

## 双吊夹送料模式在全自动切管机中的应用

傅钟炜

(金华畅能机械有限公司, 浙江 金华 321000)

**摘要:** 介绍一种采用双吊夹控制的全自动切管机送料模式, 包括全自动切管机主机结构、工作原理和控制程序等。采用双吊夹伺服控制送料, 配合机头箱的内夹装置, 可实现切割管材的精准送料; 通过吊夹尾部的对射感应开关, 可以精确定位初始的平头切割位置、测量管材实际长度; 通过 PLC 运算和控制, 可对切割后剩余管材进行更合理地分配切割和尾料处理。该双吊夹送料模式已在全自动切管机中应用, 实现了精准送料及剩余管料和尾料的优化处理。

**关键词:** 钢管; 切管机; 送料模式; 双吊夹; 全自动

**中图分类号:** TG335.7; TP273 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-2311(2020)06-0069-04

## Application of Dual-hanger Clamp Feeding Mode to Full-auto Pipe Cutting Machine

FU Zhongwei

(Jinhua Changneng Machinery Co., Ltd., Jinhua 321000, China)

**Abstract:** Described here in the paper is a feeding mode controlled by a dual-hanger clamp device for the full-auto pipe cutting machine, involving such aspects as the structure of the full-auto pipe cutting machine proper, the working principle and the control program, etc. Precisely feeding of the tube into the cutting machine is realized by the servo-controlled double-hanger clamp feeding system together with the inner clamping device as mounted in the headstock. And the initial tube plain-end cutting position can be accurately located, and the actual length of the tube measured through the laser induction switch as attached on the hanger clamp device. Owing to the PLC calculation and control, the remained pipe section after cutting is reasonably distributed for cutting, and the tube tail section is properly processed. Thanks to application of the dual-hanger clamp feeding mode to the full-auto tube-cutting machine, it is realized to precisely feed the tube for cutting, and optimally process the remained section and tail section of the tube as cut.

**Key words:** steel tube; tube-cutting machine; feeding mode; dual-hanger clamp; full-auto

6 m 左右的长钢管材料在生产加工中需要切割成定长<sup>[1-2]</sup>的短钢管材料, 减少材料浪费是重点关注的内容。整个加工工艺流程主要包含平头、送料、切割、尾料处理和剩余料处理。有效地减少钢管平头距离<sup>[3-4]</sup>, 合理分配尾料, 减少剩余管料的长度, 可以提高管材的利用率, 降低材料消耗成本。

托辊行业常用的全自动切管机<sup>[5-8]</sup>送料方式是采用气缸或辊轮<sup>[9]</sup>将管材送至固定位置, 由于原料

偏差及惯性等因素, 无法确定管材头部位置, 只能通过预估, 因此平头会有浪费产生; 采用液压油缸夹紧<sup>[10]</sup>, 通过伺服电机控制油缸定位进行定长送料, 此方式无法及时检测到剩余料长, 只能根据原材料的长短, 提前计算好管材切割长度和数量, 以及尾料的长度和数量, 适用模式单一, 中途停止切割或原料长度偏差较大时无法准确做出优化调整。

本文参考机械手抓取及送料方式, 采用双吊夹送料模式, 在前吊夹尾部安装对射开关, 用于检测管材的头部, 送料时, 前夹装置对射感应到后, 停止送料, 通过伺服可以精确定位管材平头位置, 并

傅钟炜(1984-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事电气自动化设计与编程。

通过伺服电机控制前吊夹装置实现定长送料；在后吊夹尾部也安装对射开关检测管材，前吊夹不断送料，当料尾部穿过后夹装置对射开关时，即可确定剩余料长度，并据此作出正常加工及尾料处理的优化操作，减少材料的浪费。

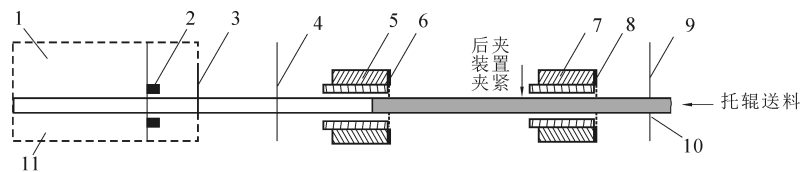
## 1 主机结构

双吊夹切管机主机结构如图 1 所示。双吊夹切管机主机的主要构成部件有：机头箱、前夹装置、后夹装置、剩余料下料架、底座及其他。切割刀盘及内部夹紧装置在机头箱内部；前夹装置、后夹装置使用液压夹紧管材，通过伺服实现定长送料，尾部增加位置检测开关(前夹对射开关、后夹对射开关)；切割剩余的管料通过剩余料下料架自动掉出。

## 2 工艺流程

### 2.1 主机初始状态

主机初始工作状态如图 2 所示，前夹装置零点



1—机头箱 2—内夹装置 3—切刀位置 4—前夹装置零点 5—前夹装置 6—前夹对射开关  
7—后夹装置 8—后夹对射开关 9—后夹装置零点 10—进料口 11—出料口

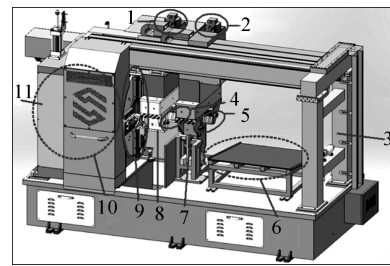
图 2 主机初始工作状态示意

### 2.2 精准平头

平头的作用有：①去除钢管头部毛刺；②精准定位加工管材的头部，使钢管第一次定长送料时不产生偏差。精准平头动作流程为：伺服电机控制前夹装置慢速前进，前夹装置对射开关无感应时，表明管材头部在前夹装置对射开关位置，且无偏差，前夹装置再快速后退(后退距离为一个夹头的长度)，前夹装置夹紧，后夹装置松开，前夹装置送到前夹零点位置，就可以将管材头部准确送至切割位置进行平头操作，平头距离可精确到 $\pm 1$  mm 以内。平头工作流程如图 3 所示。

### 2.3 定长送料

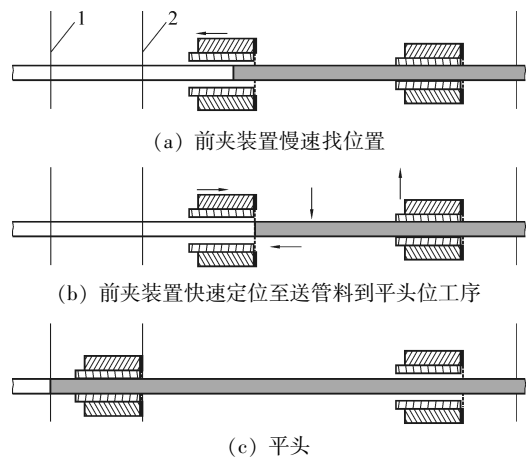
平头完成后，就可以进行定长送料流程。定长送料流程为：后夹装置夹紧→前夹装置松开→前夹装置后退(后退长度为需要切割材料的长度)→前夹装置夹紧，后夹装置松开→前夹装置送料(送料长度为需要切割材料的长度)→内夹装置夹紧，后



1—前夹伺服电机 2—后夹伺服电机 3—进料口  
4—前夹对射开关 5—后夹对射开关 6—剩余料下料架  
7—后夹装置 8—前夹装置 9—刀盘  
10—机头箱 11—出料口

图 1 双吊夹切管机主机结构示意图

与后夹装置零点都以吊夹尾部为基准，前夹装置初始位置距前夹装置零点 450 mm，后夹装置距后夹装置零点 200 mm，加工管材通过托辊送料进入送料口，前夹装置对射感应时，停止托辊送料，由于惯性会使加工料头部超过前夹对射开关，后夹装置夹紧，此时送料由前后夹伺服电机来控制。



1—切刀位置 2—前夹装置零点

图 3 平头工作流程示意

夹装置夹紧→切割→内夹装置松开，前夹装置松开→进入下一个循环。

定长送料动作重复进行，不再过多描述，采用

伺服电机控制送料方式，也能满足送料精度要求。

### 2.4 尾料处理

一次次的定长送料，使管材长度不断减少，管材的尾部超过后夹装置对射开关时，就进入了尾料处理阶段，按正常定长送料方式会出现后夹装置无法完全夹紧管料，甚至夹持不到管料的情况，此时就需要配合内夹装置继续完成送料动作。

正常定长送料时，当管材尾部超过后夹装置对射开关瞬间，记录前夹装置伺服位置，可以计算出此时剩余管料的精准长度，其偏差不超过±1 mm。尾料处理流程如图4所示，流程如下：送料到位→内夹装置夹紧，前夹装置松开→前夹装置后退到固定位置(后退距离大于内夹装置与切刀的距离，保证下次送料可以送到内夹装置位置)→前夹装置夹紧→完成切割→内夹装置松开→前夹装置将管料送至内夹装置位置→内夹装置夹紧→前夹装置松开，前夹装置后退(后退长度通过计算得到，因前夹装置先将材料送至内夹位置夹紧，此时已送料距离为内夹装置与切刀的距离，还需要送料的长度，即前夹后退的距离=需要材料的长度-内夹与切刀的距离)→前夹装置夹紧，内夹装置松开→前夹装置送料→内夹装置夹紧→前夹装置松开→前夹装置后退至固定位置→进入下一个循环。

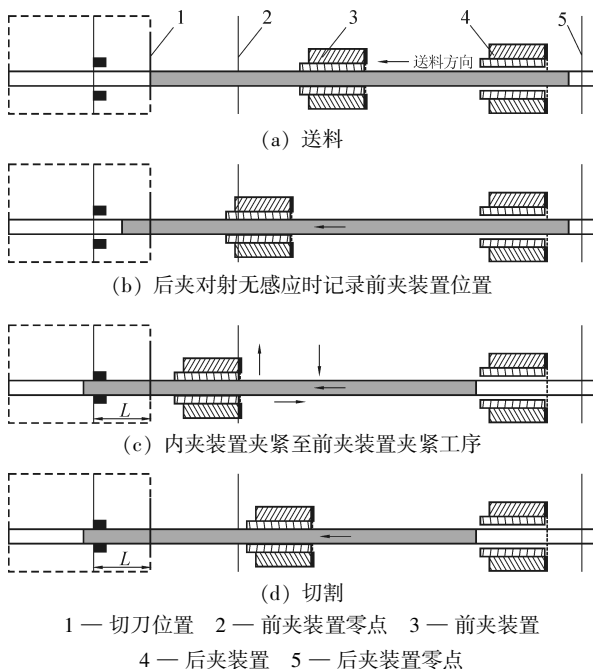
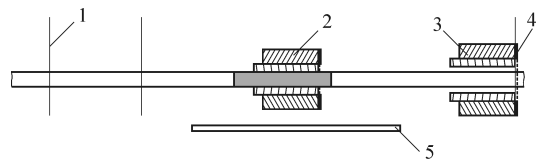


图4 尾料处理流程示意

### 2.5 剩余管料处理

根据后夹装置对射开关检测计算的剩余管料长

度，减去尾料处理阶段对应的切割长度，剩余管料长度小于需要切割的管料长度时，已无法再切割，直接进入剩余管料处理阶段。剩余管料处理流程为：后夹装置回到零位→前夹装置夹紧→前夹装置后退，将料送至剩余管料下料架位置，前夹装置松开→剩余管料进入指定位置→完成整根管料的加工→进入下一个循环。剩余管料处理流程如图5所示。



1—切刀位置 2—前夹装置 3—后夹装置  
4—后夹装置零点 5—下料架

图5 剩余管料处理流程示意

## 3 自动化控制

### 3.1 硬件原理及设计

双吊夹送料全自动切管机采用PLC+触摸屏实现对设备的控制，控制原理如图6所示，操作人员通过触摸屏发送指令给PLC，PLC控制继电器、变频器、伺服驱动器、送料电机等设备实现液压夹紧、钢管切割、前后夹装置送料等对应的动作，并根据对应感应开关反馈回来的信息控制相应的流程动作，随后通过PLC检测和计算判断下一步的动作，完成整套设备自动送料、切割、尾料处理和剩余管料处理的过程。

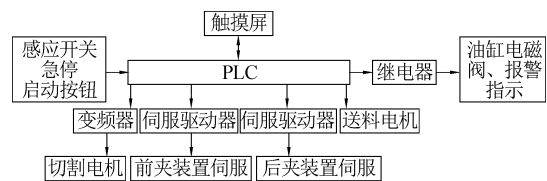


图6 设备控制原理示意

### 3.2 系统 I/O 分配

设备硬件统一使用三菱品牌，采用三菱FX5U系列PLC控制，使用脉冲控制伺服电机。输入/输出I/O分配见表1。

### 3.3 软件控制

各工序程序控制流程如图7所示，软件编程控制按照该流程进行设计，具体控制程序不再赘述。

## 4 结 语

目前，双吊夹送料模式在托辊行业的钢管全自

表 1 系统输入/输出 I/O 分配

序号	功能	点位	序号	功能	点位	序号	功能	点位
1	急停	X0	7	后夹装置伺服退限位	X14	13	前夹装置松开控制	Y12
2	启动	X1	8	前夹装置伺服脉冲	Y0	14	后夹装置夹紧控制	Y13
3	前夹装置对射感应	X10	9	前夹装置伺服方向	Y4	15	后夹装置松开控制	Y14
4	后夹装置对射感应	X11	10	后夹装置伺服脉冲	Y1	16	送料电机	Y15
5	前夹装置伺服进限位	X12	11	后夹装置伺服方向	Y5	17	切割电机	Y16
6	前后夹装置伺服限位	X13	12	前夹装置夹紧控制	Y11	18	报警指示	Y17

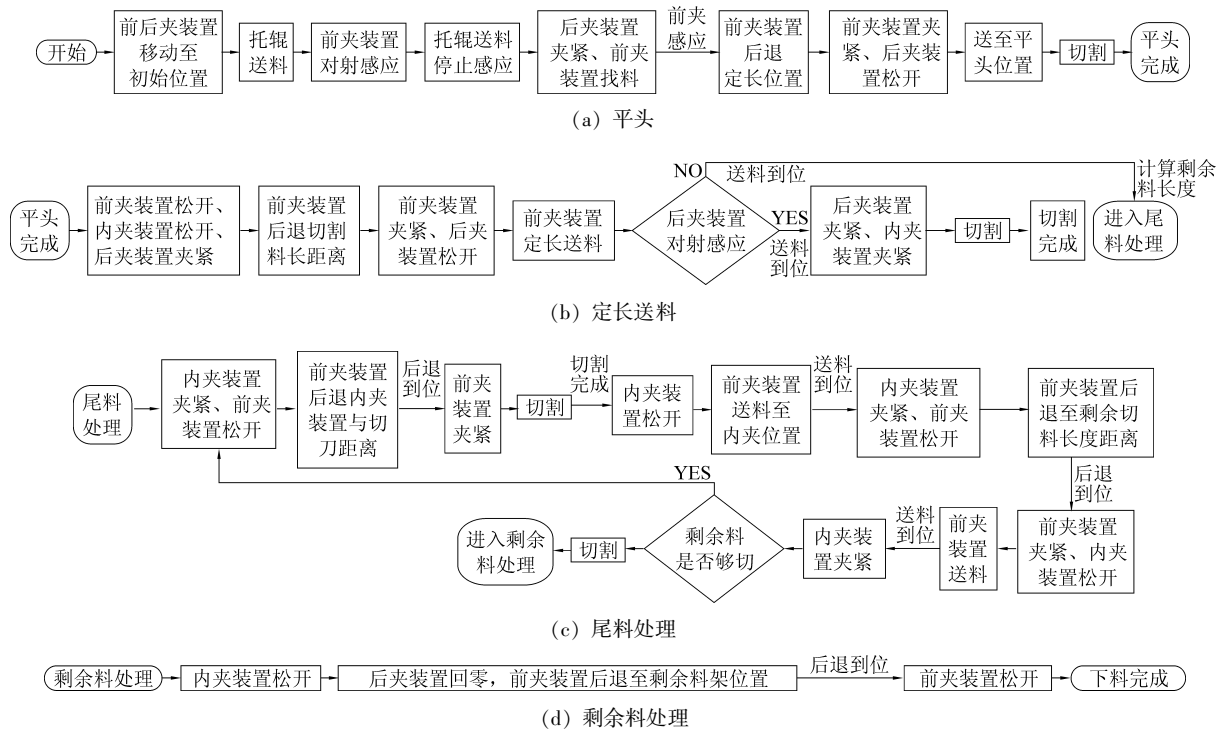


图 7 各工序程序控制流程

动切管机中已开始应用,采用三菱 PLC 控制,双伺服电机送料既能保证送料速度,也能保证送料精度,同时通过数据自动计算和尾部检测料长度的方式,即使加工原材料长度有偏差,也能保证存在尾料和剩余料时的正常处理;实现了精准平头,平头废料长度控制在 1 mm 以内;精确定长送料,切割后料长精度在 0.5 mm 以内;自动分配尾料和剩余料的功能,剩余料长偏差不超过 1 mm;可应用于  $\Phi 89\sim 219$  mm 钢管的切割加工。

## 5 参考文献

- [1] 盛强. 基于 PLC 的钢管定长切割模糊智能控制系统研究[J]. 工业控制计算机, 2012, 25(9): 54-55.
- [2] 宁辰校, 李兰, 张成社. 基于 PLC 的定长切割飞锯智能控制系统研究[J]. 河北科技大学学报, 2009, 30(3): 219-222.

- [3] 顾智春. 全自动钢管平头倒棱机组的研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2009.
- [4] 刘万顺. 新型钢管铣头倒棱机的研制—厚壁钢管铣头倒棱机机械系统的设计[D]. 天津: 天津理工大学, 2015.
- [5] 孟晓勇, 杨志国, 何强. 一种自动切管机的研制[J]. 科技风, 2014(4): 122.
- [6] 王桂香. 托辊专用切管机的设计制作[J]. 同煤科技, 2001(4): 27-28.
- [7] 陈波扬. 一种全自动割管机的研制[D]. 杭州: 浙江大学, 2011.
- [8] 任意, 石小英, 曾胜. 全自动型材切割机设计与实现[J]. 电机与控制应用, 2009, 36(9): 30-33.
- [9] 张云华. 辊式自动送料装置的设计[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2007, 4(2): 101-103.
- [10] 闫立学, 王连海, 王勇. 钢管倒棱机新型液压夹紧装置的改造[J]. 焊管, 1999, 22(5): 27-28.

(收稿日期: 2020-03-19; 修定日期: 2020-04-15)