

中频感应熔铝炉

技术方案



项目负责人：张金刚（**15091099983**）

公司名称：西安德昌机电科技有限公司

公司地址：陕西西安市沣渭新区水厂路 68 号

TEL/ FAX: 029-84527288

E-mail: 15091099983@163.com

一、方案概述：

1.1 工程概况：

按要求配置 1T 中频熔铝炉一套，1 柜 1 炉，钢壳结构配置。

1.2 设备用途：

主要用于铝，合金铝等的熔化、升温、保温、调质等工艺。

1.3 项目设计生产要求：

1.3.1 工作温度：780℃

1.3.2 每个炉体额定容量：1t

1.4 设备选型：

电源功率选择：

选择合理的电源功率来匹配 1t 熔铝炉体，尤为重要，即要保证电源功率密度及满足熔炼温度和速度，并达到节电目的。还需在额定的供电总容量(变压器 KVA)下长期稳定的工作。

一般来说，熔炼速度和需要熔炼的金属都是事先决定的。所要求的熔炼速度决定了所要求的功率。根据经验可得到以下估算原则。

金属	功率 KW/T/小时
铁	500
钢	600
黄铜	350
铝	600

下面是推荐的熔炼炉额定功率配置（铁和钢）

炉子容量(T)	功率范围 (KW)
1	500-750
2	1000-1500
3	1500-2000
4	1750-2500

★ 熔炼设备电源额定功率可在 **500-750** 选择，通常依据设备使用方现场供电情况和年生产任务而定，这样可使 1t 感应炉设备达到熔化速度快、节电等目的。鉴于贵处要求熔化速度快等特性，**建议配置为 750KW**。

变压器的选型：整流变压器

工作方式:单台变压器带单台电源工作，

电源功率(KW) × 1.2=变压器(KVA) 注 1.2 为安全系数

如：电源选用 750KW, 变压器容量应为:900KVA

使用电源工作时(熔炼), 可将电源功率可开满运行或任意调节。从而可使设备整体效率提高并达到节电效果。

频率选择：

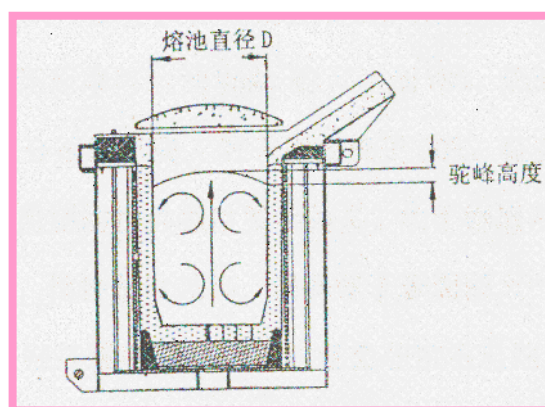
当向炉子输入一定功率时，熔炼金属中就会感应出电流，加热金属。同时，由于存在电磁力的作用，一旦金属熔化以后，就会产生液态金属的运动。这一运动(搅拌)从熔池的中央开始，向线圈两端移动，由于金属受炉底和炉壁的约束，因而最终的运动总是向上的，在炉池的顶部形成一个驼峰。表示这一搅拌强度的最方便的办法，就是使用驼峰高度对熔池直径的比值来表达。

如果驼峰高度为 1 个单位，熔池直径为 10 个单位，则： $H/D=1/10/0.1$

从经验可知，最合适的搅拌强度为：

熔炼的过程中，所需要的搅拌强度大小和电源频率密不可分。

金属	H/D 比值
铁	0.125-0.2
钢	0.07-0.125
黄铜	0.07-0.15
铝	0.035-0.5



对于用户，特别是对于制造商来说，使用更高的频率，更大的额定单位功率具有某些有利之处。在间断熔炼中，两炉次之间，炉子是被完全倒空的，可以看到，更高的频率会产生更快的熔化速度。但是高频率也会导致一些不利之处。在

生产过程中，拙劣的加料方式和操作者的疏忽大意是经常存在的现象，因此在较高的频率和高功率密度状态下，就存在由于炉内炉料搭桥而产生事故。

贵处的熔炼工艺，是需要在熔化过程中添加合金材质，那就需要铝液与合金充分的搅拌，同时为避免过度的氧化，频率选择为 **1000Hz**。

中频熔炼炉可实现对溶液的任意温度可控。

在炉体上配置有炉盖机构，可有效的防止温度散失和铝液的飞溅，降低空气对流程度达到降低氧化程度的目的。

1.5 配置说明

一台 900KVA 变压器对应一台 750KW 电源中频电源，配置一台 1t 中频炉体进行工作。

优点：配置简单、投资小、大功率配置熔炼。

如需增加产量只需增加一台炉体并配置换炉开关即可交替熔炼，增加产量。可实现串联谐振电源的基本功能，且使用成本和维修成本低。

投资成本低。运行稳定，功率因数高。

中频熔铝炉配置特点：

①中频电源系统功率可调，功率调节范围为：5~100%。主要是为了使用户提高生产力，并满足不同熔炼需求下，可准确的调整升温段，使炉体即可熔炼、保温、预热及烧结炉衬，这样可使生产效率达到最高，熔炼成本降低。

②在电炉平台上设现场操作柜，分别控制电源的运行、停止及功率输出调节，输出功率调节用大直径的旋钮。一套单独的中频电源，与一台炉体的配置。

③该系统配备多种保护功能，运行安全可靠。

我公司为该设备加装一台安全保护柜，可检测电源及炉体各支路的水压、水温，及炉体的漏炉报警系统、地漏报警等；液压锁流、系统水压、水温保护功能。

二、运行条件:

2.1 现场环境:

- a. 环境温度: -9.7°C — 42.7°C , 室内无采暖。
- b. 相对湿度: 20%—85%。

2.2 厂区公用系统技术条件:

- a. 车间动力电源: $3 \times 380\text{V}/220\text{V} \pm 10\%\text{AC}$, $50\text{Hz} \pm 2\%$ 。
- B. 压缩空气气压: $0.50\text{MPa} \sim 0.60\text{MPa}$ 。
- c. 供水压力: $0.2 \sim 0.3\text{MPa}$ 。

2.3 水质要求:

- a. 总硬度不大于 10 度 (CaO 容量 $<10\text{mg}$ 当量) ;
- b. 溶解性固体 $<200\text{mg/L}$;
- c. PH 值 $7 \sim 8.5$;
- d. 悬浮性固体 $<10\text{mg/L}$;
- e. 碱度 $<60\text{mg/L}$;
- f. 氯离子平均 $<60\text{mg/L}$;
- g. 硫酸离子 $<100\text{mg/L}$;
- h. 铁含量 $<2\text{mg/L}$;
- i. 可溶性 SiO_2 $<6\text{mg/L}$;
- j. 电导率 $<500\mu\text{S/cm}$;

三、技术标准:

3.1 投标设备 (1 吨中频熔铝炉) 按照国家标准进行设计和制造。

3.2 所有图纸文件均按 ISO 规定制作。

3.3 机械部分制造严格按照国家标准规范进行。

GB5959.3-88 电热设备的安全——对感应和导电加热设备以及感应熔炼设备的特殊要求

GB10067.3-88 电热设备基本技术条件——感应电热设备

GB/T10066-88 电热设备的试验方法——无芯感应电炉

GB10067.1-88 电热设备基本技术条件——通用部分

GB5959.1-86 电热设备的安全——通用要求

GB/T14549-93 电能质量 公共电网谐波
JB4086-85 中频无芯感应加热用电控设备技术条件
JB/T4280-93 中频无芯感应炉

四、主要技术参数:

A. 综合参数:	
设备形式:	中频熔铝炉
设备用途:	用于铝, 铝合金的熔炼
额定容量:	1t
最大容量	1.1t
工作温度:	780℃ (铝)
冶炼材质:	铝, 铝合金
倾炉方式:	液压控制
倾炉最大角度:	95 度
液压介质:	机械油
液压站容量	500L
工作压力:	11MPa
炉体结构:	钢壳
出线方式:	侧出线
熔化率:	1.28t/h
熔化电耗	540kW. h/t (铝)
B. 电气参数:	
电源功率	熔炼 750KW
整流项数	6 脉
逆变器	SCR 并联
额定频率	1000Hz
进线电压	3×380
变压器原边进线电压	10KVA
感应器电压	1400V

启动成功率	100%
功率因数	满功率大于 0.92
C. 冷却水系统参数:	
进水压力	0.2-0.4MPa
进水温度	5-35℃
出水温度	<55℃

五. 中频炉电器说明:

5.1、中频炉的控制流程图:



通用配置: 正常工作时中频电源接通, 一台炉体熔炼, 一台备用。

5.2、电气联锁、安全联锁描述

5.2.1 水路联锁。如果中频电源突然失水，中频电源延时 3 秒后进入停机状态。

5.2.2 电流电压双闭环系统可使电压或电流超过保护电路的极限值时, 系统立即切断控制电源。

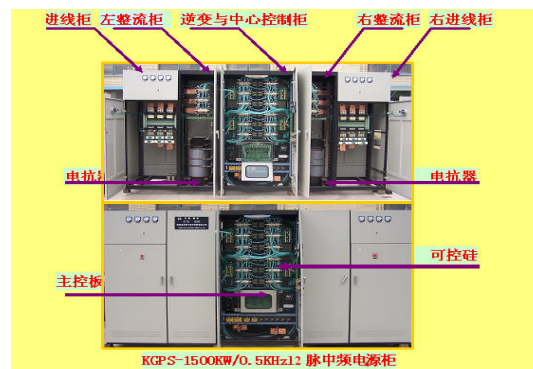
5.2.3 当厂区突然断电，主供电突然停电时，备用柴油发电机组在通过延时后自动启动，向炉区供水水泵和液压泵站供电。

5.2.4 漏炉报警系统是检测炉衬的漏电流，如果漏电流大于上限时，集中控制柜将发出声光报警信号。当漏电流超过上上限时，可直接关闭中频电源。

5.2.5 当液压突然泄漏或液压管突然爆裂时，可通过截流阀将炉体锁死或缓慢回落。

5.2.6 各支路巡检仪可对主要元器件进行温度监测。如温度超过上限时，集中控制柜将发出声光报警，如果超过上上限时，并通过延时后，可切断中频电源。

5.3、中频电源：

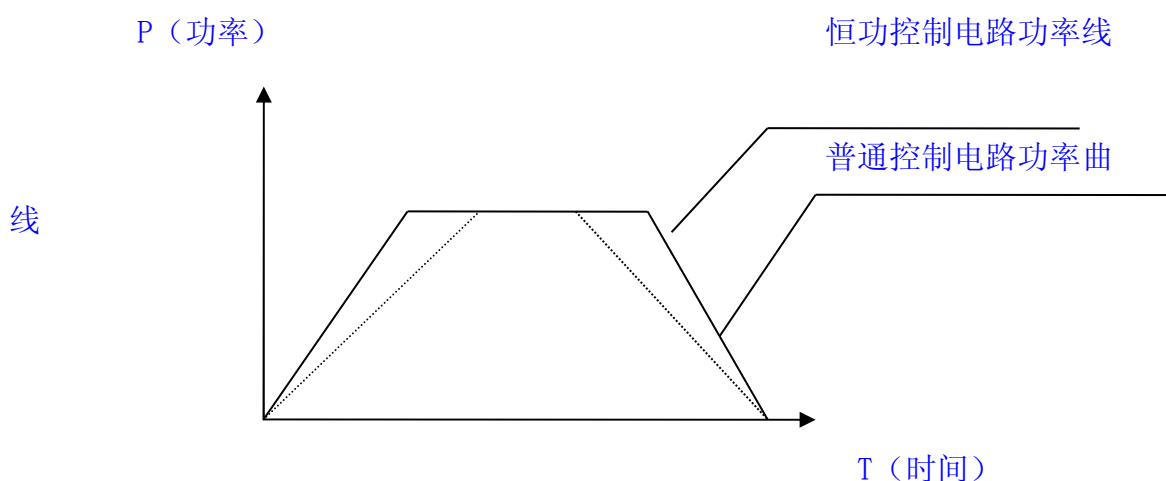


5.3.1. 中频电源简介:

数字化中频电源是我公司推出的第四代产品，在设计中除采用常规的主电路以外控制电路只需两只变压器和一块控制电路板即可。彻底去掉了接触器、中间继电器、以及其它的辅助电路，使整套设备连线极少，更由于三相交流输入不必区分相序，中频输出线不必区别相位的优点，使用户现场调试更为方便。

5.3.2. 中频电源特点:

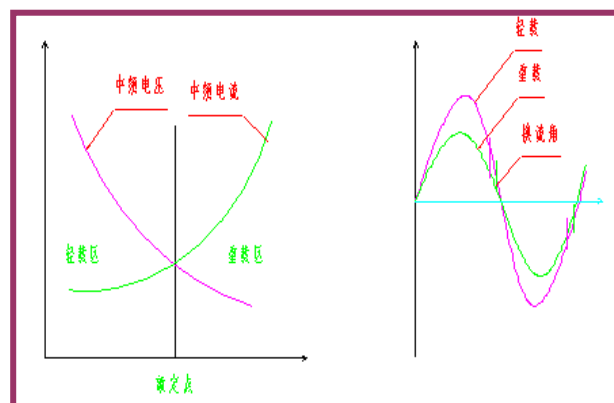
- 数字化恒功率控制系统（控制线路高度集成）



- 恒功率晶闸管中频电源系统是本公司研制的智能控制器。主要由调节器、移相控制器、保护电路、启动演算电路、频率跟踪、逆变脉冲形成、脉冲放大及功率驱动组成。经数字化后使之成为专用芯片，专门应用于晶闸管并联逆变中频电源的控制。

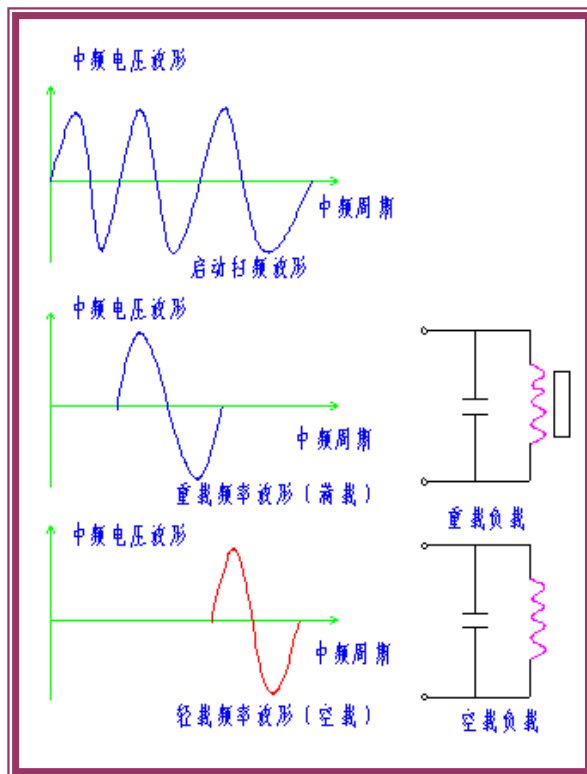
- 逆变控制参考美国 ABB、Ajax 公司、日本富士电机等国外先进控制技术，自行开发的逆变控制技术，具有很强的抗干扰能力。

- 控制板为单板全数字集成化控制板，采用数字触发，具有可靠性高、精度高、调试容易、无继电元件等特点，长期工作无温度漂移，工作点稳定。



- 具有完善的多级保护（水压、缺相、欠压、过流、过压、关断时间、直通、操作联锁等）

- 启动方式为先进的扫频式类它激零压启动，使操作者无需选择启动电压和启动频率就能实现 100%的成功启动。
- 可根据负载的变化来调整匹配，提高熔化及加热速度节省电能（10%）。
- 具有下列仪表指示：输出电压表、输出功率表、工作频率表、电度表、输入电流表、输入电压表、接地漏电表、功率因素表和故障警示指示。
(用电计量仪表安装在变压器和中频电源柜之间)
- 电源启动性能:可靠性的启动性(无论空载、满载)。该电源采用零电压自动扫频式启动方式，并具有频繁启动功能。无论在重载和空载情况下，均保证启动成功率 100%。



- 其原理是：（如图）

重载时，减小换流角，相对提高电压、减少电流，使电源工作接近最佳值（额定值）轻载时，增大换流角，，相对减少电压、提高电流，使电源工作接近最佳值（额定值）

- 负载特性——中频感应设备一般都采用并联谐振电炉，在上图所示的并联谐振负载中，当电感 L（感应器）、补偿电容的值确定后，其谐振的固有频率也就确定，随着负载（感应器）阻抗的变化，固有频率也随着变化，当空炉轻载时频率较低；满炉、冷料重载时频率较高。
- 启动频率跟踪特性——在启动过程中，当启动频率与负载频率最为接近时，启动的成功率越高。而频率是随着负载的变化而变化的。如图示，在此采用扫频启动方式，即发一组含盖负载频率变化范围内的频率启动设备，就不受负载变化的影响，由此启动的可靠性大大提高。如下图所示。
- 采用串并联补偿线路以减小输电线路的损耗为了减小中频输电线路上的损耗，逆变器的补偿电容器接成了串并联倍压形式，如下图。这种接法可以使

电炉上的电压比逆变器输出电压提高一倍。这样，在相同的输出功率下输出电流变成原来的 50%，从而使中频输电线路上的损耗减小为原来的 1/4。

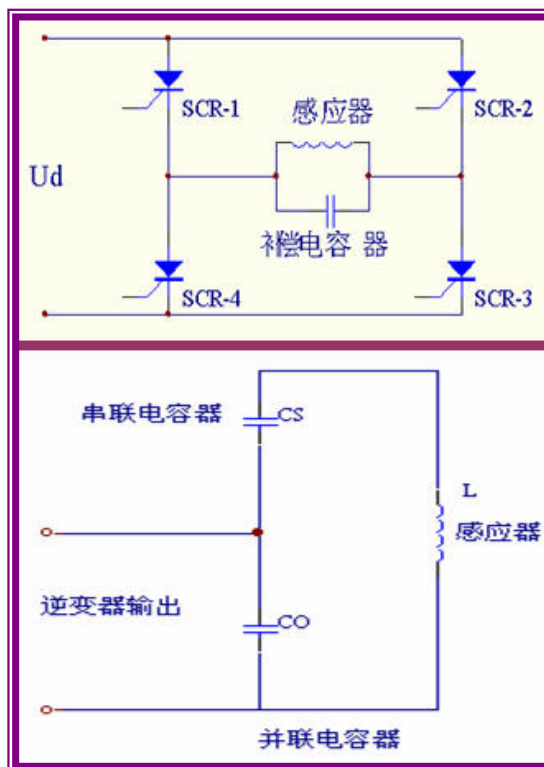
综上所述我公司恒功率数字化电源与其它控制方式电源比较具有：

- A. 有效的抑制对电网的干扰措施，使电网中任何有电设备不受任何影响。阻抗调节器的作用，可使设备始终运行在最佳状态。
- B. 与老式线路相比，节电效果明显，可节电 10—20%左右。
- C. 功率因数可达 0.94。
- D. 电源的启动成功率可达 100%；
- E. 由于了联线极少，故障率可降低 90%。
- F. 调试维修简便。

5.3.3. 电源的保护措施包括：

- ★主回路短路保护
- ★主回路缺相保护
- ★主回路过电流保护
- ★电网电压高保护
- ★电网电压低保护
- ★冷却水温高保护
- ★冷却水压低保护
- ★冷却水流量低保护
- ★可控硅过电压保护
- ★可控硅过电流保护
- ★逆变可控硅电流上升率高保护
- ★逆变可控硅换流时间不足保护
- ★逆变可控硅反向关断电压时间不足保护

5.3.4 中频电源结构特点：



序号	项 目	性 能
1	柜体形式	非标威图配电柜
2	柜壳	采用优质的 2.5mm 冷轧钢板
3	柜门	单开和双开，前后开门，打开角度 130° 角
4	安装板/条	内部采用 2.5mm 厚安装板 红黄色或镀锌
5	柜体颜色	计算机灰（RAL7032）
6	表面处理	中温磷化，防锈漆，桔型漆，静电喷涂或烤漆
7	安装螺钉的材料	中碳钢 4.8 和 8.8 级
8	密封圈	聚氨脂发泡密封胶条，密封性好，防火防尘 且附着性能强
9	防护等级	IP55
10	手柄部分颜色	灰色 RAL7035
11	主回路	采用 T2 铜排材料
12	输入或输出电缆	采用专门的过线装置，与塑壳箱体固定，并能保证防护等级。
13	水路水管	具有绝缘、耐冲击、自熄阻燃等特性
14	电压标示	按照不同的使用电压，采用标准的颜色
15	照明	220V/40W 日光灯
16	接线端子	菲尼克斯轨道式 内部全铜的金属件

电源外壳采用**德国威图**工艺制作，具有外形美观、开关、变频、水冷一体化设计合理的多组合式结构、刚性强、防尘性好、有适当的通风散热措施，并根据用户要求加装空调器。

a. 独特的双重门结构将弱电控制与强电（高压）分开，避免强电干扰，柜门与主电闸刀联锁从而进一步提高了整个系统运行的可靠性。

b. 布置合理的操作面板，完全消除了设备操作员的视觉疲劳。而内部配置的资料盒更为设备维护提供了方便。

c. “完全封闭”的箱体设计，在确保内部空气充分流通的情况下（散热通风窗均设置过滤）提高了内部环境的清洁。有利地克服了导电性尘埃引起的绝缘失效。对潮湿的环境下使用的电源，其内部配置了电加热器，防止流通空气的湿度大而对端子或接线柱形成腐蚀。

d. 集中的供水管路，在保障各部分充分冷却的情况下，布置及走向合理而美观。

E. 元器件的安装严格按照工艺要求，合理布局、整洁美观、绝缘性及抗震性均符合国家标准。确保了设备在长期运行中的稳定性。

5.4. 补偿电容器柜：

补偿电容器柜整体结构坚固、外表美观，对电容器在绝缘处理上采用双层云母绝缘技术，即使不慎将水喷洒于电容器上，也能保证柜体的绝缘强度。

为了减少大电流回路的损耗, 补偿电容器组安装在地下室尽量靠近电炉的位置。电容器全部采用**新型大容量无毒介质水冷 RFM 系列电热电容器**，具有单台容量大，介质损耗低，占地面积小等优点。

电容柜安装在炉体最近处，这样可以减小槽路的损耗，提高效率。电容器柜内安有温度监测点，这样确保电源稳定工作。

主要结构和性能特点：

序号	项目	性能
1	柜体	非标 GGD 型
2	配置容量	16000Kvar
3	柜壳	采用优质的 2.0mm 冷轧钢板
4	柜门	单开和双开，前后开门，打开角度 130° 角
5	槽路间隙	a-40 mm



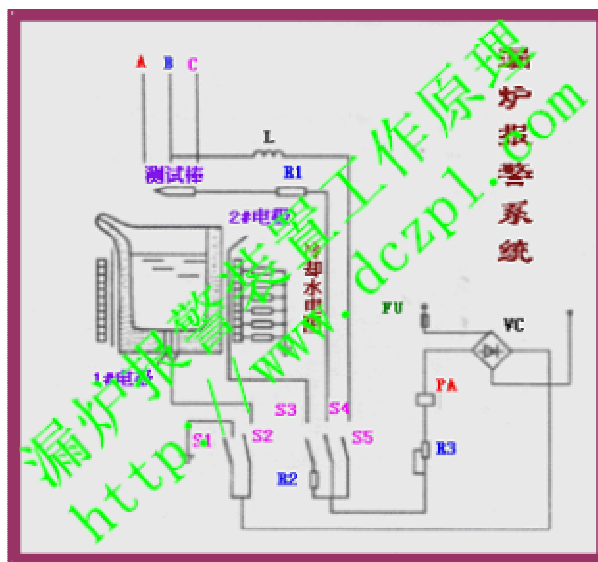
6	槽路绝缘	采用高绝缘支柱在中间加固好防止母排长时电磁力大时短路。
7	螺栓	用铜螺栓、铜锣帽、防发热。
8	保护措施	温度保护、对地保护。
9	电容器箱壳	采用铝板。这样可大大降低因涡流引起的发热。
10	实测电容和额定值之差	不超过额定值的 $\pm 10\%$
11	耐电压	工频交流 2.15 倍额定电压，历时 10 秒的实验
12	电热电容器	主要由芯子和箱壳组成，其间充满优良的浸渍剂，芯子焊有冷却水管，供电容器冷却用
13	执行标准	电容器性能符合 GB/T3984.1-2004《电热电容器 IEC110(1973)《频率 40~24000HZ 感应加热装置电容器》。

5.5. 漏炉报警：

漏炉报警装置实际是一台炉衬厚度检测装置。

中频感应电炉在运行过程中，由于用户(特别是新用户)没有掌握规律，对炉衬使用特点认识不足，发生种种误判，因此容易发生炉衬寿命短，使用困难，难掌握，甚至发生漏炉等严重事故。当然，造成漏炉的原因很多，防止漏炉的方法也很多，其中有效方法之一是及时

了解炉衬厚度，从实践中掌握最佳炉衬厚度，了解炉衬厚度的方法很多，如用肉眼，尺子量……，其中炉衬厚度检测装置也能帮助用户检测炉衬厚度，是防止漏炉的一种辅助检测装置之一，减少漏炉事故发生。



5.5.1 炉衬厚度检测装置的使用和检查

(1) 正确认识炉衬厚度检测装置时,需接入炉衬模拟电阻,观察是否正常显示相应数字(或指示值)。连做几次,如相应数字(或指示值)显示相同,或达到设定的报警数值,动作报警说明产品正常工作为合格产品。新烧结的炉衬由于含水分较高,接地电阻较低。在正常熔化 3—5 炉后才能使用炉衬厚度检测装置,正常熔化 2—5 炉后,炉衬厚度检测装置正常工作,用户检查合格后,投入正常使用。

(2) 每次新筑炉衬时,应由专职工程技术人员安装炉衬厚度检测装置,安装好后要严格检查,判定为正确完好,方能投入使用,并在开炉单上签字,记录检查情况。如果安装不合理或接触不好(如底电极和钢丝接触不好,或钢丝和液态炉料接触不好),将会造成炉衬厚度检测装置运行失灵,使其无法正常工作。

(3) 根据大小炉子的不同,参考数据举例如下:炉衬应经常检查以防止“耗尽”,炉衬厚度(不包括石棉板、云母板……)磨损小于 60mm—80mm(中大容量炉子),40mm~60mm(中小容量炉子)时必须修炉。炉衬厚度检测装置应做出相应显示数据,确定炉衬厚度报警尺寸,由用户根据使用水平和经验自己确定,并调整显示的相应参数,(因为每种炉衬在相同厚度下,电阻率不一样,漏电流参数不一样,因此必须调整),调整方法,用户在自己使用的炉衬上(在烧结 ≥ 5 炉后)测量 40mm~50mm~60mm~70mm~80mm~90mm~100mm~110mm~120mm~160mm 的电阻值,并测量相应漏电流显示的相应参数,中频电源在正常使用时和停机时,显示的参数不一样属正常现象,在使用的二种参数都作为测试数据,来判定炉衬壁厚是否能正常使用。

(4) 造成中频感应炉在运行时发生漏炉故障原因很多,如炉衬材料质量差,炉衬材料砌筑烧结不规范,炉衬材料烧结工艺不正确和炉料装入法不合理,撞坏炉衬,每炉装料前或每日开炉前专职人员对炉衬侵蚀及损坏情况不作检查和炉衬厚度检测装置使用不当等原因都能造成漏炉。炉衬厚度检测装置仅是检测炉衬壁厚,炉衬壁厚多少能防止漏炉,由用户自己根据炉衬材料和铁液温度等各种因素决定,避免发生漏炉。

(5) 用户每日电炉正式熔化前,应由电工定期检查炉衬厚度检测装置是否正常工作,接地钢丝和熔液接触是否良好,各种显示数据是否正常,停机和开机二种

数据都要纳入工作并记录在案。如果有问题，及时检修好后，仪器正常才能投入工作，否则不能开机工作。

(6) 如果发生大面积漏铁水，炉子负载电流急速上升，超过保护电流值，变频装置会自动停机，保护设备元器件不遭破坏。炉子修复后能照常运行，如果炉衬裂缝渗漏铁水，致感应圈局部，未造成感应圈匝间短路或局部打火，负载电流不超过设备电流保护值，设备不能停机，属正常现象。因此用户应经常检查设备额定电流保护值是否正常工作。炉衬厚度检测装置设定的报警信号也能联动变频电源装置停机，报警信号大小由用户谨慎决定。因为信号过大、容易造成设备误动，信号过小，动作不灵敏，以上二种方式都能做到变频电源在工作中停机，但造成停机的原理不一样，需分别对待，查找原因，不能混为一谈。

5.5.2 炉衬厚度检测装置工作原理

工作原理如下：电源经过变压器降压，桥式整流，电容器滤波变成一个直流安全低电压 U ，通过限流电阻加在两个电极之间，正常时炉衬电阻较大，电流表指示一个小的电流范围。当炉衬变薄时，电阻减小，电流变大，漏炉时表的电流更大，从而是原设定的运算放大器动作，三极管导通，集电极的继电器动作，继电器的触头一方面用铃声报警，另一方面控制中频电源控制板使其停机。两个电位器分别设定电流表的指示范围。

应用炉衬检测装置需要安装底电极。直流低电压 U 加在感应线圈胶泥与炉衬间的不锈钢网与底电极之间。炉衬正常时电阻很大，电流很小，装置显示屏（或表头）上的相应参数较小。如果发生炉衬低电阻现象（炉衬变薄、金属液大面积渗漏都会造成炉衬低电阻），这时电流很大，装置显示屏（或表头）上的相应参数就大，如数据大到超过用户设定的报警参数，报警装置工作报警，此信号也可联动变频装置停机，是否联动由用户决定。

5.5.3 报警装置的安装

炉底电极用 $\Phi 1\sim 2\text{mm}$ 的非磁性不锈钢丝制成，共设置 8~18 根（根据炉子大小），如下图所示。不锈钢丝通过炉底专用小孔引入，呈放射形布置。钢丝通过的小孔应用耐火泥浆堵塞封严。不锈钢丝应有足够的长度，炉底石英砂层打结完成后，使不锈钢丝能露出砂层 5—10mm，剪去太长的部分，并将其折弯，使露出部分和石英砂层的表面平行。这样，当坩埚吊入时能保证不锈钢丝和铁坩埚接

触良好。铁坩埚熔化后，钢丝始终和铁液相接触。炉衬中修时，在炉底的不烧结层能找到原铺设的不锈钢丝，并将其接长，安装的方法同前述。从炉底小孔引出的不锈钢丝应合为一股，并套上耐热瓷管，防止不锈钢丝和炉底钢板接触，而引起接地短路。每次熔化前都必需检查底电极不锈钢丝、液态炉料和炉衬壁厚检查装置的输入端四个环节都需良好接触，如有问题必须检修好后才能投入工作。检测装置与炉子的接线为：双色线接地。红色线与和感应圈相连的铜排连接，另一根导线与炉底电极相连，导线应采取双重绝缘。电源线接交流 220V 电源。

5.5.4 操作简要说明

炉衬厚度检测装置正常工作时，电源指示灯亮，报警灯熄灭。当炉衬发生低电阻现象或感应线圈对地有短路现象时，报警灯点亮，蜂鸣器发出报警声。

检测装置带有工作/检测按钮，装置正常时，按下检测按钮，报警灯点亮，蜂鸣器报警。检测最好在开炉前进行，在开炉时不准使用。按下工作按钮可解除报警，并恢复检测装置重新工作。工作按钮和检测按钮是用一按钮，利用状态不同进行切换。如检测装置不报警，那么可能是由于炉衬电阻变小而引起。当然，这只是初步判断，不能作为唯一依据。检测装置的报警值可由内设电位器根据实际情况用户自行掌握调节。数字显示表（或表头）显示实时检测值，显示值越大说明炉衬电阻值越小，炉衬变薄。

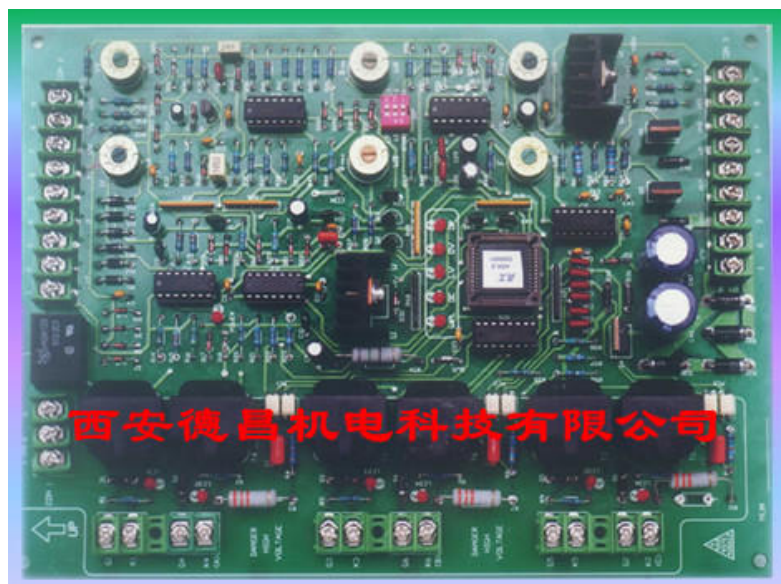
5.6. 电气部分关键部件选择及描述：

稳定可靠的电源其元器件的选择至关重要，除了购置正规生产厂家的产品外，每一个元件均需经过严格的筛选和抗老化处理。尤其是控制电路板如果不进行抗老化筛选，在应用过程中会出现运行参数热漂移现象，造成设备故障或所加工产品不合格现象，我公司对元器件的筛选要求及其严格，每一块控制电路板均需经过高温烘烤→参数测试 → 高温烘烤→参数测试→高温烘烤→参数测试的工艺环节。电抗器、可控硅均要求生产厂家提供大电流饱和测试参数、绝缘等级参数和 115℃ 结温测试参数。在设备出场前整机需进行 2 小时的运行考核，以保证整机器件的可靠性。

5.6.1 主控板：

控制电路板的稳定运行是设备的关键。主控板元器件全部选用进口集成电路，为了防止高温环境运行时出现参数漂移现象，所有电容器全部采用 CBB 电容器。在线路板焊接完成后，将电路板放入 120℃ 高温烤箱中进行高温老化、烘烤，

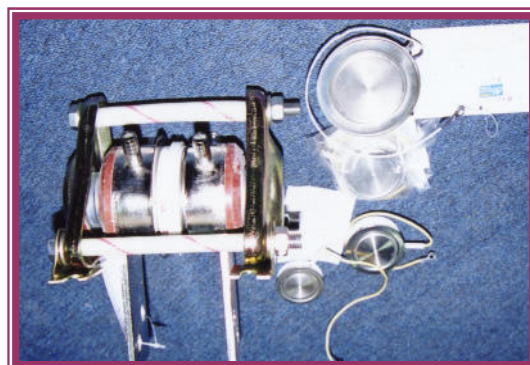
然后进行初步调试，调试完成后再次放入烤箱，然后进行二次调试，并对照上次的调试参数，观察是否有参数变化，如果参数有变化，对其相应元件进行更换，调试完成后再次放入烤箱。直到所有技术参数均达到技术要求



后，并无参数变化，再进行上机试验，从而保证了设备在运行中主控板可以适应任何运行环境。

5.6.2 可控硅：

可控硅是中频电源的核心器件，同时也是最昂贵的器件之一，可控硅在工作过程中，由于各种损耗产生热量而使结温升高。而元件是一种热当量相当小，对发热及其灵敏的半导体器件。它的所有参数几乎都与热量特性有关，因而结温过高会导致元件正常工作状况的破坏，影响运行的稳定性和可靠性。



所以在选择时应选择技术能力强、工艺严格、检测手段齐全的厂家，要求进行115℃的结温测试，并出具测试结果，在元件装配时，按照测试参数进行配对安装。我公司选用的可控硅元件都有100%的电流安全系数。

整流可控硅电流安全系数	安全系数一般取 1.5
逆变可控硅电流安全系数	安全系数一般取 1.5~2

散热器：

晶闸管在正常工作时自身会产生大量的热量所以良好的散热冷却是晶闸管正常工作的必要条件之一高质量的晶闸管配上合格的散热器加上正确合理的装配可以明显地减少晶闸管的损坏延长其使用寿命

为了不使结温超过允许值，必须热量有效的传到外部散热器上。元件的散热过程是一个复杂的热传导过程，首先热量由结片传到铜压块，然后由铜压块传到管壳，通过壳传到散热器，最后由散热器表面传给冷却介质。在这些传导中有传导、对流和辐射等三种不同的热传递方式。因此，我们在中频电源装置中使用的晶闸管水冷散热器都是独立的双水包散热器，为保证散热效果材质为铜质。

保证指标：管芯陶瓷外壳温度 $T_c=44-49^{\circ}\text{C}$

5.6.3 平波电抗器：

平波电抗器对中频电源是非常重要的，它有两个作用。第一，使整流器的输出电流变得平滑稳定。第二，当逆变可控硅直通短路时，限制短路电流的增长速度和最大短路电流的大小。如果平波电抗器的参数设计不合理，铁芯材料不好或制造工艺不过关，将对中频电源的工作可靠性产生极大影响。为了确保平波电抗器的参数合理，我公司



专门开发了平波电抗器设计软件包。该软件特别考虑了并联逆变条件下平波电抗器的工作环境，同时依据我们生产中频电源十余年的经验而编制。

平波电抗器的硅钢片采用 Z10 型冷轧高导磁率产品，铜管为 T2 挤制铜管，用高强度云母带包扎，H 级绝缘。为了减小平波电抗器的工作噪音，硅钢片采取了特别的紧固工艺，在硅钢片和气隙之间还有专用的缓冲吸音材料。

序号	项 目	内 容
1	线包数量	4 组
2	铜管厚度/材质	矩形 T2 2mm
3	硅钢片	Z10 型冷轧
4	绝缘等级	H 级
5	震动、噪声	≤ 65 分贝

5.6.4 ME 万能式断路器:

ME 系列万能式断路器（以下简称断路器）是从联邦德国 AGE 公司引进的产品，断路器适用于额定工作电压 AC 至 400V、690V、50Hz；额定工作电流 630A-4000A 的配电电路作不频繁转换之用、对线路及电气设备的过载，欠电压和短路进行保护。并具有分级选择保护。能直接起动电动机并保护电动机、发电机和整流装置等免受过载、短路和欠电压等不正常情况的危害。

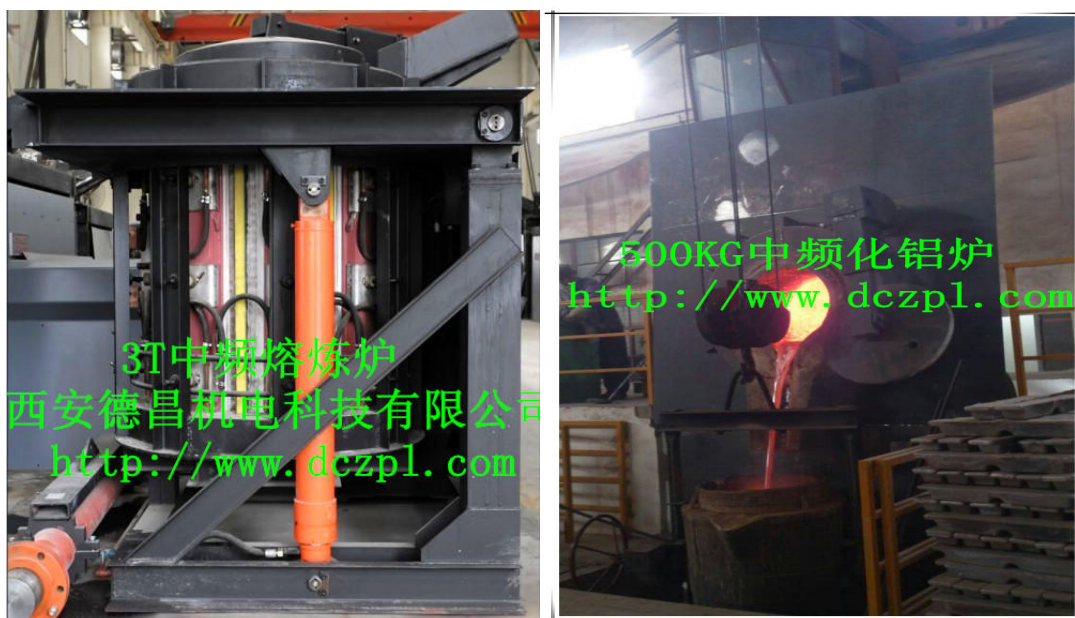
技术参数

框架		框 I					
型号		ME630	ME800	ME1000	ME1250	ME1600	ME1605
额定电流 (In) A		1000	1000	1000	1250	1600	1900
约定发热电流 (Ith) A		630	800	1000	1250	1600	1900
额定工作电压 (Ue) V		690	690	690	690	690	690
额定绝缘电压 (Ui) V		690	690	690	690	690	690
额定冲击耐受电压 (Uimp) kV		12	12	12	12	12	12
极数 (P)		3、4	3、4	3、4	3、4	3、4	3、4
额定极限短路分断能力 (Icu) kA	三极	50	50	50	50	50	50
	四极	40	40	40	40	40	40
额定运行短路分断能力 (Ics) kA	三极	50	50	50	50	50	50
	四极	40	40	40	40	40	40
额定短时耐受电流 (Icw) 1s kA	三极	30	30	30	30	30	30
	四极	30	30	30	30	30	30

5.6.5 按钮及指示灯

为了保证设备的可靠操纵和控制, 我们在该设备的按钮和指示灯全部采用德国施耐德的产品。其特点：**外形美观，经久耐用**；自动防锈触头，触点寿命达 100 万次，具有急停双断开功能；安装简便，高机械、电气寿命和高防护等级：IP65；XB2B 系列组合性强，可达 NO/NC 6 个触点；指示灯有白炽灯，氖灯和 LED 灯等多种选择。

六. 机械部分描述:



1、机械部分技术特点

A. 炉体指标		
序号	项目	性能
1	炉壳结构	钢结构
2	炉壳材质	45#钢
3	面板厚度	10mm
4	磁轭数量	8 根
5	磁轭覆盖率	65%
6	磁轭夹紧	不锈钢 1Cr18Ni9
7	磁轭散热方式	不锈钢槽水冷
8	感应器铜管材质	T2 纯铜 99.9
9	水冷圈材质	不锈钢或紫铜管
10	炉壳发热量	<75℃（炉底与炉盖除外）

B. 液压系统		
1	液压泵	双泵双电
2	机组型式	卧式
3	液压站容量	650L
4	液压缸安装方式	倒置式
5	保证倾炉角度	0~95°
6	液压控制台	手动换向，三色灯指示
7	保证指标	无泄漏
8	炉盖控制	二级（提升、旋转），炉盖提升 150mm。
C. 炉料材料		
1	耐火胶泥	GROUT 563A 美国一天津联矿产品
2	筑炉材料	石英砂（耐火度：1500~1700℃）
D. 综合指标		
1	炉衬顶出	炉底预留炉衬顶出法兰
2	绝缘	线圈与磁轭绝缘采用云母板和高效绝缘王双层隔离
3	坩埚模厚度	>5mm
4	水路连接软管	采用无阻燃高绝缘橡胶管
5	集水器	不锈钢材质
6	颜色标识	色标由招标方确定（活动架与固定架采两种颜色）

2 炉体结构描述：

2.1 炉体

炉体是无心感应炉的主要工作部分，它由炉架、磁轭和紧固装置、感应线圈、坩埚、水冷架和倾炉油缸等部分组成。

盛装炉料的坩埚是由石英砂等耐火材料捣制而成，感应线圈内壁涂抹用于保护线圈的耐火胶泥，与坩埚通过中间层紧密组合成一个整体，承受着高温铁液引起的压力和热应力。为防止因坩埚龟裂引起铁液漏炉事故，在耐火胶泥中铺设有漏炉报警装置的一极。

磁轭的作用是辅助导磁，加强感应器对炉料的功率传递和两者间的电磁感应，约束线圈漏磁的发散，减少炉架等金属构件的发热，即作为磁屏蔽；磁轭的另一作用是压紧线圈，径向靠顶紧螺栓保护径向的固定，磁轭对于提高炉子的效率，改善炉温的轴向分布也起着相当大的作用。

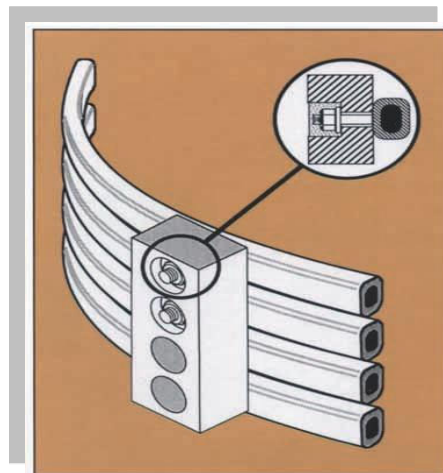
感应线圈是炉子的心脏，因通过电流较大，采用水冷异型铜管。感应线圈采用 H 级绝缘。感应线圈安装在炉架内，磁轭分布在周围，其径向用架上的顶紧螺栓固定。

油缸装于炉体两侧，可推动炉体倾转 95° ，由限位开关限制倾转角度。

2.2 线圈：

感应线圈是整个感应炉的心脏，感应线圈由中频电源供电，在中频电压、电流的作用下产生强大的磁场，此磁场使炉膛内的金属产生涡流而发热，线圈是电能转换热能的关键。所以线圈设计就显得尤为重要，本炉的线圈是结合国内外中频炉实际使用状况，根据电磁场原理，通过计算机分析计算而确定的较佳方案。

感应线圈用铜管绕成。为了保证感应线圈的可靠性，铜管采用了**4mm厚**，纯度为**99.9%**材质为T2的优质冷挤制铜管。这种铜管密度好，管壁厚度均匀。感应线圈在设计时考虑了铜管的固有长度的影响，将铜管的焊接处和引电，引水部位结合，使每组感应线圈内部没有焊缝。



感应线圈的外表绝缘采用双层形式，内层用静电喷涂工艺喷涂了一层高强度的绝缘树脂，外层用云母带包扎，然后使用H级绝缘漆浸漆烘干。绝缘层的**耐压大于8000V**。

在感应线圈的上部和下部都设有不锈钢制水冷圈，其目的是使炉衬材料在轴向受热均匀，延长炉衬的使用寿命。

感应线圈由焊接在外圆周的数列螺栓和绝缘撑条固定。线圈固定后，其匝间距误差不大于**2mm**。所有螺栓为沉头方式，以提高绝缘强度。

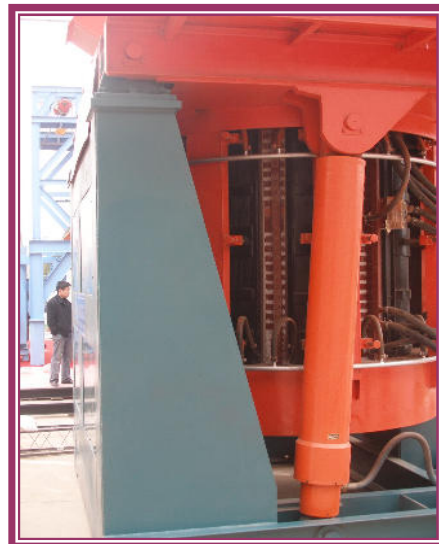
在感应线圈的上部和下部都设有不锈钢或铜制水冷圈，使炉衬材料在轴向受热逐渐形成梯度，进而延长炉衬的使用寿命。

感应线圈还设有短路环，用于锁磁防止炉体发热。

2.3 炉架：

炉架分为活动炉架和固定炉架两部分。

活动炉架用于安装感应线圈和磁轭。它由型钢和钢板焊接成**整体式**框架结构，活动炉架顶部



的操作平台采用了加厚钢板(10mm),以提高炉架的强度和承重能力。固定炉架安装在地基上,与活动炉架相联,在倾炉油缸的顶推下,可以使活动炉架向前倾转 95 度。炉架部分在设计时预留了很大的安全系数。保证炉架具有足够的刚度,在承载最大装料量时运行平稳。

2.4 磁 轭:

磁轭采用进口牌号为 Z11 的高导磁率冷轧硅钢片制造。硅钢片的厚度为 0.3mm。磁轭采用仿形结构,内弧面的弧度与感应线圈的外圆弧度相同,使磁轭可以紧贴感应线圈外侧,最大限度的约束线圈向外发散的磁场,减少外磁路磁阻。

磁轭由两侧的不锈钢板和不锈钢夹持,焊接固定。提高利用率。硅钢片加工后剪切口飞边允差小于 $\pm 0.1\text{mm}$,

磁轭总装后,弯曲度不大于 4mm,理论中心线与实际中心线偏差不大于 3mm。

保证线圈与磁轭圆弧状接触,精确耦合,覆盖线圈面积在 65%以上。

磁轭沿长度方向包含上下水冷圈。硅钢片材质不低于 GB/T2521—1996 标准中的 27QG110 标准。

磁轭上冷却水管采用方型紫铜管,引出嘴采用 $\phi=16\times 2$ 紫铜管,短路环采用方型紫铜管。磁轭采用仿形结构,其内弧面的弧度与感应线圈的外圆弧度相同,使磁轭可以紧贴感应线圈外侧,最大限度的约束线圈向外发散的磁场,减少外磁路磁阻。

磁轭由两侧的不锈钢板和不锈钢夹件夹持,焊接固定。在两侧的不锈钢板上焊有紫铜冷却水管,用于冷却磁轭。冷却水管可以承 0.45Mpa 水压,15min 内无泄漏。

2.5 炉盖:

炉盖的升降与旋转由两条独立的油缸来完成,炉盖上升高度 150mm,炉盖旋转角度最大 90 度,炉盖上设置观察或侧温用的孔。

炉盖打实后,为了防止水蒸发过快,可在浇注料上铺盖湿麻袋或草袋。在 5-30 度的室温下静放、养护 7 天,然后进行烘烤干燥。烘烤时,要严格防止脱水反应及相变压裂进行所造成混凝土崩裂,影响质量,因此,烘烤速度要缓慢。

2.6 柔性水冷电缆:

水冷电缆的接头采用冷压成型工艺与铜绞线压接。这种方式联接牢固,接触电阻小,不损伤铜绞线。其单个接头和铜线之间可承受 8t 以上的拉力。

水冷电缆的外套管采用阻燃橡胶管。这种胶管不易燃烧，强度好。可承受 0.45MPa 水压而不泄漏或破裂。

水冷电缆馈送电流较大（约 13000A），所以在进行铜绞线的选定时要求无断股现象。

电缆本体采用编织式保存了编织电缆具有的导线反复交织后，电缆正体性好，电流分布均匀，导线间同步运行自感阻抗小，可节约电能，降低单耗，另外。相互磨擦力小，缆线不易断股，明显提高电缆和使用寿命。

电缆两端 100-200mm 采用绞股式，保存了绞股电缆时线和导电头压接紧密可靠。导线损伤性小，接触电阻也小的优点。

3 倾炉液压系统：

倾炉液压系统的主要部件有液压站、液压操作台、倾炉油缸、炉盖提升旋转油缸、油管等。炉体通过油缸的推动可以翻转 **95 度**，倒出全部钢水，并可根据需要在翻转过程中任间位置停留。

液压系统总体结构合理、可靠、易于维修。

符合 GB3766-87《液压系统通用技术条件》中的各项技术要求。

3.1 液压系统技术性能及参数要求：

工作压力： $P=10\text{Mpa}$

油泵总流量： $2 \times 45\text{L/min}$ （一用一备）

电机总功率： $2 \times 11\text{kW}$ （一用一备）

电源： 380V 50HZ

油箱容积： 500L

系统油液正常工作温度： $20^{\circ}\text{C} \leq T \leq 70^{\circ}\text{C}$

工作介质： 抗磨液压油 N46#。

油液工作清洁度要求： 18/15（ISO4406 标准）

3.2 液压站

液压站是由液压箱、液压泵、各种阀门



及压力仪表组成的，之间连接采用较先进、可靠的集成块。倾炉操作采用手动阀控制，方便可靠。液压泵站用于向倾炉油缸，炉衬推出油缸提供动力。

液压泵采用双机双泵机组(一套工作，一套备用)，该机组用卧式机组，油泵外置式，必须要有油液过滤装置。液压操作台，可控制炉体在 0—95 度范围内倾动及炉衬推出，系统工作可靠。平稳，无冲击及爬行现象，速度可调并可在任意位置停留。

3.3 倾炉油缸：

采用倒装式安装。进油口有限切断阀，一旦油路破裂，可将炉体锁死在原位安全可靠。炉体倾炉耳轴有良好的润滑装置。

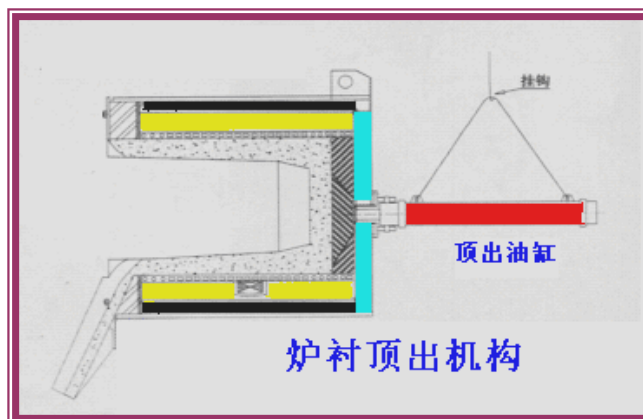
倾炉液压油缸有钢质保护罩，倾炉液压油缸应采用油研公司的产品，每只油缸的进口端须装有节流阀，以防止倾炉时炉子突然落下，使炉子铁水能倒干。

炉子可以通过倾炉手柄停在任何位里，采用液压油作介质。

4 炉衬顶出机构：

炉衬顶出机构是更换炉膛炉衬的一套专用液压机构。更换炉衬时，在全部停炉倾倒的状态下，由炉衬顶出机构把炉膛旧炉衬顶出。

炉衬顶出机构用于快速拆除废炉衬，它由顶推块、顶出油缸和操作机构组成。顶推块装在炉衬下面可以通过炉体底部的顶推孔与顶推油缸相连需要推出旧炉衬时，可将炉体倾转 90 度将顶推机构与炉底的固定部件连接，操作炉台上的



的手柄即可将旧炉衬推出，炉衬顶推液压器件采用榆次液压件厂产品，使用该机构不仅能减轻工人操作劳动强度，减少停机时间，降低拆炉衬，对感应器的损伤程度，而且也将噪音和粉尘的有害污染降到最低限度。上图为工作原理示意图。

5 感应炉用耐火材料：

5.1 耐火胶泥：（线圈浆料）

是一种高度绝缘和绝热的材料，它在感应线圈的匝间和内侧，有如下作用：

- a. 使感应线圈成为一个整体，减少工作时的振动和噪音。

b. 当炉料渗漏时保护感应线圈。

c. 利于炉衬的快速顶出

线圈浆料 563A（美国—天津联矿产品）

GROUT 563A 是一种用于无芯感应电炉感应器线圈内表面的电熔刚玉基的涂抹材料。GROUT 563A 加有红颜色使线圈浆料层和工作炉衬极易分辨。它具有下列的优点和特性：

- 红颜色使在拆除炉衬时易于发现浆料层。
- 用在线圈匝间起绝缘作用。
- 可以涂抹新线圈或作为线圈的修补料。

线圈浆料技术数据：

化学成份：

氧化铝-----	86.1%	材料密度-----	2.72g/cc
氧化钙-----	4.9%	粒度-----	不大于 2 毫米
氧化钛-----	1.8%	施工方法-----	用镩刀抹
氧化铁-----	1.4%		
二氧化硅-----	4.8%	其它-----	1.0%

施工参数：

加水量： 13.0-14.0% 施工时间：不超过 30 分钟

初始硬化：1-4 小时 最后硬化：2-6 小时

5.2 铺炉材料的技术参数：

(1) 云母板技术要求：云母含量

85-95%，胶结漆含量 5-15%，击穿电压 15kv/mm，厚 0.5-2mm；

(2) 石棉板技术要求：水份≤3%，厚

度 2.0-3.0mm，强度≤14kg/cm²，在 400-600℃加热时密度不变，加热重量损失小于 5.3%；

(3) 石棉布技术要求：热减量≤32%，水份≤3.5%，厚度 1.5-2.0mm，宽度不小于 900mm，单位面积重 0.85-1.4g/ cm²；



(4) 玻璃丝布技术要求：厚度 0.2mm，断裂强度不小于 $25\text{kg}/\text{m}^2$ ；1.5 不锈钢报警钢板技术要求：厚度 0.5-1.0mm，伸长率 $\geq 38\%$ ，抗拉强度 $\geq 55\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

5.3 炉衬材料:461S

是完全干燥的干式振动料，由于科学的粒度配比，安装非常方便，很容易得到高密度的炉衬；先进的粘结剂系统设计，使炉衬具有理想的烧结层，半烧结层，同时保持一定的松散层，提高炉衬的安全性；烧结时间短，可以使炉衬很快投入使用。

石英砂 (SiO_2) 技术数据:

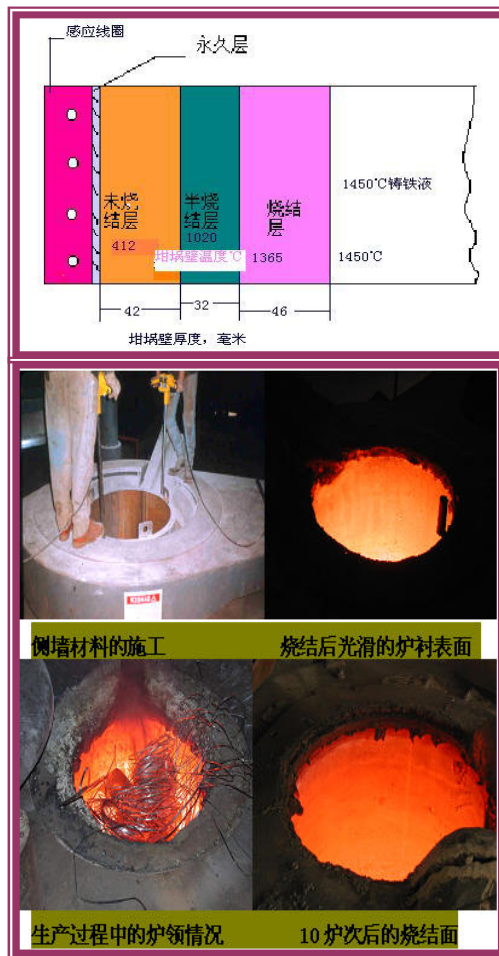
耐火度 () -----1650℃

粒度 -----小于 4mm

5.4 烘炉工艺图表:

芯型温度	升温速率 (°C/小时)	保温时间 (小时)
室温~300℃	50℃ / 小时	至 300℃保温 2 小时
300~500℃	50℃ / 小时	至 500℃保温 2 小时
500~700℃	25℃ / 小时	至 700℃保温 2 小时
700~900℃	25℃ / 小时	至 900℃保温 3 小时
900~1400℃	低功率化料至满炉铁水	升温至 1400℃保温 3 小时后出铁

对于坩埚式电炉，烧结后的第一次熔化，一定要满炉熔化，使炉口部分得到充分的烧结。为了减少电磁搅拌作用对炉衬的侵蚀，熔化和烧结时要降低运行电压，其电压应为额定电压的 70~80%（此时功率为额定功率的 50~60%）。烧结完成后应连续熔化几炉，这样有利于获得较完美的坩埚，对于提高炉衬寿命有良好的作用。在前几炉熔化时，尽可能选用干净无锈的炉料，最好是熔炼低碳铸铁。熔炼过程中要避免加剧对炉衬侵蚀的工艺处理，如进行增碳等工艺。新坩埚使用初期应当加强维护，对于低温烧结的坩埚尤其重要。新坩埚的潜在缺陷会在最初冶炼的炉次中暴露出来，漏炉事故往往在前几炉发生。因此，从装料、熔化直到冶炼温度等操作的控制必须特别仔细，保证冶炼过程顺利进行，铁水出空后要仔细检查坩埚内壁是否有明显的裂纹。



使用新坩埚冶炼的过程中，要注意观察电参数的变化情况，坩埚正常时电压、电流是稳定的；如果坩埚不正常，电压和电流将发生变化，电压下降，电流上升。出现电参数异常时应立即停电进行检查和处理，以免产生漏炉事故。

七. 冷却水循环系统：

1 概述：

水冷却装置，主要应用于冷却式功率硅整流和感应炉及中频炉等大电器设备配套作为冷却保护付机。

设备冷却水装置：

方案一、闭式冷却塔系统：

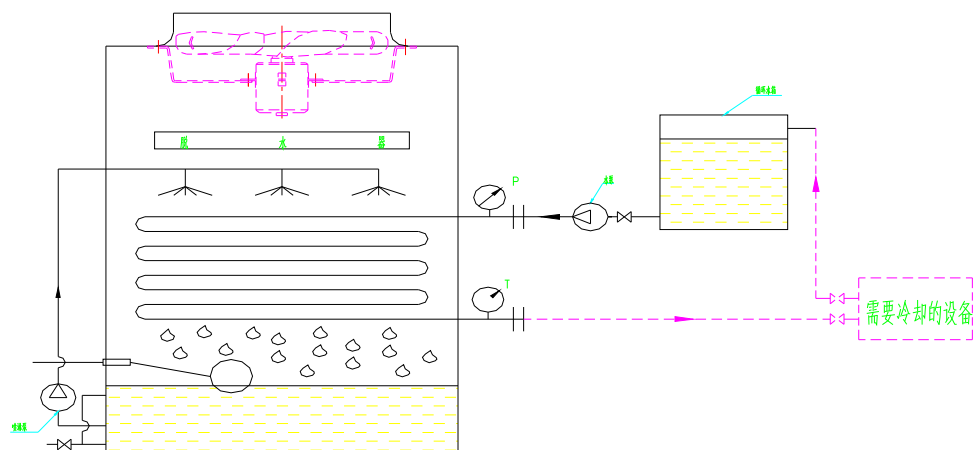
本方案不需再建造冷却水池，闭式冷却塔自带水箱。它和用水设备形成独立的闭式循环。闭式冷却塔利用两级冷却方式即：一级冷却采用风冷，依靠风对冷

却器盘管进行冷却；二级冷却采用外循环水喷淋，在环境温度比较高时使用二级冷却，在风冷的同时喷淋系统将水淋到冷却器表面上，在水蒸发时能够带走盘管的热量，从而达到冷却效果，喷淋水采用用户现场自来水，如果硬度太大，需要软化处理，日常补充蒸发量即可。

1、闭式冷却塔的特点：

- A、 循环冷却水水质封闭循环，没有杂质进入，保证了水质的纯净；
- B、 水循环的水使用软水，不结垢，不堵塞管路；
- C、 占地面积小，可以根据需要移动、摆放；
- D、 用户不设置水池，设备成本较高。

2、闭式冷却塔的原理结构：



3、成套设备配置：

- | | | | |
|----------|-----|----------------|-----|
| 1) 主机 | 1 套 | 2) 循环主水泵（一主一备） | 1 套 |
| 3) 电控箱 | 1 台 | 4) 压力表 | 1 个 |
| 5) 不锈钢水箱 | 1 个 | | |

4、设备技术性能说明

主机：冷却塔主机主要由外壳、紫铜冷却器、排风系统、喷淋系统、脱水器、集水槽等组成

外 壳→冷却塔的外壳采用进口热镀锌板制作，厚度为 2mm，外观处理美观大方，（外观颜



色可由用户指定，标准颜色为蓝色）；经数控机床剪、折、冲后经无焊缝拼装而成，尺寸精确平整。

冷却器→冷却器为冷却塔的关键部件，内部通冷却介质，外部经过风冷及水的喷淋来达到冷却要求；冷却器采用国际标准的 T2 脱酸紫铜管制作，全部为裸紫铜圆管，不加翅片，以保证其冷却效果；铜管与弯头之间的连接采用银焊条焊接，焊点少且质量好。

排风系统→排风系统主要作用是排出冷却塔内的饱和热湿空气，由进风格栅，风机和防护罩等组成；风机采用铝壳三防风机，增加使用寿命。

喷淋系统→喷淋系统主要由喷淋水泵、连接管路、喷淋头等组成。当温度超过设定温度时，系统控制自动开启喷淋系统，来保证冷却的温度达到要求。

脱水器→脱水器的主要作用是排风系统将喷淋水及热蒸汽的水分排出去；获得专利的方舟特有的 PVC 高效脱水器，使水的飘逸率小于 0.001%，使得设备放置在水雾敏感地区成为可能。

集水槽→集水槽的主要作用是存储喷淋用水，由水槽、浮球阀、进水口、排污口等组成。

辅机：辅机主要是冷却塔的控制系統，由主水泵、不锈钢水箱、电控箱、温度控制系统、压力控制系统等组成。

→标准配置水泵为 1 台，考虑设备的可靠因素，本次配置一主一备水泵，当发生故障时可以直接切换使用备用水泵。

→循环水箱采用 304 不锈钢板制作，并设有进口液位报警，循环冷却介质为封闭式，但还是有少量的损耗，液位计自动测量和报警，以便及时补充冷却液。

→冷却塔在进水口设有压力显示，在需冷却的设备进水口也有压力显示，能通过压力差来读取压降，从而达到有效冷却，以保证设备在安全的水流量范围。



→冷却塔在出水口设有温度显示及温度报警，并能通过数显温控仪控制喷淋系统的开关来实现进出水温度的调节，使闭式冷却塔在规定的水温范围内对设备连续高效地进行冷却。

方案二、水水换热器冷却系统

内循环系统为水—水换热器，外循环系统为工厂自备的水池或工业净环水系统），内循环系统的热量是由外循环系统来冷却的。内循环系统的水—水换热器也自带水箱，主要用软化水循环，内循环水泵将软化水从储水箱（用于存储内循环水）抽出，送往板式换热器将热量交换到外循环水，从板式换热器出来的变冷的水被送去冷却各个部位，吸收热量后流回储水箱。中频电源、电容器选用一套水水换热器。

A、水水换热器的特点：

★它具有换热效率高，结构紧凑，占地小，采用特殊的瓦楞波纹结构优化设计及组装，使介质在低速下，形式急剧湍流强化换热。

★系统设计合理，热损失小，比摩阻小，能源消耗较其它同类产品少20%~30%，热回收率在95%以上，降低了生产成本。

★系统在运行中以软水为循环冷却介质，能有效地杜绝其冷却水路结垢，堵塞，其水质好，水阻值大等特性，能防止负载主机电气中的爬电击穿现象，使负载主机（被冷却的设备）在低于允许的温度（水温）下长期安全运行。

★ 机组操作简单，清洗简洁方便，外形美观，经济实用。

★ 外循环水需要处理，否则对换热器的散热片能力会下降。

B、设备的组成：

内循环系统包括**板式换热器、内循环不锈钢冷却双水泵、不锈钢水箱**、管路和阀、仪表等，用于冷却中频电源、电容器和铜排。

内循环系统的管路及部件均采用不锈钢，可确保系统长期稳定工作。



2 电动筑炉机：

本产品是以世界名牌 Bosch18902-50 电动振动器为基础，结合我国的实际情况和资源优势而开发的新型产品，可极大的提高筑炉质量，大大减轻筑炉工劳动强度。用于中频/工频无芯熔炼炉及保温炉炉衬筑炉，电动振动成型，380V 进线、功率 250W，配有专用筑炉头。

HDD 型电振动筑炉机配有三种捣打头，分别为叉子、圆形和月牙形。捣打头通过传力管与主机连接（传力管为 1 寸钢管，其长度根据捣打炉子不同部位而定。），传力管与捣打头之间可用管接头或焊接的方式连接。叉子主要用于排气和插实，圆形头用于捣打炉底，月牙形用于捣打炉壁。

3 维修用示波器：

型号：COR5520B

带 宽：DC-20MHz

偏转因素：5mV/div--5V/div, 扩展 x5

垂直方式：CH1、CH2、交替、断续

扫描时间因素：0.2us/div--0.5us/div, 扩展 x10

扫描方式：自动、常态

CRT 字符读出、光标测量

外形尺寸：LxBxH (mm) 420x360x145

重 量：6kg

视在功率：35V·A

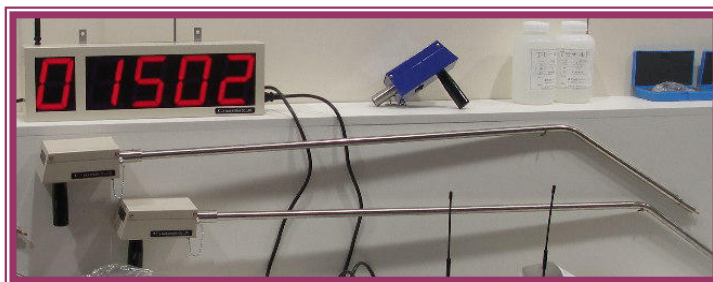


生产厂家:西安宏华仪器厂

4 测温装置:(用户选择项目)

LDT-2001 型测温仪是一种采用无线传输技术的数字仪表。这种仪表摆脱了以往测温引线过长带来的不方便以及引入的干扰。并且很容易实现数据的远距离传输。使用这种仪表在车间的任何地点测温均可将测温结果集中显示在大屏幕上或其他数据终端

LDT-2001 型测温仪具有温度稳定值自动搜索的功能,一般可在 3-5 秒内找到温度稳定值显示并保持。与此同时进行无线传送,数据终端将发出



声音提示,提醒操作人员将测温杆撤离被测温区。另外,仪表测温的同时记录测温结果,并记录当时的测温时间及年、月、日。根据现场测温的实际情况,考虑到车间内有若干台待测设备,仪表特别设置了炉号设定功能。这样使用者在将来调出记录时,就可以知道所测的温度是哪一台设备的数值。LDT-2001 型测温仪适用较大型的冶炼、铸造炉前快速测温的场合,该仪表的显著特点如下:

测量范围宽(0~1999℃)。准确度高:全量程范围误差 $\leq \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

选配 RS232 计算机接口及相应软件。同机可配用 4 种热电偶。

可存储 1000 个测温数据。无线传输距离 $\geq 300\text{m}$ 。

大屏幕数字显示(5" 自高)。快速反应,自动寻找金属液体温度稳定值,显示并保持。自动存储测量数据并记录当时的测量时间。

生产厂家:北京市宇时技术开发公司

八.成套设备范围:

序号	设备分项名称	规格型号	单位	数量	备注
1	中频电源(含开关柜)	KGPS-750/1	台	1	6 脉整流
2	补偿电容器柜	16000KVar	台	1	含:槽路母排
3	1t 炉体	GWL-1	台	1	
4	液压系统	10Mpa	套	1	双泵双电

5	炉前操作台	DCL-C1	台	1	含：三色灯
6	炉衬顶出装置	1 吨专用	套	1	含：油管
7	漏炉报警系统	LT-BU-101	套	1	含：炉体用电极
9	水冷电缆	SL-750	套	1	共 2 根 500 平方
11	坩埚模	1 吨专用	只	1	5mm

九. 技术资料和图纸：

- 9.1 设备平面布置工艺图及基础工艺图.
- 9.2 设备使用及维护说明书.
- 9.3 设备总图及满足维修保养必需的有关资料. 图纸.
- 9.4 出厂检验单；设备合格证；装箱单
- 9.5 主要配套件合格证及说明书。
- 9.6 水路原理图及冷却水资料和安装图

十. 验收标准及条件：

- 10.1. 在承接的中频熔化、升温、保温电炉系统中，必须保证其达到技术保障要求、系统的配套性、完整性和操作简洁性；
- 10.2 确保系统设备联动协调运作、自锁和报警；
- 10.3 确保设备所组成的生产系统具有可靠的整体性、可靠性；
- 10.4 在使用买方的原、辅材料为国内供货条件下，中频熔化、升温、保温电炉系统能长期、平稳、可靠运行；
- 10.5 在使用买方的供电、供水条件下，中频熔化、升温、保温电炉系统能长期、平稳、可靠运行；
- 10.6 考核周期以中频熔化、升温、保温电炉系统连续三班、运行 10 天的平均考核指标，作为考核验收依据；
- 10.7 验收分三次进行：第一次验收在卖方工厂进行出厂前的预验收；第二次买方工厂进行冷、热调试；第三次验收为最终验收。

所有项目检查测试完成后，达到合同要求，写出最终验收报告，

双方确认签字后生效。

十一、安装、调试及人员培训：

安装:(以下两种方案有用户确定)

方案一：卖方负责设备的安装、调试工作。

方案二：卖方指导设备安装，负责设备调试工作

A. 卖方负责在买方现场调试.

B. 卖方在买方现场安装调试时,对买方技术人员进行培训. 培训内容: 现场操作、维修保养。

C. 合同签订后，卖方到用户现场和用户有关人员一起，设计出适合用户现场情况的设备、工艺平剖面图，并提出土建资料要求，供用户做施工设计之用；

D. 设备到达买方现场后，买方负责通知卖方并商定安装、调试日程。

E. 设备的安装及调试由卖方负责，买方协助。

F. 全部设备的安装、调试时间不得大于20天

十二.售 后 服 务:

提供相关技术服务，对用户进行技术咨询、解答、技术培训、提供相应设计图纸。

负责安装、免费调试

对用户实行（1+1）技术售后服务,即：一台设备出厂后即有一位专职的工程师进行常年技术跟踪服务

常年提供备品备件、易损件。,

保质期内卖方应随时、免费为用户解决设备中出现的各种技术问题，更换损坏元器件；保质期后，卖方应随时为用户解决设备中出现的各种技术问题，更换损坏元器件。

保修期：一年.

售后服务承诺

A. 免费保修 12 个月, 提供终身维修, 保养服务.

B. 保修 12 个月内, 正常使用中发生质量故障, 我方免费维修, 更换损坏件, 如遇意外发生故障我方酌收材料成本费, 免收维修费用.

C. 发生故障, 及时进行排除修理, 供方保证在需方通知后 2 小时内答复, 24 小时赶到需方现场进行处理.

D. 定期检查, 在保质期内我方对设备进行一次全面检查和保养, 并向需方提供检查报告.

E. 根据需方要求及时提供一切零配件, 确保需方设备正常工作及服役.

技术服务:

合同签订后, 卖方到用户现场和用户有关人员一起, 设计出适合用户现场情况的设备、工艺平剖面图, 并提出土建资料要求, 供用户做施工设计之用;

十三. 主要元器件配套生产厂家

序号	货 物 名 称	生 产 地	备 注
1	电源开关	德力西或正泰	
2	整流可控硅	襄樊先泰或众力	
3	逆变可控硅	襄樊先泰或众力	
4	仪表	衡阳仪表厂	
5	电 容 器	无锡海华/新安江	
6	主控制板	德昌公司自制	
7	电抗器	德昌公司自制	
8	按钮、开关、指示灯	德力西或正泰	
9	线 圈	洛阳铜材厂冷挤压铜管 T2 铜	
10	磁轭 (带水冷)	高夕硅钢片	
11	应急发电机	潍坊柴油机	

西安德昌机电科技有限公司

2013-4-2