

变频器、PLC 在纺织工业中的应用

高孝纲 编著

The Application of Inverter PLC
in Textile Industry



变频器、PLC 在纺织 工业中的应用

高孝纲 编著



机械工业出版社

本书第一篇是从应用角度出发,较全面、系统地介绍了纺织机械的调速特性,自控系统组成和特性分析、以及变频器、PLC、纺织用电动机、传感器等的基本知识。第二篇介绍了变频器、PLC在八大类百余种纺织机械中的综合应用实例,注重实际应用,对主要机台例如梳棉机、粗纱机、细纱机、浆纱机、化纤长丝、短丝纺丝及后加工设备等负载性质和控制系统,给予了较详细的分析。最后还介绍了风机、水泵的变频调速。通过阅读本书,读者能全面地了解我国各种纺织机械的变频调速系统和当今我国纺织机械自动化水平的概况。

本书适宜从事纺织工业自动化及纺机产品开发、设计、技术服务的工程技术人员和其他工程技术、营销、维修人员阅读,也可作为大专院校工业自动化、机电一体化等专业师生的教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

变频器、PLC在纺织工业中的应用/高孝纲编著. —北京:机械工业出版社, 2009.6

ISBN 978-7-111-26876-5

I. 变… II. 高… III. ①变频器—应用—纺织机械—研究 ②可编程序控制器—应用—纺织机械—研究 IV. TS103-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第060915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:林春泉 责任编辑:赵 任

版式设计:霍永明 责任校对:刘志文

封面设计:鞠 杨 责任印制:洪汉军

三河市宏达印刷有限公司印刷

2009年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·23.25印张·571千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-26876-5

定价:50.00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) 88379059

封面无防伪标均为盗版

前 言

我国是世界纺织大国，2005 年我国纤维加工总量为 2690 万 t，超过世界纤维加工总量的 35%，各类纺织品和服装年总产值已超过人民币 21 万亿元。纺织工业是传统产业，也是我国的支柱产业。预计到“十一五”末（2010 年）我国纤维加工总量将达 3600 万 t，增长 35% 左右。可见“十一五”期间纺织工业仍将有一个较大的发展，作为纺织工业的技术装备，即纺织机械必将有相应的发展，2006 年我国纺织机械的产值达 526 亿元以上。纺织工业和纺织机械的发展离不开变频调速、计算机、PLC 和网络通信等高新技术的推广应用。我国纺织机械自动化水平发展迅速，从 20 世纪 50 年代的直流发电机——电动机组的直流调速，历经 50 年的发展，我国纺织机械已普及推广应用了变频调速、计算机、PLC 控制和网络通信等技术，由此，提高了我国纺织机械的整体水平和市场竞争力。近年来，我国纺织机械的出口总值每年递增 20% 以上，例如 2005 年出口总值达 8.71 亿美元，2007 年已达 12 亿美元以上。市场的竞争要求我国生产高质量、高水平的纺织品、服装和纺织机械，以满足国内外市场的需求。随着纺织机械及其自动化技术水平的不断更新，纺织业内、外人士急切地希望能了解纺织工业和纺织机械自动化技术的现状与发展，这促使编著者完成了本书的编写。

变频器、可编程序控制器（简称 PLC）在纺织工业中的应用大多数是由变频器、PLC 相结合组成纺织机械变频调速控制系统，其中不少已使用计算机控制技术，网络通信技术构成现场总线控制系统以实现纺织机械的智能化、数字化控制，这是各种装备工业，也是纺织机械技术的发展趋势。纺织机械控制系统通常由控制器（包括 PLC、IPC、变频器等）、执行器（各种电动机）和传感器等组成。可见，变频器、PLC 在纺织工业中的应用实际上反映了纺织工业的自动化水平。为了给读者一个系统性的概念，本书均一一地给予简要介绍。因此，本书也可视为是一本纺织机械机电一体化技术手册。

本书分为两篇，第 1 篇属基础篇，较系统地介绍了：（1）纺织机械的调速特性；（2）自控系统的组成、特性分析；（3）变频器的组成、工作原理，各种负载的变频调速和应用选型时应注意的事项；（4）PLC 的组成，硬件、软件的组成，指令系统和应用时应注意的事项；（5）各种电动机，重点是交流异步电动机、伺服电动机、步进电动机的结构、工作原理和调速特性；（6）纺织工艺参数的检测，有关传感器的结构原理和选用；（7）计算机网络通信技术；（8）人机界面等。第 2 篇为应用篇，主要介绍了我国棉纺机械、化纤机械、毛纺机械、织造机械、针织机械、不织造布机械、染整机械和服装机械等八大类百余种纺织机械应用变频器、PLC 的实际应用实例。对每一种机台的技术特征、传动电动机和变频调速，PLC 控制系统的框图，及对系统中各部分的基本原理、控制功能予以介绍。最后还介绍了纺织用风机、水泵的变频调速。由此，使读者对各种纺织机械及其自动化有较全面的了解。应用实例内容主要来自编者本人承担或参与的项目和有关杂志报导的应用项目以及有关产品说明书等，具有很强的实用性。应用篇还提供了主要机台近年来的市场销售量，对有关营销人员

也有一定帮助。

纺织机械和通用机械不同，纺织机械的工艺性很强，往往一种纺织工艺需要一种生产机械，而纺织生产工艺类型多，因此纺织机械的品种多达百余种，近千个规格，但其电气控制系统有许多相似之处，为了尽可能地全面介绍纺织机械的自动化，因此各章节中的内容难免有重复之处。

在本书的编写过程中，参考和引用了国内外许多专家、学者、工程技术人员的著作、论文和产品说明书等，除在参考文献中列出外，在此一并致谢。另外还要特别感谢赵世凯、陈志彤等先生对本书的编著所提供的帮助。

本书是第一本较详细、系统和全面介绍纺织机械自动化应用实例的书，主要供从事纺织工业自动化产品开发、设计、技术服务的工程技术人员参考，也可供有关大专院校师生和有关营销、维修人员参考。

由于作者水平所限，时间较仓促，书中难免有不妥甚至错误之处，敬请读者批评指正，编者将不胜感谢。

作者

2008 年 10 月于北京

目 录

前言

第 1 篇 基础篇

第 1 章 纺织机械调速特点及 PLC

控制概况	2
1.1 纺织机械的机械特性	2
1.1.1 恒转矩负载	2
1.1.2 恒功率负载	3
1.1.3 二次方律负载	3
1.1.4 与转速成正比的负载	3
1.2 纺织机械调速技术的发展	4
1.2.1 从恒速到变速	4
1.2.2 从单电动机传动到多电动机 传动	4
1.2.3 从直流调速到交流变频调速	4
1.2.4 从电气传动到运动轨迹控制	5
1.2.5 从模拟量控制到数字量控制	5
1.2.6 从有触点的逻辑控制到无触点的 逻辑控制	6
1.2.7 从现场控制到远距离的控制	6
1.2.8 从劳动密集型逐步向技术密集型 产业发展	6
1.2.9 从单一控制逐步向管一控一体化 发展	6
1.3 纺织机械调速的特点	7
1.3.1 同步调速	7
1.3.2 多段速度分段切换调速	10
1.3.3 共直流母线的变频调速	10
1.3.4 具有电动机零速伺服功能的 调速	11
1.3.5 定位停车	11
1.3.6 三角波调速	12
1.3.7 恒张力卷绕调速	13
1.3.8 尖峰启动转矩	14
1.3.9 高效率 and 低温升	15
1.4 PLC 在纺织机械应用中的	

主要控制功能	15
--------------	----

第 2 章 自动控制系统

2.1 自控系统的类型	17
2.2 闭环控制系统各组成环节的功能	18
2.3 自控系统的技术指标	19
2.4 自控系统的数学模型	20
2.4.1 拉普拉斯变换	21
2.4.2 传递函数	21
2.4.3 结构图及其变换	22
2.4.4 频率特性	23
2.5 系统稳定性分析	25
2.6 闭环系统的博德 (Bode) 图	26
2.7 系统的校正	26
2.8 系统的过渡品质	27

第 3 章 通用变频器和变频调速

3.1 通用变频器	29
3.2 逆变器	30
3.2.1 单极性 SPWM 逆变器	30
3.2.2 双极性 SPWM 逆变器	31
3.2.3 脉冲宽度调制逆变器	32
3.3 通用变频器的控制模式	33
3.4 恒转矩负载的变频调速	37
3.5 恒功率负载的变频调速	39
3.6 二次方律负载的变频调速	40
3.7 变频调速的开环控制与闭环控制	40
3.8 变频调速系统结构图	41
3.9 变频器的通信方式	42
3.10 变频调速的制动和共直流母线 工作方式	44
3.11 变频器的选型	47
3.12 使用变频器应注意事项	50
3.12.1 变频器容量选择	50
3.12.2 电动机最高工作频率的选择	50
3.12.3 变频器加减速 (或升降速) 时间 和方式的选择	51
3.12.4 变频器和电动机之间接线	

过长时的措施	52	6.4.2 步进电动机的控制	90
3.12.5 多速电动机的变频调速	52	6.4.3 步进电动机的起动和停止	91
3.12.6 其他注意事项	52	6.4.4 步进电动机在棉纺机械上的应用 举例	91
第4章 可编程序控制器 (PLC)	53	6.5 开关磁阻电动机	91
4.1 PLC 的主要特点	53	6.5.1 开关磁阻电动机的结构	91
4.2 PLC 的硬件组成	55	6.5.2 开关磁阻电动机调速系统	91
4.2.1 中央处理器模块	55	6.5.3 转子位置检测器和定子电流 检测器	92
4.2.2 存储器模块	55	6.5.4 开关磁阻电动机调速系统的 主要特点	92
4.2.3 输入/输出模块 (I/O 模块)	55	6.6 无刷直流电动机	93
4.2.4 特殊功能模块	58	6.6.1 无刷直流电动机主电路	93
4.2.5 电源模块	59	6.6.2 无刷直流电动机控制原理	93
4.2.6 编程器	60	6.7 电枢电动机	94
4.3 PLC 的软件组成	60	6.8 直线电动机	95
4.3.1 系统监控程序	60	第7章 传感器——纺织参数的检测	96
4.3.2 用户程序	60	7.1 传感器的特性	96
4.3.3 软元件	62	7.2 温度的测量	97
4.4 S7-200 系列 PLC 的指令系统	63	7.2.1 接触式测温	97
4.4.1 基本指令	64	7.2.2 非接触式测温	98
4.4.2 功能指令	65	7.2.3 热敏电阻	98
4.5 接口技术	66	7.3 湿度的测量	98
4.6 PLC 的抗干扰措施	68	7.3.1 氧化锆热电偶测湿传感器	99
4.7 PLC 的选型	68	7.3.2 微波测湿传感器	99
第5章 人机界面	71	7.4 毛羽测试仪	99
5.1 触摸屏的种类	71	7.5 卷曲弹性仪	100
5.2 触摸屏的主要功能	72	7.6 转速的测量	101
5.3 功能画面	73	7.6.1 离心力转速检测法	101
第6章 纺织用电动机	75	7.6.2 光电码盘转速检测法	101
6.1 三相异步电动机	75	7.6.3 旋转编码器转速的测量法	102
6.1.1 三相异步电动机的基本特性	76	7.7 位移(位置)的检测	103
6.1.2 三相异步电动机的起动、制动	78	7.7.1 光电编码器	104
6.1.3 三相异步电动机的转速调节	79	7.7.2 光电脉冲编码器	105
6.1.4 变频调速专用电动机	83	7.7.3 差动变压器	106
6.2 同步电动机	83	第8章 计算机网络	107
6.2.1 同步电动机工作原理及其特性	83	8.1 工业网络	108
6.2.2 同步电动机速度的调节	85	8.2 现场总线	109
6.3 交流伺服电动机	86	8.3 纺织工业应用的几种现场总线	110
6.3.1 伺服电动机的结构和机械特性	86	8.4 现场总线与传统控制方法的比较	112
6.3.2 伺服电动机的控制	87	8.5 应用现场总线应注意的几个问题	113
6.3.3 位置伺服系统	88		
6.4 步进电动机	89		
6.4.1 步进电动机的转速——转矩特性	89		

第2篇 应用篇

第9章 变频器、PLC在棉纺机械中

的应用 116

- 9.1 变频器、PLC在往复抓棉机上的应用 116
- 9.2 变频器、PLC在多仓混棉机上的应用 117
 - 9.2.1 传动电动机及变频器的选择 117
 - 9.2.2 控制系统 117
 - 9.2.3 通信方式和通信参数的设置 118
- 9.3 变频器、PLC在单轴流开棉机上的应用 119
 - 9.3.1 传动电动机 119
 - 9.3.2 控制系统 119
- 9.4 变频器、PLC在开棉机上的应用 120
- 9.5 变频器、PLC在梳棉机上的应用 120
 - 9.5.1 传统梳棉机 120
 - 9.5.2 新型梳棉机传动电动机及变频器的选择 122
 - 9.5.3 自调匀整装置 123
 - 9.5.4 多电动机传动梳棉机控制系统 124
- 9.6 变频器、PLC在开清梳联合机上的应用 126
 - 9.6.1 清梳联喂棉箱 127
 - 9.6.2 清梳联合机控制系统 127
- 9.7 变频器、PLC在精梳机上的应用 129
 - 9.7.1 传统精梳机 129
 - 9.7.2 多电动机传动棉精梳机 129
- 9.8 变频器、PLC在并条机上的应用 130
 - 9.8.1 传动电动机及变频器的选择 130
 - 9.8.2 控制系统 130
 - 9.8.3 自调匀整装置 130
- 9.9 变频器、PLC在粗纱机上的应用 132
 - 9.9.1 传统粗纱机 132
 - 9.9.2 多电动机传动的粗纱机 133
 - 9.9.3 粗纱机现场总线控制系统 134
- 9.10 变频器、PLC在环锭细纱机上的应用 137
 - 9.10.1 传动电动机及变频器的选择 138
 - 9.10.2 纺纱参数 138
 - 9.10.3 控制系统 140
 - 9.10.4 细纱机集体落纱装置 142

9.11 变频器、PLC在转杯纺纱机上的

应用 143

- 9.11.1 传动电动机与变频器的选择 143
- 9.11.2 控制系统 143
- 9.11.3 老式转杯纺纱机 144

第10章 变频器、PLC在化纤

机械中的应用 146

10.1 变频器、PLC在涤纶短丝切

片纺丝联合机上的应用 146

- 10.1.1 螺杆挤压机 147
- 10.1.2 纺丝泵和油剂泵 148
- 10.1.3 冷却吹风装置 148
- 10.1.4 牵伸辊、喂入装置和盛丝桶 148
- 10.1.5 纺丝联合机控制系统 148

10.2 变频器、PLC在短丝直接纺联合机

上的应用 149

10.3 变频器、PLC在涤纶短纤维后处理

联合机上的应用 150

- 10.3.1 传动电动机 150
- 10.3.2 调速系统原理框图 151
- 10.3.3 同步调节过程 152
- 10.3.4 双闭环直流调速系统的设计 154
- 10.3.5 后处理联合机的交流变频调速系统 160

10.4 变频器、PLC在大型涤纶短纤维

生产线上的应用 163

- 10.4.1 纺丝联合机 163
- 10.4.2 纺丝联合机现场总线控制系统 164
- 10.4.3 短丝后处理联合机的组成和传动电动机 167
- 10.4.4 后处理联合机现场总线控制系统 168

10.5 变频器、PLC在涤纶长丝纺丝设备

上的应用 171

- 10.5.1 螺杆挤压机熔体压力和温度控制 171
- 10.5.2 纺丝箱 172
- 10.5.3 卷绕机 173
- 10.5.4 卷绕头 175
- 10.5.5 长丝纺丝机现场总线控制系统 178

10.6 变频器、PLC在工业丝纺牵联合机

上的应用	181
10.7 变频器、PLC 在粘胶原液生产设备上的应用	182
10.8 变频器、PLC 在粘胶短纤维纺丝精练联合机上的应用	183
10.8.1 传动电动机与变频器的选择	184
10.8.2 变频调速系统	184
10.8.3 年产 2 万 t 粘胶短丝设备	186
10.9 变频器、PLC 在腈纶湿法纺丝生产线上的应用	187
10.9.1 传动电动机与变频器的选择	187
10.9.2 现场总线控制系统	188
10.10 变频器、PLC 在锦纶短纤维后处理联合机上的应用	190
10.10.1 变频器的选择	190
10.10.2 联合机现场总线控制系统	190
10.11 变频器、PLC 在高速弹力丝机上的应用	191
10.11.1 传动电动机及变频器的选择	192
10.11.2 控制系统	192
10.12 变频器、PLC 在弹力丝机上的应用	193
10.12.1 传动电动机及变频器的选择	194
10.12.2 变频调速系统	194
10.13 变频器、PLC 在帘子线直捻机上的应用	195
10.13.1 传动电动机及变频器的选择	195
10.13.2 控制系统	195
10.14 变频器、PLC 在帘子布浸胶机上的应用	196
10.14.1 传动电动机及变频器的选择	196
10.14.2 速度的控制	197
10.14.3 张力和温度的控制	198
10.14.4 现场总线控制系统	198

第 11 章 变频器、PLC 在毛纺机械中的应用

11.1 变频器、PLC 在针梳机上的应用	201
11.1.1 PLC 容量的确定以及输入/输出电路	201
11.1.2 控制系统	203
11.2 变频器、PLC 在四联梳毛机上的应用	204
11.2.1 传动电动机及变频器的选择	205

11.2.2 控制系统	205
11.3 变频器、PLC 在半精纺梳毛机上的应用	206
11.3.1 传动电动机及变频器的选择	206
11.3.2 变频器输出频率升、降速时间和方式的选择	207
11.3.3 变频调速系统	208
11.4 变频器、PLC 在毛纺粗纱机上的应用	210
11.4.1 传动电动机和变频器的选择	210
11.4.2 控制系统	210
11.5 变频器、PLC 在毛细纱机上的应用	212
11.5.1 传动电动机及变频器的选择	212
11.5.2 控制系统	212
11.6 变频器、PLC 在立锭粗纺细纱机上的应用	213
11.6.1 传动电动机及变频器的选择	213
11.6.2 变频调速系统	213
11.7 变频器、PLC 在剪毛机上的应用	216

第 12 章 变频器、PLC 在织造机械中的应用

中的应用	218
12.1 变频器、PLC 在并纱机上的应用	219
12.1.1 传动电动机及变频器的选择	219
12.1.2 控制系统	220
12.2 变频器在槽筒式络筒机上的应用	221
12.2.1 变频调速系统	221
12.2.2 变频器容量的选择	222
12.3 变频器、IPC 在自动络筒机上的应用	223
12.3.1 传动电动机	223
12.3.2 控制系统	225
12.4 变频器、PLC 在短纤维倍捻机上的应用	228
12.4.1 传动电动机及变频器的选择	228
12.4.2 变频调速系统	228
12.5 变频器、PLC 在花色纱线捻线机上的应用	229
12.5.1 传动电动机及变频器的选择	229
12.5.2 变频调速系统	229
12.6 变频器、PLC 在并捻机上的应用	231
12.6.1 传动电动机及变频器的选择	231

12.6.2 控制系统	231	的应用	261
12.7 变频器、PLC 在分条整经机上 的应用	233	13.2.1 传动电动机及变频器的选择	261
12.7.1 传动电动机及变频器的选择	233	13.2.2 控制系统	261
12.7.2 控制系统	233	13.3 变频器、PLC 在经编机上的应用	263
12.7.3 导条位移控制	235	13.3.1 传动电动机及变频器的选择	263
12.7.4 织轴张力控制	235	13.3.2 控制系统	263
12.8 变频器、PLC 在分段整经机上 的应用	236	13.4 变频器、PLC 在提花经编机上 的应用	265
12.9 变频器、PLC 在浆纱机上的应用	237	13.4.1 传动电动机及变频器的选择	265
12.9.1 3 单元传动浆纱机	237	13.4.2 控制系统	266
12.9.2 7 单元传动浆纱机	238	13.5 变频器在电脑横机上的应用	267
12.9.3 7 单元浆纱机现场总线控制 系统	239	13.5.1 传动电动机及变频器的选择	268
12.9.4 工艺参数的控制	243	13.5.2 控制系统	268
12.10 变频器、PLC 在浆染联合机上的 应用	245	13.6 变频器、PLC 在其他部分针织机械 上的应用	268
12.10.1 传动电动机及变频器的选择	246	第 14 章 变频器、PLC 在不织造布 机械中的应用	270
12.10.2 控制系统	246	14.1 变频器、PLC 在不织造布梳理机上 的应用	270
12.11 变频器、PLC 在长丝浆丝机上的 应用	248	14.1.1 升降速时间和方式的确定	271
12.11.1 传动电动机与变频器的选择	248	14.1.2 变频调速系统	272
12.11.2 控制系统	248	14.2 变频器在高速铺网机上的应用	274
12.11.3 工艺参数的控制	250	14.2.1 传动电动机及变频器的选择	275
12.12 变频器、PLC 在喷气织机上 的应用	251	14.2.2 控制方式	275
12.12.1 传动电动机及变频器的选择	251	14.3 变频器、PLC 在预针刺机上 的应用	275
12.12.2 控制系统	251	14.3.1 传统预针刺机的传动和控制	275
12.13 变频器、PLC 在剑杆织机上 的应用	253	14.3.2 新型预针刺机的传动	276
12.13.1 传动电动机	253	14.3.3 变频调速系统	277
12.13.2 控制系统	253	14.4 变频器、PLC 在无纺喷胶棉生产线 上的应用	281
12.13.3 中低档剑杆织机的控制	255	14.4.1 传动电动机及变频器的选择	281
12.13.4 国外先进的无梭织机控制 特点	257	14.4.2 控制系统	281
12.14 变频器、PLC 在编绳机上的应用	257	14.5 变频器、PLC 在纺粘法不织造布 生产线上的应用	283
12.14.1 传动电动机及变频器的选择	258	14.5.1 生产线的组成, 传动电动机和 变频器的选择	283
12.14.2 控制系统	258	14.5.2 控制系统	284
第 13 章 变频器、PLC 在针织机械中 的应用	260	14.5.3 现场总线 Modbus 通信协议	286
13.1 变频器在单、双面针织园纬机上 的应用	260	14.6 变频器在多功能湿法涂层联合机上 的应用	287
13.2 变频器在电脑提花针织园机上		14.6.1 传动电动机和变频器的选择	287

14.6.3	变频同步调速系统电路	289
14.6.4	交流变频调速系统的传递函数和结构图	290
14.6.5	升降速时间的调整	292

第 15 章 变频器、PLC 在染整机械中的应用

15.1	染整联合机变频同步调速的几项共性技术	295
15.1.1	速度给定电压的设计方案	295
15.1.2	升降速曲线的确定	296
15.1.3	速差的调节	297
15.1.4	变频器工作频率的确定	297
15.1.5	染整联合机变频同步调速系统设计、安装、调试时应注意的事项	298
15.2	变频器、PLC 在布铗丝光机上的应用	299
15.2.1	传动电动机及变频器的选择	299
15.2.2	变频同步调速系统	301
15.3	变频器、PLC 在卷轧染机上的应用	302
15.3.1	传动电动机及变频器的选择	302
15.3.2	减速比和变频器容量的选择	302
15.3.3	控制系统	303
15.4	软起动器、PLC 在高温高压筒子染色机上的应用	310
15.4.1	传动电动机与软起动器	310
15.4.2	染色程序控制	311
15.5	变频器、工控机在平网印花机上的应用	312
15.5.1	传动电动机及变频器的选择	313
15.5.2	控制系统	313
15.5.3	毛巾平网印花机	315
15.6	变频器、PLC 在园网印花机上的应用	316
15.6.1	传动电动机及变频器的选择	317
15.6.2	控制系统	317
15.7	变频器在长环蒸发机上的应用	319
15.8	变频器、PLC 在拉幅定型机上的应用	319
15.8.1	传动电动机及变频器的选择	320
15.8.2	控制系统	320
15.9	变频器、PLC 在预缩整理联合机	

	上的应用	321
15.9.1	传动电动机及变频器的选择	322
15.9.2	控制系统	323
15.10	变频器、PLC 在钢丝起毛机上的应用	326
15.10.1	传动电动机及变频器的选择	327
15.10.2	控制系统	327
15.11	变频器、PLC 在双层起毛机上的应用	328
15.11.1	传动电动机及变频器的选择	328
15.11.2	现场总线控制系统	329
15.12	变频器在磨毛机上的应用	330
15.13	变频器、PLC 在烫剪联合机上的应用	330
15.13.1	传动电动机及变频器的选择	331
15.13.2	控制要求	331
15.13.3	控制系统	332
15.14	变频器、PLC 在水洗联合机上的应用	334
15.14.1	传动电动机及变频器的选择	335
15.14.2	控制系统	335

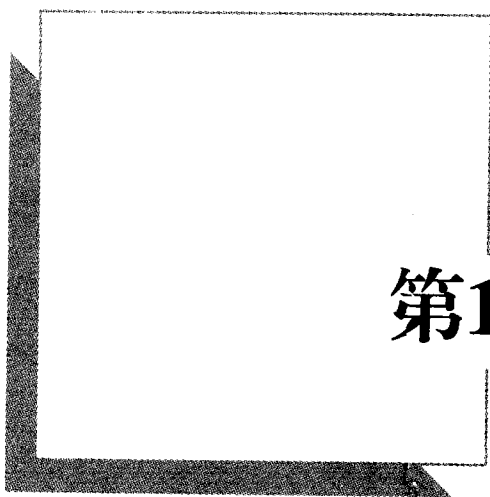
第 16 章 变频器、PLC 在服装机械中的应用

16.1	PLC 在自动剪裁平缝机上的应用	337
16.1.1	传动电动机	337
16.1.2	控制系统	338
16.2	IPC、伺服系统在电脑刺绣机上的应用	339
16.2.1	传动电动机	339
16.2.2	基本控制原理	340
16.3	服装 CAD 系统	342
16.3.1	服装 CAD 系统的硬件	343
16.3.2	服装 CAD 的软件	343

第 17 章 变频器、PLC 在风机和供水系统中的应用

17.1	风机的变频调速	345
17.1.1	风机的变频调速节能原理	345
17.1.2	风机的基本特性	346
17.2	变频器、PLC 在供水系统中的应用	347
17.2.1	供水系统的主要参数	347
17.2.2	供水系统的主要特性	347

17.2.3	水泵变频调速节能原理	348			
17.2.4	单台水泵变频调速运行	349			
17.2.5	水泵的并联运行	349			
17.2.6	变流恒压供水	350			
17.2.7	多台水泵的变频调速恒压				
				供水系统	351
				17.2.8 循环水系统	353
				17.3 风机、水泵变频器的选择	353
				常用文字符号	354
				参考文献	357



第1篇 基础篇

第 1 章

纺织机械调速特点及 PLC 控制概况

1.1 纺织机械的机械特性

纺织工业的生产，从棉花→棉条→粗纱→细纱→整经→浆纱→织布→漂练→染色或印花→后整理。化纤生产短纤维生产从纺丝→牵伸→定型→卷曲→切断等的整个生产过程基本是在恒张力控制下进行的。因此，大约有 80% 的纺织机械属于恒转矩负载，但也有部分纺织机械，例如浆纱机织轴卷绕以及卷染机等属恒功率负载。另外，在纺织机械的辅机设备中有些属二次方律负载，例如离心式风机和水泵等。各类负载的机械特性如图 1-1 所示。

正确认识变频调速的负载特性是选择电动机和变频器，决定其控制模式的基础。

1.1.1 恒转矩负载

不论生产机械在何种转速下运行，它所需要的转矩不变，即在不同转速下，生产机械所需的转矩（负载转矩）保持不变或基本不变，如图 1-1 中曲线 1。大部分摩擦性负载属恒转矩负载，所以说恒转矩负载一般都存在有一定的静摩擦力，如该负载的转动惯量又大，则在起动时，要求有大的起动转矩。恒转矩负载中有一部分属升降类恒转矩负载，若在重载下上升起动，便可能出现很大的冲击电流，而下降过程中需要一定的制动转矩，针刺机托板即属此类负载。

大部分纺织机械以及牵引机械，起重机等均属恒转矩负载。恒转矩负载的阻转矩 $T_L = \text{const}$ ，不受转速的影响。

恒转矩负载的功率
$$P = \frac{M_L \cdot n}{9550} \quad (1-1)$$

即恒转矩负载的功率 P 与转速 n 成正比，如图 1-2 中曲

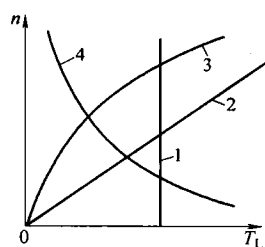


图 1-1 纺织机械负载的机械特性

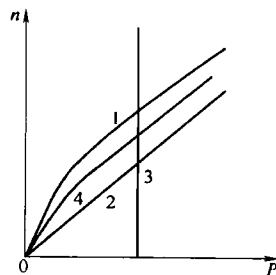


图 1-2 各类负载的功率特性

线 2。

式中 T_L ——折算到电动机轴上的转矩 ($N \cdot m$)；

n ——转速 (r/min)；

P ——功率 (kW)。

1.1.2 恒功率负载

在不同转速 n 下，负载功率保持基本不变，其功率特性如图 1-2 中曲线 3。

恒功率负载的特点是随着电动机转速的降低，负载转矩反而增大，即转速高，转矩小；转速低，转矩大。电动机输出功率不变，此类负载不多，例如车床、刨床、鼓风机等属于恒功率负载。纺织机械中的卷绕机（主动卷绕）和退卷机属恒功率负载。恒功率特性仅适用于一定的调速范围内，因为当速度很低时，受机械强度等的限制，负载转矩不可能无限增大，当转速很低时，恒功率负载实际上已转变为恒转矩负载。

恒功率负载的功率 $P = K \cdot T_L \cdot n = \text{const}$ ，基本不受转速的影响。

恒功率负载的阻转矩由式 (1-1) 得

$$T_L = \frac{9550P}{n} \quad (1-2)$$

即恒功率负载的阻转矩 M_L 与转速成反比，其机械特性如图 1-1 中曲线 4。

卷染机、浆纱机织轴卷绕，化纤机械中的卷绕头等均属恒功率负载；另外，车床、刨床、鼓风机等也属恒功率负载。

目前的通用变频器均不具备恒功率特性，为了保证低速输出转矩能满足恒功率负载的需要，只能采用放大变频器和电动机容量或者采用变极电动机（如 6、8 极电动机）进行变频调速的办法。

1.1.3 二次方律负载

负载转矩与转速的二次方成正比，即转速升高时，阻转矩快速增大。离心式风机和水泵等属二次方律负载。

二次方律负载的阻转矩 $T_L = K_T n^2$ (1-3)

即二次方律负载的阻转矩 M_L 与转速 n 的二次方成正比，其机械特性如图 1-1 中曲线 3。

二次方律负载的功率 $P = \frac{T_L n}{9550} = \frac{K_T n^3}{9550}$ (1-4)

即二次方律负载的功率 P 与转速 n 的 3 次方成正比，其功率特性如图 1-2 中曲线 1。

1.1.4 与转速成正比的负载

负载转矩与转速成正比，此类负载很少，如轧钢机、辗压机属此类负载，其机械特性如图 1-1 中曲线 2，纺织机械中尚无此类负载。

此类负载的阻转矩 $T_L = K_S \cdot n$ 与转速成正比。

此类负载的功率 $P = \frac{T_L \cdot n}{9550} = \frac{K_S \cdot n^2}{9550}$ (1-5)

即功率 P 与转速 n 的二次方律成正比，其功率特性如图 1-2 中曲线 4。

1.2 纺织机械调速技术的发展

1.2.1 从恒速到变速

不少传统的纺织机械长期以来均为恒速运转,随着纺织工业的发展和市场的竞争以及人们对衣着的要求越来越多样化,对纺织生产工艺提出了更高的要求,传统的纺织机械已不能满足要求,必须更新换代。传统的细纱机、粗纱机、针织园机等主传动均由不变速运行改为变速运行,促进这一变化的主要原因有以下三方面:

1. 为提高纺织产品的质量

单机在生产多种纺织产品时,需要采用不同的速度,老式办法是靠更换传动齿轮或带轮等来完成的,存在着麻烦、费时的问题,改为变频调速后可以方便快速地变速。

随着生产速度的提升,产量的增加,纱线或织物在卷绕过程中,随着卷径的增大,轴(或辊)的转速应随之连续地降低;卷染机在收卷和放卷的过程中,卷布辊的转速也应随着卷径的增大而连续不断地降低,以便满足纱线或布张力恒定的工艺要求。细纱机、粗纱机等改为变频调速后可实现不断头或少断头。

2. 为提高纺织机械的工作效率

细纱机锭子在纱线开始卷绕(即小纱)时或卷绕即将结束(即大纱)时易断头,应降低转速,而在中纱时,则应适当地增加转速,即按照纺纱曲线运行,以提高机械工作效率。

3. 为节省能源

纺织机械和纺织生产厂家使用大量风机或泵类负载,通过变频器调节其转速来调节风量或流量的方法,与老式通过调节风门或阀门的方法相比,可明显地节能。

1.2.2 从单电动机传动到多电动机传动

由于纺织品的品种不断增加,提高纺织产品质量的要求日益增长,同时降低劳动强度的呼声也日渐增强,不少纺机由单台电动机传动改为多台电动机传动,例如传统梳棉机仅道夫是变速运行,而新型梳棉机已改为5台电动机变速传动,除道夫外,锡林、给棉罗拉、盖板清洁辊、圈条器均改为单台电动机变速传动。粗纱机也改为4台电动机分别传动锭翼、牵引罗拉、筒管和龙筋升降。涤纶短纤维后加工联合机从导丝机到4道牵伸机也由单台电动机加长边轴和齿轮变速箱传动,改为6台电动机分别传动导丝机、1、2、3和4道牵伸机以及紧张热定型机,由此大大简化了机械结构,降低了噪声,减少了占地面积,提高了车速,增加了单机产量,使更改工艺更为方便,加工产品质量得到了保证。当然采用多台电动机传动后,对各台电动机运行速度的控制要求更高,各电动机均需要同步调速或比例同步调速或位置跟随等,目前大多采用计算机控制技术和网络通信技术来实现。

1.2.3 从直流调速到交流变频调速

由于众所周知的原因,纺织机械从20世纪50年代就采用了直流调速,直到80年代末开始逐步被交流变频调速取代,到90年代中期,新设计的机型基本上都采用了交流变频调速传动。近些年,在老机改造中,不少直流电动机均已退役,目前还有约10%的直流电动机尚须改造为交流变频调速。

1.2.4 从电气传动到运动轨迹控制

传统的纺织机械电气传动电动机基本上分为三大类：一是直流电动机（含并励、他励和串励直流电动机）；二是交流异步电动机（含笼型和绕线转子异步电动机以及电磁调速异步电动机）；三是同步电动机（含永磁和励磁式同步电动机）。采用各种控制方案对电动机速度进行不同的控制，以满足各种纺织机械对运转速度的不同要求。随着纺织机械水平的发展和生产工艺对纺机设备要求的不断提高，对纺机运行速度的控制要求越来越高，越来越多样化，传统的电气传动已不能满足当今纺织机械的需要，例如：

（1）伺服电动机的应用 自动络筒机打结循环要求准确定位；精密络筒机导丝机构要求快速往复运动；喷气和剑杆等无梭织机的电子送经、电子卷取等需准确控制经纱的送出量、卷取量；平网印花机导带前后传动辊要求保持严格的同步运转；园网印花机的园网为保证园网与导带及网与网之间严格同步运转，近几年都采用了伺服电动机驱动，较好地解决了位置和速度的同步控制。

近期新推出的细纱机采用多台伺服电动机分别驱动前、中、后罗拉，钢领板升降以及集体落纱，取代了传统的齿轮传动，降低了噪声，有利于提高成纱质量和纺纱工艺参数的改变。

（2）步进电动机的应用 电脑刺绣机绣框 X、Y 方向的移动是采用两台步进电动机分别驱动，以保证刺绣图案的精细；单轴流开棉机尘棒采用步进电动机驱动，有利于尘棒位置或尘格角度的调节。此外帘子线直捻机、横动导丝机、分条整经机织轴和整经台的横移、前后移等均采用了步进电动机驱动。

（3）无刷直流电动机的应用 永磁无刷直流电动机由于结构简单、效率高、起动转矩大，在纺织机械中得到越来越广泛的应用。例如自动络筒机一锭一台无刷直流电动机驱动槽筒，使槽筒在高速运行下能迅速刹车，起动也快，很好地满足了工艺要求。另外，也有的无梭织机选用了无刷直流电动机驱动电子送经、电子卷取等。

（4）开关磁阻电动机的应用 开关磁阻电动机的结构简单、效率高、起动转矩大，容量从数百瓦到数百千瓦。小容量开关磁阻电动机在工业缝钮机上得到广泛的应用。另外，开关磁阻电动机用于剑杆织机主轴传动也取得了较好的效果。

由此可以看出，伺服电动机、步进电动机、直流无刷电动机、开关磁阻电动机等已广泛地用于纺织机械，控制各旋转轴的运动，实现转速、位置、力矩三个参数的联动控制，满足了纺织机械的精确的位置控制、速度控制和转矩控制。

运动轨迹控制技术是以电力电子技术的应用为基础，以电动机为控制对象，以现代控制理论为指导，并与检测技术和数据通信技术相结合的交叉应用技术。当今的纺织机械电气传动已发展到运动轨迹控制，即将电网、电源变换、电动机、生产机械和控制系统作为一个整体来考虑，使控制更加优化，整机的机电一体化水平得到更大的提高，同时提升了我国纺织机械在国际市场的竞争力。

1.2.5 从模拟量控制到数字量控制

20 世纪 80 年代前，大部分控制系统均采用模拟量（0~10V，4~20mA 等）作为控制信号，早期的变频器大多也采用模拟量（如 0~5V 等）控制。随着数字技术的发展，推动