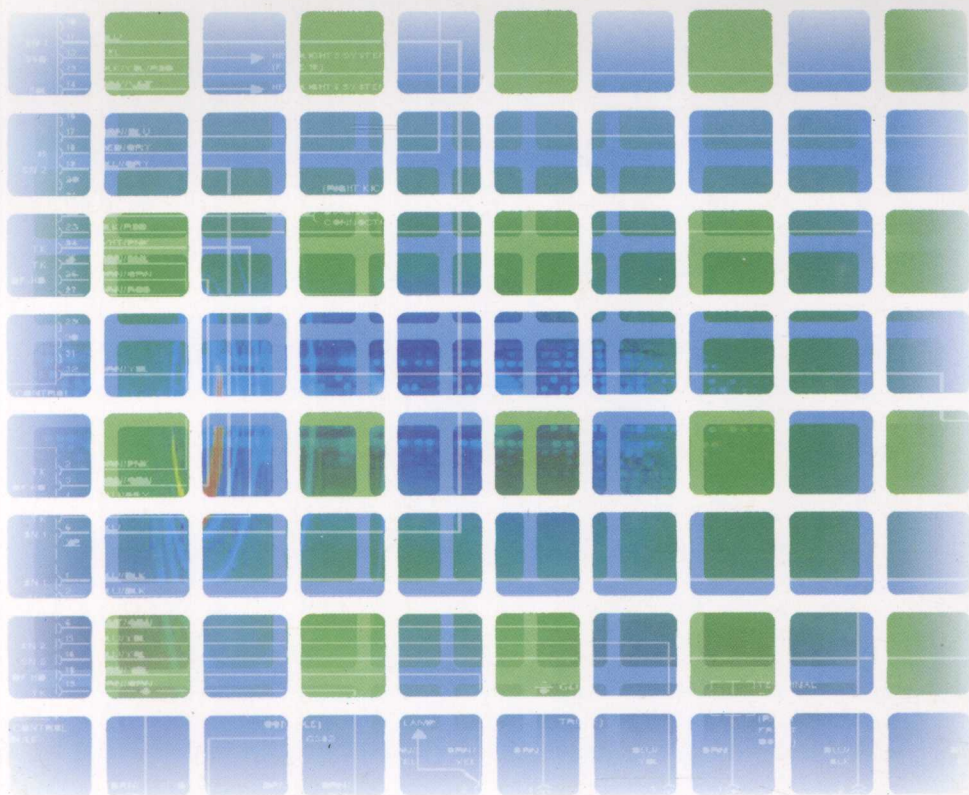


电工技术课程设计

贾清泉 王 珺 杨丽君 于长洋 主编

荣雅君 主审



中国农业科学技术出版社

电工技术课程设计

贾清泉 王 珺 杨丽君 于长洋 主编

荣雅君 主审

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电工技术课程设计/贾清泉等主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2009. 2

ISBN 978 - 7 - 80233 - 783 - 1

I. 电… II. 贾… III. 电工技术 - 课程设计 - 高等学校 - 教材
IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 003792 号

责任编辑 崔改泵

责任校对 贾晓红 康苗苗

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109704 (发行部) (010) 82106626 (编辑室)
(010) 82109703 (读者服务部)

传 真 (010) 82106624

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 新华书店北京发行所

印刷者 昌黎县第一印刷厂

开 本 787 mm × 960 mm 1/16

印 张 12.5

字 数 220 千字

版 次 2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

定 价 19.00 元

内容简介

本教材是根据教育部“面向 21 世纪高等教育教学内容和课程体系改革计划”的精神而编写的，是普通高等院校非电类专业《电工技术》的配套教材，其主要特点在于加强理论联系实际、提高学生工程实践能力的提高。本书主要包括：电气控制的基本环节、电气控制电路的设计及电气元件的选择、可编程控制器的应用、课程设计题目汇编及课程设计参考线路。

本书可做为普通高等院校非电类专业《电工技术》和电类专业《电气控制与 PLC》等课程实践教学环节的教材，也可供相关专业的教师和工程技术人员参考。

前 言

为推进电工技术课程教学改革,更好地满足社会对复合型工程技术人才的需要,我校自2003年以来对非电类专业学生开设了以实际操作为主体的电工技术课程设计工作。至今已完成5届200多个班级近6 000人的课程设计任务,收到了非常好的效果。

据我们了解,本类课程在国内其他院校没有开展过,没有资料可以借鉴。为完成课程设计任务,我们设计制作了电工技术课程设计实验箱,拟定了课程设计题目,撰写了电工技术课程设计指导讲义。课程设计中每个学生独立承担一个题目,操作一台实验箱,独立完成设计、接线、调试过程。当他们感受到能用学理论知识解决工程实际问题时,学习的积极性大增,兴趣极大。

本书内容是在原电工技术课程设计讲义的基础上根据实践教学中的不足进行了两次较大修改与补充后形成的,现决定出版发行。全书共分为六章:第一章,电气控制线路的基本环节;第二章,电气控制线路的设计及电气元件的选择;第三章,可编程序控制器的应用;第四章,课程设计题目汇编;第五章,课程设计参考线路。

本书由贾清泉、王珺、杨丽君、于长洋编写,荣雅君教授审阅了全书。从讲义初稿到本书的正式出版得到了燕山大学相关部门及教师的大力支持和帮助,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免误漏与欠妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2008年7月 燕山大学

目 录

第一章 电气控制线路的基本环节	(1)
1.1 电气原理图的画法	(3)
1.2 异步电动机的起动控制线路	(4)
1.3 异步电动机的正反转控制电路	(9)
1.4 异步电动机的制动控制线路	(13)
1.5 双速电机的高低速控制线路	(17)
1.6 控制线路的其他基本环节	(19)
1.7 电动机的保护	(24)
第二章 电气控制线路设计及电气元件的选择	(26)
2.1 电气控制线路设计的一般方案	(26)
2.2 电气控制线路的设计方法	(28)
2.3 电气控制线路设计的一般规律	(36)
2.4 控制线路设计的注意事项	(37)
2.5 常用电气元件的选择	(41)
2.6 电气控制线路的设计举例	(47)
第三章 可编程控制器的应用	(54)
3.1 可编程控制器的结构和工作原理	(54)
3.2 程序编制的基本要求	(60)
3.3 可编程控制器的编程语言	(62)
3.4 可编程控制器应用举例	(84)
第四章 课程设计题目汇编	(90)
4.1 三相异步电动机的顺序起动, 能耗制动的电路设计与计算 ..	(90)
4.2 三相异步电动机的顺序起动, 反接制动的电路设计与计算 ..	(92)
4.3 绕线式三相交流电动机的起动与制动电路的设计与计算	(93)
4.4 三相异步电动机的顺序起动单独停止的电路设计与计算	(94)
4.5 三相异步电动机的顺序起动顺序停止的电路设计与计算	(96)

4.6	三相异步电动机定子串电阻起动的电路设计与计算	(97)
4.7	三相异步电动机星—三角起动反接制动的电路设计与计算 ...	(99)
4.8	完成3个程序的自动顺序工作的半自动机床控制电路的 设计与计算	(100)
4.9	完成4个程序的自动顺序工作的半自动机床控制电路的 设计与计算	(102)
4.10	铣床的电气控制电路设计与计算	(104)
4.11	中型车床的电气控制电路设计与计算	(105)
4.12	摇臂钻床的电气控制控制电路设计与计算	(107)
4.13	卧式镗床的电气控制电路设计与计算	(109)
4.14	组合机床动力头顺序工作,同时退回的控制电路 设计与计算	(110)
4.15	组合机床动力头同时工作,分别退回的控制电路 设计与计算	(112)
4.16	星—三角降压起动的可编程控制器电路的设计	(113)
4.17	三相异步电动机用行程开关实现正、反转的可编 程控制器电路的设计	(114)
4.18	三相异步电动机能耗制动的可编程控制器电路的设计	(116)
4.19	三相异步电动机反接制动的可编程控制器电路的设计	(117)
4.20	机床间歇润滑的可编程控制器电路的设计	(118)
第五章	课程设计参考线路	(120)
5.1	异步电动机顺序起动能耗制动参考控制电路	(120)
5.2	异步电动机顺序起动反接制动参考控制电路	(122)
5.3	异步电动机顺序起动单独停止参考控制电路	(125)
5.4	异步电动机顺序起动顺序停止电路的工作原理	(129)
5.5	异步电动机定子串电阻起动控制电路的工作原理	(132)
5.6	异步电动机星—三角起动、反接制动的工作原理	(135)
5.7	三程序自动顺序工作控制电路的工作原理	(138)
5.8	四程序自动顺序工作控制电路的工作原理	(140)
5.9	铣床电气控制电路的工作原理	(143)
5.10	中型车床电气控制电路的工作原理	(146)
5.11	摇臂钻床控制电路的工作原理	(148)
5.12	卧式镗床电气控制的工作原理	(151)

5.13 组合机床动力头顺序工作, 同时退回控制电路的 工作原理	(154)
5.14 组合机床动力头同时工作、顺序返回的自动控制 电路工作原理	(157)
附录	(160)
附录 A 电气设备常用基本图形符号 (摘自 GB4728)	(160)
附录 B 电气设备常用基本文字符号 (摘自 GB7159 - 87)	(165)
附录 C Y 系列三相异步电动机型号规格	(168)
附录 D 常用电器主要型号规格	(172)
参考文献	(189)

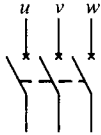
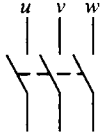
第一章 电气控制线路的基本环节

电气控制设备的种类繁多，电气控制线路也各不相同。然而任何一个复杂的电气控制线路，不论使用的元件如何多，连线如何复杂，仔细分析后就会发现，它们都是由一些电气控制线路的基本环节组成的。因此，在设计电气控制设备的系统时，只要掌握了设备的生产工艺要求，合理的、巧妙的选择各种不同的基本环节，再对基本环节进行有机的组合和完善，就可设计出满足生产要求的电气控制系统。

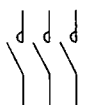
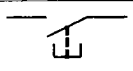
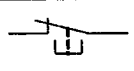
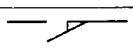
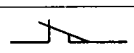
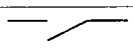
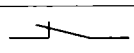
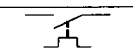
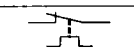
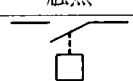
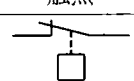
电气控制线路主要由各种电气元件组成的，所以必须熟练的掌握常用电气元件的结构、工作原理、图形和文字符号，这样才能在控制线路中正确使用这些元器件的图形和文字符号，绘出电气控制的线路图。表 1.1 为常用元件的名称、文字符号及所属各部件图形符号的表示方法。图形和文字符号是国家统一规定的标准。

基本环节是电气控制系统中很小的一个局部，在论述电气控制电路的基本环节前，要对电气控制系统原理图的画法有足够的了解。

表 1.1 常用电气元件图形、文字符号一览表

序号	名称	文字符号	触点图型符号	线圈图形符号	其他图型符号
1	自动开关	Q 或 QC			
2	转换开关	Q 或 QC			

续表

序号	名称	文字符号	触点图型符号			线圈图形符号		其他图型符号
3	交流接触器	KM	主触点	辅助触点				
			常开（动和）	常开（动和）	常闭（动断）			
								
4	控制按钮	SB	常开（动和）触点	常闭（动断）触点				
								
5	行程开关	ST	常开（动和）触点	常闭（动断）触点				
								
6	中间继电器	KA	常开（动和）触点	常闭（动断）触点				
								
7	热继电器	FR	常开（动和）触点	常闭（动断）触点			热元件 	
								
8	熔断器	FU						
9	时间继电器	KT	瞬动触点		延时动作触点		通电延时	断电延时
			常开	常闭	通电延时			
					常开	常闭		
10	速度继电器	BV	常开（动和）触点	常闭（动断）触点				
								

1.1 电气原理图的画法

一、电气原理图

所谓电气原理图就是将各种电气元件的图形和文字符号，按实现一定的控制要求，所组成的线路图称为电气原理图。

电气原理图必须使用国家统一规定的图形和文字符号。图 1.1 为 C620 卧式车床的电气原理图。

二、电气原理图的画法

电气原理图表示电气控制线路的工作原理以及各电气元件的作用和相互关系，而不考虑各种元件的实际安装位置 and 实际连线的情况。绘制电气原理图，一般要遵循下列规则：

1. 电气控制部分分主电路和控制电路。主电路用粗实线绘制，而控制电路用细实线绘制。主电路画在左侧，控制电路画在右侧。

2. 电气控制线路中，同一电气元件的各部件，如接触器的线圈和触点常常不画在一起，但要用同一文字符号标注。

3. 电气控制线路中的全部触点都按“常态”画出，所谓的“常态”即是接触器、继电器线圈未通电时的触点状态；按钮、行程开关等不受外力作用时的触点位置；主令电气控制器置于零位时各触点的位置。

三、其他图纸

对于一个设备的电气控制系统，除具有电气原理图外，为满足设备安装和维修的需要还有与原理图相关的其他图纸。

1. 电气设备安装图

电气设备安装图是表示各种电气设备在电气控制柜（箱）中的实际安装位置，它是由设备结构的和工作要求决定的。如机床的电机要与被拖动的机械部件在一起，行程开关要放在需要按行程控制的地方，操作元件要放在操作方便的地方，电气元件一般放在电气柜（箱）内。

2. 电气设备接线图

电气设备接线图是表示各电气设备之间的实际接线情况。绘制接线图时，应把各电气元件的各个部分（如触点与线圈）都画在一起；文字符号、元件连接顺序、线路编号都必须与原理图一致。图 1.2 为某控制线路的接线图。

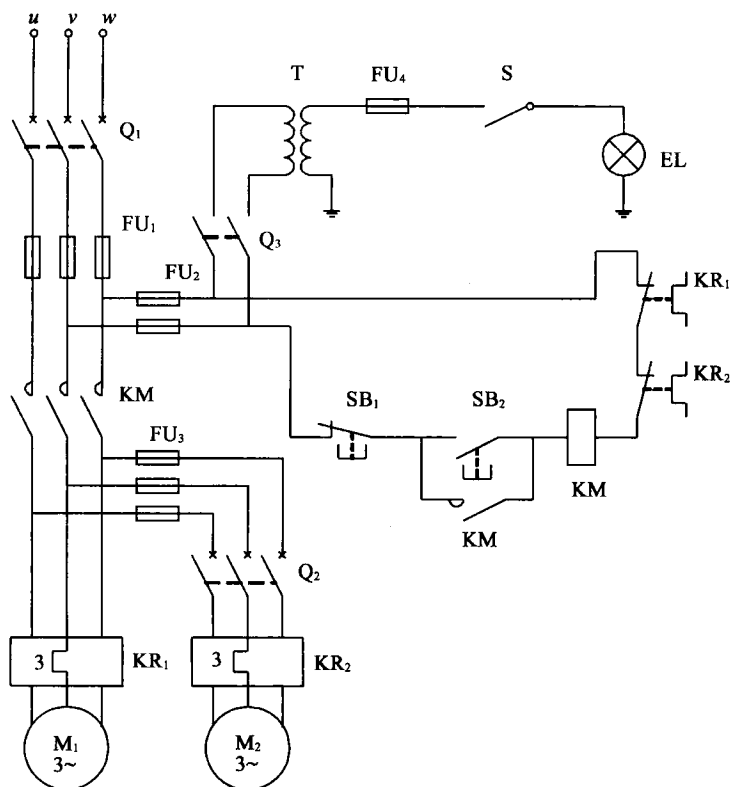


图 1.1 C620 卧式车床电气原理图

1.2 异步电动机的起动控制线路

鼠笼型异步电动机有直接起动和降压起动两种方式。

一、直接起动控制线路

一般 14 千瓦以下的电机及其他用电设备均采用直接起动的方式，所谓直接起动即是设备在起动时，直接加上设备正常工作时的电压。

图 1.1 C620 卧式车床无论是主轴电动机和冷却泵电动机都采用了直接起动的方式，一般小型台钻和砂轮电机等都可以用开关直接起动，如图 1.3 所示。当然也可以采用接触器的直接起动方式，如图 1.4 所示。

在图 1.4 控制线路中的辅助常开触点 KM 称为自锁触点。其作用是，当

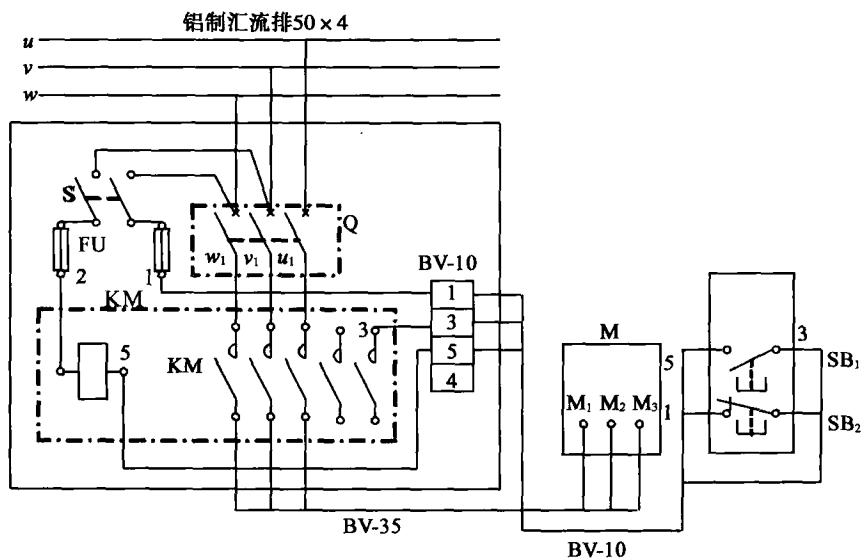


图 1.2 某控制线路的接线图

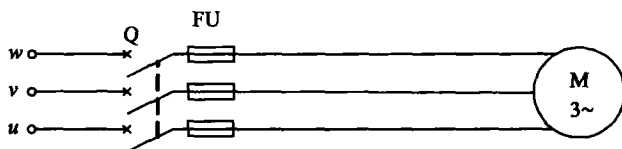


图 1.3 用开关直接起动电路

松开起动按钮 SB_2 后，仍然能保持 KM 线圈通电，电机运行。通常将这种用接触器本身的触点来使线圈保持通电的环节称为自锁环节。

二、降压起动控制线路

较大容量的鼠笼型电机或其他用电设备一般要采用降压起动的方式。降压起动有三种方法，它们是星—三角起动、定子串电阻起动、自耦变压器起动。我们详细给大家介绍星—三角起动和定子串电阻起动两种控制线路。

1. 星—三角降压起动控制线路

降压起动方式要求电动机的定子绕组在正常工作时，一定是接成三角形的。起动时，先将定子绕组接成星形，每相绕组承受的是 220V 电压。待起动即将结束时，再将定子绕组转为三角形，每相绕组承受 380V 电压，用这种起动方法可以减小定子绕组的起动电流。

图 1.5 是 Y— Δ 起动线路。从主电路可知，首先控制线路使电动机绕组

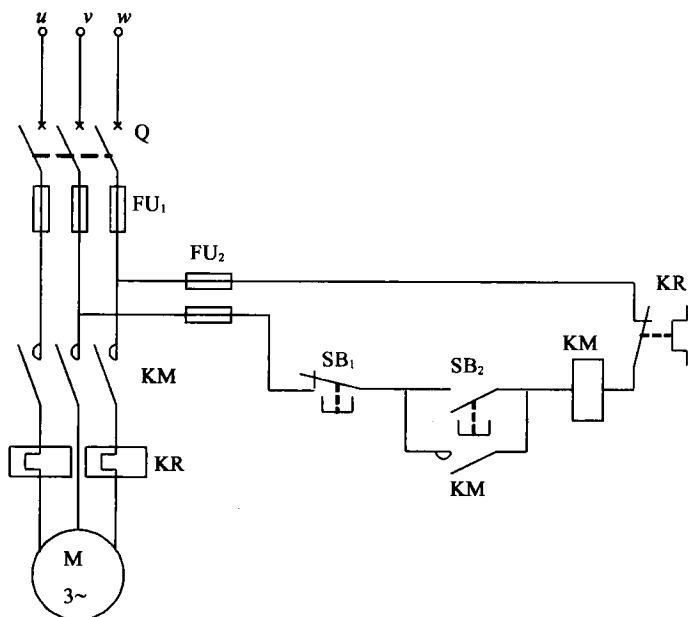
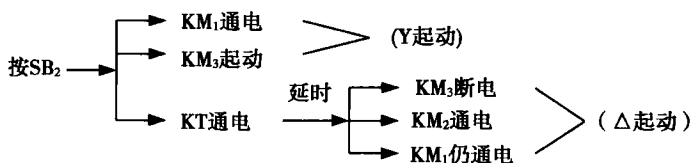


图 1.4 用接触器直接起动线路

接成 Y 型，(即 KM_3 的主触点闭合)，经过一段时间的延时后再接成 Δ (即 KM_3 主触点打开， KM_2 的主触点闭合)，则电动机就能实现降压起动。控制线路的工作过程如下：



KM_2 和 KM_3 的常闭触点是保证接触器 KM_2 和 KM_3 不会同时通电，以防止造成电源相间短路。 KM_2 的常闭触点保证 Y— Δ 转换结束后，使时间继电器 KT 断电 (起动结束后不需要 KT 通电，否则会造成电能白白的损耗)。

图 1.6 是两个接触器和一个时间继电器进行 Y— Δ 转换的降压起动控制线路。电动机定子绕组连结成 Y 或 Δ 都是由接触器 KM_2 完成的。 KM_2 断电时，电动机定子绕组是常闭触点连结成 Y； KM_2 通电时，电动机定子绕组是常开触点连结成 Δ 。对于 4 ~ 13kW 用电设备可采用图 1.6 两个接触器换接的控制线路，14kW 以上的电机要采用图 1.5 三个接触器换接电路。

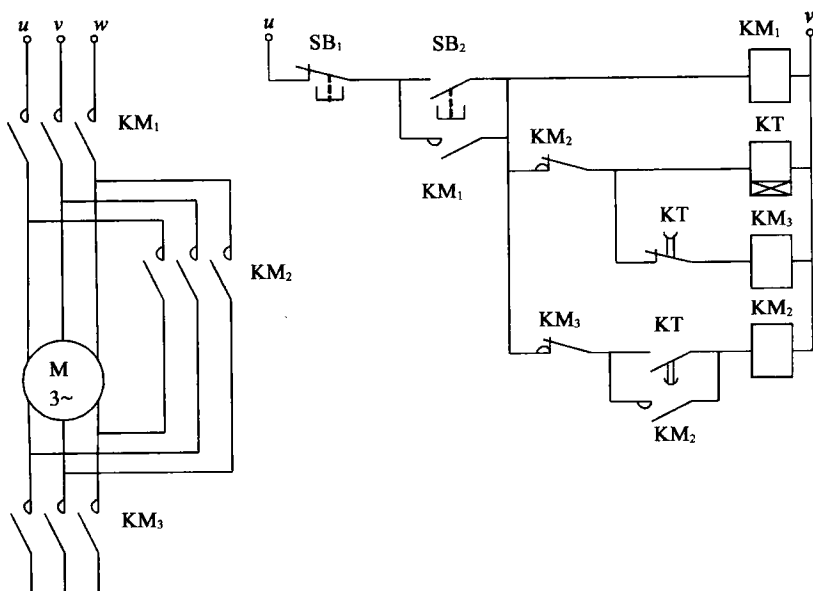


图 1.5 Y—Δ降压起动控制线路 (1)

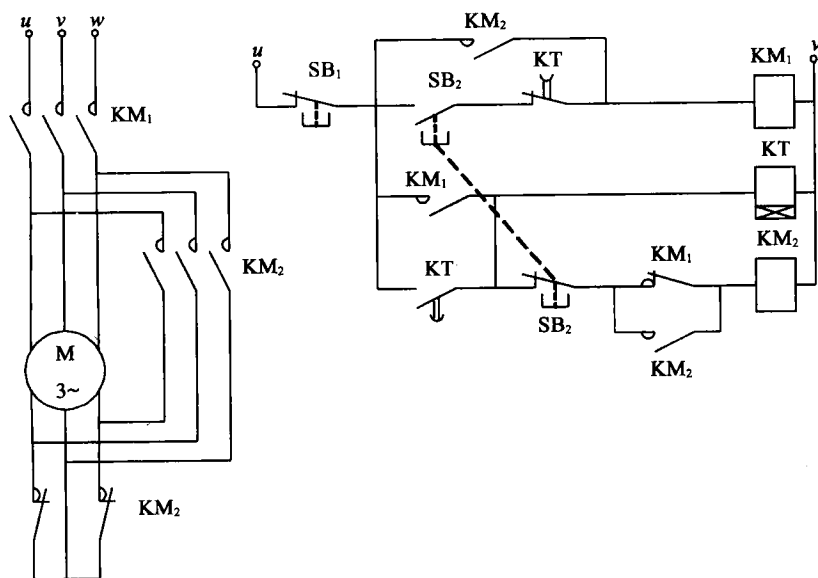
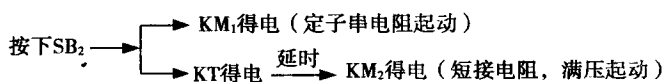


图 1.6 Y—Δ降压起动控制线路 (2)

2. 定子串电阻降压起动控制线路

图 1.7 是定子串电阻降压起动控制线路。电动机起动时在三相定子电路中串接电阻,使电动机定子绕组电压降低,起动结束后将电阻短路,电动机定子绕组在满电压下运行。这种起动方式接线简单,但起动时要浪费电能,所以一般的情况下很少采用。图 1.7 控制线路的工作过程如下:



该线路只要 KM_2 得电就可使电动机正常运行。但线路图 1.7 (a) 在电动机起动后 KM_1 与 KT 一直得电动作, 这样会损耗电能。线路图 1.7 (b) 就不存在这个问题, 因为在 KM_2 得电后, 其常闭触点将 KM_1 及 KT 断电, KM_2 线圈自锁, 电动机在正常电压下运行。

自耦变压器起动既可以在起动时降低加在电动机定子绕组的电压，而且由于自耦变压器降压主要靠电感，不损耗电能，也属于降压起动的一种方式。但这种起动方式设备费用较大，通常用来起动大型的特殊电动机，一般设备上使用的很少，故不介绍它的控制线路。

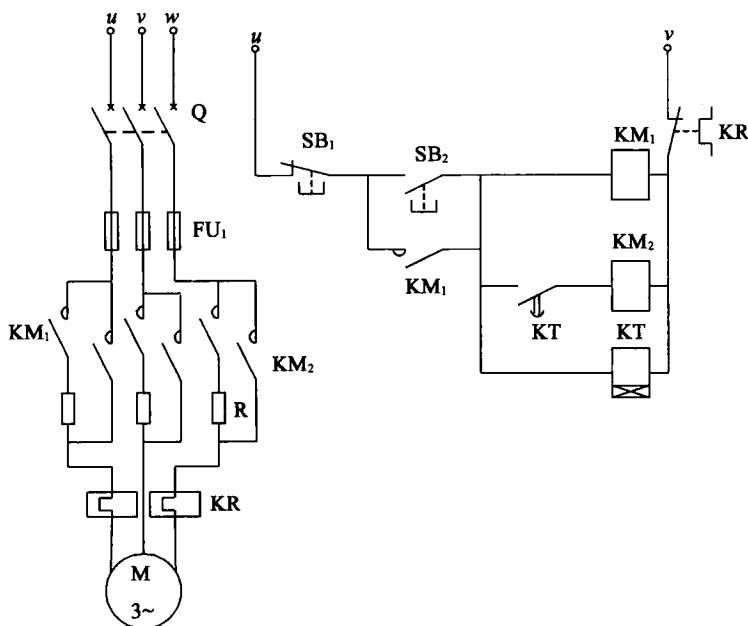


图 1.7 (a)

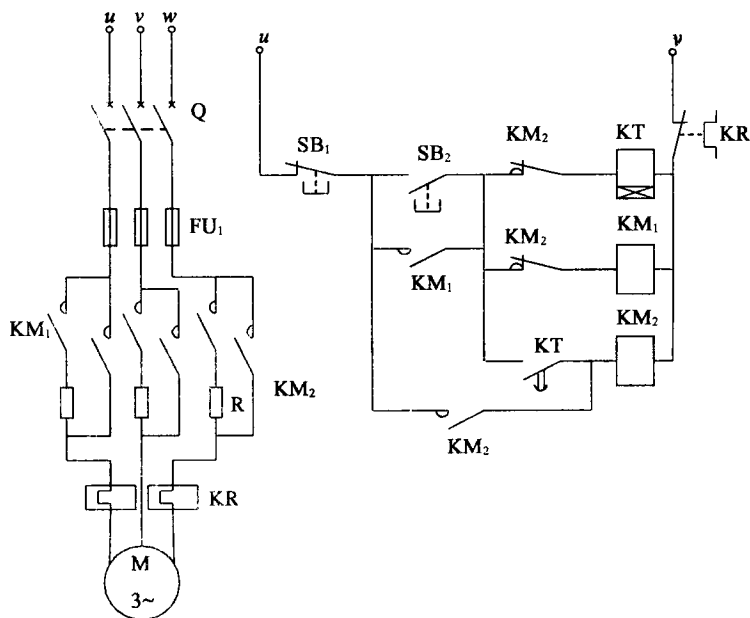


图 1.7 (b)

图 1.7 定子串电阻降压起动控制线路

1.3 异步电动机的正反转控制电路

电动机的正、反转控制是生产机械的普遍需要。在电工技术课中已经讲过，只要调换异步电动机三相定子绕组中的任意两相绕组的相序，三相定子绕组的旋转磁场方向就得到改变，所以电动机转动方向也就改变了。

一、电动机的正反转控制线路

我们可以用两个接触器 KM_1 和 KM_2 来实现电动机三相定子绕组相序的改变。如果 KM_1 为正转接触器， KM_2 为反转接触器，通过图 1.8 线路就可以实现电动机的正反转。

从图中可知，按下正转控制器按钮 SB_2 ，正转接触器 KM_1 线圈得电，它的主触点 KM_1 闭合，使电动机正转，同时 KM_1 的辅助触点（与 SB_2 并联的常开触点）也闭合使线圈自锁。按下停止按钮 SB_1 ，接触器 KM_1 线圈失电，它的主触点和辅助触点都复位，电动机停止。按下反转控制按钮 SB_3 ，同理，反转接触器 KM_2 线圈得电， KM_2 的常开触点闭合，电动机反转。