

德国先进制造技术丛书（第一辑）

机械

切削加工技术

〔德〕奥利菲·博尔克纳 等著
杨祖群 译

Zerspantechnik Fachbildung

源自**德国**的机械切削加工教程，
5次重版，
经典权威，长销不衰，
译成**多国**文字出版。
中文版首次推出。



湖南科学技术出版社





“十二五”国家重点图书
出版规划

先进制造技术丛书（第一辑）

机械

切削加工技术

〔德〕奥利菲·博尔克纳 等著
杨祖群 译

Zerspantechnik Fachbildung



源自**德国**的机械切削加工教程，
5次重版，
经典权威，长销不衰，
译成**多国**文字出版。
中文版首次推出。

CTIS



湖南科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

机械切削加工技术 / (德) 博尔克纳等著 ; 杨祖群译.
— 长沙 : 湖南科学技术出版社, 2014. 12
(德国先进制造技术丛书. 第一辑)
ISBN 978-7-5357-8348-6
I. ①机… II. ①博… ②杨… III. ①金属切削
IV. ①TG5
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 231836 号

《机械切削加工技术》

Original Title: Zerspantechnik Fachbildung

Copyright :2009 (5th edition)

Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH&Co.KG,

著作权合同登记号: 18-2011-262

湖南科学技术出版社获得本书中文简体版全球出版发行权。

德国先进制造技术丛书 (第一辑)

机械切削加工技术

著 者: [德] 奥利菲·博尔克纳 等

译 者: 杨祖群

责任编辑: 徐 为

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

湖南科学技术出版社天猫旗舰店网址:

<http://hnkjcs.tmall.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印 刷: 长沙湘诚印刷有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市开福区伍家岭新码头 95 号

邮 编: 410008

出版日期: 2014 年 12 月第 1 版第 1 次

开 本: 710mm×970mm 1/16

印 张: 32

书 号: ISBN 978-7-5357-8348-6

定 价: 148.00 元

(版权所有·翻印必究)

内容目录

1	机械切削技工的任务范围	9	3.4	表面检测	54
2	质量管理	17	3.4.1	基本概念	54
2.1	引言	17	3.4.2	表面形状偏差	54
2.2	质量	17	3.4.3	表面粗糙度检测量	55
2.3	质量闭环链	18	3.4.4	表面形状检测方法	55
2.4	以客户为标准	19	3.4.5	表面质量的评判	57
2.5	质量管理的职权范围	20	3.4.6	图纸上表面质量数据的表述	57
2.5.1	质量计划	20	3.4.7	表面粗糙度计算	58
2.5.2	质量检验	20	3.5	公差和配合	60
2.6	检验文件和数据保护	24	3.5.1	基本概念	60
2.7	加工过程的质量控制	25	3.5.2	未注公差	62
2.7.1	机床能力测试	25	3.5.3	尺寸公差	62
2.7.2	过程能力测试	27	3.5.4	ISO公差	63
2.8	维护保养在质量控制中的意义	28	3.5.5	配合的种类	65
2.8.1	保养	28	3.5.6	配合体系	67
2.8.2	检查	30	3.5.7	配合公差范围的选择和评判	69
2.9	提高质检能力的发展趋势	31	3.6	检测装置选择举例	70
2.10	统计型质量管理	33	4	材料工程	71
2.10.1	基础	33	4.1	材料的结构	71
2.10.2	作为加工检测工具的质量 控制卡	34	4.2	材料的分类	72
3	检测技术	37	4.2.1	铁材料的分类、名称和标准	72
3.1	检测技术的发展	37	4.2.2	铸造材料的名称	77
3.2	检测过程的结构设置	39	4.2.3	有色金属的名称和标准	77
3.2.1	检测技术的概念	40	4.2.4	硬质切削材料按照DIN ISO 513的分类 和命名	78
3.2.2	检测装置	42	4.3	铁材料	81
3.2.3	检测偏差	44	4.3.1	铁材料的可切削性	81
3.3	尺寸、形状和位置检测	45	4.3.2	设定值对可切削性的影响	81
3.3.1	尺寸检测和尺寸公差	45	4.3.3	材料对可切削性的影响	87
3.3.2	形状和位置检测及其偏差	48	4.3.4	热处理铁材料的切削特性	89
			4.4	有色金属	91

4.4.1	分类和命名	91	5.2.1.6	材料轮廓的几何形状	164
4.4.2	铝和铝合金	92	5.2.1.7	车削加工计划	175
4.4.3	铜和铜合金	93	5.2.2	铣削	194
4.4.4	有色金属合金的加工标准值	95	5.2.2.1	加工任务	194
4.4.5	烧结材料	96	5.2.2.2	铣削方法的划分	194
4.5	非金属材料	97	5.2.2.3	铣削加工的类型	195
4.5.1	人造材料	97	5.2.2.4	刀具切入	195
4.5.2	辅助材料	99	5.2.2.5	工件轮廓的几何形状	196
4.5.2.1	冷却润滑材料	99	5.2.2.6	铣削时的运动方向	199
4.5.2.2	润滑材料	100	5.2.2.7	铣刀的分类	201
4.5.3	天然材料	103	5.2.2.8	铣刀的特性	202
4.6	腐蚀	104	5.2.2.9	切削量	210
4.6.1	腐蚀的形式和类型	104	5.2.2.10	铣削加工举例	211
4.6.2	腐蚀防护	106	5.2.2.11	特种铣刀	219
4.7	材料检验	107	5.2.2.12	铣削加工计划	220
4.7.1	机械检验方法	107	5.2.3	钻孔、铰孔、铰孔	228
4.7.2	无损伤材料检验	108	5.2.3.1	钻圆孔的方法	229
4.7.3	切削加工性检验	109	5.2.3.2	铰圆孔的方法	236
4.8	环境保护与废物清除	110	5.2.3.3	攻丝的方法	239
5	加工机床的切削加工	111	5.2.3.4	成型钻孔的方法	242
5.1	机床切削基础	111	5.2.3.5	成型铰孔的方法	243
5.1.1	运动与速度	114	5.2.3.6	铰孔方法	244
5.1.2	切削量和切屑量	121	5.2.4	磨削	248
5.1.3	切屑和切削热量	124	5.2.4.1	磨料	249
5.1.4	力和效率	130	5.2.4.2	磨具	250
5.1.5	磨损	135	5.2.4.3	磨削加工的劳动安全	254
5.1.6	刀具耐用度	137	5.2.4.4	磨削方法分类	260
5.1.7	切削刃几何形状	138	5.2.4.5	切削过程和切削用量	261
5.2	切削方法和刀具	141	5.2.4.6	运动、力和磨削效率	263
5.2.1	车削	141	5.2.4.7	切削条件	265
5.2.1.1	切削条件和表面质量	142	5.2.4.8	磨削方法的应用	267
5.2.1.2	切削力与切削功率	150	5.2.4.9	磨削加工计划	275
5.2.1.3	进给方向的意义	152	5.2.5	插削、刨削和拉削	285
5.2.1.4	适宜车削的切削材料	155	5.2.5.1	插削	285
5.2.1.5	加工面的位置	159	5.2.5.2	拉削	287
			5.3	切削加工的劳动安全	289

5.3.1	普通劳动安全规则	289	6.3.2.6	CNC车床	321
5.3.2	加工机床的劳动安全	291	6.3.2.7	自动车床	322
5.3.2.1	车削和铣削时的劳动安全	292	6.3.3	铣床	324
5.3.2.2	磨削时的劳动安全	293	6.3.4	磨床	327
5.3.2.3	钻孔时的劳动安全	293	6.3.4.1	圆形磨床	327
5.3.3	使用起重设备和吊具时的劳动安全	293	6.3.4.2	平面磨床	328
5.3.4	加工系统的安全要求	295	6.3.5	单用途机床	329
5.3.5	使用电气器件和装置	296	6.3.6	非机械切削机床	329
5.3.6	使用冷却润滑油	298	6.4	加工机床的分析、规划和试运行	330
6	加工机床的结构、功能和运行	303	6.4.1	加工机床的分析	330
6.1	加工机床：技术系统和生产要素	303	6.4.1.1	驱动单元	331
6.2	机床要素	304	6.4.1.2	主驱动的能量传动单元	338
6.2.1	连接件	304	6.4.1.3	进给驱动的能量传动单元	340
6.2.1.1	螺钉连接	305	6.4.1.4	支撑和承重单元	345
6.2.1.2	销钉和螺栓连接	306	6.4.2	钻、铣和平面磨时刀具和工件的夹具	348
6.2.1.3	从动连接	306	6.4.3	车和内外圆磨时刀具和工件的夹具	356
6.2.2	导轨和轴承	307	6.4.4	加工机床的试运行、维护保养和安全规定	359
6.2.2.1	轴承	308	6.4.4.1	加工机床的试运行	359
6.2.2.2	导轨	309	6.4.4.2	加工机床的维护保养规定	362
6.2.2.3	摩擦	309	6.4.4.3	加工机床的运行安全	364
6.2.3	静轴	311	7	通过控制和调节实行自动化	367
6.2.4	传动要素	312	7.1	自动化技术的意义	367
6.2.4.1	动轴	312	7.2	控制和调节	368
6.2.4.2	联轴器	313	7.3	控制系统的类型	370
6.2.4.3	变速箱	314	7.4	一个控制系统的草案	372
6.3	按照加工方法分类加工机床	317	7.4.1	基本逻辑电路	372
6.3.1	钻床	318	7.4.2	控制系统的表达法	375
6.3.2	车床	319	7.5	控制系统的技术结构	379
6.3.2.1	卧式车床	319	7.5.1	气动控制系统的结构	379
6.3.2.2	床身倾斜式车床	319	7.5.2	气动控制系统的元器件	384
6.3.2.3	双塔车床	319	7.5.3	电气控制系统	391
6.3.2.4	立式车床	320			
6.3.2.5	常规车床	320			

7.5.4	可编程序控制器 (PLC) 控制系统	395	9.3.2	加工举例	449
8	编程控制的切削和计算机支持的加工	399	9.4	微量润滑	450
8.1	CNC机床的使用效果	399	9.5	无润滑加工 (干加工)	452
8.2	CNC加工机床的结构和工作方式	400	9.5.1	全润滑对比无润滑加工 (干加工)	452
8.2.1	CNC加工机床与传统加工机床的比较	400	9.5.2	接触时间	453
8.2.2	检测系统	402	9.6	精密加工方法	454
8.2.3	控制系统	405	9.6.1	成型式精密加工法	454
8.2.4	控制系统的类型	408	9.6.2	切削式精密加工法	454
8.3	按照DIN 66025和PAL 2007编程	409	9.6.2.1	珩磨	455
8.3.1	数控编程基础	410	9.6.2.2	研磨	457
8.3.2	编写CNC程序	411	9.6.3	非机械切削方法	458
8.4	其他编程方法概览	427	10	加工系统和生产过程	459
8.5	机床的准备	429	10.1	生产过程的计划	459
8.6	程序的测试和执行	430	10.1.1	加工计划	461
8.7	加工时的通讯	431	10.1.2	加工控制	462
8.8	CNC车削程序举例	432	10.1.3	工时的计算	463
9	加工优化和精密加工	437	10.1.4	成本核算	464
9.1	加工技术的发展趋势	437	10.2	加工的组织	465
9.2	高速切削——HSC	438	10.3	柔性加工设备和加工系统	466
9.2.1	高速切削工艺的特点	438	10.3.1	单机系统	467
9.2.2	工艺背景	439	10.3.2	多机系统	469
9.2.3	加工策略	440	10.4	柔性加工设备的输送系统	471
9.2.4	机床工艺速度	442	10.4.1	刀具输送系统	471
9.2.5	驱动方案	443	10.4.2	工件输送系统	472
9.2.6	高速切削刀具	444	10.5	运输和材料流	476
9.2.7	刀具的装夹	445	10.5.1	有通道输送装置	476
9.2.8	回转系统的不平衡	446	10.5.2	无通道输送装置	477
9.3	硬质钢材料的加工	448	10.5.3	高架输送装置	478
9.3.1	硬车和硬铣	448	10.6	企业特性值	479
				词汇索引	481
				标准和规范	509
				其他文献	510

机械切削加工技术

最新整理，第5版

阿明·施泰因米勒（Armin Steinmüller）先生主持
职业教育学校教师和工程师编纂

欧罗巴教材出版社，诺尔尼·富尔玛股份有限公司及合资公司
杜塞尔博格大街23号，42781哈恩-格鲁腾市

欧洲书号：14914

作者和出版商:

本书作者均为职业教育机构的专业教师和工程师:

Oliver Bergner (奥利菲·博尔克纳) 职业教育硕士

Michael Dambacher (米歇尔·达姆巴赫) StD

Gerald Frömmer博士 (格拉德·弗莱默) 工程教育硕士

Thomas Gresens (托马斯·格莱森斯) 职业教育硕士

Jürgen Lohr (尤尔根·罗尔) 硕士工程师, OstR

Ralf Kretzschmar (拉尔夫·克莱茨沙尔) 工程教育硕士

Dietmar Morgner (迪特玛·莫克纳) 工程教育硕士

Falko Wieneke (法尔克·维涅克) 硕士工程师

地区

Dresden (德累斯顿)

Hüttlingen(惠特林根)

Chemnitz (切姆尼茨)

Schwerin (什莫林)

Dortmund (多特蒙德)

Lichtenstein(列支敦士登)

Chemnitz (切姆尼茨)

Essen (埃森)

本书编写小组和审稿部的领导:

Armin Steinmüller(阿明·施泰因米勒), 汉堡

图片草稿: 本书各位作者

照片: 借用多家公司(公司名称索引参见本书末页)

图片处理:

诺依曼 (Neumann) 图片生产公司, 地址: Rimpf (里姆帕)

欧罗巴教材出版社图形符号处理部, 地址: Ostfildern(奥斯特费尔德)

本书按照最新官方正字法编辑出版

第5版, 2009年出版

第5次印刷

本版次的各次印刷均可以互换使用, 因为直至最近纠正的句子和标点符号错误而做出的相应更正都是相同的。

ISBN 978-3-8085-1495-5

本书第4页所使用的照片已获得Gleason-Pfauter机械制造股份有限公司的友情许可, 该公司地址: 71636, Ludwigsburg

本公司对本书保留全部权利。本书亦受到版权保护。对本书的任何超出法律规定范围的使用都必须得到本出版社的书面授权同意。

(C)2009年欧罗巴教材出版社, 诺尔尼·富尔玛股份有限公司及合资公司出版, 42781哈恩-格魯騰市

<http://www.europa-lehrmittel.de>

文本: Meis satz&more, 59469 Ense

印刷: 印刷和媒体资讯技术公司, 33100 Paderborn(帕德博恩)

序 言

这本用于机械切削技工职业培训的书籍印至第4版,已经证明其经受了时间的考验,而最新的第5版更是采集并反映出经过革新的新型教学计划。与此同时,我们在该书的内容和表述方面保留并继续开发了许多经过实践证明的课程单元。为了支持课堂教学,我们重新组织了内容并作出若干补充。

在保持各个单元内容内在联系的前提下,学习单元和教学单元在很大程度上以总体教学计划中第5~13中的学习目标和内容为准则。教学中则侧重于培养职业技能的职业培训任务。除教授机械切削技工核心技能外,我们还重视培养技工独立工作并继续深造所必需的职业技能。

右侧的章节分类主要还是以总体教学计划为基础。为了能使本书内容的焦点集中在切削技术范围之内,开端便设立并划分了学习单元之间互有重叠的专业范围。在本书开头即设想出一种描述一个虚拟企业完成各种不同切削加工任务的场景。在接下来的章节中,本书通过特定学习场景中具体的切削加工任务反复呈现这个虚拟企业。

本书的作者们在传统加工技术的基础上介绍最前沿的现代切削加工技术,目的是使受培训的技工针对各种不同的专业具备广泛的就业能力。在本书的第5版中,我们增补了最新的切削速度补偿因数以及PAL加工循环程序的最新版本。

为方便读者迅速查找重要信息,本书除列举详细的内容目录外,还为读者提供了附有德中英三语翻译的专业词汇索引。第一章绘制了一个关于本书中各具体学习单元及其学习目的和学习内容的概览图。其中列举了针对各学习单元具体到书中第几页的学习提示,在那里可以找到相关的学习内容。

书中所有的关键句子和公式都用彩色予以重点标示。书页的设计也使页内的文本与插图相互之间密切地联系起来。本书共选用了约2000幅照片,但如果图形表达能够更准确地表现出问题的实质,则优先选择照片。

在此,我们感谢读者们对本书错误作出的提示以及更正建议,同时对所有改善本书的新建议谨表谢忱。

作者和出版社
2009年夏

1 机械切削技工的任务范围

9 ~ 16

2 质量管理

17 ~ 36

3 检测技术

37 ~ 70

4 材料工程

71 ~ 110

5 加工机床的切削加工

111 ~ 302

6 加工机床的结构、功能和运行

303 ~ 366

7 通过控制和调节实行自动化

367 ~ 398

8 编程控制的切削和计算机支持的加工

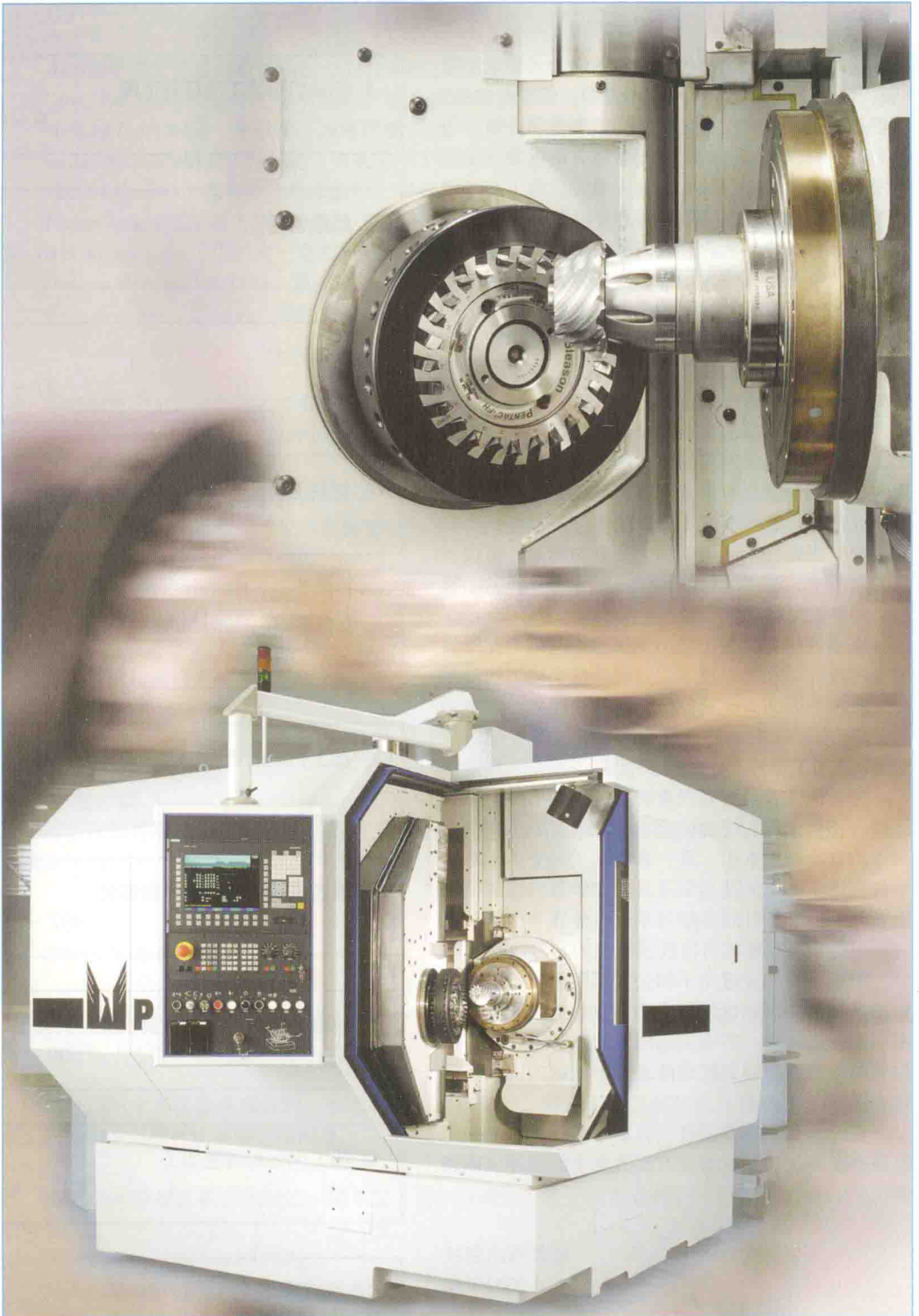
399 ~ 436

9 加工优化和精密加工

437 ~ 458

10 加工系统和生产过程

459 ~ 480



锥齿轮-滚铣床

内容目录

1	机械切削技工的任务范围	9	3.4	表面检测	54
2	质量管理	17	3.4.1	基本概念	54
2.1	引言	17	3.4.2	表面形状偏差	54
2.2	质量	17	3.4.3	表面粗糙度检测量	55
2.3	质量闭环链	18	3.4.4	表面形状检测方法	55
2.4	以客户为标准	19	3.4.5	表面质量的评判	57
2.5	质量管理的职权范围	20	3.4.6	图纸上表面质量数据的表述	57
2.5.1	质量计划	20	3.4.7	表面粗糙度计算	58
2.5.2	质量检验	20	3.5	公差和配合	60
2.6	检验文件和数据保护	24	3.5.1	基本概念	60
2.7	加工过程的质量控制	25	3.5.2	未注公差	62
2.7.1	机床能力测试	25	3.5.3	尺寸公差	62
2.7.2	过程能力测试	27	3.5.4	ISO公差	63
2.8	维护保养在质量控制中的意义	28	3.5.5	配合的种类	65
2.8.1	保养	28	3.5.6	配合体系	67
2.8.2	检查	30	3.5.7	配合公差范围的选择和评判	69
2.9	提高质检能力的发展趋势	31	3.6	检测装置选择举例	70
2.10	统计型质量管理	33	4	材料工程	71
2.10.1	基础	33	4.1	材料的结构	71
2.10.2	作为加工检测工具的质量 控制卡	34	4.2	材料的分类	72
3	检测技术	37	4.2.1	铁材料的分类、名称和标准	72
3.1	检测技术的发展	37	4.2.2	铸造材料的名称	77
3.2	检测过程的结构设置	39	4.2.3	有色金属的名称和标准	77
3.2.1	检测技术的概念	40	4.2.4	硬质切削材料按照DIN ISO 513的分类 和命名	78
3.2.2	检测装置	42	4.3	铁材料	81
3.2.3	检测偏差	44	4.3.1	铁材料的可切削性	81
3.3	尺寸、形状和位置检测	45	4.3.2	设定值对可切削性的影响	81
3.3.1	尺寸检测和尺寸公差	45	4.3.3	材料对可切削性的影响	87
3.3.2	形状和位置检测及其偏差	48	4.3.4	热处理铁材料的切削特性	89
			4.4	有色金属	91

4.4.1	分类和命名	91	5.2.1.6	材料轮廓的几何形状	164
4.4.2	铝和铝合金	92	5.2.1.7	车削加工计划	175
4.4.3	铜和铜合金	93	5.2.2	铣削	194
4.4.4	有色金属合金的加工标准值	95	5.2.2.1	加工任务	194
4.4.5	烧结材料	96	5.2.2.2	铣削方法的划分	194
4.5	非金属材料	97	5.2.2.3	铣削加工的类型	195
4.5.1	人造材料	97	5.2.2.4	刀具切入	195
4.5.2	辅助材料	99	5.2.2.5	工件轮廓的几何形状	196
4.5.2.1	冷却润滑材料	99	5.2.2.6	铣削时的运动方向	199
4.5.2.2	润滑材料	100	5.2.2.7	铣刀的分类	201
4.5.3	天然材料	103	5.2.2.8	铣刀的特性	202
4.6	腐蚀	104	5.2.2.9	切削量	210
4.6.1	腐蚀的形式和类型	104	5.2.2.10	铣削加工举例	211
4.6.2	腐蚀防护	106	5.2.2.11	特种铣刀	219
4.7	材料检验	107	5.2.2.12	铣削加工计划	220
4.7.1	机械检验方法	107	5.2.3	钻孔、铰孔、铰孔	228
4.7.2	无损伤材料检验	108	5.2.3.1	钻圆孔的方法	229
4.7.3	切削加工性检验	109	5.2.3.2	铰圆孔的方法	236
4.8	环境保护与废物清除	110	5.2.3.3	攻丝的方法	239
5	加工机床的切削加工	111	5.2.3.4	成型钻孔的方法	242
5.1	机床切削基础	111	5.2.3.5	成型铰孔的方法	243
5.1.1	运动与速度	114	5.2.3.6	铰孔方法	244
5.1.2	切削量和切屑量	121	5.2.4	磨削	248
5.1.3	切屑和切削热量	124	5.2.4.1	磨料	249
5.1.4	力和效率	130	5.2.4.2	磨具	250
5.1.5	磨损	135	5.2.4.3	磨削加工的劳动安全	254
5.1.6	刀具耐用度	137	5.2.4.4	磨削方法分类	260
5.1.7	切削刃几何形状	138	5.2.4.5	切削过程和切削用量	261
5.2	切削方法和刀具	141	5.2.4.6	运动、力和磨削效率	263
5.2.1	车削	141	5.2.4.7	切削条件	265
5.2.1.1	切削条件和表面质量	142	5.2.4.8	磨削方法的应用	267
5.2.1.2	切削力与切削功率	150	5.2.4.9	磨削加工计划	275
5.2.1.3	进给方向的意义	152	5.2.5	插削、刨削和拉削	285
5.2.1.4	适宜车削的切削材料	155	5.2.5.1	插削	285
5.2.1.5	加工面的位置	159	5.2.5.2	拉削	287
			5.3	切削加工的劳动安全	289

5.3.1	普通劳动安全规则	289	6.3.2.6	CNC车床	321
5.3.2	加工机床的劳动安全	291	6.3.2.7	自动车床	322
5.3.2.1	车削和铣削时的劳动安全	292	6.3.3	铣床	324
5.3.2.2	磨削时的劳动安全	293	6.3.4	磨床	327
5.3.2.3	钻孔时的劳动安全	293	6.3.4.1	圆形磨床	327
5.3.3	使用起重设备和吊具时的劳动安全	293	6.3.4.2	平面磨床	328
5.3.4	加工系统的安全要求	295	6.3.5	单用途机床	329
5.3.5	使用电气器件和装置	296	6.3.6	非机械切削机床	329
5.3.6	使用冷却润滑液	298	6.4	加工机床的分析、规划和试运行	330
6	加工机床的结构、功能和运行	303	6.4.1	加工机床的分析	330
6.1	加工机床：技术系统和生产要素	303	6.4.1.1	驱动单元	331
6.2	机床要素	304	6.4.1.2	主驱动的能量传动单元	338
6.2.1	连接件	304	6.4.1.3	进给驱动的能量传动单元	340
6.2.1.1	螺钉连接	305	6.4.1.4	支撑和承重单元	345
6.2.1.2	销钉和螺栓连接	306	6.4.2	钻、铣和平面磨时刀具和工件的夹具	348
6.2.1.3	从动连接	306	6.4.3	车和内外圆磨时刀具和工件的夹具	356
6.2.2	导轨和轴承	307	6.4.4	加工机床的试运行、维护保养和安全规定	359
6.2.2.1	轴承	308	6.4.4.1	加工机床的试运行	359
6.2.2.2	导轨	309	6.4.4.2	加工机床的维护保养规定	362
6.2.2.3	摩擦	309	6.4.4.3	加工机床的运行安全	364
6.2.3	静轴	311	7	通过控制和调节实行自动化	367
6.2.4	传动要素	312	7.1	自动化技术的意义	367
6.2.4.1	动轴	312	7.2	控制和调节	368
6.2.4.2	联轴器	313	7.3	控制系统的类型	370
6.2.4.3	变速箱	314	7.4	一个控制系统的草案	372
6.3	按照加工方法分类加工机床	317	7.4.1	基本逻辑电路	372
6.3.1	钻床	318	7.4.2	控制系统的表达法	375
6.3.2	车床	319	7.5	控制系统的技术结构	379
6.3.2.1	卧式车床	319	7.5.1	气动控制系统的结构	379
6.3.2.2	床身倾斜式车床	319	7.5.2	气动控制系统的元器件	384
6.3.2.3	双塔车床	319	7.5.3	电气控制系统	391
6.3.2.4	立式车床	320			
6.3.2.5	常规车床	320			

7.5.4	可编程序控制器 (PLC) 控制系统	395	9.3.2	加工举例	449
8	编程控制的切削和计算机支持的加工	399	9.4	微量润滑	450
8.1	CNC机床的使用效果	399	9.5	无润滑加工 (干加工)	452
8.2	CNC加工机床的结构和工作方式	400	9.5.1	全润滑对比无润滑加工 (干加工)	452
8.2.1	CNC加工机床与传统加工机床的比较	400	9.5.2	接触时间	453
8.2.2	检测系统	402	9.6	精密加工方法	454
8.2.3	控制系统	405	9.6.1	成型式精密加工法	454
8.2.4	控制系统的类型	408	9.6.2	切削式精密加工法	454
8.3	按照DIN 66025和PAL 2007编程	409	9.6.2.1	珩磨	455
8.3.1	数控编程基础	410	9.6.2.2	研磨	457
8.3.2	编写CNC程序	411	9.6.3	非机械切削方法	458
8.4	其他编程方法概览	427	10	加工系统和生产过程	459
8.5	机床的准备	429	10.1	生产过程的计划	459
8.6	程序的测试和执行	430	10.1.1	加工计划	461
8.7	加工时的通讯	431	10.1.2	加工控制	462
8.8	CNC车削程序举例	432	10.1.3	工时的计算	463
9	加工优化和精密加工	437	10.1.4	成本核算	464
9.1	加工技术的发展趋势	437	10.2	加工的组织	465
9.2	高速切削——HSC	438	10.3	柔性加工设备和加工系统	466
9.2.1	高速切削工艺的特点	438	10.3.1	单机系统	467
9.2.2	工艺背景	439	10.3.2	多机系统	469
9.2.3	加工策略	440	10.4	柔性加工设备的输送系统	471
9.2.4	机床工艺速度	442	10.4.1	刀具输送系统	471
9.2.5	驱动方案	443	10.4.2	工件输送系统	472
9.2.6	高速切削刀具	444	10.5	运输和材料流	476
9.2.7	刀具的装夹	445	10.5.1	有通道输送装置	476
9.2.8	回转系统的不平衡	446	10.5.2	无通道输送装置	477
9.3	硬质钢材料的加工	448	10.5.3	高架输送装置	478
9.3.1	硬车和硬铣	448	10.6	企业特性值	479
				词汇索引	481
				标准和规范	509
				其他文献	510

1 机械切削技工的任务范围

机械切削技工在金属加工工业和手工加工企业工作中。他们在传统或数控加工机床以及柔性加工单元上，主要通过切削的方法，将金属或非金属的工件毛坯制造成为零件或系列的产品（图1）。

典型的职业行为

在对加工工作进行准备时，技工们分析加工任务单，检查其技术的可行性。为此，他们须对加工系统、输送系统和检测系统进行设置（图2）。在单件和小批量工件加工时，他们还须独立计划加工进度。

切削技工编制、修改和优化数控加工系统的程序（图3）。参照质量指标，他们执行加工过程，还须在考虑时间和经济性的条件下控制和检查这个过程，保证加工设备充分实现其过程。

切削技工根据检验方法在质量管理范畴内对检验数据进行计算和评估，将检验结果记录在案。他们据此采取相应的措施优化加工过程。

为了完成切削技工的专业任务，他们有意识地参考保证产品质量和保障劳动安全的标准、规则和规范，并检查安全装置，执行必需的维护保养工作。机床功能出现故障时，他们须参与故障原因分析并排除故障。

他们使用德语版和英语版的数据页、手册和操作说明书，信息系统和通讯系统用于获取信息、处理任务单并记录加工结果等。

切削技工以团队形式在许多企业里工作，他们的工作与在其他企业的同事以及工友们完全一致。



图1：切削加工



图2：CNC机床的设置

☐	%7707	☐
☐	N01 G17	☐
☐	N02 G54	☐
☐	N03 G97 S630 T01 M06	☐
☐	N04 G90	☐
☐	N05 G00 X-55 Y0 Z2	☐
☐	N06 G00 Z0	☐
☐	N07 G01 X150 F250 M13	☐
☐	N08 G00 Z2 M09	☐
☐	N09 G97 F1250 S3980 T02 M06	☐
☐	N10 G00 X120 Y-40 Z2	☐
☐	N11 G00 Z-4.25 M08	☐
☐	N12 G22 L2002 H1	☐
☐	N13 G00 Z-8.5	☐
☐	N14 G22 L2002 H1	☐

图3：CNC程序（节选）

下述场景简单描述了虚拟企业VEL机械股份有限公司（地址：康斯坦丁大道12号，邮编：09120，切姆尼茨市），提供了企业选择加工订单的最重要信息。这些不同订单的信息在本书的不同段落中均针对该章节主题进行相应的补充和深化。



VEL机械股份有限公司是金属加工工业的一家中等规模企业，雇有约220名职工，并培训25名各种企业技术和商业管理范围内的受训者。他们采用金属和非金属材料，通过切削加工方法制造出各种不同的单件或系列产品零件。这个企业主要从事的是汽车工业零部件的供应。

在加工方面，该企业几乎使用所有切削成型的加工方法。VEL股份有限公司的机床设备清单上包括传统技术和数控技术加工机床，以及柔性加工设备。企业的运行过程及其产品均经过质量管理，该企业已获DIN EN ISO 9001:2000质量认证。企业各部门的组织结构是独立的经济单位，所以，即便在企业内部，所有工作的导向均以客户和市场为基准。

从若干具有典型性的客户订单即可管窥其加工任务的多样性和机械加工范围的广泛性之一斑：

夹头是一种典型的回转件，它首先通过车床加工出单件样件（图1）。如果该样件符合客户订单要求，继而转向CNC车床进行成批工件加工。



图1：紧固件

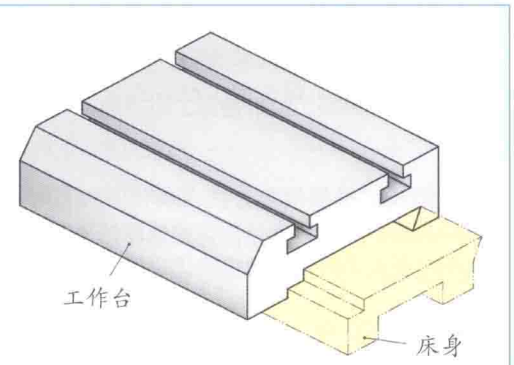


图2：机床工作台

在学徒培训车间制造立式钻床工作台是企业内部的一项加工任务，按计划它由第2学年学生使用传统铣床完成（图2）。

由于传动轴表面质量的高标准要求，工艺上，CNC车床粗加工后，应在CNC外圆磨床上完成精加工（图3）。对于汽车制造商而言，传动轴由供货商大批量生产供货。这种加工将由选定的质量管理方法进行监视和控制。



图3：传动轴