



建筑力学作业集

✓Я.Д.李天来著

建筑工程出版社

150950

——

建筑力学作业集

（附：力学实验指导书）

机械工业出版社

人民邮电出版社

建筑力学作业集

青島工學院土木系結構教研組 譯

建筑工程出版社出版

• 1957 •

原本說明

書 名 УПРАЖНЕНИЯ ПО СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХА-
НИКЕ

編 著 者 Я. Д. Лившиц

出版者 Государственное издательство Техническом
Литературы Украины

出版地点 及 年 份 Киев—1948—Львов

建筑力学作业集

青島工學院土木工程結構教研組 譯

*

建筑工程出版社出版（北京市阜成門外南禮士路）

（北京市書刊出版業營業許可證出字第002号）

建筑工程出版社印刷廠印刷・新華書店發行

書号 483 字數 155千字 850×1168 $1/32$ 印張 6 $5/8$

1957年5月第1版

1957年5月第1次印刷

印數：1—1,700册

定價（10）1.35元

譯 者 說 明

本書系根据苏联烏克蘭技术理論書籍出版社(Гостехиздат украинны)出版的 Я.Д. 李夫希茨 (Я.Д. Лившиц) 所著“建筑力学作业集”1948年版譯出。原書編著的目的,見“序言”。

原書勘誤表中所列的錯誤,均已修正。此外尚有一些其他的錯誤(包括图表),根据譯者所能发现的,已尽量作了修正,其中比較重要的已在正文中作了注釋。

本書由青島工学院土木系結構教研組鍾朋、王建瑚、黃嘉印分譯互校,附图系青島工学院出版科繪圖室描繪。

目 录

序 言	7
第一章 靜載下平面靜定体系的計算	9
1. 多跨靜定梁的計算	9
2. 实体三鉸拱的計算	17
3. 靜定剛架之 M 、 Q 及 N 图的繪制	24
4. 屋架的計算	33
第二章 行載下平面靜定体系的計算	53
5. 梁式桁架中杆件內力影响綫的繪制	53
6. 有拉杆的拱式桁架之杆件內力影响綫的繪制	63
7. 悬臂梁式桁架之杆件內力影响綫的繪制	72
第三章 擋土牆的計算	76
8. 擋土牆的图解計算	76
9. 擋土牆的解析計算	85
第四章 平面超靜定体系的計算	94
10. 在靜載和行載下之連續梁的計算	94
11. 以力法計算在靜載下的剛架	116
12. 剛架影响綫的繪制	130
13. 以變形法計算剛架	145
14. 剛架的近似計算	161
15. 在靜載和行載下的超靜定桁架的計算	168
第五章 空間体系的計算	182
16. 起重機空間桁架的解析計算	182
17. 穹頂的图解計算	186
18. 按分解为平面桁架的方法計算空間体系	191

第六章	按照极限荷载的计算.....	198
19.	超静定桁架承载能力的确定.....	198
20.	连续梁计算弯矩的确定.....	202
第七章	结构的动力计算.....	205
21.	连续梁的振动计算.....	205
第八章	结构稳定性的计算.....	208
22.	核算刚架的稳定性.....	208

序 言

“建筑力学作业集”一書，是准备作为 建筑专业（建筑工程学院、土木工程学院、市政建设工程学院、公路与运输学院的建筑系等）学生的学习参考書的。在建筑力学課程的教学过程中，有一系列分量很重的課外作业要完成，說明这些作业的完成步驟和作題方法，既要用去講授課的很多時間，也要用去習題課的很多時間。过去曾通行过按照教程的个别篇、章編写的計算例題（如立沃什〔Ривош〕、伊凡諾夫〔Иванов〕等人的著作），但在目前这些計算例題：第一、已和課程內容不相适合（新的步驟、方法的应用等）；第二、在書籍市場上找不到了。

在本参考書中，汇集了建筑力学的許多典型習題，作出了它們的詳細解算法。此外，并特別注意到了关于計算步驟的次序和方法，关于如何把計算数据汇集于方便的表格中，以及关于全部計算运算的檢查。題目本身系选择普通程度的，也就是通常給学生作的那些習題。

在叙述中，作者力求使知道基本理論的学生，能够独立地了解这些理論在实际問題中的应用，但同时又不使本書作为盲目抄襲之用。正是为此目的，对于所采用的方法和步驟都作了分析，并作出了其理論根据的引証。

作者期望，学生有了这本关于許多建筑力学的典型習題的書以后，能够更独立地完成自己的作业，只在很小程度上要求講課人輔導，而这一点就能大大地減輕教师的工作。

本人認為有必要在此向下列諸位表示謝忱：Н.В. 卡尔納烏霍夫（Н.В. Карнаузов）教授、基輔建筑工程学院 В.Г. 初德諾夫斯基（В.Г. Чудновский）和 П.М. 瓦爾瓦克（П.М. Варвак）講師，他

們供給了作者某些材料；工程師В.О.斯卡堂斯基(В.О.Скатынский)和И.Т.巴什卡夫斯基(И.Т.Пашковский)，以及大學生Б.雷辛科(Б.Лысенко)、Б.波波夫斯基(Б.Поповский)、И.勞依斯曼(И.Ройзман)，他們參加了本書的整理修飾工作。

作 者

第 一 章

靜載下平面靜定体系的計算

1. 多跨靜定梁的計算

已知:梁的計算簡图(图1a)、作用力的位置及数值(表 1)。

表 1

力的名称	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	ΣP
数值(噸)	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	1.0	4.0	3.0	23.0

要求用图解法及解析法繪制其弯矩图和剪力图。

首先,分析梁的靜定性和几何不变性。当有五个支承时,就有五个未知的支承反力(全部力是豎向的)。为了求这些未知力,我們有两个靜力方程式(水平軸的投影方程式沒有了,因为全部作用力和反力是豎向的,正确些說,当我们認定沒有水平反力时,就已經用过这个方程式了),以及在铰 C 、 D 、 G 的弯矩等于零的三个方程式。因此,体系是靜定的。为了証明它的几何不变性,我們来考察体系的構造。支承于一个不动支承及一个活动支承上的梁 ABC 是固定不动的。梁 $DEFG$ 支承在两个活动支承上,并在 D 点以支承連杆 DC 与梁 ABC 相联;因此,保証了梁 $DEFG$ 的固定不动。梁 GH 在 G 点有一个不动支承,在 H 点有一活动支承。体系是几何不变的。

为了图解 M 图及 Q 图,我們繪制力多边形(图1,б),由于所有力是豎向的,力多边形变成一直綫 an 。然后,我們对作用于跨度 AB 、 BE 、 EF 、 FH 的各組力分別繪制索多边形。此时,选取相同的极

距。在力 P_1 的作用线上取任意一点,通过这点作索多边形的第一边(图 1,6);并通过这点作索多边形的第二边至与力 P_2 的作用线

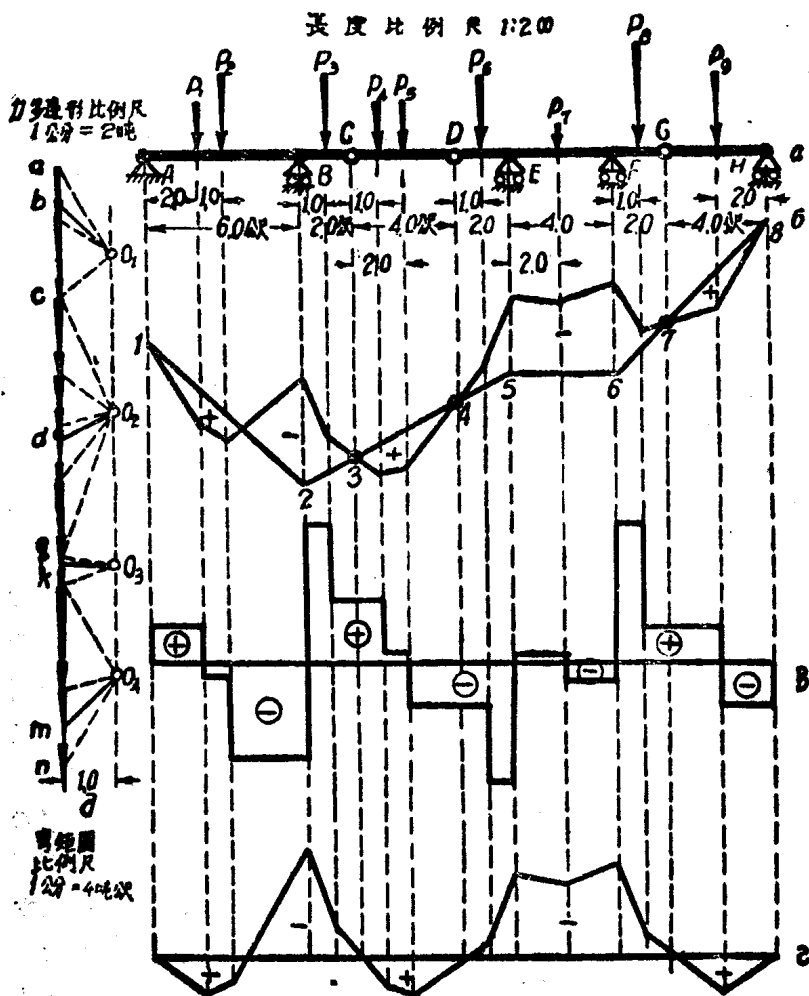


图 19

相交,再由所得的交点引索多边形的第三边至与支承反力 B 的作

① 图中长度比例尺和力多边形比例尺,系译者所加——译者。

用綫相交。通过这个交点（在支承反力作用綫上）作第二个索多边形的第一边，延長到与力 P_2 相交为止，并照这样作下去。我們將弯矩为零的点 A 、 C 、 D 、 G 及 H 投影于索折綫上，就得到点1、3、4、7和8。通过点3、4作閉合綫，向兩边延長，使此綫与反力 B 、 E 的作用綫相交于2、5兩点。

連接点2和点1；再通过点8和点7作閉合綫，延長至与反力 F 的作用綫相交于点6。最后，連接点6与点5。折綫1—2—5—6—8是图的軸綫。显而易見，在7—8一段的图是正的（梁 GH 向下凸曲）。确定了一段的向号以后，以此为准，按图形分布在軸綫的那一边，就很容易确定其他各段的向号。

如果我們选取的各个相等的极距，在力比例尺中均等于一个單位（即是在所采取的力比例尺中， $H=0.5$ 公分），則所得弯矩图的豎标距，要用長度的比例尺量取，即是1公分=2吨公尺；因为我們置极距 $H=1$ 公分，所以弯矩图的比例尺要縮減一半，其相应的比例尺便为1公分=4吨公尺。

要繪制剪力图(图1e)，必須求出反力的数值。为此，通过极点 O_1 作直綫 O_1b 平行于閉合綫1—2；通过极点 O_2 作直綫 O_2d 平行于2—5；通过极点 O_3 作直綫 O_3f 平行于5—6；通过极点 O_4 作直綫 O_4m 平行于6—8。綫段 ab (图1d)等于反力 A ，綫段 bd 等于反力 B ， df 等于反力 E ， fm 等于反力 F ， mn 等于反力 H 。为了繪制 Q 图(图1e)，从水平軸綫起，向上引置反力 A 的数值，并作一綫平行于軸綫至与力 P_1 的方向綫相交，然后向下引置力 P_1 的数值，再作一平行于軸綫的直綫，使其与力 P_2 的方向綫相交，又向下引置力 P_2 的数值，作平行于軸綫的直綫并与反力 B 的方向綫相交；向上引置反力 B 的数值，如此繼續作下去。

解析法的計算是从反力的計算开始。

使其在铰 C 和 D 处的弯矩等于零：

$$\begin{aligned} A \times 8.0 - 2 \times 6.0 - 3 \times 5.0 + B \times 2.0 - 3 \times 1.0 &= 0, \\ A \times 12.0 - 2 \times 10.0 - 3 \times 9.0 + B \times 6.0 - 3 \times 5.0 - 2 \times \\ &\times 3.0 - 2 \times 2.0 = 0. \end{aligned}$$

由此得到：

$$A=1.50\text{吨};$$

$$B=9.00\text{吨}。$$

使其在铰 G 处的弯矩等于零：

$$H \times 4.0 - 3 \times 2.0 = 0,$$

$$H=1.5\text{吨}。$$

再建立对于点 E 和点 F 的力矩方程式：

$$\begin{aligned}\Sigma M_E &= 1.5 \times 14 - 2.0 \times 12 - 3.0 \times 11 + 9.0 \times 8 - 3.0 \times \\ &\times 7.0 - 2.0 \times 5 - 2.0 \times 4 - 3.0 \times 1 + 1.0 \times 2 - F' \times 4 + \\ &+ 4.0 \times 5 + 3.0 \times 8 - 1.5 \times 10 = 0.\end{aligned}$$

由此得到：

$$F'=6.25\text{吨}。$$

$$\begin{aligned}\Sigma M_F &= 1.5 \times 18 - 2.0 \times 16 - 3.0 \times 15 + 9.0 \times 12 - 3.0 \times \\ &\times 11 - 2.0 \times 9 - 2.0 \times 8 - 3.0 \times 5 + E \times 4 - 1.0 \times 2 + \\ &+ 4.0 \times 1 + 3.0 \times 4 - 1.5 \times 6 = 0.\end{aligned}$$

由此得到：

$$E=4.75\text{吨}。$$

檢驗所有的力在豎軸上投影之和是否等于零。全部反力的方向向上,其和为：

$$1.50 + 9.00 + 4.75 + 6.25 + 1.50 = 23.00\text{吨}。$$

全部作用力的方向向下,其和为：

$$2.0 + 3.0 + 3.0 + 2.0 + 2.0 + 3.0 + 1.0 + 4.0 + 3.0 = 23.00\text{吨}。$$

因此 $\Sigma y = 0$ 。反力的数值列在表 2 中。

表 2

支 承 號 數	A	B	E	F	H	ΣR
反 力 (噸)	1.50	9.00	4.75	6.25	1.50	23.00

比較解析法求得的反力与在力多边形上量得的反力,說明它們是相符合的。

我們轉而計算轉折点处,即各作用力下的弯矩:

$$M_A = 0;$$

$$M_{p_1} = 1.50 \times 2 = 3.00 \text{ 吨公尺};$$

$$M_{p_2} = 1.5 \times 3 - 2.0 \times 1 = 2.5 \text{ 吨公尺};$$

$$M_B = 1.5 \times 6 - 2.0 \times 4 - 3.0 \times 3 = -8.0 \text{ 吨公尺};$$

$$M_{p_3} = 1.5 \times 7 - 2.0 \times 5 - 3.0 \times 4 + 9.0 \times 1 = -2.5 \text{ 吨公尺};$$

$$M_c = 1.5 \times 8 - 2.0 \times 6 - 3.0 \times 5 + 9.0 \times 2 - 3.0 \times 1 = 0;$$

$$M_{p_4}^* = 2.5 \times 1 = 2.5 \text{ 吨公尺};$$

$$M_{p_5} = 2.5 + 2.5 \times 1 - 2.0 \times 1 = 3.0 \text{ 吨公尺};$$

$$M_D = 3.0 - 1.5 \times 2 = 0;$$

$$M_{p_6} = 0 - 1.5 \times 1 = -1.5 \text{ 吨公尺};$$

$$M_E = -1.5 - 4.5 \times 1 = -6.0 \text{ 吨公尺};$$

$$M_{p_7} = -6.0 + 0.25 \times 2 = -5.5 \text{ 吨公尺};$$

$$M_F = -5.5 - 0.75 \times 2 = -7.0 \text{ 吨公尺};$$

$$M_{p_8} = 1.5 \times 5 - 3.0 \times 3 = -1.5 \text{ 吨公尺};$$

$$M_G = 0;$$

$$M_{p_9} = 1.5 \times 2 = 3.0 \text{ 吨公尺}。$$

在支承上和力作用点上的剪力,是以位于其左边或右边所有各力的代数和来计算的。剪力和弯矩的数值均列于表3中。

表 3

點 的 名 稱	A	P ₁	P ₂	B	P ₃	C	P ₄	P ₅
M	0	3.0	2.5	-0.8	-2.5	0	2.5	3.0
Q	1.5	1.5/-0.5	-0.5/-3.5	-3.5/5.5	5.5/2.5	2.5	2.5/0.5	0.5/-1.5
D	P ₆	E	P ₇	F	P ₈	G	P ₉	H
0	-1.5	-6.0	-5.5	-7.0	-1.5	0	3.0	0
-1.5	-1.5/-4.5	-4.5/0.25	0.25/-0.75	-0.75/5.50	5.50/1.5	1.5	1.5/-1.5	-1.5

* 將位于其左邊所有各力的合力($R = A - P_1 - P_2 + B - P_3 = 2.5$ 噸)乘以C至P₄間的距離,即可計算出M_{p₄}。

剪力图示于图16中；从水平轴作起的 M 图示于图17中。

根据虚位移原理，也可求出支承反力。

去掉支承 A ，并代之以相应的反力(图2a)。讓 ABC 繞 B 点轉动一个很小的角度 φ_1 ；此时， CD 繞 D 点轉动角 φ_2 ，而梁的其余部分保持不动。

基于力 P_3 之功可表示为角 φ_1 的函数，也可表示为角 φ_2 的函数，故可建立 φ_1 与 φ_2 間的关系：

$$P_3 \times 1 \times \varphi_1 = P_3 \times 4\varphi_2 \times \frac{1}{2}。$$

由此得到：

$$\varphi_2 = \frac{\varphi_1}{2}。$$

根据虚位移原理，所有的力在一切微小的虚位移上所作的功的总和等于零。因此：

$$\begin{aligned} & A \times 6 \times \varphi_1 - 2.0 \times 4\varphi_1 - 3.0 \times 3\varphi_1 + 3.0 \times \varphi_1 + \\ & + 2.0 \times 3 \times \frac{\varphi_1}{2} + 2.0 \times 2 \times \frac{\varphi_1}{2} = 0。 \end{aligned}$$

由此得到：

$$A = 1.5 \text{ 吨}。$$

为了求反力 B ，去掉支承 B (图26)，用相应的反力作用，来代替联系作用的效果，并使梁 AB 繞 A 点轉动一很小的角度 φ_1 。此时，梁 CD 繞 D 轉动角 φ_2 ，而梁的其余部分保持不动。

和前述的情形相同，基于力 P_3 之功可表示为角 φ_1 的函数；也可表示为角 φ_2 的函数，故可建立 φ_1 与 φ_2 間的关系：

$$P_3 \times 7\varphi_1 = P_3 \times 4\varphi_2 \times \frac{7}{8}。$$

由此得到：

$$\varphi_2 = 2\varphi_1。$$

根据虚位移原理：

$$\begin{aligned} & -2.0 \times 2\varphi_1 - 3.0 \times 3\varphi_1 + B \times 6\varphi_1 - 3.0 \times 7\varphi_1 - \\ & - 2.0 \times 3 \times 2\varphi_1 - 2.0 \times 2 \times 2\varphi_1 = 0。 \end{aligned}$$

由此得到:

$$B=9.0\text{吨}$$

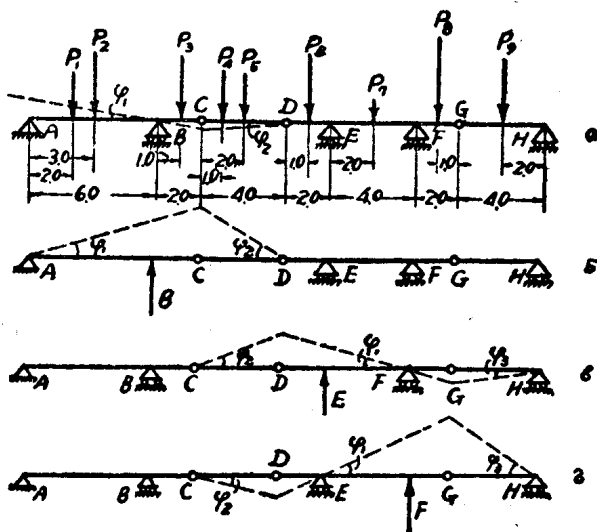


图 2

为了求反力 E , 去掉支承 E (图2c), 使梁 DG 绕 F 点转动角度 φ_1 , 此时, CD 绕 C 点转动角度 φ_2 , GH 绕 H 点转动角度 φ_3 。

由于力 P_6 之功可表示为第一个角的函数; 也可表示为第二个角的函数, 故可建立 φ_2 与 φ_1 之间的关系:

$$P_6 \times 5\varphi_1 = P_6 \times 4\varphi_2 \times \frac{5}{6};$$

$$\varphi_2 = 1.5\varphi_1。$$

由于力 P_8 之功可表示为 φ_1 的函数; 也可表示为 φ_3 的函数, 故可建立 φ_1 与 φ_3 间的关系:

$$P_8 \times 1\varphi_1 = P_8 \times 4\varphi_3 \times \frac{1}{2};$$

$$\varphi_3 = \frac{\varphi_1}{2}。$$