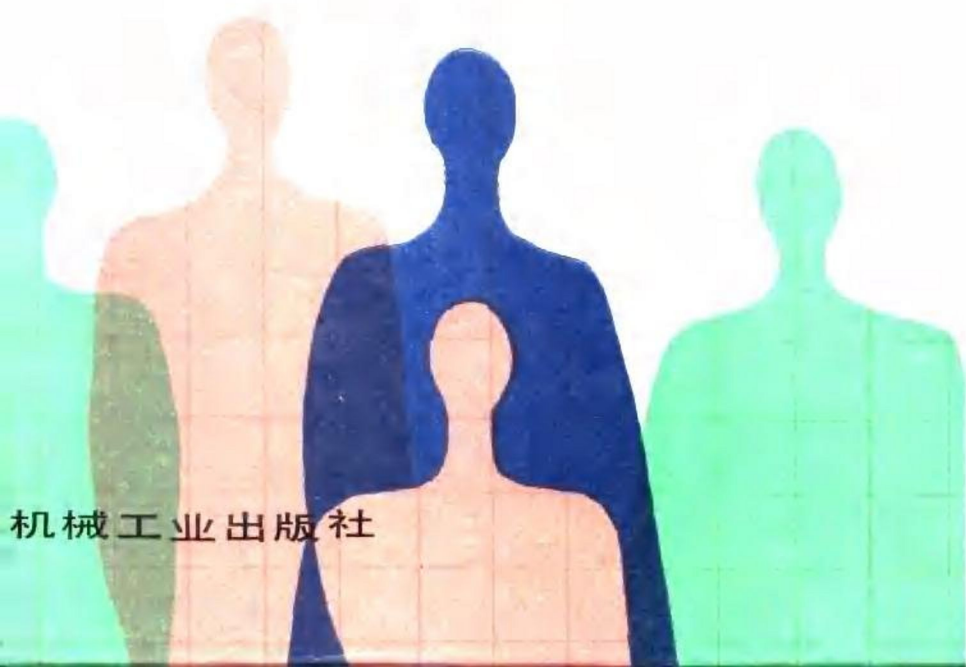


科技人员 常用公式与 数表手册

方荣生 方德寿 编



机械工业出版社

科技人员常用公式与数表手册

方荣生 方德寿 编



机械工业出版社

京)新登字054号

本书汇集了理工各专业的常用公式和数据。内容包括数学、理论力学、材料力学、流体力学、电工学、无线电电子学、无线电工程、自动控制原理、热学、光学和化学等学科的基本公式和数理化常数;力学、热学、电磁学、光学、声学、化学与原子物理学、天文气象与地球物理学、常用技术材料等数据以及常用对照表。本书博群书之精华,内容丰富,是一本实用性很强的科技工具书。

本书可供理工各专业的科技人员使用,也可作为大中专院校理工各专业的教师、学生的参考书。

科技人员常用公式与数表手册

方荣生 方德寿 编

*

责任编辑:蒋有彩 版式设计:霍永明
封面设计:郭景云 责任校对:马志正
责任印制:王国光

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)
机械工业出版社京丰印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $18^{1/4}$ ·插页2·字数469千字
1991年8月北京第1版·1994年10月北京第3次印刷
印数12 051—14 050·定价:20.00元

*

ISBN 7-111-02683-7/TB·124

GF52/19

前 言

科技人员在科研、设计和生产中经常用到各种数据和计算公式。随着科学技术的发展,各学科各专业相互渗透,要求科技人员不但要熟练掌握本学科本专业的知识,还要能综合运用科技领域各学科的知识,因此,他们在工作中会用到各专业的数据和公式。查找这些数据和公式,需要翻阅大量书籍和资料,不但花费许多时间,而且不一定能查到,因而影响工作。《科技人员常用公式与数表手册》一书,就是为满足这种需要而编写的。

本书的内容十分丰富,包括数、理、化、力学、电学、热学、光学、声学各学科和各专业。不少数据还是难以找到的珍贵资料。为在较少的篇幅内收入较多学科、专业的公式和数据,编写中采取如下措施:在内容上,精心选取材料。公式部分以常用公式为主,满足相邻专业的科技人员使用,也收入一些较难的公式,以便本专业的人员查阅。数表部分主要收入常用数据,对一些虽不常用,但在一般书籍中很难查到,为大多数人感兴趣的数据也适当收入,以满足更多读者的需要。在编排上,能集中的公式就用表格形式列出,符号尽量集中说明或用简图表示,以便在不增加篇幅的情况下,增加一些有用的内容。

书中有量纲的公式,一律采用法定单位,有量纲的数据,也都换算成法定单位,读者使用时不必进行单位换算。

本书在编写过程中,一些同事和朋友为我们提供了宝贵的资料。中国空间技术研究院侯增祺研究员,郑松辉、沈以明高级工程师为本书部分章节作了认真校对并提出宝贵意见,在此,向他们表示感谢!

由于本书内容多,专业面广,编写时间又仓促,书中的缺点、错误在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

1989年1月

目 录

前言

一、公 式 部 分

1 数学公式	1
1.1 部分代数公式	1
1.1.1 乘法及因式分解	1
1.1.2 一元二次方程	1
1.1.3 指数	2
1.1.4 对数	2
1.1.5 数列	3
1.1.6 复数	4
1.1.7 排列、组合	5
1.1.8 二项式定理	6
1.1.9 行列式	6
1.1.10 线性方程组的解	9
1.2 部分几何公式	10
1.2.1 面积计算公式	10
1.2.2 回旋体表面积、体积计算公式	10
1.2.3 棱柱、棱锥、棱台的体积计算公式	10
1.2.4 非棱柱体的体积计算公式	10
1.3 部分三角函数公式	15
1.3.1 定义和基本公式	15
1.3.2 三角函数在各象限的正负号	16
1.3.3 三角函数的转换关系	16
1.3.4 和差角公式	17
1.3.5 倍角公式	17
1.3.6 半角公式	18
1.3.7 和差化积公式	18

1.3.8	斜三角形的边角关系	18
1.3.9	斜三角形的解法	19
1.3.10	传动带的长度	19
1.4	微分	20
1.4.1	导数与微分的定义	20
1.4.2	导数的几种记号	20
1.4.3	微分法则	20
1.4.4	常用导数及微分公式	21
1.5	级数的展开	22
1.5.1	函数的幂级数展开	22
1.5.2	几个周期函数的富氏级数展开	23
1.6	积分	25
1.6.1	基本的不定积分公式	25
1.6.2	定积分公式	26
1.7	微分方程	26
1.8	场论	27
1.8.1	数量场 $u = u(x, y, z)$ 的梯度	27
1.8.2	矢量场 $\vec{a} = \vec{a}_x \vec{i} + \vec{a}_y \vec{j} + \vec{a}_z \vec{k}$ 的旋度	27
1.8.3	矢量场 $\vec{a} = \vec{a}_x \vec{i} + \vec{a}_y \vec{j} + \vec{a}_z \vec{k}$ 的散度	28
1.9	拉普拉斯变换表	28
1.10	矩阵	29
1.10.1	矩阵的定义	29
1.10.2	矩阵的运算	30
1.11	矢量	31
1.11.1	矢量分解式	31
1.11.2	矢量加减法	31
1.11.3	标量积 (点积、数性积)	32
1.11.4	矢量积 (叉积)	32
1.11.5	混合积	32
1.11.6	矢量运算规律	32
1.12	逻辑代数 (布尔代数)	34
1.12.1	逻辑代数的基本运算法则	34

VI

1.12.2	逻辑运算的基本定律	35
1.12.3	逻辑运算的几个常用公式	36
1.13	近似公式	36
1.14	概率论	36
1.14.1	概率的定义	36
1.14.2	概率的基本性质	40
1.14.3	随机变量及其分布	41
1.14.4	随机变量的数字特征	41
1.14.5	常用的概率分布函数	42
1.15	数理统计	44
1.15.1	样本特征数	44
1.15.2	误差计算	45
1.16	计算机中数的表示方法	45
1.16.1	进位计数制的表示	45
1.16.2	进位制之间的转换	46
1.16.3	数的定点表示法和浮点表示法	48
1.16.4	原码、反码、补码	49
2	理论力学基本公式	51
	符号表	51
2.1	静力学基本公式	53
2.1.1	力系	53
2.1.2	重心位置的确定	60
2.2	运动学基本公式	65
2.2.1	质点运动基本公式	65
2.2.2	刚体运动基本公式	67
2.2.3	运动学中的常用计算公式	68
2.3	动力学基本公式	70
2.3.1	达朗伯原理	70
2.3.2	转动惯量	70
2.3.3	动力学的一些基本公式	74
2.3.4	质点的自由无阻尼振动公式	76
2.3.5	两物体对心正碰撞	77
3	材料力学的基本公式	78

符号表	78
3.1 载荷分类及基本计算公式	79
3.2 弯曲	82
3.2.1 简单截面的轴向惯性矩和轴向阻抗面矩	82
3.2.2 等截面梁受弯曲的计算公式	87
3.3 扭转	99
3.4 合成强度计算	101
3.4.1 同类应力的合成	101
3.4.2 不同类应力的合成	102
4 流体力学的基本公式	104
符号表	104
4.1 流体静力学	105
4.1.1 流体静压力特性	105
4.1.2 流体平衡微分方程式	105
4.1.3 流体平衡微分方程式的积分式	106
4.1.4 重力作用下的静止液体中任意一点的静压力	106
4.1.5 作用在平面上的流体总压力	106
4.2 流体运动学基本方程	106
4.2.1 连续性方程	106
4.2.2 伯努利方程	106
4.2.3 总流的动量方程	107
4.3 管内流动计算	107
4.3.1 雷诺数	107
4.3.2 管内均匀流动的基本方程式	107
4.3.3 圆管中的层流	108
4.3.4 圆管中湍流的摩擦水头损失	108
4.3.5 管内流动局部水头损失	108
4.3.6 管路的水力计算	112
4.4 流体从容器中流出的计算式	115
4.4.1 气体从容器中流出	115
4.4.2 液体从容器的小孔流出	116
4.4.3 管嘴的液体流出	117
4.5 附面层厚度和绕流物体的阻力	118

4.5.1	附面层厚度	118
4.5.2	摩擦阻力	119
4.5.3	涡流阻力	120
4.6	空气动力学	120
4.6.1	常用参数的计算式	120
4.6.2	升力、阻力、侧力和力矩	121
4.6.3	激波前后气流参数的数量关系	124
4.6.4	飞行中的气动力加热	126
5	电工学基本公式	128
	电气图形符号表	128
	物理量符号表	130
5.1	电路基本定律	132
5.1.1	欧姆定律	132
5.1.2	基尔霍夫第一定律	132
5.1.3	基尔霍夫第二定律	133
5.2	磁路基本定律	133
5.2.1	磁路欧姆定律	133
5.2.2	磁路基尔霍夫第一定律	134
5.2.3	磁路基尔霍夫第二定律	134
5.3	电场	134
5.3.1	库仑定律	134
5.3.2	电场强度	134
5.3.3	电场力	134
5.3.4	电容量	134
5.3.5	高斯定理	134
5.3.6	几种简单电场的电场强度	135
5.3.7	电容器的联接	136
5.3.8	几种电容器电容量计算式	136
5.3.9	电场能量	136
5.4	磁场	138
5.4.1	确定电流、磁力线和作用力方向的规则	138
5.4.2	安培环路定律	139
5.4.3	磁场对载流导线的作用力	140

5.4.4	磁场对运动电荷的作用力	140
5.4.5	直流电磁铁的起重能力	140
5.4.6	几种典型电感计算公式	141
5.4.7	楞次定律	142
5.4.8	法拉弟电磁感应定律	142
5.4.9	均匀磁场中运动直导线产生的感应电动势	142
5.4.10	线圈的互感	142
5.4.11	两线圈连接时的总电感计算式	143
5.4.12	自感电动势	144
5.4.13	互感电动势	144
5.4.14	磁场能量	144
5.5	直流电路	144
5.5.1	电阻和电导	144
5.5.2	直流电源的连接	145
5.5.3	各种连接法的总电阻计算	145
5.5.4	直流功率的计算	145
5.6	正弦交流电路和三相电路	145
5.6.1	正弦交流电的有效值、平均值与最大值的关系	145
5.6.2	阻抗计算和电压、电流有效值关系	148
5.6.3	阻抗角	150
5.6.4	导纳计算公式	150
5.6.5	星形网络与三角形网络间的等效变换	150
5.6.6	电路中的谐振计算公式	152
5.6.7	对称三相电动势	152
5.6.8	三相制的星形和三角形联接基本公式	152
5.6.9	功率计算	152
5.6.10	功率因数	156
5.7	非正弦交流	156
5.7.1	非正弦交流富里叶级数展开	156
5.7.2	非正弦交流电流、电压的有效值	156
5.7.3	电感和电容对 k 次谐波的电抗	157
5.7.4	功率计算	157
5.8	电流的热、化学和动力效应定律	157

5.8.1	电流的热效应定律——焦耳-楞次定律	157
5.8.2	电流的化学效应定律——法拉第定律	157
5.8.3	电流的动力效应定律	158
5.9	电力和电热负载的额定电流	158
5.10	变压器	159
5.10.1	变压器绕组的电动势	159
5.10.2	变压器的匝数比	159
5.10.3	自耦变压器	160
5.10.4	变压器的电压变动率 ε	160
5.10.5	交流磁化损耗(铁损) P_{Fe}	160
5.10.6	电流热损耗(铜损) P_{Cu}	161
5.10.7	变压器的效率	161
5.11	电动机	161
5.11.1	同步转速	161
5.11.2	感应电动机的转差率	161
5.11.3	感应电动机转子转速、频率及磁极对数间的关系	161
5.11.4	转子电流的频率	161
5.11.5	电动机的额定转矩	162
6	无线电电子学基本公式	163
	符号表	163
6.1	整流电路	165
6.1.1	几种单相整流电路(纯电阻负载)的计算公式	165
6.1.2	几种单相整流电容或电感滤波电路的计算公式	166
6.2	晶体管低频放大器	168
6.2.1	晶体管的电流放大系数	168
6.2.2	晶体管的极间反向电流 I_{ceo} 与 I_{cbo} 的关系	168
6.2.3	晶体管的 h 参数等效电路	168
6.2.4	共发射极简化 h 参数等效电路	169
6.2.5	共发射极接法晶体管的输入电阻	170
6.2.6	共发射极放大器的放大倍数	170
6.2.7	晶体管三种基本组态电路比较	171
6.2.8	不稳定系数 S	173
6.2.9	阻容耦合放大器的放大倍数	173

6.2.10	负反馈放大器的放大倍数	173
6.2.11	射极输出器的放大倍数	173
6.2.12	功率放大器的功率和效率	176
6.3	电子管低频放大器	177
6.3.1	电子管的静态参数	177
6.3.2	单级真空三极管电子管放大器的低频电压放大倍数	178
6.3.3	单级真空五极管放大器的低频电压放大倍数	178
6.3.4	电子管阻容耦合电压放大器的放大倍数	178
6.3.5	扼流圈耦合放大器的放大倍数	179
6.3.6	阴极输出器的中频段电压放大倍数	179
6.3.7	阴极输出器的输入、输出阻抗	180
6.3.8	单管功率放大器的输出功率	180
6.3.9	板极耗散功率	180
6.3.10	板极效率	181
6.3.11	甲类放大器的最大不失真输出功率	181
6.3.12	乙类推挽功率放大电路的板极电流	181
6.4	正弦波振荡器	181
6.4.1	单谐振回路	181
6.4.2	耦合回路	182
6.4.3	振荡的条件	183
6.4.4	几种典型的晶体管正弦波振荡器	183
6.5	调制与解调	186
6.5.1	调幅与解调	186
6.5.2	调频与鉴频	187
7	无线电工程基本公式	188
	符号表	188
7.1	传输线基本计算公式	189
7.1.1	传输线方程	189
7.1.2	低频损耗传输线的一些其他关系式	190
7.1.3	各种波的临界波长	191
7.1.4	各种传输线特性阻抗的计算公式	192
7.1.5	电磁波在各种传输线中的传播波长	193
7.1.6	各种传输线的衰减常数计算式	194

XI

7.2 天线参数计算式	195
7.2.1 天线的有效长度(有效高度)	195
7.2.2 环形天线的有效高度	195
7.2.3 直立天线产生的电场强度	195
7.2.4 偶极天线在与天线垂直方向上所产生的电场强度	195
7.2.5 孔径天线的辐射功率	195
7.2.6 天线的辐射功率和辐射效率	196
7.2.7 天线增益	196
7.2.8 微波天线的接收功率	196
7.2.9 最大接收有效功率	196
7.2.10 接收天线的开路电压	197
7.2.11 天线的增益系数	197
7.2.12 天线有效面积与增益的关系	197
7.2.13 抛物面天线半功率波束宽度	197
7.2.14 圆锥扫描天线的辐射图形	197
7.2.15 圆锥扫描天线百分调制度的计算	198
7.2.16 圆锥扫描天线交叉点斜率的计算	198
7.3 接收机参数计算公式	199
7.3.1 接收机灵敏度	199
7.3.2 接收机噪声系数	199
7.3.3 晶体二极管混频超外差接收机噪声系数	199
7.3.4 中放带宽	199
7.3.5 视放带宽	200
7.4 目标特性和反射面积的计算公式	200
7.4.1 飞机目标角噪声功率谱密度	200
7.4.2 飞机目标振幅噪声功率密度	200
7.4.3 目标反射面积的概率分布	200
7.4.4 飞机目标有效反射面积	201
7.4.5 几种规则物体的反射面积	201
7.5 距离和时间的关系	201
7.6 目标相对速度与多卜勒频率的关系	202
7.7 雷达方程	202
8 自动控制原理基本公式	203

符号表	203
8.1 典型外作用函数及其拉氏变换	204
8.2 传递函数	204
8.3 频率特性	204
8.4 结构图	205
8.5 结构图等效变换法则	206
8.6 自动控制系统的基本环节	208
8.7 传递函数的零点、极点	210
8.8 闭环零极点分布的性能指标估算公式	212
8.9 振荡环节的一些动态性能	216
8.9.1 传递函数的其他两种表示法	216
8.9.2 幅频特性	217
8.9.3 相频特性	218
8.9.4 单位过渡函数	218
8.9.5 过渡过程特性与阻尼系数的关系	218
8.10 线路系统的稳定判据	220
8.10.1 稳定概念	220
8.10.2 稳定条件	220
8.10.3 古尔维茨 (Hurwitz) 稳定判据	220
8.10.4 林纳德-奇帕特 (Lienard-Chipard) 判据	221
8.10.5 劳斯 (Routh) 判据	221
8.11 RC电路输入输出传递函数	221
9 热学基本公式	237
符号表	237
9.1 热传导	239
9.1.1 一维稳定热传导	239
9.1.2 二维稳定热传导	240
9.1.3 存在接触热阻的热传导	243
9.1.4 不稳定热传导	244
9.2 对流换热	246
9.2.1 相似准则	246
9.2.2 管内换热计算式	248
9.2.3 层流时平行平板内换热计算式	251

9.2.4	纵掠平板时的换热计算式	251
9.2.5	外掠物体时的换热计算式	254
9.2.6	空气自然对流换热简化计算式	257
9.2.7	传导和对流系统	258
9.3	辐射换热	259
9.3.1	黑体辐射的定律	259
9.3.2	辐射换热基本公式	259
9.4	绝热计算	261
9.4.1	绝热结构热损失计算	261
9.4.2	管道绝热层的临界厚度	263
9.5	换热器计算	263
9.5.1	总传热系数	263
9.5.2	污垢系数	263
9.5.3	换热器效率	264
9.6	热力学	264
9.6.1	热力学第一定律	264
9.6.2	热力学第二定律	266
9.6.3	理想气体的状态方程	266
9.6.4	理想气体的热力过程	266
9.6.5	循环	269
9.6.6	空气的湿度	269
9.6.7	混合气体	274
10	光学基本公式	276
	符号表	276
10.1	几何光学的基本原理	277
10.1.1	几何光学的基本定律	277
10.1.2	费马原理	278
10.2	光学系统的近轴成象基本公式	278
10.2.1	光在平面上的反射和折射	278
10.2.2	光在色散棱镜主截面内的折射	278
10.2.3	光在单球面上的折射和反射	279
10.2.4	成象位置公式	280
10.2.5	焦距及主点位置公式	280

10.2.6	共轴球面系统的组合——两个透镜的组合	280
10.2.7	放大率计算公式	283
10.2.8	α 、 β 、 γ 之间的关系	283
10.2.9	几种厚透镜的主点位置	283
10.2.10	薄透镜组的光焦度和主点位置公式	285
10.2.11	近轴光学中光路计算的矩阵方法	286
10.3	实际光学系统的光阑和象差基本公式	288
10.3.1	光阑	288
10.3.2	象差	288
10.3.3	球差计算公式	289
10.3.4	彗差计算公式	289
10.3.5	象散差计算公式	290
10.3.6	畸变	290
10.3.7	色差	290
10.4	光度学基本公式	292
10.4.1	光通量	292
10.4.2	发光强度	292
10.4.3	面发光度	293
10.4.4	光照度	293
10.4.5	光亮度	293
10.4.6	照明量 (曝光量)	296
10.5	光学仪器的基本公式	296
10.5.1	几种光学仪器的放大率	296
10.5.2	光学仪器的分辨率	296
10.5.3	常见的几种光学仪器的光照度	296
10.6	光学系统的能量计算基本公式	296
10.6.1	光在玻璃表面的反射损失公式	296
10.6.2	光在玻璃内的吸收损失公式	297
10.6.3	可见光范围单色辐射功率与流明数的换算公式	297
10.6.4	进入到光学仪器中的光通量	297
10.6.5	象的光亮度	297
10.6.6	光学系统的象面照度	298
10.6.7	眼睛视物时在网膜上的光照度	298

11 化学计算公式	299
11.1 基本计算	299
11.1.1 摩尔质量	299
11.1.2 摩尔体积	299
11.1.3 质量摩尔浓度	299
11.1.4 物质的量的浓度	299
11.1.5 化合物中元素的含量	299
11.2 气体和溶液	300
11.2.1 气体量的计算	300
11.2.2 分压定律	300
11.2.3 稀溶液定律	300
11.2.4 酸碱滴定的量方程	301
11.3 化学反应速度与化学平衡	301
11.3.1 化学反应速度	301
11.3.2 化学平衡	301
11.4 电解质溶液	303
11.4.1 弱酸、弱碱的电离平衡	303
11.4.2 缓冲溶液的pH值计算	303
11.4.3 盐类水解	303
11.5 氧化还原与电化学	304
11.5.1 氧化还原当量的计算	304
11.5.2 电极电位计算	304

二、数表部分

12 基本数理化常数	306
12.1 数学常数	306
12.2 物理常数	308
12.3 化学常数	309
13 力学数据	314
13.1 固体的密度	314
13.1.1 单质的密度	314
13.1.2 无机化合物的密度	314
13.1.3 金属材料的密度	317