

初等結構理論詳解

(1985 年修訂版)

(第二版)

謝元裕 原著
馮文龍 譯著

曉園出版社
世界圖書出版公司

982644

初等結構理論詳解

(1985 年修訂版)

(第二版)

謝元裕 原著

馮文龍 譯著

曉園出版社
世界圖書出版公司

初等结构理论详解

谢元裕 原著

冯文龙 译著

*

晓园出版社出版

世界图书出版公司北京公司重印

北京朝阳门内大街 137 号

北京中西印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1994 年 11 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1994 年 11 月第一次印刷 印张: 13.25

印数: 0001—310 字数: 31 万字

ISBN: 7-5062-1984-0/TU·8

定价: 20.90 元 (WB9405/13)

世界图书出版公司已向台湾晓园出版社购得重印权
限国内发行

前 言

研習理工的同學，都有一種認識，那就是：一本書的習題往往是該書的精華所在，藉着習題的印證，才能對書中的原理原則澈底的吸收與瞭解。

有鑒於此，曉園出版社特地聘請了許多在本科上具有相當研究與成就的人士，精心出版了一系列的題解叢書，為各該科目的研習，作一番介紹與鋪路的工作。

一個問題的解答方法，常因思惟的角度而異。曉園題解叢書，毫無疑問的都是經過一番精微的思考與分析而得。其目的在提供對各該科目研讀時的參考與比較；而對於一般的自修者，則有啓發與提示的作用。希望讀者能藉着這一系列題解叢書的幫助，而在本身的學問進程上有更上層樓的成就。

34030/04

使 用 說 明

本書為謝元裕 (Yuan-Yu-Hsieh) 博士所著「Elementary Theory of Structures」第二版的習題詳解，新版與舊版在編排上略有不同，並增添了一些新的章節。為了方便使用舊版的讀者，本社特將新舊兩版習題做一比較，並分別註明「完全相同」或「類似題」，俾使讀者無論使用第一版或第二版課本，均能參考本題解，發揮其最大功能。

釋例： 2 - 1 即第一版 2 - 1 題與本書 2 - 1
 同 2 - 1 題完全相同

 3 - 4 即第一版 3 - 4 題與本書 3 - 4
 類 3 - 4 題為類似題

初等結構理論詳解

(目 錄)

第一章	緒 論	0
第二章	結構之穩定與可定性	1
第三章	靜定梁	5
第四章	靜定桁架	17
第五章	靜定剛架與組合結構	37
第六章	靜定結構之影響線	51
第七章	移動集中載重：最大值準則	63
第八章	結構之彈性變位	71
第九章	用變位符合法分析靜不定結構	101
第十章	用最小功法分析靜不定結構	119
第十一章	靜不定結構之影響線	135
第十二章	用傾角撓度法分析靜不定梁及剛架	145
第十三章	彎矩分配法：節點不移動之彎矩分配 法	175
第十四章	節點移動之彎矩分配法	191

第十五章 用有限元素法作結構之矩陣分析，第	
一部分：力法.....	227
第十六章 用有限元素法作結構之矩陣分析，第	
二部分：位移法.....	251
第十七章 非稜體構件之處理.....	271
歷屆高考題目.....	285

第二章

結構之穩定與可定性

2-1 討論圖 2-24 所示諸梁之穩定與可定性。

同 2-1

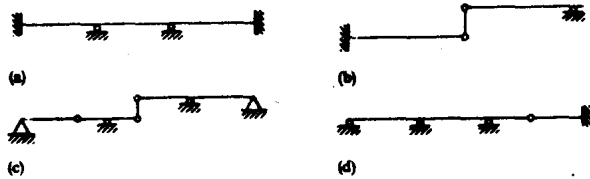


圖 2-24

解 (a) $r = 8$ $c = 0$ $r > c + 3$

$$r - (c + 3) = 8 - 3 = 5$$

此梁穩定和 5 度靜不定。

(b) $r = 4$ $c = 2$ $r < c + 3$

不穩定，因為上梁不能承受水平載重。

(c) $r = 6$ $c = 3$ $r = c + 3$

$$r - (c + 3) = 6 - 6 = 0$$

∴ 此梁為穩定和靜定。

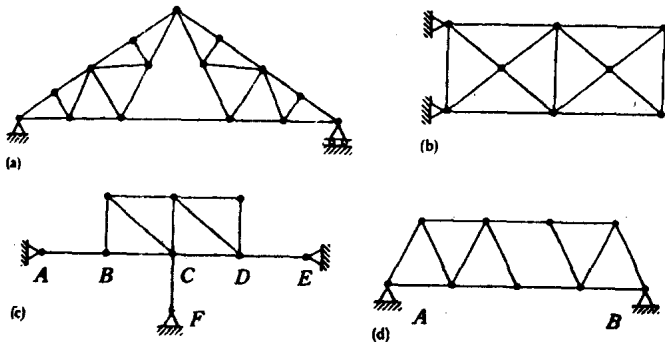
(d) $r = 6$ $c = 1$ $r > c + 3$

$$r - (c + 3) = 6 - 4 = 2$$

∴ 此梁穩定和 2 度靜不定。

2-2 討論圖 2-25 中諸桁架之穩定與可定性。

同 2-2



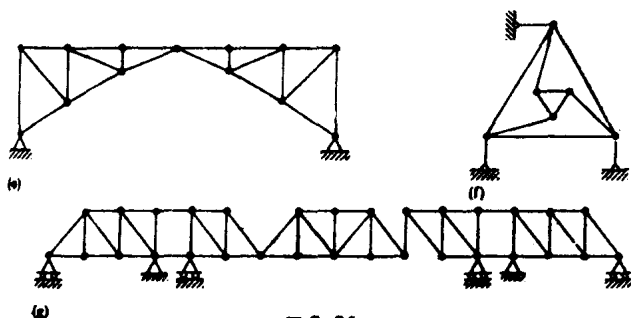


圖 2-25

(a) $b = 27 \quad r = 3 \quad j = 15 \quad b + r = 2j$

$$(b + r) - 2j = 30 - 30 = 0$$

穩定和靜定。

(b) $b = 15 \quad r = 4 \quad j = 8 \quad b + r > 2j$

$$(b + r) - 2j = 19 - 16 = 3$$

穩定和3度靜不定。

(c) $b = 12 \quad r = 6 \quad j = 9 \quad b + r = 2j$

外在不穩定

(因為3反力交於一點，結構不能承受對於此交點之力矩。)

由A、E、F之自由體圖可見，當外力不作用於C點時 $\sum M_c \neq 0$ 。)

(d) 平面桁架係假設桿件只能承受軸力，如圖無剪力可與反力 R_A 平衡故為內在不穩定。

(e) $b = 22 \quad r = 4 \quad j = 13$

$$(b + r) - 2j = 26 - 26 = 0$$

穩定和靜定

(f) $b = 9 \quad r = 3 \quad j = 6$

$$(b + r) - 2j = 12 - 12 = 0$$

穩定和靜定

(g) $b = 54 \quad r = 8 \quad j = 31 \quad (b + r) - 2j = 62 - 62 = 0$

穩定和靜定

2-3 討論圖 2-26 所示諸剛架之穩定與可定性。

同 2-3

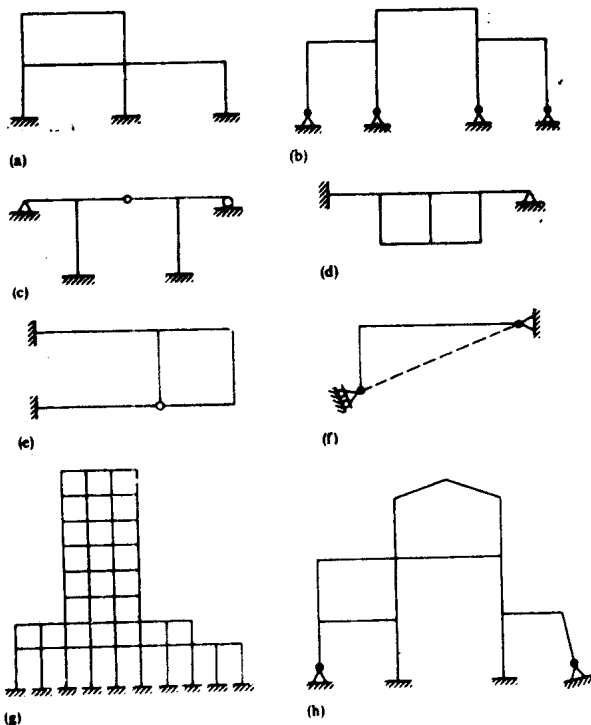


圖 2-26

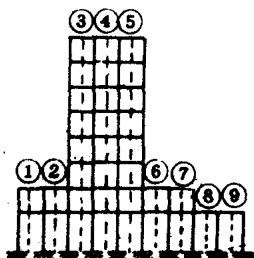
- (a) $b=8$ $r=9$ $j=8$ $c=0$ $3b+r > 3j+c$
 $(3b+r) - (3j+c) = 33 - 24 = 9$
 穩定和 9 度靜不定。
- (b) $b=9$ $r=8$ $j=10$ $c=0$
 $(3b+r) - (3j+c) = 35 - 30 = 5$
 穩定和 5 度靜不定。
- (c) $b=5$ $r=9$ $j=6$ $c=1$
 $(3b+r) - (3j+c) = 24 - 19 = 5$
 穩定和 5 度靜不定。
- (d) $b=9$ $r=5$ $j=8$ $c=0$
 $(3b+r) - (3j+c) = 32 - 24 = 8$
 穩定和 8 度靜不定。
- (e) $b=6$ $r=6$ $j=6$ $c=2$

4 初等結構理論詳解

$$(3b + r) - (3j + c) = 24 - 20 = 4$$

穩定和4度靜不定。

- (f) 因反力交於一點結構不能承受對此點之力矩，故為外在不穩定。
 (g) 本圖可沿9條綫切斷34支梁，成為10個穩定和靜定部份，而每個斷口含有3個未知數，總計未知數有 $3 \times 34 = 102$ ，故為穩定和102度靜不定。



(h) $b = 15 \quad r = 10 \quad j = 14 \quad c = 0$

$$(3b + r) - (3j + c) = 55 - 42 = 13 \quad \text{或} \quad 3 \times 5 - 2 = 13$$

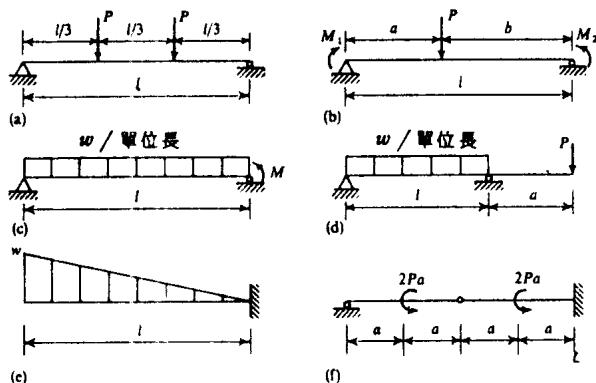
穩定和13度靜不定。

第三章 靜定梁

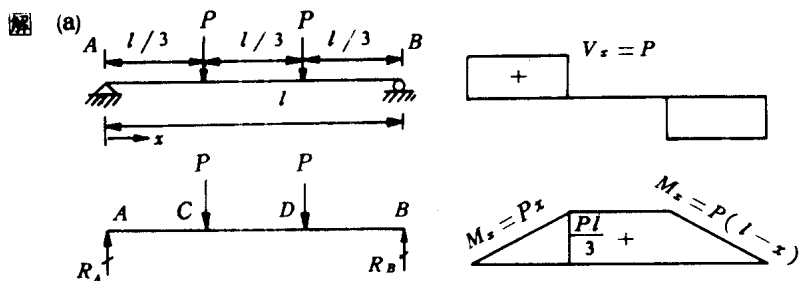
3-1 已知圖 3-18 各部份所示之載重，試畫出與該載重一致的剪力及彎矩圖；

同 3-1

並寫出各曲線之方程式。

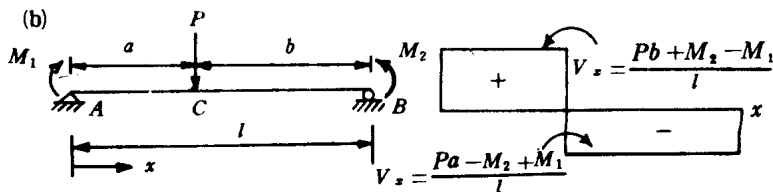


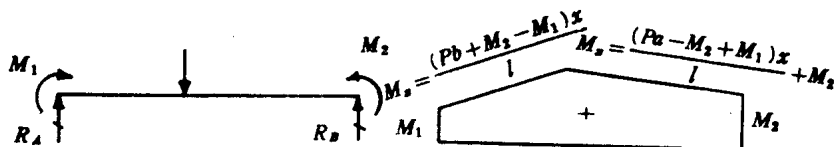
■ 3-18



$$\sum M_A = 0 \quad P \times \frac{l}{3} + P \times \frac{2l}{3} - R_B l = 0 \quad R_B = P$$

$$\sum F_v = 0 \quad R_A = P \quad M_c = P \times \frac{l}{3} = \frac{Pl}{3} \quad V_c \text{ 左} = P$$





$$\Sigma M_A = 0 \quad P \times a - M_2 + M_1 - R_B \times l = 0$$

$$R_B = \frac{Pa - M_2 + M_1}{l}$$

$$\Sigma M_B = 0 \quad R_A \times l + M_1 - Pb - M_2 = 0$$

$$R_A = \frac{Pb + M_2 - M_1}{l}$$

C 點左邊任一斷面之剪力與彎矩

$$V_s = R_A = \frac{(Pb + M_2 - M_1)}{l}$$

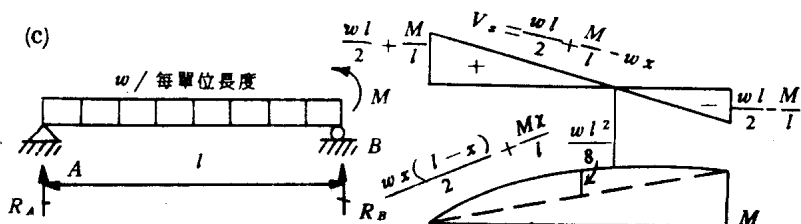
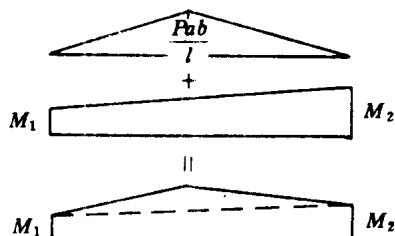
$$M_s = \frac{(Pb + M_2 - M_1)x}{l} + M_1$$

C 點右邊任一斷面之剪力與彎矩

$$V_s = -R_B = -\frac{Pa - M_2 + M_1}{l}$$

$$\begin{aligned} M_s &= R_B \times (l - x) + M_2 \\ &= \frac{(Pa - M_2 + M_1)}{l} (l - x) + M_2 \end{aligned}$$

另圖



$$\Sigma M_A = 0 \quad wl \times \frac{l}{2} - R_B \times l - M = 0$$

$$R_B = \frac{wl}{2} - \frac{M}{l}$$

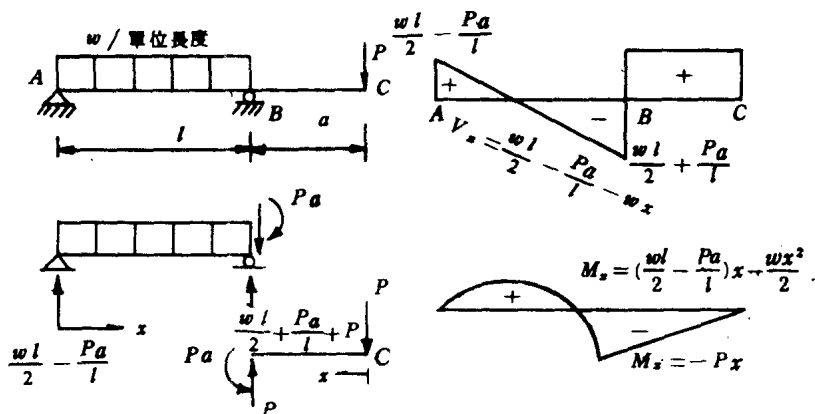
$$\Sigma F_v = 0 \quad R_A = wl - \left(\frac{wl}{2} - \frac{M}{l} \right) = \frac{wl}{2} + \frac{M}{l}$$

$$V_s = R_A - wx = \frac{wl}{2} + \frac{M}{l} - wx$$

$$M_s = R_A \cdot x - \frac{wx^2}{2} = \frac{wlx}{2} + \frac{Mx}{l} - \frac{wx^2}{2}$$

$$= \frac{wx(l-x)}{2} + \frac{Mx}{l}$$

(d)



$$\Sigma M_A = 0 \quad P(l+a) + \frac{w}{2} l^2 - lR_B = 0$$

$$R_B = \frac{Pa}{l} + P + \frac{wl}{2}$$

$$\Sigma F_v = 0 \quad R_A = wl + P - R_B = \frac{wl}{2} - \frac{Pa}{l}$$

 BC 間任一距離 C 點 x 長之斷面其剪力及彎矩

$$V_s = P \quad M_s = -Px$$

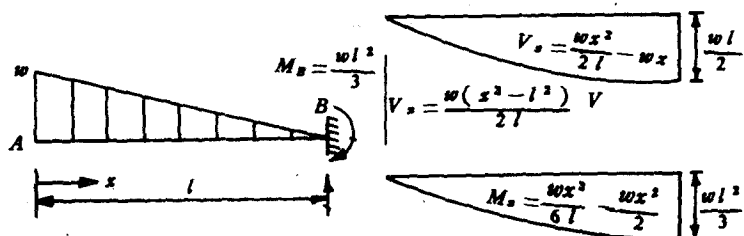
在支承 B 右邊一極小距離之剪力及彎矩

$$V_s = P \quad M_s = -Pa$$

考慮 AB 部份其所承受之載重如圖，距離 A 點 x 長之斷面其剪力及彎矩

$$V_s = \frac{wl}{2} - \frac{Pa}{l} - wx \quad M_s = \left(\frac{wl}{2} - \frac{Pa}{l} \right)x - \frac{wx^2}{2}$$

(e)



$$w(x) = w - \frac{wx}{l} \quad \frac{dV_s}{dx} = -w(x) \quad \frac{dV_s}{dx} = \frac{wx}{l} - w$$

$$V_s = \frac{wx^2}{2l} - wx + C_1$$

當 $x = 0$ 時 $V_s = 0$ 故 $C_1 = 0$

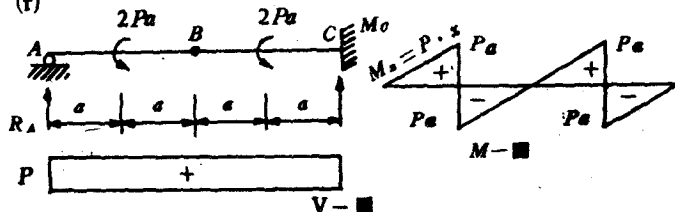
$$V_s = \frac{wx^2}{2l} - wx$$

$$\frac{dM_s}{dx} = V_s \quad \text{故} \quad M_s = \frac{wx^3}{6l} - \frac{wx^2}{2} + C_2$$

當 $x = 0$ 時 $M_s = 0$ 故 $C_2 = 0$

$$M_s = \frac{wx^3}{6l} - \frac{wx^2}{2}$$

(f)



$$\Sigma M_B = 0 \quad R_A \cdot 2a - 2Pa = 0 \quad R_A = P$$

$$\Sigma F_v = 0 \quad V_c = -P$$

$$\Sigma M_c = 0 \quad R_A \cdot 4a + M_c - 2Pa - 2Pa = 0 \quad M_c = 0$$

3-2 試用虛功法求圖 3-19 複合梁之 A、B 及 D 之反力、B 點之彎矩，C 點

同 3-2 之剪力。

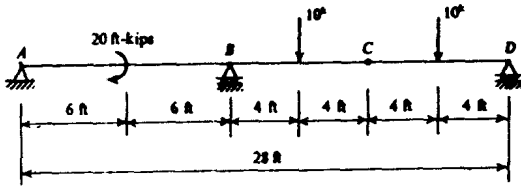
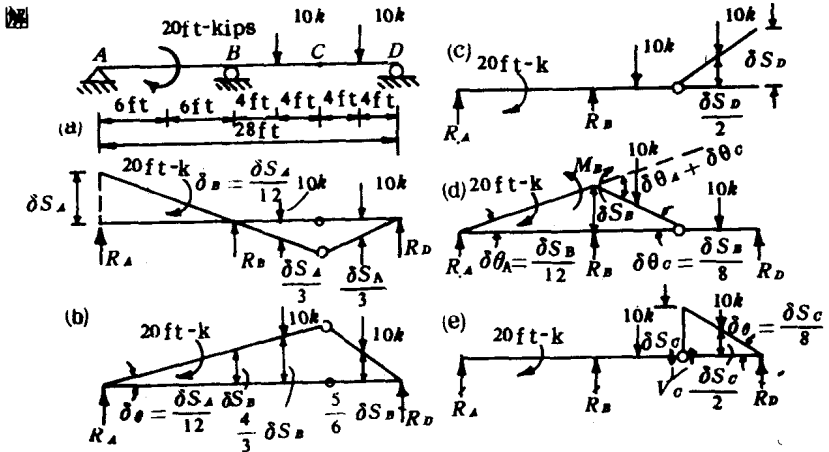


圖 3-19



(a) 求 A 點反力

$$R_A \cdot \delta S_A + 20 \cdot \frac{\delta S_A}{12} + 10 \cdot \frac{\delta S_A}{3} + 10 \cdot \frac{\delta S_A}{3} = 0$$

$$R_A = -\frac{100}{12} = -8.33 \text{ kips } (\downarrow)$$

(b) 求B點反力

$$R_B \cdot \delta S_B - 10 \cdot \frac{4 \delta S_B}{3} - 10 \cdot \frac{5 \delta S_B}{6} - 20 \cdot \frac{\delta S_B}{12} = 0$$

$$R_B = \frac{40}{3} + \frac{50}{6} + \frac{20}{12} = \frac{280}{12} = 23.33 \text{ kips}$$

(c) 求D點反力

$$R_D \cdot \delta S_D - 10 \cdot \frac{\delta S_D}{2} = 0 \quad \therefore R_D = 5 \text{ kips}$$

(d) 求B點彎矩

$$M_B (\delta \theta_A + \delta \theta_C) - 20 \frac{\delta S_B}{12} - 10 \frac{\delta S_B}{2} + R_B \delta S_B = 0$$

$$M_B \left(\frac{\delta S_B}{12} + \frac{\delta S_B}{8} \right) - \frac{20 \delta S_B}{12} - \frac{10 \delta S_B}{2} + \frac{280 \delta S_B}{12} = 0$$

$$\frac{5 \delta S_B}{24} M_B = -\frac{400 \delta S_B}{240} \quad \therefore M_B = -80 \text{ ft-kips}$$

(e) 求C點剪力

$$V_C \cdot \delta S_C - 10 \frac{\delta S_C}{2} + M_C \cdot \delta \theta = 0$$

$$M_C = 0 \text{ (鉸點)} \quad \therefore V_C = 5 \text{ kips}$$

3-3 用虛功法求圖 3-20 合成梁，在支承A與E的感應反力與在B的剪力和彎矩。

類 3-3

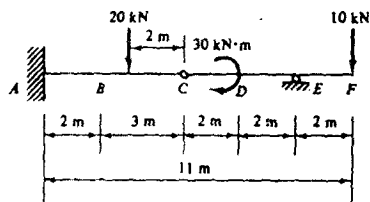
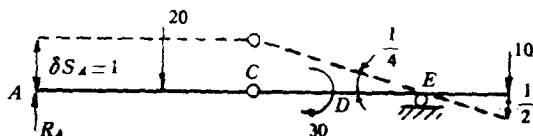


圖 3-20

解 (a)



$$R_A \cdot \delta S_A - 20 \cdot \delta S_B + 30 \cdot \frac{\delta S_C}{4} + 10 \cdot \frac{\delta S_F}{2} = 0$$