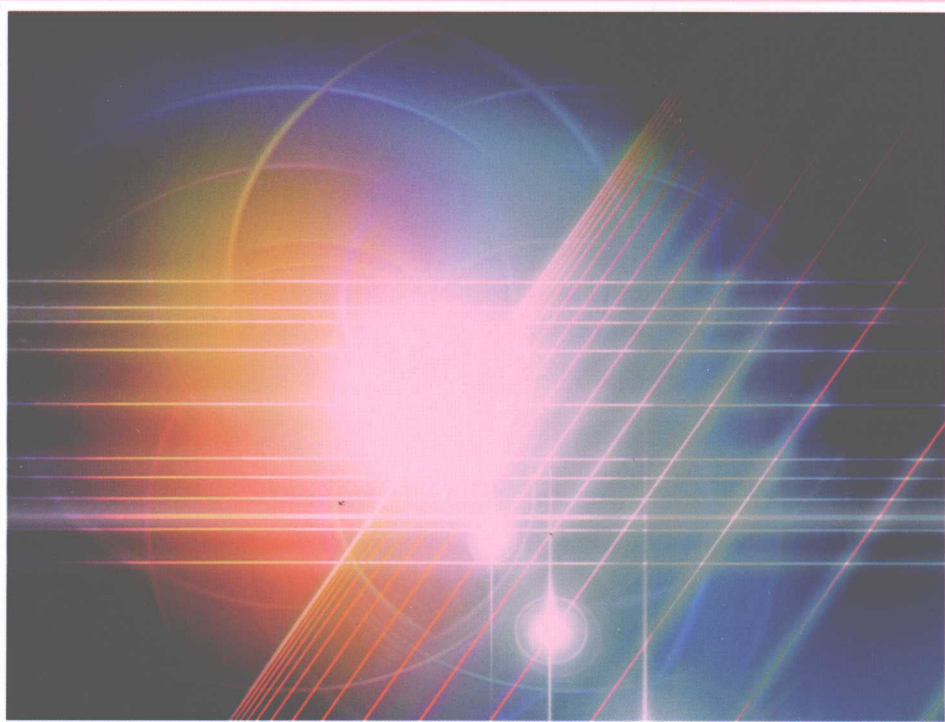


电气自动化专业高技能型人才教学用书

变频器操作实训

(森兰、西门子)

施利春 李伟 主编



适用层次：高职高专 高级技校
技师学院 职业培训

电气自动化专业高技能型人才教学用书

变频器操作实训 (森兰、西门子)

主 编 施利春 李 伟

副主编 熊新国 肖海梅 郭 赞

参 编 张 宏 王 霞

主 审 庄健源

您关注(或需要)哪些类图书和教材:

您对我社图书出版有哪些意见和建议:

您今后是继续购买本社图书还是选择其他出版社的图书(请说明理由):

非常感谢您能抽出宝贵时间填写此表,我们将有礼品回赠,感谢您的关心和支

持。请联系我们:

地 址 机 械 工 业 出 版 社

邮 编

社长电话

E-mail



本书依据机电类专业高技能型人才的培养要求,依据高职教育的教学要求和办学特点,突破传统学科教育对学生技术应用能力培养的局限,以模块构建实训教学体系,以项目任务驱动教学内容,介绍了变频器选型、设计、安装与调试。主要内容包括:变频器基础知识、森兰变频器基本控制电路、西门子变频器基本控制电路三个模块。每个模块包含了若干个项目,项目从提出训练目的和要求开始,设定训练内容,同时结合所用到的知识点,辅以必要的理论分析,使理论指导实践,在项目后半部分明确操作步骤和成绩评分标准,给出实训教学量化参考标准,通过本书使学生的学习能对变频器技术的应用有一个较全面的了解。

本书可作为高等职业院校机电一体化专业、机械工程与自动化专业、电气自动化技术专业等相关专业高技能型人才培养的实训教材,也可供工程技术人员使用参考。

图书在版编目(CIP)数据

变频器操作实训:森兰、西门子/施利春,李伟主编.

—北京:机械工业出版社,2007.8

电气自动化专业高技能型人才教学用书

ISBN 978-7-111-22116-6

I. 变… II. ①施…②李… III. 变频器-高等学校:技术学校-教材 IV. TN773

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第122334号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:朱华 陈玉芝

责任编辑:陈玉芝 版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟

封面设计:马精明 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007年9月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·7.25印张·176千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-22116-6

定价:13.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

作为高技能型人才培养基地, 高职高专和高级技工学校如何突破传统的课程设计和教学模式, 主动适应未来经济发展对人才的要求, 已经成为非常迫切的任务。教学过程中, 实训是培养高技能型人才的重要途径, 而教材的质量直接影响着高技能型人才培养的质量。因此, 编制一套真正适合于高职高专和高级技工学校教学的实训教材迫在眉睫。

1. 教材编写以职业能力建设为核心,在职业分析、专项能力构成分析的基础上,把就业岗位对人才的素质要求,即将知识、技能以及态度等要素进行重新整合,突破传统的学科教育对学生技术应用能力培养的局限,以模块构架实训教学体系。

3. 教材结构采用模块化, 一个模块包含若干个项目, 一个项目就是一个知识点, 重点突出, 主题鲜明, 打破原有的教材编写习惯, 不追求知识体系的多学科扩展渗透, 而追求单科教学内容单纯化和系列教材的组合效应。

5. 教材内容充分反应新知识、新技术、新工艺和新方法, 具有超前性和先进性。

本套实训教材是符合当今高技能型人才培养发展方向的一个有潜在价值的教学模式，共计划出版 10 本，涉及电气技术和电子技术两个知识领域。

由于时间和水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

河南省电工电子协会

随着世界经济全球化和我国加入世贸组织，我国制造业开始融入世界经济体系，参与国际分工，转变我国中原地区传统制造业的发展模式，从单纯依靠廉价劳动力和资源，向依靠技术创新和人才转变，成为我国中部地区新的经济增长点。河南省作为我国中部地区的重要省份，其制造业的发展水平直接关系到整个中部地区的竞争力。因此，河南省政府高度重视制造业的发展，并将其作为推动经济转型升级的关键。在制造业快速发展的同时，对高素质技术技能人才的需求也日益迫切。然而，传统的教育模式难以满足企业对人才的需求，因此，开展职业技能培训，特别是针对制造业的实训教育，显得尤为重要。本套实训教材正是在这样的背景下编撰而成的，旨在为从事制造业工作的技术人员提供系统的理论知识和实践技能指导。教材内容涵盖了变频器操作实训的各个方面，包括变频器的基本原理、结构组成、安装调试、故障排除等。通过本套教材的学习，读者可以掌握变频器的基本操作技能，了解变频器的应用范围，并能对常见的变频器故障进行分析和排除。本套教材共计划出版 10 本，涉及电气技术和电子技术两个知识领域。由于时间和水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

前 言

根据《高技能人才培养体系建设“十一五”规划纲要》和国家对高等职业教育发展的要求,为落实“十一五”期间,完善高技能型人才培养体系建设,加快培养一大批结构合理、素质优良的技术技能型、复合技能型和知识技能型高技能人才的这一建设目标,结合高等职业院校的教学要求和办学特点,我们特此编写了《变频器操作实训(森兰、西门子)》一书。

本书的主要特点是:

1. 以国家最新的《国家职业标准维修电工》为依据,突出工艺要领和操作技能的培养。
2. 采用“模块化”教材结构,每个模块为一个知识单元,主题鲜明,重点突出,以其良好的弹性和便于综合的特点适应实践教学环节需求。
3. 在“相关知识点析”部分,将本项目中涉及的理论知识进行梳理,努力使读者在进行实训时脱离理论教材。
4. 将每个实训项目的训练效果进行量化,在“评分标准”中对训练过程进行记录,并相应的给出量化参考标准。

本书由施利春和李伟任主编,施利春撰写了前言并编写了模块一,李伟编写了项目2.6;由熊新国、肖海梅和郭贇任副主编,熊新国编写了项目2.1~项目2.5,肖海梅编写了项目3.1~项目3.3及附录,郭贇编写了项目3.4;参与编写的还有张宏和王霞,张宏编写了项目2.7,王霞编写了项目3.5。本书由庄健源任主审。

在本书的编写过程中,参考了有关资料和文献,在此向其作者表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,且时间仓促,书中难免有疏漏、错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

序	项目 2.7 1 控 X 切换电路..... 67
前言	模块三 西门子变频器基本控制
模块一 变频器基础知识..... 1	电路..... 74
项目 1.1 变频器的选用..... 1	项目 3.1 输入端子操作控制..... 74
项目 1.2 变频器的安装..... 9	项目 3.2 模拟信号操作控制..... 78
项目 1.3 变频器的调试..... 18	项目 3.3 多段速频率控制..... 80
项目 1.4 变频器的维护与检修..... 29	项目 3.4 PLC 联机延时控制..... 84
模块二 森兰变频器基本控制电路..... 37	项目 3.5 PLC 联机多段速频率控制..... 90
项目 2.1 正转连续控制电路..... 37	附录..... 94
项目 2.2 正反转控制电路..... 44	附录 A 森兰 SB40 系列变频器参数..... 94
项目 2.3 外接两地控制电路..... 48	附录 B MM440 故障信息及排除..... 99
项目 2.4 变频与工频切换控制电路..... 53	附录 C MM440 报警信息及排除..... 104
项目 2.5 PID 控制电路..... 56	参考文献..... 108
项目 2.6 多段速控制电路..... 62	

模块一 变频器基础知识

项目 1.1 变频器的选用

项目目的

- 1) 了解变频器分类和特点。
- 2) 掌握变频器容量的计算。

项目内容

某一恒定转矩连续运行设备，采用型号为 LS286TSC—4 的交流笼型异步电动机，该电动机的主要参数如下：额定功率：22kW；额定电压：380V；额定电流：42A；额定转速：1470r/min；额定频率：50Hz。试选用合适容量的变频器。

相关知识点析

一、变频器的分类

变频器的种类很多，下面根据不同的分类方法对变频器进行简单介绍。

1. 按变频的原理分类

(1) 交-交变频器 单相交-交变频器的原理框图如图 1-1 所示。它只用一个变换环节就可以把恒压恒频（CVCF）的交流电源转换为变压变频（VVVF）的电源，因此，又称为直接变频器。

交-交变频器输出的每一相都是一个两组晶闸管整流反并联的可逆电路，如图 1-2a 所示。

电路由正组和负组反并联的晶闸管变流电路构成，两组变流电路接于同一个交流电源上。两组变流电路都是半控电路，正组工作时，负载电流自上而下，设为正向；反组工作时，负载电流自下而上，为负向。让两组变流电路按一定的频率交替工作，负载就得到该频率的交流电，如图 1-2b 所示。改变两组变流电路的切换频率，就可以改变输出到负载上的交流电压频率，改变交流电路工作时的触发延迟角 α ，就可以改变交流输出电压的幅值。

对于三相负载，需用三套反并联的可逆电路。输出平均电压相位依次相差 120° 。这样，如果每个整流电路都用桥式，共需 6 个晶闸管。

(2) 交-直-交变频器 交-直-交变频器又称为间接变频器。基本组成电路有整流电路和逆变电路两部分，整流电路将工频交流电整流成直流电，逆变电路再将直流电逆变成频率可



图 1-1 单相交-交变频器的原理框图

调节的交流电。根据变频电源的性质可分为电压型变频和电流型变频。图 1-3 所示为交-直-交变频器的原理框图。

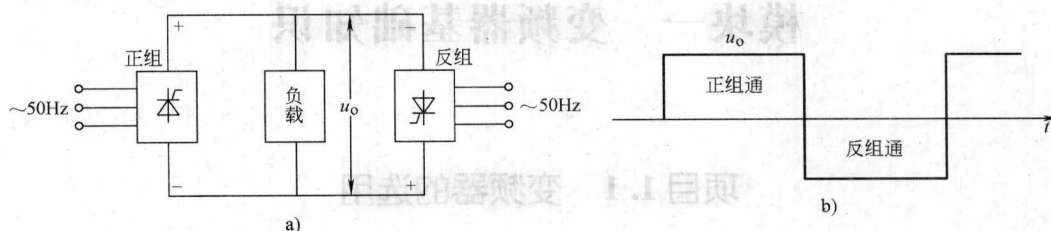


图 1-2 单相交-交变频器电路及波形

a) 电路原理图 b) 平均输出电压波形

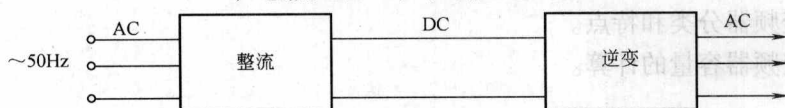


图 1-3 交-直-交变频器的原理框图

1) 电压型变频器。在电压型变频器中，整流电路产生的直流电压，通过电容进行滤波后供给逆变电路。由于采用大电容滤波，故输出电压波形比较平直，在理想情况下可以看成是一个内阻为零的电压源，逆变电路输出的电压为矩形波或阶梯波。电压型变频器多用于不要求正反转或快速加减速的通用变频器中。电压型变频器的主电路结构如图 1-4a 所示。

2) 电流型变频器。当交-直-交变频器的中间直流环节采用大电感滤波时，直流电流波形比较平直，因而电源内阻很大，对负载来说基本上是一个电流源，逆变电路输出的电流为矩形波。电流型变频器适用于频繁可逆运转的变频器和容量的变频器中。电流型变频器的主电路结构如图 1-4b 所示。

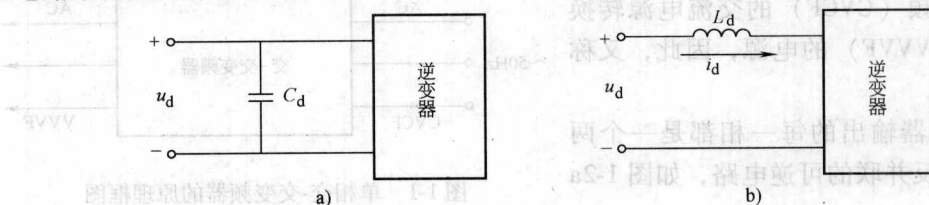


图 1-4 电压型和电流型变频器的主电路结构

a) 电压型变频器 b) 电流型变频器

3) 电压型、电流型交-直-交变频器的主要特点。对于变频调速系统来说，由于异步电动机是感性负载，不论它处于什么状态，功率因数都不会等于 1.0，所以在中间直流环节与电动机之间总存在无功功率的交换，这种无功能量只能通过直流环节中的储能元件来缓冲，电压型和电流型变频器的主要区别是用什么储能元件来缓冲无功能量。表 1-1 列出了电压型和电流型交-直-交变频器主要特点比较。

为了更清楚地表明交-交变频器和交-直-交变频器的特点，下面用表格的形式加以对比，见表 1-2。

表 1-1 电压型与电流型交-直-交变频器主要特点比较

变频器类别 比较项目	电 压 型	电 流 型
直流回路滤波环节	电容器	电抗器
输出电压波形	矩形波	取决于负载,对于异步电动机,负载近似为正弦波
输出电流波形	取决于负载的功率因数,有较大的谐波分量	矩形波
输出阻抗	小	大
回馈制动	需在电源侧设置反并联逆变器	方便,主电路不需附加设备
调速动态响应	较慢	快
对晶闸管的要求	关断时间要短,对耐压要求一般较低	耐压高,对关断时间无特殊要求
适用范围	多电动机拖动,稳频稳压电源	单电动机拖动,可逆拖动

表 1-2 交-直-交变频器与交-交变频器主要特点比较

变频器类别 比较项目	交-直-交变频器	交-交变频器
换能形式	两次换能,效率略低	一次换能,效率较高
换流方式	强迫换流或负载谐振换流	电源电压换流
装置元器件数量	元器件数量较少	元器件数量较多
调频范围	频率调节范围宽	一般情况下,输出最高频率为电网频率的 $1/3 \sim 1/2$
电网功率因数	用可控整流调压时,功率因数在低压时较低;用斩波器或 PWM 方式调压时,功率因数较高	较低
适用场合	可用于各种电力拖动装置、稳频稳压电源和不间断电源	特别适用于低速大功率拖动

4) 根据调压方式的不同,交-直-交变频器又分为脉幅调制(PAM)和脉宽调制(PWM)两种。

①脉幅调制。是改变电压源的电压 E_d 或电流源的电流 I_d 的幅值进行输出控制的方式。因此,在逆变器部分只控制频率,在整流器部分只控制电压或电流。采用脉幅调制方式调压时,变频器的输出波形如图 1-5 所示。

②脉宽调制是指变频器输出电压的大小是通过改变输出脉冲的占空比来实现的。目前使用最多的是占空比

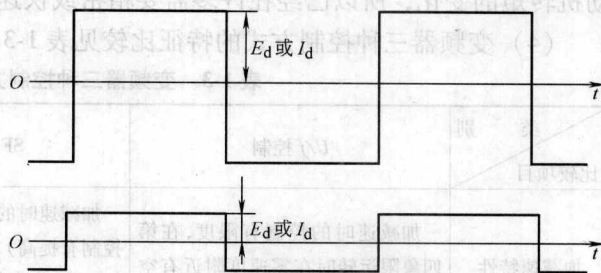


图 1-5 脉幅调制方式调压时输出的波形

按正弦规律变化的正弦波脉宽调制方式,即 SPWM 方式。用脉宽调制方式调压时,变频器输出的波形如图 1-6 所示。

2. 按变频的控制方式分类

按控制方式不同,变频器可以分为 U/f 控制、SF 控制和 VC 控制三种类型。

(1) U/f 控制变频器 U/f 控制即压频比控制。它的基本特点是对变频器输出的电压和频率同时进行控制,通过保持 U/f 恒定使电动机获得所需的转矩特性。基频以下可以实现恒转矩调速,基频以上则可以实现恒功率调速。这种方式控制电路成本低,多用于精度要求不高的通用变频器。

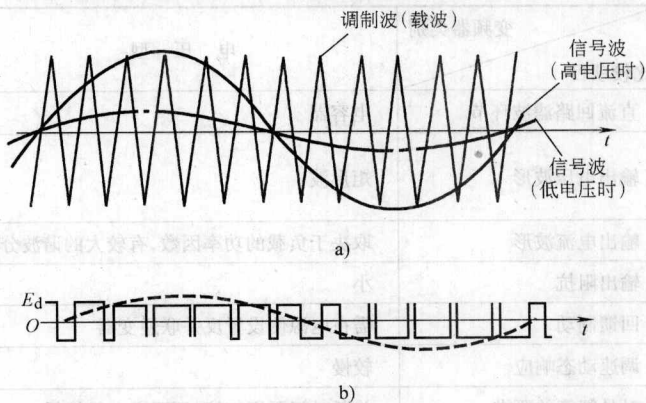


图 1-6 脉宽调制方式调压时输出的波形

a) 调制原理 b) 输出波形

(2) SF 控制变频器 SF 控制即转差频率控制,是在 U/f 控制基础上的一种改进方式。采用 SF 转差频率控制方式,变频器通过电动机、速度传感器构成速度反馈闭环调速系统。变频器的输出频率由电动机的实际转速与转差频率之和来自动设定,从而达到在调速控制的同时也使输出转矩得到控制。该方式是闭环控制,故与 U/f 控制相比,调速精度与转矩动特性较优。但是由于这种控制方式需要在电动机轴上安装速度传感器,并需依据电动机特性调节转差,故通用性较差。

(3) VC 控制变频器 VC 控制即矢量控制,是 20 世纪 70 年代提出来的对交流电动机的一种新的控制思想和控制技术,也是异步电动机的一种理想调速方法。 U/f 控制和 SF 控制的控制思想都建立在异步电动机的静态数学模型上,因此,采用这两种控制方式动态性能指标都不高。而采用 VC 控制方式可提高变频调速的动态性能。VC 控制的基本思想是将异步电动机的定子电流分解为产生磁场的电流分量(励磁电流)和与其相垂直的产生转矩的电流分量(转矩电流),并分别加以控制,即模仿直流电动机的控制方式对电动机的磁场和转矩分别进行控制,可获得类似于直流调速系统的动态性能。由于在这种控制方式中必须同时控制异步电动机定子电流的幅值和相位,即控制定子电流矢量,故这种控制方式被称为 VC 控制。

VC 控制变频器不仅在调速范围上可以与直流电动机相匹配,而且可以直接控制异步电动机转矩的变化,所以已经在许多需要精密或快速控制的领域得到应用。

(4) 变频器三种控制方式的特征比较见表 1-3。

表 1-3 变频器三种控制方式的特性比较

类别 比较项目	U/f 控制	SF 控制	VC 控制
加减速特性	加减速时的控制有限度,在第四象限运转时在零速度附近有空载时间,过电流抑制能力小	加减速时的控制有限度(比 U/f 控制有提高),在第四象限运转时通常在零速度附近有空载时间,过电流抑制能力中	加减速时的控制无限度,可以在第四象限连续运转,过电流抑制能力大

(续)

类 别		U/f 控制	SF 控制	VC 控制
比较项目				
速度控制	范围	1:10	1:20	1:100 以上
	响应		5 ~ 10rad/s	30 ~ 100rad/s
	控制精度	根据负载条件转差频率发生变动	与速度检出精度、控制运算精度有关	模拟:最大值的 0.5%;数字:最大值的 0.05%
转矩控制		原理上不可能	除车辆调速等外,一般不适用	适用 可以控制静止转矩
通用性		基本上不需要根据电动机的特性差异而进行调整	需要根据电动机特性给定转差频率	按电动机不同的特性需要给定磁场电流、转矩电流、转差频率等多个控制量
控制构成		最简单	较简单	稍复杂

3. 按用途分类

(1) 通用变频器 通用变频器的特点是其通用性。随着变频技术的发展和市场需要的不断扩大,通用变频器也在朝着两个方向发展:一是低成本的简易型通用变频器;二是高性能的多功能通用变频器。

1) 简易型通用变频器。是一种以节能为主要目的而简化了一些系统功能的通用变频器。它主要应用于水泵、风扇、鼓风机等对于系统调速性能要求不高的场合,并具有体积小、价格低等优势。

2) 高性能的多功能通用变频器。在设计过程中充分考虑了在变频器应用中可能出现的各种需要,并为满足这些需要在系统软件和硬件方面都做了相应的准备。在使用时,用户可以根据负载特性选择算法并对变频器的各种参数进行设定,也可以根据系统的需要选择厂家所提供的各种备用选件来满足系统的特殊需要。高性能的多功能通用变频器除了可以应用于简易型通用变频器的所有应用领域之外,还可以广泛应用于电梯、数控机床、电动车辆等对系统调速性能有较高要求的场合。

(2) 专用变频器 包括用在超精密机械加工中的高速电动机驱动的高频变频器,以及大容量、高电压的高压变频器。

二、变频器的类型选择

变频器的选择与电动机的结构形式及容量有关,还与电动机所带负载的类型有关。

(1) 笼型异步电动机 对于笼型异步电动机,选择变频器拖动时,主要依据以下几项要求:

1) 依据负载电流选择变频器。电动机采用变频器运转同采用工频电源运转相比,由于受输出电压、电流中高次谐波的影响,电动机的效率、功率因数将降低,电流增加 10%。

2) 标准电动机在额定电压、额定电流和额定频率下运行时电流为最大,温升也为最大,不允许超负载转矩使用。额定频率为 50Hz 的电动机在 60Hz 下运转时,温度应有裕量,可以在额定电流(额定转矩)下使用。

3) 选择变频器的额定电流应大于标准电动机的额定电流,变频器的容量应大于或等于标准电动机的功率。

(2) 绕线转子异步电动机 绕线转子异步电动机采用变频器控制运行,大多是对老设备进行改造,利用已有的电动机。改用变频器调速时,可将绕线转子异步电动机的转子短路,去掉电刷和起动器。考虑电动机输出时的温升问题,所以功率要降低 10% 以上。由于绕线转子异步电动机转子内阻较小,是一种高效的笼型异步电动机,但容易发生谐波电流引起的过电流跳闸现象,所以应选择比通常容量稍大的变频器。

由于绕线转子异步电动机变速负荷的 GD^2 (飞轮矩) 一般比较大,因此设定变频器的加、减速时间要长一些。

(3) 变极电动机 变极电动机为 2~4 极变速,改接引线即可。采用变频器控制可以实现在更广的调速范围内使用。

变极电动机采用变频器控制,选择时应注意以下几点:

1) 切换极数一定要在电动机停止后进行,如果在运转过程中切换,切换时将流过很大的电流,变频器过电流保护动作使电动机处于自由停车状态,不能继续运转。

2) 因变极电动机的机座号比一般电动机大,电流也大,所以应选择大级数容量的变频器。

3) 在工频电源下使用的变极电动机改为变频器控制时,转动部分的强度、轴承寿命等都有限制。特别要注意在高级数下、工频以上运转时最高频率的设置。

(4) 带制动器的电动机 在生产设备中,为了电动机定位、安全急停车和停止的保持,必须使用带制动器的电动机。带制动器的电动机用变频器传动时,需注意以下几点:

1) 制动器电源一定要接在变频器的输入端。由于变频器的输出电压在低速时为低电压,所以电磁铁的吸引力减弱,制动器将不能松开,因此,制动器电源不能同电动机一样接在变频器的输出侧。

2) 从工频以上频率的速度停止。这种制动器是将机械能利用摩擦变为热能消耗掉,制动能量与转速的平方成比例,为了防止制动盘的异常磨损、烧伤,因此,带制动器的电动机用变频器传动时必须充分注意从工频以上频率开始的制动。最好先用变频器内置再生制动回路或者选用件制动单元减速到工频以下频率,然后再用制动器制动。

三、变频器容量的计算

变频器容量的选择由很多因素决定,例如电动机的容量、电动机的额定电流、电动机加速时间等。其中最主要的是电动机的额定电流。

1. 驱动一台电动机

对于连续运转的变频器必须同时满足下列三项要求:

1) 满足负载的输出要求,即

$$P_{\text{变}} \geq \frac{kP_{\text{电}}}{\eta \cos \varphi}$$

2) 满足电动机的容量要求,即

$$P_{\text{变}} \geq 10^{-3} \sqrt{3} k U_{\text{E}} I_{\text{E}}$$

3) 满足电动机的电流要求,即

$$I_{\text{变}} \geq k I_{\text{E}}$$

式中 $P_{\text{变}}$ ——变频器的容量 ($\text{kV} \cdot \text{A}$);

$I_{\text{变}}$ ——变频器的输出电流 (A);

$P_{\text{电}}$ ——负载要求的电动机轴的输出功率 (kW);

U_{E} ——电动机的额定电压 (V);

I_{E} ——电动机的额定电流 (A);

η ——电动机的效率 (通常约为 0.85);

$\cos\varphi$ ——电动机的功率因数 (通常约为 0.75);

k ——电流波形补偿系数 (脉宽调制控制方式时, 取 1.05 ~ 1.1)。

2. 驱动多台电动机

当变频器同时驱动多台电动机时, 一定要保证变频器的额定输出电流大于所有电动机额定电流的总和。当变频器短时过载能力为 150%、1min 时, 如果电动机加速时间在 1min 以内, 必须满足以下要求:

1) 满足驱动时的容量要求, 即

$$1.5P_{\text{变}} \geq \frac{kP_{\text{电}}}{\eta \cos\varphi} [N_{\text{T}} + N_{\text{S}}(k_{\text{s}} - 1)] = P_{\text{C}} \left[1 + (k_{\text{s}} - 1) \frac{N_{\text{S}}}{N_{\text{T}}} \right]$$

2) 满足电动机的电流要求, 即

$$1.5I_{\text{变}} \geq N_{\text{T}}I_{\text{E}} \left[1 + (k_{\text{s}} - 1) \frac{N_{\text{S}}}{N_{\text{T}}} \right]$$

3) 当电动机加速时间在 1min 以上时, 必须满足以下要求:

①满足驱动时的容量要求, 即

$$P_{\text{变}} \geq \frac{kP_{\text{电}}}{\eta \cos\varphi} [N_{\text{T}} + N_{\text{S}}(k_{\text{s}} - 1)] = P_{\text{C}} \left[1 + (k_{\text{s}} - 1) \frac{N_{\text{S}}}{N_{\text{T}}} \right]$$

②满足电动机的电流要求, 即

$$1.5I_{\text{变}} \geq N_{\text{T}}I_{\text{E}} \left[1 + (k_{\text{s}} - 1) \frac{N_{\text{S}}}{N_{\text{T}}} \right]$$

式中 $P_{\text{变}}$ ——变频器的容量 ($\text{kV} \cdot \text{A}$);

$P_{\text{电}}$ ——负载要求的电动机轴的输出功率 (kW);

I_{E} ——电动机的额定电流 (A);

η ——电动机的效率 (通常约为 0.85);

$\cos\varphi$ ——电动机的功率因数 (通常约为 0.75);

N_{T} ——电动机并联的台数 (台);

N_{S} ——电动机同时起动的台数 (台);

k_{s} ——电动机起动电流/电动机额定电流;

P_{C} ——连续容量 ($\text{kV} \cdot \text{A}$)。

设备、工具 and 材料准备

- (1) 工具 电工通用工具、镊子等。
- (2) 仪表 MF47 型万用表、5050 型绝缘电阻表。
- (3) 器材 训练器材见表 1-4。

表 1-4 训练器材

序号	名 称	型号与规格	单位	数量	备 注
1	三相四线电源	$\sim 3 \times 380/220\text{V}, 20\text{ A}$	处	1	
2	单相交流电源	$\sim 220\text{V}$ 和 $36\text{V}, 5\text{A}$	处	1	
3	变频器	西门子 MM440、森兰 BT40 或自定	台	1	
4	配线板	$500\text{mm} \times 600\text{mm} \times 20\text{mm}$	块	1	
5	断路器	DZ47—C20	个	1	
6	导轨	C45	m	0.4	
7	熔断器及熔芯配套	RL6—60/20	套	3	
8	熔断器及熔芯配套	RL6—15/4	套	2	
9	三联按钮	LA10—3H 或 LA4—3H	个	2	
10	接线端子排	JX2—1015, 500V, 10A, 15 节或配套自定	条	1	
11	木螺钉	$\phi 3\text{mm} \times 20\text{mm}; \phi 3\text{mm} \times 15\text{mm}$	个	40	
12	平垫圈	$\phi 4\text{mm}$	个	40	
13	塑料软铜线	BVR—1.5mm ² , 颜色自定	m	40	
14	塑料软铜线	BVR—0.75mm ² , 颜色自定	m	10	
15	别径压端子	UT2.5—4, UT1—4	个	40	
16	行线槽	TC3025, 两边打 $\phi 3.5\text{mm}$ 孔	条	5	
17	异型塑料管	$\phi 3\text{mm}$	m	0.2	

操作方法

1) 根据电动机所带负载的类型选择变频器类型。由于属于恒定转矩负载，故变频器选用通用型。

2) 根据电动机的结构型式及容量计算变频器的容量。设备由一台电动机拖动，而且属于连续运转，容量计算如下：

$$P_{\text{变}} \geq 10^{-3} \sqrt{3} k U_{\text{E}} I_{\text{E}} = 10^{-3} \times \sqrt{3} \times 1.1 \times 380 \times 42\text{kW} = 30.4\text{kW}$$

故选择西门子 MM440 型 32kW 变频器。

训练内容

1) 有一工厂提升机，用一台电动机：功率为 7.5kW，4 极，380V，50Hz，用一台变频器拖动，试选择和计算变频器容量。

2) 有一通风设备共用了两台电动机：功率为 1.5kW，4 极，220V，50Hz，用一台变频器拖动，试选择和计算变频器容量。

成绩评分标准 (见表 1-5)

表 1-5 成绩评分标准

序号	主要内容	考核要求	评分标准	配分	扣分	得分
1	变频器类型	能正确分析控制任务	1) 电气控制方案错误,扣 20 分 2) 电压选择错误,扣 10 分 3) 变频器类型选择错误,扣 20 分	50		
2	变频器容量	变频器容量选择正确	1) 负载输出计算错误,扣 10 分 2) 变频器容量计算错误,扣 10 分 3) 变频器输出电流计算错误 扣 10 分	30		
3	设计思路	设计思路是否清晰	设计思路不清晰,每处扣 10 分	20		
备注			合计			
			教师签字	年	月	日

项目 1.2 变频器的安装

项目目的

- 1) 掌握变频器的安装工艺。
- 2) 掌握变频器控制电路的安装工艺。

项目内容

有一台西门子 MM440 5.5kW 变频器, 试进行安装布线。

相关知识点析

本项目以西门子 MM440 变频器为例进行介绍。

一、变频器的安装

变频器是全晶体管设备, 所以它对周围环境的要求也和其他晶体管设备一样。为了使变频器能稳定地工作, 充分地发挥其性能, 必须确保设置环境能充分满足电气标准及国家标准对变频器所规定环境的允许值。

1. 电气控制箱(柜)内的安装

通常, 变频器在控制箱(柜)中的安装位置如图 1-7 所示。

由于变频器内部存在着功率损耗, 因而工作过程中会导致变频器发热。在设计配电柜时, 必须考虑变频器工作时其周围温度要控制在允许范围以内。不能满足时, 可采取加大配电柜的尺寸, 或增加换气风量等方法。冷却风量计算公式如下:

$$\text{风量}(\text{m}^3/\text{h}) = \frac{\text{变频器额定功率} \times 0.3}{\text{控制箱(柜)内允许的温升}} \times 3.1$$

将多台变频器安装在同一装置或控制箱(柜)里时, 为减少相互间的热影响, 建议横向并列安装。必须上下安装时, 为了使下部的热量不至影响上部的变频器, 应设置隔板等物。箱(柜)体顶部装有引风机的, 其引风机的风量必须大于箱(柜)内各变频器出风量

的总和；没有安装引风机的，其箱（柜）体顶部应尽量开启，无法开启时，箱（柜）体底部和顶部保留的进、出风口面积必须大于箱（柜）体各变频器端面面积的总和，且进、出风口的风阻应尽量小。若将变频器安装于控制室墙上，则应保持控制室通风良好，不得封闭。变频器在控制箱内的布局如图 1-8 所示。

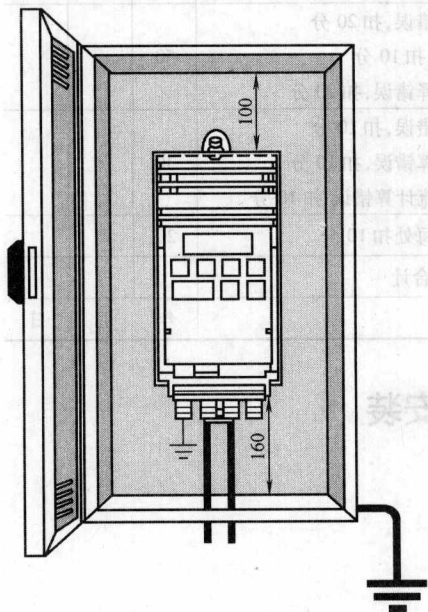


图 1-7 变频器在控制箱（柜）中的安装位置

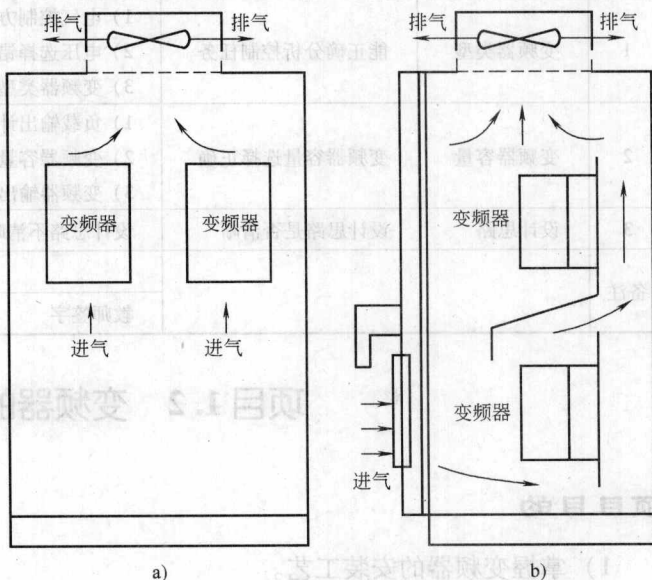


图 1-8 变频器在控制箱内的布置

a) 变频器横向布置 b) 变频器纵向布置

2. 在标准导轨上的安装方法

外形尺寸为 A 型的 MM440 变频器，其底座结构由释放机构、导轨的上门销和导轨的下门销组成，如图 1-9 所示。

将变频器安装到 35mm 标准导轨上时，首先用标准导轨的上门销将变频器固定到导轨上，按压变频器，直到导轨的下门销嵌入到位，如图 1-10 所示。

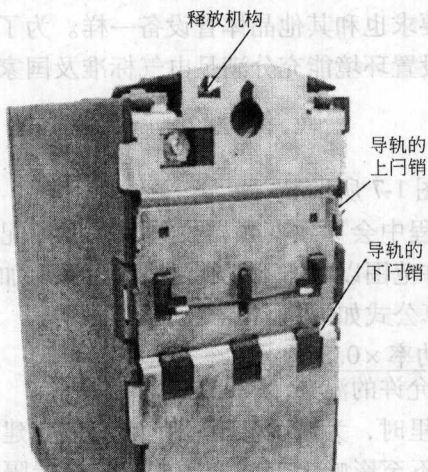


图 1-9 底部结构

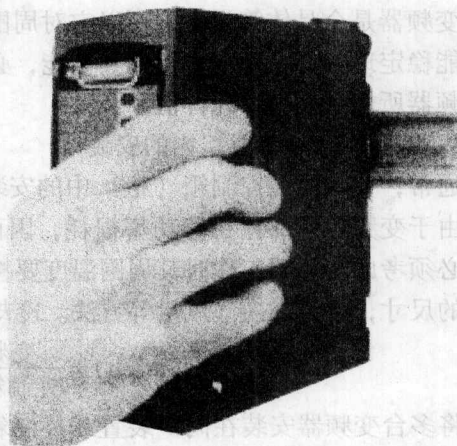


图 1-10 变频器固定到导轨上