

中等职业教育机电类专业规划教材

电动机调速 技术基础

DIANDONGJI TIAOSU
JISHU JICHU

主 编 张 箭 龙建飞





中等职业教育机电类专业规划教材

电动机调速 技术基础

主 编 张 箭 龙建飞
副主编 刘春龙 张立群
参 编 陈洁慧 薛玉梅

DIANDONGJI TIAOSU
JISHU JICHU

中国人民大学出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电动机调速技术基础/张箭等主编. —北京: 中国人民大学出版社, 2013. 8
中等职业教育机电类专业规划教材
ISBN 978-7-300-17983-4

I. ①电… II. ①张… III. ①电动机-调速-中等专业学校-教材 IV. ①TM35

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 199717 号

中等职业教育机电类专业规划教材

电动机调速技术基础

主 编 张 箭 龙建飞

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

邮政编码 100080

电 话 010-62511242 (总编室)

010-62511398 (质管部)

010-82501766 (邮购部)

010-62514148 (门市部)

010-62515195 (发行公司)

010-62515275 (盗版举报)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com> (人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 北京中印联印务有限公司

规 格 185mm×260mm 16 开本

版 次 2013 年 9 月第 1 版

印 张 10.5

印 次 2013 年 9 月第 1 次印刷

字 数 218 000

定 价 25.00 元

版权所有 侵权必究

印装差错 负责调换

随着我国经济的不断发展和产业结构的不断调整,以变频器、可编程控制器(PLC)为主题的工厂自动化已经广泛应用于各行各业。为了帮助中等职业学校、技工学校学生顺利地掌握相关知识,本书采用任务驱动式教学方法,诠释变频器运动控制及 PLC 编程技术的应用,内容由浅入深、循序渐进,读者可以按实际情况阅读学习。

本书以 Panasonic(松下)VF0 超小型变频器为例,介绍了变频器应用及 PLC 控制。全书分为 6 个项目,项目一为变频器基础知识,项目二介绍了松下变频器面板操作的基本控制,项目三~项目五设置了多个实训任务,将松下 VF0 超小型变频器安装、接线、参数设置以及 PLC 编程都融入到实训任务中,做到边做边学,边学边提高。项目六为选修内容,通过三菱 FR-E700 变频器和亚龙 YL-235A 型光机电一体化实训考核装置对三菱变频器技术、传感器知识以及气动技术进行分析。

本书具有如下特点:(1)理论知识以够用为度,努力做到理论与实践紧密结合,侧重实践操作。尤其是本书项目四、项目五,一改相同类型教科书只有时间参数设置而没有结合应用的不足,增加了大量的实训项目,以培养掌握复杂操作和新技术操作的技能以及增强分析、判断、排除各种实际故障的能力为重点。(2)力求所有实训项目一能满足企业生产的实际需要,二能反映本行业工种新技术的应用情况,三能体现自动化技术人员的实际工作经验和技能水平,同时具有很强的可操作性,都能在实验室里完成,便于进行培训与考核。(3)文字叙述尽量做到深入浅出、通俗易懂。(4)做到有训有考,学以致用,力争为读者全面掌握自动化技术的实践技能打下坚实基础。

本书由张箭和龙建飞担任主编,刘春龙和张立群为副主编。全书的编写分工如下:薛玉梅负责项目一的编写,陈洁慧负责项目二的编写,龙建飞负责项目三的编写,张箭负责项目四、项目五的编写,刘春龙和张立群负责项目六的编写。

在本书编写过程中得到了珠海市理工职业技术学校自动控制实训中心的大力支持与帮助,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中的错误和不当之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

教师信息反馈表

为了更好地为您服务，提高教学质量，中国人民大学出版社愿意为您提供全面的教学支持，期望与您建立更广泛的合作关系。请您填好下表后以电子邮件或信件的形式反馈给我们。

您使用过或正在使用的我社教材名称		版次	
您希望获得哪些相关教学资料			
您对本书的建议（可附页）			
您的姓名			
您所在的学校、院系			
您所讲授课程的名称			
学生人数			
您的联系地址			
邮政编码		联系电话	
电子邮件（必填）			
您是否为人大社教研网会员	<input type="checkbox"/> 是，会员卡号：_____		
	<input type="checkbox"/> 不是，现在申请		
您在相关专业是否有主编或参编教材意向	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
	<input type="checkbox"/> 不一定		
您所希望参编或主编的教材的基本情况（包括内容、框架结构、特色等，可附页）			

我们的联系方式：北京市海淀区中关村大街甲 59 号

人民大学文化大厦 1508 室

中国人民大学出版社教育分社

邮政编码：100872

电话：010-62515905

网址：<http://www.crup.com.cn/jiaoyu/>

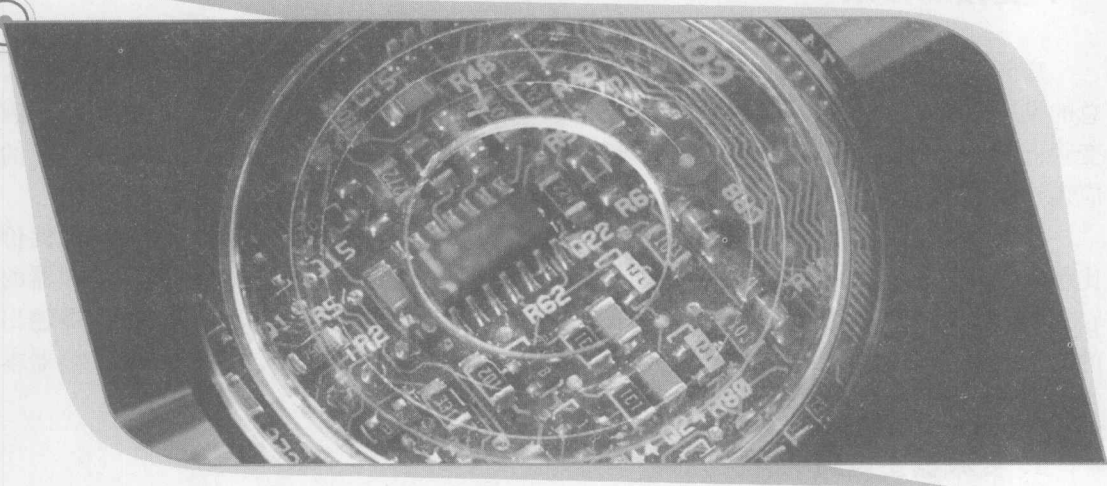
E-mail：llhong2605@vip.sina.com

项目一 变频器基础知识	1
任务一 了解变频器	2
任务二 变频器的选装与分类	7
任务三 变频器的控制	13
任务四 变频器的发展	15
项目二 松下变频器面板操作控制	23
任务一 松下 VF0 变频器的操作使用	24
任务二 松下 VF0 变频器基本操作实训	38
任务三 松下 VF0 变频器运行操作实训	47
项目三 松下变频器输入输出控制	56
任务一 松下 VF0 外接控制	57
任务二 变频器运行时测量信号采集	62
任务三 松下 VF0 多段速控制	67
项目四 PLC 控制松下变频器	73
任务一 PLC 控制变频器正反转运行	74
任务二 PLC 控制变频器点动与持续运行	76
任务三 PLC 控制变频器延时启动	81
任务四 PLC 控制变频器间歇运行	83
任务五 PLC 控制变频器多段速顺序启动	86
项目五 松下 VF0 超小型变频器的应用	91
任务一 PLC 控制变频器运行/停止控制 (0/1) 显示	92
任务二 PLC 控制变频器多段速显示控制	97
任务三 BCD 数码开关控制 8 段速运行	100
任务四 BCD 拨码开关七段码显示选段控制	104
项目六 变频器应用技术的扩展	110
任务一 三菱 FR-E700 变频器	111
任务二 亚龙 YL-235A 型光机电一体化实训装置简介	117



任务三	FR-E700 变频器在 YL-235A 装置上的应用	125
任务四	在 YL-235A 装置上实施工件搬运与材质分拣	133
附 录	146
附录 A	端子接线图	146
附录 B	2011 年机电一体化国赛试题	147
附录 C	料仓组装图	155
附录 D	分装机部件组装图	156
附录 E	分装机气动系统图	157
参考文献	158

变频器基础知识



背景

变频技术是应交流电动机无级调速的需要而诞生的。20世纪60年代开始,电力电子器件从SCR(晶闸管)、GTO(门极可关断晶闸管)、BJT(双极型功率晶体管)、MOS-FET(金属氧化物场效应管)、SIT(静电感应晶体管)、SITH(静电感应晶闸管)、MGT(MOS控制晶体管)、MCT(MOS控制晶闸管)发展到今天的IGBT(绝缘栅双极型晶体管)、HVIGBT(耐高压绝缘栅双极型晶闸管),而这些器件的更新促使电力变频技术不断发展。20世纪70年代开始,脉宽调制变压变频(PWM—VVVF)调速研究引起人们的高度重视。到了20世纪80年代,作为变频技术核心的PWM模式优化问题吸引了人们的浓厚兴趣,并得出诸多优化模式,其中以鞍形波PWM模式效果最佳。而从20世纪80年代后期开始,美、日、德、英等发达国家的VVVF变频器开始投入市场并得到广泛的应用。

要点

- 变频调速的原理
- 变频器的控制方式
- 变频调速的关键技术
- 变频器的创新与发展
- 变频器的外部控制电路



任务一 了解变频器

一、变频器技术

变频器是运动控制系统中的功率变换器。当今的运动控制系统包含多种学科的技术，总的发展趋势是驱动的交流化，功率变换的高频化，控制的数字化、智能化、网络化。因变频器能够提供可控的高性能变压变频的交流电，故在交流传动的领域得到了广泛的应用。

随着新型电力电子器件和高性能位处理器的应用以及控制技术的发展，变频器的性价比越来越高，体积越来越小，但它的可靠性却在不断地提高，这样进一步实现了变频器的轻量化、高性能和多功能化及无害化。而衡量一台变频器性能优劣的标准是：变频器输出的交流电压谐波对负载的影响、变频器对电网谐波污染的大小和输入功率数以及变频器本身能量损耗的多少。

1. 变频器主电路的开关元件

目前低压小容量变频器普遍采用的功率开关元件是：MOSFET（金氧半场效晶体管）、IGBT（绝缘栅双极型晶体管）和 IPM（智能功率模块）。中压大容量变频器采用的功率开关元件是：GOT（门极可关断晶体管）、IGCT（集成门极转换晶体管）、SGCT（对称门极换流晶闸管）、IEGT（注入增强栅晶体管）等。这些新型开关元件的应用使开关频率得以不断提高，开关损耗进一步降低。变频器主电路开关元件的发展方向是自关断化、模块化、集成化和智能化。

2. 变频器主电路的拓扑结构

目前变频器主电路的拓扑结构为：变频器的网侧变流器对于低压小容量的常采用 6 脉冲变流器，对于中压大容量的采用多重化 12 脉冲以上的变流器；负载侧变流器对低压小容量的常采用两电平的桥式逆变器，而对于中压大容量的则采用多电平逆变器。

3. 变频器的控制方式

变频器的控制方式正由标量控制（U/f 控制和转差频率控制）向高动态性能的矢量控制和直接转矩控制发展。微处理器技术的进步使数字控制成为现代控制器的发展方向，数字控制使硬件简化，柔性控制算法又使控制具有很大的灵活性，实现了复杂的控制规律。同时使现代控制理论在运动控制系统中的应用成为现实，并已与上层系统连接进行数据传输，便于故障诊断加强保护和监视功能，使构成的系统智能化。

二、变频器的基本工作原理

1. 变频器的定义

广义上讲,变频器是利用电力电子半导体器件的通断作用将工频电源变换为另一频率电能的控制装置。通常把电压和频率不变的交流电变换成电压或频率可变的交流电的装置称作变频器。

2. 变频器的基本原理

通用变频器的工作原理是把工频交流电通过整流变成平滑直流,然后利用半导体器件(GOT、GTR或IGBT)组成的三相逆变器,再将直流电变成可变频率、电压的交流电。由于采用微处理器控制正弦脉宽调制(SPWM)的方法,使输出的波形近似于正弦波,故一般用于驱动异步电动机实现无级调速。利用变频器不仅可以根据电动机负载实际需要实现自动、平滑的增速减速,还保持了异步电动机转差率小的固有特性,同时又具有效率高、范围宽、精度高等优点。

3. 变频器的基本结构

通用变频器可把工频电流(50Hz)变成各种频率的交流电流,以实现电动机的变速运转,变频器的基本构成如图1-1所示,主要由主电路(包括整流电路、中间直流环节、逆变电路)和控制电路组成,分述如下:

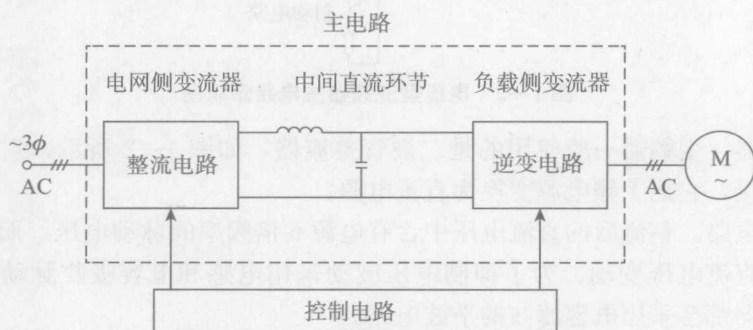


图 1-1 变频器的基本构成

(1) 整流电路: 电网侧的变流器是整流器,它的作用是将三相(或单相)交流电整流成直流电。

(2) 逆变电路: 负载侧的变流器为逆变器。最常见的结构形式是利用半导体开关器件组成三相桥式逆变电路,通过控制逆变器中主开关的通、断,可以得到任意频率的三相交流电输出。

(3) 中间直流环节:

- 1) 使脉动的直流电压变得稳定和平滑,供逆变器使用。
- 2) 通过开关电源为各控制线路供电。

3) 可以配置滤波或制动装置以提高变频器性能。

4) 控制电路：控制电路一般由运算电路、检测电路、控制信号的输入输出和驱动电路组成。其主要任务是完成对逆变器的开关控制、对整流器的电压控制以及完成各种保护功能等。

三、变频器主电路的结构

变频器给负载提供调压调频电源的电力变换部分称为变频器的主电路。典型的电压型变频器主电路如图 1—2 所示。其主电路由三部分构成，将工频电源变换为直流功率的整流器，吸收整流器、逆变器产生的电压脉动的平波电路，以及将直流功率变换为交流功率的逆变器。若系统的负载为异步电动机，在变频器调速系统中需要制动时，还需要附加制动回路。

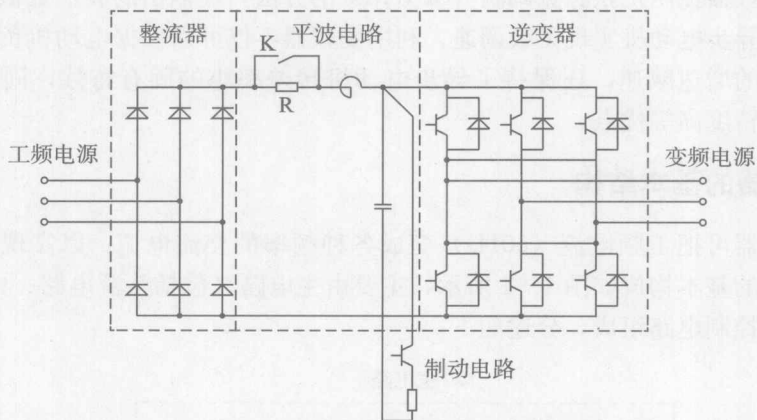


图 1—2 电压型变频器主电路示意图

(1) 整流器。变频器一般使用的是二极管整流器，如图 1—2 所示，它与单相或三相交流电源相连接，它把工频电源变换为直流电源。

(2) 平波电路。整流后的直流电压中含有电源 6 倍频率的脉动电压，而逆变器产生的脉动电流也使直流电压变动。为了抑制电压波动采用电感和电容吸收脉动电压（电流），一般通用变频器都会采用电容滤波的平波电路。

(3) 逆变器。它同整流电路相反，逆变器是将直流电变换为所需求的可调压调频的交流电，控制开关器件导通、关断的时间，就可以得到三相变压变频交流输出。

(4) 制动回路。变频器一般带动的是电动机或其他感性负载，在停机的时候，一般都是采用能耗制动的方式来实现的，就是把停止后电动机的动能和线圈里面的磁能都通过一个耗能元件消耗掉，从而实现快速停车。制动回路也可采用逆变器把再生能量向工频电网反馈。

(5) 限流电路。限流电路由图 1—2 中的限流电阻 R 及开关 K 构成。由于上电瞬间滤波电容端电压为零，上电瞬间电容充电电流较大，过大的电流可能损坏整流电路，为了保护整流电路，在变频器上电瞬间将限流电阻串联到回路中，当电容充电到一定的时间后通过开关 K 将电阻短路。

四、变频器控制电路的构成

变频器的控制电路是给变频器主电路提供控制信号的回路，变频器控制电路如图 1—3 所示，它将信号传送给整流器、中间直流环节和逆变器。同时它也接收来自这部分的信号。它的主要功能首先是通过信号控制半导体器件（逆变器）的开关速度，其次提供操作变频器的各种信号，另外还需要监视变频器的工作状态，以及提供保护功能。

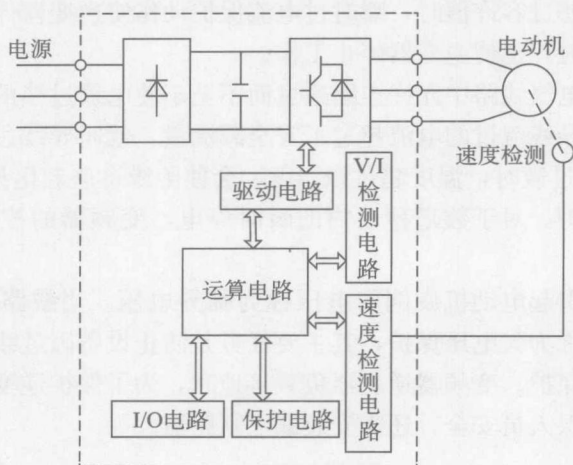


图 1—3 变频器控制电路

1. 控制电路

控制电路包含：电压、频率的运算电路，主电路的电压、电流检测电路，用于变频调速系统电动机速度检测的电路，将运算电路的控制信号进行放大的驱动电路，以及逆变器和负载的保护电路。

(1) 运算电路。运算电路的功能是将变频器的电压、电流检测电路的信号以及速度、转矩等检测电路等的非电量信号与给定的电压、电流信号进行比较运算，从而决定逆变器的输出电压和频率。

(2) 驱动电路。变频器驱动电路的功能是在控制电路的控制下，产生足够的功率驱动信号，使主电路开关元件导通或关断。控制电路一般采用电隔离技术实现对驱动电路的控制。

(3) V/I（电压/电流）检测电路。变频器的电压、电流检测电路是采用电隔离技术来检测主回路的电压、电流的，检测电路再对检测到的电压、电流进行处理和转换，以满足变频器控制的需要。

(4) 速度检测电路。速度检测电路以安装在异步电动机同轴上的速度检测器 TG、PLG 等为核心，将检测的速度信号进行处理和转换，送入运算回路，根据指令和运算要求使电动机按指令要求速度运转。

(5) I/O 输入输出电路。变频器的 I/O 输入输出电路的功能是使变频器更好地实现人机交互，变频器具有多种输入信号如运行、点动、多段速等，还有各种内部参数如电流、



频率、速度等信号。

2. 保护电路

变频器的保护电路通过检测主电路的电压、电流等参数来判断变频器运行的状况，当发生过载或过电压等异常，为了防止变频器的逆变器和负载损坏，停止逆变器的工作或抑制输出电压。变频器的保护电路，可分为变频器保护和负载电动机保护两种。

(1) 变频器保护功能：瞬时过电流保护。在变频器逆变器的负载侧发生短路，流过逆变器开关器件的电流超过容许值时，瞬时过电流保护动作使逆变器停止工作。当整流器的输出电流出现异常值时，也使逆变器停止工作。

(2) 过载保护。电气线路中允许连续通过而不至于使电线过热的电流量，称为安全载流量或安全电流。如导线流过的电流超过了安全载流量，就叫导线过载。一般导线最高允许工作温度为 65°C 。过载时，温度超过该温度，会使绝缘迅速老化甚至于线路燃烧。

(3) 瞬时停电保护。对于数毫秒以内的瞬时停电，变频器的控制电路是可以正常工作的。

(4) 欠压保护。引起电动机疲倒的电压称为临界电压。当线路电压降低到临界电压时，保护电器动作，称为欠电压保护，其主要任务是防止设备因过载而烧毁。

(5) 接地过电流保护。变频器逆变器负载接地时，为了保护逆变器需要设置接地过电流保护功能。为了确保人员安全，还需安装漏电断路器。

五、通用变频器的主要功能

1. 基本功能

(1) 基本变频。通常指输入工频交流的频率，实现 $0\sim 50\text{Hz}$ 的平滑调频。

(2) 自动加、减速控制。按照机械惯量以及负载的特性自动确定加减速时间。

(3) 加减速时间的设置。由加、减、速时间的设置决定调速系统的快速性。如果设置加、减速时间较短，就可以提高生产效率。但是，若电动机带动大负载加速时间太短，则会引起过流；若减速时间太短，则会使频率下降太快，电动机容易进入制动状态。

2. 特殊功能

(1) 低频定子补偿功能。通常称为电动机的转矩（力矩）提升。

(2) 跳频功能。由变频器为交流电动机供电时，系统可能发生振荡（发生振荡的原因是：电气频率与机械频率发生共振或纯电气引起的），通常振荡是发生在某些频率范围内的，为了避免这一现象，可采用跳频功能。

(3) 瞬时停电再启动功能。由于电动机有很大惯性，在停止的数秒钟内，电动机可能还在以一定速度运转，这样，变频器可以在恢复供电后继续给电动机正常的运行供电，而不需要停止后再重新启动。



想一想

1. 什么是变频器?
2. 变频器的控制方式未来将向哪几个方面发展?
3. 电压型变频器主电路由哪几部分构成?

任务二 变频器的选装与分类

一、通用变频器的选用

变频器分通用变频器与专用变频器两种。通用变频器一般用于对普通异步电动机的调速控制,功能上分简易型与高性能型、多功能型。但通用变频器所具备的功能也会因厂家和型号的不同而有一些差异。专用变频器基本上采用矢量控制方式,驱动对象通常是变频器厂家指定的专用电动机,主要应用于对电动机控制性能要求较高的调速系统。此外还有专用的高频变频器,输出频率可达3kHz。

变频器的选用应注意以下几个方面:

1. 输入电压

作为电动机的电源,变频器的电压级别一定要与输入电源和所驱动电动机的电压级别相对应。通用变频器的电压级别有200V级与400V级两种,用于特殊用途的还有600V级和3000V级等。

2. 变频器容量匹配

变频器的容量应与其驱动的电动机容量相匹配。根据电动机的容量或被拖动的电动机的数量来进行变频器容量选择时,首先要满足电动机电流总量不大于变频器的额定电流。因为通用变频器一般是以四极电动机为对象设计的,当电动机不是四极时,就不能仅以电动机的容量来确定变频器的容量,还需要考虑变频器的额定电流是否大于电动机的额定电流。

一般来说,变频器的容量有以下四种表示方法:

- (1) 额定电流;
- (2) 适配电动机的额定功率;
- (3) 额定视在功率;
- (4) 变频器的过载能力。

不管是哪一种表示方法,其实主要是对变频器额定电流的选择,因此,应结合实际情况,根据电动机的额定电流来决定变频器的过载能力。通常变频器的过载能力分为以下

两种：

- (1) 1.2 倍的额定电流，可持续 1min；
- (2) 1.5 倍的额定电流，可持续 1min。

同时，变频器的允许电流与过程时间要呈反比例的关系。例如 1.2 (1.5) 倍的额定电流可持续 1min；而 1.8 (2.0) 倍的额定电流，可持续 0.5min。这就意味着：不论任何时候向电动机提供允许过载电流的持续时间都必须在限定的范围内。过载能力这个指标，对电动机来说，只有启动（加速）过程中才有意义，在运行过程中，实际上等同于不允许过载。

二、通用变频器容量的选择

1. 一台变频器只供一台电动机使用（即一拖一）

在计算出负载电流后，还应考虑三个方面的因素：一是用变频器供电时，电动机电流的脉动相对工频供电时要大些；二是电动机的启动要求，即是由低频、低压启动，还是在额定电压、额定频率下直接启动；三是变频器使用说明书中的相关数据是用该公司的标准电动机测试出来的，要注意按常规设计生产的电动机在性能上可能有一定差异，所以在计算变频器的容量时要留适当余量。

电动机启动时一般变频器都工作在低频、低压状态，变频器需要完成变频调速直至到额定转速，因此，需要变频器的额定电流稍大于电动机的额定电流，所以当一台变频器驱动一台电动机时，则应满足以下公式：

$$I_{FN} \geq 1.1 I_{MN}$$

式中： I_{FN} ——变频器额定电流；

I_{MN} ——电动机额定电流。

2. 一台变频器同时供两台以上电动机使用（即一拖多）

用一台变频器使多台电动机并联运转时，若电动机顺次启动（见图 1—4），此时变频器的电压、频率已经上升，追加投入的电动机将产生大的启动电流，因此，变频器容量与同时启动时相比需要大些。以变频器短时过载能力为 150%、1min 为例计算变频器的容

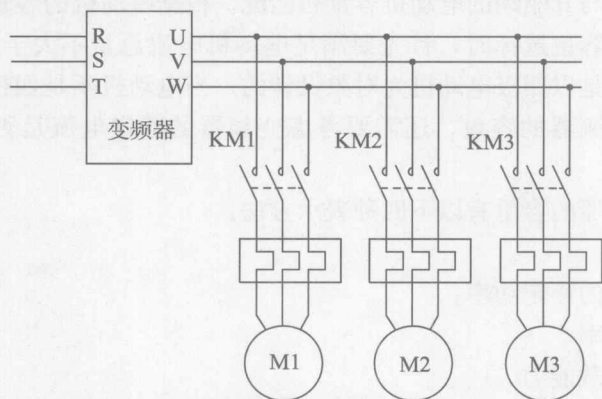


图 1—4 变频器控制两台电动机顺次启动示意图

量,此时若电动机加速时间在 1min 内,则应满足以下公式:

$$I_{FN} \geq 1.1 I_{M(\max)} + \sum I_{MN}$$

式中: I_{FN} —— 其余各台电动机的额定电流之和;

$I_{M(\max)}$ —— 最大电动机的启动电流。

另外,当两台电动机同时启动时,见图 1—5,则应满足以下公式:

$$I_{FN} \geq 1.1 \sum I_{MN}$$

式中: I_{FN} —— 变频器额定电流;

I_{MN} —— 电动机额定电流。

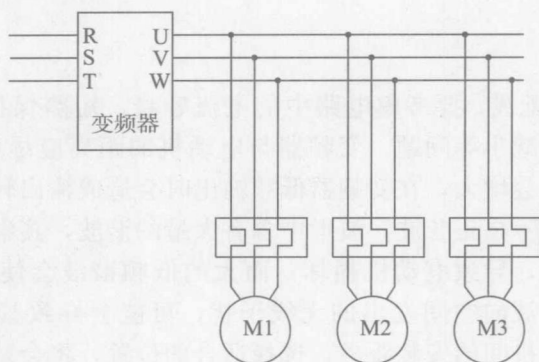


图 1—5 变频器控制两台电动机同时启动示意图

应注意,当两台电动机由一台变频器驱动并联运行时,变频器的电子过流保护功能不能用来保护电动机,变频器的输出端的各台电动机要各自安装热继电器作为过载保护。当电动机低速运转时,热继电器不能很好地保护电动机,应该在各电动机上安装温度检测器作为保护。此外,对于采用磁通矢量控制方式的变频器,一个变频器只能驱动一台电动机,如要驱动多台电动机,应选用 U/f 控制方式的变频器。

3. 变频器的过载能力

变频器所允许的过载电流,一般为额定电流的 150% (或 120%),持续 60s。如果运行中瞬时负载会超过变频器的过载值,即使变频器与电动机的额定容量相符,也应该选择容量大一挡的变频器。

4. 变频器类型的选择

风机与水泵类负载在过载方面要求较低,对转速精度无过高要求。由于负载转矩与速度的平方呈正比 ($T_L \propto n^2$),所以低速运行时负载较轻,宜选价廉的普通功能型的通用变频器。对恒转矩负载,如挤压机、搅拌机、传送带及提升机等,同样在转速精度与动态性能要求方面不高,可选用 U/f 控制方式的通用变频器,但最好要求变频器有恒转矩控制功能。若被控制对象具有较高的动态、静态指标要求,对调速精度也有较高的要求,如轧钢、造纸、塑料薄膜加工生产线等,则可采用带速度反馈的矢量控制方式的变频器。



三、通用变频器的安装

变频器安装环境一般应满足下列条件：变频器周围环境温度应在 $-10\sim 50^{\circ}\text{C}$ 范围内，对安装在配电柜内的全封闭的变频器，其周围环境温度要低于 40°C ，并可在配电柜内的上方加装通风扇。安装变频器的环境湿度应在 $40\%\sim 90\%$ 之间，如果湿度太高，会使绝缘性能变差，并发生金属腐蚀，极易损坏变频器。装设变频器的周围空间应无腐蚀性、爆炸性或可燃性气体，粉尘、油污要小。

1. 变频器配线

(1) 主回路配线。

主回路应采用电缆配线，要考虑电路中的电流容量、短路保护、线路上的电压降、因温度升高造成的容量减小等问题。变频器与电动机的距离应尽量短（20m以内）。因为电缆距离长，电压降会增大，在变频器低频输出时会造成输出转矩不足。另外，由于变频器输出的电压波形不是正弦波，波形中含有大量的谐波，其中高频谐波会造成电动机绕组发热，温度升高，导致电动机损坏；而大的低频谐波会使电动机产生振动和噪声；同时各种频率的谐波向空间发出的无线干扰，可能会导致其他设备的误动作。所以，缩短变频器与电动机间的安装距离，选择适合的位置，将会减少谐波的影响。若变频器与电动机距离较远，除使用较大线径的导线外，还可在线路上加接电波与噪声滤波器外围设备。

(2) 控制回路配线。

控制回路均传输微弱的电压或电流信号。控制回路容易受外界强电场或高频杂散电磁波的影响，亦容易受主回路的高次谐波的影响，因此应对控制回路进行屏蔽，将电缆穿入接地的金属管内或采用屏蔽铠装电缆，并且要与主回路电缆分开敷设，距离最好有100mm以上，当与主回路电缆交叉时，必须使它们相互垂直交叉通过。控制回路长度应尽可能短。有些应采用绞合线电缆，对弱电信号的电缆，铜芯线截面可采用 0.75mm^2 或 1.0mm^2 。

2. 变频器接地

为了防止触电以及减少噪声，变频器必须进行接地。所有的变频器都有一个专门的接地端子“PE”，用户应将此端子与大地作可靠的连接。接地点要尽量靠近变频器，以缩短接地电缆的长度。变频器应独立接地，要避免与其他强电设备共用接地电缆或接地极，接地电缆布线也应注意与其他强电设备的接地电缆分开。对于在同一控制柜的多台变频器，建议采用公共母线排接地方式，如图1—6所示。对于不在同一控制单元较为分散的系统，推荐不同单元之间采用独立接地方式，如图1—7所示。尽量不要采用图1—8所示的公共接地方式。接地线必须使用铜线，截面大小须按安全要求选配（最小为 2.5mm^2 ）。