

ICS 59.100
CCS Q 50



中华人民共和国国家标准

GB/T 35926—2025

代替 GB/T 35926—2018

不透性石墨粘结耐蚀作业技术规范

Technical specification of cementing for impervious graphite

2025-12-02 发布

2026-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 粘结工艺评定	2
5 材料	2
6 粘结、固化作业	2
7 检验和验收	3
8 标记、贮存和保管	4
附录 A (规范性) 石墨元件粘结规程	5
附录 B (规范性) 粘结工艺指导书	6
附录 C (规范性) 粘结工艺评定	7
附录 D (规范性) 石墨粘结过程记录表	9
附录 E (规范性) 粘结工艺评定报告	10
附录 F (规范性) 粘结剂技术要求	13
参考文献	15

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。

本文件代替 GB/T 35926—2018《不透性石墨粘结作业技术规范》，与 GB/T 35926—2018 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了术语“不透性石墨”“石墨粘结剂”的定义，增加了术语“石墨粘结”“粘结工艺评定”和定义（见 3.1、3.2、3.3、3.4，2018 年版的 3.1、3.2）；
- b) 更改了“工艺评定原则”，增加了“粘结剂牌号的改变”“粘结剂生产厂商的改变”“固化温度或时间的改变”和“接头设计间隙的增加”（见 4.2，2018 年版的 4.2）；
- c) 增加了“石墨元件粘结作业”的具体要求（见 6.2.1、6.2.2、6.2.3）；
- d) 更改了“粘结的石墨元件固化时间”的要求（见 6.3.1，2018 年版的 4.5.1）；
- e) 更改了“石墨元件压力试验”内容，增加了“气压试验”“压力试验采用压力表”“压力试验结果判定”的要求（见 7.3b)～d)，2018 年版的 5.3)；
- f) 更改了“石墨元件粘结规程”要求，将表内“引用标准”改为“执行标准”，增加了石墨元件粘结规程应包含的内容，以及对于盛装毒性危害程度为极度或高度危害介质的石墨制压力容器粘结规程（见附录 A，2018 年版附录 A）；
- g) 更改了“粘结工艺评定”对“粘结试件”和“合格指标”的要求（见 C.2.1.1、C.2.1.2、C.2.1.3、C.3.3、C.4.2，2018 年版的 F.2.1、F.3.3、F.4.2）；
- h) 增加了“渗透系数试验”的要求（见 C.2.1.2、C.5.1、C.5.2）；
- i) 将“粘结剂技术条件”更改为“粘结剂技术要求及相关内容”（见附录 F，2018 年版的附录 D）；
- j) 更改了“PTFE 浸渍石墨”的特殊要求，删除了“粘结剂的配方”，将石墨酚醛粘结剂的物理力学性能列为表 F.4(见 F.3、表 F.4，2018 年版的 D.3、D.5)。

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。

本文件由全国腐蚀控制标准化技术委员会(SAC/TC 381)归口。

本文件起草单位：江苏久信环保节能有限公司、南通星球石墨股份有限公司、南通山剑防腐科技有限公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院、南通三鑫碳素石墨设备有限公司、贵州兰鑫石墨机电设备制造有限公司、南通润中石墨设备有限公司、南通京通石墨设备有限公司、山东赫达碳能科技有限公司、湖北世纪伟业防腐科技有限公司、南通远东化工设备有限公司、中蚀国际腐蚀控制工程技术研究院（北京）有限公司、中国腐蚀控制技术协会、南通理工学院。

本文件主要起草人：仇晓丰、张艺、王瑞、何华、钱尉兵、杨颖、冯帅、杨钧、李振建、薛家伟、季宇松、潘小洁、王贵明、张玉霞、陈钧、丁明权、张萎红、王晓梁、曹蓉蓉、罗祥丽、张福广、喻鹏、迟明高、武荣斌、陆俊、朱燕、赵桂花、肖洁、邢峻。

本文件于 2018 年首次发布，本次为第一次修订。

不透性石墨粘结耐蚀作业技术规范

1 范围

本文件规定了不透性石墨元件粘结工艺评定、材料、粘结、固化作业、检验和验收以及标记、贮存和保管等。

本文件适用于以下石墨设备的不透性石墨元件粘结的设计及应用：

- 最大工作压力不大于 2.4 MPa；
- 设计温度在 -70 °C ~ 400 °C。

本文件不适用于下列石墨容器：

- 核能装置中的石墨设备；
- 浇铸类石墨设备。

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
- GB/T 13465.3 不透性石墨材料试验方法 第 3 部分：抗压强度
- 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
- GB/T 13465.10—2024 不透性石墨材料试验方法 第 10 部分：抗拉强度
- GB/T 21432 石墨制压力容器
- GB/T 30071 细颗粒高密度特种石墨产品
- HG/T 2370 不透性石墨制化工设备技术条件
- YB/T 2818 石墨块
- YB/T 4088 石墨电极



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)不渗透液体和气体的石墨材料。

注：常见的有浸渍石墨、压型(包括挤压和模压)石墨、浇注石墨和复合石墨。

[来源：GB/T 21432—2021, 3.5, 有修改]

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。

注: 用于石墨材料的粘结。

3.3

石墨粘结 graphite gluing

将两件或多件石墨元件用粘结材料(粘结剂)粘结在一起,并经固化的工艺过程。

3.4

粘结工艺评定 cementing procedure qualification

为验证拟定的石墨元件粘结工艺的正确性而进行的试验过程及结果评价。

4 粘结工艺评定

4.1 石墨元件的拼接和粘结

石墨元件的拼接与粘结应符合附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 及附录 E 的规定。

4.2 工艺评定原则

4.2.1 以下重要因素发生变化时,应重新进行粘结工艺评定:

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



4.2.2 石墨粘结工艺评定应在本单位进行,粘结工艺评定所用的仪器、设备和工装应符合要求,石墨材料应符合 GB/T 30071、YB/T 2818、YB/T 4088 的规定。

5 材料

5.1 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,并按要求贮存。

5.2 石墨粘结材料应符合附录 F 的规定。

5.3 粘结材料的选取应和粘结工艺评定所用的粘结材料相同。如果发生 4.2.1 中任何一个重要因素改变的,应按附录 C 重新做粘结工艺评定。

6 粘结、固化作业

6.1 粘结质量、型式

6.1.1 石墨筒体拼接时,应采用阶梯式或榫槽式;对于封头、管板、换热块多层拼接时,单层间可对接,相邻两层间对接拼缝应错开。

6.1.2 石墨元件粘结后,粘结缝应充实饱满,缝隙不大于 1 mm。

6.2 粘结作业

6.2.1 粘结操作人员应是经过单位培训、考核合格的持证人员。操作人员的评价可依据 T/CCCTA 0042 执行。

6.2.2 粘结前石墨元件应无裂纹、气泡、剥皮、掉块等缺陷;粘结面不应有灰尘、油污、水分和残留杂物。

6.2.3 粘结时应先在石墨粘结表面刮涂一层粘结剂,铲除干净后再刮涂一次;粘结件对接后用夹具加紧,保持粘结缝固化后不大于 1 mm。

6.2.4 操作人员应配备相应的防护用品,包括但不限于工作服、手套和眼镜等。

6.2.5 施工现场禁止明火,照明应采用防爆或使用不大于 12 V 的照明灯。

6.2.6 施工环境温度以 15 ℃~35 ℃为宜,相对湿度不大于 80%。

6.2.7 粘结场地应防火,通风良好,干燥,无粉尘。

6.2.8 固化剂应缓慢加入树脂中,固化剂的加入量按环境温度的高低进行调整,避免粘结剂爆聚。

6.2.9 粘结作业完成后,填写附录 D 石墨粘结过程记录表。

6.3 固化处理

6.3.1 已粘结的石墨元件需在室温下静置固化,固化时间取决于粘结工艺评定确定的时间,且不低于 8 h。在室温固化期后再进行升温热固化处理。热固化处理按工艺评定要求进行,对于酚醛石墨粘结剂,固化处理温度不小于 120 ℃。

6.3.2 热固化处理后,应清除石墨元件表面上剩余的粘结剂。

6.3.3 热固化处理后的粘结石墨元件,酚醛粘结缝的物理力学性能应符合表 F.4 的规定。

7 检验和验收

7.1 粘结树脂符合第 5 章的规定方可使用。

7.2 粘结前石墨元件的外观应符合 6.2.2 的要求。

7.3 粘结后石墨元件应做如下检验。

- a) 石墨元件表面应干净,无剩余的粘结剂;粘结缝应符合 6.1.2 的要求;经固化后的石墨元件粘结性能应符合 6.3.3 的要求。
- b) 石墨元件压力试验应按下列要求进行。
 - 石墨管按设计压力的 2 倍进行水压试验,保压 10 min,不泄漏为合格;或按设计压力的 2 倍进行气压试验,水下保压 5 min(或将石墨管密封后,以不低于 0.5 级的数字压力计来监控试验压力的变化,保压 10 s),不泄漏为合格。
 - 石墨圆筒元件按设计压力的 1.25 倍进行水压试验,保压 10 min,不泄漏为合格;或按设计压力的 1.1 倍进行气压试验,保压 5 min,不泄漏为合格。
 - 块孔式石墨换热器的石墨元件按设计压力的 1.5 倍进行水压试验,保压 10 min,不泄漏为合格;或按设计压力的 1.1 倍进行气压试验,保压 5 min,不泄漏为合格。
- c) 压力试验采用的压力表,应使用两个量程相同的并经检定合格的压力表。压力表的量程应为 1.5 倍~3 倍的试验压力,宜为试验压力的 2 倍。压力表的精度等级不应低于 1.6 级,表盘直径不应小于 100 mm。
- d) 石墨元件水压试验和水下气压试验结果的判定如下:

- 在进行水压试验过程中,石墨元件应无渗漏、裂纹及破裂现象,试验过程中无异常的响声;
- 在保持压力期间,压力表的数值无明显下降,降至设计压力时确认所有密封部位无泄漏为合格。

8 标记、贮存和保管

- 8.1 对接的石墨元件应做出连接标记,并标出其所在设备的产品编号。
- 8.2 需要粘结的与已粘结好的石墨元件应分别存放在干净的区域,做好标识。
- 8.3 检验合格的与不合格的粘结石墨元件应分区存放,做好标识。
- 8.4 石墨元件拼接与粘结的技术文件及作业记录应归档,压力容器保管期应按 GB/T 21432 的规定执行,非压力容器保管期 3 年。

附录 A
(规范性)
石墨元件粘结规程

A.1 粘结责任人编制石墨元件的粘结规程，并拟定粘结工艺指导书，经质保工程师审核批准，进行工艺评定。

A.2 石墨元件粘结规程应包含的内容：粘结缝型式、参数、粘结工艺和热处理等。石墨元件粘结规程应符合表 A.1 的规定。

A.3 对于盛装毒性危害程度为极度或高度危害介质的压力容器，粘结责任人编制石墨元件的粘结规程，并拟定粘结工艺指导书，经设计责任人审核、技术负责人批准，进行工艺评定。

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. 执行标准：		
3. 粘结剂材料及配制：		
4. 粘结前的准备：		
5. 粘结缝型式：		
6. 粘结人员资质：		
7. 设备：		
8. 粘结环境温度、湿度、无易燃易爆：		
9. 热处理：		
10. 安全措施(包含个人防护、无明火要求等)：		
11. 粘结文件存档：		
粘结责任人编制： 年 月 日	质保工程师审批： 年 月 日	

附录 B
(规范性)
粘结工艺指导书

经工艺评定合格后, 编制工艺指导书, 并下达至操作人员, 指导粘结作业。粘结工艺指导书见表 B.1。

表 B.1 粘结工艺指导书

粘结工艺指导书编号			日期
粘结工艺评定报告编号			
拼接缝形式			
被粘结石墨的表面状态			
粘结剂材料及配比			
树脂/配比	固化剂/配比	填料/配比	
室温静置时间/h	热处理最高温度/℃	高温保持时间/h	
粘结责任人(签名):		年 月 日	
设备责任人(签名):		年 月 日	
质保工程师(签名):		年 月 日	

附录 C
(规范性)
粘结工艺评定

C.1 一般规定

C.1.1 粘结工艺评定应在产品粘结前完成。

C.1.2 粘结工艺评定一般过程为:按照粘结工艺规程规定,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。

C.2 评定规则**C.2.1 试件的准备**

C.2.1.1 室温和 205 °C 条件下的粘结抗拉强度、粘结剪切强度的试件应按 GB/T 13465.1 的有关规定制作,每种试样不少于 10 件。

C.2.1.2 设备用于极度危害剧毒介质的,应做石墨材料渗透性系数试验,试件按 GB/T 21432 中有关规定制作。

C.2.1.3 不透性石墨酚醛粘结剂收缩率试件按 GB/T 13465.5 有关规定制作。

C.2.2 粘结工艺

变更如下任何一个重要因素都需重新做粘结工艺评定,包括:

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

C.3 拉伸试验**C.3.1 试样形式**

所有拉伸型式试样,粘结接头应处于试样的正中间。

C.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。

C.3.3 合格指标

每个试样的抗拉强度应不低于 GB/T 21432 规定的最低值,或设计文件要求的最低值。

C.4 剪切试验**C.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。

C.4.2 合格指标

每个试样的剪切强度应不低于 GB/T 21432 规定的最低值,或设计文件要求的最低值。

C.5 渗透系数试验

C.5.1 试样形式、数量与试验方法

试样的形式、数量与试验方法应符合 GB/T 21432 的规定。

C.5.2 合格指标

每个试样渗透系数试验的指标应符合 GB/T 21432 的规定。



附录 D
(规范性)
石墨粘结过程记录表

粘结操作人员对粘结过程要做记录，并将记录表交给粘结责任人存档，石墨粘结过程记录见表 D.1。

表 D.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	固化剂	配制人
参与粘结的操作人员(签名)：						年 月 日
记录人(签名)：						年 月 日
过程记录：						
粘结责任人(签名)：						日期： 年 月 日

附录 E
(规范性)
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,对拟定的粘接工艺指书进行验证性评定。粘接工艺评定及评定报告应符合附录 C 及表 E.1 的规定,剪切强度试验报告应符合表 E.2 的规定,抗拉强度试验报告应符合表 E.3 的规定。

表 E.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:				
粘结责任人 (签名) 日期		设备责任人 (签名) 日期		审批人 (签名) 日期

表 E.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 2370、GB/T 13465.8								

表 E.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 2370、GB/T 13465.9									



附录 F
(规范性)
粘结剂技术要求

F.1 粘结剂的性能应符合下列要求：

- 密实的粘结强度；
- 良好的气密性；
- 优良的耐蚀性能；
- 与石墨相近的导热性和线膨胀系数；
- 在室温下固化，便于施工。

F.2 根据粘结剂的种类，选取能与浸渍剂相匹配的材料，有酚醛树脂、呋喃树脂、环氧树脂以及水玻璃等。

F.3 当石墨采用 PTFE(聚四氟乙烯)浸渍时，在设计中用石墨元件连接时应在浸渍 PTFE 前完成粘结作业，或用设计法兰、螺纹等机械连接方式。

F.4 以 2130 酚醛树脂为例，其粘结剂材料和相应的技术指标如下：

- 酚醛树脂粘结剂材料包括：2130 酚醛树脂、石墨粉、苯磺酰氯等；
- 2130 酚醛树脂的技术指标应符合表 F.1 的规定；
- 石墨粉的技术指标应符合表 F.2 的规定；
- 苯磺酰氯的技术指标应符合表 F.3 的规定；
- 石墨酚醛树脂粘结剂的物理力学性能应符合表 F.4 的规定。

表 F.1 2130 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
含水率/%	<12

表 F.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

表 F.3 苯磺酰氯的技术指标

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

表 F.4 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 ^b /MPa	≥14.0
浇铸件抗压强度 ^c /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 ℃)
线胀系数/(1/℃)	≤ 2.7×10^{-5}

^a 热固化收缩率试验应按照 GB/T 13465.5 的规定进行。
^b 浇铸件抗拉强度试验应按照 GB/T 13465.10—2024 的规定进行。
^c 抗压强度试验应按照 GB/T 13465.3 的规定进行。

参 考 文 献

- [1] TSG 07 特种设备生产和充装单位许可规则
 - [2] TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
 - [3] T/CCCTA 0042 粘接操作人员水平评价
-



