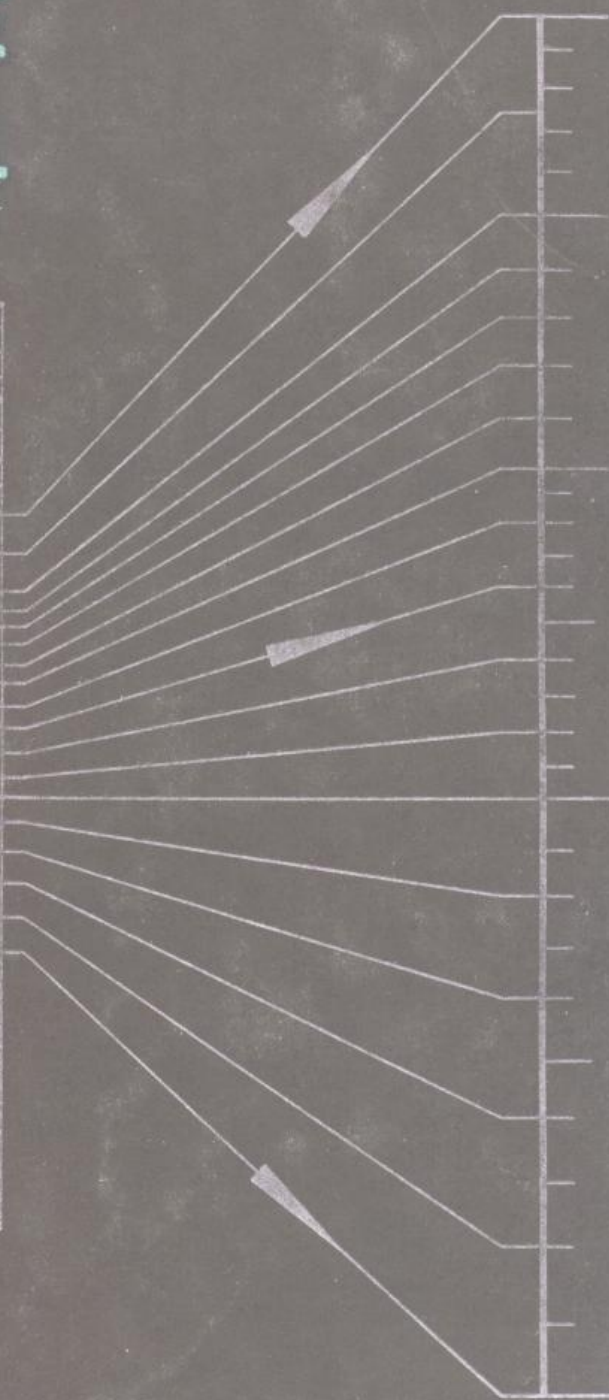
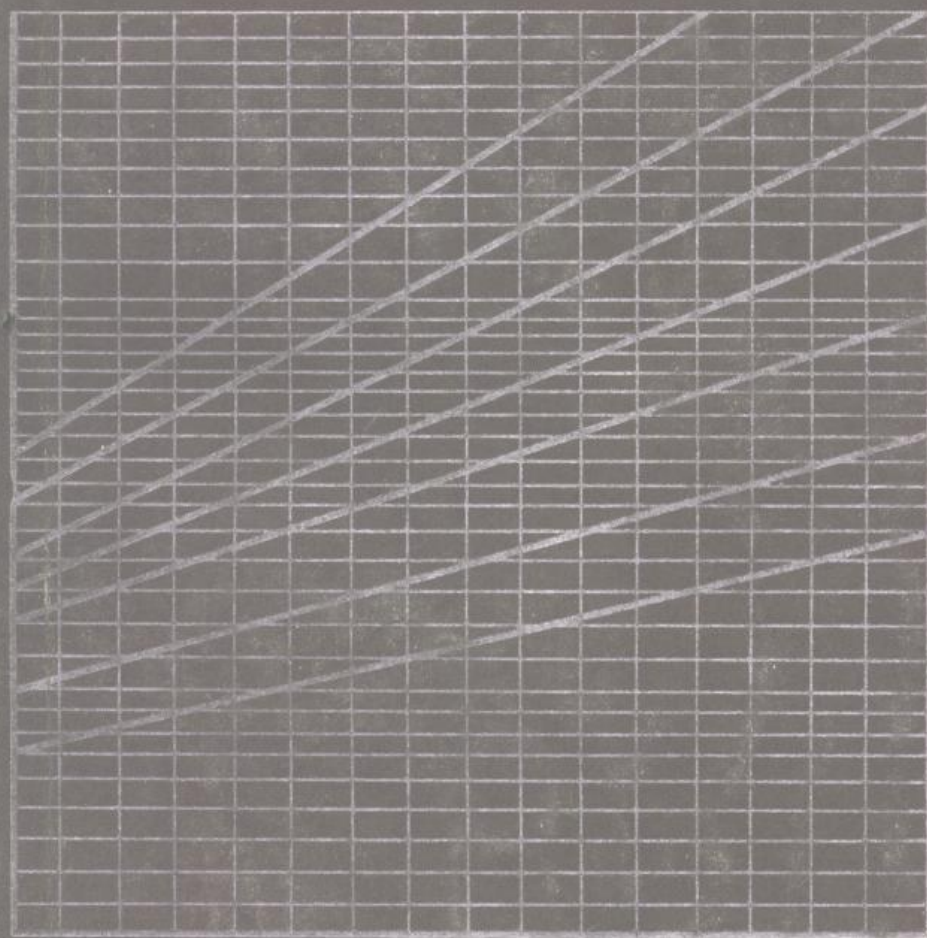


许茂宗 编

机械工 程 图 算 手 册



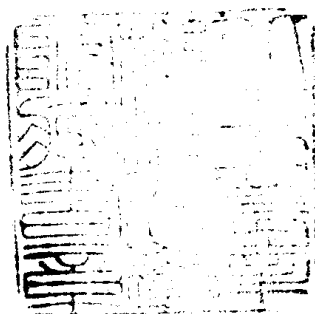
JIXIE GONGCHENG
TUSUAN SHOUC

天津科学技术出版社

TH-62

机械工工程图算手册

许 茂 宗 编



天津科学技术出版社

内 容 提 要

图算是一种多年来行之有效、深受欢迎的设计计算方法，在电子计算机迅速发展普及的今天，仍有其不可忽视的作用，这完全是由于它具有使用简便、过程迅速和不易发生错误等优点的缘故。

本手册收集了机械力学、材料力学、流体力学、热工、液压和机械零件设计等方面的算图二百四十余幅，并附有说明、示例和有关数据，可供广大工程技术人员、工科院校师生和初学设计计算的工人、干部参考使用。

机械工程图算手册

许茂宗 编

责任编辑：杨岳霖

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店天津发行所发行

开本 787×1092毫米 1/16 印张 34.5

一九八四年四月第一版

一九八四年四月第一次印刷

印数：1—23,730

书号：15212·118 定价：5.00元

前 言

算图即Nomography, 音译为诺模图, 来源于希腊文νομοζ (规律) 和γραφω (描绘) 两字, 意为有规律的图表。自从二十世纪初叶, 法国数学家阿肯 (D'ocagne) 首创诺模图理论之后, 图算技术相继在欧美兴起。至三十年代, 诺模图已为科学技术工作者所掌握, 并乐于采用。如英国皇家航空学会编制的成套科学技术算图资料, 简称ESDU, 直到最近还在增补发行。苏联于1932年就在重工业部设立了诺模图设计局。日本当前处于电子计算技术和袖珍计算器极为普及的时期, 但诺模图仍在各个领域不断发展和应用。在我国许多省、市都有图算学会组织, 并经常进行学术活动, 受到广大科技工作者的重视。

算图为单线图、网络图和列线图的总称, 归纳起来有如下优点:

1) 算图是依据平面几何和解析几何的原理, 按给定的方程式设计制成的一式一图或图表合一的算图。对繁琐复杂的计算公式, 只要几分钟就可在算图上求得答案, 简捷准确。

2) 每个算图可作多种形式相同的公式求解用, 虽经多次使用, 其图不变, 如同算盘一样。

3) 算图按一定规律作图, 各种标值均有相应的标尺与之对应, 所有内插数值, 均按标准模尺度量, 精度一般可达有效数字三位, 完全可以满足一般工程计算的需要。

4) 对一些计算中间的无用数值, 在算图上只须用一个中转轴线上的中转点来表示就可以了, 因此可以大大简化计算过程。

5) 算图的适用性较广泛, 不受使用者专业知识和文化程度的限制。只要使用程序和所取的单位正确, 就能求得正确答案, 这对初学设计计算的人十分有利。

有鉴于此, 编者经过多年收集, 把零星散在于各书刊杂志的算图, 经过挑选验算, 并按我国现行标准, 对名称、符号和单位作了统一修正, 补充了必要的表列数据, 编辑成这本《机械工程图算手册》。

本书所列算图基本采用国际单位制 (SI) 规定的计量单位, 同时考虑工程习惯, 部分采用一些通行的工程单位, 如公斤力 (kgf)、千卡 (kcal) 等。各种量和单位的符号列于附录一, 供读者熟习对照。在算图上求解时, 首先必须对题目给定的计量单位与算图各标尺上的计量单位进行核对, 如不一致时必须进行换算, 以免结果有差错。

使用算图必须准备下列工具：

- 1) 一般的透明直尺；
- 2) 划有十字线的透明胶板或在三角板的任一边刻划垂直线，两块三角板合并使用更为方便；
- 3) 削尖的硬铅笔；
- 4) 为了保护算图，求解时应在图上附贴一张透明的塑料薄膜，以免弄脏图面。

图算技术开辟了通向快速计算工程问题的捷径，凡具备一般技术基础知识的技术人员、学生和具有一般技术经验的工人都能掌握这一科学工具。只要能按算图示例多做练习，一旦掌握，就能得心应手，准确无误。

由于编者水平有限，书中谬误之处在所难免，切望读者不吝指正。

编 者
一九八二年于天津

目 录

一、机械力学方面算图

图1-1	向心加速度·向心力算图	3
图1-2	振动加速度·振幅·频率·速度算图	5
图1-3	直径·转速·圆周速度算图	7
图1-4	转矩·转速·转动半径·作用力算图	9
图1-5	线速度·转速·作用力·功算图	11
图1-6	圆柱体重量算图	13
图1-7	椭圆柱体重量算图	17
图1-8	四方柱体重量算图	19
图1-9	六方柱体重量算图	21
图1-10	空心圆柱体重量算图	23
图1-11	平板重量算图	25
图1-12	圆板重量算图	27
图1-13	钢球体重量算图	29
图1-14	往复运动曲柄-连杆机构转矩算图	31
图1-15	连杆转动惯量算图	33
图1-16	均质构件转动惯量算图	35
图1-17	椭圆柱体转动惯量算图	37
图1-18	圆、椭圆柱体绕横轴回转的转动惯量算图	39
图1-19	空心圆柱体转动惯量算图	41
图1-20	截锥体转动惯量算图	44
图1-21	四方矩体转动惯量算图	46
图1-22	圆环转动惯量算图	48
图1-23	外半圆环转动惯量算图	50
图1-24	内半圆环转动惯量算图	52
图1-25	转轴不通过物体重心回转的转动惯量算图	54
图1-26	转动惯量·转速·能量算图	56
图1-27	能量·转速·飞轮惯量算图	58
图1-28	圆柱体飞轮·滑轮·圆柱齿轮的飞轮惯量算图	60
图1-29	冲床最大冲力算图	62
图1-30	皮带运输机搬运能力算图	64
图1-31	皮带运输机驱动马力算图	66
图1-32	斗式提升机搬运能力算图	68
图1-33	斗式提升机驱动马力算图	70
图1-34	组合滑轮拉力算图	71
图1-35	绞筒卷绕钢丝绳长度算图	73
图1-36	卷扬机驱动功率算图	75

图1-37 内燃机飞轮与轮径算图	77
图1-38 活塞直径·行程·平均速度算图	80
图1-39 内燃机马力与缸径算图	82
图1-40 往复泵马力·活塞直径·作用力·流量算图	85
图1-41 升降机电荷·速度·电机功率算图	87
图1-42 升降机速度·蜗轮齿数·绳轮直径算图	89

二、材料力学方面算图

图2-1 应力·应变·弹性模量算图	93
图2-2 载荷·截面积·应力算图	96
图2-3 载荷·截面积·伸长与压缩量算图	98
图2-4 直梁载荷·断面系数·应力算图	100
图2-5 曲梁弯曲应力与总应力算图	102
图2-6 扭矩·极断面系数·应力算图	104
图2-7 圆和椭圆截面惯性矩·断面系数算图	106
图2-8 矩形截面惯性矩·断面系数算图	108
图2-9 空心圆截面惯性矩·断面系数算图	110
图2-10 异形截面惯性矩算图	112
图2-11 梯形截面重心·截面积·断面系数算图	114
图2-12 空心与实心圆截面积惯性矩·极断面系数算图	116
图2-13 空心圆轴等效实心圆轴算图	118
图2-14 带孔圆截面惯性矩·断面系数算图	120
图2-15 带单键槽圆截面惯性矩·断面系数算图 (轴径20~65mm)	122
图2-16 带单键槽圆截面惯性矩·断面系数算图 (轴径68~200mm)	123
图2-17 带双键槽圆截面惯性矩·断面系数算图 (轴径20~65mm)	125
图2-18 带双键槽圆截面惯性矩·断面系数算图 (轴径68~200mm)	126
图2-19 正多边形截面惯性矩·断面系数算图	128
图2-20 正多边形杆件单位扭角算图	130
图2-21 正多边形杆件最大剪切应力算图	132
图2-22 矩形杆件单位扭角算图	134
图2-23 矩形杆件剪切应力算图	137
图2-24 带孔圆轴单位扭角算图	139
图2-25 带孔圆轴最大剪切应力算图	141
图2-26 带单键槽圆轴单位扭角算图 (轴径20~65mm)	143
图2-27 带单键槽圆轴单位扭角算图 (轴径68~200mm)	144
图2-28 带单键槽圆轴最大剪切应力算图 (轴径20~60mm)	146
图2-29 带单键槽圆轴最大剪切应力算图 (轴径68~200mm)	147
图2-30 带双键槽圆轴单位扭角算图 (轴径20~62mm)	149
图2-31 带双键槽圆轴单位扭角算图 (轴径65~200mm)	150
图2-32 带双键槽圆轴最大剪切应力算图 (轴径20~60mm)	152
图2-33 带双键槽圆轴最大剪切应力算图 (轴径62~200mm)	153
图2-34 开口薄壁杆件单位扭角算图	155
图2-35 开口薄壁杆件最大剪切应力算图	157

图2-36	闭口薄壁杆件单位扭角算图	159
图2-37	闭口薄壁杆件最大剪切应力算图	161
图2-38	集中载荷梁支反力算图	163
图2-39	分布载荷梁支反力算图	165
图2-40	集中载荷梁弯矩算图	167
图2-41	分布载荷梁弯矩算图	169
图2-42	集中与分布载荷梁挠度算图	171
图2-43	梁和轴偏转角算图	173
图2-44	长杆惯性半径·柔度算图	175
图2-45	细长杆柔度·临界载荷算图(欧拉法)	176
图2-46	长杆柔度·临界载荷算图(朗肯法)	181
图2-47	长杆柔度·载荷·应力算图(折合系数法)	183
图2-48	空心圆长杆惯性半径·柔度算图	186
图2-49	中柔度长杆稳定安全系数算图	188
图2-50	大柔度细长杆稳定安全系数算图	190
图2-51	短柱偏心载荷·应力算图	192
图2-52	大柔度活塞杆惯性半径·柔度·折合长度·许用载荷算图	194

三、水力·流体·热力学方面算图

图3-1	气体常数·比重·比容算图	199
图3-2	气体分子量·比重算图	201
图3-3	液体温度·比重算图	203
图3-4	饱和及过热蒸气比重与比容算图	206
图3-5	空气湿分(水分)算图	208
图3-6	气体动力粘度算图	211
图3-7	液体动力粘度算图	213
图3-8	动力粘度·运动粘度算图	216
图3-9	压缩气体绝热变化压力·容积算图	218
图3-10	压缩气体绝热变化容积·温度算图	220
图3-11	压缩空气等量大气算图	222
图3-12	位置水头算图	224
图3-13	速度水头算图	226
图3-14	水的排出速率算图	228
图3-15	阀·管接头当量长度算图	230
图3-16	送水管直径与流量算图	232
图3-17	送风管直径·风速·风压算图	234
图3-18	通风机空气马力算图	236
图3-19	通风机翼轮算图	238
图3-20	离心水泵比速率算图	240
图3-21	离心泵轮径·圆周速度·切线分速算图	242
图3-22	轴流泵流量·轮径·扬程算图	244
图3-23	泵的马力算图	246
图3-24	往复式空压机马力算图	248

图3-25	往复式空压机压缩比·行程·转速·缸径算图	250
图3-26	空压机供气量·压力·储气罐容积算图	252
图3-27	储气罐容积·空压机供气量·供气时间算图	254
图3-28	油的温度·运动粘度算图	256

四、液压·气压系统方面算图

图4-1	流速·运动粘度·雷诺数算图	261
图4-2	流量·运动粘度·雷诺数算图	263
图4-3	流速·运动粘度·雷诺数·摩擦阻力系数算图	265
图4-4	管内流速算图	267
图4-5	层流流速·单位压力损失算图(管径 $\phi 60$ 以下)	269
图4-6	层流流量·单位压力损失算图(管径 $\phi 25 \sim \phi 250$)	271
图4-7	紊流流速·单位压力损失算图	273
图4-8	扩·缩管路局部压力损失算图	275
图4-9	扩散管·折管·入口处局部压力损失算图	277
图4-10	弯管·叉管·出口处局部压力损失算图	279
图4-11	油泵·油马达功率算图	281
图4-12	油泵·油马达转矩算图	283
图4-13	油泵·油马达流量算图	285
图4-14	齿轮油泵排油量算图	287
图4-15	叶片油泵排油量算图	289
图4-16	柱塞油泵排油量算图	291
图4-17	油马达回转加速度算图	293
图4-18	油马达加速所需时间算图	295
图4-19	油马达回转能量与停止角算图	297
图4-20	作动筒推力算图	299
图4-21	作动筒拉力算图	301
图4-22	气动推力作动筒耗气量算图	303
图4-23	气动拉力作动筒耗气量算图	305
图4-24	作动筒载荷加速力算图	307
图4-25	作动筒载荷加速时间与加速距离算图	309
图4-26	作动筒行程所需时间算图	311
图4-27	作动筒马力算图	313
图4-28	薄壁型液压作动筒壁厚算图	315
图4-29	厚壁型作动筒和管应力算图	317
图4-30	薄壁型作动筒在压力作用下直径膨胀算图	319
图4-31	作动筒活塞杆极限长度算图	321
图4-32	导管理论破裂压力算图	323
图4-33	液压泵站发热·系统散热·冷却通风量算图	325
图4-34	气压系统导管串联·并联·串、并联压力损失算图	328

五、机械零件方面算图

I 连接件

图5-1	螺栓直径·载荷·应力算图	335
图5-2	紧连螺栓接预紧力·预紧力矩算图	337
图5-3	成组螺栓紧连接预紧力·扭矩·摩擦系数算图	340
图5-4	螺栓螺纹面压算图	342
图5-5	钢构件搭铆与对铆连接强度算图	344
图5-6	容器搭铆·平板对铆连接铆钉强度算图	346
图5-7	悬臂梁铆钉连接强度算图	348
图5-8	铆缝抗剪强度验算图	352
图5-9	铆缝抗挤强度验算图	354
图5-10	铆钉连接效率算图	356
图5-11	钢构件对接焊·搭接焊强度算图	358
图5-12	焊接构件弯矩·应力算图	360
图5-13	焊接构件扭矩·应力算图	362
图5-14	平键连接剪切应力算图	364
图5-15	平键连接挤压应力算图	366
图5-16	花键连接挤压应力算图	368
图5-17	过盈连接扭矩·压强算图	371
图5-18	过盈连接过盈配合量·压强算图	373
图5-19	过盈连接包容件外壁切向应力算图	376
图5-20	过盈连接包容件内壁、被包容件内、外壁切向应力·内壁面复合应力算图	378

I 传动轴与传动元件

图5-21	传动轴直径·功率·强度算图	381
图5-22	传动轴直径·功率·扭转刚度算图	383
图5-23	传动轴跨距·载荷·挠度算图	385
图5-24	空心传动轴直径·功率·扭矩算图	387
图5-25	传动轴直径·扭-弯等效力矩·强度算图	389
图5-26	集中载荷传动轴临界转速算图	391
图5-27	分布载荷传动轴临界转速算图	394
图5-28	传动轴合成临界转速算图	396
图5-29	皮带主动轮轮径·转速·线速度算图	398
图5-30	皮带从动轮轮径算图	400
图5-31	皮带包角算图	402
图5-32	平皮带拉力比算图	404
图5-33	三角带拉力比算图	406
图5-34	皮带·滚子链·齿形链离心作用拉力算图	408
图5-35	平皮带截面积算图	410
图5-36	三角带传递功率·根数算图	413
图5-37	平皮带轮轴载荷算图	416
图5-38	三角带轮轴载荷算图	418
图5-39	平皮带轮轮辐宽度算图	421
图5-40	皮带传动装置的皮带拉力·功率算图	423
图5-41	轮缘极限转速·线速·应力算图	425
图5-42	皮带展开长度算图	427

图5-43	滚子链与齿形链拉力·功率算图	429
图5-44	滚子链链轮齿数·平均速度算图	431
图5-45	滚子链和齿形链计算功率与滚子链图表功率算图	433
图5-46	滚子链与齿形链图表功率·链速·链子型号算图	436
图5-47	滚子链和齿形链链轮齿数·轮距·展开节数算图	438
图5-48	滚子链和齿形链链节数·节线长·轮距算图	440
图5-49	凸缘联轴节扭矩·强度算图	442
图5-50	圆盘离合器轴向推力算图	444
图5-51	圆锥离合器轴向推力算图	447
图5-52	圆锥离合器面压算图	449
图5-53	带制动器载荷·制动力矩·制动力算图	451
图5-54	带制动器紧边拉力·平均压力算图	453
图5-55	瓦块制动器制动力矩·压力算图	456
图5-56	棘轮扭矩·节距·应力算图	458
图5-57	自锁偏心轮升距·基圆半径算图	460
III 齿轮与齿轮模数·周节算图		
图5-58	圆柱齿轮模数·周节算图	462
图5-59	齿轮齿数·速比算图	464
图5-60	直齿圆柱齿轮模数·分度圆周速度·功率算图	466
图5-61	直齿圆柱齿轮分度圆作用力算图 (Lewis公式)	468
图5-62	直齿圆柱齿轮许用应力算图 (Lewis公式)	471
图5-63	直齿圆柱齿轮接触压力算图	473
图5-64	斜齿圆柱齿轮倾斜角·法线模数·当量齿数算图	476
图5-65	直齿圆锥齿轮锥角·齿数·当量齿数算图	478
图5-66	直齿圆锥齿轮圆锥角算图	480
图5-67	蜗轮周节·蜗杆导程角·转速·功率算图	482
图5-68	铸铁齿轮轮辐宽度算图	484
IV 轴承		
图5-69	滚珠轴承载荷率·型号算图	486
图5-70	滚针轴承直径·长度·载荷算图	489
图5-71	滑动轴承载荷·强度算图	491
图5-72	滑动轴承单位压力·轴表面速度·摩擦功算图	494
图5-73	滑动轴承表面积·散热量算图	496
图5-74	滑动轴承系数·油膜厚度比算图	498
图5-75	止推滑动轴承载荷·单位压力·肩径算图	501
V 弹性元件		
图5-76	圆柱螺旋弹簧极限载荷·单圈变形量·应力算图	503
图5-77	圆柱螺旋弹簧有效圈数·载荷·变形量算图	506
图5-78	圆柱螺旋弹簧刚度算图	508
图5-79	圆柱螺旋弹簧串联刚度算图	510
图5-80	方料卷绕圆柱螺旋弹簧的极限载荷·单圈变形量·应力算图	512
图5-81	圆柱螺旋扭转弹簧扭矩·扭转变形量·应力算图	515
图5-82	片簧与板叠簧载荷·变形量·应力算图	517

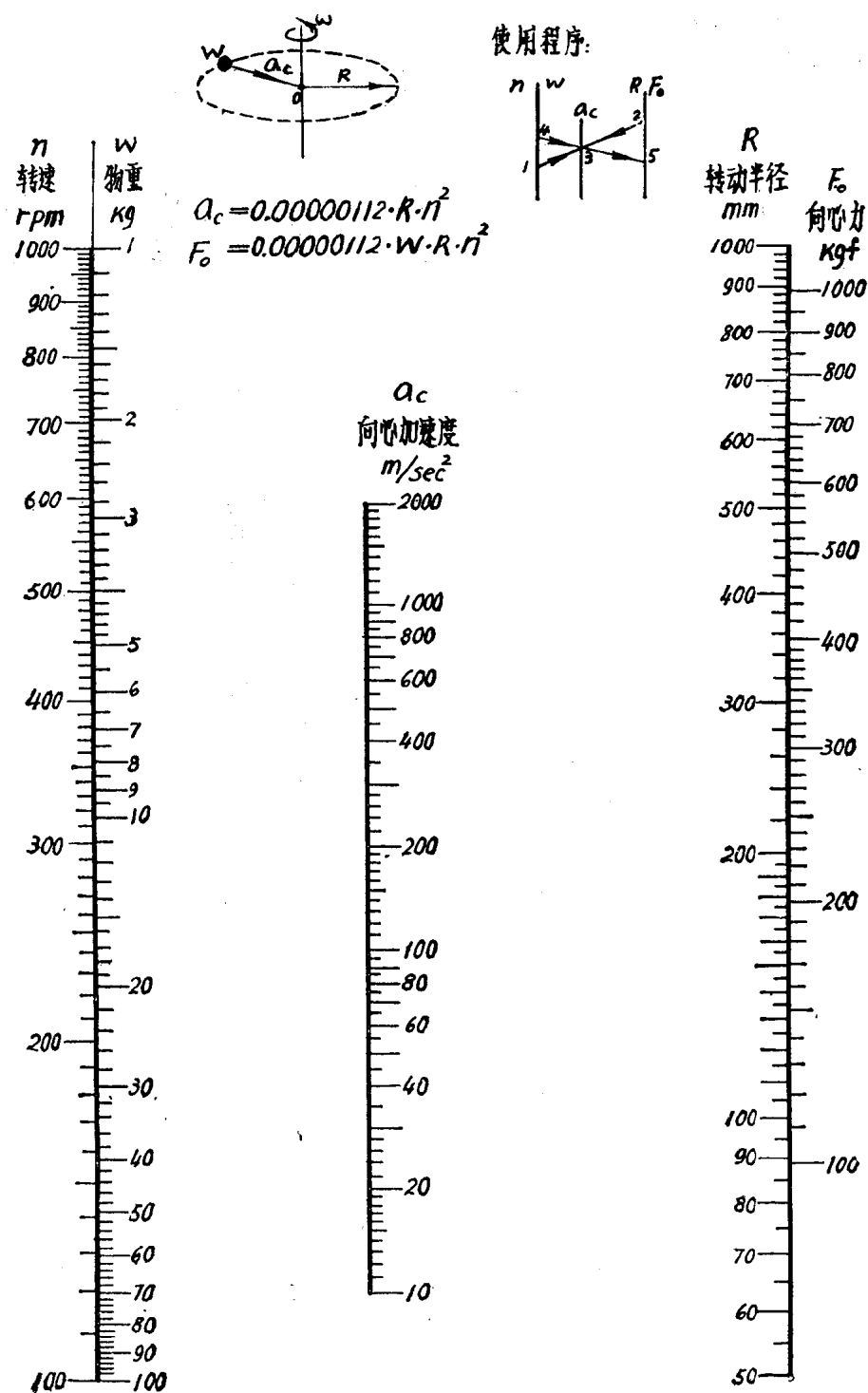
图5-83 圆柱螺旋弹簧固有振动频率算图	519
图5-84 弹簧载荷·刚度·振动频率算图	521

附 录

附录一 本书采用的符号与单位	525
附录二 常用数表及算图	531
1.两数平方和及其平方根算图	531
2.已知直角三角形一角和邻边求对边算图	532
3.优选法求优选范围两优选值 u_1 和 u_2 算图	533
4.英制-公制热、功、功率和比重换算图表	534
5.英制-公制重量、长度、面积、体积和压力换算图表	535
附录三 常用材料的主要机械性能与许用应力表	536
1.轴常用材料的主要机械性能及许用应力表	536
2.机械制造业中常用钢、铸钢及铸铁的机械性能及许用应力表	537
附录四 本书采用的表列数据目录	538
主要参考资料	540

一、机械力学方面算图

图1-1 向心加速度·向心力算图



【说明】 在机构运动中，常见到作匀速圆周运转的物体，计算其向心加速度的公式为

$$a_c = R \cdot \omega^2 = R \left(\frac{2\pi \cdot n}{60} \right)^2$$

$$= 0.00000112 \cdot R \cdot n^2 \quad (1-1)$$

式中 a_c ——向心加速度 m/s^2 ;
 R ——物体转动半径 (算图为mm) m ;
 n ——物体转速 rpm ;
 ω ——角速度 rad/s 。

计算其向心力的公式为:

$$F_0 = m \cdot a_c = \frac{W}{g} n^2 \quad (1-2)$$

式中 F_0 ——向心力 kgf ;
 W ——运动物体的重量 kg ;
 m ——运动物体的质量 $\text{kgf} \cdot \text{s}^2/\text{m}$;
 g ——重力加速度, 9.81 m/s^2 ;

图1-1就是为表达1-1和1-2公式而设计制成的向心加速度和向心力算图。

【示例】 某作匀速圆周运转物体的重量 W 为10kg，转动半径 R 为0.5m，转速 n 为200rpm，试求这物体的向心加速度和向心力。

按本图所示的使用程序求解。

步骤 I：按1→3←2序号求出向心加速度 a_c 。

用直尺跨在 n 标尺与 R 标尺上已知数值处 ($n=200\text{rpm}$, $R=0.5\text{m}$)。按1→3←2序号的指向，在 a_c 标尺上读得物体的向心加速度为220 m/s^2 。

步骤 II：按4→3→5序号求出向心力 F_0 。

用直尺跨在 W 标尺已知数值为10kg与已求得的 a_c 标尺数值为220 (原序号3) 处。沿着4→3→5序号的指向，在 F_0 标尺上读得物体向心力为225kgf。

图1-2 振动加速度·振幅·频率·速度算图

使用程序:

I. 已知 v 、 f 求 A ; II. 已知 v 、 f 求 V_a ; III. 已知 A 、 V_a 求 f_t 、 v .

$$V_a = \frac{A \cdot f^2}{250}$$

$$v = 2\pi \cdot f \cdot A$$

