

交流变频调速技术在 $\phi 108\text{mm}$ 张力减径机主传动系统中的应用

梁显华

(成都无缝钢管厂)

介绍了变频器的工作原理和异步电机变频调速的机械特性。 $\phi 108\text{mm}$ 张力减径机主传动采用变频调速系统后,设备满足工艺要求,故障率大为降低。

关键词 交流变频调速技术 张力减径机 调速系统 改造

APPLICATION OF SPEED REGULATION BY AC FREQUENCY CONVERTING TO THE MAIN DRIVE SYSTEM ON 108mm DIAMETER STRETCH-REDUCING MILL

Liang Xianhua

(Chengdu Seamless Steel Tube Plant)

The operation principles of frequency converter and the mechanical features of asynchronous motor speed regulation by frequency converting are concerned. The main drive on 108mm stretch-reducing mill can meet the process requirements with much less equipment failures after application of the speed regulation system by frequency converting.

Key words AC speed regulating by frequency-converting stretch-reducing mill speed-regulating system modification

1 前言

成都无缝钢管厂金堂分厂的 $\phi 108\text{mm}$ 液压差速式张力减径机是一台搬迁旧设备,自1988年与 $\phi 100\text{mm}$ 单孔型自动轧管机组配套使用后,由于设备性能差,工作时常出现连杆、差动齿轮、减速齿轮和接手损坏等故障。另外,该机的液压差速系统漏油严重,变量油泵及油泵电机、油品、备件消耗量大。据1990年统计,虽然设备一直处于断续工作状态,但维修费用仍高达8万余元。1991年1月,工厂对该机的调速系统进行了

技术改造,采用6台变频器组成的异步电机变频调速系统,取代原设备的油电机液压调速系统,使张力减径机的调速系统达到了生产工艺要求(集中差速式,调速范围为机架基本转速 $\pm 20\sim 30\text{r/min}$),设备也恢复了正常。实践证明,该系统工作稳定,调速操作简便。

2 变频器的工作原理

2.1 变频器控制方式

由电机学原理可知,三相异步电机定子每相电势的有效值为

$$E_1 = 4.44f_1 W_1 K_{w1} \phi_m \quad (1)$$

式中 E_1 ——定子每相感应电势有效值, V

f_1 ——定子频率, Hz

W_1 ——定子每相绕组串联匝数

K_{w1} ——基波绕组系数

ϕ_m ——每极气隙磁通量, W_b

调速时, 每极气隙磁通量 ϕ_m 应保持不变。由(1)式可知, 只要使 E_1/f_1 为常数, 便可使 ϕ_m 不变。因此, 异步电机变频调速一般采用恒压频比的控制方式。

2.2 变频器的工作原理

目前工业上常用的交—直—交变频调速系统见图1。系统由高性能变频调速器及负载异步电机组成。图中虚线框内为晶体管(GTR)通用型三相PWM变频器, 它由整流器A、中间滤波环节LC以及逆变器B等3部分组成。逆变器是变频器的核心, 它利用大功率晶体管作为开关元件, 采用高频脉冲宽度调制控制方法, 使输出交流电压得到良好调制, 更接近正弦波形。

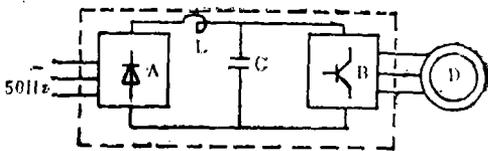


图1 变频调速系统示意图

3 异步电机变频调速的机械特性

在异步电机的等值电路(图2)中, 当忽略磁饱和及励磁电流时, 令电磁功率 $P_m = 3(I_2')^2 r_2' / S$ 、同步机械角转速 $\Omega_1 = \omega_1 / n_p$,

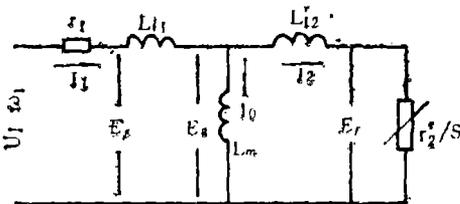


图2 异步电机等值电路

即可得到异步电机的电磁转矩

$$M = \frac{P_m}{\Omega_1} = 3n_p \left(\frac{U_1}{\omega_1} \right)^2 \cdot \frac{S \omega_1 r_2'}{(S r_1 + r_2')^2 + S^2 \omega_1^2 (L l_1 + L l_2')^2} \quad (2)$$

式中 r_1 、 r_2' ——定子电阻和折合到定子侧的转子电阻

$L l_1$ 、 $L l_2'$ ——定子漏感和折合到定子侧的转子漏感

U_1 、 ω_1 ——定子相电压和供电角频率

n_p ——电机极对数

S ——转差率

当 S 很小时, 可忽略(2)式分母中含 S 的项, 则(2)式可简化为

$$M \approx 3n_p \cdot \left(\frac{U_1}{\omega_1} \right)^2 \cdot \frac{S \omega_1}{r_2'} \propto S \quad (3)$$

这时, 机械特性 $M = f(S)$ 是一段直线, 见图3。

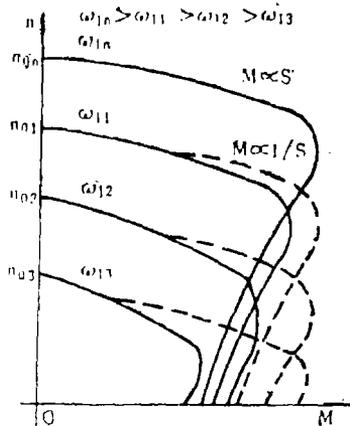


图3 恒压频比控制的变频调速机械特性

当 S 接近于1时, 可忽略(2)式分母中的 r_2' , 则(2)式可简化为

$$M \approx 3n_p \cdot \left(\frac{U_1}{\omega_1} \right)^2 \cdot \frac{\omega_1 r_2'}{S [r_1^2 + \omega_1^2 (L l_1 + L l_2')^2]} \propto \frac{1}{S} \quad (4)$$

这时, $M = f(S)$ 是对称于圆点的一段双曲线。

当异步电机采用恒压频比控制时, 同步转速随频率而变化。即

$$n_0 = 60f/n_p = 60\omega_1/2\pi n_p \quad (5)$$

系统带负载时的转速为

$$n = n_0(1 - S) = n_0 - Sn_0$$

则系统的转速降为

$$\Delta n = Sn_0 = 60S\omega_1/2\pi n_p \quad (6)$$

从(3)式所表示的机械特性的近似直线段可导出

$$S\omega_1 = Mr_2^2/3n_p \left(\frac{U_1}{\omega_1}\right)^2 \quad (7)$$

从(6)、(7)式可以看出, 当 U_1/ω_1 为恒值和转矩一定时, $S\omega_1$ 或 Δn 基本不变。也就是说, 在恒压频比条件下异步电机变频调速的机械特性是一族平行下移的曲线(见图3), 它们和直流电机调压调速的特性相似。所不同的是当负载转矩达到最大值时, 特性曲线就出现了下弯, 其 M_{max} 随 ω_1 的减小而变小。这一缺点可用变频器压降补偿方法来弥补。在低频时, 适当提高 U_1 就可以增加系统的过载能力(见图3虚线部分)。

由上述分析可知, 恒压频比控制的异步电机变频调速系统在各种频率下运行都可获得比较硬的机械特性。生产实践证明, 对于动态调速性能要求不高的张力减径机集中差速系统, 选用转速开环的变频调速系统是可行的。

4 异步电机变频调速系统的运行特性

在机组运行时, 实测了张力减径机某一机架的调速参数, 见表1。由实测调速参数作出了变频电机的运行特性曲线(图4)。从图4中可以看出, 电机空载运行处于A点, 负载运行处于B点, 它们均处于 $M = f(S)$ 曲线的直线段; 变频电机产生的力矩叠加到主传动力矩上, 以获得比较硬的机械特性, 满

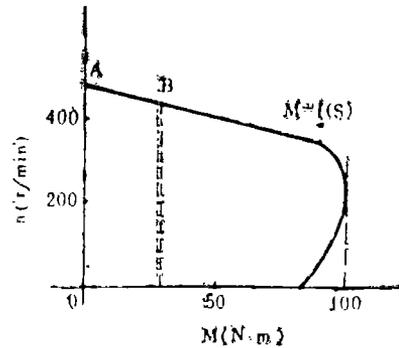


图4 变频电机的运行特征曲线

足工艺设计要求。这一结果与上述分析相符。采用变频调速系统后, 输出力矩完全达到原设计要求。

表1 张力减径机的一个机架调速参数

项 目	频率f (Hz)	功率N (kW)	转速n (r/min)	转矩M (N·m)	转速降 Δn
电机额定值	50	5.5	960	55	40
输出值	23	2.78	440	29.1	40
差动输入轴设计值	—	—	—	72	—
变频调速值	—	6.95	176	72.7	—

5 采用变频调速系统的主传动原则

张力减径机采用变频调速系统后, 其主传动原理示意图5。传动过程是: 由变频器1驱动异步电机2, 经皮带轮3减速后, 输入差动齿轮减速机7, 通过调节变频器的频

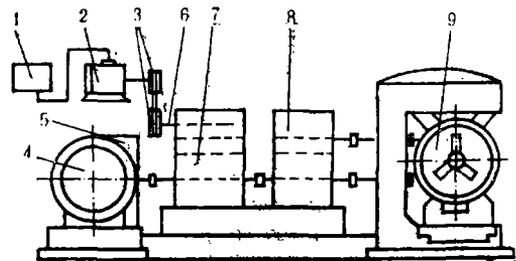


图5 带变频调速系统的张力减径机主传动原理

- 1—变频器 2—调速异步电机 3—皮带轮 4—主电机 5—分配减速机 6—差动输入轴
- 7—差动齿轮减速机 8—机架减速机 9—机架圆牌坊

焊接新技术在不锈钢焊管生产中的应用

孙林淼

(北京钢铁研究总院)

介绍了目前国内外不锈钢焊管生产的概况,焊接新技术在生产中的应用、焊接过程中的自动控制及在线焊接质量监控技术。

关键词 不锈钢焊管 焊接技术 自动控制 质量监控

APPLICATION OF NEW WELDING TECHNOLOGY TO WELDED STAINLESS STEEL PIPE PRODUCTION

Sun Linmiao

(Beijing Central I & S Research Institute)

The article describes the present situation in the production of welded stainless steel pipes at home and abroad, the applications of new welding technology to welded pipe production and the technology of automatic control and on-line welding quality monitoring during pipe welding.

Key words welded stainless steel pipe welding technology automatic control quality monitoring

1 不锈钢焊管生产动态

近年来,随着世界经济的发展,能源、

化工、交通、轻工等部门对不锈钢管的需求日益增大。不锈钢无缝管因制造过程复杂、成本高和生产率较低而难以满足需求,这便

率便可使差动齿轮减速机输入轴6得到不同的转速,这个差速与主电机4经分配减速机5输入的基速合成后,再经机架减速机8传动机架轧辊。采用变频调速系统可以很方便地调整各机架轧辊的转速。

6 效果

张力减径机主传动系统经采用变频调速后,自1991年2月投入运行,已通过轧制 $\phi 89\text{ mm} \times 8.5\text{ mm}$ 、 $\phi 108\text{ mm} \times 4.5\text{ mm}$ 、 $\phi 114\text{ mm} \times 7.5\text{ mm}$ 等规格的碳素钢管和 $\phi 114\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ 等规格的27SiMn钢管的考

验。使用证明,主传动系统满足主机集中差速传动的工艺要求,故障时间大为减少,运行平稳、可靠,生产节奏加快,调速操作简单,维修方便。采用变频调速系统的另一个突出优点是在轧制较低温度(700°C 以下)的荒管时,变频器的过载保护系统可及时发出停机指令,由此使整个传动系统的部件得到保护。由于用变频调速系统取代液压调速系统,张力减径机的停机故障和备品消耗大大减少,仅维修一项,每年就可节约8万余元。

(收稿日期:1991-05-22)