

专用点焊机工作台的设计与研制

侯曙光¹, 黄 辉¹, 杨 杨², 刘华锋¹

(1. 五邑大学 机电工程学院, 广东 江门 529020; 2. 华南农业大学 工程学院, 广州 510642)

摘要:为了提高点焊机加工零件的质量和效率, 实现工作台转盘旋转特定角度时点焊工艺, 提出了专用点焊机工作台设计及基于 PLC 控制系统设计的总体方案, 阐述了关键指令 DZRN 和 DDRVA 的应用。生产实践表明, 螺母焊接位置纵向、横向运行偏差在 ± 0.03 mm 以内, 同时具有效率高、运行可靠的特点。

关键词:点焊机; PLC; 伺服电机

中图分类号: TP273 文献标志码: A 文章编号: 1000-0682(2012)02-0069-05

The design and development of specific spot-welding bench

HOU Shuguang¹, HUANG Hui¹, YANG Yang², LIU Huafeng¹

(1. College of Mechanical and Electronic Engineering, Wuyi University, Guangdong Jiangmen 529020, China;

2. College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: In order to improve the quality and efficiency in processing the parts by welding machine and accomplish welding process in preset turntable rotation angle, an overall project is put out which involved the design of special spot-welding bench and control system based on PLC, and describes the application of key commands DZRN and DDRVA as well. Production practice shows that the deviation of nut position in vertical welding is ± 0.03 mm or less, and the system has the characteristics of high efficiency and high reliability.

Key words: spot-welding; PLC; servo motor

0 引言

为了提高企业的竞争力, 减少劳动力成本, 满足生产过程中劳动保护和降低工人劳动强度, 企业迫切需要自动化设备以提高生产效率。该文结合江门某公司的生产实际, 针对其特定产品在焊接过程实现自动化进料、焊接、出料的需要, 设计了专用点焊机工作台。为了机器可靠地工作, 设计时从机械传动和电气控制两方面进行研究, 解决各工位重复定位精度的问题。从机械角度重点考虑了如何减少机械传动、定位误差、传感器的信号采集准确性和安装位置选择问题, 以及主要工件螺母上料过程的顺畅性。在控制系统方案中, 重点阐述了三菱 PLC 位置控制模式, 在位置控制模式中重点使用 DZRN 指令

实现系统原点复归的校准过程; 使用 DDRVA 指令, 通过设定基底速度 D8145、最高速度 D8146 和加减速时间 D8148, 实现每个周期的精确定位。从生产实践看, 该方案满足了厂方提出的焊接强度和焊接效率等工艺要求, 实现了专用点焊机的自动运行。

1 点焊机的工作原理

该专用点焊机的工作循环是振动盘将螺母排序好, 导入到工作台上的螺母导向板, 电机带动转盘转 30° , 把螺母和转盘上的工件一起送到下一工位的下焊头端面处, 焊机上焊头在气缸的推动下下降到工件内表面处, 接通电流, 将工件和螺母焊接在一起, 上焊头缩回, 产品在工件定位座的弹簧力下脱离下焊头, 电机再次带动转盘转 30° , 将产品运送到下一工位, 顶出气缸将产品顶出来, 弹出到地面收集框。点焊机焊接原理是利用正负两极在瞬间短路时产生的高温电弧来融化被焊的 2 个材料, 来达到使它们

收稿日期: 2011-11-07

作者简介: 侯曙光 (1985), 男, 安徽淮南人, 硕士研究生, 主要研究方向为自动化生产系统与装备等。

结合的目的。

点焊时产生的热量由式(1)确定:

$$Q = I^2 R T \quad (1)$$

式中: Q 为产生的热量(J), I 为焊接电流(A), R 为电极间电阻(Ω), T 为焊接时间(s)。

焊接零件及电阻示意图如图 1 所示。

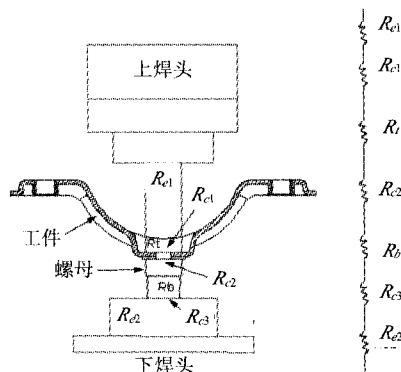


图 1 焊接零件及电阻示意图

焊接电阻

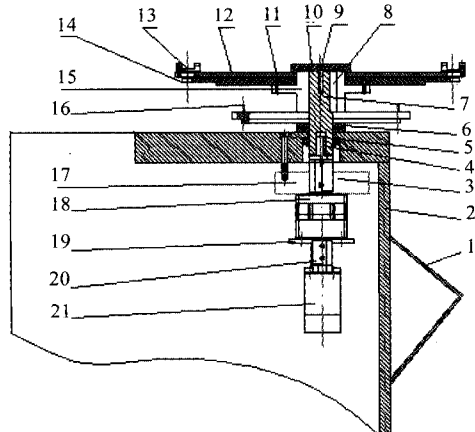
$$R = R_{e1} + R_{e2} + R_{c1} + R_{c2} + R_{c3} + R_t + R_b$$

式中: R_{e1} 、 R_{e2} 为焊头内阻, R_{c1} 为上焊头与工件的接触电阻, R_{c2} 为工件与螺母的接触电阻, R_{c3} 为螺母与下焊头的接触电阻, R_t 为焊接工件的电阻, R_b 为焊接螺母的电阻。

2 工作台的设计

2.1 工作台的整体设计

该专用点焊机工作台的结构如图 2 所示。其中所选减速器和联轴器型号如表 1 所示。



1. 操作面板; 2. 工作台支架; 3. 减速机连接板; 4. 键 01; 5. 轴承;
6. 推力轴承; 7. 连接轴; 8. 键 02; 9. 螺栓; 10. 端盖; 11. 垫片;
12. 工件定位盘; 13. 工件定位座; 14. 螺母定位座; 15. 轴承套;
16. 定位针; 17. MD-a40-20/20; 18. PX90 减速机; 19. 连接法兰;
20. MD-a32-14/16; 21. 伺服电机 SGMJV-04AAA61

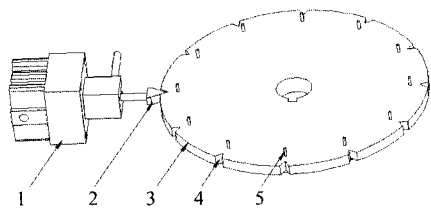
图 2 工作台示意图

表 1 减速器和联轴器参数表

序号	名称	型号	备注说明	补充说明
1	双轴行星减速机	PX90	传动比是 100, 减速机输入轴径为 16, 输出轴径为 20	保证传动比不低于 100, 具有相同输入直径的, 能够胜任 SGM-JV-04AAA61 电机要求 1.2 N·m 输入转矩的也可以替代
2	联轴器	MD-a32-d1/d2 (14/16)	伺服电机与减速机连接	
3	联轴器	MD-a40-d1/d2 (20/20)	减速机与过渡轴头连接	

2.2 机械辅助定位

定位针是光电开关检测信号用的, 光电开关是一束光线, 光束的直径不能忽略, 所以定位针要想挡住光线, 其直径必须大于光束的直径, 这样在定位过程中, 定位针在运动时是从挡住一部分光到完全挡住光束再到挡住部分光的过程, 而且螺母定位盘和工件定位盘的重量大约 30 kg, 惯性矩比较大, 想让其立刻停止转动是很难的, 所以单独用光电开关检测的信号来定位会有一定的偏差, 因此借助图 3 所示的机械辅助定位可以消除定位的偏差, 达到精确定位的目的。定位盘上刻有 12 个 V 形定位槽, 通过气缸的伸缩来定位。



1. 气缸; 2. V 形定位块; 3. 定位盘; 4. V 形定位槽; 5. 定位针

图 3 机械辅助定位示意图

3 PLC 控制系统设计

3.1 总体控制方案设计

该生产线控制器采用三菱的 FX1N-40MT-001 型 PLC, 通过光电传感器欧姆龙光电开关 EE-SPW321(-A) 检测到工件, 欧姆龙 D5B-5011 限位开关检测螺母。EE-SPW321(-A) 通过定位针定位来控制伺服电机的转动(注意传感器的安装), 只

有当检测到有工件和螺母且定位准确时,点焊机才动作,完成一次焊接过程。

3.2 PLC 外围接线图

设计的 PLC 外围接线图如图 4 所示。图中,

PLC 由单相 220 VAC 供电;输出电路中,控制继电器线圈采用单相 220 VAC 供电;传感器采用 24 VDC 供电。

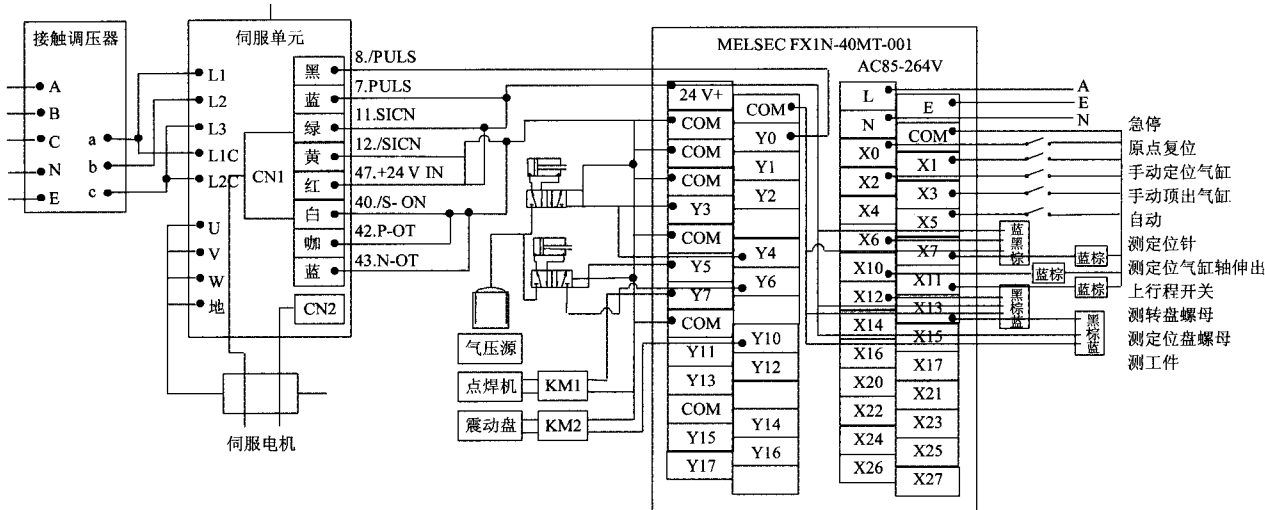


图 4 PLC 外围接线图

3.3 PLC 控制程序设计

控制界面具有点动和自动 2 种控制模式。在实际工作时,先点动工作,其中包括手动定位气缸、点

焊、手动顶出气缸等,在检测焊接零件满足要求时,可调至自动档。PLC 控制系统流程如图 5 所示。

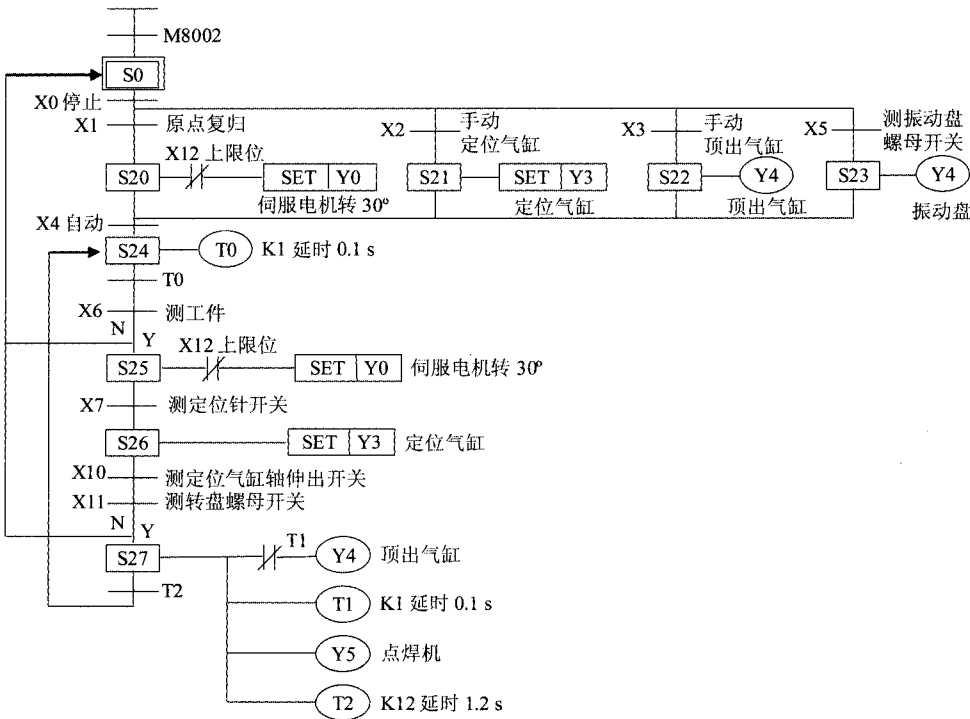


图 5 PLC 控制系统控制流程图

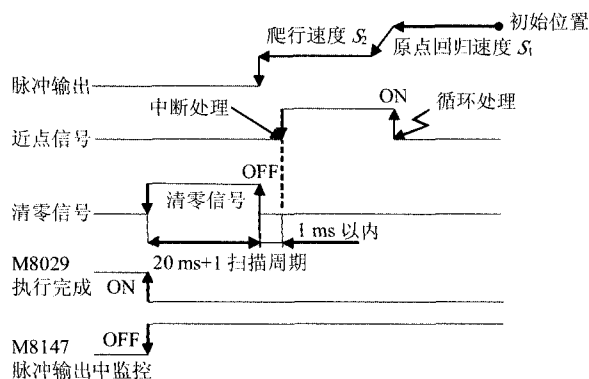


图 6 DZRN 指令的执行时序

在程序中采用 DZRN 和 DDRVA 指令精确定位,在实际安装调试时,采取措施使光电传感器光线导通时间更短,定位更准确。DZRN 指令的执行时序如图 6 所示,下面通过图 7 来说明 DZRN 指令的应用。

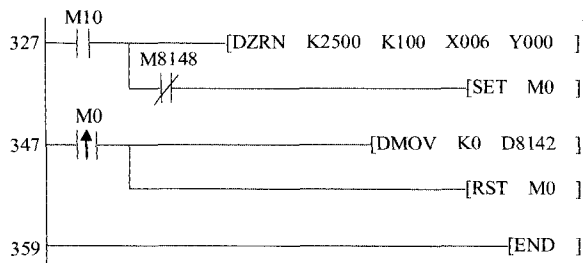


图 7 DZRN 指令的应用

图 7 中 K2500 是指令开始运行时的输出脉冲频率;K100 是到达近原点后的输出脉冲频率;X006 是近原点信号,任何一个外部输入点和内部中间继电器,当应用内部中间继电器时会因程序扫描周期的影响,而造成原点回归位置偏差增大,所以最好是用外部输入点;Y000 是脉冲输出地址,只能是 Y0 或 Y1。在执行过程中,M10 如果断开,DZRN 将执行不减速立刻停止脉冲输出;M10 闭合后,Y000 开始以 2 500 Hz 的频率输出脉冲,执行元件快速向原点移动(此时 M8148 为闭合状态);在执行元件移动到近原点开关时,近原点信号 X006 闭合,Y000 减速

到 100 Hz 的频率输出脉冲,执行元件慢速爬行;执行元件慢速离开近原点开关时,近原点信号 X006 断开,Y000 停止脉冲输出(此时 M8148 为断开状态),执行元件此时已经回到了原点;由于 M8148 为断开状态,则 M8148 的常闭触点令 M0 置位,将 D8142 清零,令程序原点 D8142 与机械原点一致。要注意的是,由于受扫描周期的影响,近原点信号断开后,Y000 还会继续输出一些脉冲(即假如程序执行到第 347 步时,近原点信号 X006 断开,由于此时并未执行到 DZRN 指令,所以 DZRN 指令并不知道近原点信号 X006 已经断开,它继续输出脉冲,程序执行到 END 指令,再处理一些通信、输出刷新、输入刷新后才开始执行第 327 步,此时 DZRN 指令才知道近原点信号已经断开,停止脉冲输出。慢速输出脉冲频率越低,误差就越小)。

DDRVA 为绝对位置控制指令,其驱动方式的设置与运行速度曲线如图 8 所示,其指令格式为 DDRVA D0 D2 Y0 Y2。其中 D0 是目标位置,是 PLC 要输出的脉冲数;D2 是输出脉冲频率,是 PLC 输出的脉冲频率;Y0 是脉冲输出地址,只能是 Y0 或 Y1;Y2 是方向控制输出,正向是 ON 或是 OFF,反向是 OFF 或是 ON(根据所控制执行元件设置来确定)。FX 的脉冲输出频率并不能从 0 开始,由式(2)计算,当把 D2 的值设定小于计算的基底频率时,最小输出频率也是按照基底频率输出。

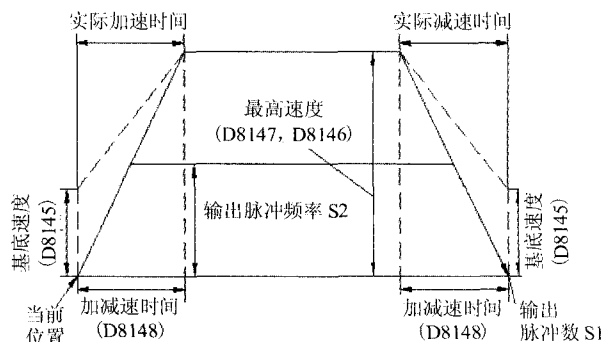


图 8 DDRVA 驱动方式的设置与运行速度曲线

$$\sqrt{\text{最高速度} [D8147, D8146] \text{Hz} \div (2 \times (\text{加减速时间} [D8148] \text{ms} \div 1000))} = \text{输出脉冲最低频率} \quad (2)$$

DDRVA 指令的应用如图 9 所示,当 M0 闭合,电机以 2 500 Hz 输出脉冲,当发送完 2 998 的脉冲数后,M8147 断开。另外应用绝对位置控制指令 DDRVA 关键是理解 D8140 或是 D8142 寄存器的用法。通过图 10 来理解原点的概念。原点是针对 D8140(D8142)所说,DDRVA 在开始执行前 D8140(D8142)的值就是当前的原点,如果 DDRVA 执行

前 D8140(D8142)的值为 0,那么图 10 的右行输出脉冲数则为 5 000;如果 DDRVA 执行前 D8140(D8142)的值为 1 000,那么图 10 的右行输出脉冲数则为 4 000;如果 DDRVA 执行前 D8140(D8142)的值为 5 000,那么图 10 的右行输出脉冲数则为 0。也就是说绝对位置控制指令 DDRVA 的输出脉冲数是根据 D8140(D8142)的值来决定。最好的方法就

是先找到机械原点,然后把 D8140(D8142) 的值用 MOV 指令清零,让程序原点与机械原点一致,如此便于计算所发脉冲数。

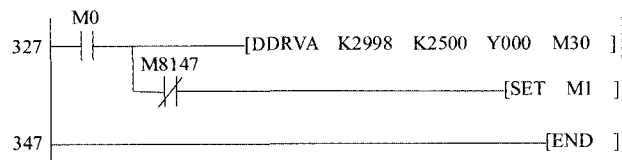


图9 DDRVA 指令的应用

据图 10 所示实例如下:(假设 D8140(D8142) 的值在零点时为 0)右行到目标位置 DDRVA K5000 D2 Y0 Y2;左行回到原点 DDRVA K0 D2 Y0 Y2。在应用 DDRVA 指令控制位置时都是应用 D8140(D8142) 的存储值来判断当前的位置,所以在控制前需要进行机械原点回归,然后将原点的值写入 D8140(D8142)。

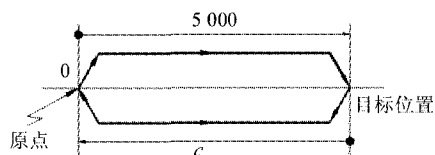


图10 原点概念理解图

在实际的调试过程中,检测到当输出脉冲频率为 2 500 Hz 时,运动稳定且定位精确。由于 DZRN 指令定位依靠传感器,如果传感器在工作工程中出现故障或工作环境导致传感器检测到错误信号,就会出现定位误差;DDRVA 又有脉冲累积,所以程序中使用 DZRN 和 DDRVA 指令的配合,以克服单一指令的弊端。

4 样机调试

将减速机、伺服电机、螺母定位盘、工件定位盘等组装工作台之后,调整工作台与点焊机位置,为联机调试做好准备,调试过程中出现的问题及解决措施如下:

1) 转盘旋转定位不准。转矩的传递是由伺服电机通过联轴器传给减速机,减速机再由联轴器传递给转动盘的轴,由于转盘的转矩大,以及联轴器与键的配合间隙的存在,使得电机虽然可以立即停止,但是转盘还会再转一定的角度,而且这个转角不是一个确定值,主要的原因是联轴器和键的配合间隙太大造成的,尤其是减速机输出端和转盘轴之间的联轴器配合间隙的影响,因此,将联轴器与键的配合改为过盈配合,再借助辅助定位气缸的卡位,该问题得到很好解决。

2) 交流伺服驱动器出现过载标志。由于伺服电机、减速机等是悬挂在工作台上的,减速机是用连接板通过 4 根螺栓连接到工作台上的,在紧固时由于没有调整好平衡,导致同轴度保证不了,同时电机的输出轴与减速机的输入轴之间的距离太小,出现电机过载的情况,因此,通过在连接板之间加垫块来保证连接的平衡,同时改进了电机输出轴与减速机输入轴之间的距离,使出现过载的问题得以解决。

3) 自动工作一段时间后出现定位偏差。控制系统的程序中设置了原点回归,一开始设置的是焊接 10 个零件自动进行一次原点回归,但是在实际的调试过程中发现,由于脉冲的累积,导致定位有一定的偏差,因此,将原点回归的频率改大一点,同时将每一个工位所需的脉冲改少一点,情况得到解决,最终焊接 5 个零件自动进行一次原点回归,每一个工位脉冲数减少 2 个,再借助定位气缸辅助定位,定位十分准确。

5 结论

生产实践表明,专用点焊机工作台和其控制系统的设计,使得产品焊接过程不变形,螺母焊接位置纵向、横向运行偏差 ± 0.03 mm,提高了工作效率,降低了工人的劳动强度,具有兼顾精度与效率、配置合理使用、运行可靠等特点。

参考文献:

- [1] 潘天浩,李仁德,胡欢,等. 自动化点焊机的研究与开发[J]. 石材,2011(09):32-33.
- [2] 三菱电机自动化(上海)有限公司. 三菱微型可编程控制器 FX1N 使用手册[Z]. 上海:三菱电机自动化(上海)有限公司,2008:135-146.
- [3] 陈苏波,杨俊辉,陈伟欣,等. 三菱 PLC 快速入门与实例提高[M]. 北京:人民邮电出版社,2008:115-119.
- [4] 张连新,李尚政,舒行军,等. 基于 PLC 的中频逆变电阻点焊机研制[J]. 电焊机,2009,39(10):74-75.
- [5] 朱仁盛,曲波. 光电传感器及其应用[J]. 电气时代,2010(4):114-116.
- [6] 刁小燕,朱焯秋. 基于 PLC 的风力送丝控制系统[J]. 轻工机械,2010,28(5):62-64.
- [7] 沈凯明,王玉芬,常兴. 电机测试系统的 PLC 控制[J]. 轻工机械,2010,28(4):77-79.
- [8] 胡佳丽,闫宝瑞,张安震,等. S7-200 PLC 在伺服电机位置控制中的应用[J]. 自动化仪表,2009(12):38-40.
- [9] 赵华军. 五轴机械手控制设计[J]. 机电工程技术,2010,39(06):44,109.
- [10] 安川电机. AC 伺服驱动器 Σ -V 系列用户手册[Z]. 2010:21-23.