



材料成形与加工技术禁忌丛书

丛书主编 沈其文

金属塑性成形技术 禁忌

黄早文 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



金属塑性成形技术

林巳
尔心

第2版



机械工业出版社

材料成形与加工技术禁忌丛书

丛书主编 沈其文

金属塑性成形技术禁忌

黄早文 编 著

徐开东 等制图

机械工业出版社

本书内容包括锻造用材下料的禁忌,毛坯加热、锻件冷却与热处理的禁忌,自由锻造的禁忌,锤上模锻的禁忌,螺旋压力机上模锻的禁忌,曲柄压力机模锻的禁忌,平锻机上模锻的禁忌,模锻后续工序的禁忌,冷挤压的禁忌,温热挤压的禁忌,专用成形工艺的禁忌,特种成形的禁忌。讲解每种技术的禁忌时按照生产流程实际顺序安排,包括压力机的选择、模具的设计、型槽的设计、工序过程、典型零件实例加工的禁忌等。

特点是突出实用、选材广泛,结合典型实例进行分析、讲解禁忌,全面覆盖金属塑性成形技术的方方面面。

本书旨在为广大从事金属塑性成形与加工的工程技术人员提供可靠、翔实、准确、可参考使用的生产技术资料和数据,也可供材料成形与加工专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

金属塑性成形技术禁忌/黄早文编著. —北京:机械工业出版社, 2008. 3

(材料成形与加工技术禁忌丛书)

ISBN 978-7-111-23635-1

I. 金… II. 黄… III. 金属—塑性变形—禁忌 IV. TG111.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 029933 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:李万宇 版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:鞠杨 责任印制:李妍

北京富生印刷厂印刷

2008 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·26.25 印张·557 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-23635-1

定价:44.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379732

封面无防伪标均为盗版

前 言

材料成形与加工技术属于我国制造业的基础共性技术领域，广泛应用于机械、电子、轻工等行业，涵盖了铸造、焊接、锻造、冲压、热处理等技术。我国针对材料成形与加工技术的研究和实践已经积累了丰富的经验，21世纪高科技及新材料的出现，促进了这些技术领域的进一步发展及变革。

近年来，随着制造业的发展，从事材料成形与加工技术工作的工程技术人员、生产现场工作的技术工人的队伍日益壮大，其技术水平急需培养提高。材料成形与加工技术中，有许多方面要依赖生产技术人员经验和技巧，而所需经验和技巧的获得，常常需要多年努力工作和积累。从这点出发，考虑到技术人员对相关专业知识、经验数据、技巧方法的实际需求，我们组织编写了本套“材料成形与加工技术禁忌丛书”。

本套丛书有如下特点：

1. 总结经验，正误对比形式讲解禁忌

各分册的作者均在该专业领域有较深的造诣，有相当的生产与科研实践经验，编入了大量的可供借鉴的生产实践经验，从而保证了图书的高质量。采用了讲解禁忌的形式，着重指出技术中“不能”做什么，着力防止“误”选材、“误”设计、“误”操作。

2. 突出实用，典型实例方法图解技术

为广大材料成形与加工技术人员提供可靠、翔实、准确的生产技术资料和数据，选取典型实例透彻分析，图文并茂，表达精炼，实用性强。

3. 选材广泛，专业覆盖到位指导生产

注意技术讲解的全面性，每个分册均覆盖了该专业的所有技术方面，按照加工方法工作流程来安排每一分册内容的编写顺序，以便查找，并能准确地指导生产实践。

4. 读者面宽，方法释义得当便于自修

本套丛书对为什么禁忌增加了深入浅出的理论解释，以适应不同层次的读者。

本套丛书主编为沈其文教授，她从事有关材料成形领域的生产、科研及教





学工作 40 余年，统一规划了本套丛书的体例和内容，精心组织了分册的编写工作。随着工程材料应用领域的扩大，今后将继续出版有关塑料、橡胶、陶瓷及复合材料等“成形与加工技术禁忌”分册。

本分册总结了金属塑性成形技术的实践经验，除板料冲压外，基本包含了其成形的各种工艺，包括：锻造部分——自由锻、模锻（开式模锻、闭式或精密模锻、多向模锻、精压）；挤压——冷挤压和温挤压；等温锻造与超塑性成形；液态模锻；粉末成形锻造；回转成形——辊锻、横轧、斜轧、辗压（辗环与摆辗）；径向锻造等。

本书采用逆向思维，总结归纳出生产中应避免的问题，以图文对照的方式进行阐述，以条文形式编写，旨在介绍生产中应该注意的各种具体问题，帮助读者在实际生产中避免可能发生的人身、设备、工模具等的生产安全事故，降低废品率，提高产品质量。

本书插图的设计绘制负责及参加人员有：徐开东、张志坤、吴凤智、高飞。

由于作者水平所限，书中不当、错误之处在所难免，敬请读者批评指正，以便加以修订。

编者



目 录

前言

第1章 锻造用材下料的禁忌	1
1.1 剪床与压力机下料的禁忌	1
1.1.1 剪床下料的禁忌	1
1. 剪切方法的禁忌	1
2. 剪切间隙与导程的禁忌	3
3. 剪切刀片的禁忌	3
4. 方(扁)钢下料的禁忌	4
5. 剪切质量的禁忌	6
1.1.2 压力机剪切下料的禁忌	6
1. 剪切长度的禁忌	6
2. 剪切模结构的禁忌	8
1.2 锻锤与冷折下料禁忌	9
1.2.1 锻锤剪切下料的禁忌	9
1. 锻锤下料范围的禁忌	9
2. 锻锤下料方法与温度的禁忌	10
1.2.2 冷折下料的禁忌	10
1. 钢铁材料冷折下料的禁忌	10
2. 非铁金属不宜采用剪切或冷折下料	11
1.3 切割下料的禁忌	11
1.3.1 锯割和车床下料的禁忌	11
1. 锯割下料的禁忌	11
2. 车床下料的禁忌	12
1.3.2 其它下料方法的禁忌	12
1. 一般工件不宜采用气割下料	12
2. 在大批量生产中不要用片砂轮下料	12
3. 一般情况下应该禁止使用摩擦锯下料	12
第2章 毛坯加热、锻件冷却与热处理的禁忌	13
2.1 毛坯锻前加热的禁忌	13





2.1.1 加热方法的禁忌	13
1. 火焰炉加热的禁忌	13
2. 电加热的禁忌	13
2.1.2 加热质量的禁忌	14
1. 加热氧化的禁忌	14
2. 钢料加热脱碳的禁忌	16
3. 防止过热的禁忌	16
4. 严禁钢料过烧的禁忌	17
2.1.3 确定锻造温度范围与制订加热规范的禁忌	18
1. 确定锻造温度范围的禁忌	18
2. 制订加热规范的禁忌	19
3. 少无氧化加热的禁忌	20
2.2 锻后冷却与锻后热处理禁忌	21
2.2.1 锻后冷却的禁忌	21
1. 冷却速度的禁忌	21
2. 冷却方法的禁忌	22
2.2.2 锻后热处理的禁忌	23
1. 中小型锻件锻后热处理的禁忌	23
2. 大型锻件锻后热处理的禁忌	25
第3章 自由锻造的禁忌	26
3.1 自由锻造基本工序的禁忌	26
3.1.1 镦粗工序的禁忌	26
1. 平砧镦粗的禁忌	26
2. 垫环镦粗的禁忌	28
3. 局部镦粗的禁忌	29
3.1.2 拔长工序的禁忌	29
1. 拔长送进量的禁忌	29
2. 拔长压下量的禁忌	30
3. 拔长方法的禁忌	31
4. 拔长质量的禁忌	32
3.1.3 冲孔与扩孔工序的禁忌	34
1. 冲孔工序的禁忌	34
2. 扩孔工序的禁忌	35
3. 芯轴拔长工序的禁忌	37

3.1.4	弯曲及其它工序的禁忌	39
1.	弯曲工序的禁忌	39
2.	错移工序的禁忌	39
3.	扭转工序的禁忌	41
3.2	自由锻工艺规程制订的禁忌	42
3.2.1	制订锻件图的禁忌	42
1.	确定工艺方案的禁忌	42
2.	绘制锻件图的禁忌	43
3.2.2	确定坯料重量及其尺寸的禁忌	44
1.	计算坯料重量的禁忌	44
2.	确定坯料尺寸的禁忌	45
3.2.3	选择锻造设备吨位的禁忌	49
1.	计算变形力的禁忌	49
2.	确定锻锤吨位的禁忌	50
3.2.4	制订自由锻工艺过程实例	53
1.	齿轮自由锻工艺实例	53
2.	汽轮发电机转子锻造工艺实例	55
3.	热轧辊自由锻造工艺实例	58
4.	吊钩的锻造	62
第4章 锤上模锻的禁忌		64
4.1	锻模设计的禁忌	64
4.1.1	设计锻件图的禁忌	64
1.	锤上模锻范围的禁忌	64
2.	选择分模位置的禁忌	65
3.	确定机械加工余量和锻件公差的禁忌	67
4.	确定模锻斜度的禁忌	68
5.	设计圆角半径的禁忌	70
6.	设计冲孔连皮的禁忌	72
7.	技术要求的禁忌	74
4.1.2	终锻型槽设计的禁忌	75
1.	设计热锻件图的禁忌	75
2.	设计飞边槽的禁忌	77
3.	钳口设计的禁忌	82
4.1.3	各类预锻型槽设计禁忌	84



08	1. 一般预锻型槽设计的禁忌	84
08	2. 形状特殊锻件预锻型槽的禁忌	86
08	4.2 选择制坯工步的禁忌	89
14	4.2.1 确定制坯方法的禁忌	89
14	1. 圆盘类锻件制坯工步的禁忌	89
14	2. 轮毂锻件制坯工步的禁忌	91
14	3. 长轴类锻件制坯方法的禁忌	92
14	4.2.2 选择长轴类锻件制坯工步的禁忌	94
14	1. 计算长度与截面的禁忌	94
14	2. 计算毛坯图的禁忌	95
14	3. 选择制坯工步的禁忌	97
04	4.3 设计制坯型槽的禁忌	99
04	4.3.1 拔长型槽的禁忌	99
02	1. 设计拔长型槽的禁忌	99
02	2. 拔长型槽排列位置的禁忌	101
02	4.3.2 滚挤型槽的禁忌	102
02	1. 选择滚挤型槽类型的禁忌	102
02	2. 设计滚挤型槽的禁忌	103
02	3. 滚挤操作及型槽设计方法的禁忌	106
04	4.3.3 其它制坯型槽设计的禁忌	107
10	1. 卡压型槽设计的禁忌	107
10	2. 成形型槽设计的禁忌	108
10	3. 弯曲型槽设计的禁忌	109
10	4. 墩粗压扁和切断型槽设计的禁忌	111
10	4.4 计算毛坯体积与选择锻锤吨位的禁忌	112
10	4.4.1 毛坯体积计算及尺寸确定的禁忌	112
08	1. 长轴类锻件毛坯体积计算及尺寸确定的禁忌	112
07	2. 圆盘类锻件毛坯体积计算及尺寸确定的禁忌	113
07	4.4.2 选择锻锤吨位的禁忌	114
17	1. 选用模锻锤吨位不能过小	114
25	2. 用经验公式计算锻锤吨位时不要忽视生产率的要求	114
25	3. 过大的锻件不适合用经验-理论公式计算锻锤吨位	114
17	4. 计算实例	115
04	4.5 锤锻模结构设计的禁忌	116
12	4.5.1 锻模结构的禁忌	116

1. 锻模结构设计的禁忌	116
2. 锻模定位与紧固的禁忌	117
4.5.2 型槽布置的禁忌	121
1. 型槽中心位置的禁忌	121
2. 预锻、终锻型槽位置的禁忌	122
3. 型槽排列顺序的禁忌	124
4.5.3 错移力平衡与锁扣设计的禁忌	125
1. 错移力平衡的禁忌	125
2. 设置锁扣的禁忌	126
4.5.4 模块设计的禁忌	128
1. 确定模块尺寸的禁忌	128
2. 模块加工要求的禁忌	130
4.5.5 锻模设计实例	131
1. 汽车后制动器传动杆锻模设计	131
2. 汽车连杆锤锻模设计	138
4.6 锻模材料与使用维护和锻件检验的禁忌	148
4.6.1 锻模材料与使用维护的禁忌	148
1. 锻模材料和热处理硬度的禁忌	148
2. 锻模使用和保护的禁忌	149
4.6.2 检验锻件质量的禁忌	152
1. 不要忽视锻件质量的检验	152
2. 导致锻件产生缺陷而不能忽视的因素	152
3. 检验锻件不能只限于锻件尺寸、形状和表面缺陷	153
4. 磁粉检验时不能使磁场方向与裂纹方向平行	154
第5章 螺旋压力机上模锻的禁忌	155
5.1 螺旋压力机模锻工艺的禁忌	155
5.1.1 螺旋压力机使用的禁忌	155
1. 螺旋压力机应用范围的禁忌	155
2. 螺旋压力机工艺特点的禁忌	155
5.1.2 锻件特点的禁忌	157
1. 锻件设计特点的禁忌	157
2. 螺旋压力机模锻成形特点的禁忌	158
5.2 螺旋压力机锻模设计的禁忌	160
5.2.1 螺旋压力机锻模结构特点的禁忌	160





1. 组合模结构设计的禁忌	160
2. 设计锻模锁扣、导向装置的禁忌	162
5.2.2 选择锻模材料的禁忌	163
1. 模具工作部分材料的禁忌	163
2. 组合锻模模架材料的禁忌	164
5.3 选择螺旋压力机规格的禁忌	165
5.3.1 螺旋压力机打击特点的禁忌	165
1. 压力机打击的多余能量不能过大	165
2. 不能按变形力选择螺旋压力机的规格	165
5.3.2 计算选择螺旋压力机打击力的禁忌	166
1. 摩擦压力机的规格不能按最大打击力计算	166
2. 摩擦压力机模锻时不要超过设备所允许的使用压力	166
3. 摩擦压力机公称压力的表示方法与曲柄压力机或锻锤不同	166
4. 换算设备(吨位)公称压力时的禁忌	167
5.3.3 工艺示例	167
1. 螺钉类锻件	167
2. 齿轮轴锻工艺	168
3. 套筒锻件锻工艺	168
4. 汽车发动机连杆模锻工艺	170
第6章 曲柄压力机模锻的禁忌	172
6.1 曲柄压力机上模锻特征的禁忌	172
6.1.1 曲柄压力机模锻范围及其特征的禁忌	172
1. 曲柄压力机模锻范围的禁忌	172
2. 曲柄压力机模锻特征的禁忌	172
6.1.2 曲柄压力机模锻变形特征的禁忌	173
1. 曲柄压力机上模锻不必考虑惯性力的影响	173
2. 曲柄压力机上模锻不宜采用压入为主的成形方式成形	174
3. 金属充填型槽的影响	174
6.2 曲柄压力机锻模设计的禁忌	174
6.2.1 锻件图(终锻型槽)设计的禁忌	174
1. 选择分模位置的禁忌	174
2. 确定机械加工余量和公差值的禁忌	175
3. 设计模锻斜度的禁忌	176
4. 设计冲孔连皮的禁忌	177



5. 设计圆角半径的禁忌	178
6.2.2 型槽设计的禁忌	179
1. 设计预、终锻型槽的禁忌	179
2. 设计飞边槽的禁忌	180
3. 确定承压面的禁忌	181
4. 成形镦粗型槽的设计	182
5. 挤压变形型槽的设计	183
6. 确定坯料体积和尺寸的禁忌	185
6.3 计算模锻力及选择设备吨位的禁忌	186
6.3.1 计算模锻力的禁忌	186
1. 变形抗力不允许超过压力机的公称压力	186
2. 忌用低于设定温度范围的毛坯锻造	186
3. 计算曲柄压力机上的模锻力不能用锤上模锻的公式计算	186
6.3.2 选择压力机规格的禁忌	187
1. 曲柄压力机的公称压力不要与摩擦压力机的公称压力混淆	187
2. 在曲柄压力机上模锻不能完全按经验公式确定设备吨位	188
3. 在曲柄压力机上模锻最好不要省掉安全报警装置	188
6.4 曲柄压力机锻模结构设计的禁忌	188
6.4.1 组合锻模设计的禁忌	188
1. 曲柄压力机锻模设计特征的禁忌	188
2. 确定封闭高度的禁忌	189
3. 设计锻模镶块的禁忌	191
6.4.2 设计导向与顶出装置的禁忌	193
1. 设计导柱导套的禁忌	193
2. 设计顶出装置的禁忌	193
6.4.3 工艺示例	194
1. 中间常啮合齿轮锻件	194
2. 制动器托板轴承锻件	194
第7章 平锻机上模锻的禁忌	197
7.1 平锻机上模锻特征的禁忌	197
7.1.1 平锻机上模锻工艺特征的禁忌	197
1. 在平锻机上模锻不必限制坯料的长度	197
2. 平锻机上模锻不能采用一个分模面	197
3. 低精度的热轧钢材不宜在平锻机上锻造	197



4.	非对称的锻件不宜在平锻机上锻造	198
5.	平锻模闭合尺寸调整量不能过大	198
7.1.2	垂直分模与水平分模平锻机结构特征的禁忌	198
1.	平锻机的夹紧力不是模锻力	198
2.	水平分模平锻机不宜进行深冲孔和管坯端部墩锻成形	199
3.	连续锻造时锻件在水平分模平锻机的凹模中不能自动落下	199
4.	水平分模平锻机不易安装和调整模具	199
7.2	平锻机锻模设计的禁忌	199
7.2.1	锻件图设计的禁忌	199
1.	确定机械加工余量与公差的禁忌	199
2.	确定模锻斜度与圆角半径的禁忌	204
7.2.2	制订平锻件工艺的禁忌	205
1.	局部墩粗工艺的禁忌	205
2.	设计聚集工步的禁忌	206
3.	管坯墩粗工艺的禁忌	211
4.	管坯聚集工步的禁忌	212
5.	环形锻件锻造工艺的禁忌	213
7.2.3	平锻模结构与型槽设计的禁忌	215
1.	平锻机闭合尺寸的禁忌	215
2.	平锻模结构设计的禁忌	217
3.	型槽设计的禁忌	220
7.3	计算平锻力和选择平锻机吨位的禁忌	224
7.3.1	计算平锻力的禁忌	224
1.	平锻机不宜以英寸表示的规格选取	224
2.	选择平锻机规格不能完全按计算所需的模锻力确定	225
7.3.2	工艺示例	225
1.	水箱拉杆墩锻工艺计算实例	225
2.	汽车半轴平锻工艺	228
3.	转向摇臂轴平锻工艺	228
4.	万向节叉平锻工艺	230
第8章 模锻后续工序的禁忌		231
8.1	切边与冲孔工序的禁忌	231
8.1.1	切边工序的禁忌	231
1.	切边方式的禁忌	231

2. 设计切边凹模的禁忌	232
3. 设计切边凸模的禁忌	233
8.1.2 冲孔工序的禁忌	235
1. 确定冲孔间隙的禁忌	235
2. 冲孔凹模结构设计的禁忌	236
8.1.3 设计切边冲孔复合模的禁忌	236
1. 切边冲孔复合模应用特征的禁忌	236
2. 设计切边冲孔复合模的禁忌	238
3. 计算切边和冲孔力的禁忌	239
8.2 校正、精压与表面清理工序的禁忌	239
8.2.1 校正工序的禁忌	239
1. 校正方法的禁忌	239
2. 设计校正模的禁忌	240
8.2.2 精压工序的禁忌	242
1. 精压方法的禁忌	242
2. 精压工艺的禁忌	243
8.2.3 表面清理方法的禁忌	244
1. 未经表面清理的锻件不宜进行机械加工	244
2. 易变形的中小型锻件不要采用滚筒清理	245
3. 无特殊要求的锻件不要用喷砂(丸)清理	245
4. 形状复杂的锻件不宜用滚筒、喷丸和抛丸清理	246
第9章 冷挤压的禁忌	247
9.1 确定冷挤压压力的禁忌	247
9.1.1 冷挤压工艺参数对挤压力影响的禁忌	247
1. 挤压方法与压力计算方法的禁忌	247
2. 挤压变形过程的禁忌	247
3. 影响挤压压力因素的禁忌	250
9.1.2 确定挤压力的禁忌	254
1. 确定冷挤压压力的禁忌	254
2. 计算挤压力的禁忌	255
9.2 冷挤压工艺的禁忌	261
9.2.1 毛坯软化与润滑的禁忌	261
1. 毛坯软化处理的禁忌	261
2. 挤压坯料表面处理的禁忌	264



3. 毛坯润滑处理的禁忌	268
9.2.2 制订冷挤压工艺的禁忌	268
1. 制订反挤压工艺的禁忌	268
2. 制订正挤压工艺的禁忌	270
3. 制订复合挤压工艺的禁忌	272
9.2.3 冷挤压变形工艺实例	273
1. 钢铁材料冷挤压变形工艺实例	273
2. 非铁金属冷挤压变形工艺实例	282
9.3 设计挤压模具的禁忌	288
9.3.1 设计挤压凸模的禁忌	288
1. 设计反挤压凸模的禁忌	288
2. 设计正挤压凸模的禁忌	292
9.3.2 设计挤压凹模的禁忌	294
1. 设计反挤压凹模的禁忌	294
2. 设计正挤压凹模的禁忌	296
9.3.3 设计预压冷挤压组合凹模的禁忌	299
1. 设计多层预压组合凹模的禁忌	299
2. 组合凹模压合工艺的禁忌	304
3. 预应力组合凹模的理论分析	305
4. 三层组合凹模计算径向过盈量与轴向压合量的实例	312
9.3.4 挤压模总体设计的禁忌	316
1. 设计顶出机构的禁忌	316
2. 设计工件导向与出气孔的禁忌	316
3. 挤压模总体设计的禁忌	318
4. 模具结构示例	320
第10章 温热挤压的禁忌	326
10.1 温热挤压工艺的禁忌	326
10.1.1 温热挤压温度的禁忌	326
1. 选择温热挤压温度的禁忌	326
2. 温热挤压加热方法的禁忌	329
10.1.2 温热挤压压力计算与润滑的禁忌	329
1. 计算温热挤压压力不能采用冷挤压的计算方法	329
2. 计算温热挤压压力不必过于考虑变形程度的影响	330
3. 温热挤压润滑的禁忌	333

10.1.3	温热挤压件的性能及尺寸精度的禁忌	333
1.	温热挤压产品力学性能的提高不如冷挤压	333
2.	温热挤压产品的尺寸精度不如冷挤压	335
10.2	温热挤压模具设计的禁忌与工艺实例	336
10.2.1	设计模具的禁忌	336
1.	凸、凹模的工作带不能完全与冷挤压的相同	336
2.	防止温热挤压模温度过高或过低	337
3.	温热挤压模具材料的禁忌	338
4.	温热挤压技术经济特点及不足	339
10.2.2	温热挤压工艺实例	340
1.	渗碳结构钢 18CrNiWA 的温热挤压	340
2.	不锈钢 2Cr13 的温热挤压	341
3.	合金结构钢 38CrA 的温热挤压	342
第 11 章 专用成形工艺的禁忌		345
11.1	精密模锻与多向模锻的禁忌	345
11.1.1	精密模锻的禁忌	345
1.	精密模锻毛坯的温度不能过高	345
2.	精密模锻的工艺参数不能与普通模锻的相同	345
3.	模锻锤不适合精密模锻	345
4.	锥齿轮精密模锻实例	346
11.1.2	多向模锻的禁忌	347
1.	多向模锻的合(压)模力不能小于成形力	347
2.	凹模座与凸模固定板的中心线不能错移	348
3.	多向模锻水压机模具设计实例	349
11.2	回转成形的禁忌	350
11.2.1	辊锻工艺的禁忌	350
1.	辊锻特点及应用范围的禁忌	350
2.	确定辊锻工艺参数的禁忌	355
3.	制坯辊锻模设计的禁忌	357
4.	计算辊锻力及力矩的禁忌	360
5.	制坯辊锻工艺实例	361
11.2.2	横轧与斜轧工艺的禁忌	361
1.	楔形横轧工艺的禁忌	361
2.	孔型斜轧工艺的禁忌	364