



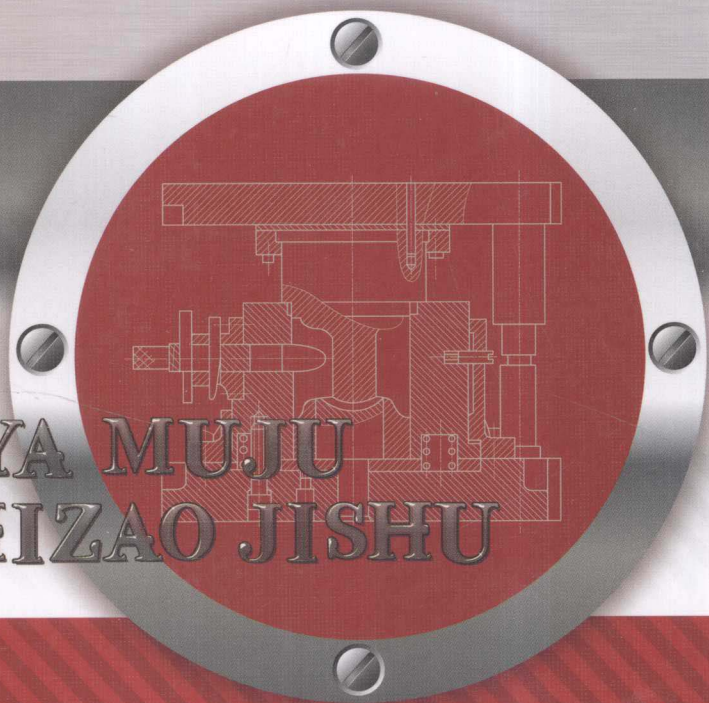
模/具/技/术/丛/书

冲压模具

与制造技术



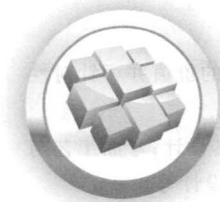
叶青花 俞俊 编



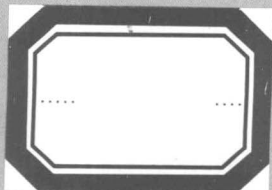
CHONGYA MUJU
YU ZHIZAO JISHU



化学工业出版社



模/具/技/术/丛/书



冲压模具 与制造技术

CHONGYA MUJU
YU ZHIZAO JISHU

叶青花 俞俊 编



化学工业出版社

·北京·

本书以第一手模具制作的实际经验综合编写而成,对冲压模具制作有一定的价值并可针对性地供同行参考。

全书共分七章,本书作者主要阐述了冷冲压成形工艺概论;冲裁工艺与模具设计;弯曲工艺与弯曲模具设计;拉深工艺及拉深模具的设计;冲压模具制造工艺;多工位级进模设计等。

本书注重先进性、实用性和可操作性,章节以冲压模具图解叙述为主,理论表述从简,表文并茂。供主要从事塑料模具成型制作工技能鉴定培训、塑料模具产品制品成型技术与塑料模具材料研究的工程技术人员阅读参考,也可作为高等院校塑料工艺专业师生参考,也可供机电工业、模具行业等塑料产品生产企业、科研单位、政府管理等有关部门参考。

图书在版编目(CIP)数据

冲压模具与制造技术/叶青花,俞俊编. —北京:化学工业出版社, 2013. 7

(模具技术丛书)

ISBN 978-7-122-17548-9

I. ①冲… II. ①叶…②俞… III. ①冲模-制模工艺
IV. ①TG385. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 118793 号

责任编辑:夏叶清

文字编辑:余纪军

责任校对:宋玮

装帧设计:刘丽华

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:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张22½ 字数458千字 2013年11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:78.00元

版权所有 违者必究

丛书序

我国模具工业从起步到现在，已经走过了半个多世纪。自从 20 世纪以来，我国就开始重视模具行业的发展，提出支持模具行业的发展以带动制造业的蓬勃发展。有关专家表示，我国的加工成本相对较低，模具加工业日趋成熟，技术水平不断提高，人员素质大幅提高，国内投资环境越来越好，各种有利因素使越来越多国外企业选择我国作为模具加工的基地。模具行业在“十二五”期间将面临再次腾飞的契机。

据统计资料，模具可带动其相关产业的比例大约是 1 : 100，即模具发展 1 亿元，可带动相关产业 100 亿元。通过模具加工产品，可以大大提高生产效率，节约原材料，降低能耗和成本，保持产品高度一致性等。如今，模具因其剪产效率高、产品质量好、材料消耗低、生产成本低而在各行各业得到了应用，并且直接为高新技术产业服务，特别是在制造业中，它起着其他行业无可替代的支撑作用，对地区经济的发展发挥着辐射性的影响。

现代模具行业是技术、资金密集型的行业。目前，中国约有模具生产厂点 2.5 万余家，从业人员有 100 多万人，全年模具产值达 1000 多亿元人民币，模具出口近 30 亿美元，但是目前我国注射模具设计制造大多集中在低档次领域，技术水平与附加值偏低，对于那些精密、复杂、大型、科技含量高和寿命长的高中档模具，国内模具企业在技术上还有一定差距。

目前，热流道的注塑模具已应用普遍，如双色注塑模、气体辅助注塑模、无熔接痕高亮度模具正在广泛应用；同时，CAE 的模流分析和模具信息化的管理系统（CAE、CRP、EMS）已开发应用，通过信息化的管理系统能对模具项目计划、材料、进程进行有效的控制，提升了企业的生产效率和质量。

面对国外先进技术与模具质量高、市场价格低、制造周期短的挑战，模具行业应不断地提高设计、制造、工艺技术及管理水平。我国必须打破传统习惯的模具生产工艺，使模具设计规范化、标准化，使模具生产零件化，使模具企业管理信息化、网络化。只有这样，才能使模具行业整体水平跃上一个新的台阶，缩短与国外水平的差距，使中国的模具工业有一个更大的发展。近年来，模具行业结构调整步伐加快，主要表现为大型、精密、复杂、长寿命模具和模具标准件发展速度高于行业的总体发展速度；塑料模和压铸模比例增大；面向市场的专业模具厂家数量及能力增加较快。随着经济体制改革的不断深入，“三资”及民营企业的发展很快。

随着我国制造业国际地位的不断提商，模具工业获得了飞速的发展，模具的需

求量也成倍增加，其生产周期愈来愈短。因此，迫切需要加快塑料模具技术进步，技术创新的步伐。只有掌握最新的塑料模具技术成果才能提高竞争能力，开拓新的市场领域。当前要应对塑料模具原材料价格暴涨等各方面的挑战，为此需要特别注意学习和吸收国际塑料模具业的经验教训和科技成果。

《模具技术》丛书的出版，为推动制造业的健康有序的发展、优化模具产业结构有所帮助，有利于制造业产业集群人员的知识需求，切实把科技创新与技术资源优势转化为经济优势，为企业解决一些技术难题。该丛书的特点是以技术性为主，兼具专业性和实用性，同时体现基础理论的研究等。

丛书共分七册，包括《注塑模具与制造技术》、《三维建模与模具设计》、《塑料模具与设计》、《模具材料及工艺》、《模具设计与数控编程一体化》、《冲压模具与制造技术》、《橡塑模具与设计》。

为了帮助广大读者比较全面地了解塑料模具行业的发展与技术进步，编者在参阅大量文献资料的基础上组织编写了《模具技术》丛书。相信本丛书的出版对于广大从事塑料模具与设计、塑料新材料的制品与加工和开发研究的科技人员会有所帮助。

丛书编委会

2013年1月

前言

改革开放以来，随着国民经济的高速发展，市场对模具的需求量不断增长。近年来，模具工业一直以 15% 左右的增长速度快速发展，模具工业企业的所有制成分也发生了巨大变化，除了国有专业模具厂外，集体、合资、独资和私营也得到了快速发展。

近年许多模具企业加大了用于技术进步的投资力度，将技术进步视为企业发展的重要动力。一些国内模具企业已普及了二维 CAD，并陆续开始使用 UG、Pro/Engineer、I-DEAS、Euclid-IS 等国际通用软件，个别厂家还引进了 Moldflow、C-Flow、DYNAFORM、Optris 和 MAGMASOFT 等 CAE 软件，并成功应用于冲压模的设计中。

以汽车覆盖件模具为代表的大型冲压模具的制造技术已取得很大进步，东风汽车公司模具厂、一汽模具中心等模具厂家已能生产部分轿车覆盖件模具。此外，许多研究机构 and 大专院校开展模具技术的研究和开发。经过多年的努力，在模具 CAD/CAE/CAM 技术方面取得了显著进步；在提高模具质量和缩短模具设计制造周期等方面做出了贡献。

虽然中国模具工业在过去十多年中取得了令人瞩目的发展，但许多方面与工业发达国家相比仍有较大的差距。例如，精密加工设备在模具加工设备中的比重比较低；CAD/CAE/CAM 技术的普及率不高；许多先进的模具技术应用不够广泛等，致使相当一部分大型、精密、复杂和长寿命模具依赖进口。

目前世界上模具工业的年产值约为 800 多亿美元。我国 2012 年模具产值为 9000 多亿人民币，模具出口 20 多亿美元，同时还进口 30 多亿美元。我国已成为世界上净出口模具最多的国家。大型多工位级进模、精密冲压模具、大型多型腔精密注塑模、大型汽车覆盖件模具等虽已能生产，但总体技术水平不高，与国外先进国家相比，仍有很大差距，特别是模具寿命低的问题非常突出。

本书是《模具设计》丛书分册之一，编写过程中，得到了以中国模具培训网、模具工业协会、成都航空职业技术学院、电子科技大学出版社、佳工网、中国机床商务网、中国模协信息网、温州模协、黄岩模协、上海市模协、中国冲压模具网、机械工业频道等单位的大力支持，以及国内冲压模具陈传胜等专家成果和第一手模具制作的实际经验而综合编写成此书，本书将对冲压模具制作有一定的价值并供同行阅读参考。

全书共分七章，第一章绪论；第二章冷冲压成形工艺；第三章冲裁工艺与模具

设计；第四章弯曲工艺与弯曲模具设计；第五章拉深工艺及拉深模具的设计；第六章冲压模具制造工艺；第七章多工位级进模设计等。

本书注重先进性、实用性和可操作性，章节以模具图解叙述为主，理论表述从简，表文并茂。读者对象主要从事塑料模具成型制作工技能鉴定培训、塑料模具产品制品成型技术与塑料模具材料研究的工程技术人员阅读参考，可供机电工业、模具行业等塑料产品生产企业、科研单位、政府管理等有关部门参考。

在本书编写过程中，许多注塑模具前辈和同仁热情支持和帮助，并提供有关资料，对本书内容提出宝贵意见。吕仙贵、崔春芳等参加了本书的编写与审核工作。黄雪艳、杨经伟、王书乐、高占义、高新、周雯、耿鑫、陈羽、董桂霞、张萱、杜高翔、丰云、蒋洁、王素丽、王瑜、王月春、韩文彬、周国栋、陈小磊、方芳、高巍、冯亚生、周木生、赵国求、高洋等同志为本书的资料收集和编写付出了大量精力，在此一并致谢！

由于我们水平有限，收集的参考资料挂一漏万在所难免，恐有遗漏、不足之处，敬请读者批评指正，以便再版时更正完善。

编者

2013年2月

目录

第一章 绪论

第一节 冲压行业与冲压模具的发展趋势	1
一、冲压行业的概况	1
二、冲压模具的现状	3
三、冲压模具的三大特点	4
四、冲压模具的发展趋势	5
第二节 冲压模具的特征分类及典型结构	6
一、冲压模具的特征分类	6
二、冲压模具的典型结构	7
第三节 冲压模具制造技术及工艺设备	7
一、冲压模具的 CAD/CAM 技术	7
二、冲压模具的快速经济制模技术	8
三、先进工艺及设备	8
第四节 冲压模具新材料及热、表处理	9
一、常用冲压材料	10
二、冲压模具新材料的种类	10
三、新型冲压材料应用及展望	12
四、热处理、表处理新工艺	12
五、国际模具热处理技术发展的走势	13
第五节 冲压模具材料的选用原则	15
第六节 冲压模具设计中运动的控制	16
一、概述	16
二、冲裁模具	16
三、弯曲模具	17
四、拉深模具	17
五、连续模具	18
第七节 冲压模具技术在中国汽车行业的应用	18
一、概述	18

二、汽车冲压技术的发展现状	19
三、主要冲压工艺及液压成形技术的发展应用	19
四、国内汽车覆盖件模具制造存在的问题	20
五、汽车冲压模具设计期待提高 CAD/CAE 系统集成技术	20
六、汽车冲压模具制造对机床和刀具的要求	21
七、典型的东风模冲企业	22

第二章 冷冲压成形工艺

第一节 冲压成形与模具技术	23
一、冲压与冷冲模概念	23
二、冲压工序分类	24
三、冲模的分类	26
四、冲模设计与制造的要求	28
第二节 模具分类及结构	29
第三节 冲压设备与选用	31
一、常见冷冲压设备	31
二、冲压设备选用	33
三、模具的安装	36
第四节 冲压变形理论的基础	36
一、塑性变形的基本概念	37
二、塑性的力学基础	38
三、金属塑性变形的一些基本规律	40
四、冲压材料及其冲压成形性能	46
第五节 模具材料的选用	52
一、冲压对模具材料的要求	52
二、冲模材料的选用原则	52
三、冲模常用材料及热处理要求	52
第六节 模具加工方法与工艺规程编制	56
一、冲压模具的特点	56
二、模具零件加工方法	57
三、模具零件加工工艺规程的编制	65

第三章 冲裁工艺与模具设计

第一节 冲裁模基本概念	67
-------------------	----

一、冲裁	67
二、冲裁模 CAD 系统的特点	69
三、冲裁模的工作条件及失效形式	71
第二节 冲裁变形分析	73
一、概述	73
二、冲裁变形时板料变形区应力状态分析	73
三、冲裁时板料的变形过程	74
四、冲裁力与凸模行程曲线	75
五、冲裁件断面质量及其影响因素	75
六、冲裁凹模工作部分结构形式	77
第三节 冲裁模具间隙	82
一、概述	82
二、间隙对冲裁件尺寸精度的影响	82
三、间隙对模具寿命的影响	84
四、间隙对冲裁工艺力的影响	84
五、间隙值的确定	85
第四节 凸模与凹模刃口尺寸的计算	88
一、冲裁模刃口尺寸计算的基本原则	88
二、刃口尺寸的计算方法	89
第五节 冲裁力和压力中心的计算	92
一、冲裁力的计算	92
二、压力机公称压力的选取	93
三、降低冲裁力的措施	93
四、冲压模具压力中心的确定	94
第六节 模具主要零部件(槽形截面零件)的结构设计	96
一、概述	96
二、应力状态的分析	96
第七节 排样设计与冲裁工艺设计	98
一、冲裁的排样设计	98
二、冲裁工艺设计	103
第八节 冲模的设计步骤及实例	109
一、概述	109
二、设计及制造实例	110
第九节 高速冲压模具设计实例	115
一、产品图的公差缩放原理	115
二、产品图的尺寸展开	116
三、料带排样设计	117

第十节 连续冲模设计实例	123
一、冲压模具分类	123
二、单元化设计之概念	123
三、模板构成及规格	123
四、连续模具模板设计	124
第十一节 数控单元冲压模具的快速成形技术实例	126
一、概述	126
二、单元冲模快速成形的数字化编码钣	126
三、快速成形的结构设计	127
四、快速成形的控制系统设计实例	128

第四章 弯曲工艺与弯曲模具设计

第一节 弯曲模基础	131
一、弯曲的基本原理	131
二、弯曲模的基本结构	132
三、弯曲零件的种类	132
第二节 弯曲变形过程分析	133
一、概述	133
二、弯曲变形过程	134
三、板料弯曲变形特点	135
四、弯曲时变形区的应力和应变	136
第三节 弯曲卸载后弯曲件的回弹、滑移、弯裂	139
一、定义	139
二、弯曲件的回弹现象	139
三、影响弹性回跳的主要因素	140
四、弯曲件的弯裂	141
五、弯曲件的滑移	141
六、补充内容	142
七、回弹值的确定	142
八、减小弹性回跳的措施	143
第四节 弯曲成形工艺设计	146
一、最小相对弯曲半径 r_{\min} / t	147
二、弯曲件的结构	149
三、弯曲力设计	152
四、弯曲件毛坯展开尺寸的计算	153

五、弯曲件弯曲工序的安排	157
第五节 弯曲模典型结构设计实例	158
一、单工序弯曲模	158
二、级进弯曲模	166
三、复合模	166
四、通用弯曲模	167
第六节 弯曲模结构设计	169
一、弯曲模结构设计应注意的问题	169
二、弯曲模工作部分的尺寸设计	169
三、斜楔滑块机构设计	171



第五章 拉深工艺及拉深模具的设计

第一节 拉深工艺概述	174
第二节 拉深变形过程分析	174
一、板料拉深变形过程及其特点	174
二、拉深过程中变形毛坯各部分的应力与应变状态	176
三、拉深变形过程的力学分析	178
四、拉深成形的障碍及防止措施	181
第三节 拉深模典型结构与设计	183
一、首次拉深模	183
二、以后各次拉深模	186
三、落料拉深复合模	187
第四节 非直壁旋转体零件拉深成形工艺	189
一、曲面形状零件的拉深特点	189
二、球面零件的拉深方法	191
三、抛物面零件的拉深方法	191
四、锥形零件的拉深方法	192
第五节 圆筒形拉深件拉深工艺的设计	193
一、概述	193
二、圆筒形拉深件毛坯尺寸计算	193
三、无凸缘圆筒形件的拉深工艺计算	196
四、无凸缘圆筒形拉深件的拉深次数和工序件尺寸的计算	200
五、带有凸缘圆筒形件的拉深	202
六、阶梯形零件的拉深	206
第六节 盒形件的拉深工艺	208

1781	一、概述	208
1881	二、盒形件拉深变形特点	208
881	三、盒形零件拉深毛坯的形状与尺寸确定	210
081	四、盒形件多次拉深的工艺计算	212
081	五、CAE 技术在盒形件拉深的应用	215
1781	第七节 拉深模工作部分设计实例	217
081	一、概述	217
081	二、拉深零件的结构工艺性分析	217
081	三、拉深工艺力的计算	218
1781	四、拉深成形过程中的辅助工序	222



第六章 冲压模具制造工艺

1781	第一节 工艺规程设计	224
1781	一、模具各类加工工艺过程的组成	224
1781	二、模具生产的工艺特征	226
0781	三、模具制造工艺过程的基本要求	227
8781	四、生产纲领与生产类型	227
181	五、模具加工工艺的编制	228
8781	第二节 零件工艺性分析	229
081	一、零件的结构工艺性	230
081	二、零件的技术要求	232
1781	第三节 冷挤压原材料与毛坯及毛坯加工	232
081	一、冷挤压原材料	232
081	二、毛坯	232
101	三、挤压毛坯的冷形状及尺寸的确定	234
101	四、冷挤压毛坯的加工方法	235
081	五、冷挤压毛坯的软化和表面处理	236
081	六、毛坯余量与毛坯尺寸的确定举例	237
081	第四节 定位基准的选择	238
081	第五节 零件工艺路线的拟定	242
081	第六节 冲压模具制造工艺及模具设计举例	249
0081	一、铝合金拉杆的热挤压工艺及模具设计	249
0081	二、冷压冲模的堆焊工艺及废旧模的修复	252
0081	三、上板冲压工艺及模具设计改进举例	254
081	第七节 冲模工艺方案中的 CAD 系统软件使用与动态设计的实例	258

一、冲模 CAD 系统软件使用的建议	258
二、冲模 CAD 系统中典型结构动态设计实例	260
第八节 冲压生产模具主要问题的分析与处理	265
一、模具故障	265
二、制件质量缺陷	266
三、模具的刃磨	267

第七章 多工位级进模设计

第一节 概述	269
一、多工位级进模的特点	269
二、精密多工位级进模发展现状	270
三、多工位级进模设计的最新发展	275
第二节 多工位级进模设计步骤与举例	276
一、概述	276
二、多工位级进模的设计要点	277
三、要合理地确定工位数及空位工位	279
四、要设计完好的导料及浮顶装置	279
五、要设计出可靠的卸料机构	280
六、要设计出精确的定距机构	280
七、凸凹模结构设计要合理	280
八、要有可靠的安全监测机构	281
九、高压密封垫圈成形工艺及级进模设计举例	281
第三节 多工位级进模的排样设计	284
一、排样设计应遵守的原则	284
二、载体与搭口的设计	285
三、设计要点	289
四、条料的定位精度	292
五、排样设计后的检查	292
第四节 多工位级进模典型结构	294
一、丝架级进弯曲模	294
二、高精度慢走丝线切割加工技术的应用举例	296
三、双筒制件级进拉深模	300
第五节 多工位精密级进模的典型结构	302
一、冲裁、镦压、校平自动切断级进模	302
二、膜片级进模	306

第一章

绪 论

• 第一节 冲压行业与冲压模具的发展趋势 •

冲压模具是冲压行业加工生产必不可少的工艺装备，是技术密集型产品。

冲压模具——在冷冲压行业加工中，将材料（金属或非金属）加工成零件（或半成品）的一种特殊工艺装备，称为冷冲压模具（俗称冷冲模）。冲压——是在室温下，利用安装在压力机上的模具对材料施加压力，使其产生分离或塑性变形，从而获得所需零件的一种压力加工方法。

一般冲压件的质量、生产效率以及生产成本等，与模具设计和制造有直接关系。模具设计与制造技术水平的高低，是衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志之一，在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。

冲压行业是一个涉及领域极其广泛的行业，深入到制造业的方方面面，在国外将冲压称为板材成形。在我国也有这样称呼的。中国的冲压行业是个什么样子的，国外如何，我们如何走，这是我们大家关心、行业所关心的问题。

一、冲压行业的概况

冲压行业的大力发展应归功于汽车、飞机及日用品的发展。

1. 冲压应用领域

(1) 汽车行业的冲压。以拉深为主。在我国这部分主要集中在汽车厂、拖拉机厂、飞机制造厂等大厂，独立的大型冲压拉深厂还不多见。

(2) 汽车等行业零部件类冲压。主要是冲剪成形。这部分的企业有许多都归在标准件厂，也有一些独立的冲压厂，目前一些汽车厂或拖拉机厂的周围都有许多这样的小厂。

(3) 电器件冲压厂。这类厂是一个新的产业，随着电器的发展而发展起来，这部分厂主要集中在南方。

(4) 生活日用品冲压厂。主要生产一些工艺品、餐具等，这些厂近几年也有大的发展。

(5) 家用电器部件冲压厂。这些厂都是在我国家用电器发展起来后才出现的，大部分分布在家电企业内。

(6) 特种冲压企业。如航空部件的冲压等就属于这类企业，但这些工艺厂也都归在一些大厂。

目前国内专业从事冲压的大型企业很少，即使有也是一些小厂。主要特征是零部件或部件厂。这是冲压行业的主要特征，不同于其它毛坯制造厂。

2. 我国冲压的市场及技术水平

由于许多冲压厂都归属于主机厂，因此，冲压件市场是很不健全的。但小型冲压件部件市场在南方一些地区非常成熟。从目前情况看，我国冲压件市场存在下列问题：

(1) 一些厂生产能力供过于求，一些主机厂内的冲压厂，一年大部分时间生产任务不足，无市场行为；

(2) 家电、电器冲压件行业市场竞争激烈，但成气候的有国际竞争力的企业不多；

(3) 无人去认真研究冲压件市场，冲压件市场杂乱无章。

处于上述市场状况，技术发展受到限制，整个行业也落后，表现在：

(1) 总体水平低，许多行业生产能力过剩，缺少高档次技术，技术进步缓慢；

(2) 材料技术、模具技术、润滑技术和设备水平都处于较低水平，远远不能满足国内生产发展的需要。

3. 冲压行业面临的挑战

(1) 汽车、飞机的发展和环保要求的提高，对冲压行业造成压力。产品集约化生产、个性化发展、节能性要求、环保性要求，将促使冲压行业出现新一轮的技术革新和改造。

(2) 仿真技术的发展和运用是冲压行业发展必须借助的手段。

(3) 自动化和灵活性要求是冲压行业发展必须考虑的因素。

(4) 复合材料应用将推动冲压行业向前进步。

(5) 新工艺的出现带动行业进步，这些新工艺是：

① 复合材料成形工艺；

② 多种厚度激光拼焊板坯的冲压技术；

③ 内高压胀管技术；

④ 轻合金成型技术；

⑤ 数字化成型技术。