



[美] H. W. 扬基 著
张力真 徐允长 魏汝梅 译
张力真 主译

机械 制造 方法

上册

高等教育出版社

机 械 制 造 方 法

上 册

[美] H. W. 扬基 著
张力真 徐允长 魏汝梅 译
张 力 真 主译

高等教育出版社

1985年

内 容 简 介

本书系根据 [美] Herbert W. Yankee 《Manufacturing Processes》 (Prentice-Hall, Inc., 1979) 译出。

本书叙述机械制造加工中各种工艺方法约140余种,除一般加工方法如铸造、锻压、焊接、热处理、金属切削、表面处理、粉末冶金、塑料制品加工等外,还阐述了数控技术、化学铣切、电火花、电化学、激光束、超声波、电子束等特殊加工方法。书中着重讨论了产品设计人员对产品设计中的工艺问题进行技术决策所必需具备的知识:各种工艺方法的工作原理、工艺特点及其应用范围,工艺选择、产品设计原则和主要优缺点。对有关设备也作了简要介绍。每章均附有一定数量的复习题和结合实际作业题。

本书可供金属工艺学教学工作者和机械类学生参考,也可供在机械制造厂或设计单位从事工艺和产品设计的工程技术人员参考。

责任编辑 李肇荣

机械制造方法

上 册

[美] H. W. 扬基 著

张力真 徐允长 魏汝梅 译

张力真 主译

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张 17.5 字数400,000

1988 年7月第1版 1988年7月第1次印刷

印数00,001—3,405

ISBN 7-04-000745-2/TH·175 定价5.45元

译 序

为了提高金属工艺学教学质量,选择一本国外的教学参考书以扩大学生的知识面,培养阅读参考书习惯和解决实际问题能力,还是很需要的。美国和我国的教育制度不同,课程设置不同,教材类型很多,我们经过选择,认为美国伍斯特工业学院扬基教授所著《机械制造方法》是一本较合适的教学参考书。

本书简明、准确地介绍了上百种主要和次要的加工方法,并从生产实际中收集了大量的资料、数据、图表。使读者了解它们的工艺特点,可依此对比它们的优缺点,作为选择使用的依据。

本书讲到产品是如何设计出来的,各项生产决策是“怎样”和“为什么是这样”制定的。还讲到零件在投入生产前,要从质量和经济两方面来确定适当的设计,这就把工艺和设计联系起来,在此基础上,提出了产品设计原则。其中,对零件的结构工艺性十分重视,从实际生产中选用了许多具体范例,能使学生融会贯通,联系实际,学以致用。

书中还介绍新材料、新工艺、新技术,启发学生敢于创新,敢于探索,不受现有工艺的约束。

各章后面,均有很好的作业题,这些题大多来自生产实际,而为工程师必须解决的一些有代表性的设计和生产决策问题,正是训练学生分析问题和解决问题的能力,启发学生向实践学习,选最优答案的好办法。

当然,本书还存在一些缺点,如某些工艺方法叙述得不够深入,内容稍嫌平淡,还有一些章节又嫌深了一些。另外,还因为社会制度不同,有些看法与我们不太一致。故参阅时应有所选择,洋为中用。

总之,此书是一本较好的教学参考书,还可供从事机械工作的科技人员参考。

本书中所涉及的一些金属材料,都是美国牌号,为了方便读者,在书后附了一个对照表。

由于原著篇幅较大,本书中译本分上、下册出版,上册由张力真、徐允长、魏汝梅译,下册由张力真、李天基、张程勇译,并由张力真、徐允长、魏汝梅校阅全书。参加工作的还有周廷凯、杨万春、张文曙、宋力宏等。

翻译中,我们尽量忠于原文,并用国内金属工艺学教材的习惯语言,加以阐述,力争做到文字通顺易懂。但限于我们的水平,错误一定不少,请读者指正。

译 者

1984年10月

序 言

《机械制造方法》是一本教科书,也是一本参考书。它用简洁的文字,直截了当的笔法,把庞杂的高度专业化的技术知识,作了系统的介绍。书中还列举了许多实际的例子,使课文更加清楚,易懂。

本书能使读者深入了解各项生产决策是“怎样”制定和“为什么”是这样制定的。与工艺选择有关的重要制造方法是受成本、生产周期、材料供应情况和生产能力等实际条件所制约的。书中还讨论并论证了市场变化必然引起工艺选择变化的道理。对于各种工艺都提供了充分的数据,如选择适当的材料、实际的和可能达到的生产率、适用的精度范围和在生产过程中要受尺寸、重量及物理性能等因素的限制。所有的数据都是以英制和 SI 两种单位给出的。

这本书的主要目的是提供一些资料,以此作为对比各种加工方法优劣的数据。但并不打算深入细致地叙述工艺细节,达到负责安排这种工艺全部生产设备的工程师所需要的程度。

本书简要地提供了大量的数据,这些数据实际上涉及到应用于现代工业中的每一种重要的制造方法。书中简明准确地描述了上百种的主要和次要的制造方法。本书还强调了产品设计的重要原则,特别是受某种工艺的特殊要求所影响的原则,同时又列举了各种工艺方法所适用的特殊产品的应用情况。

本书各章都有复习题,作为教材时,这些精心设计的复习题可以巩固所学的知识。此外,还列出了详细的参考文献,这些原始资料为每一章中所列的数据提供了极为详尽的补充。

每章末的大多数作业题,都是作为工程师必须要解决的一些具有代表性的设计和生产决策中的问题。这些灵活的作业题是根据:防止呆板的“机械式”回答和要求提出各种可能的解题途径而编制的。在实际情况下,每个问题都有几种可能的解决方法,只是一些方法比另一些方法更为满意而已。能在课本中找到现成答案的作业题是绝无仅有的。事实上,这些作业题是打算使学生得到一些附加的和补充的从实际中概括出来的知识,它们是不可能全部包括在课文中的。在附录里,给出一些有用的公式,可以帮助学生去解一些题。

没有一本技术书籍是由一个人独立写成的。这本《机械制造方法》也不例外。在很大程度上,书内的资料是从工业文献和询问著名生产者所得到的详细答复汇编而成的。作者做了最大的努力,以保证本书能反映近年来各种技术的发展,以及它在现代工业上的实践和应用。书中的各个部分都经过全面的审阅,以确保其准确性和关联性。

作者在此对美国及国外的许多公司给予的慷慨帮助表示诚挚的谢意,这些公司所提供的技术数据和先进的实例资料,是本书中特别重要的关键。

在伍斯特工业学院的三位同事,给予了技术上的帮助,在此特致谢意,他们是 R. R. 博登教授、R. F. 鲍尔高特教授和 B. E. 戈登教授。我还特别感谢 R. A. 英格伦夫人。

和我妻子所做的辅助工作。英格伦夫人用打字机打了全书的手稿，我的妻子罗斯玛丽花费了许多时间进行校对。以下这些人以多种不同的方式对本书做出了重要的贡献，谨在此一并致以谢意，他们是D. E. 库克森、C. 威克、M. 朗、C. 德斯普莱恩、J. J. 雷新、M. S. 麦克唐纳德博士、D. B. 达拉斯、K. J. 罗斯拉夫斯基、J. A. 莫克、G. L. 格林博士、S. K. 帕尔默博士、A. A. 奥斯本、C. E. 兰普森、W. F. 克尔博士、F. A. 卡拉司、H. K. 贝恩教授、D. F. 伯杰龙和J. 马云。

最后，要特别感谢作者的兄弟——马萨诸塞州海恩尼斯包装工业公司的主管工程师D. K. 扬基。他不仅阅读了全部手稿，而且提出了许多有价值的改进建议，其中许多都被本书所采纳。

H. W. 扬基

马萨诸塞州，伍斯特

目 录

序言

1 生产设计与加工方法选择	1
发展产品品种规格	1
产品开发小组	1
性能设计	2
生产设计	2
加工方法的选择	3
设计通则	3
工艺过程检查表	5
作业题	6
参考文献	7
2 铸件	8
铸件的经济性	8
铸件设计	8
避免不恰当的设计	9
设计准则	9
铸造方法	15
作业题	15
参考文献	15
3 砂型铸造	16
工艺说明	16
主要方法	16
模型	17
模型的种类	17
砂型铸造的应用	18
工艺选择原则	19
局限性	19
产品设计原则	20
复习题	25
作业题	25
参考文献	28
4 石膏型铸造	29
工艺说明	29
石膏型铸造的应用	30
工艺选择原则	30
主要优点	30
局限性	31
产品设计原则	31
复习题	31
作业题	31
参考文献	33
5 壳型铸造	34
工艺说明	34
壳型铸造的应用	37
工艺选择原则	37
局限性	40
产品设计原则	40
复习题	41
参考文献	42
6 熔模铸造	43
工艺说明	43
熔模铸造的应用	45
工艺选择原则	45
局限性	46
产品设计原则	47
新发展	48
复习题	48
作业题	48
参考文献	51
7 金属型铸造	52
工艺说明	52
生产设备	53

金属型铸造的应用	54	工艺选择原则	84
工艺选择原则	55	复习题	85
局限性	56	参考文献	85
产品设计原则	56	11 铸造方法小结	86
复习题	57	12 铣削	93
参考文献	58	工艺说明	93
8 离心铸造	59	铣削加工的类型	93
工艺说明	59	周铣	93
全离心铸造	59	端铣	93
半离心铸造	61	表面的加工方式	94
一般离心铸造	61	逆铣	94
离心铸造的应用	62	顺铣	94
工艺选择原则	64	铣刀	94
局限性	64	铣刀的材料	94
产品设计原则	65	铣刀的类型	94
复习题	65	铣床	96
参考文献	66	低、中等生产率铣床	96
9 压力铸造	67	高生产率铣床	96
工艺说明	67	特种铣床	96
压铸模型	67	铣床附件	97
设备的类型	68	工艺选择原则	98
后继工序	69	产品设计原则	98
压力铸造的应用	69	复习题	100
工艺选择原则	71	作业题	100
局限性	72	参考文献	101
产品设计原则	72	13 成形刨床刨削	103
其它压铸工艺	77	工艺说明	103
压铸装配	77	成形刨床的类型及其应用	103
低压压铸	78	卧式成形刨床——牛头刨床	103
黑色金属压铸	78	立式成形刨床——插床	106
复习题	79	专用刨(插)床	106
作业题	80	成形刨床的规格	106
参考文献	83	工艺选择原则	107
10 空壳铸造	84	产品设计原则	108
工艺说明	84	复习题	108
空壳铸造的应用	84	参考文献	108

14 平刨床刨削	109	高生产率车床	133
工艺说明	109	车削的应用	138
平刨床的类型	109	低产量车削加工	138
龙门刨床	109	中等产量车削加工	139
单臂刨床	110	高产量车削加工	139
刨边机	110	产品设计原则	140
落地式龙门刨床	111	复习题	143
平刨床刨削的应用	111	作业题	144
工艺选择原则	111	参考文献	145
产品设计原则	112	17 机动锯切	146
复习题	112	锯床的类型	146
参考文献	113	往复式锯床	146
15 拉削	114	圆盘锯床	147
工艺说明	114	带锯床	150
拉刀	114	锯切的应用	151
拉刀种类	116	工艺选择原则	152
拉刀材料	118	复习题	152
拉削的应用	119	作业题	153
拉床	119	参考文献	154
卧式拉床	119	18 磨削	155
立式拉床	119	工艺说明	155
工艺选择原则	120	磨料	155
拉削夹具	121	粒度	156
产品设计原则	122	结合剂	157
复习题	122	砂轮标记	157
作业题	123	砂轮形状	158
参考文献	123	磨削液	158
16 车削	125	磨削比	160
工艺说明	125	磨床	160
速度与进给量	125	其它机床	165
切削深度	126	磨削的应用	166
刀具	127	工艺选择原则	166
车床加工	127	产品设计原则	166
车床的类型	128	复习题	167
低生产率车床	128	作业题	168
中等生产率车床	130	参考文献	169

19 强力磨削	170	工艺说明	197
工艺说明	170	化学下料	198
强力磨削的应用	171	外形加工	200
工艺选择原则	172	锥形加工	201
局限性	173	化学铣切的应用	201
产品设计原则	174	化学下料	201
复习题	175	外形加工	202
参考文献	175	工艺选择原则	202
20 磨粒喷射加工	176	局限性	203
工艺说明	176	产品设计原则	204
磨粒喷射加工的应用	177	复习题	205
工艺选择原则	178	作业题	206
局限性	179	参考文献	206
产品设计原则	179	23 电火花加工	207
复习题	179	工艺说明	207
参考文献	179	电火花加工的应用	208
21 数控与自动化工艺	181	电火花加工机床的主要组成部分	210
早期发展	181	设备	210
工艺说明	181	电源	210
第一代数控装置	181	绝缘液	211
第二代数控装置	182	电极材料	211
刀具控制程序自动编制系统	182	电极的损耗	212
第三代数控装置	182	无损耗(或低损耗)电极	212
现代数控装置	182	电极的制造	213
机器轴	182	电极的种类	213
数字控制的类型	183	电极的安装	213
一般数字控制	184	工艺选择原则	216
应用	186	金属去除率	216
直接数字控制	188	过切	216
计算机辅助制造	189	局限性	217
自适应控制	191	产品设计原则	218
机器人	191	复习题	220
复习题	194	作业题	221
作业题	195	参考文献	221
参考文献	196	24 电化学加工	223
22 化学铣切	197	工艺说明	223

电 化 学 加 工 的 应 用	224	局 限 性	247
电 化 学 加 工 设 备 的 主 要 组 成 部 分	228	产 品 设 计 原 则	248
设 备	228	复 习 题	249
电 源	229	参 考 文 献	249
电 流 密 度	230	26 超 声 波 加 工	251
进 给 速 度	230	工 艺 说 明	251
电 解 液 和 电 解 液 系 统	230	工 艺 方 法	251
工 具 电 极	230	谐 振	251
工 艺 选 择 原 则	232	超 声 波 加 工 机 床	252
局 限 性	232	超 声 波 加 工 的 切 削 工 具	255
产 品 设 计 原 则	233	工 件 固 定 方 法	256
复 习 题	236	超 声 波 加 工 的 应 用	256
参 考 文 献	236	工 艺 选 择 原 则	258
25 激 光 束 加 工	238	局 限 性	260
工 艺 说 明	238	复 习 题	260
激 光 类 型	238	参 考 文 献	261
激 光 性 能	238	27 电 子 束 加 工	262
激 光 能 形 式	239	工 艺 说 明	262
焦 距	240	电 子 束 加 工 的 应 用	264
喷 气 辅 助 装 置	240	工 艺 选 择 原 则	265
激 光 设 备	240	局 限 性	265
激 光 束 加 工 的 应 用	242	产 品 设 计 原 则	266
非 工 业 性 应 用	246	复 习 题	268
工 艺 选 择 原 则	246	参 考 文 献	268

生产设计与加工方法选择

本章讨论产品在制造时某些有影响的因素，以及不同部门中主要工作人员所起的作用。同时说明产品开发小组以及个人的职责，以便成功地开发产品，进行产品的性能设计、生产设计以及确定最经济的生产工艺过程。编制工艺过程检查表可以帮助产品设计人员评定所设计的零件在制造时各有关工艺的能力负荷。

发展产品品种规格

计划和发展产品所用的管理技术和生产过程，各个公司大不相同。在一般情况下，人员组织同公司规模、公司在市场上的地位，产品性质以及公司的资金政策和规划技术等有关。

确定产品性质、数量、质量或在市场上有竞争能力的销售价格等，应由管理人员负责。总的生产计划，通常是在有关小组中讨论，或邀请研究单位的专家、产品研制人员、销售人员、设备管理人员以及其它部门人员等一起研究。该小组可以确定制造全新产品的可行性，或者对现有产品进行改进设计的相对优越性。在任何情况下，产品设计人员必须具有管理人员提出的生产计划、产品规格和产品特殊要求等方面的资料。这些特殊要求与产品的主要性能、产品的最高价格、时间因素、用户要求、销售预测以及估计会遇到的困难等有关。产品设计人员具有与生产有关的知识愈多，就会作出完善的设计和选择比较经济的加工方法。

产品开发小组

产品的开发工作是由制造工程部来承担。有些工厂，则由独立部门负责。制造工程部范围的大小，与生产规模有关，而生产规模又受现有人力、机床、设备、工具、材料以及建筑等的影响。有些工厂的生产设计机构是由产品开发工程师或制造经理来领导，他还兼管工艺工程师、工具设计师的工作，并对厂房布置、工具管理、工作人员、甚至设备维修等，进行监督。

产品设计工作，一般情况首先由设计人员作出，设计人员通常是产品开发小组成员。大多数工厂认为这种小组的组织形式有许多优点，它能反映许多有价值的意见。在设计过程初级阶段，只能对产品应具备的内容，有个轮廓的概念，而不应作出明确的决定。在各抒己见或海阔天空无所不谈的会议上，强调应多听取大家意见，避免追求所提意见必须是高质量的倾向。对所有提出的意见，均应作记录，以备以后研究而不是不加考虑。将在最初阶段认为不大相关的意见集中在一起，在通常情况下，有可能发展成为有用的意见。由最初征求意见，最后导致圆满解决的过程中，产品开发小组成员具有高创造性和尽可能渊博知识这两点显

得特别重要。但不要求每个成员具有相同的创造性，而是要求他们各自具备一定的创造性。

开发产品时，首先是仔细分析管理部门的生产计划。该计划包括书面陈述的问题或明确的指导性的提纲，以及尽可能详细的产品规格。小组成员就可开始拟定表格，列出产品各种可能的加工方案。

小组中由一个成员作记录。经一、二次会议之后，精心评定此表格，以确定何种意见最优越，该意见可能是单一的，也可能是数种意见的综合。经过仔细研究，最后从该表格上求得若干个最佳方案，然后徒手绘草图，以使用图样的形式，评定其优越性。

性能设计

由一、二位设计人员将提出的产品开发意见综合为少数切实可行的方案后，为进一步评价，将产品的概貌精心绘成装配草图。此时，设计人员要严格地分析每个零件，以确保产品、机构、结构或机械设计性能等能起到所要求的作用，同时能满足工作时的主要性能要求。草图给予设计人员一个图案模型。从图案上可以研究各个零件及其相对位置。必须注意，设计应尽量简单，切不可把它作成不必要的复杂化，设计人员应力求采用形状简单而表面光滑的零件。坚固、耐用的零件通常都是外形简单的零件。许多工厂常把产品制成一实验性的机械模型或原型，然后对此进行试验和评定。经验证明，这是一个适宜的方法。如果需要更改设计，这个草图可以很容易地加以修改。

生产设计

绘制草图和作实验模型，可作为设计人员评定产品设计性能要求之用。精明能干的设计人员，从工作开始，就应考虑每一零件的制造过程，努力使加工简化。设计人员还要继续努力，使加工量最少。这种过程谓之最优化，最优化包含在确定设计方案时，应尽可能考虑各种观点。这种过程，对于获得最满意效果的产品设计，是极为重要的。

生产设计是在性能设计之后进行的，主要是研究采用最简单的制造方法进行零件的加工。精心地进行生产设计，可达到明显的经济效益。

设计人员的图纸和说明书，实际上有助于得到最低的制造成本，它比人们所预期的为大。不考虑加工效率高、工具质量好或采购人员努力等因素，设计人员只要作很小的改进，就可大大地降低成本。设计影响到全部制造费用的35%，这些费用包括原材料、设备、直接的和间接的劳力消耗、工具和工程费用等。设计人员应从经验得知各种自动化生产设备的情况，以便尽可能使用。他们还必须了解其费用比在本单位生产还低的那些能够满足产品要求的标准件以及外购件。

在设计大批量生产的产品时，仔细研究已经生产的同类产品，获益甚大。这种研究使设计人员知道，什么是已经做过的，并且证明是经济的。同时这种研究，可以告诉设计人员什么是可行的，什么看起来可行，但有缺点，并且必须注意到这些缺点对总成本和适用性的影响。对产品进行比较，可以提出适当的、尽可能新颖的并具有很大优点的设计，而且成本比较低。

对机器零件设计，应从经济性和实用性两方面考虑，它在很大程度上决定于设计人员所具备各种制造方法知识的深度和广度。产品设计的基本目标是应用最少量的原材料，以最低

的生产费用,要选择单位时间内产量高、工具费用低、安装时间短而又能保证所需的物理性能的加工方法。这只能从经常注意简化设计工作以及全面评定现用加工方法而实现。

加工方法的选择

加工方法的选择,与产品形状、材料、尺寸、重量以及所要求性能等因素有关,但对某一已知零件,要决定选用一特定的加工方法可能是意想不到的简单。某些零件,由于它们独特的基本要求,自然地只能采用一种或二种加工方法。在大批量生产时,若限于采用一种材料,这样,可供选用的加工方法数目就很少了。在这类产品中,例如锌合金用压铸法,合金铸造采用熔模或塑料制品采用法射模等方法。另外,从实用性和经济性两方面考虑,选择适宜的方法是很困难的。通常,对大多数产品,有效的加工方法,有可能限于为数较少的范围内。最后的确定,一般是在仔细研究所有重要因素之后才作出的。

零件在投入生产前,从质量和经济两重观点来考虑,是确定适当设计所绝对必要的。零件如何设计以及确定最后的加工方法通常是一部分人员作出决定。制造公司的生产技术部门负主要责任,采购供应部门主要负责搜集材料价格和供应方面有价值的情报。工具工程师可经常帮助设计人员研究产品生产中辅助作业的疑难问题。销售工程师可以从用户处得到对产品设计上的某些意见,以扩大产品用途,并易于销售,这对设计工作是很有帮助的。冶金工程师的主要任务是确定产品采用合适的材料。向有关金属和塑料模塑、锻造、冲压、机械加工以及其它部门的专家请教,可得到很大的帮助。

大多数有经验的设计人员,一致认为一个产品的最后设计,往往是从最初的概念轮廓逐渐演变的结果。产品在投产前选择最后设计方案时,应考虑在开发过程中即使是微不足道的不同意见。

设计通则

完善的设计,应使制造成本最低,同时保证产品的性能要求,这与设计人员应用某些基本守则的能力有关。这些守则的相对重要性的顺序,不能精确排列,但可综述如下:

1. 在保证产品的使用性能和物理性能的前提下,产品的设计应力求简单。复杂的设计,会直接增加生产成本。一般说来,设计的零件愈简单、牢固,则使用寿命愈长。若所设计产品外形结构简单,则零件的负荷能力易于估算。由于复杂结构的应力计算,通常是困难的,再加上应力实际分布规律不易搞清,故而结构简化有其优点。但不应过分强调简化,需视具体情况作出决定。设计人员应仔细研究降低成本的途径,例如取消某一零件或将两个或更多零件相组合。另方面,某些复杂零件,若将其分成较简单形状的数个零件,则在制造和装配时,更为经济。

2. 设计时考虑最经济的加工方法。必须把下脚料问题,记在心中。提高零件制造所需原材料重量与加工后重量的比值是降低成本的一个可能途径,这对大量生产尤为重要。考虑

这种比值往往可减少下脚料的费用以及节约大量的机械加工费用。只要仔细观察,就能发现每一种加工方法的固有局限性对成本的影响远较粗略了解为大。例如对于密封零件、表面粗糙度要求很小的或要求电镀的工件,采用砂型铸造是不明智的。

设计人员应力求选择合适的工件材料,一方面适于计划采用的加工方法,同时又能满足性能设计上的要求。工件材料的规格,必须及早确定。对于需要进行大量机械加工的零件,应优先考虑采用易切削材料。有时,减少了或免除了机械加工工时,材料费用可全部或至少部分地被补偿。例如铝合金锻件的费用较相同设计的钢材为高,但铝合金的机械加工工时仅为相同设计钢件的三分之一。镁合金具有更大的优点,其机械加工工时仅为相同设计钢件的六分之一。

如果某零件必须采用切削性差的材料,此时应考虑对切削性影响小的加工方法。例如用粉末冶金或熔模铸造制造零件,机械加工量很少,有时甚至不需要机械加工。另一种情况是设计人员可以选择易于成形或机械加工的材料,经热处理以获得最佳的物理性能。

3. 设计时力求使零件的机械加工工序最少。对零件达到图纸规定要求,所采用的工序数目愈少,生产成本愈低。从设计上应取消那些不需要的装饰以及不起作用的结构,这种装饰和结构,需要额外的工序和材料。实际上,由生产设计获得的最大节约,通常来自于完成零件加工所必需的加工工序数目的减少。设计人员应深入了解每一加工方法中各工序的作用。对零件在生产过程中的装卡或定位时遇到的问题,也必须考虑。必须仔细检查零件的一切设计特征,以保证在设计工卡具时不会发生问题。工件上可增加凸耳和定位孔或稍微改变截面形状,以便在夹具中更好地定位和夹紧。加工零件时,不论其数量多少,往往需要在零件上增加装夹突缘或定位面。

4. 制订表面粗糙度和精度等级时,不应超过实际需要。在产品的设计时,标注表面粗糙度和尺寸公差,是很重要的。不需要的过严公差和不合理的过低表面粗糙度,有时会使制造费用过份昂贵。同时,还导致生产率降低,需要额外的工序,工具费用高,废品率高以及切除材料损失大。设计人员必须意识到任何加工方法的内在变化是受经济的尺寸公差极限以及所得到的表面粗糙度两个因素的影响。如果某加工方法不能保证工件的精度和粗糙度,应选用其它方法或将零件重新设计。

图 1 - 1 所示为产品精度与相

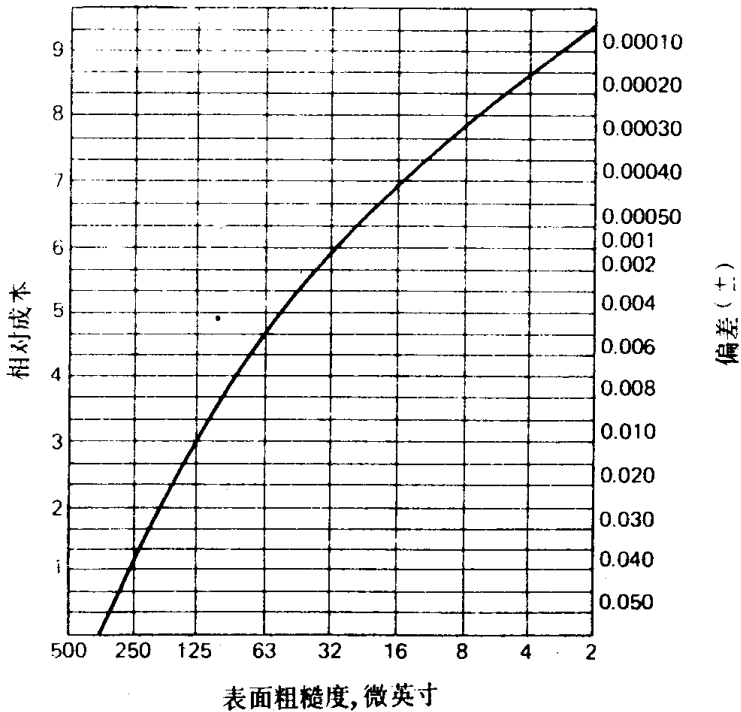


图 1-1 尺寸偏差、表面粗糙度与成本的关系(cited from "Planning for Profit," Tool and Manufacturing Engineer, Jan. 1969. Used with permission)

对成本的关系。若设计人员能够精心地制订工件公差，以适应所采用的特定制造方法，必然会降低成本。图 1-2 所示为基本的金属切削加工方法所能达到的表面粗糙度范围和 尺寸偏差范围。

研磨, 珩磨									
磨削, 金刚石刀车削, 镗削									
拉削									
铰削									
车削, 镗削, 插削, 平刨, 成形刨									
铣削									
钻削									
加工的尺寸范围(英寸)	尺寸偏差 (±) (英寸)								
0.000—0.599	0.00015	0.0002	0.0003	0.0005	0.0008	0.0012	0.002	0.003	0.005
0.600—0.999	0.00015	0.00025	0.0004	0.0006	0.001	0.0015	0.0025	0.004	0.006
1.000—1.499	0.0002	0.0003	0.0005	0.0008	0.0012	0.002	0.003	0.005	0.008
1.500—2.799	0.00025	0.0004	0.0006	0.001	0.0015	0.0025	0.004	0.006	0.010
2.800—4.499	0.0003	0.0005	0.0008	0.0012	0.002	0.003	0.005	0.008	0.012
4.500—7.799	0.0004	0.0006	0.001	0.0015	0.0025	0.004	0.006	0.010	0.015
7.800—13.599	0.0005	0.0008	0.0012	0.002	0.003	0.005	0.008	0.012	0.020
13.600—20.999	0.0006	0.001	0.0015	0.0025	0.004	0.006	0.010	0.015	0.025

图 1-2 各种加工方法的尺寸偏差和加工的尺寸范围 (cited from “Planning for Profit,” Tool and Manufacturing Engineer, Jan. 1969. Used with permission)

工艺过程检查表

一旦产品确定后，对能制造该产品的各种方法，仔细地按下述检查表的项目逐一评定。对制造的每一个零件，通常具有最佳费用的制造方法。有许多方法可用于评定各种加工工艺。大多数设计人员采用的方法是从系统的分析每种可能采用的制造方法的优缺点开始，最后取消哪些不适合的加工方法，而将可采用的加工方法减小到少量的几种，然后进行更详细的分析。

下面的工艺过程检查表列出产品设计人员在评定加工过程中应该考虑的主要因素：

1. 材料的适应性
2. 材料的性能
 - a. 强度 (抗拉强度、屈服强度、剪切强度、蠕变强度、抗压强度、疲劳强度、冲击韧性)
 - b. 硬度
 - c. 负荷变形
 - d. 抗蚀性
 - e. 传导性
 - f. 强度重量比
 - g. 可焊性
3. 尺寸精度
4. 标准尺寸和重量范围 (最大和最小)
5. 生产周期
6. 最大和最小产量
7. 生产率 (即每小时件数)
8. 表面粗糙度 (制造的或加工的)
9. 设备生产能力
10. 热处理 (假如需要)
11. 库存量
12. 影响成本因素
 - a. 特殊情况的影响 (工件形状的复杂性、镶嵌件、型芯、外表面的细节)
 - b. 材料 (可用性, 下脚料)
 - c. 工具 (工卡具)
 - d. 粗加工工序
 - e. 精加工工序
 - f. 运输装备
 - g. 检测

作 业 题

- 1.1. 各准备一份你认为在开发下列产品前需要的产品设计技术要求提纲: (a)自动加油墨的橡皮图章; (b)手动真空清洗器; (c)汽油机驱动的碎石机; (d)在一定范围内取回高尔夫球的工具; (e)牙膏筒封口器; (f)动力割草机消音装置; (g)自行滑水橇; (h)可调节的儿童三轮车; (i)对号锁; (j)农业拖拉机在大坡度行走时的警报器; (k)汽车轮胎清洗装置。
- 1.2. 以题1.1中所列举的一个或数个产品, 提出你认为可以解决问题的尽可能详细的设想提纲。
- 1.3. 试比较产品性能设计和生产设计有何不同。
- 1.4. 试举出因设计简单从而值得注意的五种产品。