

第二章 张力控制原理介绍

2.1 典型收卷张力控制示意图

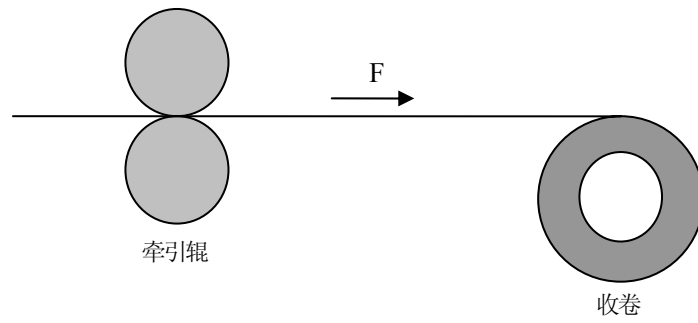


图1 无张力反馈

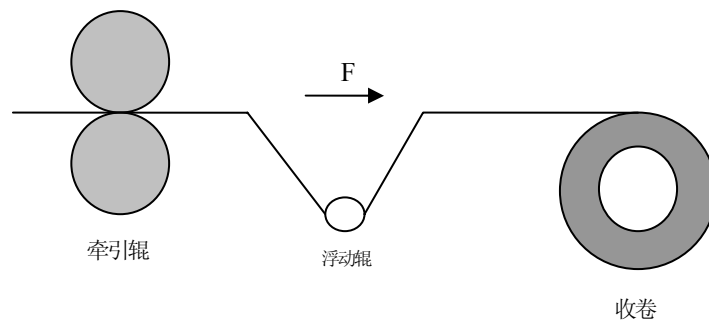


图2 带浮动辊张力反馈

2. 2 张力控制方案介绍

对张力的控制有两个途径，一是可控制电机的输出转矩，二是控制电机转速，对应这两个途径，MD330 设计了两种张力控制模式。

1、开环转矩控制模式

开环是指没有张力反馈信号，变频器仅靠控制输出频率或转矩即可达到控制目的，与开环矢量或闭环矢量无关。转矩控制模式是指变频器控制的是电机的转矩，而不是频率，输出频率是跟随材料的速度自动变化。

根据公式 $F=T/R$ (其中 F 为材料张力, T 为收卷轴的扭矩, R 为收卷的半径), 可看出, 如果能根据卷径的变化调整收卷轴的转矩, 就可以控制材料上的张力, 这就是开环转矩模式控制张力的根据, 其可行性还有一个原因是材料上的张力只来源于收卷轴的转矩, 收卷轴的转矩主要作用于材料上。

MD 系列变频器在闭环矢量 (有速度传感器矢量控制) 下可以准确地控制电机输出转矩, 使用这种控制模式, 必须加装编码器 (变频器要配 PG 卡)。

2、与开环转矩模式有关的功能模块:

1) 张力设定部分: 用以设定张力, 实际使用中张力的设定值应与所用材料、卷曲成型的要求等实际情况相对应, 需由使用者设定。张力锥度可以控制张力随卷径增加而递减, 用于改善收卷成型的效果。

2) 卷径计算部分: 用于计算或获得卷径信息, 如果用线速度计算卷径需用到线速度输入功能部分, 如果用厚度累计计算卷径需用到厚度累计计算卷径相关参数功能部分。

3) 转矩补偿部分: 电机的输出转矩在加减速时有一部分要用来克服收 (放) 卷辊的转动惯量, 变频器中关于惯量补偿部分可以通过适当的参数设置自动地根据加减速速率进行转矩补偿, 使系统在加减速过程中仍获得稳定的张力。摩

擦补偿可以克服系统阻力对张力产生的影响。

3、闭环速度控制模式

闭环是指需要张力（位置）检测反馈信号构成闭环调节，速度控制模式是指变频器根据反馈信号调节输出频率，而达到控制目的，速度模式变频器可工作在无速度传感器矢量控制、有速度传感器矢量控制和 V/F 控制三种方式中的任何一种。

该控制模式的原理是通过材料线速度与实际卷径计算一个匹配频率设定值 f_1 ，再通过张力（位置）反馈信号进行 PID 运算产生一个频率调整值 f_2 ，最终频率输出为 $f=f_1+f_2$ 。 f_1 可以基本使收（放）卷辊的线速度与材料线速度基本匹配，然后 f_2 部分只需稍微调整即可满足控制需求，很好地解决了闭环控制中响应快速性和控制稳定性地矛盾。

这种模式下，张力设定部分无效，在 FA-00PID 给定源中设定系统控制的目标值，控制的结果是使张力（位置）的反馈信号稳定在 PID 的给定值上。特别注意，在用位置信号（如张力摆杆、浮动辊）做反馈时，改变设定值（PID 给定）不一定能够改变实际张力的值，改变张力的值需要更改机械上的配置如张力摆杆或浮动辊的配重。

4、与闭环速度模式有关的功能模块：

1) PID 部分：主要在 FA 组设定，FH 组中第二组 PID 参数可以起到辅助作用。在其他部分都设定无误后，最终的控制效果需要调整 PID 参数。

2) 线速度输入部分：这部分比较重要，有两个作用，一是通过线速度计算变频器的匹配频率（见上面的描述），二是可通过线速度计算卷径。

3) 卷径计算部分：计算实际卷径，变频器获取线速度和实际卷径后可以获取变频器的匹配频率。当用线速度计算卷径时，若变频器算得的卷径与实际卷径有偏差，说明线速度输入有偏差，通过卷径计算结果可以修正线速度输入。

注意一点的是用线速度和卷径计算的匹配频率值并非变频器的实际输出频率，用线速度和运行频率计算卷径时用到的运行频率是变频器的实际输出频率，所以逻辑上并不矛盾。

4) 第二组 PID 参数部分: 当只用一组 PID 参数无法满足全程的控制效果时，可以利用第二组 PID 参数，例如在小卷时调整第一组 PID 参数获得较好效果，满卷时调整第二组 PID 参数获得较好效果，这样在全程就能都达到较好效果。