



S7-200 PLC

控制系统设计与应用实例

刘利 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

S7-200 PLC

控制系统设计与应用实例

主 编 刘 利

副主编 王 民 王 栋

参 编 张建国 王稚慧



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 简 介

本书以西门子 S7-200 PLC 为主体,介绍了常用外围设备及配件的选用、可编程控制器的指令系统、PLC 控制系统设计、实用控制程序设计,以及 PLC 和软启动器综合应用实例,最后简要介绍了 PLC 应用中常见的问题。

本书结构清晰、通俗易懂、实用性强,书中大多数例子来源于工程实际应用,可以帮助读者更快理解和掌握 PLC 技术。

本书对从事电气工作的技术人员有很高的参考价值,也可供电工、电子、机械、自动控制、机电一体化、计算机等专业的大中专院校师生学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

S7-200 PLC 控制系统设计与应用实例/刘利主编. —北京:中国电力出版社,2014.1

ISBN 978-7-5123-5049-6

I. ①S… II. ①刘… III. ①plc 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 240099 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 1 月第一版 2014 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.75 印张 280 千字

印数 0001—3000 册 定价 28.00 元



敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

PLC 是一种专门在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能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。PLC 及其有关的外围设备都应按照易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩展其功能的原则而设计。

PLC 现已成为工业控制三大支柱（PLC、CAD/CAM、ROBOT）之一，以其可靠性高、逻辑功能强、体积小、可在线修改控制程序、具有远程通信联网功能、易于与计算机接口、能对模拟量进行控制以及具备高速计数与位控等性能模块等优异性能，日益取代由大量中间继电器、时间继电器、计数继电器等组成的传统继电—接触控制系统，在机械、化工、石油、冶金、电力、轻工、电子、纺织、食品、交通等行业得到广泛应用。PLC 应用深度和广度已经成为一个国家工业先进的重要标志之一。

全书共分 6 章，介绍了常用外围设备及备件的选用、S7-200 系列可编程控制器的指令系统、PLC 控制系统设计、实用控制程序设计，以及 PLC 和软启动器综合应用实例，最后简要介绍 PLC 常见应用问题。

本书由刘利主编，王民和王栋副主编，参编的有张建国、王稚慧。本书受下列基金项目资助：陕西省教育厅 2012 年科研计划项目（12JK0509），西安建筑科技大学基础研究基金（JC1111），2012 年国家级大学生创新创业训练计划（201210703054）。另外，聂元松、何淑梅、周秀文、王嘉平、史思、姚远、刘莉萍、张延科、尚春平和林芝健等人在本书的编写过程中提供帮助，在此一并感谢。

限于作者水平，书中难免有错误和疏漏之处，恳求读者予以批评指正。若有意见或建议请发送电子邮件至 liuli@xauat.edu.cn。

刘利

2014 年 1 月

目 录

前言

1	常用外围设备及备件的选用	1
1.1	概述	1
1.1.1	低压电器的定义	1
1.1.2	低压电器的分类	1
1.1.3	常用低压控制电器	2
1.2	低压断路器	2
1.2.1	低压断路器的作用	2
1.2.2	低压断路器的选用	3
1.3	隔离开关	3
1.3.1	隔离开关的作用	3
1.3.2	隔离开关的选用	3
1.3.3	常用隔离开关的技术数据	4
1.4	熔断器	4
1.4.1	熔断器的特点	5
1.4.2	熔断器的接法和保护方式	5
1.4.3	熔断器的种类	5
1.4.4	熔断器额定参数的选择	7
1.5	热继电器	9
1.5.1	热继电器的作用和特点	9
1.5.2	常用热继电器的型号及动作特性	9
1.5.3	热继电器的选用	10
1.5.4	热继电器的整定	11
1.6	主令电器	12
1.6.1	按钮	12
1.6.2	行程开关	13
1.6.3	凸轮控制器与主令控制器	14
1.7	接触器	14
1.7.1	接触器的分类	14
1.7.2	接触器的主要技术参数	15
1.7.3	接触器的选用和维护	16
1.8	低压电器的产品型号	18

1.8.1	全型号组成形式	18
1.8.2	全型号各组成部分的确定	18

2 S7-200 系列可编程控制器的指令系统

2.1	S7-200 PLC 的基本指令	22
2.1.1	位操作类指令	22
2.1.2	定时器和计数器指令	24
2.1.3	比较操作指令	28
2.1.4	移位操作指令	29
2.1.5	程序控制指令	31
2.2	S7-200 PLC 的功能指令	35
2.2.1	数据传送指令	35
2.2.2	数学运算指令	37
2.2.3	逻辑运算指令	41
2.2.4	表功能指令	42
2.2.5	数据转换指令	44
2.2.6	中断指令	48
2.2.7	时钟指令	52
2.2.8	高速处理指令	53

3 PLC 控制系统设计

3.1	PLC 控制系统设计的基本原则与步骤	62
3.1.1	PLC 控制系统设计的基本原则	62
3.1.2	PLC 控制系统设计的基本内容和步骤	63
3.2	PLC 应用系统的结构形式	64
3.2.1	单机控制系统	65
3.2.2	集中控制系统	65
3.2.3	远程 I/O 控制系统	65
3.2.4	分散式控制系统	65
3.3	PLC 应用系统的硬件设计	66
3.3.1	PLC 的选择	66
3.3.2	PLC 的容量估算	68
3.3.3	PLC 输入/输出模块的选择	69
3.4	PLC 控制系统的程序设计方法	70
3.4.1	逻辑设计法	70
3.4.2	接触器—继电器法	74
3.4.3	经验设计法	76
3.4.4	顺序控制法	78

4	实用控制程序设计	81
4.1	交通信号灯控制	81
4.2	水位、水温控制	84
4.3	跑马灯的实现	86
4.4	PLC 故障控制	86
4.5	自动/手动切换控制	87
4.6	多故障报警控制	89
4.7	彩灯闪亮循环控制	90
4.8	三地控制一盏灯	93
4.9	高速计数器测速控制	94
4.10	电动机正、反转控制	97
4.11	饮料自动售货机控制程序	99
4.12	车库自动门控制程序	104
4.13	汽车自动清洗机控制程序	105
4.14	液体搅拌机控制程序	107
4.15	儿童乐园飞机自动控制程序	109
4.16	花样喷泉控制程序	111
4.17	电动机Y- Δ 减压启动控制	113
4.18	电动机的软启动控制	116
4.19	物流检测控制	118
4.20	钻孔动力头控制	120
4.21	液位控制	122
4.22	音乐演奏程序	123
4.23	温度控制	132
4.24	水储罐恒压控制	135
4.25	冲床动力头给进运动控制	138
4.26	自动门控制系统	139
5	综合应用实例	141
5.1	在空气压缩机上的应用	141
5.1.1	空气压缩机和间歇负载的控制特点	141
5.1.2	空气压缩机的节能改造	141
5.2	在带式输送机上的应用	143
5.2.1	运输类机械负载的控制特点	143
5.2.2	应用系统介绍	144
5.2.3	改造设想	144
5.2.4	系统结构	144
5.2.5	各部分主要功能	144

5.2.6	应用效果	146
5.3	取料机料耙系统应用	146
5.3.1	技术改造缘由	146
5.3.2	总体技术方案	146
5.3.3	料耙油泵电动机软启动系统设计	147
5.3.4	冷风机、冷却电动机、加热器控制系统设计	147
5.3.5	PLC 控制系统设计	148
5.3.6	结束语	149
5.4	实现多台电动机软启动的工程应用	149
5.4.1	1 台软启动器启动多台电动机的工程应用	149
5.4.2	结束语	151
5.5	在水电厂水泵电动机控制中的应用	151
5.5.1	引言	151
5.5.2	问题的提出	152
5.5.3	应用方案设计	152
5.5.4	系统的软件设计	154
5.5.5	改造效果	155
6	PLC 常见应用问题	156
6.1	系统可靠性的基本概念	156
6.2	环境条件对 PLC 的影响	157
6.3	冗余系统设计	158
6.4	PLC 供电系统设计	159
6.5	PLC 控制系统的接地设计	161
6.6	PLC 系统的安装与布线	163
6.7	PLC 系统的故障检查	163
6.8	PLC 系统的试运行与维护	164
附录 A	特殊寄存器 (SM) 标志位	169
附录 B	S7-200 可编程控制器指令集	173
参考文献	178

常用外围设备及备件的选用

随着社会的发展,电能在工农业生产、国防、交通等领域以及人们的日常生活中起着越来越重要的作用,在相关领域中,大多采用的是低压供电。低压供电的输送、分配和保护,以及电气设备的运行和控制都是靠各类低压电器来实现的,因此,低压电器的应用十分广泛。本章将简要介绍在电力拖动自动控制系统中常用的低压电器,如接触器、继电器、主令电器等,为电气控制和 PLC 控制系统的设计奠定基础。

1.1 概 述

低压电器是构成电气控制系统最常用的器件,了解它的定义、分类和用途,对于系统的设计、分析和维护都是十分必要的。

1.1.1 低压电器的定义

低压电器是指工作在交、直流额定电压 1200V 以下,能根据外界信号(如机械力、电动或其他物理量)和要求,自动或手动地接通或断开电路,断续或连续地改变电路参数,以实现电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节作用的电气设备。

低压电器是构成控制系统的最基本的元件,其性能的优劣、状态的好坏、维修是否方便将直接影响到控制系统是否正常工作。近年来,随着电子技术、自动控制技术和计算机技术的发展,低压电器的种类越来越多,性能也越来越好。由于在多数工业控制系统中,电气控制技术仍然占有相当重要的地位,因此低压电器的使用非常普遍。

1.1.2 低压电器的分类

由于低压电器的种类繁多、功能多样、规格和性能各异以及结构和工作原理也各不相同,因此有不同的分类方法,通常按用途可将低压电器划分为以下几类。

1. 低压配电电器

是指用于低压供电系统,完成电能输送和分配的电器。对这类电器的主要技术要求是分断能力强、限流效果好、动稳定性能及热稳定性能好。如低压断路器隔离开关、刀开关、自动开关及转换开关等。

2. 低压控制电器

是指用于电力拖动自动控制系统设计的电器。对这类电器的主要技术要求是有一定的通断能力、操作频率高、电器的机械寿命长。如接触器、继电器、电磁阀和各种控制器等。

3. 低压主令电器

是指控制系统中用于发送控制指令的电器。对这类电器的主要技术要求是操作频率高、

抗冲击能力强、电器的机械寿命长。如按钮、主令控制器、行程开关和万能转换开关等。

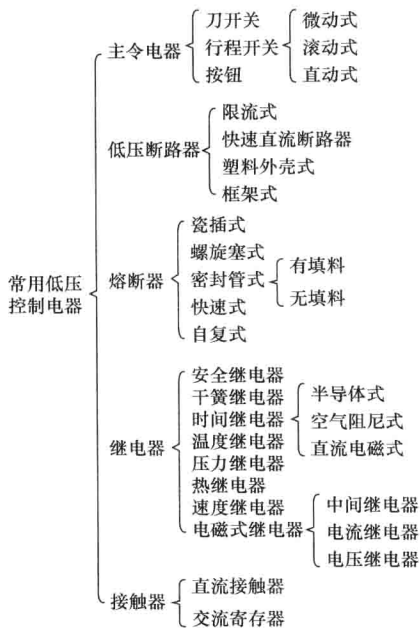


图 1-1 常用的低压控制电器

4. 低压保护电器

是指用于对控制线路和电气设备实施电器保护的电器。对这类电器的主要技术要求是有一定的通断能力、可靠性高、反应灵敏。如熔断器、热继电器、电压继电器、电流继电器和安全继电器等。

5. 低压执行电器

是指用于执行某种动作和传动功能的电器。如电磁铁、电磁离合器等。

低压电器还可按使用场合分为一般工业用电器、特殊工况用电器、安全电器、农用电器等；按操作方式可分为手动电器和自动电器；按工作原理可分为电磁式低压电器和非电量控制低压电器等。其中，电磁式低压电器是采用电磁现象完成信号的检测和工作状态转换的，这类电器是低压电器中应用最为广泛、结构最为典型的一类。

1.1.3 常用低压控制电器

常用的低压控制电器如图 1-1 所示。

1.2 低压断路器

1.2.1 低压断路器的作用

断路器又叫自动空气开关、自动开关、空气开关等，是一种可以自动切断线路或电动机故障的保护电器。起常规的配电隔离、短路、过流、过载等保护作用，当电路中发生短路、过载、失压等不正常的现象时，能自动切断电路（俗称“自动跳闸”）。在正常情况下，用来做切换不太频繁的电路开关。

使用断路器作电动机的短路保护有以下优点：

(1) 与使用刀开关和熔断器相比，位置紧凑，安装方便，操作安全。

(2) 普通熔断器在熔断后，需要更换新的熔体或熔断管，断路器采用脱扣器进行保护，可以重复使用。

(3) 在短路保护时，断路器是将电源的三相同步切断，因而可避免电动机单相运行。

(4) 整定值受周围温度影响较小。

断路器的种类和结构形式很多，在外形上可分为万能式（DW 系列，原称框架式）和塑料外壳式（DZ 系列，原称装置式）两类。根据脱扣器的种类，有电磁脱扣器、热脱扣器（这两种也统称过电流脱扣器）、欠电压（失压）脱扣器、分励脱扣器、半导体脱扣器（或集成电路脱扣器）以及漏电脱扣器。一般来说，电动机及控制用的断路器多为塑料外壳式，常用的有 DZ5、DZ10、DZ20 系列。

断路器经常与隔离开关配合使用。隔离开关装在断路器的前级，作电气隔离用。断路器开关通常为三相，所占空间位置小，安装方便，操作安全。断路器是短路故障后可以重复使

用的电器，当电磁脱扣器自动进行短路保护，故障排除后，只需将开关恢复到“分闸”位置，便可以重新合闸。

1.2.2 低压断路器的选用

1. 断路器的额定电压和额定电流

选用时，必须考虑到：额定电压不得低于线路的正常工作电压；额定电流不得低于负载的工作电流。

2. 热脱扣器的整定电流

带有热脱扣器的断路器，其热脱扣器整定电流应与被控制的电动机的额定电流或负载额定电流相一致。

3. 电磁脱扣器的瞬时动作整定电流

电磁脱扣器的瞬时动作整定电流应当大于负载电路正常工作时的尖峰电流，对于电动机来说，电磁脱扣器的瞬时动作整定电流值 I_m 可按下式选取：

启动、制动不频繁时： $I_m \geq K_m I_S = K_m K I_N$

启动、制动频繁时： $I_m \geq 2K_m I_S$

式中 I_S ——电动机的启动电流，A；

I_N ——电动机的额定电流，A；

K ——电动机启动电流和额定电流之比；

K_m ——考虑脱扣器的动作误差与电动机启动电流的变化，引入的安全系数；开关动作时间大于 0.02s (DW 型)， $K_m = 1.35$ ；开关动作时间小于 0.02s (DZ 型)， $K_m = 1.7 \sim 2$ 。

必要时，还应当根据电路中可能出现的最大短路电流，校验断路器的分断能力。

4. 断路器与主电路的接线注意事项

- (1) 必须由具有专业资格的人员进行配线作业。
- (2) 必须确认输入电源处在完全断开的情况下，才能进行配线作业。
- (3) 必须安装断路器本体后再进行配线。
- (4) 断路器配线必须符合上进下出原则，不允许倒进线。

1.3 隔离开关

1.3.1 隔离开关的作用

隔离开关又称为刀开关或刀形转换开关，有的型号上还可以安装熔断器。是一种手动开合的电器，不能自动切断线路。通常起常规的配电电气隔离作用。在正常情况下，用来做切换不太频繁的电路开关。

隔离开关有以下特点：

- (1) 在维护和检修操作时，提供一个明显的电气断点，有利于保证操作者的安全。
- (2) 构造简单，体积较小，安装维护方便，价格低廉。
- (3) 通常不能在带负荷的情况下转换操作。

1.3.2 隔离开关的选用

隔离开关应按线路的额定电压、计算电流及分断电流选择，然后按短时的动热稳定

校验。

(1) 按额定电压选择，安装隔离开关的线路，其额定交流电压不超过 500V，直流电压不超过 440V。

(2) 按计算电流选择，隔离开关的额定电流应不小于回路计算电流。

(3) 按分断电流选择，隔离开关分断的负载电流应不大于制造厂家容许的分断电流值。对一般结构的隔离开关，通常不允许直接切断电流回路。

(4) 按短路电流的动、热稳定性校验，安装隔离开关的线路，其三相短路电流不应超过隔离开关允许的动、热稳定值。

1.3.3 常用隔离开关的技术数据

隔离开关有许多种，常见的有瓷底胶盖刀开关、铁壳开关、开关板用刀开关、石板闸等。软启动器通常安装在配电屏、配电柜、配电箱中，许多情况下采用开关板用隔离开关。常用于成套设备上的开关板用隔离开关有 HD、HS 系列，适用于交流 50Hz，额定电压交流至 380V、直流至 440V，最大额定电流为 1500A。

常用的几种隔离开关的技术数据见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 HD11~HD14 型刀开关和 HS11~HD14 型刀形转换开关技术数据

额定电流/A		100	200	400	600	1000	1500
机械寿命/次		10 000	10 000	10 000	5000	5000	5000
电寿命/次		1000	1000	1000	500	500	—
1s 热稳定电流/kA		6	10	20	25	25	40
动稳定电流峰值/kA	手柄式	15	20	30	40	40	—
	杠杆式	20	30	40	50	50	80

表 1-2 HR3 系列熔断器式刀开关主要技术数据

型 号	刀开关分断能力/A		熔断器极限分断能力/kA	
	交流 380V $\cos\varphi=0.6$	直流 440V $T=0.0045s$	交流 380V $\cos\varphi=0.3$	直流 440V $T=0.015s$
HR3-100	100	100	50	25
HR3-200	200	200		
HR3-400	400	400		
HR3-600	600	600		
HR3-1000	1000	1000		

1.4 熔 断 器

熔断器是电动机和电气线路中最简单、使用最广泛的保护装置之一。熔断器串联在被保护的电路中，当负载过大或有短路的时候，熔体因流过的电流增大而熔断，从而把故障电路分断，起到过载和短路时的保护作用。熔断器既可用于保护电动机，也可用于保护线路和其他各类交、直流用电器。

用于 500V 以下电路中的熔断器为低压熔断器。选用熔断器时，主要是选择熔断器的结

构形式、额定电压和额定电流等级，然后选择熔体的额定电流，条件允许时还应校验熔断过程的 I^2t 值。

1.4.1 熔断器的特点

- (1) 构造简单，体积小，安装方便，价格低廉，短路保护可靠性高。
- (2) 熔体工作时间长，性能易变化，动作、特性受周围温度影响大。
- (3) 熔断器是不能自动重合的电路，当熔体熔断后，需要更换新的熔体，才能重新接通电路，因此在有频繁过电流动作的地方，不适合用熔断器保护。
- (4) 用熔断器保护电动机时，有可能单相熔断，造成电动机两相运转。

1.4.2 熔断器的接法和保护方式

1. 熔断器的接法

做一般过载和短路保护用的熔断器通常串联在主电路中。

2. 熔断器保护方式

熔断器的保护方式一般有两种：一种是全保护，不论过载或短路全部由快速熔断器进行保护，这种方式适合于小功率装置或器件使用裕度较大的场合；另一种是短路区段保护，快速熔断器只在短路电流较大的区域内作用，过载保护由其他保护措施完成，例如电子保护、热继电器保护等。

1.4.3 熔断器的种类

低压熔断器的结构形式有瓷插式、无填料密封管式、有填料密封管式、螺旋塞式、快速式、自复式等多种形式。这里仅摘取几种型号给出其主要技术数据。

1. 快速熔断器 (IFU)

快速熔断器 (IFU) 主要用来保护晶闸管元件，在元件短路及过载的情况下能快速切断短路电流。

RLS 系列快速熔断器的技术数据见表 1-3。该系列快速熔断器，用于交流 50Hz 或直流额定电流 3~100A，额定电压至 500V 的电路中，作为整流管、晶闸管，或由该类元件组成的成套装置的内部短路保护，或某些不允许过电流的过载保护。

表 1-3 RLS 系列快速熔断器的技术数据

型号	额定电压/V	熔断器额定电流/A	熔体额定电流/A	极限分断电流/kA	$\cos\varphi$
RLS1	500	10	3, 5, 10	50	≤ 0.25
		50	15, 20, 25, 30, 40, 50		
		100	60, 80, 100		
RLS2	500	30	16, 20, 25, 30	50	0.1~0.2
		63	35, (45), 50, 63		
		100	(75), 85, (90), 100		

2. 螺旋式熔断器

螺旋式熔断器由于体积小、维护简单和调换方便，至今仍广泛作为照明及中小型电动机的保护用。目前国产的螺旋式熔断器常用的有 RL1 系列和 RLS 系列（螺旋式快速熔断器）。

RL1 系列螺旋式熔断器，适用于交流 50Hz 或 60Hz 额定电压至 500V，额定电流至 200A 的电路中。其技术数据见表 1-4。

表 1-4 RL1 系列熔断器技术数据表

熔断器额定电流/A	熔体电流等级/A	500V, $\cos\varphi \geq 0.3$ 时的极限分断能力/A
15	2, 4, 6, 10, 15	2000
60	20, 25, 30, 35, 40, 50, 60	3500
100	60, 80, 100	20 000
200	100, 125, 150, 200	50 000

3. 无填料密封管式熔断器

密封管式熔断器应用相当广泛。RM10 系列是在 RM1、RM2、RM3 等老产品的基础上设计的产品，具有结构简单、更换熔体方便等特点，其技术数据见表 1-5。

表 1-5 RM10 系列熔断器技术数据表

额定电流/A		极限分断能力/A
熔断管	装在管内的熔体	
15	6, 10, 15	1200
60	15, 20, 25, 35, 45, 60	3500
100	60, 80, 100	10 000
200	100, 125, 160, 200	
350	200, 225, 260, 300, 350	
600	350, 430, 500, 600	
1000	600, 700, 850, 1000	12 000

4. 有填料密封管式熔断器

RT0 系列有填料密封管式熔断器，广泛使用于供电电路或要求断流能力较高的场合，如电厂用电、变电所的主要回路及靠近电力变压器出线端的供电电路中，其技术数据见表 1-6。

表 1-6 RT0 系列熔断器技术数据表

额定电压/V	熔断器额定电流/A	熔体额定电流/A	极限分断能力	
			kA	$\cos\varphi$
交流 380 660 直流 440	50	5, 10, 15, 20, 30, 40, 50	50	0.1~0.2
	100	30, 40, 50, 60, 80, 100		
	200	80, 100, 120, 150, 200		
	400	150, 200, 250, 300, 350, 400		
	600	350, 400, 450, 500, 550, 600		
交流 380 直流 440	1000	700, 800, 900, 1000		
交流 1140	200	30, 60, 80, 100, 120, 160, 200		

1.4.4 熔断器额定参数的选择

(1) 熔断器额定电压的选择。熔断器的额定电压应等于或大于被保护线路正常工作时的电压有效值 U_{FN} 。但考虑电源电压的波动（一般取 10%），还应留有适当的余地，即： $U_{FN} \geq 1.1U_{VL}$ ，式中 U_{VL} 为变压器二次侧线电压有效值。

快速熔断器额定电压应等于或大于交流侧进线电压。快速熔断器电压选择后，应校验其过电压（快熔额定电压的两倍）是否在熔断过程中超过器件允许的反向峰值电压。

(2) 熔断器做电动机直接启动回路保护用时，熔体电流可按下式选择：

$$I_{IN} = I_S / K \quad (1-1)$$

式中 I_{IN} ——熔断器熔体额定电流，A；

I_S ——电动机的启动电流，A（可以从产品说明书中查出，如无资料可查，可按表 1-7 中数据考虑）；

K ——系数，决定于电动机的启动情况和熔断器特性（见表 1-8）。除按表 1-8 中的规定选择 K 值外，还可根据启动时间来确定 K 值大小，见表 1-9。

表 1-7 Y 系列电动机启动电流和额定电流关系表

型号	极数	功率/kW	启动（额定）电流/A
Y 系列 (IP44)	2	0.55~160	7
	4	0.55~1.5	6.5
		2.2~160	7
	6	0.75~2.2	6
		3~132	6.5
8	2.2~5.5	5.5	
	7.5~45	6	
	55~110	6.5	
10	45~75	6.5	
Y 系列 (IP23)	2	15~250	7
	4	11~250	7
	6	7.5~160	6.5
	8	5.5~75	6
		90~132	6.5
10	55~90	6.5	

表 1-8 根据熔断器特性和电动机启动情况选择 K 值表

熔断器型号	熔体材料	熔体电流/A	K	
			电动机轻载启动	电动机重载启动
RT0	铜	50 及以下	2.5	2
		60~200	3.5	3
		200 以上	4	3

续表

熔断器型号	熔体材料	熔体电流/A	K	
			电动机轻载启动	电动机重载启动
RM10	锌	60 及以下	2.5	2
		80~200	3	2.5
		200 以上	3.5	3
RM1	锌	10~350	2.5	2
RL1	铜、银	60 及以下	2.5	2
		80~100	3	2.5
RC1A	铅、铜	10~200	3	2.5

表 1-9 按启动时间确定 K 值表

启动时间/s	K	启动时间/s	K
3 以下	4~2.8	8 以上	2~1.7
3~8	2.8~2	启动频繁	2~1.7

选择熔断器熔体电流时，应注意不能选得太小，如果选择过小，易造成某一相熔断而发生电动机单相运转。

(3) 多台电动机共用一组熔断器时，其熔体额定电流可按下式选择：

$$I_{\text{IN}} \geq K_1 [I_{\text{sm}} + I_{\text{N}(n-1)}] \quad (1-2)$$

式中 I_{sm} ——被保护电路中最大一台电动机（或同时启动的电动机组）的启动电流，A；

$I_{\text{N}(n-1)}$ ——被保护电路中，除最大一台电动机（或同时启动的电动机组）以外的其他电动机额定电流之和，A；

K_1 ——考虑负载情况的系数，一般情况取 $K_1 = 0.4$ 。

(4) 熔断器做控制电路短路保护时，熔体额定电流的选择如下：

1) 交流控制电路中，熔断器接在控制变压器的二次侧，熔体的额定电流可按下式选取：

$$I_{\text{IN}} \geq \frac{S_{\text{N}} + 0.1S_{\text{S}}}{U_{\text{S}}} \quad (1-3)$$

式中 S_{N} ——控制变压器的额定容量，VA；

S_{S} ——电路中最大电器（或同时动作的多个电器）的吸引线圈启动容量，VA；

U_{S} ——控制变压器二次侧电压，V。

2) 不用控制变压器时，控制电路的熔体额定电流可按下式选取：

$$I_{\text{IN}} \geq 0.4 [I_{\text{S}} + I_{\text{N}(n-1)}] \quad (1-4)$$

式中 I_{S} ——电路中最大电器（或同时动作的多个电器）的吸引线圈启动电流，A；

$I_{\text{N}(n-1)}$ ——电路中最大电器（或同时启动的几个电器）以外的其他电器吸引线圈的额定电流之和，A。

3) 负载较平稳的控制电路，如照明电路等，熔体额定电流可按下式选取：

$$I_{\text{IN}} > I_{\text{IN}} \quad (1-5)$$

式中 I_{IN} ——负载额定电流，A。

1.5 热继电器

1.5.1 热继电器的作用和特点

一般来说,热继电器是作为长期或间断长期工作制的交流异步电动机的过载保护和启动过程的过热保护用的,在工业领域使用非常广泛。今后一定时期内,热继电器仍然是一种普遍应用的过载保护方式之一。

热继电器用于交流电动机的过载保护有以下优缺点:

- (1) 结构简单、价格低廉、使用方便。
- (2) 可靠性高,不易出故障。
- (3) 与电动机发热特性较接近。
- (4) 与电动机冷却特性有差异。
- (5) 属于间接保护,不能反映出通风损坏、电压上升、转子铁耗增加等造成的电动机过热。
- (6) 受到周围环境温度的影响较大。

1.5.2 常用热继电器的型号及动作特性

常用的热继电器有以下几种:

(1) JR20 系列。额定电流有 8 种,为 6.3~630A。它带有动作灵活性检查装置和动作指示装置。但这种型号的热继电器质量欠稳定。

(2) T 系列,其规格及整定电流范围如表 1-10 所示。使用较为广泛,该系列从德国引进,可与 B 系列交流接触器配套成 MSB 系列电磁启动器,规格品种较多。T16 可配 B9、B12、B16 接触器;T25 可配 B25、B30 接触器;T45 可配 B37、B45 接触器;T85 可配 B65、B85 接触器。

表 1-10 T 系列热继电器的规格及整定电流范围

型号	T16	T25	T45	T85	T105	T170	T250	T370
整定电流/A	16	25	45	85	105	170	250	370
热元件整定 电流范围/A	0.11~0.16	0.10~0.16	0.25~0.40	6.0~10.0	27~42	90~130	100~160	100~160
	0.14~0.21	0.16~0.25	0.35~0.52	8.0~14.0	36~52	110~160	160~250	160~250
	0.19~0.29	0.25~0.40	0.45~0.63	12~20	45~63	140~200	250~400	250~400
	0.27~0.40	0.40~0.63	0.55~0.83	17~29	57~82			310~500
	0.35~0.52	0.63~1.00	0.70~1.00	25~40	70~105			
	0.42~0.63	1.0~1.4	0.86~1.30	35~55	80~115			
	0.55~0.83	1.3~1.8	1.1~2.1	45~70				
	0.70~1.00	1.7~2.4	1.8~2.5	60~100				
	0.90~1.30	2.2~3.1	2.2~3.3					
	1.1~1.5	2.8~4.0	2.8~4.0					
	1.3~1.8	3.5~5.0	3.5~5.2					
	1.5~2.1	4.5~6.5	4.5~6.3					
	1.7~2.4	6.0~8.5	5.5~8.3					
	2.1~3.0	7.5~11.0	7.0~10.0					
	2.7~4.0	10~14	8.6~13					
	3.4~4.5	13~19	11~16					
	4.0~6.0	18~25	14~21					
5.2~7.5	24~32	18~27						
6.3~9.0		25~35						
7.5~11.0		30~45						
9.0~13.0								
12.0~17.6								