

数控机床技术工人培训读本

# 数控加工中心

第二版

高德文 主编



化学工业出版社

二、本书的中心内容是《本教材》系列教材《数控加工技术》是本书...  
 系教材第一册...  
 目下...  
 AXAC...  
 此...

数控机床技术工人培训读本

# 数控加工中心

## 第二版

高德文 主编

|               |              |               |              |      |                  |
|---------------|--------------|---------------|--------------|------|------------------|
| Subprogram    | sub          | surface       | n. 表面        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| sum           | n. 求和, 求和的主轴 | SV(servo)     | n. 伺服        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| switch        | n. 开关        | switch off    | n. 关闭        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| switch on     | n. 打开        | symbol        | n. 符号        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| synchronous   | n. 同步        | SYS(system)   | n. 系统        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| tab           | n. 标签        | table         | n. 表格        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| tail          | n. 尾         | tandem        | n. 串联        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| tandem        | n. 串联        | tank          | n. 箱体        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| tank          | n. 箱体        | tap           | n. v. 攻螺纹    | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| tap           | n. v. 攻螺纹    | tape          | n. 磁带, 纸带    | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| tape          | n. 磁带, 纸带    | tape reader   | n. 纸带阅读器     | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| tape reader   | n. 纸带阅读器     | tapping       | n. 攻螺纹       | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| tapping       | n. 攻螺纹       | teach         | n. 教学        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| teach         | n. 教学        | technology    | n. 技术, 工艺    | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| technology    | n. 技术, 工艺    | temperature   | n. 温度        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| temperature   | n. 温度        | test          | n. v. 测试, 检验 | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| test          | n. v. 测试, 检验 | through       | n. 通过        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| through       | n. 通过        | tolerance     | n. 公差        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| tolerance     | n. 公差        | tool          | n. 工具        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| tool          | n. 工具        | to            | n. 到, 向      | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| to            | n. 到, 向      | tower         | n. 塔         | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| tower         | n. 塔         | trace         | n. 轨迹        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| trace         | n. 轨迹        | velocity      | n. 速度        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| velocity      | n. 速度        | velocity loop | n. 速度环       | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| velocity loop | n. 速度环       | verify        | n. 校验        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| verify        | n. 校验        | version       | n. 版本        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| version       | n. 版本        | vertical      | n. 垂直的       | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| vertical      | n. 垂直的       | voltage       | n. 电压        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| voltage       | n. 电压        | warning       | n. 警告        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| warning       | n. 警告        | waveform      | n. 波形        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| waveform      | n. 波形        | wear          | n. v. 磨损     | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| wear          | n. v. 磨损     | weight        | n. 重量        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| weight        | n. 重量        | wheel         | n. 轮         | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| wheel         | n. 轮         | window        | n. 窗口        | turn | n. 转动, n. 将...面合 |
| window        | n. 窗口        |               |              | turn | n. 转动, n. 将...面合 |



化学工业出版社

北京

定价: 28.00元

定价: 28.00元

本书是《数控机床技术工人培训读本》系列培训教材之一《数控加工中心》的第二版。本次修订是适应数控技术发展和制造业对人才要求的需要,在保留第一版教材体系和特点的基础上,精简了部分内容,突出了技能培训方面的内容。在选材上又增加了目前在加工中心上使用最普遍的 FANUC 与 SIEMENS 数控系统、刀具系统,以及 CAXA 自动编程软件等内容,从而使本书变得更精练、更新颖、更具有先进性和实用性。此外,书中精选的典型加工实例均已经过实践检验。

本书可供从事数控加工技术的人员以及职业学院数控专业的师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

数控加工中心/高德文主编. —2版. —北京:化学工业出版社,2006.12  
(数控机床技术工人培训读本)  
ISBN 978-7-5025-9810-5

I. 数… II. 高… III. 加工中心-操作-技术培训-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 161377 号

---

责任编辑:张兴辉 黄 滢

责任校对:吴 静

装帧设计:潘 峰

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:化学工业出版社印刷厂

720mm×1000mm 1/16 印张15¼ 字数294千字 2007年2月北京第2版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:28.00 元

版权所有 违者必究

# 《数控机床技术工人培训读本》

## 编写委员会

主 任 罗学科

副主任 张超英 陈晓光 徐宏海

委 员 (按姓氏笔画排序)

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 马天颖 | 牛小铁 | 王风霞 | 王孝忠 |
| 刘 璞 | 朱运利 | 余圣梅 | 张超英 |
| 李 凯 | 李跃中 | 周国烛 | 罗学科 |
| 郑张龙 | 郑 青 | 赵玉侠 | 徐宏海 |
| 高 屏 | 高德文 | 阎红娟 | 谢富春 |
| 魏晓东 |     |     |     |

## 第二版序

我国制造业的劳动生产率还比较低，劳动力素质是一个重要制约因素。在发达国家制造业中，高级技师及技师、高级工、初级工及中级工的比例为35:50:15，我国沿海一个省会城市的抽样调查比例为2:4:94。先进的技术可以引进，现代的管理模式可以借鉴，高精尖人才也可以引进，但大批量的技术工人是不可能引进的，只能靠职业教育来解决。以数控加工行业为例，目前我国数控技术应用领域操作人员需增加100万人左右。基于这种情况，我们于2003年组织编写了《数控机床技术工人培训读本》，包括《数控车床》、《数控铣床》、《数控加工中心》和《数控电加工机床》四本。针对职业教育和数控技术工人的培训，出版发行后取得了非常好的效果，近三年来多次重印，并且这套读本被中国书刊发行协会评为2004年度全国优秀畅销书（科技类）。

在近三年的时间里，我们也收到了一些读者的来信和电子邮件，就书中的问题和我们交换意见，指出了书中的不妥之处。另外，近几年来，数控技术发展很快，《数控机床技术工人培训读本》第一版中的许多内容已经陈旧，并且职业教育培训体系不断完善，教学模式较以前有了很大的变化。在这种情况下，我们编委会研究制定了修订计划和修订大纲，重新修订和编写了有关内容。现在这套读本的第二版就要陆续与读者见面了，我们也借此机会向关心、支持、使用《读本》的广大热心读者表示衷心感谢！

《数控机床技术工人培训读本》编委会  
2006年10月

《数控机床技术工人培训读本》编委会  
2006年10月

《数控机床技术工人培训读本》编委会  
2006年10月

《数控机床技术工人培训读本》编委会  
2006年10月

《数控机床技术工人培训读本》编委会  
2006年10月

## 第一版序

机械制造业是国民经济的支柱产业。据统计,美国 68% 的社会财富来源于制造业,日本国民总产值的 49% 是由制造业提供的,我国的制造业在工业总产值中也占有 40% 的比例。可以说,没有发达的制造业,就不可能有国家的真正繁荣和富强。而机械制造业的发展规模和水平,则是反映国民经济实力和科学技术水平的重要标志之一。提高加工效率、降低生产成本、提高加工质量、快速更换产品,是机械制造业竞争和发展的基础,也是机械制造业技术水平的标志。

20 世纪 50 年代初第一台数控机床的出现,使制造技术的发展出现了日新月异的变化,数控技术及装备是发展新兴高新技术产业和尖端工业(如信息技术及其产业、生物技术及其产业、航空、航天等国防工业产业)的使能技术和最基本的装备。马克思曾经说过“各种经济时代的区别,不在于生产什么,而在于怎样生产,用什么劳动资料生产”。制造技术和装备就是人类生产活动的最基本的生产资料,而数控技术又是当今先进制造技术和装备最核心的技术。当今世界各国制造业广泛采用数控技术,以提高制造能力和水平,提高对动态多变市场的适应能力和竞争能力,大力发展以数控技术为核心的先进制造技术已成为世界各发达国家加速经济发展、提高综合国力和国家地位的重要途径。

我国在加入 WTO 后,制造业获得了前所未有的发展机遇,世界各国都期望中国能够抓住机会,在战略目标的确定和产业结构的调整方向能与现有的制造业基础相符合。然而,我们不得不注意在人才培养上的“离制造业”现象,全国人大常委会委员长吴邦国同志在出席 2002 年 7 月在北京举行的全国职业教育工作会议上发表了《加强职业教育和培训,提高职工队伍素质和企业竞争力》的讲话,他在讲话中指出“我国职工队伍的整体素质还比较低,高级技工严重缺乏。全国仅数控机床的操作工就短缺 60 万人。杭州汽轮机厂需要 260 名数控技工,参加十多场招聘会,月薪提到 6000 元,还招不到合适人选。我国高级技工占技工总数的比例只有 3.5%,与发达国家 40% 的比例相差甚远。”不难看出培养数控高级操作人员的重要性和迫切性。

《数控机床技术工人培训读本》就是在这种情况下为技术工人学习数控技术编写的。这套读本既可以作为传统制造业技术工人,更新知识,提高职业技能,学习数控知识用,也可作为培训新技术工人数控知识的培训教材。全套共 4 册,近 150 万字,包括《数控车床》、《数控铣床》、《数控加工中心》、《数控电加工机床》。在编写上突出了实用特点,通俗易懂,便于自学。

《数控机床技术工人培训读本》既参考了国内外相关领域的书籍和资料,也

融会了作者们长期以来的教学实践和研究心得，特别是北方工业大学机电中心 5 年来在国家级高职数控技术专业教学改革试点专业中的教学经验和教训。它的出版对推动机械制造企业采用新的数控技术、改造和提升传统产业将会产生积极的影响。

《数控机床技术工人培训读本》立足于应用，面向技术工人和工程技术人员。在内容组织和编排上图文并茂、通俗易懂，特别强调实践，书中的大量实例来自生产实际和教学实践，为企业培训数控技术应用人才提供了参考书籍，对相关工程技术人员也是一套很有益的参考书。

2003 年 6 月于北京

《数控机床技术工人培训读本》一书，是北方工业大学机电中心 5 年来在国家级高职数控技术专业教学改革试点专业中的教学经验和教训的结晶。本书在内容组织和编排上图文并茂、通俗易懂，特别强调实践，书中的大量实例来自生产实际和教学实践，为企业培训数控技术应用人才提供了参考书籍，对相关工程技术人员也是一套很有益的参考书。

本书共分 5 章。第 1 章为绪论，主要介绍数控机床的发展概况、分类、组成、应用及发展趋势。第 2 章为数控机床的组成与结构，主要介绍数控机床的组成、结构、传动系统、冷却系统、润滑系统、排屑系统、安全防护装置等。第 3 章为数控机床的编程与操作，主要介绍数控机床的编程方法、操作程序、常用指令、刀具补偿、坐标系、宏程序等。第 4 章为数控机床的维护与修理，主要介绍数控机床的日常维护、故障诊断、修理方法等。第 5 章为数控机床的安全与环保，主要介绍数控机床的安全操作规程、环保要求等。

本书可作为职业院校数控技术专业及相关专业的教材，也可供从事数控机床工作的工程技术人员参考。

## 前 言

自《数控机床技术工人培训读本》之一《数控加工中心》自 2003 年出版以来,受到了广大读者的普遍欢迎,被中国书刊发行协会评为“2004 年全国优秀畅销书(科技类)”。近三年来,数控技术不断发展,新工艺、新设备不断涌现,《数控加工中心》第一版中的许多内容已经陈旧,不能满足目前数控职业教育的需求;另外,国家对数控高技能人才的需求越来越迫切,定期举办全国首届数控技能大赛,进一步促进了数控高技能人才的培养。针对这种形势,现对《数控加工中心》一书进行了修订。

本次修订在保留了第一版编写体系和特点的基础上,贯彻职业技能培训的要求,结合数控技术发展的最新成果和广大读者使用后的建议,进行了如下修订工作:

1. 删除第 1 章、第 2 章数控基础知识等简单叙述性的内容,力求内容简明扼要、文字简练、实例精选;
2. 在数控系统选型上,注重了市场应用的普遍性。选择目前在加工中心上使用最普遍的发那科(FANUC)、西门子(SIEMENS)数控系统;
3. 增加数控刀具系统;
4. 针对复杂零件编程难的问题,增加了一章自动编程,重点介绍了常用的CAXA 自动编程软件。

本次修订又融合了编者近三年来的实践和教学经验。在编写上突出了实用特点,语言通俗易懂,便于技术工人自学。书中精选的大量典型实例均经过实践检验。

本书由北方工业大学机电中心集体编写。参加编写的有,高德文(第 1、3、5、6、7 章),徐宏海(第 2 章),赵玉侠(第 4 章),谢富春(第 5 章第 5 节);郑青对书中大量实例进行了加工检验。全书由高德文统稿。

本书编写过程中,参阅了国内外同行专家的有关资料、文献和教材,得到了许多专家和同行的支持与帮助,并得到了北方工业大学领导的关心和大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,以及数控技术的迅速发展,所以书中不妥之处在所难免,望读者批评指正。

编者

2007 年 1 月

# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| <b>第 1 章 加工中心的结构</b>   | 1  |
| 1.1 加工中心的特点            | 1  |
| 1.2 加工中心的分类            | 2  |
| 1.3 加工中心的结构            | 5  |
| 1.3.1 加工中心的构成          | 5  |
| 1.3.2 加工中心对机械结构的要求     | 7  |
| 1.4 加工中心的主轴部件          | 8  |
| 1.4.1 主轴部件精度           | 8  |
| 1.4.2 主轴部件结构           | 9  |
| 1.5 加工中心的控制系统          | 10 |
| 1.5.1 控制系统的硬件构成        | 10 |
| 1.5.2 控制系统的软件结构        | 10 |
| 1.5.3 PLC 控制           | 12 |
| 1.6 加工中心的伺服系统          | 17 |
| 1.6.1 伺服系统的组成及工作原理     | 17 |
| 1.6.2 主轴伺服系统           | 18 |
| 1.6.3 进给伺服系统           | 18 |
| 1.7 加工中心的其他装置          | 20 |
| 1.7.1 支撑系统             | 20 |
| 1.7.2 刀库及自动换刀装置        | 20 |
| 1.7.3 机械传动装置           | 26 |
| 1.7.4 位置检测装置           | 28 |
| 1.7.5 加工中心对刀装置         | 33 |
| <b>第 2 章 加工中心的加工工艺</b> | 35 |
| 2.1 加工中心的工艺特点          | 35 |
| 2.2 加工中心的刀具            | 36 |
| 2.2.1 加工中心对刀具的基本要求     | 36 |
| 2.2.2 加工中心刀具的材料        | 37 |
| 2.2.3 加工中心常用刀具的种类      | 40 |
| 2.2.4 加工中心刀具系统         | 42 |
| 2.3 加工中心工件装卡与定位        | 46 |
| 2.3.1 工件在数控机床上的装卡      | 46 |

|            |                        |            |
|------------|------------------------|------------|
| 2.3.2      | 数控机床夹具介绍 .....         | 60         |
| 2.3.3      | 组合夹具简介 .....           | 64         |
| 2.3.4      | 夹具的选择 .....            | 69         |
| <b>第3章</b> | <b>加工中心的编程方法 .....</b> | <b>73</b>  |
| 3.1        | 加工中心坐标系统 .....         | 73         |
| 3.2        | 加工中心常用指令的编程方法 .....    | 74         |
| 3.2.1      | 数控系统的基本功能 .....        | 74         |
| 3.2.2      | 加工中心常用 G 指令 .....      | 75         |
| 3.3        | 加工中心固定循环的编程方法 .....    | 82         |
| 3.4        | 子程序及宏指令的编程方法 .....     | 87         |
| 3.4.1      | 子程序编程 .....            | 87         |
| 3.4.2      | 宏程序编程 .....            | 89         |
| 3.4.3      | 变量编程 .....             | 95         |
| 3.5        | 辅助功能 M 指令 .....        | 100        |
| <b>第4章</b> | <b>加工中心的自动编程 .....</b> | <b>102</b> |
| 4.1        | CAXA 制造工程师软件简介 .....   | 102        |
| 4.1.1      | CAXA 制造工程师功能 .....     | 102        |
| 4.1.2      | CAXA 制造工程师界面 .....     | 103        |
| 4.2        | 实体造型 .....             | 106        |
| 4.2.1      | 草图绘制 .....             | 107        |
| 4.2.2      | 基本实体特征生成 .....         | 108        |
| 4.2.3      | 基本实体特征编辑 .....         | 112        |
| 4.3        | 刀位轨迹生成 .....           | 116        |
| 4.3.1      | 通用参数设置 .....           | 116        |
| 4.3.2      | 平面轮廓加工 .....           | 119        |
| 4.3.3      | 平面区域加工 .....           | 122        |
| 4.3.4      | 曲面轮廓加工 .....           | 123        |
| 4.3.5      | 曲面区域加工 .....           | 124        |
| 4.3.6      | 等高线加工 .....            | 125        |
| 4.3.7      | 轨迹批处理 .....            | 125        |
| 4.3.8      | 轨迹编辑 .....             | 125        |
| 4.4        | 加工程序自动生成 .....         | 130        |
| 4.4.1      | 后置处理及其设置 .....         | 130        |
| 4.4.2      | NC 程序自动生成 .....        | 137        |
| 4.5        | 自动编程实例 .....           | 138        |
| <b>第5章</b> | <b>加工中心的操作 .....</b>   | <b>150</b> |
| 5.1        | 数控系统控制面板 .....         | 150        |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 5.1.1 FANUC 系统操作面板及功能 .....      | 150 |
| 5.1.2 FAGOR 系统操作面板及功能 .....      | 152 |
| 5.1.3 SIEMENS 系统操作面板及功能 .....    | 153 |
| 5.2 加工中心手动操作 .....               | 163 |
| 5.3 加工中心自动运行 .....               | 168 |
| 5.4 加工中心刀具参数设置与自动换刀 .....        | 171 |
| 5.5 加工中心的对刀 .....                | 173 |
| 5.6 加工中心安全操作 .....               | 177 |
| <b>第 6 章 综合加工实训</b> .....        | 180 |
| 6.1 泵体零件加工 .....                 | 180 |
| 6.1.1 泵体加工 .....                 | 180 |
| 6.1.2 泵盖加工 .....                 | 187 |
| 6.2 模具零件加工 .....                 | 194 |
| 6.2.1 模具零件 1 .....               | 194 |
| 6.2.2 模具零件 2 .....               | 199 |
| 6.2.3 刻字加工 .....                 | 209 |
| <b>第 7 章 操作中的常见问题及处理办法</b> ..... | 216 |
| 7.1 加工中心的安装与调试 .....             | 216 |
| 7.2 加工中心的故障及特点 .....             | 218 |
| 7.3 机械系统故障诊断 .....               | 219 |
| 7.3.1 数控机床机械故障诊断方法 .....         | 220 |
| 7.3.2 典型部件的故障诊断方法 .....          | 220 |
| <b>附录 数控系统中常用的英文词汇及其词义</b> ..... | 224 |
| <b>参考文献</b> .....                | 233 |

# 第1章 加工中心的结构

## 1.1 加工中心的特点

加工中心 (Machining Center) 是指备有刀库并具有自动换刀功能, 对工件一次装卡后进行多工序加工的数控机床。加工中心是典型的集高新技术于一体的机械加工设备, 它的发展代表了一个国家设计、制造的水平, 因此在国内外企业界都受到高度重视。现在, 加工中心已成为现代机床发展的主流方向, 广泛应用于机械制造中。与普通数控机床相比较, 它具有以下几个突出特点。

### (1) 工序集中

加工中心可以实现自动换刀, 能够对工件进行多工序加工, 使工件在一次装卡后, 数控系统能控制机床按不同的工序, 自动选择和更换刀具, 自动改变机床主轴转速、进给量和刀具相对工件的运动轨迹, 实现多表面、多特征、多工位的连续、高效、高精度加工, 即工序集中。这是加工中心最突出的特点。

### (2) 适应性强

加工中心生产的柔性不仅体现在对特殊要求的快速反应上, 而且可以快速实现批量生产, 拥有并提高市场竞争能力。

### (3) 加工精度高

加工中心同其他数控机床一样具有加工精度高的特点, 而且加工中心由于加工工序集中, 避免了长工艺流程, 减少了人为干扰, 故加工精度更高, 加工质量更加稳定。

### (4) 加工生产率高

零件加工所需要的时间包括机动时间与辅助时间两部分。加工中心带有刀库和自动换刀装置, 在一台机床上能集中完成多种工序, 可减少工件装卡、测量和机床的调整时间, 减少工件半成品的周转、搬运和存放时间, 使机床的切削利用率 (切削时间和开动时间之比) 高于普通机床 3~4 倍, 达到 80% 以上, 因此加工中心生产率高。

### (5) 操作者劳动强度低

在加工中心上加工零件的是按事先编好的程序自动完成的, 操作者除了操作键盘、装卸零件、关键工序的中间测量以及观察机床的运行之外, 不需要进行烦

重的重复性手工操作,劳动强度和紧张程度均可大为减轻,劳动条件也得到很大的改善。

#### (6) 经济效益高

使用加工中心加工零件时,分摊在每个零件上的设备费用是较昂贵的,但在单件、小批生产的情况下,可以节省许多其他方面的费用,例如,在加工之前节省了划线工时,在零件安装到机床上之后可以减少调整、加工和检验时间,减少了直接生产费用。另外,由于加工中心加工零件不需要手工制作模型、凸轮、钻模板及其他工装卡具,省去了许多工艺装备,减少了硬件投资,因此能获得良好的经济效益。还有,由于加工中心的加工质量稳定,减少了废品率,使生产成本进一步下降。

(7) 利于生产管理现代化  
用加工中心加工零件,能够准确地计算零件的加工工时,并有效地简化了检验、工装卡具和半成品的管理工作,这些特点有利于使生产管理现代化。当前,有许多大型 CAD/CAM 集成软件已经开发了生产管理模块,实现了计算机辅助生产管理。

(8) 加工中心的不足  
加工中心的工序集中加工方式固然有其独特的优点,但也带来不少问题,如:  
① 粗加工后直接进入精加工阶段,工件的温升来不及恢复,冷却后尺寸变动,影响零件精度;

② 工件由毛坯直接加工为成品,一次装卡中金属切除量大、几何形状变化大,没有释放应力的过程,加工完了一段时间后,内应力释放,使工件变形;

③ 切削不断屑,切屑的堆积、缠绕等会影响加工的顺利进行及零件表面质量,甚至使刀具损坏、工件报废;

④ 装卡零件的夹具必须满足既能承受粗加工中大的切削力,又能在精加工中准确定位的要求,而且零件夹紧变形要小;

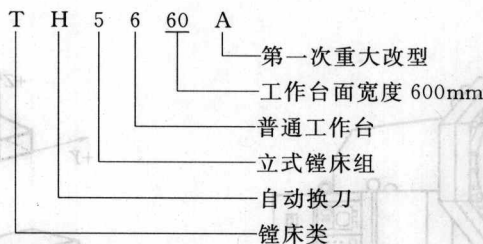
⑤ 由于 ATC 的应用,使工件尺寸受到一定的限制,钻孔深度、刀具长度、刀具直径及刀具质量也要加以考虑。

## 1.2 加工中心的分类

### (1) 加工中心的型号

目前我国机床型号的编制方法是按 JB 1838—1976 标准,加工中心的型号编制方法,套用通用机床型号的编制方法。

加工中心型号示例:



机床的类别用汉语拼音字母表示，“T”表示镗床类；特性代号在类别代号之后也用汉语拼音字母予以表示，加工中心特性代号为 H(自动换刀)；组、型别代号用阿拉伯数字组成，位于类别代号或特性代号之后，第一位数字表示组别，第二位数字表示型别；机床主要参数用系数表示，加工中心用两位数字表示工作台宽度的 1/10；机床重大改型的顺序号，在原机床型号后用 A、B、C、D 等英文字母表示。

## (2) 加工中心的类型

① 立式加工中心 立式加工中心是指主轴为垂直状态的加工中心，如图 1-1 所示。其结构形式多为固定立柱，工作台为长方形，无分度回转功能，适合加工盘、套及板类零件，它一般具有三个直线运动坐标轴，并可在工作台上安装一个沿水平轴旋转的回转台，用以加工螺旋线类零件。

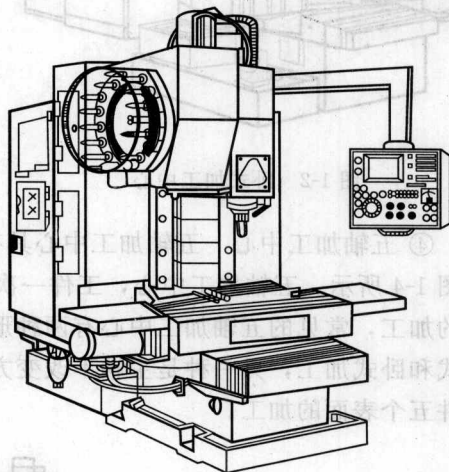


图 1-1 立式加工中心

立式加工中心装卡方便，便于操作，易于观察加工情况，调试程序容易，应用广泛。但是，受到立柱高度及换刀装置的限制，不能加工太高的零件，在加工型腔或下凹的型面时，切屑不容易排出，严重时损坏刀具，破坏已加工表面，影响加工的顺利进行。

② 卧式加工中心 卧式加工中心是指主轴为水平状态的加工中心，如图 1-2 所示。卧式加工中心通常都带有自动分度的回转工作台，它一般具有 3~5 个运动坐标轴，常见的是三个直线运动坐标加一个回转运动坐标，工件在一次装卡后，能完成除安装面和顶面以外的其余四个表面的加工，它最适合加工箱体类零件。与立式加工中心相比较，卧式加工中心加工时排屑容易，对加工有利，但结构复杂，价格较高。

③ 龙门式加工中心 龙门式加工中心的形状与数控龙门铣床相似，如图 1-3 所示。龙门式加工中心主轴多为垂直设置，除带有刀库以外，还带有可更换的主轴头附件。数控装置的功能也较齐全，能够一机多用，尤其适用于加工大型工件

和形状复杂的工件。

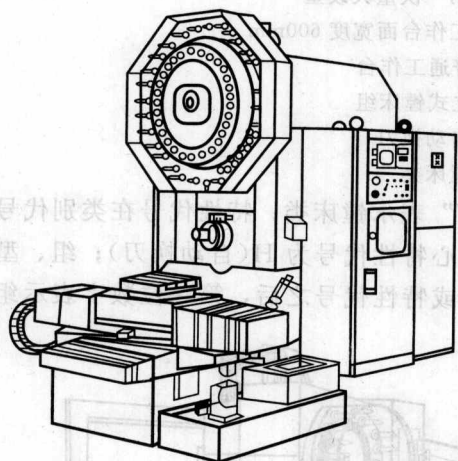


图 1-2 卧式加工中心

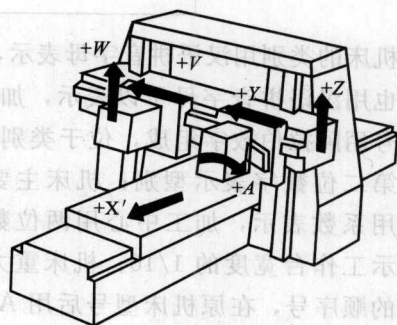
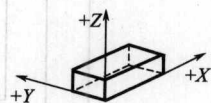


图 1-3 龙门式加工中心

④ 五轴加工中心 五轴加工中心具有立式加工中心和卧式加工中心的功能，如图 1-4 所示。五轴加工中心，工件一次安装后能完成除安装面以外的其余五个面的加工，常见的五轴加工中心有两种形式，一种是主轴可以旋转，对工件进行立式和卧式加工，另一种是主轴不改变方向，而由工作台带着工件旋转，完成对工件五个表面的加工。

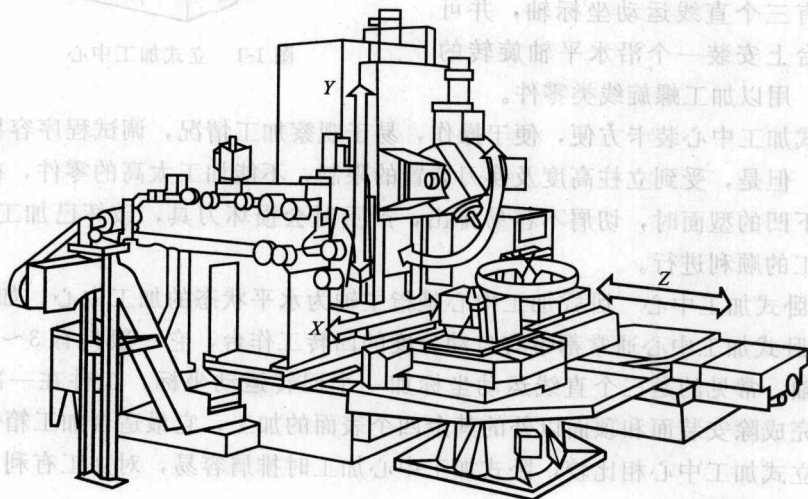


图 1-4 五轴加工中心

⑤ 虚轴加工中心 如图 1-5 所示。虚轴加工中心改变了以往传统机床的结构，通过连杆的运动，实现主轴多自由度的运动，对工件的复杂曲面进行加工。

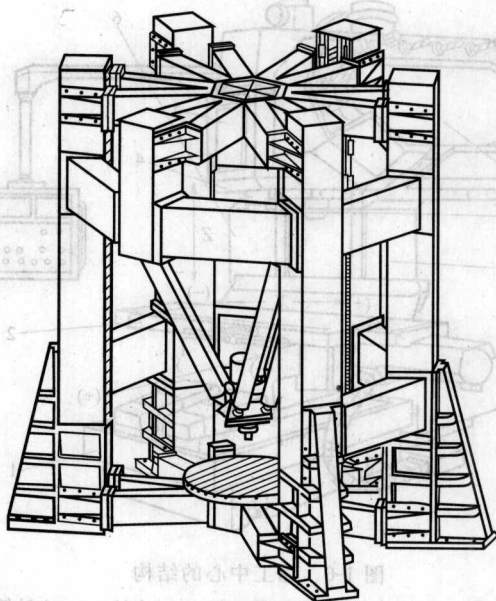


图 1-5 虚轴加工中心

## 1.3 加工中心的结构

### 1.3.1 加工中心的构成

加工中心有各种类型,虽然外形结构各异,但总体构成基本相同,它主要由机床本体、数控系统、伺服系统、强电控制柜和辅助装置等几大部分构成,图 1-6 所示为立式加工中心的主要结构。

#### (1) 机床本体

加工中心机床的本体指其机械结构实体。它与传统的普通机床相比较,同样由主传动系统、进给传动机构、工作台、床身以及立柱等部分组成,但数控机床的整体布局、外观造型、传动机构、工具系统及操作机构等方面都发生了很大的变化。

#### (2) 数控系统

数控系统是机床实现自动加工的核心,是整个数控机床的灵魂所在。主要由输入装置、监视器、主控制系统、可编程控制器、各类输入/输出接口等组成。主控制系统主要由 CPU、存储器、控制器等组成。数控系统的主要控制对象是位置、角度、速度等机械量,以及温度、压力、流量等物理量,其控制方式又可分为数据运算处理控制和时序逻辑控制两大类。其中主控制器内的插补模块就是根据所读入的零件程序,通过译码、编译等处理后,进行相应的刀具轨迹插补运

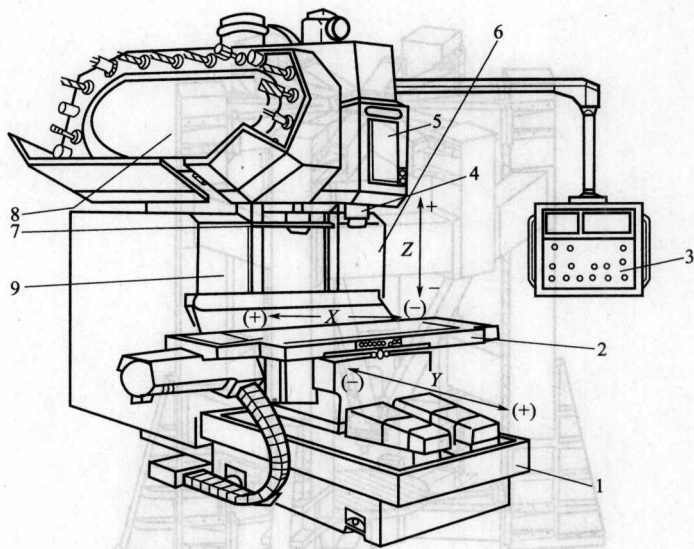


图 1-6 加工中心的结构

- 1—床身；2—工作台；3—操作面板；4—主轴；5—主轴箱；  
6—数控装置；7—机械手；8—刀库；9—立柱

算，并通过与各坐标伺服系统的位置、速度反馈信号的比较，从而控制机床各坐标轴的位移。而时序逻辑控制通常由可编程控制器 PLC 来完成，它根据机床加工过程中各个动作要求进行协调，按各检测信号进行逻辑判别，从而控制机床各个部件有条不紊地按顺序工作。

### (3) 伺服系统

伺服系统是数控系统和机床本体之间的电传动联系环节。主要由伺服电动机、驱动控制系统和位置检测与反馈装置等组成。伺服电动机是系统的执行元件，驱动控制系统则是伺服电动机的动力源。数控系统发出的指令信号与位置反馈信号比较后作为位移指令，再经过驱动系统的功率放大后，驱动电动机运转，通过机械传动装置拖动工作台或刀架运动。

### (4) 强电控制柜

强电控制柜主要用来安装机床强电控制的各种电气元器件，除了提供数控、伺服等一类弱电控制系统的输入电源，以及各种短路、过载、欠压等电气保护外，主要在 PLC 的输出接口与机床各类辅助装置的电气执行元件之间起桥梁连接作用，控制机床辅助装置的各种交流电动机、液压系统电磁阀或电磁离合器等。此外，它也与机床操作台有关手动按钮连接。强电控制柜由各种中间继电器、接触器、变压器、电源开关、接线端子和各类电气保护元器件等构成。它与一般普通机床的电气类似，但为了提高对弱电控制系统的抗干扰性，要求各类频繁启动或切换的电动机、接触器等电磁感应器件中均必须并接 RC 阻容吸收器；