

海绵钛分公司 10 台还蒸电炉节能改造性大修项目

技术协议

甲方：攀钢集团矿业有限公司海绵钛分公司

乙方：



签订日期：二〇二二年 月 日

陈勇 吴深 惠金 邱毅

1. 工况条件

1.1 使用环境

蒸馏电炉使用在海绵钛分公司还原蒸馏作业区内，所处的环境含有少量的粉尘、真空泵油烟气、水蒸汽、少量的氯化镁烟气等。

1.2 地理条件

海拔高度：1172~1230m

地震烈度：7 度

1.3 气候条件

室外湿度：最冷月平均 50%；最热月平均 76%

1.4. 室外风速：

冬季 1.5m/s；夏季 0.8m/s

全年主导风向及频率 C：47%；S：8%

冬季主导风向及频率 C：44%；S：9%；SSW：8%

夏季主导风向及频率 C：56%；N：5%

1.5. 大气压力：

冬季 82.83kPa；夏季 95.74kPa

全年日平均温度低于+5℃的天数 8 天

年平均温度 16.1℃

极端最高温度 34.0℃

极端最低温度 -1.9℃

1.6. 冷却水

电炉法兰盘冷却水流量：2 m³/h；

冷却水入口温度：≤32℃

冷却水出口温度：≤55℃

冷却水压力：0.3-0.4MPa

2. 电炉的用途及主要参数

2.1 蒸馏炉工艺用途

蒸馏炉是一种用于在特定温度下利用镁热熔融法将四氯化钛还原成海

绵钛的重要设备，本项目使用的还原反应电炉为井式加热炉设备。

2.2 主要设计参数

主要的设计参数如下：

额定功率：740kW

工作温度：1020℃

电源：380V/3N/50Hz

加热区数：4 区 电阻丝数量：24 根

加热元件接法：Y 型连接

各区功率：1 区 180kW，2 区 200kW，3 区 200kW，4 区 160kW

空炉升温时间：≤3.5h(室温→1000℃)

空炉降温时间：≤24h(冷却风机强制冷却，1000℃→50℃)

炉子表面温升：≤45℃

电炉炉膛与反应罐之间的工作压力(绝压)：5.33-13.33kPa

3. 项目主要内容：

3.1 蒸馏电炉 10 套，每套蒸馏炉检修内容如下，其中蒸馏炉壳利旧。

3.1.1. 炉体内衬、保温层及附件拆除：

● 炉体内衬、保温层、炉本体加热带、测温装置、导电棒、铜卡子等附件拆除；

● 拆除炉口及炉壁纤维模块、硅酸铝纤维保温层、不锈钢支架及其它附件；

3.1.2. 炉体保温内衬、保温层、加热带及其它附件采购、安装、施工、调试：

● 对炉壳内壁进行手动除锈清理、防腐；

● 炉壁锚固件设计、采购、安装施工；

● 炉壁保温纤维毯、整体保温模块(或派罗块)，含整体成型模块(或派罗块)设计、采购、安装施工；

● 导电棒、铜卡子、加热带、硅胶垫、绝缘套等附件采购、安装施工；

●防撞钉保护瓷管、热电偶保护瓷管、电极保护瓷管、真空口陶瓷管、陶瓷钉等附件采购、安装；

●施工完后，施工方负责炉体真空检漏等。

●施工完后配合资料移交（含所有耐火材料理化指标）、技术交底、蒸馏炉调试。

●检修项目工期：单炉现场施工绝对工期 20 天。具体施工起始时间以甲方通知为准。供货周期：1 个月。计划一个月检修 1 台电炉，具体施工起始时间以甲方通知为准。

3.2 承揽方负责提供检修施工所需的所有备材、各类工具（包括专用工具、焊工工具、电器工具等）劳保及施工安全措施等。

3.3 提供设计详细备材清单。（投标方提供，含备材名称、型号规格、制造商/品牌，材质及机制指标）。

4. 项目施工具体内容

蒸馏电炉改造主要是把原设计的保温砖、保温块和加热元件进行拆除，采用保温纤维毯、整体保温模块（或派罗块）、铁铬铝（材质：0Cr21Al6Nb）电阻带加热元件、特殊结构导电棒等，达到节能和升级的目标和技术要求。

保温结构采用国内外先进的炉衬结构，保温毯+整体保温模块（或派罗块）的结构，通过轻型耐火纤维结构，减少炉内热量损失，缩短加热时间，从而降低能耗。导电棒采用专用引电极结构（材质：0Cr21Al6Nb），密封可靠。导电棒与电缆接线连接采用铜卡子连接方式，接触紧密牢固。

通过对加热元件（电阻带）进行理论计算，使其加热器结构设计及布置更加优化，参数更为合理，有效延长其使用寿命。

4.1 钢结构

通过合理布局，在炉壳内焊接钢结构骨架，锚固件采用 304 耐热不锈钢锚固件（螺栓、螺母、挡板），在高温、高腐蚀的恶劣环境下不易变形腐蚀，有利于延长还蒸炉专用保温模块的使用寿命。

4.2 电炉炉衬

平静

电炉炉衬是由保温毯+整体保温模块（或派罗块）、锚固件组成，炉衬总厚度按照甲方提供的图纸尺寸要求执行，使用寿命达到 3 年以上。

纤维毯、整体保温模块（或派罗块）符合“筑炉工程手册”施工，首先在筒体内壁上焊接锚固钉，其次沿筒体内表面错缝铺设保温毯，完成保温层施工后再安装纤维模块。炉口异型部位的纤维模块安装方式应充分考虑易检修、易更换、防脱落。炉底采用纤维模块与耐火砖相结合的方式铺设，做到保温好、易清扫。所有蒸馏炉专用保温材料固定完毕后，对内衬表面进行平整处理，最后进行加热体悬挂安装。

本次保温材料优先考虑 1430 型保温材料，但不能低于 1260 型的保温材料，使用寿命 3 年以上，锚固件具有耐高温、机械强度高特点，使用寿命在 3 年以上。

加热元件挂件及进出风口通风管采用耐高温高铝刚玉材质，耐热温度达到 1200℃。

反真空管采用耐高温的高铝刚玉直管，安装在焊接在炉壳内壁的钢管内，加热元件挂件也采用耐高温高铝刚玉材质。其耐热温度达到 1200℃。

所有产品出具权威质检报告（主要材料需第三方权威检测报告）。所选用材具有国内易采购、维护方便等特点，耐火材料具有优良的耐急冷急热、抗风蚀剥落性能。

4.3 加热元件

电炉选择的加热元件是 0Cr21Al6Nb 电阻带，该电阻带具有以下特点：

- 加热元件变形系数小，表面负荷低（1.9-2W/cm²）。
- 加热元件具有耐高温的特性，最高温度可达 1050℃。
- 抗氧化性能强。
- 重量轻、价格低
- 电阻带的使用寿命 1 年以上，使用寿命未达到 1 年由乙方免费更换。
- 保温棉安装完成后，通过陶瓷钉将电阻带固定安装在保温棉中，电

阻带的固定陶瓷钉外形为螺纹状，方便电阻带更换，有效将加热器固定在炉体专用保温模块上，不能松动及脱落。

● 采用 0Cr21Al6Nb 电阻带，其主要性能参数：

性能		0Cr21Al6Nb
主要成分(质量分数)/%	Cr	21.0~23.0
	Al	5.0~7.0
	Re	适量
	Fe	其余
最高使用温度/℃		1400
20℃时电阻率/ $\mu\Omega\cdot m$		1.45
电阻温度系数($\times 10^{-4}/^{\circ}C$)	800℃	1.03
	1000℃	1.04
	1200℃	1.04
密度/(g/cm ³)		7.1
抗拉强度/MPa		750
伸长率(%)		16
磁性		磁性

4.4 定位阻挡装置：5 台保温棉炉阻挡定位装置利旧或根据实际情况进行更换；5 台保温砖炉改保温棉炉阻挡定位装置新增。

4.5 挡尘帽檐：挡尘帽檐安装在电阻带的上方，可有效地防止反应器外壁氧化皮脱落对电阻带的砸伤和大型氧化皮直接搭落在电阻带上造成短路。挡尘帽檐采用特殊订制的陶瓷卡环制作而成，可有效的延长电阻带的使用寿命。

4.6 导电棒：采用先进的导电棒结构，密封可靠，而且维修容易，泄露情况较少，可以降低能耗。导电棒采用的是 0Cr21Al6Nb 材质，具有导电性好、自身发热率小、耐高温、耐腐蚀等特性。导电棒绝缘采用高温莫来石陶瓷管。采用硅橡胶的密封材料对导电棒进行密封绝缘，保证耐高温、耐腐蚀，保证蒸馏电炉的反真空达到 5.33~13.3kPa。导电棒接线端安装现有蒸馏炉方式实施。使用寿命 3 年以上。

4.7 导电棒的密封：采用硅橡胶的密封垫对导电棒与炉体安装部位进行密封，该密封材料具有耐高温、耐腐蚀等特点，能保证蒸馏电炉的反真空达

到 5.33-13.3kPa。

5. 蒸馏电炉改造后的主要性能参数

加热器装机容量：740kW（以甲方原设计为准）

工作温度：1020℃

电源：380V；3 相；50 Hz

电炉工作区数量：4 区

电炉各工作区的功率分配：1 区 180kW；2 区 200kW；

3 区 200kW；4 区 160kW

加热器连接方式：Y 型连接

空炉升温时间：≤3.5h（室温→1000℃）

空炉降温时间：≤5h（冷却风机强制冷却，1000℃→40℃）

炉子表面温度：<45℃

炉温稳定度：±3℃

升温速度：升温速度可调

5. 蒸馏电炉的改造及验收

5.1 改造要求

● 项目改造由乙方负责设计，按甲乙双方审查完的方案由乙方负责本项目的实施。改造方案除非双方共同同意，甲乙双方均不得擅自修改。改造后的蒸馏电炉炉膛直径、炉膛深度、电炉功率、反真空抽空管的位置和数量、测温热电偶的位置和数量等均按原设计施工，不能做任何改变。

● 需根据使用环境的状况来选择改造所用的材料。需考虑所用材料的耐高温、隔热和防碰撞等因素，尤其要考虑蒸馏电炉在生产过程中需抽反真空（工作压力为 5.33-13.3kPa），所用材料需满足抽反真空的要求。

● 因蒸馏电炉炉壳为利旧，乙方在拆除原耐火材料后，需根据改造的需要对原炉壳进行局部修补，炉壳内部进行高温防腐蚀材料的喷涂。

● 乙方考虑蒸馏电炉的密封措施（尤其考虑接线柱和热电偶与炉壳的密封），保证反真空达到 5.33-13.3kPa。

● 根据甲方近几年的使用状况，在反真空抽真空区域的加热元件容易氧化烧断，乙方需考虑反真空抽真空区域加热元件的抗氧化问题。

5.2 改造执行的标准

● 蒸馏电炉的改造主要执行的标准如下，如标准已更新，则按最新标准执行。

GB10067.1-2005 《电热设备基本技术条件》通用部分

GB10066.1-2004 《电热设备的试验方法》通用部分

GB5959.1-2003 《电热设备的安全》通用部分

GB/T3486-93 《企业合理用热技术管理原则》

GBJ87-85 《工厂企业厂区内各类地点噪声标准》

GB3095-1996 《环境污染排放》

GB50168-1992 《电气装置安装工程电缆线路及验收》

GB/T9452-88 《热处理有效加热区测定方法》

XLB265~277-87 乙方内部标准：设计、生产、包装等所颁标准

XLB98~106-80 乙方内部标准：对国内、出口产品选料、校正、铆焊、绕电阻丝（带）、钳工、机加、喷漆、砌炉等

5.3 到货验收和施工监督

5.3.1 到货检验

● 蒸馏电炉改造所需材料运抵甲方现场后，甲方将按照国家/行业标准、相关设计资料及本技术附件的相关要求对所有的材料进行到货检验。

● 在到货检验时，如发现所到材料有缺陷、损坏、尺寸不符等问题，乙方应及时进行处理或更换。

● 进口材料需提供相关证明资料。

● 在施工过程中如需补充部分材料，需报甲方现场负责人，并在到货后共同验收。

● 电阻带要提供生产厂家出厂证明及产品质检合格证。

7.1 质量保证

● 在同等条件下，蒸馏电炉的炉前电耗较现有砖型炉的炉前电耗节能不低于 15%。

● 乙方负责的提供的电炉在使用 3 个循环周期后进行综合电耗的性能考核，炉前电耗节能 $\geq 15\%$ 为合格； $15\% >$ 炉前电耗节能 $> 12\%$ 扣除全部质保金；炉前电耗节能 $< 12\%$ 乙方负责重新砌筑。

● 炉衬质保 3 年，电阻带质保 1 年。

● 空炉升温时间在 3.5 小时以内（室温 $\rightarrow 1000^{\circ}\text{C}$ ）。

● 炉壳表面温度 $\leq 45^{\circ}\text{C}$

7.2 性能考核

7.2.1 节能考核

序号	考核项目	考核值	考核权重 (占合同金额)	备注
1	节能	15%及以上	0	
		14-15%	3%	
		13-14%	6%	
		10-13%	10%	
		10%以下	乙方重新改造，并赔偿甲方相应的损失，损失金额由双方协商	
2	空炉升温 时间	$\leq 3.5\text{h}$	0	
		3.5-5h	5%	
		5-8h	10%	
		8h 以上	乙方重新改造，并赔偿甲方相应的损失，损失金额由双方协商	

注：以上两项考核指标按完成最差一项进行考核，不累积考核。

7.2.2 电炉炉衬和电阻带质保期未达到合同值，乙方负责按照以下方式免费处理。

● 电炉炉衬：在 3 年连续正常使用过程中，出现脱落等现象时免费更换；

● 电阻带：每台还原电炉每根电阻带在质保期内，连续正常使用过程中，不受外力碰撞的情况下出现断裂、脱焊、脱落等现象处理次数不超过 3 次，超过 3 次后该区域电阻丝免费更换，并保留追究责任的权利，质保期满后，乙方免费提供各种型号的电电阻带各 1 根；

7.2.3 如乙方未按合同要求提供蒸馏电炉改造的材料及未按合同要求进行施工，则乙方免费更换材料和重新施工，所出现的问题均由乙方承担。

7.2.4 炉壳温度 $>45^{\circ}\text{C}$ ，乙方负责免费整改直至合格，如处理后炉壳温度仍然 $>45^{\circ}\text{C}$ ，则按照合同总价的 5%核减乙方工程费用。

8. 双方的责任

8.1 甲方的责任

● 甲方应当根据乙方的合理要求，及时提供节能项目设计和实施所必须的资料和数据，并确保其真实、准确、完整。

● 提供节能项目实施所需要的现场条件和必要的协助。

● 根据相关规定，指派具有资质的操作人员参加培训。

● 甲方应提供必要的资料和协助，配合乙方开展节能量测量和验证。

● 甲方应根据项目方案的相关规定，及时完成项目的试运行和验收，并提供确认安装完成和试运行正常的验收文件。

● 甲方应当将与项目有关的其内部规章制度和特殊安全规定要求及时提前告知乙方的工作人员。

8.2 乙方责任

● 乙方应当按照项目方案文件规定的技术标准和要求以及本合同（技术附件）的规定，自行按时完成本项目的方案设计、施工、调试及竣工验收。

● 乙方应当确保其工作人员严格遵守甲方有关施工场地安全和卫生等方面的规定，并听从甲方合理的现场指挥。

● 乙方应当依照相关规定，对甲方的运行、操作、维护人员进行培训，使其能承担相应的操作和设施维护要求。

● 乙方应当根据相应的法律法规的要求，申请除必须由甲方申请之外的有关项目的许可、批准和同意。乙方也应当根据甲方的合理要求，协助其获得其他为实施本项目所必需的许可、同意或者是批准。

● 乙方安装和调试相关设备、设施应符合国家、行业有关施工管理法律法规和与项目相对应的技术标准规范要求，以及甲方合理的特有的施工、

管理要求。

●乙方应当确保其工作人员在项目实施的整个过程中遵守相关法律法规，以及甲方的相关规章制度。

9. 施工工期

总工期：2022. 9. 1-2023. 8. 31。

海绵钛分公司蒸馏 10 台电炉的改造周期为单台蒸馏炉绝对工期 20 天，采用一台蒸馏炉大修结束后再大修另一台的模式施工。

计划一个月检修一台。2022 年必须完成 3 台节能炉改造大修。

10. 售后服务

乙方对其产品提供及时、可靠的售后服务。质保期内，在接到甲方的通知后，乙方在 8 小时内给予答复，必要时，乙方服务人员在 72 小时内到达现场，提供服务。非乙方原因而发生的费用由甲方承担。质保期外，乙方仍有义务以优惠价格为甲方提供及时服务，费用由甲方负担。

11. 保密协议

从参与招标开始，不论是否中标，保密期限均为 15 年。保密期内，双方对对方提供的所有技术资料、文件及图纸相互承担保密责任。对未中标单位在保密期限内出现泄密，甲方保留追究其泄密的法律责任。中标单位提供的产品如涉及第三方知识产权等责任，由中标单位负责。

甲方：攀钢集团钒钛有限公司海绵钛分公司

项目负责人：

乙方：

项目负责人：

签订日期：2022 年 月 日

平静