

表 4-9 粗车及半精车外圆加工余量及偏差 (单位: mm)

零件基本尺寸	加工余量						直径偏差	
	经退火或正火处理的零件轴颈			半精车				
				车削处理	铣削处理	磨削处理	粗车	半精车
	≤200	200~400	400~600	≤200	200~400	400~600	(h14)	(h13)
3~5	—	—	0.5	—	0.8	—	-0.30	-0.12 ~ -0.18
>5~10	1.5	1.7	0.8	1.0	1.0	1.3	-0.36	-0.15 ~ -0.22
>10~18	1.5	1.7	1.0	1.3	1.3	1.5	-0.43	-0.18 ~ -0.27
>18~30	2.0	2.2	1.3	1.3	1.3	1.5	-0.25	-0.21 ~ -0.33
>30~50	2.0	2.2	1.4	1.5	1.5	1.9	-0.62	-0.25 ~ -0.39
>50~80	2.3	2.5	1.5	1.8	1.8	2.0	-0.74	-0.30 ~ -0.43
>80~120	2.5	2.8	1.5	1.8	1.8	2.0	-0.87	-0.35 ~ -0.54
>120~180	2.5	2.8	1.8	2.0	2.0	2.3	-1.00	-0.40 ~ -0.63
>180~250	2.8	3.0	2.0	2.3	2.3	2.5	-1.15	-0.46 ~ -0.72
>250~315	3.0	3.3	2.0	2.3	2.3	2.5	-1.30	-0.45 ~ -0.81

注: 加工面为内圆时, 注粗车余量时, 粗车余量应减去 0.5 mm。

表 4-10 圆锥各部分尺寸的计算公式

名称	计算公式
斜度 S	$S = \tan \frac{\alpha}{2}$
	$S = \frac{D-d}{2L}$
	$S = \frac{C}{2}$
锥度 C	$C = 2S$
	$C = 2 \tan \frac{\alpha}{2}$
	$C = \frac{D-d}{L}$
大头直径 D	$D = d + 2L \tan \frac{\alpha}{2}$
	$D = d + CL$
	$D = d + 2LS$
小头直径 d	$d = D - 2L \tan \frac{\alpha}{2}$
	$d = D - CL$
	$d = D - 2LS$

D—大头直径 d—小头直径
L—指定锥面长度 α—圆锥角
C—锥度 S—斜度

铣刀体可制成带螺钉的或圆形槽, 如点画线所示

机械加工 工艺施工员 手册



机械加工工艺施工员手册

主 编 陈宏钧
副主编 张建龙 洪寿春
主 审 李桂芬 洪寿兰
参 编 王学汉 李凤友 洪二芹 单立红 陈环宇



机械工业出版社

本手册的主要内容包括：常用技术资料，机械零件，机械零件测量方法，机械加工工序间加工余量，常用标准工具及应用，典型零件加工技术。本手册采用最新技术标准，技术内容规范；精心选材，以实际工作中常用的经过实践验证的技术内容为主；科学编排，以图表为主，便于查阅。

本手册是为中、小型企业，乡镇企业生产现场的工艺员精心打造的工具书，也适合于从事机械加工的高级工、技师、高级技师使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械加工工艺施工员手册/陈宏钧主编. —北京:
机械工业出版社, 2008. 3
ISBN 978 - 7 - 111 - 23427 - 2

I. 机… II. 陈… III. 机械加工 - 工艺 - 技术手册
IV. TG506 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 016956 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王英杰 徐 彤

责任编辑: 王英杰 版式设计: 霍永明 责任校对: 吴美英
程俊巧

封面设计: 姚 毅 责任印制: 邓 博

北京京丰印刷厂印刷

2008 年 4 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 39.5 印张 · 2 插页 · 983 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 23427 - 2

定价: 90.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379761

封面无防伪标均为盗版

前 言

机械加工工艺是实现产品设计,保证产品质量,节约能源,降低消耗的重要手段,是企业进行生产准备、计划调度、加工操作、技术检查、安全生产和健全劳动组织的依据,也是企业上品种、上质量、上水平,加速产品改进提高经济效益的技术保证。

在实际生产中从事机械加工的工艺设计员、工艺装备设计员和工艺施工员都期望能有一本属于自己的既实用又便于查阅的工具书。为此,我们编写了这套面向中、小型企业,乡镇企业从事工艺技术工作的“三大员”手册,即《机械加工工艺设计员手册》,《机械加工工艺装备设计员手册》和《机械加工工艺施工员手册》。每本手册都有独立的主题,但又能相互配合,组成一套完整的工艺技术手册。

本套手册在编写过程中,广泛收集资料及现行标准。以实用性、科学性、先进性相结合为宗旨,以少而精为原则,精选出在实际工作中常用的经过实践验证确实可靠的技术内容,并对所选资料经过反复核对和精心加工,以图表为主,语言简练,便于查找使用。

《机械加工工艺施工员手册》一书共六章,主要内容包括:常用技术资料及现场工艺管理规范、机械零件、机械零件测量方法、机械加工工序间加工余量、常用标准工具及应用、典型零件加工技术等。

本手册由陈宏钧主编,参加编写的人员有张建龙、洪寿春、王学汉、李凤友、洪二芹、单立红、陈环宇,李桂芬、洪寿兰任主审。

由于我们水平有限,在编写中难免有不妥和错误之处,真诚希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言	104
第一章 常用技术资料	1
一、法定计量单位及其换算	1
1. 国际单位制	1
2. 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算	2
3. 常用单位换算	4
二、极限与配合、形状和位置公差、表面粗糙度	7
(一) 极限与配合	7
1. 术语和定义	7
2. 基本规定	10
3. 孔、轴的极限偏差与配合	14
4. 一般公差	66
(二) 形状和位置公差	67
1. 形状和位置公差符号	67
2. 形位公差的标注方法	68
3. 图样上注出公差值的规定	73
4. 公差值表	73
5. 形位公差未注公差值	78
(三) 表面粗糙度	79
1. 评定表面粗糙度的参数	79
2. 表面粗糙度的符号、代号及标注	82
3. 表面粗糙度代号在图样上的标注方法	85
4. 各级表面粗糙度的表面特征及应用举例	89
三、机械加工一般标准规范	89
1. 60°中心孔	89
2. 各类槽	91
3. 零件倒圆与倒角	93
4. 球面半径	94
5. 螺纹零件	94
6. 紧固件用通孔和沉孔	101
四、现场工艺管理规范	104
(一) 生产现场工艺管理	104
1. 生产现场工艺管理的主要任务及内容	104
2. 生产现场定置管理方法及考核	105
(二) 工艺纪律管理	106
1. 基本要求	106
2. 工艺纪律的主要内容	106
3. 工艺纪律的考核	107
(三) 工艺验证	107
1. 工艺验证的范围	107
2. 工艺验证的基本任务	108
3. 主要验证内容	108
4. 验证程序	108
5. 工艺验证书	109
(四) 工艺文件修改	110
1. 工艺文件修改的一般原则	110
2. 工艺文件修改程序	110
3. 修改方法	110
4. 工艺文件更改通知单	110
第二章 机械零件	113
一、螺纹	113
(一) 普通螺纹	113
1. 普通螺纹牙型	113
2. 普通螺纹直径与螺距系列	113
3. 普通螺纹的基本尺寸	116
4. 普通螺纹的公差	120
5. 标记方法及示例	133
(二) 梯形螺纹	134
1. 梯形螺纹的牙型	134
2. 梯形螺纹直径与螺距系列	135
3. 梯形螺纹基本尺寸	136
4. 梯形螺纹公差	141
5. 梯形螺纹旋合长度	148
6. 梯形螺纹代号与标记	149
(三) 锯齿形螺纹	150
1. 锯齿形(3°、30°)螺纹牙型	150
2. 锯齿形螺纹的直径与螺距系列	151
3. 锯齿形螺纹基本尺寸	152
4. 锯齿形螺纹公差	156

5. 锯齿形螺纹标记	162	最大圆锥角误差	202
(四) 55°管螺纹	163	2. 圆锥角公差 AT	203
1. 55°密封管螺纹	163	第三章 机械零件的测量方法	206
2. 55°非密封管螺纹	165	一、测量与测量误差	206
(五) 60°密封管螺纹	168	1. 测量常用术语	206
1. 螺纹术语及代号	168	2. 测量方法的分类	206
2. 螺纹牙型及牙型尺寸	169	3. 测量误差的分类、产生原因及消除方法	206
3. 圆锥管螺纹的基本尺寸及其公差	170	二、螺纹的检测	207
4. 圆柱内螺纹的基本尺寸及公差	171	1. 螺纹单项测量方法及测量误差	207
5. 有效螺纹的长度	171	2. 三针测量方法	207
6. 倒角对基准平面理论位置的影响	171	3. 单针测量方法	212
7. 螺纹特征代号及标记示例	172	4. 综合测量方法	212
(六) 米制管螺纹	173	三、齿轮检测	213
1. 一般密封米制管螺纹	173	1. 公法线长度的测量	213
2. 非密封米制管螺纹	175	2. 分度圆弦齿厚的测量	217
二、齿轮	175	3. 固定弦齿厚的测量	219
(一) 渐开线圆柱齿轮	175	4. 齿厚上偏差及公差	219
1. 基本齿廓和模数	175	四、形位误差的检测	222
2. 圆柱齿轮的几何尺寸计算	177	1. 形位误差的检测原则	222
3. 齿轮精度	178	2. 直线度误差的常用测量方法	223
4. 齿坯公差	181	3. 平面度误差的常用测量方法	223
(二) 齿条	182	4. 圆度误差的常用测量方法	224
1. 齿条的几何尺寸计算	182	5. 轮廓度误差的常用测量方法	225
2. 齿条精度	183	6. 定向误差的常用测量方法	226
(三) 锥齿轮	184	7. 定位误差的常用测量方法	229
1. 锥齿轮基本齿廓尺寸参数	184	8. 跳动量的常用测量方法	231
2. 模数	184	五、表面粗糙度的检测	233
3. 直齿锥齿轮几何尺寸计算	185	1. 表面粗糙度的测量方法、特点及应用	233
4. 锥齿轮精度	187	2. 表面粗糙度标准器具	233
5. 锥齿轮齿坯要求	188	第四章 机械加工工序间的加工余量	236
(四) 圆柱蜗杆和蜗轮	189	一、装夹及下料尺寸余量	236
1. 圆柱蜗杆的类型及基本齿廓	189	1. 棒材、板材及焊接后的板材结构件各部分加工余量	236
2. 圆柱蜗杆的主要参数	190	2. 夹持长度及夹紧余量	236
3. 圆柱蜗杆传动几何尺寸计算	196	3. 下料尺寸余量	237
4. 圆柱蜗杆、蜗轮精度	197	二、轴的加工余量	246
5. 齿坯要求	199	1. 外圆柱表面加工余量及偏差	246
三、锥度、锥角及公差	200	2. 轴端面加工余量及偏差	250
(一) 圆锥的术语及定义	200	3. 槽的加工余量及公差	252
(二) 锥度与锥角系列	201		
1. 一般用途圆锥的锥度与锥角	201		
2. 特定用途的圆锥	201		
(三) 圆锥公差	202		
1. 圆锥直径公差 (T_D) 所能限制的			

三、内孔加工余量及偏差	252	八、攻螺纹前底孔直径和套螺纹前圆杆	266
1. 基孔制 7 级精度 (H7) 孔的加工	252	直径尺寸的确定	266
2. 基孔制 8 级精度 (H8) 孔的加工	253	1. 普通螺纹钻底孔用钻头的直径	266
3. 用金刚石刀精镗孔加工余量	254	尺寸	266
4. 研磨孔加工余量	254	2. 英制螺纹钻底孔用钻头的直径	267
5. 单刃钻后深孔加工余量	255	尺寸	267
6. 刮孔加工余量	255	3. 圆柱管螺纹钻底孔用钻头的直	268
7. 多边形孔拉削余量	255	径尺寸	268
8. 内花键拉削余量	256	4. 圆锥管螺纹钻底孔用钻头的直	268
四、平面加工余量及偏差	256	径尺寸	268
1. 平面第一次粗加工余量	256	5. 套螺纹前圆杆的直径尺寸	269
2. 平面粗刨后精铣加工余量	256	第五章 常用标准工具及应用	270
3. 铣平面加工余量	256	一、切削工具	270
4. 磨平面加工余量	257	(一) 常用刀具材料	270
5. 铣及磨平面时的厚度偏差	257	1. 各种高速钢牌号及适用范围	270
6. 刮平面加工余量及偏差	258	2. 硬质合金	271
7. 凹槽加工余量及偏差	258	(二) 车刀类型及规格尺寸	274
8. 研磨平面加工余量	258	1. 高速钢车刀条	274
9. 外表面拉削余量	258	2. 焊接车刀	275
五、切除渗碳层的加工余量	259	3. 可转位车刀	279
六、齿轮和花键的精加工余量	259	4. 机夹车刀	290
1. 精滚齿和精插齿的齿厚加工余量	259	(三) 钻头	293
2. 剃齿的齿厚加工余量	260	1. 麻花钻	293
3. 磨齿的齿厚加工余量	260	2. 中心钻	298
4. 直径大于 400mm 渗碳齿轮的磨齿	260	(四) 铰刀	299
齿厚加工余量	260	1. 铰刀的主要几何参数	299
5. 珩齿加工余量	260	2. 常用铰刀的形式、标准代号及规	300
6. 交错轴斜齿轮精加工的齿厚加工	260	格范围	300
余量	260	(五) 铣刀	303
7. 锥齿轮精加工的齿厚加工余量	261	1. 常用铣刀类型、规格范围及标准	303
8. 蜗轮精加工的齿厚加工余量	261	代号	303
9. 蜗杆精加工的齿厚加工余量	261	2. 可转位铣刀	310
10. 精铣花键的加工余量	261	(六) 齿轮加工刀具	315
11. 磨花键的加工余量	261	1. 盘形齿轮铣刀基本形式和尺寸	315
七、有色金属及其合金零件的加工余量	262	2. 盘形锥齿轮铣刀的形式和基本	316
1. 有色金属及其合金零件孔加工和	262	尺寸	316
端面加工的加工余量	262	3. 渐开线齿轮滚刀的形式和基本	317
2. 有色金属及其合金圆筒形零件的	263	尺寸	317
加工余量	263	4. 盘形剃齿刀的形式和主要尺寸	322
3. 有色金属及其合金圆盘形零件的	264	5. 直齿插齿刀的形式和主要尺寸	323
加工余量	264	(七) 螺纹工具	327
4. 有色金属及其合金壳体类零件的	265	1. 丝锥	327
加工余量	265	2. 板牙	331

二、磨料磨具	333	3. 车削偏心工件	430
(一) 普通磨料磨具	333	4. 车削成形面	432
1. 磨料的品种、代号及其应用范围	333	5. 车削球面	435
2. 磨料粒度号及其选择	334	6. 车削表面的滚压加工及滚花	436
3. 磨具硬度代号	335	7. 车削薄壁工件	441
4. 磨具组织号及其适用范围	335	8. 车削细长轴	443
5. 结合剂的代号、性能及其适用范围	336	9. 冷绕弹簧	448
6. 磨具代号	336	10. 卧式车床加工常见问题的产生原因及解决方法	449
7. 普通磨具的最高工作速度	351	二、螺纹加工	450
(二) 超硬磨料	351	1. 车螺纹	450
1. 超硬磨料的品种、代号及应用范围	352	2. 用板牙和丝锥切削螺纹	465
2. 粒度	352	三、铣削加工	466
3. 超硬磨料结合剂及其代号、性能和应用范围	353	1. 铣削加工范围	466
4. 浓度代号	354	2. 分度头及分度方法	469
5. 砂轮、磨石(油石)及磨头的尺寸代号和术语	354	3. 铣削离合器	473
6. 砂轮、油石及磨头的形状代号	355	4. 铣削凸轮	476
7. 标记示例	360	5. 铣削球面	478
8. 超硬磨料制品形状代号及主要用途	361	6. 铣削花键轴	478
三、通用夹具	363	7. 铣削链轮	482
1. 顶尖	363	8. 铣削加工常见问题产生原因及解决方法	489
2. 夹头、卡环	369	四、齿轮加工	490
3. 拨盘	372	1. 齿轮加工方法	490
4. 卡盘	373	2. 盘状成形铣刀铣削齿轮	494
5. 过渡盘	378	3. 飞刀展成铣蜗轮	500
6. 花盘	381	4. 滚齿	503
7. 分度头	382	5. 交换齿轮表	516
8. 机用平口虎钳	383	五、镗削加工	520
9. 常用回转工作台	385	1. 卧式镗床基本工作范围	520
10. 吸盘	390	2. 卧式镗床的加工精度	522
11. 铣头、插头、镗头	392	3. 卧式镗床基本定位方法	522
四、常用计量器具	395	4. 导向装置布置的形式与特点	524
1. 游标类量具规格及示值误差	395	5. 工件定位基准及定位方法	525
2. 螺旋测微量具规格及示值误差	397	6. 镗削基本类型及加工精度分析	527
3. 机械式测微仪规格及示值误差	402	7. 基本镗削方法	530
4. 角度量具	405	8. 镗孔坐标尺寸的计算	538
5. 量块及量规	410	9. 卧式镗床常用测量方法及精度	540
第六章 典型零件加工技术	425	10. 卧式镗床的镗削用量	541
一、车削加工	425	11. 卧式镗床加工中常见的质量问题与解决方法	542
1. 车床加工范围	425	六、磨削加工	543
2. 车削圆锥面	427	1. 常见的磨削方式	543

[illegible]

583	2. 插削	.....	583
584	八、钳工加工	.....	588
585	1. 刮削	.....	588
586	2. 研磨	.....	695
587	3. 钻削	.....	608
588	4. 扩孔	.....	615
589	5. 铰孔	.....	615
590	6. 铰削	.....	617
591	.....	.....	.....
592	.....	.....	.....
593	.....	.....	.....
594	.....	.....	.....
595	.....	.....	.....
596	.....	.....	.....
597	.....	.....	.....
598	.....	.....	.....
599	.....	.....	.....
600	.....	.....	.....
601	.....	.....	.....
602	.....	.....	.....
603	.....	.....	.....
604	.....	.....	.....
605	.....	.....	.....
606	.....	.....	.....
607	.....	.....	.....
608	.....	.....	.....
609	.....	.....	.....
610	.....	.....	.....
611	.....	.....	.....
612	.....	.....	.....
613	.....	.....	.....
614	.....	.....	.....
615	.....	.....	.....
616	.....	.....	.....
617	.....	.....	.....
618	.....	.....	.....
619	.....	.....	.....
620	.....	.....	.....
621	.....	.....	.....
622	.....	.....	.....
623	.....	.....	.....
624	.....	.....	.....
625	.....	.....	.....
626	.....	.....	.....
627	.....	.....	.....
628	.....	.....	.....
629	.....	.....	.....
630	.....	.....	.....
631	.....	.....	.....
632	.....	.....	.....
633	.....	.....	.....
634	.....	.....	.....
635	.....	.....	.....
636	.....	.....	.....
637	.....	.....	.....
638	.....	.....	.....
639	.....	.....	.....
640	.....	.....	.....
641	.....	.....	.....
642	.....	.....	.....
643	.....	.....	.....
644	.....	.....	.....
645	.....	.....	.....
646	.....	.....	.....
647	.....	.....	.....
648	.....	.....	.....
649	.....	.....	.....
650	.....	.....	.....
651	.....	.....	.....
652	.....	.....	.....
653	.....	.....	.....
654	.....	.....	.....
655	.....	.....	.....
656	.....	.....	.....
657	.....	.....	.....
658	.....	.....	.....
659	.....	.....	.....
660	.....	.....	.....
661	.....	.....	.....
662	.....	.....	.....
663	.....	.....	.....
664	.....	.....	.....
665	.....	.....	.....
666	.....	.....	.....
667	.....	.....	.....
668	.....	.....	.....
669	.....	.....	.....
670	.....	.....	.....
671	.....	.....	.....
672	.....	.....	.....
673	.....	.....	.....
674	.....	.....	.....
675	.....	.....	.....
676	.....	.....	.....
677	.....	.....	.....
678	.....	.....	.....
679	.....	.....	.....
680	.....	.....	.....
681	.....	.....	.....
682	.....	.....	.....
683	.....	.....	.....
684	.....	.....	.....
685	.....	.....	.....
686	.....	.....	.....
687	.....	.....	.....
688	.....	.....	.....
689	.....	.....	.....
690	.....	.....	.....
691	.....	.....	.....
692	.....	.....	.....

第一章 常用技术资料

一、法定计量单位及其换算

1. 国际单位制 (SI) (GB 3100—1993)

1) 国际单位制的基本单位见表 1-1。

表 1-1 国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号	量的名称	单位名称	单位符号
长 度	米	m	热力学温度	开 [尔文]	K
质 量	千克 (公斤)	kg	物质的量	摩 [尔]	mol
时 间	秒	s	发光强度	坎 [德拉]	cd
电 流	安 [培]	A			

注：1. 圆括号中的名称，是它前面的名称的同义词，下同。

2. 无方括号的量的名称与单位名称均为全称。方括号中的字，在不引起混淆、误解的情况下，可以省略。去掉方括号中的字即为其名称的简称。下同。

3. 本标准所称的符号，除特殊指明外，均指我国法定计量单位中所规定的符号以及国际符号，下同。

4. 人民生活和贸易中，质量习惯称为重量。

2) 国际单位制中具有专门名称和符号的导出单位 见表 1-2。

表 1-2 国际单位制中具有专门名称和符号的导出单位

量的名称	SI 导出单位		
	名 称	符 号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[平面] 角	弧 度	rad	1rad = 1m/m = 1
立体角	球面度	sr	1sr = 1m ² /m ² = 1
频率	赫 [兹]	Hz	1Hz = 1s ⁻¹
力	牛 [顿]	N	1N = 1kg · m/s ²
压力, 压强, 应力	帕 [斯卡]	Pa	1Pa = 1N/m ²
能 [量], 功, 热量	焦 [耳]	J	1J = 1N · m
功率, 辐 [射能] 通量	瓦 [特]	W	1W = 1J/s
电荷 [量]	库 [仑]	C	1C = 1A · s
电压, 电动势, 电位 (电势)	伏 [特]	V	1V = 1W/A
电容	法 [拉]	F	1F = 1C/V
电阻	欧 [姆]	Ω	1Ω = 1V/A
电导	西 [门子]	S	1S = 1Ω ⁻¹ 或 1A/V
磁通 [量]	韦 [伯]	Wb	1Wb = 1V · s
磁通 [量] 密度, 磁感应强度	特 [斯拉]	T	1T = 1Wb/m ²
电感	亨 [利]	H	1H = 1Wb/A
摄氏温度	摄氏度	℃	1℃ = 1K
光通量	流 [明]	lm	1lm = 1cd · sr
[光] 照度	勒 [克斯]	lx	1lx = 1lm/m ²

3) 国际单位制词头 见表 1-3

表 1-3 国际单位制词头

因 数	词头名称	符 号	因 数	词头名称	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^{-21}	仄 [普托]	z
10^1	十	da	10^{-24}	幺 [科托]	y

4) 可与国际单位制单位并用的我国法定非国际单位制计量单位见表 1-4。

表 1-4 我国选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
时 间	分	min	1 min = 60 s
	[小]时	h	1 h = 60 min = 3600 s
	日(天)	d	1 d = 24 h = 86400 s
[平面]角	[角]秒	"	1" = $(\pi/648000)$ rad (π 为圆周率)
	[角]分	'	1' = 60" = $(\pi/10800)$ rad
	度	°	1° = 60' = $(\pi/180)$ rad
旋转速度	转每分	r/min	1 r/min = $(1/60)$ s ⁻¹
长度	海里	n mile	1 n mile = 1852 m (只用于航程)
速度	节	kn	1 kn = 1 n mile/h = $(1852/3600)$ m/s (只用于航行)
质量	吨	t	1 t = 10 ³ kg
	原子质量单位	u	1 u $\approx$ 1.660540 $\times$ 10 ⁻²⁷ kg
体积	升	L(1)	1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
能	电子伏	eV	1 eV $\approx$ 1.602177 $\times$ 10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1 tex = 10 ⁻⁶ kg/m = 1 g/km
面积	公顷	hm ²	1 hm ² = 10 ⁴ m ²

注: 1. 公顷的国际通用符号为 ha。

2. 升的符号中, 小写字母 l 为备用符号。

2. 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算 (表 1-5)

表 1-5 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
长度	米	m	公里		1 公里 = 10 ³ m
	海里	n mile	费密		1 费密 = 1 fm = 10 ⁻¹⁵ m
			埃	Å	1 Å = 0.1 nm = 10 ⁻¹⁰ m

(续)

(续)

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
长度	米	m	英尺	ft	1ft = 0.3048m
	海里	nmile	英寸	in	1in = 0.0254m
			英里	mile	1mile = 1609.344m
			密耳	mil	1mil = 25.4×10^{-6} m
面积	平方米	m ²	公亩	a	1a = 10 ² m ²
	公顷	hm ²	平方英尺	ft ²	1ft ² = 0.0929030m ²
			平方英寸	in ²	1in ² = 6.4516×10^{-4} m ²
			平方英里	mile ²	1mile ² = 2.58999×10^6 m ²
体积、容积	立方米	m ³	立方英尺	ft ³	1ft ³ = 0.0283168m ³
	升	L (l)	立方英寸	in ³	1in ³ = 1.63871×10^{-5} m ³
			英加仑	UKgal	1UKgal = 4.54609dm ³
			美加仑	USgal	1USgal = 3.78541dm ³
质量	千克 (公斤)	kg	磅	lb	1lb = 0.45359237kg
	吨	t	英担 (英)	ewt (UK)	1cwt = 50.8023kg
	原子质量单位	u	英吨 (长吨)	ton	1ton = 1016.05kg
			美吨 (短吨)	sh ton	1sh ton = 907.185kg
			盎司	oz	1oz = 28.3495g
			格令	gr, gn	1gr = 0.06479891g
			夸特	qr, qtr	1qr = 12.7006kg
			[米制] 克拉		1 [米制] 克拉 = 2×10^{-4} kg
热力学温度	开 [尔文]	K			表示温度差和温度间隔时:
	摄氏度	℃			1℃ = 1K
					$1^{\circ}\text{F} = 1^{\circ}\text{R} = \frac{5}{9}\text{K}$
			华氏度	°F	表示温度的数值时: $\frac{t}{^{\circ}\text{C}} = \frac{T}{\text{K}} - 273.15$ $^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} \frac{t}{^{\circ}\text{C}} + 32 = \frac{9}{5} \frac{T}{\text{K}} - 459.67$
			兰氏度	°R	$\frac{t_{\text{R}}}{^{\circ}\text{R}} = \frac{9}{5} \frac{T}{\text{K}} = \frac{9}{5} \frac{t}{^{\circ}\text{C}} + 491.67$
力	牛 [顿]	N	达因	dyn	1dyn = 10 ⁻⁵ N
			千克力	kgf	1kgf = 9.80665N
			磅力	lbf	1lbf = 4.44822N
			吨力	tf	1tf = 9.80665×10^3 N
压力, 压强, 应力	帕 [斯卡]	Pa	巴	bar	1bar = 10 ⁵ Pa
			千克力每平方厘米	kgf/cm ²	1kgf/cm ² = 0.0980665MPa
			毫米水柱	mmH ₂ O	1mmH ₂ O = 9.80665Pa
			毫米汞柱	mmHg	1mmHg = 133.322Pa

(续)

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
压力, 压强, 应力	帕 (斯卡)	Pa	托	Torr	1 Torr = 133.322 Pa
			工程大气压	at	1 at = 98066.5 Pa = 98.0665 kPa
			标准大气压	atm	1 atm = 101325 Pa = 101.325 kPa
			磅力每平方英尺	lbf/ft ²	1 lbf/ft ² = 47.8803 Pa
			磅力每平方英寸	lbf/in ²	1 lbf/in ² = 6894.76 Pa = 6.89476 kPa
速度	米每秒	m/s	英尺每秒	ft/s	1 ft/s = 0.3048 m/s
			英寸每秒	in/s	1 in/s = 0.0254 m/s
	千米每小时	km/h	英里每 [小] 时	mile/h	1 mile/h = 0.44704 m/s
					1 km/h = 0.277778 m/s
	米每分	m/min			1 m/min = 0.0166667 m/s
加速度	米每二次方秒	m/s ²	标准重力加速度	gn	1 gn = 9.80665 m/s ²
			英尺每二次方秒	1 ft/s ²	1 ft/s ² = 0.3048 m/s ²
			伽	Gal	1 Gal = 10 ⁻² m/s ²
密度	千克每立方米	kg/m ³	磅每立方英尺	lb/ft ³	1 lb/ft ³ = 16.0185 kg/m ³
			磅每立方英寸	lb/in ³	1 lb/in ³ = 27679.9 kg/m ³
力矩	牛 [顿] 米	N · m	千克力米	kgf · m	1 kgf · m = 9.80665 N · m
			磅力英尺	lbf · ft	1 lbf · ft = 1.35582 N · m
			磅力英寸	lbf · in	1 lbf · in = 0.112985 N · m

3. 常用单位换算 (表 1-6 ~ 表 1-16)

表 1-6 长度单位换算

米 (m)	厘米 (cm)	毫米 (mm)	英寸 (in)	英尺 (ft)	码 (yd)	市 尺
1	10 ²	10 ³	39.37	3.281	1.094	3
10 ⁻²	1	10	0.394	3.281 × 10 ⁻²	1.094 × 10 ⁻²	3 × 10 ⁻²
10 ⁻³	0.1	1	3.937 × 10 ⁻²	3.281 × 10 ⁻³	1.094 × 10 ⁻³	3 × 10 ⁻³
2.54 × 10 ⁻²	2.54	25.4	1	8.333 × 10 ⁻²	2.778 × 10 ⁻²	7.62 × 10 ⁻²
0.305	30.48	3.048 × 10 ²	12	1	0.333	0.914
0.914	91.44	9.14 × 10 ²	36	3	1	2.743
0.333	33.333	3.333 × 10 ²	13.123	1.094	0.365	1

表 1-7 面积单位换算

米 ² (m ²)	厘米 ² (cm ²)	毫米 ² (mm ²)	英寸 ² (in ²)	英尺 ² (ft ²)	码 ² (yd ²)	市尺 ²
1	10 ⁴	10 ⁶	1.550 × 10 ³	10.764	1.196	9
10 ⁻⁴	1	10 ²	0.155	1.076 × 10 ⁻³	1.196 × 10 ⁻⁴	9 × 10 ⁻⁴
10 ⁻⁶	10 ⁻²	1	1.55 × 10 ⁻³	1.076 × 10 ⁻⁵	1.196 × 10 ⁻⁶	9 × 10 ⁻⁶
6.452 × 10 ⁻⁴	6.452	6.452 × 10 ²	1	6.944 × 10 ⁻³	7.617 × 10 ⁻⁴	5.801 × 10 ⁻³
9.290 × 10 ⁻²	9.290 × 10 ²	9.290 × 10 ⁴	1.44 × 10 ²	1	0.111	0.836
0.836	8361.3	0.836 × 10 ⁶	1296	9	1	7.524
0.111	1.111 × 10 ³	1.111 × 10 ⁵	1.722 × 10 ²	1.196	0.133	1

表 1-8 体积单位换算

米 ³ (m ³)	升 (L)	厘米 ³ (cm ³)	英寸 ³ (in ³)	英尺 ³ (ft ³)	美加仑 (USgal)	英加仑 (UKgal)
1	10 ³	10 ⁶	6.102 × 10 ⁴	35.315	2.642 × 10 ²	2.200 × 10 ²
10 ⁻³	1	10 ³	61.024	3.532 × 10 ⁻²	0.264	0.220
10 ⁻⁶	10 ⁻³	1	6.102 × 10 ⁻²	3.532 × 10 ⁻⁵	2.642 × 10 ⁻⁴	2.200 × 10 ⁻⁴
1.639 × 10 ⁻⁵	1.639 × 10 ⁻²	16.387	1	5.787 × 10 ⁻⁴	4.329 × 10 ⁻³	3.605 × 10 ⁻³
2.832 × 10 ⁻²	28.317	2.832 × 10 ⁴	1.728 × 10 ³	1	7.481	6.229
3.785 × 10 ⁻³	3.785	3.785 × 10 ³	2.310 × 10 ²	0.134	1	0.833
4.546 × 10 ⁻³	4.546	4.546 × 10 ³	2.775 × 10 ²	0.161	1.201	1

表 1-9 质量单位换算

千克 (kg)	克 (g)	毫克 (mg)	吨 (t)	英吨 (ton)	美吨 (Sh ton)	磅 (lb)
1000	10 ⁶	10 ⁹	1	0.9842	1.1023	2204.6
1	1000	10 ⁶	0.001	9.842 × 10 ⁻⁴	1.1023 × 10 ⁻³	2.2046
0.001	1	1000	10 ⁻⁶	9.842 × 10 ⁻⁷	1.1023 × 10 ⁻⁶	2.2046 × 10 ⁻³
1016.05	1.016 × 10 ⁶	1.016 × 10 ⁹	1.0161	1	1.12	2240
907.19	9.072 × 10 ⁵	9.072 × 10 ⁸	0.9072	0.8929	1	2000
0.4536	453.59	4.536 × 10 ⁵	4.536 × 10 ⁻⁴	4.465 × 10 ⁻⁴	5.0 × 10 ⁻⁴	1

注：1 千克即 1 公斤，英吨又名长吨 (Long Ton)，美吨又名短吨 (Short Ton)。

表 1-10 力单位换算

牛顿 (N)	千克力 (kgf)	克力 (gf)	达因 (dyn)	磅力 (lbf)	磅达 (pdl)
1	0.102	1.02 × 10 ²	10 ⁵	0.2248	7.233
9.80665	1	10 ³	9.80665 × 10 ⁵	2.2046	70.93
10 ⁻⁵	1.02 × 10 ⁻⁵	1.02 × 10 ⁻³	1	2.248 × 10 ⁻⁶	7.233 × 10 ⁻⁵
4.448	0.4536	4.536 × 10 ²	4.448 × 10 ⁵	1	32.174
0.1383	1.41 × 10 ⁻²	1.41 × 10 ⁻⁵	1.383 × 10 ⁴	3.108 × 10 ⁻²	1

表 1-11 压力单位换算

工程大气压 (at)	标准大气压 (atm)	千克力/毫米 ² (kgf/mm ²)	毫米水柱 (mmH ₂ O)	毫米汞柱 (mmHg)	牛顿/米 ² (N/m ²)
1	0.9678	0.01	10 ⁴	735.6	98067
1.033	1	1.033 × 10 ⁻²	10332	760	101325
100	96.78	1	10 ⁶	73556	9.807 × 10 ⁶
0.0001	9.678 × 10 ⁻⁵	1.0 × 10 ⁻⁶	1	0.0736	9.807
0.00136	0.00132	1.36 × 10 ⁻⁵	13.6	1	133.32
1.02 × 10 ⁻⁵	0.99 × 10 ⁻⁵	1.02 × 10 ⁻⁷	0.102	0.0075	1

表 1-12 功率单位换算

瓦 (W)	千瓦 (kW)	[米制] 马力 (法 ch, CV; 德 PS)	英马力 (hp)	千克力·米/秒 (kgf·m/s)	英尺·磅力/秒 (ft·lbf/s)	千卡/秒 (kcal/s)
1	10^{-3}	1.36×10^{-3}	1.341×10^{-3}	0.102	0.7376	2.39×10^{-4}
1000	1	1.36	1.341	102	737.6	0.239
735.5	0.7355	1	0.9863	75	542.5	0.1757
745.7	0.7457	1.014	1	76.04	550	0.1781
9.807	9.807×10^{-3}	1.333×10^{-4}	1.315×10^{-4}	1	7.233	2.342×10^{-3}
1.356	1.356×10^{-3}	1.843×10^{-3}	1.82×10^{-3}	0.1383	1	3.24×10^{-4}
4186.8	4.187	5.692	5.614	426.935	3083	1

表 1-13 温度换算

摄氏度(°C)	华氏度(°F)	兰氏 ^① 度(°R)	开尔文(K)
°C	$\frac{9}{5}^{\circ}\text{C} + 32$	$\frac{9}{5}^{\circ}\text{C} + 491.67$	$^{\circ}\text{C} + 273.15^{\text{②}}$
$\frac{5}{9}(^{\circ}\text{F} - 32)$	°F	°F + 459.67	$\frac{5}{9}(^{\circ}\text{F} + 459.67)$
$\frac{5}{9}(^{\circ}\text{R} - 491.67)$	°R - 459.67	°R	$\frac{5}{9}^{\circ}\text{R}$
K - 273.15 ^②	$\frac{5}{9}\text{K} - 459.67$	$\frac{5}{9}\text{K}$	K

① 原文是 Rankine, 故也叫兰金度。

② 摄氏温度的标定是以水的冰点为一个参照点作为 0°C, 相对于开尔文温度上的 273.15K。开尔文温度的标定是以水的三相点为一个参照点作为 273.15K, 相对于摄氏 0.01°C (即水的三相点高于水的冰点 0.01°C)。

表 1-14 热导率单位换算

瓦/ (米·K) [W/(m·K)]	千卡/ (米·时·°C) [kcal/(m·h·°C)]	卡/ (厘米·秒·°C) [cal/(cm·s·°C)]	焦耳/ (厘米·秒·°C) [J/(cm·s·°C)]	英热单位/ (英尺·时·°F) [Btu/(ft·h·°F)]
1.16	1	0.00278	0.0116	0.672
418.68	360	1	4.1868	242
1	0.8598	0.00239	0.01	0.578
100	85.98	0.239	1	57.8
1.73	1.49	0.00413	0.0173	1

注：法定计量单位为瓦 [特] 每米开 [尔文], 单位符号为 W/(m·K)。

表 1-15 速度单位换算

米/秒(m/s)	千米/时(km/h)	英尺/秒(ft/s)
1	3.600	3.281
0.278	1	0.911
0.305	1.097	1

表 1-16 角速度单位换算

弧度/秒(rad/s)	转/分(r/min)	转/秒(r/s)
1	9.554	0.159
0.105	1	0.017
6.283	60	1

二、极限与配合、形状和位置公差、表面粗糙度

(一) 极限与配合 (GB/T 1800.1—1997、GB/T 1800.2 ~ 3—1998、GB/T 1800.4—1999、GB/T 1801—1999)

1. 术语和定义

(1) 轴 通常指工件的圆柱形外表面, 也包括非圆柱形外表面 (由两平行平面或切面形成的被包容面)。

基准轴 在基轴制配合中选作基准的轴。对本标准极限与配合制, 即上偏差为零的轴。

(2) 孔 通常指工件的圆柱形内表面, 也包括非圆柱形内表面 (由两平行平面或切面形成的包容面)。

基准孔 在基孔制配合中选作基准的孔。对本标准极限与配合制, 即下偏差为零的孔。

(3) 尺寸 以特定单位表示线性尺寸值的数值。

1) 基本尺寸: 通过它应用上、下偏差可算出极限尺寸的尺寸, 见图 1-1 (基本尺寸可以是一个整数或一个小数值, 例如: 32, 15, 8.75, 0.5...)。

2) 实际尺寸: 通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。

3) 局部实际尺寸: 一个孔或轴的任意横截面中的任一距离, 即任何两相对点之间测得的尺寸。

4) 极限尺寸: 一个孔或轴允许的尺寸的两个极端。实际尺寸应位于其中, 也可达到极限尺寸。

5) 最大极限尺寸: 孔或轴允许的最大尺寸。

6) 最小极限尺寸: 孔或轴允许的最小尺寸。

(4) 极限制 经标准化的公差与偏差制度。

(5) 零线 在极限与配合图解中, 表示基本尺寸的一条直线, 以其为基准确定偏差和公差, 见图 1-1。通常零线沿水平方向绘制, 正偏差位于其上, 负偏差位于其下, 见图 1-2。

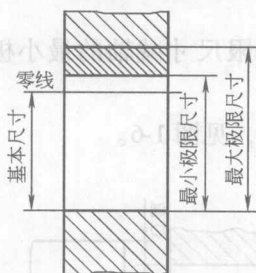


图 1-1 基本尺寸、最大极限尺寸和最小极限尺寸

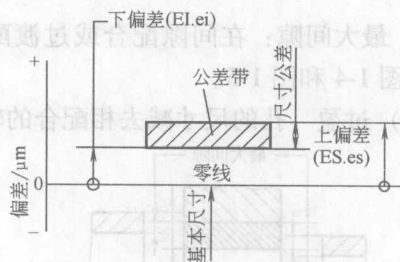


图 1-2 公差带图解

(6) 偏差 某一尺寸 (实际尺寸、极限尺寸等) 减其基本尺寸所得的代数差。

1) 极限偏差: 上偏差和下偏差。轴的上、下偏差代号用小写字母 es 、 ei 表示; 孔的

上、下偏差代号用大写字母 ES、EI 表示。

2) 上偏差：最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

3) 下偏差：最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

4) 基本偏差：在本标准极限与配合制中，确定公差带相对零线位置的那个极限偏差（它可以是上偏差或下偏差，一般为靠近零线的那个偏差为基本偏差）。

(7) 尺寸公差（简称公差） 最大极限尺寸减最小极限尺寸之差，或上偏差减下偏差之差。它是允许尺寸的变动量（尺寸公差是一个没有符号的绝对值）。

1) 标准公差 (IT)：本标准极限与配合制中，所规定的任一公差（字母 IT 为“国际公差”的符号）。

2) 标准公差等级：本标准极限与配合制中，同一公差等级（例如 IT7）对所有基本尺寸的一组公差被认为具有同等精确程度。

3) 公差带：在公差带图解中，由代表上偏差和下偏差或最大极限尺寸和最小极限尺寸的两条直线所限定的一个区域。它是由公差大小和其相对零线的位置如基本偏差来确定，见图 1-2。

4) 标准公差因子 (i , I)：在本标准极限与配合制中，用以确定标准公差的基本单位，该因子是基本尺寸的函数（标准公差因子 i 用于基本尺寸至 500mm；标准公差因子 I 用于基本尺寸大于 500mm）。

(8) 间隙 孔的尺寸减去相配合轴的尺寸之差为正值，见图 1-3。

1) 最小间隙：在间隙配合中，孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸之差，见图 1-4。

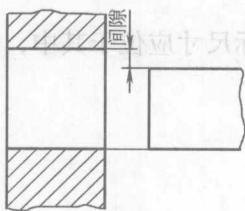


图 1-3 间隙

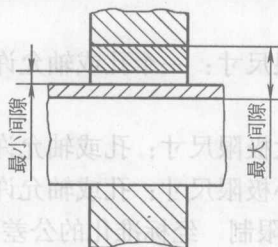


图 1-4 间隙配合

2) 最大间隙：在间隙配合或过渡配合中，孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸之差，见图 1-4 和图 1-5。

(9) 过盈 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负值，见图 1-6。

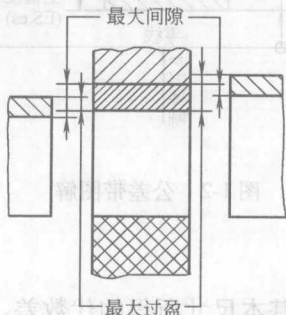


图 1-5 过渡配合

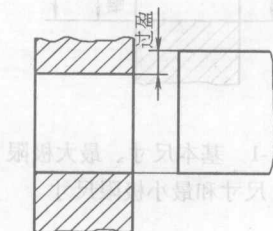


图 1-6 过盈