



中国机械工程学会

夏巨谔 主编

钣金工 手册

BANJINGONG
SHOUCE



化学工业出版社

钣金工手册

中国机械工程学会

夏巨湛 主编



化学工业出版社

(京)新登字 039 号

内 容 简 介

本手册是一部综合性钣金工具书。全书共 19 章,内容包括常用工量具及其使用方法,常用设备,毛坯展开图作法,下料,手工成形,板料冲裁,板料弯曲,板料拉深,板料局部成形、翻边和校平,汽车覆盖件冲压成形,板料软模(介质)成形,板料特种成形,管料冲压成形,管料胀形,体积成形,连接方法,钣金件 CAD/CAM,成形工艺与设备操作技巧,装配、连接工艺与设备操作技巧等。本手册全面、科学、系统地总结了目前国内外钣金成形工艺的实用技术和操作技巧等。

本手册可供从事钣金技术的工程技术人员、钣金操作工使用,也可供高职高专的有关师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

钣金工手册/中国机械工程学会,夏巨谌主编. —北京:化学工业出版社, 2005.5

ISBN 7-5025-7013-6

I. 钣… II. ①中… ②夏… III. 钣金-技术手册 IV. TG38-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 040026 号

钣金工手册

中国机械工程学会、

夏巨谌 主编

责任编辑:周国庆 张兴峰 李骏带

责任校对:陈静

封面设计:于兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码:100029)

发行电话:(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京中兴印刷有限公司印刷

开本 1000mm×1400mm B5 印张 20 $\frac{3}{4}$ 字数 1171 千字

2005 年 6 月北京第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7013-6

定 价:78.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

随着汽车、拖拉机、飞机、造船、轻工和日用五金制造工业的发展,尤其是随着我国加入 WTO,中国正在成为“世界工厂”和“世界汽车零部件生产基地”,这进一步促进了地方中小型企业、民营与私人企业的迅速发展,从事金属钣金加工的工人和技术人员也迅速增加,因此对钣金加工基础知识、成形工艺和操作技术的了解和学习正变得日益广泛和迫切。随着科技水平的迅速提高、现代加工方法及设备的不断涌现,钣金加工的概念、方法及手段也正在发生深刻变化。基于这种发展趋势,作者根据长期从事塑性加工工艺、模具及设备的教学和科研的体会,对于“汽车零部件”及“五金”等钣金加工生产的调查总结,同时参考国内外相关文献资料,编写了这本《钣金工手册》。

本手册资料丰富,内容新颖,覆盖面宽,实用性强,既适合于从事钣金技术的工程技术人员使用,也适合于在生产第一线的钣金操作工使用。

本手册由夏巨谔教授主编,参加编写的人员有夏巨谔、胡国安、王新云、吴彤、夏自力、俞彦勤、严晓光、刘顺洪、丁永祥、程俊伟、金俊松、吴有生、戴护民、陈霞等。本手册由李志刚教授审查。

由于编者水平有限,难免有疏漏和不当之处,诚请读者批评指正。

中国机械工程学会
2005年6月

目 录

第1章 常用工量具及其使用方法	1
1 普通量具及其使用方法	1
1.1 普通量具	1
1.2 普通量具的使用方法	3
2 精密量具及其使用方法	6
2.1 外径千分尺	6
2.2 内径千分尺	7
2.3 内测千分尺和深度千分尺	7
2.4 百分表	7
3 成形工具及其使用方法	7
3.1 锤子	7
3.2 衬垫工具	7
3.3 手锻工具	9
4 钳工工具及其使用方法	12
4.1 划线工具及其使用方法	12
4.2 锯切工具及其使用方法	14
4.3 銼削工具及其使用方法	14
4.4 挫削工具及其使用方法	18
4.5 钻具及其使用方法	21
4.6 扩孔、铰孔和铰孔工具及其使用方 法	24
4.7 攻螺纹与套螺纹工具及其使用方法 ..	27
4.8 刮削工具及其使用方法	30
5 电动与风动工具及其使用方法	32
5.1 电动工具及其使用方法	32
5.2 风动工具及其使用方法	34
6 扳钳工具及其使用方法	36
7 焊割工具及其使用方法	38
8 起重工具及其使用方法	43
9 夹具及其使用方法	46
第2章 常用设备	49
1 校直设备	49
1.1 板材校平机	49
1.2 型材校直机	49
1.3 管材校正机	51
2 剪切设备	52
2.1 剪板机	52
2.2 数控液压剪板机	52
2.3 冲型剪切机	53
2.4 双盘剪切机	53
2.5 联合冲剪机	53
3 成形设备	54
3.1 机械压力机	54
3.2 液压压力机	55
3.3 数控转塔冲床	56
3.4 板料折弯机	57
3.5 折边机	57
3.6 卷板机	57
3.7 弯管机	58
3.8 型材弯曲机	58
3.9 空气锤	59
3.10 螺旋压力机	60
4 焊割设备	63
4.1 焊接设备	63
4.2 气割设备	64
5 其他设备	67
5.1 弓锯床	67
5.2 圆锯床	67
5.3 带锯床	69
5.4 刨边机	69
第3章 毛坯展开图作法	70
1 基本几何作图法	70
1.1 直线、垂线、直角线的作法	70
1.2 等分线段法	71
1.3 平行线的作法	71
1.4 角及角的等分作法	71
1.5 圆弧及等分圆弧的作法	72
1.6 点、线、弧间的连接	73
1.7 倾斜线	74
1.8 几何图形	74
1.9 圆及椭圆	76
1.10 圆弧的伸直	78
1.11 抛物线	78
1.12 渐开线	78
1.13 螺旋线	79
2 等径圆管制件展开图画法	79

2.1 圆周长及圆管展开图画法	79	4.2 滚剪机的安全与正确操作	123
2.2 两节圆管接头	79	4.3 移动式振动剪切机的安全与正确 操作	124
2.3 任意角度的三节弯头	81	5 板料的铣切下料	125
2.4 四节 90°弯头	82	5.1 铣切程序	125
3 圆管三通管展开图作法	83	5.2 手动操作的工艺及设备	126
3.1 等径圆管三通管展开法	83	6 板料的切割	129
3.2 异径圆管三通管展开法	85	6.1 气割	129
4 多面体制件展开图的作法	88	6.2 等离子切割	132
4.1 矩形方盒	88	6.3 光电跟踪气割	134
4.2 正方形大小头	89	6.4 数控气割	135
4.3 矩形管两节 90°弯头	89	6.5 高速切割和精密切割	135
4.4 方管两节 90°弯头	90	7 气割的安全与正确操作	136
4.5 方漏斗	90	7.1 气割设备及其安全知识	136
4.6 凸五角星	91	7.2 人身防护设备	136
5 圆锥体制件展开图画法	91	7.3 气割的操作	138
5.1 正、斜圆锥及圆锥管	91	8 板料的激光自动切割	139
5.2 正圆锥管直交圆管	94	8.1 工作原理	139
5.3 圆管渐缩多通管	95	8.2 激光切割	141
5.4 方管直交斜锥管	96	8.3 安全保护	142
5.5 圆管平交正圆锥管	98	9 管料的剪切	143
5.6 圆管偏心直交正圆锥	98	9.1 冲切法	143
5.7 矩形管偏心平穿正圆锥管	99	9.2 双重冲切法	147
5.8 圆锥—圆管两节 90°弯头	100	9.3 心棒剪切法	147
5.9 圆锥管三节任意角度弯头	100	9.4 心棒双重剪切法	147
6 方圆过渡管件展开图的作法	101	9.5 旋转辊剪切法	148
6.1 圆顶方底管的展开图	101	10 型材的剪切	148
6.2 圆顶矩形底连接管	103	11 棒料的剪切	150
6.3 圆顶圆角方底连接管	103	11.1 剪床下料	150
6.4 方顶圆底连接管	104	11.2 冲床剪切下料	151
6.5 上方下圆两节弯头	104	11.3 锤上下料	151
7 应用实例	108	第 5 章 手工成形	154
7.1 作一等径直角烟囱口	108	1 弯曲	154
7.2 作一锥形三通管道	109	1.1 板件弯曲	154
第 4 章 下料	111	1.2 管子与型材的弯曲	156
1 下料方法及其选用	111	2 放边与收边	157
2 板料的手工剪切	112	3 压凹	158
3 板料的机械剪切	113	4 拔缘	158
3.1 剪切机下料	113	5 拱曲	160
3.2 滚剪机下料	116	5.1 冷拱曲	160
3.3 振动剪	118	5.2 热拱曲	161
3.4 剪刀参数及剪切力的计算	118	6 卷边	162
4 剪切设备的安全与正确操作	120	7 咬缝	163
4.1 剪切机的安全与正确操作	120		

8 校正	170	6 弯曲模工作部分的尺寸	224
8.1 校正的要领	171	7 典型弯曲工序实例	226
8.2 校正的方法	171	8 常用弯曲模的结构、调整与使用	227
9 实例与操作技巧	175	8.1 V形件弯曲模	227
第6章 板料冲裁	178	8.2 U形件弯曲模	228
1 冲裁的排样	178	8.3 L形件弯曲模	230
2 搭边	180	8.4 Z形件弯曲模	230
3 条料宽度的计算	181	8.5 四角形件弯曲模	231
4 冲裁件的质量	182	8.6 圆筒件弯曲模	232
5 凸模和凹模间隙、刃口尺寸及公差	183	8.7 铰链弯曲模	234
5.1 金属板料冲裁模间隙	183	8.8 级进弯曲模	234
5.2 非金属板料冲裁模间隙	188	8.9 波纹板弯曲模	235
5.3 凸凹模刃口尺寸及公差	188	8.10 半封闭与封闭件的弯曲	235
6 落料和冲孔力	189	8.11 复合弯曲模	236
7 落料与冲孔模	190	8.12 折弯	239
7.1 简单模	190	9 多滑块压力机上的弯曲加工	241
7.2 连续模	191	10 滚弯	246
7.3 复合模	192	10.1 圆筒形零件的滚弯	246
7.4 非金属板料冲切模	192	10.2 圆锥形零件的滚弯	248
7.5 非平板件冲孔、冲槽模	193	10.3 二辊滚弯	251
7.6 云母冲裁模	193	10.4 滚压成形	251
7.7 橡胶冲裁	194	11 简易弯曲方法与操作技巧	256
7.8 冲切模	194	第8章 板料拉深	258
7.9 简易冲裁模	195	1 常见拉深件的种类	258
7.10 橡胶冲裁模	197	2 拉深件毛坯尺寸的计算	258
7.11 精密冲裁	198	2.1 简单旋转体拉深件的毛坯直径	258
8 简易冲孔工模具	202	2.2 复杂旋转体拉深件的毛坯直径	259
9 其他冲孔模具与装置	203	3 拉深系数和拉深次数的计算	267
10 条料截断冲模	206	3.1 圆筒形件的拉深系数和拉深次数	267
第7章 板料弯曲	208	3.2 带凸缘筒形件的拉深系数和拉深工序	270
1 常用的弯曲方法	208	3.3 阶梯圆筒形件的拉深次数	275
2 弯曲件毛坯尺寸的计算	208	3.4 锥形件的拉深次数	275
2.1 弯曲件 $r \geq 0.5t$ 时毛坯尺寸的计算	208	3.5 球面零件的拉深系数	278
2.2 弯曲件 $r < 0.5t$ 时毛坯尺寸的计算	208	3.6 抛物面零件的拉深	279
2.3 铰链式弯曲件毛坯尺寸的计算	215	4 多工序拉深件实例	281
3 弯曲力计算	215	4.1 直壁多道拉深件	281
4 弯曲工艺	215	4.2 锥形多道拉深件	282
5 提高弯曲件精度与质量的措施	219	4.3 复杂多道拉深成形件	282
5.1 减少回弹的措施	219	5 拉深件质量分析	286
5.2 克服偏移的措施	222	6 拉深力与压边力的计算	287
5.3 弯曲件常见缺陷及消除方法	222		

6.1 拉深力计算	287	3.6 冲压设备选择	327
6.2 压边力计算	287	4 覆盖件翻边工艺设计	327
6.3 拉深时压力机吨位的选择	288	4.1 翻边件的设计	327
6.4 拉深功与功率计算	288	4.2 翻边方向的确定	327
7 拉深模工作部分结构参数	288	4.3 翻边用冲压设备选择	327
7.1 拉深凹模和凸模的圆角半径	288	5 覆盖件拉深模设计	328
7.2 拉深凸模和凹模的结构	292	5.1 拉深肋设计	328
8 拉深模的典型结构	293	5.2 拉深模的结构形式	329
8.1 首次拉深模	293	5.3 模具导向	331
8.2 以后各次拉深模	295	5.4 拉深模设计	335
8.3 落料拉深复合模	295	6 覆盖件修边模设计	337
8.4 带料连续拉深的特点及其模具	297	6.1 修边模结构形式	337
8.5 拉深与反拉深模	299	6.2 刃口镶块	338
8.6 锥形件拉深模	300	6.3 废料切断刀的布置	340
9 带辅助作用力的拉深模	301	6.4 斜楔滑块结构	340
第9章 板料局部成形、翻边和		7 覆盖件翻边模设计	341
校平	304	7.1 翻边模结构形式	341
1 局部成形	304	7.2 翻边镶块	343
2 翻边	305	7.3 翻边模材料	343
2.1 内孔翻边	305	8 覆盖件拉深模的调试	343
2.2 变薄翻边	308	8.1 拉深模调试应解决的问题	343
2.3 外缘翻边	309	8.2 调试程序	344
2.4 一些特种翻边方法	309	第11章 板料软模(介质)成形	348
3 翻孔翻边模	310	1 聚氨酯橡胶模成形	348
3.1 简易翻边模	310	1.1 聚氨酯橡胶的性能及其选用	348
3.2 翻孔模	312	1.2 聚氨酯橡胶冲裁模	348
4 校形	313	1.3 聚氨酯橡胶弯曲模	351
第10章 汽车覆盖件冲压成形	315	1.4 聚氨酯橡胶拉深模	354
1 汽车覆盖件的结构、分类及成形特点	315	1.5 聚氨酯橡胶成形模	355
1.1 结构特征与分类	315	1.6 聚氨酯橡胶模的典型结构及应用	
1.2 成形性质及变形特点	319	举例	355
2 覆盖件拉深工艺设计	320	2 液压成形	359
2.1 拉深方向的选择	320	2.1 液压成形原理及特点	359
2.2 工艺补充部分的设计	321	2.2 液压胀形(液体充当凸模)	359
2.3 压料面的设计	323	2.3 反向液压成形(液体充当凹模)	361
2.4 拉深件图的绘制	324	2.4 橡胶薄膜液压成形	365
2.5 冲压设备选择	325	2.5 多工序液压成形	365
3 覆盖件修边工艺设计	326	2.6 低熔点塑性物质成形	366
3.1 修边件的设计	326	2.7 黏性介质压力成形	366
3.2 修边类型	326	2.8 液压成形模具装置	367
3.3 修边方向及修边形式	326	2.9 液压成形工艺及模具的主要参数	370
3.4 拉深件的切断	327	第12章 板料特种成形	372
3.5 修边件的尺寸标注	327	1 旋压成形	372

1.1 基本原理	372	1 胀形工艺	433
1.2 旋压工具及模具	372	1.1 自然胀形和轴向压缩胀形	433
1.3 旋压设备	374	1.2 变形程度的表示	434
1.4 旋压操作方法	374	1.3 胀形管坯尺寸	435
1.5 实例	375	1.4 胀形力	435
2 温差拉深与深冷拉深	379	1.5 胀形介质	436
2.1 温差拉深	379	2 硬模胀形	438
2.2 深冷拉深	379	3 橡胶胀形	440
3 电磁成形	380	4 液压胀形	446
3.1 电磁成形的原理、加工方式及特点	380	4.1 各种胀形方法	446
3.2 电磁成型的基本要求	382	4.2 工艺参数的计算	449
3.3 管状毛坯成形	385	4.3 同侧双支管液压胀形	450
3.4 平板毛坯成形	387	4.4 管件液压挤胀形模具装置	451
3.5 实例——框架零件成形	390	4.5 提高支管挤压胀形长径比的措施	453
第 13 章 管料冲压成形	395	4.6 复杂杯筒形件胀形装置	454
1 管端冲裁与管壁冲孔	395	5 气压胀形	456
1.1 管端冲裁	395	6 低熔点塑性介质胀形	457
1.2 管壁冲孔	396	7 复杂长轴类管件胀形与冲压复合成形	458
2 管料成形	398	7.1 直长轴线管件复合成形	458
3 管料缩口与缩径	399	7.2 汽车后桥壳复合成形	459
3.1 缩口(缩径)工艺参数的确定	399	7.3 具有弯曲轴线管件复合成形	462
3.2 冲压缩口(缩径)	401	第 15 章 体积成形	465
3.3 缩口(缩径)应用实例	404	1 锻造	465
3.4 加热旋压缩口与封口	407	1.1 自由锻	465
3.5 端部缩颈与中间缩颈	408	1.2 模锻	466
4 管料扩口与翻边	409	2 挤压	469
4.1 扩口	409	3 冲挤成形	471
4.2 翻边	412	4 镦粗与拉细	472
5 翻管	415	5 棒材、线材和型材的弯曲	473
5.1 管端翻卷(卷边)	415	5.1 弯曲工艺和工模具	473
5.2 翻管	415	5.2 最小弯曲半径	474
6 管料弯曲	418	6 镦铆	476
6.1 绕弯	418	第 16 章 连接方法	477
6.2 推弯	420	1 常用焊接	477
6.3 压弯	422	1.1 焊条的分类、型号、牌号和应用	477
6.4 加热弯管	423	1.2 焊接接头及坡口形式	480
6.5 管料弯曲工装	425	1.3 焊缝代号	482
7 管料冲压复合成形	429	1.4 焊接位置	483
7.1 桥壳新结构	429	1.5 焊接工艺参数的选择	483
7.2 成形工艺方案设计及其计算	430	1.6 焊条电弧焊的基本操作方法及特点	487
7.3 成形工序安排	432	2 钨极氩弧焊接	490
第 14 章 管料胀形	433	2.1 原理及特点	490

2.2 工艺参数的选择	491	2.1 计算机辅助钣金件设计和展开	524
2.3 操作技术	491	2.2 计算机辅助坯料排样	527
2.4 加强气体保护作用的措施	491	2.3 数控冲压指令编制	529
3 气体保护电弧焊接	493	3 制件模型及坯料展开图的描述	530
3.1 原理及应用范围	493	3.1 三视图方法描述模型	530
3.2 保护气体	493	3.2 造型法描述模型	533
3.3 熔化极气体保护焊设备简介	494	4 数控冲压指令系统	535
3.4 各种材料熔化极气体保护焊的焊接特点	495	4.1 数控指令的基本功能	535
4 气焊	496	4.2 FANUC—P 数控冲压指令	536
4.1 气焊原理及应用范围	496	4.3 其他数控冲压指令系统简介	544
4.2 气焊工艺参数及火焰的选择	497	5 开目钣金计算机辅助设计/制造系统(KMSM)介绍	547
4.3 操作要领及方法	497	5.1 KMSM 概述及绘图操作	547
5 接触焊	499	5.2 基于制件库的参数化钣金件设计及展开	550
6 锻焊	501	5.3 基于面融合的钣金件设计及展开	557
7 钎焊	501	5.4 KMSM 系统的数控冲压指令编程	560
8 激光焊接与切割	503	第 18 章 成形工艺与设备操作技巧	568
9 减小焊接变形和应力的措施	503	1 卷板机的操作	568
10 铆接	505	2 折板机的操作	571
10.1 铆钉	505	3 旋臂式折叠机与折板机的操作	574
10.2 铆接的形式	508	4 滚边机的操作	575
10.3 铆钉直径、长度、孔径的确定	508	5 多功能旋转机的操作	576
10.4 铆接的方法	508	6 卷线边的操作	581
10.5 铆接的缺陷及防止方法	511	7 球形罩和盘状薄板件的成形操作	588
11 螺纹连接	512	8 双曲率薄板件的成形操作	592
11.1 螺钉连接形式	512	9 滚轮整形机的操作	593
11.2 螺栓连接	513	10 整形夹的使用方法	596
12 冲压连接	513	11 角钢的加工方法	597
13 胀接	514	12 角钢与厚板的热弯成形	600
14 金属粘接	515	13 挤压卷板机成形锥形工件的操作方法	602
14.1 粘结剂	515	14 锥形卷板机成形锥形工件的操作方法	604
14.2 接头设计	517	15 用模胎成形轮盘的操作方法	605
14.3 表面准备	519	第 19 章 装配、连接工艺与设备操作技巧	607
14.4 粘结剂的调配、涂敷与固化	519	1 圆形三通管的制作与装配的操作	607
14.5 粘接的优点和缺点	519	2 矩形截面的支管与主管间的螺栓连接	609
14.6 安全实践	520	3 几种快速简便连接法	610
第 17 章 钣金件 CAD/CAM	521	4 铆接的操作	613
1 CAD/CAM 系统的基本组成及实用软件简介	521	4.1 搭接的铆接操作	613
1.1 CAD/CAM 系统的基本组成	521		
1.2 CAD/CAM 实用软件简介	522		
2 钣金件计算机辅助设计/制造的主要工作	524		

4.2 中空铆钉的长柄钳使用方法	619	8.2 通风盖组合件的装配操作	636
5 软焊与硬焊的操作	621	9 铆接机的操作	639
5.1 软焊(锡焊)的操作	621	9.1 气压铆接机的操作	639
5.2 硬焊(铜锌与银焊料焊接)	623	9.2 气压铆接锤的操作	640
6 常用连接方法的操作	625	10 几种非圆截面管的接合与 装配的操作	642
6.1 平接的操作	625	10.1 平接的操作	642
6.2 拉接的操作	625	10.2 大截面工件的平接操作	643
6.3 接角式拉接的操作	625	10.3 隅角接合的操作	643
6.4 槽接的操作	627	10.4 双槽接合的操作	646
7 点焊的操作	630	参考文献	649
8 管板组合件的装配操作	635		
8.1 汽车消声器的装配操作	635		

第 1 章 常用工量具及其使用方法

钣金工所使用的工具规格种类繁多，绝大多数同其他工种所使用的相同，但还有一部分是为本工种的特点而设计制作的，以满足加工要求，达到提高制作精度、使用方便、提高生产效率的目的。

按照其使用功能特点，可将常用工具分为普通量具、精密量具、成形工具、钳工工具、电动与气动工具、扳钳工具、焊接工具、起吊工具与夹具等。

本章将根据这样的分类，逐一介绍各种常用

工具及其使用方法，以便于钣金操作工和技术人员在日常的钣金生产中，根据需要迅速选择所需的工具并正确掌握使用方法。

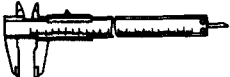
1 普通量具及其使用方法

1.1 普通量具

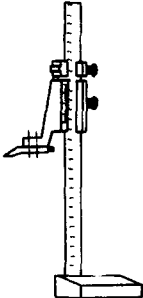
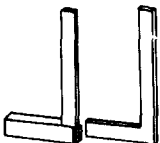
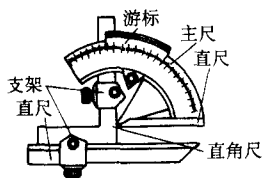
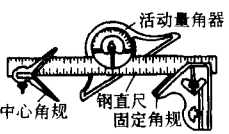
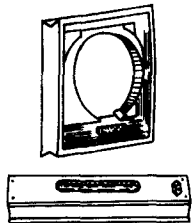
钣金工常用的普通量工具品种很多，主要有钢直尺、钢卷尺、游标卡尺、90°角尺等（表 1-1）。

表 1-1 常用量具

mm

名 称	简 图	规 格	说 明
钢直尺		测量范围： 150, 300, 500, 1 000 测量精度值： 0.5	用来测量较短工件的长度、内外径等尺寸。通常钢直尺正面刻度为米制单位，背面有米、英制换算 钢尺尾端有孔，用后擦净尺面，把钢尺悬挂以防变形
钢卷尺		测量范围： 1 m, 2 m, 3 m, 5 m, …, 100 m 测量精度值： 1	用来测量较长工件的尺寸与距离，条带上刻度以米制单位为主，也有米英制并存。使用和携带方便
游标卡尺		测量范围： 0 ~ 200 测量精度值： 0.02	游标卡尺属中等测量精度的量具。常用来测量工件的内外径，带深度尺还可测量深度，带划线脚的既可测得内孔尺寸，还可用脚尖作少量的划线
深度游标卡尺		测量范围： 0 ~ 200; 0 ~ 300; 0 ~ 500 测量精度值： 0.02; 0.05	深度游标卡尺是利用游标原理，对尺框测量面和尺身测量面相对移动分隔的距离进行读数的一种测量工具 用来测量孔的深度、台阶的高低和槽的深度，其读数方法和读数与游标卡尺相同

续表 1-1

名 称	简 图	规 格	说 明
高度游标卡尺		测量范围: 0~200; 0~300; 0~500; 0~1 000 测量精度值: 0.02; 0.05	高度游标卡尺是利用游标原理,对装置在尺框上的划线量爪工作面与底座工作面相对移动分隔的距离进行读数的一种测量工具 用来测量零件高度或对零件划线,其读数方法和读数值与游标卡尺相同
卡钳		100~600	卡钳是一种间接测量的量具。与钢直尺配合测量工件的内外尺寸
90°角尺		测量范围: 0~300 测量精度值: 0.5	90°角尺是一种定值的角尺量具。常用于测量、检验工件的垂直度和划垂线
万能角尺 (I 型)		测量范围: 外角: 0°~180°; 内角: 40°~130° 测量精度值: 2'或5'	万能角尺属中等测量精度的量具。主刻线刻在主尺上, 每一小格为 1°。游标上刻线共 30 格, 此 30 格的总角度为 29°, 所以游标上每格为 29°/30 = 58', 与主尺上 1 格和游标上 1 格相差 2' = 1° - 58' 即得读数值为 2'
活动量角器		测量范围: 钢直尺: 0~300 活动量角器: 0°~180° 固定角规: 45°; 90° 附水准器 测量精度值: 1 或 1°	活动量角器由钢直尺、活动量角器、中心角规和固定角规组成 用来测量一般的角度、长度、深度、水平度以及在圆形工件上定中心等
水平尺		0.02/1 000 ~ 0.05/1 000	用来测量工件表面的水平度。水平尺由尺身和水准管组成。与尺身纵向平行的水准管能测量工件的水平位置, 而与尺身纵向垂直的水准管能测量其垂直度

1.2 普通量具的使用方法

(1) 游标卡尺 (图 1-1)

1) 使用前的检查 尺框在尺身上移动应当

平稳灵活, 尺框与尺身不能有明显的晃动; 量爪并拢时, 量爪的测量面不应该有明显的漏光。否则, 说明量爪已磨损不平或变形, 会引起较大的测量误差。

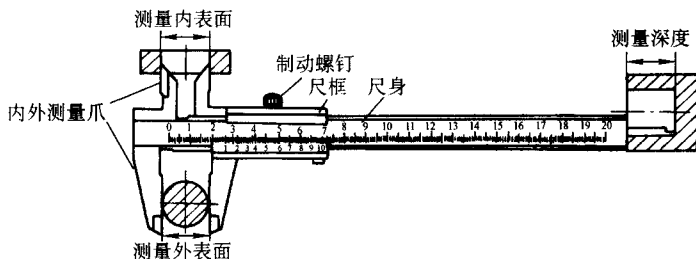


图 1-1 三用游标卡尺的结构

2) 使用前校对零件 把卡尺量爪反复并拢几次, 每次并拢后游标与尺身的零线都应对齐。如果并拢时零位不对齐, 并且每次并拢零线位置都不相同时, 这样的卡尺不能再用。如果并拢时零位不对齐, 但是, 各次并拢时零线的位置都相同, 可以用于不精确的测量。但此时必须对读数结果进行零位误差修正, 其方法是: 读数 + 零位误差 = 被测尺寸。当量爪并拢时, 游标零线在尺身零线之前时, 零位误差为“正”, 否则为“负”。

3) 测量操作

① 正确握尺, 如图 1-2 所示。小卡尺一般单手握尺, 大卡尺要用双手握尺。

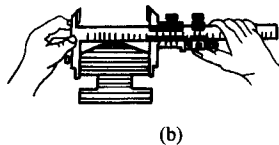
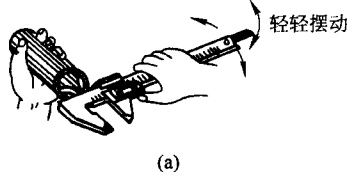


图 1-2 卡尺的握尺与测量

② 正确接触被测位置, 如图 1-3 所示。图中实线量爪表示接触部位正确, 双点画线量爪表示接触部位错误。

③ 正确进尺。测量进尺时, 不许把量爪挤上工件, 应预先先把量爪间距调整到稍大于 (测量外尺寸时) 或小于 (测量内尺寸时) 被测尺寸,

量爪放入测量部位后, 轻轻推动游标, 使量爪轻松接触测量面, 如图 1-4 所示。

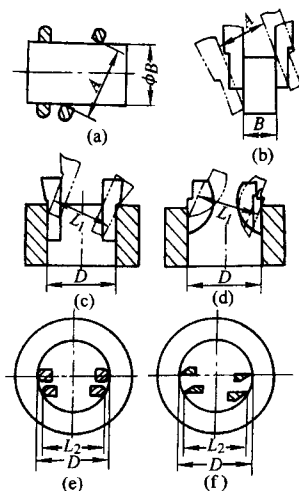


图 1-3 卡尺测量中的接触部位

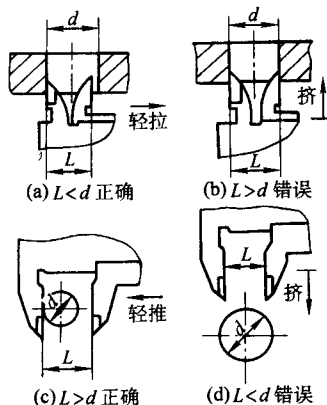


图 1-4 卡尺测量时的进尺方法

4) 游标卡尺的读数方法 利用游标能读出的最小尺寸称为游标读数值(称为卡尺精度)。游标卡尺的游标读数值有 0.1、0.05 和 0.02 mm 三种, 标在尺框上。测量时的读数方法为:

① 读出整数部分“mm”数。读出游标零线所在尺身多少“mm”后面, 如游标零线在主尺 15 mm 后面, 则整数部分的读数即为 15 mm。

② 读出小数部分“mm”数。读出游标上那一条与尺身上的刻线(任意刻线)对齐的刻线(注意游标零刻线不算), 这条刻线所代表的即为小数部分的“mm”数, 具体为:

小数部分的读数 = 与尺身对齐的那条游标刻线的
序数 × 读数值

如与尺身对得最齐的游标刻线的序数为 8, 卡尺的游标读数是 0.02, 则小数部分的读数 = $8 \times 0.02 = 0.16$ mm。

另外, 也可按下面的方法:

小数部分的读数等于在与尺身对得最齐的那条游标刻线下的数字前加上小数点。

如与尺身对得最齐的游标刻线(刻度)是 12, 则小数部分的读数是 0.12 mm。

③ 计算测量结果, 测量结果 = 整数部分 + 小数部分 + 该卡尺零位误差。

其中零位误差可能为正或负或零。

(2) 深度游标卡尺

图 1-5 所示为深度游标卡尺, 常用于测量孔、槽的深度、台阶高度及轴肩长度等, 其工作原理与游标卡尺基本相同。它是靠尺框 2 的测量面与尺身 1 的测量面之间的相对位置变化来测量的。它的测量范围有 0 ~ 200 mm、0 ~ 300 mm、0 ~ 500 mm 三种, 分度值有 0.02 mm、0.05 mm 和 0.10 mm 三种。

(3) 高度游标卡尺

图 1-6 所示为高度游标卡尺。它可用于测量工件表面的相对高度和精密划线。图中 3 为划线爪, 测量时应换成测量爪。其测量原理与深度游标尺相同, 测量范围有 0 ~ 200 mm、0 ~ 300 mm、0 ~ 500 mm 和 0 ~ 1 000 mm 四种, 分度值有 0.02 mm、0.05 mm 和 0.10 mm 三种。

(4) 卡钳

卡钳本身并不能直接测出工件尺寸, 常用来控制工件尺寸或作为在工件与量仪之间移取尺寸的用具。卡钳分为内卡钳和外卡钳两种, 分别用于卡取

内表面及外表面尺寸, 内、外卡钳的使用场合为:

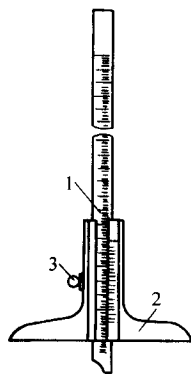


图 1-5 深度游标卡尺结构示意图
1—尺寸 2—尺框 3—紧固螺钉

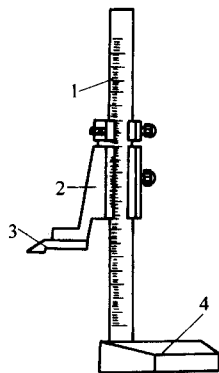


图 1-6 高度游标卡尺结构示意图

1—尺身 2—尺框 3—测量(划线)爪 4—尺座

① 测量工件尺寸 调节两个钳口的间距, 使两个钳口同时与两个被测量面接触, 则钳口间距就等于被测尺寸, 称为量尺寸; 而后, 将钳口间距与量具比较(如与钢直尺、卡尺等)才能读出具体的尺寸, 称为读尺寸。图 1-7 是用外、内卡钳量得尺寸后, 通过与钢直尺或卡尺比较来读取尺寸。

② 控制工件尺寸 通过量具(钢尺、卡尺等)把钳口之间的开距调整到图样所要求的尺寸, 称为取尺寸; 或者直接从已加工好的合格零件上的相应位置调整好钳口开距, 称为卡实物, 这样也相当于取尺寸。然后, 用调整好钳口开距的卡钳来检验加工中的零件, 当工件的大小与钳口开度一致时, 工件的尺寸就符合要求了。用卡钳控制工件尺寸的应用如图 1-8 所示。

③ 预测零件装配时的松紧度 用内外卡钳分别卡取两个互相配合表面的尺寸, 也就是调整

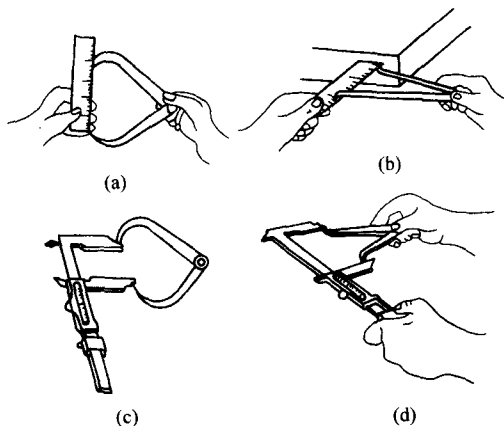


图 1-7 利用钢直尺、卡尺读尺寸

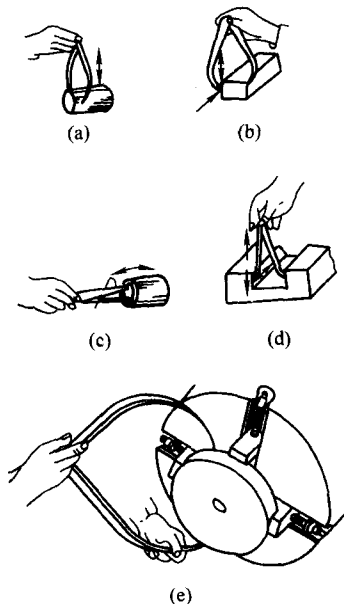


图 1-8 利用外、内卡钳控制工件尺寸
钳口开度与配合表面尺寸一致。通过内、外卡钳口的相互校对来预测装配时的松紧度，若两个钳口相处较紧，装配时就较松；反之，则装配时就较紧。

(5) 水平尺 (表 1-1)

水准管上的刻度用来指示工件表面的倾斜程度。测量时根据水准管内空气泡移动的位置来判断尺身的倾斜程度，尺身的倾斜程度就是工件表面的倾斜程度。现以刻度值为 2 mm/m 的水平尺测量为例，如空气泡位于刻度正中，则表示被测表面处于水平位置。若空气泡向一端移动一个刻

度，表明被测表面处于倾斜位置，即在 1 m 长度内，一端高出 2 mm ，其倾斜度为 $2/1000$ 。

(6) 焊接测量器及其使用方法

焊接测量器 (图 1-9) 专用于测量焊接件的坡口、装配尺寸、焊缝尺寸和角度等的测量工具。

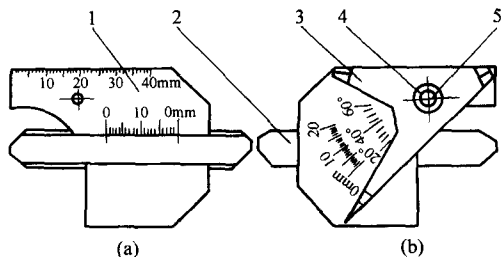


图 1-9 焊接测量器

1—测量块 2—活动尺 3—测量角
4—垫圈 5—铆钉

焊接测量器测量焊缝尺寸的方法如图 1-10 所示。

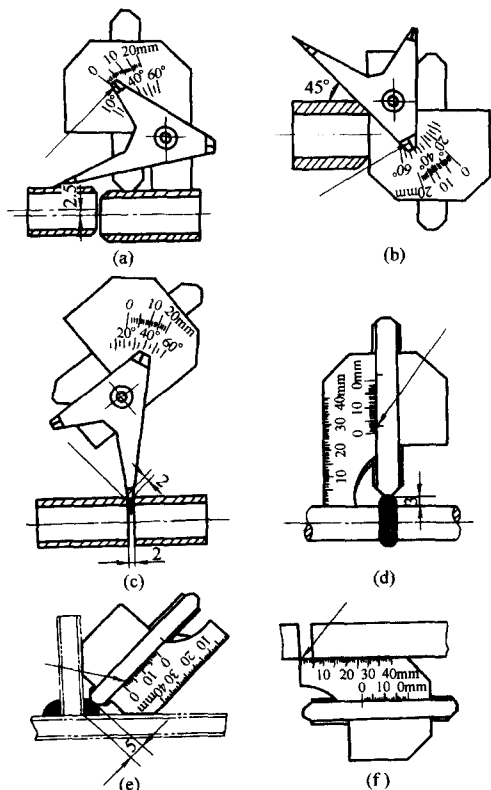


图 1-10 焊接测量器测量焊缝尺寸

(a)测量管子错边 (b)测量坡口角度 (c)测量装配间隙
(d)测量焊缝余高 (e)测量角焊缝厚度 (f)测量对接间隙

2 精密量具及其使用方法

2.1 外径千分尺

千分尺又叫百分尺,有多种类型。它比游标卡尺精度高,是一种精密量具。外径千分尺如图 1-11 所示,用于测量外尺寸。其主要由弓形尺架 1、固定测砧 2、活动测砧 3、锁紧钮 4、测力转帽 5、微分筒 6、固定套筒 7 和绝热垫 8 组成。

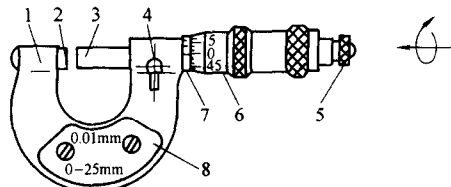


图 1-11 外径千分尺

外径千分尺使用方法:

(1) 用前检查

两测砧应光洁平整,微分筒应转动灵活并没有旷动和窜动的感觉,锁住活动测砧后拧动测力转帽时应能够发出均匀的“咔、咔”声响。

(2) 校对零位

对于量程在 0~25 mm 的外径千分尺,调整动、定砧面,使其微接触后,拧动测力转帽至发出“咔、咔”的声响时,微分筒前沿应在横刻度零线上,并且微分筒的零线应与小数指示线对齐。重复几次都应如此,方可使用。如果零位不对时,也可按卡尺相同的原则确定出零位误差,以此对测量结果进行修正。

(3) 测量操作

千分尺测量采用双手操作,左手捏住尺架上的绝热垫,右手先转动微分筒,后拧测力转帽,如图 1-12a 所示。对于小工件测量,可用支架固定住千分尺,左手拿工件,右手拧转帽,如图 1-12b 所示。测量时,还必须正确选择测砧与被测面的接触位置。进尺时,先调整可动测砧与活动测砧之间的距离,使其稍大于被测尺寸。放入测量位置后,拧动测力转帽并同时微微前后左右摆动测力杆或工件,使测力杆与被测尺寸线重合,当测力转帽发出“咔、咔”声时,表明测量力合适,即可读数。

(4) 外径千分尺的读数

① 从微分筒上读取 0.5 mm 以下的小数部

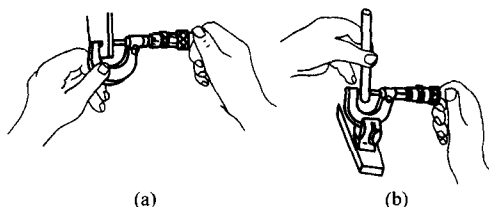


图 1-12 千分尺测量示意图

分,微分筒的分度值为 0.01 mm/格。

② 以离微分筒前沿最近的横刻度线为依据,从固定套筒横刻度上读取整数和整数后的 0.5 mm 小数。如果这条线与微分筒前沿处于似压非压的状态,那么这条刻度线是否计入尺寸,应根据微分筒上的读数来判断。当微分筒读数等于或稍大于零时,应计入读数。若微分筒上的读数稍小于 0.5 时,这条刻度线则不计入读数。

③ 把以上两部分尺寸相加,若千分尺本身有误差修正值,应对上述相加后的尺寸加以修正,即得到被测尺寸。

外径千分尺读数举例:试读出图 1-13 的测量尺寸(规定误差修正值是零)。

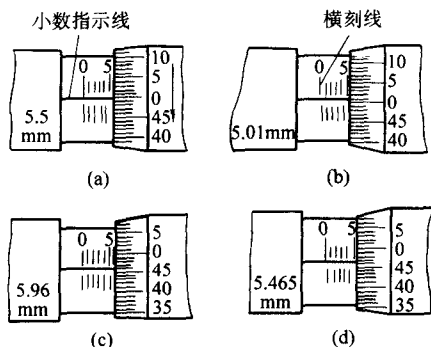


图 1-13 千分尺的刻线方法和读数示例

根据三步法读数如下:

图 1-13a 读法:

① 微分筒读数为 0。

② 固定套筒上的读数是 5.5 mm (离微分筒前沿最近的横刻度线被微分筒前沿似压非压,但因微分筒读数等于零,所以刻度线计入)。

③ 测量结果为 $0 + 5.5 \text{ mm} = 5.5 \text{ mm}$ 。

图 1-13b 读法:

① 微分筒读数是 1 个格,代表 0.01 mm。

② 固定套筒上的读数是 5 mm。