

文章编号:1003-7837(2000)01-0063-07

RX-300热旋压机电气控制系统的研制

刘 宇 红

(广州有色金属研究院, 广东 广州 510651)

摘要: RX-300热旋压机的电气控制部分分为五个系统:(1)中频感应加热系统;(2)主轴传动系统;(3)辊轮进给系统;(4)液压操作系统;(5)工作参数测量和数字显示系统。它不但解决了传统旋压机存在的对工件加热不均匀,易使工件变形烧损的难题,同时也提高了工作效率和产品质量。该机适合于旋压多种金属管材,生产钨、钼等难熔金属薄壁管材更显示出其优越性。

关键词: 旋压机; 电气控制; 数字显示; 集成电路

中图分类号: TP271⁺.4 文献标识码: B

传统的旋压机是采用氧-乙炔焰加热工件,存在着加热不均匀以及氧-乙炔焰会使较薄的工件和靠近火焰加热区的工件变形烧损等问题。RX-300热旋压机解决了旧式旋压机存在的问题,提高了工作效率和产品质量,是加工钨、钼等难熔金属薄壁管材和铜、铝合金及其他合金钢管材的先进设备。

1 中频感应加热系统

为了改善工作条件,缩短工件的加热时间,提高工作效率,减少工件在加热时的变形,选用KGPS-100-2.5型可控硅(SCR)中频装置,将传统的火焰加热方式改为中频感应加热方式。其工作原理框图如图1所示。

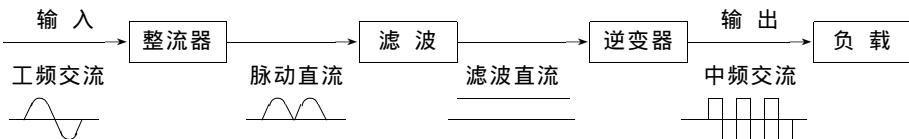


图1 交流—直流—交流逆变器方框图

Fig. 1 Block diagram of AC-DC-AC inverter

SCR中频感应装置是通过三相桥式整流电路,把50Hz的工频交流电流整流成直流,再经

过一个滤波器(直流电抗器)进行滤波,最后经一逆变器将直流变为单相中频交流电供给负载。SCR 中频电源加热效率高,一般为 90%~95%,其工作频率随着负载的变化而自动变化,始终保持运行在最佳频率状态。电路上采用了过电流、过电压保护及脉冲封锁等保护电路,发生故障时能快速响应。

2 主轴传动系统

主轴传动主要是拖动芯棒旋转,从而进行旋压。主轴的拖动电机为 13 kW 的直流他励电动机。控制主轴电机的是 KSF204-80/220-B6C 型高精度直流传动用 SCR 整流电源。其方框图如图 2 所示。

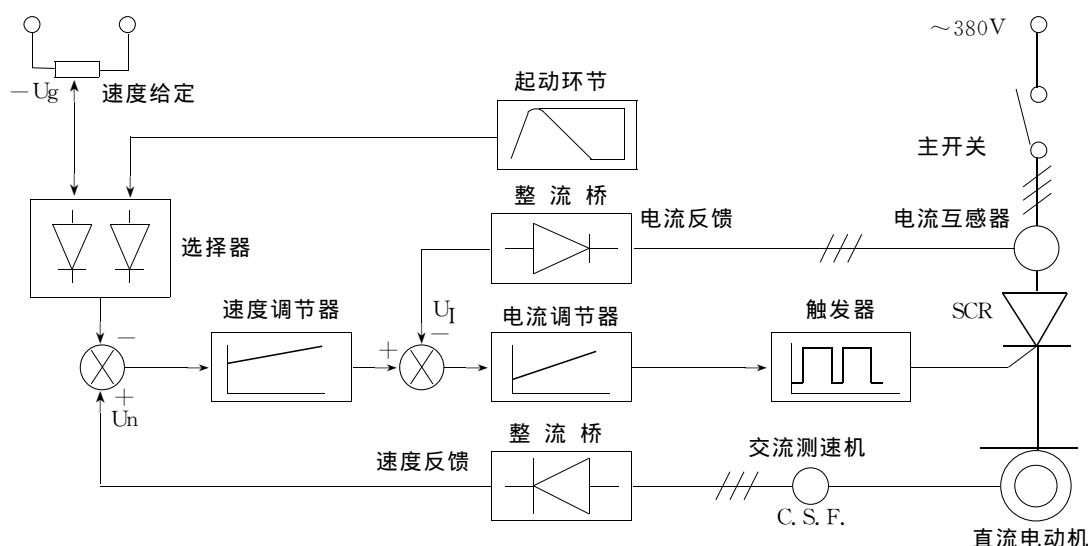


图 2 直流传动用 SCR 整流电源原理框图

Fig. 2 Principle block diagram of SCR rectifying power source for DC transmission

由图 2 可见,该电源采用了电流小闭环和速度大闭环组成的全控桥式双闭环速度调节系统。由于电流小闭环的快速调节和锯齿波同步信号,提高了对空间电磁波的抗干扰能力。采用敏锐的电流截止(整定为 $1.5 I_H$),输出端有过流继电器(动作电流为 $2 I_H$),可有效地限制过载和故障电流。

在旋压开始阶段,管坯壁厚较大,辊轮进给量也较大,属粗加工阶段。当降低电枢电压调速时,磁通保持不变,即 $\Phi = \Phi_N$,因此输出的转矩为 $M = C_M \Phi I = C_M \Phi N I_N = M_N = \text{常数}$ 。由此可见,降低电压调速为恒转矩调速。

由电动机转速公式

$$n = \frac{U - IR_a}{C_e \Phi} \quad (1)$$

可知,当电压 U 降低时,转速 n 也降低,因此,在恒转矩调速时转速 n 小于 n_N ,以额定转速 n_N 为调速上限。随着旋压的进行,管壁越来越薄,辊轮进给量也相应地小些,属精加工阶段,这时需要芯棒高转速,所需力矩比较小。在减弱磁通调速时, $U = U_N, I = I_N$,由转速公式(1)得出磁通与转速的关系为:

$$\Phi = \frac{U - IR_a}{C_e n} = \frac{U_N - I_N R_a}{C_e n} = \frac{A}{n} \quad (2)$$

式中 $A = \frac{U_N - I_N R_a}{C_e}$ = 常数. 将式(2)代入转矩 M 和功率 P 的表达式得:

$$M = C_M \Phi I = C_M \frac{A}{n} I_N = \frac{A'}{n}, \text{ 式中 } A' = C_M A I_N = \text{常数}$$

$$P = \frac{Mn}{9565} = \frac{A'}{n} \times \frac{n}{9565} = \frac{A'}{9565} = \text{常数}$$

由此可见, 在减弱磁通调速时容许输出的功率保持不变, 所以弱磁调速属恒功率调速. 由式(2)可知, 当减弱磁通时, 转速增大. 因此在恒功率调速时, 转速 n 大于 n_N , 以额定转速 n_N 为调速下限. 采用的弱磁方法是降低励磁电压. 为防止励磁为零时产生“飞车”现象, 增加了励磁保护装置. 经过上述改进, 使主轴传动系统具有调速范围大, 转速稳定. 整个传动系统可适应不同旋压阶段对主轴转速的要求.

3 辊轮进给系统

旋压工件的精度主要取决于进给量的精度. 工艺要求的进给精度为 0.01 mm, 这样的精度只有采用步进电机拖动才能达到. 选用的步进电机是 130BF001 型反应式步进电机, 该电机相数为 5, 步距角为 0.75°. 脉冲分配方式采用的是 10 拍 2—3 态, 即: $AB \rightarrow ABC \rightarrow BC \rightarrow BCD \rightarrow CD \rightarrow CDE \rightarrow DE \rightarrow DEA \rightarrow EA \rightarrow EAB \rightarrow AB$.

旋压工艺对步进电机的控制要求是: 当辊轮进给到任意要求的进给值时, 自动停止进给; 进给速度可调; 可快速返回起始位置; 起、停方便等. 为满足上述要求, 选用 BK-5-5103·100H/L 型步进电机控制器. 其原理方框图如图 3 所示. 用 5 位 BCD 码拨盘设定辊轮进给量, 进给量的设定范围为 0.01~999.99 mm. 用荧光数码管显示辊轮的实际进给量, 其显示范围为 0.01~999.99 mm. 根据机械传动机构的传动比和步进电机的步距角, 计算得每 7 个脉冲进给 0.01 mm. 当显示值与设定值相等时, 控制电路发出信号, 步进电机停转, 辊轮停止进给. 该控制器面板上有“+”“-”选择, 可十分方便地进行步进电机的正反转、启动和停止等操作, 从而达到控制辊轮进给、后退和停止等目的. 该控制器使用了一块 EPROM(可编程只读存储器), 将脉冲分配、显示、变频等程序固化在存储器里. 控制器采用集成电路, 减少分立元件, 使线路简化, 故障少, 不会产生失步.

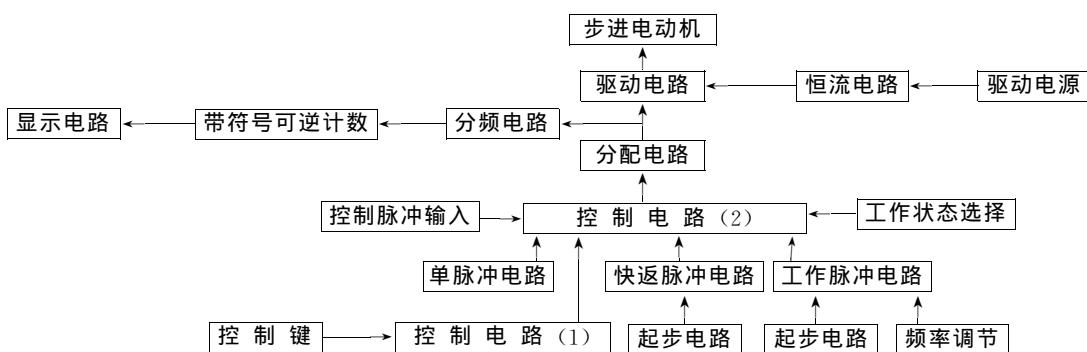
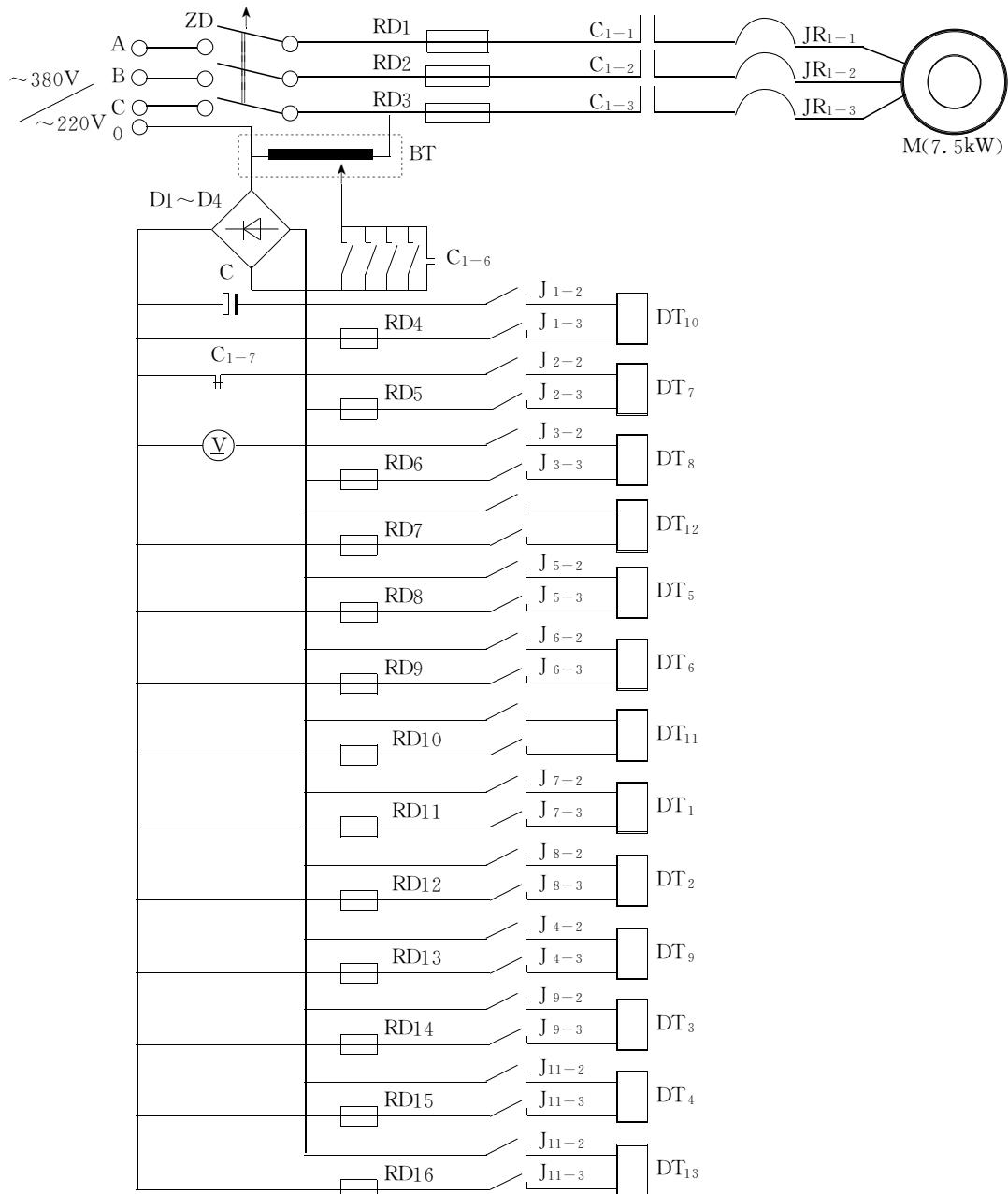


图 3 步进电机控制器原理框图

4 液压系统

液压系统是旋压机机体中的液压站、动横梁、辅助动横梁、顶推机构、送料机械手和送芯机构等的操作系统,分为控制柜、操作台两部分。系统的原理图如图 4、图 5 所示。

油泵运行后,各液压系统均有正常的油压,用继电器通过 DT₁—DT₁₃各电磁阀控制相应的油缸,分别操作各机构的各个部分。各操作都有电气联锁,即使误操作,也不会发生事故,确保操作的安全。



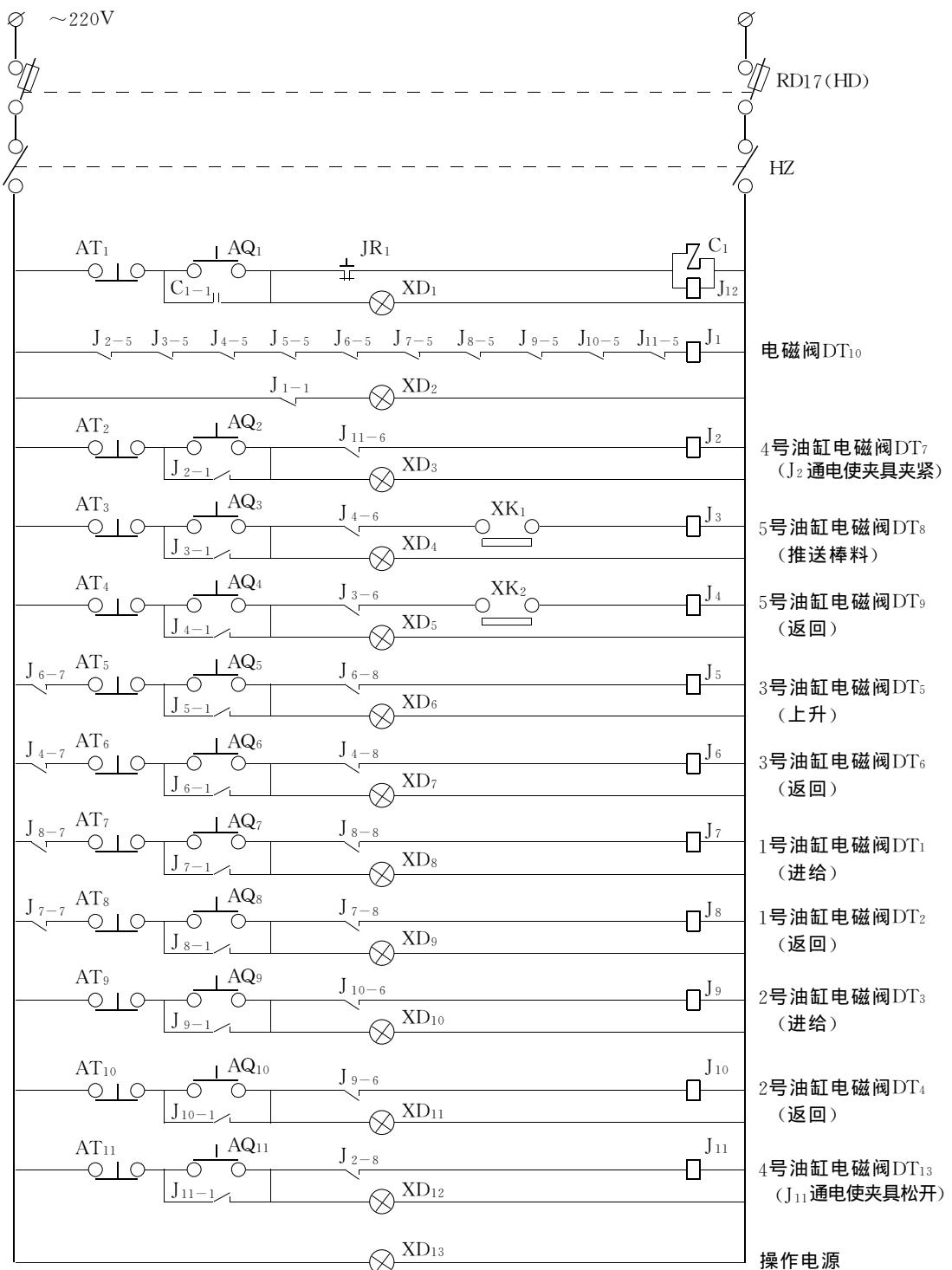


图 5 液压操作系统原理图 b

Fig. 4 Principle diagram(b) of hydraulic operating system

5 工作参数测量和数字显示系统

热旋压机工作时有 4 个参数需要实时测量并显示：(1) 工件加热的温度；(2) 辊轮进给量；(3) 机头上下运动的行程；(4) 主轴转速。

5.1 工件加热温度

采用 WFH-701 红外亮度测温仪对工件加热温度进行非接触式测量。该仪器的感温元件为 PbS, 测温范围为 200~1200℃。使用时只要把测温物镜对准目标并调整焦距，在主机显示面板上所显示的数字即为所测的温度。

5.2 辊轮进给量和机头上下运动的行程

采用直线感应同步器数显表测量这两个参数，其分辨精度为 0.01 mm。感应同步器由定尺和滑尺两部分组成。定尺和滑尺上各有一扁平状绕组。定尺上的绕组是连续的；滑尺上的绕组则是分段绕组(正余弦绕组)。感应同步器的这两部分绕组相当于变压器的初级和次级线圈，利用交变磁场和互感原理工作。安装时定尺上的扁平状绕组平面对滑尺上的扁平状绕组平面，两者之间相隔一定的空气隙。若在其中一部分的绕组上通以交流励磁电压，由于电磁耦合，在另一部分的绕组上就产生感应电势。该电势随定尺与滑尺的相对位置呈正余弦函数变化，再通过数显表将这些按正、余弦函数变化的电信号(模拟量)转换成数字量，就可精确地测出辊轮的进给量和机头上下运动的行程并用数字显示出来。

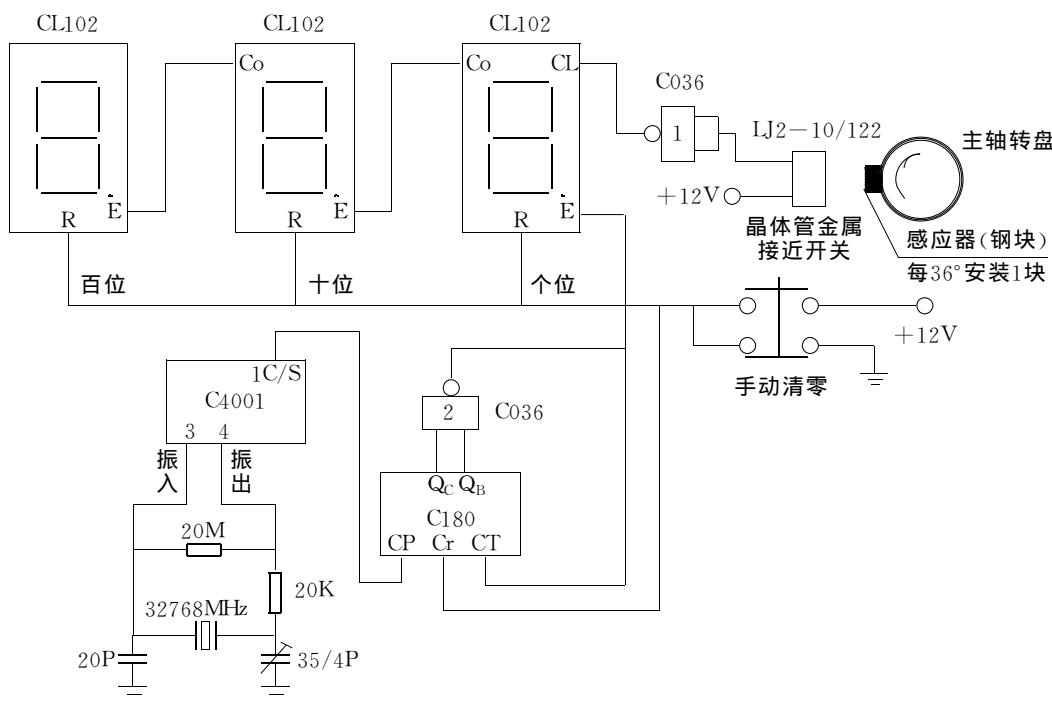


图 6 主轴转速测量电路原理图

Fig. 6 Principle diagram of measuring circuit for main shaft's rotation speed

5.3 主轴转速

主轴转盘上每隔 36° 加一感应金属块，以金属接近开关作为检测器，经过 6s 即可显示出主

轴每分钟的转速。显示部分选用 CMOS-LED 组合集成电路,该集成电路具有计数、锁存、7 笔段译码和驱动显示等功能。电路原理图见图 6。使用时将电源开关打开,按下测量按钮,6s 后数码管显示一稳定的数字,即是主轴每分钟的转速。若不按清零按钮,此数字一直保持;若需要重新测量转速,则先清零,再按一下测量按钮,6s 后又显示出新的转速。用这种电路测量主轴的转速既快又准,是较好的测转速电路。

6 讨 论

RX-300 旋压机已应用于生产实践。实际应用证明电控部分能够按照旋压工艺要求,对工艺参数和操作机构进行有效的测量、显示和控制,工作稳定可靠,达到了设计要求。该电控系统若能作以下改进则更加完善。

目前,工件加热温度、辊轮进给量和主轴转速等的控制是开环控制,若利用可编程控制器对其实行闭环控制,参数的控制精度将会大大提高。另外,继电控制盘也可用可编程控制器来代替,用程序代替硬件接线。实行这些改进措施,除了可以使设备的体积减小、能耗降低和可靠性提高外,在工艺流程确定的情况下,可以对整个旋压过程实现全自动控制。

7 结 语

热旋压机的电气系统是根据旋压工艺和机械传动方面的要求进行配套设计的。中频感应加热解决了传统旋压机在加热工件时存在的缺陷,高精度的主轴传动系统使主轴具有大的调速范围,转速稳定,采用步进电机调节辊轮进给量,加之应用数字显示技术,使整个加工过程可控、精密,而且操作方便,提高了工效,保证了产品质量。RX-300 热旋压机已成功应用于难熔钨、钼薄壁管材的生产。

Development of the electrical control systems of RX-300 hot spinning machine

LIU Yu-hong

(Guangzhou Research Institute of Non-Ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

Abstract: The electrical control part of RX-300 hot spinning machine consists of five systems: (1) mid-frequency induction heating system; (2) main shaft transmission system; (3) roll wheel feeding system; (4) hydraulic operating system; (5) system for working parameter measurement and digital display. The use of these systems can not only solve the problems existing in a traditional spinning machine, such as uneven heating to the workpiece and tendency to deform and burn the workpiece, but also raise the work efficiency and assure the quality of products. Equipped with those systems, RX-300 hot spinning machine is suitable for spinning of metallic tubes, especially thinned-wall tubes of refractory metals such as W and Mo.

万方数据

Key words: spinning machine; electrical control; digital display; integrated circuit.