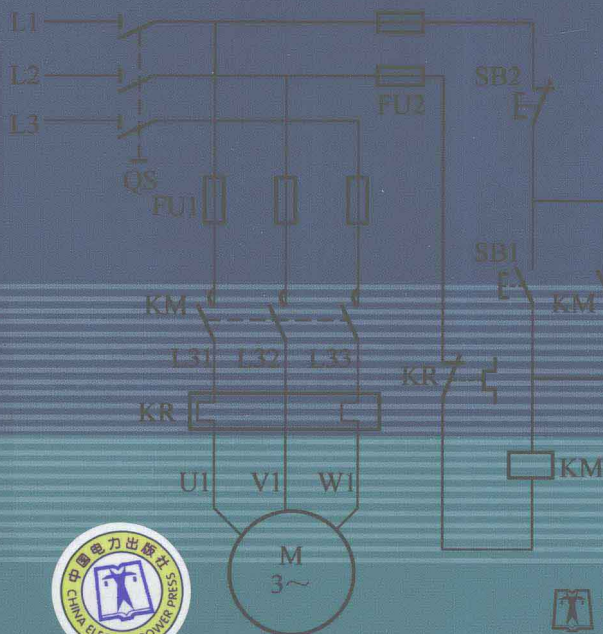


新编电工电气线路丛书

电 动机

电气线路365例

金续曾 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

新编电工电气线路丛书

电动机电气线路 365 例

金续曾 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书主要包括：单、三相异步电动机，同步电动机，交流调速电动机，直流电动机等各种电气控制线路；以及电动机的检测与试验线路。每例电气线路均附有简要文字说明，以方便读图。附录中还收录了新国标的图形符号与文字符号，以方便查询。

本书可供工矿企业、乡镇企业广大电气安装、维修电工和专业技术人员阅读，也可供大中专院校师生作教学参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电动机电气线路 365 例/金续曾主编. --北京：中国电力出版社，2009

(新编电工电气线路丛书)

ISBN 978-7-5083-7300-3

I. 电… II. 金… III. 电动机-电路图 IV. TM32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 064122 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 1 月第一版 2009 年 1 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 8.5 印张 237 千字

印数 0001—3000 册 定价 24.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

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

PREFACE

《新编电工电气线路丛书》是为了普及电工知识，帮助工矿企业、农村乡镇的广大电工人员，特别是初级电工人员学习电工基础，提高电气操作技能水平的普及类电工技术丛书。

《电动机电气线路 365 例》是丛书之一，它从生产实际出发，精心选编、绘制了工农业生产和日常生活中，常用单、三相异步电动机，同步电动机，交流调速电动机，直流电动机等各种电气控制线路。内容包括：常用控制电器的型号、性能及用途；新国标的图形符号、文字符号；各种交、直流电动机的手动和自动控制下的全压起动控制、降压起动控制、可逆运行控制；断续、连续、停止、制动、调速控制；位置、顺序、多地控制及继电保护等的实用线路，每例电气控制线路均附有简要文字说明以方便读图。只要持之以恒坚持一日一例地学习与运用，就能全面熟悉各类电气控制线路。

本书由金续曾同志主编，并由彭友珍、金旻、何文辉、龚敏、林志诚、皮爱珍、何利红、周武、邓花云、王佩琦等同志参与完成。由于作者水平有限，书中难免有错误和疏漏之处，敬请读者批评指正。

作者

目 录

CONTENTS

前言

第 1 章 概述	1
第 2 章 三相异步电动机电气控制线路	17
第 1 节 全压起动控制线路	17
第 2 节 降压起动控制线路	42
第 3 节 绕线转子异步电动机控制线路	61
第 4 节 继电保护与制动控制线路	72
第 5 节 高压异步电动机控制线路	94
第 6 节 异步电动机发电运行控制线路	108
第 3 章 三相异步调速电动机电气控制线路	115
第 1 节 三相变极调速多速电动机控制线路	116
第 2 节 三相电磁调速异步电动机控制线路	140
第 3 节 三相并励调速异步电动机控制线路	140
第 4 节 三相串极调速异步电动机控制线路	144
第 5 节 三相变频调速异步电动机控制线路	145
第 4 章 单相异步电动机电气控制线路	150
第 1 节 起动与运转控制线路	150
第 2 节 调速与制动控制线路	154
第 3 节 三相异步电动机单相运行控制线路	162
第 4 节 串励电动机控制线路	170
第 5 章 同步电动机电气控制线路	171
第 1 节 单相同步电动机电气控制线路	171
第 2 节 三相同步电动机电气控制线路	173
第 3 节 三相同步电动机励磁系统电气线路	178

第 6 章 直流电动机电气控制线路	182
第 1 节 原理接线电气线路	182
第 2 节 起动控制线路	184
第 3 节 可逆运行控制线路	187
第 4 节 调速控制线路	190
第 5 节 制动控制线路	198
第 7 章 常用机床及起重机械电气控制线路	209
第 1 节 常用机床电气控制线路	209
第 2 节 起重机械电气控制线路	228
第 8 章 电动机检测与试验线路	233
第 1 节 电动机常用检测与试验线路	233
第 2 节 异步电动机试验线路	236
第 3 节 直流电动机检查与试验线路	243
附录 1 常用电气图形符号表	247
附录 2 常用文字符号表	261



第 1 章

概 述

Chapter 1

新编电气工程线路丛书

电动机是现代国民经济中使用最为普遍的一种能量转换机械，它在电能的生产、输送和应用等各方面均起极其重要的作用。如工业生产中，在机械制造、矿山、冶金、石油、化工等所有工业门类的生产机械，都广泛采用各种电动机进行驱动。在交通运输中，铁道机车和城市电车都是由电动机拖动的。在农业生产方面，电力排灌设备、榨油设备等许多农业机械也是由电动机带动的。在科研、文教、医疗、乡镇企业及日常生活中，同样广泛应用着大小不一的各类电动机。

为确保电动机具有安全、高效、准确、良好的工作状况，以及灵便可靠的操作方式，就需要对电动机进行必要的控制和保护。一般以手动或自动的控制方式，对电动机作断续、连续运行；单向、可逆运行；起动、停止、制动、调速、保护，以及位置、顺序、多地控制等，用以适应各种生产机械、生产工艺对电动机不同的拖动要求。例如：对轧钢、造纸、纺织、印染、印刷、起重机械，以及车床、钻床、磨床、铣床、刨床等设备的电气控制。

电动机的电气控制不论其线路简单还是复杂，它们均由各种开关、熔断器、电阻、电抗、接触器、继电器等控制电器，按设计要求和规律规则组成控制线路和电气系统，用以控制电动机的起动、反转、制动、调速等各种运行状态，安全、准确地去拖动各种不同的生产机械。

电气控制线路纷繁复杂、变化万千。但不论多复杂的电气控制线路，都是由一些基本电气控制线路所组成。为尽快熟悉和运用对电动机的电气控制线路，下面将简要介绍电动机几种常用基

本电气控制线路。

一、三相笼型异步电动机全压起动控制线路

三相笼型异步电动机因具有结构简单、维修方便、价格便宜、坚固耐用等许多优点，而得到广泛应用。

一般在供电容量允许的情况下，三相笼型异步电动机均应尽可能采用全电压直接起动，这样可以提高控制线路的可靠性和减少起动设备价格等。

(一) 点动控制线路

这种控制线路常用于起重电动葫芦和车床拖板的快速短暂移动中，图 1-1 所示即为点动控制线路。该线路由隔离开关 QS、熔断器 FU1 和交流接触器 KM 组成，熔断器 FU2、按钮 SB 及接触器 KM 线圈构成控制线路。电动机工作时，首先接通开关 QS，按下按钮 SB，这时接触器 KM 的线圈得电动作，KM 的主触头闭合，电动机 M 通电运转。停止时则松开按钮 SB，接触器 KM 线圈断电，KM 的主触头断开，电动机 M 则因断电而停止运行。

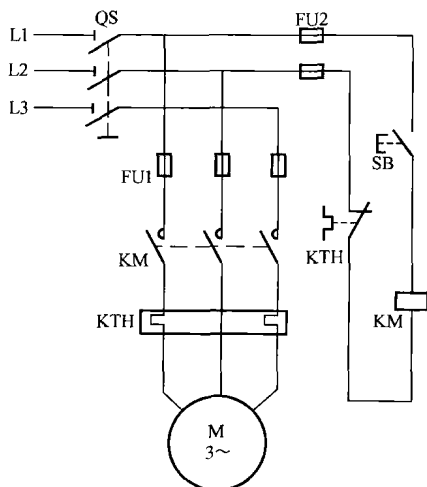


图 1-1 电动机点动控制线路

(二) 单向运行控制线路

三相笼型异步电动机单向运行控制线路是一种最常用、最简单的控制线路，图 1-2 所示即为其控制线路。从图中可以看出，它的主电路由隔离开关 QS、熔断器 FU1、接触器 KM、热继电器 KTH 和电动机 M 构成，控制电路则由起动、停止按钮 SB1、SB2，接触器 KM 线圈及常开辅助触头，热继电器 KTH 的常闭触头和熔断器组成。该控制线路工作时，先接通隔离开关 QS，按下起动按钮 SB2，KM 线圈通电动作使 KM 的动合触头闭合并自锁，与此同时 KM 主触头闭合，电动机则通电运转。停止时，按下停止按钮 SB1，KM 线圈断电，KM 的动合触头断开，自锁解除，与此同时 KM 的主触头断开，电动机即因断电而停止了运行。该控制线路还具有三重保护环节：①熔断器 FU1 的短路保护；②热继电器 KTH 具有的过载保护；③接触器 KM 电磁机构具有的欠压与失压保护。从而较全面地保护了电动机的可靠运行。

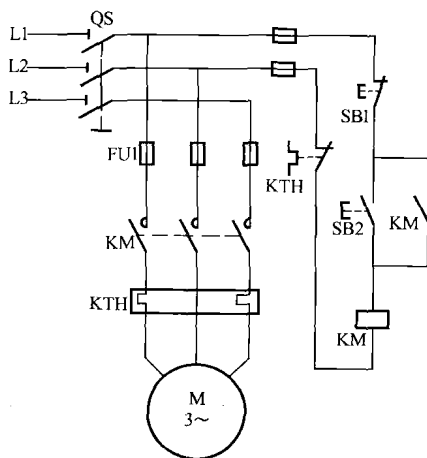


图 1-2 电动机单向运行控制线路

(三) 可逆运行控制线路

在生产实际中很多生产机械和设备都要求其配套电动机能可

逆运行，即能够正、反转。例如机床工作台的前进、后退，起重机的上升、下降等。要达到这个要求是很容易的，我们只需将电源或电动机的相序任意调换两相即可。在控制线路中两根相线的交换是由两个交流接触器来完成的。所以，电动机的可逆运行线路实质上是由两个方向相反的单向运行电路组成的。为了避免误操作而引起的相间短路，在这两个方向相反的单向运行电路中加设了锁住对方的联锁，因而提高了该控制线路的安全性和可靠性，图 1-3 所示即为电动机可逆运行控制线路。

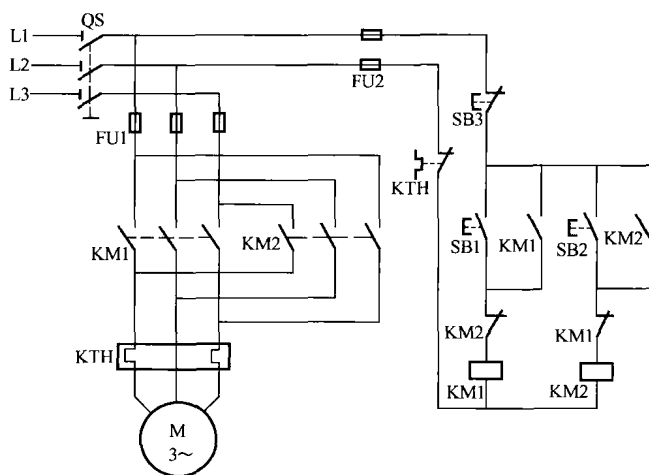


图 1-3 电动机可逆运行控制线路

（四）可逆运行带点动和联锁的控制线路

图 1-4 所示即为可逆运行带点动和联锁的控制线路。一般，点动控制线路多具有不设停止按钮的特点，这是因为点动按钮本身即具有起动和停止两个功能。同时点动控制线路也不设自锁触头，所以图 1-4 中的点动按钮 SB4、SB5 均采用复合按钮。在正、反转进行点动时，复合按钮的动断触头将自锁电路断开。此线路是采取按钮联锁、接触器联锁和点动控制三者结合，因而具

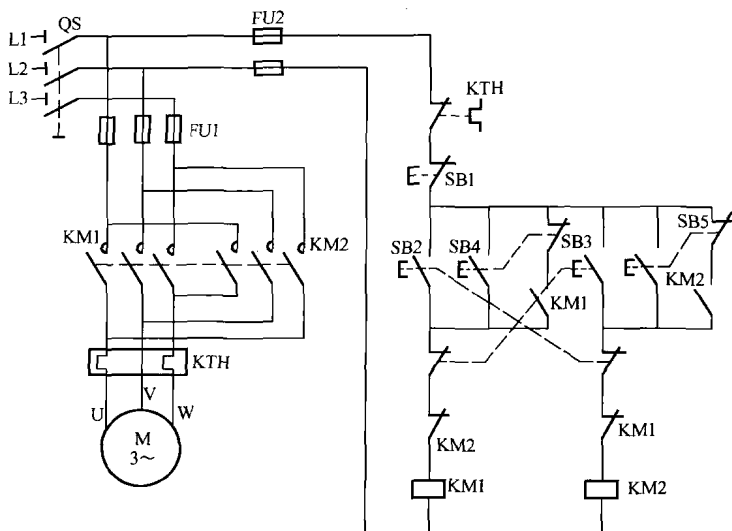


图 1-4 可逆运行带点动和联锁的控制线路

有连续运行和可调整的功能。

(五) 具有自动循环及限位的控制线路

许多机床的工作台都需要自动循环方式工作，它的往返信号是由位置开关发出的。我们从图 1-5 (a) 中可以看出，当工作台前进挡铁压下位置开关 SQ1 时，SQ1 即发出电动机反转信号，使工作台后退而 SQ1 复位；而当工作台后退到挡铁压下位置开关 SQ2 时，SQ2 则将发出电动机正转信号，使工作台前进，到前进结束时挡铁再次压下 SQ1，如此往复运动而不断循环下去。位置开关 SQ3、SQ4 则为行程极限保护开关。在图 1-5 (b) 中，位置开关 SQ1 的动断触头与正转接触器 KM1 的线圈串联，SQ1 的动合触头则与反转启动按钮 SB3 并联。所以当挡铁压下位置开关 SQ1 时，SQ1 的动断触头即断开电动机的正转控制线路，使控制前进的接触器线圈 KM1 失电，电动机停止转动。同时 SQ1 的动合触头闭合并接通电动机的反转控制电路，使控制后退的接触器 KM2 通电，致使电动机反转而工作台后退。位置开

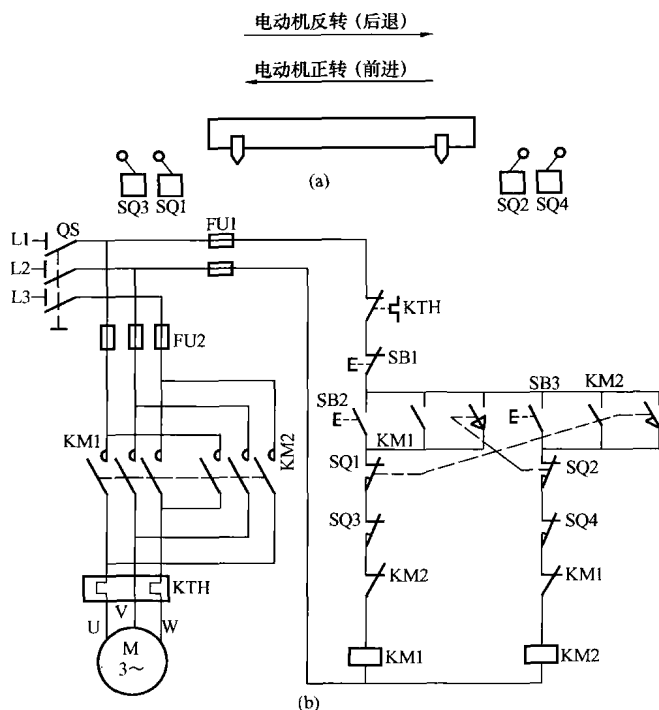


图 1-5 具有自动循环及限位的控制线路

(a) 工作台示意图; (b) 工作台运动控制线路

关 SQ2 的工作原理与 SQ1 相同，其情况可自行分析。行程极限位置开关 SQ3、SQ4 的动断触头分别串联在正、反转接触器的线圈电路中，当它们被挡铁压下时，其动断触头将断开正转（或反转）的控制电路，从而使电动机被断开电源停止运转。

二、三相笼型异步电动机降压起动控制线路

三相笼型异步电动机在具有全电压直接起动时，虽具有控制线路简单，维修工作量较少等许多优点，但是若电动机处于供电线路容量不足够大时，就不能采用全电压直接起动。这是因为三相异步电动机的起动电流可达其额定电流的 4~7 倍，这样大的冲击电流将导致供电线路电压大幅下降，使电动机本身的起动转

矩减小甚至无法起动，严重时还可能引起供电系统跳闸而使线路其他电动机停止运转。因此，为了限制和减小电动机起动电流对供电系统的冲击，容量较大的三相笼型异步电动机多采用降压起动，下面将简要介绍几种常用降压起动控制线路。

（一）电阻降压起动控制线路

这种降压起动方法就是在电动机起动过程中，利用在线路内串联电阻来降低电压，从而达到限制起动电流的目的。当起动过程结束，串联电阻即迅速被短接，电动机则进入全电压正常运行。图 1-6 所示即为三相异步电动机串电阻降压起动自动控制线路。

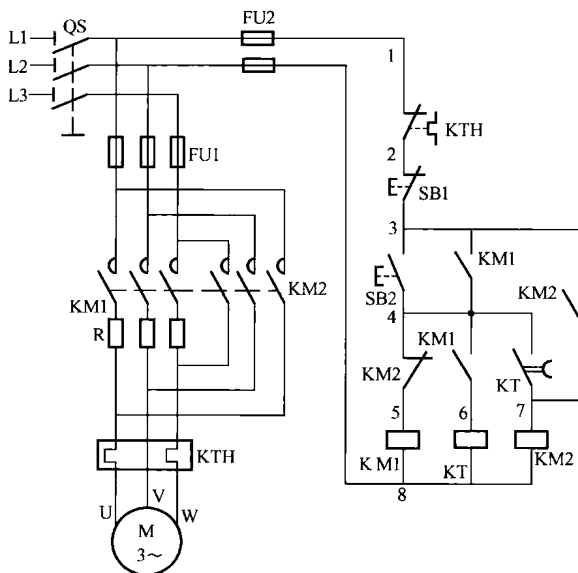


图 1-6 串电阻降压起动自动控制线路

（二）自耦变压器降压起动控制线路

在自耦变压器降压起动的控制线路中，三相异步电动机是依靠自耦变压器的降压特性来实现限制起动电流的。当电动机进行起动时，其定子绕组上得到的电压是来自于自耦变压器上低于电

源电压的二次电压。而一旦起动过程完毕，自耦变压器即被从线路上断开，电源额定电压则将直接加于电动机定子绕组，电动机即进入全电压正常运行。图 1-7 所示即为自耦变压器降压起动自动控制线路。

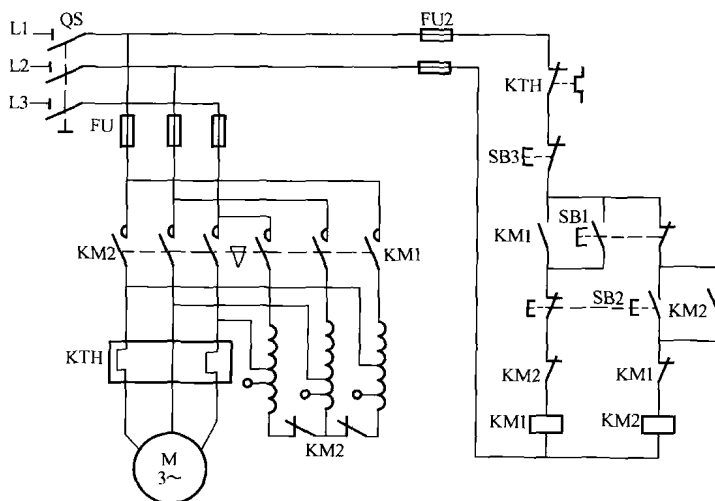


图 1-7 自耦变压器降压起动自动控制线路

(三) Y/△降压起动控制线路

三相异步电动机在额定电压运行时其定子绕组一般规定为三角形接法，因而多可采取使用 Y/△形降压起动的方式。即在电动机起动时，其定子绕组先接成 Y 形接法，待转速达到一定程度时，则将该定子绕组的接线方式由 Y 形接法改换成△形接法，电动机便进入全电压正常运行。图 1-8 所示即为 Y/△降压起动自动控制线路。

(四) △/△降压起动控制线路

这种△/△起动方法称为延边三角形起动法。当电动机在采用 Y/△降压法起动时，可以在不增加专用起动设备的情况下实现降压法起动。但因其起动电压所降幅度太大，至使电动机的起动转矩也大幅减小，故这种起动方法仅适用于空载或轻载起动的

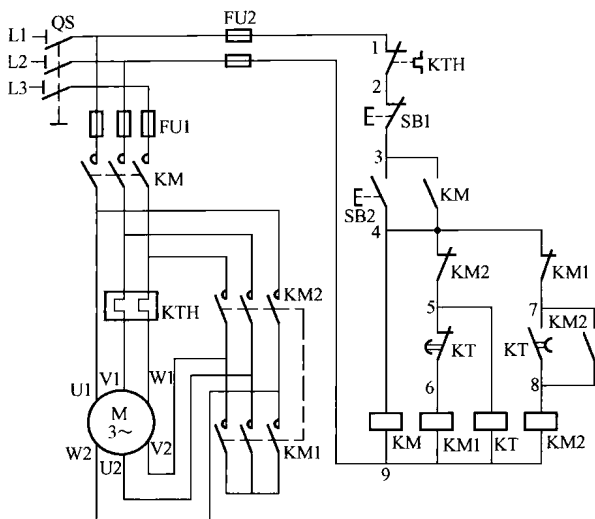
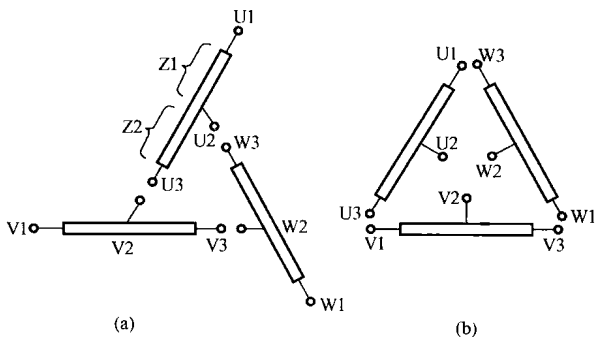


图 1-8 Y/Δ降压起动自动控制线路

电动机。而 Δ/Δ 降压起动法则是一种既不用增加专用起动设备，又能获得较高起动转矩的起动方法。它适用于定子绕组经特殊设计的J03系列异步电动机，这种电动机的绕组共有9个出线端，图1-9所示即为这种绕组的接线示意图。

图 1-9 Δ/Δ 接时电动机绕组接线示意图

(a) 延边三角形接法；(b) 三角形接法

这种延边三角形降压启动法，只需改变 Δ 形联接时其定子绕组的抽头比（即N1与N2之比），就能改变定子绕组相电压的大小，从而达到改变电动机启动转矩的大小。但一般来说，电动机绕组的抽头比早已先期确定，所以电动机的启动转矩也只能在这些抽头比的范围内作有限调整。图1-10所示即为 Δ/Δ 形降压启动控制线路。

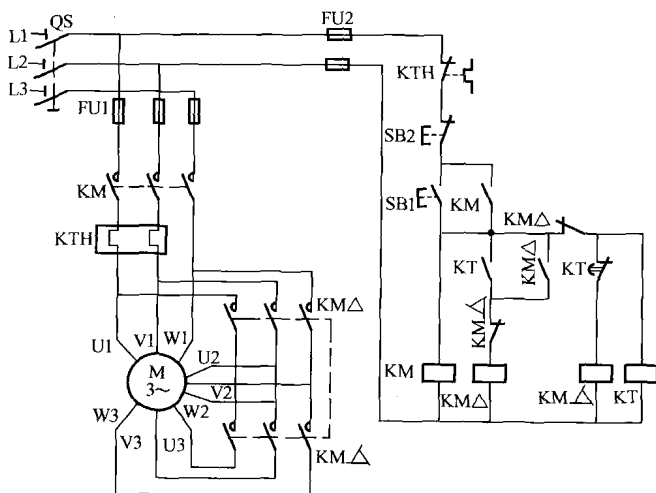


图 1-10 Δ/Δ 降压启动控制线路

三、三相绕线转子异步电动机启动控制线路

三相绕线转子异步电动机由于具有启动电流小、启动转矩大，以及有一定的调速性能等特点。因而，常用于需要在较大负荷下启动的设备中，例如矿山机械、水泥机械及起重设备等。它的启动方式主要是启动时在电动机转子绕组中串接电阻，并随着转速的上升而逐步切除电阻，直至最后将转子绕组所串接的电阻短路。同时，也可通过改变转子绕组中所串入电阻的阻值来实现有限调速。图1-11所示即为三相绕线转子异步电动机串电阻时间继电器自动控制启动线路。

由于利用接触器逐级切除电阻时，会引起电动机的电流和转

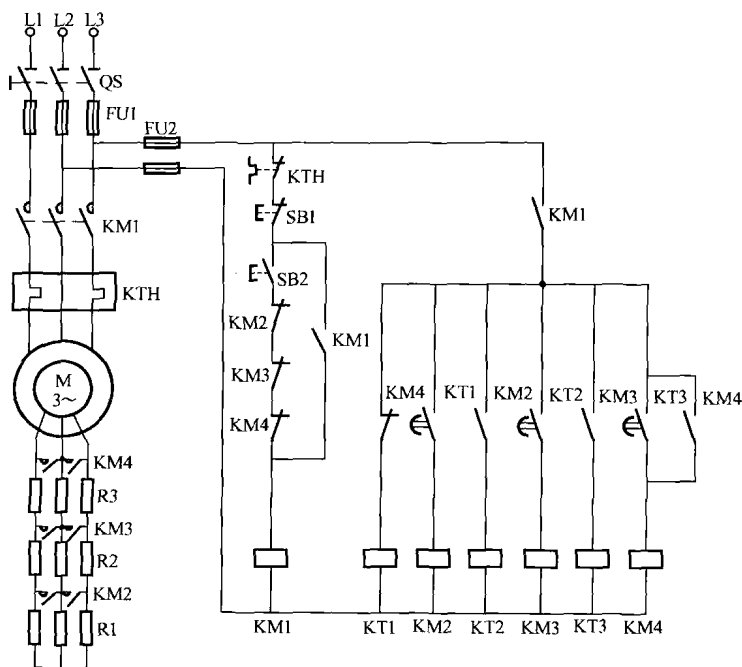


图 1-11 转子绕组串电阻时间继电器自动起动控制线路

速突然变化，从而产生机械性冲击。对一些不需要利用改变电阻进行调速的负载，则可以采用阻值随转子频率而自动变化的频敏变阻器，去取代一般电阻器起动绕线转子异步电动机。图 1-12 所示即为采用频敏变阻器起动的控制线路。

四、直流电动机起动控制线路

直流电动机具有良好的起动性能、调速性能和宜于频繁起动等一系列优点，因此，在要求大起动转矩和大范围无级调速的场合常采用直流电动机来拖动负载。下面简要介绍几种直流电动机基本控制线路。

(一) 并励直流电动机起动控制线路

由于直流电动机的电枢绕组电阻一般均很小，如果直接起动则将产生较大的起动电流，该起动电流就有可能对线路或直流电