

[文章编号] 1007-7405(2011)05-0368-05

冷冻盘自动加工机控制系统的设计

王新乡¹, 胡国清², 刘亭利²

(1. 集美大学轮机工程学院, 福建 厦门 361021; 2. 厦门大学机电工程系, 福建 厦门 361004)

[摘要] 为一种新型冷冻盘自动加工机设计一套完整的控制系统. 对该冷冻盘机的液压系统和电气系统进行了详细分析, 给出了具体的软、硬件实现办法, 将液压控制和 PLC 控制相结合, 能够实现冷冻盘的全自动生产. 实际应用表明: 该机的控制系统工作可靠, 能完全满足产品的规格要求.

[关键词] 冷冻盘机; 液压系统; 可编程序控制器

[中图分类号] TP 273

[文献标志码] A

The Design of a Control System for a Type of Automatic Freezing Tray Machine

WANG Xin-xiang¹, HU Guo-qing², LIU Ting-li²

(1. Marine Engineering Institute, Jimei University, Xiamen 361021, China;

2. Department of Mechanical and Electrical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361004, China)

Abstract: A control system was designed for a novel type of automatic freezing tray machine. The control system, by combining hydraulic control and PLC control, could realize the completely automatic operation of the freezing tray. In the mean time, the hydraulic system and electrical system of the freezing tray machine were studied and designed in detail. Real applications showed that the control system was reliable, and could meet all the specific requirements of the products.

Key words: freezing tray machine; hydraulic system; PLC

0 引言

金属冷冻盘是一种盛放冷冻食品如肉类、水产品等餐饮行业必备的容器, 在食品的储存、保鲜、运输等环节使用量非常大. 目前国内的冷冻盘生产多为作坊式人工加工方式, 即: 一人旋转转盘, 螺杆带动主压模板提升运动, 待主压模板提升到规定高度后, 另一工人将金属板放入模具, 再由 4 个压模工人分别转动长边压模板和短边压模板压下冻盘模具的长边和短边. 一个冻盘的加工工序需要 6 个人协同工作才能完成, 工人的劳动强度大, 且效率低、噪音大、污染严重. 由于需要多人配合, 不确定因素多, 废品率也较高. 基于目前国内冻盘加工的落后生产力状态, 笔者设计了一种全新的冷冻盘加工设备^[1]. 该设备能够实现冷冻盘的全自动生产, 同时能够提高生产效率及操作安全性, 降低噪音并减少环境污染.

[收稿日期] 2010-10-08

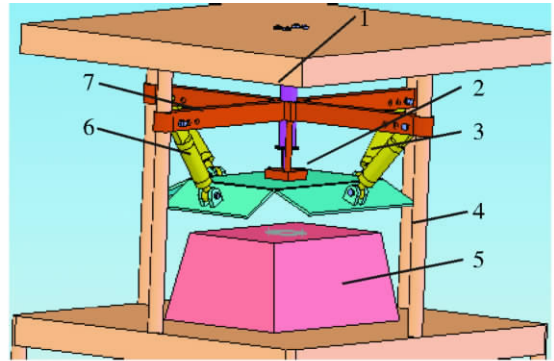
[修回日期] 2010-11-23

[作者简介] 王新乡(1974—), 女, 讲师, 硕士, 从事机电一体化方面的研究.

1 冷冻盘自动加工机的结构及工作原理

新型冷冻盘自动加工机的结构原理图如图 1 所示. 系统主要由一个压模缸、两个压长边缸、两个压短边缸、凹模、凸模及十字滑架组成. 四个压边缸与凹模之间采用耳环连接, 尾端均固定在十字滑架上; 压模缸采用缸顶式安装, 活塞杆底部与凹模间采用法兰连接; 当压模缸活塞杆伸缩时, 将带动凹模连同十字滑架一起沿着导向杆上下运动, 实现压模作用.

工人将冷冻盘料胚放置在凸模上, 按动加工启动按钮, PLC 依次控制压模缸下降、保压, 压短边缸伸出压制短边成型、压长边缸伸出压制长边成型, 接着各液压缸依次退回原位, 即完成一个冷冻盘的加工, 取出成品, 放入另一张料胚, 再次按下加工启动按钮, 即可进行下一个冷冻盘的加工.



1—压模缸;2—凹模;3—压长边缸;4—导向杆;
5—凸模;6—压短边缸;7—十字滑架
1—Pressing mold cylinder;2—Cavity;3—Pressing long sides cylinder;
4—Guide bar;5—Core;6—Pressing short sides cylinder;7—cross-carriage

图 1 全自动冷冻盘机的结构原理图
Fig.1 The structure of automatic frozen tray machine

2 冷冻盘自动加工机液压系统设计

2.1 液压系统要求

当按下电源开关, 油泵电机转动, 液压系统建立压力, 时间为 20 s. 在 20 s 内按启动按钮, 液压系统各电磁阀线圈不工作. 在 20 s 之后按启动按钮, 方允许工作. 如果一个加工循环结束后 3 min 内, 未按动启动按钮 (未执行任何工步), 系统将自动卸压, 再次按下启动按钮时, 重新开始建压过程, 20 s 后才能开始各项工作. 这种设计方法主要考虑到系统节能, 在没有工作时, 自动卸压, 减少泵的载荷及系统的噪声. 在紧急状态下, 任意时刻按停止按钮, 所有工作停止, 系统仍保持压力, 按下启动按钮, 各部件立刻退回原位, 到达原位后, 再按下启动按钮开始自动运行.

2.2 液压回路的设计

根据液压控制的要求, 本系统液压回路共需要 5 个液压缸, 其中压模缸 1 个, 压长边缸和压短边缸各 2 个. 由于压长边 2 个缸的动作完全相同, 所以设计时分别使用同一个三位四通电磁换向阀来控制其动作, 但是需要在两缸上分别安装行程开关, 监控加工是否到位^[2]. 压短边两缸与压长边两缸具有相同特征, 设计时可参照压长边缸. 最终设计出冻盘机的液压系统原理图如图 2 所示, 其中, SQ 为行程开关, YA 为电磁换向阀线圈. 当 YA7 得电且液压系统的压力高于溢流阀的压力时, 液压油经溢流阀 2 回到油箱, 系统建立压力; 当 YA7 失电, 液压油经 2/2 电磁换向阀 3 的左位直接回油箱, 系统卸压. 压模缸由 4/3 电磁换向阀 4 控制, 由于压模缸负载较大, 所以回路中设计了液压锁 18, 其目的是当液压系统突然断电时, 压模油缸能够准确地停放在任意位置, 加上调速阀 19, 确保液压缸运动平稳. 压长边缸 8、9 共同由一个 4/3 电磁换向阀 5 控制. 当两个压长边缸 8、9 活塞杆伸出压模时, 主油路先经 4/3 电磁换向阀 5 左位, 再经分流阀 16 进入 8、9 两缸, 液压缸工进, 保证压模质量; 当活塞杆退回时, 液压油从压长边缸 8、9 上腔出来, 直接经由单向阀 12、13 从 4/3 电磁换向阀 5 右位回油箱, 速度较快, 保证加工速度. 压短边缸则与压长边缸类似. 控制所有动作的 4/3 电磁换向阀回油口均经溢流阀 20 回油箱, 保证回油压力. 系统各动作与相应电磁阀之间的关系, 如表 1 所示.

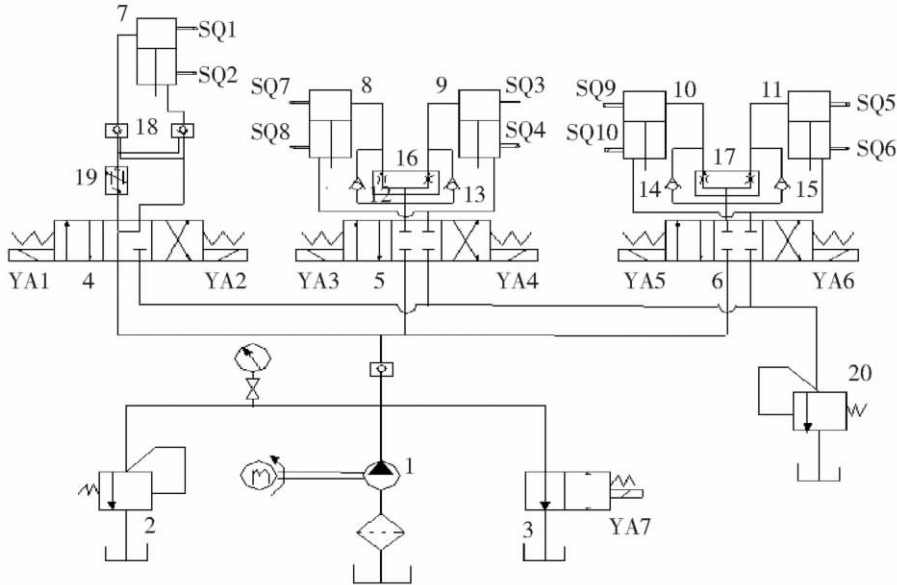


图 2 全自动冷冻盘机的液压原理图

Fig.2 The Hydraulic Circuit of Automatic Frozen Tray Machine

表 1 系统动作与电磁阀对应关系表

Tab.1 The relation between motion and electromagnetic

动作	YA1	YA2	YA3	YA4	YA5	YA6	YA7
建压 Build - up of pressure	-	-	-	-	-	-	+
压模缸伸出 Piston of pressing mold cylinder extends	+	-	-	-	-	-	+
压短边缸伸出 Piston of pressing short sides cylinder extends	-	-	+	-	-	-	+
压长边缸伸出 Piston of pressing long sides cylinder extends	-	-	-	-	+	-	+
压长边缸收回 Piston of pressing long sides cylinder draw back	-	-	-	-	-	+	+
压短边缸收回 Piston of pressing short sides cylinder draw back	-	+	-	-	-	-	+
卸压 Release of pressure	-	-	-	-	-	-	-

说明 “+” 表示电磁阀得电 “-” 表示电磁阀断电.

Notes “+” Indicates the electromagnetic valve is on “-” Indicates the electromagnetic valve is off.

3 冷冻盘自动加工机电气系统的设计

3.1 控制电路的设计

分析冷冻盘机的工作原理后, 确定系统需要输入的信号有: 5 个液压缸的起止限位信号共 10 个、系统的起停信号 2 个以及液压泵电机的热过载信号 1 个; 需要输出的信号有: 液压系统所有电磁阀线圈信号 7 个以及液压泵电机主回路接触器线圈信号 1 个. 控制器选择台达 DVP-32ES00R 型 PLC, 该型号 PLC 能够提供 16 个输入、输出点, 且具有方便的步进指令, 能够满足本系统要求, 每个输入/输出信号所对应的 PLC I/O 接点如图 3 所示.

冷冻盘机框架为金属结构, 因此液压缸前后限位开关均选择可以检测出金属物体的电感式接近开关,

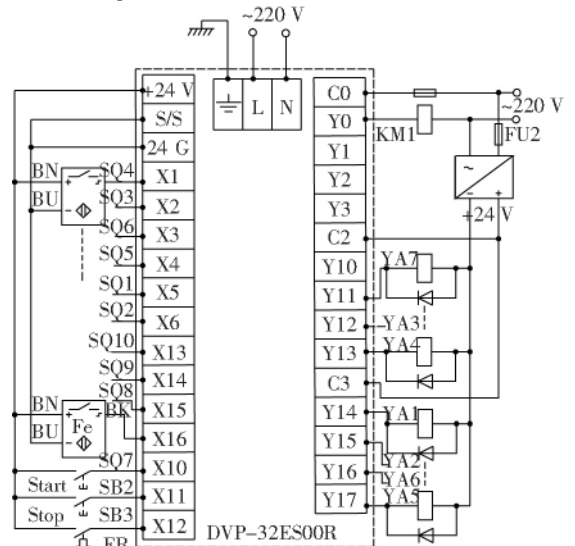


图 3 PLC 接线图

Fig.3 The Circuit of PLC

PNP 型, 三线输出. PLC 在配线时则选择与之对应的 SOURCE 型配线回路, 即电流流出共享端 S/S 的配线方式. 输出信号中, 除了液压泵电机接触器线圈直接使用交流 220V 电源外, 其余电磁阀线圈均使用直流 24V 电源, 且每个电磁阀线圈两端均并联一个续流二极管, 以延长接点寿命. PLC 接线图如图 3 所示. 由于 PLC 控制许多装置, 任一装置的故障都可能使整个自动系统失控, 甚至造成危险, 所以设计了如图 4 所示的保护回路. SB2 作为控制回路电源起动按钮, 当 SB2 按下时, KA 线圈得电, 其常开触点闭合, 将交流 220V 电源送至 PLC 以及 PLC 输出接口; 如果设备发生紧急状况, 工人只需按下蘑菇头按钮 SB1, 就使 PLC 以及 PLC 输出接口均掉电. PLC 输出接口掉电则意味着: 接触器 KM 线圈掉电, 液压泵电机停转; 所有电磁阀线圈掉电, 即所有工作停止, 并停留在掉电当时位置.

3.2 控制程序的设计

冷冻盘自动加工机流程图如图 5 所示. 系统通电时程序自动进入 S0 工步, 这一工步为建压过程, 建压时间设定为 20 s, 如果 20 s 时间未到, 即使有人按下启动键, 因为 M10 不导通, 所以不能进入 S20 工步. 这样就保证了在系统压力未完全建立之前, 即使误操作启动按键, 系统也不工作. S27 工步为压模缸上升, 是加工工艺的最后一步, 该步执行完成, 即进入 S28 的延时工步, 3 min 内, 如果按下启动键, 则程序跳转到 S22 工步, 直接开始加工工作. 如果没有人按下启动键, 且 3 min 时间到, 则程序执行 S29 工步, 系统卸压, 此过程中, 如果有人按下启动键, 则程序跳转到 S0 工步, 重新开始建压延时过程. 在设计压长边和压短边两个工步时, 必须确保同时工作的两个缸都运行到位, 才进行下一工步, 因此程序中将两个同步缸的限位开关串联在一起作为下一工步的转换信号, 只有两个同步缸都加工到位, 限位开关都有信号了才能进行下一工步.

在步进程序之后配合如图 6 所示的梯形图程序, 不论系统执行到哪个工步, 只要按下停止按键, 则 M2 置位, 复位所有步进接点, 所有步进接点所控制的工作随即停止, 除了 YA7 电磁阀及接触器线圈仍处于通电状态以保持系统压力之外, 控制压模、压长边及压短边工作的电磁阀均处于失电状态, 阀芯处于中间位. 如果重新按下启动按键, 则程序一方面重新置位 S20 工步, 进行各缸退回原位的工作, 并等待再次按下启动键进行下一轮加工, 另一方面复位 M2, 准备下一次停止处理. 如果液压泵电机过载, 则热继电器 FR 常开触点闭合, PLC 输入点 X12 导通, 程序即复位所有步进接点及所有输出接口. 所有输出接口

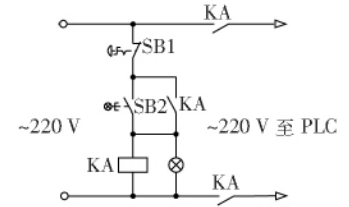


图 4 电源保护回路
Fig.4 The Circuit of PLC Power

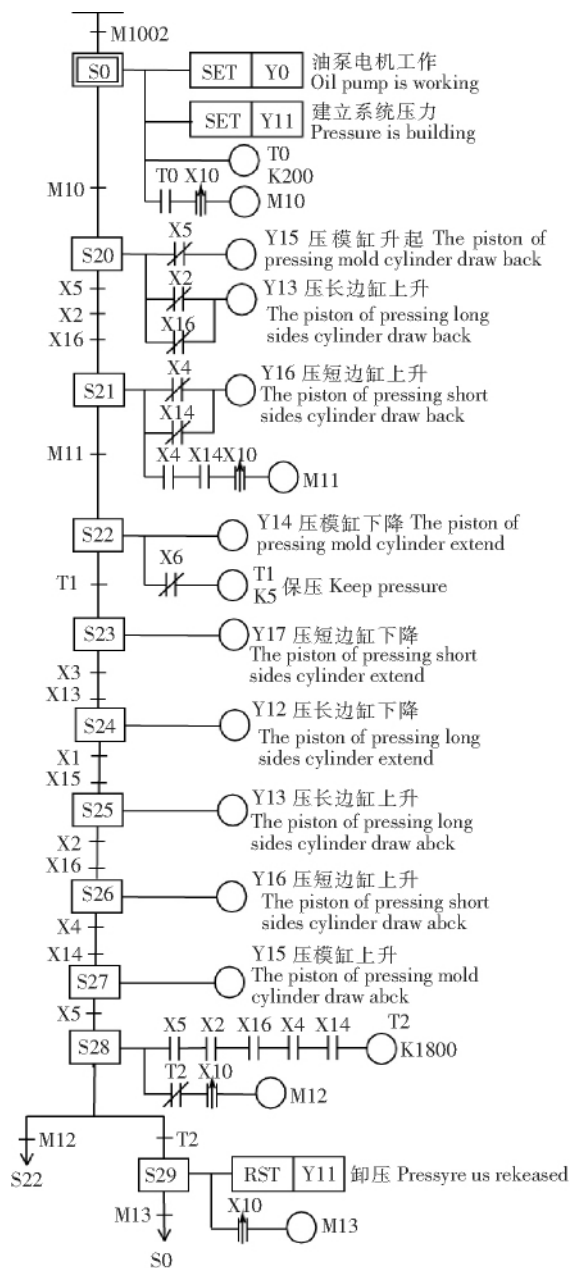


图 5 状态流程图
Fig.5 SFC Program

断开的效果与输出接口掉电相同，因此，液压泵电机停转，所有加工工作停止并停留在当时位置，等待设备关机检修并重新通电运行.

4 结论

该机经过多年运行，设备运行状况良好，完全能替代手工生产，实现全自动加工. 主要取得如下的成果:

- 1) 该设备用 5 个液压缸的自动化工作代替了 5 个压模工人的工作，降低了工人的工作强度;
- 2) 新设备将冷冻盘的生产时间从 40 s 缩短到 15 s，提高了生产效率;
- 3) 产品生产实现自动化，产品的一致性得到保障，重复性好，产品的质量提高;

4) 该机控制系统的设计原理和方法可以推广应用到其他类似设备的研制，甚至可以应用到冻盘机的送料和取料过程以及料胚的切割过程等生产线的自动化改造，最终实现从料胚切割送入到成品取出一条龙的完全自动化控制，这将具有更大的推广价值.

[参 考 文 献]

[1] 胡国清, 刘亭利, 王新乡. 全自动冻盘成型机: 中国, 2007 1 0009015.4 [P]. 2009-11-04.
 [2] 虞春菊. 液压系统同步性的设计及液压辅件的选择 [J]. 液压气动与密封, 2009(1): 53-55.

(责任编辑 陈 敏)

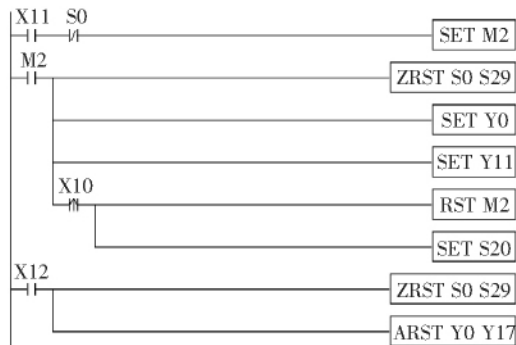


图 6 主梯形图程序
Fig.6 Ladder Program