

粉末锻造 嵌件成型 立体雕刻 注塑成型
电铸微成型 精密铸造原型 玻璃管拉丝模塑
电火花线切割(EDM)与RAM电火花切割
气体辅助注射 反注射成型 型吹型型型
模压成型 模传递 挤出吹型
热弯玻璃 金属旋压
薄壁中空 等离子弧切割 玻璃管拉丝模塑
增量钣金成形 模塑纸浆 玻璃重吹法塑型
智能心轴纤维缠绕

产品设计工艺

MAKING IT 经典案例解析

[英] 克里斯·拉夫特里 编著

玻璃重吹法塑型
将泡沫模塑应用在胶合板壳体上 胶合板深度立体成型
薄板切削 高级加工
热等静压 冷等静压 压缩成型
旋转模锻
金属粉末注射成型
计算机数字控制
超级铝成形
固态 粉末锻造



中国青年出版社

中国青年出版社

MAKING

IT 产品设计与工艺

经典案例解析



产品设计工艺

MAKING IT

经典案例解析

〔英〕克里斯·拉夫特里 编著
刘 硕 译

Copyright © 2007 Central Saint Martins College of Art & Design,
The University of the Arts, London.
Translation © 2008 China Youth Press New Century Publishing
Branch.

This book was produced and published in 2006 by Laurence
King Publishing Ltd., London.

律师声明

北京市邦信阳律师事务所谢青律师代表中国青年出版社郑重声明：本书由英国 Laurence King 出版社授权中国青年出版社独家出版发行。未经版权所有人和中国青年出版社书面许可，任何组织机构、个人不得以任何形式擅自复制、改编或传播本书全部或部分内容。凡有侵权行为，必须承担法律责任。中国青年出版社将配合版权执法机关大力打击盗印、盗版等任何形式的侵权行为。敬请广大读者协助举报，对经查实的侵权案件给予举报人重奖。

短信防伪说明

本图书采用出版物短信防伪系统，读者购书后将封底标签上的涂层刮开，把密码（16位数字）发送短信至106695881280，即刻就能辨别所购图书真伪。移动、联通、小灵通发送短信以当地资费为准，接收短信免费。短信反盗版举报：编辑短信“JB、图书名称、出版社、购买地点”发送至10669588128。客服电话：010-58582300

侵权举报电话

全国“扫黄打非”工作小组办公室
010-65233456 65212870
<http://www.shdf.gov.cn>

中国青年出版社
010-64069359 84015588转8002
E-mail: law@21books.com
MSN: chen_wenshi@hotmail.com

图书在版编目(CIP)数据

产品设计工艺：经典案例解析 / (英) 拉夫特里编著；刘硕译.
北京：中国青年出版社，2008
ISBN 978-7-5006-8308-7
I. 产… II. ①拉… ②刘… III. 产品—设计 IV. TB472
中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第105390号

责任编辑：郭光 赵媛媛 王思真

书 名：产品设计工艺：经典案例解析
编 著：〔英〕克里斯·拉夫特里

出版发行：中国青年出版社
地 址：北京市东四十条21号
邮政编码：100708
电 话：(010) 84015588
传 真：(010) 64053266
企 划：中青雄狮数码传媒科技有限公司

印 刷：北京盛兰兄弟印刷装订有限公司
开 本：787 x 1092 1/16
印 张：15
版 次：2008年8月北京第1版
印 次：2008年8月第1次印刷
书 号：ISBN 978-7-5006-8308-7
定 价：85.00元

目录

1 固态切割 Cut from Solid

- 12 机械加工
- 15 计算机数字控制 (CNC) 切割
- 18 电子束加工 (EBM)
- 20 车削
- 23 盘车拉坯
- 27 等离子弧切割

2 片材 Sheet

- 32 化学铣切
- 34 模切
- 36 水射流切割
- 38 电火花线切割 (EDM) 与 RAM电火花切割
- 40 激光切割
- 42 氧乙炔切割
- 44 金属片成型
- 46 热弯玻璃
- 48 金属旋压
- 51 金属切割
- 53 热压成型
- 56 超级铝成型
- 59 爆炸成型
- 62 充气式金属
- 64 胶合板弯曲
- 67 胶合板深度立体成型
- 70 挤压胶合板

3 连续 Continuous

- 74 压延
- 76 吹膜
- 78 挤压
- 81 拉挤
- 84 Pulshaping™
- 86 滚压成型
- 88 旋转模锻
- 90 前卷曲编织
- 94 薄板切削

4 薄壁中空 Thin & Hollow

- 98 手工吹制玻璃
- 100 玻璃管拉丝模塑
- 102 玻璃重吹法塑型
- 106 玻璃压吹法塑型
- 109 塑料吹塑
- 111 注射吹塑
- 114 挤出吹塑
- 116 浸渍模塑
- 119 旋转成型
- 122 注浆
- 125 液压金属成型
- 128 反向冲击挤压
- 131 纸浆模塑
- 134 触压成型
- 136 真空注射法 (VIP)
- 138 高压釜成型
- 140 纤维缠绕
- 143 离心铸造
- 146 电铸

5 固态 Into Solid

- 150 烧结
- 152 热等静压 (HIP)
- 154 冷等静压 (CIP)
- 156 模压成型
- 158 传递模塑
- 160 泡沫成型
- 163 将泡沫模塑应用在胶合板壳体上
- 166 膨胀木材
- 169 锻造
- 172 粉末锻造
- 174 精密铸造原型 (pcPRO®)

6 复合 Complex

- 178 注塑成型
- 181 反应注塑成型 (RIM)
- 183 气体辅助注塑
- 185 嵌件成型
- 188 模内装饰
- 190 模外装饰
- 192 金属粉末注射成型 (MIM)
- 195 高压铸造
- 198 精铸
- 202 砂铸
- 205 玻璃压制
- 208 压力辅助注浆
- 210 粘性塑胶加工 (VPP)

7 高级加工 Advanced

- 214 喷墨印刷
- 216 轮廓工艺
- 218 立体雕刻 (SLA)
- 222 电铸微成型
- 224 选择性激光烧结 (SLS)
- 227 智能心轴™纤维缠绕
- 229 增量钣金成型

- 234 术语表
- 236 图片版权
- 237 索引

序言

我们中很多人都受到未知领域的吸引，都喜欢探寻现代加工制造幕后的那些秘密。从儿时起，电视节目就让我们了解了巧克力曲奇或牛奶瓶是如何被生产出来的。旅客们也越来越喜欢游览旅游区的家庭手工业作坊，并在那里观看手工艺品制作的现场演示。我们甚至会去找DVD中的“影片花絮”来看，因为它能揭示出电影制作人员究竟是用什么技巧让电影如此炫丽夺目。同样的，设计师们也需要这种不断发掘事物表象下隐藏的问题，并结合新旧技术进行创新的生产加工。

本书的目的是从工业产品设计的角度探索隐藏在产品制造“背后的故事”。它引领设计师进入机器的世界，并揭示那些加工工艺是怎样将“可变形”的液体、固体、片材、粉末和大块金属，通过创新的或是前所未有的方式加工成为产品的。相比较而言，介绍加工工艺的其他书籍会试图从生产或工程的角度来阐述制造工艺，而技术手册、贸易杂志和工程部门的协会与联合会网站对设计师来说都是较难理解的。

旧的制造观念正被工业设计师们重新审视，而且每天都有新的机遇出现。这些新的机遇都可能大大地改变我们制作、选择和消费产品的方式。过去，设计常常从属于制造，而设计创意受到的限制也是多方面的（主要是模具的限制和成本的限制）。尽管目前在

大多数的情况下仍然有这样的问题存在，但是制造工艺越来越具有成为设计师模具箱中一件独特“模具”的趋势。本书在介绍设计师们可能已经比较熟悉的制造工艺的同时，还介绍了如何通过实验与创新的手段，将设计师的想法通过材料、产量和可以利用的生产技术，进行具体化的体现。

本书主要介绍的是大规模工业化生产的技术，其中的一些技术已经非常成熟，而另外一些则刚刚被研发出来。为了使这些“模具”可以被高效地利用，它们的各种加工形式就要被理解，并且通过一种与设计相关的方式呈现给大家。它们可以激发创新精神，并将合适的技术应用到全新的领域或者产业中。

书中包含了90多种加工工艺，按照设计师可能接触到的生产方式进行排列，根据工艺加工出的产品外形进行分类，比如第一章，描述了如何通过切除固体材料上的某些部分进行塑型加工；第二章，切割片材进行塑型加工。只有第七章中这种分类方式有所改变，这一章中描述了先进的加工工艺，其中包括某些从其他领域借来的技术以及其出乎意料的应用方式，还有一些工艺则同时利用了多种新技术。

当读者阅览本书时，主题类似的内容会在文中标出相互间的关联，以帮助大家深入浅出地理解书中的内容。这个过程涉及从大规模的工业化批量生产到较小规模、几乎是

手工形式的生产,再到几乎类似于实验室条件下的极小规模的生产加工。当你翻阅本书时,描绘加工过程的产品图片可能会吸引你的注意力,但是真正令人兴奋的是这些图片中的介绍,它们是特定加工工艺的“小试牛刀”。

熟悉本书的内容会为你增加自信和创意灵感。但是,书中仍然具有一个延续性的价值,并介绍了像盘车拉坯这样的简单工艺(P23),在很大程度上是因为它们揭示了加工工艺背后的奥秘。从那里开始,这只是理解先进加工工艺的一小步,这些先进制造工艺包括用于制造样机的立体雕刻工艺,或是通过由CAD加工预先设计好的模型来加工的水泥喷涂建筑工艺——轮廓工艺(P218和P216)。

现代技术产生的深远影响不仅在于加工的材料,同时还在于生产的规模和加工地点。在某种程度上,这取决于设计师掌握自己设计与控制生产的能力。像设计师汤姆·迪克森(Tom Dixon)所做的设计实验(P78)就是一个很好的例子——他向大批量生产(塑料挤压)借用其产品,然后再制造出堪称“新手工艺品”的桌子来,不过有趣的是这种加工并不是在工作室或者工房里制作的,也就是说实际的加工是在工厂中进行的。

汤姆·迪克森的作品揭示了设计师的新模具并不一定是以往观念中的物理模具,可以是厂房中被用来进行试验性加工的机械设备。我们再来看看马尔科姆·乔丹(Malcolm Jordan)的曲线型制品,这个毕业展览上的设计项目创造了一种全新的木材成型方式(P166)。

我很难抗拒一些显得离谱的加工工艺,其中包括充气式金属(P62),还有汤姆·沃恩(Tom Vaughan)和威廉·史密斯(William

Smith)的旋转成型产品(P119)。虽然这些工艺并不属于批量工业化生产的加工工艺,但有助于引领一个新的工艺发展方向。有些形式的工业化生产可以与手工操作相结合,并利用较为普遍的机械设备进行小规模的特殊加工。

在工业革命之前,手工业产品的产量主要是由地理因素决定。陶瓷在盛产陶土的地方被设计和制作出来——因此在英国西北部聚集了大量如韦奇伍德陶器厂(Wedgwood)和其他数不清的陶瓷工厂并不只是巧合。与之类似,拥有大量林地的地方就会成为家具制造的聚集地。材料取自当地资源,技巧逐步成熟并代代相传。工业革命带来了经济全球化,近些年来,材料来源与生产厂家的地缘联系被打破,越来越多的加工活动集中在劳动力低廉的地区。然而,现在的技术允许小规模的手工艺生产商重新获得对特定生产方法的控制权;同样其中一些技术也可以直接由消费者来支配。

重新使用现有产品或技术是革新的重要部分:进行实验、把事物混合并互相交换,用这个生成那个,甚至是反传统而行之。从畜牧业到转基因农业和动物克隆,即使让身边的事物全速冲刺,我们的欲望好像也永远无法得到满足。但是和以前使用的手工模具进行材料加工相比,手工艺人使用的新模具变成了加工机械。只需要一小笔投资,你就可以买一个喷墨打印机,拿出胆量,用游戏的心态工作,并用计算机辅助设计输入数据生产一系列的新东西。谁会想到廉价的打印机能用来建造人体组织(P214)呢?当人们首次开始制造物品时,他们捡到一块木头,在弄清楚它的特性(在一定程度上)后,他们劈开它,并把它切割成可用的模具。对于一些人来

说, 那块木头已经变成了喷墨打印机, 一项可以被大家拆解并任意改动的技术, 同时有了创造多种产品的潜力。

如何使用这本书

本书通过各种工艺所能加工的产品造型将所介绍的内容分成若干章节。它并不能回答你关于每个加工工艺所提出的每一个问题, 但是通过综合运用文字、图表、产品以及加工这些产品过程中的一些图片, 本书针对每一个工艺提供了清晰而直观的解释说明。图表中提供的视觉化说明节省了加工过程中的原理和形成最终零件的步骤, 因此它们并不是加工设备的精确重现。

你会注意到一些工艺的标题有所差异。这些差异可以被分为以下三类: 别名形式存在的(也可被理解为“又称”); 有些标题还是一个涵盖性术语的, 比如像“机械加工”就包含许多加工技巧(车削, 镗削, 镶边, 钻孔, 铰, 铣削); 最后一种是那些结合两个或更多工序的工艺, 在标题后加上“与”进行区别。

每项工艺的说明文字都被分为三种元素: 说明性文字、信息块、优点(+)与缺点(-)。说明性文字是对工艺的概述, 还有关于它的运作和它最主要的特征, 如果可能的话, 还会将其归类到特定的加工工艺领域。优点(+)与缺点(-)是用注解的方式总结每一种加工方法, 包括许多过程的关键特征一览。在黄色信息框中会有每项工艺性质的总结和特点, 每一种工艺的信息被分为以下几种类型。

标准产量

它解释了不同工艺所能产生的数量范围, 从单一生产运行中的一次性生产到成百上千件产品的快速生产。

单件价格与资金投入

当具体谈及一个特殊的生产工艺时, 对设计师来说, 主要的评判标准是了解生产所需的投资。不同的工艺所需要的投资也有巨大的差异, 从需要花费数万英镑的注射吹塑成型方法(P111)到无需模具和仅需少量准备费用的CAD驱动方法(在全书中都有提到, 尤其在第七章中有所侧重)。

生产速度

在一段时间内能生产的产品数量是影响设计师选择工艺的一个重要因素。比如, 你想要制作10000个玻璃杯, 用每小时生产15000片玻璃的自动吹塑成型工艺就不适合你, 因为在这么短的时间内准备设备并进行加工的成本是极为昂贵的。

加工后的表面

这里主要描述了经过特定工艺加工后产品表面的状况。当然, 不同的工艺所加工出的表面也各有不同, 但是它们都为是否需要再进行第二道加工以达到最终效果提供了线索。

种类/加工形状的复杂程度

这一部分为造型上的限制提供了指导性的建议, 这样设计师在考虑产品外形细节时就可以注意到这些。

产品尺寸

这一部分用每个工艺生产的产品提供尺寸信息。有时这里会包括一些令人意外的信息, 比如一些金属转子能够旋转直径达3.5米的金属片(P48)。

公差

一个工艺能够达到的加工精确度常由所使用的材料决定。比如, 机械金属切割或者

注射吹塑具有高容差控制能力。相反,一些陶瓷工艺较少能达到精确的成品尺寸。于是这部分就提供了这种精确度的范例。

相关材料

简单地说就是每一个工艺所能使用的一系列材料类型或者范围。

典型产品

一系列使用相同加工方法的产品。使用“典型”这个词是经过深思熟虑的,因为所列出的产品并不是非常多,不过也足认说明此工艺了。

相似工艺

它为书中描述的其他相似的工艺提供了参照,这对于所描述的工艺来说可以被看成生产加工的另一种方式。

更多信息

访问这些网站可以获取更多信息,其中包括对这本书的写作做出过帮助的信息,相关协会信息也在其中。

和任何专业领域一样,加工工艺的世界里也有自己独特的词汇表——这意味着针对特定的加工领域会有一个详细的描述列表。本书结尾处的术语表简短地介绍了部分技术术语。词汇表的内容并不包括那些设计师们可能已经知道的,在设计中会接触到的词汇。

为了方便读者找到所参考的其他工艺,本书的相关工艺引用部分经过了非常细致的处理,而且书中还提供了一系列的具体材料、公司和设计师的信息。

1: 固态切割

Cut from Solid

12	机械加工
15	计算机数字控制 (CNC) 切割
18	电子束加工 (EBM)
20	车削
23	盘车拉坯
27	等离子弧切割

m

用切割工具来塑造材料

这一章中介绍了一些最古老的产品加工工艺，这些工艺的分类十分简单，因为这些工艺在加工中都会进行切割、塑型和去除材料等处理。现在一个越来越“残酷”的现实是很多手工工艺正在被由自动化的计算机辅助设计所代替，计算机辅助设计可以毫不费力地雕刻加工大部分材料，而且也快速样品加工提供了技术支持，因此它正逐步取代许多在产品工艺上贡献了一生的手艺人。

机械加工

包括车削、镗削、镶边、钻孔、铰、铣削和拉削

机械加工经常被包括在“形成余料”的工艺种类中，即所有会因为切割加工产生“余料”的工艺。所有的机械加工工艺的共同之处是它们都会以某种形式进行切割加工。机械加工，也可以是后加工工艺，作为后期工序的加工，它可以为产品添加螺纹这样的细节。

“机械加工”术语本身涵盖了许多不同的工艺，它包括几种形式的金属车削、镗削、镶边、钻孔、铰、铣削和拉削，它们都是对旋转材料进行切割加工。车削（P20）指切削材料的表面，而镗削指的是切割内腔。镶边是用切刀在旋转工件的平面端进行切割加工。它一般是被用来清理端面，而且同样也可以用来移除多余的材料。线切割是用尖锐的、锯齿状的模具在预先钻好的孔洞内壁切割出螺纹的工艺。

产品	迷你Maglite®手电筒
设计师	安东尼·麦格理克（Anthony Maglica）
材料	铝
制造商	Maglite Instruments Inc.
国家	美国
时间	1979年

具有与众不同的工程学美感的Maglite®手电筒在加工中使用了大量金属余料生成技术，特别用了车削工艺。而表面用于抓握的纹理，是在成型后用滚花工艺制成的。





标准产量

标准产量因加工类型而有一定差别。由计算机数字控制 (CNC) 的自动铣削加工可以通过多个刀头同时对数件产品进行加工, 因此加工的产量可以很高。

单件价格与资金投入

大体说来, 不需要考虑模具成本, 即不需要模具, 这样在机器上安装与拆除工件会降低加工的速度。不过即使这样, 短期加工仍然很经济。CNC自动铣削使用CAD文件使加工过程自动化, 并能生产复杂的形状, 这种方式可以批量化生产。尽管标准的切刀已经可用于大部分的工作, 但是一些特殊的切刀也需要, 因为它们可以压缩成本。

生产速度

生产速度根据具体的工艺而有所不同。

加工后的表面

机械加工后的产品在一定程度上需要打磨, 但不需要后期成型就能达到完美的效果。切刀也可以加工机械的、极其平整的表面。

种类/加工形状的复杂程度

由于工件是围绕着一个固定的中心旋转, 在车床上加工出来的工件只能是轴对称的产品。铣削加工的零件从一个金属块开始, 最终被加工成复杂的零件。

产品尺寸

机械加工的零件产品尺寸小到手表零件, 大到大型涡轮机均可。

容差

机械加工材料的容差极高, ± 0.01 毫米是正常的。

相关材料

机械加工一般来说应用于金属加工, 不过塑料、玻璃、木头甚至陶瓷也可以使用机械加工工艺。在使用陶瓷的情况下, 特定的玻璃陶瓷被设计加工, 并出现新的陶瓷加工工艺。Macor是非常有名的品牌。Mycalex, 一种由美国公司用玻璃合成的云母。Mykroy则是另一种可被机械加工的陶瓷, 具有防火性。

典型产品

各种工业领域所需要的独特部分——活塞、螺钉、涡轮和其他不同工业的大小小批量零件。合金车轮经常被放在车床上处理表面。

相似工艺

“机械加工”这一术语包含如此广泛的工艺, 以至于其本身就是一套方法论, 可以用动态车削作为其替代工艺。

更多信息

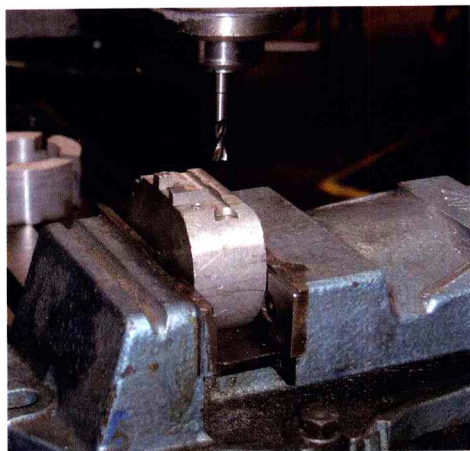
www.pma.org

www.nims-skills.org

www.khake.com/page88.html

钻孔和铰大体上也属于车床操作（尽管它们也可以在铣床上加工或者通过手工加工），但是它们需要不同的刀具。与其他的车床操作一样，工件被夹在旋转的夹头中心。钻孔是孔加工，铰则是将现有的孔壁进行平滑处理，这个操作用特殊的扩孔模具完成，打孔模具上有几个切角。

其他的机械加工工艺还包括铣削和拉削。铣削加工使用的是旋转的刀具，用刀具切入金属表面（它可以应用在任何其他的固体金属上）。拉削被应用于孔加工、槽加工和其他复杂内表面造型的加工（就像对一个被锻造成型后的扳手内部进行再加工一样，P169）。



1 厚重金属材料的铣削加工所需要的设备很简单。切割模具像一个平的钻头，出现在被夹紧的工件上方。



2 需要切割的管材被夹具夹紧。切刀正悬起，准备进行切削。



- 可以加工不同形态的产品。
- 可以应用于任何固态金属。
- 高度的准确性。



- 速度慢。
- 部分零件受使用材料的标准尺寸限制。
- 由于切割导致材料的浪费。

计算机数字控制（CNC）切割



计算机数字控制切割机可以毫不费力地切割固体材料，就好像切割黄油一样简单。切头被装在一个绕着六个旋转轴的头，用来雕刻不同的形态，就好像它们是雕刻家一样。

产品	灰姑娘
设计师	耶罗内·范霍文（Jeroen Verhoeven）
材料	处理过的桦木胶合板
制造商	Demakersvan
国家	荷兰
时间	2004年

这款桌子的灵感来自于灰姑娘，有着超现实主义的结构，形态完美，符合制造商的想法。高技术切割机就是我们隐藏的灰姑娘。这款桌子非常聪明地使用了完全现代化的加工工艺打造出传统、浪漫的家具。

由荷兰Demakersvan设计团队的成员耶罗内·苑霍内设计的“灰姑娘”桌子是由多层材料组成的。“如果你仔细地看，就会发现工业产品奇迹般地产生了一个绝妙的现象。高技术机器是我们隐藏的灰姑娘。我们使它们在自动生产线前工作，而它们的能力却远不止如此。”

这款桌子由57层复合桦木制成，它们被独立切割、粘合，然后再用CNC车床切割。

这款桌子完美例证了多轴CNC车床以精巧的方式雕刻立体形态的能力，而所有的产品造型信息都来自CAD文件。同时它也是一个全新加工形式的例子：利用现代技术可以对传统材料进行加工，并制造出任何造型的产品。这款桌子从某种程度上揭示了Demakersvan描述的“高技术背后的秘密”。



标准产量

CNC切割因其进展速度慢而最适合一次性或者批量生产。

单件价格与资金投入

不需要模具，只是为切割和创造使用立体数据的CAD需要花费大量的时间。

生产速度

速度由许多因素决定，包括材料、产品造型的复杂性和表面质量的要求。

加工后的表面

视材料而定，总体来说质量不错，但是也许需要一些后期处理。

种类/加工形状的复杂程度

任何在电脑屏幕上能够被构想出来的形态。

产品尺寸

从小零件到大物件。比如，美国的CNC Auto Motion是几个制造超大机床的公司之一，他们制造的机床有超过15米的扭矩、3米的纵轴扭矩和一个用于测量横截面的6米竖立架。

容差

高容差。

相关材料

CNC技术可以用于切割很多材料，包括木材、金属、塑料、花岗岩和大理石。它还可以用于切割泡沫和塑型粘土。

典型产品

CNC技术是制造复杂定制产品的理想技术，比如注塑模具、模切机、家具零件和高品质手工艺品、复杂的扶手造型。它也可以在汽车设计工作室中使用，进行1:1的泡沫或油泥样车的快速成型。

相似工艺

激光切割（P40），这种切割方法安装了多个轴切割头，它可能是与CNC切割最接近的方法。

更多信息

www.demakersvan.com

www.haldeneuk.com

www.cncmotion.com

www.tarus.com