

## 高速线材轧机吐丝机的定位控制系统

### 吐丝机定位控制系统的硬件配置

我公司高速线材轧机的计算机控制系统和传动控制系统，全部由 ABB 公司提供。整个主轧线由三套 Master Piece 260/1 过程控制计算机组成，称为 RMC2、RMC3、RMC4，其中 RMC2 负责对轧线的主副传动、飞剪、吐丝机定位进行控制。吐丝机定位控制部分示意图如图 1 所示。

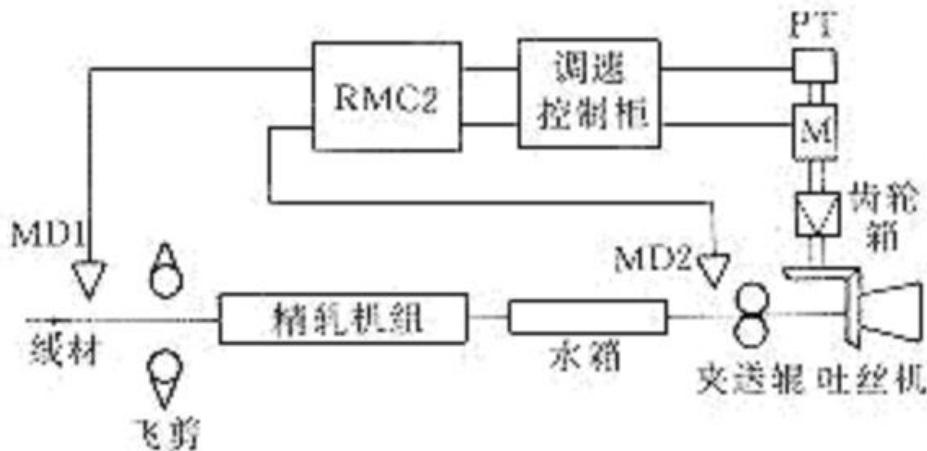


图1 吐丝机定位控制示意图

RMC2—Master Piece 260/1过程控制计算机；

PT—脉冲变送器；

M—传动电机；

MD1、MD2—热金属检测器

### 金属检测器

#### 1.1 传动控制单元

吐丝机是由一台 250kW，转速为 1650r/min 的直流电机传动，传动柜采用了 ABB 公司的全数字式晶闸管调速控制柜(型号 TYRAKM IDI II)。它的速度给定可由传动柜本地给定，也可以由上位机 RMC2 通过现场总线 Master field Bus 进行，根据吐丝机定位控制的要求，2%的突加给定，电机的上升时间小于 300ms。

#### 1.2 脉冲变送器

脉冲变送器安装在吐丝机传动电机的尾部与电机转子同步旋

转。当变送器旋转时，由三个通道输出方波脉冲：脉冲变送器 A、B 两通道在电机旋转一周时输出 1024 个方波脉冲，在相位上互差  $90^\circ$ ；C 通道在电机旋转一圈时只输出一个方波脉冲，称为周脉冲。它的输出除作为电动机的速度反馈外，还将接在计数板 DSDP170 的输入端，进行脉冲计数。根据每个脉冲对应的角度数，计算出吐丝机吐丝管的旋转角度和轧件头部在定位区域所处的位置。

### 1.3 计数单元

在 RMC2 计算机框架里，安装了一块 DSDP170 计数板，它有 4 个计数通道对输入的方波脉冲进行计数。为了进行吐丝机的定位控制，这里把脉冲变送器的输出信号连接到 DSDP170 计数板的 C1 通道和 C2 通道，通过对变送器的输出脉冲计数，计算机能计算出吐丝管旋转到什么角度，从而控制轧件头部出吐丝管的角度。

### 1.4 热金属检测器

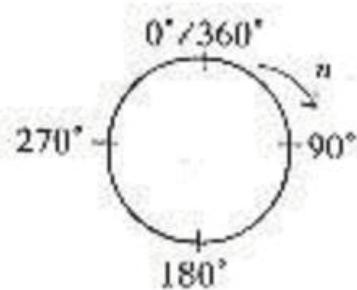
热金属检测器主要用于检测高温轧件的位置。当高温轧件被热金属检测器探测到时，输出高电平信号，无轧件时，输出低电平信号。

## 2 吐丝机头部定位的控制方式

吐丝机头部定位控制主要是确保轧件通过吐丝机时，轧件头部能够在给定位置出吐丝管。我们采用了两种方式，一是通过改变精轧机前的飞剪剪切长度，二是通过改变吐丝机的转速，实现对吐丝机的头部定位，使轧件头部在给定位置的范围内从吐丝管出来。下面根据美国摩根公司对吐丝机头部定位的技术要求：轧件头部输出位置(角度)=给定位置(角度) $\pm 60^\circ$ ，分析计算机控制的吐丝机定位控制系统。

### 2.1 飞剪剪切长度校正的吐丝机头部定位控制

在分析飞剪剪切长度校正的吐丝机头部定位控制之前，简单介绍一下吐丝管口的旋转轨迹与角度的计算方法。吐丝机作高速旋转时，吐丝机内吐丝机管口的旋转轨迹如图 2 所示。



## 图2 面对吐丝机吐丝管口的旋转轨迹

由图 2 吐丝管的旋转轨迹图看出，旋转的正方向为顺时针方向，它的实际旋转角度  $\alpha$  为

$$\alpha = \beta PTOT - 2k\pi \quad \text{面} (k=1,2,\dots,n)$$

式中  $\beta$  为每个脉冲对应的角度(这里是指  $360^\circ / 1024$ )；PTOT 为计数板计数脉冲总数。

计算机在进行计算时得出  $\alpha$  角的变化范围为  $0^\circ \sim 360^\circ$ 。

飞剪剪切长度校正的头部定位控制原理是通过增加精轧机前的飞剪起动时间使轧件头部延迟到达吐丝管口而达到控制吐丝机头部定位的目的。控制的具体方法：当轧件头部出吐丝管口时，计算机采样实际的输出位置角度值，通过与给定位置值相比较，计算出新的位置给定点。当下一根线材达到飞剪前的热金属检测器 MD1 时，计算机采样此时吐丝管口的角度值，然后根据这个角度值和新的位置设定点值及吐丝管口的旋转速度计算出飞剪校正的时间值，将这个值与设定长度飞剪剪切时间相加就得到了飞剪的起动时间。

当我们选用飞剪校正控制吐丝机头部定位方式时，使用图 3 的计算机程序框图，框图里程序各元素均用 ABB MASTERPICE 语言表示。

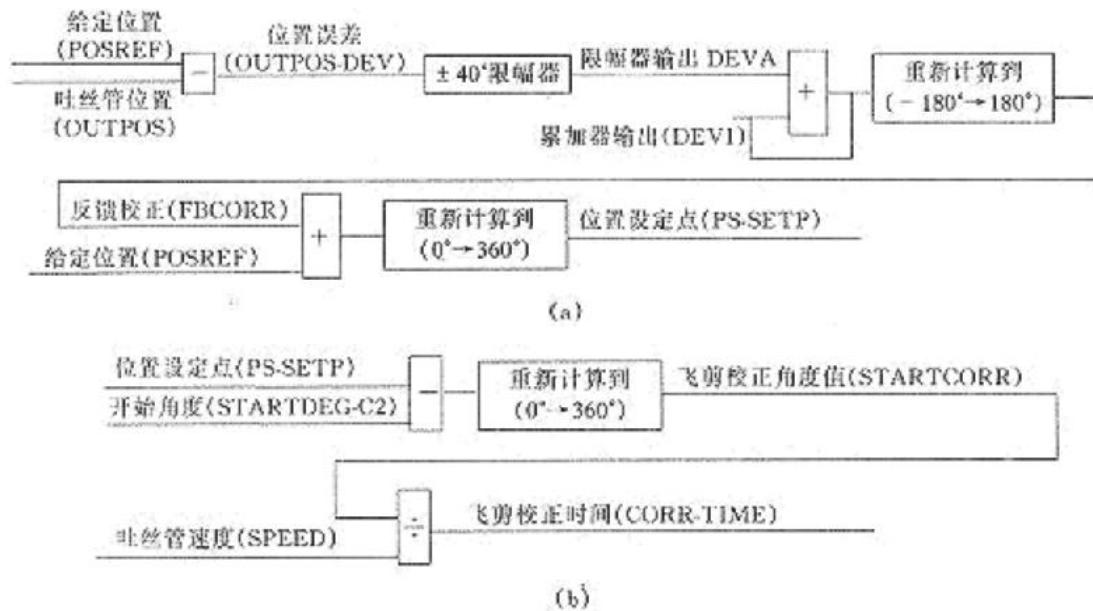


图3 飞剪校正控制吐丝机头部定位程序框图

当轧件到达夹送辊前热金属检测器 MD2 时, 计算机执行图 3(a)程序, 它的主要任务是采样, 将采样时吐丝管口的实际角度值与给定位置相比较, 求得位置误差值 OUTPOS-DEV。根据工艺对吐丝机定位误差 $\pm 60^\circ$ 的要求, 通过 $\pm 40^\circ$ 的限幅器, 即对位置误差值 OUTPOS-DEV 在 $\pm 40^\circ$ 之内的, 只作小的校正, 对大于 $\pm 40^\circ$ 的位置误差增大校正值, 经 $\pm 40^\circ$ 限幅器输出的位置误差值 DEVA 与累加器输出值 DEVI 相加, 经 $-180^\circ \rightarrow +180^\circ$ 重新计算单元计算得到反馈校正值 FBCORR, 它再与位置给定值 POSREF 相加, 通过 $0^\circ \rightarrow 360^\circ$ 重新计算单元计算, 得到下一根钢的位置设定点值 PS-SETP。当第 2 根钢到达飞剪前热金属检测器 MD1 时, 计算机执行图 3(b)程序。计算机采样吐丝管口的位置, 得到此时吐丝管口的开始角度值 STARTDEG-C2。将位置设定点值 PS-SETP 和 STARTDEG-C2 送入减法器, 然后再送到 $0^\circ \rightarrow 360^\circ$ 重新计算单元得到飞剪校正角度值 STARTCORR。这个值再除以吐丝管旋转速度 SPEED, 得到飞剪校正时间 CORR-TIME 值, 将这个值与设定长度飞剪剪切时间相加就得到飞剪的实际起动时间。

由图 3 程序可见, 位置设定值 PS-SETP 是随着输出位置误差值变化并改变飞剪的起动时间, 使吐丝管的出口位置不断地逼近

给定位置。图 4 示出在轧制速度  $105\text{m/s}$  下, 轧制  $\Phi 6.5\text{mm}$  线材时, 飞剪校正吐丝机定位控制头部输出位置, 给定位置  $320^\circ$ (即  $-40^\circ$ )。从图 4 可以看出吐丝管的输出位置即轧件头部出吐丝管的实际位置, 满足了工艺的要求。

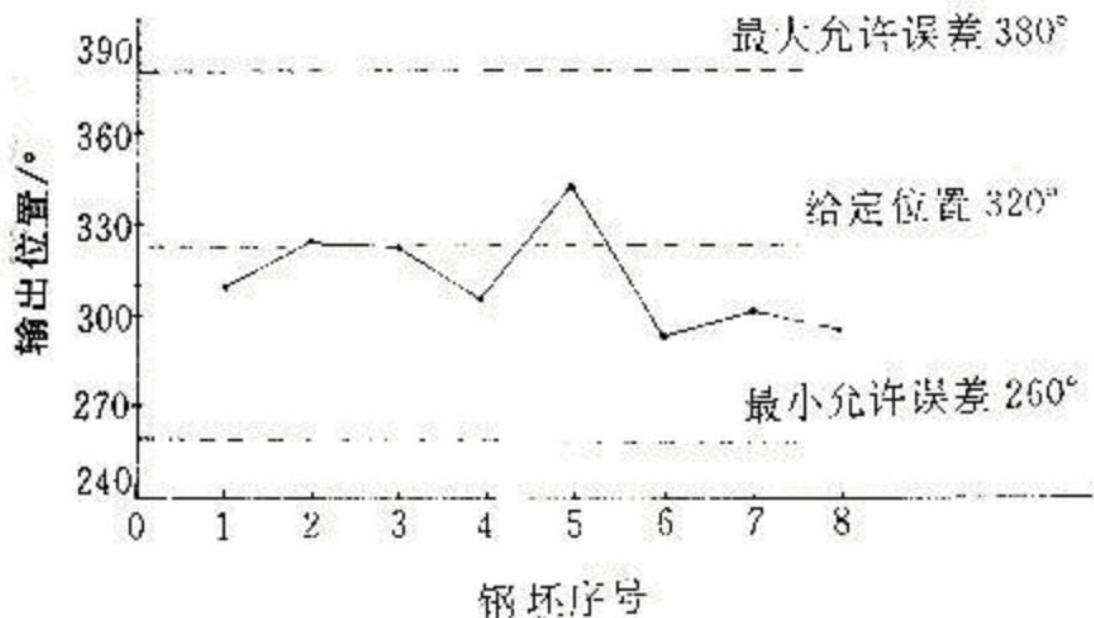


图4 飞剪校正吐丝机头部输出位置图

## 2.2 改变吐丝机速度的吐丝机头部定位控制

实现吐丝机定位的另一种方法是轧件头部经过飞剪前热金属检测器 MD1 和夹送辊前热金属检测器 MD2 区间时, 通过检测设定点位置与轧件实际头部位置误差, 经积分器产生位置给定, 在与轧件实际位置相比较产生速度给定值后送直流电机传动柜, 调节吐丝机电机速度而使轧件头部按照给定的位置从吐丝机管口出来。其控制程序参见图 5。

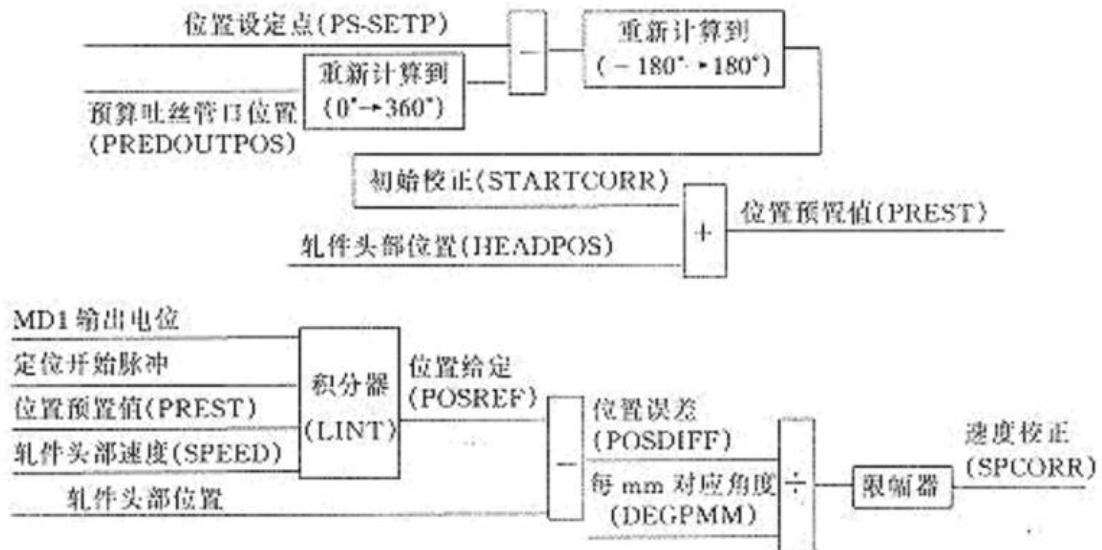


图5 改变吐丝机速度的吐丝机头部定位控制程序框图

当选择改变吐丝机速度进行定位模式时，定位控制在热金属检测器 MD1 和 MD2 之间进行。当第 1 根轧件头部通过 MD2 后，与飞剪校正的吐丝机定位方式一样，首先执行图 3(a)的程序，计算出下一根的位置设定点值 PS-SETP。当第 2 根轧件头部到达 MD1 检测器时，计算机执行图 5 所示程序。首先计算机采样吐丝管的实际位置，根据 MD1 到吐丝管出口的距离计算出轧件将在什么位置从吐丝管口出来的位置值 PREDOUTPOS，然后将位置设定点 PS-SETP 和 PREDOUTPOS 相比较后，得到初始的位置误差值 STARTERR，再与 DSDP170 的 C1 通道轧件头部计数器的计数值相加得到初始的位置预置值 PREST，将该值送入能够跟踪轧件头部的积分器，作为积分器的初始值，积分器输出端输出位置给定值 POSREF，与 DSDP170 的 C1 通道的轧件头部位置值相比较得到位置误差值 POSDIFF。这个值经计算机运算后，将位置值转换成速度校正值 SPCORR 送吐丝机传动柜调节吐丝机电机转速，从而达到控制轧件在预定的位置从吐丝管输出。图 6 示出在轧制速度 105m/s 下，轧制  $\Phi 6.5$ mm 线材时，改变吐丝机速度进行定位的头部输出位置，位置给定值  $320^\circ$ 。

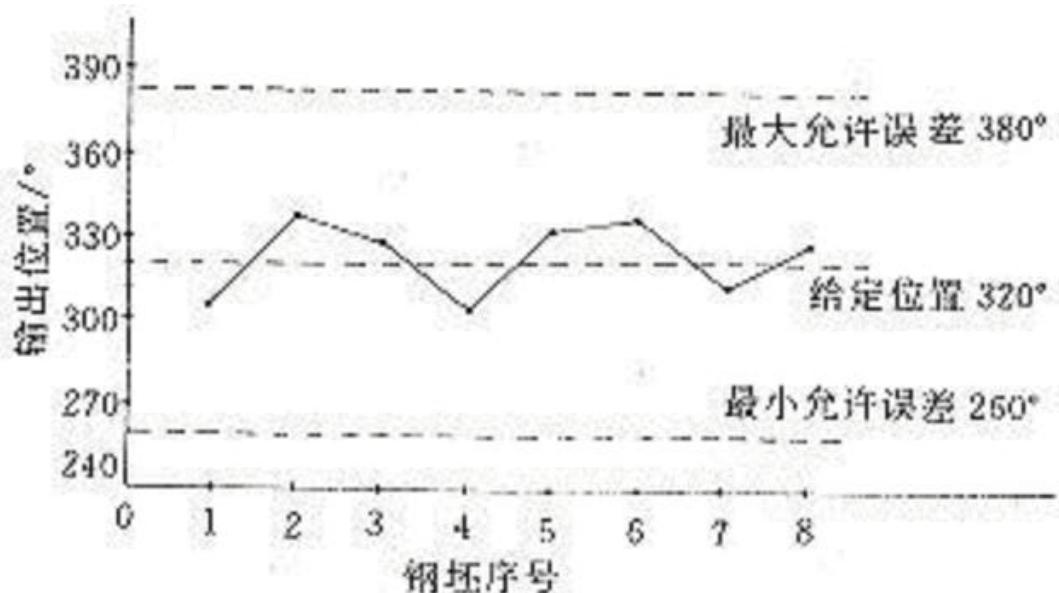


图6 吐丝机速度校正头部输出位置图