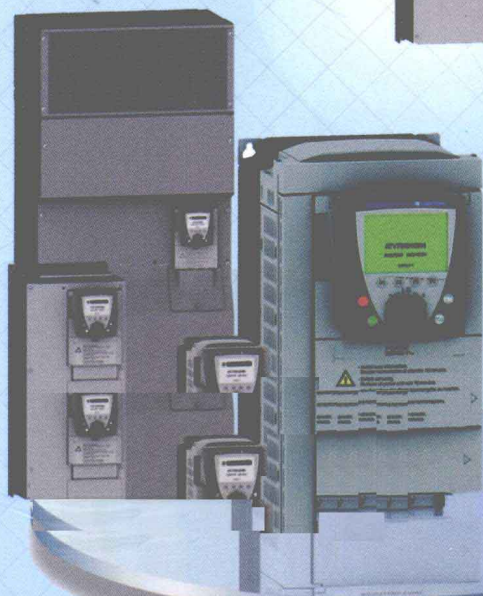
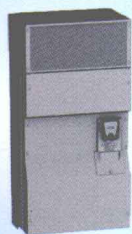


施耐德变频器的应用

● 邢建中 编著 ●



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



施耐德变频器的应用

邢建中 编著



机械工业出版社

施耐德公司主流的 ATV71/61 变频器以其优越的性能和较高的性价比得到了广泛的应用,同时深受广大用户的欢迎。本书全面讲述了变频器的原理、组成、性能、分类、控制方式及其选择。全书以实用、易读、理论与实践相结合为宗旨,详细介绍了 ATV71/61 变频器的组成、性能、可选件、选型、安装方法及硬件接线,还以大量的篇幅讲述了各种应用功能及各种通信实现方法。书中大部分内容使用了实例进行讲解,展示了很多的实际应用方案及其参数设置,并把变频器的各种功能进行详细分类,就应用方法去详细说明,辅以大量的图表进行讲解,通俗易懂,可以迅速帮助读者付诸于应用。

本书力求清晰准确,注重理论联系实际,便于读者掌握变频器的应用,本书既可以作为高等学校相关专业师生的参考书,也可以作为广大工程师的参考书或自学教材,并可供变频器的销售与相关电气技术人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

施耐德变频器的应用/邢建中编著. —北京:机械工业出版社, 2011. 12
ISBN 978-7-111-35783-4

I. ①施… II. ①邢… III. ①变频器—基本知识 IV. ①TN773

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 181067 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:徐明煜 责任编辑:徐明煜 张利萍

版式设计:霍永明 责任校对:张薇

封面设计:陈沛 责任印制:杨曦

北京双青印刷厂印刷

2011 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 11.25 印张 · 231 千字

0 001 — 3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-35783-4

定价:28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

变频器具有调速性能好、动态响应好、节能作用明显等特点，是企业技术改造和产品更新换代的理想调速装置，广泛应用于冶金、石化、电力、纺织、电梯等行业，对生产起着越来越重要的作用。施耐德 ATV71/61 变频器作为施耐德变频器的主流产品，市场占有率很高，它以功能强大、性价比高等特点赢得了广大用户的欢迎，为了帮助用户很好地掌握 ATV71/61 的性能特点及功能应用，作者从实际应用的角度出发，结合 10 多年应用施耐德变频器的实践经验，在广泛吸收其他先进思想的基础上编著了本书。

本书从理论到实践、从原理到应用，由浅入深地阐述了变频器的调速原理与结构，施耐德 ATV71/61 变频器的参数设置、功能分析与行业应用，以及在众多行业中各种应用功能的实现方法。全书共 7 章。第 1 章概述了变频器的原理、组成、性能、分类等基础知识。第 2 章详细地讲述了变频器的原理及控制方式。第 3 章详尽地介绍了 ATV71 变频器的外形、尺寸、功率、型号、遵循的标准、应用行业、组成说明、防护等级、性能、特点等，尤其以实际应用为基础，讲解分析了各种应用功能的作用、应用方法和案例以及故障处理技巧。第 4 章的内容与结构基本与第 3 章一样，详细地讲解了 ATV61 变频器的各个方面，如外形、尺寸、功率等，也是以实际应用为基础，分析了各种应用功能的作用、应用方法和案例以及故障处理技巧。第 5 章详细讲述了 ATV71/61 变频器共有的各种应用功能。第 6 章从常规变频器的通信基础知识说起，介绍了现场总线及其分类，不同现场总线的比较应用，进而说明了变频器常见的一些通信实现方法，重点讲述了施耐德 ATV71/61 变频器的几种重点通信实现方法和技巧。第 7 章进一步讲解了施耐德变频器实际的应用案例，从而把前几章的内容串了起来，真正做到了理论与实践的结合，通过此章的阅读，读者可以切实体会到施耐德变频器实际应用的过程、应用技巧、注意事项等。

本书最大的特点是将变频器应用进行分类，结合生产工艺和机械装备的实际情况，对变频器的使用范围、工作原理及行业应用经验进行介绍，做到了很好的理论和实践的结合，而且案例内容具有很大的推广性，另外从讲解上突出具体操作的内容，使得广大读者，尤其是广大工程技术人员可以直接利用本书中介绍的方法去实现变频器的应用。

作 者

目 录

前言

第1章 概述	1
1.1 电动机调速的简介	1
1.1.1 调速的发展	1
1.1.2 交流调速的方法与特点	1
1.1.3 变频调速方法与其他调速方法的比较	3
1.2 变频器与三相交流电动机	4
1.3 变频器与软起动器	4
1.3.1 软起动器和变频器的工作原理	4
1.3.2 软起动器和变频器的性能对比	5
1.3.3 通用变频器相对于软起动器的优势	5
1.4 变频器的分类、应用范围及基本功能	6
1.4.1 变频器的分类	6
1.4.2 变频器的应用范围	9
1.4.3 变频器的基本功能	10
第2章 变频器的原理及控制方式	14
2.1 变频器的基本原理	14
2.1.1 变频器的硬件组成原理	14
2.1.2 变频调速理论原理	17
2.2 变频器的谐波干扰与应对措施	19
2.2.1 谐波的产生	19
2.2.2 谐波的危害	20
2.2.3 抑制谐波干扰常用的方法	21
2.2.4 小结	23
2.3 变频器的控制模式	24
2.3.1 变频器各主要控制类型介绍	24
2.3.2 恒转矩与变转矩应用对比	26
2.3.3 各种控制方式的选择	26
2.3.4 小结	26
第3章 ATV71 变频器及其应用	27
3.1 概述	27
3.1.1 控制部分组成说明	27
3.1.2 所使用的材料及防护等级	27
3.1.3 尺寸	27

3.1.4 性能	28
3.1.5 本身附带的主要器件	28
3.2 可选件及选型	28
3.2.1 变频器型号	28
3.2.2 可选件概括介绍及其选型	29
3.3 安装及硬件接线	36
3.4 PID 调节器功能	41
3.5 ENA 功能	43
3.6 转矩控制功能	44
3.7 制动逻辑功能	45
3.8 高速提升功能	46
3.9 基于传感器的定位功能	46
3.10 负载平衡功能	47
3.11 负载比例测量功能	47
3.12 主从功能	48
3.13 紧急备用电源投入功能	49
3.14 热报警处理功能	49
3.15 变频器的各个组成部分及故障处理技巧	49
第 4 章 ATV61 变频器及其应用	56
4.1 概述	56
4.1.1 产品介绍	56
4.1.2 功能概述	56
4.2 变频器选型及可选件	57
4.2.1 可选件	57
4.2.2 变频器选型	59
4.3 安装及硬件接线	59
4.3.1 常规安装注意事项	59
4.3.2 在壁挂式或落地式机柜中安装变频器的注意事项	60
4.3.3 安装编码器接口卡的方法	61
4.3.4 安装窍门	61
4.3.5 常规端子接线	61
4.3.6 控制端子接线	61
4.3.7 变频器内部的常见电气接线图	62
4.3.8 控制接口接线说明	62
4.3.9 对电源、接地及布置的要求	63
4.4 多泵应用功能	63
4.5 PID 应用功能	68
4.6 唤醒/休眠功能	69
4.7 用传感器检测零流量功能	70

4.8 流量限制功能	70
4.9 过程过载检测功能	70
4.10 监视能耗值功能	70
4.11 故障禁止功能	70
4.12 节能计算功能	71
4.13 故障处理技巧	73
4.13.1 一些故障分析	73
4.13.2 常见问题	74
4.13.3 故障解决实例	75
4.13.4 保养和维护	76
4.13.5 小结	77
第5章 ATV71/61 变频器共有的功能	78
5.1 面板操作	78
5.1.1 概述	78
5.1.2 面板详细区域和按键	78
5.1.3 上电启动操作步骤	79
5.1.4 菜单和参数分类	80
5.1.5 菜单说明	82
5.1.6 打开/存储文件菜单的使用	83
5.1.7 密码设定说明	83
5.1.8 语言选择	83
5.1.9 显示配置和参数订制	84
5.1.10 监测显示	85
5.1.11 监测菜单	86
5.2 直流母线连接功能	86
5.3 配置转换功能	87
5.3.1 功能说明	87
5.3.2 功能应用提示	88
5.4 参数转换功能	88
5.5 接触器控制功能	89
5.6 PowerSuite 功能	90
5.6.1 PowerSuite 功能特点	90
5.6.2 PowerSuite 功能操作过程	90
第6章 ATV71/61 变频器通信	97
6.1 变频器通信的基础知识	97
6.1.1 问题的提出	97
6.1.2 现场总线概述	98
6.1.3 现场总线的分类	99
6.1.4 现场总线的选择	100

6.1.5 现场总线基础知识	100
6.1.6 施耐德变频器通信概述	108
6.2 ATV71/61 变频器的 Modbus 通信	108
6.2.1 概述	108
6.2.2 ATV71/61 变频器的 Modbus 新服务	109
6.3 ATV71/61 变频器的 CANopen 通信	109
6.3.1 CANopen 网络连接和相关附件	109
6.3.2 CANopen 网络服务的说明	110
6.3.3 CANopen 网络配置	112
6.4 ATV71/61 变频器的以太网通信	115
6.4.1 设置说明	115
6.4.2 程序示例	116
6.5 ATV71/61 变频器的 Modbus Plus 通信	117
6.5.1 MB + 总线简介	117
6.5.2 可选网络连接附件	117
6.5.3 变频器的参数设置	118
6.6 ATV71/61 变频器的 Profibus-DP 通信	128
6.6.1 Profibus-DP 网络简介	128
6.6.2 可选网络连接附件	129
6.6.3 Step-by-step 实现 Profibus-DP 连接	130
6.6.4 变频器的参数设置	131
第 7 章 ATV71/61 变频器在各行业中应用案例	147
7.1 ATV71 变频器在炼钢转炉中的应用	147
7.2 ATV71 变频器在钢铁厂高炉探尺中的应用	151
7.3 ATV61 变频器在某铝厂粗液叶滤项目中的 DP 通信实现方法	156
7.4 ATV61 变频器在恒压供水装置中的 PID 应用	161
7.4.1 概述	161
7.4.2 变频器的 PID 应用	161
7.4.3 ATV61 变频器 PID 控制的软硬件实现方法	162
7.4.4 ATV61 恒压供水变频系统	163
7.4.5 小结	165
7.5 ATV71 变频器主从控制应用	166
7.5.1 概况	166
7.5.2 ATV71 变频器主从控制实现方法	166
7.5.3 重点参数	167
7.5.4 小结	167
7.6 ATV71 变频器在某钢铁有限公司高炉上料系统上的应用	167
7.6.1 概述	167
7.6.2 高炉料车卷扬机的工况要求	168

7.6.3 变频器控制系统说明	169
7.6.4 系统组成	169
7.6.5 控制系统的构成与选型	169
7.6.6 系统运行原理及功能	170
7.6.7 运行效果及原因分析	171
7.6.8 小结	171
参考文献	172

第 1 章 概 述

1.1 电动机调速的简介

1.1.1 调速的发展

电动机调速是根据实际生产设备的运行需求,应用特定的调节方法对电动机的转速进行调节。电动机的调速可简单分为直流调速与交流调速两种方式,而交流调速方式又可分为串级调速、变极调速、转差电动机调速、调压调速以及变频调速等几种方式。

自从 1958 年世界上第一个普通晶闸管面世以来,就以其在功率放大倍数、快速响应性、小功耗、高效率等方面的优越性迅速取代了直流发电机组和汞弧整流器。随后直流调速系统在 20 世纪 60 ~ 70 年代迅速发展起来,但由于直流调速中直流电动机有换向器和电刷的存在,因此其维护量大,单机容量和最高转速受限,而且造价高。20 世纪 80 年代中期,随着第三代电力半导体器件如门极关断 (GTO) 晶闸管、绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 的相继出现,电力电子技术及控制理论也有了长足的发展,交流变频调速技术才得到了飞速发展。另外,由于直流电动机价格高,维修困难,而交流电动机结构简单,运行可靠,几乎不需维修,因而交流电动机越来越多地应用在了各工矿企业中,因此交流电动机调速得到了迅猛的发展。

1.1.2 交流调速的方法与特点

1. 交流调压调速

交流调压调速是一种改变交流电动机定子电源电压的调速方法。交流异步电动机的电磁转矩与定子电压的二次方成正比关系。调节定子电压使电磁转矩产生变化,在一定的负载转矩下可使电动机转速改变。根据电动机设计,一般都采用低于铭牌规定的定子额定电压进行调压调速。交流调压调速方法调速范围不大,调速引起的损耗随转速的降低而增大,适用于调速要求不高、不经常在低速下运行的负载。

这种调速方法可以通过在电源与电动机之间串电抗来实现,也可以通过调压变压器或自耦变压器实现,它的特点是效率低下、功率因数低、成本高、调速效果不明显。

2. 转子回路串电阻调速

转子回路串电阻调速是一种改变转子绕组回路中串接外部电阻的调速方法。电

动机同步转速 n_1 和临界转矩 M_m 都与转子回路的电阻无关, 而电动机转差率与转子回路的电阻成正比关系。所以, 改变转子回路的电阻即改变了电动机机械特性的斜率。在一定的负载下, 采用不同的转子回路电阻值就得到不同的电动机转速, 这种方法的缺点是转子回路串电阻调速方法在低速时, 由于电动机转差率高而使电动机损耗严重; 在低速时由于调速特性软, 所以工作转速不易稳定, 同时在轻载时调速范围很小。

这种调速特点是可连续调速, 甚至可以控制电动机反转, 适用于提升应用, 可以获得较好的起动特性; 它通过逐级切换电阻和频敏变阻器来实现, 它仅仅适用于绕线转子电动机, 不能用于笼型电动机, 这种调速效率低下, 调速范围在额定转速以下, 调速装置复杂, 体积大, 电动机和起动装置成本高, 维护频度和维修成本高, 所以此方法已逐渐被淘汰。

3. 交流串级调速

这种调速方法是在绕线转子异步电动机转子绕组中, 外加附加电动势, 通过调节附加电动势值进行电动机调速的方法。

按附加电动势的获得方式不同, 串级调速有晶闸管串级调速和电动机串级调速。目前, 晶闸管串级调速已取代了电动机串级调速, 图 1-1 为其电气原理示意图。图中 M 为绕线转子异步电动机, 电动机转子绕组中感应的电动势经三相不可控整流桥 UR 整流成直流电压 U_d 。UI 是由晶闸管组成的三相可控整流器, 它工作在逆变状态, 其输出的逆变电压 U_i 作为串级调速的附加电动势, $U_d > U_i$ 。 U_i 和 U_d 比较后产生的电流 I_d 是与电动机的电磁转矩有关的, 而且与转子电流 I_r 成正比。在同一负载下, 改变电动机转矩就可调节电动机转速, 所以改变 U_i 就可进行电动机转速调节。

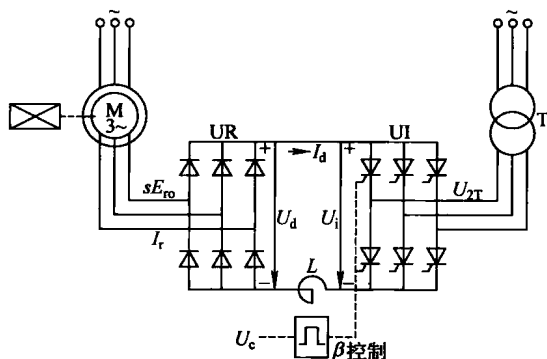


图 1-1 晶闸管串级调速电气原理示意图

串级调速具有良好的性能指标。电动机转子整流电路把电动机转子交流转差功率转换成直流功率, 再通过工作在逆变状态的晶闸管整流器转换为交流功率返回电网, 故串级调速系统的效率高, 在高速时可达 90% 以上, 是一般交流调速方法所不及的。由于回路中的晶闸管整流器工作在逆变状态, 它除了向电网返送有功功率外, 还要向电网吸取无功功率, 从而使串级调速系统的功率因数较低, 在电动机高速运行时仅为 0.5 左右。

串级调速具有良好的性能指标。电动机转子整流电路把电动机转子交流转差功率转换成直流功率, 再通过工作在逆变状态的晶闸管整流器转换为交流功率返回电网, 故串级调速系统的效率高, 在高速时可达 90% 以上, 是一般交流调速方法所不及的。由于回路中的晶闸管整流器工作在逆变状态, 它除了向电网返送有功功率外, 还要向电网吸取无功功率, 从而使串级调速系统的功率因数较低, 在电动机高速运行时仅为 0.5 左右。

4. 变极调速

变极调速是一种改变电动机磁极对数的调速方法。改变异步电动机定子绕组的接线方式, 使电动机磁极对数 p 变化, 即可改变电动机的同步转速 n_1 ($n_1 = 60f_1/p$)。

变极调速要求拖动的电动机必须是专门的变极电动机。电动机的极对数可成倍比地改变（如 2/4 极，4/8 极）；也有非倍比的双速电动机（如 4/6 极，6/8 极）或三速电动机（如 4/6/8），这时电动机装有两套定子绕组。因此，变极多速电动机体积大，利用率比较低，成本高。调速级数少（2~3 级），仅适用于不要求平滑调速、与齿轮机械调速配合用的各种机床等生产机械。这种调速有如下特点：对恒定转矩的负载，由于转速与电动机绕组的极数成反比，所以这种方法在过去的机床行业和风机中获得了广泛的应用；这是一种有级调速，能获得的转速数目只有两种或三种；这种调速不能连续调速，需要电动机定子有多套绕组或绕组有多种接法，而且电动机造价高、效率低，因此此方法已逐渐被淘汰。

5. 变频调速

变频调速是改变交流电动机定子供电电源频率的调速方法。异步电动机的同步转速 n_1 与电源频率 f_1 成正比，改变 f_1 就能进行电动机调速。但是由于电动机气隙磁通和电源频率 f_1 的乘积是与电源电压 U_1 成正比的，如果调节 f_1 时不改变电源电压 U_1 ，将引起电动机气隙磁通变化，从而产生电磁转矩下降或励磁电流上升。为了使电动机磁通保持不变，在调频时必须同时进行调压，保持 U_1/f_1 不变。在这种条件下进行调速，能保证电动机的过载能力不变，得到近似直流调压调速的调速特性。变频调速特性如图 1-2 所示。

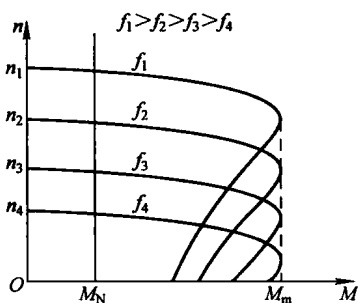


图 1-2 变频调速特性

1.1.3 变频调速方法与其他调速方法的比较

变频调速方法与其他调速方法相比，具有很多好处。首先因转速与频率成正比，所以能够连续调速，而且这种调速操作方便、噪声低、调速精度高、效率高、功率因数高（采取措施）；另外这种调速可以控制起动、运行、停止（锁定输出、线性制动或软停止），可靠性高，易于维护，且起动电流和运行电流小，具有良好的静态性能和动态性能，因此发展速度特别快。

当转差率 s 变化不大时，电动机的转速 n 基本上正比于定子供电频率 f ，故改变 f 就可得到极大的调速范围、很好的调节平滑性以及足够硬度的机械特性。变频调速中，在恒转矩调速时，只要将 U/f 控制在基本恒定的情况下，就可保证在调速过程中电动机具有基本相同的过载能力；同时可满足磁通量基本不变的要求。在恒功率调速时，只要将 U/f 控制在基本恒定的情况下，调速过程中，电动机的过载能力基本不变就可实现。因此在变频时通过控制 U 与 f 的不同规律的变化即可实现恒转矩或恒功率调速，以适应不同负载的要求。

变频调速是目前异步电动机理想的调速方法，应用广泛，具有十分广阔的发展前景。

1.2 变频器与三相交流电动机

1. 普通三相笼型异步电动机

三相笼型异步电动机的定子为三相散嵌式分布绕组，转子为笼型的导条。这种电动机可通过变频器改变电源频率和电压调速。笼型异步电动机中，又有单笼型、双笼型和深槽型之分。

2. 三相绕线转子异步电动机

这种电动机的工作原理是：三相交流电通入电动机，定子绕组中产生一个旋转的磁场，并且在转子绕组中感应出电流，合成的电流与磁场作用产生一个转矩。可以通过改变串联在转子绕组回路中的电阻改变电动机的机械特性达到调速的目的。这种电动机常用在起重设备中。长时间工作的大功率绕线转子异步电动机调速不用电阻串联，因为电阻会消耗大量的电能。通常是串联晶闸管，通过控制晶闸管的导通角控制电流，相当于改变转子回路中的电阻达到上述效果。三相绕线转子异步电动机运转原理示意图如图 1-3 所示。

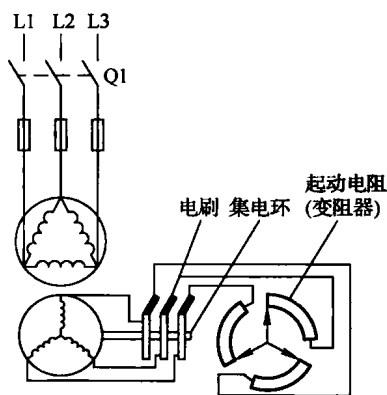


图 1-3 三相绕线转子异步电动机运转原理示意图

3. 变极多速电动机

这种电动机有一组或多组绕组，通过改变接在接线盒中的绕组引线的接法，从而改变电动机极数进行调速。

4. 三相换向器电动机

这种电动机，现在很少使用了。这种电动机结构复杂，它的转子和直流电动机电枢差不多，也有换向器和电刷。通过机械机构改变电刷的相对位置，从而改变转子绕组的电动势来改变电流而调速。这种电动机用的是三相交流电，但是严格上来说，其实它是直流电动机，原理有点像串励直流电动机。

1.3 变频器与软起动器

1.3.1 软起动器和变频器的工作原理

1. 软起动器

软起动器是一种集电动机软起动、软停车、轻载节能和多种保护功能于一体的新型电动机控制装置，国外称为 SoftStarter。它的主要构成是串联于电源与被控电动机之间的三相反并联晶闸管及其电子控制电路，通过控制三相反并联晶闸管的导

通角,使被控电动机的输入电压按不同的要求而变化,从而实现不同的功能。

2. 通用变频器

通用变频器是利用电力半导体器件的通断作用将工频电源变换为可变频率的电能控制装置。现在使用的变频器主要采用交-直-交方式(变压变频(VVVF)或矢量控制变频),先把工频交流电通过整流器转换成直流电,然后再把直流电变换成频率、电压均可控制的交流电以供给电动机。变频器的电路一般由整流、中间直流环节、逆变和控制四部分组成。整流部分为三相桥式不可控整流器,逆变部分为IGBT三相桥式逆变器,且输出为PWM波形,中间直流环节有滤波、直流储能和缓冲无功功率的功能。

1.3.2 软起动器和变频器的性能对比

软起动器是一种智能化的减压起动器,在起动电动机时可以有效地控制和限制起动电流,同时可减少对电动机及其驱动的设备机械冲击;它可以将机械从零速平滑地加速到额定转速,也可以控制机械平滑地减速到零速;在只需要软起动和软停止而不需要调速的场合可以使用软起动器;另外软起动器为了降低起动电流,必须实施减压起动,这样同时就降低了起动转矩。

而变频器可以实现软起动和软停止;也可以根据负载的变化和系统的要求调节速度和改变输出转矩;电动机起动后可以不以工频转速运行;另外在起动电动机的同时不必降低起动转矩。因此软起动器和变频器是两种完全不同用途的产品。变频器用于需要调速的地方,其输出不但改变电压而且同时改变频率;软起动器实际上是个调压器,用于电动机起动时,输出只改变电压而没有改变频率。变频器具备所有软起动器的功能,但它的价格比软起动器贵得多,结构也复杂得多。所以,从功能上看,变频器可以取代软起动器,但软起动器不能取代变频器;从成本上看,变频器高于软起动器,但变频器的优势更明显。

1.3.3 通用变频器相对于软起动器的优势

1. 节电

首先应明确节电的前提条件是:第一,大功率的风机及泵类负载;第二,装置本身具有节电功能(软件支持);第三,长期连续运行。这是体现节电效果的三个条件。许多变动负载电动机一般按最大需求来配置电动机的功率,故设计裕量偏大。而在实际运行中,轻载运行的时间所占比例却非常高。如采用变频调速,可大大提高轻载运行时的工作效率。因此,变动负载的节能潜力巨大。

2. 利于工艺控制(速度控制)

目前,我国的设备控制水平与发达国家相比还比较低,制造工艺和效率都不高,因此提高设备控制水平至关重要。由于变频调速具有调速范围广、调速精度高及动态响应好等优点,在许多需要精确速度控制的应用中,变频器正在发挥着提升

工艺质量和生产效率的显著作用。

3. 变频器有更强的保护功能

变频器的保护功能可分为以下两类：

- 1) 检知异常状态后自动地进行修正动作，如防止过电流失速、防止再生过电压失速。
- 2) 检知异常后封锁电力半导体器件 PWM 控制信号，使电动机自动停车。如过电流切断、再生过电压切断、半导体冷却风扇过热和瞬时断电保护等。

在工业迅猛发展的今天，对设备的稳定可靠性提出了更高的要求。变频器良好的保护功能能很好地解决电动机的起动电流大、发热及绝缘性能变化等出现的问题。随着国内装备水平的不断提高，变频器被大量采用。

1.4 变频器的分类、应用范围及基本功能

1.4.1 变频器的分类

1. 按类型分类

变频器按类型可分为交-直-交变频器和交-交变频器，简单原理示意图如图 1-4 所示。

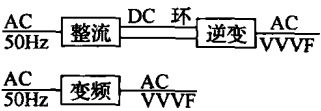


图 1-4 交-直-交变频器和交-交变频器原理示意图

交-直-交变频器与交-交变频器的主要特点见表 1-1。

表 1-1 交-直-交变频器与交-交变频器的主要特点

项 目 \ 类 型	交-直-交变频器	交-交变频器
换能	效率略低	效率较高
功率器件换相	强迫换相或负载换相	电网电压换相
所用器件	较少	较多
调频范围	频率调节范围宽	电网频率的 1/3 ~ 1/2
对电网功率的要求	较高	较低
适用	各种电力拖动	大功率、低转速场合

2. 按其电源性质分类

变频器按电源性质又可以分为电压源型变频器和电流源型变频器。

(1) 原理对比 电压源型变频器的中间直流环节采用大电容滤波，负载的无功功率由它来缓冲。由于大电容的作用，主回路直流电压比较平稳，近似恒压源，具有低阻抗。经逆变器得到的交流输出电压是通过开关动作被中间直流电源钳位的矩形波，且不受负载性质影响。

电流源型变频器的中间直流环节采用大电感滤波，使中间直流电源近似恒流源，具有高阻抗。由逆变器向负载输出的交流电流为不受负载性质影响的矩形波。

(2) 原理图的对比
图 1-5 和图 1-6 是电压源型和电流源型交-直-交变频器的原理示意图。

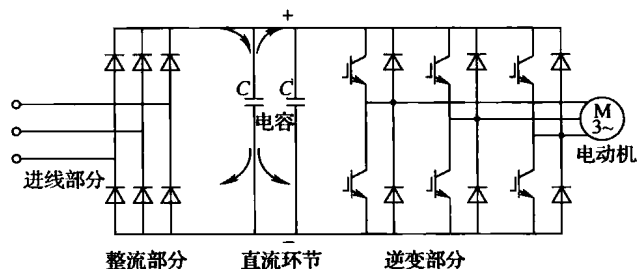


图 1-5 电压源型交-直-交变频器的原理示意图

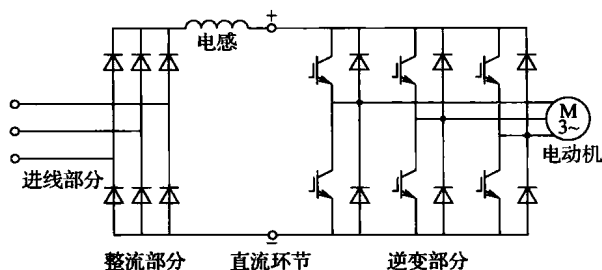


图 1-6 电流源型交-直-交变频器的原理示意图

(3) 主要特点的对比 电压源型和电流源型交-直-交变频器的主要特点见表 1-2。

表 1-2 电压源型和电流源型交-直-交变频器的主要特点

项 目 \ 类 型	电压源型交-直-交变频器	电流源型交-直-交变频器
中间直流环节	电容器	电抗器
输出电压	接近正弦波	取决于负载
输出阻抗	小	大
回馈制动	需在电源侧设置反并联的回馈单元	方便，主回路不需附加设备
调速动态响应	较慢	快
适用场所	各种电力拖动，多电动机拖动	单电动机拖动，可逆拖动

电压源型和电流源型交-直-交变频器的输出波形如图 1-7 所示。

3. 按电压分类

变频器按电压高低又可分为高压变频器和低压变频器。

下面以三电平高压变频器为例，概括介绍一下高压变频器。

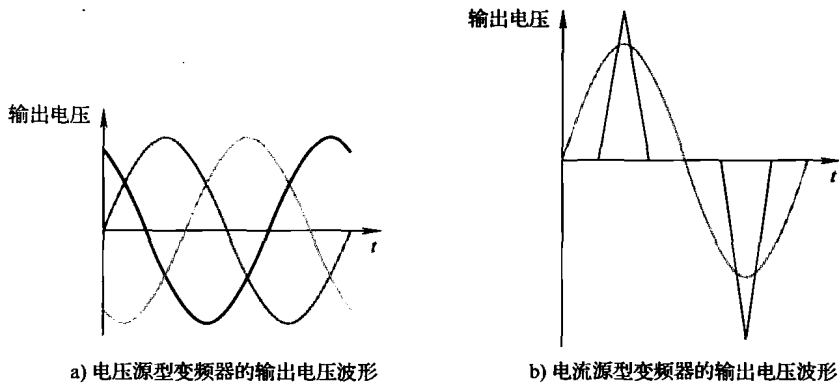


图 1-7 电压源型和电流源型交-直-交变频器的输出波形

(1) 原理 高压电源经三绕组降压变压器降压, 经各自的 6 脉波整流桥整流成直流 (DC 环节), 而后再经三电平逆变器变频变压, 可输出频率可变的三相交流电压, 经滤波器滤波后, 供给高压电动机调速, 三电平高压变频器原理图如图 1-8 所示。

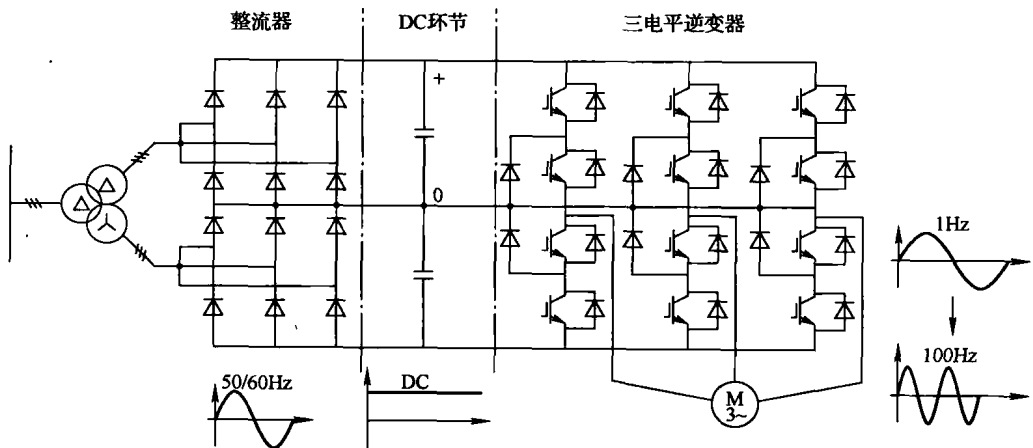


图 1-8 三电平高压变频器原理图

(2) 三电平高压变频器的特点

1) 能有效地解决电力半导体器件耐压不高的问题, 它的每个主逆变管承受的关断电压仅为直流环节电压的一半。

2) 变频器输出的多级电压阶梯波减少了 du/dt 对电动机绝缘的冲击。

3) 三电平高压变频器的输出更接近于正弦波, 使输出波形的畸变率减小, 谐波减小。

4) 由于三电平拓扑结构能产生 27 ~ 33 种空间电压矢量, 较普通的两电平空间电压矢量数大大增加, 矢量的增加带来了谐波消除的自由度, 这就有可能获得很好