

临氢铬钼和超低温钢板生产关键技术开发及应用

河钢集团舞阳钢铁有限责任公司

二〇一八年九月



- 01/ 临氢铬钼钢简介
- 02/ 高致密高纯净电渣重熔技术
- 03/ 锻轧结合技术
- 04/ 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术
- 05/ 防止卷制断裂的硬度控制技术
- 06/ 临氢钢裂纹控制技术
- 07/ 临氢铬钼钢典型应用
- 08/ 超低温钢及典型应用
- 09/ 结束语

1.临氢钢简介

- **临氢钢板**—在氢介质和氢腐蚀工况条件下使用的钢材,具有抗氢腐蚀性。
- **临氢钢板特点**: 高纯净度, P、S、As、Sn、Sb等有害元素含量低; 性能要求高, 模焊热处理温度一般为 675°C – 705°C , 最大保温时间一般为22–32h、高温性能、低温冲击韧性(冲击温度为 -10°C ~ -30°C , $A_{kv} \geq 80\text{J}$)、抗回火脆化性能、良好的成型性能、焊接性能。
- **临氢钢板用途**: 主要应用于石化和煤化工领域中的加氢反应器、费托反应器、热高压分离器、焦炭塔、气化炉、氨合成塔等设备的制造。



氨合成塔



加氢反应器



气化炉



1.临氢钢简介

● 河钢舞钢临氢钢主要品种

| 类别 | 牌号 | 典型用途 |
|------------------|---|--|
| A387Gr11类 | 14Cr1MoR、SA387Gr11Cl1、SA387Gr11Cl2、1.25Cr-0.5Mo、1.25Cr-0.5Mo-Si | 煤制油费托反应器、气化炉、变换炉、气化炉洗涤塔、氨合成塔、焦炭塔、重整反应器 |
| SA387Gr12类 | 15CrMoR、SA387Gr12Cl2、1Cr-0.5Mo | 焦炭塔、气化炉 |
| SA387Gr22类 | 12Cr2Mo1R、SA387Gr22Cl2、2.25Cr-1Mo | 加氢反应器、热高压分离器项目、重整反应器 |
| 2.25Cr-1Mo-0.3V类 | 12Cr2Mo1VR、2.25Cr-1Mo-0.3V | 重油、煤焦油裂解装置 |

河钢舞钢按照国内外标准生产产品，在临氢钢领域形成了核心技术和完善的品种系列



1.临氢钢简介

舞钢临氢钢研发能力

- 临氢SA387Gr22/12Cr2Mo1R钢板单重已达55吨，应用最大厚度200mm（镇海炼化加氢反应器）；
- 对于高性能SA387Gr11CL2/14Cr1MoR类钢，大量用于气化炉等设备，舞钢公司目前最大生产应用厚度为162mm（中煤图克氨合成塔）、177mm（山东明水化工氨合成塔），生产的该类大厚度钢板可保证-20℃冲击功技术要求，实物水平达到国际先进水平；
- 改进型加钒Cr-Mo钢板，最大应用厚度达到162mm（鲁清石化加氢反应器）。
- 在单重和性能保证上国内第一。

2.电渣重熔技术

装备特点:

结晶器型号:

700型结晶器电渣锭规格700×1900mm

760型结晶器电渣锭规格760×1900mm

960型结晶器电渣锭规格960×1900mm



电渣锭最长：3700mm

电渣锭最大单重：53吨

成品板最大单重：40吨



2.电渣重熔技术

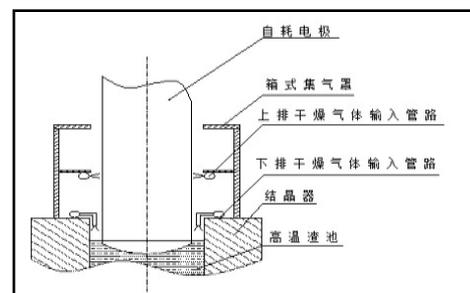
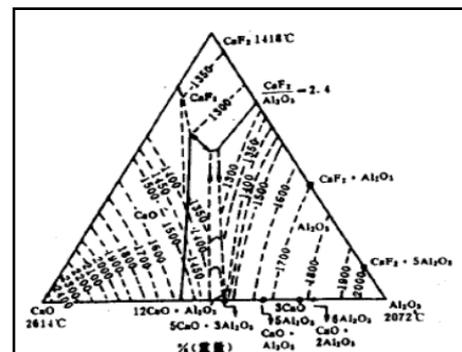
●重熔工艺参数:

| | |
|-----------|--|
| 渣系 | 设计了适合于Cr-Mo钢电渣锭冶炼的五元渣系。 |
| 渣量 | 结晶器型号不同，渣量不同；700型结晶器1200~1300kg，760型结晶器1250~1350kg，960型结晶器1500~1650kg。 |
| 出渣温度 | (1600~1650) °C |
| 化渣期电流电压控制 | 电压：92V，起弧电流：6~7kA。 |
| 熔炼期熔速 | 960型结晶器按1000~1300kg/h控制； 760型结晶器950~1280kg/h控制； 700型结晶器按900~1250kg/h控制； 气温较低时，熔速可以提高50~100kg/h。 |

2.电渣重熔技术

Cr-Mo钢电渣重熔技术关键点：

- 1、针对大厚度临氢钢合金含量高的特性，以氟基渣系相图为指导，在CaF₂、Al₂O₃、CaO三元渣系基础上成功开发出适合临氢钢特性的CaF₂、Al₂O₃、CaO、SiO₂、MgO五元渣系。
- 2、提出低速-高速-低速的熔速控制模式，并开发了针对临氢Cr-Mo钢的电渣锭二次冷却工艺，使金属熔池深度得到有效控制，改善了大截面临氢钢电渣锭偏析及疏松等缺陷。
- 3、针对临氢钢电渣重熔过程的增氢问题，开发了惰性气体保护装置和工艺。
- 4、开发设计了电渣炉低频电源快速熔断器检测装置和全自动铝粒加料机控制器，提高了设备运行的稳定性。

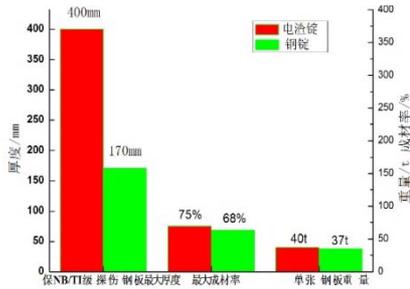




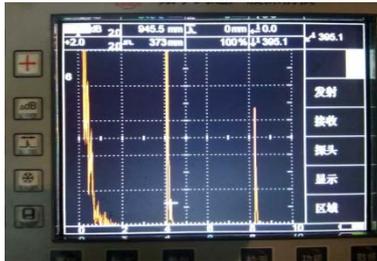
2.电渣重熔技术

电渣钢与钢锭比较:

1、单重大，电渣锭成材保国标1级探伤厚度可达400mm，内部质量达到锻件要求。。



电渣锭与钢锭对比

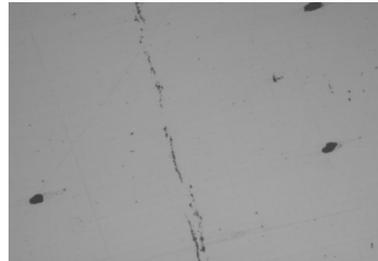


钢板探伤反射波

2、电渣锭经过二次冶炼，纯度高，含硫低，非金属夹杂物少。



电渣重熔夹杂物



钢锭冶炼夹杂物

3、电渣锭表面质量高，电渣锭成材钢板表面氧化铁皮较少，表面质量好。

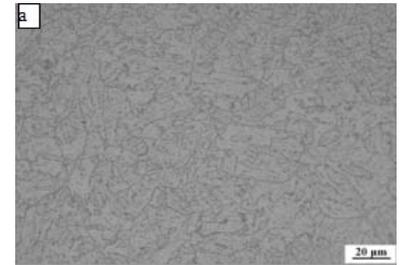


电渣锭表面图

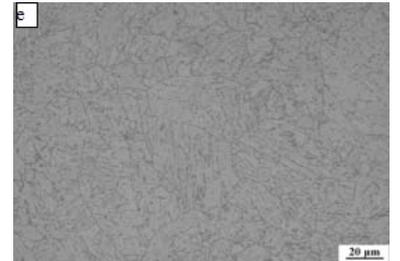


钢锭图

4、基于电渣锭定向凝固特性，电渣锭各向异性优于钢锭，金相组织和化学成分也更加均匀。



电渣锭成材组织图



钢锭成材组织图



2.电渣重熔技术

电渣钢与钢锭成材板性能对比：

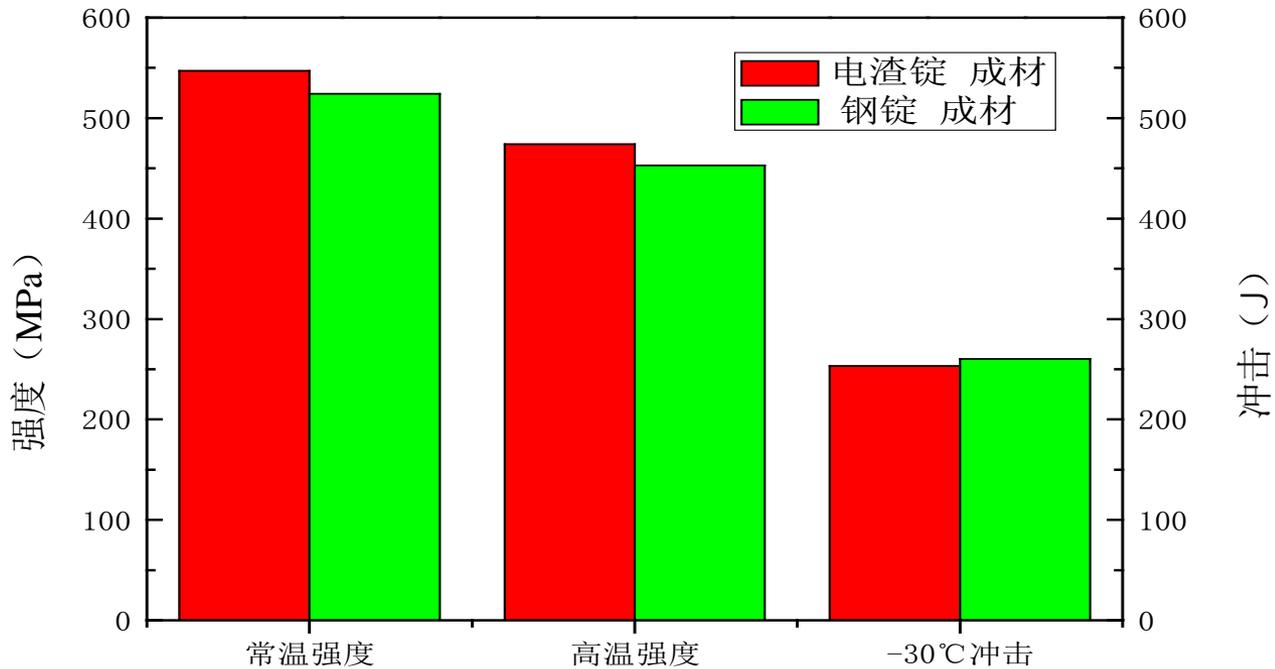
| 电渣成材和钢锭成材12Cr2Mo1R钢板成分对比 (wt%) | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| 成材方式 | 规格 | C | Si | Mn | P | S | Al | Cr | Mo | As | Sn | Sb |
| 电渣锭成材 | 180mm | 0.13 | 0.03 | 0.53 | 0.006 | 0.002 | 0.023 | 2.38 | 0.98 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| 钢锭成材 | 190mm | 0.15 | 0.04 | 0.57 | 0.007 | 0.003 | 0.019 | 2.47 | 1.02 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |

| 电渣成材和钢锭成材12Cr2Mo1R钢板性能对比 | | | | | | | |
|--------------------------|-------|--------|--------|---------------|---------------|-------------|-------|
| 成材方式 | 规格 | 最小模焊拉力 | 最大模焊拉力 | 最小模焊高拉 | 最大模焊高拉 | 冲击功, -30℃ | 交货态硬度 |
| 电渣锭成材 | 180mm | 594MPa | 547MPa | 539MPa (452℃) | 474MPa (452℃) | 234/229/297 | 205HB |
| 钢锭成材 | 190mm | 573MPa | 524MPa | 535MPa (390℃) | 453MPa (390℃) | 244/260/277 | 204HB |

| 电渣成材和钢锭成材12Cr2Mo1R钢板组织对比 | | | |
|--------------------------|--------------|-----|-------|
| 成材方式 | 夹杂A+B+C+D+Ds | 晶粒度 | 组织 |
| 电渣锭成材 | 0.12 | 6.5 | 回火贝氏体 |
| 钢锭成材 | 0.15 | 6.5 | 回火贝氏体 |

2.电渣重熔技术

电渣钢与钢锭成材板性能对比：



电渣锭成材与钢锭成材钢板性能对比

3. 锻造-轧制结合技术

“锻造—轧制结合生产特厚板工艺的开发，有效的保证了超大规格（一般大于37吨）特厚钢板的生产需要，使用锻机将大单重锻造锭锻制成大的坯料，然后再将坯料轧制成材。



锻造锭



正在锻造的锻造锭



锻造后坯料

3. 锻造-轧制结合技术

特点:

能够生产更大单重钢板，打破了钢锭生产钢板37吨级的限制，采用80吨锻造锭已生产出单重60吨钢板，验证了强大的大单重能力。河钢舞钢生产的单重49.6吨12Cr2Mo1R钢板，用于中国石化镇海炼化加氢反应器制造。

| 舞钢采用锻造轧制工艺生产的临氢钢 | | | | | |
|------------------|----------------------|-------|------|----|----------------|
| 钢种 | 规格 | 单重 | 订货量 | 块数 | 探伤 |
| 12Cr2Mo1R | 174mm | 49.6吨 | 539吨 | 11 | 合JB/T4730.3 I级 |
| 12Cr2Mo1R | 160mm | 44吨 | 132吨 | 3 | 合JB/T4730.3 I级 |
| 12Cr2Mo1R | 256×2320 ×12900mm | 60吨 | | 1 | 合JB/T4730.3 I级 |

3. 锻造-轧制结合技术

“锻-轧”结合成材和钢锭成材质量对比

“锻-轧”结合成材和钢锭成材12Cr2Mo1R钢板性能对比

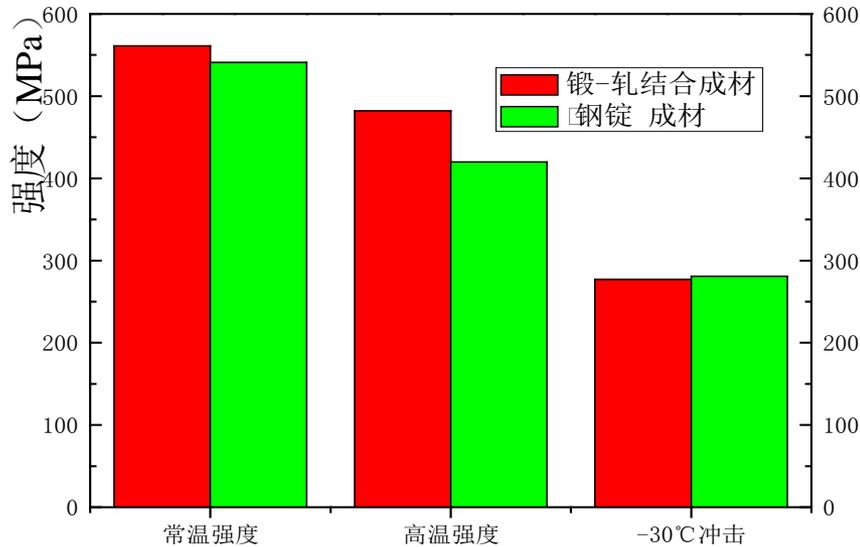
| 成材方式 | 规格 | 最小模焊拉力 | 最大模焊拉力 | 最小模焊高拉 | 最大模焊高拉 | 冲击功, -30°C, J | 交货态硬度 |
|-------|-------|--------|--------|----------------|----------------|------------------|-------|
| 锻-轧结合 | 174mm | 612MPa | 561MPa | 492MPa (452°C) | 482MPa (452°C) | 257/295/281 | 206HB |
| 钢锭成材 | 162mm | 609MPa | 541MPa | 501MPa (441°C) | 420MPa (441°C) | 295/265/285 | 204HB |

“锻-轧”结合成材和钢锭成材12Cr2Mo1R钢板组织对比

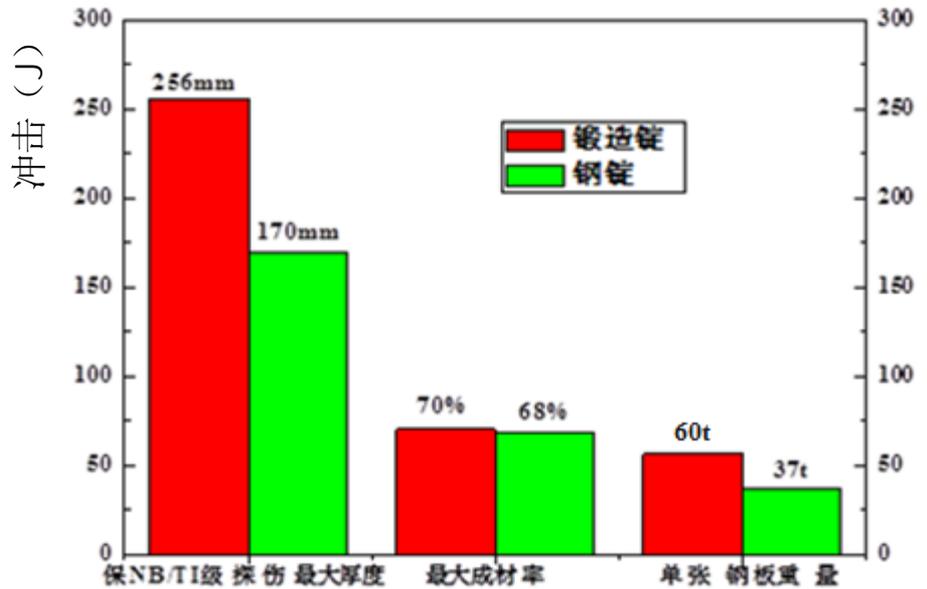
| 成材方式 | 夹杂A+B+C+D+Ds | 晶粒度 | 组织 |
|-------|--------------|-----|-------|
| 锻-轧结合 | 0.085 | 6.5 | 回火贝氏体 |
| 钢锭成材 | 0.085 | 6.5 | 回火贝氏体 |

3. 锻造-轧制结合技术

“锻-轧”结合成材和钢锭成材质量对比



锻-轧结合成材与钢锭成材钢板最大模焊后性能对比



锻-轧结合成材与钢锭成材钢板对比



4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

以石油化工领域应用为基础，舞钢煤化工用钢板获得大量应用，呈现良好的发展空间。该类钢板应用量大而广，已在气化炉、变换炉、氨合成塔、煤制油费托反应器等关键化工设备上发挥关键作用。

临氢14Cr1MoR/SA387Gr11CL2钢板技术关键是在于保证-长时间较高温度模拟焊后的 $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ （温度可更低）的低温韧性。舞钢已掌握和突破这一关键技术，并在国际上处于领先地位，其中处于国际领先的煤制油费托反应器用的临氢14Cr1MoR/SA387Gr11CL2钢板填补了国际空白，替代进口的气化炉用SA387Gr11CL2钢板也获得了大量应用。



4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

- 优良的低温韧性。舞钢临氢14Cr1MoR/SA387Gr11CL2钢板-10℃/-20℃冲击韧性高水平保证,应用厚度达到162mm、177mm。

177×2670×10140mm(单重38吨)

- 优良的高温性能。不仅能够按标准保证钢板的高温屈服强度,也能够同时按标准保证钢板的高温抗拉强度,满足设计要求。
- 替代进口并在世界上创造技术领先,彻底打破技术封锁,满足煤制油费托反应器、煤气化炉、氨塔等关键设备对临氢14Cr1MoR/SA387Gr11CL2钢板高性能的要求。



4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

煤化工设备的大型化、高安全系数发展，带动作为关键材料的临氢钢向大厚度、高技术要求方向发展。

● 高技术要求三个典型品种

中煤图克氨合成塔
项目用162mm SA387
Gr11CL2钢板

技术特点:

- $P \leq 0.007\%$
- $S \leq 0.007\%$
- 690 °C 模焊22h, 要求 -18°C 低温冲击韧性不低于54J。

神华宁煤煤制油项目费
托反应器用132mm
SA387Gr11CL2 钢板

技术特点:

- $P \leq 0.007\%$
- 132×2530×10789mm, 钢板组织均匀性保证。
- 675 °C 模焊24h, 保最大模焊 -10°C 不低于80J 冲击难度大。

多喷嘴水煤浆气化炉
132mm SA387Gr11CL2
钢板

技术特点:

- 板厚1/2处 (-5 °C ~ -20°C 冲击均值不低于54J)
- 675 °C ~ -690°C 模焊20h。



4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

用于气化炉的SA387Gr11CL2钢板典型技术要求：钢的化学成分（熔炼分析）

化学成分，%

| 成分 | C | Si* | Mn* | P* | S | Cr | Mo | Al | Ni | Cu | Sb* | Sn* | As* | H |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| 化学成分 | ≤ | 0.52 | 0.42 | ≤ | ≤ | 1.25~ | 0.55 | 0.020 | 0.15 | ≤ | ≤ | ≤ | ≤ | ≤ |
| | 0.15 | ~ | ~ | | | 1.50 | ~ | ~ | ~ | 0.20 | 0.003 | 0.008 | 0.008 | 0.0002 |
| | | 0.65 | 0.60 | 0.007 | 0.006 | | 0.65 | 0.045 | 0.20 | | | | | |

注：加*元素应严格控制，保证X和J系数要求。

$X=(10P+5Sb+4Sn+As) \times 10^{-2} \leq 15$ ，式中元素以ppm含量代入，如0.01%应以100ppm代入；

$J=(Si+Mn) \times (P+Sn) \times 10^4 \leq 150$ ，式中元素以重量百分含量代入，如0.01%以0.01代入。



4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

力学及工艺性能及模焊制度

| 项目 | | 单位 | 数值 |
|--|--------------------|-----|-----------------|
| 室温拉伸 | 抗拉强度 | MPa | 515~690 |
| | 屈服强度 | MPa | ≥310 |
| | 延伸率A ₅₀ | % | ≥24 |
| | 断面收缩率Z | % | ≥40 |
| 夏比冲击功 (V型缺口) | -5℃~ -20℃ | J | 平均值≥54 单值≥47 |
| 425℃ 高温屈服强度/抗拉强度 Rp0.2/Rm | | MPa | ≥224/ ≥460 |
| 弯曲试验① | | | 弯曲180° 无裂纹 |
| 硬度试验 | | HB | ≤220 |
| 1、模拟焊后热处理制度：Max. PWHT: 675~690±14℃×20h，Min. PWHT: 675~690±14℃×6h 2、保证良好的低温韧性；1/2处钢板-5℃~-20℃横向AKV≥54J，根据需要可更低温度。 | | | |



4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

上海焦化公司四喷嘴气化炉用临氢SA387Gr11C12钢板实物性能

| 厚度 mm | 拉伸试验 (PWHTmax) (690℃×16h) (T/2) | | | | | 冲击试验 (试样尺寸: 10×10mm) | | |
|----------|---------------------------------|---------|----------------|-------|-----|----------------------|------------------------------|------------------|
| | 温度 | Rm | Rel (Rp0.2) | A | Z | 温度 | J | |
| | ℃ | ≥MPa | | ≥ (%) | | ℃ | PWHTmax (690℃×16h) T/2 | 供货状态 (NT) T/4 |
| | 室温 | 515-690 | ≥310 | ≥22 | ≥45 | | | |
| | 425 | ≥460 | ≥224 | | | | | |
| 100 | 室温 | 566 | 421 | 32 | 78 | -10 | 170、187、156 | 267、297、284 |
| | 425 | 494 | 347 | | | -10 | | |
| 86 | 室温 | 599 | 450 | 29 | 76 | -10 | 223、202、160 | 210、265、198 |
| | 425 | 525 | 393 | | | -10 | | |
| 86 | 室温 | 596 | 450 | 29 | 76 | -10 | 208、203、177 | 220、214、277 |
| | 425 | 511 | 382 | | | -10 | | |
| 86 | 室温 | 596 | 457 | 30 | 75 | -10 | 214、208、232 | 212、163、272 |
| | 425 | 497 | 383 | | | -10 | | |
| 94 | 室温 | 586 | 435 | 31 | 77 | -10 | 213、209、228 | 233、227、276 |
| | 425 | 508 | 367 | | | -10 | | |



4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

华鲁恒升四喷嘴气化炉用临氢SA387Gr11CL2钢板性能

| 规格 mm | 热处理方式 | 位置 | 屈服 | 强度 | 延伸率 % | 面缩 % | 冲击 | 功1 | 功2 | 功3 | 高拉 ℃ | 位置 | 屈服 | 强度 |
|----------|--------------------|----------------------|-----|-----|----------|---------|-----|-----|-----|-----|---------|----------------------|-----|-----|
| 127 ~ | (675±14) ℃×20h; | 1/2 | 448 | 593 | 24 | 75 | -5℃ | 174 | 271 | 169 | 425 | 1/2 | 326 | 525 |
| | (675±14) ℃×20h; | 表面 下 1.6 mm | 450 | 594 | 24.5 | 72 | -5℃ | 193 | 202 | 233 | 425 | 表面 下 1.6 mm | 338 | 515 |
| 132 | (675±14) ℃×20h; | 1/2 | 476 | 615 | 29 | 75.5 | -5℃ | 194 | 173 | 171 | 425 | 1/2 | 310 | 510 |
| | (675±14) ℃×20h; | 表面 下 1.6 mm | 488 | 595 | 26 | 75 | -5℃ | 200 | 232 | 211 | 425 | 表面 下 1.6 mm | 314 | 492 |



4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

主要控制工艺



4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

基本设计

- 保证钢板淬透性及模焊后强度成分设计

成分设计中增加C化物形成合金元素含量，在增加淬透性的同时，保证钢板后期模焊过程中C化物的稳定，保证模焊后性能。

- 提高钢板抗脆化性能的设计

降低钢中有害元素含量（ $P \leq 0.006\%$ ， $S \leq 0.003\%$ ， $As \leq 0.006\%$ ， $Sn \leq 0.005\%$ ， $Sb \leq 0.003\%$ ），控制脆化倾向。

$$J \text{ 系数} = (Si + Mn) \times (P + Sn) \times 10^4 \leq 130$$

$$X = (10P + 5Sb + 4Sn + As) \times 10^{-2} \leq 15\text{ppm}$$

（式中元素以ppm含量代入，如0.01%应以100ppm代入）。



4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

钢板热处理工艺

正火：以较低的正火温度为原则、必须的加速冷却工艺来保证钢板组织配比（贝氏体为主，铁素体含量 $\leq 30\%$ ），奠定低温韧性要求的基础。实际上类似淬火工艺的要求。

回火：温度过高和时间过长，对长时间模拟焊后的低温韧性均不利。

不同铁素体含量性能合格率情况

| F含量 (%) | 批次数 | 合格批次 | 合格率 | F含量 (%) | 总合格率 |
|---------|-----|------|---------|-----------|--------|
| 0 | 37 | 36 | 97.30% | >30 | 63.64% |
| 1~5 | 29 | 27 | 93.10% | ≤ 40 | 91.75% |
| >5~10 | 9 | 8 | 88.89% | ≤ 30 | 94.44% |
| >10~20 | 6 | 6 | 100.00% | ≤ 20 | 95.06% |
| >20~30 | 9 | 8 | 88.89% | ≤ 10 | 94.67% |
| >30~40 | 7 | 4 | 57.14% | ≤ 5 | 95.45% |
| >40~50 | 3 | 3 | 100.00% | | |

4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

钢板温度均匀性保证工艺

- 在淬火机采用动态有限元的二级系统加热工艺代替传统加热工艺。
- 针对回火过程的准确性保证，采用温度及时间补偿法确定最优的钢板工艺。
- 针对钢板因长度较长，为解决钢板头尾性能偏差较大的问题，采用延长高压段水保持时间、出钢前提温工艺保证钢板头尾温度均匀性。

4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术



正火加速冷却

4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术



300mm厚度级淬火机在舞钢建成投用----
世界最大规格淬火机



4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

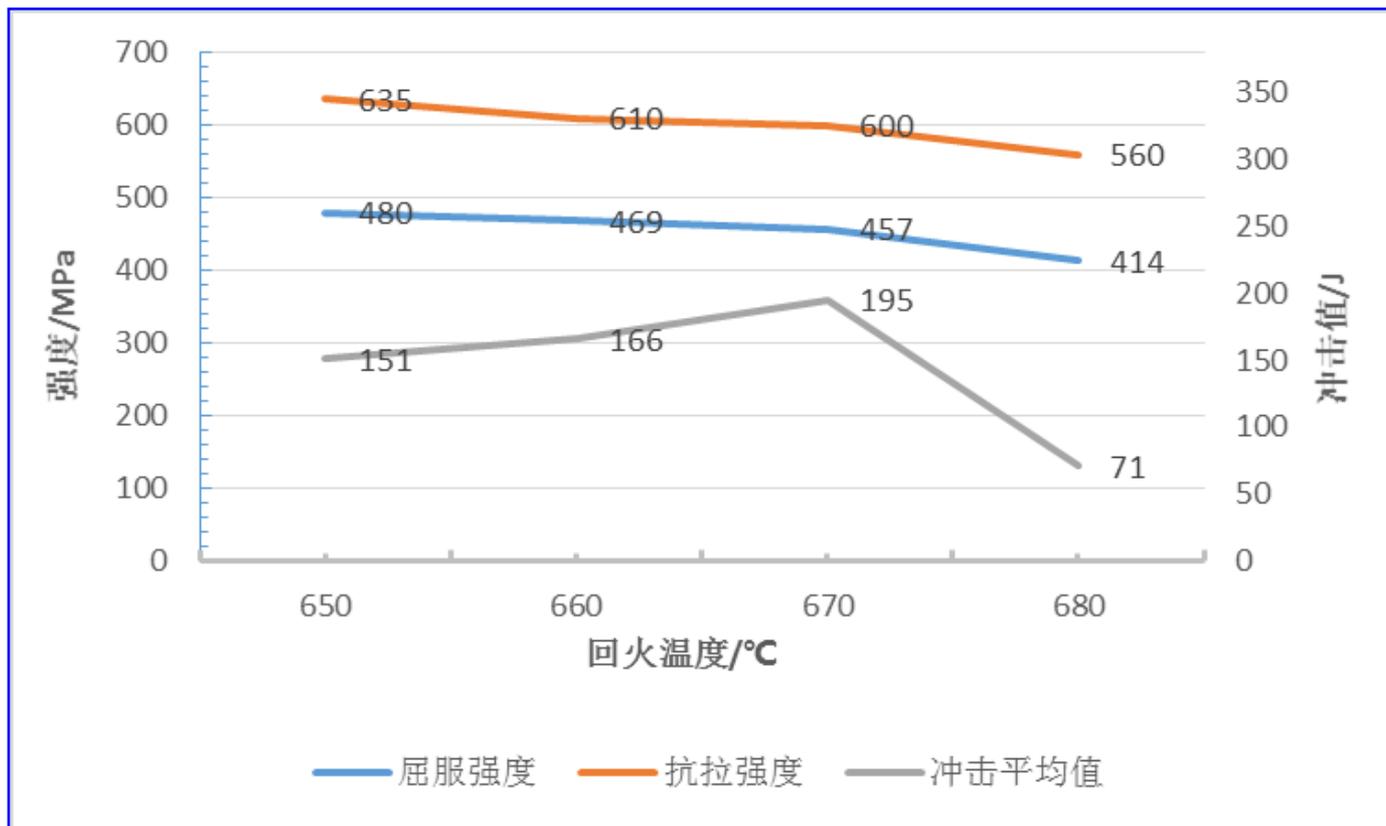
正火温度的确定以较低为原则。

不同正火温度对钢板冲击韧性的影响

| 正火温度 | 批号 | 厚度 mm | 模焊热处理制度 | -10℃横向KV2, J | | |
|------|---------------|----------|---------|--------------|-----|-----|
| | | | | | | |
| 910℃ | GCHA221825-T | 132 | 最大模拟焊后 | 201 | 299 | 164 |
| 910℃ | GCHA221825-T | 132 | 最小模拟焊后 | 153 | 133 | 139 |
| 910℃ | GCHA221825-W | 132 | 最大模拟焊后 | 300 | 299 | 300 |
| 910℃ | GCHA221825-W | 132 | 最小模拟焊后 | 262 | 206 | 212 |
| 920℃ | GCCHA224887-T | 132 | 最大模拟焊后 | 90 | 25 | 32 |
| 920℃ | GCCHA224887-T | 132 | 最小模拟焊后 | 195 | 188 | 183 |
| 920℃ | GCCHA224887-W | 132 | 最小模拟焊后 | 198 | 174 | 152 |
| 920℃ | GCCHA224887-W | 132 | 最大模拟焊后 | 104 | 59 | 156 |

4. 临氢SA387GR11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

回火温度对钢板最大模焊性能的影响



4. 临氢SA387GR11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

试样检验准确性保证工艺

- 1、装钢数量对试样实际温度的影响，装钢数量多，温度偏差大，影响模焊性能；
- 2、装钢位置对试样温度均匀性的影响，试样在热处理炉中的位置对试样温度均匀性有较大影响；
- 3、控制合理装炉量，确定科学的装炉位置是保证检验结果准确的重要前提。

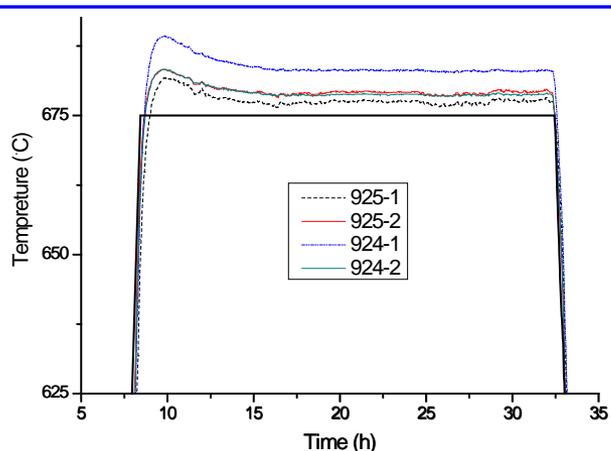


图1炉尾位置的两块试样温度曲线
-1为试样表面温度，-2为试样芯部温度
装炉量四块

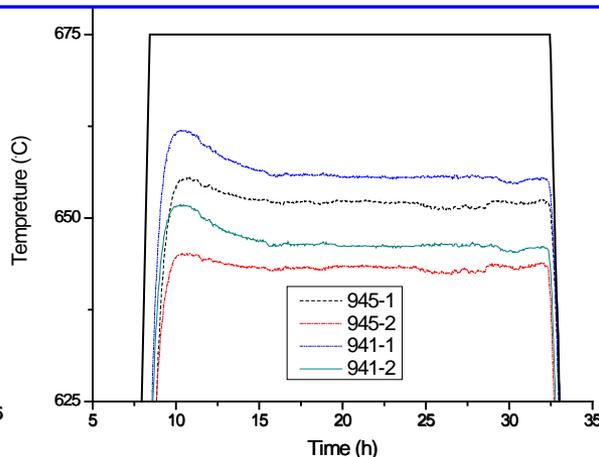


图2：炉门位置的两块试样温度曲线
-1为试样表面温度，-2为试样芯部温度
装炉量四块

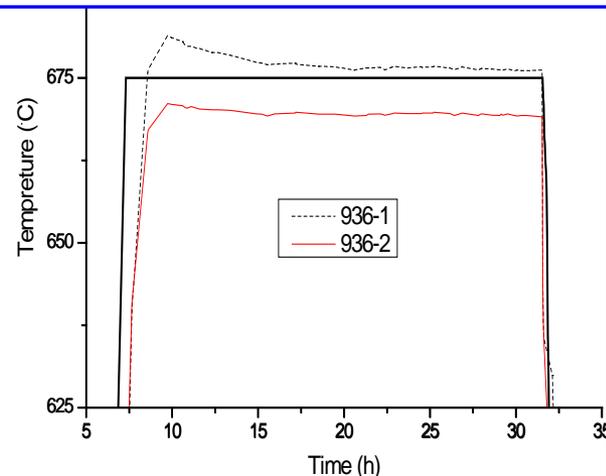


图3：单块试样在炉内的温度变化曲线
-1为试样表面温度，-2为试样芯部温度
装炉量一块

分析：图1、图2为装炉量为4块时，炉温和炉门位置处试样在模焊热处理过程中的温度变化曲线。图3为装炉量为1块时，试样试样在模焊热处理过程中的温度变化曲线。当装炉量达到4块时，炉尾处的两块试样温度明显高于工艺设定温度，炉门处两块试样实际温度低于试样设定温度，模焊热处理过程应严格控制。



费托反应器用132mm厚SA387Gr11CL2

| 炉号 | 碳 | 硅 | 锰 | 磷 | 硫 | 镍 | 铬 | 钼 | 砷 | 锡 | 铈 | 氢 | X系数 | J系数 |
|------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|---------|-----|------|
| 12200636N0 | 0.14 | 0.62 | 0.49 | 0.004 | 0.001 | 0.15 | 1.45 | 0.57 | 0.007 | 0.004 | 0.003 | 0.00008 | 7.8 | 88.8 |
| 12200637N0 | 0.14 | 0.54 | 0.50 | 0.003 | 0.002 | 0.15 | 1.43 | 0.55 | 0.008 | 0.005 | 0.002 | 0.00004 | 6.8 | 83.2 |
| 12200638N0 | 0.15 | 0.58 | 0.50 | 0.004 | 0.002 | 0.16 | 1.45 | 0.57 | 0.007 | 0.005 | 0.003 | 0.00009 | 8.2 | 97.2 |
| 12200639N0 | 0.14 | 0.57 | 0.48 | 0.004 | 0.002 | 0.15 | 1.45 | 0.57 | 0.008 | 0.004 | 0.003 | 0.00015 | 7.9 | 84 |
| 12200704N0 | 0.15 | 0.55 | 0.50 | 0.005 | 0.001 | 0.16 | 1.50 | 0.56 | 0.008 | 0.005 | 0.001 | 0.00006 | 6.7 | 105 |



费托反应器用132mm厚SA387Gr11CL2 (厚度1/2)

132×2030~2630×10789mm

| 批号 | 炉号 | 规格 | 热处理工艺 | 屈服 | 强度 | 延伸率 | 高拉 | 屈服 | 强度 | 延伸 |
|---------------|------------|-----|---------|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
| 7GCHA206073-T | 12200638N0 | 132 | MinPWHT | 462 | 600 | 28.0 | 300 | 419 | 565 | 23.0 |
| 7GCHA206073-T | 12200638N0 | 132 | MaxPWHT | 443 | 580 | 28.0 | 300 | 395 | 560 | 23.0 |
| 7GCHA206073-W | 12200638N0 | 132 | MaxPWHT | 486 | 635 | 27.0 | 300 | 435 | 600 | 22.0 |
| 7GCHA206073-W | 12200638N0 | 132 | MinPWHT | 530 | 675 | 24.0 | 300 | 474 | 635 | 22.0 |
| 7GCHA206075-T | 12200636N0 | 132 | MaxPWHT | 415 | 555 | 31.0 | 300 | 364 | 540 | 21.0 |
| 7GCHA206075-T | 12200636N0 | 132 | MinPWHT | 471 | 610 | 27.0 | 300 | 414 | 585 | 23.0 |
| 7GCHA206075-W | 12200636N0 | 132 | MinPWHT | 505 | 640 | 26.0 | 300 | 436 | 605 | 23.0 |
| 7GCHA206075-W | 12200636N0 | 132 | MaxPWHT | 468 | 620 | 28.0 | 300 | 421 | 600 | 21.0 |
| 7GCHA206076-T | 12200638N0 | 132 | MinPWHT | 530 | 670 | 25.0 | 300 | 468 | 645 | 23.0 |
| 7GCHA206076-T | 12200638N0 | 132 | MaxPWHT | 497 | 635 | 27.0 | 300 | 414 | 575 | 24.0 |
| 7GCHA206076-W | 12200638N0 | 132 | MaxPWHT | 440 | 575 | 28.0 | 300 | 381 | 545 | 24.0 |
| 7GCHA206076-W | 12200638N0 | 132 | MinPWHT | 461 | 595 | 28.0 | 300 | 425 | 565 | 22.0 |

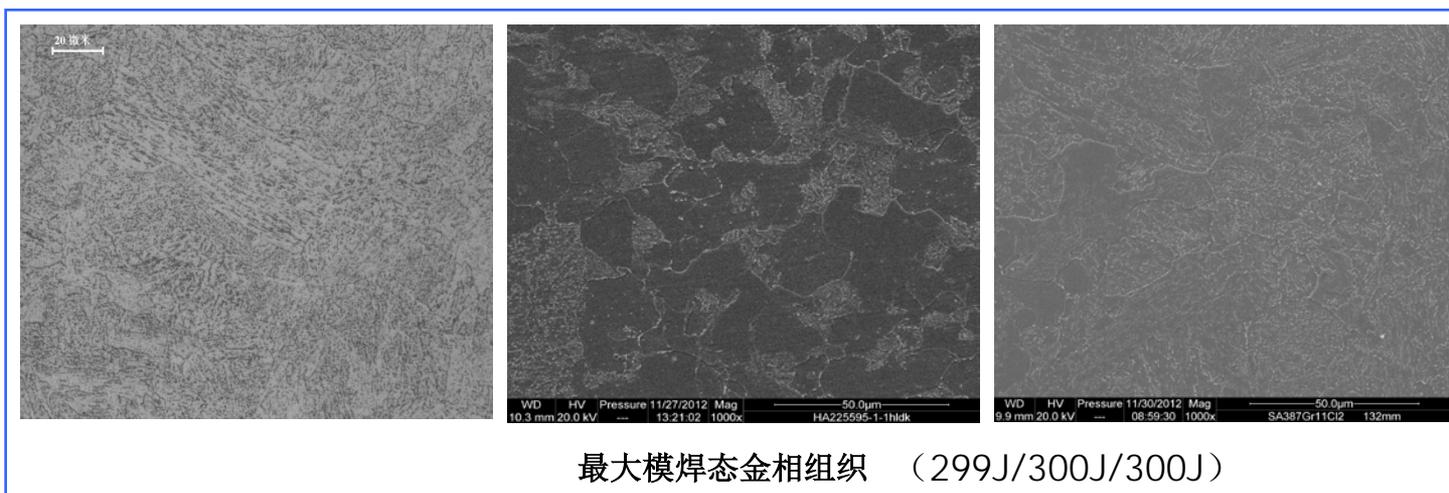


费托反应器用132mm厚SA387Gr11CL2 (厚度1/2)

| 批号 | 炉号 | 规格 | 试样状态 | -10℃冲击功/J | | |
|---------------|------------|-----|---------|-----------|-----|-----|
| | | | | | | |
| 7GCHA206073-T | 12200638N0 | 132 | MinPWHT | 168 | 219 | 178 |
| 7GCHA206073-T | 12200638N0 | 132 | MaxPWHT | 196 | 193 | 199 |
| 7GCHA206073-W | 12200638N0 | 132 | MaxPWHT | 130 | 164 | 146 |
| 7GCHA206073-W | 12200638N0 | 132 | MinPWHT | 136 | 168 | 179 |
| 7GCHA206075-T | 12200636N0 | 132 | MaxPWHT | 241 | 237 | 224 |
| 7GCHA206075-T | 12200636N0 | 132 | MinPWHT | 206 | 211 | 193 |
| 7GCHA206075-W | 12200636N0 | 132 | MinPWHT | 194 | 188 | 177 |
| 7GCHA206075-W | 12200636N0 | 132 | MaxPWHT | 209 | 187 | 164 |

4. 临氢SA387Gr11CL2/14Cr1MoR钢板关键控制技术

132mm厚临氢SA387Gr11CL2钢板实物质量

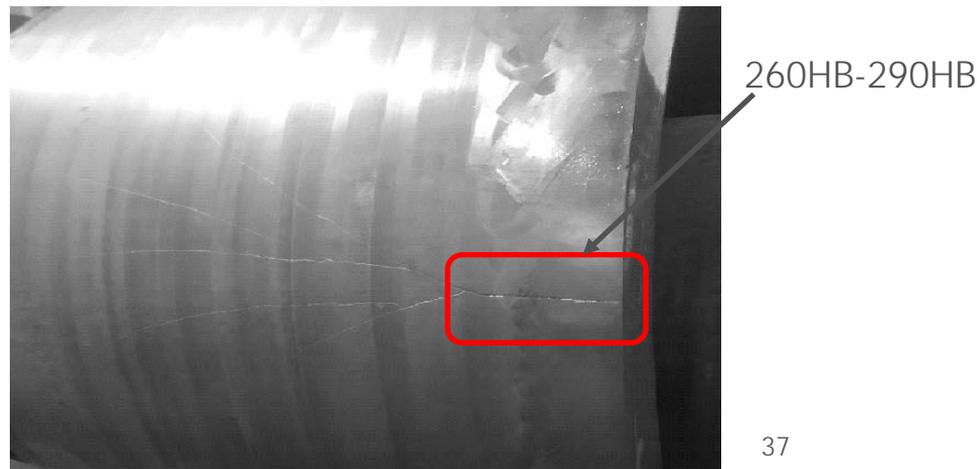


组织为100%贝氏体，最大模焊后晶界上碳化物分布较为弥散，组织良好。

5.防止卷制断裂的硬度控制技术

Cr-Mo钢气割后坡口淬硬倾向大，可焊性较差，卷制过程容易导致横向裂纹，影响用户使用。需重点对钢板的热处理工艺进行调整，确保钢板强度控制在标准要求的中下限；保证钢板有良好成型性能和长度方向上性能均匀，切边时采用带温切割，最大程度降低钢板硬度。

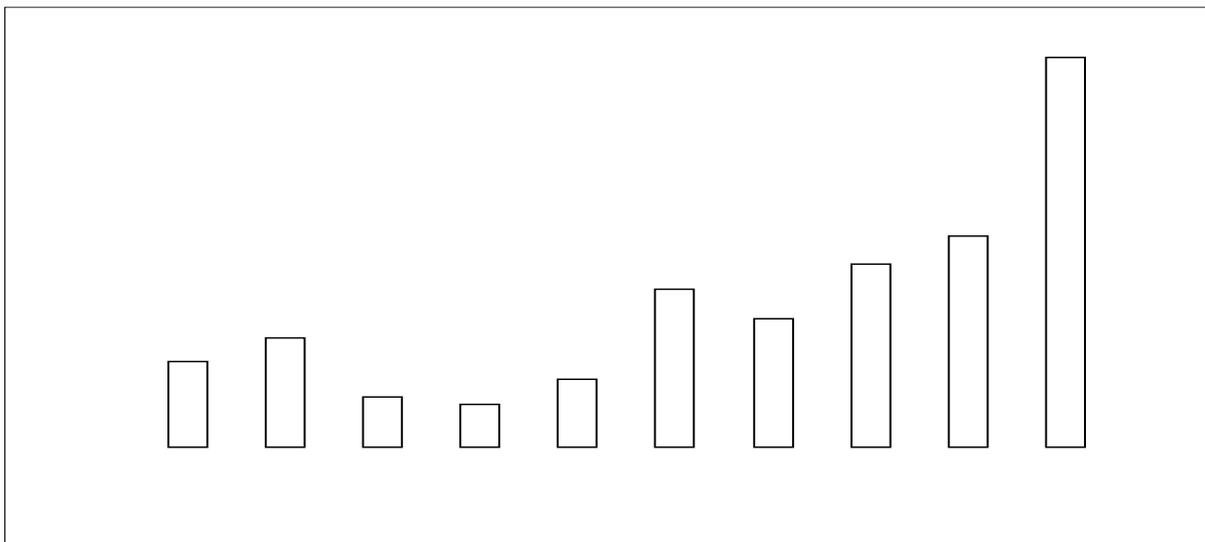
当钢板表面硬度超过250HB时，极易在卷制过程中发生断裂，针对临氢Cr-Mo钢，经正火+回火处理后表面硬度控制在220HB以内，针对经最小模拟焊后热处理后的试样，保证试样硬度在200HB以内。



6.临氢钢裂纹控制技术

临氢Cr-Mo钢由于含有较高的Cr、Mo等碳化物形成元素，在加热和冷却时空淬倾向较大，生产过程中裂纹控制是难点。

- 30t以上锭型在钢锭凝固冷却过程中，内外温差较大，所产生的组织应力和热应力大，极易产生钢锭表面纵裂，
- 优化钢锭模质量、加强清理,改善钢锭入炉前的表面质量，避免裂纹。



6. 临氢钢裂纹控制技术



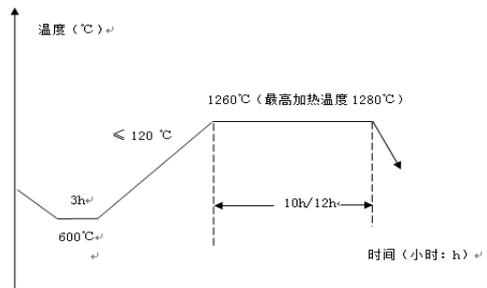
6. 临氢钢裂纹控制技术

钢锭内应力控制

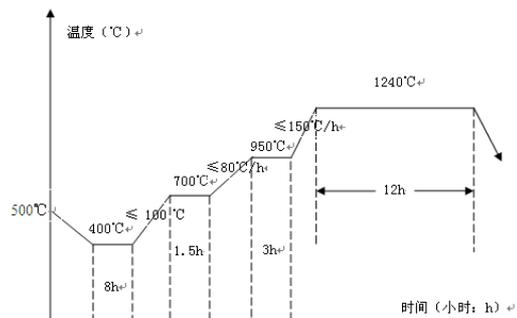
开发了钢锭慢速升温的加热控制技术，重点调整装炉温度、加热速度、保温平台温度降低钢锭表面裂纹率。有效的降低了钢锭表面裂纹的产生。

针对电渣锭开发了加热制度，采用梯度控制升温速率的加热控制技术。

针对电渣锭开发了独特的缓冷扩氢工艺。电渣脱出后30min内必须入罩保温，并确保保温罩下部没有缝隙。雨雪天必须用石棉布砖块等进行隔离防护。



钢锭加热工艺如上图





7. 典型应用

SA387Gr11CL2应用于煤制油费托反应器

| 厚度规格(mm) | 订货量(吨) | 制造厂 | 应用项目 | 订货时间 |
|----------|--------|--------------|--------------------------------------|-----------|
| 90、130 | 3986 | 大连金重、海陆重工 | 山西潞安煤制油费托反应器2台 | 2013年 |
| 90、132 | 16000 | 张化机、金重 | 神华宁煤煤制油费托反应器8台 | 2011-2012 |
| 90、130 | 7960 | 金重、兰石 | 伊泰甘泉堡煤制油费托反应器4台 | 2013 |
| 90、130 | 7961 | 张化机 | 伊泰伊犁能源有限公司费托反应器2台 | 2013 |
| 90、132 | 3962 | 锦西化工机械集团有限公司 | 内蒙古伊泰有限公司120万吨/年精细化学项目杭锦旗费托反应器2台 | 2013 |
| 90、130 | 6912 | 锦西化工机械集团有限公司 | 内蒙古伊泰煤制油有限责任公司200万吨/年煤炭间接液化项目费托反应器4台 | 2014 |
| 140 | 4000 | 张化机 | 未来能源煤制油项目费托煤制油反应器 | 2012 |
| 132 | 1831 | 兰州兰石 | 锡林郭勒盟京能费托反应器项目 | 2013 |
| 合计 | 51078 | | | |



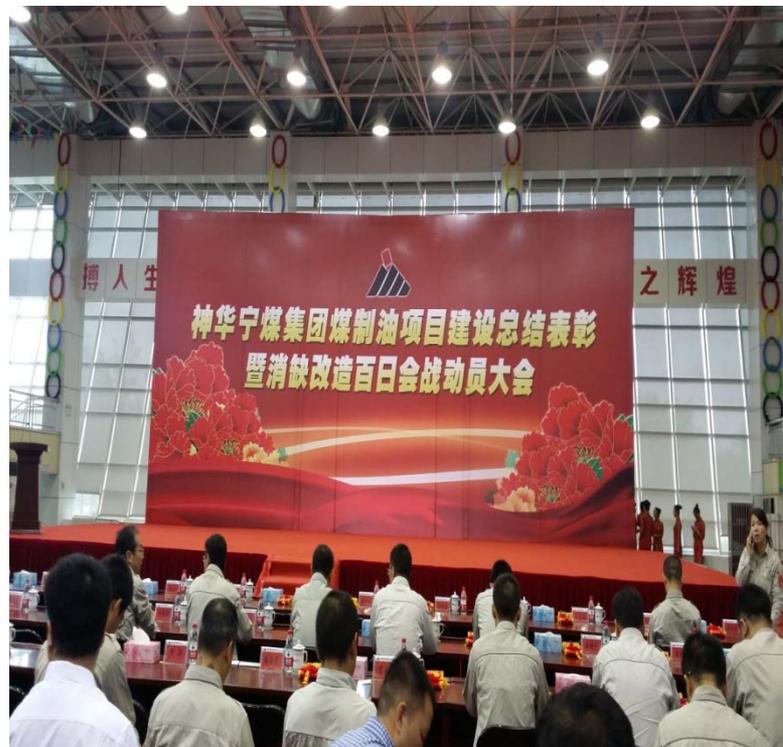
自治区重大项目集中开工建设现场会

Opening Concentrated Major Projects Construction of Ningxia Hui Autonomous Region

神华宁夏煤业集团400万吨/年煤炭间接液化示范项目开工

Launching For 4 Million t/a Coal-to-Liquid Demonstration Project of Shenhua Ningxia Coal Industry Group Co.Ltd

2016年12月，习近平主席对神华宁煤煤制油项目建成投产表示祝贺并做出重要指示，神华宁煤对舞钢给予该项目的贡献致信感谢并表彰舞钢为优秀供应商。舞钢作为该重大项目核心设备8台费托反应器用钢的**全球唯一一家钢企**，**累计供货（包含费托板132mm厚SA387Gr11Cl2钢板1.6万吨）4.9万余吨**。独家为国内煤制油工程提供费托反应器用钢板已累计51078吨。





费托反应器筒节



费托反应器直径9.6米，高60.971米，重2155吨





多喷嘴水煤浆气化炉和GE炉炉壳用钢板SA387Gr11CL2已经打破国外垄断，实现批量生产应用

多喷嘴水煤浆气化炉和GE炉方面典型应用业绩

| 厚度规格/mm | 量/t | 设备制造厂 | 应用项目 |
|---------|------|---------------|---|
| 70-126 | 540 | 张化机, 2012年订货 | 内蒙古国泰化工煤制甲醇(国拓科技四喷嘴, 2) 2015年8月投产运行, 单炉2100吨/天投煤量, 直径3600mm 6.5MPa |
| 36-100 | 486 | 上锅, 2011年订货 | 上海焦化公司{国拓科技四喷嘴, 2) 2013年3月投产运行, 单炉 2200吨/天投煤量, 4.0MPa, 直径3880mm |
| 30-98 | 250 | 东锅, 2012年订货 | 宁波中金(国拓科技四喷嘴, 2) 2015年5月投产运行, 单炉1000吨/天投煤量, 1.5MPa |
| 56-96 | 1312 | 张化机, 2013年订货 | 伊泰伊犁能源有限公司(国拓科技四喷嘴, 5) 单炉3000吨/天投煤量, 4.0MPa, 直径4200mm |
| 85-132 | 926 | 南化机械, 2015年订货 | 华鲁恒升(国拓科技四喷嘴, 3), 2017年9月投产运行, 气化炉高26.4米, 直径3880mm, 重达375吨, 单炉3000吨/天投煤量。6.5MPa |



多喷嘴水煤浆气化炉和GE炉炉壳用钢板SA387GR11CL2已经打破国外垄断，实现批量生产应用

在多喷嘴水煤浆气化炉和GE炉方面典型应用业绩

| 厚度规格/mm | 量/t | 设备制造厂 | 应用项目 |
|---------|-----|-----------------------|---|
| 66-132 | 513 | 大连金重，2016年订货 | 新能能源20万吨/年稳定氢烃项目 国拓科技四喷嘴(单炉投煤量1500吨/天, 2台)内蒙古达拉特旗新奥工业园 |
| 111-130 | 934 | 东锅，2017年订货 | 恒力石化(国拓科技四喷嘴直径3800mm, 6.5MPa) |
| --- | 680 | 西安核设备 | 兖州煤业榆林能化60万吨/年甲醇GE水煤浆, 3台, 2008年投产, 直径3200mm, 6.5MPa, 单炉投煤量1500吨/天) |
| 65-124 | 680 | 茂名重力石化机械制造公司, 2011年订货 | 茂名石化(GE水煤浆, 3) 2014年1月投产运行, 单炉投煤量1700吨/天 |



多喷嘴水煤浆气化炉和GE炉炉壳用钢板SA387GR11CL2已经打破国外垄断，实现批量生产应用

在多喷嘴水煤浆气化炉和GE炉方面典型应用业绩

| 厚度规格/mm | 量/t | 设备制造厂 | 应用项目 |
|---------|--------|----------------|--|
| 82--116 | 460 | 西安核设备, 2017年订货 | 兖州煤业榆林能化50万吨/年聚甲氧基二甲醚项目 国拓科技四喷嘴, 2台, 直径3400mm, 6.5MPa, 单炉 投煤量1500吨/天 |
| 40-128 | 1100 | 哈锅, 2017年订货 | 山东晋煤明水化工集团明升达40万吨/年化肥、60 万吨/年合成氨项目, GE炉3台 |
| 70--110 | 275 | 张化机, 2017年订货 | 陕西精益化工煤基芳烃项目, GE水煤浆, 2台 |
| 110、128 | 453 | 金重, 2018年订货 | 湖北三宁化工股份有限公司合成氨原料结构调整及 联产60万吨/年乙二醇项目, 国拓科技四喷嘴 |
| 小计 | --8703 | | |



四 临氢14Cr1MoR/SA387Gr11Cl2钢板

其他典型应用

| 钢板材质 | 订货量(吨) | 应用项目 |
|-------------------------|--------|--|
| 14Cr1MoR | 811 | 哈锅，黑龙江宝泰隆第一、二变换炉 |
| 14Cr1MoR | 600 | 新矿内蒙能源公司主副甲烷反应器 |
| 14Cr1MoR | 695.5 | 青岛兰石，惠州炼化二期反应器项目 |
| 14Cr1MoR | 534.2 | 大连万阳，中海油惠州炼化项目 |
| 14Cr1MoR | 300 | 苏州海陆，神化宁煤煤化工包头变换炉项目 |
| 临氢14Cr1MoR(64-120mm) | 625 | 张化机，伊泰清洁能源杭锦旗费托反应器项目第一、第二变换炉 |
| 临氢SA387Gr11Cl2 | 1215 | 大连金重旅顺（重工）有限公司，潞安煤制油项目高温飞灰过滤器 |
| 14Cr1MoR | 495 | 山东轻沂山润滑油有限公司连续重整反应器 |
| 临氢SA387Gr11Cl2 | 4000 | 中天合创碳洗涤塔 |
| 14Cr1MoR(75-108mm) | 140 | 山东晋煤明水化工40万吨/年合成氨/60万吨/年尿素项目洗涤塔用钢板 |
| 临氢14Cr1MoR、SA387Gr11Cl2 | ----- | 新能能源20万吨/年稳定氢烃项目、浙江石化、陕西精益化工、延长石油延安能源化工延安煤气油综合利用项目变换炉、换热器等 |



鄂尔多斯市国泰化工有限公司气化工艺优选多喷嘴对置式水煤浆工艺，由惠生设计院设计，采用杭锦2#煤为原料，设计日处理量为2100吨。气化系统设置两台气化炉，气化炉直径3.6米，为国内较大炉型，设计操作压力6.5MPa，运行模式一开一备项目于2015年8月18日一次投料试车成功并产出合格产品。



2013年3月31日，2000吨级多喷嘴对置式煤气化装置在上海焦化有限公司一次投料成功



2015年5月27日,宁波中金多喷嘴气化装置顺利开车



华鲁恒升化工四喷嘴气化炉吊装



新能源20万吨/年稳定氢烃项目



茂名石化公司油品质量升级改造工程的配套项目20万标立/小时煤制氢成功生产出合格氢气，标志着这套目前国内单产能力最大的煤制氢装置一次投产成功。水煤浆气化单元采用美国GE公司水煤浆气化技术。

茂名石化煤制氢项目水煤浆气化装置全景



茂名重力石化机械制造有限公司制造的茂名煤制氢GE炉



SA387Gr11CL2氨合成塔典型应用

| 钢种 | 订货量 (吨) | 厚度 规格 (mm) | 制造厂 | 项目 | 设计院 |
|----------------|------------|------------------|------|-------------------------------------|--------------|
| SA387GR11CL2 | 300 | 130 | 西南化机 | 和邦投资集团30万吨合成氨DN2400热壁氨合成塔外壳 | 成达工程公司 |
| 临氢SA387Gr11CL2 | 670 | 162 | 大连金重 | 中煤图克氨合成塔项目 | 中国五环 |
| 14Cr1MoR | 272.1 | 20-151 | 东锅 | 荆门盈德氨合成塔、甲醇合成塔、废热锅炉项目 | 东华工程科技股份有限公司 |
| 临氢SA387Gr11CL2 | 170 | 121-134 | 哈锅 | 福建长乐氨合成塔项目 | 中国寰球 |
| 临氢SA387Gr11CL2 | 396 | 133\177 | 哈锅 | 山东晋煤明水化工40万吨/年合成氨/60万吨/年尿素项目氨合成塔用钢板 | 东华工程科技股份有限公司 |



氨合成塔



临氢12Cr2Mo1R/SA387Gr22钢板典型应用

| 生产年度 | 钢板规格 mm | | | 订货量 吨 | 项目名称 |
|------|--------------|-----------|-------|----------|---|
| | 厚度 | 宽度 | 长度 | | |
| 1993 | 54\60\9 2 | | | 18 | 齐鲁石化胜利炼油厂，国产2.25Cr-1Mo钢板焊结构临氢重整反应器研发项目 |
| 2006 | -- | | | 800 | 中石化天津分公司100万吨/年乙烯配套项目 |
| 2008 | 137 | 1460~1600 | 10080 | 150 | 洛阳石油化工工程公司设计、材质临氢12Cr2Mo1R、洛阳石化热高分项目、兰石厂制造。 |
| 2010 | 198 | 1690~1996 | 11060 | 160 | 洛阳石油化工工程公司设计、材质临氢12Cr2Mo1R、长岭石化热高分项目、抚机厂制造。 |
| 2010 | 150 | 1750~2000 | 11595 | 360 | 中国石化工程公司设计、材质临氢2.25Cr1Mo、克拉玛依反应器项目 兰石厂制造。 |
| 2010 | 162 | 1450~1925 | 14980 | 300 | 洛阳石油化工工程公司设计、材质临氢12Cr2Mo1R、九江分公司加氢反应器、宁波天翼制造。 |



临氢12Cr2Mo1R/SA387Gr22钢板典型应用

| 生产年度 | 钢板规格 mm | | | 订货量 吨 | 项目名称 |
|------|---------|-----------|-------|----------|---|
| | 厚度 | 宽度 | 长度 | | |
| 2011 | 190 | 1850-1900 | 10563 | 150 | 洛阳石油化工工程公司设计、材质临氢12Cr2Mo1R、金陵石化热高分、兰石厂制造 |
| 2012 | 20-145 | 2200-2800 | 11050 | 420 | 洛阳石油化工工程公司设计、材质临氢12Cr2Mo1R、连云港港海化工有限200万吨/年加氢反应器项目、抚机厂制造 |
| 2012 | 102-158 | 2200-2800 | 8870 | 185 | 安徽华东医药工程公司、材质临氢12Cr2Mo1R、盘锦石化热高分、一重加氢制造 |
| 2012 | 166 | 2000-2800 | 10790 | 183 | 洛阳石油化工工程公司设计、材质临氢12Cr2Mo1R、中石油锦西石化分公司150万吨/年加氢裂化装置、一重加氢制造 |
| 2013 | 78-154 | 2000-3080 | 7790 | 595 | 洛阳智达石化有限公司设计、材质临氢12Cr2Mo1R、新疆超源沥青项目、兰石厂制造 |
| 2013 | 32-162 | 2000-2500 | 12340 | 825 | 寰球设计院设计、材质SA387Gr22CL2、乌鲁木齐柴油加氢装置项目、兰石厂制造 |



临氢12Cr2Mo1R/SA387Gr22钢板典型应用

| 生产年度 | 钢板规格 mm | | | 订货量 吨 | 项目名称 |
|------|---------|-----------|-------|----------|--|
| | 厚度 | 宽度 | 长度 | | |
| 2013 | 182-186 | 1600 | 11330 | 98 | 国外设计院设计、材质SA387Gr22CL2、美盛沃利塞拉尼斯加氢反应器（出口项目）、金重制造。 |
| 2013 | 92-143 | 1800-2200 | 14604 | 1544 | 中科合成油设计、材质临氢12Cr2Mo1R、神华宁煤煤炭间接液化项目加氢装置、金重、张化机制造 |
| 2013 | 172 | 2577 | 10522 | 124 | 洛阳石油化工工程公司设计、材质临氢12Cr2Mo1R、大榭石化项目、兰石制造 |
| 2013 | 168 | 2258 | 12378 | 591 | 安徽华东医药工程公司设计、材质临氢12Cr2Mo1R、山东垦利石化加氢精制装置项目、兰石厂制造。 |
| 2014 | 150 | 2000-2500 | 12500 | 400 | 洛阳石油化工工程公司设计、材质SA387Gr22CL2、中海油沥青分解装置项目、一重加氢制造 |



临氢12Cr2Mo1R/SA387Gr22钢板典型应用

| 生产年度 | 钢板规格 mm | | | 订货量 吨 | 项目名称 |
|------|---------|-----------|-------|----------|--|
| | 厚度 | 宽度 | 长度 | | |
| 2014 | 128-157 | 1800-2200 | 14960 | 270 | 中石化工程公司设计、材质临氢12Cr2Mo1R、大连西太平洋石油化工重油裂解装置项目、大连万阳制造。 |
| 2014 | 109-155 | 1800-2200 | 14880 | 569 | 安徽华东医药工程公司、材质临氢12Cr2Mo1R、山东玉皇加氢项目、抚顺机械制造 |
| 2014 | 170 | 2000-2500 | 11756 | 450 | 安徽华东医药工程公司、材质临氢12Cr2Mo1R、湖北金润能源柴油加氢装置项目、兰石制造 |



临氢12Cr2Mo1R/SA387Gr22钢板典型应用

| 年份 | 钢种 | 厚度(mm) | 订货量(t) | 设计单位 | 制造厂 | 应用项目 |
|------|-----------|---------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|
| 2015 | 12Cr2Mo1R | 34-152 | 1058 | 中石化工程公司 | 大连万阳 | 盘锦北京燃油公司加氢装置 |
| 2015 | 12Cr2Mo1R | 24-128 | 1288 | 安徽华东医药工程公司 | 抚机厂 | 山东金城热高分山东润泽加氢反应器 |
| 2015 | 12Cr2Mo1R | 24-186 | 2560 | 寰球设计院 | 兰石 | 兰州石化、镇海炼化、金陵石化等项目反应器 |
| 2015 | 12Cr2Mo1R | 36-130 | 500 | 安徽华东医药工程公司 | 威海石岛重工 | 常州费纳斯能源、山东饶科力达石化 |
| 2015 | 12Cr2Mo1R | 44-174 | 2367 | 洛阳石油化工工程公司设计 | 中国一重 | 镇海炼化、九江石化、山东胜利石化等 |
| 2016 | 12Cr2Mo1R | 116~166 | 978.4 | 洛阳瑞泽石化工程有限公司 | 齐鲁石化 | 山东清源石化加氢精制反应器、加氢降凝反应器 |
| 2018 | SA387Gr22 | 125 | 600 | 天辰\甲醇合成技术专利商(JM DAVY) | 哈锅 | 神华榆林能化180万吨/年甲醇合成塔 |



临氢12Cr2Mo1VR /2.25Cr-1Mo-0.25V(0.3V)

钢板典型应用

| 牌号 | 厚度 mm | 宽度 mm | 长度 mm | 订货量t | 应用项目 |
|---------------------------|----------|-----------|------------|------|---|
| 12Cr2Mo1VR(2.25Cr1Mo0.3V) | 92-112 | 2050-2150 | 5440-6350 | 900 | 内蒙庆华集团10万吨/年煤焦油加氢设备，新佑能源设计，兰石重装 |
| 2.25Cr1Mo0.3V | 30-120 | 1450-2970 | 3450-8900 | 700 | 陕西神木天元化工25万吨/年煤焦油轻质化项目，大连金重制造 |
| 2.25Cr1Mo0.25V | 26-108 | 1500-2600 | 6250-12750 | 336 | 邯郸鑫盛科技能源公司15万吨/年煤焦油馏分加氢项目，宁波工程公司设计，金重制造 |
| 2.25Cr1Mo0.3V | 24-112 | 1004-2850 | 4950-6930 | 426 | 河北常恒能源15万吨/年煤焦油轻质项目，新佑能源设计，兰石重装 |
| 临氢12Cr2Mo1VR | 142-146 | 3870 | 3870 | 205 | 山东神驰160万吨加氢煤焦油项目 山东华通石化装备制造有限公司 |
| 2.25Cr-1Mo-0.25V | 96-142 | 1650-4050 | 4050-9643 | 745 | 兰石重装, 新疆宜力环保能源有限公司 50 万吨/年煤焦油加氢项目 |



临氢12Cr2Mo1VR /2. 25Cr-1Mo-0. 25V (0. 3V)

钢板典型应用

| 牌号 | 厚度mm | 宽度mm | 长度mm | 订货量t | 应用项目 |
|------------|--------|-----------|------------|--------|--|
| 12Cr2Mo1VR | 34-104 | 1550-2770 | 4550-7100 | 310 | 吉林弘泰15万吨/年煤焦油反应器, 新佑能源设计, 兰石重装 |
| 12Cr2Mo1VR | 30-110 | 1660-2780 | 5210-7760 | 500 | 山东天源30万吨/年煤焦油反应器, 一重制造 |
| 12Cr2Mo1VR | 76-118 | 2100-3310 | 7293-8317 | 565. 6 | 山东宝舜精制反应器, 兰石重装 |
| 12Cr2Mo1VR | 64-118 | 2105-3400 | 3120-8530 | 250. 1 | 一重, 山东龙源石化项目 |
| 12Cr2Mo1VR | 26-132 | 1600-3500 | 4120-8660 | 369. 9 | 抚机, 东营奥星石化公司润滑油精制及其配套项目 |
| 12Cr2Mo1VR | 44-162 | 1720-1850 | 7710-15600 | 435. 4 | 一重, 山东寿光鲁清石化油品升级项目, 安徽华东化工医药工程有限责任公司设计 |
| 12Cr2Mo1VR | -137 | 1806-2560 | 9670-14046 | 1357 | 盘锦北方沥青项目加氢精制装置, 兰石重装 洛阳瑞泽设计 |
| 12Cr2Mo1VR | -140 | | | 324 | 新疆天雨煤化有限公司煤焦油预加氢反应器, 兰石重装 |
| 12Cr2Mo1VR | 71、96 | | | 195 | 山东潍坊石大异构脱蜡反应器和补充精制反应器 兰石重装 |



临氢12Cr2Mo1VR /2. 25Cr-1Mo-0. 25V (0. 3V)

钢板典型应用

| 牌号 | 厚度mm | 宽度mm | 长度mm | 订货量t | 应用项目 |
|------------|--------|------|------|------|---|
| 12Cr2Mo1VR | 83-144 | | | 567 | 新疆美汇特煤焦油反应器项目 新疆兰石重装 |
| 12Cr2Mo1VR | 92-118 | | | 77 | 武汉海王蓄热器 哈锅 |
| 12Cr2Mo1VR | 70-126 | | | 326 | 恒力石化（大连）炼化1150万吨/年重油加氢裂化装置 兰石重装 |
| 12Cr2Mo1VR | 114 | | | 61 | 新疆信汇峡焦油反应器项目 新疆兰石重装 |
| 12Cr2Mo1VR | 76-140 | | | 575 | 辽宁海化集团煤油加氢装置反应器 大连万阳重工 |
| 12Cr2Mo1VR | 70-112 | | | 588 | 枣庄振兴能源有限公司20万吨/年煤焦油馏分轻质化项目 青岛兰石重型 |
| 12Cr2Mo1VR | 72-98 | | | 448 | 滨州北海汇宏新材料有限公司15万吨/年煤焦油深加工项目加氢裂化反应器 青岛兰石重型 |
| 12Cr2Mo1VR | 89-120 | | | 61 | 山东广悦化工集团煤焦油反应器和高压容器 兰石重型装备 |
| 12Cr2Mo1VR | 92-120 | | | 207 | 河北新启元能源技术开发股份有限公司20万吨/年劣质重油加氢项目 青岛兰石重型 |



临氢12Cr2Mo1VR /2. 25Cr-1Mo-0. 25V (0. 3V)

钢板典型应用

| 牌号 | 厚度mm | 宽度mm | 长度mm | 订货量t | 应用项目 |
|------------|--------|------|------|-------|---|
| 12Cr2Mo1VR | 82-122 | | | 571 | 中海外瑞丰新能源（宁夏）有限公司30万吨/年煤焦油加氢项目 兰州兰石重型 |
| 12Cr2Mo1VR | 110 | | | 33 | 陕西精益化工有限公司煤焦油深加工多联产综合利用项目 兰州兰石重型 |
| 12Cr2Mo1VR | -140 | | | 486 | 河北鑫海化工集团有限公司油品质量升级联合装置项目140万吨/年柴油加氢改质装置 一重大连加氢 |
| 12Cr2Mo1VR | 104 | 4350 | 4350 | 32 | 河北鑫海化工集团有限公司油品质量升级联合装置项目140万吨/年柴油加氢改质装置封头板 一重大连加氢 |
| 12Cr2Mo1VR | -154 | | | 101 | 中国石化镇海炼化分公司260万吨/年沸腾床渣油加氢装置用板 兰州兰石重型 |
| 12Cr2Mo1VR | 120 | | | 64 | 大连锦源石油化工50万吨/年重质液体石蜡加氢精制装置大连万阳重工 |
| 小计 | | | | 11815 | |

162×1925×14980mm (37吨)临氢12Cr2Mo1R钢板应用于宁波天翼制造的九江石化加氢反应器（见下图）。

198×1996×11060mm (35吨)临氢12Cr2Mo1R钢板应用于抚机制造的长岭热高压分离器。

190mm临氢12Cr2Mo1R钢板应用于兰石厂制造的金陵石化热高压分离器。



锻轧钢板应用:2015年, 中国第一重型机械集团大连加氢反应器制造有限公司在我公司订12Cr2Mo1R钢板606吨, 用于镇海炼化300万吨/年柴油加氢装置加氢精制反应器, 最大单重达到49吨, 最大厚度174mm, 在生产时采用78T正十六棱巨型圆钢锭锻造开坯再进行轧制的生产工艺。

174×1920×17700mm, 4张

174×1970×17700mm, 4张

174×2020×17700mm, 3张

112×3580×7150mm, 2张

112×3030×6050mm, 2张





2016年6月21日下午，经过110分钟的吊装，自重达827吨、高36.7米的镇海炼化300万吨/年柴油加氢装置加氢精制反应器成功吊装



图为设备吊装直立后移向就位位置



盘锦北方沥青燃料有限公司300万吨/年汽柴油加氢精制装置，
12Cr2Mo1VR (137mm)



8. 超低温08Ni3DR(3.5Ni、SA203D/E)钢板

08Ni3DR是GB150、GB3531中新增加的牌号，对应美标牌号SA203E、SA203D；欧标牌号12Ni14；日本牌号SL3N255、SL3N275，亦称为3.5Ni钢，是含镍量为3.5%的超低温钢，在-101℃具有优良低温韧性和较高的强度，成为-101℃级低温设备和容器的最重要结构材料，广泛应用于化工行业的低温甲醇洗、乙烯塔等低温设备，舞钢08Ni3DR \ SA203E、SA203D 应用量已超过1.5万吨。

- 1.脱甲烷塔、脱乙烷塔、乙烯塔、丙烯高压脱丙烷塔
- 2.甲醇洗涤塔、H₂S浓缩塔、CO₂塔
- 3.甲醇捕雾器
- 4.液体烯烃用储存容器和输送管道
- 5.大型液化天然气（LNG）储罐
- 6.运输液化天然气的管道、槽船等



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

随着我国煤化工和石油化工行业的持续发展，国内对3.5Ni钢的需求增加，舞钢公司于2006年在国内首先开始研制SA203E(3.5Ni)钢板。

- 2008年SA203E(3.5Ni)通过容标委评审，最大厚度100mm；
- 2010年08Ni3DR(SA203E)通过补充评审，增加了正火型钢板；
- 2013年08Ni3DR(SA203E)通过扩大厚度评审，最大厚度达150mm。





8.08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

技术要求

钢的化学成分（熔炼分析wt%）

| | C | Si | Mn | P | S | Ni | Mo | V | Alt |
|---------|-----------|-------------------|-------------------|------------|------------|-------------------|-----------|-----------|------------|
| SA203D | ≤ 0.17 | 0.15 ~ | ≤ 0.70 | ≤ 0.035 | ≤ 0.035 | 3.25 ~ | | | |
| SA203E | ≤ 0.20 | 0.35 | ≤ 0.80 | | | 3.70 | | | |
| 08Ni3DR | ≤ 0.10 | 0.15 ~ 0.35 | 0.30 ~ 0.80 | ≤ 0.012 | ≤ 0.005 | 3.25 ~ 3.70 | ≤ 0.12 | ≤ 0.05 | ≥ 0.020 |

可以保证**Ceq** ≤0.45%的特殊要求，此时要降低C含量至0.05%左右，Ni仍在3.5%左右。已按照**Ceq** ≤0.45%的特殊要求批量生产应用于惠生项目等。



8.08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

力学及工艺性能

| 牌号 | 钢板厚度 mm | 室温拉伸 | | | 冲击试验（横向） | |
|---------|------------|---|----------------------|------|----------|---------------------|
| | | Re _l 或R _{p0.2} , MPa | R _m , MPa | A, % | 试验温度 | KV ₂ , J |
| SA203D | ≤50 | ≥255 | 450~585 | ≥19 | -101℃ | ≥27 |
| | >50~100 | | | ≥23 | | |
| SA203E | ≤50 | ≥275 | 485~620 | ≥17 | | |
| | >50~100 | | | ≥21 | | |
| 08Ni3DR | 8~60 | ≥320 | 490~620 | ≥21 | -100℃ | ≥60 |
| | >60~100 | ≥300 | 480~610 | | | |

采用08Ni3DR，与SA203相比，可减少厚度，减轻设备重量，降低设备成本。



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

- 关键技术
- 钢的纯净度
- 两相区温度淬火的工艺



8. 08Ni3DR(3.5Ni)、 SA203D/E)钢板

典型业绩

- SEI设计，大连金重制造，中海油惠州炼化二期2200万吨/年炼油改扩建及100万吨/年乙烯项目预脱甲烷塔和乙烯精馏塔、变换气吸收塔、闪蒸塔

| 设备名称 | 直径 mm | 塔高 mm | 设计 压力 | 设计 温度 | 操作 压力 | 操作 温度 | 介质 |
|-------|-----------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|------------------------|
| 预脱甲烷塔 | DN2800 /5700 | 55100 | 4.55 MPa | -70℃ | 3.27 MPa | -36.4℃ | 氢、甲烷、 C2、C3、C4 烃 |
| 乙烯精馏塔 | DN6000 | 84900 | 1.2 MPa | -75℃ | 0.64 MPa | -60.6℃ | 乙烯、乙烷 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

| | | | | | | |
|--------|------|-------------|-------|--------------|------|---------------------------|
| 设备名称 | 直径 | 5100mm | 设计温度 | -70℃/80℃ | 工作温度 | -56℃ |
| 变换气吸收塔 | 塔高 | 82680mm | 设计压力 | 4.0MPa | 工作压力 | 3.29MPa(顶) 3.37MPa(底) |
| | 液压 | 5.0MPa (立) | 设备总重量 | 840吨 | 介质 | CO2/甲醇/CH4/ H2/CO/H2S |
| | 试验压力 | 5.77MPa (卧) | | | | |
| 设备名称 | 直径 | 3800mm | 设计温度 | -70℃/ 80℃ | 工作温度 | -54℃ |
| H2S闪蒸塔 | 塔高 | 60100mm | 设计压力 | 4.9MPa | 工作压力 | 1.1MPa |
| | 液压 | 6.13MPa (立) | 设备总重量 | 320吨 | 介质 | CO2/甲醇/CH4/ H2/H2O/H2S |
| | 试验压力 | 6.3MPa (卧) | | | | |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

订货明细

| 设备 | 牌号 | 规格 | 块数 | 重量 |
|---------------|---------|----------------------------|-----|-------|
| 乙烯精馏塔 | 08Ni3DR | 16~32×2600~3100×9200~12000 | 96 | 550吨 |
| 预脱甲烷塔 | 08Ni3DR | 42×2840×9000 | 4 | 30吨 |
| | 08Ni3DR | 46×3520×3520 | 1 | 5吨 |
| | 08Ni3DR | 80~82×2600~3000×9160 | 26 | 440吨 |
| | 08Ni3DR | 90×3100×9300 | 3 | 60吨 |
| 变换气吸收塔 闪蒸塔 | SA203E | 72×2200~3300×8124 | 20 | 268 |
| | SA203E | 75×2240~2740×5480~7350 | 3 | 30吨 |
| 合计 | 合计 | | 153 | 1400吨 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

实物质量—化学成分

| 炉号 | C | Si | Mn | P | S | Ni | V | Mo | Al |
|------------|----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|-----------------|
| 要求值 | \leq 0.10 | 0.15 ~ 0.35 | 0.30 ~ 0.80 | \leq 0.008 | \leq 0.005 | 3.25 ~ 3.70 | \leq 0.05 | \leq 0.12 | 0.020~ 0.035 |
| 15403549N3 | \leq 0.10 | 0.23 | 0.70 | 0.006 | 0.003 | 3.45 | 0.001 | 0.08 | 0.027 |
| 15404100N3 | \leq 0.10 | 0.23 | 0.70 | 0.004 | 0.002 | 3.48 | 0.001 | 0.08 | 0.025 |
| 15102819N0 | \leq 0.10 | 0.22 | 0.72 | 0.005 | 0.002 | 3.46 | 0.002 | 0.09 | 0.023 |
| 15403595N3 | \leq 0.10 | 0.20 | 0.73 | 0.005 | 0.003 | 3.47 | 0.001 | 0.09 | 0.033 |
| 15403668N3 | \leq 0.10 | 0.24 | 0.79 | 0.004 | 0.003 | 3.48 | 0.001 | 0.09 | 0.034 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

乙烯精馏塔用08NI3DR钢板实物质量

| 钢种 | 批号 | 规格 | 热处理工艺 | 位置 | 屈服 | 强度 | 延伸率 | 冲击 | 位置 | 功1 | 功2 | 功3 |
|---------|-------------|----|-------|-----|-----|-----|------|-------|-----|-----|-----|-----|
| 08Ni3DR | GCB515360-T | 30 | | 1/2 | 502 | 591 | 29.0 | -100℃ | 1/2 | 189 | 251 | 188 |
| 08Ni3DR | GCB515360-T | 30 | 最大模焊 | 1/2 | 481 | 572 | 27.0 | -100℃ | 1/2 | 243 | 271 | 278 |
| 08Ni3DR | GCB515360-T | 30 | 最小模焊 | | | | | -100℃ | 1/2 | 233 | 271 | 289 |
| 08Ni3DR | GCB515360-W | 30 | | 1/2 | 494 | 585 | 28.0 | -100℃ | 1/2 | 232 | 227 | 300 |
| 08Ni3DR | GCB515360-W | 30 | 最大模焊 | 1/2 | 468 | 566 | 27.5 | -100℃ | 1/2 | 229 | 281 | 240 |
| 08Ni3DR | GCB515360-W | 30 | 最小模焊 | | | | | -100℃ | 1/2 | 236 | 246 | 197 |
| 08Ni3DR | GCB515392-T | 32 | | 1/2 | 463 | 563 | 22.5 | -100℃ | 1/2 | 201 | 211 | 197 |
| 08Ni3DR | GCB515392-T | 32 | 最大模焊 | 1/2 | 485 | 581 | 24.0 | -100℃ | 1/2 | 300 | 276 | 299 |
| 08Ni3DR | GCB515392-T | 32 | 最小模焊 | | | | | -100℃ | 1/2 | 299 | 299 | 299 |
| 08Ni3DR | GCB515392-W | 32 | | 1/2 | 491 | 586 | 25.5 | -100℃ | 1/2 | 299 | 299 | 263 |
| 08Ni3DR | GCB515392-W | 32 | 最大模焊 | 1/2 | 491 | 581 | 27.5 | -100℃ | 1/2 | 300 | 210 | 293 |
| 08Ni3DR | GCB515392-W | 32 | 最小模焊 | | | | | -100℃ | 1/2 | 201 | 280 | 277 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

预脱甲烷塔用08NI3DR钢板实物质量

| 钢种 | 批号 | 规格 | 热处理工艺 | 位置 | 屈服 | 强度 | 延伸率 | 冲击温度 | 位置 | 功1 | 功2 | 功3 |
|---------|--------------|----|-------|-----|-----|-----|------|-------|-----|------------|------------|------------|
| 08Ni3DR | GCHB506690-T | 80 | | 1/2 | 436 | 545 | 30.5 | -100℃ | 1/2 | 261 | 258 | 250 |
| 08Ni3DR | GCHB506690-T | 80 | 最大模焊 | 1/2 | 388 | 555 | 30.0 | -100℃ | 1/2 | 237 | 210 | 216 |
| 08Ni3DR | GCHB506690-T | 80 | 最小模焊 | | | | | -100℃ | 1/2 | 214 | 300 | 208 |
| 08Ni3DR | GCHB506690-W | 80 | | 1/2 | 456 | 561 | 29.0 | -100℃ | 1/2 | 253 | 265 | 223 |
| 08Ni3DR | GCHB506690-W | 80 | 最大模焊 | 1/2 | 442 | 552 | 26.5 | -100℃ | 1/2 | 170 | 299 | 299 |
| 08Ni3DR | GCHB506690-W | 80 | 最小模焊 | | | | | -100℃ | 1/2 | 214 | 215 | 253 |
| 08Ni3DR | GCHA509367-T | 90 | | 1/2 | 443 | 537 | 28.5 | -100℃ | 1/2 | 300 | 300 | 288 |
| 08Ni3DR | GCHA509367-T | 90 | 最大模焊 | 1/2 | 450 | 542 | 30.0 | -100℃ | 1/2 | 187 | 200 | 190 |
| 08Ni3DR | CHA509367-T | 90 | 最小模焊 | | | | | -100℃ | 1/2 | 149 | 168 | 179 |
| 08Ni3DR | GCHA509367-W | 90 | | 1/2 | 452 | 544 | 28.0 | -100℃ | 1/2 | 300 | 300 | 228 |
| 08Ni3DR | GCHA509367-W | 90 | 最大模焊 | 1/2 | 447 | 539 | 30.5 | -100℃ | 1/2 | 204 | 188 | 178 |
| 08Ni3DR | GCHA509367-W | 90 | 最小模焊 | | | | | -100℃ | 1/2 | 194 | 210 | 158 |

模拟热处理温度为 $590^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，最大模拟热处理时间为20小时，
最小模拟热处理时间为5小时，样坯装、出炉时炉温 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ ， 400°C 以上
升温速度 $45^{\circ}\text{C}/\text{h} \sim 61^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，降温速度 $55^{\circ}\text{C}/\text{h} \sim 77^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

变换气吸收塔用SA203E钢板实物质量

| 批号 | 炉号 | 规格 | 热处理工艺 | 位置 | 屈服 | 强度 | 延伸率 | 冲击 | 位置 | 功1 | 功2 | 功3 |
|--------------|------------|----|-------|-----|-----|-----|------|-------|-----|-----|-----|-----|
| GCHB506154-T | 15403547N3 | 72 | | 1/2 | 463 | 560 | 29.0 | -100℃ | 1/2 | 300 | 247 | 226 |
| GCHB506154-T | 15403547N3 | 72 | 最大模焊 | 1/2 | 441 | 545 | 28.0 | -100℃ | 1/2 | 293 | 300 | 299 |
| GCHB506154-T | 15403547N3 | 72 | 最小模焊 | | | | | -100℃ | 1/2 | 222 | 257 | 263 |
| GCHB506154-W | 15403547N3 | 72 | | 1/2 | 464 | 560 | 33.0 | -100℃ | 1/2 | 256 | 176 | 250 |
| GCHB506154-W | 15403547N3 | 72 | 最大模焊 | 1/2 | 459 | 552 | 26.5 | -100℃ | 1/2 | 300 | 246 | 300 |
| GCHB506154-W | 15403547N3 | 72 | 最小模焊 | | | | | -100℃ | 1/2 | 240 | 260 | 168 |
| GCHB506193-T | 15403595N3 | 75 | | 1/2 | 442 | 551 | 32.5 | -100℃ | 1/2 | 270 | 185 | 220 |
| GCHB506193-T | 15403595N3 | 75 | 最大模焊 | 1/2 | 441 | 545 | 27.0 | -100℃ | 1/2 | 295 | 195 | 300 |
| GCHB506193-T | 15403595N3 | 75 | 最小模焊 | | | | | -100℃ | 1/2 | 297 | 299 | 299 |
| GCHB506193-W | 15403595N3 | 75 | | 1/2 | 464 | 565 | 33.0 | -100℃ | 1/2 | 203 | 262 | 211 |
| GCHB506193-W | 15403595N3 | 75 | 最大模焊 | 1/2 | 454 | 550 | 26.5 | -100℃ | 1/2 | 285 | 265 | 219 |
| GCHB506193-W | 15403595N3 | 75 | 最小模焊 | | | | | -100℃ | 1/2 | 206 | 299 | 263 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

典型业绩

- 北京华福工程公司设计，兰石重装制造，乌兰集团兴安盟年产135万吨合成氨、240万吨尿素项目一期工程低温甲醇洗单元变换气甲醇吸收塔。
- 国内最大的变换气甲醇吸收塔

| | | | | | |
|------------|--------------------------|------|--------------|-----------|--------------------------|
| 直径 | 4200mm | 设计温度 | -80℃/ 70℃ | 工作温度 | -64.7℃ |
| 塔高 | 88650mm | 设计压力 | 6.8MPa | 工作压力 | 5.47MPa(顶) 5.56MPa(底) |
| 液压 试验压力 | 8.5MPa (立) 9.4MPa (卧) | 介质 | 变换气 /甲醇 | 设备 总重量 | 1017吨 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

订货明细

| 设备 | 牌号 | 规格 | 块数 | 重量 |
|----------|---------|--------------------|----|------|
| 变换气甲醇吸收塔 | 08Ni3DR | 47×2900×4800 | 2 | 10吨 |
| | 08Ni3DR | 73×2440×11060 | 4 | 64吨 |
| | 08Ni3DR | 89×1800~2700×13624 | 17 | 400吨 |
| | 08Ni3DR | 98×2820×10900 | 2 | 32吨 |
| | 合计 | | 25 | 500吨 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

北京华福工程公司设计，兰石重装制造，国内最大的变换气甲醇吸收塔，乌兰集团兴安盟年产135万吨合成氨、240万吨尿素项目低温甲醇洗单元变换气甲醇吸收塔板实物性能

| 钢种 | 批号 | 规格 | 热处理制度 | 位置 | 屈服强度 | 抗拉强度 | 伸长率 | 冲击温度 | 位置 | 冲击功,J | | |
|---------|---------------|----|--------|-----|------|------|------|-------|-----|-------|-----|-----|
| 08Ni3DR | GZZHA517161-T | 98 | | 1/2 | 422 | 533 | 27.5 | -100℃ | 1/2 | 300 | 265 | 299 |
| 08Ni3DR | GZZHA517161-T | 98 | 最小模拟焊后 | 1/2 | 406 | 518 | 30 | -100℃ | 1/4 | 284 | 300 | 266 |
| 08Ni3DR | GZZHA517161-T | 98 | 最小模拟焊后 | | | | | -100℃ | 1/2 | 285 | 290 | 295 |
| 08Ni3DR | GZZHA517161-T | 98 | 最大模拟焊后 | 1/2 | 398 | 516 | 26 | -100℃ | 1/4 | 300 | 300 | 300 |
| 08Ni3DR | GZZHA517161-T | 98 | 最大模拟焊后 | | | | | -100℃ | 1/2 | 265 | 275 | 280 |
| 08Ni3DR | GZZHA517161-W | 98 | | 1/2 | 423 | 543 | 30 | -100℃ | 1/2 | 300 | 299 | 298 |
| 08Ni3DR | GZZHA517161-W | 98 | 最小模拟焊后 | 1/2 | 417 | 538 | 27.5 | -100℃ | 1/4 | 299 | 299 | 299 |
| 08Ni3DR | GZZHA517161-W | 98 | 最小模拟焊后 | | | | | -100℃ | 1/2 | 299 | 272 | 299 |
| 08Ni3DR | GZZHA517161-W | 98 | 最大模拟焊后 | 1/2 | 405 | 520 | 26 | -100℃ | 1/4 | 300 | 300 | 275 |
| 08Ni3DR | GZZHA517161-W | 98 | 最大模拟焊后 | | | | | -100℃ | 1/2 | 280 | 283 | 295 |

试样模拟焊后热处理制度为：

Max.PWHT：装炉温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ ，升温速率 $(55\sim 65)^{\circ}\text{C/h}$ ，保温温度 $610+15-10^{\circ}\text{C}\times 9$ 小时，冷却速率 $(55\sim 65)^{\circ}\text{C/h}$ ，冷至 400°C 后出炉空冷。

Min.PWHT：装炉温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ ，升温速率 $(55\sim 65)^{\circ}\text{C/h}$ ，保温温度 $610+15-10^{\circ}\text{C}\times 3$ 小时，冷却速率 $(55\sim 65)^{\circ}\text{C/h}$ ，冷至 400°C 后出炉空冷。



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

典型业绩

- 华陆工程公司设计，华鲁恒升四期工程项目低温甲醇洗单元未变换气甲醇洗涤塔。

| | | | | | |
|------------|----------------------------|----------|--|---------------|---------|
| 直径 | 2800mm | 设计 温度 | -75℃/ 80℃ | 工作 温度 | -54.75℃ |
| 塔高 | 69950mm | 设计 压力 | 6.5MPa | 工作 压力 | 5.58MPa |
| 液压 试验压力 | 8.13MPa (立) 8.78MPa (卧) | 介质 | CO ₂ /H ₂ S /H ₂ /CO/ CH ₄ /甲醇 | 设备 净重 量 | 346吨 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

典型业绩

- 华陆工程公司设计，华鲁恒升四期工程项目低温甲醇洗单元变换气甲醇洗涤塔。

| | | | | | |
|------------|----------------------------|------|--|-----------|---------------------|
| 直径 | 4000mm | 设计温度 | -75℃/ 80℃ | 工作温度 | -39.97℃/ -15.12℃ |
| 塔高 | 81600mm | 设计压力 | 6.5MPa | 工作压力 | 5.48MPa |
| 液压 试验压力 | 8.13MPa (立) 8.93MPa (卧) | 介质 | CO ₂ /H ₂ S/H ₂ /C O/CH ₄ /甲醇 | 设备 净重量 | 766.5吨 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

订货明细

| 设备 | 牌号 | 规格 | 块数 | 重量 |
|-----------|---------|-------------------------|----|------|
| 未变换气甲醇洗涤塔 | 08Ni3DR | 60×2730×8985～9100 | 2 | 23吨 |
| | 08Ni3DR | 60×3500×60×8985～9090 | 8 | 120吨 |
| | 08Ni3DR | 70×3500×9017 | 1 | 18吨 |
| | 08Ni3DR | 77×3524×9300 | 1 | 9吨 |
| 变换气甲醇洗涤塔 | 08Ni3DR | 62×2310～2845×4000～13210 | 2 | 20吨 |
| | 08Ni3DR | 95×1800～3500×7218～7280 | 39 | 560吨 |
| 合计 | 合计 | | 53 | 770吨 |



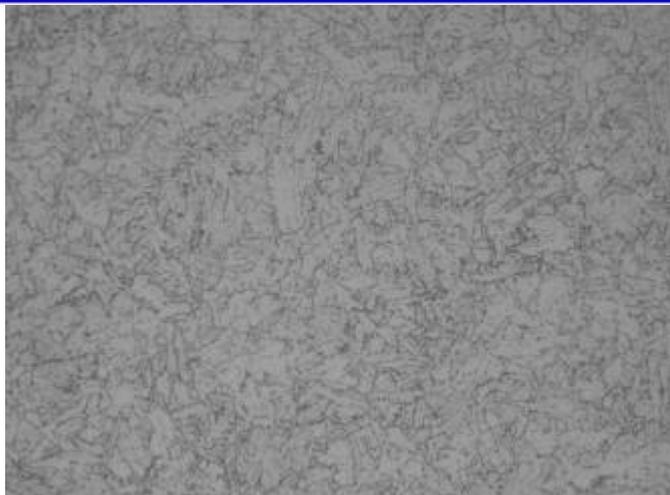
8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

华陆工程公司设计，华鲁恒升四期未变换气甲醇洗涤塔和变换气甲醇洗涤塔实物质量

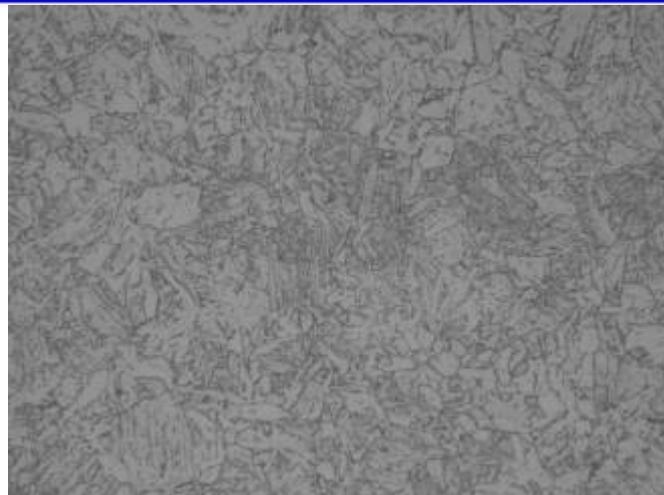
| 钢种 | 批号 | 规格 | 热处理制度 | 位置 | 屈服强度 | 抗拉强度 | 伸长率 | 冲击温度 | 位置 | 冲击功,J | | |
|---------|------------|----|--------|-----|------|------|------|-------|-----|-------|-----|------|
| | | | | | | | | | | | | |
| 08Ni3DR | GZHA607112 | 95 | | 1/2 | 415 | 535 | 28.5 | -100℃ | 1/2 | 290 | 255 | 289 |
| 08Ni3DR | GZHA607112 | 95 | 最大模拟焊后 | 1/2 | 420 | 530 | 30 | -100℃ | 1/2 | 274 | 200 | 166 |
| 08Ni3DR | GZHB607332 | 95 | | | 405 | 520 | 28 | -100℃ | 1/2 | 225 | 285 | 215 |
| 08Ni3DR | GZHB607332 | 95 | 最大模拟焊后 | 1/2 | 395 | 520 | 28 | -100℃ | 1/2 | 240 | 262 | 281 |
| 08Ni3DR | GZHB607400 | 95 | | | 410 | 545 | 27 | -100℃ | 1/2 | 255 | 265 | 270 |
| 08Ni3DR | GZHB607400 | 95 | 最大模拟焊后 | 1/2 | 405 | 535 | 28 | -100℃ | 1/2 | 260 | 220 | 238 |
| 08Ni3DR | GZHB607267 | 95 | | 1/2 | 420 | 540 | 28 | -100℃ | 1/2 | 259 | 249 | 230 |
| 08Ni3DR | GZHB607267 | 95 | 最小模拟焊后 | | 430 | 550 | 27 | -100℃ | 1/2 | 225 | 254 | 254 |
| 08Ni3DR | GZHB607268 | 95 | | | 390 | 520 | 26 | -100℃ | 1/2 | 253 | 260 | 2715 |
| 08Ni3DR | GZHB607268 | 95 | 最大模拟焊后 | | 395 | 530 | 28 | -100℃ | 1/2 | 245 | 223 | 275 |

最大模拟热处理温度为 $590^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C} \times 22$ 小时，样坯装、出炉时炉温 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ ， 400°C 以上升温速度 $40^{\circ}\text{C}/\text{h} \sim 55^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，降温速度 $50^{\circ}\text{C}/\text{h} \sim 66^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

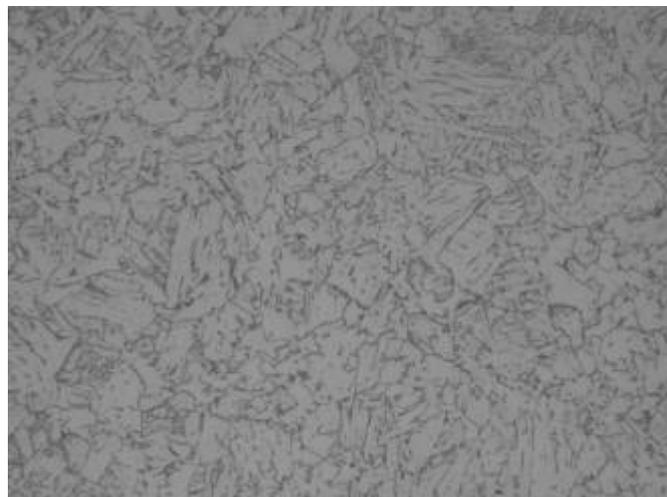
08Ni3DR 52mm厚钢板典型组织



表面组织：回火索氏体 500×



1/4处组织：回火贝氏体+铁素体500×



1/2处组织：回火贝氏体+铁素体500×

钢板的NTD试验



试验按照GB6803进行，在 -100°C 进行试验，试样均未断裂，说明钢板的韧脆转变温度 $\leq -105^{\circ}\text{C}$ ，钢板具有良好的无塑性转变温度。



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

主要业绩

| 年份 | 牌号 | 规格 mm | 数量 | 用户和项目 |
|-------|-------------------|----------|------|---|
| 2006年 | SA203E | 8-60 | 230吨 | 南化机, 惠生(南京)清洁能源合成气工程低温甲醇洗 |
| 2007年 | SA203E | 8-50 | 270吨 | 大连金重, 鄂尔多斯甲醇、二甲醚工程中的甲醇洗涤塔和H ₂ S浓缩塔, 天辰设计 |
| 2008年 | SA203E | 10-75 | 80吨 | 大连金重等 |
| 2009年 | SA203E | 10-35 | 120吨 | 大连金重等 |
| 2010年 | SA203E 08Ni3DR | 8-64 | 350吨 | 武汉东海石化, 鄂尔多斯金诚泰化工, 180万吨/年煤制甲醇项目H ₂ S浓缩塔和CO ₂ 塔, 惠生设计 |
| 2011年 | SA203E | 10-40 | 400吨 | 上海森松、抚顺机械厂、海陆重工等 |
| 2011年 | 08Ni3DR | 10-20 | 101吨 | 海陆重工, 用于同煤广发H ₂ S浓缩塔 |
| 2012年 | 08Ni3DR | 68 | 33吨 | 太原重工, 用于中煤图克CO ₂ 吸收塔 |
| 2012年 | SA203E | 42-68 | 400吨 | 张化机, 用于惠生项目 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

| 年份 | 牌号 | 规格 mm | 数量 | 用户和项目 |
|-------|---------|----------|-------|--|
| 2013年 | 08Ni3DR | 52 | 500吨 | 洛阳院设计,合肥通用承建, 山东LNG项目接收站工程的1台3000m ³ 乙烷球罐用钢。 |
| 2013年 | SA203E | 60-70 | 200吨 | 安徽华东化工医药工程有限公司设计, 金重制造, 山东金诚化工科技有限公司 MZRCC项目 洗涤塔 |
| 2013年 | 08Ni3DR | 20-30 | 260吨 | 上锅等制造低温设备 |
| 2013年 | 08Ni3DR | 20-50 | 200吨 | 湘东化机, 神华新疆煤化工项目 |
| 2013年 | SA203D | 45-50 | 170吨 | 东华工程公司设计, 大连金重制造, 黔希30万吨/年乙二醇项目低温甲醇洗涤塔, |
| 2014年 | SA203E | 20-60 | 900吨 | 德西尼布公司设计, 上海森松制造, 用于陶氏化学LHC-9项目C2普立特塔再沸器 |
| 2014年 | 08Ni3DR | 52 | 1000吨 | 洛阳院设计,合肥通用承建, 山东LNG项目接收站工程一期调整项目2台3000m ³ 乙烷球罐用钢。 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

| 年份 | 牌号 | 规格 mm | 数量 | 用户和项目 |
|-------|---------|----------|-------|---|
| 2014年 | 08Ni3DR | 50-76 | 300吨 | 东华工程公司设计，张化机制造，新疆天业集团天辰化工有限公司电石炉气综合利用制20万吨/年乙二醇和17万吨BDO（1，4丁二醇）项目用低温甲醇洗涤塔 |
| 2014年 | 08Ni3DR | 22-30 | 550吨 | 五环公司设计，锦西化机制造，内蒙古伊泰化工有限责任公司杭锦旗120万吨/年精细化学品项目CO ₂ 塔及H ₂ S浓缩塔 |
| 2015年 | 08Ni3DR | 75 | 300吨 | SEI设计，大连金重制造，中海油惠州炼化二期改扩建 1000万吨炼油项目用变换气吸收塔、H ₂ S闪蒸塔、再吸收塔 |
| 2015年 | 08Ni3DR | 90 | 1100吨 | SEI设计，大连金重制造，中海油惠州炼化二期改扩建 100万吨乙烯项目用预脱甲烷塔、精馏乙烯塔。 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、SA203D/E)钢板

| 年份 | 牌号 | 规格 mm | 数量 | 用户和项目 |
|-------|---------|----------|------|---|
| 2015年 | 08Ni3DR | 98 | 454吨 | 北京华福设计，兰石重装制造，乌兰集团年产135万吨合成氨、240万吨尿素项目一期工程低温甲醇洗单元变换气和甲醇吸收塔（直径4500mm，国内最大），设计温度-80℃，压力6.8MPa |
| 2016 | 08Ni3DR | 95 | 780吨 | 华陆工程公司设计，大连金重制造，山东华鲁恒升四期未变换气甲醇洗涤塔和变换气甲醇洗涤塔，设计温度-75℃，设计压力6.5MPa |
| 2016 | SA203E | 96 | 800 | 苏州天沃科技有限公司制造，北京石油化工工程有限公司设计，供陕西延长石油延安能源化工有限公司延安煤油气综合利用项目低温设备 |
| 2016 | 08Ni3DR | 60-75 | 240 | 西安核设备制造有限公司，北京石油化工工程有限公司设计供陕西延长石油榆林煤化有限公司一期技术改造项目甲醇主洗塔 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni)、SA203D/E)钢板

| 年份 | 牌号 | 规格 mm | 数量 | 用户和项目 |
|------|---------|----------|-------|--|
| 2016 | 08Ni3DR | 58 | 370吨 | 大连金重制造，中石油西南院设计，用于制造新疆巴州塔里木能源有限责任公司塔里木油田凝析气轻烃深度回收工程-DHX塔、回流罐。 |
| 2017 | 08Ni3DR | 100 | 20吨 | 东锅 |
| 2017 | SA203E | 40 | 68吨 | 张化机 |
| 2017 | 08Ni3DR | 46 | 95吨 | 大连金重，山东兖矿集团鲁南化肥厂低温洗涤塔 |
| 2017 | 08Ni3DR | -90 | 1800吨 | 中石化宁波工程公司设计，鲁奇技术，用于制造浙江石化4000万吨/年炼化一体化项目煤焦制气装置，变换气吸收塔、非变换器吸收塔、再吸收塔、中压闪蒸塔，张化机制造 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

| 年份 | 牌号 | 规格 mm | 数量 | 用户和项目 |
|------|---------|----------|------|---|
| 2017 | SA203D | 60\90 | 500吨 | 兖州煤业榆林能化有限公司50万吨/年聚甲氧基二甲醚项目洗涤塔,华陆工程设计,西安核设备制造 |
| 2018 | 08Ni3DR | 16-92 | 540吨 | 辽宁宝来化工轻烃利用项目100万吨/年乙烯装置,SEI设计,大连金重制造 |
| 2018 | SA203E | 64-90 | 430吨 | 江苏海力化工10万吨/年己内酰胺及配套,天辰工程设计,青岛软控制造 |
| 2018 | 08Ni3DR | 52\56 | 281吨 | 陕西精益化工低温甲醇洗,华陆工程设计,兰石重型 |
| 2018 | SA203E | 64-78 | 218吨 | 阳煤集团深州化肥有限公司22万吨/年乙二醇项目洗涤塔 |
| 2018 | 08Ni3DR | -100 | 490吨 | 晋煤明升达40万吨合成氨/60万吨尿素项目用低温甲醇洗,东华科技设计 |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

| 年份 | 牌号 | 规格 mm | 数量 | 用户和项目 |
|------|---------|----------|--------------|---|
| 2018 | 08Ni3DR | -76 | 480吨 | 万华集团100万吨乙烯项目预脱甲烷塔，惠生设计 |
| 2018 | SA203E | -100 | 426吨 | 兰石重装制造，东华科技设计，用于制造新疆天业年产100万吨乙二醇项目甲醇洗涤塔 |
| 小计 | | | --15456 吨 | |



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

设备成型



塔体上段
长度:23225mm
重量:97吨



塔体中段
长度:23800mm
重量:117吨



塔体下段长度:24100mm 重量 :115吨



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板

分段发货

下段



上段

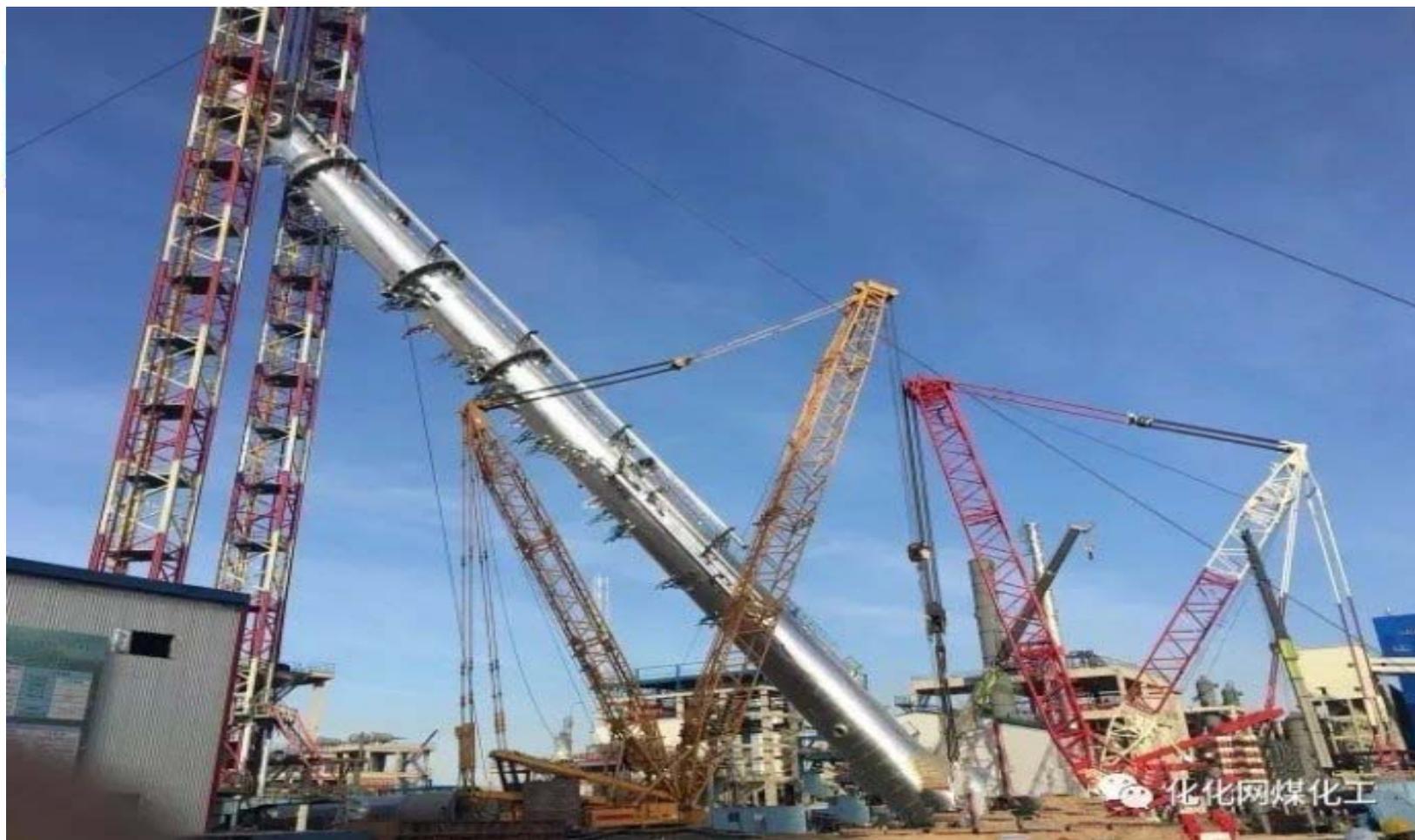


中段



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板





2017年10月25日，乌兰集团在建煤化工项目——135万吨合成氨/240万吨尿素项目净化装置关键设备——低温甲醇洗吸收塔圆满吊装就位，为项目早日投料试车投产奠定基础。甲醇洗吸收塔是净化装置的核心设备，塔高88.56米，直径4.5米，塔壁最厚120mm，总重量达1200吨，主要功能是除去混合气中的硫化氢、二氧化碳、惰性气体等杂质。本吸收塔小时处理38万立方米标准气压下的变换气，是乌兰集团兴安盟煤化工项目最大的单体设备，也是目前国内最大的低温甲醇洗吸收塔。



8. 08Ni3DR(3.5Ni、 SA203D/E)钢板



惠州炼化项目



9. 结束语

河钢舞钢依据多年临氢铬钼钢板和超低温钢的生产经验，通过理论与实践相结合的创新模式，形成了高性能板的关键成套生产技术，在广大业主、设计院、设备制造厂的支持下，产品已在加氢反应器、气化炉、变换炉、低温甲醇洗、乙烯设备等方面大量替代进口，获得大量应用。河钢舞钢愿进一步为广大业主、设计院、设备制造厂提供良好的服务！

谢谢!