

自动化设备和 工程的

设计、安装、调试、故障诊断

ZIDONGHUA SHEBEI HE GONGCHENG DE
SHEJI ANZHUANG TIAOSHI GUZHANGZHENDUAN

姚福来
田英辉
孙鹤旭
等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

自动化设备和工程的设计、安装、调试、故障诊断

姚福来 田英辉 孙鹤旭 等编著



机械工业出版社

本书根据自动化相关专业的特点,从基本内容入手,对自动化设备的原理、结构、选型、安装、调试、验收和维护进行了较为全面的讲解,能够帮助自动化专业的技术人员在遇到问题时可以得心应手地完成工作。为了提高技术人员对各种自动化设备和工程的适应性,书中内容尽量涵盖自动化领域的方方面面。同时本书给出很多实际工作中最常用的设计、选型、安装、调试、故障诊断的方法,使学习者能够快速掌握自动化领域的各种实战技能。

本书力图使学习者在短期内基本掌握实际工作中最常用的一些实用知识,为自动化专业大中专毕业生、本科毕业生、研究生及爱好者快速进入实战状态提供帮助。本书可作为自动化专业的短期速成培训教材或自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

自动化设备和工程的设计、安装、调试、故障诊断/姚福来等编著. —北京:机械工业出版社, 2012. 10

ISBN 978-7-111-40227-5

I. ①自… II. ①姚… III. ①自动化设备 IV. ①TP2

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第257252号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:林春泉 责任编辑:赵任

版式设计:闫玥红 责任校对:陈立辉

封面设计:路恩中 责任印制:张楠

北京四季青印刷厂印刷

2013年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·19印张·527千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-40227-5

定价:49.90元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面防伪标均为盗版

前 言

本书首先对自动化领域的基本知识进行了较为全面的介绍,使工程技术人员对自动化领域的方方面面有一个基本且整体的了解。同时本书对自动化设备和自动化工程目前流行的一些结构、做法和趋势进行了深入浅出的讲解,并给出了一些自动化设备和自动化工程的实际案例。本书对自动化设备安装、调试、运行中经常出现的故障和问题进行了分析,并给出解决办法;同时对于工业现场经常出现的干扰问题,进行了分析,并给出解决办法。在后面的几个章节中,本书还对自动化工程的有关内容进行了简要且全面的讲解。

本书从应用层面对工程管理方法、经验、教训进行探讨,结合作者多年在不同行业的工程实践经验,从招投标、设计、设备采购、系统集成、软件开发、安装调试、竣工验收等各主要环节,介绍了电气自动化工程实施过程中的通用行业知识、项目管理知识及综合运用的经验。

自动化项目管理知识,旨在培养读者的工程思维模式。本书以项目管理为主线,结合自动化工程的特点,介绍了项目管理方面的专业技能,使工程技术人员尽快进入项目管理角色;按照实际项目实施流程,结合实例、工程经验,介绍了自动化项目管理的灵活运用,使工程管理人员逐渐成为出色的项目经理。本书的部分章节给出了工程总结和典型工程案例,这些案例既有各种技术方案的选择,又有管理方法的运用,通过典型案例的分析,读者可以更直观地理解实际工程项目的管理思想,能大大加强读者的临场感,强化实际问题的处理能力,快速提高项目管理经验,以便直接应用于实际工作中。

本书力图使学习者在短期内基本掌握实际工作中最常用的一些实用知识。本书可作为电气自动化工程建设领域项目管理的参考用书,工程设计人员、建设单位、总包方、施工企业、监理公司在实际工作中都可以参考;也可以作为从普通技术人员向复合型工程技术管理人才转型的指导用书;还可以作为新手快速入门,掌握自动化项目管理的培训教材。本书内容难免有不足、陈旧甚至错误的观点,欢迎大家不吝指教。

本书第18~23章的内容由田英辉高级项目经理编写,姚福来博士进行修改和整理;第3章、第7章、第9章和第10章的部分内容由孙鹤旭教授编写;第9章的部分内容由张艳芳高级工程师编写;第8章的部分内容由张艳彬工程师和王红霞工程师编写;第7章的部分内容由姚泊生工程师和姚雅明同学编写;其余各章均由姚福来博士编写。

作者 2012年8月

目 录

前 言

第 1 章 自动化设备和自动化工程 1

- 1.1 自动化设备、自动化系统和自动化项目 1
- 1.2 电气自动化和过程自动化系统的特点 1
- 1.3 电气自动化、电力自动化、采矿自动化和机械自动化系统的构成 1
- 1.4 过程自动化和冶金自动化系统的构成 3
- 1.5 综合自动化系统 5
- 1.6 自动化工程与自动化知识的区别 5

第 2 章 自动化设备和工程常用器件 6

- 2.1 指示灯 6
- 2.2 按钮和急停开关 6
- 2.3 熔断器 6
- 2.4 转换开关和电源开关 7
- 2.5 断路器 8
- 2.6 交流接触器 8
- 2.7 中间继电器 9
- 2.8 热继电器 10
- 2.9 延时继电器 10
- 2.10 刀开关 11
- 2.11 漏电开关 11
- 2.12 控制变压器和自耦变压器 11
- 2.13 进线电抗器、直流电抗器和出线电抗器 12
- 2.14 固态继电器和调功器 13
- 2.15 避雷器 13
- 2.16 多层报警灯 14
- 2.17 蜂鸣器和报警器 14
- 2.18 电压表 15
- 2.19 电流表 15
- 2.20 电流互感器 16
- 2.21 功率因数表 16
- 2.22 电能表 17
- 2.23 开关电源 17

第 3 章 自动化设备和工程常用

传感器 19

- 3.1 行程开关 19
- 3.2 接近开关 20
- 3.3 光电开关 20
- 3.4 直线位移（距离）传感器 22
- 3.5 角度传感器 24
- 3.6 力传感器 25
- 3.7 液位传感器 27
- 3.8 压力传感器 28
- 3.9 温度传感器 29
- 3.10 流量传感器 31
- 3.11 成分分析传感器 33
- 3.12 测速发电机 33
- 3.13 安全光幕 33
- 3.14 视觉传感器 34
- 3.15 电压变送器 35
- 3.16 电流变送器 36
- 3.17 功率因数变送器和功率变送器 36

第 4 章 自动化设备和工程常用辅件 38

- 4.1 电线电缆 38
- 4.2 冷压接线端头、铜线鼻子、压线帽 39
- 4.3 端子排 39
- 4.4 电气导轨 41
- 4.5 绝缘子 41
- 4.6 配线槽和电缆桥架 42
- 4.7 拖链 43
- 4.8 金属蛇管（软管） 44
- 4.9 尼龙扎带 44
- 4.10 电缆牌 45
- 4.11 缠绕管 45
- 4.12 束线固定座 46
- 4.13 电缆固定头、护线环、护线齿 46
- 4.14 配线标志 47
- 4.15 热收缩套管 48

第 5 章 自动化设备和工程常用工具 49

- 5.1 线号机（打号机） 49

5.2 压线钳	49	7.12 变频器输入/输出电抗器的估算	81
5.3 铜(铝)排弯曲机	50	7.13 变频器的基本使用方法	81
5.4 剥线钳和专用剥线工具	51	7.14 变频器的散热问题和无功补偿问题	83
5.5 斜口钳、电缆剪	51	7.15 变频器的 U/f 控制	84
5.6 钳子、扳手、螺钉旋具和锉刀	52	7.16 变频器的矢量控制	85
5.7 卷尺、千分尺和游标卡尺	53	7.17 变频器的直接转矩控制	87
5.8 手锯、曲线锯和铆钉枪	53	7.18 MICROMASTER440 系列变频器	88
5.9 电钻、开孔器和砂轮机	54	7.19 软起动器	92
5.10 电烙铁、焊锡丝、电吹风、热熔胶枪 和绝缘胶带	54	第 8 章 伺服电动机、步进电动机与直流 电动机	94
5.11 验电笔、万用表、钳形表和示波器	55	8.1 伺服电动机	94
5.12 绝缘电阻表和接地电阻表	56	8.2 交流伺服电动机驱动器的接线及 外形	95
5.13 手持式转速表	57	8.3 步进电动机的原理	96
第 6 章 自动化设备和工程的常用控制 装置	59	8.4 步进电动机的参数和接线	99
6.1 电磁铁	59	8.5 直线电动机	100
6.2 电磁阀和气动阀	60	8.6 直流电动机	102
6.3 电动调节阀和气动调节阀	62	8.7 直流无刷电动机	104
6.4 电/气转换器	63	第 9 章 PLC 和运动控制器	107
6.5 气动和液压换向电磁阀	64	9.1 PLC	107
6.6 电液比例阀	66	9.2 PLC 中的 PID 闭环控制	108
6.7 电液伺服阀	67	9.3 PLC 的编程工具	108
6.8 电液数字阀	68	9.4 S7-200 系列小型 PLC	109
6.9 磁粉离合器和磁粉制动器	69	9.5 S7-300 系列中型 PLC	113
6.10 电磁离合器和电磁制动器	70	9.6 运动控制器	117
6.11 电动推杆和电液推杆	70	第 10 章 人机界面与组态软件	122
6.12 自力式调节阀	71	10.1 人机界面	122
6.13 其他电动装置	71	10.2 人机界面的使用方法	122
第 7 章 三相交流电动机、变频器与 软起动器	72	10.3 人机界面的外形及生产厂家	124
7.1 三相交流异步电动机的基本原理	72	10.4 组态软件	124
7.2 三相交流电动机的转速和反向运行	74	第 11 章 现场总线的方案设计 和配置	126
7.3 三相交流电动机的极数	74	11.1 MPI 和 DP 总线的总体方案设计和 通信配置	126
7.4 三相交流异步电动机的实际结构	75	11.2 一个网段上接入的设备数	126
7.5 三相交流电动机常用参数的计算和 估算	76	11.3 RS-485 中继器占用地址	127
7.6 三相永磁同步交流电动机	77	11.4 区段连接	127
7.7 三相交流同步电动机	77	11.5 MPI 通信速度和距离	127
7.8 绕线转子三相交流异步电动机	77	11.6 DP 总线通信速度和距离	128
7.9 三相变频调速电动机	78	11.7 MPI/DP 地址分配	129
7.10 变频器的结构	78	11.8 PG 电缆的总长度	129
7.11 变频器的变频原理	79	11.9 MPI 总线和 DP 总线混合使用	130

11.10	MPI 和 DP 总线的分叉问题	130	14.12	用 PROFIBUS - DP 总线实现单 CPU 的分布式控制	188
11.11	MPI 和 DP 总线中继器后的电气隔离	132	14.13	利用 MPI 总线实现多 PLC 的低成本联网监控	191
11.12	MPI 总线上 PC 机的数量	132	14.14	利用 DP 总线实现多 PLC 联网监控	192
11.13	DP 总线的光纤传输	132	14.15	利用工业以太网实现多 PLC 的监测与控制	193
11.14	一种廉价的双机热备方案	134	第 15 章 自动化系统的抗干扰		196
11.15	工业以太网 PROFINET 的总体方案设计	134	15.1	共模干扰	196
第 12 章 常用电气控制电路		139	15.2	隔离模块的电源隔离及共用问题	197
12.1	控制柜内电路的一般排列和标注规律	139	15.3	通信干扰	197
12.2	电动机起停控制电路	139	15.4	变频器干扰	198
12.3	电动机正、反转控制电路	140	15.5	电源干扰	199
12.4	电动机自耦减压起动控制电路	141	15.6	信号线的选择与屏蔽接地问题	199
12.5	电动机星—三角形减压起动电路	144	第 16 章 故障分析和检修方法		200
12.6	水箱和压力容器自动上水电路	145	16.1	电气电路的故障分析	200
12.7	污水自动排放电路	146	16.2	远距离开关控制失灵的原因分析	200
12.8	电动机自动往复运行电路	146	16.3	现场仪表的故障分析	201
12.9	电动阀门控制电路	147	16.4	传感器输出信号紊乱	201
12.10	定时自动往返喷淋车电控电路	148	16.5	四线制传感器与两线制传感器的连接与转换	201
12.11	机柜照明	149	16.6	PLC 控制柜的故障分析	203
第 13 章 自动化系统常用图形符号		150	16.7	PLC 开关量输入信号紊乱	203
13.1	常用电气电路的图形符号	150	16.8	变频器的故障分析	204
13.2	常见过程控制仪表及元件的功能标志、缩写和图形符号	157	16.9	通信故障分析	204
13.3	常见气动液压系统的图形符号	168	16.10	现场的视频信号异常	205
第 14 章 自动化项目案例		174	16.11	电子控制设备大面积损坏的原因分析	205
14.1	变频恒压控制系统	174	第 17 章 自动化系统的远程维护与软件加密		208
14.2	恒温度控制	176	17.1	利用“远程协助”功能实现远程监控、编程与诊断的方法	208
14.3	恒流量控制	177	17.2	通过调制解调器拨号方式实现远程监控、编程与诊断的方法	209
14.4	成分控制	178	17.3	通过以太网 ADSL 方式实现远程监控、编程与诊断的方法	210
14.5	张力控制	179	17.4	通过无线上网卡方式实现远程监控、编程与诊断的方法	214
14.6	负载分配控制	181	17.5	通过 GPRS 无线路由卡方式实现远程监控、编程与诊断的方法	214
14.7	一种四工位套准控制系统的结构设计	182	17.6	通过 Windows 的虚拟专用网络方式实现远程监控、编程与诊断的方法	215
14.8	用 PLC 和电台组成的无线遥控遥调自动控制系统	183			
14.9	通过 PROFIBUS - DP 总线实现多台变频器的同步运行	186			
14.10	高速闭环同步控制系统	187			
14.11	利用 RS - 485 实现 S7 - 226 对多台 MM440 变频器的速度同步控制	188			

17.7 程序的加密和保护	215	20.8 项目成本管理	242
第 18 章 自动化工程的特点及相关规范	222	20.9 项目质量管理	242
18.1 一个新手的麻烦	222	20.10 项目沟通管理	242
18.2 自动化工程	222	20.11 项目采购管理	242
18.3 自动化工程的特点	222	20.12 项目风险管理	243
18.4 自动化工程的相关国内规范	223	20.13 执业资格	246
18.5 自动化工程相关的标准及规范	223	20.14 项目经理应具备的理论知识和能力	246
18.6 自动化工程有关的外国标准与国际标准缩写	224	20.15 项目经理应具备的素质特征和性格特征	247
18.7 自动化工程中常用的缩略词汇	225	20.16 如何成为优秀的项目经理	247
18.8 要求的相关资质与认证	225	20.17 项目经理的辩证法	248
18.9 工业现场的防爆要求	225	20.18 计划与变化的平衡	248
18.10 自动化设备的防尘和防水要求	226	20.19 高效会议	248
18.11 自动化系统安全运行的其他指标	226	20.20 良好的习惯——时间管理	249
18.12 自动化系统的防雷要求	226	20.21 谈判与谈判技巧	249
18.13 自动化工程的新趋势	228	20.22 有关项目管理的 16 条至理名言	250
18.14 自动化工程实例	229	20.23 高效的项目沟通管理案例分析	250
18.15 一个自动化总包项目可能包含的内容	230	20.24 项目的国际交流	252
第 19 章 自动化工程的软、硬件选型与设计	231	第 21 章 招投标管理	253
19.1 中控常用硬件设备选型设计	231	21.1 招投标准备	253
19.2 变配电间(电动机控制中心)	231	21.2 编制商务标书	253
19.3 现场设备	232	21.3 编制技术标书	254
19.4 系统网络结构分析、设计与设备选型	235	21.4 评标答疑	255
19.5 电缆用途	235	21.5 决标与中标通知	255
19.6 常用的几种显示方式	236	第 22 章 系统集成与出厂质检	256
19.7 自动化设计应具备的能力	236	22.1 成立项目组	256
19.8 软件选型依据	236	22.2 设计论证/评审	256
19.9 PLC 常用的组态软件	237	22.3 设备考察、采购、招标、分包管理	256
19.10 SCADA 监控软件	237	22.4 车间装配	257
19.11 历史站与其他设备编程	237	22.5 出厂验收	258
19.12 设计阶段的变更管理	237	22.6 装箱发货	258
19.13 软件开发	237	22.7 把握项目管理三要素	258
第 20 章 自动化工程的项目管理	238	第 23 章 现场管理与竣工验收	259
20.1 常用仪表的几种安装方式	238	23.1 安装准备	259
20.2 项目图纸内容	239	23.2 设备安装	270
20.3 项目管理	240	23.3 调试	272
20.4 项目管理经常出现的几个问题	241	23.4 验收移交	275
20.5 设计变更管理	241	23.5 项目组解散	278
20.6 项目时间管理	242	23.6 自动化工程项目施工中常用的表格	279
20.7 项目人力资源管理	242	附录	280
		参考文献	294

第1章 自动化设备和自动化工程

1.1 自动化设备、自动化系统和自动化项目

自动化设备和自动化系统存在于各行各业中。自动化设备多是指完成同一个任务自成一体的装置或较集中放置的装置和部件。自动化系统包含的范围更广一些，即使装置或部件不是集中放置，只要它们是完成同一个任务，也将它们称为一个自动化系统。自动化在不同的场合和不同的行业，它们会被赋予不同的名称，如电气自动化、过程自动化、电力自动化、冶金自动化、采矿自动化等。

自动化设备和自动化系统的组织和实施，统称为自动化项目的组织和实施。

1.2 电气自动化和过程自动化系统的特点

以跟随控制和位置动作控制为主线的电气自动化控制，如机械手、加工中心、数控机床、注塑机、自动化装配线和保证线等；以工艺参数（如温度、压力、流量、成分等）为控制目标的过程控制，如化肥、炼油、化工、制药、焦化等领域；以输电、配电、发电为目标的电力自动化系统，如电力公司、企业输配电部门的自动化系统；以煅烧、冶炼为控制目的的冶金自动化系统，如炼铁厂、水泥厂、玻璃厂等；以开采、输送和选矿为目的的采矿自动化系统，如矿山、煤矿、石膏矿、金矿、银矿、铁矿、锡矿等。

简单地讲，如果生产过程中的工件或物料其性质不发生化学变化，用物理方法或机械方法生产出的产品归为电气自动化，这样的系统执行机构以电动机为主，传感器以位置、速度传感器为主；参与反应的物料将改变化学性质或形态（如水汽相变），利用化学反应或相变反应来生产的产品归为过程自动化，这种系统以阀门、传送带输送、叶轮给料、定量泵、螺旋给料等执行器为主，传感器以温度、压力、流量、成分传感器为主。

1.3 电气自动化、电力自动化、采矿自动化和机械自动化系统的构成

电气自动化和机械自动化系统以传动和定位为主要目标，电动机是其主要执行器件，电气自动化系统的构成主要有：以速度、直线位移、旋转角度、接近开关等传感器组成的检测部分，以伺服电动机、步进电动机、直线电动机、同步电动机、异步电动机、气缸、液压缸为输出动力的执行部分，以电控柜、可编程序控制器（Programmable Logic Controller, PLC）、分布式控制系统（Distributed Control System, DCS）、同步控制器、PC、PID、触摸屏、按钮、继电器指示灯等装置和器件组成的控制部分。还有与此配套的丝杠、直线导轨、直线轴承、同步带、链条等辅助部分。检测传感器测得生产线上产品当前的位置，把信号送入控制柜，控制柜内的控制器经过分析、计算、判断，通过继电器、气缸或调速器等装置去控制执行机构的运动速度、运动位置和装置开合，并完成需要的加工、速度调节、位置调节、配合、包装、印刷、标记等工作。如果需要人工启停或干预，可以通过计算机屏幕或控制柜上的按钮实现。

电气自动化同步控制系统的工作原理：控制器启动整个系统运行，被加工的产品被输送到各

个工位，传感器检测各个工位当前的速度或位置，与设定的速度或位置进行比较，然后调节各个工位的运行速度和位置，以完成产品的加工。如自动化纸机生产线的网部、烘干、压光、卷曲等环节电动机的同步随动控制，数控自动化机床的几个坐标电动机的进退、旋转、定位等控制，多色自动印刷机的各色印刷辊电动机的同步套准控制，自动轧钢机的几个工位轧辊的同步控制，机械手的几个关节电动机的协调控制等。

电气自动化加工和装配生产线的工作原理：控制器启动输送装置，传送带（或链条）将需要装配的产品送到每一个工位，在每一个工位将需要装配的原料按一定的姿势或方向输送到出料口，由机械手（或组合气缸）拾取工件，检测到产品到达，且为合格后，产品停止运动（或用止动气缸拦下），机械手将工件装到产品上，完成旋转紧固、冲孔、裁剪、喷漆、打标或点焊，如是液体灌装，则定量注入液体，产品运动进入下一个工序，一直到最后工位，完成产品的全部装配、加工和包装。如汽车、摩托车、电动车、减速机、继电器、按钮等设备或器件的自动化生产装配线、饮料灌装自动化生产线、家用电器自动化装配线、食品（药品、化工原料、电气产品等）的自动包装机等。

电力自动化系统以发电、输电和配电为主要目的，用电压传感器、电流传感器、功率传感器、功率因数传感器、接地测量传感器、短路测量传感器、漏电传感器、电能表等传感器检测各条电路的参数，用高压电动分断器、电动开关、接触器作为执行部件，用电控柜、PLC、DCS、PC、触摸屏、按钮、继电器指示灯等装置和器件做控制部件，检测传感器测得电路参数，把信号送入控制柜，控制柜内的控制器经过分析、计算、判断，通过各种开关去控制电路的通断和分合。如果需要人工启停或干预，可以通过计算机屏幕或控制柜上的按钮实现。发电部分主要是锅炉、汽轮机和并网控制，其中锅炉控制与过程自动化内容交叉。

采矿自动化系统以电动机拖动的挖掘机、开采机、通风、排水、传送带输送、料斗输送、选矿分选等方法，把煤炭、石膏、矿石等挖掘出来，并分类和集中存储，其生产过程与电气自动化中的物料输送基本类似。

其实，大量的电气自动化系统是混合型的自动化系统，如数控加工中心既有各个坐标电动机的同步配合控制，也有更换刀具的装配控制，机械手既有几个关节电动机的同步协调控制，也有抓取和放下等装配动作，有可能还有油压闭环恒值控制。大量的电气自动化系统的电能都是由前端的配电系统提供的。数控机床和机械手如图 1-1 所示。

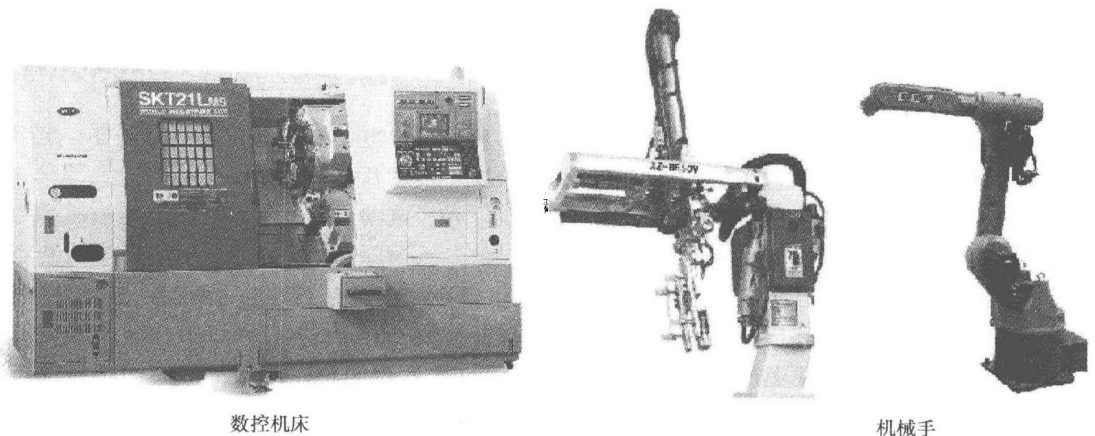
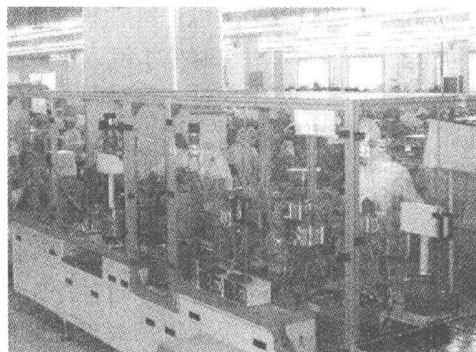


图 1-1 数控机床和机械手

汽车自动化转配线和继电器装配线如图 1-2 所示。



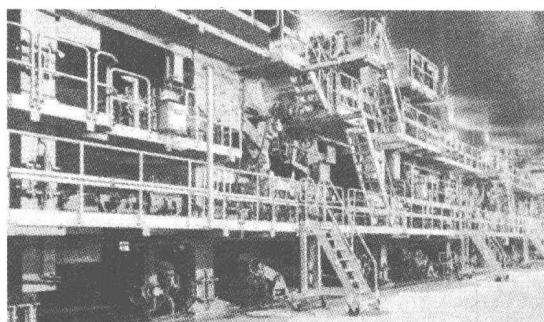
汽车自动化转配线



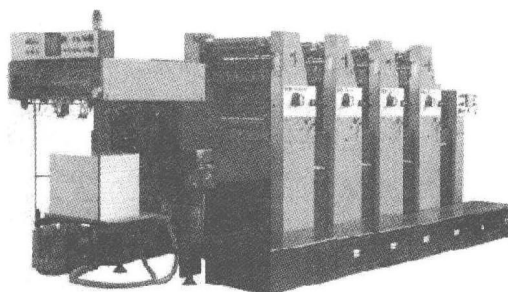
继电器装配线

图 1-2 汽车自动化转配线和继电器装配线

纸机自动化生产线和自动印刷机如图 1-3 所示。



纸机自动化生产线



自动印刷机

图 1-3 纸机自动化生产线和自动印刷机

1.4 过程自动化和冶金自动化系统的构成

过程自动化系统以温度、压力、流量和成分为主要控制目标，阀门是过程控制系统的主要执行器件。过程控制系统的构成主要有：以温度、压力、液位、流量、成分等传感器（可能成千上万个）组成的检测部分，以电动（或气动）阀门、电动执行器、电动机、气缸、液压缸为输出动力的执行部分，以电控柜、PLC、DCS、同步控制器、PC、PID、触摸屏、按钮、继电器指示灯等装置和器件组成的控制部分，检测传感器测得生产流程中反应釜、发酵罐、合成塔、精馏塔、混合池和管路上的温度、压力、液位和成分，把信号送入控制柜，控制柜内的控制器经过分析、计算、判断，通过继电器、电动（或气动）阀门、气缸或调速器等装置去控制阀门的开度、闸板的高低、送料的速度和电动机的转速，并完成化合反应、混合、配比、发酵、保温、保压等工作。如果需要人工启停或干预，可以通过计算机屏幕或控制柜上的按钮实现。

冶金自动化系统以温度、压力、成分、重量、流量为主要测量参数，采用电动机拖动、阀门开关、叶轮给料、螺旋给料、传送带输送、链条输送等控制方式，以电控柜、PLC、DCS、PC、PID、触摸屏、按钮、继电器指示灯等装置和器件组成的控制部分，最后生产出合格的原材料产品。

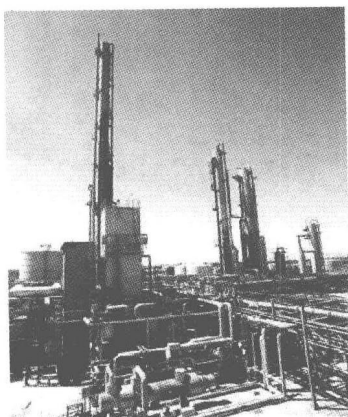
间歇式过程控制系统的工作原理：控制器启动整个系统运行，控制阀门或给料机（如叶轮给料机、定量泵），按体积或重量比例投加各种化工原料，通过传感器测量重量或液位，加料完

毕，关闭进料阀门或输送机，然后蒸汽加温诱发反应进行，也有些过程是用火烧制或加温，控制搅拌电动机运行，同时控制凉水流入反应釜内部交换器的流量，控制温度上升的速度，到达需要的温度，根据工艺要求保持一定时间，然后再加温、冷却或加料，如果压力过高，反应过快，则停止搅拌或打开排压阀门，生产过程完毕，打开阀门卸料，包装或灌装，完成产品的生产。这样的自动化生产过程有油漆、制药、食品、橡胶等化工产品的生产过程。

连续性过程控制的工作原理：控制器启动整个系统运行，控制阀门或给料机（如叶轮给料机、定量泵），按体积或重量比例持续投加各种化工原料或水，通过传感器测量重量或液位连续检测加入量，搅拌电动机起动，同时控制蒸汽和凉水的流量（或鼓风机）来控制反应釜（或锅炉）的温度，根据工艺要求保持一定的时间，然后进入下一个工艺过程，也有些过程控制并不控制温度，只是根据反应的速度和半成品的浓度控制反应时间，还有的过程只是控制压力、液位和流量，下一道工序的原料输入是上一道工序半成品的输出，一直到最后完成产品的生产，产品包装或灌装（如是电力则送入电网，如是污水，则排入管道）。这样的自动化生产过程有化肥、炼油、火力发电、污水处理、炼钢、净水等。

大量的过程自动化系统是混合型的自动化系统，在整个生产过程中，既有间歇性过程控制又有连续性过程控制，如化肥厂、水泥厂、钢铁厂、玻璃厂等。

化肥厂和炼油厂如图 1-4 所示。



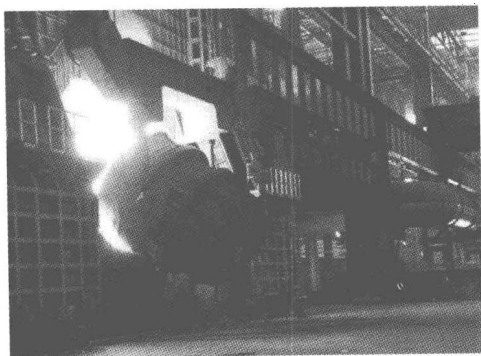
化肥厂



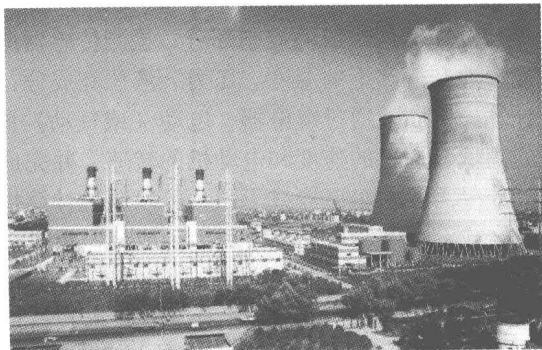
炼油厂

图 1-4 化肥厂和炼油厂

炼钢厂和火力发电厂如图 1-5 所示。



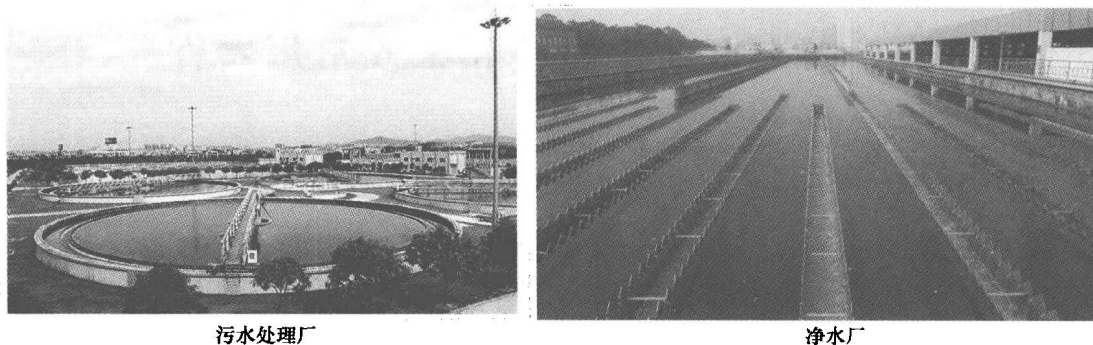
炼钢厂



火力发电厂

图 1-5 炼钢厂和火力发电厂

污水处理厂和净水厂如图 1-6 所示。



污水处理厂

净水厂

图 1-6 污水处理厂和净水厂

1.5 综合自动化系统

对于多数的工厂企业，其内部的自动化系统多为综合自动化系统，里面既有电气自动化的内容，又有过程控制的内容，如在造纸厂，前面的制浆阶段，主要是过程控制的内容，后面的纸机同步控制则是电气自动化的内容；在汽车厂，虽然大量的是电气自动化系统，但是车间温度、湿度、喷漆的温度和配比控制，则是过程控制的内容；在化肥厂，虽然是过程控制在发挥主要作用，但是里面的水泵、风机、压缩机、定量泵的调速控制则是电气传动的内容，发电厂也是过程控制和电气自动化控制相混合的，所以在实际工厂中，大量存在的是综合自动化系统。

1.6 自动化工程与自动化知识的区别

完成自动化项目的过程称之为自动化工程，自动化工程不同于自动化技术和自动化知识，自动化知识中没有责任的概念，而自动化工程是做事，所以与自动化知识有很大不同。作为自动化工程应该包含以下内容：

- 1) 想干什么事（项目的内容）。
- 2) 想花多少钱干这个事（预算）。
- 3) 什么机构能干这个事（企业资质）。
- 4) 什么人能干这个事（个人资质）。
- 5) 想多长时间干完这个事（工期）。
- 6) 谁该干什么（分工）。
- 7) 该怎么干（操作规范与标准）。
- 8) 什么叫干好（验收标准，出厂验收与竣工验收）。

第 2 章 自动化设备和工程常用器件

2.1 指示灯

指示灯多由发光二极管（LED）组成，寿命较长。氖泡和灯泡组成的指示灯，寿命较短。指示灯通电后发光，断电后熄灭，一般用于指示电源的通断、设备起停状态、故障等。其工作电压有 AC 380V、AC 220V、DC 12V、DC 24V 等。电控柜常用按钮开孔尺寸为直径 22mm，其主要参数有电压等级、开孔尺寸、颜色、是否带标牌等，常见型号有 AD17、K22 等。

指示灯的外形如图 2-1 所示。

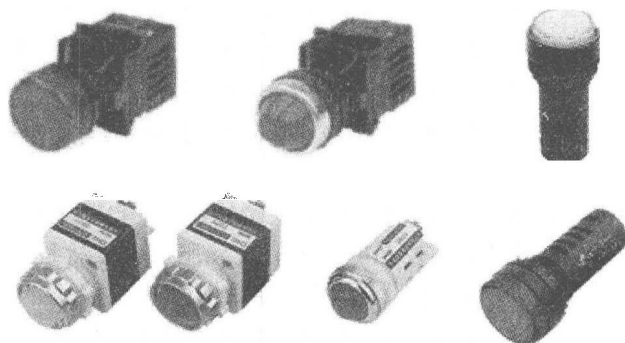


图 2-1 指示灯的外形

2.2 按钮和急停开关

按钮压下后触点动作，抬起后触点又复原，按钮一般用作设备的起停控制或功能输入。旋钮开关（1 档、2 档、3 档）则通过旋转一定角度并停在该位置使触点接通，反方向旋转又使触点断开，一般用于电源开关或功能切换。有些按钮是模块化的，可以自由增减；也有一些按钮的标准配置为一个常开触点和一个常闭触点。

急停按钮一般为红色或黄色，动作方式是用手压下时触点动作，然后自锁，只有用手将按钮旋转一定角度才能复位，一般用于事故紧急停车。

电控柜常用按钮的开孔尺寸为直径 22mm，其主要参数有常开触点数量、常闭触点数量、开孔尺寸、颜色、是否带灯、是否自锁、是否带标牌等，常见型号有 LA42、K22 等。

按钮的外形如图 2-2 所示。

2.3 熔断器

熔断器的作用类似于熔丝，当电流大于其标称电流的一定比例时，熔断器内的熔断材料（或熔丝）发热，经过一定时间后熔断，以保护电路，避免发生较大范围的损害。熔断器可以用作仪器仪表及电路装置的过载保护和短路保护。多数熔断器为不可恢复性产品（可恢复熔断器

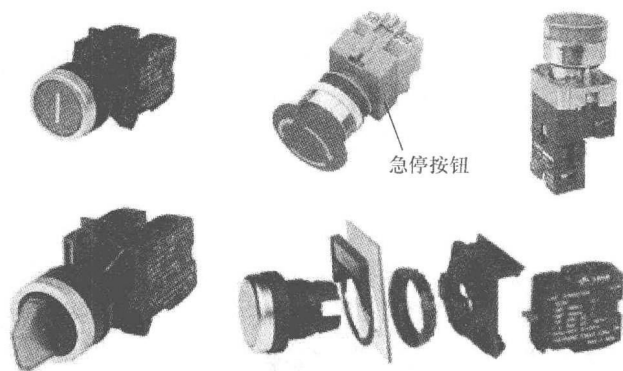


图 2-2 按钮的外形

除外), 一般二次电路用的熔断器电流小于 10A, 动力用熔断器根据被保护装置或电路的电流值乘 2.3 倍的系数所得数值的上一档选取。快速熔断器还可以用来保护电力电子器件。常见型号有 RT14、RT32 等。

熔断器的外形如图 2-3 所示。

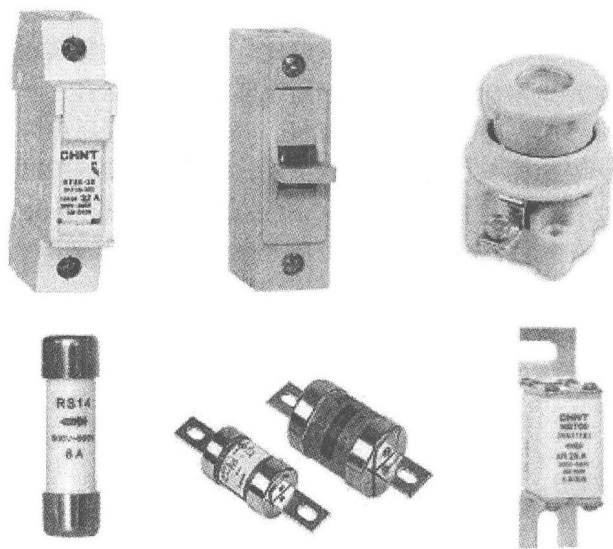


图 2-3 熔断器的外形

2.4 转换开关和电源开关

转换开关一般用作控制功能的转换及电源的通断, 转换位置可以有很多档。转换开关上有多个常开触点和常闭触点, 当转动转换开关到不同位置时, 就有不同的触点发生断开和闭合动作, 利用这些触点的开闭来完成电气功能的切换。常见型号有 LW5D、HZ12 等。

专门用作电源通断的转换开关叫电源开关, 电源开关的转换位置一般为两档, 颜色多为红黄搭配, 触点容量(额定电流)一般较大。

转换开关和电源开关的外形如图 2-4 所示。

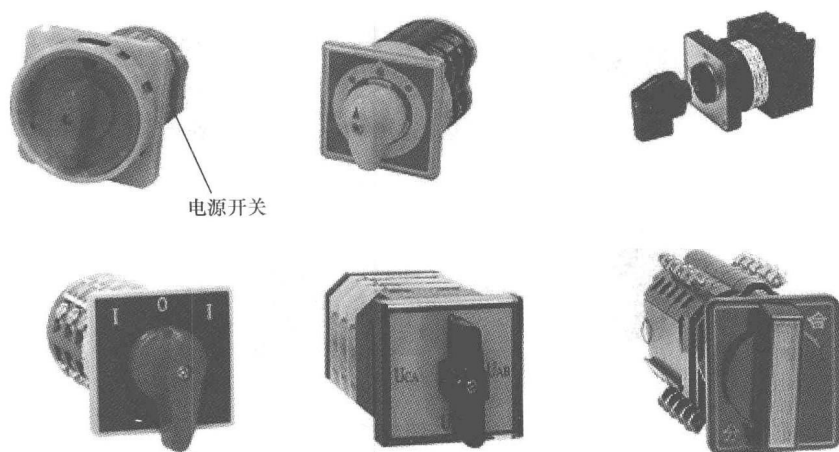


图 2-4 转换开关和电源开关的外形

2.5 断路器

断路器主要提供可以恢复的短路保护，当电路或电气装置发生瞬间短路或瞬间大电流时，断路器自动跳闸断开，以保护电路和电气装置，跳闸后可以人工重新合上。与熔断器比，断路器可以反复使用。断路器也叫空气断路器，断路器因利用空气为绝缘介质而得名，以区别于以油为绝缘介质的油开关。断路器分电路保护型和电机保护型，电路保护型的断路器其瞬间允许的跳闸电流约为 7 倍额定电流，电机保护型的约为 11 倍，这一点初学者一定要引起注意。断路器一般按被保护电机的 2.25 ~ 2.5 倍选取，没有同规格的向上一档选取，常见型号有 DZ47、C45、DZ12、DZ20 等。

断路器的外形如图 2-5 所示。

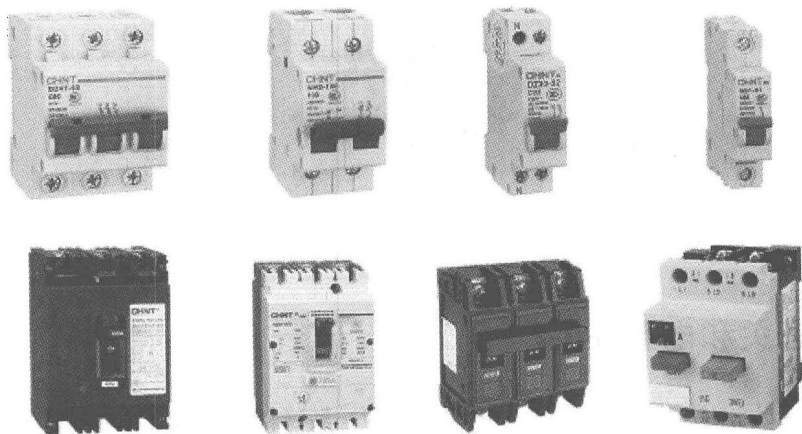


图 2-5 断路器的外形

2.6 交流接触器

交流接触器主要用来控制主电路设备的通、断电，因控制电流一般较大，其内有消弧装置，

交流接触器通电后铁心动作带动主触点和辅助触点动作，主触点接通主电路，辅助触点用于自锁、安全互锁或告知功能，线包断电，主触点抬起，主电路断电，辅助触点断开。主触点多数为3个常开触点，用于控制三相主电源；当有4个主触点时，可以同时控制零线的通断。辅助触点有常开触点和常闭触点，有些交流接触器的辅助触点是模块化的，可以自由增减。交流接触器的主要参数为触点电流和线包工作电压，触点电流一般按被控装置的额定电流选取，没有相同规格的向上一档选取。交流接触器柜内安装时要注意其前面留出说明书中要求的安全喷弧距离。常见型号有CJ20、CJ12、NC3等。

交流接触器的外形如图2-6所示。

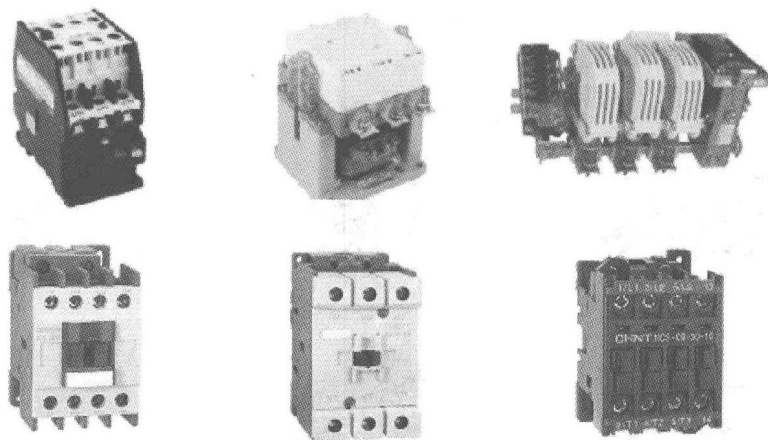


图2-6 交流接触器的外形

2.7 中间继电器

中间继电器的原理同交流接触器一样，也是利用线包的通、断电使触点发生闭合或断开的动作，只不过它的主要作用是控制中间电路或其他小功率电气装置的断通，在主电气元件之前起中继作用，或发出告知信号。中间继电器的触点无主辅之分，数量也有多有少，有一开一闭，四开四闭不等。有的中间继电器有防尘罩，以保护触点的清洁。常见型号有JZ7、JZC4、JQX-13F、JZX-22F、HH52等。

部分中间继电器及插座的外形如图2-7所示。

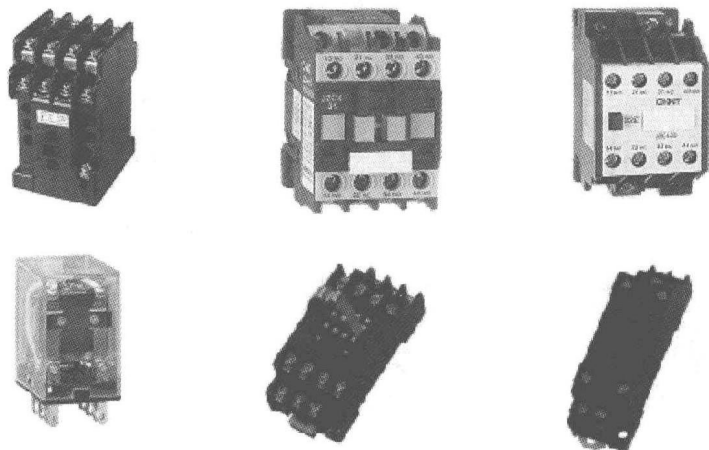


图2-7 部分中间继电器及插座的外形