

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

钹铁硼磁材生产工艺安全规范

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2023 - XX - XX 发布

2023 - XX - XX 实施

浙江省安全生产协会 发布

目 次

前 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	5
3.1 锆钨合金	5
3.2 钨铁合金	5
3.3 铈铁合金	5
3.4 钽铁合金	5
3.5 速凝铸片	5
3.6 氢破钨铁硼永磁粉	5
3.7 熔炼与速凝铸片工艺	5
3.8 氢破工艺	5
3.9 制粉工艺	6
3.10 成型工艺	6
3.11 烧结工艺	6
4 基本要求	6
5 原料加工工艺安全	6
5.1 原材料表面处理	6
5.2 原料剪切	7
6 熔炼与速凝铸片工艺安全	7
6.1 真空速凝炉安全条件	7
6.2 熔炼与速凝铸片过程作业安全	7
7 氢破工艺安全	8
7.1 氢破炉安全条件	8
7.2 氢破作业过程安全	8
8 制粉工艺安全	9
8.1 制粉工艺设备安全条件	9
8.2 制粉过程作业安全	10
9 成型工艺安全	11
9.1 成型工艺设备安全条件	11
9.2 成型过程作业安全	12
10 烧结工艺安全	13
10.1 烧结工艺设备安全条件	13
10.2 烧结过程作业安全	13
11 机加工工艺安全	13
11.1 机加工设备安全条件	13

11.2 机加工过程作业安全	14
(资料性) 附录 A 钕铁硼磁材生产工艺流程.....	15
(资料性) 附录 B 生产工艺各环节主要风险辨识.....	16

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。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：××××公司、××××公司、××××公司、××××公司、××××公司。

本文件主要起草人：×××、×××、×××、×××、×××。

钕铁硼磁材生产工艺安全规范

1 范围

本文件规定了使用镨钕、铈、钆铁、镝铁、钽铁等稀土金属为主要生产原料，通过抛丸、熔炼、速凝铸片、氢破、制粉、成型、烧结、机加工（使用车床、磨床等常规机械加工方法）等工艺生产制造钕铁硼稀土永磁材料及中间产品工艺的安全技术要求，包括生产设备的基本安全条件、工艺安全参数、作业安全要求。工艺过程所涉及的配电系统、供气站、低温液体储罐、空压站、工业管道、特种设备等辅助和公用设施安全应符合国家现行有关法规和标准的规定，本文件不作专门要求。

成品烧结钕铁硼永磁材料电镀工艺生产制造过程不适用本规范。

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 15676 稀土术语
- GB/T 34494 氢破钕铁硼永磁粉
- GB/T 13560 烧结钕铁硼永磁材料
- GB/T 23588 钕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
- GB50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 4962 氢气使用安全技术规程
- GB/T 50493 石油化工可燃和有毒气体检测报警设计标准
- GB4053 固定式钢梯及平台安全要求
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- 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
- GB 50054 低压配电设计规范

GB 50058	危险环境电力装置设计规范
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 28755	简易升降机安全规程
TSG08	特种设备使用管理规则
DB33/T 707	浙江省工贸企业受限空间作业安全技术规范
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
GB/T 33000	企业安全生产标准化基本规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 镨钕合金

以镨钕氧化物为原料,经熔盐电解法生产制得的金属,主要用于磁性材料的原料。

3.2 钆铁合金

由钆和铁组成的合金。一般采用熔盐电解法或熔配法制得的银灰色铸态锭状金属,主要用作钕铁硼永磁体的原料,制造超磁致伸缩合金、光磁记录材料、核燃料稀释剂等。

3.3 镝铁合金

由镝和铁金属组成的合金。一般采用熔盐电解法或熔配法制得,主要用作钕铁硼水磁材料等高性能稀土永磁材料的原料及稀土超磁致伸缩材料等。

3.4 钆铁合金

由钆和铁组成的合金。一般采用熔盐电解法或熔配法制得,主要用作钕铁硼永磁材料等高性能稀土永磁材料的添加剂及稀土超磁致伸缩材料等。

3.5 速凝铸片

永磁合金钢液浇注到旋转的水冷铜辊上而迅速凝固形成的薄片,厚度一般约(0.2~0.5)mm。

3.6 氢破钕铁硼永磁粉

钕铁硼速凝薄片合金在一定压力下吸氢脱氢反应而破碎形成的粉末。

3.7 熔炼与速凝铸片工艺

在真空状态下对稀土磁材相关配份中的金属材料进行熔炼,熔炼后形成的金属熔液通过冷却辊轮生产速凝铸片,也叫甩带工艺。

3.8 氢破工艺

将钕铁硼速凝薄片合金装入不锈钢容器,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、出炉氢破钕铁硼永磁粉的制造工艺。

3.9 制粉工艺

将高纯氮气加压形成高速气流,通过气流磨喷嘴射入磨室内,使物料流态化且在喷嘴交汇处产生对撞破碎,经分选达到规定大小的粉末颗粒的过程称为制粉工艺,破碎的粉末在成型之前按照生产工艺需求进行配制、混合、筛分等处理均为制粉工艺阶段。

3.10 成型工艺

将磁粉装入模具中,在氮气密封保护下,经外加磁场取向,再经压制成型的过程。

3.11 烧结工艺

在真空或高纯氩气保护状态下,将压制成型的料坯加热到工艺温度,使粉末冶金压坯反应凝结成合金,再经炉内鼓风冷却出炉,此过程为烧结工艺,压坯烧成后,再经时效处理,同属于烧结工艺的一部分。

4 基本要求

4.1 应根据钕铁硼磁材生产工艺流程(见附录A),从设备、操作、工艺控制等方面开展安全风险辨识(见附录B),提出防范火灾、爆炸事故的控制措施。

4.2 生产过程涉及氩气、氮气等保护的工艺所在区域应按照GB50019的要求设置局部或全面排风装置;保护气体管道集中的部位及可能发生泄漏的法兰连接部位、管道与设备对接部位宜参照GB/T 50493的要求安装氧气浓度检测报警装置。

4.3 生产过程使用的各类电气设备金属外壳、操作控制台外壳、金属支撑框架等人员易接触的部位应确保有接地保护措施,接地电阻值不应大于 4Ω 。

4.4 生产过程中各工艺设备附属的工业梯台应符合GB4053的标准要求。

5 原料加工工艺安全

5.1 原材料表面处理

5.1.1 抛丸设备安全条件

5.1.1.1 设备上的门应与控制装置联锁,只有门都处于关闭状态,抛丸或喷丸设备才能启动。

5.1.1.2 设备的密封应良好,所有密封件应能抵挡住弹丸的冲击和磨损。设备上的门以及观察窗关闭后不应有弹丸飞出。如果关闭门及观察窗严重影响设备使用性能的,则应在门处设置其他有效的防止弹丸飞出的安全措施。

5.1.1.3 设备上如若设置观察窗,应采用厚度不小于5mm的抗碎无色透明板。

5.1.1.4 如果抛丸机所抛材料产生的粉尘具有可燃爆性,其配套的除尘器应具有泄爆、锁气卸灰等防爆措施。

5.1.1.5 设备上应装有急停装置,急停装置应能停止所有产生危险的操作和运动,将急停装置复位后不应引起重新启动。

5.1.2 抛丸作业过程安全

5.1.2.1 作业人员每班应对防护门连锁装置的有效性进行检验,检验合格后方可进行操作。

- 5.1.2.2 作业人员每次喷砂，都应对设备密闭性进行检验，检验合格后方可进行操作。
- 5.1.2.3 当现场发生设备夹人、挤人事故时，应立即按下现场对应动力装置的急停开关。
- 5.1.2.4 抛丸机配套的除尘系统粉尘收集桶应每班进行清理。

5.2 原料剪切

5.2.1 剪切设备安全条件

- 5.2.1.1 剪切机应在其危险区设置防护挡板(或防护网)，防止剪切料头或碎片和迸溅飞出。
- 5.2.1.2 剪切机给料点均应设置紧急事故开关。
- 5.2.1.3 气动、液压系统应设防止过载和冲击的安全装置，应设防止气压或液压失压或供气、供液中断的保护措施和显示报警装置。
- 5.2.1.4 设备运转过程中，应有防止操作者接近运转中的可动零、部件及进入危险界限的措施。
- 5.2.1.5 剪切机如使用脚踏开关，开关应设置防护罩，防止设备误动作。

5.2.2 剪切作业安全

- 5.2.2.1 剪切金属铈过程中做好防火措施，应清理周边可燃物品，现场应配置D型灭火器；
- 5.2.2.2 在设备运转过程中，操作者不可接近运转中的任何可动部位和危险区。

6 熔炼与速凝铸片工艺安全

6.1 真空速凝炉安全条件

- 6.1.1 真空速凝炉的水冷系统若是闭路循环系统，应设置出水温度、进出水流量差监测报警装置，若是开路系统应设置进水流量、压力监测报警装置，且应监测出水温度。
- 6.1.2 真空速凝炉的水冷系统应设置备用冷却水源，备用冷却水可采用独立水源加柴油泵的方式接入冷却水系统，当真空速凝炉的冷却水源停止工作时，应能立即启动备用水源。
- 6.1.3 真空速凝炉的水冷系统应设置快速切断阀等防止冷却水大量进入炉内的安全设施。
- 6.1.4 对额定容量为0.5t及以上的真空速凝炉应提供漏炉报警装置和电源紧急切断的连锁措施，当炉衬的电气绝缘损坏到低于某一临界值且炉衬可能发生漏炉时发出声光报警信号可自动切断炉子的供电。漏炉报警的动作值和切断炉子供电的连锁值应由用户根据炉子工况和运行经验确定。
- 6.1.5 真空速凝炉设备本体及附属设施严禁出现严重焊缝开裂、腐蚀、破损、衬砖损坏、壳体发红及明显弯曲变形等情况。

6.2 熔炼与速凝铸片过程作业安全

6.2.1 配料作业

- 6.2.1.1 配料应佩戴手套，穿劳保鞋。
- 6.2.1.2 使用金属铈配料时，应轻拿轻放，严禁猛烈撞击。

6.2.2 熔炼与速凝铸片作业

- 6.2.2.1 每班作业前应按规定检查漏炉、漏水报警装置确保其处于正常工作状态。
- 6.2.2.2 必须按照真空速凝炉设计容量装料，严禁超量。
- 6.2.2.3 装料时，易燃易爆等有害物品严禁混入，湿料严禁直接加入坩锅中，还应防止炉料架空形成搭桥。
- 6.2.2.4 熔炼过程如坩锅存在打火现象应及时处理。
- 6.2.2.5 定期检查炉衬的状况(炉衬厚度的变化,有无裂缝等)，经常观察漏炉监视信号的变化等。
- 6.2.2.6 真空速凝炉炉门开启区域应设置明显的警示标志，正常运转期间确保防爆链条本体完好并固定牢固。
- 6.2.2.7 真空速凝炉无强制置换炉内保护气体方可开炉措施的，出料阶段应快速打开炉门强制通风，由人员站在炉门外侧使用带有泵吸功能的便携式氧气浓度检测仪检测氧气浓度在 19.5%-23%范围内才能进入炉内操作。
- 6.2.2.8 设有工艺地坑的真空速凝炉，应参照《GB/T 50493 石油化工可燃和有毒气体检测报警设计标准》的要求安装氧气浓度检测报警装置，进入地坑前，必须强制通风 5 分钟，确认地坑氧气浓度在 19.5%-23%范围内，才能进入地坑。
- 6.2.2.9 炉内有熔融金属的，任何紧急情况的处置，应保证熔融金属不与水接触，待冷却好再处置。

7 氢破工艺安全

7.1 氢破炉安全条件

- 7.1.1 氢破炉应设置安全泄压阀、爆破卸压装置，泄压的方向应避开人员作业岗位及通道位置。
- 7.1.2 氢破炉设备本体及附属设施严禁出现严重焊缝开裂、腐蚀、破损、衬砖损坏、壳体发红及明显弯曲变形等情况。
- 7.1.3 氢破炉应安装在通风的厂房内，厂房必须在设备上方安装有通风装置，厂房应参照《GB/T 50493 石油化工可燃和有毒气体检测报警设计标准》的要求安装氢气检测报警装置，并与防爆排风机联动。
- 7.1.4 氢破炉氢气管道应安装氢气流量计、氢气减压器、数显式压力表和真空压力手动球阀，管道和阀门材料为 304 不锈钢材质。
- 7.1.5 氢破炉冷却水、压缩空气、氮气、氩气等压力设置应满足厂家设备使用说明书的要求，各类管道进口阀后应安装压力表，各种气体管道与设备连接不得有泄漏。

7.2 氢破作业过程安全

- 7.2.1 启炉前必须对氢气供气瓶和管道进行确认，防止将其它气体误通入炉中。
- 7.2.2 生产过程中配气柜、车间内部出现氢气含量超标报警，要立即停止吸氢，待原因查明修复正常后方可继续作业。
- 7.2.3 吸氢结束后氢破炉管道手动切断阀应确保关闭严实，防止氢气泄漏进入炉内。
- 7.2.4 氢气监测报警装置等安全设施应定期进行检查确认，发现异常立即处置；氢气探测器应每年委

托有资质的机构进行检定。

7.2.5 如果发现氢气泄漏，轻微泄漏的应立即停止设备运行，关闭对应泄漏点阀门，开启周边排风设施，撤离现场并向相关负责人员报告；严重泄漏的应立即撤出现场，关闭氢气管道主阀门。

7.2.6 定期对氢破炉炉体、氢气、保护气体、冷却水管道线路情况进行巡线检查，检查管道和管道焊接接口、螺纹接口、法兰连接处是否存在变形和泄漏情况。

7.2.7 发现设备异常、超压、报警时应及时停车处理；每季度应组织对炉体及相关管道进行保养维修。

8 制粉工艺安全

8.1 制粉工艺设备安全条件

8.1.1 气流磨

8.1.1.1 气流磨设备内部氧含量控制及报警值设置应按照设备说明书确定，如在工作时发生报警，应采取处理措施，3分钟内未处理完成则研磨过程应自动停止。

8.1.1.2 为气流磨添加抗氧化剂的容器应使用金属容器且需做好静电接地措施，静电接地电阻不大于 100Ω ，自动供应抗氧化剂容器与气流磨之间应使用不低于 4mm^2 编织铜导线做静电跨接措施。

8.1.1.3 气流磨上料罐与料仓之间两道阀瓣中间管段应设置排气管和氮气补充管，且排气管口应排向安全区域。

8.1.1.4 气流磨下料管道与接料罐之间宜使用金属管，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。

8.1.1.5 气流磨磨室与旋风分离器之间使用软管的，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。

8.1.1.6 气流磨出料口、超细粉排放口与接料罐之间卸料阀应使用双瓣阀装置，以锁气卸粉方式进行卸料。

8.1.1.7 旋风分离器接料罐、超细粉接料罐在底部应有可靠固定的措施。

8.1.1.8 宜在气流磨卸粉管5m外设置备用卸料阀急停开关。

8.1.1.9 保护气体管道过滤器阀门应确保密封性，防止氧气进入过滤器内。

8.1.1.10 气流磨补充氮气的管道应设置限压阀，压力小于 0.1MPa 。

8.1.2 混料机

8.1.2.1 混料机设备操作平台、控制柜等人员可接触的金属制品应做可靠接地保护措施，接地电阻不应大于 4Ω 。

8.1.2.2 混料机应密封、充氮气保护，内部保持正压状态，不应泄漏磁粉；补充氮气管道应设置限压阀，压力小于 0.1MPa 。

8.1.2.3 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。

8.1.2.4 润滑系统应密封良好无渗漏。

8.1.2.5 混料机传动装置旋转部位应设防护罩、防护栏。

8.1.3 筛分机

8.1.3.1 设备操作平台、控制柜等人员可接触的金属制品应做可靠接地保护措施，接地电阻不应大于 4Ω 。

8.1.3.2 筛分机应密封、充氮气保护，内部保持正压状态，不应泄漏磁粉。

8.1.3.3 料罐与筛分机连接使用的橡胶软管应使用阻燃、耐高压胶管，如使用非阻燃、非耐高压的下料胶管，其外壁应利用紫铜线进行完整缠绕。

8.1.3.4 筛分机接料罐底部应固定牢固，若使用万向轮小车应设置刹车装置。

8.2 制粉过程作业安全

8.2.1 磨粉作业

8.2.1.1 气流磨成套设备使用前必须先使用惰性气体进行排氧。

8.2.1.2 上料罐吊装到料仓之前，应先进行泄压。

8.2.1.3 上料罐出料口与料仓管道对接好之后应使用带密封胶圈的抱箍固定牢固。

8.2.1.4 上料罐应设置承重支架或者使用起重吊绳进行承重。

8.2.1.5 上料罐开启下粉阀瓣前，应先将上下阀瓣中间管道充氮气，关闭充氮管与排气管阀门后方可操作下料阀。

8.2.1.6 更换上料罐过程，上料罐与下料管之间的抱箍应在确认无积压的状况下方可开启。此部位宜设置带有单向阀的排气管，且排气管口应排向安全区域。

8.2.1.7 接料罐接料期间，应保持排气阀门常开，同时连续充氮气保护。

8.2.1.8 自动卸粉过程中，现场无关人员必须远离气流磨设备区。

8.2.1.9 卸粉过程发生喷粉情况，应立即撤离泄漏点，操作远处急停开关关闭卸料阀。

8.2.1.10 卸粉过程接料罐应设置可靠固定的措施，使用电动地轨车放置接料罐的应有防止误操作导致电车移动的安全措施。

8.2.1.11 如遇自动卸料设备、程序故障等特殊情况需要人工作业时，人工作业必须穿戴阻燃防护服、佩戴防护面罩。

8.2.1.12 超细粉处置过程人员必须穿戴防烫服和防护面罩，应将超细粉罐体转移到专设的处置区域，缓慢打开阀门让其氧化，待全部氧化确认无明火方可进一步处理。

8.2.1.13 清洗粉桶内残粉，应充氮气保护，同时使用木锤敲击筒体后再打开阀门接铁桶排出。

8.2.1.14 应每班检查气流磨磨室与旋风分离器之间以及卸料口与接料罐之间连接管以及其他相关管道，发现老化、开裂、破损情况应立即更换连接管。

8.2.1.15 应定期检查保护气体管道过滤器阀门密封性，防止氧气进入过滤器内。

8.2.2 配粉作业

- 8.2.2.1 配粉作业人员应穿戴阻燃防护服、佩戴防护面罩。
- 8.2.2.2 配粉前应对接料罐充分充氮排氧，放料罐应泄压。
- 8.2.2.3 配粉过程中如果需要充气，需确保配料罐连接套管不出现超压鼓包现象。
- 8.2.2.4 给磁粉加抗氧化剂的过程中不应使用不导电的塑料容器。
- 8.2.2.5 应每班检查混料机及其连接部位的卡扣和密封情况。

8.2.3 混粉作业

- 8.2.3.1 混粉用的混料机使用前必须先通氮气体进行排氧。
- 8.2.3.2 混粉过程中混料桶内部应充氮气保护，压力小于 0.1MPa。
- 8.2.3.3 混粉作业现场应严禁烟火，粉罐严禁靠近电气线路及配电柜，至少保持 0.5m 以上距离。
- 8.2.3.4 混粉后分装前，必须每次检查蝶阀密封圈和罐体上的充气阀是否漏气。
- 8.2.3.5 混粉后分装过程，粉罐氮气补充压力应通过限压阀控制在 0.1MPa 以下。
- 8.2.3.6 混粉作业区应设置独立的隔间或者周边设置安全防护栏杆，混粉设备运转过程严禁人员靠近。

8.2.4 筛粉作业

- 8.2.4.1 筛分作业操作人员应指定专人操作，操作人员必须接受培训并经过现场实操考核合格后方可独立作业。
- 8.2.4.2 筛粉机使用前，需充氮气充分排氧。
- 8.2.4.3 筛分吊装前，粉罐应泄压。
- 8.2.4.4 筛粉过程中，系统内部应充氮保护，保持排气口常开，氮气压力不超过 0.1MPa。
- 8.2.4.5 使用起重机械辅助固定粉罐的，起重机械的吊绳、吊具等应每季度进行一次检查，如发现有断股、磨损超过原直径 7% 的情况应立即停止作业更换合格用具后方可继续作业。
- 8.2.4.6 应每班检查料罐与筛分机连接管，发现有老化、开裂、破损情况应立即更换连接管。

8.2.5 分装作业

- 8.2.5.1 分装的粉罐，应先泄压。
- 8.2.5.2 分装过程中，如果需要充气，需确保料罐连接套管不出现超压鼓包。
- 8.2.5.3 已装磁粉的罐体必须密闭，应存放于通风良好的干燥处，不得露天放置。
- 8.2.5.4 已装磁粉的罐体室内存放应与电气设备、设施保持 0.5m 以上的距离。
- 8.2.5.5 已装磁粉的罐体在运输过程中应小心轻放、防火、防撞击、防潮，并附相关标识。

9 成型工艺安全

9.1 成型工艺设备安全条件

9.1.1 磁场成型压机

- 9.1.1.1 成型压机应设置料罐承重架。

9.1.1.2 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。

9.1.1.3 料罐补充氮气管道应设置限压阀，压力小于 0.1MPa。

9.1.1.4 料罐与称重器连接管外侧应使用耐高温材料设置防喷溅防护罩。

9.1.1.5 成型机内部应设置氧分仪检测装置，并在作业人员岗位明显部位设置显示装置，内部控制氧气含量不超过 1000ppm。

9.1.1.6 成型压机取料口应设置防止机械挤压的保护装置，当操作人员身体部位全部移出后成型压机升降装置才能动作。

9.1.2 等静压机

9.1.2.1 等静压机在可能接触到模具闭合点的开口部位应设置安全光栅。

9.1.2.2 每个操作人员附近应至少有一个等静压机急停按钮。

9.1.2.3 等静压机上的高空作业平台，应设防护围栏。

9.1.2.4 等静压机在操作者工作区域内布置的软管应装有附加护板。

9.1.2.5 等静压机应具有可靠的超载、超程等保护装置。

9.2 成型过程作业安全

9.2.1 磁粉上料作业

9.2.1.1 上料作业应专人操作，操作人员必须接受培训并经过现场实操考核合格后方可独立作业。

9.2.1.2 上料作业人员应穿戴阻燃防护服、佩戴防护面罩。

9.2.1.3 料罐上料过程，应先将粉罐内的气体排出直到常压，确认后正式吊装上料，如遇粉罐不下料时，可使用木锤轻轻敲打筒体以便落粉，禁止敲打锥体焊缝处，以免焊破裂。

9.2.1.4 上料过程应使用起重机械辅助固定料罐，起重机械的吊绳、吊具等每季度进行一次检查，如发现有断股、磨损超过原直径的 7%情况应立即停止作业并更换。

9.2.1.5 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；检查料罐是否正确安装就位，密封胶圈、抱箍等连接件是否安装正确并锁紧，检查无误方可慢慢打开阀板，慢慢下料。

9.2.1.6 应每班检查料罐与称重器连接使用的连接管以及相关连接卡扣，检查密封性，发现有老化、开裂、破损、脱落情况应立即更换。

9.2.1.7 应定期检查更换连接管抱箍内的密封胶圈。

9.2.2 成型作业

9.2.2.1 成型压机使用前必须先通氮气进行排氧。

9.2.2.2 作业人员应随时关注成型机氧气浓度检测报警装置，只有氧气浓度在允许范围内才可以作业，一旦接收到氧气浓度报警信号，应立即停止作业。

9.2.2.3 员工每班下班前必须将成型压机及称粉设备内遗留的磁粉清理干净后关机。

9.2.2.4 脱模剂使用过程中时应确认周边无明火、严禁使用不易导除静电的塑料容器盛装脱模剂。

9.2.3 等静压作业

9.2.3.1 在加压过程中发现有液压油管漏油现象，应立即泄压修复。

9.2.3.2 定期检查设备行程开关是否完好。

9.2.3.3 设备压制、泄压、脱出阶段，严禁靠近作业。

10 烧结工艺安全

10.1 烧结工艺设备安全条件

10.1.1 剥料进炉车

10.1.1.1 剥料进炉车上部应装排氧阀门，并确保其畅通。

10.1.1.2 剥料进炉车可透视部分 PC 板厚度不低于 6mm。

10.1.1.3 剥料进炉车与中间进炉车之间使用密封条封闭严实，并设固定装置，车内应设置密封门。

10.1.1.4 剥料进炉车内应配置自动控氧仪，且具有与补氮排氧连锁的功能。

10.1.2 真空烧结炉

10.1.2.1 真空烧结炉水冷系统中应设置水温、水压监测和安全连锁报警装置，且完好有效。

10.1.2.2 真空烧结炉水冷系统应设置备用水源，一旦冷却水停止工作后立即启用备用水源。

10.1.2.3 冷却水水温以及水、氩气、氮气、空气压力设置符合工艺要求，如超出工艺设置范围应立即进行处置。

10.1.2.4 真空烧结炉配套泵等运转应无异响。

10.2 烧结过程作业安全

10.2.1 剥料作业

10.2.1.1 推送取拿产品托盘时严禁头部伸入进炉车。

10.2.1.2 严禁充氮情况下，进入进炉车内作业。

10.2.1.3 使用完的进炉车，不能马上进入，必须强制通风，才能进入作业。

10.2.1.4 进炉车应及时清理干净，防止遗留粉末起火。

10.2.2 烧结作业

10.2.2.1 烧结炉使用瓶装氩气的，更换气源时应查验气源名称，防止误用。

10.2.2.2 烧结完毕出炉时，作业人员应戴好耐高温手套方可操作。

10.2.2.3 进炉车料盘应放置平衡。

11 机加工工艺安全

11.1 机加工设备安全条件

- 11.1.1 各类旋转部位防护罩、盖、栏应完备可靠；未加罩旋转部位的楔、销、键，不应突出。
- 11.1.2 防止夹具、卡具松动或脱落的装置应完好。
- 11.1.3 各种限位、联锁、操作手柄要求灵敏可靠。
- 11.1.4 机床各类金属外壳 PE 连接规范可靠；机床照明应使用 36V 以下安全电压；机床电器箱，柜与线路符合要求。
- 11.1.5 磨床、砂轮旋转时无明显跳动。
- 11.1.6 机加工设备应至少设置一个紧急停止装置。

11.2 机加工过程作业安全

- 11.2.1 切割、磨削作业停止后应对设备上、周边掉落的粉料立即进行清理。
- 11.2.2 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，包装采用铁桶方式交由有资质的单位处置。
- 11.2.3 钹铁硼废料在运输、装卸贮存过程中，不应开封、撞击、暴晒等易引起燃烧和爆炸的行为；不应混入爆炸物、垃圾、腐蚀物和有毒、放射性物品，不应用被以上物品污染的装卸工具装运，运输、贮存过程应有防火设施。
- 11.2.4 切片宜使用水剂环保型切削液，以柴油作为切削液的系统，应采取措施减少油泥在管道中的沉积，如对柴油管道进行切割、钻孔等作业时，应冷却处理，严禁直接使用电焊、气焊等明火作业方式。

(资料性)
附录 A 钕铁硼磁材生产工艺流程

工艺简述:

将镨钕、钕铁、镝铁、钽铁、铈铁等稀土材料，以及纯铁、硼铁等原料准备好，对纯铁进行表面抛丸处理，处理后的原料按照设计比例进行配料，然后放入坩埚。

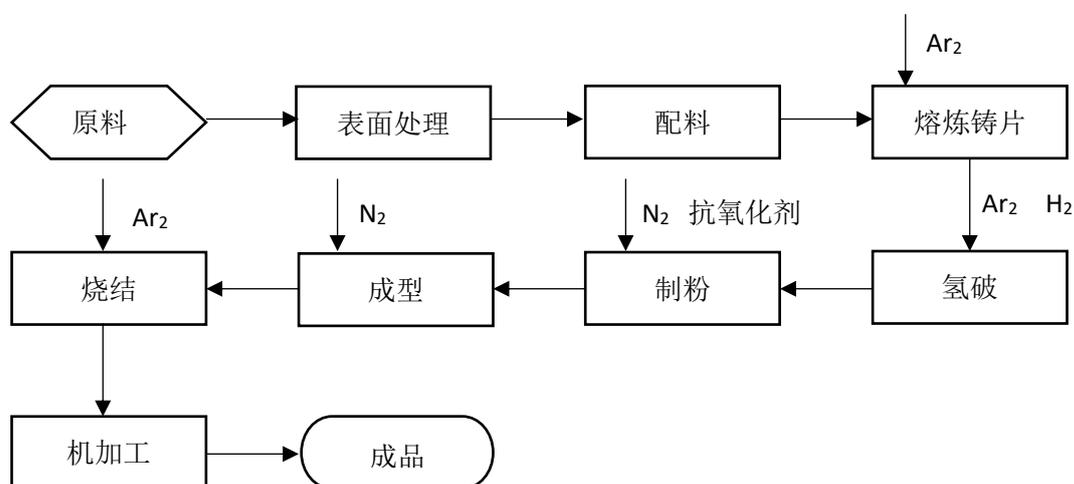
启动炉子进行熔炼，熔炼后形成的金属熔液通过旋转的冷却辊轮生产速凝铸片。

将速凝铸片合金装入氢破炉，抽真空后密闭，充入高纯氢气(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，吸氢饱和后排放氢气、充入氩气，随后抽真空加热脱氢，脱氢结束充氩冷却、产出粒度较粗的永磁粉。

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磁场取向压制成型。

成型永磁材料送入烧结炉中，抽真空或抽真空后氩气保护条件下，高温烧结，烧成的永磁体再进行切割、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示意图

(资料性)

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. 除尘器收集可燃爆粉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. 剪切铈、铈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
2.	熔炼与速凝铸片	熔炼与速凝铸片	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； 2. 坩埚炉装料搭桥导致温度过高烧穿坩埚； 3. 超量装料引发熔融金属外溢事故； 4. 冷却水泄漏进入炉中发生爆炸事故； 5. 熔炼过程坩埚泄漏发生火灾或者穿炉事故； 6. 进入炉体内部或者地坑作业遇到氩气泄漏引发窒息事故。	爆炸、火灾、窒息
3.	氢破工艺	氢破	1. 操作失误导致炉体内部氧气进入引发氢气爆炸事故； 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； 3. 氩气管道泄漏引发窒息事故； 7. 氢破炉漏电引发触电事故。	爆炸、触电、窒息
4.	制粉工艺	气流磨	1. 上料、卸粉过程操作失误导致磁粉喷溅引发灼烫事故； 2. 设备输送磁粉的管道损坏导致磁粉喷溅引发灼烫事故； 3. 气流磨内部失压，空气进入引发磁粉火灾；	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
			4. 添加抗氧化剂操作错误引发火灾； 5. 超细粉处置不当引发闪燃； 6. 运转部位防护罩缺失，引发机械伤害； 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； 6. 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气引发窒息事故；	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气窒息； 3. 设备漏电引发人员触电。	爆炸、窒息、触电
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。	触电、机械伤害、火灾