

---

# 《钕铁硼磁材生产工艺安全规范》

## 编制说明

标准编制组

---

## 一、工作简况

### （一）任务来源：

为了规范磁材行业在生产过程中的安全规范性，2020年由慈溪市宗汉街道牵头，宁波杭州湾新区杭培安全技术有限公司对其慈溪市范围内的磁材企业进行调研，组织6家磁材生产企业共同编制了适用磁材企业的《磁材生产企业安全生产管理规范》，2022年5月征求当时参与编制企业的意见，决定由宁波杭州湾新区杭培安全技术有限公司牵头在原规范的基础上编制适用钕铁硼磁材生产企业的《钕铁硼磁材生产工艺安全规范》团体标准。

由于钕铁硼磁材在生产过程涉及金属熔融、可燃粉尘、有限空间、危险化学品、低温液体储罐等较高危险性的生产工艺和设备设施。尤其是在熔炼、甩带、氢破、磨粉、筛分、卸料、储存、上料等过程中容易发生工艺操作不当或者设备设施安全防护缺失，引发火灾、灼烫致人死亡。故需要对应的安全技术标准来规范工艺流程及设备设施安全防护，确保生产安全可靠。

由于目前国标、地方标准以及团体标准未有相关安全技术规范或标准参考，本团标的制定将填补这一空白，为钕铁硼磁材生产企业提供安全生产工艺技术及设备设施安全防护措施的技术指导。

### （二）起草单位：

宁波复能磁材科技有限公司、宁波金轮磁材技术有限公司、宁波合力磁材技术有限公司、慈溪市兴发磁业科技有限公司、北京国石安康科技有限公司、宁波前湾新区应急管理局。

---

## 主要工作过程:

### 1、起草工作阶段

2022年5月,项目组向浙江省安全生产协会提交《钹铁硼磁材生产工艺安全规范》(草案)团体标准的立项申请,6月通过了省安全生产协会团体标准立项评审,列入团体标准计划。

根据任务要求,牵头单位于2022年7月成立了《钹铁硼磁材生产工艺安全规范》标准编制起草工作组,按照要求向浙江省安全生产协会提交了《参编人员》、《参考标准》、《编制计划》等三份文件。

2022年8月份由牵头单位组织标准起草工作组成员召开了首次会议,明确了具体编制人员及任务分工、参考的安全法规和技术标准规范以及标准编制的进度控制计划和质量要求,同时学习了GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分:标准化文件的结构和起草规则》。标准起草工作组经过广泛调研、咨询、收集和查阅有关资料,包括:标准编制方面的规范要求;涉及钹铁硼磁材生产工艺、设备、安全等法律法规和标准规范等资料;事故案例原因分析报告、各类工艺资料、设备资料等。在对相关资料进行整理、分析、调研的基础上,结合钹铁硼当下及未来发展趋势,于2022年10月完成团体标准《钹铁硼磁材生产工艺安全规范》(草案)。

### 2、完善修改阶段

2022年11月项目组组织召开内部专题会进行意见征集和讨论修改团体标准《钹铁硼磁材生产工艺安全规范》(草案)。组织标准起草工作组成员进行再学习与讨论,在此基础上对部分有争议的条款进行了修改和完善。起草工作组于2022年11月形成团标的征求意见稿。

---

## 二、标准编制原则和主要内容

### （一）标准编制原则

在行业范围之内有针对性，仅限于涉及钕铁硼磁材生产工艺的行业，核心内容针对专用设备的管理和操作、专用工艺的操作来制定相应的安全规范条款。从企业需求和实用性出发做到实用性高、工艺针对性强的安全技术标准。

### （二）主要内容

《钕铁硼磁材生产工艺安全规范》共分为范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、原料加工工艺安全、熔炼与速凝铸片工艺安全、氢破工艺安全、制粉工艺安全、成型工艺安全、烧结工艺安全、机加工工艺安全及附录十二个部分。各章节主要内容如下：

#### 第 1 章 范围

明确了本标准的适用范围界限，确保标准适用的精准性，专业性。

#### 第 2 章 规范性引用文件

本标准参考及引用的相关技术标准如下：

GB 5083	生产设备安全卫生设计总则
GB/T 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB/T 13861	生产过程危险和有害因素分类与代码
GB/T 15676	稀土术语
GB/T 34494	氢碎钕铁硼永磁粉
GB/T 13560	烧结钕铁硼永磁材料

- 
- GB/T 23588 钹铁硼废料
- GB/T 23588 钹铁硼生产加工回收料
- GB 24390 抛(喷)丸设备 安全要求
- GB 6077 剪切机械安全规程
- JB/T 12176 对喷式气流磨
- JB/T 6584 磁性材料液压机 技术条件
- GB 28241 液压机 安全技术要求
- GB/T 37752.1 工业炉及相关工艺设备 安全 第 1 部分：通用要求
- GB/T 10067.3 电热装置基本技术条件 第 35 部分：中频真空感应熔  
炼炉
- GB 18218 危险化学品重大危险源辨识
- GB 6944 危险货物分类和品名编号
- GB 15603 常用化学危险品储存通则
- GB17914 易燃易爆性商品储存养护技术条件
- GB 4962 氢气使用安全技术规程
- JB/T 6898 低温液体贮运设备使用安全规则
- GB2894 安全标志及其使用导则
- GB2893 安全色
- GB7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
- GB/T 2893.5 图形符号 安全色和安全标志 第 5 部分：安全标志使  
用原则与要求
- GB4053.1 固定式钢梯及平台安全要求 钢直梯
- GB4053.2 固定式钢梯及平台安全要求 钢斜梯

---

GB4053.3 固定式钢梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏杆  
及钢平台

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50140 建筑灭火器配置设计规范

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50058 危险环境电力装置设计规范

GB 39800.1 个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则

GB 39800.3 个体防护装备配备规范 第 3 部分：冶金、有色

GB6067 起重机械安全规程 第 1 部分：总则

GB 6067.5 起重机械安全规程 第 5 部分 桥式和门式起重机

JB/T 5317 环链电动葫芦

GB/T34525 气瓶搬运、装卸、储存和使用安全规定

GB50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范

GB 28755 简易升降机安全规程

TSG08 特种设备使用管理规则

TSG N0001 场(厂)内专用机动车辆

DB33/T 707 浙江省工贸企业受限空间作业安全技术规范

GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范

冶金等工贸企业安全生产标准化基本规范评分细则

### 第 3 章 术语和定义

明确了钹铁硼磁材生产工艺相关的术语和定义，减少分歧。

### 第 4 章 总则

---

总则章节通过目的、工艺流程及风险辨识两个小节进一步明确了本规范所制定的目标，通过附录 A、附录 B 明确了规范所适用的基本工艺流程以及工艺流程过程各环节主要的重点风险和事故类型。另外在一般规定中进一步明确了本规范后续章节的基本内容框架，强调了本规范所针对的工艺安全特征。

## 第 5 章 工艺各环节主要内容

本规范的第五章节到第十一章，按照钕铁硼磁材生产工艺流程从原料加工工艺到熔炼与速凝铸片工艺、氢破工艺、制粉工艺、成型工艺、烧结工艺、机加工工艺等各工艺环节，针对钕铁硼磁材产工艺涉及的抛丸机、剪切机、真空速凝炉、氢破炉、气流磨、混料机、筛分机、磁场成型压机、等静压机、剥料进炉车、真空烧结炉、机加工设备共 12 种专用设备本身应具备的必要的安全条件做了具体条款的要求，其中氢破炉、气流磨、混料机、筛分机、磁场成型压机、等静压机等专用设备目前无相应安全技术标准，本团标参考部分企业产品标准和类似产品标准结合现场使用实际给出具有指导意义的条款，供企业参考使用。

除了钕铁硼磁材工艺生产过程中设备设施之外，本章节针对生产涉及的抛丸、切铁、配料、甩带、氢破、制粉、配粉、混粉、筛分、磁粉分装、上料、成型、等静压、剥料、烧结、机加工共 16 个主要工艺环节进行了相应安全操作、管理的条款制定。此部分也是本团标的核心内容，经过参与本标准的多家钕铁硼磁材生产工艺技术人员结合目前主流工艺流程和细节管控要求进行编制的，章节内设计的相关数据及操作流程也是经过多方现场验证认为确实可以确保相应工艺环节安全的。

---

## 附录

为了对生产工艺整体说明和工艺基本风险辨识做了一图一表供规范使用方参考，以便更好的理解应用前面的具体条款，附录具体内容如下：

### 附录 A 钕铁硼磁材生产工艺流程

工艺简述：

将镨钕、钆铁、镝铁、钕铁、钕铁等原料准备好，对其氧化后的表面通过抛丸进行表面处理，处理后的原料按照设计比例进行配料放入坩埚。

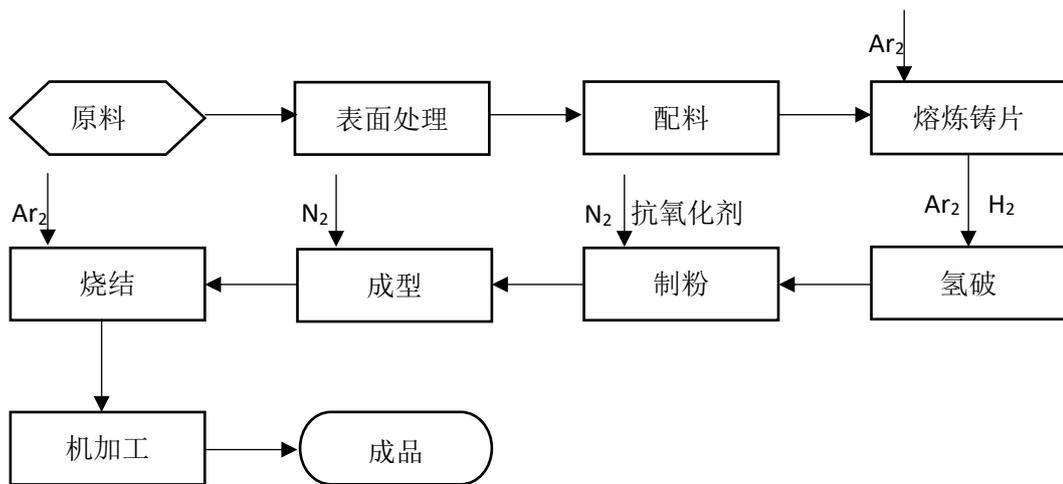
将装好料的坩埚送入速凝炉在氩气保护下对原料进行熔炼，熔炼后形成的金属溶液通过冷却辊轮生产速凝铸片。

将速凝铸片合金装入氢破炉，抽真空，充高纯氢气（一般99.999%）以后，钕铁硼合金片吸氢形成氢化物，而使合金片爆裂。然后排氢气、充入氩气，继续抽真空升温、脱氢，脱氢结束充氩冷却、产生出粗糙的永磁粉。

将粗粉加入气流磨，在氮气保护下进行气流研磨形成更细的磁粉，得到的磁粉经过混粉、筛分、分装储存到合适的粉罐。

将粉罐安装到成型机上，在氮气保护下将磁粉装入模具压制成型。

成型的永磁材料送入烧结炉升温进行烧结，烧结后形成的永磁铁再进行切割、打磨等机械加工，最后形成成品打包入库。



图A.1 钕铁硼磁材生产工艺流程图示意图

附录 B 生产工艺各环节主要风险辨识

表B.1 生产工艺流程安全风险辨识表

序号	工艺流程		主要危险因素	主要事故类型
1.	原料加工	抛丸	1. 设备漏电导致触电； 2. 抛丸过程内部物料飞出对作业人员造成物体打击； 3. 人员进入设备内部后，设备启动对人员造成的机械伤害； 4. 除尘器收尘装置内部未及时清理，粉尘发生氧化还原反应自燃。	物体打击、机械伤害、触电、火灾
		剪切	1. 剪切钕铁过程引发火灾事故； 2. 剪切设备对人员造成的剪切、夹伤等机械伤害事故； 3. 剪切设备漏电引发触电事故。	火灾、机械伤害、触电

序号	工艺流程		主要危险因素	主要事故类型
2.	熔炼与速凝铸片	熔炼与速凝铸片	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 装料将含水的、易燃易爆的、封闭容器混入炉内，启炉后发生爆炸事故；</li> <li>2. 坩埚炉装料搭桥导致温度过高烧穿坩埚；</li> <li>3. 超量装料引发熔融金属外溢事故；</li> <li>4. 冷却水泄漏进入炉中发生爆炸事故；</li> <li>5. 熔炼过程坩埚泄漏发生火灾或者穿炉事故；</li> <li>6. 进入炉体内部或者检修基坑作业遇到氩气泄漏引发窒息事故。</li> </ol>	爆炸、火灾、窒息
3.	氢破工艺	氢破	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 操作失误导致炉体内部氧气进入引发氢气爆炸事故；</li> <li>2. 氢气泄漏在区域聚集形成燃爆型混合气体遇到火源发生爆炸事故；</li> <li>3. 氩气管道泄漏引发窒息事故；</li> <li>7. 氢破炉漏电引发触电事故。</li> </ol>	爆炸、触电、窒息
4.	制粉工艺成型	气流磨	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 上料、卸粉过程操作失误导致磁粉喷溅引发灼烫事故；</li> <li>2. 设备输送磁粉的管道损坏导致磁粉喷溅引发灼烫事故；</li> <li>3. 气流磨内部失压，空气进入引发磁粉火灾；</li> <li>4. 添加抗氧化剂操作错误引发火灾；</li> <li>5. 超细粉处置不当引发闪燃；</li> <li>6. 运转部位防护罩缺失，引发机械伤害；</li> </ol>	灼烫、火灾、触电、机械伤害、窒息

序号	工艺流程		主要危险因素	主要事故类型
			7. 氮气泄漏聚集引发窒息事故； 8. 气流磨漏电引发触电事故。	
		混粉	1. 混粉过程粉罐密封不严，空气进入发生燃烧事故； 2. 运转部位防护不到位，引发机械伤害。 3. 氮气泄漏聚集引发窒息事故。	火灾、灼烫、机械伤害、窒息
		筛分	1. 筛分过程容器密封不严，空气进入发生燃烧事故。 2. 氮气泄漏聚集引发窒息事故。	火灾、灼烫、窒息
		分装	分装过程容器密封不严，空气进入发生燃烧事故。	火灾、灼烫
5.	成型工艺	成型	1. 上料过程操作失误导致磁粉喷溅引发灼烫事故； 2. 成型机内部剩余的磁粉下班后未清理，大量氧气进入发生火灾事故； 3. 成型机输送磁粉设备运转过程对人员造成机械伤害事故 4. 作业过程设备内部进入氧气发生火灾事故； 5. 粉罐未固定牢固，坠落发生物体打击事故； 设备漏电引发触电事故。	火灾、灼烫、机械伤害、物体打击、触电
6.	烧结	剥料	操作失误人员吸入惰性气体引发窒息事故；	窒息
		真空烧结	1. 使用气体错误导致炉体爆炸； 2. 操作失误进入炉内作业吸入惰性气体窒息； 3. 设备漏电引发人员触电。	爆炸、窒息、触电

序号	工艺流程		主要危险因素	主要事故类型
7.	机加工	机加工	1. 设备运转对人员造成卷入、绞入、切割等机械伤害； 2. 加工磁材过程形成的泥屑未采取水封遇到空气发生燃烧； 3. 加工过程使用可燃易燃冷却液引发火灾事故。	机械伤害、火灾

### 三、主要试验分析、技术论证与效果

(一) 需要氮气保护的工艺环节，氮气压力不能超过 0.1MPa，此压力值为多家企业实际生产过程中的经验值，经过实际操作，可以满足安全要求。

(二) 气流磨卸粉管上位蝶阀宜在卸粉管 5m 外设置备用急停开关，此距离按照一般人员跑步速度 2m/s，加上反应时间、操作时间确保在 3s 左右切断泄漏。经过验证 5m 之外可以躲过泄漏喷射范围。

(三) 卸粉口与接粉罐之间的软管宜使用金属管，连接管长度超过 30cm 的应使用金属管；如使用软管应使用阻燃、耐高压胶管且其外壁应利用紫铜线进行完整缠绕。部分企业经过验证使用紫铜线缠绕可以增加软管强度同时也保证了管道的可挠性。

(四) 开启蝶阀进行下料前，必须确认压机密闭系统内氧含量已低于 1000ppm。此数据也是经过长时间的经验积累确定的磁粉不发生氧化反应的数值。

(五) 切割、打磨过程产生的油泥料及粉料（干燥粉、潮湿粉）需采

---

用水封等与空气隔绝的包装方式储存。此条也是经过相关企业多年的经验做法，如果失去水封保护，将导致磁粉发生氧化还原反应，引发火灾事故。

#### **四、标准涉及的相关知识产权和专利的说明**

不涉及。

#### **五、采用国际标准程序及说明**

不涉及。

#### **六、标准的审查情况**

编制项目组内审通过。

#### **七、重大意见分歧的处理经过和依据**

##### **（一）标准实施建议**

严格符合本团标的工艺流程的企业在整体安全管理过程可以参考本团体标准。

##### **（二）其他应予说明的事项**

无