

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.08.025

大口径炮弹自动合膛技术在自动装配中的应用

史慧芳¹, 胡翔¹, 杨大瑜²

(1. 中国兵器工业第五八研究所 工业自动化工程技术部, 四川 绵阳 621000;
2. 绵阳市维博电子有限公司, 四川 绵阳 621000)

摘要: 针对大口径炮弹合膛的特点、技术要求和生产过程中存在的问题, 提出一种基于信息集成和实时在线检测的新型自动合膛方法。采用实时检测方式对整个自动合膛过程进行自动控制, 确保合膛过程安全可靠。同时, 对合膛检验中的工艺参数提供精确的量化指标。实践结果表明, 该方法能减轻工人的劳动强度, 提高技术水平和安全性, 具有安全可靠、在线实时、速度快和精度高等特点, 有较好的推广利用价值。

关键词: 自动合膛; 大口径炮弹; 实时检测

中图分类号: TJ410.5⁺2 **文献标识码:** A

Application of Automatic Chamber Gage Inspection Technology in Ammunition Assembly

Shi Huifang¹, Hu Xiang¹, Yang Dayu²

(1. Dept. of Industrial Automation Engineering Technology, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China; 2. Mianyang WB Electronics Co., Ltd, Mianyang 621000, China)

Abstract: Aiming at the characters, technique requirements and production problems of big shells, while adopting reverse design order, introduce a new automatic chamber gage inspection method. Based on information integration and real-time test, the method uses real-time inspection and fast response during automatic control to carry out directions over the whole automatic chamber gage inspection-to ensure the process is on the safe side, while offer accurate quantity indexes to technique parameters among the process. Experiment shows the method is secure and reliable, and can be widely used due to its fast response, real-time test process and high precisions.

Keywords: automatic chamber gage inspection; big shell; real-time test

0 引言

合膛能对装配的全弹进行长度和全形检验, 剔除废品, 保证炮弹在顺利进入炮膛和射击后能可靠地退膛, 最终确保炮弹的各项战技指标。目前, 在国内大口径炮弹装配过程中, 多是合膛规固定, 采用工人抱着炮弹推入方式进行合膛, 退膛也是工人用铜棒将弹由合膛规中顶出。这种测量方式不仅存在安全隐患, 而且劳动强度大、检测精度低。故采用自动合膛方式, 以提高我国大口径弹药装配质量, 确保安全生产。

1 大口径炮弹自动合膛的工作原理

1.1 原理概述

一般枪弹和小口径炮弹的自动合膛设计普遍采用仿生学原理, 模拟人工合膛的模式, 将合膛规固定后, 通过驱动机构将全弹平稳地推入合膛规中, 并通过各种传感器来测试是否是废品, 即“弹动规

不动”。但是大口径炮弹存在体积大、全弹较重、全长较长等特点, 若与枪弹或小口径炮弹采取同样的方式, 则会导致设备过长、操作不便等缺点。因此, 在设计过程中, 采取逆向思维设计, 将弹固定, 通过移动合膛规来完成全弹合膛, 即“规动弹不动”。

1.2 系统组成

大口径炮弹自动合膛设备主要由控制器和操作机构组成。

控制器主要由 PLC、本安型接近开关及安全栅、防爆电磁阀和位移传感器等组成; 合膛机操作机构的组成如图 1, 它主要由机座、尾座检测机构(压力检测和位移检测)、弹体支撑机构和合膛规驱动机构等组成。

1.3 工作过程

该设备采取炮弹固定、合膛规运动的合膛形式。通过无杆气缸带动合膛规以一定的速度沿导轨向全弹方向前进, 对炮弹进行合膛; 在合膛过程中, 固

收稿日期: 2010-03-17; 修回日期: 2010-05-24

作者简介: 史慧芳(1982-), 男, 河南人, 从事高危自动化设备设计研究。

定在尾座上的力传感器实时检测作用在炮弹上的力（即合膛力），并与炮弹合膛力设定值进行比较，一旦合膛力超过设定值，炮弹立即被判断为废弹。设备立即停止合膛，并自动回复初始位置；同时，在

合膛的过程中，尾座上的位移传感器也一直在实时检测，若位移达到设定值，判断为不合格，若合膛力和位移检测值均未达到设定值，则判断合膛到位。退弹气缸伸出将全弹顶出合膛规。

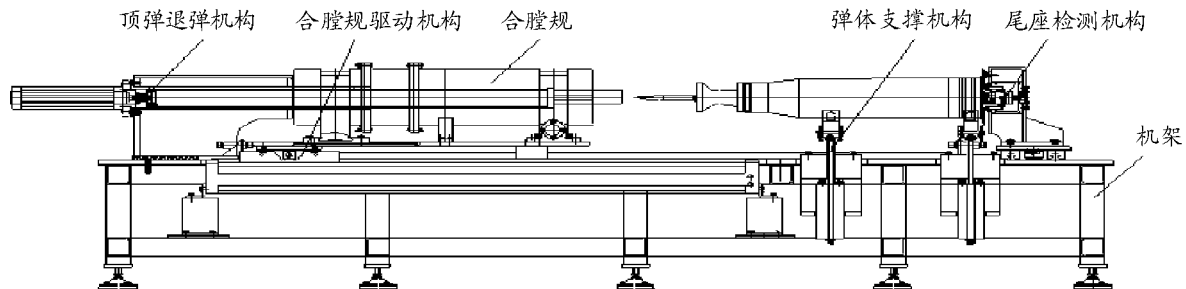


图 1 大口径炮弹自动合膛机操作机构示意图

在合膛和退膛的过程中，设备上的位置传感器不断地检测合膛规运行的位置，控制升降机构动作，确保合膛规与升降机构互不干涉。

2 大口径炮弹自动合膛关键技术

2.1 大口径炮弹自动合膛机的整体误差分配

要安全可靠地实现合膛，首先必须保证合膛规和大口径炮弹轴线一致。在设计阶段，采用最小二乘法对设备整体进行误差分析和分配，合理地选择各种传感器以及分配合膛规驱动机构、尾座（安装有压力传感器和位移传感器）、炮弹支撑架（升降机构）、和平行导轨等之间的误差。

2.2 大口径炮弹自动合膛中轴线控制技术

合膛过程中，除了须保证合膛规和大口径炮弹轴线的平行外，还必须使大口径炮弹在合膛过程中姿态保持不变，即大口径炮弹在合膛时，炮弹的重心不能发生偏移。根据大口径炮弹的重心，合理地设计炮弹支撑架的数量和安装位置，采用动态仿真技术选择合膛规的移动速度和大口径炮弹支撑架的下降时间，使炮弹在合膛时姿态保持不变。此外，在弹头处增加弹性加压气缸，确保弹体在合膛过程中不发生串动。

2.3 在线合膛推力实时检测技术

由安装在尾座上的压力传感器在线实时检测合膛力。但在合膛即将完成时，合膛规并不能立即停止，在对尾座产生较大的冲击后才能停止下来，整个冲击产生的冲量将直接施加在压力传感器上。这样，不仅会对合膛结果造成误判，而且还会降低压力传感器的使用寿命。

为减小合膛规对尾座的冲量，就必须降低合膛规在即将合膛完毕时候的动量。

根据动量公式： $P=Mv$ ，由于合膛规的质量不变，故只有降低合膛规的速度，才能减小动量。但由于合膛规的运动速度直接决定整个设备的节拍，所以就需要在合膛过程中，改变合膛规的速度，当合膛即将完成时，将合膛规的速度降下来。这样，对合膛规的驱动系统提出了较高要求。

2.4 PCM 控制在合膛规运动控制中的应用

合膛规驱动机构如果选用电机拖动，则机械结构方面较复杂，不便于维护和检修，而且电机拖动所需的变频器对控制系统存在一定程度的干扰，故选用气动系统，并采用脉冲编码（Pulse Code Modulation, PCM）控制方式来解决干扰问题。PCM 控制是把控制信号编为 n 位二进制信号来控制 n 个开关阀的开启和闭合。这 n 个开关阀的有效截面积（指开关阀与其串联的接节流阀的综合节流面积）之间的关系为 $S_0 : S_1 : S_2 : \dots : S_{n-1} = 1 : 2 : 4 : \dots : 2^{n-1}$ 。 N 个阀的开关状态组合数为 2^n ，即可获得 2^n 级不同的截面积。整个控制系统采用 PLC 进行控制，采用数字信号控制的开关阀作电气信号转换元件。PCM 控制原理及过程如图 2，在每一个采样周期内，计算机将控制量的设定值与检测到的控制量进行比较，按照设计的控制规率，经判断、计算，发出一组二进制编码控制 n 个开关阀，得到不同的综合开口面积，从而控制气缸的气体流量，使气缸按要求进行减速运动。不同的速度可以通过手动调节节流阀来实现。

（下转第 86 页）

2 数控系统设计

根据运动分析的结果，设计的数控系统主要控制 3 个运动轴：一个旋转轴（C 轴）、2 个直线轴（X 轴和 Z 轴）。工件固定在旋转轴上，一个直线轴（X）控制砂轮前后运动，砂轮磨削工件的外边沿，生产出形状各异的工件。另一个直线轴（Z）用于非加工状态时，调整砂轮左右位置（即倒边前左右偏移砂轮）。

数控系统硬件结构如图 2。

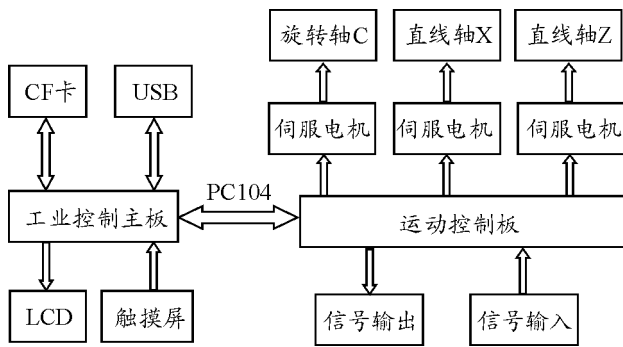


图 2 数控系统硬件结构框图

3 数控系统主要功能

为满足实际生产需求，系统主要实现以下功能：

- 1) 手动功能：在手动方式下，各轴回零和移动砂轮或旋转工件位置。
- 2) 编程输入方式：编程采用可视化图形输入，所见即所得。可输入的曲线类型包括：椭圆、直线、圆弧。
- 3) 自动磨制：在自动方式下，按编制好的磨削数据进行磨制。
- 4) 参数设置：系统参数、用户参数设置。
- 5) 故障诊断：系统及外围接口的诊断。
- 6) 系统管理：用户数据及系统维护。
- 7) 辅助控制：启动、暂停、终止、回零。

为避免加工过程中出现烧砂轮现象，系统使用恒线速度磨削技术使单位时间内磨削的工件余量相同，提高加工精度。

4 结论

该技术大大提高了磨边机的技术水平，改进了产品的加工工艺，可大幅度提升玻璃加工企业的工业自动化程度，提高生产效率，降低人员劳动强度，为企业创造巨大的经济效益和社会效益。目前，该

技术本已获国家发明专利一项，使用新型专利一项，有较好的应用前景。

参考文献：

[1] 赵逸鸣, 赵毅忠, 等. 一种数控磨边机及磨削方法. 中国: 200710049429.X[P]. 2009-06-03.
 [2] 赵逸鸣, 赵毅忠, 等. 一种数控磨边机. 中国: 200720080149.0[P]. 2008-04-23.
 [3] 高保峰, 赵毅忠, 范青. 高性能平头锁眼机数控系统[J]. 兵工自动化, 2010, 29(1): 38-39.

(上接第 78 页)

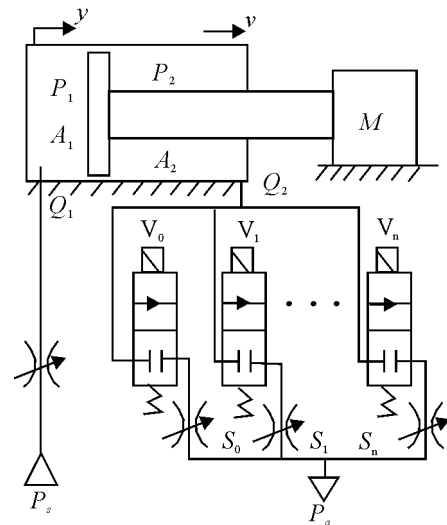


图 2 气动 PCM 控制原理

3 结束语

该技术已应用于多口径炮弹自动合膛设备中，具有成本低、对工作环境要求不高、易于控制的特点。该技术已投入实际批量生产，不仅大大减轻了工人的劳动强度，还提高了大口径炮弹装配检测的技术水平和安全性，解决了生产过程中存在的安全、质量和效率等问题，具有较好的推广利用价值。

参考文献：

[1] 陈国光, 等. 弹药制造工艺学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2004.
 [2] 查宏振, 等. 炮弹与炮弹工艺学[M]. 北京: 国防工业出版社, 1994.
 [3] 廖念钊, 等. 互换性与技术测量[M]. 北京: 中国计量出版社, 1998.
 [4] 古天祥. 电子测量原理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.