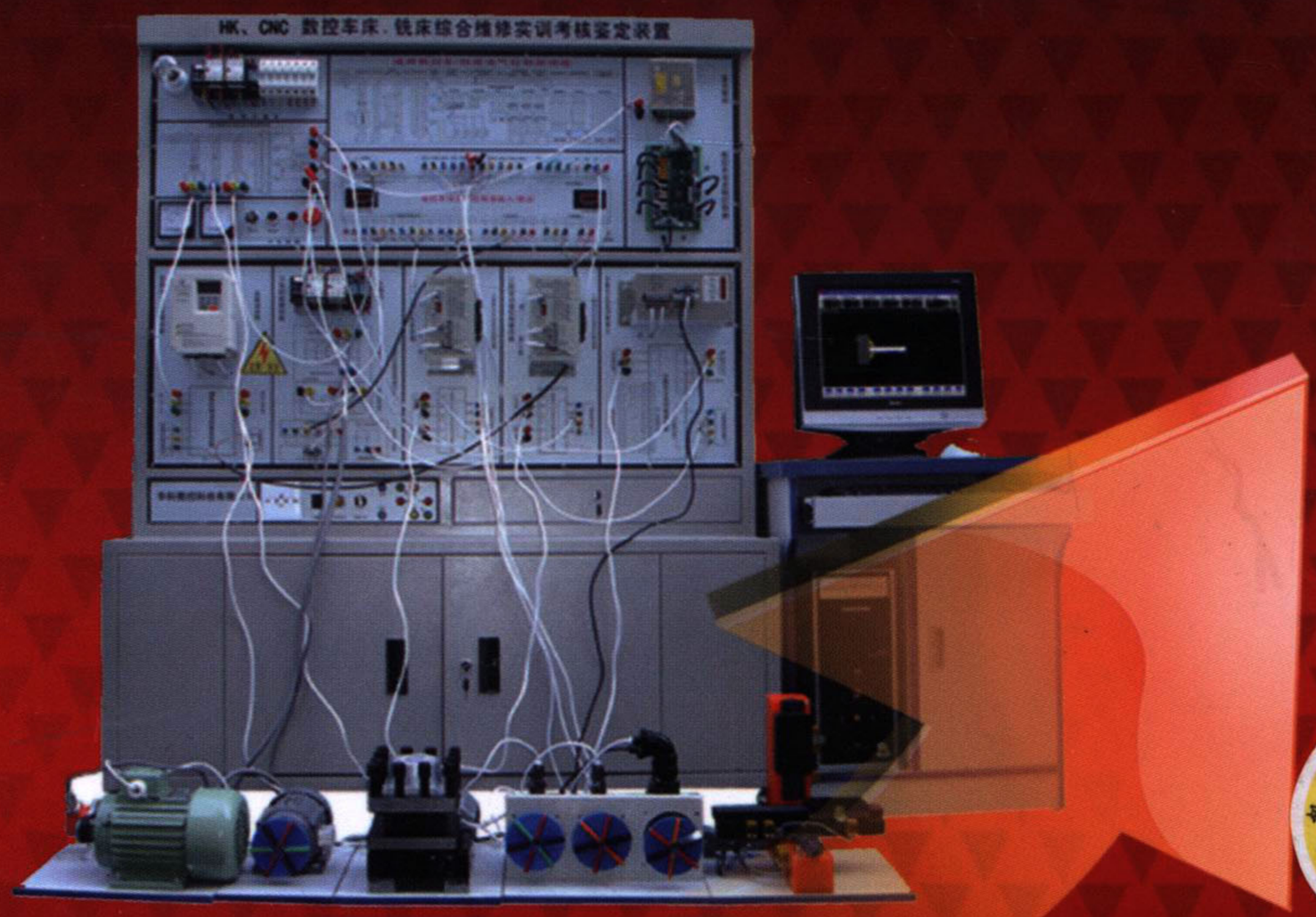
电工电子名家畅销书系

# 图解

# 数控电气

# 一点通

李方园　等编著







含1CD

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

电工电子名家畅销书系

# 图解数控电气一点通

李方园　等编著

机 械 工 业 出 版 社

本书以数控机床为对象，在介绍数控机床通用性的基础上，以西门子802系列（经济型数控）、810D/840D（中高端数控）两大主流产品为载体，从CNC数控装置、PLC编程、主轴与进给驱动、测量装置、装调、维护等全方位介绍了实例应用。本书贴近工程实际，有很强的实用性和可操作性。

本书深入浅出、图文并茂，侧重于经济型数控和中高档数控机床电气控制系统的实际应用，可作为数控类、电气类工程技术人员的现场指导用书，还可作为大专院校机电一体化、电气自动化及其他有关专业的教材。

**图书在版编目（CIP）数据**

图解数控电气一点通/李方园等编著. —北京：
机械工业出版社，2013.11
（电工电子名家畅销书系）
ISBN 978-7-111-45066-5

Ⅰ.①图… Ⅱ.①李… Ⅲ.①数控机床-电气系统-
图解 Ⅳ.①TG659-64

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第294951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：胡艳萍
责任印制：张 楠
北京京丰印刷厂印刷
2014年1月第1版 · 第1次印刷
184mm×260mm · 14.5印张 ·345千字
0 001—3 000册
标准书号：ISBN 978-7-111-45066-5
ISBN 978-7-89405-246-9（光盘）
定价：39.90元（含1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务 网络服务
社服务中心：（010）88361066 教材网：http://www.cmpedu.com
销售一部：（010）68326294 机工官网：http://www.cmpbook.com
销售二部：（010）88379649 机工官博：http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：（010）88379203 **封面无防伪标均为盗版**

# 出 版 说 明

我国经济与科技的飞速发展，国家战略性新兴产业的稳步推进，对我国科技的创新发展和人才素质提出了更高的要求。同时，我国目前正处在工业转型升级的重要战略机遇期，推进我国工业转型升级，促进工业化与信息化的深度融合，是我们应对国际金融危机、确保工业经济平稳较快发展的重要组成部分，而这同样对我们的人才素质与数量提出了更高的要求。

目前，人们日常生产生活的电气化、自动化、信息化程度越来越高，电工电子技术正广泛而深入地渗透到经济社会的各个行业，促进了众多的人口就业。但不可否认的客观现实是，很多初入行业的电工电子技术人员，基础知识相对薄弱，实践经验不够丰富，操作技能有待提高。党的十八大报告中明确提出“加强职业技能培训，提升劳动者就业创业能力，增强就业稳定性”。人力资源和社会保障部近期的统计监测却表明，目前我国很多地方的技术工人都处于严重短缺的状态，其中仅制造业高级技工的人才缺口就高达 400 多万人。

秉承机械工业出版社“服务国家经济社会和科技全面进步”的出版宗旨，60 多年来我们在电工电子技术领域积累了大量的优秀作者资源，出版了大量的优秀畅销图书，受到广大读者的一致认可与欢迎。本着“提技能、促就业、惠民生”的出版理念，经过与领域内知名的优秀作者充分研讨，我们打造了“电工电子名家畅销书系”，涉及内容包括电工电子基础知识、电工技能入门与提高、电子技术入门与提高、自动化技术入门与提高、常用仪器仪表的使用以及家电维修实用技能等。

整合了强大的策划团队与作者团队资源，本丛书特色鲜明：①涵盖了电工、电子、家电、自动化入门等细分方向，适合多行业多领域的电工电子技术人员学习；②作者精挑细选，所有作者都是行业名家，编写的都是其最擅长的领域方向图书；③内容注重实用，讲解清晰透彻，表现形式丰富新颖；④以就业为导向，以技能为目标，很多内容都是作者多年亲身实践的看家本领：⑤由资深策划团队精心打磨并集中出版，通过多种方式宣传推广，便于读者及时了解图书信息，方便读者选购。

本丛书的出版得益于业内最顶尖的优秀作者的大力支持，大家经常为了图书的内容、表达等反复深入地沟通，并系统地查阅了大量的最新资料和标准，更新制作了大量的操作现场实景素材，在此也对各位电工电子名家的辛勤的劳动付出和卓有成效的工作表示感谢。同时，我们衷心希望本丛书的出版，能为广大电工电子技术领域的读者学习知识、开阔视野、提高技能、促进就业，提供切实有益的帮助。

作为电工电子图书出版领域的领跑者，我们深知对社会、对读者的重大责任，所以我们一直在努力。同时，我们衷心欢迎广大读者提出您的宝贵意见和建议，及时与我们联系沟

通，以便为大家提供更多高品质的好书，联系信箱为 dgjslcg@ sina. com。

机械工业出版社

# 前　言

数控机床作为振兴国家装备产业的重要性产品，在21世纪得到充分的诠释，无论是进口数控机床还是对国产机床进行数控化改造都对国内产业升级起到了决定性的作用。为了使机床电气从业人员进一步吃透和消化数控电气的技术和应用，本书是一个很好的选择。

本书共8讲，在介绍数控机床的通用性基础上，以最流行的品牌之一——西门子公司数控机床作为切入点，以802系列（经济型数控）、810D/840D（中高端数控）两大主流系列进行了进一步的剖析和实例介绍。

在本书的编写过程中，得到了柳桂国博士的大力支持，为本书的第5讲提供了大量的技术资料，并得到了西门子（中国）有限公司、北京发那科机电有限公司、常州米高电子科技有限公司、宁波市江北数控设备厂等相关人员的帮助及提供的相当多的典型案例和维护经验。

第1讲主要介绍了数控机床入门、数控机床电气基础、西门子数控系统简介以及802系列、840D系列等。

第2讲主要介绍了PLC802编程软件的安装、编程与相应的资源。

第3讲主要介绍了STEP 7的安装过程、硬件配置、指令介绍和程序结构。

第4讲主要介绍了SIMODRIVE 611系列驱动器、S120驱动器和相关电动机。

第5讲主要介绍了编码器、光栅传感器、伺服电动机编码器的拆装要点和电动机旋变编码器的调试。

第6讲对802D sl数控系统在加工中心中的应用、WINPCIN和进给伺服的优化做了介绍。

第7讲主要介绍了810D/840D数控系统的PLC操作、MD参数设置和数控改造方案。

第8讲主要介绍了数控系统的数据管理、数控机床的故障诊断技术和技术答疑。

本书在编写中曾参考和引用了国内外许多专家、学者最新发表的论文和著作等资料，另外李亚峰、汪建武、钟晓强、徐咏梅、陈亚玲、叶明、刘军毅、陈亚珠、沈阿宝、胡焕啸、方定桂、章富科、李伟庄、吴於等参与了资料整理、文字录入和校对工作，作者在此一并致谢。

作者

2013年8月1日

# 缩　略　语

| | |
|---|---|
| CNC | Computer Numerical Control，数控 |
| PLC | Programmable Logic Controller，可编程序控制器 |
| PCU | Panel Control Unit，面板控制单元 |
| NCK | Numerical Control Kernel，数控内核 |
| MCP | Machine Control Panel，机床控制面板 |
| HMI | Human Machine Interface，人机界面 |
| MMC | Man Machine Communication，人机通信 |
| OP | Operation Panel，操作员显示面板 |
| MPI | Multiple Point Interface，多点通信接口 |
| NCU | Numenrical Control Unit，数控单元 |
| PCU | PC Unit，计算机单元 |
| MD | Machine Data，机床数据 |
| CNC 系统 | 构成数控机床的所有电气部分组合 |
| CNC 装置 | 仅指数控装置，又被称为 NC（数控）或 NCU（即数控单元） |
| 802S bl | 802S base line |
| 802C bl | 802C base line |
| 840D pl | 840D power line |
| 840D sl | 840D solution line |
| STEP 7 | 适用 S7-300/400 的编程软件 |
| STEP 7 MICRO/WIN | 适用 S7-200 的编程软件 |
| PLC802 | 一种应用在数控 802 系列中的 S7-200 子集 |
| PG | 西门子专用计算机编程器（可以用 PC 代替） |
| I/O | 输入/输出 |
| DI | 数字量输入 |
| DO | 数字量输出 |
| PROFIBUS | 一种 IEC 标准的现场总线，由西门子公司率先提出 |
| CPU315 等 | 西门子 S7-300 的 CPU 模块型号 |
| PS307 等 | 西门子电源模块（适用 S7-300/400） |
| SM321 等 | 西门子信号模块（适用 S7-300/400） |
| IM360 等 | 西门子接口模块（适用 S7-300/400） |
| 6SE7 * * * * | 西门子产品订货号 |
| OB/FB/FC | 西门子 STEP 7 的软件结构中的组织块/功能块/功能 |
| SFB/SFC | 西门子 STEP 7 的软件结构中的系统功能块/系统功能 |
| LAD/STL/FBD | PLC 的编程方法（梯形图/语句表/功能块） |

# 目　录


出版说明

前言

缩略语

第 1 讲　数控机床电气概述 …… 1

1.1　数控机床入门 …… 1
1.1.1　机床概述 …… 1
1.1.2　数控机床的组成和工作原理 …… 1
1.1.3　数控车床编程的基础知识 …… 3
1.1.4　数控车床坐标系及坐标参数的识读 …… 4
1.2　数控机床的电气基础 …… 6
1.2.1　数控机床的主轴控制 …… 6
1.2.2　数控机床的进给控制 …… 8
1.2.3　数控机床的 PLC 和 CNC 装置 …… 9
1.2.4　数控机床的测量装置 …… 10
1.2.5　数控机床的 CNC 系统 …… 10
1.3　西门子数控系统简介 …… 11
1.3.1　西门子数控系统介绍 …… 11
1.3.2　西门子 802 系列数控系统 …… 12
1.3.3　西门子 810/840 系列数控系统 …… 14
1.3.4　西门子 808D 系列数控系统 …… 15
1.3.5　西门子 828D 系列数控系统 …… 15
1.4　西门子 802 系列数控系统 …… 15
1.4.1　西门子 802 系统介绍 …… 15
1.4.2　西门子 802D 数控机床的操作 …… 17
1.5　西门子 840D 数控系统 …… 21

1.5.1 西门子 840D 结构 …… 21
1.5.2 熟知西门子 840D 操作面板和机床控制面板 …… 23

**第 2 讲 西门子 802 系列数控 PLC 编程** …… 26

2.1 安装与使用 Programming Tool PLC802 …… 26
2.1.1 编程工具 PLC802 的安装 …… 26
2.1.2 PLC802 的 LAD 编辑与编译 …… 26
2.1.3 PLC802 的通信与下载 …… 31
2.2 PLC802 梯形图的设计方法 …… 34
2.2.1 根据继电器电路设计梯形图的方法 …… 34
2.2.2 LAD 常见逻辑结构 …… 36
2.2.3 位逻辑指令 …… 37
2.2.4 计时器 …… 38
2.2.5 计数器 …… 40
2.3 PLC802 的数据指令与子程序 …… 42
2.3.1 数据移位指令 …… 42
2.3.2 整数和浮点数数学计算指令 …… 43
2.3.3 子程序 …… 43
2.4 PLC802 的使用资源 …… 44
2.4.1 PLC 地址定义及范围 …… 44
2.4.2 标准子程序库 …… 45
2.4.3 PLC802 的接口数据 …… 47

**第 3 讲 西门子 810D/840D PLC 编程** …… 51

3.1 STEP 7 编程软件的安装 …… 51
3.1.1 STEP 7 概述 …… 51
3.1.2 STEP 7 安装概要 …… 51
3.1.3 设置 PG/PC 接口 …… 52
3.1.4 STEP 7 用户权限 …… 56
3.2 STEP 7 对象体系与 SIMATIC 管理器 …… 56
3.2.1 STEP 7 的对象与对象体系 …… 56
3.2.2 对象体系 …… 58
3.2.3 SIMATIC 管理器 …… 60
3.2.4 符号编辑器 …… 61
3.3 硬件配置与组态 …… 61
3.3.1 STEP 7 硬件配置介绍 …… 61
3.3.2 模块的寻址 …… 67
3.3.3 S7 PLC 硬件更新 …… 67

3.4　常见 STEP 7 编程指令 …… 68
3.4.1　概述 …… 68
3.4.2　STEP 7 位逻辑指令 …… 69
3.4.3　STEP 7 数据指令 …… 71
3.4.4　STL 编程常见指令 …… 74
3.5　STEP 7 程序结构 …… 79
3.5.1　STEP 7 程序结构的基本原理 …… 79
3.5.2　组织块 …… 80
3.5.3　功能块、功能和数据块 …… 81
3.5.4　用户程序中的调用体系 …… 81

**第 4 讲　主轴与进给驱动** …… 82

4.1　SIMODRIVE 611 驱动器 …… 82
4.1.1　概述 …… 82
4.1.2　SIMODRIVE 611U 驱动器及其与 CNC 的连接 …… 83
4.1.3　611U 驱动器的参数设定 …… 87
4.1.4　611D 和 611A 驱动器 …… 98
4.2　S120 驱动器 …… 99
4.2.1　SINAMICS S120 概述 …… 99
4.2.2　调试软件介绍 …… 101
4.2.3　通过 PLC802 的编程合理解决 S120 故障 …… 109
4.3　西门子电动机的选用 …… 109
4.3.1　西门子 1PH7 交流异步主轴电动机 …… 109
4.3.2　西门子 1FT6 永磁同步伺服电动机 …… 113
4.3.3　西门子 1FK7 同步伺服电动机 …… 113

**第 5 讲　数控测量装置** …… 115

5.1　编码器 …… 115
5.1.1　绝对式编码器 …… 115
5.1.2　增量式编码器 …… 117
5.1.3　旋变编码器 …… 118
5.1.4　编码器的应用 …… 119
5.2　光栅传感器 …… 122
5.2.1　光栅传感器的类型与原理 …… 122
5.2.2　光栅传感器的应用 …… 125
5.3　西门子伺服电动机编码器的安装与调试 …… 126
5.3.1　任务概述 …… 126
5.3.2　任务实施 …… 126

5.3.3 技术答疑 …… 130
5.4 西门子电动机旋变编码器的调试 …… 130
5.4.1 1FK7 电动机旋变编码器的零标志 …… 130
5.4.2 调试方法 …… 131

**第 6 讲 西门子 802 数控系统装调** …… 132

6.1 802D sl 加工中心的电气控制和调试 …… 132
6.1.1 工艺要求及电气选型、设计 …… 132
6.1.2 调试和参数设置 …… 133
6.2 使用 WINPCIN 进行数据下载 …… 151
6.2.1 下载并安装 WINPCIN 软件 …… 151
6.2.2 WINPCIN 的安装步骤（使用 Toolbox 光盘安装） …… 151
6.2.3 硬件连接 …… 153
6.2.4 传输协议参数设置 …… 154
6.2.5 NC 程序的传输 …… 157
6.3 西门子 802 系列进给轴伺服的优化 …… 162
6.3.1 概述 …… 162
6.3.2 位置控制器的参数记录 …… 163
6.3.3 速度环的优化 …… 163
6.3.4 位置环的优化 …… 165
6.4 西门子 802D 标准子程序的调用 …… 166
6.4.1 概述 …… 166
6.4.2 802D 调用 SBR33 时的问题 …… 168

**第 7 讲 西门子 810D/840D 数控系统的装调** …… 171

7.1 810D/840D 数控系统的 PLC 操作 …… 171
7.1.1 840D pl 的 PLC 硬件配置 …… 171
7.1.2 液晶手轮的 PLC 程序操作 …… 179
7.2 810D/840D 数控系统的 MD 参数设置 …… 186
7.2.1 系统参数 …… 186
7.2.2 机床数据设定举例 …… 188
7.3 利用 840D 数控系统改造现有机床 …… 190
7.3.1 大型数控卧车的 840D 数控系统改造 …… 190
7.3.2 普通落地铣镗床的 840D 数控系统改造 …… 192
7.3.3 加工中心的 840D 数控系统改造 …… 197
7.3.4 内铣机床的 840D 数控系统改造 …… 201

**第 8 讲 西门子 802/810D/840D 数控系统的维护** …… 205

8.1 西门子 810D/840D 数控系统的数据管理 …… 205



需要全本请访问 www.ertongbook.com

8.1.1　数据管理概述 …… 205
8.1.2　硬盘备份的方法和步骤 …… 205
8.1.3　数据备份 …… 207
8.2　数控机床的故障诊断技术 …… 211
8.2.1　概述 …… 211
8.2.2　数控机床故障的性质分类 …… 211
8.2.3　数控系统自诊断 …… 212
8.2.4　数控机床故障的实用诊断方法 …… 212
8.3　技术答疑 …… 215
8.3.1　802D sl 技术答疑 …… 215
8.3.2　手轮故障技术答疑 …… 217
8.3.3　840D 技术答疑 …… 217
8.3.4　611U 系列伺服驱动器技术答疑 …… 219

**参考文献** …… 222

# 第1讲 数控机床电气概述

【导读】

数控系统与被控机床本体的结合体称为数控机床。数控机床是具有高附加值的技术密集性产品，实现了高度的机电一体化。西门子数控系统融计算机化、驱动的模块化和驱动接口的数字化于一体，代表着当今数控的发展方向。基于西门子自动化的核心技术，即数控技术、伺服驱动与电动机技术、PLC 技术，西门子公司的 CNC 系统已经大量地应用在数控加工领域，实现钻、车、铣、磨等数控功能。本讲主要介绍了数控机床入门、数控机床电气基础、西门子数控系统简介以及 802 系列、840D 系列等。

## 1.1 数控机床入门

### 1.1.1 机床概述

机床是指制造机器的机器，亦称工作母机或工具机，习惯上简称机床。一般分为金属切削机床、锻压机床和木工机床等。

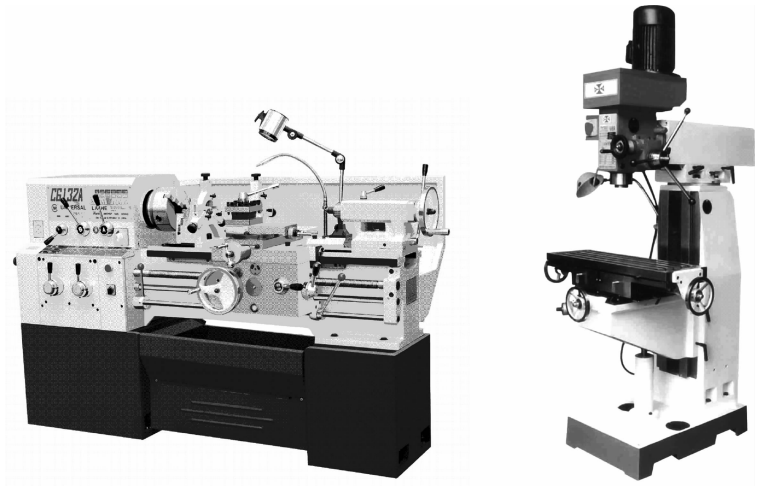
现代机械制造中加工机械零件的方法很多，除切削加工外，还有铸造、锻造、焊接、冲压、挤压等，但凡属精度要求较高和表面粗糙度要求较细的零件，一般都需在机床上用切削等方法进行最终加工。

机床包含了普通机床与数控机床。普通机床是指主要由工人手工操作进行车、铣、刨、磨等作业，生产效率低，其精度主要依靠人工测量的方式进行，适用于单件、小批生产和修配车间。图 1-1 所示为普通车床和铣床的外观。

数控机床是指装有程序控制系统的自动化机床。该控制系统能够逻辑处理具有控制编码或其他符号指令规定的程序，并将其译码，用代码化的数字表示，通过信息载体输入数控装置。经运算处理由数控装置发出各种控制信号，控制机床的动作，按图样要求的形状和尺寸，自动地将零件加工出来。常见的数控机床包括数控车床、数控铣床和加工中心等（见图 1-2）。

### 1.1.2 数控机床的组成和工作原理

数控机床一般由输入输出设备、CNC 装置（或称 CNC 单元）、主轴/进给系统、PLC 及电气控制装置、辅助装置、机床本体及测量装置组成。图 1-3 是数控机床的组成框图，其中除机床本体之外的部分统称为 CNC 系统。




a) 普通车床　　b) 普通铣床

图 1-1　普通车床和铣床的外观




a) 数控车床　　b) 数控铣床




c) 加工中心

图 1-2　数控机床

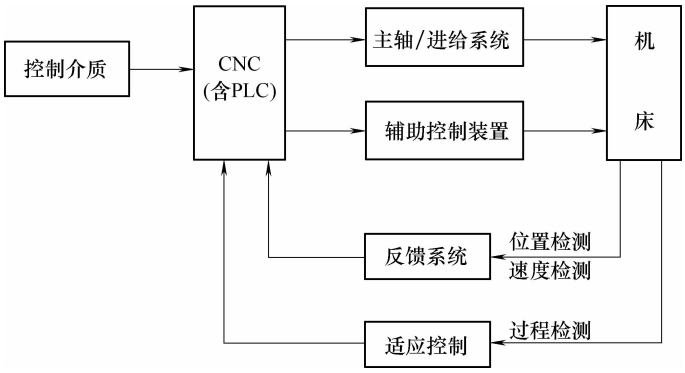



图 1-3　数控机床的组成框图




CNC 是计算机数字控制机床（Computer Numerical Control）的简称。CNC 的产生依赖于数据载体和二进制形式数据运算的出现。1908 年，穿孔的金属薄片互换式数据载体问世；1938 年，香农在美国麻省理工学院进行了数据快速运算和传输，奠定了现代计算机，包括计算机数字控制系统的基础；1952 年，第一台数控机床问世，成为世界机械工业史上一件伟大的创举。

## 1.1.3　数控车床编程的基础知识

数控车床之所以能够自动加工出不同形状、尺寸及高精度的零件，是因为数控车床按事先编制好的加工程序，经其数控装置“接收”和“处理”，从而实现对零件的自动加工的控制。

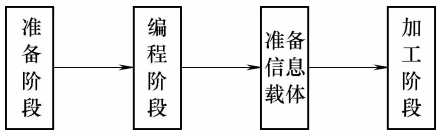



图 1-4　数控机床加工步骤

如图 1-4 所示，在数控机床上加工零件通常经过以下几个步骤：

使用数控车床加工零件时，首先要做的工作就是编制加工程序。从分析零件图样到获得数控车床所需控制介质（加工程序单或数控带等）的全过程，称为程序编制，其主要内容和一般过程如图 1-5 所示。

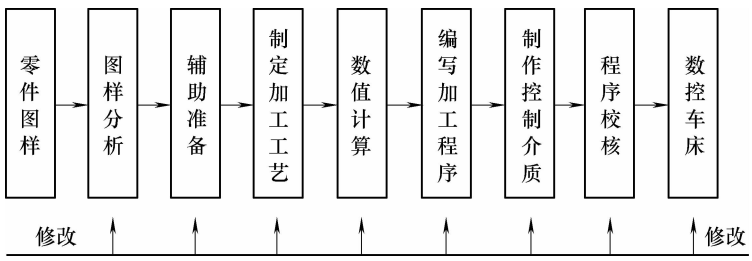



图 1-5　程序编制过程

1. 图样分析

根据加工零件的图样和技术文件，对零件的轮廓形状、有关标注、尺寸、精度、表面粗

糙度、毛坯种类、件数、材料及热处理等项目要求进行分析并形成初步的加工方案。

2. 辅助准备

根据图样分析确定机床和夹具、机床坐标系、编程坐标系、刀具准备、对刀方法、对刀点位置及测定机械间隙等。

3. 制定加工工艺

拟定加工工艺方案、确定加工方法、加工线路与余量的分配、定位夹紧方式并合理选用机床、刀具及切削用量等。

4. 数值计算

在编制程序前，还需对加工轨迹的一些未知坐标值进行计算，作为程序输入数据，主要包括：数值换算、尺寸链解算、坐标计算和辅助计算等。对于复杂的加工曲线和曲面还须使用计算机辅助计算。

5. 编写加工程序单

根据确定的加工路线、刀具号、刀具形状、切削用量、辅助动作以及数值计算的结果按照数控车床规定使用的功能指令代码及程序段格式，逐段编写加工程序。此外，还应附上必要的加工示意图、刀具示意图、机床调整卡、工序卡等加工条件说明。

6. 制作控制介质

加工程序完成以后，还必须将加工程序的内容记录在控制介质上，以便输入到数控装置中。

7. 程序校核

加工程序必须经过校验和试切削才能正式使用，通常可以通过数控车床的空运行检查程序格式有无出错或用模拟仿真软件来检查刀具加工轨迹的正误，根据加工模拟轮廓的形状，与图样对照检查。但是，这些方法尚无法检查出刀具偏置误差和编程计算不准而造成的零件误差大小，及切削用量选用是否合适、刀具断屑效果和工件表面质量是否达到要求，所以必须采用首件试切的方法来进行实际效果的检查，以便对程序进行修正。

### 1.1.4 数控车床坐标系及坐标参数的识读

1. 数控车床的坐标系

（1）标准坐标系

标准坐标系是一个右手直角笛卡坐标系，用 X 轴、Z 轴组成的直角坐标系进行定位和插补运动。X 轴为水平面的前后方向，Z 轴为水平面的左右方向。向工件靠近的方向为负方向，离开工件的方向为正方向。如图 1-6 所示，前、后刀座的坐标系，X 方向正好相反，而 Z 方向是相同的。坐标系的坐标轴的平面与车床的主要导轨相的平面平行。

（2）坐标中的各原点

图 1-7 所示为数控机床的坐标系，包括坐标系、坐标原点和运动方向，对于数控加工和编程是一个十分重要的概念。每一个数控机床的编程者、操作者都必须对数控机床的坐标系统有一个完全而正确的理解，现将数控机床的一些主要的原点及其机床坐标系和编程坐标系介绍如下：

1）机床原点——机床零点（出厂时制造商确定）。

2）机械原点（机械零点）——机床固定原点或机床参考点（出厂时制造商确定）。但

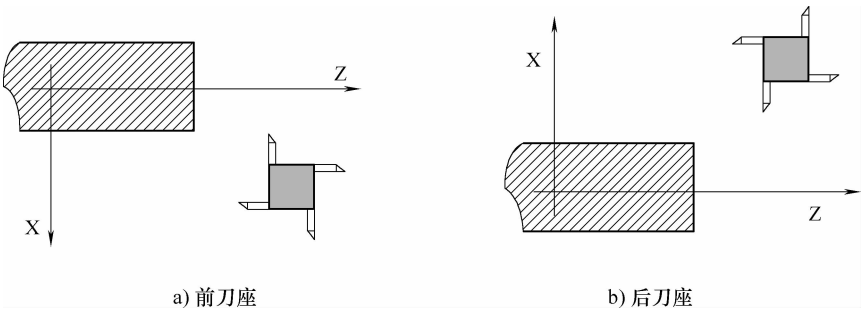



图 1-6　前、后刀座的坐标系

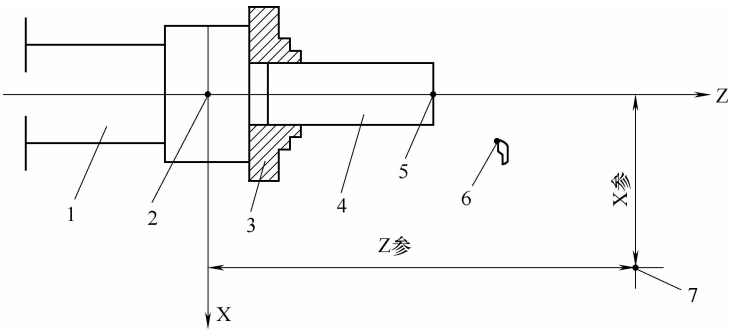



图 1-7　数控机床坐标系

1—主轴　2—机床原点　3—卡盘　4—工件　5—工件编程原点
6—程序原点　7—机械原点

一般的经济型或改造的数控机床上没有安装机械原点。

3）工件编程原点——在工件坐标上，确定工件轮廓坐标值的计算和编程的原点，它属于一个浮动坐标。

4）程序原点（刀具起始点或参考点）——刀具（刀尖）为加工程序执行时的起点。一般情况下，一个零件加工完毕刀具返回程序原点位置，等候命令执行下一个零件的加工。

2. 坐标值的确定

在编制加工程序时，为了准确描述刀具的运动轨迹，除正确使用准备功能字外还要有符合图样轮廓的地址及坐标值。要正确识读零件图样中各坐标点的坐标值，首先要确定工件编程坐标原点，以此建立一个直角坐标系，来进行各坐标点的坐标值的确定。

（1）绝对坐标值

在直角坐标系中，所有的坐标点均以直角坐标系中的原点（工件编程原点）为固定的原点，作为坐标位置的起点（0、0），如图 1-8 中，01/02 是分别建立在工件上的两个不同的工件编程原点，并以之计算各坐标点的坐标值，箭头所指的方向为正方向。绝对坐标值是指某坐标点到工件编程原点之间的垂直距离，用 X 代表径向，Z 代表轴向，且 X 向在直径编程时为直径量（实际距离的 2 倍），图 1-8 中各点的绝对坐标值如下：