

国产数控系统品牌推广系列



# 华中数控系统 编程与操作手册

叶伯生 周向东 朱国文 编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



国产数控系统品牌推广系列

# 华中数控系统编程与操作手册

叶伯生 周向东 朱国文 编著



机械工业出版社

本书以武汉华中数控股份有限公司的两款主流产品 HNC-18/19xpM 和 HNC-18/19xpT 为阐述对象,系统介绍了铣床数控系统和车床数控系统的数控加工程序编制的基础知识、基本规则 and 规定,详细讲解了 HNC-18/19xpM 铣床数控系统和 HNC-18/19xpT 车床数控系统的编程指令和操作方法。

本书理论联系实际,不仅对编程理论做了深入的阐述,还富有大量的编程实例,具有较高的实用价值。

本书可作为从事数控技术研究、开发的工程技术人员的参考书,还可用作高等职业院校机电一体化等专业,以及各类成人教育学院、中专院校、技校相关专业的教材,也适合作各类数控编程与操作培训班的教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

华中数控系统编程与操作手册/叶伯生,周向东,朱国文编著. —北京:机械工业出版社,2010.6

(国产数控系统品牌推广系列)

ISBN 978-7-111-30558-3

I. ①华… II. ①叶…②周…③朱 III. ①数控机床—数控系统—程序设计—技术手册②数控机床—数控系统—操作—技术手册  
IV. ①TG659-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 079252 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 高依楠

版式设计:张世琴 责任校对:纪敬

封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm · 14.25 印张 · 273 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-30558-3

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务 策划编辑:(010)88379732

社服务中心:(010)88361066 网络服务

销售一部:(010)68326294 门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

# 前 言

在经济全球化的格局下，国际市场竞争日趋激烈，中国制造业正由跨国公司的组装基地向制造业基地转变。中国制造业要实现成为世界制造中心的愿望，必须培养和造就一批掌握先进数控技术和工艺的高素质劳动者和高技能人才。这类人才既不是“白领”，也不是“蓝领”，而是应用型“白领”，可称为“银领”，他们既要能动脑，更要能动手。

本书正是在此需求背景下编写的，它试图突出职业技能培养特色，在使读者掌握“必需够用”的理论知识的同时，力求使读者在数控机床的编程和操作技能培养上有所突破。

本书以武汉华中数控股份有限公司的两款主流产品 HNC-18xpM/19xpM 和 HNC-18xpT/19xpT 为阐述对象，系统介绍了铣床数控系统和车床数控系统的数控加工程序编制的基础知识、基本规则 and 规定，详细讲解了 HNC-18xpM/19xpM 铣床数控系统和 HNC-18xpT/19xpT 车床数控系统的编程指令和操作方法。

本书理论联系实际，不仅对编程理论做了深入的阐述，还富有大量的编程实例，具有较高的实用价值。

本书可作为从事数控技术研究、开发的工程技术人员的参考书，还可用作高等职业院校机电一体化等专业，以及各类成人教育学院、中专院校、技校相关专业的教材，也适合作各类数控编程与操作培训班的教材。

本书由叶伯生、周向东、朱国文编写，全书由叶伯生统稿。

# 目 录

## 前言

## 第1章 华中世纪星 HNC-M

### 铣床数控系统的编程..... 1

#### 1.1 数控铣床编程基础 ..... 1

##### 1.1.1 数控铣床坐标轴的命名 与方向 ..... 1

##### 1.1.2 数控铣床坐标轴方位和 方向的确定 ..... 2

##### 1.1.3 机床坐标系、机床零点 和机床参考点 ..... 4

#### 1.2 华中世纪星铣床数控系 统的基本编程 ..... 6

##### 1.2.1 零件程序的结构 ..... 6

##### 1.2.2 辅助功能 M 代码 ..... 8

##### 1.2.3 主轴功能 S、进给速度 F 和刀具功能 T ..... 12

##### 1.2.4 准备功能代码 G ..... 13

#### 1.3 华中世纪星铣床数控系 统的简化编程 ..... 32

##### 1.3.1 镜像变换、缩放变换与 旋转变换功能 ..... 32

##### 1.3.2 固定循环 ..... 36

#### 1.4 华中世纪星铣床数控系 统的极坐标编程 ..... 45

#### 1.5 华中世纪星铣床数控系 统的宏程序、子程序 编程 ..... 47

##### 1.5.1 宏程序编程 ..... 47

##### 1.5.2 带参子程序编程 ..... 51

#### 1.6 华中世纪星铣削加工中 心数控系统的编程特点..... 55

##### 1.6.1 铣削加工中心概述 ..... 55

##### 1.6.2 自动换刀程序的编制 ..... 56

##### 1.6.3 自动交换工作台程序的 编制 ..... 58

#### 1.7 典型零件的铣削编程 ..... 58

##### 1.7.1 零件图样 ..... 58

##### 1.7.2 加工工艺分析 ..... 58

##### 1.7.3 工装夹具及刀具的准备 ..... 59

##### 1.7.4 毛坯的准备及加工六面 体中的注意事项 ..... 59

##### 1.7.5 对刀和坐标系的建立 (G54、G92) ..... 60

##### 1.7.6 根据图样编制程序 ..... 61

##### 1.7.7 刀补数据和零件程序的 输入, 零件程序的检查 和加工 ..... 66

## 第2章 华中世纪星 HNC-T 车 床数控系统的编程 ..... 67

#### 2.1 数控车床编程基础 ..... 67

#### 2.2 华中世纪星车床数控系 统的基本编程 ..... 69

##### 2.2.1 零件程序的结构 ..... 69

##### 2.2.2 辅助功能 M 代码 ..... 69

##### 2.2.3 主轴功能 S、进给功能 F 和刀具功能 T ..... 69

##### 2.2.4 准备功能 G 代码..... 71

##### 2.2.5 暂停 G04 ..... 93

##### 2.2.6 恒线速度指令 G96、G97 ... 93

##### 2.2.7 简单循环 ..... 95

##### 2.2.8 复合循环 ..... 101

#### 2.3 子程序、宏程序编程 ..... 110

#### 2.4 典型零件的车削编程 ..... 112

|                         |     |                         |     |
|-------------------------|-----|-------------------------|-----|
| 2.4.1 零件图样 .....        | 112 | 3.5.1 坐标轴的运动控制 .....    | 128 |
| 2.4.2 刀具的选择与安装 .....    | 112 | 3.5.2 主轴手动操作 .....      | 129 |
| 2.4.3 工件的装夹 .....       | 113 | 3.5.3 其他手动操作 .....      | 130 |
| 2.4.4 试切 .....          | 113 | 3.6 HNC-18xpM/19xpM 的   |     |
| 2.4.5 坐标系的确定 G54、G92 .. | 114 | 参数设置 .....              | 130 |
| 2.4.6 刀具参数设置和切削参        |     | 3.6.1 HNC-18xpM/19xpM 的 |     |
| 数确定 .....               | 114 | 参数结构 .....              | 130 |
| 2.4.7 加工程序 .....        | 114 | 3.6.2 参数查看与设置 .....     | 131 |
| 2.4.8 程序的输入、校验与         |     | 3.6.3 备份参数 .....        | 131 |
| 运行 .....                | 116 | 3.6.4 载入、删除参数文件 .....   | 132 |
| 3.6.5 修改参数设置密码 .....    | 132 | 3.7 HNC-18xpM/19xpM 的   |     |
| 第3章 华中 HNC-18xpM/19xpM  |     | 数据设置 .....              | 133 |
| 铣床数控系统的操作 .....         | 117 | 3.7.1 刀具长度补偿值设置 .....   | 133 |
| 3.1 铣床数控系统一般操作          |     | 3.7.2 刀具寿命设置 .....      | 134 |
| 步骤 .....                | 117 | 3.7.3 刀具半径补偿值设置 .....   | 134 |
| 3.2 HNC-18xpM/19xpM     |     | 3.7.4 坐标系的设置 .....      | 135 |
| 操作装置 .....              | 118 | 3.7.5 浮动零点的设置(即用        |     |
| 3.2.1 HNC-18xpM/19xpM   |     | 手动方式设置机床坐标              |     |
| 操作台结构 .....             | 118 | 系原点) .....              | 135 |
| 3.2.2 显示器 .....         | 119 | 3.7.6 图形参数的设置 .....     | 136 |
| 3.2.3 机床操作面板 .....      | 119 | 3.7.7 相对坐标系下坐标值的        |     |
| 3.2.4 NCP 键盘 .....      | 121 | 清零 .....                | 137 |
| 3.2.5 主菜单功能键 .....      | 122 | 3.8 HNC-18xpM/19xpM 的   |     |
| 3.2.6 子菜单功能键 .....      | 122 | 程序输入与管理 .....           | 138 |
| 3.3 HNC-18xpM/19xpM     |     | 3.8.1 程序选择 .....        | 138 |
| 软件操作界面 .....            | 122 | 3.8.2 程序编辑 .....        | 139 |
| 3.3.1 软件操作界面 .....      | 122 | 3.8.3 程序删除 .....        | 141 |
| 3.3.2 软件菜单结构 .....      | 123 | 3.9 HNC-18xpM/19xpM 的   |     |
| 3.4 HNC-18xpM/19xpM 的   |     | 程序运行 .....              | 141 |
| 开机、关机及回参考点              |     | 3.9.1 正式加工前的程序校验与       |     |
| 操作 .....                | 125 | 试运行 .....               | 141 |
| 3.4.1 开机 .....          | 125 | 3.9.2 零件程序的自动运行 .....   | 142 |
| 3.4.2 复位 .....          | 125 | 3.9.3 MDI(手动数据输入)       |     |
| 3.4.3 返回机床参考点 .....     | 126 | 运行 .....                | 146 |
| 3.4.4 紧急情况的处理 .....     | 127 | 3.10 HNC-18xpM/19xpM 的  |     |
| 3.4.5 关机 .....          | 127 | 网络与通信 .....             | 147 |
| 3.5 HNC-18xpM/19xpM 的   |     |                         |     |
| 手动操作 .....              | 128 |                         |     |

|                                                     |     |                                                 |     |
|-----------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------|-----|
| 3.10.1 RS232 通信 .....                               | 147 | 4.4 HNC-18xpT/19xpT 的<br>开机、关机及回参考点<br>操作 ..... | 168 |
| 3.10.2 网络功能 .....                                   | 149 | 4.4.1 开机 .....                                  | 168 |
| 3.11 HNC-18xpM/19xpM<br>的显示 .....                   | 150 | 4.4.2 复位 .....                                  | 169 |
| 3.11.1 位置信息显示 .....                                 | 150 | 4.4.3 返回机床参考点 .....                             | 169 |
| 3.11.2 PLC 状态显示 .....                               | 153 | 4.4.4 紧急情况的处理 .....                             | 170 |
| 3.11.3 系统报警信息显示 .....                               | 154 | 4.4.5 关机 .....                                  | 171 |
| 3.11.4 加工统计信息显示 .....                               | 154 | 4.5 HNC-18xpT/19xpT 的<br>手动操作 .....             | 171 |
| 3.11.5 版本信息显示 .....                                 | 156 | 4.5.1 坐标轴的运动控制 .....                            | 171 |
| 3.12 HNC-18xpM/19xpM 的<br>系统更新 .....                | 156 | 4.5.2 主轴手动操作 .....                              | 172 |
| 3.12.1 PLC 文件的载入 (更新)<br>与备份 .....                  | 156 | 4.5.3 其他手动操作 .....                              | 173 |
| 3.12.2 系统升级 .....                                   | 157 | 4.6 HNC-18xpT/19xpT 的<br>参数设置 .....             | 173 |
| 3.12.3 网络选件注册 .....                                 | 159 | 4.6.1 参数查看与设置 .....                             | 174 |
| 3.12.4 磁盘格式化 (V04.00 版<br>软件仅支持 FAT16<br>格式) .....  | 159 | 4.6.2 备份参数 .....                                | 174 |
| 3.12.5 更换背景配色方案<br>(针对 HNC-19xpM) ...               | 160 | 4.6.3 载入、删除参数文件 .....                           | 175 |
| <b>第 4 章 华中 HNC-18xpT/19xpT<br/>车床数控系统的操作</b> ..... | 161 | 4.6.4 修改参数设置密码 .....                            | 175 |
| 4.1 车床数控系统一般操作<br>步骤 .....                          | 161 | 4.7 HNC-18xpT/19xpT 的<br>数据设置 .....             | 176 |
| 4.2 HNC-18xpT/19xpT 操作<br>装置 .....                  | 162 | 4.7.1 刀具偏置补偿数据<br>设置 .....                      | 176 |
| 4.2.1 HNC-18xpT/19xpT 操作<br>台结构 .....               | 162 | 4.7.2 刀尖半径补偿值设置 .....                           | 177 |
| 4.2.2 显示器 .....                                     | 162 | 4.7.3 坐标系的设置 .....                              | 179 |
| 4.2.3 机床操作面板 .....                                  | 162 | 4.7.4 浮动零点的设置 (即用<br>手动方式设置机床坐标<br>系原点) .....   | 179 |
| 4.2.4 NCP 键盘 .....                                  | 164 | 4.7.5 工件毛坯尺寸的设置<br>(用于图形显示) .....               | 180 |
| 4.2.5 主菜单功能键 .....                                  | 165 | 4.7.6 相对坐标系下坐标值的<br>清零 .....                    | 181 |
| 4.2.6 子菜单功能键 .....                                  | 165 | 4.8 HNC-18xpT/19xpT 的<br>程序输入与管理 .....          | 182 |
| 4.3 HNC-18xpT/19xpT 软件<br>操作界面 .....                | 166 | 4.8.1 程序选择 .....                                | 182 |
| 4.3.1 软件操作界面 .....                                  | 166 | 4.8.2 程序编辑 .....                                | 183 |
| 4.3.2 软件菜单结构 .....                                  | 166 | 4.8.3 程序删除 .....                                | 185 |

|                                       |     |                                                    |     |
|---------------------------------------|-----|----------------------------------------------------|-----|
| 4.9 HNC-18xpT/19xpT 的<br>程序运行 .....   | 185 | 系统更新 .....                                         | 200 |
| 4.9.1 加工前的程序校验、试<br>运行与单段运行 .....     | 185 | 4.12.1 PLC 文件的载入 (更新)<br>与备份 .....                 | 200 |
| 4.9.2 零件程序的自动运行 .....                 | 186 | 4.12.2 系统升级 .....                                  | 201 |
| 4.9.3 MDI (手动数据输入)<br>运行 .....        | 190 | 4.12.3 网络选件注册 .....                                | 203 |
| 4.10 HNC-18xpT/19xpT 的<br>网络与通信 ..... | 191 | 4.12.4 磁盘格式化 (V04.00 版<br>软件仅支持 FAT16<br>格式) ..... | 203 |
| 4.10.1 RS232 通信 .....                 | 191 | 4.12.5 更换背景配色方案<br>(针对 HNC-19xpT) .....            | 204 |
| 4.10.2 网络功能 .....                     | 193 | <b>附录</b>                                          |     |
| 4.11 HNC-18xpT/19xpT 的<br>显示 .....    | 194 | 附录 1 华中世纪星铣床数控<br>系统准备功能一览表 ...                    | 205 |
| 4.11.1 位置信息显示 .....                   | 194 | 附录 2 华中世纪星车床数控<br>系统准备功能一览表 ...                    | 207 |
| 4.11.2 PLC 状态显示 .....                 | 197 | 附录 3 华中 HNC-18/19xp<br>数控系统参数说明 .....              | 208 |
| 4.11.3 系统报警信息显示 .....                 | 198 | <b>参考文献</b> .....                                  | 218 |
| 4.11.4 加工统计信息显示 .....                 | 199 |                                                    |     |
| 4.11.5 版本信息显示 .....                   | 200 |                                                    |     |
| 4.12 HNC-18xpT/19xpT 的                |     |                                                    |     |

# 第 1 章 华中世纪星 HNC-M 铣床 数控系统的编程

华中数控自成立以来，向市场推出品种多样的数控系统产品，单铣床数控系统就从最初的 HNC-IM、HNC-2000M 发展到后来的 HNC-21M/22M 以及如今的 HNC-18iM/19iM、HNC-18xpM/19xpM、HNC-210M、HNC-32M，如果说这些产品的操作界面多多少少都有一些改进的话，那么，这些产品的编程指令则基本保持了稳定性，除了后期产品增添了少量指令代码外，整个编程系统基本保持不变，因此本章的内容除了个别指令不适用于早期的 HNC-IM 和 HNC-2000M 外，其余均适用于世纪星 HNC-21M/22M 以后的所有版本。

## 1.1 数控铣床编程基础

数控铣床是一种用途十分广泛的机床，主要用于各种复杂型面的平面、曲面和壳体类零件的铣削加工，如各类凸轮、模具、连杆、叶片、沟槽、螺旋槽和箱体等零件的加工；同时还可以进行钻、扩、铰、铰、攻螺纹、镗孔等加工。

数控铣床多为三轴（即 X、Y、Z 三个直线运动坐标）控制三轴联动的机床，也有一部分为三轴控制两轴联动（也称两轴半控制）的，这类机床一般只能用来完成平面轮廓及曲面的加工；对于有特殊要求的数控铣床来说，还可以加一个回转的 A 坐标或 C 坐标，即增加一个数控分度头或数控回转工作台，这时机床的数控系统为四轴三联动或四轴联动的数控系统，可用来加工螺旋槽、叶片等立体曲面零件。

在对数控铣床编程之前，必须弄清数控铣床的坐标系。

### 1.1.1 数控铣床坐标轴的命名与方向

所谓坐标轴，是指在数控机床中具有位移（线位移或角位移）控制和速度控制功能的运动轴（也称坐标或轴），它有直线坐标轴和回转坐标轴之分。

为简化编程和保证程序的通用性，对数控机床坐标轴的命名和方向制订了统一的标准，规定直线进给坐标轴用 X、Y、Z 表示，常称基本坐标轴。X、Y、Z 坐标轴的相互关系用右手定则决定，如图 1-1 所示，图中大拇指的指向为 X 轴的正方向，食指指向为 Y 轴的正方向，中指指向为 Z 轴的正方向。

围绕 X、Y、Z 轴旋转的圆周进给坐标轴分别用 A、B、C 表示，其方向的正

负由右手螺旋法则确定，如图 1-1 所示，以大拇指指向 +X、+Y、+Z 方向，则食指、中指等的指向是圆周进给运动的 +A、+B、+C 方向。

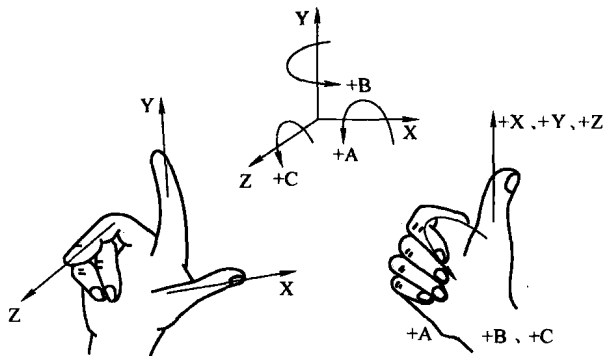


图 1-1 数控机床的坐标轴和方向

如果在基本的直角坐标轴 X、Y、Z 之外，另有轴线平行于它们的坐标轴，则附加的直角坐标轴指定为 U、V、W 和 P、Q、R。这些附加坐标轴的运动方向，可按决定基本坐标轴运动方向的方法来决定。

数控铣床的进给运动，有的由主轴带动刀具运动来实现，有的由工作台带着工件运动来实现。为了使所编制的加工程序在不同配置的机床上都能使用，ISO 标准规定：在编程中，坐标轴的方向总是刀具相对工件的运动方向，用 X、Y、Z、A、B、C 等表示。在实际应用中，对数控机床的坐标轴进行标注（不是编程）时，还可以根据坐标轴的实际运动情况，用工件相对刀具的运动方向进行标注，此时需用 X'、Y'、Z'、A'、B'、C' 等表示，以示区别。显然，有

$$\begin{aligned} +X &= -X', +Y = -Y', +Z = -Z' \\ +A &= -A', +B = -B', +C = -C' \end{aligned}$$

这个规定方便了编程，使编程人员在不知数控机床具体布局的情况下，也能正确编程。

### 1.1.2 数控铣床坐标轴方位和方向的确定

数控铣床坐标轴的方位和方向取决于各组成部分的布局，其确定顺序一般如下：

- 1) 先确定 Z 坐标（轴）。
- 2) 再确定 X 坐标（轴）。
- 3) 然后由右手定则或右手螺旋法则确定 Y 坐标（轴）。

#### 1. Z 坐标（轴）

- (1) Z 坐标方位

1) 若只有一个主轴, 且主轴无摆动运动, 则规定平行主轴轴线的坐标轴为 Z 坐标, 如图 1-2、图 1-3 所示。

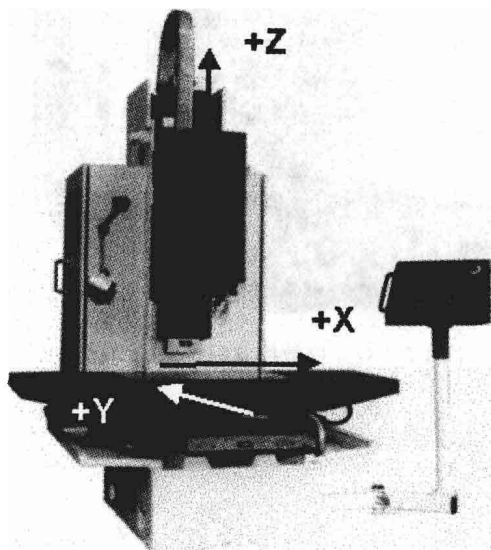


图 1-2 立式数控铣床的坐标系

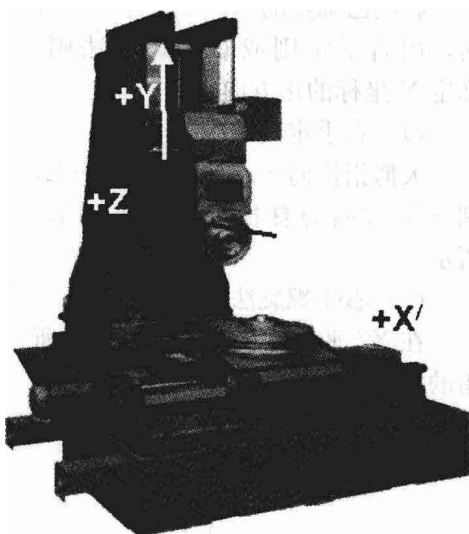


图 1-3 卧式数控铣床的坐标系

2) 若没有主轴或多个主轴, 则规定垂直于工件装夹面的坐标轴为 Z 坐标。

3) 若主轴能摆动, 且在摆动范围内只与标准坐标系中的某一坐标轴平行, 则规定该坐标轴为 Z 坐标, 如图 1-4 所示。

4) 若主轴能摆动, 且在摆动范围内能与标准坐标系中的多个坐标轴平行, 则规定垂直于工件装夹面的坐标轴为 Z 坐标。

## (2) Z 坐标正方向

刀具远离工件的方向为 Z 坐标正方向 (+Z)。

## 2. X 坐标 (轴)

1) 对卧式数控铣床 (Z 轴轴线水平), 规定从刀具 (主轴) 向工件看时, X 坐标的正方向指向右边, 如图 1-3 所示。

2) 对单立柱的立式数控铣床 (Z 轴轴线竖直), 规定由刀具向立柱看时, X 坐标的正方向指向右边, 如图 1-2 所示。

3) 对双立柱的龙门机床 (Z 轴线竖直), 规定由刀具向左立柱看时, X 坐标

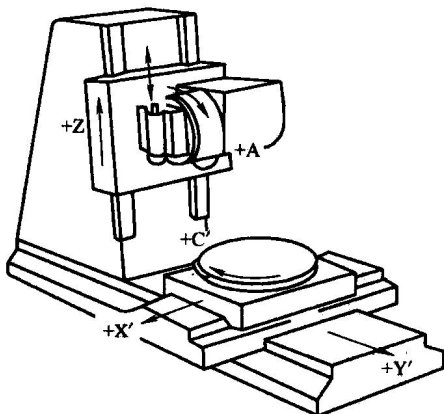


图 1-4 立式 5 轴数控铣床的坐标系

的正方向指向右边,如图 1-5 所示。

### 3. Y 坐标(轴)

利用已确定的 X、Z 坐标的正方向,用右手定则或右手螺旋法则,确定 Y 坐标的正方向。

#### (1) 右手定则

大拇指指向+X,中指指向+Z,则+Y方向为食指指向,如图 1-6 所示。

#### (2) 右手螺旋法则

在 XZ 平面,从 Z 至 X,拇指所指的方向为+Y,如图 1-6 所示。

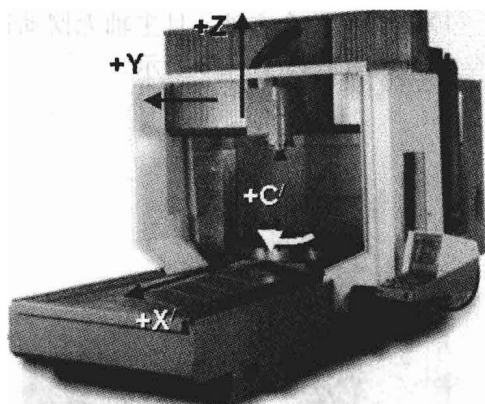


图 1-5 双立柱数控龙门铣床的坐标系

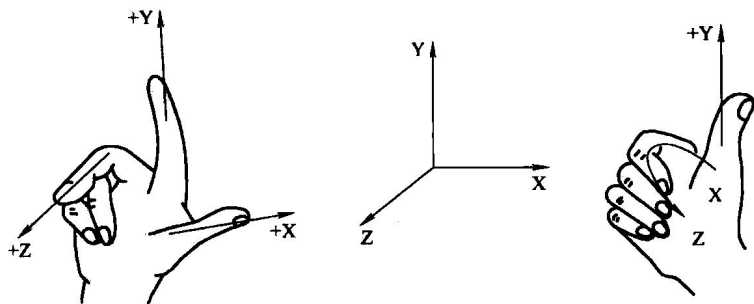


图 1-6 右手定则与右手螺旋法则

由上述法则确定的 Y 轴方位和正方向如图 1-2~图 1-5 所示。

### 4. 回转坐标和附加坐标

#### (1) 回转坐标

用右手螺旋法则确定回转坐标轴 A、B、C 或 A'、B'、C' 的方位和方向,如图 1-4、图 1-5 所示。以大拇指指向+X、+Y、+Z 方向,则食指、中指等的指向是圆周进给运动的+A、+B、+C 方向。

#### (2) 附加坐标

按平行于 X、Y、Z 坐标轴的原则确定附加坐标轴 U、V、W 或 U'、V'、W' 坐标轴。

## 1.1.3 机床坐标系、机床零点和机床参考点

### 1. 机床坐标系与机床零点

机床坐标系是用来确定工件坐标系的基本坐标系,机床坐标系的原点称为机床零点或机床原点。机床零点的位置一般由机床参数指定,但指定后,这个零点

便被确定下来，维持不变。

机床坐标系一般不作为编程坐标系，仅作为编程坐标系（工件坐标系）的参考坐标系。

## 2. 机床参考点与机床行程开关

数控系统上电时并不知道机床零点。为了正确地在机床工作时建立机床坐标系，通常在每个坐标轴的行程范围内设置一个机床参考点（测量起点）。

机床零点可以与机床参考点重合，也可以不重合，通过机床参数指定机床参考点到机床零点的距离。

机床坐标轴的机械行程范围是由最大和最小限位开关来限定的，机床坐标轴的有效行程范围是由机床参数（软件限位）来界定的。

在机床经过设计、制造和调整 after，机床参考点和机床最大、最小行程限位开关便被确定下来，它们是机床上的固定点；而机床零点 and 有效行程范围是机床上的不可见的点，其值由制造商通过参数定义。

机床零点 (OM)、机床参考点 (Om)、机床坐标轴的机械行程及有效行程的关系如图 1-7 所示。

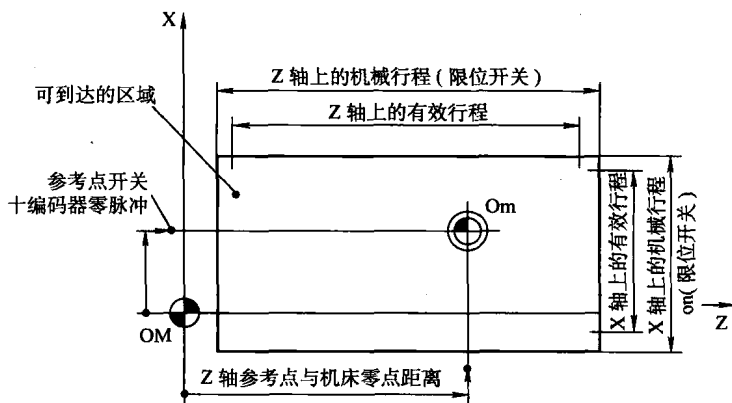


图 1-7 机床零点 OM 和机床参考点 Om

## 3. 机床回参考点与机床坐标系的建立

机床坐标轴回到了参考点位置，就知道了该坐标轴的零点位置，机床所有坐标轴都回到了参考点，数控机床就建立起了机床坐标系，即机床回参考点过程实质上是机床坐标系的建立过程。因此，数控机床启动时，一般要进行自动或手动回参考点操作以建立机床坐标系（注意：采用绝对式测量装置的数控机床，由于机床断电后实际位置不丢失，不必每次启动机床时，都进行回参考点操作）。

机床参考点的设置一般采用常开微动开关配合反馈元件的基准（标记）脉冲的方法确定。通常，光栅尺每 50mm 产生一个基准脉冲，或在光栅尺的两端各

有一个基准脉冲，而旋转编码器每转产生一个基准脉冲。

数控机床回参考点的一般过程如下：

- 1) 快速移向机床坐标轴的参考点开关（常开微动开关）。
- 2) 压下开关后，以慢速运动直到接收到第一个基准脉冲。
- 3) 停止坐标轴移动，回参考点完毕。

这时的机床位置（或者加上机床参数设置的偏置值）就是机床参考点的准确位置。

数控机床回参考点操作除了用于建立机床坐标系外，还可用于消除由于漂移、变形等造成的误差：机床使用一段时间后，工作台会造成一些漂移，使加工有误差，回一次机床参考点，就可以使机床的工作台回到准确位置，消除误差。所以在机床加工前，也常进行回机床参考点的操作。

## 1.2 华中世纪星铣床数控系统的基本编程

### 1.2.1 零件程序的结构

一个零件程序是一组被传送到数控装置中去的指令和数据，它是由遵循一定结构、句法和格式规则的若干个程序段组成的，而每个程序段是由若干个指令字组成的。

零件程序的结构如图 1-8 所示。

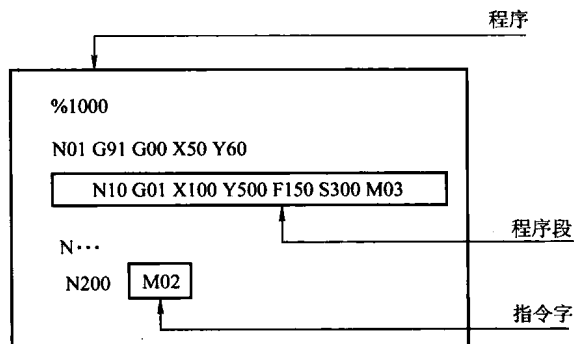


图 1-8 零件程序的结构

#### 1. 指令字的格式

一个指令字是由地址符（指令字符）和带符号（如定义尺寸的字）或不带符号（如准备功能字 G 代码）的数字数据组成的。

程序段中不同的指令字符及其后续数值确定了每个指令字的含义。在数控程

序段中包含的主要指令字符如表 1-1 所示。

表 1-1 主要指令字符一览表

| 机 能    | 地 址                     | 意 义                   |
|--------|-------------------------|-----------------------|
| 零件程序号  | %                       | 程序编号：%1~4294967295    |
| 程序段号   | N                       | 程序段编号：N0~4294967295   |
| 准备机能   | G                       | 指令动作方式（直线、圆弧等）G00~99  |
| 尺寸字    | X、Y、Z<br>A、B、C<br>U、V、W | 坐标轴的移动命令±99999.999    |
|        | R                       | 圆弧的半径，固定循环的参数         |
|        | I、J、K                   | 圆心相对于起点的坐标，固定循环的参数    |
| 进给速度   | F                       | 进给速度的指定 F0~24000      |
| 主轴机能   | S                       | 主轴旋转速度的指定 S0~9999     |
| 刀具机能   | T                       | 刀具编号的指定 T0~99         |
| 辅助机能   | M                       | 机床侧开/关控制的指定 M0~99     |
| 补偿号    | H、D                     | 刀具补偿号的指定 00~99        |
| 暂停     | P、X                     | 暂停时间的指定 s             |
| 程序号的指定 | P                       | 子程序号的指定 P1~4294967295 |
| 重复次数   | L                       | 子程序的重复次数，固定循环的重复次数    |
| 参数     | P、Q、R                   | 固定循环的参数               |

## 2. 程序段的格式

一个程序段定义一个将由数控装置执行的指令行。

程序段的格式定义了每个程序段中功能字的句法，如图 1-9 所示。

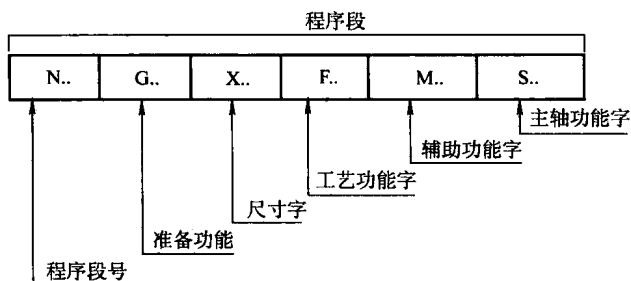


图 1-9 程序段的格式

## 3. 程序的一般结构

一个零件程序必须包括起始符和结束符。

一个零件程序是按程序段的输入顺序执行的，而不是按程序段号的顺序执行

的，但书写程序时，建议按升序书写程序段号。

华中世纪星铣床数控系统的程序结构如下：

- 1) 程序起始符：%（或 O）后跟数字，如 %××××。程序起始符应单独一行，并从程序的第一行、第一格开始。
- 2) 程序结束：M02 或 M30。
- 3) 注释符：分号 “;” 后或括号 “（）” 内的内容为注释文字。

4. 程序的文件名

华中世纪星铣床数控系统可以装入许多程序文件，以磁盘文件的方式读写，通过调用文件名来调用程序，进行加工或编辑。文件名格式为 O××××（地址 O 后面加若干数字或字母）。主程序、子程序必须写在同一个文件名下。

1.2.2 辅助功能 M 代码

辅助功能由地址字 M 和其后的一或二位数值组成，主要用于控制零件程序的走向，以及机床各种辅助功能的开关动作。华中世纪星铣床数控系统 M 指令功能如表 1-2 所示（▶ 标记者为默认值）。

表 1-2 华中世纪星铣床数控系统 M 代码及功能

| 代 码 | 模 态 | 功 能 说 明     | 代 码 | 模 态 | 功 能 说 明 |
|-----|-----|-------------|-----|-----|---------|
| M00 | 非模态 | 程序停止        | M03 | 模态  | 主轴正转起动  |
| M02 | 非模态 | 程序结束        | M04 | 模态  | 主轴反转起动  |
| M30 | 非模态 | 程序结束并返回程序起点 | M05 | ▶模态 | 主轴停止转动  |
|     |     |             | M06 | 非模态 | 换刀      |
| M98 | 非模态 | 调用子程序       | M07 | 模态  | 切削液打开   |
| M99 | 非模态 | 子程序结束       | M09 | ▶模态 | 切削液停止   |

其中：M00、M02、M30、M98、M99 用于控制零件程序的走向，是 CNC 内定的辅助功能，不由机床制造商设计决定，也就是说，与 PLC 程序无关。

其余 M 代码用于机床各种辅助功能的开关动作，其功能不由 CNC 内定，而是由 PLC 程序指定，所以有可能因机床制造厂不同而有差异（表内为标准 PLC 指定的功能），请使用者参考机床说明书。

M 功能有非模态 M 功能和模态 M 功能两种形式。

非模态 M 功能（当段有效代码）：只在书写了该代码的程序段中有效。

模态 M 功能（续效代码）：一组可相互注销的 M 功能，这些功能在被同一组的另一个功能注销前一直有效。

模态 M 功能组中包含一个默认功能（见表 1-2），系统上电时将被初始化为该功能。

另外, M 功能还可分为前作用 M 功能和后作用 M 功能两类。

前作用 M 功能: 在程序段编制的轴运动之前执行。

后作用 M 功能: 在程序段编制的轴运动之后执行。

### 1. CNC 内定的辅助功能

#### (1) 程序暂停 M00

当 CNC 执行到 M00 指令时, 将暂停执行当前程序, 以方便操作者进行刀具和工件的尺寸测量、工件调头、手动变速等操作。

暂停时, 机床的主轴、进给及切削液停止, 而全部现存的模态信息保持不变, 欲继续执行后续程序, 重按操作面板上的“循环启动”键。

M00 为非模态后作用 M 功能。

#### (2) 程序结束 M02

M02 编在主程序的最后一个程序段中。

当 CNC 执行到 M02 指令时, 机床的主轴、进给、切削液全部停止, 加工结束。

使用 M02 的程序结束后, 若要重新执行该程序, 就得通过一定的操作重新调用该程序或重新运行该程序 (请参考第 3 章), 然后再按操作面板上的“循环启动”键。

M02 为非模态后作用 M 功能。

#### (3) 程序结束并返回到零件程序头 M30

M30 和 M02 功能基本相同, 只是 M30 指令还兼有控制返回到零件程序头 (%) 的作用。

使用 M30 的程序结束后, 若要重新执行该程序, 只需再次按操作面板上的“循环启动”键。

#### (4) 子程序调用 M98 及从子程序返回 M99

M98 用来调用子程序。M99 表示子程序结束, 在子程序中调用 M99 使控制返回到主程序 M98 下一行。

在主程序中执行 M99, 则会控制返回到主程序头继续执行, 直到被用户干预为止。

##### 1) 子程序的格式:

% \* \* \* \*

.....

M99

在子程序开头, 必须规定子程序号, 以作为调用入口地址。在子程序的结尾用 M99, 以控制执行完该子程序后返回主程序。

##### 2) 调用子程序的格式: