

# 机械设计列线图集

〔日〕木村 章 著

中国科学技术翻译出版社

# 机 械 设 计 列 线 图 集

(日) 木村 章 著

吴关昌 译  
余康临

中 国 科 学 技 术 翻 译 出 版 社

## 译者的话

本书收载192幅机械设计用的列线图表,包括材料力学数据、紧固件和传动件等机械零件的设计参数、输送机与通风罩等机械的简易设计图表三部分,偏重于力学设计,注重于实用。我们将它翻译出版,旨在为从事机械设计的工程技术人员,特别是在生产现场进行初步设计的技术人员提供一种简化设计的参考工具。

翻译时基本尊重原著,但对有明显错误的几处作了修正;并按国际单位制的规定和我国工程技术领域中的习惯用法,对物理量符号作了必要的修改。

由于我们水平有限,译文和所用符号可能有不妥之处,切望读者提出宝贵意见。

## 内容简介

本书收载192幅机械设计用的列线图表,包括材料力学数据、紧固件和传动件等机械零件的设计参数、输送机与通风罩等机械的简易设计图表三部分。

该图表集是作者四十多年设计经验数据的总结,并经过反复实践和修正后汇编而成。是机械设计人员,特别是在现场从事初步设计的工程技术人员的实用工具书。使用此表,可大大简化设计步骤,提高工作效率。

ノモグラム による

机械设计图表集

〔日〕木村 章 著

アイピーシー

1979 -

## 机械设计列线图集

吴关昌

余康临 译

中国科学技术翻译出版社出版

(北京朝内大街137号)

红旗印刷厂印刷

北京市新华书店总发行

开本: 11开 印张: 18.75

字数: 280000 印数: 3000

1985年10月第1版 1985年10月第一次印刷

统一书号: 15292.001

定价: 4.50元

## 前 言

(本书特别适用于在生产现场工作和从事机械设计的技术人员)

代替计算尺的电子计算器具有惊人的功能，而且价钱便宜。使用电子计算器，可使各种复杂的计算能够准确而又迅速地进行，从而使机械设计的计算工作变得较为轻松，而且又节省时间、不出差错。这是一件值得庆幸的事情。

然而，众所周知，机械设计需要进行反复的试凑，才能确定合适的数值。例如，在设计斗式输送机时，即使设定了各种条件，确定了铲斗的大小、速度、链的尺寸、链轮的大小，但是如果最后的轴径与链轮的轮毂孔径不合，那么就得分头做起，需要重新确定各项参数。象这样的事情，在设计阶段是屡见不鲜的。

这时，如果使用列线图就可以很方便地求出一个概略值。

最后收载入计算书的各项数值，必须是准确的数值，因此，一般要使用计算器或计算尺进行计算。但在生产现场只需计算出概略值时，则使用列线图就很方便，它具有台式电子计算机所没有的优点。

年长的人可能都还记得，在二次大战期间德国的工程杂志《热力经济和蒸气锅炉学文集》(Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen)上曾刊登过热工学方面的列线图集，在日本也出版了这些图表集。笔者当时正在住友矿山公司工作，此书给工作带来很多方便。

笔者很早以来就想编写一本以列线图形式绘制的机械设计图表集，并希望能够亲眼看到这本书的出版。

现在书店里虽然也有几种同类的书籍出售，但本书不是教科书，而是适用于那些对机械设计理论及计算公式都已很熟悉的人。考虑到只供那些需要知道计算结果的设计人员以及在现场、特别是生产现场工作十分繁忙的技术人员对照使用，笔者根据学校毕业后四十多年来从事设计工作的经验，体会到只有把这些公式绘制成为列线图，以简单的直线形式来表示才是最方便的。本书既有比较简单的一些公式，也增补了大量的其他内容，现把它们汇编在一起。希读者能够灵活地加以运用。

本书编写过程中参考了大量文献资料，对这些资料的作者深表感谢。

特别是，在绘制本列线图集的长期工作中，本事务所的木村俊二、堤晴贤、元木健吉三位先生付出了辛勤的劳动。

最后，向对本书的出版给予很大帮助的I. P. C. 公司的董事、计划部长八岛先生深表感谢。

木村技术士事务所长  
机械技术士 木村 章



# 目 次

## 第一章 有效利用材料所需的力学与材料力学参数

- 第1图 软钢的许用应力与安全系数的关系
- 第2图 硬钢的许用应力与安全系数的关系
- 第3图 铸铁的许用应力与安全系数的关系
- 第4图 可锻铸铁的许用应力与安全系数的关系
- 第5图 铸钢的许用应力与安全系数的关系
- 第6图 磷青铜的许用应力与安全系数的关系
- 第7图 黄铜的许用应力与安全系数的关系
- 第8图 圆棒材的断面惯性矩、断面系数、惯性半径和其它
- 第9图 圆棒材的断面惯性矩、断面系数、惯性半径和其它
- 第10图 圆管材的断面惯性矩、断面系数、惯性半径和其它
- 第11图 方棒料(正方形)的断面惯性矩、断面系数、惯性半径
- 第12图 方棒料(矩形)的断面惯性矩、断面系数、惯性半径
- 第13图 梁的弯矩
- 第14图 第13图的说明
- 第15图 弯曲应力
- 第16图 简支梁的挠度
- 第17图 悬臂梁的挠度
- 第18图 受均布载荷的悬臂梁的挠度
- 第19图 受集中载荷时, 简支梁最大挠度的位置
- 第20图 在任意位置受集中载荷时, 简支梁的最大挠度<sup>Ⓐ</sup>
- 第21图 在任意位置受集中载荷时, 简支梁的最大挠度<sup>Ⓑ</sup>
- 第22图 悬臂梁的最大弯矩
- 第23图 悬臂梁的挠度
- 第24图 受集中载荷的两端固定梁的弯矩
- 第25图 受均布载荷的两端固定梁的弯矩
- 第26图 受均布载荷的两端固定梁的挠度
- 第27图 断面惯性半径与柔度
- 第28图 由压曲系数求柱的强度
- 第29图 由欧拉公式求压曲载荷
- 第30图 由朗肯公式求压曲载荷
- 第31图 第30图的附表——朗肯公式
- 第32图 受集中载荷时, 桁架中央的弯矩
- 第33图 受均布载荷时, 桁架中央的弯矩
- 第34图 受集中载荷时, 桁架与柱的节点处的弯矩
- 第35图 受均布载荷时, 桁架与柱的节点处的弯矩
- 第36图 材料的伸长量
- 第37图 各种材料的热应力
- 第38图 第37图的附表——E值与 $\alpha$ 值
- 第39图 中心部位有孔带材的许用拉伸载荷
- 第40图 第39图的附图——有孔带材的形状系数 $\alpha$
- 第41图 偏心载荷所产生的总应力
- 第42图 仅受内压作用的薄壁管的应力
- 第43图 厚壁圆筒内壁的切向应力
- 第44图 厚壁圆筒的最大剪应力
- 第45图 仅受外压作用的厚壁圆筒内壁的切向应力
- 第46图 仅受外压作用的厚壁圆筒外壁的径向应力

- 第47图 圆筒形压力容器紧固螺栓的直径  
 第48图 压力容器法兰盘的厚度 ①  
 第49图 压力容器法兰盘的厚度 ②  
 第50图 圆筒形压力容器盖的厚度  
 第51图 圆柱体的  $GD^2$  值  
 第52图 把联动回转体的  $GD^2$  值换算到特定回转轴的当量  $GD^2$  值  
 第53图 把联动的非回转体的  $GD^2$  值换算到特定回转轴的当量  $GD^2$  值  
 第54图 离心力与不平衡量

## 第二章 自动化与合理化设计所需的机械零件设计参数

- 第55图 螺栓直径、载荷与应力的关系  
 第56图 螺纹面的应力  
 第57图 螺纹联接时的拧紧力 ①  
 第58图 螺纹联接时的拧紧力 ②  
 第59图 螺纹联接时的拧紧力 ③  
 第60图 螺纹联接时的拧紧力 ④  
 第61图 螺纹联接时的拧紧力 ⑤  
 第62图 矩形螺纹的拧紧力  
 第63图 矩形螺纹的剪应力  
 第64图 螺栓的间距(用螺栓联接时, 为保证压力均匀所采用的螺栓间距)  
 第65图 键的许用剪应力与许用载荷  
 第66图 键侧面受压缩时的许用载荷  
 第67图 功率、转速、扭矩之间的关系  
 第68图 扭矩与轴径的关系  
 第69图 轴的剪应力  
 第70图 同时承受扭转和弯曲的轴  
 第71图 第70图的计算公式与图解说明—— $T_e$ 和 $M_e$   
 第72图 承受弯矩的空心轴的轴径  
 第73图 承受扭矩的空心轴的轴径  
 第74图 凸缘联轴器螺栓的剪应力与传递扭矩  
 第75图 第74图的附表——系数 $C$ 值  
 第76图 凸缘联轴器根圆上的剪应力与传递扭矩  
 第77图 轴承载荷 (I)  
 第78图 第77图的计算公式  
 第79图 轴承载荷 (II)  
 第80图 滑动轴承的比压  
 第81图 直齿圆柱齿轮节圆上传递的力(抗弯强度)  
 第82图 直齿圆柱齿轮的抗磨强度  
 第83图 直齿圆柱齿轮的齿面接触疲劳强度  
 第84图  $Q_s$ 值与 $K$ 值(第82图与第83图的附表)  
 第85图 蜗杆节圆直径  
 第86图 蜗轮的有效齿宽  
 第87图 蜗轮的弯曲疲劳强度  
 第88图 蜗轮的齿面接触疲劳强度  
 第89图  $\mu, \sigma_w$ 与 $K$ 值表(第85、87、88图的附表)  
 第90图 圆锥齿轮的等效齿数(A图)和等效模数(B图)  
 第91图 螺旋弹簧的轴向压力与变形量  
 第92图 第91图的附表——修正系数 $K$ 值  
 第93图 圆柱螺旋弹簧的许用压缩载荷(钢丝断面为正方形)  
 第94图 第93图的附表——修正系数 $K'$ 值

第95图	圆柱形弹簧的变形量 (钢丝断面为正方形)
第96图	开口传动皮带的长度
第97图	交叉传动皮带的长度
第98图	皮带的张力
第99图	皮带的张力比
第100图	皮带传动的功率计算
第101图	三角皮带传动
第102图	平摩擦轮的传动功率
第103图	钢丝绳的重量(A)
第104图	钢丝绳的重量(B)
第105图	钢丝绳的重量(C)
第106图	钢丝绳的安全系数 (不考虑槽轮效率时)
第107图	钢丝绳的安全系数 (考虑槽轮效率时)

### 第三章 合理化机械设计用简易图表

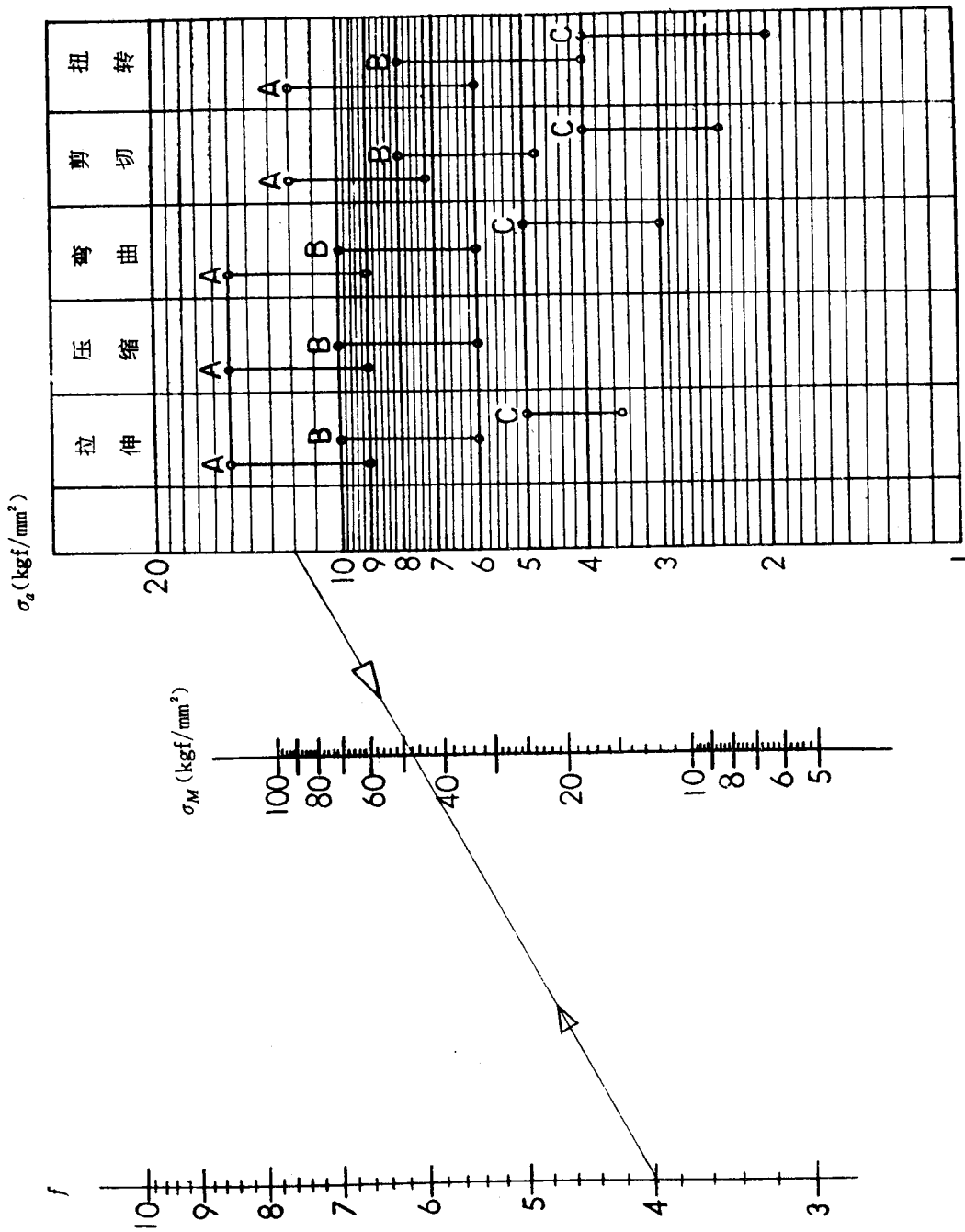
第108图	带式输送机的输送能力
第109图	物料容重及带式输送机物料堆积断面系数 C
第110图	带式输送机的输送能力 (平皮带)
第111图	第110图的附图
第112图	带式输送机的空载运行功率
第113图	带式输送机的空载运行功率 $N_1$ (HP)
第114图	带式输送机的水平加载运行功率 $N_2$ (HP)
第115图	带式输送机的垂直加载运行功率 $N_3$ (HP)
第116图	带式输送机的全负荷驱动轴功率
第117图	输送带的层数
第118图	输送带的最小和最大层数
第119图	托辊的间距 (带式输送机)
第120图	带式输送机每米物料的重量
第121图	斗式提升机的输送能力
第122图	从斗式提升机的料箱中舀起物料所需功率
第123图	驱动斗式提升机下部链轮所需功率
第124图	驱动斗式提升机上部链轮所需功率
第125图	斗式提升机的总驱动功率
第126图	平板式输送机的输送能力
第127图	链板式输送机的输送能力
第128图	输送机的链条速度
第129图	第128图的附表——输送机的链条速度
第130图	螺旋输送机的输送能力
第131图	螺旋输送机的驱动功率
第132图	作用于螺旋输送机的推力
第133图	V型斗式输送机物料水平滑动导致动力损失
第134图	$\mu_s$ 值及V型斗式输送机所需总功率
第135图	V型斗式输送机的空转动力损失
第136图	V型斗式输送机链条张力的合力
第137图	变换V型斗式输送机链条运转方向所需功率
第138图	桥式起重机概算重量
第139图	桥式起重机行走电动机所需的输出功率
第140图	桥式起重机行走车轮的许用轮压
第141图	抓斗的抓取重量
第142图	风扇的功率
第143图	风扇风量与转速的关系

- 第144图 风扇风压与转速的关系
- 第145图 风扇动力与转速的关系
- 第146图 通风罩排风量 (通风道开口型)
- 第147图 通风罩排风量 (带通风道法兰开口型)
- 第148图 通风罩排风量 (槽型, 全圆柱)
- 第149图 通风罩排风量 (槽型, 3/4圆柱)
- 第150图 通风罩排风量 (槽型, 1/2圆柱)
- 第151图 通风罩排风量 (槽型, 1/4圆柱)
- 第152图 通风罩排风量 (暗室式)
- 第153图 上方外部附加式通风罩的高度、长宽比及所需排风量之间的关系
- 第154图 通风道内的动压 (风速和动压的关系)
- 第155图 通风道内的风量
- 第156图 雷诺数 (根据运动粘度)
- 第157图 雷诺数 (根据绝对粘度)
- 第158图 比转数 (风机及泵)
- 第159图 泵所需功率
- 第160图 流量、流速与管径的关系
- 第161图 确定经济管径的方法
- 第162图 管道的最大挠度与斜度的关系
- 第163图 管道外覆保温材料的重量
- 第164图 从小孔泄漏的蒸汽量
- 第165图 焊接接头的强度 (对接、T型之一)
- 第166图 焊接接头的强度 (对接、T型之二)
- 第167图 焊接接头的强度 (对接、T型)
- 第168图 焊接接头的强度 (填角焊缝)
- 第169图 焊接接头的强度 (填角焊缝)
- 第170图 焊接接头的强度 (T型填角焊缝)
- 第171图 焊接接头的强度 (搭接填角焊缝之一)
- 第172图 焊接接头的强度 (搭接填角焊缝之二 $\sigma_1$ )
- 第173图 焊接接头的强度 (搭接填角焊缝之三 $\sigma_2$ )
- 第174图 焊接接头的强度 (两面盖板, 填角焊缝)
- 第175图 四侧填角焊的极断面系数
- 第176图 上下两侧填角焊的极断面系数
- 第177图 搭接焊缝的许用拉伸载荷
- 第178图 对接焊缝的许用拉伸载荷
- 第179图 压力、油压缸径与输出力的关系
- 第180图 油压缸内径、送进速度和油泵出油量的关系
- 第181图 流量、压力与理论功率的关系
- 第182图 油压缸活塞和缸壁之间的泄漏量
- 第183图 湿空气 (水蒸气含量, 湿度, 比热, 比容)
- 第184图 保温管的散热量
- 第185图 平均温度差
- 第186图 电动机的成本 (全封闭外冷式)
- 第187图 电动机的成本 (防水(油)保护型)
- 第188图 滚子链的成本
- 第189图 标准直齿圆柱齿轮的成本
- 第190图 标准圆锥齿轮的成本
- 第191图 标准蜗杆及蜗轮的成本
- 第192图 折旧率



第 1 图

软钢的许用应力与安全系数的关系



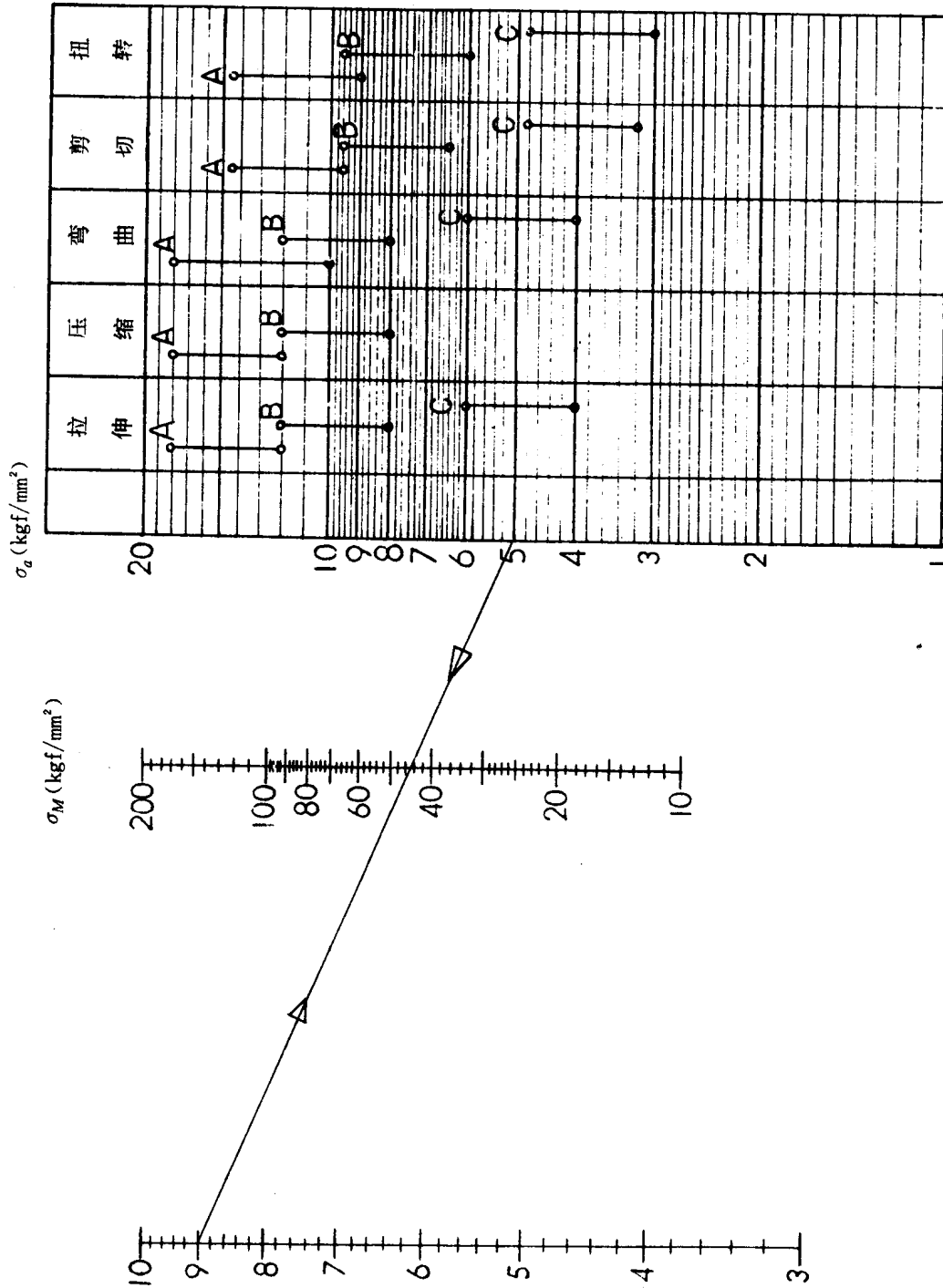
A : 静载荷  
 B : 脉动载荷  
 C : 交变载荷

$\sigma_M = f \cdot \sigma_s$   
 $\sigma_M$ : 强度极限  
 $f$ : 安全系数  
 $\sigma_s$ : 许用应力

例  
 设:  $\sigma_s = 12 \text{ kgf} / \text{mm}^2 = f = 4$   
 则:  $\sigma_M > 48 \text{ kgf} / \text{mm}^2$

第 2 图

硬钢的许用应力与安全系数的关系



A : 静载荷  
 B : 脉动载荷  
 C : 交变载荷

$$\sigma_M = f \cdot \sigma_a$$

σ<sub>M</sub>: 强度极限

f: 安全系数

σ<sub>a</sub>: 许用应力

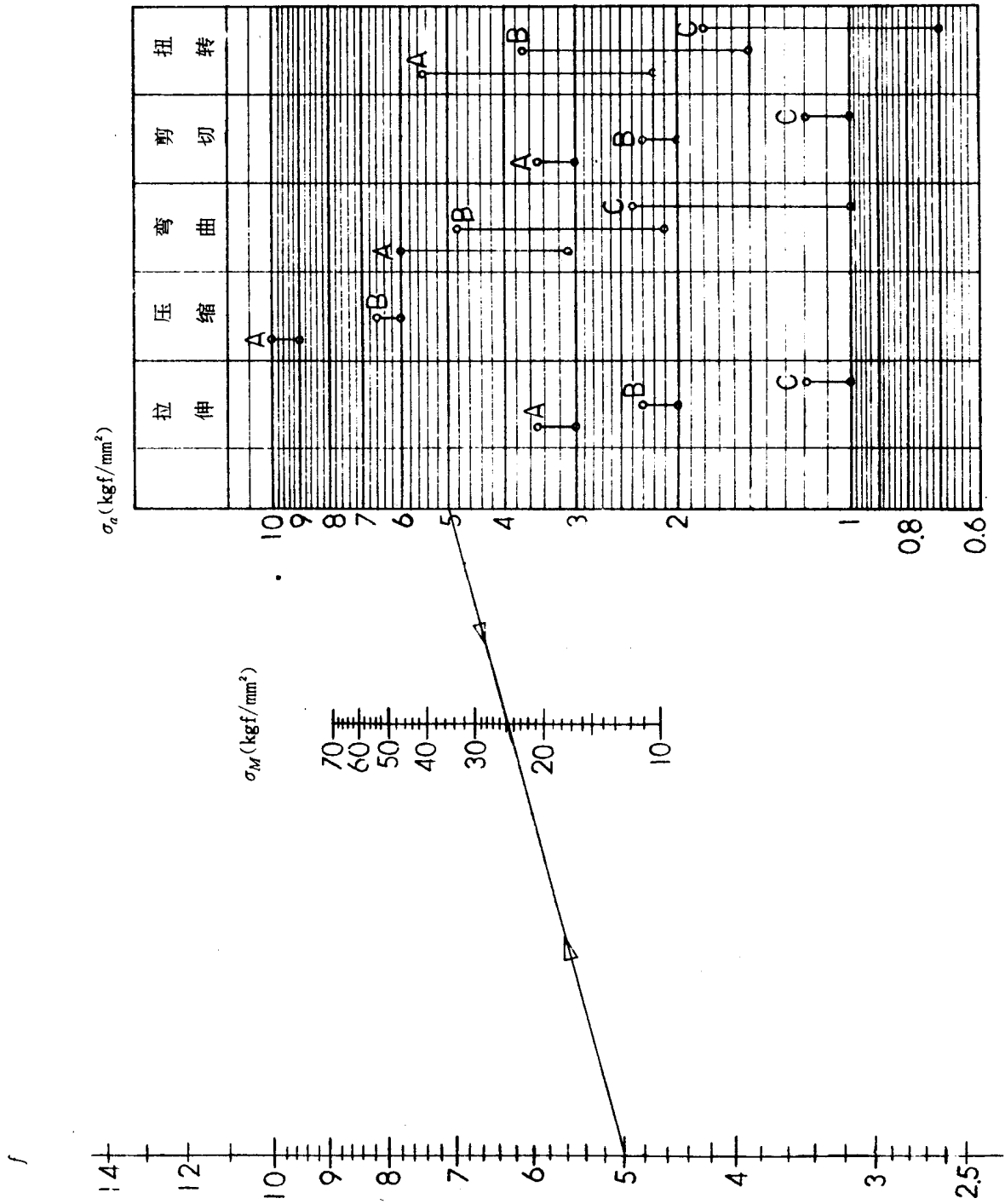
例

设: σ<sub>s</sub> = 5 kgf/mm<sup>2</sup>, f = 9

则: σ<sub>M</sub> ≥ 45 kgf/mm<sup>2</sup>

第 3 图

铸铁的许用应力与安全系数的关系

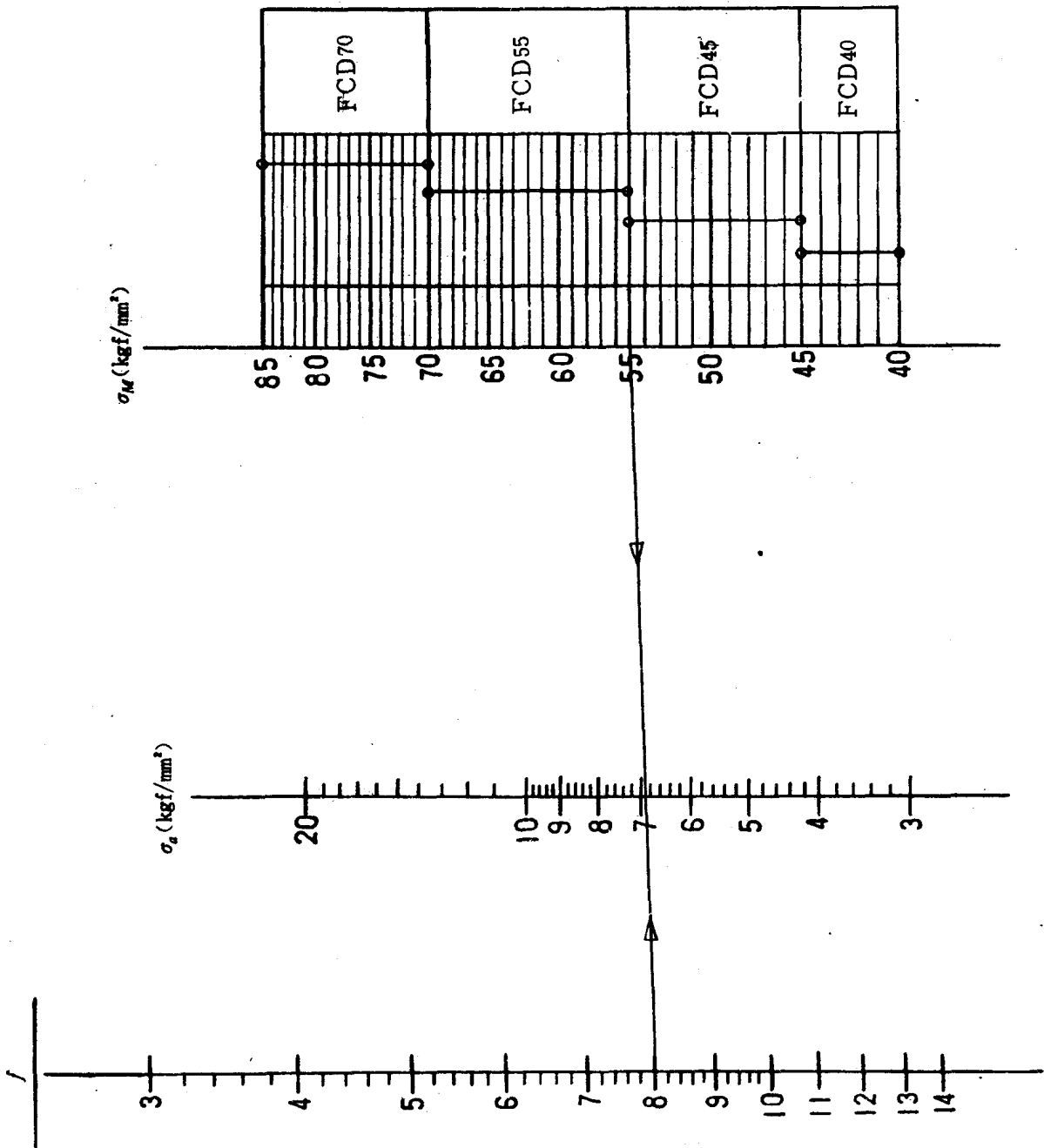


$\sigma_M = f \cdot \sigma_a$   
 $\sigma_M$ : 强度极限  
 $f$ : 安全系数  
 $\sigma_a$ : 许用应力

例  
 设:  $\sigma_a = 5 \text{ kgf/mm}^2$ ,  $f = 5$   
 则:  $\sigma_M \geq 25 \text{ kgf/mm}^2$

第 4 图

可锻铸铁的许用应力与安全系数的关系

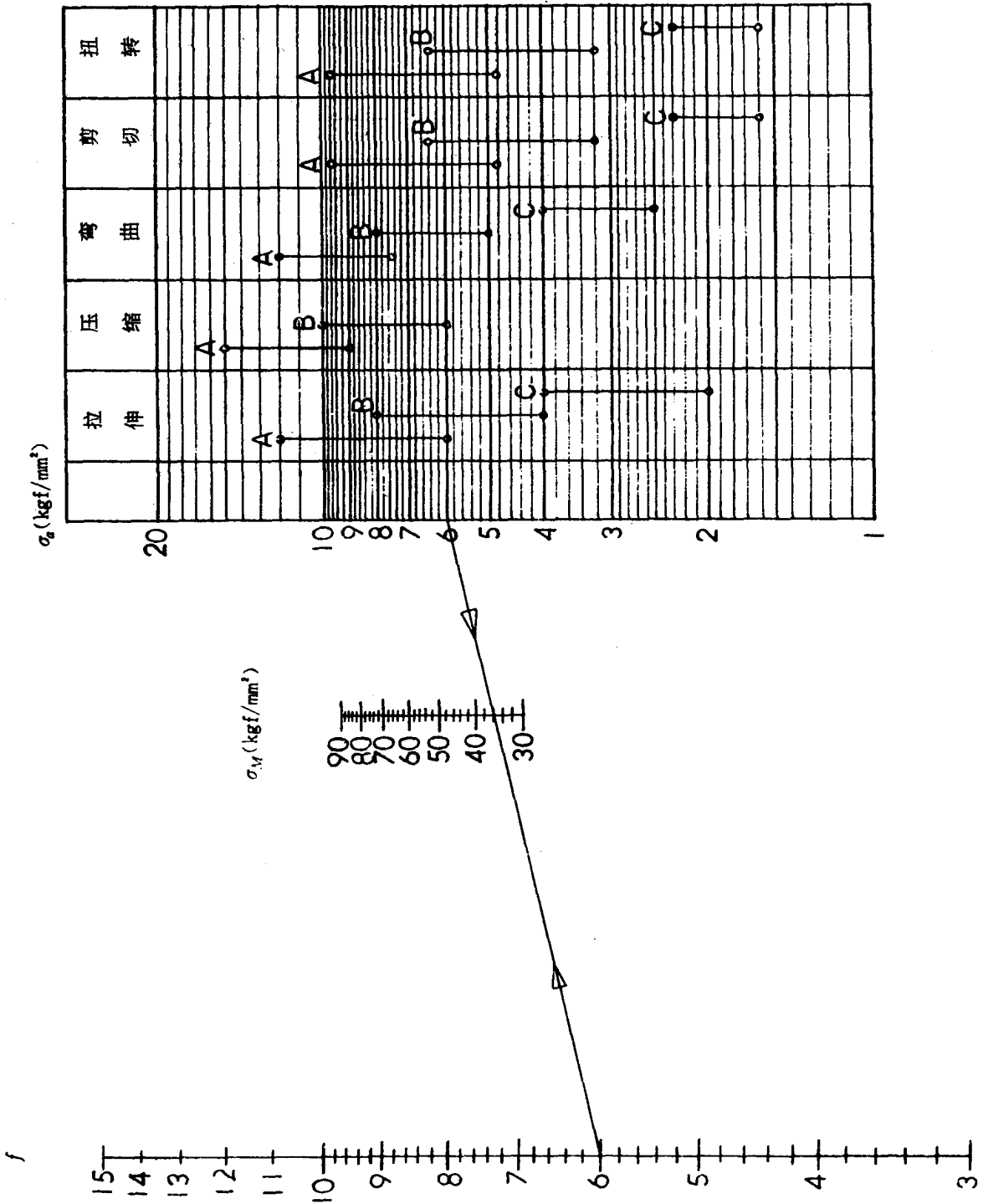


$\sigma_a = \sigma_M / f$   
 $\sigma_a$ : 许用应力  
 $\sigma_M$ : 抗拉强度  
 $f$ : 安全系数

例  
 FCD55 ( $\sigma_M > 55 \text{ kgf/mm}^2$ )  
 设:  $f = 8$   
 则:  $\sigma_a > 6.9 \text{ kgf/mm}^2$

第 5 图

铸钢的许用应力与安全系数的关系

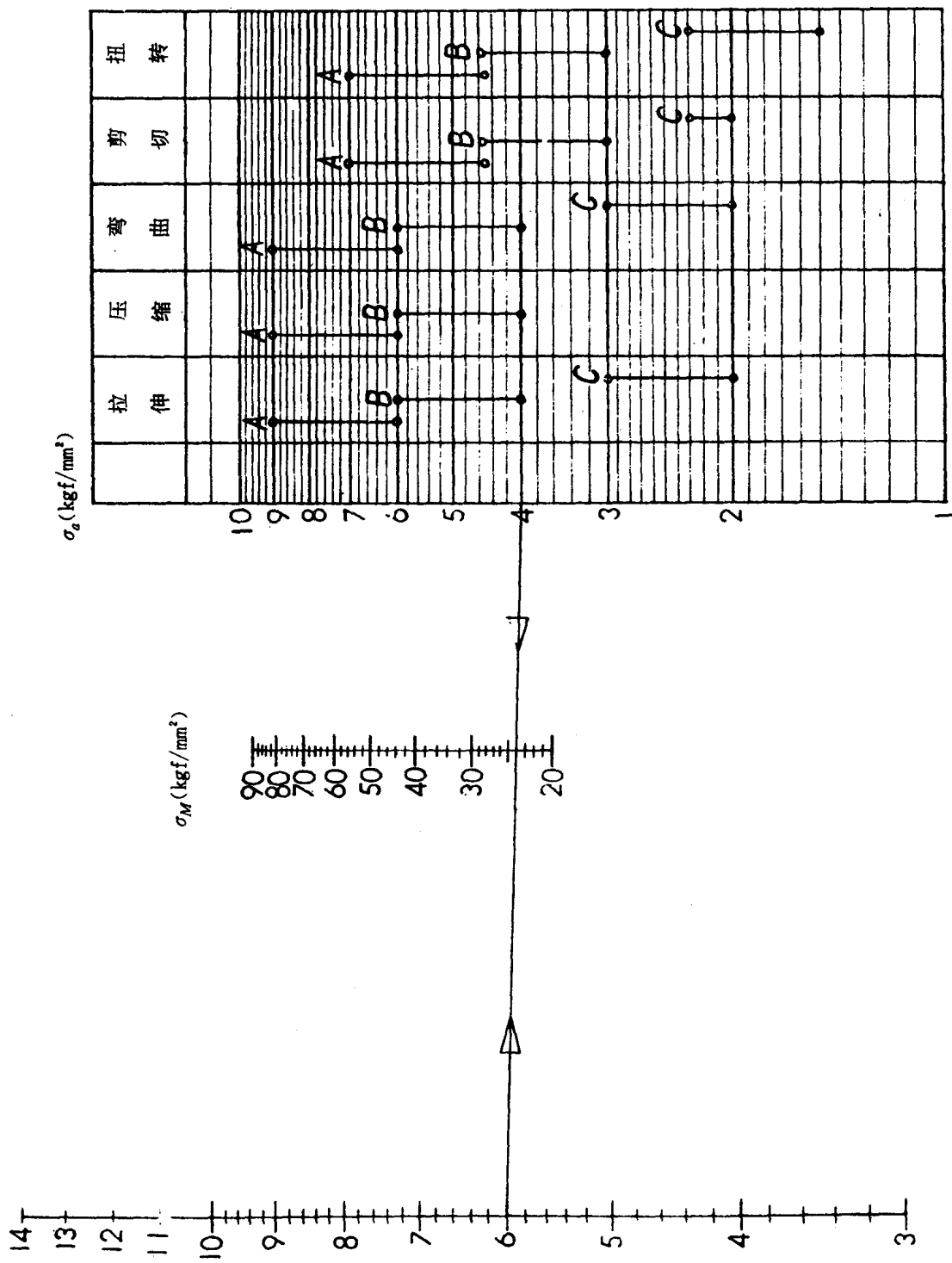


$\sigma_M = f \cdot \sigma_a$   
 $\sigma_M$ : 强度极限  
 $f$ : 安全系数  
 $\sigma_a$ : 许用应力

例  
 设:  $\sigma_a = 6 \text{ kgf/mm}^2, f = 6$   
 则:  $\sigma_M > 36 \text{ kgf/mm}^2$

第 6 图

磷青铜的许用应力与安全系数的关系



$$\sigma_M = f \cdot \sigma_a$$

$\sigma_M$ : 强度极限

$f$ : 安全系数

$\sigma_a$ : 许用应力

例

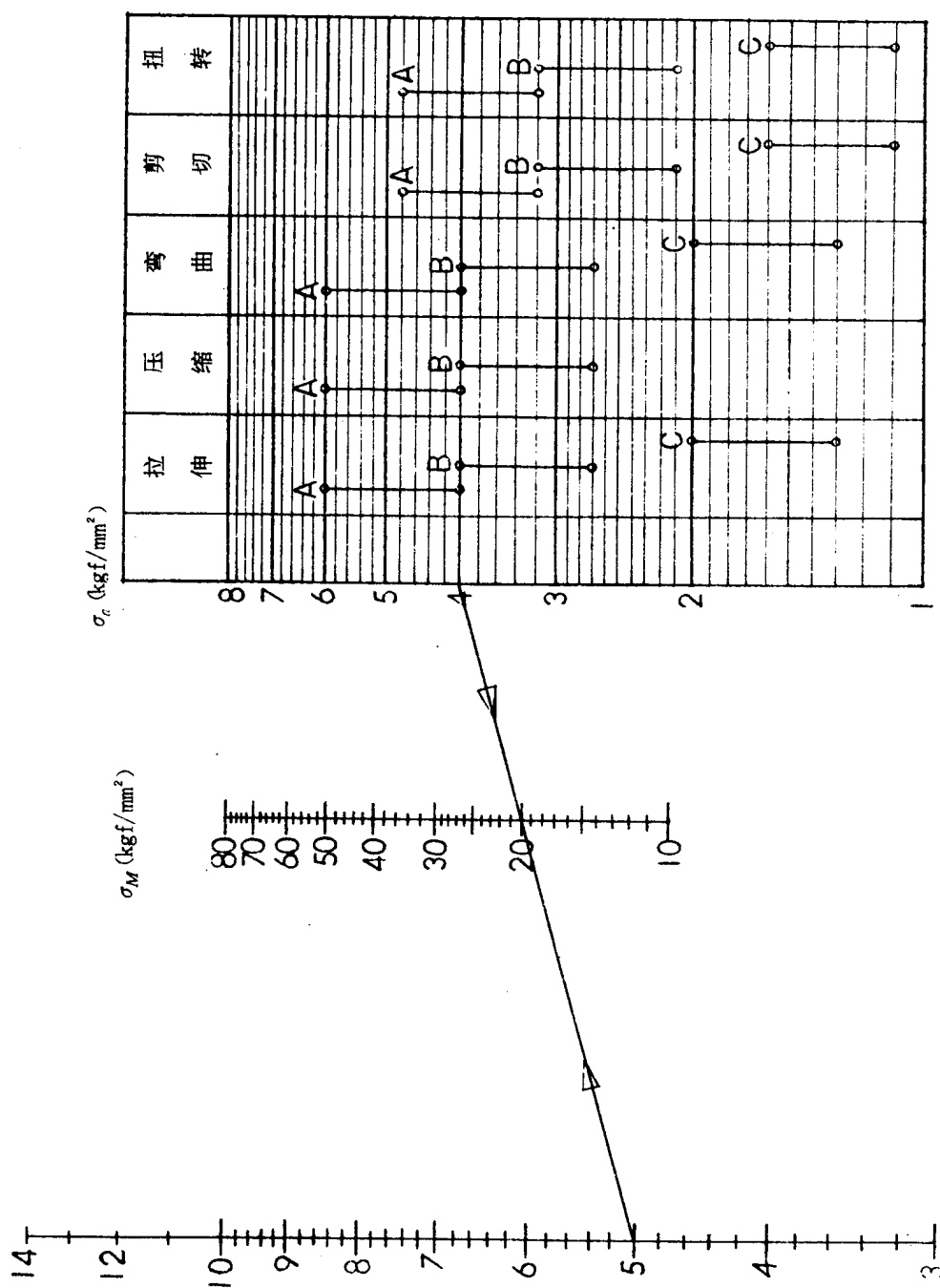
设:  $\sigma_a = 4 \text{ kgf/mm}^2$ ,  $f = 6$

则:  $\sigma_M > 24 \text{ kgf/mm}^2$



第 7 图

黄铜的许用应力与安全系数的关系



$$\sigma_M = f \cdot \sigma_a$$

$\sigma_M$ : 强度极限

$f$ : 安全系数

$\sigma_a$ : 许用应力

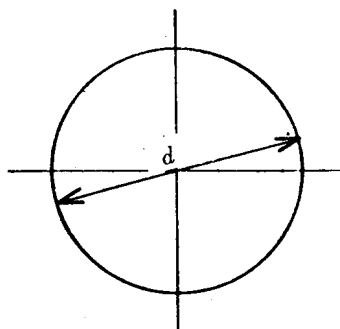
例

设:  $\sigma_a = 4 \text{ kgf/mm}^2$ ,  $f = 5$

则:  $\sigma_M > 20 \text{ kgf/mm}^2$

第 8 图

## 圆棒材的断面惯性矩、断面系数、惯性半径和其它



$$\text{断面惯性矩: } I = \frac{\pi}{64} d^4$$

$$\text{断面系数: } Z = \frac{\pi}{32} d^3$$

$$\text{断面惯性半径: } k = \sqrt{I/A}$$

$$\text{断面极惯性矩: } I_p = \frac{\pi}{32} d^4$$

$$\text{极断面系数: } Z_p = \frac{\pi}{16} d^3$$

$d(\text{mm})$	$I(\text{cm}^4)$	$Z(\text{cm}^3)$	$I_p(\text{cm}^4)$	$Z_p(\text{cm}^3)$	$k(\text{cm})$
• 6	0.006	0.021	0.013	0.042	0.15
7	0.012	0.034	0.024	0.067	0.175
• 8	0.02	0.05	0.04	0.1	0.2
• 9	0.032	0.072	0.064	0.143	0.225
10	0.049	0.098	0.098	0.196	0.25
11	0.072	0.13	0.144	0.261	0.275
• 12	0.102	0.169	0.204	0.34	0.3
• 13	0.14	0.216	0.28	0.43	0.325
14	0.19	0.27	0.38	0.54	0.35
15	0.25	0.33	0.50	0.66	0.375
• 16	0.32	0.40	0.64	0.80	0.4
17	0.41	0.48	0.82	0.96	0.425
18	0.52	0.57	1.03	1.14	0.45
• 19	0.64	0.67	1.28	1.35	0.475
20	0.79	0.79	1.57	1.57	0.5
21	0.95	0.91	1.91	1.82	0.525
• 22	1.15	1.05	2.30	2.10	0.55
23	1.37	1.19	2.75	2.39	0.575
24	1.63	1.36	3.26	2.71	0.6
• 25	1.92	1.53	3.84	3.07	0.625
26	2.24	1.73	4.49	3.45	0.65

(接第 9 图)

第 9 图

圆棒材的断面惯性矩、断面系数、惯性半径和其它

$d(\text{mm})$	$I(\text{cm}^4)$	$Z(\text{cm}^3)$	$I_p(\text{cm}^4)$	$Z_p(\text{cm}^3)$	$k(\text{cm})$
27	2.61	1.93	5.22	3.86	0.675
28	3.02	2.15	6.03	4.31	0.7
29	3.47	2.39	6.94	4.78	0.725
30	3.97	2.65	7.95	5.30	0.75
31	4.53	2.92	9.06	5.84	0.775
• 32	5.14	3.22	10.3	6.43	0.8
34	6.56	3.86	13.1	7.72	0.85
35	7.37	4.21	14.7	8.42	0.875
• 36	8.24	4.58	16.5	9.16	0.9
• 38	10.2	5.39	21.5	10.8	0.95
40	12.6	6.28	25.1	12.6	1
• 42	15.3	7.27	30.5	14.5	1.05
• 44	18.4	8.36	36.8	16.7	1.1
46	21.9	9.55	43.9	19.1	1.15
48	26.1	10.8	52.1	21.7	1.2
• 50	30.7	12.3	61.4	24.5	1.25
• 55	44.9	16.3	89.8	32.7	1.375
• 60	63.6	21.2	127	42.4	1.5
• 65	87.6	26.9	175	53.9	1.625
• 70	117	33.7	235	67.3	1.75
• 75	155	41.4	310	82.8	1.875
• 80	201	50.3	402	100	2
85	256	60.3	512	120	2.125
• 90	322	71.6	644	143	2.25
95	400	84.2	800	168	2.375
• 100	491	98.2	982	196	2.5
105	597	114	1,193	227	2.625
• 110	719	131	1,437	261	2.75
• 115	859	149	1,717	298	2.875
• 120	1,018	170	2,036	340	3
• 125	1,198	192	2,396	383	3.125
• 130	1,402	216	2,804	431	3.25
135	1,630	242	3,260	483	3.375
140	1,886	269	3,772	539	3.5

表示一般市场上容易买到的规格。