

十标段：超低温控制阀铸件铸造设备

序号	货物名称	数量	合同履行期限	交货地点
1	超低温控制阀铸件铸造设备	详细见设备明细表	合同生效后,90天内完成制造、安装、调试	六盘山实验室

- 1 设备名称：超低温控制阀铸件铸造设备
- 2 数 量：详细见设备明细表
- 3 合同履行期限：合同签订后生效后，90 天内完成制造、安装、调试
- 4 交货地点：六盘山实验室
- 5 投标语言：中文
- 6 投标币种：人民币
- 7 报价方式：交钥匙工程。该项目供货方式为交钥匙方式——成套性交货，投标报价包括设计、制造、运输、定点卸货、安装、调试和验收以及约定培训等费用。应以尽可能明确清晰地方式列出分类明细及其相应的报价、附件说明。
- 8 设备主要用途
- 8.1 主要用于熔模铸造硅溶胶的制备、模壳的生产及焙烧。
- 8.2 超低温合金熔化设备主要用于不同金属材质（碳钢、不锈钢）的熔化、调整温度、出钢等。
- 9 基本要求
- 9.1 乙方所供的设备，必须符合中国法律、法规和相关标准的要求。
- 9.2 乙方须确保其提供的产品或技术方案拥有自主知识产权。若发生任何知识产权侵权责任经法院判决后，乙方同意赔偿及负担甲方因此所受的损失。
- 9.3 本规范书适用于六盘山实验室超低温控制阀铸件铸造设备的设计、制造、运输、卸货、吊装、安装调试、培训和交付使用的技术要求。
- 9.4 乙方应满足甲方提出的各项技术要求，并为全新设备。
- 9.5 本技术要求，仅对功能、结构、性能、安装和使用等方面，提出了最低和一般性的要求；并未对一切技术细节做出规定，也未充分引述有关标准和规范的条文。乙方应保证提供的货物是符合本技术条件和国家最新的有关标准、规范的优质产品。若有异议，

不管是多么微小，都应在投标文件“技术偏离”中予以详细说明。

9.6 乙方须严格执行本技术规范书所列标准。若甲、乙双方所执行的标准发生矛盾时，按较高标准执行，并在投标文件“技术偏离”中予以说明。

9.7 乙方在合同签订后，甲方有权因规范、标准、规程发生变化而提出一些补充要求，乙方应积极配合并满足甲方提出的合理要求。

9.8 乙方可以根据自身经验以及对本技术规范书和招标文件的理解，写明甲方招标设备（或材料）应进行的优于招标文件要求的其它方案或建议意见，包含在总价格中。

9.9 厂房条件

9.9.1 电源：220v/380v±10%、单相/三相、频率（50±2）Hz。

9.9.2 环境温度：15-30℃；相对湿度≤90%。

9.9.3 压缩空气：≥0.6 Mpa。

10 设备技术要求及主要规格参数

10.1 设备明细表

序号	设备名称	数量
1	蜡处理及供蜡系统	1 套
2	蒸汽脱蜡釜	1 套
3	蜡料静置桶	12 台
4	浆料桶	3 台
5	预湿桶	2 台
6	机器人制壳专业淋砂机	3 台
7	配浆机	1 台
8	转盘式壳模焙烧炉	2 套
9	超低温合金熔化设备	2 套

10.2 蜡处理及供蜡系统技术要求

10.2.1 包含蜡料快速除水机 1 台，输蜡泵，中温蜡传输管道及管道保温设施。

10.2.2 脱蜡炉（釜）排蜡至缓冲泄蜡桶后，蜡由过滤槽过滤后送到蜡料快速除水机。

10.2.3 蜡料快速除水机采用加热方式或真空方式脱水。

10.2.4 除水后，中温蜡由输蜡泵通过中温蜡传输管道自动输送到搅拌桶或静置桶。

10.2.5 输蜡泵具有防蜡蒸汽进入的功能。

10.2.6 除水程度可设定(除水程度随循环次数而定)，50 分钟可以去除干净至少 100 升蜡水混合物。

10.2.7 配置自动进气控制阀。

10.2.8 输蜡管路长 ≥ 30 米，直径 $\geq \Phi 48\text{mm}$ ，壁厚 $\geq 3\text{mm}$ ，保温层 $\geq 40\text{mm}$ 。

10.2.9 管路需要增加保温措施，保温使用保温油加热或★热水加热，能确保冬天 -20° 时输蜡不堵塞。

10.2.10 静置桶液位拥有自动控制功能。

10.2.11 输送蜡料的管道及控制阀门采用 304 不锈钢制作。

10.2.12 安全预案：

10.2.12.1 主要高温管道均有保温棉包覆，防止烫伤。尽可能架空走管。

10.2.12.2 输送蜡泵备份 1 个泵头，避免因维护耽误生产。

10.3 蒸汽脱蜡釜

10.3.1 电热蒸汽脱蜡釜： $\geq \Phi 1200 \times 1400\text{mm}$ 。

10.3.1.1 基本描述：本机是硅溶胶壳模脱蜡设备，启动后，外胆产生高温高压饱和蒸汽，把含有蜡的壳模快速放入内胆，打开内外胆之间的阀门，饱和蒸汽由外胆快速进入内胆，在高温高压蒸汽的蒸煮下，蜡快速从壳模内融化流出。

10.3.1.2 设备构成：内胆（脱蜡釜）、外胆（蒸汽发生器）、控制系统、软水系统、气动球阀执行机构等。

10.3.1.3 内胆盛放壳模与蜡水、外胆安装电热管加热水蒸气、控制系统控制加热和补水、软水系统负责处理硬度、气动阀控制进排气与蜡水的输送。

10.3.1.4 动力机构：电热管、压缩空气。

10.3.1.5 控制机构：采用电接点压力表或★压力变送器传递控制信号，温度控制器二级保护控制、安全阀过压保护等。

10.3.1.6 执行机构：接触器控制电力开关，气动阀门控制进排汽、排蜡与排水等。

10.3.1.7 辅助机构：配备手动推车。

10.3.1.8 工作介质： 保护状态下的水蒸气、蜡水混合物。

10.3.1.9 脱蜡釜配备触摸屏，触摸屏动态显示整个脱蜡的工作过程，同时监视脱蜡釜的工作状态，并能把工作过程中的数据（外胆压力、外胆温度等）与警报发送至上位机，上位机记录数据并形成报表上传至甲方 MES 系统，以便生产工艺改善与设备维修。

10.3.1.10 脱蜡釜配备上位机，上位机包含 plc 系统，必须支持 ModbusTCP 协议。

10.3.2 主要技术指标：

10.3.2.1 所需设备为全自动电热一体脱蜡釜，附带钠离子软化水系统。设备采用电加热管加热，内胆冷凝水极少，节能环保。

10.3.2.2 内胆规格 $\geq \Phi 1200 \times 1400\text{mm}$ ，使用 Q345R 或更高性能的压力容器专用材质。

10.3.2.3 电热脱蜡釜为 D 类压力容器，按照《中华人民共和国特种设备安全法》的规定，接受《固定式压力容器安全技术监察规程》的监督，并且铭牌上打有 TS 监检标志后出厂。同时该设备必须在使用地质量技术监督部门办理使用登记证。

10.3.3 控制系统

10.3.3.1 控制系统参数设定简单，液位计精确控制补水，有低水位干烧保护，超温保护、安全阀保护等。进排汽、排蜡、排水等通过气动球阀来控制。

10.3.4 辅助设施

10.3.4.1 脱蜡推车筐子耐高温，在弱腐蚀气体环境中使用寿命至少 5 年。

10.3.4.2 每台脱蜡釜配备 2 台小车，便于壳模运输周转，小车自带与脱蜡釜快速定位功能。

10.3.5 特殊设计

10.3.5.1 带有快开门装置及安全连锁机构，门关不到位蒸汽无法进入内胆工作室；内胆压力不到零，釜门不能打开。

10.3.5.2 外胆在工作时处于高压高温状态，内胆釜内表面温度保持在 160°C 以上，减少蒸馏水的出现，使蜡料内含水量低。

10.3.5.3 配套软水系统，带 300L 不锈钢 304 软水桶，主机带自动冲洗功能。

10.3.6 技术参数

脱蜡室体积(L)： ≥ 2050

脱蜡室内部体积(mm)： $\geq \Phi 1200 \times 1400$

可用空间(mm)： $\geq 880 \times 1300 \times 650$

整体尺寸(mm)： $\geq 2100 \times 3700 \times 2250$

压力设计(bar)： ≥ 12.0

工作压力(bar)： $\geq 7.0-11.0$

压力平衡时间(sec)：6

工作温度($^{\circ}\text{C}$)：175-190

电压(V/Ph/Hz)：400/3/50-60

耗电量(kW)：≤150

10.3.7 性能要求

10.3.7.1 过程压力控制，内外胆压力可在 $\geq 1.0\text{MPa}$ 以下设定，内胆可设置压力曲线，实现快速升压、阶段排汽、限压排蜡，防止模壳开裂。

10.3.7.2 在设计脱蜡釜的时候，最需优先考虑的问题就是建立快速常规的蒸汽注射系统，必须保证在4秒内就能达到 $\geq 7\text{bar}$ （ 0.7MPa ）压力。

10.3.7.3 通过排水收集系统将蜡与冷凝水分离并进入封闭的收集系统，该系统是脱蜡釜设备的一部分，同时也提供模具台车的自动导向援助。

10.3.7.4 釜体是按照国标或者ASME的标准进行生产的。控制过程直观简单，并且可以通过触摸屏幕进行操作。

10.3.7.5 由于脱蜡釜需要电加热，系统需要配备能量回收系统，这将节省30%左右的电力成本。

10.3.7.6 脱蜡釜每炉升压时间、压强大小变化、保压时间都必须有记录，并自动保存并导入到电脑中，实现设备数据采集和分析。

10.4 蜡料静置桶

10.4.1 桶身保证圆度以及刚性要求。

10.4.2 三层组成结构：内部必须为304不锈钢层，中间为加热夹层、外层为保温层。

10.4.3 中间加热夹层使用导热油加热，或★使用蒸汽加热方式，需额外配置蒸汽发生器。

10.4.4 蜡料静置桶容积 $\geq 360\text{L}$ 。360L-450L则使用12个，600L及以上则使用6个。

10.4.5 三级温控：温控表+二次保护旋钮开关+防火开关。

10.4.6 蜡桶内层、蜡管及阀门等与蜡直接接触的元器件必须使用304不锈钢材质，确保使用寿命。

10.4.7 蜡料静置桶的温度变化参数需上传MES系统，因此需配备上位机实施采集数据并能在上位机（共用脱蜡釜上位机）上控制静置桶的设定温度。

10.4.8 技术参数

10.4.8.1 功率：约3-6KW。

10.4.8.2 结构形式：整体式结构。

10.4.8.3 控制方式：恒温自动控制、人工放蜡以及蜡水混合物。

10.5 浆料桶

10.5.1 浆料桶 3 台，浆桶有效直径： $\geq \phi 800\text{mm}$ ，深度： $\geq 800\text{mm}$ 。

10.5.2 浆料桶桶身、搅拌器等直接与浆料接触的元器件必须使用 304 不锈钢材质。

10.5.3 浆料桶的旋转速度为 6-30 转/分钟，并带有 L 型搅拌器，连续可调。当机械手进入浆料桶沾浆时，浆料桶可停止旋转，保证浆料液面相对稳定，沾浆结束之后可自动启动转动。

10.5.4 浆料桶安装自动液面高度检测装置（测量精度不低于 $\pm 3\text{mm}$ ），沾浆时可实时测量液面高度变化值并通过上位机反馈给机器人，机器人根据检测装置的反馈，实时调整沾浆高度。同时应具有液位报警功能，液位超过设定的最高液位或低于设定的最低液位时应可发出报警。

10.5.5 浆料桶可实时检测浆料温度，并将数据上传至上位机，由上位机传送至 MES 系统。浆料桶预留 2 个其他实时检测设备的接口，用于未来加装其他检测设备。

10.5.6 搅拌浆配置自动温度控制功能，可以根据热电偶测量的浆料温度，自动控制冷却回路的开闭。

10.5.7 浆料桶带有停转检测报警功能。当浆料桶停转的时间超过设定时间之后，可以自动发出警报信号。

10.5.8 若浆料桶配有自动桶盖，则机械手沾浆之前自动打开，沾浆之后自动关闭，并且与机械手之间有安全互锁，桶盖打开不到位机械手不会进行沾浆，防止撞击。

10.6 预湿桶

10.6.1 预湿桶 2 台。

10.6.2 预湿桶直径 $\geq 800\text{mm}$ ，深度 $\geq 800\text{mm}$ 。

10.6.3 预湿桶不需要旋转，但应配置排水口和溢流口。

10.6.4 具有超声波液位检测功能。液位超过设定的最高液位或低于设定的最低液位时应发出报警。

10.7 机器人制壳专业淋砂机

10.7.1 淋砂机数量采购 3 台，每台设备由送砂系统、筛砂系统、淋砂系统、除尘系统（甲方提供）、上位机控制系统组成。

10.7.2 淋砂机参数：

工作空间横截面积： $\geq 1050 \times 1050\text{mm}$ （或 $\geq \phi 1050\text{mm}$ ）

淋砂区域横截面积： $\geq 750 \times 750\text{mm}$ （或 $\geq \phi 750\text{mm}$ ）

淋砂区域高度：≥1000mm

电机配备无极调速器调速

10.7.3 撒砂均匀，流量方便可调，砂幕要求分布均匀、连续，手动/自动控制系统。（手动：人工启停砂机。自动：有电器控制系统控制）。

10.7.4 上前方配除尘罩。

10.7.5 筛网、接砂盘易拆卸、维护，设有加砂口。

10.7.6 储砂槽与分散盘等均装过滤网，防止大颗粒浆块等混合到浆料淋砂层、造成质量隐患。

10.7.7 淋砂机具备根据制壳层数要求砂粒目数筛砂功能，第一层：80-120 目，第二层和第三层：30-60 目，三层以后：16-30 目。

10.7.8 淋砂机需配备上位机，上位机能采集每个产品制壳层数、淋砂时间。上位机能自动保存数据且数据能上传 MES 系统。

10.7.9 可以手工也可以自动控制、闭环控制。预留机器人联动接口，可通过 I/O 点控制方式或者通过 profinet 与上位机连接。

10.7.10 淋砂机能够接收 MES 系统的生产指令，能区分制壳产品的型号，以此完成在上位机的控制下与制壳机器人配合淋砂的生产动作。

10.7.11 当机器人抓取制壳产品进入淋砂机并向上位机发送信号，上位机识别产品型号后调运该产品制壳时间，将制壳指令发送机器人进行淋砂，机器人淋砂完成并向上位机发送信号，上位机向机器人发送指令将模壳返回到悬挂链。

10.7.12 上位机包含 plc 系统，必须支持 ModbusTCP 协议。

10.7.13 淋砂机具有独立的控制电柜。

10.7.14 淋砂机配备自动上料机：

10.7.14.1 电机功率：1.5KW；

10.7.14.2 送砂高度 4 米以内；

10.7.14.3 淋砂机拥有自动上砂功能。

10.7.15 提升斗顶部及淋砂装置附件安装有检修平台，方便进行维护和检修。

10.7.16 淋砂机工作过程中必须具有保护机制。

10.7.17 除尘系统由甲方设计和提供，乙方设备预留除尘接口，除尘接口尺寸Φ160。

10.7.18 电控系统：设备使用独立的控制柜控制，控制柜内布线条理、清晰，线号标识清楚，必须符合国家相关标准(GB50254-96)，电气回路具有过流、过压、过载、缺相等

保护，各电气元件在说明书中注明使用品牌。安全回路安装安全继电器，并提供其说明书和接线方式电路图。设备在有满负荷运行时噪音 $\leq 80\text{dB}$ 。

10.8 配浆机

10.8.1 所需设备用于制壳工序的快速配浆，结合移动、搅拌配料、浆料输送等工序一体式设计，可代替人工配浆，节省人力。

10.8.2 设备主要构成：

10.8.2.1 设备由浆料桶，搅拌器，隔膜泵等组成。

10.8.2.2 浆桶容纳硅溶胶和耐火粉料。

10.8.2.3 搅拌器可以快速把硅溶胶和耐火粉料搅拌均匀，达到快速配浆的目的。

10.8.2.4 通过隔膜泵把浆料输送到指定不锈钢周转桶内。

10.8.3 工作原理：

硅溶胶和耐火粉料加入浆桶后，启动搅拌器，把胶水和粉料快速搅拌均匀，通过隔膜泵，把浆料输送到指定的沾浆机。

10.8.4 技术特点：

10.8.4.1 浆桶必须为不锈钢 304 材质，耐腐蚀，不污染浆料；

10.8.4.2 浆桶为加厚型设计，保证圆度和刚性。

10.8.4.3 搅拌器运行平稳、低噪音，并配有减速机，便于及时调整配浆转速。

10.8.4.4 自带油泵工作站，搅拌器立柱可液压升高，动作平稳。

10.8.4.5 搅拌时间带有电子定时。

10.8.4.6 外观颜色：灰白色 RAL7035，不锈钢为本色。

10.8.5 性能技术指标：

10.8.5.1 浆桶尺寸： $\geq \Phi 600 \times 600$

10.8.5.2 搅拌器转速：0-1400rpm 无极变频可调

10.8.5.3 桨叶直径： $\Phi 100-160$

10.8.5.4 搅拌器功率：约 4KW

10.8.5.5 搅拌器升降行程： $\geq 800\text{mm}$

10.8.5.6 升降电机功率：约 1.5KW

10.8.5.7 外形尺寸：约 1400x600x1600mm

10.8.6 安全预案

10.8.6.1 带有航空专用插头，可接地线保护

10.8.6.2 在缺相、欠压、过载等情况下，变频器可以自动停止输出，保护电机。

10.8.6.3 升高定位采用限位开关控制，电路具有安全互锁功能，防止误操作。

10.8.6.4 传动皮带有防护罩，避免掉带带来安全隐患。

10.9 转盘式壳模焙烧炉

10.9.1 设备参数要求

序号	名称	参数
1	工作尺寸	炉膛 $\geq \phi 2150 \times 950\text{mm}$ （参考）
2	炉型	天然气转盘式加热炉
3	炉口宽度	650 \times 700mm（宽 \times 高）（参考）
5	额定加热温度	1150-1200 $^{\circ}\text{C}$
6	最高加热温度	1250 $^{\circ}\text{C}$ （参考）
8	燃料种类	天然气
9	燃烧器数量	4组烧嘴
10	燃烧方式	连续控制式燃烧
11	排烟温度	$\leq 150^{\circ}\text{C}$ （炉温 1100 $^{\circ}\text{C}$ ）
12	助燃风机	5.5kw 风机（参考）
14	烟气调温系统	执行器控制
15	风机转速控制方式	变频
16	压缩空气工作压力	0.4~0.6MPa
17	炉门提升方式	电机减速机（蜗轮蜗杆）+转轮+链条
18	炉门及炉口密封	纤维棉炉门配合自重压紧机构
19	炉顶保温材料	含锆型纤维模块+保温棉毯
20	侧墙保温材料	上部：含锆型纤维模块+保温棉毯； 下部：莫来石浇注料预制块+保温棉毯
21	炉底保温材料	抗渣浇注料+保温砖四层
22	炉门口材料	莫来石浇注料分块浇注
23	控温方式	连续式控制
24	控制温区	2区
25	炉温稳态下炉温均匀性	有效温度场内 $\leq \pm 12^{\circ}\text{C}$

26	控温精度	$\pm 1^{\circ}\text{C}$
27	工作时炉体外表温升	$\leq 30^{\circ}\text{C}$

10.9.2 设备技术要求

10.9.2.1 设备包括炉体钢结构、炉体结构、炉衬结构、转盘结构、转台驱动系统、炉内转盘工装、排烟管道（含热交换系统）、燃烧控制系统及设备控制系统等组成。

10.9.2.2 炉体结构

10.9.2.2.1 炉架侧片用槽钢结构，炉门柱、横梁采用槽钢梁结构，炉墙钢板用 $t \geq 8\text{mm}$ 钢板，炉墙钢板拼焊。

10.9.2.2.2 采用含锆纤维棉炉门配合自重压紧。

10.9.2.2.3 炉门口上部安装挡火板，当炉门提升后需预防热量散失，并保护炉上电器元件。

10.9.2.2.4 炉门采用提升机配合链轮提升，电控操作采用遥控控制+按钮控制。

10.9.2.2.5 炉门可频繁工作，无特殊情况下平均无故障时间为 3600 小时，炉门开关到位的信号，可以在炉门行程内调节。

10.9.2.2.6 炉内灰尘，碎模壳均容易清理，砂封槽在炉门处安装出渣口。

10.9.2.2.7 焙烧炉有检修楼梯，方便维修人员去设备顶部检修及维护保养作业。

10.9.2.3 炉衬结构

10.9.2.3.1 炉口均采用高温莫来石浇注料分块浇注。浇注料使用的莫来石需有厂家合格证明，确保质量。

10.9.2.3.2 炉顶采用 $\geq 300\text{mm}$ 厚含锆型（氧化锆 $\geq 14\%$ ）纤维模块+50mm 保温毯。

10.9.2.3.3 炉墙四周保温墙上部采用 $\geq 300\text{mm}$ 厚含锆型（氧化锆 $\geq 14\%$ ）纤维模块+50mm 保温毯。保温墙下部采用 $\geq 250\text{mm}$ 厚莫来石浇注料预制块+50mm 保温毯。

10.9.2.3.4 含锆型（ $\geq 14\%$ ）纤维模块需有厂家提供的产品质量检测合格报告。

10.9.2.3.5 炉底采炉壁底部利用异型封火砖与转盘边缘配合，隔绝了炉膛火焰下窜，用抗渣浇注料厚度 $\geq 200\text{mm}$ 和保温砖四层。

10.9.2.3.6 炉膛下部密封装置采用耐热钢铸造成型。

10.9.2.4 转盘结构

10.9.2.4.1 转盘的转速可满足转动一个位置 $\leq 20\text{S}$ ，且速度上下可调（PLC 预留接口与机器人对接，保证预留点位 ≥ 16 点）。

10.9.2.4.2 底部转盘采用伺服系统驱动，机械采用齿轮齿圈结构，有效保证转盘定位精度 $\leq 5\text{mm}$ 。

10.9.2.4.3 转盘转速满足 ≤ 1.6 秒/度（角度）且速度可调。

10.9.2.4.4 无特殊情况下转盘平均无故障时间 ≥ 7200 小时。

10.9.2.5 烧嘴布置方式

10.9.2.5.1 燃烧系统由烧嘴、电磁阀、比例阀、空气蝶阀、PLC 脉冲燃烧控制器等组成。

10.9.2.5.2 炉体配备烧嘴数量为 4 支，单个烧嘴燃烧功率 $\leq 150\text{kW}$ 。单个烧嘴采用电磁脉冲阀+燃气比例阀实现大小火控制。每个烧嘴配置单独的点火箱，点火箱分布在设备每个烧嘴的安装位置附近，用于单独控制各烧嘴的点火。

10.9.2.5.3 烧嘴箱箱体安装了电源、燃烧、熄火报警等指示灯，确保了烧嘴的安全可靠及便利操作。

10.9.2.5.4 烧嘴采用交错布置在炉膛上部，保证底部排烟，烟气经过换热器后排放，确保排放烟气温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$ 。

10.9.2.5.5 具有手动/自动无间断无扰切换功能。

10.9.2.5.6 换热器出口的排烟管道安装自动排烟闸阀，排烟闸阀结合炉膛的工作阶段（升温、保温、出炉等状态），炉膛的炉压检测、排烟温度等数据综合计算，并保证最低的热量排放标准，去实时控制排烟闸阀的开度。

10.9.2.6 燃烧控制系统

本控制系统的温度控制完全由参数设定，进行全自动控制。

10.9.2.6.1 通过 PLC 计算，控制风机实现燃气、空气和烟气的最佳三者比例联动。确保炉膛有效温度场内温度波动 $\leq \pm 12^{\circ}\text{C}$ 。

10.9.2.6.2 点火箱的状态及控制由 PLC 控制，烧嘴的熄火及故障能够单独记录和保存在人机界面上。

10.9.2.6.3 PLC 燃烧控制系统与上位机集散控制系统相连接，实现全炉温度及燃料燃烧的闭环控制。在屏幕上设有显示炉内烧嘴的工况图、以及烧嘴的工作状况表，包括燃气压力、炉压、设定温度、实际温度、当前运行时间、紧急快速切断阀状况、助燃压力、助燃温度、排烟温度的状态显示及报警功能等多相参数。

10.9.2.6.4 触摸屏组态软件具有过程温度曲线自动采样记录，记录采样的频次至少在 5S-5Min/次间可设定。记录可以硬拷贝，数据可存储 2 年以上；人机界面及 PLC 预留

TCP/IP 及 Modbus 通讯接口，可与甲方 MES 系统、SPC 系统实时通讯。

10.9.2.6.5 在工作区域内按照 9 点测温法进行炉温均匀性测试。炉温测量时，空炉且炉压为正压情况下按照升温保温要求进行。所有温度点的均匀性测试均在该温度点保温程序执行后，再进行 30min 保温后，再进行温度数据收集。稳态保温后测温点的温度数据最大不超过±12℃。

10.9.2.7 设备控制系统

10.9.2.7.1 即可接受人工给出的信号（手持遥控器）也可接受工控机给出的信号，进行炉门的开关、转盘转动，其中转盘转动可以进行正反转切换。

10.9.2.7.2 每柜装有空气开关，交流接触器等。

10.9.2.7.3 控制柜电源开关具有加标锁定功能。

10.9.2.7.4 控制柜上设急停按钮，按下急停按钮后，炉门锁定，转盘锁定。

10.9.2.7.5 控制系统关联炉门升、降控制。

10.9.2.7.6 焙烧炉工作时整机噪音≤75db。

10.9.2.8 焙烧炉配置流量检测、压力检测、温度检测的仪表。

10.9.2.9 焙烧炉上方配置 4 点漏气检测，并自动报警，报警信号引入 PLC 系统，并自动切断燃气主管，确保设备的燃气使用安全。

10.9.2.10 必须有自动点火系统和熄火保护。

10.9.2.11 机器人配合信号要求

信号功能	描述	类型
焙烧炉开门（常开信号）	焙烧炉收到信号门打开	烧结炉输入
焙烧炉关门（常开信号）	焙烧炉收到信号门关闭	
焙烧炉锁定（常开信号）	焙烧炉收到信号后炉门锁定，不能动作	
模壳保温时间到（常开信号）	模壳保温时间到，机器人可以取壳	烧结炉输出
焙烧炉联机（常开信号）	焙烧炉已上线，机器人可以控制	
焙烧炉门开到位（常开信号）	给机器人开门到位信号	
焙烧炉门关到位（常开信号）	给机器人关门到位信号	
焙烧炉急停（常闭信号）	焙烧炉急停信号输出	

10.9.3 安全要求

10.9.3.1 保护装置、急停按钮、电气安全防护装置一旦被触发或设备突然断电整个设备的控制处于暂停状态，所有运动部件立即停止在当前位置。

10.9.3.2 发生意外断电、断气的情况下，设备不会因此发生故障。

10.9.3.3 所有电器元件有符合电气标准的标识。

10.9.3.4 所有电控柜的柜门安装双耳锁，每个控制柜的电源开关安装在柜门上，可加标锁定。

10.9.3.5 所有设备的电气敷设方式及走线布局与设计需通过甲方审核确认。

10.9.3.6 总电气柜为柜式结构，柜门框处增加防水边与柜门密封圈配合防止水和灰尘落入柜内，整体防护等级 IP54。具有过载、短路保护等多种保护功能，故障或不正常运行时借助保护电器切断电路或报警；电气柜所有技术指标必须符合国家标准规范及设计要求，柜内走线标准美观，配线按设计图纸相序分色，线号完整、清晰、牢固，柜内 N 线、PE 线必须设置汇流排，柜门及柜体金属部门均应可靠接地。机站正常运作时，三色灯的绿色灯亮起；机站触发报警信号后，红色灯亮起；黄色灯可根据客户需要设定何时亮起。

10.9.3.7 安全保护通过安全继电器进行动作控制。

10.9.3.8 机械电气安全设计符合 GB5226.1/IEC60204-1 标准。

10.9.3.9 设备接地符合《交流电气装置的接地》中 TN—S 低压系统接地型式要求。

10.9.3.10 所有机械必须符合 ISO 15534-1, 15534-2 和 15534-3 的人机工程学要求及其他适用的地区性法规。

10.10 超低温合金熔化设备

10.10.1 设备明细表

序号	设备名称	数量
1	一拖一 250kg 中频感应熔化炉	2 套

10.10.2 技术要求

10.10.2.1 一拖一 250kg 中频感应熔化炉成套设备组成：中频电源、无芯感应熔炼炉体、磁轭、倾炉装置、冷却水系统、计算机熔炼管理系统及下表中未包含的设备正常运行、安装所需要的其他全部附件。

序号	项目	设备名称	数量	备注
1	电源部分	进线控制柜	1 套	或主开关
		中频单输出电源柜	1 套	
		输出铜排	1 套	
		远程操作控制台	1 台	
2	无芯感应熔炼炉部分	无芯感应炉炉体	1 套	
		水冷电缆	1 套	

		漏炉报警装置	1 套	
		倾炉装置	1 套	
		炉倾动操作盘	1 套	
3	磁轭	磁轭（水冷）	1 套	
4	闭式循环水冷系统	水循环系统及水泵站	1 套	供电源、炉体
		闭式冷却塔	1 套	供电源、炉体
		喷淋水循环系统	1 套	
		水冷系统管路		满足合理安装
5	辅助部分	冷却水管路、阀门		满足合理安装
		安装材料		满足合理安装
		模胎	1 个	
		应急柴油发电机	1 套	使用 2T 炉体
		电动筑炉机及工具	1 套	炉壁和炉底
6	中频炉熔炼管理系统		1 套	

10.10.2.2 技术指标

10.10.2.2.1 设备需满足以下标准的要求：

中频无芯感应炉：GB/T 10067.31-2013

感应加热用变频机组电控设备：JB 4086-1997

电热装置基本技术条件 第 1 部分 通用部分：GB 10067.1-2005

电热装置基本技术条件 第 3 部分 感应电热装置：GB 10067.3-2005

电热装置的安全 第 3 部分 对感应和导电加热装置以及感应熔炼装置的特殊要求：GB 5959.3-2008

电热装置的安全 通用要求：GB 5959.1-2005

电热设备的安全第三部分对感应和导电加热设备以及感应熔炼设备的特殊要求：GB 5959.3-2008

10.10.2.3 服役条件

设备应能在下列条件下稳定地工作：

设备工作制度：全年工作 250 日，日工作 16 小时

高压进线电压：10KV

主电路供电电压：AC3 相 380VAC

控制电路供电电压：AC3 相 380VAC

压缩空气压力：0.4-0.6MP

环境温度：0℃～40℃

相对湿度：≤80%

10.10.2.4 设备用途：完全满足熔炼如下材质：碳钢、合金钢、合金铸铁、高铬铸铁、高镍铸铁、球墨铸铁等。

10.10.3 设备技术参数及说明

项目	项目名称	单位	参数		备注
电炉参数	炉体类型		钢壳无芯		
	额定容量	Kg	250	250	
	最大容量	Kg	275	275	
	炉衬厚度	mm	≥100		
	倾炉形式		减速机翻转 0-95 度		
电源参数	整流、逆变形式		可控硅串联或其他		除 IGBT 外
	变频电源额定输出功率	Kw	≥300		满足熔化时间
	变频电源额定输出频率	Hz	1000		
	变频电源整流线路形式		6 脉冲		
	功率因数		≥0.95		任意功率下
综合参数	熔化时间（1580℃）	min/炉	≤30min		钢水量 250kg
	熔化电耗	Kwh/t	★≤650		热炉状态
	出炉温度		最高 1620℃		
	启动成功率		100%		冷态和热态
	工作噪音		≤75db		离炉体 2m
冷却水系统	中频电源出水温度	℃	≤50		连续熔炼多炉后测温
	进水温度	℃	≤35		连续熔炼多炉后测温

	炉体进水压力	Mpa	0.2-0.4	
	进回水压力差	Mpa	≥0.1	

10.10.4 设备功能及说明

10.10.4.1 低压动力电源和控制电源部分

10.10.4.1.1 所有电控柜防护等级满足国家要求，表面采用喷塑处理，颜色乳白色。

10.10.4.1.2 通风和照明：电气柜、计算机工作台及柜内电气元件的安装密度满足电气元件散热所需的通风间隙，保证检修方便。另外各个控制柜设有通风和照明。

10.10.4.1.3 控制系统电源由各分路自动开关馈送给各控制单元，低压柜中配置标准 DC24V 电源装置，提供 DC24V 电源。

10.10.4.1.4 现场电控柜、分线盒的防护等级 IP65，柜内电控元件采用 35mm 标准导轨安装，并预留 10%的拓展安装空间，柜内配置检查和维修用照明和 220VAC、36VDC 插座各一个。

10.10.4.1.5 用桥架集中走线时，信号线路和交流线路应分层安装，不能走同一个线盒。

10.10.4.1.6 各信号线路或交流线路集中走线时，进、出线路要有明确标记，标记清晰不脱落。

10.10.4.1.7 配电箱、柜及操作箱、台内部的走线合理，线路接头应有明确标记，标记清晰不脱落。

10.10.4.2 中频电源部分

10.10.4.2.1 进线控制柜：进线控制柜布置在电源变压器和中频电源之间，用于中频电源的隔离检修。进线控制柜可和电源柜一体，也可分开安装。

10.10.4.2.2 能耗统计须单独统计每台 250Kg 炉体电耗。

10.10.4.2.3 中频单输出电源柜：包括整流柜、逆变柜、电容柜、控制部件应该安装在同一个柜子内。

10.10.4.2.4 输出铜排：输出铜排用于水冷电缆和中频电源输出之间的连接点。输出铜排必须使用纯度★≥99.9%的电解紫铜排。

10.10.4.2.5 中频电源控制部分应由具有由电源主控板或 PLC、工控机、可触摸显示屏等组成自动熔化管理系统，具有人机交换功能。

10.10.4.2.6 中频电源控制部分应采用全数字化控制，应有限制功能、保护功能、监

测功能、报警功能、危险断电功能等。

10.10.4.2.7 中频电源控制部分应具有一定的限制功能，最大功率限制、可控硅电流输出限制、电炉电压限制、电容器电压限制、工作频率限制等。

10.10.4.2.8 中频电源控制部分应具有完备的保护功能：主回路短路保护、主回路错相保护、可控硅过压保护、可控硅过流保护、冷却水温保护、冷却水压低保护、电源故障保护、电炉故障保护、漏炉保护等。

10.10.4.2.9 控制系统具有数字式多点监测功能，具有完整的检测系统，可以对水冷系统、电源部分、炉体部分等进行实时监测，各监测部位应安装相应的传感器采集数据，数据传递至控制系统并显示在显示屏上。

10.10.4.2.10 所有的保护功能被触发后，控制部分能够有明确的故障提示（含声光），操作人员可以通过人机界面清楚的知悉故障原因及位置。

10.10.4.3 炉体部分

10.10.4.3.1 无芯感应熔炼炉体应包含炉架、感应线圈、倾炉装置、冷却水进水分水器、回水集水器、水冷线圈匝间连接橡胶管等必备部分。

10.10.4.3.2 炉体、炉架、感应线圈、倾炉装置等结构应有足够的强度，保证稳定可靠，熔炼操作时有足够的安全性。

10.10.4.3.3 感应线圈使用纯度 $\geq 99.9\%$ 的矩形电解紫铜管，铜管壁厚 $\geq 4\text{mm}$ ，感应线圈外表应该做绝缘喷漆处理，匝间应做优质的绝缘处理，绝缘等级达到 H 级。线圈应具备足够的强度及刚性，匝间距离均匀。

10.10.4.3.4 水冷线圈和有效线圈应采用无氧铜管一体绕制，不得有分段。线圈应有多个水路供应冷却水，均匀分配。

10.10.4.3.5 感应线圈之间及内部永久衬用绝缘耐火胶泥填充均匀光滑。

10.10.4.3.6 感应线圈应经过通过 $12\text{kg}/\text{cm}^2$ 水压耐压试验 36 小时及 7000V 耐压试验。

10.10.4.3.7 感应线圈的上、下水冷线圈必须使用纯度 $\geq 99.9\%$ 的电解紫铜管。

10.10.4.3.8 磁轭应使用冷轧厚度为 0.3mm 优质硅钢片叠制。磁轭紧贴感应圈，之间采用耐高温耐高压绝缘的垫层。磁轭对感应线圈的覆盖面积 $\geq 60\%$ 。

10.10.4.3.9 磁轭应采用水冷却，冷却水管使用 304 不锈钢。

10.10.4.3.10 水冷电缆用于连接中频电源输出铜排和炉体感应线圈，长度应能保证现场安装，连接部位应该使用法兰连接或其他更为先进的连接方式。水冷电缆橡胶管必须使用耐磨胶管。

10.10.4.3.11 炉体倾转采用减速机控制，手动操作，炉体翻转角度 0-95 度，必须保证最大翻转角度达到 95 度。

10.10.4.3.12 感应线圈的进水设置不锈钢分水器，进水总管路安装相应的水温、水压（也可使用流量传感器）仪表，数据采集后传递至控制系统。

10.10.4.3.13 感应线圈的不锈钢回水集水器，回水总管路安装相应的水温、水压（也可使用流量传感器）仪表，数据采集后传递至控制系统。

10.10.4.3.14 炉体具有漏炉及接地电阻检测、报警功能。漏炉及接地电阻检测器不得裸露布置，应安装在台柜内，并将漏炉及接地信号传递至中频炉熔炼管理系统。

10.10.4.4 水冷系统

10.10.4.4.1 循环水冷系统应由闭式冷却塔、水泵组、阀门及管路组成。

10.10.4.4.2 两台炉体共用一套循环水冷系统。循环水冷系统包括水泵组（一用一备）、闭式冷却塔、膨胀水箱和配套的用于水温、水压、流量检测的传感器和仪表。

10.10.4.4.3 炉体内循环水冷系统应配置一台小功率水泵作停炉时冷却炉体用。

10.10.4.4.4 内循环的水泵、阀门、水冷管路（除开炉体及电源柜内）全部使用不锈钢管材质，刚性水管壁厚不小于 4mm，电机应使用防水电机。

10.10.4.4.5 闭式冷却塔应使用无填料的冷却塔。

10.10.4.4.6 闭式冷却塔的喷淋集水槽应该具有加热功能，在冬季温度低于 0℃时，在停泵或长时间停炉后，冷却系统具有自动、人工开启该功能。

10.10.4.4.7 闭式冷却塔内循环冷却水管使用不锈钢 304L 材质，管子壁厚 $\geq 0.8\text{mm}$ 。

10.10.4.4.8 闭式冷却塔喷淋水泵及电机应一用一备。

10.10.4.4.9 闭式冷却塔集水槽应该有水位监测功能和报警功能，当水位低时，浮球阀自动控制进行补水。

10.10.4.4.10 冷却塔开启后噪音 $\leq 60\text{db}$ 。

10.10.4.4.11 闭式冷却塔的工作状态信号应传输至中频炉熔炼管理系统，并具有异常报警功能。如集水槽水位、水位监测、环境温度等信号。

10.10.4.4.12 循环水进、回水管路颜色不同，各管路每隔 5m 用文字明确标识。

10.10.4.4.13 内循环水泵站的基础四周应设置排水沟，当水泵出现漏水等特殊情况时，水应能够及时排至下水道。

10.10.4.4.14 外循环管路使用普通钢管，厚度不小于 4mm，外循环管路架空，并加保温层，不得地埋。

10.10.4.4.15 内循环水冷系统的任何设备、部件及连接点在经过连续运行使用时，不得出现渗水、漏水的现象。

10.10.4.4.16 在循环水泵安装点的适当位置应安装控制水泵系统的电器箱，但是也必须能在远程控制台上控制，当电机发生问题时，能在炉台上的远程控制台上就近切换备用电机。

10.10.4.4.17 可以将冷却水泵、备用泵、风机、喷淋的状态和启停控制显示在人机界面上。

10.10.4.4.18 在人机界面，有专门的页面显示冷却水系统运行状态、故障报警（含声光）、故障原因、故障位置。

10.10.4.4.19 水冷系统主回路监测点设置水压、水温、流量传感器。具体部位为：水泵及电机状态监测；主管路进水水温、流量；冷却塔。信号反馈至控制系统并显示在人机界面。

10.10.4.4.20 电源部分监测点有电源柜分水器前主管路、电源柜回水集水器后端主管路水温、流量。信号反馈至控制系统并显示在人机界面。

10.10.4.4.21 炉体部分监测点有炉体出水主管路水压、炉体回水集水器后端主管路水温、流量、感应线圈温度。信号反馈至控制系统并显示在人机界面。

10.10.4.5 辅助部分

10.10.4.5.1 模胎用于第一次筑炉用，一拖一 2 台 250kg 炉体各配置一套。

10.10.4.5.2 配置一套用于 250kg 炉筑炉用的电动筑炉机。

10.10.4.5.3 乙方提供电缆并负责与 2T 中频炉的应急柴油发电机连接，当停电时，能自动启动给水冷系统供电。

10.10.4.6 远程操作控制台

10.10.4.6.1 电源柜应安装在炉体操作台后方，现场应安装远程操作台，控制熔炼系统。

10.10.4.6.2 远程操作台应具备相关的按钮、旋钮、指示表，对中频电源设备的开启、关闭、复位、功率调整操作；对水冷系统的开启、备用电机水泵开启关闭。

10.10.4.6.3 远程控制台上关于水泵系统控制的按钮应具有防误按措施。

10.10.4.6.4 远程控制台上应安装声光报警装置，当设备电源系统、水冷系统、炉体部分等发生故障时，能发出报警。

10.10.4.6.5 远程控制台应安装现场管理计算机的 ≥ 12 寸触摸液晶显示器，显示器的屏幕表面应配备透明可掀开的防护罩。两台炉用一套液晶显示器。

10.10.4.6.6 远程控制台上的所有按钮、开关、仪表应具有防尘功能，且控制台本身应具有防尘设计。

10.10.4.7 中频炉熔炼管理系统

10.10.4.7.1 现场中频炉熔炼管理系统应由中频电源主控板或 PLC、现场熔化管理计算机等组成。

10.10.4.7.2 上位机硬件为工控机，上位监控计算机可进行多功能、多组态的过程监视及过程控制，并有多副监控画面和报警画面等。可全方位地监控整个生产流程及各重要部位的状态。

10.10.4.7.3 中频炉熔炼管理系统画面采用中文显示，画面显示的信息满足工艺及操作需要。

10.10.4.7.4 中频炉熔炼管理系统界面的功能有：监视系统运行状态、工艺参数给定、工作方式选择、可查询各检测量的历史趋势、报警记录、打印报表等，包含但不限于下表的内容。

序号	人机界面	功能	备注
1	系统主界面	主要运行参数	设备的主要运行参数显示在人机界面上
		异常报警提示	系统发生故障时，在当前画面弹出一个故障框并音响提示，以提示操作人员
		故障诊断	设备可以自诊断部分故障
2	中频电源系统	电源系统运行状态	
3	炉体系统	炉衬漏炉报警	
		炉衬寿命统计	
4	冷却水系统界面	冷却水路示意图	
		总管路温度、压力显示	
		水泵、冷却塔运行状态	冷却水泵、备用泵、应急泵、应急泵、风机、喷淋的状态和启停控制显示在人机界面上
		炉体进水、分水器压力显示	

		炉体进水支路压力显示	
		炉体回水支路压力、温度显示	
		水路压力温度报警	
5	记录	报警历史记录	
		电气参数记录与趋势图	
		耗电量记录	按炉次
		熔炼时间记录	按炉次
6	熔炼过程	中频炉熔炼过程记录	该界面操作人员填写
		烘炉自动化	可编程
		冷炉启动	
7	报表打印	月耗电量记录	

11 PLC 设备联网要求

11.1 PLC 通讯接口要求

设备 PLC 需具备 RJ45 标准网口，至少支持 PROFINET、Modbus TCP、S7 工业通讯协议中的一种。工业设备 PLC 不可加密（如需加密，提供访问密码），设备厂家需开放 PLC 内部变量读写权限，支持工业物联网平台远程采集设备运行数据和下发控制指令。

11.2 PLC 采集参数要求

设备厂家提供 PLC 内部完整的变量地址表（变量和变量地址对应关系）。

输送线设备 PLC 内部变量应包括：站位状态、运行电流、运行电压、消耗电能、报警变量等参数。

用于诊断设备运行状态的主要参数包括：震动频率、运行噪音、AI 视频监控等。

11.3 其他设备联网要求

除 PLC 以外的其它类型设备，包括机器人、检测设备、AGV 等。

11.4 通讯接口要求

带工控机的设备：具备 RJ45 标准网口，开放数据采集传输软件接口和权限，支持与 MES 系统集成，支持工业物联网平台远程采集设备运行数据和下发工艺数据。

不带工控机的设备：具备 RJ45 标准网口，开放数据采集传输接口和权限，支持工业物联网平台远程采集设备运行数据和下发工艺数据。

能耗、传感设备：具备 RS 485 或 RJ45 接口，支持 MODBUS RTU/TCP 通讯协议。

11.5 设备采集参数

根据工艺、质量、监控、能耗等方面要求采集设备运行数据。

11.6 网络接入技术要求

工业设备支持通过有线、WiFi、4G 和 5G 网络接入企业内网，实现设备数据实时采集、控制指令远程下发。

12 设备分交

12.1 主体设备供货分交

技术文件中规定的超低温控制阀铸件铸造设备整套设备。

12.2 设备安装调试分交

设备安装调试全部由乙方负责，甲方负责提供：根据乙方提供的设备基础要求，制作设备基础；提供水、电、气（压缩空气、天然气）到乙方设备的一次侧。

13 设备的耗材及维修工具

13.1 提供设备维修时必要的专用工具，并列出清单。

13.2 设备移交时应提供随机附件清单。

13.3 乙方应保证附件是完整的，全新的，并且具有合理的结构、高的稳定性、可靠性和耐久性，操作简单，维修方便。其它附件清单未列出选项，乙方可列出优惠条款，待中标后视情况在技术协议中由双方共同商定。

14 技术文件

14.1 提供系统需要的安装软件系统，提供软件光盘（若有）。

14.2 乙方应向甲方提供详细技术文件、相关资料及每个设备合格证各 3 份，其中技术文件、相关资料包括维修、保养说明书、机械装配及零件图、控制部分说明书、电路图、电器原理图及保修凭证、相关出厂试验报告、装箱单、备件明细、工具明细表。以上资料保证其有效性。

15 安装、调试

15.1 安装设备的基础和土建等工作由甲方负责。乙方将在设备安装前，协助甲方对设备安装基础的地脚螺栓位置、各种沟槽尺寸等进行核查，并确认已符合安装要求后才对设备进行安装。

15.2 乙方应按照甲方通知的日期派遣有能力的、健康的符合要求的工作人员到工作现场指导设备安装，直到设备进入正常工作状态以及该设备被验收合格为止，在现场负

责设备的安装和性能调试工作，甲方配合。

15.3 在系统安装、调试期间，乙方应对甲方的工作人员进行全面的设备操作、保养、机械电器维修等方面的技术培训。使甲方达到能够独立维修设备、能够独立操作设备的能力。

16 验收

16.1 设备验收的约定：乙方设备在甲方的智能铸造中试基地内安装、调试及试运行完成后稳定投入试生产运行 1 个月后进行。

16.2 设备验收工作在甲方的智能铸造中试基地内进行，包括以下内容：（1）所有出厂检测项目和全面的安全检查；（2）根据技术协议中所提供条款的验证；（3）检查供货范围的完整性；（4）所有项目检查测试完成后，写出验收报告书，双方认可签字后生效，进入质保期。

16.3 转盘式壳模焙烧炉验收中，乙方聘请当地有资质的第三方检测机构，进行炉温均匀性检测并出具检测报告，检测费用由乙方负责。检测报告是合格验收的前置项。

17 包装、运输、存储

17.1 包装符合陆运要求。

17.2 包装材料应该符合国家关于环保的要求。由于运输或包装不当造成设备受损，由乙方负责一切责任。

17.3 运输至甲方提供的货物存放场地后，卸货及产生的费用由乙方负责，甲方仅提供力所能及的协助。

17.4 货物的存储场地由甲方提供，货物卸货至存储地点后，不做开箱验收，乙方应尽快进行设备安装，甲方不对货物的保管、完整负责。

18 质量保证、售后服务

18.1 该设备质量保证期为自验收签字后 24 个月。验收完毕签字后, 在保证期内正常使用情况下, 如因乙方设计以及制造问题和零部件质量问题引起的故障, 乙方应负责无偿修理及无偿更换零部件, 修理时更换的零部件延长 24 个月的保修期。

18.2 在保证期内, 因属乙方的设计以及制造问题引起的故障, 乙方不能修复, 或不能保证设备的正常运转和日常工作的时候, 设备必须更换。

18.3 在保证期内, 设备在使用中发生故障, 乙方应在 8 小时内及时响应, 如有必要, 乙方在 12 小时内派人到现场进行故障处理。

19 设备涂装

19.1 设备颜色

序号	名称	基本识别色
1	水路管道	绿色
2	氧气管道	草莓红色
3	压缩空气管路	浅蓝色
4	天然气管路	棕色
5	防护栏	深黄色
6	冶炼设备	电视灰
7	除尘设备	天蓝色
8	除尘管路、捕集罩、捕集房	银灰色
9	造型设备	深黄色
10	造型轨道	黄绿色
11	造型、砂再生钢结构	黄绿色
12	抛丸机	黄绿色
13	电阻炉	银灰色
14	天然气炉	银灰色
15	氮气、氩气管路	银灰色
16	配电柜、控制柜	乳白色

19.2 护栏、爬梯及护栏小门

