

机电工人实用技术手册系列

钣金工

实用技术手册

邱言龙 王 兵 赵 明 编著

上册

一册在手

可提高操作技能
和实际工作的应变能力
如师傅常伴身边
随时查阅和学习



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

机电工人实用技术手册系

钣金工 实用技术手册

邱言龙 王 兵 赵 明 编著

上 册



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为提高机电工人综合素质和实际操作能力,根据《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》,特组织编写了《机电工人实用技术手册》系列,以期为读者提供一套内容新、资料全、操作内容讲解详细的工具书。

本书为其中的一本,以图表为主要载体,以实用和够用为原则,大量介绍钣金计算、展开实例、钣金加工制造实例。内容浅显易懂。全书分为上、下两册,共18章,上册为基础理论部分,下册为专业技能部分。主要内容包括钣金工常用资料与计算,介绍三角函数的计算、常用数表的应用,常用几何图形计算,测量计算和计量单位换算等;金属材料及其热处理,简要介绍了常用金属材料的力学性能和焊接性能,金属材料的热处理;几何公差,极限与配合基础知识,钣金工常用量具、工具与夹具;钣金工常用设备。钣金作图与识图基础;钣金放样、号料与下料;特别介绍钣金展开计算,钣金展开作图实例等。重点介绍钣金加工工艺,包括钣金手工成形,钣金冲裁,钣金弯曲,钣金拉深,钣金模具成形,钣金校平与矫正;钣金焊接与热切割,钣金连接方法,钣金产品装配与制造等。

本书是机电工人必备的工具书,可供钣金加工技术人员和生产一线的中高级工人、技师使用,又可供下岗、求职工人进行转岗、上岗再就业培训用,还可供相关院校机械制造专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

钣金工实用技术手册/邱言龙,王兵,赵明编著. —北京:中国电力出版社,2016.4

ISBN 978-7-5123-8651-8

I. ①钣… II. ①邱… ②王… ③赵… III. ①钣金工-技术手册 IV. ①TG936-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 302736 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016年4月第一版 2016年4月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 33.75印张 1023千字

印数 0001—2000册 定价 78.00元(上、下册)

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前 言

人类跨入 21 世纪以来，随着新一轮科技革命和产业变革的孕育兴起，全球科技创新呈现出新的发展态势和特征。这场变革是信息技术与制造业的深度融合，是以制造业数字化、网络化、智能化为核心，建立在物联网和务（服务）联网基础上，同时叠加新能源、新材料等方面的突破而引发的新一轮变革，给世界范围内的制造业带来了广泛而深刻的影响。

随着我国工业技术突飞猛进的发展，与世界先进科学技术形成高度融合，特别是加入 WTO 十几年以来，我国的汽车工业、农业机械、航天航空工业的高速发展，对钣金发展和要求提出了巨大的挑战。虽然数控技术发展迅速，但由于可以利用的数字化模型和数据采集的缺乏和严重滞后，迫使钣金加工制造大多还只能停留在手工加工和半自动化层面，同时钣金工业的发展日新月异，机电工业产品、石油化工企业生产、日常生活用品乃至汽车产品、动车高铁、船舶工业、大型飞机制造、航天航空工业生产以及空间站的建设等都必须依赖于钣金生产技术的开发、创新和应用，从而更进一步促使钣金加工制造技术向专业化、智能化、高效化方向发展。

钣金加工制造本是传统的手工加工技术，从金属加工的角度来看，钣金制造相比金属切削加工而言属于少、无切屑加工技术，在制造效率上占据优势地位，并且正向着高效、精密、大型、自动化方向发展，钣金数控加工技术的应用也日益广泛。其次钣金的发展

也离不开与其相关的技术领域，包括钣金材料的热处理工艺、钣金产品零件成形工艺、钣金矫正所使用的设备及附属装置，钣金加工、装配、检测所使用的工、夹、量、刃、磨具及专用设备，以及产品零件的材料性能等。为帮助钣金工实现日常生产管理和培养钣金工的中、高级技术人才，加强工程实践能力和专业技能水平的提高，本书从钣金工基本理论着手，采用图表形式介绍了钣金工常用量具、工具、夹具与设备的使用，钣金放样、号料与下料；钣金展开计算与作图；钣金手工成形、钣金连接方法与装配工艺等知识。本书力求为基层生产者提供一套基础、全面、具有较强针对性和实用性的钣金工艺资料，处处以实例为主，加以简要的分析说明，辅以大量的图、表资料，提供实用便查的翔实数据。

本书是《机电工人实用技术手册》系列中的一本，全书共 18 章，主要内容包括钣金工常用资料与计算，介绍三角函数的计算、常用数表的应用，常用几何图形计算，测量计算和计量单位换算等；金属材料及其热处理，简要介绍了常用金属材料的力学性能和焊接性能，金属材料的热处理；几何公差，极限与配合基础知识，钣金工常用量具、工具与夹具；钣金工常用设备；钣金作图与识图基础，钣金放样、号料与下料；特别介绍钣金展开计算，钣金展开作图实例；重点介绍钣金加工工艺，包括钣金手工成形，钣金冲裁，钣金弯曲，钣金拉深，钣金模具成形，钣金校平与矫正；钣金焊接与热切割，钣金连接方法，钣金产品的装配与制造等。

本书根据《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》，由长期工作在生产一线，具有丰富实践经验的技术专家和高级技工学校、技师学院的高级教师、高级技师编写而成，旨在帮助广大钣金技术工人提高操作技能和实际工作的应变能力！

本书以图表为主要载体，介绍大量钣金计算、展开实例，钣金加工制造实例，形式不拘一格，内容浅显易懂，不过于追求系统和理论的深度和难度，以实用为原则，既是工人必备工具书，又可供钣金加工技术人员和生产一线的中高级工人、技师使用，还可供下岗、求职工人进行转岗、上岗再就业培训用。此外，相关院校机械制造专业师生也可以参考。

本书在资料搜集方面历时五年，几乎包括了除钣金旋压成形、高速（爆炸）成形、超塑成形等成形工艺以外的大部分成形技术，钣金放样、号料、下料方法，钣金展开计算、展开作图技巧，钣金焊接与热切割技术，钣金连接，钣金产品的装配与制造技术等。在资料搜集过程中，得到了许多钣金加工工具厂、钣金制品厂，特别是钣金车间，钣金设备维修厂许多钣金专业人员的大力帮助和热情支持，在此一并致谢。

本书由邱言龙、王兵、赵明编著，李文菱、雷振国、汪友英审稿，李文菱任主审。全书由邱言龙统稿。

由于编者水平有限，加上搜集资料方面的局限，所列钣金加工工艺、钣金先进加工制造技术各项参数和数据毕竟有限，加上钣金制造业的不断迅速发展，不足和错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正，以利提高。欢迎读者通过 E-mail: qiuxm6769@ sina. com 与作者联系。

编者

2015. 12



目 录

前言

上 册

第一章 钣金工常用资料与计算	1
第一节 常用字母、代号与符号	1
一、常用字母与符号	1
二、常用标准代号	2
三、电工常用符号	3
四、主要金属元素的化学符号、相对原子质量和密度 ...	4
第二节 常用数表	6
一、 π 的重要函数表	6
二、 π 的近似分数表	6
三、25.4 的近似分数表	7
四、镀层金属的特性	7
五、常用材料线膨胀系数	7
第三节 常用三角函数计算	8
一、 30° 、 45° 、 60° 的三角函数值	8
二、常用三角函数的计算公式	8
第四节 常用几何图形的计算	9
一、常用几何图形的面积计算公式	9

二、常用几何体的表面积和体积的计算公式	13
三、内接正多边形的计算公式	15
四、圆周等分系数表	16
五、角度与弧度换算表	18
第五节 常用测量计算公式	19
第六节 常用计量单位换算	21
一、长度单位换算	21
二、面积单位换算	21
三、体积单位换算	21
四、质量单位换算	22
五、力的单位换算	22
六、压力单位换算	22
七、功率单位换算	23
八、温度单位换算	23
九、热导率单位换算	24
十、速度单位换算	24
十一、角速度单位换算	24
第二章 金属材料及其热处理	25
第一节 常用金属材料的性能	25
一、金属材料的基本性能	25
二、钢的分类及其焊接性能	29
(一) 常用钢的分类、力学性能和用途	29
(二) 钢材的性能及焊接特点	56
三、有色金属的分类及其焊接特点	64
(一) 铝及铝合金的分类和焊接特点	64
(二) 铜及铜合金的分类和焊接特点	74
(三) 钛及钛合金的分类和焊接特点	85
(四) 轴承钢及轴承合金	95
(五) 硬质合金	104

第二节 金属材料的热处理知识	112
一、钢的热处理种类和目的	112
二、钢的化学热处理常用方法和用途	118
(一) 化学热处理的分类	118
(二) 钢的化学热处理的工艺方法	118
三、钢的热处理分类及代号	123
四、非铁金属材料热处理知识	127
五、热处理工序的安排	134
第三章 几何公差、极限与配合基础知识	137
第一节 极限与配合基础	137
一、互换性概述	137
二、基本术语及其定义	138
三、基本规定	145
四、公差带与配合种类的选用	151
第二节 几何公差	154
一、几何误差的产生及其对零件使用性能的影响	154
二、几何公差标准	157
第三节 表面结构	171
一、表面结构评定常用参数	171
二、表面结构符号、代号及标注	176
第四章 钣金工常用量具、工具与夹具	185
第一节 钣金工常用测量量具	185
一、技术测量的一般概念	185
二、计量器具的分类	186
三、测量方法的分类	188
四、计量器具的基本计量参数	190
五、常用测量量具	192
(一) 游标量具	192
(二) 钣金工常用量具	195

第二节 钣金工常用工具和夹具	197
一、成形工具及其使用	197
二、划线工具及其应用	204
三、风动工具及其应用	206
四、电动工具及其应用	208
五、起重工具及其应用	209
第三节 钣金工常用夹具	215
一、钣金工常用手动夹具	215
二、钣金工常用动力夹具	215
第五章 钣金工常用设备	218
第一节 常用锻压机械型号编制方法	218
一、锻压机械型号的类型和构成	218
二、通用锻压机械型号	218
三、专用锻压机械型号	220
四、锻压生产线型号	221
五、数台单机组成的联动产品型号	221
六、锻压机械类、组、型（系列）的划分	221
第二节 钣金工常用设备	244
一、压力机	244
（一）机械压力机	244
（二）液压压力机	254
（三）数控转塔冲床	254
二、剪板机	255
三、卷板机与钢板矫正机	260
四、弯曲机和刨边机	263
五、常用机械设备的技术参数	265
六、常用压力机使用维护诀窍与禁忌	265
（一）压力机的正确使用及维护诀窍	265
（二）压力机常见故障维修诀窍与禁忌	295

第六章 钣金作图与识图基础	297
第一节 图样表示方法	297
一、投影法 (GB/T 14692—2008)	297
二、剖视图与断面图的具体规定	301
第二节 尺寸与公差的标注	303
一、尺寸标注的基本规则	303
二、尺寸与公差简化标注法	305
三、尺寸的未注公差值 (GB/T 1804—2000)	312
第三节 钣金基本几何作图法	314
一、直线的画法	314
二、垂线的画法	314
三、平行线的画法	315
四、角和三角形的画法	316
五、圆弧的画法	318
六、椭圆的画法	320
七、其他曲线的画法	324
八、各种圆弧连接的做法	329
九、线段和角的等分方法	331
十、圆的等分	334
十一、正多边形的做法与技巧	336
第七章 钣金放样、号料与下料	338
第一节 钣金放样技巧	338
一、钣金放样分类及其作用	338
二、钣金放样程序	340
三、钣金放样作业技巧	348
四、钣金放样注意事项与操作禁忌	353
第二节 钣金号料技巧	354
一、钣金号料技术要求	354
二、钣金号料的操作要点	356

三、号料时合理用料及二次号料技巧	357
四、号料的允许误差及注意事项	361
第三节 钣金剪切下料技巧	362
一、钣金常用下料方法及选择	362
二、板料的手工剪切技巧	365
三、板料的机械剪切技巧	366
四、钣金剪切下料注意事项与操作禁忌	374
第四节 钣金锯割、自动切割及电火花线切割下料	377
一、钣金锯割用锯床及主要技术参数	377
二、钣金自动和数控气割设备及主要技术参数	379
三、钣金数控电火花线切割加工	384
第八章 钣金展开计算	387
第一节 点、直线、平面的投影	387
一、点的三面投影	387
二、各种位置直线的投影	388
三、求一般位置直线段实长及与投影面夹角	391
四、各种位置平面的投影	394
第二节 钣金展开长度的计算	397
一、钣金毛坯展开长度的计算	397
二、型钢重心位置的计算	399
三、型钢展开长度的计算	406
(一) 各种型钢圈展开长度的计算	407
(二) 各种型钢的切角和弯曲展开下料方法	410
第三节 钣金展开线段实长计算与求解	413
一、旋转法求线段实长	413
二、直角三角形法求线段实长	417
三、直角梯形法求线段实长	418
四、辅助投影面法求线段实长	420
五、二次换面法求线段实长	422

第四节 钣金加工余量的计算与确定	424
一、钣金加工余量的概念	424
二、钣金加工余量的选择诀窍	425
三、钣金加工余量选择注意事项	429
第五节 钣金展开计算实例	429
一、被平面斜截后的圆柱管计算展开实例	429
二、被圆柱面截切后的圆柱管构件计算展开实例	442
三、被椭圆面截切后的圆柱管构件计算展开实例	445
四、被球面截切后的圆柱管构件计算展开实例	448
五、被圆锥面截切后的圆柱管构件计算展开实例	451
第九章 钣金展开作图实例	454
第一节 钣金展开作图基础	454
一、钣金展开作图的板厚处理技巧	454
二、钣金展开作图的板厚处理规则	462
第二节 钣金展开识图方法	463
一、钣金图样的识图步骤	463
二、钣金展开识图的思维方法	464
三、钣金视图的审核	470
四、钣金管路图的识读方法与诀窍	475
第三节 钣金展开做图方法、技巧与实例	479
一、钣金展开做图基本方法	479
二、钣金展开作图实例与诀窍	492
三、钣金相贯构件的放样及展开技巧与诀窍	504
四、不可展曲面的近似展开作图技巧与诀窍	515

下 册

第十章 钣金手工成形技术	533
第一节 弯形和绕弹簧技术	533
一、手工弯形技巧	533

(一) 弯形概述	533
(二) 弯形工艺方法与弯形技术	538
(三) 弯曲工件展开长度的计算技巧	546
(四) 弯形工艺实例及弯形技巧	551
二、弹簧绕制技巧	554
(一) 弹簧的种类	554
(二) 圆柱螺旋弹簧绕制技巧	555
(三) 绕制弹簧操作方法、技巧与诀窍	556
第二节 放边、收边与拔缘技术	559
一、放边的方法	559
二、收边的方法	561
三、拔缘的方法	562
第三节 卷边技术	565
一、卷边及操作过程	565
二、卷边零件展开尺寸的计算	568
第四节 咬缝技术	568
一、咬缝的结构形式	568
二、咬缝的制作方法	571
第五节 拱曲技术	575
一、拱曲特点和分类	575
二、拱曲工艺方法、技巧与诀窍	575
三、手工拱曲注意事项与操作禁忌	578
第十一章 钣金冲裁	580
第一节 钣金冲压与冲裁	580
一、钣金冲压	580
二、冲裁及其变形过程和特点	585
第二节 冲裁模种类及冲裁间隙的选择	585
一、冲裁模的种类	585
二、冲裁间隙的选择	591

第三节 冲裁力、卸料力、推件力和顶件力	599
一、冲裁力选择	599
二、卸料力、推件力和顶件力计算与选择	601
第四节 钣金排样和搭边的技巧	601
一、钣金排样技巧	601
二、钣金搭边合理选择	604
第五节 钣金冲裁件设计	604
一、冲裁件结构工艺性设计	604
二、冲裁件尺寸公差选择	605
三、冲裁件的质量分析	613
第六节 钣金冲裁模设计	613
一、冲裁模的结构设计	613
二、冲裁模与压力机关系确定	614
三、冲裁模设计前的准备工作	615
四、冲裁模的设计要素	615
五、简单冲裁模设计实例	616
六、精密冲模及特种冲模实例	624
(一) 精冲模结构实例	624
(二) 特种冲模结构实例	629
第十二章 钣金弯曲	635
第一节 弯曲变形过程及弯曲回弹的预防	635
一、弯曲变形过程	635
二、弯曲回弹及预防措施与诀窍	639
三、弯曲有关计算	644
第二节 钣金弯曲件设计	647
一、弯曲件结构工艺性设计	647
二、弯曲件公差选择	648
三、钣金弯曲件的工序安排技巧	649
第三节 钣金弯曲模结构设计	651

一、弯曲模的设计要点	651
二、钣金常见弯曲模结构设计	653
第十三章 钣金拉深	662
第一节 钣金拉深件分类及拉深技巧	662
一、钣金拉深工艺特点	662
二、钣金拉深件分类及拉深技巧	663
(一) 旋转体零件拉深	664
(二) 盒形件拉深	668
(三) 带料连续拉深	670
(四) 变薄拉深	672
三、钣金拉深件有关计算	673
第二节 钣金拉深件的润滑和清洗	678
一、钣金拉深中润滑的方法、作用和技巧	678
二、钣金件的清理与清洗方法和技巧	680
第三节 钣金拉深模结构设计	686
一、拉深模的结构形式及设计	686
二、拉深模间隙、圆角半径与压料肋设计	689
三、拉深模压边力选择	692
第十四章 钣金模具成形	694
第一节 钣金起伏成形	694
一、钣金起伏成形特点	694
二、钣金起伏成形工艺	696
第二节 钣金翻边与翻孔	697
一、钣金翻边工艺与翻边模	698
二、钣金翻孔工艺与翻孔模	704
第三节 钣金胀形	707
一、钣金胀形工艺及特点	708
二、钣金常用胀形方法与模具	711
第四节 钣金缩口	714

一、钣金缩口工艺特点	714
二、钣金常用缩口模	716
第五节 钣金其他成形方法	720
一、钣金液压成形	720
二、钣金旋压成形	721
三、钣金高速成形	727
第十五章 钣金校平与矫正	734
第一节 钣金校平及压印	734
一、钣金校平技巧与诀窍	734
二、钣金压印技巧	736
第二节 钣金机械矫正	738
一、钣金矫正概述	738
二、钣金机械矫正技巧	740
三、钣金机械矫正注意事项与操作禁忌	746
第三节 钣金手工矫正	752
一、钣金手工矫正工具	752
二、钣金手工矫正方法与诀窍	752
三、钣金手工矫正工艺实例与技巧	754
第四节 钣金火焰矫形技术	758
一、钣金火焰矫形的原理	758
二、钣金火焰矫形的操作技巧与诀窍	759
第十六章 钣金焊接与热切割	763
第一节 金属焊接与热切割的基本知识	763
一、焊接原理、分类和特点	763
二、热切割的原理和分类	774
第二节 钣金焊接接头形式及坡口的选择	776
一、焊接接头和坡口的基本形式及应用特点	776
(一) 焊接接头的特点及作用	776
(二) 焊接接头及坡口基本形式与应用特点	777