



高职高专先进制造技术规划教材



SIEMENS数控铣床编程与实训

侯先勤 马勇强 杨海琴 编著

教学课件在线下载

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



清华大学出版社

高职高专先进制造技术规划教材

SIEMENS 数控铣床编程与实训

侯先勤 马勇强 杨海琴 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以 SIEMENS 系统为基础,详细讲解了数控机床的操作方法及编程方法。第 5 章至第 11 章为实训,每个实训都按照数控机床的实际使用情况,通过实训分析、基点坐标、实训操作、实训总结的方式进行表述,每个程序都以表格的形式(程序+注释)详细清晰地编写出来,并且都通过了数控机床的验证。为了适应自动编程的需要,第 8 章至第 10 章分别讲解了 Mastercam、Pro/E、UG 的自动编程及专门针对 SIEMENS 系统的后置处理,第 11 章还专门讲解了数控仿真软件的操作方法。

本书可作为高职高专、中等职业技术学校数控加工、模具制造、机电类专业的实训教材,也可作为数控铣床技术工人中级工、高级工、技师、高级技师的培训教材以及从事数控加工的工程技术人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

SIEMENS 数控铣床编程与实训/侯先勤,马勇强,杨海琴编著. —北京:清华大学出版社,2010.1
(高职高专先进制造技术规划教材)

ISBN 978-7-302-21521-9

I. S… II. ①侯… ②马… ③杨… III. 数控机床:车床-程序设计-高等学校:技术学校-教材
IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 215723 号

责任编辑:许存权 张丽萍

封面设计:刘 超

版式设计:牛瑞瑞

责任校对:王 云

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20.75 字 数:475 千字

(附光盘 1 张)

版 次:2010 年 1 月第 1 版

印 次:2010 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:36.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:032956-01

出版说明

时代背景

随着我国经济社会的发展、机械自动化程度的提高和数控技术的进一步更新,企业和用人单位对技能型人才的数量和结构提出了更高的要求,同时也对毕业生提出了更高的要求,这对高职教育在新的历史条件下的发展提出了新挑战。为适应形势的发展,进一步提高我国高等职业教育的质量,增强高等职业院校服务经济社会发展的能力,强化职业院校学生实践能力和职业技能的培养,切实加强学生的生产实习和社会实践,大力推行“工学结合、校企合作”的人才培养模式,加速技能型人才的培养,实现“国家 653 工程”,为我国制造业输送先进的制造技术人才,尽快使我国成为制造业强国,我们特推出这套与时俱进的系列教材。

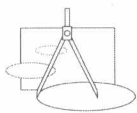
编写目的

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。教学改革以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,真正具有高职高专教育特色、符合目前技术发展要求的教材极其匮乏,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,根据教育部要求,通过推荐、招标及遴选,我们组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师以及相关行业的工程师,成立了“高职高专先进制造技术规划教材”编写队伍,充分吸取高职高专和企业培训方面取得的成功经验和教学成果,结合“工学结合、校企合作”的人才培养模式,以“任务驱动”的方式,推出这批切合当前教育改革需要的、高质量的、面向就业实用技术的“高职高专先进制造技术规划教材”。

系列教材

本系列教材主要书目:

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| ● 《机械制造技术》 | ● 《数控机床维修与维护》 |
| ● 《机械设计技术》 | ● 《FANUC 数控车床编程与实训》 |
| ● 《机械制图》 | ● 《FANUC 数控铣床编程与实训》 |
| ● 《数控加工工艺与编程》 | ● 《SIEMENS 数控车床编程与实训》 |
| ● 《Mastercam 数控编程》 | ● 《SIEMENS 数控铣床编程与实训》 |



- 《模具 CAD/CAM (UG)》
- 《模具 CAD/CAM (Pro/E)》
- 《数控机床操作技能及实训》
- 《塑料材料与成型加工》
- 《冷冲压工艺与模具设计》
- 《数控车床编程与实训》
- 《UG NX5 中文版编程基础与实践教程》
- 《UG NX5 中文版设计基础与实践教程》
- 《UG NX6 基础教程》
- 《Pro/E Wildfire 4 基础教程》
- 《计算机绘图——AutoCAD 2008 应用教程》
- 《机械制图习题集》

.....

.....

教材特点

1. 按照“工学结合、任务驱动”的要求进行教材结构与内容的安排，符合当前职业教育的改革方向。
2. 在教材结构上打破传统教材以知识体系编排的方式，真正做到“必需、够用”。
3. 内容实用，容易上手，操作性强。有“任务分析”、“相关知识”、“任务实施”、“任务总结”、“课堂训练”、“知识拓展”等特色内容。在关键处还有“注意”、“技巧”等提示内容。
4. 以 Step by Step 方式讲解实训实例，使学生学得会、学得快、学得通、学得精。
5. 配有助学课件，辅助教学。

读者定位

本套教材是依据教育部最新教改要求编写而成的，可作为高职高专机械、机电、模具、数控等相关专业的教学用书，独立院校、中职院校教学也可参照选用，还可供相关行业的工程技术人员参考。

教材编委会 于清华园

前 言

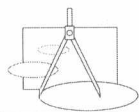
本系列教材是依据高职高专职业学校、技工学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案和国家颁布的数控技术应用专业教学大纲编写的。全套教材以技能实训为主,分别涉及目前数控机床的主流操作系统(FANUC 系统,SIEMENS 系统,华中系统的车、铣、加工中心),以及主流的自动编程软件(Mastercam、Pro/E、UG)等,讲解中将理论与实践充分结合,旨在培养既有一定的理论知识,又能编制加工程序,同时能熟练操作数控机床的实用型人才。

本书以 SIEMENS 系统为基础,详细讲解了加工工艺、编程指令、SIEMENS 数控铣床及加工中心的基本操作,第 5 章至第 11 章全部都是实训,每个实训都按照数控机床的实际使用情况,通过实训分析、基点坐标、实训操作、实训总结的方式进行表述,每个程序都以表格的形式(程序+注释)详细清晰地编写出来,并且都通过了数控机床的验证。为了适应自动编程的需要,第 8 章至第 10 章分别讲解了 Mastercam、Pro/E、UG 的自动编程及专门针对 SIEMENS 系统的后置处理。第 11 章还专门讲解了数控仿真软件的操作方法,使读者在实际使用数控机床之前首先通过仿真认识并熟悉数控机床,最大限度地减少因经验不足而误操作导致设备的损坏,同时操作人员自身的安全也得到了保障。

本书内容

全书共分 11 章,内容完整,由浅入深,层层剖析。在阐明基本加工原理的同时又为读者推荐好的加工方法和加工经验。主要内容介绍如下:

- 第 1 章 数控铣床及加工中心基础知识。
- 第 2 章 数控铣床及加工中心加工工艺。
- 第 3 章 切削原理。
- 第 4 章 数控铣床及加工中心编程基础知识。
- 第 5 章 数控铣床及加工中心编程指令。
- 第 6 章 数控铣床及加工中心综合编程实训。
- 第 7 章 SIEMENS 802D 系统数控操作。
- 第 8 章 Mastercam X2 数控铣削加工实训。
- 第 9 章 Pro/E 4.0 数控铣削加工实训。
- 第 10 章 UG 6.0 数控铣削加工实训。
- 第 11 章 SIEMENS 802D 系统仿真操作。



读者对象

本书语言简洁，层次清晰，实例丰富、经典，步骤详细，适合作为高职高专、中等职业技术学校数控加工、模具制造、机电类专业的实训教材，也可作为数控铣床技术工人中级工、高级工、技师、高级技师的培训教材以及从事数控加工的工程技术人员的参考用书。

本书光盘

随书配送的多媒体光盘包含全书所有实例的源文件和视频演示文件 (*.avi)，可以帮助读者更加形象直观、轻松自如地学习本书。

本书编委

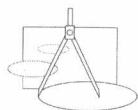
侯先勤、马勇强、杨海琴、孙志泰、陈国兴、刘宏利、张继先、陈海燕、曹广余、谷红、贺向清、李新茜、宋莉、苏红兵、叶正英、张美荣、张永强、赵亚利、鲁俊兴、王茂森、龚建军、张周鹏。

由于编写时间较为仓促，书中难免会有疏漏和不足之处，恳请广大读者提出宝贵意见。如有问题可以通过电子邮件 hjywzpx888@126.com 与编者联系。

编 者

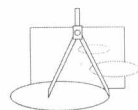
目 录

第 1 章 数控铣床及加工中心基础知识	1
1.1 数控机床基本概念	2
1.1.1 机床概述	2
1.1.2 相关知识	2
1.2 数控机床分类	5
1.2.1 分类概述	5
1.2.2 相关知识	5
1.3 数控铣床及加工中心的组成及分类	9
1.3.1 分类概述	9
1.3.2 相关知识	9
1.4 数控铣床及加工中心的功能与特点	14
1.4.1 功能概述	14
1.4.2 相关知识	14
1.5 数控铣床及加工中心的插补原理	15
1.5.1 插补概述	15
1.5.2 相关知识	16
1.6 刀具半径补偿原理	19
1.6.1 刀补概述	19
1.6.2 相关知识	19
1.7 本章精华回顾	21
第 2 章 数控铣床及加工中心加工工艺	22
2.1 切削对象及加工方法	23
2.1.1 切削对象概述	23
2.1.2 相关知识	23
2.2 数控加工工艺	24
2.2.1 工艺概述	24
2.2.2 相关知识	24
2.3 工件的定位与找正	29
2.3.1 定位概述	29
2.3.2 相关知识	30
2.4 数控铣床及加工中心的夹具	32



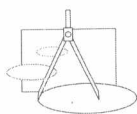
2.4.1 夹具概述.....	32
2.4.2 相关知识.....	32
2.5 数控铣床及加工中心的刀具.....	35
2.5.1 刀具概述.....	35
2.5.2 相关知识.....	35
2.6 本章精华回顾.....	42
第3章 切削原理.....	43
3.1 数控铣床及加工中心切削参数的选择.....	44
3.1.1 切削概述.....	44
3.1.2 相关知识.....	44
3.2 常用材料的切削性能.....	46
3.2.1 切削性能概述.....	46
3.2.2 相关知识.....	47
3.3 切削刀具材料.....	47
3.3.1 机床概述.....	47
3.3.2 相关知识.....	48
3.4 切削液.....	51
3.4.1 机床概述.....	51
3.4.2 相关知识.....	51
3.5 本章精华回顾.....	54
第4章 编程基础知识.....	55
4.1 数控铣床及加工中心的编程概述.....	56
4.1.1 编程概述.....	56
4.1.2 相关知识.....	56
4.2 程序的结构与格式.....	59
4.2.1 程序结构概述.....	59
4.2.2 相关知识.....	59
4.3 数控铣床及加工中心坐标系.....	63
4.3.1 坐标系概述.....	63
4.3.2 相关知识.....	64
4.4 数控铣床及加工中心功能指令.....	67
4.4.1 编程概述.....	67
4.4.2 相关知识.....	68
4.5 本章精华回顾.....	76
第5章 编程指令.....	78
5.1 坐标系及坐标尺寸指令.....	79
5.1.1 坐标指令概述.....	79



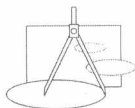


5.1.2 相关理论	79
5.2 插补指令	84
5.2.1 插补指令概述	84
5.2.2 相关理论	85
5.3 螺纹指令	96
5.3.1 螺纹指令概述	96
5.3.2 相关理论	96
5.4 循环指令	99
5.4.1 循环指令概述	99
5.4.2 相关理论	100
5.5 特殊指令功能	132
5.5.1 特殊指令概述	132
5.5.2 相关理论	132
5.6 参数编程	137
5.6.1 参数编程概述	137
5.6.2 相关理论	138
5.7 本章精华回顾	143
第 6 章 综合编程实训	144
6.1 基本指令编程实训	144
6.1.1 基本指令编程实训一	144
6.1.2 基本指令编程实训二	150
6.2 子程序编程实训	153
6.2.1 子程序编程实训一	153
6.2.2 子程序编程实训二	157
6.3 坐标指令编程实训	160
6.3.1 坐标指令编程实训一	160
6.3.2 坐标指令编程实训二	163
6.4 循环指令编程实训	166
6.4.1 钻孔循环指令编程实训一	166
6.4.2 钻孔循环指令编程实训二	169
6.4.3 铣削循环指令编程实训三	172
6.4.4 混合实训四	174
6.5 参数编程实训	178
6.5.1 椭圆台加工实训	178
6.5.2 抛物线加工实训	181
6.5.3 槽轮加工实训	185
6.6 综合实训	189

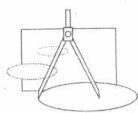




6.6.1	凸轮	189
6.6.2	分层加工实训	193
第 7 章	SIEMENS 802D 系统数控操作	199
7.1	SIEMENS 802D 系统数控铣床操作面板	200
7.1.1	界面概述	200
7.1.2	相关知识	200
7.2	SIEMENS 802D 系统数控铣床操作	204
7.2.1	操作概述	204
7.2.2	相关知识	204
7.3	本章精华回顾	211
第 8 章	Mastercam X2 数控铣削加工实训	212
8.1	Mastercam X2 模块简介	213
8.1.1	模块概述	213
8.1.2	相关知识	213
8.2	Mastercam X2 设计与加工特点	213
8.2.1	特点概述	213
8.2.2	相关知识	214
8.3	Mastercam X2 加工流程	215
8.3.1	加工流程概述	215
8.3.2	相关知识	216
8.4	Mastercam X2 的用户界面	217
8.4.1	界面概述	217
8.4.2	相关知识	218
8.5	Mastercam X2 数控加工实训	220
8.5.1	实训案例	220
8.5.2	实训目的	221
8.5.3	加工分析	221
8.5.4	加工流程	221
8.5.5	实训操作过程	221
8.5.6	实训总结	238
8.6	本章精华回顾	238
第 9 章	Pro/E 4.0 数控铣削加工实训	239
9.1	Pro/E 4.0 模块简介	240
9.1.1	模块概述	240
9.1.2	相关知识	240
9.2	Pro/E 4.0 设计与加工特点	241



9.2.1	特点概述	241
9.2.2	相关知识	241
9.3	Pro/E 4.0 铣削加工流程	243
9.3.1	流程概述	243
9.3.2	相关知识	243
9.4	Pro/E 4.0 数控模块启动与操作界面	245
9.4.1	界面概述	245
9.4.2	相关知识	246
9.5	Pro/E 4.0 数控加工实训	249
9.5.1	实训案例	249
9.5.2	实训目的	249
9.5.3	加工分析	250
9.5.4	加工流程	250
9.5.5	实训操作过程	250
9.5.6	实训总结	269
9.6	本章精华回顾	269
第 10 章	UG 6.0 数控铣削加工实训	270
10.1	UG 6.0 模块简介	271
10.1.1	模块概述	271
10.1.2	相关知识	271
10.2	UG NX 6.0 设计与加工特点	273
10.2.1	特点概述	273
10.2.2	相关知识	274
10.3	UG NX 6.0 铣削加工流程	275
10.3.1	流程概述	275
10.3.2	相关知识	275
10.4	UG NX 6.0 数控模块启动与操作界面	276
10.4.1	界面概述	276
10.4.2	相关知识	277
10.5	UG NX 6.0 数控加工实训	280
10.5.1	实训案例	280
10.5.2	实训目的	280
10.5.3	加工分析	281
10.5.4	加工流程	281
10.5.5	实训操作过程	281
10.5.6	实训总结	296
10.6	本章精华回顾	296



第 11 章	SIEMENS 802D 系统仿真操作	297
11.1	SIEMENS 802D 系统仿真界面	298
11.1.1	界面概述	298
11.1.2	相关知识	298
11.2	SIEMENS 802D 系统操作方法	302
11.2.1	操作方法概述	302
11.2.2	相关知识	302
11.3	仿真下程序的处理	312
11.3.1	仿真程序概述	312
11.3.2	相关知识	312
11.4	本章精华回顾	317

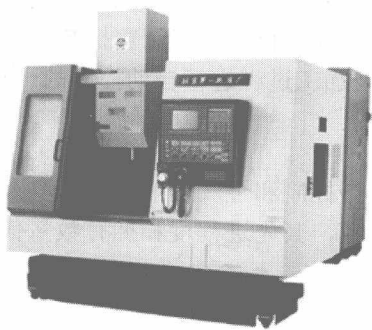


第1章 数控铣床及加工中心基础知识

普通机床已有近两百年的历史，随着电子技术、计算机技术及自动化、精密仪器与测量等技术的发展与综合应用，产生了机电一体化的新型机床——数控机床。本书主要讲述数控铣床及加工中心的应用。

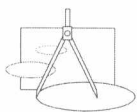
与普通铣床相比，数控铣床的加工精度高，精度稳定性好，适应性强，操作劳动强度低，特别适应于板类、盘类、壳体类、模具类等复杂形状的零件或对精度保持性要求较高的中、小批量零件的加工。

本章介绍数控铣床及加工中心的组成、分类及特点以及插补原理，以便于增加读者对数控机床的感性认识，同时为后续的数控编程奠定基础。



本章要点

- ▣ 数控机床基本概念
- ▣ 数控机床分类
- ▣ 数控铣床及加工中心的组成及分类
- ▣ 数控铣床及加工中心的功能与特点
- ▣ 数控铣床及加工中心的插补原理
- ▣ 数控铣床及加工中心的半径补偿



1.1 数控机床基本概念



机床概述

1.1.1

数控技术及其数控机床的应用，成功地解决了一些几何形状复杂、一致性要求较高的中小批量零件自动化加工问题，大大提高了加工效率和加工精度，而且减轻了工人的劳动强度，缩短了生产周期，提高了企业的竞争能力。本节介绍几个常用的数控概念。



1.1.2

相关知识

1.1.2.1 数控机床基本概念

1. 数控

数控即数字控制 (Numerical Control, NC)，就是用数字化的信息对机床的运动及其加工过程进行控制的一种方法。简单地说，数控就是采用计算机或专用计算机装置进行数字计算、分析处理、发出相应指令，对机床的各个动作及加工过程进行自动控制的一门技术。

2. 数控机床

数控机床是一种利用信息处理技术进行的自动加工控制和金属切削的机床，是数控技术运用的典范。数控机床是现代化制造技术的核心设备，其先进程度和拥有数量代表了一个国家制造工业现代化水平。数控机床如图 1-1 所示。

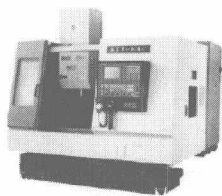
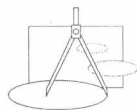


图 1-1 数控机床

3. 计算机数字控制

计算机数字控制 (Computer Numerical Control, CNC) 是用计算机存储系统软件实现数字控制功能，使数控系统由模拟控制系统发展为数字控制系统。对于计算机数字控制而言，不论是运算速度、精度，还是系统的稳定性、可靠性，都比以前的数控系统有很大的



提高,为数控技术的发展提供了强大的生命力。

4. 数控系统

数控系统是指利用数控技术实现自动控制的系统。它是数控机床的核心,可对 NC 代码进行识别、存储和插补运算,并输出相应的脉冲指令经驱动伺服系统变换和放大,驱动机床完成相应的动作。数控系统主要用于控制对象的位置、角度、定位精度、定位速度、切削速度、温度、压力等。

5. 数控加工

数控加工根据工件图样和工艺要求等原始条件将编好的加工程序输入数控装置,数控装置再将输入的信息进行运算处理后转换成驱动伺服机构的指令信号,最后由伺服机构控制机床刀具与工件的相对运动,实现工件自动加工。

6. 数控加工的内容

一般来说,数控加工流程如图 1-2 所示,主要包括以下几方面的内容:

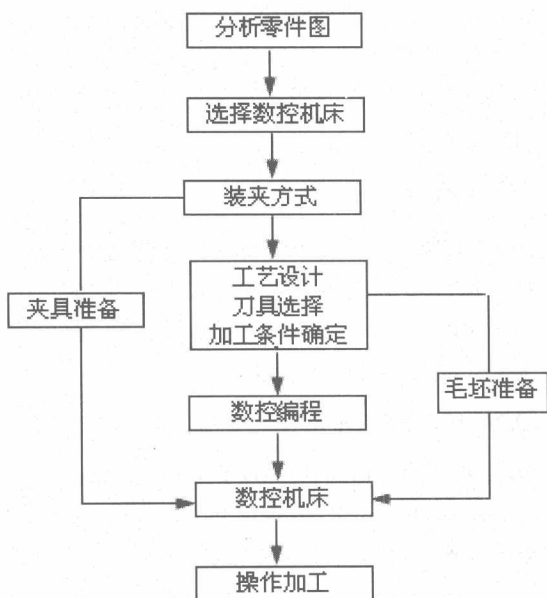
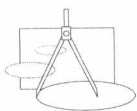


图 1-2 数控加工流程图

(1) 分析图样。确定加工方案对所要加工的零件进行技术要求分析,选择合适的加工方式,再根据需要的加工方式,选择合适的数控加工机床。

(2) 工件的定位与装夹。根据零件的加工要求,选择合理的定位基准,并根据零件批量、精度、加工成本选择合适的夹具,完成工件的装夹与工件在夹具中的找正。

(3) 刀具的选择与安装。根据零件的加工工艺性与结构工艺性,选择合适的刀具材料与刀具种类,完成刀具在机床中的安装与对刀,并将对刀所得参数在数控系统中进行正确设定。



(4) 编制数控加工程序。根据零件的加工要求,对零件进行正确的编程,并将这些程序通过控制介质或手动方式输入机床数控系统。

(5) 试切削、试运行并校验数控加工程序。对所输入的程序进行试运行,并进行首件的试切削。试切削一方面用来校验所编制的数控程序,另一方面用来校验工件的加工精度。

(6) 数控加工。当程序正确无误后,便可进入数控加工阶段。

(7) 工件验收和质量误差分析。工件入库前,应先进行工件的检验,并进行质量分析,分析误差产生的原因,找出纠正误差的方法。

1.1.2.2 SIEMENS 数控系统简介

目前国内外数控系统种类繁多,数控机床也不尽相同,但数控系统的操作与编程原理基本相同。本节将讲述西门子数控系统的发展历程。

1. SINUMERIK 802S/C 系统

SINUMERIK 802S/C 系统是专门为低端数控机床市场而开发的经济型 CNC 控制系统。802S/C 两个系统具有同样的显示器、操作面板、数控功能、PLC 编程方法等,所不同的只是 SINUMERIK 802S 带有步进驱动系统,控制步进电机,可带 3 个步进驱动轴及一个 $\pm 10V$ 模拟伺服主轴; SINUMERIK 802C 带有伺服驱动系统,它采用传统的模拟伺服 $\pm 10V$ 接口,最多可带 3 个伺服驱动轴及一个伺服主轴。

2. SINUMERIK 802D 系统

该系统属于中低档系统,其特点是:全数字驱动,中文系统,结构简单(通过 PROFIBUS 连接系统面板、I/O 模块和伺服驱动系统),调试方便。具有免维护性能的 SINUMERIK 802D 核心部件——控制面板单元(PCU)具有 CNC、PLC、人机界面和通信等功能,集成的 PC 硬件可使用户非常容易地将控制系统安装在机床上。

3. SINUMERIK 840D/810D/840Di 系统

840D/810D 是几乎同时推出的,具有非常高的系统一致性,显示/操作面板、机床操作面板、S7-300PLC、输入/输出模块、PLC 编程语言、数控系统操作、工件程序编程、参数设定、诊断、伺服驱动等许多部件均相同。

SINUMERIK 810D 是 840D 的 CNC 和驱动控制集成型, SINUMERIK 810D 系统没有驱动接口, SINUMERIK 810D NC 软件基本包含了 840D 的全部功能。

采用 PROFIBUS-DP 现场总线结构西门子 840Di 系统,全 PC 集成的 SINUMERIK 840Di 数控系统提供了一个基于 PC 的控制概念。

4. SINUMERIK 840C 系统

SINUMERIK 840C 系统一直雄居世界数控系统水平之首,内装功能强大的 PLC 135WB2,可以控制 SIMODRIVE 611A/D 模拟式或数字式交流驱动系统,适合于高复杂度的数控机床。