

高职高专国家示范性院校“十三五”规划教材
新形态一体化课改教材

可编程控制器应用技术 项目化教程

主 编 田 华
副主编 杨文彬

高素质
技能型
人才培养



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高职高专国家示范性院校“十三五”规划教材
新形态一体化课改教材

可编程控制器应用技术 项目化教程

主 编 田 华
副主编 杨文彬

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是西安职业技术学院教学名师与中航工业集团公司首席技能专家合作完成的项目化课程教材。教材内容充分结合企业生产实际,以八个精心提炼的工作项目为线索,分基础篇、应用篇和提高篇,介绍了可编程控制器应用技术。八个工作项目具体为:恒温厂房空气处理机组的控制,十字路口交通信号灯的控制,电镀生产线行车的自动控制,压缩空气微热再生干燥器的自动控制,装配线上运料小车的自动控制,冷却水塔的状态监控,搬运机械手的自动控制,供水系统的 PLC 控制系统设计与实现。

本书适合高职高专院校相关专业使用。通过本书的学习,可有效增强学生的职业素养,提高学生的实用生产技能。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器应用技术项目化教程/田华主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2017. 9

(高职高专国家示范性院校“十三五”规划教材)

ISBN 978 - 7 - 5606 - 4668 - 8

I. ① 可… II. ① 田… III. ① 可编程序控制器—教材 IV. ① TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 212704 号

策 划 李惠萍 毛红兵

责任编辑 蔡雅梅 雷鸿俊

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 虎彩印艺股份有限公司

版 次 2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 12.5

字 数 294 千字

印 数 1~3 000 册

定 价 25.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 4668 - 8/TM

XDUP 4960001 - 1

*** 如有印装问题可调换 ***

前言

在职业教育改革的进程中,以项目为导向的理实一体化课程教学的改革将在诸多专业课程中推广。探索更符合生产实际的项目化课程教材建设,并能对其他课程的改革起到一定的指导或借鉴作用,是一项十分重要的工作。本书通过在这方面的努力,力求体现以下特点:

(1) 紧贴企业生产实际,突出实践能力培养。为突出实践能力的实用性和深入化,本书的编者从专业服务的岗位(群)工作任务入手,依据典型工作任务的能力要求,分析、归纳、总结了项目的适用领域,再经科学分析提炼转化为专家视角观察下的职业素能学习领域,据此形成了理实一体化课程的构建基础。对教学项目的选取和设计,考虑了项目的规模及知识含量、前后内容联系与衔接以及行业企业相关文化范围的创设等多方面因素,以促使学生产生自主学习、协作学习的兴趣。

(2) 兼顾职业道德修养,突出职业操守养成实践。项目教学强调师生互动、敬业乐群、协调配合等企业团队的品德修养,书中所设计的项目有利于培育学生的团队协作能力,并提出了相关要求。同时,本书设计了项目完成评价表,针对不同的技能和职业道德情操提出了不同的评价要求。

(3) 结合技能竞赛,突出实践能力培养。职业技能竞赛项目通常从企业的现实需要出发,依据企业最新的技术标准和要求设置,高度融合了生产中的技术应用及实际案例,充分体现了科技的前沿性、专业的综合性、选手的创新性。因此,本书将相关技能大赛的考核标准及考核方式融入项目教学的设计中,编写了大量企业实际案例,融教、学、做于一体,更大程度地增强了学生的动手能力,提高了学生的综合竞争能力。

(4) 融合现代信息技术手段,提升学生的自学能力。在编写本书时,编者

充分考虑了学生自主学习环节的设计。学生可根据项目背景及控制要求,利用现代信息技术手段,进行相关知识的搜集以及与他人进行信息共享。这样可大大激发学生学习的自主性,并提升其自学能力。

本书在使用中应注意以下几点:

(1) 本书以三菱 FX2N 系列可编程控制器为例进行编写,读者应在支持 FX2N 系列的软件及设备上进行操作。

(2) 本书在使用中,学生是主体,教师只起指导作用。各个项目的实施是让学生以团队形式协作学习并自主完成的。

(3) 建议本课程成绩采用行程性考核,即对每个项目进行过程考核,在考核中应体现学生的知、素、能等全面技能。

(4) 建议本课程成绩考核由学生自评、学生互评及教师评价几部分构成,形成一个多元化的评价机制,评价时要尽可能做到实事求是。

本书共八个项目,项目一、二、三、四、五、七由田华编写,项目六、八由杨文彬编写。

本书在编写过程中参考了相关专家、教师的教材和专著,成书时得到了学院领导和相关同事的大力支持和帮助。在此,对他们表示衷心的感谢!

由于项目化课程教材改革还需要进一步深化,且涉及专业素能范围较广,而编者学识水平有限,书中疏漏之处在所难免。愿本书能对广大师生学习和工作有一定帮助,并热忱欢迎同仁及读者朋友批评指正。

编 者

于西安职业技术学院

2017 年 5 月

目 录

第一部分 基础篇

项目一 恒温厂房空气处理机组的控制	2
1.1 项目背景	3
1.2 控制要求	3
1.3 项目实施	4
1.3.1 资讯搜集	4
1.3.2 信息共享	4

1.3.3 项目解析	5
1.3.4 子任务分析与完成	5
1.3.5 系统调试	58
1.4 评估检测	58
1.5 归纳点拨	59
1.6 项目拓展	60

第二部分 应用篇

项目二 十字路口交通信号灯的控制	62
2.1 项目背景	63
2.2 控制要求	63
2.3 项目实施	63
2.3.1 资讯搜集	63
2.3.2 信息共享	63
2.3.3 项目解析	64
2.3.4 子任务分析与完成	64
2.3.5 系统调试	69
2.4 评估检测	69
2.5 归纳点拨	70
2.6 项目拓展	70

3.3.5 系统调试	92
3.4 评估检测	93
3.5 归纳点拨	94
3.6 项目拓展	95

项目四 压缩空气微热再生干燥器的自动控制	96
----------------------------	----

4.1 项目背景	97
4.2 控制要求	97
4.3 项目实施	98
4.3.1 资讯搜集	98
4.3.2 信息共享	98
4.3.3 项目解析	98
4.3.4 子任务分析与完成	98
4.3.5 系统调试	101
4.4 评估检测	101
4.5 归纳点拨	102
4.6 项目拓展	102

项目五 装配线上运料小车的自动控制	103
-------------------------	-----

5.1 项目背景	104
5.2 控制要求	104

项目三 电镀生产线行车的自动控制	71
3.1 项目背景	72
3.2 控制要求	72
3.3 项目实施	72
3.3.1 资讯搜集	72
3.3.2 信息共享	72
3.3.3 项目解析	73
3.3.4 子任务分析与完成	73

5.3 项目实施	105
5.3.1 资讯搜集	105
5.3.2 信息共享	105
5.3.3 项目解析	107
5.3.4 子任务分析与完成	108
5.3.5 系统调试	111
5.4 评估检测	112
5.5 归纳点拨	113
5.6 项目拓展	144
项目六 冷却水塔的状态监控	145
6.1 项目背景	146
6.2 控制要求	146
6.3 项目实施	147
6.3.1 资讯搜集	147
6.3.2 信息共享	147
6.3.3 项目解析	147
6.3.4 子任务分析与完成	147

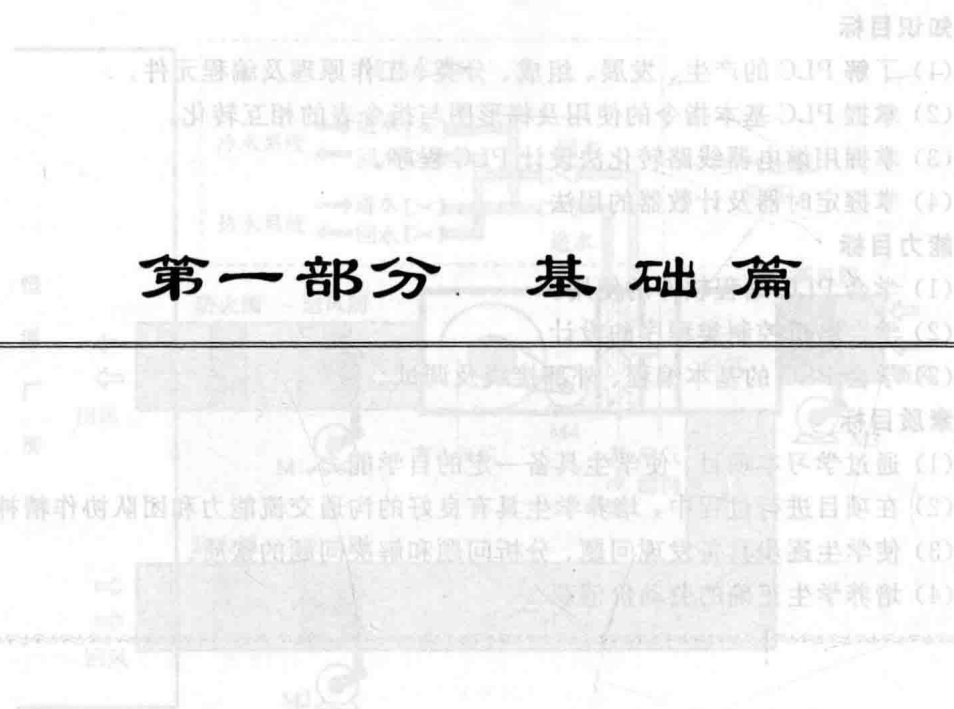
6.3.5 系统调试	152
6.4 评估检测	153
6.5 归纳点拨	154
6.6 项目拓展	154
项目七 搬运机械手的自动控制	156
7.1 项目背景	157
7.2 控制要求	157
7.3 项目实施	158
7.3.1 资讯搜集	158
7.3.2 信息共享	158
7.3.3 项目解析	161
7.3.4 子任务分析与完成	161
7.3.5 系统调试	166
7.4 评估检测	167
7.5 归纳点拨	168
7.6 项目拓展	168

第三部分 提高篇

项目八 供水系统的 PLC 控制系统设计与实现	170
8.1 项目背景	171
8.2 工艺要求分析	171
8.3 电气控制系统的设计与实现	172
8.3.1 硬件设计	172
8.3.2 软件设计	187

8.3.3 项目实施	191
8.3.4 联机调试	191
8.3.5 整理和编写技术文件	191
8.4 评估检测	191
8.5 项目拓展	192

参考文献	193
-------------	-----



项目一 恒温厂房空气处理机组的控制

知识目标

- (1) 了解 PLC 的产生、发展、组成、分类、工作原理及编程元件。
- (2) 掌握 PLC 基本指令的使用及梯形图与指令表的相互转化。
- (3) 掌握用继电器线路转化法设计 PLC 程序。
- (4) 掌握定时器及计数器的用法。

能力目标

- (1) 学会 PLC 编程软件的使用。
- (2) 学会电机控制类程序的设计。
- (3) 学会 PLC 的基本编程、外部接线及调试。

素质目标

- (1) 通过学习本项目,使学生具备一定的自学能力。
- (2) 在项目进行过程中,培养学生具有良好的沟通交流能力和团队协作精神。
- (3) 使学生逐步具备发现问题、分析问题和解决问题的素质。
- (4) 培养学生正确的劳动价值观。

1.1 项目背景

由于金属材料存在热胀冷缩的特性，因此在不同的环境温度下加工相同的零件时，其精度存在一定的差异。某企业为消除环境温度对零件加工精度的影响，改建了一座恒温厂房，采用中央空调系统使其环境温度长期恒定在 $26^{\circ}\text{C}(\pm 2^{\circ}\text{C})$ 。改建后的恒温厂房空气处理系统示意图如图 1.1 所示。

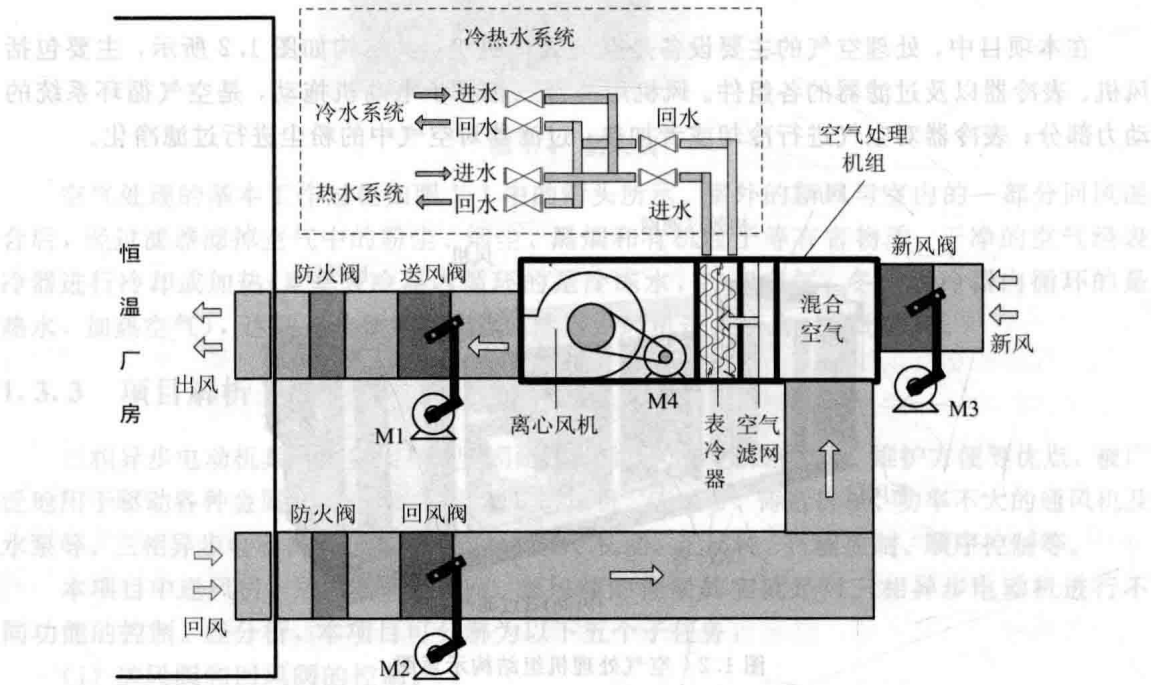


图 1.1 恒温厂房空气处理系统示意图

1.2 控制要求

离心风机由一台 30 kW 的三相异步电动机拖动，采用 Y- Δ 降压启动。为了减小启动电流，要求风机启动时先自动关闭回风阀、送风阀和新风阀，启动完毕后再自动开启回风阀和送风阀。机组运行过程中可以通过调节新风阀的开启度控制新风风量。回风阀、送风阀和新风阀各自由一台三相异步电动机拖动，通过电动机的正反转实现阀门的开启或关闭，阀门开启或关闭到极限位置后自动停止。各阀门的位置状态可用指示灯显示。空气过滤器累计工作 3000 小时则需要发出警报，以提醒运行管理人员清洗或更换滤芯。当机组停止运行或者厂房内发生火灾、防火阀动作后，要求送风机停止送风，回风阀、送风阀和新风阀关闭。

1.3 项目实施

1.3.1 资讯搜集

搜集中央空调空气处理机的相关资料，并分组讨论。

1.3.2 信息共享

在本项目中，处理空气的主要设备是空气处理机组，其结构如图 1.2 所示，主要包括风机、表冷器以及过滤器的各组件。风机用一台三相异步电动机拖动，是空气循环系统的动力部分；表冷器对空气进行冷却或者加热；过滤器对空气中的粉尘进行过滤净化。

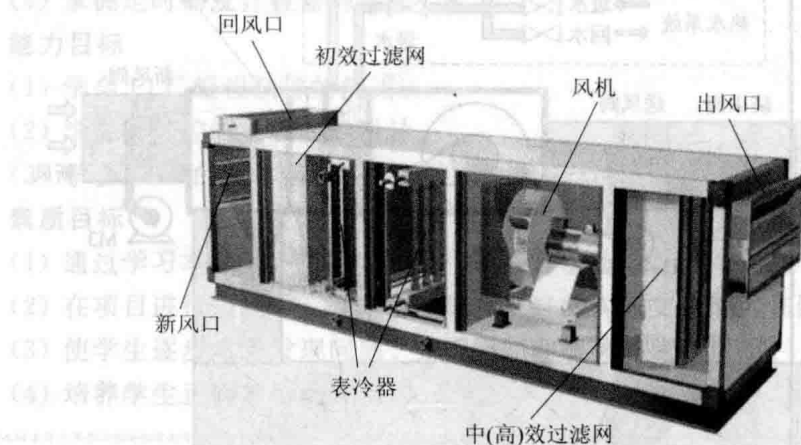


图 1.2 空气处理机组结构示意图

送风阀、回风阀和新风阀可用来调节相关风量的大小，主要由风阀和电动操作机构组成。风阀安装在通风管道上，电动操作机构由一台小功率三相异步电动机拖动。电动风阀的结构如图 1.3 所示。

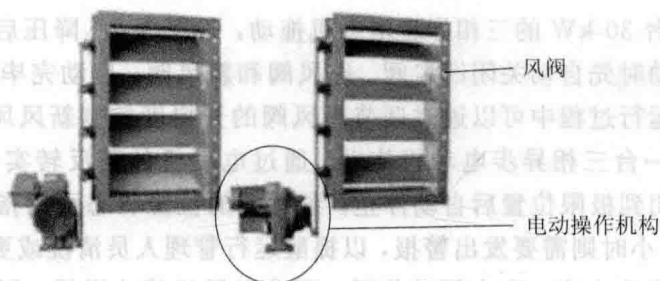


图 1.3 电动风阀

防火阀是用于自动阻断来自火灾区的热气流、火焰的阀门。防火阀在安装完成投入使用时，逆时针扳动手柄，使温感器头部轴销卡住手柄开口，此时阀门打开，气流正常通过阀门。当管道中的气流温度超过温感器的动作值(70℃)时，温感器熔断动作，电动操作机

构内部扭簧带动阀门叶片关闭,阻断了热气流或火焰的通过,防止火灾的蔓延。防火阀的结构如图 1.4 所示。

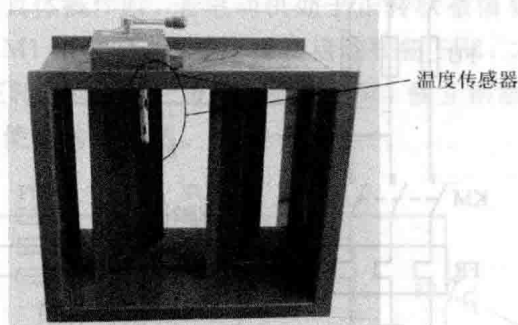


图 1.4 防火阀

空气处理的基本工作过程如图 1.1 中的箭头所示。室外的新风与室内的一部分回风混合后,经过滤器滤掉空气中的粉尘、烟尘、黑烟和有机粒子等有害物质,干净的空气经表冷器进行冷却或加热(夏季表冷器内循环的是冷冻水,冷却空气;冬季表冷器内循环的是热水,加热空气),达到工艺要求的温度,然后由风机送入厂房,如此循环。

1.3.3 项目解析

三相异步电动机具有结构简单、坚固耐用、运行可靠、价格低廉、维护方便等优点,被广泛地用于驱动各种金属切削机床、起重机、锻压机、传送带、铸造机械、功率不大的通风机及水泵等。三相异步电动机的基本控制包括点动、长动、正反转、行程控制、顺序控制等。

本项目中送风机、送风阀、回风阀、新风阀的控制其实就是对三相异步电动机进行不同功能的控制。经分析,本项目可分解为以下五个子任务:

- (1) 送风阀和回风阀的控制。
- (2) 新风阀的控制。
- (3) 送风机的控制。
- (4) 过滤器的延时报警。
- (5) 阀门位置状态的信号指示。

1.3.4 子任务分析与完成

一、送风阀和回风阀的控制

送风阀和回风阀主要由风阀和电动操作机构组成。风阀安装在通风管道上,电动操作机构由一台小功率三相异步电动机拖动,通过电动机的正反转控制阀门的开启或关闭,阀门开启或关闭到极限位置后自动停止。

1. 继电器控制

1) 电机的启保停控制

送风阀和回风阀收到开启或者关闭信号后开始动作,到达极限位置后停止,该动作可连续不断地执行。因此该任务需要用到电动机的连续控制,又称为启保停控制。其电气原理图如图 1.5 所示。

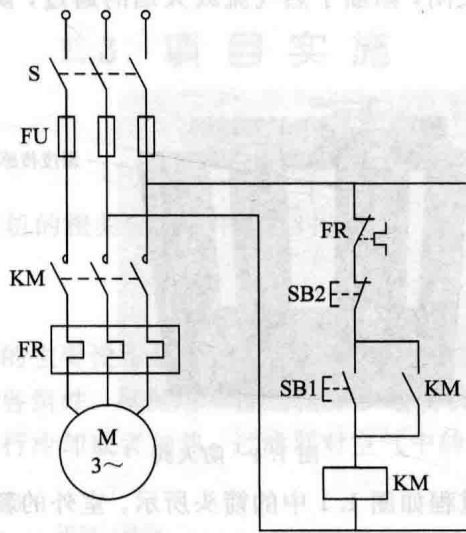


图 1.5 三相异步电动机启停控制电气原理图

2) 正反转控制

启停控制可以使电动机连续运行,但只能使电动机绕一个方向运转。实现阀门的开启和关闭需要进行两个相反方向的操作,所以应采用电动机的正反转控制。

(1) 简单的正反转控制。

图 1.6 为三相异步电动机正反转控制电路图。经分析可见,图 1.6 存在以下缺点:KM1 和 KM2 线圈不能同时通电,因此不能同时按下 SB1 和 SB2,也不能在电动机正转时按下反转启动按钮,或在电动机反转时按下正转启动按钮;如果操作错误,将引起主回路电源短路。

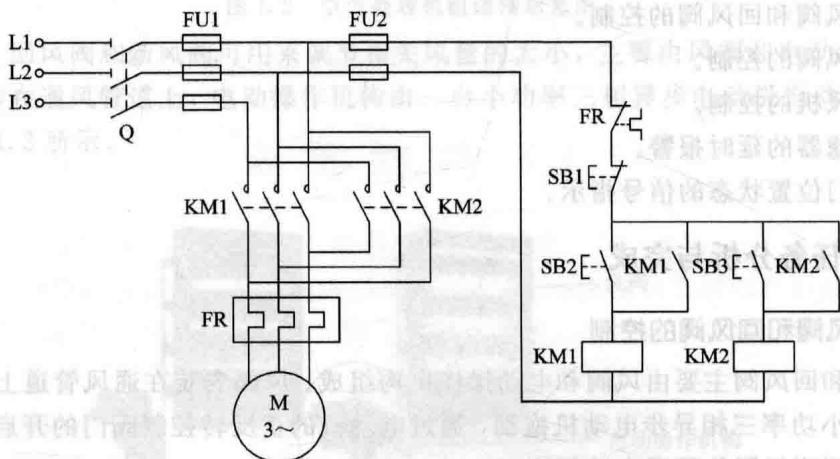


图 1.6 三相异步电动机正反转控制电路图

(2) 带接触器互锁的正反转控制电路。

图 1.7 为带电气互锁的正反转控制电路图。将接触器 KM1 的辅助常闭触点串入 KM2 的线圈回路中,从而保证在 KM1 线圈通电时,KM2 线圈回路总是断开的;将接触器 KM2 的辅助常闭触点串入 KM1 的线圈回路中,从而保证在 KM2 线圈通电时,KM1 线圈回路

总是断开的。因此，接触器的辅助常闭触点 KM1 和 KM2 保证了两个接触器线圈不能同时通电，这种控制方式称为互锁或联锁，两个辅助常开触点称为互锁触点或联锁触点。但该电路仍存在以下缺点：在具体操作时，若电动机处于正转状态需要反转，则必须先按停止按钮 SB3，使互锁触点 KM1 闭合后，再按下反转启动按钮 SB2，才能使电动机反转；若电动机处于反转状态需要正转，则必须先按停止按钮 SB3，使互锁触点 KM2 闭合后，再按下正转启动按钮 SB1，才能使电动机正转。

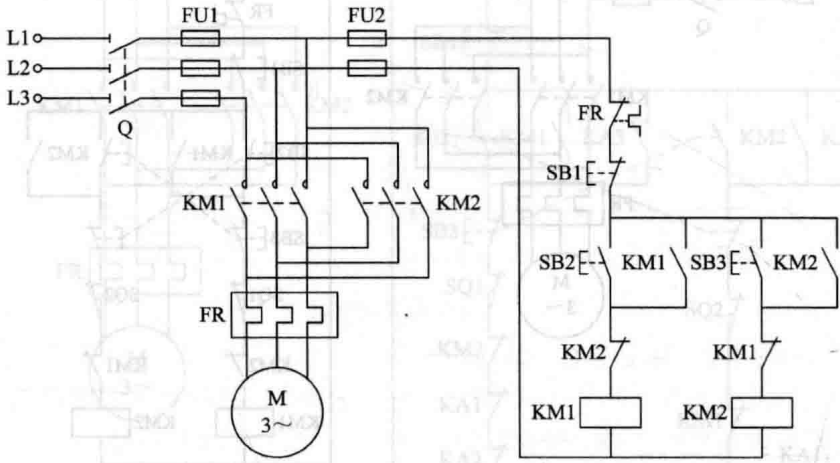


图 1.7 带电气互锁的正反转控制电路图

(3) 同时具有电气互锁和机械互锁的正反转控制电路。

图 1.8 为具有电气互锁和机械互锁的正反转控制电路图。如图 1.8 所示，电路采用复式按钮，即将 SB1 按钮的常闭触点串接在 KM2 的线圈电路中，将 SB2 的常闭触点串接在 KM1 的线圈电路中。这样，无论何时，只要按下反转启动按钮，在 KM2 线圈通电之前 KM1 会首先断电，从而保证了 KM1 和 KM2 不同时通电；从反转到正转的操作方式与之相同。这种由机械按钮实现的互锁也称为机械互锁或按钮互锁。

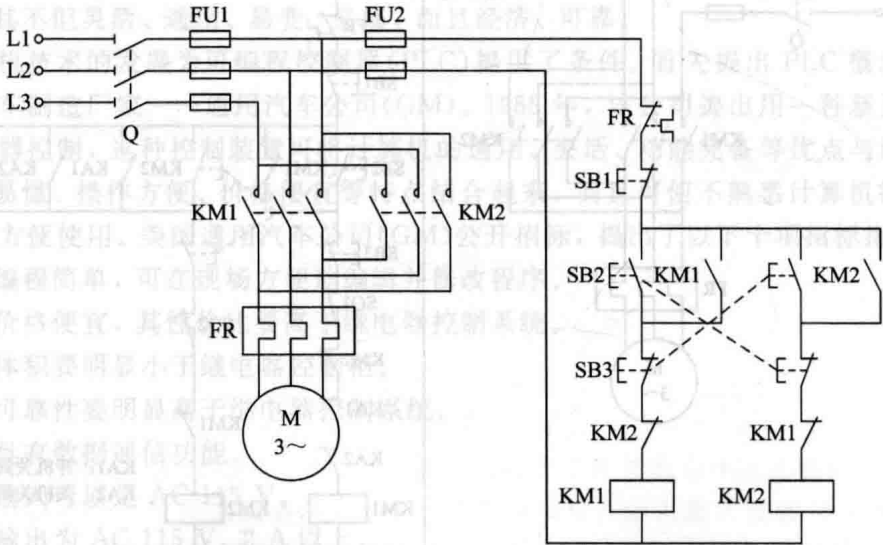


图 1.8 具有电气互锁和机械互锁的正反转控制电路图

(4) 带限位的双重互锁。

具有双重互锁的正反转控制其安全性高,但需要按下停止按钮方可停止动作。任务中,要求阀门开启或者关闭到位置后均能自动停止,因此,除了停止按钮,电路中还应该具有极限位置停车装置,如图 1.9 所示。

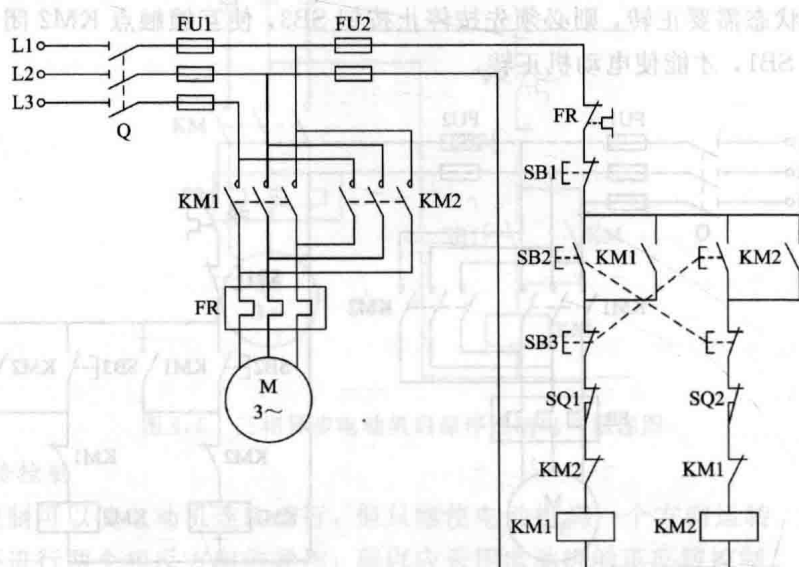


图 1.9 带限位的双重互锁正反转控制电路

3) 阀门的自动关闭控制

本项目中,要求送风阀、回风阀和新风阀均能自动关闭。关闭动作有两次,一次是送风机启动前,另一次是停机时。关闭阀门可靠电机的反转实现。因此,只需对上述正反转控制电路稍作修改,即可实现任务中的控制要求,如图 1.10 所示。

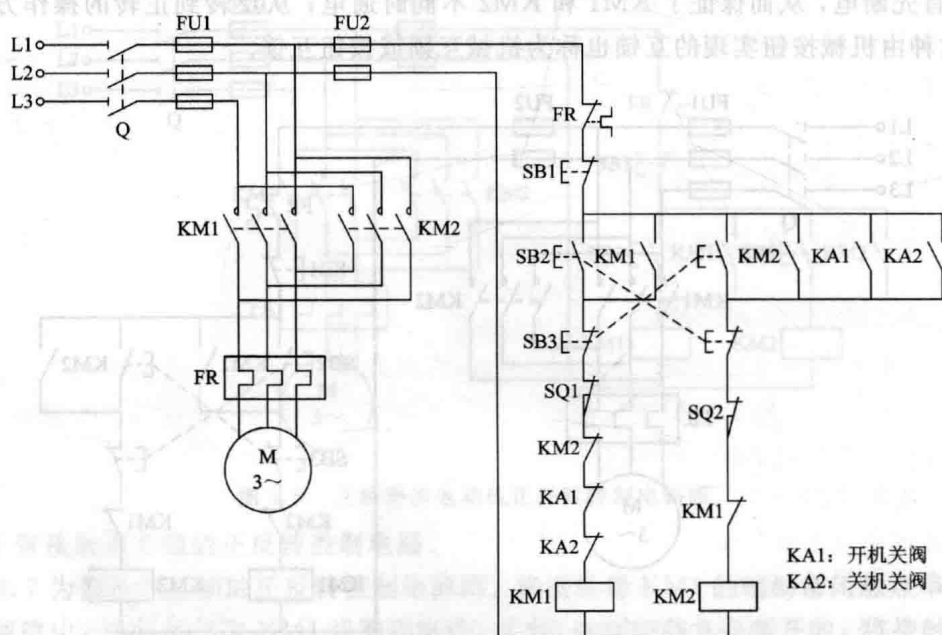


图 1.10 阀门自动关闭控制电路

4) 阀门的自动开启控制

本项目中,要求送风阀、回风阀在风机启动后自动打开。因此,还需要在图 1.10 所示的正反转控制电路中增加开阀的控制功能,如图 1.11 所示。

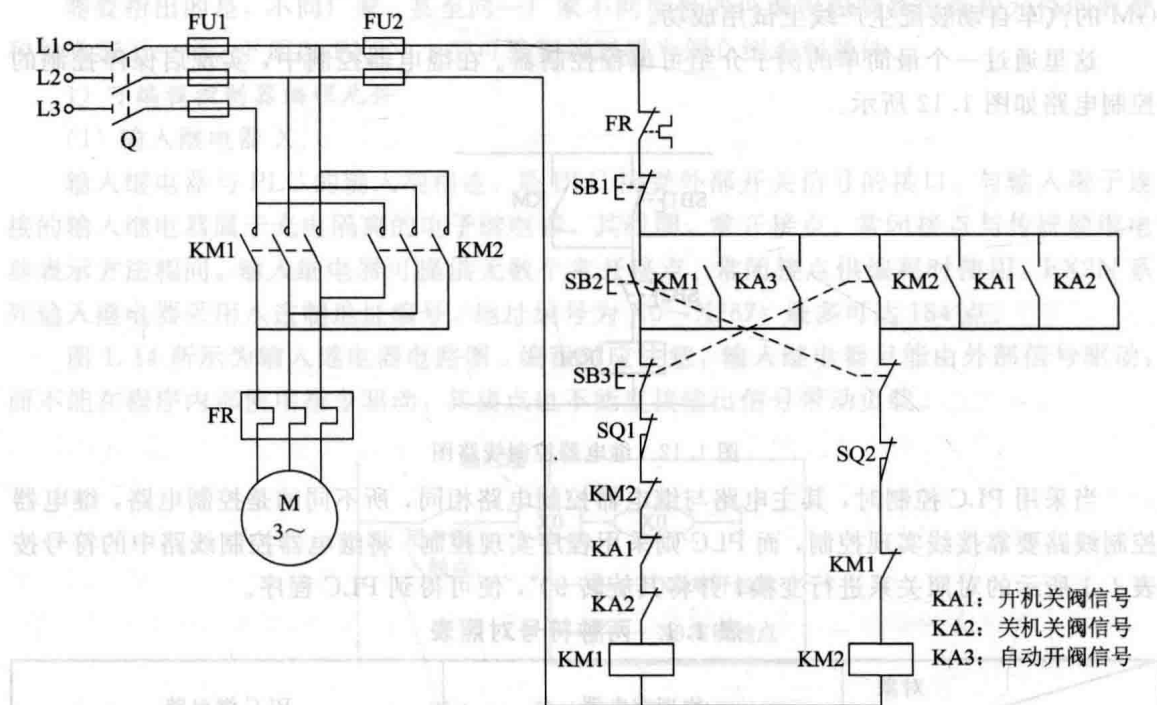


图 1.11 阀门自动开启控制电路

2. 可编程控制器控制

通过以上过程实践可知,当工艺或控制要求稍作变化时,应对继电器线路进行很大改动,靠硬接线构成的逻辑关系灵活性差,接线复杂,适应性差,维修困难;用机械触点控制,可靠性低,体积大,不易实现机电一体化。为了解决以上问题,需要一种新的控制技术,要求其不但灵活、通用、易变、易修,而且经济、可靠。

计算机技术的发展为可编程控制器(PLC)提供了条件。首先提出 PLC 概念的是美国最大的汽车制造厂家——通用汽车公司(GM)。1968 年,该公司提出用一种新型控制装置替代继电器控制,这种控制装置可将计算机的通用、灵活、功能完备等优点与继电器控制的简单、易懂、操作方便、价格便宜等特点结合起来,而且可使不熟悉计算机操作的电气人员也能方便使用。美国通用汽车公司(GM)公开招标,提出了以下十项招标指标:

- (1) 编程简单,可在现场方便地编辑并修改程序。
- (2) 价格便宜,其性价比要高于继电器控制系统。
- (3) 体积要明显小于继电器控制柜。
- (4) 可靠性要明显高于继电器控制系统。
- (5) 具有数据通信功能。
- (6) 输入可以是 AC 115 V。
- (7) 输出为 AC 115 V、2 A 以上。
- (8) 硬件维护方便,最好是插件式结构。

(9) 扩展时，原有系统只需进行很小改动。

(10) 用户程序存储器容量至少可以扩展到 4 KB。

根据这十项指标，1969 年美国数字设备公司(DEC)研制出了世界上第一台 PLC，并在 GM 的汽车自动装配生产线上试用成功。

这里通过一个最简单的例子介绍可编程控制器。在继电器控制中，实现启保停控制的控制电路如图 1.12 所示。

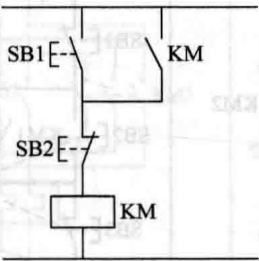


图 1.12 继电器控制线路图

当采用 PLC 控制时，其主电路与继电器控制电路相同，所不同的是控制电路，继电器控制线路要靠接线实现控制，而 PLC 则采用程序实现控制。将继电器控制线路中的符号按表 1.1 所示的对照关系进行变换，并将其旋转 90°，便可得到 PLC 程序。

表 1.1 两种符号对照表

内容 \ 对象		物理继电器	PLC 继电器
线圈			
触点	常开		
	常闭		

编写程序最常用的是梯形图语言，如图 1.13 所示。梯形图中出现的 X、Y 为 PLC 编程元件，属于软继电器。

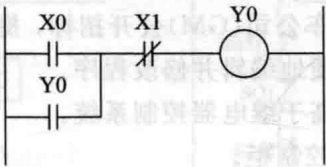


图 1.13 梯形图

可编程控制器内部有许多具有不同功能的器件，这些器件是由电子电路和存储器组成的。例如，输入继电器 X 是由输入电路和映像输入接点的存储器组成的；输出继电器 Y 是由输出电路和映像输出接点的存储器组成的；定时器 T、计数器 C、辅助继电器 M、状态继电器 S、数据寄存器 D、变址寄存器 V/Z 等都是由存储器组成的。为了与通常的硬器件有