

机械设计基础算图

BASIC NOMOGRAMS FOR MACHINE DESIGN

青島市重工業局機械研究所

前 言

无论在哪个行业，都会经常遇到各种各样的机械设计计算问题。解决这些问题，可以用计算尺、手摇计算机或电子计算器等，但如果使用算图，则在很多场合下更为简便、方便。用算图求解迅速，不会出错，容易掌握，可以反复使用。使用算图可以大大地缩短计算时间，提高工作效率，使人们摆脱单调而繁琐的代数公式的过程，把腾出的宝贵时光用到其它更为必要的技术性工作上。在我国进行现代化建设的新的历史时期的今天，这是符合广大技术人员的愿望的。

结合工作需要，我们绘制了一些算图，其目的在于解决自身工作中的一些计算问题。现在应一部分同志的要求，增补了一些内容，印刷后与兄弟单位交流。

由于机械的应用范围极广，有些参数变化范围很大，算图中不可能全部包括。遇到这种情况时，可以先选择适当的数字（例如参数的 $\frac{1}{10}$ 、 $\frac{1}{100}$ ……倍或10、100……倍）用算图计算，然后用通常笔算定位的方法确定答案数值大小。

在本书的编绘过程中，得到了我所党政领导和青岛市机械学会的重视和大力支持，从各方面保证了工作的顺利进展。完稿后我们先后请我所学术委员会和山东化工学院机械零件教研室作了审校。他们提出了不少宝贵意见，在此谨向参加审校的同志们表示衷心的感谢。

由于我们专业水平的限制和经验的缺乏，其中一定还会存在不少缺点和错误，欢迎从事机械设计和算图研究的行家和使用本书的同志们提出宝贵的建议和意见。

编 绘 者

一九八〇·七·

目 录

第一部分 常用单位换算

算图 1—1	长度单位换算 (I)	(2)
算图 1—2	长度单位换算 (II)	(3)
算图 1—3	面积单位换算	(4)
算图 1—4	容积和体积单位换算	(5)
算图 1—5	重量单位换算	(6)
算图 1—6	比重单位换算	(7)
算图 1—7	中碳钢、高碳钢和合金钢的硬度及强度换算	(9)
算图 1—8	低碳钢硬度及强度换算	(10)
算图 1—9	温度单位换算	(11)
算图 1—10	粘度单位换算 (I)	(12)
算图 1—11	粘度单位换算 (II)	(13)
附录一	各种粘度单位换算表	(14)
算图 1—12	线载荷单位换算	(15)
算图 1—13	压强单位换算	(16)
算图 1—14	角度和角速度、转速单位换算	(17)
算图 1—15	速度单位换算 (I)	(18)
算图 1—16	速度单位换算 (II)	(19)
算图 1—17	流量单位换算 (I)	(20)
算图 1—18	流量单位换算 (II)	(21)
算图 1—19	力矩、功和功率单位换算 (I)	(22)
算图 1—20	力矩、功和功率单位换算 (II)	(23)

第二部分 基本计算

算图 2—1	载荷、横截面积和应力	(26)
算图 2—2	弹性模量、应力和应变	(28)
算图 2—3	转速、直径和线速度	(30)
算图 2—4	功率、转速和扭矩	(32)
算图 2—5	椭圆和圆截面的轴惯性矩和抗弯截面模量	(34)
算图 2—6	单键槽、双键槽和带圆孔轴的轴惯性矩和抗弯截面模量	(36)
算图 2—7	圆环截面的轴惯性矩和抗弯截面模量	(40)
算图 2—8	长方形和正方形截面的轴惯性矩和抗弯截面模量	(43)
附录二	常用型材的主要尺寸及力学特性	(46)
算图 2—9	梯形截面的轴惯性矩和抗弯截面模量	(58)

算图 2—10	正六边形和正八边形截面的轴惯性矩和抗弯截面模量	(60)
算图 2—11	弯矩、抗弯截面模量和弯曲应力	(62)
算图 2—12	圆环和圆截面的极惯性矩和抗扭截面模量	(64)
算图 2—13	实心圆轴和空心圆轴的剪应力和等强度空心圆轴	(66)
算图 2—14	长方形截面的单位扭转角和剪应力	(68)
算图 2—15	正三角形、正四边形、正六边形和正八边形截面的单位扭转角和最大剪应力	(72)
算图 2—16	开口薄壁截面的单位扭转角和最大剪应力	(76)
算图 2—17	闭口薄壁截面的单位扭转角和最大剪应力	(80)
算图 2—18	带孔圆轴的单位扭转角和最大剪应力	(84)
算图 2—19	带键槽圆轴的单位扭转角和最大剪应力	(87)
算图 2—20	均质构件的转动惯量	(92)
算图 2—21	转轴不通过重心时物体的转动惯量	(94)
算图 2—22	复摆的转动惯量	(96)
算图 2—23	飞轮矩的计算	(98)
算图 2—24	飞轮、滑轮、圆柱和圆锥齿轮的飞轮矩	(100)
附图 1	两数的平方和及其平方根 (I)	(105)
附图 2	两数的平方和及其平方根 (II)	(106)
算图 2—25	作匀速圆周运动物体的向心加速度和向心力	(107)

第三部分 连接计算

算图 3—1	螺栓的载荷、直径和应力	(110)
算图 3—2	紧连接螺栓直径	(112)
算图 3—3	螺栓的预紧力和预紧力矩	(114)
算图 3—4	螺栓组承受力矩的计算	(116)
算图 3—5	坚固铆缝的抗拉强度	(118)
算图 3—6	受拉坚固铆缝强度的验算	(122)
算图 3—7	铆接结构件承受力矩和剪力时的强度计算	(125)
算图 3—8	受拉焊缝的强度计算	(130)
算图 3—9	承受弯曲力矩焊缝的强度计算	(132)
算图 3—10	承受扭转力矩焊缝的强度计算	(137)
算图 3—11	环头螺栓的应力	(141)
算图 3—12	平键连接计算	(144)
算图 3—13	花键轴承载能力计算	(147)
算图 3—14	传递扭矩所需要的过盈配合压强	(149)
算图 3—15	过盈配合量的计算	(151)
算图 3—16	过盈配合的应力	(154)
算图 3—17	自锁偏心轮的设 计	(158)

第四部分 传动计算

算图 4—1	皮带传动轮的直径	(162)
算图 4—2	皮带的计算长度	(166)
算图 4—3	皮带传动轮的中心距	(172)
算图 4—4	主动皮带轮的包角	(174)
算图 4—5	低速皮带传动的拉力比	(176)
算图 4—6	低速平皮带的有效拉力和主动边拉力	(178)
算图 4—7	高速皮带离心力引起的拉力	(180)
算图 4—8	皮带的强度计算	(182)
算图 4—9	三角皮带的根数	(184)
算图 4—10	皮带轮轴上的力	(186)
算图 4—11	皮带轮的椭圆轮幅尺寸	(189)
算图 4—12	轮缘的拉应力和极限线速度、转速	(192)
算图 4—13	齿轮的齿数与传动比	(194)
算图 4—14	渐开线圆柱齿轮按接触强度的设计计算	(197)
附录三	许用指标 $[K_0]$ 的求法	(202)
算图 4—15	圆柱齿轮的模数和中心距	(214)
算图 4—16	渐开线圆柱齿轮按接触强度的校验计算	(218)
算图 4—17	渐开线正交圆锥直齿轮分度圆直径	(220)
算图 4—18	圆锥齿轮的分度圆锥角	(222)
算图 4—19	斜齿圆柱齿轮和圆锥齿轮的当量齿数	(226)
算图 4—20	棘轮轮齿的强度计算	(230)
算图 4—21	棘爪的强度计算	(234)
算图 4—22	棘轮轴的直径	(236)
算图 4—23	套筒滚子链的平均速度	(238)
算图 4—24	套筒滚子链的长度和中心距	(240)
算图 4—25	低速滚子链传动设计计算	(242)
算图 4—26	中高速滚子链型号的选择	(244)
算图 4—27	圆盘离合器	(248)
算图 4—28	圆锥离合器	(252)

第五部分 梁和轴的计算

算图 5—1	承受集中载荷梁的支反力和最大弯曲力矩	(256)
算图 5—2	承受分布载荷梁的支反力和最大弯矩	(260)
算图 5—3	梁和轴的最大挠度	(264)
算图 5—4	梁和轴的偏角	(268)
算图 5—5	曲梁的弯曲应力	(270)

算图 5—6	轴的强度计算——根据许用弯曲应力求轴径	(274)
算图 5—7	轴的刚度计算——根据许用扭转角求轴径	(276)
算图 5—8	钢质圆轴的轴径和扭转角	(279)
算图 5—9	非钢质轴的扭转角和轴径	(282)
算图 5—10	弯扭联合作用下的轴直径估算 (I)——按当量扭矩计算	(284)
算图 5—11	弯扭联合作用下的轴直径估算 (II)——按当量弯矩计算	(286)
算图 5—12	轴强度的精确校核 (按疲劳强度)	(290)
算图 5—13	轴的临界转速计算	(301)
算图 5—14	轴的临界转速的合成	(306)
算图 5—15	受扭杆的惯性半径和长细比	(308)
算图 5—16	大长细比等截面杆临界载荷的计算 (I)——欧拉公式	(310)
算图 5—17	大长细比等截面杆临界载荷的计算 (II)——稳定系数法	(312)
算图 5—18	中小长细比等截面杆截面面积的计算——折减系数法	(316)

第六部分 液压计算

算图 6—1	雷诺数和管路摩擦阻力系数	(322)
算图 6—2	管道直径、壁厚和内应力的确定	(326)
算图 6—3	管路的压力损失	(332)
算图 6—4	油泵及油马达的功率	(336)
算图 6—5	油泵及油马达的扭矩	(338)
算图 6—6	油泵及油马达的流量	(340)
算图 6—7	液压油箱的供油量计算	(342)
算图 6—8	液压油箱的输出力和扭矩	(347)

第七部分 容器计算

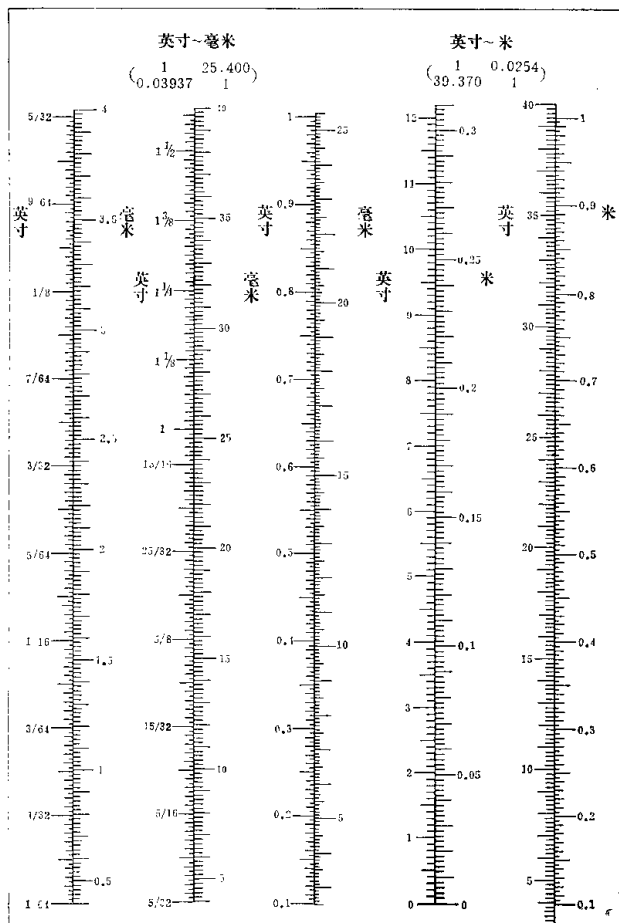
算图 7—1	受内压的薄壁圆筒壁厚的计算	(352)
算图 7—2	受内压的厚壁圆筒壁厚的计算	(354)
算图 7—3	受内压的中等壁厚圆筒壁厚的计算	(356)
算图 7—4	圆筒封头厚度的计算	(358)
算图 7—5	受外压圆筒临界长度和临界压力的计算	(360)
算图 7—6	受外压厚壁圆筒的应力	(364)
算图 7—7	厚壁圆筒承受均匀压力时的圆筒应力	(366)
算图 7—8	圆筒壁的热应力	(369)

第八部分 弹簧和振动

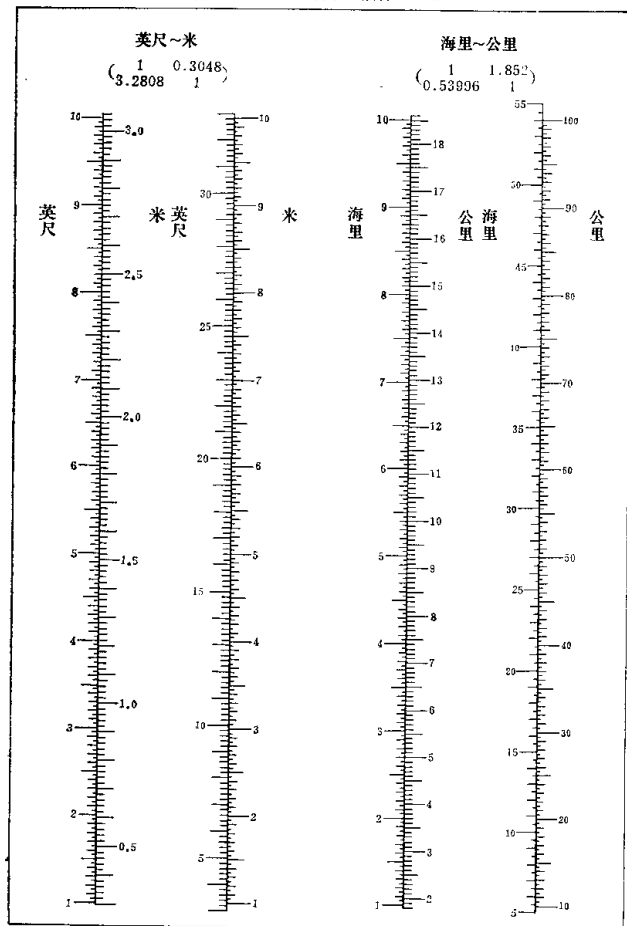
算图 8—1	物体的固有振动频率和周期	(372)
算图 8—2	弹簧刚度	(377)
算图 8—3	圆柱拉压弹簧簧丝的直径和载荷	(380)
算图 8—4	圆柱拉压弹簧的变形量和圈数	(384)
算图 8—5	圆柱扭转弹簧的直径和载荷	(386)

第一部分 常用单位换算

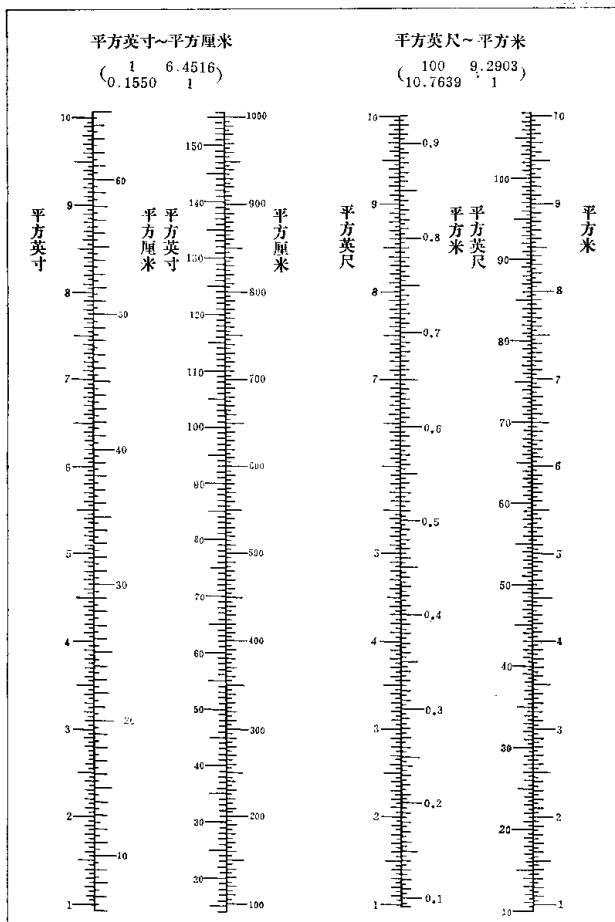
算图1—1 长度单位换算(1)



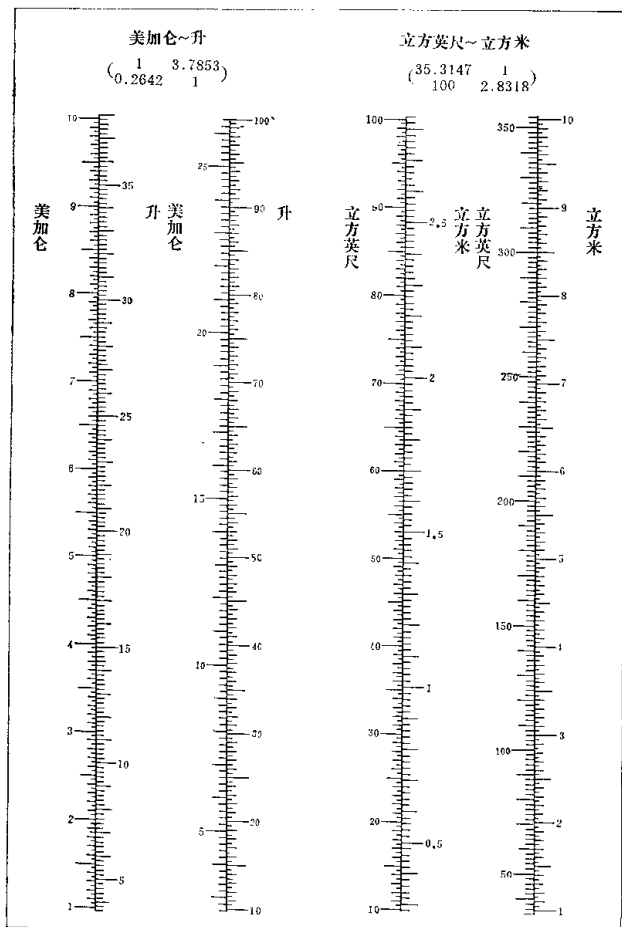
算图 1—2 长度单位换算 (I)



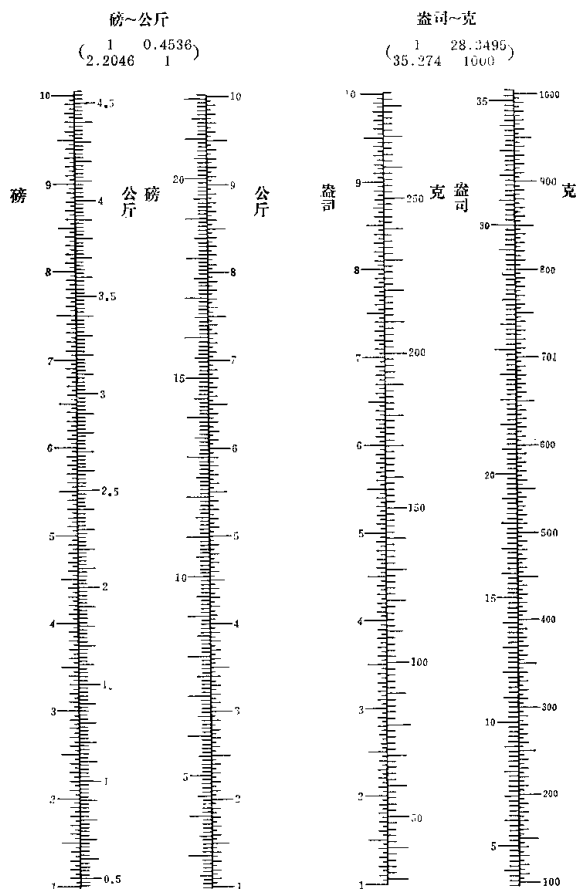
算图1—3 面积单位换算



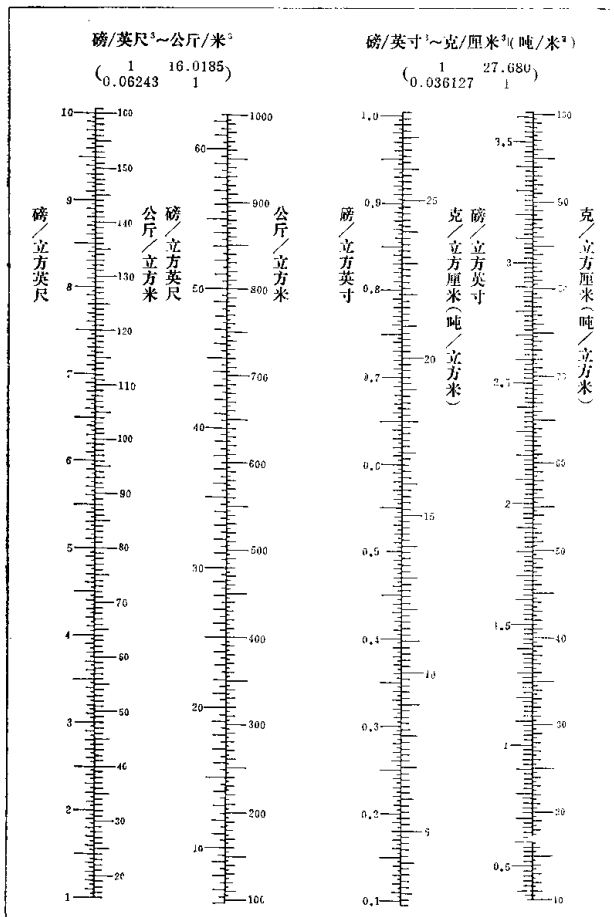
算图 1—4 容积和体积单位换算



算图1—5 重量单位换算



算图1—6 比重单位换算



硬 度								
洛 氏		表 面 洛 氏			维 氏	布 氏	洛 氏	
HRC	HRA	HR15N	HR30N	HR45N	HV	HB30D ²	$\frac{d_{10}, 2d_s}{4d_{2+0.2}}$	HRC
70					1000			70
	85				900			
65		92	80	70	800			65
					700			
60	80	90	75		600			60
				60	500			55
55			70		400	500		50
50	75	85	65	50	300	450	2.8	45
					200	400	3.0	40
45			60	40	100	350	3.2	35
40	70	80	55	30	50	300	3.4	30
					20	250	3.6	25
35		75	50				3.8	20
30			45				4	
25		70	40		220			
20						210		

算图 1—7 中碳钢、高碳钢和合金钢的硬度及强度换算

注：1、本系列图对含碳量由低到高的鋼种基本适用，但只有当試件組織均匀一致时，才能得致較精确的结果。
2、表中洛氏硬度HRC 1.0~19和HRC 20~70区間，以及布氏硬度HB 130~312区間的標号，分別超出金屬洛氏硬度試驗法（GB 230—63）和金屬布氏硬度試驗法（GB 231—63）所规定的范围，仅供参考。
3、不同鋼种仁所标的硬度值，适用于硬度計精度要求不高的一般鋼种。
4、d₁₀和d₂，d₂分別表示鋼球为10、2.5毫米时的压入直径。
5、本图根据GB 1172—74制绘。为了保証一定的准确度而又要使刻痕間距变化基本上无太多，故有少数地方与标准制略有出入。插图1—8。

[illegible]

算图 1—8 低碳钢硬度及强度换算

硬 度						强 度	硬 度
洛 氏	表 面	洛 氏	维 氏	布 氏		抗拉强度	洛 氏
HRB	HRA15T	HR30T	HR45T	HV	HB10D ²	$\frac{d_{10}, 2d_5}{4d_{1.5}}$ 毫米	HRB
100				230			100
	91	80	70	220			
				210			
95	90	78	65	200			95
				190			
	89	76		180			90
90			60	170			
	88	74		160			85
			55	150	140	3.0	
85	87	72		140			
		70		130	130	3.1	80
80	86	68	50	120			
				110			75
	85	66	45	105			
75		64					70
	84	62	40				
		60					65
70	83	58	35				
							60
	82						
65							
	81						
60		56	30	105		3.48	

算图1—9 温度单位换算

