

# 顶枪系统 在首钢迁钢 RH 炉精炼过程中的应用与研究

迁安首信自动化信息技术有限公司 刘进宝

**摘要：**本文介绍了 RH 炉顶枪系统的设备构成以及主要功能，对顶枪系统在迁钢公司 RH 炉精炼过程中的应用进行了研究与分析，对设备改进具有深远意义。

**关键词：**RH 炉 顶枪 改进

**文章编号：**ISSN2095-6711/Z01-2015-07-0234

河北省首钢迁安钢铁有限责任公司（简称首钢迁钢公司）成立于 2002 年 12 月，主要产品定位有：优质碳素结构钢、高强度低合金钢、深中钢、汽车用钢、锅炉和压力容器用钢、船板、管线钢、双相钢、多相钢和 IF 钢。RH 精炼炉是迁钢公司冶炼这些特种钢的重要环节，而顶枪系统又是真空冶炼过程中的重要设备。

## 一、顶枪系统设备构成

1. 枪体。顶枪枪体设计为多层同心管，并用法兰连接，分别通入冷却水、氧气、煤气以及吹扫氮气。其中，中心管道输送氧气，外侧管道为煤气，第三层管道为冷却水管，氧气、煤气、氮气和冷却水等介质通过金属软管进入枪体内的相应通道。顶枪尾部安装有紫外线火焰检测器，用来检测顶枪燃烧后的火焰强度。顶枪内装有一个高压点火电极，高压点火器产生高压通过点火电极顶端的金属针与管壁之间发出火花，从而点燃煤气。另外，还有一个摄像头管道，通过此摄像头观察真空室内部。

2. 点火控制柜。点火控制柜安装在顶枪现场，主要控制顶枪的点小火操作。柜上装有点火控制器、小火检测装置、火焰强度显示、智能控制器以及其他电气元件。其中，点火控制器通过输入的煤气、氧气的流量、压力和温度进行比例释放控制和安全联锁状态控制。

3. 顶枪阀组。顶枪阀组有一路煤气管道，两路氧气管道，每路管道上安装有压力、流量、温度检测仪表以及调节阀、切断阀、减压阀等调节装置。检测仪表将测量介质管道的差压值、压力值和温度值送到 PLC 中，在 PLC 程序中经过温压补正计算出管道介质的实际流量。在每路管道的流量检测仪表后面都有一台气动薄膜调节阀，用来调节相应的介质流量。

## 二、顶枪系统主要功能

1. 吹氧脱碳功能。真空吹氧脱碳法（VOD）位列世界第二位的不锈钢冶炼手段。RH 精炼过程采用顶枪吹氧技术，可以提高脱碳速度，缩短 RH 真空脱碳时间。迁钢 RH 炉在真空冶炼过程中，操作工在上位画面上设定氧气流量、吹氧总量和顶枪位置，当条件都满足后点击开始按钮，顶枪将自动下降到设定位置。同时，氧气阀门打开，调节氧气流量到设定值，PLC 程序中计算吹入氧气的总量，当其等于设定值时自动结束吹氧。

2. 加铝升温功能。转炉出钢后，钢包经天车吊到 RH 精炼炉，再经过钢包车才能到达处理位，运输时间长，过程温度损失大。因此，真空处理时，通过钢水表面投加铝粒并吹氧的方法进行加热钢水，钢水经过真空室多次循环，达到温度均匀。启动开始后，顶枪自动下降到设定位置，根据设定的氧气流量和吹氧总量计算出吹氧时间，根据吹氧所需时间将铝粒均匀加入到钢水中，达到设定吹氧量时铝粒也加入完毕，关闭氧气阀门，顶枪提升到停泊位。

3. 真空室加热和去冷钢功能。新真空室上线前先在预热位

加热到 800℃，安装到处理位后通过顶枪喷吹焦炉煤气和氧气进行升温。操作工在画面上设定煤气流量和顶枪位置，然后点击开始按钮，顶枪自动下降到设定位置进行吹扫。当吹扫完毕后，点火控制器开始点火将煤气引燃，火焰检测器检测到火焰强度并且稳定后，煤气调节阀和氧气调节阀按照煤氧比 1:1.1 的比例调节到设定流量后开始烘烤计时。此外，真空冶炼结束后浸渍管上会残留部分钢水，多次冶炼后冷钢沉积较多，影响了真空室使用，降低了浸渍管寿命。通过顶枪加热功能可以将冷钢快速熔化，延长真空室使用寿命。

4.4CO/CO<sub>2</sub> 二次燃烧功能。二次燃烧控制与强制脱碳启动条件基本相同，不同之处在于强制脱碳控制的中心对象是氧气流量和吹氧总量，而二次燃烧控制的中心对象是氧气流量和吹氧时间。

## 三、顶枪系统在首钢迁钢公司的应用

首钢迁钢公司自 2006 年第一套顶枪系统上线使用，直到目前共有七套顶枪系统，其中 1#RH 炉有 1 套顶枪系统，枪体中无点火电极，煤气和氧气吹入真空室后依靠真空室自身温度将煤气引燃，此种顶枪需要将真空室在预热位烘烤到 800℃ 以上才能点火。2#、3#、4#RH 炉各有 2 套顶枪系统，枪体中带有点火电极。点火控制柜带有一套点小火阀组，当点火电极将小火点燃后，小火火焰信号返回后开始执行点大火程序，然后火焰控制器在一定的时间内返回大火信号后，小火熄灭，比例释放信号返回到本体 PLC，画面上煤气和氧气阀由手动模式切换到自动模式，开始按照程序中的氧气和煤气的流量设定值来调节煤气、氧气流量进行烘烤。点大火时氧气流量设定值与煤气流量设定值的比例是 1.1 : 1，氧气实际流量与煤气实际流量配比在 0.8~1.3 之间。

## 四、结束语

顶枪系统自 2006 年在迁钢公司投产使用以来运行稳定，控制效果良好，在 RH 炉精炼过程中起到了不可或缺的作用。根据转炉出钢后测得的钢水中 C 含量，计算出相应的吹氧量，通过强制脱碳功能可以将钢水中的 C 含量控制在 10ppm 以下，烘烤真空室时真空室温度最高可达 1400℃，升温速度可达 40℃ / h，满足了冶炼超低碳钢的要求。通过对顶枪系统在迁钢公司的应用情况进行研究和分析，完善故障处理过程，既保障了设备的稳定运行，又为提高控制精度提供了可靠的数据。

## 参考文献：

- [1]胡伟.RH精炼中顶枪的应用与改进[J].冶金设备, 2009
- [2]张巍, 俞江, 方树飙.RH炉多功能氧枪系统控制[J].冶金自动化研究设计院, 2009
- [3]王雅贞, 张岩, 张红文.氧气顶吹转炉炼钢工艺与设备[J].北京:冶金工业出版社, 2003