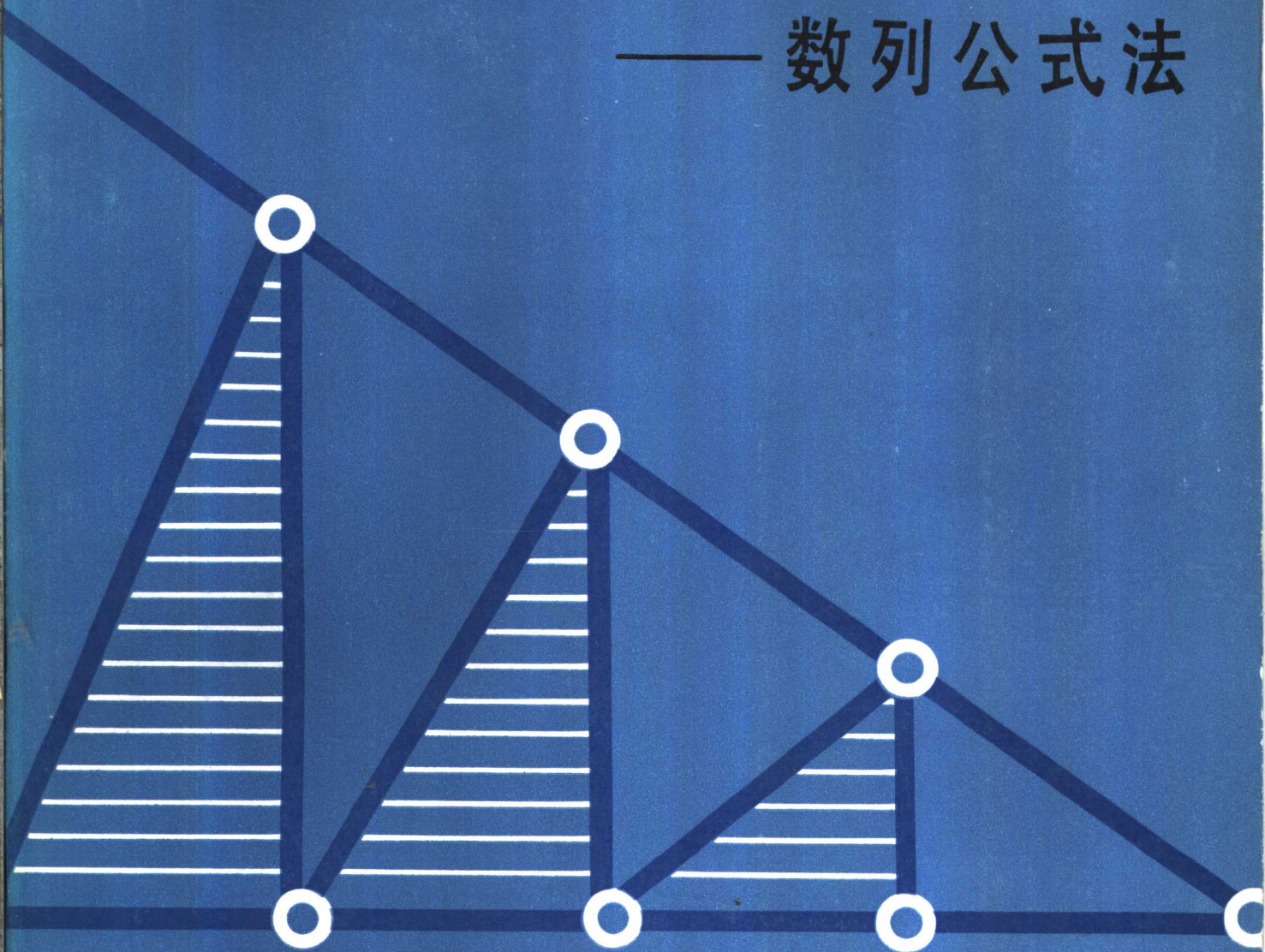


静定平面桁架内力计算

——数列公式法



杜 宽 著

冶金工业出版社

静定平面桁架内力计算

——数列公式法

杜 宽 著

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书系统地阐述了计算静定平面桁架内力的一种简便方法——数列公式法。书中主要介绍了数列公式法的基本概念、使用原则和有关规定,给出了各种类型桁架的内力通用计算公式和计算方法,用影响线计算杆件内力的通用公式,影响线拐点纵标距的通用计算公式和绘制方法以及杆件和节点变位通用计算公式。

为说明计算公式的使用方法,每节均附有详细的计算例题。书后还附有根据工程中最常用的屋盖桁架而编制的五个内力计算附表,可供读者设计计算时直接选用。

本书提出的数列公式法有较广泛的适用性,公式简单,计算简捷,通俗易懂,便于记忆,不需任何函数表,计算时具有对号入座的特点,可供广大的中小型设计单位和建设现场的工程设计人员使用,也可供有关大专院校土建专业的师生学习参考。

静定平面桁架内力计算

——数列公式法

杜 宽 著

*

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店总店科技发行所经销

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 30 1/4 字数 721 千字

1989年9月第一版 1989年9月第一次印刷

印数00,001~1,900册

ISBN 7-5024-0165-2

TU·6 定价15.65元

前 言

目前国内外计算静定平面简单桁架内力的方法,主要有数解法和图解法。用数解法计算内力,需要“截断”桁架(或“切割”节点)和列出平衡方程式。这种方法用于简单桁架的内力计算颇为广泛,但用于形状复杂和多节点的桁架,其计算就非常繁琐,工作量大,容易出错。在实际设计中,通常采用图解法,但在绘制内力交互图上,设计者必须具有一定的经验和较精确的制图水平。

一些设计能力较高的大型设计科研单位具有电子计算机及相应的计算程序,对于繁琐而复杂的计算是不成问题的。而大多数不具备这种条件的中、小型设计单位和建设现场,目前惯用的还是手算法,计算就比较困难。

为了满足广大设计人员的需要,简化设计和验算时的计算过程,减少计算工作量,本书对任意外形的简单桁架在各种荷载作用下的内力和变位计算,提出一种简便的方法——数列公式法。

数列公式法是将桁架看成理想桁架,并由自左端至右端按数列排列的 x 个计算节间所组成,采用截面法推导的并含有一个未知数的方程,来计算桁架内力和变位的方法。

全书共分四章五个附表。

第一章阐述了数列公式法的基本概念和使用原则及有关规定。读者使用本书时应先熟悉本章各节内容。

第二章给出了各种类型桁架的内力通用计算公式和计算方法。其中第一、二节给出了任意外形的有竖腹杆和无竖腹杆等节间的简支桁架,在单位竖向节点荷载(全跨、半跨、某一个节点)作用下内力通用计算公式,该公式的特点是在已知节点荷载作用下,直接用公式进行桁架内力计算;第三、四节给出了任意外形的有竖腹杆和无竖腹杆桁架,在任意种荷载作用下的内力通用计算公式,用该公式可计算简支桁架、简支伸臂桁架、伸臂桁架、节间再分桁架、三铰拱桁架、三铰门式桁架、塔式桁架、多跨静定桁架以及其他类型桁架的内力,在进行内力计算之前应先计算桁架支座反力和节点左剪力及节点弯矩;第九节给出了K腹系桁架在任意种荷载作用下的内力通用计算公式,用该公式可计算K腹系简支桁架、简支伸臂桁架、伸臂桁架、三铰拱桁架、塔架等内力;第十二、十三节给出了上链拱和下链拱联合桁架,在竖向节点荷载作用下的内力通用计算公式。其余各节详细地阐述了上述各种类型桁架的计算方法。

第三章给出了用影响线计算各种类型桁架杆件内力(或控制内力)的通用公式,还给出了简支桁架、简支伸臂桁架、伸臂桁架、三铰拱梁式桁架、多跨静定桁架、节间再分桁架、上链拱联合桁架、下链拱联合桁架的影响线拐点纵标距的通用计算公式和计算方法,应用这些公式可随意计算任一杆件影响线的拐点纵标距并绘制其影响线图形。然后根据影响线图形和相应公式计算出 S_x 腹杆内力变号位置即可求出该腹杆最大拉力和压力。

第四章给出了各种类型桁架的杆件和节点变位通用计算公式,应用这些公式可随意计算任意外形的简支桁架、简支伸臂桁架、伸臂桁架、三铰拱梁式桁架等的任一杆件变位和桁架节点变位(挠度)。

为了说明公式的使用方法，每节后均附有详细的计算例题，以供读者参考。

书的最后附有五个附表，这些附表是按工程中最常用的屋盖桁架编制的，可供读者直接选用。

在研究本书介绍的计算方法过程中，徐培福、王铁梦、彭大本等高级工程师给了很多有益的帮助，书稿完成后，彭大本、王迎波详细地审阅了书稿，杜晓凤帮助绘图，对此深表感谢。

限于著者水平，书中定有不妥之处，敬请读者批评指正。

著 者

一九八五年十一月

主 要 符 号

- O_x, f_{ox} ——分别为 x 计算节间的上弦杆内力、变位;
 O'_x, f'_{ox} ——分别为 x 计算节间的上弦杆在单独竖腹杆上端弯折时, 弯折后的上弦杆内力、变位;
 U_x, f_{ux} ——分别为 x 计算节间的下弦杆内力、变位;
 U'_x, f'_{ux} ——分别为 x 计算节间的下弦杆在单独竖腹杆下端弯折时, 弯折后的下弦杆内力、变位;
 $D_x^{\pm}, f_{dx}^{\pm}$ ——分别为 x 计算节间的上升式斜腹杆内力、变位;
 $D_x^{\mp}, f_{dx}^{\mp}$ ——分别为 x 计算节间的下降式斜腹杆内力、变位;
 $V_{px}^{\pm}, f_{pvx}^{\pm}$ ——分别为 P 作用在 x 计算节间的上升式竖腹杆上端的上弦节点时该上升式竖腹杆内力、变位;
 $V_{gx}^{\pm}, f_{gvx}^{\pm}$ ——分别为 G 作用在 x 计算节间的上升式竖腹杆下端的下弦节点时该上升式竖腹杆内力、变位;
 $V_{(p+g)x}^{\pm}, f_{(p+g)vx}^{\pm}$ ——分别为 P 和 G 作用在 x 计算节间的上升式竖腹杆上端的上弦节点和下端的下弦节点时, 该上升式竖腹杆内力、变位;
 $V_{px}^{\mp}, f_{pvx}^{\mp}$ ——分别为 P 作用在 x 计算节间的下降式竖腹杆上端的上弦节点时, 该下降式竖腹杆内力、变位;
 $V_{gx}^{\mp}, f_{gvx}^{\mp}$ ——分别为 G 作用在 x 计算节间的下降式竖腹杆下端的下弦节点时, 该下降式竖腹杆内力、变位;
 $V_{(p+g)x}^{\mp}, f_{(p+g)vx}^{\mp}$ ——分别为 P 和 G 作用在 x 计算节间的下降式竖腹杆上端的上弦节点和下端的下弦节点时, 该下降式竖腹杆内力、变位;
 $V_x^{\pm}, f_{vx}^{\pm}$ ——分别为 P 和 G 不作用在 x 计算节间的上升式竖腹杆上端的上弦节点和下端的下弦节点时, 该上升式竖腹杆内力、变位;
 $V_x^{\mp}, f_{vx}^{\mp}$ ——分别为 P 和 G 不作用在 x 计算节间的下降式竖腹杆上端的上弦节点和下端的下弦节点时, 该下降式竖腹杆内力、变位;
 V_{pox}, f_{pvox} ——分别为 P 作用在 x 计算节间的个竖腹杆上端的上弦节点时, 该个竖腹杆内力、变位;
 V_{gox}, f_{gvox} ——分别为 G 作用在 x 计算节间的个竖腹杆下端的下弦节点时, 该个竖腹杆内力、变位;
 V_{ox}, f_{vox} ——分别为 P 和 G 不作用在 x 计算节间的个竖腹杆上端的上弦节点和下端的下弦节点时, 该个竖腹杆内力、变位;
 $V_{pox}^{\circ}, f_{pvox}^{\circ}$ ——分别为 P 作用在 x 计算节间的个斜腹杆上端的上弦节点时, 该个斜腹杆内力、变位;
 $V_{gox}^{\circ}, f_{gvox}^{\circ}$ ——分别为 G 作用在 x 计算节间的个斜腹杆下端的下弦节点时, 该个斜腹杆内力、变位;
 $V_{ox}^{\circ}, f_{vox}^{\circ}$ ——分别为 P 和 G 不作用在 x 计算节间的个斜腹杆上端的上弦节点和下端

的下弦节点时, 该个字斜腹杆内力、变位;

V_{pux}, f_{pvux} ——分别为 P 作用在 x 计算节间的倒个字竖腹杆上端的上弦节点时, 该倒个字竖腹杆内力、变位;

V_{gux}, f_{gvux} ——分别为 G 作用在 x 计算节间的倒个字竖腹杆下端的下弦节点时, 该倒个字竖腹杆内力、变位;

V_{ux}, f_{vux} ——分别为 P 和 G 不作用在 x 计算节间的倒个字竖腹杆上端的上弦节点和下端的下弦节点时, 该倒个字竖腹杆内力、变位;

V'_{pux}, f'_{pvux} ——分别为 P 作用在 x 计算节间的倒个字斜腹杆上端的上弦节点时, 该倒个字斜腹杆内力、变位;

V'_{gux}, f'_{gvux} ——分别为 G 作用在 x 计算节间的倒个字斜腹杆下端的下弦节点时, 该倒个字斜腹杆内力、变位;

V'_{ux}, f'_{vux} ——分别为 P 和 G 不作用在 x 计算节间的倒个字斜腹杆上端的上弦节点和下端的下弦节点时, 该倒个字斜腹杆内力、变位;

V_{pix}, f_{pvix} ——分别为 P 作用在 x 计算节间的丁字竖腹杆上端的上弦节点时, 该丁字竖腹杆内力、变位;

V'_{pix}, f'_{pvix} ——分别为 P 作用在 x 计算节间的丁字斜腹杆上端的上弦节点时, 该丁字斜腹杆内力、变位;

V_{gx}, f_{gvx} ——分别为 G 作用在 x 计算节间的倒丁字竖腹杆下端的下弦节点时, 该倒丁字竖腹杆内力、变位;

V'_{gx}, f'_{gvx} ——分别为 G 作用在 x 计算节间的倒丁字斜腹杆下端的下弦节点时, 该倒丁字斜腹杆内力、变位;

$y_{0x}^{x_0-x}$ ——分别为 $P_0=1$ 作用在 $x_0=x$ 节点上时, x 计算节间的上弦杆 O_x 在该节点下影响线拐点纵标距;

$y_{ux}^{x_0-x}$ ——分别为 $P_0=1$ 作用在 $x_0=x$ 节点上时, x 计算节间的下弦杆 U_x 在该节点下影响线拐点纵标距;

$y_{dx}^{x_0-x-0.5}, y_{dx}^{x_0-x-1}, y_{dx}^{x_0-x}, y_{dx}^{x_0-x+0.5}$ ——分别为 $P_0=1$ 作用在 $x_0=x-0.5, x_0=x-1, x_0=x, x_0=x+0.5$ 节点上时, x 计算节间的斜腹杆 D_x^L 或 D_x^T 在该节点下影响线拐点纵标距;

$y_{vx}^{x_0-x-1}, y_{vx}^{x_0-x}, y_{vx}^{x_0-x+1}$ ——分别为 $P_0=1$ 作用在 $x_0=x-1, x_0=x, x_0=x+1$ 节点上时, x 计算节间的竖腹杆 V_x^L 或 V_x^T 在该节点下影响线拐点纵标距;

$y_{0x}^{x_0-x-1}, y_{0x}^{x_0-x}, y_{0x}^{x_0-x+1}$ ——分别为 $P_0=1$ 作用在 $x_0=x-1, x_0=x, x_0=x+1$ 节点上时, x 计算节间的个字竖腹杆 V_{0x} 在该节点下影响线拐点纵标距;

$y_{ux}^{x_0-x-1}, y_{ux}^{x_0-x}, y_{ux}^{x_0-x+1}$ ——分别为 $P_0=1$ 作用在 $x_0=x-1, x_0=x, x_0=x+1$ 节点上时, x 计算节间的倒个字竖腹杆 V_{ux} 在该节点下影响线拐点纵标距;

$y_{pix}^{x_0-x}$ —— $P_0=1$ 作用在 $x_0=x$ 节点上时, x 计算节间的丁字竖腹杆 V_{ix} 在该节点下影响线拐点纵标距;

$y_{gx}^{x_0-x}$ —— $P_0=1$ 作用在 $x_0=x$ 节点上时, x 计算节间的倒丁字竖腹杆 V_{gx} 在该节点下影响线拐点纵标距;

$M_{0x-1}, M_{0x-0.5}, M_{0x}, M_{0x+1}$ ——分别为 $x-1, x-0.5, x, x+1$ 计算节间的下弦杆

以左所有作用荷载对该弦杆所对应的上弦节点弯矩, 当该弯矩作用方向是顺时针时, 则为正弯矩, 反之为负弯矩;

$\overline{M}_{ox-1}, \overline{M}_{ox-0.5}, \overline{M}_{ox}, \overline{M}_{ox+1}$ ——分别为 $x-1, x-0.5, x, x+1$ 计算节间的下弦杆以左虚设节点荷载的支座反力和虚设节点荷载对该弦杆所对应的上弦节点弯矩, 当该弯矩作用方向是顺时针时, 则为正弯矩, 反之为负弯矩;

$M_{ux-1}, M_{ux-0.5}, M_{ux}, M_{ux+1}$ ——分别为 $x-1, x-0.5, x, x+1$ 计算节间的上弦杆以左所有作用荷载对该弦杆所对应的下弦节点弯矩, 当该弯矩作用方向是顺时针时, 则为正弯矩, 反之为负弯矩。

$\overline{M}_{ux-1}, \overline{M}_{ux-0.5}, \overline{M}_{ux}, \overline{M}_{ux+1}$ ——分别为 $x-1, x-0.5, x, x+1$ 计算节间的上弦杆以左虚设节点荷载的支座反力和虚设节点荷载对该弦杆所对应的下弦节点弯矩, 当该弯矩作用方向是顺时针时, 则为正弯矩, 反之为负弯矩;

M'_{ox} —— x 计算节间的下弦杆 U_x 以左所有作用的荷载对该弦杆所对应的上弦节点弯矩, 当该弯矩作用方向是顺时针时, 则为正弯矩, 反之为负弯矩;

$\overline{M}'_{ox}$ —— x 计算节间的下弦杆 U_x 以左虚设荷载的支座反力和虚设节点荷载对该弦杆所对应的上弦节点弯矩, 当该弯矩作用方向是顺时针时, 则为正弯矩, 反之为负弯矩;

M'_{ux} —— x 计算节间的上弦杆 O_x 以左所有作用的荷载对该弦杆所对应的下弦节点弯矩, 当该弯矩作用方向是顺时针时, 则为正弯矩, 反之为负弯矩;

$\overline{M}'_{ux}$ —— x 计算节间的上弦杆 O_x 以左虚设节点荷载的支座反力和虚设节点荷载对该弦杆所对应的下弦节点弯矩, 当该弯矩作用方向是顺时针时, 则为正弯矩, 反之为负弯矩;

Q_x —— x 计算节间的 $x_0 = x$ 节点以左所有作用的竖向投影荷载对该节点左的剪力, 当该剪力作用方向朝上时, 则为正剪力, 反之为负剪力;

$\overline{Q}_x$ —— x 计算节间的 $x_0 = x$ 节点以左竖向投影的虚设节点荷载的支座反力和虚设节点荷载对该节点左的剪力, 当该剪力作用方向朝上时, 则为正剪力, 反之为负剪力;

Q_x^p, Q_{x+1}^p ——分别为 $x, x+1$ 计算节间的 $x_0 = x, x_0 = x+1$ 节点以左所有作用上弦的竖向投影荷载对该节点左的剪力, 当该剪力作用方向朝上时, 则为正剪力, 反之为负剪力;

Q_x^g, Q_{x+1}^g ——分别为 $x, x+1$ 计算节间的 $x_0 = x, x_0 = x+1$ 节点以左所有作用下弦的竖向投影荷载对该节点左的剪力, 当该剪力作用方向朝上时, 则为正剪力, 反之为负剪力;

$\overline{Q}_x^{p, x_0}, \overline{Q}_{x+1}^{p, x_0}$ ——分别为 $x, x+1$ 计算节间的、由于上弦作用竖向投影的虚设节点荷载 P_{x_0} 时, $x_0 = x, x_0 = x+1$ 节点以左的剪力, 当该剪力作用方向朝上时, 则为正剪力, 反之为负剪力;

$\overline{Q}_x^{g, x_0}, \overline{Q}_{x+1}^{g, x_0}$ ——分别为 $x, x+1$ 计算节间的、由于下弦作用竖向投影的虚设节点荷载 G_{x_0} 时, $x_0 = x, x_0 = x+1$ 节点以左的剪力, 当该剪力作用方向朝上时, 则为正剪力, 反之为负剪力;

P_x, G_x ——分别为作用在 x 计算节间的上弦节点荷载和下弦节点荷载(kN);

P_{x_0} 、 G_{x_0} ——分别为作用在上弦 x_0 节点的虚设节点荷载和作用在下弦 x_0 节点的虚设节点荷载；

F_x 、 l_x ——分别为 x 计算节间的 S 杆件的截面面积(cm^2)和杆件长度(cm)；

E ——杆件的弹性模量(kN/cm^2)。

目 录

第一章 数列公式法概论	1
第一节 桁架和杆件定义名称	1
第二节 桁架的计算节间 x 以及杆件内力和几何参数表示符号的下角标 x 按数列排列的编号方法	2
一、计算节间 x	2
二、杆件内力表示符号的下角标 x	9
三、几何参数表示符号的下角标 x	9
第三节 公式中的几何参数	9
第四节 公式中正负号的规定	10
第五节 主要杆件内力公式的推导和内力复核	11
一、内力公式推导	11
二、内力复核	20
第六节 数列公式法的辅助方法	20
第二章 桁架内力计算公式及其计算例题	21
第一节 任意外形、节间距离相等的有竖腹杆简支梁式桁架，在单位竖向节点荷载作用下的内力计算公式及其计算例题	21
一、计算步骤	21
二、桁架腹系布置形式	22
三、桁架内力计算公式	22
四、计算例题	31
第二节 任意外形、节间距离相等的无竖腹杆简支梁式桁架，在单位竖向节点荷载作用下的内力计算公式及其计算例题	36
一、计算步骤	36
二、桁架腹系布置形式	36
三、桁架内力计算公式	38
1. 上弦端节间为半节间距离的桁架	38
2. 下弦端节间为半节间距离的桁架	42
3. 上弦节间数 n_d 大于下弦节间数 n_c 的桁架	50
4. 上弦节间数 n_d 小于下弦节间数 n_c 的桁架	54
四、计算例题	63
第三节 有竖腹杆桁架，在各种荷载作用下的内力通用计算公式及其计算例题	71
一、计算步骤	71
二、桁架内力通用计算公式	71
1. 水平平行弦桁架	71
2. 下弦水平设置、上弦为任意坡度的桁架	72
3. 上弦水平设置、下弦为任意坡度的桁架	75
4. 上、下弦为任意坡度的桁架	77

三、计算例题	79
第四节 无竖腹杆桁架在各种荷载作用下的内力通用计算公式及其计算例题	94
一、计算步骤	94
二、桁架内力通用计算公式	94
1. 水平平行弦桁架	94
2. 下弦水平设置、上弦为任意坡度的桁架	96
3. 上弦水平设置、下弦为任意坡度的桁架	96
4. 上、下弦为任意坡度的桁架	96
三、计算例题	96
第五节 混合腹杆桁架在各种荷载作用下的内力计算方法及其计算例题	106
一、桁架内力计算方法	106
二、计算例题	106
第六节 节间再分梁式桁架内力计算方法和计算例题	112
一、桁架内力计算方法	112
二、次桁架内力计算公式	113
1. 二节间次桁架	113
2. 三节间次桁架	114
3. 四节间次桁架	115
三、计算例题	118
第七节 多跨静定梁式桁架内力计算方法和计算例题	134
一、桁架内力计算方法	135
二、计算例题	138
第八节 任意外形的三铰拱梁式桁架的内力计算方法和计算例题	139
一、有下弦拉杆的三铰拱梁式桁架的内力计算方法	139
二、无下弦拉杆的三铰拱梁式桁架的内力计算方法	140
三、计算例题	140
第九节 任意外形的K腹系桁架在各种荷载作用下的内力通用计算公式和计算例题	145
一、计算步骤	145
二、桁架内力通用计算公式	146
三、计算例题	147
第十节 塔式桁架内力计算方法和计算例题	153
一、桁架内力计算方法	153
二、计算例题	153
第十一节 三铰门式桁架内力计算方法和计算例题	157
一、桁架内力计算方法	157
二、计算例题	157
第十二节 上链拱联合桁架在竖向荷载作用下的内力通用计算公式和计算例题	165
一、桁架内力通用计算公式	166
二、计算例题	168
第十三节 下链拱联合桁架在竖向荷载作用下的内力通用计算公式和计算例题	172
一、桁架内力通用计算公式	172

二、计算例题	173
第十四节 不能直接用“数列公式法”求解内力的桁架内力计算方法和计算例题	179
一、桁架内力计算方法	180
二、计算例题	181
第三章 桁架影响线的拐点纵标距计算和用影响线计算杆件控制内力（或内力）的通用公式和计算例题	186
第一节 计算步骤	186
第二节 用影响线计算桁架杆件控制内力（或内力）的通用公式和计算例题	186
一、位置固定的荷载作用时	186
二、位置移动的荷载作用时	189
三、计算例题	190
第三节 有竖腹杆简支梁式桁架影响线的拐点纵标距 y_{xx}° 计算公式和计算例题	194
一、计算公式	194
二、计算例题	199
第四节 无竖腹杆简支梁式桁架影响线的拐点纵标距 y_{xx}° 计算公式和计算例题	205
一、计算公式	205
二、计算例题	206
第五节 有竖腹杆简支伸臂桁架影响线的拐点纵标距 y_{xx}° 的计算公式和计算例题	212
一、计算公式	212
二、计算例题	223
第六节 无竖腹杆简支伸臂桁架影响线的拐点纵标距 y_{xx}° 的计算公式和计算例题	226
一、计算公式	226
二、计算例题	230
第七节 有竖腹杆伸臂梁式桁架影响线的拐点纵标距 y_{xx}° 的计算公式和计算例题	236
一、计算公式	236
二、计算例题	240
第八节 无竖腹杆伸臂梁式桁架影响线的拐点纵标距 y_{xx}° 计算公式和计算例题	246
一、计算公式	246
二、计算例题	249
第九节 K腹系简支梁式桁架影响线的拐点纵标距 y_{xx}° 的计算公式和计算例题	254
一、计算公式	254
二、计算例题	259
第十节 K腹系伸臂梁式桁架影响线的拐点纵标距 y_{xx}° 的计算公式和计算例题	267
一、计算公式	267
1. 正K腹系伸臂梁式桁架	267
2. 反K腹系伸臂梁式桁架	270
二、计算例题	273

第十一节 有竖腹杆三铰拱梁式桁架影响线的拐点纵标距 y_{x_0x} 的计算公式和计算例题	279
一、计算公式	279
二、计算例题	285
第十二节 无竖腹杆三铰拱梁式桁架影响线的拐点纵标距 y_{x_0x} 的计算公式和计算例题	290
一、计算公式	290
二、计算例题	292
第十三节 多跨静定梁式桁架影响线的拐点纵标距 y_{x_0x} 的计算方法和计算例题	299
一、计算方法	299
1. 附属桁架	299
2. 基本桁架	299
二、计算例题	299
第十四节 节间再分梁式桁架影响线的拐点纵标距 y_{x_0x} 的计算方法和计算例题	307
一、计算方法	307
二、计算例题	307
第十五节 上链拱联合桁架影响线的拐点纵标距 y_{x_0x} 通用计算公式和计算例题	311
一、通用计算公式	311
二、计算例题	312
第十六节 下链拱联合桁架影响线的拐点纵标距 y_{x_0x} 的通用计算公式和计算例题	318
一、通用计算公式	318
二、计算例题	319
第四章 桁架变位(挠度)通用计算公式和计算例题	326
第一节 桁架变位计算步骤	326
第二节 有竖腹杆梁式桁架变位通用计算公式和计算例题	328
一、水平平行弦桁架	328
二、下弦水平设置、上弦为任意坡度的桁架	328
三、上弦水平设置、下弦为任意坡度的桁架	332
四、上、下弦为任意坡度的桁架	333
五、计算例题	338
第三节 无竖腹杆梁式桁架变位通用计算公式和计算例题	345
一、水平平行弦桁架	345
二、下弦水平设置、上弦为任意坡度的桁架	345
三、上弦水平设置、下弦为任意坡度的桁架	348
四、上、下弦为任意坡度的桁架	348
五、计算例题	348
第四节 混合腹杆梁式桁架变位的计算方法和计算例题	356
第五节 K腹系桁架变位通用计算公式和计算例题	360
一、水平平行弦桁架	360

二、下弦水平设置、上弦为任意坡度的桁架	361
三、上弦水平设置、下弦为任意坡度的桁架	365
四、上、下弦为任意坡度的桁架	366
五、计算例题	370
附表	374
一、附表 1: 有竖腹杆双坡($i = \frac{1}{10}$)梯形桁架内力计算表	374
1. $l = 12\text{m}$ 双坡梯形桁架	374
2. $l = 15\text{m}$ 双坡梯形桁架	375
3. $l = 18\text{m}$ 双坡梯形桁架	375
4. $l = 21\text{m}$ 双坡梯形桁架	377
5. $l = 24\text{m}$ 双坡梯形桁架	378
6. $l = 27\text{m}$ 双坡梯形桁架	380
7. $l = 30\text{m}$ 双坡梯形桁架	382
8. $l = 33\text{m}$ 双坡梯形桁架	385
9. $l = 36\text{m}$ 双坡梯形桁架	388
10. $l = 27 \sim 36\text{m}$ 双坡梯形桁架中的次桁架	391
二、附表 2: 混合腹杆双坡($i = \frac{1}{7.5}, i = \frac{1}{10}$)梯形桁架内力计算表	392
1. $l = 15\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{7.5}$ 的双坡梯形桁架	392
2. $l = 15\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{10}$ 的双坡梯形桁架	393
3. $l = 18\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{7.5}$ 的双坡梯形桁架	394
4. $l = 18\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{10}$ 的双坡梯形桁架	396
5. $l = 21\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{7.5}$ 的双坡梯形桁架	398
6. $l = 21\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{10}$ 的双坡梯形桁架	399
7. $l = 24\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{7.5}$ 的双坡梯形桁架	401
8. $l = 24\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{10}$ 的双坡梯形桁架	404
9. $l = 30\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{7.5}$ 的双坡梯形桁架	408
10. $l = 30\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{10}$ 的双坡梯形桁架	411
11. $l = 33\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{7.5}$ 的双坡梯形桁架	414

12. $l = 33\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{10}$ 的双坡梯形桁架	416
13. $l = 36\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{7.5}$ 的双坡梯形桁架	419
14. $l = 36\text{m}$ 上弦坡度为 $\frac{1}{10}$ 的双坡梯形桁架	421
三、附表 3：混合腹杆双坡 $\left(i = \frac{1}{5} \sim \frac{1}{15}\right)$ 折线形桁架内力计算表	424
1. $l = 15\text{m}$ 双坡折线形桁架	424
2. $l = 18\text{m}$ 双坡折线形桁架	427
3. $l = 24\text{m}$ 双坡折线形桁架	430
4. $l = 27\text{m}$ 双坡折线形桁架	433
5. $l = 30\text{m}$ 双坡折线形桁架	436
6. $l = 36\text{m}$ 双坡折线形桁架	439
四、附表 4：混合腹杆单坡 $\left(i = \frac{1}{10}\right)$ 平行弦桁架内力计算表	442
1. $l = 15\text{m}$ 单坡平行弦桁架	442
2. $l = 21\text{m}$ 单坡平行弦桁架	445
3. $l = 27\text{m}$ 单坡平行弦桁架	447
4. $l = 30\text{m}$ 单坡平行弦桁架	450
五、附表 5：梭形桁架内力计算表	453
1. $l = 6d$ 梭形桁架	453
2. $l = 8d$ 梭形桁架	455
3. $l = 10d$ 梭形桁架	457
4. $l = 12d$ 梭形桁架	459
六、附表说明	462
七、附表计算例题	462

第一章 数列公式法概论

第一节 桁架和杆件定义名称

在屋架结构工程中应用最广泛的是简单腹系桁架。简单腹系桁架的最基本形式是由三根杆件在杆端互相铰接而组成的三角形，如图1-1-1 a所示。此种三角形桁架，无论其荷载及反力的情况如何，除略有弹性变形外，是不会改变其固有形状的，即桁架本身是稳定的。若从该三角形的任意两铰接处再接出两杆，例如从 b 、 c 两点分别接出 bd 、 cd 两杆，再令两杆铰接于 d ，得到的仍是一榀本身稳定的桁架，如图1-1-1 b所示。如此每次接出两杆，就可得到各种形状的稳定桁架，如图1-1-1 c所示即是一例。用此种方式接合的桁架，称为简单腹系桁架（或称简单桁架）。

在简单腹系桁架中，上下弦的所有对应节点除有斜腹杆联接外，还有竖腹杆联接的桁架称为有竖腹杆桁架，其组成如图1-1-1 a ~ c所示；而仅有斜腹杆的桁架称为无竖腹杆桁架，其组成如图1-1-1 d ~ f所示。在一榀桁架中，一部分节间有竖腹杆，而另一部分节间无竖腹杆的桁架称为混合腹杆桁架。斜腹杆从一根弦杆走向竖腹杆的中间节点时，这种腹系桁架称为K腹系桁架。此外，按支承节点的位置不同，还有简支伸臂桁架和伸臂桁架等。

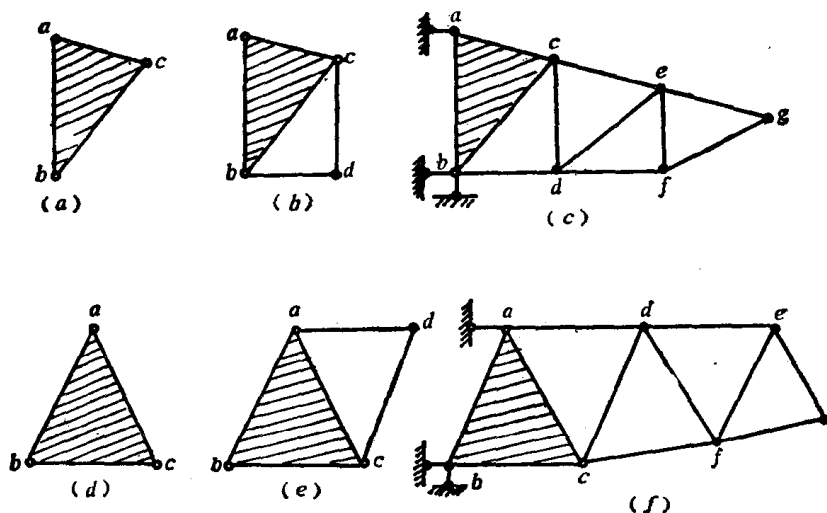


图 1-1-1 简单腹系桁架

桁架系由多根杆件组成。每根杆件重心线的交点称为节点。支承桁架的节点称为支座节点。在上弦上的节点称为上弦节点，在下弦上的节点称为下弦节点。

桁架的所有上部杆件统称为上弦，两节点间的杆件称为上弦杆，用字母 O 表示。桁架的所有下部杆件统称为下弦，两节点间的杆件称为下弦杆，用字母 U 表示。所有连接上下弦的杆件统称为腹杆。向右倾斜的斜腹杆称为上升式斜腹杆，用字母 D^+ 表示；向左倾斜的斜腹杆称为下降式斜腹杆，用字母 D^- 表示；相邻两个上升式斜腹杆的中间竖腹杆称为上升

式竖腹杆，用字母 $V^{\perp}$ 表示；相邻两个下降式斜腹杆的中间竖腹杆称为下降式竖腹杆，用字母 $V^{\downarrow}$ 表示；上弦杆在单独竖腹杆的上端弯折时，则该单独竖腹杆称为个字竖腹杆，用字母 V° 表示，如果该单独竖腹杆为斜杆时则称为个字斜腹杆，用字母 $V^{\circ\prime}$ 表示；上弦杆在单独竖腹杆的上端贯通时，则该单独竖腹杆称为丁字竖腹杆，用字母 $V^{\downarrow}$ 表示，如果该单独竖腹杆为斜杆时则称为丁字斜腹杆，用字母 $V^{\downarrow\prime}$ 表示；下弦杆在单独竖腹杆的下端弯折时，则该单独竖腹杆称为倒个字竖腹杆，用字母 $V^{\uparrow}$ 表示，如果该单独竖腹杆为斜杆时则称为倒个字斜腹杆，用字母 $V^{\uparrow\prime}$ 表示；下弦杆在单独竖腹杆的下端贯通时，则该单独竖腹杆称为倒丁字竖腹杆，用字母 $V^{\uparrow}$ 表示，如果该单独竖腹杆为斜杆时则称为倒丁字斜腹杆，用字母 $V^{\uparrow\prime}$ 表示。

弦杆上相邻节点间的水平距离称为节间距离。两支座节点间的水平距离称为桁架跨度。从桁架一端支座节点向外伸出的桁架称为伸臂跨桁架。各杆件的定义名称如图1-1-2所示。

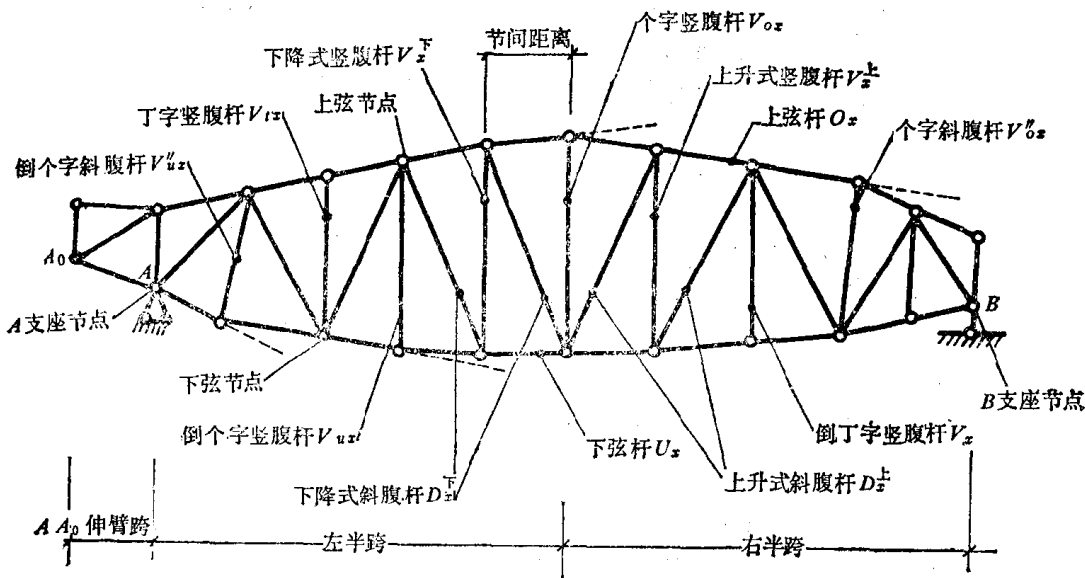


图 1-1-2 杆件的定义名称

第二节 桁架的计算节间 x 以及杆件内力和几何参数表示符号的下角标 x 按数列排列的编号方法

一、计算节间 x

桁架中两个相邻上升式斜腹杆或两个相邻下降式斜腹杆，或相邻一个上升式斜腹杆和一个下降式斜腹杆与其对应弦杆所围成的区间称为计算节间，用字母 x 表示。

1. 有竖腹杆桁架的计算节间 x

对于有竖腹杆桁架，其计算节间自左端至右端依次按自然数列（0）、1、2、3、…进行排列编号。编号写在各自计算节间的小圆圈内，如图1-2-1示例所示。

2. 无竖腹杆桁架的计算节间 x

对于无竖腹杆桁架，其计算节间的编号按下述情况进行。

当靠左端部节点的第一根杆件为上升式斜腹杆时，计算节间自左端至右端依次按等差