

doi: 10.7690/bgzdh.2020.04.022

# 射孔弹自动装药装配生产线

石义官, 李全俊, 刘锡朋, 覃 鹏

(中国兵器装备集团自动化研究所有限公司智能制造事业部, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 为实现石油射孔弹自动化、少人化和安全化生产, 满足建设自动化生产线的需求, 在分析射孔弹自动化装药装配生产线功能需求的基础上, 提出射孔弹自动化装药装配的工艺流程, 设计石油射孔弹自动化装药装配生产线的布局和总体方案, 研究生产线中的各个分系统。结果表明: 该生产线能为高效运行提供保障, 为项目实施奠定基础。

**关键词:** 射孔弹生产线; 自动化称量; 自动化压药

**中图分类号:** TJ410.3<sup>+4</sup> **文献标志码:** B

## Research on Shaped Charge Automatic Assembly Line

Shi Yiguan, Li Quanjun, Liu Xipeng, Qin Peng

*(Department of Intelligent Manufacture, Automation Research Institute Co., Ltd. of  
China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China)*

**Abstract:** To satisfy perforating shaped charge assembly needs, realize the automatic, safe assembly of perforating shaped charge assembly. Based on analysis of the function of process flow, the layout of production line was designed. The overall scheme of perforating shaped charge automatic assembly line was developed and the research was conducted on subsystem.

**Keywords:** Assembly line for perforating shaped charge; Automatic weighing; Automatic pressing

## 0 引言

石油射孔弹被广泛应用于油气与矿山开采、地质勘探、基础设施建设等行业中<sup>[1-2]</sup>。随着全球经济逐渐复苏, 民爆行业将稳步发展, 对石油射孔弹的需求量亦稳步增长。目前, 国内石油射孔弹的生产主要以单机加人工方式进行, 生产质量不稳定<sup>[2-3]</sup>、安全性较差, 急需通过引入自动化技术、检测技术等到石油射孔弹的装药装配过程中, 提升石油射孔弹的自动化水平, 减少作业人员, 提高生产过程的安全性, 带动整个行业的制造力提升; 因此, 笔者提出射孔弹自动化装药装配的工艺流程, 设计石油射孔弹自动化装药装配生产线的布局和总体方案。

## 1 生产线功能与工艺流程

### 1.1 主要功能

1) 物流自动化传输。射孔弹部件弹壳、药型罩和工装模具等从上料工位输送到生产线上各工位进行装药、装配和检测。

2) 产品自动化装配。危险工序需要实现自动化

装配及压药, 包括传爆药和黑索今的称量, 压药和药型罩装配, 浮药清理和口部涂胶等工序均需要实现自动化。

3) 过程检测的自动化。检测设备通过自动化设备实现, 并将检测数据上传至生产管理系统与产品相关联, 包括装药量、压药过程参数等关键工艺参数和产品深度等产品最终检测数据等。

4) 生产线实时控制。实时控制机器人、装配设备与检测设备; 设备与物流线之间、设备与操作人员之间的匹配等; 实时监控生产线上设备和产品状态; 实时采集各个工位上的数据并上传。

5) 安全性。生产过程安全必须满足行业设计要求<sup>[4]</sup>, 危险工序中的传爆药称量、黑索今称量、压药与退模工序都属于危险工序, 必须进行人机隔离, 并放置在隔爆间中; 生产线留有必要逃生通道和足够逃生距离。

### 1.2 产品装配工艺流程

在调研现有人工生产过程的基础上, 根据自动化生产的功能要求并结合产品自身特点, 设计的工艺流程如图 1 所示。

收稿日期: 2019-11-05; 修回日期: 2019-12-19

作者简介: 石义官(1986—), 男, 四川人, 硕士, 从事非标设备设计研究。E-mail: 184732915@QQ.com。

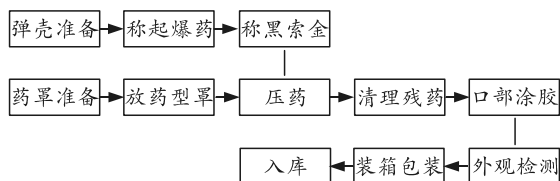


图1 产品装药装配工艺流程

### 1.3 生产线的总体设计

根据图1所示的产品装药装配工艺流程，生产线集成自动物流输送、6自由度机器人装配技术和自动化装配检测技术，满足产品自动化装药装配的功能需求，实现石油射孔的柔性、智能和安全装配。

生产线布局如图2所示，整个生产线分为机械系统和控制系统。生产线的工作流程：人工将射孔弹弹壳托盘放置在上料传输线上，上料机械手将弹壳放置在传输模具中，由物流传输系统将托盘传输到称药工位进行称量和装传爆药、黑索今，压药工位进行装配药型罩、压弹、退模、清浮药等，检测工位进行口部深度检测等。装配完成后，传输到后端进行包装等。

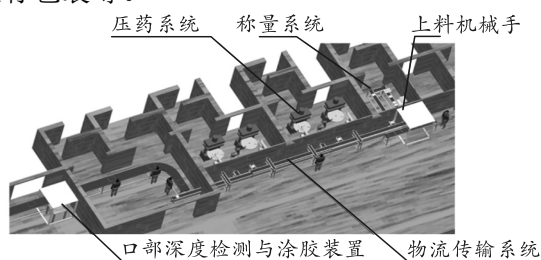


图2 石油射孔弹自动化装药装配生产线总体设计

## 2 机械系统设计

机械系统结构主要分为物流传输系统、称量系统、压药系统和检测与涂胶系统。

### 2.1 物流传输系统

物流传输系统如图3所示，采用积放式的倍速链结构形式，主要分为主生产线、上料传输线、称药传输线、压药传输线和下料传输线等。

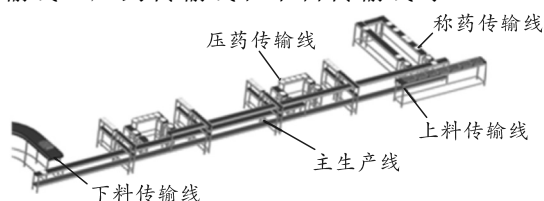


图3 物流传输系统

主生产线用于传输产品模具到各工位上，共分为上、中、下3层：上层用于传输称药结束后的弹壳，中间层用于传输成品，下层用于空托盘回传。称药传输线用于产品在主传输线与称量系统之间的

传输，压药传输线用于产品在主生产线与压药系统之间的传输。称药传输线与压药传输线进出抗爆间设计有抗爆门，防止殉爆的发生。

### 2.2 称量系统

称量系统用于产品中称量传爆药和黑索今，由于危险系数较高，需将其放置在抗爆间进行。传爆药称量采用容积法进行装药，具体采用计量板方式进行装药。黑索今称量采用四通道式传筒秤<sup>[5]</sup>，结构如图4所示，包括料斗、步进电机、转筒、称量料杯和称量传感器等。转筒一端在料筒里，另一端在称量料杯上，方便下料，转筒通过步进电机与驱动带轮驱动。称量料杯安装在荷重传感器上，称量料杯侧安装有电机，用于将称量好的黑索今下料。

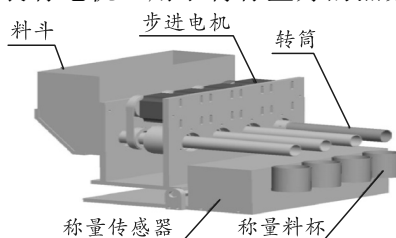


图4 四通道式转筒秤

### 2.3 压药系统

如图5所示，压药系统用于装配药型罩、压药、退模和清浮药等，结构包括100 T 液压机、压药模具、转盘、6自由度防爆机器人、药型罩上料机器人和清浮药装置等。物流传输系统中的压药传输线将产品输送到压药抗爆间内，机器人将成品射孔弹传输到物流线托盘中，并将装完药的弹壳放置在压机的转盘中，药型罩上料机器人将药型罩抓到弹壳中，压机进行压弹和退模。一个机器人可满足2台设备的生产。

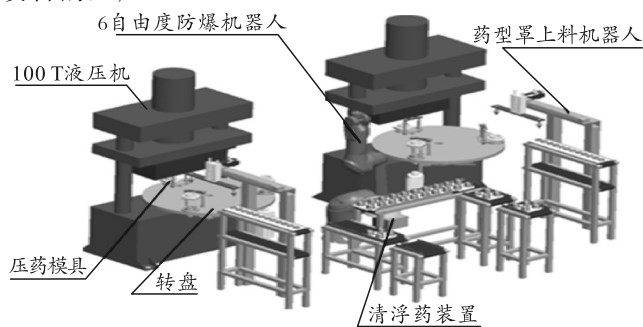


图5 压药系统

## 3 控制系统设计

控制系统结构如图6所示。根据实际生产布局，为便于调试、使用和维护，整个控制系统采用“集中操作管理-分散控制”的模式，即分布于生产过

程。各个部分是以微处理器为核心的过程控制站，分别对各部分工艺流程进行控制，通过数据通信系统与中央控制室的各监控操作站联网，系统中有过程工作站、工程师操作站和远程控制站等。这些工作站可独立或者配合完成数据采集与处理、控制、计算等功能，便于实现功能、地理位置和负载上的分散，且当个别工作站故障时，不会影响整个系统的运行。操作员通过监控终端，可以对全部生产过程的工况进行监视和操作，网络中的专业计算机用于数学模型以及先进控制策略的运算，适时地给各过程发出控制信息，调整运行工况。

执行层由各种执行器(电机、气缸电磁阀等)、信号采集传感器(光纤传感器、位移传感器)和检测仪表(温度、压力、湿度、转速、称重、物位)等组成。

控制层采用 PLC 控制器作为主控制器，具有高

速可靠的特点，并根据生产线需要可进行功能模块扩展，配置包括：控制器、扩展模块(I/O 扩展)、信号采集与转换(温度、压力、转速、图像处理)等组成。主控制器+扩展模块的方式实现整个生产线生产过程控制，并且将状态反馈回人机交互界面。

应用层以各现场工程师操作站为主，由 LCD 触摸屏、操作按钮和指示灯等组成，主要负责人机交互，包括工作方式选择、工作状态显示、生产参数设置、生产状态查询、故障报警及故障部位提示等功能。

管控层主要包括各个分站控制信号与数据的汇总、整个控制系统运行与车间实际生产状态的监控、报警；对生产过程中的资源进行管理、统一调度，对现场生产全过程的物流信息进行实时监控，为生产线高效运行提供保障。

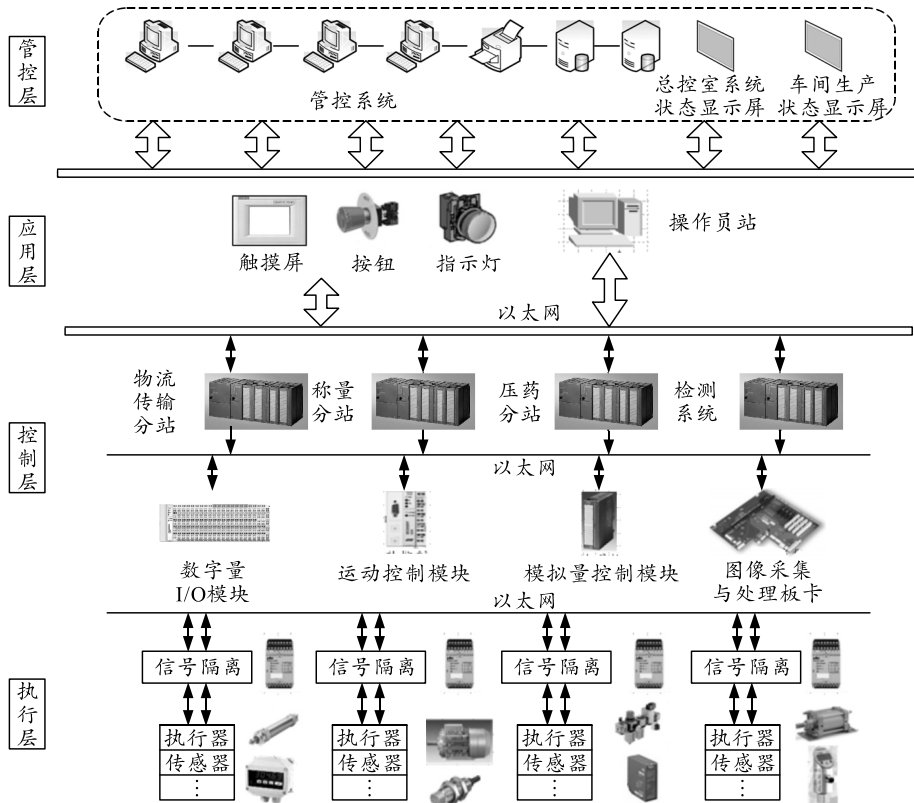


图 6 控制系统结构

### 4 结论

笔者提出射孔弹自动化装药装配工艺，设计了石油射孔弹自动化装配生产线总体方案，并对详细方案进行了阐述，为项目实施奠定了基础。

### 参考文献：

[1] 李明坤. 国内、外石油射孔弹发展概述[J]. 科技信息, 2012(30): 387.

[2] 史慧生. 小长径比石油射孔弹[J]. 爆破器材, 1999, 28(1): 28-32.  
 [3] 李永基, 徐建湘. 射孔弹设计、装配及使用中影响因素分析[J]. 测井技术, 2005, 29(B02): 20-23.  
 [4] 国防科学技术工业委员会. GB 50089-2007 民用爆破器材工程设计安全规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2007.  
 [5] 柳凯, 史慧芳, 熊均, 等. 催泪药剂自动称量技术及装置[J]. 兵工自动化, 2016, 35(12): 30-32.