

# 卧式高压釜快开装置设计

高 翔,胡 进,唐腾飞

武汉工程大学机电工程学院,湖北 武汉 430205

**摘 要:**设计了由快开机构、液压传动和电气控制系统组成的新型高压釜快开装置. 首先,针对传统快开机构在结构设计上的缺陷,快开装置采用了新型结构设计方案,提高其可靠性和可维修性;其次,选用液压传动系统作为快开装置的动力源,并进行了液压系统设计与液压元件的选型;最后,设计了电气控制系统,采用可编程控制器控制以提高快开装置自动化水平,并制定了快开装置的工作流程,进行了程序的编写及调试. 结果表明,该新型快开装置不仅能够平稳高效地实现高压釜端盖的开闭,易于后期维修保养,而且能较方便地实现远程控制,避免其操作人员受到安全威胁.

**关键词:**快开装置;快开机构;液压传动系统;可编程控制器

**中图分类号:**TH39

**文献标识码:**A

**doi:**10. 3969/j. issn. 1674-2869. 2014. 08. 010

## 0 引 言

快开装置是一种用来辅助压力容器端盖开闭的装置,使压力容器能够更快实现端盖的开闭,小到日常生活中的压力锅,大到航天飞机的进出口,都使用了各种不同形式的快开装置<sup>[1]</sup>. 快开装置结构多样、使用广泛,而据国家安全生产监督管理总局统计,由于快开门式压力容器的快开装置的不合理引发的安全事故占压力容器安全事故总量的 30% 左右<sup>[2-4]</sup>,因此设计一种安全可靠的快开装置至关重要.

PLC 是专门为工业自动控制设计的一种控制设备,它强大的功能使得它在工业自动化领域得以广泛的应用. 将 PLC 技术应用于快开装置的设计中,能够有效地实现自动控制,还有抗干扰能力强、可靠性高、占用体积小、设计使用和维护方便等优点<sup>[5-6]</sup>.

## 1 方案设计

传统快开装置有齿啮式、压紧式、卡箍式、平移式等多种形式,但其中也存在着一些不足之处,例如齿啮式快开装置开启之前压力释放速度快容易发生爆炸、压紧式快开装置端盖开闭耗时太长难以达到快开效果、卡箍式快开装置安全联锁装置可靠性较差、平移式快开装置占地面积较大<sup>[7-9]</sup>,本文对此加以改进设计了一种新型的快开装置,快开装置结构示意图如图 1 所示. 由图 1 中

可以看出,此种快开装置主要由移位组件和转动组件构成.

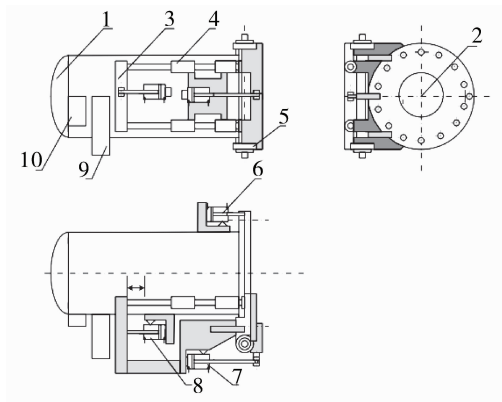


图 1 快开装置结构示意图

Fig. 1 The structure diagram of quick-opening device

注:1-压力釜筒体;2-端盖;3-装置结构框架;4-移动导杆滑块;

5-端盖转动轴组件;6-定位油缸;7-端盖转动油缸;

8-端盖移位油缸;9-液压站;10-电控箱

## 2 液压系统设计与工作流程

快开装置移位组件和转动组件运作时,如果速度变化较快,就会加剧端盖与釜体的碰撞,有可能造成快开装置的损坏,给人们的生命安全带来极大的隐患,而液压传动具有调速方便、运动平稳等优点,故快开装置的端盖移位机构和端盖转动机构的动作都由液压系统驱动,液压系统原理图如图 2 所示.

收稿日期:2014-07-01

作者简介:高 翔(1963-),男,湖北武汉人,博士,教授,研究方向:机电一体化和舰船辅助机械的状态监测与自动控制.

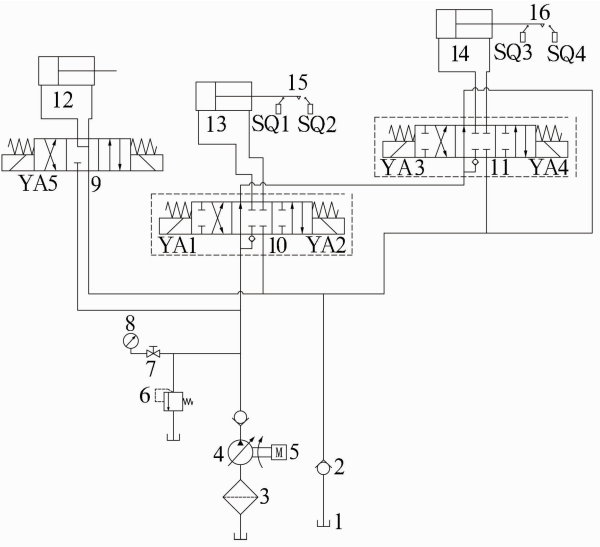


图 2 快开装置液压系统原理图

Fig. 2 The hydraulic schematic diagram of quick-opening device

注:1-油箱;2-单向阀;3-滤油器;4-变量柱塞泵;5-电动机;  
6-溢流阀;7-压力开关;8-压力表;9-定位电磁阀;  
10-移位电磁阀;11-转动电磁阀;12-定位油缸;  
13-移位油缸;14-转动油缸;15、16-行程开关

根据卧式高压釜快开装置的液压系统原理图,分析快开装置的工作流程如下:

- (1)端盖移位机构右移. 由于筒体右端安装面上有十几个紧固螺栓,有一定的长度,端盖必须沿轴线右移位后才能转动. 按下启动按钮后,电动机开始工作,变量柱塞泵开始供油,移位电磁阀 YA2 得电实现端盖移位机构右移. 此时如果端盖卡紧,还可以手动操作使定位电磁阀 YA5 得电辅助顶开端盖,点动结束后电磁阀失电处于中位,定位油缸活塞处于浮动状态,当端盖闭合时带动活塞杆回位.
- (2)端盖打开. 移位机构右移移位油缸活塞撞到行程开关 2 后,移位电磁阀失电阀芯处于中位使得供油系统通过移位电磁阀再通过转动电磁阀向转动油缸供油,此时转动电磁阀 YA3 得电实现端盖打开.
- (3)放入物料. 转动油缸活塞撞到行程开关 3 后,时间继电器得电延时一段时间,此时间即为放入物料时间,可以根据实际设置.
- (4)端盖关闭. 延时时间到,转动电磁阀 YA4 得电实现端盖闭合.
- (5)移位机构回位. 端盖闭合时转动油缸活塞撞到行程开关 4,移位电磁阀 YA1 得电使快移位装置回位.
- (6)停止. 当移位油缸活塞撞到行程开关 1 时,其常闭触点断开,系统回复到初始状态,为下次启动作准备.

3 快开装置 PLC I/O 口分配

卧式高压釜快开装置电气控制系统采用 PLC 控制,能够有效地实现远程操控,当意外发生时也能保证操作人员的安全. 整个系统有 8 个输入信号,7 个输出信号,三菱公司小型 PLC FX2N-32MR 能够满足此次设计要求,并且留有足够输入输出端口以便后续功能开发<sup>[10]</sup>. 根据快开装置动作流程进行 I/O 口分配,如图 3 所示.



图 3 快开装置 PLC 接线图

Fig. 3 The PLC wiring diagram of quick-opening device

4 程序的编写与运行

分析快开装置的动作流程,并对照接线图编写程序,将梯形图写入三菱编程软件 GX-developer 中,如图 4 所示.

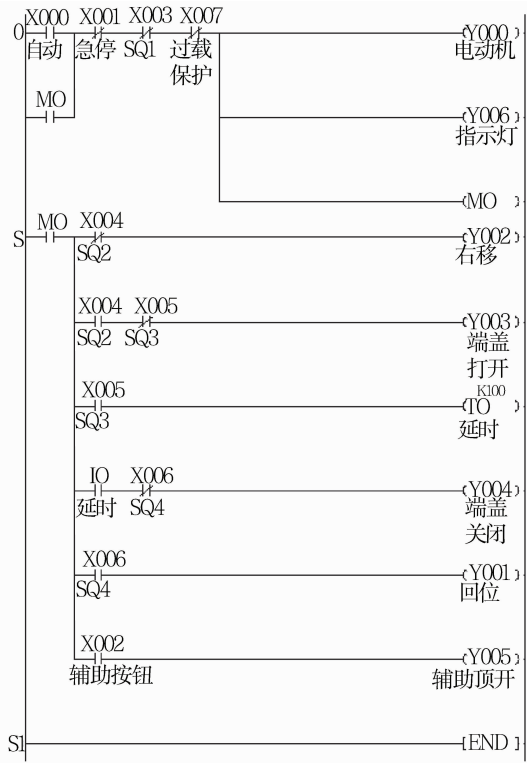
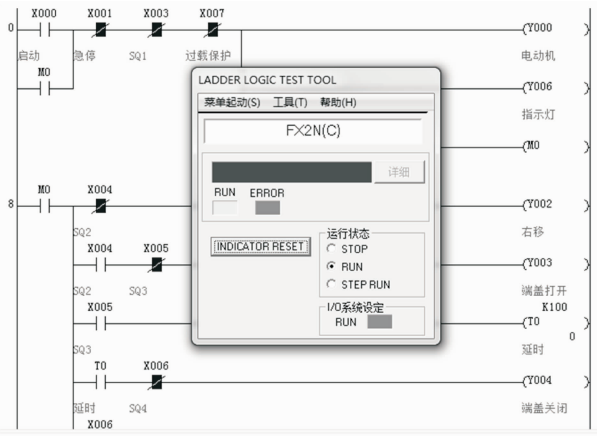


图 4 快开装置 PLC 梯形图

Fig. 4 The PLC ladder diagram of quick-opening device

程序写入完成后,模拟程序的运行,程序逻辑测试界面如图 5 所示,图 5 中黑色光标代表该元件是“ON”状态,使用软元件测试功能,还可以人为地控制输入“ON”或“OFF”来模拟行程开关的状态,模拟界面如图 6 所示. 结果表明,该程序能可靠地实现所要求的控制功能.



究[J]. 化学工程与装备,2010(4):96-97.

DING Wu-ji,HE Cheng-dai. Research on the design of the way to open the door of quick-opening vessel [J]. Chemical Engineering and Equipment,2010(4): 96-97. (in Chinese)

[8] 雍兆铭,马兆泰,潘俊杰. 压力容器快开盖结构的优化[J]. 中国化工装备,2013(1):37-38.

YONG Zhao-min,MA Zhao-tai,PAN Jun-jie. Structure optimization of quick-opening vessel [J]. Chinese Chemical Equipment,2013(1):37-38. (in Chinese)

[9] 张志军. 齿啮型自紧式密封快开装置的结构设计及加工方法[J]. 化学工程与装备,2011(10):123-125.

ZHANG Zhi-jun. The structure design and manufacturing method of the gear tooth self-tightening quick-opening device[J]. Chemical Engineering and Equipment,2011(10):123-125. (in Chinese)

[10] 赵轲,蔡业彬,邓昌奇. 基于 PLC 控制的钻孔组合机床控制系统设计[J]. 机电工程,2013,30(10):69-71.

ZHAO Ke, CAI Ye-bin,DENG Chang-qi. Design of drill hole modular tool control system based on PLC [J]. Mechanical and Electrical Engineering, 2013,30(10):69-71. (in Chinese)

Design of quick-opening device of high pressure autoclave

GAO Xiang , HU Jin , TANG Teng-fei

School of Mechanical and Electrical Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China

**Abstract:** A new type of quick-opening device of high pressure autoclave which consists of the mechanism, the hydraulic transmission system and the electrical control system was designed. Firstly, for the imperfection of the structure design of the old ones, a new structure designing scheme was adopted to improve the reliability and maintainability. Secondly, hydraulic transmission was used as the power source of the quick-opening device, and the design of hydraulic system and the selection of hydraulic components were accomplished. Then, the electrical control system controlled by programmable logic controller was designed to improve the degree of automation. Finally, the workflow of the quick-opening device was established and the program was written and debugged. Results show that this new type of quick-opening device can efficiently and smoothly realize the opening and closing of the end cover, and is easy to be maintained and repaired at later stage, moreover it can conveniently realize the remote control to ensure the life safety of the operators.

**Key words:** quick-opening device; quick-opening mechanism; hydraulic transmission system; programmable logic controller

本文编辑:陈小平