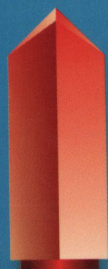


国产数控系统品牌推广系列



# 华中数控系统 电气联接与控制手册

唐小琦 徐建春 编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

国产数控系统品牌推广系列

# 华中数控系统 电气联接与控制手册

唐小琦 徐建春 编著



机械工业出版社

本书总结了大量数控系统实际应用的实践经验。全书共分 10 章,以华中数控系统为例,分别针对数控单元、进给驱动单元及进给电动机、主轴驱动单元及主轴电动机等,详细介绍了各功能部件的工作原理、特性、电气设计、参数设置、运行与调整、PLC 编程等实用技术手段、方法等。

本书适合作为从事数控机床设计、使用、调试、维修等各类工程技术人员的培训和参考书,也可作为高等工科院校和高等职业院校机械制造、机电一体化、数控技术等专业的参考教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

华中数控系统电气联接与控制手册/唐小琦,徐建春  
编著. —北京:机械工业出版社,2012.9  
(国产数控系统品牌推广系列)  
ISBN 978-7-111-39076-3

I. ①华… II. ①唐… ②徐… III. ①数控机床—数  
控系统—电气控制系统—技术手册 IV. ①TG659-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 154261 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:李万宇 责任编辑:李万宇  
版式设计:纪敬 责任校对:刘志文  
责任印制:张楠  
北京四季青印刷厂印刷  
2012 年 10 月第 1 版第 1 次印刷  
169mm×239mm·26.25 印张·510 千字  
0001—3000 册  
标准书号:ISBN 978-7-111-39076-3  
定价:56.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
策划编辑 (010) 88379732

电话服务

社服务中心:(010) 88361066

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 88379203

网络服务

教材网:<http://www.cmpedu.com>

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

制造业是国民经济的主体，中国要实现“成为世界制造中心”的愿望，必须不断地提高自身制造业的技术水平与设备的数控化率。

随着数控技术的快速发展，普通机械设备日益被高效率、高精度的数控机械设备所代替，作为“工业母机”的数控机床则是数控机械设备的典型代表。特别是 21 世纪以来，我国数控机床的数量、品种急剧增加，应用范围迅速扩大，数控技术全面普及，在这种背景下，企业急需大批掌握数控系统与产品应用相关技术的技术人员。

数控系统作为数控机床的“大脑”，是数控机床的核心，包括了数控单元、进给驱动系统、主轴驱动系统以及测量检测装置等子系统。其应用涉及部件选型、电气设计、电磁兼容设计、机床精度测量与补偿、进给与主轴驱动系统的特性调整与优化、PLC 编程等多个环节。在较短的时间内掌握数控系统的基本原理与应用技巧，是数控技术得以推广的关键，也是各企业数控机床电气工程师的关注要点。

基于此目的，本书以武汉华中数控股份有限公司多个系列的主流产品为阐述对象，系统介绍了数控系统各相关功能部件的工作原理、主要特性；应用于数控机床时的选型与设计要点；整机调试与 PLC 编程的内容与方法。本书力求让读者能够在较短的时间内对数控系统有一个全面的了解，基本掌握数控机床电气控制部分的设计与调试方法，并应用于实际工作当中。

本书虽然是以华中数控系统为例介绍机床数控系统的电气联接与控制，但包含了大量的实践经验，特别是有关工作原理、接口特性、电磁兼容设计、整机调试、PLC 设计等方面的内容，对于数控系统的维护、维修，以及其他数控系统的应用也非常有帮助。

本书适合作为从事数控机床设计、使用、调试、维修等各类工程技术人员的培训和参考书，也可作为高等工科院校和高等职业院校机械制造、机电一体化、数控技术等专业的参考教材。

限于编者的水平，加上数控技术日新月异的发展，许多问题还有待探讨，本书的谬误与不妥之处在所难免，恳请读者不吝赐教，提出宝贵意见。

本书中涉及的相关产品，由于改进、升级的需要，部分参数等难免发生变化而与本书内容不完全一致，但技术内容参考价值不变，还请读者谅解。

# 目 录

## 前言

### 第1章 开放体系结构的华中数控系统

- 1.1 数控技术的发展趋势 ..... 1
- 1.2 开放体系结构的华中数控系统的特点 ..... 4

### 第2章 华中世纪星系列数控单元

- 2.1 概述 ..... 5
- 2.2 华中世纪星系列数控单元硬件体系结构 ..... 5
- 2.3 世纪星 HNC-18/19 系列数控单元 ..... 7
  - 2.3.1 世纪星 HNC-18/19 系列数控单元功能 ..... 7
  - 2.3.2 世纪星 HNC-18/19 系列数控单元技术指标 ..... 11
  - 2.3.3 世纪星 HNC-18/19 系列数控单元规格 ..... 12
  - 2.3.4 世纪星 HNC-18/19 系列数控单元接口 ..... 14
  - 2.3.5 世纪星 HNC-18/19 系列数控单元接口定义 ..... 15
  - 2.3.6 世纪星 HNC-18/19 系列数控单元外观尺寸及安装形式 ..... 21
- 2.4 世纪星 HNC-21/22 系列数控单元 ..... 22
  - 2.4.1 世纪星 HNC-21/22 系列数控单元功能 ..... 22
  - 2.4.2 世纪星 HNC-21/22 系列数控单元技术指标 ..... 26
  - 2.4.3 世纪星 HNC-21/22 系列数控单元规格 ..... 26

- 2.4.4 世纪星 HNC-21/22 系列数控单元接口 ..... 28
- 2.4.5 世纪星 HNC-21/22 系列数控单元接口定义 ..... 30
- 2.4.6 世纪星 HNC-21/22 系列数控单元外观尺寸 ..... 33
- 2.5 选择附件 ..... 35
  - 2.5.1 手持单元 ..... 35
  - 2.5.2 PLC I/O 端子板 ..... 35
  - 2.5.3 PLC 继电器端子板 ..... 36
- 2.6 华中世纪星系列数控单元接口电气特性 ..... 37
  - 2.6.1 电源接口 ..... 37
  - 2.6.2 供电要求 ..... 37
  - 2.6.3 键盘口 ..... 40
  - 2.6.4 USB 口 ..... 40
  - 2.6.5 以太网口 ..... 40
  - 2.6.6 RS232 串口 ..... 40
  - 2.6.7 轴脉冲指令接口 ..... 40
  - 2.6.8 轴编码器反馈接口 ..... 42
  - 2.6.9 主轴模拟指令接口 ..... 43
  - 2.6.10 开关量输入/输出 ..... 43
- 2.7 华中世纪星系列数控单元选型方法 ..... 47
  - 2.7.1 选择数控单元 ..... 47
  - 2.7.2 选择辅助功能及选件 ..... 47
  - 2.7.3 其他 ..... 47

### 第3章 华中 HSV 系列全数字交流伺服进给驱动系统

- 3.1 概述 ..... 48
- 3.2 HSV-160 全数字交流伺服

驱动单元 .....	48	驱动单元接口定义 .....	68
3.2.1 HSV-160 全数字交流伺服 驱动单元硬件体系结构 .....	48	3.4.5 HSV-18D 全数字交流伺服 驱动单元接口配置 .....	73
3.2.2 HSV-160 全数字交流伺服 驱动单元特点 .....	50	3.4.6 HSV-18D 全数字交流伺服 驱动单元制动电阻的连接 与选用 .....	75
3.2.3 HSV-160 全数字交流伺服 驱动单元的控制方式 .....	50	3.4.7 HSV-18D 全数字交流 伺服驱动单元外观尺寸 .....	75
3.2.4 HSV-160 全数字交流伺服 驱动单元的技术指标 .....	51	3.5 GK6 系列交流永磁同步 伺服电动机 .....	77
3.2.5 HSV-160 全数字交流伺服 驱动单元接口定义 .....	52	3.5.1 GK6 系列交流永磁同步 伺服电动机原理简介 .....	77
3.2.6 HSV-160 全数字交流伺服 驱动单元接口配置 .....	56	3.5.2 GK6 系列交流永磁同步 伺服电动机特点 .....	78
3.2.7 HSV-160 全数字交流伺服 驱动单元安装尺寸 .....	58	3.5.3 GK6 系列交流永磁同步 伺服电动机技术指标 .....	78
3.3 HSV-162 全数字交流伺服 驱动单元 .....	59	3.5.4 GK6 系列交流永磁同步 伺服电动机接口规范 .....	79
3.3.1 HSV-162 全数字交流伺服 驱动单元的特点 .....	59	3.5.5 GK6 系列交流永磁同步 伺服电动机外观尺寸 .....	80
3.3.2 HSV-162 全数字交流伺服驱 动单元的 3 种控制方式 .....	60	3.6 华中 HSV 系列全数字 交流伺服进给驱动系统 电气特性 .....	83
3.3.3 HSV-162 全数字交流伺服 驱动单元技术指标 .....	60	3.6.1 电源接口 .....	83
3.3.4 HSV-162 全数字交流伺服 驱动单元接口定义 .....	61	3.6.2 供电要求 .....	84
3.3.5 HSV-162 全数字交流伺服 驱动单元接口配置 .....	64	3.6.3 开关量接口 .....	84
3.3.6 HSV-162 全数字交流伺服 驱动单元外观尺寸 .....	64	3.6.4 轴脉冲指令接口 .....	85
3.4 HSV-18D 全数字交流 伺服驱动单元 .....	66	3.6.5 轴编码器反馈输入接口 .....	86
3.4.1 HSV-18D 全数字交流伺服 驱动单元特点 .....	66	3.6.6 模拟指令输入接口 .....	87
3.4.2 HSV-18D 全数字交流伺服驱 动单元的 5 种控制方式 .....	67	3.6.7 模拟指令输出接口 .....	88
3.4.3 HSV-18D 全数字交流伺服 驱动单元的技术指标 .....	67	3.6.8 位置反馈输出接口 .....	88
3.4.4 HSV-18D 全数字交流伺服		3.6.9 编码器 Z 信号集电极开路 输出接口 .....	89
		3.7 选型方法 .....	89
		3.7.1 伺服驱动单元型号 .....	89
		3.7.2 进给电动机型号 .....	90
		3.7.3 选型原则 .....	90
		3.7.4 电源电缆 .....	90

3.7.5 推荐配置表 .....	91	电气特性 .....	111
<b>第4章 HSV-18S系列全数字 交流伺服主轴驱动系统</b>		4.4.2 主轴光电编码器输入接 口电气特性 .....	112
4.1 概述 .....	98	4.4.3 主轴光电编码器输出接 口电气特性 .....	112
4.2 HSV-18S系列全数字交流 伺服主轴驱动单元 .....	98	4.4.4 模拟指令输入接口 电气特性 .....	114
4.2.1 HSV-18S系列全数字交流 伺服主轴驱动单元硬件 体系结构 .....	98	4.4.5 开关量输入接口电气 特性 .....	115
4.2.2 HSV-18S系列全数字交流 伺服主轴驱动单元 的特点 .....	99	4.4.6 开关量输出接口电气 特性 .....	115
4.2.3 HSV-18S系列全数字交流 伺服主轴驱动单元的 4种控制方式 .....	99	<b>4.5 HSV-18S系列全数字 交流伺服主轴驱动系统 选型方法 .....</b>	<b>116</b>
4.2.4 HSV-18S系列全数字交流 伺服主轴驱动单元技术 指标和规格 .....	100	4.5.1 主轴驱动单元型号 .....	116
4.2.5 HSV-18S系列全数字交流伺服 主轴驱动单元外观尺寸 .....	105	4.5.2 主轴电动机型号 .....	116
4.3 GM7系列交流伺服主轴 电动机 .....	107	4.5.3 选型原则 .....	117
4.3.1 GM7系列交流伺服主轴 电动机原理简介 .....	107	4.5.4 电源电缆 .....	117
4.3.2 GM7系列交流伺服主轴 电动机特点 .....	107	4.5.5 推荐配置表 .....	118
4.3.3 GM7系列交流伺服主轴 电动机技术规范 .....	107	<b>第5章 华中数控系统的 电气设计</b>	
4.3.4 GM7系列交流伺服主轴 电动机规格 .....	108	5.1 概述 .....	120
4.3.5 GM7系列交流伺服主轴 电动机接口介绍 .....	110	5.1.1 设计原则 .....	120
4.3.6 GM7系列交流伺服主轴 电动机外观尺寸 .....	110	5.1.2 常用文字与图形符号 .....	121
4.4 HSV-18S系列全数字 交流伺服主轴驱动 系统电气特性 .....	111	5.2 数控单元与进给驱动单元 的连接 .....	121
4.4.1 驱动单元脉冲指令接口		5.2.1 数控单元与步进电动机 驱动单元的连接 .....	121
		5.2.2 数控单元与脉冲式接口 伺服单元的连接 .....	124
		5.3 数控单元与主轴驱动 单元的连接 .....	128
		5.3.1 与主轴控制相关的 输入/输出开关量 .....	128
		5.3.2 主轴启停 .....	130
		5.3.3 主轴速度控制 .....	131
		5.3.4 主轴定向控制 .....	132

5.3.5	主轴换档控制	132
5.3.6	主轴编码器连接	133
5.3.7	主轴连接实例——普通 三相异步电动机	134
5.3.8	主轴连接实例——交流 变频主轴	135
5.3.9	主轴连接实例——伺服 驱动主轴	136
5.4	数控单元与 PLC I/O 单元的连接	138
5.5	数控单元与手持单元的 连接	140
5.5.1	连接标准手持单元	140
5.5.2	连接用户自制手持单元	144
5.6	数控单元与外设的连接	144
5.6.1	连接外部计算机	144
5.6.2	与以太网的连接	145
5.6.3	连接 U 盘	146
5.6.4	连接 CF 扩展卡	147
5.7	急停与超程解除	147
5.7.1	概述	147
5.7.2	相关接口介绍	148
5.7.3	HNC-18/19 系列数控单元的急 停与超程解除电气设计	148
5.7.4	HNC-21/22 系列数控单元的急 停与超程解除电气设计	150
5.8	电磁兼容性(EMC)设计	151
5.8.1	电磁兼容性的主要内容	151
5.8.2	接地技术	152
5.8.3	电网干扰抑制	158
5.8.4	防止被干扰	162
5.8.5	防止产生干扰	164
5.8.6	综合设计指南	167

## 第6章 华中数控系统机床电气 控制电路设计实例

6.1	数控车床系统设计 举例——TK6140	171
-----	------------------------	-----

6.1.1	系统简介	171
6.1.2	总体框图	172
6.1.3	输入输出开关量定义	173
6.1.4	电气原理图简介	179
6.2	数控铣床系统设计 举例——XK714	187
6.2.1	系统简介	187
6.2.2	总体框图	188
6.2.3	输入输出开关量定义	189
6.2.4	电气原理图简介	192

## 第7章 参数设置

7.1	数控单元参数设置	203
7.1.1	概述	203
7.1.2	在系统软件内查看与设置 参数	205
7.1.3	采用专用软件查看与设置 参数	212
7.1.4	参数详细说明	217
7.2	进给驱动单元参数设置	236
7.2.1	概述	236
7.2.2	查看与设置参数	237
7.2.3	参数详细说明	245
7.3	主轴驱动单元参数设置	261
7.3.1	概述	261
7.3.2	查看与设置参数	262
7.3.3	参数详细说明	270

## 第8章 运行与调整

8.1	运行前检查	287
8.1.1	接线检查	287
8.1.2	电源检查	287
8.1.3	设备检查	287
8.2	试运行	288
8.2.1	通电	288
8.2.2	参数设置	288
8.2.3	外部状态检查	290
8.2.4	接通驱动单元动力电源	295

8.3	PLC 调试 .....	299
8.3.1	PLC 调试的内容 .....	300
8.3.2	PLC 调试的过程 .....	300
8.3.3	PLC 调试的方法 .....	301
8.4	连接机床调试 .....	301
8.4.1	确认机床超程限位开关 有效 .....	301
8.4.2	进给调试 .....	301
8.4.3	确认机床参考点开关 有效 .....	302
8.4.4	主轴调试 .....	303
8.4.5	其他 .....	304
8.5	机床误差补偿 .....	304
8.5.1	准备工作 .....	304
8.5.2	反向间隙补偿 .....	305
8.5.3	螺距误差补偿 .....	305

## 第9章 华中世纪星数控单元的 PLC 编程

9.1	概述 .....	308
9.2	世纪星数控单元 PLC 工具 软件简介 .....	308
9.2.1	标准 PLC 编辑及编译 所需的文件 .....	308
9.2.2	标准 PLC 程序的编辑 .....	308
9.2.3	标准 PLC 程序的编译 .....	315
9.2.4	标准 PLC 程序里增加、 减少信号及更改信号 名称的操作 .....	315
9.3	世纪星数控单元 C 语言 编程简介 .....	320
9.3.1	PLC 程序的结构组成 .....	320
9.3.2	函数介绍 .....	321
9.3.3	变量介绍 .....	323
9.3.4	常用语句介绍 .....	334
9.3.5	数控机床常见过程的 实现 .....	350

## 第10章 注意事项及必备 图表资料

10.1	使用前注意事项 .....	371
10.1.1	安全告示 .....	371
10.1.2	开箱检查 .....	373
10.1.3	部件结构 .....	374
10.1.4	安装形式 .....	374
10.1.5	环境要求 .....	376
10.2	设备型号 .....	377
10.2.1	数控单元 .....	377
10.2.2	进给驱动单元 .....	378
10.2.3	主轴驱动单元 .....	379
10.2.4	进给电动机 .....	379
10.2.5	主轴电动机 .....	380
10.3	外观尺寸 .....	380
10.3.1	数控单元 .....	380
10.3.2	进给驱动单元 .....	383
10.3.3	主轴驱动单元 .....	386
10.3.4	进给电动机 .....	387
10.3.5	主轴电动机 .....	387
10.3.6	手持单元 .....	387
10.3.7	输入输出端子板 .....	392
10.4	接口定义 .....	393
10.4.1	数控单元 .....	393
10.4.2	进给驱动单元 .....	393
10.4.3	主轴驱动单元 .....	406
10.4.4	进给电动机 .....	406
10.4.5	主轴电动机 .....	406
10.4.6	手持单元 .....	406
10.4.7	输入输出端子板 .....	407
参考文献	.....	409



# 第 1 章 开放体系结构的华中数控系统

## 1.1 数控技术的发展趋势

进入 20 世纪 90 年代以来，数控技术不断采用计算机、控制理论等领域的最新技术成果，使其朝着高速化、高精化、复合化、智能化、高柔性化及结构开放化等方向发展。

为了满足数控机床发展需要，数控系统技术必须实现根本性变革：由有限的开放式体系结构向通用型、全开放式、全闭环控制模式发展；在集成化基础上，数控系统实现超薄型、超小型化；在智能化基础上，综合计算机、多媒体、模糊控制、神经网络等多学科技术，实现高速、高精、高效控制，加工过程中可以自动修正、调节与补偿各项参数，实现在线诊断和智能化故障处理；在网络化基础上，CAD/CAM 与数控系统集成为一体，实现机床联网和中央集中控制的群控加工。

### 1. 体系结构开放化、柔性化

随着制造业的发展，中小批量生产的趋势日益增强，对数控机床的柔性和通用性提出了更高的要求，希望能满足不同加工需求，能迅速高效、低成本地构筑面向用户的控制系统，并大幅度降低维护和培训成本，同时还要求具有网络功能，以适应未来车间面向任务和订单的生产组织和管理模式。为此，近 10 年来，随着计算机技术的飞速发展，各种不同层次的开放式数控系统应运而生并且快速发展。

开放式体系结构数控系统是开放式、高性能、智能化、网络化数控系统的通称。其核心是开放式，即系统各模块与运行平台的无关性、系统中各模块之间的互操作性和人机界面及通信接口的统一性。开放式体系结构使数控系统有更好的通用性、柔性、适应性、扩展性，并向智能化、网络化方向发展。数控系统向通用计算机即开放式体系结构方向的发展已成为不可抗拒的潮流，并将成为最具生命力的技术平台。开放式体系结构数控系统的基本特点就是：系统互换性（interchangeability）、可伸缩性（scalability）、可移植性（portability）、互操作性（interoperability）和可扩展性（expandability）。

现代开放式数控系统的体系结构技术要求：采用通用型开放式闭环控制模式，采用通用计算机组成总线式、模块化、开放式体系结构，利用开放式的数控

技术软硬件平台，通过重构、编辑，系统的组成视需要可大可小，便于裁剪、扩展和升级；功能可专用也可通用，可组成不同档次、不同类型、不同集成程度的数控系统；功能价格比可调，可集成用户的技术诀窍等。

柔性化包含两方面：一方面是数控系统本身的柔性，数控系统采用模块化设计，功能覆盖面大，满足不同用户的需求；另一方面是群控系统的柔性，同一群控系统能依据不同生产流程的要求，使物料流和信息流自动进行动态调整，从而最大限度地发挥群控系统的效能。

### 2. 高速、高精、高效化

数控系统必须满足制造装备高速、高精、高效化的要求，而高可靠是制造装备运行的基本保证，因此控制系统必须解决高速运算技术、超高速通信技术、高速主轴技术、高分辨率位置检测技术、高响应数字伺服控制技术、高可靠性技术。

1) 采用位数、频率更高的高速 CPU 芯片、RISC 芯片、多 CPU 控制系统，以提高系统的运算速度和数据处理能力，即提高插补运算的速度和精度。

2) 数控系统插补和补偿方式多样化：多种插补方式如直线插补、圆弧插补、圆柱插补、空间椭圆曲面插补、螺纹插补、极坐标插补、NURBS 插补（非均匀有理 B 样条插补）、样条插补、多项式插补等；多种补偿功能如间隙补偿、垂直度补偿、象限误差补偿、螺距和测量系统误差补偿、与速度相关的前馈补偿、温度补偿、带平滑接近和退出以及相反点计算的刀具半径补偿等。

3) 采用带高分辨率绝对式检测元件的全数字交流伺服系统和直线电动机伺服进给方式，提高动态响应速度。

4) 采用前馈控制技术，使跟踪误差大大减小，改善拐角切削的加工精度。

5) 数控机床应采用电主轴，实现主轴电动机与机床主轴一体化。

### 3. 控制智能化

现代数控系统是一个高度智能化的系统，为满足制造业生产柔性化、制造自动化的发展需求，数控系统应具有模拟、延伸、扩展智能行为的知识处理能力，在以下几个方面必须实现智能化。

1) 高速加工时引入提前预测和预算功能、动态前馈功能，在压力、温度、位置、速度控制等方面采用模糊控制，提高数控系统的控制性能，从而达到最佳控制的目的。

2) 加工过程自适应控制。通过监测加工过程中的刀具磨损、破损、切削力、主轴功率等信息并反馈，利用传统或现代的算法进行调节运算，实时修调加工参数或加工指令，使设备处于最佳运行状态，以提高加工精度、工件表面质量以及设备运行的安全性。例如：数控电火花成型机床的自适应控制是利用基于模糊逻辑的自适应控制技术，实现自动控制和优化加工参数；在电火花数控系统

中,用专家系统代替操作人员进行加工过程监控,从而降低了对操作者具备专门技能的要求。

3) 加工参数的智能优化与选择。将专家或技工的经验、切削加工的一般规律与特殊规律,按人工智能中知识表达的方式建立知识库存入系统中,以加工工艺参数数据库为支撑,建立专家系统,并通过它提供经过优化的切削参数,使加工系统始终处于最优和最经济的工作状态,从而达到提高编程效率和加工工艺技术水平、缩短生产准备时间的目的。

4) 故障自诊断功能。故障诊断专家系统是诊断装置发展的最新动向,在整个工作状态中,应随时对 CNC 系统本身以及与其相连的各种设备进行自诊断、检查,为数控设备提供一个包括二次监测、故障诊断、安全保障和经济策略等方面的智能诊断及维护决策信息集成系统。采用智能混合技术,一旦出现故障时,立即采用停机等措施,并进行故障报警,提示发生故障的部位、原因等。还可以自动使故障模块脱机,并接通备用模块,以确保无人化工作环境的要求。

5) 智能化交流伺服驱动装置。能自动识别负载,并自动调整参数的智能化伺服系统,包括智能主轴交流驱动单元和智能化进给伺服驱动单元。这种驱动单元能自动识别电动机及负载的转动惯量、负载转矩,并自动对控制系统参数进行优化和调整,使驱动系统获得最佳运行效果。

#### 4. 交互可视化

为了使设备易操作、易维修,数控系统应该实现:用户界面图形化,通过窗口和菜单进行操作,便于蓝图编程和快速编程、三维彩色立体动态图形显示、图形模拟、图形动态跟踪和仿真、不同方向的视图和局部显示比例缩放功能的实现;计算可视化,使信息交流不再局限于用文字和语言表达,而可以直接使用图形、图像、动画等可视信息,使系统满足参数自动设定、刀具补偿和刀具管理数据的动态处理和显示以及加工过程的可视化仿真和自动编程设计等;数控编程自动化,CAD/CAM 图形交互式自动编程和 CAD/CAPP/CAM 集成的全自动编程是数控技术发展的新趋势。

#### 5. 通信网络化

为了实现机床联网,实现中央集中控制的群控加工,数控系统应该有强大的网络功能,通过联网,可在任何一台机床上对其他机床进行编程、设定、操作、运行,不同机床的画面可同时显示在每一台机床的屏幕上,可进行远程控制和无人化操作,可实现信息共享。实现多种通信协议,既满足单机需要,又能满足 FMC、FMS、CIMS 对基层设备的要求,以满足形成“全球制造”的基础单元的需要。

## 1.2 开放体系结构的华中数控系统的特点

华中数控系统采用了以工业 PC 机为硬件平台，以 DOS、Windows 系统及其丰富的支持软件为软件平台的技术路线，具有质量好、性价比高、新产品开发周期短、系统维护方便、系统更新换代和升级快、系统配套能力强、开放性好、便于用户二次开发和集成等许多优点。华中数控系统操作界面的操作习惯和编程语言是按国际通用的数控系统设计的，国外系统所运行的 G 代码数控程序基本不需修改，便可在华中数控系统上使用。同时，华中数控系统采用全中文用户界面，提供完善的在线帮助功能，便于用户学习和使用。系统提供类似高级语言的宏程序功能，具有三维仿真校验和加工过程图形动态跟踪功能，图形显示形象直观，操作、使用方便容易。与 SIMENSE、FANUC 的数控系统相比较，华中数控系统在功能上毫不逊色，在价格上更为低廉，在维护和更新换代方面更为方便。

纵观国际上数控技术的发展趋势，PC 数控（即以工业 PC 机为硬件平台的数控系统）的技术路线是目前的主要潮流。国外 PC-NC 主要在原 NC 上增扩 PC，用于图形、通信和大容量存储，如 FANUC 16、SIMENSE 840、美国 AB9360 等；另一种在 PC 上扩充带 DSP 处理器的控制卡，如 FANUC Open 4、美国 Delta Tau 的 PMAC 等。相比之下，华中数控系统比较彻底地贯彻了 PC-NC 的技术路线，以“PC + 软件”来完成全部的 NC 功能，因而以国外低档数控系统的价格，实现了国外高档数控系统的功能，具有优良的性价比。因此，由国家组织的专家鉴定会认为，华中数控系统是具有我国特色的高性能数控系统，是一项重大的科研成果，具有国际先进水平。

华中数控系统的特点在于：

- 1) 基于通用工业 PC，以软代硬，避“硬”重“软”，硬件最简，易于生产组织。
- 2) 自主版权、PC 兼容、系统开放，可充分利用 PC 资源，易于升级与派生，利于发展延续。
- 3) 0.1 $\mu\text{m}$ 、24m/min 的高精、高速控制。
- 4) 技术成套，提供交流伺服驱动和交流伺服电动机配套。
- 5) 模块化好、集成度高。
- 6) 性价比高，功能与国外高档数控系统相当，价格远低于国外高档数控系统。

## 第 2 章 华中世纪星系列数控单元

### 2.1 概述

开放式、网络化已成为当代数控系统发展的主要趋势。华中世纪星数控单元是采用工业计算机（IPC）作为硬件平台的开放式体系结构，充分利用 PC 软、硬件的丰富资源，通过软件技术的创新实现数控技术的突破，通过工业 PC 的先进技术和低成本保证数控系统的高性价比和可靠性，并通过充分利用通用工业 PC 已有的软硬件资源和分享计算机领域的最新成果，如大容量存储器、高分辨率彩色显示器、多媒体信息交换、联网通信等技术，可以伴随 PC 技术的发展而发展，从而长期保持技术上的优势。世纪星系列数控单元是具有 4 通道、16 控制轴、9 轴联动/通道的中高档数控系统，主要包括世纪星 HNC-18/19 系列、HNC-21/22 系列数控单元，内置嵌入式工业 PC，配置 5.7in 到 10.4in 单色或彩色液晶显示屏和通用工程面板，集成进给轴接口、主轴接口、手持单元接口、内嵌式 PLC 接口于一体，支持 CF 卡、电子盘等程序存储方式以及 USB 盘、DNC、以太网等程序交换功能。

华中世纪星系列数控单元以其性价比高、新产品开发周期短、系统维护方便、配套能力强、开放性好以及便于用户二次开发和集成等优点，广泛应用于车、铣、加工中心、车铣复合、磨、锻、齿轮、仿形、激光加工、纺织机械、玻璃机械、医疗机械等设备，满足了用户对低价格、高性能、运行可靠等数控单元产品的要求。

### 2.2 华中世纪星系列数控单元硬件体系结构

华中世纪星数控单元硬件体系结构如图 2-1 所示。

华中世纪星数控单元是基于工业 PC（IPC）的具有开放式体系结构的数控单元，由工业 PC 及自主设计的 CNC 控制板组成。数控单元主要包括下列功能接口：

- 1) 驱动接口：用于连接各种脉冲式接口伺服驱动系统和步进驱动系统。
- 2) I/O 接口：包括开关量 I/O 接口、模拟式 I/O 接口和脉冲式 I/O 接口，用于连接机床的开关量输入/输出、MCP 和 MDI 键盘接口电路、主轴单元接口电

路、手摇脉冲发生器等部件。

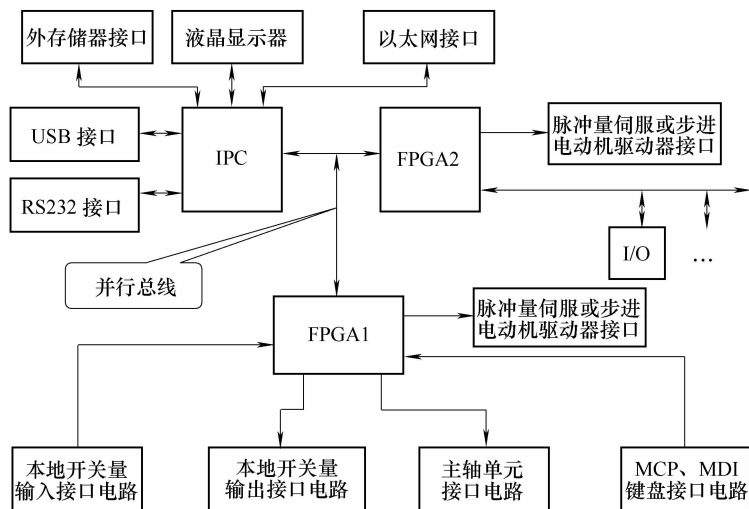


图 2-1 华中世纪星数控单元硬件体系结构

3) 网络接口：实现与 CAD/CAM、FMS/CIMS 和企业 Intranet 互连。

数控单元硬件核心部件 IPC 采用具有 PC104 总线 Intel586 以上的工控机，板上集成了一个 IDE 硬盘接口，一个双向并行口，一个 RS232 串行口，键盘口，鼠标口，一个 VGA 接口，一个 72-Pin. SIMM 插槽（可装 8MB、16MB、32MB、64MB 内存条），而且还集成了网络接口、LCD 显示接口，一个 Flash Rom 插座（最大可装 72MB Flash Rom）。

数控单元采用 5.7in 及以上的液晶显示屏，8MB Flash ROM（可扩至 72MB）程序断电存储，16MB RAM（可扩至 64MB）加工缓冲区，配备 CF 卡，可装载和存储大容量加工程序，具有巨量程序加工能力，不需 DNC，可直接加工高达 2GB 的 G 代码程序，利用以太网、RS232 等接口可轻松实现机床联网。

数控单元的 MCP 和 MDI 键盘接口电路、进给轴接口电路、主轴接口电路都集成在一块大电路板上——世纪星 CNC 主板。其核心器件是 ACTEL 公司的 FPGA 芯片——A42MX09、A42MX16。A42MX09 片内集成了一万门逻辑门，A42MX16 片内集成了一万五千门逻辑门，依靠内部的逻辑单元及它们的连接构成复杂的逻辑电路，实现多级逻辑功能。

不同用户在实际使用中会搭配不同数量的进给驱动装置，如果数控单元都具有最大数量的接口当然可以被不同用户所使用，但成本和价格就会提高，单个用户必须付出更多费用，而且某些接口也许永远用不上，造成极大的资源浪费。针对这一情况，世纪星系列数控单元采用双 FPGA 设计。