

台达自动化产品在高速针管连续拉拔机上的整合应用

林 辉

(中达电通股份有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要:为了解决针管高速拉拔中张力控制的问题,将自动化控制技术应用到拉拔机中。详细说明了拉拔机的机械结构和原理,分析了检测和控制之间的关系,以及针管拉拔过程中的张力变化情况,提出了 PID 控制伺服系统实现张力快速调整的方法,在机器启动过程时,同时给定速度,在提速过程中,由 PID 自动修正张力偏差。机器上实际运行结果表明,该方法可以实现张力快速、平稳地控制,启动加速时间短,无需过多调试即可快速投入使用,运行时提速快,实现了高速拉拔的要求。

关键词:张力控制;比例-积分-微分;拉拔机

中图分类号:TH39;TH122

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2010)12-0124-03

Integration of applications of Delta automation products in the high-speed needle drawing machine

LIN Hui

(Delta Greentech China Co., Ltd., Hangzhou 310000, China)

Abstract: In order to solve the needle in the high-speed drawing tension control problem, automatic control technology was applied to the drawing machine. Detailed description of the structure and mechanical drawing machine theory, analysis of the relationship between detection and control, and needle tension during drawing process changes, PID servo control was proposed to achieve rapid adjustment of tension method, the machine boot process at the same time to set the pace, the acceleration process, deviation from the PID auto-correction tension. The machines actually running results show that, the tension can be achieved quickly and smoothly control, start acceleration time is short, without a lot of debugging can be quickly put into use, fast running speed to achieve high-speed drawing requirements.

Key words: tension control; proportion-integral-derivative(PID); drawing machine

0 引 言

针管拉拔机作为针管生产环节上的关键设备,对提高整个针管的生产效率上有重要意义。笔者以针管连续拉拔机为例,详述了如何通过 PLC 的 PID 功能配合 AD、DA 模块对伺服系统进行速度控制,从而实现高速平稳的连续拉拔,进而提高针管的生产效率^[1-2]。该针管拉拔机是台达整合方案的成功应用,在实现高性价比的同时,也可满足医疗行业发展的高精度、高自动化水平的需求。

1 拉拔机结构和工艺要求

1.1 拉拔机结构

拉拔机外观如图 1 所示。



图 1 拉拔机全貌

拉拔机示意图如图 2 所示。包括:

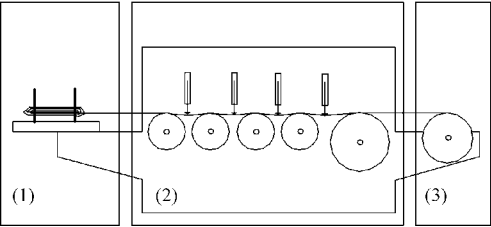


图 2 拉拔机示意图

(1) 送料机构。未拉拔的管线卷放圆盘,可对管线进行初步调直和保持初始张力,当送料速度跟不上拉拔速度时系统报警停止拉拔,虽然自身不配备动力,但是必须保证整个拉拔过程的送料畅通。

(2) 拉拔机构是整个机构最核心的部分,共由 5 个拉拔辊构成,各由 1 个伺服电机控制速度,每个辊子前有拉拔模具,管线通过模具后缠绕到辊子上,然后再经过后面的模具。每个辊子之间有张力反馈机构,通过位移传感器反馈张力来调节后面辊子的速度,使位移传感器回到设定位置,从而保证管线张力稳定。

(3) 收料机构。由磁粉离合器控制收卷张力,并在收卷过程中自动排线,由于针管排线要求不高,排线是通过定时实现的。

系统控制架构如图 3 所示。

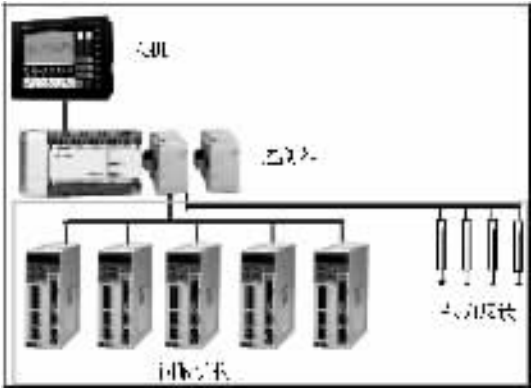


图 3 控制架构图

1.2 工艺要求

要求针管拉拔的最高速度达到 90 m/min 以上,且在最高速度下能持续平稳运行。加、减速平稳,加速到最高速时最快不高于 2 min。当断线发生时可以做到逐级停机,断线之前的管线继续拉拔,从而使废料最少。

2 电气系统和控制方案

(1) 电气系统配置:① 人机:采用台达 DOP-A10THTD 触摸屏;② 执行机构:台达 1.5 kW AB 伺服

5 套;③ 控制器:台达 DVP-64EH00T2, DVP04DA-H2, DVP06XA-H2 各 1 台;④ 张力测量:位移传感器 4 套。

(2) 控制方案:通过人机设置启停控制(如图 4 所示)和 PID 参数设定(如图 5 所示)。

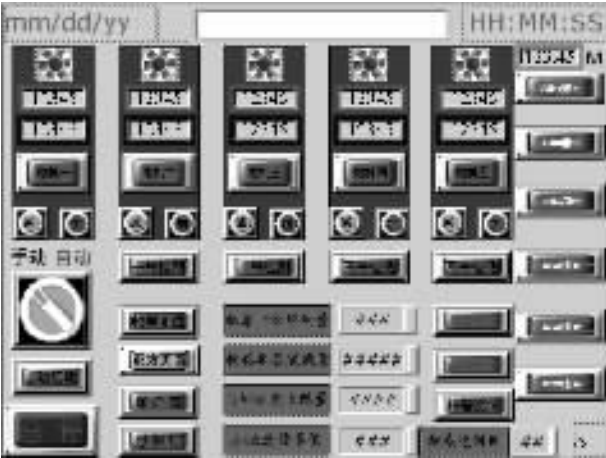


图 4 控制总图

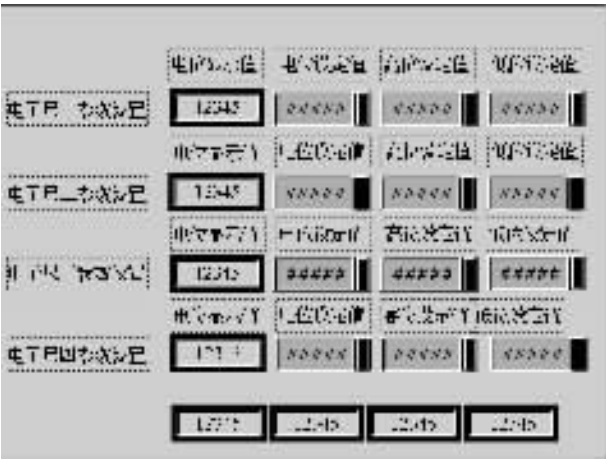


图 5 PID 参数设置

PLC 和模入模出模块负责采集位移传感器的信号,并转化成速度信号给伺服驱动,当出现位移偏差时,可以通过 PID 自动调整从动轮的速度,使位移传感器回到设定位置,恢复管线张力。

3 方案实施

拉拔机的控制难点在于平稳控制张力,即张力反馈机构的位移传感器上下振荡要非常平稳,如果振荡过大,则对针管拉拔效果有影响甚至导致断线。这里采用了台达 PLC 的 PID 控制方案,PID 公式如下式所示:

$$MV=K_p \cdot E(t) + K_i \cdot E(t) \frac{1}{S} + K_d \cdot PV(t)S \quad (1)$$

式中 MV —输出值; K_p —比例增益; $E(t)$ —偏差量(正向作用: $SV-PV$,逆向作用: $PV-SV$); PV —测定值;

SV —目标值; K_D —微分增益; $PV(t)$ S — $PV(t)$ 的微分值; K_I —积分增益; $E(t)1/S$ — $E(t)$ 的积分值。

上面几个增益在 PID 调节中起关键作用,另外还要注意的是台达 PID 的积分饱和上、下限和输出上、下限的设置,如果设置不当会出现无法正常输出控制量情况,如当积分饱和上、下限未设置或者设置过小,虽然有偏差量存在,但是输出不再变化。可以通过设置积分饱和值上、下限值为零达到使积分不起作用,从而实现积分分离的作用,但是在本例中无需积分分离^[3-5]。

通常情况下会采用 A/D 采样位移传感器模拟量的值作为 PID 的测量值(PV),然后和设定值(SV)比较,若有偏差则输出一个控制量(MV),经过 D/A 模块到伺服驱动器,速度模式下的伺服驱动器就会按照控制量输出速度,使位移传感器回到设定位置。该机构总共有 4 组 PID 需要调节,而调试过程中发现,如果每个 PID 单纯按照偏差进行控制会出现振荡过大的现象,并最终导致断线,而且在刚开始启动的时候,会出现调整速度过慢,严重的话也会导致断线,因此必须对控制量输出进行改造,在启动初始必须使辊子在速度上有一个初值,使前后辊子的速度差不至于过大,减小 PID 的调节幅度,减少超调和振荡持续的时间,在提速跟随过程中很重要的一点是要对每个辊子同时提速,即从动轮的速度给定值等于每个 PID 的输出量 MV 加上主动轮的速度:

$$V_x = V_0 + MV_x \quad (2)$$

式中 V_0 —主辊速度; MV_x —每组 PID 输出; V_x —后面 4 个从动辊的速度^[6-8]。

当机构刚刚运行的时候,每个辊子的速度是一致的,此时 PID 就开始介入,不过调节量并不大,等到张力稳定后就可以开始提速了。提速时是定时往主辊上增加一定量值,而根据上述速度计算公式,则每个从动轮的速度立刻也增加一定量值,因此每组 PID 的速度偏差会很小,PID 的调节量也就非常小,从偏差产生到消除偏差几乎在很短时间内就完成了。在整个提速过程中是看不到过多振荡的,提速自然可以更有效^[9-11]。

通过改造后的 PID 控制方案在实际运行中起到了非常好的效果,不仅做到了平稳起步,而且在提速时和

最高速运行时都能做到平稳,体现了台达整合方案在处理类似案例时的优越性。

4 结束语

经过设备测试,各项性能指标均达到客户的认可,大大提高了针管的生产效率,是台达产品在医疗设备上的成功应用,得到了用户的一致好评。

针管连续拉拔机是台达自动化整体解决方案的典型案列,包含了台达人机、PLC 和伺服系统,体现了台达整合应用的优越性。深信随着市场的不断深入,可以为客户实现更稳定、更高性价比的控制方案。

参考文献 (References):

- [1] 续明进. 直进式拉丝机张力控制系统的实现[J]. 制造业自动化,2007(6):24-25.
- [2] 李向伟. 直进式拉丝机的开发和应用[J]. 南方金属,2007(3):46-47.
- [3] 邱秋琴,熊清平. 基于 CAN 总线的新型网络数控系统[J]. 机床电器,2002(5):22-24.
- [4] SCARATI M A. Simultaneous Biorientation of PP Based Films-Quantum Leap in Film Technology[C]. PP'99, 8Th Annual World Congress in Zürich, Switzerland, 14-16 Sep 1999.
- [5] WOLFERMANN W. Sensorless tension Control of Webs [C]//Proceedings of the fourth Int'l Conference on Web Handling IWEB4. Stillwater: [s. n.], 1997:318-340.
- [6] 张 晖. 收线机张力自动控制系统[J]. 金属制品,1995(A01):12-17.
- [7] 陈 峰,程志强. 直进式拉丝机无张力传动器的变频控制[J]. 电气传动自动化,1999,21(1):29-31.
- [8] 杨爱民,荆 涛. 基于 DSP 的拉丝机恒张力控制 PID 调节器设计与实现[J]. 自动化仪表,2005,26(8):41-43.
- [9] 黄立权,曾春年. 基于 ARM 的拉丝机自动控制系统的研究[J]. 武汉理工大学学报,2006,28(8):27-29.
- [10] FELDMANN K, DOBROSKHE D. Innovative approaches for optimising tension control, International Coil Winding Journal,2004.
- [11] STANGROOM J. Tension control-new approaches [J]. Wire Industry,1992,59(697):33-35.

[编辑:张 翔]