

## 新型去毛刺机的研制与应用

柳春 杨放

(鞍钢集团机械制造公司)

**摘要** 通过开发研制一种新型刮板式去毛刺机,解决了在中厚板生产中板坯毛刺影响轧辊寿命的问题,提高了轧制钢板的质量。该去毛刺机用于鞍钢中板厂和首钢中厚板厂,使用效果良好,去毛刺率可达98%以上。

**关键词** 板坯 去毛刺机 研制

Development and Application of New Type Barb Machine

Liu Chun Yang Fang

(Angang Machinery Manufacture Co.)

**Abstract** Through a new type scraper barb machine being developed, the problem has been solved that effect of barb on roll life in medium steel plate production and the quality of rolled plate was improved. The machines have been used in Angang Medium Plate Plant and Shougang Medium Plate Plant with good service effect and over 98% of barbing rate.

**Key Words** slab barb machine development

### 1 前言

去毛刺装置一般设置在板坯连铸生产线火焰切割机后面的辊道之间。连铸板坯火焰切割时,在切割部位粘着许多切割残渣,呈毛刺状,如果不去除这些毛刺,把铸坯直接送到下道轧制工序,会损伤轧辊表面,影响轧辊的寿命,而且也将影响钢板的质量。近年来,随着铸坯直接热送技术的发展,热装热送率不断提高,对无缺陷铸坯的需求量也随之增大,所以在线将铸坯毛刺去除,已成为铸坯生产中不可缺少的环节。

鞍钢中板厂生产所用原料都是连铸板坯,而连铸板坯在线切割时定尺都很长,不能满足中板生产的要求,需要进行二次火焰切割。而此时铸坯温度低,在火焰切割过程中板坯前后端部下表面产生的毛刺比连铸在线切割中的毛刺更大,严重影响了轧辊的寿命,同时也影响了轧制钢板的质量。为了解决毛刺问题,过去一直采用人工火焰清

理方式,不但劳动强度大,而且清理得也不彻底。为了解决这一问题,我们新研制了一种刮板式带夹持辊的去毛刺装置,采用全自动去毛刺工艺代替手工操作,解决了中板生产中的铸坯毛刺问题,不但可把工人从繁重的体力劳动中解脱出来,而且可以提高产品质量和轧辊寿命,降低生产成本。

### 2 去毛刺装置的形式

目前,去除铸坯毛刺的方法有:刀具刮除、锤头打击以及火焰清除等,以锤头打击方式应用最广泛。刀具刮除方式又分为铸坯固定式、铸坯移动式、圆盘刀具刮除等。

#### 2.1 铸坯固定刀具刮除形式

宝钢炼钢厂连铸生产采用的是铸坯固定式刀具刮除去毛刺装置。在去毛刺之前,先将高压水喷射到毛刺部位,使毛刺变脆,易于刮去。然后采用夹紧装置将铸坯压住,使之不能移动。每台去毛刺

柳春,高级工程师,1982年毕业于东北大学机械制造工艺及设备专业,现任鞍钢集团机械制造公司设计研究院总工程师(114031)。

装置有两套夹紧机构,分别用来夹紧铸坯的前端和后端,夹紧机构是由气缸驱动的,在不工作或维修时,夹紧臂处于上升位置,并装有安全销。刀具装在升降装置中,通过升降框架使刀架上升并紧贴住铸坯的下表面,通过刀具移动装置使刀具横向移动完成刮削动作。移动框架下面的两侧分别设有两个走行轮,车轮沿下导轨行走,导轨装在基础上。为了保证同步,其中一对走行轮是带齿轮的,在车轮转动的同时,同轴上的两个小齿轮与安装在基础上的齿条相啮合,实现同步运动。移动装置由二台气缸驱动。这种形式的去毛刺装置适用于场地布置有一定限制,铸坯搬出周期较紧张的情况。该装置设备复杂,造价高。

## 2.2 铸坯移动刀具刮除方式

鞍钢第二炼钢厂1号板坯连铸机从日本神户钢铁公司引进的去毛刺装置就属铸坯移动刀具刮除方式。当铸坯通过去毛刺装置时,通过光电开关使铸坯停在指定位置,由升降装置将刀具抬起压紧铸坯下表面,辊道反转使铸坯后退,靠铸坯重量压紧刀具,去除前端毛刺。然后升降装置下降,铸坯前进到达指定位置后,升降装置抬起,刀具压紧铸坯,去除后端毛刺。升降装置由二台Φ200mm气缸驱动。该方式靠铸坯移动去除毛刺,无需刀具横移机构,因而结构简单,适用于铸坯搬出周期及场地都较宽裕的情况。但该设备存在刚度不足和同步差等问题。

## 2.3 锤头打击方式

鞍钢第二炼钢厂的板坯连铸机还使用了锤头打击式去毛刺装置。这种装置由电动机通过万向接轴驱动一个转子,转子上装有8个支轴,每个支轴上装有错开排列的片状锤头。当转子带动锤头高速旋转时,锤头在铸坯前后端部连续不断地撞击而把毛刺打掉。转子由气缸驱动,可以上下移动,不工作时,转子停在较低位置并停止旋转。这种方式结构简单,占用空间少,易于布置。但也存在铸坯停止位置不准,锤头易于损坏而造成去毛刺效果不好等不足。

## 3 新型去毛刺装置的研制及特点

新研制开发的去毛刺装置使用在鞍钢中板厂生产轧制线上,生产工艺要求去除毛刺作业时间不得超过30s,而且铸坯长度在0.6~1.7m之间,

长铸坯的毛刺位于铸坯前后端部,短铸坯是将铸坯横过来运送(宽1.2m),所以毛刺是在铸坯的两侧面。因此,采用刮板式带夹持辊的去毛刺装置,可以去除各种规格铸坯的毛刺。

### 3.1 新型去毛刺机的结构形式

新研制的去毛刺装置结构示意图见图1。

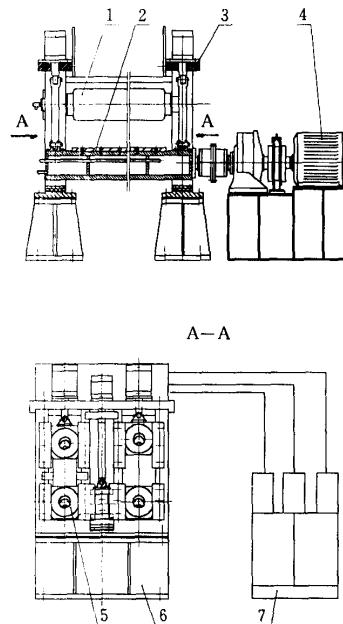


图1 新研制的去毛刺装置结构示意图

1—上压辊;2—刀具架;3—机架;4—传动装置;  
5—下驱动辊;6—底座;7—气动装置

该装置采用铸坯移动方式,两组下辊道由电机驱动,两组上辊道由气缸压下,夹紧铸坯。刀具架由气缸抬起并压紧铸坯下表面,靠上下辊夹紧铸坯前后移动,去除铸坯前后端部的毛刺。去除毛刺时铸坯的运行速度为0.4~0.7m/s,采用变频调速将去毛刺装置前后辊道的速度调整为与去毛刺装置的速度相一致。去除毛刺时采用低速,进坯和去除毛刺后保持1.7m/s的高速运行,保证去毛刺周期在20s之内。为使铸坯顺利通过,在去毛刺装置前后辊道及中部的两侧加挡板,在去毛刺装置下面设一个斜溜槽,将刮掉的毛刺导入旁边地坑中的收集箱。

去毛刺装置采用框架式结构,左右框架呈W

型并连接成整体。考虑拆装方便,上下辊均采用整体轴承座,当辊道出现问题时,上下辊道与轴承座及气缸可以一起拆下。上辊轴承座和刀具架装有自润滑铜板。刀具架上装有四组相同的刀具,每组刀具下面安装两组碟形弹簧,以消除铸坯变形对去除毛刺的影响。通过在气动管路上安装调速节流阀,分别控制调整上辊及刀具架的同步。

### 3.2 主要参数的确定

#### (1) 确定电机的功率

首先确定去除毛刺时的阻力。根据国外的试验数据,普碳钢和低合金钢在钢坯温度为1100℃时,去除毛刺的阻力为:

$$F = 8400 \sim 10080 \text{N}$$

满载运行时传动辊子所需的力矩:

$$T_z = T_m + T_r + T_w$$

其中,辊子阻力矩  $T_r$  为:

$$T_r = G_r \cdot C \cdot \mu_1 \cdot d_m / 2$$

式中:  $G_r$ ——一根辊子的重量;

$C$ ——一台电机驱动的辊子根数;

$\mu_1$ ——轴承的摩擦系数;

$d_m$ ——轴承的平均直径,对滚动轴承, $d_m = (\text{内径} + \text{外径}) / 2$ 。

运送钢坯的阻力矩  $T_w$  为:

$$T_w = Q \cdot (\mu_1 \cdot d_m + \mu_2 \cdot D) / 2$$

式中:  $Q$ ——钢坯重量与气缸压力之和;

$\mu_2$ ——钢坯与辊面间的摩擦系数;

$D$ ——辊子直径。

毛刺产生的阻力矩  $T_m$ :

$$T_m = F \cdot D / 2$$

则去除毛刺时的电机功率:

$$N_1 = T_z \cdot n_r / (974 \cdot \eta)$$

式中:  $n_r$ ——辊子的转速;

$\eta$ ——机械效率。

运送钢坯的启动力矩:

$$T_Q = C \cdot GD^2 / (2D) \cdot \mu_2 \cdot g + Q \cdot \mu_2 \cdot D / 2 + (Q + C \cdot G_r) \cdot \mu_1 \cdot d_m / 2 + Q \cdot f$$

式中:  $GD^2$ ——一根辊子的飞轮力矩;

$g$ ——重力加速度;

$f$ ——钢坯与辊子间的滚动摩擦系数。

则钢坯启动时的电机功率为:

$$N_2 = T_Q \cdot n_r / (974 \cdot \eta)$$

取  $N_1$  和  $N_2$  的较大值为  $N_i$ , 可以选取电机的

功率:

$$N \geq 1.5 \sim 2 N_i$$

#### (2) 确定辊子运送钢坯的停止精度

钢坯惯性移动的最大距离:

$$S_{z1} = V_{r1} \cdot (t_1 + t_{z1} / 2)$$

式中:  $V_{r1}$ ——与电机最高转速  $n_1$  相对应的钢坯

移动速度,  $n_1 = 1.03n_{\text{额}}$ ;

$t_1$ ——停止指令滞后时间;

$t_{z1}$ ——与  $n_1$  相对应的制动时间。

钢坯惯性移动的最小距离:

$$S_{z2} = V_{r2} \cdot t_{z2} / 2$$

式中:  $V_{r2}$ ——与电机最低转速  $n_2$  相对应的钢坯

移动速度,  $n_2 = 0.97n$ ;

$t_{z2}$ ——与  $n_2$  相对应的制动时间。

制动时间:

$$t_{z1} = GD_1^2 \cdot n_1 / 375 / (T_{z\min} + T_i)$$

$$t_{z2} = GD_2^2 \cdot n_2 / 375 / (T_{z\max} + T_{i0})$$

式中:  $GD^2$ ——满载时各部件换算到电机轴上的飞轮力矩;

$GD^2$ ——空载时各部件换算到电机轴上的飞轮力矩;

$T_{z\min}$ ——最小制动转矩,  $T_{z\min} = 0.7T_{\text{额}}$ ;

$T_{z\max}$ ——最大制动转矩,  $T_{z\max} = 1.3T_{\text{额}}$ ;

$T_i$ ——有钢坯时电机轴上所需的转矩;

$T_{i0}$ ——无钢坯时电机轴上所需的转矩。

则辊子的停止精度:

$$\Delta S_z = \pm (S_{z1} - S_{z2}) / 2$$

这样,可按照辊子的停止精度确定去除毛刺的最小行程范围。

### 3.3 全自动控制方式

控制系统采用PLC自动控制,自动控制原件是由光电开关和接近行程开关构成的。铸坯运行位置采用光电开关检测,气缸行程位置采用接近开关检测。设备正常工作时PLC自动控制,检修和调试时手动控制。当去毛刺装置出现故障时,可以将去毛刺装置的电机并列到后辊道一起操作,铸坯直接通过去毛刺装置,不影响正常生产。采用联锁信号要求,去毛刺区域有铸坯时,除鳞辊道不工作,使后续铸坯不能进入去毛刺区域,保证设备安全运行。

(下转第48页)

进行“下喷上停”的测定。2h后，除尘效率剧烈下降，显然这种操作方法不理想。

最后，把上部喷嘴打开，下部喷嘴关闭，进行“上喷下停”的测定。虽然这种方法存在着除尘效率下降现象，但其下降速度较缓，并且稳定较长时间后，才开始下降，因此“上喷下停”的操作有一定的实用价值。

上述“全停”或“部分停喷”操作时，电除尘器的除尘效率均有所下降。这是由于沉积在沉淀极板上的灰尘未及时冲洗，愈积愈多，而出现了“反电晕”现象，使除尘效率恶化。

根据有关资料介绍，当沉淀极板积尘过多时，电晕电流会出现不正常升高，但输出电压不能超高，因此当电压人为升高时，两沉淀极板间火花频繁出现，击穿电场，致使电压激烈下降，电流增大，测试过程中，发生了类似现象。图6是“上喷下停”操作时，所测得的电晕电流与时间的关系曲线。

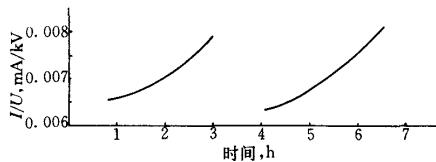


图6 “上喷下停”操作时电晕电流与时间的关系

图6中纵坐标应为电晕电流  $I$ 。由于没有自动调电压，恒流源变压器维持不变，但二次电压仍会发生变化，从而引起电晕电流发生变化。为尽量减少此影响，所以纵坐标取  $I/U$  的数值。从图6中可以看出，操作3h后，其电晕电流比正常操作时大很多，因电晕电流超过了机组的额定电流，致使再维持该电压时，就无法操作。为此，只能将恒流源

（上接第36页）

#### 4 使用效果

新型去毛刺装置在鞍钢中板厂轧制生产线上应用已近两年了。实践证明，该设备去除毛刺效果好，毛刺去除率达到98%以上；结构紧凑、布置合理、动作灵活准确；采用PLC全自动控制，自动化程度高；通过调整执行原件的工作顺序，去除毛刺的工作周期在18~20s左右，完全能满足生产工艺要求；经过去毛刺处理后所轧制的钢板质量好，

变压器降低一档，使电晕电流下降到允许值。但是，它很快又随着时间推移而上升。这种电晕电流不正常的上升，正表明了“反电晕”现象的存在，同时也证明了当进行“全停喷”或“部分停喷”操作时，是由于沉淀极板积灰严重，引起“反电晕”，而使除尘效率下降的。

综上所述，喷水方式对大平板湿法卧式电除尘器的除尘效率起着极重要的作用，尤其是上部喷水方式。

### 3 结束语

通过对比试验和工业生产中所测定的大平板湿法卧式电除尘器的重要性能数据，可以看出设计电除尘器过程中，理论与实际相结合的重要性。

(1) 由于大平板湿法卧式电除尘器的操作比较稳定、运转周期长、处理煤气量大，故鞍钢燃气厂转炉煤气精净化系统选用板式电除尘器是经济合适的。

(2) 虽然大平板的加工比小平板困难，但在当今技术条件下，大平板轧制已经达到了较先进的水平，因此，同样空间的电除尘器，大平板的除尘面积要比小平板的除尘面积多25%左右。

(3) 电除尘器的电晕电极直接影响除尘电场的均匀性，因此采用小鱼骨线作为电晕电极。该种电晕电极在300mm的电场空间内，各处的场强基本一致。

煤气精除尘应用电除尘器日益广泛，特别是大型高炉煤气清洗采用洗涤塔配套大平板湿法卧式电除尘器，其效果将会十分显著。

（编辑 许平静）

收稿日期：2003—04—12

减少了轧辊的刮撞损耗；设备稳固可靠，可以整体机架更换，也可以实现上下辊及刀具架的快速更换；传动辊和刀具架采用喷水冷却，适合于高温生产。该开发项目已经获得国家专利，并且已应用到首钢中厚板厂生产线上。由于其具有的优点及广泛的适用性，可以在连铸生产和中厚板生产中推广使用。

（编辑 孙永方）

收稿日期：2003—01—10