

# 教材成果

## 1. “十四五” 职业教育国家规划教





“十四五”职业教育国家规划教材

# 现代电气控制系统 安装与调试

XIANDAI DIANQI KONGZHI XITONG ANZHUANG YU TIAOSHI

杜建根 朱清智 主编

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

## 内容提要

本书共分为7个项目21个任务,主要包括:现代电气控制系统简介、人机界面、逻辑控制系统的安装与调试、运动控制系统的安装与调试、通信网络系统的安装与调试、典型电气控制系统的安装与调试、电气控制系统的故障检查与排除。

本书既可作为工程技术人员自学教材,也可作为高职高专、成人高校电气工程、自动化、机电一体化和计算机控制等专业的应用教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

现代电气控制系统安装与调试/杜建根,朱清智主编. —郑州:河南科学技术出版社,2020.5(2023.7修订)

ISBN 978-7-5349-9859-1

I. ①现… II. ①杜… ②朱… III. ①电气控制系统-安装-高等职业教育-教材 ②电气控制系统-调试方法-高等职业教育-教材 IV. ①TM921.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第080494号

---

出版发行:河南科学技术出版社

地址:郑州市郑东新区祥盛街27号 邮编:450016

电话:(0371) 65788865

网址:www.hnstp.cn

策划编辑:徐素军

责任编辑:崔军英

责任校对:韩如月

封面设计:张伟

责任印制:张艳芳

印刷:河南文华印务有限公司

经销:全国新华书店

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:19.25 字数:440千字

版次:2020年5月第1版 2023年7月第3次印刷

定价:49.80元

---

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系并调换。

《现代电气控制系统安装与调试》编写人员

主 编 杜建根 朱清智

副主编 郭素娜 李 仁 靳 果

编 者 (按姓氏笔画排序)

王记昌 朱清智 杜建根 李 仁

郭素娜 靳 果

党的二十大报告指出：科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力。要把技能人才作为第一资源来对待，特别是要将高技能人才纳入高层次人才进行统一部署。培养实用型和技能型人才已成为目前我国高等职业技术教育和高等专科教育的发展方向，因此，对相关教材的实用性和新颖性就提出了较高的要求：教材的内容既要易懂、实用，既能反映当今先进企业的生产和技术应用状况及发展脉络，又要有利于对学生应用技能的培养。《现代电气控制系统安装与调试》正是基于这种理念编写的。本教材充分利用现代信息技术，开发建设了生动、丰富的数字化资源，将传统纸质教材与声音、视频、动漫等其他线上资源有机结合，实现学习方式灵活、学习内容丰富，从而使学习者获得良好的学习效果。

本教材的作者长期在一线从事高职高专教育工作，在广泛吸取近年来高等职业教育教学经验的基础上，对教学内容进行整合和优化，并适当拓宽知识面，加强针对性，注重理论与实践、理论与经验、经验与技术的结合，以培养学生分析问题和解决问题的能力。

本教学资源开发团队从实际工程入手，在让学生了解、学习真实工程项目的过程中，提炼出真实工程项目中的核心技术，以 YL-158GAI 实训平台为载体，通过真实工程项目引领，从工程实践案例的“真度”、机电技术应用的“深度”、创新实践空间的“广度”到教学过程的“乐度”，都进行了创新和探索。每个项目实现了从工程到实践再到拓展的项目单元编写方式的创新，让教学者和学习者了解、体验自动化工程实践创新的教和学方式，丰富学习者的工程实践知识、经验和技术应用，拓展其专业视野，内化形成良好的职业素养，提升学习者的实践创新能力。

本教材特点如下：

1. 立德树人，自然融入思政元素 根据课程特点，将科技报国的家国情怀，求真务实、探索创新的科学精神，严谨细致、精益求精的工匠精神等思政元素融入教材，将价值塑造、知识传授和技能培养融为一体。

2. 课证融通 本教材中通过对运动控制、现代自动化工程的核心技术内容介绍，主要训练学生能够设计典型的设备电气系统，能够对电气系统进行安装与调试，完成变频器、步进驱动器、伺服驱动器的接线和参数设置，能够对 PLC 和 HMI 进行组态编程与调试。这些内容包含了国家劳动和社会保障部颁发的维修电工、可编程控制系统设计师等资格证书的考核

标准。

3. 以真实设备为载体,采用模块化结构,体现先进职业教育理念 本教材以 YL-158GA1 实训平台为载体,编写中设 7 个项目 25 个任务,每个项目的内容既是独立的,又都有明确的教学目的,并针对各自教学目的的要求展开相关知识的介绍与项目实施,注重学思结合、知行统一,符合学生认知规律,易于激发其学习兴趣,有利于学生掌握与生产技术有关的必要的基本技能和动手能力。

4. 职业技能大赛内容与课程相融合 将全国职业院校技能大赛“现代电气控制系统安装与调试”赛项内容引入教学,使其服务教学、丰富教学,并融入行业标准。

5. 校企结合 面向工程现场,培养学生解决问题的能力。

本教材是河南工业职业技术学院与中南钻石有限公司、河南中光学集团股份有限公司等企业共同开发,企业提供真实项目,由常年深耕教学一线,有丰富的教学经验的教师进行编写。河南工业职业技术学院杜建根、朱清智任主编,河南工业职业技术学院郭素娜、李仁、靳果任副主编。具体编写分工如下:杜建根编写全书绪论,完成相关视频、电子课件等数字资源的制作,并对全书进行统稿;河南工业职业技术学院王记昌编写项目 1、项目 2;靳果编写项目 3、项目 4;郭素娜编写项目 5;朱清智编写项目 6;李仁编写项目 7。另外,河南工业职业技术学院的张季萌、涂豫、王娜,中南钻石有限公司的包玉合、许昊鹏和河南中光学集团有限公司的徐军、李东升等人员也对本教材的编写提出了很多宝贵意见,在此表示感谢。

由于编者经验、水平有限,书中难免存在缺漏和不足之处,敬请专家、广大读者批评指正。

编 者

2023 年 7 月

# 目录

绪论	(1)
项目1 现代电气控制系统简介	(3)
任务1 现代电气控制系统总体设计	(3)
任务2 YL-158GAI 现代电气控制系统	(14)
任务3 STEP 7 编程软件	(24)
项目2 人机界面	(40)
任务1 用户登录权限	(40)
任务2 HMI 与 PLC 连接	(55)
项目3 逻辑控制系统的安装与调试	(63)
任务1 托盘传送带控制系统的安装与调试	(63)
任务2 升降电梯门控制系统的安装与调试	(75)
任务3 抓棉小车控制系统的安装与调试	(84)
任务4 动车空调通风电动机控制系统的安装与调试	(92)
项目4 运动控制系统的安装与调试	(103)
任务1 溴化锂制冷系统溶液泵的安装与调试	(103)
任务2 智能饲喂放料小车控制系统的安装与调试	(114)
任务3 自动涂装、喷涂控制系统的安装与调试	(124)
任务4 伺服灌装平台控制系统的安装与调试	(138)
项目5 通信网络系统的安装与调试	(154)
任务1 S7-300 与 S7-200 SMART 通信	(154)
任务2 仓库分拣系统通信网络测试	(162)
任务3 自动加药系统通信网络测试	(172)
项目6 典型电气控制系统的安装与调试	(188)
任务1 混料罐控制系统的安装与调试	(188)
任务2 定长切料控制系统的安装与调试	(205)
任务3 数控加工中心控制系统的安装与调试	(223)
项目7 电气控制系统的故障检查与排除	(270)
任务1 X62W 铣床控制电路的故障检查与排除	(270)
任务2 T68 镗床控制电路的故障检查与排除	(287)
附录	(294)
参考文献	(297)

## 绪 论

新百年、新征程，发展职业教育的重要性和紧迫性，在党的二十大报告里已经表达得很清晰。党的二十大报告关于职业教育的表述抓住了主要矛盾。这句表述具体来说就是：统筹职业教育、高等教育、继续教育协同创新。它是一种协同创新、优化结构的观念。高质量的职业教育体系，不是某一类教育体系所能完全替代的。党的二十大报告中明确提出三教（职业教育、高等教育、继续教育）的协同和三融（职普融通、产教融合、科教融汇），这是非常经典的系统化观念。

目前职业教育发展面临很多问题，从党的二十大报告可以清楚地看到，其中最大的一个困境就是结构失衡。一个国家和社会，不是拥有高学历的人越多越好。我们迫切需要坚持系统观念，推动职业教育的高质量发展。

党的二十大报告提到人才强国战略，内涵更丰富，更具有新时代特色。报告非常明确地把大国工匠和高技能人才作为人才强国战略的重要组成部分。加强大国技能建设是中国式现代化的应然之举。报告指出，“中国式现代化，是中国共产党领导的社会主义现代化，既有各国现代化的共同特征，更有基于自己国情的中国特色”，这其中“人口规模巨大的现代化”“全体人民共同富裕的现代化”是重要特质。中国式现代化与中国职业教育共生发展。长期以来，我国一直在举办世界上规模最大的职业教育，近十年累计为各行各业培养输送约6100万高素质劳动者和技术技能人才。全国技能人才总量超过2亿人，技能人才占就业人员总量的比例超过26%。我国加速技能形成，促进了就业创业和经济社会发展方式转变，推动了产业结构调整和技术优化升级。党的二十大报告提出，完善人才战略布局，坚持各方面人才一起抓。人社部已出台“新八级工”制度，在原有的“五级”基础上，往下补设学徒工，往上增设特级技师和首席技师。如果这个序列能够与专业技术人才序列做到等值，该体系就完善了。打通劳动制度与教育制度、职业教育与普通教育、职业资格证书与学历证书之间的壁垒，推动职业资格证书与学历证书等值等效，真正实现职业教育与普通教育具有同等重要的地位，职业教育服务新发展格局、服务社会主义现代化强国建设的巨大能量就能够充分发挥出来，就一定能够前途无量、大有可为。本课程是为了打破职业资格证书与学历证书之间的壁垒，推动职业资格证书与学历证书等值等效而开发的综合实践课程，我国工业自动化领域既要培养更多“大师、战略科学家、一流科技领军人才和创新团队、青年科技人才”，也要努力造就更多“卓越工程师、大国工匠、高技能人才”。

现代电气控制系统适应现代产业升级需求，涵盖现代工业自动化领域、现代化农业、现代化物流业、现代化制造服务业等众多职业岗位群，甚至无论什么行业，都离不开电气控制技术，而且都在随着工业进步、产业结构调整、技术升级换代的发展而发展。

现代电气控制系统将PLC（可编程控制器）、HMI（人机接口）、运动控制技术、工业网络技术与现代化工业生产进行了整体融合，涵盖了高职、应用本科的机电类、自动化类相关专业的核心技术内容，充分体现了光机电一体化、管控一体、两化融合的现代工业生产

和管理理念,为智能装备高端技能人才培养提供了一个新的载体,系统涉及工业自动化领域的技术高、数量多、要素全,为中国现代制造业技术升级加砖添瓦。

本课程学习建议:

### 一、教学平台选取

教学应具备 YL-158GA1 现代电气控制系统实训考核装置平台或相近设备平台,平台均含有 PLC、HMI、运动控制、工业网络等综合功能。能体现“核心技术一体化”的设计理念,能为实践行动导向教学模式搭建平台。

### 二、教学内容

教学内容中,项目任务融合了机床电气、运动控制、现代自动化工程的核心技术,主要训练学生能够设计典型的设备电气系统,能够对电气系统进行安装与调试,完成变频器、步进驱动器、伺服驱动器的接线和参数设置,能够对 PLC 和 HMI 进行组态编程与调试等。

### 三、教学形式

教学形式可采用理论实践一体化教学。

### 四、任务实施的组织形式

任务实施可按照如下步骤进行。

- (1) 下达任务书,学生先预习相关内容。
- (2) 指导教师集中介绍任务实施的目的和内容、实施本项目所需设备、任务实施步骤中学生注意事项,要求学生熟悉所使用的设备功能与使用方法。
- (3) 根据任务内容和教学条件让学生分组实施,小组成员应分工明确,协调操作,提高动手能力。建议二人一组分工协作,团队合作完成典型设备电气控制系统的安装与调试。从电气系统方案设计和器件选型开始,两人分工完成电气柜安装、运动设备控制、PLC 编程、HMI 组态、工业网络连接,最后进行系统整体调试。也可结合各院校专业教学要求的不同进行选择,不同的工作内容对各种专业技术技能的要求程度不同。
- (4) 任务实施过程中,按照任务单要求做好记录,完成后请指导教师检查数据、记录的波形,整理好连接线、仪器、工具,保持现场干净、整齐。
- (5) 任务完成后,学生以小组为单位交流实施过程中存在的问题,分享成功的经验。
- (6) 任务实施结束后,学生利用课余时间对记录的数据进行整理,分析实施过程中出现的现象,书写实施总结。



扫一扫



扫一扫

## 项目 2 人机界面

### 任务 1 用户登录权限

#### 学习目标

1. 掌握 MCGS 触摸屏的用户登录制作。
2. 掌握 MCGS 触摸屏管理员权限的设置。



扫一扫

#### 学习情境

某自动化系统改造中,采用 PLC 取代继电器控制系统方案,并新增人机界面功能。人机界面触摸屏不但取代了原来的部分按钮、指示灯,节省了大量的电缆,而且增强了系统的可视化程度,可掌握系统的实时运行。为了方便管理,人机界面触摸屏应具备权限管理的功能。

#### 任务要求

该自动化系统人机界面设计要求如下:

(1) 系统有管理员和操作员两类用户,管理员拥有对系统的全部操作权限,操作员只能进入系统的自动运行模式。

(2) 系统上电后,触摸屏显示滚动字条“欢迎使用现代电气控制系统”。单击触摸屏任意位置,弹出登录对话框,输入用户名和正确密码后进入“模式选择界面”。

(3) 在模式选择界面,管理员用户可以进入“设备调试模式”“自动运行模式”“报表记录”“报警记录”等界面。操作员用户只能进入“自动运行模式”界面,当按下其他模式界面时,弹出报警画面“您无权操作!”,单击任意位置退出报警画面。

(4) 以管理员用户身份按下“用户管理”,则弹出“用户管理器”对话框。在该对话框可以进行“新增用户”“删除用户”“修改密码”等操作。管理员可以在该对话框中新增或删除操作员。

#### 知识准备

##### 一、MCGS 安全机制

###### (一) 操作权限

MCGS 系统的操作权限机制和 Windows NT 类似,采用用户组和用户的概念来进行操作权限的控制。在 MCGS 中可以定义无限多个用户组,每个用户组中可以包含无限多个用

户，同一个用户可以隶属于多个用户组。操作权限的分配是以用户组为单位来进行的，即某种功能的操作哪些用户组有权限，而某个用户能否对这个功能进行操作，取决于该用户所在的用户组是否具备对应的操作权限。

MGCS 系统按用户组来分配操作权限的机制，使用户能方便地建立各种多层次的安全机制。例如，实际应用中的安全机制一般要划分为操作员组、技术员组、负责人组。操作员组的成员一般只能进行简单的日常操作；技术员组负责工艺参数等功能的设置；负责人组能对重要的数据进行统计分析。各组的权限各自独立，若某用户需要进行所有操作，则只需把该用户同时设为隶属于3个用户组即可。

## (二) 系统权限管理

为了整个系统能安全地运行，需要对系统权限进行管理，具体操作如下：

### 1. 用户权限管理

在菜单“工具”中单击“用户权限管理”，弹出“用户管理器”对话框，如图 2-1-1 所示。单击“用户组名”下面的空白处，再单击“新增用户组”，会弹出“用户组属性设置”对话框，如图 2-1-2 所示；单击“用户名”下面的空白处，如图 2-1-3 所示，再单击“新增用户”，会弹出“用户属性设置”对话框，如图 2-1-4 所示；按图 2-1-4 所示设置属性后单击“确认”按钮，退出，添加用户完成，如图 2-1-5 所示。

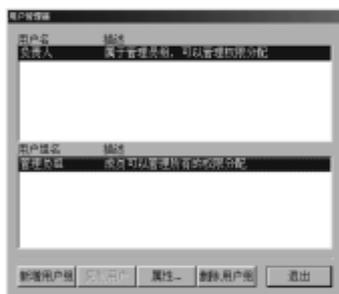


图 2-1-1 “用户管理器”对话框



图 2-1-2 “用户组属性设置”对话框



图 2-1-3 用户管理



图 2-1-4 “用户属性设置”对话框



图 2-1-5 添加用户完成

在运行环境中, 为了确保工程安全、可靠地运行, MCGS 建立了一套完善的运行安全机制。具体操作如下:

(1) 在 MCGS 组态平台上的“主控窗口”中单击“菜单组态”按钮, 打开菜单组态窗口。

(2) 在“系统管理”下拉菜单下单击工具条中的“新增菜单项”图标, 会产生“操作 0”菜单。连续单击“新增菜单项”图标, 增加 3 个菜单, 分别为“操作 1”“操作 2”“操作 3”。

## 2. 登录用户

登录用户菜单项是新用户为获得操作权而登录系统用的。双击“操作 0”菜单, 弹出“菜单属性设置”对话框。如图 2-1-6 和图 2-1-7 所示, 在“菜单属性”选项卡中的“菜单名”框内输入“登录用户”, 在“脚本程序”选项卡的程序框内输入代码“!LogOn()”, 这里利用的是 MCGS 提供的内部函数。也可以在“脚本程序”选项卡中单击“打开脚本程序编辑器”, 进入脚本程序编辑环境, 从右侧单击“系统函数”, 再单击“用户登录操作”, 双击“!LogOn()”即可。这样, 在运行中执行此项菜单命令时, 调用该函数, 便会弹出 MCGS 登录窗口。



图 2-1-6 “登录用户”菜单



图 2-1-7 登录脚本程序

### 3. 退出登录

用户完成操作后，如想交出操作权，可执行此项菜单命令。双击“操作1”菜单，弹出如图2-1-8所示的“菜单属性设置”对话框。在“脚本程序”选项卡的程序框内输入代码“!LogOff()”（MCGS系统函数），如图2-1-9所示，在运行环境中执行该函数，便会弹出提示框，确定是否退出登录。



图 2-1-8 “退出登录”菜单



图 2-1-9 用户退出脚本程序

### 4. 用户管理

双击“操作2”菜单，弹出“菜单属性设置”对话框，如图2-1-10所示。在“脚本程序”选项卡的程序框内输入代码“!Editusers()”（MCGS系统函数）。该函数的功能是允许用户在运行时增加、删除用户，修改密码，如图2-1-11所示。



图 2-1-10 “用户管理”菜单



图 2-1-11 用户管理脚本程序

### 5. 修改密码

双击“操作3”菜单，弹出“菜单属性设置”对话框，如图2-1-12所示。在“脚本程序”选项卡的程序框内输入代码“!ChangePassword()”（MCGS系统函数）。该函数的功能是修改用户原来设定的操作密码，如图2-1-13所示。

### 6. 系统运行权限

在MCGS组态平台上单击“主控窗口”，选中“主控窗口”，单击“系统属性”，可弹

出“主控窗口属性设置”对话框,如图 2-1-14 所示。在“基本属性”选项卡中单击“权限设置”按钮,可弹出“用户权限设置”对话框,如图 2-1-15 所示。本次操作中,在图 2-1-14 的“权限设置”按钮下面选择“进入登录,退出登录”。



图 2-1-12 “修改密码”菜单



图 2-1-13 修改密码脚本程序

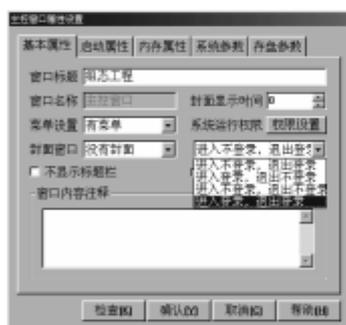


图 2-1-14 “主控窗口属性设置”对话框

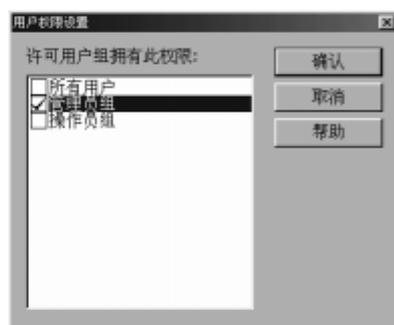


图 2-1-15 “用户权限设置”对话框

## 二、触摸屏脚本功能

### (一) MCGS 脚本程序介绍

MCGS 脚本程序是组态软件中的一种内置编程语言引擎。当某些控制和计算任务通过常规组态方法难以实现时,通过使用脚本语言,能够增强整个系统的灵活性,解决其常规组态方法难以解决的问题。

MCGS 嵌入版的脚本程序为有效地编制各种特定的流程控制程序和操作处理程序提供了方便的途径。它被封装在一个功能构件里(称为脚本程序功能构件),在后台由独立的线程来运行和处理,能够避免由于单个脚本程序的错误而导致整个系统的瘫痪。

在 MCGS 嵌入版中,脚本语言是一种语法上类似 Basic 的编程语言,可以应用在运行策略中,把整个脚本程序作为一个策略功能块执行,也可以在动画界面的事件中执行。MCGS 嵌入版引入的事件驱动机制,与 VB 或 VC 中的事件驱动机制类似,例如:对用户

窗口,有装载、卸载事件;对窗口中的控件,有鼠标单击事件、键盘按键事件等。这些事件发生时,会触发一个脚本程序,并执行脚本程序中的操作。

#### (二) 脚本程序语言的数据类型

MCGS 脚本程序语言使用的数据类型有以下 3 种。

(1) 开关型:表示开或者关的数据类型,通常 0 表示关,非 0 表示开,也可以作为整数使用。

(2) 数值型:值在  $3.4E\pm 38$  范围内。

(3) 字符型:最多由 512 个字符组成的字符串。

#### (三) 脚本程序语言的表达式

运算符包括算术运算符、逻辑运算符、比较运算符。

当表达式中包含有逻辑运算符或比较运算符时,表达式的值只可能为 0 (条件不成立,假)或非 0 (条件成立,真),这类表达式称为逻辑表达式;当表达式中只包含算术运算符,表达式的运算结果为具体的数值时,这类表达式称为算术表达式;常量或数据对象是狭义的表达式,这些单个量的值即为表达式的值。表达式值的类型即为表达式的类型,必须是开关型、数值型、字符型 3 种类型中的一种。

表达式是构成脚本程序的最基本元素,在 MCGS 嵌入版的组态过程中,也常常需要通过表达式来建立实时数据库对象与其他对象的连接关系,正确输入和构造表达式是 MCGS 嵌入版的一项重要工作。

#### (四) 脚本程序语言的基本语句

由于 MCGS 嵌入版的脚本程序是为了实现某些多分支流程的控制及操作处理,因此包括了几种最简单的语句:赋值语句、条件语句、退出语句和注释语句。同时,为了提供一些高级的循环和遍历功能,还提供了循环语句,所有的脚本程序都可由这 5 种语句组成。当需要在一个程序行中包含多条语句时,各条语句之间须用“;”分开,程序行也可以是没有任何语句的空行。大多数情况下,一个程序行只包含一条语句,赋值程序行中根据需要可在一行上放置多条语句。

##### 1. 赋值语句

赋值语句的形式:数据对象=表达式。赋值号用“=”表示,它的具体含义是把“=”右边表达式的运算值赋给左边的数据对象。赋值号左边必须是能够读写的数据对象,如开关型数据、数值型数据及能进行写操作的内部数据对象,而组对象、事件型数据对象、只读的内部数据对象、系统函数及常量均不能出现在赋值号的左边,因为不能对这些对象进行写操作。

赋值号的右边为一表达式,表达式的类型必须与左边数据对象值的类型相符合,否则系统会提示“赋值语句类型不匹配”的错误信息。

##### 2. 条件语句

条件语句有如下 3 种形式:

(1) IF [表达式] THEN [赋值语句或退出语句]

(2) IF [表达式] THEN

[语句]

END IF

(3) If[表达式]Then

[语句]

Else

[语句]

End If

条件语句中的4个关键字“if”“then”“else”“end if”不分大小写。如拼写不正确,检查程序会提示出错信息。

条件语句允许多级嵌套,即条件语句中可以包含新的条件语句。MCGS脚本程序的条件语句最多可以有8级嵌套,为编制多分支流程的控制程序提供方便。

“if”语句的表达式一般为逻辑表达式,也可以是值为数值型的表达式。当表达式的值为非0时,条件成立,执行“then”后的语句;否则,条件不成立,将不执行该条件块中包含的语句,开始执行该条件块后面的语句。

值为字符型的表达式不能作为“if”语句中的表达式。

### 3. 循环语句

循环语句为While和End While,其结构如下:

While[条件表达式]

...

End While

当条件表达式成立时(非零),循环执行While和End While之间的语句。直到条件表达式不成立(为零),退出。

### 4. 退出语句

退出语句为“Exit”,用于中断脚本程序的运行,停止执行其后面的语句。一般在条件语句中使用退出语句,以便在某种条件下停止并退出脚本程序的执行。

### 5. 注释语句

以单引号“'”开头的语句称为注释语句,注释语句在脚本程序中只起到注释说明的作用,实际运行时,系统不对注释语句做编译。

## 任务实施

### 一、实时数据库变量建立

建立MCGS实时数据库内部变量,如表2-1-1所示。

表 2-1-1 MCGS 实时数据库内部变量

变量名称	数据来源	注释
X1	内部变量	开关型。为1时,表示当前用户为管理员;为0时,表示当前用户为操作员
Var1	内部变量	数值型。与滚动字条的“水平移动”关联

### 二、触摸屏画面设计

(1) 双击桌面“MCGS组态环境”图标进入组态环境,然后单击菜单栏中的“新建

工程”，弹出“新建工程选项”对话框，选择型号“TPC7062Ti”，单击“确定”按钮，生成“工作台画面”。首先在用户窗口新建7个窗口，窗口名称分别修改为：首页界面、选择界面、手动界面、自动界面、报表界面、报警记录界面、警告1界面。选中“首页界面”，将其设置为启动窗口，如图2-1-16所示。



图 2-1-16 用户窗口

(2) 在“实时数据库”添加两个变量，对象名称分别为 X1，数据类型为开关型，Var1 数据类型为数值型。

(3) 如图2-1-17所示，单击菜单栏“工具”|“用户权限管理”，弹出“用户管理器”对话框。设置管理员组中“负责人”的密码为“xdkqkz”，如图2-1-18所示。同时，在该对话框选择“用户组名”的位置，然后单击“新建用户组”，在弹出的“用户组属设置”对话框中，添加一个用户组并将名称修改为“操作员组”。



图 2-1-17 用户权限管理窗口



图 2-1-18 用户属性设置

### 三、触摸屏脚本程序

(1) 进入首页界面，双击屏幕，弹出“用户窗口属性设置”对话框，将循环时间修改为“10”，输入脚本程序，然后保存并关闭该对话框，如图2-1-19所示。

(2) 首先在首页界面添加“标准按钮”控件，然后在右下侧将控件的X/Y坐标偏移量设置为0、0、800、480。双击该按钮，弹出“标准按钮构建属性设置”对话框；在“基本属性”选项卡中将文本显示的“按钮”字样删除，然后单击“脚本程序”|“抬起脚本”，输入脚本程序，如图2-1-20所示，最后保存并关闭该对话框。



图 2-1-19 脚本程序



图 2-1-20 抬起脚本程序

(3) 在首页界面添加“标签”控件，将“标签”控件文本内容修改为“欢迎使用现代电气控制系统”，将边线颜色设置为“没有边线”。在“标签动画组态属性设置”对话框中选择“水平移动”选项卡，在其中的“表达式”一栏输入变量“VAR1”，“最小移动偏移量”一栏输入数值“0”，对应“表达式的值”也输入“0”；“最大移动偏移量”一栏输入数值“800”，对应“表达式的值”输入数值“80”，如图 2-1-21 所示。

(4) 进入选择界面，添加标签、按钮等控件做成如图 2-1-22 所示效果，按钮具备设备调试模式、自动运行模式、报表记录、报警记录、用户管理和重新登录等模式选择，最后保存并关闭该对话框。

(5) 在选择界面，双击文本内容为“设备调试模式”的标准按钮，在弹出的对话框中单击“脚本程序”|“抬起脚本”，输入脚本程序，如图 2-1-23 所示。最后保存并关闭该对话框。

(6) 双击文本内容为“自动运行模式”的标准按钮，在弹出的“标准按钮构件属性设置”对话框中单击“操作属性”|“抬起功能”，勾选“打开用户窗口”，单击其右侧

的下拉按钮，选择“自动界面”，如图 2-1-24 所示。最后保存并关闭该对话框。



图 2-1-21 水平移动参数设置

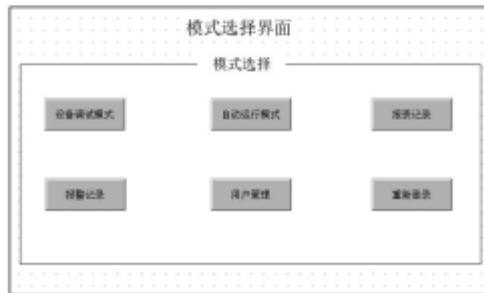


图 2-1-22 模式选择界面



图 2-1-23 “设备调试模式”脚本

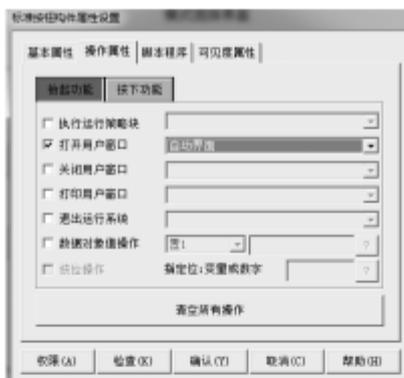


图 2-1-24 “自动运行模式”脚本

(7) 双击文本内容为“报表记录”的标准按钮，在弹出的“标准按钮构件属性设置”对话框中单击“脚本程序”|“抬起脚本”，输入脚本程序，如图 2-1-25 所示。最后保存并关闭该对话框。



图 2-1-25 “报表记录”脚本

(8) 双击文本内容为“报警记录”的标准按钮，在弹出的“标准按钮构件属性设置”对话框中单击“脚本程序”|“抬起脚本”，输入脚本程序，如图 2-1-26 所示。最后保存并关闭该对话框。

(9) 双击文本内容为“用户管理”的标准按钮，在弹出的“标准按钮构件属性设置”对话框中单击“脚本程序”|“抬起脚本”，输入脚本程序，如图 2-1-27 所示。最后保存并关闭该对话框。

(10) 双击文本内容为“重新登录”的标准按钮，在弹出的“标准按钮构件属性设置”对话框中单击“操作属性”|“抬起功能”，勾选“打开用户窗口”，单击其右侧的下拉按钮，选择“首页界面”，如图 2-1-28 所示。最后保存并关闭该对话框。



图 2-1-26 “报警记录”脚本



图 2-1-27 “用户管理”脚本

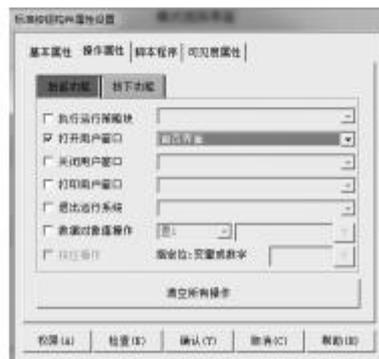


图 2-1-28 按钮构件属性

(11) 进入“手动界面”窗口,首先在工作窗口添加一个“标签”控件,将标签文本内容修改为“手动调试界面”。然后在工作窗口添加一个“标准按钮”控件,将按钮的文本内容修改为“返回首页界面”。双击“返回首页界面”按钮,弹出“标准按钮构件属性设置”对话框,单击“操作属性”|“抬起功能”,勾选“打开用户窗口”,单击其右侧的下拉按钮,选择“首页界面”,效果如图 2-1-29 所示。其他“自动界面”“报表界面”“报警记录界面”的操作类似。

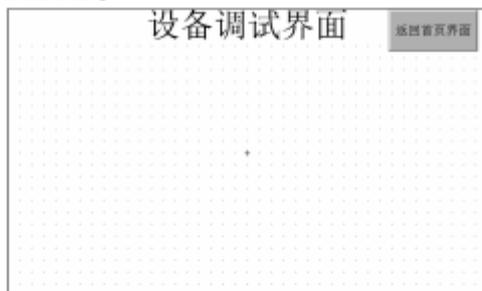


图 2-1-29 设备调试界面

(12) 进入“警告 1 界面”,在工作窗口添加一个“标准按钮”控件,将该按钮大小及坐标修改为 0、0、800、480,按钮的文本内容修改为“您无权操作!”。双击“您无权操作!”按钮,弹出“标准按钮构件属性设置”对话框,单击“操作属性”|“抬起功能”,勾选“关闭用户窗口”,单击其右侧的下拉按钮,选择“警告 1 界面”,效果如图 2-1-30 所示。

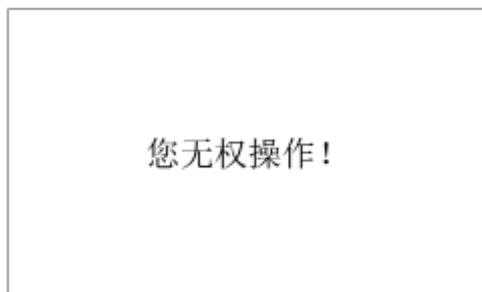


图 2-1-30 警告 1 界面

#### 四、系统调试

(1) 在菜单栏单击“下载并进入运行环境”,弹出“下载配置”对话框,如图 2-1-31 所示。“连接方式”选择“TCP/IP 网络”,“目标机名”设为“192.168.0.5”,然后单击“联机运行”|“工程下载”|“启动运行”,MCGS 触摸屏显示。

(2) 触摸屏显示滚动字条“欢迎使用现代电气控制系统”。单击触摸屏任意位置,弹出“用户登录”对话框。此时,用户名只有一个“负责人”,输入密码“xdlqkz”,单击“确定”按钮,如图 2-1-32 所示。



扫一扫

图 2-1-31 下载并进入运行环境



图 2-1-32 “用户登录”对话框

(3) 在模式选择界面，单击“设备调试模式”“自动运行模式”“报表记录”“报警记录”，均可进入相应界面。单击“返回首页界面”，就可以重新返回到模式选择界面。

(4) 在模式选择界面单击“用户管理”，弹出“用户管理器”对话框。在该对话框内可以进行新增用户、删除用户等操作，如图 2-1-33 所示。在操作员组添加一个用户，名称为“user”，密码为“123”，然后单击“确定”按钮。

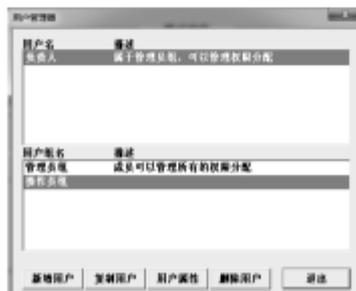


图 2-1-33 “用户管理器”对话框

(5) 在模式选择界面单击“重新登录”，回到初始状态。

(6) 单击任意位置，弹出“用户登录”对话框，选择“user”，并输入“123”，单击“确定”按钮，自动进入模式选择界面。单击“设备调试”模式，弹出“您无权操作！”，该用户下只能进入自动运行模式。

### 任务拓展

系统具备两种工作模式：设备调试模式和自动运行模式。设备接通电源后，触摸屏中首先显示用户登录界面（图 2-1-34）。当输入用户名“admin”及正确密码“2019”后，系统进入模式选择界面，此时可以选择进入任意一种模式。当输入用户名“user”及正确密码“123”后，触摸屏只能进入自动运行模式。当单击“设备调试”模式时，弹出对话框，显示“操作员没有该权限！”（图 2-1-35）；单击任意位置，该对话框消失。当输入密码错误时，弹出密码错误提示对话框，显示“用户名称或密码错误，您无权操作”，如图 2-1-36 所示。

现代电气控制系统安装与调试首页界面



图 2-1-34 用户登录界面

现代电气控制系统安装与调试首页界面



图 2-1-35 操作员只能进入自动运行模式

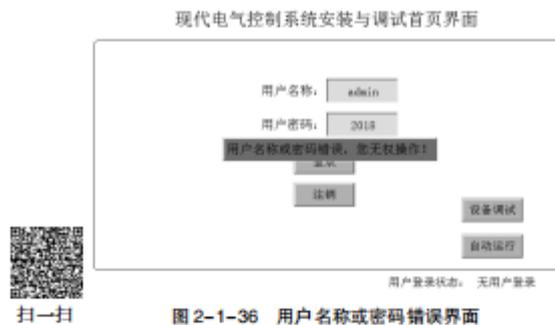


图 2-1-36 用户名或密码错误界面

## 任务 2 HMI 与 PLC 连接

### 学习目标

1. 掌握 MCGS 与 S7-300 PLC 的连接。
2. 掌握 MCGS 动画连接。
3. 认识工业以太网通信。



扫一扫

### 学习情境

随着 PLC 在工业自动化中的大规模应用, 作为 PLC 的最佳搭档——人机界面触摸屏, 近年来因其价格的大幅度下降, 在工业自动化行业普遍作为可视化的解决方案。本节将详细介绍 S7-300 PLC 与 MCGS 触摸屏以太网通信方法。

### 任务要求

按下启动按钮, 1#指示灯点亮; 按下停止按钮, 1#指示灯熄灭。在测试输入框中输入数值“10”, 2#指示灯点亮; 输入其他数值, 则 2#指示灯熄灭。所有的按钮、指示灯全部使用触摸屏的控件, 并与 PLC 地址关联。

### 知识准备

#### 一、工业以太网通信概述

工业以太网是符合国际标准 IEEE802.3 (以太网) 的强大通信网络, 旨在满足工业应用中的各项要求。工业以太网的属性主要特征如下:

- (1) 为不同的应用领域 (例如管理和工厂) 联网。
- (2) 设计可靠且抗电磁干扰。
- (3) 高传输性能 (100 Mb/s 和 1 Gb/s)。

“十三五”高等职业教育立体化教材

# 液压与气压控制技术

张季萌 朱清智 主编

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

### 内 容 提 要

本书主要论述了液压与气动的流体力学基础知识, 液压、气动元件的工作原理、结构特点及选用方法, 液压、气动基本回路和典型系统的组成与分析, 液压、气动程序控制回路和电气控制液压与气动回路的设计方法等。

本书可作为高职院校机电及机械类相关专业的教材, 也可作为相关技术人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

液压与气压控制技术/张季萌, 朱清智主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2020.7  
“十三五”高等职业教育立体化教材  
ISBN 978-7-5725-0022-0

I. ①液… II. ①张… ②朱… III. ①液压传动—高等职业教育—教材 ②气压传动—高等职业教育—教材 IV. ①TH137 ②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 123559 号

---

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市郑东新区祥盛街 27 号 邮编: 450016

电话: (0371) 65788686 65788624

网址: [www.hnstp.cn](http://www.hnstp.cn)

策划编辑: 徐素军

责任编辑: 卢正阳

责任校对: 李丽萍

封面设计: 张 伟

责任印制: 张艳芳

印 刷: 河南新华印刷集团有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 15.5 字数: 378 千字

版 次: 2020 年 7 月第 1 版 2020 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 40.00 元

---

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系并调换。

“十三五”高等职业教育立体化教材  
《液压与气压控制技术》编写人员名单

主 编 张季萌 朱清智  
副主编 马磊娟 靳 果 王记昌  
编 者 (以姓氏笔画为序)  
马磊娟 王 娜 王记昌  
权欢欢 朱清智 张季萌  
靳 果

培养实用型和技能型人才已成为目前我国高等职业技术教育和高等专科教育的发展方向。因此,对相关教材的实用性和新颖性就提出了较高的要求,即教材的内容要易懂、实用,能反映当今先进企业的生产和技术应用状况及发展脉络,要有利于学生应用技能的培养。本书正是基于以上理念编写的。

本书作者长期在一线从事高职高专教育工作,在广泛吸取近年来高职高专教学经验的基础上,对教学内容进行整合和优化,并适当拓宽知识面,加强针对性;注重理论与实践相结合、理论与经验相结合、经验与技术相结合,以培养学生分析问题和解决问题的能力。

本书包括液压传动和气压传动技术两部分内容,共分为9个项目,34个任务,主要介绍自动控制系统的结构及液压与气压系统的特点,给出了选择系统控制过程的几种描述方法、系统的主要参数,以及液压与气压的相同点与不同点。第1~5项目为液压传动,第6~9项目为气压传动技术。液压与气压基础元件部分,主要从执行元件、控制元件、检测元件、动力源结构等方面进行系统论述,利用液压与气压元件在结构原理上相同的特点,通过归纳液压与气压回路和元件的区别,用通用结构原理和补充说明的方式来描述液压与气压元件的结构特点。液压与气压基本回路部分,主要介绍液压与气压控制系统的方向、压力、流量的基本控制回路的几种形式。液压与气压典型系统部分,主要介绍了动力滑台液压进给系统的控制过程、油压机的控制过程及液压与气压机械手系统的控制过程等实际应用控制回路,包括系统控制过程的描述、液压或气压原理图分析、I/O结构图、功能表图、梯形图等。

本书有以下特点:

(1) 内容新颖。本书以当前广泛应用并代表未来发展趋势的液压与气压新控制技术为背景,取材新颖实用,在综合总结当今国外职业技术教育经验的前提下,力求符合我国高等职业技术教育的教学特点。

(2) 内容适度、易懂。在内容取舍上,基础理论表述以必需和够用为度,力求简单实用。书中配有大量工业应用图例,有一些为立体图形,学生易学、易懂。

(3) 应用性强。为加强对学生实际应用技能的培养,本书着重强调元件的应用及回路的设计方法,一些举例为作者在外资企业工作的实例,符合当今沿海外资企业生产自动线、专用设备上所使用的液压与气压控制设备的实际情况。

(4) 编写体系新。为适应企业界对机电一体化人才的需求情况,根据当今自动化技术发展的现状,本书在气压技术部分进行了详细论述,并增加了液压、气压回路的电气控制设计和可编程控制器的应用及各系统的接口部分,从而较好地体现了当今自动化技术的系统工程理念。

本书由河南工业职业技术学院张季萌、朱清智任主编,河南工业职业技术学院马磊娟、靳果、王记昌任副主编。具体编写分工:河南工业职业技术学院张季萌编写了项目1

和项目 2，河南工业职业技术学院王记昌编写了项目 3，河南工业职业技术学院靳果编写了项目 4，河南工业职业技术学院马磊娟编写了项目 5 和项目 9，河南工业职业技术学院权欢欢编写了项目 6，河南工业职业技术学院王娜编写了项目 7，河南工业职业技术学院朱清智编写了项目 8 和附录。最后由张季萌、朱清智统稿定稿。李军、胡天杰、张涛明等专家和企业总工给予了指导和帮助，并提出了很多宝贵意见。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、职工大学、成人教育学院、夜大、函授大学等大专层次的机电类及机械类专业的教学用书，同时可供工程技术人员参考。同时，对于书中不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2020 年 1 月

项目 1 液压系统基本知识 .....	(1)
任务 1 基本液压系统分析 .....	(1)
任务 2 液压系统工作介质 .....	(5)
任务 3 液体静力学分析 .....	(11)
任务 4 液体动力学分析 .....	(14)
任务 5 管道内压力损失 .....	(17)
任务 6 液压冲击及空穴现象 .....	(20)
项目 2 液压动力元件、执行元件识别 .....	(23)
任务 1 液压泵 .....	(23)
任务 2 液压泵结构分析 .....	(27)
任务 3 液压缸结构分析 .....	(39)
任务 4 液压马达结构分析 .....	(48)
项目 3 液压控制元件、辅助元件识别 .....	(51)
任务 1 方向控制阀识别 .....	(51)
任务 2 压力控制阀识别 .....	(59)
任务 3 流量控制阀识别 .....	(67)
任务 4 辅助元件识别 .....	(70)
项目 4 液压基本回路分析 .....	(77)
任务 1 方向控制回路分析 .....	(77)
任务 2 压力控制回路分析 .....	(79)
任务 3 速度控制回路分析 .....	(86)
任务 4 多缸控制回路分析 .....	(93)
项目 5 液压回路及系统设计 .....	(97)
任务 1 液压顺序动作控制回路的设计 .....	(97)
任务 2 钻床的液压系统设计 .....	(110)
项目 6 气压传动元件识别 .....	(117)
任务 1 气动传动基础 .....	(117)
任务 2 气源装置及气动辅助元件识别 .....	(120)
任务 3 方向控制阀元件识别 .....	(128)
任务 4 流量控制阀元件识别 .....	(143)
任务 5 压力控制阀元件识别 .....	(147)
任务 6 真空元件识别 .....	(149)
项目 7 气压传动系统的分析 .....	(154)
任务 1 气动基本回路概述 .....	(154)

任务 2 气动常用回路 .....	(157)
项目 8 气压传动系统设计 .....	(165)
任务 1 气动程序控制回路设计 .....	(165)
任务 2 电气气动程序回路设计 .....	(181)
项目 9 液压与气动典型系统设计 .....	(194)
任务 1 组合机床动力滑台液压系统 .....	(194)
任务 2 自动成形机液压系统 .....	(202)
任务 3 机械手液压传动系统分析 .....	(209)
任务 4 液压气动系统故障维修与保养 .....	(224)
附录 .....	(233)
参考文献 .....	(238)

## 项目7 气压传动系统的分析

### 学习目标

- (1) 了解气动系统中的基本回路和常用回路。
- (2) 了解工业系统中气动系统的实际应用。
- (3) 理解气动基本回路的构造和性能。
- (4) 掌握气动基本回路的组成、工作原理和应用。

### 任务1 气动基本回路概述

本任务将讨论气动程序控制系统的分析，也就是讨论如何按照给定的生产工艺（程序），使各控制阀之间的信号按一定的规律连接起来，实现执行元件（气缸）的动作。

#### 7.1.1 气动基本回路

与液压传动系统一样，气动系统无论多么复杂，它均由一些具有特定功能的基本回路组成。在气动系统分析、设计之前，先介绍一些气动基本回路和常用回路，以了解回路的功能，熟悉回路的构成和性能，便于气动控制系统的分析和设计，以组成完善的气动控制。应指出的是，本任务所介绍的回路在实际应用中不要照搬使用，而应根据设备工况、工艺条件仔细分析和比较后再选用。

#### 7.1.2 气动回路的符号表示法

工程上，气动系统回路图是以气动元件职能符号组合而成的，故读者对前述所有气动元件的功能、符号与特性均应熟悉和了解。

以气动符号所绘制的回路图可分为定位和不定位两种表示法。

定位回路图是以系统中元件实际的安装位置绘制的，如图7-1-1所示。这会让工程技术人员容易看出阀的安装位置，便于维修和保养。

不定位回路图不是按元件的实际位置绘制的，而是根据信号流动方向，从下向上绘制的，各元件按其功能分类排列，顺序依次为气源系

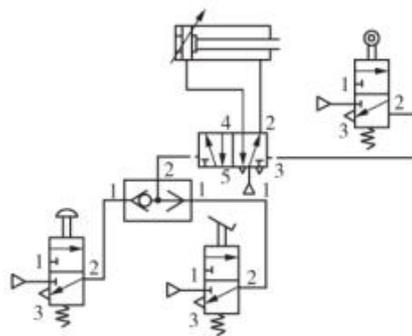


图 7-1-1 定位回路图

统、信号输入元件、信号处理元件、控制元件、执行元件，如图 7-1-2 所示。本任务主要使用此种回路表示法。

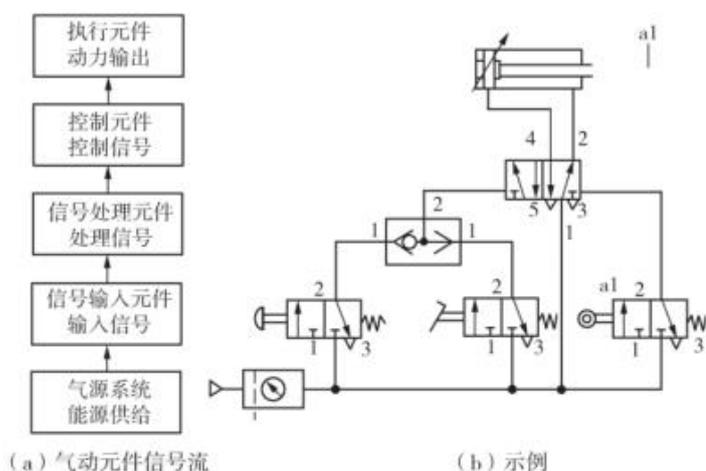


图 7-1-2 不定位回路图

为分清气动元件与气动回路的对应关系，图 7-1-3 和图 7-1-4 分别给出全气动系统和电-气动系统的控制链中信号流和元件之间的对应关系。掌握这一点对于分析和设计气动程序控制系统非常重要。

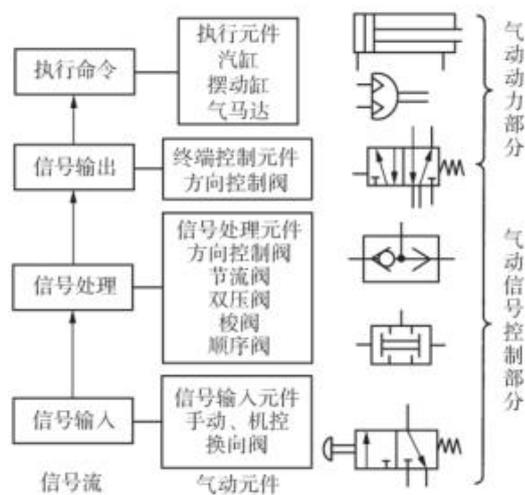


图 7-1-3 全气动系统中信号流和气动元件的关系

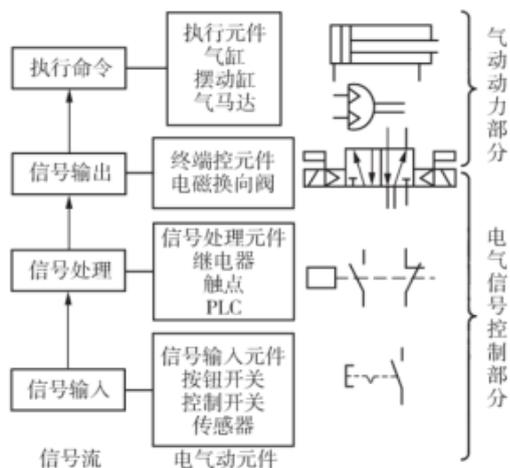


图 7-1-4 电-气动系统中信号流和元件的关系

### 7.1.3 回路图内元件的命名

气动回路图内元件常以数字和英文字母两种方法命名。

#### 7.1.3.1 数字命名

在数字命名方法中，元件按照控制链分成几组，每一个执行元件连同相关的阀称为一个控制链。0 组表示能源供给元件，1、2 组代表独立的控制链。

1A, 2A 等； 代表执行元件

1V1, 1V2 等； 代表控制元件

1S1, 1S2 等； 代表执行元件（手动和机控阀）

0Z1, 0Z2 等； 代表能源供给（气源系统）

#### 7.1.3.2 英文字母命名

此类命名法常用于气动回路图的设计，并在回路中代替数字命名使用。在英文字母命名中，大写字母表示执行元件，小写字母表示信号元件。

A, B, C 等； 代表执行元件

a1, b1, c1 等； 代表执行元件在伸出位置时的行程开关

a0, b0, c0 等； 代表执行元件在缩回位置时的行程开关

### 7.1.4 各种元件的表示方法

在回路图中，阀和气缸应尽可能水平放置，回路中的所有元件均以起始位置表示，否则另加注释。阀的位置定义如下。

#### 7.1.4.1 正常位置

阀芯未操作时阀的位置为正常位置。

## 7.1.4.2 起始位置

阀已安装在系统中,并已通气供压,阀芯所处的位置称为起始位置,应标明。图7-1-5所示的滚轮杠杆阀(信号元件),正常位置为关闭阀位,当在系统中被活塞杆的凸轮板压下时,其起始位置变成通路,应按图7-1-5(b)所示表示。

对于单向滚轮杠杆阀,因其只能在单方向发出控制信号,所以在回路图中必须以箭头表示出对元件发生作用的方向,逆向箭头表示无作用,如图7-1-6所示。

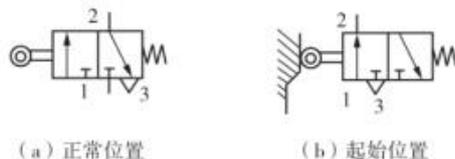


图 7-1-5 起始位置表示图



图 7-1-6 单向滚轮杠杆阀表示

## 7.1.5 管路的表示

在气动回路中,元件和元件之间的配管符号是有规定的,通常,工作管路用实线表示,控制管路用虚线表示。在复杂的气动回路中,为保持图面清晰,控制管路也可以用实线表示,管路尽可能画成直线以避免交叉。图7-1-7所示为管路表示方法。

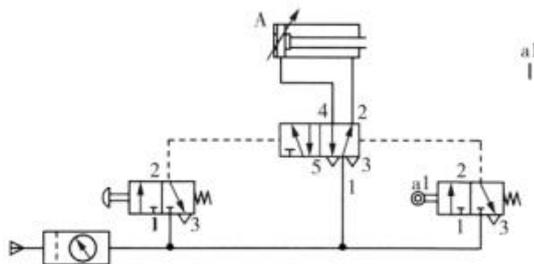


图 7-1-7 管路表示方法

## 思考与练习

- (1) 什么是定位回路图? 定位和不定位回路图的区别是什么?
- (2) 简述不定位回路图的绘制方法。

## 任务2 气动常用回路

## 7.2.1 单作用气缸的控制回路

控制单作用气缸的前进、后退必须采用二位三通阀。图7-2-1所示为单作用气缸控制回路。按下按钮,压缩空气从1口流向2口,活塞伸出,3口遮断,单作用气缸活塞杆伸