高压水除鳞系统在热轧2 250 mm的应用*

史宏伟

(内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢板材厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章介绍包钢稀土钢板材厂热轧2 250 mm高压水除鳞系统的工作原理、设备结构、控制方法及技术参数。为稀土钢板材厂生产出表面质量更高要求的热轧卷,科学合理的利用高压水除鳞系统的关键设备。

关键词: 高压水除鳞; 除鳞泵; 除鳞阀的常见故障

中图分类号: TH6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2019)05-0068-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.05.019

Applications of High Pressure Water Descaling System in 2 250 mm Hot Rolling Production Line

Shi Hong-wei

(*Rare Earth Steel Plate Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this article, the working principle, equipment structure, control methods and technical parameters of high pressure water descaling system in 2 250 mm hot rolling production line of Rare Earth Steel Plate Plant of Baotou Steel are introduced. In order to produce the hot-rolled coil with higher surface quality for the plant, the key equipment of the system should be used scientifically and reasonably.

Key words: high pressure water descaling; descaling pump; common faults of descaling valves

稀土钢板材厂热轧2 250 mm主要轧制钢板品种有碳素结构钢、优质碳素结构钢、低合金高强度结构钢、汽车结构钢、锅炉钢、压力容器钢、造船用结构钢、桥梁钢、管线钢、双相钢、TRIP钢、耐候钢等。目前热轧卷的成品市场形势比较严峻,全国的热轧板材生产企业较多。由于热轧卷的应用领域较广,从军事到工业再到民用对热轧板材的表面质量和机械性能要求更加严格。在高压水除鳞系统中,除鳞泵将水加压经过控制将高压水送到除鳞点,在喷嘴的作用下,高压水形成一个具有很大冲击力的扇形水束,喷射到钢坯(或中间坯)表面。在这个高压扇形水射流束的作用下,氧化铁皮经历了被切割,急冷收缩,与基体母材剥离,并被冲刷到离开钢坯(或中间坯)表面的过程,从而将氧化铁皮清除干净。高压水除鳞系统的正常运行和除鳞效果已成为是否能正常进行板材生产的重要环节。

1 2 250 mm热轧高压水除鳞系统

稀土钢板材厂热轧2 250 mm高压水除鳞系统由3个独立的系统组成,即粗轧高压水除鳞系统、精轧高压水除鳞系统、机架间高压水除鳞系统。每套系统主要由反冲洗过滤器、多级离心式除鳞泵、高压

* **收稿日期:** 2019-04-10

作者简介: 史宏伟(1981-),男,山西省阳泉市人,工程师,现从事机械设备的维护管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

止回阀、气动输出阀、最小流量阀、节流装置、最低液面阀、除鳞阀组、高压蓄能器、空压机组、润滑系统等设施组成。每套除鳞泵组配单独的润滑油站，为除鳞泵和除鳞电机提供强制润滑，并配备应急高位油箱。除鳞泵将加压后的高压水输送到管路，管路直接与高压蓄能器罐组和除鳞阀组连接，除鳞阀出口与喷梁和喷嘴连接。当检测到除鳞信号时，除鳞阀开启高压水喷到板坯表面进行高压水除鳞工作，为了保证系统压力稳定和瞬时流量的需求，根据现场工况在管路上安装了高压蓄能器。系统在除鳞时，除鳞泵和蓄能器提供高压水；在不除鳞时除鳞泵向蓄能器补水，最小流量阀溢流，蓄能器的压力按照水泵的压力去线增加。蓄能器气水罐配有最低液面阀，在最低液位时自动关闭，防止高压压缩空气跑到压力主管道中产生气蚀。除鳞阀组与预充水阀是板式连接，在不除鳞时预充水填满管道；在除鳞时自动关闭。

1.1　粗轧高压水除鳞系统原理

DC2 低压浊环水→反冲洗过滤器→Y 型过滤器→除鳞泵→(溢流高压水经最小流量阀→节流装置→渣沟→返回 DC2 低压浊环系统)→高压水经止回阀→气动输出阀→高压蓄能器→除鳞阀→用户点(初除鳞箱进、出口喷梁、R1 轧机进、出口喷梁、R2 轧机进、出口喷梁)→板坯表面→返回 DC2 低压浊环系统。

1.2　精轧高压水除鳞系统原理

DC2 低压浊环水→反冲洗过滤器→Y 型过滤器→除鳞泵→(溢流高压水经最小流量阀→节流装置→渣沟→返回 DC2 低压浊环系统)→高压水经止回阀→气动输出阀→高压蓄能器→除鳞阀→用户点(精轧除鳞箱进、出口喷梁)→板坯表面→返回 DC2 低压浊环系统。

1.3　机架间中压水除鳞系统原理

DC2 低压浊环水→反冲洗过滤器→Y 型过滤器→除鳞泵→(溢流中压水经最小流量阀→节流装置→渣沟→返回 DC2 低压浊环系统)→中压水经止回阀→气动输出阀→除鳞阀→用户点(F1 轧机出口喷梁、F2 轧机出口喷梁)→板坯表面→返回 DC2 低压浊环系统。

2　系统技术参数

热轧除鳞泵组技术规格，见表 1。高压水除鳞用水量参数统计，见表 2。

表 1　热轧除鳞泵组技术规格

区域	粗轧除鳞系统	精轧除鳞系统	机架间除鳞系统
型号	ZDS280－240	ZDS280－240	ZDS180－135
额定流量/($m^3 \cdot h^{-1}$)	280	280	180
额定压力/MPa	24	24	13.5
转速/($r \cdot min^{-1}$)	2 980	2 980	2 980
功率/kW	3 150	3 150	1 250
效率/%	>76	>76	>77
润滑油量($L \cdot min^{-1}$)	51	51	50
供油压力/MPa	0.2～0.3	0.2～0.3	0.2～0.3
供水压力/MPa	0.4～0.6	0.4～0.6	0.4～0.6
压缩空气压力/MPa	0.4～0.6	0.4～0.6	0.4～0.6
冷却水量/($m^3 \cdot h^{-1}$)	40	40	30
重量/kg	8 200	8 200	4 200

表 2　高压水除鳞用水量参数统计

项目	设备名称					
	初除磷机		R1 和 R2 轧机		精轧除磷机	
	入口	出口	入口	出口	入口	出口
工作压力/MPa	21	21	21	21	21	21
上下喷梁数量	2	2	2	2	2	2
喷嘴数量	37	37	22	22	45	45
侧喷梁			1	1		
喷嘴数量			15	15		
喷嘴总数	74	74	59	59	90	90
每小时流量/L	374	374	299	299	282	282
每分钟流量/L	6 220	6 220	4 981	4 981	4 696	4 696
每秒流量/L	103.6	103.6	83	83	78.2	78.2
每个喷嘴流量/L	1.4	1.4	1.4	1.4	0.86	0.86

高压水除鳞过程，就是利用水的急冷，铁皮与板坯体产生温差，使表面的铁皮龟裂的机械脱鳞和靠高压水产生的打击力铲除板坯表面的铁皮。钢材的品种不同，所生成的氧化铁皮的厚度，附着力量也不同。因此，所需除鳞的打击力大小也不同。

除鳞系统所提供的打击力与喷嘴参数成函数关系：

$$P = f(Q、P0、H、a、d)$$

P：打击力，kgf/cm^2；

Q：喷嘴流量，L/min；

P0：喷嘴压力，kgf/cm^2；

中国知网　https://www.cnki.net

3 主要设备结构及工作原理

3.1 反冲洗过滤器

反冲洗过滤器采用全自动的自清洗过滤器,用于过滤 DC2 浊环水介质中的固体颗粒。当超过预设的压差参数,反冲洗过滤器会自动开始清洗(反冲洗)受污染的滤芯。滤芯在反冲洗时不会中断过滤器过滤,反冲洗过滤器出口液流不间断实现连续运行。反冲洗过滤器无需过多维护,正常情况下不需更换滤芯 。需过滤的介质从内向外流过反冲洗过滤器的线隙式滤芯。同时固体颗粒截留在滤芯内壁上,随着污染物的增多,过滤器污染侧和清洁侧之间的压差增大。若压差达到设置的触发压差便开始自动反冲洗。现场使用的 DC2 浊环水,水质较差堆积在滤芯内部的一部分滤芯和污泥无法从排污阀冲洗出去,需要人为定期清洗滤芯和过滤器内壁,见图 1。

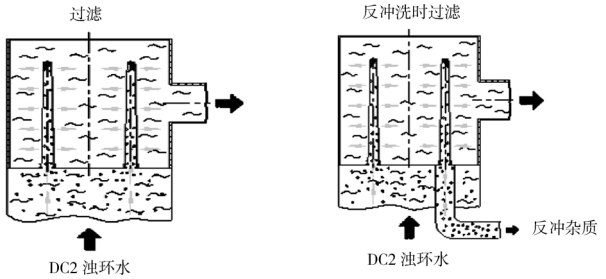


图 1 反冲洗过滤器的功能原理

3.2 多级离心式除鳞泵

多级离心式除鳞泵是整个 2 250 热轧高压水除鳞系统的心脏,现场使用的 ZDS280 – 240 型/ZDS180 – 135 型除鳞泵是重庆水泵厂研制生产的成熟产品且市场占有率高达 85%,使用寿命≥8 000 h,主要特点是具有对称布置的叶轮转子部件,能自动平衡叶轮产生的轴向推力,使泵具有很长的使用寿命和安全可靠的运行性能。在高压水除鳞系统中,根据轧钢工艺的要求,喷射阀“开/闭”频繁,引起泵运行工况(流量、压力、振动)频繁变化,并产生不断变化的轴向推力和径向推力,靠高压除鳞泵的特殊结构巧妙的进行推力平衡尤其重要,而且该泵具有较高的效率和较小的防止过热排放量,可降低设备的运行成本。在系统不需除鳞时,泵向蓄能器补水后 ,泵运行过程会产生一定的热量,当温度升到设定值时,系统自动打开除鳞泵的最小流量阀,排掉泵内摩擦产生的高温水给泵降温。根据现场的使用情况,编制合理的控制程序,有效的利用温度和压力检测参数控制最小流量阀,延长了除鳞泵的使用寿命,达到节能降耗的目的。除鳞泵属于高压高频设备,为了延长设备使用寿命,在每次泵安装时,提高电机与除鳞泵的找正精度,外圆偏差控制在0.03 mm内,端面偏差控制在 0.03 mm 内。

3.3 最小流量阀

图 2 为最小流量阀原理图。

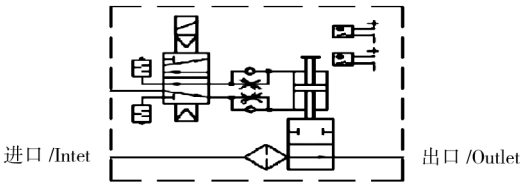


图 2 最小流量阀原理图

最小流量阀是采用简洁的线性流道,压降小,过流能力强,而且大大减少了涡流现象[1]。先导采用气控形式,通过调节节流阀,可以控制阀的启闭时间,降低高压水的水击现象。最小流量阀排放的水通过高压节流装置排到主轧线冲渣沟。主要作用:保护高压除鳞泵,在除鳞阀关闭后,蓄能器补水完毕时,系统短时间内不能停除鳞泵,(因为除鳞喷射周期短,除鳞电机功率大不能频繁启停),此时除鳞泵无流量输出,高速运转的除鳞泵内部就会发热,在泵出口并联安装一个最小流量阀,设定温度和压力参数控制开关,可以根据除鳞泵的运行参数时自动调节,如:当泵壳温度高于 50 ℃时,最小流量阀打开,溢流卸荷,起到降温效果,防止泵内部密封烧损和变形;在系统正在除鳞时,当除鳞压力低于设定值时,最小流量阀关闭,起到为系统憋压的作用。必须要水量,使除鳞泵不会因温度升高而损坏泵,其工作原理是:当安装在除鳞泵的温度传感器检测到壳体温度超过一定值时,系统自动开启最小流量阀排水,能够带走泵体内的热量,降低泵壳体温度;当泵体温度降到一定值时,最小流量阀关闭。由此可见,最小流量阀控制的好,既能延长除鳞泵的使用寿命,又能节约能耗。

新上线的除鳞泵,泵的输出压力为 24 MPa,前后轴承振动值在 1.0 ~ 3.0 mm/s;最小流量阀的开闭参数为 21 MPa 关;21.8 MPa 开,保证工作压力为 21 MPa。在正常使用寿命为 8 000 h,在 6 500 ~ 8 000 h 区间段,除鳞泵的输出压力及效率下降,前后轴承振动值升高,为保证工作压力,需及时调整最小流量阀的开闭参数,以保证工作压力满足工况条件。

中国知网 https://www.cnki.net

3.4　蓄能器罐

蓄能器是把液体的压力势能的贮存在耐压容器里待需要时又释放出来的装置，在高压管路中起到调节能量、均衡压力、缓冲系统的震荡、减少泵的输出流量、降低功率损耗及减少系统发热等作用[2]。在线高压水除鳞系统使用的是直接接触式充气蓄能器(粗轧除鳞系统蓄能器容积: 48 m^3、精轧除鳞系统蓄能器容积: 5 m^3)，就是蓄能器中上面部分是高压压缩空气，下面部分是液体，气体和液体直接接触。原理是利用了气体体积是可压缩性，在除鳞时帮助除鳞泵瞬时维持系统压力，当系统压力高于气体压力时: 气体被压缩，吸收能量，缓冲系统的压力和流量脉动液面上升; 当系统压力低于气体压力时: 气体膨胀，释放能量，缓冲系统的压力和流量脉动，液面下降，气体如此周而复始的压缩和膨胀在系统内部起到吸收和释放能量，吸收系统的压力和流量脉动，是系统运行尽量趋于平稳。其特点如下: 液体补充量大，泵在除鳞时系统瞬间压力脉动，蓄能器罐可以很好的稳定系统压力，直接接触式蓄能器适用于条件苛刻、系统压力高、可长时间连续运行且使用频繁、故障率低。

3.5　最低液面阀

最低液面阀又称安全关断阀，设置在蓄能器于高压管路之间，根据蓄能器的液面及系统压力自动控制最低液面阀的开闭，保证蓄能器里的液面在设定值范围内，严禁高压压缩空气进入高压水管路系统。在关闭时，最低液面阀有相当于一个单向阀，外面的水可以进入高压蓄能器，里面的水又出不来，这样能有效防止蓄能器内的水在停机时流走。最低液面阀在正常情况下，阀门处于开启状态，阀门两端压力基本相同。最低液面阀由气动控制，响应快、切断迅速、结构紧凑、动作灵敏、抗震能力强。当主管破裂或因其他原因系统迅速失压时，蓄势器瞬时释放巨大流量产生液压力使阀门瞬时关闭，从而防止可能发生的事故用途。主要起消除水锤、系统补水和系统迅速失压失水时紧急关闭以确保系统管路安全运行的作用。

3.6　除鳞阀

除鳞阀安装在除鳞系统的控制终端，与泵出口和蓄能器相联。除鳞阀处于常闭状态，预充水填满管道，当除鳞点检测到除鳞信号时，将控制气缸提起阀芯后除鳞阀打开，预充水阀自动关闭，除鳞系统开始喷射高压水，去除钢坯表面的氧化铁皮。反之，当检测信号消失，除鳞阀则关闭，预充水阀自动打开周而复始完成除鳞工作。除鳞阀的阀芯单元为滑阀结构，根据近几年对除鳞阀的使用和维护情况，归纳常见故障分别有阀芯单元内泄、卡死、气缸卡阻，电磁换向阀故障等，针对除鳞阀的关键部位，进行专项点检，从而科学合理的使用设备，除鳞阀原理图见图 3。

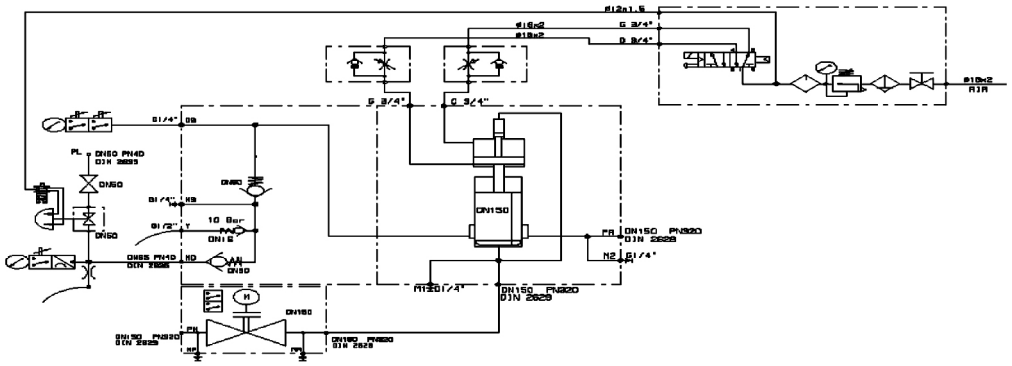


图 3　除鳞阀原理图

4　结束语

热轧 2 250 mm 高压水除鳞系统采用了当前国际先进的技术和控制方式，自 2013 年 10 月投产以来，通过对高压水除鳞系统工作原理和设备深入了解，逐步优化了控制程序，针对常见故障梳理了制定了维修标准，降低了事故的发生，为高压水除鳞系统的运行提供了保障。

参　考　文　献

[1]　路甬祥. 液压气动技术手册 [M]. 北京: 机械工业出版社，2002.

[2]　丁树模. 液压传动 [M]. 北京: 机械工业出版社，2004.

中国知网　https://www.cnki.net