

143726

館內閱讀

基本宮藏

静力计算原理

李 特 著

1
7/402

建 筑 工 程 出 版 社

551

627/402

551
627/402

靜 力 計 算 原 理

晏 華 璋 譯
黃 靜 安 校

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

• 1958 •

內容提要 本書敘述 有关結構上 承受靜荷載而產生的內應力，內應力的各種計算法及圖解法，並且通過例題來演算說明。此外，本書敘述有关結構上承受活荷載情況下，採用影響法來解決靜力計算。

本書可供工程技術人員參考之用，還可作為中等技術學校或函授學校學生自學參考資料。

原本說明

書 名 GRUNDLAGEN ZUR BERECHNUNG
statisch bestimmter ebener Fachwerke bei
ruhender und bei beweglicher Belastung
著 者 Carl Ritter
出 版 者 Fachbuchverlag gmbh
出版地點 及 年 份 Leipzig-1952

靜 力 計 算 原 理

晏 華 瑋 譯

*

建築工程出版社出版（北京市阜成門外南乳士路）

（北京市書刊出版業營業許可證出字第052號）

建築工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行

書 737 47 千 字 850×1168 $\frac{1}{32}$ 印 張 3 $\frac{1}{16}$

1958年1月第1版 1958年1月第1次印刷

印數：1—3,480冊 定價（10）0.60元

目 录

序 言	5
-----------	---

第一篇 静定平面桁架承受静荷载时杆件应力计算

第一章 概 述	7
---------------	---

第二章 外 力(荷载及支座反力)	8
------------------------	---

第一节 垂直荷载	8
----------------	---

1. 两支座桁架	8
----------------	---

2. 上下两支座式桁架	9
-------------------	---

(1) 挑簷遮陽	9
----------------	---

(2) 裝置行动滑車的壁裝旋轉吊車	9
-------------------------	---

(3) 裝置中柱的旋轉吊車	10
---------------------	----

第二节 斜向荷载	10
----------------	----

第三章 杆件內应力亦称杆件应力	11
-----------------------	----

第一节 采用克李蒙那图解法求杆件应力	12
--------------------------	----

第二节 李特杆件应力计算法	15
---------------------	----

第三节 庫尔曼杆件应力图解法	17
----------------------	----

第四章 数字实例	18
----------------	----

第一节 鋼屋架杆件应力计算	18
---------------------	----

1. 固定荷载(或静荷载)	18
---------------------	----

2. 活荷载	18
--------------	----

3. 克李蒙那图解法求杆件应力	20
-----------------------	----

4. 李特计算法求杆件应力	21
---------------------	----

5. 庫尔曼图解法求杆件应力	25
----------------------	----

第二节 木結構桁架受风力而产生的压力 和托力所引起的杆件应力计算	26
---	----

第三节 轉盘吊車构架的杆件应力计算	29
-------------------------	----

第二篇 兩支座簡梁式桁架承受活荷載時 採用影響綫的靜力計算

第一章 概 述	31
支座反力: A-影響綫和B-影響綫	31
1. 直接荷載	31
2. 間接荷載	32
第二章 用影響綫計算桁架的杆件应力	34
第一节 採用图解的影響綫法求桁架的杆件应力	34
1. 上弦杆的影響綫(O -影響綫)及 下弦杆的影響綫(U -影響綫)	34
2. 仅用一個 $A=1.0$ 吨开始的克李蒙那图解 作 O -影響綫及 U -影響綫	38
3. 斜杆应力的影響綫(D -影響綫)	38
4. 垂直杆应力的影響綫(V -影響綫)	39
(1) 主垂直杆	39
(2) 副垂直杆	40
(3) 平行桁架的垂直杆	40
5. 仅用一個 $A=1.0$ 吨开始的克李蒙那图解 作 D -影響綫和 V -影響綫	41
第二节 採用計算的影響綫法求桁架的杆件应力	42
第三节 一組荷載系作用于桁架時杆件应力的計算	46
第四节 两个集力組成的荷載系的主要位置 (裝置行动滑車的桥式吊車桁架)	47
第五节 桁架梁的变形	48
第三章 桥式吊車桁架的靜力計算例題	48

第三篇 悬臂式桁架梁上活荷載, 採用 影響綫的靜力計算

序 言

本書對靜定平面桁架的靜力計算原理作了簡要的介紹。

本書第一篇討論有關結構上承受靜荷載而產生的內應力。著者敘述了內應力的各種計算法及圖解法，並且通過例題來演算說明。

本書第二篇討論有關結構上承受活荷載情況下，採用影響綫法來解決靜力計算。首先從兩支座簡梁着手，而後研究懸臂梁桁架。敘述是尽可能明白易解。凡是具有中等學校初級數學基礎和懂得一些工程畫法的讀者們，都能夠看懂。書中的數字圖表，也使讀者更易了解。

本書可充中等專業學校學生學習靜力學的參考資料，也能作為生產單位上技術工人、技師、技術員的進修參考資料。對一般函授學校學生和自修研究者也都適用。生產單位上工程技術員或工程師，他們的業務雖非經常從事於結構靜力計算，但是當某一場合下，急需對靜定平面桁架的計算原理加以熟習時，這本書可以適應這個要求。為解決比較困難複雜的結構計算，有待於進一步深入到更廣泛的知識領域裏面去。

本書第四版曾將過去幾版中加以增訂及校勘。在靜荷載一章中，增加了關於木屋架由於風力所產生的托力作用，各杆件的應力計算。屋架計算例題中的荷載，在過去幾版中作為已知假定的，第四版增添了數值演算過程。在演算全部屋面雪載及半屋面雪載時，均按照規範進行。關於用圖解法求影響綫或用計算法求影響綫，兩者之間的正確性的比較，在例題演算或作圖過程中，每於圖解法之後再用計算法証實，或相反先用計算法再用圖解法証實。此外本書提供了懸臂梁的影響綫作法，採用壁裝旋轉式吊車為例

題來討論。

本書迅速出第五版，與第四版比較，並無很多增減，但有不少修訂的地方。特別感謝建築顧問特許工程師達孟(*Baurat Dipl. Ing. Dahmen*)對本書的指示和協助。

如果讀者對本書有所建議和指正，我是非常感謝的，當在下次再版時盡量補充。

這本新版也許對培養祖國和平建設技術力量方面，稍有贊助。

著 者

第一篇 靜定平面桁架承受靜 荷載時杆件应力計算

第一章 概 述

桁架是从多数杆件組成的,每根杆件重心綫的交点,就是桁架的連結点。这个連結点称为节点,所有桁架上部的杆件,統称为桁架的上弦,每根杆件,称为上弦杆。所有下部的杆件,統称为下弦,每根杆件,称为下弦杆。所有其他連結上下弦的杆件,称为腹杆。

在正确的结构中,所有桁架的杆件,应该只产生順杆件重心綫的拉力或压力。当受力时杆件不允許有移动的可能,因此 必須在每根杆件內产生同大小而相反方向的力。这项杆件內力或称杆件应力,是按照一般刚体靜力平衡原理計算的,以后当詳細討論。根据計算求得的杆件应力,可进一步按材料力学內拉力計算、压力計算、或压折計算原理以求杆件的截面积,并設計截面形状。

杆件应力的計算,应作如下假設:

假設外載只着力在节点上(倘不在节点上,应注意增加杆件的弯应力)。

假設各杆件相連的节点处成为鉸式連結,可以轉动(实际上节点是由鉚釘或螺栓或焊接固結的)。

当桁架的支座反力和全部杆件应力都可以运用刚体靜力学平衡原理計算时,桁架本身可作为靜定。命 s 为桁架上所有杆件根数, k 为节点数;則对一个具有一固定一滑动的两支座平面桁架來說,应具有如下的靜定特征:

$$s = 2k - 3。$$

第二章 外力(荷載及支座反力)

关于靜荷載时杆件应力計算法的适用范围如下:

屋架(风載及雪載均作为靜荷載);

吊車构架,荷載着力在一固定点不变位置者,应力計算自重及荷載均可适用(起重挂鈎固定不移动);

吊車构架,荷載变位移动者,应力計算只自重可适用(具有行动滑車的吊車构架);

桥式桁架,应力計算只自重可适用(車輪压力为移动变位的活荷載)。

一般情况,应将所有构架上的荷載分配于各节点上,参照图 3 旋轉吊車及图 56 桥式吊車两例。根据节点上的荷載可求得构架的支座反力,通常采用 A 及 B 来代表。

考虑到結構物由于温度变化或由于应力的影响而导致长度伸縮时(例如屋架),可将一个支座做成固定式而另外一个支座則做成滑动式。第三章內所研究的靜力計算,对桁架系統图的两支座,那一个为固定,那一个为滑动,显得很重要,例如图 1 所示。

所有作用在同一桁架上的外力,必須相互处于平衡状态。

第一节 垂直荷載

1. 兩支座桁架

桁架上只有垂直荷載时,外力之間的关系应为:

$$A + B = \Sigma P$$

属于对称桁架、对称荷載时,外力之間的关系应为

$$A = B = \frac{\Sigma P}{2}。$$

属于对称桁架而不是对称荷載,或不是对称桁架时,支座反力 A 及 B 的計算,可依照兩支座簡單梁求支座反力的方法(一次

以A为轉点,另一次以B为轉点而建立外力的弯矩方程式以解之)。

2. 上下兩支座式桁架

支座反力的方向,需根据結構形式而决定。图2、图3及图4各例题中,表示求支座反力的过程。图3、图4中所繪的克李蒙那图解需在研讀本書第三章以后才能明瞭。

(1) 挑簷遮阳(见图2)。

支座反力 B 应由埋入牆內的錨鉄承担,假定为水平方向。将荷载 P_1 、 P_2 及 P_3 集成一个合力 R_p , 則三个外力 R_p 、 A 及 B 应相互平衡。除非三个力的作用綫交于一点,才能三力平衡; B 与 R_p 的交点可以决定 A 的方向。 A 与 B 的大小及方向可由图2b內力三角形图解求得。

(2) 裝置行动滑車的壁装旋轉吊車(见图3)。

在节点 A 之上裝置一軸頸,在节点 D 之下裝置一止推軸頸,即可决定这二个节点上所产生的反力 H_{p0} 、 H_{pu} 及 V_p 。核算构架时,应采取滑車荷载位置伸出最远距离如图繪情况为准则。荷载及滑車自重共計为 $(Q+G_K)$ 公斤。首先决定作用于各节点上的外力,計算如下:

$$\text{节点 } A \text{ 上的水平力: } H_{p0} = \frac{(Q+G_K) \cdot a}{h}$$

节点 D 上的水平力: $H_{pu} = H_{p0}$ 两力成为一力偶。

$$\text{节点 } A \text{ 上的垂直力: } A_{p1} = \frac{(Q+G_K) \cdot c}{b}$$

节点 B 上的水平力,由于 E 点受到滑車鋼索曳力而产生:

$$B_{p1} = \frac{Q}{2}$$

$$\text{节点 } B \text{ 上的垂直力: } B_{p2} = \frac{(Q+G_K) \cdot a}{b}$$

装在节点 A 附近的卷筒受到鋼索的压力,一个近乎水平方向

的 $\frac{Q}{2}$ ，一个垂直方向的 $\frac{Q}{2}$ ，作用于卷筒轴的斜向合力为 R ，由此再求：

$$\text{节点 } B \text{ 上的斜力: } B_{p3} = \frac{R \cdot d}{d + e}$$

$$\text{节点 } A \text{ 上的斜力: } A_{p2} = \frac{R \cdot e}{d + e}$$

又作用于节点 D 上的垂直力，計有两部分：

$$V_{p1} \text{ 系由荷載而引起的: } V_{p1} = Q + G_K$$

V_{p2} 系由节点 D 附近卷筒上鋼索拉力 $\frac{Q}{2}$ 所引起的：

$$V_{p2} = \frac{Q}{2} \cdot \frac{g}{f + g}$$

$$\text{同意, 节点 } C \text{ 上的垂直力: } C_p = \frac{Q}{2} \cdot \frac{f}{f + g}$$

由此可作图 3b 所繪的外力多边形，并可附在这多边形作克李蒙那图解（本例图解法假定荷載 $Q = 2500$ 公斤，滑車自重 $G_K = 250$ 公斤而演算）。

（3）裝置中柱的旋轉吊車（见图 4）。

构架部分承受荷載 Q 及平衡重 Gg ，应作靜力分析。在节点 I 处装有一个軸頸，在节点 II 处装有一个止推軸頸，以承担整个构架。因此节点 I 应产生一个水平力 H_1 ，节点 II 应产生一个水平力 H_2 和一个垂直力 $V = Q + Gg$ （见图 4b），这二个力 H_2 和 V 可合为一个合力 A （见图 4c）。但 A 着力在构架的內节点上，对采用克李蒙那图解是不能解决的。我們可按照后面图 11，图 12 办法假設一根輔助杆 h ，而将 A 力移到构架的外面。这样才能按图 4d 所示的克李蒙那图解法求得各杆的內力。

第二节 斜向荷載

构架承受斜向荷載时，应将所有外力除支座反力外，組成一个

合力 R 。按平衡原理,这个合力 R 应与二个支座反力相交于一点。滑动支座只能引起垂直于滑动面的反力,因此滑动支座反力的方向线可以决定,将与合力 R 相交于一点,作用于固定支座的反力,必须通过这个交点。利用力的图解法即可求得两支座反力的方向和它的大小。

图5系一机架式吊车的桁架,由于左侧风力所引起的支座反力的图解法。

图6表示一屋架的支座反力 A 和 B 的求法,由于固定支座 A 一面来的风力。图内风的合力 R_w 利用力多边形和索多边形图解法求得。

第三章 桿件內应力亦稱桿件应力

杆件应力的大小及受力情况(受拉或受压),可以通过图解或计算求得。各种解法中,以克李蒙那(Cremona)^①图解法及李特(Ritter)^②计算法较为普遍采用;此外庫尔曼(Culmann)^③图解法有时偶而采用。所有这三种方法,后面都要讨论。最簡捷而又明瞭获得结果的,一般要算克李蒙那图解法。

不論任何情形,首先应将桁架系統图按决定的比例尺繪出,并将所有杆件用显明的符号标记;如上弦杆用 $O_1, O_2, \dots$,下弦杆用 $U_1, U_2, \dots$,斜杆用 $D_1, D_2, \dots$,垂直杆用 $V_1, V_2, \dots$ 。对称桁架的杆件符号一般左右相同,但另加一“,”符号以資区别,例如左侧为 $O_1, U_1, \dots$,则右侧的对称杆为 $O_1', U_1', \dots$ 。作用于桁架的外力(荷载及支座反力),亦需逐一在系統图内标明,并需繪成自外面作用

① 克李蒙那(Luigi Cremona), 1870年在米蘭(Mailand, 意大利西北部城名)當教授。

② 李特(August Ritter), 1870—1900年, 在亞琛(Aachen, 德國萊因省城名)當教授。

③ 庫爾曼(Karl Culmann), 1821—1881年, 數學家及橋梁工程師。

于桁架,例如图3所示,否則对繪制克李蒙那图解法时将产生困难。

第一节 采用克李蒙那图解法求杆件应力

这个方法的基本原则,当整个桁架处于平衡状态时,每个节点上的力,包括外力及杆件内应力,均处于平衡状态。采用克李蒙那图解法的唯一簡省之处,就在于将每个节点上力的平衡图繪制手續比各个节点分別繪制的力多边形簡省得多(见图7b)。克李蒙那图解系将个别的力多边形合并成为一整个的力的平衡图(见图7c)。

图解方法和程序主要如次:

1. 按照选定的比例尺繪制桁架系统图,标明杆件的符号,繪入外力荷载,并且需繪成自外面向結構物作用,再繪入支座反力(图7a)。

2. 选定力的比例尺并作外力(荷载及支座反力)的力多边形图(图7c内 P_1, P_2, P_3, A, B)。当外力荷载及支座反力均垂直时,則力多边形成为一根直綫(图10b),在作平衡力多边形时,桁架上所有外力,应按照时針方向次序逐一連續銜接。因这些外力形成平衡状态,所以力多边形必須閉合。

3. 零杆的决定,这是指某些不受力作用的杆件。零杆可依照下述条件判別:

只有二根杆件在一个不受外力的节点上相交;这二根杆件均屬零杆,假使作二杆件应力的力多边形,須形成平衡状态,則力多边形將收縮成为一点。(例如图6a内杆 O_3 及杆 V_3 均属于零杆)。

三根杆件在一个不受外力的节点上相交,或者二根杆件和一个外力(荷载亦可,支座反力亦可)交于一个节点上,在这二种情况下假定三个数值中有二个数值在一根直綫上时,則另外一根杆件属于零杆。当作力多边形时,應該平衡閉合,將收縮成为一根直綫,表示具有同样大小而方向相反的二个力,那另外一根杆件就不受力而成为零杆。(在图7a中杆件 V_2 ,又在下一节图6a中杆件 $V_1', D_1', V_2', D_2', V_3', D_3'$;图6c中杆件 O_3 及 O_5' 都属于零杆)。

遇到上述情况的零杆,可假設将这些零杆略去不顧,桁架仍按

各节点逐一进行图解。

4. 进行图解时各节点的次序, 应尽先找具有不超过两个未知数杆件的节点着手, 其他次序则无所谓。已经求得的杆件应力, 即可利用作为对其他节点进行图解之用。这样进行, 可使所有的杆件应力和所有的外力组成一个相互联合的闭合图, 即克李蒙那平衡力的图解(图7c)。

在每个节点上, 作平衡力图时, 应先由已知的力着手, 并按时针方向进行。(举例, 在图7中: 先从 P_1 着力的节点上开始, 图7c为克李蒙那平衡力图解, 先作已知支座反力 B , 起点为 α , 接着作 P_1 , 其次应为 O_1 及 V_1 , 自 P_1 末点作 O_1 平行线, 自 α 作 V_1 平行线, 二线相交于 β , 由此求得 O_1 及 V_1 的杆件应力的。其次求 P_2 所着力的节点, 可先从 O_1 开始, 此时 β 为起点, 亦按时针方向的程序进行)。

5. 由于外力的静力图必须平衡而闭合, 故在正确和精密的制图条件下, 克李蒙那平衡力图解必定能够形成闭合的多边形。当图解法进行到桁架的最后一个节点时, 就可以显示制图的正确性了。倘使平衡力的多边形不闭合时, 则产生一个小三角误差, 这时除非误差极小, 才能加以调整, 否则需重做一遍。

6. 每个节点进行图解时, 应立即将所得各杆件应力的方向, 作一箭头绘入桁架系统图内; 同时将每一杆件应力的另一端作相反方向的箭头, 用以表示这一杆件受到另一端节点的反力; 这样才表示杆件在平衡状态不移动。杆件应力的箭头向节点的表示受压, 杆件应力的箭头从节点拉出的表示受拉。

在平衡力多边形中, 箭头应略去不绘, 因反而扰乱画面, 看不清楚。

7. 在一个节点上有三根杆件和一个外力, 或者有四根杆件而没有外力作用, 同时其中有二根杆件是在一条直线上的。这二根杆件的应力可假定合为一个合力, 那末这个节点上可以视为只有三个力在作用着。假使知道在同一根直线上的二根杆件应力中之一, 则其他的也就求得了。(见图8: 外力 P 已知, D_1 方向和大小已知, 则三角形的其他一边应为 O_1-O_2 , 即二个杆件在同一直线上

的合力,假使知道了 O_1 或 O_2 之一,即可求得其他一杆。又参考图10內,节点Ⅳ及节点Ⅶ)。

8. 从克李蒙那图解法求得的杆件应力,可分别列表,以便設計杆件截面之用;参照数字例题图22至图26及杆件应力表。

例外:

1. 常用的双三角形維氏屋架(*Wigmannbinder*)图10,作克李蒙那靜力图解进行节点Ⅲ及Ⅵ时,从 A 开始,有三个未知数,解法有下列二种:

a) 进行图解时,先从节点Ⅰ,Ⅱ, V 之后,跳去节点Ⅲ及Ⅳ而着手节点Ⅳ。按上述第7条規則, P_1 已知, (O_3-O_1) 合力及 (V_3) 未知,但方向是知道的;因此求得 (V_3) ,如图10b虚綫表示。再着手节点Ⅶ,同样情形,已知 (V_3) ,未知 (D_2) 及 (K_2-K_1) ,由此求得 (D_2) 如图內虚綫表示。現在可以进行节点Ⅲ,可按照第4条規則着手,順时針方向由 $D_1, O_2, P_3, (D_2), (O_3)$,而 V_2 ,以上各杆件应力中只有 (O_3) 及 (D_2) 未知,可以用平行綫法求得閉合力多边形。然后依次完成其余节点(见图10b)。

b) 先求水平杆应力 H 。对称屋架,对称荷載,可求得 $H_1 = \frac{H}{2}$,按照簡省法只需作左側半边屋架荷重,着力在屋脊节点Ⅷ上

应以 $\frac{P_5}{2}$ 代入(见图10a)。假定作 $a-a$ 綫切断屋架,注意被切断

的右半边屋架不受力,要达到平衡状态,所发生作用的应为被切的 O'_1, K'_1 及 H 三根杆件的应力和滑动支座反力 B' 。 B' 系自左半边屋架受力所引起的,可采用計算法求得。 O'_1 及 K'_1 假設用合力 R 代替,但 R 必須通过节点Ⅷ(O'_1, K'_1 的交点)和 H_1 及 B' 的交点 C ,这个平衡力三角形是應該閉合的(见图10a, 10c),由此求得 $H_1 = \frac{H}{2}$,

即 $H = 2 H_1$ 。

2. 假定受压的弯曲杆件如图9,靜力图解法应仍旧按照直杆进行。但当計算杆件截面时,应注意弯曲杆件因偏心而产生的

弯矩:

$$M_b = S \cdot h。$$

式內: h 为偏心距, S 为杆件应力, M_b 为因弯曲杆件的偏心而产生的弯矩。杆件截面上所受的合成应力为:

$$\sigma = \frac{S \cdot h}{W} + \omega \cdot \frac{S \textcircled{1}}{F}。$$

3. 桁架內围节点上受到外力 P 时, 如图11, 可假设一根辅助杆 h , 将外力 P 引渡到外围节点上, 见图12a。这样假设的新桁架, 就可适用于克李蒙那图解法(见图12b)。另外一个例题, 如图4所示, 具有中心柱子的塔式旋轉吊車, 也同样的解法。

4. 具有几套中間桁架結合而組成的复式桁架, 图解时可在中間桁架內暫設辅助杆来替去若干根杆件, 使复式桁架成为一个简单的桁架。这个新的简单桁架就可暫先繪出克李蒙那图解, 然后替換暫設辅助杆而另作正式的克李蒙那图解。

图13至图16即用以說明这种例外解法。图13是具有上下层中間桁架的复式桁架的设计, 图14系将上层桁架用暫設辅助杆12替去杆5杆6而成为一个简单系統图。图15将图14的暫設简单桁架作克李蒙那图解(这里杆9暂时应视为零杆)。图16替換辅助杆12而求得图13的复式桁架的最后克李蒙那图解。

第二节 李特杆件应力計算法

假设将桁架经过任意切綫 $a-a$ (直綫的或曲綫的均可) 截为二个部分(图17a)。今观察其中的一部分桁架独立存在(图17b), 应与整个桁架一样, 处于平衡状态, 只需在被切到的杆件上有同样的杆件应力作用着。(在17b图中; O_x , U_x 和 H)。一般的平衡条件, 对这被截去的部分桁架, 也应适合:

所有水平力的总和等于零; ($\Sigma H = 0$)

所有垂直力的总和等于零; ($\Sigma V = 0$)

① 式內 σ ……杆件截面上的合成应力 公斤/平方公分, S ……杆件应力 公斤, h ……偏心距 公分, W ……断面系数 立方公分, F ……截面面積 平方公分, ω ……壓折系数, (系德國所采用, 與蘇聯所用的減折系数, 頗相類似)。

所有外力弯矩的总和等于零。(ΣM=0)。

李特計算法即运用上述三个平衡条件。切綫截到的杆件上的应力,可作为外力。切綫應該适当安置,必須使被切到而沒有求得应力的杆件中,除一根外,其他都交于一点。今将这交点作为轉点,建立所有外力的弯矩方程式,在这个方程式中:只有不經過交点的杆件应力,是唯一的未知数。例如图17b中:切綫 $a-a$ 截到 O_2, U_2 及 H ; U_2 及 H 交于 C 点,但 O_2 則不通过 C , 故求 O_2 杆件应力可取 C 点作轉点以建立弯矩方程式。求 U_2 則应以 O_2 及 H 的交点 E 为轉点来计算,求 H 則应以 O_2 及 U_2 的交点 F 为轉点来计算。

假使切綫截到 4 根或 4 根以上的杆件,而其交点不可能达到只除一根外其他都交于一点的条件时,則必先将一部分杆件应力求得,作为已知数代入弯矩方程式內。

建立弯矩公式时,可先假定未知杆件应力为拉力,即应力从节点拉出的方向。解方程式后求得的结果为+号时,說明所假定的拉力杆是正确的。求得的结果为一号时,說明假定不正确,杆件不是受拉而是受压。但已知的杆件应力,在建立弯矩方程式时,必須注意应力的真实方向:拉力从节点拉出,压力指向节点。右旋的弯矩为+号,左旋的弯矩为一号。

建立弯矩公式时,除被切到的杆件应力外,所有作用于被截去部分桁架上的外力,均应列入。

求图17a和17b中所示的桁架中的 O_2 , 应建立以 C 点为轉点的弯矩方程式:

$$+O_2 \cdot b + A \cdot c - P_1 \cdot c - P_2 \cdot d = 0$$

解方程求得
$$O_2 = \frac{-A \cdot c + P_1 \cdot c + P_2 \cdot d}{b}。$$

进行計算法过程中,建議將截取部分桁架另行单独繪图,并将所有外力及各种尺寸詳細註明,见图17b,目的使画面清楚明确(参考后面的数字实例)。

例外

假設被切的三根杆件中,其中二根平行,欲求第三根杆件应力