

DNTF 基炸药自动化熔铸生产线的开发

杨贝克 张 杰 宋嘉翼 刘志凡 (湖北航鹏化学动力科技有限责任公司, 湖北 襄阳 441000)

摘 要: 介绍了 DNTF 基炸药自动化熔铸生产线的关键技术方案, 关键工艺装备包括原材料自动称量准备系统、物料自动输送系统、真空塑态熔混系统以及后处理系统等。通过合理安排工艺流程以及提高设备的自动化程度, 实现了关键危险工序无人化。在扩大生产能力的同时, 有效保证弹体炸药浇注质量, 保护人员生命安全, 提高了生产过程的本质安全化水平, 对于 DNTF 基炸药的自动化生产工艺的提升具有一定的指导意义。

关键词: DNTF 基炸药; 自动化; 熔注线

0 引言

当前, 高能量密度材料是近年来含能材料领域学者争相研究的热点。高能量密度材料的设计、合成及应用是提高推进剂、火炸药配方能量特性的有效手段^[1]。其中, DNTF 具有能量密度高、爆速高的特点, 在提升混合炸药能力及威力方面具备较大的优势。然而, 作为一种新型熔铸载体炸药, DNTF 熔点较低, 具有较高的热感度和爆轰增长速率, 因此上料、运输、浇注、后处理等过程均为重大危险工序, 需要设计合理可靠的工艺及相应的自动化设备, 以期能够保证产品浇注质量和避免发生人员伤亡事故。

本文详细介绍了一套 DNTF 基炸药自动化熔铸生产线的方案, 包括原材料自动称量准备系统、物料自动输送系统、真空塑态熔混系统、后处理系统等关键工艺设备, 能够有效降低劳动强度、提高产品质量和确保工艺安全, 具有良好的实用性和较高的经济价值, 在我国炸药生产线生产中具有一定的推广价值。

1 产线主要布局

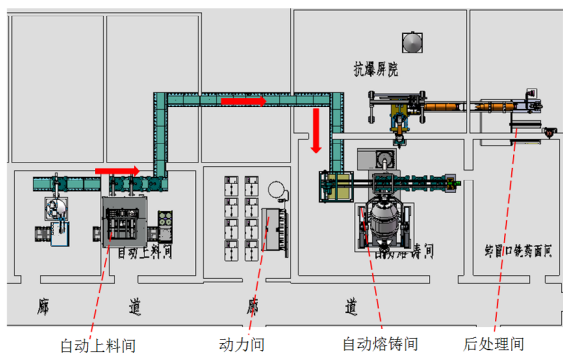


图 1 工房平面布局俯视图

如图 1, 该工房主要由自动上料间、动力间、抗爆屏院、自动熔铸间、后处理间等组成。如图 2, 本文主要介绍了关键危险工序有关的原材料自动称量准备系统、物料自动输送系统、真空塑态熔混系统以及后处理系统, 其中, 原材料自动称量准备系统主要负责原材料的自动上料、过筛、计量、输送等; 物料自

动输送系统主要负责提升料斗的转运以及和塑态熔混锅的自动对接下料; 真空塑态熔混系统主要负责将原材料自动进行熔化、混合及浇注至弹体中; 后处理系统主要负责将弹体转运至后处理间并完成卸冒口及铣药面工序。

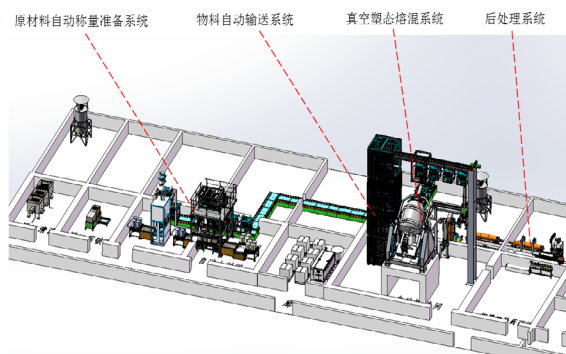


图 2 工房设备布局示意图

2 主要结构组成

2.1 原材料自动称量准备系统

根据原材料 Al 粉的物料特性, 在 Al 粉原材料准备系统中, 对原材料 Al 粉采用真空吸附上料的方式进行物料的输送。Al 粉真空上料输送装置主要由 Al 粉暂存罐、水平振动料槽、过筛机构、自动对接机构、三轴吸枪臂等组成, 用于将 Al 粉定量的转移至提升料斗内。DNTF/HMX 自动上料装置主要由料桶抓取机构、桶提升机构、料桶翻转机构、DNTF/HMX 暂存斗、振动输送装置、自动对接机构及钢平台等组成, 用于将物料定量的转移至提升料斗内。人工装有原材料的包装桶运送到自动称量准备间后, 人工将原材料包装桶盖子打开并放置到指定的上料工位后, Al 粉通过真空上料机进行真空吸附上料, HMX/DNTF 通过自动上料装置全部自动加入相应的暂存斗, 随后控制程序启动, 通过振动输送装置将物料振动加入到相应提升料斗内, 待提升料斗内的物料重量达到生产工艺的设定值后停止加料, 完成原材料的自动称量加料。本自动上料方案, 水平振动料槽的出口口均配置有自动对

接装置,可以与提升料斗进行密封自动对接,避免了在下料或出料过程中发生物料泄漏。实现了生产工艺的自动化,大大降低了人工劳动成本。

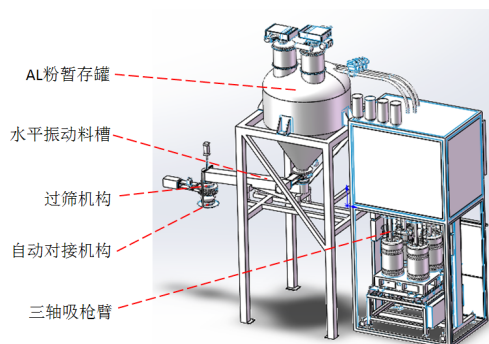


图3 Al粉真空上料装置示意图

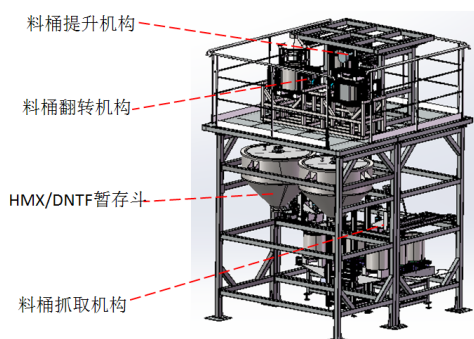


图4 DNTF/HMX自动上料装置示意图

2.2 物料自动输送系统

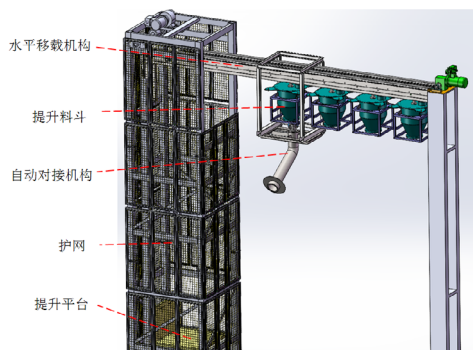


图5 物料自动输送系统示意图

物料自动输送系统主要由提升平台、水平移栽机构、自动对接机构、检测机构、动力系统及控制系统等组成。物料自动输送系统的主要作用是将位于主输送线上初始提升位置处的输送料斗提升至三层钢平台。如图5为垂直输送系统的示意图。当承接有物料的提升料斗与提升机对接后,提升料斗送至提升机内部进行暂存固定,随后三种物料的提升料斗通过自动垂直提升、水平横移依次转运到塑态熔混锅加料口的上方,与相应加料装置对接。料斗和熔混锅对接后,料斗底部出料阀自动打开卸料,当提升料斗内的物料全部投料完成后,空的提升料斗沿原路径返回至初始

提升位置。为保证整个输送过程中的安全性,输送系统整体传输平稳、定位准确、安全可靠、并带有急停装置。输送系统中在多个位置设有位置有传感器,可以实时监测系统的运行状态及工作状态。

2.3 真空塑态熔混系统

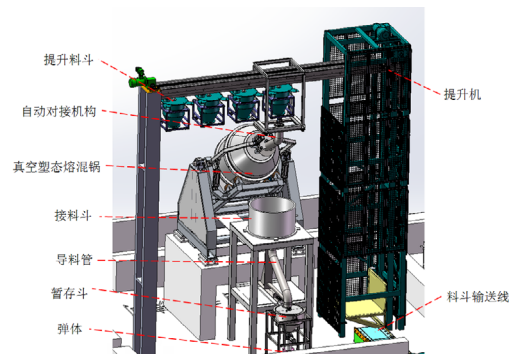


图6 真空塑态熔混系统示意图

由真空塑态熔混锅、接料斗、导料管、暂存斗、梯次控温护理装置等组成。主要负责完成弹体保温护理、真空浇注等。混药锅投料前,翻转机架单元的翻转油缸缩回,混合锅向上翻转一定的角度。推动气缸活塞杆缩回带动封盖脱离锅口,举升气缸活塞杆伸出带动封盖单元脱离锅口完成投料准备。混药锅投料完后,举升气缸活塞杆缩回带动封盖单元靠近锅口,推动气缸活塞杆伸出带动封盖压紧锅口,完成混药准备。驱动单元的液压马达驱动混药锅按照设定的速度和时间进行旋转,混药一定时间后,抽真空系统开始工作,将混药锅内的真空度抽到设定值。混药锅出料前,混药锅停止旋转,锅内卸真空。推动气缸活塞杆缩回带动封盖远离锅口,举升气缸活塞杆伸出带动封盖单元远离锅口。翻转油缸活塞杆伸出,锅口朝下后,混药锅开始旋转,混药锅出料。本方案的熔混系统有如下特点:塑化混药锅在混合原理上属于无桨混合系列,在对物料的混合过程中没有机械式的剪切和挤压,整个混合过程中将各组分物料在锅体内进行聚合、抛洒、分离等运动,使物料在一个相对稳定环境下进行混合。由于锅体自身旋转,混药锅内药浆的温度等信号不好进行传输,在设计时将锅体所有的控制信号通过主轴上的防爆滑环进行采集输出。锅体的旋转采用液压马达进行驱动,在液压马达的油路上安装有节流阀,可以对转速进行实时调节。锅体过热水进行加热保温,过热水通过主轴尾端的双路旋转接头接入,在一路进过热水的同时,另一路进行锅体夹套过热水的排放。塑化混药锅相对于塑态炸药混合常用的对角滚筒锅、V型锅等混合设备,具有投料简便、出料顺畅等优势,通过封盖单元的功能可以实现密闭式混合(真空混合)等功能。

2.4 后处理系统

2.4.1 弹体转运装置

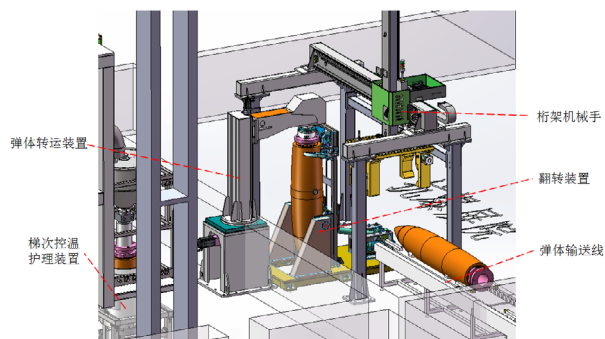


图7 真空塑态熔混系统示意图

包括弹体搬运装置、翻转装置、桁架机械手、弹体输送线等。主要是将弹体从浇注地坑转移至弹体输送线上。当弹体完成浇注护理后，弹体搬运装置启动，抓取装置将竖直姿态的弹体抓取。然后由旋转台带动弹体旋转运行至指定位置，随后抓取机构伸出至指定位置，将弹体放置在翻转装置上。检测弹体到位后，弹体搬运翻转装置将输送线上的弹体自动锁紧，然后转移至翻转工位，之后将弹体旋转 90° ，翻转至水平状态。同时配置双轴减速机，当断电时可利用另一侧的手动减速机进行手动操作。当翻转装置将弹体由竖直状态翻转成水平状态后，桁架 Z 轴下降、夹爪平移机构缩紧夹爪，Z 轴上升托起料斗，抓手定位销轴自倒向进料斗定位销轴孔中定位住料斗，夹爪自锁机构将夹爪锁住，防止突发电气断电夹爪脱开，Y 轴移动，桁架机械手将弹体放至水平输送线。

2.4.2 卸冒口装置

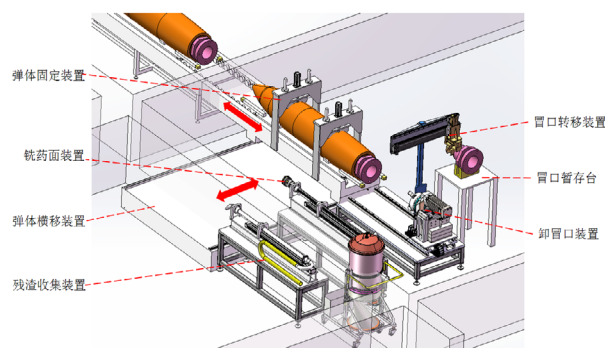


图8 真空塑态熔混系统示意图

主要由卸冒口漏斗专机、前移模组、冒口暂存平台、横移模组、弹体固定装置、冒口转移装置等组成。主要功能是自动卸下弹体冒口漏斗。

带冒口漏斗的弹体由弹体输送线转移至横移模组工装，弹体固定机构将弹体进行固定，横移模组将弹体横移输送至拆冒口漏斗专机相应位置后，前移模组带动拆冒口漏斗专机前移，气动卡盘将冒口漏斗夹紧，

防爆伺服电机旋转将冒口漏斗从弹体内拆卸，弹体拆卸同时，前移模组后移，慢慢将冒口漏斗从弹体内抽出，当前移模组后退至预设位置时，桁架机械手将冒口抓取，前移模组后退至初始位置，桁架机械手将冒口漏斗从弹体内完全抽出，将冒口漏斗转移至冒口漏斗输送平台，输送至清洗间。

2.4.3 铣药面装置

主要由铣药面专机、铣刀、前移模组、横移模组、弹体固定机构、机架、残药清理专机等组成。

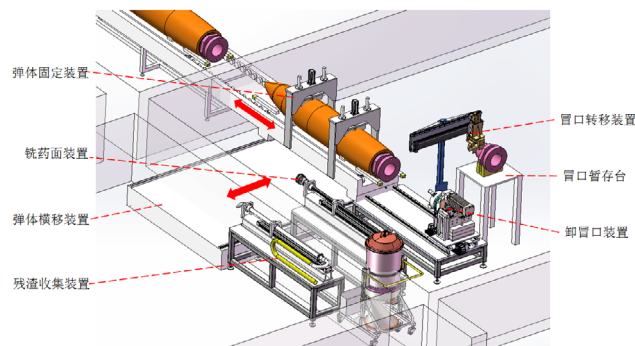


图9 真空塑态熔混系统示意图

拆卸完冒口漏斗弹体由横移模组将弹体转移至铣药面专机相应位置，前移模组带动铣药面专机前移至预设位置，防爆伺服电机带动铣刀进行旋转，铣刀边旋转边前移到最终设定位置完成药面刮平。

3 技术难度及创新

①原材料自动称量准备系统实现了自动化，不仅降低了人工劳动成本，也避免了加料过程中出现的粉尘等不利的环境对人造成危害；②物料自动输送系统有传输平稳、定位准确、安全可靠的优点，并带有急停装置，在多个位置设有位置传感器，可以满足实时监测系统的运行状态及工作状况的要求；③塑化混药锅在采用无桨混合技术，在对物料的混合过程中没有机械式的剪切和挤压，整个混合过程中将各组分物料在锅体内进行聚合、抛洒、分离等运动，使物料在一个相对稳定环境下进行混合，保证了混合过程的安全性；④卸冒口、铣药面等后处理工序实现了无人化作业，保证了人员的安全。

4 总结

本文介绍的产线设计符合实际生产需求，较为成功的实现了炸药的自动化生产，能够减少了危险岗位在线人数的同时，降低了劳动强度，提高了生产效率和安全保障，有助于提升产品生产装备的整体水平，具有较大的推广前景。

参考文献：

- [1] 邹政平, 赵凤起, 张明, 等. DNTF 应用技术研究进展 [J]. 爆破器材, 2019(4).