

陈伟 编著

SHUKONG SHEBEI
QUANGUOCHENG GUANLI JISHU

数控设备 全过程管理技术



化学工业出版社



TG659
C583

陈伟 编著

SHUKONG SHEBEI
QUANGUOCHENG GUANLI JISHU

数控设备 全过程管理技术



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

数控设备全过程管理技术/陈伟编著. —北京:
化学工业出版社, 2009. 10
ISBN 978-7-122-06594-0

I. 数… II. 陈… III. 数控机床-设备管理
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 153839 号

责任编辑: 王 焯
责任校对: 李 林

装帧设计: 张 辉

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 14 $\frac{3}{4}$ 字数 353 千字 2010 年 1 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: 38.00 元

版权所有 违者必究

前言

机床是装备制造业的母机，是一个国家的基础性、战略性产业之一，其中作为机电一体化装备的数控机床，已经成为当代装备制造业的主力加工设备和机床市场的主流产品，其在机床中的比例和技术水平成为国家竞争力的重要体现。

数控机床是在普通机床上发展过来的，简单说就是给机床装上数控系统，来实现普通机床无法达到的精度、加工质量和柔性化。数控机床是电子信息技术和传统机械技术结合的产物，它集现代精密机械、计算机、通信、液、气、光电等多学科技术为一体，具有高效率、高精度、高自动化、复合性和高柔性的特点，是当代机械制造业的主流装备。装备制造业的发达程度，是衡量一个国家工业化阶段的重要标准。现阶段数控设备总量在整个金属切削机床中占的比例越来越大，在整个制造行业中也扮演越来越重要的角色，在整个国民经济中的地位也越来越重要。

如何管理好、使用好、维护好数控设备是摆在每一个企业、每一个管理者、每一个使用者和每一个维护人员面前的一个重要课题。尤其是面向市场经济作为一种投资行为，在购买了数控设备后，就会考虑如何充分发挥设备的能力实现高产出，就会考虑如何尽快地收回投入成本，实现高效益。发挥设备能力，归根到底就是提高设备有效利用率，从而实现高收益。提高设备有效利用率是一个系统工程，涉及设备管理、财务管理、生产管理、销售管理、咨询管理和人事管理等很多方面，与生产和设备管理直接相关的有原材料控制、程序编制、刀具管理、加工准备工作（工装、生产准备等）、操作人员操作技能、物流控制、标准作业制（人员动作的标准作业、加工时间的标准作业等）、设备管理工程等诸多方面。

设备管理工程，已经在企业实现高质量、高效益中扮演越来越重要的角色，如 21 世纪初在英美日等企业中设备的一年维护费用已经占到了其年营业额的 5%~12%。本书从设备管理角度出发，试图掀开数控设备管理领域的冰山一角，达到抛砖引玉的效果，希望同广大数控工作者共同讨论，共同提高。本书主要从设备管理角度来关注如何建立有效的设备管理体系和控制程序，涵盖数控设备管理中应该注重和加强的方方面面。目的是想通过广大数控设备使用者、管理者的卓有成效的工作来提高我国整个的数控设备使用和管理水平，为整个国民经济的提高做出更大贡献。

本书由陈伟编著，龚俊、陈建、彭长富、雷娟、王雪琴、雷加清、程立胜、邓友珍、蒙麒等同志参加了资料的收集和整理，在此一并向他们表示感谢。

本书在编写过程中参阅了一些国内外同行的教材、资料与文献，在此表示衷心的感谢。

限于编者知识和水平，加之时间仓促，书中难免存在一些疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

目 录

第 1 章 数控设备概况	1
1.1 数控系统发展简史及趋势	3
1.1.1 数控系统主要经历的两个阶段和六代发展过程	3
1.1.2 数控系统及其装备未来发展的趋势	4
1.2 我国数控产业的发展历史和现状	8
1.3 数控装备概况	9
1.3.1 各国数控设备的特点	9
1.3.2 数控系统	10
1.3.3 机床精度	11
1.3.4 国内制造企业数控设备使用概况	13
第 2 章 设备管理概况	15
2.1 设备、设备管理等的相关含义	17
2.1.1 设备的含义	17
2.1.2 固定资产的含义	17
2.1.3 设备管理的含义	17
2.1.4 设备工程的含义	17
2.2 数控设备管理的范围和研究对象	18
2.2.1 数控设备管理的范围	18
2.2.2 设备管理的研究对象	18
2.2.3 数控设备管理的特点	18
2.3 设备全过程管理的内容	19
2.4 设备管理的发展概况	21
2.5 现代设备先进管理经验或理念	23
2.6 未来设备管理技术发展的方向	25
第 3 章 设备的前期管理	27
3.1 数控设备的选型	29
3.1.1 选型的原则	30
3.1.2 制定工艺方案	31
3.2 设备招投标和合同签订	40
3.2.1 招投标的意义，国家对招投标的有关规定	40
3.2.2 设备招标方式	41

3.2.3	设备招标基本流程	41
3.3	设备的基础建设	47
3.3.1	设备工艺布局	47
3.3.2	基础建设	49
3.3.3	电源建设	50
3.3.4	网络建设	52
3.3.5	压缩空气供给系统建设	54
3.3.6	数控设备对于工作环境的要求	55
3.4	设备的验收	56
3.4.1	设备的预验收	56
3.4.2	设备到达用户工厂的开箱验收	58
3.4.3	设备安装到位	58
3.4.4	设备的到厂调试和验收	58
3.4.5	填写验收报告, 转入固定资产	63
3.5	设备移交转入固定资产	63
3.6	设备使用的初期管理	64
第4章	设备硬件使用管理	65
4.1	点检、巡检和专项检查制度	67
4.1.1	机器设备的日常检查	68
4.1.2	机器设备的巡视检查	69
4.1.3	机器设备的专项检查	70
4.1.4	规范化作业评价	73
4.2	润滑管理	74
4.2.1	摩擦、磨损、润滑的基本概念	74
4.2.2	润滑工作的经济效益	75
4.2.3	润滑管理工作的作用和任务	75
4.2.4	设备润滑管理的机构形式、任务和职责	75
4.2.5	润滑管理应编制的主要管理制度	78
4.2.6	设备润滑管理工作的“五定”、“三过滤”和“二结”	79
4.2.7	润滑油选用和使用中的一般原则	81
4.2.8	设备润滑状态管理	83
4.2.9	润滑油的更换	84
4.2.10	切削液的注意事项	87
4.2.11	现场设备漏油的预防与管理	88
4.3	计划保全	89
4.3.1	设备故障的形态、原因与对策	90
4.3.2	设备维修的类型	92
4.3.3	设备维修策略的选择	94
4.3.4	计划保全的特点	96
4.3.5	计划保全的类别	96

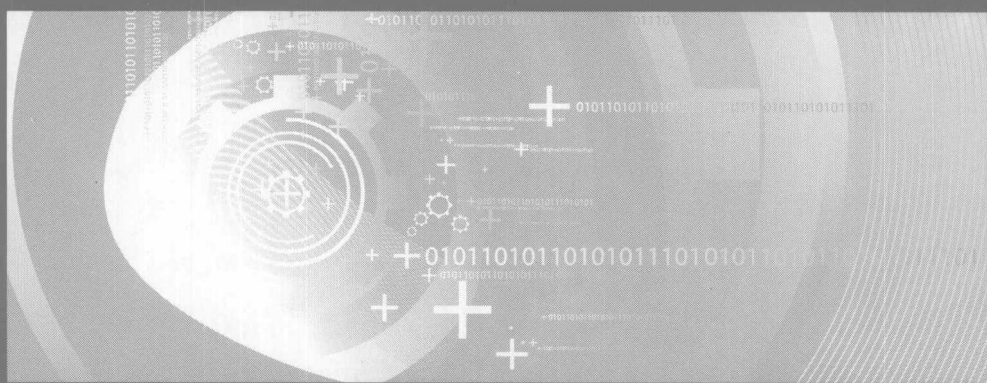
4.3.6	计划保全的主要内容	99
4.3.7	计划保全的推行步骤	100
4.3.8	保养效果的判定	104
4.4	自主保养	104
4.4.1	自主保养的意义	105
4.4.2	自主保养成功的条件	105
4.4.3	自主保养实施的相关要求	106
4.4.4	操作人员应具备的能力	107
4.4.5	自主保养的内容和实施步骤	108
4.5	备品备件管理	111
4.5.1	备件的含义	112
4.5.2	备件管理的重要性及其目的	112
4.5.3	备件管理的主要内容	113
4.5.4	备件的技术管理和人员要求	113
4.5.5	储备原则	115
4.5.6	备件计划管理	117
4.5.7	备件的经济管理	118
4.5.8	备件管理方法	119
第5章	设备软件的管理	123
5.1	数控设备管理组织机构和职能	125
5.1.1	组织职能	125
5.1.2	组织机构	126
5.2	各种制度	127
5.3	设备技术和资料管理	127
5.3.1	设备维修用主要技术资料	128
5.3.2	保养和维修技术资料的收集	129
5.4	资料室及其管理制度	130
5.5	信息流的建设和管理	131
5.5.1	设备管理信息系统的建立	131
5.5.2	设备管理信息源	132
5.5.3	设备管理信息中心和数据库	136
5.5.4	设备管理所需的相关信息分类	136
第6章	设备管理体系的建立	139
6.1	组织机构	141
6.1.1	设置设备管理组织机构的设立原则	141
6.1.2	设备管理组织机构的形式和特点	142
6.1.3	企业设备管理机构的职能	143
6.1.4	设备管理部门和其他相关职能管理部门关系	143
6.2	建立健全设备管理的指标和各项规章制度	146

6.2.1	设备管理的指标	146
6.2.2	设备管理的主要管理制度	147
6.3	设备使用和维修的三大规程的编制方法与要求	148
6.3.1	编制设备三大规程的一般规定	148
6.3.2	编制设备三大规程的要点	148
6.3.3	设备三大规程主要内容	149
6.4	双闭环的设备维修保养体系	153
6.4.1	双闭环体系	153
6.4.2	建立双闭环体系的方法	154
6.5	人员要求	155
6.5.1	数控设备对操作人员素质的要求	155
6.5.2	数控设备对维修人员素质的要求	155
6.5.3	数控设备对管理人员要求	156
6.5.4	人员合理分配	157
6.6	现场管理	157
6.6.1	考核指标的确立	158
6.6.2	强化基础管理,实现管理日常化、维护保养经常化	158
6.6.3	强化“人本”管理,更新观念,提高素质,为维护保养提供保障	158
6.6.4	通过多级和多项目检查来降低设备故障	159
6.6.5	严格执行交接班制度,巩固设备维护保养工作标准	159
6.6.6	定人、定岗、定责任制度和强调“三好四会”	159
6.6.7	充分发挥数控设备网络的作用	160
6.6.8	充分应用目视管理	160
第7章	数控设备管理评价指标	161
7.1	我国设备管理经济技术指标的演变	163
7.1.1	计划经济时期的提法	163
7.1.2	新时期的演变	164
7.2	现阶段常用的设备管理评价指标	165
7.2.1	设备性能维护、性能发挥和维修质量类指标	165
7.2.2	设备维护成本及生产损失类技术经济指标	166
7.2.3	维修组织管理类指标	168
7.2.4	资产变化和投资持续性	170
7.2.5	综合评价类指标	170
7.3	设备管理评价指标系统	171
7.3.1	认识评价体系指标的相互关系	171
7.3.2	二八定律的应用	172
7.3.3	评价指标的综合性	172
第8章	设备维持费用管理	173
8.1	设备维持费用的意义和管理目的	175

8.2	设备维持费用的构成	176
8.3	维持费用的计算	177
8.3.1	按项估算法	177
8.3.2	比例估算法	177
8.3.3	实际估算法	177
8.4	设备维修费用的管理	178
8.4.1	设备大修费用的管理	178
8.4.2	日常维修费用的管理	178
8.5	降低设备维持费用的主要方法	179
8.5.1	了解机械设备的磨损规律,合理掌握寿命周期费用	179
8.5.2	影响设备维持费用的主要因素	180
8.5.3	降低维持费用的主要途径或措施	181
第9章	设备的技术改造	185
9.1	设备技术改造的优点	187
9.1.1	减少投资额、交货期短	187
9.1.2	熟悉了解设备、便于操作维修	188
9.1.3	可充分利用现有产品和条件有针对性的提高机床效率	188
9.2	数控机床改造的方向、技术与原则	188
9.2.1	数控设备改造的主要内容和方向	188
9.2.2	数控机床改造的原则	189
9.2.3	数控机床改造的种类	189
9.3	数控设备改造的主要内容	189
9.3.1	提高数控设备的性能参数、加工范围、自动化程度、维修性和可靠性	189
9.3.2	实现机床状态的实时收集和分析	190
9.3.3	针对产品零件和工艺要求进行改造,以提高效率和精度	190
9.3.4	实现加工零件尺寸公差的自动测量和控制	190
9.3.5	加装或改装设备监测装置	191
9.3.6	改进润滑、冷却装置	191
9.3.7	以人为本改进安全、保护和环保装置(包括噪音的抑制等)	191
9.3.8	设备零部件的标准化、通用化和系统化	192
9.4	设备改造的主要依据	192
9.5	改造方法的确定	192
9.5.1	前期立项准备工作	193
9.5.2	改造方案确定的原则	194
9.5.3	技术方案准备和实施	195
9.6	改造的实施	197
9.6.1	选择改造实施者	197
9.6.2	改造计划编制	198
9.6.3	改造的实施	198
9.6.4	现场调试	199

9.6.5	机床功能、性能指标的验收	199
9.6.6	改造后期工作	200
9.7	考核数控化改造的标准	200
第 10 章	设备闲置、调拨和报废	201
10.1	设备的移装、调拨、封存与处理	203
10.1.1	设备移位和安装	203
10.1.2	设备的调拨	203
10.1.3	设备的封存与处理	204
10.2	设备闲置管理	204
10.2.1	闲置设备概念	204
10.2.2	闲置设备处理的内容	205
10.2.3	数控设备的闲置管理流程	205
10.2.4	设备闲置单的数据	206
10.2.5	设备的启封	206
10.2.6	设备租赁和对外加工	206
10.3	设备报废	206
10.3.1	报废设备的概念	206
10.3.2	报废标准	207
10.3.3	报废资产处理办法	207
10.3.4	报废设备处理方法	208
附录 1	招标文件样本	209
附录 2	设备购置细则	216
参考文献		221

第 1 章 数控设备概况



1.1 数控系统发展简史及趋势



数控机床的发展是同计算机技术的发展密不可分的，可以说数控设备是随着计算机技术的发展而发展的。在1946年人类研制出了第一台计算机，它自一诞生就立刻成为先进生产力的代表，掀起了自1860年工业革命后的又一场新的科学技术革命。在计算机诞生后的第二年，美国帕森斯公司（Parsons）接受美国空军委托，研制直升机螺旋桨叶片轮廓检查用样板的加工设备。由于样板表面不规则形状复杂，精度要求高，一般加工设备很难加工，于是设想研制计算机控制的机床。1949年，该公司在美国麻省理工学院（MIT）协助下，开始了数控机床的研究，并于1952年试制成功世界上第一台数控机床。自此，传统机床产生了质的发展和飞跃，进入数控设备时代。近半个世纪以来，以电子信息技术为基础，集合传统的机械制造技术、计算机技术、现代控制技术、检测传感技术、信息处理技术、网络通信技术等各学科先进技术，为机床发生质的飞跃提供了有力的技术支撑。在数控机床技术发展当中，微电子技术尤其是微型计算机技术的出现和发展，给数控技术提供了强有力的支持，可以说通过高稳定性、高可靠性的数控系统，可以实现普通机床无法实现和达到的加工精度、质量、效率和稳定性，也可以说数控设备上的数据处理和交流伺服控制系统就如人的大脑一样在分析所有的检测、信息后发出指令让相应的机械机构完成各种控制和动作。

⑧ 1.1.1 数控系统主要经历的两个阶段和六代发展过程

⑧ (1) 数控（NC）阶段（1952~1970年）

这一阶段的特点是数控装置采用电子管元件和数字逻辑电路构架成一台机床专用计算机来作为数控系统，也被称为硬件连接数控（Hard-wired NC）。以电子元器件和印刷电路板制造技术的发展，将其分为以下三代即1952年的电子管数控机床第一代；1959年的晶体管数控机床第二代；1965年的小规模集成电路数控机床第三代。随着电路体积减小，可靠性提高和价格下降，促进了数控系统在机床上的应用，也促进了数控机床品种和产量的发展。

⑧ (2) 计算机数控（CNC）阶段（1970年~现在）

这一阶段的特征是采用小型计算机控制的计算机数控系统（简称CNC），使数控装置进入了以小型计算机化为特征的计算机数控（CNC）阶段。主要经过了1970年的小型计算机数控机床第四代，1974年的微型计算机数控系统第五代，以及1990年的基于PC的数控机床第六代。在1974年研制成功使用微处理器和半导体存储器的微型计算机数控装置（简称MNC）。第五代与第三代相比，数控装置的功能提升了一倍，而体积缩小为原来的1/20，价格降低了3/4，可靠性也得到很大的提高。同时伴随着计算机软、硬件技术的发展，实现了能进行人机对话式自动编制程序的数控装置；数控装置也愈趋小型化，可以直接安装在机

床上；数控机床的自动化程度进一步提高，具备完善的自诊断功能；可靠性也大大提高。随着科学技术的发展，到了1990年PC机的性能已发展到很高的阶段，可以满足作为数控系统核心部件的要求。数控系统也进入了基于PC的阶段。

需要特别说明的是，数控系统的正确称谓是计算机数控（即CNC），虽然我国仍习惯称数控（NC），其实质上已是“计算机数控”了。

1.1.2 数控系统及其装备未来发展的趋势

数控设备是多学科、新技术的合成体，数控相关技术的突飞猛进为数控机床的技术进步和发展提供了有利条件。为了满足市场和精度的需要，现代制造技术对数控技术提出了更高要求。当前世界数控技术及其装备的发展趋势主要体现为以下几方面技术特征：小型化、智能化、网络化、高速化、高精度、复合化、绿色化等。

（1）向开放式和小型化方向发展

基于PC机的开放性好、低成本、高可靠性、软硬件资源丰富、可扩展性强等特点，国际上主要数控系统和数控设备生产厂家都瞄准了通用计算机（PC机），开发出了基于PC的CNC系统，提出了开放式CNC体系结构概念。现在一般分为四类：PC连接CNC系统、PC内装型、CNC系统内装型和纯软件CNC系统。在现阶段我们已经可以实现采用PC机作为它的前端机，原有的系统承担数控的任务。以PC机所具有的友好的人机界面，来处理人机界面、编程、联网通信等问题，远程通信和诊断、在线诊断和维修将更加普遍。上述是数控设备的控制系统，或者称为软件，在硬件方面随着各种工业产品的微型化进展以及微机电系统应用的日益广泛，数控机床的小（微）型化也因为市场的需求和技术的发展开始提到日程上来了。微型机床包括微切削加工（车、铣、磨）机床、微电加工机床、微激光加工机床和微型压力机，其商品化已指日可待了。一台微型车床的外观与硬币的比较如图1-1所示。由微型机床组成的微型桌面工厂如图1-2所示。随着数控技术的发展，数控设备将以更灵活和高柔性的特性出现在众多用户的面前。

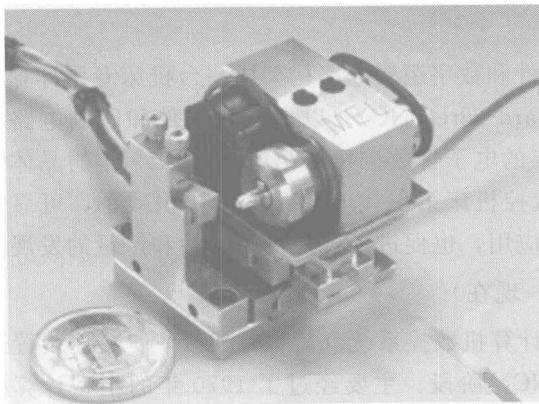


图 1-1 机床外观与硬币的比较

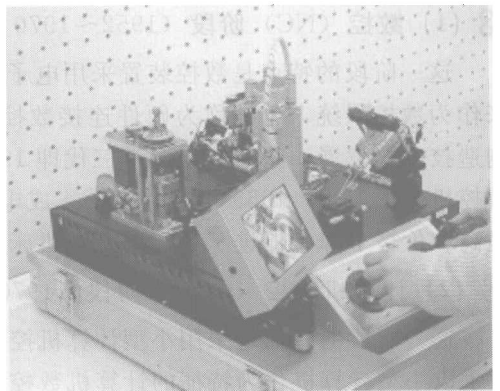


图 1-2 微型桌面工厂

（2）高速、高效率

一般来说，高速加工的数控机床通常具有以下三大特征。

① 技术性能高。目前主轴转速在20000~40000r/min的加工中心越来越普及，最高的

转速已达 60000~100000r/min, 进给运动部件不但具有高速的进给速度, 切削时最高可达 80m/min, 空运行时最大能达到 208m/min, 还具有高速的加(减)速性能, 如最大加速度 $1\sim 3\text{m/s}^2$ 。目前, 在超高速加工中, 车削、铣削的切削速度已达到 5000~8000m/min 以上; 主轴转速在 30000r/min (有的高达 10^5r/min) 以上; 工作台的移动速度(进给速度): 在分辨率为 $1\mu\text{m}$ 时, 在 100m/min (有的到 200m/min) 以上, 在分辨率为 $0.1\mu\text{m}$ 时, 在 24m/min 以上; 自动换刀速度在 1s 以内; 小线段插补进给速度达到 12m/min。

② 采用新型的结构和运动机构。更多的基础科学研究成果应用在机床的结构和运动机构设计中, 并在保证机床刚度的前提下进一步使移动部件轻量化。

③ 高性能功能部件(包括主轴系统、数控系统、驱动和检测系统)的全面集成。机床向高速化方向发展, 不但可大幅度提高加工效率、降低加工成本, 而且还可提高零件的表面加工质量和精度, 更能适应市场产品开发周期愈来愈短的要求。在实现数控机床高速化和高效化的同时, 要求计算机系统在读入加工指令数据后能高速处理和计算出伺服电机的位移量, 伺服系统能迅速地作出相应响应; 为实现数控机床在极短的空程内由零加速到高速度和在高速度下保持高定位精度, 必须有高加(减)速度、高精度的位置检测系统和伺服品质, 同时还必须实现主轴、进给系统、位置检测系统等各种关键部位的高速化。比如在高速高精加工机床进给驱动中的直线电机, 具有高加速度和减速特性, 加速度可达 $2g$, 为传统驱动装置的 10~20 倍, 进给速度是传统的 4~5 倍。采用这种技术使极大提高高速加工中心在效率和实用性方面的能力。

⑧ (3) 高精度

从精密加工发展到超精密加工, 是世界各工业强国致力发展的方向。机床的加工精度, 精度和性能稳定性以及其设备的平均无故障时间等将成为保证机床能够在不同运行条件下实现高精度加工的重要条件。如在机床的设计、制造和加工过程中考虑包含设备的运动精度、设备的热变形误差补偿、空间误差的综合补偿技术和振动的监测补偿等技术, 使机床在具有很高几何精度的同时, 具有良好的静态和动态刚度, 以及较高的可重复性和高性能稳定可靠性。另外结合各种先进技术, 如采用真正零跟踪误差的现代数控装置在进行高速进给切削的同时采用温度和振动等传感器对整个加工过程进行监视、检查和提高运动轨迹精度, 使机床的切削加工过程在按照预定尺寸加工, 如偏离设定值, 系统能自动调整工作参数, 超出极限值时, 会报警或停止加工。提高数控系统分辨率和位置检测精度, 在位置伺服系统中采用前馈控制和非线性控制等技术, 使 CNC 控制单位精细化, 以微小程序段实现连续进给, 提高产品加工精度。数控系统能实时监控、记录机床切削加工的负载、扭矩等工作状态曲线, 为生产和维修提供分析和统计, 或实现自监控、自优化、自诊断和预维护功能。在当前, 普通级数控机床的加工精度已由 $10\mu\text{m}$ 提高到 $5\mu\text{m}$; 精密级加工中心的加工精度则从 $3\sim 5\mu\text{m}$ 提高到 $1\sim 1.5\mu\text{m}$, 甚至更高; 而超精密加工精度已开始进入纳米级 ($0.001\mu\text{m}$)。主轴回转精度要求达到 $0.01\sim 0.05\mu\text{m}$, 加工圆度为 $0.1\mu\text{m}$, 加工表面粗糙度 $R_a 0.003\mu\text{m}$ 等。

⑧ (4) 高可靠性

随着数控机床网络化应用的发展, 数控机床的高可靠性已经成为数控系统制造商和数控机床制造商追求的目标。一般现在要求数控机床的平均无故障运行时间 (MTBF) 大于 3000 小时, 对于数控系统的可靠性要求更应比主机高一个数量级, 数控系统的 MTBF 就要大于 30000 小时, 而其中的数控装置、主轴、伺服驱动等的 MTBF 就必须大于 10000 小时。当

前国外数控装置的 MTBF 值已达 6000 小时以上, 驱动装置达 30000 小时以上, 但是, 可以看到距离理想的目标还有很大的差距, 这也将是数控系统和数控机床研究和制造长期追求的目标。在数控系统和机床本身技术达到一定阶段后, 在技术上的差异将越来越小, 这必将成为用户衡量厂家设计、制造能力的标杆, 成为用户选择机型和厂家的一个重要条件。

⑧ (5) 复合化

复合化包含工序复合化和功能复合化。比如在一台机床上工件只需完成一次装夹, 即可通过机床的各种装置机构, 按加工程序, 完成一个复杂形状零件车、铣、钻、镗、磨、攻螺纹、铰孔和扩孔等多工序加工。由于零件在整个加工过程中只有一次装夹, 减少了装卸和找正时间, 可有效保证和提高加工几何和形位精度, 提高加工效率, 节省占地面积, 能替代多台机床和多次装夹的加工, 减少半成品库存量, 更能提高单位面积产值。

通过统计发现在零件加工过程中有大量的无用时间是消耗在工件搬运、上下料、安装调试、换刀和主轴的升、降速等动作上, 为了尽可能减少这些浪费, 将不同的加工功能整合在同一台机床上, 同时由于市场对外观产品曲线提出了更高的要求。因此, 复合功能的机床成为近年来发展很快的机种。例如五轴联动数控机床的应用, 其加工效率相当于两台三轴机床, 甚至可以完全省去某些大型自动化生产线的投资, 大大节约了占地空间和在不同制造单元之间的周转运输时间及费用。不仅使生产管理简化, 而且透明度明显提高, 能迅速解决所发现的事情并快速优化, 工件越复杂, 它相对传统工序分散的生产方法的优势就越明显。由于整个加工流程的缩短和设备数量的减少, 车间占地面积和维护费用也随之减少, 从而降低了固定资产的总投资和生产成本。

⑧ (6) 智能化

智能化是 21 世纪制造技术发展的一个大方向。智能加工基于神经网络控制、模糊控制、数字化网络技术和理论的加工技术, 在加工过程中模拟人类专家的智能活动, 以解决加工过程许多不确定性的、要由人工干预才能解决的问题。随着人工智能在计算机领域的不断渗透和发展, 数控系统的智能化程度将不断提高。智能加工包括控制系统的智能化、编程系统的智能化、故障诊断智能化等诸多方面, 其内容包括:

① 应用自适应控制技术。数控系统能检测过程中一些重要信息, 并自动调整系统的有关参数, 达到自动加工和高精度加工的目的。

② 引入专家系统指导加工。将熟练工人和专家的经验, 加工的一般规律和特殊规律存入系统中, 形成工艺参数数据库和建立具有人工智能的专家系统, 达到简化编程、操作等的智能化, 实现智能化的自动编程和人机界面等。

③ 编程系统智能化。在实际使用中根据工件的特点输入如何完成零件加工的工艺信息, 智能系统就能完成自动建立数学模型, 自动查找加工特征、自动设置加工参数、自动提供加工方法、自动选择加工刀具等工作。同时智能数控编程系统还具有更广泛的适应性, 不仅能够适应各种类型零件的加工编程需要, 还能适应各种各样的数控硬件设备(或控制系统)。而且智能数控编程系统具备精确逼真的仿真加工手段, 贴近实际加工状况, 提供更多如何解决仿真过程中出现问题的方案, 并且可以将仿真结果输出再利用, 大大简化了编程操作过程。

④ 故障自诊断专家系统。具备智能诊断、智能监控、远程传输和远程控制功能, 以方便系统的诊断及维修等。

⑤ 智能化数字伺服驱动装置。通过自动识别负载, 实时自动调整参数, 使驱动系统获

得最佳的动态响应。

⑥ 提供可靠的安全加工保障。数控机床设计会更人性化，人机工程会更多采用防错防呆技术，通过一系列的传感和监测元件，来防止误操作对设备、产品和人员造成的伤害。

世界上正在进行研究的智能化切削加工系统很多，其中日本智能化数控装置研究会针对钻削的智能加工方案具有代表性。通过软件智能替代复杂的硬件，也正在成为当代机床发展的重要趋势。

§ (7) 网络化

数控机床的网络化，主要指机床通过所配装的数控系统与外部的其他控制系统或计算机进行网络连接和网络控制。数控机床能在面向生产现场和企业内部的局域网的同时由因特网通向企业外部，这就是所谓 Internet/Intranet 技术。随着网络技术的成熟和发展，又提出了数字制造的概念，又称“e-制造”，是机械制造企业现代化的标志之一，也是国际先进机床制造商标准配置的供货方式。随着信息化技术的大量采用，越来越多的用户在购买数控机床时要求具有远程通信服务等功能，同时机械制造企业日益普遍的采用 CAD/CAM，数控应用软件日趋丰富完善和具有“人性化”，虚拟设计、虚拟制造等高端技术也越来越多地为工程技术人员所追求和使用，也将越加广泛地使用数控加工设备。网络化可以进行跨地域的协同设计、协同制造、信息共享、远程监控及远程服务。例如，日本马扎克（Mazak）公司推出的新一代加工中心不仅实现了加工过程和刀具交换的自动化，还配备一个称为信息塔（e-Tower）外部设备，包括计算机、手机、机外和机内摄像头等，能够实现语音、图形、视像和文本的通信功能。该机床与生产计划调度联网，实时反映机床工作状态和加工进度。操作者需指纹确认权限，在屏幕上观察加工过程。故障报警显示、在线帮助排除。它是独立的、自主管理的制造单元，如图 1-3 所示。企业的生产计划调度系统安排一周的加工任务，发送到信息塔。信息塔向操作者发出指令，并在屏幕上显示机床的实时工作状态。操作者按照屏幕指示进行操作，遇到问题可随时查阅计算机中的操作手册。正常情况下，机床自动工作，操作者与机床在时间和空间上都是分离的。管

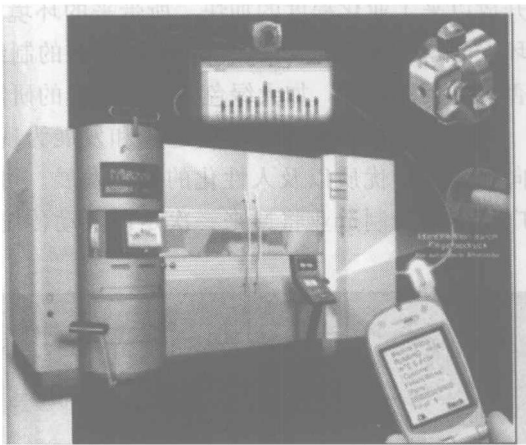


图 1-3 Mazak 公司新一代加工中心

理者和操作者通过手机上可以查询生产工况、预计加工完成时间以及延期报告和故障报警。机床发生故障时，屏幕会显示排除故障的方法，Mazak 公司的维修中心能够同时看到问题所在，远距及时提供帮助，尽可能减少机床的停机时间。

§ (8) 柔性化

数控机床从开始发展就是以其卓越的柔性自动化的性能、优异而稳定的精度、灵活而多样化的功能引起世人瞩目，使数控技术成为先进制造技术中的核心技术之一，并得到不断发展，到现在已对加工对象变化有了很强的适应能力，具备了高度的灵活性和多品种生产变换的敏捷性和快速适应性；在提高单机柔性化的同时，数控机床也向着单元柔性化（如柔性加工单元，FMC）和系统柔性化（如柔性制造系统，FMS）方向发展。数控机床向柔性自动化