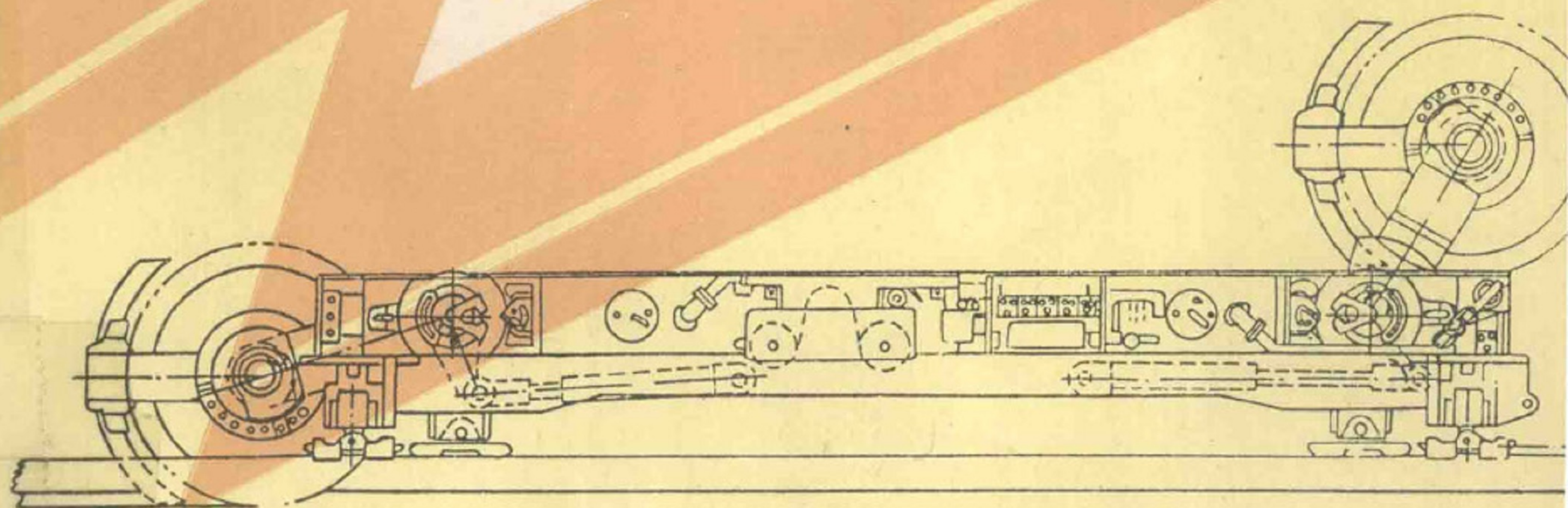


高等学校规划教材

采掘运 机械的 控制

主编 赖昌干



中国矿业大学出版社

T263
L-218

高等学校规划教材

采掘运机械的控制

主编 赖昌干

中国矿业大学出版社

(苏)新登字第 010 号

内 容 提 要

本书是煤炭高等院校“工业自动化”专业《采掘运机械的控制》课程的教材。本书以煤矿采煤、掘进第一线设备为主要对象,对井下采掘运机械的电气控制作了较为详细的讨论,主要内容是:采掘运机械电气控制系统的组成及控制单元电路;采煤机械的电气设备与控制;掘进机械的电气设备与控制;采区运输机械的控制;采区运输绞车的电气控制;综合机械化工作面的控制、通讯及信号系统。本书重点反映当前我国煤矿采掘工作面的采掘运机械及其电气控制的现状,也介绍了一些象采掘机械电牵引、双速电动机的控制技术、工作面键监控系统以及可用于短壁采煤和巷道掘进的乔伊 12CM11 型采掘机及其控制等国内外较先进的技术。

本书可作为高等院校、成人高校“工业自动化”、“矿山机电”、“电气技术”等专业的教材,还可供机电技术工作者参考。

责任编辑:胡玉雁

责任校对:马景山

高等学校规划教材
采掘运机械的控制
主编 赖昌干

中国矿业大学出版社出版发行
新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷
开本 787×1092 毫米 1/16 印张 19.25 字数 465 千字
1994 年 8 月第一版 1994 年 8 月第一次印刷
印数:1—3500 册

ISBN 7 - 81040 - 245 - 5

TP · 8

定价:11.00 元

前 言

本书是煤炭高等院校“工业自动化”专业《采掘运机械的控制》课程的教材,是中国统配煤矿总公司教育局(即现煤炭工业部科技教育司)“八五”规划规定的“工业自动化”专业的必修课教材。本书是按照 1991 年元月在山东泰安召开的《采掘运机械的控制》教材编写座谈会讨论制定的编写提纲要求编写的。

本书以煤矿采煤、掘进工作第一线与主要对象,对井下采掘运机械的电气控制作了较为详细的讨论,主要内容是:采掘运机械电气控制系统的组成及控制单元电路;采煤机械的电气设备与控制;掘进机械的电气设备与控制;采区运输机械的控制;采区运输绞车的电气控制;综合机械化采煤工作面的控制、通讯及信号系统。

本课程主要目的就是力图缩短煤炭院校“工业自动化”专业学生与煤矿井下采煤、掘进工作第一线的采掘运机械设备及电控系统的距离。因此,本书重点反映当前我国煤矿采掘工作第一线的采掘运机械及其电气控制现状,也注意介绍一些象采掘机械的电牵引、双速电动机的控制、工作面的键监控系统及可用于短壁采煤和巷道掘进的乔伊 12CM11 型采掘机及其控制等国内外较先进的技术。

本书除供“工业自动化”专业使用外,也可作为“矿山机电”、“电气技术”等专业的教材;对煤矿机电技术工作者也是一本实用的参考书。

全书分为六章,第一、三章由山东矿院赖昌干编写;第二章由山东矿院巩兴安编写;第四章由淮南矿院吴永祥编写;第五章由西安矿院扬恒青编写;第六章由淮南矿院贺连政编写;全书由赖昌干任主编。在本书的编写过程中,煤科总院太原分院、山东省无线电厂、徐州煤矿机械厂、淮南煤矿机械厂、兖州矿务局等单位提供了有关技术资料;山东矿院、淮南矿院、西安矿院领导给予了大力的支持,在此一并表示衷心的感谢。

作为《采掘运机械的控制》这门课程的第一本教材,尽管本书的编者作了不少努力,仍感到需要通过教学实践的检验。为此,我们恳切希望使用本书作教材的各位老师及时提出意见和批评,也希望广大读者批评指正。

编 者

1993.7 于山东矿院济南分院

ABF3 0/06

目 录

前 言

第一章 采掘运机械电气控制系统的组成及控制单元电路..... (1)

第一节 概述..... (1)

第二节 控制系统的主要元件——继电器..... (5)

第三节 基本控制单元电路..... (7)

第四节 有接点控制电路的分析方法 (12)

复习思考题 (18)

第二章 采煤机械的电气设备与控制 (19)

第一节 概述 (19)

第二节 采煤机的负荷特性与选型计算 (26)

第三节 高档普采工作面的电气设备及控制系统 (38)

第四节 综采工作面的电气设备及控制系统 (51)

第五节 采煤机恒功率自动调节系统 (63)

第六节 采煤机电牵引控制系统简介 (69)

复习思考题 (79)

第三章 掘进机械的电气设备与控制 (81)

第一节 概述 (81)

第二节 煤电钻的控制保护装置 (91)

第三节 装载机及其控制系统..... (100)

第四节 MRH-S50-13 型掘进机及其电气控制系统..... (103)

第五节 AM-50 型掘进机及其控制 (108)

第六节 乔伊 12CM11 型采掘机及电气控制 (132)

第七节 掘进工作面的供电与局部扇风机的控制..... (141)

复习思考题..... (146)

第四章 采区运输机械的控制..... (148)

第一节 概述..... (148)

第二节 刮板输送机线的集中控制..... (156)

第三节 可伸缩带式输送机及其控制..... (171)

第四节 双速刮板输送机及控制系统..... (184)

复习思考题..... (201)

第五章 采区运输绞车的电气控制..... (202)

第一节 运输绞车的结构及选型计算..... (202)

第二节 运输绞车电动机转子电阻的计算..... (216)

第三节 运输绞车的电气控制.....	(229)
第四节 无极绳运输绞车及其电气控制.....	(240)
第五节 液压绞车及其控制.....	(245)
复习思考题.....	(251)
第六章 综合机械化采煤工作面的控制、通讯及信号系统	(253)
第一节 概述.....	(253)
第二节 CK-1 系统的电源	(256)
第三节 CK-1 系统控制部分的工作原理	(258)
第四节 CK-1 系统信号及通讯部分的工作原理	(268)
第五节 CK-1 系统键监视装置的工作原理	(272)
复习思考题.....	(298)
主要参考资料	(299)

第一章 采掘运机械电气控制系统的组成及控制单元电路

本章简要介绍采掘运机械电气控制系统的组成及控制单元电路。主要内容是:控制系统中的主要元件——继电器,基本控制单元电路,有接点控制电路的分析方法。本章的重点是有接点控制电路的分析方法。

第一节 概 述

采掘运机械中广泛采用电力拖动,因为电能输送、分配方便、经济。一般电力拖动采用交流或直流电动机。但大多数情况下采用鼠笼式异步电动机,因为它结构简单、运行可靠、经济。直流电动机由于需专用整流器及其它调速、保护装置,故只在需要调速和起动平稳的情况下使用。

采掘运机械电力拖动方式可分单电动机拖动和多电动机拖动两种。小功率采煤机和小功率输送机多采用单电动机拖动;大功率采煤机、掘进机和大功率长距离输送机多采用双电动机或多电动机拖动。

为使电力拖动装置与采掘运机械的工作特性(例如采煤机牵引速度与功率的正比关系)相适应,通常采用电力与液压、电力与压气的复合拖动。

一、采掘运机械的控制方式

1. 手动控制

操作者直接在采掘运机械前控制其工作状态(起动、调速、运动、停止),并直接监视上述工作状态。

2. 远距离控制

操作者在远离采掘运机械的某处进行控制。

3. 自动控制

操作者仅给出初始工作命令(给出起动命令、给定运动速度、移动距离、功率等)或停车命令,采掘运机械的整个工作过程是自动进行的。例如由多台输送机组成的输送机线的自动控制系统中,各台输送机间起动、停车必须遵守一定的连锁关系。

二、采掘运机械控制系统

多采用有触点和无触点的逻辑控制系统,它大体可由图 1-1 所示框图中的四部分组成。

1. 受控对象

一般为采掘运机械电动机、电磁铁、液压电磁阀、气动电磁阀等。

2. 执行元件

一般为接触器(受控对象容量小时也可用继电器取代);在无接点逻辑控制系统中,一般采用晶闸管、大功率晶体管。

表 1-1 采掘运控制系统中常用图形符号与文字符号

名 称	图形符号		文字符号	名 称	图形符号		文字符号
	新	旧			新	旧	
旋转电机类				电路元件			
1. 三相鼠笼电动机			MC	1. 电阻			R
2. 三相绕线电动机			MR	2. 电位器			RP
3. 串励直流电动机			MD	3. 电容			C
4. 并励直流电动机			MD	4. 极性电容			C
变压器和电抗器				5. 可变电容			C
1. 有铁芯的单相双绕组变压器			T 或 TM 或 TC 或 TV	6. 微调电容			C
2. 有中心抽头的并有铁芯的单相双绕组变压器			T 或 TC	7. 电感			L
3. 绕组间有屏蔽的双绕组并有铁芯的单相变压器			T 或 TC	8. 带磁芯的电感			L
4. 电流互感器或脉冲充压器			TA	9. 磁芯有间隙的电感			L
5. 电抗器或扼流圈			L	10. 带磁芯的可调电感			L
接地、接机壳				保护器件			
1. 一般符号				1. 熔断器			FU
2. 接机壳、接底板				2. 熔断器式开关			
				3. 跌开式熔断器			
				开关装置			
				1. 一般符号			S
				2. 隔离开关			QS
				3. 断路器			QF
				4. 负荷开关和具有自动释放的负荷开关			Q

续表 1-1

名 称	图形符号		文字 符号	名 称	图形符号		文 字 符 号
	新	旧			新	旧	
继电器、接触器				12. 延时闭合和延时 断开的常开接点			KT
1. 继电器、接触器线 圈的一般符号			K(继) KM(接)	13. 延时闭合和延时 断开的常闭接点			KT
2. 热继电器的热 元件			FR	14. 热继电器常 闭接点			FR
3. 压力(P)、速度(n)、 温度(t)继电器			KP Kn Kt	半导体器件			
接点(触点)				1. 二极管			V
1. 接触器常开 接点			KM	2. 发光二极管			V
2. 接触器常闭 接点			KM	3. 稳压二极管			V
3. 常开接点			K	4. 晶闸管(P型)			Vs
4. 常闭接点			K	5. PNP 晶体管			V _T
5. 先断后合的转 换接点			K	6. NPN 晶体管			V _T
6. 中间断开的双 向接点			K	7. 单结晶体管(P型)			V _T
7. 先合后断的转 换接点			K	按钮开关			
8. 延时闭合的常 开接点			KT	1. 启动(常开)按钮			ST
9. 延时断开的常 开接点			KT	2. 停止(常闭)按钮			STP
10. 延时闭合的常 闭接点			KT	3. 常开限位开关			SL
11. 延时断开的常 闭接点			KT	4. 常闭限位开关			SL
				5. 旋钮(闭锁)			S
				6. 拉拔开关(不 闭锁)			S
				7. 主令开关或转 换开关			SA

3. 逻辑网络

一般由继电器、接触器接点,检测元件接点组成;也可由半导体无接点逻辑元件、检测元件的输出组成。

4. 检测元件

它是反映采掘运机械工作状态及其监视保护装置状态的。例如采煤机输出功率、截割滚筒位置、机身位置等。

采掘运控制系统常用图形符号与文字符号如表 1-1 所示(见上页)。常用辅助文字符号如表 1-2 所示。

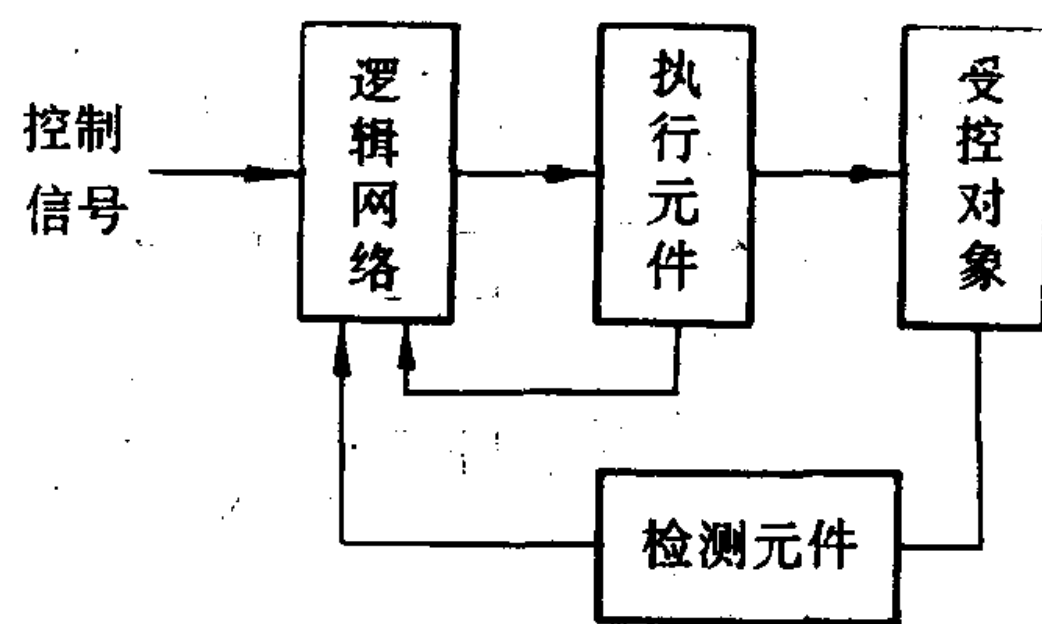


图 1-1 采掘运机械系统框图

表 1-2

电气设备常用辅助文字符号

序号	文字符号	名 称	序号	文字符号	名 称	序号	文字符号	名 称
1	A	电流	16	CCW	逆时钟	31	INC	增
2	A	模拟	17	D	延时(延时)	32	IND	感应
3	AC	交流	18	D	差动	33	L	左
4	A AUT	自动	19	D	数字	34	L	限制
5	ACC	加速	20	D	降	35	L	低
6	ADD	附加	21	DC	直流	36	LA	闭锁
7	ADJ	可调	22	DEC	减	37	M	主
8	AUX	辅助	23	E	接地	38	M	中
9	ASY	异步	24	ME	紧急	39	M	中间线
10	B BRK	制动	25	F	快速	40	M MAN	手动
11	BK	黑	26	FB	反馈	41	N	中性线
12	BL	蓝	27	FW	正,向前	42	OFF	断开
13	BW	向后	28	GN	绿	43	ON	闭合
14	C	控制	29	H	高	44	OUT	输出
15	CW	顺时针	30	IN	输入	45	p	压力

续表 1-2

序号	文字符号	名 称	序号	文字符号	名 称	序号	文字符号	名 称
46	P	保护	55	SES	备用	64	T	温度
47	PE	保护接地	56	RUN	运转	65	T	时间
48	PEN	保护接地与 中性线共用	57	S	信号	66	TE	无噪声抗干扰 接地
49	FU	不接地保护	58	ST	起动	67	V	真空
50	R	记录	59	S SET	置位, 定位	68	V	速度
51	R	右	60	SAT	饱和	69	V	电压
52	R	反	61	STE	步进	70	WH	白
53	RD	红	62	STP	停止	71	YE	黄
54	R RST	复位	63	SYN	同步			

第二节 控制系统中的主要元件——继电器

继电器是一个能感测到输入信号变化而动作的自动控制电器。主要用于反映控制信号，其接点通常接在控制电路中。

一、继电器的功能与特点

图 1-2 示出电磁式继电器的结构图。它主要包括铁芯 1、线圈 2、动静接点 3~5、衔铁 6、返回弹簧 7 等。其动作原理为：当线圈两端加一个电压，则线圈中产生电流，铁芯中有磁通通过，产生电磁吸力吸引衔铁。如输入到线圈两端的电压足够大，吸力足以克服返回弹簧的拉力，衔铁被吸向铁芯柱，动接点向下运动，上面的常闭接点断开，下面的常开接点闭合，继电器输出两个开关量；当线圈两端电压消失，则电磁吸引力随之消失，衔铁在返回弹簧作用下返回，常闭接点闭合常开接点断开。

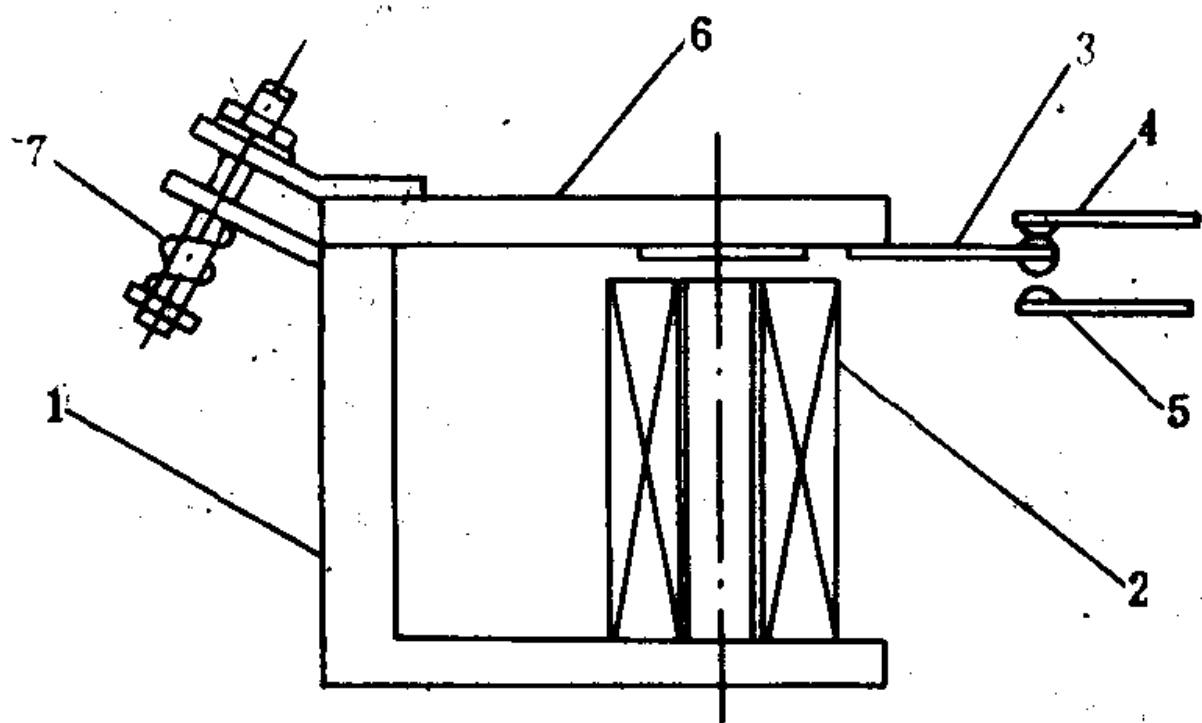


图 1-2 电磁式继电器的典型结构

由上述可知，继电器具有如下三个功能：

- 1) 感测功能 图 1-2 所示的电磁式继电器就具有感测电压的功能；
- 2) 比较功能 感测到输入电压后，铁芯线圈产生一个电磁吸力吸引衔铁，吸力大小取

决于输入电压高低。当输入电压达到所要求的数值后,线圈所产生的吸力就大于弹簧的反作用力,衔铁被吸引下来,此电压称为动作电压。通过输入电压与预定动作电压的比较,决定继电器的动作行为。比较功能十分重要,如果缺少这个功能,继电器的稳定性与可靠性就谈不到了。

3) 执行功能 经比较鉴别,认定输入电压达到继电器应当动作的电压时,继电器动作,常开接点 3、5 闭合,常闭接点 3、4 断开,输出一对开关量,即 $K=1, \bar{K}=0$ (动作前 $K=0, \bar{K}=1$)。

比较继电器的输入和输出开关量可知,继电器有如下两个特点:

1) 输入一个开关量,输出一个(或一对)开关量。

2) 对输入信号有放大作用。例如一个电压为 24V 的 DZ-144 型电磁式继电器,输入动作功率为 0.816W,输出接点可接通或分断 30W 功率的电路,相当于将输入功率放大了 35 倍。

二、继电器的输入输出特性

图 1-3 示出继电器的输入-输出特性,也称为继电特性。

当继电器输入量 X 由零增至吸合(动作)值 X_{pu} 以前,继电器输出量 Y 为零。当输入量增加到 X_{pu} 值时,继电器吸合(动作),输出量 Y 由零突变为 Y_0 ; X 再增加时, $Y=Y_0$ 不变。当输入量 X 减少到继电器释放(返回)值 X_{re} 时,继电器释放(返回),输出量 Y 由 Y_0 突变为零; X 再减小, $Y=0$ 不变。可知继电器输出的是一个阶跃函数,或者说输出是一个开关量。

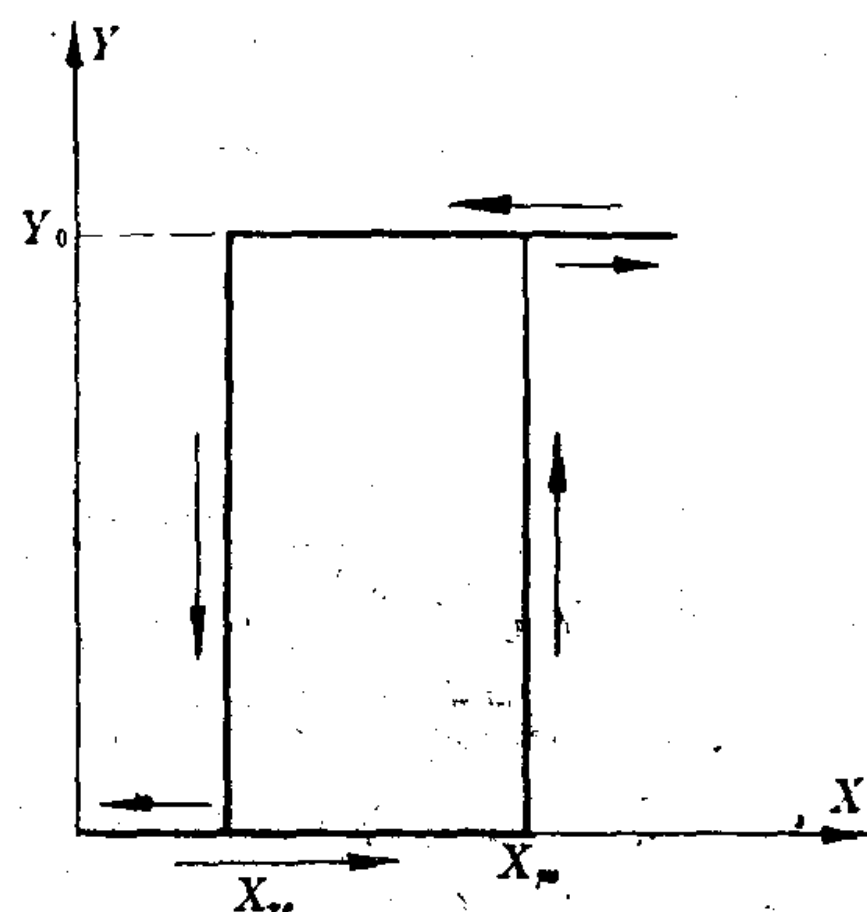


图 1-3 继电器的输入-输出特性

继电器的返回值与动作值之比称为返回系数 K_{re}

$$K_{re} = \frac{X_{re}}{X_{pu}} \quad (1-1)$$

返回系数 K_{re} 是反映继电器电磁线圈吸力特性与返回弹簧反力特性之间关系的一个参数。它表示任何一个继电器在动作值和返回值之间都存在一定的差别,不同用途的继电器,往往要求不同的返回系数。例如,在逻辑电路中专门作为开关元件应用的继电器,为了避免由于电网电压波动造成线圈输入电压暂时降低,或外来干扰使线圈电压降低时,衔铁自行释放(误动作),便要求 K_{re} 值低一些(0.3 以下);而有些专作保护用的继电器,如欠电压继电器,为将输入电压的波动反映出来,则要求较高的返回系数(0.8 及以上)。

对所有的有接点或无接点开关元件、自动或手动开关元件,都有相应的输入-输出特性。只有了解继电器等开关元件的输入-输出特性,才能对由它们组成的逻辑网络乃至整个控制系统的稳定性和可靠性做出判断。

三、继电器的动作时间和返回时间

我们在研究组合逻辑网络的问题时,常常假定继电器或开关元件的动作(状态变化)都是瞬时完成的。而实际的继电器或开关元件的动作都是需要时间的。开关状态变化需要的时间,将影响到时序逻辑网络中参加运算的信息到达的时刻和时序。

图 1-4 是电磁继电器工作过程中感测环节电流 $i(t)$ 和执行环节电流 $I(t)$ 的变化曲线。

从感测环节接受输入信息起至继电器动作完成止所需时间叫做动作时间 t_{pu} ，它是继电器的基本参数之一。对于有接点继电器来说，动作时间包括两个部分：触动时间 t_1 （由输入信息到达时起至电磁线圈所产生的吸力增长到反作用力的最大值时所需的时间）和机械运动时间 t_2 （由继电器的运动机构开始运动直到接点完全闭合时止的一段时间）。经 t_{pu} 之后，继电器的执行机构（接点）把受控回路接通，此时接点上通过控制电流 I_c 。这时继电器的感测环节（线圈）中电流仍在增长，直到稳定工作电流 i_w 时止，继电器维持吸合的这段时间叫继电器的工作时间 t_w 。

从取消输入信息至被控制回路中的继电器执行环节返回，即至接点完全分开的时间叫做继电器的返回时间 t_{re} ，它包括线圈中电流从 i_w 减至零的时间 t_3 和接点分开后的熄弧时间 t_4 。

当逻辑网络信息变化较快，开关量自动控制系统节拍快、动作频繁时，还要考虑到继电器所能承受的最高工作频率问题。继电器在单位时间内的动作次数叫做工作频率。例如 J1 型电磁式继电器的动作时间为 0.05s，一开一关就消耗 0.1s，工作频率的极限为 10 次/s，这种继电器工作频率不允许超过 5 次/s。

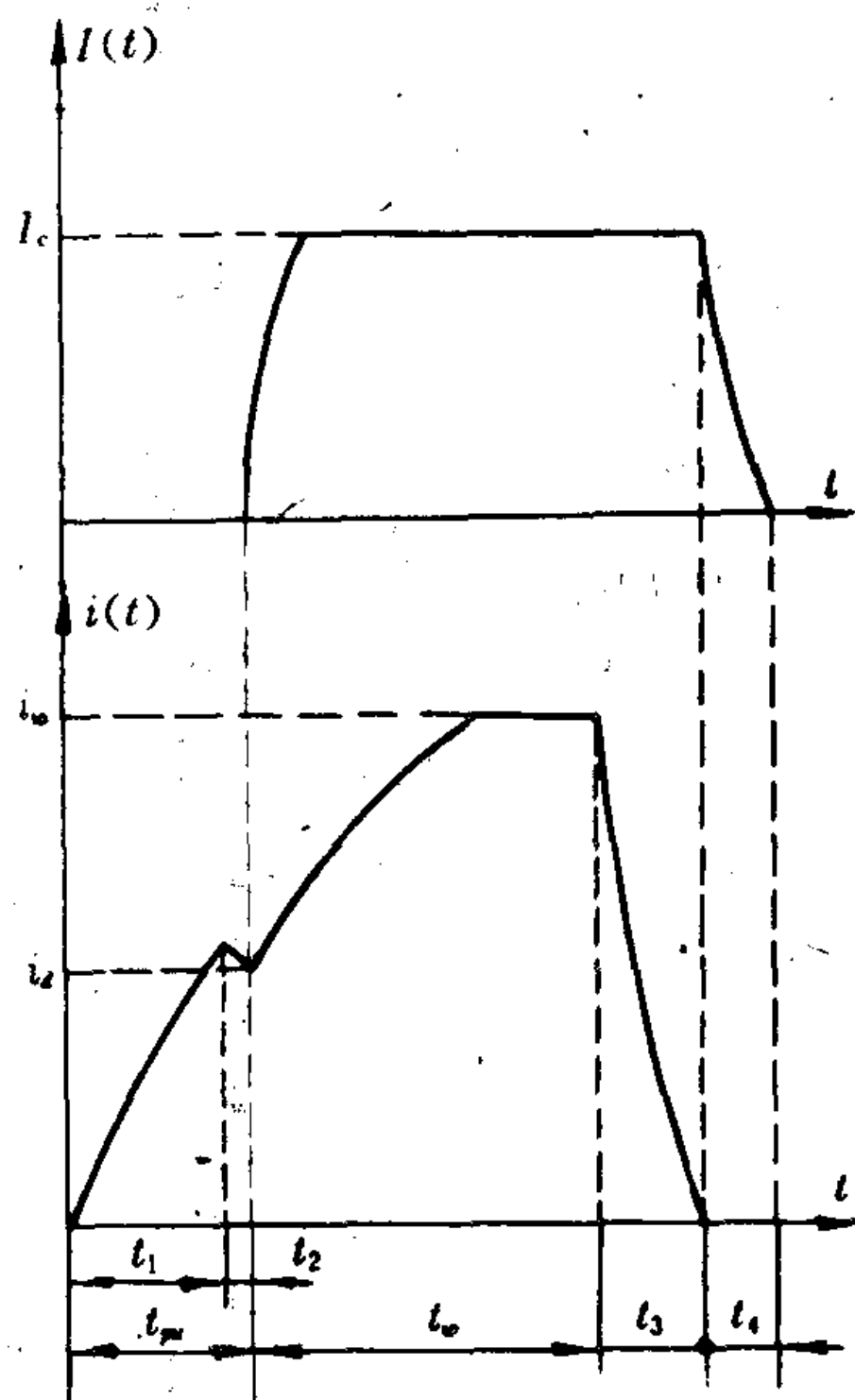


图 1-4 继电器的过渡过程

四、继电器的分类

控制系统用继电器主要用于反映控制信号，其接点通常接在控制电路中。继电器种类很多，常用分类方法有：

1. 按感测环节的作用原理分

有电磁式、磁电式、电动式、感应式、干簧式、电热式、半导体式等。

2. 按感测环节反应的信号分

有电压、电流、功率、时间、温度、速度、压力、光电、瓦斯等。

由于控制系统常用继电器在电力拖动与控制系统课程中已作过介绍，这里不再赘述。对某些较特殊的继电器，在讲到具体的控制系统时再作介绍。

第三节 基本控制单元电路

一、起、保、停电路

这种电路的主要功能是起动电路，并使电路保持接通，必要时还可关断电路。

1. 基本电路

图 1-5 为基本的起、保、停电路。当按下起动按钮 ST 时，接触器 KM 有电，其接点 KM_2 接通，这时如松开 ST，由于有 KM_2 接点的自保作用，使接触器线圈 KM 维持带电状态。接触器主接点 KM_1 （图 1-5 中未示出）使控制对象（电动机、电磁铁、电液阀等）工作。若按下停止按钮 STP，接触器 KM 断电，其主接点 KM_1 断开，控制对象停止工作；同时自保接点 KM_2 断

开,这时松开 STP,KM 仍维持在停电状态。

这种电路,在电源电压降到接触器 KM 衔铁吸不住的时候,常开接点 KM_2 断开,电路停止工作,起到欠电压保护作用;此时如电压恢复正常,必须重按 ST 按钮,电路才会重新工作。

当 ST、STP 同时按下,接触器 KM 不能带电,因此,这种起、保、停电路称断电优先电路。

2. 起动优先电路

这种电路如图 1-6 所示。同时按下 ST、STP 按钮,电路将接通,但要求电路起动后,先松开 STP 后松开 ST,电路才会保持在工作状态。

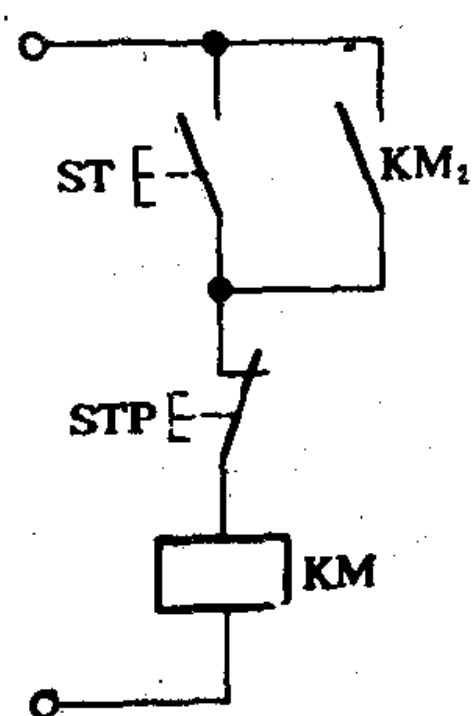


图 1-5 基本的起保停电路

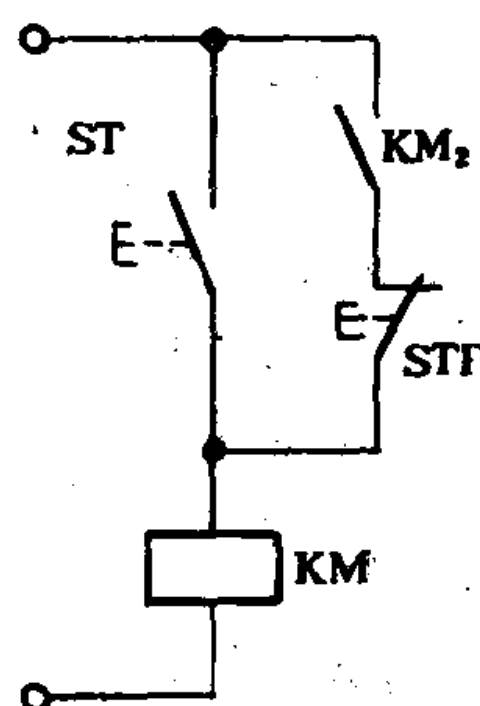


图 1-6 起动优先电路

3. 多点起、保、停电路

图 1-7 为这种电路的接线图。图中 1ST、1STP、2ST、2STP 为放在不同控制点上的起、停控制按钮。它们的接线特点是起动按钮 ST 并联,停止按钮 STP 串联。必须指出,对于一个控制对象(采煤机、掘进机等),从保证安全角度出发,只允许有一个起动控制点,停止点则可根据需要多处设立。在需要两处以上起动同一个控制对象时,两起动点间必须有闭锁装置,以保证在一种控制方式下,只有一个起动控制点。

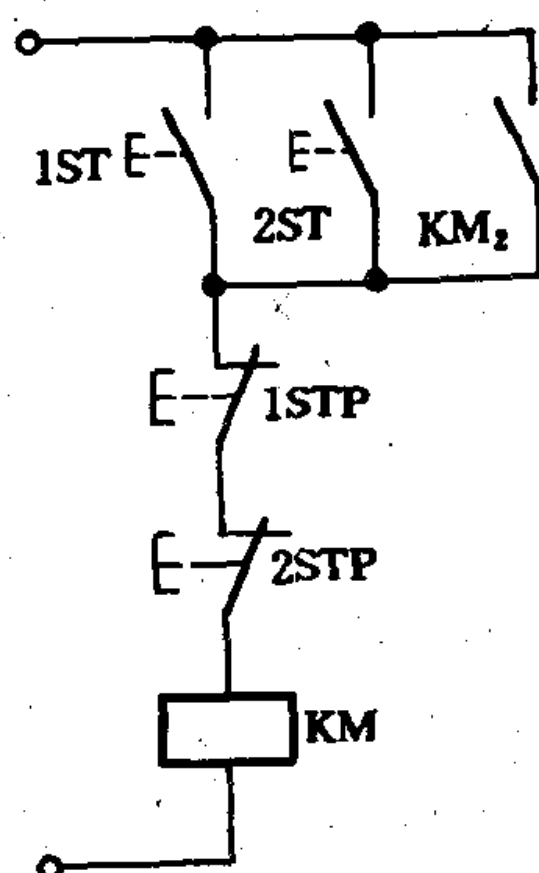


图 1-7 多点起保停电路

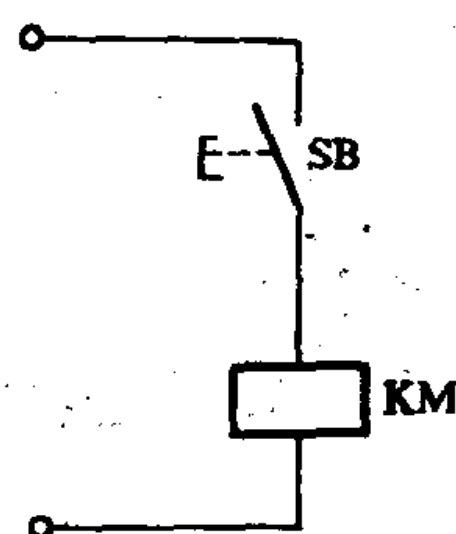


图 1-8 点动电路

4. 点动电路

没有自保接点和停止按钮的接触器控制电路叫点动电路(图 1-8)。由点动按钮 SB 控制接触器 KM 的接通时间,从而使控制对象按特殊工作要求进行工作。

5. 点动与起、保、停组合电路

图 1-9 为其接线图。SB 为点动按钮,按下 SB,接触器 KM 接通,电路工作,但自保电路被 SB 常闭接点切断,故 SB 松开,电路即停止工作。

图中,ST、STP 为正常起动、停止按钮。

二、状态转换电路

被控对象有时需要两种以上工作状态,如电动机正、反转;正常工作与制动状态;高速、中速、低速等。因此,需要工作状态转换电路。

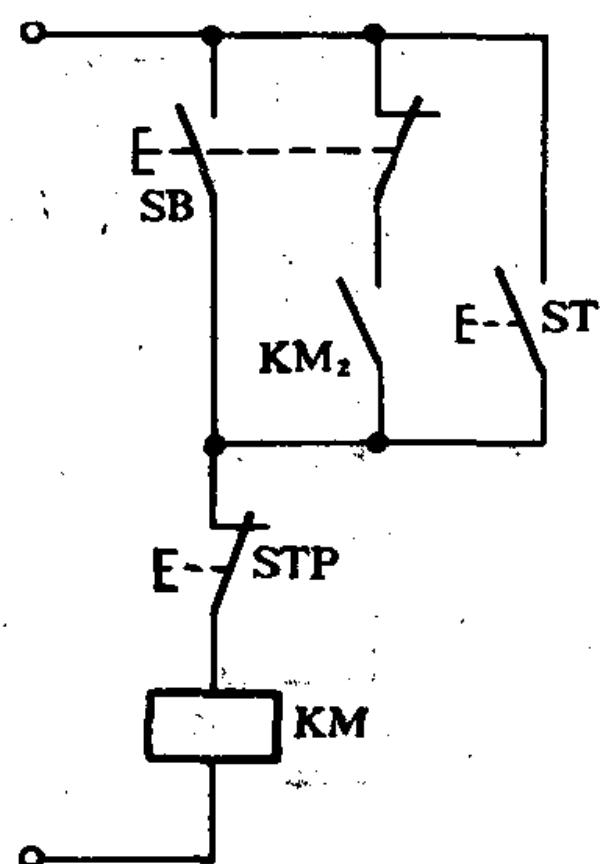


图 1-9 点动与起保停组合电路

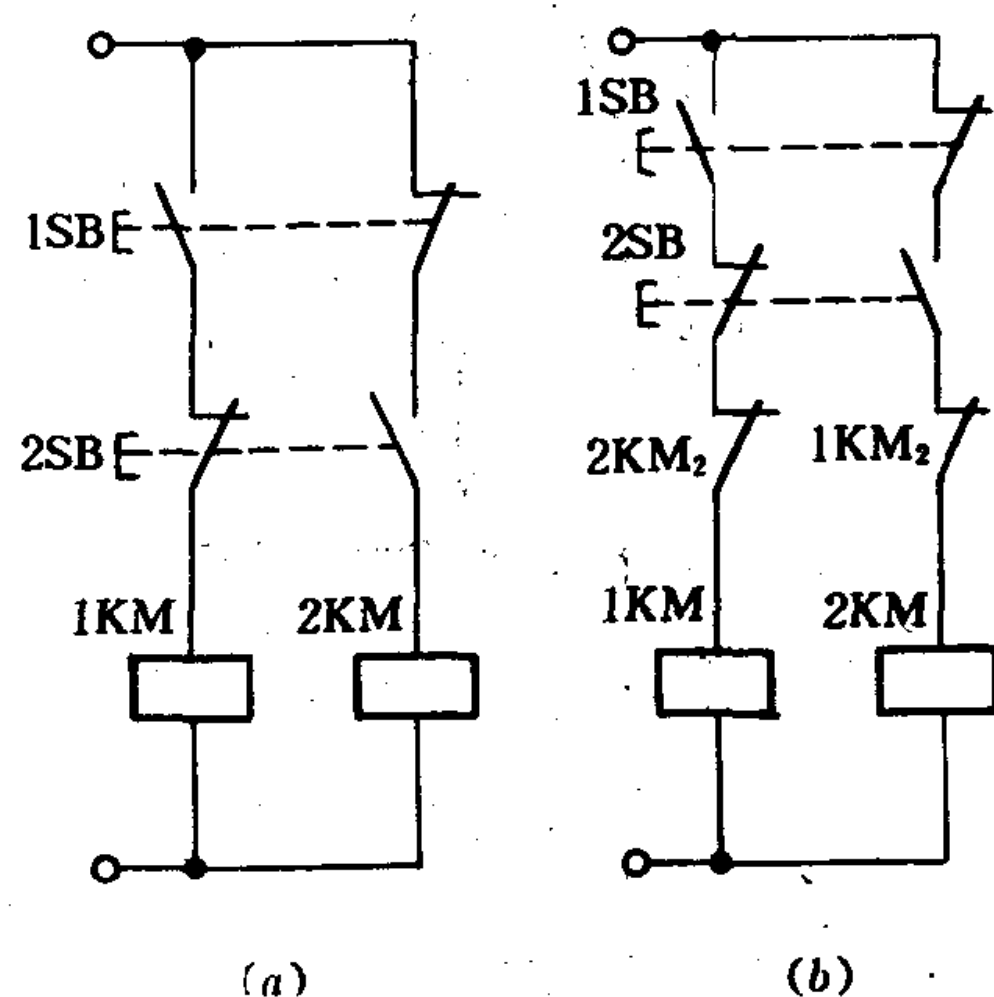


图 1-10 点动转换电路

1. 点动状态转换电路

如图 1-10 所示。图 1-10a 表示手动控制两个接触器工作的电路,按 1SB, 1KM 工作;按 2SB, 2KM 工作;两者均按下,两接触器均不工作。不同状态电路不允许同时工作叫相互闭锁,这是从安全角度提出的要求,通过点动按钮的常闭接点实现。为更可靠的实现 1KM、2KM 的相互闭锁,还可将 1KM、2KM 的常闭辅助接点串入对方的控制电路,如图 1-10b 所示。

2. 起、保、停转换电路

图 1-11 为这种转换电路。图 1-11a 为两电路转换时,须先停车(按 STP)后转换。例如:1KM 先工作,要转到 2KM 工

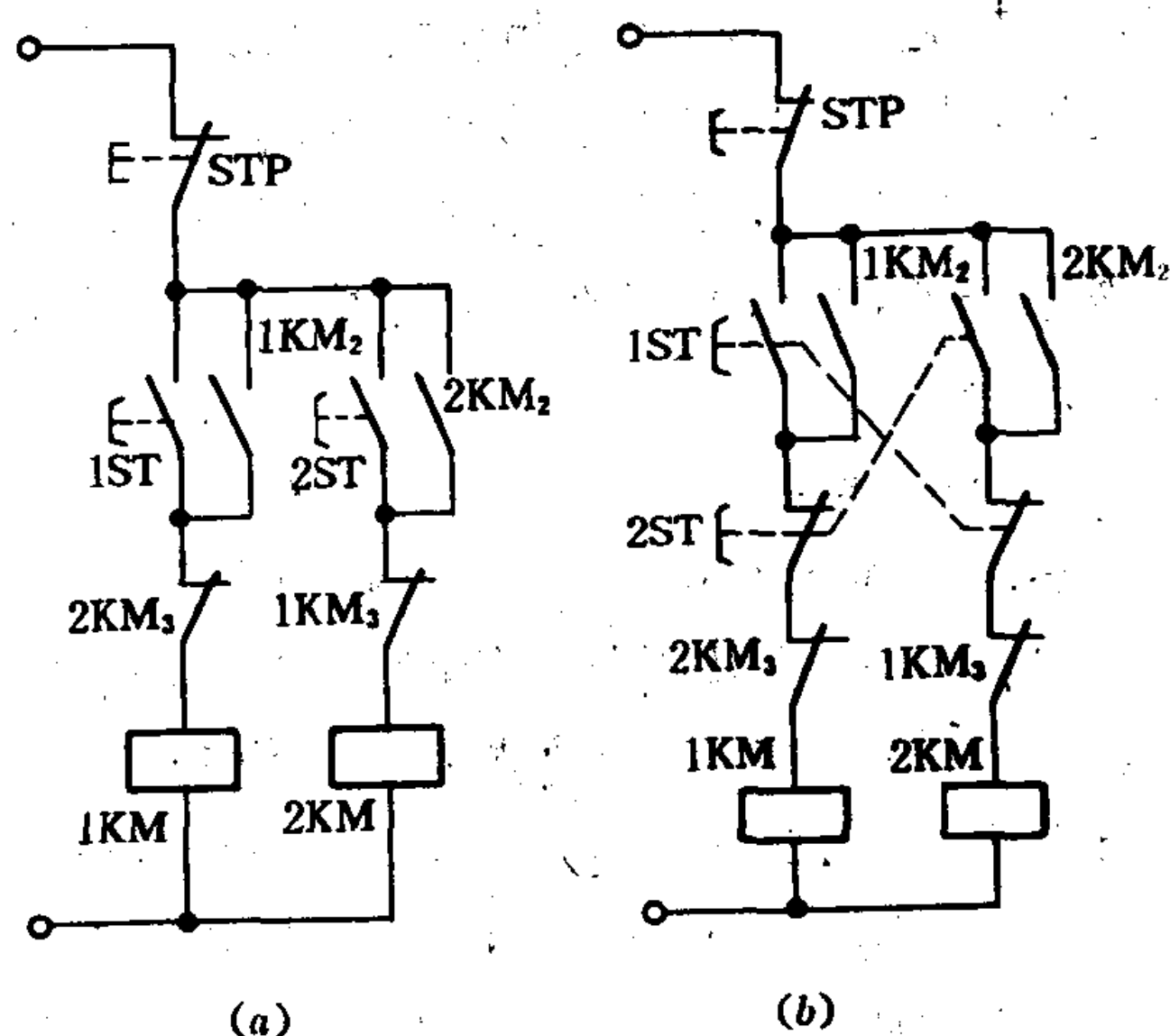


图 1-11 起保停转换电路

作,必须先按停止按钮 STP,使 1KM 停止工作,然后再按 2ST,才可使 2KM 工作。

图 1-11b 可实现两种状态直接转换,因为 1ST、2ST 均为复合按钮,它们的常闭接点均串在对方的电路中。

3. 带拨动开关的状态转换电路

这种电路如图 1-12 所示。用转换开关 S 选择 1KM 或 2KM 工作。转换状态必须先按停止按钮 STP,再拨转换开关 S,最后按起动按钮 ST 实现电路转换。

三、参数控制电路

1. 速度、压力、流量、温度控制电路

以速度控制为例介绍。图 1-13 中 1KM、2KM 分别控制电动机 A 和 B(图中未示出),速度继电器 SR 安装在 A 电动机带动的轴上,当 A 电动机起动,且电动机速度达到一定值时,速度继电器 SR 动作,接点 SR 闭合,使 B 电动机起动。

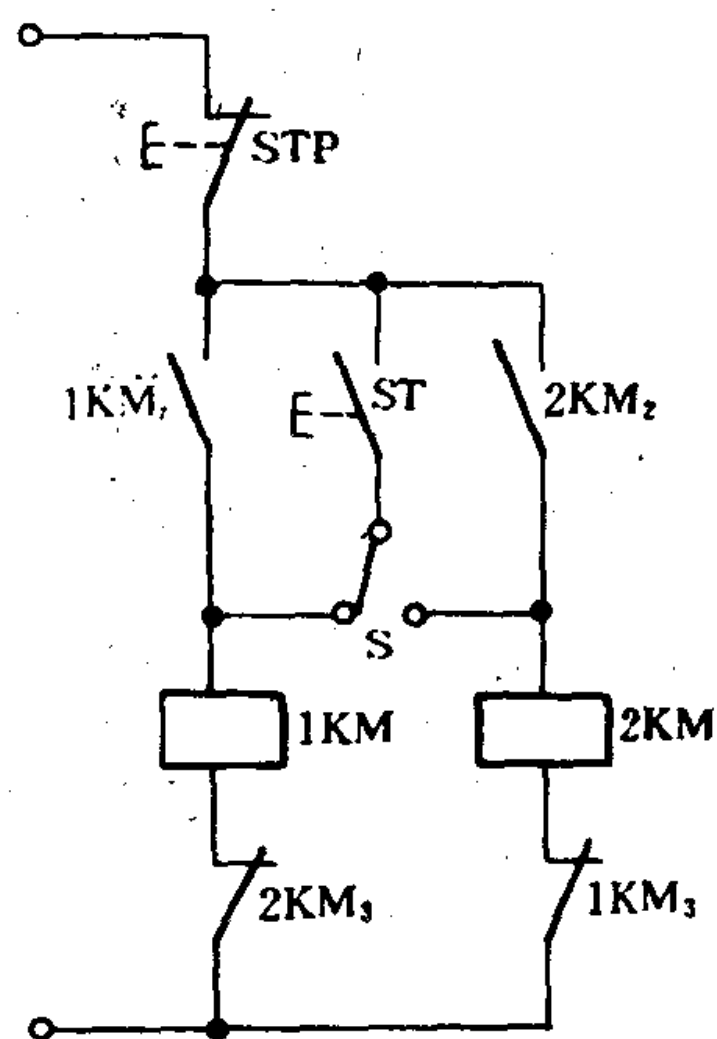


图 1-12 带拨动开关的状态转换电路

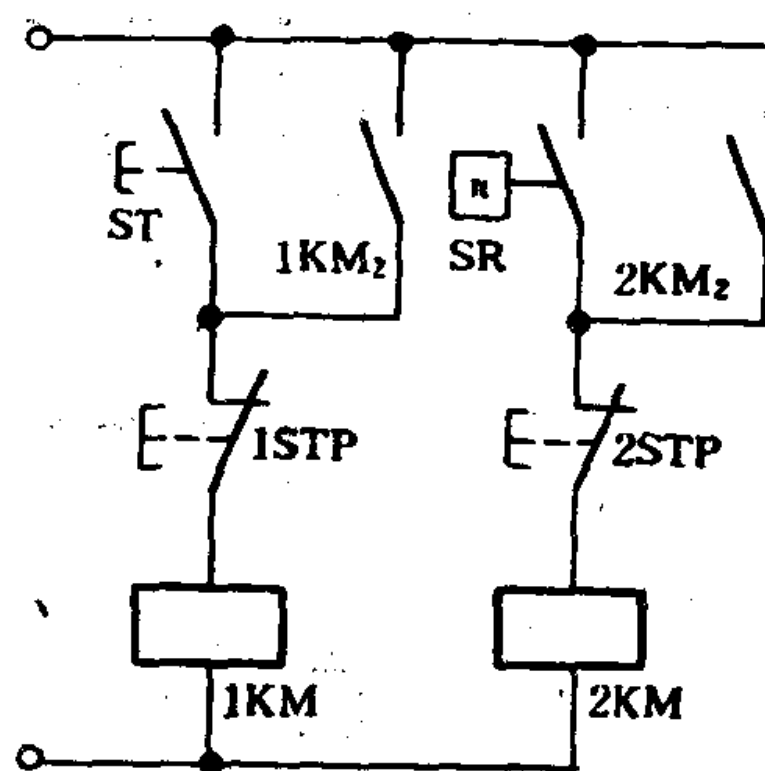


图 1-13 速度控制电路

图 1-14 为一种液压控制电路,用于某生产机械主电动机控制。在主电动机起动前,必须先起动润滑系统的油泵,只有润滑油达到一定压力时,才允许起动主电动机。在图 1-14 中,油压继电器接点 SP 串入主电动机接触器 KM 回路中,SP 保证了主电动机起动前必须起动润滑系统的油泵,而且在系统正常工作时,如润滑系统故障,主电动机立即停止。

2. 时间控制电路

以实现鼠笼电动机 Y- Δ 降压起动为例,讨论时间电路。图 1-15 为鼠笼电动机 Y- Δ 降压起动的的时间控制电路。

按起动按钮 ST,主接触器 KM 有电吸合并自保。同时 KMY 接触器有电吸合,电动机 Y 接起动。此时,时间继电器 KT 有电吸合,经 Δt 延时,其接点 KT_1 断开、 KT_2 闭合,KMY 接触器断电释放,KM Δ 接触器有电吸合并自保,电动机 Δ 接正常运行。同时,时间继电器 KT 断电复位。电动机从 Y 接起动到 Δ 接正常运行的延时 Δt 是由时间继电器 KT 得到。

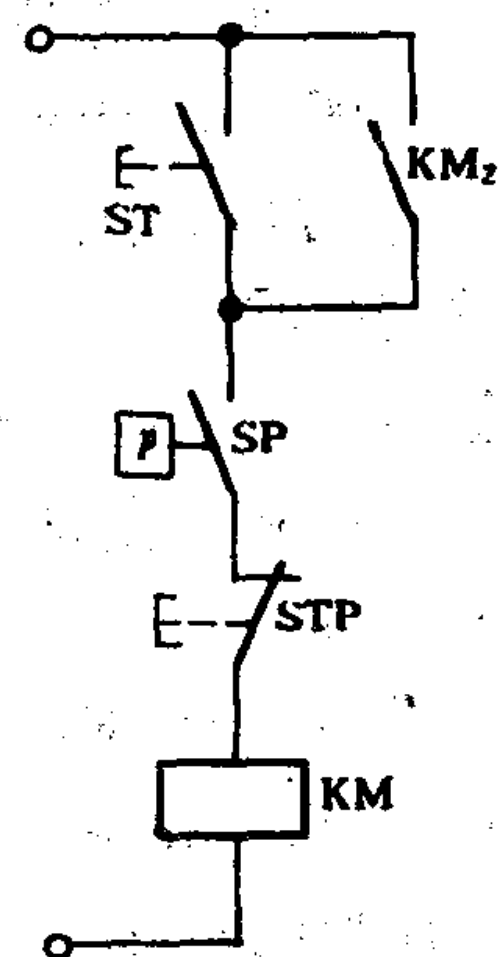


图 1-14 油压控制电路

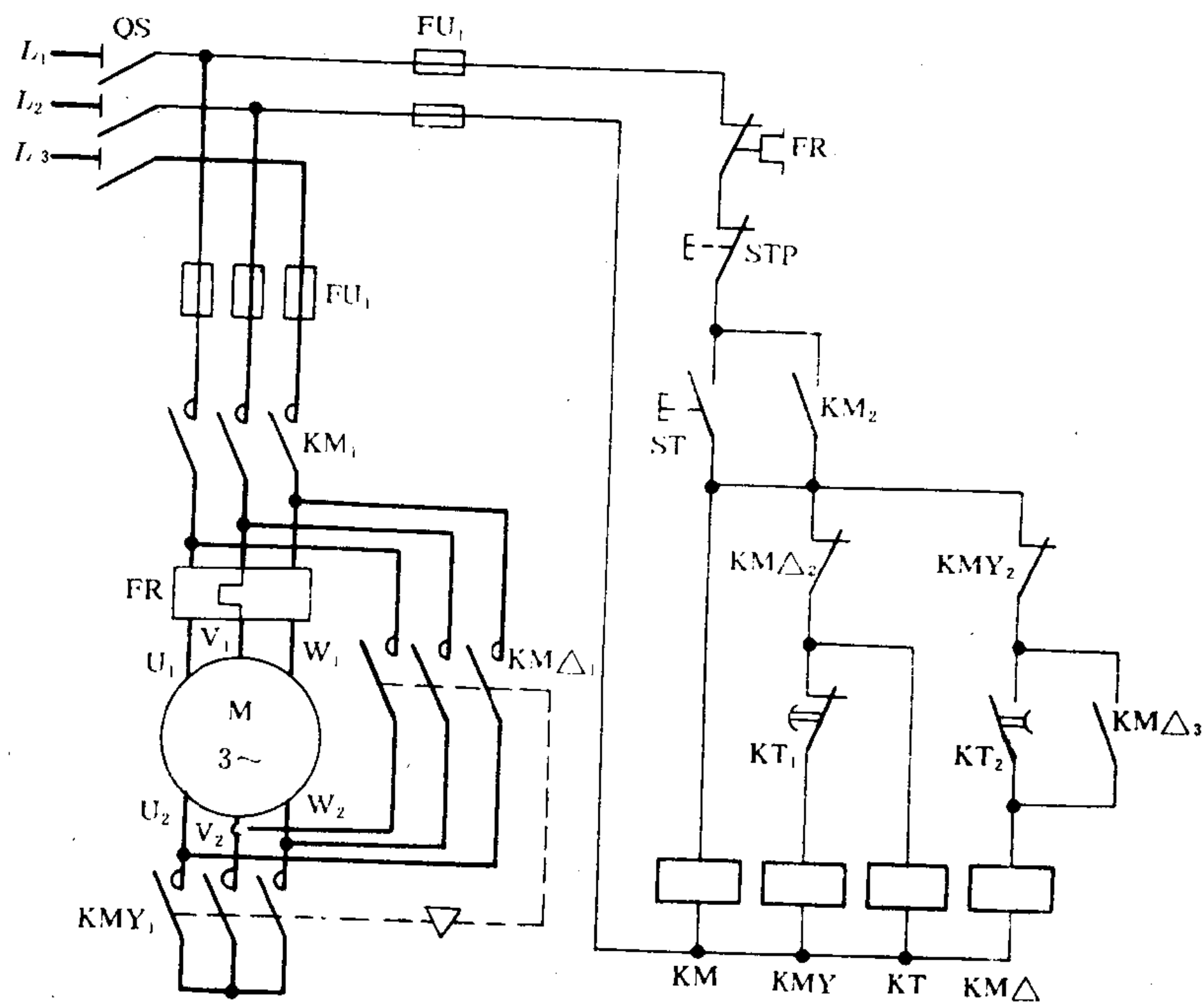


图 1-15 鼠笼电动机 Y-Δ 降压起动的的时间控制电路

3. 位置控制电路

图 1-16b 为正反向起动, 以位置开关 SQ 作自动停止的小型卷扬机的控制电路。位置开关 SQ 可以是机械开关, 也可以是电子式无接点开关, 其安装位置如图 1-16a 所示。

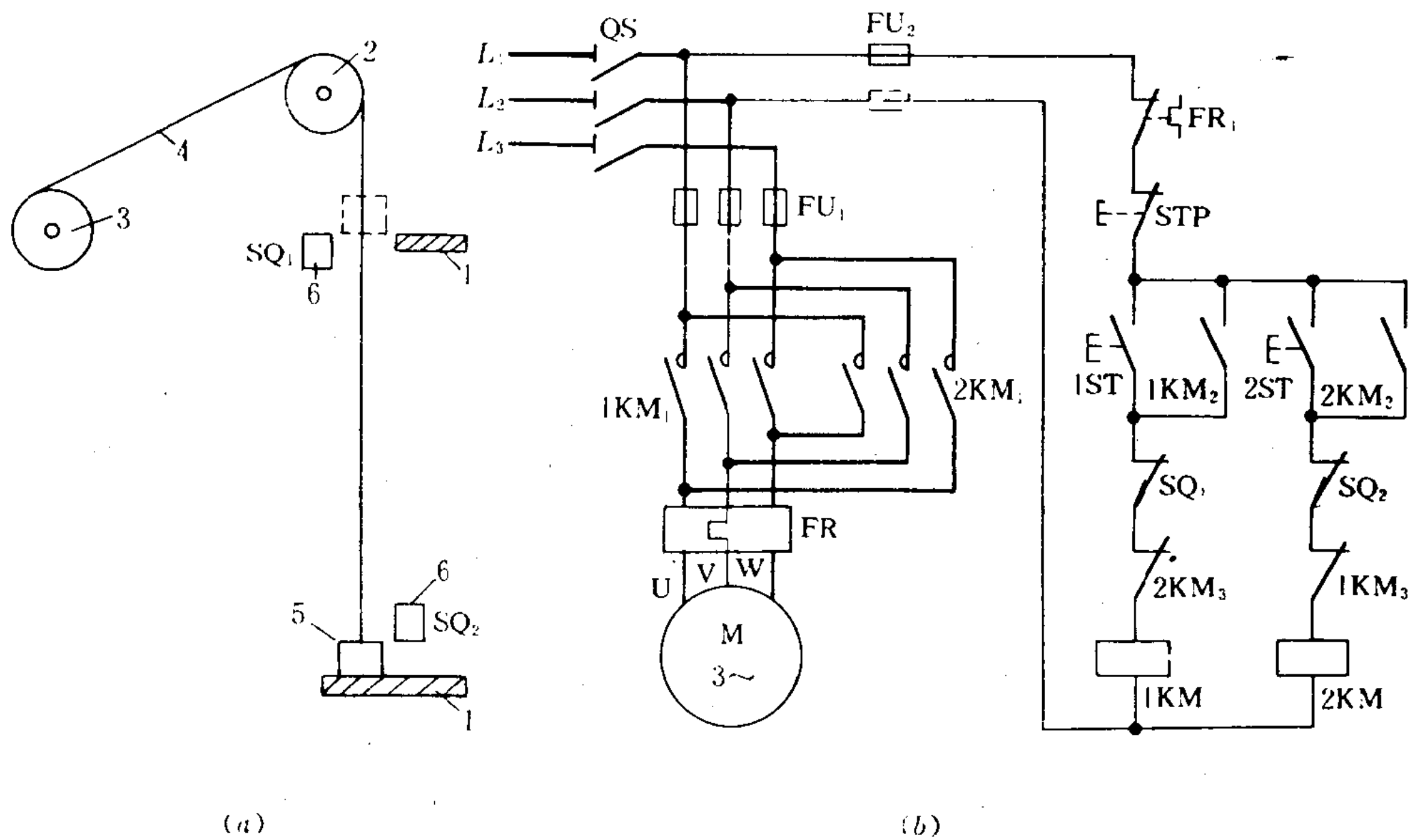


图 1-16 小型卷扬机的位置控制

1—装卸平台; 2—天轮; 3—卷扬机; 4—钢丝绳; 5—提升容器; 6—位置开关