

T/HBZXL

河北省中小企业服联合会团体标准

T/HBZXL 022—2026

碳化硼复合材料防弹陶瓷技术要求和试验 方法

Technical requirements and test methods for boron carbide composite bulletproof
ceramics

2026-02-03 发布

2026-02-10 实施

河北省中小企业服务联合会

发布

目 次

前 言 1

1 范围 2

2 规范性引用文件 2

3 术语和定义 2

4 工艺要求 2

 4.1 原料要求 2

 4.2 混料 2

 4.3 造粒 2

 4.4 成型 2

 4.5 无压烧结 3

 4.6 后处理 3

5 技术要求 3

 5.1 外观质量 3

 5.2 外形尺寸 3

 5.3 性能指标 3

6 试验方法 3

 6.1 外观质量 3

 6.2 外形尺寸 3

 6.3 密度和显气孔率 4

 6.4 维氏硬度 4

 6.5 三点弯曲强度 4

 6.6 断裂韧性 4

7 检验规则 4

 7.1 检验分类 4

 7.2 出厂检验 4

 7.3 型式检验 4

8 标识、包装、运输和贮存 5

 8.1 标识 5

 8.2 包装 5

 8.3 运输 5

 8.4 贮存 5

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。

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。

本文件由河北省中小企业服务联合会提出并归口。

本文件起草单位：河北安泰富源安全设备制造有限公司、石家庄铁道大学、山东大学、河北专精特新科技服务有限公司。

本文件主要起草人：黎国标、黎国光、冯立君、王日强、秦国强、张光磊、靖建彬、王秀军、田森。

碳化硼复合材料防弹陶瓷技术要求和试验方法

1 范围

本文件规定了碳化硼复合材料防弹陶瓷（以下简称碳化硼防弹陶瓷）的工艺要求、技术要求，描述了对应的试验方法、检验规则、标识、包装、运输和贮存。

本文件适用于碳化硼复合材料防弹陶瓷的生产。

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 2828.1 计数抽样检验程序

GB/T 6569 精细陶瓷弯曲强度试验方法

GB/T 16534 精细陶瓷室温硬度试验方法

GB/T 23806 精细陶瓷断裂韧性试验方法 单边预裂纹梁(SEPB)法

GB/T 25995 精细陶瓷密度和显气孔率试验方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 工艺要求

4.1 原料要求

以碳化硼粉末为原料，宜采用粗（ $D_{50} \geq 10 \mu\text{m}$ ）、细（ $D_{50} \leq 2 \mu\text{m}$ ）两级粒径粉末按比例搭配的级配工艺。

4.2 混料

将碳化硼、烧结助剂、树脂、黏结剂、脱模剂按照配比加入到球磨机中进行球磨混合18 h~30 h，将球磨混合后的物料放入搅拌装置中进行搅拌1 h~4 h，制备混合浆料。

4.3 造粒

混合浆料经喷雾造粒后使用60目筛网进行过筛，取筛下物为合格品，得到造粒粉体。

4.4 成型

造粒粉体依次经干压成型和冷等静压成型两道工序压制，获得碳化硼防弹陶瓷素坯体；其体密度不应大于 1.7 g/cm^3 。

注：成型过程中的压力可根据碳化硼防弹陶瓷的具体尺寸而定，干压压力范围为10 MPa~50 MPa，冷等静压压力范围为200 MPa~350 MPa。

4.5 无压烧结

将碳化硼防弹陶瓷素坯体以0.5 cm~5 cm间隙排列于石墨坩埚或弧形石墨基体上，装入真空烧结炉后，在氩气保护气氛下以2150℃~2300℃炉温烧结并保温1 h~2 h，随后以每分钟5℃~10℃的速率控温冷却至800℃，之后随炉自然冷却至室温。

4.6 后处理

应无压烧结后的碳化硼防弹陶瓷烧结体进行后处理得到碳化硼防弹陶瓷。

注：后处理工艺可包含机加工、抛光、涂层等。

5 技术要求

5.1 外观质量

碳化硼防弹陶瓷表面应光洁，不应有裂纹、崩边、气孔等缺陷。

5.2 外形尺寸

碳化硼防弹陶瓷的外形尺寸应符合供需双方合同规定。

5.3 性能指标

碳化硼防弹陶瓷性能指标应符合表1中的规定。

表1 碳化硼防弹陶瓷性能指标

项目	指标
密度 (g/cm ³)	2.4~2.6
显气孔率 (%)	≤0.5
维氏硬度 (GPa)	≥30
三点弯曲强度 (MPa)	≥420
断裂韧性 (MPa·m ^{1/2})	≥4.5

6 试验方法

6.1 外观质量

采用目视方法进行检验。

6.2 外形尺寸

采用通用量检具进行测定。

6.3 密度和显气孔率

按GB/T 25995规定的试验方法进行测定。

6.4 维氏硬度

按GB/T 16534规定的试验方法进行测定。

6.5 三点弯曲强度

按GB/T 6569规定的试验方法进行测定。

6.6 断裂韧性

按GB/T 23806规定的试验方法进行测定。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

- 7.2.1 每批出厂产品应经检验合格并签发合格证明后方可出厂。
- 7.2.2 出厂检验项目为抽样检验，抽样规则按 GB/T 2828.1 执行。出厂检验项目应按表 2 规定的项目进行。出厂检验项目若有一项不合格，则判定该产品不合格。

表2 检验项目表

序号	检验项目	检验类别		技术要求	试验方法
		出厂检验	型式检验		
1	外观质量	○	○	5.1	目测
2	外形尺寸	○	○	5.2	通用量检具
3	密度	—	○	5.3	GB/T 25995
4	显气孔率	—	○		GB/T 25995
5	维氏硬度	—	○		GB/T 16534
6	三点弯曲强度	—	○		GB/T 6569
7	断裂韧性	—	○		GB/T 23806
注：“○”为必检项目； “—” 为免检项目					

7.3 型式检验

- 7.3.1 正常生产时，每年至少检测一次。有下列情况之一者，应进行型式检验：

- 产品定型投产时；
- 更换设备或停产 3 个月以上再恢复生产时；
- 生产工艺有较大改变，可能影响产品质量时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.3.2 型式检验项目应按表 2 规定的项目进行。

7.3.3 抽样与判定应符合下列规定：

- 型式检验项目为抽样检验。抽样规则按 GB/T 2828.1 执行。
- 型式检验项目若有一项不合格，则在同批产品中加倍抽样进行复检，复检结果合格，则判定为合格；若仍有不合格，则判定该批产品不合格。

8 标识、包装、运输和贮存

8.1 标识

在产品背面明显位置应打印产品标记、序号等，有特殊要求的由供需双方商定。

8.2 包装

产品通常采用纸箱加木箱包装或按供需双方协议要求执行。包装箱外应有易碎品警示标志。

8.3 运输

运输时应固定并使用对产品有保护作用的材料进行垫护、格挡。
装卸及搬运产品时，应轻装轻放，不可抛掷。

8.4 贮存

产品贮存应在通风良好的场所，不应与有毒、有害、有异味、易挥发、易腐蚀的物品同处贮存。