



计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)系列  
Computer Aided Design/Manufacturing

长达**270**分钟  
录音讲解AVI文件  
**91**个实例源文件  
结果文件

# Mastercam X4

全面完整的知识体系 深入浅出的理论阐述  
循序渐进的分析讲解 实用典型的实例引导

## 中文版

## 从入门到精通

三维书屋工作室

胡仁喜 刘昌丽 董荣荣 等编著

机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# Mastercam X4 中文版从入门到精通

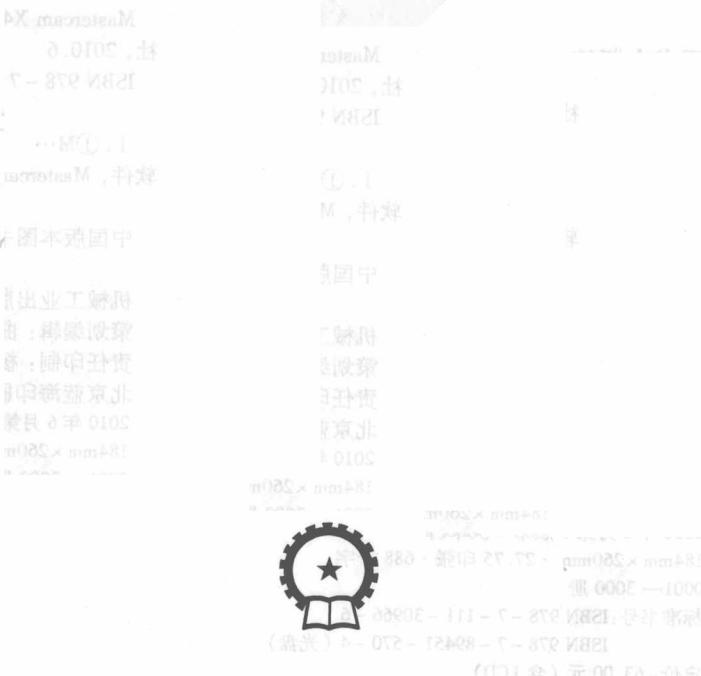
本书是关于 Mastercam X4 的一本综合性的教材，内容全面、系统，适合初学者和有一定基础的读者使用。全书共分 12 章，每章由理论知识讲解、典型范例分析、操作练习三部分组成。

## 三维书屋工作室

本书由胡仁喜、刘昌丽、董荣荣等编著，由机械工业出版社出版。

胡仁喜 刘昌丽 董荣荣 等编著

购书电话：



本书由机械工业出版社出版，定价：59.00 元 (含光盘)

邮购地址：北京市西城区百万庄大街 22 号，机械工业出版社，100037

机械工业出版社

邮购电话：(010) 58323851

全书主要分为3大部分；第1部分为第1~6章，详细介绍了Mastercam的CAD功能，主要包括：二维图素的创建与编辑、三维图素的创建与编辑、曲线曲面的创建与编辑等。第2部分为第7~10章，详细介绍了CAM的基础知识以及Mastercam的CAM功能，主要包括：数控加工工艺概述、数控编程基础、CAM的通用设置、二维及三维加工方法等。第3部分则用一些实例对Mastercam的CAD/CAM功能进行阐述，并讲述了多轴加工和线架加工两种特殊的加工方法。

本书可作为高等工科院校机械制造与自动化专业的本、专科学生学习软件操作课程辅助教材，也可用于工程技术人员作为更新知识的参考书或自学手册。

#### 图书在版编目(CIP)数据

Mastercam X4 中文版从入门到精通/胡仁喜等编著. —北京：机械工业出版社，2010.6

ISBN 978 - 7 - 111 - 30966 - 6

I. ①M… II. ①胡… III. ①计算机辅助制造—应用  
软件，Mastercam X4 IV. ①TP391. 73

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第107295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：曲彩云 责任编辑：曲彩云

责任印制：杨 曜

北京蓝海印刷有限公司印刷

2010年6月第1版第1次印刷

184mm×260mm·27.75印张·688千字

0001—3000册

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 30966 - 6

ISBN 978 - 7 - 89451 - 570 - 4 (光盘)

定价：63.00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

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010)68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010)88379649

封面无防伪标均为盗版

读者服务部：(010)68993821

# 前言

前言

制造是推动人类历史发展和文明进程的主要动力。它不仅是经济和社会发展的物质基础，也是创造人类精神文明的重要手段，在国民经济中起着重要的作用。

为了在最短的时间内、用最低的成本生产出最高质量的产品，人们除了从理论上进一步研究制造的内在机理外，也渴望能在计算机上用一种更加有效的直观手段显示产品的设计、制造过程，这便形成了 CAD/CAM 的萌芽。

Mastercam 是美国 CNC Software 公司开发的一套 CAD/CAM 软件，利用这个软件，可以辅助使用者完成产品从设计到制造的全过程中最核心的问题。由于其诞生较早且功能齐全，特别是在 CNC 编程上快捷方便，成为国内外制造业最广泛采用的 CAD/CAM 集成软件之一，主要用于机械、电子、汽车、航空等行业，特别是在模具制造业中应用尤为广泛。

全书主要分为 3 大部分：第 1 部分为第 1～第 6 章，详细介绍了 Mastercam 的 CAD 功能，主要包括：二维图素的创建与编辑、三维图素的创建与编辑、曲线曲面的创建与编辑等。第 2 部分为第 7～10 章，详细介绍了 CAM 的基础知识以及 Mastercam 的 CAM 功能，主要包括：数控加工工艺概述、数控编程基础、CAM 的通用设置、二维及三维加工方法等。第 3 部分则用一些实例对 Mastercam 的 CAD/CAM 功能进行阐述，并讲述了多轴加工和线架加工两种特殊的加工方法。

理论与实践的结合是本书的最大特点之一，因此具有很强的可读性和实用性。但本书所介绍的 Mastercam X4 软件只是反映了现阶段的开发成果，随着新成果的推出，必定有更新版本的说明。

本书还配有多媒体学习光盘 1 张，光盘包含本书要用到的数据文件以及所有实例操作过程的录屏语音讲解 AVI 文件，可以帮助读者形象直观地学习本书。

本书由三维书屋工作室策划，主要由胡仁喜、刘昌丽、董荣荣编写，参加编写的还有：何涛、王敏、张日晶、王艳池、熊慧、王义发、张俊生、王培合、周冰、王玉秋、李瑞、王炜、康士廷、王兵学、阳平华、王渊峰、袁涛、王佩楷、夏德伟、郑长松、李广荣、孟清华等。

本书可作为高等工科院校机械制造与自动化专业的本、专科学生学习软件操作课程辅助教材，也可用于工程技术人员作为更新知识的参考书或自学手册。

由于作者水平有限，加上时间仓促，书中错误在所难免，希望读者登录网站 [www.sjzsanzhishuwu.com](http://www.sjzsanzhishuwu.com) 或联系 [win760520@126.com](mailto:win760520@126.com) 批评指正。

作 者

00	第 1 章 Mastercam X4 简介
18	1.1 Mastercam X4 的安装与启动
30	1.2 Mastercam X4 的界面
38	1.3 Mastercam X4 的帮助和支持
46	1.4 Mastercam X4 的退出
50	第 2 章 Mastercam X4 的 CAD 功能
62	2.1 图素的创建与编辑
74	2.2 曲线与曲面的创建与编辑
86	2.3 基于图素的实体建模
98	2.4 基于曲线与曲面的实体建模
110	2.5 基于实体的特征建模
122	2.6 基于特征的参数化建模
134	2.7 基于网格的建模
146	2.8 基于拓扑关系的建模
158	2.9 基于几何关系的建模
170	2.10 基于尺寸约束的建模
182	2.11 基于特征约束的建模
194	2.12 基于点约束的建模
206	2.13 基于线约束的建模
218	2.14 基于面约束的建模
230	2.15 基于体约束的建模
242	2.16 基于特征的布尔运算
254	2.17 基于图素的布尔运算
266	2.18 基于曲线与曲面的布尔运算
278	2.19 基于实体的布尔运算
290	2.20 基于拓扑关系的布尔运算
302	2.21 基于几何关系的布尔运算
314	2.22 基于尺寸约束的布尔运算
326	2.23 基于特征约束的布尔运算
338	2.24 基于点约束的布尔运算
350	2.25 基于线约束的布尔运算
362	2.26 基于面约束的布尔运算
374	2.27 基于体约束的布尔运算
386	2.28 基于特征的修剪
400	2.29 基于图素的修剪
412	2.30 基于曲线与曲面的修剪
424	2.31 基于实体的修剪
436	2.32 基于拓扑关系的修剪
448	2.33 基于几何关系的修剪
460	2.34 基于尺寸约束的修剪
472	2.35 基于特征约束的修剪
484	2.36 基于点约束的修剪
496	2.37 基于线约束的修剪
508	2.38 基于面约束的修剪
520	2.39 基于体约束的修剪
532	2.40 基于特征的拉伸
544	2.41 基于图素的拉伸
556	2.42 基于曲线与曲面的拉伸
568	2.43 基于实体的拉伸
580	2.44 基于拓扑关系的拉伸
592	2.45 基于几何关系的拉伸
604	2.46 基于尺寸约束的拉伸
616	2.47 基于特征约束的拉伸
628	2.48 基于点约束的拉伸
640	2.49 基于线约束的拉伸
652	2.50 基于面约束的拉伸
664	2.51 基于体约束的拉伸
676	2.52 基于特征的拉伸
688	2.53 基于图素的拉伸
700	2.54 基于曲线与曲面的拉伸
712	2.55 基于实体的拉伸
724	2.56 基于拓扑关系的拉伸
736	2.57 基于几何关系的拉伸
748	2.58 基于尺寸约束的拉伸
760	2.59 基于特征约束的拉伸
772	2.60 基于点约束的拉伸
784	2.61 基于线约束的拉伸
796	2.62 基于面约束的拉伸
808	2.63 基于体约束的拉伸
820	2.64 基于特征的拉伸
832	2.65 基于图素的拉伸
844	2.66 基于曲线与曲面的拉伸
856	2.67 基于实体的拉伸
868	2.68 基于拓扑关系的拉伸
880	2.69 基于几何关系的拉伸
892	2.70 基于尺寸约束的拉伸
904	2.71 基于特征约束的拉伸
916	2.72 基于点约束的拉伸
928	2.73 基于线约束的拉伸
940	2.74 基于面约束的拉伸
952	2.75 基于体约束的拉伸
964	2.76 基于特征的拉伸
976	2.77 基于图素的拉伸
988	2.78 基于曲线与曲面的拉伸
1000	2.79 基于实体的拉伸
1012	2.80 基于拓扑关系的拉伸
1024	2.81 基于几何关系的拉伸
1036	2.82 基于尺寸约束的拉伸
1048	2.83 基于特征约束的拉伸
1060	2.84 基于点约束的拉伸
1072	2.85 基于线约束的拉伸
1084	2.86 基于面约束的拉伸
1096	2.87 基于体约束的拉伸
1108	2.88 基于特征的拉伸
1120	2.89 基于图素的拉伸
1132	2.90 基于曲线与曲面的拉伸
1144	2.91 基于实体的拉伸
1156	2.92 基于拓扑关系的拉伸
1168	2.93 基于几何关系的拉伸
1180	2.94 基于尺寸约束的拉伸
1192	2.95 基于特征约束的拉伸
1204	2.96 基于点约束的拉伸
1216	2.97 基于线约束的拉伸
1228	2.98 基于面约束的拉伸
1240	2.99 基于体约束的拉伸
1252	2.100 基于特征的拉伸
1264	2.101 基于图素的拉伸
1276	2.102 基于曲线与曲面的拉伸
1288	2.103 基于实体的拉伸
1300	2.104 基于拓扑关系的拉伸
1312	2.105 基于几何关系的拉伸
1324	2.106 基于尺寸约束的拉伸
1336	2.107 基于特征约束的拉伸
1348	2.108 基于点约束的拉伸
1360	2.109 基于线约束的拉伸
1372	2.110 基于面约束的拉伸
1384	2.111 基于体约束的拉伸
1396	2.112 基于特征的拉伸
1408	2.113 基于图素的拉伸
1420	2.114 基于曲线与曲面的拉伸
1432	2.115 基于实体的拉伸
1444	2.116 基于拓扑关系的拉伸
1456	2.117 基于几何关系的拉伸
1468	2.118 基于尺寸约束的拉伸
1480	2.119 基于特征约束的拉伸
1492	2.120 基于点约束的拉伸
1504	2.121 基于线约束的拉伸
1516	2.122 基于面约束的拉伸
1528	2.123 基于体约束的拉伸
1540	2.124 基于特征的拉伸
1552	2.125 基于图素的拉伸
1564	2.126 基于曲线与曲面的拉伸
1576	2.127 基于实体的拉伸
1588	2.128 基于拓扑关系的拉伸
1600	2.129 基于几何关系的拉伸
1612	2.130 基于尺寸约束的拉伸
1624	2.131 基于特征约束的拉伸
1636	2.132 基于点约束的拉伸
1648	2.133 基于线约束的拉伸
1660	2.134 基于面约束的拉伸
1672	2.135 基于体约束的拉伸
1684	2.136 基于特征的拉伸
1696	2.137 基于图素的拉伸
1708	2.138 基于曲线与曲面的拉伸
1720	2.139 基于实体的拉伸
1732	2.140 基于拓扑关系的拉伸
1744	2.141 基于几何关系的拉伸
1756	2.142 基于尺寸约束的拉伸
1768	2.143 基于特征约束的拉伸
1780	2.144 基于点约束的拉伸
1792	2.145 基于线约束的拉伸
1804	2.146 基于面约束的拉伸
1816	2.147 基于体约束的拉伸
1828	2.148 基于特征的拉伸
1840	2.149 基于图素的拉伸
1852	2.150 基于曲线与曲面的拉伸
1864	2.151 基于实体的拉伸
1876	2.152 基于拓扑关系的拉伸
1888	2.153 基于几何关系的拉伸
1900	2.154 基于尺寸约束的拉伸
1912	2.155 基于特征约束的拉伸
1924	2.156 基于点约束的拉伸
1936	2.157 基于线约束的拉伸
1948	2.158 基于面约束的拉伸
1960	2.159 基于体约束的拉伸
1972	2.160 基于特征的拉伸
1984	2.161 基于图素的拉伸
1996	2.162 基于曲线与曲面的拉伸
2008	2.163 基于实体的拉伸
2020	2.164 基于拓扑关系的拉伸
2032	2.165 基于几何关系的拉伸
2044	2.166 基于尺寸约束的拉伸
2056	2.167 基于特征约束的拉伸
2068	2.168 基于点约束的拉伸
2080	2.169 基于线约束的拉伸
2092	2.170 基于面约束的拉伸
2104	2.171 基于体约束的拉伸
2116	2.172 基于特征的拉伸
2128	2.173 基于图素的拉伸
2140	2.174 基于曲线与曲面的拉伸
2152	2.175 基于实体的拉伸
2164	2.176 基于拓扑关系的拉伸
2176	2.177 基于几何关系的拉伸
2188	2.178 基于尺寸约束的拉伸
2200	2.179 基于特征约束的拉伸
2212	2.180 基于点约束的拉伸
2224	2.181 基于线约束的拉伸
2236	2.182 基于面约束的拉伸
2248	2.183 基于体约束的拉伸
2260	2.184 基于特征的拉伸
2272	2.185 基于图素的拉伸
2284	2.186 基于曲线与曲面的拉伸
2296	2.187 基于实体的拉伸
2308	2.188 基于拓扑关系的拉伸
2320	2.189 基于几何关系的拉伸
2332	2.190 基于尺寸约束的拉伸
2344	2.191 基于特征约束的拉伸
2356	2.192 基于点约束的拉伸
2368	2.193 基于线约束的拉伸
2380	2.194 基于面约束的拉伸
2392	2.195 基于体约束的拉伸
2404	2.196 基于特征的拉伸
2416	2.197 基于图素的拉伸
2428	2.198 基于曲线与曲面的拉伸
2440	2.199 基于实体的拉伸
2452	2.200 基于拓扑关系的拉伸
2464	2.201 基于几何关系的拉伸
2476	2.202 基于尺寸约束的拉伸
2488	2.203 基于特征约束的拉伸
2500	2.204 基于点约束的拉伸
2512	2.205 基于线约束的拉伸
2524	2.206 基于面约束的拉伸
2536	2.207 基于体约束的拉伸
2548	2.208 基于特征的拉伸
2560	2.209 基于图素的拉伸
2572	2.210 基于曲线与曲面的拉伸
2584	2.211 基于实体的拉伸
2596	2.212 基于拓扑关系的拉伸
2608	2.213 基于几何关系的拉伸
2620	2.214 基于尺寸约束的拉伸
2632	2.215 基于特征约束的拉伸
2644	2.216 基于点约束的拉伸
2656	2.217 基于线约束的拉伸
2668	2.218 基于面约束的拉伸
2680	2.219 基于体约束的拉伸
2692	2.220 基于特征的拉伸
2704	2.221 基于图素的拉伸
2716	2.222 基于曲线与曲面的拉伸
2728	2.223 基于实体的拉伸
2740	2.224 基于拓扑关系的拉伸
2752	2.225 基于几何关系的拉伸
2764	2.226 基于尺寸约束的拉伸
2776	2.227 基于特征约束的拉伸
2788	2.228 基于点约束的拉伸
2800	2.229 基于线约束的拉伸
2812	2.230 基于面约束的拉伸
2824	2.231 基于体约束的拉伸
2836	2.232 基于特征的拉伸
2848	2.233 基于图素的拉伸
2860	2.234 基于曲线与曲面的拉伸
2872	2.235 基于实体的拉伸
2884	2.236 基于拓扑关系的拉伸
2896	2.237 基于几何关系的拉伸
2908	2.238 基于尺寸约束的拉伸
2920	2.239 基于特征约束的拉伸
2932	2.240 基于点约束的拉伸
2944	2.241 基于线约束的拉伸
2956	2.242 基于面约束的拉伸
2968	2.243 基于体约束的拉伸
2980	2.244 基于特征的拉伸
2992	2.245 基于图素的拉伸
3004	2.246 基于曲线与曲面的拉伸
3016	2.247 基于实体的拉伸
3028	2.248 基于拓扑关系的拉伸
3040	2.249 基于几何关系的拉伸
3052	2.250 基于尺寸约束的拉伸
3064	2.251 基于特征约束的拉伸
3076	2.252 基于点约束的拉伸
3088	2.253 基于线约束的拉伸
3100	2.254 基于面约束的拉伸
3112	2.255 基于体约束的拉伸
3124	2.256 基于特征的拉伸
3136	2.257 基于图素的拉伸
3148	2.258 基于曲线与曲面的拉伸
3160	2.259 基于实体的拉伸
3172	2.260 基于拓扑关系的拉伸
3184	2.261 基于几何关系的拉伸
3196	2.262 基于尺寸约束的拉伸
3208	2.263 基于特征约束的拉伸
3220	2.264 基于点约束的拉伸
3232	2.265 基于线约束的拉伸
3244	2.266 基于面约束的拉伸
3256	2.267 基于体约束的拉伸
3268	2.268 基于特征的拉伸
3280	2.269 基于图素的拉伸
3292	2.270 基于曲线与曲面的拉伸
3304	2.271 基于实体的拉伸
3316	2.272 基于拓扑关系的拉伸
3328	2.273 基于几何关系的拉伸
3340	2.274 基于尺寸约束的拉伸
3352	2.275 基于特征约束的拉伸
3364	2.276 基于点约束的拉伸
3376	2.277 基于线约束的拉伸
3388	2.278 基于面约束的拉伸
3400	2.279 基于体约束的拉伸
3412	2.280 基于特征的拉伸
3424	2.281 基于图素的拉伸
3436	2.282 基于曲线与曲面的拉伸
3448	2.283 基于实体的拉伸
3460	2.284 基于拓扑关系的拉伸
3472	2.285 基于几何关系的拉伸
3484	2.286 基于尺寸约束的拉伸
3496	2.287 基于特征约束的拉伸
3508	2.288 基于点约束的拉伸
3520	2.289 基于线约束的拉伸
3532	2.290 基于面约束的拉伸
3544	2.291 基于体约束的拉伸
3556	2.292 基于特征的拉伸
3568	2.293 基于图素的拉伸
3580	2.294 基于曲线与曲面的拉伸
3592	2.295 基于实体的拉伸
3604	2.296 基于拓扑关系的拉伸
3616	2.297 基于几何关系的拉伸
3628	2.298 基于尺寸约束的拉伸
3640	2.299 基于特征约束的拉伸
3652	2.300 基于点约束的拉伸
3664	2.301 基于线约束的拉伸
3676	2.302 基于面约束的拉伸
3688	2.303 基于体约束的拉伸
3700	2.304 基于特征的拉伸
3712	2.305 基于图素的拉伸
3724	2.306 基于曲线与曲面的拉伸
3736	2.307 基于实体的拉伸
3748	2.308 基于拓扑关系的拉伸
3760	2.309 基于几何关系的拉伸
3772	2.310 基于尺寸约束的拉伸
3784	2.311 基于特征约束的拉伸
3796	2.312 基于点约束的拉伸
3808	2.313 基于线约束的拉伸
3820	2.314 基于面约束的拉伸
3832	2.315 基于体约束的拉伸
3844	2.316 基于特征的拉伸
3856	2.317 基于图素的拉伸
3868	2.318 基于曲线与曲面的拉伸
3880	2.319 基于实体的拉伸
3892	2.320 基于拓扑关系的拉伸
3904	2.321 基于几何关系的拉伸
3916	2.322 基于尺寸约束的拉伸
3928	2.323 基于特征约束的拉伸
3940	2.324 基于点约束的拉伸
3952	2.325 基于线约束的拉伸
3964	2.326 基于面约束的拉伸
3976	2.327 基于体约束的拉伸
3988	2.328 基于特征的拉伸
4000	2.329 基于图素的拉伸
4012	2.330 基于曲线与曲面的拉伸
4024	2.331 基于实体的拉伸
4036	2.332 基于拓扑关系的拉伸
4048	2.333 基于几何关系的拉伸
4060	2.334 基于尺寸约束的拉伸
4072	2.335 基于特征约束的拉伸
4084	2.336 基于点约束的拉伸
4096	2.337 基于线约束的拉伸
4108	2.338 基于面约束的拉伸
4120	2.339 基于体约束的拉伸
4132	2.340 基于特征的拉伸
4144	2.341 基于图素的拉伸
4156	2.342 基于曲线与曲面的拉伸
4168	2.343 基于实体的拉伸
4180	2.344 基于拓扑关系的拉伸
4192	2.345 基于几何关系的拉伸
4204	2.346 基于尺寸约束的拉伸
4216	2.347 基于特征约束的拉伸
4228	2.348 基于点约束的拉伸
4240	2.349 基于线约束的拉伸
4252	2.350 基于面约束的拉伸
4264	2.351 基于体约束的拉伸
4276	2.352 基于特征的拉伸
4288	2.353 基于图素的拉伸

# 目 录

## 前言

第1章 数控加工与编程基础 ..... 1

    1.1 数控加工的基本概念 ..... 2

        1.1.1 数控机床基础知识 ..... 2

        1.1.2 数控加工基本原理 ..... 7

        1.1.3 插补原理 ..... 8

        1.1.4 数控加工刀位计算 ..... 9

    1.2 数控程序的编制 ..... 11

        1.2.1 数控程序的结构 ..... 11

        1.2.2 常用的数控指令 ..... 13

        1.2.3 手工编程 ..... 15

    1.3 数控加工工艺 ..... 17

        1.3.1 数控加工工艺设计内容 ..... 18

        1.3.2 工序的划分 ..... 19

        1.3.3 工艺分析与设计 ..... 20

        1.3.4 自动编程的参数设置 ..... 21

        1.3.5 加工工艺参数选取与设置 ..... 33

    1.4 数控编程的误差 ..... 42

    1.5 思考与练习 ..... 46

第2章 Mastercam X MR2 软件概述 ..... 48

    2.1 CAD/CAPP/CAM 概述 ..... 49

        2.1.1 CAD 的概述 ..... 49

        2.1.2 CAPP 的概述 ..... 49

        2.1.3 CAM 的概述 ..... 50

        2.1.4 CAD/CAPP/CAM 集成 ..... 52

    2.2 Mastercam 简介 ..... 53

        2.2.1 功能特点 ..... 53

        2.2.2 工作环境 ..... 54

        2.2.3 图层管理 ..... 59

        2.2.4 选择方式 ..... 60

        2.2.5 串连 ..... 61

        2.2.6 构图平面及构图深度 ..... 62

    2.3 系统配置 ..... 62

        2.3.1 公差设置 ..... 63

        2.3.2 文件管理 (File) 设置 ..... 64

        2.3.3 转换参数 (Converters) 设置 ..... 65

        2.3.4 屏幕 (Screen) 设置 ..... 65

80	2.3.5 颜色设置 .....	颜色与尺寸图 ...	66
80	2.3.6 串连设置 .....	串连的尺寸图 ...	66
80	2.3.7 着色设置 .....	着色的刀具路径图 ...	66
101	2.3.8 实体 (Solid) 设置 .....	实体刀具路径图 ...	67
801	2.3.9 打印 (Printing) 设置 .....	打印输出 ...	67
801	2.3.10 CAD 设置 .....	图形界面 ...	68
801	2.3.11 启动/退出设置 .....	图形命令 ...	69
701	2.3.12 刀具路径设置 .....	刀具路径 ...	69
801	2.3.13 其他设置 .....	其他设置的图标表 ...	70
02	2.4 实例操作 .....	该图标 ...	70
011	2.4.1 创建或打开基本图形 .....	打开绘图图 ...	70
111	2.4.2 选择机床 .....	截图装配图 ...	70
211	2.4.3 设置通用加工参数 .....	通用加工 ...	70
311	2.4.4 创建、编辑刀具路径 .....	创建刀具图 ...	71
411	2.4.5 加工仿真与后处理 .....	仿真与后处理 ...	75
第3章 二维图形的创建与标注 ...			
83	3.1 基本图素的创建 .....	该图标 ...	76
811	3.1.1 点的绘制 .....	点图标 ...	77
711	3.1.2 绘制直线 .....	直线图标 ...	79
811	3.1.3 绘制圆与圆弧 .....	圆图标 ...	82
83	3.2 样条曲线的创建 .....	样条图标 ...	84
611	3.2.1 手工绘制样条曲线 .....	手工图标 ...	84
081	3.2.2 自动绘制样条曲线 .....	自动图标 ...	85
131	3.2.3 转成单一曲线 .....	转成图标 ...	85
511	3.2.4 熔接曲线 .....	熔接图标 ...	86
83	3.3 规则二维图形绘制 .....	该图标 ...	87
631	3.3.1 绘制矩形 .....	矩形图标 ...	87
631	3.3.2 绘制变形矩形 .....	变形图标 ...	87
631	3.3.3 绘制正多边形 .....	正多边形图标 ...	88
631	3.3.4 绘制椭圆 .....	椭圆图标 ...	89
631	3.3.5 绘制螺旋线 (间距) .....	间距图标 ...	90
631	3.3.6 绘制螺旋线 (锥度) .....	锥度图标 ...	91
83	3.4 特殊二维图形绘制 .....	该图标 ...	91
681	3.4.1 图形文字 .....	图形文字图标 ...	92
681	3.4.2 绘制边界框 .....	边界图标 ...	92
681	3.4.3 绘制圆周点 .....	圆周图标 ...	94
681	3.4.4 绘制压力平衡槽 .....	平衡图标 ...	94
681	3.4.5 绘制阶梯图形 .....	阶梯图标 ...	94
681	3.4.6 绘制门形图形 .....	门形图标 ...	95

03.5 图形尺寸标注	置尺寸... 96
3.5.1 尺寸标注的组成	置标注... 96
3.5.2 尺寸标注样式的设置	置标注... 98
3.5.3 图形的尺寸标注	置尺寸 (Build) 表... 101
03.6 实例操作	置尺寸 (Build) 表... 105
3.6.1 图层设置	置图层... 105
3.6.2 绘制图形	置绘图层... 106
3.6.3 尺寸标注	置尺寸标注... 107
第4章 二维图形的编辑与转换	置尺寸标注... 109
04.1 编辑图素	置编辑... 110
4.1.1 图素倒圆角	添圆角 (开孔) 命令... 110
4.1.2 图素倒角	添倒角... 111
4.1.3 修剪/打断	添修剪 (打断) 命令... 112
4.1.4 图素删除	添删除 (修剪) 命令... 114
4.1.5 其他编辑功能	添其他... 114
04.2 转换图素	添转换... 115
4.2.1 平移转换	添平移 (移动) 命令... 115
4.2.2 3D 平移转换	添3D平移... 116
4.2.3 镜像转换	添镜像... 117
4.2.4 旋转转换	添圆心 (轴) 命令... 118
4.2.5 比例缩放转换	添缩放 (拉伸) 命令... 119
4.2.6 单体补正	添曲率补正 (飞... 119
4.2.7 串连补正	添曲率补正 (飞... 120
4.2.8 投影转换	添曲率补正 (飞... 121
4.2.9 阵列转换	添曲率阵列... 122
4.2.10 缠绕转换	添卷曲 (缠绕) ... 122
4.2.11 拖曳转换	添卷曲 (缠绕) ... 122
04.3 实例操作——心形图形	添重叠 (修剪) 命令... 123
第5章 实体的创建与编辑	添实体... 129
05.1 实体绘图概述	添剖面... 130
5.1.1 三维形体的表示	(剖面) 增加剖面... 130
5.1.2 Mastercam 的实体造型	(剖面) 增加剖面... 133
5.1.3 实体管理器	综合视图... 133
05.2 三维实体的创建	综合视图... 135
5.2.1 挤出实体	剖界面 (挤出)... 135
5.2.2 旋转实体	剖界面 (旋转)... 137
5.2.3 扫描实体	剖界面 (扫描)... 138
5.2.4 举升实体	剖界面 (举升)... 138
05.3 实体的编辑	剖界面 (修改)... 139

871	5.3.1 实体倒圆 . . . . .	果山 . . . . .	139
871	5.3.2 实体倒角 . . . . .	界的公切点 . . . . .	141
871	5.3.3 实体抽壳 . . . . .	我的面壁 . . . . .	142
871	5.3.4 实体修剪 . . . . .	我的面剪 . . . . .	143
871	5.3.5 薄片加厚 . . . . .	我的公薄片 . . . . .	143
871	5.3.6 去除实体面 . . . . .	我的底面去 . . . . .	144
871	5.3.7 牵引实体面 . . . . .	我的面牵 . . . . .	144
871	5.3.8 布尔操作 . . . . .	我的公布尔 . . . . .	145
751	5.4 实例操作 . . . . .	我的面典 . . . . .	145
871	5.4.1 创建底板特征 . . . . .	我的 . . . . .	146
881	5.4.2 创建圆台孔特征 . . . . .	我的孔 . . . . .	146
881	5.4.3 创建支撑部分特征 . . . . .	我的支撑 . . . . .	149
881	5.4.4 创建连接孔特征 . . . . .	我的连接孔 . . . . .	150
第6章 曲面、曲线的创建与编辑 . . . . .			
861	6.1 基本曲面的创建 . . . . .	我的基本 . . . . .	153
881	6.1.1 圆柱曲面的创建 . . . . .	我的圆柱 . . . . .	154
881	6.1.2 圆锥曲面的创建 . . . . .	我的圆锥 . . . . .	155
881	6.1.3 立方体曲面的创建 . . . . .	我的立方 . . . . .	156
881	6.1.4 球面的创建 . . . . .	我的球 . . . . .	156
881	6.1.5 圆环面的创建 . . . . .	我的圆环 . . . . .	157
861	6.2 高级曲面的创建 . . . . .	我的高级 . . . . .	158
881	6.2.1 创建直纹/举升曲面 . . . . .	我的直纹 . . . . .	158
881	6.2.2 创建旋转曲面 . . . . .	我的旋转 . . . . .	159
881	6.2.3 创建补正曲面 . . . . .	我的补正 . . . . .	160
881	6.2.4 创建扫描曲面 . . . . .	我的扫描 . . . . .	160
881	6.2.5 创建网状曲面 . . . . .	我的网状 . . . . .	161
881	6.2.6 创建围篱曲面 . . . . .	我的围篱 . . . . .	162
881	6.2.7 创建牵引曲面 . . . . .	我的牵引 . . . . .	163
881	6.2.8 创建挤出曲面 . . . . .	我的挤出 . . . . .	164
861	6.3 曲面的编辑 . . . . .	我的编辑 . . . . .	165
881	6.3.1 曲面倒圆 . . . . .	我的公圆 . . . . .	165
881	6.3.2 修整曲面 . . . . .	我的修整 . . . . .	167
881	6.3.3 曲面延伸 . . . . .	我的延伸 . . . . .	169
881	6.3.4 由实体生成曲面 . . . . .	我的转 . . . . .	169
881	6.3.5 填补内孔 . . . . .	我的填补 . . . . .	170
881	6.3.6 移除边界 . . . . .	我的移除 . . . . .	171
881	6.3.7 分割曲面 . . . . .	我的分割 . . . . .	171
881	6.3.8 曲面熔接 . . . . .	我的熔接 . . . . .	172
861	6.4 空间曲线的创建 . . . . .	我的空间 . . . . .	173

081	6.4.1 单一边界 .....	173
081	6.4.2 所有曲线边界 .....	174
081	6.4.3 缀面边线 .....	174
081	6.4.4 曲面流线 .....	175
081	6.4.5 动态绘曲线 .....	175
081	6.4.6 曲面剖切线 .....	176
081	6.4.7 曲面曲线 .....	177
081	6.4.8 创建分模线 .....	177
081	6.4.9 曲面交线 .....	177
081	6.5 实例操作——鼠标 .....	178
<b>第7章 CAM通用设置</b> .....		<b>183</b>
081	7.1 刀具设定与管理 .....	184
081	7.1.1 机床和控制系统的选择 .....	184
081	7.1.2 刀具选择 .....	184
081	7.1.3 刀具参数设定 .....	186
081	7.1.4 刀具路径参数 .....	188
081	7.2 材料设定与管理 .....	192
081	7.2.1 材料选择 .....	192
081	7.2.2 材料参数设定 .....	193
081	7.3 操作管理 .....	193
081	7.3.1 按钮功能 .....	193
081	7.3.2 树状图功能 .....	198
081	7.4 工件设定与管理 .....	203
081	7.4.1 加工参数设定 .....	203
081	7.4.2 毛坯设定 .....	204
081	7.4.3 安全区域设定 .....	205
081	7.5 三维特定通用参数设置 .....	206
081	7.5.1 曲面的类型 .....	206
081	7.5.2 加工面的选择 .....	207
081	7.5.3 加工参数设置 .....	207
<b>第8章 二维刀具路径规划</b> .....		<b>210</b>
081	8.1 外形铣削 .....	211
081	8.1.1 外形铣削参数 .....	211
081	8.1.2 操作实例 .....	220
081	8.2 挖槽加工 .....	224
081	8.2.1 挖槽加工参数 .....	224
081	8.2.2 操作实例 .....	229
081	8.3 平面铣削 .....	234
081	8.3.1 平面铣削参数 .....	234

8.3.2 操作实例	圆角工时粗加工	236
8.4 钻孔加工	工时粗加工与进给	239
8.4.1 点的选择	刀具轨迹轨迹	239
8.4.2 钻孔加工参数	方法算子工时粗加工	241
8.4.3 操作实例	热处理工时粗加工参数	243
8.5 圆弧铣削	曲面铣削进给	246
8.5.1 全圆铣削加工	精加工刀具进给	246
8.5.2 螺旋铣削	工时粗加工进给	247
8.5.3 自动钻孔	刀具磨损补偿	248
8.5.4 钻起始孔	进给工时粗加工进给	250
8.5.5 铣键槽	螺旋工时粗加工进给	250
8.5.6 螺旋钻孔	刀具寿命跟踪进给	251
第9章 曲面粗加工	刀具寿命曲线	253
9.1 平行粗加工	工时粗加工示例	254
9.1.1 设置平行粗加工参数	精加工刀具寿命示例	254
9.1.2 设置平行粗加工下刀控制	刀具刀具精加工	255
9.1.3 设置平行粗加工加工角度	刀具精加工控制	256
9.1.4 平行粗加工实例	工时粗加工示例	257
9.1.5 模拟平行粗加工	进给工时粗加工示例	260
9.2 放射粗加工	圆柱工时粗加工示例	262
9.2.1 设置放射粗加工参数	刀具表面轮廓铣削示例	262
9.2.2 放射粗加工实例	刀具粗加工示例	263
9.2.3 模拟放射粗加工	精加工刀具精加工示例	266
9.3 投影粗加工	成型工时粗加工示例	267
9.3.1 设置投影粗加工参数	工时粗加工示例	267
9.3.2 投影粗加工实例	刀具进给示例	267
9.3.3 模拟投影粗加工	精加工刀具精加工示例	270
9.4 流线粗加工	圆柱工时粗加工示例	271
9.4.1 设置流线粗加工参数	刀具进给性示例	271
9.4.2 流线粗加工实例	刀具进给示例	272
9.4.3 模拟流线粗加工	进给工时粗加工示例	274
9.5 等高粗加工	圆柱工时粗加工示例	276
9.5.1 设置等高粗加工参数	工时粗加工示例	276
9.5.2 设置等高粗加工浅平面参数	刀具进给示例	277
9.5.3 设置等高粗加工平面区域参数	进给工时粗加工示例	278
9.5.4 等高粗加工实例	圆柱工时粗加工示例	279
9.5.5 模拟等高粗加工	刀具刀具精加工示例	282
9.6 残料粗加工	刀具刀具示例	283
9.6.1 设置残料粗加工参数	进给工时粗加工示例	284

088	9.6.2 残料粗加工实例.....	圆柱形凹槽粗加工	286
088	9.6.3 模拟残料粗加工.....	圆柱形凹槽模拟	288
097	9.7 挖槽粗加工.....	圆柱形凹槽粗加工	289
118	9.7.1 挖槽粗加工计算方式.....	圆柱形凹槽粗加工	290
118	9.7.2 设置挖槽粗加工参数.....	圆柱形凹槽粗加工	290
018	9.7.3 设置挖槽平面.....	圆柱形凹槽粗加工	292
018	9.7.4 挖槽粗加工实例.....	圆柱形凹槽粗加工	292
118	9.7.5 模拟挖槽粗加工.....	圆柱形凹槽粗加工	296
098	9.8 钻削式粗加工.....	圆柱形凹槽粗加工	297
088	9.8.1 设置钻削式粗加工参数.....	圆柱形凹槽粗加工	297
088	9.8.2 钻削式粗加工实例.....	圆柱形凹槽粗加工	298
118	9.8.3 模拟钻削式粗加工.....	圆柱形凹槽粗加工	301
第10章 曲面精加工.....			
110.1	平行铣削精加工.....	平行铣削精加工	302
110.1.1	设置平行精加工参数.....	平行铣削精加工	303
110.1.2	平行精加工实例.....	平行铣削精加工	303
088	10.1.3 模拟平行精加工.....	平行铣削精加工	306
110.2	陡斜面精加工.....	陡斜面精加工	306
088	10.2.1 设置陡斜面精加工参数.....	陡斜面精加工	307
088	10.2.2 陡斜面精加工实例.....	陡斜面精加工	308
088	10.2.3 模拟平行陡斜面精加工.....	陡斜面精加工	310
010.3	放射状精加工.....	放射状精加工	311
088	10.3.1 设置放射状精加工参数.....	放射状精加工	311
088	10.3.2 放射状精加工实例.....	放射状精加工	312
088	10.3.3 模拟放射状精加工.....	放射状精加工	314
110.4	投影精加工.....	投影精加工	315
078	10.4.1 设置投影精加工参数.....	投影精加工	316
110.4.2	投影精加工实例.....	投影精加工	317
110.4.3	模拟投影精加工.....	投影精加工	320
010.5	流线精加工.....	流线精加工	321
078	10.5.1 设置流线精加工参数.....	流线精加工	321
078	10.5.2 流线精加工实例.....	流线精加工	322
078	10.5.3 模拟流线精加工.....	流线精加工	324
110.6	等高精加工.....	等高精加工	326
078	10.6.1 设置等高精加工参数.....	等高精加工	326
078	10.6.2 沿 Z 轴等分等高精加工实例.....	等高精加工	326
078	10.6.3 沿外形等分等高精加工实例.....	等高精加工	329
010.7	浅平面精加工.....	浅平面精加工	331
078	10.7.1 设置浅平面精加工参数.....	浅平面精加工	331

10.7.2 浅平面精加工实例.....	332
10.7.3 模拟浅平面精加工.....	334
10.8 交线清角精加工 .....	336
10.8.1 设置交线清角精加工参数.....	336
10.8.2 交线清角精加工实例.....	336
10.8.3 模拟交线清角精加工.....	339
10.9 残料精加工 .....	340
10.9.1 设置残料精加工参数.....	340
10.9.2 残料精加工实例.....	340
10.9.3 模拟残料精加工.....	343
10.10 环绕等距精加工 .....	344
10.10.1 设置环绕等距精加工参数.....	344
10.10.2 环绕等距精加工实例.....	345
10.10.3 模拟环绕等距精加工.....	347
10.11 熔接精加工 .....	349
10.11.1 设置熔接精加工熔接曲线.....	349
10.11.2 设置熔接精加工参数.....	349
10.11.3 熔接精加工实例.....	351
10.11.4 模拟熔接精加工.....	353
<b>第11章 加工综合实例 .....</b>	<b>355</b>
11.1 二维加工综合实例 .....	356
11.1.1 加工零件与工艺分析.....	356
11.1.2 加工前的准备.....	356
11.1.3 刀具路径的创建.....	357
11.2 三维加工综合实例 .....	369
11.2.1 加工零件与工艺分析.....	369
11.2.2 加工前的准备.....	370
11.2.3 刀具路径的创建.....	370
<b>第12章 多轴加工 .....</b>	<b>377</b>
12.1 多轴加工概述 .....	378
12.2 曲线多轴加工.....	379
12.2.1 参数的设定 .....	379
12.2.2 实例操作 .....	382
12.3 钻孔多轴加工 .....	386
12.3.1 参数的设定 .....	386
12.3.2 实例操作 .....	387
12.4 沿边多轴加工 .....	390
12.4.1 参数的设定 .....	390
12.4.2 实例操作 .....	391

第12章 多轴加工	多轴刀具轨迹示意图	394
12.5 多曲面多轴加工	五轴联动平移轨迹	394
12.5.1 参数的设定	工时轴向平行轨迹	395
12.5.2 实例操作	进给工时轴向平行轨迹	395
12.6 沿面多轴加工	圆弧工时轴向平行轨迹	398
12.6.1 参数的设定	圆弧工时轴向平行轨迹	398
12.6.2 实例操作	工时轴向平行轨迹	399
12.7 旋转四轴加工	工时轴球形	402
12.7.1 参数的设定	螺旋工时轴球形	402
12.7.2 实例操作	圆锥工时轴球形	403
第13章 线架加工	工时轴球形	406
13.1 直纹加工	工时轴线性	407
13.1.1 直纹加工参数	直线工时轴线性	407
13.1.2 直纹加工实例	圆柱工时轴线性	408
13.2 旋转加工	工时轴圆柱形	410
13.2.1 旋转加工参数	工时轴圆锥	411
13.2.2 旋转加工实例	跨曲斜斜工时轴圆锥	411
13.3 2D 扫描加工	跨径工时轴扫描	414
13.3.1 2D 扫描加工参数	圆弧工时轴扫描	414
13.3.2 2D 扫描加工实例	工时轴扫描	415
13.4 3D 扫描加工	圆柱工时轴扫描	417
13.4.1 3D 扫描加工参数	圆柱工时轴扫描	417
13.4.2 3D 扫描加工实例	圆柱工时轴扫描	418
13.5 昆氏加工	渐变的直线型	420
13.5.1 昆氏加工参数	渐变的直线型	420
13.5.2 昆氏加工实例	渐变的直线型	421
13.6 举升加工	渐变的直线型	423
13.6.1 举升加工参数	渐变的直线型	423
13.6.2 举升加工实例	渐变的直线型	424
附录 I Mastercam 快捷功能键	渐变的直线型	426
附录 II 准备功能 G 指令	渐变的直线型	427
附录 III 辅助功能 M 指令	渐变的直线型	429
参考文献	渐变的直线型	431
S88	渐变的直线型	431
S86	渐变的直线型	431
S88	渐变的直线型	431
T88	渐变的直线型	431
O88	渐变的直线型	431
I88	渐变的直线型	431

# 第 1 章

## 数控加工与编程基础

本章主要介绍数控加工的基本知识，为介绍 Mastercam 软件的 CAM 部分做好基础，读者重点要掌握的是刀具补偿原理、几种切削方式的形式、走刀方式的选择等概念，对于数控误差的产生要深刻地理解，有利于精加工的参数选择。

### 学 习 要 点

- 数控加工原理
- 数控程序的编制
- 切削方式
- 走刀方式

## 1.1 数控加工的基本概念

### 1.1.1 数控机床基础知识

数控 (Numerical Control, NC) 是以数字化信号对机床运动及加工过程进行控制的一种方法。数控机床是指应用数控技术对加工过程进行控制的机床。数控机床是一种高效的自动化加工设备，它严格按照加工程序，可以自动地对被加工工件进行加工。从数控系统外部输入的直接用于加工的程序称为数控加工程序（简称为数控程序），它是机床数控系统的应用软件。与数控系统应用软件相对应的是数控系统内部的系统软件，系统软件是用于数控系统工作控制的。

#### 1. 数控机床的组成与工作原理

数控机床的工作原理是：根据工件图样要求及加工工艺过程，将所用刀具及机床各部件的移动量、速度及动作先后顺序、主轴旋转方向及冷却等要求以规定的数控代码形式，编制程序单，并输入到机床的控制系统。然后，由数控控制系统根据输入的指令，进行编译、运算和逻辑处理，输出各种信号指令，控制机床各部分进行规定的位移和有序的动作，加工出各种不同形状的工件。数控机床的组成如图 1-1 所示。控制系统是数控的核心，主要作用是对输入的零件加工程序进行数字运算和逻辑运算，然后向伺服系统发出控制信号。控制系统是一种专用的计算机，它由硬件和软件组成，其结构框图如图 1-2 所示，控制系统的构成实质是一台小型计算机，但这种计算机是工业计算机，针对工业实际有许多特殊要求。有些数控机床的控制系统就是将 PC 配以控制系统软件而构成的。

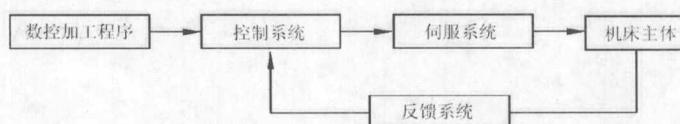


图 1-1 数控机床的组成

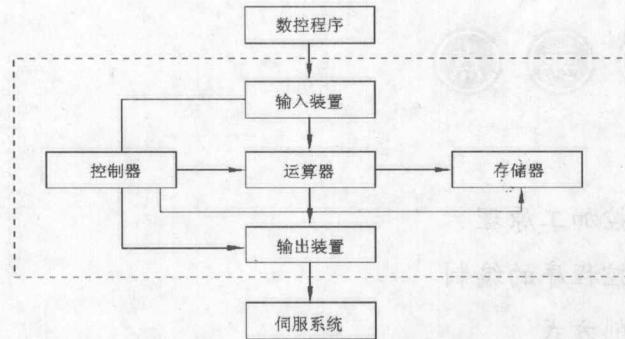


图 1-2 控制系统结构框图

伺服系统的作用是把来自数控装置的运动指令转变成机床移动部件的运动，使工作

台和主轴按规定的轨迹运动，加工出符合要求的产品。又称为驱动系统。所谓伺服控制指对物体运动的有效控制，即对物体运动的速度、位置、加速度进行控制。伺服系统的关键是可控制的电动机，这种电动机可间接由数字信号来控制。目前常用的执行电动机有步进电动机、电液马达、直流伺服电动机或交流伺服电动机。伺服系统包括驱动装置和执行装置两大部分。它的伺服精度和动态响应是影响数控机床加工精度、表面质量与生产效率的重要因素之一。一般数控机床的加工精度可达到微米级，指的就是伺服精度，看电动机能否有能力移动微米级的距离。动态响应指的是伺服电动机对指令的最小响应时间。

数控机床与传统的机床相比，数控机床具有加工精度高、加工效率高等特点，因此对机床床身的刚度和抗震性也提出了更高的要求，其设计要求比通用机床更严格。与普通机床不同的是，数控机床的机械结构具有如下特点：

(1) 由于大多数数控机床采用了高性能的主轴部件及进给部件和进给伺服驱动系统，因此，数控机床的机械传动大大简化，传动链较短。

(2) 为了适应数控机床连续地自动化加工，数控机床的机械结构具有较高的动态刚度、阻尼精度及耐磨性，热变形较小。

(3) 更多地采用高效、高精度传动部分，如滚珠丝杠副、直线滚动导轨等。

反馈系统的作用，是将机床导轨和主轴移动的位移量、移动速度等参数检测出来，通过模数转换变成数字信号，并反馈到数控装置中，数控装置根据反馈回来的信息进行判断并发出相应的指令，纠正所产生的误差。这说明数控机床具有自我调整的能力。

## 2. 数控机床的分类

(1) 数控铣床 在模具制造行业中的应用非常广泛，各种具有平面轮廓和立体曲面的零件（如模具的凸凹模型腔）都采用数控铣床进行加工。数控铣床还可以进行钻、扩、铰、镗孔和攻螺纹等加工。数控铣床根据外形可分为立式数控铣床和卧式数控铣床两种。根据联动轴数有两轴联动、三轴联动、四轴联动和五轴联动等不同档次。所谓联动指的是数控系统能同时控制的轴数。如两轴联动只能控制 X、Y 轴，因此只能铣 Z 值固定的平面零件；三轴联动能同时联合控制 X、Y、Z 三轴，因此，能铣大部分的曲面；四轴联动以上的数控铣床，除了控制 X、Y、Z 三轴做平动，还能绕某一轴或几轴做转动，因此适于高效加工涡轮等复杂曲面等。

(2) 加工中心 加工中心与数控铣床的区别在于加工中心备有可自动换刀的装置和刀库系统，刀库中存放着若干事先准备好的刀具和检具，可对工件进行多工序加工。加工中心也分为立式和卧式两种。加工中心在模具制造行业的应用非常广泛，各种平面轮廓和立体曲面的零件都可在加工中心上加工。加工中心同样可以进行钻、扩、铰、镗孔和攻螺纹等加工。

(3) 数控车床 是目前应用较为广泛的一种数控机床，主要用于轴类和盘类等回转体零件的车、钻、铰、镗孔和攻螺纹等加工。一般能自动完成内外圆柱面、圆锥面、球面、圆柱螺纹、圆锥螺纹、切槽及端面等工序的切削加工。普通数控车床只具备两轴的联动功能（想想为什么？）。如果在普通数控车床的基础上，增加 C 轴和动力头，更高级的还带刀库，则成为车削加工中心，这种数控车床的加工功能大大增强，除可以进行一般车削外，还可以进行径向和轴向铣削、曲面铣削、中心线不在零件回转中心的孔和

径向孔的钻削等加工。

(4) 线切割机床 在模具加工中应用较为广泛的一种数控机床，主要分为慢走丝线切割和快走丝线切割两种，主要用于圆孔、异型孔以及各种轮廓的加工。它和下面将介绍的电火花加工都是利用电极放电腐蚀的原理来加工工件的。放电加工的一大优势就是与工件的硬度无关，只与工件的导电性有关，而这正是刀具加工的一大软肋。线切割的电极一般为钼丝（快走丝线切割机床）和铜丝（慢走丝线切割机床）。线切割机床都具备两轴的联动功能，有些还具有四轴联动的功能。

(5) 电火花机床 在模具加工中应用较为广泛的一种数控机床，主要用于模具型腔的放电加工。在模具型腔中，有些地方是刀具不易加工的，这就要制作铜电极（铜公），铜公一般在数铣上加工，然后以铜公作为电极加工型腔，把铜公的外形复制到型腔上。常用的电极一般为紫铜和石墨。

除了以上在模具行业较常用的数控机床以外，还有一些其他类型的数控机床，如专门用来镗孔的数控镗孔，专门用来钻孔、攻螺纹的数控钻孔，专门用来磨削各种表面的数控磨床等。

### 3. 数控机床的坐标系和工作坐标系

在数控机床上加工零件时，刀具与工件的相对运动，必须在确定的坐标系中进行，编程人员必须熟悉数控编程所涉及的坐标系，它们是机床坐标系和工件坐标系。

(1) 机床坐标轴 为了简化编制程序的方法和保证程序的通用性，对数控机床的坐标轴和方向的命名国际上制定了统一的标准，我国也作了相应规定。规定直线进给运动的坐标轴用 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 1-3 所示，图中大拇指的指向为 X 轴的正方向，食指的指向为 Y 轴的正方向，中指的指向为 Z 轴的正方向。

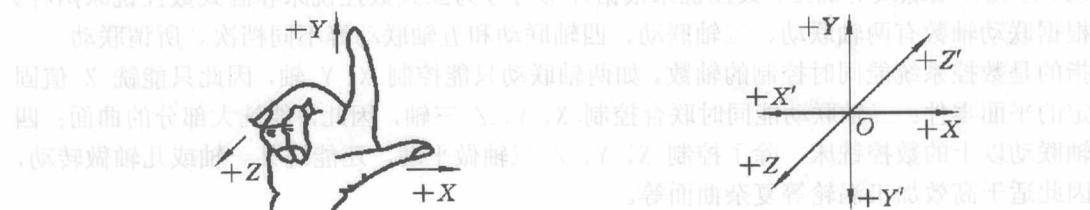


图 1-3 机床坐标轴

数控机床的进给运动，有的由主轴带动力具运动来实现，有的由工作台带着工件运动来实现。上述坐标轴正方向，是假定工件不动、刀具相对于工件作进给运动的方向。如果是工件移动，则用加“'”的字母表示。按相对运动的关系，工件运动的正方向恰好与刀具运动的正方向相反，即有

$$+X = -X', +Y = -Y', +Z = -Z'$$

其进给运动方向分别如图 1-4、图 1-5 所示。

数控铣床基本坐标轴的方向定义见表 1-1。

数控车床基本坐标轴的方向定义见表 1-2。

(2) 机床坐标系、机床原点和机床参考点 机床坐标系用来确定工件位置和机床