

机械加工计算

林文焕 韩世熔 编著

国防工业出版社

机 械 加 工 计 算

林文煥 韩世煌 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书介绍了机械制造行业中的机械加工、工艺技术、工艺装备设计、技术测量以及其它机械设计工作中经常遇到的一些实际计算问题,内容共分二十五部分,包括计算实例224个。在每个部分中,首先介绍基本概念和计算方法,并推导出计算公式,然后再列举相当数量的计算实例,以便起到理论联系实际的作用。

本书内容比较切合生产实际,论述由浅入深,具有普及和提高相结合的特点,可供机械制造业中的广大工人和技术人员阅读。

机 械 加 工 计 算

林文焕、韩世焄 编著

国防工业出版社

北京市书刊出版业营业许可出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

上海商务印刷厂排版

山西新华印刷厂印装

*

787×1092 1/32 印张16 1/4 358千字

1978年4月第一版 1978年4月第一次印刷 印数:000,001—163,400册

统一书号:15034·1727 定价:1.30元

编 者 的 话

在机械制造行业的机械加工、工艺技术、工艺装备设计、技术测量以及其它机械设计工作中，经常会遇到一些数学计算问题，其中以尺寸和角度等的计算问题最为普遍。熟练地、准确无误地解决这些问题，对于多快好省地发展机械工业，具有重要的意义。

当前全国范围内，正在兴起群众性的向科学技术进军的热潮，向着全面实现工业、农业、国防和科学技术现代化的宏伟目标前进。为了适应形势发展的需要，我们根据生产实践经验和所积累的资料、技术总结，以及基于工作实践的一些体会，并参考搜集到的其它有关资料，整理编著了此书，希望能对从事机械加工、工艺装备设计等有关专业的广大工人和技术人员有所裨益，共同为我们伟大祖国的社会主义建设事业更好地服务。

由于编者的经验不足、水平有限，加之时间仓促，在本书内容上会有不足之处，恳请广大读者给予批评指正。

目 录

一 零件加工及测量中简单几何尺寸的计算	1
1. 概述	1
2. 基本计算公式	1
3. 计算举例	2
二 同一平面上的各孔在加工及测量中的计算	12
1. 概述	12
2. 基本计算公式	12
3. 计算举例	14
三 具有等分要求的零件加工及测量中的计算	22
1. 概述	22
2. 正多边形的计算	22
3. 圆周等分计算	25
四 斜度、锥度零件加工中的计算	30
1. 斜度计算	30
2. 锥体各部分尺寸的计算	31
3. 圆锥体垂直高和斜高的计算	34
4. 截圆锥体垂直高和斜高的计算	34
5. 截圆锥体大小端直径的计算	35
6. 小端带有圆头的锥体斜角的求法	36
7. 锥管螺纹底孔钻头直径的计算	40
8. 锥形堵头尺寸计算举例	40
五 缺圆(弓形)零件加工及测量中的计算	44
1. 公式推导	44
2. 计算举例	45

六	在正弦规上加工及测量零件中的计算	51
1.	概述	51
2.	正弦规的计算原理	51
3.	在正弦规上测量零件的方法举例	52
七	V形块加工及测量中的计算	57
1.	概述	57
2.	V形块槽角 2α 的计算	57
3.	V形块槽宽 B 的测量计算	58
4.	凸V形导轨宽度的测量计算	59
5.	圆柱形工件在V形块中定位的计算	61
八	燕尾装置的尺寸计算	66
1.	燕尾镶条尺寸计算	66
2.	燕尾斜形镶条两种斜度互算法	66
3.	燕尾装置上下宽度互算法	68
4.	燕尾槽宽度滚棒测量算法	70
5.	燕尾宽度滚棒测量算法	71
九	球面零件加工中的计算	73
1.	球面磨削	73
2.	“旋风”切削带柄圆球	77
3.	“旋风”切削内球面	79
4.	“旋风”铣削整球	81
十	偏心零件加工中的计算	83
1.	偏心零件的车削	83
2.	偏心零件的磨削	86
十一	圆锥孔的测量计算	88
1.	概述	88
2.	用大小不同的两个钢球测量圆锥孔的斜角	88
3.	用一个钢球测量锥孔斜角	89
4.	用一个钢球测量锥孔大小头直径	91

十二 圆弧面的测量计算	94
1. 概述	94
2. 用两个滚棒测量凹弧半径	94
3. 用两个滚棒测量凸弧半径	96
4. 用三个滚棒测量凸弧半径	97
5. 用三个滚棒及一组块规测量凹弧半径	99
十三 交叉孔零件加工及测量中的计算	101
1. 概述	101
2. 斜孔中心距测量算法	101
3. 斜面上直孔和斜孔位置尺寸的测量算法	106
4. 圆柱体径向孔夹角测量算法	109
5. 交叉孔零件加工中的计算	111
十四 螺纹零件加工及测量中的计算	114
1. 公制螺纹内径及中径的计算	114
2. 英寸制螺纹高度计算	117
3. 30°梯形螺纹宽度计算	118
4. 螺纹升角和导程的计算	120
5. 用三针测量螺纹中径	122
6. 用双针或单针测量螺纹中径	129
十五 齿轮几何尺寸的计算	133
1. 标准正齿轮各部分尺寸的计算	133
2. 标准齿条各部分尺寸的计算	136
3. 标准螺旋齿轮各部分尺寸的计算	138
4. 标准锥齿轮各部分尺寸的计算	146
5. 蜗杆和蜗轮各部分尺寸的计算	158
6. 变位正齿轮各部分尺寸的计算	162
十六 各种齿形加工及测量中的计算	170
1. 渐开线的计算	170
2. 渐开线齿轮或花键齿形测量中的计算	176

3. 三角形花键齿形测量中的计算	193
4. 齿条齿形测量中的计算	214
5. 矩形花键外齿加工及测量中的计算	220
6. 渐开线齿形公法线长度的计算	223
7. 渐开线齿形的弦齿厚及弦齿顶的计算	231
十七 铣床挂轮计算	236
1. 概述	236
2. 铣正齿轮进行差动分度时的挂轮计算	236
3. 铣螺旋齿轮(或圆柱面上螺旋槽)时的挂轮计算	238
4. 铣齿条时的挂轮计算	242
5. 铣凸轮或平面螺旋面时的挂轮计算	243
十八 平面交点的坐标转换计算	249
1. 概述	249
2. 坐标转换公式的推导	249
3. 斜孔钻具位置尺寸的坐标转换计算	253
4. 对刀块工作表面位置尺寸的坐标转换计算	256
5. 在正弦规上磨削斜面的坐标转换计算	258
6. 坐标轴旋转 90° 时的坐标转换计算	260
7. 坐标镗床万能工作台参数的测量算法	261
十九 平面曲线图形的计算	265
1. 概述	265
2. 基本计算公式	265
3. 已知方向的两直线与一已知圆相切, 求此两切线的交点坐标	267
4. 一定半径的圆弧与一已知圆和水平直线相切时, 圆心坐标、夹角、以及切点坐标的计算	269
5. 一定半径的圆弧与一已知圆外切并通过另一点时, 圆心坐标的计算	271
6. 一定半径的圆弧与两个已知圆内切时, 圆心坐标的计算	274

7. 一定半径的圆弧与两个已知圆外切时, 圆心坐标及夹角的计算	277
8. 过已知点的直线与一已知圆相切时, 切线的斜角及切点坐标的计算	281
9. 已知一直线与一定点之间的距离和方向角, 求此直线与一已知圆的交点	283
10. 过已知三点作圆, 求此圆的圆心坐标及半径	286
二十 曲线长度的计算	291
1. 概述	291
2. 圆周长度及弧长的计算	291
3. 圆柱弹簧钢丝展开长度的计算	293
4. 外切皮带长度的计算	294
5. 交叉皮带长度的计算	296
6. 圆弧和直线组合的长度计算	298
7. 截圆锥体展开扇形半径和圆心角的计算	299
8. 曲线密封槽胶圈直径的计算	301
二十一 直线尺寸链的计算	310
1. 定义和概述	310
2. 正计算问题解法(尺寸链计算的第一类问题)	311
3. 反计算问题解法(尺寸链计算的第二类问题)	318
4. 直线尺寸链解法在机械设计中和加工中的应用	327
二十二 表面处理工艺尺寸的计算	350
1. 工艺渗碳(渗氮、氰化)深度的计算	350
2. 电镀表面镀前工艺尺寸的计算	355
二十三 平面尺寸链的计算	373
1. 误差计算的基本法则	374
2. 极坐标中, 弧长、半径与极角之间合成误差的求法	380
3. 直角三角形中, 各边与角度相互之间合成误差的求法	385
4. 坐标转换中, 合成误差的求法	403

5. 斜孔钻具位置尺寸合成误差的求法	409
6. 平面尺寸链和直线尺寸链的联合计算	411
二十四 空间角度(复合角)的计算	415
1. 空间角度计算公式的推导	415
2. 空间角度计算在机械加工方面的应用	429
3. 空间角度计算在夹具设计方面的应用	434
4. 空间角度计算在刀具设计方面的应用	438
5. 空间角度的计算步骤及其注意事项	444
6. 坐标镗床上镗削空间角度零件的计算及操作方法示例	445
7. 空间角度计算中,合成误差的求法	447
8. 斜孔钻具交点尺寸的坐标转换及空间角度的计算示例	449
二十五 工序误差分析计算	456
1. 工序误差分析的基本理论和方法	456
2. 工序误差分析计算示例	462
附表 渐开线函数表	498

一 零件加工及测量中简单几何尺寸的计算

1. 概述

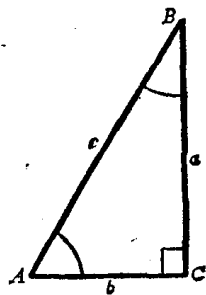
利用初等数学中的一般计算方法,尤其是三角学中的计算方法,可以很方便地解决机械加工工艺、设计和技术测量中有关尺寸和角度的一些实际计算问题。这些计算问题,其解决的基本步骤是:

- (1) 根据问题作出有关的几何图形;
- (2) 根据几何图形中已知量,通过数学公式求出所需要的未知量。

这里的关键是需要对于具体情况作具体分析,即在于怎样找出直角三角形。在各种不同的几何形状中找出直角三角形的方法是各式各样的。现成的直角三角形是不多的,多数总要通过画辅助线的办法来得到。如通过画平行线、垂直线、分角线、对角线和切线等而得到直角三角形。这种方法将在下面的计算实例中见到。

2. 基本计算公式

在零件加工及测量中最常用的计算公式为直角三角形解法中的公式。图1-1所示为直角三角形,其中共有五个元素,即三边 a 、 b 、 c 和两锐角 A 、 B 。图1-1 直角三角形这里只要已知两个元素(但至少要有—边),则其余各元素即



可求出。为了便于应用,现将这些公式列于表 1-1 中。

表 1-1 直角三角形解法公式表

已 知	求 未 知 量 的 公 式			序 号
a, b	$c = \sqrt{a^2 + b^2}$	$\operatorname{tg} A = \frac{a}{b}$	$B = 90^\circ - A$	1
a, c	$b = \sqrt{c^2 - a^2}$	$\sin A = \frac{a}{c}$	$B = 90^\circ - A$	2
b, c	$a = \sqrt{c^2 - b^2}$	$\cos A = \frac{b}{c}$	$B = 90^\circ - A$	3
a, A	$c = a \cdot \csc A$	$b = a \cdot \operatorname{ctg} A$	$B = 90^\circ - A$	4
b, A	$c = b \cdot \sec A$	$a = b \cdot \operatorname{tg} A$	$B = 90^\circ - A$	5
c, A	$a = c \cdot \sin A$	$b = c \cdot \cos A$	$B = 90^\circ - A$	6

3. 计算举例

例 1-1 一盖板零件, 在 $\phi 90$ 毫米圆周上加工均匀分布的 $\phi 9$ 毫米四个孔, 所给尺寸如图 1-2a 所示。钳工测量时, 最

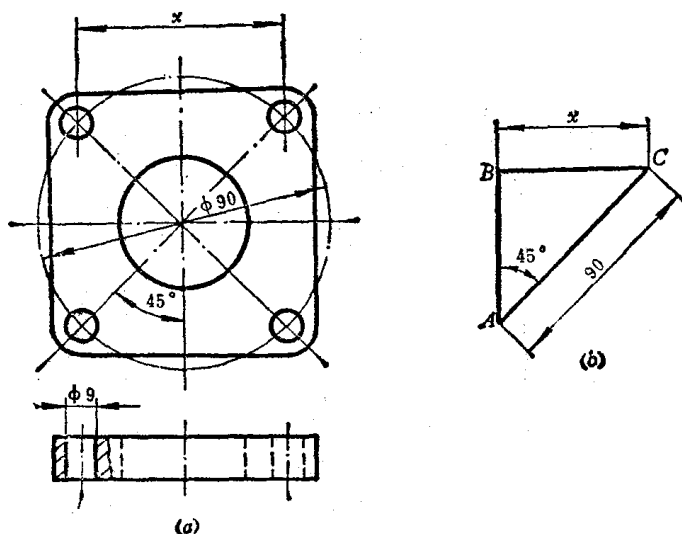


图 1-2 求孔心距 x

普通的方法是在 $\phi 9$ 毫米两孔内插入心棒，用卡尺量得尺寸 $(x+9)$ 毫米，即可确定两孔的中心距。试计算两孔中心距 x ？

解：画出计算图如图 1-2b 所示。其中：

$$\angle B = 90^\circ, \quad \angle A = \angle C = 45^\circ,$$

$$AC = 90 \text{ 毫米}, \quad BC = AB = x$$

由三角函数定义：

$$\sin A = \frac{BC}{AC}$$

即

$$\sin 45^\circ = \frac{x}{90}$$

得

$$x = 90 \cdot \sin 45^\circ = 90 \times 0.7071 = 63.64 \text{ 毫米}$$

例 1-2 如图 1-3a 所示的零件，铣 A 面时，需要先由钳工划线，试求角度 α ？

解：分析零件图所给尺寸，画出计算图如图 1-3b 所示。

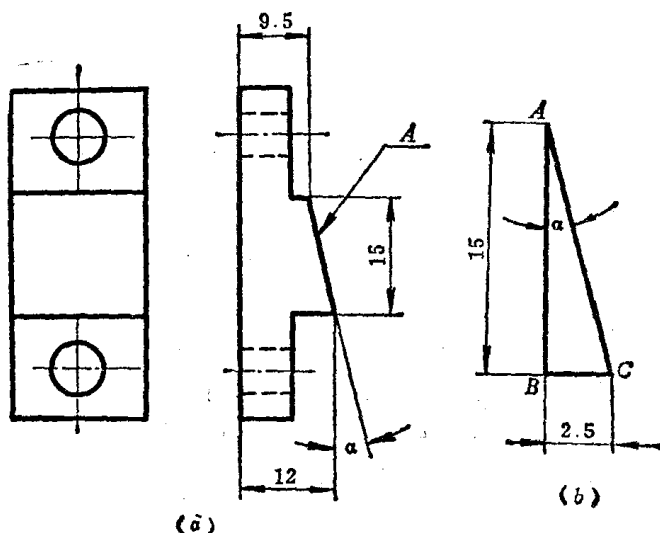


图 1-3 求零件的角度 α

其中:

$$\angle B = 90^\circ, \quad \angle A = \alpha, \quad AB = 15 \text{ 毫米},$$

$$BC = 12 - 9.5 = 2.5 \text{ 毫米}$$

由三角函数定义

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{2.5}{15} = 0.1666$$

查三角函数表得 $\alpha = 9^\circ 28'$ 。

例 1-3 如图 1-4a 所示直角形件, 要在底面钻两孔, 试求两孔中心距 x ?

解: 根据设计图纸给定的尺寸, 作出计算图如图 1-4b 所示。已知 $AC = 34 - 14 = 20$ 毫米, $BC = 35 - 10 = 25$ 毫米。

按勾股弦定理, 得

$$\begin{aligned} AB &= \sqrt{AC^2 + BC^2} = \sqrt{20^2 + 25^2} \\ &= \sqrt{1025} = 32.02 \text{ 毫米} \end{aligned}$$

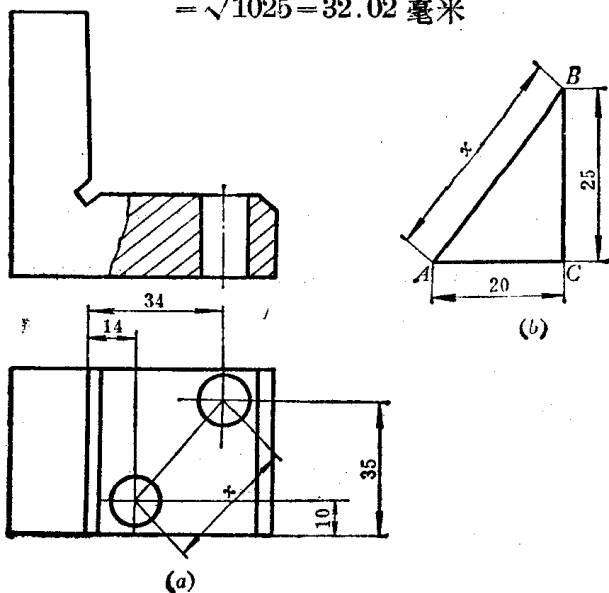


图 1-4 求孔心距 x

例 1-4 车工在加工图 1-5a 所示的轴承盖 $\phi 54$ 毫米孔内梯形槽时, 车刀刀尖角应磨多大?

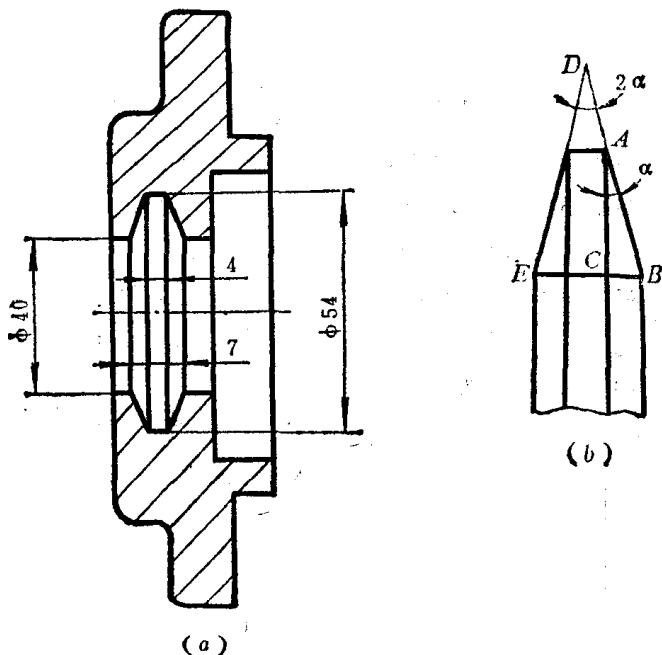


图 1-5 求车刀的刀尖角 2α

解: 车刀刀尖角的大小由孔内梯形槽尺寸所决定, 在图 1-5b 中 $\angle BDE$ 即为所求。

设 $\angle BDE = 2\alpha$

在直角三角形 ABC 中,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{BC}{AC}$$

从图 1-5b 可知

$$BC = \frac{1}{2} (7 - 4) = 1.5 \text{ 毫米}$$

$$AC = \frac{1}{2} (54 - 40) = 7 \text{ 毫米}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1.5}{7} = 0.2143$$

得

$$\alpha = 12^{\circ}6'$$

故所求的刀尖角为 $2\alpha = 24^{\circ}12'$ 。

例 1-5 要铣削加工图 1-6a 所示的零件, 已知尺寸如图
所示, 试计算长度 H ?

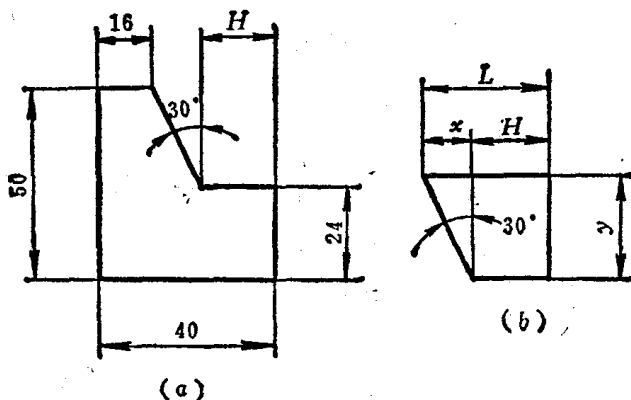


图 1-6 求零件的加工尺寸 H

解: 画出计算图如图 1-6b 所示, 先求出尺寸 L 及 Y :

$$L = 40 - 16 = 24 \text{ 毫米}, \quad Y = 50 - 24 = 26 \text{ 毫米}$$

再求出尺寸 x :

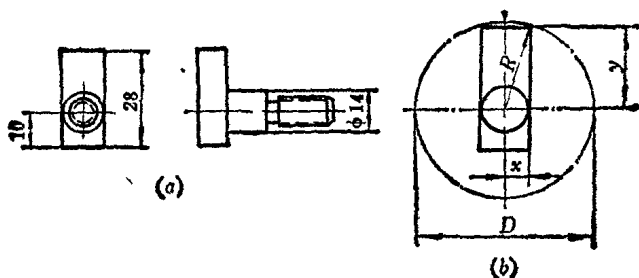
$$x = y \cdot \operatorname{tg} 30^{\circ} = 26 \times 0.5774 = 15.012 \text{ 毫米}$$

由此可得

$$H = L - x = 24 - 15.012 = 8.908 \text{ 毫米}$$

例 1-6 要加工图 1-7a 所示的长方头零件, 需用多大直径的棒料?

解: 画出计算图如图 1-7b 所示, 先求出尺寸 x 及 y :

图 1-7 求最小棒料直径 D

$$x = \frac{14}{2} = 7 \text{ 毫米}$$

$$y = 28 - 10 = 18 \text{ 毫米}$$

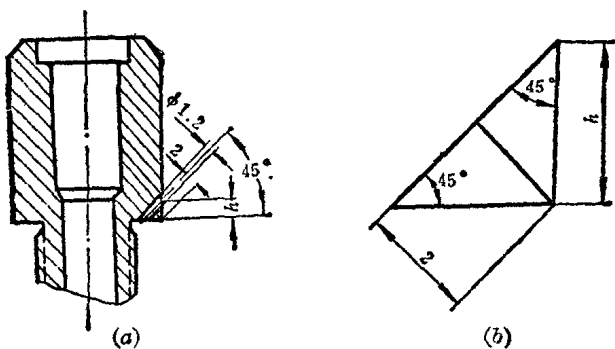
按勾股弦定律得

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{7^2 + 18^2} = \sqrt{49 + 324} \\ &= \sqrt{373} = 19.31 \text{ 毫米} \end{aligned}$$

故得最小棒料直径

$$D = 2R = 2 \times 19.31 = 38.62 \text{ 毫米}$$

例 1-7 要在四方头零件右下角钻一个 $\phi 1.2$ 毫米的锁丝孔，设计图所给尺寸如图 1-8a 所示，钳工加工时需求锁丝

图 1-8 求锁丝孔的轴向距离 h