维普资讯 http://www.cqvip.com

VD真空系统原理

白敬山，孟丽芳，李祥金

（包钢（集团）公司炼钢厂，内蒙古 包头 014010）

摘 要：阐述包钢方坯连铸机VD炉真空系统的工作原理，对VD炉真空系统的常见故障提出了解决办法。

关键词：真空度；喉口

中图分类号：TF769.4 **文献标识码**：B **文章编号**：1009－5438(2003)S0－0080－03

1 前言

包钢炼钢厂引进德马克VD真空系统，生产重轨、弹簧钢等高附加值产品，VD真空系统是真空处理系统中的一种，它能满足工艺方面的很多要求，譬如说①脱H；②脱O；③夹杂物的分离；④防止钢水二次氧化；⑤温度控制；⑥合金化及成分均匀化；⑦炼低碳或超低碳钢等。因此，它对包钢开发新产品，生产高附加值产品具有举足轻重的地位。

VD真空脱气技术在我国属引进技术，人们对VD真空系统原理的理解和故障的排除还存在一定的难度，同时由于人员的调动，资料也随之流失，这样就直接影响了VD真空系统的正常运行，我们通过对VD真空系统近三年的研究，对VD真空系统的原理有了一定的了解，对故障有了具体的诊断手段和解决办法。

2 VD真空系统的工作原理

2.1 真空泵工作原理

真空泵工作原理是利用伯努力方程：在理想状态下，流体的位能 Z，动能 $u^2/2g$，压能 P/Γ 之和是一个常数，$Z + u^2/2g + P/\Gamma = C$，$C$ 是常数。[1]

当高压蒸汽通过真空泵喷嘴的喉口时，蒸汽的速度迅速增大，而此时蒸汽的位能变化很小，可忽略不计，由伯努力方程可知，动能增大，压能必然减小，即压力下降，此时真空泵入口处压力高于混合室压力，从而被抽气体被吸入混合室，在混合室内蒸汽射流与被抽气体相结合，一方面是蒸汽射流的粘性粘附了周围的气体分子，另一方面，由于被抽气体的压力高子蒸汽压力，被抽气体扩散至蒸汽中，从而造成被抽气体与蒸汽混合和能量的重新分配，混合后的气流进入扩压器，气体流速降低，温度、压力增大，直至升到排至大气的压力，或排至下一级泵的压力。由于被抽容器内的压力比混合室内的压力高，就能使被抽气体向混合室内流动，从而使真空罐达到深真空，达到钢水工艺所需的条件。我厂真空工艺流程图见图1。

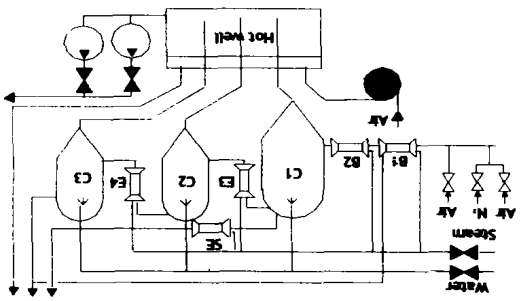

图1 VD真空泵工作原理图

2.2 VD真空泵启动的工作程序

在自动情况下（见图1），其它条件都达到抽真空的条件下，点击真空系统的“start”，首先启动启动泵（SE）和喷射泵E4，启动泵的作用是把大量的空气抽走，缩短启动时间；当真空度达到20kPa时，启动E3；当真空度达到9kPa时启动B2，同时关闭S3；在真空度达到0.62kPa时启动B1，一直抽到真空度达

收稿日期：2003-08-15
作者简介：白敬山（1972－），男，河南唐河县人，给排水工程师，长期从事连铸设备检修与维护工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com

到0.09kPa以下为止，冷抽时间6～8min，热抽时间3～5min为正常，在真空度达0.09kPa以后，高真空自动计时，同时打开氩气阀进行搅拌，时间为15min，在处理结束后，点击屏幕的"stop"后用空气进行破空，破空后真空室内的压力升到大气压，如果在处理时真空罐内压力6.5kPa，则需打开氮气阀破空，为的是避免CO的剧烈反应产生爆炸。

2.3 真空系统构成

真空系统如图1所示，介质方面：包括工业水，无油无水压缩空气，氮气、设备冷却水、工作蒸汽，设备方面：包括真空泵、喷嘴、蒸汽切断阀，冷凝器冷却水切断阀，冷凝器，热井，破空阀，热井鼓风机，整个系统均实现自动化控制，设备水平十分先进。

2.3.1 真空泵的组成

真空泵主要由喷嘴、混合室、扩压器组成。

(1)喷嘴的功能是把工作蒸汽的压能转变为动能，故形状为渐扩形，渐扩角度为30°以下，材质为不锈钢。

(2)混合室是混合工作蒸汽和被抽气体的地方，结构只要不搅乱被抽气体和工作蒸汽既可。

(3)扩压器是压缩工作蒸汽和被抽气体的构件，它由渐缩、平行、渐扩三部分组成，扩压器喉部(平行部分)断面大小严重影响到真空泵的工作性能。

真空泵喉部断面尺寸与喷嘴喉口断面尺寸之比值是决定其用于高真空和低真空的一个主要因素，高真空泵断泵面比值为10～20倍，而低真空泵断面比值为2～5倍之间。喷嘴喉口尺寸损耗超过3%喷嘴就要报废，由于VDⅣ级泵(E4)在整个过程中工作时间最长，喉口损坏最快，因此要定期检查(周期为一个月)；Ⅰ、Ⅱ级泵中间无冷凝器，所以被抽气体中的固体颗粒易于挂附在泵的渐缩部分的表面，因此要定期清洗(用高压清洗机)每两周或350炉次清洗一次，Ⅲ、Ⅳ级泵所抽气体分别经过C1、C2两个冷凝器，气体中的固体颗粒被水滤掉，成为"干净"的空气，因此Ⅲ、Ⅳ级泵清洗周期长，周期为六个月。Ⅰ、Ⅱ级泵为增压泵，Ⅲ、Ⅳ级泵为喷射泵。

2.3.2 冷凝器

冷凝器的作用是将前一级泵抽过来的混合气体中的工作蒸汽去除掉，利于降低下一级泵的负荷，由于真空泵的能力有限，所以我厂采用四个真空泵串联的方式，而前一级泵排出的气流中含有被抽气体和工作蒸汽两种成分，随着真空泵负荷的增大，工作蒸汽用量也要大幅增加，降低蒸汽的用量，采用冷凝器将前一级泵送过来的混合气体中的工作蒸汽变成水除掉，同时C1还有去除气体中固体颗粒的作用，对被抽气体起一个过滤的作用。

既然冷凝器的作用如此好，Ⅰ、Ⅱ级泵之间为何不设冷凝器？这是由于生产过程中Ⅰ、Ⅱ级之间真空度太低为0.62kPa，而此时水的沸点为62℃，如设冷凝器则冷凝水将变成蒸汽而增大下一级泵的负荷，起不到相应的作用。同时在Ⅰ级泵由于气体对外做功，内能降低，为防止泵体因热胀冷缩而造成泵体损坏，特设蒸汽保温管。

2.3.3 热井

热井的作用是将C1、C2、C3排出的水经热井泵排出，热井泵有两台，一台工作，一台备用。水位1.2m启一台泵，2.4m启两台泵，2.7m高位报警，0.8m停泵，两台工作时，水位1.2m停备用泵。

2.3.4 热井风机

作用是保持热井处于一个大气压，同时将冷凝器中的CO稀释，并排入大气中，热井风机与冷凝器冷却水连锁，有冷却水风机就运行；反之，无冷却水风机就不运行。

2.3.5 介质参数

(1)系统所需工作蒸汽温度：200℃～220℃，压力：0.9～1.0MPa，最大时蒸汽流量为10.5t/h。

(2)系统动力空气(无油无水压缩空气)压力：0.3～0.5MPa。

(3)系统使用氮气破空(事故破空)：真空系统压力保证在6.5kPa以上。

(4)防辐射屏用设备冷却水进水温度在35℃以下口漏水，回水温度在60℃以下口，流量差≤12L/min，如果超过，真空泵将自动破空。(见图2)

(5)工业水进水温度≤35℃，流量520m³/h，压力0.45～0.6MPa。

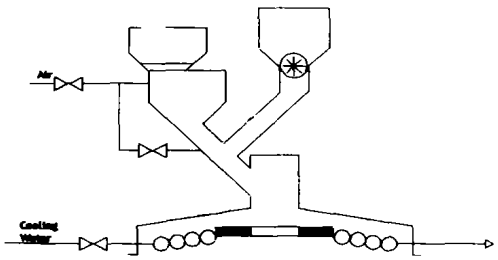

图2 防辐射屏设备冷却水示意图

3 周期管理

对于VD设备的周期管理内容见表1：

维普资讯 http://www.cqvip.com

表1 VD设备的周期管理

项目	周期	项目	周期
Ⅰ、Ⅱ级泵及喷嘴清洗	2周或350炉次	疏水器检查	3个月
热井进止阀解体及热井清泥	1年	热井泵检查	6个月
蒸汽切断阀检查	1年	喉口检查	2个月
冷凝器解体检查	1个月	水阀检查	1年
Ⅱ级泵弯头检查厚度	2个月	Ⅳ级泵更换	4个月

4 结论

通过对VD真空系统的研究,使我们对VD的认识更进了一步;通过对职工进行培训,使他们认识了VD的真空原理并掌握了VD故障的排除方法,使过去因VD抽不下真空而造成的回炉钢从每月3炉降到目前的一年3炉。VD真空系统的运行已达到顺产,该项目的经济效益非常显著。

参考文献

[1] 杨学忠.动力工程师手册[M].北京:机械工业出版社,1999.

Principles of the vacuum system of VD

BAI Jing - shan, MENG Li - fang, LI Xiang - jin

(*Steel - making Plant of Baotou Steel (Group) Corporation, Baotou* 014010, *China*)

Abstract: In this paper, the principle of the vacuum system of VD is analyzed and the methods to eliminate the faults of VD are put forward.

Key words: vacuum pressure; forcing nozzle

(上接第127页)

6 结论

各转炉底吹系统经过改造后,前后通过一年多的运行,该系统运行情况较好,到目前为止没有出现堵枪现象,并且冶炼过程中化渣好、冶炼效果好。但是,该底吹系统仍存在一定的缺陷,原因是由一个内环缝调节阀对各底吹内环缝总流量进行控制,不能对每一底枪内环缝实现流量控制,难以实现在实际运行过程中,根据底枪出口压力和实际情况,有针对性地加大对有堵枪趋势环缝管的自动修复功能。

建议:流量调节阀的阀位调节范围要宽,必须能实现微调。相信,随着设备的不断改进和计算机控制技术不断发展,转炉底吹系统会更加完善。

参考文献

[1] 吴勉华.转炉炼钢500问[M].北京:中国计量出版社,1992.436.

Reform of computer controlling system of converter bottom blowing

WANG Jun - ping, ZHENG Ji - long

(*Steel - making Plant of Baotou Steel (Group) Corporation, Baotou* 014010, *China*)

Abstract: The paper introduces a computer controlling system of converter bottom blowing and its application.

Key words: bottom blowing; computer control; seam; flow volume