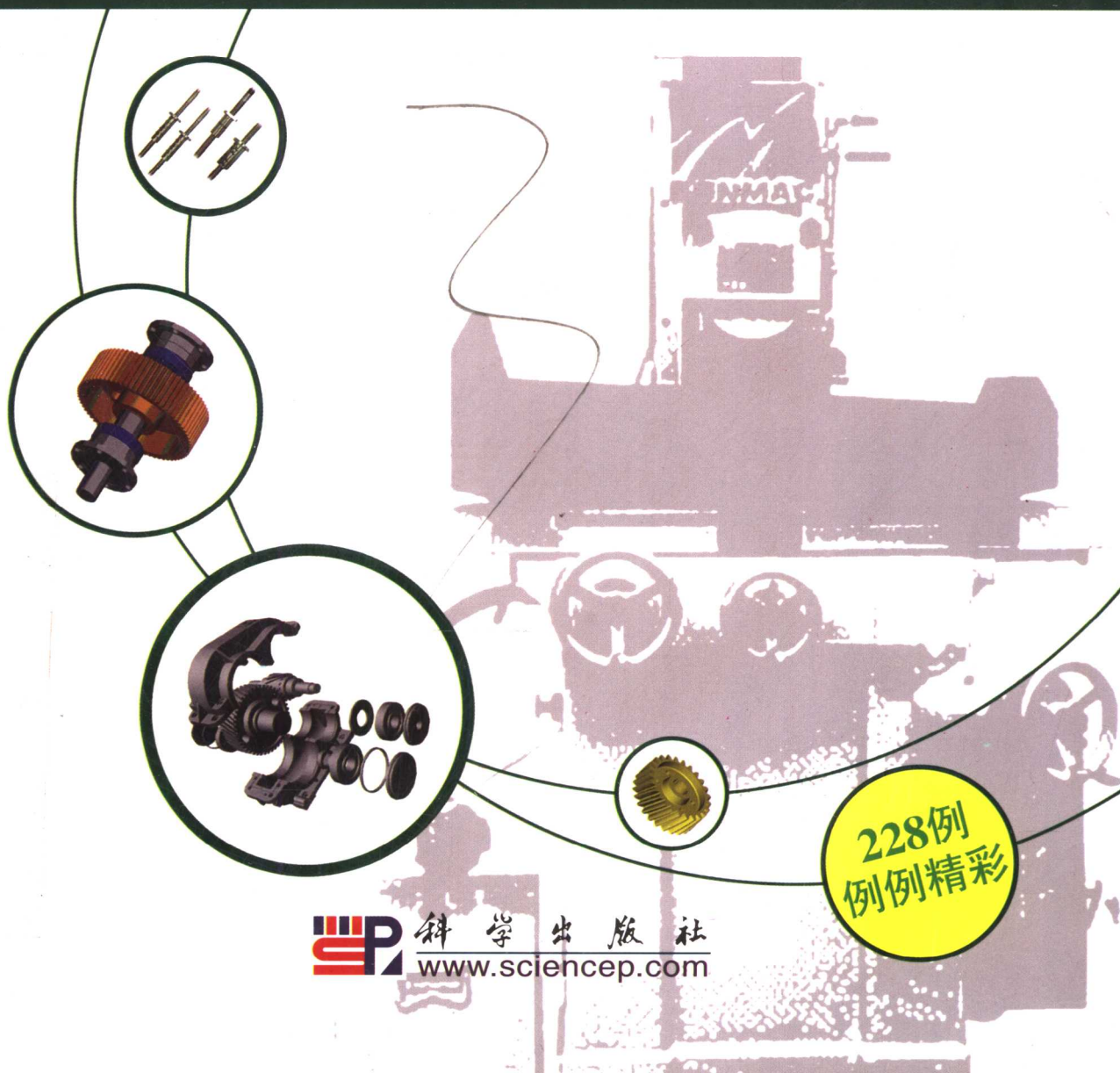




数控编程技术

228例

北京希望电子出版社 总策划
蒋建强 主编
陶秋良 沈良生 江继贤 副主编
杜玉湘 主审



科学出版社
www.sciencep.com

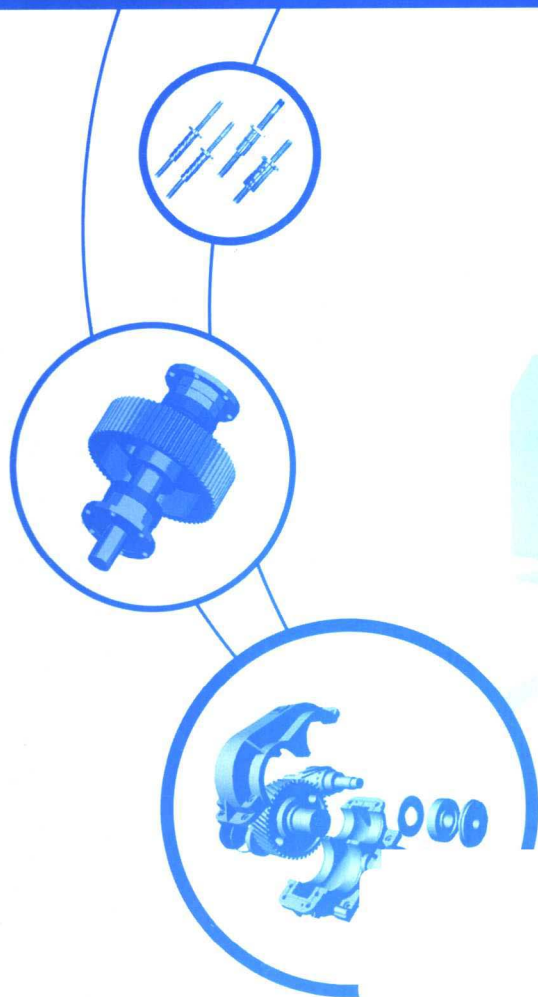


TG659/231

2007

数控编程技术 228例

北京希望电子出版社 总策划
陶秋良 沈良生 蒋建强 主 编
江继贤 副主编
杜玉湘 主 审



228例
例例精彩



科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

本书对 228 个数控机床编程与造型实例进行了分析和讲解, 每个编程实例的主要内容有零件分析、工艺分析、工件坐标系的设定、编制加工程序等, 涉及了数控技术应用中的数控车床、数控铣床、加工中心、数控线切割机床的手动编程和自动编程, 囊括了目前国内外应用最广泛的日本 FANUC 数控系统、德国 SIEMENS 数控系统、南京 SKY 数控系统、华中数控系统和北京 KND 数控系统, 增加了 FANUC 系统数控车床高级工考工题的编程实例, 同时介绍了 Mastercam X、Pro/Engineer 和 UG CAD/CAM 的实体造型和加工, 并且对 Mastercam X 五轴加工也进行了简要介绍。

本书选例典型, 针对性强, 图文并茂, 通俗易懂, 深入浅出, 介绍了数控机床编程技术中必备的技能, 具有广泛的实用价值。

本书既可作为数控机床应用工程技术人员和学习数控编程技术人员的参考资料和继续教育参考书, 也可作为高等院校、高职高专、中职中专机电类机电一体化专业、数控技术应用专业、模具制造专业进行数控编程技术学习的实训教材。

需要本书或技术支持的读者, 请与北京清河 6 号信箱(邮编: 100085) 发行部联系, 电话: 010-82702660 010-82702658 010-62978181 转 103, 传真: 010-82702698, E-mail: tbd@bhp.com.cn。

图书在版编目(CIP)数据

数控编程技术 228 例 / 蒋建强主编. —北京: 科学出版社,
2007.5
ISBN 978-7-03-018711-6

I. 数... II. 蒋... III. 数控机床—程序设计
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 033227 号

责任编辑: 曾 华 / 责任校对: 姜 艳
责任印刷: 双 青 / 封面设计: 梁运丽

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 5 月第 1 版 开本: 787×1092 1/16
2007 年 5 月第一次印刷 印张: 30 1/2
印数: 1-5 000 册 字数: 706914

定价: 45.00 元

前 言

数控技术是集机械、电子、计算机、液压、传感器和光电技术于一体的现代先进制造技术，它的运用和发展，推动了现代制造业的飞速发展。数控技术是提高产品质量和劳动生产率的重要手段。

数控加工的首要问题是如何编制程序。数控编程是当前的一项实用技术，程序的编制是由工艺参数和工艺路线来决定的。

上一版《数控编程技术 200 例》出版后，因其通俗易懂、可操作性强而得到广大读者的普遍赞誉。很多读者来信表示，从《数控编程技术 200 例》中学到了实用的知识，提升了自己的工作能力。

为了顺应时代的发展和技术的进步，本次升级版的《数控编程技术 228 例》，除了像上一版一样通过编程实例来介绍数控车床、数控铣床、加工中心、数控线切割机床的手动编程和自动编程，运用了日本 FANUC 数控系统、德国 SIEMENS 数控系统、南京 SKY 数控系统、华中数控系统和北京 KND 数控系统来编制实例程序，还介绍了 Mastercam X、Pro/Engineer 和 UG CAD/CAM 的实体造型和加工，简要介绍了 Mastercam X 五轴加工，增加了 FANUC 系统数控车床高级工考工题的编程实例。

本书内容是按中级和高级数控车床、数控铣床、线切割加工和加工中心操作工应该达到的水平来编写的，目的在于普及和提高数控加工技术，推广现代制造技术的应用。通过本书 228 个编程实例的学习，读者可以很快掌握编程技巧，提高数控编程水平。

实用性和可操作性是本书的特色，学以致用是读者学习的目的。希望通过本书的学习，广大读者能更新知识，提高技能。

苏州经贸职业技术学院高级工程师、副教授蒋建强担任本书主编并负责统稿全书。苏州经贸职业技术学院副研究员陶秋良和高级工程师沈良生，以及苏州技师学院江继贤担任本书副主编。南京四开电子有限公司杜玉湘负责主审全书。第一章由陶秋良编写，第二、三、四、五、六、八、第十、第十一、第十二章由蒋建强编写，第七章由沈良生编写，第九章由魏娜编写。

本书在编写的过程中得到了南京四开电子有限公司总经理助理胡明清，苏州机电高等职业技术学校讲师李友节，苏州市机械技工学校校长吴子安，苏州经贸职业技术学院马立、董虎胜和王利锋的大力支持和帮助，在此向他们表示衷心的感谢。

虽然经常到工厂去实践，但由于编写经验不足，编审人员水平有限，书中肯定存在不少缺点或错误之处，恳切希望广大读者提出宝贵意见，以便再版时修正。

编 者

目 录

第 1 章 南京 SKY 系统的数控车床

手工编程..... 1

1.1 SKY 数控系统基本规格及编程指令..... 1

1.2 南京 SKY 数控系统的数控车床

手工编程实例..... 6

- 例 1: 小手柄的数控车床加工 6
- 例 2: 长手柄的数控车床加工 7
- 例 3: 轴类零件 1 的数控车床加工 9
- 例 4: 轴类零件 2 的数控车床加工 11
- 例 5: 轴类零件 3 的数控车床加工 12
- 例 6: 轴类零件 4 的数控车床加工 14
- 例 7: 轴类零件 5 的数控车床加工 16
- 例 8: 轴类零件 6 的数控车床加工 18
- 例 9: 盘类零件 1 的数控车床加工 19
- 例 10: 盘类零件 2 的数控车床加工 21
- 例 11: 盘类零件 3 的数控车床加工 24
- 例 12: 螺纹类零件 1 的数控车床加工 26
- 例 13: 螺纹类零件 2 的数控车床加工 28
- 例 14: 螺纹类零件 3 的数控车床加工 30
- 例 15: 螺纹类零件 4 的数控车床加工 33
- 例 16: 螺纹类零件 5 的数控车床加工 35
- 例 17: 螺纹类零件 6 的数控车床加工 37
- 例 18: 螺纹类零件 7 的数控车床加工 40
- 例 19: 螺纹类零件 8 的数控车床加工 43
- 例 20: 螺纹类零件 9 的数控车床加工 45

第 2 章 华中系统的数控车床手工编程..... 48

2.1 华中数控车床编程指令..... 48

2.2 华中系统的数控车床手工编程实例..... 52

- 例 21: 套筒零件 1 的编程 52
- 例 22: 套筒零件 2 的编程 54
- 例 23: 轴类零件 1 的编程 56
- 例 24: 轴类零件 2 的编程 59
- 例 25: 轴类零件 3 的综合加工 61
- 例 26: 小手柄的数控车床加工 64
- 例 27: 长手柄的数控车床加工 65

- 例 28: 轴类零件 4 的数控车床加工 67
- 例 29: 轴类零件 5 的数控车床加工 68
- 例 30: 轴类零件 6 的数控车床加工 70
- 例 31: 轴类零件 7 的数控车床加工 71
- 例 32: 轴类零件 8 的数控车床加工 73
- 例 33: 轴类零件 9 的数控车床加工 75
- 例 34: 盘类零件 1 的数控车床加工 76
- 例 35: 盘类零件 2 的数控车床加工 78
- 例 36: 盘类零件 3 的数控车床加工 80
- 例 37: 螺纹类零件 1 的数控车床加工 83
- 例 38: 螺纹类零件 2 的数控车床加工 85
- 例 39: 螺纹类零件 3 的数控车床加工 87
- 例 40: 螺纹类零件 4 的数控车床加工 89
- 例 41: 螺纹类零件 5 的数控车床加工 92
- 例 42: 螺纹类零件 6 的数控车床加工 94
- 例 43: 螺纹类零件 7 的数控车床加工 97
- 例 44: 螺纹类零件 8 的数控车床加工 100
- 例 45: 螺纹类零件 9 的数控车床加工 102

第 3 章 FANUC 系统的数控车床手工编程..... 105

3.1 FANUC 系统的数控车床编程指令 105

3.2 FANUC 系统的数控车床手工编程

实例 (FANUC 0 系统) 108

- 例 46: 小手柄的数控车床加工 108
- 例 47: 长手柄的数控车床加工 110
- 例 48: 轴类零件 1 的数控车床加工 112
- 例 49: 轴类零件 2 的数控车床加工 113
- 例 50: 轴类零件 3 的数控车床加工 115
- 例 51: 盘类零件 1 的数控车床加工 117
- 例 52: 盘类零件 2 的数控车床加工 120
- 例 53: 盘类零件 3 的数控车床加工 122
- 例 54: 螺纹类零件 1 的数控车床加工 125
- 例 55: 螺纹类零件 2 的数控车床加工 128
- 例 56: 螺纹类零件 3 的数控车床加工 130
- 例 57: 螺纹类零件 4 的数控车床加工 133
- 例 58: 二件套的编程实例 135

例 59: 盘类零件 1 的数控车床加工	137	5.2 华中系统的数控铣床编程指导	207
例 60: 盘类零件 2 的数控车床加工	140	5.3 华中系统的数控铣床编程实例	208
例 61: 阀芯的数控车床加工	142	例 88: G81、G83 指令编程实例	208
例 62: 盘类零件 3 的数控车床加工	144	例 89: 刀具长度补偿编程	209
例 63: 盘类零件 4 的数控车床加工	146	例 90: G81、G84 指令加工螺纹的 编程实例	210
例 64: 加工四分之一的椭圆	148	例 91: 铣方槽和半圆槽编程实例	211
例 65: 用宏程序编制椭圆程序	150	例 92: 子程序的二重嵌套编程实例	213
例 66: 用宏程序编制抛物线程序	152	例 93: 用立铣刀铣字母	213
例 67: 用宏程序编制钻孔复合 循环程序	152	例 94: 加工字母 S	214
第 4 章 SIEMENS 802S 系统的数控车床编程	154	例 95: 用立铣刀精铣工件	215
4.1 SIEMENS 802S 系统数控车床的 编程特点	154	例 96: 精铣内轮廓的编程实例	216
4.2 SIEMENS 802S 系统数控车床的 编程指令	154	例 97: 用子程序调用指令铣削 4 个槽	217
4.3 SIEMENS 802S 系统数控车床的 编程实例	156	例 98: 用镜像指令精铣 4 个形状 相同的凸起	218
例 68: 盘类零件 1 的数控车床加工	156	例 99: 精加工凸台零件 2	219
例 69: 盘类零件 2 的数控车床加工	159	例 100: 精加工正六边形的内外轮廓	221
例 70: 小手柄零件的数控车床加工	162	例 101: 精加工支架的外轮廓	222
例 71: 轴类零件 1 的数控车床加工	163	例 102: 加工零件的外轮廓	223
例 72: 轴类零件 2 的数控车床加工	165	例 103: 使用刀具长度补偿功能和固定循 环功能加工零件上的 12 个孔	224
例 73: 轴类零件 3 的数控车床加工	168	例 104: 槽形零件铣削编程	225
例 74: 轴类零件 4 的数控车床加工	169	例 105: 子程序调用指令 M98 编程实例	228
例 75: 轴类零件 5 的数控车床加工	171	例 106: 使用镜像功能编程实例	229
例 76: 轴类零件 6 的数控车床加工	173	例 107: G98 指令加工实例	230
例 77: 轴类零件 7 的数控车床加工	175	例 108: 采用刀具补偿 G41 铣 轮廓实例	231
例 78: 螺纹类零件 1 的数控车床加工	176	例 109: 采用子程序加工槽	232
例 79: 螺纹类零件 2 的数控车床加工	178	例 110: 用行切法加工椭圆台块	233
例 80: 螺纹类零件 3 的数控车床加工	181	例 111: 铣削棱形凸台	236
例 81: 螺纹类零件 4 的数控车床加工	184	例 112: 加工三孔零件	237
例 82: 螺纹类零件 5 的数控车床加工	187	例 113: 用键槽铣刀加工直槽	238
例 83: 螺纹类零件 6 的数控车床加工	189	例 114: 利用宏程序切圆台与斜方台 铣床编程	239
例 84: 螺纹类零件 7 的数控车床加工	192	例 115: 刀具右偏指令 G42 加工实例	241
例 85: 螺纹类零件 8 的数控车床加工	195	例 116: 用立铣刀加工字母	242
例 86: 螺纹类零件 9 的数控车床加工	197	5.4 北京 KND 系统的数控铣床编程实例	243
例 87: 螺纹类零件 10 的数控车床加工	200	例 117: 北京 KND 系统的固定	
第 5 章 华中系统的数控铣床编程	204		
5.1 华中系统的数控铣床编程指令	204		

循环编程实例	243
例 118: 刀具长度补偿加工孔的 编程实例	245
例 119: 螺拴孔循环宏程序编程实例	246
例 120: 内腔铣削加工的宏程序 编程实例	247
例 121: 剪切的宏程序编程实例	249
例 122: 铣削凸轮的编程实例	250
第 6 章 FANUC 系统的数控铣床编程	252
6.1 FANUC 系统的数控铣床编程指令	252
6.1.1 常用的辅助功能	252
6.1.2 常用的准备功能	253
6.2 FANUC 系统的数控铣床编程实例	258
例 123: 铣削凸台轮廓	258
例 124: 用 G81 加工 4 个孔	260
例 125: 对 4 个孔进行攻螺纹	261
例 126: 用 FANUC 系统编制螺纹孔 加工程序	261
例 127: 用 FANUC 0-MD 数控系统 对盖板零件进行编程	262
例 128: 外形轮廓的铣削	264
例 129: 用 FANUC 0-MD 系统进行 孔的加工	265
例 130: 用镜像加工指令加工对称圆弧	266
例 131: 用右补偿 G42 方式加工非 对称圆弧零件	267
例 132: 精铣凸轮外形轮廓	268
例 133: 加工内轮廓型腔	269
例 134: 加工连杆零件	271
例 135: 用刀具半径左补偿 G41 加工 凸台的外轮廓	272
例 136: 凹槽内轮廓零件的加工	273
例 137: 加工心形内外轮廓	274
例 138: 加工正方形凸台	275
例 139: 用 FANUC 数控系统编制 铣外形程序	276
例 140: 用 FANUC 0-MD 数控系统编制 铣型腔槽程序	277
例 141: 用立铣具铣削加工凸台	278

例 142: 用 FANUC 0-MD 数控系统 编制铣正方形凸台程序	279
例 143: 用 FANUC 系统进行铣削加工	280
例 144: 精铣内轮廓	282
例 145: 精铣内外轮廓	283
例 146: 精铣凸轮的外轮廓	284
例 147: 用 FANUC 数控系统编程 加工对称凸起	285
例 148: 精铣心形内外轮廓	286
例 149: 用 FANUC 0-MD 数控系统 镜像编程	287
例 150: 用极坐标方式加工孔	288
例 151: 螺纹铣削编程	289
第 7 章 线切割编程	291
7.1 3B 格式编程指令	291
7.2 3B 格式编程实例	292
例 152: 3B 格式的直线编程	292
例 153: 3B 格式的圆弧编程	292
例 154: 直线计算长度取 GY 编程	292
例 155: 圆弧计算长度取 GX 编程	293
例 156: 圆弧计算长度取 GY 编程	293
例 157: 四分之三圆弧计算长度取 GX 编程	293
例 158: 加工圆柱体	294
例 159: 加工五角星	294
例 160: 加工窗型凹模	295
例 161: 加工非对称凸模	296
例 162: 加工梯形凸模	296
例 163: 加工 8 字型凹模	297
例 164: 加工 8 字型凸模	297
7.3 ISO 格式编程指令	298
7.4 ISO 格式编程实例	299
例 165: 加工正方形	299
例 166: 加工圆	300
例 167: 加工带补偿正方形	300
例 168: 加工带补偿圆	301
例 169: 加工窗形凸模	301
例 170: 加工正方形棱锥体	302
例 171: 加工带锥角的圆台	303

例 172: 加工带锥度的复杂工件	303	第 10 章 Pro/Engineer 造型的编程	353
例 173: 加工长方形凹模	304	10.1 Pro/Engineer 操作简介	353
例 174: 加工塔形凹模	305	10.1.1 视窗说明	353
例 175: 加工窗形凹模	305	10.1.2 鼠标的用法	354
例 176: 镜像加工凸模	306	10.1.3 系统信息	354
例 177: 加工心形凹模	307	10.1.4 主菜单的内容	354
例 178: 加工梅花形凸模	307	10.1.5 常用的模组	355
例 179: 加工正五角星	308	10.2 Pro/Engineer 编程实例	358
7.5 HF 线切割自动编程简介	309	例 194: Pro/Engineer 2000i 斜齿轮	
7.5.1 概述	309	造型实例	358
7.5.2 界面及功能模块的介绍	310	例 195: Pro/Engineer 2001 鼠标	
7.6 HF 线切割自动编程实例	312	造型实例	366
例 180: 绘直线和圆弧	312	第 11 章 UG CAD/CAM 编程	382
例 181: 加工正六边形	315	11.1 UG NX 3.0 的新功能	382
例 182: 加工凸模正五角星	315	11.2 UG CAD/CAM 实例	383
例 183: 加工天圆地方的零件	316	例 196: 中文 UG NX 3.0	
例 184: 加工带圆角的长方形	317	螺旋拉伸弹簧实例	383
第 8 章 SIEMENS 802D 加工中心的编程	318	例 197: 中文 UG NX 3.0	
8.1 SIEMENS 802D 加工中心的编程指令	318	特征编辑实例	385
8.2 SIEMENS 802D 加工中心的编程实例	320	例 198: UG NX 1.0 平面铣加工实例	387
例 185: 加工轮板零件	320	例 199: UG NX 1.0 曲面铣加工实例	388
例 186: 加工凸轮零件	322	例 200: 中文 UG NX 3.0 型腔铣实例	388
例 187: 加工外轮廓并铣型腔	325	第 12 章 FANUC 系统的数控机床高级	
例 188: 加工各种孔	327	车工编程	391
例 189: 在立式加工中心铣型腔	329	12.1 数控机床高级车工评分表	391
第 9 章 中文 Mastercam X 的造型和五轴		12.2 数控机床高级车工编程实例	397
加工编程	332	例 201: 数控机床高级工考工件 1	397
9.1 中文 Mastercam X 功能简介	332	例 202: 数控车床高级工考工件 2	399
9.2 中文 Mastercam X 造型实例	333	例 203: 数控机床高级工考工件 3	401
例 190: 中文 Mastercam X 三耳座		例 204: 数控机床高级工考工件 4	404
造型实例	333	例 205: 数控机床高级工考工件 5	407
例 191: 中文 Mastercam X 方向盘		例 206: 数控机床高级工考工件 6	409
造型实例	337	例 207: 数控机床高级工考工件 7	413
例 192: 中文 Mastercam X 扳手实例	343	例 208: 数控机床高级工考工件 8	416
例 193: 中文 Mastercam X 法兰板		例 209: 数控机床高级工考工件 9	419
造型实例	346	例 210: 数控机床高级工考工件 10	422
9.3 中文 Mastercam X 五轴加工实例	350	例 211: 数控机床高级工考工件 11	426
9.3.1 倾斜面及倾斜孔的设计	350	例 212: 数控机床高级工考工件 12	431
9.3.2 螺纹孔加工	351	例 213: 数控机床高级工考工件 13	435

例 214: 数控车床高级工考工件 14	438
例 215: 数控车床高级工考工件 15	440
例 216: 数控车床高级工考工件 16	443
例 217: 数控车床高级工考工件 17	447
例 218: 数控车床高级工考工件 18	450
例 219: 数控车床高级工考工件 19	453
例 220: 数控车床高级工考工件 20	456
例 221: 数控车床高级工考工件 21	458

例 222: 数控车床高级工考工件 22	460
例 223: 数控车床高级工考工件 23	463
例 224: 数控车床高级工考工件 24	465
例 225: 数控车床高级工考工件 25	468
例 226: 数控车床高级工考工件 26	470
例 227: 数控车床高级工考工件 27	472
例 228: 加工心轴零件	475
参考文献	478

第 1 章 南京 SKY 系统的数控车床手工编程

南京四开公司于 1994 年推出了 SKY 数控系统，它是在 32 位 CPU 平台上开发出的数控系统。在 20 世纪 90 年代末，随着计算机技术日新月异的发展，四开公司在融合了现代数控技术与计算机技术之后，大力推出了 SKY2000-I 型等系列数控产品。

SKY2000-I 型数控系统的开发基于 Windows 平台，控制核心为 32 位 CPU 和 DSP，支持 PC 标准网络，采用中文操作界面，实现了实时图形跟踪和错误智能诊断，可进行程序的仿真运行和二维或三维刀具动态轨迹的显示，系统的分辨率可达 $0.1\mu\text{m}$ ，拥有超大规模的程序容量（20GB 以上），可通过全闭环光栅对闭环丝杆螺距及间隙的制造误差进行补偿，而且还具备对空间几何误差的补偿功能（高档可选功能）以及一体化的 CAD/CAM/CNC 功能。SKY2000-I 型数控系统具有易操作、大容量、高精度、稳定可靠等优点。

1.1 SKY 数控系统基本规格及编程指令

1. 基本规格

- (1) 控制轴：X、Z 轴。
- (2) 联动轴：X、Z 轴。
- (3) 最小设定单位 0.001mm 。
- (4) 最大指令值 $\pm 9999.999\text{mm}$ 。
- (5) 输入及存储加工程序采用 1.44MB 软盘及 20GB 硬盘。
- (6) 输入格式采用程序段、字、地址格式。
- (7) 系统快移速度：根据不同车床的型号而定，另外使用速度倍率按钮可将快移速度倍率修改为 5%~200%。
- (8) 切削进给速度：(1~24.000) m/min；利用速度倍率按键以每 5% 为一挡，在 5%~200% 的范围内选择进给速度。
- (9) 自动加减速：快速移动时，无论是手动、自动，都采用自动加减速方式，以缩短定位时间。
- (10) 绝对值/增量值指令：可对绝对值输入或增量值输入进行选择。X、Z 绝对值输入；U、W 增量值输入。
- (11) 坐标系设定 (G92)：利用 G92 后续各轴的指令值建立坐标系。
- (12) 快速定位 (G00)：通过指令 G00，各轴可独立地快速移动到终点（前 0 可省）。
- (13) 直线插补 (G01)：利用 G01 指令可按 F 代码指定的速度进行插补（前 0 可省）。
- (14) 暂停 (G04)：利用 G04 指令可使下一程序的动作延迟执行（延迟时间用地址 X 指定）。
- (15) 辅助功能 (M+2 位)：用地址 M 后接 2 位数字的指令可以对机床的开/关信号进行控制，一个程序段中仅能指令一个 M 代码（前 0 可省）。

- (16) 单段运行：可一个程序段一个程序段地执行。
- (17) 紧急停止：按紧急停止按钮，机床立即停止。
- (18) 螺纹切削：主轴上加位置编码器，利用位置编码器的脉冲同步可进行螺纹切削。
- (19) 固定循环：程序循环。
- (20) 圆弧插补指令（G02 或 G03）：指令 G02（或 G03），实现在 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 范围内的任意圆弧的插补（前 0 可省）。
- (21) 图形显示：在 CRT 画面上，刀具轨迹能够被描绘出来。
- (22) 输入/输出接口：存储在硬盘中的程序，可通过磁盘输入/输出。

2. G 代码表

准备功能 G 指令用地址字 G 和两位数字来表示，从 G00~G99 共有 100 种。表 1-1 所示为 G 指令功能表，其中 A、B 组的 G 指令称为模态式 G 指令，D、E 组为非模态式 G 指令，非模态式 G 指令只限定在被指定的程序段中有效。

表 1-1 G 代码表

G 代码	组别	代码特性	功能
G00	A	模态	定位（快速移动）
G01			直线插补（进给）
G02			圆弧插补（顺时针）
G03			圆弧插补（逆时针）
G40	B	非模态	刀具补偿取消
G41			刀具左补偿
G42			刀具右补偿
G54	D		工件坐标系 1
G55			工件坐标系 2
G56、G57			工件坐标系 3
G58、G59			工件坐标系 4
G04	E		暂停
G32			螺纹切削
G70			精车削加工循环
G71			横向（外径）切削复合循环
G72			端面粗切削复合循环
G73			成型棒材加工复合循环
G77			横向（外径）固定循环切削
G78			复合螺纹固定切削循环
G79			复合端面固定循环切削
G92			工件坐标系设定

3. 直线螺纹切削固定循环

下列指令为直线螺纹切削。

G78X/Z/P/D/F;

X: X 方向的终点坐标值。

Z: Z 方向的终点坐标值。

D: 第一次的切削量（有正有负，外螺纹为正，内螺纹为负）。

P: 牙高。

F: 螺距。

4. 复合型固定循环（G71、G72、G73）

1) 横向切削复合循环 G71

（1）横向（外径）切削复合循环 G71 指令常见格式如下：

G71 Xx Zz Uu Ww Pp Qq Rr Dd F__ S__;

x: 下刀点 X 的坐标值。

z: 下刀点 Z 的坐标值。

u: X 轴方向的预留量（半径值）。

w: Z 轴方向的预留量。

p: 加工路径的开始顺序号码（如从 G71 语句的下句开始，则可省略）。

q: 加工路径的结束顺序号码。

r: 退刀量。

d: 切削量（每次切削的半径量，车外圆时为负值，镗内孔时为正值）。

F: 切削速度。

S: 主轴速度。

（2）横向（内孔）切削复合循环 G71 指令常见格式与横向（外径）切削复合循环的一样，但是其切削量 D 的值应该为正值。

2) 端面粗切削复合循环 G72

G72 指令常见格式如下：

G72 Xx Zz Uu Ww Pp Qq Rr Dd F__ S__;

x: 下刀点 X 的坐标值。

z: 下刀点 Z 的坐标值。

u: X 轴方向的预留量（半径值）。

w: Z 轴方向的预留量。

p: 加工路径的开始顺序号码（如从 G72 语句的下一句开始，则可省略）。

q: 加工路径的结束顺序号码。

r: 退刀量。

d: 切削量（为负值，正值表示由里往外切）。

F: 切削速度。

S: 主轴速度。

3) 成型棒材加工复合循环 G73

成型棒材指加工余量基本均匀分布, 不需要阶梯状顺序, 是铸造或加工后基本成型的材料。G73 指令常见格式如下:

G73 Xx Zz Pp Qq Uu Ww Rr Ii Kk F__ S__;

x: 下刀点 X 的坐标值。

z: 下刀点 Z 的坐标值。

p: 加工路径的开始顺序号码 (如从 G73 语句的下一句开始, 则可省略)。

q: 加工路径的结束顺序号码。

u: X 轴方向的预留量 (半径值)。

w: Z 轴方向的预留量。

r: 分割次数。

i: X 轴方向的总切削量 (半径值)。

k: Z 轴方向的总切削量。

F: 切削速度。

S: 主轴转速。

5. 辅助功能 (M 功能)

在地址 M 之后规定 2 位数字用于机床功能的开/关控制, 一个程序段中可规定一个 M 代码。当两个以上的 M 代码一起规定时, 只是最后的那个有效。M 代码的分组如下所述, M 代码功能的规定如表 1-2 所示。

表 1-2 M 代码表

组别	M 代码
A	M00、M01、M02
B	M03、M04、M05
C	M06
D	M08、M09
E	M98、M99

1) M 指令功能

(1) M00: 程序停止自动运转。在完成了含有 M00 的程序段之后停止自动运转。在程序停止时, 就像在单程序段操作中一样, 所有的模态数据保持不变, 再按运行键可继续运行。

(2) M01: 程序选择停止。和 M00 一样, 在执行完含有 M01 的程序段之后, 自动运转被停止。

(3) M02: 程序结束。

(4) M03: 主轴正转。

(5) M04: 主轴反转。

(6) M05: 主轴停止。

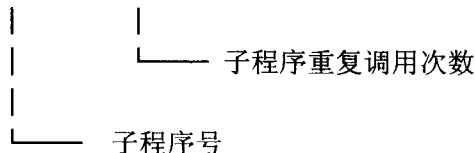
(7) M06: 换刀。

- (8) M08: 冷却液开。
- (9) M09: 冷却液关。
- (10) M98: 调用子程序。
- (11) M99: 子程序返回。

2) 子程序调用指令 M98、子程序返回指令 M99

(1) 调用子程序使用下列格式:

M98 P□□□□L□□□□;



子程序的格式:

O□□□□;

.....;

. ;

. ;

. ;

.....;

M99;

例如: 主程序和子程序格式如下:

主程序

O_ _ _ _;

N0010_ _ _ _;

N0020_ _ _ _;

N0030 M98 P1010 L2;

N0040_ _ _ _;

N0050 M98 P1010;

N0060_ _ _ _;

子程序

O1010;

N1010;

N1020_ _ _ _;

N1030_ _ _ _;

N1040_ _ _ _;

N1050_ _ _ _;

N1060_ _ _ _M99;

注: 可以用一个调用指令重复地调用一个子程序, 一个调用指令可重复调用 9999 次。

6. 主轴功能 (S 功能)

由地址 S 及其随后的数字控制主轴速度。规定的主轴速度可由数控系统操作面板上的主轴倍率控制按钮按 0%~200% 进行倍率调整。

7. 刀具功能 (T 功能)

刀具功能由随地址 T 之后的 2 或 4 位数指令指定 (前 0 可省)。换刀功能是采用绝对刀号自动换刀的, 即通过编程设定, 使在加工过程中能自动控制换刀, 进行刀具补偿, 格式为 M06 T_。

例如: N18 M06 T02;

执行本程序段时, 绝对刀号刀架转至 2 号刀位, 执行 2 号刀补。

1.2 南京 SKY 数控系统的数控车床手工编程实例

例 1: 小手柄的数控车床加工

1. 零件分析

该零件是手柄, 零件的最大外径是 $\Phi 28$, 所以选取毛坯为 $\Phi 30$ 的圆棒料, 材料为 45 号钢, 如图 1-1 所示。

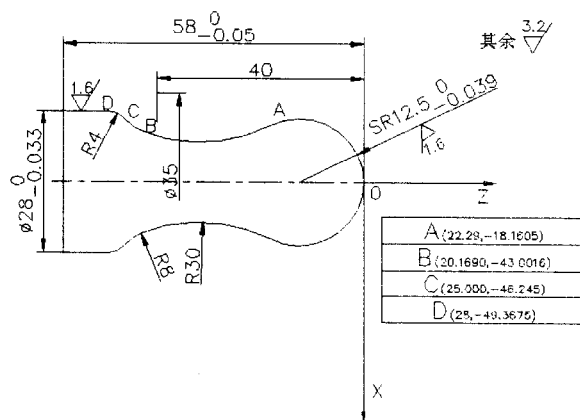


图 1-1 小手柄

2. 工艺分析

(1) 该零件分三个工步来完成加工, 先全部粗车; 再进行表面精车; 然后切断。

(2) 较为突出的问题是如何保证 $\Phi 28$ 、SR12.5 和长度 58 的尺寸公差, 棒料伸出三爪卡盘 73 mm 装夹工件。

(3) 选择 01 号粗车刀、02 号精车刀和 03 号割槽刀共三把刀, 外圆刀的副偏角应大于 45° 。

(4) 粗车吃刀量 1.5mm, 退刀量为 5mm, 精车余量 1mm, 切削次数为 5 次。

3. 工件坐标系的设定

选取工件的右端面的中心点 O 为工件坐标系的原点。

4. 编制加工程序

编制的程序如下:

```
O 0001;
```

```
N10 G92X100Z100;
```

```
N20 M06T01M08;
```

```
N30 M03S600;
N40 G00X32Z2;
N50 G01Z0F200;
N60 X-1;
N70 G00X60Z20;
N80 G73X52Z4P90Q160U1I7.5K2R5F200;
N90 G01X0F100;
N100 Z0;
N110 G03X22.29Z-18.1605R12.48;
N120 G02X20.169Z-43.001R30;
N130 G02X25Z-46.245R8;
N140 G03X27.983Z-49.368R4;
N150 G01Z-60;
N160 X50;
N170 M06T02M03S1000;
N180 G70P90Q160;
N190 G00X100;
N200 Z100;
N210 M03S200;
N220 M06T03;
N230 G00X32Z-61.935;
N240 G01X-1F20;
N250 G00X32;
N260 G00X100;
N270 Z100;
N280 M06T01;
N290 G00X100Z100;
N300 M05M09;
N310 M02;
```

例 2：长手柄的数控车床加工

1. 零件分析

该零件是长手柄，零件的最大外径是 $\Phi 26$ ，所以选取毛坯为 $\Phi 30$ 的圆棒料，材料为 45 号钢，如图 1-2 所示。

2. 工艺分析

(1) 该零件分三个工步来完成加工，先全部粗车；再进行表面精车；然后切断。

(2) 较为突出的问题是如何保证 $\Phi 26$ 、 $\Phi 19$ 和长度 80 的尺寸公差，棒料伸出三爪卡盘 95mm 装夹工件。

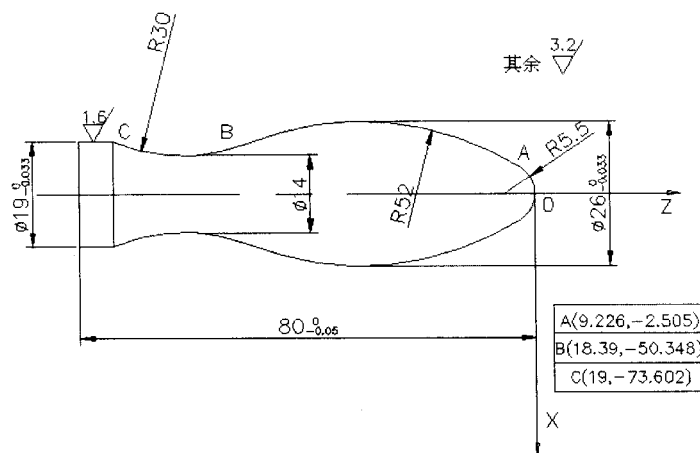


图 1-2 长手柄

(3) 选择 01 号粗车刀、02 号精车刀和 03 号割槽刀共三把刀，外圆刀的副偏角应大于 45° 。

(4) 粗车吃刀量 1.6mm，粗车次数 10 次，精车余量 0.5mm。

3. 工件坐标系的设定

选取工件的右端面的中心点 O 为工件坐标系的原点。

4. 编制加工程序

编制的程序如下：

```

O0002;
N10 G92X100Z100;
N20 M06T01M08;
N30 M03S600;
N40 G00X41Z2;
N50 G01Z0F200;
N60 X-1;
N70 G00X40Z4;
N80 G73X43Z4P90Q140U0.5I8K2R10F200;
N90 G01X0F100;
N100 Z0;
N110 G03X9.226Z-2.505R5.5;
N120 G03X18.39Z-50.348R51.982;
N130 G02X18.982Z-73.602R30;
N140 G01Z-82;
N150 X50;
  
```