

DUANZAO GONG
GONGZUO
SHOUCE

锻造工 工作手册

张彦敏 贺俊光 张学宾 编著



化学工业出版社

DUANZAOGONG
GONGZUO
SHOUCE

锻造工 工作手册

张彦敏 贺俊光 张学宾 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书涵盖锻造工常用数据、材料、公式、图表、单位换算；与锻造工艺相关
的标准、规范、规定；金属下料方法、加热设备、锻件质量检查及热处理；常用锻造设备及
工艺操作等内容。本书根据最新国家标准和行业标准编写而成。

本书内容丰富、简明实用，可供从事锻造工作的工人及技师使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

锻造工工作手册/张彦敏, 贺俊光, 张学宾编著. —北
京: 化学工业出版社, 2009. 1

ISBN 978-7-122-04209-5

I. 锻… II. ①张…②贺…③张… III. 锻造-技术手册
IV. TG31-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 183612 号

责任编辑: 邢 涛

文字编辑: 冯国庆

责任校对: 洪雅姝

装帧设计: 王晓宇

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: 三河市万龙印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 17¼ 字数 466 千字

2009 年 3 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: 39.00 元

版权所有 违者必究

前 言

锻造成形是塑性成形工程的重要组成部分，在整个工业生产中占有举足轻重的地位，主要应用于汽车、拖拉机、矿业、航空、航天、机械制造等领域。随着我国工业的迅猛发展，锻造行业也取得了长足的进步，飞机上有 85%，汽车上有约 58%，农机上有约 70% 的零部件都是采用锻造工艺制造的。

本书是特别为锻造行业的中、高级技术工人和技师编写的工具书。本书结合最新的国家标准和行业标准，全面介绍了锻造工常用的基础资料、最新的技术标准、锻造用材料的牌号和性能、各种锻造设备、锻造工艺规范、锻件的热处理以及防护和润滑等内容。

本书内容全、资料新，叙述上简明扼要，以表格的形式列出大量数据，方便读者查找，适宜在生产中查阅。

本书第 1~3 章由贺俊光编写，第 4~7 章由张彦敏编写，第 8、9 章由张学宾编写。

由于编者水平有限，不足之处请广大读者提出宝贵意见。

编著者
2008 年 10 月

《冲压工艺入门》

赵平 主编

本书是面向基层技术人员和操作人员的入门级读本。

本书简要介绍各种冲压工艺，详细介绍加工过程中的操作、机械、安全等内容。内容既可以满足基层人员的需要，又浅显易懂，便于阅读。同时，结合具体工作的讲解对于读者理解和掌握各种加工过程大有帮助。

本书适宜相关的读者学习参考，同时可作为相关单位的培训与教学使用。
2009年即将出版。

欢迎订阅金属材料专业图书

01270	新编中外金属材料手册	198
00195	常用金属材料手册	38
00968	实用金属材料速查速算手册	16
8437	实用轻金属材料手册	38
01553	新编钢铁材料手册	39
00920	新编中外钢号速查手册	25
9936	材料成形检测技术	29
9869	金属材料及其成形性能	28
9563	粉体材料成形设备与模具设计	39
9746	钢铁制品表面着色技术	28
8174	高氮钢和不锈钢——生产、性能与应用	32
9126	特殊钢缺陷分析与对策	28
6776	先进结构材料	35
00087	有色金属表面着色技术	22
9979	再生铝生产与应用	22
9344	现代金属热喷涂技术	29
9881	现代金属表面合金化技术	28
00092	中外钢号对照手册	92
00695	有色金属加工丛书——有色金属挤压与拉拔技术	32
00693	有色金属加工丛书——有色金属锭坯生产技术	28
9661	有色金属加工丛书——有色金属轧制技术	32
01205	有色金属加工丛书——有色金属锻造与冲压技术	36

化学工业出版社出版机械、电气、锻压、轧制、模具、热处理等专业科技图书。如要出版新著，请与编辑联系。如要以上图书的内容简介和详细目录，或要更多的科技图书信息，请登录 www.cip.com.cn。

地址：(100011)北京市东城区青年湖南街13号 化学工业出版社

邮购：010-64519684, 64518800 (发行部邮购科)

编辑：邢涛，电话 010-64519282, 13661183278

Email: tao1223@vip.sina.com

目 录

第 1 章 常用数据和公式	1
1.1 常用资料	1
1.1.1 常用标准代号	1
1.1.2 常用的计量单位和物理性质	2
1.2 常用数学公式	17
1.3 极限与配合、形状与位置公差、表面粗糙度	26
1.3.1 极限与配合	26
1.3.2 形状与位置公差	29
1.3.3 表面粗糙度	30
第 2 章 锻造技术标准和技术条件	33
2.1 锤上自由锻件加工余量与公差 (YB/T 036.8—92)	33
2.1.1 适用范围	33
2.1.2 一般规定	33
2.1.3 名词术语	33
2.1.4 各类锤上自由锻件加工余量与公差	35
2.2 钢质模锻件公差及机械加工余量 (GB/T 12362—2003)	52
2.2.1 适用范围	52
2.2.2 公差及机械加工余量等级	52
2.2.3 技术内容	52

2.3	锤上自由锻件通用技术条件 (JB/T 4385.1—1999)	73
2.3.1	适用范围	73
2.3.2	订货条件	73
2.3.3	锻件用钢	73
2.3.4	锻件的制造	74
2.3.5	锻件的试验分级	74
2.3.6	锻件的外观质量	75
2.3.7	取样位置、取样数量和试样制备	76
2.3.8	标志和质量证明书	76
2.4	锤上自由锻件复杂程度分类及折合系数 (JB/T 4385.2—1999)	77
2.4.1	复杂程度分类	77
2.4.2	折合系数	83
2.5	钢质模锻件通用技术条件 (GB/T 12361—2003)	85
2.5.1	适用范围	85
2.5.2	模锻斜度	85
2.5.3	圆角半径	87
2.5.4	锻件质量	87
第3章	常用金属材料	90
3.1	有关金属材料的基本知识	90
3.1.1	钢的分类	90
3.1.2	钢铁产品牌号表示方法 (GB/T 221—2000)	92
3.1.3	有色金属的分类	102
3.1.4	有色金属及合金产品牌号表示方法	103
3.2	金属的力学性能	113
3.2.1	金属力学性能名词术语	113
3.2.2	常用钢的力学性能	115
3.3	锻造用原材料的三种形态	145
3.3.1	轧制材料的品种和规格	145

3.3.2	锻制材料的品种和规格	145
3.3.3	钢锭	146
第4章	锻造用材料的准备	148
4.1	锻造用材料的加热及加热炉的使用	148
4.1.1	概述	148
4.1.2	燃料及其燃烧	150
4.1.3	加热对钢的组织 and 性能的影响	153
4.1.4	钢加热时产生的缺陷和防止方法	155
4.1.5	钢的锻造温度范围	157
4.1.6	钢的锻造温度和加热规范	158
4.1.7	锻造加热设备	180
4.1.8	加热温度的测定	181
4.1.9	加热炉的使用和维护	183
4.2	算料与下料	185
4.2.1	算料	185
4.2.2	下料	193
第5章	锻压设备	216
5.1	概述	216
5.1.1	有砧座锤	216
5.1.2	对击锤	218
5.2	空气锤	219
5.2.1	结构和工作原理	220
5.2.2	操作方法	228
5.2.3	规格和性能参数	231
5.2.4	试车方法	231
5.2.5	调整方法	234
5.2.6	常见故障及产生的原因	234
5.2.7	空气锤故障典例排查及维修	235

5.2.8	空气锤噪声控制	239
5.3	蒸汽-空气自由锻锤	247
5.3.1	分类和技术规格	247
5.3.2	结构和工作原理	249
5.3.3	调整方法	250
5.3.4	试车方法	250
5.3.5	常见故障及产生的原因	251
5.3.6	锻锤的使用规则	252
5.3.7	锻锤的维护保养制度	253
5.4	蒸汽-空气模锻锤	254
5.4.1	蒸汽-空气模锻锤的构造	254
5.4.2	工作原理和操作方法	256
5.4.3	主要技术规格和性能参数	256
5.4.4	常见故障及产生的原因	258
5.5	自由锻造水压机	259
5.5.1	工作原理	259
5.5.2	本体结构	260
5.5.3	传动系统	261
5.5.4	操作方法	262
5.5.5	附属设备	263
5.5.6	技术规格和性能参数	264
5.5.7	常见故障及其产生的原因	264
5.6	液气锤	267
5.6.1	液气锤的特点和分类	267
5.6.2	液压模锻锤	269
5.7	曲柄压力机	279
5.7.1	结构和工作原理	279
5.7.2	曲柄压力机的主要零部件	280
5.7.3	操作方法	282
5.7.4	曲柄压力机的主要技术参数	285

5.7.5	常见故障及产生的原因	286
5.8	平锻机	286
5.8.1	结构和工作原理	287
5.8.2	平锻机的运动规律及超载保护装置	289
5.8.3	操作方法	292
5.8.4	主要技术规格和性能参数	293
5.8.5	常见故障及产生的原因	294
5.9	摩擦压力机	295
5.9.1	结构和工作原理	295
5.9.2	操作方法	297
5.9.3	主要技术规格和性能参数	299
5.9.4	常见故障及产生的原因	299
5.10	切边压力机	299
5.11	高速锤	301
5.11.1	高速锤分类和工作原理	302
5.11.2	各种高速锤的特点	318
5.11.3	高速锤锻造工艺基础	320
5.12	其他模锻设备	323
5.12.1	蒸汽-空气对击锤	323
5.12.2	模锻水压机	326
5.12.3	精压机	328
第6章	锻造工艺规程的编制	331
6.1	锻件概论	331
6.1.1	编制锻件锻造工艺规程的基本知识	331
6.1.2	锻件设计的要求及主要任务	331
6.1.3	锻件分类	332
6.1.4	锻件设计方案的选择	334
6.2	锻锤上模锻	337
6.2.1	模锻件图的制定	337

6.2.2	模锻锤吨位的确定	346
6.2.3	模膛的选择和坯料尺寸的计算	347
6.2.4	模膛设计	354
6.2.5	锻模结构设计	361
6.3	摩擦压力机上模锻	364
6.3.1	工艺特点	364
6.3.2	锻件图的制定	365
6.3.3	压力机吨位的确定	365
6.3.4	终锻模膛和预锻模膛的设计	365
6.3.5	锻件制坯和型砧设计	367
6.3.6	坯料尺寸的计算	370
6.4	曲柄压力机上模锻	372
6.4.1	工艺特点	372
6.4.2	锻件图的制定	372
6.4.3	锻件分类和变形工步的确定	373
6.4.4	坯料尺寸的计算	375
6.5	平锻机上模锻	376
6.5.1	工艺特点	376
6.5.2	锻件图的制定	376
6.5.3	锻件分类和变形工步的确定	379
6.5.4	坯料尺寸计算	380
第7章 变形力计算及设备吨位确定		381
7.1	变形力的确定	381
7.1.1	确定变形力的方法	381
7.1.2	变形力、能的计算	381
7.2	锻压设备吨位或压力的确定	397
7.2.1	自由锻锤吨位的确定	397
7.2.2	自由锻水压机压力的选定	399
7.2.3	胎模锻所需设备吨位的确定	400

7.2.4	模锻锤吨位的确定	401
7.2.5	螺旋压力机压力的确定	406
7.2.6	热模锻曲柄压力机压力的确定	408
7.2.7	平锻机压力的确定	409
7.2.8	水压机模锻压力的确定	410
7.2.9	切边压力机压力的确定	412
7.2.10	冷精压时精压机压力的确定	413
7.2.11	下料剪床剪切力的确定	415
第8章 模锻件的精整工序		417
8.1	切边和冲孔	417
8.1.1	确定冷切或热切的原则	417
8.1.2	切边压力机吨位的确定	417
8.1.3	切边模	417
8.1.4	冲孔模	419
8.2	校正和精压	421
8.2.1	校正	421
8.2.2	精压	422
8.3	锻件的冷却	424
8.3.1	锻后冷却对锻件的影响	424
8.3.2	锻件的冷却方法	426
8.3.3	锻件的冷却规范	427
8.4	锻件的热处理	428
8.4.1	锻件热处理的目的是种类	429
8.4.2	常用锻件热处理工艺	432
8.5	锻件的余热处理	433
8.6	锻件和毛坯的清理	434
8.6.1	清理的目的	434
8.6.2	热毛坯的清理	434
8.6.3	冷锻件或冷毛坯的清理	436

8.7	锻件热处理举例	458
8.7.1	活塞环	458
8.7.2	活塞销	467
8.7.3	连杆	476
8.7.4	曲轴	482
8.7.5	凸轮轴	493
8.8	锻件质量检验	497
8.8.1	锻件几何形状与尺寸的检验	498
8.8.2	锻件表面质量的检验	499
8.8.3	锻件内部缺陷和组织检验	501
8.8.4	锻件力学性能检验	502
8.8.5	化学成分检验	503
第9章	防护润滑与维护	504
9.1	防护与润滑	504
9.1.1	金属锻压时的摩擦与润滑	504
9.1.2	金属热成形防护润滑剂应具备的基本条件及其 分类	507
9.1.3	防护润滑剂的应用	510
9.1.4	FR 系列防护润滑剂的特性、配制工艺和使用 工艺说明	521
9.2	锤锻模材料选择、使用与维护	526
9.2.1	锻模材料选择	526
9.2.2	锤锻模的使用与维护修理	528
9.3	锤锻模的失效形式与延寿途径	531
9.3.1	锤锻模的失效形式	531
9.3.2	锻模的延寿途径	532
	参考文献	535

第 1 章

常用数据和公式

1.1 常用资料

1.1.1 常用标准代号

(1) 部分国内标准代号 (表 1-1)

表 1-1 部分国内标准代号及其含义

代 号	表示意义	代 号	表示意义
CB	船舶	LS	原料;油料
D;DZ	电工	LY;LYJ	林业
DLJ	电力工程建设	MT;MT/Z	煤炭
DZ;DJ	地质	NJ;NJ/Z	农机
FJ;FJ/C;FJ/Z	纺织	ODG;ODD	电工专业分类文件
GB	国家标准	QB;QBJ	轻工
GBJ	国家工程建设标准	SB	商业;食品
GC	金属切削机床	SC;SC/Z	水产;渔轮
GL	量具	SD;SDJ	水电
GNJ	公安部工程建设	SG	轻工;商业
GR	刃具	SJ;SJ/Z	电子
GZ	铸造	SY;SYB	石油
HG;HGB	化工	TB;TB/Z	铁道
JB	机械	TH;THZ	通用与化工机械
JC	建材	WS	医疗器械
JG	建工	Y	仪器和仪表
JGJ	国家建工总局工程建设	YB;YB/Z	冶金
JJB	国家建委工程建设	YD;YDJ	邮电
JT;JTB;JTJ	交通;船舶	ZJ;ZZ;ZQ	重型机械

(2) 部分国外标准代号 (表 1-2)

表 1-2 部分国外标准代号及其含义

代 号	表示意义	代 号	表示意义
ISO	国际标准化组织标准	NF	法国国家标准
ANSI	美国国家标准	JUS	前南斯拉夫标准
MS	美国军用标准	PN	波兰国家标准
NAS	美国宇航标准	SIS	瑞士标准
BS	英国国家标准	STAS	罗马尼亚国家标准
CSA	加拿大标准	UNI	意大利标准
DIN	德国工业标准	IEC	国际电工委员会标准
JIS	日本工业标准	NATO	北大西洋公约组织标准

1.1.2 常用的计量单位和物理性质

(1) 常用计量单位名称与代号 (表 1-3)

表 1-3 常用计量单位名称与代号

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号
长度	$l, (L)$	米	m
质量	m	千克(公斤)	kg
时间	t	秒	s
		分	min
		[小]时	h
		日,(天)	d
电流	I	安[培]	A
(平面)角	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \phi$ 等	弧度	rad
		(角)秒	($''$)
		(角)分	($'$)
		度	($^{\circ}$)
面积	$A, (S)$	平方米	m^2
体积	V	立方米	m^3
		升	L, l

续表

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号
速度	u, v ω, c	米每秒	m/s
力 重力	F $W, (P, G)$	牛[顿]	N
压力 压强	P	帕[斯卡]	Pa
密度	ρ	千克每立方米	kg/m ³
转速 旋转频率	n	每秒 转每分	s ⁻¹ r/min
功 能[量] 热, 热量	$W, (A)$ $E, (W)$ Q	焦[耳] 千瓦·时 电子伏[特]	J kW·h eV
功率	P	瓦[特]	W
摄氏温度	t, θ	摄氏度	°C

注：人民生活和贸易中，质量习惯称为重量。表示力的概念时，应称为重力。

(2) 用于构成十进倍数和分数单位的词头 (表 1-4)

表 1-4 用于构成十进倍数和分数单位的词头

所表示的因数	词头名称	词头符号	所表示的因数	词头名称	词头符号
10 ¹⁸	艾[可萨]	E	10 ⁻¹	分	d
10 ¹⁵	拍[它]	P	10 ⁻²	厘	c
10 ¹²	太[拉]	T	10 ⁻³	毫	m
10 ⁹	吉[咖]	G	10 ⁻⁶	微	μ
10 ⁶	兆	M	10 ⁻⁹	纳[诺]	n
10 ³	千	k	10 ⁻¹²	皮[可]	p
10 ²	百	h	10 ⁻¹⁵	飞[母托]	f
10 ¹	十	da	10 ⁻¹⁸	阿[托]	a

(3) 长度单位及换算表

① 英制长度单位

1 码 = 3 英尺 1 英寸 (1") = 8 分

1 英尺 (1') = 12 英寸 1 分 (1/8") = 4 角

② 英制长度单位与米制长度单位换算表 (表 1-5)

表 1-5 英制长度单位与米制长度单位换算表

公里 (km)	米 (m)	厘米 (cm)	毫米 (mm)	英里 (mile)	码 (yd)	英尺 (ft)	英寸 (in)
1	1000	—	—	0.6214	1093.6	3280.8	—
0.001	1	100	1000	—	1.0936	3.2808	39.37
—	0.01	1	10	—	—	0.0328	0.3937
—	0.001	0.1	1	—	—	0.00328	0.03937
1.6093	—	—	—	1	1760	5280	—
—	0.9144	—	—	—	1	3	36
—	0.3048	30.48	304.8	—	0.3333	1	12
—	0.0254	2.54	25.4	—	0.0278	0.0833	1

(4) 体积和容积单位换算表 (表 1-6)

表 1-6 体积和容积单位换算表

米 ³ (m ³)	升 (L)	厘米 ³ (cm ³)	英加仑 (UK. gal)	美加仑 (U. S. gal)	英尺 ³ (ft ³)	英寸 ³ (in ³)
1	1000	1000000	220	264.2	35.315	61024
0.001	1	1000	0.22	0.2642	0.0353	61.02
—	0.001	1	—	—	—	0.061
0.0045	4.546	4546.1	1	1.201	0.1605	277.42
0.0038	3.7854	3785.4	0.8327	1	0.1337	231
0.0283	28.317	28317	6.2288	7.4805	1	1728
—	0.0164	16.3871	—	—	0.00058	1