

高等学校教材

电气控制与 可编程控制器技术 实训教程

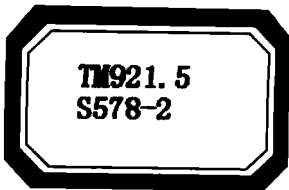
史国生 鞠勇 编著

DIANQI KONGZHI YU KEBIANCHENG KONGZHIQI JISHU SHIXUN JIAOCHENG

1.5
-2



化学工业出版社



高等学校教材

电气控制与可编程控制器技术 实训教程

史国生 鞠 勇 编著

TM921.5
S578-2



化学工业出版社

·北京·

本书是教材《电气控制与可编程控制器技术》的姊妹篇。本书立足于本科应用型人才培养目标,在理论教学的基础上,集实验、工程实训、设计、调试于一体,突出应用能力、工程设计能力和创新开发能力的培养。

本书共分四篇八章,基础实验篇三章,内容包括电气控制、PLC 编程软件 GX Developer 使用和简单的 PLC 实验;工程实践篇两章,内容包括电动机的 PLC 控制和中、小型 PLC 控制系统模块的实训;工程综合阅读训练与设计篇两章,内容包括机床电气 PLC 控制程序的阅读训练和各种 PLC 控制系统的综合设计;特殊功能模块应用篇,介绍各种(教材以外)常用特殊功能模块及应用。

本书突出理论与实践的结合,集电气控制与 PLC 控制技术的应用能力、工程设计能力和创新开发能力培养于一体,可作为工科电气、机电一体化、机械工程及其自动化等相关专业的电气控制与 PLC 控制课程的实训教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与可编程控制器技术实训教程 / 史国生, 鞠勇
编著. —北京: 化学工业出版社, 2009.12
高等学校教材
ISBN 978-7-122-06856-9

I. 电… II. ①史…②鞠… III. ①电气控制-教材
②可编程序控制器-教材 IV. TM921.5 TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 189296 号

责任编辑: 廉 静 王丽娜

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 郑 捷

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 13³/₄ 字数 346 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着科学技术的进步与现代社会各领域自动控制方式向多元化、智能化、网络化发展,促进了可编程序逻辑控制器(简称 PLC)的器件多品种、小型或大型化、智能化、网络化发展 and 广泛应用。它与当今的数控技术、CAD/CAM 技术、工业机器人技术并称为现代工业自动化技术的四大支柱。

本教材立足于本科应用型人才培养目标,适应社会各领域的电气自动控制发展需要,提高学生工程实践能力和创新应用能力,教材的编写内容取材广泛,由浅入深,着重培养学生实验动手、工程实践问题的分析与解决能力,加强中大规模控制系统 PLC 程序的阅读分析能力训练与程序设计、调试能力锻炼,同时也对工业控制中的常用特殊功能模块与应用(除了教材中已作介绍的特殊功能模块以外)作了详细介绍,以方便学生设计中的应用与查阅。

本教材是与《电气控制与可编程控制器技术》教材配套的实训教程。根据教育部本科应用型人才培养目标的精神,为满足本科电类相关专业对电气控制与可编程控制器的实验、实习和工程实践能力培养的需要,教材内容涵盖了基础实验、工程实践、工程综合阅读训练与设计、特殊功能模块与应用,共四部分。

1. 基础实验篇共三章,内容包括电气控制、PLC 编程软件 GX Developer 使用和简单的 PLC 实验。学生通过熟悉电气实验装置和 PLC 实验装置及各种实验模块的使用,由学生独立完成预先自拟的接线图和编写的控制程序完成实验模块的实验控制,使其达到一定的实验动手能力和调试能力。

2. 工程实践篇共两章,内容包括电动机的 PLC 控制和中、小型 PLC 控制系统模块的实训,旨在培养学生对电动机的电气控制转换为 PLC 程序控制的能力以及对中、小型 PLC 控制系统模块的控制要求有一定的分析和解决思路,进一步提高学生的编程和调试能力。

3. 工程综合阅读训练与设计篇共两章,内容包括机床电气 PLC 控制程序的阅读训练和各种 PLC 控制系统的综合设计。工程综合阅读训练以工程常用机床电气 PLC 控制程序为例,介绍了阅读 PLC 程序的方法与步骤,旨在提高学生的阅读程序能力,理解程序的控制思想和方法,启发设计开发思路,为提高程序设计能力打下基础。本篇还介绍了设计步骤和方法,提供了各种 PLC 控制系统的综合设计,供学生进行课程设计和毕业设计,以进一步开发学生的程序综合设计和调试能力。

4. 特殊功能模块应用篇,介绍的各种常用特殊功能模块及应用是为第七章 PLC 控制系统综合设计服务的,旨在为学生设计的控制系统需要的各种特殊功能模块提供一定的资料及接线与编程应用的方法,扩大学生的知识应用面,以适应社会各领域电气自动控制系统应用需要。

本书所编写的有关 PLC 实训及设计选题均是以三菱 FX_{2N} 系列为实训样机,其编程语言(包括梯形图及语句表)均以《电气控制与可编程控制器技术》教材为准。但是所编写的程序不是惟一的,也不一定是最优的。对于熟悉其他 PLC 编程语言的读者也可以用自己的编程思路和自己熟悉的指令去编程。这些实训和设计选题,在明确任务要求的前提下,用其他机型

的 PLC 也同样可以完成控制。

本书由南京师范大学电气与自动化工程学院史国生、鞠勇编写，第一~五章由鞠勇编写，第六~八章由史国生编写，全书由史国生统稿。同时在编写过程中居荣、吉同舟等同志提供了帮助和支持。本书的出版得到了南京师范大学泰州学院的大力支持和关心，在此深表感谢！

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者
2009年8月

目 录

基础实验篇

第一章 电气控制实验	2
第一节 三相异步电机点动、单向启动及停止控制.....	2
第二节 三相异步电机调压器降压启动控制.....	4
第三节 三相异步电机 Y/ Δ 降压启动控制.....	6
第四节 三相绕线式异步电机串电阻启动控制.....	8
第五节 三相异步电机的能耗制动控制.....	10
第六节 三相异步电机自动顺序控制.....	12
第二章 GX Developer 编程软件的使用	15
第一节 概述.....	15
第二节 工程.....	17
第三节 梯形图制作.....	20
第四节 参数设定.....	25
第五节 程序注释.....	26
第六节 其他功能.....	30
第三章 PLC 编程控制实验	35
第一节 PLC 实验装置概述.....	35
第二节 天塔之光的控制.....	36
第三节 水塔水位自动控制.....	38
第四节 数码管数字循环点亮的控制.....	40

工程实践篇

第四章 电机的 PLC 控制	44
第一节 电机的可逆运转、Y/ Δ 启动、往复运动控制.....	44
第二节 三相绕线式异步电机串电阻启动控制.....	46
第三节 三相异步电机反接制动控制.....	48
第四节 三相异步电机能耗制动控制.....	50
第五节 三相异步电机自动顺序控制.....	52
第五章 PLC 控制系统实践	55
第一节 抢答器控制.....	55

第二节	交通信号灯控制	56
第三节	自控成型机 PLC 控制系统	58
第四节	自控轧钢机 PLC 控制系统	61
第五节	多种液体自动混合 PLC 控制系统	63
第六节	自动送料装车系统的 PLC 控制系统	65
第七节	邮件分拣机 PLC 控制系统	68
第八节	自动售货机的 PLC 控制系统	70

工程综合阅读训练与设计篇

第六章	电气 PLC 控制系统综合阅读训练	74
第一节	阅读 PLC 梯形图的方法与步骤	74
第二节	C650 型普通车床的电气 PLC 控制程序阅读训练	76
第三节	T68 型普通镗床的电气 PLC 控制程序阅读训练	85
第四节	组合机床的电气 PLC 控制程序阅读训练	96
第七章	PLC 控制系统设计	105
第一节	PLC 控制系统的设计概述	105
第二节	机械手的 PLC 控制系统设计	118
第三节	霓虹灯广告屏的 PLC 控制系统设计	120
第四节	电铃的 PLC 自动控制系统设计	122
第五节	液体自动罐装线的 PLC 控制系统设计	123
第六节	自动门的 PLC 控制系统设计	124
第七节	工业洗衣机的 PLC 控制系统设计	125
第八节	自动洗车机的 PLC 控制系统设计	126
第九节	花式喷泉的 PLC 控制系统设计	128
第十节	三层电梯的 PLC 控制系统设计	130
第十一节	水塔水位的 PLC 控制系统设计	132
第十二节	塑料模压机的 PLC 控制系统设计	134
第十三节	污水净化处理的 PLC 控制系统设计	136
第十四节	显像管搬运机械手的 PLC 控制系统设计	139
第十五节	直流伺服电动机的 PLC 控制系统设计	141
第十六节	水温恒温控制的 PLC 控制系统设计	145
第十七节	多工步组合机床的 PLC 控制系统设计	148
第十八节	变频调速恒压供水系统的 PLC 控制设计	150
第十九节	双层立体车库的 PLC 控制系统设计	152
第二十节	冷媒自动充填机的 PLC 控制系统设计	154
第二十一节	炉窑恒温的 PLC 控制系统设计	156
附录	变频器、触摸屏及其使用	161

特殊功能模块应用篇

第八章 特殊功能模块及其应用	190
第一节 概述	190
第二节 模数转换模块及其应用	192
第三节 A/D、D/A 转换一体化模块及其应用	198
第四节 FX _{2N} 通信扩展板及其应用	201
参考文献	211



基础实验篇

第一章 电气控制实验

第一节 三相异步电机点动、单向启动及停止控制

一、实验要求

- (1) 熟悉三相异步电机点动、单向启停线路中各电器的结构、工作原理、型号规格、使用方法及其在线路中的作用。
- (2) 掌握三相异步电机点动、单向启停的工作原理、接线方法、调试及故障排除的技能。

二、实验线路

实验线路见图 1-1。

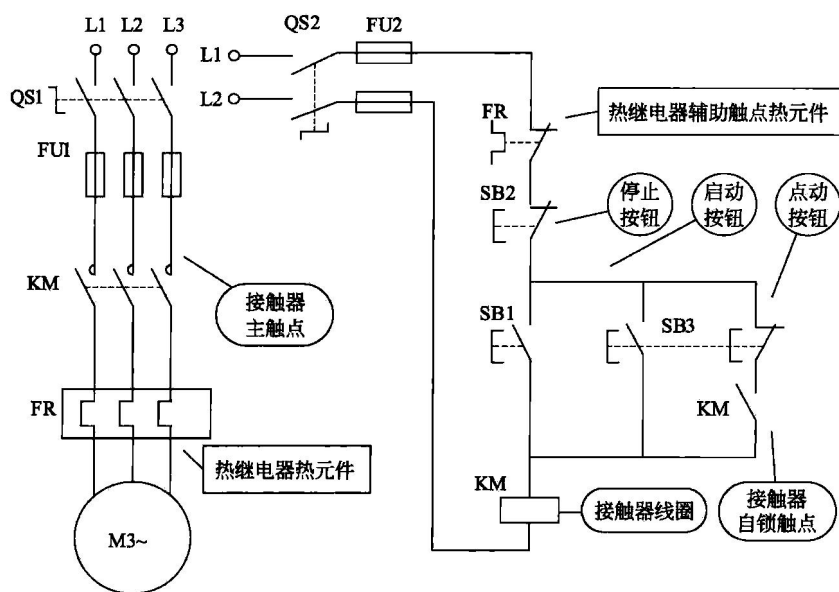


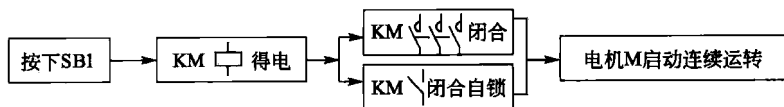
图 1-1 三相异步电机点动、单向启停的控制

三、实验线路的工作原理

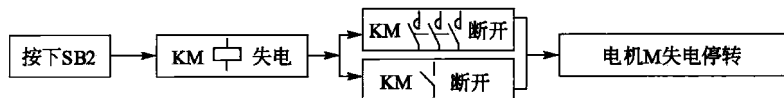
三相异步电机点动和单向启停的工作原理如下所述：先合上控制电路和主电路的电源开关 QS1 和 QS2。

1. 电机连续运行控制

启动过程：

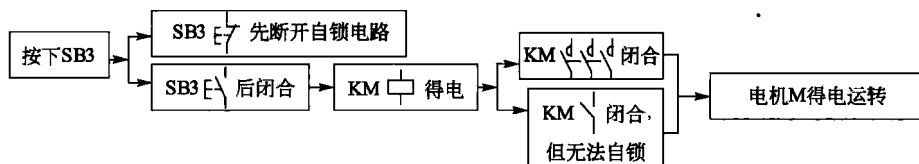


停止过程:

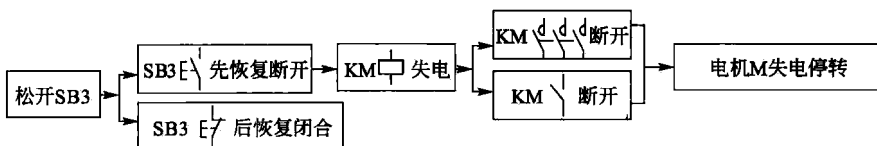


2. 点动运行控制

启动过程:



停止过程:



四、实验设备及电气元件

- (1) 三相异步电动机 1 台。
- (2) 低压控制柜上有关电器: 开关 QS1、QS2; 熔断器 FU1、FU2; 按钮 SB1、SB2、BS3; 接触器 KM; 热继电器 FR。
- (3) 电工工具及导线。

五、实验步骤

- (1) 熟悉各种电气设备及电气元件。
- (2) 按控制线路接线, 同组同学互相检查。
- (3) 通电操作时, 先操作控制电路, 当控制电路一切正常时, 再操作主电路。这样做可以有效地防止由于接线错误而引起的故障扩大的现象。由于主电路电流较大, 一旦有故障会引起很大的故障电流。同时, 也可有效地防止由于控制线路的接线错误而引起主线路的错误动作而导致的故障。

(4) 合上控制电路电源开关 QS2, 操作 SB1、SB2, 观察各个电器是否正常工作, 是否按控制要求动作, 如发现故障应立即断开电源, 分析原因, 排除故障后再送电。

(5) 合上主电路电源开关 QS1, 操作 SB1、SB2, 观察电机是否按控制要求运转。

(6) 点动操作, 观察电机点动动作情况。

六、要注意的问题

- (1) 接线时应遵循“先主后控、从上到下、从左到右”的原则。

- (2) SB3 的常闭、常开触点注意不能接错。
- (3) 热继电器的整定电流必须按电机的额定电流进行整定。

七、思考题

- (1) 若电源一接通，不按按钮电机即启动，是何原因？
- (2) 说明按下 SB3 时为何是点动工作？
- (3) 若自锁常开触点错接成常闭触点，会发生什么现象？
- (4) 改变电源进线的相序，将发生什么现象？为什么？
- (5) 画出实验中出现故障时的电路，并分析出现故障的原因。

第二节 三相异步电机调压器降压启动控制

一、实验要求

- (1) 掌握异步电机用调压器降压启动控制电路的工作原理及接线方法。
- (2) 熟悉这种电路的故障分析与排除方法。

二、实验线路

实验线路见图 1-2。

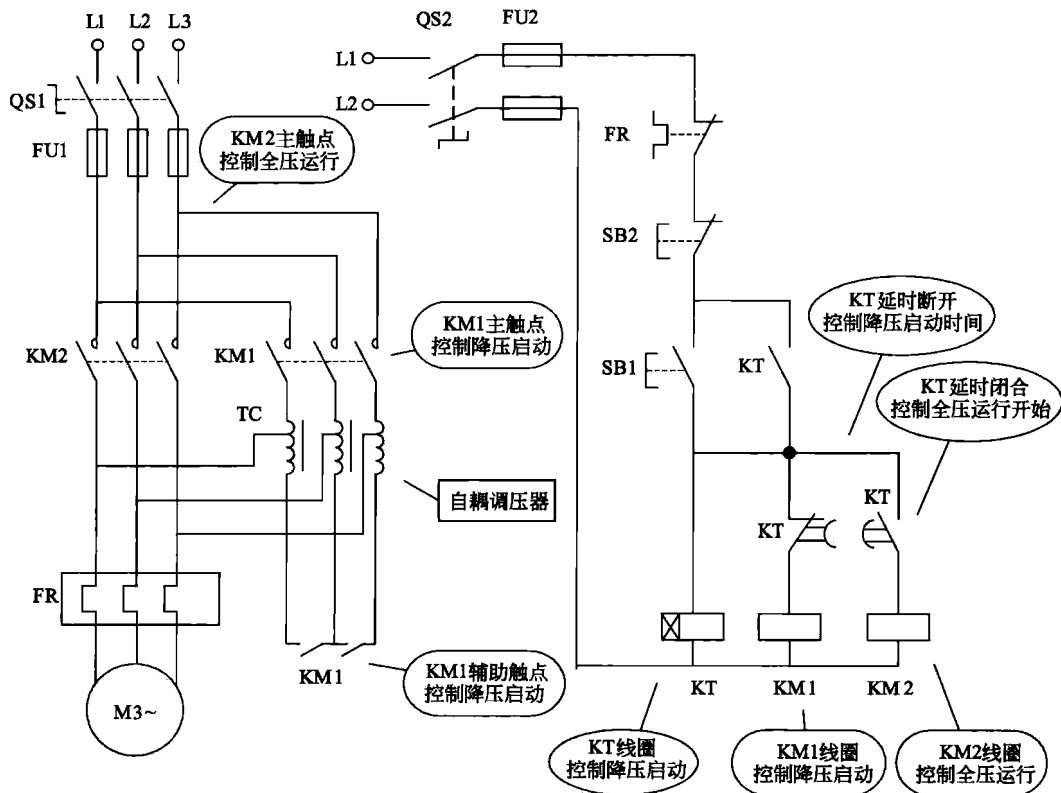


图 1-2 三相异步电机调压器降压启动控制

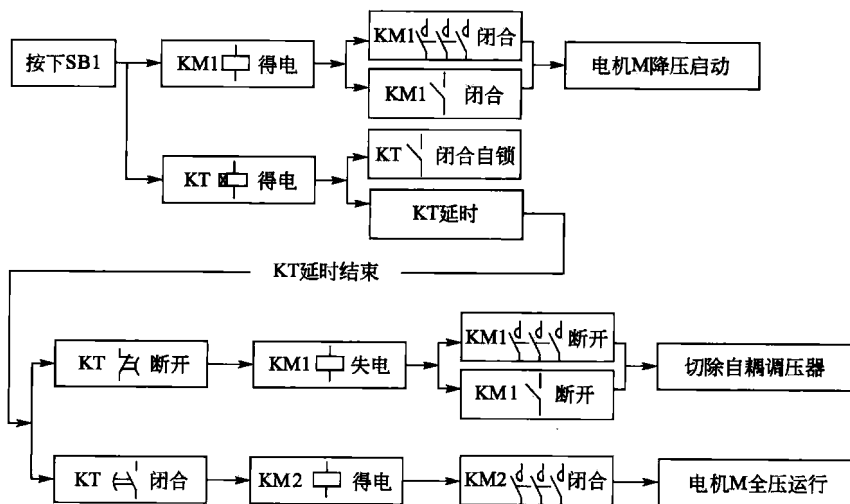
三、实验线路的工作原理

自耦调压器降压启动的控制是利用自耦调压器来降低加在电机定子绕组上的启动电压，启动完毕后，将自耦调压器切除，电机的定子绕组直接接在电源上，全压运行。

图 1-2 是三相异步电机自耦调压器降压启动控制，图中，KM1 和 KM2 是分别控制电机降压启动和全压运行的接触器，KT 用以控制降压启动时间。

三相异步电机调压器降压启动控制的工作原理如下所述：先合上控制电路和主电路的电源开关 QS1 和 QS2。

启动过程：



停止时，按下 SB2 即可实现。

四、实验设备及电气元件

- (1) 三相异步电机 1 台。
- (2) 三相自耦调压器 1 台。
- (3) 低压控制柜上有关电器：开关 QS1、QS2；熔断器 FU1、FU2；按钮 SB1、SB2；接触器 KM1、KM2；时间继电器 KT；热继电器 FR。
- (4) 电工工具及导线。

五、实验步骤

- (1) 检查各电气元件的质量情况，了解其使用方法。
- (2) 按电气原理图接线。
- (3) 检查线路，确认无误后，再合闸通电试验。
- (4) 通电操作时，先操作控制电路，当控制电路一切正常时，再操作主电路。这样做可以有效地防止由于接线错误而引起的故障扩大现象。由于主电路电流较大，一旦有故障会引起很大的故障电流。同时，也可有效地防止由于控制线路的接线错误而引起主线路的错误动作而导致的故障。
- (5) 合上控制电路电源开关 QS2，操作启动按钮 SB1，观察各个电器是否正常工作，各

电器是否按逻辑控制关系动作，如发现故障应立即断开电源，分析原因，排除故障后再送电。

(6) 合上主电路电源开关 QS1，操作 SB1、SB2，观察电机启停情况。

六、思考题

- (1) 若时间继电器断电时常开与常闭触点接错，电路工作状态怎样？
- (2) 如果电机降压启动时的运转方向和全压运行时的运转方向相反，分析故障的原因。
- (3) 叙述在实验中发生的故障，你是如何分析原因并排除故障的？
- (4) 自行设计一个断电延时继电器控制的自耦调压器降压启动的控制电路。

第三节 三相异步电机 Y/Δ 降压启动控制

一、实验要求

- (1) 掌握三相异步电机 Y/Δ 降压启动控制电路的工作原理及接线方法。
- (2) 熟悉这种电路的故障分析与排除方法。

二、实验线路

实验线路见图 1-3。

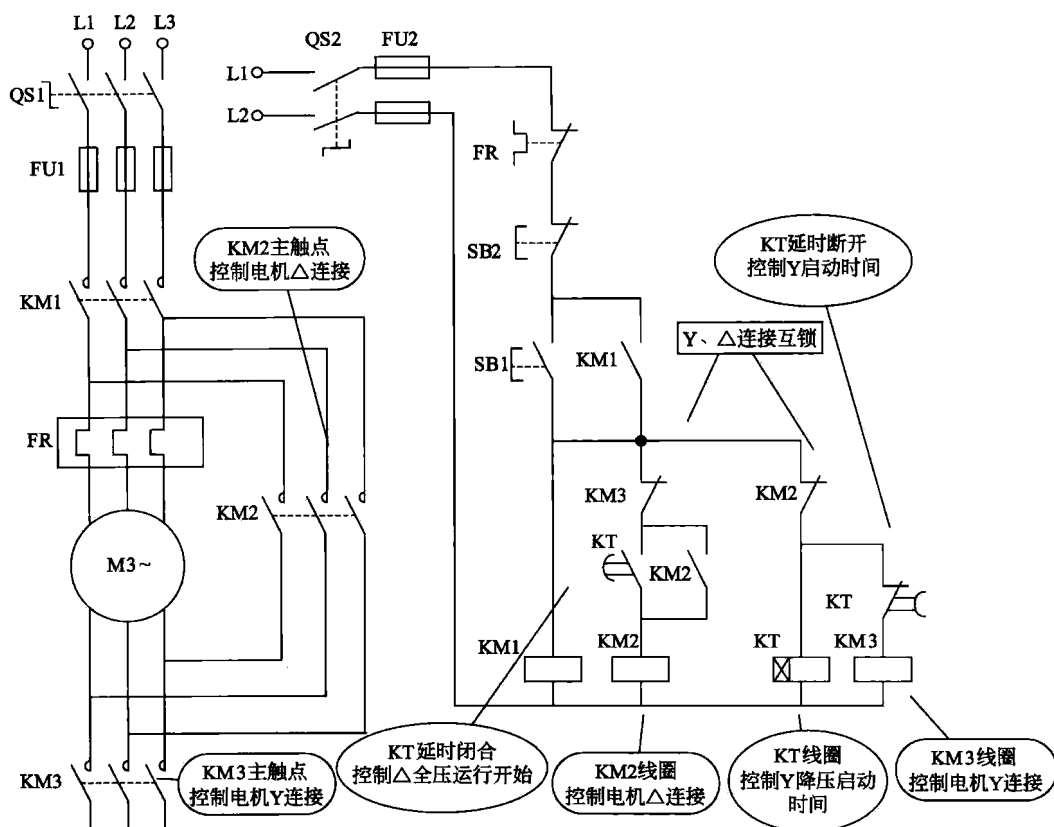


图 1-3 三相异步电机 Y/Δ 降压启动控制

三、实验线路的工作原理

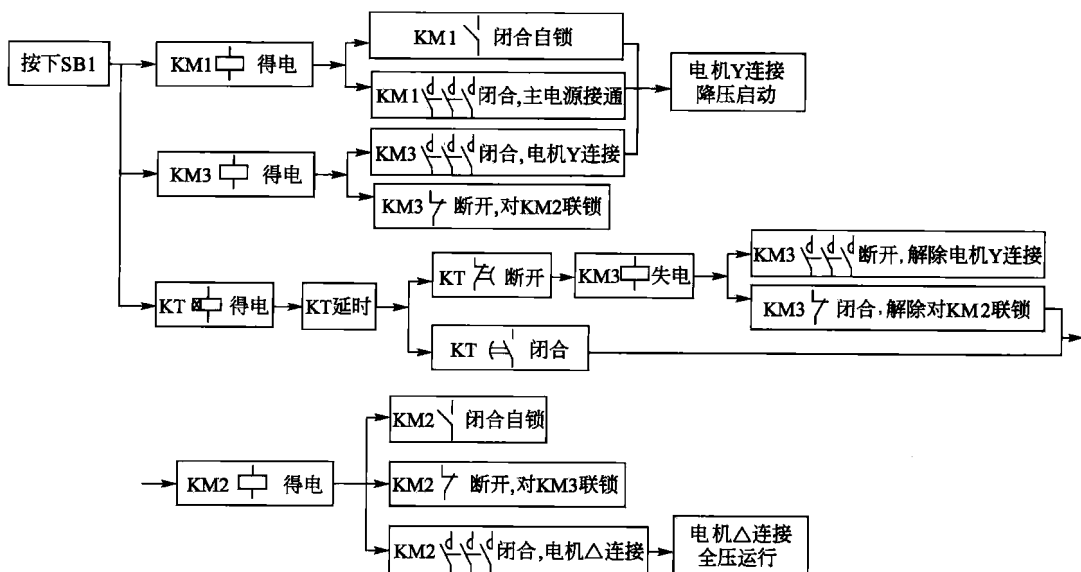
Y/△降压启动控制是先把定子绕组接成Y形，以降低启动电压，限制启动电流。电机驱动后，再把定子绕组改为△形连接，使电机进入全压运行状态。凡是在正常运行时定子绕组是△形连接的异步电机，均可采用这种降压启动方式。

电机启动时接成Y形，加在每相定子绕组上的启动电压只有△形接法的 $1/\sqrt{3}$ ，从而减小了启动电流，但是启动转矩也只有△形接法的 $1/3$ 。因此，降压启动控制只适合于轻载或空载情况下启动。

图1-3是三相异步电机Y/△降压启动控制，图中，KM3和KM2是分别控制电机Y形连接和△形连接的接触器，同时，在控制回路中，它们的常闭触点进行互锁，KT用以控制Y降压启动时间。

三相异步电机Y/△降压启动控制的工作原理如下所述：先合上主电路和控制电路的电源开关QS1和QS2。

启动过程：



停止时：按下停止按钮SB2，所有接触器、继电器电流被切断，所有接触器的触点复位，电机的电源被切断并停止运行。

四、实验设备及电气元件

- (1) 三相异步电机 1 台。
- (2) 低压控制柜上有关电器：开关 QS1、QS2；熔断器 FU1、FU2；按钮 SB1、SB2；接触器 KM1、KM2、KM3；时间继电器 KT；热继电器 FR。
- (3) 电工工具及导线。

五、实验步骤

- (1) 检查各电气元件的质量情况，了解其使用方法。

(2) 按电气原理图接线。

(3) 检查线路，确认无误后，再合闸通电试验。

(4) 通电操作时，先操作控制电路，当控制电路一切正常时，再操作主电路。这样做可以有效地防止由于接线错误而引起的故障扩大的现象。由于主电路电流较大，一旦有故障会引起很大的故障电流。同时，也可有效地防止由于控制线路的接线错误而引起主线路的错误动作而导致的故障。

(5) 合上控制电路电源开关 QS2，操作启动按钮 SB1，观察各个电器是否正常工作，各电器是否按逻辑控制关系动作，如发现故障，应立即断开电源，分析原因，排除故障后再送电。

(6) 合上主电路电源开关 QS1，操作 SB1、SB2，观察电机启停情况。

六、思考题

(1) Y/△启动适合什么样的电机？

(2) 若时间继电器断电时常开与常闭触点接错，电路工作状态怎样？

(3) 如果电机降压启动时的运转方向和全压运行时的运转方向相反，分析故障原因。

(4) 叙述在实验中发生的故障，你是如何分析原因并排除故障的？

(5) 自行设计一个断电延时继电器控制的 Y/△降压启动的控制电路。

第四节 三相绕线式异步电机串电阻启动控制

一、实验要求

(1) 掌握三相绕线式异步电机串电阻启动控制电路的原理及接线方法。

(2) 学会这种电路的故障分析与排除方法。

二、实验线路

实验线路见图 1-4。

三、实验线路的工作原理

三相绕线式异步电机串电阻启动控制方式是在绕线式异步电机的转子回路中串入三相对称电阻，达到减小启动电流、增大转矩的目的，随着电机转速的升高，逐级减小电阻，启动完毕后，电阻减小为零，转子绕组被直接短接，电机正常运行。

三相绕线式异步电机串电阻启动线路如图 1-4 所示，串接在三相转子回路的启动电阻，一般接成星形。利用时间继电器控制电阻自动切除，即转子回路三段启动电阻的短接是依靠 KT1、KT2、KT3 三个时间继电器及 KM1、KM2、KM3 三个接触器的相互配合来实现。

与启动按钮 SB1 串接的接触器 KM1、KM2、KM3 常闭辅助触点的作用是保证电机在转子绕组中接入全部外加电阻的条件下才能启动。如果接触器 KM1、KM2、KM3 中任何一个触点没有恢复闭合，则启动电阻就没有被全部接入转子绕组中，电机就不能启动。

三相绕线式异步电机串电阻启动控制的工作过程如下所述：先合上主电路和控制电路的电源开关 QS1 和 QS2。

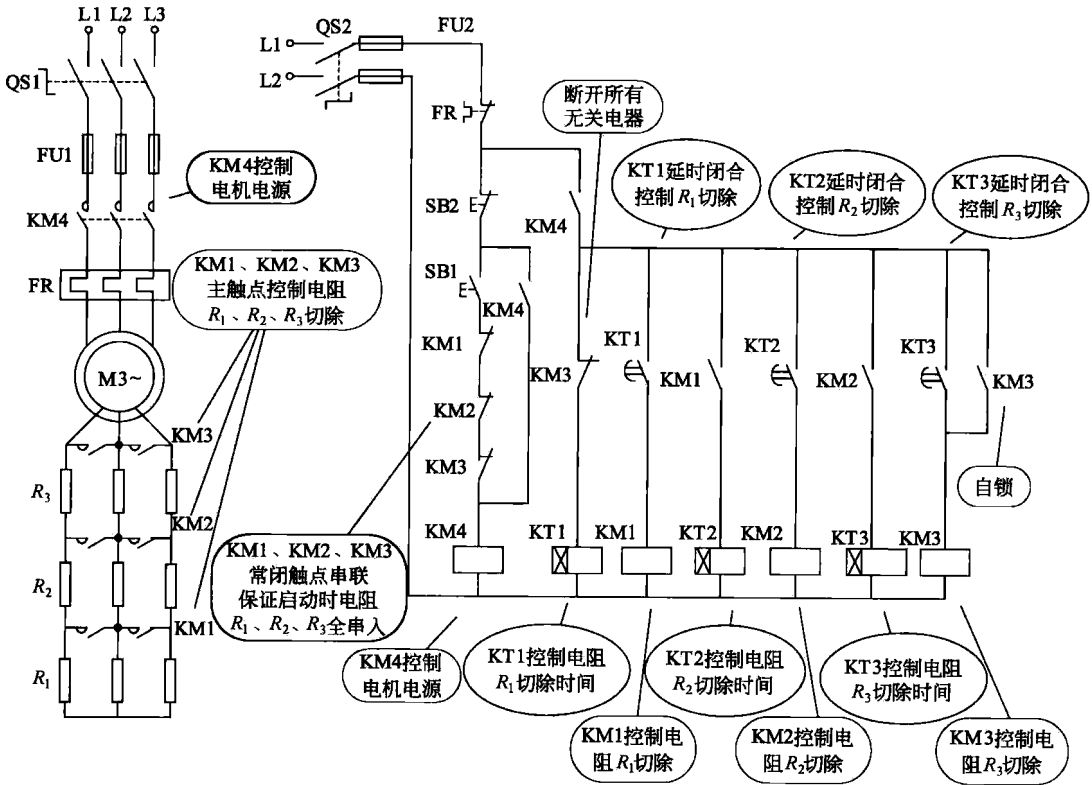
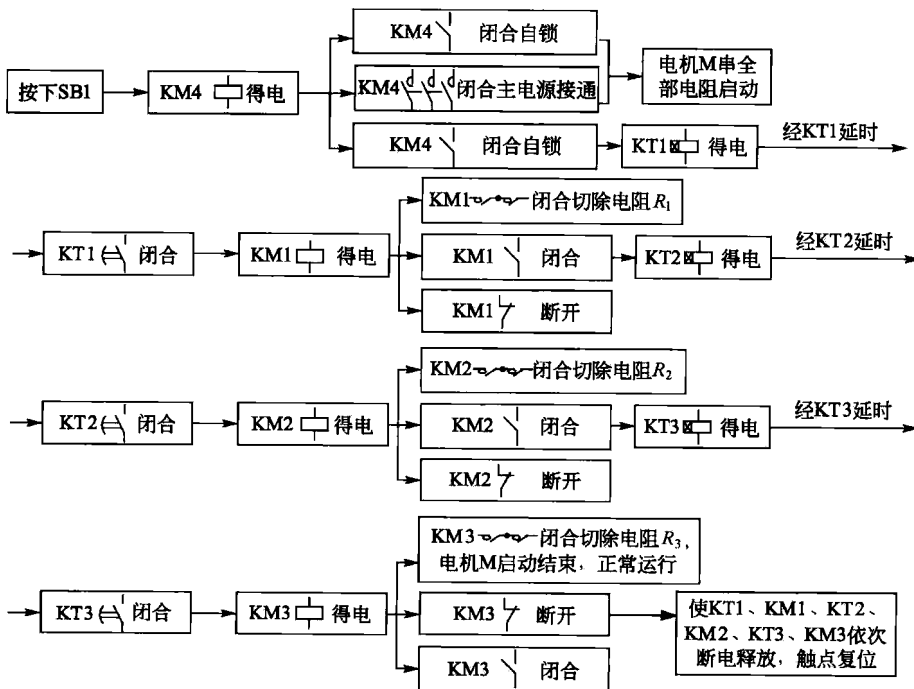


图 1-4 三相绕线式异步电机串电阻启动控制

启动过程如下：



停止时，按下 SB2 即可。