

doi: 10.7690/bgzd.2017.07.016

基于点火药的火工品高精度安全自动装药技术

王雪晶, 朱全松, 严尚贤

(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: 针对目前国内点火药生产模式中存在药剂假密度不确定、生产过程低效、产品一致性不高和人机共存等现象, 提出一种高精度安全自动装药技术。分析装药设备的模型设计, 从药量调节、装药精度、过程安全性和生产节拍 4 个角度, 探讨点火药高精度安全自动装药技术, 并辅以试验、数据分析等手段进行验证。分析结果表明: 该技术在满足点火管生产工艺的前提下, 能实现高危工位的人机隔离自动化生产, 大幅度提高计量精度及安全生产过程控制, 对改善行业生产现状具有借鉴和推广意义。

关键词: 点火管; 计量板; 装药; 高精度

中图分类号: TJ410.5⁺2 **文献标志码:** A

Research on Charge Technique Based on the Ignition Cartridge of Automatic Safety and High-accuracy

Wang Xuejing, Zhu Quansong, Yan Shangxian

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

Abstract: Aiming at the security problems of the ignition cartridge devices of Chinese, put forwards an automatic safety and high-accuracy charge technology. Through the theoretical model of charge devices to analyze the adjust quantity of charging, charging accuracy, take time, safety of charging process four angles, to explore the ignition cartridge 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.

Keywords: ignition cartridge; measure board; charge; high-accuracy

0 引言

点火药是用以引燃火工药剂、烟火药剂、推进剂及发射药的药剂, 物理化学性能稳定, 对热冲击敏感, 具有足够的点火能力, 且作用可靠。它在外界初始冲能的作用下能够迅速发生燃烧反应, 放出大量的热、气体和固体残渣, 从而点燃各种火药、烟火药和火工品^[1-3], 广泛用于装填各种点火器件。

目前点火药的计量方法一般采用人工高精度电子天平称量, 要求单机、单人在独立的防风、抗爆隔间内进行。称量精度及一致性与人员的身体、精神状态有关, 同时还存在人员密集程度高, 安全隐患大的突出问题。近年来国家十分重视火工品的自动化技术, 基本保障了产品工艺和生产要求, 但还存在诸如自动化程度低、生产设备不能完全满足工艺要求、可靠性差、安全性没有完全解决和新技术推广困难等不足^[4-7]; 因此, 提高点火药的安全自动称量技术实现高危工位的人机隔离自动化生产, 改

善行业生产现状, 提高生产效率成为必然。

基于此, 笔者从装药精度、药量调节方式、安全性和节拍等方面对点火药的高精度安全自动装药技术进行了研究。

1 装药设备模型设计

以某型号点火管的生产工艺过程为例, 笔者研制自动化装药设备。该型号点火管装药量为(640±10)mg, 装药精度为 1.56%。药剂本身经过造粒, 但造粒不完全, 呈粉粒状, 以粉状为主。前期试验验证, 由于药剂假密度变化的不确定性, 以单纯的定容计量方式只能达到 50%~60%的合格率, 难以满足工艺要求。

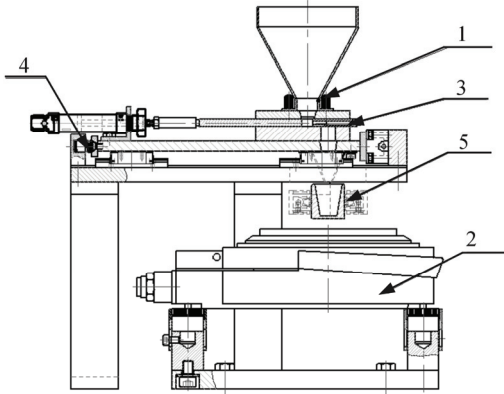
根据点火药的感度、粒度、流散性和假密度等特性, 笔者设计以计量板定容+高精度电子天平复称检验的称装药方式。定容计量合格的药剂由机械手装入产品, 不合格的药剂倒入废药杯。由于药剂假密度的变化, 生产过程中如连续检测到称量不合

收稿日期: 2017-03-13; 修回日期: 2017-04-19

作者简介: 王雪晶(1972—), 女, 江苏人, 硕士, 从事工业自动化及火工品相关技术研究。

格，则采用振动、微调计量板等方式。

装药设备主要由计量板机构、电子天平复称机构、药量调节机构、气动振药机构和机械手抓取机构组成，其结构见图 1。



1. 计量板机构；2. 电子天平复称机构；3. 药量调节机构；4. 气动振药机构；5. 机械手抓取机构。

图 1 装药设备结构

药量调节机构用于粗调药量，通过高精度调节滑块改变计量孔容积的方式实现。气动振动机构用于在生产过程中自动实时微调药量，机械手抓取机构将计量合格的药剂由药杯装入产品中。

2 装药机药量调节

装药采用定容装药方式，装药量的准确性除了与模具的精度有关，还与药剂本身的假密度、流散性、聚晶体形态、颗粒大小、粒度分布、规则程度、表面状态及均匀程度有关。为适应以某型号点火管的生产工艺，笔者用 2 种方式调节计量板的装药量。

药量调节机构用于粗调药量。正式生产前试装、或更换药剂批次时，根据试装结果对调节滑块位置进行相应调整，并以锁紧螺母固定，通过改变计量孔的容积从而改变装药量。

膜片缸振动方式用于正式生产时实时微调药量。当系统检测到装药量连续不合格次数超过设定值时，系统根据实际装药量及目标值的差异，通过控制比例减压阀调节振动的幅度，控制电磁阀调节振动的次数，从而改变计量孔内药剂的假密度，达到微调药量目的。装药工艺流程见图 2。

3 装药机精度分析

装药机的装药精度直接关系到火工品的质量。该计量板装药机构能否满足实际工艺要求，还需通过试生产来检验装药量的一致性。

以上述某型号点火管为例，使用该机构连续称

量 200 次，生产出合格产品 190 发，不合格产品 10 发，合格率为 95%。与单纯的定容计量方式相比，极大地提高了产品合格率。

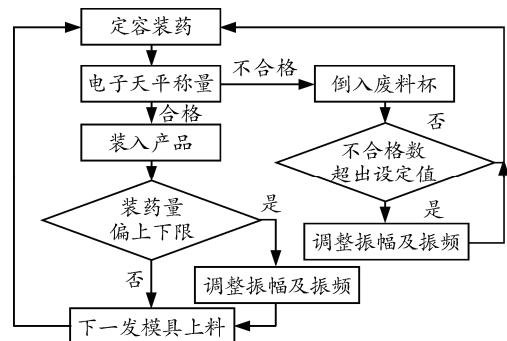


图 2 装药工艺流程

根据每次记录的装药量，笔者进行数理统计分析，得到图 3 所示的正态分布曲线。

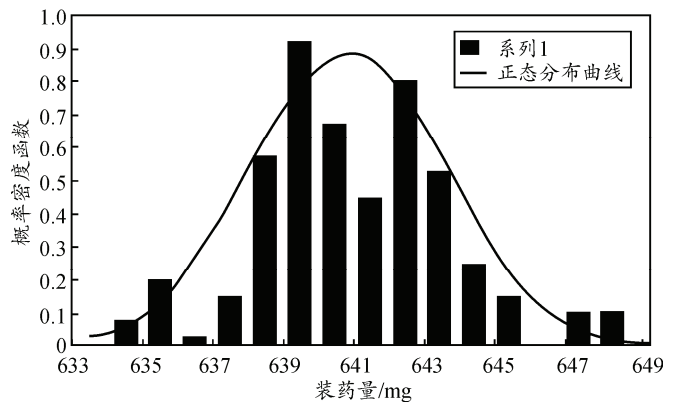


图 3 测量数据正态分布

根据装药量，可计算出该型号点火管装药量的均值为 640.4 mg，标准差为 2.81，则 95%的置信区间为[634.9, 645.9]。即从概率统计上分析，笔者设计的计量装置可保证 95%以上的合格率，装药质量远远超出了单纯定容计量方式的合格率。

4 装药机安全性设计

由于点火药易被引燃，对热冲击敏感，危险性较高，计量板装药机构中设计了拉压力传感器。拉压力传感器安装在计量板与动力气缸之间，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。

计量板拉动、机械手倒药过程中不可避免会产生浮药，点火药又以粉状居多，药粉飘散在设备周围会形成很大的安全隐患，浮药的处理对于安全生

产尤为重要。一方面在结构上避免清洁死角，增加必要的防尘装置，同时设计真空系统处理飘落的浮药，通过真空系统将浮药吸收到水中。真空系统气路见图4。

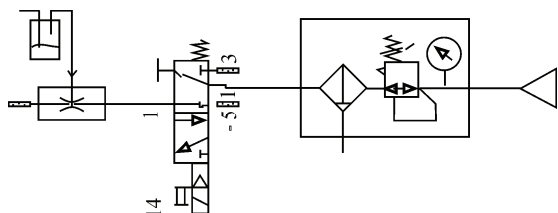


图4 真空吸浮药装置气路

5 生产节拍分析

笔者采用计量板拉药、电子天平验证的方式，

装药精度高，但动作相对复杂。电子天平复称及合格药剂倒入模具都需相应的时间。以上述某型号点火管为例，要求生产节拍6~8 s/发，而电子天平称量的稳定时间基本上在2 s，防爆门开闭及模具进出时间为3~3.5 s，这2部分用时为5~5.5 s。

笔者通过双路机械手并行工作，解决了生产节拍不足的问题。结构上设置2个相对放置的机械手，分别进行节拍较长的动作。其中一个机械手称药时，另一个机械手往模具中装药。2个机械手穿梭往复动作。装药机节拍时序如图5。

由图5可得：在12 s内，机械手1及机械手2各完成一次称装药及药剂装入模具过程，平均用时6 s，满足生产节拍6~8 s/发的要求。

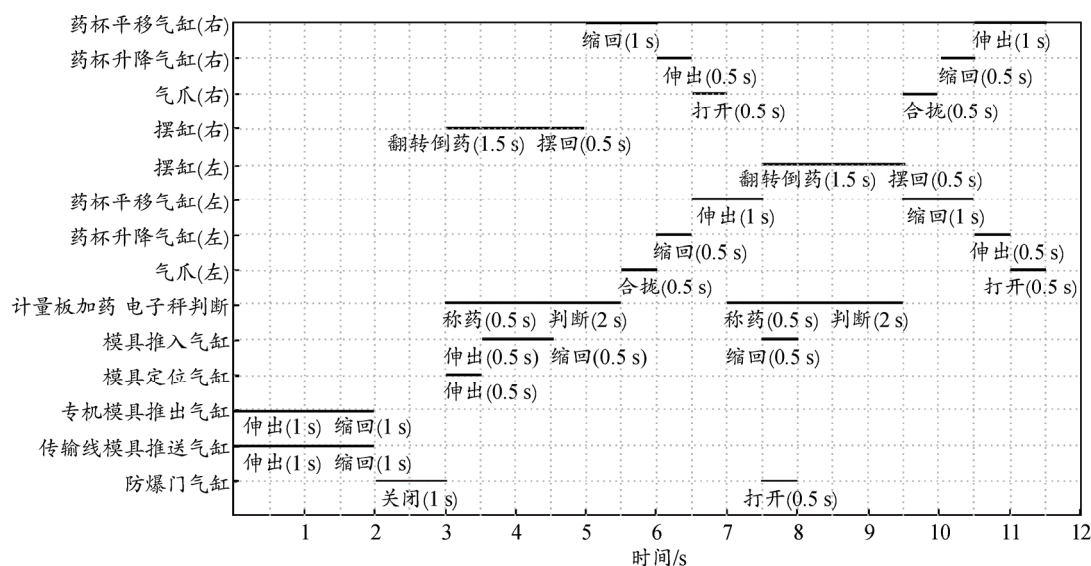


图5 装药机节拍时序

6 结束语

上述分析结果表明：该装药机构在满足点火管生产工艺的前提下，能够实现高危工位的人机隔离自动化生产。设备通过在线实时调节装药量，大幅度提高了计量精度；通过拉压力传感器及浮药收集实现安全生产的过程控制；生产节拍也较传统手工方式有所提高；同时降低了劳动强度，减少了操作人员。该研究对提高火工品的自动化工艺水平、改善我国火工品生产现状，具有借鉴和推广意义。

参考文献：

[1] 成一, 陈守文. 点火药点火性能的研究[J]. 火工品,

2001(4): 21-22.

[2] 劳允亮. 起爆药[M]. 北京: 国防工业出版社, 1980: 88-89.

[3] 赵伟, 王成. 火工品失效模式[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(7): 14-16.

[4] 李晓琴, 李朝阳, 朱全松. 火工品群模自动生产线[J]. 兵工自动化, 2014, 33(2): 72-74.

[5] 朱全松, 吴斌. 针刺雷管自动装配生产线[J]. 兵工自动化, 2010, 29(1): 87-88.

[6] 聂坤亮, 朱全松, 蒋波, 等. 火工品生产自动化的影响因素[J]. 兵工自动化, 2014, 33(2): 84-86.

[7] 黄权, 史慧芳. 小口径弹发射药自动装药技术与发展趋势[J]. 兵工自动化, 2013, 32(1): 79-80.