

HIGH SPEED STAMPING



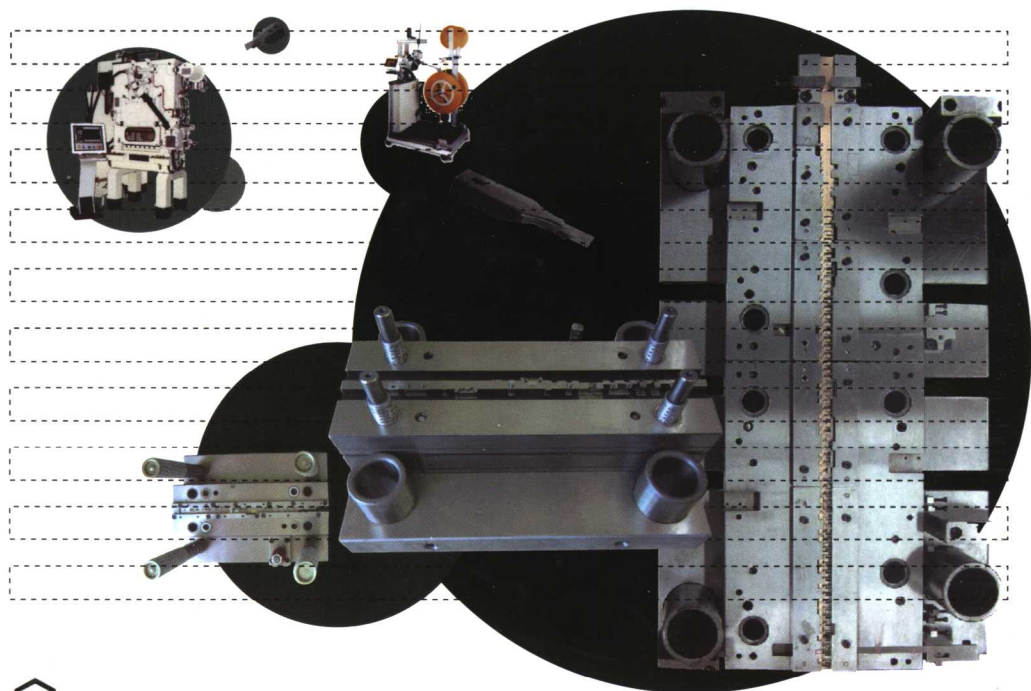
DIE TECHNIQUE

高速冲压

及

模具技术

陈旭明 肖小亭 著



化学工业出版社

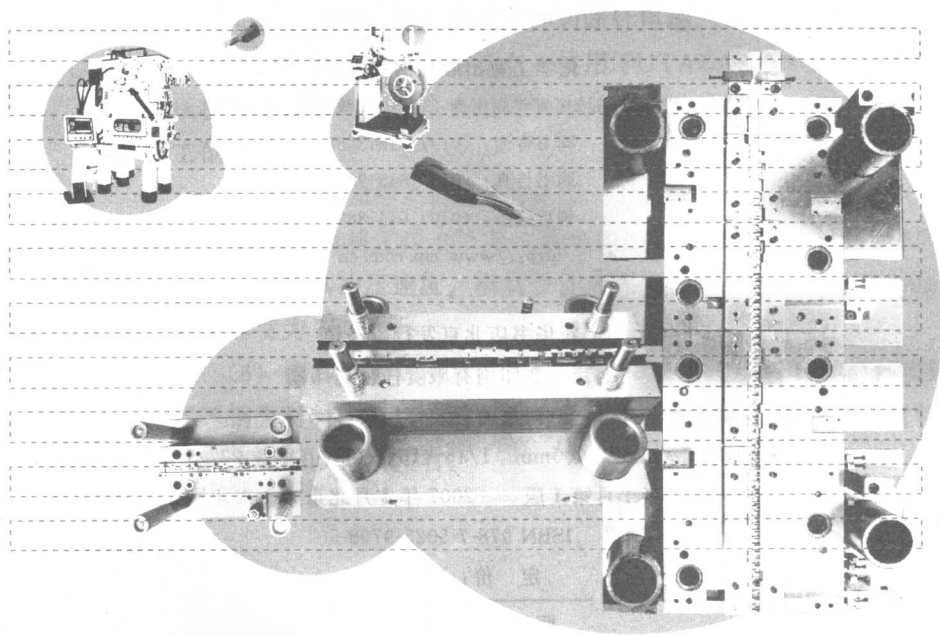
HIGH SPEED STAMPING

&

DIE TECHNIQUE

高速冲压 及 模具技术

陈旭明 肖小亭 著



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

高速冲压及模具技术/陈旭明, 肖小亭著. —北京: 化学工业出版社, 2006. 11
ISBN 978-7-5025-9708-5

I. 高… II. ①陈…②肖… III. 冲模-基本知识
IV. TG385. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 138185 号

高速冲压及模具技术

HIGH SPEED STAMPING & DIE TECHNIQUE

陈旭明 肖小亭 著

责任编辑: 刘丽宏 张兴辉

文字编辑: 陈 喆

责任校对: 边 涛

封面设计: 尹琳琳

*

化学工业出版社出版发行

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

购书咨询: (010) 64518888

购书传真: (010) 64519686

售后服务: (010) 64518899

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 14½ 字数 237 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-5025-9708-5

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

相对于普通冲压而言,高速冲压的速度每分钟在几百次到上千次,因此其生产效率要高出普通冲压上十倍甚至几十倍,被誉为是一种质量好、效率高、适合于大规模生产、成本低的先进制造技术,在电子、电器、汽车家电等工业领域的应用越来越广泛,如电子接插件、电器接插件、各类连接器、IC 框架、汽车连接件、空调器散热片、医疗器件等一些中小型及微细金属零件及超微细金属零件均可实现高速冲压。

·高速冲压技术是集设备、模具、材料和工艺等多种技术于一体的高新技术。主要表现为:实现高速冲压的设备不但本身具有高的加工精度和全自动化数字化功能,其配套的周边设备、模具的结构设计、材料选用等均需考虑由于高速条件下温度、振动等效应带来的影响;工艺设计时的排样和出料、定位和导料等都必须考虑速度因素。这些也是高速冲压需要达到高生产率、获得高精度零件,并保证模具和设备的使用寿命长、制品的材料利用率高的关键技术。

高速冲压技术是近 20 年发展起来的先进成形加工技术,20 世纪 80 年代末开始在我国的一些外资企业应用,当初其设备和模具均是依靠进口。最近 10 年来我国在高速冲压技术方面从引进、消化吸收到自主开发都有了较快的发展,有了自主开发的高速压力机、高速冲压用模具材料、可自行设计和加工高速冲压用多工位级进模具等。但是其水平与发达国家相比还有较大的差距。如何缩小与发达国家的差距,加快我国高速冲压技术的推广应用,是冲压行业工程技术人员义不容辞的责任。为此,著者结合多年在高速冲压领域的工作积累和研究成果著成此书,希望对我国高速冲压技术的发展起到积极的推动作用。

本书为国内首次出版的介绍高速冲压技术及高速冲压模具设计的专著。内容包括高速冲压技术的现状与发展、高速冲压设备概述、高速冲压模具设计技术、高速冲压模具制造技术、高速冲压的附属装置及高速冲压模具设计实例等。重点涉及高速冲压模具的结构设计、速度设计、精度设计、寿命设计、冲压系统的安全性及可靠性设计等。本书可供从事高速冲压技术及高速冲压模具设计

的工程技术人员参考。在高速冲压技术与模具的研究与开发中，也可从本书得到启示和帮助。

本书第一著作人是长期从事高速冲压技术及高速冲压模具设计工作的高级工程师，是外企第一批从事高速冲压技术及高速冲压模具设计工作的资深工程师，长期在相关著名企业从事技术设计及技术管理工作。本书第二著作人是长期从事金属成形理论、工艺及模具教学与研究的工学博士、教授，现为全国冲压学术委员会委员，广东省锻压学会常务理事，具有丰富的理论与实践经验。

对于本书的完成，感谢长期以来与著者一起工作过的多位工程师、资深工程师，感谢 Mr. CCIP。

由于高速冲压技术在我国推行的时间不长，没有相关的参考资料，加之作者水平、经验所限，不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

著者

2006 年 9 月

目 录

第 1 章 绪论 (introduction)	1
1.1 冲压工艺的分类 (classify stamping)	1
1.2 冲压工序的组成及分类 (composing & classify of stamping working procedure)	3
1.3 高速冲压的定义 (definition of high speed stamping)	6
1.4 高速冲压技术的现状与发展 (actuality & develop of high speed stamping technic)	6
第 2 章 高速冲压设备概述 (summarize of high speed stamping machine)	9
2.1 各类高速冲压机器概述及选用 (summarize & choose of high speed stamping machine)	9
2.2 高速冲压机器及系统 (high speed stamping machine and system) ...	16
2.3 高速冲压机器控制功能特点 (control function of high speed stamping machine)	17
2.4 高速冲压各类送料调节器及特点 (motorized pitch length adjustment)	20
2.5 高速冲压机器的保养与维护 (maintenance of high speed stamping machine)	23
第 3 章 高速冲压模具设计技术 (part III design technique of high speed stamping die)	25
3.1 模具概述 (summarize of die)	27
3.2 高速冲压模具设计概述 (summarize of design for high speed	

stamping die)	30
3.3 高速冲压模具间隙设计标准 (design standard of high speed stamping for clearanc)	38
3.4 高速冲压模具精度参数设计 (design of high speed stamping for precision parameter)	43
3.5 高速冲压工艺及结构参数设计 (design of high speed stamping for technics & structure parameter)	51
3.6 高速冲压模具结构及零件设计 (design of high speed stamping die for structure & part)	61
3.7 高速冲压模具标准零部件简介与选择 (synopsis & choose of high speed stamping die for standard part)	105
3.8 高速冲压模具速度设计 (speed design of high speed stamping die)	108
3.9 高速冲压系统安全性、可靠性设计 (security & reliability design of high speed stamping system)	112
3.10 高速冲压模具寿命设计 (life design of high speed stamping die)	116
3.11 高速冲压模具的试冲压程序 (program of high speed stamping for the first time try stamping)	123
第 4 章 高速冲压模具制造技术 (part IV manufacture technique of high speed stamping die)	125
4.1 高速冲压模具材料的类型与使用 (type & apply of high speed stamping die for material)	125
4.2 高速冲压模具制造技术与工艺 (manufacture technique & technics of high speed stamping die)	128
第 5 章 高速冲压的附属装置/机器及润滑与冷却简介 (brief introduction of appartain sets/machine of high speed stamping lubricate & refrigeration)	133
5.1 高速冲压使用的附属装置/机器 (appertain sets/machine make use of high speed stamping)	133
5.2 冷却装置/机器 (appertain sets/machine of high speed	

stamping)	135
5.3 高速冲压的润滑与冷却 (lubricate & refrigeration of high speed stamping)	136
第 6 章 高速冲压模具设计实例 (part VI design example of high speed stamping die)	139
6.1 导论 (introduction)	139
6.2 接受类通用端子高速冲压模具设计实例 (design example of high speed stamping die for receptible currency terminal)	140
6.3 插入类通用端子高速冲压模具设计实例 (design example of high speed stamping die for inset currency terminal)	151
6.4 紧固类通用端子高速冲压模具设计实例 (design example of high speed stamping die for ring currency terminal)	172
6.5 弹性接触片类产品高速冲压模具设计实例 (design example of high speed stamping die for elasticity contact piece)	175
6.6 连接器产品金属元器件高速冲压模具设计实例 (design example of high speed stamping die for metal parts of an apparatus apply connector)	196
6.7 IC 框架类元器件高速冲压模具设计实例 (design example of high speed stamping die for metal parts of an apparatus apply lead frame of IC)	221
参考文献	224

第 1 章 绪论

(introduction)

1.1 冲压工艺的分类

(classify stamping)

冲压工艺可根据冲压温度状况、冲压加工的自动化程度、冲压件的精度和冲压工序等多种方法进行分类。

1.1.1 按冲压温度状况的冲压分类

按照冲压时的温度情况，冲压工艺有冷冲压、温冲压和热冲压三种方式。这取决于材料的强度、塑性、厚度、变形程度以及设备能力等，同时应考虑材料的原始热处理状态和最终使用条件。

(1) 冷冲压 被冲压金属在非加热的正常温度（室温）下的冲压加工，一般适用于厚度小于 4mm 的坯料。优点为不需要加热，无氧化皮，表面质量好，操作方便，费用较低。缺点是有加工硬化现象，严重时使金属失去进一步变形的能力。冷冲压要求坯料的厚度均匀且波动范围小，表面光洁、无斑、无划痕等。

(2) 温冲压 在被冲压金属加热至再结晶温度以下的一种中温冲压。

(3) 热冲压 在被冲压金属加热超过再结晶温度的一种高温冲压加工方法。优点为可消除内应力，避免加工硬化，增加材料的塑性，降低变形抗力，减少设备的动力消耗。常用材料热冲压的温度范围见表 1-1。

一般情况下，高速冲压属于冷冲压。

表 1-1 常用材料热冲压的温度范围

材 料 牌 号	热冲压温度/℃	
	加 热	终 止 (≥)
Q235A, 15, 20	900~1050	700
16Mn, 16MnRE, 15MnV	950~1050	750
15MnVRE, 15MnTi, 14MnMoV	950~1050	750
18MnMoNb, 18MnMoNbRE	950~1050	750
15MnVN, 15MnVNRE	950~1050	750
Cr5Mo, 12CrMo, 15CrMo	900~1000	750
14MnMoVBRE	1050~1100	850
12MnCrNiMoVCu	1050~1100	850
14MnMoNbB	1000~1100	750
0Cr13, 1Cr13	1000~1100	850
1Cr18Ni9Ti, 12Cr1MoV	950~1100	850
黄铜 H62, H68	600~700	400
铝及其合金 L2, LF2, LF21	350~400	250
钛	420~560	350
钛合金	600~840	500

1.1.2 按自动化程度的冲压分类

(1) 非连续的单一工位或复合冲裁成形冲压 在冲床的一次行程中，在模具平面的同一坐标位置上完成单道工序或两道或以上工序的非连续冲压。如传统的汽车行业的冲压车间，绝大多数都配置了由一台双动压力机和数台单动压力机组成的冲压生产线，每台压力机一般需有 4 人进行人工操作，生产效率较低。

(2) 级进式连续冲压 在冲床的一次行程中，在模具平面的不同坐标位置上完成两道工序或以上的冲压，它完成从整盘卷带原材料逐步形成散件或连续产品的连续冲压，它可以在一模中各个不同工位由带料携带半成品移动逐步形成一个完整的产品，它是多工位单一模具制造多个冲压工序产品的冲压。级进式连续冲压属于高速冲压应用范畴。

(3) 传递式冲压 在冲床的一次行程中，在模具平面的不同坐标位置上完成两道工序或以上的冲压，基本上它是独立的单工序冲压或简单复合冲压的联合，依照产品的复杂性及工序的数量有几个到数十个工位，由直线式或转盘式传送系统装置夹持与冲压工序过程匹配的单个产品按前后顺序完成冲压传送，它是多工位多模制造多个冲压工序产品的冲压。传递式冲压属于连续冲压应用范畴，部分较高速度及以上的属于高速冲压应用范畴。

(4) 机器人式自动化冲压生产线 用机器人操控原材料从仓库到冲压机包括机内模具更换、卸装到产品装配包装或传递至下部冲压机的—种自动化冲压生产线形式。

机器人式自动化冲压生产线可以涵盖非连续的单一工位或复合冲裁成形冲压、级进式连续冲压、传递式冲压或者它们的部分的组合。如济南第二机床厂与美国 ISI 机器人公司现合作生产的压力机生产线自动化系统（机器人）与早期由压力机驱动的同步冲压生产线就不一样。现在的自动化系统（机器人）实际上控制着压力机生产线，压力机均以单次行程规范工作，由自动化系统（机器人）控制生产线上各台压力机在什么时候冲压和各工序间的工件运动，从整条压力机生产线传出的冲压工件是按一定节奏、连续不断进行的，从而明显提高了生产速度。

压力机生产线自动化系统（机器人）可以保证高要求冲压工件的表面质量，这对于汽车行业中的轿车的外覆盖件尤为重要。可以在大幅度减少压力机操作人员的情况下成倍提高冲压工件产量，从而降低了成本，提高了生产效率；可以解决大型冲压工件无法安全上、下料的难题，根除了操作人员的不安全性，减轻了劳动强度；还可以满足各工序间的工件大量再定向，最大限度提高了设备的使用效率。

压力机生产线自动化系统（机器人）一般由拆垛装置、上料装置、穿梭传送装置和下料装置等部分组成。拆垛装置包括料垛传送、提升分层、双料检测、涂油和定位等单元。上料装置和下料装置结构相同，有可编程控制器控制的垂直和水平运动机构，相适应各冲压工件的端拾器；端拾器有夹钳和真空吸盘两种形式。

1.1.3 按冲压件精度的冲压分类

(1) 普通精度冲压 冲压件尺寸精度在 IT7~IT8 级以上及形位精度在 IT8~IT9 级以上，披锋不大于 0.05mm 的冲压。

(2) 精密冲压 冲压件尺寸精度在 IT6 级以内及形位精度在 IT7 级以内，披锋不大于 0.01mm 的冲压。

(3) 特别要求冲压 包括对向凹模冲压、负间隙冲压、微间隙冲压、光洁冲压等。

1.2 冲压工序的组成及分类

(composing & classify of stamping working procedure)

冲压一般为三种基本冲压工序类型的单一或复合，通过这些工序完成金

属片、带或丝的最终产品要求的外形和尺寸或装配的金属零件加工。三种基本冲压工序类型为：分离工序、成形工序、装配工序。

1.2.1 分离工序 (separate processes) 的概述

分离工序是在冲压过程中使冲压件与坯料沿一定的轮廓线相互分离，同时冲压件分离断面的质量满足一定要求的冲压工序。它包括：落料、冲孔、切断、切口、切边、剖切等。分离工序见表 1-2。

表 1-2 分离工序

工序	图 例	特点及应用范围
落料		用模具沿封闭线冲切板料，冲下的部分为工件，其余部分为废料
冲孔		用模具沿封闭线冲板材，冲下的部分是废料
切断		用剪刀或模具切断板材，切断线不封闭
切口		在坯料上将板材部分切开，切口部分发生弯曲
切边		将拉深或成形后的半成品边缘部分的多余材料切掉
剖切		将半成品切开成两个或几个工件，常用于成双冲压

1.2.2 成形工序 (forming processes) 的概述

成形工序是使冲压坯料在不破坏的条件下发生塑性变形，并转换成所要求的成品形状，同时也满足尺寸公差等方面要求的冲压工序。它包括：

弯曲工序 (bending processes)；
 拉伸工序 (drawing processes)；
 缩口工序 (shrinking of jaws processes)；
 扩口工序 (enlarge of jaws processes)；
 翻边工序 (flanging processes)；
 涨形工序 (rise of form processes)；
 镦挤工序 (crush processes)；
 扭曲工序 (twisting processes)；
 卷曲工序 (curling processes)。

其中：

弯曲工序包括伸长类和压缩类两种冲压变形工艺；
 拉伸工序包括变薄拉伸工艺与不变薄拉伸工艺；
 翻边工序包括翻边工艺与翻口工艺及翻孔工艺；
 涨形工序属于带有拉伸变形与翻边变形的一种冲压变形工艺范畴；
 镦挤工序属于开式或半开式锻造变形工艺范畴；
 扭曲工序属于非平面（曲面）弯曲变形工艺范畴；
 卷曲工序属于压缩类弯曲变形工艺范畴。

成形工序的变形关系示意图如图 1-1 所示。

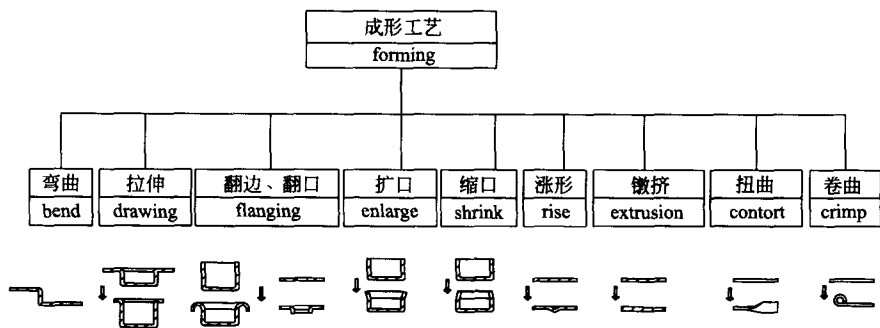


图 1-1 成形工序的变形关系示意图

冲压工序大致可以分为分离工序和成形工序两大类。

1.2.3 装配工序 (assembly processes) 的概述

装配工序是用冲压的方法完成两个或两个以上的零件的组合或装配,它可能包括完成两个或两个以上的成品的组合或装配,或完成两个或两个以上的半成品的再加工的组合或装配。一般情况下,装配工序使用在专门双向送料的高速冲压机器、专门模具的单冲或特殊的传递模中,在现代冲压中装配工序是有发展前途的。

1.3 高速冲压的定义

(definition of high speed stamping)

冲压按速度可分为四种。

- (1) 低速冲压 (single work-place stamping or lowness speed stamping) 指模具在非连续或连续速度低于 200 次/min 范围内运行。
 - (2) 中速冲压 (middling stamping) 指模具在连续速度 200 ~ 400 次/min 范围内运行。
 - (3) 高速冲压 (high speed stamping) 指模具在连续速度 400 ~ 1200 次/min 范围内运行。
 - (4) 超高速冲压 (overstep high speed stamping) 指模具在连续速度超过 1200 次/min 范围内运行。
- 所有的连续冲压设计均可以划归于高速冲压设计技术的范畴。

1.4 高速冲压技术的现状与发展

(actuality & develop of high speed stamping technic)

1.4.1 高速冲压设计技术现状与发展

(1) 高速冲压模具设计软件工具现状与发展 当前有多种以 CAD 为主要载体的各类设计软件、部分基于专家系统的专业设计软件及各类 CAD/CAM 应用于高速冲压模具开发设计与制造系统。随着软件技术的发展,将会有更多的操作更方便、更高效、更专业的设计软件工具应用于高速冲压模

具设计,更高效的CAD/CAM应用于高速冲压模具开发设计与制造系统也将越来越普及。

(2) 高速冲压设计技术现状与发展 当前高速冲压设计技术对于中高速冲压及中高级精度的冲压有比较成熟的各类工厂标准、设计理论、设计经验,现代高速冲压技术的发展,将在超高速冲压、微细零件及超微细零件的高速冲压、超精密高速冲压、超复杂化零件及复杂零件的组合高速冲压、超高寿命的高速冲压系统及更高安全性可靠性超高速冲压系统有更多的发展,高速冲压设计技术将不仅仅是高速冲压模具的设计,而是涉及高速冲压全过程的系统的技术设计,将着重于超高速冲压的速度设计、超精密高速冲压的精度设计、冲压系统超高寿命设计、安全可靠性设计的研究与试验。

1.4.2 高速冲压模具制造技术现状与发展

现代高速冲压模具制造设备以高精度平面磨床、高精度光学曲线磨床、高精度坐标磨床、高精度线切割机床及高精度镜面电火花机床为主流设备,加工精度以微米(μm)计,对于高精密、高速及超高速模具,其制造工房、装配工房与生产工房要求恒温环境,实现设计与制造一体化的计算机设计与制造辅助系统控制。现代高速冲压模具制造技术将向超高精密($0.1\mu\text{m}$ 级)精度制造、微型及超微型零件制造发展。

1.4.3 高速冲压机器系统现状与发展

现代高速冲压机器系统从机器的使用吨位、机器的精度、机器的冲压速度及其附属配套装置已经形成了完整的系列以及各种针对某类产品的专门高速冲压机器系统,近期高速冲压机器系统的自动化程度、机器系统的精度包括送料精度及冲压精度、机器系统的安全与可靠性监控、机器系统的速度等方面有了很大的发展。

(1) 在冲压系统精度方面 通过对制造、装配系统精度方面、一些特殊结构系统及精度补偿方式的研究及提升,制造、装配系统精度方面的研究及提升,使整个冲压系统的精度能保证系统长的使用寿命、系统非常高的安全性、高速及超高速的冲压工作速度。

(2) 在机器系统的安全与可靠性监控及机器使用方面 机械工程已很好地结合了最先进的电子科技,功能全面、先进的PC科技,冲压过程实现了全程监控,运作可靠和便于使用的新的附加功能都已包括在内,如模具数据

的储存, 冲压力度测量系统或模具钳夹系统的集成, 运用对冲压过程中的温度变化进行补偿的系统是安全和精密的冲压加工的重要性, 重要组件滑块导向系统的特殊的设计, 由于冲压过程中产生的热量使滑块区域的温度升高, 但滑块的膨胀不会在滑块导向系统上产生附加载荷, 独特的滑块导向方式允许滑块自由膨胀, 但又不失去导向功能, 滑块导向系统采用简单的静压滑动轴承可确保长寿命、无磨损和保持高精度, 偏心载荷几乎是所有模具冲压都存在的普遍问题, 模具冲裁一侧所受的力要压印和弯曲一侧所受的力要小, 尤其是在安装和模具调整时, 由于送料步距有误, 造成模具一侧叠片, 并且设计独特的滑块导向系统位于送料面(合模面)上, 大大提高机器系统的安全与可靠性。

(3) 在冲压系统速度方面 通过对动平衡系统及制造、装配系统精度方面的研究, 已经有超过 2000r/min 的超高速冲压机器系统。

随着现代高速冲压机器系统的发展, 将重点提高机器系统的自动化程度及机器系统的精度, 重视对机器系统的全方位监控、各类超高速机器系统等方面的发展及各类专业化程度(特殊化的微小元器件的超精密超高速冲压)更高的超高速机器系统的发展。

第 2 章 高速冲压设备概述

(summarize of high speed stamping machine)

2.1 各类高速冲压机器概述及选用

(summarize & choose of high speed stamping machine)

高速冲压机器品种繁多、各生产企业型号及规格多，并且有大量的、特殊的、专用的高速冲压机器品种，本文仅介绍几种典型的通用高速冲压机器。

典型的高速精密冲压机器如图 2-1～图 2-5 所示。

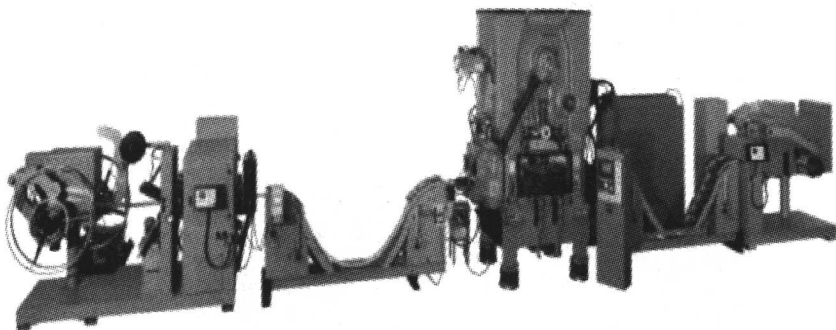


图 2-1 典型的高速精密冲压机器示范 (一)