

doi: 10.7690/bgzd.2017.07.027

# 弹药包装筒密封性高效自动检测技术

赵 凯, 史慧芳, 刘 辉

(中国兵器装备集团自动化研究所装药中心, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 为了对弹药包装筒密封性能进行检测, 设计一种弹药包装筒密封性高效自动检测设备。详细阐述系统组成与功能, 对弹药包装筒密封性检测从硬件结构和密封检测关键技术进行探讨, 提出提高检测精度和效率的实现方法。研究表明: 该系统检测结果准确可靠, 为控制系统准确地自动检测炮弹包装筒密封性奠定了基础。

**关键词:** 真空度; 密封检测; 误差

**中图分类号:** TJ410.6 **文献标志码:** A

## High Efficient Automatic Detection Technology of Ammunition Packaging Box Sealing

Zhao Kai, Shi Huifang, Liu Hui

(Center of Ammunition Charging, Automation Research Institute of China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** For detecting sealing performance of ammunition packaging box, design the high efficient automatic detection equipment of ammunition packaging box sealing. Introduce system composition and function in detail. Discussed ammunition packaging box sealing detection based on hardware structure and sealing detection key technology, and put forward realization method for improving detection accuracy and efficiency. The research results show that the system detection result is correct and reliable, which lay foundation on control system correct automatic detection for artillery packaging box sealing.

**Keywords:** vacuum degree; sealing detection; error

### 0 引言

包装是炮弹制造生产中必不可少的一道工序。将炮弹装入特制包装筒中密封, 不仅方便运输, 而且使炮弹的性能保持不变。随着炮弹生产装配包装自动化生产程度的提高, 为了确保炮弹出厂后经过运输、储存后炮弹质量仍然满足合格品的要求, 对炮弹包装筒的密封要求也越来越高<sup>[1]</sup>, 而作为炮弹生产装配对炮弹包装筒是否达到密封要求, 目前还没有一个较好的方法进行检测<sup>[2]</sup>, 往往是靠产品结构设计及后期封装来保证。要进行检测, 需在包装筒上开工艺孔, 靠外部加压进入包装筒内进行内压检测, 此方法虽可解决密封检测问题; 但结构上需设置工艺孔, 完成检测后需对工艺孔重新封堵, 既增加了产品设计的复杂性, 又使工艺孔的封堵存在不确定性。基于此, 笔者设计一种利用真空度检测包装筒密封自动检测设备。该设备结构体积小, 操作简单, 可移动到任意位置自动检测, 不仅检测周期短, 而且多通道检测使检测效率更高。

该包装筒密封检测设备采用真空度检测技术对产品进行密封性检测, 自动判别产品是否合格并可

给出泄漏率值。测试数据自动存储至数据库, 便于产品质量管理。保压时间根据被测产品相关标准设定, 可根据不同产品进行调整。

### 1 系统组成与功能

根据弹药包装筒密封性能检测要求<sup>[3-4]</sup>, 本系统的结构组成如图 1 所示。

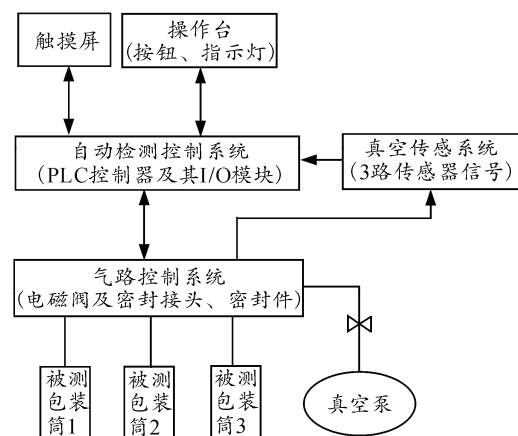


图 1 系统组成

由图 1 可知: 本系统由 3 部分构成, 即人机交互系统、电气自动控制检测系统以及气路系统, 能

收稿日期: 2017-04-05; 修回日期: 2017-05-15

作者简介: 赵 凯(1963—), 女, 黑龙江人, 工学硕士, 高级工程师, 从事机电设备控制系统设计研究。

同时检测 3 个弹药包装筒。

### 1.1 人机交互系统组成及功能

人机交互系统由触摸屏及操作台组成。触摸屏可完成参数设置如保压时间、真空度设定值等，实时显示各路被测工件当前真空度值和泄漏率，显示可控制阀门当前状态，可在手动状态时单步测试控制阀门状态以及自动标定真空压力传感器。操作台则由电源开关、手动/自动选择按钮、启动按钮、停止按钮、急停按钮、运行指示灯、停止指示灯以及 3 路表示被测工件检测是否合格的指示灯组成。操作员通过操作台各按钮或触摸屏上的功能按钮，将操作指令传递到电气自动控制检测系统，由该系统根据操作员指令完成相应的控制检测功能。

### 1.2 电气自动控制检测系统

电气自动控制检测系统是由 PLC 控制器开关量、模拟量模块以及安全隔离栅构成。模拟量模块用于采集真空传感器的电压信号，并将电压信号转换为 PLC 控制器可读取的数字量，再通过该数字量与传感器的线性比例关系转换为真空度值；通过开关量输出模块，PLC 控制器可控制气路系统的电磁阀来控制各路被测工件是否进行检测，同时通过开关量模块 PLC 控制器可控制操作台上的指示灯的通断；而 PLC 控制器通过模拟量输入模块，读取来自真空度传感器检测的被测工件所在通道的真空值。PLC 控制器根据操作员指令完成相应的控制功能和实时检测各被测工件的真空度和泄漏率，根据泄漏率是否在所要求的范围内对被测工件输出结果，并点亮合格与不合格指示灯。该系统 PLC 控制器采用西门子公司低成本的 S7-200CPU 系列及其相应的 I/O 模块。其电气自动检测框图如图 2。

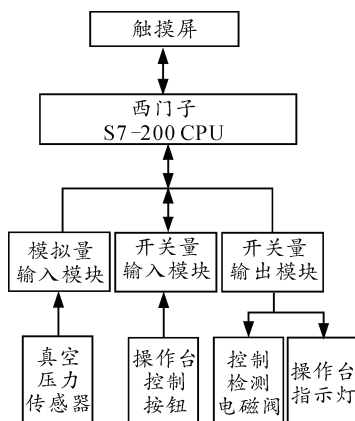


图 2 电气自动检测

### 1.3 气路控制系统及传感器系统

气路控制系统由空气过滤器、电磁阀、电磁阀线圈、气管，密封件、密封接头构成。该系统构成了被测件真空气体通路和真空传感器气体通路，是检测系统实现自动密封检测功能的基础。该系统选用的气动元件，能确保该气路系统的密封性不影响被测工件的检测结果。传感器系统包括 3 路真空传感器用于检测被测包装筒内的真空度，该传感器将包装筒内真空度转换为电压信号，输出到电气自动控制检测系统中的模拟量模块，由 PLC 控制器计算转换输出可在触摸屏上显示被测包装筒内的真空度。如图 1 所示，该系统将操作台和触摸屏作为整体设计成一个操作面板，操作面板下方作为电气控制柜，安装电气控制系统和传感器系统，而气路系统则装配一个小型气路箱中。小巧的气路箱则挂接在控制柜侧面，使其成为一个整体放置在一个小型手推车上便于操作员任意移动，使操作员可在任何需要检测产品密封性的位置进行操作。气路控制系统及传感器系统框图如图 3 所示。

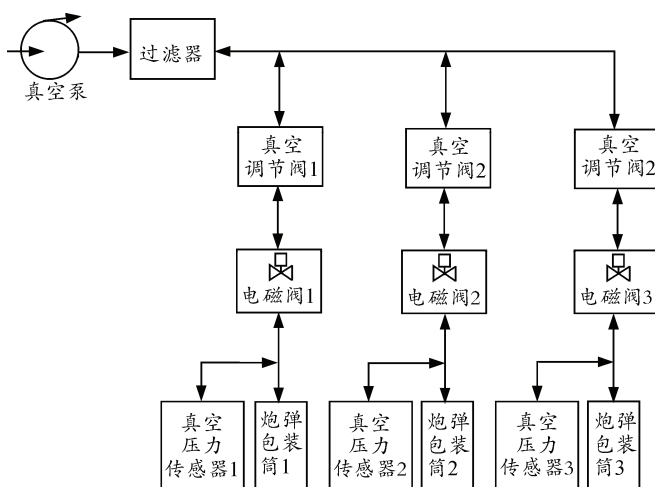


图 3 气路控制系统及传感器系统

## 2 密封检测关键技术

该系统作为检测密封性的设备，为确保检测结果的准确性，必须解决系统中涉及密封检测的关键技术，即必须确保检测系统被测数据的可靠性和准确性；因此，必须消除检测系统自身的系统误差和对真空传感器的标定，只有使系统误差达到检测要求的误差，该设备才能作为一个标准的密封检测设备完成对炮弹包装筒密封性的检测。

## 2.1 自动检测流程及原理

操作员将该自动检测设备的进气快速接头接在被测包装筒进气口接插件上后，打开真空泵开关，然后在操作面板上按下启动按钮，设备即开始自动对被测包装筒内密封性进行检测，此时，操作面板上运行指示灯亮。操作员可在触摸屏上查看当前设备运行工况，当检测结束时操作面板上停止指示灯亮，运行指示灯灭，同时代表检测结果的3路指示灯将根据检测结果点亮不同的颜色。自动检测流程如图4所示。

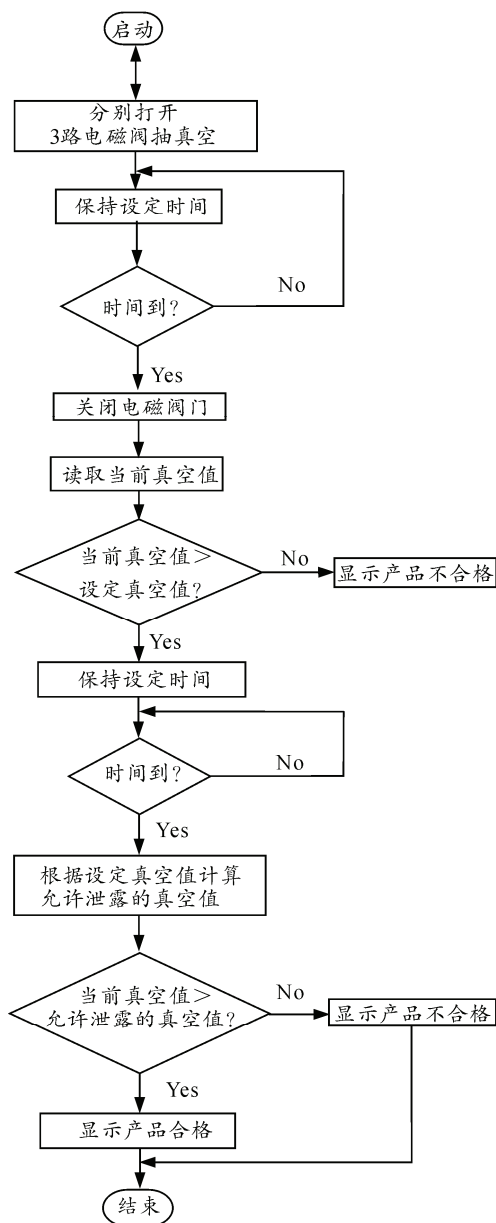


图4 自动检测密封性流程

如图所示，该系统采用真空度检测包装筒的密封性。真空度即负压，正常环境为常压，低于常压的即为负压<sup>[5]</sup>。当打开阀门进行抽真空时，真空传感器实时检测当前真空度，并输入到 PLC 控制器，经过一定的抽真空时间，PLC 控制器与设定的包装筒真空度值比较，若真空值仍然没有达到设定的真空值时，说明该弹药包装筒泄漏，该包装筒密封性为不合格；当抽真空达到所设定的真空值时，关闭阀门继续保持一定的时间后，读取此时真空度值，PLC 控制器计算在该段时间内真空度的变化率是否在所允许的范围内。假设保压前真空度值  $P_1$ ，保压时间结束后真空度值为  $P_2$ ，则保压后真空度变化率

$$\omega = ((P_1 - P_2) / P_1) 100\%$$

如果变化率为 0，或变化率在所设定的范围内，则被测产品合格；否则为不合格。

## 2.2 误差修正技术

### 1) 系统误差修正技术。

由于模拟量模块和传感器都有一定的检测精度，再加上传感器信号在传输过程中不可避免的信号衰减，使得检测过程中存在着系统误差；因此，为保证由 PLC 输出的真空传感器检测精度在标定仪器规定的范围内，需要对本系统检测数据进行标定，以消除所产生的系统误差。具体步骤如下：

#### ① 准备标准电压源。

由于真空传感器是一个直流电压信号输出类型，即 1~5 V 对应 -100 kPa~+100 kPa；因此，需准备一个可输出 0~5 V 直流电压的高精度电压源。

#### ② 接线方式。

将电压源代替传感器接入隔离栅的输入端，以电压源不同电压输出作为传感器的电压输出，以此作为传感器压力值的输出。

#### ③ 修正系统误差。

使用电压源输出 1~5 V 的电压值，记录 PLC 模拟量输入模块输出的 PLC 读值，根据 PLC 模拟量输入模块与工程物理量的转换关系，可计算出 PLC 对应的真空度值。根据所选 PLC，该 PLC 模拟量转换的数字量范围为 0~32 000，真空传感器量程范围为 -100 kPa~+100 kPa，因此理想的 PLC 输出的真空度如下式：

(下转第 96 页)