



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校数控技术专业

数控原理与控制系统

GN_H

Shukong Jishu Zhuanye

劳动保障部教材办公室组织编写

Gaodengzhiye Jishuyuanxiao



中国劳动社会保障出版社

国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐
高等职业院校数控技术专业

数控原理与控制系统

主 编 王 平
副主编 林志平

中国劳动保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控原理与控制系统/王平主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2006

高等职业技术学院数控技术专业

ISBN 7-5045-5737-4

I. 数… II. 王… III. 数控机床-数控系统 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 068407 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

煤炭工业出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.25 印张 272 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

定价: 18.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

为了贯彻落实全国职业教育工作会议精神，切实解决目前机械设计制造类专业（包括数控技术、模具设计与制造）教材不能满足高等职业院校教学改革和培养高等技术应用型人才需要的问题，劳动和社会保障部教材办公室组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家，在充分调研的基础上，共同研究、制订机械设计制造类专业培养计划和教学大纲，并编写了相关课程的教材，共有 40 余种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

一是充分汲取高等职业技术学院在探索培养高等技术应用型人才方面取得的成功经验和教学成果，从职业（岗位）分析入手，构建培养计划，确定相关课程的教学目标；二是以国家职业标准为依据，使内容分别涵盖数控车工、数控铣工、加工中心操作工、车工、工具钳工、制图员等国家职业标准的相关要求；三是贯彻先进的教学理念，以技能训练为主线、相关知识为支撑，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想；四是突出教材的先进性，较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容，以期缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业用人的需要；五是以实际案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、劳动和社会保障部门以及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2005 年 6 月

内 容 简 介

本书为国家级职业教育规划教材。

本书根据高等职业技术学院教学实际，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。主要包括：数控系统的综合连接、连接与调试进给驱动系统、连接与调试主轴系统、位置检测装置、可编程控制器（PLC）和参数设置与修改等。全书按照电气、辅助控制和安装调试等部分进行介绍。

本书为高等职业技术学院数控技术专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的数控技术专业教材，或作为自学用书。

本书由王平主编，林志平副主编，冯旭、刘益标、侯益坤、李维山参编，姚道如主审。

目 录

《国家级职业教育规划教材》 CONTENTS

模块一 数控系统的综合连接	1
课题一 数控装置各接口.....	1
课题二 连接与调试数控系统.....	11
实践环节.....	29
模块二 连接与调试进给驱动系统	34
课题一 连接与调试步进电动机的驱动系统.....	34
实践环节.....	43
课题二 连接与调试交流伺服电动机的驱动系统.....	45
实践环节.....	53
模块三 连接与调试主轴系统	58
课题一 连接变频器主线路.....	58
课题二 连接主轴变频调速系统.....	66
实践环节.....	76
模块四 位置检测装置	79
课题一 主轴编码器.....	79
课题二 连接光栅尺与数控装置.....	83
实践环节.....	94
模块五 可编程控制器 (PLC)	100
课题一 数控机床主轴功能的程序流程.....	100
课题二 数控车床中的 PLC 编程及结构	109
模块六 参数设置与修改	123
课题一 数控系统的参数查看及管理.....	123

目 录

课题二 数控系统中主要参数的修改及设置.....	130
实践环节.....	135
附录	139
附录 A 使用三洋伺服驱动器的交流伺服系统的连接、调整	139
附录 B 使用日立变频器的变频调速系统的连接、调试及使用	144
附录 C 数控机床开机调试步骤	150
附录 D 数控系统连接过程中的主要故障及其对策	154
附录 E 数控系统的参数及其意义	164
参考文献	173

模块一

数控系统的综合连接

课题一 数控装置各接口

知识点

- ◎ 数控装置的基本构成
- ◎ 输入/输出装置各接口的记号与连接功能

技能点

- ◎ 具有分辨各接口的连接插件和分析数控原理及其部件功能的能力

一、任务引入

世纪星数控装置（HNC-21TF）的后面板如图 1—1 所示，在后面板上有许多接口，试

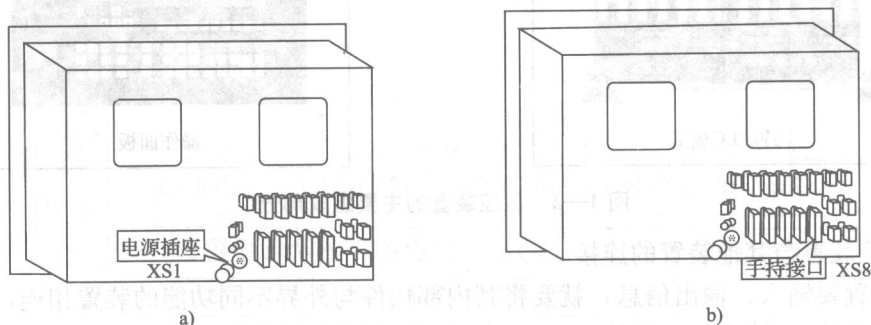


图 1—1 世纪星后面板插座示意图

a) 世纪星电源插座示意图 b) 世纪星手持接口示意图

分析各个接口的名称及连接功能。

二、任务分析

由图 1—1 可以看出，这些接口是按一定的顺序排列的，各个接口均有代号，如 XS1，XS2 等。世纪星数控装置通过这些接口将其内部构件与外部设备连接起来，从而实现一定的功能。数控装置是由哪些硬件组成的？世纪星数控装置（HNC-21TF）后面板上的各接口可以与哪些控制件连接？下面就对这些问题进行具体的分析。

三、相关知识

1. 数控装置的组成

数控装置是数控系统的核心，它由信息的输入、处理和输出三部分组成，其信息的输入和输出都需要与外界相连。目前数控装置已能解决大量的数据运算和图形解析问题。

世纪星数控装置（HNC-21TF）的控制硬件，主要包括 CPU 控制主板、伺服控制板卡、内置 PLC 板卡、操作面板、软硬驱动接口等，如图 1—2 所示。



图 1—2 数控装置的主要组成部分

2. 数控装置与其他装置的连接

数控装置要输入、输出信息，就要将其内部构件与外界不同功能的装置相连，如何伺服装置、开关量的输入/输出、电源等。HNC-21TF 数控装置与其他装置、单元连接的总体框图如图 1—3 所示。

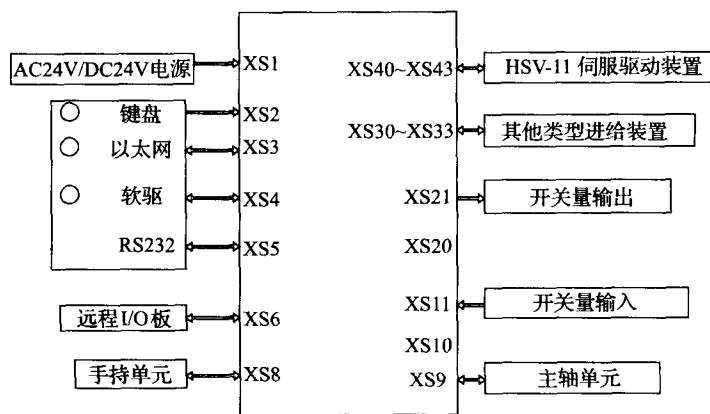


图 1—3 总体框图（图中除电源接口外，其他接口均可选用）

3. 单元选件接口（华中数控系统）

（1）手持单元。手持单元的面板上提供了急停按钮、工作指示灯、坐标轴的选择（OFF，X，Y，Z，4）、倍率的选择（X1，X10，X100）及手摇脉冲发生器。手持单元上只有一个 DB25 的接口，如图 1—4 所示。且与 HNC-21 数控装置上的 XS8 相连接。

（2）I/O 端子板。I/O 端子板分为输入端子板和输出端子板两种类型，一般作为华中 HNC-21 数控装置 XS10，XS11，XS20，XS21 接口的转接单元使用。输入端子板与输出端子板均可提供 NPN 和 PNP 两种端子。在输入端子板上有 20 位开关量的输入端子；在输出端子板有 16 位开关量输出端子及急停（两位）、超程（两位）端子，如图 1—5 所示。

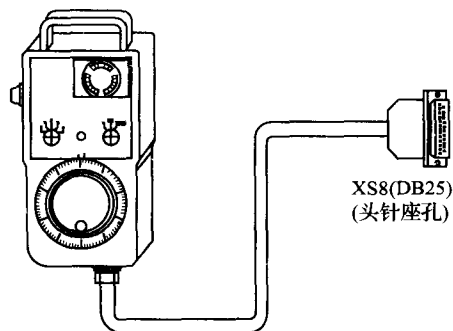
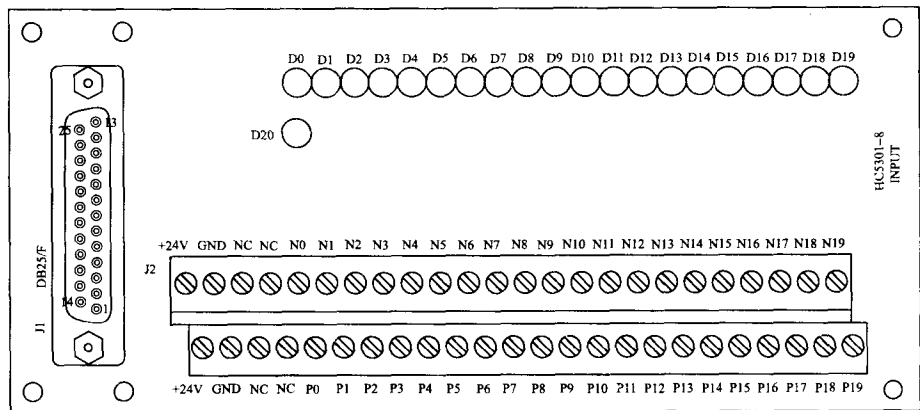


图 1—4 手持单元接口图



a)

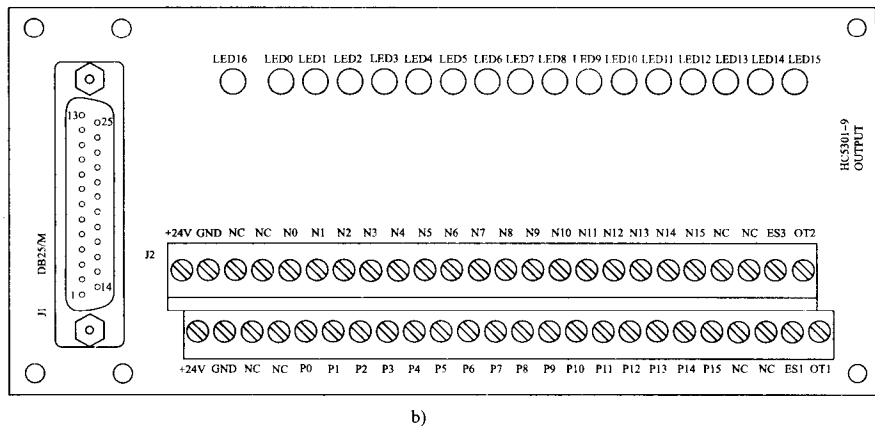


图 1—5 I/O 端子板接口图

a) 输入端子板接口图 b) 输出端子板接口图

(3) 远程 I/O 端子板。远程 I/O 端子板分为远程输入端子板和远程输出端子板两种类型，远程 I/O 端子板与华中 HNC-21 数控装置是通过 XS6 相连接。在远程输入端子板上设有 32 位输入开关量的端子，且支持 NPN 和 PNP 两种信号类型；在远程输出端子板上设有 32 位 NPN 开关量的端子，如图 1—6 所示。

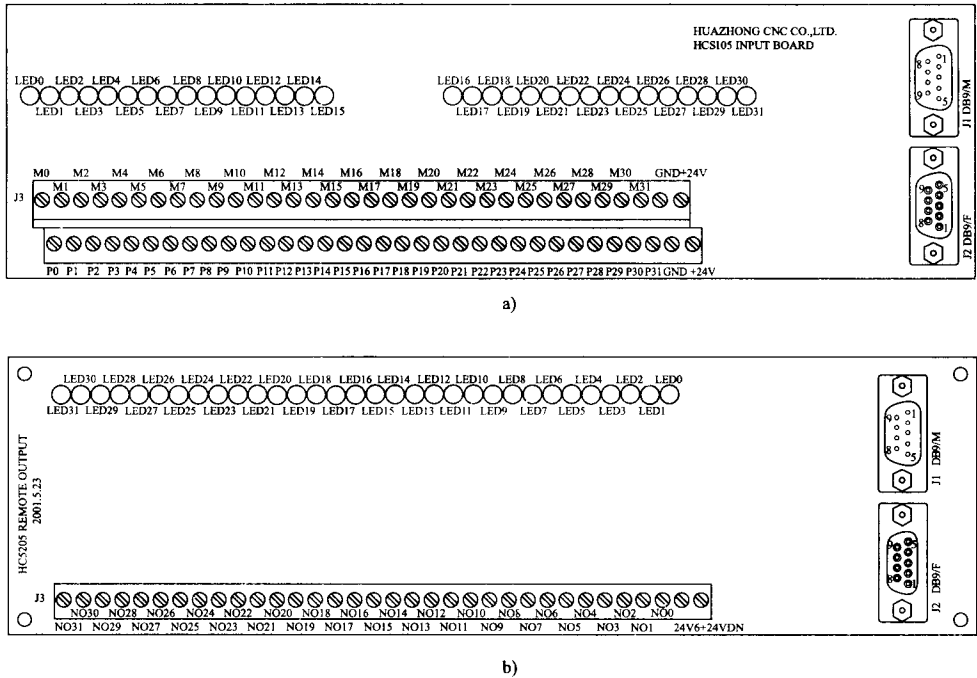


图 1—6 远程 I/O 端子板接口图

a) 远程输入端子板接口图 b) 远程输出端子板接口图

J1—与数控装置或上级远程 I/O 端子板连接接口 J2—与下级远程 I/O 端子板连接接口 J3—输出开关量（NPN 型）直流 24V 电源端子

四、任务实施

1. 各接口的代号与名称

HNC-21TF 数控装置将进给轴接口、主轴接口、手持单元接口、内嵌式 PLC 接口集成于一体，可自由选配各种类型的脉冲接口、模拟接口的交流伺服单元或步进电动机驱动器。HNC-21TF 数控装置接口如图 1—7 所示，各接口的记号及名称见表 1—1。HNC-21TF 数控装置软驱单元接口及接口名称如图 1—8 所示。

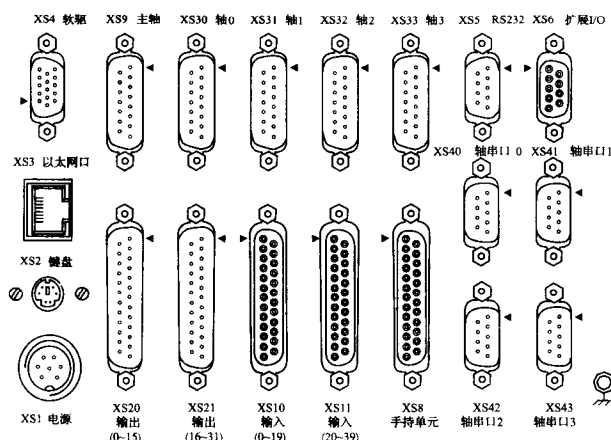


图 1—7 HNC-21TF 数控装置接口图

表 1—1

HNC-21TF 数控装置软驱单元接口及接口名称

接口记号	接口名称	接口记号	接口名称
XS1	电源接口	XS9	主轴控制接口
XS2	外接 PC 键盘接口	XS10, XS11	输入开关量接口
XS3	以太网接口	XS20, XS21	输出开关量接口
XS4	软驱接口	XS30~XS33	模拟式、脉冲式（含步进式）进给轴控制接口
XS5	RS232 接口		
XS6	扩展 I/O 板接口	XS40~XS43	串行式 HSV-11 型伺服轴控制接口
XS8	手持单元接口		

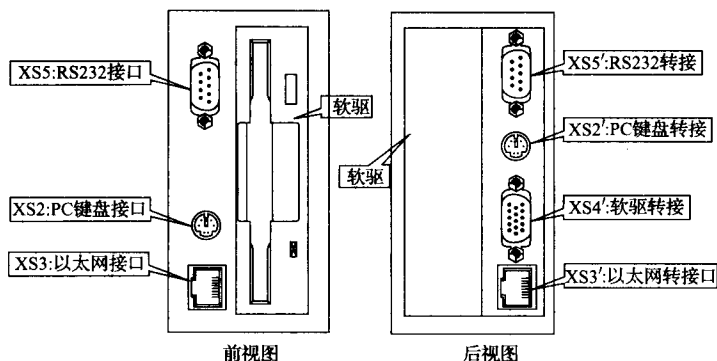


图 1—8 软驱单元接口图

2. 数控装置的内部构件与外部设备连接

HNC-21TF 数控装置的内部构件与其他装置、单元连接的连线如图 1—9 所示。

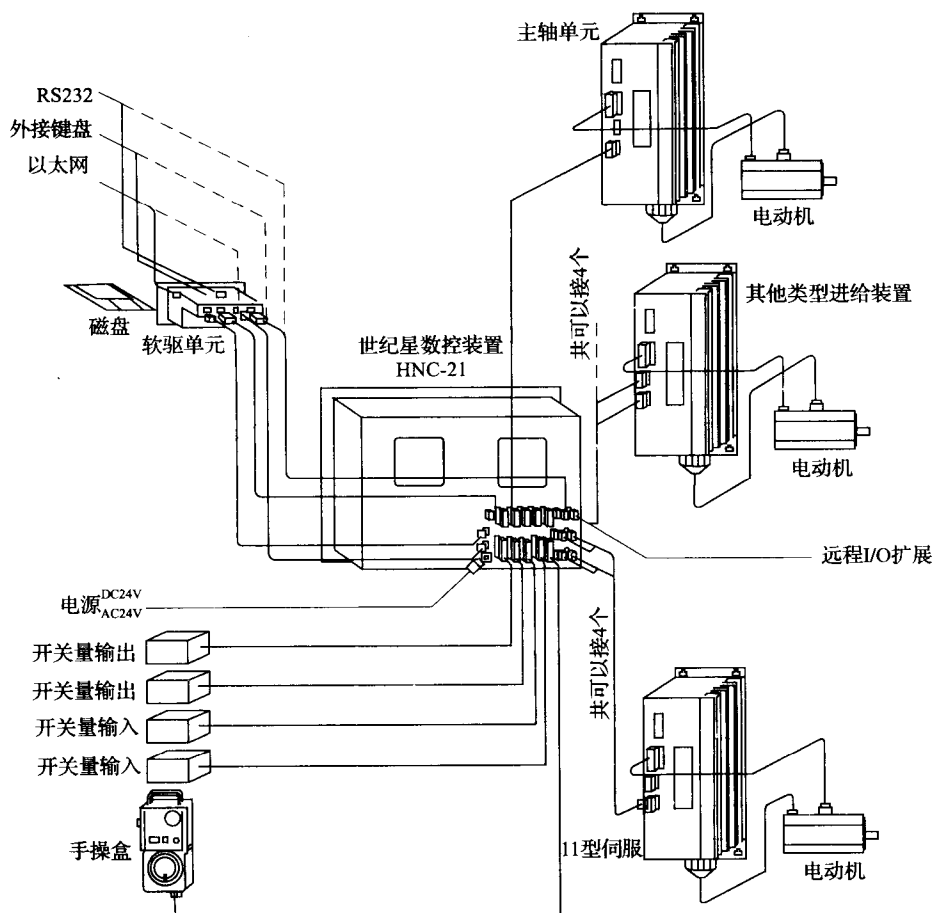


图 1—9 总体连线图

五、知识链接

1. CNC 系统的基本构成

计算机数控系统 (CNC) 是用计算机控制加工功能实现数值控制的系统。CNC 系统是根据计算机存储器中存储的控制程序, 执行部分或全部数值控制功能, 并配有接口电路和伺服驱动装置的专用计算机系统。

CNC 系统由数控程序、输入装置、输出装置、计算机数控装置 (CNC 装置)、可编程控制器 (PLC)、主轴驱动装置和进给 (伺服) 驱动装置 (包括检测装置) 等组成, 如图 1—10 所示。

CNC 系统的核心是 CNC 装置。由于使用了计算机, 系统具有了软件功能, 又用 PLC 代替了传统的机床电气逻辑控制装置, 使系统更小巧, 其灵活性、通用性、可靠性更好, 易于实现复杂的数控功能, 使用、维护也方便, 并具有与上位机连接及进行远程通信的功能。

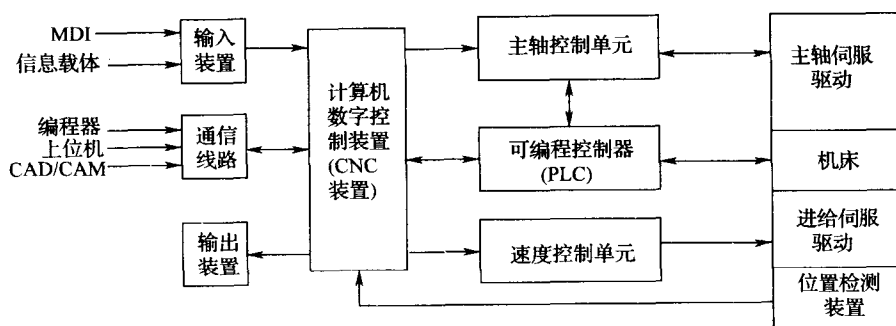


图 1—10 CNC 系统的组成图

2. CNC 装置的工作过程

CNC 装置由硬件和软件组成，软件在硬件的支持下工作，二者缺一不可。

CNC 装置的硬件除具有一般计算机所具有的微处理器（CPU）、存储器（ROM，RAM）、输入输出（I/O）接口外，还具有数控要求的专用接口和部件，即位置控制器、纸带阅读机接口、手动数据输入（MDI）接口和显示（CRT）接口。

CNC 装置硬件的组成如图 1—11 所示。

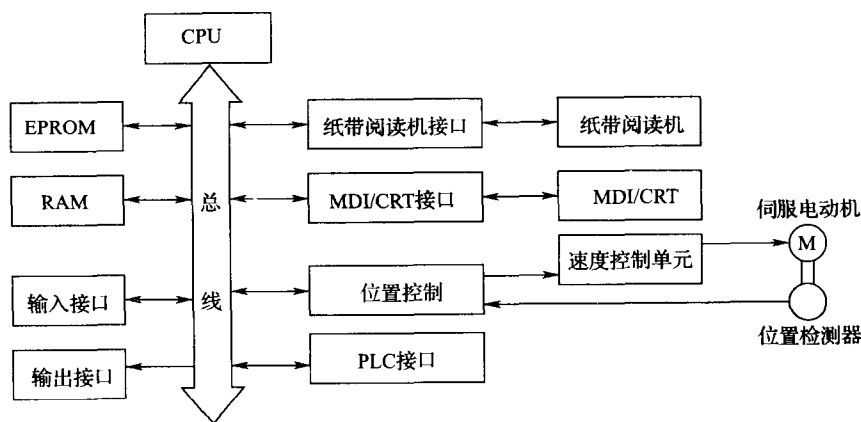


图 1—11 CNC 装置硬件的组成框图

CNC 装置的软件是为了实现 CNC 系统各功能而编制的专用软件，称为系统软件。在系统软件的控制下，CNC 装置对输入的加工程序自动进行处理，并发出相应的控制指令。CNC 系统软件由管理软件和控制软件两部分组成，如图 1—12 所示。

CNC 装置的工作是在硬件的支持下，执行软件的全过程。软件和硬件各有不同的特点，软

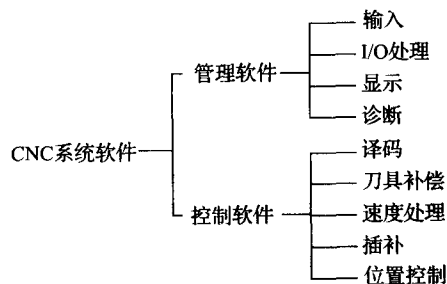


图 1—12 CNC 装置软件的组成

件设计灵活, 适应性强, 但处理速度慢; 硬件处理速度快, 但成本高。因此, 在 CNC 装置中, 实现数控功能的方法大致分为三种情况: 第一种情况是由软件完成输入、插补前的准备, 硬件完成插补和位置控制; 第二种情况是由软件完成输入、插补前的准备、插补, 硬件完成位置的控制; 第三种情况是由软件完成输入、插补前的准备、插补及位置控制的全部工作。CNC 装置的工作流程及软硬件界面关系如图 1—13 所示。

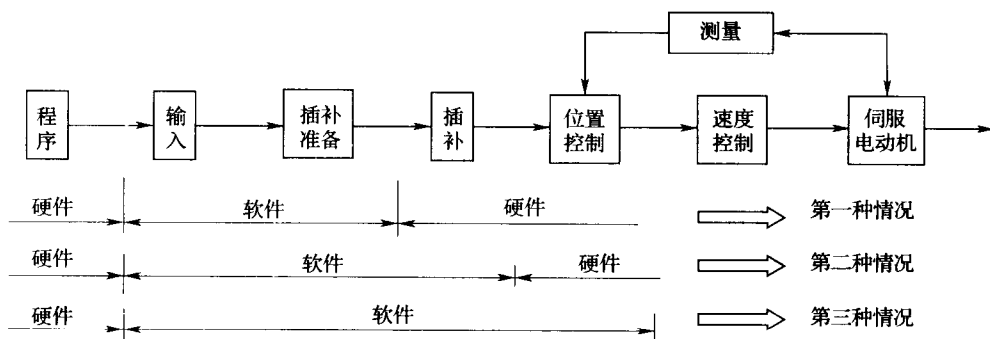


图 1—13 CNC 装置的工作流程及软硬件界面

3. CNC 装置的特点及可执行的功能

(1) CNC 装置的特点

1) 灵活通用。硬件系统采用模块化结构, 易于扩展, 通过变换软件还可以满足被控设备的各种不同要求。接口电路的标准化大大方便了生产厂家的制造和用户的使用。用同一种 CNC 系统就可以满足多种数控设备的要求。

2) 控制功能的多样化。CNC 装置利用计算机强大的运算能力, 可实现许多复杂的控制功能。如在线自动编程、加工过程的图形模拟、故障诊断、机器人控制以及网络化控制等。

3) 使用可靠、维修方便。由于目前普遍采用大容量存储器存储零件程序, 无需读带机直接参加工作, 大大减小了故障率。另外, 因为许多功能由软件实现, 硬件所需元器件大为减少, 从而提高了系统的性能和可靠性。

CNC 装置的诊断程序可以提示故障部位, 减少了维修的停机时间。其编辑功能对编制程序十分方便, 零件程序编好后可以显示程序, 甚至可通过空运行显示刀具轨迹, 检验程序的正确性。

4) 易于实现机电一体化。CNC 系统具有很强的通信功能, 便于与 DNC, FMS 和 CIMS 系统进行通信联络。同时大规模集成电路的采用, 使硬件元器件数目大为减少, CNC 装置结构紧凑, 可与机床结合在一起。

(2) CNC 装置可执行的功能。CNC 装置的功能通常包括基本功能和选择功能。基本功能是必备的数控功能; 选择功能是可供用户根据机床特点和工作用途进行选择的功能。CNC 装置的功能及其说明见表 1—2。

表 1—2

CNC 装置的功能及其说明

功 能		功 能 说 明
基 本 功 能	控制功能	主要反映 CNC 装置能够控制以及能够同时控制的轴数（即联动轴数）。控制的轴数越多，特别是联动轴数越多，CNC 装置就越复杂
	准备功能	指机床动作方式的功能。主要有移动、坐标设定、坐标平面选择、刀具补偿、固定循环等指令。G 代码的使用有模态（续效）和非模态（一次性）两种
	插补功能	指 CNC 装置可实现的插补加工线型的能力，如直线插补、圆弧插补和其他二次曲线与多坐标插补能力
	进给功能	指切削进给、同步进给、快速进给、进给倍率等。它反映刀具的进给速度，一般用 F 代码直接指定各轴的进给速度
	刀具功能	用来选择刀具，用 T 和它后面的 2 位或 4 位数字表示
	主轴功能	指定主轴转速的功能，用 S 代码表示。主轴的转向用指令 M03（正转）、M04（反转）指定。机床面板上设有主轴倍率开关，可以不修改程序就改变主轴转速
	辅助功能	辅助功能也称 M 功能，用来规定主轴的启停和转向、切削液的接通和断开、刀库的启停、刀具的更换、工件的夹紧或松开
	字符显示功能	CNC 装置可通过软件和接口在 CRT 显示器上实现字符显示，如显示程序、参数、坐标位置和故障信息等
	自诊断功能	CNC 装置有各种诊断程序，可以防止故障的发生和扩大
选 择 功 能	补偿功能	CNC 装置可以对加工过程中由于刀具磨损、更换刀具、机械传动的丝杠螺距误差和反向间隙所引起的加工误差给予补偿
	固定循环功能	指 CNC 装置为常见的加工工艺所编制的、可以多次循环加工的功能。该固定程序使用前，要由用户选择合适的切削用量和重复次数等参数，然后按固定循环约定的功能进行加工。用户若需编制适于自己的固定循环，可借助用户宏程序功能
	固定显示功能	CNC 装置一般可配置 14 in 彩色 CRT 显示器，能显示人机对话编程菜单、零件图形、动态刀具轨迹等
	通信功能	CNC 装置通常备有 RS-232C 接口，有的还备有 DNC 接口，设有缓冲存储器，可以按数控格式输入，也可以按二进制格式输入，进行高速传输。有的 CNC 装置还能与制造自动协议 MAP 相连，进入工厂通信网络，以适应 FMS、CIMS 的要求
	人机对话编程功能	不但有助于编制复杂零件的程序，而且可以方便编程

4. HED-21S 数控系统综合实验台简介

HED-21S 数控系统综合实验台集成了数控装置、变频调速主轴及三相异步电动机、交流伺服单元及交流伺服电动机（二者产品应一致）、步进电动机驱动器及步进电动机、测量装置、十字工作台，其具体组成如图 1—14、图 1—15 所示。

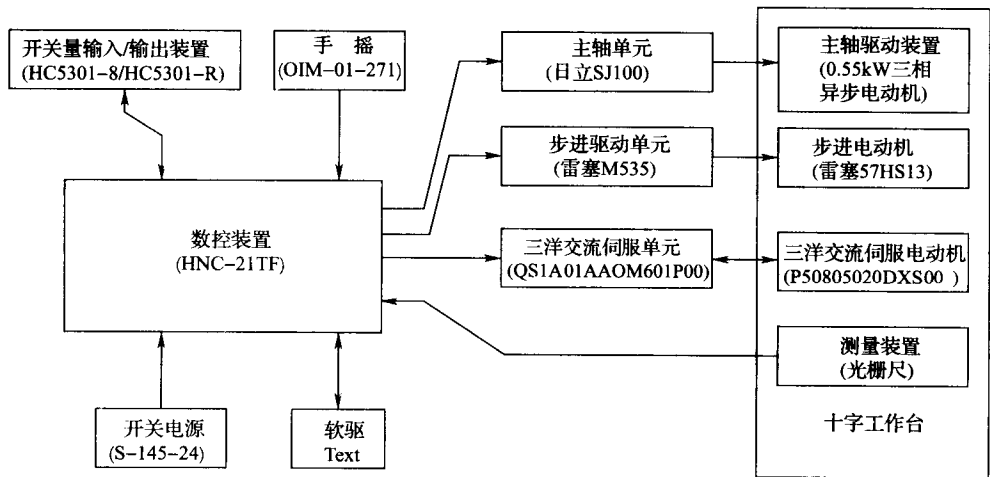


图 1-14 HED-21S 数控系统综合实验台组成框图
(日立 SJ100 主轴单元与三洋驱动单元)

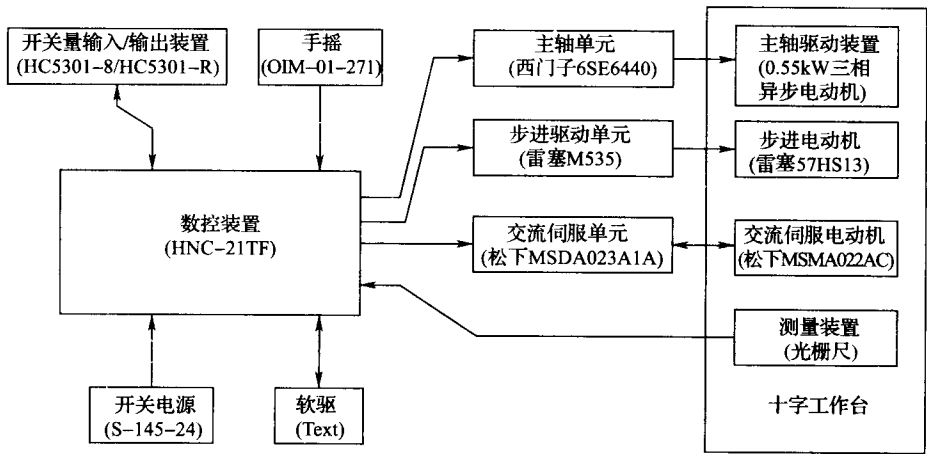


图 1-15 HED-21S 数控系统综合实验台组成框图
(西门子主轴单元与松下伺服单元)

HED-21S 数控系统综合实验台是用于培养学生掌握数控系统的编程方法，以及数控系统电气设计、安装、调试、维修等实际动手能力的一套实验装置。该数控系统综合实验台采用模块化设计，便于组合和扩展，也便于检查和调试。利用该实验装置可以使学生掌握数控系统的控制原理、电气原理、电气设计方法、元器件的选用；掌握数控系统电气元件布置、安装、调试等方法。实验台能够模拟工业生产过程，达到工业现场实习效果。该实验台不仅可按照推荐的方式进行设计、安装、调试，实验指导教师也可根据各自对课程设置的要求自行设计、组合安装及调试，以更好地培养学生的动手能力和分析能力。

思考与练习

1. 数控系统一般包含哪些子系统？