

160KW 中频加热炉

—油管清洗加热方案—



方案制作：西安德昌机电科技有限公司

地址：西安市雁塔区富源三路

项目负责人：张金刚 15091099983

<http://www.dczpl.com>

陕西. 西安

1. 方案概述

感应加热清洗技术是采用中频感应原理对油管进行瞬间加热，使油管内外表面温度迅速升高，油污和结蜡等杂物瞬间融化，工件在旋转行进中将其甩出，已达到清理油污的作用。该技术可根据油管表面黏附污垢情况，采用变频装置进给系统，调整油管进给速度，配合中频电源功率调节，以适当的速度和温度对油管进行感应加热，避免油管本体金相组织发作破坏。

该机组具有高效节能环保的优点，是对油管进行修复前清洗的专用设备，主要针对油污油管、结蜡油管以及稠油管的采取中频快速加热将管内外壁的油污融化，再予以清除的设备。

1.1 设备性能特点

- 1、中频电源功率 160kW，加热温度 20℃~200℃，无级可控可调，能够高效、干净地清洗所有规格原油油管、结蜡管和抽油杆的内、外壁附着油污。
- 2、中频电源频率为 2500Hz，它具有加热速度快、效率高、氧化少、环境污染少、劳动强度低、启动停止方便等优点；
- 3、中频电源控制系统高度集成化、数字化线路，可靠性高，插接件少，调试方便；
- 4、**进给系统（用户自备或委托我方制作）**：外清洗采用油管边旋转边进给的通过式清洗，提高清洗的洁净度和速度，节约运行成本；
- 5、**全线计算机自动控制（按要求制作）**，PLC 可编程控制器辅助控制，分为自动和手动控制方式，在自动工作方式时，无需人工操作。极大的减轻工人劳动强度，提高了劳动生产率。

1.2 成套设备主要性能要求

A)、晶闸管中频变频器部分：

A1、操作面板：面板上装有直流电压、直流电流、中频电压、中频频率和中频功率等五块表。装有中频启动/停止等开关或按钮，过流、过压报警指示灯及调功电位器。变频器的功率输出可在 10%~100%范围内任意可调。

A2、主要性能：主控板核心部件采用高密度集成电路块，有相序自适应电路，逆变采用扫频式零压启动方式，频率跟踪电路采用平均值取样方案，逆变电路中加入有逆变角调节电路，它可以自动调节负载阻抗的匹配。

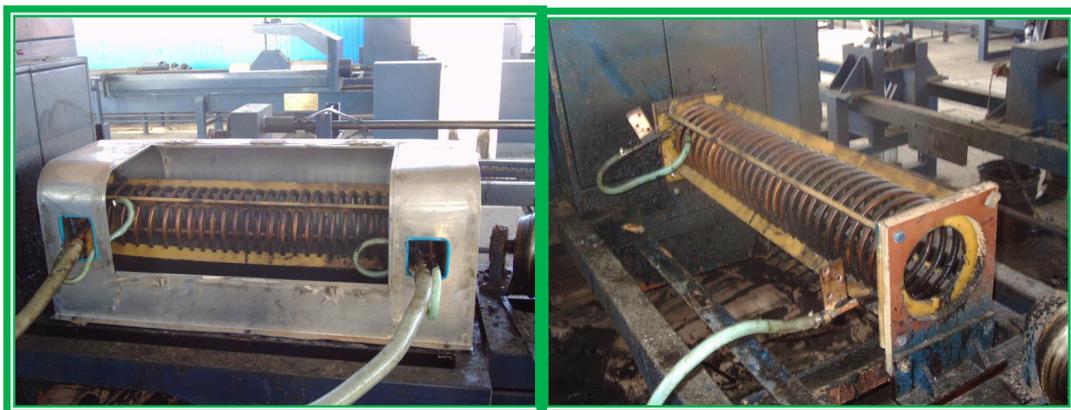
A3、保护与控制：主控板核心数字电路有 31 路输入/输出接口，内部功能包括整流移相触发、相序自适应、逆变触发、逆变引前角锁定、逆变重复启动、过流保护、过压保护、缺相保护、水压欠压保护、控制板欠压保护等。



B)、GTR 加热器部分

单炉位布局结构，炉体设计为整体密封式外观（不锈钢材质），预留观测窗口，可拆卸。感应线圈设计、制造为裸装结构，合理加大线圈间隙，利于油污的自行滴落，炉体下方布置油污接纳箱。

电容器组：电容器与柜体采用二次绝缘安装。



1.3 设备所需动力能源参数

低电压电源：380 V 50 Hz 3 相 4 线

中频设备供电系统：容量为 200kVA 的整流变压器

压缩空气：0.6MPa

水质：工业用净循环水及软化水

PH 值： 7~8.5

冷却水流量：10-15t/h

冷却水压力（设备进水压力） 0.2—0.4MPa

冷却水温度（设备进水温度） <35°C

1.4 设备功率及加热节拍计算：

设备功率计算依据：

$$0.24P = \frac{c(T - T_0)G}{\eta \cdot t} \quad (\text{kW})$$

其中：

c —— 坯料的平均比热容。比热容表示单位质量坯料每升温 1°C 所需的热量。单位： $\text{KJ/kg}^\circ\text{C}$

$T - T_0$ —— 始锻温度与初温之差。

G —— 坯料质量。

t —— 节拍，单位： S 。

η —— 钢在热锻时感应器的总效率可在 $0.55 \sim 0.7$ 之间选取。

中频电源按照 **200KW** 设计、制造。负载部分可以依据现场工况做优化设计，即加快加热节拍，在额定功率范围内平稳运行。

1.5 中频电源频率

棒料加热生产线中频电源频率的选择首先要遵循最佳加热效率和温度均匀性（芯表温差）的原则，频率越高加热效率会越高，但过高的频率容易造成工件表面过烧现象，即工件心表温差过大。

针对本套设备，加热频率选择上，按照 2500Hz 设计。

故此，本套设备设计选型，即 KGPS160KW-2.5KHz.

二、技术规格说明书

1. 公用设施要求：

- ◆ 低电压电源 380 V 50 Hz 3 相 4 线
- ◆ 水质：工业用净循环水
- ◆ PH 值：7~8.5
- ◆ 冷却水压力（设备进水压力） 0.2—0.4MPa

◆ 冷却水温度（设备进水温度） <math> < 35^{\circ} \text{C}</math>

2. 设备技术参数:

1	电源额定功率	160kW
2	电源额定频率	2500Hz
3	输入电流	260A
4	输入电压	3N380V 50Hz
5	输出电压	750V
6	最终加热温度	20-200℃（按工艺温度调整）
7	冷却水总流量	10-15m ³ /h

3. 中频电源技术特点

3.1 采用数字化恒功率控制系统（控制线路高度集成）；

3.2 可根据负载的变化来调整匹配，提高加热速度节省电能（5-10%）；

3.3 多种保护功能（过流、过压、水压、缺相、欠压、过载）；

3.4 低故障率、维修简单；

3.5 长期工作无温度漂移, 工作点稳定；

3.6 选用整体框架结构柜体, 使得柜体钢性好,

装配布局合理, 实现了中频电源标准化；



- 3.7 调节曲线平滑, 线性度高, 无任何冲击;
- 3.8 采用零压扫频式启动方式, 可使启动性能大大提高, 100%的启动可靠性 (无论空载、满载)。
- 3.9 操作简单、输出功率无级可调 (5~100%)。
- 3.10 纯数字化电路抗干扰能力强。

4. 感应器技术特点:

- 4.1 感应线圈采用 T2 铜, 纯度为 99.9%, 金属流向一致、组织致密的矩型铜管绕成。感应线圈在水路及分组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, 使每组感应线圈为整根铜管绕制而内部不需要焊缝。
- 4.2 感应线圈的外表绝缘采用静电喷涂工艺喷涂了一层高强度的绝缘树脂, 绝缘层的耐压大于 5000V。
- 4.3 感应器安装基准、外表尺寸、电路、水路连接等均考虑了互换性, 使其更换方便。

5. 外控台主要功能:

- ✚ 中频电源通、断。
- ✚ 加热时间设定、紧急停止开关。
- ✚ 控制台面板装有直流电压表、直流电流表、中频电压表、中频电源启动/停止按钮。

6. 冷却水系统:

冷却水对中频加热设备至关重要,



水压不够、水温过高、中断水或水中有杂质、堵塞管路都可能引起电源元器件和感应器的损坏，中频加热设备对冷却水要求为：

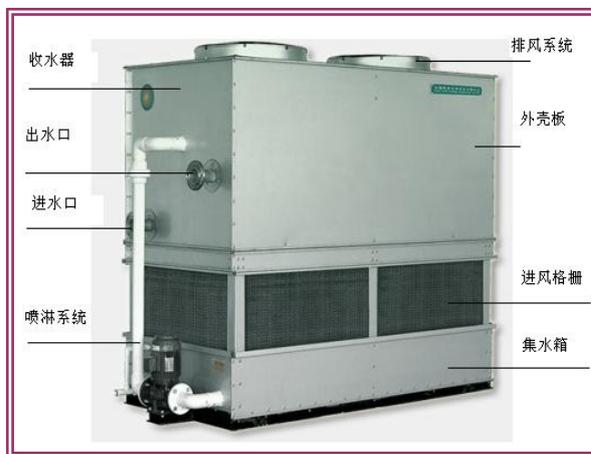
进水水温：5—35℃ 水压：0.2—0.3Mpa、

出水水温：≤55℃ 水流量：10-15T/小时。

中频感应加热设备的供水系统采用闭式冷却塔方式。

成套设备采用一套闭式冷却塔。这种方案一次投资成本相对较高，但用户无需另挖水池。占地面积小，使用方便。且运行成本最低。

该塔盘管为紫铜，设计为2路盘管，一路供给中频电源，另一路供给炉体和补偿电容器组。



闭式冷却塔的原理及特点

1) 闭式冷却塔采用两级冷却方式：

一级冷却采用风冷，冷却水从设

备带热量后，高温水进入紫铜盘管通过风机冷却器盘管进行冷却，即风冷；

二级冷却采用喷淋，喷淋系统将水淋到冷却器表面上，冷水与热的盘管换热后将热量带走，即水冷。

2) 闭式冷却塔的特点：

循环冷却介质封闭循环，没有杂质进入，保证了介质的纯净；

水循环的水使用软水，不结垢，不堵塞管路；

占地面积小，可以根据需要移动、摆放；

能量消耗小，节约资源；

操作简单可靠，维修方便。

闭式冷却塔技术性能说明

1) 概述:

冷却塔采用分体式设计，由主机和辅机两部分组成。

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→冷却塔的外壳板采用进口热镀锌板制作，厚度为 2mm，采用数控机床剪、折、冲后经无焊缝拼装而成，尺寸精确平整，外观颜色可由用户指定，标准颜色为蓝色。冷却器→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；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→排风系统主要由进风格栅，风机和防护罩等组成；风机叶片为铝合金材质，电机采用三防电机。可根据冷却塔出水温度的设定来控制启动的数量，见电器图。进风格栅采用铝合金制作，可方便拆卸。

喷淋系统→喷淋系统由喷淋水泵、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。连接管道采用 PPR 材料制作，喷淋头采用喷洒式设计。

脱水器→PVC 高效脱水器，能够控制喷淋水的蒸发飞溅，使水的飘逸率小于 0.005%。

集水箱→集水箱主要由水箱、浮球阀、进水口、排污口等组成。

水箱为喷淋水的储水设备，喷淋水的补充通过浮球阀来自动控制，在水箱底侧部设有排污口，方便杂污的清理。

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。

→循环水泵一用一备。当发生故障时可以直接就地控制启动备用水泵。

→循环水箱采用 304 不锈钢板制作，水箱容积为 0.5m³，在水箱上设有液位报警装置，液位计自动测量水位并根据测量报警。

→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。

→冷却塔在出水口设有温度测量及温度报警，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。

→电控箱：主要作用是控制冷却塔水泵、喷淋水泵、风机电机的启停，设定并显示冷却塔水温度。

三、买卖双方设计分工及供货分交范围

1. 成套设备组成和报价：10.86 万元

序号	名称	规格/型号	数量
1、电气部分	中频电源	160KW/2.5KHz	1 套
	补偿电容器	0.75/1000/2.5S	1 组
	感应器	依据油管规格而定	1 套
2、机械部分	用户自备		1 套
3、总控系统	外控台		1 套
4、冷却系统	闭式冷却塔	FB20	1 套

5、安装材料	电缆、铜排等	中频电源-炉体	1套
6、随机备件	主控制板	中频电源专用	1块
7、随机文件	产品图纸及使用说明书等		1套

2. 双方相关项目约定

相目、内容	西安德昌	用户
低压开关柜		※
中频电源柜面漆颜色要求	计算机灰或用户指定	※
控制柜外型及面漆颜色要求	计算机灰或用户指定	※
电源柜进线方式要求		※
总冷却水外循环系统管路		※
物流方向及设备安装空间。		※
设备平面布置、基础、地沟图、水路原理图	※	
基础、地沟土建施工		※
设备简易包装	※	
设备就位	指导	※
设备间水路管道等安装		※
动力电源接至中频电源		※
设备内部电路连接（从中频电源至炉体，含操作台）	※	
设备空载、负荷试车	※	配合
调整至正常生产状态	※	配合
试生产、验收	※	※

四、双方设计技术资料交付与进度

技术资料交付时间：

➤ 设备预验收提供：

设备操作使用说明书、设备维护资料、电气接线图、设备检验合格证等上述资料提供文本文件各壹份。

➤ 设备包装完成后提供：

箱单、包装物最大外廓尺寸、
捆包货物总重量、设备照片等各壹份。

➤ 办理设备终验收签字手续之前，应提供全套技术资料 1 式二份。

以上资料如有内容重复可按统一格式提供。

五、电气部分说明

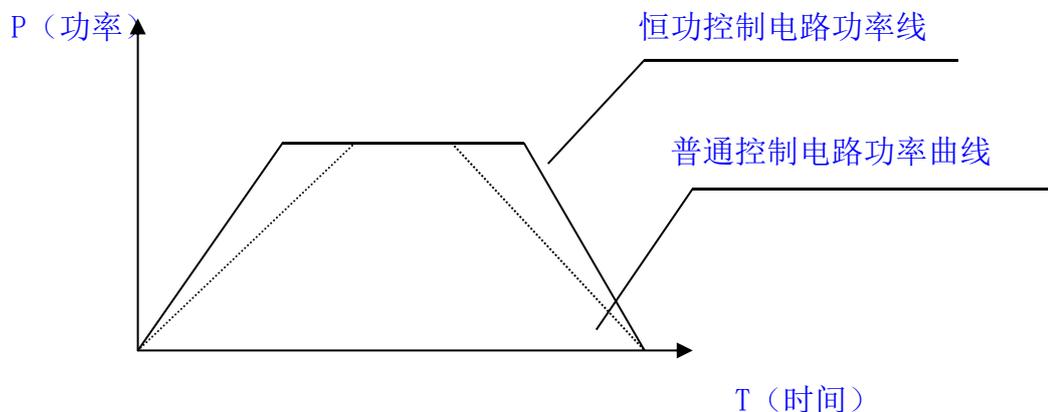
◆ 中频电源简介：

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。

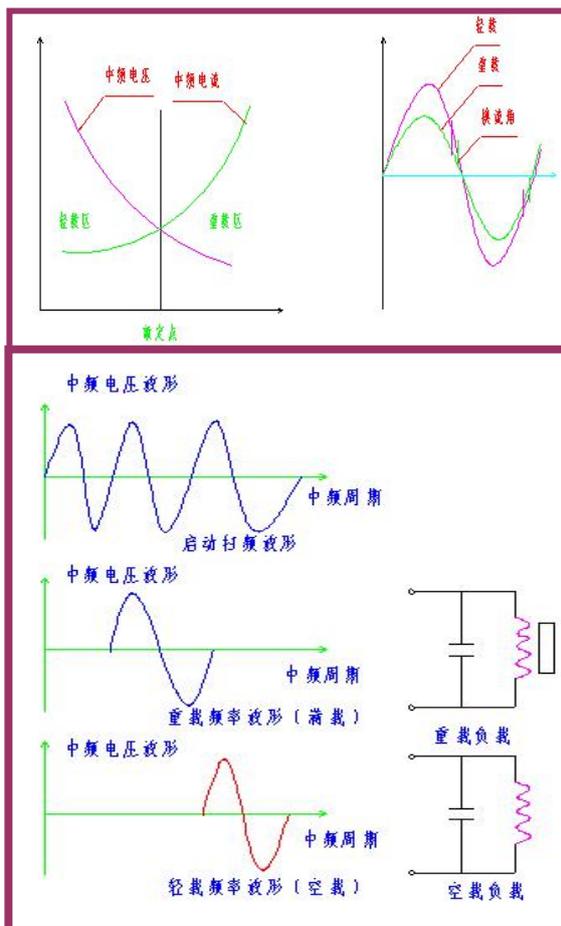
- 我公司采用目前国内较先进的数字化恒功率控制技术，线路简单，保护可靠，故障率低，维修方便。
- 主要元件都选用国内知名品牌之产品，所用元件都有铭牌及合格证书。
- 主电路铜排都能达到额定载流标准，夏天连续工作 12 小时温升不超过 50℃。
- 所有进出水管均采用不锈钢材料制作，电源柜装有水压保护装置。
- 中频电源无论空载还是满载启动成功率都能达到目的 100%，中频电源的功率输出可在 10%-100% 范围内任意可调。柜体采用德国威图标准，外形美观，柜壳颜色：计算机灰色。

◆ 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、无继电器元件等特点,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。

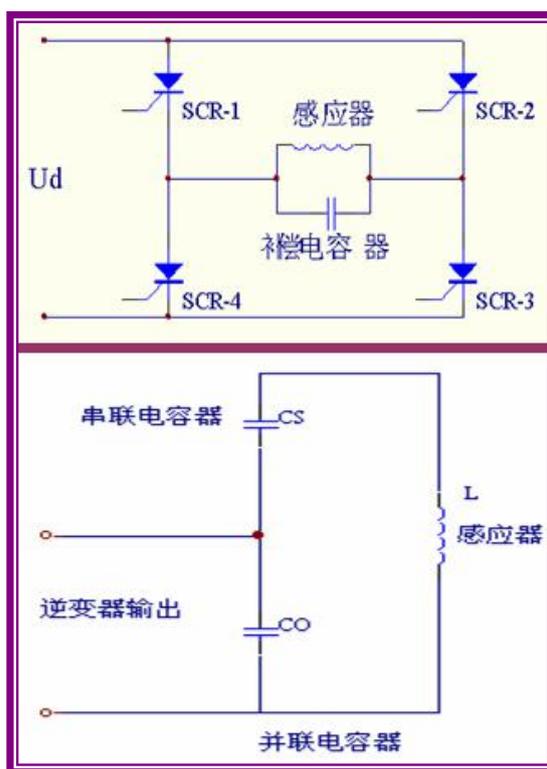
(用电计量仪表安装在变压器和中频电源柜之间)

- 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：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）（如下图）

- 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。
- ◆ 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
- ◆ 中频电源结构特点：

序号	项 目	性 能
1	柜体形式	非标仿威图配电柜
2	组合形式	160KW（为单组合结构）
3	柜壳	采用优质的 1.5mm 冷轧钢板
4	柜门	单开和双开，前后开门，打开角度 130° 角
5	安装板/条	内部采用 2.5mm 厚安装板红黄色或镀锌
6	柜体颜色	计算机灰（RAL7032）
7	表面处理	中温磷化，防锈漆，桔型漆，静电喷涂或烤漆
8	安装螺钉的材料	中碳钢 4.8 级
9	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
10	防护等级	IP55
11	手柄部分颜色	灰色 RAL7035
12	主回路	采用 T2 铜排材料
13	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。
14	水路水管	具有绝缘、耐冲击、自熄阻燃等特性
15	电压标示	按照不同的使用电压，采用标准的颜色
16	照明	220V/40W 日光灯

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。

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。

六、考核验收

1. 说明

1.1 试投产过程中，供需双方应对现场条件和加热情况进行性能测试并做好数据记录。如发现有不合格件出现，立即停止生产由供方对设备进行调整。

1.2 若整个试运行过程中经性能测试统计结果达到规定的要求，即视为性能测试合格。

1.3 性能测试结束后，由甲乙双方组织有关人员对设备进行全面验收，其验收内容按本附件有关条款进行。

1.4 如试验和考验过程中出现设备故障或小的缺陷，乙方能及时或短期内修复后继续进行以上过程。如出现设备的设计错误或大的故障而无法投入生产，乙方应进行改进后重新制作。

2. 各项功能保证值

2.1 启动成功率：100%；

2.2 电源功率输出无级可调；

2.3 保证工件的加热温度要求；

3. 验收方法

在设备正常运行情况下，进行以下验收：

- 3.1 启动性能测试：启动十次，成功十次。若其中有一次不成功，允许再进行二十次测试，若再有一次不成功，则认为此项不合格；
- 3.2 保护测试：逐个在各保护电路的输入端加入保护模拟信号，观察中频电源上均有保护信号；
- 3.3 加热总效率测试：加热总效率不低于 0.60；
- 3.4 中频电源参数测试：中频电源电压、电流、频率、功率、应符合设计值；

七、设备安装调试和甲方人员培训

- 7.1 甲方根据乙方提供的基础资料进行土建设计及施工；
- 7.2 设备就位由甲方负责，乙方负责指导；
- 7.3 乙方负责在甲方现场的设备指导安装和免费调试；
- 7.4 乙方在甲方现场调试时，对甲方操作人员进行设备操作、维护培训，使用户能熟练地操作，并掌握常见故障的处理方法。培训人数及时间甲方确定；

八、项目进度

交货时间：合同生效后设备 30 个工作日具备发货条件，安装调试周期 3-6 天。

交货地点：用户指定地点。

交货方式：乙方负责将货物运抵交货地点。

注：以双方签定的商务合同为准。

九、设备设计、制造及检验标准

1. 中频加热设备按照国家标准进行设计和制造。
2. 所有图纸文件均按 ISO 规定制作。

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
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
ZBK46001-87	《感应加热用半导体变频器》

十、售后服务承诺

1. 售后服务承诺:

1.1 对甲方实行(1+1)技术售后服务,即:一台设备出厂后有一位专职的工程师进行常年技术跟踪服务。

1.2 验收后整套设备现场技术服务跟踪期 1-3 天。

1.3 质保期 12 个月。提供终身维修,保养服务。

1.4 质保期内,正常使用中设备因质量问题造成设备损坏及组件损坏,乙方免费进行维修,更换损坏件。如甲方使用操作不当发生故障,乙方免费进行维修且酌收组件成本费。

1.5 发生故障,乙方保证在接到甲方通知后 2 小时内回复,对与双方电话沟通解决不了的设备故障问题,我公司承诺在 24 小时内赶到买方现场进行处理。

1.6 定期检查,在质保期内乙方对设备进行一次全面检查和保养,并向甲方提供检查报告。

1.7 根据甲方要求及时优惠提供配零配件,确保乙方所供设备正常工作及服役。

附注：设备空间参考尺寸见下：

电源尺寸：1200X900X2000（电容器内置）

外操作台：600X500X1300

炉体尺寸：1500X800X600

冷却塔尺寸：2300X1500X2000

西安德昌机电科技有限公司

2018年11月8日