

# 直缝埋弧焊管生产线钢板表面去除铁屑的新方法

李 钢<sup>1</sup>, 张瑞飞<sup>2</sup>, 韩保材<sup>1</sup>

(1. 北钢管业(营口)有限公司, 辽宁 营口 115007; 2. 中冶京诚工程技术有限公司, 北京 100176)

**摘 要:** 针对某公司直缝埋弧焊管用钢板铣边后表面残留铁屑与粉尘的问题, 采用了除以往的滚轮刷、排屑链之外的钢板表面吹吸装置的新设计方案。介绍了该钢板表面吹吸装置的结构、主要技术参数、主要计算过程、构成和 workflow, 指出该装置具有吹扫无盲区、铁屑灰尘无残留和泄漏与全自动化操作的优点。实际应用结果表明: 该吹吸装置满足生产工艺要求。

**关键词:** 钢板; 除屑; 吹吸装置; 结构; workflow

**中图分类号:** TG43 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-2311(2017)02-0036-04

## A New Method for Removing Chip from Steel Plate Surface in SAWL Pipe Operation Line

LI Gang<sup>1</sup>, ZHANG Ruifei<sup>2</sup>, HAN Baocai<sup>1</sup>

(1. Beisteel Pipe (Yingkou) Co., Ltd., Yingkou 115007, China;  
2. Capital Engineering & Research Incorporation Ltd., Beijing 100176, China)

**Abstract:** Some scurf and dust still remain on the surface of the steel plate with edge milled for making the SAWL pipe at the workshop of a certain domestic company. Addressing this problem, a newly-designed steel plate surface cleaning device other than the conventional similar devices like the roller brush and chip-removing chains, etc. is used. Elaborated here in the article are the main aspects of the new device, including the structure, the key technical parameters, the major calculation process, the configuration and the work flow. It is emphasized that the device has the advantages such as non-blind zone operation, being free of any residual chip or dust and any leakage as well as full automatic operation. The actual operation result shows that the blowing/sucking device is capable of meeting the requirements for the manufacturing process.

**Key words:** steel plate; chip-removal; blowing and sucking device; structure; work flow

钢板表面除屑是制管企业铣边机后的一道清理工序<sup>[1-2]</sup>, 除屑后的钢板进入预弯及成型工序, 如果钢板表面铁屑清除不彻底, 预弯或者成型过程中会在钢板表面发生铁屑压入, 轻微的会影响钢管外观质量, 严重的可能造成钢管质量不合格<sup>[3]</sup>, 产生废品, 直接影响成材率。所以, 采用合理除屑方式保证钢板表面铁屑被彻底清除干净, 显得非常必要。

### 1 铁屑的产生

北钢管业(营口)有限公司的 JCOE 直缝埋弧焊

管生产线设计年产 25 万 t 的各种规格钢管, 其中铣边机为进口设备, 铣头<sup>[4]</sup>在工作时可以根据钢板运动状态随动<sup>[5]</sup>。该生产线可加工的钢板宽度范围为 1 200~5 100 mm, 壁厚范围为 6~65 mm, 铣边机单边最大切削量 20 mm, 铣边机在工作时产生的铁屑<sup>[6-7]</sup>大部分会被铣边机铁屑收集装置带出传送到铁屑箱中, 但会有少部分铁屑及粉尘滞留在钢板表面, 从而被钢板带出铣边机工作区。必须要有装置对这部分铁屑及粉尘进行去除清理, 保证钢板以表面清洁的状态进入预弯及成型工序。

### 2 以往的处理方法

先期已经投入生产运行的制管企业, 铣边后钢

李 钢(1969-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事 JCOE 制管工艺与设备维护工作。

板表面除屑大多采用滚轮刷或者排屑链的形式进行清除。

### 2.1 滚轮刷形式

若采用滚轮刷的结构方式,尼龙材质的滚刷固定在长轴上,整体横置于钢板表面,滚轮刷随着长轴旋转,对钢板表面进行清扫,滚轮刷旋转后虽然能将铁屑扫动,但无法彻底将铁屑从钢板表面清除,尤其是位于钢板中部的铁屑会随着滚轮刷的旋转再次回到钢板表面,清理效果很不理想,需要配合人工进行清扫。

### 2.2 排屑链形式

若采用排屑链的结构方式,排屑链横跨钢板宽度方向上旋转进行带式清扫。链条上装的毛刷随着排链转动将钢板上铁屑通过接屑斗扫入集屑箱,由于受到钢板宽度的影响,当钢板宽度较宽,排屑链中部会因自重下沉严重,无法保证在钢板整个宽度

范围内的全部接触,如果增加排屑链张紧度,不但会增加排屑链电机负荷,还容易将排屑链拉断。排屑链由于自重会出现弧度,在钢板的两侧边部形成清扫盲区,无法完全将钢板边部的铁屑清除,除屑不彻底,需要配合人工进行清扫。

## 3 钢板表面吹吸装置

针对以往钢板表面除屑装置的不足,研制出一种钢板表面吹吸装置,可彻底清除直缝埋弧焊管制管生产线铣边工序后残留在钢板表面的铁屑与灰尘。该钢板表面吹吸装置利用高压风经组合喷嘴高速喷出形成的强气流对钢板表面进行吹扫,同时吸尘装置将钢板表面被吹扫起来的铁屑、灰尘收集过滤进行回收。

### 3.1 钢板表面吹吸装置结构

钢板表面吹吸装置的整体结构<sup>[8]</sup>如图1所示。

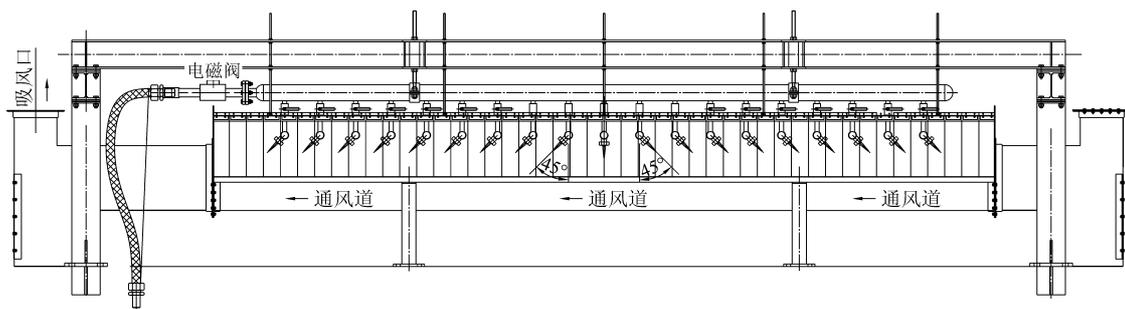


图1 钢板表面吹吸装置布置示意

### 3.2 钢板表面吹吸装置主要技术参数

喷嘴吹扫角度	30°~60°
喷嘴数量	38个
气源压力	0.5~0.7 MPa
吸风风量 $L$	5 000 m <sup>3</sup> /h
钢板运送速度 $v_g$	1~30 m/min
钢板宽度 $H$	1.2~5.2 m
吹吸装置截面宽度 $w$	200 mm
吹吸装置截面高度 $h$	230 mm

### 3.3 钢板表面吹吸装置主要的计算过程

该装置喷嘴从钢板中部向钢板两侧边部吹扫,考虑生产最宽规格钢板时停留在钢板中部的铁屑最难清理;因此,钢板中部的铁屑被吹扫到钢板外即达到清除目的。所以,吹吸装置吸风口风速由公式(1)计算得出,因为该装置两侧吸风,所以截面积按2倍计算:

$$v_f = L / (3\ 600 \times w \times h \times 2) \quad (1)$$

式中  $v_f$  —— 风速, m/s。

钢板通过吹吸装置截面时间由公式(2)计算得出:

$$t_1 = h / v_g \quad (2)$$

式中  $t_1$  —— 钢板通过钢板表面吹吸装置截面的时间, s。

铁屑从钢板中间运动至板边时间由公式(3)计算得出:

$$t_2 = H / (2v_f) \quad (3)$$

式中  $t_2$  —— 铁屑从钢板中间运动至板边时间, s。

由公式(1)~(3)可计算出  $v_f \approx 15$  m/s,  $t_1 \approx 0.4$  s,  $t_2 \approx 0.17$  s。从计算结果来看,也就是说明在生产最宽的钢板时,位于钢板最中部的铁屑能够在钢板通过吹吸装置时被高压气流从中间位置吹扫横移至钢板边缘,从而被清除掉。

### 3.4 钢板表面吹吸装置的构成

钢板表面吹吸装置主要由吹扫单元、收集单元和控制单元 3 部分组成。

#### 3.4.1 吹扫单元

该单元主要由喷嘴<sup>[9]</sup>、调节开关、供气管路和调整装置<sup>[10]</sup>组成。其中,调整装置可以实现对喷嘴角度及高低位置的调节,保证喷嘴有最佳的角度吹扫钢板表面;每个喷嘴前端都有一个调节开关,可以调节喷嘴的气流喷出量,根据不同的板宽还可以将两端多余喷嘴关闭,节约压缩空气耗量;喷嘴是吹扫单元的关键部件,其出口端被制作成扇形“鸭嘴”状,且缝隙很小,可以将压缩空气进一步集中,增加气流的冲击力<sup>[11]</sup>;供气管路由车间压缩空气站引过来,在吹吸装置区域设置独立储气罐,加装空气干燥器,保证吹吸装置稳定、干燥和有充足的气源供应。

#### 3.4.2 收集单元

该单元主要由吸纳装置、保护罩和除尘系统组成。其中,吸纳装置置于钢板上表面与喷嘴相对,吸纳装置可以上下调节,保证吸纳口与钢板表面最近距离接触,达到最佳吸纳效果。吸纳口宽度按最宽钢板设计,吸纳口底部两端设有可以开合的伸缩板,当钢板宽度较小,可以拉出吸纳口两端的伸缩板,保证吸纳口与钢板实际宽度一致,保证最好的吸纳效果。保护罩置于吸纳装置与吹吸单元外侧,防止喷嘴喷射时铁屑及粉尘外溢,对周围环境起到保护作用。除尘系统是收集单元的核心,通过风机的运转将吹扫单元扰动吹起的铁屑、粉尘由吸纳口吸入布袋除尘器<sup>[12-13]</sup>内。定期对收集的铁屑与粉尘清理即可。

#### 3.4.3 控制单元

该单元主要由检测元件、执行元件、PLC<sup>[14-15]</sup>、电控柜及现场 HMI(人机接口)组成。钢板检测通过光电开关实现,是控制单元的检测元件;喷嘴供气管路设有电磁阀,是控制单元的执行元件。吹吸装置有独立的电源及开关控制柜,可以借用辅联设备的 PLC,在吹吸装置附近设一个 HMI 操作台,方便就近调节与操作。在 HMI 上通过自行开发的操作软件可以轻松实现以下功能:开启和关闭整个系统,启动关闭风机,开启和关闭喷嘴供气电磁阀。

## 4 钢板表面吹吸装置的工作流程

吹吸装置区域没有钢板时,吹吸装置处于待命

状态,可以节省压缩空气。

吹吸装置的工作流程为:铣边后的钢板通过辊道输送过来→入口光电开关检测到钢板前端→吹吸装置得到信号开始启动→喷嘴供气控制电磁阀开启→喷嘴开始喷射气流吹扫→除尘系统进行吸纳收集→钢板全部通过吹吸装置→出口光电开关检测到钢板尾端→吹吸装置得到信号→喷嘴供气控制电磁阀关闭→喷嘴停止工作→整个装置进入待命状态→下一张钢板输送过来→重复上述动作。

整个工作流程实现自动控制,无人操作。

## 5 钢板表面吹吸装置的优点

### 5.1 吹扫无盲区

每个喷嘴喷出的气流都有一定的喷射覆盖角度与范围,通过模拟试验事先对喷嘴覆盖范围进行测试,在喷嘴实际安装分布间距时考虑喷射范围保持一定的重合度,喷嘴沿钢板宽度方向密集排布,喷嘴使用数量可以根据钢板宽度进行开启与关闭,喷嘴吹扫风对钢板表面的吹扫可以做到全覆盖无盲区。

### 5.2 铁屑与灰尘无残留

喷嘴沿钢板方向有一定的倾斜角度,高压风经喷嘴喷出的压力很高,在钢板表面产生很大的冲击力,铁屑与粉尘全部被吹起,除尘收集装置与喷嘴对应排布,沿收集装置四周有收集保护罩,防止铁屑与灰尘外溢,喷嘴气流吹起的铁屑与粉尘全部由收集装置排出,做到钢板表面无残留。

### 5.3 铁屑与灰尘无泄漏

除尘装置的吸风风量远大于吹嘴出风量,使得吹吸装置腔体内保持负压状态,钢板表面的铁屑和灰尘不会从装置缝隙溢出,不污染车间空气。

### 5.4 全自动化操作

与其他除铁屑方式相比,该钢板表面吹吸装置实现了全自动化操作。通过区域 PLC 实现对吹吸装置全部设备的控制,设定好程序后,设备可以实现自动化,钢板通过时设备自动运行,钢板通过吹吸装置后设备自动停止。

## 6 结 语

从钢板表面吹吸装置的实际运行情况可以看出,铁屑及粉尘去除效果非常好,处理后的钢板表面没有任何残留物,装置整体运行稳定、可靠、高效,实现自动化操作,完全可以满足生产工艺要求。

## 7 参考文献

- [1] 郑家红, 朱旭. 铣边工艺在螺旋焊管生产中的应用探讨[J]. 钢管, 2008, 37(1): 65-67.
- [2] 孙凤龙, 戴学余. UOE 钝边铣削单元与钢板综合作用对铣削的影响[J]. 钢管, 2014, 43(6): 53-57.
- [3] API 标准翻译出版委员会. API Spec 5L—2012 管线钢管规范[S]. 45 版. 北京: 石油工业标准化研究所, 2012.
- [4] 张伯霖. 高速切削技术及应用[J]. 机电工程技术, 2003, 32(4): 85-86.
- [5] 于小平, 周飞霓, 卢本. 厚板焊接坡口加工技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [6] 李志乔. 铣削加工速查手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [7] 史全富, 汪麟. 金属切削手册[M]. 上海: 上海科学出版社, 2000.
- [8] 曹静, 贾雨顺. 机械制图[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [9] 侯凌云, 侯晓春. 喷嘴技术手册[M]. 北京: 中国石化出版社, 2007.
- [10] 方宏明. 机械设计、制造常用数据及标准规范实用手册[M]. 北京: 当代中国音像出版社, 2004.
- [11] 闻邦椿. 机械设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [12] 毛好喜. 液压与气动技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [13] 朱旭, 吴金梅, 韩道刚, 等. 脉冲喷吹袋式除尘器在埋弧焊管生产中的应用[J]. 钢管, 2010, 39(5): 45-46.
- [14] 张万忠, 刘明芳. 电器控制与 PLC 应用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012.
- [15] 王晓颖, 周淑军, 闻康, 等. PLC 在埋弧焊管焊渣清理收集装置控制系统中的应用[J]. 钢管, 2006, 35(6): 36-38.

(收稿日期: 2016-06-27; 修定日期: 2017-01-03)

## ● 专利信息

### 一种钢管轧制装置

公开了一种钢管轧制装置, 包括支架、移动架、连杆、轨道。所述支架上设有卡槽, 卡槽内安装有卡块, 卡块上通过螺母与摆杆连接, 支架顶部设有固定卡盘, 固定卡盘上设有固定轴, 固定轴穿过支架与连杆进行穿插连接, 连杆末端设有 U 型卡块, U 型卡块上连接有丝杆, 丝杆底部设有移动架, 移动架一端设有三爪卡盘, 三爪卡盘两侧设有轨道, 轨道内设有移动块。该装置具有结构设计合理、结构牢固、提高工作效率等特点。(专利申请号: CN201520405518.3 公开号: CN204817481U 申请日: 2015.06.13 公开日: 2015.12.02 申请人: 浙江中星钢管机械有限公司)

### 一种高强度纳米晶钢管的制备新方法

公开了一种高强度纳米晶钢管的制备新方法, 特点是提供一种通过正弦曲线通道模具拉拔法, 获得低成本较长尺寸高强度纳米晶钢管。设计的正弦曲线通道拉拔模具采用双层预应力套圈结构, 能够大幅度提高圆形通道模具强度、提高模具的使用寿命。采用的锡熔体充实钢管避免了管材在正弦曲线通道拉拔过程中的横截面畸变, 同时管材在两向应力下材料得到较好细化, 使钢管的力学性能得到进一步提高, 保证高密度的前提下兼有高的强度和良好的韧性。(专利申请号: CN201510529330.4 公开号: CN105107857A 申请日: 2015.08.26 公开日: 2015.12.02 申请人: 山东建筑大学)

### 一种无缝钢管相贯线的割制方法

公开了一种无缝钢管相贯线的割制方法, 包括如下步骤: 在无缝钢管上画出尺寸展开的最高点和最低点; 调整无缝钢管的角度, 使切割线正对无齿锯的正下方, 用固定板固定住无缝钢管; 用无齿锯沿最高点与最低点的连线切割出相贯线。该发明在无缝钢管上画出尺寸展开的最高点和最低点, 然后利用下脚料固定住无缝钢管, 利用无齿锯沿最高点与最低点的连线切割出相贯线, 效率高, 切割面光滑美观, 既保证质量外观又缩短了工期, 具有操作简单、使用方便、质量美观、省时省力等优点。(专利申请号: CN201510367388.3 公开号: CN105127512A 申请日: 2015.06.26 公开日: 2015.12.09 申请人: 济南重工股份有限公司)

(王元荪)