

ICS 71.120
G 94
备案号:17269—2006

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 2370—2005

代替 HG 2370—1992

石墨制化工设备技术条件

Specification of graphite chemical process equipment

2006-01-17 发布

2006-07-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

前 言

本标准代替 HG 2370—1992《石墨制化工设备技术条件》。

本标准与 HG 2370—1992 相比主要变化如下：

——由原来的强制性标准改为推荐性标准；

——增加了前言、术语和定义；

——对适用的石墨材料作了说明，对适用的温度、压力范围作了界定，对不适用条件作了补充；

——鉴于石墨设备应用面的扩大以及材料品种的增加，扩大了选材范围，例如增加了半石墨材料，也因此对一些并非各个品种都需要的性能要求作了删除。

本标准由中国石油和化学工业协会提出。

本标准由全国非金属化工设备标准化技术委员会(SAC/TC162)归口。

本标准起草单位：南通山剑石墨设备有限公司、南通扬子江石墨设备有限公司、南通三圣石墨设备科技有限公司、天华化工机械及自动化研究设计院。

本标准主要起草人：姚建、白网荣、李瑞清、冯圣君、曹文华、周杰。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——HG 5-1319—1980；

——HG 2370—1992。

石墨制化工设备技术条件

1 范围

本标准规定了石墨制化工设备的技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存等要求。

本标准主要适用于不透性石墨制化工设备及零部件。不透性炭制化工设备及透性石墨制化工设备也可以参照使用。

石墨设备适用范围：

- a) 最大工作压力为 2.4 MPa；
- b) 石墨壁温度在 60℃~400℃之间。

本标准不适用于下列石墨设备：

- a) 直接用火焰加热的石墨设备；
- b) 核能装置中的石墨设备；
- c) 浇注类石墨设备。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 150 钢制压力容器

GB 151 管壳式换热器

GB/T 9439 灰铁铸件

GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 13465.1 不透性石墨材料力学性能试验方法总则

GB/T 13465.2 不透性石墨材料抗弯试验方法

GB/T 13465.3 不透性石墨材料抗压试验方法

HG/T 2059—2004 不透性石墨管技术条件

HG/T 2378 石墨粘接剂粘接抗拉强度试验方法

HG/T 2379 石墨粘接剂粘接剪切强度试验方法

HG/T 2380 石墨酚醛粘接剂收缩率试验方法

HG/T 2642 不透性石墨材料抗拉强度试验方法

JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装

JB/T 4735 钢制焊接常压容器

YB/T 4088 石墨电极

JSG R0001—2004 非金属材料压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

石墨材料 graphite material

由焦炭或石墨粉及颗粒与沥青经混合、挤压、模压或振动成型后，在高温下形成的，以石墨晶粒为

主、具有优良的耐腐蚀性与热导率的非金属材料。因原料及最终成型温度的不同而区分为石墨化材料(2 500 ℃左右形成)和半石墨化材料。

3.2

半石墨化材料 half-graphitized material

由石墨粉、粒与沥青混合、挤压或模压(包括振动成型)后,在1 000 ℃~1 100 ℃焙烧而成的石墨材料,其中的沥青仅转化成炭而非石墨。

3.3

不透性石墨 impervious graphite

现行工业应用层面上(即在不高的压力、温度条件下)不渗透液体和气体的石墨材料被称为不透性石墨。包括浸渍石墨、压型(包括挤压和模压)石墨和浇铸石墨。

3.4

浸渍石墨 impregnated graphite

采用浸渍工艺过程将有机或无机液体材料(浸渍剂)压入透性石墨材料的孔隙中并使之固化堵塞孔隙而成浸渍石墨。因所用浸渍剂的不同而形成不同品种。应用最广的是采用酚醛树脂浸渍的酚醛浸渍石墨,其次还有呋喃浸渍石墨、聚四氟乙烯浸渍石墨、水玻璃浸渍石墨等。

4 要求

4.1 材料

4.1.1 石墨制化工设备的主要材料包括石墨材料、金属材料 and 密封材料。其中石墨材料主要是浸渍不透性石墨和挤(模)压不透性石墨。

4.1.2 浸渍不透性石墨块材的物理力学性能应符合表1的要求。

表1 石墨块材的物理力学性能

项 目	单 位	浸渍不透性石墨
密度	kg/m ³	≥2.03×10 ³
体积密度	kg/m ³	≥1.80×10 ³
抗压强度	MPa	≥60.0
抗拉强度	MPa	≥14.0
抗弯强度	MPa	≥27.0
线胀系数	1/℃	≤5.7×10 ⁻⁶ (130℃)
热导率	W/(m·℃)	100(参考值)

4.1.3 制造石墨换热块用的石墨化石墨原材料的电阻率,应符合 YB/T 4088 所规定的不大于10.5 μΩ·m 的规定。

4.1.4 石墨管的物理力学性能应符合 HG/T 2059 的要求。

4.1.5 石墨酚醛粘接剂的物理力学性能应符合表2要求。

表2 石墨酚醛粘接剂物理力学性能

项 目	单 位	指 标
渍浸石墨间接抗剪强度	MPa	≥12.0
渍浸石墨间接抗拉强度	MPa	≥11.0
热固化收缩率	%	≤0.37(130℃)
线胀系数	1/℃	≤2.7×10 ⁻⁵

4.1.6 钢制件按设计条件应分别符合 GB 150 或 JB/T 4735 的有关规定。

4.1.7 铸铁件应符合 GB/T 9439 的规定。

4.2 零部件

4.2.1 石墨零部件除应符合图纸要求外,还应符合本标准的要求。

4.2.2 在国内现有石墨材料规格范围内不采用整体材料而采用材料拼接制成主要零件,且又不能确保粘接缝强度高于母材强度时,采用拼接方法制造零件必须得到设计和使用单位的同意。拼接应符合 5.3 要求。

4.2.3 除石墨换热管外,用于制造换热元件的浸渍石墨材料应选用石墨化材料;经设计和使用单位同意时,才允许使用浸渍半石墨化材料。

4.2.4 钢制零部件属受压元件的应符合 GB 150、GB 151 规定;非受压元件时可执行 JB/T 4735 标准。

4.3 设备

整套石墨设备除应符合图纸要求外,还应符合本标准的规定。

5 制造

5.1 石墨件的加工

5.1.1 加工后的石墨件外观应材质均匀,不能有裂纹等影响力学性能的缺陷。密封面不能有影响密封性能的缺陷。

5.1.2 石墨件的未注加工公差等级按 GB/T 1804—2000 规定,加工面取 m 级,非加工面尺寸取 c 级。

5.1.3 当需对同一孔进行两端对钻时,应通过 $\phi D-1$ mm 的检验棒检验,通过率应大于 90%。当需要堵孔时(包括块孔式和列管式),堵孔率不大于 1%。

5.2 石墨件的浸渍

石墨件的浸渍包括浸渍与热固化(或塑化),因此浸渍工艺也包括此二过程,应采用经过浸渍工艺评定确认后的成熟工艺进行。浸渍工艺评定参照 JSG R0001—2004 附件 5 的规定,其中采用酚醛树脂浸渍时固化处理温度不低于 130℃。

5.3 石墨件的拼接与粘接

5.3.1 拼接及粘接应采用经过粘接工艺评定确认的成熟工艺进行。粘接工艺评定参照 TSG R0001—2004 附件 4 的规定。

5.3.2 作为重要部件石墨筒体拼接时,应采用阶梯式或榫槽式;对于封头、管板、换热块需多层拼接时,单层间拼接可对接,相邻两层间拼接必须错开。

5.3.3 石墨件拼接后其粘接缝应密实饱满,其缝厚不大于 1 mm。

5.3.4 石墨件粘接后应进行热固化处理,对于酚醛石墨胶粘剂,固化处理温度不低于 100℃。热固化的控制按粘接工艺评定文件中规定进行。

5.4 产品的组装

产品组装前后应保证对所有成型时的粘接缝(如管束与管板间及石墨封头与其接管间的粘接缝)进行热固化处理,固化处理温度不低于 100℃。

6 检验和验收

6.1 材料检验

6.1.1 制造单位外购材料时,应同时取得材料质量证明书原件,或加盖材料单位检验公章的有效复印件,并对所用材料与材质证明书的真实性与一致性负责;当缺乏相应材料质量证明书时,或材料自制时,用材单位应按相应材料标准进行检测,其中石墨块材以 20 t 为一批,少于 20 t 则按实际批次进行检验,检验项目和合格标准见表 1、表 2 和表 3。

表 3 材料按批检验项目

项 目	抗拉强度	抗压强度	抗弯强度	线胀系数	粘接抗拉强度	粘接抗剪强度
浸渍石墨	√	√	√			
不透性石墨管	√		√	√		
粘接剂					√	√

6.1.2 当设计图样要求复验或用户要求复验时,制造单位应对相应材料进行复验。

6.1.3 石墨材料取样按 GB/T 13465.1 进行。

6.1.4 不透性石墨材料(包括不透性石墨管)的力学性能试验方法、抗弯强度、抗压强度、抗拉强度的测定方法分别按 GB/T 13465.1、GB/T 13465.2、GB/T 13465.3、HG/T 2642 等标准执行。

6.1.5 石墨粘接剂的抗拉强度、抗剪切强度、收缩率等的测定方法分别按 HG/T 2378、HG/T 2379、HG/T 2380 等标准执行。

6.2 零部件检验

零部件检验按图纸要求逐件进行检测。

6.3 产品检验

6.3.1 耐压试验

6.3.1.1 产品组装完成后应对整机进行液压试验,通常采用清洁水试压。试验压力为设计压力的 1.25 倍;直立容器卧置试压时,试验压力还应加立装时液柱静压力。

6.3.1.2 试验时容器顶部应设排气口,以便充入水时将容器内空气排尽。

6.3.1.3 试验必须使用两个量程相同的经校正合格压力表,所用压力表精度应不低于 1.5 级,压力表表盘极限值为最高试验压力的 2 倍左右为好,且不应低于 1.5 倍和不高于 4 倍试验压力。压力表置于容器顶部,如置于底部,试验压力需加相应液柱静压力。

6.3.1.4 试验时压力应缓慢上升,达到规定压力后,保压 30 min,然后将压力降至设计压力,确认零部件和所有密封部位无泄漏后为合格。

6.3.1.5 对于具有工艺侧和服务侧的热交换器,应先进行工艺侧水压试验,后进行服务侧水压试验。

6.3.2 气密性试验

6.3.2.1 设计文件规定或用户有要求气密性试验时,应在产品水压试验合格后再进行气密性试验。试验压力为设计压力,对于介质为沸点以下液体时,经使用单位同意,可以 0.08 MPa 做气密性试验。介质为干燥、洁净的空气、氮气或其他惰性气体。

6.3.2.2 气密性试验在试验压力下保压 30 min 后,其允许压力降 $\Delta P \leq 20 \text{ kPa}/20 \text{ min}$ 。

6.3.3 产品总体检验

产品的总体检验应按设计文件要求和规定对产品的各项检验科目进行确认,并对产品的外形尺寸、管口和支座方位及连接尺寸进行检测,以便提出竣工图。

6.4 型式检验

6.4.1 正常生产时每年不少于 1 次型式检验。此外,符合下列情况之一时需加做型式检验:

- 新产品试制;
- 原材料、制造工艺、结构等有重大改变;
- 产品长期停产后恢复生产。

6.4.2 型式检验项目:

- 石墨块材物理力学性能按表 1 所列项目;
- 粘接剂物理力学性能按表 2 所列项目;
- 不透性石墨管物理力学性能按 HG/T 2059—2004 中表 2 所规定的项目;

d) 产品的外形尺寸、管口方位、安装尺寸、水压试验(需要时加气密性试验)等;

e) 设备总装图及标准中规定应对整机进行检验的项目。

6.4.3 进行型式检验的产品每种系列不少于1台,检验样品从材料检验开始至产品的总体检验应具有可追溯性。

6.4.4 型式检验中,如发现石墨块材、酚醛树脂及粘接剂和不透性石墨管的物理力学性能中任一项不合格,则应加倍抽样检验,如复检后仍不合格则判为不合格。

6.4.5 型式检验项目中 d)、e) 中任一项不合格时,允许返修一次;返修后仍达不到要求则判为不合格品。

7 质量证明文件、标志、包装、运输、贮存

7.1 产品质量证明文件

7.1.1 产品质量证明文件应包括产品合格证、产品质量证明书和产品使用说明书。

7.1.2 产品质量证明书应包括以下内容:

- a) 主要石墨材料力学性能;
- b) 粘接剂粘接力学性能(如存在粘接缝时);
- c) 压力试验检测结果;
- d) 存在钢制受压元(部)件时需按 GB 150 的规定增加的项目;
- e) 与本标准和图纸不一致的项目。

7.1.3 产品使用说明书应包括以下内容:

- a) 设备性能用途;
- b) 产品结构图;
- c) 设备验收与安装注意事项;
- d) 设备使用注意事项;
- e) 设备保养维修注意事项。

7.2 标志

产品标志应安装在醒目位置,标志铭牌中至少包括下列内容:

- a) 制造厂名、厂址;
- b) 产品编号、名称及型号;
- c) 质量;
- d) 产品商标;
- e) 主要性能参数;
- f) 产品许可证编号;
- g) 制造日期;
- h) 容器类别、相应的检验部门及监检标记。

7.3 油漆、包装、运输

7.3.1 无特殊要求时产品的金属件应喷涂防锈漆,包括底漆与面漆,并符合 JB/T 4711 的有关规定。

7.3.2 产品的所有接管均应用盲板封好,附件及备品配件应随产品一起发货。组装成型的产品应固定在托架上。在包装的明显部位标注“易碎品”、“小心轻放”等醒目标记。

7.3.3 出厂文件应与产品一同交付用户,出厂文件主要包括:

- a) 产品使用说明书;
- b) 产品合格证和产品质量证明书;
- c) 附件及备品配件清单。

7.3.4 产品搬运时应轻吊轻放,不得强烈震动、撞击,石墨部件不得用撬杆撬动或用钢丝绳捆扎。

7.4 贮存

7.4.1 贮存时应避免重物撞击裸露的石墨零部件,防止设备主体未安放稳固而发生滚动,以免撞坏石墨件。

7.4.2 贮存时应防止金属制件因过度潮湿或酸气侵蚀提前锈蚀。
