

典型零件 机械加工生产实例

陈宏钧 方向明 马素敏 等编



机械工业出版社

《典型零件机械加工生产实例》一书，精选了包括轴类、套类、齿轮类、花键类、丝杠类、箱体类等具有代表性的典型零件 50 余例，以机械加工工艺流程卡的编制全过程为主线，分别对零件图样分析、零件机械加工工艺流程卡的编制、零件的工艺分析等进行了全面的说明，并附有编制工艺流程时常用必备的一些技术资料。

本书可使读者对一般机械加工零件的工艺流程编制，有较全面的认识，由此可在生产实践中举一反三地应用。

全书共分五章，主要内容包括：机械加工工艺流程的编制、典型零件机械加工工艺分析、机械加工精度和表面质量、机械加工工序间加工余量、常用技术资料等。

本书可供中、小型企业从事机械加工工艺的设计人员，车间的工艺施工人员，高级技术工人及工科院校师生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

典型零件机械加工生产实例 / 陈宏钧等编. —北京：机械工业出版社，2004.8

ISBN 7-111-14907-6

I. 典... II. 陈... III. 机械元件—加工 IV. TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 069509 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：刘彩英 舒雯 版式设计：冉晓华

责任校对：陈延翔 封面设计：解辰 责任印制：

印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

850mm×1168mm¹/₃₂·14.125 印张·377 千字

0 001—册

定价：元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

前 言

机械加工工艺是实现产品设计，保证产品质量，节约能源，降低消耗的重要手段，是企业进行生产准备，计划调度，加工操作，安全生产，技术检测和健全劳动组织的重要依据，也是企业上品种、上质量、上水平，加速产品更新，提高经济效益的技术保证。

其中工艺规程的编制是直接指导产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件，它直接对企业的产品质量、效益、竞争能力起着重要的作用。为此，我们从多年生产实践中，精选了50余例不同类型的典型零件，按照中、小型企业小批量生产规模、对每个零件分别按照“零件图样分析”、“零件机械加工工艺过程的编制”及“零件的工艺分析”三个方面进行了全面的说明。并附有常用必备的技术资料。

《典型零件机械加工生产实例》一书在整个编写过程中，力求做到其典型零件的加工工艺方法定位准确可行，其常用必备技术资料内容精炼实用。力争为读者提供一本理论联系实际的有实用价值的能指导生产的工具书。

全书共分五章，内容包括：机械加工工艺规程的编制、典型零件机械加工工艺分析、机械加工精度和表面质量、机械加工工序间加工余量、常用技术资料等。

本书主要由陈宏钧、方向明、马素敏编写，参加编写的人员还有洪寿兰、王顺来、王学汉、李凤友、洪二芹等。由于我们水平有限，在编写中难免有不妥和错误之处，真诚希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
第一章 机械加工工艺规程的编制	1
第一节 机械加工工艺规程的作用	1
一、机械加工工艺规程是组织车间生产的主要技术文件	1
二、机械加工工艺规程是生产准备和计划调度的主要依据	1
三、机械加工工艺规程是新建或扩建工厂、车间的基本技术文件	1
第二节 机械加工工艺过程的组成	1
一、工艺过程	1
二、机械加工工艺过程	2
三、工序	2
四、安装	2
五、工位	2
六、工步	2
第三节 机械加工工艺规程的制定	2
一、工艺规程制订原则	2
二、制定工艺规程所需原始资料	2
三、工艺规程制订程序	4
第四节 零件图样的工艺性审查	4
一、各种加工类型对零件结构工艺性的要求	4
二、零件结构的切削加工工艺性	6
第五节 工艺过程设计中的主要问题	22
一、定位基准选择	22
二、零件表面加工方法的选择	23
三、加工顺序的安排	26
第六节 工序设计	29
一、工序基准的选择	29

二、工序尺寸的确定	29
三、加工余量的确定	38
四、机床的选择	48
五、工艺装备的选择	50
六、切削用量的选择	50
七、时间定额的组成	51
第七节 工艺文件格式及填写规则	52
一、机械加工工艺过程卡片格式及填写规则	52
二、机械加工工序卡片格式及填写规则	52
三、标准零件（或典型零件）工艺过程卡片格式	55
第二章 典型零件机械加工工艺分析	57
第一节 轴类零件	57
一、定位销轴	57
二、阀螺栓	59
三、连杆螺钉	61
四、调整偏心轴	66
五、活塞杆	68
六、柱塞	71
七、十字接头	74
八、输出轴	76
九、单拐曲轴	78
十、三拐曲轴	84
十一、钻床主轴	89
第二节 套类零件	95
一、缸套	95
二、偏心套	97
三、铜套	101
四、密封件定位套	103
五、十字头滑套	107
六、车床尾座套筒	110
七、活塞	115
八、十字头	118

VI

九、轴瓦	121
第三节 齿轮、花键、丝杠类零件	125
一、圆柱齿轮	125
二、机床主轴箱齿轮	129
三、齿轮轴	131
四、倒档齿轮	134
五、齿圈	136
六、齿条	138
七、锥齿轮	138
八、锥齿轮轴	142
九、矩形齿花键轴	145
十、矩形齿花键套	148
十一、丝杆	151
第四节 箱体类零件	154
一、C6150 车床主轴箱箱体	154
二、小型蜗轮减速器箱体	158
三、减速器	161
四、曲轴箱	170
第五节 其他类零件	177
一、法兰	177
二、接头	179
三、车床拨叉	180
四、皮带轮	182
五、方刀架	184
六、轴承座	188
七、飞轮	191
八、活塞环	193
九、惰轮轴	195
十、连杆	198
十一、三孔连杆	208
第三章 机械加工精度和表面质量	211
第一节 机械加工精度	211

一、影响加工精度的因素及改善措施	211
二、各种加工方法的加工误差	218
三、机械加工的经济精度	221
第二节 机械加工表面质量	238
一、加工表面粗糙度	239
二、加工硬化与残余应力	247
第四章 机械加工工序间加工余量	252
第一节 装夹及下料尺寸余量	252
一、棒材、板材及焊接后的板材结构件各部分加工余量示意	252
二、夹持长度及夹紧余量	253
三、下料尺寸余量	253
第二节 轴的加工余量	264
一、外圆柱表面加工余量及偏差	264
二、轴端面加工余量及偏差	268
三、槽的加工余量及公差	271
第三节 内孔加工余量及偏差	271
一、基孔制 7 级精度 (H7) 孔的加工	271
二、基孔制 8 级精度 (H8) 孔的加工	273
三、用金刚石刀精镗孔加工余量	274
四、研磨孔加工余量	275
五、单刃钻后深孔加工余量	275
六、刮孔加工余量	276
七、多边形孔拉削余量	276
八、内花键拉削余量	276
第四节 平面加工余量及偏差	277
一、平面第一次粗加工余量	277
二、平面粗刨后精铣加工余量	277
三、铣平面加工余量	278
四、磨平面加工余量	278
五、铣及磨平面时的厚度偏差	279
六、刮平面加工余量及偏差	279
七、凹槽加工余量及偏差	280

VIII

八、研磨平面加工余量	280
九、外表面拉削余量	280
第五节 切除渗碳层的加工余量	281
第六节 齿轮和花键的精加工余量	282
一、精滚齿和精插齿的齿厚加工余量	282
二、剃齿的齿厚加工余量	282
三、磨齿的齿厚加工余量	283
四、直径大于 400mm 渗碳齿轮的磨齿齿厚加工余量	283
五、珩齿加工余量	284
六、螺旋齿轮精加工的齿厚加工余量	284
七、圆锥齿轮精加工的齿厚加工余量	284
八、蜗轮精加工的齿厚加工余量	284
九、蜗杆精加工的齿厚加工余量	284
十、精铣花键的加工余量	285
十一、磨花键的加工余量	285
第七节 非铁金属及其合金的加工余量	286
一、非铁金属及其合金零件的加工余量	286
二、非铁金属及其合金圆筒形零件的加工余量	287
三、非铁金属及其合金圆盘形零件的加工余量	289
四、非铁金属及其合金壳体类零件的加工余量	290
第八节 攻螺纹前底孔直径和套螺纹前圆杆直径尺寸的确定	292
一、普通螺纹钻底孔用钻头直径尺寸	292
二、英制螺纹钻底孔用钻头直径尺寸	294
三、圆柱管螺纹钻底孔用钻头直径尺寸	295
四、圆锥管螺纹钻底孔用钻头直径尺寸	296
五、套螺纹前圆杆直径尺寸	296
第五章 常用技术资料	298
第一节 机械制造工艺术语	298
一、基本术语	298
二、典型表面加工术语	311
三、冷作、钳工及装配常用术语	314
第二节 切削加工工艺守则	318

一、切削加工通用工艺总则 (JB/T 9168.1—1998)	318
二、车削加工通用工艺守则 (JB/T 9168.2—1998)	322
三、铣削加工通用工艺守则 (JB/T 9168.3—1998)	323
四、刨、插削加工通用工艺守则 (JB/T 9168.4—1998)	325
五、钻削加工通用工艺守则 (JB/T 9168.5—1998)	326
六、镗削加工通用工艺守则 (JB/T 9168.6—1998)	327
七、拉削加工通用工艺守则 (JB/T 9168.7—1998)	328
八、磨削加工通用工艺守则 (JB/T 9168.8—1998)	329
九、齿轮加工通用工艺守则 (JB/T 9168.9—1998)	330
十、数控加工通用工艺守则 (JB/T 9168.10—1998)	342
十一、下料加工通用工艺守则 (JB/T 9168.11—1998)	343
十二、划线加工通用工艺守则 (JB/T 9168.12—1998)	346
十三、钳工加工通用工艺守则 (JB/T 9168.13—1998)	349
第三节 切削加工通用技术条件	353
一、一般要求	353
二、未注公差尺寸的极限偏差	354
三、未注公差角度的极限偏差	355
四、未注形状公差	355
五、未注位置公差	355
六、螺纹	356
七、中心孔	356
第四节 热处理工艺守则	356
一、退火与正火工艺守则	356
二、调质工艺守则	361
三、淬火、回火工艺守则	368
四、火焰淬火工艺守则	380
五、高频感应加热淬火、回火工艺守则	383
六、气体渗碳工艺守则	391
七、气体渗氮工艺守则	396
八、碱性发蓝工艺守则	400
第五节 常用零件结构要素	406
一、中心孔	406

X

二、各类槽	410
三、零件倒圆与倒角 (GB/T 6403.4—1986)	421
四、球面半径	422
五、螺纹零件	422
参考文献	441

第一章 机械加工工艺规程的编制

第一节 机械加工工艺规程的作用

一、机械加工工艺规程是组织车间生产的主要技术文件

机械加工工艺规程是车间中从事生产的人员都要严格贯彻、认真执行的工艺技术文件，只有按工艺规程组织生产，才能做到各工序科学衔接，最终实现产品的优质、高产和生产的低消耗。

二、机械加工工艺规程是生产准备和计划调度的主要依据

有了机械加工工艺规程，在产品投入生产之前就可以以此为依据进行一系列的准备工作，如原材料和毛坯的供应，机床的调整，专用工艺装备（如专用夹具、刀具和量具）的设计与制造，生产作业计划的编制，劳动力的组织，以及生产成本的核算等，以使生产均衡、顺利地地进行。

三、机械加工工艺规程是新建或扩建工厂、车间的基本技术文件

在新建或扩建工厂、车间时，只有根据机械加工工艺规程和生产纲领，才能准确确定生产所需机床的种类和数量，工厂或车间的面积，机床的平面布置，生产工人的工种、等级、数量，以及各辅助部门的安排等。

第二节 机械加工工艺过程的组成

一、工艺过程

改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使其成为成品或半成品的过程称为工艺过程。工艺过程又可分为铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、热处理、装配等。

二、机械加工工艺过程

用机械加工方法，改变毛坯的形状、尺寸和表面质量，使其成为零件的过程称为机械加工工艺过程。

零件的机械加工工艺过程由许多工序组合而成，每个工序又可分为若干个安装、工位、工步和走刀。

三、工序

一个或一组工人，在一个工作地对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程称为工序。

四、安装

工件经一次装夹（定位和夹紧）后所完成的那一部分工序称为安装。

五、工位

为了完成一定的工序部分，一次装夹工件后，工件与夹具或设备的可动部分一起，相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置称为工位。

六、工步

当加工表面、加工工具和切削用量中的转速和进给量均保持不变的情况下完成的那一部分工序称为工步。

第三节 机械加工工艺规程的制定

一、工艺规程制订原则

在保证零件可靠地达到图样规定的各项技术要求之下，产品质量应稳定可靠，技术上先进，经济上合理，有良好的劳动条件。

二、制定工艺规程所需原始资料

1) 零件图和相关的装配图。

2) 产品验收的质量标准。

3) 产品的生产纲领（年产量）和所属生产类型。根据生产的产品（劳动量）和生产纲领的大小，及其工作地专业化程度的不同，机械加工车间可分为大量生产、成批生产和单件生产三种

生产类型。

各种生产类型的主要工艺特点见表 1-1。

表 1-1 各种生产类型的主要工艺特点

特征性质	单件生产	成批生产	大量生产
1. 生产方式特点	事先不能决定是否重复生产	周期性地批量生产	按一定节拍长期不变地生产某一、两种零件
2. 零件的互换性	一般采用试配方法,很少具有互换性	大部分有互换性,少数采用试配法	具有完全互换性,高精度配合件用分组选配法
3. 毛坯制造方法及加工余量	木模手工造型,自由锻,精度低,余量大	部分用金属模、模锻,精度和加工余量中等	广泛采用金属模和机器造型、模锻及其他高生产率方法,精度高,余量小
4. 设备及其布置方式	通用机床按种类和规格以“机群式”布置	采用部分通用机床和部分高生产率专用设备,按零件类别布置	广泛采用专用机床及自动机床并按流水线布置
5. 夹具	多用标准附件,必要时用组合夹具,很少用专用夹具,靠划线及试切法达到精度	广泛采用专用夹具,部分用划线法达到精度	广泛采用高生产率夹具,靠调整法达到精度
6. 刀具及量具	通用刀具及量具	较多用专用刀具及量具	广泛用高生产率刀具及量具
7. 工艺文件	只要求有工艺过程卡片	要求有工艺卡片,关键工序有工序卡片	要求有详细完善的工艺文件,如工序卡片、调整卡片等
8. 工艺定额	靠经验统计分析法制订	重要复杂零件用实际测定法制订	运用技术计算和实际测定法制订
9. 对工人的技术要求	需要技术熟练的工人	需要一定技术熟练程度的工人	对工人技术要求较低,但对调整工技术要求高
10. 生产率	低	中	高
11. 成本	高	中	低
12. 发展趋势	复杂零件采用加工中心	采用成组技术、数控机床或柔性制造系统	采用计算机控制的自动化制造系统

- 4) 原材料及毛坯情况。
- 5) 生产条件（机床设备、工艺装备和工人技术水平等）。
- 6) 国内外的先进工艺及技术发展水平。

三、工艺规程制订程序

- 1) 按表 1-1 计算生产纲领，确定生产类型。
- 2) 分析加工零件的工艺性：

①了解零件的各项技术要求，提出必要的改进意见。分析产品的装配图和零件的工作图，熟悉该产品的用途、性能及工作条件，明确被加工零件在产品中的位置和作用，进而了解零件上各项技术要求制订的依据，找出主要技术要求和加工关键，以便在拟订工艺规程时采取适当的工艺措施加以保证，对图样的完整性、技术要求的合理性以及材料选择是否恰当等提出意见。

②审查零件结构的工艺性（见本章第四节）。

- 3) 确定毛坯的种类、形状、制造方法和尺寸偏差。
- 4) 拟定工艺过程，包括划分工艺过程的组成、选择定位基准、选择零件表面的加工方法、安排加工顺序和组合工序等。
- 5) 工序设计，包括选择机床和工艺装备、确定加工余量、计算工序尺寸及其公差、确定切削用量及计算工时定额等。
- 6) 按照标准格式和要求编制工艺文件。

第四节 零件图样的工艺性审查

一、各种加工类型对零件结构工艺性的要求

1. 对铸造零件结构工艺性的要求

- 1) 铸件的壁厚应合适、均匀，不得有突然变化。
- 2) 铸造圆角要适当，不得有尖棱、尖角。
- 3) 铸件的结构要尽量简化，并要有合理的起模斜度，以减少分型面、型芯，并便于起模。
- 4) 加强肋的厚度和分布要合理，以免冷却时铸件变形或产生裂纹。
- 5) 铸件的选材要合理，应有较好的可铸性。

2. 对锻造零件结构工艺性的要求

- 1) 结构力求简单、对称，横截面尺寸不应有突然变化。
- 2) 模锻件应有合理的锻造斜度和圆角半径。
- 3) 材料应具有良好的可锻性。

3. 对冲压零件结构工艺性的要求

- 1) 结构应力求简单、对称。
- 2) 外形和内孔应尽量避免尖角。
- 3) 圆角半径大小要利于成形。冲裁的圆角半径应大于或等于板厚的 $1/2$ ，拉伸件的底部圆角半径一般为板厚的 $3\sim 5$ 倍。
- 4) 选材应符合工艺要求。

4. 对焊接零件结构工艺性的要求

- 1) 焊接件的材料应具有良好的可焊接性。
- 2) 焊缝的布置应有利于减小焊接应力及变形。
- 3) 焊接接头的形式、位置和尺寸应能满足焊接质量的要求。
- 4) 焊接件的技术要求要合理。

5. 对热处理零件结构工艺性的要求

1) 对热处理零件的技术要求要合理，零件的材料应与所要求的物理、力学性能相适应。

- 2) 热处理零件应尽量避免尖角、锐边和盲孔。
- 3) 截面应尽量均匀、对称。

6. 对切削加工零件结构工艺性的要求

- 1) 尺寸公差、形位公差和表面粗糙度的要求应经济、合理。
- 2) 各加工面的几何形状应尽量简单。
- 3) 有相互位置精度要求的表面应能尽量在一次装夹中加工。
- 4) 零件应有合理的工艺基准，并尽量与设计基准相一致。
- 5) 零件结构应便于装夹、加工和检查。

6) 零件的结构要素应尽可能统一，并能尽量使用普通设备和标准刀具进行加工。

- 7) 零件的结构应尽量便于多件同时加工。

7. 对装配零件结构工艺性的要求

1) 应尽量避免装配时采用复杂工艺装备。

2) 在质量大于 20kg 的装配单元或其组成部分的结构中, 应具有吊装的结构要素。

3) 在装配时, 应避免有关组成部分的中间拆卸和再装配。

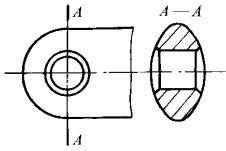
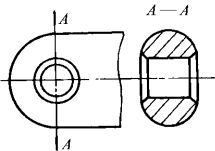

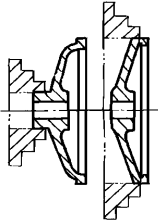
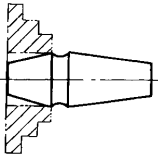
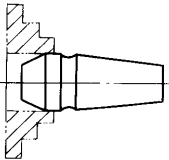
4) 各组成部分的联接方法应尽量保证用最少的工具快速装拆。

5) 各种联接结构形式应便于装配工作的机械化和自动化。

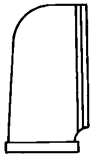
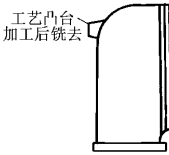
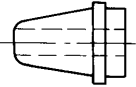
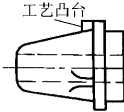
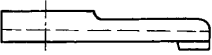
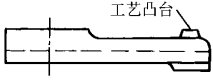
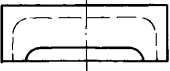
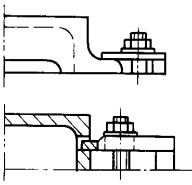
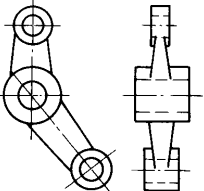
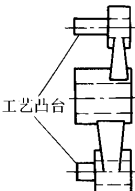
二、零件结构的切削加工工艺性

1. 工件便于在机床或夹具上装夹图例 (表 1-2)

表 1-2 工件便于在机床或夹具上装夹图例

图 例		说 明
改 进 前	改 进 后	
		将圆弧面改成平面, 便于装夹和钻孔
		改进后的圆柱面, 易于定位夹紧
		

(续)

图 例		说 明
改 进 前	改 进 后	
		改进后增加工艺凸台，易定位夹紧
		
		
		增加夹紧边缘或夹紧孔
		改进后不仅使三端面处于同一平面上，而且还设计了两个工艺凸台，其直径分别小于被加工孔，孔钻通时，凸台自动脱落