

2T 中频感应熔炼炉

—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：西安沣渭新区水厂路 68 号

TEL/ FAX: 029-84527288

E-mail: 15091099983@163.com

HTTP: //WWW.DCZPL.COM

前言- 中频炉常用配置方式和优缺点简介

2T 中频熔炼炉采用以下四种配置方式：四种配置方案各有利弊，通常需根据设备需求方的铸造工艺要求、现场电力条件、生产目标及发展规模等变化条件最终选择具体配置方式，以满足用户使用设备的高效、安全、稳定，同时便于灵活调整工艺或规模扩张。

方案一. 为单供电方式；

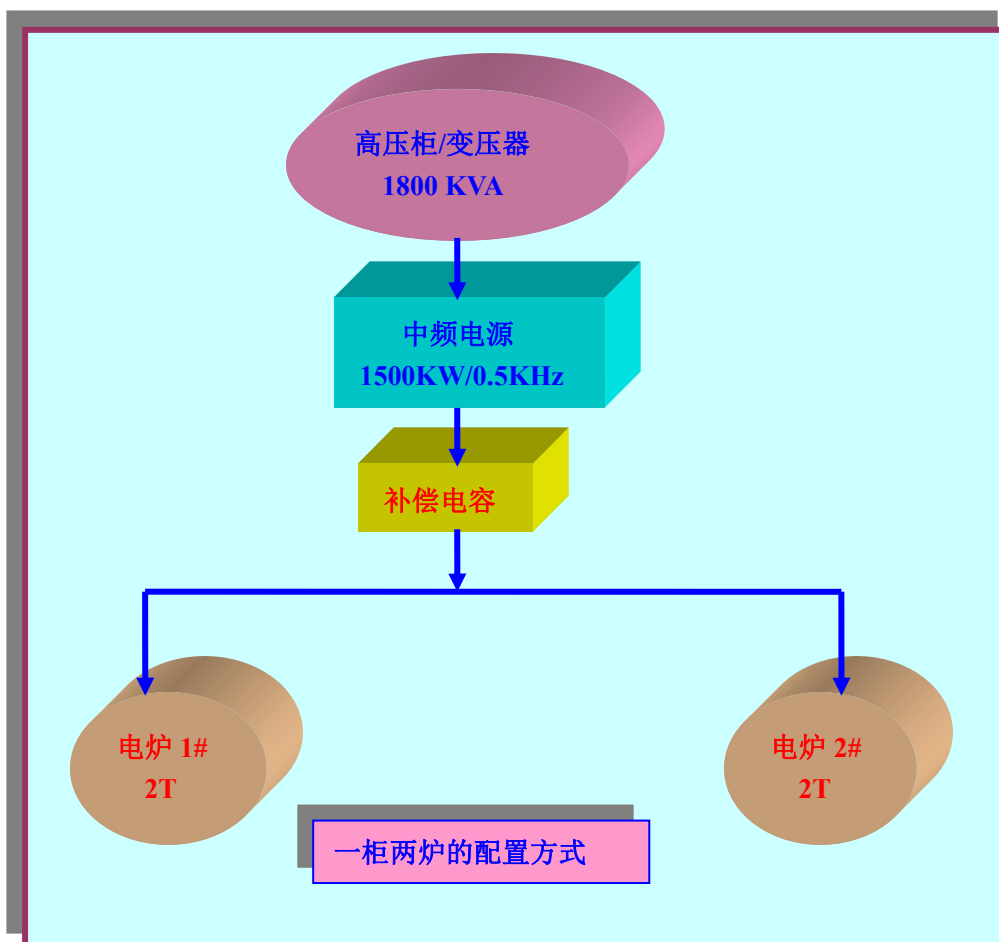
方案二. 单电源(串联谐振)一拖二方式；

方案三. 双电源(并联谐振)双供电方式；

方案四. 大电源和小电源+导炉开关双供电方式；

方案一：为单供电方式：

单套电炉配置为：一台变压器、一台单供电中频电源（并联谐振）；单套设备采用双炉体配置结构，一备一用，单供电的方式



工作时:一台炉体熔化,另一台炉体备用。每套电炉中的独立中频电源系统功率可调。

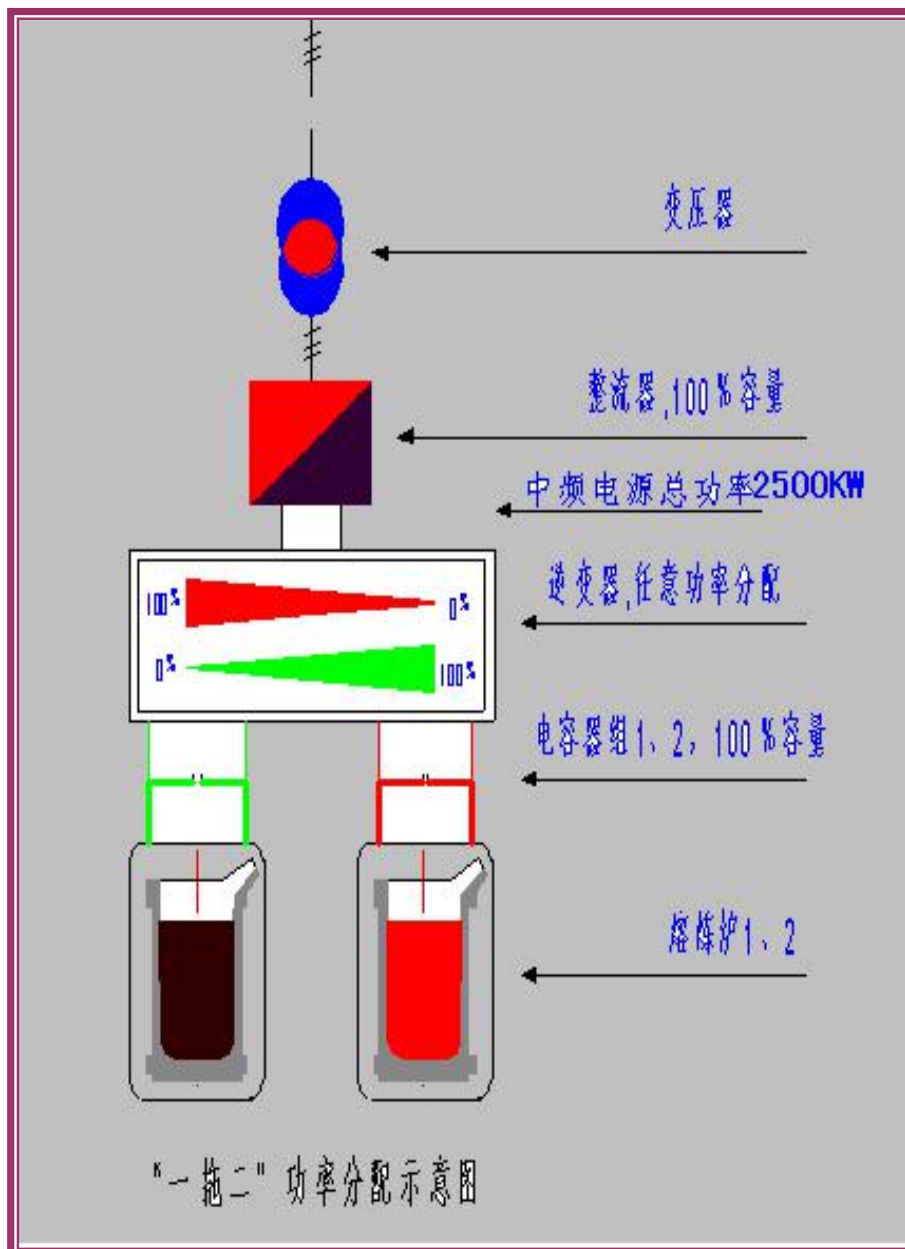
方案一配置方式为标准配置,本方案中就不再详细描述。

优势:技术很成熟,前期投资成本低,后期维护费用极大降低。

劣势:单套设备不适用于短流程铸造工艺,铸件大小受限。

方案二: 单电源(串联谐振)双供电方式:

每套电炉一套变压器、一套串联谐振中频电源系统,每套电炉采用双炉体,同时供电的方式,双炉体具有同时工作,一个炉体熔化和一个炉体升温、保温、调质的功能。



正常工作时:一台炉体熔化,另一台炉体升温、保温、调质。每套中频电源系统功率可以在两个炉体之间自由分配。

配置说明:采用一台变压器 1800KVA,一台 1500KW 串联谐振(一拖二)中频电源对应两台 2 吨炉体工作输出功率在两台电炉上任意分配。

串联谐振中频电源的组成为:一套整流柜-----两组逆变柜-----两组电容柜;

主要工作特点为:一台熔化,同时另一台保温,可连续供应铁水或浇注大铸件(即 2T 炉可以浇注<4.5T 的铸件)。但单位产能和并联谐振电路相差不明显,投资成本过高。

其优点: 二极管整流,功率因数高<0.95,可恒功率输出。

缺点:

1. 目前大功率的串联谐振(一拖二)中频电源在国内还尚未成熟,未普及化,稳定性差。国内生产设备的厂家有突出业绩的也是凤毛菱角。
2. 串联谐振中频电源的逆变器采用 IGBT 元件,IGBT 元件目前的容量是不能满足大功率电源稳定工作的。国外公司如:应达公司采用可控硅串联谐振中频电源的逆变器是可将电源功率做大。但国内对该技术还未成熟掌握。
3. 单台大功率电源配置,当电源发生故障时,整套设备将无法进行熔炼工作,维护周期长,从而影响生产。
4. 该套设备成本高,国内的售价整体偏高。
5. 故障率高,维修难度大,备件互换性不强,维护成本高。

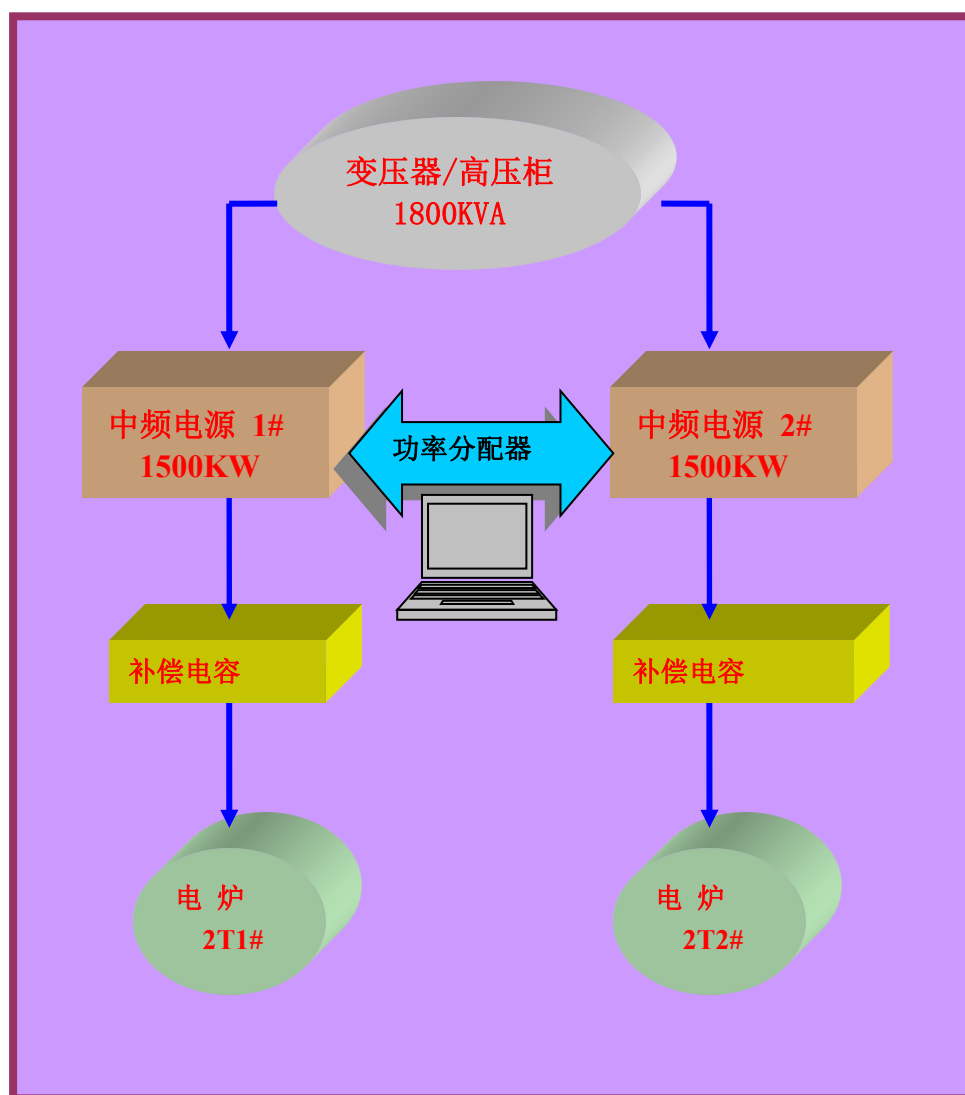
方案三: 双电源(并联谐振)双供电方式:

双电源与双炉体配置方式+功率分配器:

不仅能使该系统即实现了“一拖二电炉”的全部功能,又可在一台电源发生故障时另一台电源还可运行,从而避免影响生产。整个系统中每套电炉中的两台炉体均可同时工作,工作时:一台炉体熔化,另一台炉体升温、保温、调质。配置特点:该套电炉设备采一套变压器供二套独立中频电源系统。

配置说明:

一台变压器 1800KVA、二台 1500KW 中频电源、两台 2t 炉体。两台炉体通过功率分配器同时工作,工作时:一台炉体熔化,另一台炉体保温。总功率 $\leq 1500KW$



双电源双供电的配置方式

① 该套电炉中的二套独立中频电源功率无极可调，功率调节范围为：10～100%。主要是为了使用户提高生产力，并可满足不同的生产工艺需求。可准确的调整保温和升温段，两台炉体即可同时预热及烧结炉衬，也可**一台炉体熔炼另一台炉体保温**。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，分别控制两套电源的运行、停止及功率输出调节。输出功率调节可用手动/自动控制。操作柜可安装计算机、显示屏、仪表，显示电源运行状态及故障状态，并控制两台中频电源带两台炉体单独或同时工作。能满足一台炉体保温和一台炉体熔炼，且两台炉体同时升温工作的要求。当一台炉子发生故障时需要进行检修时，另一台炉子可正常工作。

③ 功率分配、限制功能:开启电源自动控制系统, 两台电源可自由切换工作状态(熔炼/保温), 并可确保两台电源总功率不超过限定值。

工作方式:

1#电源对应 1#炉体熔炼功率(1200KW)供电, 使 1#炉体进入熔炼状态; 在一小时内炉内钢水($\geq 2t$)达到工艺温度后, 1#电源功率降至保温功率使 1#炉进入保温状态。同时 2#电源将功率从 300KW 升至 1200KW 功率, 对 2# 炉供电使其进入熔炼状态。2#炉钢水到温后, 将功率降至保温功率并进入保温状态, 如此两炉交替生产。

若用户在冶炼中只需开单台电炉时, 可断开两台电源将其中一台开启, 功率可开至满功率 1500KW。

总之, 两台电源总功率不超过变压器额定容量 1800KVA 的情况下, 任意分配。
其优点:

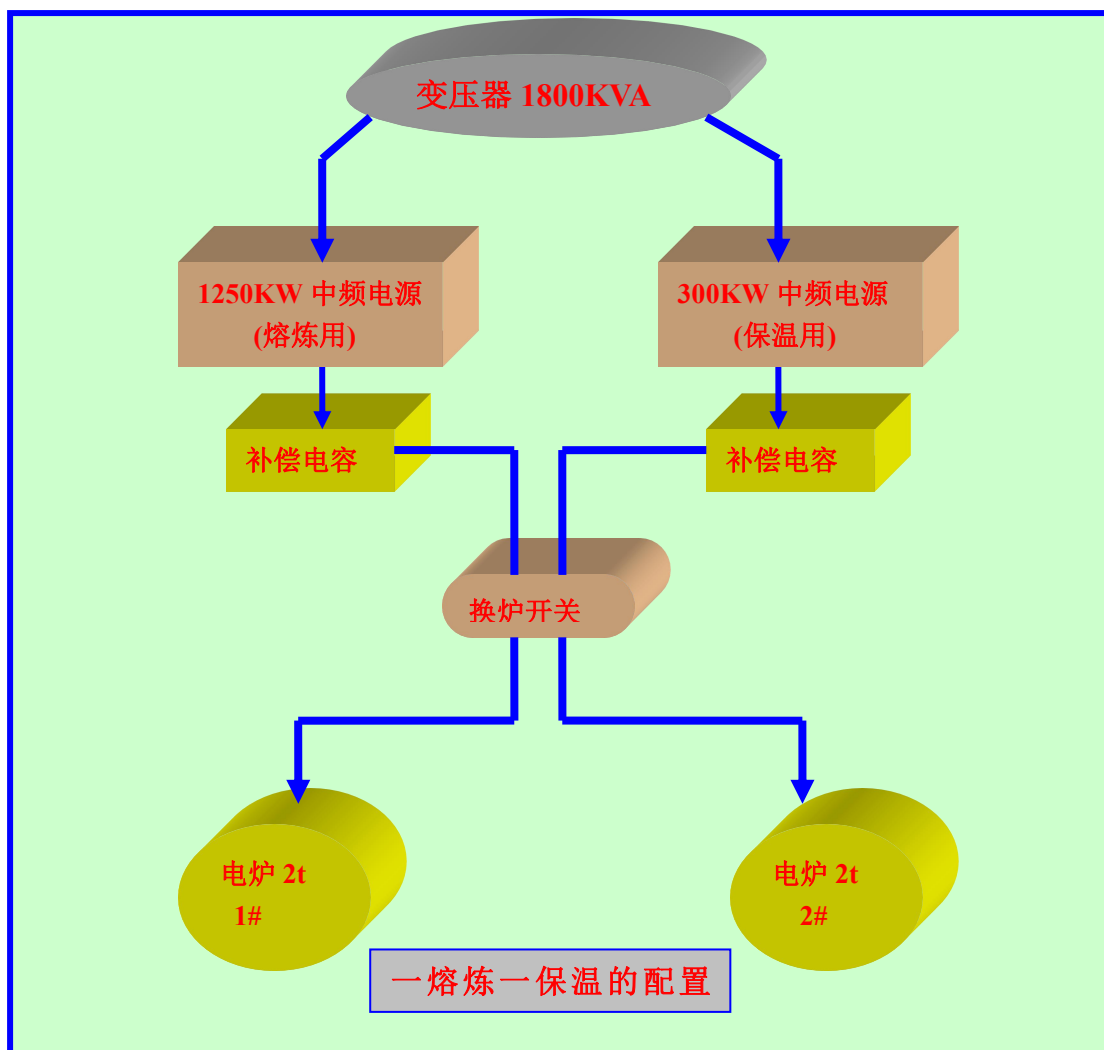
1. 设备配置结构简单、合理, 采用 1500KW 电源配 2t 炉体, 可确保每小时浇铸出钢水量 $< 2.5t$ 连续生产要求。
2. 单变压器+双中频电源可满足用户任何运行及生产方式的要求, 使中频电源功率充分利用, 变压器功率发挥达到最佳值等优点。
3. 双中频电源配置方式运行稳定可靠, 即便是一台电源发生故障时, 另一台电源还可正常生产。符合大产量连续生产要求。
4. 可避免换炉开关带来设备故障。符合用户对设备的总体要求, 设备皮实耐用、性能稳定、安全可靠的要求。
5. 用户扩大生产时只需增加变压器容量即可成倍扩大产量。

缺点: 成本高、投资略大。(但售价比串联(一拖二)设备低。

保温电源无法开满功率, 因此小功率工作时功率因数低。

方案四: 大电源和小电源+导炉开关双供电方式:

配置说明: 一台 1800KVA 变压器对应一台 1250KW 和一台 300KW 中频电源, 配置两台 2t 中频炉体, 采用两台电动换炉开关转换。来实现一台炉体熔炼一台炉体用于保温, 如此交替工作。



优点：配置简单、投资小、大功率配置熔炼，保温采用小电源工作。单台变压器，可减少变压器空损。

可实现一托二设备的基本功能，一熔一保。

投资成本低。

两台炉体同时浇铸可满足铸造车间浇铸大吨位铸件。

缺点：换炉开关作为该套设备的关键附件，但频繁的倒换，将影响换炉开关的寿命。要注意维护。

一、方案概述：

1.1、工程概况要求：

铸造线预定每小时必需提供不至少 4T 的符合工艺要求的高品质铁水，且要求 30 分钟出 2T 铁水，连续生产。

1.2、设备选型分析：

目前国内正在运行的中频感应电炉，分为两种形式。一种是用于保温、升温（简称保温电炉）；另一种主要用于熔炼（熔炼电炉）。

保温电炉主要是将已被熔化开的铁水，进行升温 and 调质。因此，保温炉的电源功率较低，一般选配功率是按照保温及升温的时间来配备。但**最小选用的功率不得小于最基本的炉衬烧结功率**。如：2T 保温炉标准配置功率为300KW，其温升 1350-1450℃（100℃），升温能力为5t/h（小时）。

熔炼电炉是将固态的金属熔化，金属从冷态到热态及熔化所需电源功率较大。比如：每吨铁熔化时间60 分钟，温度至1450℃时最小需560KW。因此，熔炼炉是根据吨位及熔化时间来选定，2吨熔炼炉最小需1250KW。

中频炉的选型：经交流，对 贵公司现有情况的初步了解、分析，我公司建议新上中频炉系统有以下两种方案：

方案一：串联1拖2结构，即GT4T-2500KW配置或GT2T-2500KW配置

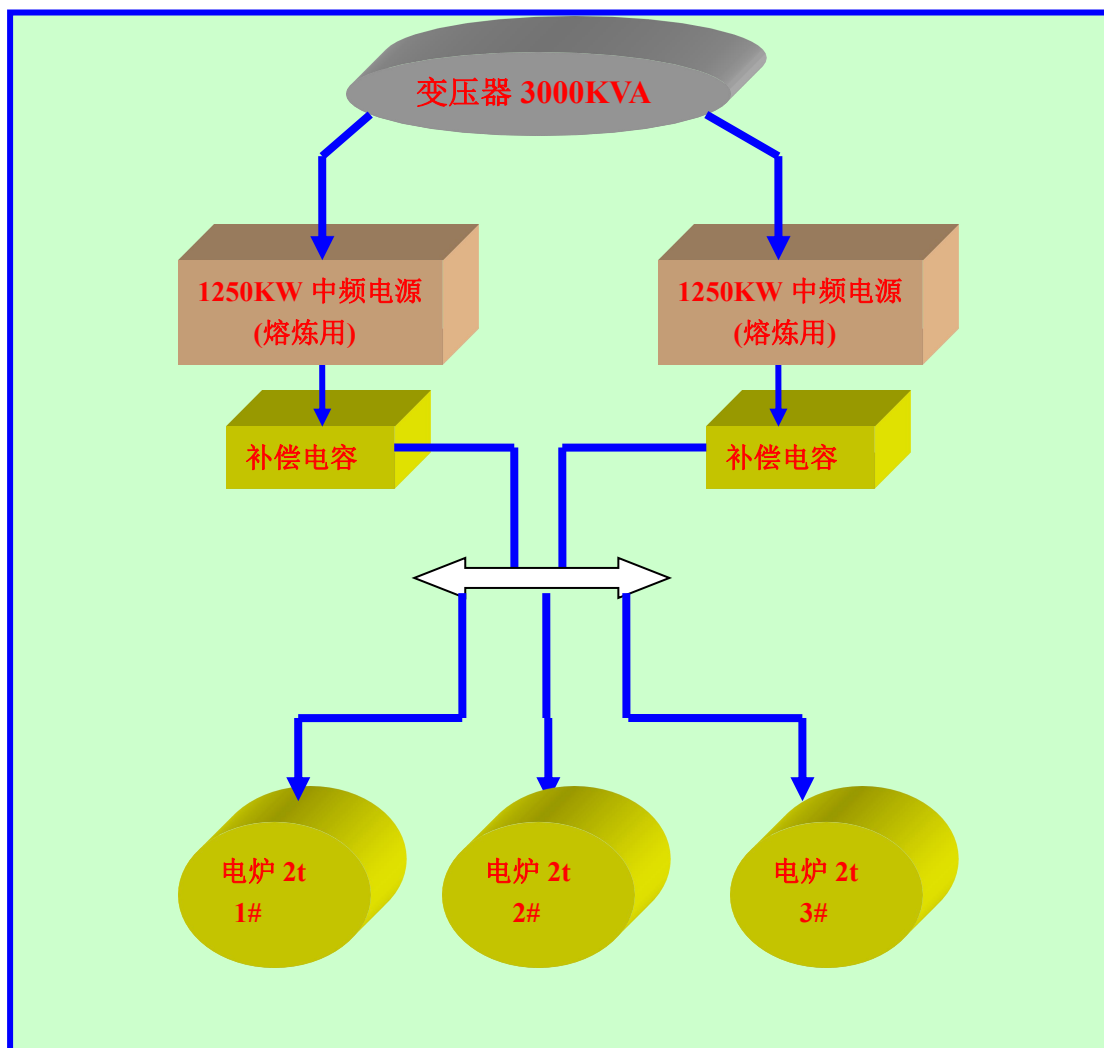
A、GT4T-2500KW配置（标准配置），可以保证产能要求，但存在资源极大浪费等问题，投资成本超高。

B、GT2T-2500KW配置，高电流密度设计，线圈参数匹配难度大，炉体的炉衬冲刷严重，降低炉衬寿命，维护成本急剧增加。高功率设计，又进一步降低了电源的运行稳定性，维护成本加大。成套设备投资成本偏高。

故此，对于配置A或B而言，我公司不建议采用。

方案二：并联2T炉配置（2柜3炉）结构，即GT2T-1250KW×2配置

产量小时，可以单开一电一炉；如需要2T/30分钟的连续钢水产能（4T/h），2电2炉同开。1台炉体备用，可以避免炉体检修或打炉衬时造成的停产状况，现场配合灵活。投资成本低加成熟的技术，足以保证设备使用的运行稳定性和低成本维护费用。



设备的最终选型，由贵公司根据具体情况而定。

1.3 设备用途：中频保温电炉主要用于高炉熔化铁水的升温、保温、调质。

1.4 设备性能要求：

- 安全性：安全可靠，符合国家有关法规和标准；
- 先进、成熟性：技术先进、自动化水平高，具有高控制精度和高可靠性，制造工艺成熟，经使用实践证明运行安全稳定。
- 可操作性：设备具有完善的保护系统，布局合理，确保设备发生故障时不损坏元器件操作和运行管理方便。
- 高效率、高节能和经济性：整套设备的效率和功率因数达到最高值运行，节能效果显著，投资合理，经济运行。

- 电源启动性能100%（轻重载下）：彻底排除启动失败的问题，确保系统稳定可靠运行。

1.5 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 1250KW, 变压器容量应为:1500KVA

如果, 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。

2 台变压器配置，自由灵活，可以依据产能需要，选择停用，降低费用。

1.6 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：

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

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。由于钢通常烧注温度较高，因而非常易于氧化，搅拌强度越高，钢暴露于表面同大气接触的程度就越严重，同时，如果搅拌强度过高，炉衬就会非常迅速地遭到侵蚀。

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。

从而，合理的设计该设备频率时，考虑到熔炼效率和电磁搅拌因数，所以，本套设备频率应选择 500Hz。

中频电源选用型号为 KGPS1250KW/500Hz



二、运行条件：

2.1. 用户环境条件：

年平均气温： 14.2℃；

年极端最高气温： 39℃；

年极端最低气温： -21℃；

最大相对湿度： 75%。

2.2 厂区公用系统技术条件：

供电条件：

供电电源:35kv

供水条件:

供水条件:水温 $<35^{\circ}\text{C}$ 压力 0.2-0.4Mpa

2.3 供水系统:**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 $<300\text{mg/L}$;
- c. PH 值 7—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 $<500\mu\text{S/cm}$;

供水系统:

- a. 最高进水温度 $<35^{\circ}\text{C}$;
- b. 最低进水温度 $>5^{\circ}\text{C}$;
- c. 进水压力 0.2—0.4MPa;
- d. 出水温度 $<55^{\circ}\text{C}$

注: 我公司可充分根据用户的现场条件,作针对性的技术设计,确保设备能稳定运行。

三、技术标准:

3.1 设备（中频感应熔炼电炉）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

ZBK46001-87 《感应加热用半导体变频器》

四、设备组成（依据最终选型而定）

五、电器说明：

A、中频电源结构特点

5.1. 电源启动性能：

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%。

5.2. 电源外形结构及内部安装工艺：

电源外壳采用德国威图工艺制作，具有外形美观，合理的多组合式结构、刚性强、防尘性好、有适当的通风散热

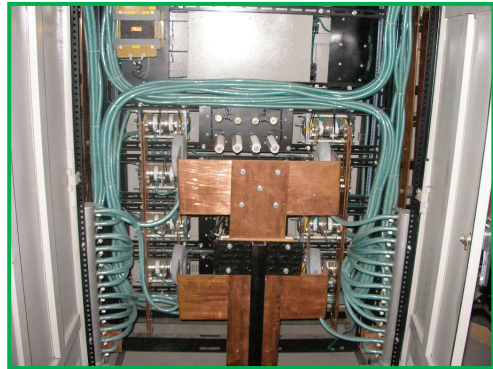


措施，并根据用户要求**加装空调器**。

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。

5.3. 故障显示及自诊断：

当中频电源出现故障时，查询故障点往往成为维修人员较为烦恼的问题，尤其是维修经验较少的维修人员。故障显示和故障自诊功能能帮助维修人员在较短的时间内查出故障的原因，使设备尽快的投入到生产中。故障显示和自诊系统可在中频电源出现故障时显示出故障的原因及主要故障点的位置，如整流、逆变脉冲的状态等。

5.4. 完善的保护功能：

①电源的保护措施包括：

- ★主回路短路保护
- ★主回路缺相保护
- ★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

②:关键参数极限限制功能：

- ★满功率限制；
- ★电容器检测参数（压力）限制；
- ★感应线圈过电压限制；
- ★输出电流限制；
- ★频率限制；
- ★半导体元件关断时间限制。

5.5. 功率调节：

该电源可实现 0 至满功率无级可调，并可通过外接信号控制（如 PLC），从而实现全自动工作状态。

功率调节可分为手动、自动两挡，方便用户选用，操作简单。

B、中频电源关键部件选择及描述:

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。

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,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,要求其进行 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。

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

我公司选用的可控硅元件都有 100% 的电流安全系数。

滤波电抗器:

滤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，我公司专门开发了滤波电抗器设计软件包。该软件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十余年的经验而编制。

滤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。

DW 系列万能式断路器：

DW 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

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**德国施奈德的产品**。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。

C、补偿电容器柜:

补偿电容器柜体采用槽钢、角港焊接而成,并配备有安全防护网,使整体结构坚固、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。

六. 机械部分说明:

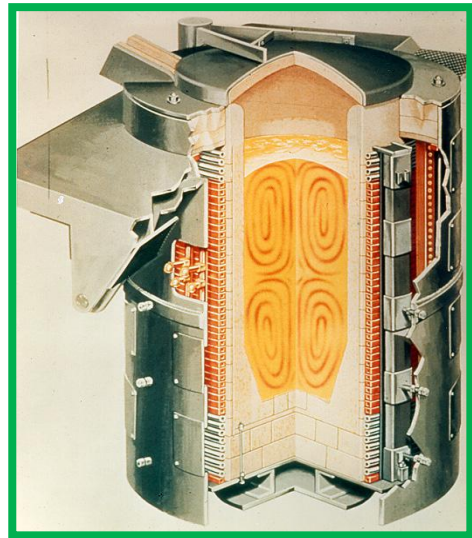


6.1 炉体特点:

6.1.1 炉体:包括炉壳、感应器、

磁轭及漏炉报警装置等（见剖视图）

6.1.2 炉壳：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，以提高炉架的强度和承重能力。倾炉油缸轴承孔均经过大型镗床一次加工而成，确保了同心度，使炉壳及回转轴在倾炉过程中不会因不同心而变形。



6.1.3 感应器：在结构设计上采用了处于国内领先的短路设计（见炉体剖视图）采用了加长线圈结构，不仅增加了电磁搅拌



力，而且减小了钢液对炉衬底部的冲刷，极大地提高了炉体的使用寿命。铜管采用洛铜生产的优质 **T₂** 紫铜管，在专用绕制设备上绕制成型，在工艺及设备上保证了制造质量及线圈内壁的平整性，进一步提高了炉体的使用寿命。在感应器内壁及匝间涂有**耐火胶泥**。耐火胶泥具有绝缘和绝热性，使感应线圈成为一体，从而减少工作时的震动和噪音，而且漏炉时能保护线圈。

感应器的主要制作工艺为：退火—绕制—检查—焊接—整形—安装绝缘立柱—打压试验—喷绝缘漆—自然晾干—检验—云母带缠绕—玻璃丝带缠绕—二次绝缘漆喷涂—导电截面处理——成形（待装配）

我公司生产的**感应器**，耐压等级高，绝缘层的**耐压可达 8000V**。

感应器的现场制作工艺见下图示：



6.1.4 磁轭：采用特别设计的加宽磁轭，最大限度地减少漏磁，使用进口冷轧硅钢片制造，最大限度地减少磁损，提高电磁耦合效率。

磁轭体的主要工艺：剪片—
制造夹板—叠片—夹持—焊接—
喷漆—检验



6.1.5 漏炉报警系统：

炉子安装有漏炉报警系统，若炉子发生渗漏可及时将铁液到出，

防止事故扩大。漏炉报警采用直流接触式，在坩锅底部设置几根不锈钢丝与金属液接触，作为第一电极；在感应线圈内侧的耐火胶泥中埋入不锈钢网作为第二电极，若发生金属液渗漏，两极之间短接发出报警。

6.1.6 冷却水设置有可靠的冷却水温、水压及内循环水质检测及报警，并与中频电源互锁链。

6.1.7 倾炉可通过倾炉手柄实现炉体在倾动时的任意位置停留

6.1.8 侧部引进电缆方式：馈电线路的损耗降到最小，从而提高了效率。避免因后进电缆由于倾炉弯折而造成疲劳损坏。

6.1.9 线圈的绝缘：感应线圈除常规的本体喷环氧树脂粉末绝缘处理外，还进行云母、玻璃丝布带的包扎固定螺栓的绝缘防护，避免相互间爬电。

6.1.10 倾炉油缸采用高质量的柱塞式油缸，倒置安装，有耐高温保护套，油缸底部有流量控制阀，防止满载倾炉及液压管破裂时炉体瞬间停止而下降。同时，倾炉时两油缸必须同步而无卡阻，炉体升降平稳。

6.1.11 炉衬顶出：传统感应炉

当炉衬损坏时，只能采用人工或机械方式拆除，既费工又耗时。快速炉衬顶出机构能保证快速顺利地推出旧炉衬，提高了生产效率。

6.2 炉体结构概述：

6.2.1 炉 体：

整个炉体由炉壳、感应线圈、炉架、磁轭等组成。



全部为型钢焊接结构，炉子本体外围设有磁轭和炉子活动架固为一体，

结构合理、刚度好便于观察,易于维修。

6.2.2 线圈:

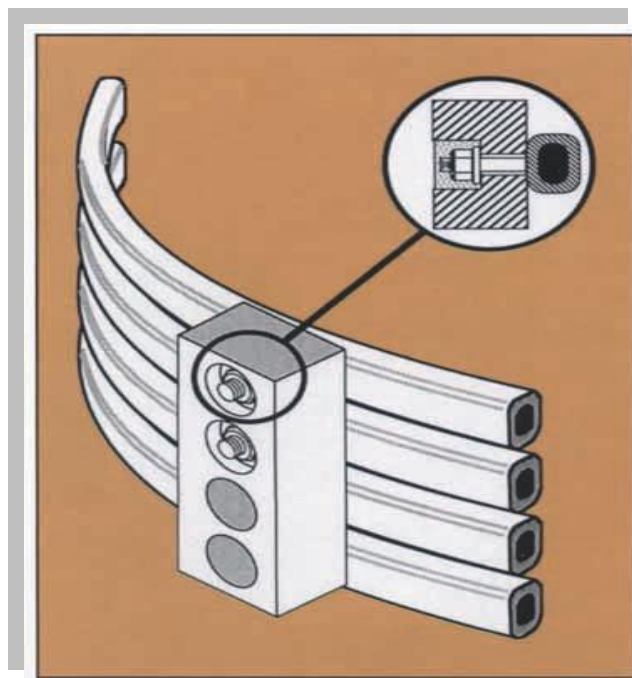
感应线圈是整个感应炉的心脏,感应线圈由中频电源供电,在中频电压、电流的作用下产生强大的磁场,此磁场使炉膛内的金属产生涡流而发热,线圈是电能转换热能的关键。所以线圈设计就显得尤为重要,本炉的线圈是结合国内外中频炉实际使用状况,根据电磁场原理,通过计算机分析计算而确定的较佳方案。

感应线圈采用纯度为 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。

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,绝缘层的耐压可达 8000V。

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。

6.2.3 炉架:

炉架分为活动炉架和固定炉架两部分。

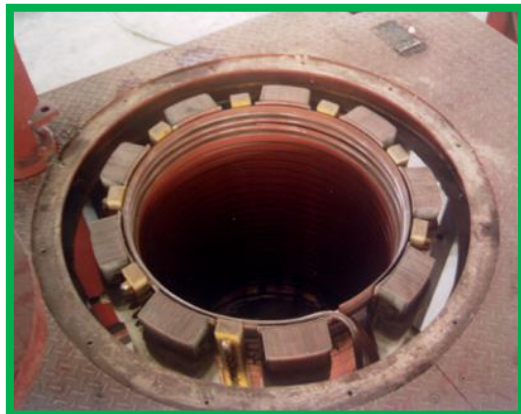
活动炉架用于安装感应线圈和磁轭。它由型钢和钢板焊接成**整体式**框架结构,活动炉架顶部的操作平台采用了加厚钢板,以提高炉架的强度和承重能力。

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。

6.2.4 磁轭:

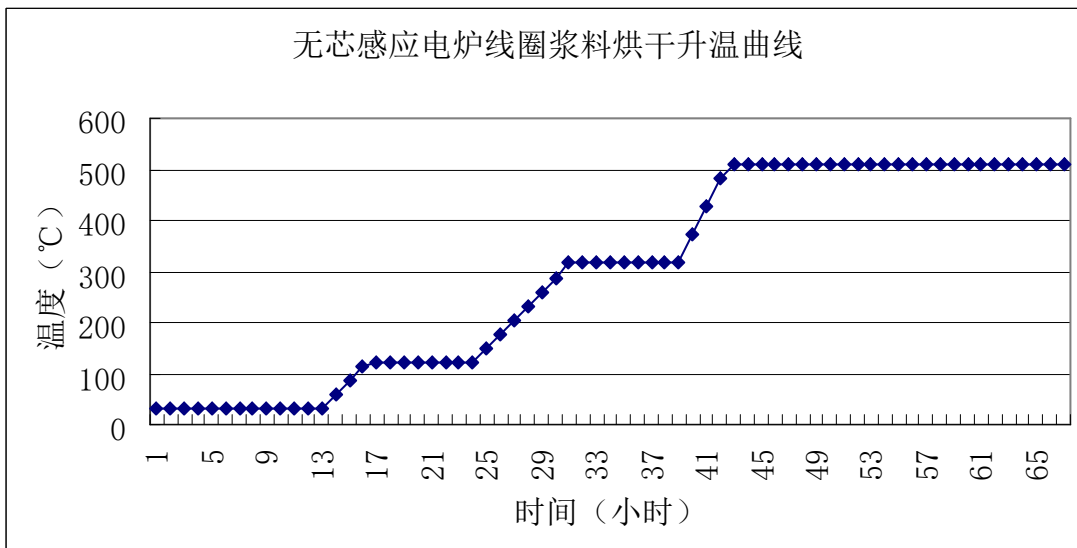
磁轭采用牌号为 **Z11 的高导磁率冷轧硅钢片** 制造。硅钢片的厚度为 0.27mm。磁轭采用仿形结构,内弧面的弧度与感应线圈的外圆弧度相同,使磁轭可以紧贴感应线圈外侧,最大限度的约束线圈向外发散的磁场,减少外磁路磁阻。

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。



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。

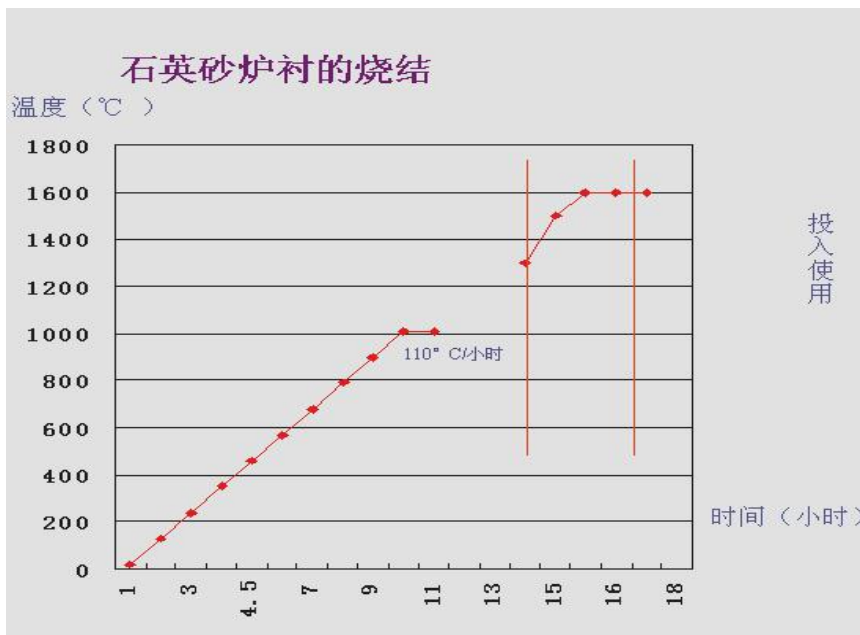
6.2.5 感应炉用耐火材料:



耐火胶泥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：

- (1) 使感应线圈成为一个整体，减少工作时的振动和噪音。
- (2) 当炉料渗漏时保护感应线圈。
- (3) 利于炉衬的快速顶出

炉衬材料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。



经过烧结的炉衬冷却以后不可避免地会产生裂纹

钢： 1200°C 保温 1-3 小时

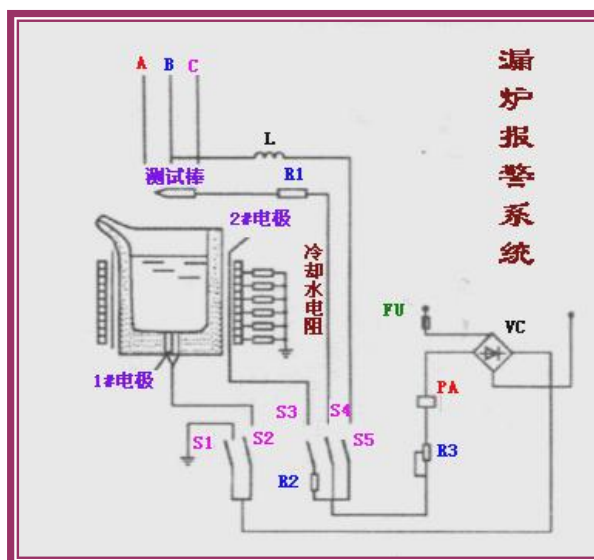
铁： 1100°C 保温 1-3 小时

6.3 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。



6.4 漏炉报警：

本炉体采用专用的炉衬厚度测控器控制系统。其工作原理是根据感应线圈和炉衬之间**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，产生报警信号，报警采用声光报警方式，当出现报警信号时，中频电源自动停机，以防止故障扩大。

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。

该炉衬厚度探测器直接接在感应线圈和炉底电极之间，无须侧电极，因此大大的减小了筑炉时的工作量。

6.5 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、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。泵站的额定工作压力为**10MPa**。液压介质为液压油。液压站应有两套油泵与电机（其中一套为备用）。油泵及液压元件应采用进口（或中外合资产品），回油及吸油应有过滤。油箱应有明显的液面指示及准确的油温显示。油箱应有冷却系统（自然冷却或机械冷却），保证在夏季最高温度工作时，

最高油温 $\leq 55^{\circ}\text{C}$

倾炉操作台用于控制炉体的倾动、回落。炉前操作台采用手动液压阀操作，并设有油泵启动和停止按钮、关断电源的紧急按钮以及油泵运行指示灯。



倾炉安全保护:

在倾炉油缸的回油口处安装有**限速切断阀**,可保证当液压管路破裂或局部泄漏时炉体不会因快速回落而被损坏可将炉体锁死在原位安全可靠。**倾炉油缸**采用倒装式安装。炉体倾炉耳轴有良好的润滑装置。

6.6. 炉衬顶出机构(用户选择项)

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。



6.7 坩埚模

坩埚模采用 5mm 厚钢板卷制而成,确保同心度及焊接面平整。

七. 冷却水循环系统:

成套设备采用一套闭式软水冷却塔。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。



闭式冷却塔的应用原理:

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;二级冷却采用风冷和喷淋,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。

闭式冷却塔的优势:

- 1、循环冷却介质封闭循环,没有杂质进入,保证了介质的纯净;
- 2、水循环的水使用软水,不结垢,不堵塞管路;

3、占地面积小，可以根据需要移动、摆放；

4. 能耗小，操作简单

闭式冷却塔设计与主配置优势：

1、防冻防垢型换热器——性能完美 闭式冷却塔全部采用改良型高效换热器。换热盘管在传统基础上进行优化，可有效降低空气侧阻力，更适应较大的喷淋水量；由于管间距增大，提高了单位体积的换热管数量，增大了换热面积，换热效率明显提高。向下流动的管内工作液和向上流动的管外空气具有最佳的换热效果。整个换热器由一个或多个盘管组构成，四周均以钢框架箱围护，坚固耐用。盘管组材质为 T2 脱酸紫铜管 0.6mm，采用银焊条焊接而成，全部紫铜管均顺管内工作液流动方向适当倾斜，便于工作液流出，特制低位水箱便于盘管排水回收利用。并装有自动排水进气系统，达到防冻效果，特制小功率大流量喷淋水泵，这样能把管子外壁完全湿润，避免干湿点结合部位生成水垢，特制进风系统，能隔离空气中颗粒状灰尘与钙镁离子结合，达到防垢效果。制作精良，并须经过 2.5MPa 的耐压检测才准予出厂。

2、塔体结构——稳固耐用 闭式冷却塔经我们专业的设计师团队精心设计，在性能、外观、以及配置都达到了国内领先水平。无论从性能还是价格方面，宇诺冷却都是您首选的合作企业！

3、传动装置——运行可靠 风机采用三防铝合金材质风机，噪声低、风量大，运行平稳，出厂前经平衡校正以确保其稳定性。

八. 电炉附件

8.1. 电动筑炉机：(用户选择项)

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。

8.2. 维修用示波器：(用户选择项)

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

九. 应急设施

1、方式一：柴油发电机

应急液压站

在断电或主液系统故障时，由**柴油发电机**应急液压站完成倾炉任务。

应急水泵组

停了电，电炉内还有钢水，**感应线圈绝缘怎么办？**由**柴油发电机**应急液压站完成供电任务！

型号 R4105ZD 柴油发电机组主要电气性能：

额定电压：400 /230 V

接线方式：3 相 4 线

额定频率：50 Hz

功率因素：0.8（滞后）

稳态电压调整率： $\leq \pm 1\%$

瞬态电压调整率： $\leq +20\sim -15\%$

稳态频率调整率： $\leq 3\%$

瞬间频率调整率： $\leq +10\sim -7\%$

柴油发电机组的基本组成：

柴油机、发电机、机组底盘、供油系统、控制系统、启动系统、风扇水箱冷却系统、排烟消音系统、安全接地系统等组成



方式二：高位水箱和贵公司现有的双供电系统

在工厂停电时，启用高位水箱来保证瞬时设备的用水需求，及时启动公司已有的另一供电系统。

十. 技术资料和图纸：

- 10.1 设备平面布置图及基础图.
- 10.2 设备使用及维护说明书.
- 10.3 设备总图及满足维修保养必需的有关资料. 图纸.
- 10.4 电气原理图、主要测试点波形、直流电平、外部接线图。
- 10.5 主要配套件合格证及说明书。
- 10.6 出厂检验单；设备合格证；装箱单
- 10.7 易损件明细表及其图纸。
- 10.8 水路原理图及冷却水资料和安装图
- 10.9 设备装配图
- 10.10 推荐炉衬材料配方；烘炉工艺；筑炉工艺；熔炼工艺；

十一. 验收标准及条件：

- 11.1 电源功率：满功率测试功率不低于额定功率
- 11.2 电源频率：正常温度、速度工作时，频率不超过额定频率的 $\pm 10\%$
- 11.3 电源启动性能：连续启动 10 次，如有 1 次失败，重新测试 20 次，
如有 1 次不合格，则视为此项性能不能通过。
- 11.4 电源各项保护性能：逐个测试

11.5 电源加热指标：总效率 $\geq 70\%$

11.6 控制部分、测温显示准确、可靠。

11.7 设备测试应满足 ZBK46001-87 《感应加热用半导体变频器》

GB10067.3-88 《电热设备基本技术条件

十二. 设备交货时间及安装周期：(进度表)

序号	时间(天) 工作内容	10	15	20	25	30	40	50	55	65	75	80
1	初步设计	●	●									
2	基础图设计	●	●									
3	设计联络	●	●	●								
4	修改设计	●	●	●								
5	审查会签		●	●	●							
6	制造. 装配			●	●	●	●	●	●	●	●	
7	卖方现场预 调										●	●
8	包装. 运输										●	●
9	到达用户现 场											●

交货期:合同生效 80 天内。

运输条件:汽车运输。

十三. 安装、调试及人员培训：

13.1 设备在卖方现场预调试,买方派员到卖方进行预验收.

13.2 买方根据卖方提供的基础资料进行土建设计及施工.

13.3 卖方负责现场指导设备安装。

13.4 卖方负责在买方现场调试.

13.5 买方可派员到卖方进行技术培训.

13.6 卖方在买方现场安装调试时,对买方技术人员进行培训.

十四、售 后 服 务:

技术培训

现场培训:

本公司在现场调试期间,对用户操作维修人员,进行操作维修方面的技术培训,使用户能熟练地操作,并掌握常见故障的处理方法。

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

指导安装免费负责调试直到设备试运行验收

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;

十五. 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	德力西或施耐德	
2	整流可控硅	杭州西风	
3	逆变可控硅	杭州西风	
4	仪表	衡阳仪表厂	
5	电容器	无锡合盛/新安江电容器厂	
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	德力西或施奈德	
9	线圈	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

2017-4-6