

环境适应性设计与分析

药型端面包覆层自动修复系统方案设计

张春元, 李贵乾, 杨臻, 常绪涛

(中北大学 机电工程学院, 太原 030051)

摘要: **目的** 改善药型端面包覆层现行人工修复生产率低、安全性差等缺陷。**方法** 设计防爆药型端面包覆层自动化修复系统, 并对药型端面包覆层自动修复系统的机械结构组成、气动回路和 PLC 控制系统进行详细说明。**结果** 与传统的修复方式相比, 药型端面包覆层自动修复系统可实现对药型包覆层的自动化修复, 改善生产人员的工作环境, 减轻生产人员的劳动强度, 提高生产效率。同时针对生产过程中的实际需求, 设计了自动、半自动与调整等三种工作模式, 以便于使用中设备的调整和日常维护保养。**结论** 该方案提高了药型端面包覆层修复效率, 减少了一线生产人员的数量, 降低了劳动强度, 保障了生产的安全性。

关键词: 防爆; 端面包覆层; 气动回路; PLC 控制; 自动修复

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2018.03.012

中图分类号: TJ410.3

文献标识码: A

文章编号: 1672-9242(2018)03-0057-04

Scheme Design of Automatic Repair System for Propellant's End-face Coating

ZHANG Chun-yuan, LI Gui-qian, YANG Zhen, CHANG Xu-tao

(College of Mechatronic Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China)

ABSTRACT: **Objective** To solve shortcomings of artificial repairing of the Propellant's end-face coating. **Methods** An automatic repairing system was designed for Propellant's end-face coating, and the mechanical structure, the pneumatic circuit and the PLC control system of the system was described in details. **Results** Compared with the traditional artificial repairing, the automatic repairing system of the Propellant's coating can realize automatic repair of the Propellant's coating, improve working environment of production staff, reduce labor intensity of production personnel, and improve production efficiency. At the same time, according to the actual demands in the production process, three working modes of automatic, semi-automatic and adjustment were designed to adjust the equipment and have routine maintenance. **Conclusion** The scheme improves the repairing efficiency of medicine type end bread cladding repairing efficiency, reduces the number of first-line production staff, reduces the labor intensity and ensures the safety of the production.

KEY WORDS: explosion-proof; end-face coating; pneumatic circuit; PLC control; automatic repairing

药型是一种经过螺旋挤压成型的武器推进剂药柱, 药型经包覆后可直接装入火箭固体发动机, 端面的包覆可以提高药型的燃烧渐增性^[1]。目前药型端面包覆材料在长期的储存过程中, 包覆层会产生迁移、脱粘, 导致包覆后的推进剂寿命大大缩短。为延续推进剂寿命, 推进剂在储存一定时间后需要对包覆层进行修复和再包覆。由于传统药型端面包覆层修复工艺

需要生产人员在车床上对药型端面包覆层进行修复, 生产人员劳动强度大, 生产效率低, 特别是药型端面包覆层修复车间会存在着大量的火药粉尘颗粒, 因此生产车间环境属于易燃易爆的粉尘环境, 如发生爆炸, 将会造成重大生产事故^[2-4]。另外, 双基火药粉尘本身也会对生产人员的呼吸系统产生巨大的危害。

根据药型端面包覆层修复工艺要求, 设计了药

型端面包覆层自动修复系统, 替代传统的人工修复方式。

1 系统的结构组成及工作原理

通过对现行药型传统修复工艺的分析, 确定出药型端面包覆层自动修复工艺路线及修复系统结构组成。结构组成主要由机械手、修复装置、清洗装置、端面检测装置及导轨组成, 各装置呈直线排列。整个修复系统共有五个工位, 依次为上料工位、修复工位、端面检测工位、清洗工位及卸料工位, 且各工位中心在同一轴线上。

机械手通过导轨下翼缘的限位条实现在导轨上的运动, 机械手共有两对机械手爪, 工作时夹紧药型的两颈进行运动, 既能实现上下料, 又能实现对药型的运送^[5]。机械手的上下伸缩及机械手爪的闭合均由气

缸驱动, 机械手的移动由安装于导轨上的气动马达驱动。药型在上料区域时由自动定心夹具对药型进行定心, 当机械手夹紧药型后, 自动定心夹具松开, 机械手手爪夹持药型两颈在不同工位间进行传送。为控制机械手的输送精度, 采用定位机构对机械手进行定位。导轨材质为 H 型钢, 布置于各工位中心线的上方, 并与各工位中心重合。修复装置主要由环形夹紧装置与面铣刀组成, 用来对药型端面旧的包覆层进行清除。环形夹紧装置与药型之间为面接触, 夹紧力由均布的压力传感器控制, 在接触处安装有聚氨酯橡胶, 以防对药型夹紧力过大而对药型表面造成损伤^[6]。铣削工位共有两对环形夹紧装置及面铣刀, 采用双端面同时铣削的方式, 能够通过一次铣削, 实现对整个药型端面包覆层的去除。面铣刀的行程控制通过丝杠由气动马达提供动力输入, 刀具的旋转由单向气动马达提供动力输入。修复装置结构如图 1 所示。

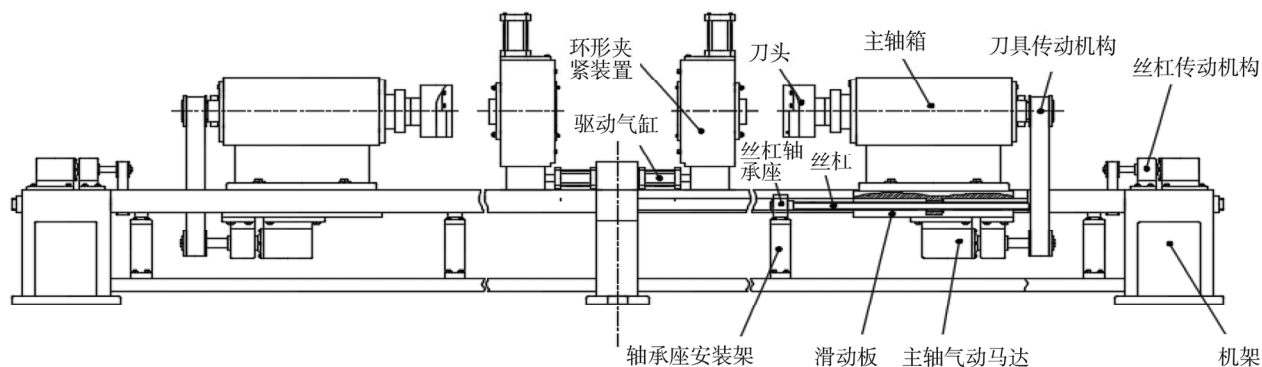


图 1 修复装置结构

药型经铣削后需要对所铣削后的端面进行清扫, 去除端面残留的药屑, 以提高端面质量检测精度, 避免残留的药屑对药型端面包覆的影响。清扫后的药屑由空气负压吸走, 并经收集后统一处理。清洗工作由毛刷来完成, 驱动元件采用气动马达驱动。毛刷材质为碳纤维, 毛刷与药型端面直接接触, 两者之间相互摩擦, 同时, 碳纤维毛刷可将摩擦所产生的静电通过安装盘直接导入地下。毛刷通过螺栓与安装盘相连, 为可拆卸式, 可定期更换。工作时, 毛刷旋转轴在气动马达的带动下运动, 并经气缸驱动在导轨上做直线运动。通过在直线导轨上设置定位元件可对气缸行程做精确限位。

检测装置的作用是检测经铣削之后的药型是否满足药型端面再包覆的要求, 检测的主要参数包括铣削后的药型长度、内外径尺寸及端面平行度等参数。药型长度的检测采用新型激光测距仪来测量; 药型端面内外径尺寸的检测采用 CCD 检测仪, 检测速度快, 精度高, 并且可调; 药型端面平行度的检测采用能将高度变化转变为角度变化的直线度位差角度测量仪来测量^[7-10]。检测后的结果可以在计算机终端显示,

并可对不合格药型进行报警。在药型两端各分布有一套端面检测装置。

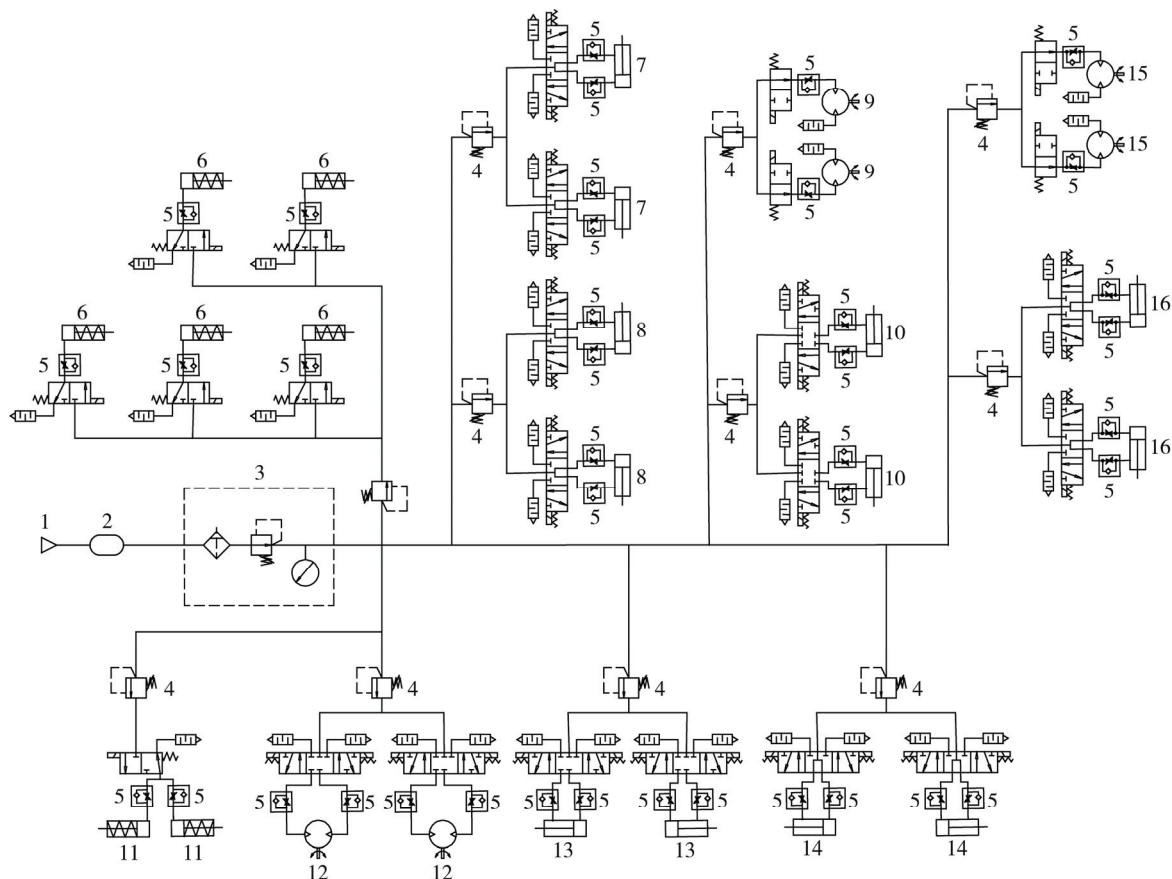
2 气动回路设计

由于生产环境为易燃易爆的高危环境, 安全性是首要考虑的因素, 所以整个系统采用气动驱动的方式, 以惰性气体作为工作介质。气动驱动与液压驱动相比, 具有安全、清洁以及便于维护等优点, 并且在工作时气动执行元件不会产生电火花, 温升也比较小, 特别适合于频繁启动的场合^[11-12]。该气动系统设计中, 各装置驱动元件使用一套供气设备来供气, 各支路压力根据驱动元件压力要求进行调节, 对各装置驱动元件运动参数的控制可通过改变各支路气动系统中工作气体的方向以及流速等实现。

机械手在轨道上的运动由双向气动马达作为动力输入, 机械手爪的闭合动作和上下位置的调节由气缸作为动力输入。面铣刀丝杠传动机构采用双向气动马达作为驱动元件, 面铣刀与主轴之间为螺纹连接, 主轴采用单向气动马达驱动, 以防止主轴反转影响刀

头的紧固。面铣刀气动马达控制电磁阀的流量和压力通过采用伺服式电磁阀来进行控制^[13]。考虑到端面包覆层铣削车间为粉尘环境, 所以控制系统电磁阀均采用防爆式气动电磁阀^[14-15]。环形夹紧装置、端面包覆

层面铣刀等装置为对称分布, 为了保证机构工作时动作一致, 采用对称分布装置的气动系统回路设计为同一分支回路。为便于后期的调试工作, 气动系统各支路的气压与流量均可调。气动原理如图 2 所示。



1.气源 2.储气罐 3.气动三联件 4.溢流阀 5.单向节流阀 6.轨道定位气缸 7.环形夹紧装置驱动气缸 8. 环形夹紧装置定位气缸 9.面铣刀气动马达 10.修复装置丝杠驱动马达 11.机械手定位夹紧机构气缸 12.机械手驱动马达 13.机械手提升气缸 14.机械手夹紧气缸 15.清洗装置气动马达 16.检测装置定位气缸

图 2 气动原理

动作顺序是: 机械手运动到上料区, 轨道定位气缸 6 动作→机械手提升气缸 13 动作, 机械手爪下降到指定位置处→机械手驱动气缸 14 动作, 机械手爪抓取药型→机械手提升气缸 13 缩回至指定高度→轨道定位气缸 6 释放, 机械手气动马达 12 动作, 将药型输送到修复工序→轨道定位气缸 6 动作, 环形夹紧装置定位气缸 8 动作, 药型定位→环形夹紧装置驱动气缸 7 动作, 夹紧药型→端面修复装置气动马达 9 动作, 盘型铣刀转动→修复装置丝杠驱动马达 10 动作, 带动刀盘进给, 铣削药型→铣削后的药型输送到清洗工位, 定位气缸 6 动作, 气动马达 15 动作, 清洗药型→定位气缸 6 释放, 清洗后的药型输送到检测工位→检测合格后的药型送入卸料工位, 不合格的药型声光报警→结束。

3 控制系统设计

由于 PLC 环境适应性好、抗干扰能力强、可靠

性高, 适合在粉尘环境中使用, 且硬件软件开发量少、成本较低, 因此选用 PLC 作为本系统控制器。PLC 输入点主要为气缸、气动马达、限位开关和传感器信号以及手动输入开关等, 输出点为各装置电磁阀、指示灯、蜂鸣器等元件^[16]。PLC 通过对输入映射区内的信号进行提取, 内部处理器再将输入信号处理后输出到输出映射区, 最后通过输出电路实现对电磁阀、指示灯、蜂鸣器等控制, 从而实现药型端面包覆层自动修复系统的自动化生产。

药型端面包覆层自动修复系统控制方式有自动模式、半自动模式和调整模式。在自动模式下, 自动修复生产线按照预先设置的程序运行, 此模式为药型端面包覆层自动修复生产线自动化修复常规模式; 在半自动模式下, 生产人员通过操作手柄可实现对药型端面包覆层自动修复生产线单台设备的循环控制; 调整模式下可以控制各装置的各个动作, 方便对药型端面包覆层自动修复生产线的调试和对生产时故障的

排除。控制系统结构如图3所示。

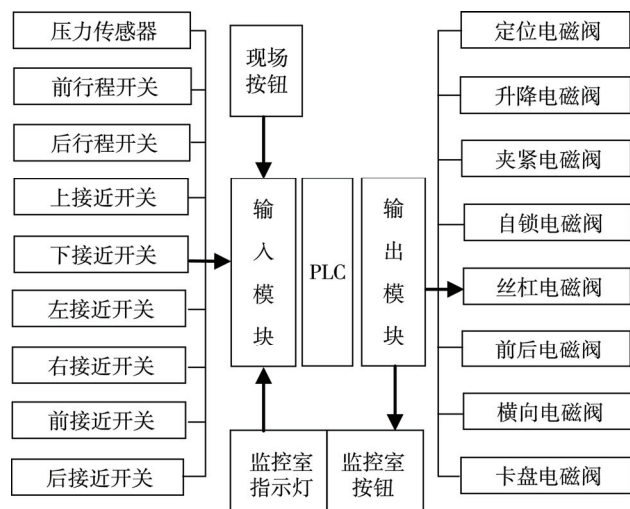


图3 控制系统结构

4 结语

1) 该设备为非标设备模块化设计方法的一种应用,该设计方法对以后非标产品设计具有一定的参考意义,并对军工企业生产技术改进具有一定的指导意义。

2) 通过设计专用的环形夹具对药型进行夹持,解决了现有夹持对药型表面造成损伤的问题。控制系统所采用电磁阀均采用防爆式气动电磁阀,极大提高了整个系统的安全性。

3) 该系统可通过调节气缸的行程实现对不同规格药型进行端面修复,适用性较强。此外,该端面包覆层自动修复生产线除了适合药型端面包覆层修复外,还可以应用在其他易燃易爆、辐射等恶劣环境的生产工作。

4) 通过对药型端面包覆层自动修复系统的设计,提高了药型端面包覆层修复效率,减少了一线生产人

员的数量,降低了劳动强度,保障了生产的安全性。

参考文献:

- [1] 祝红军,张春元.防爆气动搬运系统方案设计[J].液压与气动,2015(3):120-123.
- [2] 张冬.多工位药型端面包覆装置的设计与分析[D].太原:中北大学,2016.
- [3] 张宁,刘永畅,陶占良,等.钛酸锂表面碳包覆改性研究进展[J].表面技术,2015,44(1):1-7.
- [4] 李德钊.烟火药粉尘的危害与防治[J].安全,2015(4):20-23.
- [5] 屈圭,吴晓丹,曾豪华.煤矿用机械手全气动控制系统设计[J].液压与气动,2009(8):29-31.
- [6] 姜燕,佟宇.大直径工件自动定心涨紧夹具设计[J].功能部件,2010(8):145-146.
- [7] 董伟.药型轮廓影像测量装置的设计[D].太原:中北大学,2015.
- [8] 苏波,王纪龙,王云才.CCD高精度测径系统的研究[J].太原理工大学学报,2002(5):506-509.
- [9] 孙军利.基于线阵CCD的激光三角测距传感器数据处理算法的研究[D].上海:上海交通大学,2006.
- [10] 罗胜彬,宋春华,韦兴平,等.非接触测量技术发展研究综述[J].机床与液压,2013,41(23):150-153.
- [11] 许謩,王淑英.电气控制与PLC应用[M].北京:机械工业出版社,2009.
- [12] 吴晓明.现代气动元件与系统[M].北京:化学工业出版社,2014.
- [13] 马建民.防爆柴油机气压起动系统的分析[J].煤矿机械,2006(1):60-62.
- [14] 邢立兵,刘彦杰.论爆炸性环境用非电气设备的防爆[J].电气开关,2012,50(2):105-108.
- [15] 唐海洋,张剑.爆炸性环境用防爆电气设备选型及电气线路的设计[J].电气防爆,2007(1):36-40.
- [16] 叶晓晖.PLC在电气自动化中的应用现状及发展前景概述[J].中国新技术新产品,2009(15):144-145.