

# 核电行业管材

专为安全攸关的核电应用开发的精密金属管材。

我们的高品质管材按照最严格的公差进行设计，可耐受极端高温、高压和腐蚀，以提高核电站的性能。

主要优势包括：

- 性能更佳，维护更少，成本效率更高
- NADCAP认证的热处理、无损检测和焊接
- 基于ASME III要求的RCC-M认证
- 产品认证和生产交付周期短

## 卓越的管材

凭借在高性能管材供应领域超过75年的专业技术经验，Fine Tubes与美国合作伙伴Superior Tube携手，共同为全球客户提供支持，帮助他们解决技术挑战。我们为核电、火电和太阳能电站的关键应用生产质量可靠的各钟不锈钢、镍、钛和锆合金管材。

## 管材创新

Fine Tubes和Superior Tube享有世界一流的声誉，可为电力行业提供创新的高质量管材解决方案。

其中包括：



**1940**

Superior Tube为曼哈顿计划供应管材--正是通过这项计划，人类首次学会了控制原子能。



**1970**

Fine Tubes为英国第一代先进气冷反应堆 (AGR) 开发供应20-25Nb核燃料包壳管。



**1954**

Superior Tube为美国海军第一艘核潜艇-鹦鹉螺号制造反应堆锆管。



**2000**

美国田纳西河谷管理局(TVA)瓦茨巴核电站使用Superior Tube提供的Zr4管。



**1957**

Superior Tube为第一座纯商业用途核电站--码头市核电站 (Shippingport Atomic Power Station) 提供核燃料包壳。



**2008**

Fine Tubes为欧洲核子研究中心 (CERN) 提供用于大型强子对撞机实验的冷却管。



**1960**

Superior Tube为美国阿贡国家实验室的实验性增殖反应堆II号生产燃料包壳管。



**2012**

Fine Tubes为西班牙的Gemasolar光热发电站生产高性能管件。

## 管材解决方案

### 核电

我们参与核工业的历史最早可追溯到二十世纪三十年代。自那以后, Fine Tubes和Superior Tube就一直为反应堆堆芯组件开发并提供高质量的管材解决方案。在这类应用中, 管材对于核反应堆的安全运行至关重要, 需要承受极端高温、高压和辐射。

从为英国AGR计划开发用作燃料包壳的管材解决方案开始, 我们不断发展我们的产品系列, 以支持PWR、PHWR、LWR、BWR和FBR反应堆技术。

Superior Tube和Fine Tubes与世界知名的核反应堆供应商紧密合作, 为包括英国、美国、加拿大、法国、印度和中国在内的世界各地新建和维护项目开发管材解决方案。

#### 核电应用

- 核岛仪表和现场仪表
- 控制棒/RCCA
- 燃料包壳
- 包壳管
- 通量指套管导向管
- 格架套管
- 通量检测器无缝镍盘管
- 其他燃料组件

我们拥有与世界各地可再生能源领域（包括热能和太阳能）的客户合作的悠久历史。我们的团队致力于为这些行业的客户提供支持, 为地球的低碳化做出贡献。

### 热电

Fine Tubes和Superior Tube为660 MW或以上超临界热电厂以及1000 MW或以上超超临界燃煤发电厂使用的水冷或氦/氢冷却汽轮机提供空心导线或冷却管。

作为领先的管材制造商, 我们也有能力为低压和高压加热器提供我们的全自动多辊轧机制造的无缝管或焊接拉拔管。

#### 热电应用

- 控制和仪表
- 蒸汽涡轮发电机
- 过热器
- 冷凝器

### 太阳能发电

Superior Tube和Fine Tubes提供的管材解决方案, 用于采用集中型太阳能发电技术的太阳能塔或太阳能热电厂。

Gemasolar是位于西班牙塞维利亚附近屡获殊荣的商业太阳能发电厂, 我们在特殊合金管材工艺方面的专业知识, 满足了Gemasolar太阳能电站核心的关键性热交换器的要求。我们开发并生产了用于蒸汽发生器的耐腐蚀换热器管以及用于Gemasolar中央熔盐塔接收器的高性能管材。

#### 太阳能应用

- 控制和仪表
- 集热器
- 热交换器
- 过热器
- 冷凝器

## 合金

Fine Tubes和Superior Tube生产各种定制尺寸的管材, 可选用的合金材料也越来越多  
--提供三种不同形式的管材, 即无缝、焊接或焊接拉拔 (Weldrawn®) 管。

| 无缝、焊接拉拔管 |          |            |            |     |
|----------|----------|------------|------------|-----|
| 不锈钢      |          |            |            |     |
| 303Se    | 304/304L | 316/316L   | 316LVM     | 321 |
| 347      | 双相S31803 | 超级双相S32750 | 超级双相S32760 |     |

| 镍与镍合金 |     |     |            |     |
|-------|-----|-----|------------|-----|
| 200   | 201 | 211 | Monel® 400 | 600 |
| 625   | 690 | 718 | 800        | 825 |

| 仅供无缝管            |            |            |
|------------------|------------|------------|
| 钛合金              | 锆合金        |            |
| Ti CP (2 级)      | Zircaloy-2 | Zircaloy-4 |
| 可按要求供应其他钛合金和锆合金。 |            |            |

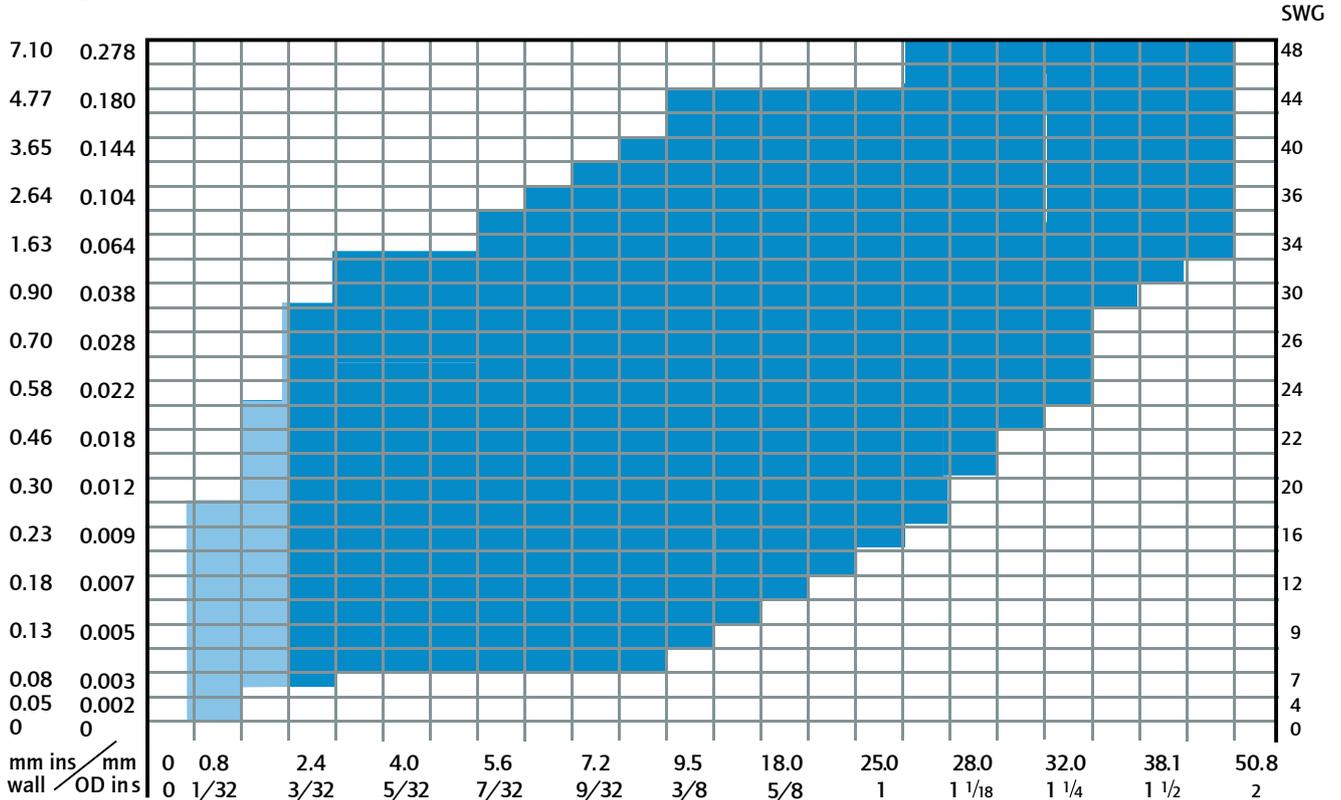
我们还生产许多其他合金牌号的管材。如需了解详情, 请联系我们。

## 供应形式

- 直管长度: 最长14米 (46英尺)
- 盘管: 不超过46米 (150英尺) 长
- 形式: 直管或U型管
- 表面光洁度: ID 0.4微米Ra (157微英寸Ra) (拉拔)  
ID 0.1微米Ra (39微英寸Ra) (电抛光)

我们高性能管材的优异性能反映了我们在特种合金方面的多年经验以及我们最先进的制造工艺。每个生产批次都是定制设计的, 并且按照严格的规格要求进行精密加工和表面处理。

## 尺寸范围



我们针对核电应用的典型管材尺寸外径从2.4毫米（0.095英寸）至45毫米（1.77英寸）不等，可提供无缝、焊接拉拔管材。可根据客户要求提供外径不小于0.15毫米（0.006英寸）的其他尺寸。

| 管材质量                         |            |                         |
|------------------------------|------------|-------------------------|
| RCC-M                        | NADCAP热处理  | NADCAP无损检测              |
| NADCAP焊接                     | ASME NQA-1 | 10CFR50-Appendix B      |
| ISO 9001 / AS EN 9100 by BSI | ISO 14001  | ASME QSC NCA3800 (2011) |

管材供应基于ASME III的技术要求。

## 生产设施

- 皮尔格轧机
- 多辊轧机
- 拉拔设备
- 管焊机 - in-line 焊接
- 可控气氛热处理
- 光亮退火/氢气炉
- 真空退火
- 酸洗和钝化
- 无损检测: 超声、涡流探伤
- 水压试验
- 射线探伤
- 电抛光
- 全套化学和物理分析设备

# 超级关键的核电机材

牌号表



| 材料代号                 | 合金 UNS 号             | WNR                  | 化学成分 (%) |        |           |           |           |         |    |           |   |             |       | 密度     |                     | 回火   |       | 抗拉强度 RM (最低) |     | 屈服强度 RP 0.2% (最低) |        | 延伸率 % 最低 | 硬度 HV | 特性       |   |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------|--------|-----------|-----------|-----------|---------|----|-----------|---|-------------|-------|--------|---------------------|------|-------|--------------|-----|-------------------|--------|----------|-------|----------|---|
|                      |                      |                      | C        | Mn     | Ni        | Cr        | Fe        | Mo      | Ti | Nb        | N | 状态          | g/cm³ | lb/in³ | ksi                 | MPa  | ksi   | MPa          |     |                   |        |          |       |          |   |
| 303 Se<br>S30323     | 1.4305               | 1.4305               | .15 最高   | 2.0 最高 | 8.0-11.0  | 17.0-19.0 | 17.0-19.0 | 1       |    |           |   |             |       |        | Se 0.15-0.40 Si1 最高 | 7.93 | 0.286 | ANN          | 100 | 670               | 30-207 | 670      | 45    | 255      | 非磁性奥氏体不锈钢。不可通过热处理进行硬化。易切削特性，具有良好的机械和耐腐蚀性能。  |
|                      |                      |                      | 0.08 最高  | 2.0 最高 | 8.0-10.5  | 18.0-20.0 | 其余        | 其余      |    |           |   |             |       |        |                     |      | 7.93  | 0.286        | ANN | 76                | 517    | 31       | 207   | 40       | 200 (最高)  |
| 304L<br>S30403       | 1.4306               | 1.4306               | 0.035 最高 | 2.0 最高 | 8.0-11.0  | 18.0-20.0 | 18.0-20.0 |         |    |           |   |             |       |        |                     | 7.93 | 0.286 | ANN          | 70  | 485               | 25     | 170      | 35    | 200 (最高) | 碳含量最低的304不锈钢，焊接性良好。   |
|                      |                      |                      | 0.08 最高  | 2.0 最高 | 10.0-14.0 | 16.0-18.0 | 其余        | 2.0-3.0 |    |           |   |             |       |        |                     |      | 7.93  | 0.286        | ANN | 75                | 515    | 30       | 205   | 35       | 200   |
| 316L<br>S31603       | 1.4404               | 1.4404               | 0.035 最高 | 2.0 最高 | 10.0-13.0 | 16.0-18.0 | 16.0-18.0 | 2.0-2.5 |    |           |   |             |       |        |                     | 7.93 | 0.286 | ANN          | 70  | 485               | 25     | 170      | 35    | 200 (最高) | 标准AOD熔体奥氏体不锈钢牌号。  |
|                      |                      |                      | 0.030 最高 | 2.0 最高 | 10.0-14.0 | 16.0-18.0 | 其余        | 2.0-3.0 |    | 0.10-0.16 |   |             |       |        |                     |      | 7.93  | 0.286        | ANN | 75                | 515    | 30       | 205   | 40       | 200 (最高)  |
| 316NM<br>S31673      | 1.4441               | 1.4441               | 0.030 最高 | 2.0 最高 | 11.0-14.0 | 17.0-19.0 | 17.0-19.0 | 2.0-3.0 |    |           |   |             |       |        |                     | 7.93 | 0.286 | ANN          | 70  | 485               | 25     | 170      | 35    | 200 (最高) | 由于其低磁导率，316LN可用于靠近敏感电子设备的钢筋混凝土应用。   |
|                      |                      |                      | 0.080 最高 | 2.0 最高 | 9.0-12.0  | 17.0-19.0 | 其余        | 2.0-3.0 |    |           |   | 10XC -1.000 |       |        |                     |      | 7.93  | 0.286        | ANN | 75                | 515    | 30       | 205   | 35       | 200 (最高)  |
| 347<br>S34700        | 1.4546               | 1.4546               | 0.080 最高 | 2.0 最高 | 9.0-12.0  | 17.0-19.0 | 17.0-19.0 | 2.0-3.0 |    |           |   |             |       |        |                     | 7.93 | 0.286 | ANN          | 75  | 515               | 30     | 205      | 35    | 200 (最高) | 钛稳定等级，焊接性良好，具有更高的耐焊焊接能力，在高温下具有更好的机械性能。  |
|                      |                      |                      | 0.030 最高 | 2.0 最高 | 4.5-6.5   | 21.0-23.0 | 其余        | 2.5-3.5 |    |           |   | 10XC -1.000 |       |        |                     |      | 7.93  | 0.286        | ANN | 90                | 620    | 65       | 450   | 25       | 290 (最高)  |
| 超级双相<br>S32750       | 1.441                | 1.441                | 0.030 最高 | 1.2 最高 | 6.0-8.0   | 24.0-26.0 | 24.0-26.0 | 3.0-5.0 |    |           |   |             |       |        |                     | 7.79 | 0.28  | ANN          | 116 | 800               | 80     | 550      | 15    | 310 (最高) | 超级双相合金具有优异的强度，同时在高氯和海水环境下具有良好耐腐蚀性。  |
|                      |                      |                      | 0.020 最高 | 1.0 最高 | 6.0-8.0   | 24-26     | 其余        | 3.0-4.0 |    |           |   |             |       |        |                     |      | 7.70  | 0.278        | ANN | 109               | 750    | 73.5     | 507   | 35       | 310 (最高)  |
| CP Z级<br>R50400      | 3.7035               | 3.7035               | 0.08 最高  |        |           |           |           |         |    |           |   |             |       |        |                     | 4.51 | 0.163 | ANN          | 50  | 345               | 40-65  | 275-450  | 20    |          | 核级合金 (重量百分比): 1.2-1.7 SN, 0.07-0.2 FE, 0.05-0.15 CR, 0.03-0.08 NI. 热中子吸收率低。主要用作核反应堆燃料棒的包壳。ZR2 = BWR, CANDU. |
|                      |                      |                      | 0.005 最高 |        |           |           |           |         |    |           |   |             |       |        |                     |      | 6.50  |              | ANN | 55                | 379    | 30       | 207   | 16       | 150   |
| Zircaloy-4<br>R60804 | Zircaloy-4<br>R60802 | Zircaloy-4<br>R60802 | 0.05 最高  |        |           |           |           |         |    |           |   |             |       |        |                     | 6.56 |       | ANN          | 60  | 415               | 35     | 240      | 14    | 150      | 核级合金 (重量百分比): 1.2-1.7 SN, 0.18-0.24 FE, 0.07-0.13 CR. 热中子吸收率低。主要用作核反应堆燃料棒的包壳。ZR4 = BWR, PWR, CANDU.         |
|                      |                      |                      | 0.05 最高  |        |           |           |           |         |    |           |   |             |       |        |                     |      | 6.56  |              | ANN | 60                | 415    | 35       | 240   | 14       | 150   |

| 合金 UNS 号           | WNR    | 化学成分 (%)     |         |              |           |          |           |           |           |           |    |       | 密度     |           | 状态                     |      | 抗拉强度 RM (最低) |     | 屈服强度 RP 0.2% (最低) |         | 延伸率 % 最低 | 硬度 HV | 特性  |      |          |   |
|--------------------|--------|--------------|---------|--------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|-------|--------|-----------|------------------------|------|--------------|-----|-------------------|---------|----------|-------|-----|------|----------|---|
|                    |        | C            | Mn      | Ni           | Cr        | Fe       | Mo        | Ti        | Nb        | Al        | 其他 | g/cm³ | lb/in³ | ksi       | MPa                    | ksi  | MPa          |     |                   |         |          |       |     |      |          |   |
|                    |        | 化学成分的详细范围    |         |              |           |          |           |           |           |           |    |       | g/cm³  | lb/in³    | ksi                    | MPa  | ksi          | MPa |                   |         |          |       |     |      |          |   |
| Alloy 59 N06059    | 2.4605 | 0.010 最高     | 0.5 最高  | 其余           | 22.0-24.0 | 1.5 最高   | 15.0-16.5 |           |           |           |    |       |        | 0.10-0.40 | Co 0.3 最高              | 8.60 | 0.311        | ANN | 100               | 690     | 45       | 310   | 45  | 310  | 270 (最高) | 在酸性使用环境表现出色。高度耐氯化物、海水和酸腐蚀。                    |
| Alloy 75 N06075    | 2.4951 | 0.08-0.15 最高 | 1.0 最高  | 其余           | 18.0-21.0 | 5.0 最高   |           | 0.20-0.60 |           |           |    |       |        |           | Cu 0.5 最高              | 8.37 | 0.303        | ANN | 100-120           | 690-830 | 46       | 300   | 46  | 300  | 230 (最高) | 耐高温氧化。  |
| Alloy 200 N02200   | 2.4065 | 0.15 最高      | 0.4 最高  | 99.0 最低      |           | 0.4 最高   |           |           |           |           |    |       |        |           | Cu 0.25 最高             | 8.9  | 0.321        | ANN | 75                | 515     | 15       | 105   | 15  | 105  | 150 max  | 工业纯镍良好的耐腐蚀性。                                  |
| Alloy 263 N07263   |        | 0.04-0.08 最高 | 0.6 Ma  | 其余           | 19.0-21.0 | 0.7 最高   | 5.6-6.1   | 1.9-2.4   |           |           |    |       |        |           | Co 19.0-21.0 N 0.3-0.6 | 8.36 | 0.302        | HT  | 140               | 970     | 90       | 620   | 90  | 620  | 250 (最低) | 高强度，焊接性良好。                                    |
| Alloy 276 N10276   | 2.4819 | 0.02 最高      | 1.0 最高  | 其余           | 14.5-16.5 | 4.0-7.0  | 15.0-17.0 |           |           |           |    |       |        |           | W 3.0-4.5              | 8.9  | 0.321        | ANN | 100               | 690     | 41       | 283   | 41  | 283  | 210 (最高) | 极佳的耐酸性环境耐腐蚀性能。                                |
| Alloy 400 N04400   | 2.4360 | 0.30 最高      | 2.0 最高  | 63.0-70.0    |           | 2.5 最高   |           |           |           |           |    |       |        |           | Cu 其余                  | 8.83 | 0.319        | ANN | 70                | 480     | 28       | 195   | 28  | 195  | 180 (最高) | 通用镍合金，兼具强度、延展性和耐腐蚀性。                          |
| Alloy 600 N06600   | 2.4816 | 0.15 最高      | 1.0 最高  | 72.0 最低      | 14.0-17.0 | 6.0-10.0 |           |           |           |           |    |       |        |           | Cu 0.50 最高             | 8.42 | 0.304        | ANN | 80                | 550     | 35       | 240   | 35  | 240  | 200 (最高) | 很好地综合了强度与抗氧化性。                                |
| Alloy 625 N06625   | 2.4856 | 0.10 最高      | 0.5 最高  | 其余           | 20.0-23.0 | 5.0 最高   | 8.0-10.0  | 0.40 最高   | 3.15-4.15 | 0.40 最高   |    |       |        |           |                        | 8.44 | 0.305        | ANN | 120               | 827     | 60       | 414   | 60  | 414  | 260 (最高) | 强度高、加工性优良的镍合金。对异常严重的腐蚀环境以及氧化和渗碳等高温效应具有出色的耐受力。 |
| Alloy 690 N06690   | 2.4642 | 0.05 最高      | 0.05 最高 | 58 最低        | 27.0-31.0 | 7.0-11.0 |           |           |           |           |    |       |        |           | Cu 0.50 Si 0.50        | 8.19 | 0.296        | ANN | 84                | 586     | 34       | 240   | 34  | 240  | 200 (最高) | 对很多腐蚀性水介质和高温环境具有出色的耐受力。                       |
| Alloy 718 N07718   | 2.4668 | 0.08 最高      | 0.4 最高  | 50.0-55.0 最高 | 17.0-21.0 | 其余       | 2.80-3.30 | 0.65-1.15 | 4.75-5.50 | 0.20-0.80 |    |       |        |           | Co 1.0 最高              | 8.19 | 0.296        | HT  | 185               | 1275    | 150      | 1034  | 150 | 1034 | 331 (最低) | 可时效硬化的高强度镍合金，具有优异的耐腐蚀性和可成形性。使用温度高达700°C。      |
| Alloy X750 N07750  | 2.4669 | 0.08 最高      | 1.0 最高  | 70.0 最低      | 14.0-17.0 | 5.0-9.0  |           | 2.25-2.75 | 0.70-1.20 | 0.40-1.00 |    |       |        |           |                        | 8.25 | 0.298        | HT  | 160               | 1103    | 100      | 689   | 100 | 689  | 260-360  | 高温强度性能。                                       |
| Alloy 800 N08800   | 1.4876 | 0.15 最高      | 1.5 最高  | 30.0-35.0 最高 | 19.0-23.0 | 39.5 最低  |           | 0.15-0.60 |           | 0.15-0.60 |    |       |        |           | Cu 0.75 最高             | 8    | 0.289        | ANN | 75                | 517     | 30       | 207   | 30  | 207  | 200 (最高) | 耐应力腐蚀，在水介质中表现良好。                              |
| Alloy 800H N08810  | 1.4876 | 0.05-0.10 最高 | 1.5 最高  | 30.0-35.0 最高 | 19.0-23.0 | 39.5 最低  |           | 0.15-0.60 |           | 0.15-0.60 |    |       |        |           | Cu 0.75 最高             | 8.08 | 0.292        | ANN | 75                | 517     | 30       | 207   | 30  | 207  | 200 (最高) | 优异的耐高温蠕变性，兼具抗氧化性和抗渗碳性。                        |
| Alloy 800HT N08811 |        | 0.06-0.10 最高 | 1.5 最高  | 30.0-35.0 最高 | 19.0-23.0 | 39.5 最低  |           | 0.15-0.60 |           | 0.15-0.60 |    |       |        |           | Al + Ti 0.85-1.20      | 7.94 | 0.287        | ANN | 75                | 517     | 30       | 207   | 30  | 207  | 200 (最高) | 与AS800和800H类似的耐腐蚀性能，具有非常高的蠕变断裂强度。             |
| Alloy 825 N08825   | 2.4858 | 0.05 最高      | 1.0 最高  | 38.0-46.0 最高 | 19.5-23.5 | 其余       | 2.5-3.5   | 0.6-1.20  |           | 0.20 最高   |    |       |        |           | Cu 1.5-3.0             | 8.1  | 0.292        | ANN | 85                | 586     | 35       | 241   | 35  | 241  | 209 (最高) | 在氧化和还原环境均具有出色的耐腐蚀性。良好的抗氯化物应力腐蚀开裂和点蚀能力。        |

## 用于关键核电应用的高精密管材



### 关于 AMETEK 特种金属产品

AMETEK 特种金属产品 (SMP) 是 AMETEK, Inc. 的分支, 该公司是全球领先的电子仪器和机电设备制造商, 年销售额约为 50 亿美元。

AMETEK 在全球建立了 150 多个营业点, 拥有 18000 名员工, 并在全球 30 个国家建立了销售、服务和支持网点。

其特种金属部门包含了五大业务, 并在美国和英国设有工厂。他们都是先进冶金产品制造方面的专家, 包括精密金属带材、超薄箔材、异形线材、特种部件、热管理产品、高纯粉末、精密管材和多层金属复合板。这些高性能的金属产品在全球范围内被广泛应用于航空航天、汽车、国防、医疗、电子、石油和天然气以及核电等行业。



Plymbridge Road, Plymouth,  
PL6 7LG, UNITED KINGDOM

电子邮件: [sales.finetubes@ametek.com](mailto:sales.finetubes@ametek.com)

电话: +44 (0) 1752 876416

[www.finetubes.com](http://www.finetubes.com)



3900 Germantown Pike, Collegeville,  
PA 19426-3112, UNITED STATES

电子邮件: [sales.superiortube@ametek.com](mailto:sales.superiortube@ametek.com)

电话: +1 610.489.5200

[www.superiortube.com](http://www.superiortube.com)

扫描了解更多  
核电管材信息

