

从技工到技师
考证一本通

SHUKONG CHEGONG
QUANJISHI
PEIXU JIAOCHENG

数控车工全技师 培训教程

第二版

韩鸿鸾 于胜 主编

面向数控车工中级工、高级工、技师、高级技师国家职业技能鉴定全过程培训 ●
覆盖中级工、高级工、技师、高级技师全部鉴定考点 ●
学完本书，可能你不是高级技师，但你已具备了高级技师的视野和感觉 ●



化学工业出版社

从技工到技师
考证一本通

数控车工全技师 培训教程

第二版

韩鸿鸾 于 胜 主编

- 面向数控车工中级工、高级工、技师、高级技师国家职业技能鉴定全过程培训
- 覆盖中级工、高级工、技师、高级技师全部鉴定考点
- 学完本书，可能你不是高级技师，但你已具备了高级技师的视野和感觉



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

数控车工全技师培训教程/韩鸿鸾, 于胜主编. —2 版. —北京:
化学工业出版社, 2014. 1

(从技工到技师考证一本通)

ISBN 978-7-122-18303-3

I. ①数… II. ①韩… ②于… III. ①数控机床-车床-车削-技术培
训-教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 203106 号

责任编辑: 王 烨

文字编辑: 谢蓉蓉

责任校对: 陶燕华

装帧设计: 尹琳琳

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: 北京市振南印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 20¼ 字数 689 千字 2014 年 1 月北京第 2 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: 68.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书第一版从2009年出版以来已经有四个年头,现应广大读者的要求进行再版修订。第二版在第一版的基础上进行的主要修订工作如下。

去除:对于《数控车工》鉴定标准中虽然有,但在实际应用中用处不太大,或已经掌握的内容进行了去除处理,如刀具的刃磨部分。

重排:对于第一版的知识进行了部分重新编排,使其更贴近实际,比如,激光干涉仪的内容由数控机床的应用基础,调整到了数控机床间隙的部分。

合并:对于第一版的知识,进行了适当的合并,使其在应用时更为方便,比如,把PLC部分知识合并到数控机床的组成里面。

简化:对于《数控车工》鉴定标准中有,在实际过程中也经常用到,但读者基本上都了解的内容,进行了简化,比如,对于数控车削用夹具这部分内容与第一版相比,就简化了很多。

替换:对于《数控车工》鉴定标准中有,并且经常应用的内容,与第一版相比,已经有了新标准的,就用新标准的内容替换原先的内容。比如,有关ISO 9000系列的内容。

增加:与第一版相比,第二版还增加了一些经常应用、具有代表性的内容,比如第二版增加了数控车床的选型和在线测量的内容。

本书第二版仍然作为数控车工考评教材,在实际应用时,当地可以根据实际情况全用或选用本书的部分内容。

本书由韩鸿鸾、于胜主编,王浩、侯大力、李峰、王小方、杨胜利副主编,本书参编为解芳、丛培兰、王吉明、李秀英、孙明旗、韩中华、马述秀、陈黎丽、房德涛、丛志鹏、褚元娟、卢超、梁典民、蔡艳辉、王宗霞、王常义,全书由韩鸿鸾统稿,张玉东主审。

本书在编写过程中得到了烟台、东营、常州、广州、营口、郴州、九江、内蒙古、天津、武汉等省市的职业院校、技师学院、高级技工学校的大力帮助,得到了威海精密机床附件厂、威海联桥仲精机械有限公司、华东数控有限公司的大力支持,在此深表谢意。

由于时间仓促,编者水平有限,书中缺陷乃至错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者于山东威海

第一版前言

本书是根据劳动部门最新制定的国家职业标准中《数控车工》的要求编写的。

职业资格证书等级考试的书籍很多,但大都是按中、高、技师(高级技师)几个等级分册编写的。这种编写方式适合不同等级的学习考试,但不适合全过程的培训,随着技术学院、高级技校、技师学院及各种培训机构的增加,中级工、高级工、技师、高级技师全过程的培训也在快速增加,社会上迫切需要适合这种形式的书籍。我们这套书就是在这种形势下产生的。

何谓“全技师”?

全技师是指本书的知识体系涵盖数控车工中级工、高级工、技师、高级技师各等级的全部知识点。一书在手,可以完成从中级工到高级技师的蜕变。

本书既是数控职业培训教材编写方式的创新,更是数控职业教育模式的拓展和延伸。除此之外,本书还有以下几方面特色。

1. 体现以职业能力为本位,以应用为核心,以“必需、够用”为限度,突出“零起点快速上岗”的特点,紧密联系生活、生产实际,与相应的职业资格标准相互衔接。

2. 注意用新观点、新思想来审视、阐述经典内容;适应经济社会发展和科技进步的需要,及时更新教学内容,反映新知识、新技术、新工艺、新方法。引用数据、图表、材料可靠。精选了大量的实例。

3. 渗透职业道德和职业意识教育;体现就业导向,有助于学生树立正确的择业观;培养学生爱岗敬业、团队精神和创业精神;树立安全意识和环保意识。知识体系设计合理,循序渐进,符合学生心理特征和认知、技能养成规律;文字规范、简练,符合语法规则;语句通顺流畅,条理清楚,可读性强;标点符号、计量单位使用规范正确;图文并茂,配合得当;图表清晰、美观,图形绘制和标注规范,缩比恰当。

本书不仅可以作为工人培训、数控机床操作与维修人员用书,更适合于高等职业院校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、技术(技师)学院、高级技校、继续教育学院和民办高校的数控与机电专业用书。

作为数控车工考评教材,在实际应用时,当地可以根据实际情况全用或选用本书的部分内容。

本书由韩鸿鸾、邹玉杰主编,徐朝明、李鲁平、宋永健、林荣俊副主编,参加编写的还有马九营、丛培兰、倪建光、陶建海、宋吉红、曲善珍、马红荣、王吉明、李秀英、祝强、孙明旗、原宗飞、宋修祥、韩中华等。全书由韩鸿鸾统稿,张玉东主审。

本书在编写过程中得到了烟台、东营、常州、广州、营口、郴州、九江、内蒙古、天津、武汉等省市的职业院校、技师学院、高级技工学校的大力帮助,得到了威海精密机床附件厂、威海联桥仲精机械有限公司、华东数控有限公司的大力支持,在此深表谢意。

由于编者水平有限,时间仓促,书中不妥之处在所难免,请广大读者给予批评指正。

目 录

第一篇 数控车床的应用基础	1
第一章 数控机床的基础知识	1
第一节 认识数控机床	1
一、基本概念	1
二、数控机床的产生	1
三、数控机床的分类	1
四、数控车铣复合加工中心的选型	4
第二节 数控机床的组成	7
一、输入/输出装置	7
二、操作装置	8
三、计算机数控装置 (CNC 装置或 CNC 单元)	9
四、伺服机构	9
五、检测装置	9
六、可编程控制器	9
七、机床本体	11
第三节 先进制造系统简介	12
一、计算机直接数控系统 (DNC)	12
二、柔性制造单元 FMC (Flexible Manufacturing Cell)	12
三、柔性制造系统 FMS (Flexible Manufacturing System)	13
四、计算机集成制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufacturing System)	13
五、数控机床的网络技术	14
第二章 数控车床的应用	15
第一节 数控车床	15
一、数控车床的加工对象	15
二、数控车床坐标系	15
三、数控车床上相关点	16
四、数控车床的组成	17
第二节 数控加工的质量管理	18
一、数控生产的组织与管理	18

二、ISO 9000 系列标准简介	19
三、质量的波动性	20
四、质量控制	20
第三节 数控车床的安装与检验	21
一、数控车床的安装	22
二、数控车床的调试	24
三、数控车床几何精度	26
四、数控车床定位精度	26
五、数控车床切削精度	27
六、返回基准点(参考点)检验与最小设定单位进给检验	27
第四节 数控车床的维护保养	27
第二篇 FANUC 系统数控车床与车削中心部分	32
第三章 数控车床与仿真	32
第一节 数控车床的手动操作	32
一、FANUC 系统数控车床系统操作界面介绍	32
二、机床控制面板	33
三、系统通电	34
四、关机	34
五、急停与超程	34
六、回参考点	35
第二节 程序编辑与参数设置	36
一、程序编辑	36
二、程序的输入与输出	38
三、对刀	38
四、参数设置	39
五、PMC 的参数设置	41
六、局部坐标系的设定	42
七、刀具的位置功能	42
第三节 数控车床的自动运行	43
一、图形模拟	43
二、单段方式	44
三、车床的试运转	44
四、自动运行	44
第四章 轴类零件的加工	48
第一节 轴类零件加工用夹具与刀具	48
一、数控车削常用夹具	48
二、车削用刀具	50
第二节 圆柱零件加工	53

01	一、进给路线的确定	53
02	二、车削外圆常用刀具	53
03	三、数控程序的编制	54
13	四、数控编程规则	55
23	五、指令介绍	55
33	六、工件坐标系原点	58
43	七、质量分析	59
53	第三节 圆锥零件加工	61
63	一、加工工艺	61
73	二、程序编制	61
83	三、刀尖圆弧半径补偿	67
93	四、质量分析	70
04	第四节 圆弧零件的加工	70
14	一、加工工艺	70
24	二、程序编制	71
34	三、子程序编程	73
44	第五节 一般轴类零件的加工	75
54	一、进给路线的确定	75
64	二、加工指令	75
74	第五章 孔类零件与槽类零件的加工	80
84	第一节 孔类零件的加工	80
94	一、孔加工刀具	80
05	二、指令介绍	82
15	三、孔加工常见误差及修正	85
25	第二节 槽的切削	86
35	一、加工工艺分析	86
45	二、指令介绍	87
55	三、切槽时常见的质量问题	88
65	第六章 螺纹加工	90
75	第一节 普通三角形螺纹加工	90
85	一、三角形螺纹加工工艺	90
95	二、指令介绍	91
06	三、螺纹加工质量分析	94
16	第二节 梯形螺纹加工	95
26	一、指令介绍	95
36	二、梯形螺纹的质量分析	97
46	第七章 特殊特形面的加工	99
56	第一节 非圆曲线的车削	99
66	一、加工原理	99

二、用户宏程序	100
三、B 类型的宏程序	101
四、用户宏程序的调用	103
五、非圆曲线组成零件的加工	104
六、通用宏程序的编制	107
第二节 特殊零件的车削	110
一、异形螺纹的加工	110
二、特殊槽的加工	121
第八章 复杂轴类零件的加工	124
第一节 一般复杂轴类零件的加工	124
一、工序尺寸及其公差确定	124
二、基准不重合时工序尺寸及其公差的计算	125
三、影响表面粗糙度的因素及修正措施	128
第二节 配合件的加工	129
一、配合件加工实例	129
二、误差分析	130
第九章 在车削中心上对复合件的加工	133
第一节 轴向与周向孔的加工	133
一、数控车削刀具系统的形式	133
二、基本指令介绍	133
三、车削中心上的钻孔固定循环	135
第二节 复合件的车铣加工	142
一、铣削加工刀具半径补偿	142
二、极坐标插补 (G12.1、G13.1)	143
三、柱面坐标编程 [G07.1(G107)]	144
四、同步驱动	145
五、多轴车削	152
第三篇 SIEMENS (802D) 系统数控车床与车削中心部分	156
第十章 SIEMENS (802D) 数控车床与仿真	156
第一节 数控车床的程序编辑	156
一、SIEMENS 802D 系统数控车床操作面板	156
二、SIEMENS 802D 机床控制面板	157
三、程序的编辑	157
四、插入固定循环	160
第二节 对刀与参数的设定	161
一、工件坐标系的设定方法	161
二、输入刀具参数及刀具补偿参数	162
三、输入/修改零点偏置值	164

001	四、编程设定数据	166
101	五、R 参数设定	167
201	六、PLC 参数的设置	167
10	第三节 数控车床的操作	168
701	一、开机	168
101	二、回参考点	168
011	三、“加工”操作区——JOG 运行方式	169
131	四、手轮进给	170
131	五、MDA 手动输入方式	171
131	六、自动加工	173
131	七、坐标系切换	176
131	八、图形会话编程功能	176
	第十一章 一般轴类零件的车削	177
05	第一节 轮廓的加工	177
131	一、程序命名规则	177
081	二、主轴运动指令	177
131	三、刀具与刀具补偿	177
131	四、进给功能	180
131	五、工件坐标系	181
131	六、尺寸指令	182
131	七、坐标指令	182
131	八、毛坯切削循环编程	184
131	九、蓝图编程	189
131	第二节 槽类零件的加工	190
131	一、用 G01 加工槽类零件	190
131	二、一般切槽循环指令 (CYCLE93)	191
131	三、E 型和 F 型退刀槽切削循环指令 (CYCLE94)	193
131	四、螺纹退刀槽指令 (CYCLE96)	194
131	第三节 螺纹的加工	195
131	一、等距螺纹切削指令 G33	195
131	二、变距螺纹切削指令	197
131	三、攻螺纹 (G331/G332)	198
131	四、螺纹切削循环 (CYCLE97)	198
	第十二章 特殊零件的车削	202
08	第一节 非圆曲线类零件的车削	202
131	一、R 参数的有关知识	202
131	二、程序跳转语句及其应用	203
131	三、通用程序的编制	205
131	第二节 多面体的加工	208

一、第2主轴	208
二、第3轴和第4轴	208
三、铣削功能	209
四、柱面铣削加工 TRACYL	211
第三节 轴线与Z轴不重合孔的加工	212
一、引入与切出尺寸的确定	212
二、SPOS 主轴准停	213
三、孔加工循环	213
第四节 在线测量	221
一、工件测量头	222
二、CYCLE973 校准工件测量头	222
三、CYCLE974 工件: 1 点测量	226
四、CYCLE994 工件: 2 点测量	233
第四篇 CAM 部分	235
第十三章 MasterCAM 加工部分	235
第一节 固定循环加工	235
一、粗加工	235
二、精加工	237
三、切槽加工	237
四、螺纹加工	238
第二节 综合实例	240
一、分析图样制定加工工艺	241
二、左端面加工	241
三、右端加工效果图	243
第五篇 数控机床的调整与故障排除	245
第十四章 数控机床的调整	245
第一节 数控机床有关参考点的调整	245
一、增量方式回参考点	245
二、绝对方式回参考点	247
三、距离编码回零	248
第二节 位置精度补偿	251
一、手动补偿	251
二、自动补偿	260
第十五章 数控车床的故障排除	272
第一节 FANUC 系统数控车床故障的排除	272
一、数控车床的加工故障与排除方法	272
二、常见报警故障的排除	274

第二节 SIEMENS 数控车床故障报警	274
试题库	277
理论试题	277
一、判断题	277
二、选择题	282
技能试题	296
第一部分 中级工技能试题	296
一、轴类零件的加工 (一)	296
二、轴类零件的加工 (二)	297
第二部分 高级工技能试题	297
一、非圆曲线加工	297
二、配合件的加工	299
第三部分 技师技能试题	300
一、配合件的加工 (一)	300
二、配合件的加工 (二)	300
三、车床软件应用测试题	301
数控车工高级技师操作技能考核试卷	303
理论试题答案	304
一、判断题	304
二、选择题	305
附录	307
数控车工技师论文写作与答辩要点	307
一、论文写作	307
二、论文的答辩	308
参考文献	309

数控车床的应用基础

第一章

数控机床的基础知识

第一节 认识数控机床

中级工内容

一、基本概念

数字控制 (Numerical Control) 简称数控 (NC), 是一种借助数字、字符或其他符号对某一工作过程 (如加工、测量、装配等) 进行可编程控制的自动化方法。

数控技术 (Numerical Control Technology) 是指用数字量及字符发出指令并实现自动控制的技术, 它已经成为制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础技术。

数控系统 (Numerical Control System) 是指采用数字控制技术的控制系统。

计算机数控系统 (Computer Numerical Control) 是以计算机为核心的数控系统。

数控机床 (Numerical Control Machine Tools) 是指采用数字控制技术对机床的加工过程进行自动控制的一类机床。国际信息处理联盟 (IFIP) 第五技术委员会对数控机床定义如下: 数控机床是一个装有程序控制系统的机床, 该系统能够逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序。定义中所说的程序控制系统即数控系统。

二、数控机床的产生

1949 年美国空军后勤司令部为了在短时间内造出经常变更设计的火箭零件与帕森斯 (John C. Parson) 公司合作, 并选择麻省理工学院伺服机构研究所为协作单位, 于 1952 年研制成功了世界上第一台数控机床。1958 年, 美国的克耐·杜列克公司 (Keaney & Trecker corp-K&T 公司) 在一台数控镗铣床上增加了自动换刀装置, 第一台加工中心问世了, 现代意义上的加工中心是 1959 年由该公司开发出来的。我国是从 1958 年开始研制数控机床的。

三、数控机床的分类

1. 按工艺用途分类

按工艺用途, 数控机床可分为一般数控机床和数控加工中心, 见表 1-1-1。

2. 按可控制联动的坐标轴分类

所谓数控机床可控制联动的坐标轴, 是指数控装置控制几个伺服电动机, 同时驱动机床移动部件运动的坐标轴数目。

(1) 两坐标联动

数控机床能同时控制两个坐标轴联动, 即数控装置同时控制 X 和 Z 方向运动, 可用于加工各种曲线轮廓

的回转体类零件。或机床本身有 X 、 Y 、 Z 三个方向的运动，数控装置中只能同时控制两个坐标，实现两个坐标轴联动，但在加工中能够实现坐标平面的变换，用于加工图 1-1-1(a) 所示的零件沟槽。

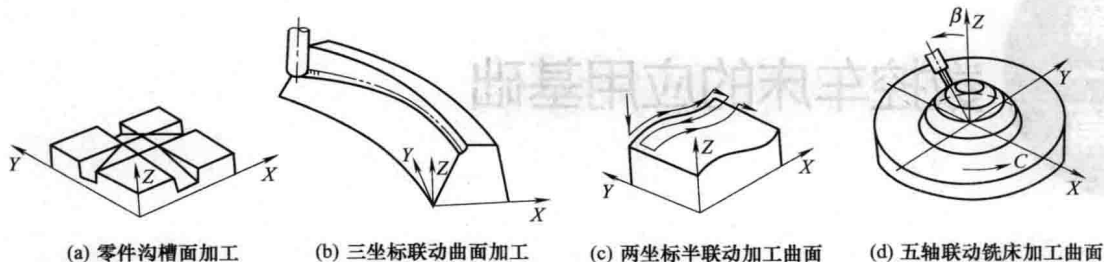


图 1-1-1 空间平面和曲面的数控加工

(2) 三坐标联动

数控机床能同时控制三个坐标轴联动，此时，铣床称为三坐标数控铣床，可用于加工曲面零件，如图 1-1-1(b) 所示。

(3) 两坐标半联动

数控机床本身有三个坐标能作三个方向的运动，但控制装置只能同时控制两个坐标，而第三个坐标只能作等距周期移动，可加工空间曲面，如图 1-1-1(c) 所示零件。数控装置在 ZX 坐标平面内控制 X 、 Z 两坐标联动，加工垂直面内的轮廓表面，控制 Y 坐标作定期等距移动，即可加工出零件的空间曲面。

(4) 多坐标联动

数控机床能同时控制四个以上坐标轴联动，多坐标数控机床的结构复杂、精度要求高、程序编制复杂，主要应用于加工形状复杂的零件。五轴联动铣床加工曲面形状零件，如图 1-1-1(d) 所示，六轴加工中心示意图，如图 1-1-2 所示。

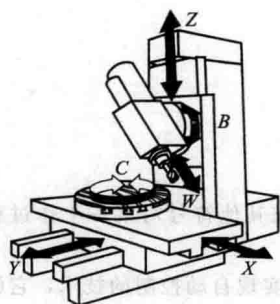


图 1-1-2 六轴加工中心

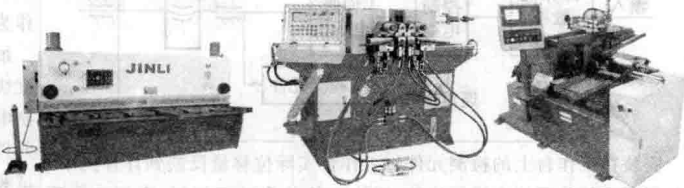
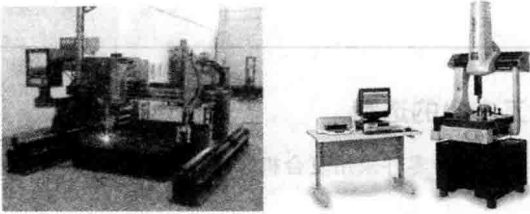
3. 按加工方式分类

数控机床按加工方式可分为金属切削类数控机床、金属成形类数控机床、数控特种加工机床及其他类型数控机床，见表 1-1-1。

表 1-1-1 按加工方式与工艺用途分类

分类方式		图示举例
加工方式	工艺用途	
金属切削类数控机床	一般数控机床	数控车床 数控钻床 数控铣床 数控磨床
	加工中心	卧式加工中心 立式加工中心 五面加工中心 并联加工中心

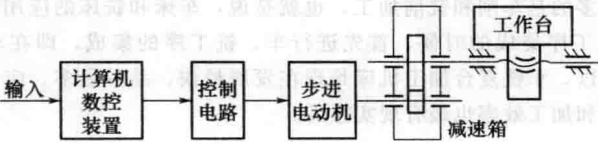
续表

分类方式		图示举例	
加工方式	工艺用途		
金属成形类数控机床			
		数控折弯机 数控全自动弯管机 数控旋压机	
数控特种加工机床			
		数控电火花线切割机床 数控电火花成型加工机床 数控激光切割机	
其他类型数控机床			
		数控火焰切割机 数控三坐标测量机	

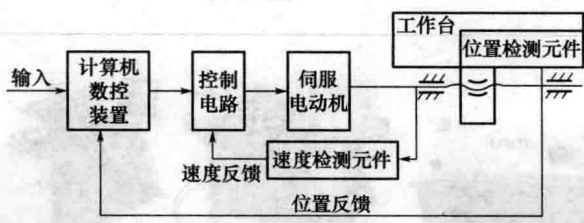
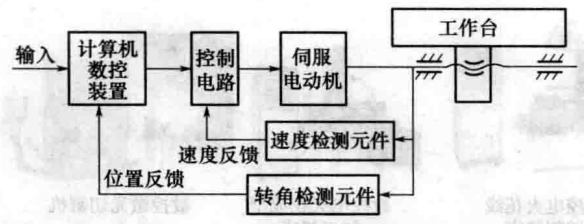
4. 按控制方式分类

数控机床按照对被控量有无检测反馈装置可分为开环控制和闭环控制两种。在闭环系统中，根据测量装置安放的位置又分为全闭环控制和半闭环控制两种。具体见表 1-1-2。

表 1-1-2 数控机床按照控制方式分类

控制方式	图示与说明	特 点	应 用
开环控制	 数控装置将工件加工程序处理后，输出数字指令信号给伺服驱动系统，驱动机床运动。由于没有检测反馈装置因此不检测运动的实际位置，没有位置反馈信号。因此，指令信息在控制系统中单方向传送，不反馈	采用步进电动机作为驱动元件 开环系统的速度和精度都较低；但是，控制结构简单，调试方便，容易维修，成本较低	广泛应用于经济型数控机床上

续表

控制方式	图示与说明	特 点	应 用
全闭环	 安装在工作台上的检测元件将工作台实际位移量反馈到计算机中,与所要求的位置指令进行比较,用比较的差值进行控制,直到差值消除为止	采用直流伺服电动机或交流伺服电动机作为驱动元件 加工精度高,移动速度快;但是电动机的控制电路比较复杂,检测元件价格昂贵,因而调试和维修比较复杂,成本高	广泛应用于加工精度高的精密型数控机床中
闭环控制 半闭环	 系统反馈环内不包含工作台。系统不直接检测工作台的位移量,而是采用转角位移检测元件,测出伺服电动机或丝杠的转角,推算工作台的实际位移量,反馈到计算机中进行位置比较,用比较的差值进行控制	控制精度比闭环控制差,但稳定性好,成本较低,调试维修也较容易,兼具开环控制和闭环控制两者的特点	应用比较普遍

四、数控车铣复合加工中心的选型

目前,世界上越来越多的复杂零件采用复合机床进行综合加工,复合加工机床已成为机床发展的一个重要方向。

五轴车铣中心是五轴车铣技术的载体,是指一种以车削功能为主,并集成了铣削和镗削等功能,至少具有三个直线进给轴和两个圆周进给轴,且配有自动换刀系统的机床的统称。

五轴车铣中心的先进性表现在其设计理念上。在通常的机械加工概念中,一个零件的加工,少则一两道工序,多则上百道工序,要经过多台设备的加工来完成,要准备刀具、工装夹具。对复杂的零件来说,有的一套工装的准备就需要三五个月的时间,即使不考虑经济成本,三五个月的时间很可能会错过许多商品机遇和战略机遇。

目前的复合加工技术主要表现为两种不同的类型,一种是以能量或运动方式为基础的不同加工方法的复合;另一种是以工序集中原则为基础、以机械加工工艺为主的复合,车铣复合加工是近年来该领域发展最为迅速的加工方式之一。与常规数控加工工艺相比,复合加工具有突出的优势。

在金属切削加工领域,应用最多的是车削和铣削加工,也就是说,车床和铣床的应用最普遍。为了提高加工效率,缩短辅助时间,在考虑工序集成时,首先进行车、铣工序的集成,即在车床上增加铣削功能,或在铣床上增加车削功能。所以,车铣复合加工机床是现在发展最快、品种最多、应用最普遍的复合机床。提高车铣复合加工机床的精度和加工效率也最有现实意义。

1. 复合加工机床的类型

(1) 以车削为基础的复合加工机床

这类机床在卧式车削中心和立式车削中心的基础上集成了铣削、钻削和攻螺纹、镗削、磨削以及滚齿和插齿等工艺方法,成为卧式或立式车铣复合加工机床。

卧式车铣复合加工机床具有一定代表性的是机床总体采用传统卧式车床布局形式,床身采用高刚性的60°斜式床身结构,导轨为特殊设计的大尺寸直线导轨,具有高刚性和优良的抗振性。床身左端为车削主轴箱(具备C轴功能),右端为尾座装置。斜式床身上部是车、铣、镗主轴装置,可沿纵向(Z轴)、横向(X轴)、

径向 (Y 轴) 进行直线运动和 B 轴的摆动回转运动。此外, B 轴还可以 2.5° 为单位分度, 具有进行旋风车铣粗加工的能力。

斜式床身的下部是一个在纵向和横向均可机动控制的中心支架, 用于端面和膛内孔加工不能使用尾座装置时支撑工件。可采用双刀盘式的车削回转刀架, 在纵 (Z_1) 轴、横向 (X_1 轴) 均可参与联动加工。因而该机床具备 X 、 Y 、 Z 、 B 和 C 多轴插补联动功能, 在无人干预的情况下, 可实现车削、钻孔、铣削、磨削、枪钻、内外齿加工、车铣及圆弧铣削等加工任务。

机床在主轴箱后面可配备一个无磨损、免维护盘式刀库取代传统的链式刀库, 可存放长达 900mm、质量达 20kg 的刀具。换刀位置位于机床左端主轴箱主轴的上方, 为减少换刀时车铣主轴往返移动带来的非生产性时间浪费, 换刀位置在全纵向行程内编程置于程序库内。机床车铣主轴下方配置的第二个刀具支撑附件采用独特、坚固的燕尾槽结构, 可以安装深孔钻杆、WFL 系列镗刀杆、整体钻头、内型腔加工动力刀具和特殊型面镗刀等远大于标准刀具尺寸的大型刀具。在机床右端主轴上方设有换刀台, 可自动存取最多两把、长度可达 1550mm、质量达 150kg 的大型刀具。深孔镗刀杆和内型腔加工动力刀具可装载多种加工刀具, 可直接由左端刀库取刀, 并且可由一独立的机床滑门操作, 无需中断加工。对工件内、外圆同时进行加工时, 可以达到极高的同轴度, 同时又能保证镗孔和铣削表面的位置精度。

(2) 以铣削为基础的复合加工机床

这类机床在卧式加工中心和立式加工中心的基础上集成了车削、钻削和攻螺纹、镗削、磨削以及滚齿和插齿等工艺方法成为卧式或立式铣车复合加工机床。在机床左右两端可各设一个带卡盘的回转主轴, 右端卡盘可轴向伸缩, 可对长轴类零件进行顶夹加工, 也可在左右两端同时进行对两个短轴类零件的车、铣等工序的加工工作。

2. 车铣复合加工中心的结构

图 1-1-3 为五轴车铣复合加工中心, 其五轴 (有时为六轴) 分别为三个或四个直线轴 (X 轴和 E 轴、 Y 轴、 Z 轴) 以及两个回转轴 (C 轴、 B 轴)。 X 、 Y 、 Z 构成三维空间。在加工中, X 轴、 E 轴形成回转体的径向尺寸或复杂曲面的插补铣加工; Y 轴形成刀具与主轴中心的偏离, 可用于钻偏心孔、平面的 Y 向铣削或复杂曲面的插补加工; Z 轴形成回转体的轴向尺寸, 可用于平面的 Z 向铣削复杂曲面的插补加工。

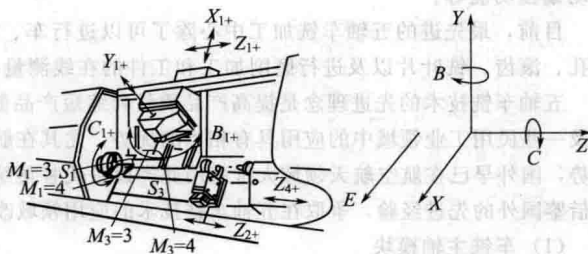


图 1-1-3 五轴车铣复合加工中心的坐标系

C 轴为绕 Z 轴旋转的轴, 在回转体上实现周向进给、分度和定向停车, 用于端面钻孔和插补铣削加工。 E 轴为 X 轴的平行轴, 是为实现某些特殊功能而附加的轴。 B 轴为绕 Y 轴旋转的轴, 形成刀具与主轴回转中心的夹角, 当作为连续轴插补加工复杂曲面时, 刀具可以保持连续垂直于零件轨迹的切线方向。

然而同样的设计理念, 在众多的生产厂家当中, 所走的路线却各不相同, 各有各的特点, 产品的应用场合也有较大区别。主要分为两大流派, 一是欧式风格, 以 WFL、NILES 及沈阳机床为代表; 二是以 DMG、MAZARK 为代表的日式风格。

两种流派的机床设计在考虑车铣效率时, 实现的手段是不一样的。日式车铣复合加工中心是以高速、小切深及大进给为基础来确定机床参数的, 利用了刀具的上限切削速度, 适合于模具圆角和材料较软的被加工零件切削。欧式车铣复合加工中心是以重切削为条件, 即大切深、大进给及高线速度来确定机床参数的。两种高效切削方式实现方法明显不一样, 以高速为基础的方式实现高效, 从经济上考虑, 刀具寿命低, 零件制造成本相对提高; 以重切削为基础设计的机床, 刚性好, 刀具使用中高速寿命长, 经济性好。目前机械式动力主轴转速已达 9000r/min, 有效地解决了小圆角切削线速度低的问题。

(1) 总体布局

日式布局紧凑、体积小, 采用大平顶梯形床身截面, 截面高度低 (平床身), 欧式床身截面为三角形 (斜床身) 截面高度比日式要高, 床身重, 挠度小, 但体积和重量都大, 相对成本高。

(2) Y 轴形式

日式车铣复合加工中心的 Y 轴是虚拟 Y 轴, 是 X 轴和一个与 X 轴有一定夹角的 Y' 轴差补来实现的。 Y