

doi: 10.7690/bgzdh.2014.08.024

# 全自动罗拉车系统中的同步跟随控制研究

王体洋

(中国兵器工业第五八研究所数控技术部, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 为了解决目前罗拉车在线缝过程中针距不均匀、倒缝冲击大等问题, 分析全自动罗拉车在缝纫过程中上、下滚轮、摆针轴及主轴的运动关系, 建立控制模型, 并根据这 4 轴同步运动数据计算跟随参数。目前, 该方法已经完整地实际项目中进行了应用, 取得了很好的线缝效果。

**关键词:** 线缝; 同步跟随

**中图分类号:** TP275 **文献标志码:** A

## Study on Synchronous Follow Control in Automatic Rola Machine System

Wang Tipan

(Department of CNC Technology, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** In order to resolve the problems which are produced during line sewing such as stitch asymmetry and exquisite backstitch impacting, the paper analyses the relationships among the top idlerwheel and the bottom idlerwheel and the swing needle axis and the spindle, sets up the controller mode, and calculates the synchronous parameters through 4 axis synchronous motion data. Now the method is already used in fact and attains the good performance in line sewing.

**Keywords:** line sewing; synchronous follow

### 0 引言

全自动罗拉车是皮革制品和装饰工业中的锁式线缝设备中的高端系统, 是一种高速的、具有向前和向后送料的送料轮、滚轮压脚的以及机针送料的单柱式缝纫设备, 可实现程编倒缝、手动倒缝和差动缝纫的多项高级功能。由于该设备采用数控技术取代了机械同步, 大大降低了机械本身的设计难度, 同时提高了系统的灵活性, 扩大了适用范围。针对主轴速度波动对针距影响的问题, 笔者对全自动罗拉车系统中的同步跟随控制进行研究。

### 1 罗拉车的线缝过程

#### 1.1 罗拉车的主要运动机构组成

全自动罗拉车的主要运动机构如图 1。

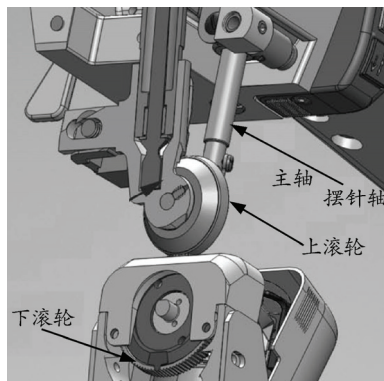


图 1 罗拉车主要运动机构

#### 1) 上、下滚轮。

上、下滚轮也称送料轮, 面料被夹在上、下滚轮间, 在缝纫时, 这 2 个滚轮作相向运动即可实现送料。只要改变上、下滚轮相向运动的方向, 就可改变送料的方向, 从而实现前缝和倒缝。这 2 个滚轮经传动机构分别连接到上、下滚轮电机上。

#### 2) 摆针轴。

摆针轴由一个单独的电机经偏心凸轮带动, 实现此轴在小范围内的圆弧摆动; 同时, 摆针轴还在主轴电机的带动下, 作上下运动。

#### 3) 主轴。

主轴在主轴电机的带动下, 以凸轮传动后实现机针周而复始的上、下运动(其上、下运动也体现在摆针轴上)。

#### 1.2 罗拉车的线缝描述

在系统加电后, 机针将依次完成垂向回零和前后回零, 为缝纫作好准备。

其缝纫过程可以分为 2 个部分:

##### 1) 机针在台面上的运动过程。

机针在主轴的带动下, 由上往下运动, 准备扎入面料; 同时, 上、下送料轮往前送料半针距, 机针往后摆动, 准备运动到容针孔后端, 运动距离也为半针距。这样通过滚轮送料与摆针相向运动, 共同完成一个针距。

收稿日期: 2014-02-25; 修回日期: 2014-03-28

作者简介: 王体洋(1972—), 男, 四川人, 大学本科, 研究员级高工, 从事数控技术研究。

2) 机针在台面下的运动过程。

当机针一旦扎入面料，上、下送料轮仍保持当前运动状态，而摆针轴将会立即反向运动，与送料轮一起同向运动并实现针送料。

2 罗拉车线缝运动控制模型

在线缝过程中，当机针位于台面上时，由送料轮与摆针轴的背向运动，各自完成半针距的运动距离，从而合并形成一步完整的线迹；而当机针在台面下时，机针将与送料轮同向运动，共同送料，为下一针步作好准备。

从上述过程来看，对于每一针步，摆针轴有一个反向运动的过程，而 2 个送料轮始终保持同样的运动速度和运动方向。在每一针步的线缝过程中，送料轮速度和摆针轴的速度变化曲线如图 2 所示。

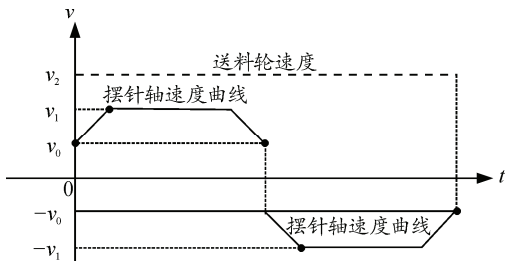


图 2 针步中送料轮与摆针轴的速度曲线

基于上述分析，可测得相关控制参数，并建立对应的控制模型。

2.1 各轴的同步<sup>[1-2]</sup>运动要求

上、下滚轮的送料运动、摆针轴的进针运动及送料运动，均与主轴运动存在密切的关系。

1) 由于上下滚轮的针距要求一样，则要求上下滚轮的线速率一致；否则，将会实现特殊的差动缝纫，面料将被向上或向下被弯曲；

2) 摆针轴在进针区间时，必须严格要求上、下滚轮与摆针轴各完成半针距的运动；否则，针孔间的距离将不会满足设定的针距要求；

3) 摆针轴在送料区间时，必须严格要求上、下滚轮与摆针轴同向完成送料；否则，将会出现机针挂料的现象，严重时，机针可能会被拉断。

在实际缝纫时，当机针扎入面料(罗拉车的线缝面料一般为较厚的皮革)时，由于负载的突然引入，将同时影响各轴的速度，其中，对主轴的影响最大。如果送料轴与主轴运动间采用单纯的时间插补联动关系，从理论上将不能安全保证最后针迹的一致性和正确性。必须将送料各轴的运动速度与主轴速度关联起来；所以，在控制器插补时，以主轴速度为

同步基准，其他送料轴的运动速度跟随主轴速度的变化而变化，通过这种同步跟随<sup>[3-4]</sup>的控制方式，则可以很好地解决由于主轴速度波动而带来的线缝质量问题。图 3 则为跟随插补的示意框图。

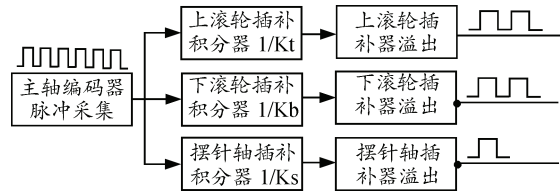


图 3 跟随主轴运动的插补示意框图

在这种跟随控制比例确定的情况下，送料各轴的积分溢出频率取决于主轴编码器脉冲的频率。

2.2 相关跟随参数的确定

设后面的相关推导所引用的参数符号见表 1。

表 1 跟随参数引用

序号	跟随参数	取值
1	上滚轮脉冲当量 $P_{tw}$ /(mm/Pulse)	0.012 5
2	下滚轮脉冲当量 $P_{bw}$ /(mm/Pulse)	0.012 5
3	摆针轴脉冲当量 $P_{sn}$ /(mm/Pulse)	0.02
4	主轴每转脉冲数 $P_{sp}$ /(Pulse/Rev)	1 440
5	上滚轮针距 $S_t$ /mm	0.8~5.00
6	下滚轮针距 $S_b$ /mm	0.8~5.00
7	摆针轴针距 $S_s$ /mm	需要计算获取
8	最大针距 $S_{max}$ /mm	$S_{max}=\max(S_t, S_b)$
9	上滚轮跟随比例 $K_t$	—
10	下滚轮跟随比例 $K_b$	—
11	摆针轴的跟随比例 $K_s$	—
11	上滚轮运动增量 $L_t$	—
12	下滚轮运动增量 $L_b$	—

2.2.1 确定各轴的跟随参数

各轴的跟随参数包含跟随比例及跟随增量。

由前面的分析可知，对于每一步完整的针距，其中的一半是由滚轮运动形成的。所以，每一针步的运动数据被分为前半针和后半针，分别产生。对于确定了方向的线缝过程中，上、下滚轮的跟随运动参数是不变的，且其前、后半针的数据是一样的，只需要重复送 2 次则可。而摆针轴的后半针数据与前半针数据不同之处在于：后半针需要反向，而反向体现在跟随增量的符号上。

所以，有下面的跟随参数公式成立。

1) 上滚轮轴跟随参数：

$L_t=(S_t>>1)/P_t$  (折算为上滚轮轴的脉冲数)；

$K_t=S_t/P_{sp}$ 。

2) 下滚轮轴的跟随参数：

$L_b=(S_b>>1)/P_b$  (折算为下滚轮轴的脉冲数)；

$K_b=S_b/P_{sp}$ 。

3) 摆针轴的跟随参数。

① 前半针：

$L_s = (S_s) / P_s$  (折算为摆针轴的脉冲数)；

$K_s = S_s / P_{sp}$ 。

② 后半针：

$L_s = -(S_s) / P_s$  (折算为摆针轴的脉冲数且反向)；

$K_s = S_s / P_{sp}$ 。

2.2.2 摆针轴针距数据的获取

对于线缝过程中的每一完整针步，上、下滚轮轴的运动方向一般不会改变，而摆针轴则需要反向一次；所以，需要对摆针轴的速度进行自动加减速控制，以防步进电机丢步。

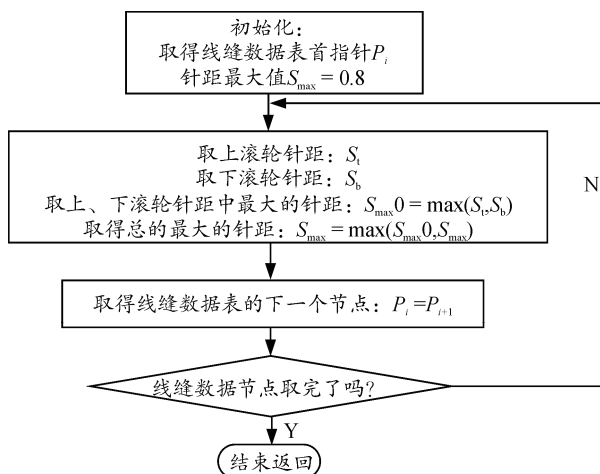


图 4 线缝最大针距查找流程

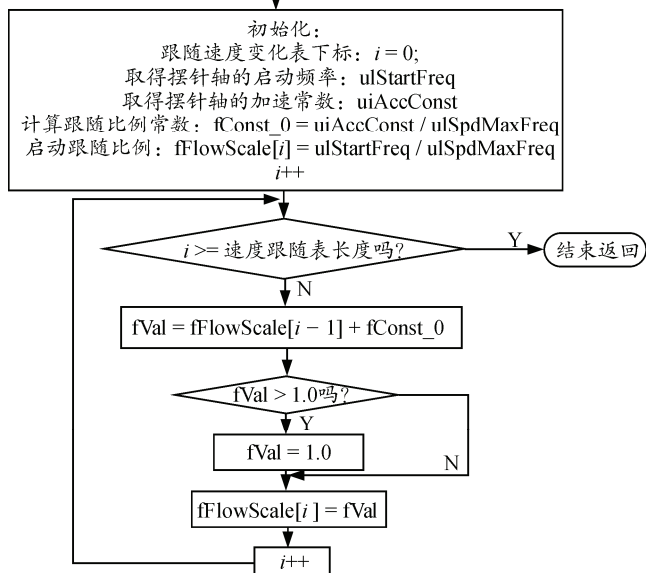


图 5 摆针轴的速度跟随表建立流程

1) 寻找线缝段中的最大针距值及最大的主轴转速。

为了适应多段线缝过程，且每段的针距或每一步的上、下针距可能不一样，所以需要在所有输入

的线缝段中寻找最大针距，以建立速度跟随比例表。其算法流程如图 4 所示。

而最大主轴转速的获取流程与之类似，此处略。

2) 建立摆针轴的跟随速度变化表。

使用前面所获取的最大针距及最大主轴转速，根据摆针轴的速度变化曲线，建立起对应的摆针轴的跟随速度变化表。其流程如图 5 所示。

3) 计算摆针轴在每一针距中的运动增量。

摆针轴的速度变化受控于其内部的一张速度变化表，运动控制器根据此速度变化表来控制摆针轴的运动速度，所以，可以根据此表来计算出摆针轴在每一针距中的运动增量。

通过此算法流程则可计算出摆针轴的针距  $S_s$  备用。其算法流程如图 6 所示。

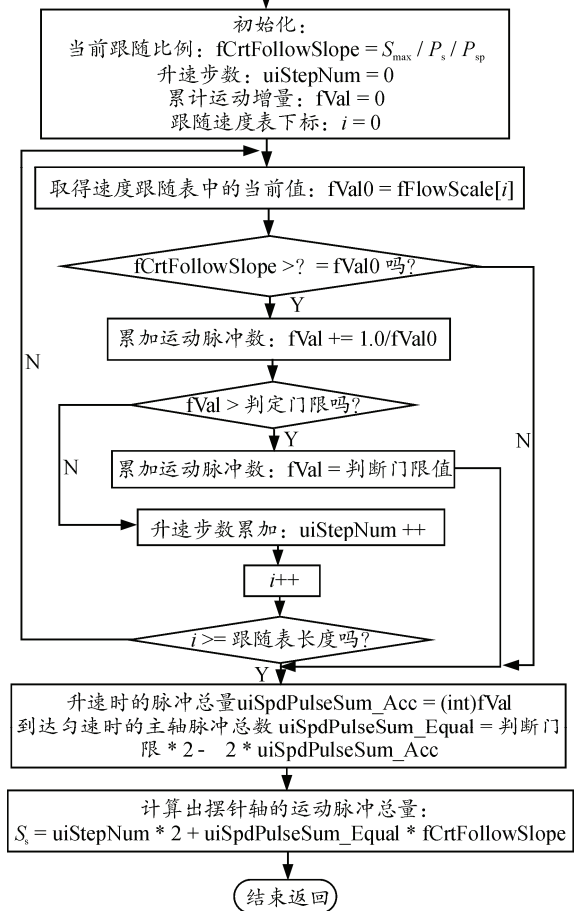


图 6 摆针轴的针距计算流程

3 罗拉车的线缝过程的跟随验证

采用 C 语言<sup>[5]</sup>作为编程工具，根据前面的算法流程，建立起各轴的跟随运动表及每一针的跟随数据，在不同针距、不同主轴速度的方式下，以不同厚度的纸张或试缝的皮革面料进行缝纫，取得了很好的效果。