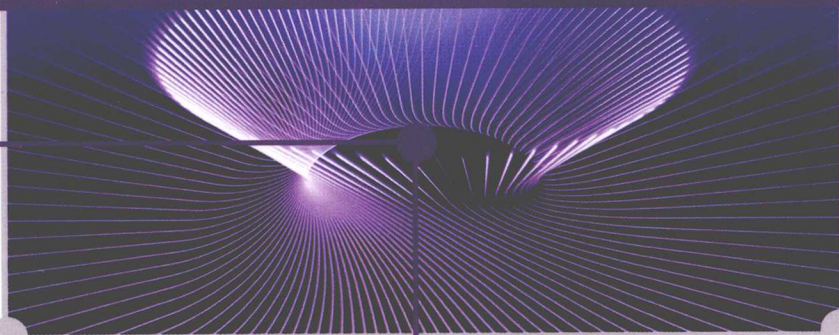




普通高等教育“十二五”创新型规划教材

工业电气控制技术教程

GONGYE DIANQI KONGZHI JISHU JIAOCHENG



主编 张鹤鸣

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

工业电气控制技术教程

GONGYE DIANQI KONGZHI JISHU JIAOCHENG

主 编 张鹤鸣
副主编 朱海燕 万卫强

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书从生产实际与工程应用角度出发,重在使学生掌握基本原理、分析方法、实用技术,并培养学生初步设计能力。本书系统地介绍了工业电气控制的基本形式和典型生产机械电气控制分析以及工业电气控制的系统设计。针对工业电气控制的核心,即自动调速问题,系统地讨论了直流自动调速系统的控制和交流异步电动机变频调速控制。针对近代工业电气控制的高级阶段——可编程控制器,介绍了 PLC 基本原理以及在我国广泛应用的西门子、欧姆龙和三菱等 3 种典型 PLC 小型机及编程方法;最后介绍了 PLC 控制系统设计并进行了应用举例。

本书可作为高等学校机电类、自动化类及电学类专业的本科的教材,也可作为工程技术人员的培训教材及应用参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

工业电气控制技术教程/张鹤鸣主编. —北京:北京理工大学出版社, 2010. 7

ISBN 978 - 7 - 5640 - 3521 - 1

I. ①工… II. ①张… III. ①电气控制 - 高等学校 - 教材 IV. ①TM571. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 148087 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京燕旭开拓印务有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 20. 25

字 数 / 381 千字

版 次 / 2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 2000 册

定 价 / 38. 00 元

责任编辑 / 李志敏

王艳丽

责任校对 / 王 丹

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

工业电气控制技术是综合计算机技术、自动化技术和通信技术的一门新兴技术，是工业生产自动化不可缺少的重要控制手段。其中，生产机械速度的控制是多年来国内外高校、科研机构多门学科研究的重点。近年来，可编程控制器（PLC）技术迅猛发展，现已成为工业电气控制技术的主流。PLC、机器人、CAD/CAM 技术已成为工业自动化的三大支柱，其应用几乎遍及工业生产的各个领域。本书由作者根据多年电气控制及 PLC 设计、应用实践和多年教学实践经验编写而成。

本书由 8 章组成：第 1 章介绍了工业电气控制的基本环节，第 2 章对典型生产机械的电气控制进行了分析，第 3 章讲解了工业电气控制系统的设计，第 4 章讲述了直流自动调速系统的控制，第 5 章介绍交流异步电动机变频调速控制，第 6 章是可编程控制器的简介，第 7 章讲解了三种典型 PLC 小型机及其编程指令，第 8 章为可编程控制系统设计及应用举例。

本书注重精选内容、结合实际、突出应用。在编排上循序渐进、由浅入深；在内容阐述上力求简明扼要、图文并茂、通俗易懂，以便教学和自学。教材特点：立足于新颖性（介绍新技术产品）、实践性（用较大篇幅介绍实际应用训练）、应用性（书中大量列举各种应用例题、方法、思考题与练习题）、创新性（重在介绍理论的思路和方法要点）。

全书按 60 授课学时编写，可作为高等学校机电类、自动化类及电学类专业的本科生的教材，也可作为工程技术人员的应用参考书。

本书由张鹤鸣主编，朱海燕、万卫强副主编。第 1 章由张华编写；第 2 章、第 8 章由朱海燕编写；第 5 章、第 6 章由万卫强编写；第 3 章、第 4 章、第 7 章由张鹤鸣编写；附录及部分插图由朱明负责绘制。全书由张鹤鸣负责统稿。

作者在编写本书过程中，得到了徐世廷教授的大力支持，在此深表谢意！由于时间紧、编者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，敬请读者批评指正。编者电子信箱：hongduhe@hotmail.com。

编 者

第1章 工业电气控制的基本环节	1
1.1 常用低压电器原理与功能	1
1.1.1 低压电器的功能与分类	1
1.1.2 常用低压电器	2
1.2 电气控制原理图的绘制方法	14
1.2.1 电气图的分类	14
1.2.2 电气原理图的绘制原则	15
1.3 电气控制的基本规律	16
1.3.1 按联锁进行控制的规律	16
1.3.2 按控制过程参量进行控制的规律	20
1.3.3 多地点控制	23
1.4 三相交流异步电动机的启动控制	23
1.4.1 三相交流异步电动机的启动性能	23
1.4.2 直接启动控制	25
1.4.3 降压启动控制	25
1.4.4 软启动控制	28
1.5 三相交流异步电动机的制动控制	31
1.5.1 能耗制动控制电路	32
1.5.2 反接制动控制电路	34
1.5.3 软制动与软停车控制	36
1.6 多速电动机高低速控制	37
1.6.1 三相交流异步电动机调速基本原理	37
1.6.2 多速电机的变极调速	37
1.7 液压传动系统的电气控制	39
1.7.1 液压传动系统的组成与液压控制的实质	39
1.7.2 电磁换向阀	40
1.7.3 电液控制系统的分析	41
1.8 电动机的保护	45

1.8.1 短路保护	45
1.8.2 过载保护	45
1.8.3 过电流保护	46
1.8.4 零电压与欠电压保护	46
1.8.5 其他保护	47
1.9 习题及思考题	47
第2章 典型生产机械的电气控制线路分析	50
2.1 C650 卧式车床电气控制分析	50
2.1.1 车床主要结构和运动形式	50
2.1.2 对电力拖动和控制要求	51
2.1.3 电气控制电路分析	51
2.2 X-62W 万能铣床电气控制分析	55
2.2.1 主要结构和运动形式	55
2.2.2 电力拖动和控制要求	56
2.2.3 电气控制线路分析	57
2.3 习题及思考题	61
第3章 工业电气控制系统的设计	62
3.1 工业电气控制系统设计的基本内容和基本原则	62
3.1.1 工业电气控制系统设计的基本内容	62
3.1.2 工业电气控制系统设计的基本原则	63
3.2 工业电气控制系统设计的基本程序	67
3.2.1 拟定电气设计任务书	67
3.2.2 电力拖动方案的选择	67
3.2.3 电动机的选择	69
3.2.4 电气控制方案的确定	69
3.3 电气控制线路的设计方法	70
3.3.1 经验设计法	70
3.3.2 逻辑设计法	73
3.4 常用电气元器件的选择	80
3.4.1 按钮、低压开关的选用	80
3.4.2 熔断器的选择	81
3.4.3 接触器的选用	82
3.4.4 热继电器的选用	82
3.4.5 中间继电器的选用	83
3.4.6 时间继电器的选用	83

3.4.7 控制变压器的选用	83
3.5 电气控制线路设计举例	84
3.5.1 CW6163 卧式车床电气传动的特点及控制要求	84
3.5.2 电动机的选择	85
3.5.3 电气控制线路设计	85
3.5.4 选择电器元件	86
3.5.5 制定电气元件明细表	88
3.5.6 绘制电气元件安装布置及接线图	89
3.6 习题及思考题	89
第4章 直流自动调速系统的控制	92
4.1 直流调速的基本概念	92
4.1.1 电气传动调速的性能指标	92
4.1.2 直流电动机的调速方法	94
4.1.3 直流电动机调速时的转矩与功率	97
4.1.4 开环调速与闭环调速系统	98
4.2 转速负反馈单闭环自动调速系统	100
4.2.1 系统组成及工作原理	100
4.2.2 系统静态特性分析与计算	101
4.2.3 转速负反馈系统的抗扰动性能	103
4.2.4 单环控制调速系统的限流保护——电流截止负反馈	104
4.3 转速、电流负反馈双闭环自动调速系统	106
4.3.1 单闭环调速系统存在的问题	106
4.3.2 转速、电流双闭环调速系统组成	108
4.3.3 系统静态特性分析	108
4.3.4 系统动态性能分析	110
4.4 习题及思考题	112
第5章 交流异步电动机变频调速控制	114
5.1 变频调速的基本原理	114
5.1.1 基频以下恒磁通变压变频调速	115
5.1.2 基频以上恒电压弱磁变频调速	115
5.2 变频器的分类、基本组成和工作原理	116
5.2.1 变频器的分类	116
5.2.2 变频器的基本组成	117
5.2.3 通用变频器的基本工作原理	120
5.3 正弦波脉冲宽度调制 (SPWM) 型逆变电路	122

5.3.1 SPWM 波形控制基本原理	122
5.3.2 单相 SPWM 控制原理	123
5.3.3 三相桥式 SPWM 逆变电路	125
5.3.4 SPWM 逆变电路的同步调制和异步调制	126
5.4 三相异步电动机的矢量变换控制	127
5.4.1 矢量变换控制的基本思想	127
5.4.2 矢量变换控制的基本应用	129
5.5 变频器的基本功能、接线和参数设置	131
5.5.1 变频器的基本功能和主要控制参数	131
5.5.2 通用变频器的外围接线	132
5.5.3 常用功能的软件设计及举例	134
5.6 变频器的选择、控制电路设计及应用举例	138
5.6.1 变频器的选择	138
5.6.2 变频器的控制电路设计	139
5.6.3 应用举例	143
5.7 习题及思考题	146
第6章 可编程控制器的基本原理	147
6.1 可编程控制器简介	147
6.1.1 可编程控制器的基本概念	147
6.1.2 可编程控制器的基本功能与特点	148
6.1.3 常用的 PLC 产品	150
6.2 PLC 的组成及工作原理	151
6.2.1 PLC 的组成	151
6.2.2 PLC 的软件与编程语言	154
6.2.3 PLC 的工作原理	157
6.2.4 PLC 的分类与主要性能指标	159
6.3 习题及思考题	161
第7章 三种小型 PLC 及其基本指令	162
7.1 欧姆龙 CQM1H 系列 PLC 及其基本指令	162
7.1.1 CQM1H 系列 PLC 的硬件系统配置	163
7.1.2 CQM1H 系列 PLC 的数据区及其功能	165
7.1.3 CQM1H 系列 PLC 的基本指令	167
7.2 西门子 S7-200 系列 PLC 及其基本指令	179
7.2.1 S7-200 系列 PLC 的硬件配置	179
7.2.2 S7-200 系列 PLC 的内部资源	184

7.2.3 S7-200 系列 PLC 的基本指令	191
7.3 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 及其基本指令	207
7.3.1 FX _{2N} 系列 PLC 的硬件组成	207
7.3.2 FX _{2N} 系列 PLC 的编程软元件	210
7.3.3 FX _{2N} 系列 PLC 的基本指令	219
7.4 步进顺序控制及顺序功能图	230
7.4.1 顺序功能图	230
7.4.2 三菱 FX _{2N} 的步进指令及状态编程法	232
7.4.3 西门子 S7-200 的步进顺序控制 SCR 指令及状态编程法	236
7.5 习题及思考题	239
第 8 章 PLC 系统设计及应用举例	244
8.1 PLC 控制系统设计的内容及步骤	244
8.1.1 PLC 控制系统设计的基本原则与主要内容	244
8.1.2 PLC 控制系统设计的一般步骤	245
8.1.3 PLC 控制系统模式的选择	247
8.2 PLC 控制系统硬件设计和软件设计	249
8.2.1 PLC 机型的选择	249
8.2.2 PLC 容量估算	252
8.2.3 PLC 输入/输出模块的选择	252
8.2.4 PLC 控制系统的程序设计	255
8.3 组合机床的 PLC 控制	257
8.3.1 概述	257
8.3.2 加工工艺及控制要求	258
8.3.3 I/O 地址表	260
8.3.4 I/O 电气接口图	261
8.3.5 控制程序及说明	262
8.4 液体混合装置中的 PLC 控制	264
8.4.1 概述	264
8.4.2 工艺过程及控制要求	264
8.4.3 I/O 地址表	265
8.4.4 I/O 电气接口图及控制程序	265
8.5 常用多关节机械手的 PLC 控制	268
8.5.1 概述	268
8.5.2 工艺过程及控制要求	269
8.5.3 I/O 地址表	270

8.5.4 I/O 电气接口图	271
8.5.5 软件系统设计	273
附录 1 电气控制电路中常用图形符号和文字符号	285
附录 2 欧姆龙 CQM1H 的 CPU 单元规格	286
附录 3 CQM1H 系列 PLC 指令系统	288
附录 4 CQM1H 的内存地址区域结构分配表	296
附录 5 西门子 S7-200CPU 存储器范围和特性汇总表	299
附录 6 西门子 S7-200CPU 指令系统速查表	301
附录 7 FX _{2N} 功能指令顺序排列	308
参考文献	313



内容提要

本章介绍工业电气控制的常用方法和常见线路,包括按各种联锁进行控制的基本环节,按过程参量进行控制的基本环节,三相交流异步电机的启动方法,三相交流异步电动机的制动方法,液压传动系统的电气控制,三相交流异步电动机的保护,变极调速方法原理等。介绍了工业电气控制的入门知识,常用低压电器的原理与功能,以及电气原理图的绘制方法。

1.1 常用低压电器原理与功能

低压电器在现代工业生产与日常生活中起着非常重要的作用,统计表明,发电厂发出的电能80%是通过低压电器来分配使用的,每新增加1万千瓦发电设备,需要4万件以上各类低压电器与之配套。在成套电器设备中,有的配套低压电器设备成本接近甚至超过主机成本。掌握好常用低压电器的功能、原理与使用方法,是学习电气控制的基础。

1.1.1 低压电器的功能与分类

1. 低压电器的功能

电器是一种根据外部信号要求,能手动或自动接通/断开电路以实现对电路或非电对象切换、控制、保护、检测变换和调节的元件或设备。低压电器是用于额定电压交流1 200 V,直流1 500 V及以下的电路中的电器。

低压电器的最基本功能就是控制,即按照预期要求手动或自动地接通或断开电路。完成对电路的“开”“关”控制。此外,还有对电路和设备的保护功能、检测功能、变换功能和调节功能以及能量分配功能等。

2. 低压电器的分类

低压电器常用分类方法是按动作原理分类及按用途分类。

1) 按动作原理分类

- (1) 手动电器:通过人工操作发出动作指令的电器,如刀开关、按钮等。
- (2) 自动电器:不需人工操作,生产过程根据电量或非电量自动进行动作指令的电器,如接触器、继电器、电磁阀等。

2) 按用途分类

- (1) 控制电器:在各种控制电路和控制系统中起控制作用的电器,如接触

器、继电器等。

(2) 主令电器：在自动控制系统中发送动作指令的电器，如按钮、行程开关等。

(3) 保护电器：用于保护电路及用电设备的电器，如熔断器、热继电器等。

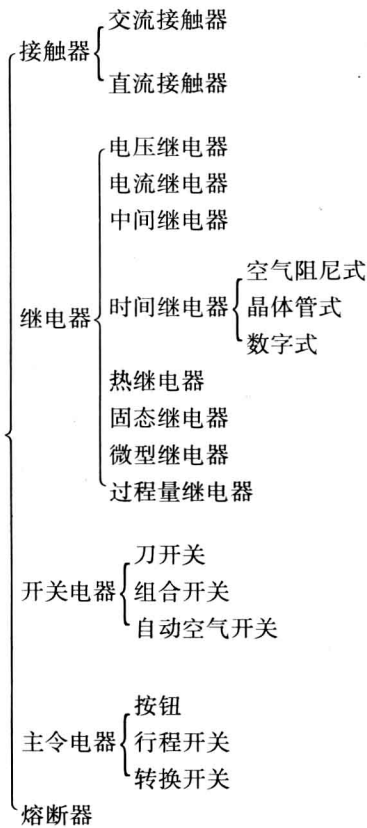
(4) 配电电器：用于电能的输送和分配的电器，如刀开关、自动空气开关等。

(5) 执行电器：用于完成某种动作或传送功能的电器，如电磁铁、电磁离合器等。

1.1.2 常用低压电器

电气控制中常用低压电器主要有接触器、熔断器、控制继电器、主令电器和开关电器 5 种（见下表 1-1）。

表 1-1 常用低压电器



1. 接触器

接触器是一种可对交/直流主电路及大容量控制电路作频繁通/断控制的自动

电磁式开关，是电力拖动自动控制线路中应用最广泛的电器元件。接触器按照其主触点通、断电路的形式分为直流接触器和交流接触器两种。

交流接触器主要由电磁机构和触点两部分组成。电磁机构包括线圈、铁芯和衔铁等。触点分为两种：三对接在电动机的主电路中，通过的电流较大，称做主触点；两对接在控制电路中，通过的电流较小，称为辅助触点。主触点为动断（常开）触点，用于控制主电路的通与断；辅助触点包括动断（常开）、动合（常闭）两种，用于控制电路中，起电器联锁作用。其他部件还包括反作用弹簧、缓冲弹簧、触头压力弹簧、传动机构和外壳等。图 1-1 是 CJ20 系列交流接触器的主要结构及图形符号。

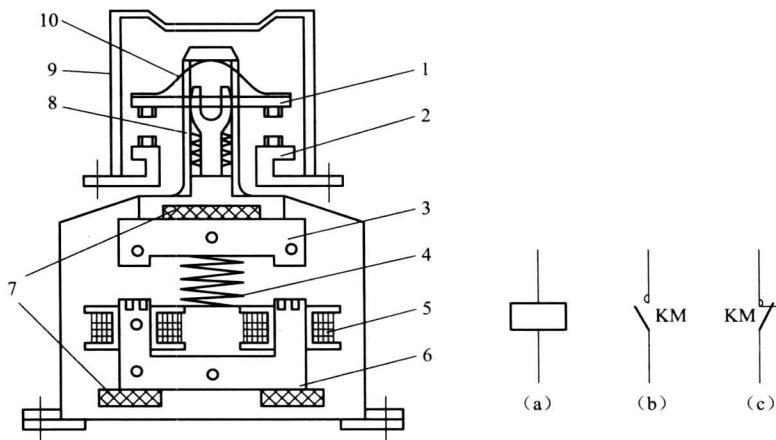


图 1-1 CJ20 系列交流接触器结构示意图和图形符号

- 1—动触桥；2—静触点；3—衔铁；4—缓冲弹簧；5—电磁线圈；6—铁芯；
7—垫毡；8—触头弹簧；9—灭弧罩；10—触头压力弹簧

当电磁线圈通电后，在铁芯中产生磁通，该磁通对衔铁产生电磁吸力，使衔铁克服反作用弹簧力带动触点系统动作，使常开触点闭合，把主电路接通。注意其触点动作时，常闭触点先断开，常开触点后闭合，且主触点和辅助触点是同时动作的。当电磁线圈断电后，靠复位弹簧反作用力使衔铁释放，带动主触点切断主电路，同时使辅助触点复位。

主触点断开瞬间，触点间会产生电弧烧坏触点，因此交流接触器的动触点都做成桥式，有两个断点，以降低当触点断开时加在断点上的电压，使电弧容易熄灭。在电流较大的接触器的主触点上还专门装有灭弧罩，其外壳由绝缘材料制成，里面的平行薄片使 3 对主触点相互隔开，其作用是将电弧分割成小段，使之容易熄灭。

为了减小磁滞及涡流损耗，交流接触器的铁芯由硅钢片叠成。此外，由于交流电在一个周期内有两次过零点，当电流为零时，电磁吸力也为零，使动铁芯振

动, 噪声大。为了消除这一现象, 在交流接触器铁芯的端面一部分嵌有短路环。

我国常用的交流接触器主要有 CJ20、CJX1、CJX2、CJ12 和 CJ10 等系列。引进产品中有施耐德公司的 LC1D/LP1D 系列, 该系列产品采用模块化生产, 产品本体上可以附加辅助触点、通电/断电延时触点和机械闭锁等模块, 可以很方便地组合成可逆接触器、星-三角启动器。常用的交流接触器还有德国 BBC 公司的 B 系列, SIEMENS 公司的 3TB 系列等。这些产品结构紧凑, 技术性能显著提高, 多采用积木式结构, 通过螺钉和快速卡装在标准导轨上。

2. 熔断器

1) 熔断器的结构与原理

熔断器俗称保险丝, 主要由熔体和熔座两部分组成。熔体是由低熔点的金属材料(铅、锡、锌、银、铜及合金等)制成的丝状或片状材料。熔座(或熔管)是由陶瓷、硬质纤维制成的管状外壳。熔座的作用主要是便于熔体的安装并作为熔体的外壳, 在熔体熔断时兼有灭弧的作用。熔断器的图形符号见图 1-2 (a)。

工作中, 熔体串接于被保护电路, 既是感测元件, 又是执行元件; 当电路发生短路或严重过载故障时, 通过熔体的电流超过一定的额定值, 使熔体发热, 当达到熔点温度时, 熔体某处自行熔断, 从而分断故障电路, 起到保护作用。

熔断器熔体熔断的电流值与熔断时间的关系称为熔断器的保护特性曲线, 又称为安-秒 ($I-t$) 特性, 如图 1-2 (b) 所示。由特性曲线可见, 流过熔体的电流越大, 熔断所需的时间越短。图中, 熔体的额定电流 I_{FN} 是熔体长期工作而不致熔断的电流。

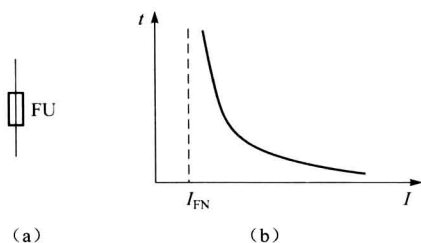


图 1-2 熔断器的安-秒特性和图形符号

(a) 符号; (b) 安-秒特性

熔断器的熔断电流与熔断时间的数值关系如表 1-2 所示。

表 1-2 熔断器的熔断电流与熔断时间的数值关系

熔断电流	$1.25 \sim 1.3I_N$	$1.6I_N$	$2I_N$	$2.5I_N$	$3I_N$	$4I_N$
熔断时间	∞	1 h	40 s	8 s	4.5 s	2.5 s

2) 熔断器的类型

(1) 瓷插式熔断器: 多用于低压分支电路的短路保护, 常见型号为 RC1A 系列, 其外形结构及符号如图 1-3 所示。

(2) 螺旋式熔断器: 多用于机床电气控制线路的短路保护, 其结构如图 1-4 所示。此类熔断器在瓷帽上有明显的分断指示器, 便于发现分断情况; 换熔体简单方便, 不需任何工具。目前常用螺旋式熔断器产品有 RL6、RL7 系列。

(3) 封闭管式熔断器: 此类熔断器可分为以下 3 种。

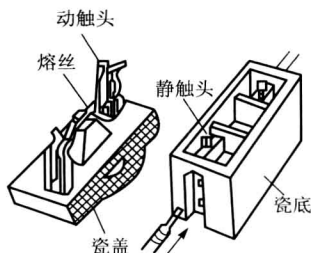


图 1-3 RC1A 系列瓷插式熔断器

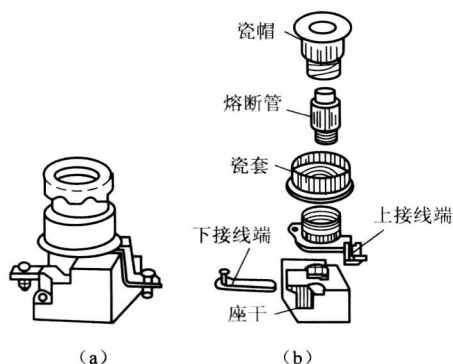


图 1-4 RL6 系列螺旋式熔断器

(a) 外形; (b) 结构

① 无填料：多用于低压电网、成套配电设备的保护，型号有 RM7、RM10 系列等。

② 有填料：熔管内装有 SiO_2 （石英砂），用于具有较大短路电流的电力输配电系统，常见型号为 RT0 系列。

③ 快速熔断器：主要用于硅整流管及其成套设备的保护，其特点是熔断时间短、动作快，常用型号有 RLS、RSO 系列等。

(4) 自复式熔断器：该类熔断器的特点是能重复使用，不必更换熔体。其熔体采用金属钠，利用它常温时电阻很小，高温气化时电阻值骤升，故障消除后温度下降，气态钠回归固态钠，良好导电性恢复等特性制作而成。

3. 控制继电器

继电器是一种根据某种输入信号的变化来接通或断开控制电路实现控制目的的电器，其输入信号可以是电压、电流等电量，也可以是温度、压力、速度、液面等非电过程量。

继电器的种类很多，按输入信号的性质分为电流继电器、电压继电器、速度继电器、时间继电器、压力继电器、温度继电器等；按工作原理分为电磁式继电器、电动式继电器、热继电器、电子式继电器等；按用途分为控制继电器和保护继电器；按输出形式分为有触点继电器和无触点继电器。

继电器的结构和工作原理与接触器相似，它们的主要区别是：继电器可对多种输入量的变化做出反应，而接触器只有在电压信号下动作；继电器用于切断小电流（一般小于 5 A）的控制电路和保护电路，而接触器则用于控制大电流电路；继电器没有灭弧装置，也无主、副触点之分。

继电器主要用于进行电路的逻辑控制，它根据输入量（如电压或电流），利用电磁原理，通过电磁机构使衔铁产生吸合动作，从而带动触点动作，实现触点状态的改变，使电路完成接通或分断控制。

下面介绍几种常用继电器。

1) 热继电器

(1) 热继电器的作用。

电动机在工作时,常常遇到过载的情况,若过载电流不大且过载时间较短,只要电动机绕组温升不超过允许值,这种过载是允许的。但若过载时间长,过载电流大,温升就会超过允许值,使电动机绕组绝缘老化,严重时甚至烧毁电动机绕组。因此需要有热过载保护。热继电器就是用于对电动机在长时间连续运行过程中起热过载及断相的保护。

(2) 热继电器的结构组成。

如图1-5所示,热继电器由热元件、双金属片、触头系统、整定调整装置和手动复位装置组成。其图形及文字符号见图1-6。

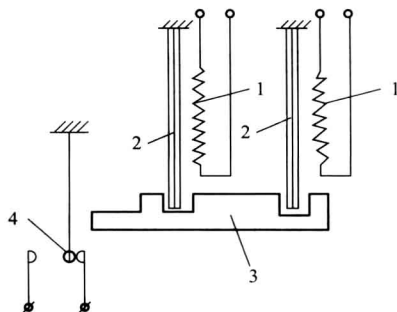


图 1-5 热继电器工作原理示意

1—热元件; 2—双金属片; 3—导板; 4—触头

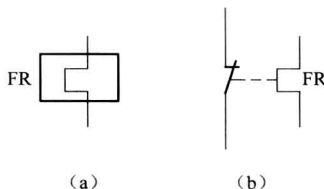


图 1-6 热继电器的图形及文字符号

(a) 热元件; (b) 常闭触点

(3) 热继电器的工作原理。

如图1-5所示,其工作原理是利用电流热效应使双金属片受热后弯曲,再通过联动机构使触点自动动作,切断控制电路电源进而切断主电路来进行保护的。

热元件是一段阻值不大的电阻丝,串接在被保护电动机的主电路中。电动机工作运行时,电流流过热元件,使之发热。紧靠热元件安装的双金属片由两种不同金属片辗压而成。被加热以前,两金属片长度基本一致,当电动机的电流通过热元件,产生的热量使两金属片伸长。由于线膨胀系数不同,且二者紧密结合在一起,导致双金属片受热弯曲。电动机正常运行时,双金属片的受热弯曲程度不足以使热继电器动作,当电动机过载较大,通过热元件的电流超过整定电流,加上时间效应,双金属片接受的热量大大增加,使弯曲程度加大,最终使双金属片推动导板导致触点系统动作,使其常闭触点断开。由于常闭触点是接在电动机的控制电路中的,它的断开使得与其串接的接触器线圈断电,从而断开接触器主触点,使电动机的主电路断电,实现了过载保护。热继电器动作后,双金属片经过

一段时间冷却,按下复位按钮即可复位。

热继电器的主要技术数据是整定电流。整定电流是指长期通过发热元件而不致使热继电器动作的最大电流。当发热元件中通过的电流超过整定电流值的20%时,热继电器应在20分钟内动作。热继电器的整定电流大小可通过整定电流旋钮来改变。选用和整定热继电器时应使整定电流值与电动机的额定电流值一致。

目前我国生产并广泛使用的热继电器主要有JR16、JR20系列;引进产品有施耐德公司的LR2D系列,ABB公司T系列,西门子公司3UA/3UW系列、3UB1系列等。

(4) 热继电器的主要参数。

① 热继电器的整定电流:指热元件在正常持续工作中不引起热继电器动作的最大电流值。

② 热继电器额定电流:指热继电器中可以安装的热元件的最大整定电流值。

③ 热元件的额定电流:指热元件的最大整定电流值。

2) 时间继电器

时间继电器是一种按时间原则进行控制的继电器。其感测元件得到动作信号后,其执行元件(触头)要延迟一段时间再动作。常用的时间继电器有空气阻尼式、电子式和数字式等。

时间继电器的延时方式有通电延时型和断电延时型两种:

① 通电延时型:线圈通电,延时一定时间后延时触点闭合或断开;线圈断电,触点瞬时复位。

② 断电延时型:线圈通电,延时触点瞬时闭合或断开;线圈断电,延时一定时间后延时触点复位。

时间继电器的图形符号如图1-7所示。

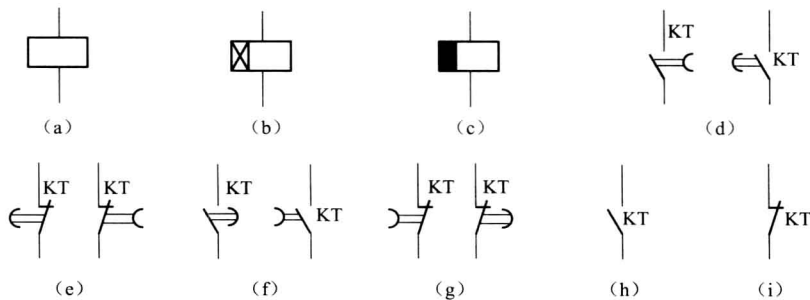


图1-7 时间继电器的图形符号

(a) 线圈一般符号; (b) 通电延时线圈; (c) 断电延时线圈; (d) 延时闭合常开触点;

(e) 延时断开常闭触点; (f) 延时断开常开触点; (g) 延时闭合常闭触点;

(h) 瞬时常开触点; (i) 瞬时常闭触点