

doi:10.3969/j.issn.1001-8352.2017.05.012

# 电子雷管引火元件自动焊接检测一体机的设计<sup>\*</sup>

江国华  王文斌  
贵州盘江民爆有限公司(贵州贵阳,551400)

[摘  要]  针对电子雷管生产效率不高的问题,设计了电子雷管引火元件自动焊接检测一体机,研究了在保证焊接质量的前提下药头与控制模块的焊接、脚线与控制模块的焊接、自动检测药头和自动检测电子引火元件技术。结果表明:药头与控制模块、脚线与控制模块4点同时锡焊技术稳定可靠,焊接质量较好;焊接完成后10发引火元件同时检测,大大提高了检测效率;该电子雷管引火元件焊测一体机运行稳定可靠,效率较高,达500发/h。  
[关键词]  电子雷管;引火元件;自动焊接检测一体机  
[分类号]  TD235.2<sup>+1</sup>

## Design of an Automatic Welding and Test Machine to Produce Igniter of Electronic Detonator

JIANG Guohua, WANG Wenbin  
Guizhou Panjiang Industrial Explosive Co., Ltd. (Guizhou Guiyang, 551400)

[ABSTRACT]  To solve the production efficiency of electronic detonator, an automatic welding and test machine was designed and developed to produce igniter of the electronic detonator. Welding of charge head and control module, welding of wire and control module, automatic detection of charge head and electric igniter were studied when the welding quantity was assured. Results show that the four-point (charge head and control module, wire and control module) simultaneous soldering technology is stable and reliable, welding quality is better; After welding, simultaneous test of ten electronic igniter test was stable and reliable, and the detection efficiency was greatly improved. Operation of this machine is stable and reliable with high efficiency, and it can complete 500 rounds per hour.  
[KEYWORDS]  electronic detonator; igniter; automatic welding and test machine

### 引言

电子雷管是采用电子控制模块对起爆过程进行控制的电雷管<sup>[1]</sup>。因其具有高可靠性、高安全性和高精度等优点,近年来在爆破工程中被大量使用<sup>[2-7]</sup>。目前,国内电子雷管生产主要是低效率、低产量的人工方式。电子雷管生产效率技术瓶颈在于电子引火元件的生产,而药头与控制模块焊接、脚线与控制模块焊接是电子引火元件生产的难点<sup>[8]</sup>。另外,电子引火元件的检测也是影响其生产效率的重要因素。本文中,重点介绍了自主研发的电子雷管引火元件自动焊接检测一体机。该设备实现了电子雷管药头与控制模块、脚线与控制模块4个焊点的同时自动焊接,具有焊接完成后10发电子引火元

件同时检测、打标的功能,大大提高了电子雷管的生产效率。

### 1  焊接检测工艺设计

锡焊工艺具有技术成熟、焊接质量较高、成本较低、焊接效率较高等特点;考虑到控制模块、脚线和药头的材质及尺寸选择,且前期电子雷管电子引火元件手工锡焊方式生产的经验,设计选择锡焊方式。药头与控制模块焊接、控制模块与脚线焊接共4个焊点,为提高焊接效率,设计为2个焊头,每个焊头设计为2个焊点,将控制模块、脚线和药头人工排摸在专用的模具内,每模排10发模组和10发脚线,专用模具由气缸运送到焊接位置并固定。药头输送结构自动剪切药头,同时进行检测,不合格品剔

<sup>\*</sup> 收稿日期:2017-01-28  
作者简介:江国华(1965-),男,高级工程师,主要从事民用爆破器材研究。E-mail:511175670@qq.com

除重新剪切检测。药头抓手将剪切并检测合格的药头运送至焊接位置,逐个对 10 发产品进行焊接,2 个焊头同时焊接 4 个焊点;焊接完成后,冷却装置进行冷却。

该模产品焊接完成后运送至自动检测平台,通过自动检测装置同时对 10 发电子引火元件进行药头电阻检测、控制模块相关性能检测、4 个焊点焊接质量检测等,检测完成后,通过打标设备根据不合格项进行标记,药头不合格与控制模块不合格的采用不同颜色标记,标记完成后退出该模产品。工艺流程如图 1 所示。

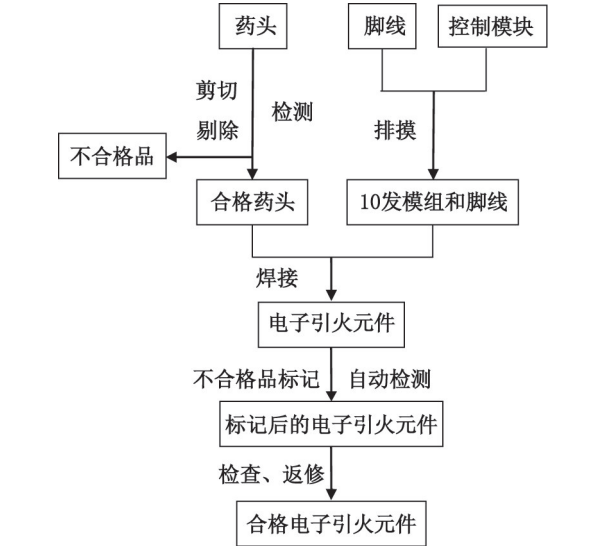


图 1 电子引火元件自动焊接检测工艺流程

Fig.1 Process flow for automatic welding and test of electronic igniter

## 2 自动焊接检测装置设计

该电子雷管引火元件自动焊接检测一体机主要包括:药头输送机构、药头冲切与测试机构、药头转移机构、焊接机构、不良品标记机构、药头与脚线测试机构、夹具输送与定位机构以及焊接夹具。如图 2 所示。

### 2.1 药头自动输送、剪切和检测装置

如图 3 所示,药头输送机构的药头料盘安装在上料轴上,磁条收料盘安装在减速电机轴上,将药头料盘里的磁条头部取出,插入磁铁收料盘中。在消磁装置后面,设计安装药头进给机构,药头钢带从消磁区域穿过后插入药头进给机构的轨道内。

如图 4 所示,药头冲切与测试机构由冲切上下切刀和测试探头组成。当药头输送机构向前输送一个药头到冲切位置后,冲切气缸伸出,将一发药头切

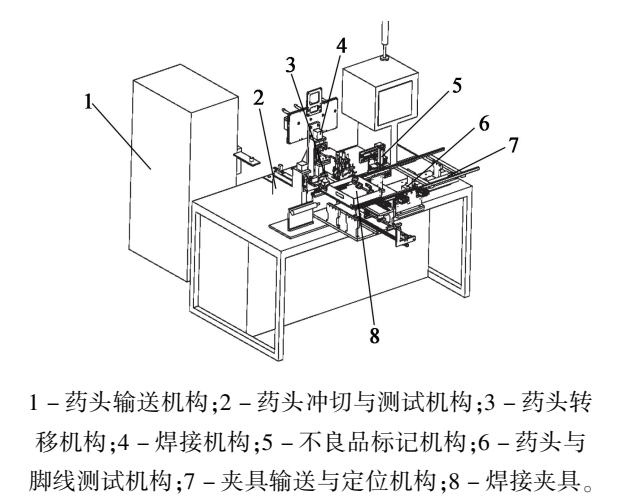


图 2 自动焊接检测一体机结构

Fig.2 Structure of automatic welding and test machine

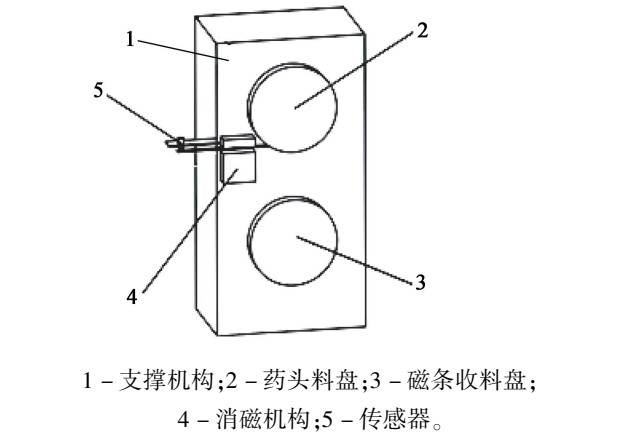


图 3 药头输送机构示意图

Fig.3 Deliver system of charge head

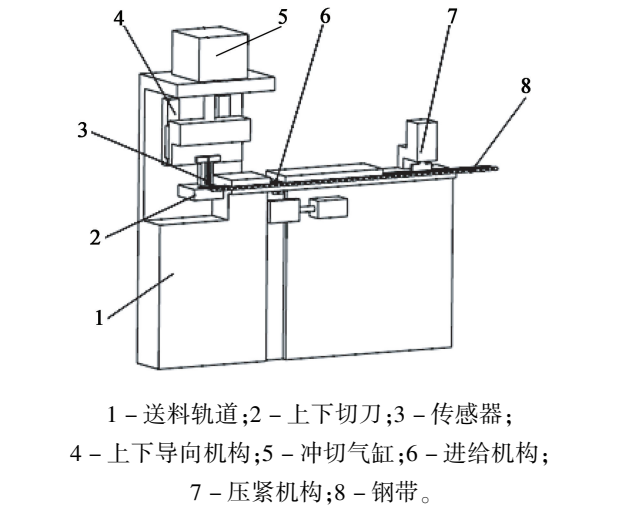


图 4 药头冲切与测试机构示意图

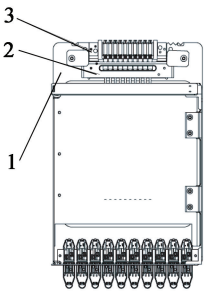
Fig.4 Shearing and test system of charge head

断,同时两个测试探头分别压住被切断药头的两个焊盘,然后测试药头电阻值。电阻值不合格的药头被剔除;如果药头合格,则等待药头转移机构将焊头

取走。

2.2 自动焊接检测夹具

该夹具由底板、控制模组 PCB 夹具、脚线夹具等部分组成,通过定位销实现定位。如图 5 所示。

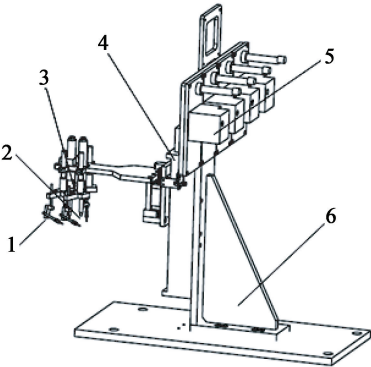


1 - 底板;2 - 芯片 PCB 夹具;3 - 脚线夹具。  
图 5 自动焊接检测夹具结构

Fig.5 Fixture structure of automatic welding and test

2.3 自动焊接机构

如图 6,自动焊接机构由上下运动机构、两个恒温焊笔、4 个焊锡丝输送机构等构成。药头被转移到焊接位与 PCB 板接触后,恒温焊笔在电机的带动下下降到焊接高度,使焊头与药头接触,焊锡丝输送机构工作,向前输送设定长度的焊锡丝到接触面,焊锡丝融化后将药头和 PCB 以及脚线和 PCB 连接起来,然后,脚线焊头与药头焊头抬起,冷却机构冷却,使融化的焊点快速固化。



1 - 脚线焊头;2 - 药头焊头;3 - 恒温焊笔;  
4 - 上下运动机构;5 - 焊锡丝输送机构;6 - 支撑结构。

图 6 自动焊接机构示意图

Fig.6 Schematic diagram of automatic welding system

焊接使用的焊锡为无铅焊锡丝,熔点为 220 ℃ 左右。焊锡的凝固时间较长,若焊接保压时间过短,焊锡未凝固,则焊接质量差,焊接效率低。经过验证,需要保压至 180 ℃ 左右焊接质量较好,通过设计冷却装置,待送锡过程完成后进行冷却,焊锡迅速凝固,保压时间大大降低。

焊接过程包括焊头下降过程、送锡过程、焊接保

压过程及焊头上升过程。焊头下降和上升时间固定,焊接机焊头温度不同,送锡和焊接保压时间不同。为提高生产效率,需要降低送锡和焊接保压时间。通过大量的试验验证总结出三者之间的关系,如表 1 所示。随焊头温度上升,送锡时间减小,保压时间增加,焊接总时间先减小后增大,当焊接温度为 380 ℃ 和 390 ℃ 时,焊接所需总时间最小,为 5.3 s。焊头温度过高,送锡时间虽然减小,但焊锡丝熔化温度过快,易流出焊盘,而且会损坏控制模块,影响焊接质量。根据现场观察,焊头温度为 380 ℃ 时,焊接质量较好,焊接效率最高。

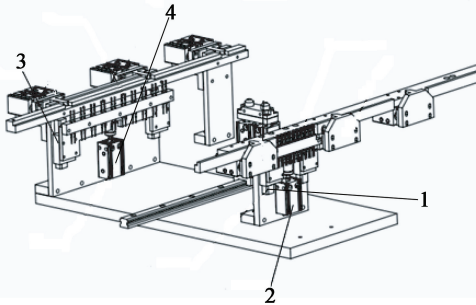
表 1 焊头温度与送锡和焊接保压时间关系

Tab.1 Relationship between welding head temperature and pressure holding time of tin sending and welding

焊头温度/℃	送锡时间/s	保压时间/s	总时间/s
320	4.3	2.2	6.5
340	3.6	2.5	6.1
360	3.1	2.7	5.8
370	2.7	2.8	5.5
380	2.4	2.9	5.3
390	2.3	3.0	5.3
400	2.0	3.4	5.4

2.4 自动检测机构

如图 7,自动检测机构由药头测试机构(前排)、脚线测试机构(后排)组成。药头测试机构包括压紧机构、上下运动机构和安装在其上的探针机构,上下运动机构受气缸控制,能够带动探针机构上下运动。在进行药头电阻测试时,压紧机构下压,探针机构顶起,使其与控制模块背面接触。脚线测试机构包括压紧机构和上下运动机构以及安装在其上的探针机构,上下运动机构受气缸控制,能够带动探针机构上下运动,在工作时,探针机构顶起,与焊接夹具



1 - 药头测试压紧机构;2 - 上下运动气缸;  
3 - 脚线测试压紧机构;4 - 上下运动气缸。

图 7 自动检测机构示意图

Fig.7 Schematic diagram of automatic test system

后部脚线座接触。

该自动检测机构的检测效率较人工大幅提高,如表 2 所示,采用人工焊接和检测方式时,半成品检测时间(10 发)为 150 s,药头检测时间(10 发)为 20 s,合计 170 s(10 发);采用自动检测装置 10 发同时检测药头和半成品,所需时间为 15 s,检测效率为人工检测方式的 11.3 倍。

表 2 检测时间

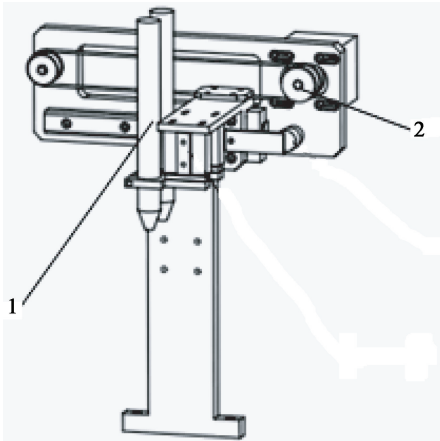
Tab. 2 Test time

s

人工半成品检测 时间(10 发)	人工药头检测 时间(10 发)	自动检测总 时间(10 发)
150	20	15

2.5 打标装置

不良品标记机构安装在测试机构旁边,该机构由左右运动机构、安装在左右运动机构上的药头不良品标记机构和芯片不良品标记机构等组成。在测试完成后,实现对不良品的标记。



1 - 不良品标记机构; 2 - 左右运动机构。  
图 8 不良品打标机构示意图

Fig. 8 Schematic diagram of non-conforming marking system

2.6 使用效果

该电子雷管引火元件自动焊接检测一体机运行稳定,操作简单。药头检测准确度高;脚线和控制模组排模简单,能够满足生产要求;焊接效率为 500 发/h,焊接质量较好;半成品检测效率较快,能够准确标记不合格品。

3 结论

通过实际生产应用,该电子雷管引火元件自动焊接检测一体机运行稳定可靠,焊接质量较好,检测

性能稳定,生产效率较高,为 500 发/h。该电子雷管引火元件自动焊接检测一体机,集药头检测、焊接、半成品检测及废品标记等功能于一机,提高了电子雷管自动化生产水平。

参 考 文 献

[1] 王文斌. 电子雷管用电子引火元件研究[D]. 淮南:安徽理工大学,2015.  
WANG W B. Study on fuse head of electronic detonator [D]. Huainan: Anhui University of Science and Technology,2015.

[2] 刘超,李东涛,欧仙荣,等. 电子雷管在紫金山金铜矿的应用[J]. 爆破器材,2012,41(1):35-37.  
LIU C,LI D T,OU X R ,et al. Application of electronic detonator in Zijinshan Gold Copper Mine[J]. Explosive Materials,2012,41(1):35-37.

[3] MCKINSTRY R, FLOYD J, BARTLEY D. Electronic detonator performance evaluation[J]. Journal of Explosives Engineering,2002,19(3):12-14,16-21.

[4] 郭华杰,袁绍国. 电子雷管在地铁隧道爆破降振中的应用[J]. 工程爆破,2016,22(1):56-60.  
GUO H J,YUAN S G. Application of electronic detonator reducing the vibration in subway tunnel blasting [J]. Engineering Blasting,2016,22(1):56-60.

[5] 田振农,孟祥栋,王国欣. 城区隧道电子雷管起爆错相减震机理分析[J]. 振动与冲击,2012,31(21):108-111.  
TIAN Z N ,MENG X D,WANG G X. Mechanism analysis of fault-phase vibration reduction for tunnel blasting initiated by electronic detonators in city area[J]. Journal of Vibration and Shock,2012,31(21):108-111.

[6] 赵根,吴新霞,周先平,等. 电子雷管起爆系统及其在岩塞爆破中的应用[J]. 爆破,2015,32(3):91-94,149.  
ZHAO G, WU X X,ZHOU X P, et al. Electronic detonator initiating system and application in rock plug blasting[J]. Blasting,2015,32(3):91-94,149.

[7] EWICK D W, WALSH B M. Initiator with loosely packed ignition charge and method of assembly: U. S. 6408759 [P]. 2002-06-25.

[8] 玉团英,吕国栋,张梅红,等. 电子雷管引火元件专用点焊机的工艺参数与工装设计[J]. 爆破器材,2014,43(5):45-50.  
YU T Y, LÜ G D, ZHANG M H, et al. Technological parameters and design of spot welding machine dedicated for electronic detonator flash components production[J]. Explosive Materials,2014,43(5):45-50.