

王天谔 陈京明 缪玉明 编著

实用

钣金工手册

中国电力出版社

实用钣金工手册

王天谿 陈京明 缪玉明 编著

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是以钣金工为主要对象的一本专业性工具书。注重突出实用性、科学性、系统性，且全部采用最新的国家标准、部颁标准和法定计量单位。本手册内容比较全面，数据实用准确，可供广大钣金工和有关技术人员工作中查阅使用。

全书共分七章，第一章介绍常用资料、几何作图和材料，第二章介绍钣金件的展开，第三章介绍常用设备和手工成形，第四章介绍机械弯曲与拉深，第五章介绍局部成形和特种成形，第六章介绍钣金件的连接，第七章介绍钣金件的装配与制造。

图书在版编目 (CIP) 数据

实用钣金工手册/王天诺等编著. -北京:中国电力出版社, 1998

ISBN 7-80125-938-6

I. 实… II. 王… III. 钣金工-手册 N. TG38-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 30538 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1999 年 6 月第一版 1999 年 6 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 20.5 印张 540 千字

印数 0001—3000 册 定价 30.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

前 言

在机械、冶金、石油化工、航空、造船和锅炉等领域中，涉及到各种金属构件的制作问题，钣金工是从事金属构件制作的一个主要工种。随着科学技术的发展，钣金制件变得越来越多样化和复杂化，对钣金工的技术要求也越来越高。为了帮助广大技术工人，特别是中青年技术工人提高操作技能和技术水平，我们组织编写了《实用钣金工手册》。

《实用钣金工手册》在编写过程中，坚持以实用为主，以表格和图解的方式介绍有关技术资料，部分工艺性内容也适当采用文字表达方式，力求做到科学性、系统性、图表化、条文化和简明化，尽可能在有限篇幅内包括较多的实用性内容。全手册引用的有关技术标准，均为最新的国家标准、部颁标准。本书内容比较全面，数据实用准确，有较强的直观性。

《实用钣金工手册》共分七章。第一章着重介绍钣金工所需的常用资料、几何作图和各种材料，第二章着重介绍钣金展开的基本知识和钣金展开实例，第三章着重介绍钣金工常用设备、预加工和手工成形方法，第四章着重介绍机械弯曲与拉深工艺，第五章着重介绍钣金件的局部成形和特种成形方法，第六章着重介绍钣金件的各种连接方法，第七章着重介绍钣金件的装配与制造工艺。

参加本手册编写工作的有：王天谏（第一章）、陈京明（第三～七章）、缪玉明（第二章）等同志，最后稿件由王天谏同志统编、定稿。

手册的编写，难免会有一定缺点、错误和不完善之处，热忱希望广大读者批评指正。

编 者

1998. 4

目 录

前 言

第一章 常用资料 1

第一节 基础资料 1

一、法定计量单位 1

二、单位换算 3

1. 英寸与毫米的换算 3

2. 角度与弧度换算 5

三、常用数学计算 6

1. 圆的内接、外切正多边形几何尺寸 6

2. 常见几何图形面积和体积计算 7

3. 三角函数及公式 11

4. 常用测量计算 13

四、金属结构件表示方法 15

第二节 几何作图 18

一、直线和角的画法 19

二、圆的等分和正多边形的画法 22

三、连接画法 25

四、圆弧、椭圆的画法 27

五、曲线的画法 31

第三节 材料 38

一、黑色金属材料 38

1. 钢的分类 38

2. 钢号表示方法 39

3. 常用钢号的化学成分 43

4. 金属材料的性能 45

5. 钢材的力学性能和应用 48

6. 黑色金属硬度及强度换算 53

二、有色金属材料	62
1. 有色金属的分类及特点	62
2. 有色金属及其合金的牌号	64
3. 有色金属的主要特性和用途	67
三、非金属材料	78
1. 塑料	78
2. 橡胶	81
3. 其他非金属材料	82
4. 胶黏剂	85
四、国内外常用金属材料牌号对照	85
1. 国内外钢材牌号近似对照	85
2. 国内外铜合金牌号近似对照	88
3. 国内外铝合金牌号近似对照	98
五、常用金属型材的主要规格	105
1. 钢板和钢带	105
2. 钢管	111
3. 型钢	121
4. 钢材的涂色标记	138
六、金属的热处理与表面处理	138
1. 金属热处理	138
2. 金属表面处理	144
3. 金属材料的预处理	147
第二章 钣金展开	150

第一节 几何形体分析	151
一、平面立体	151
二、曲面立体	153
第二节 作展开图的三种基本方法	154
一、平行线法	154
二、放射线法	156
三、三角形法	156
第三节 怎样求实长	158

一、旋转法	159
二、直角三角形法	164
三、直角梯形法	164
四、辅助投影面法	169
五、二次换面法	171
第四节 怎样作交线	173
一、切线法	174
二、素线法	178
三、纬圆法	181
四、辅助平面法	184
五、辅助球面法	186
第五节 接口放加工余量及钣厚处理	189
一、焊接时放加工余量	189
1. 对接	189
2. 搭接	189
3. 薄钢板料 (1.2~1.5mm) 用气、电焊连接时放加工余量	191
二、铆接时放加工余量	191
1. 夹钣对接	191
2. 搭接	191
3. 角接	191
三、卷边时放加工余量	192
1. 钣料边缘卷边	192
2. 咬口	192
四、展开图中的放加工余量	196
五、钣厚的处理方法	197
第六节 展开实例	202
一、平行线法展开实例	202
1. 圆管 90°弯头的展开	202
2. 弯管的展开	204
3. 90°角等径圆管五节弯头的展开	204
4. 正三通弯头的展开	205
5. 异径斜三通弯头的展开	206

6. 等径三通圆管的展开	206
二、放射线法展开实例	207
1. 斜圆锥管的展开	207
2. 正圆锥管底部斜截的展开	208
3. 渐变三通圆管的展开	209
4. 圆锥与圆管任意角接弯头的展开	210
5. 渐缩管径弯头的展开	210
6. 上口不规则曲线圆锥漏斗的展开	212
三、三角形法展开实例	212
1. 上天下小长方形渐变接头的展开	212
2. 上圆下方渐变接头的展开	213
3. 上方下圆接头的展开	215
4. 上圆下斜长方接头的展开	216
5. 圆管与方管直角过渡接头的展开	217
6. 上圆下长圆接头的展开	217
四、曲线近似展开实例	219
1. 球面分瓣的展开	219
2. 半球形封头的展开	219
3. 大圆角的展开	221
4. 正螺旋面的简易展开	222
第三章 工艺准备与手工成形	224

第一节 常用设备型号	224
一、通用设备型号	224
1. 型号编制方法	224
2. 锻压机械中常用钣金机械的名称及类、组、型（系列）划分	225
3. 示例	230
二、专用设备型号编制方法	230
三、锻压生产线型号编制方法	230
第二节 预加工与辅助加工	230
一、清理加工	230
1. 清洗	230

2. 去毛刺	236
二、边缘加工	236
三、钻孔	242
四、其他预加工与辅助加工	244
第三节 矫正	245
一、机械矫正	247
1. 板材、带材矫平	248
2. 管材、型材校直	249
二、热矫	254
1. 火焰矫正	254
2. 小件板料加热矫平	254
三、手工矫正	256
第四节 下料	258
一、常用下料方法及其选择	258
二、剪切	262
1. 剪切工作原理	262
2. 剪裁设备与工具	263
3. 剪裁设备能力换算	265
4. 几种剪切方法与剪切力 $F_{剪}$	265
5. 剪切工艺要点	265
三、冲裁	269
1. 概述	269
2. 冲裁过程与断面质量分析	270
3. 冲裁模间隙	271
4. 冲裁力 $F_{冲}$ 与冲压力 $F_{总}$	275
5. 冲裁模	276
6. 凸、凹模工作部分尺寸	280
7. 排料(排样)与搭边	286
8. 冲裁件结构工艺性	286
9. 冲裁件常见缺陷及改进	288
四、钛合金、镁合金和 LC4 超硬铝对下料的特殊要求	290
1. 钛合金	290
2. 镁合金	290

3. LC4 超硬铝	290
第四节 手工成形	290
一、手工弯曲	291
1. 薄板手工弯曲	291
2. 型材手工弯曲	292
3. 手工弯管	293
二、手工咬缝	293
1. 咬缝形式	297
2. 手工咬缝操作步骤	297
3. 示例	297
三、手工卷边	299
四、放边与收边	299
1. 放边	299
2. 收边	300
五、拔缘（手工翻边）	301
六、手工拱曲	302
第四章 机械弯曲与拉深	304

第一节 机械弯曲	304
一、弯曲变形分析	304
1. 简单弯曲的基本过程	304
2. 弯曲回弹（回跳）	311
二、弯曲极限	320
1. 板料最小弯曲半径 $R_{\min}$ 与最大弯曲半径 $R_{\max}$	320
2. 型材最小弯曲半径 $R_{\min}$	324
三、弯曲件展开长度计算	349
1. 理论计算公式	349
2. 弯曲下料长度的常用计算方法	349
四、板材机械弯曲	356
1. 压（折）弯	356
2. 卷板（滚卷、滚弯、卷弯）	374

3. 板材拉弯成形	384
五、管材弯曲	386
1. 圆管自由弯曲变形	386
2. 常用机械弯管方法	387
3. 管子有心轴冷弯	390
4. 管子无心轴冷弯	391
5. 折皱弯管与塌角弯管	392
6. 管子的机械热弯	393
7. 弯管变形指标	393
六、型材机械弯曲	394
1. 型材自由弯曲时截面的畸变	394
2. 型材的机械弯曲方法	395
第二节 拉深成形	396
一、拉深成形基础	397
1. 几何分析	397
2. 变形分析	397
3. 拉深件壁厚变化	398
4. 拉深成形极限与拉深系数 m	398
二、拉深件工艺尺寸计算	404
1. 确定拉深件板坯尺寸的基本方法和原则	404
2. 规则旋转体零件与封头的板坯直径计算	407
3. 盒形件板坯形状尺寸的确定	415
4. 修边余量	417
5. 拉深次数 n 与各次过渡工序件形状与尺寸的确定	419
6. 示例	427
三、拉深模具有关问题	431
1. 拉深力与压边力	431
2. 模具	433
四、特种拉深方法与变薄拉深方法	438
1. 特种拉深	438
2. 变薄拉深	442
五、典型零件——封头拉深工艺	443
1. 压边界限	444
2. 工艺要点	444

3. 薄壁封头拉深	445
4. 中等壁厚封头拉深	447
5. 厚壁封头拉深	447
6. 多层封头拉深	447
7. 带孔封头拉深	447
六、拉深件常见缺陷与对策	447
第五章 局部成形和特种成形	457

第一节 局部成形	457
一、局部成形工艺方法的分类	457
二、起伏成形	458
三、翻边	461
1. 外缘翻边	461
2. 孔的翻边	462
四、胀形与扩口	470
1. 胀形	470
2. 扩口	477
五、缩口与缩径	479
1. 缩口（收口）	479
2. 缩径（缩颈）	481
六、旋压	481
1. 旋压变形	482
2. 旋压工艺参数	484
3. 旋压设备与工具	486
4. 锥形件与其他扩张件的旋压——剪切旋压	489
第二节 特种成形	491
一、高能率成形	491
1. 爆炸成形	492
2. 液电成形和电磁成形	508
二、超塑性成形	509
1. 超塑性金属的特性	509
2. 超塑性成形方法	511

3. 超塑性成形与扩散焊接组合工艺 (SPF/DB)	511
第六章 连接	513
第一节 焊接与切割	513
一、焊接方法分类与应用	513
1. 常用焊接方法分类	513
2. 各种焊接方法基本原理及用途	514
3. 焊接技术应用领域及范围	517
4. 常用金属推荐焊接方法	518
5. 金属焊接及钎焊方法在图样上的表示代号	518
二、材料的可焊性	521
三、电焊机型号及分类	527
1. 电焊机型号编制方法	527
2. 举例	528
四、焊接接头	528
1. 接头与坡口	528
2. 焊缝符号在图样上的标注	528
五、熔化焊	543
1. 手工电弧焊	543
2. 气焊	568
3. 钎焊	577
六、热切割 (氧-乙炔切割)	587
1. 气割原理	587
2. 气割设备与工具	589
3. 气割工艺规范的选择	591
4. 切割面的缺陷与起因	593
第二节 铆接、胶接与胀接	593
一、铆接	593
1. 铆接种类	594
2. 铆接形式	595
3. 铆钉种类及用途	595
4. 铆钉直径及钉孔直径	595

5. 铆接强度计算	597
6. 捻钉与捻缝	599
7. 铆接缺陷与对策	599
二、胶接	600
1. 胶黏剂类型及合成胶黏剂的基本组成	601
2. 接头形式	602
3. 胶黏剂的选择	603
4. 胶接工艺过程	607
5. 胶接实例	607
三、胀接	608
1. 接头型式	608
2. 胀管方法与工具	609
3. 胀管工艺过程	610
第七章 钣金产品装配与制造工艺	611

第一节 钣金产品装配	611
一、装配原理	611
1. 定位和基准	611
2. 钣金装配的特点	614
二、装配方法	615
1. 装配方法的种类与比较	615
2. 几种典型结构的装配方法	618
三、装配工艺规程	621
1. 编制工艺规程的步骤	621
2. 装配系统图与装配次序图	622
3. 编制工艺规程的实例	622
第二节 典型产品制造工艺	628
一、单臂压力机机架的装配顺序	628
二、球磨机进出料斗装配工艺流程	630
三、离心通风机机壳制造工艺流程	631
四、贮气罐制造工艺流程图	634
五、球罐的总体装配	634

第一章

常 用 资 料

第一节 基 础 资 料

一、法定计量单位

表 1-1 我国法定计量单位

量		SI 单位	
名 称	符 号	名 称	符 号
1. SI 基本单位			
长度	$l, (L)$	米	m
质量	m	千克 (公斤)	kg
时间	t	秒	s
电流	I	安 [培]	A
热力学温度	T, θ	开 [尔文]	K
物质的量	n	摩 [尔]	mol
发光强度	$I (I_v)$	坎 [德拉]	cd
2. SI 辅助单位			
平面角	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$ 等	弧度	rad
立体角	Ω	球面度	sr
3. 具有专门名称的 SI 导出单位			
频率	f, ν	赫 [兹]	Hz
力	F	牛 [顿]	N
重力	G, P, W		
压力、(压强)	p	帕 [斯卡]	Pa
应力	σ, τ		
能	E, W	焦 [耳]	J
功	W, A		

续表

量		SI 单位	
名 称	符 号	名 称	符 号
热	Q	瓦 [特]	W
功率	P		
辐射能通量	P, Φ	库 [仑]	C
电荷量	Q		
电位	V, φ	伏 [特]	V
电压	U		
电动势	E	法 [拉]	F
电容	C	欧 [姆]	Ω
电阻	R	西 [门子]	S
电导	G	韦 [伯]	Wb
磁通量	Φ	特 [斯拉]	T
磁感应强度	B	亨 [利]	H
电感	L, M	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$
摄氏温度	t, θ	流 [明]	lm
光通量	Φ, Φ_v	勒 [克斯]	lx
光照度	E, E_v	戈 [瑞]	Gy
吸收剂量	D		
比授与能	z	希 [沃特]	Sv
比释动能	K		
剂量当量	H	贝 克 [勒尔]	Bq
剂量当量指数	H_1		
放射性活度	A		

4. 可与国际单位制单位并用的其他单位

时间	t	分	min
		[小] 时	h
		天, (日)	d
平面角	α 等	度	$^{\circ}$
		[角] 分	$'$
		[角] 秒	$''$
体积, 容积	V	升	l, L
质量	m	吨	t
		原子质量单位	u
长度	l (L)	海里	n mile
速度	v	节	kn
能	E, W	电子伏	eV
旋转速度	n	转每分	r/min
级差		分贝	dB
线密度	ρ_L	特 [克斯]	tex

表 1-2 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^{24}	尧 [它]	Y	10^{-1}	分	d
10^{21}	泽 [它]	Z	10^{-2}	厘	c
10^{18}	艾 [可萨]	E	10^{-3}	毫	m
10^{15}	拍 [它]	P	10^{-6}	微	μ
10^{12}	太 [拉]	T	10^{-9}	纳 [诺]	n
10^9	吉 [咖]	G	10^{-12}	皮 [可]	p
10^6	兆	M	10^{-15}	飞 [母托]	f
10^3	千	k	10^{-18}	阿 [托]	a
10^2	百	h	10^{-24}	仄 [普托]	z
10^1	十	da	10^{-24}	幺 [科托]	y

二、单位换算

1. 英寸与毫米的换算

表 1-3 英寸与毫米换算表

in (分数)	in (小数)	mm	in (分数)	in (小数)	mm
1/32	0.03125	0.794	17/32	0.53125	13.49
1/16	0.0625	1.59	9/16	0.5625	14.29
3/32	0.09375	2.38	19/32	0.59375	15.08
1/8	0.125	3.17	5/8	0.625	15.87
5/32	0.15625	3.97	21/32	0.65625	16.7
3/16	0.1875	4.76	11/16	0.6875	17.46
7/32	0.21875	5.56	23/32	0.71875	18.26
1/4	0.25	6.36	3/4	0.75	19.05
9/32	0.28125	7.14	25/32	0.78125	19.84
5/16	0.3125	7.94	13/16	0.8125	20.64
11/32	0.34375	8.73	27/32	0.84375	21.43
3/8	0.375	9.52	7/8	0.875	22.22
13/32	0.40625	10.32	29/32	0.90625	23.02
7/16	0.4375	11.11	15/16	0.9375	23.81
15/32	0.46875	11.91	31/32	0.96875	24.61
1/2	0.5	12.70	1	1.00	25.4001