

[电气控制]

冷床动齿同步问题的研究与应用

文/山东钢铁集团莱芜分公司棒材厂 安百光

主要针对冷床动齿不同步运行存在的问题，通过研究与实践，实现动齿的同步运行。

目前，冷床动齿电气控制系统是由西门子S7-400 PLC和6RA70组成，它们之间通Profibus-DP网相连接。由6RA70传动控制柜控制冷床两台直流电动机，来完成对冷床控制系统的整体控制。

自投入生产以来，两段冷床动齿在使用过程中经常出现不同步的现象，由此产生大量的废钢、热停工时，严重影响车间的生产节奏，是生产的一个瓶颈。

存在的问题

1. 动齿的工艺要求

根据生产工艺对动齿的要求，其速度响应的要求非常高，因此6RA70控制柜的功率柜的主回路采用可逆控制方式。冷床控制方式是起/停式控制方式，两组动齿靠电气同步，动作要求为：起动—运行—制动—停止，动作周期最小时间保证3 s，其工作曲线如图1所示。

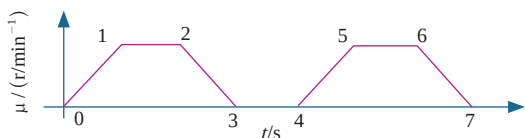


图1 动齿的工作曲线示意图

图1中0—1为冷床起动加速过程；1—2为冷床匀速运动过程；2—3为冷床减速制动过程；3—4为冷床接料等待过程。

2. 问题查找

1) 控制方式不合理，原控制方式是两台电动机独立控制，在PLC中编程，通过Profibus-DP同时对6RA70直流调速器进行起停，速度的给定，PLC的循环扫描工作方式等原因，会出现不同步的

现象。

2) 位置控制不合理，原控制是通过安装在电动机轴上的脉冲编码器的数值来计算，在动齿的低速轴上安装一个接近开关，用于设置零位，脉冲编码器是小能量、弱信号回路，极易遭受变频器干扰，造成脉冲编码器的脉冲丢失，造成位置计算错误，出现动齿不同步。如图2所示。

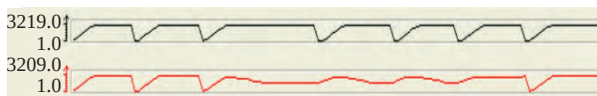


图2 脉冲编码器出现异常时的动齿位置曲线

图2中所示，动齿2的位置出现异常，其主要原因就是由于脉冲丢失所造成的。

3、速度反馈方式不合理，原传动系统中所采用的脉冲编码器反馈方式，脉冲编码器是电气传动控制中采用率最高的速度反馈方式，反馈方式比较简单，易于控制。由于车间的两台动齿电动机所处的环境比较恶劣，脉冲编码器的使用寿命都在减少，脉冲编码器计数不准确，将导致电流环无法正常工作，两动齿出现不同步现象。

研究方案的实施

1. 主从控制的应用

将原来两台动齿的传动控制方式改为主从控制，改为主从控制后，原来单一Profibus-DP通信就变成了Profibus-DP通信与peer-to-peer联合通信方式，在PLC控制系统中通过Profibus-DP网络给出主动装置的起停控制和速度给定，从动装置的起停控制、速度给定由主动

电动机通过peer-to-peer来完成,这样可以有效地改善由于PLC给定不同时的现象出现。设置

1[#]动齿为主动装置,2[#]动齿为从动装置,如图3所示。

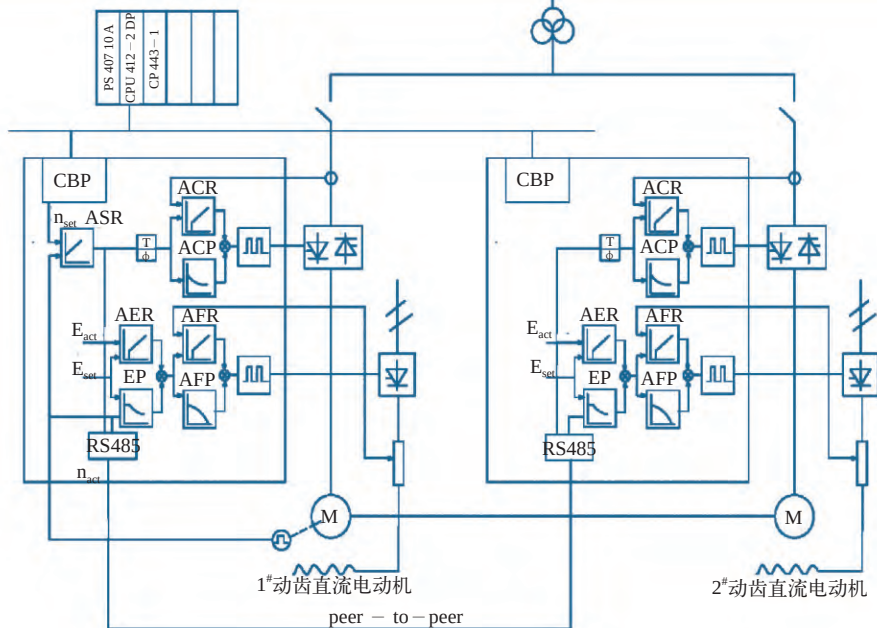


图3 动齿主从控制示意图

通过上图可以看出,1[#]动齿和2[#]动齿都工作在速度环工作状态,1[#]动齿的速度通过Profibus-DP网络来给定,2[#]动齿装置的斜坡发生器和速度调节器不处于激活状态,把1号动齿的斜坡函数发生器输出和控制字1通过peer-to-peer给到2[#]动齿速度环的给定和2[#]动齿的控制字1,1[#]动齿、2[#]动齿装置一起向前和向后运行,当 $n < n_{\text{MIN}}$ 时,同时停车。

2. 位置控制优化

原动齿控制系统中的减速位与停止位是由两台动齿所带的脉冲编码器的脉冲进行计算动齿转动的角度,减速位与停止位分别在200°和250°的位置,零位是由固定在减速机输出轴上在水平位置上一个接近开关来置零的。当到达减速位与停止位时,由PLC系统给出一个控制位,通过Profibus-DP传送到6RA70调速装置的控制字1的第2位和第1位中,实现电动机减速与停止,之后冷床床面通过机械重锤达到平衡,实现整个动作过程。

基于接近开关的稳定性,将动齿的减速位停止位由编码器计算控制改为接近开关位置控制,接近开关分别安装于动齿减速机输出轴上,每个动齿安装两个接近开关,用于减速位停止位的判断,安装在冷床两头,这样有利于散热,延长接近开关的使用寿命,降低设备的维修率。

3. 反馈方式的改变

在励磁电流不变的前提下,直流电动机的转

速与直流电动机电枢绕组的感应电动势成正比,利用电压负反馈来代替转速负反馈,可以节省测速装置,降低设备的维修时间,降低调速系统成本。

直流电动机的反电动势和电枢电压、电枢电流以及电枢电阻的关系如下

$$E_a = U_d - I_d R_d \quad (1)$$

式中, U_d 为电枢电压, I_d 为电枢电流, R_d 为电枢电阻,而直流电动机的反电动势和转速、磁通的关系为

$$E_a = C_e \Phi n \quad (2)$$

当励磁绕组匝数不变时,励磁磁通 Φ 不变, C_e 为常量。

由(2)式可知转速 n 与反电动势 E_a 成正比,而实时反电动势 E_a 可由实时电枢电压值经过转换得到式(1),将其反馈至速度控制系统即可实现转速闭环控制,平滑调速。

应用效果

通过以上可靠有效措施的实施,冷床动齿同步稳定性得到有效提高,不同步现象彻底消除,满足了车间快速生产的需要,减少了轧废、热停工时以及工人的维修工作量,降低了设备备件消耗,取得了良好的经济效益。EA

(收稿日期:2015.10.20)

(编辑:白文亭)