

# 工业雷管用起爆药自动化生产方案研究<sup>\*</sup>

陈太林

湖南长斧众和科技有限公司(湖南长沙,410012)

[摘 要] 文章从起爆药选型、工艺过程、自动控制与监控系统三方面对工业雷管用起爆药自动化生产方案进行了研究。就目前而言,起爆药宜选用流散性好、机械感度与静电火花感度相对较低、废水量少、起爆性能好的品种;自动化生产线控制由流量控制系统、温度参数显示控制系统、酸碱度参数显示控制系统、生产故障报警系统、视频监控系统及语音通话系统组成。

[关键词] 起爆药 自动化 工艺流程 在线控制 安全联锁

[分类号] TD235.2<sup>+</sup>2 TQ563 TP273

## 引言

起爆药是指在较弱的初始冲能作用下即能发生爆炸,且爆炸速度在短时间内能增至最大,易于由燃烧转爆轰的炸药<sup>[1]</sup>,是雷管结构中核心组成部件。工业雷管用起爆药实现人机隔离、自动化生产是民爆行业研究的重要课题,《民用爆炸物品行业技术进步指导意见》(工信部安[2010]227号)中对此也有明确要求。目前,国内起爆药自动化生产只在军品生产中得到应用,其批投料量不超过 3kg,不适宜工业雷管用起爆药大批量生产,工业雷管用起爆药自动化生产线还处在研究、工程设计阶段。本文从起爆药选型、工艺过程、自动控制与监控系统等方面对工业雷管用起爆药自动化生产进行了探讨。

### 1 起爆药选型

为确保起爆药自动化生产过程中本质安全,选择的起爆药应具有流散性好、机械感度与静电火花感度相对较低、生产过程废水量少的特性。目前,国内民爆器材生产企业,工业雷管用起爆药有 DDNP、LA(短柱型和球型两种)、NHN 及 GTG 等。另外,GTG 已通过工信部组织的技术鉴定,可应用于工业

雷管装填。在这些起爆药中,由于特性差异(性能参数见表 1),只有部分适宜于自动化生产<sup>[2-6]</sup>。

#### 1.1 不宜自动化生产的起爆药

DDNP 流散性较差、粉尘多、耐压性差,废水量大,且具有染色性;短柱型 LA 机械感度与静电火花感度高,生产过程有  $\beta$ -叠氮化铅结晶产生,具有自爆倾向;GTG 的摩擦感度随结晶粒度不同变化较大,一致性难掌握,且其火焰感度较低。因此,它们都不适宜自动化生产。

#### 1.2 适宜自动化生产的起爆药

由于 NHN、球型 LA 及 GTX 具有流散性好、机械感度与静电火花感度相对较低、生产废水量少、起爆性能好等优点,故适宜自动化生产。

下面以 NHN 为例,分析其自动化生产方案。

## 2 工艺方案<sup>[7-8]</sup>

### 2.1 工艺原理

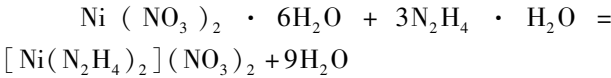
能够给出孤对电子的肼( $N_2H_4$ )和具有接受孤对电子空位的镍离子按一定的组成和空间构型所形成的化合物,称络合物或配合物。肼为配体,镍离子为中心离子,其化学反应式为:

表 1 我国工业雷管用起爆药的性能参数

| 产品名称   | 假密度/<br>( $g \cdot cm^3$ ) | 撞击感度<br>50%/cm | 摩擦感度<br>发火率/% | 静电火花感度<br>最大发火能量/J | 废水量/<br>( $kg \cdot kg^{-1}$ ) |
|--------|----------------------------|----------------|---------------|--------------------|--------------------------------|
| NHN    | 0.80 ~ 1.00                | 25.9           | 22            | 0.4                | 0.2                            |
| 短柱型 LA | 1.40 ~ 1.61                | 10.3           | 100           | 0.007              | 30                             |
| 球型 LA  | 2.00 ~ 2.30                | 22.3           | 45            | 0.012              | 90                             |
| GTG    | 0.95 ~ 1.17                | 18.4           | 随粒度增大而降低      | 2.5                | 4                              |
| GTX    | 0.80 ~ 0.90                | 23.4           | 34            | 0.6                | 7.5                            |
| DDNP   | 0.45 ~ 0.65                | 21.1           | 25            | 0.012              | 500                            |

<sup>\*</sup> 收稿日期:2011-08-10

作者简介:陈太林(1969~),男,高级工程师。主要从事军用火工品、民用爆破器材的开发及相关生产工艺研究。E-mail:chen.tailin@163.com



2.2 工艺流程

NHN 起爆药制造工艺流程如图 1 所示：

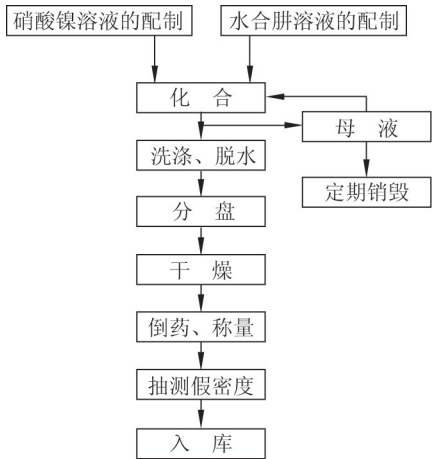


图 1 NHN 起爆药制造工艺流程图

2.3 主要设备组成与生产过程简述

起爆药生产线由硝酸镍料液配制槽、高位槽、计量槽,水合肼料液配制槽、高位槽、计量槽,母液高位槽、计量槽,水输送泵,料液输送泵,母液输送泵,化合器,加热系统,洗涤脱水装置,分盘装置,干燥系统,自动倒药机,自动测量系统,传送系统等设备和系统组成。生产过程包括原材料准备、硝酸镍溶液配制、水合肼溶液配制、计量上料、化合、洗涤脱水、分盘、干燥、倒药称量、抽测假密度、入库等工序。生产过程由计算机控制,生产工艺参数在线监测并实时记录,关键设备实现自控连锁。工房内各重点部位设置有数码摄像机对生产过程实时摄像,并将视频资料保存在硬盘录像机中。由中央控制室操作人员通过监视器对生产中的重点部位进行监控。生产过程中有巡视人员对生产情况进行巡检。

3 自动控制与监控系统方案<sup>[9]</sup>

起爆药自动生产线的电子系统由工业控制计算机、视频监视器、可编程序控制器(PLC)及各种传感器、变送器、流量计、仪表、执行机构等硬件和控制软件组成。采用先进的集散(DCS)自动控制系统,利用工控机、PLC、视频监视器等设备集中管理和监控整个生产线的运行,动态显示整个工艺流程和生产线的运行情况,完成数据处理等工作。以 PLC 为核心,控制各个子系统,进行参数监控、调节、超限报警、故障停机及自诊断等工作。

起爆药自动生产线控制系统构成如图 2 所示。

3.1 流量控制系统

该系统主要由 PLC、工控机、流量计、变频器组

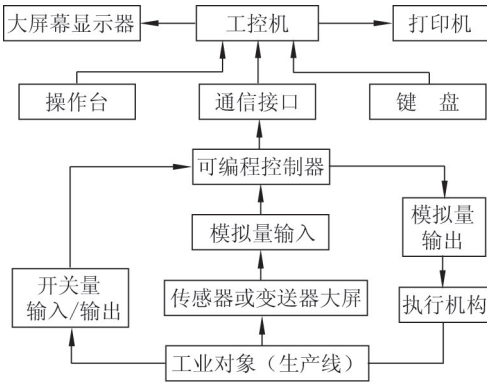


图 2 起爆药自动生产线控制系统

成,流量的比例及变频器的起始频率可在工控机上设置。根据工艺要求,在整个生产过程中,水、硝酸镍溶液、水合肼溶液、母液始终应呈现一定比例。

3.2 温度参数显示控制系统

该系统主要由温度传感器、温度数显仪、电动球阀、PLC 组成。温度数显仪对温度传感器送来的温度信号进行转换并显示出温度值,同时输出对应的信号到 PLC,经过 PLC 的运算后,输出相应信号,驱动对应的电动球阀,使给定点的温度保持在要求范围内,以确保产品质量和生产的安全。系统温度主要控制点是化合、出料及干燥。

3.3 酸碱度参数显示控制系统

该系统主要由酸碱度探测器、酸碱度数显仪、电动球阀、PLC 组成。酸碱度数显仪对酸碱度探测器送来的酸碱度信号进行转换并显示出 pH 值,同时输出对应的信号到 PLC,经过 PLC 的运算后,输出相应信号,驱动对应的电动球阀,使给定点的 pH 值保持在要求范围内,以确保产品质量。系统酸碱度主要控制点是硝酸镍溶液、化合反应液及母液。

3.4 生产故障报警系统

在整个生产过程中,当自动/手动转换开关处于“自动”工作状态,若水输送泵电机、硝酸镍输送泵电机、水合肼输送泵电机、母液输送泵电机、化合器、干燥系统、冷却水泵、传送系统有一个出现电气故障,或者当水流量、硝酸镍流量、水合肼流量、母液流量有一个与工艺要求设置的值不符,或者当干燥系统压力过高,整个系统都会自动报警,并在计算机屏幕和操作台屏幕上显示故障原因。出现以上任何一种故障后,控制系统均能在 2 s 内自动停机,以确保产品质量和生产过程的安全。

3.5 视频监控系统

视频监控系统主要由硬盘录像机、彩色摄像机、视频分配器、画面分割器、液晶显示器和监视器电子墙组成。能对各工序进行全方位无死角监视,使中

央控制室的操作员对工房的情况一目了然。采用大容量硬盘录像机,实时数据能保存一年以上。

另外,生产线应配置语音通话系统。系统主要由系统主机、防爆接线箱、防爆电话机、防爆扬声器、无主机室内对讲电话机及室内音箱组成,以方便现场人员与中央控制室操作员及时取得联系。

4 结 论

1)生产线自动控制系统操作简便,全生产线既可按生产工艺要求自动开车和自动停车,又能独立起停单机设备;通过计算机屏幕显示的三维工艺流程图可以方便地调整物料配比、产能等各种参数。

2)生产线自控程度高,监控可靠性好。计算机对设备状态和工艺参数实时采集,自动形成记录并存储,方便查询和质量分析,管理简便。

3)生产线采用 PLC 控制,具有视频监控、人机隔离、自动计量、自动控温、自动控制 pH 值、自动倒药、自动称量、自动安全报警等功能,本质安全性好。

4)采用自动计量、自动控温、自动控制 pH 值,提高了生产效率和产品质量。

5)符合《民用爆炸物品行业技术进步指导意

见》和民爆产品发展的要求。

参 考 文 献

[1] 蒋荣光,刘自镭. 起爆药[M]. 北京:兵器工业出版社, 2005.

[2] 肖月华,张海金. 新型起爆药的应用[J]. 爆破器材, 2003,32(1):24-28.

[3] 张英豪,曹文俊,田淑文. 几种起爆药的性能与应用探讨[J]. 火工品,2008(3):23-25.

[4] 张同来,魏昭荣,吕春华,等. GTG 起爆药性能研究[J]. 爆破器材,1999,28(3):16-19.

[5] 张志刚,张建国,张同来,等. 新型起爆药 GTX 的制备工艺与性能研究[J]. 含能材料, 2001,9(2):49-52.

[6] 张建国,张同来,魏昭荣. 起爆药结构与感度关系及新型起爆药的发展方向[J]. 爆破器材,2001,30(3):10-14.

[7] 吴幼成,朱顺官,宋敬埔. 两种在工业雷管中有应用前景的起爆药剂[J]. 爆破器材,1996, 25(2):18-21.

[8] 劳允亮. 起爆药化学与工艺学[M]. 北京:北京理工大学出版社,2004.

[9] 全维,何军红,吴旭光. 组态软件 WinCC 在化工厂自动监控系统中的应用[J]. 机械与电子,2008(3):72-74.

Discussion on the Automatic Production Program of  
Primary Explosive Used for Industrial Detonator

CHEN Tailin

Hu’nan Changfuzhonghe Science and Technology Co., Ltd. (Hu’nan Changsha, 410012)

[ABSTRACT] The automatic production program of primary explosive used for industrial detonators is discussed, including selection of primary explosive, technology process, automatic control and monitoring systems. It is considered wise to choose those primary explosive with good fluxion property, low mechanical sensitivity and electrostatic sensitivity, less waste water and good detonating performance. The automatic production line consists of the flow control system, the temperature display and control system, the pH display and control system, alarm system, video surveillance system and voice call system.

[KEY WORDS] primary explosive, automatic, process flow, on-line control, security interlock

(上接第 25 页)

影响[J]. 煤矿爆破,2002(3):19-20.

[6] 卢梅荣,方锦雄. 秒延期电雷管拒爆的原因与解决[J]. 煤矿爆破, 2007(4):37-38.

Development of Delay Electric Detonator by Metal Shell with a Hole

OU Xianrong

Fujian Haixia Science and Technology Chemical Co. Ltd. ,(Fujian Mingxi ,365201)

[ABSTRACT] A new type of delay electric detonator by metal shell with a hole was charged, and the design principle was also expatiated. The comparison with the normal detonator showed the new type detonator performed better in delay accuracy and reliability of ignition characteristic. Additionally, the new type of detonator was entirely waterproof with self-adhesive. The performance qualified for national standards.

[KEY WORDS] delay electric detonator, metal shell with a hole, delay accuracy, ignition characteristic, waterproof property