

LENGCHONGYA GONGYI SHOUC

冷冲压 工艺手册

梁炳文 主编

LENGCHONGYA

GONGYI SHOUC



北京航空航天大学出版社

冷冲压工艺手册

主编 梁炳文

副主编 池大杰

编者(以姓氏笔划为序)

王秀凤	平 申	池大杰	刘云厚
刘玉芳	杜 颂	陈适先	陈登聚
陈毓勋	周贤宾	周维高	胡肆圣
徐冰清	梁炳文	常和生	彭卫华
魏淑乔			

审校者

刘 蔚	李国祥	陈孝戴	李育本
理有亲	韩乐理	魏菊元	

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本手册是为制定冷冲压工艺方案、规程和模具设计而编写的。内容包括工艺计算、材料和机床选择、制品质量和检验诸方面需要的各种资料和数据,各种典型板件、管件和型材制品的成形方法。可供冷冲压加工部门的设计和工艺人员与大专院校有关专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

冷冲压工艺手册/梁炳文主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2004.3

ISBN 7-81012-894-9

I. 冷… II. 梁… III. 冷冲压 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 28003 号

冷冲压工艺手册

梁炳文 主编

责任编辑 肖之中

责任校对 陈 爽

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083),发行部电话 82317024

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

E-mail:bhpress@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:38.5 字数:1052 千字

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷 印数:4000 册

ISBN 7-81012-894-9 定价:70.00 元



前 言

冷冲压工艺包括钣金、管材、型材、棒料和线材等金属材料的所有成形方法,是一种无切屑加工工艺,与有切屑的机械加工工艺一样,都是主要的金属加工形式。冷冲压工艺既适用于小批量生产,更适用于大批量生产。由于其产品重量轻,形式多样,小至钟表机件,大至汽车、飞机和卫星的零件、器件,在家庭和公共场所,几乎无所不在。生活用品如家用电器、厨房用具与文化用品等中的绝大多数金属制品,基本上都是冷冲压产物。人们常以汽车和各种飞行器的产量和质量,作为衡量一个国家工业发展水平的标志,而要达到先进水平的主要手段,非冷冲压工艺莫属。

我国的冷冲压工艺现状,特别是经过近二十年的长足发展,已接近先进工业国家的水平。但行百里半九十,要使我们的专业跻身于强者之林,亦决非一蹴可就,仍需我们同业的工程技术人员,作出更大的努力,付出更艰辛的劳动。本手册编者们本着这个时代要求,为工作在本专业第一线的工程技术人员和本专业的大专院校师生们,奉献编者自认为尚符合时代要求的专业资料。希望本手册能对冷冲压工艺分析、厘定工艺规程和模具设计诸方面有所帮助。由于本专业内容浩繁,先进工艺资料多不胜收,挂一漏万和不当之处,在所难免,敬请读者多加指正。

本手册在编写过程中,得到已故前中国发明家学会李沛瑶副会长的关注和支持,在此谨表感谢和怀念之意。

作 者

目 录

1 下 料	(1)
1.1 排 样	(1)
1.1.1 线材上的排样	(1)
1.1.1.1 两种毛料混合下料的排样——平行线法	(1)
1.1.1.2 多种毛料的混合排样——线性规划法	(2)
1.1.2 板材剪切排样	(4)
1.1.2.1 板材排样原则	(4)
1.1.2.2 单一条料的排样	(4)
1.1.2.3 两个矩形件的排样	(5)
1.1.2.4 多矩形件的排样	(7)
1.1.3 板材上的铣切排样	(7)
1.1.3.1 弧形件的排样	(7)
1.1.3.2 组合排样	(7)
1.1.4 特种排样	(8)
1.2 常用下料方法	(8)
1.2.1 剪切下料	(8)
1.2.1.1 各类剪切方法及剪切力	(8)
1.2.1.2 龙门剪床剪刀的合理间隙值	(10)
1.2.1.3 刀刃挤入材料的相对深度	(10)
1.2.1.4 常用剪切设备技术规格	(11)
1.2.2 铣切下料	(12)
1.2.2.1 各类铣切方法	(12)
1.2.2.2 铣切用样板	(13)
1.2.2.3 铣切靠柱与靠套	(15)
1.2.2.4 导板与凸头	(15)
1.2.2.5 铣 刀	(16)
1.2.2.6 常用铣切设备及其技术规格	(16)
1.2.3 锯切下料	(17)
1.3 下料工艺方案的选择	(17)
1.4 几种材料在室温下下料的特殊要求	(18)
1.4.1 铝合金板料在室温下剪切规范	(18)
1.4.2 镁合金板料下料的特殊要求	(19)
1.4.3 钛合金板料下料的特殊要求	(19)
参考文献	

2 冲 裁	(20)
2.1 冲裁件的工艺性	(20)
2.2 排 样	(21)
2.2.1 少废料和无废料排样	(21)
2.2.2 无废料冲裁模	(22)
2.3 冲裁模工作部分	(22)
2.3.1 间 隙	(22)
2.3.2 模 具	(24)
2.3.2.1 凹模口形式	(24)
2.3.2.2 组合凹模	(25)
2.3.2.3 凸 模	(28)
2.3.2.4 快装卸凸模与凹模	(32)
2.3.2.5 斜刃模	(32)
2.3.2.6 冲模制造与修理	(33)
2.4 裁件与冲孔的尺寸偏差	(39)
2.5 裁件与冲孔凸、凹模的制造公差	(40)
2.6 模具功能参数	(43)
2.6.1 搭 边	(43)
2.6.2 条料宽度与导轨间宽度	(45)
2.6.3 模具其他尺寸	(46)
2.7 力、功与功率的计算	(48)
2.7.1 冲裁(冲孔)力	(48)
2.7.2 脱料力	(49)
2.7.3 推(顶)件力	(50)
2.7.4 凸模力与压力中心	(51)
2.7.5 冲裁功与功率	(53)
2.8 精密冲裁(简称精冲)	(53)
2.8.1 用突齿压板的精密冲裁	(53)
2.8.2 圆刃精密冲裁	(55)
2.9 冲切模和钢带模	(55)
2.10 刮边整修	(57)
2.10.1 外缘的整修	(57)
2.10.1.1 凸模小于凹模的整修	(57)
2.10.1.2 凸模大于凹模的整修	(59)
2.10.2 内缘的整修	(59)
2.11 冲裁质量、模具磨损与润滑	(60)
2.11.1 冲裁质量	(60)
2.11.2 模具磨损与润滑	(60)

参考文献

3 弯 曲	(62)
3.1 弯曲件工艺性.....	(62)
3.2 弯曲中性层位置.....	(64)
3.3 弯曲件展开长度.....	(64)
3.4 卷 边.....	(69)
3.5 最小弯曲半径.....	(71)
3.5.1 板材最小弯曲半径	(71)
3.5.2 型材与管材最小弯曲半径	(73)
3.5.3 避免弯曲破裂的措施	(73)
3.6 回 弹.....	(74)
3.6.1 硬模弯曲回弹数据	(74)
3.6.2 弹性凹模压弯回弹角	(77)
3.7 最大弯曲半径.....	(80)
3.8 弯曲模.....	(80)
3.8.1 刚性弯曲模	(80)
3.8.1.1 普通弯曲模	(80)
3.8.1.2 压 弯	(82)
3.8.1.3 摆动弯曲模	(85)
3.8.1.4 斜楔模	(88)
3.8.1.5 手工弯曲模	(90)
3.8.2 橡胶弯曲模	(92)
3.9 管子弯曲.....	(96)
3.10 弯曲力与弯矩	(99)
3.10.1 刚性模弯曲力.....	(99)
3.10.2 橡胶凹模弯曲力	(102)
3.10.3 弯 矩	(102)

参考文献

4 压 延	(105)
4.1 压延件废品分析	(105)
4.2 压延件毛料展开方法	(106)
4.2.1 旋转体压延件毛料半径的计算方法	(106)
4.2.2 求旋转体压延件毛料半径的作图法	(107)
4.2.3 求杯形和凸缘压延件几何参数用线图	(109)
4.2.4 盒形件毛料作图展开法	(110)
4.2.5 不规则压延件毛料展开方法	(111)
4.2.6 修边余量	(112)
4.3 旋转体的压延系数	(112)

4.3.1	杯形件压延系数的推荐值	(113)
4.3.2	杯形件极限压延系数 m_k 的计算值	(114)
4.4	旋转体压延件压延次数与高度	(115)
4.4.1	压延次数	(115)
4.4.2	压延件高度	(115)
4.5	压延系数给定后凸缘件的几何关系	(116)
4.6	矩形压延件的成形极限与压延次数	(117)
4.6.1	一次压延成形的极限	(117)
4.6.2	压延次数及各次压延参数	(118)
4.7	压边圈与压边力	(118)
4.7.1	压边圈	(118)
4.7.2	压边力	(119)
4.8	模具几何参数	(120)
4.8.1	模具圆角半径	(120)
4.8.2	间隙与通气孔	(122)
4.8.3	凸、凹模的制造公差,粗糙度	(123)
4.9	连续压延	(124)
4.10	宽凸缘压延	(128)
4.11	橡皮与液囊压延	(129)
4.11.1	橡皮压延	(129)
4.11.2	液囊压延	(131)
4.12	其他压延方法	(133)
4.12.1	凹模加热和凸模冷却的压延方法	(133)
4.12.2	无凸模压延	(134)
4.12.3	变薄压延	(134)
4.12.4	特形压延件与模具	(136)
4.13	压延速度	(139)
4.14	压延力、功与功率的计算	(140)
4.14.1	压延力	(140)
4.14.2	压延功	(141)
4.14.3	压延功率	(141)
4.15	计算机软件	(142)

参考文献

5	翻 边	(143)
5.1	定义与范围	(143)
5.2	翻边的一般常识	(143)
5.3	圆孔的翻边	(145)
5.3.1	圆孔翻边的工艺性	(146)

5.3.2	孔的翻边系数	(146)
5.3.3	翻边底孔尺寸的确定	(147)
5.3.4	翻边凸、凹模之间的间隙	(148)
5.3.5	翻边力的计算	(149)
5.3.6	翻边模	(149)
5.4	非圆形孔的翻边	(151)
5.5	螺纹孔和变薄翻边	(152)
5.5.1	预制孔直径、翻边孔直径和翻边高度	(152)
5.5.2	变薄翻边用模具	(154)
5.6	埋头窝	(156)
参考文献		
6	胀形	(158)
6.1	定义与范围	(158)
6.2	零件的胀形系数	(158)
6.3	刚性模胀形	(159)
6.3.1	刚性模胀形的实例	(159)
6.3.2	平头和圆头凸模胀形高度的估算式	(161)
6.4	橡胶模胀形	(162)
6.5	液压胀形	(165)
6.5.1	液压胀形的实例	(165)
6.5.2	各种液压胀形的工艺特点	(169)
6.6	橡胶和液压胀形高度的估算式	(170)
6.7	气压胀形	(170)
6.8	胀形最大应变与胀形力计算	(171)
参考文献		
7	扩口	(173)
7.1	扩口部分的基本要求	(173)
7.2	最小直段长度	(174)
7.2.1	单扩口管	(174)
7.2.2	双扩口管	(174)
7.3	管端壁厚的计算	(175)
7.4	扩口力	(175)
7.5	扩口用的工具和模具	(175)
7.5.1	扩口棒扩口	(175)
7.5.1.1	滚柱式扩口棒	(175)
7.5.1.2	滑动式扩口棒	(176)
7.5.2	扩口模	(176)

7.5.3 其他常用的扩口方法	(177)
7.6 对毛料的要求	(177)

8 缩口与缩颈 (178)

8.1 定义和分类 (178)

8.2 缩口方法 (178)

8.2.1 模压缩口 (178)

8.2.2 旋压缩口 (180)

8.2.3 冲击缩口 (181)

8.2.4 热缩口 (182)

8.2.4.1 火焰加热旋压缩口 (182)

8.2.4.2 工频加热缩口 (183)

8.3 缩颈方法 (183)

8.3.1 模压缩颈 (183)

8.3.2 旋压缩颈 (187)

8.3.3 旋锻缩颈 (188)

8.3.4 拉拔缩颈 (189)

8.4 缩口工艺参数 (191)

8.4.1 缩口变形程度 (191)

8.4.1.1 缩口系数..... (191)

8.4.1.2 缩口次数..... (192)

8.4.1.3 口部厚度..... (192)

8.4.2 缩口毛料高度的计算 (193)

8.4.3 缩口力的计算 (193)

8.4.4 缩口参数 (193)

8.4.4.1 不用心棒的管子冲击缩口 (194)

8.4.4.2 用心棒的管子冲击缩口 (195)

参考文献

9 冷挤压 (196)

9.1 冷挤压方法及分类 (196)

9.2 冷挤压用材料 (196)

9.3 冷挤压件的工艺计算 (197)

9.3.1 变形程度的计算和许用变形程度..... (197)

9.3.2 挤压力 (200)

9.3.2.1 算法 (200)

9.3.2.2 图表法 (202)

9.4 毛坯的表面处理与润滑 (208)

9.4.1 碳钢与合金钢的磷化—皂化处理 (208)

9.4.2	不锈钢的润滑处理	(210)
9.4.3	有色金属的润滑处理	(211)
9.5	冷挤压毛坯	(213)
9.5.1	毛坯的形状和尺寸	(213)
9.5.2	毛坯的预成形	(215)
9.5.3	毛坯的软化处理	(216)
9.6	冷挤压模具	(217)
9.6.1	冷挤压模具工作部分设计	(217)
9.6.1.1	凸模	(217)
9.6.1.2	凹模	(224)
9.6.1.3	复合挤压模具设计	(227)
9.6.1.4	凸、凹模工作部分尺寸计算	(228)
9.6.2	组合凹模	(228)
9.6.2.1	组合凹模形式的确定	(228)
9.6.2.2	组合凹模的设计	(229)
9.6.3	模具结构的卸件与顶件装置	(233)
9.6.4	挤压模具典型形式	(236)
9.6.4.1	正挤压模具	(236)
9.6.4.2	反挤压模具	(236)
9.6.4.3	复合挤压模具	(236)
9.6.4.4	冷镦模具	(237)
9.6.5	模具材料及热处理	(237)
9.6.5.1	模具材料	(237)
9.6.5.2	模具的热处理	(238)
9.7	冷挤压产品设计	(238)
9.7.1	冷挤压产品的工艺要求	(238)
9.7.2	冷挤压件的尺寸精度及表面粗糙度	(241)
9.7.3	冷挤压件图	(243)
9.8	冷挤压件质量分析	(244)
9.9	冷挤压设备的选择	(247)
9.9.1	对设备的基本要求	(247)
9.9.2	设备的分类和选用	(247)

参考文献

10	压印	(251)
10.1	精压	(251)
10.1.1	精压的问题——平面凸起现象	(251)
10.1.2	精压润滑剂	(252)
10.1.3	精压毛坯的制备	(253)

10.1.4 精压工序安排	(253)
10.1.5 精压毛坯(模锻件)尺寸的确定	(254)
10.2 校 平	(256)
10.3 压 花	(257)
10.4 压印力	(260)
参考文献	
11 局部成形	(262)
11.1 板材的压窝	(262)
11.1.1 最大压窝高度	(264)
11.1.2 压窝力	(266)
11.2 板材的压埂(加强槽)	(267)
11.3 型材的下陷	(269)
11.3.1 直线零件简单下陷的成形	(270)
11.3.2 成形极限	(271)
11.3.3 通用下陷模	(274)
11.3.4 压制下陷中的常见故障	(277)
11.3.5 其他下陷的成形	(278)
11.3.6 加热压下陷	(278)
11.3.7 压下陷所需的力	(279)
11.3.8 工艺上应注意的几个问题	(279)
参考文献	
12 旋 压	(281)
12.1 工艺分析	(281)
12.1.1 概 述	(281)
12.1.2 适用性	(284)
12.1.3 设计工艺性	(286)
12.1.4 旋压件质量分析	(288)
12.2 工艺方案制订	(290)
12.2.1 零件工艺性审查	(291)
12.2.2 工艺路线安排	(291)
12.2.3 旋压件设计	(293)
12.2.4 旋压毛料设计	(294)
12.2.5 旋压工艺要素选择	(296)
12.2.5.1 压延旋压	(296)
12.2.5.2 局部成形(扩径,缩径)	(298)
12.2.5.3 锥形变薄旋压	(299)
12.2.5.4 筒形变薄旋压	(300)

12.3	工具模设计	(301)
12.3.1	旋压模	(301)
12.3.2	旋轮和擗压工具	(304)
12.3.3	其他工装	(309)
12.4	旋压力及设备选择	(311)
12.4.1	旋压力估测	(311)
12.4.1.1	普通旋压力	(311)
12.4.1.2	变薄旋压力	(312)
12.4.2	旋压机选择	(322)
12.5	特殊旋压方式	(328)
12.5.1	加热旋压	(328)
12.5.2	卧式盘多轮普通旋压	(329)
12.5.3	立式盘多辊旋压	(329)
12.5.4	摩擦工具缩口、封口	(329)
12.5.5	分层错距简单压延旋压	(330)
12.5.6	锥形变薄旋压——内旋压	(330)
12.5.7	筒形变薄旋压——内旋压	(331)
12.5.8	环形轮内型面旋压	(331)
12.5.9	张力旋压	(332)
12.5.10	滚珠(钢球)旋压	(333)
12.5.11	简单压延旋压——变薄旋压	(335)

参考文献

13	滚 弯	(336)
13.1	板料滚弯零件分类及一般性问题	(336)
13.2	圆筒形零件的滚弯	(337)
13.2.1	上下滚轴中心距的确定	(337)
13.2.2	直线段与非圆段的处理方法	(339)
13.3	圆锥形零件的滚弯	(340)
13.3.1	毛料展开方法	(340)
13.3.2	消除扭曲变形	(341)
13.3.3	上下滚轴中心距的确定	(342)
13.4	切向变曲率零件的滚弯	(343)
13.4.1	手工滚弯法	(343)
13.4.2	靠模滚弯法	(345)
13.4.2.1	靠模设计的原始依据	(345)
13.4.2.2	靠模的设计步骤	(351)
13.4.2.3	靠模的制造与修正	(357)
13.5	纵向变厚度、切向变曲率零件的滚弯	(358)

13.6	典型型材滚弯零件分类	(359)
13.7	等曲率型材零件的滚弯	(359)
13.8	板弯型材的滚弯	(361)
13.8.1	手工调整滚弯法	(362)
13.8.2	靠模滚弯法	(362)
13.9	型材滚弯过程的一般性问题	(368)
13.10	型材滚形	(369)
13.11	板料滚弯机	(372)
13.12	型材滚弯机	(372)
14	绕 弯	(374)
14.1	型材绕弯	(374)
14.1.1	型材绕弯的方法与选择	(374)
14.1.2	型材绕弯力矩及回弹量的计算	(375)
14.1.3	型材绕弯的变形及最小弯曲半径	(375)
14.1.4	型材绕弯过程常见缺陷分析及排除方法	(378)
14.1.5	型材绕弯模与侧压装置	(379)
14.2	管子绕弯	(381)
14.2.1	管子绕弯方法和分类	(381)
14.2.2	各类管子绕弯法的使用范围	(383)
14.2.2.1	单一绕弯	(383)
14.2.2.2	多次绕弯	(385)
14.2.2.3	复合绕弯	(388)
14.2.2.4	第五、六、七、八种绕弯法的使用范围	(389)
14.2.3	导管弯曲半径系列	(390)
14.2.4	管子绕弯工艺参数	(392)
14.2.5	弯管工具	(395)
14.2.5.1	弯管模	(395)
14.2.5.2	夹 块	(395)
14.2.5.3	夹紧塞	(400)
14.2.5.4	压 块	(400)
14.2.5.5	防皱块	(401)
14.2.5.6	压块助力器和管端顶推助力器	(401)
14.2.5.7	心 棒	(402)
14.2.6	心棒选用和弯曲前机床调整要点	(402)
14.2.6.1	心棒选用	(402)
14.2.6.2	柱式心棒的安装调整	(405)
14.2.6.3	球式心棒的安装调整	(405)
14.2.6.4	弯管模的安装调整	(405)

14.2.6.5 夹块的夹紧力调整	(405)
14.2.6.6 压块的压力调整	(405)
14.2.6.7 弯曲速度调整	(405)
14.2.6.8 弯曲角度调整	(405)
14.2.7 弯管主要设备	(405)
14.2.7.1 常规弯管机	(405)
14.2.7.2 数控弯管机	(406)
14.2.8 弯管润滑剂	(407)
14.2.9 弯管常见故障分析及排除方法	(407)

参考文献

15 校 形	(411)
15.1 常用的校形方法	(411)
15.1.1 机械校形	(411)
15.1.1.1 模具校形	(411)
15.1.1.2 专用设备校平	(417)
15.1.2 热校形	(418)
15.1.3 爆炸校形	(413)
15.2 铝合金冲压件校形的基本要求	(420)
15.3 钛、钛合金和镁合金的热校形	(420)
15.3.1 加热校形工艺参数的选择	(421)
15.3.2 加热方法	(421)

参考文献

16 辅助加工	(422)
16.1 修 边	(422)
16.1.1 手工修边	(422)
16.1.2 空气等离子修边	(424)
16.1.3 模具修边	(425)
16.2 去毛刺	(425)
16.2.1 冲压件毛刺的一般要求	(425)
16.2.2 去毛刺方法	(425)
16.2.3 毛刺的测定方法	(427)
16.3 打标记	(427)

参考文献

17 汽车覆盖件冲压工艺	(429)
17.1 汽车覆盖件制造技术规程	(429)
17.1.1 汽车覆盖件与一般冲压件的比较	(429)

17.1.2	覆盖件制造技术规程	(429)
17.1.3	覆盖件冲压易产生的废品分析	(430)
17.2	覆盖件的材料与零件分类	(430)
17.2.1	覆盖件材料的选定	(430)
17.2.2	覆盖的分类	(432)
17.3	覆盖件冲压工艺	(432)
17.3.1	冲压工艺方案的制定	(432)
17.3.2	冲压工艺设计的一般性问题	(432)
17.3.2.1	冲压方向的确定	(432)
17.3.2.2	冲压工序数量的确定	(433)
17.3.2.3	毛料(或工序件)的送进方式	(433)
17.3.2.4	工序件的顶起和取出	(434)
17.3.2.5	冲压生产线的选择	(434)
17.3.3	主要冲压工序的工艺设计	(435)
17.3.3.1	压延工序的工艺设计	(435)
17.3.3.2	修边工序的工艺设计	(441)
17.3.3.3	翻边工序的工艺设计	(445)
17.3.4	覆盖件工程图的制定	(445)
17.4	覆盖件模具种类及其基本结构	(446)
17.4.1	覆盖件模具种类	(446)
17.4.2	模具基本结构	(446)
17.4.3	覆盖件模具的附属构件	(448)
17.4.3.1	斜楔组件	(448)
17.4.3.2	上下模的限位结构	(451)
17.4.3.3	缓冲垫	(452)
17.5	覆盖件成形用的简易模具	(453)
17.5.1	锌基合金模具	(453)
17.5.2	聚氨酯塑料模	(454)
17.5.2.1	聚醚型聚氨酯塑料模	(454)
17.5.2.2	聚酯型聚氨酯塑料模	(455)
17.5.3	低熔点合金模	(457)
17.6	覆盖件模具维修	(458)
17.6.1	模具检查	(458)
17.6.2	模具补焊	(459)
参考文献		
18	模具零件强度计算	(460)
18.1	引 言	(460)
18.2	模具的压力中心及其决定方法	(460)

18.3	冲裁凸模的强度计算及稳定性验算	(461)
18.3.1	凸模固定端面抗压强度的计算	(462)
18.3.2	凸模最小剖面抗压强度的计算	(462)
18.3.3	凸模纵向弯曲稳定性的验算	(462)
18.4	冲裁凹模的强度计算	(463)
18.4.1	整体凹模的强度计算	(463)
18.4.2	分段凹模固定力的计算	(464)
18.4.3	凹模承受的劈裂力的计算	(464)
18.5	模板的强度计算及垫板的选择	(465)
18.5.1	模板的强度计算	(465)
18.5.2	垫板的选择	(465)
18.6	橡皮的选用及计算	(466)
18.6.1	标准橡皮的选用	(466)
18.6.2	非标准橡皮的选用	(467)
18.7	弹簧的选用及计算	(468)
18.7.1	圆柱形压缩弹簧的计算	(468)
18.7.2	碟形弹簧的计算	(469)
18.8	提高模具寿命的措施	(470)
18.8.1	锌合金凸、凹模	(470)
18.8.2	合理硬度的选择	(471)
18.8.3	提高凸模寿命的几种方法	(471)
18.8.4	凸、凹模的修理	(471)
18.8.5	组合冲裁凹模的改进设计	(472)

参考文献

19	润 滑	(474)
19.1	摩擦系数	(474)
19.2	压延用润滑剂	(474)
19.2.1	钢板压延润滑剂	(474)
19.2.2	不锈钢板压延润滑剂	(474)
19.2.3	黄铜板压延润滑剂	(475)
19.2.4	铝板压延润滑剂	(475)
19.2.5	镁板压延润滑剂	(476)
19.2.6	锌板压延润滑剂	(476)
19.3	铝板拉形用润滑剂	(476)
19.4	橡胶压制用润滑剂	(476)
19.5	冷挤用润滑剂	(476)
19.6	干润滑层涂敷方法	(477)
19.7	板料润滑方法	(477)