

中频感应电炉设备

技术规格说明书

西安德昌机电科技有限公司

2019-04

1. 设备的配置方案

根据客户的要求作出以下中频电炉的配置方案

方案中的主要设备包括 3 台 GW-10T 中频炉， 2 套额定功率为 KGPS6000kw 的中频熔化电源。中频电源的输出使任何 2 台电炉在熔化，另一台在备用。

整套设备还包括电炉的液压系统，中频电源的冷却装置，电炉的冷却装置，气动筑炉工具和安装材料等其它辅助元件。

2. 技术参数

2.1 方案： GW-10 吨/KGPS6000KW 2 电 3 炉

设备技术参数

项目	单位	数据	备注
电炉参数			
额定容量	t	10	液态铸铁
炉膛平均直径	mm	1080	
炉衬厚度	mm	150	
1450℃ 时保温功率	kw	400	
电气参数			
6000kw 中频电源			
电源变压器容量	KVA	7200	变压器二次为六相输出
电源变压器一次电压	KV	10	
电源变压器二次电压	V	900X2	
中频电源额定功率	Kw	6000	
工作频率	Hz	300	
变换效率		≥96%	
功率因数	cos φ	≥0.92	额定功率状态下
启动成功率		100%	
综合参数			
电炉熔化率(熔化铁)	t/h	10.2	熔炼铁、温度 1450℃
电炉熔化电耗(熔化铁)	kwh/t	550	偏差±5%
注：电炉熔化率及熔化电耗均在电炉热态下测试			
电炉液压系统			

液压站容量	L	600	
工作压力	Mpa	12	
液压介质			液压油
冷却水系统			
电源冷却水流量	t/h	80	2 台电源
电炉冷却水流量	t/h	200	3 台炉体
冷却水进水压力	Mpa	0.2-0.3	
冷却水进水温度	°C	<35°C	
冷却水出水温度	°C	<55°C	

3. 技术标准和设备运行条件

本设备相关部分符合下列相应的技术标准。

1. GB10067.3-88 电热设备基本技术条件-感应电热设备
2. GB/T10066-88 电热设备的试验方法-无芯感应电炉
3. 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
4. JB4086-85 中频无芯感应加热用电控设备技术条件
5. JB/T4280-93 中频无芯感应炉
6. GB/T14549-93 电能质量·公用电网谐波

设备的性能和技术参数达到技术规格说明书的规定。

本设备的正常运行条件如下。

1. 环境
 - a. 海拔不超过 1000m。
 - b. 环境温度在 2 °C ~ 40 °C 之间。
 - c. 相对湿度不大于 90% (25 °C 时)。
 - d. 周围没有导电尘埃、爆炸性气体及能损坏金属和绝缘的腐蚀性气体。
 - e. 没有明显的振动和颠簸。
2. 供电要求
 - a. 主电路供电电压 900V, 波动不大于 $\pm 10\%$, 三相不平衡度不大于 5%。

- b. 控制系统供电电压 220V，波动不大于 $\pm 5\%$ 。
- c. 主电路和控制系统供电电压必须为正弦波，波形畸变不大于 10%。

4. 电气部分技术规格

设备的电气部分包括电源变压器，隔离开关柜，中频电源柜，电动换炉开关和低压动力柜。

4.1 电源变压器

电源变压器用于将电网的 10KV 高压降到适合中频电源的电压。它是专用的整流变压器，油浸自冷。在本套电炉设备中中频熔化电源的变压器的型号是 ZS-7200。变压器的一次电压 10KV，二次电压为 900VX2。D/Y-11，d0 接线形式，六相输出。

为了保证整流可控硅的安全，避免对电网产生冲击，中频熔化电源的整流变压器通常要求具有较大的短路阻抗。ZS-7200 的短路阻抗范围在 7%—10%之间。在变压器的高压侧装有无载手动调压开关，能够在 -5%，-2.5%，0，+2.5%，+5% 伍档调节输出电压。

电源变压器上装有瓦斯继电器和油温表，其输出与高压开关柜联锁。当变压器出现瓦斯报警或油温超高时，自动切断高压。

4.2 低压动力/隔离开关柜

低压隔离开关柜接在电源变压器和中频熔化电源之间，用于中频熔化电源的隔离检修，装有两台智能型断路器，6 相。在低压开关柜上同时装有监测变压器二次输出的电压表，电流表等。

低压动力控制柜用于控制液压油泵，电源冷却循环水泵，电炉循环冷却水泵的工作。它有 2 路输入，分别接主低压电源和应急低压电源（如柴油发电机）。

低压动力控制柜的每路输出都有短路和电机过热保护。柜内的所有电器元件都采用德力西品牌产品。

4.3 中频熔化电源

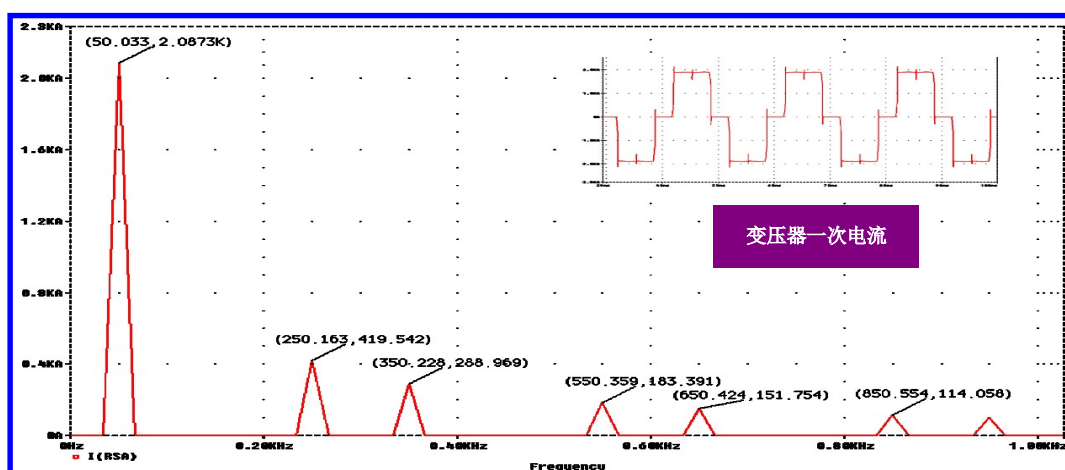
电炉设备采用一套 KGPS 型 SCR 并联中频熔化电源，型号为 KGPS6000-300。

KGPS 系列中频熔化电源采用 12 脉冲整流器，减低了中频电源对电网的谐波干扰，采用数字式控制系统。详细说明如下：

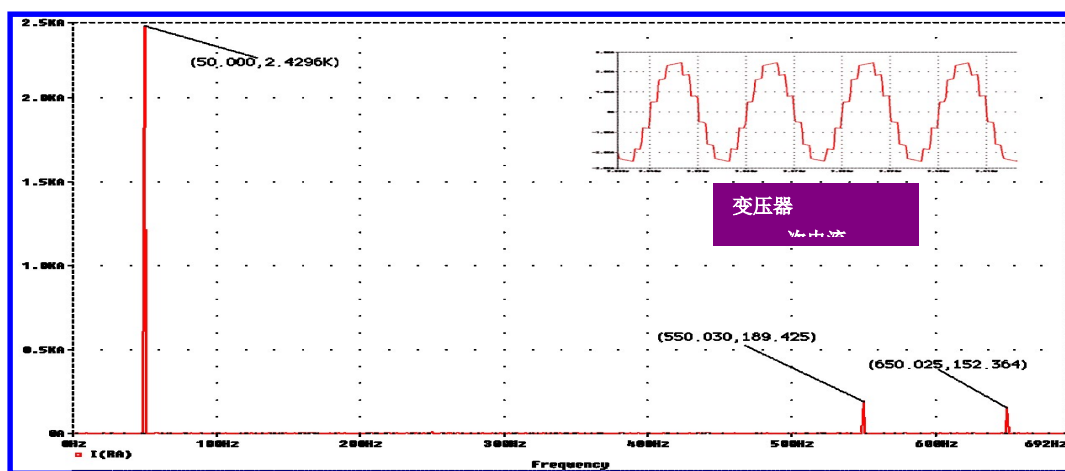
4.3.1 整流电路

为了减少中频熔化电源工作时对电网产生的谐波干扰，KGPS6000 中频熔化电源采用 12 脉冲可控硅桥式整流线路。中频熔化电源的整流变压器采用了 D/Y-11， d_0 接线形式，变压器的二次有二组三相输出，这二组输出的线电压相等，都是 900V，但是相位相差 30° 。二组输出分别接 I 和 II 组整流桥。

理论分析表明，通常的三相 6 脉冲可控硅桥式整流线路在工作时会对电网产生 5 次，7 次，11 次，13 次和更高次的谐波干扰电流，这些谐波电流的大小分别是工频基波电流的 $1/5$ ， $1/7$ ， $1/11$ 和 $1/13$ 。由于 KGPS6000 中频熔化电源的输出功率比较大，如果采用三相 6 脉冲可控硅桥式整流线路，它们工作时产生的谐波干扰有可能造成当地电网谐波超标（取决于当地电网的短路容量），或导致某些精密设备和仪器不能正常工作。



6 脉冲整流谐波分析



12 脉冲整流谐波分析

采用六相 12 脉冲可控硅桥式整流线路后，由于变压器的特殊接线方法，5 次，7 次谐波电流将在变压器内部相互抵消，从而使对电网的谐波干扰大幅度降低。12 脉冲可控硅桥式整流线路的最低次谐波是 11 次，大小是工频基波电流的 1/11。上图为一台采用 6 脉冲可控硅桥式整流线路的中频熔化电源和另一台采用 12 脉冲可控硅桥式整流线路的中频熔化电源谐波电流的实测值。

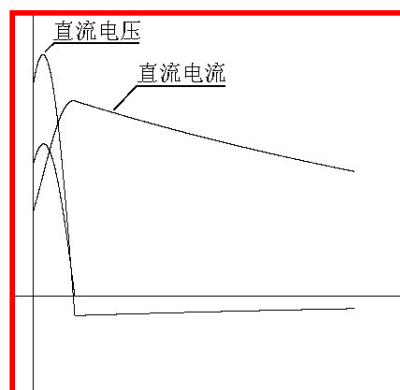
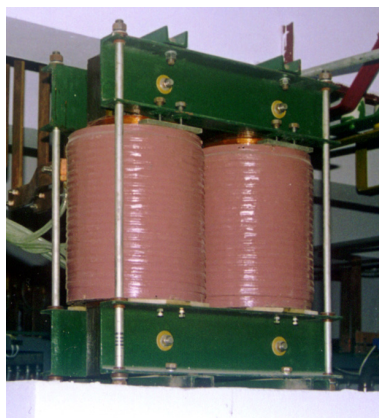
从上图可以看到，当采用 6 脉冲可控硅桥式整流线路时，变压器一次电流是方波，电流中含有较多的高次谐波成分。采用 12 脉冲可控硅桥式整流线路后，变压器一次电流接近于正弦波，高次谐波成分较少。各次谐波的大小与理论分析结果接近。

整流部分的可控硅采用了最新的叠装式散热器组件。这种安装方式使可控硅的拆装变得更加方便和科学，在更换可控硅时，只要松开一个顶紧螺栓，即可更换组件内任何一个可控硅元件。散热器组件上有刻度供紧固时作参照，可以保证可控硅和散热器之间正确的压紧力。而且，这种安装方式充分减小了可控硅组件的体积，使电气柜内的操作空间增大。

4.3.2 大容量的直流滤波电抗器，采用计算机优化设计

滤波电抗器对中频电源是非常重要的，它有二个作用。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。如果滤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。

为了确保滤波电抗器的参数合理，我公司特别考虑了并联逆变条件下滤波电抗器的工作环境，同时依据我们生产中频电源的经验而编制。它可以充分优化滤波电抗器的参数，确保通过滤波电抗器的电流为3倍额定电流时铁芯不会磁饱和。因为当中频电源逆变可控硅直通短路时，通过滤波电抗器的电流远大于额定电流，这时如果滤波电抗器的铁芯磁饱和，滤波电抗器将失去限流作用。所以，必须保证当电流大于额定电流时滤波电抗器铁芯仍不会磁饱和，只有这样，滤波电抗器才具有良好的限流作用，保证最大短路电流被限制在合理范围内。



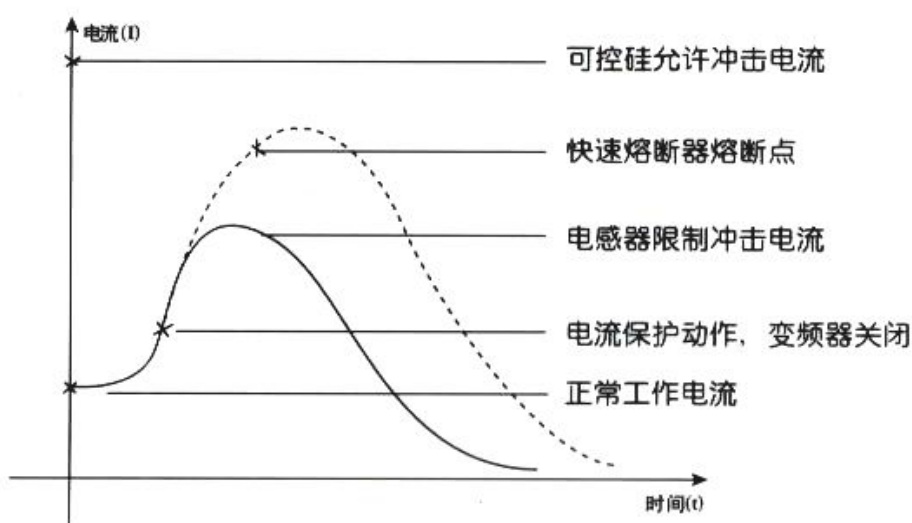
滤波电抗器的硅钢片采用优质高导磁率硅钢片，铜管为T2 挤制铜管，用高强度云母带包扎，H级绝缘。为了减小滤波电抗器的工作噪音，硅钢片采取了特别的紧固工艺，在硅钢片和气隙之间还有专用的缓冲吸音材料。

4.3.3 .采用大功率可控硅元件，具有 100%的安全系数

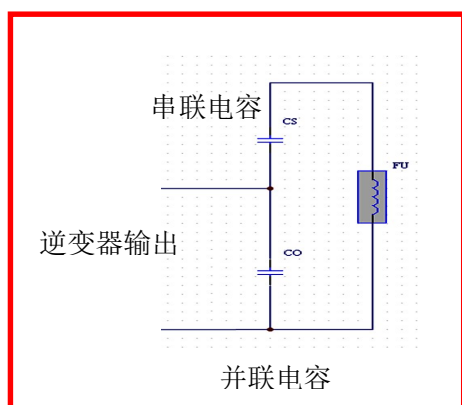
电源内部采用大电流，高电压的可控硅器件作为变频元件，设计为在额定参数 50%下工作，提高电源的使用可靠性。

完善的保护措施，避免意外损坏

电源同时具以上的多种保护功能外，并结合主电路进行了优化设计。当出现问题时，这些保护措施将及时关闭逆变器，封锁整流触发器并和电源内部的滤波限流电感一起，将故障冲击电流控制在设定范围以内。最后，在电源进线处装有快速熔断器作为最后的后备保护。极大的降低了可控硅元件在使用的损坏率。



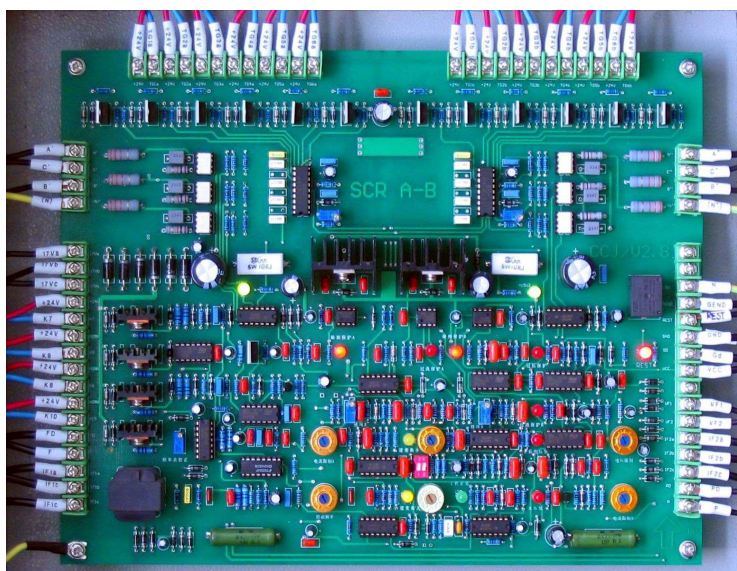
4.3.4 采用串并联补偿线路以减小输电线路的损耗



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，如左图。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。

4.3.5 数字式控制系统

我企业在不断的创新并推崇高可靠性的基础上，研发的中频电源控制系列板，具有保护完善，运行稳定，故障率低等优点：



- 采用大规模集成电路，结构简洁；
- 所有元器件均经严格筛选配对；
- 焊板作业均由经过专业培训的熟练技术人员完成；
- 主板设计时经过高/低温，震动性试验测试完成；
- 具有水压低，水温高保护；
- 过电压，过电流保护；

- 缺相保护，电压低保护；
- 先进的变角逆变工作方式；
- 相序自适应逻辑控制；
- 零压扫频启动，成功率 100%；
- 功率因数、逆变效率高、节能等特点；
- 调试/维护简单；

先进的控制系统介绍如下：

(1) 数字式整流逆变控制

数字式整流控制器采用数字扫频启动方式。按下启动按钮后，逆变控制器自动搜索负载的谐振频率，以此确定合适的启动频率，保证在任何炉况下逆变器都能100%启动。

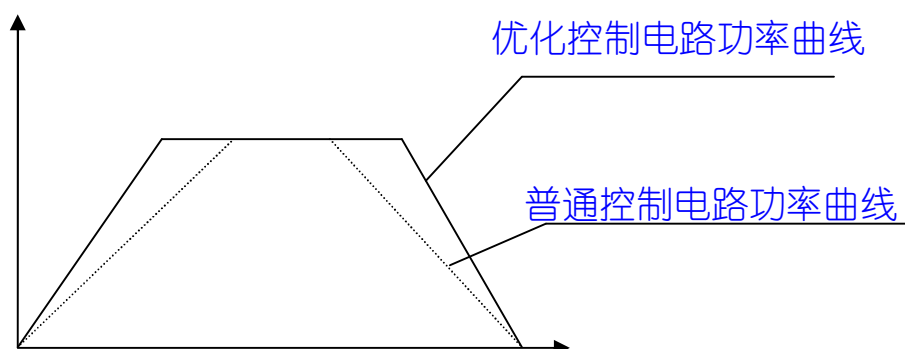
数字式逆变器是将整流后的直流电流电压再次转变为单相中频交流的装置，随着逆变器中的两对对角逆变管在特定时刻的开通与关断，就可以将直流顺利地转变为交流，这个特定时刻很重要，它必须是中频电压过零前足够长的一个时段，这个时刻太早，会使中频电压过高而损坏元器件，太晚又不足以使逆变器换相而导致逆变器短路，因此，对这一时刻的确定是很关键的。

它有许多方法，如定角控制，定时控制，电流—电压交角控制，RC移相等等，我厂在这一方面采用吸收国外先进技术的平均值定角控制方法，具有控制精度高，抗干扰能力强，可控硅的利用率大的特点。另外，在逆变管的保护方面，采取了一些独特的措施，采用美国CDET无感电容和军工无感电阻等优质元器件，组成反压吸收保护，优化设计的换流电感，保证逆变可控硅安全可靠。进一步降低了逆变管损坏的机率。

(2) 优化设计的控制系统，确保高效和快速

电源由单块数字电路控制板控制，包括对电流、电压、频率、功率等电参数的检测、显示、反馈、以及频率和阻抗自动跟踪调节。并具有各种超限保护以及水温，水压等冷却水系统的检测和保护等。在工作期间，控制系统能根据炉子加

料量的多少，温度等参数的变化自动调整逆变器的工作状态，使逆变器始终保持在高效运行状态。



(3) 全面的保护功能及自动故障诊断功能

控制系统的保护措施包括：

主回路短路保护

主回路缺相保护

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

(4) 具有触摸屏温度显示系统

(5) 启动电流自动控制

控制系统在启动时自动控制启动电流的增长，启动电流从零开始，5秒钟内增长到功率调节旋钮设定的位置。因此，KGPS6000-300 中频熔化电源在启动时没有任何电流冲击，并且与功率调节旋钮的位置无关。即使将功率调节旋钮放在最大功率处也可以启动系统而不产生任何冲击或导致损坏。

(86) 具有漏炉保护和接地报警跳闸功能

控制系统带有专用的炉衬厚度探测器。其工作原理是根据设置在感应线圈内侧的侧电极与和炉料之间漏电流的大小，来判断炉衬的完好情况。因为当炉衬变薄时，漏电流必然增大。

炉衬厚度探测器的报警电流可以调节。合适的报警电流必须根据不同大小的电炉和不同的炉衬材料在使用中逐步调定。

炉衬厚度探测器不能做到100%准确，它只能作为判断炉衬厚度的参考。

4.3.6 补偿电容器组

为了减小大电流回路的损耗，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中频电容器，具有单台容量大，介质损耗低，占地面积小等优点。在每组电容器上都安装了数字式温度监测元件，控制系统籍此监测电容器的工作温度，当温度超过时产生报警信号，使中频电源自动停机。



电容器组全部采用大截面水冷铜排，使铜排的工作温度不超过45° C,以减低并联谐振电路的传输损耗。

5. 电炉部分技术规格

包括电炉炉体、水冷电缆、耐火胶泥、主电路铜排、液压系统和气动筑炉装置。

5.1 炉体

炉体由感应线圈、磁轭、炉架、倾动油缸和炉盖油缸等组成。

5.1.1 感应线圈

感应线圈用铜管绕成。为了保证感应线圈的可靠性，铜管采用了材质为 T2 (99.9%) 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，使每组感应线圈同一水路内部没有焊缝。

感应线圈的外表绝缘首先采用 H 级绝缘漆绝缘处理，然后采用双层云母带包扎，同时在云母带与铜管之间衬垫软云母片，包扎后再使用 H 级绝缘漆绝缘处理，处理完毕后在使用无碱玻璃丝布带包扎，包扎后在用 H 级绝缘漆绝缘处理，严格

的工艺彻底保证线圈的绝缘性能。绝缘层的耐压大于 7000V。

感应线圈由焊接在其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。对于感应线圈焊接的螺栓根部是绝缘的薄弱环节，在使用中最容易出现打火现象，造成绝缘撑条碳化，为此我公司在感应线圈焊接的螺栓根部均套上热缩管，彻底解决了这一问题。

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。

在感应线圈的外表面，按水路分段焊有数个温度探头固定座，用于安装测温元件。感应线圈的工作温度可以在中频电源的图形显示器上显示。

5.1.2 磁轭

磁轭采用优质高导磁率冷轧硅钢片制造。硅钢片的厚度为 0.35mm。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，覆盖率大于 60%，最大限度的约束线圈向外发散的磁场，减少外磁路磁阻。



磁轭由二侧的不锈钢板和不锈钢夹件夹持，焊接固定。在二侧的不锈钢板上焊有紫铜冷却水管，用于冷却磁轭。冷却水管可以承受 0.45 Mpa 水压，15min 内无泄漏。

5.1.3 炉架

炉架分活动和固定二部分。

活动炉架用于安装感应线圈和磁轭。它采用钢壳结构。活动炉架顶部的操作平台采用了加厚钢板，以提高炉架的强度和承重能力。

活动炉架的上面是炉盖。它是油液压驱动的。为了保证炉盖运转的可靠性，其顶升和旋转采用各自独立的二支油缸驱动。

固定炉架安装在地基上，用于承载活动炉架。固定炉架的上部有倾转轴和活动炉架相联，在倾炉油缸的顶推下，可以使活动炉架向前倾转 95°。在倾炉油缸的底部，装有防破裂限速切断阀。在倾炉过程中，如果油管破裂，防破裂限速切

断阀将动作，关闭油缸的回油油路，使电炉停在原位。

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。

5.1.4 感应线圈和炉料的参数

感应线圈和炉料的参数是用专门的计算机软件优化设计的。能够保证在同样容量下具有最佳电磁耦合效率。考虑到电炉需要超装，在设计时人为将额定容量放的比标称容量略大。只有这样才能保证电炉在最大装料量时，炉料的液面高度不超过水冷圈的上平面。因为水冷圈以上部分的炉衬是没有冷却的，如果这部分长期接触炉料，会产生较高的温度，使炉衬在上水冷圈部位开裂

为了延长炉衬的使用寿命，坩埚被设计成圆锥形。其上口直径大于平均直径，底部直径略小于平均直径。

5.2 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专用的阻燃橡胶管。这种胶管不易燃烧，强度好。它可以承受 0.45Mpa 水压而不泄漏或破裂。

为了减少水冷电缆的损耗，电缆采用了侧引线形式。水冷电缆从电炉的侧面引出以使其长度达到最短。

水冷电缆在炉体及后墙上均装有圆弧过渡托架，在炉体的运行过程中，电缆均大圆弧过渡，避免堵塞现象发生。

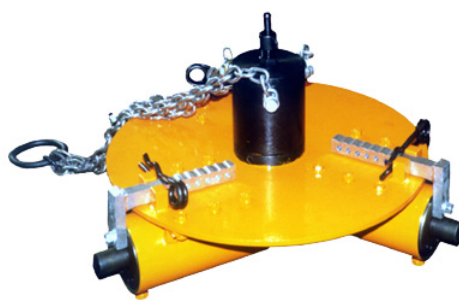
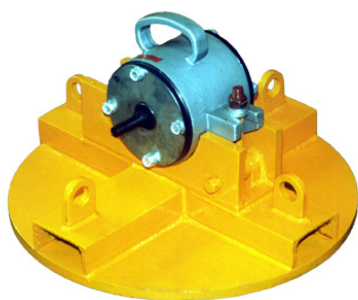
5.3 线圈耐火胶泥

线圈耐火胶泥是一种高度绝缘和绝热的材料，它涂在感应线圈的匝间和内侧有如下作用：

- 使感应线圈成为一个整体，减少工作时的振动和噪音。
- 它涂在感应线圈的匝间和内侧直至压块顶部形成一整体，加之内膛涂抹均匀的胶泥无明显凸凹现象及压盖螺栓的轴向紧固，防止了线圈上涨现象的发生。
- 当炉料渗漏时保护感应线圈，有利于炉衬推出。

5.4 气动筑炉工具（选用件）

随本设备提供的炉衬筑炉工具包括 QZ-650 型炉底气动振动器。该型号气动筑炉工具具有筑炉质量高、省时，省力、符合环保要求等优点，是目前过内外最先进的的一种炉衬筑炉器具。详细规格见产品样本。使用压缩空气压力须不小于 0.6 Mpa。



6. 液压系统

包括液压泵站和倾炉操作台。

液压泵站用于向倾炉油缸，炉盖驱动油缸，炉衬推出油缸提供动力。泵站的额定工作压力为 12Mpa，采用双泵双电机形式。液压介质为机械油。

倾炉操作台用于控制炉体的升降、炉盖的开关和旧炉衬的推出。它采用手动阀操作，动作平稳，无冲击。

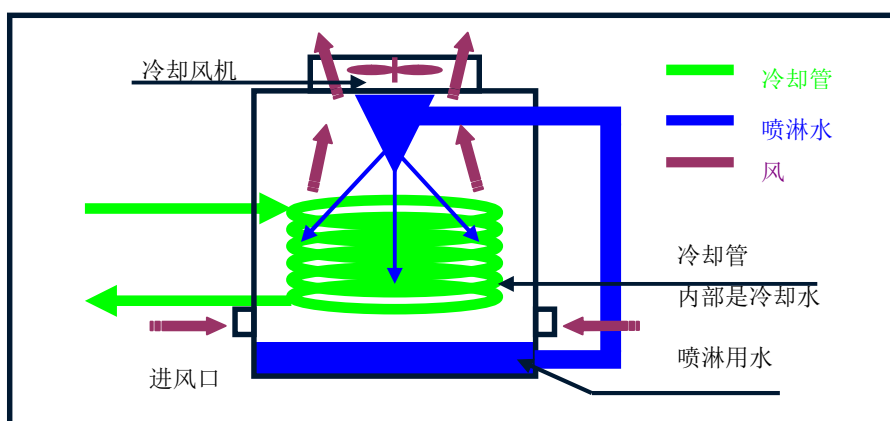


7. 冷却水循环系统

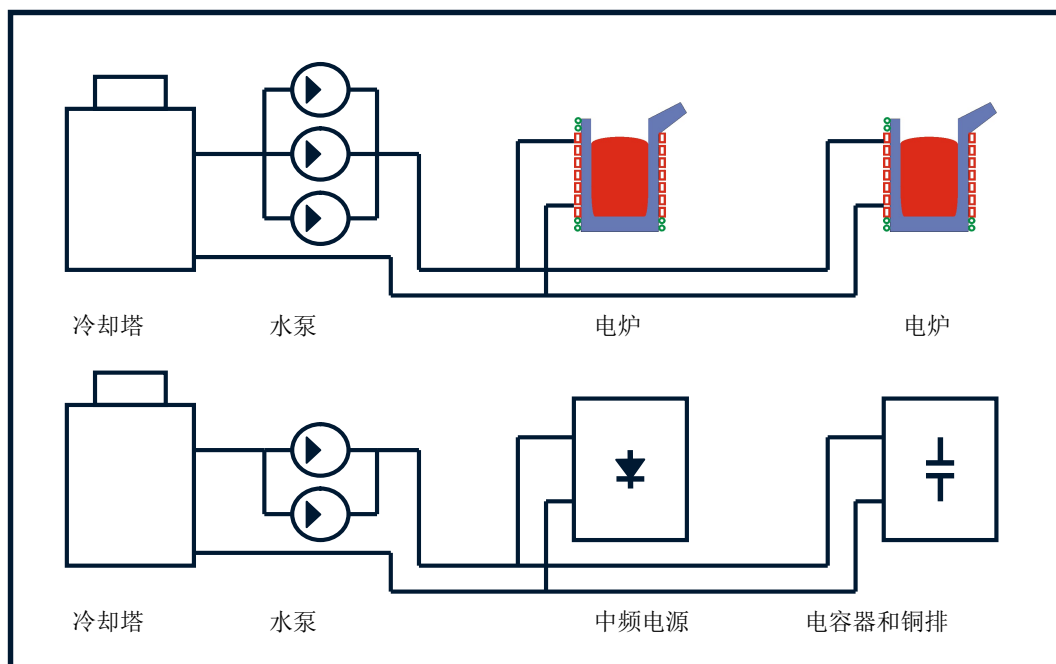
炉体及电源的冷却建议分别采用两套独立的冷却装置。采用相互独立的二套冷却装置的目的是为了避免相互影响。因为中频电源需要低温的冷却水，出水温度要控制在 55℃ 以内，但电炉感应线圈的冷却水温度可以略高，这样反而能够提高电炉的热效率，同时减小冷却装置的体积，进而减低造价。（电源冷却系统我们建议一定使用封闭冷却系统，炉体冷却系统客户可以根据情况使用这种封闭冷却系统，也可以使用普通的水池加工业玻璃钢冷却塔形式。）

这里我们首先介绍一下封闭冷却系统：

全封闭冷却装置的核心是喷淋蒸发式封闭冷却塔。在冷却塔内部有许多散热盘管，循环水在盘管内部流动，与空气不接触。冷却塔的下面有集水盘，内装喷淋用水，集水盘的进水口装有浮球阀，能够自动控制集水盘内的水位，出水口有喷淋水泵。冷却塔的上部装有喷水口和冷却风机。工作时喷淋水泵将水泵到上部的喷水口，将水呈雾状喷淋到盘管外表面，冷却风机同时抽风，使喷淋水汽化从而带走盘管内循环水的热量。这种先进型式的冷却装置具有很高的换热效率，占用空间小。



成套的冷却水系统包括冷却塔，水泵组，膨胀水箱和配套的用于水温，水压，流量检测的元件和仪表，详见冷却水原理图。



冷却水系统是中频电源和电炉正常工作的基本保证，因为整个系统的主要器件都是水冷的。所以对冷却水系统进行严格的监控是非常重要的。通常冷却水系统可能出现的故障包括水泵或水泵电机损坏，水泵漏水造成水流量不足，冷却水软管破裂等。为了能够检测到这些故障，我们在冷却水系统的进水和回水处安装了压力元件，在每个水冷器件上安装了温度传感器。这些传感器的信号都送到控制系统，控制系统据此判断冷却水系统的工作情况。见下表。

现象	原因
进水无水压	水泵或水泵电机损坏
回水无水压	管道破裂
进回水压差减小	水泵漏水
进回水压差增大	冷却水总管堵塞
水温报警	冷却支管堵塞或漏水

当产生上述故障时，中频电源会自动停机，显示器能够提示故障原因。

冷却水采用纯水或软化水(用户自备)，冬季当气温降到 0°以下时，需要在冷却水中加入适量的防冻液，以保证停炉时冷却水不结冰。

8. 设备供货清单和价格（万元）

8.1 主机和标准附件 GW-10T/KGPS6000KW 2电3炉

序号	名称	型号规格	数量	价格
1	低压动力控制柜	双输入, 控制水泵, 油泵	1 台	3
2	中频熔化电源 电抗器 补偿电容器组	KGPS6000-300 型 6000kW/300Hz 12 脉冲整流	2 套	138
3	感应电炉	GW-10T	3 台	129
4	水冷电缆	SD500	3 套	7.5
5	坩埚模		3 个	1.8
6	液压泵站		1 套	5
7	倾炉操作台		3 台	1.5
8				
合计：285.8 万元				

8.2 配套设备

1	电源变压器	ZS-7200/10KV/900X2	2 台	80
2	气动筑炉工具	10 吨用	1 台	2.5
3	电源封闭冷却系统	包括封闭冷却塔, 不锈钢主水泵, 备用泵, 膨胀水箱, 不锈钢阀门等元件。	1 套	26
4	炉体封闭冷却系统	包括封闭冷却塔, 不锈钢主水泵, 备用泵, 不锈钢阀门等元件。	1 套	60
5	安装材料	包括不锈钢管道, 铜排, 液压管道。	1 套	40
6	安装人工费	指导安装	1 套	另计
7	运输 保险	到天津港	1 套	4.5
8	包装	国内包装	1 套	免费

8.3 出口服务费用

按人头数计算, 食宿、机票、签证费用由贵处承担; 150 美金/人.天

付款方式: 预付 30%合同生效, 设备制造完成后再付款 65%发货, 质保期满后付 5%。质保期 12 个月或出厂之日起 18 个月, 先到者为准。

9. 需方自备部分

9. 1 高压开关柜到电源变压器的高压电缆，380V 动力进线由用户自理。
9. 2 液压泵站工作所需的液压介质由用户自理。
9. 3 中频电源封闭冷却系统工作所需的冷却水介质(纯净水或蒸馏水) 由用户自理。
9. 4 设备的土建基础由用户自理。
9. 5 气动筑炉用压缩空气由用户自理。

10、设备制造、运输、设备安装调试周期

10. 1 制造周期为设备合同签订生效后 100 天
10. 2 设备运输 3-5 天
10. 3 设备安装调试 40 天

11. 技术资料 and 图纸

设备出厂时提供下列技术资料。

11.1 机械部分

- 包括电炉总图、基础参考图、平面布置图、各部件图和易损件图。
电炉的使用维护说明书。
- 液压原理图，液压站和倾炉操作台总图和液压件清单。液压系统使用说明书。
- 冷却水系统原理图、内循环系统组件图、易损件清单和使用说明书。

11.2 电气部分

- 中频电源的主电路电气原理图、外部接线图、电器元件明细表。中频电源使用维护说明书、控制系统故障检查说明书。
- 低压开关柜的电气原理图和电器元件明细表。
- 低压动力箱的电气原理图和电器元件明细表。
易损件的零件图和配件清单及图册。
所有图纸和技术资料一式二份。

欢迎来电垂讯： 联系人：李顺福

联系电话： 13359272132