

# 活套控制技术在棒材连轧机上的应用

刘文斌

(首钢热连轧厂筹备组,北京 100041)

**摘要** 分析了首钢棒材生产线活套系统的工作原理,提出了其在生产应用中的问题及相应的解决方法。

**关键词** 活套 棒材 连轧机

## Application of the Control Technology of Loop to continuous Rolling Bar Mill

Liu Wenbin

**Abstract** The working principle of the loop system on the steel bar rolling line of Shougang has been analyzed. The questions of applying the system to practice and the corresponding solutions have been put forward.

**Key Words** Loop, Continuous Bar Rolling Mill.

### 1 前言

活套器是现代棒材连轧机速度自动调节控制系统不可或缺的环节。它能使相邻机架间的棒材在无张力下贮存一定的活套量,作为机架间速度不协调时的缓冲环节,从而消除轧制中各机架间动态速度变化所引起的轧件尺寸精度波动。活套器按起套方向可分为侧活套器和立活套器,采用何种形式要根据具体的工艺设备条件确定。首钢原第一型材厂共有 16 架轧机,其精轧机组采用平立交替布置形式,成品轧机(即 16 号轧机)为水平轧机,11、13、15 号轧机为立式轧机,因此该厂活套器采用侧活套器,活套辊采用气缸驱动。

### 2 活套系统的工作原理

#### 2.1 轧机的主设定方式

该厂连轧机,以成品机架(即 16 号机架)为基准机架,保持其速度不变并作为基准速度设定,前面机架速度根据金属秒流量相等原则,自动按比例设定;在轧制过程中,来自活套闭环控制的调节量和人工的手动干预调节量,依次按逆轧制方向对其前面各机架的速度作增减,实现级联控制。

在轧制不同规格棒材时,由确定的末架轧机速度( $V_{LS}$ ),并根据各机架金属秒流量相等的原则有:

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 = \dots = A_i \times V_i \quad (1)$$

式中,  $A_1, A_2, \dots, A_i$  为各机架孔型面积; $V_1, V_2, \dots, V_i$  为各机架线速度; $i$  为机架号。由(1)式可得:

$$V_{i-1} = (A_i / A_{i-1}) \times V_i \quad (2)$$

由延伸率定义得:

$$E_i = A_{i-1} / A_i$$

$$\text{则 } V_{i-1} = V_i / E_i \quad (3)$$

式中: $E_i$  为  $i$  机架的延伸率, $E_i > 1$ 。

式(3)为速度级联设定和级联调节的基本关系式。若已知末机架的基准速度,则根据式(3)依次计算出前面各机架的速度,即可实现速度的自动设定。轧制中保持末架速度不变,来自手动干预以及机架间活套调节的调节量也遵循式(2)的关系,对各机架速度进行调节。

#### 2.2 活套的控制过程

两机架间的活套控制环节与单架轧机速度控制系统,实质上构成一个三环控制系统(位置环、速度环和电流环),见图 1。

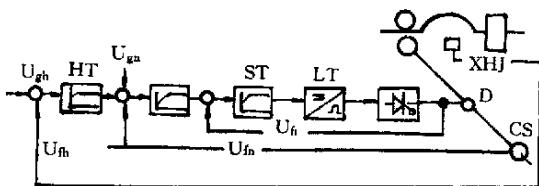


图 1 活套控制系统示意

HT—活套调节器;ST—速度调节器;LT—电流调节器;CS—测速发电机; $U_{gh}$ —电机实际电流反馈值; $U_{fh}$ —电机转速反馈值;XHJ—活套位置检测器;D—上架轧机传动电动机

图中,套高设定( $U_{gh}$ ):由操作台上相应的套高设定电位器发出电压信号,其有效值为0V~+10V。

套高反馈( $U_{fh}$ ):由现场扫描器检测钢的相对位置而输出的电压值,有效范围为-10V~0V。

调节器输出( $U_o$ ):参与级联调升降速的调节,有效值为-10V~+10V。

对应级联的调整量的范围是±8%,此值符合下列公式:

$$U_o \approx K(U_{gh} + U_{fh})$$

式中,K为调节器的放大倍数。

活套的起落过程:轧件头部出10号轧机时,轧机的速度要先适当升高,以便轧件咬入11号轧机后,能产生一定量的“多余”轧件,这些“多余”的轧件在起套器的作用下形成活套。

为了精确控制起套器的动作,使其在轧件咬入11号轧机时,恰好开始动作,该系统采用9号与10号轧机之间的热金属检测器检测轧件的头部信号,经设定的延时,控制1号活套起套器的电磁阀得电,从而按要求起套。

当轧件的尾部离开9号轧机时,安装在9号与10号轧机之间热金属检测器失光,收套延时启动,经设定的延时,1号起套器的电磁阀失电,起套器收回。同时1号活套调节器向10号轧机级联发出级联降速信号,10号轧机降速,完成收套过程。

活套调节过程:起套前,在活套高度给定 $U_{gh}$ 作用下,速度调节器ST使上游电机升速。由于此时现场检测器(XHJ)检测高度信号较低,使HT产生较大偏差,该偏差被折算成相对值向本机架及上游机架传递,最终转换成与各机架设定转速

相关的绝对量,保证上游机架按相同比例升速,使活套高度反馈量 $U_{fh}$ 增加。在HT作用下,最终使 $U_{gh} = U_{fh}$ ,套高达到设定值。由于某种扰动使套量增大或减小时,HT产生偏差转换成百分量,使上游机架按相同比例升速或降速,最终克服扰动,把活套调到稳定高度。

### 3 影响活套运行因素的分析

通过活套的安装、调试和生产实践,概括影响活套正常运行的因素有以下几点。

#### 3.1 正确定立活套调节范围

根据工艺情况以及轧机间的距离,将套高设定为300mm。因频繁调节活套会导致系统的不稳定,故把活套稳定在250±50mm,调节系统才进行调节,最终稳定在该范围内。为此,采用HT调节器前增加一死区插件来实现。

#### 3.2 调速系统性能对活套调节性能的影响

活套控制的对象是轧机直流调速系统。因此,内环调速系统性能的好坏,将直接影响外环活套调节的性能。在活套调试和投入使用中,轧制不同规格螺纹钢时,发现活套有时调节、控制不稳定且互相影响。在轧制直径为12mm螺纹钢时,测试轧机主传动系统发现:有的轧机咬钢速降大,如6号轧机达到5.6%;有的轧机咬钢后恢复时间长,如11号轧机达到1.5s;有的轧机存在较大的速度静差,如6号和7号轧机分别有2.5%和6%的速度静差。此外,测试表明该连轧机组的级联调系统的一致性较差。

其主要原因是,该厂轧机主传动系统为分立元件可控硅直流调速,系统的动态特性较差。在现有设备条件下,采取调整主传动系统的速度环和电流环的有关参数,使直流调速系统的特性得到改善,并对级联调系统重新接地,使轧机级联系统一致,改善了内环调速系统性能的低劣对外环活套调节环节的影响。

#### 3.3 扫描器性能对系统的影响

由于受轧制线温度和水蒸汽等环境因素的影响和其本身结构存在的问题,有时活套扫描器不能稳定工作,使活套产生波动或导致系统失控。

由于扫描器产生的误差不是产生在闭环系统之内,系统对它无力调节,因此要注意扫描器的精度和灵敏度,加强维护。在生产中,为降低扫描器

(下转第26页)

精镗孔时,切削刀具上承受均匀负荷,从而保证 $\varnothing 210^{+0.2}_{-0.1}$ mm 内孔及圆柱度 $\leq 0.1$ ,且粗糙度达 $Ra 6.3\mu m$ 。

### 3.2 车(即辊身精加工)

该工序为控制动平衡精度的重要工序,为此建立了工序质量控制点,对影响动平衡精度的诸多因素进行了分析,提出相应的对策,安排设备管理部门对设备进行精检调试,保证工艺部门的需要,建立操作指导卡,正确指导操作者进行操作、质量控制和检验。同时,工艺上对该工序做了详细的安排,要求操作者必须以上道工序加工成的 $\varnothing 210^{+0.2}_{-0.1}$ mm 内孔为找正基准,半精加工外圆 $\varnothing 258^{+0.1}_{-0.1}$ mm 为 $\varnothing 258.2mm \sim \varnothing 258.25mm$ ,精加工 $\varnothing 258^{+0.1}_{-0.1}$ mm,必须一次走刀完成,达 $Ra 6.3\mu m$ ,并保证外圆圆柱度 $\leq 0.1mm$ 的要求,同时,要求 $\varnothing 258^{+0.1}_{-0.1}$ mm 外圆不允许出现扎刀、接刀、划伤等缺陷。

### 3.3 磁粉探伤

对辊身 $\varnothing 258^{+0.1}_{-0.1}$ mm 外圆进行磁粉探伤,目的是防止热轧钢管表面有裂纹的辊身进入喷焊工

序,这是保证喷焊层表面不产生裂纹的重要手段。

### 3.4 精车

因辊身 $\varnothing 260_{-0.2}$ mm 外圆喷焊层为镍基粉末合金,高温成型,硬度为 HRC55—60,属难切削材料,辊身长为 1900mm,加工面较大,如果磨削加工,十分困难,且效率低,生产周期长,成本高,所以采用车床选用立方氮化硼 CBN 先进刀具加工,既提高效率,缩短生产周期,降低成本,也保证了设计精度要求。

## 4 总结

喷焊辊子是目前国内开发的最先进产品,是高温、高速运转的部件,其质量直接影响钢厂的生产效率,本文对影响动平衡精度的诸多因素作了充分详细的分析,并采取了相应的工艺措施。经装配、试车、检验,完全达到了设计要求。其优质、高效、长寿的使用性能,深受用户好评。

(2002年1月23日收稿)

责任编辑 龙礼建

(上接第 20 页)

对系统的影响,采取简化活套起套和落套的顺序逻辑控制。该厂 4 个活套的起套和落套控制都采用 9 号与 10 号轧机之间的热金属检测器感光,分别加适当的起套和落套延时来实现,而活套扫描器本身仅完成实际套量的检测。

### 3.4 正确调整和操作是活套稳定运行的关键

单架轧机的速度给定值由基准值、联调值和活套量组成。基准值按秒流量相等设定轧机空载转速;联调值是人工干预基准值,保证实际轧制转速的秒流量相等;活套量保证活套的自动形成和稳定。若基准值设定不准,或联调值参与调节过多,必将影响活套量的调节作用而形不成套,产生堆拉。在生产中,在套高设定合适情况下,操作人

员应采用联调量修正基准设定值,把活套调到设定高度上,以保证按秒流量相等原则进行轧制,此时活套量应趋于零。

## 4 结语

首钢原第一型材厂活套系统投入使用以来,通过不断完善轧机速度调节环节和级联调的性能,活套系统运行日趋稳定,产品质量不断提高。活套系统能否正常调节的关键,是保证活套扫描器较高的灵敏度和精度,改善活套的起套和落套条件,以及正确的操作与调整。轧机主传动系统动静态特性的好坏,对活套系统的正常工作起着至关重要的作用。◆