



教育部 高职高专 规划教材

加工中心 (SIEMENS) 考工实训教程

吴明友 编



化学工业出版社
教材出版中心



教育部高职高专规划教材

加工中心 (SIEMENS) 考工实训教程

吴明友 编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

加工中心 (SIEMENS) 考工实训教程/吴明友编.
北京: 化学工业出版社, 2006. 4
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-8509-5

I. 加… II. 吴… III. 加工中心-操作-高等学校:
技术学院-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 033426 号

教育部高职高专规划教材 加工中心 (SIEMENS) 考工实训教程

吴明友 编

责任编辑: 高 钰

文字编辑: 张燕文

责任校对: 郑 捷

封面设计: 尹琳琳

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 25¼ 字数 674 千字

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8509-5

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司
2001年4月3日

前 言

我国正处于先进制造技术大发展时期,航空航天工业、机械工业、汽车工业、计算机工业、轻工业等都需要先进制造技术的支持,先进制造技术不仅包括技术本身,如数控技术、高速加工技术、精密加工技术、纳米技术、计算机辅助制造技术、绿色制造技术、产品开发和生产管理技术等,还包括技术人才的培养。在企业中,工程技术人员、高级工人、技师等人才资源远远不能满足需求,这严重地影响了生产制造技术的发展。许多企业的数控技术人员的水平和数量十分有限,急需进行培养。

本书是根据加工中心操作工国家职业技能鉴定标准,结合考工培训的教学特点编写的。随着国内加工中心使用量的剧增,需要培养一大批能熟练掌握加工中心编程和操作的应用型高级技术人才。本书是为了满足当前社会对加工中心编程与操作高级技术人才和加工中心考工培训教学的迫切需要而编写的。

本书介绍了配有 SIEMENS 810D 系统的加工中心 (DMC 64V) 的编程与操作的知识与技能,分为 12 章,第 1、2、3 章为加工中心编程与操作的基本知识,包括日常维护、数控系统概述、加工中心工艺设计等内容,第 4、5 章为操作面板、基本操作、对刀及参数设置等内容。第 6、7、8、9 章为编程方法,包括基本编程方法训练, R 参数、跳转指令、坐标系转换和子程序编程训练,加工中心固定循环编程方法训练和用 Shop Mill 编程等内容,该部分提供了多个例题。第 10、11、12 章提供了若干实训课题,包括初级工实训课题、中级工实训课题、高级工实训课题,并给出了部分参考程序,便于培训和实训教学以及自学使用。

本书可作为高职高专数控技术应用专业、机械制造专业、模具设计与制造专业、计算机辅助设计与制造专业以及机电技术应用专业的加工中心考工实训教材,各类职业技能培训机构的加工中心考工培训教程,也可作为大学、中专、技校、职高等相关专业师生的参考书,还可作为使用配有其他系统的加工中心人员的参考书。

本书由吴明友编。编者从事与数控加工教学、生产、实训和培训有关的工作 10 余年,并且在本书的编写过程中,参考了若干资料,对于 DMC 64V 和 SIEMENS 810D Shop Mill Power Line 的安全操作和编程方面的内容,参考了德国西门子公司的 SIEMENS 810D Shop Mill 系统的编程与操作以及德国德马吉 (DMG) 公司的加工中心操作的英文说明书,在此对其作者和公司表示诚挚的感谢!书中不足和漏误之处在所难免,敬请广大读者和同行批评指正。

编 者
2006 年 1 月

目 录

第 1 章 加工中心的安全生产和维护	1	3.4 选择切削用量	53
1.1 加工中心的操作规程	1	3.5 典型零件的加工中心加工工艺分析	54
1.2 加工中心的安全操作	2	3.5.1 箱体零件	54
1.3 加工中心的维护	11	3.5.2 盖板零件	56
1.3.1 重要信息	11	3.6 零件的测量	60
1.3.2 有关冷却液	12	3.6.1 轴径的测量	60
1.3.3 加工中心维护总览	12	3.6.2 孔径的测量	61
1.4 报警和信息	17	3.6.3 角度的测量	62
1.4.1 循环报警和信息	17	3.6.4 表面粗糙度的测量	63
1.4.2 对于 Shop Mill 的报警	20	3.6.5 复杂三维形状工件的测量	64
思考题	24	思考题	65
第 2 章 加工中心概述	25	第 4 章 加工中心的基本操作	66
2.1 加工中心的功能特点	25	4.1 加工中心的操作面板及控制面板	66
2.1.1 加工中心的结构和主要技术 参数	25	4.1.1 机床控制面板	67
2.1.2 加工中心加工的特点及应用	28	4.1.2 手动控制	67
2.1.3 加工中心加工的步骤	28	4.1.3 操作模式及类别	69
2.2 加工中心编程基础	29	4.1.4 加工功能	69
2.2.1 加工中心的坐标系	29	4.1.5 其他功能	70
2.2.2 编程规则	31	4.1.6 页面	70
2.2.3 SIEMENS 810D 数控系统的编程 指令	32	4.1.7 编辑	70
2.3 编程方法及步骤介绍	38	4.1.8 功能键	71
2.3.1 编程的目的	38	4.2 加工中心的开/关机、回参考点和 急停	71
2.3.2 编程的方法	38	4.2.1 加工中心的开/关机	71
2.3.3 常用的自动编程软件介绍	39	4.2.2 加工中心回参考点	71
2.3.4 编程的内容和步骤	40	4.2.3 加工中心的急停	72
2.3.5 图形的数学处理	41	4.3 加工中心的操作模式	73
2.3.6 编程时常用到的符号	42	4.3.1 加工中心的使用	73
思考题	42	4.3.2 加工模式(模式 1)	74
第 3 章 加工中心工艺设计	43	4.3.3 设置模式(模式 2)	74
3.1 加工中心加工工艺分析	43	4.3.4 手动干涉模式(模式 3)	75
3.1.1 加工中心的主要加工对象、工艺 特点及加工内容的选择	43	4.3.5 操作模式的切换	75
3.1.2 数控加工工艺文件	46	4.4 手动操作	76
3.1.3 零件的工艺分析	47	4.4.1 操作工作区的门	76
3.1.4 零件数控加工工艺路线的拟定	48	4.4.2 手动控制进给轴运动	77
3.2 加工中心常用的工装夹具	51	4.4.3 机械行程限制挡块	78
3.3 加工中心用刀具的类型及选用	52	4.4.4 手工换刀	79
		4.4.5 刀具破损后重新进入	79
		4.4.6 主轴的操作	80

4.4.7	冷却液控制单元的操作	82
4.4.8	打断后恢复工作	82
4.4.9	手轮控制	82
4.4.10	刀具操作	84
4.5	Shop Mill 用户操作界面	88
4.5.1	总览	88
4.5.2	通过软键和键操作	90
4.5.3	程序 (Program) 总览	92
4.5.4	设置参数 (Setting parameters)	93
4.5.5	袖珍计算器 (Pocket Calculator)	
	功能	94
4.5.6	英制 (Inch)/公制 (metric)	
	坐标系切换	95
4.5.7	机床坐标系和工件坐标系的	
	切换	95
4.6	程序的编辑和管理	95
4.6.1	文件管理 (File management)	95
4.6.2	创建一个 G 代码程序	102
	思考题	106
第 5 章	对刀、参数设定及自动加工	107
5.1	工件的安装与找正	107
5.2	加工中心刀具的安装	107
5.2.1	从刀具列表里向主轴上装	
	刀具	107
5.2.2	在刀具列表中输入新刀具并装	
	入主轴	108
5.2.3	在刀具列表中输入新刀具并装	
	入刀具库	108
5.3	对刀操作与参数设置	109
5.3.1	工件偏置 (Work offsets)	109
5.3.2	刀具和刀具补偿 (Tools and	
	tool offsets)	111
5.3.3	对刀操作与参数设置	118
5.4	手工模式和 MDI 模式	120
5.4.1	手工模式 (Machining in	
	Manual mode)	120
5.4.2	MDI 模式	121
5.5	自动模式 (Automatic mode)	122
5.5.1	概述	122
5.5.2	选择一个要执行的程序	124
5.5.3	启动/停止/终止程序	124
5.5.4	中断程序 (Interrupt program)	125
5.5.5	在指定的程序位置开始执行	125
5.5.6	程序控制 (Program control)	127
5.5.7	测试程序 (Program testing)	128
5.5.8	加工之前模拟记录 (Simultaneous	
	recording before machining)	128
5.5.9	加工期间的模拟记录	129

5.5.10	执行试验程序 (Execute a trial	
	program run)	129
5.6	图形模拟 (Simulation)	130
5.7	加工中心的操作步骤	133
	思考题	134
第 6 章	基本编程方法训练	135
6.1	加工中心的基本编程概述	135
6.1.1	加工中心机床坐标系的建立	135
6.1.2	加工中心的平面选择	135
6.1.3	绝对值 (G90) 与增量值 (G91)	
	编程方式	136
6.1.4	G25/G26 可编程的加工范围限制	
	指令	136
6.2	进给功能设定	137
6.2.1	G94/G95 进给速度控制指令	137
6.2.2	G601/G602/G603/G9/G60 准确	
	定位 (Exact stop)	138
6.2.3	G64/G641 连续路径方式中的进	
	给指令 (Contouring mode)	140
6.2.4	G4 暂停指令	142
6.3	主轴转速功能设定	143
6.3.1	主轴转速 (S) 及主轴旋转方向	
	控制指令 (M3/M4/M5)	143
6.3.2	可编程的主轴转速限制指令	
	(G25/G26)	143
6.3.3	SPOS/SPOSA 定位位置控制	
	主轴	144
6.4	加工 G 指令	145
6.4.1	G0 快速移动指令	145
6.4.2	G1 直线插补指令	146
6.4.3	G2/G3/CIP 圆弧插补指令	146
6.4.4	G2/G3 TURN 螺旋线插补	
	指令	151
6.4.5	G331/G332 刚性攻螺纹孔	
	指令	152
6.4.6	G63 柔性攻螺纹孔指令	153
6.5	工件坐标系设定	154
6.6	刀具补偿	155
6.6.1	T 刀具调用指令	155
6.6.2	D 刀具补偿号指令	155
6.6.3	G41/G42/G40 刀具半径补偿	
	指令	157
6.7	综合实例	158
6.7.1	计算进刀点及过渡点的坐标	160
6.7.2	确定加工工序	160
6.7.3	加工程序	160
	思考题	162
第 7 章	R 参数、跳转指令、坐标系转换	

和子程序	163	9.8 综合举例	252
7.1 R 参数	163	思考题	259
7.2 跳转指令	164	第 10 章 加工中心初级工实训课题	260
7.3 坐标系转换	165	10.1 加工中心初级工样题 1	260
7.3.1 G70/G71 英制/公制编程	165	10.1.1 零件图	260
7.3.2 G110/G111/G112/AP/RP 极坐 标系指令	166	10.1.2 评分表	260
7.3.3 TRANS/ATRANS 坐标系平移 指令	168	10.1.3 考核目标及操作提示	260
7.3.4 ROT/AROT 可编程的零点旋转 指令	168	10.1.4 工、量、刀具清单	262
7.3.5 SCALE/ASCALE 可编程的坐标 缩放指令	172	10.1.5 参考程序 (SIEMENS 810D) ...	262
7.3.6 MIRROR/AMIRROR 可编程的 零点镜像指令	173	10.2 加工中心初级工样题 2	265
7.4 子程序	176	10.2.1 零件图	265
7.4.1 子程序概述	176	10.2.2 评分表	265
7.4.2 调用子程序	176	10.2.3 考核目标及操作提示	265
7.5 综合实例	177	10.2.4 工、量、刀具清单	267
7.5.1 带算术参数的子程序编程 举例	177	10.2.5 参考程序 (SIEMENS 810D) ...	267
7.5.2 带程序跳转指令、算术参数的子 程序综合编程举例	179	10.3 加工中心初级工样题 3	268
思考题	180	10.3.1 零件图	268
第 8 章 加工中心固定循环功能	181	10.3.2 评分表	268
8.1 固定循环概述	181	10.3.3 考核目标及操作提示	268
8.2 固定循环指令	182	10.3.4 工、量、刀具清单	270
8.3 编程实例	190	10.3.5 参考程序 (SIEMENS 810D) ...	270
8.3.1 零件	190	10.4 加工中心初级工样题 4	272
8.3.2 确定加工工序	190	10.4.1 零件图	272
8.3.3 加工程序	190	10.4.2 评分表	272
思考题	195	10.4.3 考核目标及操作提示	274
第 9 章 用 Shop Mill 编程	196	10.4.4 工、量、刀具清单	274
9.1 概述	196	10.4.5 参考程序 (SIEMENS 810D) ...	275
9.1.1 Shop Mill 编程的基本原则	196	10.5 加工中心初级工样题 5	277
9.1.2 Shop Mill 程序结构	197	10.5.1 零件图	277
9.1.3 创建 Shop Mill 程序	198	10.5.2 评分表	277
9.1.4 刀具、补偿值和主轴转速的 编程	203	10.5.3 考核目标及操作提示	277
9.2 轮廓铣削	203	10.5.4 工、量、刀具清单	278
9.3 直线和圆弧路径	216	10.5.5 参考程序 (SIEMENS 810D) ...	279
9.3.1 直角坐标系里的直线和圆弧	216	10.6 加工中心初级工样题 6	280
9.3.2 极坐标系里的直线和圆弧	218	10.6.1 零件图	280
9.4 钻孔 (Drilling)	220	10.6.2 评分表	281
9.5 铣削	235	10.6.3 考核目标及操作提示	282
9.6 各种功能 (Miscellaneous functions) ...	248	10.6.4 工、量、刀具清单	282
9.7 在 Shop Mill 程序中插入 G 代码	251	10.6.5 参考程序 (SIEMENS 810D) ...	283
		10.7 加工中心初级工样题 7	284
		10.7.1 零件图	284
		10.7.2 评分表	284
		10.7.3 考核目标及操作提示	284
		10.7.4 工、量、刀具清单	286
		10.7.5 参考程序 (SIEMENS 810D) ...	287
		10.8 加工中心初级工样题 8	289
		10.8.1 零件图	289
		10.8.2 评分表	289

10.8.3	考核目标及操作提示	289	11.6.1	零件图	327
10.8.4	工、量、刀具清单	291	11.6.2	评分表	327
10.8.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	291	11.6.3	考核目标及操作提示	327
10.9	加工中心初级工样题 9	293	11.6.4	工、量、刀具清单	329
10.9.1	零件图	293	11.6.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	330
10.9.2	评分表	293	11.7	加工中心中级工样题 7	332
10.9.3	考核目标及操作提示	293	11.7.1	零件图	332
10.9.4	工、量、刀具清单	296	11.7.2	评分表	332
10.9.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	296	11.7.3	考核目标及操作提示	332
10.10	加工中心初级工样题 10	298	11.7.4	工、量、刀具清单	334
10.10.1	零件图	298	11.7.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	335
10.10.2	评分表	299	11.8	加工中心中级工样题 8	337
10.10.3	考核目标及操作提示	299	11.8.1	零件图	337
10.10.4	工、量、刀具清单	301	11.8.2	评分表	337
10.10.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	301	11.8.3	考核目标及操作提示	338
思考题		303	11.8.4	工、量、刀具清单	340
第 11 章	加工中心中级工实训课题	304	11.8.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	341
11.1	加工中心中级工样题 1	304	11.9	加工中心中级工样题 9	344
11.1.1	零件图	304	11.9.1	零件图	344
11.1.2	评分表	304	11.9.2	评分表	344
11.1.3	考核目标及操作提示	305	11.9.3	考核目标及操作提示	344
11.1.4	工、量、刀具清单	307	11.9.4	工、量、刀具清单	346
11.1.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	307	11.9.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	347
11.2	加工中心中级工样题 2	308	11.10	加工中心中级工样题 10	349
11.2.1	零件图	308	11.10.1	零件图	349
11.2.2	评分表	308	11.10.2	评分表	349
11.2.3	考核目标及操作提示	308	11.10.3	考核目标及操作提示	349
11.2.4	工、量、刀具清单	310	11.10.4	工、量、刀具清单	350
11.2.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	311	11.10.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	351
11.3	加工中心中级工样题 3	314	思考题		352
11.3.1	零件图	314	第 12 章	加工中心高级工实训课题	353
11.3.2	评分表	314	12.1	加工中心高级工样题 1	353
11.3.3	考核目标及操作提示	314	12.1.1	零件图	353
11.3.4	工、量、刀具清单	316	12.1.2	评分表	354
11.3.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	316	12.1.3	考核目标及操作提示	354
11.4	加工中心中级工样题 4	317	12.1.4	工、量、刀具清单	356
11.4.1	零件图	317	12.1.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	356
11.4.2	评分表	317	12.2	加工中心高级工样题 2	358
11.4.3	考核目标及操作提示	317	12.2.1	零件图	358
11.4.4	工、量、刀具清单	319	12.2.2	评分表	358
11.4.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	319	12.2.3	考核目标及操作提示	358
11.5	加工中心中级工样题 5	322	12.2.4	工、量、刀具清单	361
11.5.1	零件图	322	12.2.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	361
11.5.2	评分表	323	12.3	加工中心高级工样题 3	363
11.5.3	考核目标及操作提示	323	12.3.1	零件图	363
11.5.4	工、量、刀具清单	325	12.3.2	评分表	363
11.5.5	参考程序 (SIEMENS 810D)	325	12.3.3	考核目标及操作提示	363
11.6	加工中心中级工样题 6	327	12.3.4	工、量、刀具清单	364

12.3.5	参考程序 (SIEMENS 810D) ...	366	12.7.4	工、量、刀具清单	378
12.4	加工中心高级工样题 4	368	12.7.5	参考程序 (SIEMENS 810D) ...	380
12.4.1	零件图	368	12.8	加工中心高级工样题 8	380
12.4.2	评分表	369	12.8.1	零件图	380
12.4.3	考核目标及操作提示	370	12.8.2	评分表	382
12.4.4	工、量、刀具清单	371	12.8.3	考核目标及操作提示	382
12.4.5	参考程序 (SIEMENS 810D) ...	372	12.8.4	工、量、刀具清单	383
12.5	加工中心高级工样题 5	372	12.8.5	参考程序 (SIEMENS 810D) ...	384
12.5.1	零件图	372	12.9	加工中心高级工样题 9	384
12.5.2	评分表	372	12.9.1	零件图	384
12.5.3	考核目标及操作提示	372	12.9.2	评分表	386
12.5.4	工、量、刀具清单	374	12.9.3	考核目标及操作提示	386
12.5.5	参考程序 (SIEMENS 810D) ...	374	12.9.4	工、量、刀具清单	387
12.6	加工中心高级工样题 6	374	12.9.5	参考程序 (SIEMENS 810D) ...	388
12.6.1	零件图	374	12.10	加工中心高级工样题 10	388
12.6.2	评分表	374	12.10.1	零件图	388
12.6.3	考核目标及操作提示	375	12.10.2	评分表	389
12.6.4	工、量、刀具清单	376	12.10.3	考核目标及操作提示	389
12.6.5	参考程序 (SIEMENS 810D) ...	377	12.10.4	工、量、刀具清单	390
12.7	加工中心高级工样题 7	377	12.10.5	参考程序 (SIEMENS 810D) ...	391
12.7.1	零件图	377	思考题	391	
12.7.2	评分表	377	参考文献	392	
12.7.3	考核目标及操作提示	377			

第1章

加工中心的安全生产和维护

1.1 加工中心的操作规程

为了正确合理地使用加工中心,保证加工中心正常运转,必须制定比较完整的加工中心操作规程,通常应做到以下几点。

- ① 机床通电后,检查各开关、按钮和键是否正常、灵活,机床有无异常现象。
- ② 检查电压、气压、油压是否正常,有手动润滑的部位先要进行手动润滑。
- ③ 各坐标轴手动回零(机械原点),若某轴在回零前已在零位,必须先将该轴移动离零点一段距离后,再进行手动回零。
- ④ 在进行工作台回转交换时,台面上、护罩上、导轨上不得有异物。
- ⑤ 机床空运转 15min 以上,使机床达到热平衡状态。
- ⑥ 程序输入后,应认真核对,保证无误。其中包括对代码、指令、地址、数值、正负号、小数点及语法的查对。
- ⑦ 按工艺规程安装找正夹具。
- ⑧ 正确测量和计算工件坐标系,并对所得结果进行验证和验算。
- ⑨ 将工件坐标系输入到偏置页面,并对坐标、坐标值、正负号及小数点进行认真核对。
- ⑩ 未装工件以前,空运行一次程序,看程序能否顺利执行,刀具长度选取和夹具安装是否合理,有无超程现象。
- ⑪ 刀具补偿值(刀长,半径)输入偏置页面后,要对刀补号、补偿值、正负号、小数点进行认真核对。
- ⑫ 装夹工件,注意螺钉压板是否妨碍刀具运动,检查零件毛坯和尺寸是否有超长现象。
- ⑬ 检查各刀头的安装方向及各刀具旋转方向是否符合程序要求。
- ⑭ 检查各刀杆前后部位的形状和尺寸是否符合加工工艺要求,能否碰撞工件与夹具。
- ⑮ 镗刀头、尾部露出刀杆直径部分,必须小于刀尖露出刀杆直径部分。
- ⑯ 检查每把刀柄在主轴孔中是否都能拉紧。
- ⑰ 无论是首次上场加工的零件,还是周期性重复上场加工的零件,首件都必须对照图纸工艺、程序和刀具调整卡,进行逐把刀逐段程序的试切。

⑮ 单段试切时, 快速倍率开关必须打到最低挡。

⑯ 每把刀首次使用时, 必须先验证它的实际长度与所给刀补值是否相符。

⑰ 在程序运行中, 要重点观察数控系统上的几种显示: 坐标显示, 可了解目前刀具运动点在机床坐标系及工件坐标系中的位置, 了解这一程序段的运动量, 还剩余多少运动量等; 工作寄存器和缓冲寄存器显示, 可了解正在执行程序段各状态指令和下一个程序段的内容; 主程序和子程序, 可了解正在执行程序段的具体内容。

⑱ 试切进刀时, 在刀具运行至离工件表面 30~50mm 处, 必须在进给保持下, 验证 Z 轴剩余坐标值和 X 轴、Y 轴坐标值是否与图纸一致。

⑲ 对一些有试刀要求的刀具, 采用“渐近”的方法, 如镗孔, 可先试镗一小段长度, 检验合格后, 再镗到整个长度。使用刀具半径补偿功能的刀具数据, 可由小到大, 边试切边修改。

⑳ 试切和加工中, 刃磨刀具和更换刀、辅具后, 一定要重新测量刀长并修改好刀补值和刀补号。

㉑ 程序检索时要注意光标所指位置是否合理、准确, 并观察刀具与机床运动方向坐标是否正确。

㉒ 程序修改后, 对修改部分一定要仔细计算和认真核对。

㉓ 手摇进给和手动连续进给操作时, 必须检查各种开关所选择的位置是否正确, 弄清正负方向, 认准按键, 然后再进行操作。

㉔ 全批零件加工完成后, 应核对刀具号、刀补值, 使程序、偏置页面、调整卡及工艺中的刀具号、刀补值完全一致。

㉕ 从刀库中卸下刀具, 按调整卡或程序, 清理编号、入库。

㉖ 程序输出并保存, 与工艺、刀具调整卡成套入库。

㉗ 卸下夹具。某些夹具应记录安装位置及方位, 并做出记录、存档。

㉘ 清扫机床。

㉙ 将各坐标轴停在中间位置。

1.2 加工中心的安全操作

(1) 基本规则

① 危险与风险。如果由一个没有经过充分培训的人去进行不正确地操作或者在其用途以外使用机床, 每一台机床都会有潜在的危险。这包含: 人的生命和肢体的危险; 损害机床和使用者财产的风险; 不适合使用机床潜能的风险。

② 安全手册的目的。安全手册包含许多在工作时如何避免危险状况的实用劝告, 也请把安全手册给你的同事看, 即使他们使用不同的机床。知道潜在的危险是清除它们的重要一步。在有安全意识的工作意味着确保在使用机床的每一步中不会渐渐地减少安全。有一些简单规则往往具有坦率而普遍的意义。

③ 负责人。在公司内部, 必须清晰地而不是含糊地描述谁负责机床(拥有者)和谁是允许在机床上操作的人(操作者)。必须有清晰的规则定义以确认运输、安装、装备、设置、操作、服务和维护机床的人员责任, 以及必须确认有规则的检查点以便遵守。

④ 可以在机床上工作的条件。如果没有经过适当的培训——无论在内部或者在 DECK-EL MAHO 培训中心通过职业培训, 没有人可以在机床上工作, 即使是短暂的。机床的拥有者和操作者必须确保没有未经专门培训的人在机床上工作。

⑤ 操作手册对于无论做什么都很重要。所有与机床运输、安装、调试、维护和维修有关的工作必须由经过专门培训的且适合特殊工种的人员实施,在做这些工作时,这些人必须遵守操作手册给出的说明以及适用的安全规则和地方标准及法规。

在使用机床之前,操作和维护人员必须学习而且要充分地熟悉安全手册,所有“安全”的信息必须被严格地遵守,这是非常重要的。

确保所有在安全手册中给出的有关机床运输、安装、组装、操作、维护和维修的指令被遵守,在开始工作之前要仔细地阅读手册中的相关内容。

⑥ 操作手册总是放在手边。拥有者和使用者都要留心操作手册总是在手边,如果有怀疑就去查看操作手册中的有关章节而不是对机床无所适从。

⑦ 机床的情况及其周围环境。机床拥有者不允许使用机床,除非他满足完全的工作条件。他有义务在机床开动前检查一般条件并且将潜在的缺陷消除。所有机床上的安全指令和危险警告必须是完全且清晰可读的。

机床的任何变化,它的操作行为或者它的周围条件必须立即被告之其所有者。如果包含任何的安全隐患,机床必须立即停止并且确保机床主机开关不会因无意或者未经授权而被打开。

机床拥有者有责任确保工作场地、机床及其周围环境的清洁,例如可以发布一些适当的指令并且做一些规则点的检查。

⑧ 穿戴防护服。机床拥有者确保机床操作者穿戴合适的防护服,例如防护眼镜、防护靴、防护套、工作服、耳塞等。

⑨ 机床的用途。机床所有者和机床使用者必须小心不要在其使用范围之外使用机床,并且遵守机床的安全指令和危险警告。

DECKEL MAHO 的通用镗铣床和加工中心的设计适用于用刀具来加工金属、木材或者塑料。出于安全考虑,机床不能用于任何其他用途。其应用领域为:铣削,包括曲面铣削、圆形铣削、螺旋铣削、滚削、轮廓铣削、成型铣;钻削和镗削,包括中心钻、钻和镗、攻螺纹、轮廓钻、非圆孔的钻削。

⑩ 责任的免除。机床所有者和操作者都要注意不要误用机床,机床制造者对于超出机床使用范围的使用结果不负责任,另外,这样的误用可能引起不可预见的导致人的生命和肢体的危险以及损害机床或者所有者其他财产的风险。

⑪ 附件。DECKEL MAHO 提供一些特殊的附件,增加和选择用来扩展 DECKEL MAHO 机床使用范围的设备。未经制造商的同意,不能对机床进行任何的改变或者修改或者增加设备,如果对机床进行这样的改变、修改或者增加设备可能损坏机床的安全性。

⑫ 安全装置。任何确保机床完全功能的装置不能无限制地使用或激活或者消极的安全措施不更改,也不可绕过或者取消。工厂设置特征,像机床参数,不可以被武断地更改。

如果因为机床维护或者维修的需要而对任何的安全装置的取消或者移走,必须首先关掉机床。在机床重新打开之前必须确认安全装置已经重新装上并且功能完好以致满足所有工作的需要。

⑬ 检测变化情况。机床操作者和所有者观察机床的操作过程展示,为了尽早检查出机床不正常的运行特征,以便通过采取适当的行动避免机床的失效,请有资质的人员或者机床制造商的技术服务人员来检测。

⑭ 水污染。在法律意义上 DECKEL MAHO 机床是个有潜在的水污染物质的装置。这意味着当对机床或者任何部件进行的操作、关闭或者拆卸都要遵守《the Water Resources Act》的要求或者用户国家的类似法规。详细信息将在使用机床的国家或者地区控制水污染

物质的法规里找到。

(2) 机床的定位

① 空间要求。机床的空间根据机床导轨的运动或者控制盘的旋转运动的操作来确定。不要将任何东西放在机床零件的运动区域内,即使是临时的也不允许,如果最坏的事发生,你可能被抓住且受伤。遵守所有适用的国家和地方法规,确认已留有足够的操作空间。留有足够的安全区域和逃离路线。考虑留下足够的卸下工件和夹具以及允许方便地接近机床以便维护和维修的空间。在操作手册里可以找到机床布局图和详细的安装信息。

② 清洁区域。在机床周围的安全清洁区域必须保持清洁,该区域内即使是临时也不能放任何东西。以免有被绊倒或者挤伤的危险,在机床上或者附近无法避免危险的地方贴上合适的警示标记。

③ 由于冷却液和导轨润滑油而导致的地板湿滑。冷却液和导轨润滑油引起滑倒,由于不适合的地板覆盖物而加剧。使用合适的地板覆盖物;穿防滑鞋;避免过多地使用冷却液和润滑油;经常定期清理机床和周围环境。

④ 噪声防护。当机床运行时,在特定的加工操作时可能会超过法定的噪声限制(例如铸件的粗加工)。向你公司的上级和安全部门报告这一情况。当噪声级别太高时戴上耳朵保护装置。

(3) 在开始操作机床之前的注意事项

① 集中注意力在工作上。准确和安全地工作需要100%的注意力集中。确认你所工作的环境使你感觉舒适,如果你能够避免注意力分散,最好集中注意力在你手上的工作。

② 身体和心理的警觉。在高速自动化机床上工作需要全神贯注甚至有时要快速反应,你因此必须要有身体和心理的警觉。当然,你的能力必须不能被药物、酒精或者其他兴奋物质所伤害。

③ 穿戴合适的服装。在铣床上工作会遇到飞溅的热切屑和润滑油,这就是为什么为了保护你建议你穿戴标准的工业制服或者至少要穿长裤、戴手套和眼镜、穿防护性的鞋等。避免由于边缘或者突出物被抓住而产生的伤害:穿紧身的衣服;扣上夹克衫的袖口纽扣;工作时不要戴手表、珠宝(手镯或者项链)或者耳环,由于这些东西被抓住而产生的伤害会变得更糟。

④ 防护鞋。即使最小的机床也能够支持很重的工件,在安装期间,很有可能东西从机床上落下,这就是为什么在工作时要穿上防护鞋而不是轻便凉鞋。

⑤ 眼睛的保护。当机床运行时碎片、切屑和冷却液对眼睛都有害,在碰撞和刀具损坏的事件中,当门被打开或者机床没有装备防溅装置时,碎片会飞过空气而进入你眼睛引起严重的伤害。因此要总戴眼镜或者采用碎片保护装置。

⑥ 合适的帽子。特别是在安装过程中,例如在操作过程中使用刀具去靠近工件时,你要靠近刀具以准确地定位。长头发、松散的一缕头发或者胡须在这里可能是灾难性的。因此你需要戴发网或者合适的帽子,如果合适,保护好胡须。

⑦ 防护手套。刀具具有锋利的切削刃和工件经常带有锋利的加工毛刺。几乎每一个人都会时不时地因此而受到伤害。冷却液更有引起污染的风险。因此在处理锋利的物品、刀具或者工件时总要戴防护手套。

⑧ 其他防护措施。要小心保护不直接操作机床的人员受到伤害(例如通过安装合适的保护装置来避免)。机床上周围封闭而顶部开口的情况,机床所有者和操作人员有责任确保没有切屑、碎片、冷却液或者其他物质能够从此喷出。机床如果没有飞溅物保护装置,只能在装备了全功能的切削防护装置的情况下才能操作。机床所有者必须给机床装备了切削防护装置才能进行相应的工件加工。

⑨ 有用的器具。对于每个特定的加工操作，需要给机床准备一些有用的器具：扫帚，刷子；小铲子或者真空清洁器；切屑容器；清洁刷；合适的有利于环境保护的清洁物质；切屑钩子；清洁用羊毛或者碎布。把这些东西放在工作场所的手边，但是不要把任何东西放在机床的工作台上。

⑩ 化学品。不要使用具有攻击性的溶剂，例如 chlorinated 碳氢化合物、丙酮等，它们侵蚀塑料和绝缘体。易燃、挥发或者有毒物质不要用于机床之内，有爆炸的危险，有窒息的危险。在混合冷却液和乳化润滑油之前，检查是否会产生危险的蒸气以致容易引起爆炸。如果操作机床包含导致意外伤害的风险（例如爆炸的过程、易燃物质、有毒气体的挥发等），机床所有者有责任采取合适的防范措施。

(4) 工作期间

① 机床的开关。遵守操作手册中的关于机床开关的指令。

当机床主开关被关掉时，有些电子元件（例如电容）可能还带电，小心，有危险——不要接触。在开始对控制柜和电子设备工作之前确认机床已经完全从主电源脱离联系，通过拿掉保险丝，关掉连到机床的电源并且确认电缆已经脱离接触或者断电并贴上警告标记。当开关机床或者在机床中断后重新启动，确认按照特定的操作顺序进行，否则可能发生碰撞的危险。

② 门检测电路。当打开主机时，必须彻底地检查门的检测功能，它将内锁工作区域的门。只有当机床驱动装置停止时你才可以释放并打开门。在自动模式下，将只能在门被完全关上并锁上时才能使用机床工作。当机床或者控制系统被关掉或者在急停或者断电事件中，工作区的门是被锁上的，并且可以用释放急停或者辅助释放机能来打开。

③ 模式切换。按照操作手册中的模式切换指令设置机床正确的操作模式，在机床运行时不能切换模式，否则会导致“进给停止”和“主轴停止”。在你选择一个操作模式后总是从模式选择开关中拔出钥匙。

④ 加工模式/设置模式。当机床工作区域的门被打开时机床可以在“设置模式”下以低的进给速率和低的主轴转速进行操作，但是要记住，这个模式下操作有增加事故发生的风险。

⑤ 远离工作区。在“设置模式”下工作，不允许接近主轴或者工作台的行程范围，小心危险——远离！

⑥ 设置。不允许同时有两个或更多的人对机床进行设置。当在“设置模式”下操作机床时，让旁观者保持一定的距离；在“设置模式”下只能一个人操作机床使之运行。

(5) 刀具和换刀

① 割和刺伤。刀具具有锋利的切削刃，即使刀具处于静止状态也很容易被其刺伤或者割伤，无论在机床上做什么都要警惕夹紧在机床主轴上的刀具。

② 使用合适的刀具。只能使用适合机床的锥柄和拉钉（见操作手册），只能使用合适的套爪夹头来夹紧圆柱柄切削刀具。在使用刀具之前确信刀具上的夹紧和固定螺纹已经可靠地旋紧。在使用刀具之前检查切削刃的情况，已经损坏的切削刃会损坏刀具和工件。DECKEL MAHO 机床能够达到很高的转速，如果使用错误的刀具在达到高的离心力时能够毁坏刀具，产生的碎片以高的速度撞击飞向防护装置。只能在每一把刀具允许的最高速度下使用。另外，用于高速主轴上的刀具必须小心地进行动平衡。每个机床都有最大切削速度和进给速度，可在特殊列表或者刀具目录中发现这些数据，必须确保遵守这些切削数据。不然将得到差的工件表面质量、快速刀具磨损或者甚至刀具和工件的损坏。遵守刀具的最大尺寸限制，如果使用大体积的刀具，机床行程路径受到限制；如果使用大直径的刀具，当主轴箱向上运动时刀具会碰到机床立柱或者镶板。

③ 抓刀具时要小心。如果刀具在旋转绝不要抓刀具，总要戴手套避免被割伤。当刀具被手工更换时要确信该把刀具已经加工好工件。自己确定一个换刀点，换好刀后，自己重新启动机床，不要接受第二个人的帮助，这是个原则。这样，当你抓住刀具时主轴绝不会由于误操作而突然启动。

④ 恰当地抓紧并插入刀具。当刀具夹紧装置是松的时候总是紧紧地抓住刀具，如果刀具没有被抓紧，当你松开夹紧装置，刀具将从主轴上掉下，可能损坏刀具和工件。要小心，刀具坠落或者折断的碎片会对人引起伤害。当刀具插入主轴的时候，要确保刀柄上的特殊键槽插入主轴上的键。否则刀具会变得倾斜或者坠落引起损坏或伤害。当操作刀具夹紧时，刀具锥柄被很大的力拉进刀具夹紧机构，要小心你的手被抓住或受到伤害。尽可能低的抓住刀具，绝不要抓在刀具法兰和主轴键之间。要戴上手套防止你的手被割伤。确认刀柄和主轴锥孔之间完全啮合好。有些机床主轴不用时需碎片防护锥封闭上，其他机床则既没有刀具又没有用碎片防护锥封闭上。遵守操作手册中的指令。

⑤ 自动换刀装置。有些 DECKEL MAHO 机床带有自动刀具交换装置和刀库。当装载刀库时，很容易被暴露出的刀具切削刃所伤害。当刀库旋转时要确保在刀具运动范围以外。不是所有刀具都适合自动交换刀具，例如中心钻 (Centricator)、大的钻孔刀具 (large trepanning tools) 等，要服从刀具制造商的指导。对于刀具自动交换装置绝对不能超过最大刀具尺寸限制。在大刀具的情况下，在刀库中务必留出调整位置以免发生碰撞。在操作手册中将发现更多的细节。确认有足够的空间用来刀具交换，小心：如果使用大的工件、大夹具或者长刀具，有产生碰撞的风险。如果碰撞发生，单步地小心移动刀具夹头。服从操作手册里的指令。当在刀库里装刀或者卸刀时总要跟踪当前刀库的状态；在带有可变定位编码的机床上，自动交换刀具后刀具可能被运动到不同的地方。

当插入和拔出刀具时应该戴上手套。在接近刀具时你可能被刀刃割伤或者在插入刀具时有被抓住的风险。不要靠近刀具法兰处抓紧刀具。

只有在装刀位置往刀库上装刀。从刀库上卸刀时要紧紧地抓住刀具。如果当刀库上安全锁环松开时刀具没有抓紧，刀具将从刀库坠落，有受伤的风险。

确保刀柄法兰上的槽和刀库上的定位键正确啮合，否则刀具可能坠落或者在下次换刀时碰撞工件和机床上的某些零件。

在每次重新装刀以后和无论是从刀库上装刀或者卸刀都要立即更新数控系统中刀具表 (见操作手册)，如果没有做这个工作，在下次换刀时有碰撞的危险。输入需要的编码，例如特殊刀具的定位码，测量探头等。如果没有输入，碰撞可能会发生。

⑥ 通过刀具的润滑冷却装置。有些 DECKEL MAHO 机床装备有刀具的内部润滑冷却装置。以很高的压力 (大约 4MPa/40bar/570psig) 从刀具内部喷出的冷却液。只有使用拉钉和刀具才适合使用内部润滑冷却装置以及高的润滑冷却压力。在操作手册中将发现更多的细节。确保在使用其他刀具时把内部润滑冷却装置关掉。没有润滑冷却绝不操作机床以避免由于系统于运行而导致的损害危险。

(6) 交换工作台

① 可靠地夹紧工件。在加工工件过程中有巨大的力作用在工件上。如果工件没有可靠地夹紧有可能从工作台上滑落，使用合适的夹紧设备或者夹具，在开始加工之前要检查工件是否被可靠地夹紧。

② 清洁工作场所以确保安全。不要把刀具、固定扳手、活扳手、螺丝刀等放在机床的工作区域。当使用像钳子或者套夹头等附件时，确保在夹紧后拿走固定扳手或者夹头钥匙。

③ 附件需要的空间。有些 DECKEL MAHO 机床配有自动交换工作台。当使用交换工

作台时要考虑较小的工件。当安装或拆卸工件时要戴防护手套。要记住在机床的工作区域留有足够的空间用于交换工作台，当交换工作台时刀具要位于干涉区域之外。确保当前使用的程序和新工件的匹配，不然将发生碰撞。

④ 只能使用合适的装备。工作台交换存在由于起重设备的断裂或者工作台的滑落或者倾覆引起事故的风险。使用合适且全功能的吊索和足够载荷能力的起重设备。

(7) 测量、检测、中断、加工

① 遵守正确的顺序。带有连接电缆的测量仪表必须手动调节。当安装和移去设备时要准确遵守操作顺序以确保控制系统的插头正确地插入插座，否则主轴可能偶然启动并导致事故。

② 使用“Centricator”。DECKEL MAHO 的“Centricator”是用于钻中心孔。遵守最大主轴转速，如果超过，仪表将会存在被损坏引起碎片的飞溅而导致事故的风险。不能在自动换刀过程中使用“Centricator”。查阅操作手册确定最大的许可主轴转速。

③ 使用定中显微镜。定中显微镜是用来接触工件的边缘和角落。为显微镜提供电源的插头必须总是插入机床上的插座内（见操作手册）。如果插头没有插入或者有缺陷，主轴可能经过错误的操作，显微镜夹紧而主轴启动，这样会导致非常严重的伤害！带有定中显微镜将不可能进行自动换刀。严格遵守插入和移除的操作顺序。

④ 使用测量探头。测量探头是用于自动参数设置。不要超过最大进给速率，确保测量探头的电缆不要因被抓住而损坏并且插头要正确地插入插座。如果插头没有插入插座或者有缺陷，主轴可能因误操作而不小心被启动，这可能引起事故。如果使用无绳测量探头，在刀库中输入编码（见操作手册）。

⑤ 使用寻边器。寻边器是用来接触工件的边缘和角落。遵守最大的主轴转速。如果超过，仪器将被损坏，将存在因碎片的飞溅而产生事故的风险，遵守操作手册的指令。

⑥ 测量时要小心。为了测量要卸掉刀具，否则你将被刀具锋利的刀刃所伤害。

⑦ 重新开始加工。如果你中断后继续执行程序，要确认刀具在下一步操作步骤的正确位置，不然这将导致因损坏刀具和工件而碰撞或损坏机床。遵守操作手册的指令。

(8) 切屑清除和润滑冷却

① 避免接触切屑和润滑冷却液。切屑是热的、锋利的，且容易被润滑冷却液污染，避免皮肤与切屑和碎片的接触。穿戴合适的保护性服装。使用合适的工具把碎片清理掉，例如碎片钩子、扫帚、刷子或者真空清洁器。

② 切屑传送器。许多 DECKEL MAHO 机床配有切屑传送器，当切削加工工件时，确保切屑传送器连续运行以防止切屑的堆积。如果你要清理切屑传送器，必须首先关掉它。不要踏进切屑传送器去夹紧工件和进行测量。一个误操作会引起它意外地启动，有发生事故的风险！绝不要进入切屑传送器，总是用刷子、钩子或者类似的东西去清理切屑传送器。小心：如果切屑传送器传输大体积的切屑或者发生堵塞，它的链条像弹簧一样的柔软，如果切屑被清除，弹簧张紧力将突然释放，这将导致严重的伤害。而且，碎片被抛出将导致伤害。

③ 清理切屑时要小心。绝不能用压缩空气来清理切屑或者工件和机床，这样将引起切屑进入空气中，使之成为潜在的伤害源，特别是对眼睛。高压迫使切屑和尘埃颗粒进入机床的密封腔内导致机床提前磨损或者损坏。在机床运行时绝不要清除切屑。

④ 长碎片是危险的。当加工工件时总是选择能够产生短切屑的切削数据和加工工艺。例如在深孔加工时产生长的切屑将增加伤害的风险性。它们挤在刀具和工件之间非常难清除。

⑤ 润滑冷却液的处理。润滑冷却液可能引起皮肤感染，大部分是在手上。戴上合适的手套避免皮肤和润滑冷却液的接触。使用合适的皮肤保护油脂。抓紧换掉已经被润滑冷却液污染的衣服。绝不要当机床运行时去调整润滑冷却液的喷嘴，这样做有被刀具伤害的风险。