

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.10.024

## 炸药组份精确加料的应用研究

高晓非, 张欲立, 孟凡军, 孙阳, 郭洪斌

(中国兵器工业集团第五五研究所 装药研究室, 吉林 长春 130012)

**摘要:** 介绍了在混合炸药生产过程中, 利用自动控制来实现精确加料, 分析了炸药加料的工艺过程, 阐述了自动加料的控制原理和控制方法, 并对控制系统的硬件结构和软件流程进行了介绍。对自动控制在炸药生产中的应用及提高混合炸药产品质量具有一定的指导意义。

**关键词:** 精确加料; 混药工艺; 自动控制

**中图分类号:** TJ410.5; TP273 **文献标识码:** A

## Research on Application on Accurate Feeding for Explosive Components

Gao Xiaofei, Zhang Yuli, Meng Fanjun, Sun Yang, Guo Hongbin

(Explosives Charge Research Office, No. 55 Research Institute of China Ordnance Industries, Changchun 130012, China)

**Abstract:** Introduce the accurate feeding by using automatic control in the producing process of the mixed explosives, analyzes the charging process of the explosives' stuff adding, and explains the control theory and control methods of the automatic stuff feeding. Meanwhile, also introduces the hardware structure and software process of the control system. It will be in some way meaningful for the guidance to the application of automatic control in the producing process of the mixed explosives and to the improvement of the mixed explosives' quality.

**Keywords:** accurate feeding; process of mixed explosives; automatic control

### 0 引言

目前, 在火工品的炸药生产环节中, 加料方式主要包括: 手工加料、通过料斗下的手动阀加料、在加料管道上加装气动振荡器加料。以上几种加料方式适用的炸药颗粒大小有限, 加料的精度难以保证<sup>[1-3]</sup>。故根据某厂生产实际, 利用振动给料机加料均匀、连续性能好、可控性强的特点, 使用振动给料机结合 PLC 进行自动控制, 设计一种粉状炸药精确加料的控制系统。

### 1 系统控制方案

根据某厂生产工艺要求, 在满足一定工艺条件时, 粉状炸药 A 与另一种经融化后的液态炸药 B 进行混合, 在炸药混合过程中的温度控制范围是 92℃~97℃, 混合炸药的称重误差为±0.2 kg。由于在加料混合过程中会吸收大量热量, 所以在混合时需对混合炸药进行加温。在混合结束后, 为了保证产品质量, 还要对混合炸药进行保温。在人工生产时, 是靠人工加入炸药 A, 并观察双金属温度计显示的混合炸药温度, 人为控制蒸汽开关阀, 来控制药液的温度, 控制精度差。

系统的控制方案为: 在粉状炸药 A 的暂存斗下

安装振动给料机代替人工加料, 实现连续的精确加料; 使用气控比例阀来控制加料速度; 使用温度传感器和称重传感器采集信号, 实现对混合过程中炸药温度和加料重量等数据的监控; 利用热水机组提供混合炸药过程中加温和保温。设备的动作及传感器信号的采集、处理均使用 PLC 控制。由于粉状炸药易燃易爆的特殊性质, 所有采用的设备及元器件均要求防爆等级达到 dIIBT5, 防护等级达到 IP65, 现场电气系统元器件均采用本安元件, 在设计及安装的过程中, 还要采用相应的安全措施。

### 2 系统结构

#### 2.1 硬件配置

根据实际生产, 该控制系统包含计算机控制和人工手动控制功能, 可根据生产需要进行自动和手动切换, 所有的操作均在危险区外的工控机上实现。

相应的设备和控制如下:

#### 1) 振动给料机:

气动振动给料机的作用是将暂存斗内的粉状炸药 A 均匀、连续地加入混药装置中。振动给料机由气动振荡器作为动力, 通过活塞的往复运动来产生振动力, 使给料机均匀给料。通过电磁阀及气控比

收稿日期: 2010-04-17; 修回日期: 2010-06-03

作者简介: 高晓非 (1963-), 男, 吉林人, 高级工程师, 从事火炸药自动化生产、弹药装药技术研究。

例阀来控制振荡器的压力，从而控制激振力的大小，改变加料速度，实现精确加料。振动给料机采用密闭结构，防止炸药粉尘外泄。给料机内安装铜制导电梳，以导出炸药加料时产生的静电，消除安全隐患。为保证给料效率，给料机采用倾斜安装，振动给料机上下口连接均为软连接，并用弹簧加不锈钢钢丝绳吊起。

2) 温度传感器：控制系统采用铠装热电阻温度传感器，测量精度±1.5℃，防爆要求为 dIICT5，防护等级为 IP65，以监控混合炸药的重量，并向 PLC 输送信号。

3) 称重传感器：控制系统采用尤梯尔的 BZH8-340 型传感器，称量精度±0.02 kg，它由 3 个量程为 1 000 kg 的传感器共同接入一台变送器使用，用以监控混合炸药的重量，并向 PLC 输送信号。

4) 智能热水机组：主要提供 120℃和 95℃两路恒温热水，分别用于加料过程中的加热和保温，它采用西门子 S7-200 PLC 及控制仪表组成，其控制精度为±1.5℃。

5) 整个控制系统采用西门子 S7-300 PLC，它是整个 PLC 控制系统的核心，安装在与现场隔离的电控柜里，用以处理各传感器输入的数字量和模拟量信号，按照程序来控制现的精确加料。

硬件配置图见图 1，硬件结构示意图见图 2。

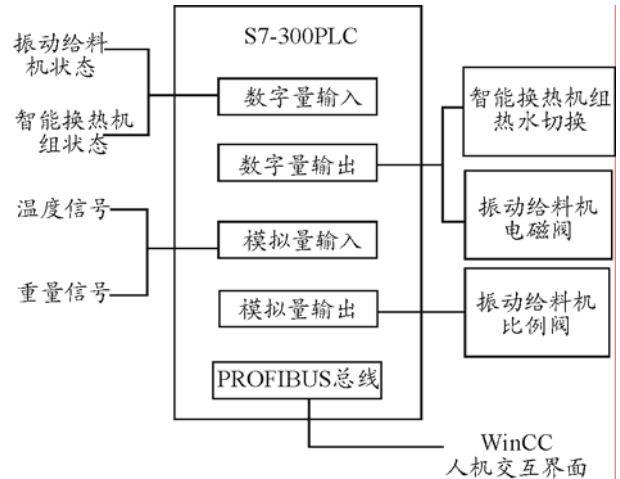


图 1 硬件配置图

### 2.2 系统软件结构<sup>[4-5]</sup>

控制系统使用西门子 SIMATIC STEP 7 V5.3 控制程序和西门子 WinCCV6.0 软件作为编程基础。软件系统主要包括：

1) 西门子 SIMATIC STEP 7 V5.3 控制程序：系统的控制核心可根据现场的实际状况，控制振动给料机的启停及加料速度，确保加料过程的平稳精确。

2) 西门子 WinCCV6.0 软件：人机交互界面软件，由一系列可视界面构成，可显示生产实际的混合炸药温度、混合炸药重量、振动给料机及智能热水机组的生产状态；生产的各种控制界面。

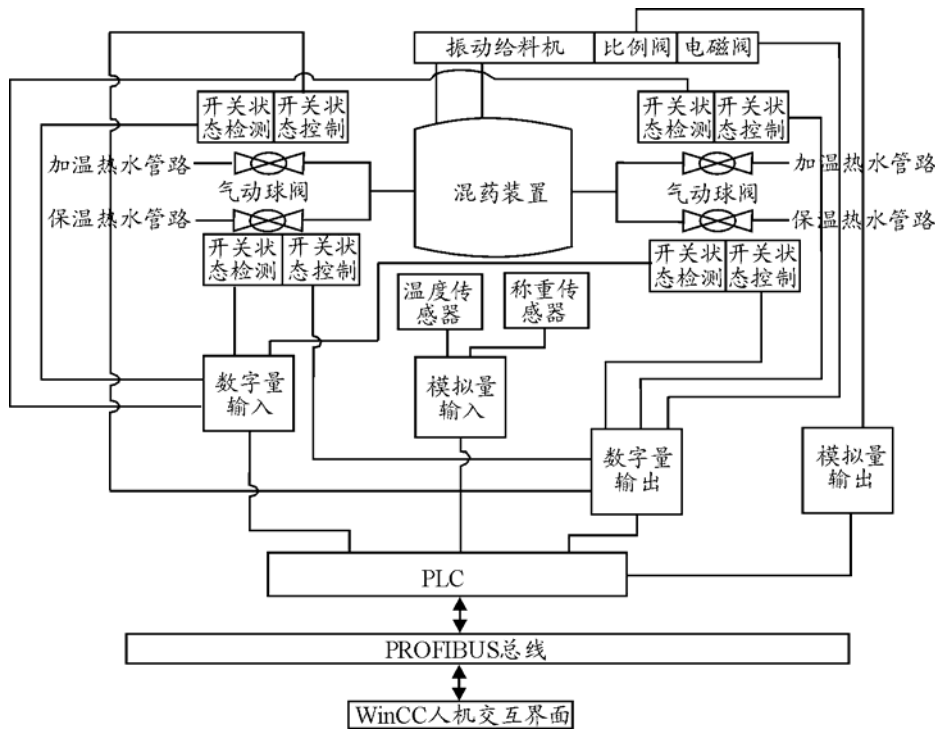


图 2 硬件结构示意图

### 3 系统控制流程

为保证在控制系统出现故障的情况下仍能继续生产，控制系统通过人机交互界面，选择手动或自动生产模式。在手动模式运行时，可以控制振动给料机的启动、停止和调节加料量。在自动模式运行时，可通过人机交互界面操作按钮进行手动操作，也可实现振动给料机的启停和加料量的调节。

在正常生产中，启动自动运行模式。当生产流程运行到满足加料的工艺条件时，PLC 控制智能热水机组，打开加温热水管路，对混药装置进行加热。温度传感器检测混药装置内炸药的温度，当温度达到 97℃ 时，PLC 控制振动给料机启动，并调节比例阀，以最大给料速度进行加料混合。

在整个加料过程中，振动给料机根据混合炸药的温度，调节气控比例阀的开度大小，控制振动给料机加料速度。开始加料后，随着炸药 A 的加入，混合装置内混合炸药的温度开始不断下降，当混合炸药的温度降到 95℃ 后，PLC 调节比例阀的开度，进行精确加料，防止温度急剧下降。当混合炸药的温度回升到 95℃ 以上时，PLC 调节比例阀再次以最大给料速度加料。如果在精确加料时，混合炸药降温过快，当温度低于 93℃ 时，PLC 会控制振动给料机停止振动加料，防止温度继续降低，等待混合炸药的温度重新升高到 97℃ 时，PLC 会控制振动给料机再次启动，进行加料。

为防止在生产的过程中发生危险，在混合装置内，混合炸药的温度超过 97℃ 时，PLC 控制关断智能热水机组截止阀，停止加热，并发出报警信号。在混合装置内混合炸药的温度低于 92℃ 时，PLC 发出报警信号。

在加料过程中，称重传感器不断检测加入的炸药 A 的重量，当炸药 A 加入的重量达到设定值，PLC 控制振动给料机停止加料，智能热水机组打开保温热水管路，对混药装置进行保温，结束整个炸药 A 的加料过程。

具体控制流程见图 3。

### 4 结束语

该控制系统现已在某厂的生产线中投入使用，加料的精度可控制在 ±0.15 kg 范围内，能实现对炸药加料的精确控制，可满足生产及工艺的要求，使产品质量大大提高。同时，该系统的人机交互能力良好，大大降低了现场工人的劳动强度，提高了生产效率。另外，整个控制过程的人工操作均放在远离现场的安全区域，大大增强了生产的安全性。该

系统的应用，为国内相关设备的混合加料及控制过程提供了新思路。

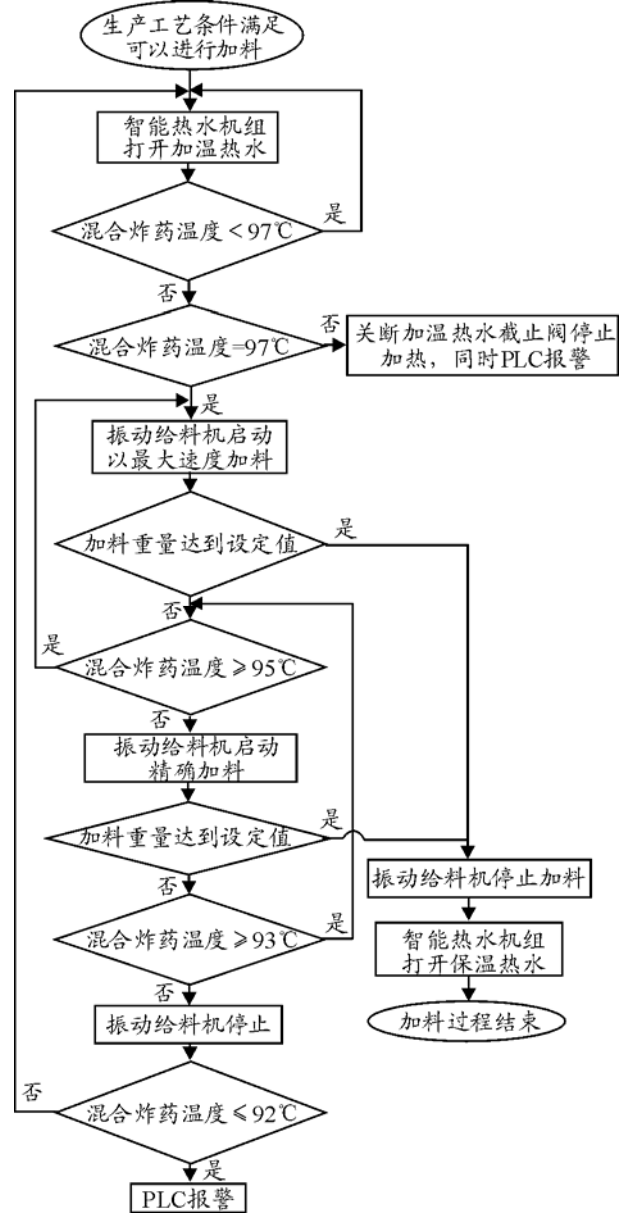


图 3 控制流程图

### 参考文献:

- [1] 王儒策, 等. 弹药工程[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2002.
- [2] 陈国光, 等. 弹药制造工艺学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2004.
- [3] 陈熙蓉, 许丽云, 陈书言, 等. 炸药性能与装药工艺[M]. 北京: 国防工业出版社, 1988.
- [4] 西门子(中国有限公司)自动化与驱动集团. SIEMENS SIMATIC STEP 7 V5.3 参考手册[M]. 西门子股份有限公司出版, 2004.
- [5] 西门子(中国有限公司)自动化与驱动集团. 深入浅出西门子 WinCC V6[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003: 12.