

工艺手册

中册

工艺手册编写组

国营长风机器厂

工 艺 手 册

中 册

国 营 长 风 机 器 厂

1 9 7 8

目 录

第五章 机械加工

一、工艺规程编制	1
1. 一般术语	1
2. 基准选择	1
(1) 基准的分类及定义	1
(2) 基准的选择原则	2
3. 尺寸链及其计算	2
(1) 定义、符号及分类	2
(2) 基本公式及计算方法	3
4. 工序时间定额	7
5. 工艺规程编制程序	8
二、加工的经济精度及其光洁度	9
1. 在金属切削机床上加工时尺寸偏差的经济精度	9
2. 在各种机床上加工时的几何形状偏差的平均经济精度	13
3. 各种加工方法所能达到的几何形状的平均经济精度等级	15
(1) 各种加工方法所能达到的圆柱形表面形状精度等级	15
(2) 各种加工方法所能达到的不平度和不直度形状精度等级	16
(3) 各种加工方法所能达到的表面不平行度、不垂直度和端面跳动精度等级	17
(4) 各种加工方法所能达到的径向跳动精度等级	19
4. 各种加工方法所能达到的孔的相互位置的平均精度	19
(1) 各种加工方法所能达到的中心线平行的孔的相互位置精度	19
(2) 各种加工方法所能达到的中心线垂直的孔的相互位置精度	19
5. 各种机械加工方法所能达到的零件表面光洁度	20
三、表面形状和位置偏差的选择	22
1. 圆柱表面形状的极限偏差及其精度等级的选择	22
2. 不直度和不平度的极限偏差及其精度等级的选择	23
3. 不平行度、不垂直度和端面跳动的极限偏差及其精度等级的选择	24
4. 径向跳动的极限偏差及其精度等级的选择	28
5. 不对称度和不同轴度的极限偏差及其精度等级选择	29
四、引起加工误差的因素及其分析	30
五、零件毛坯的选择和加工余量	32
1. 零件毛坯的选择	32

2. 毛坯的加工余量	32
六、工序间的加工余量及公差	34
1. 选择工序间加工余量的原则	34
2. 工序间的加工余量及公差	34
(1) 孔的加工余量及公差	34
(2) 轴的加工余量及公差	35
(3) 平面加工余量及公差	37
七、刀具角度与零件材料及加工方法之间的变化关系	38
1. 刀具角度变化与被加工工件材料的关系	38
2. 刀具角度的变化与加工情况的变化关系	44
八、典型零件加工	48
1. 螺纹的加工	48
(1) 公制螺纹加工前的毛坯直径表	48
(2) 时制螺纹钻底孔用钻头直径尺寸表	50
(3) 管螺纹钻底孔用钻头直径尺寸表	50
(4) 搓制螺纹的毛坯直径	51
(5) 螺纹的三线测量	51
2. 弹簧的加工	52
(1) 弹簧常用材料特性	52
(2) 圆柱形螺旋弹簧	53
弹簧尺寸允许偏差	54
弹簧尺寸与形状允许偏差	55
心轴直径	56
(3) 蜗线弹簧——发条	57
3. 锥体加工	58
4. 成型表面的切削加工	59
5. 凸轮加工	59
6. 铝镁合金铸件的加工	60
7. 塑料加工	61
8. 橡胶加工	62
9. 不锈钢加工	62
10. 钢丝螺套的加工	62
11. 丝杆的加工	66
九、润滑冷却液	69
1. 金属切削加工的润滑冷却液的选择	69
2. 润滑冷却液的成分	70
第六章 小模数齿轮加工	
一、齿轮传动各部分名称及其代号	71
1. 直齿圆柱齿轮	71

2. 斜齿圆柱齿轮	74
3. 圆锥齿轮	76
4. 蜗轮付	78
二、小模数齿轮传动的几何计算	79
1. 直齿圆柱齿轮传动的几何计算	79
2. 斜齿圆柱齿轮和螺旋齿轮传动的几何计算	83
3. 圆锥齿轮传动的几何计算	86
4. 蜗轮付传动的几何计算	88
5. 齿条传动的几何计算	89
三、小模数圆柱齿轮及其传动公差	90
1. 适用范围	90
2. 精度等级	90
3. 误差定义和代号	91
4. 公差与检验	95
齿轮运动精度公差和偏差	95
齿轮工作平稳性偏差和公差	97
齿的接触精度公差和偏差	98
5. 齿轮传动的侧隙	99
最小侧隙和中心距偏差	100
齿轮固定弦齿厚偏差	100
用圆棒测量尺寸偏差	102
公法线平均长度偏差	103
6. 小模数圆柱齿轮毛坯公差	105
小模数圆柱齿轮毛坯公差	106
四、小模数圆锥齿轮传动公差	107
1. 精度等级	107
2. 基本定义和代号	108
3. 精度规范	112
齿轮运动精度规范	113
齿轮工作平稳性规范	114
传动中齿的接触规范	114
4. 侧隙规范	115
最小侧隙和轴夹角偏差	115
齿厚公差	116
齿的最小减薄量	116
5. 小模数圆锥齿轮毛坯公差	117
五、小模数蜗杆传动公差	119
1. 适用范围	119
2. 精度等级	119
3. 误差定义及代号	120
4. 公差与检验	124
蜗轮运动精度的偏差和公差	124
蜗轮工作平稳性的偏差及公差	126
蜗杆传动安装精度及接触性的偏差和公差	127
5. 蜗杆传动侧隙	127
蜗杆精度的偏差及公差	128
最小侧隙	128

蜗杆齿厚公差	129
蜗杆齿厚最小变薄量	129
阿基米德蜗杆圆棒测量M值	130
蜗杆轴向齿距值	133
常用蜗杆分度圆直径	134
蜗轮中心包角之半 δ	135
蜗轮中心距偏差	135
6. 小模数蜗轮付毛坯公差	136
蜗轮毛坯偏差和公差	136
蜗杆毛坯偏差和公差	137
六、小模数齿条传动公差	139
1. $m_n=0.3\sim 4$ 齿条公差	139
2. $\alpha_0=20^\circ$ 齿条侧量的A值	140
七、齿轮计算公式及常用系数	140
1. 固定弦齿厚计算公式	140
2. 圆柱齿轮公法线长度的计算公式	140
3. 用螺纹三线测量M尺寸	141
(1) 直齿圆柱齿轮M值的计算	141
(2) 斜齿圆柱齿轮M值的计算	141
(3) 内啮合圆柱齿轮M值的计算	142
(4) 蜗杆圆棒M尺寸的计算	142
(5) 齿条的基圆至圆棒尺寸M的测量	142
4. 齿轮计算中常用系数	143
(1) 跨齿数n与齿数z、螺旋角 β_f 的关系图	
表($\alpha_f=\alpha_{fn}=20^\circ$)	143
(2) 圆柱齿轮公法线长度计算系数 K_1	144
(3) 直齿圆柱齿轮公法线长度计算系数 K_3	145
(4) 直齿圆柱齿轮公法线长度L值($\alpha_f=20^\circ$)	147
(5) 斜齿圆柱齿轮公法线长度计算系数 K_2	
及斜齿圆柱齿轮基圆直径计算系数	
$K_0(\alpha_{fn}=20^\circ)$	156
(6) $Z_d=K_4 Z$ 尾数部分的公法线长度CL值	
($\alpha_{fn}=20^\circ, m_n=1$)	177
(7) 计算斜齿圆柱齿轮公法线长度用当量齿数 Z_d 的系数 K_4 值($\alpha_{fn}=20^\circ$)	178
(8) $m=0.15\sim 3, z=10\sim 300$ 外啮合直齿圆柱齿轮的M值尺寸	181
(9) 各种模数齿轮的 t_f, t_j, S_f, S, h_x 值($\alpha_f=20^\circ$)	190
(10) $m=1, f=1$ 高度变位外啮合齿轮固定弦齿厚S及测量齿高 h_x	191
(11) 螺旋升角 λ_f 与法向齿形角 α_n 的对应表	191
(12) 变位齿轮公法线长度附加量 $\alpha\xi m \sin\alpha$	192
(13) $0^\circ\sim 60^\circ$ 渐开线函数表	193
八、加工工艺	201
1. 小模数齿轮结构工艺性	201
2. 小模数齿轮加工经济精度及光洁度	203

3. 获得5、6、7级精度, 模数为0.15~1mm外啮合齿轮齿圈的方法	204
4. 齿轮加工工艺过程	205
5. 小模数齿轮加工工序间的余量	205
6. 滚齿机切削齿数100以上质数齿轮的计算	206
7. 心轴定位部分直径公差的选择	208
8. 小模数齿轮常用材料的工艺特性	209
9. 齿轮加工的新工艺(无切屑加工)	209

第七章 波导加工

一、波导结构类型及成形方法	210
1. 波导零件典型结构	210
2. 法兰盘典型结构	214
3. 波导部件典型结构	214
4. 波导的制造方法	216
5. 波导管的成形方法	216
二、波导的结构工艺性	217
1. 波导零件结构工艺性要求	217
2. 法兰盘结构工艺性	217
3. 波导部件的结构工艺性	217
三、波导管毛坯及加工余量	218
1. 直波导管	218
2. 弯波导管	218
3. 锥体波导管	218
4. 圆变方波导管	218
5. 扭波导管	218
6. 软波导管	218
四、波导管的成形工艺	219
1. 弯波导管成形	219
2. 锥波导管成形	220
3. 圆变方波导管成形	222
4. 扭波导管成形	223
5. 软波导管成形	223
6. 波导管的热处理	224
7. 波导管成形中出现的问题及产生原因、防止方法	225
五、波导部件的钎焊	227
1. 钎焊接头的工艺性要求	227
2. 波导钎焊前的准备	231
除油溶液成分与工作规范	231
化学除氧化皮和氧化膜溶液成分及规范	231
3. 焊接过程注意事项	232
4. 工件钎焊后的清理	232
5. 钎焊接头的缺陷及产生原因	233
六、波导零部件的机械加工	234
1. 波导机械加工特点	234
2. 定位夹紧原则	235
3. 波导机械加工中的检验	235

4. 典型夹具	237
七、波导管标准及辅助材料	238
1. 矩形波导管部颁标准	238
2. 钢带	243
3. 低熔点合金	243
(1) 对低熔点合金的要求	243
(2) 低熔点合金的配方	244
4. 银钎焊焊料	244
(1) 钎料的性能要求	244
(2) 银钎焊料化学成分	245
(3) 银钎焊料特性及用途	245
5. 铝钎焊焊料	246
6. 银钎焊焊剂	247
(1) 钎剂的作用	247
(2) 钎剂的性能要求	247
7. 铝钎焊焊剂	248

第八章 钣金工艺

一、钣金零件的结构工艺性	249
二、弯曲零件展开尺寸的计算	249
1. 查表法	249
2. 展开长度几何算法	250
3. 展开图的孔距计算	250
三、下料	251
1. 划线	251
2. 几种常用的下料方法及工艺特点	251
四、制孔	251
1. 常用的制孔方法及工艺特点	251
2. 几种常用的制孔工具	252
五、钣金零件手工成形工艺	253
1. 弯曲	253
(1) 弯曲成形的几种方法	253
(2) 手工弯曲成形	254
2. 放边	254
(1) “打薄”锤放	254
(2) “拉薄”锤放	255
3. 收边	255
4. 拔缘	256
5. 拱曲	257
6. 卷边	258
7. 咬缝	259
8. 校直	260
六、常用的几种展开尺寸计算方法	264
1. 曲管展开长度计算	264
(1) 弯管弯曲段的计算公式	264
(2) 几种典型弯管形状的展开计算	264
2. 几种常用型体的展开计算	266

(1)圆锥体的展开计算	266
(2)大小头展开计算	267
(3)斜切后的圆锥台展开计算	268
(4)长方形管缩节展开计算	270
(5)长方形圆管缩节展开计算	271
(6)90°对接弯头展开计算	272
(7)90°三节弯头展开计算	273
(8)90°四节弯头展开计算	274
(9)垂直相交等径三通展开计算	275
(10)十字形等径四通展开计算	276

第九章 冲压工艺

一、冷冲压常用材料机械性能	277
1. 黑色金属	277
附: 钢在加热状态的抗剪强度	278
2. 有色金属	279
3. 非金属	281
附: 非金属材料加热时的抗剪强度	281
二、冷冲压工序的类型	282
1. 冷冲压工序分类表	282
2. 各种冷冲压工序的工艺特性	282
三、冲裁	287
1. 冲裁零件的结构工艺性	287
2. 冲裁零件的公差及经济精度	290
(1)冲切金属工件内外形所能达到的经济精度	290
(2)冲金属工件两孔(同时冲制的)中心距离公差	290
(3)冲裁件的自由角度公差	291
(4)冲切非金属工件时其尺寸公差	292
(5)一般冲裁工件剪裂断面的近似光洁度	292
(6)一般冲裁金属冲件剪裂断面的允许毛刺高度	293
(7)各种不同类型材料通过整修后可以达到 的光洁度	293
3. 材料的利用率	293
4. 常用的几种排样形式	294
(1)有余料的主要排样形式	294
(2)余料很小和没有余料的主要排样形式	296
5. 排料的最小边距和间距(搭边宽度)	297
6. 条料宽度公差及导板与条料之间的间隙	298
(1)剪料宽度的最小公差表	298
(2)模子导板和板料最大宽度间的保证间隙表	298
7. 冲裁力的计算	298
8. 光洁冲裁	301
(1)光洁冲裁及冲孔的主要方法	301
(2)精冲力	306
(3)适于精冲的材料	307
(4)精压冲床	307
(5)对光洁冲裁模具的特殊要求	307

(6)光洁冲裁的缺陷	307
9. 整修	307
(1)外缘整修凸凹模尺寸的计算	312
(2)外缘整修凹模刃口部分的形状	313
10. 夹纸塑料和夹布塑料的冲裁	314
(1)冲裁时的加热规范	314
(2)冲裁时的尺寸胀缩	315
(3)夹纸塑料和夹布塑料冲件的尺寸公差	315
11. 无废料和少废料冲裁	316
(1)工件所能达到的质量和精度	316
(2)无废料和少废料冲模的设计要点	319
(3)无废料和少废料冲裁的排样示例	322
12. 冲裁废品的种类、产生原因及预防方法	325
四、弯曲	326
1. 弯曲零件的结构工艺性	326
2. 最小弯曲半径	330
3. 弯曲件的精度和公差	331
(1)弯曲金属工件的直线尺寸公差	331
(2)弯曲金属工件的角度公差	332
4. 折弯板皮冲件毛坯尺寸的确定	332
(1)中性层的位置	332
(2)板皮冲件弯成直角时弧A长度计算表	334
(3)板皮冲件弯成直角时毛坯尺寸确定的经 验数据表	335
5. 金属折弯前毛坯长度的计算	337
(1)折弯到90°时弧长的计算公式	337
(2)折弯到90°时弧A的长度	338
(3)当内侧弯曲半径r大于材料厚度一半时 ($r > \frac{1}{2}t$)毛坯长度的计算公式	345
(4)当内侧弯曲半径r小于材料厚度一半时 ($r < \frac{1}{2}t$)计算毛坯长的近似公式	346
(5)往复曲线形部分各尺寸的计算公式	347
(6)折弯金属毛坯长度计算示例	348
(7)弧线及直线连接计算	349
6. 弯曲件的回跳角度	354
(1)自由弯曲时的回跳角度	354
(2)弯曲角等于90°时的回跳角度	356
(3)墩压弯曲时的回跳角度	357
(4)深挤弯曲时的回跳角度	359
(5)按材料弹性模数E及屈服点 σ_s 计算回 跳角 $\Delta\alpha$	360
(6)按材料屈服点 σ_s 用图表计算回跳角 $\Delta\alpha$	360
7. 回跳的补偿方法	363
8. 弯曲力的计算	363
9. 弯曲件产生废品的原因及消除方法	364
五、引伸	365
1. 引伸件的工艺性	365

2. 引伸件的坯料计算	365
(1) 旋转体工件的毛坯材料直径的计算公式	365
(2) 计算毛坯直径前应考虑的加工余量	374
3. 圆筒形工件的引伸计算	375
(1) 直圆形工件引伸的计算	375
(2) 带凸缘筒形件的引伸计算	378
4. 矩形工件的引伸计算	380
(1) 矩形工件毛坯尺寸的确定	380
(2) 矩形件引伸的工艺过程计算	383
5. 引伸压力的计算	391
6. 引伸采用的润滑剂	391
7. 引伸工序间的坯件处理	393
8. 废品的种类、产生的原因及预防的方法	394
六、成形与立体冲压	395
1. 起伏成形	395
(1) 变形程度的计算	395
(2) 凸形和压筋有关尺寸的经验数据表	396
(3) 压力的计算	397
(4) 金属波浪形膜片毛坯尺寸的计算	397
2. 孔的翻边	399
(1) 孔翻边的工艺性	399
(2) 毛坯尺寸的计算	399
(3) 翻边系数	399
(4) 翻边所需的压力	400
(5) 壁部变薄的内孔翻边	400
(6) 非圆孔的内孔翻边	400
(7) 金属板上公制螺纹底孔的翻边	401
(8) 矩形孔的翻边	401
3. 外缘翻边	402
4. 缩口与涨口	405
(1) 缩口变形程度计算	405
(2) 缩口毛坯计算公式表	406
(3) 缩口的压力计算	407
(4) 缩口和涨口的复合作用	407
5. 校平	408
七、体积冲压	409
1. 体积冲压的计算	409
2. 镦粗	409
(1) 主要成形方法	410
(2) 许可的极限变形程度(E)	410
(3) 圆柱形毛坯在平板间镦粗	410
(4) 环形体的镦粗	411
3. 顶镦	413
(1) 顶镦头部毛坯长度计算	413
(2) 冲击次数的决定	414
(3) 各次冲击形状的决定	415
4. 立体成形	415

5. 精压	417
6. 压印、压花与冲眼	419
八、冷挤压	420
1. 冷挤成形方法	420
(1) 三种挤压形式	420
(2) 各种冷挤方式的适用范围	421
2. 冷挤零件的结构工艺性	422
3. 冷挤压零件的尺寸和精度	424
(1) 有色金属	424
(2) 黑色金属	425
4. 冷挤压常用材料及热处理	427
5. 冷挤工作的工艺计算	428
典型的冷挤压零件变形程度和毛坯厚度计算公式	430
6. 冷挤压时所需的压力计算	435
7. 废品分析和防止措施	438

第十章 铆接工艺

一、铆钉的种类及铆钉的规格尺寸	441
1. 铆钉分类	441
2. 铆钉的规格及尺寸(无线电专业标准)	442
3. 铆钉技术条件	449
二、铆钉制造工艺	451
1. 毛坯的选择	451
2. 铆钉制造的工艺过程	451
3. 镦头	451
4. 铆钉的热处理	452
5. 铆钉在制造时产生的主要缺陷及其消除方法	452
三、铆钉孔的加工	453
1. 铆钉孔的加工方法	453
2. 铆钉孔各种加工方法的强度比较	453
3. 沉头铆钉孔窝的加工方法	454
4. 钻孔用设备及工具	454
(1) 钻铆钉孔用钻头	454
(2) 不同形式的钻头适合加工的材料	455
(3) 手电钻型号及性能	455
(4) 各种风钻的型号及性能	456
(5) 划钻导套的主要技术要求	457
5. 铆钉孔加工的质量分析	457
四、铆接工艺	458
1. 铆接工艺过程及铆接方法分类	458
2. 铆钉镦头尺寸的确定	459
(1) 圆柱头镦头头部直径和高度的计算公式	459
(2) 铆钉杆与铆钉孔的间隙体积计算公式	459
(3) 圆柱头镦头时钉杆体积计算公式	460
(4) 圆柱头铆钉镦头尺寸	460
(5) 铆接件总厚度确定后铆钉长度L的确定	460
3. 铆接工艺	461

(1)边缘法..... 461

(2)中心法..... 461

4. 铆接平头铆钉头时的挤压力(kg)..... 462

5. 铆接件的工艺要求及检验..... 462

6. 铆接中的缺陷(废品)种类及消除方法..... 462

7. 铆接件的强度分析..... 465

(1)LY12及LY1两种铝铆钉材料的强度分析..... 465

(2)几种铆接结构形式的强度比较..... 466

(3)铆接方法对结合件板材剪切变形的影响..... 466

(4)埋头铆钉钉窝制法对结合件疲劳强度的影响..... 467

五、铆接用主要设备及工具..... 467

1. 铆接设备..... 467

2. 冲头及顶具..... 468

第十一章 焊接工艺

一、焊接的分类及其特点..... 473

1. 焊接的分类..... 473

2. 常用焊接方法的特点及适用范围..... 473

二、熔焊..... 475

1. 气焊..... 475

(1)焊炬倾角的选择..... 475

(2)焊丝直径的选择..... 476

(3)各种金属气焊时所用的火焰..... 476

(4)各种材料气焊时的焊丝和焊粉..... 476

2. 手工电弧焊..... 477

3. 氩弧焊..... 477

(1)手工钨极氩弧焊对接焊缝焊接时的概略规范..... 477

(2)接头型式、焊炬、焊丝之间的关系..... 478

(3)手工钨极氩弧焊时填充材料或焊丝的选择..... 478

(4)焊前装配..... 478

三、接触焊(又称电阻焊)..... 479

1. 点焊用电极..... 479

(1)电极材料的化学成分及性能..... 479

(2)标准电极的类型..... 480

(3)特殊电极的类型..... 480

2. 点焊搭接接头的搭边宽度与弯边宽度的确定..... 481

3. 焊点中心间通常采用的最小距离..... 481

4. 金属材料点焊的允许厚度..... 481

5. 焊接规范..... 481

(1)低碳钢点焊概略规范(硬规范)..... 481

(2)低碳钢点焊概略规范(软规范)..... 482

(3)镍及镍合金点焊概略规范..... 482

(4)不锈钢点焊的概略规范..... 482

(5)低合金钢25CrMnSiA、30CrMnSiA点焊概略规范..... 483

(6)铝合金LY12-Y、LC4-CS点焊的概略规范(硬规范)..... 483

(7)铝合金LF21、LF2、FY12-M点焊的概略规范..... 483

(8)铝合金和铜合金点焊的概略规范(软规范)..... 483

四、钎焊..... 484

1. 钎焊的分类..... 484

2. 钎料和溶剂的表示方法..... 484

五、焊缝代号..... 485

1. 焊接方法字母符号..... 485

2. 图形符号..... 485

3. 辅助符号..... 487

4. 焊缝尺寸符号..... 489

5. 焊缝数量符号..... 489

6. 引出线..... 489

7. 焊缝代号的标志..... 490

六、焊接材料..... 491

1. 通用电焊条..... 491

(1)结构钢电焊条..... 491

(2)奥氏体不锈钢电焊条..... 492

(3)铬不锈钢电焊条..... 493

(4)铸铁电焊条..... 494

2. 焊丝..... 494

(1)钢焊丝..... 494

(2)有色金属焊丝..... 495

3. 钎焊料..... 496

(1)软钎焊料..... 496

(2)硬钎焊料..... 497

4. 焊剂..... 499

(1)气焊粉..... 499

(2)钎焊熔剂..... 499

5. 焊接用气体..... 500

(1)焊接中常用气体的性质和应用..... 500

(2)焊接用气体的技术要求..... 501

七、焊接件结构的工艺性..... 501

1. 焊接件结构工艺要求的基本概念..... 501

2. 熔焊结构的工艺要求..... 501

(1)设计熔焊结构的一般工艺要求..... 501

(2)熔焊前零件的边缘准备..... 503

(3)熔焊前表面处理 and 焊后表面清理..... 507

3. 接触焊的工艺要求..... 508

(1)设计接触焊结构时的工艺要求..... 508

(2)接触焊零件焊前的表面准备..... 511

4. 钎焊连接的工艺要求..... 512

(1)设计钎焊结构的一般工艺要求..... 512

(2)钎焊零件的焊前焊后表面处理..... 513

八、焊接缺陷的分析..... 514

1. 熔焊缺陷及产生原因..... 514

2. 点焊缺陷及产生原因..... 516

3. 钎焊接头的典型缺陷及产生原因..... 517

第十二章 铸造工艺

一、铸造生产方法的分类及应用范围..... 518

二、各种铸造方法所能获得的经济精度和光洁度..... 518

三、铸造零件结构工艺性..... 519

1. 砂型铸件..... 519

(1) 铸件设计的基本原则..... 519

(2) 铸造壁厚及铸造孔..... 522

(3) 铸件的拔模斜度..... 522

(4) 铸件壁的各种过渡连接及尺寸要素..... 523

(5) 砂铸件结构工艺性实例..... 526

2. 压力铸造件..... 536

(1) 压铸零件结构上的主要要求..... 536

(2) 压铸件的尺寸精度及表面光洁度..... 544

3. 熔模(失蜡)铸件..... 545

(1) 孔..... 545

(2) 壁..... 546

(3) 铸造圆角..... 546

(4) 筋..... 547

(5) 铸造斜度..... 547

(6) 结构工艺性实例及尺寸计算..... 548

4. 金属型铸件..... 549

四、铸造合金的牌号、化学成分、物理、工艺性能及其用途..... 552

1. 铝合金..... 552

(1) 铝合金的牌号及化学成分..... 552

(2) 铸造铝合金的机械性能、工艺性能及其用途..... 553

(3) 铸造铝合金的物理性能..... 554

2. 镁合金..... 556

(1) 铸造镁合金的主要特性及用途举例..... 556

(2) 技术条件规定的机械性能..... 556

(3) 未列入技术条件的性能参考数据..... 557

(4) 铸造镁合金的牌号及化学成分..... 558

(5) 铸造镁合金的物理性能..... 558

3. 铜合金..... 559

(1) 铸造铜合金的牌号和化学成分..... 559

(2) 铸造铜合金的物理、工艺性能及用途..... 562

(3) 机械性能..... 564

4. 铸铁..... 567

(1) 灰铸铁..... 567

(2) 球墨铸铁(高强度铸铁)..... 568

(3) 耐磨铸铁件..... 569

(4) 可锻铸铁..... 570

(5) 耐热铸铁..... 570

5. 碳素钢铸件..... 571

(1) 牌号和化学成分..... 571

(2) 质量级别..... 571

(3) 铸件经热处理后的机械性能..... 571

五、有色金属的浇注系统..... 572

1. 浇注系统的组成..... 572

2. 浇注系统的结构形式..... 573

3. 各种结构形式的比较..... 574

4. 各种形式浇注系统的应用范围..... 575

5. 浇注系统的尺寸..... 580

(1) 浇杯尺寸..... 580

(2) 直浇道的计算..... 581

(3) 横浇道尺寸..... 582

(4) 内浇道尺寸..... 583

(5) 冒口的形状、尺寸及选择..... 584

(6) 冷铁..... 587

六、中、小型铸铁件的浇注系统..... 589

1. 中、小型铸铁件的分类..... 589

2. 各类铸件的浇注系统..... 590

(1) 实块类铸件浇注系统..... 590

(2) 轮类铸件的浇注系统..... 596

(3) 法兰盘类铸件浇注系统..... 603

(4) 套筒类铸件的浇注系统..... 605

(5) 圆环类铸件的浇注系统..... 611

(6) 平板类铸件的浇注系统..... 616

(7) 容器类铸件的浇注系统..... 619

(8) 盖罩类铸件的浇注系统..... 624

(9) 管类铸件的浇注系统..... 631

3. 几种浇注系统的计算..... 634

(1) 铸铁件的随形压边浇口..... 634

(2) 雨淋式浇注系统..... 637

(3) 侧冒口的设计要点..... 639

七、砂型铸造工艺设计..... 640

1. 铸件浇注位置的选择..... 640

2. 分型面的选择..... 640

3. 各类铸件的浇冒口的布置原则..... 640

4. 型芯的设计与固定..... 646

(1) 水平型芯头的型式及尺寸..... 646

(2) 垂直型芯头的型式和尺寸..... 647

(3) 型芯头斜度..... 648

(4) 单向固定的芯头尺寸..... 648

(5) 垂直芯头和水平芯头标准间隙..... 648

5. 工艺装置的设计..... 648

(1) 砂箱设计的一般原则(供参考)..... 648

(2) 冷铁的设计与处理(外冷铁)..... 649

6. 造型、制芯混合料的配制..... 650

(1) 原材料..... 650

(2) 造型混合料的配制..... 652

(3) 制芯混合料的配制.....	654	(1) 浇注系统的类型.....	714
(4) 造型、制芯混合料的混制工艺.....	654	(2) 浇注系统的选择.....	716
7. 涂料的配制.....	655	(3) 浇注系统的设计计算.....	720
(1) 常用涂料成分.....	655	(4) 专设冒口的设计.....	723
(2) 有色金属型芯涂料的配制.....	655	3. 熔模的制造.....	724
8. 型芯干燥工艺.....	656	(1) 模料的种类和选用.....	724
9. 铸型的浇注.....	657	(2) 制模工艺规范.....	726
10. 砂铸件常见缺陷及其防止方法.....	658	(3) 蜡模的主要缺陷及其防止方法.....	727
(1) 有色金属.....	658	4. 型壳的制造.....	728
(2) 铸铁.....	668	(1) 涂料的类型和选用.....	728
八、压力铸造工艺设计	673	(2) 涂料的配制及其涂挂工艺.....	728
1. 工艺设计.....	673	(3) 蜡模的熔失工艺.....	733
(1) 分型面的选择.....	673	(4) 型壳焙烧.....	733
(2) 浇注系统的设计.....	674	(5) 造型.....	733
(3) 排气系统的设计.....	681	(6) 型壳常见缺陷的产生原因及其防止方法.....	734
(4) 典型压铸工艺举例.....	682	5. 铸型的浇注.....	735
2. 压铸合金.....	688	6. 失蜡铸造件的常见缺陷及其防止方法.....	736
(1) 压铸合金的分类.....	688	7. 高强度快速硬化工艺(采用衣乳100号).....	740
(2) 压铸锌合金的化学成分及机械性能.....	688	(1) 制壳用原材料.....	740
(3) 压铸合金的收缩率.....	688	(2) 涂料.....	740
(4) 压铸合金中要求化验的杂质种类.....	689	(3) 硬化剂.....	740
3. 工艺参数的选择.....	689	(4) 制壳.....	740
(1) 模具的温度.....	689	(5) 脱蜡.....	741
(2) 浇注温度的选择.....	690	(6) 型壳焙烧.....	741
(3) 压射比压的选择.....	690	十一、离心铸造工艺	741
(4) 充填速度的选择及控制.....	691	1. 离心铸造的分类.....	741
(5) 持压时间和开型时间.....	692	2. 铸型的转速.....	741
4. 涂料的配制及其喷涂.....	693	(1) 转速的计算.....	741
(1) 涂料次数.....	693	(2) 转速选择(仅供参考).....	742
(2) 压铸常用涂料.....	693	3. 离心铸造工艺分类.....	742
5. 压铸件的废品种类、产生原因及防止方法.....	694	4. 铸件常见缺陷及其防止方法.....	743
九、金属型铸造工艺设计	701	十二、有色金属的熔炼及浇注	744
1. 金属型铸件的工艺设计.....	701	1. 熔炼的一般工艺过程.....	744
(1) 分型面的选择.....	701	2. 熔炉的种类及选择.....	744
(2) 浇注系统的设计.....	701	3. 炉料的种类及选择.....	745
(3) 硬模涂料.....	707	(1) 中间合金.....	745
(4) 浇注工艺.....	709	(2) 铝、镁、铜合金熔炼用炉料.....	746
2. 金属型铸造设备.....	710	(3) 炉料的计算.....	749
(1) 金属型铸造机的种类及用途.....	710	4. 熔剂的选择.....	750
(2) 手动倾斜式开型机和四工位液压开型机 的规格和性能.....	710	(1) 熔剂的组成.....	750
3. 金属型铸造常见缺陷的产生原因及其防止方法.....	711	(2) 熔剂的种类.....	750
十、熔模铸造工艺设计	712	5. 熔化前的准备.....	753
1. 铸件分型面的选择.....	712	(1) 坩埚.....	753
(1) 确定分型面的原则.....	712	(2) 工具.....	754
(2) 分型面选择举例.....	713	(3) 炉料的准备.....	754
2. 浇注系统的设计.....	714	(4) 熔剂的准备.....	757
		6. 有色合金的熔炼工艺.....	758

(1) 铝合金的熔炼工艺	758
(2) 镁合金的熔炼工艺	762
(3) 铜合金的熔炼工艺	763
十三、黑色金属的熔炼	766
1. 铸铁的熔炼	766
(1) 化铁炉的种类及其优缺点	766
(2) 化铁炉的炉衬	766
(3) 冲天炉的炉衬厚度	766
(4) 修磨冲天炉用的材料	766
(5) 炉料的组成	767
(6) 熔化前的准备工作	768
(7) 熔化	769
(8) 炉况判断及事故处理	775
(9) 冲天炉工作时的强化	777
2. 铸钢的熔炼	778
(1) 铸钢的分类	778
(2) 无铁芯感应炉中熔炼	778
3. 永久磁铁合金的熔炼	782
(1) 原材料	782
(2) 炉料的配制	783
(3) 熔化工艺	783
(4) 铁镍铝基永久磁铁合金的化学成分及磁性能	784

第十三章 金属的锻造及热挤压工艺

一、锻造温度	785
1. 锻造的温度范围	785
2. 始锻温度和终锻温度	785
3. 几种牌号钢料的过烧温度	785
4. 钢的锻造温度范围	786
5. 铝、镁、铜合金的锻造温度范围	787
二、自由锻造	787
1. 概述	787
2. 自由锻件的结构工艺性	788
3. 自由锻锻件图的绘制及余量与公差的标准	789
(1) 锻件图中的名词术语	790
(2) 锤上自由锻造锻件机械加工余量和公差	791

(3) 光圆轴类锻件的机械加工余量和公差	792
(4) 方轴类锻件机械加工余量与公差	793
(5) 单台阶轴类锻件机械加工余量与公差	793
(6) 多台阶轴类锻件机械加工余量与公差	794
(7) 圆环类锻件的机械加工余量与公差	795
(8) 凸肩齿轮及凸肩法兰盘类锻件的机械加 工余量与公差	796
(9) 黑皮锻件公差	797
(10) 端部法兰或中间法兰的最小锻出宽度	798
4. 锻件毛坯重量和尺寸的决定	799
(1) 毛坯重量的计算	799
(2) 毛坯尺寸的确定	799
5. 锻件的质量检查和缺陷分析	799
(1) 自由锻件的质量检查项目	799
(2) 自由锻件的缺陷及产生原因	800
6. 几种常用材料的锻造	801
(1) 高速钢的锻造	801
(2) 铬12工具钢的锻造	804
三、锤上模锻	807
1. 概述	807
2. 模锻件的一般工艺过程	807
3. 模锻件的结构工艺性	807
4. 模锻件尺寸公差	808
(1) 精度等级	808
(2) 模锻件尺寸公差及加工余量	808
5. 锻锤吨位的选定	809
6. 模锻件形状偏差及表面缺陷	810
四、热挤压	811
1. 概述	811
2. 热挤压零件结构的工艺性	812
3. 热挤压零件坯料计算	813
4. 热挤压零件变形程度的计算	814
5. 热挤压用材料加热规范	815
6. 挤压力的计算	815
7. 热挤压用润滑剂的选择	816
8. 热挤压操作工艺过程	816
9. 挤压零件的废品种类、产生原因和消除办法	817

第五章 机械加工

一、工艺规程编制

1. 一般术语

工艺过程: 改变毛坯的形状、尺寸和材料性能,使之变为成品或半成品的过程。这过程是车间生产过程的主要部分。将工艺过程中各项内容写成文件,就是工艺规程。

工艺过程由工序、装夹、工位及工步等组成。

工 序: 一个工人或一组工人在一个工作地点,连续完成一个或几个零件的工艺过程中的某一部分,称为工序。一个零件往往是经过若干个工序才制成的。

工序是工艺过程的基本组成部分,并且是生产计划的基本单元。

装 夹: 在同一道工序中,零件在加工位置上,可能只装夹一次,也可能装夹多次。

零件在一次装夹中所完成的一部分工序称为一次装夹。

在每一工序中应尽量减少装夹次数,以减少装夹误差,节省由于装夹而用的辅助时间。

工 位: 一次安装后,工件在机床上所占的每个位置(每个位置有一相应的加工表面),称为工位。

采用多工位加工,可以减少装夹次数和辅助时间。

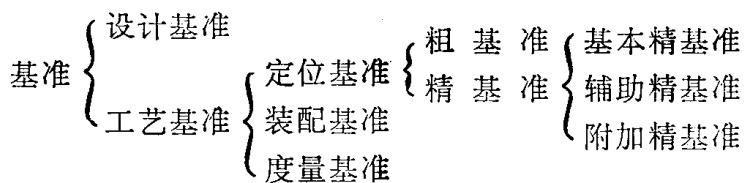
工 步: 工序中加工表面、刀具、转速和进给量均保持不变的部分,称为工步。

一道工序或一次装夹中可以有一个或几个工步。

走 刀: 在工步中,每切削一次称为一次走刀。

2. 基准选择

(1) 基准的分类及定义



基 准: 用来研究或决定产品零件上某一点、线、面的位置所依据的一些点、线、面,称为基准。

设计基准: 零件图上决定其他的点、线或面的位置所依据的任何一个点、线、面称为设计基准。

工艺基准: 工艺基准是为了生产目的而选定的,它仅在制造零件和装配机器时才起作用。

定位基准: 工件在夹具中或在机床上定位时,用以确定工件加工表面与机床、刀具相对位置的表面,称为定位基准。

装配基准: 在装配时,用来确定零件或部件在机器中位置的表面。

度量基准: 检验零件已加工表面的位置时,所依据的面或面上的一点。加工过程中尺寸是直

接从度量基准测量的。

粗基准：用作定位基准的表面，如果是没有经过加工的毛面，则称为粗基准。

精基准：用作定位基准的表面，如果是经过加工的，称为精基准。

基本精基准：用作定位基准的表面，在装配时又是装配基准，则这个定位基准面称为基本精基准。

辅助精基准：加工时采用的定位基准，但在零件以后的工作中并无任何用处的基准。

附加精基准：在被加工零件上附加一个零件，并以附加零件上的一已加工面作为定位基准，则该面称为附加精基准。

(2) 基准的选择原则

1) 粗基准的选择

- a 若零件上有某个表面不需加工，则应选此不需加工的表面作为粗基准。
- b 若零件上每个表面都需要加工，则应选加工余量和公差最小的表面作为粗基准。
- c 选作粗基准的表面应尽可能的平整和光洁，上面不得有毛刺突起或浇、冒口的残余，以减少定位误差和增加零件装夹的可靠性。
- d 作为粗基准的表面，在毛坯制造中应是质量比较稳定的表面，它与其他加工表面之间的偏移应最小。
- e 粗基准只能在第一道工序中应用一次。

2) 精基准的选择

- a 尽可能选用基本精基准，这点在精密加工时特别重要。
- b 尽可能使定位基准和度量基准重合。当不可能使定位基准和度量基准重合时，必须进行定位误差的计算，以判断所选的定位基准是否符合加工要求。
- c 所选的精基准应保证零件在加工时因切削力或夹紧力而引起的变形最小。所以，夹紧力作用的位置必须接近加工表面，作为精基准的表面也必须接近加工表面，安装面必须有足够大的面积。
- d 在零件全部表面的加工中，应尽可能采用同一个精基准。
- e 所选的定位基准应使夹具的设计容易、结构简单、制造成本低而且便于操作。

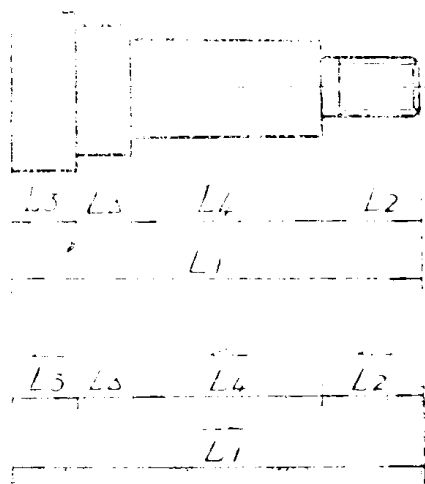
3. 尺寸链及其计算

(1) 定义、符号及分类

- 1) 尺寸链是一组构成封闭形式的尺寸的组合。在这些尺寸中，每一个尺寸的变化都会影响精度。尺寸链的定义包含两个意思：
 - a 组成尺寸链的各尺寸封闭；
 - b 组成尺寸链的各尺寸中，任何一个尺寸的偏差都将直接影响某一尺寸的精度。构成尺寸链的各尺寸，叫做尺寸链的环。分为：
 - 封闭环——加工或装配过程中，最后得到的尺寸，叫做封闭环。
 - 组成环——加工或装配过程中，直接影响封闭环精度的各尺寸，叫做组成环。组成环还可分为：

增环——在尺寸链中，当增大某一组成环，而其余各组成环不变，导致封闭环增大，这样的组成环叫做增环。

减环——在尺寸链中，当增大某一组成环，而其余各组成环不变，导致封闭环减小，这样的组成环叫做减环。



2) 符号如图 5—1 示

封闭环——用 L_{Δ} 、 L_{Δ} 表示

组成环——用 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 ； L_1 、 L_2 、 L_3 以及 δ_1 、 δ_2 表示

增环——用 \vec{L}_1 、 \vec{L}_2 、 \vec{L}_3 ； \vec{L}_1 、 \vec{L}_2 、 \vec{L}_3 表示

减环——用 \overleftarrow{L}_1 、 \overleftarrow{L}_2 、 \overleftarrow{L}_3 ； \overleftarrow{L}_1 、 \overleftarrow{L}_2 、 \overleftarrow{L}_3 表示

图 5—1

3) 分类

尺寸链分类

表 5—1

分类的依据	名称	特征
按在产品中的地位分	零件尺寸链	确定单个零件的表面或轴线之间相对位置和精度
	装配尺寸链	确定装配机构中任何参数的相对位置和精度
按达到精度的方法分	无补偿环尺寸链	借互换零件以保证封闭环所要求的精度
	有补偿环尺寸链	利用补偿环以保证封闭环所要求的尺寸
按构成尺寸链各环的空间位置分	线性尺寸链	尺寸链各环位于平行线上
	平面尺寸链	尺寸链各环位于一个或几个相互平行的平面上
	空间尺寸链	尺寸链各环位于不平行的平面上
按构成尺寸链各环的几何特征分	长度尺寸链	所有构成尺寸链的环，都是直线长度量
	角度尺寸链	构成尺寸链各环为角度量，且有一个共同的顶点
按相互联系的特征分	独立尺寸链	所有构成尺寸链的环，在同一个尺寸链中
	互联尺寸链	构成尺寸链的一个或几个环，在两个或者两个以上的尺寸链中

(2) 基本公式及计算方法

1) 计算名义尺寸的基本公式

$$L_{\Delta} = \sum_{i=1}^m A_i \vec{L}_i - \sum_{i=m+1}^{n-1} A_i \overleftarrow{L}_i \dots\dots\dots(I)$$

式中 m ——所有增环数

n ——包括封闭环在内的总环数

公式 (I) 表示封闭环的名义尺寸，等于构成尺寸链各组成环的名义尺寸之代数和。或者说，封闭环的名义尺寸，等于构成尺寸链的所有增环名义尺寸之和，减去所有减环名义尺寸之和。

2) 计算方法

a. 正计算——根据各组成环名义尺寸及公差(或偏差), 来计算封闭环名义尺寸及公差(或偏差), 叫做正计算。

I. 极大极小法

$$\delta l_{\Delta} = \sum_{r=1}^{n-1} \delta l_r \dots\dots\dots(\text{I})$$

公式(I)表示, 封闭环公差等于构成尺寸链的各组成环公差之和。

封闭环的上偏差, 等于构成尺寸链的各增环上偏差之和, 减去各减环下偏差之和。即

$$\delta_{\text{上}} l_{\Delta} = \sum_{i=1}^m \delta_{\text{上}} \overline{l_i} - \sum_{j=m+1}^{n-1} \delta_{\text{下}} \underline{l_j} \dots\dots\dots(\text{II})$$

封闭环的下偏差, 等于构成尺寸链的各增环下偏差之和, 减去各减环上偏差之和。即

$$\delta_{\text{下}} l_{\Delta} = \sum_{i=1}^m \delta_{\text{下}} \underline{l_i} - \sum_{j=m+1}^{n-1} \delta_{\text{上}} \overline{l_j} \dots\dots\dots(\text{IV})$$

当增环下偏为0(即 $\delta_{\text{下}} \underline{l_i} = 0$), 减环上偏差为0(即 $\delta_{\text{上}} \overline{l_j} = 0$)时, 封闭环的公差可按下式计算

$$\delta l_{\Delta} = \sum_{i=1}^m \left| \delta_{\text{上}} \overline{l_i} \right| + \sum_{j=m+1}^{n-1} \left| \delta_{\text{下}} \underline{l_j} \right| \dots\dots\dots(\text{V})$$

公式(V)表示, 当构成尺寸链的各增环下偏差 $\delta_{\text{下}} \underline{l_i} = 0$, 各减环上偏差 $\delta_{\text{上}} \overline{l_j} = 0$ 时, 封闭环的公差, 等于各增环上偏差绝对值之和加各减环下偏差绝对值之和

II. 概率法

$$\delta l_{\Delta} = \sqrt{\sum_{r=1}^{n-1} \delta l_r^2} \dots\dots\dots(\text{VI})$$

公式(VI)表示, 封闭环公差等于构成尺寸链的各组成环公差平方和的平方根

$$x_{\Delta} = \sum_{i=1}^m \overline{x_i} - \sum_{j=m+1}^{n-1} \underline{x_j} \dots\dots\dots(\text{VII})$$

式中 x_{Δ} ——封闭环公差带中心对于名义尺寸的座标

$\overline{x_i}$ ——增环公差带中心对于名义尺寸的座标

$\underline{x_j}$ ——减环公差带中心对于名义尺寸的座标

公式(VII)表示, 封闭环公差带中心对于名义尺寸的座标, 等于构成尺寸链的所有增环公差带中心对于名义尺寸的座标之和, 减去所有减环公差带中心对于名义尺寸的座标之和。

封闭环的上偏差

$$\delta_{\text{上}} l_{\Delta} = x_{\Delta} + \frac{\delta l_{\Delta}}{2} = x_{\Delta} + \frac{1}{2} \sqrt{\sum_{r=1}^{n-1} \delta l_r^2} \dots\dots\dots(\text{VIII})$$

封闭环的下偏差

$$\delta_{\text{下}} l_{\Delta} = x_{\Delta} - \frac{\delta l_{\Delta}}{2} = x_{\Delta} - \frac{1}{2} \sqrt{\sum_{r=1}^{n-1} \delta l_r^2} \dots \dots \dots (\text{X})$$

例：试计算图 5—2 凸肩的尺寸及公差。

用极大极小法运算：

求： $L = 40 - (5 + 20 + 12) = 3$

$$\delta_{\text{上}} l_{\Delta} = 0 - (-0.08 - 0.06 + 0) = 0.14$$

$$\delta_{\text{下}} l_{\Delta} = -0.20 - (-0.03 + 0 + 0.1) = -0.27$$

$$\delta l_{\Delta} = 0.20 + 0.05 + 0.06 + 0.1 = 0.41$$

用概率法进行运算：

求： $\delta l_{\Delta} = \sqrt{0.2^2 + 0.05^2 + 0.06^2 + 0.1^2}$
 $= \sqrt{0.0561} \approx 0.237$

$$x_{\Delta} = -0.1 - (-0.055 - 0.03 + 0.05)$$

$$= -0.1 - (-0.035) = -0.065$$

$$\delta_{\text{上}} l_{\Delta} = -0.065 + \frac{237}{2} = 0.053$$

$$\delta_{\text{下}} l_{\Delta} = -0.065 - \frac{237}{2} = -0.183$$

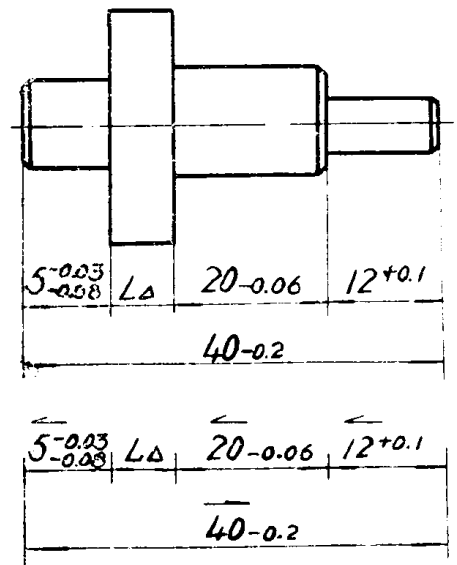


图 5—2

比较——极大极小法的运算简便，但封闭环公差大；而概率法计算则使组成环公差变大，便于加工。

b. 反计算——根据封闭环名义尺寸及公差（或偏差），来计算各组成环名义尺寸及公差（或偏差），叫做反计算。

I. 等公差法

$$\delta l_{\Delta} = \sum_{r=1}^{n-1} \delta l_r = (n-1) \delta l_{\text{平均}}$$

所以 $\delta l_{\text{平均}} = \frac{\delta l_{\Delta}}{n-1} \dots \dots \dots (\text{X})$

公式 (X) 表示，平均公差等于封闭环公差被组成环的总数除。

所谓等公差法，是按构成尺寸链的各组成环公差相等的原则来计算它们的公差。

II. 等精度法

所谓等精度法，是按构成尺寸链的各组成环精度相等的原则来计算它们的公差。

按 GB 制标准规定，零件公差与尺寸的关系为

$$\delta l = a \times 0.5 \sqrt[n]{l_{\text{平均}}}$$

式中 δl ——零件的尺寸公差；

$l_{\text{平均}}$ ——零件的平均尺寸；

a ——精度系数。

通常把公式中 $0.5\sqrt[3]{l_{\text{平均}}}$ 叫做公差单位，并用字母 i 来表示，即 $i = 0.5\sqrt[3]{l_{\text{平均}}}$ 。

由于精度相等，所以：

$$\delta l_{\Delta} = a_{\text{平均}} \times 0.5 \sqrt[3]{\sum_{r=1}^{n-1} l_{r\text{平均}}} \quad a_{\text{平均}} = \frac{\delta l_{\Delta}}{0.5 \sqrt[3]{\sum_{r=1}^{n-1} l_{r\text{平均}}}} \dots\dots\dots(\text{II})$$

大于 1~500mm 的 $\sqrt[3]{l_{\text{平均}}}$

表 5—2

尺寸分段 (mm)	>1~3	>3~6	>6~10	>10~18	>18~30	>30~50	>50~80	>80~120	>120~180	>180~280	>280~360	>360~500
$\sqrt[3]{l_{r\text{平均}}}$ (mm)	1.26	1.65	2.00	2.51	2.88	3.42	4.02	4.65	5.31	6.04	6.77	7.55

按公式 (II) 计算 $a_{\text{平均}}$ ，再由 GB 制标准中查取接近之 a 值 (见表 5—3)，代入公式求得各组成环的公差。按公式 (I) 进行验算，对个别组成环的公差进行适当的调整。

GB 制精度系数 a

表 5—3

精度等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
尺寸分段	由 0.1~1 mm (不包括 1 mm)												
a	孔	10	16	25	40	64	100	160	250	400			
	轴	10	16	25	40	64	100	160	250	400			
尺寸分段	由 1~10000 mm												
a	孔	10	16 ^①	25	30 ^③	64	100 ^④	200	400	640	1000	1600	2500
	轴	7	10 ^②	16	30 ^③	64	100 ^④	200	400	640	1000	1600	2500

注：① 2 级精度孔 J_d 和 D_c 取 $a=21$ ； D_d 取 $a=27$ ； D_e 取 $a=30$ 。
 ② 2 级精度轴 j_d 和 d_c 取 $a=16$ ； d_d 取 $a=21$ ； d_e 取 $a=25$ 。
 ③ 4 级精度孔 D_{c_4} 取 $a=40$ 、 D_{e_4} 取 $a=50$ ；4 级精度轴 d_{c_4} 取 $a=40$ 、 d_{e_4} 取 $a=50$ 。
 ④ 6 级精度轴 j_{e_6} 取 $a=30$ 。

例 2 在减速器外壳上镗二孔，其孔距 $A_{\Delta} = 30 \pm 0.01$ ， $\beta = 30^\circ$ ， $A_x = 25.981$ ，

$A_y = 15$ 。

在座标镗上加工这二个孔，为了保证孔距 $A_{\Delta} =$

30 ± 0.01 ，对于 A_x ， A_y 应规定多大的公差？

首先画出工艺尺寸链示图，然后求 A_x ， A_y 。

$$A_{\Delta} = A_x \cos \beta + A_y \sin \beta$$

用等公差法运算

因 $\delta A_x = \delta A_y = \delta A_{\text{平均}}$

$$\delta A_{\Delta} = \delta A_{\text{平均}} (\cos \beta + \sin \beta)$$

$$\delta A_{\text{平均}} = \frac{\delta A_{\Delta}}{\cos \beta + \sin \beta} = \frac{0.02}{\cos 30^\circ + \sin 30^\circ}$$

$$= \frac{0.02}{1.366} \approx 0.014 (\pm 0.007)$$

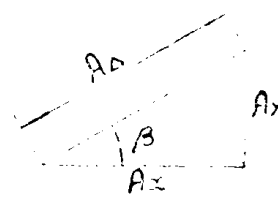
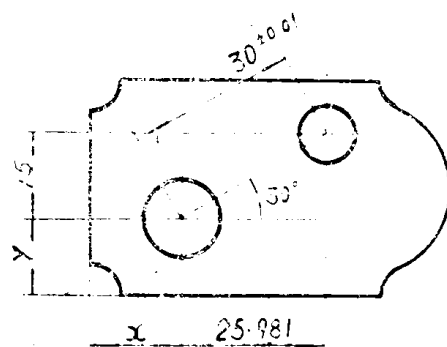


图 5—3