

JIDIANYITIHUA XITONG
YINGYONG ANLI JINGJIE

机电一体化系统 应用案例精解

舒志兵 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

JIDIANYITIHUA XITONG
YINGYONG ANLI JINGJIE

机电一体化系统 应用案例精解

舒志兵 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书主要介绍机电一体化技术的应用实例,系统阐述构成机电一体化技术的主要内容,重点强调工业应用,剖析典型机电一体化机械系统、传感器及检测技术、伺服系统以及机电一体化中的现代控制技术。本书在介绍机电一体化系统的基本组成、原理、设计方法基础上,详细介绍了其产品组成的各个技术模块的性能特点。通过分析大量典型的机电一体化技术应用实例,系统地介绍了机电一体化系统的设计原则和技术方法,力求使读者能快速掌握机电一体化系统的设计思路与设计方法。

本书简明易懂、实用性强,可用作高等院校相关专业机电一体化方向的辅助教材,也可供从事机电一体化设计、制造的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化系统应用案例精解/舒志兵编著. —北京:中国电力出版社, 2011. 6

ISBN 978 - 7 - 5123 - 1769 - 7

I. ①机… II. ①舒… III. ①机电一体化—系统设计
IV. ①TH - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 104855 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 8 月第一版 2011 年 8 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 339 千字
印数 0001—3000 册 定价 30.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

本书是根据第六届、第七届“全国智能检测与运动控制技术会议”与会专家的建议,按照机械设计制造及自动化、电气工程自动化及自动化领域涉及的工程应用实例编写而成。

本书涉及机械结构、伺服系统、检测系统及机电一体化系统应用等内容,是机械设计制造及自动化、电气自动化及机械电子专业工程技术人员的有益参考书,通过阅读本书,可使读者能够真正了解和掌握机电一体化的重要实质及机电一体化设计的理论和方法,从而能够灵活地运用这些技术进行机电一体化产品分析、设计与开发。机电一体化是机械技术与微电子技术有机结合的产物,它包括机械技术、电子技术、自动控制技术、传感器技术等,但机电一体化并非是这些技术的简单叠加,它强调的是这些技术的相互渗透和有机结合,在某一具体的系统或产品中,取各项单项技术所长,形成优势互补,进而达到集体最优。在本书的编写过程中,注重精炼原则,将基本概念、基本理论和基本方法相结合,重点培养读者的实际应用能力。

本书读者对象为从事机电一体化研究和应用的工程技术人员,也可作为高等学校相关专业学生的辅助教材,通过学习使他们能融会贯通所学基础知识,综合分析和设计机电一体化应用系统,掌握机电一体化系统的共性理论与技术,为开发设计机电一体化产品打下基础,既对以往的图书有一定的继承性,又体现先进制造技术和机电控制技术的发展对专业培养的要求。

作者在文字叙述上力求深入浅出,循序渐进;在内容安排上既注重基础理论、基本概念的系统阐述,同时也考虑到工程设计人员的实际需要,在介绍各种应用系统时尽可能具体、实用。

本书由南京工业大学运动控制研究所舒志兵负责编写,天津大学电气与自动化工程学院吴爱国教授、上海交通大学机械学院机器人所熊振华教授、南京工程学院工程中心郁汉琪等人都对本书提出了宝贵的修改建议,在此表示衷心感谢;特别感谢中国自动化网及相关企业提供了部分案例。

南京工业大学运动控制研究所赵李霞、章杰、董科、吴亦飞、李德亮、江小玲、卢宗春、汤世松、喻刚、高延荣、王刚、张涌松等参与了本书的编写工作,全体同仁完成了修改和统稿工作。

限于我们的水平和经验,加之机电一体化系统应用的发展迅速,本书中可能存在疏漏和错误之处,敬请广大读者批评指正。

作者

目 录

前言

第1章 路斯特交流伺服系统应用案例分析	1
1.1 ServoOne 驱动器在高空的应用案例.....	1
1.2 CDE 电子凸轮在横切上的应用.....	4
1.3 一种简单可靠的机械手定位控制方法.....	6
1.4 内置 PLC 灵活实现平网印花机的多种功能.....	9
1.5 高速数控弯箍机控制系统.....	12
1.6 内置的多段顺序定位功能在集体落纱机的应用.....	14
1.7 更舒适更精准的电梯伺服应用方案.....	16
1.8 全伺服驱动控制粗纱机.....	19
1.9 多编码器伺服系统在白卡纸剪切上的运用.....	22
1.10 钢板剪切应用的高性价比伺服方案.....	23
1.11 包装机械上一种简单可靠的伺服应用方案.....	26
1.12 食品机械的高性价比伺服方案.....	27
第2章 西门子数控系统应用案例分析	29
2.1 数控系统在塑钢门窗焊清生产线设备上的应用案例.....	29
2.2 数控系统在改造数控仿形铣中自动换刀程序的设计.....	35
2.3 西门子 SIMOTION 在高速塑膜包装机上的应用.....	46
2.4 西门子 MASTERDRIVES MC 在浮法玻璃横切机中的应用.....	61
第3章 众为兴机电一体化产品应用案例分析	68
3.1 智能视觉系统在 IC 引脚外观检测上的成功应用案例.....	68
3.2 HPGL 描述语言在点胶机中的应用.....	70
3.3 ADT - 8848 在点胶机控制系统中的应用.....	71
3.4 ADT - CNC4322 在双滑台数控钻孔攻丝机上的应用.....	76
3.5 CNC4240DXF 解析功能在 NC 送料机上的应用.....	77
3.6 CNC4860 在旋转锉刀行业的应用.....	82
3.7 QS5 交流伺服器在自动激光焊接机上的应用.....	85
3.8 HC6500 数控系统在龙门式等离子切割机的应用.....	87
3.9 SCARA 机器人二维避障的智能控制算法与仿真.....	92
3.10 SCARA 机器人二维植毛/钻孔机控制系统应用.....	96
第4章 维宏机电一体化系统典型应用案例分析	98
4.1 维宏数控系统在模具雕铣机床上的应用.....	98
4.2 维宏数控系统在木工雕刻机床上的应用.....	106

4.3	维宏数控系统在五轴水切割行业的应用	109
4.4	维宏数控系统在等离子切割行业的应用	114
4.5	维宏数控系统在火焰切割行业的应用	118
4.6	维宏数控系统在激光雕刻行业的应用	122
4.7	维宏数控系统在法线追踪异型玻璃切割行业的应用	125
4.8	维宏数控系统在 CCD 视觉辅助定位机床上的应用	129
第5章	中达电通数控系统和台达伺服的应用案例	135
5.1	TNC - H4 - M 数控系统和台达伺服在轧钢辊刻花机上的应用	135
5.2	台达伺服技术在机械手控制系统中的应用	138
5.3	中达电通在自动冲床送料系统中的应用案例	142
5.4	中达电通 CNC - H4B 和台达 ASDA 伺服在折弯机上的应用	144
5.5	中达电通六轴数控系统和台达交流伺服在工业机械手臂上的应用	150
5.6	中达电通数控和伺服在点胶机上的应用	155
5.7	中达数控系统在玻璃圆角机上的应用	160
第6章	Kinco 伺服应用案例	164
6.1	Kinco 伺服控制系统在塑料圆织机上的应用	164
6.2	Kinco 伺服对贴标机带进行自动测长的应用	167
6.3	Kinco 伺服在快速煤质分析仪上的应用	172
6.4	Kinco 伺服在拉丝机上的应用	174
6.5	Kinco 伺服在铝塑泡罩包装机上的应用	177
6.6	Kinco 伺服在瓦楞纸机械上的应用	179
6.7	折弯机械 CNC 控制系统步进科技解决方案	182
第7章	TRIO 运动控制器的应用案例分析	185
7.1	TRIO 运动控制器在热转移贴标机中的应用	185
7.2	TRIO 运动控制器在塑料封切机中的应用	187
7.3	TRIO 运动控制器在点胶机行业的应用	190
第8章	贝加莱工业自动化产品应用案例分析	195
8.1	系统简介	195
8.2	B&R PCC 及 ACOPOS 伺服	196
8.3	B&R PCC 软件系统	197
8.4	设计结果	200
第9章	罗升 PLC 及伺服系统应用案例	202
9.1	罗升 TSTA 系列东元伺服在 PCB 钻孔机上的应用	202
9.2	罗升 BEIJER 人机界面及丰炜 PLC 在自动饲喂控制系统上的应用	204
9.3	罗升电气产品在八工位回转组合钻床上的应用	206
9.4	罗升伺服驱动产品精准与智能的突破	210
第10章	横河 DD 电动机应用案例	217
10.1	横河 DD 电动机在光盘制造设备上的应用	217
10.2	横河 DD 电动机平台在晶圆激光切割机的应用	221

路斯特交流伺服系统应用案例分析

路斯特 (LUST) 传动系统 (上海) 有限公司 (以下简称路斯特) 是一家全系列伺服驱动产品供应商, 其在大、重型非数控机床领域的应用已经奠定了它在这一独特细分市场的地位。

路斯特公司的产品涵盖了通用经济型、可编程型和多轴运动控制型, 功率范围从 200W~300kW。其中, 通用型适用于完成单个驱动轴的定位、速度和转矩控制; 可编程型带有内置 PLC, 从而达到简化系统配置的目的, 同时也有利于机器制造厂商、系统集成商形成和保护专有技术; 多轴运动控制型适用于需要多轴同步、联动和实时控制的应用, 如机床、印刷机械、包装机械等, 它们被广泛应用于各类产业机械和机床。

➔ 1.1 ServoOne 驱动器在高空的应用案例

1.1.1 概述

广州电视观光塔 (海心塔, 如图 1-1 和图 1-2 所示) 建在广州市海珠区赤岗塔附近, 距离珠江南岸 125m, 与海心沙岛及珠江新城隔江相望, 是一座以观光旅游为主, 具有广播电视发射、文化娱乐和城市窗口功能的大型城市基础设施, 为 2010 年在广州召开的第十六届亚洲运动会提供转播服务, 其整体高度达到 610m, 将取代加拿大的西恩塔成为世界第一高塔, 也将成为广州的新地标, 其中塔身主体 454m, 天线桅杆 156m。

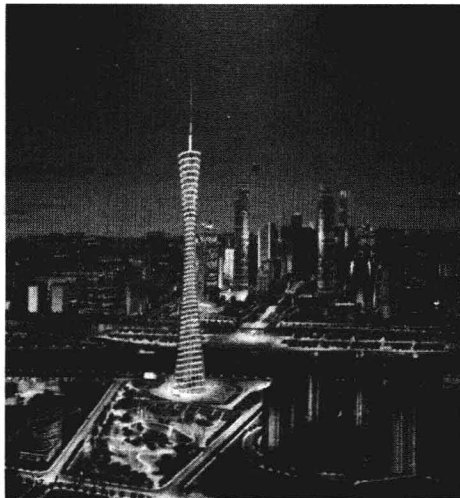


图 1-1 海心塔远景图



图 1-2 海心塔近景图

1.1.2 系统构成

卓越的性能使路斯特公司 ServoOne 驱动器在广州电视观光塔 AMD (Active Mass Damping, 主动阻尼技术) 系统的设计中脱颖而出, 同时优秀的安全性能也是 AMD 系统供应商选择 ServoOne 的重要原因。伺服驱动器作为整体 AMD 系统的重要环节, 对安全的控制至关重要。在每一个 ServoOne 驱动器内部, 都集成有一个专用于安全控制的独立 CPU 芯片, 在安全标准上满足 SIL3 的要求。

在广州电视观光塔塔身 440m 左右安装有两套风阻尼系统, 每套系统里有一台 ServoOne 驱动器。采用 110A 的 ServoOne 驱动器, 一台驱动器驱动 4 台直线电动机。上位机通过 EtherCat 总线实时控制驱动系统, 直线电动机力常数为 206N/A, 连续电流为 25Arms, 峰值电流为 50Arms, 极距为 48mm。每台配重达 60t, 行程为 4m。

由于这个项目的负载非常大, 行程也较大, 为了安全, 路斯特公司开发了一个专门的功能——基于位置的速度限幅 (见图 1-3), 以满足 AMD 系统中对电动机在不同位置时需要不同最大速度限制的要求, 以确保位于高空的超大质量体在运行的全程中受控。

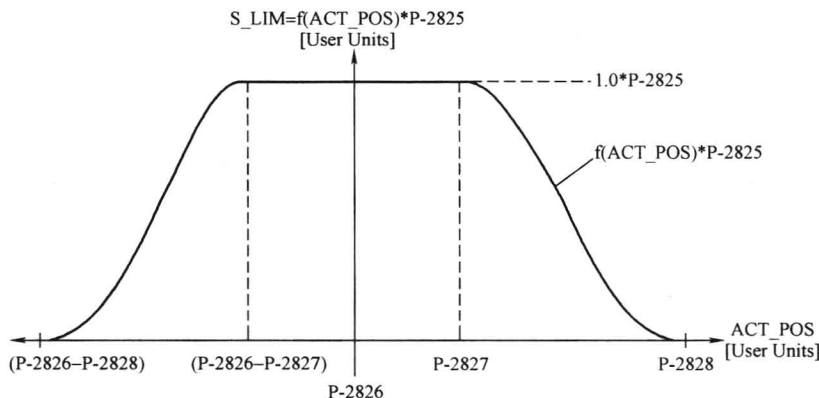


图 1-3 基于位置的速度限幅

1.1.3 控制原理

风阻尼器是高层建筑应对地震, 吸收震波的一种装置, 由吊装在楼体中上部一个几百吨重的大铁球通过传动装置经由弹簧、液压装置吸收楼体的振动, 达到抗震的目的。一旦建筑物因强风产生摇晃, 可以通过传感器传至风阻尼器, 此时风阻尼器的驱动装置会控制配重物的动作进而降低建筑物的摇晃程度。其运作原理就像身处摇晃小船上的人, 将身体朝小船晃动的反方向移动, 来取得平衡, 这种技术叫气动阻尼技术, 即 AMD。

通过引入风阻尼器, 将能使强风时加在建筑物上的加速度 (重力) 降低 40% 左右。另外, 风阻尼器也可以降低强震对建筑物, 尤其是建筑物顶部的冲击。

一般来说, 在正常的风压状态下, 距地面高度为 10m 处, 如风速为 5m/s, 那么在 90m 的高空, 风速可达到 15m/s。若高达 300~400m, 风力将更加强大, 即风速达到 30m/s 以上时, 大楼会产生晃动。

目前世界各地的很多超高层建筑都装有风阻尼器。上海环球金融中心则是中国大陆第一个安装风阻尼器的建筑, 上海环球金融中心是在 90 层安装了两台用来抑制建筑物由于强风引起摇晃的风阻尼器, 此风阻尼器是由国外的公司来承建的。

1.1.4 功能特点

ServoOne 伺服驱动产品支持大量的运动控制功能,其高速通信、微秒级的同步精度使之从众多伺服驱动产品中脱颖而出,成就了面向多轴应用的新一代高端伺服驱动器。与 C-line 产品相比, ServoOne 不仅更加模块化,而且全面地实现了面向用户及新技术的国际标准。特别是它强大的通信功能、所采用的微处理器以及存储器更为产品的未来提供了充分的保障。能满足当今精密数控机床、多辊印刷机械、包装生产线、注塑机等的技术要求。图 1-4 所示为 ServoOne 伺服驱动产品。

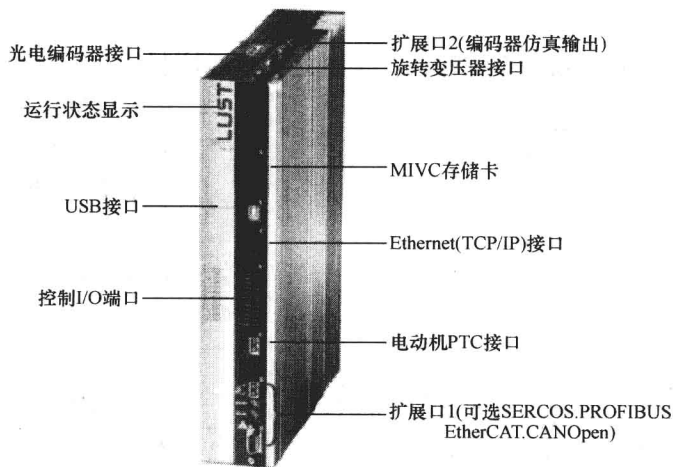


图 1-4 ServoOne 伺服驱动产品

(1) 硬件。其硬件包括高性能 32 位微处理器、32 位安全技术专用微处理器 (为实现 IEC61508 采用的冗余技术)、MMC 存储卡、公共直流母线组态、模块化设计、内置 EMC 滤波器和制动单元。

(2) 软件。支持 IEC61131 运动控制模块库,用户编程采用 PLC Open,符合 IEC61508 软件安全的要求。

(3) 通信。可选多种通信方式,如 SERCOS、PROFIBUS-DP、EtherCAT 180M b/s CANOpen 等方式。

同步精度可达微秒级,可通过 EtherCAT (TCP/IP) 或者 USB 接口,进行远程控制,故障诊断与在线监控。

(4) 编码器。支持标配旋转变压器和光电编码器接口,如 TTL、SinCos、SSI、EnDat2.1/2.2、Hyperface。

1.1.5 结论

作为伺服驱动领域的专业公司,路斯特公司拥有伺服驱动的核心技术,为不同应用领域提供标准的伺服驱动产品,同时像广州电视观光塔 AMD 项目一样,路斯特公司也向客户提供了基于客户要求的定制型伺服驱动器,使客户得以实现系统或设备的最大价值。路斯特公司的企业宗旨就是一个以用户为导向的,以技术立本的现代化企业。

➔ 1.2 CDE 电子凸轮在横切上的应用

1.2.1 概述

在印刷后道裁单张、带色标切，金属加工的开卷校平线上有定长裁切、瓦楞纸横切、造纸后道裁切等裁切系统中都会用到 CDE3000 伺服驱动器的 CAM 功能，采用伺服裁切的方式被称为电子轴裁切，也叫 Cross Cutter。这里以瓦楞纸横切为例，对 CDE3000 的 CAM 功能做简单介绍。

1.2.2 系统构成

图 1-5 所示的瓦楞纸横切系统构成一个独立的裁切控制伺服系统，由 CDE3000、同

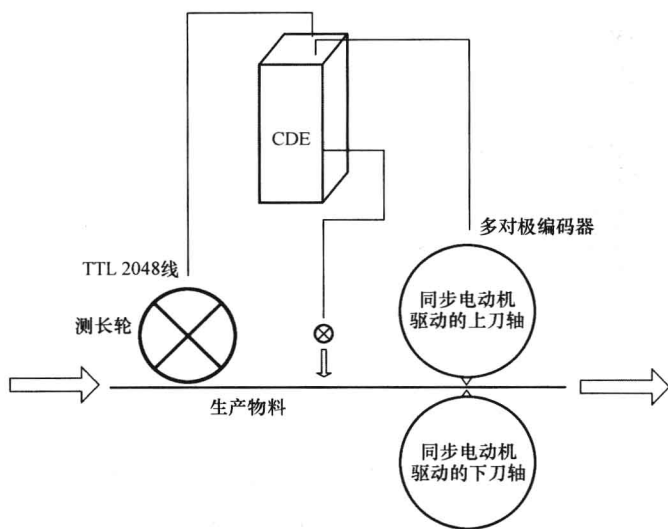


图 1-5 瓦楞纸横切系统

步电动机及主编码器等部件组成。其中 CDE 带有 CAM 功能完成裁切曲线，并可以通过 RS-232 或 CAN 总线连接生产管理系统 HMI。

1.2.3 控制原理

1. 定义

裁切长度为 L ，刀辊周长为 C ，裁切线速度为 V 。

2. 速度同步

通常为了保证裁切的精度，在刀尖与裁切的纸张进行接触时，必须保证刀尖的线速度与纸的线速度一致，才不会因为速度差而造成对裁切品的搓拉

错位造成误差。

3. 编码器输入

线速度测量的编码器可以直接接入到 CDE 的 X7，与伺服电动机的编码器在驱动器内部进行直接比较，由于是在驱动器内直接比较，因此系统的响应速度非常快。

4. 电子凸轮曲线 CAM

如图 1-6~图 1-8 所示，在刀辊的周长上被划分为同步区域和非同步区域，设置了同步起始位置、切割位置、同步结束位置、参考点位置、加速位置，这些都是根据线速度 V 和裁减长度 L 、刀辊周长 C 等由系统自动计算的结果。

CDE 的 CAM 支持高达 6 阶的曲线描绘能力，使得系统曲线光滑平稳，无冲击，保障了裁切的精度和机械系统的最小冲击。

5. 裁切工况

- (1) 当 $L < C$ 时，则裁切完成后，刀辊加速运行等待第二次裁切。
- (2) 当 $L = C$ 时，则系统按照匀速加工，可以理解为电子凸轮曲线的阶次为 0。
- (3) 当 $C < L < 2C$ 时，则在裁切完成后，刀辊减速运行等待第二次裁切。

(4) 当 $L > 2C$ 时, 则在裁切完成后, 刀辊减速运行直到停在原点, 等待第二次裁切。

应用效果: 在瓦楞纸横切中可以达到 120m/min 的裁切速度, 裁切精度达到 $\pm 0.5\text{mm}$, 速度则根据客户应用情况不同而不同, 衡量裁切系统速度的指标主要集中在对最小裁切尺寸的裁切速度上, 而在这个方面 CDE 的表现也是非常优秀的。

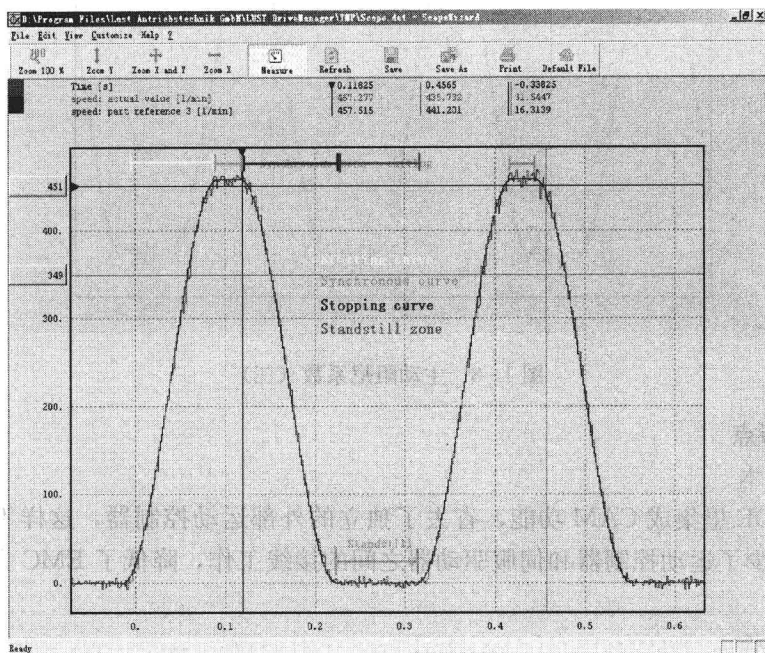


图 1-6 主动阻尼系数 (一)

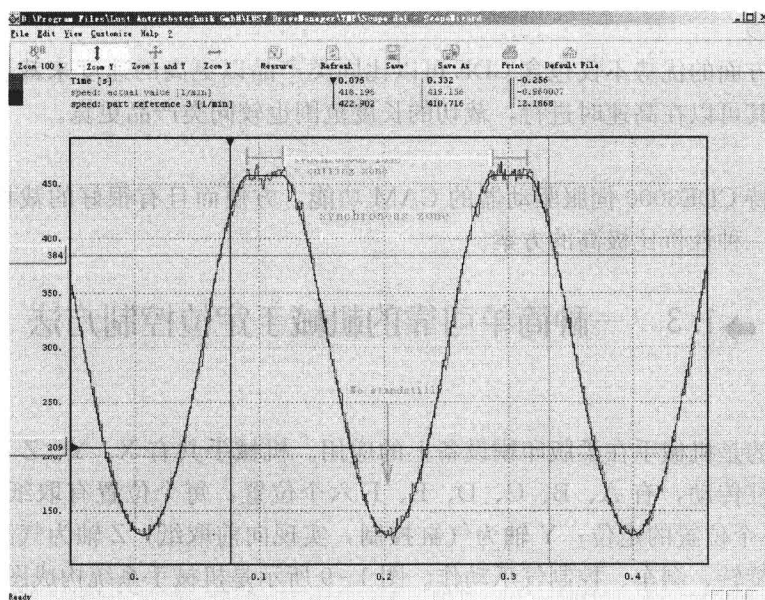


图 1-7 主动阻尼系数 (二)

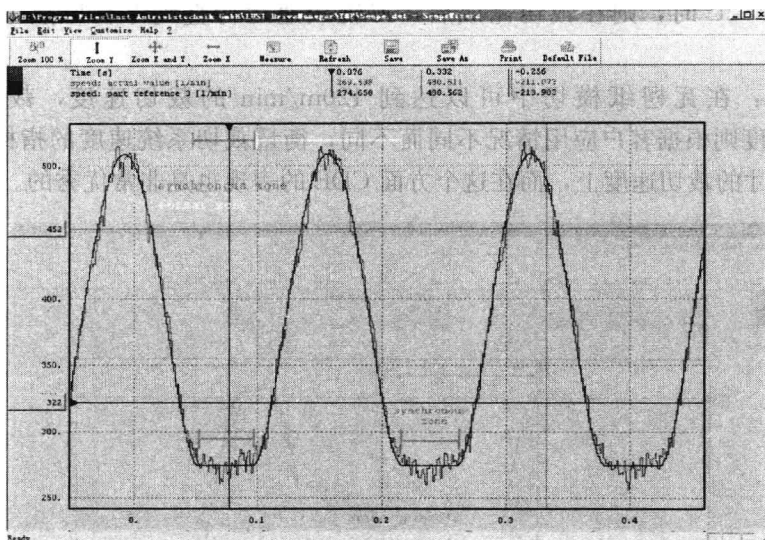


图 1-8 主动阻尼系数 (三)

1.2.4 功能特点

1. 降低成本

通过在 CDE 里集成 CAM 功能,省去了独立的外部运动控制器,这样不仅降低了硬件成本,还减少了运动控制器和伺服驱动器之间的接线工作,降低了 EMC 方面出现问题的可能性。

2. 生产柔性

通过设定裁切尺寸,系统自动计算运动曲线,从而实现一个刀辊对不同尺寸的裁切,配合生产管理系统实现订单间的连续无缝切换,最大限度减少废纸板的产生。

3. 生产速度

生产速度方面的优势不仅包含 CDE 可以比同类产品以更高的速度来裁切,而且也包括订单切换使其可以在高速时进行,裁切的长度范围也较同类产品更宽。

1.2.5 结论

利用路斯特 CDE3000 伺服驱动器的 CAM 功能,方便而且有很好的裁切精度,为裁切应用提供了一种性价比极高的方案。

➡ 1.3 一种简单可靠的机械手定位控制方法

1.3.1 概述

此处介绍的是机械手在柔版印刷设备上的应用。机械手共有 X、Y、Z 三轴, X 轴为伺服控制,丝杠传动,有 A、B、C、D、E、F 六个位置,每个位置有取纸位和放纸位,因此要实现 12 个位置的走位; Y 轴为气缸控制,实现向前取纸; Z 轴为气缸控制,可以上升、下降、旋转、刹车、控制气爪动作。图 1-9 所示是机械手系统构成图。

1.3.2 控制原理

部分触摸屏画面如图 1-10~图 1-12 所示。

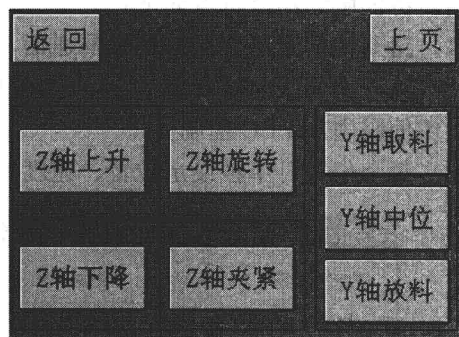
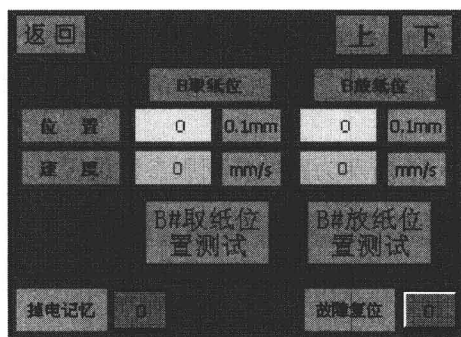
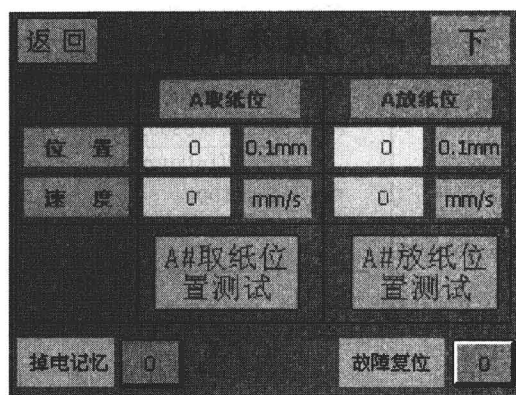
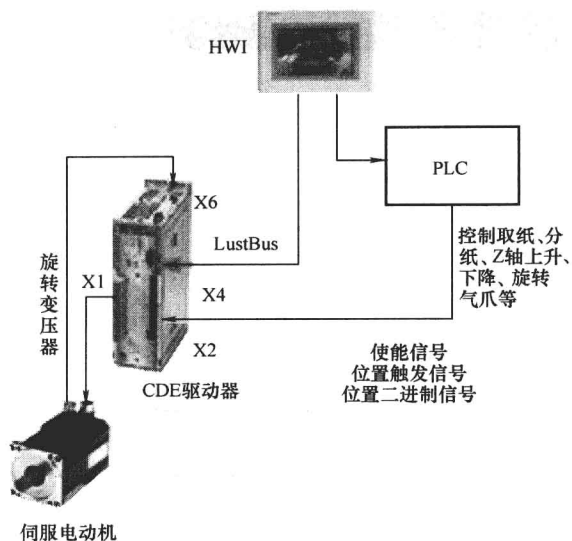
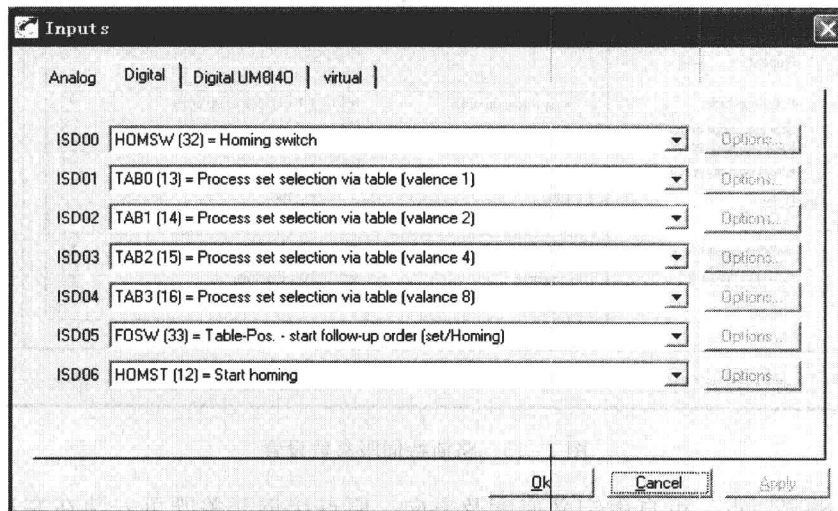


图 1-11 “伺服参数 2”画面

图 1-12 “调模状态 1”画面

伺服输入/输出点定义如图 1-13 和图 1-14 所示。



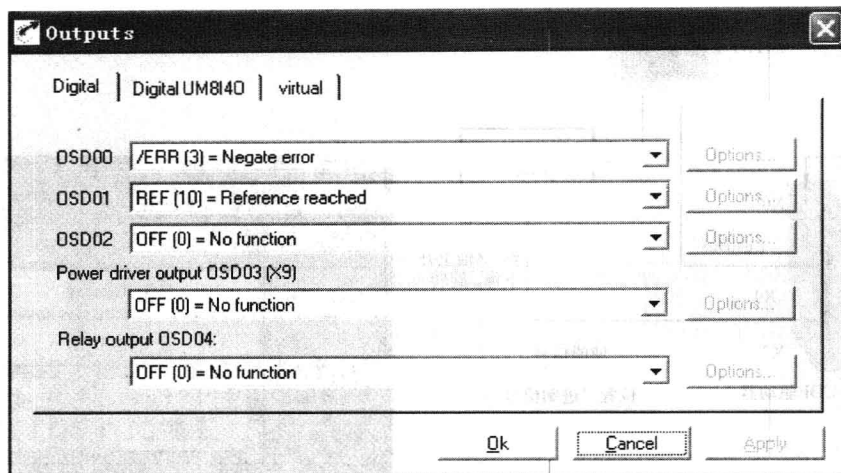


图 1-14 输出点定义

1.3.3 功能特点

路斯特伺服的功能特点如下：

- (1) 路斯特伺服可直接与触摸屏通信，进行数据监控。
- (2) 路斯特伺服内部有多达 16 个位置的驱动参数表。要记忆更多的位置，如 32 个，还可以用伺服内部 PLC 控制。
- (3) 每个位置可单独设定位置、速度。图 1-15 所示为路斯特伺服参数设置。

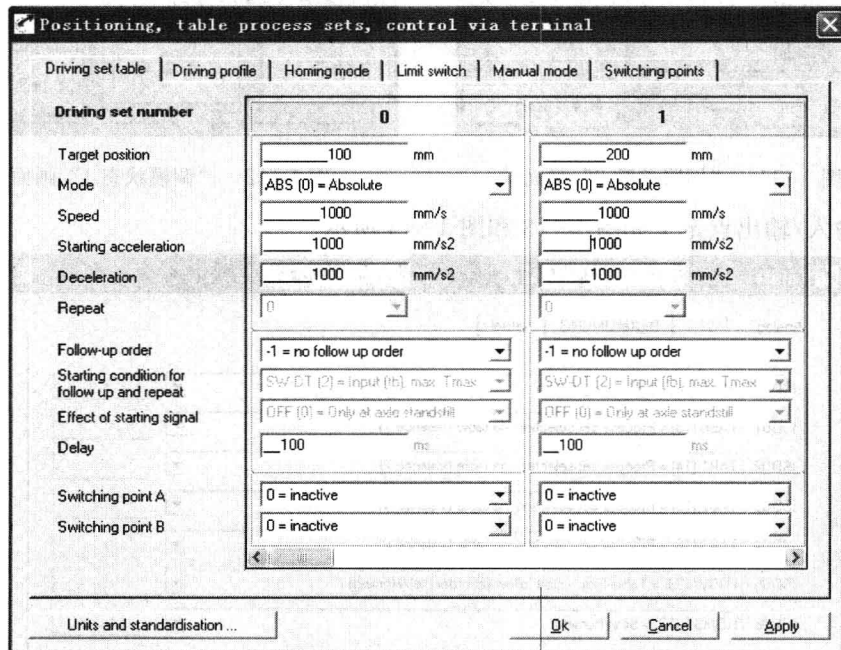


图 1-15 路斯特伺服参数设置

- (4) X 轴寻原点，可自由定义速度及方向。原点接近开关既可安装在左边，也可安

装在右边。

(5) 除在硬件上设置限位开关,还可以在伺服内部设置软件限位,实现双重保护。图 1-16 所示为在伺服内部设置软件限位。

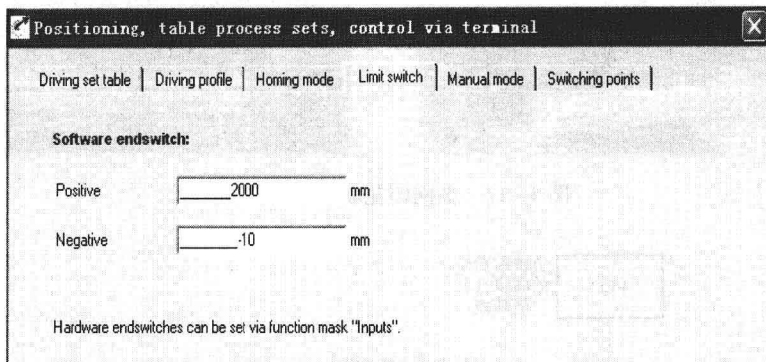


图 1-16 伺服内部软件限位的设置

1.3.4 结论

在路斯特公司 C-line 伺服驱动平台中, CDE3000 上承 CDD3000 (多用途可编程型伺服驱动器), 下启 CDB3000 (专用异步伺服驱动器), 功率范围为 0.375~90kW, 电流为 2.2~170A。路斯特伺服系统的应用领域很广泛, 产品主要应用在各种生产机械和生产线上, 例如, 橡塑机械、纺织机械、包装机械、医疗机械、金属加工机械、光碟机、印制电路板插装与制作、高速真空泵及压缩机、食品加工等。

➡1.4 内置 PLC 灵活实现平网印花机的多种功能

1.4.1 概述

印花工序是将染料或颜料配置成色浆 (染料+糊料+化学药剂), 在织物上按预先设定的花样图案上染, 并进行织物烘干, 使其获得各色花纹图案的过程, 常用印花设备有辊筒印花机、平网印花机和圆网印花机等。

平网印花机由进布装置、对中装置、印花单元、水洗装置、导带驱动装置、机身提升装置、烘干机等组成, 印花织物由进布装置粘贴在沿径向循环运行的印花导带上, 经对中装置导入印花单元; 印花时, 导带静止, 印花装置的筛网下降, 刮印器 (刮刀) 刮印, 刮印完毕, 筛网提升, 织物随导带向前移动一个花回 (筛网中花纹的长度), 进入下一个印花单元; 印花结束后, 由水洗装置清洗导带, 印好的织物由导带送入烘干机烘干后, 以叠布方式导出落入布车。根据工艺和用户需求, 每台平网印花联合机一般配有 8~16 套印花单元, 图 1-17 所示是平网印花联合机的实物图, 图 1-18 所示是平网印花机系统网络图。

1.4.2 控制原理

1. 触摸屏画面 (见图 1-19)

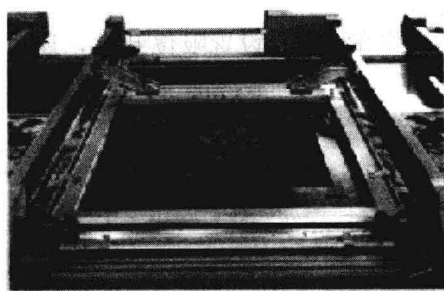


图 1-17 平网印花联合机的实物图

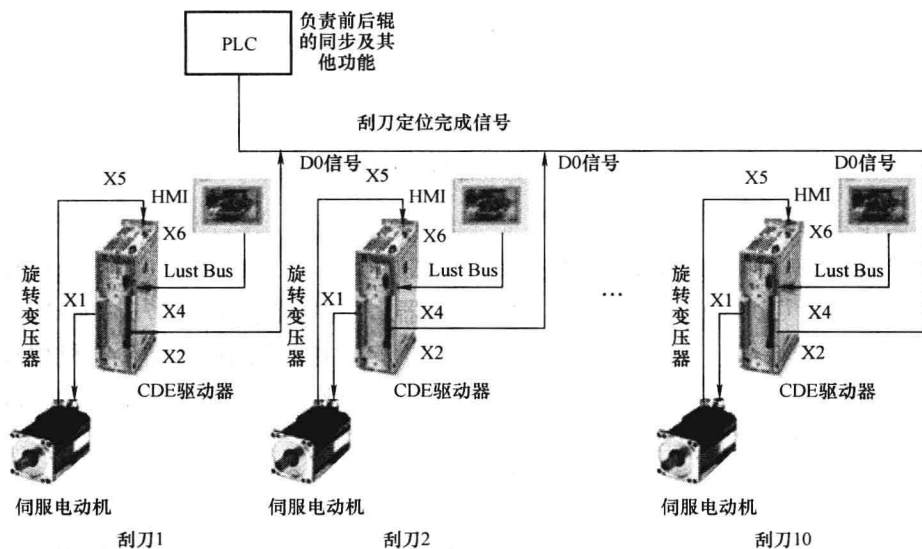


图 1-18 平网印花机系统网络图

2. 自动功能

N080 JMP (M010 = 1) N084

N081 JMP (M011 = 1) N124

N084 JMP (IS01 = 1) N086

N085 JMP N004

N086 SET M013 = 0

N087 SET OS00 = 0

N088 SET H004 = 0

N089 SET C000 = 0

N090 JMP N092

N091 WAIT H005

N092 GO W A H011 V H007

N093 GO W R H021 V H025

N095 SET M011 = 1

N096 SET M010 = 0

```

N097 SET C000 + 1
N098 SET H004 = C000
N099 JMP (H004 ! = H003) N103
N100 SET M013 = 1
N101 SET OS00 = 1
N102 JMP N004
N103 WAIT H006
N104 GO W A H010 V H008
N105 GO W R H020 V H025
N106 SET M010 = 1
N107 SET M011 = 0
N108 SET C000 + 1
N109 SET H004 = C000
N110 JMP (H004 ! = H003) N091
N111 SET M013 = 1
N112 SET OS00 = 1
N113 JMP N004

```

3. 记忆功能

```

N215 JMP (M000 = 1) N217
N216 JMP N004
N217 GO V H009
N218 JMP (M040 = 1) N220
N219 JMP N217
N220 STOP 0
N221 SET H010 = ACTPOS
N222 SET M010 = 1
N223 SET M011 = 0
N224 SET M000 = 0
N225 SET M040 = 0
N227 JMP N004

```

1.4.3 功能特点

功能特点如下:

- (1) 可以设定铺浆速度和刮印速度。
- (2) 可以设定次数,并显示当前次数。
- (3) 伺服驱动器内置 PLC,省去外部 PLC。方便又可靠,还节省成本。
- (4) 可以记忆 A 端和 B 端的位置。
- (5) 有换刀功能,减少冲击。可以设定换刀距离和速度。
- (6) 有手动功能,方便调机。
- (7) 寻原点非常方便,可定义原点类型和速度等。