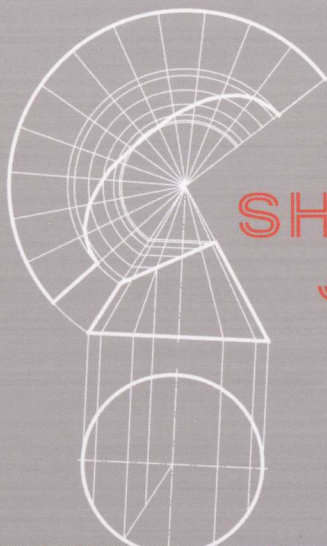


# 实用钣金 技术手册

● 熊大远 编著



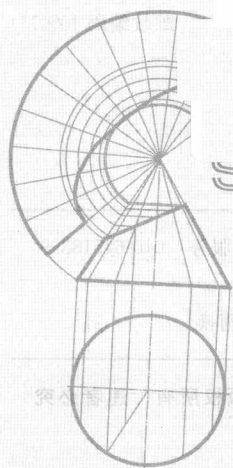
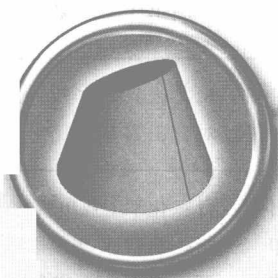
SHIYONG BANJIN  
JISHU SHOUCHE



化学工业出版社

# 实用钣金 技术手册

● 熊大远 编著



SHIYONG BANJIN  
JISHU SHOUCHE



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

实用钣金技术手册/熊大远编著. —北京: 化学工业出版社, 2008. 12

ISBN 978-7-122-03799-2

I. 实… II. 熊… III. 钣金工-技术手册 IV. TG936-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 150985 号

---

责任编辑: 张兴辉 贾 娜

装帧设计: 韩 飞

责任校对: 王素芹

---

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 27¼ 字数 732 千字

2009 年 1 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: 69.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言



钣金技术是一门理论和实践结合性很强的综合技术，其工艺流程的合理性和工人操作水平的高低对机械产品的制造质量具有极大的影响，因此，在机械工程制造技术中占据着极其重要的地位。需应用钣金技术的机械产品几乎遍布于各个行业，特别是化工、造船、桥梁、机车、飞机、建筑等行业中，钣金技术发挥着重要的作用。

本书是编者在总结多年实践经验的基础上编写的，是相对综合的简明技术手册，内容涵盖了钣金生产制造的全过程。本书在介绍钣金展开画法的同时，还重点介绍了钣金展开的后续环节，包括：下料、成形、制造、组装、变形矫正、管理等内容。本书从理论基础入手，密切结合实践，重点突出，逻辑性强，通俗易懂，深入浅出，避免了以往的繁杂计算和作图，增加了大量技术改造、革新和新技术、新设备推广的内容，对钣金技术进行了较为全面的介绍。

本书由熊大远编著。李静敏、刘宗凤、熊伟、周玉梅、陈静、熊肖雄、李双、熊健、李士刚、吴志扬等参与了相关资料的整理工作，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平所限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者和专家批评指正。

编 者

# 目 录



## 第一章 钣金技术基础知识

1

第一节 机械制造和钣金技术 .....	1
一、钣金工艺技术在机械制造工艺技术中的应用 .....	1
二、钣金工艺技术的工作内容和工艺程序 .....	2
1. 准备工序 .....	3
2. 放样工序 .....	3
3. 下料工序 .....	3
4. 成形工序 .....	3
5. 装配工序 .....	4
6. 焊接工序 .....	4
7. 检验工序 .....	4
第二节 钣金常用工具、量具及使用 .....	5
一、工具 .....	5
1. 锤 .....	5
2. 平台 .....	5
3. 手钳 .....	6
4. 压马 .....	6
5. 卡马 .....	6
6. 扳杠 .....	7
7. 划线工具 .....	7
8. 锯切工具 .....	8
9. 錾削工具 .....	8
10. 锉削工具 .....	8

11. 钻削工具 .....	8
12. 攻丝和套丝工具 .....	9
二、量具及使用 .....	9
1. 钢尺 .....	10
2. 角尺 .....	10
3. 线锤 .....	10
4. 水平尺和水平仪 .....	11
5. 游标卡尺 .....	11
6. 万能角度尺 .....	12
7. 弧度尺 .....	12
8. 焊缝检验尺 .....	12
9. 水准仪 .....	12
10. 经纬仪 .....	12
第三节 钣金常用计量标准和数学基础知识 .....	13
一、常用计量标准 .....	13
1. 国际标准制的基本单位(米、千克、秒制) .....	14
2. 国际标准制导出专用计量单位 .....	14
3. 常用公制与其他标准(市制、英制)计量单位换算 .....	15
二、常用数学基础知识 .....	16
1. 数学常数 .....	16
2. 开平方 $x$ , 求 $x$ 的平方根 .....	16
3. 圆周长、圆弧长的计算 .....	16
4. 常用三角计算 .....	16
5. 常用几何图形面积计算 .....	17
6. 常用形体表面积体积的计算 .....	19
第四节 钣金工艺技术的管理和发展 .....	20
一、钣金工艺技术的重要性和要求 .....	20
二、钣金工艺技术管理程序和内容 .....	22
1. 产品工艺的编制和核准 .....	22
2. 产品工艺管理文件下达实施 .....	22
3. 结合质量管理检查工艺纪律执行情况 .....	23
4. 归档备案 .....	23
三、工艺技术管理旨在提高工艺技术管理水平 .....	23

四、钣金工艺技术的发展 .....	26
1. 钣金工艺技术的发展前景 .....	26
2. 钣金工艺相关技术人员的任务 .....	27

## 第二章 钣金识图和几何作图

29

第一节 机械制图基本知识 .....	29
一、图样在工程技术中的地位和作用 .....	29
二、《机械制图》国家标准的一些规定 .....	30
1. 一般规定 .....	30
2. 尺寸标注 .....	31
3. 应用的建议和说明 .....	32
三、机械制图原理——投影和视图 .....	32
1. 平行投影和正投影 .....	32
2. 正投影的性质 .....	33
3. 三视图及对应关系 .....	34
4. 基本形体的三视图 .....	34
四、机械制图的步骤和要求 .....	36
1. 绘图准备 .....	36
2. 绘制草图 .....	36
3. 加深整理 .....	37
4. 注意事项 .....	37
第二节 钣金识图概述 .....	38
一、钣金零件的形状结构表达 .....	38
二、钣金结构装配图 .....	39
三、钣金常用工艺及图符 .....	40
四、钣金常用金属材料及其标记 .....	43
五、钣金识图程序及步骤 .....	47
第三节 几何作图及应用 .....	49
一、常用几何作图法 .....	49
二、几何作图的应用 .....	55
1. 几何作图在机械制图中的应用 .....	55
2. 几何作图在钣金放样工作中的应用 .....	55
三、几何作图实例 .....	55

第四节 钣金识图实例 .....	57
1. 实例 1: 支座 .....	57
2. 实例 2: 轴座 .....	60
3. 实例 3: 蒸锅 .....	62

### 第三章 金属材料与热处理

67

第一节 金属材料的分类和性能 .....	67
一、金属材料的分类 .....	67
1. 黑色金属 .....	67
2. 有色金属 (非钢铁材料) .....	68
二、金属材料的化学性能 .....	68
1. 抗氧化性 .....	68
2. 耐腐蚀性 .....	68
三、金属材料的物理性能 .....	69
1. 强度 .....	69
2. 塑性 .....	70
3. 硬度 .....	70
4. 冲击韧性 .....	71
5. 疲劳强度 .....	72
四、金属材料的工艺性能 .....	73
第二节 钢的分类和牌号 .....	75
一、钢的分类 .....	75
1. 按化学成分分类 .....	75
2. 按用途分类 .....	76
3. 按冶炼方法分类 .....	76
二、钢的牌号 .....	77
第三节 钢的特点及应用 .....	78
一、碳素钢 .....	78
1. 普通碳素钢 .....	79
2. 优质碳素钢 .....	79
二、合金钢 .....	81
1. 合金钢的特点 .....	81
2. 低合金钢 .....	81



3. 合金钢 .....	83
第四节 铸铁 .....	86
一、铸铁的分类 .....	86
二、常用铸铁 .....	87
1. 普通灰铸铁 .....	87
2. 球墨铸铁 .....	88
3. 可锻铸铁 .....	88
三、合金铸铁 .....	89
1. 耐磨铸铁 .....	89
2. 耐热铸铁 .....	89
3. 耐蚀铸铁 .....	90
第五节 常用钢材及应用 .....	90
一、钢材的分类 .....	90
二、钢材的规格及用途 .....	91
1. 板材 .....	91
2. 钢管 .....	92
3. 型钢 .....	93
4. 钢丝 .....	95
三、材料重量的计算 .....	95
1. 材料重量的理论计算方法 .....	95
2. 材料重量的查表计算方法 .....	96
3. 材料重量的电脑软件计算法 .....	97
第六节 钢的热处理 .....	97
一、基础知识 .....	98
1. 钢的组织结构 .....	98
2. 钢在加热时的组织转变 .....	99
3. 钢在冷却时的奥氏体的冷却转变 .....	100
二、钢的整体热处理 .....	101
1. 退火 .....	102
2. 正火 .....	103
3. 淬火 .....	104
4. 回火 .....	106
三、钢的表面热处理和化学处理 .....	106

1. 表面热处理 .....	107
2. 化学热处理 .....	108
四、热处理缺陷及防治 .....	109
1. 过热和过烧 .....	109
2. 氧化和脱碳 .....	109
3. 变形与开裂 .....	110
4. 硬度不足 .....	110
第七节 有色金属 .....	110
一、铜及铜的合金 .....	111
1. 纯铜 .....	111
2. 铜的合金 .....	112
二、铝和铝的合金 .....	117
1. 铝的分类和性能 .....	118
2. 纯铝 .....	118
3. 铝合金及热处理 .....	119
4. 形变铝合金 .....	120
5. 铸造铝合金 .....	121
三、钛和钛合金 .....	121
1. 纯钛 .....	121
2. 钛合金 .....	122
四、硬质合金 .....	123
1. 硬质合金及其性能 .....	123
2. 常用硬质合金 .....	123

## 第四章 放样与号料

125

第一节 放样 .....	125
一、放样的概念 .....	125
二、放样划线工具和使用 .....	126
三、放样的工作内容和作用 .....	128
四、放样划线的程序和作法 .....	130
1. 放样的准备 .....	131
2. 实际放样划线 .....	131
3. 放样过程分析实例 .....	135

五、样板和样杆的制作 .....	140
1. 分类 .....	140
2. 样板、样杆和样箱的制作 .....	142
3. 样板与工艺余量 .....	143
4. 样板和样杆的标记和保管 .....	145
5. 放样时的注意事项 .....	145
第二节 号料 .....	146
一、号料的要求 .....	146
二、号料的要点：合理节约用料 .....	147
1. 钢板号料 .....	147
2. 型钢（包括钢管）号料 .....	151
三、钢材弯曲加工成形的工件在号料时应处理的问题 .....	152
1. 钢板弯曲加工成形工件在号料中的板厚处理 .....	152
2. 钢管和型钢在弯曲成形时也存在板厚处理问题 .....	153
四、二次号料 .....	153
第三节 型钢弯曲工件的号料 .....	154
一、型钢的弯曲形式 .....	154
二、型钢不切口弯曲的号料 .....	155
1. 理论计算方法 .....	155
2. 经验计算方法 .....	156
三、型钢切口弯曲的号料 .....	156
1. 型钢切口内弯号料 .....	156
2. 型钢切口弯曲的料长计算 .....	158
3. 型钢不切口弯曲的号料 .....	160
四、材料变形及矫正处理 .....	161
第四节 放样与号料实例 .....	163
1. 实例 1：支座 .....	163
2. 实例 2：蒸锅和人孔装置 .....	164
3. 实例 3：炉壳主体 .....	168

## 第五章 钣金展开图法

170

第一节 展开放样与展开形体 .....	170
一、展开放样 .....	170

二、形体及其特点 .....	171
1. 基本形体 .....	171
2. 截交体 .....	171
3. 相贯体 .....	176
三、形体的展开和要求 .....	184
1. 可展开形体的特性 .....	184
2. 形体的展开方法 .....	185
3. 形体展开的要求 .....	185
第二节 平行线展开法 .....	186
一、平行线展开法的原理和步骤 .....	186
二、等径圆柱形体截交或相贯的形体用平行线法的展开 .....	187
三、矩形体或棱柱的展开放样 (利用平行线法) .....	191
第三节 放射线展开法 .....	193
一、放射线展开法的原理和步骤 .....	193
二、圆锥体是典型的利用放射法展开的形体 .....	194
三、棱锥和棱锥面形体也可以利用放射线法展开放样 .....	198
第四节 三角形展开法 .....	200
一、三角形展开法的原理和步骤 .....	200
二、正棱锥或正棱锥台可利用放射线法展开放样 .....	201
三、三角形展开法 .....	204
第五节 综合展开法 .....	208
第六节 不可展开形体的展开放样 .....	216
一、螺旋面形体的近似展开 .....	216
1. 图解法 .....	218
2. 计算法 .....	219
二、复杂结构件的展开 .....	222

## 第六章 钣金下料加工

227

第一节 下料的方法及下料准备工作 .....	227
一、钣金下料的方法及其选用 .....	227
1. 手工下料 .....	227
2. 机械下料 .....	228
二、钣金下料的准备工作 .....	229

三、下料加工前材料检验和变形矫正 .....	229
第二节 下料的划线和号料 .....	230
一、划线号料的工具和使用 .....	230
二、划线的基本规则和常用符号 .....	230
1. 划线的基本规则 .....	230
2. 划线常用符号 .....	231
三、划线的基准 .....	232
四、号料依据 .....	233
五、号料划线时应注意的事项 .....	234
六、号料加工余量 .....	234
七、合理号料和方法 .....	235
第三节 手工下料 .....	237
一、钢材的切割 .....	237
二、手用小型电动工具及下料使用 .....	240
三、手工下料安全操作 .....	243
四、手工下料后修整和矫正 .....	243
第四节 火焰切割下料 .....	244
一、氧-乙炔火焰切割的原理和条件 .....	244
1. 氧-乙炔火焰切割的过程 .....	245
2. 氧-乙炔火焰切割的条件 .....	245
二、氧-乙炔火焰切割的设备及工具 .....	246
1. 乙炔发生器 .....	246
2. 乙炔钢瓶 .....	247
3. 氧气钢瓶 .....	248
4. 割炬 .....	249
5. 橡皮软管 .....	250
6. 火焰切割机械 .....	250
三、氧-乙炔火焰切割的操作方法 .....	250
1. 手工气割和操作方法 .....	250
2. 机械气割及其应用 .....	255
四、其他切割机新技术 .....	259
1. 等离子弧切割 .....	260
2. 激光切割 .....	260

3. 超高压水切割 .....	261
4. 碳弧切割 .....	261
五、火焰切割方法的选择 .....	261
六、气割的安全操作 .....	262
1. 气割设备及安全知识 .....	262
2. 人身防护设备 .....	263
3. 气割安全操作 .....	263
第五节 机械切割下料 .....	264
一、龙门剪板机和操作方法 .....	264
1. 龙门剪板机的工作原理 .....	264
2. 龙门剪板机的操作方法 .....	266
二、圆盘滚刀剪切机 .....	268
三、振动剪 .....	269
四、联合剪切机 .....	270
五、机械加工机床切割和其他切割机械 .....	272
1. 机械加工机床切割 .....	272
2. 下料边缘的加工 .....	272
3. 其他切割机械 .....	273
六、切割下料机械安全操作规程 .....	273
第六节 冲断和冲裁下料 .....	274
一、机械冲断下料 .....	274
1. 管材的冲切 .....	275
2. 型材的冲切 .....	276
3. 棒料的冲切 .....	277
二、机械冲裁下料 .....	278
1. 冲裁的分类和过程 .....	278
2. 冲裁件的工艺性 .....	278
三、机械冲切和冲裁安全操作 .....	280
四、钣金下料加工工序应注意的事项 .....	280

## 第七章 钣金成形加工

282

第一节 成形加工的准备工作的 .....	282
一、钣金加工成形前的准备 .....	283

二、工件毛坯的质量检查和交验 .....	283
三、加工成形前的预加工 .....	284
第二节 弯曲成形 .....	285
一、板材的弯曲成形 .....	286
1. 卷板机的工作原理 .....	286
2. 卷板工艺过程 .....	288
3. 卷板质量缺陷及防治 .....	292
4. 板材弯曲的其他方法 .....	294
5. 板材冲压弯曲成形 .....	295
二、管材的弯曲成形 .....	298
1. 管材弯曲成形时结构变形特点 .....	299
2. 管材手工弯曲成形 .....	301
3. 管材机械弯曲成形 .....	302
三、型钢弯曲成形 .....	309
1. 型钢弯曲变形的特点 .....	309
2. 型钢弯曲成形的方法 .....	309
第三节 冲压成形 .....	312
一、冲压成形的特点和分类 .....	312
1. 压弯成形的变形特点 .....	312
2. 压延成形的变形特点 .....	314
二、手工冲压成形 .....	316
1. 弯曲 .....	316
2. 压凹 .....	317
3. 拔缘 .....	318
4. 拱曲 .....	319
三、薄板工件冲压成形 .....	320
1. 结构特征及成形特点 .....	321
2. 冲压工艺的设计 .....	324
3. 冲压拉深工艺的调试和运行 .....	327
四、厚板工件的冲压成形 .....	331
1. 工件的结构及其变形特点 .....	332
2. 厚板工件的热冲压工艺 .....	333
五、管料的冲压成形 .....	340

1. 工件的结构和冲压变形特点 .....	341
2. 管料缩口与缩径工艺技术 .....	342
3. 其他管料的冲压成形工艺技术 .....	344
第四节 其他加工成形工艺 .....	349
一、冲裁成形 .....	349
1. 冲裁下料 .....	349
2. 冲裁成形 .....	353
二、液压成形 .....	356
三、体积成形 .....	357
四、机械加工成形 .....	359
1. 边缘加工 .....	359
2. 钻孔 .....	361
3. 攻丝与套丝 .....	361
4. 零件修整 .....	362
五、手工操作加工成形 .....	363
第五节 加工成形机械与操作 .....	365
一、剪板机(剪切机) .....	365
1. 龙门剪板机工作原理和操作 .....	365
2. 龙门剪板机安全操作要求 .....	367
二、卷板机 .....	367
1. 卷板机工作原理和操作 .....	368
2. 三辊卷板机安全操作要求 .....	368
三、折弯机 .....	369
1. 折弯机工作原理和操作 .....	369
2. 折弯机的安全操作要求 .....	370
四、压力机 .....	370
1. 压力机的工作原理和操作 .....	371
2. 压力机安全操作规程 .....	372
五、气割设备 .....	372
1. 气割工作原理和操作 .....	373
2. 气割(焊)工安全操作规程 .....	374
六、焊接设备 .....	375
1. 焊接原理和操作要求 .....	375



2. 焊接设备 .....	376
3. 电焊设备（电焊机）安全操作规程 .....	376
4. 电焊工安全操作规程 .....	377
七、桥式起重机 .....	378
八、其他钣金作业机械设备及安全操作规程 .....	380

## 第八章 连接与焊接

381

第一节 钣金连接方式简介 .....	381
一、铆接 .....	381
1. 铆钉的应用 .....	381
2. 铆接的种类和基本形式 .....	382
3. 铆接的工艺方法 .....	384
4. 铆接的质量检验 .....	385
二、螺栓连接 .....	386
1. 普通螺栓连接 .....	386
2. 高强度螺栓连接 .....	388
三、胀接 .....	390
1. 胀接的结构形式和工艺方法 .....	390
2. 胀接接头的质量缺陷及防治 .....	392
3. 胀接接头的质量检验 .....	393
四、咬接 .....	393
五、粘接 .....	396
第二节 焊接性能和组织 .....	399
一、钢材的焊接性能 .....	400
1. 钢材的焊接性能 .....	400
2. 影响焊接性的因素 .....	401
二、焊接接头金属的组织与性能 .....	402
1. 焊缝的金属组织与特性 .....	402
2. 焊接热影响区的组织与特性 .....	406
三、钢材的焊接特点 .....	412
1. 低碳钢的焊接特点 .....	412
2. 低合金钢的焊接特点 .....	412
3. 低合金耐热钢的焊接特点 .....	414