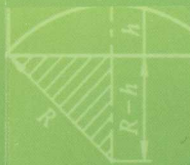
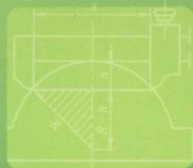
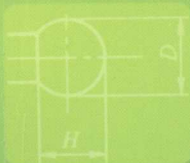


郑文虎 主编

机械加工

常用计算

JIXIE JIAGONG CHANGYONG JISUAN



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



机械加工常用计算

主编 郑文虎
参编 咎 华 尹关键
叶青竹



机械工业出版社

本书以简明的文字、图和表,结合现场生产所需,较系统地列出了机械加工常用计算公式,共1300多个。包括:机械加工常用数学知识、计量单位的换算、数控编程中的数值计算、金属切削过程中的计算、斜度和锥度工件加工的计算、圆弧面和球面加工与测量的计算、V形槽和燕尾槽加工与测量的计算、偏心 and 椭圆工件加工与测量的计算、交叉孔工件加工与测量的计算等,共二十章。

本书内容突出机械加工现场计算需要的特点,除了供机械加工技术工人学习外,还可供机械加工的技术人员和相关专业学校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械加工常用计算/郑文虎主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 12

ISBN 978-7-111-28987-6

I. 机… II. 郑… III. 机械加工 - 计算方法
IV. TG501

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 200857 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 责任编辑:王晓洁 版式设计:霍永明
封面设计:路恩中 责任校对:李秋荣 责任印制:乔宇
北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)
2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
130mm × 184mm · 13.625 印张 · 303 千字
0 001—4 000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-28987-6
定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010)88361066 门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649 教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

机械加工是一个古老而传统的基础加工专业，它的应用范围很广，各个领域都离不开它。在机械加工过程中，常遇到一些数学计算问题，如数控编程、尺寸与角度计算、计量单位换算、工艺与测量计算等。熟练、准确地运用计算公式，解决机械加工中的计算问题，可以大大提高机械加工的效率和质量。

在科学发展观的指导和实践下，随着改革开放的深入和科学技术的日新月异，推动了机械加工制造业的快速发展。特别是数控机床的广泛应用，使这个古老而传统的产业焕发出新的活力，促进了各行各业的技术进步，使中国成为机械制造大国和强国。

本书以简明的 20 章 258 题，介绍机械加工常用数学知识、计量单位换算、数控手工编程、金属切削过程与刀具、斜度与锥度、圆弧面与球面、V 形槽和燕尾槽、偏心与椭圆、交叉孔、量具测量、分度头分度、铣削工件、铣刀和铰刀开齿、齿轮加工、螺纹加工与测量、机械加工时间定额、尺寸链、冲压和薄板零件加工、平面曲线图形、曲线长度等工件加工的计算公式共 1300 余个。本书的第一章由叶青竹编写，第二章和第十七章由尹关键编写，第三章由北京联合大学管华编写，其余章节由郑文虎编写。全书由郑文虎统稿。

在本书的编写过程中，得到了中国北车集团北京南口轨

道交通机械有限责任公司的大力支持。在编写时，参考了其他作者所编写的相关资料和书籍，在此，一并表示衷心的感谢！

由于编者水平所限，书中难免有不全和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

一、机械加工常用数学知识	1
1. 常用数学符号	1
2. π 的重要函数	2
3. 求平方根	2
4. 代数中的常用公式	3
5. 三角形的解法和常用公式	6
二、计量单位的换算	15
1. 国际单位制 (SI) 长度单位的换算	15
2. 英制长度单位的换算	15
3. 国际单位制 (SI) 与英制长度单位的换算	15
4. 英寸 (分数) 和毫米的换算	15
5. 英寸 (小数) 和毫米的换算	17
6. 国际单位制 (SI) 和英制面积单位的换算	18
7. 各种硬度的换算	18
8. 力的换算	19
9. 热导率的换算	20
10. 角度与弧度的换算	20
三、数控编程中的数值计算	21
1. 手工编程数值计算概述	21
2. 基点坐标计算的基础知识	23
3. 常用三角函数公式	28
4. 常见的典型几何图形关系计算	29
5. 两圆的内公切线的切点坐标计算	40

6. 两圆外公切线的切点坐标计算	41
7. 圆弧与圆弧切点计算	43
8. 相交的两圆弧与外切过渡凸圆弧的切点计算	45
9. 相交的两圆弧与内切过渡凹圆弧的切点计算	46
10. 不相交的两圆弧与外切过渡凸圆弧切点的计算	47
11. 不相交的两圆弧与内切过渡圆切点的计算	49
12. 相交的两圆弧间过渡圆弧切点的计算	50
13. 由圆上三点坐标计算圆弧圆心及半径	51
14. 直线与直线相交的标准计算公式	53
15. 直线与圆弧相交或相切的标准计算公式	54
16. 圆弧与圆弧相交或相切的标准计算公式	55
17. 直线与圆相切的三角函数标准计算公式	56
18. 直线与圆相交的三角函数标准计算公式	58
19. 两圆相交的三角函数标准计算公式	58
20. 直线与两圆相切的三角函数标准计算公式	59
21. 典型几何图形加工轨迹刀位的计算概述	60
22. 球头立铣刀加工圆弧曲面刀位点轨迹的计算	60
23. 圆柱立铣刀加工斜面刀位点坐标的计算	64
24. 球头立铣刀加工斜面刀位点坐标的计算	67
25. 圆柱立铣刀加工圆弧曲面轨迹的计算	69
26. 普通螺纹加工尺寸的计算	73
27. 曲线节点坐标的确定	77
28. 椭圆参数方程和普通方程的相互转换	78
29. 常见的曲线方程介绍	79
30. 极坐标与直角坐标的转换计算	82
31. 正多边形轮廓编程的简化计算	84
32. 两相交圆弧(含过渡圆弧)交点的简化计算	89
33. 车削圆锥面时假想刀尖点坐标的计算	90
34. 两条斜线相交处假想刀尖点坐标的计算	92
35. 等外径圆柱面连接凹圆弧相交处假想刀尖点坐标的	

计算	93
36. 不等外径圆柱面连接凹圆弧相交处假想刀尖点坐标的 计算	95
37. 用 CAD 软件查询点坐标的方法	98
四、金属切削过程中的计算	102
1. 切削速度的计算	102
2. 进给量的计算	103
3. 切削深度的计算	103
4. 转速的计算	103
5. 切削层横截面的计算	104
6. 材料切除率的计算	105
7. 切削力的计算	106
8. 切削功率的计算	106
9. 残留面积高度的计算	110
10. 刀尖圆弧半径选择的计算	111
11. 刀具法平面内前角和后角的计算	112
12. 垂直于基面的任意剖面与正交平面之间的角度换算	113
13. 刀具横车时工作前角和后角的计算	113
14. 刀具纵车（或车螺纹）时工作前角和工作后角的 计算	115
15. 刀尖安装高低对工作角度影响的计算	117
16. 刀杆中心线与进给方向不垂直时工作角度变化 的计算	118
17. 刃磨螺纹车刀时，当刀具有切深前角 γ_p ，刃磨后刀尖 角的计算	119
18. 切断车刀宽度的计算	119
19. 可转位车刀刀片安装槽的角度计算	120
五、斜度、锥度工件加工的计算	125
1. 圆锥面的计算	125
2. 偏移车床尾座车圆锥的计算	126

3. 用靠模法车圆锥的计算	126
4. 用钢丝滚筒车削圆锥孔的计算	127
5. 两端封闭的圆锥体测量的计算	128
6. 加工圆锥孔时加工余量的计算	129
7. 加工圆锥体时加工余量的计算	130
8. 加工圆锥孔(体)时磨削余量的计算	130
9. 斜键加工时的计算	131
10. 截圆锥体斜高的计算	131
11. 截圆锥体小端直径的计算	131
12. 小端带圆头的圆锥体斜角的计算	132
13. 小端带圆头的圆锥体工件长度的计算	132
14. 用正弦规测量圆锥体斜角的计算	133
15. 用量块、圆柱和千分尺测量圆锥体斜角的计算	134
16. 用钢球测量圆锥孔斜角的计算	134
17. 用圆柱测量圆锥体小端直径的计算	135
18. 用钢球测量圆锥孔大端直径的计算	135
19. 倒圆锥孔斜角测量的计算	136
六、圆弧面和球面加工与测量的计算	138
1. 用两个圆柱棒测量凹圆弧半径的计算	138
2. 用两个圆柱棒测量凸圆弧半径的计算	139
3. 用三个圆柱棒测量凸圆弧半径的计算	139
4. 用三个圆柱棒和一组量块测量凹圆弧半径的计算	140
5. 用游标卡尺测量凸圆弧半径的计算	141
6. 用圆柱棒、游标卡尺测量凸圆弧半径的计算	141
7. 轴圆头高度的计算	142
8. 截球长度的计算	142
9. 轴的圆角长度的计算	143
10. 半圆键配合尺寸的计算	143
11. 过渡圆弧直径的计算	143
12. 圆弧样板尺寸的计算	144

13. 球面磨削加工原理	144
14. 球面磨削加工的计算	145
15. 斜盘内球面磨削的计算	147
16. 球面座磨削加工的计算	147
17. “旋风”铣削带柄圆球的计算	148
18. “旋风”铣削内球面的计算	149
19. “旋风”铣削整球的计算	149
20. 车削三球手柄的计算	151
21. 铣削大半径内、外圆弧面的计算	152
22. 车削凹圆弧时宽度的计算	153
23. 车削端面圆头时突出宽度的计算	153
24. 车削双曲面的计算	154
七、V形槽和燕尾槽加工与测量的计算	155
1. 测量V形槽角度的计算	155
2. 测量V形槽宽度 B 的计算	155
3. 测量凸V形导轨宽度 B 的计算	156
4. 圆柱形工件在V形槽中定位的计算	157
5. 测量外燕尾槽的计算	157
6. 内燕尾槽的测量计算	158
7. 燕尾装置上下宽度互算法	159
8. 测量内燕尾槽小端宽度的计算	160
9. 燕尾镶条尺寸的计算	160
八、偏心 and 椭圆工件加工与测量的计算	162
1. 用三爪自定心卡盘车削小偏心距工件的计算	162
2. 用三爪自定心卡盘车削大偏心距工件的计算	162
3. 用V形槽定位磨削偏心轴的计算	163
4. 用V形槽定位磨削偏心孔的计算	164
5. 间接测量偏心距的计算	165
6. 铣削椭圆孔的计算	166
7. 车削椭圆轴（或孔）的计算	166

九、交叉孔工件加工与测量的计算	169
1. 偏心交叉孔测量的计算	169
2. 斜面上直孔和斜孔位置尺寸测量的计算	170
3. 圆柱体径向孔夹角测量的计算	172
4. 交叉孔工件加工中的计算	173
十、量具测量时的计算	174
1. 使用杠杆指示表测量时的计算	174
2. 框式水平仪使用时的计算	175
3. 水平仪的测量误差计算	176
4. 用水平仪测量直线度误差的计算	177
5. 用正弦规测量角度时的计算	178
6. 用正弦规测量时锥角误差的计算	181
7. 用指示表测量时测量误差的计算	181
8. 用内卡钳测量圆柱孔直径时摆动距的计算	182
十一、使用分度头分度的计算	184
1. 分度头简介	184
2. 单式分度法的计算	187
3. 角度分度法的计算	191
4. 差动分度法的计算	207
5. 双分度头复式分度法的计算	212
6. 直线移距分度法的计算	213
7. 利用分度头加工螺旋槽的交换齿轮计算	218
8. 大导程工件的交换齿轮计算和配置方法	233
9. 小导程工件的交换齿轮计算和配置方法	234
十二、铣削工件的计算	238
1. 铣削矩形齿离合器的计算	238
2. 铣削尖齿和梯形收缩齿离合器的计算	242
3. 铣削锯齿形离合器的计算	243
4. 铣削凸轮的计算	244

5. 铣削螺旋槽的计算	249
6. 铣削斜齿轮的计算	252
7. 铣削直齿锥齿轮的计算	253
8. 铣削直齿条移距的计算	255
9. 铣削斜齿条移距的计算	259
十三、铣刀与铰刀开齿的计算	261
1. 圆柱面直齿槽的开齿计算	261
2. 圆柱面螺旋齿槽的开齿计算	265
3. 端面齿槽的开齿计算	275
4. 锥面直齿槽的开齿计算	277
5. 锥面螺旋齿槽的开齿计算	281
十四、齿轮的加工计算	292
1. 标准直齿圆柱齿轮各部名称及代号	292
2. 标准直齿模数制圆柱齿轮各部尺寸计算	292
3. 模数制直齿圆柱齿轮的测量参数的计算	294
4. 径节制直齿圆柱齿轮各部尺寸计算	295
5. 标准斜齿圆柱齿轮各部名称及代号	296
6. 平行轴斜齿圆柱齿轮各部尺寸计算	297
7. 平行轴斜齿圆柱齿轮的测量参数计算	298
8. 交错轴斜齿圆柱齿轮各部尺寸计算	300
9. 交错轴斜齿圆柱齿轮的测量参数计算	301
10. 变位齿轮（修正齿轮）的基本知识	302
11. 高度变位直齿圆柱齿轮各部尺寸计算	305
12. 高度变位齿轮的测量参数计算	306
13. 角度变位直齿圆柱齿轮各部尺寸计算	308
14. 高度变位斜齿圆柱齿轮各部尺寸计算	309
15. 角度变位斜齿圆柱齿轮各部尺寸计算	311
16. 锥齿轮传动各部名称及代号	312
17. 直齿锥齿轮各部尺寸计算	313
18. 直齿锥齿轮分度圆弦齿厚及测量用齿高计算	316

19. 圆柱形蜗杆蜗轮各部名称及代号	317
20. 圆柱形蜗杆各部尺寸计算	318
21. 蜗轮各部尺寸计算	319
22. 滚齿时分齿、进给和差动交换齿轮的计算	320
23. 滚切齿数大于 100 质数直齿圆柱齿轮交换齿轮的计算 (以 Y38 滚齿机为例)	322
24. 滚切齿数大于 100 的质数圆柱斜齿轮的交换齿轮计算	324
25. Y38、Y3150 滚齿机加工齿数大于 100 的质数齿轮的交 换齿轮计算	325
26. 外啮合短齿圆柱直齿轮和标准圆柱齿轮的区别	325
27. 外啮合短齿圆柱直齿轮各部尺寸计算	326
28. 外啮合短齿圆柱直齿轮的测量参数计算	327
29. 用标准滚刀滚切短齿圆柱齿轮的计算	327
30. 制齿时测量公法线长度余量确定切深的计算	330
31. 制齿时测量固定弦齿厚余量确定切深的计算	330
32. 插直齿圆柱外齿轮的计算	331
33. 插直齿圆柱内齿轮的计算	332
十五、螺纹的加工与检验时的计算	335
1. 普通螺纹各部尺寸计算	335
2. 梯形螺纹各部尺寸计算	336
3. 英制螺纹各部尺寸计算	336
4. 55°密封管螺纹(圆柱内螺纹)各部尺寸计算	337
5. 55°密封管螺纹(圆锥外螺纹)各部尺寸计算	338
6. 60°密封管螺纹各部尺寸计算	339
7. 矩形螺纹各部尺寸计算	339
8. 英制梯形螺纹各部尺寸计算	340
9. 锯齿形螺纹各部尺寸计算	340
10. 米制蜗杆各部尺寸计算	341
11. 径节制蜗杆各部尺寸计算	342
12. 螺纹的测量计算	343

十六、机械加工时间定额的计算	347
1. 制订机械加工时间定额的意义	347
2. 机械加工时间定额及其组成	347
3. 机械加工时间定额的计算	348
4. 辅助时间的确定	348
5. 切削用量的计算与选择原则	350
6. 车削机动时间的计算	358
7. 刨削、插削机动时间的计算	360
8. 钻削或铰削机动时间的计算	361
9. 齿轮加工机动时间的计算	362
10. 铣削机动时间的计算	365
11. 用板牙或丝锥加工螺纹机动时间的计算	367
12. 拉削工件机动时间的计算	368
13. 磨削机动时间的计算	368
十七、尺寸链的计算	370
1. 尺寸链的基本术语	370
2. 尺寸链的形式	371
3. 尺寸链的算法	374
十八、冷冲压及薄板零件的计算	379
1. 冷弯圆角零件展开尺寸的计算	379
2. 冷弯不带内圆角零件展开长度的计算	382
3. 常用简单圆杯形冷冲压零件展开尺寸的计算	383
4. 圆形翻边零件展开尺寸的计算	387
5. 截圆锥体的展开弧长及展开角的计算	388
6. 正三角形壳体展开半径的计算	388
7. 截正三角形壳体展开尺寸的计算	389
8. 正四方角锥形壳体展开尺寸的计算	390
9. 截正四方角锥形壳体展开尺寸的计算	391
10. 上端圆形、下端长方形壳体展开尺寸的计算	392

11. 上端圆形、下端长方形偏心壳体展开尺寸的计算	393
12. 上端圆形、下端正方形偏心壳体展开尺寸的计算	394
13. 上端圆形、下端截正方形壳体展开尺寸的计算	396
14. 斜截圆锥形壳体展开尺寸的计算	397
15. 上端圆形、下端腰形壳体展开尺寸的计算	399
16. V形壳体展开尺寸的计算	400
十九、平面曲线图形的计算	404
1. 基本计算公式	404
2. 已知两直线与一圆相切, 求此两切线的交点坐标	406
3. 圆弧与一圆和水平直线相切时, 圆心坐标、夹角以及 切点坐标的计算	406
4. 圆弧与一圆外切并通过另一点时, 圆心坐标的计算	406
5. 圆弧与两个圆内切时, 圆心坐标的计算	407
6. 圆弧与两个已知圆外切时, 圆心坐标及夹角的计算	408
7. 过已知点的直线与一圆相切时, 切线的斜角及切点 坐标的计算	409
8. 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	410
9. 过已知三点作圆, 求此圆的圆心坐标及半径	411
二十、曲线长度的计算	413
1. 圆周长度及弧长的计算	413
2. 圆柱弹簧钢丝展开长度的计算	413
3. 外切 V 带长度的计算	414
4. 交叉 V 带长度的计算	415
5. 圆弧和直线组合长度的计算	416
6. 截圆锥体展开扇形半径和圆心角的计算	417
7. 曲线密封槽胶圈直径的计算	418
参考文献	420

一、机械加工常用数学知识

1. 常用数学符号

常用数学符号见表 1-1。

表 1-1 常用数学符号

符号	意 义	符号	意 义	符号	意 义
+	加、正号	x^2	x 的平方	'	分
-	减、负号	x^3	x 的立方	"	秒
\pm	加或减,正或负	x^n	x 的 n 次方	lg	对数(以 10 为底 的)
\mp	减或加,负或正	$\sqrt{\quad}$	平方根	ln	自然对数
\times 或 \cdot	乘	$\sqrt[3]{\quad}$	立方根	sin	正 弦
\div 或 $/$	除($a \div b = a/b$)	$\sqrt[n]{\quad}$	n 次方根	cos	余 弦
:	比($a:b$)	\perp	垂 直	tan	正 切
.	小数点	\parallel	平 行	cot	余 切
()	括号圆	\angle	角	sec	正 割
[]	方括号	L	直 角	csc	余 割
{ }	花括号	Δ	三 角 形	max	最 大
=	等 于	\odot	圆 形	min	最 小
\equiv	恒等于	\square	正 方 形	const	常 数
\neq 或 \neq	不等于	\square	矩 形		数字范围
\approx	约等于	\square	平 行 四 边 形	~	(自...至...)
<	小 于	\sim	相 似	L 或 l	长
>	大 于	\cong	全 等	B 或 b	宽
\leq	小于或等于(不 大于)	∞	无 穷 大	H 或 h	高
\geq	大于或等于(不 小于)	%	百 分 比	d 或 t	厚
\because	因 为	π	圆 周 率 ($=3.1416$)	R 或 r	半 径
\therefore	所 以	$^{\circ}$	度	D, d 或 ϕ	直 径

2. π 的重要函数

π 的重要函数见表 1-2。

表 1-2 π 的重要函数

π	3.14159	$\sqrt{\pi}$	1.7725	$\frac{\pi}{\sqrt{2}}$	2.2214
π^2	9.8696	$\sqrt[3]{\pi}$	1.4646	$\frac{\sqrt{2}}{\pi}$	0.4502
π^3	31.0062	$\sqrt{2\pi}$	2.5066	$\frac{\pi}{180} (= 1^\circ)$	0.017453
$\frac{1}{\pi}$	0.3183	$\pi\sqrt{2}$	4.4429	$\frac{\pi}{10800} (= 1')$	0.000291
$\frac{2}{\pi}$	0.6366	$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \left(\sqrt{\frac{1}{\pi}} \right)$	0.3179	$\frac{\pi}{648000} (= 1'')$	0.000005
$\frac{1}{\pi^2}$	0.1013	$\sqrt{\frac{\pi}{2}}$	1.2533	$\frac{180^\circ}{\pi}$	57.2958°
$\frac{1}{\pi^3}$	0.0323	$\sqrt{\frac{2}{\pi}}$	0.7979	$\frac{10800'}{\pi}$	3437.7468'
				$\frac{648000''}{\pi}$	206264.81''

3. 求平方根

常用的求平方根的方法叫做开平方法。以 $\sqrt{1286} = ?$ 为例，可按下列步骤进行计算。

1) 把被开方数从个位起向左每两位数划为一节。如 1286 分成 12, 86 (如果有小数点, 则以小数起向左右两边每两位数划为一节。如 356.343, 就分成 3, 56.34, 3)。

2) 把左边第一节的数开方取整数部分 (3), 这个数就是平方根最高位上的数。

3) 将第一节的数中减去最高位上数的平方 ($3^2 = 9$), 所得的差数 (3) 和第二节数 (86) 组成第一余数 (386)。

4) 用 20 乘所求得的最大位数 ($20 \times 3 = 60$) 去试除第一余数, 所得的最大整数作为试商 (6)。