

机械零件設計圖表

田鍾穎編繪

科學技術出版社

机械零件設計图表

田鍾穎編繪

科学技術出版社

內 容 提 要

本書共搜集了計算機器主要零件的列綫圖 51 幅，每一列綫圖前先列出有關計算公式，再舉例說明如何使用該列綫圖的方法。說明簡括，內容豐富，極合實用，可作為機器零件計算設計人員的常備手冊。

機 械 零 件 設 計 圖 表

編 繪 者 田 鍾 穎

科 學 技 術 出 版 社 出 版

(上海延平西路 336 弄 1 號)

上海市書刊出版業營業許可證出 079 號

上海市印刷四厂印刷 新華書店上海發行所總經售

統一書號：15119 · 499

開本 787×1092 紙 1/16 · 印張 7 1/4 · 插圖 9 · 字數 133,000

1957 年 4 月第 1 版

1957 年 4 月第 1 次印刷 印數 1—5,000

定價：(10) 1.30 元

前 言

我們的國家正處在從落後走向先進，從沒有工業走向社會主義工業化的轟轟烈烈的建設熱潮當中，毛主席早在 1945 年論聯合政府一文中，為我們指出“沒有一個獨立、自由、民主和統一的中國，不可能發展工業”。現在，我們正是這樣在中國共產黨的領導下，走向社會主義工業化，走向富強康樂，人們都為祖國第一個五年計劃的實現而歡欣鼓舞。斯大林同志曾教導我們：“擺在工業面前的各項問題，有一個先決條件：機械製造是國民經濟的杠桿，在工業中占優越的地位”。在黨的領導下，全國人民都在為偉大的事業貢獻出自己最好的勞動，作為機械工作者們，更將體驗機械工業在祖國建設事業中的重要作用，為偉大的事業貢獻力量，使祖國的機械工業成為一根堅強的杠桿。

目前，就機械工作者的實際體驗來說，在實際工作中所遭遇到的技術設計問題，由於受到技術設計理論水平的限制，往往只能囿於經驗設計的範疇以內，而技術設計理論水平的培養和提高，又不是一朝一夕的事；另一方面，從具體設計計算工作來看，又往往不能進一步達到便捷、快速和正確的目的。列綫圖從科學理論到實踐不過是本世紀五十年代中的事，但已獲顯著成果；用列綫圖法解析機械零件設計公式，構繪成一定形式的列綫圖，正是解決上述問題的有效途徑。

編者著意機械零件設計圖表的編繪工作，已是三年前的事了，三年來一面從事薈集，一面從事構繪，期能獲得成套完整有系統的機械零件設計圖集。目前初稿就緒，瀏覽一過，覺得這本圖集，對於機械零件設計的要求來說，還是顯得片斷破碎不夠完整的，而且部分列綫圖，尚多未經實際考驗的，難免乖誤。鑒於列綫圖的實際應用尚不多見，而列綫圖本身卻是一個值得推廣的新的設計工具，特不避簡陋，貢獻於機械工作者們，期能有助於設計工作。

趁初版的時候，編者衷心要求讀者隨時提出指導意見，期能及時校訂增補使本書成為系統完整的圖集，讓編者首先在此對賜教同志表示感謝！

編 者

一九五六年五月於北京

目 錄

前言	
引論	1
一. 机械力学列綫图	
1-1 轉矩、作用力、轉速及轉動半徑关系的列綫图	4
1-2 加速度、速度、行程及作用力关系的列綫图	6
1-3 綫速度、轉速、作用力及功的关系的列綫图	8
1-4 离心力計算的列綫图	10
二. 轉動慣量列綫图	
2-1 橢圓柱体、圓柱体及長方柱体的重量計算列綫图	12
2-2 長方柱体的轉動慣量列綫图	14
2-3 中空圓柱体迴繞其对称軸綫迴轉的轉動慣量列綫图	16
2-4 橢圓柱体迴繞其对称軸綫迴轉的轉動慣量列綫图	18
2-5 橢圓柱体或圓柱体迴繞與圓柱中心相垂直的軸綫迴轉时的轉動慣量列綫图	20
2-6 截錐体迴繞其对称軸綫迴轉时的轉動慣量列綫图	22
2-7 圓截面环形的轉動慣量列綫图	24
2-8 外側半圓环迴繞其对称軸綫迴轉时的轉動慣量列綫图	26
2-9 內側半圓环迴繞其对称軸綫迴轉时的轉動慣量列綫图	28
2-10 物体迴繞與其轉動中心相平行的軸綫迴轉时的轉動慣量列綫图	30
2-11 轉動慣量迴轉速度和能量关系的列綫图	32
三. 軸和梁的設計列綫图	
3-1 承受弯曲应力的軸的設計列綫图	34
3-2 各种不同截面的慣性力矩計算列綫图	36
3-3 承受扭力的軸的設計列綫图	38
3-4 同时承受扭力和弯曲应力的軸的設計列綫图	40
3-5 各种梁和軸的最大变形量的列綫图	42
3-6 求各种梁和軸的弯曲力矩的列綫图	44
四. 軸承設計列綫图	
4-1 滾動軸承設計列綫图	46
4-2 針軸承設計列綫图	48
4-3 滑動軸承設計列綫图	50
4-4 多肩或單肩平面推力軸承設計列綫图	52
五. 离合器及制動裝置設計列綫图	
5-1 多片摩擦式离合器設計列綫图	54

5-2 锥形摩擦式离合器设计列线图	56
5-3 圆筒形摩擦式离合器设计列线图	58
5-4 带式制动装置设计列线图	60

六. 皮带及链的设计列线图

6-1 平皮带和三角皮带最小包角计算列线图	62
6-2 平皮带传动马力与拉力计算列线图	64
6-3 三角皮带传动马力与拉力计算列线图	66
6-4 滚子链及齿形链拉力计算的列线图	68
6-5 皮带和链条传动中由离心力造成的拉力计算列线图	70
6-6 求开口皮带长度的列线图	72

七. 齿轮设计列线图

7-1 柱状齿轮表面剪应力设计计算列线图	73后
7-2 柱状齿轮与齿条啮合时表面剪应力设计计算列线图	81
7-3 柱状直齿轮弯曲应力设计计算列线图	84
7-4 柱状斜齿轮弯曲应力设计计算列线图	85后
7-5 斜齿轮齿数换算列线图	88
7-6 斜齿轮设计尺寸列线图	90

八. 往复式机械设计列线图

8-1 往复式泵设计的列线图	92
8-2 往复式机械转动扭矩计算的列线图	94
8-3 摇杆转动惯量计算列线图	96
8-4 活塞环设计的列线图	98

九. 弹簧设计列线图

9-1 圆弹簧设计列线图	100
9-2 扭弹簧设计列线图	102
9-3 扭弹簧设计列线图	104
9-4 筒梁式片弹簧设计列线图	106
9-5 悬臂梁式片弹簧设计列线图	107

引 論

列綫圖在二十世紀初開始發展，第一個創始人是法國數學家奧庚 O'cagne，他的貢獻在於完成了網狀列綫圖的理論，1900~1910 年間，俄國科學家們，對列綫圖的理論作出了重大的貢獻，使列綫圖在理論上成為一個完整的體系，進入二十世紀二十年代以後，就已發展到用點來表示的列綫圖了。這一成就是與卓越的科學家梭爾，蓋爾雪萬諾夫和符拉梭夫的辛勤勞動分不開的。

蓋爾雪萬諾夫教授在 1906 年到 1908 年先後發表了列綫圖計算原理等論文，由此奠定了用點來表示的列綫圖的構圖理論；同時，他還根據列綫圖原理，用微分方法闡明了等距離點的列綫圖的構圖理論，1926 年蓋爾雪萬諾夫教授又發表了工程技術用列綫圖的原理和構圖法一書，這是列綫圖由理論進展到實用的里程碑。三十年代始，列綫圖這一理論科學已完全為科學技術工作者所掌握，而且已廣泛而有效地在蘇聯社會主義建設事業中發揮作用。

葛拉高列夫教授首先在當時的羅蒙諾索夫大學（即莫斯科大学）建立了列綫圖的科學研究中心——列綫圖科學研究班，1934 年葛拉高列夫教授完成了他的列綫圖原理這一輝煌著作，而在 1932 年，蘇聯國家人民委員會的重工業部已專門創建了列綫圖設計局，創建人之一就是葛拉高列夫教授。

列綫圖音譯為諾模圖，源於希臘文 “νόμος” 和 “γράφω” 兩字，意譯是“規律的圖表”，中譯有作正綫圖或對綫圖的。在笛卡爾坐標的代數圖解當中，坐標中的任意點同時表示兩個函數之間的關係，如在坐標中插入一個曲綫族時，也僅能表示三個函數之間的關係，列綫圖則能同時表示三個函數之間的關係。當將列綫圖的尺度加以合理組合時，就能同時表示更多的函數關係；笛卡爾坐標和列綫圖的另一個區別就是列綫圖的構圖和運用要清晰便捷得多。

列綫圖這一門科學雖然到現在只有五十年的歷史，但在工程技術的實用意義來說，是有很高價值的；在沒有掌握列綫圖計算法以前，工程技術上的設計計算都得借助於數學計算方法運用計算尺和計算機來完成，這樣做必須縝密細致地注意下列各個問題：

- 1) 適當選擇公式中的各個度量單位，顧到公式中的積次平衡，往往由於度量單位確定錯誤，使答案發生錯誤。
- 2) 用數學計算得出的答案，需要再次進行驗算，以避免在計算中的錯誤。
- 3) 當計算所得的數據不能適應技術設計的特定條件時，就必須重複加以試算，試算是一項繁雜的工作，需要翻復修正各個已知數據，使所求數據趨於合理，試算常

$$V = \frac{\pi D n}{6,000}$$

式中: V 为直綫速度(公尺/秒), n 为轉速(轉/分鐘)及 D 为直徑(公分), 任意兩值为已知时, 就能由列綫图求得第三值, 接着應將已知数据排列如下:

已知 $n = 320$ 轉/分鐘,

$D = 75$ 公厘 $= 7.5$ 公分

求 $V = ?$

以直綫跨 n 尺度上的 320 和 D 尺度上的 7.5, 同时, 交 V 尺度于一点, 由此讀得

$V = 1.25$ 公尺/秒.

一. 机械力学列线图

1-1 轉矩、作用力、轉速及轉动半徑关系的列线图

轉矩、作用力、轉速以及轉动半徑之間的关系式為：

$$P = \frac{75 N_s}{V} = \frac{102 N'_s}{V},$$

$$M = \frac{716.2 N_s}{n} = P \cdot R,$$

$$V = \frac{2\pi Rn}{6,000}.$$

式中： P —作用力(公斤)，
 V —圓周速度(公尺/秒)，
 N_s —馬力，
 N'_s —瓩，
 M —轉矩(公斤·公尺)，
 n —轉速(轉/分鐘)，
 R —轉动半徑(公分)。

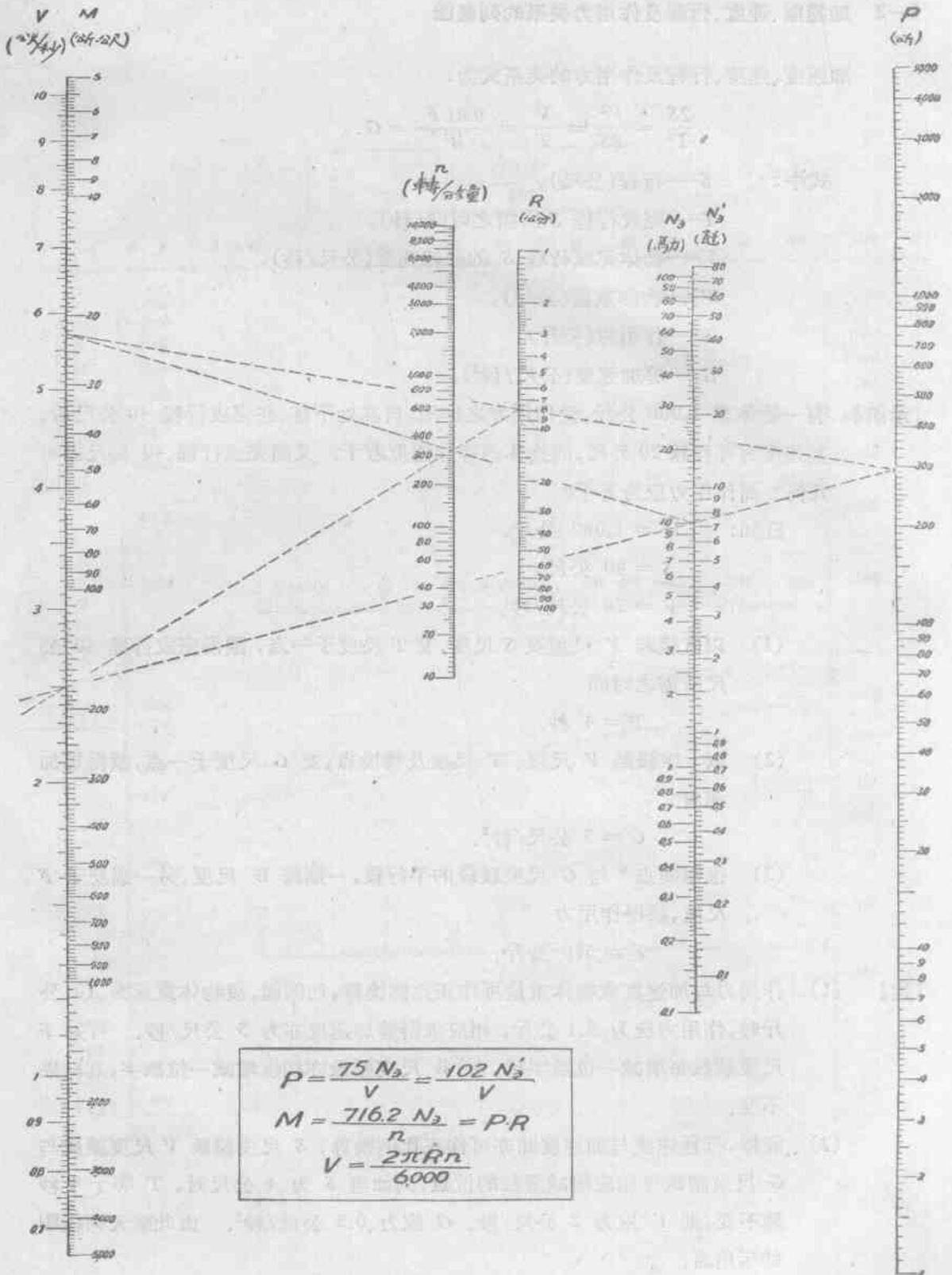
[示例] 求傳动功率为 10 馬力的傳动機構, 当其轉速为每分鐘 320 轉, 轉动半徑为 7.7 公分时, 求相应的轉矩, 圓周速度及作用力?

已知： $N_s = 10$ 馬力，
 $n = 320$ 轉/分鐘，
 $R = 7.7$ 公分。

(1) 以直綫 R 尺度及 n 尺度, 交 V 尺度于一点讀得
 $V = 2.5$ 公尺/秒，

(2) 以直綫跨 N_s 尺度及 n 尺度, 交 M 尺度于一点讀得
 $M = 22.4$ 公斤·公尺 = 2,240 公斤·公分。

(3) 以直綫跨 V 尺度与 N_s 尺度, 求 P 尺度于一点, 讀得
 $P \approx 297$ 公斤。



1-2 加速度、速度、行程及作用力关系的列线图

加速度、速度、行程及作用力的关系式为：

$$\frac{2S}{T^2} = \frac{V^2}{2S} = \frac{V}{T} = \frac{9.81 F}{W} = G.$$

式中： S ——行程(公尺)，
 T ——完成行程 S 所需之时间(秒)，
 V ——物体完成行程 S 的最终速度(公尺/秒)，
 W ——物体重量(公斤)，
 F ——作用力(公斤)，
 G ——等加速度(公尺/秒²)。

【示例】 有一物体重 1,000 公斤，受作用力之作用，自高处下落，在完成行程 40 公尺后，其速度为每秒 20 公尺，问物体的等加速度若干？又问完成行程 40 公尺需时几何？问作用力应为若干？

已知： $W = 1,000$ 公斤，

$S = 40$ 公尺，

$V = 20$ 公尺/秒。

(1) 以直线跨 V 尺度及 S 尺度，交 T 尺度于一点，读得完成行程 40 公尺所需之时间

$T = 4$ 秒。

(2) 以十字线跨 V 尺度、 T 尺度及转换点，交 G 尺度于一点，读得等加速度

$G = 5$ 公尺/秒²。

(3) 推转换点*与 G 尺度联线的平行线，一端跨 W 尺度，另一端交于 F 尺度，读得作用力

$F = 510$ 公斤。

【注】 (1) 作用力与加速度或物体重量可作正比例换算，如例题，设物体重量为 10 公斤时，作用力应为 5.1 公斤，相应求得等加速度亦为 5 公尺/秒²。可知 F 尺度读数每增减一位数字时，如 W 尺度读数亦相应增减一位数字，其结果不变。

(2) 同样，行程速度与加速度间亦可作正比例换算， S 尺度读数 V 尺度读数与 G 尺度读数可相应增减读数的位数，例如当 S 为 4 公尺时， T 等于 4 秒钟不变，则 V 应为 2 公尺/秒， G 应为 0.5 公尺/秒²。由此扩大列线图的运用面。

1-3 綫速度、轉速、作用力及功的关系的綫图

綫速度、轉速、作用力及功的关系式为：

$$V = \frac{E}{P} = \frac{S}{T} = \frac{2\pi Rn}{6,000} = 1.047 \times 10^{-3} Rn,$$

式中： S —行程(公尺)，
 T —時間(秒)，
 V —綫速度(公尺/秒)，
 R —轉动半徑(公分)，
 n —迴轉速度(轉/分鐘)，
 P —作用力(公斤)，
 E —功率(公斤·公尺/秒)。

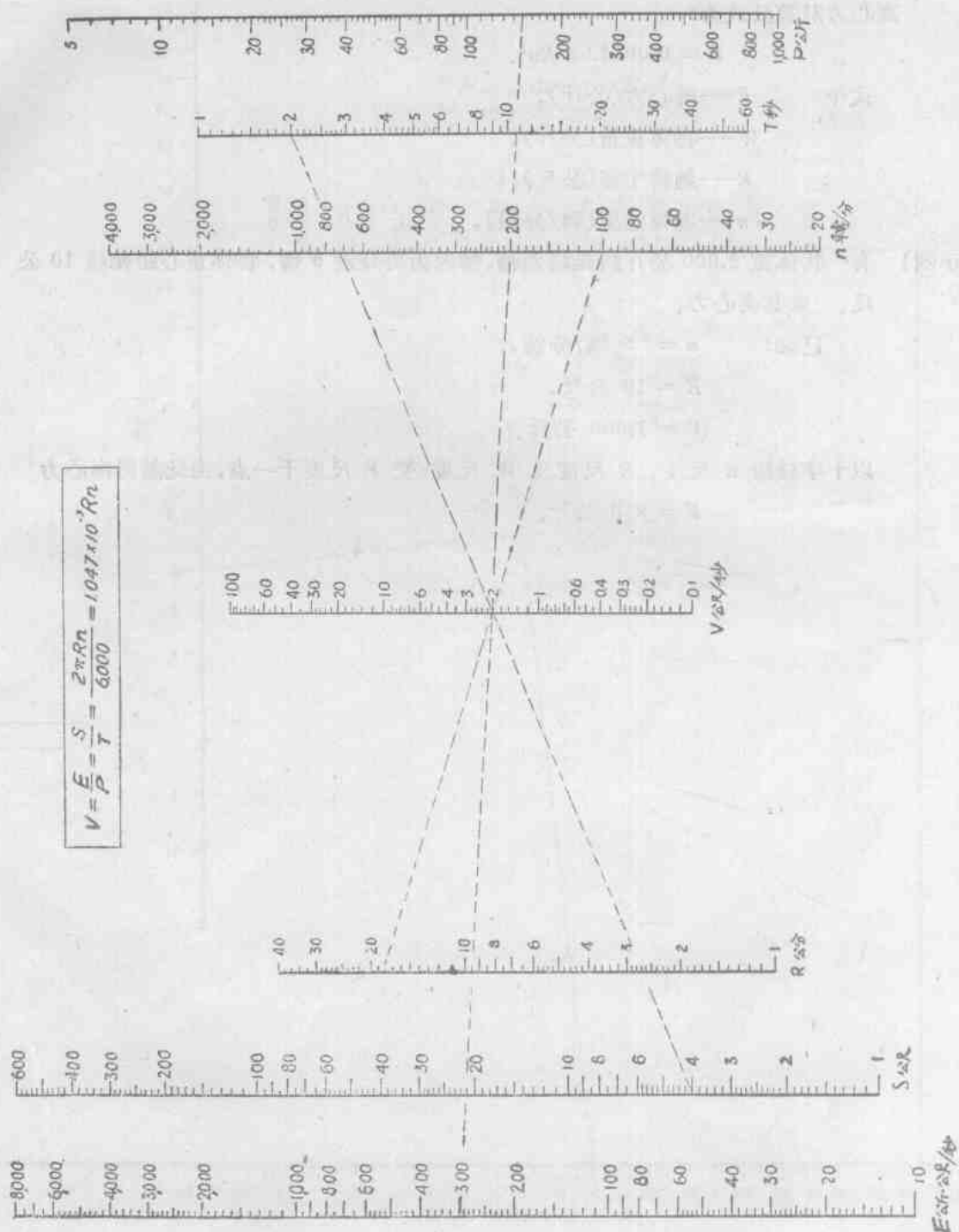
[示例] 設有一轉动物体以作用力 150 公斤加于离轉动軸心 18.3 公分处，在 2 秒鐘內完成行程 4 公尺。試求其轉速，綫速度及所作的功率。

已知： $P = 150$ 公斤，
 $S = 4$ 公尺，
 $T = 2$ 秒，
 $R = 18.3$ 公分。

(1) 以直綫跨 S 尺度及 T 尺度交于 V 尺度，由此讀得綫速度为
 $V = 2$ 公尺/秒。

(2) 以直綫跨 V 尺度及 R 尺度，交于 n 尺度，讀得迴轉速度
 $n = 100$ 轉/分鐘。

(3) 以直綫跨 V 尺度及 P 尺度，交 E 尺度于一点，讀得所作的功率
 $E = 300$ 公斤·公尺/秒。



1-4 离心力计算的列线图

离心力计算公式为：

$$F = 0.00112 W R n^2,$$

式中： F ——离心力(公斤)，
 W ——物体重量(公斤)，
 R ——迴轉半徑(公尺)，
 n ——迴轉速度(轉/分鐘)，

【示例】 有一物体重 2,000 公斤繞軸綫迴轉，轉速为每分鐘 6 轉，物体重心距軸綫 10 公尺，求其离心力。

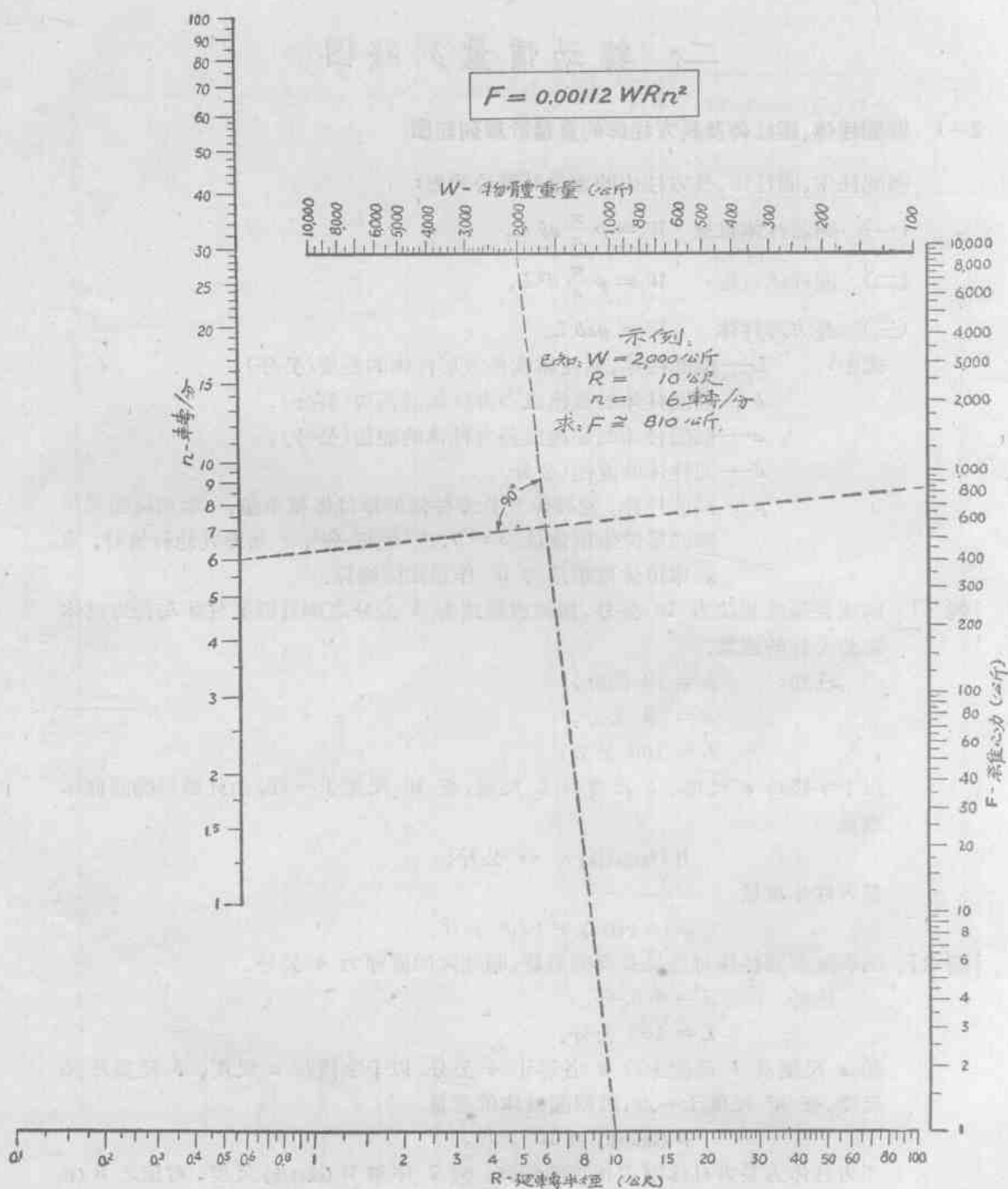
已知： $n = 6$ 轉/分鐘，

$R = 10$ 公尺，

$W = 2,000$ 公斤。

以十字綫跨 n 尺度， R 尺度及 W 尺度，交 F 尺度于一点，由此讀得离心力

$F = 810$ 公斤。



二. 轉動慣量列綫圖

2-1 橢圓柱體、圓柱體及長方柱體的重量計算列綫圖

橢圓柱體、圓柱體、長方柱體的重量計算公式為：

(一) 橢圓柱體重量 $W = \rho \frac{\pi}{4} ab L,$

(二) 圓柱體重量 $W = \rho \frac{\pi}{4} d^2 L,$

(三) 長方形柱體 $W = \rho ab L,$

式中： L —橢圓柱體、圓柱體或長方形柱體的長度(公分)，

b —橢圓柱體的長徑或長方柱體的長邊(公分)，

a —橢圓柱體的短徑或長方柱體的短邊(公分)，

d —圓柱體的直徑(公分)，

ρ —橢圓柱體、圓柱體及長方柱體的單位體積重量。本列綫圖採用鋼的單位體積重量 $\rho = 7.85$ 克/公分³。如為其他材質時，應將單位體積重量與 W 作正比例換算。

[例 1] 試求長徑或長邊為 10 公分，短徑或短邊為 8 公分之鋼質橢圓柱體與長方柱體每公尺長的重量。

已知： $b = 10$ 公分，

$a = 8$ 公分，

$L = 100$ 公分，

以十字綫跨 a 尺度、 b 尺度與 L 尺度，交 W 尺度於一點，由此讀得橢圓柱體重量

$$W(\text{橢圓柱體}) = 49 \text{ 公斤};$$

長方柱體重量

$$W(\text{長方柱體}) = 62.8 \text{ 公斤}.$$

[例 2] 試求鋼質圓柱體每公尺長度的重量，圓柱體的直徑為 4 公分。

已知： $d = 4$ 公分，

$L = 100$ 公分。

在 a 尺度及 b 尺度上取 d 各等於 4 公分，以十字綫跨 a 尺度、 b 尺度及 L 尺度，交 W 尺度於一點，讀得圓柱體的重量

$$W(\text{圓柱體}) = 10 \text{ 公斤},$$

正方柱體為長方柱體兩邊相等的特例，例 2 中與 $W(\text{圓柱體})$ 尺度，對應之 $W(\text{長方柱體})$ 尺度，即為正方柱體每公尺重量

$$W(\text{正方柱體}) = 12.5 \text{ 公斤}.$$

转动惯量列线图

转动惯量列线图

$$\begin{aligned} W_{\text{(圆截面)}} &= \rho \frac{\pi}{4} d^2 L \\ W_{\text{(矩形截面)}} &= \rho \frac{\pi}{4} abL \\ W_{\text{(长形截面)}} &= \rho abL \end{aligned}$$

