

梯恩梯蒸汽倒药自动化控制系统研究*

黄英珂 郭胜强 李惠明 谢俊磊
武汉军械士官学校(湖北武汉,430075)

[摘 要] 介绍了梯恩梯蒸汽倒药技术的现状,提出利用 PLC 来实现自动化控制蒸汽倒药的生产过程。介绍了控制系统的硬件组成和软件结构,将蒸汽倒药温度控制为 95 ~ 97℃、保温沉淀温度控制为 85 ~ 90℃,并精确控制倒药时间,提高了生产效率、安全水平和产品品质。

[关键词] 自动控制 梯恩梯 蒸汽倒药

[分类号] TJ410.89

引言

梯恩梯炸药性质稳定、感度适中、爆炸性能好、加工制作成本较低,是通用弹药当中常用的一种装药^[1]。梯恩梯炸药熔点为 80.8℃^[2],且熔化后不分解,能够回收再利用,因此在报废通用弹药处理领域,梯恩梯炸药的倒空作业开展得十分广泛。目前在弹药销毁机构较常用的梯恩梯倒药方法是蒸汽加热倒药法。

根据对各大销毁机构调研情况分析,目前尚无制式、统一的蒸汽加热倒药设备,并存在一些突出问题:

- 1) 一般利用手推车或吊装设备将弹药输入倒药间,工作效率低,容易发生摔弹等安全事故;
- 2) 依靠熟练工人掌握倒药间加热时间和加热温度,如加热时间过短容易出现倒空不彻底、炸药挂流等问题;加热时间过长则浪费能源,影响工作效率;
- 3) 原系统无法做到隔离操作,而 TNT 炸药在熔融状态下感度大幅度提高,极易发生爆炸,存在较大安全隐患;
- 4) 在保温分层阶段,不能精确控制保温温度,药液温度过高会剧烈沸腾,温度过低则 TNT 会提前凝固,都会影响分层效果,降低产品品质。

本文利用 PLC (Programmable Logic Controller, 可编程逻辑控制器,通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程^[3]) 反应速度快、控制精度高、稳定性强、能够实现远程控制等特点,来设计一种梯恩梯炸药自动化蒸汽倒药系统。

1 系统控制方案

实际进行蒸汽倒药作业时,首先进行弹口检查

和去除油污,以保证炸药能够顺利地由弹口流出并减少油污对产品的污染。然后将弹体按弹口朝下的姿态装入盛弹栏,送入倒药间内。打开蒸汽输入阀门,通入蒸汽锅炉送来的蒸汽对倒药间内弹体供气加热。加热蒸汽的温度可由蒸汽的压力来控制,其压力和温度的关系如表 1 所示,一般取 0.143 ~ 0.199MPa 范围内,压力太低延长加热时间,影响工作效率;压力太高则对设备要求大大提高。倒药间内被加热弹体装药熔化后,流入倒药间底部的倾斜沟槽内,经管道注入保温沉淀槽中。此时保温沉淀槽中的液体为液态炸药和凝结水的混合液,经过保温静置后分层,上层为水及油污,下层为液态炸药。液态炸药经管道流至制片机进行制片回收,制成鳞片状的炸药产品^[4]。

表 1 蒸汽温度与蒸汽压的关系

蒸汽压/MPa	0.101	0.143	0.199	0.271	0.362
蒸汽温度/℃	100	110	120	130	140

在系统工作时需要进行控制的过程包括:利用气压传感器测量蒸汽压力,精细控制蒸汽温度;利用温度传感器采集倒药间和保温沉淀槽温度数据;利用气动球阀控制加热蒸汽的通断。所有传感器信号的采集、数据处理和设备动作都用 PLC 控制。整个系统工作在较高环境温度之下,而熔融状态下的梯恩梯炸药有易燃易爆特性,因此所有采用的设备和元器件要求防爆等级达到 d II BT4,防护等级达到 IP65^[5-6]。

控制系统具有计算机控制和人工手动控制功能,可根据生产需求进行切换。控制用工控机设置在危险区之外,做到隔离操作,保证操作人员和设备

* 收稿日期:2011-07-07

作者简介:黄英珂(1981~),男,讲师,从事弹药维修、弹药销毁方面的研究和教学工作。E-mail:hyk933@163.com

的安全。

2 系统结构

2.1 硬件配置

该系统的硬件组成和控制如下。

蒸汽锅炉:蒸汽锅炉用于产生加热倒药间和保温沉淀槽所需的高温蒸汽,安装蒸汽压力传感器测量实时蒸汽压力供工控机显示,设置限压阀控制输出蒸汽最大压力。

轨道车:用于在倒药时承载弹丸,使弹丸口部朝下,融化状态下的炸药能顺利流出弹丸,经过网格状车体底部流入倒药间的沟渠当中。使用带行程开关的电机将轨道车牵入和拉出倒药间。

倒药间:采用钢筋混凝土浇注,防护等级达到IP65。一般情况下要求一次倒药的梯恩梯当量不超过300 kg,并与周围其它建筑物之间要留有足够的安全距离。通过与蒸汽锅炉相连的蒸汽管向内送入高温蒸汽对弹丸进行加热,融化炸药。倒药间底部设有倾斜的排药管道,用于将融化后的炸药引入保温沉淀槽。

保温沉淀槽:保温沉淀槽采用双层薄钢板焊接而成,夹层中通入蒸汽以保温,使流入保温沉淀槽的混合溶液保持在85~90℃之间,以保证炸药处于液态。液态炸药沉淀于槽的底部,中部为水,油脂则浮于混合溶液上层。

制片机:在制片机的炸药槽上方安装有内部通入流动冷却水的滚筒,当保温在85~90℃的融化炸药流入制片机炸药槽内与滚动着的滚筒接触时,药液被粘结在滚筒表面形成一薄层固态梯恩梯^[7]。在制片机正面利用紧贴在滚筒表面的铜质刮刀将薄片状炸药刮下,制得鳞片状的回收炸药。

温度传感器:采用铠装热电阻温度传感器,测量精度 $\pm 1.5^\circ\text{C}$,防爆要求为d II BT5,防护等级为IP65,用于测量倒药间温度和保温沉淀槽温度,并向PLC输送模拟信号。

监视器系统:用于监视整个作业现场情况,并在倒药间外以一定角度摄取倒药间内图像,辅助控制轨道车送入和牵出倒药间,防爆等级达到d II BT5。

称重传感器:采用尤梯尔BZH8—340型传感器,称量精度 $\pm 0.02\text{ kg}$,用以测量制片机收集的单包炸药质量,并将信号送入PLC。

气压传感器:用于测量蒸汽锅炉输出的蒸汽压力,供操作人员参考加热温度。

整个控制系统采用西门子S7—300PLC,安装在与现场隔离的电控柜里,用于处理各传感器输入的数字量和模拟量信号,按照程序控制来实现自动化

蒸汽倒药。

2.2 软件系统结构

控制系统使用西门子SIMATIC STEP 7V5.3控制程序和西门子WinCCV6.0软件作为编程基础。利用西门子SIMATIC STEP 7V5.3控制程序实现系统的程序控制。以西门子WinCCV6.0软件作为人机交互界面软件,实时显示系统工作过程中的蒸汽压力、倒药间温度、保温沉淀槽温度各控制阀门状态和炸药回收量等参数。辅以监控系统监视蒸汽锅炉车间、倒药车间和炸药制片车间的工作状况。

3 系统控制流程

控制系统包含手动模式和自动模式两种生产模式。其中手动模式用于系统调试和在控制系统出现故障后继续生产使用,可以控制轨道车的拉进和牵出、倒药间加热蒸汽的通断、保温沉淀槽加热蒸汽的通断等。

3.1 倒药间蒸汽加热倒药程序

在正常生产的情况下,采用自动运行模式。准备工作包括:将需要倒药的弹丸进行摘除引信、头螺和去除油污等预处理;将弹丸弹口朝下装入轨道车内以保证融化后的炸药能够顺利流出^[8];加热蒸汽锅炉,使其输出的加热蒸汽压力在0.143~0.199 MPa范围内。

图1是倒药间蒸汽加热程序。将轨道车送入倒药间内,依据装药量的多少和弹丸外壁的厚薄程度

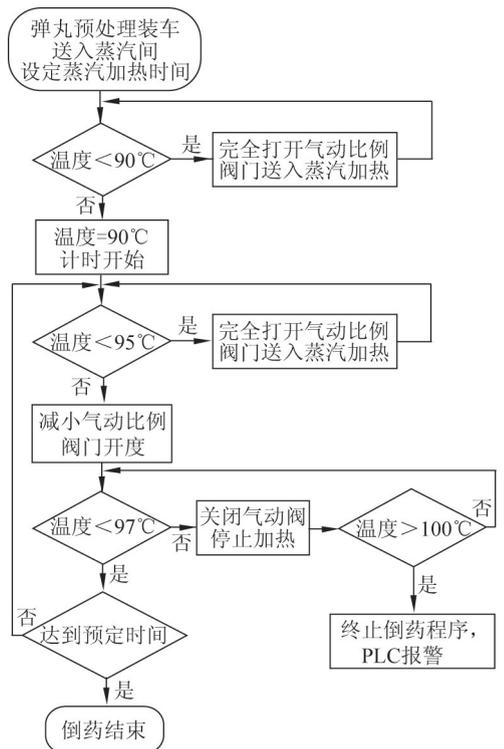


图1 倒药间蒸汽加热程序

不同设定蒸汽加热倒药时间。操作人员在工作台观察蒸汽压力,达到要求后,打开蒸汽加热管道进行加热,当倒药间内温度达到 90℃ 时开始计时并继续加热。随着高温蒸汽的不断输入,温度持续上升,当温度在 95 ~ 97℃ 之间时减小比例阀的开度,减少通入加热蒸汽的量,开始精细加热,降低温度变化幅度,保证倒药间温度在 95 ~ 97℃ 之间波动,直至达到预设的倒药时间,此时完成蒸汽加温程序。

如果倒药过程中温度达到 97℃,则完全关闭蒸汽加热管道停止加热;若温度继续上升达到 100℃,则 PLC 报警并终止倒药程序,防止温度过高发生危险。

3.2 保温沉淀槽工作程序

当蒸汽倒药间开始倒药程序后,熔化后流出的炸药与水、油脂等杂质组成混合液体,流入保温沉淀槽,见图 2。保温沉淀槽的蒸汽加热管道比例阀打开,使其温度开始上升。当达到 85℃ 时,减小比例阀开度,进行精细控制,降低温度变化幅度。当温度超过 90℃ 时,完全关闭比例阀,使温度回落,从而保

证保温沉淀槽温度在 85 ~ 90℃ 之间波动。混合液体在此环境下缓慢流动并分层,炸药由保温沉淀槽底部的管道流出至制片机制片称重、包装回收^[9]。当制片机沟槽中不再流出液态梯恩梯炸药时,关闭保温沉淀程序,结束倒药过程。为了确保安全,在保温沉淀过程中,当温度超过 95℃ 时,PLC 发出报警信号并关闭保温沉淀槽加热程序,防止温度过高发生爆炸危险。

4 结语

该自动化倒药系统能够做到远距离隔离操作,可避免梯恩梯炸药处于高温熔融状态时感度极大提高、危险性显著增加带来的安全隐患;精细控制倒药间温度和加热时间,可有效提高生产效率,降低生产消耗,防止出现炸药挂流、倒空不彻底,或温度过高造成炸药自分解速度加快直至爆炸等问题;在保温沉淀过程中引入温度控制,提高静止分层的效果,可提高产品的品质。

参考文献

- [1] 王儒策. 弹药工程[M]. 北京:北京理工大学出版社, 2002:201-228.
- [2] 刘钧,李树奇. TNT 中杂质对装药质量的影响[J]. 火炸药学报, 2006, 29(3): 68-69.
- [3] 李长久. PLC 原理及应用[M]. 北京:机械工业出版社, 2006:25-40.
- [4] 郭胜强,刘鹏. 报废弹药处理技术[M]. 北京:国防工业出版社, 2007:105-116.
- [5] 曹宏安,张怀智,郭胜强,等. 报废弹药处理本质安全化研究[J]. 四川兵工学报, 2011, 32(4): 44-46, 55.
- [6] 李金明,可勇,高欣宝. 基于安全与环保的报废弹药分解拆卸销毁探讨[J]. 价值工程, 2011, 30(4): 195-196.
- [7] 罗发,张亚军. 小型蒸汽倒药系统改进设计构想[J]. 四川兵工学报, 2007, 28(3): 67-68.
- [8] 赵晓利,王军波. 弹药学[M]. 北京:解放军出版社, 1998:52-66.
- [9] 赵瑞先,高天平,郑颖娟. 结晶粒状 TNT 粒度分级工艺[J]. 火炸药学报, 2004, 27(2): 20-22.

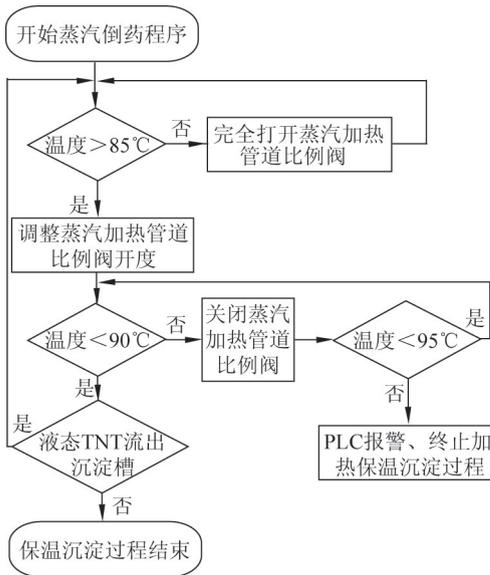


图 2 保温沉淀槽保温程序

Research on the Automatic Control System of TNT Steam Placing

HUANG Yingke, GUO Shengqiang, LI Huiming, XIE Junlei

Wuhan Ordnance N. C. O Academy of PLA (Hubei Wuhan, 430075)

[ABSTRACT] It introduced the TNT steam placing technology nowadays and proposed the implementation of automatic control system about steam placing based on PLC. The hardware and software structure of the control system were also introduced. When the temperature of steam placing was kept at 95 ~ 97℃, the temperature of insulation and precipitation at 85 ~ 90℃, and the placing time was also controlled accurately, the production efficiency, security level and product quality of the product were all improved.

[KEY WORDS] automatic control, TNT, steam placing