

doi: 10.7690/bgzd.2017.07.015

传火孔检测模块设计

张向南, 汪 炼

(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: 针对目前小弹弹壳检测功能中传火孔的检测成本较高的问题, 提出一种低成本思路, 设计一种传火孔检测模块。该模块用激光光源照射弹壳底部, 在光电池上投射出光斑。光斑面积不同在光电池上产生不同的电压, 将此电压放大并与标准电压比较, 判定光斑面积是否符合工艺要求, 从而判断弹壳的传火孔的完整性指标是否合格。结果表明: 该模块符合功能要求, 且成本低, 已在多条国内小弹生产线及出口生产线上得到很好的应用。

关键词: 传火孔检测; 光电池; 光斑面积

中图分类号: TJ410.6 **文献标志码:** A

Design of Fire Hole Detection Module

Zhang Xiangnan, Wang Lian

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

Abstract: Aiming at the high cost of fire hole detection in small caliber cartridge case detection function, introduce a low cost method, and design the fire hole detection module. The module uses laser to irradiate bottom of cartridge case, project faculae on photovoltaic cell. Different faculae area will produce different voltage on photovoltaic cell, amplify the voltage and compare it with standard voltage, and judge whether the faculae area meet technique requirements or not, and evaluate whether the fire hole completeness index is qualified or not. The results show that the module meets function requirements in low cost, and is widely used in lots of Chinese and export small caliber bullet automation assembly line.

Keywords: fire hole detection; photovoltaic cells; faculae area

0 引言

传火孔位于弹壳底部传火室内, 将底火燃烧产生的火焰传入弹壳推进药剂室, 引燃弹壳内部的发射药^[1-2]。传火室与推进药剂室之间传火孔的完整性, 是关系到该弹药产品在射击过程中是否存在哑火等故障的关键; 因此, 传火孔的正确性检测对该弹药产品装配质量有着至关重要的影响。

现在市面上已有技术是通过相机拍照, 利用图像处理技术, 计算传火孔的面积, 然后与标准面积相比较, 得出一个合格或不合格的结论。图像处理产品价格较贵, 超过万元。

笔者采用一种低成本的方案, 通过光通量的检测实现了传火孔检测功能, 并开发出传火孔检测模块(下文简称模块)。

1 方案介绍

传火孔检测方案如图 1 所示。

光源采用激光发生器^[3], 激光有 2 个特点:

1) 能量强。因为传火孔面积小, 光透过在光电池上产生的光斑面积小, 激光能量强可以在小面积光电池上产生较高的电压。

2) 方向性好。由于弹壳是运动状态, 而光电池是静止状态, 所以弹壳上传火孔与光电池之间的距离有可能发生变化。激光方向性好的特性能使不论传火孔与光电池之间距离是否发生变化, 传火孔面积与光电池上产生的光斑面积相同。

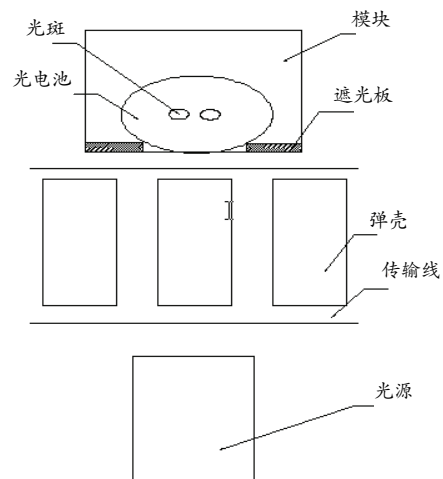


图 1 传火孔检测方案

光源和光电池固定安装。弹壳放在模板上, 通过步进传输线移动到检测工位, 确保光线垂直通过

收稿日期: 2017-03-21; 修回日期: 2017-04-28

作者简介: 张向南(1986—), 女, 硕士, 助理工程师, 从事弹药生产中包装检测及过程控制研究。

传火孔。

1.1 工作原理

弹壳被传送线送到检测工位时，控制系统读取传火孔检测设备的输出信号，判定传火孔是否合格。弹壳必须传送到检测位置时才能检测，否则模块输出的信号无效；因此，检测位置上必须安装一个弹壳到位检测的传感(电感式或光电式)，这个传感器与本模块无关。

传火孔是弹壳制造工艺中冲压形成的，在弹壳生产过程中，有可能发生未冲压或多次冲压的现象，这样传火孔的总面积就与标准面积不一致。本模块实际检测的是传火孔总面积，其通过的激光在光电池上产生的光斑面积也不一致。光电池产生的电压与光斑面积成正比，所以传火孔不合格产品与合格产品在光电池上产生的电压不相同^[4]。

1.2 模块组成

如图 2 所示，模块组成包括信号调理、上下限设定、电压输出、电流输出和上下限比较输出部分。

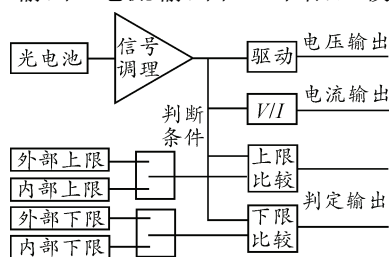


图 2 模块功能

1.2.1 信号调理

信号调理作用是将光电池产生的电压转换成标准信号(1~5 V)。激光光源、弹壳、光电池的位置应尽量避免外界光的影响，有助于提高信噪比。通过实验可知：当传火孔正常时，光电池产生的电压在几十毫伏到 300 mV 之间。

信号调理电路由信号放大电路(如图 3)和信号组合电路(如图 4)组成。

信号放大电路将光电池产生的信号放大，放大倍数在 10 倍左右可调(用电位器 R_{P1})。信号放大后范围在几百毫伏到 3 V 之间，由 TEST3 处输出。Z2 将 TEST3 钳位在 4 V 以下。 R_{P1} 同时也是整个模块的增益调节电位器。

信号组合电路是将信号放大电路输出(TEST3)变成 1~5 V 的标准信号，其原理为一个同向加法器。TEST3 电压范围为 0~4 V，加上一个 1 V 信号(TEST1)变成一个 1~5 V 信号(TEST4)。1 V 信号

由 Z1 经 R_5 、 R_6 、 R_{P2} 分压所得， R_{P2} 调节范围为 0.9~1.1 V。 R_{P2} 同时也是整个模块的零点调节电位器。

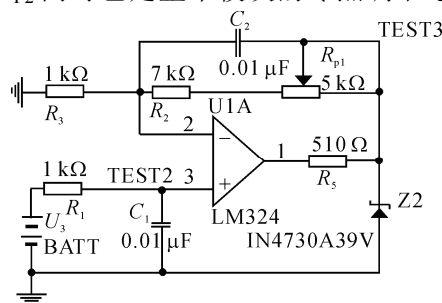


图 3 信号放大电路

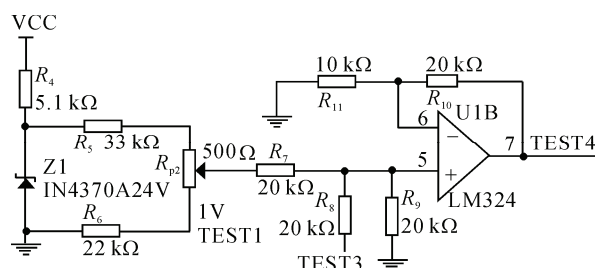


图 4 信号组合电路

1.2.2 模拟输出

模拟输出如图 5 所示。

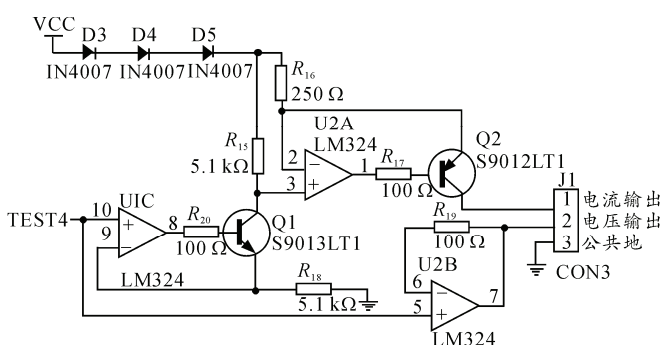


图 5 模拟输出

模块的模拟输出包括 2 种标准信号：电压输出(1~5 V)和电流输出(4~20 mA)，可直接接入控制系统(如 PLC)。由于光电池的线性度不是很好，所以输出信号只能用于程序定性判断传火孔大小，即是否合格，而不能用于精确计算传火孔的面积。

电压输出负载：<20 mA；

电流输出负载：0~1 kΩ。

1.2.3 比较输出

除了模拟输出外，模块还提供比较输出，直接输出传火孔合格与否的标志。将前级的 TEST4 信号(见图 4)与合格判定值相比较，输出结果。比较输出(孔过小)如图 6，OUT1 为状态输出，同时发光二极管 LED2 表示输出的状态。图中合格判定值有

2 种方法设定：一是由内部 ($Z3$ 、 R_{13} 、 R_{14} 、 R_{P3} 分压) 产生；二是通过 IN1 由外部给定信号 ($0\sim 5\text{ V}$ 或 $0\sim 20\text{ mA}$)。JP1 为比较信号来源的选择跳线，1-2 表示比较信号来自外部 ($1\sim 5\text{ V}$ 或 $4\sim 20\text{ mA}$)。2-3 表示比较信号来自内部 (R_{P4} 调节)。比较输出 (孔过大) 如图 7^[5]。

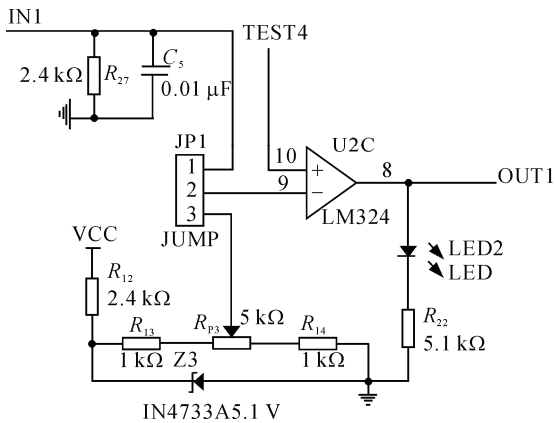


图 6 比较输出 (孔过小)

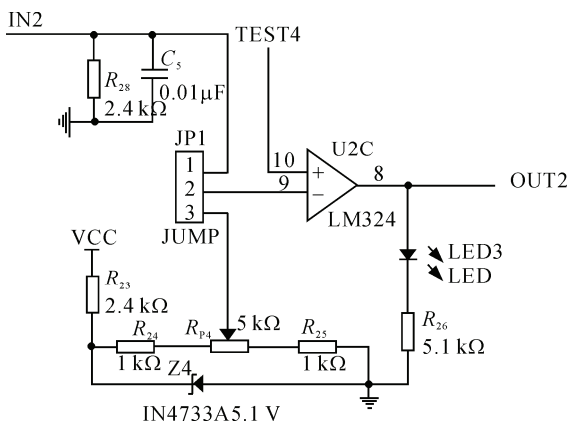


图 7 比较输出 (孔过大)

弹壳传火孔的合格检验需判断 3 种状态：孔过小 (无孔)、孔正常、孔过大 (多孔)，这就需要模块提供 2 个输出。将图 6 电路完全复制一份，输入不同的合格判定值就能实现孔过大判定。

2 模块调试及使用

光电池产生的信号与激光光源、弹壳、模块的位置与距离相关，传火孔检验模块在不同生产线上应用时安装位置都不会相同，所以每一个产品安装后都需要单独标定。

将激光光源、弹壳、模块按图 1 安装好后，按以下步骤调试：

1) 光电池信号增益调节。

放 1 颗传火孔合格的弹壳，用电压表检测图 1

中 TEST3 测试点，调节电位器 R_{P1} ，使电压表读数在 3 V 左右。

2) 光电池信号零点调节。

放一颗传火孔被堵死的弹壳，用电压表监测图 4 中的 TEST1 测试点，调节 R_{P2} ，使电压表读数在 1 V 左右。

3) 合格判定值设定 (内部判定条件)。

孔过小判定值设定。观察 LED2 的状态，调节图 6 中的 R_{P3} 到 LED2 刚好灭的位置。

孔过大判定值设定。观察 LED3 的状态，调节图 7 中的 R_{P4} 到 LED2、LED3 2 个灯都亮的位置。

4) 通过以上调试，判定 2 个 LED 灯 (LED2 和 LED3) 的状态，就可判断弹壳传火孔是否合格，判断方法为：

2 个灯都不亮，表示传火孔过小；

LED2 亮，LED3 不亮，表示合格；

2 个灯都亮，表示传火孔过大；

LED2 状态与 OUT1 相关联，LED3 状态与 OUT2 相关联，LED 灯亮，OUT1 输出高电平；反之，输出低电平。

5) 合格判定值 (外部判定条件)。

根据用户需求，本模块还提供了合格判定值由外部控制器 (如 PLC) 提供的通道。外部控制器提供标准电压 ($1\sim 5\text{ V}$) 或标准电流 ($4\sim 20\text{ mA}$) 信号，由 JP1 跳线选择。

3 结束语

传火孔检测模块是一个定性判断传火孔是否合格的产品，但不能精确判断传火孔的面积。在实际使用中，传火孔检测工艺只需传火孔的大概面积，所以该模块能完成这个功能，并具有成本低的特点。该模块已在国内多条小弹生产线及出口生产线上得到很好的应用。

参考文献：

- [1] 苟文韬. 基于 BP 神经网络的弹壳表面缺陷分类方法[J]. 兵工自动化, 2015, 34(4): 90-91.
- [2] 方浩舟, 张博, 钟顺金. 烟花药剂自动混药技术[J]. 兵工自动化, 2015, 34(4): 94-96.
- [3] 谢晓钢, 沈卫超, 张建柱, 等. 激光系统高层语义数据模型设计与工具研发[J]. 兵工自动化, 2015, 34(7): 56-59.
- [4] 崔宝生. 点传火装置在弹药装药中的应用[J]. 火工品, 2012(3): 45-56.
- [5] 李宁. 模拟电路[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011: 34-53.