



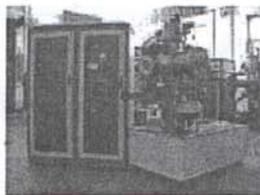
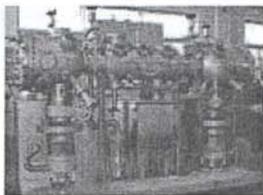
中国科学院沈阳科学仪器研制中心有限公司  
SKY Technology Development Co., Ltd. Chinese Academy of Sciences  
国家真空仪器装置工程技术研究中心  
State Engineering Research Center of Vacuum Instrument and Device

高真空电弧熔炼及吸铸炉独立操作培训资料之一

# 高真空电弧熔炼及吸铸系统

用户手册 / 2007

[www.sky.ac.cn](http://www.sky.ac.cn)



中国科学院沈阳科学仪器研制中心有限公司  
SKY Technology Development Co., Ltd. Chinese Academy of Sciences  
国家真空仪器装置工程技术研究中心  
State Engineering Research Center of Vacuum Instrument and Device

地址: 中国沈阳市浑南新区新源街1号  
Add: No.1 Xinyuan Street, Hunnan Industrial Zone, Shenyang, China  
销售热线/Sales: 86-24-23826855 23826899  
客户服务/ Customer Services: 86-24-23826838  
传真/Fax: 86-24-23826856  
邮政编码/ P.C.: 110168  
网址/Website: [www.sky.ac.cn](http://www.sky.ac.cn)  
电子信箱/E-mail: [sales@sky.ac.cn](mailto:sales@sky.ac.cn)

## 前言：

首先感谢购买我们的设备，本着对您负责的精神，并为了确保给您提供最优质的售后服务，特别为您准备了本手册，请您耐心读取相关信息。

### 您的义务

请您在使用过程中，将发生故障的操作步骤填写在 [page28 附表 1.](#) 中，我们将参考此表内容尽我们最大的能力在最短的时间内完成维修。

### 如何使用本手册

如果您是初次使用该设备，那么您需要通读用户手册。如果您是一位有经验的用户，则可以通过目录查找相关信息。

### 本手册涉及的字体及符号说明：

字体的大小直接反应父、子关系，符号说明见下表：

| 符号  | 指示性说明   | 代表意义                     |
|---|---------|--------------------------|
|  | 描述性说明   | 没有先后顺序之分，是比□和■高一级目录      |
|  | 详细描述性说明 | 没有先后顺序之分                 |
|  | 详细描述性说明 | 有先后顺序之分                  |
|  | 提示性说明   | 有利于深刻认识系统，并且可以避免不必要的故障发生 |
|  | 警告性说明   | 必须严格遵守的内容，否则会发生严重事故      |

---

# 目 录

|                  |       |
|------------------|-------|
| 绪言.....          | 5     |
| 1 工作原理及技术指标..... | 5     |
| 工作原理.....        | 5     |
| 技术指标.....        | 6     |
| 2 机械结构.....      | 7     |
| 设备组成.....        | 7     |
| 设备主体.....        | 9     |
| 炉盖组件.....        | 9     |
| 真空室组件.....       | 10    |
| 电弧枪组件.....       | 10    |
| 熔炼坩埚组件.....      | 11    |
| 炉盖及模具升降机构.....   | 11    |
| 3 电控系统.....      | 13-19 |
| 4 真空获得.....      | 20    |
| 5 操作规程.....      | 20-23 |
| 6 注意事项.....      | 24-25 |
| 7 常见故障及排除.....   | 26    |
| 常见故障现象及排除.....   | 26    |
| 紧急状况应对方法.....    | 27    |
| 8 顾客反馈清单.....    | 28    |
| 9 备件清单.....      | 29    |
| 备件原则.....        | 29    |
| 10 维护与维修.....    | 30    |
| 日常维护.....        | 31    |

---

## 绪言

高真空电弧熔炼及吸铸系统是由钨极磁控电弧炉演变而来的，该设备具有钨极磁控电弧炉的全部特点和功能，优于电弧炉的功能是可以制备块体金属非晶。

该设备产生电弧的电极是钨棒，它的熔点很高，而且紧固在水冷铜电极上，在熔炼中钨电极是不会消耗。因此，又称为非自耗电电极电弧炉。通过非标电感可以控制电弧及合金熔池，故又叫做钨极磁控电弧炉。

该设备熔炼的合金置于水冷铜坩埚内，炉内的气氛为高纯惰性气体，因此熔炼过程中的污染极小，是实验室熔炼合金，尤其是高熔点和活泼金属合金的理想设备。

### 1.工作原理及技术指标

#### ➤ 工作原理：

该设备采用特殊的设计，可以在熔炼过程中，随时外加电磁场控制电弧和合金熔池（电弧在部分真空中是等离子体，可以受外加电磁场的约束）。每当电磁场达到一定值时，电弧以一定角度向四周散射的圆锥状弧束变成只向下直射的圆柱状弧束。由于电弧自身磁场和外加磁场的共同作用，电弧前端存在一个斥力。受电弧直射的液态金属在这个斥力作用下，逐渐被推向电弧的外围，导致熔池的形状由中心略微凸起变成渐渐凹下去。

此时有两种情况：一是熔池的粘性低流动性好，则熔池变成中空，电弧直射到坩埚底，得到完全透底熔炼的效果。即在这个熔炼过程中，当电弧点燃后，一些没有熔化即下沉到熔池底部的高熔点合金元素，全部先后受到电弧的直接辐射并被熔化成液态，同时，被电弧前端的斥力推向熔池的外缘。外电磁场撤除时，电弧和熔池

---

恢复原状，从而使液态金属受到较强烈搅拌作用。因此，在一次点弧熔炼的过程中，通过间断地施加数次电磁场控制电弧，由于透底熔炼和搅拌作用，即可得到成分均匀的合金。

另一种情况是某些个别成分的合金在液态时粘性较大，流动性不好，熔池未产生中空现象，电弧不能直接辐射坩埚底部，没有得到充分的透底熔炼效果。在一次点弧熔炼过程中，虽然也数次间断施加电磁场控制电弧，但电弧总是不能达到直接辐射坩埚底部（电弧直射处由明亮变成暗黑时，就是电弧直接辐射坩埚底部），出现这一情况时，应考虑翻转铸锭。

总之，通过磁控电弧可基本免除多次翻转铸锭和点燃熔炼的麻烦，缩短了总的熔炼时间，提高了效率，节省了能源，基本上克服了电弧炉的主要缺点。

### ➤ 技术指标：

- 本系统真空室及主要零部件材质均为 1Gr18Ni9Ti
- 极限真空度  $6.6 \times 10^{-4}$  Pa（冷态）
- 停泵关机 12 小时后，残余气体压力  $\leq 20$  Pa
- 电弧熔炼电源：弧焊整流器（DHL-1250，沈阳一特）
- 电弧熔炼吸铸样品
  - 熔炼吸铸工位容量 100g（Fe）
  - 熔炼工位容量 100g（Fe），三个带磁力搅拌
  - Ti 纯化熔炼工位一个

## 2、机械结构：

电弧炉主体包括电弧枪、提升连座、翻料机械手、升降机构、真空吸铸系统、磁控线圈、坩埚、真空室、炉盖以及辅助装置。

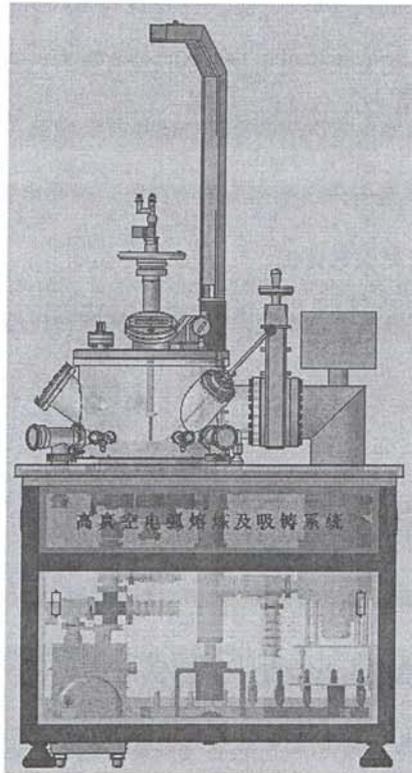


图 2-1 机械结构图（图例仅供参考，实例以用户订单为主）

### ➤ 设备组成

|     | 设备名称           | 型号规格       | 产地    | 数量  |
|-----|----------------|------------|-------|-----|
| I.  | <u>真空获得与测量</u> |            |       |     |
| 1.1 | 复合分子泵          | FF160/620C | 北京科仪  | 1 台 |
| 1.2 | 机械泵            | TRP-36     | 北京优成  | 1 台 |
| 1.3 | 闸板阀            | CF150      | 沈阳科仪  | 1 台 |
| 1.4 | 电磁阀            | DDC-JQ40   | 上海西玛特 | 1 支 |

|           |             |            |            |      |      |
|-----------|-------------|------------|------------|------|------|
| 1.5       | 电磁阀         |            | DDC-J40    | 北京   | 2支   |
| 1.6       | 旁路抽气角阀      |            | KF40       | 沈阳科仪 | 2支   |
| 1.7       | 真空抽气管路      |            | 不锈钢波纹管     | 沈阳科仪 | 4套   |
| 1.8       | 数显真空测量计     |            | ZDF-III型   | 成都   | 1台   |
| 1.9       | 金属热偶规 ZC16  |            | ZJ-52T     | 成都   | 1支   |
| 1.10      | 电离规 CF35    |            | ZJ-27      | 成都   | 1支   |
| <b>2.</b> | <b>真空系统</b> |            |            |      |      |
| 2.1       | 真空室(立式)     |            | Φ400x320mm | 沈阳科仪 | 1台   |
|           | 真空室体        |            | 接口部件       |      |      |
|           | 法<br>兰<br>口 | CF150 松套法兰 | 1          | 分子泵  | 1    |
|           |             | CF35 刀口法兰  | 1          | 四芯引线 | 1    |
|           |             | RF35       | 2          | 备用接口 | 2    |
|           |             | RF80       | 2          | 观察窗  | 2    |
|           |             | RF75       | 1          | 接电弧枪 | 1    |
|           |             | RF16       | 2          | 放气阀  | 2    |
|           |             | KF40       | 2          | 角阀   | 2    |
| 2.2       |             | 真空室上盖      |            |      | 沈阳科仪 |
| 2.3       | 水冷铜坩锅       |            |            | 沈阳科仪 | 1套   |
| 2.4       | 机械手组件       |            |            | 沈阳科仪 | 1套   |
| 2.5       | 弧光防护装置      |            |            | 沈阳科仪 | 2套   |
| 2.6       | 电弧枪         |            |            | 沈阳科仪 | 1套   |
| 2.7       | 吸铸装置        |            | 一套模具       | 沈阳科仪 | 1套   |
| 2.8       | 升降机构        |            |            | 沈阳科仪 | 1个   |
| 2.9       | 照明灯组件       |            |            | 沈阳科仪 | 1套   |
| 2.10      | 磁搅拌线圈       |            |            | 沈阳科仪 | 3套   |
| <b>3</b>  | <b>电控系统</b> |            |            |      |      |
| 3.1       | 控制电源        |            |            | 沈阳科仪 | 1套   |
| 3.2       | 分子泵电源       |            |            | 北京华特 | 1套   |
| 3.3       | 总控电源        |            |            | 沈阳科仪 | 1套   |
| 3.4       | 电弧熔炼远控电源    |            |            | 沈阳科仪 | 1套   |

|     |                                 |          |         |       |
|-----|---------------------------------|----------|---------|-------|
| 3.5 | 电弧熔炼电源                          | DHL-1250 | 沈阳一特    | 1套    |
| 3.6 | 数字式位置显示仪                        |          |         | 1套    |
| 3.7 | 磁搅拌电源                           |          | 沈阳科仪    | 1套    |
| 4   | 其它                              |          |         |       |
| 4.1 | 工作台架                            |          | 沈阳科仪    | 1套    |
| 4.2 | 进水器及回水器<br>(连接内径为 30 的水管, 用户自备) |          | 沈阳科仪    | 1套    |
| 4.3 | 氟橡胶圈                            | 各种规格     | 铁岭橡胶研究所 | 全套    |
| 4.4 | 无氧铜圈                            | 各种规格     | 沈阳科仪    | 全套    |
| 4.5 | 不锈钢制螺钉螺母                        | 各种规格     |         | 全套    |
| 4.6 | 水流、水压继电器                        |          |         | 各 1 个 |

### ➤ 设备主体

包括电弧炉主体, 炉盖升降机构, 模具升降机构以及一些辅助装置。它们全部安装在台架上。

包括炉盖, 真空室, 电弧枪, 熔炼坩埚。

#### ■ 炉盖组件

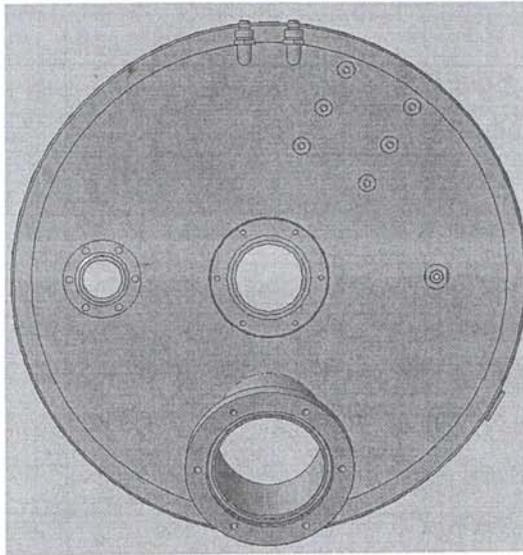


图 2-2 室盖组件

炉盖采用的是双层水冷平盖式设计方案，并设有电弧枪接口，照明电极接口便于上方安装电弧枪组件，焊后加工炉盖的端面

■ 真空室组件

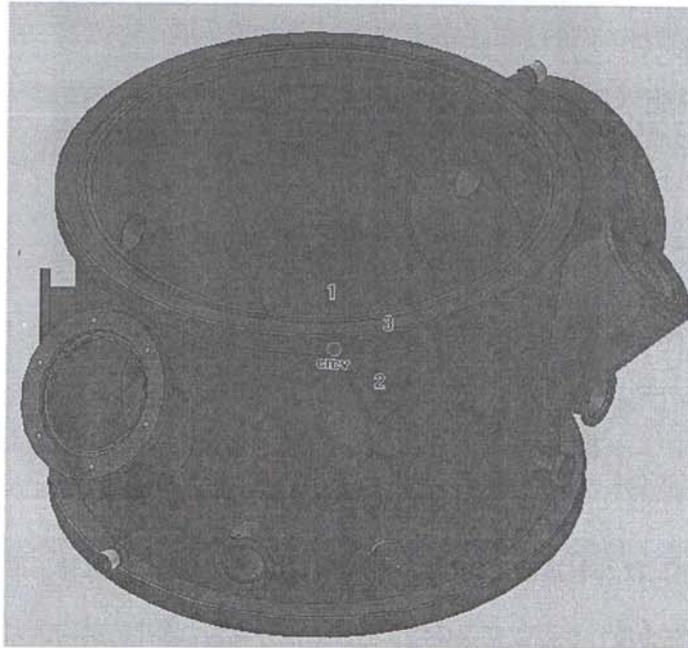


图 2-3 真空室组件

采用了传统的双层水冷立式真空室，设有用于炉内观察的窗接口，机械手接口以及备用接口

■ 电弧枪组件

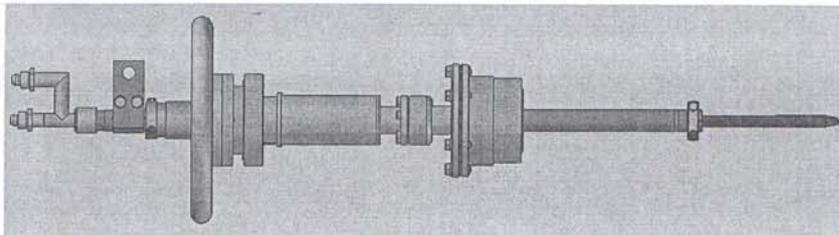


图 2-4 电弧枪组件

采用的是传统的水冷电极结构，电极杆选用导电性好的紫铜管，采用丝母

结构实现上下移动，并采用球面密封结构来实现多工位多角度的熔炼。

#### ■ 熔炼坩埚组件

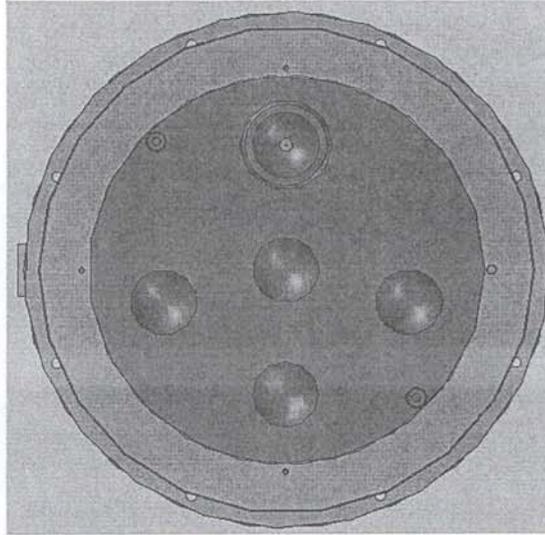


图 2-5 熔炼坩埚组件

选用了 T2 为材质的主体结构，多个工位熔炼，其中一个吸铸工位，在熔炼工位下设有磁力搅拌线圈以便保证熔炼时候的搅拌均匀，这样的结构大大的提高了熔炼的均匀性和效率。

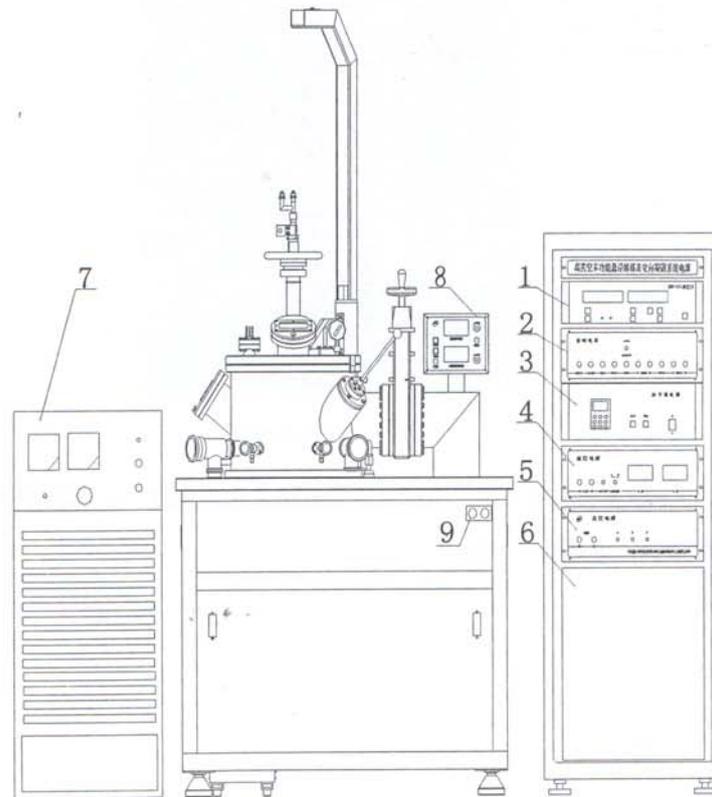
模具位于吸铸工位正下方，选用 T2 为材质的对开式机构，以便于取式样。

#### □ 炉盖及模具升降机构

### 3、电控系统：

本装置是“高真空电弧熔炼及吸铸设备系统”的重要组成部分，为该系统提供必要的电源及控制系统。主要完成设备的真空获得，电弧熔炼及吸铸等控制功能。

同时提供一套固定在设备上的“远控电源”及吸铸模具升降按钮，用于电弧熔炼及吸铸操作，方便观察和操作。



电控装置布置示意图 1

- 1:真空计 2:控制电源 3:分子泵电源 4:磁搅拌电源 5: 总控电源  
6:盲板 7: 电弧熔炼电源 (DHL-1250 型) 8:远控电源 9:升降控制盒

真空获得部分包括：电弧熔炼室真空计 1、控制电源 2、分子泵电源 3 及总控电源 5；

电弧熔炼及吸铸部分包括：磁搅拌电源 4、电弧熔炼电源 7、远控电源 8、吸铸模具升降控制盒 9；

---

➤ 分类:

□ 真空获得部分:

- 真空计 1
- 控制电源 2
- 分子泵电源 3
- 总控电源 5

□ 电弧熔炼部分包括:

- 电弧熔炼远控电源 8
- 电弧熔炼电源 7
- 磁搅拌电源 4

➤ 供电要求:

高真空电弧熔炼及吸铸设备系统电控装置需 3 相 380V (50Hz) 工业动力电, 总功率为 100KW。

供电要求分为以下两部分:

□ 总控电源 6 :

- 电压: 3 相 380V (50Hz) 容量: 12KVA
- 要求: 由 3P20A 空气开关供电, 连接电缆采用四芯橡套:  $2.5\text{mm}^2 \times 3 + 1.5\text{mm}^2 \times 1$  (空气开关采用工业用动力型, 以下均同样要求, 从略。)

□ 电弧熔炼电源 7:

- 规格型号: DHL-1250A
- 电压: 3 相 380V (50Hz) 容量: 90KVA
- 要求: 由 3P120A 空气开关供电, 连接电缆采用四芯橡套:  $25\text{mm}^2 \times 3 + 6\text{mm}^2 \times 1$  (用户自备)

➤ 使用说明

□ 注意事项:

- 设备操作人员必须高度重视电气安全问题，严格遵守用电安全规程，防止电气事故造成人身伤害或设备损坏。
- 严禁带电拆卸接线端子、焊片、接插件等电气连接件！
- 严禁带电打开电源机箱，接触任何电器元件！禁止无电气技术资格和相关经验者从事本说明书允许的故障排除工作。
- 设备必须可靠接地。本系统中所有设备装置的金属外壳都应可靠接地（包括主机真空设备及电源机柜）。各部分电控装置按要求实行单闸（空气开关）供电，不允许一闸多用。
- 经常对设备进行安全检查，确保电控单元绝缘良好，有可靠的接地或接零保护，检查有无漏电情况、绝缘老化情况；定期进行电气设备和保护装置的检查、检修、试验及清扫，防止造成电气设备事故和误动作。

#### □ 使用前的准备和检查

按照本说明书的“供电要求”，可靠连接各部分电控装置，将各部分装置及主机外壳可靠接“地”。检查供电电源电压、容量是否符合要求，有无缺相等故障。检查电控装置与主机设备的电气连接，确保连接正确可靠。检查有无漏电、绝缘老化情况。

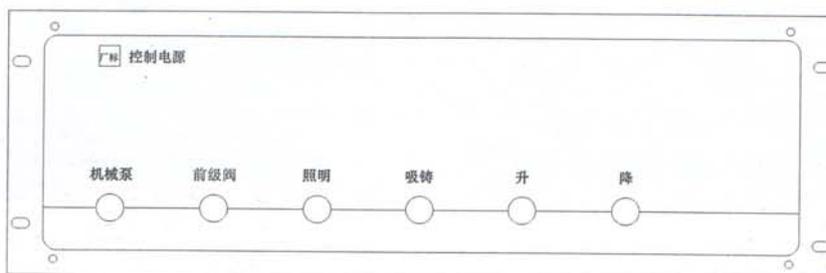
检查各部分电控单元的开关状态，应能正常工作，并均设置为初始状态；检查各电源负载是否产生短路或断路，所有电控单元应能正常工作。

#### ➤ 电控单元使用说明：

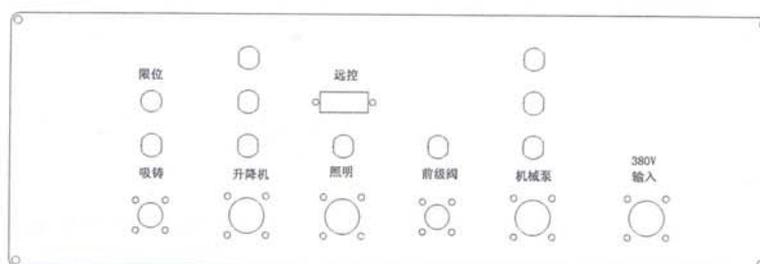
##### □ 真空计：

- 系统采用 ZDF-III 微机型数显复合真空计（成都正华）测量真空室的真空度，量程  $1 \times 10^5 \text{Pa} \sim 1 \times 10^{-6} \text{Pa}$ 。
- 真空计由总控电源（6）提供 AC 220V 电源插座供电，具体使用方法及注意事项详见“附件”中的（ZDF-III 微机型数显复合真空计）使用说明书。

□ 控制电源：该电源为真空获得控制电源的主要单元，如下图所示：



控制电源前面板 (图 3.1)



控制电源后面板 (图 3.2)

控制如下单元:

- ◇ 机械泵: 控制机械泵的启动和停止, 按钮按下灯亮, 继电器吸合, 机械泵工作;
- ◇ 前级阀: 控制前级阀的启动和停止, 按钮按下灯亮, 继电器吸合, 前级阀工作;
- ◇ 上盖冷却组件升降升、降: 控制真空室上盖的升降, 按下后指示灯亮即工作, 抬起后指示灯灭停止工作;
- ◇ 照明: 控制真空室内的照明灯的启动和停止; 按钮按下灯亮, 继电器吸合, 照明灯工作;
- ◇ 吸铸: 控制吸铸阀的启动和停止; 按钮按下灯亮, 继电器吸合, 吸铸阀工作;;

提示

由总控电源 (12) 通过双头四芯航插连接电缆提供 3 相 380V 电源。除升降按

钮外，其他控制按钮均为带锁按钮，按下后自锁，动作后指示灯亮。其中，电磁阀与机械泵连锁，机械泵按钮未按下，电磁阀按钮按下后指示灯不亮，阀不动作。

输出电缆必须按照接头附近所做标记正确连接！

输出保险丝在电源后面板上，该保险丝的规格（额定电流）详见“附录”中的“控制电源原理图”。

#### □ 分子泵电源

FD-600H 型（北京中科科仪）分子泵的驱动控制电源，具有过载和过热保护功能。使用方法及注意事项详见“附件”中的“FD-600H 复合分子泵交流变频器电机驱动电源”使用说明书。

#### □ 总控电源

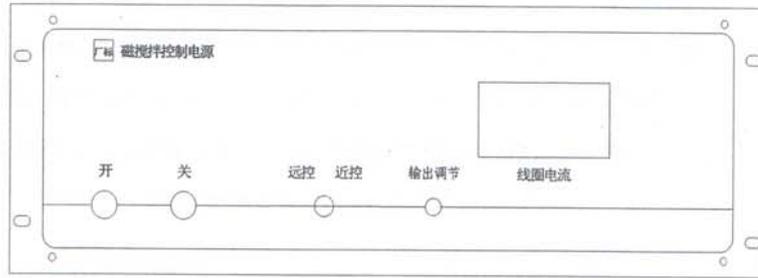
- 为电源柜里的其他电源供电。具有断相保护功能，如果供电输入缺相，总控电源不能启动；工作时发生缺相则总控电源关断，停止为其他电源供电。
- 总控电源的开关均为不带锁按钮，断电后需人工启动，可避免断电后突然来电造成其他电源控制异常动作，引起设备损坏故障。后面板输出插座只允许该电源柜内电源使用，不要用于其他较大功率的电器设备，避免超过允许容量，造成总控电源损坏。

#### □ 磁搅拌电源

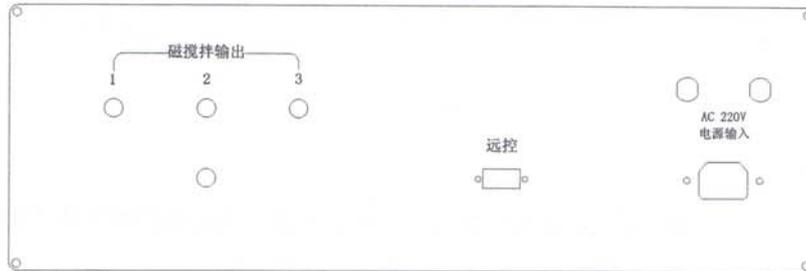
- 磁搅拌线圈的驱动控制电源。用于电弧熔炼时，金属溶液的悬浮搅拌。

- ◇ 供电：交流 220V 2A ；
- ◇ 输出直流 5V 30A（峰值）
- ◇ 线圈接线端子无极性要求。（搅拌方向不同而已）

磁搅拌电源前后面板图如下所示：



(图 3.3)



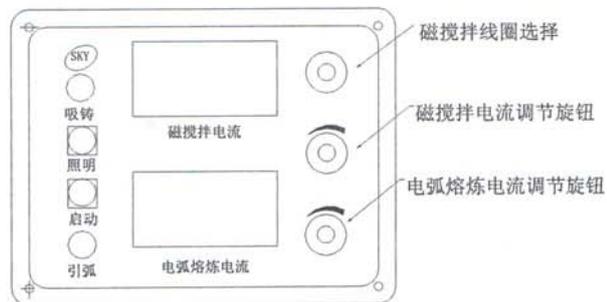
(图 3.4)

- “远控电源”前面板的磁搅拌电流调节旋钮逆时针旋到头（输出最小），然后选择工作线圈 I、II 或 III，再接通电源。
- 远控时调节“远控电源”的磁搅拌电流调节旋钮，顺时针缓慢增加，由于线圈为感性负载，接通瞬间磁搅拌电流可能会从较大值（5~8A）开始，若需减小可缓慢逆时针调节旋钮；电流调节的有效值范围：2~20A。近控时，调节“磁控电源”前面板上的功率调节旋钮，方法同上。
- 改变线圈和关断电源时，要把“远控电源”前面板的磁搅拌电流调节旋钮或“磁控电源”前面板上的功率调节旋钮，逆时针旋到头（输出最小），否则可能导致电源输入保险丝断。

## □远控电源

- 提供电弧熔炼及吸铸所需的远控操作，包括电弧熔炼室的照明，电弧熔炼电源的启动，（要求电弧熔炼电源 ZX5-1250 置于远控状态，并已接通电源），引弧（远控“高频电源”的焊炬控制），电弧熔炼电流的显示及调节，磁搅拌电流的显示及调节，吸铸操作。

远控操作面板示意图如下：



- 远控电源与控制电源、高频电源、电弧熔炼电源通过接插件连接，注意：按照接插件上对应的标记，正确连接！

吸铸模具模具升降按钮 9 放置在设备台架上，便于模具升降拆卸操作。

## □电弧熔炼电源：

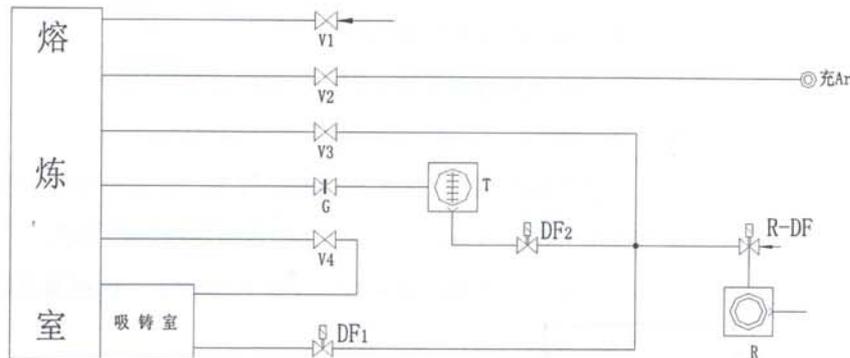
沈阳一特电焊机厂生产的 DHL-1250 型弧焊整流器，可远程控制电弧电流。

### ⚠提示

使用该加热装置之前应认真阅读相关“使用说明书”，熟悉工作过程，严格按照要求进行操作。

#### 4、真空获得:

真空获得包括KF40角阀、CF150闸板阀以及真空管路、FF600分子泵 (T)、TRP-36机械泵 (R)。通过这套系统可获得 $6.6 \times 10^{-5}$ pa 的极限真空。



高真空电弧熔炼及吸铸系统气路图

- ◆ V1—放气阀——真空室直接暴露大气
- ◆ V2—充气阀——根据要求充入氩气等惰性气体
- ◆ V3、V4—KF40角阀——系统从大气开始抽气，通过它实现旁路抽气
- ◆ G—闸板阀——分子泵前的主抽阀
- ◆ R-DF 电磁阀——机械泵前的电磁放气截止阀，与机械泵连锁，停机械泵的同时，电磁阀断开，向机械泵充气，以避免返油
- ◆ DF1—电磁阀——吸铸腔与机械泵连接的阀门，保证压差
- ◆ DF2—电磁阀——分子泵口的电磁截止阀，旁抽时，该阀关闭，主抽时，该阀打开
- ◆ R—机械泵——分子泵的前级泵
- ◆ T—分子泵——系统的主抽泵

#### 5、操作规程

##### ►操作步骤:

###### ■ 准备工作:

- ◇ 首先按动升降机绿色“升”按钮升起炉盖;
- ◇ 用干净的脱脂绵纱布或绸布蘸无水乙醇(石油醚)清洗真空室内部,

及坩埚的表面清洗干净;

- ◇ 在中间一个坩埚放入纯金属锆或钛, 作为进一步纯化炉内气体之用;
- ◇ 其余坩埚则按实验目的装入要熔炼的各个合金材料;
- ◇ 降下炉盖准备抽真空。

■ 抽真空步骤:

- ◇ 检查真空室上的所有的阀门是否关闭;
- ◇ 检查所有的电源控制开关是否都处在初始关闭的位置;
- ◇ 检查是否通水;
- ◇ 打开“总控制电源”开关, 三相指示灯亮, 表示三相电源供电正常;
- ◇ 检查高压气瓶减压阀(气表)的气体流量调节阀是否关好;
- ◇ 启动控制电源上“机械真空泵”(R)控制开关, 机械泵开始运行;

◇ 打开真空计;

- ◇ 打开角阀 KF40 (V3、V4), 开始抽真空;
- ◇ 打开充气阀 (V2) 充入些 Ar 气进真空室 (以免管路所存空气污染真空室) 后再关闭充气阀 (V2);
- ◇ 当系统真空度小于 5Pa 后, 关闭 KF40 角阀 (V3), 打开分子泵口电磁阀 DF2, 打开闸板阀 (G) (闸板阀全部打开后再往回旋转 1-半圈, 可延长其寿命), 启动分子泵, 抽高真空;
- ◇ 待“600”闪烁, 启动分子泵对系统抽真空, 此时机械泵充当分子泵的前级泵;
- ◇ 当真空度达到  $1.0 \times 10^{-1}$  Pa 时真空计自动转换为电离规测量, 读数自动跳转电离显示屏显示;
- ◇ 待真空度达到试验要求 (如  $1.0 \times 10^{-3}$  Pa) 时, 关闭闸板阀 (G), 关闭真空计;
- ◇ 打开气表上的气体流量调节阀, 打开充气阀 (V2), 充入惰性气体 -0.05MPa (根据试验要求决定充气量);
- ◇ 关闭气表上的气体流量调节阀, 关闭充气阀 (V2)。

■ 停机步骤:

实验结束后需要关闭各控制单元, 将各个控制按钮打到初始位置:

- ◇ 按下分子泵电源停止按钮，切断分子泵供电；
- ◇ 同时关闭电磁隔断阀，隔断分子泵与机械泵之间的传导，防止机械泵油的反扩散；
- ◇ 当分子泵频率降到 0.0 时，关闭机械泵，关闭分子泵电源；
- ◇ 关闭分子泵水冷总闸，防止分子泵中凝结水蒸汽；
- ◇ 关闭气瓶上气表上的气体流量调节阀门，关闭气瓶总阀。

#### ■ 电弧熔炼实验

- ◇ 开机前检查，确保电气连接正确；
- ◇ 分别检查钨电极与炉盖，真空室与坩埚盘、钨极之间的绝缘是否良好。  
(可以用万用表量通断，如果不通说明正常)；
- ◇ 检查钨极是否对正坩埚中心，与坩埚中的合金原料之间的距离是否合适，调节钨电极末端与坩埚中的合金原料之间的距离，至其间能够高频放电为宜，一般距离为 1-2mm 左右；
- ◇ 关闭照明及启动弧光防护装置；
- ◇ 接通弧焊整流器的电源，按下启动按钮；
- ◇ 接通面板上启动开关；

#### 提示

此时要注意观察熔炼电流表是否有电流，如果有电流指示，直流焊机有异样的响动，应及时关闭电流启动开关。(此现象说明：电极与炉料之间已经接触)调整电极间的间隙。如果熔炼电流表没有电流指示，焊机电压 70v 左右，说明正常。此时，关好观察窗的护目镜，再按引弧开关，点燃电弧。点弧开始时，电弧电流一般应小一些，然后向左旋转手轮，提升电极，使弧长达到 20~30mm，再增大熔炼电流，并根据合金元素的熔点，选定恰当的熔炼电流。

- ◇ 观察到坩埚中的合金已熔化，即可施加电磁场控制电弧；
- ◇ 调节磁控线圈的电流，看到电弧和熔池形状先后发生改变为宜(熔液收拢，周边过毛刺且至椭圆形)；
- ◇ 熔化后，停止施加电磁场，减小熔炼电流，熄灭电弧；
- ◇ 熔炼完毕，待钨电极及坩埚中的合金小锭充分冷却；

- 
- ◇ 打开 KF40 角阀 (V3) 及机械泵, 抽真空 (去除有害气体) 后关阀、泵;
  - ◇ 打开充气阀 (V1), 向炉体内通入大气至正常气压;
  - ◇ 提升炉盖, 取出试样;
  - ◇ 将各个坩埚和坩埚盘表面及真空室内壁清理干净。

#### 提示

如果感觉一遍熔炼效果不够理想, 可以待合金完全凝固后, 利用机械手将其翻转过来, 再重复熔炼, 直至满意为止。

#### ■ 吸铸成型:

- ◇ 安装模具时先将模具托盘取下, 将模具安装在上面, 并调好位置;
- ◇ 然后将托盘重新装上, 并调好位置;
- ◇ 将吸铸成型机构装好后, 提升炉盖至适当高度, 安装好石墨喷嘴;
- ◇ 把事先熔炼好的合金小锭放在熔炼坩埚里;
- ◇ 在中间的坩埚放纯锆或钛, 作为进一步纯化炉内气体之用;
- ◇ 然后, 按电弧熔炼实验操作步骤进行抽真空和熔炼;
- ◇ 待合金完全熔炼并冷却之后, 将合金拨入吸铸成型坩锅工位;
- ◇ 开始熔炼, 待试样充分熔化且流动性较好, 扳动前面板上的吸铸开关;
- ◇ 待试样被吸入模具后, 迅速关闭“启动”按钮;
- ◇ 放气, 再打开真空室, 取出试样, 并清理真空室。

---

## 6、注意事项



### ➤ 安全用电操作

设备操作人员必须高度重视电气安全问题,严格遵守用电安全规程,防止电气事故造成人身伤害!

- ◆ 使用动力电时,应先检查电源开关、电机和设备各部份是否良好。如有故障,应先排除后,方可接通电源。
- ◆ 启动或关闭电器设备时,必须将开关扣严或拉妥,防止似接非接状况。
- ◆ 人员较长时间离开房间或电源中断时,要切断电源开关,尤其是要注意切断加热电器设备的电源开关。
- ◆ 电源或电器设备的保险烧断时,应先查明烧断原因,排除故障后,再按原负荷选用适宜的保险丝进行更换,不得随意加大或用其它金属线代用。
- ◆ 没有掌握电器安全操作的人员不得擅自更改电器设施,或随意拆修电器设备。
- ◆ 若要打开电源柜后盖,必须先断开设备总控电源。

必须注意:检修设备务必事先断开所有电气设备的电源!!

### ➤ 电弧熔炼注意事项

- 熔炼时弧光一定要对准材料,千万不要吹到坩锅。
- 实验前一定要打开冷却水,并且确定电源功率调节旋钮处在最小位置。

- 
- 实验中如果枪尖不小心与材料接触上造成短路，应立即关闭焊机。
  - 如果按高频电源没有起弧，需要调整枪尖与材料间的距离，调整时必须将焊机启动按钮关闭。
  - 升降上盖时注意将升降机下面的模具支板旋到一边，确保升降无碍，降落上盖时注意枪尖不要碰到下面坩锅。
  - 做实验前，在充气时注意要将真空计关闭。
  - 每次实验结束后都应将前面板上功率调节到最小。
  - 实验结束取料时应冷却一段时间再开炉。
  - 加磁力搅拌时根据材料的流动性不同，适当调节电流大小，不要将料搅拌到坩锅外。
  - 铜坩锅被击穿应立即关闭电源以及冷却水。

## 7、常见故障及排除

### 常见故障现象及排除

| 故障现象               | 可能的原因  | 排除方法  |
|--------------------|--|---|
| “总控电源”无法接通或三相指示灯不亮 | 电源供电线路故障，缺相或电压偏低或电源保险丝烧断                                       | 由供电部门查找原因，排除故障  |
| 真空抽不上去             | <input type="checkbox"/> 紧固件没拧紧                                | 拧紧紧固件（可使用酒精判断有漏的法兰连接处）                                  |
|                    | <input type="checkbox"/> 快卸接口密封面处有杂物                           | 擦拭密封面   |
|                    | <input type="checkbox"/> 真空腔内有灰尘和水蒸气                           | 先清洗真空室，再烘烤  |
|                    | <input type="checkbox"/> 电极法兰密封不严                              | 建议更换  |
| 已经给水，但水流继电器仍旧报警    | <input type="checkbox"/> 水流继电器未动作                              | ①增大水流   |
|                    |  | ②水流继电器坏，更换  |
| 闸板阀打不开             | <input type="checkbox"/> 闸板阀两侧压差过大                             | 检查闸板阀两侧真空度，使之达到一致                                       |
| 数字信号出现干扰           | <input type="checkbox"/> 地线接触不良                                | 良好接地  |
| 分子泵正常启动后，电离规不启动    | <input type="checkbox"/> 电离规损坏                                 | 更换  |
|                    | <input type="checkbox"/> 热偶值还没有达到 $1 \times 10^{-2} \text{Pa}$ | 手动打开“电离”按钮确认真空达到 $1 \times 10^{-2} \text{Pa}$ ，然后调节热偶值。 |
| 转动件转动不灵活           | <input type="checkbox"/> 轴承内有杂物                                | 拆卸后用超声波清洗   |
|                    | <input type="checkbox"/> 电机电源线连接松动                             | 紧固电源线接头   |
| 加热电源不能启动，并无报警      | 水压继电器未动作且报警关闭  | 增大水压，调节水压继电器设定值为要求的合适值。* 建议打开报警！                        |
|                    | 水压过小，水压继电器设定值过高  |   |
|                    | 真空计设定值过高等错误  | 设定正确的真空度连锁  |
|                    |  |   |
|                    |  |   |

其他未列出故障现象发生时，请及时填写在“顾客反馈问题清单”页中，并与我们联系！

真空计、分子泵等常见故障及排除方法详见其说明书。

---

## 紧急状况应对方法:

### ▶突然断电

在设备运行中，遇到突然断电的情况请按照下列操作应对：

- 首先关闭进气阀和气源及旁抽管道（如果此时用旁抽）
- 及时手动关闭闸板阀，保持真空状态
- 关掉总供电电源和其他电源
- 将各电源操作按钮拨回到初始位置，保证设备下次实验的正常启动和运行

### ▶突然断水

本设备主要采用冷却水冷却分子泵，冷却水的通断由水流继电器控制，并且在总供电电源中设置了断水报警保护，如果遇到突然断水的情况，设备会自动鸣笛报警。

### ▶出现严重漏气

- 首先实验室应该保证空气流动畅通的环境，具备排气及尾气处理设施。
- 一旦出现严重漏气的情况时，请及时关掉气源，打开排气设施。如果工作气体中含有与空气结合易燃易爆的气体，还应该远离明火。
- 如果工作气体中含有对人身有毒有害气体，所有人员应立即撤离，报请专业人员处理。
- 一般情况下，发现设备有漏气现象时，及时关闭各控制单元，并且保持系统原有真空状态。停止分子泵和机械泵对系统抽真空后，检查漏气点。

## 8、用户反馈问题清单

|   |  |         |  |
|---|--|---------|--|
| 产品名称型号  |  |         |  |
| 出厂编号  |  | 交付日期    |  |
| 产品（设备/仪器）使用现状及评价： <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 不正常<br>如有故障请写明故障现象及原因：<br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/> |  |         |  |
| 您对该产品的质量及我们的安装调试、售后服务有何意见和要求：<br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/>   |  |         |  |
| 用户单位：   |  |         |  |
| 使用者姓名：  |  | 联系电话：   |  |
| 传真：   |  | E-mail： |  |
| 通讯地址：   |  | 邮 编：    |  |

中国科学院沈阳科学仪器研制中心有限公司

## 9、备件清单

| 序号 | 品名    | 规格    | 数量 |
|----|-------|-------|----|
| 1  | 无氧铜垫圈 | CF35  | 2  |
|    |       | CF150 | 1  |
|    |       |       |    |
| 2  | O型氟胶圈 |       | 1套 |
| 3  |       |       |    |
| 4  |       |       |    |
| 5  |       |       |    |
| 6  |       |       |    |
| 7  |       |       |    |
| 8  |       |       |    |
| 9  |       |       |    |
| 10 |       |       |    |
| 11 |       |       |    |
| 12 |       |       |    |
| 13 |       |       |    |
| 14 |       |       |    |
| 15 |       |       |    |
| 16 |       |       |    |
| 17 |       |       |    |
| 18 |       |       |    |
| 19 |       |       |    |
| 20 |       |       |    |

### 备件原则：

- 常用易损坏零件备一套
- 不易磨损但难购买零件备一套
- 不易磨损且易购买紧固联接件按设备中使用数量的 10%的备件
- 合同要求的备件按照合同数量备件

## 10、维护与维修

本设备属于实验室真空设备，关键部件比较精密，在使用过程中需要认真严格遵守操作规程，空闲时也要注意维护和保养：

- 设备放在清洁的实验室内，避免粉尘、震动。
- 如果在一段时间内不工作，需要维持设备的真空状态，还须将分子泵冷却水排净，避免水锈污染堵塞分子泵水路，影响正常运行。并用干净的塑料袋或布将设备罩起来。
- 设备中各电源的维护与维修请参阅各自说明书。
- 每次做完实验，将炉内清理干净，然后抽好真空，使设备尽量少暴露在大气中。
- 运动部件(升降机构)要定期涂润滑油，并检查有无异物，以减少运动部件的磨损，延长使用寿命。
- 所有动密封的位置要定期涂真空脂，以保证良好的密封性和运动的灵活性。
- 设备所用的冷却水要保持清洁，不要有异物，以免堵塞水路，给设备带来损害。
- 设备操作者一定要严格遵守操作规程，实验过程要注意力集中。冷却水必须开足，千万不要忘记。
- 设备外观要保持清洁，实验室环境要干燥少尘，操作者在实验过程中要佩带防油脂的手套，以免手上的油污污染系统及合金。

---

## 售后服务说明

- 设备自交付顾客后保修一年。
- 保修期内免费维修正常使用出现的故障。
- 保修期内因意外原因及使用不当出现的非正常故障，不属保修范围。
- 保修期过后本公司仍对产品提供长期服务，维修费按公司标准收取。