



宝钛集团有限公司

BAOJI TITANIUM INDUSTRY GROUP CO.,LTD



# 关于我们

## 公司简介

youser 陕西有色  
宝钛集团

### 宝钛集团有限公司

宝钛集团（原宝鸡有色金属加工厂）始建于1965年，是“三五”期间为满足国防军工和尖端科技发展需要而建的三线重点军工配套企业，代号“九〇二”。

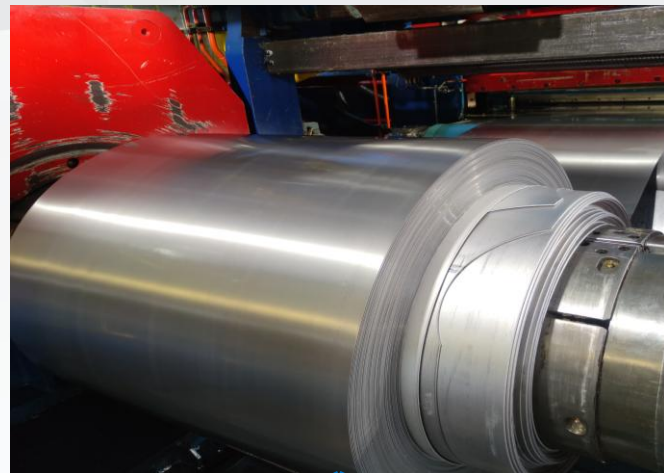
经过六十多年的发展，集团现拥有包括两个上市公司在内的9个控股公司、5个全资子公司、10多个二级单位。具有完备的钛、锆、镍冶金生产线、棒丝材生产线、板带箔生产线、管材及深加工生产线。装备齐全，技术力量雄厚，检测手段齐全，主要生产设备及检测设备主要从德国、美国等国进口。

集团拥有生产及科研“镍”30多年的历史。镍材料公司是集团下属以镍及镍合金生产、销售及研发为一体的二级单位。在集团公司原有的镍及镍合金生产研发基础上，结合集团镍项目组相关设施，集团于2016年5月3日成立镍材料公司。



# 一、项目背景

**Inconel625** (UNS N06625 / W.Nr. 2.4856) 镍基高温合金具有优异的高温强度、良好的抗氧化性能和抗腐蚀性能，广泛应用于航空航天、石油化工、核工业、船舶制造等领域。随着我国新型核动力潜艇的发展、光热发电项目的实施落地，迫切需求该材料宽幅带材的国产化。



- **Cr**: 形成抗氧化和抗腐蚀保护层
- **Mo**: 固溶强化，降低其它元素扩散速度，加强固溶体中原子间结合力
- **Nb、Ta、Al和Ti**:  $\gamma'$  相的主要形成元素，Nb、Ta、Al和Ti总量越高，持久强度越高。





## 二、国内外行业现状

近年来，我国的镍基合金生产科研技术有了较大的进步，但涉及核动力、新能源等关键领域所用的镍基合金宽幅带材技术尚处于空白，所需材料严重依赖进口。

当前，全球仅美国（ATI）、德国（VDM）、日本（NAS）等传统生产制造企业具备成熟的高性能N06625板带技术工艺。受限于国际形势的变化，西方长期对我国进行产品垄断和技术封锁，供货渠道不畅，严重影响我国关键领域的发展。

因此，为了我国关键领域的发展安全，急需实现该材料的国产化技术。

# 三、研究内容

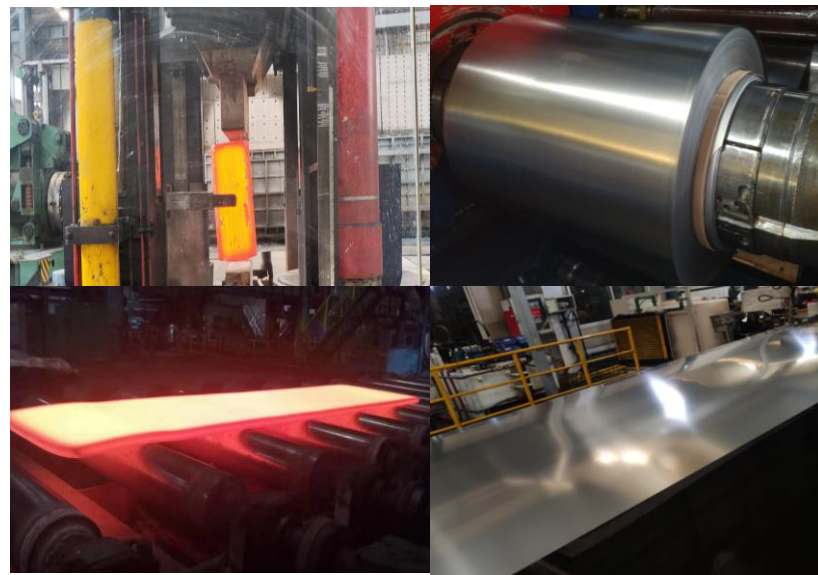
生产流程：原料准备—中间合金制备—  
VIM+ESR—锻造—热卷轧制—连退连酸洗—冷轧—  
中间热处理—成品轧制—连续热处理—检验—样机制  
备—应用测试—量化生产供货，完成全流程国产化研  
制。

**核心技术**：VIM+ESR双联法熔炼技术，获得冶金  
质量优良的铸锭；

**关键技术**：热加工、冷加工及热处理工艺，突破  
热卷制备技术瓶颈，获得成熟的冷轧带材和热处理工  
艺，制备可替代进口的带材。



熔炼技术



加工技术

## 四、生产方法及路径

立足以其他牌号镍基合金宽幅带材的**工艺技术**、**经验**和**装备**为基础：

- 1、固化原材料选用工艺，**中间合金**的制备技术；
- 2、优化**两步法熔炼工艺参数**，制备高质量的合金铸锭；
- 3、改进**热加工工艺**，确保热卷成型；
- 4、自主开发出**带材冷轧技术**；
- 5、结合集团宽幅带材产线，完成成品带材的**连续热处理**；
- 6、以完全自主检测装备完成项目产品的全部**检验**要求；
- 7、样机制备及测试由**高校团队**和使用方共同完成。



## 五、突破的技术难题

确保**精炼**制度充  
分**调质**



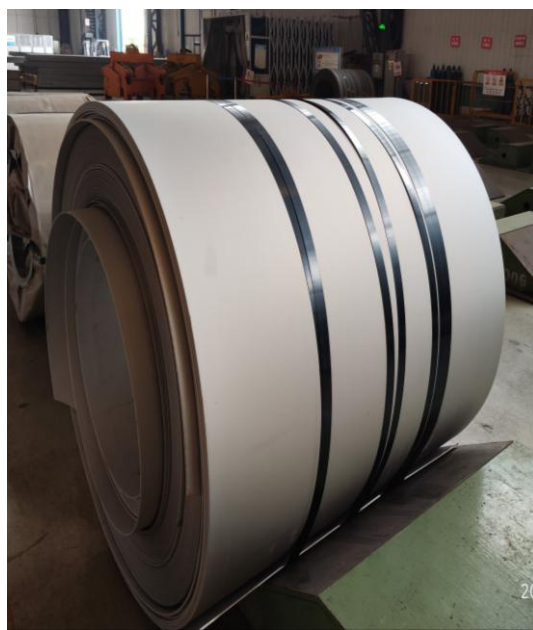
铸锭的**间隙元素**控  
制技术



优化**热加工**工艺



获得目标**热轧卷**



优化固化**冷轧形变制度**



获得**高精度**冷轧带



通过小批量热处理试验，  
获得**最佳工艺参数**



获得**高性能**合金带材



## 六、产品先进性



产品**对标进口**材料水平，在符合ASME SB443的基础上，达到以下特殊要求：

- 1、产品规格： **$1.35\sim 2.2*\geq 1000\sim 1350*\text{Cmm}$** ；
- 2、成品带材表面状态达到**2D或2B**；
- 3、**夹杂物等级**符合A\B\C\D细系 $\leq 0.5$ 、粗系 $\leq 1.0$ ；
- 4、横纵**晶粒度**不粗于5级；
- 5、按照ASTM G28A法**晶间腐蚀** **$< 0.91\text{mm/a}$** ，
- 6、合金 **$\text{O} < 30\text{ppm}$** ， **$\text{N} < 100\text{ppm}$** ， **$\text{H} < 5\text{ppm}$** ；
- 7、室温力学性能达到 **$\text{Rm} \geq 690\text{MPa}$** ， **$\text{Rp}0.2 \geq 276\text{MPa}$** ， **$\text{A}_{50} \geq 40\%$** 。



# 七、熔炼及锻造设备



3.5T真空感应炉



4.5T真空感应炉



5T电渣重熔炉



2500T快锻机



10T电渣重熔炉



万吨锻压机



# 七、加工产线



1200mm冷轧机



1850mm宇航板生产线



1000T穿孔机



1370mm甘辊冷轧机组



3300mm热轧机



管材生产线



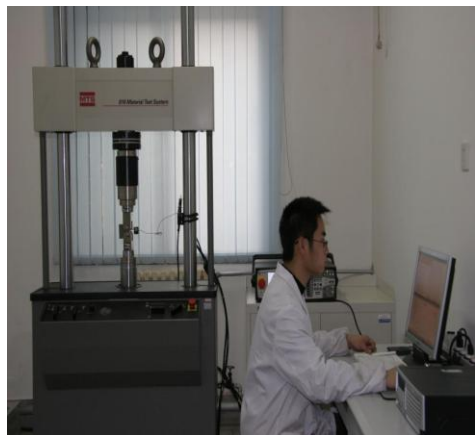
棒丝材生产线



焊接管生产线



# 七、检测体系



液压万能材料试验机



电子万能材料试验机



高温持久蠕变试验机



疲劳试验机



扫描电镜及能谱系统



碳硫分析仪



光谱仪



蔡司金相显微镜

健全的检测试验装备及资质

# 八、资质证书



质量管理体系认证证书英文版



船级社质量管理体系认证证书



职业健康安全管理体系证书



# 资质证书



特种设备设计许可证



特种设备制造许可证



测量管理体系认证证书

# 九、产品出厂检验

Inconel625/N06625性能及化学成分实测结果

| 锭号                | Cr    | Fe   | Mn   | Si   | C     | S      | P      | Mo   | Nb        | Ti   | Al    | Co    | O      | N      |
|-------------------|-------|------|------|------|-------|--------|--------|------|-----------|------|-------|-------|--------|--------|
| 8625-20245T-022-1 | 21.93 | 3.63 | 0.3  | 0.05 | 0.01  | 0.001  | <0.01  | 9.19 | 3.78      | 0.31 | 0.17  | <0.01 | 0.0014 | 0.0016 |
| 8625-20245T-022-3 | 22.06 | 3.52 | 0.25 | 0.05 | 0.01  | 0.002  | 0.002  | 8.52 | 3.49      | 0.29 | 0.15  | <0.01 | 0.0012 | 0.0026 |
| 8625-20245T-022-5 | 22.03 | 3.69 | 0.3  | 0.05 | 0.009 | 0.002  | 0.002  | 8.32 | 3.42      | 0.31 | 0.017 | <0.01 | 0.0012 | 0.0065 |
| 光热电站使用要求          | 20~23 | ≤5   | ≤0.5 | ≤0.5 | ≤0.02 | ≤0.015 | ≤0.015 | 8~10 | 3.15~4.15 | ≤0.4 | ≤0.4  | ≤1.0  | ≤0.003 | ≤0.01  |

| 批号       | 规格/mm      | 状态 | 取样方向 | Rm/MPa | Rp0.2/MPa | A50/% | 晶粒度     | 夹杂物评级              | 腐蚀速率mm/a |
|----------|------------|----|------|--------|-----------|-------|---------|--------------------|----------|
| 24140110 | 2.1*1060*C | ST | T    | 807    | 376       | 60    | 6.0     | 粗系、细系均<br>≤D0.5级   | 0.32     |
|          |            |    | L    | 805    | 368       | 61    | 6.0     |                    |          |
| 24140111 | 2.1*1050*C |    | T    | 816    | 389       | 59    | 7.5     |                    | 0.25     |
|          |            |    | L    | 812    | 383       | 58.5  | 7.5     |                    |          |
| 行业要求     | ALL        | ST | /    | ≥690   | ≥276      | ≥40   | 5.0~8.0 | A/B/C/D系≤1.0级      | /        |
| VDM      | 4.0*1219*C | ST | T    | 805    | 355       | 55    | 6.5     | A/B/C系为1.0级D系为1.5级 | 1.06     |
| ATI      | 4.0*1000*C | ST | T    | 824    | 418       | 62    | 8.0     | A/B/C系均≤0.5D系为1.5级 | 0.85     |



十、出厂质保书

BAOTI  
宝钛集团

质量部

质量证明书  
QUALITY CERTIFICATION

宝钛集团有限公司  
BAOTI GROUP LTD.

第1页, 共1页

证书表号  
证书编号

(Sheet No.):  
(Certificate No.):

QR002-01-4401  
M-20244480414

|  |       |                   |           |          |       |               |              |        |       |           |          |        |        |            |    |   |   |
|--|-------|-------------------|-----------|----------|-------|---------------|--------------|--------|-------|-----------|----------|--------|--------|------------|----|---|---|
| 产品名称                                     |       | 镍合金板              |           | 合同号      |       | NC2524803164M |              | 用户名称   |       | /         |          | 技术标准   |        | ASME SB443 |    |   |   |
| 牌号                                       |       | 原料批号              |           | 产品批号     |       | 规格(mm)        |              | 净重(kg) |       | 数量(卷)     |          | 类型/状态  |        |            |    |   |   |
| N06625                                   |       | 8625-20245T-021-2 |           | 24140271 |       | 5.5×1020×C    |              | 2190   |       | 1         |          | 固溶     |        |            |    |   |   |
| 化学成分 %                                   |       |                   |           |          |       |               |              |        |       |           |          |        |        | 其他检验       |    |   |   |
| /  | /     | Ni                | Fe        | Mn       | C     | Si            | Cr           | Al     | Ti    | Nb+Ta     | Mo       | S      | P      | 外形尺寸       | 合格 |   |   |
| 头  | 余量    | >58.0             | 3.21      | 0.29     | 0.016 | 0.099         | 21.68        | 0.18   | 0.29  | 3.57      | 8.57     | <0.005 | <0.010 | 表面质量       | 合格 |   |   |
| 中  | 余量    | /                 | /         | /        | /     | /             | /            | /      | /     | /         | /        | /      | /      | /          | /  |   |   |
| 底  | 余量    | /                 | /         | /        | /     | /             | /            | /      | /     | /         | /        | /      | /      | /          | /  |   |   |
| 标准值                                      | 余量    | ≥58.0             | ≤5.0      | ≤0.50    | ≤0.10 | ≤0.50         | 20.0~23.0    | ≤0.40  | ≤0.40 | 3.15~4.15 | 8.0~10.0 | ≤0.015 | ≤0.015 | /          | /  |   |   |
| 力学性能                                     |       |                   |           |          |       |               |              |        |       |           |          |        |        | /          | /  |   |   |
| 室温性能                                     | 试样状态  | 试样方向              | Rm<br>MPa |          |       |               | Rp0.2<br>MPa |        |       |           | A50<br>% |        |        |            | /  | /   |   |
|  | 固溶    | T                 | 801       |          |       |               | 371          |        |       |           | 61.5     |        |        |            | /  | /   |   |
|  | /     | /                 | /         |          |       |               | /            |        |       |           | /        |        |        |            | /  | /   |   |
|  | 标准值   | /                 | ≥690      |          |       |               | ≥276         |        |       |           | ≥30      |        |        |            | /  | /   |   |
| 毛重                                       | /(kg) | 防伪码:fVTx7BrnRUh   |           |          |       |               |              |        |       |           |          |        |        |            |    |  | <div>宝钛集团有限公司<br/>检验专用章<br/>2024年8月7日<br/>产品鉴定专用章</div> |
| 箱号                                       | /     |                   |           |          |       |               |              |        |       |           |          |        |        |            |    |   |   |
| 其他要求见合同。本批产品经检验合格, 准予放行。 经办: 冯勋影 审核: 赵晓莉 |       |                   |           |          |       |               |              |        |       |           |          |        |        |            |    |   |   |

Issued: No. 2024-0 The File Copied is Invalid 拷贝无效

Quality Department

Address: No. 1 Tai Cheng Road, Baotai, Shaanxi 721014, P.R. China phone: +86-0917-8382878 E-mail: Zlb@baoti.com

# 十一、终端产品性能测试结果

## ➤ 显微硬度HV1.0

| 管材规格(mm)                        | 焊缝  | 过渡区 | 母材  | 焊缝与母材硬度差值 |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----------|
| 国产管(国产带材) (Φ33.4*1.35)<br>【钢级2】 | 206 | 204 | 203 | 3         |

## ➤ 室温拉伸性能

| 室温拉伸                           | 试样部位 | 抗拉强度Rm     | 屈服强度Rp0.2  | 断后伸长率A  |
|--------------------------------|------|------------|------------|---------|
| ASTM B704标准值(钢级2)              |      | ≥ 690(MPa) | ≥ 276(MPa) | ≥ 30(%) |
| (国产带材) (Φ33.4*1.35mm)<br>【钢级2】 | 焊缝   | 865        | 385        | 49.5    |
|                                | 母材   | 870        | 362        | 51      |



# 终端产品性能测试结果

## ➤ 650℃高温拉伸性能

| 650℃高温拉伸                          | 试样部位 | 抗拉强度<br>Rm(MPa) | 屈服强度<br>Rp0.2(MPa) | 断后伸长率<br>A(%) |
|-----------------------------------|------|-----------------|--------------------|---------------|
| 国产管(国产带材) (Φ33.4*1.35mm)<br>【钢级2】 | 焊缝   | 784             | 264                | 86            |
|                                   | 母材   | 815             | 266                | 80.5          |

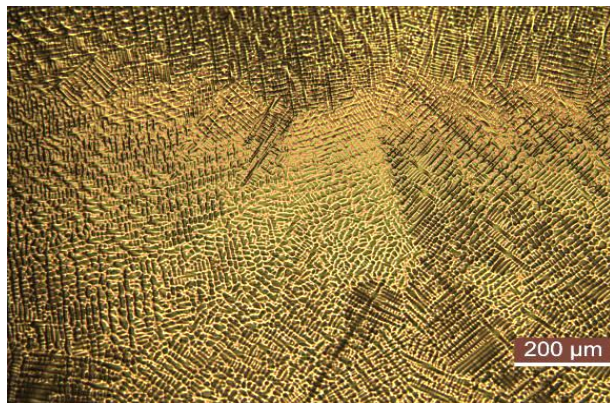
注：高温力学性能符合技术条件要求，且高温力学性能优异。

## ➤ 压扁与卷边

| 管材规格(mm)                        | 试验项目 | 检测标准      | 试验结果   |
|---------------------------------|------|-----------|--------|
| 国产管(国产带材) (Φ33.4*1.35)<br>【钢级2】 | 压扁   | ASTM B751 | 无裂纹，合格 |
|                                 | 卷边   | ASTM B751 | 无裂纹，合格 |



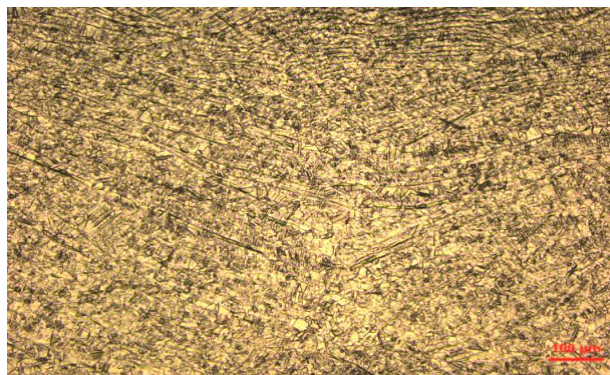
# 终端产品微观组织测试结果



Φ45\*2.1mm 焊缝-铸态组织



Φ45\*2.1mm 母材晶粒度5-6级

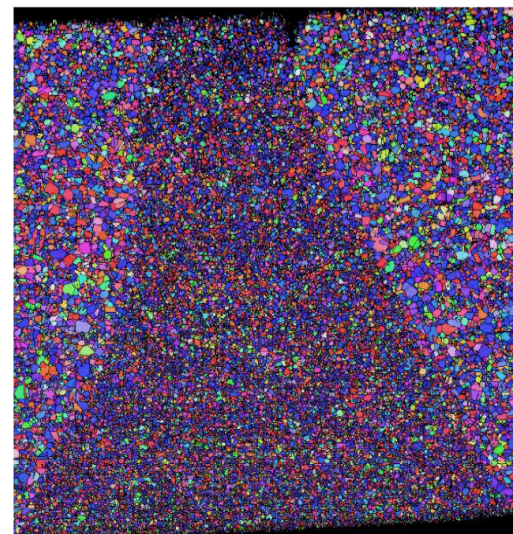


Φ33.4\*1.35mm 缝晶粒度8-9级



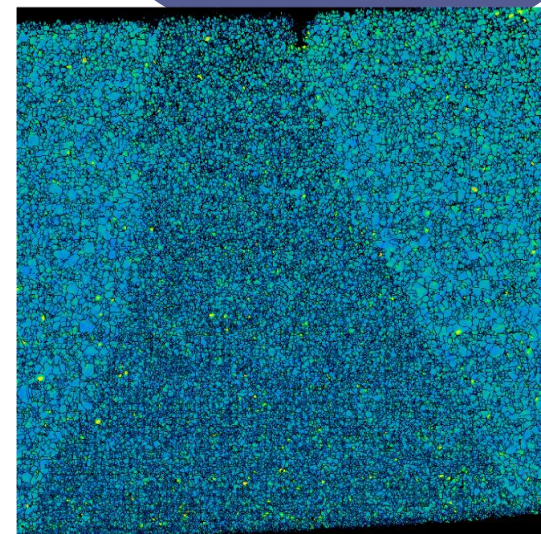
Φ33.4\*1.35mm 母材晶粒度6-7级

67% of I.P.F. Map [Z] (all phases) and 33% of B.C.



晶粒取向图

Entrywise Norm of the Nye Tensor



GND图

冷变形后，焊缝组织明显细化，晶粒组织更均匀，位错密度略增加。

以上终端产品所用材料为宝钛集团供应，检验结果由终端用户提供！





Workflow

汇报完毕  
请专家领导批评指正