

PLC 在传统冲压机床自动化改造中应用分析

文晓宇（山西汾西矿业（集团）有限责任公司设备修造厂，山西 介休 032000）

摘要：传统冲压机床送料、称重、上下料等均使用人工操作，存在效率低、劳动强度高以及操作安全风险等问题。为解决上述问题，提出使用 PLC 对冲击机床进行自动化改造，改造后的冲击机床通过称重装置、自动布料装置以及自动上下料装置可实现自动化操作，并通过 PLC、HMI 触摸屏对冲压机床进行自动化控制。现场应用后，冲击机床产量由改造前 60 件增加至 150 件以上，生产效率提升 250% 以上；同时自动化改造完成后的冲压机床人力资源成本得以显著降低，并可在一定程度上提升产品品质以及作业人员安全保障能力。

关键词：冲压机床；PLC；自动化控制；自动供料；人机交互

现阶段我国已构建体系齐全的工业化生产、制造体系，其中中小型制造企业占据有较大比例。但是中小型生制作企业也面临作业人员劳动环境差、机械设备自动化程度低等问题。冲压生产是产品制作过程中常见环节，传统的冲压机床生产过程中上料、下料等工序一般通过人工实现，存在效率低、作业人员劳动强度高以及安全隐患等问题。

随着自动化技术的发展，近些年来桁架机械手、工业机器人等设备在冲击机床上应用逐渐广泛。冲压机床使用夹持式送料装置、辊式送料装置等可实现上下料自动化操作，但是现场应用过程中也存在结构复杂、价格偏高等问题。为此，文中结合冲击机床生产工艺，提出用 PLC 对冲压机床进行自动化改造，从而实现冲压机床自动化生产，提高生产效率。

1 冲压机床自动化系统结构

文中提出将 PLC 应用到企业冲压机床自动化控制中，并重点解决冲压机床动作与物料供应间的协调性问题，同时实现缺料报警、物料计数等功能。提出的自动化系统结构见图 1 所示，主要结构单元由上料装置、下料装置、储料装置、压机系统、称重装置以及控制系统等构成。压机系统保留原有的工作模式不变。

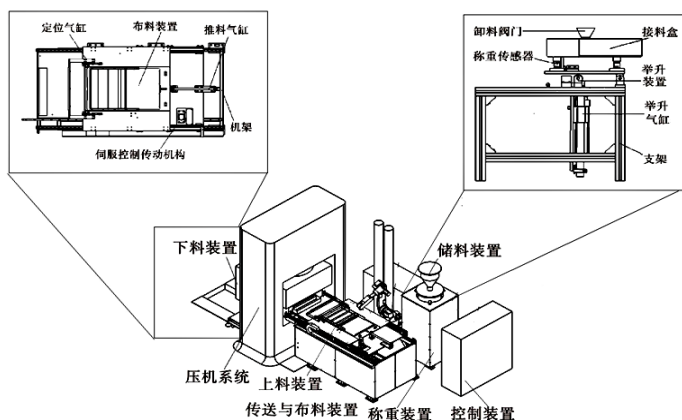


图 1 自动化系统结构

储料装置主要给冲压机床生产线提供原料，结构由吸料泵、检测开关、上料电磁阀、上料管路等构成。通过储料装置将料粉等原料从料仓内取出，并暂时存储在储料罐中。

称重装置结构由称重传感器、接料盒、举升装置、卸料阀门以及支架等构成，具体结构见图 1 右上部分所示。称重传感器用以对物料重量进行实时检测；举升气缸升起后带动举升装置运动，并将接料盒按照 60° 托起，实现倒料功能。称重装置选用的称重传感器精度为 3‰，卸料阀门采用高精度阀门，最小出料速度控制在 2g/s。

传送及布料装置结构包括有料仓机构、搬运机器人、布料阀门等构成，选用的搬运机器人具有 6 个自由度，机器人手臂上有布料阀门、料斗机构。上料装置由机架、推料气缸、传动机构、布料装置等构成。

2 冲击机床电气控制系统

电气控制系统贯穿冲击机床生产全过程，并将各系统单元连接为一个整体。电气控制系统结构包括有主控单元 PLC、上料装置、传送及布料装置等，具体电气控制系统结构框图见图 2 所示。

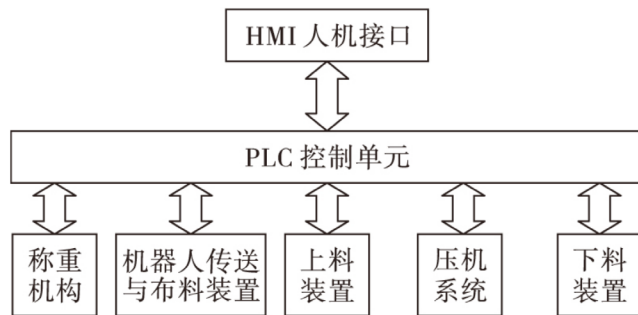


图 2 电气控制系统结构框图

2.1 PLC 控制器型号确定

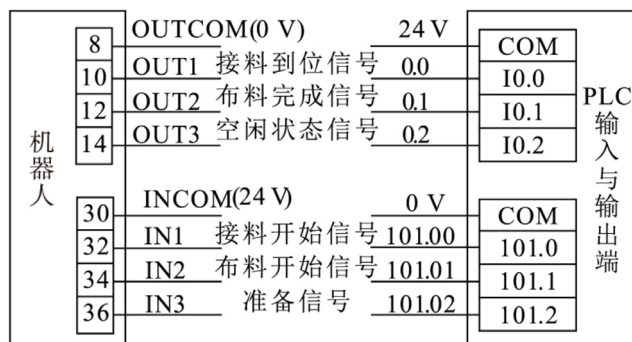


图 3 PLC 与机器人 I/O 接线图

在冲击机床电气控制系统中，使用脉冲加方向方式对上下料伺服驱动装置进行控制，因此选用的 PLC 类型

应为具备脉冲输出功能的晶体管类型,其中输入点、输出点数分别为 18 点、12 点,考虑 15% 富裕系数,因此 PLC 选择使用欧姆龙生产的型号 CP1H-40EDT 即可满足需要。

2.2 传送及布料控制系统设计

PLC 与机器人使用 I/O 通信方式,控制方式较为简单,具体 I/O 接线见图 3 所示。通过机器人与 PLC 间信号传输,PLC 即可实时掌握并反馈当前机器人工作状态

3 系统软件结构

3.1 储料装置控制软件

储料装置采用具有独立功能的自动化控制系统,在储料罐上下部位置分别安装有检测开关。上部检测开关用以判定料筒内料位,当发现储料罐满后会发出预警信号;下部检测开关用以对储料罐是否缺料进行判定。当储料罐缺料时,缺料开关会自动触发上料系统,吸料泵以及电磁阀等开始运行,在压力作用下将原料运输至储料罐内;当罐内物料达到上限时,上部检测开关发出检测罐满信号,吸料泵停止运行、电磁阀关闭,从而结束整个上料过程。

3.2 称重装置控制系统

当称重装置控制系统接收到控制器发出的称重信号后,称重装置开始打开卸料阀门进行下料,为保障控制精度以及下料速度,采用阶梯分段方式控制料阀门,即阀门开口尺寸随着卸料重量增加而逐级减少。根据现场需要,卸料阀门采用三级分段控制方式,将 2 组重量分段值分别设定为 T_{p1} 、 T_{p2} ,卸料阀门开口尺寸分别对应 O_{p1} 、 O_{p2} 、 O_{p3} ,传感器检测获取到的物料重量与设定的物料重量间差值设定为 ΔT ,卸料阀门实际开口尺寸为 V 。当 $\Delta T \geq T_{p1}$ 时,卸料阀门实际开口尺寸为 V 取值为 O_{p1} ;当 $T_{p2} \leq \Delta T < T_{p1}$ 时,卸料阀门实际开口尺寸为 V 取值为 O_{p2} ;当 $\Delta T < T_{p2}$ 时,卸料阀门实际开口尺寸为 V 取值为 O_{p3} 。

卸料阀门通过分段控制方式可将实际重量控制在预先设定重量范围内,重量测定精度控制在 1‰ 内,同时确保了系统称重时间。具体卸料阀门开口尺寸与物料重量间对应关系见图 4 所示。

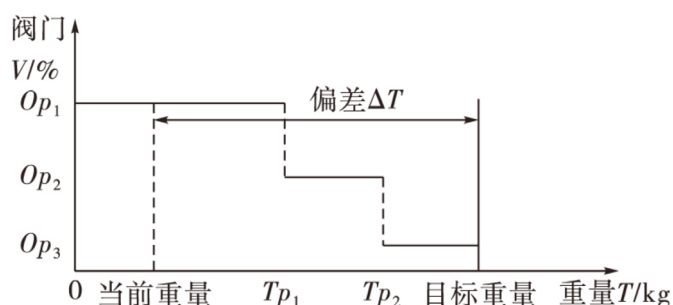


图 4 卸料阀门开口尺寸与物料重量

3.3 上下料控制系统

文中提出使用伺服控制方式对上下料装置进行定位

控制,采用的伺服控制装置可实现闭环控制,从而显著提升保障系统定位精度。伺服系统是现阶段冲击机床常用控制方式,与其他的控制系统相比具有转速快、控制精度高以及负载能力强等优点。

3.3.1 上料控制流程

在完成布料后,控制器首先发出上料指令,上料伺服电机开始工作并带动丝杆上上料磨具做直线运动,运送的物料首先在安全位置等待送至冲压磨具内;到位后底板气缸、刮板机气缸等均打开,待物料全部进入到工作区后,依次关闭刮板气缸、底板气缸,伺服电机回转至安全位置等待下次指令;伺服电机到位后,会向 PLC 发出上料完成型号,PLC 向冲压发出工作信号,从而完成整个上料流程。

3.3.2 下料控制流程

冲压完成工作后,向 PLC 发出反馈信号,控制器向上下料控制发出下料指令。下料伺服电机带动机械手运动,待到取料位置后,机械手伸出待夹紧物料到位后,机械手缩回、伺服电机回转将机械手移动到成品物料区;机械手伸出到位后松开,将冲压成型物料放置到成品区并退回,伺服电机运行至安全位置后待机等待一下料指令。

4 应用效果分析

对山西某企业冲压机床进行自动化改造后并进行现场应用。应用表明,对冲压机床进行自动化改造后,冲压机床自动化程度以及设备性能等均得以提升;改造前冲压机床每天产品生产 60 件,改造后产品产量提升至 150 件以上,产能增涨幅度达到 250% 以上。

5 总结

文中使用 PLC 对传统的冲压机床进行自动化改造,并提出一套较为完备的自动化控制系统,该系统综合使用传感器检测装置、工业机器人系统、HMI 人机接口、伺服控制系统、PLC、气缸等,实现了各设备的有机即可。改造完成后的冲击机床具有控制精度高、操作便捷等优点,同时冲击机床原本使用人工操作的称重、上下料以及布料等均可进行自动化操作,在提升生产效率同时降低作业人员劳动强度。对冲击机床进行自动化改造取得较好的使用效果,并有一定的推广应用价值。

参考文献:

- [1] 李大伟. 冲压机床自动下料系统结构设计与实现 [J]. 工业控制计算机, 2021, 34(03): 151-152.
- [2] 李大伟. 基于 PLC 的传统冲压机床自动化改造的研究 [J]. 工业仪表与自动化装置, 2020(05): 97-100.
- [3] 叶继新, 杨彬. 冲压生产上下料工段用机械手的研制 [J]. 装备制造技术, 2019(01): 86-88+91.

作者简介:

文晓宇 (1975-), 男, 山西介休人, 2016 年 11 月毕业于国家开放大学, 机械制造及其自动化专业, 本科, 现为助理工程师。