

SB70张力闭环控制方案

The Scheme on SB 70 Tension Closed Loop Control

(成都希望电子研究所有限公司) 任光法 李明才



任光法 (1977-)

男，山东肥城人，硕士学历，就职于成都希望电子研究所有限公司，研究方向为变频技术及其应用。

摘要：本方案利用森兰SB70系列变频器的可编程模块实现了高精度的张力卷绕控制，极具应用推广价值。

关键词：SB70变频器；可编程模块；张力闭环控制；张力锥度

Abstract: This scheme realizes high precision winding tension by utilizing the programmable module of the SenLan SB70 inverter, with high applicable and promotional value.

Key Words: SB70 inverter; programmable module; closed loop tension control; tension taper

本方案利用森兰SB70系列变频器的可编程模块实现了高精度的张力卷绕控制，极具应用推广价值。

1 SB70介绍

SB70变频器是森兰变频器制造有限公司自主开发的新一代低噪声、高性能、多功能的变频器。SB70变频器采用转子磁场定向的矢量控制方式实现了对电机大转矩、高精度、宽范围调速，可靠性高，具有很强的防跳闸能力和适应恶劣电网、温度、湿度和粉尘的能力。SB70变频器应用广泛，这主要得益于

它的模块化设计及多种选配件。

SB70的模块有两个层次：通用功能模块，如PID控制（具有自由PID功能）、多段频率、自动节能运行等；行业专用功能模块，如纺织应用等。SB70还具有丰富的可编程模块，功能非常完整，编程灵活方便，包括：（1）两个多功能比较器，可自定义故障；（2）六个可以实现与、或、异或等运算的逻辑单元；（3）四个定时逻辑单元，可实现多种延时+逻辑功能；（4）一个可预置值、可掉电存储的计数器；（5）六个可以实现加、减、乘、除和绝对值等运算的算术单元；（6）两个低通滤波器；（7）一个模拟多路开关；（8）一个计米器；（9）两个计数器。

此外SB70内置功能完备的过程PID，在闭环张力控制中应用必不可少。具体见图1：



图1 过程PID

PID的输入和反馈通道有很多种选择，反馈信号还可以设置为模拟量的多种运算结果。PID可以预置，并且有两套可以运行中切换的参数。

用户可以随心所欲地对SB70的资源进行编程，既可以利用它的可编程功能模块来配合专用功能模块的使用，更可以使用通用功能模块和可编程模块来实现各种行业的专用功能，这使它能给各种行业需求提供解决平台和一体化解决方案，对降低系统成本，提高系统可靠性，具有极大价值。

本方案利用森兰SB70系列变频器的可编程模块实现了高精度的张力卷绕控制，没有专用张力控制功能模块。

2 SB70在收卷机上的应用方案

工业上常见的薄膜卷绕主要包括布、纸张、塑料薄膜等，本文以张力控制精度要求高的薄膜卷绕机为对象，介绍了

解决方案。在卷绕过程中，如果卷径的变化范围大，会增加过程PID的调节负担，使PID参数不易调节，控制性能难以保证。而且薄膜卷绕机最大的特点在于：它对薄膜的张力要求是随卷径增大而不断变化的，这样就不能使用固定的张力给定，需要张力锥度控制，防止损伤卷轴或造成内部褶皱。SB70系列变频器完全可以通过对其自身功能模块进行设置，充分利用算术单元和计数器等功能，实现薄膜卷绕所要求的张力锥度控制。方案如下：

由代表薄膜线速度的主机（加工机）运行频率和卷绕薄膜的实时卷径计算出相应的从机（收卷机）主给定频率，以此作为前馈；同时用PID调节器控制薄膜的张力PID输出，对给定频率进行不断修正，将修正后的频率作为收卷电机的给定频率。这种前馈和反馈共用的复合控制方法可以实现很高的控制精度。系统控制框图如图2所示：

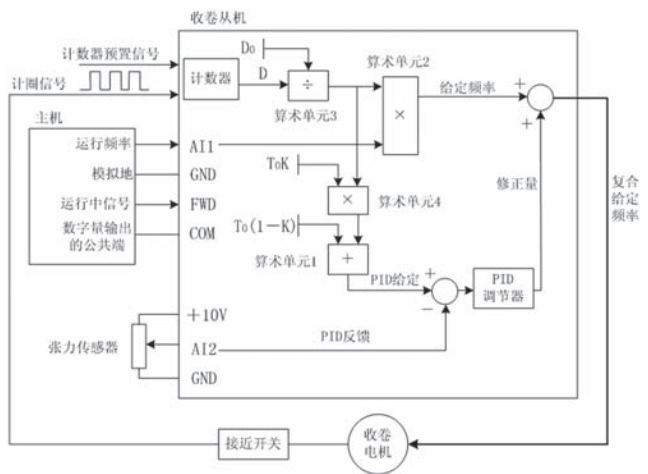


图2 SB70薄膜卷绕机张力闭环控制系统图

注：图中D0——初始卷径百分比值，以最终卷径为100%；
T0——初始张力值，以张力传感器最大张力为100%；
K——张力锥度系数，由用户设定，范围为0~100%；
主机的模拟运行频率（代表线速度）由AI1输入；
计圈信号使用光电开关由“计数器增”输入；
PID反馈值由张力传感器向AI2输入；
外加卷径预置信号对计数值进行预置初值。

下面分两部分来说明这种组合方法。

2.1 收卷机给定频率的计算

用户需要知道三个值，分别是初始卷径、最终卷径和薄膜厚度。根据这三个值，计算出参数设置所需要的几个数值，具体包括：

初始卷径百分比值D0=初始卷径/最终卷径；
计数器设定值=最终卷径/(薄膜厚度×2)；
计数器预置值=初始卷径/(薄膜厚度×2)。
以下面的例子说明：

假设薄膜的最终卷径为1000mm，初始卷径为100mm，薄膜厚度为0.05mm，则

D0=100/1000=10%；
计数器设定值=1000/(0.05×2)=10000；
计数器预置值=100/(0.05×2)=1000。
此时计数器计数值（以设定计数值为100%）就相当于一个卷径传感器的输出信号，即为实时的卷径值D（以最终卷径为100%）。计数器的掉电记忆实现了卷径掉电记忆功能，计数器复位实现了卷径复位到初始卷径的功能。

主机频率为F0，从机频率为F，当前卷径值为D（以最终卷径为100%），则可知：

$$F0 \times D0 = F \times D;$$

即可以算出 $F = F0 \times (D0/D);$

先通过算术单元3算出 D0/D的值；再通过算术单元2计算 F0（即AI1）乘以算术单元3的输出，即为F的值。此时算术单元2的结果即为收卷机的主给定频率，所以将收卷机的频率给定通道设成算术单元2给定。这样就完成了收卷机主给定频率的设定。

计圈信号还可以使用编码器Z或AB信号。Z信号可以接在PFI端子实现高速计数；AB通道设置分频系数为编码器每转脉冲数就能等效Z信号。

2.2 PID的给定计算

采用闭环张力控制的方法，PID的给定值应该设定为用户需要的张力值。但是，用户需要的张力值并不是一个常数，而是一个随着卷径变化而不断变小的值，即张力有一个锥度。如图3所示：

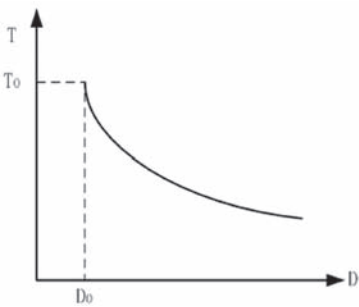


图3 张力锥度示意图

张力的锥度公式为：
$$T = T0 \times [1 - K \times (1 - D0/D)] = T0 \times (1 - K) + T0 \times K \times (D0/D)$$

其中 T——实际的理想张力（以张力传感器最大张力值为100%）；

T0——初始张力值（以张力传感器最大张力值为100%）；

K——张力锥度系数，范围为0~100%；
D0——初始卷径（以最终卷径为100%）；
D——实时卷径（以最终卷径为100%）。

其中T0×(1-K)和T0×K都是常量。
于是由算术单元4算出T0×K×(D0/D)的值，其中D0/D为

算数单元3的结果， $T_0 \times K$ 为数字设定；再由算术单元1计算出T，即 $T_0 \times (1-K) + T_0 \times K \times (D_0/D)$ ，其中 $T_0 \times K \times (D_0/D)$ 为算术单元4的结果， $T_0 \times (1-K)$ 为数字设定。

此时，算术单元1的结果即为用户需要的实时张力值，将PID的给定通道选择为算术单元1给定。这就完成了PID给定通道的设定。

至此，就完成了张力控制方案设计。此外，还要把控制需要的一些外部接线和参数设置做好；包括将主机的运行中信号作为从机的起动信号，使从机跟随主机运行；根据实际情况调节PID的相关参数，达到最好的控制效果等。

在出厂值上有变更的参数如下表：

参数	参数名称	设置值	参数	参数名称	设置值
F0-01	频率给定通道	7	F9-14	设定计数值	20000
F0-02	运行命令通道选择	1	FE-44	算术单元1输入1选择	22
F1-00	加速时间1	10s	FE-45	算术单元1输入2选择	30
F1-01	减速时间1	10s	FE-46	算术单元1配置	0
F1-20	起动频率	0.00Hz	FE-47	算术单元1数字设定	$T_0 \times (1-K)$
F4-00	X1数字输入端子功能选择	0	FE-48	算术单元2输入1选择	21
F7-00	PID控制功能选择	2	FE-49	算术单元2输入2选择	10
F7-01	给定通道选择	5	FE-50	算术单元2配置	2
F7-02	反馈通道选择	1	FE-52	算术单元3输入1选择	32
F7-05	比例增益1	0.1	FE-53	算术单元3输入2选择	18
F7-06	积分时间1	5s	FE-54	算术单元3配置	3
F7-13	偏差极限	0.0%	FE-55	算术单元3数字设定	D_0
F7-17	PID上限幅值	20%	FE-56	算术单元4输入1选择	33
F7-18	33	-20%	FE-58	算术单元4配置	8
F9-12	PID下限幅值	34	FE-59	算术单元4数字设定	$T_0 \times K$
F9-13	计数器增指令选择	2000			

如果需要在停机时保持张力可以采用SB70的零伺服功能，保持零速张力。

(上接第182页)

- 在流程模拟优化的支撑下，结合操作经验，实现了精馏单元的“卡边”操作，提高了精甲醇收率0.5%以上；
- 在保证产品品质的前提下，优化了装置的能量平衡和热负荷分配，降低精馏单元蒸汽用量2.5%以上。

常压塔塔内温度是甲醇精馏单元的重要控制参数，是反映常压塔运行状况和产品品质的主要指标，图3给出了先进控制与常规控制下加压塔塔内温度控制效果对比情况。

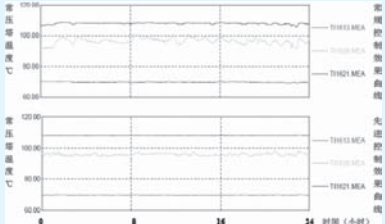


图3 常压塔塔内温度在先进控制和常规控制下控制效果对比情况

从数据统计分析结果来看，先进控制系统投运后，常压塔塔顶温度TI1613、异丁基油层温度TI1620和塔底温度TI1621测量值的标准方差比常规控制情况下的相应结果分别减小了59.5%，63.4%和77.8%。由此可见，先进控制系统有效地克服了过程中的扰动，提高了平稳性，改善了控制品质。

5 结束语

工业应用的结果表明，在甲醇装置上实施先进控制有效地克服了干扰和滞后影响，大大提高了甲醇装置的自动化控制水平，统一了操作人员的操作方法，降低了劳动强度，提高了装置工艺参数的平稳性，并带来明显的经济效益。先进控制系统操作简单，控制效果良好，深受工艺技术人员和操作人员的欢迎。目前，提高收率、节能降耗已是我国甲醇企业提高竞争力的有效途径，本文的成功经验值得同行业企业的关注和借鉴。

参考文献

[1] 王树青等.先进控制技术及应用.化学工业出版社, 2001.

[2] 宋维瑞等.甲醇工学.化学工业出版社, 1991.

[3] 浙江中控软件技术有限公司内部资料, 甲醇装置精馏单元先进控制详细设计方案, 2008.1.