

doi:10.3969/j.issn.1001-8352.2015.04.008

工业炸药生产线在线药量监控系统的构架设计*

李仕洪 李建设 肖师宇

贵州久联民爆器材发展股份有限公司思南生产分公司(贵州思南,565100)

[摘 要] 为了强化工业炸药生产线在线药量的监控管理,提升炸药生产线的本质安全水平,设计了一套炸药生产在线药量监控管理系统。该系统通过采集制药生产控制系统中的炸药各组分流量参数和工房内炸药输出、输入信息后,经过计算机程序编译、运算和比较,使之能够适时显示炸药生产线工房的在线药量,当工房内在药量达到临界量时语音自动提示,根据不同情况采取不同的处置措施,超量时报警并实现生产线连锁联动停机。整个系统监控信息自动记录,异地备份,通过网络传输可以实现生产车间、企业管理中心、地方监管部门以及行业主管部门全方位监控管理。

[关键词] 工业炸药;在线药量;定量管理;监控系统

[分类号] TD235.2+1; TP277

引言

定员定量管理制度是民用爆破器材行业生产储存过程中的一项最基本、最重要的管理制度,其目的是为了控制事故规模,减少人员伤亡和财产损失。炸药生产工房的定员定量在国家的相关标准中均有明确的规定^[1]。

但是,从近十年以来民爆行业炸药生产线发生的爆炸伤亡事故调查结果来看,一些炸药生产企业的定员定量管理制度仅仅停留在纸面上,生产过程中生产线超员超量现象常常发生,并且在接受外部检查的过程中弄虚作假,导致行业监管等部门难以控制^[2]。

智能化门禁定员监控系统的实施,对炸药生产线在线人员进行了较为有效的控制。然而,在线药量控制依然只能靠制度管理约束,而国内炸药生产制药过程均已实现自动化连续化生产,生产过程中炸药各组分均已实现连续自动计量加料^[3-5],半成品出料大部分企业实现了自动传输^[6],给炸药生产线在线药量的监控提供了较好的技术条件。

为此,笔者在智能化门禁定员监控系统平台的基础上,利用炸药生产控制系统中的炸药各组分量给料流量参数,加上半成品及成品物流智能计量设施,设计一个炸药生产线在线药量管理监控方案,对炸药生产线工房内的在线药量进行实时全面的监控,以强化民爆生产企业的定员定量管理工作,有效防止事故的扩大化。

1 在线药量监控系统的设计

本方案利用炸药生产工房内的在线药量等于单位时间工房内炸药的生成量或输入量与单位时间工房内炸药的输出量之差这一基本原理,通过采集生产控制系统中的炸药各组分流量参数,并在生产线适当的位置加装智能计数计量装置,实时采集工房内炸药的生成量、输入量、输出量,再经过计算机程序进行编译、运算,即可实现炸药生产线在线药量的智能监控,其原理如图1所示。

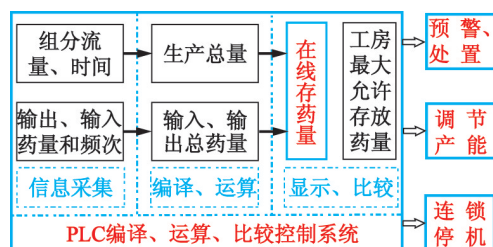


图1 工业炸药生产线在线药量监控原理图

Fig.1 Schematic diagram of online charge monitoring of industrial explosives

1.1 在线药量的计算

1.1.1 制药工房

制药工房的在线药量 Q_z 按以下公式计算:

$$Q_z = Q_{z1} - Q_{z2}; \quad (1)$$

$$Q_{z1} = V \times t = V \times (t_2 - t_1); \quad (2)$$

$$Q_{z2} = q \times n; \quad (3)$$

$$V = V_1 + V_2 + \cdots + V_n. \quad (4)$$

* 收稿日期:2015-01-04

作者简介:李仕洪(1970~),男,高级工程师,主要从事工业炸药生产技术研究与管理。E-mail:lish3419@163.com

式(1)~式(4)中: Q_z 为制药工房内在线药量,kg; Q_{z1} 为制药工房内炸药的生成量,kg; Q_{z2} 为制药工房内炸药的输出量,kg; V 为制药生产线实际产能,kg/min; V_1 、 V_2 、 \cdots 、 V_n 为炸药各组分流量,kg/min; t 为制药工房炸药的生产时间,min; t_1 为炸药初始生成时间点(系统时间); t_2 为炸药实时输出时间点(系统时间); q 为制药工房一次输出炸药药量,kg; n 为炸药输出次数。

不同炸药生产线的炸药初始生成时间点 t_1 分别为:乳化炸药^[7]为水油相混合预乳后进入乳化器的时间点;膨化硝酸铵炸药^[8]为水油相预混后进入膨化结晶机的时间点;改性铵油炸药为粉状硝酸铵开始进入干燥改性系统的时间点。

1.1.2 装药包装工房

装药包装工房的在线药量 Q_B 按照以下公式计算:

$$Q_B = Q_{B1} - Q_{B2}; \quad (5)$$

$$Q_{B1} = q_1 \times n_1; \quad (6)$$

$$Q_{B2} = q_2 \times n_2. \quad (7)$$

式(5)~式(7)中: Q_B 为装药包装工房内在线药量,kg; Q_{B1} 为装药包装工房内炸药的输入量,kg; Q_{B2} 为装药包装工房内炸药的输出量,kg; q_1 为装药包装工房一次输入药量,kg; q_2 为装药包装工房一次输出药量,kg; n_1 为装药包装工房炸药输入次数; n_2 为装药包装工房炸药输出次数。

1.1.3 制药装药包装联建工房

制药装药包装联建工房的在线药量 Q 的计算方法与1.1.1的计算方法相同,不同之处在于制药工房输出的是炸药半成品,而联建工房输出的是炸药成品。

1.2 在线药量信息采集点的布置

1.2.1 制药工房

图2~图5分别为JWT型改性铵油炸药生产线、高温敏化乳化炸药生产线、低温敏化乳化炸药生产线、液混式膨化硝酸铵炸药生产线的生产工艺及计量控制流程图,图中红色字体标注的过程均是在线药量监控系统的数据采集点。现在炸药生产线中制药工房与装药包装工房分建时,炸药半成品的输送基本都采用了悬挂式轨道输送车等自动传输模式^[6],给在线药量的信息采集提供了较为有利的条件。根据在线药量的计算方法可知,如果要实时反映制药工房的在线药量,只需录入生产线炸药各分组的流量 V_1 、 V_2 、 \cdots 、 V_n ,经过计算机编译运算生成炸药生产线实际产能 V ,结合炸药初始生成时间点 t_1 、炸药实时输出时间点 t_2 、一次输出炸药药量 q 以

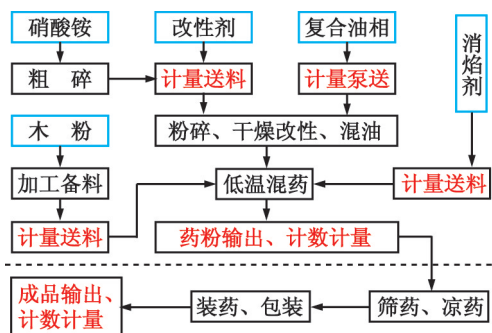


图2 JWT型改性铵油炸药生产工艺

及计量控制流程图

Fig. 2 Production process and measurement control flow chart of JWT modified ANFO explosives

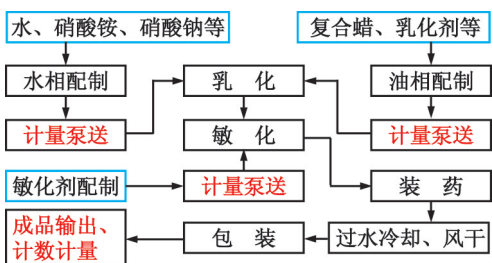


图3 高温敏化乳化炸药生产工艺

及计量控制流程图

Fig. 3 Production process and measurement control flow chart of emulsion explosives by high temperature sensitization

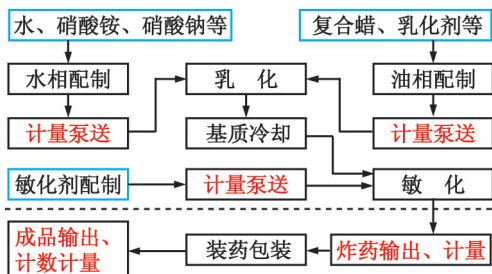


图4 低温敏化乳化炸药生产工艺

及计量控制流程图

Fig. 4 Production and measurement control flow chart of emulsion explosives by low temperature sensitization

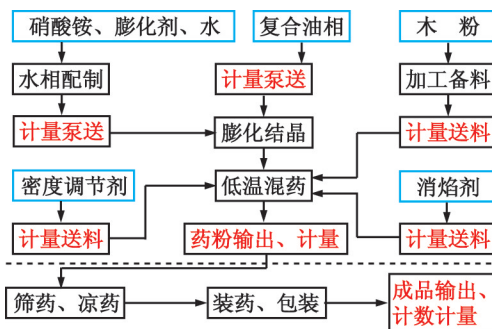


图5 液混式膨化硝酸铵炸药生产工艺

及计量控制流程图

Fig. 5 Production and measurement control flow chart of liquid-mixing expanded ammonium nitrate explosives

及炸药输出次数 n 即可通过计算机程序计算出来。 $V_1、V_2、\cdots、V_n、t_1、t_2$ 在生产控制系统中已经录有信息,将其同步导入在线药量监控系统即可; q 为一个定值,在系统中可以设定, n 可以在制药工房半成品输送通道拐角处的合适位置安装一个智能计数器即可完成 n 的信息采集。

1.2.2 装药包装工房

由于装药包装工房的输入量 Q_{BI} 等于制药工房的输出量 Q_{Z} ,因此装药包装工房在线药量的信息采集只需在系统中根据成品包装规格设定 q_2 的定值,以及在工房炸药成品输出通道的合适位置安装一个智能计数器即可完成。为了精确计数,包装工房的成品输出尽量采用皮带自动传输方式,计数器安装在工房成品出口自动感应隔爆门^[9]的后端。

1.2.3 制药装药包装联建工房

制药装药包装联建工房只需要录入生产线炸药各组分实际流量 $V_1、V_2、\cdots、V_n$ 和炸药初始生成时间点 t_1 、炸药实时输出时间点 t_2 ,根据成品包装规格设定 q 的定值和采集炸药输出次数 n ,即可通过计算机程序计算出实时在线药量。

根据《工业和信息化部关于民用爆炸物品行业技术进步的指导意见》(工信部安[2010]227号)中“装箱产品下线生产数据自动采集、及时传输”的要求,有的企业提出用无线射频识别 RFID(radio frequency identification)和条形码相融合的方式进行产品标识与产品信息获取,开发工业炸药生产过程实时监控^[10]。在该系统的基础上,只要同步录入制药过程的相关信息也可以同步实现工房在线药量的监控。

1.3 在线药量信息的传输与处置

各信息采集点的信息通过网络传输至控制中心,按照编写的专用软件程序输出并记录当前炸药生产线工房内实时在线药量,录入工房设计最大允许存药量。当在线药量达到工房设计最大允许存药量的 90% 时系统产生语音警示,此时监控人员则根据工房现场实际情况做出相应的处置:产能过大或分支设备故障时,调节产能;主线设备故障时,按停机程序及时停机;产品未能及时转运时,提示现场及时转运。当在线药量超过工房最大允许存药量时系统自动报警,并与生产线设备运行控制系统实现连锁联动控制,即报警延时超过一定的时间后前端生产线设备则全部自动停机。

当制药生产线某一设备发生故障时,各物料加料计量系统会按照故障停机程序依次同步停机,计量系统流量显示数据为 0,此时在线药量监控系统

中炸药生产量编译运算系统的计时器也会同步中止计时。恢复生产后编译运算系统计时器同步重新开始计时运算。

2 监控系统的运行与管理

监控系统实行 24 h 不间断运行,集中管理,分点监控,系统软硬件接口均为通用接口,总体结构具有较强兼容性和可扩展性,既便于系统的升级、完善和改进,又便于设备的更新换代。各子系统具有标准化、模块化的特点。系统设计有数据上报接口,可按行业管理部门的管理要求上报数据。

本系统设置不同级别的预警角色和处置流程,当报警触发时,系统管理平台可实时查阅报警位置的当前信息,系统指定的报警处置人员可及时处置并填报处置结果信息,若在系统限时内未处置报警,则系统自动向上一级继续发送报警提示,直至该报警信息被处置。分级预警管理能有效落实监管责任,防范危险品生产工房超量问题的发生。

本系统自动保存监控信息,并上传至企业监控中心,同步异地备份,并能实现与相关监管部门联网上报数据。系统采用操作系统日志和数据库日志加密管理,不提供直接删除的操作入口,工作人员无法修改报警数据,可有效防范数据被篡改。

3 问题讨论

改性铵油炸药生产过程中,硝酸铵、改性剂以及木粉均是采用定量螺旋给料机进行连续自动定量给料,通过调节变频器频率控制定量螺旋的转速,从而调控物料流量^[11]。通过采集生产控制系统中的物料定量螺旋变频器的频率参数,即可换算得出物料的实际质量流量 V 。

液混式膨化硝酸铵炸药生产过程中,水相溶液中含有 9% 左右(质量分数)的水分,这些水分不是全部转换为炸药,因此在计算机编译运算程序中,应把采集到的水相流量参数数据,根据水相中水分的实际含量,结合膨化结晶后的硝酸铵水分含量换算为硝酸铵物料质量流量 V 。

另外需要注意的是,在有的炸药产品标准中,炸药药卷包装材料质量是计入炸药成品质量中的,理论上炸药产出量会大于炸药各组分原料输入量总和,但是生产过程中也存在一定的物料损耗,因此系统设计时应考虑这些因素,根据各企业实际情况设计控制与修正参数。

为了进一步提高炸药制药过程各物料计量的精确度,建议将炸药制药生产线上固体物料由简单的定量螺旋计量改为较先进的螺旋称重给料机(螺旋秤、绞刀秤)进行计量^[12]。

4 结论

本系统与其他现有生产控制系统相比较,增加了在线药量实时显示、预警提示和超量连锁控制等功能。通过与各级民爆行业管理信息平台接口连接,能够使企业管理中心、地方监管部门以及行业主管部门对各炸药生产线现场的在线药量进行实时的监控与管理,有效杜绝企业炸药生产工房超量储存的现象,减少事故人员伤亡和财产损失,避免事故扩大化,对控制重特大事故的发生、提升炸药生产线的本质安全水平具有较好促进作用。

参 考 文 献

- [1] 国家质量监督检验检疫总局. GB 28263—2012 民用爆炸物品生产、销售企业安全管理规程[S]. 北京:中国标准出版社,2012.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. GB 28263—2012 Regulations of safety management for the manufacturing and marketing enterprise of civil explosives materials[S]. Beijing: China Standard Press, 2012.
- [2] 彭铁桥. 谈工业炸药企业的定员定量[J]. 安全, 2011(11): 32-34.
- [3] 雷新选. 改性铵油炸药的工艺技术探讨[J]. 爆破器材, 2010, 39(5): 18-19.
Lei Xinxuan. Discussion on the manufacturing technology of modified ANFO explosive[J]. Explosive Materials, 2010, 39(5): 18-19.
- [4] 许晖, 赵保坤, 曾云南. 乳化炸药生产线电子监控系统的开发应用[J]. 金属矿山, 2007(7): 64-66, 76.
Xu Hui, Zhao Baokun, Zeng Yunnan. Development and application of electronic monitoring system for emulsion explosive production line[J]. Metal Mine, 2007(7): 64-66, 76.
- [5] 陆明, 张汉平, 甘德淮, 等. 液混式膨化硝铵炸药生产

技术研究[J]. 爆破器材, 2009, 38(6): 14-16.

- Lu Ming, Zhang Hanping, Gan Dehuai, et al. Study on the productive technology of expanded ammonia nitrate explosive with liquid mixing[J]. Explosive Materials, 2009, 38(6): 14-16.
- [6] 陈中亿. 工业炸药悬挂式轨道输送车系统的安全性研究[J]. 爆破器材, 2010, 39(5): 34-37.
Chen Zhongyi. Study the safety of hanging orbital transport vehicle system for industrial explosives[J]. Explosive Materials, 2010, 39(5): 34-37.
- [7] 汪旭光. 乳化炸药[M]. 2 版. 北京: 冶金工业出版社, 2008.
- [8] 吕春绪. 膨化硝铵炸药[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2001.
- [9] 何荣, 陈嘉陵. 包装工房炸药装车问题的探讨[J]. 爆破器材, 2008, 37(3): 19-21.
He Rong, Chen Jialing. The study of problem for entrucking explosive in packing building[J]. Explosive Materials, 2008, 37(3): 19-21.
- [10] 许亮, 黄志平, 何小敏, 等. 基于 RFID 的工业炸药全流程智能监控系统研究与开发[J]. 爆破器材, 2014, 43(2): 42-47.
Xu Liang, Huang Zhiping, He Xiaomin, et al. Research and development on a whole process intelligent monitoring system of industrial explosive based on RFID[J]. Explosive Materials, 2014, 43(2): 42-47.
- [11] 李振亮, 付长江, 李亚. 定量螺旋给料机的结构研究[J]. 盐业与化工, 2010, 39(1): 27-29.
Li Zhenliang, Fu Changjiang, Li Ya. Quantitative spiral feeder structural research[J]. Journal of Salt and Chemical Industry, 2010, 39(1): 27-29.
- [12] 夏如铁, 张武彩, 孙秉礼. 螺旋秤的设计和选用[C]//第二届水泥物料计量与自动给料技术交流会论文集. 上海, 2010: 27-31.

Architecture Design of a Monitoring System for Online Charge of Industrial Explosive in Production Line

LI Shihong, LI Jianshe, XIAO Shiyu

Sinan Branch, Guizhou Jiulian Industrial Explosive Materials Development Co., Ltd. (Guizhou Sinan, 565100)

[ABSTRACT] In order to strengthen the monitoring and management of online charge of industrial explosive to enhance the level of intrinsic safety of explosive production line, a monitoring and management system for online charge of explosive was designed. Flow parameters of explosive component in pharmaceutical production control system and information from the workshop are collected, operated and compared by the computer. The online charge in the explosive will be shown from this system. When the online charge reaches to a critical dose, automatic voice prompts, and different treatment measures will be taken according to different situations. When the online charge is overloaded, it alarms and the production stops. In this system, monitoring information is automatically recorded and backed up offsite. All-round monitoring management to workshop, enterprise management center, local regulatory authorities and competent administrative authorities could be achieved by network transmission.

[KEY WORDS] industrial explosive; online charge; quantitative management; control system