

doi: 10.7690/bgzdh.2024.05.003

关于普通弹头自动装配一体化的研究

强济侯, 韩立东, 穆国栋, 王 瑞, 肖玉静, 高晓航

(辽沈工业集团有限公司枪弹分厂, 沈阳 110000)

摘要: 针对普通枪弹弹头成型工序多, 生产自动化程度低, 设备、人员繁多等问题, 对普通弹头进行自动装配一体化研究。在分析和研究弹头的组成结构、现有的弹头装配工艺及其技术的各种问题后, 设计弹头自动装配机的结构单元及相应的控制系统, 将 6 道加工、检验工序整合到一台弹头自动装配机上, 大幅提高了弹头的装配生产效率和自动一体化程度。结果表明: 运用该技术能提高弹头的制造效率, 减少生产成本, 提升产品质量, 产生更大的经济效益和社会效益。

关键词: 弹头; 自动装配; 一体化

中图分类号: TJ410.5 **文献标志码:** A

Research on Integration of Automatic Assembly of Common Warhead

Qiang Jihou, Han Lidong, Mu Guodong, Wang Rui, Xiao Yujing, Gao Xiaohang

(Bullet Factory, Liaoshen Industries Group Co., Ltd., Shenyang 110000, China)

Abstract: In order to solve the problems of common bullet processing, such as too many forming processes, low degree of production automation, too many equipment and personnel, the research on the integration of automatic assembly of common bullet is carried out. After analyzing and researching the composition structure of the warhead, the existing warhead assembly process and various technical problems, the structure unit and the corresponding control system of the automatic warhead assembly machine are designed, and six processing and inspection processes are integrated into one automatic warhead assembly machine, which greatly improves the assembly production efficiency and automatic integration degree of the warhead. The results show that the technology can improve the manufacturing efficiency of the warhead, reduce the production cost, improve the product quality, and produce greater economic and social benefits.

Keywords: warhead; automatic assembly; integration

0 引言

随着第二次世界大战的爆发, 各种武器弹药得到了快速发展, 其中枪弹作为战场的常规弹药, 使用量巨大。进入 20 世纪后, 各种枪械和配套的枪弹开始小口径化, 并且发展迅速, 大多数枪弹都是一种口径多种用途。进入 21 世纪后, 世界各国都在进行军事变革, 枪弹的发展更为活跃, 是目前世界上需求量最广的弹药之一, 各个国家对枪弹性能的要求越来越高, 不但要求拥有可靠的安全稳定性, 还要保证能够在有效射程内精准地打击目标, 并且能产生足够的杀伤效果与穿透效果^[1]。

枪弹的战斗杀伤部是弹头, 可直接决定普通枪弹的弹道参数、射击精度以及杀伤力的是弹头的外观、各种尺寸以及质量, 所以弹头成型装配是普通枪弹弹头装配生产过程中极其重要的生产工序^[2]。对比欧美和以色列等发达国家, 我国目前大部分的子弹制造工厂大都面临一些困难, 包括技术相对较低、制造装备比较陈旧和制造所需要投入的时间

过长等。目前的生产技术很难迅速、大规模地生产, 更不要说战时更换种类, 进行快速响应、小批量生产和新品开发等能力^[3]。针对上述情况, 为提升普通枪弹弹头的生产效率, 降低生产成本, 提高产品质量, 开展关于普通弹头自动装配一体化的研究。

1 普通弹头的结构

普通枪弹是由弹头、弹壳、发射药和底火 4 部分组成。弹头是直接射向目标达到特定目的的枪弹部件。弹头杀伤敌方有生力量和侵彻敌方目标的能力主要取决于弹头结构、运动的动能和能量的利用情况。普通弹头按其结构可分为 2 种钢芯弹头和 1 种铅芯弹头, 如图 1 所示。笔者以图 1(a)的钢芯弹头机械为例进行介绍。

2 弹头装配工艺及技术

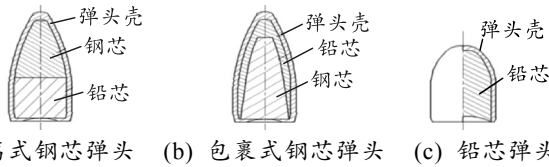
2.1 弹头装配工艺

弹头装配是将组成弹头的各零部件装配成弹头, 使其外形、尺寸、重量、外观和性能等符合产

收稿日期: 2024-01-23; 修回日期: 2024-02-25

第一作者: 强济侯(1995—), 男, 山西人。

品图及技术条件的规定。弹头装配成型工艺流程如图 2 所示。其中弹芯压入、底部卷边、尾椎部成型、平底、过径是保证外形、尺寸、外观和性能的加工工序，称量是保证重量和性能的检验工序。



(a) 分离式钢芯弹头 (b) 包裹式钢芯弹头 (c) 铅芯弹头

图 1 普通弹头种类

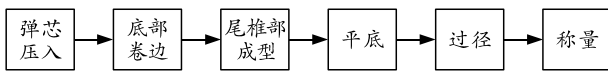


图 2 弹头装配成型工艺流程

2.2 弹头装配技术

目前在国内，弹头装配成型领域均采用半自动化的单机设备进行加工制造，负责弹芯压入工序的设备一般称为弹头压合机，剩余加工工序一般集成到弹头装配机，而称量这一检验工序要用到弹头称量机；因此，弹头成型有 6 道工序，3 台主要制造检验设备，存在着生产工序多、制造检验设备多、生产所需人员多等特点。

针对以上状况，笔者将原来需要在 3 台设备上分别完成的弹芯压入、底部卷边、尾椎部成型、平底、过径、称量等工序集成在一台弹头自动装配机上，以降低弹头生产成本，提高生产效率^[2]。

3 弹头自动装配一体化的设计

3.1 总体设计构想

总体设计分为机械加工检验和控制系统 2 部分，机械加工检验部分为采用转盘式弹头自动装配，控制系统为 PLC 控制系统。

3.1.1 机械加工检验部分的设计

机械加工检验部分如图 3 所示，整体采用逆时针转盘式加工方式，分为 13 个工位，第 1 个工位上方为弹头光电检验、弹头壳下料机构，第 2 个工位下方为重量检验机构，第 3 个工位为排料机构，第 4 个工位上方为钢芯下料机构，第 5 个工位下方为重量检验机构，第 6 个工位为排料机构，第 7 个工位上方为铅芯下料机构，第 8 个工位下方为重量检验机构，第 9 个工位为排料机构，第 10 个工位为底部卷边加工机构，第 11 个工位为尾椎成型加工机构，第 12 个工位为平底加工机构，第 13 个工位为过径加工、排料机构。其中：第 1、4、7 工位为下料单元，第 1、2、5、8 工位为检验单元，第 10、

11、12、13 工位为装配加工单元，第 3、6、9、13 工位为排料单元。

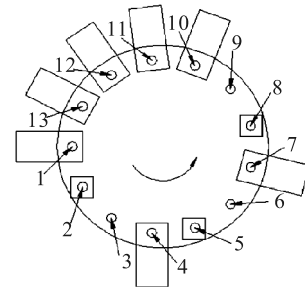


图 3 机械加工检验部分

第 1 工位的光电检验是为防止工位上存在弹头壳或者弹头阻碍下料而设置，保障设备的稳定性。

排料单元的设立是为便于分开各零部件，方便回收利用，间接提高良品率，避免浪费物料。

该设计的装配加工部分完全符合弹头装配工艺，只是将称量这一检验工艺提前到装配加工前，在弹芯压入中分别检验不同的零部件的重量，这样可有效避免不合格品的产生，并且避免了时间、人工和物料的浪费；因此，该设计是合理可行的。

3.1.2 控制系统的设计

控制系统由控制界面、PLC 控制器和其他设备组成，具有手动和自动操作功能：手动状态下能进行单机调试；自动状态下能进行全线运行，其结构功能如图 4 所示。

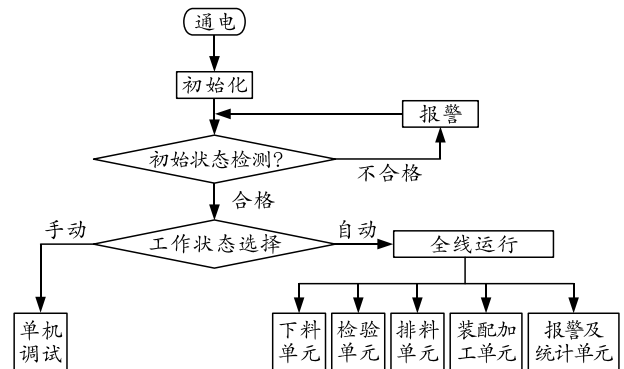


图 4 控制系统的结构功能

单机调试主要用于调整时，采用手动调整的按钮，可实现气缸和电机的独立运行，以便检查和调试其运动功能，同时对各个检测输入进行诊断。

全线运行用于实际生产阶段时，按下“启动”按键实现全线的连续生产。可检验制造出来的弹头能否符合要求，制造节拍是否达到，并对制造过程中的所有数据进行统计分析^[4]。

全线运行时 PLC 控制电机带动转盘 60 次/min，转盘每次转动会到达下一工位，即每 2 个工位间隔

1 s, 转动需约 0.2 s, 每个工位工作停留时间为 0.8 s, 光电传感器的工作时间约为 0.05 s, 重量传感器的工作时间约为 0.5 s, 机械加工机构的工作时间约为 0.75 s, 下料机构的工作时间约为 0.5 s, 排料机构的工作时间约为 0.6 s; 因此, 0.8 s 的工作停留时间是足够的。

3.2 工作原理

电机带动转盘进行逆时针转动, 第 1 工位的光电传感器开始检验工位上是否有弹头或者弹头壳, 如果没有则弹头壳开始自动下料; 如果有, 则光电传感器给 PLC 控制器一个信号, 控制弹头壳停止下料并且控制后续工位不工作。

弹头壳随转盘转到第 2 工位, 开始重量检验, 如果弹头壳重量不在合格范围内, 重量传感器给 PLC 控制器一个信, 控制第 3 工位工作, 其余工位不工作, 其转到第 3 工位会被排料机构排出去; 如果弹头壳重量在合格范围内, 重量传感器给 PLC 控制器一个信号, 控制第 3 工位不工作, 其余工位正常工作。

弹头壳随转盘经过第 3 工位到达第 4 工位, 钢芯开始自动下料, 转盘转到第 5 工位, 开始重量检验, 如果重量不在合格范围内, 重量传感器给 PLC 控制器一个信号, 控制第 6 工位工作, 其余工位不工作, 其转到第 6 工位会被排料机构排出去; 如果重量在合格范围内, 重量传感器给 PLC 控制器一个信号, 控制第 6 工位不工作, 其余工位正常工作。

弹头壳随转盘经过第 6 工位到达第 7 工位, 铅芯开始自动下料, 转盘转到第 8 工位, 开始重量检验, 如果重量不在合格范围内, 重量传感器给 PLC 控制器一个信号, 控制第 9 工位工作, 其余工位不工作, 其转到第 9 工位会被排料机构排出去; 如果重量在合格范围内, 重量传感器给 PLC 控制器一个信号, 控制第 9 工位不工作, 其余工位正常工作。

弹头壳包裹着钢芯、铅芯随转盘转到第 10 工位, 进入弹头装配加工单元, 经过卷边、尾椎成型、平底、过径后在第 13 工位被排料机构排出。

期间如果某一工位故障后续工位都会停止工作, 并且转盘会停止转动。工作期间按下停止键, 整个机器都会停止工作。控制系统的工作流程如图 5 所示^[5]。

3.3 和原加工工艺的对比分析

从生产效率对比: 现有压弹芯机的效率为 80 个/min, 弹头装配机的效率为 100 个/min, 弹头称

量机的效率为 60 个/min, 忽略中间流转产品的时间, 生产 1 万个弹头所需时间为: $10\ 000/80+10\ 000/100+10\ 000/60\approx 392\ \text{min}$, 用效率为 60 个/min 的弹头自动装配机生产 1 万个弹头所需时间为: $10\ 000/60\approx 167\ \text{min}$, 节省时间约 57.4%, 生产效率增加了约 135%。

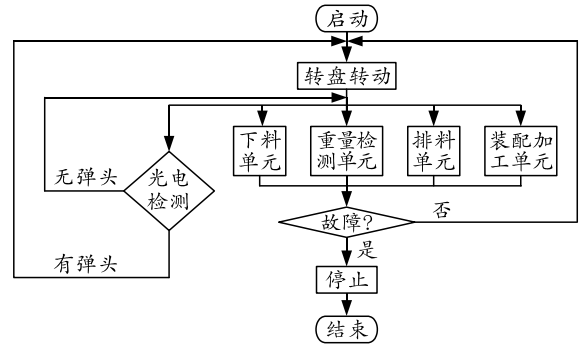


图 5 控制系统的工作流程

从设备能耗对比: 原加工工艺所需设备有 5 kW 的压弹芯机、8 kW 的弹头装配机和 5 kW 的弹头称量机 3 种; 现在只需要 1 种 15 kW 的弹头自动装配机就可以完成, 1 台弹头自动装配机的工作量大约相当于压弹芯机、弹头装配机、弹头称量机各 2 台的工作总量, 降低能耗约 58%。

从人力成本对比: 1 台弹头自动装配机的工作量大约相当于压弹芯机、弹头装配机、弹头称量机各 2 台的工作总量, 按一人一机制, 减少了 5 个劳动力, 降低了约 83% 的人力成本。

3.4 技术延伸拓展

以某种普通弹头为例, 研究设计的弹头自动装配一体化设备, 可根据实际情况适当增加工位来增添合适的功能, 如: 如果弹头有紧口沟, 可增加辊沟机构; 如果想检验弹头的尺寸, 可以增加合适的检验机构等。当然, 对应的控制系统也要做一些相应改变。

4 结束语

通过对弹头自动装配一体化技术的研究, 将弹头生产中的弹芯压入、卷边、尾椎成型、平底、过径等多道弹头装配成型工序整合到一台弹头装配机上, 并且将称量检验工序也组合在同一台机床上, 从源头处降低废品率, 从而达到制造过程中的节约能耗和减员增效。该技术的有效运用能够大大提高弹头的制造效率, 减少生产成本, 提升产品质量, 给枪弹生产厂家产生更大的经济效益和社会效益。