

# 基于 PLC 设计的预绞丝自动化生产成套设备

汤晨宇

南通振华重型装备制造有限公司 江苏 南通 226000

**【摘要】**预绞丝当前已在我国电力、电气化铁路等行业中得到了广泛的认可和应用。相关行业对于预绞丝的品质要求愈来愈高,规格种类也越来越多。本文介绍的预绞丝自动化生产成套设备较之前的设备在生产工艺上有了很大的提升,所能生产的规格和种类也远超之前的设备。设备智能化、自动化程度有了不小的提升。

**【关键词】**预绞丝; PLC; 自动化; 成套设备

## 引言

预绞丝是一种独特的电力产品,最早是由美国的 PLP 公司研制的产品<sup>[1]</sup>。经由成型、铺砂、绞合、制弯等工序,将特定材质的金属丝经过特殊模具和设备的加工后变成具有一定螺旋内径、节距和长度的螺旋状预绞丝<sup>[2]</sup>。随着预绞丝及其金具产品运用的行业越来越广泛,原有的一些预绞丝生产设备的生产效率及工艺已无法满足当前的需求。本文论述的预绞丝自动化生产成套设备较当前市场上的设备有较大的改进,能够提升预绞丝的生产效率及工艺,其所生产是预绞丝规格种类也有所提升。

## 1 预绞丝成型机

### 1.1 功能简介

预绞丝成型是预绞丝制作的第一步,也是其中一道重要的步骤。预绞丝成型机的功能是将成捆的铝线或铝包钢线等原料通过牵引轮将其送入特殊的模具,经过模具加工成型后变成具有一定螺旋内径、节距和长度的单根螺旋状金属丝。

### 1.2 设备介绍

预绞丝成型机由放线装置、张力装置、牵引成型装置、切断装置和收集装置组成。

放线装置上装有放线电机、放线盘刹车及阻尼元件。放线电机为放线装置提供动力;放线盘刹车在放线装置停止后抱闸,防止其停止后误动作;阻尼元件是为了减少放线装置的惯性。

张力装置能够在一定的直线范围内向金属丝施加适量与牵引力反方向的力,使金属丝能够在一定程度上处于紧绷状态。张力装置的力矩电机侧装有编码器,

用来反馈张力盘所在位置。

牵引机构是成型机的主要动力机构,牵引机构由多组牵引轮组成,牵引轮将金属丝送至成型模具中,使金属丝能够成为具有一定螺旋内径和节距螺旋状金属丝。

切断装置采用的是电机直驱飞轮切断,当切断圈数达到后,送切装置就会将金属丝送至切断区间内,由高速旋转的飞轮切刀对金属丝进行切断。切下来的单根螺旋状金属丝就会到收集装置上。

### 1.3 控制元件及原理

预绞丝成型机的控制中心为台达 DVP-EH3 型号的 PLC。DVP-EH3 是台达 DVP-E 大系列中最高阶的主机,能够满足复杂度高的应用。人机界面采用了台达 BOP-B 系列触摸屏。牵引电机及放线电机采用了台达 MS300 标准型精巧矢量控制变频器控制,MS300 是台达一款较新的高功能泛用型变频器,其有效频率精度可达 0.01HZ,能够更加精确的控制牵引及放线速度。切断电机的控制变频器采用台达 VFD-E 系列变频器,力矩电机是市场上普通的符合标准的产品。

牵引电机、放线电机、切断电机及力矩电机均由 PLC 控制。牵引电机及切断电机变频器频率均在触摸屏上可调。放线电机变频器的频率是由 PLC 计算得出,其频率受牵引电机变频器频率及张力盘所在位置数据影响,其变化属性为线性变化。力矩电机的启停由位置编码器的数据决定。上述的设计能够最终使得张力盘在设备运行稳定后能够在较小的范围内活动。

放线装置的刹车与阻尼元件与放线电机的运转关联,以确保放线装置不会受外界的因素而转动。

为保证切断装置的精准切断,保证不漏切也不多切。为此在 PLC 编程时采用了中断的功能对切断装置进行程序编写。

作者简介:汤晨宇(1996.11.29-),男,汉族,专科,主要从事电气自动化工程方面的工作,现为南通振华重型装备制造有限公司电气主管,助理工程师。

## 1.4 运行及保护

预绞丝成型机具有一键启停能力，在按下启动按钮后，设备会首先启动切断装置，同时放线设备的刹车并开启阻尼元件，判断张力装置是否在原点，若不在原点，设备会自动将张力装置恢复至原点，一切就绪后就会启动牵引装置，自此设备启动完成。按下停止按钮或计数达到后，牵引装置会首先停止，在牵引装置停止完成后，切断装置会将最后一根金属丝切断后停止工作，同时张力装置回原点，之后放线装置刹车抱紧，阻尼元件断电。在设备的每个装置上均设有紧急停止按钮，以保证操作人员或调试人员在紧急状态下能迅速按下急停按钮。当按下急停后，所有压紧装置会立即打开，电机停机，放线装置刹车立即抱紧，以最大限度保障人员和设备安全。



图1 预绞丝成型机触摸屏自动画面

该设备具有电机过载保护、放线刹车保护、张力过紧保护、切断转速保护、牵引过速保护、通讯异常等保护和报警。

## 1.5 优点

该设备较其他同类设备而言有很大的区别，尤其是切断装置采用了电机直驱飞轮切断计数和送切的方式以及采用了有效变频精度达0.01HZ的MS300变频器，所以该设备对于调整预绞丝金属丝的长度具有很大的灵活性。相比于之前采用变速箱式凸轮送切的方式而言，该设备送切圈数更加可控，送切精度为1圈，再加上切断转速及高精度可控牵引速度的调整，使得该设备所能生产的预绞丝金属丝的种类相对而言更加丰富，其产品误差及工艺也更好。

考虑到该设备参数的复杂性，所以在该设备控制系统中内置了长度运算及数据储存功能。在长度运算中，只需按要求测量和输入某些参数，即可得出所需长度对应的参数。在数据存储功能中，可以按照所需的产品型号（产品型号由15位数字及字母组成）存储十余组相对应的数据，当需要用到时直接调用即可，无需重复输入。

针对于市面上顺时针与逆时针线盘的不同，该设备放线装置内置了正放线与反放线的功能，需要改变放线

方时只需在触摸屏上按下切换按钮即可。

## 2 预绞丝铺砂机

### 2.1 功能简介

铺砂是预绞丝成型之后的一道工序。在预绞丝成型后，将金属丝依次放置到预绞丝铺砂机上，在金属丝上喷涂上适量的胶水及石英细沙等，之后将多根金属丝组合成一股由若干根单股螺旋形金属丝组成的半成品预绞丝。最终使得其内壁上具有一层富有黏胶的石英细沙，用来增加预绞丝与拉线表面间的摩擦力<sup>[3]</sup>。

### 2.2 控制元件及原理

预绞丝铺砂机的控制装置采用了台达DVP-ES2系列PLC，人机界面采用了DOP-B系列触摸屏。

由PLC处理检测元件的信号，并根据设定的参数来控制两个压紧电磁阀、送丝电机及喷胶和铺砂装置。

### 2.3 运行及保护

预绞丝铺砂机只需选择好喷胶的参数，打开开机旋钮及自动旋钮即可。当第一道检测元件检测到有工件后即可自动启动并按照设定参数工作，当最后一道检测元件检测不到信号后，设备将会在延时一段时间后休眠。

## 3 预绞丝绞合机

### 3.1 功能简介

预绞丝绞合是预绞丝的另一道重要的工序，其目的是将铺砂后的若干根单股螺旋形金属丝进行一定度数的预先绞合。

### 3.2 控制元件及原理

预绞丝绞合机的控制装置采用了台达DVP-ES2系列PLC，人机界面采用了DOP-B系列触摸屏，绞合电机由台达VFD-E系列变频器控制。

该设备由PLC根据工艺的要求进行对应压紧及拉伸，并根据输入的角度参数驱动电机进行相应的绞合，由编码器实时反馈绞合度数。

### 3.3 运行及保护

预绞丝绞合机的启动按钮采用了保护性是双按钮启动模式，确保操作人员的手在安全的情况下才会启动。在操作人员将工件放置完成后，双手需同时按下两个启动按钮，设备才会启动。启动后首先会将工件两端压紧，之后会对工件进行一定程度的拉伸。拉伸完成后就会对工件按照参数进行绞合，在绞合完成后会进行一定程度的回转，以释放预绞丝绞合的反作用力。之后压紧装置即会松开，绞合装置回归原点。

该设备对绞合所产生的反作用力做了抵消处理，能够有效防止绞合后的工件弹起伤人。同时电机具有刹车

装置,能够使电机在紧急状态下立即停止。该设备设有原点,在程序运转完成后,绞合装置会自动回归原点。设备设置了过载保护、气压保护、位置保护、急停等保护措施。

## 4 预绞丝制弯机

### 4.1 功能简介

预绞丝制弯是预绞丝的最后一道工艺。绞合后的预绞丝经过制弯后就成为了成品预绞丝,再搭配不同的金具后就成为了用在不同行业电力设施上的预绞丝金具。

### 4.2 控制元件及原理

预绞丝制弯机的控制元件同样采用了台达 DVP-ES2 系列 PLC,人机界面采用了 DOP-B 系列触摸屏。制弯装置的动力系统采用了台达的 B2 系列伺服驱动及配套电机。

该设备由 PLC 根据工艺需求对角度参数进行处理,同时通过发脉冲的方式控制伺服系统的运转,从而驱动曲臂及压辊进行一定角度的旋转,以达到制弯的目的。

### 4.3 运行及保护

预绞丝制弯机首先需操作人员将工件放置到指定位置,踩下脚踏开关后压紧固定装置对工件进行固定,待操作人员确定固定完成且手臂已收回到安全位置后,再

次踩下脚踏开关对工件进行制弯。

该设备具有角度保护、电机过负载保护、原点保护等保护功能,且在操作流程中增加二次确认功能,确保了操作人员的安全。当触发保护或按下急停后固定压紧装置会立即松开同时制弯装置会立即回原点。

## 5 结语

此套预绞丝生产成套设备所能生产的预绞丝种类较之前设备有了很大的提升,产品质量也有了很大的改善。每台设备的部件均使用航空插头与电气控制柜进行对接,极大的方便了设备拆卸、转运、安装调试。该设备的自动化程度高,保护机制较完善,因此只需 1~2 人即可操控该成套设备进行流水线生产作业。

## 【参考文献】

- [1] 徐学泰. 新颖电力金具——预绞丝[J]. 电世界, 1999,40(11): 22-23.
- [2] 常占宁, 郭金平. 预绞丝金具在牵引供电设备中的应用与实践[C]. 中国铁道学会自动化委员会. 中国铁道学会电气化委员会 2017 年年会及新技术研讨会论文集. 中国铁道学会自动化委员会: 中国铁道学会, 2017:157-159+163.
- [3] 徐学泰. 预绞丝是富有生命力的新颖电力金具[J]. 上海电力, 1999(03):3-5.