# 中频熔炼炉常见电气故障及处理*

马言顺

(内蒙古包钢钢联股份有限公司钢管公司,内蒙古 包头 014010)

**摘 要:** 随着晶闸管中频电源技术的不断发展,中频熔炼炉已经成为当前铸造炼钢领域非常重要的设备。文章主要对中频熔炼炉的工作原理和比较容易出现的电气故障问题进行了分析研究,重点对中频熔炼炉的整流电控系统、逆变电控系统及负载回路的主要常见电气故障进行了研究,以供相关从业人员参考与借鉴。

**关键词:** 中频熔炼炉; 整流系统; 逆变系统; 负载回路; 故障处理

**中图分类号:** TM507 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2021)03 - 0069 - 03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2021.03.019

# Common Electrical Faults and Treatment of Medium Frequency Smelting Furnace

*Ma Yan - shun*

(*Steel Tube Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

**Abstract:** With the continuous development of medium frequency power supply of thyristor technology, the medium frequency smelting furnace has become very important equipment in the field of casting and steelmaking at present. In this paper, the working principle and electrical faults easy to occur of medium frequency smelting furnace are analyzed and studied, the emphasis is to study the main common electrical faults of rectifier and inverter electric control systems as well as load circuit, which provide the references for relevant practitioners.

**Key words:** medium frequency smelting furnace; rectifier system; inverter system; load circuit; fault treatment

20世纪90年代,世界上第一台用于感应熔炼的晶闸管中频电源诞生,中频熔炼炉迅速发展成为铸造领域的首选设备。中频熔炼炉电源一般使用的是交—直—交变化方式,基本的工作原理就是通过整流电路将三相交流电变为直流电[1]。中频熔炼炉在进行工作的时候会出现很多的交变感磁场,并出现很多的高压电、大电流,而且还会产生大量的热能。如果不进行有效控制及对设备故障快速处理,就容易出现较大事故,因此对影响中频熔炼炉安全可靠运行及常见电气故障快速分析处理是非常重要的。本文主要对中频熔炼炉常见的电气故障进行分析。

## 1 中频熔炼炉常见故障

### 1.1 整流电路故障

#### 1.1.1 无直流电压

(1) 整流触发无脉冲输出。

(2) 整流触发器稳压电源无电压输出。

(3) 整流触发板接触不良,同步变压器有无损坏或虚焊。

* 收稿日期: 2021 - 05 - 06

作者简介: 马言顺(1985 - ),男,山东省菏泽市人,工程师,现从事电气设备技术管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

(4) 调功电位器断开,调节系统中封锁保护已损坏。

1.1.2 直流电压偏低

(1) 个别整流桥臂 KP 管无触发脉冲。

(2) 晶闸管无触发脉冲熔断器或晶闸管因触发功率不够都可能无法导能,致使整流电路一个桥臂不工作,可使用示波器对直流输出电压进行观察,进而发现直流输出电压不正常,图 1 表示一个三相桥式整流某一桥臂不工作($\alpha = 30°$) 的直流输出电压波形。

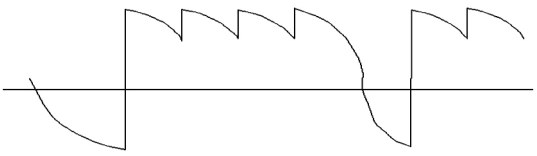


图 1 三相整流桥某一桥臂不工作电压波形

1.2 逆变电路故障

1.2.1 逆变桥关不断

此故障如果在低功率输出时发生,则逆变可能照常进行,但工作很不正常,这时装置发生的中频声音突然下降,整流电流 $I_d$ 显著上升,整流电压 $U_a$ 下降。如图 2 所示,$4^{\#}$ 桥臂关不断,则 $4^{\#}$ 桥可控硅电压 $U_4$ 的波形就是一条直线。这时 $1^{\#}$ 和 $2^{\#}$ 桥臂可以正常换流,波形也是正常的,而 $3^{\#}$ 桥臂的可控硅电压 $U_3$ 的波形,在某一时刻 $3^{\#}$ 桥臂导电,它应导电半个周期,之后负载中频电压改变方向,而 $4^{\#}$ 桥臂又关不断,因此 $3^{\#}$ 桥臂因开始受反向电压而截止,所以 $3^{\#}$ 只是在一个波形期间导电,因 $4^{\#}$ 始终导电,则 $3^{\#}$ 电压 $U_3$ 就是负载中频电压波形。

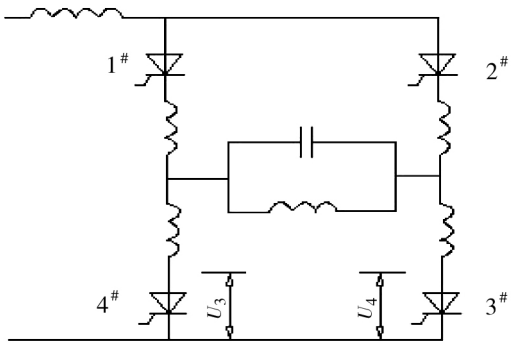



图 2 逆变回路电路

1.2.2 逆变桥一个桥臂不导通

如果在满功率输出时发生这种故障,则逆变立刻失败,过流保护动作。如果在低功率输出发生这种故障时,则逆变可能进行下去,这时中频频率突然下降,如图 2,如果 $3^{\#}$ 臂不导通,则 $4^{\#}$ 臂也无法关断,用示波器观察 $U_4$ 也是一条直线,$3^{\#}$ 臂的电压等于负载电压,所以 $U_3$ 波形是完整的正弦波。应该注意: 与上例相比,现在 $U_4$ 波形也是一条直线是和上例一样的,但是现在故障的根源却不在 $4^{\#}$ 桥臂上,而是在 $3^{\#}$ 桥臂上。

1.3 负载回路故障

(1) 中频电源无法启动工作;

(2) 能启动工作,但到一定电压或电流时逆变失败,保护动作停机;

(3) 能启动,但发生无规律的逆变颠覆;

(4) 电源能正常工作但常发生烧毁逆变晶闸管现象等。

## 2 故障处理方法

2.1 整流电路故障处理

检查整流电路部分故障。用示波器可以观察发现直流输出电压不正常。示波器可以显示在正常情况下不同控制移相角的直流输出、电压的波形图以及管压降的波形图,对波形作如下假定: 三相区线电压对称,六路触发脉冲均匀,不计换流重叠角以及电流始终连续,三相全控电路对一般无源负载来说,控制移相角 $\alpha$ 大于 90°时,直流电压及管压降的稳态波形图是观察不到的,因此时电流连续的条件已无法达到。可以检查出某一只晶闸管故障引起直流电压偏低或者无直流电压[2]。

2.2 逆变电路故障处理

在出现逆变桥某一桥臂关不断或者某一桥臂不导通的故障时,可用示波器观察故障,桥臂上有没有触发脉冲及触发脉冲的大小,以判断故障原因是不在触发系统; 如是触发系统故障,不能发出脉冲,可控硅控制极开路或短路以及控制极内阻过大,则即使有触发脉冲也无法使可控硅导通,这时用万用表检查可控硅控制极与阴极间的电阻; 通常出现是桥臂中串联的两个可控硅中有一个不导通,则整流桥臂也就不能导通。

2.3 负载回路故障处理

(1) 中频补偿电容器短路。在并联逆变器中,中频补偿电容器与感应器并联,当中频补偿电容器

中国知网 https://www.cnki.net

短路时，造成负载回路短路，因此使负载回路不能产生振荡，使中频电源无法工作。为了找出短路的电容器，可采用解脱试验法，即每次脱开 2 支或 3 支中频补偿器，试验启动，当中频能正常启动后，说明脱下这一组中频电容器中存在击穿短路，这时可用万用表 $R$ 档去测电容器两端，短路的电容器电阻为零，不能充上电压；正常电容器当万用表一接上时为零，以后指针逐渐向高电阻端移动，一般电阻超过 500 kΩ 以上的电容器是正常的[3]。

(2) 中频补偿电容器开路。当中频补偿电容器开路时，对中频电源正常工作没有多大影响，只是电源工作时频率比正常时高，这时只要再并几只新的中频补偿电容在槽路上，使频率达到正常值时即可。

(3) 感应器匝间短路。当感应器匝间严重短路时，中频电源无法启动工作。如感应器有两匝相碰，这时中频电源有可能启动，但频率较高，电流较大，功率稍升高就会造成逆变失败。造成此故障原因一般是由于感应器在工作时断水，把感应器匝间绝缘严重烧损所造成。在判别较困难时可用完好的感应器来替换，以确定上述故障存在与否。

(4) 通水电缆断芯。熔炼炉倒钢水时，通水软电缆与熔炉一起倾动而经常发生曲折现象。多股软电缆的断裂过程是先断掉大部分后，在大功率运行时把未断的小部分很快烧断，这时中频电源会产生很高电压，当过压保护不可靠时，会损坏逆变晶闸管。通水软电缆断开后，中频电源就无法启动工作。检查水冷电缆断芯与否，可先把软电缆与中频补偿电容器输出铜排脱开，测量时应把熔炉转到倾倒位置，使电缆吊起，这样使断开的芯线与接头彻底脱离，用万用表 $R$ 档测量，不断时 $R$ 为零，断开时 $R$ 为无穷大。

(5) 中频补偿电容器、母排、软电缆等的连接螺栓松动。由于流经母排的电流很大，工作时母线的温度也较高，因此容易引起连接螺栓松动，松动后接触电阻增加，更使连接处温度升高。由于松动而产生温度过高，会造成母排连接处表面氧化，使其接触不良而产生打火现象。常由于打火干扰引起逆变失败。因此中频电源母排上所有连接螺栓应经常检查并旋紧，以避免产生接触不良和开路故障。

## 3　结束语

整流系统、逆变系统和负载回路良好运行是保证中频熔炼炉正常工作的前提，在使用过程中出现的故障和问题，值得我们不断探索学习及总结。分析中频熔炼炉三大系统的常见电气故障，总结常见故障的处理方法，保证控制系统的稳定性，可大大的提升设备的安全、人员的安全和生产的高效率，是中频熔炼炉的稳定运行的有效措施。

### 参　考　文　献


[1] 王兆安，黄俊. 电力电子技术(第四版) [M]. 北京：机械工业出版社，2006.

[2] 胡寿松. 自动控制原理(第五版) [M]. 北京：科学出版社，2007.

[3] 宋文林. 感应炉炼钢问答 [M]. 北京：机械工业出版社，1997.


(上接第 12 页)


[4] 陈峰. 结晶器电磁搅拌对中碳钢连铸大方坯中间碳偏析的影响 [D]. 北京：北京科技大学，2006.

[5] 冯军，陈伟庆. 连铸工艺参数对高碳钢小方坯中心碳偏析的影响 [J]. 特殊钢，2005，26(4)：33.

[6] 王韬，陈伟庆，闫威. 二冷强度和两种断面对 82B 钢铸坯中心碳偏析的影响 [J]. 炼钢，2012，28(6)：55－59.


中国知网　https://www.cnki.net