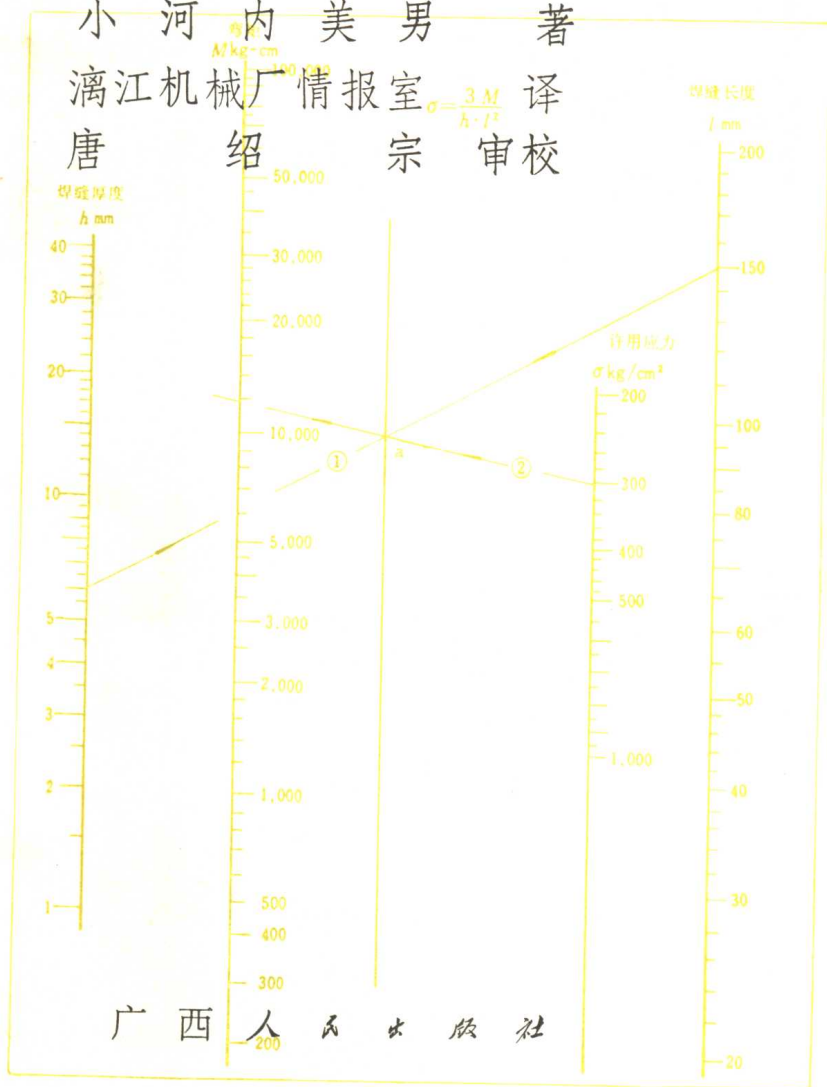


机械设计计算图表集

小河内美男 著
 漓江机械厂情报室 译
 唐绍宗 审校



广西人民出版社

机械设计计算图表集

小河内美男 著
漓江机械厂情报室 译
唐绍宗 审校

广西人民出版社

机械设计计算图表集

小河内美男 著
漓江机械厂情报室 译
唐绍宗 审校

☆

广西人民出版社出版

(南宁市河堤路14号)

广西新华书店发行 广西民族印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 7印张 278千字
1981年2月第1版 1981年2月第1次印刷
印数：1—16,000册

书号：15113·79 定价：0.88元

译 者 的 话

本书于一九七二年出版。著者小河内美男是日本东海大学教授。书中收辑供机械设计用的计算图表共一百零一个，包括材料力学、机械零件及常用各种机械等内容。每一个计算图表除了说明外，还附有例题及解答。

本书的特点，是将机械设计的有关基本计算公式作成计算图表，应用这些图表进行机械设计，它可将复杂的设计计算简便化，设计者只要用一根直尺，便可查得有关数据。

使用计算图表进行设计，它所提供的数据虽然是近似的，但基本上能符合一般设计的要求，同时计算快速简便，因此具有广泛的使用价值。尤其是对文化水平不高的工人，在四化建设中进行技术革新和创造发明时，更能发挥其作用。

为了适应我国一般图书目录的编排习惯和便于读者查阅，在译文中作了新的编排。除外，原书尾按日语字母顺序编排有关名词的索引部分，因考虑到用处不大，在译文中删去了。

本书由张祥英同志翻译，陈新陆同志作了技术指导，姜玉彦、陆家风、苏金榕、周德喜同志绘图。最后由广西大学机械系唐绍宗同志进行审校。

目 录

第一篇 材料力学的计算

一、直径、转速、线速度

图表1—1 直径、转速、线速度	(2)
-----------------	-------

二、载荷、横截面面积、应力、拉伸

图表1—2 载荷、横截面面积和应力	(4)
-------------------	-------

图表1—3 弹性模数、应力、拉伸	(6)
------------------	-------

三、惯性矩、抗弯截面模量

图表1—4 惯性矩与抗弯截面模量	(8)
------------------	-------

图表1—5 矩形截面的 I 和 Z	(10)
-----------------------	--------

图表1—6 空心圆形截面的 I 和 Z	(14)
-------------------------	--------

图表1—7 梯形截面的重心位置、截面面积和抗弯截面模量	(16)
-----------------------------	--------

四、梁、弯矩及应力

图表1—8 梁和弯矩	(18)
------------	--------

图表1—9 梁的弯曲应力	(20)
--------------	--------

图表1—10 曲梁的弯曲应力	(22)
----------------	--------

五、缺口与应力集中

图表1—11 缺口与应力集中	(24)
----------------	--------

六、扭转及抗扭截面模量

图表1—12 圆形截面及空心圆形截面的抗扭截面模量	(26)
---------------------------	--------

图表1—13 同等强度的空心圆轴与实心圆轴	(28)
-----------------------	--------

图表1—14 扭转与应力	(30)
--------------	--------

七、压杆的计算

图表1—15 惯性半径与柔度	(32)
----------------	--------

图表1—16 根据欧拉公式计算临界力	(34)
--------------------	--------

图表1—17 根据兰肯公式计算临界力	(36)
--------------------	--------

图表1—18 根据稳定安全系数计算杆的强度	(38)
-----------------------	--------

八、管的强度

图表1—19 圆筒的应力	(40)
--------------	--------

图表1—20 厚壁圆筒的强度	(42)
----------------	--------

九、圓板的强度

图表1—21 圓板的强度	(44)
--------------	--------

十、偏心载荷

图表1—22 偏心载荷	(46)
-------------	--------

十一、金属杆的重量

图表1—23 金属杆的重量	(48)
---------------	--------

第二篇 机械零件的设计计算

一、螺纹与螺栓

图表2—1 螺栓的强度	(50)
图表2—2 螺栓的直径(将螺母充分紧固时使用)	(52)
图表2—3 螺栓的螺纹接触面上的压力强度	(54)
图表2—4 旋紧螺母时的力矩与螺栓的拉伸力	(56)

二、铆接接缝

图表2—5 铆接接缝的强度	(58)
图表2—6 铆接接缝的效率	(60)
图表2—7 结构件用的铆接缝	(62)
图表2—8 承受回转力的铆接缝	(64)

三、焊接接缝

图表2—9 焊缝的强度	(67)
图表2—10 承受弯矩作用的焊缝A	(70)
图表2—11 承受弯矩作用的焊缝B	(72)

四、轴

图表2—12 轴的扭矩与轴径	(74)
图表2—13 空心圆轴的直径	(76)
图表2—14 同时承受扭转和弯曲的轴	(78)
图表2—15 传动轴的扭转角	(80)
图表2—16 轴的挠度(简支梁)	(82)
图表2—17 两端支承无载荷轴的临界转速	(84)
图表2—18 两端支承轴的频率(振动数)	(86)
图表2—19 临界转速的合成	(88)

五、联轴器

图表2—20 凸缘联轴器	(90)
图表2—21 圆盘离合器	(92)
图表2—22 圆锥式离合器	(94)
图表2—23 圆锥式离合器接触面的压力强度	(96)

六、轴承

图表2—24 有关轴承的各种计算	(98)
图表2—25 轴承的散热能力	(100)
图表2—26 轴承特性系数与油膜厚度	(102)

七、皮带传动装置

图表2—27 开口皮带的长度	(104)
图表2—28 皮带轮的包角	(106)
图表2—29 皮带的拉力比 (P_1/P_2)	(108)
图表2—30 皮带传动装置的马力计算	(110)
图表2—31 三角 (V形) 皮带传动的拉力比 (P_1/P_2)	(112)
图表2—32 平皮带轮椭圆轮辐的尺寸	(114)

八、齿轮传动装置

图表2—33 直齿圆柱齿轮的计算	(116)
图表2—34 齿轮的齿数及速比	(118)
图表2—35 节圆圆周上传递的圆周力	(120)
图表2—36 路易斯公式的许用应力	(122)
图表2—37 直齿圆柱齿轮的模数	(124)
图表2—38 齿轮的抗磨强度 (齿面压力强度)	(126)
图表2—39 斜齿轮的计算	(130)
图表2—40 圆锥齿轮的相当齿数	(132)
图表2—41 圆锥齿轮的圆锥角	(134)
图表2—42 蜗杆的计算	(136)
图表2—43 铸铁齿轮的辐条尺寸	(138)

九、棘轮与制动器

图表2—44 棘轮的计算	(142)
图表2—45 闸瓦制动器	(144)
图表2—46 带式制动器	(146)
图表2—47 带式制动器的平均压力	(150)

十、弹簧

图表2—48 螺旋弹簧 (圆形截面钢丝卷成的)	(152)
图表2—49 弹簧刚度 (螺旋弹簧)	(154)
图表2—50 矩形截面钢丝的螺旋弹簧	(156)
图表2—51 半椭圆形板弹簧 I	(158)
图表2—52A和B 半椭圆形板弹簧 II	(160)
图表2—53 弹簧的固有振动频率	(162)
图表2—54 螺旋弹簧的固有振动频率	(164)

第三篇 各种机械的设计计算

一、起重运输机械

图表3—1	滑轮组	(166)
图表3—2	手摇卷扬机齿轮的速比	(168)
图表3—3	手动架空吊车行走齿轮的速比	(170)
图表3—4	卷筒上缠绕绳缆的长度	(172)
图表3—5	动力卷扬机的功率	(174)
图表3—6	皮带输送机的运输能力	(176)
图表3—7	皮带输送机的功率	(178)
图表3—8	斗式提升机的提升能力	(180)

二、泵

图表3—9	水管的直径与流量	(184)
图表3—10	水泵的功率	(186)
图表3—11	离心水泵的比转速	(188)
图表3—12	离心水泵的各种计算	(190)
图表3—13	轴流泵的计算	(192)

三、鼓风机与空气压缩机

图表3—14	空气的压力、温度与比重	(194)
图表3—15	送风管的直径与风速、风压的关系	(196)
图表3—16	鼓风机的空气马力	(198)
图表3—17	鼓风机叶片的设计	(200)
图表3—18	往复式空气压缩机的马力	(202)
图表3—19	往复式空气压缩机活塞的直径	(204)

四、内燃机

图表3—20	内燃机的马力及气缸的直径	(206)
图表3—21	活塞的直径、行程及平均速度	(208)
图表3—22	汽油机的连杆	(210)
图表3—23	汽油机的曲轴轴径	(212)
图表3—24	内燃机的飞轮	(214)

附录 A	齿轮轮齿的根切与移距齿轮	(128)
附录 B	焊接结构的齿轮	(141)
附录 C	制动器的制动力矩与负载量	(148)
附录 D	吊斗的运动	(182)

序

经验较少的设计人员，尤其在学生当中，可能有人希望将数值代入书中所列的计算公式加以计算，即可直接根据答案进行设计。然而，进行设计并非那样简单，一般是先根据经验对答案给予假定，再根据假定答案进行倒算，然后对计算结果能否满足设计的技术要求加以分析研究。按上述方法进行设计计算不仅是必须的，而且是不可少的；并且常常要经过上述那样反复多次的计算分析，才能勉强地定出适合的尺寸与数据。

根据计算图表计算所得出的数值虽不十分准确，但它能很方便地、既快又简单地求出大致的数值。因此，如上所述，由于设计时假定条件的变化，而必须进行反复多次的计算时，用计算图表就特别方便。

我最早见到的计算图表是1924年在旧制专科学校任教师的时候，那时唯一的参考书是 Lipka 著的《列线图表》一书，日文的还一本也没有。以后，又见到1933年出版的 alock 和 Jones 著的《计算图表》一书。从那时起，我在很长的一段时期内出任机械设计制图的教师，那时为了适应需要，制作了一些计算图表供使用。最近，将这些计算图表再增加几种新的图表，搜集在一起而成本书。可能有不少欠完善之处，但考虑到书中的一些计算图表可供实际使用，方予发表。如能对您的工作有所帮助，则深感荣幸。

此外，若能阅读加藤濑治著的《计算图表的制作方法》一书（工程图书），我想对了解计算图表的制作方法是有益的。

作 者

1972年1月

第一篇 材料力学的计算

图表1—1 直径、转速、线速度

直径为 D cm 的圆，以 N rpm 的转速旋转时，其线速度 V 可由下式得出，

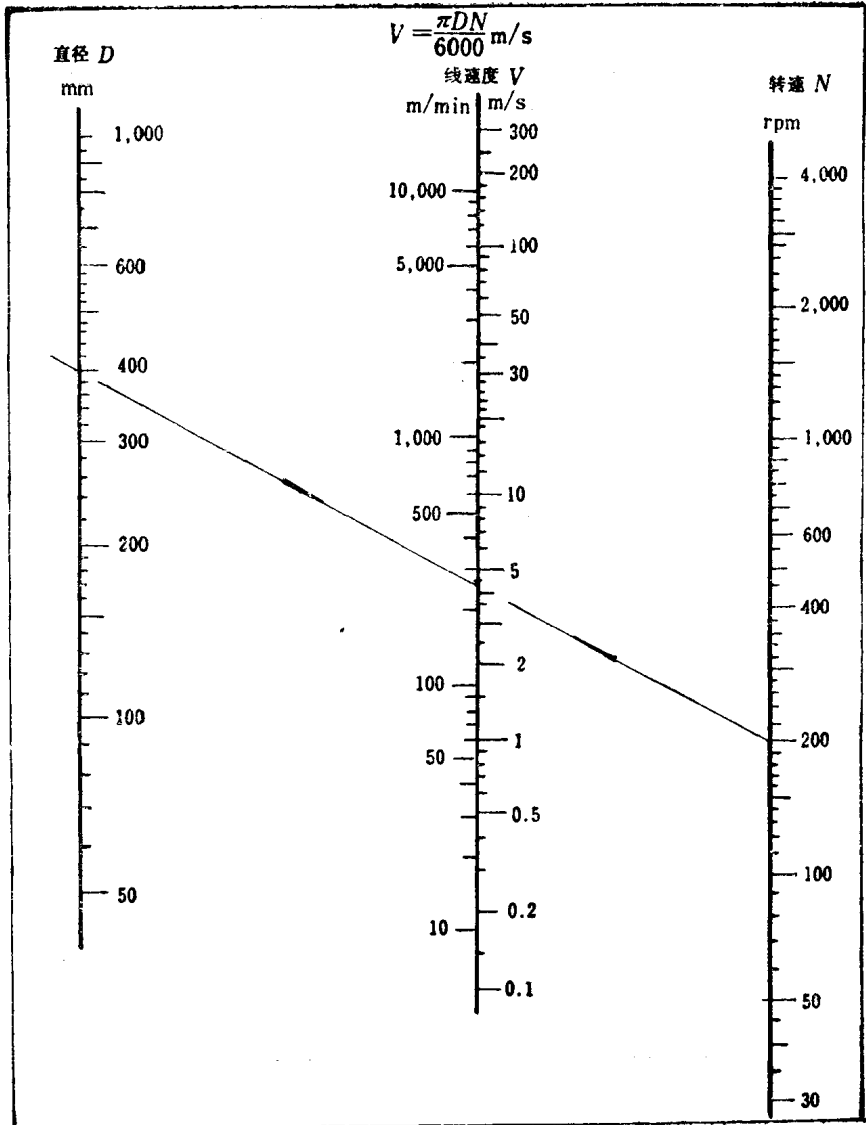
$$V = \frac{\pi DN}{6000} \quad \text{m/s} \quad (1)$$

此式可用于计算轴的线速度、齿轮的节圆线速度和皮带等的线速度。图表1—1表示了(1)式的关系。但由于卷扬机钢丝绳的卷进速度高，一般采用 m/min (米/分) 表示，所以图表中间刻度线的左侧刻度，是将右侧的 m/s (米/秒) 换算成 m/min (米/分) 而刻画成的。

【例题】 直径 D 为 400mm 的圆盘，以 200rpm 的速度旋转，求圆盘的线速度应为多少？

解： 将 D 刻度线上的 400 与 N 刻度线上的 200 连成直线，在 V 刻度线交点上读数为 4.2 m/s (260m/min)，即为所求的线速度。

图表1—1 直径、转速、线速度



图表1—2 载荷、横截面面积和应力

假定对横截面面积为 $A \text{ cm}^2$ 的杆，加以 $P \text{ kg}$ 的拉伸〔压缩或剪切〕载荷，参照图1—1：(a) 为拉伸、(b) 为压缩、(c) 为剪切〕载荷，则杆的横截面所产生的应力（拉伸、压缩、剪切）如下式：

在拉伸、压缩时产生的应力 σ 为

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ kg/cm}^2 \quad (1)$$

在剪切时产生的应力 τ 为

$$\tau = \frac{P}{A} \text{ kg/cm}^2 \quad (2)$$

图表1—2即为表示上式关系的计算图表。还有，当圆杆的直径为 $d \text{ cm}$ 时，由于杆的横截面面积 A 为

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \text{ cm}^2 \quad (3)$$

所以，在 A 刻度线的左侧刻有直径 d 的刻度，当横截面为圆形时，可直接以直径 d 代替面积 A 。

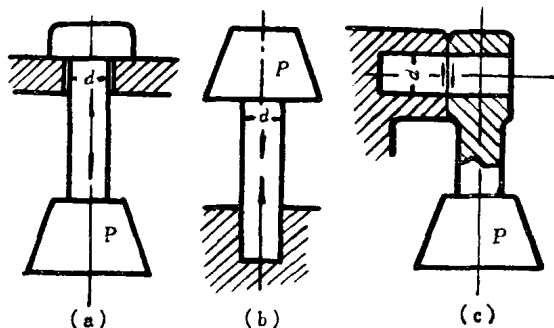


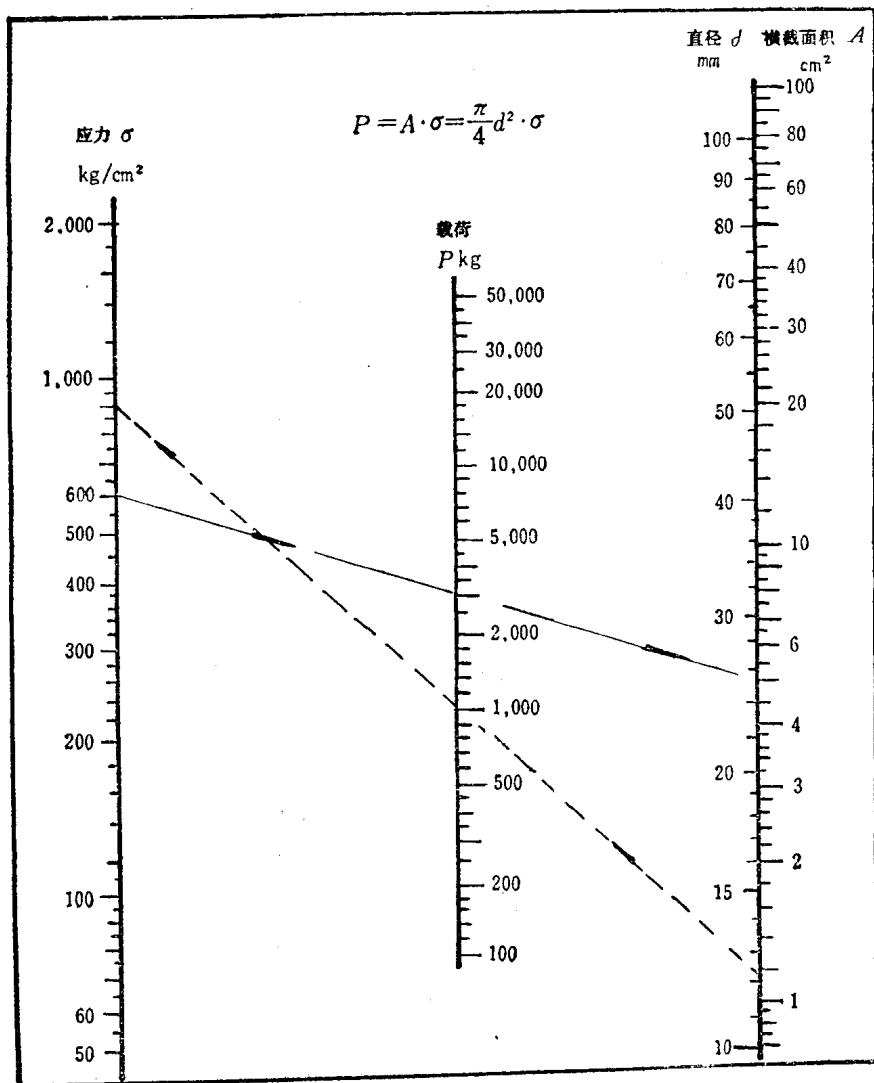
图1—1 单纯应力

各种材料的许用应力，由于材料的使用条件和其他因素不同，笼统地用此图

【例题】 设许用应力 $\sigma = 600 \text{ kg/cm}^2$ ，承受载荷 $P = 3000 \text{ kg}$ 的圆形钢杆，其直径应为多少？

解： 将 σ 刻度线上的 600 与 P 刻度线上的 3000 连成直线，并向右延伸至 d 、 A 刻度线上，即可求得所需的横截面面积 $A \approx 5 \text{ cm}^2$ 及直径 $d \approx 26 \text{ mm}$ 。

图表1—2 载荷、横截面面积和应力



表计算是不可能的。而一般机械所使用的各种材料，当其安全系数为3、5、10时的许用应力如表1—1所示。

表 1—1安全许用应力 (kg/cm²)

材 料 名 称 (JIS 标记代号)	拉 伸 强 度 (kg/cm ²)	安 全 系 数		
		3	5	10
铸 铁 (FC20)	2000	660	400	200
铸 钢 (SC42)	4200	1400	840	420
钢 (S25C)	4500	1500	900	450
钢 (S35C)	5200	1730	1040	520
钢 (S45C)	5800	1930	1160	580
镍铬钢 (SNC1)	7500	2500	1500	750
镍铬钢 (SNC3)	9500	3200	1900	950
锡青铜 (铸)	1800	600	360	180
磷青铜 (铸)	3500	1150	700	350
黄 铜 (铸)	1500	500	300	150
黄 铜 (7 : 3) (压)	3300	1100	660	330
铝 (压)	1000	330	200	100
硬 铝 (压)	4200	1400	840	420

图表1—3 弹性模数、应力、拉伸

对长度为L cm的杆进行拉伸(或压缩)，在截面内产生σ kg/cm²的应力时，材料只伸长(或缩短)Δ cm，而拉伸(压缩)与应力成正比，其关系可由下式表示，

$$E = \sigma \cdot \frac{L}{\Delta} \text{ kg/cm}^2$$

(1)

此时，E称为材料拉伸(压缩)的弹性模数。图表1—3表示了上式的关系。

同样，在材料受剪切时，其关系可由下式表示，

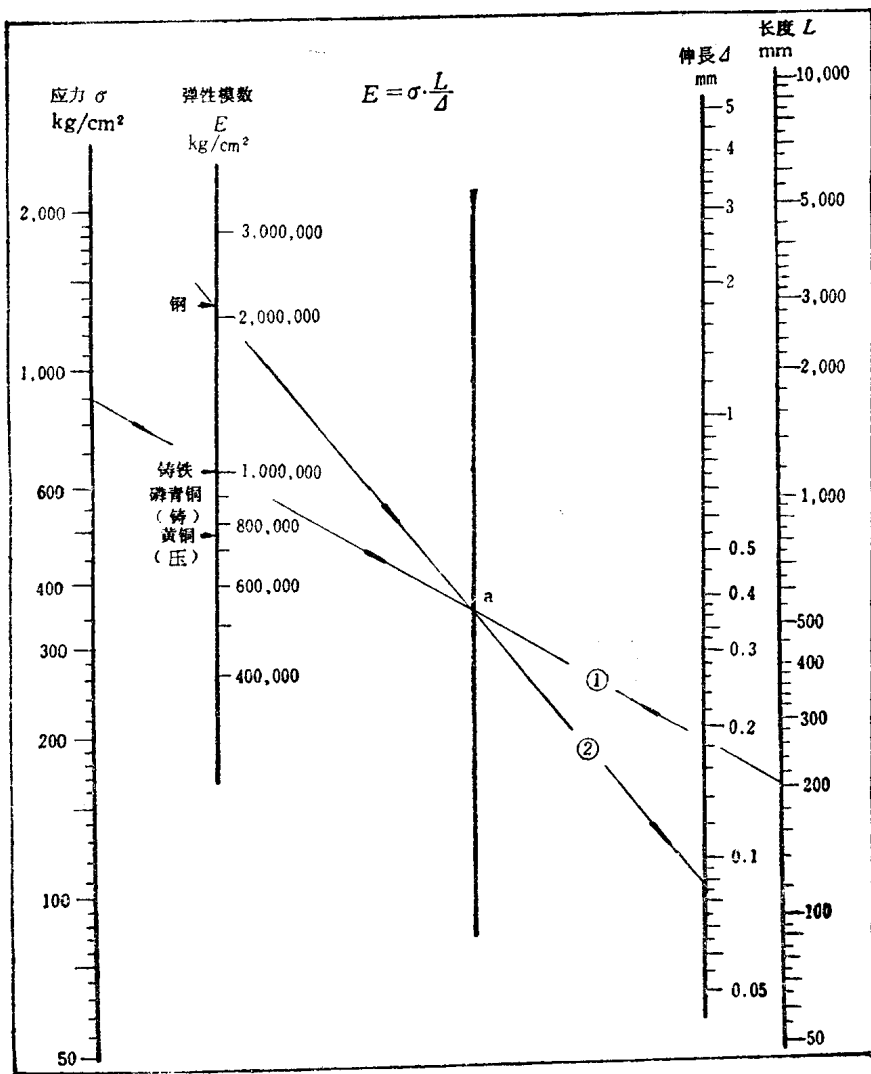
$$G = \tau \cdot \frac{L}{\Delta s} \text{ kg/cm}^2$$

(2)

此时，L与Δs则如图1—2所示，而这种场合的G称为剪切弹性模数。

【例题】 直径d=12mm，长L=200mm的圆形钢杆，承受1000kg载荷时，应拉长多少？
解： 根据图表1—2，直径为12mm的圆杆，承受1000kg载荷时的应力为σ=900kg/cm²（图表中虚线所示）。①将L刻度线上的200与σ刻度线上的900连成直线，与中间无刻度轴线相交于a点。②从E刻度线上钢的刻度点（E=2,100,000）作一通过a点的直线，找出该线与Δ刻度线交点的读数，则可知杆伸长Δ=0.09mm。

图表1—3 弹性模数、应力、拉伸



现将主要材料的E和G的数值列出，如表1—2，以供参考。

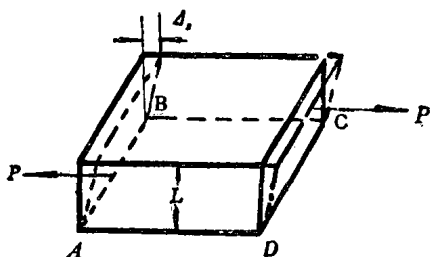


图1—2 剪切应力及变形

另外，E和G之间的关系可表示为

$$G = \frac{E}{2(1+\lambda)} \quad (3)$$

式中λ为泊松比。钢的泊松比约为0.3。

表1—2 各种材料的E和G (kg/cm²)

材 料	E	G
铸 铁	700,000	280,000
铸 钢	2,050,000	—
钢	2,100,000	900,000
特种钢	2,100,000	—
黄 铜 (铸)	650,000	350,000
磷青铜 (铸)	1,000,000	—
铝 (压)	700,000	—
铝 (铸)	650,000	—
硬 铝 (压)	700,000	—

图表1—4 惯性矩与抗弯截面模量

在任一横截面上，通过它的重心引一条基准轴线时，从横截面上各微小截面面积到基准轴线距离的平方乘积的总和，称为该截面的惯性矩。惯性矩I为

$$I = \int dA \cdot r^2 \quad \text{cm}^4 \quad (1)$$

而该惯性矩I除以基准轴线至截面边缘的长，称为抗弯截面模量Z。抗弯截面模量Z为

$$Z = I/r_{\max} \quad \text{cm}^3 \quad (2)$$

因此，直径为 d cm 的圆形截面以通过其圆心的直线为基准时的惯性矩为 $I = \frac{\pi}{64} d^4$ ，抗弯截面模量为 $Z = \frac{\pi}{32} d^3$ 。而以短径 b、长径 h 为椭圆的惯性矩

$I = \frac{\pi}{64} b h^3$ ，抗弯截面模量 $Z = \frac{\pi}{32} b h^2$ 。图表1—4 是将上述关系图表化了。计算圆形截面时，将左右 (b与h) 两刻度线上的相同读数连成直线，即在Z及I刻度线的交点上，可得到圆形截面的抗弯截面模量及惯性矩的数值。

【例题】(a) b=100mm、h=200mm的椭圆截面，其Z及I应为多少？

解：将图表左侧b刻度线上的100与右侧h刻度线上的200连成直线，从Z刻度线上交点的读数得 $Z=400\text{cm}^3$ ，从I刻度线上交点的读数知 $I=4000\text{cm}^4$ 。

【例题】(b) 直径d=25mm的圆形截面，其Z及I应为多少？

解：在图表左侧b刻度线及右侧h刻度线上均取25，并连成直线，找出在Z和I刻度线上交点的读数，则可知其 $Z=1.7\text{cm}^3$ ， $I=2\text{cm}^4$ 。

图表1—4 惯性矩与抗弯截面模量

