

ICS 59.100
Q 50



中华人民共和国国家标准

GB/T 35926—2018

不透性石墨粘结作业技术规范

Operation technical specifications of impervious graphite to cement and
anti-corrsion

2018-02-06 发布

2019-03-01 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

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	1
5 检验和验收	2
6 标记、贮存和保管	3
附录 A (规范性附录) 石墨元件粘结规程	4
附录 B (规范性附录) 粘结工艺评定报告	5
附录 C (规范性附录) 粘结工艺指导书	10
附录 D (规范性附录) 粘结剂技术条件	11
附录 E (资料性附录) 石墨粘结过程记录表	13
附录 F (规范性附录) 粘结工艺评定	14

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国防腐标准化技术委员会(SAC/TC 381)归口。

本标准起草单位：江苏久信环保节能有限公司、南通星球石墨设备有限公司、中蚀国际防腐技术研究院(北京)有限公司、南通山剑石墨设备有限公司、南通京通石墨设备有限公司、贵州兰鑫石墨机电设备制造有限公司、南通久信石墨科技开发有限公司、南通鑫宝石墨设备有限公司、南通三鑫碳素石墨设备有限公司、中国工业防腐蚀技术协会、大同宇林德石墨设备股份有限公司、吉林市四通防腐设备有限责任公司。

本标准主要起草人：仇晓丰、夏斌、姚建、陈汉明、刘福云、王贵明、杨颖、张艺、刘仍礼、张玉霞、吴春森、钱尉兵、张惠兵、陈士林、宁永林。



不透性石墨粘结作业技术规范

1 范围

本标准规定了石墨元件粘结作业的技术要求、检验验收、贮存等要求。

本标准适用于以下石墨设备不透性石墨元件的粘结作业：

- a) 最大工作压力为 2.4 MPa；
- b) 石墨壁温度在 $-70\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。

本标准不适用于下列石墨容器：

- a) 核能装置中的石墨容器；
- b) 浇铸类石墨设备。



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 13465.5 不透性石墨酚醛粘接剂收缩率试验方法
- GB/T 13465.8 不透性石墨粘接剂粘接剪切强度试验方法
- GB/T 13465.9 不透性石墨粘接剂粘接抗拉强度试验方法
- 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

不透性石墨 **impervious graphite**

现行工业层面上(即在不高的压力、温度条件下)不渗透气、液相的石墨材料。包括浸渍石墨、压型(包括挤压和模压)石墨、浇注石墨和复合石墨。

3.2

石墨粘结剂 **graphite cement**

石墨粉末和树脂的混合物，需要时添加固化剂，改性剂等，用于石墨材料的粘结。

4 技术要求

4.1 一般要求

石墨元件的拼接与粘结应按照粘结技术文件(见附录 A、附录 B 及附录 C)的要求进行，粘结操作人员应是经过单位培训、考核合格的持证人员。

4.2 工艺评定原则

当以下重要因素发生变化时，应当重新进行粘结工艺评定：

- a) 接头设计和粘结间隙；
- b) 表面质量准备状态；
- c) 粘结材料(例如树脂、填充材料、固化剂)及相关参数；
- d) 工艺参数(例如时间、温度等)。

4.3 石墨粘结剂要求

4.3.1 在采购石墨元件粘结剂材料时,供方应提供相关的质量证明文件。进厂后,经检验合格的材料应做出标识,并贮存在规定的场所。粘结剂技术条件见附录 D。

4.3.2 粘结剂的选取一定要和粘结工艺评定所用的粘结剂相同,如果发生重要因素改变,如牌号、生产厂家等,都需要重新做粘结工艺评定。

4.4 粘结质量、型式

4.4.1 粘结前,要保证石墨元件没有裂纹、气泡、剥皮、掉块等缺陷;粘结面不得有灰尘、油污、水分和残留杂物。

4.4.2 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,单层间可对接,相邻两层间对接拼缝应错开。

4.4.3 石墨件粘结后其粘结缝应充实饱满,缝宽应 ≤ 1 mm。

4.4.4 热固化处理后的粘结元件,其粘结缝的物理力学性能数据见表 D.5。

4.5 固化处理

4.5.1 已粘结的石墨元件需在室温条件下静置固化,固化时间大于依据粘结工艺技术评定确定的时间,应不低于 6 h。在室温固化期后再进行升温热固化处理。热固化处理按工艺要求进行,对于酚醛石墨粘结剂,固化处理温度应 ≥ 120 °C。

4.5.2 热固化处理后,应清除石墨元件表面上剩余的胶粘剂。

4.6 粘结作业

4.6.1 操作人员要配备防树脂、固化剂伤害的工作服、手套、眼镜。

4.6.2 施工现场禁止明火,照明应采用防爆或使用低压(≤ 12 V)的照明灯。

4.6.3 施工环境温度以 15 °C~35 °C 为宜,相对湿度应 $\leq 80\%$;并在下列情况下方可进行粘结作业:

- a) 粘结场地要防火、通风良好、干燥、无粉尘;
- b) 粘结环境温度 > 15 °C。

4.6.4 固化剂要缓慢加入树脂中,固化剂的加入量应按环境温度的高低进行调整,以避免胶粘剂爆聚。

4.6.5 粘结作业完成后,要填写石墨粘结过程记录表,参见附录 E。

5 检验和验收

5.1 粘结树脂,应符合 4.3.1 的要求,合格后方可使用。

5.2 目测粘结前元件的外观,应符合 4.4.1 的要求。

5.3 粘结后元件应做以下检验:

- a) 元件表面应干净,无剩余的胶粘剂;粘结缝应符合 4.4.3 的要求;经固化后的元件性能应符合 4.4.4 的要求。
- b) 对元件按设计压力的 1.5 倍进行水压试验,保压时间不得少于 30 min,不泄漏为合格。

6 标记、贮存和保管

- 6.1 两个对接的工件需要做出连接标记,并标记出其所在设备的位号。
- 6.2 需要粘结的及已粘结好的元件应分别存放,放在干净的区域,避免污染。
- 6.3 检验合格的与不合格的粘结工件应分区存放,并有专人负责。
- 6.4 石墨元件拼接与粘结的技术文件及作业记录应专人保管,保留期 3 年。



附 录 A
(规范性附录)
石墨元件粘结规程

在质保工程师指导下,由粘结责任工程师编制石墨元件的粘结规程,规程应列出石墨制压力容器石墨元件粘结规程所需要包含的内容,列出粘结缝型式、参数、粘结工艺和热处理。石墨元件粘结规程见表 A.1。

表 A.1 石墨元件粘结规程

1. 范围 本规程适用的容器,本规程使用的树脂,本规程规定的内容。	
2. 引用标准	
3. 粘结剂材料及配制	
4. 粘结前的准备	
5. 粘结人员资质	
6. 设备	
7. 粘结注意事项(如环境、安全事项等)	
8. 热处理	
9. 安全规程	
10. 粘结文件存档	
编制部门:	(签字、盖章) 年 月 日

附 录 B
(规范性附录)
粘结工艺评定报告

按粘结规程拟定粘接工艺指导书后,制取粘结试件和试样,检验试件和试样测定粘结接头是否满足使用性能的要求,对拟定的粘结工艺指书进行验证性评定。粘结工艺评定及评定报告见附录 F 及表 B.1,剪切强度试验报告见表 B.2,抗拉强度试验报告见表 B.3。

表 B.1 粘结工艺评定报告

编号:

日期: 年 月 日

工艺名称		确认日期	
试验报告编号:			
过程确认方案:			
设备名称		设备编号	
设备型号及主要技术参数:			
操作人员及资格情况:		记录要求:	
确认过程记录及确认结论:			
技术员(签名) 日期		设备员(签名) 日期	批准(签名) 日期

表 B.2 剪切强度试验报告

编号：

日期： 年 月 日

1. 试件：					
厂商	材料批号	体积密度	抗拉强度	抗压强度	灰分
2. 树脂：					
厂商	型号	黏度			
3. 石墨粉：					
颗粒度	纯度	特殊处理			
4. 固化剂：					
厂商	批号	名称			
5. 粘接剂配方：					
6. 试验环境：					
天气	环境温度/℃	室内温度/℃			
7. 最高热处理温度/℃					
8. 固化时间/h					
9. 试样尺寸、数量					
10. 仪器设备名称、型号					
11. 试验执行标准	HG/T 2379 GB/T 13465.8				

表 B.2 (续)

编号：

日期： 年 月 日

12. 试验数据				
序号	试样编号	试样断裂值	粘结面积/mm ²	抗剪切强度/MPa
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

责任工程师：
 (签名) 年 月 日

试验人员：
 (签名) 年 月 日

表 B.3 抗拉强度试验报告

编号：


日期： 年 月 日

1. 试件：					
厂商	材料批号	体积密度	抗拉强度	抗压强度	灰分
2. 树脂：					
厂商	型号		黏度		
3. 石墨粉：					
颗粒度	纯度		特殊处理		
4. 固化剂：					
厂商	批号		名称		
5. 粘接剂配方：					
6. 试验环境：					
天气	环境温度/℃		室内温度/℃		
7. 最高热处理温度/℃					
8. 温度保持时间/h					
9. 试样尺寸、数量					
10. 仪器设备名称、型号					
11. 试验执行标准					
HG/T 2378 GB/T 13465.9					

表 B.3 (续)

编号：

日期： 年 月 日

12. 试验数据				
序号	试样编号	试样断裂值	粘结面积/mm ²	抗拉强度/MPa
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
责任工程师： (签名) _____ 年 月 日 试验人员： (签名) _____ 年 月 日				

附录 D
(规范性附录)
粘结剂技术条件

D.1 粘结剂的性能应符合如下要求:

- a) 应具备密实的粘结强度。
- b) 良好的气密性。
- c) 优良的耐蚀性能。
- d) 与石墨相近的导热性和线膨胀系数。
- e) 能在室温固化,便于施工。

D.2 从粘结剂的种类,能与浸渍剂相匹配的,有酚醛树脂、呋喃树脂、环氧树脂以及水玻璃等。

D.3 当石墨采用 PTFE 浸渍时,在设计中有用石墨元素的连接时尽量避免粘结缝,应用 PTFE 的焊接工艺(可用 PFA 焊接)或机械连接方式解决。

D.4 现今石墨行业中,酚醛树脂粘结剂应用最为广泛,呋喃胶粘剂虽然热稳定性及耐腐蚀性能及耐碱性优于酚醛粘结剂,但是其固化过程慢,在行业中应用的也比较少。

D.5 以酚醛树脂粘结剂为例,其技术指标如下:

- a) 酚醛树脂粘结剂材料包括:酚醛树脂、石墨粉、苯磺酰氯。
- b) 2130 酚醛树脂粘结剂的技术指标要符合表 D.1 的要求。

表 D.1 酚醛树脂的技术指标

项目	指标
外观	棕红色黏稠液
黏度(20℃,涂4黏度计)/s	1 000~1 500
游离酚/%	<10
游离醛/%	<2
含水氯/%	<12

- c) 石墨粉主要技术指标应符合表 D.2 的要求。

表 D.2 石墨粉的技术指标

项目	指标
灰分/%	≤1.5
挥发度/%	≤3
水分/%	≤0.5
含碳量/%	≥95
细度/目	<120

- d) 苯磺酰氯的技术指标应符合表 D.3 的要求。

表 D.3 苯磺酰氯的技术指标

项目	指标
外观	白色透明液体
熔点/°C	14.5
纯度/%	≥95
水分/%	<2
游离酸/%	<1

e) 粘结剂的配方

石墨酚醛粘结剂的组成应符合表 D.4 中的组成。

表 D.4 石墨酚醛粘结剂的组成

原料名称	指标	质量配比
酚醛树脂	黏度 10 分~20 分	1.5
石墨粉	粒度 140 目~200 目 纯度>95%	1.0
苯磺酰氯	纯度 92%~95%	0.12

f) 石墨酚醛树脂粘结剂的物理力学性能应符合表 D.5 的要求。

表 D.5 石墨酚醛粘结剂的物理力学性能

项目单位	指标
浇铸件抗拉强度/MPa	≥14.0
浇铸件抗压强度/MPa	≥60.0
浸渍石墨间粘结抗剪强度/MPa	≥12.0
浸渍石墨间粘结抗拉强度/MPa	≥11.0
热固化收缩率 ^a /%	≤0.37(130 °C)
线胀系数/(1/°C)	≤2.7×10 ⁻⁵

^a 热固化收缩率试验应按照 GB/T 13465.5 的规定。

附 录 E
(资料性附录)
石墨粘结过程记录表

粘结操作人员应对粘结过程做记录,并将记录表交粘结责任工程师存档,石墨粘结过程记录见表 E.1。

表 E.1 粘结过程记录表

产品名称		规格型号		拼接缝型	数量	备注
时间	批次	室温	石墨粉	树脂	固化	配制人
参加粘结人(签名):					年	月 日
过程记录:记录人(签名):					年	月 日
过程记录:						

检验人(签名):

日期: 年 月 日

附录 F
(规范性附录)
粘结工艺评定

F.1 一般规定

F.1.1 粘结工艺评定应在产品粘结前完成。

F.1.2 粘结工艺评定一般过程为：拟定粘结工艺指导书，粘结试件和制取试样，检验试件和试样，测定粘结接头是否具有所要求的使用性能，提出粘结工艺评定报告，对拟定的粘结工艺指导书进行评定。

F.2 评定规则

F.2.1 试件的准备

试件按 GB/T 13465.8、GB/T 13465.9 制作。试件：10 件。

F.2.2 粘结工艺

F.2.2.1 改变粘结工艺，需重新评定。

F.2.2.2 变更任何一个重要因素都需重新评定粘结工艺。

F.2.2.3 重要因素：影响粘结接头抗拉强度的粘结工艺因素。包括：

- a) 接头设计型式的改变；
- b) 任何表面准备的改变；
- c) 粘结剂牌号的改变；
- d) 粘结剂生产厂商的改变；
- e) 固化温度或时间的改变；
- f) 接头设计间隙的增加(超出评定合格值的 10%)。

F.3 拉伸试验

F.3.1 试样形式

所有拉伸型式试样，粘结接头均处于试样的正中间。

F.3.2 试验方法

拉伸试验按 GB/T 13465.9 规定的试验方法测定粘结接头的抗拉强度。

F.3.3 合格指标

每个试样的抗拉强度应不低于被粘结件材料标准规定的最低值。

F.4 剪切试验

F.4.1 试样形式与试验方法

试样的形式、数量与试验方法应符合 GB/T 13465.8 的规定。

F.4.2 合格指标

每个试样的剪切强度的评定按 GB/T 13465.8 评定。
