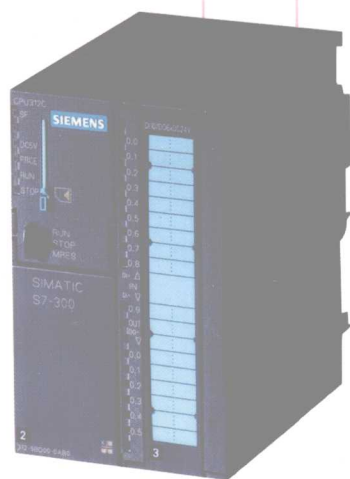


西门子S7-300/400

PLC控制系统设计与应用

陈章平 杨 泽 沈国宇 戴李 金锦 等编著
审校

- 语言浅显易懂
- 侧重工程应用
- 提供实例仿真文件
- 提供精美电子教案



西门子 S7-300/400 PLC 控制 系统设计与应用

陈章平 杨 泽 沈国宇 戴 金 等编著

李 锦 审校

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从工程应用的角度出发,以当前我国使用较多的西门子S7-300/400 PLC为对象,系统地介绍了西门子S7-300/400 PLC的主要构成、设计方法及具体应用。

本书针对西门子S7-300/400 PLC控制系统的基础应用,分别介绍了可编程逻辑控制器、S7-300/400硬件模块、PLC的工作方式、S7-300/400的指令系统、S7-300/400的编程过程、S7系列编程软件、S7-300/400 PLC的通信、S7-PLCSIM的运用等内容;最后是综合运用所学知识的动手实践环节,结合具体工程应用实例详细描述了从问题的分析到编写出PLC控制程序的整个过程。

本书内容完整、通俗易懂、实用性强,可作为高等院校及高职机电类专业教材,也可供西门子S7-300/400 PLC工程技术人员及自学者参考和学习。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

西门子 S7-300/400 PLC 控制系统设计与应用/陈章平等编著. —北京:清华大学出版社,2009.7

ISBN 978-7-302-20091-8

I. 西… II. 陈… III. 可编程序控制器 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 067746 号

责任编辑:钟志芳 纪文远

封面设计:张 岩

版式设计:杨 洋

责任校对:姜 彦 焦章英

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:14.25 字 数:326 千字

版 次:2009年7月第1版 印 次:2009年7月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:25.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:022987-01

前 言

工业自动化是国家经济发展的基础，用于实现自动化控制的设备主要集中为单片机和 PLC。单片机由于控制能力有限、编程复杂等缺点，现在正逐步退出控制舞台。PLC 则因为其功能强大、编程简单等优点，得到迅猛的发展及运用；各个品牌的 PLC 相继进入我国市场，如西门子、三菱、欧姆龙等。

PLC 的功能强大，可以进行逻辑控制、运动控制、数据处理、通信等操作；并且具有稳定性高、可移植性强等优点，因此受到广大机械工程控制技术人员青睐。PLC 是当前工业控制领域中不可或缺的一部分，也是广大相关专业师生需要掌握的内容。

PLC 还提供了仿真功能，在编写的控制程序具体运用实际控制之前，可以对程序进行实时的仿真；这不仅方便调试程序，还有助于避免对实际生产设备的损害。目前，PLC 正以其开发周期短、控制稳定性高等特点占据自控领域的主导。

本书特点

- ◇ 在语言上，本书尽量以浅显易懂的语言进行讲解，去掉了一些实际工程应用中的晦涩词汇，使表达更加简洁明了。
- ◇ 在内容上，本书在介绍 S7-300/400 PLC 的基础知识及应用时，减少了工程中过于复杂、难于理解的内容，并增加了 PLC 模拟仿真软件的介绍及相应的实例。
- ◇ 在结构安排上，本书的编写更加贴近读者的思维习惯，易于掌握。每章开始都有本章导读，结尾都有本章小结及相应的思考练习题，有助于读者把握学习重点。

主要内容

本书主要针对目前我国工业控制领域中使用较多的西门子 S7-300/400 PLC 进行介绍。在全书的写作过程中，力求体现理论联系实际、学以致用。其中，既有简明扼要的理论介绍，又有典型的 S7-300/400 PLC 的应用实例，使读者能很快掌握 S7-300/400 PLC 的工作方式、功能模块、编程技术等知识。

本书共分为 9 章，内容如下。

第 1 章：可编程逻辑控制器简介。

第 2 章：S7-300/400 硬件模块。

第 3 章：PLC 的工作方式。

第 4 章：S7-300/400 的指令系统。

第 5 章：S7-300/400 的编程过程。

第 6 章：S7 系列编程软件介绍。

第 7 章：S7-300/400 PLC 的通信。

第 8 章：S7-PLCSIM 的运用。

第 9 章：S7-300/400 的应用实例。

编写分工

本书由陈章平、杨泽、沈国宇、戴金等编著，李锦审校。其中，第 1 章由李锦编写，第 2 章由杨泽编写，第 3 章由罗华编写，第 4、9 章由陈章平、杨泽、姚林、沈国宇、李锦共同编写完成，第 5 章由姚林编写，第 6、7、8 章由陈章平编写。本书在编写过程中得到了四川大学罗华老师的大力支持，并参考了部分文献资料，在此向相关文献作者表示衷心的感谢。

参与本书工作的还有王治国、冯强、曾德惠、许庆华、程亮、周聪、黄志平、胡松、邢永峰、邵军、边海龙、刘达因、赵婷、马鸿娟、候桐、赵光明、李胜、李辉、候杰、王红研、王磊、闫守红、康涌泉、李欢、蒋杼倩、王小东、张正亮、宋利梅、何群芬、程瑶等，在此一并向他们的辛勤工作表示感谢。

本书可作为高等院校及高职机电类专业教材，也可供西门子 S7-300/400 PLC 工程技术人员及自学者参考和学习。

由于水平所限，加之时间仓促，书中难免会有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

配套服务

为充分体现本书特色，帮助读者深刻理解本书编写意图和内涵，进一步提高对本书教学的使用效率，我们制作了本书电子教案和实例仿真文件，相关内容可到清华大学出版社网站（www.tup.com.cn）下载。欢迎读者将本书使用过程中的问题与各种探讨、建议反馈给我们，我们将竭诚为您服务（E-mail: china_54@tom.com）。

编 者

目 录

第 1 章 可编程逻辑控制器简介	1
1.1 PLC 的概述	1
1.1.1 PLC 的概念	1
1.1.2 PLC 的功能	2
1.2 逻辑控制的发展	3
1.2.1 继电器逻辑控制	3
1.2.2 可编程逻辑控制器	10
1.3 主流 PLC 简介	12
1.4 本章小结	14
思考练习题	14
第 2 章 S7-300/400 硬件模块	15
2.1 CPU	15
2.1.1 S7-300 的 CPU 介绍	15
2.1.2 S7-400 的 CPU 介绍	18
2.1.3 CPU 模块的面板	20
2.2 输入模块	21
2.2.1 数字量输入模块	22
2.2.2 模拟量输入模块	24
2.3 输出模块	26
2.3.1 数字量输出模块	26
2.3.2 模拟量输出模块	28
2.4 其他模块	29
2.4.1 电源模块	29
2.4.2 通信模块	31
2.4.3 功能模块	34
2.5 本章小结	36
思考练习题	36
第 3 章 PLC 的工作方式	38
3.1 PLC 的循环工作方式	38
3.1.1 PLC 工作阶段划分	38

3.1.2 PLC 的自诊断阶段.....	39
3.1.3 PLC 的定时输入和实时输入.....	39
3.1.4 PLC 的用户程序执行.....	40
3.1.5 PLC 的定时输出和实时输出.....	40
3.1.6 PLC 的相互通信.....	43
3.2 PLC 工作的时序分析.....	43
3.3 本章小结.....	45
思考练习题.....	45
第 4 章 S7-300/400 的指令系统.....	46
4.1 指令系统的基础.....	46
4.1.1 数据和数据类型.....	46
4.1.2 数据的表示格式.....	48
4.1.3 指令的组成.....	49
4.1.4 寻址方式.....	51
4.2 逻辑运算指令.....	53
4.2.1 位逻辑运算指令.....	53
4.2.2 字逻辑运算指令.....	57
4.3 算术运算指令.....	58
4.3.1 整数运算指令.....	58
4.3.2 浮点数运算指令.....	59
4.4 比较指令.....	60
4.5 移位指令.....	61
4.5.1 单步移位指令.....	61
4.5.2 循环移位指令.....	62
4.6 计数器指令.....	63
4.7 定时器指令.....	64
4.8 转换指令.....	68
4.8.1 转换指令作用分析.....	68
4.8.2 具体转换指令介绍.....	68
4.9 数据传送指令.....	74
4.9.1 MOVE 指令.....	74
4.9.2 STL 语言的数据传递指令.....	75
4.10 块操作指令.....	76
4.10.1 S7-300/400 系统提供的块类型.....	76
4.10.2 程序块的功能及相关指令.....	79
4.10.3 数据块的功能及相关指令.....	80
4.11 程序控制指令.....	81

4.11.1	跳转指令	81
4.11.2	子程序定义、调用及结束指令	86
4.11.3	主程序结束指令	88
4.12	本章小结	89
	思考练习题	89
第 5 章	S7-300/400 的编程过程	91
5.1	概述	91
5.2	梯形图	94
5.3	顺序控制的编程	95
5.3.1	顺序控制的特点	95
5.3.2	顺序控制编程的实现	96
5.4	顺序控制流程图的组成与构建	96
5.4.1	步	96
5.4.2	转换	97
5.4.3	路径	98
5.4.4	顺序功能流程图的构建	98
5.5	本章小结	105
	思考练习题	105
第 6 章	S7 系列编程软件介绍	106
6.1	编程软件 STEP7 简介	106
6.2	STEP7 标准软件包	107
6.2.1	硬件配置	107
6.2.2	编程工具	107
6.2.3	符号编辑器	109
6.2.4	硬件诊断	109
6.3	STEP7 扩展软件包	109
6.3.1	工程软件	110
6.3.2	运行版软件	111
6.3.3	人机接口	111
6.4	STEP7 软件的安装	112
6.4.1	安装的硬件要求	112
6.4.2	安装的软件要求	112
6.4.3	软件安装过程	112
6.5	STEP 7 软件的使用	114
6.5.1	项目的建立	115
6.5.2	硬件配置	121

6.5.3	主、扩机架体系的建立	122
6.5.4	主机架中 CPU 属性设置	123
6.5.5	主、扩机架中 I/O 模块的属性设置	130
6.5.6	节点主站系统建立	133
6.5.7	程序块的生成和运用	135
6.5.8	生成源文件	140
6.5.9	建立符号表	142
6.5.10	块比较功能	145
6.5.11	编程设备与 PLC 设备的连接	146
6.5.12	STEP7 软件与设备的连接	146
6.5.13	程序的下载和上传	147
6.5.14	程序的调试	149
6.6	本章小结	151
	思考练习题	152
第 7 章	S7-300/400 PLC 的通信	153
7.1	PLC 网络的特点和基本通信功能	153
7.1.1	PLC 网络的基本特点	153
7.1.2	PLC 网络的通信功能	154
7.2	通信方式	155
7.2.1	以数据传输的形式划分	155
7.2.2	以传输数据的过程划分	155
7.3	通信标准	156
7.4	S7-300/400 PLC 的典型通信网络	157
7.5	基于工业以太网的通信	158
7.5.1	工业以太网概述	159
7.5.2	工业以太网的物理部件	159
7.5.3	工业以太网子网络的组成	160
7.6	基于 PROFIBUS 的通信	161
7.6.1	PROFIBUS 概述	162
7.6.2	PROFIBUS 协议的分类	162
7.6.3	PROFIBUS 协议的物理部件	163
7.6.4	PROFIBUS 子网络的组建	164
7.7	基于 MPI 的通信	167
7.7.1	MPI 网络概述	168
7.7.2	MPI 网络的部件	168
7.7.3	MPI 子网络的组建	169
7.8	基于点对点的通信	171

7.8.1	点对点通信的硬件要求.....	171
7.8.2	点对点子网络的组建.....	172
7.9	基于 AS-i 的通信.....	172
7.9.1	AS-i 网络概述.....	172
7.9.2	AS-i 网络的物理部件.....	172
7.9.3	AS-i 子网络的组建原理分析.....	173
7.10	本章小结.....	173
	思考练习题.....	174
第 8 章	S7-PLCSIM 的运用.....	175
8.1	S7-PLCSIM 概述.....	175
8.2	S7-PLCSIM 软件介绍.....	176
8.2.1	S7-PLCSIM 的特点.....	176
8.2.2	S7-PLCSIM 的硬、软件需求.....	176
8.2.3	S7-PLCSIM 的具体安装.....	176
8.3	S7-PLCSIM 软件的基本操作.....	178
8.3.1	编写用户程序.....	178
8.3.2	模拟 PLC 设置.....	179
8.3.3	模拟仿真.....	180
8.4	本章小结.....	184
	思考练习题.....	184
第 9 章	S7-300/400 的应用实例.....	185
9.1	PLC 在冲床控制系统中的应用.....	185
9.1.1	冲床自动送料机介绍.....	186
9.1.2	冲床自动送料机的结构设计.....	186
9.1.3	冲床自动送料机的 PLC 控制.....	186
9.2	PLC 在剪板机控制系统中的应用.....	191
9.2.1	剪板机介绍及分类.....	191
9.2.2	全自动剪板机的 PLC 控制系统设计.....	192
9.3	PLC 在自控轧钢机中的应用.....	198
9.3.1	轧机设备和技术介绍.....	198
9.3.2	轧制过程分析.....	199
9.3.3	自控轧钢机结构分析.....	199
9.3.4	PLC 系统运用于轧制过程的控制.....	200
9.4	PLC 在抢答器系统中的应用.....	203
9.4.1	抢答系统介绍.....	204
9.4.2	抢答系统的 PLC 控制.....	204

9.5 PLC 污水处理系统中的应用.....	206
9.5.1 污水处理系统的工艺流程.....	206
9.5.2 污水处理系统的 PLC 控制.....	207
9.6 PLC 在花式喷泉系统中的应用.....	210
9.6.1 花式喷泉的控制要求.....	210
9.6.2 流程图与编程.....	211
9.7 本章小结.....	215
思考练习题.....	215

第 1 章 可编程逻辑控制器简介

知识点

- 可编程逻辑控制器 (PLC) 功能
- 逻辑控制的发展
- PLC 的特点及应用领域
- 当今主流 PLC 介绍

本章导读

可编程逻辑控制器 (PLC, 也可叫可编程控制器) 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算的电子系统。它采用可编程的存储器, 用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令, 并通过数字式或模拟式的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。目前的计算机集散控制系统 DCS (Distributed Control System) 中已有大量的可编程控制器应用。伴随着计算机网络的发展, 可编程控制器作为自动化控制网络和国际通用网络的重要组成部分, 将在工业及工业以外的众多领域发挥越来越大的作用。

1.1 PLC 的概述

在 PLC (Programmable Logic Controller, 可编程控制器) 发展的过程中, 由于时期不同、功能相异, PLC 还曾被称为可编程矩阵控制器 PMC (Programmable Matrix Controller)、可编程顺序控制器 PSC (Programmable Sequence Controller), 本书将沿用 PLC 的称谓。

1.1.1 PLC 的概念

“PLC 是一种数字运算的电子系统, 专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程的存储器, 用来在内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令, 并通过数字式、模拟式的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备, 都应按易于与工业控制器系统联成一体、易于扩充功能的原则设计。”上述是国际电工委员会于 1985 年 1 月对 PLC 所作的权威性的定义。

对于 PLC 的定义, 其补充说明如下。

以微处理技术为基础, 应用于以控制开关量为主, 或包括控制过程参量在内的逻辑控

制、机电运动控制或过程控制等工业控制领域的新型工业控制装置。

1.1.2 PLC 的功能

可编程控制器是采用微电子技术来完成各种控制功能的自动化设备,按照预先输入的程序控制现场的执行机构,并按照一定规律进行动作。其主要功能体现在以下几方面:

1. 顺序逻辑控制

顺序逻辑控制在 PLC 应用领域中应用最广泛,可以取代继电器控制系统,实现逻辑控制和顺序控制。它既可以用于单机控制或多机控制,又可用于自动化生产线的控制。PLC 根据操作按钮、限位开关及其他现场给出的指令信号和传感器信号,控制机械运动部件进行相应的操作。

2. 运动控制

在机械加工行业,PLC 与计算机数控集成在一起,用以完成机床的运动控制。很多 PLC 制造厂家已提供了拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模板。在多数情况下,PLC 将描述目标位置的数据送给模板,模板移动一轴或数轴到目标位置。当每个轴移动时,位置控制模板将保持适当的速度和加速度,以确保运动平滑。目前已用于控制无心磨削、冲压、复杂零件分段冲裁、滚削、磨削等应用中。

3. 定时控制

PLC 为用户提供了一定数量的定时器,并设置了定时器指令。一般每个定时器可实现 0.1~999.9s 或 0.01~99.99s 的定时控制,也可按一定方式进行定时时间的扩展。定时精度高,定时设定方便、灵活。同时 PLC 还提供了高精度的时钟脉冲,可用于准确地实时控制。

4. 计数控制

PLC 提供了多种计数器,如普通计数器、可逆计数器、高速计数器等,可以用来完成不同用途的计数控制。当计数器的当前计数值等于计数器的设定值,或在某一数值范围时,发出控制命令。计数器的计数值可以在运行中被读出,也可以在运行中进行修改。

5. 步进控制

PLC 为用户提供了一定数量的移位寄存器,并完成步进控制功能。在一道工序完成之后,自动进行下一道工序;一个工作周期结束后,自动进入下一个工作周期。有些 PLC 还专门设有步进控制指令,使得步进控制更为方便。

6. 数据处理

大部分 PLC 都具有不同程度的数据处理功能,如 F2 系列、C 系列、S5 系列 PLC 等可完成数据运算(如加、减、乘、除、乘方、开方等)、逻辑运算(如与、或、异或、求反等)、移位、数据比较和传送及数值的转换等操作。

7. 模数和数模转换

在过程控制或闭环控制系统中,存在温度、压力、流量、速度、位移、电流、电压等连续变化的物理量(或称模拟量)。过去,由于 PLC 善于逻辑运算控制,对于这些模拟量

主要依靠仪表（如果回路数较少）或分布式控制系统 DCS（如果回路数较多）来控制。目前，不但大、中型 PLC 具有模拟量处理功能，甚至很多小型 PLC（如 C 系列 P 型机）也具有模拟量处理功能，而且编程和使用都很方便。

8. 通信及联网

目前大多数 PLC 都具有了通信能力，能够在 PLC 与计算机之间同时进行同位链接及上位链接。通过这些通信技术，使 PLC 更容易构成工厂自动化系统。也可与打印机、监视器等外部设备相连，记录和监视有关数据。

1.2 逻辑控制的发展

1.2.1 继电器逻辑控制

在人们的日常生活和生产活动中，利用开关来实现在电路中“开”和“关”各种用电器及生产设备，或改变它们的工作方式，这种控制方式是极其普遍的。但对于加工生产线这样大规模的电路，其电动机等设备少则几十台，多则数以百计，同时这种电路中的各种用电器往往要按照某种规律来安排其“开”和“关”的顺序，因此若在这种场合下仍由人来操作一个接一个的开关，显然难于实现。此时继电器逻辑控制电路就派上了用场。

1. 继电器逻辑控制电路的概念

继电器逻辑控制电路是根据外界输入的特定信号和某种要求，自动地接通和断开电路，断续地或连续地改变电路参数或运行状态，实现对电路或非电对象的切换、控制、调节和保护的一种自动控制电路。

从电路结构上看，继电器逻辑控制电路一般都具有两个基本组成部分，即决策部分和执行部分。决策部分负责检测外界输入的信号，通过转换、放大、判断、按照预先设定的控制规则进行逻辑运算，作出相应的控制决策，指挥执行部分动作，以实现控制的最终目的。就控制角度而言，这里决策部分起了关键的作用。而决策部分所体现的控制规则，实际是通过继电器逻辑控制电路各部分预先按控制规则要求的固定联结来实现的。也就是说，其控制规则是以硬件的固定联结来实现的。这也是继电器逻辑控制电路不同于 PLC 的主要特征。

2. 继电器逻辑控制电路的主要组成部分

如上所述，继电器逻辑控制电路一般是由决策部分和执行部分组成的，而决策部分（即逻辑运算部分）又可分为逻辑输入部分和逻辑记忆部分。

（1）逻辑输入部分

逻辑输入部分主要由主令电器和检测器件组成。

① 主令电器

主令电器一般包括手动按钮、开关、转换器、凸轮控制器等，其主要功能是完成开机、关机、切换、应急停机或调试等控制操作。主令电器给出的控制信号称为主令信号。

主令电器中最常用的还是按钮，按钮又分为常开按钮和常闭按钮。常开按钮在不按下时触点分开，在按下时触点合上。常闭按钮在不按下时触点闭合，在按下时触点分开。将常开触点和常闭触点装在一起的则是复合按钮。

② 检测器件

检测器件通常包括行程开关、接近开关、压力继电器、速度继电器、热继电器、过电流继电器等器件，其主要功能是检测运动机件的行程或位置、压力、速度、热量、电流等物理量在自动控制过程中的状态，以此作为继电器逻辑控制电路按照控制规则进行决策的主要依据。

检测器件还可以包括时间继电器。这是一种特殊的检测器件，主要用于检测某过程执行的时间，以此作为继电器逻辑控制电路按照控制规则进行决策的又一特殊的依据。

检测器件给出的控制信号称为现场检测信号，简称检测信号。

行程开关是将运动部件的行程位置转换为输入信号的检测器件。其工作原理与按钮类似，当加工机械的运动部件运动到相应位置，碰撞压力行程开关时，则输出开关信号。与按钮不同的是，它是靠机械的外加力量使触点输出信号的，而按钮完全是靠手工完成的。由此可知，按钮反映的是人的意志，而行程开关反映的是控制过程中的状况。微动开关也是一种行程开关。

接近开关是一种非接触式的、电子式的运动部件行程位置检测装置。其作用与行程开关相同，但它实现了无触点化。除了用于替代行程开关外，接近开关还可以作为高速脉冲发生器、高速计数器等。

主令信号和检测信号即构成控制线路的输入信号。

(2) 逻辑记忆部分

逻辑记忆部分主要由继电器组成，用来记忆逻辑输入信号的变化以及各逻辑输入信号经过某种逻辑运算后所得信号的变化。

继电器是一种依据某种形式的输入信号而动作，从而输出开关信号的自动控制（如电压、电流）和非电量（如转速、温度、时间）。继电器的种类很多，最常见的是电磁继电器，此外还有干簧继电器、热继电器和时间继电器等。

① 电磁继电器

电磁继电器是一种最常见、用途最广泛的继电器，其典型结构如图 1-1 所示。它主要由线圈、铁心、衔铁（即动铁心）、返回弹簧及动触头、静触头等构成。当线圈两端加上一定量的电压或线圈中通以一定量的电流时，铁心磁化，衔铁（即动铁心）就会在磁力的作用下克服返回弹簧的拉力吸向静触头，从而导致衔铁上的动触头闭合或断开。线圈未通电时处于断开状态的一对动、静触头称为常开触点，反之则称为常闭触点。线圈断电后，衔铁在返回弹簧的拉力下回到原位，使常开触点断开、常闭触点

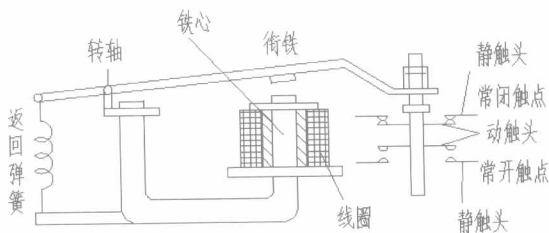


图 1-1 电磁继电器

常闭触点。线圈断电后，衔铁在返回弹簧的拉力下回到原位，使常开触点断开、常闭触点

闭合。当一个动触头同时与一个静触头闭合而与另一个静触头断开时，就称它们为转换触点。一个电磁继电器可以有一对或数对常开触点或常闭触点（也可以二者兼有），也可以有一组或数组转换触点。一个继电器的线圈及其触头，可以用同一字母及序号数码来标注，如J、J1、J2等。

电磁继电器的功能与接触器迥然不同，它主要用于在控制电路中依据输入信号的状态（如行程开关触点的分合、电流的大小、电压的高低、时间的长短等）对应输出开关量的控制信号，而接触器只是输出执行功率信号。

电磁继电器有一些显著优点：

- ◇ 可以用小信号、弱信号来操动大信号、强信号，也就是说，它不仅具有信号转换和传递的功能，而且还有驱动的功能。
- ◇ 可以实行远距离控制。
- ◇ 由于它可以采用多对接点，故可以方便地实现对多个对象的集中控制、连锁控制、多点控制。
- ◇ 其操动快速、准确。

电磁继电器的种类很多，常见的就有电流继电器、电压继电器、中间继电器和时间继电器等。

电流继电器和电压继电器的区别主要在于线圈。电流继电器的线圈是与负载串联连接的，它是以负载电流为输入信号，因此其线圈导线粗、匝数少；而电压继电器的线圈是与负载并联连接的，它是以负载电压为输入信号，因此其线圈导线细、匝数多。

中间继电器实际上就是一种特殊的电压继电器，只不过它的主要目的不是反映电压，而是扩展触点的数量和容量。

时间继电器的输入信号是非电量——时间，这是与前3种都不相同的。

电磁继电器按照加在线圈上的是直流电还是交流电而分为直流和交流继电器。

② 干簧继电器

干簧继电器又称舌簧继电器，这种继电器分为线圈驱动和永磁驱动两种，其结构如图1-2（a）和图1-2（b）所示。当干簧继电器的线圈通电时，产生磁场，由导磁材料做成的干簧片被磁化而相吸，使被控电路接通。线圈断电后，干簧片失磁，在自身弹力作用下分开，使被控电路切断。而永磁干簧继电器在永久磁铁靠近干簧片时使其磁化而相吸，使被控电路接通。磁铁离开时，干簧片靠自身的弹力分开，使被控电路切断。干簧继电器一般只有一对干簧片常开触点。

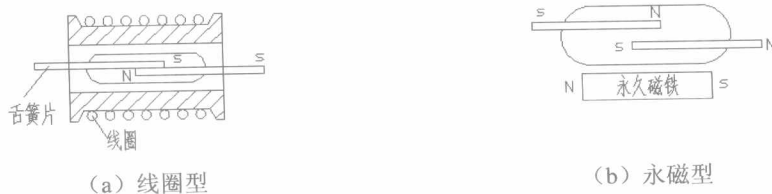


图1-2 干簧继电器

③ 热继电器

热继电器是反映热量的继电器，其工作原理如图 1-3 所示。热继电器的核心是双金属片，它是由两种热膨胀系数显著不同的金属片复合在一起压轧而成的。当热继电器通电时，加热装置亦通电加热，由于双金属片上层 a 片的热膨胀系数大于下层 b 片的热膨胀系数，当温度升高到一定程度时，双金属片就会向下弯曲，使常闭触点断开，常开触点闭合。该继电器主要用于保护电动机或其他负载，避免其过载或断相以致严重过热而烧毁设备。其主要缺点是：发热原件间接加热双金属片，热耦合程度较差，双金属片的变形不能正确反映所保护对象的热特性，易产生较大误差。

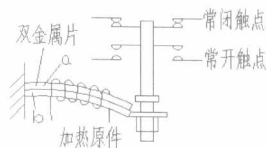


图 1-3 热继电器

④ 时间继电器

在获得有效输入信号后，延迟一段时间再动作的继电器叫做时间继电器。

时间继电器与电磁继电器的结构类似，它采用不同的方法，使线圈在通电或断电的瞬间衔铁不能立即吸合或释放。按照所采用的不同方法（如短路铜套涡流式、气囊式、电动机式或电子延时电路式等），时间继电器划分为电磁式、空气阻尼式、电动机式及半导体式等。

如图 1-4 所示为各种继电器的图形符号。

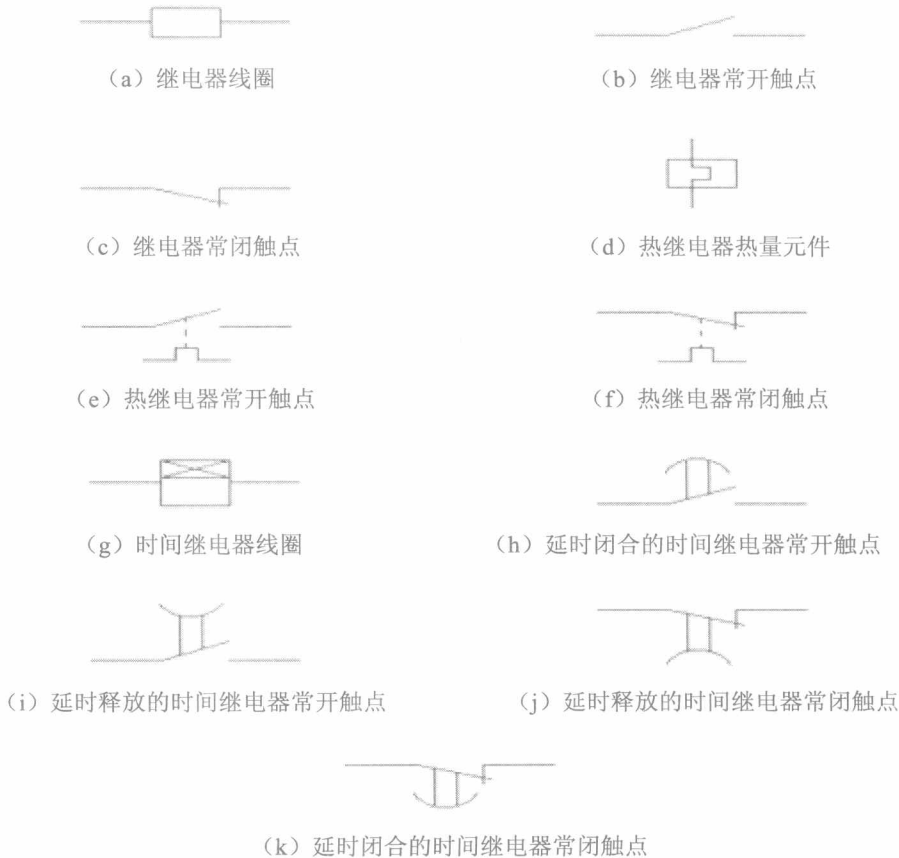


图 1-4 继电器图形符号