

机械设计诺模图集

青岛市重工业局机械研究所

TH12
4

机械设计诺模图集

小河内美男 著

刘 光 启 译



目 录

第一篇 材料力学部分

图表 1—1	直径、转速和线速度·····	(2)
图表 1—2	载荷、横截面积和应力·····	(4)
图表 1—3	弹性模量、应力和延伸率·····	(6)
图表 1—4	惯性矩和抗弯截面模量·····	(8)
图表 1—5	长方形截面的 I 和 Z ·····	(10)
图表 1—6	空心圆截面的 I 和 Z ·····	(14)
图表 1—7	梯形截面的重心位置、面积和抗弯截面模量·····	(16)
图表 1—8	梁和弯曲力矩·····	(18)
图表 1—9	梁的弯曲应力·····	(20)
图表 1—10	曲梁的弯曲应力·····	(22)
图表 1—11	槽和应力集中·····	(24)
图表 1—12	圆截面和空心圆截面的抗扭截面模量·····	(26)
图表 1—13	空心圆轴和等强度的实心轴·····	(28)
图表 1—14	扭矩和剪应力·····	(30)
图表 1—15	惯性半径和长细比·····	(32)
图表 1—16	根据欧拉公式计算失稳强度·····	(34)
图表 1—17	根据朗琴公式计算失稳强度·····	(36)
图表 1—18	根据失稳系数计算柱的强度·····	(38)
图表 1—19	薄壁圆筒的应力·····	(40)
图表 1—20	厚壁圆筒的强度·····	(42)
图表 1—21	圆筒端板的强度·····	(44)
图表 1—22	偏心载荷·····	(46)
图表 1—23	金属棒材的重量·····	(48)

第二篇 机械零件部分

图表 2—1	螺栓强度	(50)
图表 2—2	予紧螺栓的直径	(52)
图表 2—3	螺栓螺纹上的压强	(54)
图表 2—4	扭紧螺母的扭矩和螺栓拉力	(56)
图表 2—5	铆接强度	(58)
图表 2—6	铆接效率	(60)
图表 2—7	结构件的铆钉强度	(62)
图表 2—8	承受力矩的铆钉强度	(64)
图表 2—9	焊接强度	(66)
图表 2—10	承受弯矩的焊缝强度 (I)	(68)
图表 2—11	承受弯矩的焊缝强度 (II)	(70)
图表 2—12	轴扭矩和轴径	(72)
图表 2—13	空心元轴的直径	(74)
图表 2—14	同时承受扭矩和弯矩的轴	(76)
图表 2—15	传动轴的扭角	(78)
图表 2—16	两端简支轴的挠度	(80)
图表 2—17	两端支持、无负荷轴的临界转速	(82)
图表 2—18	两端简支轴的振动频率	(84)
图表 2—19	临界速度的合成	(86)
图表 2—20	法兰盘的连接	(88)
图表 2—21	元盘离合器	(90)
图表 2—22	元锥离合器	(92)
图表 2—23	元锥离合器的压强	(94)
图表 2—24	有关轴承的计算	(96)
图表 2—25	轴承的散热能力	(98)
图表 2—26	轴承系数和油膜厚度	(100)
图表 2—27	开式皮带轮的长度	(102)
图表 2—28	皮带的包角	(104)
图表 2—29	皮带张力比 P_1 / P_2	(106)

图表 2—30	皮带传动装置马力的计算	(108)
图表 2—31	三角皮带的张力比 P_1/P_2	(110)
图表 2—32	皮带轮轮幅宽度	(112)
图表 2—33	直齿轮的计算	(114)
图表 2—34	齿轮的齿数和传动比	(116)
图表 2—35	节元上传递的力	(118)
图表 2—36	路易斯公式中的许用应力	(120)
图表 2—37	直齿轮的模数	(122)
图表 2—38	齿轮的磨损强度和接触应力	(124)
附录 A	齿轮的齿干涉和修正齿轮	(126)
图表 2—39	斜齿轮的计算	(128)
图表 2—40	锥齿轮的当量齿数	(130)
图表 2—41	锥齿轮的元锥角	(132)
图表 2—42	蜗轮蜗杆的计算	(134)
图表 2—43	铸铁齿轮的轮幅宽度	(136)
附录 B	焊接构造齿轮	(139)
图表 2—44	棘轮的计算	(140)
图表 2—45	单瓦块制动器	(142)
图表 2—46	带式制动器	(144)
附录 C	制动器的扭矩容量和制动器容量	(147)
图表 2—47	带式制动器的平均压强	(148)
图表 2—48	元截面钢丝螺旋弹簧	(150)
图表 2—49	螺旋弹簧的弹簧常数	(152)
图表 2—50	长方形截面钢丝螺旋弹簧	(154)
图表 2—51	半椭圆板簧 (I)	(156)
图表 2—52 A、B	半椭圆板簧 (II)	(158)
图表 2—53	弹簧的固有振动频率	(160)
图表 2—54	螺旋弹簧的固有振动频率	(162)

第三篇 机械部分

图表 3—1	滑轮组·····	(164)
图表 3—2	手动绞车的传动比·····	(166)
图表 3—3	手动载重滑车的传动比·····	(168)
图表 3—4	卷筒上的绳子长度·····	(170)
图表 3—5	机动绞车的功率·····	(172)
图表 3—6	皮带运输机的运输能力·····	(174)
图表 3—7	皮带运输机的驱动功率·····	(176)
图表 3—8	多斗式提升机的运输能力·····	(178)
附录 D	提升斗的运动·····	(181)
图表 3—9	水管的直径和流量·····	(182)
图表 3—10	泵的马力·····	(184)
图表 3—11	离心泵的比转速·····	(186)
图表 3—12	离心泵的计算·····	(188)
图表 3—13	轴流泵的计算·····	(190)
图表 3—14	空气的压力、温度和比重·····	(192)
图表 3—15	鼓风管的直径和风速、风压的关系·····	(194)
图表 3—16	鼓风机的空气马力·····	(196)
图表 3—17	鼓风机叶片的参数·····	(198)
图表 3—18	往复式空气压缩机的马力·····	(202)
图表 3—19	往复式空气压缩机的汽缸直径·····	(204)
图表 3—20	内燃机的马力和汽缸直径·····	(206)
图表 3—21	活塞的直径、行程和平均速度·····	(210)
图表 3—22	汽油机的连杆·····	(212)
图表 3—23	汽油机曲柄的轴径·····	(214)
图表 3—24	内燃机的飞轮·····	(216)
附:	本书中所迁到的日中钢铁牌号对照·····	(219)

说 明

在英明领袖华主席关于科技工作的重要指示指引下，在邓付主席的亲切关怀下，我国科技战线上出现了一派生气勃勃的新景象，各条战线上的科技人员，正在为本世纪末实现毛主席和周总理亲手描绘的祖国四个现代化而付出自己的辛勤劳动。

机械设计过程中，需要作大量的计算工作，从而耗费不少宝贵的时间和人力。诺模图正是力图帮助工程技术人员解决这个问题，一种建立在近似计算理论基础上的图线解算方法。它把常用而复杂的计算公式变成容易掌握的、求解迅速的图表。使用它可以大大缩短计算时间，提高工作效率，免除单调而重复的计算，以腾出宝贵的时间去进行其他更为需要的技术工作。

为了适应我国机械行业迅速发展的新形势需要，并满足部分单位技术人员的要求，现将日本小河内美男所著《机械设计诺模图集》（1972年初版本）翻译印刷，供本所和各兄弟单位交流。由于本人的翻译能力、专业水平和时间所限，错误之处一定不少，欢迎同志们在使用的过程中予以指正。

由于我所领导同志的关心和重视，保证了这项工作的顺利开展。在翻译的过程中，得到了所外不少单位和所内乔延聚、王用楨、梁机立、赵或等同志的帮助，在此表示衷心的感谢。

译 者

一九七八年三月

第一篇 材料力学部分

图表1—1 直径、转速和线速度

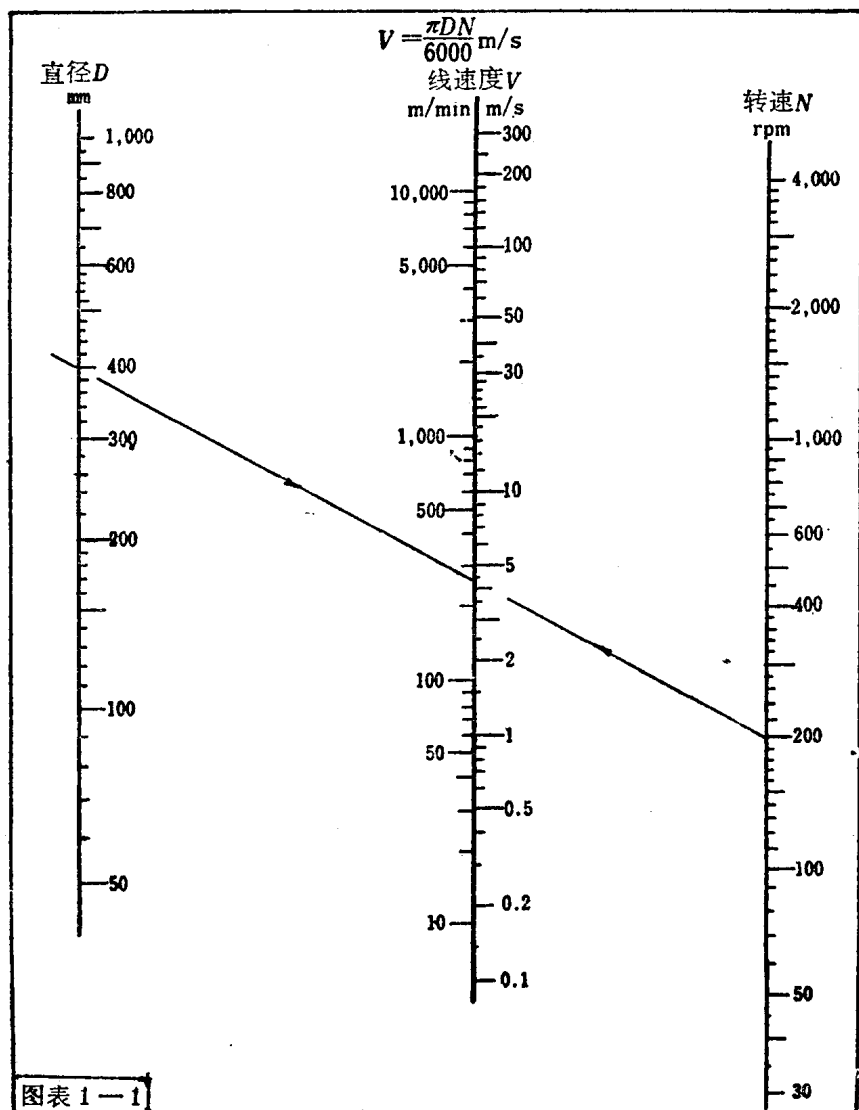
直径为D（厘米）的元以转速N（转/分）旋转时，其线速度可用下式表示：

$$V = \frac{\pi D N}{6000} \quad \text{米/秒} \dots\dots\dots (1)$$

这个公式可用于计算轴的线速度、齿轮的周节元速度、皮带速度等。图表1—1就是表示这个关系的。但是，因为象卷扬机绳索的缠绕速度之类的参数，通常都是用米/分来表示的，所以在图表1—1中元周线速度V轴的左侧，标出了与右侧米/秒相对应的以米/分为单位的数值。

例题1—1 直径D = 400毫米的元盘以200转/分旋转，其线速度是多少？

解：连结D轴的400和N轴的200，交V轴于4.2米/秒（260米/分）处，该值即为所要求的线速度。



图表1—2 载荷、横截面积和应力

对横截面积为 A (厘米²) 的元材, 施加 P 公斤的拉伸(压缩或剪切)载荷(参见图 1—1, a为拉伸, b为压缩, c为剪切), 横截面上就会产生拉伸(压缩或剪切)应力:

$$\text{对拉伸、压缩: } \sigma = \frac{P}{A} \text{ 公斤/厘米}^2 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{对剪切: } \tau = \frac{P}{A} \text{ 公斤/厘米}^2 \dots\dots\dots (2)$$

图表 1—2 就是表达这个关系的。再有, 若令元材的横截面积为 A , 而其直径为 d (厘米) 时,

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

因为 A 轴的左侧标有与其相对应的直径 d , 所以, 元形截面的面积 A 可以直接用与其相对应的直径 d 表示。

各种材料的许用应力, 由于它们的使用条件等原因, 不能一概而论, 但通常机械上使用的几种材料, 其安全系数定作 3、5、10 时的许用应力值, 可列成下表。

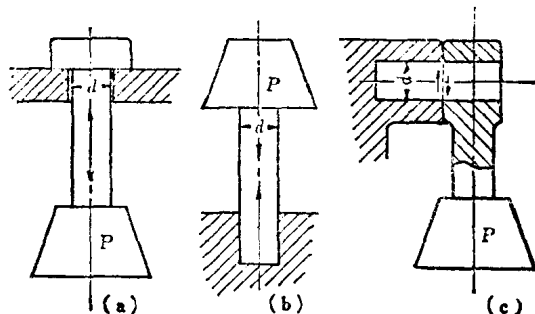
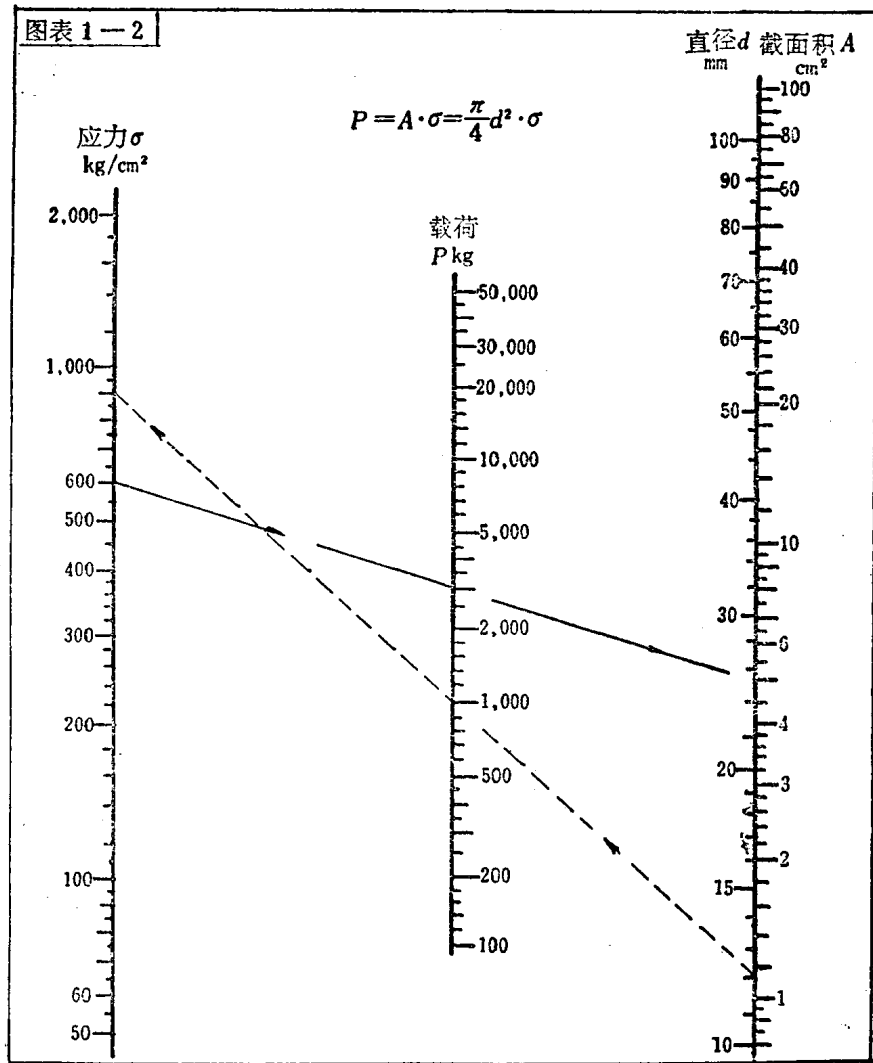


图 1—1 单向应力

表1—1 安全许用应力(公斤/厘米²)

材 料 (J I S 标准)	拉伸强度 (公斤/厘米 ²)	安 全 系 数		
		3	5	10
铸铁(F C 20)	2000	660	400	200
铸钢(S C 42)	4200	1400	840	420
钢(S 25 C)	4500	1500	900	450
钢(S 35 C)	5200	1730	1040	520
钢(S 45 C)	5800	1930	1160	580
镍铬钢(S N C 1)	7500	2500	1500	750
镍铬钢(S N C 3)	9500	3200	1900	950
铜锡合金(铸)	1800	600	360	180
磷青铜(铸)	3500	1150	700	350
黄铜(铸)	1500	500	300	150
黄铜(7:3)(轧制)	3300	1100	660	330
铝(轧制)	1000	330	200	100
硬铝(轧制)	4200	1400	840	420

图表 1—2



例题1—2 承受 $P = 3000$ 公斤载荷的元钢直径为多大？设该元钢的许用应力 $[\sigma] = 600$ 公斤/厘米²。

解：连结 σ 轴上 600 和 P 轴上 3000 并向右延长，可得必要的横截面积 $A \approx 5$ 厘米²，直径 $d \approx 26$ 毫米。

图表1—3 弹性模量、应力和延伸率

长度 L 厘米的棒材在拉伸（压缩）时，若截面内产生的应力为 σ 公斤/厘米²，材料变形量为 Δ 厘米，因为变形量和应力成比例，其关系可用下式表示：

$$E = \sigma \cdot \frac{L}{\Delta} \text{ 公斤/厘米}^2 \dots\dots\dots (1)$$

式中 E 为弹性模量。图表 1—3 就是表示这个关系的。

同样，在材料承受剪力时，这个关系可用下式表示：

$$G = \tau \cdot \frac{L}{\Delta_s} \dots\dots\dots (2)$$

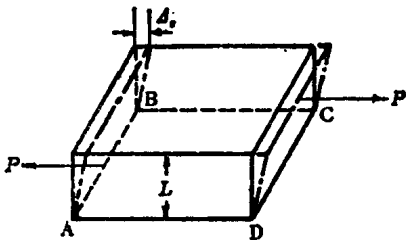


图 1—2 剪应力和剪变形

式中 L 和 Δ_s 如图 1—2 所示，因此把这种场合中的 G 称为剪切弹性模量。

一些主要材料的 E 、 G 值，列于表 1—2，供参考。

另外，在 E 和 G 之间，存在用下式表示的关系：

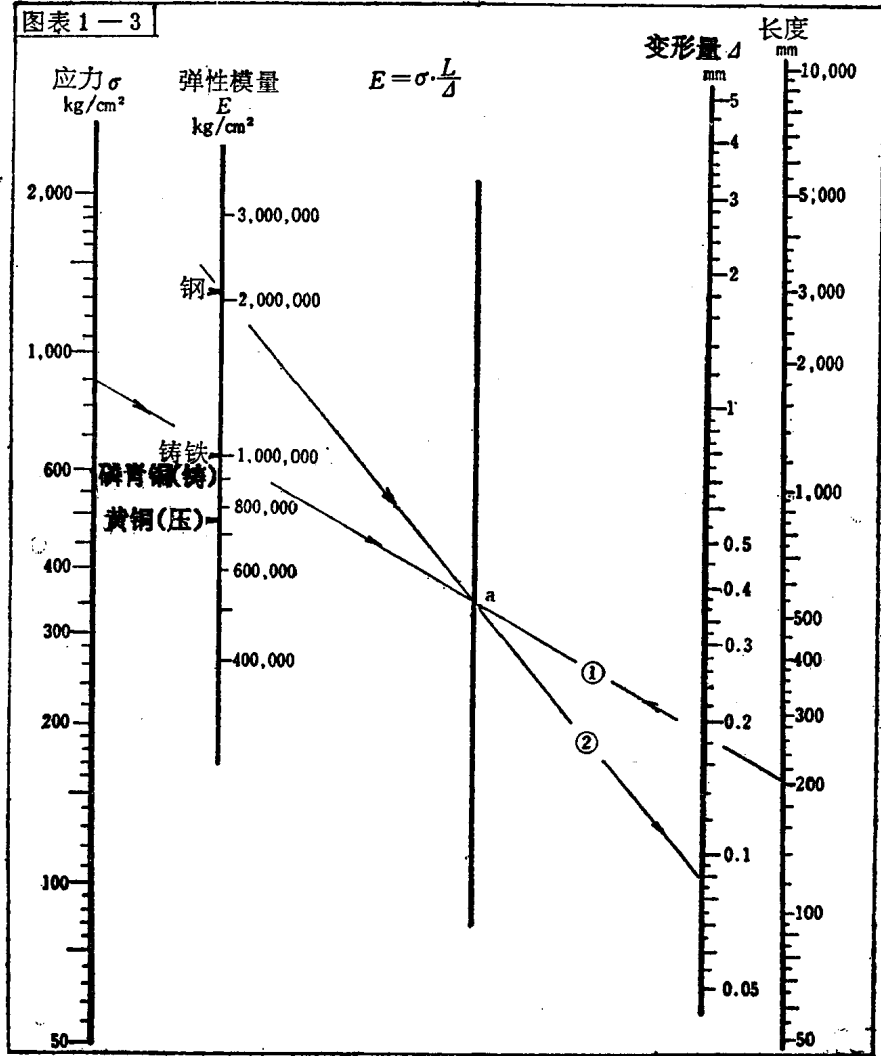
$$G = \frac{E}{2(1 + \lambda)} \dots\dots (3)$$

式中， λ 是泊桑比，钢的 λ 为 0.3 左右。

表1—2 各种材料的 E 和 G 值
(公斤/厘米²)

材 料	E	G
铸 铁	700000	280000
铸 钢	2050000	—
钢	2100000	900000
特 殊 钢	2100000	—
黄 铜	650000	350000
磷 青 钢	1000000	—
铝 (压)	700000	—
铝 (铸)	650000	—
硬铝(压)	700000	—

图表 1—3



例题1—3 直径 $d=12$ 毫米，长度 $L=200$ 毫米的元钢，承受1000公斤载荷时，拉伸长度为多少？

解：首先，从图表1—2中查得，该元钢在承受1000公斤载荷时的应力 $\sigma=900$ 公斤/厘米²（如图表1—2中的虚线所示）。①在图表1—3中，连结 L 轴的200和 σ 轴的900，交中央无刻度轴于a点；②从 E 轴上的钢点（ $E=2100000$ ）作通过a点的直线，交 Δ 轴于一点，根据其读数可知，这时的拉伸量 $\Delta=0.09$ 毫米。

图表1—4 惯性矩和抗弯截面模量

在任意截面上，通过其重心引一条基准线，截面上的每一微小面积乘以它到基准线距离平方的总和，就叫做惯性矩 I ：

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

惯性矩 I 除以从基准线到该截面最远处长度之商，称为抗弯截面模量 Z ：

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

所以，把通过直径为 d 厘米的圆截面中心线作为基准时，惯性矩 $I = \frac{\pi}{64}d^4$ ，抗弯截面模量 $Z = \frac{\pi}{32}d^3$ ，而短轴为 b ，长轴为 h 的椭圆惯性矩 $I = \frac{\pi}{64}bh^3$ ，抗弯截面模量 $Z = \frac{\pi}{32}bh^2$ 。

图表 1—4 就是上述关系的图形化。如果截面是圆，则连结左右两轴上与直径相应的两个相同数值点，便可在 Z 轴和 I 轴上得到圆截面的抗弯截面模量和惯性矩。

例题1—4 (a) $b=100$ 毫米， $h=200$ 毫米，椭圆的 Z 和 I 是多大？

解：连结左边 b 轴 100 和右边 h 轴 200 ，根据 Z 轴和 I 轴上交点的数值，可得该椭圆的 $Z=400$ 厘米³， $I=4000$ 厘米⁴。

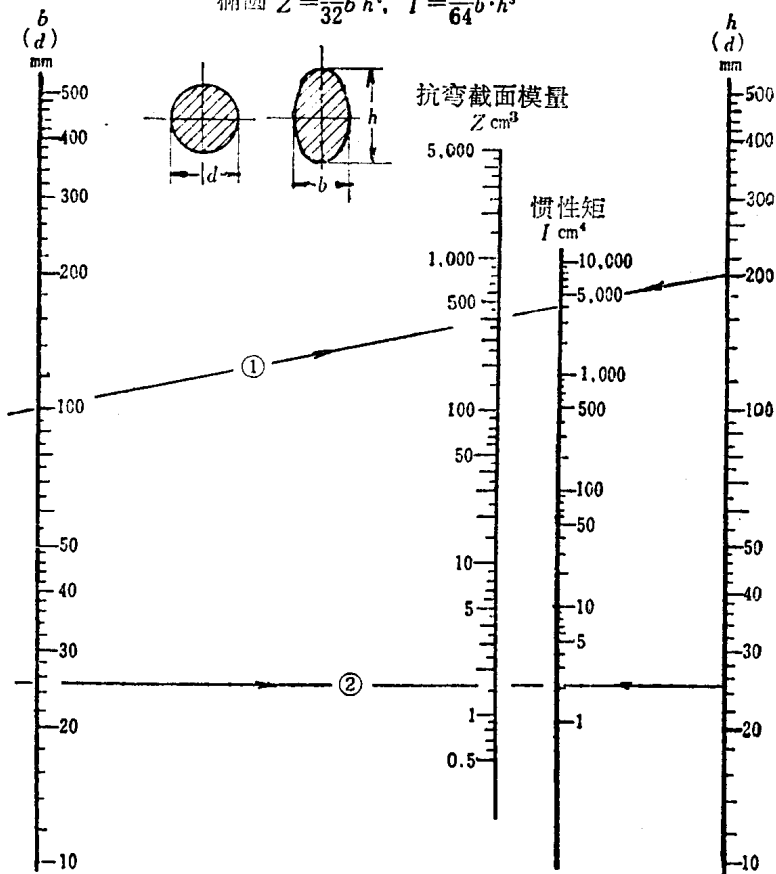
例题1—4 (b) 直径 $d=25$ 毫米的圆的 Z 和 I 为多大？

解：连结左边 b 轴和右边 h 轴上 25 ，根据它与 Z 轴和 I 轴交点的数值，可得该圆的 $Z=1.7$ 厘米³， $I=2$ 厘米⁴。

图表 1—4

圆 $Z = \frac{\pi d^3}{32}$, $I = \frac{\pi d^4}{64}$

椭圆 $Z = \frac{\pi}{32} b h^2$, $I = \frac{\pi}{64} b \cdot h^3$



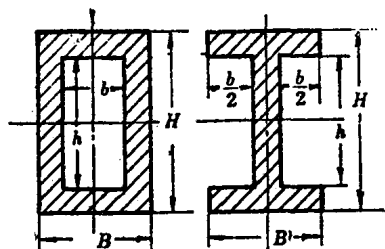
图表1—5 长方形截面的 I 和 Z

宽度为**b**厘米，高度为**h**厘米的长方形截面，对于通过其重心轴的惯性矩 **I** 和抗弯截面模量 **Z** 分别为：

$$I = \frac{bh^3}{12} \text{ 厘米}^4 \dots\dots\dots (1)$$

$$Z = \frac{bh^2}{6} \text{ 厘米}^3 \dots\dots\dots (2)$$

图表 1—5 就是表示这个关系的。



另外，象图 1—3 中的矩形和工字形截面，因为其 I 值为：

$$I = \frac{1}{12} [B H^3 - b h^3] \dots\dots (3)$$

图 1—3 长方形和工字形截面

故可分别算出 $\frac{B H^3}{12}$ 和 $\frac{b h^3}{12}$ ，再行相减，而 Z 值可用 I 除以 $H/2$ 求得。

还有，象图 1—4 中截面的 I 值，如果忽略截面的水平部分（这样不会引起大的误差），则其 I 和 Z 值为：

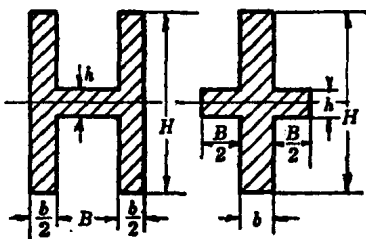


图 1—4 H形和十字形截面

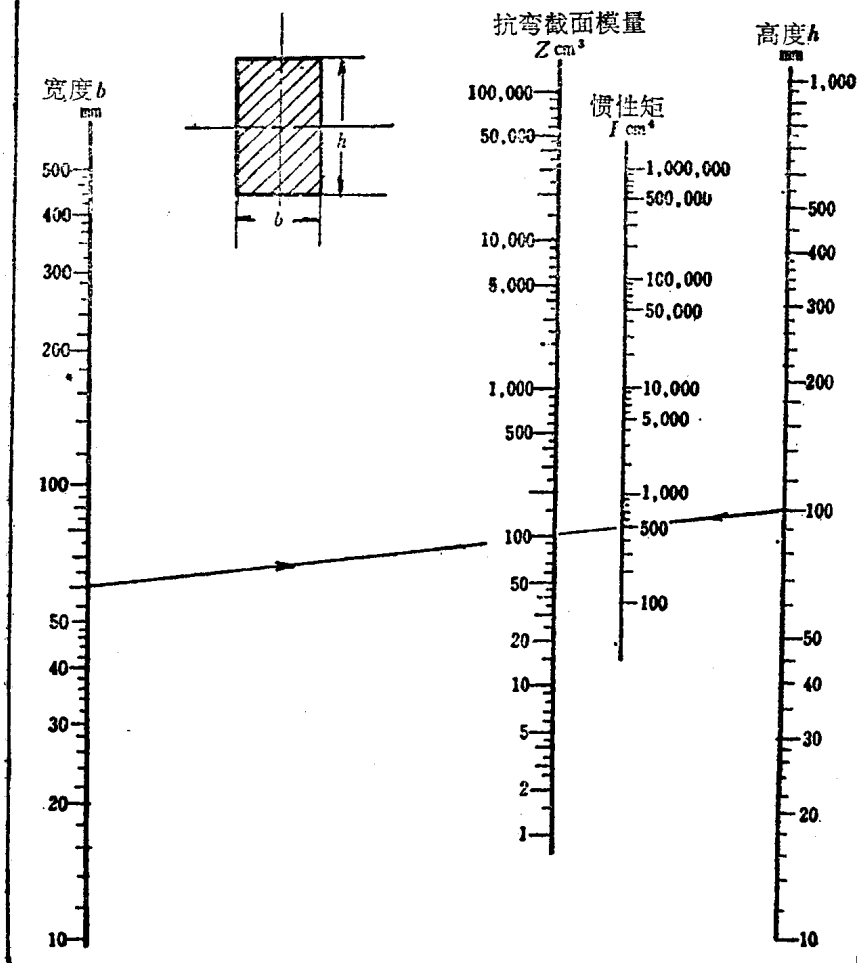
$$I \approx \frac{1}{12} b H^3 \quad Z \approx \frac{1}{6} b H^2 \dots\dots\dots (4)$$

所以，用图表 1—5 就可以直接求出。

再有，L 形、I 形、C 形等其他截面钢材，因为其尺寸均已标准化，故 I 和 Z 值都已求出。为了方便起见，表 1—3 和表 1—4 摘录了其中的一部分，供参考。

图表 1—5

$$Z = \frac{bh^2}{6}, \quad I = \frac{bh^3}{12}$$



例题1—5 长方形截面的宽度 $b=60$ 毫米，高度 $h=100$ 毫米，该截面的 Z 和 I 是多大？

解： 连结 b 轴的 60 和 h 轴的 100，读出它交于 Z 轴和 I 轴上点的数值，可知该截面的 $Z=100$ 厘米³， $I=500$ 厘米⁴。