

# 基于 PLC 控制的火药装填自动化系统设计

战仁奎<sup>1</sup> 吴伟<sup>1</sup> 程桂娟<sup>2</sup> 徐永利<sup>3</sup>

(1. 沈阳工业大学 辽宁 沈阳 110870; 2. 沈阳无线电一厂设备制造分厂 辽宁 沈阳 110016;  
3. 中科院沈阳自动化研究所 辽宁 沈阳 110016)

[关键词] 可编程控制器; 防爆; 位置控制; 隔离; 推挤; 视窗控制中心; 组态操作面板

[摘要] 为了改变传统落后的生产方式, 采用西门子 PLC 实现对系统的运动控制和数据通信, 设计了弹药装填自动化控制系统。

[中文分类号] TP273 [文献标识码] A [文章编号] 1004-9118(2012)02-0005-05

## Design on Automatic System of Loading Power Controlled Based on PLC

ZHAN Ren - kui<sup>1</sup> , WU Wei<sup>1</sup> , CHENG Gui - juan<sup>2</sup> ; XU Yong - li<sup>3</sup>

(1. Shenyang Technical university , Liaoning Shenyang 110870;

2. Shenyang Radio No. 1 Factory Equipment Manufacture Branch , Liaoning Shenyang 110016;

3. Shenyang Autoimmunization Institute of China Academy of Sciences Liaoning Shenyang 110016)

**Key words:** programmable controller; explosion protection; positioning; isolation; pushing; window control center; configuration operating panel

**Abstract:** In order to change traditional backward production mode , it is designed an automatic control system for loading powder to cannon - shot adopted Siemens PLC to realize motion control and data communication.

## 0 引言

传统的弹药装填工艺采用人工的方法, 由于火药是一种易燃易爆物质, 十分不稳定, 稍有不慎就能造成人身和财产损失, 因此利用新技术改造传统装药工艺, 避免人员伤害十分必要。由于可编程控制器(PLC)具有体积小、抗干扰能力强、组态灵活等优点, 因而在工业控制系统中得到了非常广泛的应用。

弹体装药自动化装置主要用于药柱粘接、包覆及弹体装药。可实现药柱的粘接和包覆的传送及弹体与主装药柱各工序的自动化装配, 最终实现弹体装药工艺过程的安全自动控制, 以提高弹体装药过程的安全程度。

## 1 系统的整体布局和工艺流程

### 1.1 整体布局

弹药装填自动化装置的主体结构如图 1 所

示。

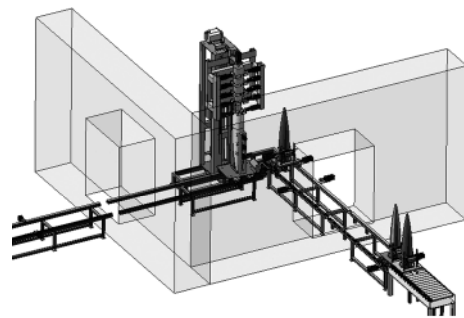


图 1 炮弹装药自动化装置整体方案图

设备包括弹体装药专机、药柱传送专机、主控制台三部分。弹体装药专机由本体、夹紧装置、推挤装置、传送装置、控制系统组成。药柱传送专机由主传送装置、辅助传送装置和控制系统组成。系统还包括用于弹体搬运用的起吊装置。抗爆间除了进出的抗爆门外, 还开有两个抗爆窗, 可分别进出药柱和弹体。弹体装药专机和药柱传送专机呈 90°布置, 其中药柱从右方进入, 弹体从左方进入。

[收稿日期] 2012-04-12

[作者简介] 战仁奎, 男, 1985 年生, 在读硕士, 主要研究方向为电力电子与电力传动。

## 1.2 工艺流程

(1) 生产前准备: 人工完成装药前检查, 将装配所需各零部件、辅助材料、工装、工具等送至装配指定位置(弹体、药柱竖直放置运送), 完成专机工作前检查和试运行。

(2) 推送药柱由药柱辅助传送装置到药柱主传送装置上: 药柱辅助传送装置的线体高度与药柱主传送装置等高, 在药柱推送装置作用下把药柱及拖盘推至药柱主传送装置上的传送车上, 自动定位夹紧拖盘。保证药柱在小车上的位置准确。每辆车只携带一枚药柱, 如图 2 所示。

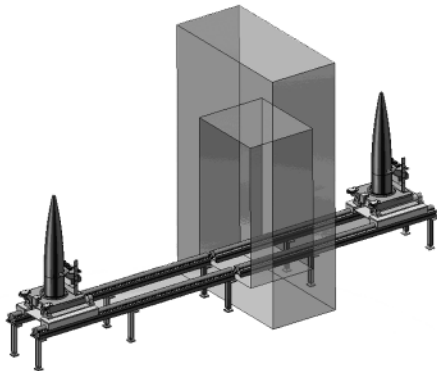


图2 主传送装置

(3) 传送车携带药柱进入抗爆间: 人工启动药柱主传送装置, 传送车在气动马达的驱动下携带药柱进入抗爆间, 停在工作位置。

(4) 自动关闭抗爆窗: 药柱传送车到位后, 打开的抗爆窗自动关闭。

(5) 人工装夹弹体到弹体传送装置上: 人工操作气动吊把弹体装夹到弹体传送装置上(此操作在上下料区完成, 弹体小可不用气动吊), 夹持住弹体。以上工作可与工序 1 同时操作。

(6) 装填填充剂: 按工艺要求, 人工将填充药剂倒入弹体内。

(7) 弹体传送装置携带弹体进入抗爆间装药工位: 人工启动弹体传送装置, 传送装置携带弹体进入抗爆间, 到装药工位处, 即装药装置夹持药柱的下方。如图 3 所示。

(8) 自动关闭抗爆窗: 弹体传送装置处的抗爆窗关闭。

(9) 装药专机夹持住药柱并翻转 180°, 到装药工位等待: 带有药柱的传送车到位, 抗爆窗关闭后, 自动打开拖盘上的药柱辅助支撑, 装药夹持装置启动, 把药柱夹持住, 然后上升一段距离, 使药

柱离开拖盘。传送车退后一段距离, 到达抗爆间内的等待位置。夹持装置在升起装置的驱动下, 继续向上升起, 到位后, 夹持装置开始翻转 180°, 使药柱尾部朝上, 尖头朝下, 换位装置开始运动, 带动药柱运动到装药工位。

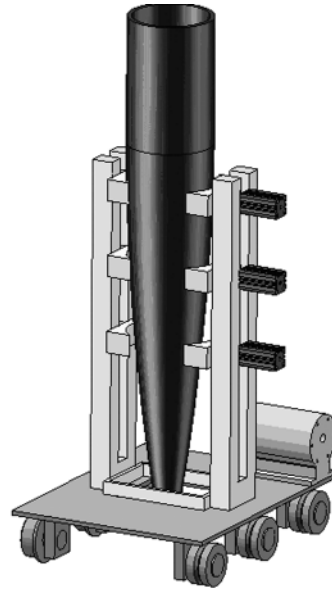


图3 弹体夹持工装及传送小车

(10) 装药专机把药柱装入弹体并保压 10 s, 药柱与弹体轴向对正, 装药装置夹持药柱向下运动, 依次打开夹持装置上的夹手, 直到把药柱平稳放入弹体内, 推挤装置向下推挤药柱, 满足时间要求, 完成保压动作。

(11) 装药装置回位, 两抗爆窗打开, 装药完成后, 装药主机回复到初始状态, 两抗爆窗同时打开。

(12) 弹体传送装置带动装好药的弹体退出抗爆间, 同时药柱传送车退出抗爆间。拖盘换位装置将托盘送回至药柱辅助传送装置上。

(13) 清除多余填充剂, 人工清洗掉弹体尾部挤压出的填充剂。

(14) 卸下装好的弹体, 在气动吊的帮助下人工卸下装完药柱的弹体(使用气动吊, 视弹体重量而定)。

(15) 周转: 把弹体周转, 开始下一次工作过程。

## 2 装置控制系统的硬件和软件设计

### 2.1 硬件系统组成

工控机主要具有操作直观、可视化、抗干扰能力强等性能, 因此很多控制系统中都采用工控机作

为控制系统的核心,本文也采用研华工控机作为上位机。可编程逻辑控制器 PLC 是自动控制技术、计算机技术、通讯技术相结合的产物,是一种专门用于过程控制的现场设备。目前它已成为一种成熟的、商业化的工业控制产品,具有价格低廉、可靠性高、抗干扰能力强、无故障时间长等显著特点,因此在此装置中采用 PLC 进行运动控制。

由于本生产线由多部分组成,限于篇幅,本文只介绍弹药装填装置部分。针对弹药装填装置控制系统的规模和外设需要,选用了西门子 TIA 产品中的中型可编程控制器 S7-300 系列产品作为过程控制以及外设控制的核心;选用人机界面 HMI 系统作为系统数据记录、设备状态、报警信息、设备操控的执行单元;选用 Profibus-DP 总线系统和分布式 I/O 系统作为控制系统信号采集以及设备连接平台。通过选用以上产品来构成装药

装置的控制系统,并且都要满足现场防爆安全要求。

装药装置控制系统与总装线共用一套 S7-317PLC 系统作为控制核心,如图 4 所示。它与上位机(PC)通过总线传递实时数据,同时也用来连接触摸屏,控制外设,采集分布式 I/O 信号,控制电机、气缸等输出设备。触摸屏与 PLC 之间也通过 Profibus-DP 连接,触摸屏只是显示控制设备,它本身并没有运算控制能力,系统中其它的 I/O 信号如:各类开关、指示灯、传感器均根据现场设备的位置,采用分布式 I/O 系统,利用 Profibus-DP 总线与 PLC 进行通讯。本安型传感器可以在 II B 类场所中安全使用,所以这套系统里的大部分传感器信号都来自本安型接近开关和本安型磁性开关。本安型传感器经过隔离栅与 PLC 的 I/O 相连,达到与危险场所隔离的作用。

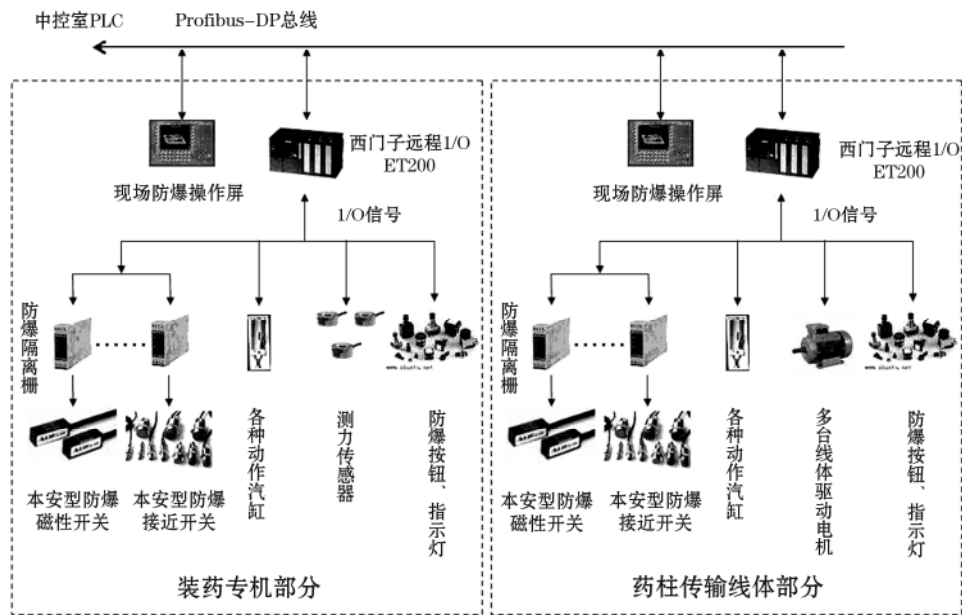


图 4 控制系统框图

## 2.2 软件系统设计

软件的功能是通过 PLC 编程组态软件 SIMATIC STEP 7 和人机界面组态软件 WinCC /WinCC Flexible 来完成,两种软件均需要安装在 Windows XP Professional SP2/ Windows 2003 Server SP2 操作系统下运行,以这两种软件为主体,同时调用其它控件、数据库完成用户对数据管理、用户管理、变量记录、报警信息、操作方式等方面的要求。

### (1) 数据管理

针对用户对数据的管理,如记录、查询、输出、删除等功能的要求。通过集成在 WinCC 中的微软最新的数据库 Microsoft SQL Server 2005 SP1

(标准版)和 WinCC/Connectivity Pack V7.0 软件包来编辑实现。SQL Server 2005 扩展了 SQL Server 2000 中的强大功能,为数据管理和分析应用提供了一个集成解决方案。从性能和数据管理能力等方面来看,MS SQL Server 2005 SP1 非常适合作为高端 SCADA 软件的数据库系统。Connectivity Pack 可以方便地访问分布式系统中的数据。Connectivity Pack 是为了外部计算机或应用程序方便的访问 WinCC 归档数据、过程值和报警信息。外部应用程序可以使用 WinCC OLE-DB (仅适合过程值)、OPC DA、OPC A&E 和 OPC HAD 等常规方式,通过 Connectivity Pack 有选择

性地访问 WinCC 服务器或者中央文件服务器上的 WinCC 过程数据(报警、过程值和用户数据等)。这些数据可以采用标准工具进行分析和进一步处理,或者直接用于更高一级的信息系统(MIS、MES、ERP等)。

(2) 用户管理

该功能可以直接调用 WinCC 中的用户管理器,使用 WinCC 用户管理器,可以分配和控制组态和运行时的访问权限。还可作为系统管理员,随时(包括在运行时)建立最多 128 个用户组(每组最多包含 128 个单独的用户),并为他们分配相应地访问 WinCC 功能的权限。

(3) 变量记录归档系统

测量值和过程值的记录由 WinCC 中的变量记录归档系统完成。归档是在 Microsoft SQL Server 数据库内完成的。每秒最多归档 10 000 个测量值。高效率和无损失压缩功能意味着对存储器的要求非常低。可在事件或过程控制基础上(例如,在临界场合),以及在压缩基础上(例如,取平均值)或者循环地(连续)归档过程值。

归档的大小和分段定制功能。系统将测量值或消息保存在一个大小可组态的归档内。实际上,还可以确定最大归档周期(例如,一个月或一年),也可以规定一个最大数据量。每种归档都可分段。可定期将完成的各个归档进行输出保存。如有需要,也可以读出 WinCC 的归档并利用内置工具对它们进行分析。

(4) 报警记录

报警记录是对系统的报警信息进行归档,以方便设备维护者对故障进行处理。报警信息可采取多种方式进行报警输出。例如,为了在运行中显示消息,可以使用包含在图形编辑器的对象选项板中的报警控件进行报警输出。

(5) 操作方式选择

通过 Step 7 编程软件对系统的操作方式以功能块的方式进行编辑,通过物理开关切换操作模式。物理开关都是本安型开关,具有隔爆作用。

(6) 图形化的系统组态界面编辑

组态界面的编辑由 WinCC 的图形管理器完成。WinCC 的图形系统可处理运行时在屏幕上的所有输入和输出。可使用 WinCC 图形设计器来生成用于工厂可视化监控和操作的直观的图形界面。无论是少而简单的操作和监视任务,还是复杂的管理任务,利用 WinCC 组态软件,可为任

何应用生成个性化的用户界面,以实现安全的生产过程控制。同时有利于整个生产过程中的故障诊断和处理,提高生产效率。

### 3 模拟量采集与分析

在对已装入弹体的药柱进行挤压过程中,要实时记录挤压气缸的压力大小,因此本装置在气缸的前端装有压力传感器,压力传感器又与电压变送器连接,然后直接接到 PLC 的模拟量输入模块上。在程序中如下实现。如图 5 所示。

此功能块使用如下公式:  $OUT = [(FLOAT(IN) - K1) / (K2 - K1)] \times (HI\_LIM - LO\_LIM) + LO\_LIM$

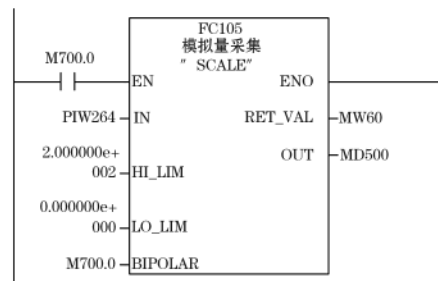


图 5 A/D 转换功能模块

常数 K1 和 K2 根据输入值是 BIPOLAR 还是 UNIPOLAR 设置。

(1) BIPOLAR: 假定输入整型值介于 -27 648 与 27 648 之间,因此 K1 = -27 648, K2 = 27 648。

(2) UNIPOLAR: 假定输入整型值介于 0 和 27 648 之间,因此 K1 = 0, K2 = 27 648。

系统将采集到的模拟量经 A/D 转换和 D/A 转换,最终显示在触摸屏上。

### 4 结论

可编程控制器(PLC)因功能齐全、应用灵活、维修容易、抗干扰能力强、能在恶劣环境下可靠稳定工作等优点,广泛应用于工业现场控制。本文设计的以西门子 PLC 为控制核心的炮弹装药自动化装置已通过厂方验收,并带载运行一段时间,表明其机械和控制系统软、硬件是可靠的,不仅保证了人身安全,而且大大提高了生产效率。

参考文献

[1] 廖常初. S7 - 300/400PLC 应用教程[M]. 北京: 机械工业出版社 2008.  
 [2] 廖常初. S7 - 200PLC 编程及应用[M]. 北京: 机械工业出版社 2006.



## 全国防爆电机标准化分技术委员会二届四次暨三届一次工作会议召开

全国防爆电机标准化分技术委员会二届四次暨三届一次工作会议于2012年5月26~28日在浙江省上虞市召开。出席会议的有工业和信息化部、国家标准化管理委员会、中国电器工业协会、南阳防爆电气研究所和上虞市人民政府等有关领导共70人。

会议开幕式由分标委秘书长、南阳防爆电气研究所行业部主任李梅兰主持。首先,分标委主任委员、南阳防爆电气研究所所长王军博士致欢迎辞并向大会作工作报告。他从五个方面重点总结了自2007年成立以来,第二届分标委所做的工作,其中包括制修订行业标准、标准化技术机构建设、对已过期的行业标准进行清理整顿并修订等,并对新一届标委会的主要工作做了部署。

工业和信息化部的盛喜军处长专程出席会议并做了重要指示,上虞市吴志育副市长一并做欢迎讲话。

中国机械工业联合会标准部谭湘宁主任介绍了国家标准化工作的近期工作动态,重点是推进标准化体系工程建设。他还对分标委的工作提出了两点建议:一是继续完善标准体系工程建设;二是确保标准质量。他介绍了电工行业标准化工作要点,主要涉及电工行业标准化自主创新、配合国家能源产业战略、节能减排和环保、实质性参与等几个方面。之后中国电器工业协会标准部张亮主任宣读了国家标准委对第三届防爆电机标准化分技术委员会成立的批复文件,向委员颁发了证书。

开幕式后,李梅兰高工主持对第三届分标委章程和秘书处工作细则进行了审查,会议重点对四项行业标准进行审查。由标准制修订工作组分

别对标准的制修订背景、编制说明、征求意见、意见汇总和意见处理结果等情况向委员作了介绍。与会代表对提交的标准送审稿进行了认真审查,并提出了一些修改意见或建议。标准起草工作组根据代表提出的修改意见或建议,分别向大会作了解释和说明。被审查的行业标准是:

1、JB/T 7565.2《隔爆型三相异步电动机技术条件 第2部分:YB3-W、YB3-TH、YB3-THW、YB3-TA、YB3-TAW系列隔爆型三相异步电动机(机座号63~355)》;

2、JB/T 7565.3《隔爆型三相异步电动机技术条件 第3部分:YB3-F1、YB3-WF1、YB3-F2、YB3-WF2系列隔爆型三相异步电动机(机座号63~355)》;

3、JB/T 7565.4《隔爆型三相异步电动机技术条件 第4部分:YB3系列隔爆型(Ex d II CT1~T4 Gb)三相异步电动机(机座号63~355)》;

4、JB/T ××××《隔爆型变频调速三相异步电动机技术条件 第2部分:YBBP系列隔爆型(Ex d II C T4 Gb)变频调速三相异步电动机(机座号80~355)》。

最后,会议形成了以下决议:一是通过了第三届分标委章程和秘书处工作细则;二是会议一致通过了对上述四项行业标准的审查,并同意在此次会议之后,由标准起草工作组和分标委秘书处根据审查会中提出的意见或建议对标准做进一步的编辑性修改和完善,对部分标准在技术内容上进行进一步的补充、完善,形成报批稿上报主管部门。

经过与会代表认真、紧张的工作,圆满完成了大会预定的各项议程。

[3]廖常初. S7-300/400PLC应用技术[M]. 北京:机械工业出版社 2008.

[4]刘森,赵群飞. 基于PLC的防爆机器人系统的控制[J]. 电子技术应用 2004(1):30-31.

[5]宋荣敏. 新发布的防爆电气国家标准信息[J]. 电气防

爆 2004(3):44-45.

[6]王素英. 粉尘防爆电气设计及设备选择问题综述[J]. 电气应用 2005,建筑电气专刊(3):52-55.

[7]赵红宇,宋荣敏. 2004年IEC颁布的防爆标准情况介绍[J]. 电气防爆 2004(4):40-43.