

金属手册

第九版 第十四卷

成型和锻造

〔美〕美国金属学会 主编

机械工业出版社

金 属 手 册

第 九 版 第十四卷

成 型 和 锻 造

〔美〕 美国金属学会 主编



机 械 工 程 学 院 图 书 馆 社

(京) 新登字 054 号

“金属手册”第9版第14卷系统描述了金属压力加工工艺。对常规锻造工艺(自由锻、模锻、环形轧制、热锻和回转锻)和冲压工艺(落料、剪裁、成形、弯曲和拉延)进行了深入讨论。并增补了热挤压、静液挤压、线材棒材和管材的拉拔以及板材条材和型材的轧制。同时还详细描述了成形新工艺,其中有:径向锻造、摆动辗压、精密锻造、粉末锻造、等温锻和热模锻、超塑性金属板材成形、磨料液流喷射切割和激光切割等。尤其是计算机辅助工艺设计、模拟和控制,压力加工中的统计学等内容的引入,更增添了本书的先进性。

本书可供从事金属压力加工的工程技术人员及大专院校师生参考。

Metals Handbook
Ninth Edition
Volume 14
Forming and Forging
AMERICAN SOCIETY FOR METALS
1988

* * *
金 属 手 册
第九版 第十四卷
成 型 和 锻 造

〔美〕 美国金属学会 主编

责任编辑: 刘彩英 版式设计: 胡金瑛

责任印制: 卢子祥 责任校对: 肖新民

*
机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码: 100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京交通印务实业公司印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*
开本 787×1092¹/₁₆·印张79·插页2·字数 2484千字

1994年5月北京第1版·1994年5月北京第1次印刷

印数 0 001—1 450·定价: 165.50元

*
ISBN 7-111-03510-0/TG·770

前 言

锻压工艺是涉及材料学最古老最重要的工业技术。《金属手册》第9版第14卷准确全面描述了这些工艺。

当前,工业企业必须不断地估价竞争性材料及把每种材料加工成成品所采用的工艺成本。在不失产品质量的情况下,经济地进行加工制造是首要的。因此“精密”成形方法,最终和接近最终成品形状的成形工艺,以及建立在现代统计方法和计算机基础上的工艺设计及控制技术是非常重要的。本卷可以作为锻压新技术最宝贵的文献,并且也为更规范确定金属成形工艺提供了坚实基础。

本卷为金属手册第9版,是讨论形成金属工件技术三个卷本中的第二本,第一本即《粉末冶金》卷已在1984年出版,第三本即《铸造》卷将随本卷之后出版。这些重要的著作文献对冶金学作出了巨大贡献。这也使读者可以获得金属成形方法方面的丰富信息资料。

这部著作是数百名科技工作者的结晶,是这个时代的顶点。对这些编著者我们表示诚恳感谢。学会特别感谢 S.L.Semiatin 博士,他在组织编辑这卷中做出了不懈努力。最后我们感谢 ASM 手册委员会提供的支持和指导,感谢富有经验的编辑人员的辛勤工作。这一共同贡献的成果是与金属手册能够连续出版的优良传统联系在一起的。

ASM 国际部主席
William.G.Wood
ASM 经营部主任
Edward.L.Langer

序 言

金属加工是涉及材料学最古老技术之一，因而也是在制造金属产品中占较大比重的原因。包括变形工艺在内的金属压力加工技术是十分有用的。在工业制造中，采用变形工艺可以生产出具有一定物理力学性能的各种不同简单或复杂形状的工件。很难设想，没有这些产品我们人类生活将会怎样。

金属手册第8版在两个分卷中讨论了金属压力加工各个领域。锻造收入《锻造与铸造》卷（第3卷）中，而板材成形则单独成一卷，《成形》卷（第4卷）。在现行的金属手册第9版中，决定将这些文献集中在一卷中讨论。

在编辑过程中对第8版中所有文章的技术内容进行了修订，有些文章只做少量修改，而其他文章全部重写。关于体积成形部分进行了增补以便与广泛收集的锻造文章相平衡。在新增加部分中，如传统的热挤压、静液挤压，金属线材、棒材和管材的拉拔，以及板材、条材和型材的轧制专题都进行了讨论。

此外，还增补了大约20篇新文献，用于描述自金属手册第8版出版以来，业已出现的先进的金属压力加工技术。这些先进技术已编入新工艺、新材料技术和新工艺与控制方法的类目中。新工艺包括等温锻和热模锻，精锻和金属板材的超塑性成形。新材料技术集中在普遍用于热力工艺、特别是用于航空合金和金属可加工性与可成形性方面发展。在新工艺设计和控制领域中有几篇文章总结了有效数学统计方法。这种方法已经发展到可以把金属压力加工从经验技艺带进到科学技术王国。这些科学技术允许成形工程师在没有实际模具结构及占用生产设备的条件下进行单一的或多种成形工艺的模具和预成形设计。随着用户支持计算机程序和低成本的计算机的发展，这些技术正在迅速发展，并不断被世界范围的制造厂家所采用。

感谢组织、撰写、编辑和修订本卷各篇章的诸位参加者，在这项工程中他们志愿奉献的时间和精力是无价的。我们对ASM手册的工作人员表示感谢。直到有人用本卷进行实际工作时，倾注于本卷大量细致工作的ASM全体人员才得以真正的欣慰。

本卷主编
S.L.Semiatin.

译 者 简 言

“金属手册”第九版第十四卷，《成形和锻造》卷，它也可以称“美国金属压力加工手册”。这本书在我国首次翻译出版发行。目的在于为我国有关科技人员提供美国金属压力加工业科技文献和信息。

该书的特点是着重描写了金属压力加工工艺、材料和新技术。其中新技术包括计算机辅助工艺设计、模拟和控制；高压磨料液流切割技术；激光切割等。

参加本卷翻译工作的人员有：涂光祺、范坚祥、何德誉、刘才正、江国屏、皇甫骅、王燕文、何钿、杨志敏、李社剑、颜寿葵、贾武章、徐恺娣、阎承沛、王焱山、阳永春、白炳哲、金全林、杨青春、陈再良、赵彦琴、张倩生、李荣洪。全书由王燕文、贾武章、苏敏文审校。

译 者

目 录

专业术语	1
成形和锻造工艺引论	25

锻造设备和模具

锻造用锤和压力机	35
锻造设备的选用	48
热锻模具和模具材料	58

锻 造 工 艺

自由锻	81
锤上和压力机上开式模锻	99
热锻	110
辗锻	127
高能率锻造	131
辗环	140
棒材和管材的旋转锻造	166
径向锻造	189
等温锻造和热模锻造	195
精密锻造	204
旋转锻造	230
压印	236
粉末锻造	246

碳钢、合金钢、不锈钢及耐热合金的锻造

碳钢和合金钢的锻造	283
不锈钢的锻造	292
耐热合金的锻造	304
难熔金属的锻造	312

有色金属的锻造

铝合金的锻造	317
铜及铜合金的锻造	338
镁合金的锻造	341
镍基合金的锻造	344
钛合金的锻造	353

冷锻和冷挤压

冷锻	379
冷挤压	389

其它体积成形工艺

普通热挤压	411
静液挤压	427
线材、棒材和管材的拉拔	431
板材、棒材和型材的轧制	447

可加工性能的评估

引论	473
可加工性能试验	486
体积成形工艺中可加工性能理论及其 应用	507

体积成形的计算机辅助工艺设计

引言	529
锻造工艺设计	531
用于锻造工艺设计的模拟技术	541
锻造工艺设计的数据采集	571

薄钢板、带材及板材的落料和冲孔

低碳钢板的落料	579
低碳钢板的冲孔	598
精密落料和冲孔	615
电工钢板的落料和冲孔	620
落料和冲孔模具材料的选择	629

薄板、带材和板材成形模具和润滑

金属板材成形压力机和辅助设备	637
压力机成形模具材料的选择	657
深拉延模具材料的选择	663
金属板材成形中润滑剂的选择及 使用	669

薄板、带材及板材的成形工艺

低碳钢板的压弯	685
折弯机成形	699
低碳钢板的冲压成形	716
高碳钢板的冲压成形	732
覆层钢板的冲压成形	738
钢条料在多滑块压力机上的成形	747
深拉深	757
拉张成形	778
旋压	788
橡皮垫成形	797
三辊轧制成形	813
轮廓轧制成形	824
爆炸成形	840
电磁成形	851
落锤成形	864

棒材、管材和线材的成形

棒材和型材的弯曲	873
管材的弯曲与成形	879
管材的旋压	894
棒材、型材及长工件的矫直	901
管材的矫直	915
线材的成形	920

剪切、纵切和切割

板材和薄板的剪切	927
板卷及带材的纵切和剪切	937
条材和型材的剪切	945

热切割	953
激光切割	975
高压磨料液流喷射切割	986

不锈钢和耐热合金板材的成形

不锈钢板材的成形	1005
耐热合金板材的成形	1035
难熔金属板材的成形	1043

有色金属板材的成形

铝合金板材的成形	1051
铍板材的成形	1072
铜和铜合金板材的成形	1077
镁合金板材的成形	1099
镍基合金板材的成形	1108
钛和钛合金板材的成形	1117
铂族金属板材的成形	1132
超塑性金属板材的成形	1136
附录：铁基合金的超塑性	1158

二次（板）成形可成形性评估

金属板材成形性能的试验	1167
-------------------	------

板材成形工艺设计

CAD/CAM 在板材成形中的应用	1201
板材成形的工艺模型和模拟	1212
成形工艺的统计分析	1235
公制换算指南	1250
缩写和符号	1253

专 业 术 语

A

Air bend die 悬空弯曲模 角度成形模, 金属在模具中成形时不和模底相碰。金属只和凸模的顶端及▽形开式凹模的两边, 从横截面看三个点接触。

air lift hammer 空气落锤 重力落锤之一, 锤头靠一个空气缸来提升, 由于行程长度可调, 锤头速度及由此给予工件的能量也可以变化。所以也被看作是一种落锤或重力锤。

angle of bite 咬入角 金属轧制时通过轧辊传递所有作用力的位置参数, 是轧辊中线和轧辊与毛坯首次接触处轧辊半径之间可能达到的最大角度。实际轧制的角度小于咬入角称为接触角或者轧制角。

Angulativity 角差 与型材或棒材横截面所规定

的角度尺寸的一致性或误差值。

anvil 砧座 大而重的金属块用来支承机架和锻锤的固定模具, 还有锻工用来进行手工锻的金属砧子。

anvil cap 砧帽 和垫砧相同

automatic press 自动压机 压机具有电器和气动控制系统, 工件通过压机时和压力机的动作同步机械化送进。自动压机制动: 为了停止压力机动作的机器产生的一种指令。一般在完成一个周期之后脱开离合器和接通制动器。

axial rolls 轴向轧辊 在圆环轧制中, 立式可换锥形轧辊装在一个水平可换机架上和主轧辊和轧制芯棒中心线一致但相对应。轴向轧制在轧制时控制环的高度。

B

backward extrusion 反挤压: 和非直挤相同, 见挤压

bar 棒材 (1) 从一个毛坯热轧成一个截面形状为圆的、六角的、八角的、方形的、矩形的, 具有尖的或圆的角或边, 而且截面积小于 $105\text{cm}^2(16\text{in}^2)$ (2) 实心材长度和截面尺寸比较长得多, 具有完全对称的横截面, 且宽度或者平行面之间最大距离在 $9.5\text{mm}(3/8\text{in})$ 以上者。

barreling 鼓形 圆柱体或锥体表面的凸度常在锻粗时无意中产生或者成为在压缩试验时的一种正常的结果。

bead 卷边 板形金属工件或零件上的一种狭窄的凸边筋, 一般用来起加强作用。

beaded flange 卷边凸缘 用一低的筋加强的凸缘, 常用在孔四周。

bed 床台 (1) 压力机的固定工作台, 下模按装在它上面。(2) 剪床的固定部分, 它支承被剪的

材料和固定刀片。

bend or twist(defect) 弯曲或扭曲(缺陷) 一般在锻造或切边工序时引起的类似挠曲的畸变。当变形沿长度方向产生时称为弯曲, 沿宽度方向时称为扭曲, 当弯曲和扭曲超过公差时认为是缺陷, 纠正的方法可以是手工校直、机器校直或者冷击校正。

bend angle 弯曲角度 弯曲工序完成的角度, 即两个弯曲斜线或斜面形成的角度的补角。

bending 弯曲 常指金属平板或条料的一种变形工序。由于金属挠线处在中性面内某一轴线移动, 在金属塑性区产生金属流动所以在除去所加应力后, 被弯部分保持了永久变形, 在弯曲断面的中性面内侧是处于压缩状态, 其余部分是拉伸状态, 请查弯曲应力。

bending brake or press brake 弯曲机或压弯机 是一种开式单动压力机, 柱间距离较宽, 台

面设计得可装狭长的折刀或模具,用来弯曲或成形条料、板料、型材(制成箱体、面板、顶板等等)。

bending dies 弯曲模 用于压力机上弯曲板材或棒材成各种形状的模具。用冲头推毛坯进入模具上形状相似的凹腔或者由压下的冲头带动的辅助附件来完成操作。

bending rolls 辊弯机 具有两辊以上的各种机械设备,用于弯曲成形板材或型材。

bending stress 弯曲应力 各种拉伸或压缩的应力,它们是不均匀分布的。其最大值取决于适用给定要求的曲率值,弯曲的阻力可以称为刚度。

bend radius 弯曲半径 弯曲型材的内侧半径。

billet 钢坯 (1)热轧钢锭时的半成品,其横截面为矩形,一般尺寸为 $105\sim 230\text{cm}^2$ ($16\sim 36\text{in}^2$),宽度小于二倍的厚度。当横截面超过 230cm^2 (36in^2)时称大钢块更合适,但不常用。尺寸小于 106cm^2 (16in^2)常称棒材。

(2)实心圆或方截面的半成品由锻造、轧制或挤压等热加工制出,见棒材一词。

blank 毛坯 (1)冲压时在冲裁模中制出的一片板材,往往还要进一步冲压加工

(2)用来制造锻件的一块坯料,常称棒材或段料。

blank holder 压边圈 拉深或成形模的一个零件,它阻止工件移动,以避免材料起皱或撕裂。

blanking 冲裁 冲压工序之名称,从坯料上剪切或切断出一块预定形状的工件。

block 预锻 使金属分布大致与终锻一致的预锻工序。

block and finish 预锻与终锻 锻制一个锻件在一火内进行,预锻和终锻采用在同一模块上有二个模膛,预锻模膛和终锻模膛的模具进行。

block, first, second and finish 一次,二次预锻和终锻 在一台锻压机上装三付模具,锻一个件按程序通过三付模具锻出,三道工序一火完成。

blocker dies 预锻模 具有粗略轮廓,大的圆角,拔模斜度 7° 以上,余量也超过终锻形状,见终锻余量。

blocker-type forging 预锻状锻件 形状近似零件大致形状,具有比较粗略的加工余量及圆角半径的锻件,这类锻件有时是为了降低模具成本。因为若只要求小批量的锻件而切削加工到零件最终形状的费用又不大时用之合适。

blocking 预锻 常常用来使锻件得到一个中间形状的锻造工序,作为锻件在模具终锻模膛达到最终形状前的准备工序。预锻可以保证材料加工的正确和增加模具寿命。

blocking impression 预锻模膛 给预锻件近似形状的模膛。

bloom 钢坯 一种热轧半成品,截面为矩形。由钢坯轧机生产,可见毛坯一词。对于钢材来说,钢坯的宽度小于两倍的厚度,其横截面一般小于 230cm^2 (36in^2),钢坯有时用锻造方法生产。

blooming mill 开坯轧机 初轧轧机用于制造钢坯。

board hammer 夹板落锤 锻锤的一种形式,其上锤头和模具装在“夹板”上,“夹板”由驱动辊子提升到锻打位置,靠重力落下,见落锤一词。

bolster plate 垫板 可以固定模具的平板,装牢在压力机床身的上端面,在压力机锻造中,这样的垫板还装在滑块上。

boss 凸台 锻件表面一种较短,常为圆柱形的突出和隆起部分。

bottom draft 底面斜度 在锻模凹腔底部的斜坡或锥度部分,用来帮助金属流向凹腔周边。

bottoming bending 整形弯曲 是折弯弯曲工序,其上模(凸模)进入下模并精压或调整材料使得回弹消除。

bow 弓形弯 在剪切时材料向下弯曲的一种趋向,特别在剪切长狭条时会产生。

breakdown 开坯:

(1)一种初轧或初拉工序,或者是一系列的下列工序,这些工序是为了在最终工序之前压制一个钢锭或挤压型材到预定的尺寸。

(2)一种预备性的压机锻造工序。

buckling 压曲 工件的鼓凸、弯曲、扭曲或其他挠弯状态,由于压缩应力引起的,见压缩应力一词。

bulging 胀形 增加圆柱形壳体直径的工序(一般成一球形)或者扩展任何壳体或箱体形外壁的工序,这些壳体壁原先是直的。

bulk forming 体积成形 挤压、锻造、轧制和拉拔等成形工艺均称为体积成形。所用原材料是钢坯、棒材、或扁厚型材,在巨大的压缩力作用下成形部分的面积对体积之比率产生显著增加,请与板料成形相比较。

bull block 拉丝机 用一电动转鼓通过拉丝模冷拉线材的机器。线材绕在转鼓上。

bulldozer 压弯机 慢动作水平机械压力机, 具有一个大床身, 用来弯曲和矫直。工作在模具中完成, 可以冷态或热态进行。这机器安放在锻机的近旁。

bur 毛刺 切割工序在锻件或板冲件上留下的薄的边缘突起物或凹凸不平物。这些切割工序如剪断、剪切、切边、冲裁或锯切。

buster 开坯模 一对具有某种形状的模具, 常用来组合预锻工序如滚压和预锻或者为了去除氧化皮。

C

camber 翘曲 从板材上剪下材料时产生的弯曲, 离开了板材所处的平面。

cam press 凸轮冲床 是机械压力机的一个种类, 其一个或多个滑块靠凸轮操纵, 往往一台双动压力机的压边滑块由凸轮操纵通过它产生压边力。

canning 包封

(1) 在一块平的或接近平的板材表面上产生的蝶形变形, 有时称为油凹封(oil canning)。

(2) 将一种高活性金属包封在比较惰性的材料里, 为了热加工时活性金属不产生过分氧化。

chamfer 倒角

(1) 一种消除尖角的斜面。

(2) 刀尖切削刃的一种后角。

check 裂纹

(1) 在模膛角上的一种开裂损坏, 一般由于锻造应力或压力造成, 产生在一些较尖的角部。模块对模膛深度来讲, 太硬也可能会引起在模膛角部产生裂纹或者开裂。

(2) 是热锻模由热疲劳引起的一系列小裂纹中的一种。

Chord Modulus 弦模数 在应力-应变曲线上任意二点所连接的弦的斜率。见弹性模数。

circle grid 圆网格 在金属板材上作出的一种直径常为2.5mm(0.1吋)的圆形格子的通用试样。

circle-grid analysis 圆形网格分析 圆环变形的分析, 用来决定板坯变形的激烈程度。

close tolerance forging 精确锻件 具有非常精确的尺寸公差锻件, 锻后需要很少或者不需要机械加工。见精密锻件。

closed die forging 开式模锻 热的金属完全在逐渐合在一起的模子的模膛或模壁之间成形, 使工件在各个方向被包起来。锻造用的模膛可以整个刻于上下模的任一模子上或分别在上下模上刻出。模锻(Impression-die forging)常常是和术语开

式模锻一词通用。对于开式模锻工序, 模具上含有控制多余材料流动的结构, 或称之为飞边, 是会产生的。相反, 在无飞边锻造中, 材料在模膛内变形时, 只允许很少一点甚至不允许多余金属流出。

closed dies 闭式模 锻模或成形模设计得金属流入模腔受到限制时称之, 与之相反, 开式模(Open dies)很少或者不予限制横向流动。

closed pass 闭式孔型 一种轧辊的孔型, 下辊型槽比所轧棒材还深, 上辊有一凸台嵌入型槽, 这样生产预定的形状就不会产生飞边或飞翅。

cluster mill 多辊轧机 轧机二个小直径工作辊中的每一个均由两个或二个以上支撑辊支持。

cogging 开坯 用锻锤或锻压机把钢锭加工成钢坯的压缩工序。

coin straightening 整形校直 整形和校直的复合工序。在专用凹模中完成, 凹模设计得在锻件指定面积上加以预定的加工量, 以消除热处理产生的应力。

coining 精压

(1) 闭式模压印工序, 工件所有表面被限制约束, 使模具上明确的印记压到工件上。

(2) 一种重复打击的工序, 使已有半径或截面变更和更准确。

精压可以在锻件热的或冷的时候进行, 一般在平行于锻件分模线的表面上进行。

coining dies 精压模 经再次冷态锻击而具有较小表面距离尺寸公差, 较小圆角和突出的轮廓线, 缩小的截面厚度, 某些局部表面更平整, 或者对不可热处理的合金来说增加了硬度的锻件。

cold forming 冷成形 见冷加工一词。

cold heading 冷镦 在室温加工金属的一种方法, 使整毛坯或者局部的横截面积增加, 见镦头和镦粗二词。

cold lap 冷折叠 工件在第一次锻打时, 不能

充满模腔,以后模具迫使金属盖过这个空隙而形成夹缝,这样工件表面上留下的裂缝。见冷疤一词。

cold-rolled sheet 冷轧板 由酸洗过的热轧卷料经过室温在相当大的冷压量轧出的轧制品,一般最后成品与热轧板比较,特点是表面光滑,厚度均匀,力学性能改善。

cold shut 冷疤

(1) 锻件表面的开裂或裂纹在锻造过程中闭合了,但没有熔接起来。

(2) 在金属流入模腔时在其表面形成的折叠,这是一种锻件缺陷。

cold working 冷作加工 在引起应变硬化的温度,应变速度的条件下,金属进行塑性变形,一般但不是必须在室温下进行也称冷成形或冷锻,与热作加工相对。

Combination Die 复式模 见复合模(Compound die)

compact 粉末压实体(名词) 将金属粉末压缩而生产出的工件,一般粉末封闭在一个模具内压实。

compact 粉末压实(动词) 生产粉末压制件的工序或操作过程称之,有时也称压制(pressing)

compound die 复合模 为了在压机一次行程中,在一个零件上实现一个以上工序而设计的任何模具,例如冲裁与冲孔复合,在复合模内全部动作是同时在被加工坯料尺寸的界限内完成的。

compressive strength 抗压强度 一种材料能够承受的最大压应力,对于一种脆性材料在压缩时由于开裂而损坏。抗压强度有一个定值,对有延性可锻或半粘性材料来说(它在压缩时不会因开裂而破坏)抗压强度值是一个不定数,取决于材料失效时的变形程度。

compressive stress 压应力 引起弹性体在作用力的方向产生变形(缩短)的应力,与之相反的是拉应力。

compression test 抗压试验 评价一种金属承受压缩载荷能力的方法。

contour forming 轮廓成形 见轧制成形,拉拔成形、切向弯曲和滑动成形。

counterblow forging equipment 对击锻压设备 是锻压设备的一个类型,它有二个同时相对动作的滑块,不断地打击放在通道中点的工件。滑块运动可是立式的或卧式的。

coring 凹芯或芯部偏析

(1) 在棒料挤压时端头产生的中心凹腔。

(2) 微观结构中心部和表面之间不同组成成分的状态(如枝晶、晶粒或碳化物粒子)这是由于在跨越一个温度范围时产生不一致的凝固造成的。

corrugating 波纹板加工 用具有成形轧辊模的轧机,将板材成形为一系列直的、平的、交错的凹凸纹板或者用具有特殊形状凸模和凹模的折弯压机加工。

corrugations 波纹 在热压或冷压时由于条料形状变化引起的横向波纹。

counterblow equipment 对击设备 具有二个对向滑块的设备,它们同时作用,重复打击,放在两滑块之间中点的工件。

counterblow hammer 对击锤 一种锤头和砧座同时分别由空气或蒸气活塞驱动相互对击的锻锤。

counterlock 平衡锁扣 在模具配合面上的凹凸部用来防止模具在锻打不规则形状工件时由侧向推力引起的横向错移。

crank 曲轴 锻件的形状一般为“U”形,突出在离上部终点某一正确角度方向,曲轴形状由拐数来设计(例如双拐曲轴)。

crank press 曲柄压机 滑块由曲轴带动的机械压力机。

crimping 卷边 成形较小的波皱以便做出和锁住一个接口,或者在金属条上制造出一个圆弧,或者减小一个已有圆弧或直径,见波纹板加工。

crown 横梁或轧辊凸面

(1) 压力机架上部称横梁,液压机横梁一般包含油缸,机械压力机横梁包含驱动机构,见液压机和机械压力机。

(2) 轧辊凸面是平轧辊的一种辊面形状,用来保证冷(或热)轧板材和带材时的平直度。

cup 杯形件

(1) 板料件,是第一次拉延工序的产品。

(2) 任何一端封闭的圆柱形零件或壳体。

cup fracture(cup-and cone fracture) 杯形断口(杯形锥形断口) 是一种混合型断口,常见于延性材料拉伸试验试棒上,在试棒中心部分呈现平面变形断口,四周区域呈现平面应力断口。断口接合面之一象一小杯子,它中心有一凹下的平面区,四周围绕了一个剪断的刃口。另一个断口表面

象一个小截锥体。

cupping 深拉或杯形断口,

(1) 深拉深的第一道工序。

(2) 多次加工的棒材或线材的断口, 一端象杯子, 另一端象锥。

cupping test 杯形试验 常用来决定板材延性和张拉性能的一种机械试验, 它包括测量破坏前能够成形的最大零件深度。这种试验典型的方法是把

试样在其边缘夹紧, 用一半球形凸模将其拉深至一个圆环形凹模里。见杯形断口。埃利克森试验和 Olsen 延性试验。

cutoff 切断模 在模具或设备上装一对刀片 (或者在模子上铣出的截面可以产生象镶嵌刀片相同效果)。用来在锻造完成后从棒料上把锻件分离下来。只有锻件是用较长棒料制造而不是用单个、预切的毛坯生产时才使用。

D

daylight 闭合高度 当压力机处于闭合位置时, 压力机施压面间的最大净距离。垫板安装在压力机工作台上, 作为施压面。亦见封闭高度

deep drawing 深拉伸 以用平板坯生产直壁杯形件为特征。坯料可以是圆的、长方形的或较复杂的形状。坯料借助凸模的作用拉入凹模型腔。变形局限于坯料凸缘区。凸模端部下面的坯料区, 即最初在凹模洞口内的坯料区不产生变形。当凸模成形杯形件时, 凸缘区的材料数量减少。也叫杯形件拉伸或径向拉伸。

deflection 挠度 当力作用于压力机构件时, 偏离直线和平面的数量。通常在预定载荷分布的额定载荷下, 用工作台、滑块或床身的允许挠曲量确定。

deformation limit 变形极限 在拉伸中, 当变形凸缘要求的载荷超过筒壁能承受的载荷时, 达到的变形程度。变形极限 (极限拉伸比, LDR) 定义为能拉伸成杯形件而无破坏的最大坯料直径与凸模直径之比。

Demarest process 工艺 一种液体成形工艺, 在此工艺中, 用一种改进的橡皮胀形凸模成形圆柱形和圆锥形板金件。装备有液压囊的凸模放在工件内, 随后工件被挤入凹模内。液压力扩张凸模。

developed blank 展开的板坯 由无切边或有极少量切边的成品件展开产生的一种薄金属板坯料。

die 模具 一种通常具有型腔的工具, 主要因为工具本身的形状, 它使固体金属、液体金属或粉末金属成形。它用于许多压力机工序 (包括冲裁、拉伸、锻造和成形)、压铸和成形未烧结的粉末冶金压实件。压铸模和粉末冶金模有时称之为模型。亦见锻模。

die assembly 压模装置 模锻锤或压力机的部件, 它用于卡紧模具和使凸模对准凹模。

die block 模块 常用热处理钢制造的一种坯块, 在它上面加工或反印出希望的模膛, 用它在锻锤或压力机上生产模锻件或板料冲压件。在锻造中, 模块通常是成对使用, 模膛的一部分在一个模块, 而模膛的另一部分在另一个模块上。在板金成形中, 凹模和凸模相互配合。亦见开式模锻。

die cavity 模膛 给出锻件或冲压件形状的加工凹腔。

die check 模具细裂纹 由于锻造和热应变, 在模膛较尖的角部产生的一种裂纹。在锻造时, 这些裂纹被金属充满, 在锻件上产生尖锐曲折的毛边。由于模具材料的磨损, 模具模膛通常逐步扩大, 这通常产生在锻造反复遭受高压力的区域。

die clearance 模具间隙 匹配的凸模和凹模间的间隔; 通常表示成单边间隙。也称之为间隙或凸凹间的间隙。

die closure 模具闭合量 常用于表示锻件厚度平均误差的一个术语。

die cushion 模具垫 为冲压或锻造提供辅助运动或压力, 安装在垫板或模块下面或里面的一个压力机附件; 它由压缩空气、油、橡皮、弹簧或这些联合作用驱动。

die forging 模锻 通过在专门准备模具的加工模膛中加工, 成形至要求形状和尺寸的锻造法。

die forming 模具成形 迫使固体金属或粉末金属进入或通过模膛的固体或粉末金属成形法。

die height 装模高度 (闭合高度) 当模具闭合时, 固定台板 (工作台) 和活动台板 (滑块) 间的距离。

die holder 下模座 安装模块在其上的板或

块, 它上面有用于固定至垫板或压力机工作台上的孔或槽。

die impression 模膛 成形锻件或板金件的模具表面部分。

die insert 模具镶块 包括成形锻件或板金件的部分或所有模膛的和被紧固至主模座上的较小模块。

die life 模具寿命 模膛使用寿命通常表示成模膛磨损超过允许公差前生产的零件数量。

die line 模具划痕 由于粗糙模具的使用或模具与产品间外来夹杂物的摩擦, 引起的划痕和刮伤。

die lubricant 模具润滑 在锻造和成形中, 为降低锻造和成形过程中的摩擦, 在模具表面或工件上喷射、涂抹或其他方法涂覆的化合物。润滑剂也利于从模具中取出工件和提供隔热作用。亦见润滑剂。

die match 对模 锻锤和压力机上, 上(活动)模和下(静止)模的对中。偏离(或错移)允差计入锻造公差中。

die pad 预料板 凹模中的一种活动板或垫板, 通常用机械方法、弹簧或液压垫顶出工件。

die proof(cast) 模膛校验件(铸件) 为确定模膛精度, 制造的一种模膛铸件。

die radius 凹模圆角半径 深拉延凹模凸模上的圆角半径, 在成形拉延壳体中, 板料环绕它流动。

die set 模架 (1)上模座和下模座(凸模座和凹模座)的组装件, 通常包括导柱、导套和侧支承块。该组装件具有许多型式、形状和尺寸, 以及它以现成的商品部件形式购买。(2)两个(对于平锻机为三个)加工模块, 在模锻生产过程中同时使用。

die shift 模具错移 这在模具已在锻造设备上安装好之后, 一个模块的模膛部分与另一个模块的相应部分不真正对中发生的情况。这在锻造中导致错移, 此错移必须保持在规定的公差之内。

die shoes 模座 构成模架(凸模和凹模座)的上、下板或铸件。凹模固定板也安装到模板或模座上, 它们主要作为整套模具的基础。该模板或模座用螺钉拧至或压紧至垫板或压力机滑块面上。

die sinking 模膛加工 为生产要求形状和尺寸锻件的模膛的加工方法。

die space 模膛空间 压力机内为安装模具的

最大空间(容积), 或最大空间的一部分。

die stamping 冲压 在压力机上使用模具, 在一道工序或多道工序成形、整形或剪切板金件的总术语。

direct(forward)extrusion 正挤压 见挤压。

double-action mechanical press 双动机械压力机 借助两个滑块而产生有两个单独平行运动的压力机, 一个滑块在另一个滑块内运动。内滑块或冲杆通常由曲轴驱动, 外滑块或压料滑块通常由肘杆机构或凸轮驱动, 外滑块在拉延过程中停止不动。亦见滑块。

dimpling 压窝 (1)在板坯上拉出较小和浅的凹坑。(2)为在飞机上铆接埋头铆钉, 在金属板上拉出锥形法兰。

draft 拔模斜度(压下率) 为便于锻件从模具中取出, 在锻件侧边和凸台上留的斜度; 在模膛侧壁上也有相应斜度。在自由锻中, 压下率是彼此相对的模块在一次打击中进入金属的相对运动量。亦见拔模角。

draft angle 拔模角 标示于锻件侧边和模膛侧壁的斜度角, 通常为 $5^{\circ} \sim 7^{\circ}$ 。

drawability 可拉延性 板料遭受拉延工艺的可成性量度。通常用于表示被深拉延金属能力的术语。亦见拉延和深拉延。

draw bead 拉延筋 拉延凹模圈或压料面上的镶块或类似筋的凸出物, 它在深拉延过程中帮助控制金属流动的速度。拉延筋在不规则形状冲压件的拉延中, 控制金属流动速度特别有用。

draw forming 拉伸成形 弯曲棒材、管材或轧制、挤压型材的方法, 在成形过程中, 坯料环绕旋转成形模块弯曲。当坯料推入成形模块和保持对着成形模块周边的压力模之间时, 压紧坯料至成形模块上, 然后旋转成形模块来弯曲坯料。

draw marks 模具刮痕 见拉毛、擦伤、粘着和模具划痕。

draw plate 拉延板 中心有与成形凸模相配合的孔的圆板。在成形过程中用于支承坯料。

draw radius 拉延圆角半径 凹模或凸模凸模上的圆角半径, 板料通过它进行拉延。

draw ring 拉延凹模圈 一种环形模具零件(或是凹模圈本身, 或是单独的环), 板料由凸模推着通过它的内棱边进行拉延。

draw stock 延伸坯料 借助横截面的缩小来

增大金属坯(坯料)长度的锻造工序, 不包括镦粗。延伸坯料工序包括用 V 型砧、圆型砧或平砧把铸锭转变为锻制棒料。

drawing 拉延(拉拔) 应用于多种成形工序的一个术语, 例如板金坯的深拉延, 管形件的再拉延, 棒料、线材和管材的拉拔。在压力机上的板金加工的一般拉延工艺, 是用圆板坯生产杯形件的方法, 当凸模行进成形要求形状时, 坯料被紧紧压紧在压料面之间, 防止皱纹的形成。

draw ing compound 拉延润滑剂 在深拉延或压制工序中, 防止粘着和拉毛使用的一种物质, 用它来防止工件和模具间金属与金属的直接接触。也称之为模具润滑剂。

drop forging 落锤模锻 用落锤下的成对闭式模锤击金属, 在终锻模膛中成形形状获得锻件; 对于每一种形状要求专用模具的锻造方法。

drop hammer 落锤 锻造能量由重力、蒸汽或压缩空气提供的锻锤的通用术语。亦见气动落锤、夹板锤和蒸汽锤。

drop hammer forming 落锤成形 在重力落锤或动力落锤的重复打击下, 利用板料在匹配模具中的连续变形生产成形件的工艺。此工艺只限于较浅的零件和厚度约为 0.6~1.6mm (0.024~0.064 in) 的薄板。

dummy block 挤压垫 在挤压中, 放置在挤压杆和坯料间的, 防止挤压杆过热的活动厚垫。

dwell 停歇时间 压力机循环中的一部分, 在此过程中, 构件运动为零或者接近于零。通常指的是(1)当压料板在拉延工序中正压紧坯料, 而凸模正进行拉延时的时间间隔, (2)或锻造行程结果和滑块返回间的时间间隔。

E

earing 制耳 由于轧制金属在平行于轧制方向、垂直于轧制方向与与轧制方向成一定角度的塑性加工性能的方向性差别, 引起拉延壳体顶部凸耳和扇形边的形成。

eccentric 偏心 控制行程或机械、手动剪床上横梁运动距离的主动轴偏置部分。

eccentric gear 偏心齿轮 作成整体件型式的, 有偏心的压力机主传动齿轮。偏心齿轮绕公共轴旋转, 用偏心把齿轮的旋转运动通过连杆转变为滑块的垂直运动。

eccentric press 偏心压力机 一种使用偏心代替曲轴推动滑块的机械压力机。

edger (edging impression) 制坯模膛(开式滚压模膛) 为了有利于锻造顺序中后续模膛型腔的充填, 在锻造中分配金属至最合理面积的那部分模膛。亦见压肩(拔长模膛)。

edging 卷边(轧边, 滚压) (1)在板料成形中, 行程之后的一会, 但在压力释放之前, 用缩回成形凸模减小凸缘的半径。(2)在轧制中, 轧辊轴线在金属加工中平行于厚度尺寸的金属加工过程。也叫边缘轧制。(3)在成形模之间加工的棒料, 在每次打击之间旋转棒料90°, 来生产变化的矩形横截面的锻造工序。

effective draw 有效拉延 用多动压力机能达

到的最大成形深度极限; 有时叫最大拉延或最大拉延深度。

elastic limit 弹性极限 材料能承受的最大的应力, 在应力完全释放后, 而不存在任何永久应变(变形)。亦见比例极限

elastic deformation 弹性变形 与作用力成正比的, 且随作用力的增大和减小而改变的尺寸变化; 当作用力去掉时, 可以恢复的变形。

elasticity 弹性 由应力引起的变形, 在应力去除后而消失的材料性能。完全真实弹性体在应力释放后, 恢复它的原始形状和尺寸。

electromagnetic forming 电磁成形 直接使用一种激烈的、瞬时的磁场来成形金属的工艺。用通过成形线圈的电流脉冲通道来成形工件, 而无机机械接触。

elongation 延伸量 在机械性能试验中, 用于描述试件受力时伸长数量的术语。亦见延伸率。

elongation, percent 伸长率 试件均匀截面的伸长量用原始标距的百分比表示:

$$\text{伸长率}(\%) = \frac{(L_x - L_0)}{L_0} \cdot 100$$

式中, L_0 是原始标距; L_x 是最终标距。

embossing 起伏 利用凸模和凹模在板料上成形凸出或凹入形状, 理论上来说, 材料厚度没有改

变。实例是压制文字、装饰图案和加强肋。强起伏和压印是类似工序。

embossing die 起伏模 用于生产起伏零件的模具。

ejector 卸件(料)器 从模具间卸除工件或材料的机构。

ejector rod 推杆 用于推出成形工件的杆。

Erichsen test 埃里克森试验 用于确定板金韧性的拉延试验。该方法包括迫使锥形或半球形头凸模进入试件和测定破裂时的压坑深度。

explode sive forming 爆炸成形 成形压力是由炸药产生的金属零件成形法。亦见高能率成形。

extrusion 挤压 利用迫使金属塑性流动通过凹模洞口,把铸锭或钢坯转变成等横截面的型材。在正挤压中,凹模和挤压杆位于挤压坯料的两端,产品和挤压杆在相同方向行进。并且挤压坯料和凹模间有相对运动。在反挤压中,凹模是在坯料的挤压杆端部,且产品在挤压杆相反方向行进,或环绕挤压杆(如在圆柱筒的冲挤中,例如干电池筒的挤

压),或通过空心挤压杆中心向上流动。亦见静液挤压或冲挤。

extrusion defect 挤压缺陷 见挤压件端部的管状缺陷。

extrusion forging 挤压锻造(件) (1)用限制其他方向流动的方法,迫使金属进入或通过凹模洞口。(2)用挤压锻造工序生产的工件。

extrusion billet 挤压坯块 用作挤压坯料的金属坯块。

extrusion pipe 挤压件端部的管状缺陷 在挤压棒料端部的10%~20%范围内,有时产生不连续的中心嵌入氧化物。由氧化的坯料外表面环绕坯料端部流动,在挤压的最终阶段流入坯料中心而形成。也叫中心偏析。

extrusion stock 挤压坯料 用于制造挤压件的杆、棒或其他型材。

eyeletting 打孔畸变 由于薄板或板料上开口周围材料的位移,以致形成高于板平面的孔缘。

F

fillet 内圆角 两表面的凹入相切圆角。在锻造中,通常规定两表面凹入相切圆角希望的圆角半径。

fin 毛刺 由于整形或迫使金属在压力下流入发裂或模具接触面时,在锻件上形成的薄突出物。

finish 光洁度(终锻) (1)产品的表面状况。(2)工件在终锻模中锻造出它的最终形状的锻造工序。如果在终锻模中仅安排进行一次终锻操作,则此操作将被简单地认为是终锻;当在同一终锻模中进行一次或多次终锻操作时,则称之为第一次、第二次或第三次终锻操作。

finish allowance 锻件加工余量 围绕预定最终形状的多余金属数量;有时也叫修整余量、锻件余量或机械加工余量。

finish trim 精切边 从锻件上去除毛边;通常用切边完成,但有时用带锯或类似技术。

finishingdies 终锻模 用于最后锻造工步的模具。

finishing temprature 终锻温度 热加工完成时的温度。

finisher (finishing impression) 终锻模膛

给预锻件最终形状的模膛。

first block, second block and finish 第一道预锻,第二道预锻和终锻 锻件通过安装在一台锻机上的连续排列的三套模具的锻造工序;为了所有三道工序,仅有一次加热。

fishtail 鱼尾 (1)在辊锻中,锻件的多余V形尾端。在被剪去前,它经常作后续锻造工序的夹钳处。(2)在热轧和挤压中,棒料或特殊型材的不完美成形的V形尾端,那必须作为轧机废料切除或去掉。

flame straightening 火焰校直 用煤气火焰局部加热法,修正金属结构材料的畸变。

flange 凸缘 零件的突出凸缘和边缘;它通常是窄的和有大致不变的宽度,用于加强或固定。

flaring 管子扩口 管状件上向外锐角凸缘的成形法。

flash 毛边 为完全充满模具预锻模膛或终锻模膛要求的多余金属。毛边从锻件本体以薄板形式在分模面延伸出来,随后用切边方法切除。由于在锻造中它比锻件本体冷却较快,毛边能起阻碍金属在分模面中流动的作用,因此保证模膛完全充满。

亦见开式模锻。

flash extension 毛边残留量 切边后保留在锻件上的毛边部分；通常处于标准锻件公差内。

flash land 毛边桥 在锻模的预锻或终锻模膛中，设计成阻止或助长毛边在分模面间生长的结构部分，在实际情况下，为保证模膛完全充满，可要求任意一种。

flash line 毛边线 毛边已被切除后，锻件上留下的线。

flash pan 毛边桥部 允许多余金属流过的锻模加工去除的部分。

flat die forging 平模（砧）锻造 见自由锻造。

flattening 压扁（校平） （1）为随后锻造工序分配金属，在锻坯上进行的预备工序。（2）用例如辊式校正或张拉校平法，消除薄板或板料上的凸凹不平或歪扭。

flattening dies 压平模 用于压平板料折边的模具，即能用闭合它的方法压平弯曲处的模具。这些模具由有平表面的上模和下模构成，它能将一个凸缘闭合至另一个上。

flex roll 弯曲辊 当薄板通过辊式校平时，用于向上推板料的可动辊。弯曲辊可以调整至使板料弯曲任意数量，直至等于弯曲辊直径。

flex rolling 挠性辊压 为了降低成形时出现的拉伸应变倾向，必须缩小通过弯曲辊装置的板料的屈服点延伸率。

floating die 浮动模具（浮动凹模） （1）安装在凹模固定板上的凹模或安装在凸模固定板上的凸模作少量运动，以补偿模具零件、工件和压力机的公差。（2）在一些切边、剪切和成形工序中，安装在大型弹簧上的凹模可以作垂直运动。

floating plug 浮动塞 在管材拉拔中，置于模内在管内自我定心的非支承芯棒，当模具正在减小管材外径时，它导致壁厚减薄。

flop forging 翻转模锻 在上、下模模膛是一样的模具中的锻造法，允许锻件在锻造过程中翻转。

flow lines 流线 （1）表示热加工或冷加工中金属流动方向的组织，常能用腐蚀金属零件表面或断面法显示流线。（2）在金属冶金中，微量金属在变形中流动的轨迹。

flow through 过流缺陷 由于金属流过筋的根

部而引起的锻件缺陷，有由此而产生的晶粒组织破坏。

fluid-cell process 液体橡皮垫成形工艺 用于成形板金的格林橡皮模成形工艺的变种，液体压力腔成形工艺使用较高的压力，以及它主要用于成形稍微较深的零件，用橡皮垫或作凹模，或作凸模。柔性液压流体容器迫使辅助橡皮垫紧贴在成形模块的轮廓上，以及在工件各点施加差不多均匀的压力。亦见液体橡皮膜成形和橡皮垫成形。

fluid forming 液体橡皮膜成形 格林橡皮膜成形工艺的一种改进工艺，液体橡皮膜成形工艺与液体橡皮垫成形工艺的差别，是称之为压力圆拱的模腔不完全用橡皮充满，但用由杯形橡皮膜封在內的液压液体充满。亦见橡皮垫成形。

flying shear 移动式剪切机 在不要求轧制停止的情况下，剪切成形轧制产品至要求长度的机械，而是在进行剪切时，沿输出辊道以与产品同样的速度运动，然后在剪切下一个工件时，返回至原始位置。

film 箔材 厚度小于0.15mm (0.006in) 的金属薄板。

fold 折叠 在模腔内的金属流动过程中，由折弯金属返回至它自己的表面上而形成的锻件缺陷。

follow die 连续模 在一个固定板中安装两个或多个模具零件构成的连续模；它使用分离下模，在两个或多个工步中在零件上完成一个以上的工序（例如冲孔和落料）。

forgeability 可锻性 用于描述材料对变形，而无破坏的相对能力的术语。也描述因变形产生的流动阻力。

forging 锻造 在锻锤、锻压机（平锻机）、压力机、轧机或相关成形设备上，用冲击力或压力加工金属至希望形状的工艺。锻锤、对击设备和高能率锻压机施加冲击力至工件上，而其他大多数其他锻造设备类型施加压缩压力于成形坯料上。一些金属能在室温下锻造，但大多数金属为了锻造，用加热来获得较大塑性。在此术语范围内定义的特定锻造工艺包括开式模锻、高能率锻造、热锻、等温锻造、自由锻、粉末锻造、精密锻造、径向锻造、辗环、辊锻、摆动辗压和旋转锻造。

forging billet 锻坯 用作为锻造坯料的锻造金属坯块。

forging dies 锻模 用于制造锻件的模具。它