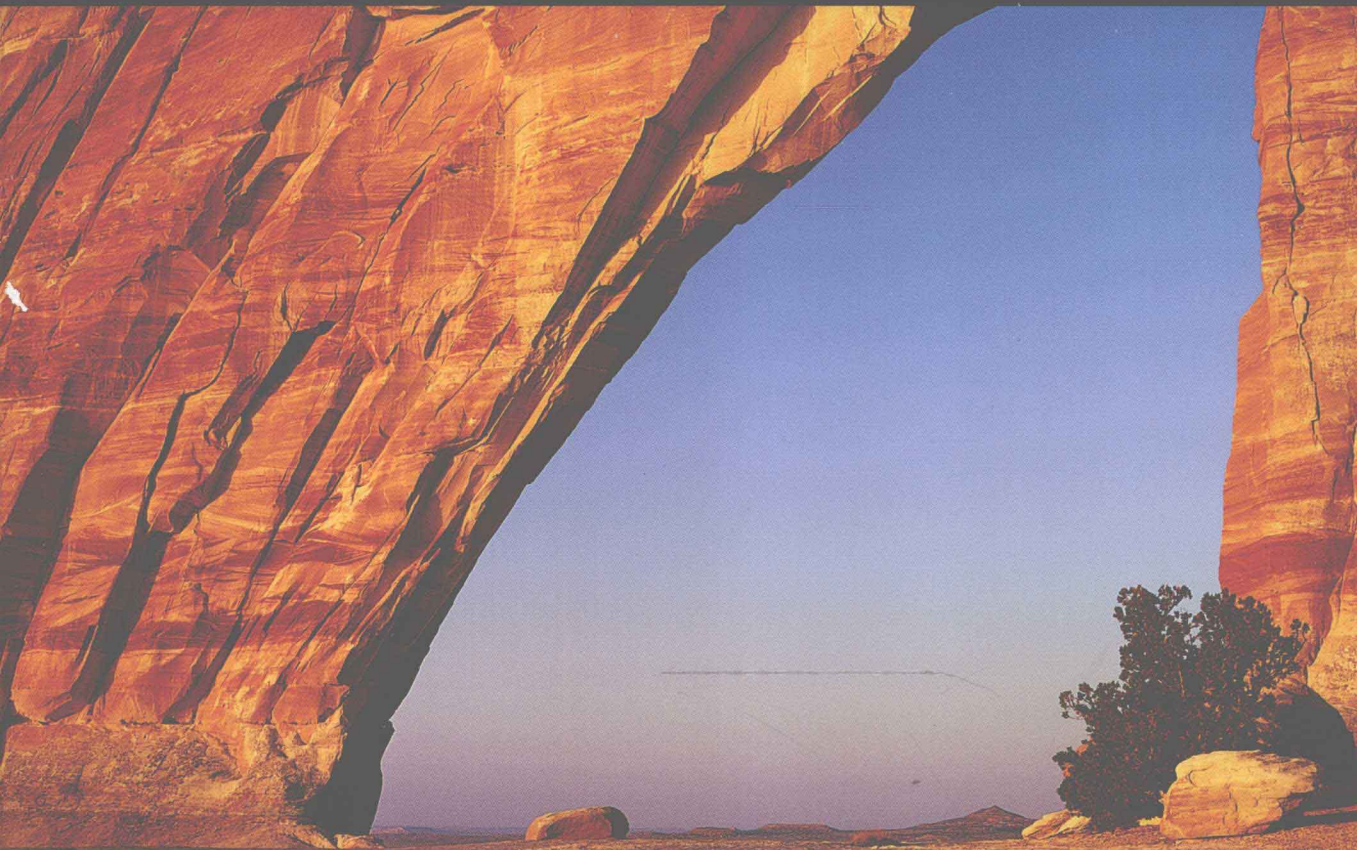


赵 清 姜海涛 等编著



变频器与电动机 控制电路解读

- 交流异步电动机的结构原理及调速方法
- 变频器的控制面板和参数设定
- 变频器控制电路常用外围设备和PLC与LOGO! 编程及其应用
- 变频器和PLC及LOGO! 组成的常用典型实用电路的解读



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

变频器与电动机 控制电路解读

赵清 姜海涛 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书专门介绍变频器在电动机调速电路中的应用。全书分为6章，第1章讲解交流异步电动机的结构、原理及调速方法；第2章和第3章讲解通用变频器的结构、工作原理与变频电路输出电压的调制方法等基础知识，以及变频器的控制面板和参数设定；第4章讲解变频器控制电路常用外围设备，重点讲解PLC与LOGO!编程及其应用；第5章解读变频器及PLC、LOGO!组成的常用电路；第6章介绍几种变频器的实用功能及参数，例如，多段速控制输出和具有应用“宏”的变频器参数选择说明。

本书从基础知识入手，采用由浅入深、循序渐近地讲解方法，力争做到知识性和实用性相结合。

本书通俗易懂，实用性强，可作为职业院校电气自动化和机械专业的实训教材，也可作为专业技术培训教材，还可作为教师的教学参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

变频器与电动机控制电路解读 / 赵清等编著. —北京: 电子工业出版社, 2011.7
ISBN 978-7-121-13998-7

I. ①变… II. ①赵… III. ①变频器—基本知识②电动机—控制电路—基本知识
IV. ①TN77②TM320.12

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第129648号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17 字数: 414千字

印 次: 2011年7月第1次印刷

定 价: 36.00元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlls@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前言

FOREWORD

随着科学技术的飞速发展,现在已经将计算机技术、PLC 控制技术、变频器调速技术综合应用于电动机拖动系统。由于变频器在电动机调速系统中的广泛应用,使得变频器技术越来越成熟,特别是将最新矢量控制算法,先进单片机技术,计算机编程技术等先进技术综合应用,使变频器性能更好,运行更可靠;使交流电动机的调速技术达到新的高度。

为了适应现代化生产对特殊人才的需要,各机械类专业和自动化专业的院校已经将可编程序 PLC 工作原理及应用,变频器工作原理及应用作为必修课或者选修课;另外对于新技术人员也应该不断地进行技术更新;综合考虑,特此编写本书。

全书共分 6 章,具体内容如下。

第 1 章讲解交流异步电动机的结构、原理及电动机调速方法。

第 2 章讲解通用变频器的结构、工作原理与变频电路输出电压的调制方法等基础知识。

第 3 章讲解变频器的控制面板和参数设定,重点对各种主流变频器相关参数的设定作详细说明。

第 4 章讲解变频器控制电路常用外围设备,重点讲解可编程序控制器 PLC 和 LOGO! 在控制电路中的应用技术。

第 5 章解读变频器和 PLC 及 LOGO! 组成的各种电动机调速控制电路。

第 6 章介绍几种变频器的功能参数和相关技术参数使用说明,例如,多段速控和具有应用“宏”的变频器参数选择说明。

本书以提高读者快速读懂变频器应用电路的识图能力为目标,以电动机调速基础知识为切入点,从变频器的变频原理入手,逐步介绍变频器在电动机控制电路中的应用。重点分析各种典型实用电路的结构、主要电气器件与电子元器件的功能及电路的工作原理,层层深入地讲解变频器应用电路的识图方法,并熟练掌握 PLC 与 LOGO! 的编程方法与应用技巧。

本书在编写过程中始终站在读者的角度思考,努力做到通俗易懂,突出实用性,并力争使每位读者都能从中受益。

本书可作为职业院校电气自动化和机械专业的实训教材,也可作为专业技术培训教

材，还可作为教师的教学参考书。

本书由赵清、姜海涛等编著。第1章由赵清编写，第2章和第3章由杨龙、赵明编写，第4章由孙振宝和邱泽国编写，第5章和第6章由姜海涛编写。由赵玉龙、马丽负责全书插图及电路图的绘制，张华、赵玉玉负责全稿的整理工作。

本书在编写过程中得到厂商的鼎力支持，电子工业出版社有关同志的通力协助。在此一并表示感谢。

由于作者知识水平有限，参编人员较多，故此本书难免有不妥之处，敬请读者批评指正，编者会非常感谢。

我们的联系方式：tan_peixing@phei.com.cn

编著者

2011年6月

目录

CONTENTS

第 1 章 交流异步电动机	1
1.1 三相交流异步电动机基础知识.....	1
1.1.1 三相交流异步电动机结构.....	1
1.1.2 三相异步电动机定子绕组接法和定子旋转磁场.....	3
1.1.3 三相异步电动机转动原理.....	5
1.1.4 三相异步电动机机械特性.....	5
1.1.5 三相异步电动机的铭牌和代号及汉字含义.....	7
1.2 三相电动机调速概述.....	8
1.3 单相交流电动机基础知识.....	11
1.3.1 单相异步电动机分类.....	11
1.3.2 单相电动机在脉振磁场作用的工作状态分析.....	12
1.3.3 单相电动机在椭圆磁场作用的工作状态分析.....	13
1.3.4 单相电动机启动.....	14
1.3.5 单相电动机调速.....	15
第 2 章 通用变频器基础知识	17
2.1 通用变频器结构与分类.....	17
2.1.1 变频器的分类.....	17
2.1.2 变频器的外部结构.....	19
2.1.3 变频器内部结构.....	20
2.2 变频器工作原理.....	21
2.2.1 变频器的整流滤波电路和逆变电路分类.....	22
2.2.2 变频器的整流滤波电路和逆变电路常用的元器件.....	22
2.2.3 变频器的整流和滤波电路.....	26
2.2.4 用电力晶体管和绝缘栅双极型晶体管组成逆变器.....	28
2.2.5 门极可关断晶闸管组成逆变器.....	33

2.2.6	用电力 MOS 场效应管组成的桥式逆变电路	38
2.3	变频器的逆变电路输出电压调制方法	40
2.3.1	脉幅调制 PAM	40
2.3.2	脉宽调制 PWM	40
2.3.3	正弦脉宽调制 SPWM	41
第 3 章	变频器的控制面板和参数设定	43
3.1	三菱 FR—A540 和 FR—A740 系列变频器的面板和端子	43
3.1.1	FR—A540 和 FR—A740 系列变频器端子	43
3.1.2	FR—A540 和 FR—A740 系列变频器操作面板	47
3.2	三菱 FR—A540 和 FR—A740 系列变频器参数和参数设定方法	50
3.2.1	变频器的功能和主要技术参数	50
3.2.2	FR—A540 和 FR—A740 变频器操作模式切换及频率和参数设定	62
3.4	森兰 BT12S 与 SB12 系列变频器的端子和面板	67
3.4.1	BT12S 和 SB12 系列变频器接线端子	67
3.4.2	BT12S 与 SB12 系列变频器操作面板各按键的名称和功能	71
3.5	森兰 BT12S 与 SB12 系列变频功能和参数设定	72
3.5.1	BT12S 系列变频器功能参数	73
3.5.2	BT12S 和 BT40 系列变频器操作模式切换及频率和参数设定	77
第 4 章	变频器控制电路常用外围设备	81
4.1	变频器常用控制电路组成概述	81
4.2	变频器外围电器件	81
4.2.1	手动开关元件	81
4.2.2	自动控制元件	86
4.3	PLC 简介	94
4.4	PLC 编程语言和工具	98
4.4.1	PLC 的编程语言	99
4.5	编程工具	103
4.5.1	手持编程器	103
4.5.2	手持编程器指令输入方法	106
4.5.3	FP 系列可编程序控制器常用基本指令编程	108
4.6	PLC 编程	118
4.6.1	继电器组成的辅助电路与 PLC 组成辅助电路的比较	118

4.6.2	用继电器组成的辅助电路与用 PLC 组成的辅助电路逻辑功能比较.....	120
4.6.3	PLC 用户程序中常用到的基本控制环节的编程	121
4.6.4	PLC 编程基本方法和应遵循原则	128
4.6.5	调出、清除、检查、修改、插入及删除程序键盘操作方法	131
4.7	新型通用可编程序控制器 LOGO! 编程及其应用.....	132
4.7.1	LOGO! 基础知识	132
4.7.2	LOGO! 基本结构	133
4.7.3	LOGO! 基本型和加长型技术参数.....	134
4.8	LOGO! 指令	135
4.8.1	LOGO! 的 CF—基本指令.....	135
4.8.2	LOGO! 的 SF—特殊功能指令	136
4.8.3	LOGO! 编程	139
4.8.4	LOGO! 用户程序输入方法	144
4.8.5	修改程序.....	146
4.8.6	删除程序.....	147
4.8.7	屏幕显示中有“?”处理方法.....	147
4.9	LOGO! 编程软件及其用法	147
4.9.1	LOGO! 编程软件运行环境	147
4.9.2	LOGO! 编程软件安装	147
4.9.3	使用 LOGO! 编程软件进行编程.....	148
4.10	LOGO! 用户程序案例	149
第 5 章 变频器和 PLC 及 LOGO! 组成的常用电路		161
5.1	三菱 FR—500 和 FR—700 系列变频器基本控制电路.....	161
5.1.1	FR—E540—04K 常用参数	161
5.1.2	FR—E540—04K 变频器基本电路, PU 操作模式	163
5.1.3	FR—E540—04K 变频器基本电路, EXT 外部操作模式.....	165
5.1.4	FR—E540—04K 变频器采用 PU/EXT 组合操作模式 II 电路.....	168
5.1.5	FR—A540 变频器 PU 操作模式下控制电路.....	170
5.1.6	FR—A740 变频器 EXT 外部操作模式电动机正、反转控制电路	172
5.1.7	FR—A540 变频器控制电动机正、反转点动电路	174
5.1.8	FR—A540 变频/工频切换电动机供电电路.....	175
5.1.9	FR—A740 变频器与 PLC 组成的控制电路.....	177
5.1.10	PLC 和 FR—A540 变频器组成的压力原则变频/工频切换电路原理图....	180

5.2	BT12S 和 SB12 系列变频器基本接线和一拖多接线.....	184
5.2.1	BT12S 一拖一电路.....	184
5.2.2	BT12S 和 SB12 系列变频器一拖三电路.....	186
5.2.3	BT12S 和 SB12 系列变频器一拖四电路.....	192
5.2.4	BT12S 和 SB12 系列变频器、软启动器、PLC 联合组成一拖四电路.....	195
第 6 章	介绍几种变频器实用功能及参数.....	199
6.1	BT40 系列变频器.....	199
6.2	三品变频器.....	203
6.3	ACS510 系列变频器.....	210
6.3.1	ACS510 系列变频器的主电路端子.....	211
6.3.2	ACS510 系列变频器宏应用.....	213
6.4	欧姆龙 3G3RV 变频器.....	226
6.4.1	欧姆龙 3G3RV 变频器相关参数构成.....	226
6.4.2	简易程序模式.....	227
6.4.3	环境设定.....	230
6.4.4	应用程序.....	231
6.4.5	调谐.....	238
6.4.6	指令.....	242
6.4.7	电动机参数.....	245
6.4.8	选购件.....	249
6.4.9	端子功能选择.....	254
6.4.10	多功能输入/输出接点.....	255
参考文献	263

第 1 章 交流异步电动机

由于变频器被广泛应用于交流电动机调速，使得交流电动机应用越来越广泛，大有取代直流电动机的趋势。为了说明变频器在交流电动机调速系统中的应用原理，特此先介绍交流电动机的调速知识。

1.1 三相交流异步电动机基础知识

电动机是电力拖动系统的动力源，电动机目前分类如图 1-1 所示。



图 1-1 电动机分类图

由图 1-1 可见交流电动机分为单相交流异步电动机和三相交流电动机两类，三相交流电动机又分为同步和异步电动机两种类型。在电力拖动系统中交流电动机应用最广泛，所以重点介绍交流电动机基本知识。

1.1.1 三相交流异步电动机结构

三相交流异步电动机按结构分为两种，第一种是鼠笼式三相异步电动机，第二种是绕线式三相异步电动机。三相鼠笼式异步电动机有单速电动机、双速电动机和多速电动机等。

三相交流异步电动机按着额定电压等级分类，可分为低压和高压电动机两种类型。常用的中小型的电动机，其额定电压为 AC 380 V；而高压大功率电动机（100 kW 以上），其

额定电压为 AC 3000 V 或 6000 V。小功率 Y 系列笼型电动机额定电压为 AC 380 V 等级。

鼠笼式和绕线式三相异步电动机的定子结构完全相同，均由定子铁芯和对称三相定子绕组组成，所不同的是转子结构不同，鼠笼式三相异步电动机转子由转子铁芯和鼠笼组成，而绕线式三相异步电动机转子由转子铁芯和对称三相转子绕组组成。

(1) 对称三相定子绕组特点

对称三相绕组特点是三相绕组匝数相同、绕组分布相同，三相绕组首和首、尾和尾均相差 120° 电角度，每相绕组首、尾相差 180° 电角度 (60° 电角度嵌线)。如图 1-2 所示给出三相电动机定子绕组示意图。

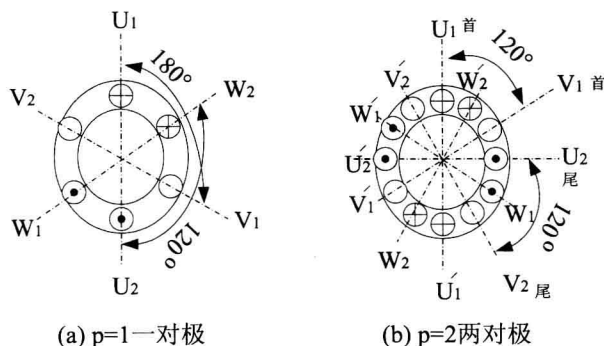


图 1-2 三相电动机定子绕组示意图

(2) 三相异步电动机转子绕组

三相异步电动机转子绕组有鼠笼型和绕线型两种类型。笼型转子有单鼠笼、双鼠笼、深鼠笼三种型式，笼型转子的导条有铜条焊接端环式和铸铝式。绕线型转子经绕组与其定子绕组嵌线相同，分为三相绕组，而且三相绕组为星型 (Y) 接法，有三个端头与三个转动滑环相连接，三个转动滑环通过电刷与外设三相启动设备相连接，以便提高电动机的启动力矩和调速。有关三相异步电动机转子绕组如图 1-3 所示。

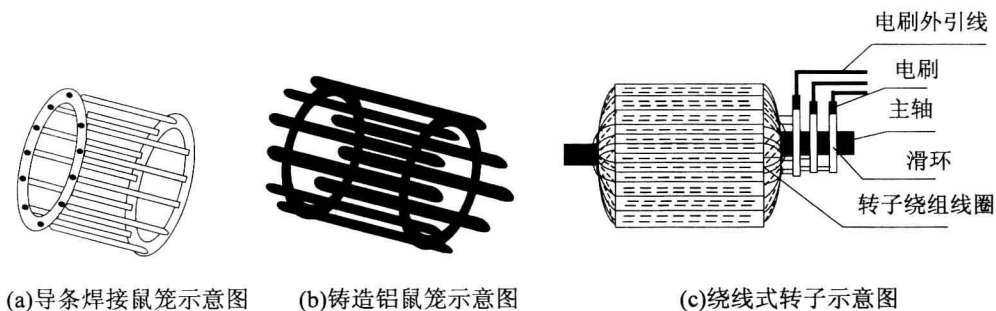


图 1-3 三相异步电动机转子绕组示意图

1.1.2 三相异步电动机定子绕组接法和定子旋转磁场

1. 三相异步电动机的定子绕组接法

单速三相异步电动机三相定子绕组的首端和尾端都用引线接于电动机接线盒的接线柱上，再通过接线柱与三相电源相连接。普通常用的三相异步电动机的定子绕组有星形（Y）接法和三角形（ Δ ）接法两种，如图 1-4 所示。

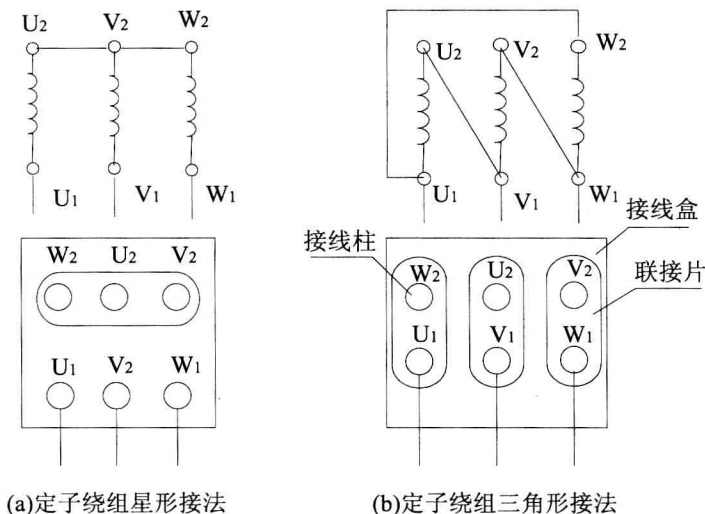


图 1-4 三相电动机定子绕组星形接法和三角形接法示意图

2. 三相异步电动机定子旋转磁场

三相异步电动机对称三相定子绕组接对称三相电压（对称三相电压是指三相电压大小相等，相位相差 120° 角），在三相定子绕组产生三相对称电流（对称三相电流是指三相电流大小相等，相位相差 120° 角），进而在定子腔内产生旋转磁场，定子旋转磁场的转速被称为同步速，又称为电动机同步速，用 n_0 表示。定子旋转磁场的转速与电源电压频率 f_1 成正比与磁极对数 p 成反比如图 1-5 所示。

电动机同步速可用下式求出：

$$n_0 = 60f_1/p \text{ [r/min] (转/分)} \quad (1-1)$$

式中： n_0 —电动机同步速（定子磁场转速），单位为 r/min（转/分）

f_1 —定子绕组电压频率，单位为 Hz

p —磁极对数（一个 N 极和一个 S 极称为一对磁极）

表 1-1 给出不同电源频率和不同磁极对数对应的电动机同步度。

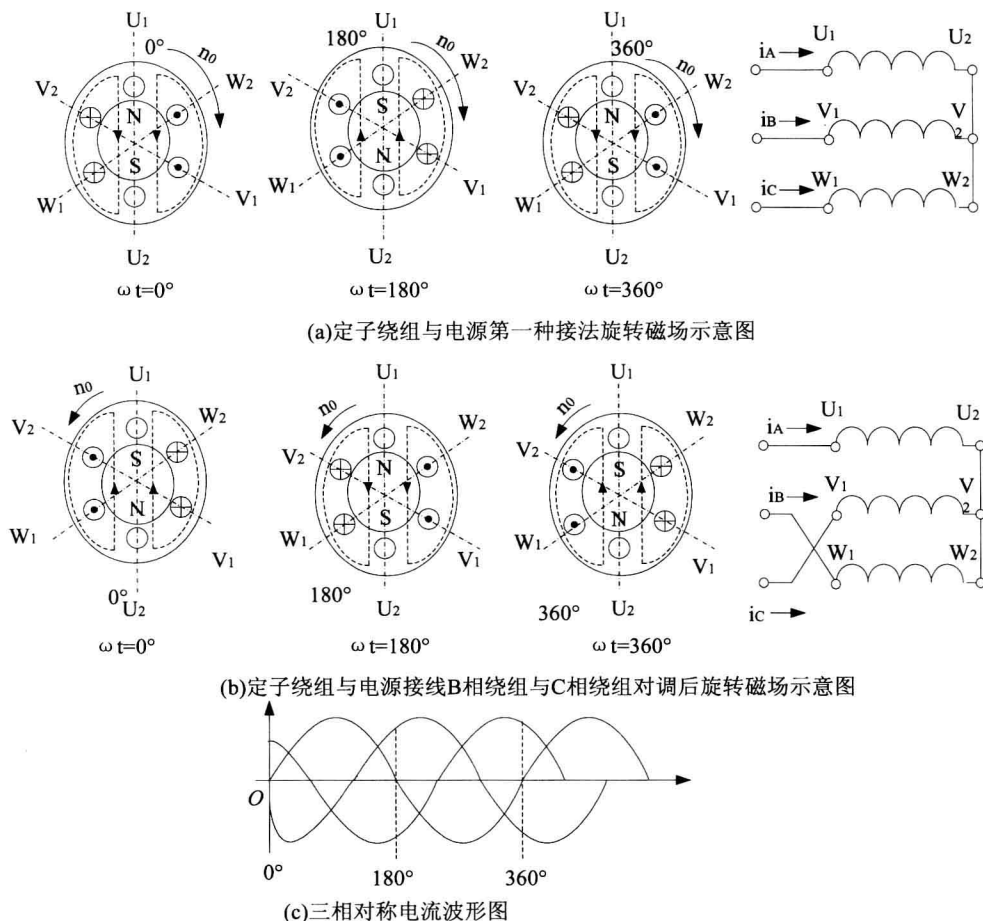


图 1-5 三相电动机磁场旋转示意图

表 1-1 不同电源频率和不同磁极对数对应的电动机

磁极对数 p	1	2	3	4	5	6
同步速 n_0 (30 Hz)	1800	900	600	450	360	300
同步速 n_0 (50 Hz)	3000	1500	1000	750	600	500
同步速 n_0 (60 Hz)	3600	1800	1200	900	720	600

通过表 1-1 可见电动机的同步速与磁极对数成反比，而与电源频率成正比。当电动机磁极对数确定后，同步转速 n_0 可以通过改变电源频率 f_1 达到改变转速的目的；如果电源频率 f_1 可以从 0~50 Hz 连续调整，则可实现 n_0 从 0~3000 转/分连续调速。这就是变频调速原理。

三相异步电动机定子旋转磁场旋转方向是从电流超前相绕组至电流滞后相绕组；若要改变定子磁场旋转方向，可以对调定子三相绕组中任意两相绕组与电源的接线即可。

1.1.3 三相异步电动机转动原理

三相异步电动机定子旋转磁场在穿过转子时，因转子绕组相对定子磁场有相对运动，所以在转子绕组产生感应电势，就会产生感应电流；转子绕组的感应电流与定子磁场相互作用，使之产生电磁力矩（ M ）；转子会跟随定子磁场转动；转子转速为 n ，转子转动状态如图 1-6 所示。

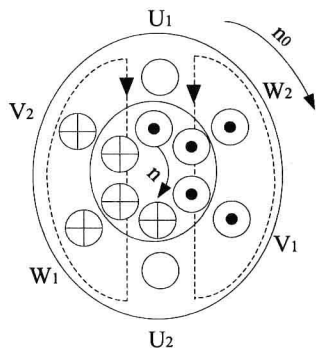


图 1-6 电动机转子旋转示意图

三相异步电动机同步速 n_0 与转子转速 n 之差 ($\Delta n = n_0 - n$) 称为转差；转差与同步速百分比称为转差率，用 s 表示，电动机额定状态下 $s_N = (2 \sim 6)\%$ 。

$$s = (n_0 - n) / n_0 \times 10\% \quad (1-2)$$

$$n = (1 - s) n_0 = (1 - s) \times 60f_1/p \quad (1-3)$$

由以上分析可知转子转速 n 与同步转速 n_0 相差很小，电动机工作在电动状态 $n \leq n_0$ ，电动机工作在发电制动状态 $n > n_0$ 。

由式 (1-3) 可知，改变转子转速 n 可以通过改变电源电压频率 f_1 ，或者改变定子磁极对数 p 实现。

请注意当 $s=0$ 时，则电动机以同步速运行；也就是说同步电动机转速为 $60f_1/p$ 。

1.1.4 三相异步电动机机械特性

电动机转矩与转速之间的关系称为机械特性，描绘转矩和转速的关系曲线称为机械特性曲线。

1. 三相笼型异步电动机机械特性

同一台笼型异步电动机定子绕组加不同电压可得到不同的机械特性曲线，见图 1-7 所示。

由图 1-7 可见 $U_1 > U_2 > U_3$ ，则启动力矩 $T_{st1} > T_{st2} > T_{st3}$ 。由图 1-7 还可以看出，在电动机负载力矩不变的状态下，改变定子绕组所加的电压可得到不同的电动机转速；也就是三相异步电动机可以通过调压调速，但其转速调整范围小。目前很少采用调压调速。

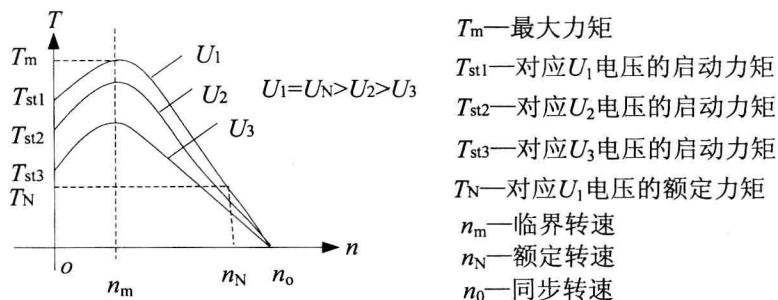


图 1-7 同一台笼型异步电动机不同电压的机械特性曲线图

2. 三相绕线式异步电动机机械特性

三相绕线式异步电动机具有调速性能较好、启动转矩较大、启动快等优点；它主要用于各种起重机。三相绕线式异步电动机在转子绕组中串不同的电阻器，可以得到不同的机械特性曲线，如图 1-8 所示。

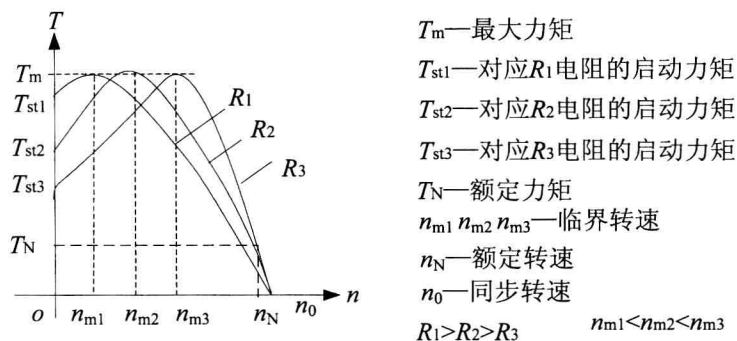


图 1-8 绕线式三相异步电动机转子串不同电阻器的机械特性曲线图

绕线式三相异步电动机转子串不同电阻器时，其机械特性曲线就不同，在图 1-8 所示图中 $R_3=0\Omega$, $R_1>R_2>R_3$; R_1 、 R_2 、 R_3 所对应的临界转速 $n_{m1}<n_{m2}<n_{m3}$ 。由图 1-8 可见转子绕组串入适当电阻器可以得到比较合适的启动转矩，另外可以通过转子绕组串入不同电阻值的电阻器，得到不同的转速；绕线式三相异步电动机可以采用改变定绕组电压和改变转子绕组串不同电阻器相接合的调速方法，使电动机调速性更好。

3. 电磁转矩 T

电动机转子绕组中的感应电流 i_2 与定子磁场互相作用产生电磁力 F ，因而产生电磁力矩 T 。电磁力矩 T 是主力矩，当 $T>T_c$ 时电动机加速运行，当 $T=T_c$ 时电动机稳动运行，当 $T<T_c$ 时电动机减速运行。

电磁力矩 T 用下式求得：

$$T = k_T \Phi I_2 c^\circ s \phi_2 \quad (1-4)$$

式中 T —电磁力矩，单位 $N \cdot m$

- k_T —电动机结构系数
- I_2 —转子电流有效值, 单位 A
- Φ —主磁通, 单位 Wb
- $c^{\circ} s \phi_2$ —转子电路功率因数

4. 额定转矩 T_N

电动机在额定电压下, 带额定负载长期连续工作在额定功率 P_N 状态下, 其轴上输出转矩为额定转矩, 用 T_N 表示。

三相异步电动机额定转矩 T_N 用下式求取:

$$T_N = 9550 P_N / n_N \quad (N \cdot m) \quad (1-5)$$

- P_N —异步电动机额定功率, 单位 kw;
- n_N —异步电动机额定转速, 单位 Rr/min;
- T_N —异步电动机额定力矩, 单位 (N · m)

5. 最大转矩 T_m 和过载系数

三相异步电动机最大转矩 T_m 是指电动机在临界转速 n_m 所对应的转矩。电动机的过载系数为最大转矩与额定转矩之比, 用 λ 表示。

$$\lambda = T_m / T_N \quad (1-6)$$

一般三相异步电动机过载系数为 1.8~2.2。

6. 启动转矩 T_{st} 和启动系数

启动转矩 T_{st} 是指电动机刚刚接通电源启动瞬间所对应转矩。启动转矩 T_{st} 必须大于异步电动机的静态阻力矩才能使之正常启动。衡量电动机启动能力强弱的系数称为启动系数, 它用 T_{st}/T_N 求取; 三相异步电动机启动系数 T_{st}/T_N 为 1.8~2.2。

要特别注意, 如果 $T_{st} < T_L$ (电动机静态阻力矩) 时, 电动机无法启动, 会造成堵转现象, 电动机定子绕组电流很大, 可能造成定子绕组热击穿, 俗称烧电动机。

1.1.5 三相异步电动机的铭牌和代号及汉字含义

要想正确的为三相异步电动机的选配变频器, 就需要对三相异步电动机的铭牌和代号及汉字意义等了解清楚。表 1-2 给出 Y132M-4 型三相异步电动机铭牌数据。

表 1-2 Y132M-4 型三相异步电动机铭牌数据表

型号	Y132M-4	额定功率 P_N	7.5 kW	频率	50 Hz	额定电压	380 V	额定电流	15.4A
绕组接法	Δ	额定转速 n_N	1440r/min	绝缘等级	B	工作方式	连续 S_1	额定温升	105℃
生产厂名	x x x x x 电动机厂								
出厂日期	x x x x 年 x x 月								

电动机型号 Y132M-4 意义:
Y—系列三相鼠笼型异步电动机;

132—机座中心距 132 mm;

M—机座长度代号 (S 为短机座, M 为中机座, L 为长机座);

4—定子磁极数 (4 极)。

表 1-3 是常用三相异步电动机产品名称代号及汉字意义

表 1-3 常用三相异步电动机产品名称代号及汉字意义

产品名称	新代号 (旧代号)	汉字意义	适用范围
鼠笼型异步电动机	Y, Y-L (J, J°)	异步笼型	一般用途
绕线型异步电动机	YR, (JR, JR°)	异步绕线型	启动转矩较大, 有调速要求
防爆型异步电动机	YB, (JB, JBS)	异步防爆笼型	石油, 化工, 煤矿井下等
防爆安全型异步电动机	YA, (JA)	异步防爆安全笼型	石油, 化工, 煤矿井下等 (本质安全型场合)
力矩异步电动机	YQ, (JQ, JQ°)	异步力矩笼型	静负荷惯性较大的机器

表中 Y-L 系列定子绕组为铝线 (用的较少)

1. 电动机额定电压 (U_N)

电动机铭牌上的额定电压是指定子绕组外接工频 (50 Hz) 三相交流电源的线电压有效值。中小型三相异步电动机额定电压为 AC380 V, 100 kW 以上大型三相异步电动机额定电压有 AC3000 V 和 AC6000 V 两种电压。Y 系列三相异步电动机额定电压为 AC380 V。

2. 电动机额定电流 (I_N)

电动机铭牌上的额定电流 (I_N) 是指定子绕组外接工频 (50 Hz) 三相交流电源时, 绕组的线电流有效值。

3. 电动机额定功率 (P_N)

电动机铭牌上的额定功率 (P_N) 是指电动机工作在额定行状态下, 其轴上输出功率。电动机的额定功率 P_N 等于电动机效率 η 与电动机输入功率 P_{1N} 之积。

$$P_{1N} = \sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi \quad (1-7)$$

$$P_N = \eta \cdot P_{1N} \quad (1-8)$$

1.2 三相电动机调速概述

根据各种生产机械需要, 需要对电动机转速进行调整, 这就是调速。根据三相异步电动机转速表达式 $[n = (1-s); n_0 = (1-s) 60f_1/p]$, 可知三相异步电动机可以通过改变电压频率 (f_1) 调速、改变转差率 (s) 调速、改变极 (p) 调速等三种方法。

1. 变频调速

变频调速因其大功率变频器的功能, 使得变频调速被广泛用于三相异步电动机调速。三相异步电动机采用变频器调速, 可以达到无级调速, 其调速范围广, 调速性能好。三相

