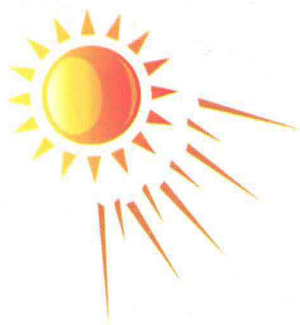




“树”成才

变频实用技术 速成才

- ◆ 数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写
- ◆ 韩雪涛 主 编
- ◆ 韩广兴 吴 瑛 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

赠送
学习卡

“树”

成

才

变频实用技术速成才

数码维修工程师鉴定指导中心 组织编写

韩雪涛 主 编

韩广兴 吴 瑛 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书借喻“树木成材”的理念,通过图解演示操作方法等表现手段,详细讲述变频器的基础知识、变频电路的结构原理及变频器的安装连接、使用与调试、检测与代换及具体应用,将变频实用技术的培养过程划分为4个阶段,力求让读者一看就懂,真正能够将所学知识技能应用到工作岗位中。

本书可作为职业技术学校电子电气相关专业的基础教材,也可作为相关企业从业人员的培训教材,还可作为广大电子电气初级从业者、初学者及爱好者的实用技能读本。

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

变频实用技术速成才/韩雪涛主编. —北京:电子工业出版社,2012.6
(“树”成才)
ISBN 978-7-121-16756-0

I. ① 变… II. ① 韩… III. ① 变频器 IV. ① TN773

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 069989 号

责任编辑:富 军

印 刷:三河市双峰印刷装订有限公司
装 订:

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:15 字数:384 千字

印 次:2012 年 6 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:39.80 元(含学习卡 1 张)



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 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

PREFACE 前言

随着经济的发展,城乡建设步伐的加快,电子电气技术得到了迅猛的发展。社会的生产更趋现代化,社会的服务更趋智能化。这一切的变化使得我们的生活与“电”的联系日趋紧密。无论是现代化的工业生产还是智能化的物业管理,从区域的供电、输电到局部的配电、用电,整个社会生产、生活都需要各种电气设备良好的运行、配合来确保我们生产、生活的质量。

广泛的社会需求提供了广阔的就业空间,从工业生产、产品制造到电力安装、设备维护都需要大量具备专业电子电气知识技能的高素质人才。面对如此巨大的市场空间,越来越多的人开始或希望从事电子电工的相关工作。随着城镇建设步伐的加快,农村劳动力的转移,在提供了更多岗位需求的同时也增添了更多的人员储备。然而,面对如此大的社会需求,亟待解决的首要问题是如何让初学者在最短的时间内掌握规范的操作技能,迅速提升电子电气安装、调试、检修的能力,使所学的知识和技能符合行业发展的需要。

针对上述情况,我们编写《“树”成才》系列丛书。这是一套非常实用的电子电工从业人员的技能培训用书。

本套丛书共7本,包括《电子元器件检测代换速成才》、《家装电工速成才》、《维修电工速成才》、《电气安装速成才》、《电工操作速成才》、《变频实用技术速成才》、《PLC实用技术速成才》。

本套丛书专门针对初级从业者和初学者编写,将“树木成材”的培植理念隐喻“人才的培养”,即将人才的培养划分为4个阶段。

第1阶段



萌芽

基础学习 (相当于树木的“萌芽”阶段),主要希望读者能够了解从事该行业工作所必须掌握的知识内容,就像萌芽需要汲取养分才能生长一样,技能的学习也需要在初期建立好丰富的知识储备。这些知识储备以岗位需求为目标,内容编排以实用、够用为原则。

第2阶段



幼苗

岗前培训 (相当于树木的“幼苗”阶段),主要向读者传授规范的技能和理念,就像树木生长之初要确保其枝干笔直才能向上健康快速成长一样,技能的学习在开始时要建立规范的理念和操作规范。这是电子电工从业的必经之路。因为对于电子电工的各个岗位来说,操作的规范性是确保安全的首要前提,也是最为重要的。

第3阶段



苗木

技能训练 (相当于树木的“苗木”阶段),从树木生长的角度,这个阶段是树木抽枝、长叶的时期。这就好像是一项项技能和一个个方法。有了更多的枝杈、有了繁茂的树叶,苗木才能长成大树。技能的学习也是如此,众多的实用方法、技能方案集合在一起,我们才具备成才的基础。

第4阶段



成才

岗位学习（相当于树木的“成才”阶段），当树木长成参天大树，就最终具备了成才的条件。技能学习也是如此，掌握众多的技能和方法后，如何将这些技能和方法融会贯通应用在实际中，才是我们是否成才的关键标志。

本书在每个阶段都根据读者的学习习惯和该行业技能的培训特点，合理规划学习内容，让读者循序渐进地完成技能的培训与提高。

为使学习的过程更加轻松、快捷，本书在各个阶段借喻树木生长过程中的培育方法，设置【光照时间】、【浇水时间】、【施肥时间】、【除虫时间】及【修剪时间】五大模块进行学习。



光照时间

树木的生长除了土壤和空气，阳光是非常重要的，有了阳光，树木才可以进行光合作用以便更好地吸收养分。学习技能的过程也需要技能的演示，有了亲身的实践，才能使枯燥的知识内容变得易于吸收。



浇水时间

树木的成长离不开水分，重要的提示在技能的学习过程中犹如甘泉一般。浇水时间则主要就是针对讲解过程中的重点环节进行说明。



施肥时间

施肥可以使树木更加快速和茁壮的成长，必要的提示和帮助信息可以在读者迷惑时给予最及时、最直接的能量补充。



除虫时间

在技能的学习过程中，常常会因为经验不足或个人的不良习惯养成一些不好的意识和做法，这些如同树木生长过程中的害虫，如果不能及时清除，将直接影响未来的发展。除虫的过程就是纠错的过程，即找出知识学习或技能操作过程中极易犯错的地方，揪出它，消灭掉。



修剪时间

在技能学习的过程中，需要及时总结和消化，这如同树木生长时需要修剪一样，必要的修剪可以使树木的养分供给更加科学，必要的总结也会使学习更加明确，思路更加清晰。

在文字表达上，本套丛书充分考虑该行业读者的学习习惯和行业特点，力求用平实、简练的文字、丰富的图片演示将冗长的描述和复杂的操作形象、生动地展现给读者，让读者一看就能明白，并且能够跟着学、跟着练。因此，本套丛书充分发挥多媒体的技术优势，对技能学习中的各个知识点和技能点都配备了相应的图解说明。这些图解说明有二维结构图、三维效果图及实际操作照片等，充分调动读者的学习兴趣，确保在最短的时间内完成知识技能的学习。

为确保书中的知识内容能够直接指导就业,本套丛书在内容的选取上从实际岗位需求的角度出发,将国家职业技能鉴定和数码维修工程师的考核认证标准融入到书中的各个知识点和技能点中,所有的知识、技能在满足实际工作需要的同时也完全符合国家职业技能和数码维修工程师相关专业的考核规范。读者通过学习不仅可以掌握电子电工的专业知识、技能,同时也可以申报相应的国家工程师资格或国家职业资格认证,争取获得国家统一的专业技术资格证书,真正实现知识技能与人生职业规划的巧妙融合。

本书由数码维修工程师鉴定指导中心联合多家专业维修机构,组织众多高级维修技师、一线教师和多媒体技术工程师编写,特聘请国家电子电工行业资深专家韩广兴教授亲自指导。书中的所有内容和维修资料均来源于实际工作,从而确保图书的实用性和权威性。

参加编写的人员主要有韩雪涛、韩广兴、吴瑛、张丽梅、郭海滨、马楠、宋永欣、梁明、张雯乐、宋明芳、张鸿玉、吴玮、韩雪冬、张湘萍、王新霞。

另外,为了更好地满足读者的需求,达到最佳的学习效果,本书得到了数码维修工程师鉴定指导中心的大力支持。除可获得免费的专业技术咨询外,每本图书都附赠价值50元的数码维修工程师远程培训基金(培训基金以“学习卡”的形式提供)。读者可凭借此卡登录数码维修工程师的官方网站(www.chinadse.org)获得超值技术服务。网站提供有最新的行业信息、大量的视频教学资源、图纸手册等学习资料及技术论坛。用户凭借学习卡可随时了解最新的数码维修工程师考核培训信息,知晓电子电气领域的业界动态,实现远程在线视频学习,下载需要的图纸、技术手册等学习资料。此外,读者还可以通过网站的技术交流平台进行技术交流与咨询。

学员可通过学习与实践还可参加相关资质的国家职业资格或工程师资格认证,可获得相应等级的国家职业资格或数码维修工程师资格证书。如果读者在学习和考核认证方面有什么问题,可通过以下方式与我们联系。

数码维修工程师鉴定指导中心

网 址: <http://www.chinadse.org>

联系电话: 022-83718162/83715667/13114807267

E-mail: chinadse@163.com

地 址: 天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401

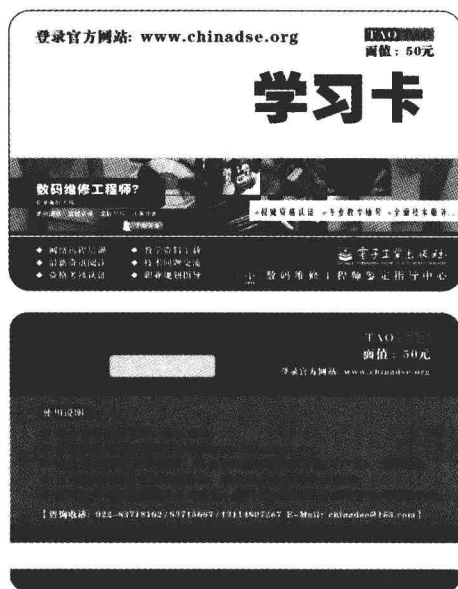
邮 编: 300384

编 者

学习卡使用说明

您好，欢迎使用学习卡登录数码维修工程师鉴定指导中心官方网站，请按以下步骤使用学习卡。

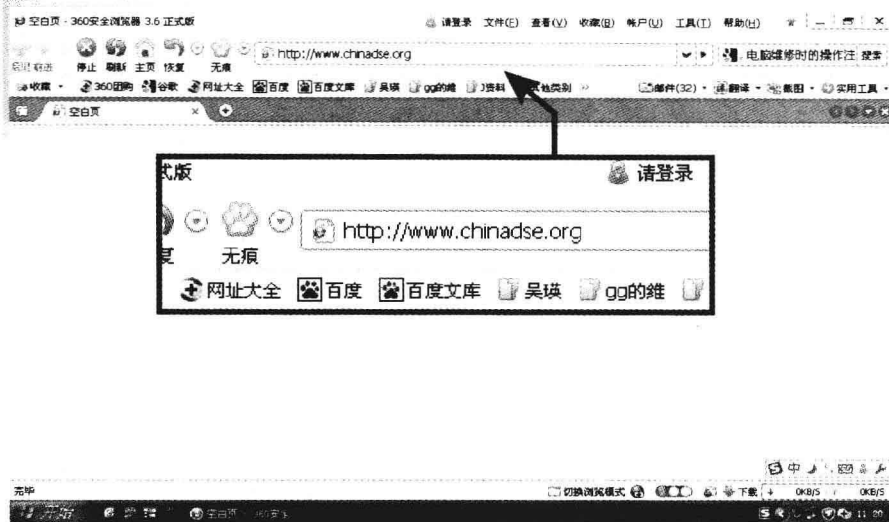
① 将书中所附赠的学习卡取出，学习卡正面可看到学习卡面值、网站网址等信息，背面可看到卡号、密码（涂有银漆）和使用说明，如下图所示。



② 将密码区的银漆刮开，即可得到本卡的登录密码，如下图所示。



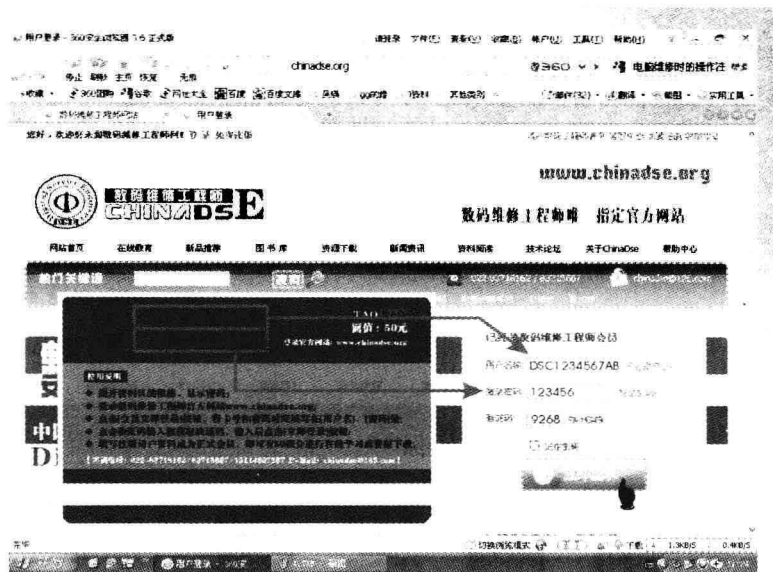
③ 打开计算机上的网络浏览器，在地址栏中输入网址“www.chinadse.org”后，按回车键，即可登录数码维修工程师官方网站，如下图所示。



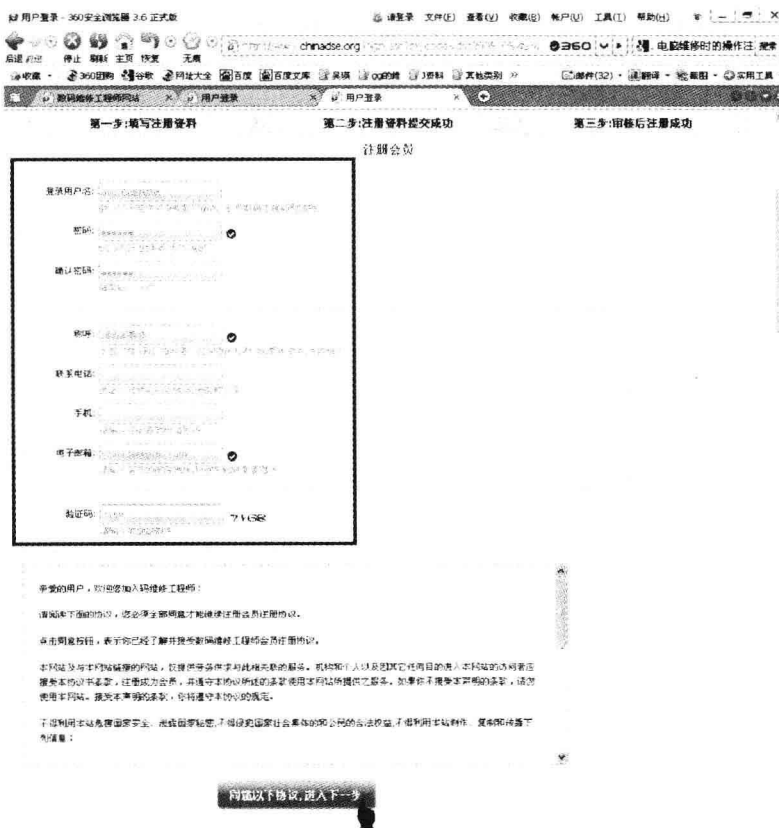
④ 待网站打开后，在首页右侧可找到“会员登录”，单击“会员 立即登录”进入登录界面，如下图所示。



⑤ 待登录界面打开后，将学习卡上的卡号填写到用户名中，将密码填写到登录密码中，填写好验证码后，单击“立即登录”按钮，如下图所示。



⑥ 用户名和密码正确后，页面将转到会员资料界面，在这里用户可对自己的用户名、昵称、密码、邮箱等信息进行填写或修改，将空缺项填写完毕后，认真阅读会员注册协议，并单击“同意以下协议、进入下一步”按钮，注册为会员，如下图所示。



⑦注册成功后，页面会返回首页，在首页上方会显示欢迎语，在首页右侧会显示用户昵称和剩余积分，这时便可进行在线学习和资源下载等操作，如下图所示。



CONTENTS 目 录

第1阶段 基础学习

当我们学习一项技能时，能够实现的目标或梦想就像一颗种子，需要吸收足够的养分才能破土而出，长出萌芽。这时，惟一重要的就是充分从土壤中汲取营养，使萌芽能够健康成长……

变频实用技术这项技能在学习之初，就像是一颗种子，我们需要做的就是尽可能地全面了解变频实用技术所需要的知识，知晓变频器的结构和功能特点，了解变频电路的结构形式，清楚变频电路中各元器件是如何协同工作的……

第1部分 变频器的分类、结构及功能特点	2
1.1 变频器的分类	2
1.1.1 按照用途分类	2
1.1.2 按照变换方式分类	5
1.1.3 按照电源性质分类	6
1.2 变频器的结构特点	8
1.2.1 变频器的外部结构	8
1.2.2 变频器的内部结构	14
1.3 变频器的功能特点和应用	15
1.3.1 变频器的功能特点	15
1.3.2 变频器的应用	21
第2部分 变频电路的结构形式和工作原理	25
2.1 变频电路的结构形式	25
2.1.1 由智能变频功率模块构成的变频电路	25
2.1.2 由变频控制电路和功率模块构成的变频电路	26
2.1.3 由功率晶体管构成的变频电路	27
2.2 变频电路的工作原理	28
2.2.1 定频控制与变频控制	28
2.2.2 变频控制电路的方式	30
2.2.3 变频电路的逆变过程	33
2.2.4 变频器的工作原理	34
第3部分 变频电路中的主要器件	41
3.1 晶闸管	41

3.1.1	单向晶闸管（SCR）的结构和功能特性	41
3.1.2	双向晶闸管（BTB）的结构和功能特性	43
3.1.3	门极可关断晶闸管（GTO）的结构和功能特性	46
3.1.4	MOS 控制晶闸管（MCT）的结构和功能特性	47
3.2	场效应晶体管	48
3.2.1	结型场效应晶体管（BJT）的结构和功能特性	48
3.2.2	绝缘栅型场效应晶体管（MOS）的结构和功能特性	50
3.3	其他常见功率器件	51
3.3.1	绝缘栅双极型晶体管（IGBT）的结构和功能特性	51
3.3.2	功率模块的结构和功能特性	53
3.3.3	智能变频功率模块的结构和功能特性	55

● 第2阶段 岗前培训 ●

萌芽长成幼苗是决定其能否成材的关键时期。在这个阶段，特别需要注意的就是一定要确保幼苗主干直立向上生长……

技能的学习也是如此，当我们明确了努力的方向，接下来需要做的就是接受科学、规范的培养，了解制冷设备中的变频电路、电动机控制系统中的变频电路，掌握其中的控制方式和控制规程，确保在接下来的学习和锻炼中少走“弯路”……

第4部分	制冷设备中的变频电路	62
4.1	变频制冷设备的结构和功能特点	62
4.1.1	变频制冷设备的结构	62
4.1.2	变频制冷设备的功能特点	70
4.2	制冷设备中变频电路的工作过程	72
4.2.1	制冷设备中变频电路的结构	72
4.2.2	制冷设备中变频电路的控制过程	75
第5部分	电动机控制系统中的变频电路	78
5.1	电动机变频控制系统的结构和功率特点	78
5.1.1	电动机变频控制系统的结构	78
5.1.2	电动机变频控制系统的功能特点	91
5.2	电动机变频控制系统的控制方式和工作过程	94
5.2.1	电动机变频控制系统的控制方式	94
5.2.2	典型电动机变频控制系统的工作过程	95

第3阶段 技能训练

发达的根系和笔直的主干确保了苗木的挺拔。接下来,苗木的主干上会长出枝杈,然后,散满树叶,逐渐地,长成一棵茂盛的大树……

这些由主干分出的枝杈和片片树叶就像是变频实用技术中的一项项实用技能和实际解决方案。通过对各种实际解决方案的学习和锻炼,使得我们的技能更加稳固。众多的实用技能和实际解决方案就构成了变频实用技术的整个技能体系,学习并掌握变频器的安装连接方法、变频器的使用与调试方法、变频器的检测和代换方法等都会使我们在实际能力上得到更多的锻炼和提高……

第6部分 变频器的安装连接	101
6.1 变频器的安装方法	101
6.1.1 变频器的安装环境	101
6.1.2 变频器控制柜的通风	104
6.1.3 变频器的避雷	106
6.1.4 变频器的安装空间	106
6.1.5 变频器的安装方向	107
6.1.6 两台变频器的安装排列方式	107
6.1.7 变频器的安装固定	108
6.2 变频器的连接方法	109
6.2.1 变频器的布线	109
6.2.2 动力线的连接长度	110
6.2.3 变频器的接地	111
6.2.4 屏蔽线接地	113
6.2.5 变频器接线前的操作	113
6.2.6 变频器主电路的接线	114
6.2.7 变频器控制电路的接线	118
第7部分 变频器的使用与调试	125
7.1 变频器的使用方法	125
7.1.1 变频器操作显示面板的使用说明	125
7.1.2 变频器操作显示面板的使用方法	126
7.2 变频器的调试方法	140
7.2.1 变频器 SDP 状态显示屏的调试方法	140
7.2.2 变频器 BOP-2 基本操作显示板调试方法	143
第8部分 变频器的检测与代换	159
8.1 变频器的检测方法	159

8.1.1 变频器的常见故障表现及原因	159
8.1.2 变频器操作面板显示的故障代码	164
8.1.3 变频器的检测方法	166
8.2 变频器的代换方法	168
8.2.1 变频器元件的代换方法	168
8.2.2 变频器的代换方法	169

● 第4阶段 岗位学习 ●

成材的大树有着粗壮而强健的主干和稳固而茂盛的枝叶，可以在很多领域发挥它的作用，体现它的价值……

当掌握了众多变频实用技术的实用技能和实际解决方案后，可将其与相应的知识、标准和规范融会贯通，就如同一棵茂盛的大树。接下来，就是发挥其作用的时候了。将这些实用技能运用到实际的生产工作中，如变频技术是如何应用在制冷电路中的、变频技术是如何应用在电动机控制电路中的，其控制的过程是什么、控制的核心是什么等，你就有了自身的价值和作用，这就是“成才”的标志……

第9部分 变频技术在制冷电路中的应用

9.1 空调器中的变频电路	172
9.1.1 海信 KFR—4539 (5039) LW/BP 变频空调器的变频电路	172
9.1.2 海信 KFR—25GW/06BP 型变频空调器的变频电路	175
9.1.3 海信 KFR—26G/77ZBP 型变频空调器的变频电路	178
9.1.4 中央空调中的变频控制电路	179
9.2 电冰箱中的变频电路	184
9.2.1 海尔 BCD—228WB A 型变频电冰箱中的变频控制电路	184
9.2.2 海尔 BCD—316WS LA/316WS TA/318WS L 型变频电冰箱的变频控制电路	185

第10部分 变频技术在电动机控制电路中的应用

10.1 水泵电动机中的变频控制电路	187
10.1.1 单水泵恒压供水变频控制电路	187
10.1.2 由两台水泵进行恒压供水的变频控制电路	194
10.2 机床电动机中的变频控制电路	200
10.2.1 工业拉线机的变频控制电路	200
10.2.2 变压器绕组绕线机的变频控制电路	208
10.3 多电动机控制系统中的变频控制电路	213
10.3.1 多台并联电动机由一台变频器控制的正、反转变频控制电路	213
10.3.2 多台电动机由多台变频器分别控制的变频控制线路	217

第1阶段 基础学习



当我们学习一项技能时，能够实现的目标或梦想就像一颗种子，需要吸收足够的养分才能破土而出，长出萌芽。这时，惟一重要的就是充分从土壤中汲取营养，使萌芽能够健康成长……

变频实用技术这项技能在学习之初，就像是一颗种子，我们需要做的就是尽可能地全面了解变频实用技术所需要的知识，知晓变频器的结构和功能特点，了解变频电路的结构形式，清楚变频电路中各元器件是如何协同工作的……

第1部分 变频器的分类、结构及功能特点

第2部分 变频电路的结构形式和工作原理

第3部分 变频电路中的主要器件



第 1 部分

变频器的分类、结构及功能特点



1.1 变频器的分类

变频器的英文名称为 VFD 或 VVVF，是一种利用逆变电路的方式将恒频恒压的电源变成频率和电压可变的电源，进而对电动机进行调速控制的电器装置。

目前，市场上变频器的类型多种多样，可以按照用途、变频方式及电源性质进行分类。



1.1.1 按照用途分类

变频器按照用途可以分为通用变频器和专用变频器两大类。

1. 通用变频器

通用变频器是目前工业领域中应用数量最多、最普遍的一种变频器。该类变频器适用于工业通用电动机和一般变频电动机，且一般由交流低压 220V/380V（50Hz）供电，对使用环境没有严格的要求，以简便的控制方式为主。



光照时间

通用变频器是指在很多方面具有很强通用性的变频器。该类变频器简化了一些系统功能，并主要以节能为主要目的，多为中小容量变频器，一般应用在水泵、风扇、鼓风机等对于系统调速性能要求不高的场合。图 1-1 为几种常见通用变频器的实物外形。



三菱D700型通用变频器



安川J1000型通用变频器



西门子MM420型通用变频器

图 1-1 几种常见通用变频器的实物外形

浇水时间



通用变频器的特点:

- 使用范围广, 通用性强;
- 低频转矩输出 180%, 低频运行特性良好;
- 输出频率最大 600Hz, 可控制高速电动机;
- 具有加速、减速、动转中失速防止等保护功能;
- 精确度偏低, 使用对调速性能要求不高的各种场合;
- 体积小、价格低;
- 随着通用变频器的发展, 目前市场上还出现了许多采用转矩矢量控制方式的高性能多功能变频器, 在软件和硬件方面进行了改进, 除具有普通通用变频器的特点外, 还具有较高的转矩控制性能, 可用于传动带、升降装置及机床、电动车辆等对调速系统性能和功能要求较高的场合。

2. 专用变频器

专用变频器是指专门针对某一方面或某一领域而设计研发的变频器。该类变频器针对性较强, 具有适用于所针对领域独有的功能和优势, 从而能够更好地发挥变频调速的作用。



光照时间

目前, 较常见的专用变频器主要有风型专用变频器、恒压供水(水泵)专用变频器、机床类专用变频器、重载专用变频器、注塑机专用变频器、纺织类专用变频器等。图 1-2 为几种常见专用变频器的实物外形。



西门子MM430型水泵风机专用变频器



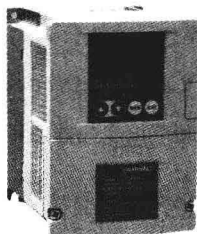
风机专用变频器



恒压供水(水泵)专用变频器



NVF1G-JR系列卷绕专用变频器



LB-60GX系列线切割专用变频器



电梯专用变频器

图 1-2 几种常见专用变频器的实物外形

施肥时间



- 风机类专用变频器。

风机类专用变频器是专门针对风机节能控制而设计的一类变频器, 一般内置 PID, 可通过各种传感器轻松实现闭环控制, 具有高效节能、简便管理、安全保护、延长风机设备寿命、保护电网稳定及故障率低等特点。