

doi: 10.7690/bgzd.2013.12.011

# 火工品小群模自动安全高效装药技术研究

沈谦<sup>1</sup>, 朱全松<sup>1</sup>, 王雪晶<sup>1</sup>, 闫峰<sup>2</sup>

(1. 中国兵器工业第五八研究所弹药中心, 四川 绵阳 621000;

2. 辽沈工业集团有限公司, 沈阳 110000)

**摘要:** 针对目前我国火工品生产模式存在的安全问题, 提出一种火工品小群模方式下的自动化安全高效装药技术。通过理论模型分析装药过程, 从装药机构、计量板装的药量、精度及安全性 4 个角度分析, 探究火工品小群模快速定量装药技术, 并辅以计算、试验等手段进行验证。分析结果表明: 该技术在满足产能及技术指标的前提下, 能实现高危工位的人机隔离自动化生产, 改善了行业生产现状, 提高了生产效率。

**关键词:** 火工品; 小群模; 安全; 装药

**中图分类号:** TJ410.5<sup>+</sup>2 **文献标志码:** A

## Research of Initiating Explosive Devices with Group Moulds and Automatic Rapid Safety Charge

Shen Qian<sup>1</sup>, Zhu Quansong<sup>1</sup>, Wang Xuejing<sup>1</sup>, Yan Feng<sup>2</sup>

(1. Ammunition Center, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China;

2. Liaoning & Shenyang Industrial Group Limited, Shenyang 110000, China)

**Abstract:** Aiming at the security problems of the initiating explosive devices of our country, put forwards an automatic rapid safety charge technology of initiating explosive devices with group moulds. Through the theoretical model to analyze the charging process, analysis from charge machinery, the metering plate capacity, precision and safety four angles, to explore the initiating explosive devices rapid quantitative charge, with compute and experiment to proving. The analysis results show that: this issue appears as implementing the separate with person and machine automated production for high-risk people to ameliorating the industry production status and improving production efficiency under the premise to meet production capacity and technical specifications.

**Key words:** initiating explosive devices; group moulds; safety; charge

### 0 前言

火工品广泛应用于军工、航天领域, 其中, 药剂是火工品的核心, 而“装药”则是火工品生产的关键工艺之一。装药量一致性、装药精度、装药速度等重要工艺参数都直接影响火工品的质量, 故严格控制工艺过程及参数是火工品质量保障的关键。

目前我国火工品生产模式基本采用大群模和单发手工的制造方式。大群模方式单工序或工位存药量较大, 工序自动化程度低, 安全隐患极为严重; 单发手工制造生产效率太低, 且人与产品直接接触, 安全同样难以保障。火工品生产工序复杂, 危险工序众多, 如××火焰雷管生产过程工序达 30 多道, 有药的危险工序就有 10 道, 工人稍有失误, 就可能发生爆炸伤害事故。

基于此, 笔者研究火工品小群模自动化安全高效装药技术, 实现高危工位的人机隔离自动化生产, 从而改善行业生产现状, 提高生产效率。

### 1 小群模自动安全高效装药技术总体介绍

本研究以某型号雷管生产工艺流程为基础, 由

主机和物流传输系统 2 部分组成。其中, 主机根据功能分解为以下专机: 装药机、压药机、筛管机、收口机、压合机、退出机、吹风机、滚光筛分机、外观尺寸检测组合机。同时为满足不同型号雷管生产的工艺流程, 专机都配备独立控制系统, 可自由组合排列。控制系统采用西门子 PLC 搭建, 具有完善的功能性、维护性及扩展性。

笔者着重研究装药机在小群模方式下的自动安全高效装药技术。图 1 为某型号雷管工艺流程。

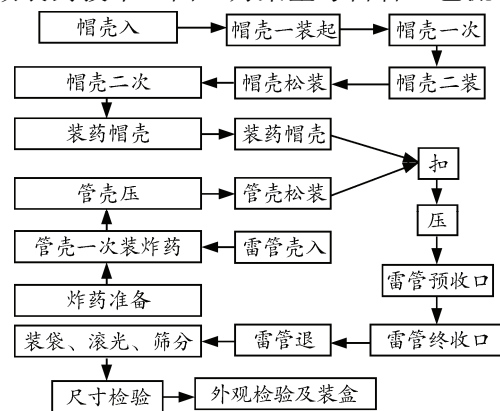


图 1 某型号雷管工艺流程简图

收稿日期: 2013-08-09; 修回日期: 2013-10-10

基金项目: 国防基础科研(A1020110005)

作者简介: 沈谦(1989—), 男, 浙江人, 本科, 助理工程师, 从事非标设备设计研究。

### 2 装药机构研究

以某型号雷管的生产工艺过程为例，研制自动化小群模装药设备。其装药机构采用计量板定容装药方式，并可通过更换不同模具实现其他火工品的自动化装药，同时考虑装药过程的安全性与装药效率。装药机构如图 2~图 3 所示。

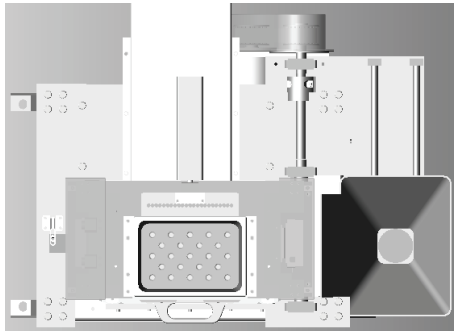


图 2 装药机构俯视图

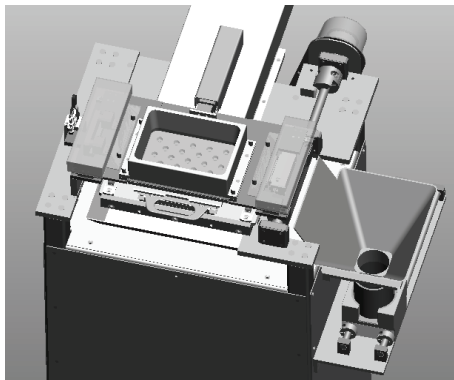


图 3 装药机构侧视图

装药机构的核心为计量板药斗，对应产品模具开 20 孔，配备计量板拉伸气缸及震药装置，以适应流散性不同的药粉快速定量装药。下方配备接浮药托盘，侧面安装余药收集装置，通过电机旋转计量板收集余药，机构表面尽可能减少螺钉，气缸、电机都加装防尘罩，尽量减少死角，降低吸附浮药量，增加安全性。生产流程示意图如 4。

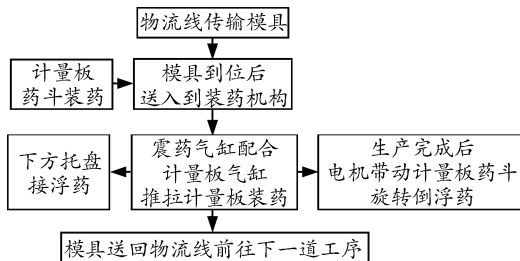


图 4 装药流程简图

### 3 计量板药斗装药量研究

计量板药斗用于存放火工品生产所需药粉，为实现最大化的高危工位人机隔离，其装药量需在尽

可能减少补药次数的前提下降低现场存药量，故需对药斗装药量进行计算。以××1、××2 2 种常用雷管为基础，计算如下：

计量板药斗尺寸：长 150 mm，宽 100 mm，高 60 mm。

装药高度为药斗高度的 2/3，当药量只剩 1/3 时需进行补药。要求生产节拍为 10 s/模。

所以，药斗内容积  $V$ ： $V=150\text{ mm}\times 100\text{ mm}\times 60\text{ mm}=900\ 000\text{ mm}^3$ ；可装药量： $V/3=300\ 000\text{ mm}^3$ 。

结合××1、××2 雷管数据，得出表 1。

表 1 计量板尺寸及装药情况分布

产品	板厚/mm	孔径/mm	体积/mm <sup>3</sup>	23 发体积/mm <sup>3</sup>	装药模数	补药时间/h
××1	2	2.90	13.2	304	907	3
		4.25	28.4	—	—	—
××2	2	3.7	21.6	—	—	—
		5.2	42.6	—	—	—
	2.5	3.0	17.7	—	—	—
		5.7	64.0	1 471	187	0.6

即：根据生产的产品不同，并结合药斗尺寸，得出最长补药时间为 3 h，最短补药时间为 0.6 h，能够满足生产要求。

补药杯为圆柱型，内腔尺寸：内径 70 mm，高 90 mm。可装药深度为全高的 4/5。

一次补药体积： $3.14\times(70/2)^2\times(90\times 4/5)=276\ 948\text{ mm}^3$

即只需一次即可完成补药，达到减少补药次数、最大化高危工位人机隔离的要求。

### 4 计量板装药精度分析

火工品的装药精度直接关系到产品的质量。该计量板装药机构能否满足实际生产要求，还需进行试生产并检验装药量一致性。以××火焰雷管为例，每发产品要求装药量为： $(15\sim 25)\pm 1\text{ mg}$ 。从试生产的雷管中抽选 5 模，每模中抽选 3 发，共计 15 发产品，用精度为 0.001 g 的电子秤称量其中所填装药粉，记录结果如表 2。

表 2 计量板装药量试验记录

序号	每发装药量/mg	判定准则
1	19	电子秤测试出的装药量数据是否在规定合格范围内
2	25	
3	22	
4	24	
5	16	
6	21	
7	20	
8	17	
9	24	
10	19	
11	23	
12	15	
13	17	
14	24	
15	16	

由表 2 可知，试验装药量都在允许范围之内。计量板装药机构能够达到生产所需精度。

## 5 装药安全性研究

由于火工品所装起爆药及炸药危险性较高，需在计量板定容装药机构中的计量板端头上安装拉压力传感器(图 5)，并对其进行动力学分析。控制系统通过拉压力传感器，实时监测计量板拉力和运动变化，参照经验参数，保证其以最佳速度及最安全状态运行。一旦参数异常，则由控制器使计量板停止工作并报警，待参数恢复到安全范围内，再启动。

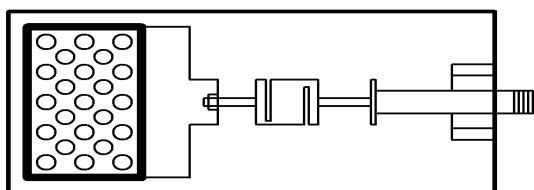


图 5 计量板拉压力传感器示意图

为测试拉压力传感器工作可靠性，首先需进行模拟实验。根据××雷管生产经验，计量板拉伸时摩擦力不能大于 5 kg，故选用 20 kg 量程的拉压力传感器。连接好气路与 PLC 控制系统，在气缸行程上添加阻挡物，控制气缸伸缩，观察装置受到阻挡时是否停止，并记录停止瞬时拉压力数据。药斗中装面粉，反复推拉使其填满缝隙与药孔，控制气缸重复运动，并记录伸缩时的拉压力数据，结果见表 3。

由表 3 可见：计量板在空载、摩擦试验中记录的数据均在设定范围之内；在阻挡试验中，当拉压力超过预设的安全数值时能够自动停止，并且瞬时

\*\*\*\*\*

(上接第 38 页)

### 3.2.4 DSP 系统的“看门狗”技术

TMS320LF2407A 片内有一个功能强大的“看门狗”电路模块，是程序运行的监视系统。该“看门狗”模块具有以下特点：当 8 位“看门狗”计数器溢出时，将产生系统复位信号；6 位独立运行的计数器，根据“看门狗”计数器预定标值，对看门计数器进行“喂狗”；“看门狗”复位键(WDKEY)寄存器在“看门狗”被正确“喂狗”时，清“看门狗”计数器，在错误或无“喂狗”时产生复位。

“看门狗”技术通过不断检测程序循环运行时间，若发现它超过最大循环运行时间，则认为系统陷入“死循环”，计数器溢出，系统复位并重新运行系统程序。

## 4 结语

经过以上开关电源的抗干扰设计后，其电磁兼

数值也在最大量程之内。

表 3 拉压力传感器试验结果

动作	负载		
	空载/kg	阻挡/kg	摩擦(面粉)/kg
伸出(过程)	1.50	—	2.6
伸出(静止)	1.20	8.2	—
收回(过程)	0.03	—	3.4
收回(静止)	0.50	8.6	—

注：表格中数据取反复试验最大值

## 6 总结

试验结果表明：该装药机在满足雷管生产工艺流程的前提下，能够实现高危工位人机隔离自动装药，同时在清浮药、计量板装药等敏感环节提高了安全性，如拉压力传感器于计量板能够满足使用标准，实现装药过程的安全控制，且生产节拍较传统手工方式也有所提高。该研究能够极大改善我国火工品生产现状，是火工品生产发展的一条重要道路，可将其推广到同行业生产应用中。

## 参考文献：

- [1] 旷维生. 火工品装配安全自动化系统探究[J]. 硅谷, 2012, 24: 27-27.
- [2] 萧绪泉. 索类火工品自动装药装置控制模型的研究[D]. 重庆大学, 2012.
- [3] 郑连清. 火工品压药关键工艺与设备研究[D]. 重庆大学, 2005.
- [4] 陈白宁, 刘文波, 段智敏. 雷管自动装配系统中装药机的研究与设计[J]. 机械工程师, 2002(2): 52-53.
- [5] 赵曦, 王栋, 刘华文, 等. 某导弹火工品模拟训练系统方案[J]. 兵工自动化, 2012, 31(3): 94-96.

容性测试结果满足 GJB-151A-97 标准，无超标现象，符合产品设计要求。

## 参考文献：

- [1] 杨淑霞, 胡映. 开关电源的抗干扰设计[J]. 现代电子技术, 2002(2): 18-20.
- [2] 张树团, 高艳丽, 杨祥红, 等. 基于 DSP 的三相电压型整流器[J]. 兵工自动化, 2012, 31(5): 72-74.
- [3] 石宏伟. 基于 DSP 的 3KW 高频开关电源的设计[J]. 电源技术, 2012(9): 94-96.
- [4] 李宏光, 王帆. 开关电源的电磁干扰及噪声抑制方法[J]. 通信电源技术, 2007(6): 89-90.
- [5] 朱方明, 王宝璞. 开关电源的电磁干扰抑制技术 [J]. 通信电源技术, 2007(6): 76-79.
- [6] 张桐崔, 超群段, 婉立. 电磁兼容性设计在电源系统设计中的应用[J]. 电源技术, 2010(10): 65-67.
- [7] 梁凯, 熊腊森, 姚高尚, 等. 开关电源的电磁兼容性设计[J]. 电源技术应用, 2007(2): 18-23.