裂部位测量 3 处,每处测互相垂直的直径各一次,计算 6 个测量数据的算术平均值为试样外径。

6.1.3 不透性石墨管抗拉强度试样外径、内径测量方法:

- a) 外径测量:用游标卡尺在试样有效断裂部位测量 3 处,每处测互相垂直的外径各一次,计算 6 个测量数据的算术平均值为试样外径;
- b) 内径测量:用游标卡尺在试样两端管口处测量试样内径,每端测互相垂直的内径各一次,计算 4 个测量数据的算术平均值为试样内径。

6.2 常温试验

6.2.1 先将试样安装在上夹具、下夹具内,再将夹具连接在试验机上,保证试样处于自然下垂状态。试样与夹具的接触面应完全紧密贴合,不应存在目视可见的间隙,否则,应分析原因。

6.2.2 开启试验机,设定加载速度在 10 mm/min~15 mm/min 之间,使试验机平稳施加载荷,直至试样断裂,读取载荷值。

6.2.3 试验时,保证试样与夹具的接触面完全紧密贴合,不歪斜,否则,试验结果无效。

6.3 高温试验

6.3.1 移动加热箱,使加热箱的上、下孔与试验机拉伸头处于同一轴线上。

6.3.2 将试样安装在上夹具、下夹具内,放入加热箱,将夹具上拉杆、下拉杆与试验机连接,连接好后试样处于自然下垂状态。试样与夹具的接触面应完全紧密贴合,不应存在目视可见的间隙,否则,应分析原因。

6.3.3 夹具上拉杆、下拉杆与试验机连接好后,夹具上拉杆、下拉杆与加热箱的上孔、下孔应有一定的间隙,试验时,拉杆与孔内壁应不发生摩擦。

6.3.4 关闭加热箱箱门,用保温棉封堵上拉杆、下拉杆与加热箱上孔、下孔之间的间隙。

6.3.5 设定试验温度,开启加热箱电源,以 3 °C/min~5 °C/min 加热速率开始加热,当加热箱温度达到试验温度后恒温 15 min 以上。

6.3.6 按照 6.2.2、6.2.3 的要求进行试验。

7 结果计算

7.1 按公式(1)计算不透性石墨块试样的抗拉强度。

$$\sigma_b = 4P/\pi D^2 \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- σ_b —— 试样的抗拉强度,单位为兆帕(MPa);
- P —— 试样断裂时的载荷值,单位为牛顿(N);
- π —— 圆周率,取 $\pi=3.14$;
- D —— 试样直径,单位为毫米(mm)。

7.2 按公式(2)计算不透性石墨管试样的抗拉强度。



$$\sigma_b = 4P/\pi(D^2 - d^2) \dots\dots\dots(2)$$

式中：

- σ_b —— 试样的抗拉强度,单位为兆帕(MPa)；
- P —— 试样断裂时的载荷值,单位为牛顿(N)；
- π —— 圆周率,取 $\pi=3.14$ ；
- D —— 试样外径,单位为毫米(mm)；
- d —— 试样内径,单位为毫米(mm)。

7.3 试验结果处理按 GB/T 13465.1 的有关规定。

8 试验报告

试验报告应符合 GB/T 13465.1 的规定。



附录 A

(资料性)

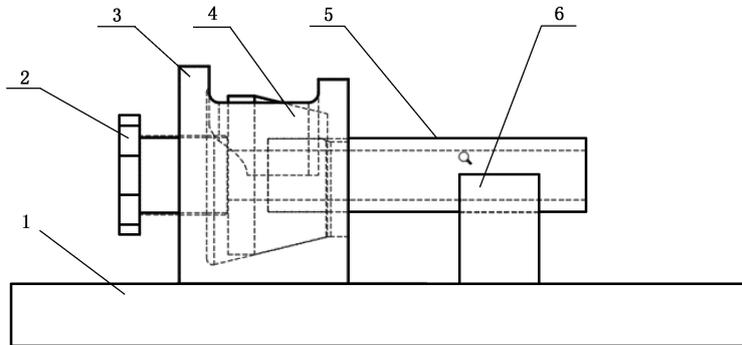
不透性石墨管抗拉强度试样制样方法

A.1 按照 5.3 规定的尺寸加工不透性石墨管试样两端的夹持端。夹持端的内径与不透性石墨管外径相同,尺寸偏差为正偏差。夹持端内孔表面粗糙度 $Ra \leq 3.2 \mu\text{m}$ 。

A.2 将加工好的夹持端沿轴线锯为对称的两瓣。

A.3 用金相砂纸轻轻打磨不透性石墨管和夹持端的粘接面,清除干净表面粉尘。

A.4 在不透性石墨管和夹持端的粘接面上均匀涂抹一层粘接剂,粘接剂为纯树脂,粘接剂涂遍粘接面,尽可能薄,待粘接剂有一定粘性后,将两瓣夹持端粘接在不透性石墨管上,然后放在固定模具(见图 A.1)内,固定模具的内锥面与 4.2.4 规定的试样夹具的内锥面的结构型式、尺寸及其偏差相同,推压夹持端,使夹持端与模具内锥面和不透性石墨管外表面紧密贴合,待粘接剂完全固化后,取下试样。



标引序号说明:

- 1——平台;
- 2——压紧螺栓;
- 3——固定模具;
- 4——试样夹持端;
- 5——不透性石墨管试样;
- 6——支撑块。

图 A.1 不透性石墨管试样粘接固定模具结构型式

A.5 用同样的方式粘接试样另一端的夹持端。

