



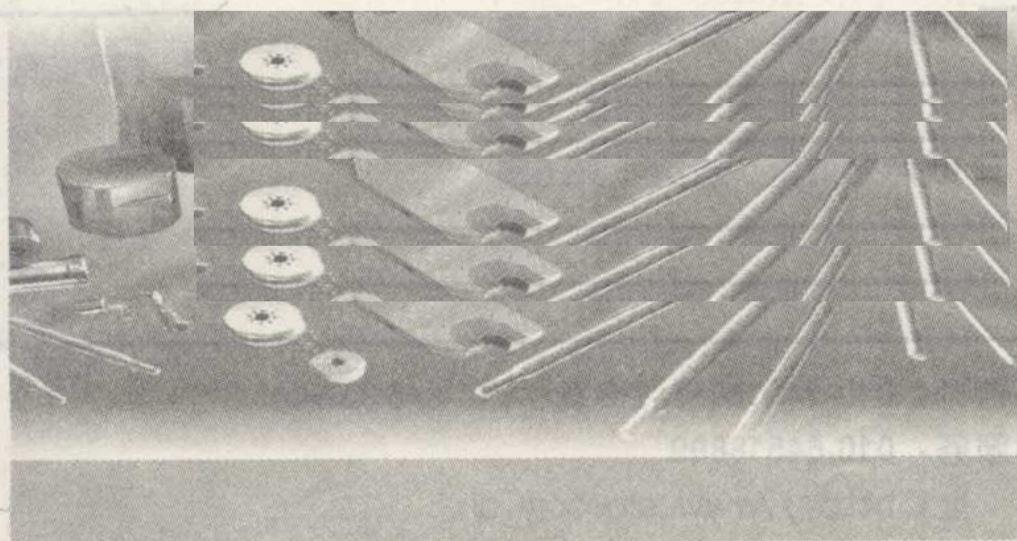
加工中心操作工 工作手册



化学工业出版社



加工中心操作工 工作手册



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

加工中心操作工工作手册/龚雯编著. —北京: 化学工业出版社, 2007. 10

ISBN 978-7-122-00687-5

I. 加… II. 龚… III. 加工中心-操作 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 091416 号

责任编辑: 张兴辉

文字编辑: 闫 敏

责任校对: 王素芹

装帧设计: 于 兵

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

850mm×1168mm 1/64 印张 9½ 插页 1 字数 396 千字

2007 年 10 月北京第 1 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: 24.00 元

版权所有 违者必究

内容提要

本书是一本加工中心操作工常用的便携式工作手册，收录了加工中心操作工常用的所有技术资料，内容包括常用基础资料、常用工程材料、加工中心使用与保养、加工中心用刀具、典型零件加工实例、加工中心加工工艺规程制定、切削用量选择、加工中心编程、加工中心常见故障及其排除方法等。手册中所列的技术资料和加工实例大多都来自生产第一线，有较强的实用性和参考价值。

本书可供企业中从事加工中心工作的中高级技术工人和技师查阅和参考。

本书内容以加工中心操作工实用知识为主，从生产过程中的实际工作需要出发，把知识点与实际工作技能相结合，体现了较强的知识融合性，使手册查阅起来更方便快捷。

2. 知识性强。在充分考虑手册查阅性的同时，结合国家职业技能鉴定要求，加入了相应的实用性理论知识，以提高操作工人的专业工作技能，指导操作人员解决加工中的技术问题。

3. 加工实例多。手册单独设置了典型零件加工章节，详细介绍了典型零件的加工方法，为操作人员提供了可供借鉴的加工实例。

前 言

《加工中心操作工工作手册》是特别为从事加工中心工作的中高级技术工人和技师编写的便携式工具书，收录了加工中心操作工常用的所有技术资料，内容包括常用基础资料、常用工程材料、加工中心使用与保养、加工中心用刀具、典型零件加工实例、加工中心加工工艺规程制定、切削用量选择、加工中心编程、加工中心常见故障及其排除方法等。本工作手册具有以下特点。

1. 实用性强。本手册内容以加工中心操作工实用知识为主，按生产过程中的实际工作顺序编排知识内容，把知识点与实际工作技能相结合，体现了较强的知识融合性，使手册查阅起来更方便快捷。

2. 知识性强。在充分考虑手册查阅性的同时，结合国家职业技能鉴定要求，加入了相应的实用性理论知识，以提高操作工人的专业工作技能，指导操作工人解决加工中的技术问题。

3. 加工实例多。手册单独设置了典型零件加工章节，详细介绍了该类零件的加工方法，为操作者提供了可供借鉴的加工实例。

4. 内容全面。手册中加入了加工中心故障诊断与排除方面的内容，为生产中常见机床故障的排除提供了方便，有利于提高生产效率。

5. 编写中采用了最新的国家标准和行业标准，并考虑了当前制造技术的最新发展，增加了新技术、新材料、新工艺的内容。手册数据资料来源于生产一线。

本手册由龚雯教授编著。严永亮、路成龙为本手册提供了配合件加工实例，并在机床上进行了验证；陈则钧等对本手册的编写提出了宝贵意见，在此表示感谢。

由于作者水平有限，手册中不足之处敬请广大读者提出宝贵意见。

编著者

目 录

第 1 章 常用资料与计算	1
1.1 常用字母及符号	1
1.1.1 希腊字母	1
1.1.2 主要元素的化学符号	1
1.2 常用计量单位及其换算	1
1.2.1 公制计量单位	1
1.2.2 英制长度单位	1
1.2.3 角度与弧度	4
1.2.4 各种硬度对照表	5
1.3 常用三角函数计算	5
1.3.1 常用三角函数计算公式	5
1.3.2 特殊角度的三角函数值	7
1.4 点的坐标	7
1.4.1 坐标系	7
1.4.2 直角坐标系与极坐标系的互换	8
1.5 平面解析几何	8
1.5.1 直线方程	8
1.5.2 点、直线的位置关系	9
1.5.3 二次曲线	9
1.5.4 常见图形轮廓节点计算	12
1.6 数控技术常用术语	12
1.7 常用工程材料	18

1.7.1	金属材料的力学性能	18
1.7.2	钢的热处理	21
1.7.3	钢的表面热处理	23
1.7.4	常用钢的牌号、用途及热处理	25
1.7.5	铸铁	33
1.7.6	有色金属及其合金	43
1.7.7	工程塑料	47
1.8	切削液的功效与选用	51
1.8.1	切削液的作用	51
1.8.2	切削液的种类	52
1.8.3	切削液的选用原则	54
1.8.4	铣削用切削液的选用	54

第2章 极限与配合、形位公差、表面粗糙度 ... 56

2.1	尺寸极限与配合	56
2.1.1	标准公差的概念及其等级	56
2.1.2	极限偏差	56
2.1.3	基本偏差	56
2.1.4	基准制	60
2.1.5	公差带代号	60
2.1.6	配合	60
2.1.7	未注公差的线性和角度尺寸的一般公差	61
2.2	形位公差	63
2.2.1	形位公差项目及其公差带	63
2.2.2	形位公差的标注	73
2.2.3	公差原则	73
2.2.4	形位公差的选择与应用	78
2.2.5	形位公差的等级与公差值	87
2.3	表面粗糙度	91
2.3.1	常用的表面粗糙度评定参数	91

2.3.2	表面粗糙度符号和代号	92
2.3.3	表面粗糙度与光洁度的新旧对照	92
2.3.4	主要工业国家表面粗糙度及其数值对照	92
2.4	金属切削加工零件结构要素	103
2.4.1	中心孔	103
2.4.2	各类槽的尺寸和形式	104
2.4.3	球面半径	114
第3章	加工中心	115
3.1	加工中心分类	115
3.1.1	加工中心的分类	115
3.1.2	加工中心的型号	116
3.2	加工中心的结构	119
3.3	加工中心主轴系统	121
3.3.1	主轴传动系统	121
3.3.2	主轴部件结构	123
3.4	加工中心的进给伺服系统	125
3.4.1	进给伺服系统结构	125
3.4.2	进给伺服系统的典型元件	127
3.5	加工中心刀库	130
3.5.1	刀库形式	130
3.5.2	自动换刀装置	131
3.6	位置检测装置	133
3.6.1	光栅	133
3.6.2	光电式增量编码器	134
3.7	加工中心的维护保养	134
3.7.1	CNC 系统日常维护的内容	134
3.7.2	刀库及换刀机械手的维护内容	135
3.7.3	滚珠丝杠副维护内容	138
3.7.4	主传动链的维护内容	138

3.7.5	液压系统维护内容	139
3.7.6	气动系统维护内容	139
3.8	加工中心的检验与验收	139
3.8.1	加工中心验收依据	140
3.8.2	试车和空载运行	140
3.8.3	机床几何精度检测	141
3.8.4	机床定位精度检验	146
3.8.5	机床切削精度检验	154
3.8.6	加工中心性能验收	158
3.8.7	加工中心外观检查	162
3.9	加工中心安全操作规程	163
第4章	加工中心常用刀具及辅具	166
4.1	对加工中心刀具的要求	166
4.2	加工中心刀具的材料及其选用	167
4.2.1	高速钢	167
4.2.2	硬质合金	172
4.2.3	陶瓷	175
4.2.4	金刚石	179
4.2.5	立方氮化硼 (CBN)	181
4.3	刀具基础知识	181
4.3.1	刀具切削部分的组成	181
4.3.2	刀具几何角度参考系	182
4.3.3	刀具的标注角度	183
4.3.4	刀具工作角度及定义	184
4.3.5	刀具角度正负的规定	185
4.4	加工中心常用孔加工刀具	186
4.4.1	麻花钻	186
4.4.2	深孔钻	198
4.4.3	扩孔钻	201

4.4.4	铰钻	202
4.4.5	扁钻	203
4.4.6	孔加工刀具尺寸确定	204
4.5	镗削刀具	206
4.5.1	镗刀的类型及结构	206
4.5.2	镗刀的选择	209
4.6	铰刀	209
4.6.1	铰刀的结构和种类	210
4.6.2	铰刀主要结构要素对铰削过程的影响	211
4.6.3	铰刀切削部分的几何角度	213
4.7	复合孔加工刀具	214
4.8	螺纹加工刀具	215
4.8.1	丝锥的结构与几何参数	215
4.8.2	丝锥的选用	216
4.9	铣削刀具及其选择	216
4.9.1	立铣刀	216
4.9.2	端铣刀	225
4.9.3	模具铣刀	230
4.9.4	键槽铣刀	231
4.9.5	鼓形铣刀	231
4.9.6	成形铣刀	232
4.9.7	铣刀角度的换算	233
4.10	刀具失效形式及可靠性	234
4.10.1	刀具的失效形式	234
4.10.2	刀具磨损标准	235
4.10.3	加工中心刀具的可靠性	237
4.10.4	改善刀具磨损的途径	239
4.11	加工中心的对刀装置	244
4.11.1	对刀装置的种类	244

4. 11. 2	对刀装置的使用	244
4. 12	镗铣类工具系统	248
4. 12. 1	整体式数控工具系统	248
4. 12. 2	模块式工具系统	250
4. 12. 3	加工中心刀柄选择	253
第 5 章	技术测量及量具	280
5. 1	测量的一般概念	280
5. 1. 1	测量器具的参数和特性	280
5. 1. 2	与测量精度有关的几个概念	280
5. 2	量具选择	283
5. 2. 1	计量器具的不确定度	283
5. 2. 2	几种常用计量器具的不确定度	283
5. 2. 3	常用量具可测的工件精度等级	285
5. 3	基准量具的使用与维护方法	286
5. 3. 1	量块	286
5. 3. 2	角度块	292
5. 4	游标量具	296
5. 4. 1	游标卡尺	296
5. 4. 2	公制双排刻线游标卡尺	301
5. 4. 3	带表卡尺	302
5. 4. 4	高度游标卡尺	302
5. 4. 5	深度游标卡尺	305
5. 5	千分尺	306
5. 5. 1	外径千分尺	306
5. 5. 2	内径千分尺	308
5. 5. 3	深度千分尺	311
5. 6	指示表类量具	313
5. 6. 1	百分表	313
5. 6. 2	内径百分表	314

5.6.3	杠杆百分表	316
5.6.4	千分表	318
5.7	角度测量量具	319
5.7.1	万能角度尺	319
5.7.2	直角尺	321
5.7.3	刀口角尺	323
5.7.4	正弦规	323
5.7.5	框式水平仪	329
5.7.6	光学合像水平仪	337
5.8	其他量具、量规	338
5.8.1	塞尺	338
5.8.2	半径样板	340
5.9	量仪	342
5.9.1	万能工具显微镜	342
5.9.2	轮廓投影仪	344
5.9.3	三坐标测量机	345
第6章	加工中心编程方法	347
6.1	数控编程的方法	347
6.2	数控机床的坐标系和运动方向	348
6.2.1	标准坐标系的命名原则	348
6.2.2	坐标轴运动方向的判定方法	349
6.2.3	绝对坐标系与增量坐标系	350
6.2.4	数控机床坐标系的设定	350
6.3	编程格式	351
6.3.1	程序的结构	351
6.3.2	程序段格式	352
6.3.3	程序段内各字说明	353
6.4	编程规则	364
6.4.1	绝对值编程和增量编程	364

6.4.2	小数点编程	365
6.4.3	自保持功能	365
6.4.4	指令的取消和替代	366
6.5	程序编制中的数值计算	366
6.5.1	基点坐标的计算	366
6.5.2	节点坐标的计算	368
6.6	常用指令的编程方法	376
6.6.1	工件坐标系和编程零点	376
6.6.2	与坐标系有关的指令	377
6.6.3	工件坐标系选取指令 G54~G59	378
6.6.4	自动返回参考点 G27、G28、G29	379
6.6.5	刀具长度补偿指令 G43、G44、G49	380
6.6.6	刀具半径补偿指令 G41、G42、G40	381
6.6.7	快速定位指令 G00	381
6.6.8	直线插补指令 G01	382
6.6.9	圆弧插补指令 G02、G03	382
6.6.10	暂停指令 G04	384
6.6.11	英制/公制转换指令	385
6.7	刀具功能 T、进给功能 F、主轴转速功能 S 的编程方法	385
6.7.1	刀具功能 T 编程方法	385
6.7.2	进给功能 F 编程方法	386
6.7.3	主轴转速功能 S 编程方法	387
6.8	固定循环功能的编程方法	387
6.8.1	FANUC 系统常用固定循环	388
6.8.2	FAGOR 系统常用固定循环	397
6.9	子程序编程方法	400
6.9.1	子程序的概念及应用	400
6.9.2	子程序的嵌套	401

6.9.3	子程序的编写格式	401
6.9.4	子程序调用格式	402
6.9.5	子程序编程示例	402
第7章	加工中心选用与操作	404
7.1	加工中心的选用	404
7.1.1	加工中心类型的选用	404
7.1.2	加工中心规格的选用	405
7.1.3	加工中心精度的选用	406
7.1.4	加工中心数控系统的选择	407
7.1.5	工作台自动分度功能选择	408
7.1.6	刀库容量和自动换刀装置(ATC)选择	408
7.1.7	冷却方式选择	409
7.1.8	加工中心附件、刀柄的选择	409
7.2	工件在加工中心上的安装	410
7.2.1	定位基准选择	410
7.2.2	零件在机床工作台上装夹的位置	411
7.3	加工中心夹具	412
7.3.1	对夹具的基本要求	412
7.3.2	通用夹具	413
7.3.3	组合夹具	414
7.3.4	通用可调夹具	422
7.3.5	成组夹具	425
7.4	加工中心的对刀与换刀	426
7.4.1	对刀点与换刀点的确定	426
7.4.2	对刀方法	427
7.4.3	卧式加工中心多工位加工中的对刀问题	429
7.5	几种常用加工中心的操作方法	434
7.5.1	JCS-081A 立式加工中心操作方法 (FANUC-6M 系统)	435

7.5.2	TH5660A 立式加工中心的操作方法 (FAGOR 8055M 系统)	447
7.5.3	国内加工中心选用数控系统情况	454
第 8 章	加工中心加工工艺	456
8.1	加工中心加工工艺的编制步骤	456
8.2	零件图的数控加工工艺性分析	457
8.2.1	检查零件图的完整性和正确性	457
8.2.2	零件结构工艺性分析及处理	458
8.2.3	加工内容选择	458
8.3	加工中心加工工艺方案设计	459
8.3.1	加工方法选择	459
8.3.2	加工阶段划分和工序顺序安排	461
8.3.3	加工进给路线的确定	463
8.3.4	数控铣削型腔的几种典型加工方法	469
8.3.5	加工余量的确定	474
8.3.6	工序尺寸及公差的确定方法	475
8.3.7	切削用量的选择	488
8.4	数控加工工艺文件的编写	495
8.4.1	数控加工编程任务书	496
8.4.2	数控加工工序卡	496
8.4.3	数控机床调整单	497
8.4.4	数控加工刀具调整单	500
8.4.5	数控加工进给路线图	501
8.4.6	数控加工程序单	502
第 9 章	典型零件加工	504
9.1	齿轮泵泵体加工实例	504
9.1.1	零件工艺分析	505
9.1.2	零件加工工艺方案设计	505
9.1.3	加工程序编制	507

9.2	定位板加工	514
9.2.1	零件工艺分析	514
9.2.2	零件加工工艺方案设计	515
9.2.3	加工程序编制	516
9.3	配合件加工实例	530
9.3.1	零件工艺分析	530
9.3.2	零件加工工艺方案设计	531
9.3.3	加工程序编制	531
第10章	加工中心常见故障及其排除	539
10.1	数控机床故障诊断方法	539
10.1.1	数控机床故障分类	539
10.1.2	数控机床故障诊断与维修的基本原则	541
10.1.3	常用诊断仪器	542
10.2	加工中心常见机械故障与维修	547
10.2.1	主轴部件故障与维修	547
10.2.2	滚珠丝杠与螺母	550
10.2.3	刀库与换刀装置	553
10.3	数控系统故障诊断与维修	556
10.3.1	数控系统故障诊断方法	556
10.3.2	故障诊断与维修的准备工作	559
10.3.3	数控系统的软件故障诊断与排除	560
10.4	主轴伺服系统故障及诊断	562
10.4.1	主轴伺服系统故障分类	562
10.4.2	主轴伺服系统故障诊断与排除	562
10.5	进给伺服系统故障与诊断	564
10.5.1	CRT 上显示报警内容的故障（软件报警故障）	565
10.5.2	报警指示灯报警的故障（硬件报警故障）	568