

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.04.006

一种热塑态真空振动装药工艺

段爱梅

(晋西集团江阳公司, 太原 030041)

摘要: 为提高弹药产品质量及生产过程的本质安全度, 改善现有热塑态装药生产条件, 针对常规热塑态装药方法存在的缺陷, 提出一种将真空振动装药法引入热塑态装药工艺设备的设计方案。综合应用自动控制技术、大型真空室振动装药技术, 实现了对弹药产品热塑态装药过程的自动控制, 建立了热塑态装药生产线, 并在某产品试制中得到成功应用。实践证明: 该生产线提高了弹药装药质量和本质安全度, 具有较高的经济效益和社会效益。

关键词: 热塑态; 真空振动装药; 大型真空室; 安全性; 自动控制

中图分类号: TJ410.5⁺2 **文献标志码:** A

A Thermoplastic State Vacuum Vibration Charging Technology

Duan Aimei

(Jiangyang Company of Jinxi Group, Taiyuan 030041, China)

Abstract: In order to improving ammunition quality and self safety degree in manufacturing and amending current manufacturing conditions. Aiming at the disadvantage of common thermoplastic state charging technology, introduce a design scheme which uses the vacuum vibration charging technology in thermoplastic state charging equipment. Comprehensively use automatic control technology and large size vacuum room vibration charging technology to realize automatic control in ammunition thermoplastic state charging, and establish thermoplastic charging product line. The technology is applied in certain type product test. The application result shows that the product line can improve ammunition quality and self safety degree and possesses high economic profit and society benefit.

Key words: thermoplastic state; vacuum vibration charging; large size vacuum room; safety; automatic control

0 引言

弹药是武器装备中使用最多的装备, 弹药装药的质量直接关系到精确打击能力和毁伤能力, 而弹药装药的质量与装药装备密切相关。目前, 常规的热塑态装药方法存在装药不均匀、药与弹壁分离、密度较低、超标疵病等缺陷, 制约了其使用和发展。随着技术的进步, 真空塑化、真空振动装药、加压凝固养护、控温凝固冷却等工艺方法得到应用, 有效降低了装药疵病, 提高了装药密度和产品质量, 使热塑态装药工艺得到进一步发展, 并广泛应用于大口径、大当量的海空各类导弹、航弹及水中兵器等新型弹药。因此, 笔者采用真空振动装药法, 对热塑态装药的工艺和装备进行研究。

1 塑态装药工艺概述

塑态装药法由注装法和螺装法引申发展起来^[1], 是使炸药处于塑性状态, 在外力作用下将炸药装入弹体, 然后炸药再变成固体的装药工艺方法。塑态装药可分为冷塑态装药和热塑态装药^[1-2], 其中热塑态装药又有螺旋压伸装药和振动装药 2 种工艺分支。

热塑态装药所用的炸药必须具有 2 种组分: 既

有低熔点物质又有高熔点物质, 才能具有可塑性。前者常用的如梯恩梯及其二元、三元低共熔物; 后者常用的如黑索金^[3]。在有的配方中还加入钝感剂如硬脂酸、石墨, 还有增加爆热的物质如金属粉等。总之, 热塑炸药是含有 2 种以上组分的混合炸药, 其配方选择除应满足战术技术要求以外, 还必须符合工艺性的要求。

热塑态装药可以使用高爆速、高威力的黑索金等炸药, 配比成分可达到 60% 以上, 能够提高弹药威力; 热塑态装药工艺能满足不同药室形状的弹药, 产品适应性好; 作业面积小, 劳动条件相对较好等, 使得其在生产中得到一定应用。

前苏联在 20 世纪 50 年代初就曾研究用螺旋法进行塑态装药。20 世纪 60 年代, 我国装药工作者对热塑态装药工艺技术进行了自主研制开发, 包括对热塑态复合炸药配方的研制, 并应用于中口径海军弹药和水中武器弹药。

振动装药法是将较高粘度的熔态悬浮炸药装入弹体, 用振动的方法使它密实, 然后凝固成型。经常外加真空, 所以又称真空振动装药。针对常规热塑态装药方法存在的缺陷, 为了提高弹药产品质量

收稿日期: 2011-11-17; 修回日期: 2011-12-23

作者简介: 段爱梅(1968—), 女, 山西人, 高级工程师, 从事火炸药工艺设备研究。

及生产过程的本质安全度,改善现有热塑态装药生产条件,对真空振动装药法进行创新性设计,将其引入热塑态装药工艺,并在某产品试制中得到成功应用。采用热塑态真空振动装药法装填大型弹药的工艺流程如图 1。

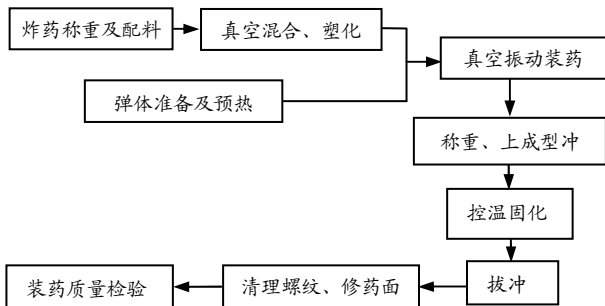


图 1 热塑态真空振动装药工艺流程^[2]

2 热塑态真空振动装药生产线

2.1 工艺装备设计方案

热塑态真空振动装药生产线由自动上料单元、真空混合塑化单元、真空振动装药单元、称重单元、控温固化单元及自动控制系统、视频监视系统、消防雨淋系统等组成。

自动上料单元主要包括输送系统、称量系统、投料系统、气动系统和动力系统等。为保证配比的准确性和生产过程的安全性,设计中将几种炸药物料分别单独投料,且置于密闭的料斗内,通过自动投料系统和精确称量系统,可预设颗粒度、重量和精度等参数。完成称重的物料自动投放到真空混合塑化单元,为防止投料过程中粉尘扩散对环境造成污染,在每个投料部位设计有除尘装置,有效消除粉尘累积,实现绿色生产。

真空混合塑化单元主要包括动力传动系统、真空系统、加热系统、气动系统等。其功能是将几种炸药物料按一定顺序投放到混合机,操作人员在总控室远程控制,依照一定的工艺技术要求对物料在加热、真空状态下进行混合作业。生产过程中严格检测并控制物料的温度、压力、真空度、转速等工艺技术参数。混合好的塑态物料盛装在接料斗中。

真空振动装药单元包括真空系统、液压振动系统、提升系统、激振出料系统、加热保温系统等。其工艺步骤主要是先将接料斗中的塑态物料送入真空室,与提升系统对接并提升到指定位置;预热好的空弹体由带保温功能的专用小车运入真空室,在液压振动台面定位并安全锁紧;接通接料斗和专用小车的加热管路,对塑态物料和空弹体保温;关闭真空室门,在总控室远程控制,顺次打开真空系

统、自动出料阀,启动激振出料系统和液压振动系统,开始塑态物料的真空振动装药。工艺参数如时间、温度、真空度、振幅和频率等可预先设置并自动控制,以满足产品的需要。其系统示意图见图 2。

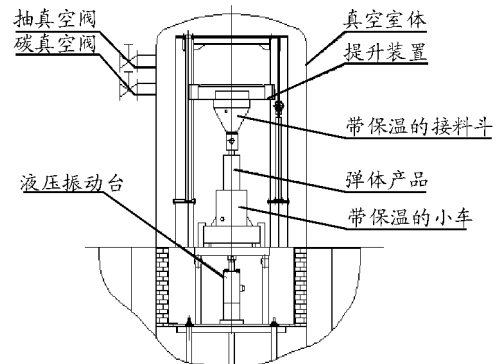


图 2 真空振动装药系统示意图

称重单元的功能是把装药后的弹体产品运上安装于地面的防爆电子衡重仪,经精确称量确定装药量符合工艺要求后,压入成型冲,使药面符合产品技术要求。所选防爆电子衡重仪的称量精度为 0.3%,能够保证弹药产品的装药质量。

控温固化单元的功能是把经称重并上好成型冲的产品运入控温加热箱,按工艺要求设定压力、温度、保温时间等参数,由系统控制自动进行产品的固化、冷却成型。

为保证生产过程的安全性,在现场关键部位设有视频监视系统,其功能是监视并记录生产线运行过程。操作人员可在总控制室通过视频画面观察生产线现场实时运行状态,当发现异常时,可随时按下操作台上的急停按钮,并采取相应处理措施。

生产线设有消防雨淋系统,在现场每一关键部位都安装感应装置,当发生火灾等事故时,消防雨淋系统自动启动;同时,在总控室也可通过视频监视观察并按下操作台上的消防雨淋开关,启动消防雨淋系统。通过双重控制,确保了生产线的安全。

2.2 生产线控制系统

控制系统是整个生产线各单元集成化设计的核心,能实现对自动上料单元、真空混合塑化单元、真空振动装药单元及控温固化单元等的自动控制。各个单元及系统的启停、运动部件到位检测、工艺参数检测等都由控制系统来完成。

控制系统由 PLC 和工业控制计算机构成,人机交互界面采用组态软件,PLC 与操作站之间采用工业以太网实现信息、数据的传递与交换。PLC 柜与变频柜置于动力间,变频与 PLC 间通过直接连线进

行信号交互。

PLC 系统用于控制现场的工艺设备，它通过电气连接线和现场的气缸、行程开关以及电机控制柜联系，对生产过程中各个工艺参数如温度、压力、真空度等进行直接检测与控制，由于 PLC 自有的可靠性和运行实时性，保证了对现场的实时可靠控制。

上位机系统提供生产线的人机交互界面，操作人员通过在操作界面上操作可实现对重要单元设备的手动与自动方式的切换操作，以及通过界面上的设备操作画板，实现对单台设备的启停、部件的升降、阀的通断等动作控制及自动运行工艺的控制，从而达到对生产线设备状态的远程监控、实现了关键危险工序的人机隔离。生产线控制系统如图 3。

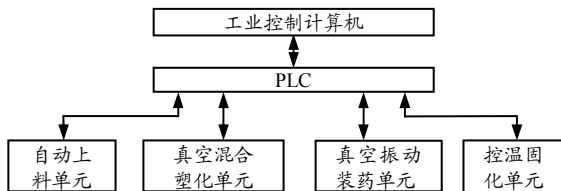


图3 生产线控制系统框图

2.3 安全性设计方案

在各单元系统设计过程中，严格遵守相关安全技术规范，满足生产过程的安全性和电控系统的可靠性。在总控室系统能显示设备运行状态、简易工艺流程，可看到关键部位的现场监视画面，配置有各个单元的操作控制台，遇到紧急情况可随时按下急停按钮及消防雨淋开关。

在生产线设计中，考虑到所用炸药的特殊性，为防止产生静电，活动部位主要选用了不锈钢、铜、尼龙、橡胶等不发火材料，关键部位避免使用黑色金属，设备系统安全接地，有效消除了静电累积。针对现场的防爆需求，在动力源选用上，同等条件下优先选择本质安全型的气动系统，对安装在现场的温度、压力、位置和重量等检测元器件和电机、电磁阀、调节阀等执行件，则选用相应防爆级别的产品。

为提高生产线的可靠性，设计有手动控制和自动控制 2 种方式，可根据实际工艺要求，实现对每台设备的手动和自动控制。在关键设备处设计有安全连锁和互锁装置，保证设备的有序运行和对事故的有效预防，一旦设备出现断电、过压、超温等意外时，系统可立即卸压。同时系统具有一定的自检自诊断能力，随时检测系统各部分是否正常，当操作失误或系统出现异常时，能提示故障部位，以帮助排解故障，同时系统发出报警信号。

3 关键技术装备及优势分析

3.1 远程自动化操作，危险工序实现人机隔离

在真空混合塑化单元，改变以往的人工投料方法，运用料斗自动下料，机械手自动开合盖方式，实现了生产过程的连续化、自动化。同时，在传统的斜角夹层滚筒式塑化锅（俗称对角锅）上引入自动测温、测压元件，使关键参数自动控制，生产过程隔离操作。并在锅内引入消防雨淋系统，把发生危险带来的损失降到最低。

3.2 大型真空室工艺技术，有效提高弹药装药质量

在真空振动装药单元，首次创造性采用大型真空室工艺技术，把塑态炸药与弹体产品完全置于真空的环境中，并结合振动装药技术，实现了真正意义上的真空振动装药，同时，激振出料和阀口开度调整，能按需求来控制塑态装药过程中的速度和流量，满足装药工艺的要求。该方法突破了传统的局部抽真空及真空负压抽吸炸药工艺方法带来的产品密度不高、均匀性不好等弊端。经某产品试制，该方法能大大提高装药密度，从而改进弹药装药质量。

3.3 改善工作环境，实现绿色装药

生产全线危险工序如投料、混药、装药等实现人机隔离，远程自动化控制操作，在炸药物料投料点设有水浴除尘系统，产生的废水纳入工厂废水处理系统统一处理。这些措施有效降低了粉尘和噪声带来的污染，减少了炸药给人带来的伤害和危险，提高了生产本质安全度，保证了生产人员的人身安全和身体健康。

4 结束语

作为国内第 1 条热塑态装药生产线，该生产线综合应用了自动控制技术、大型真空室振动装药技术等先进的技术手段，实现了对大中型弹药热塑态装药的自动控制。近几年的产品试验证明：该生产线提高了自动化程度，减少了在线人员数量，改善了操作环境，提高了弹药装药质量和生产过程的本 质安全度，具有较高的经济效益和社会效益。

参考文献：

- [1] 炸药性能与工艺[M]. 北京：国防工业出版社.
- [2] 陈国光，等. 炸药制造工艺学[M]. 北京：北京理工大学出版社，2004：355-360.
- [3] 安强，胡双启. 装药密度对钝化黑索今快速烤燃特性的影响[J]. 四川兵工学报，2010，31(10)：64.