

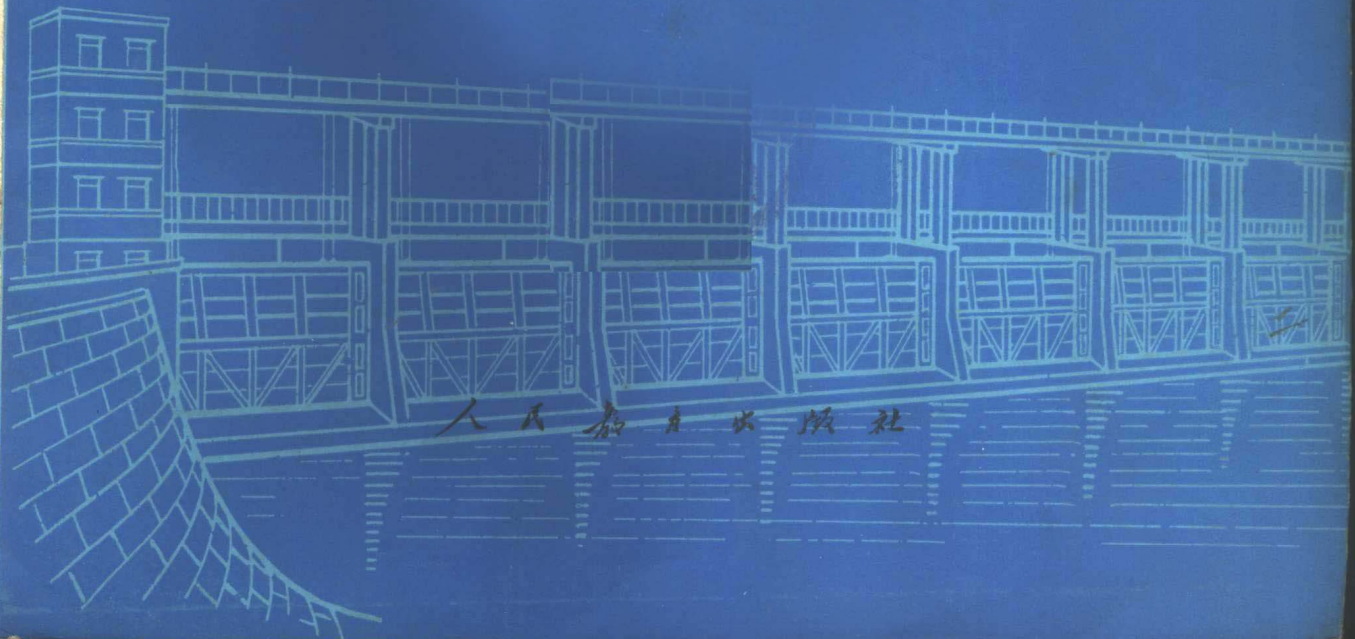
50022
13/21
F2

490510

工程力学与工程结构

中册

武汉水利电力学院
工程力学与工程结构教研室



人民教育出版社

工程力学与工程结构

中 册

武汉水利电力学院
工程力学与工程结构教研室

人民教育出版社

工程力学与工程结构

中 册

武汉水利电力学院
工程力学与工程结构教研室

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

1976年8月第1版 1977年8月第1次印刷

书号 15012·020 定价 2.80 元

目 录

第十五章 静定平面桁架的设计	1
第一节 工程实际中常见的桁架和桁架的计算简图.....	1
第二节 平面结构的几何组成.....	5
第三节 静定平面桁架的内力计算.....	9
第四节 桁架的形式、高度和腹杆的布置.....	18
第五节 钢桁架杆件的设计.....	22
第六节 轻型钢桁架的结点设计.....	33
小 结.....	39
习 题.....	41
第十六章 静定刚架和三铰拱	44
第一节 工程实际中的静定刚架和三铰拱.....	44
第二节 静定平面刚架的内力计算.....	47
第三节 三铰拱的内力计算.....	54
第四节 合理拱轴和压力线.....	62
第五节 某水库无压输水隧洞衬砌顶拱设计实例.....	66
小 结.....	71
习 题.....	72
第十七章 结构变位的计算	75
第一节 弹性结构的虚功原理和变位的一般公式.....	75
第二节 荷载作用产生的变位.....	81
第三节 温度变化产生的变位.....	94
第四节 支座沉陷产生的变位.....	97
小 结.....	98
习 题.....	100
第十八章 力法和拱涵设计	103
第一节 超静定结构及其在工程实际中的应用.....	103
第二节 力法.....	107
第三节 单跨超静定梁的计算成果.....	121
第四节 超静定桁架和超静定组合结构.....	126
第五节 无铰拱的设计.....	130
第六节 反拱底板的设计.....	146
第七节 钢筋混凝土圆形涵管的设计.....	149
第八节 荷载作用下超静定结构的变位计算.....	153
小 结.....	155
习 题.....	158
第十九章 变位法、力矩分配法和刚架设计	162
第一节 变位法.....	162

第二节	力矩分配法	175
第三节	结构对称性的利用	195
第四节	用力矩分配法计算有结点移动的结构	203
第五节	钢筋混凝土刚架的设计	215
第六节	红旗渡槽支承刚架设计实例	217
小 结		230
习 题		232
第二十章	活荷载作用下梁的计算	236
第一节	活荷载作用下梁的受力特点	236
第二节	简支梁的反力和内力影响线	238
第三节	影响线的应用	242
第四节	简支梁的内力包络图 绝对最大弯矩和绝对最大剪力	252
第五节	活荷载作用下连续梁的计算	256
小 结		268
习 题		270
第二十一章	水上钢筋混凝土结构计算	272
第一节	材料的设计强度和安全系数	272
第二节	受弯构件斜截面的强度计算	275
第三节	受弯构件的刚度验算	283
第四节	钢筋混凝土吊车梁的设计	289
小 结		296
习 题		297
第二十二章	钢筋混凝土平板梁结构	298
第一节	工程实际中的平板梁结构	298
第二节	梁格布置	299
第三节	单向连续板、梁的计算	303
第四节	单向连续板、梁的构造	307
第五节	双向板的板梁结构	319
小 结		326
习 题		327
第二十三章	弹性地基上的结构计算	328
第一节	弹性地基上的结构及其特点	328
第二节	地基反力的假定和弹性地基上结构计算问题的分类	330
第三节	按半无限理想弹性体假定计算基础梁	334
第四节	基础梁在边荷载作用下的计算	344
第五节	水闸底板的计算	347
小 结		361
习 题		361
第二十四章	钢闸门设计	363
第一节	平面钢闸门的结构组成和结构布置	364

第二节	平面钢闸门的面板和次梁设计	370
第三节	平面钢闸门的主梁设计	375
第四节	平面钢闸门的支撑系统	391
第五节	平面钢闸门的边梁和行动支承	395
第六节	平面钢闸门的止水、启闭力和吊耳、埋设构件	403
第七节	弧形钢闸门	411
	小结	421
第二十五章	结构的计算简图和结构的型式选择	423
第一节	结构的计算简图	423
第二节	结构的型式选择	455
	小结	461
附录 IV	无铰拱的内力计算表	463
表 IV-1	无铰等截面圆拱内力系数	463
表 IV-2	无铰抛物线拱计算公式	465
表 IV-3	圆拱轴线几何数据	469
表 IV-4	无铰等截面圆拱弹性中心处 X_1 、 X_2 计算系数 (均布荷载 q)	470
附录 V	圆形涵管的内力计算表	471
表 V-1	平基铺设时圆管的弯矩和轴力	471
表 V-2	系数 \bar{M} 和 \bar{N}	472
表 V-3	在侧向土压力作用下位于弧形土基或刚性座垫上圆管的弯矩和轴力	472
附录 VI	连续梁的计算用表	473
表 VI-1	等截面等跨度连续梁各截面的弯矩影响线和支座处截面的剪力影响线纵距值的计算系数	473
表 VI-2	等跨连续梁(板)承受均布荷载时的跨中弯矩、支座弯矩和支座截面剪力的计算系数	480
表 VI-3	承受均布荷载的等跨连续梁各截面最大和最小弯矩(弯矩包络图)的计算系数	483
表 VI-4	各种荷载化成具有相同支座弯矩的等效均布荷载	485
附录 VII	矩形板按弹性理论计算用表	486
表 VII-1	均布荷载作用下的计算系数	486
表 VII-2	三角形荷载作用下的计算系数	490
附录 VIII	弹性基础梁反力和内力计算系数表(郭氏表)	495
表 VIII-1	均布荷载 ($t \leq 50$)	496
表 VIII-2 至 VIII-8	集中荷载 ($t \leq 10$)	497
表 VIII-9 至 VIII-15	集中力矩 ($t \leq 10$)	508
附录 IX	弹性基础梁在边荷载作用下的反力和内力计算系数表	518
表 IX-1 至 IX-7	边荷载 ($t \leq 10$)	518
附录 X	型钢与面板组成的组合截面的几何特性表	529
表 X-1	角钢与面板组成的组合截面的几何特性	529
表 X-2	槽钢与面板组成的组合截面的几何特性	530
表 X-3	工字钢与面板组成的组合截面的几何特性	531
附录 XI	考虑剪切变形和结点刚性段影响时杆件的形常数和载常数	533

附表索引

表 15-1	桁架弦杆和单系腹杆的计算长度	24
表 15-2	桁架杆件的容许长细比 $[\lambda]$	24
表 15-3	桁架杆件的截面形式	25
表 15-4	实腹式偏心受压构件在弯矩作用平面内的稳定系数 φ_p	28
表 15-5	3号钢和2号钢偏心受压构件在弯矩作用平面外的稳定系数 φ_1	30
表 15-6	结点板厚度的经验数据	34
表 18-1	单跨超静定梁杆端弯矩和杆端剪力计算成果(形常数和载常数)表	122
表 20-1	五跨连续梁求最大(最小)内力的均布活荷载布置图	259
表 21-1	混凝土的设计强度(kg/cm ²)	273
表 21-2	钢筋设计强度(kg/cm ²)	273
表 21-3	钢筋混凝土构件的基本安全系数	274
表 21-4	钢筋混凝土构件的附加安全系数	274
表 21-5	梁中钢箍的最大间距(mm)	280
表 21-6	钢筋混凝土受弯构件的容许挠度值	288
表 21-7	简支梁在单台吊车荷载作用下内力计算系数表	291
表 24-1	满足刚度要求的最小梁高	378
表 24-2	局部稳定验算时,剪应力的增大系数 β 值	386
表 24-3	钢轨的工作表面宽度和圆弧半径	399
表 24-4	铸钢件的容许应力(kg/cm ²)	401
表 24-5	闸门机械零件用碳素钢的容许应力(kg/cm ²)	402
表 24-6	混凝土的容许承压应力(kg/cm ²)	409
表 24-7	矩形板的弯矩计算系数($\mu=0.3$)	421
表 IV-1 至 IV-4	无铰拱的内力计算表	463
表 V-1 至 V-3	圆形涵管的内力计算表	471
表 VI-1 至 VI-4	连续梁的计算用表	473
表 VII-1 至 VII-2	矩形板按弹性理论计算用表	486
表 VIII-1 至 VIII-15	弹性基础梁反力和内力计算系数表(郭氏表)	495
表 IX-1 至 IX-7	弹性基础梁在边荷载作用下的反力和内力计算系数表	518
表 I-1 至 I-3	型钢与面板组成的组合截面的几何特性表	529
表 XI-1 至 XI-2	考虑剪切变形和结点刚性段影响时杆件的形常数和载常数	533

在上册中 已经介绍了有关工程力学和结构计算的基本知识以及单个基本构件的设计计算和构造问题,并且研究了构件之间的连接。而在工程实际中,我们大量遇到的主要是由基本构件组成的构件系统。在中册中我们将着重介绍一些常见构件系统的结构计算和设计问题以及某些有关的专题。

第十五章 静定平面桁架的设计

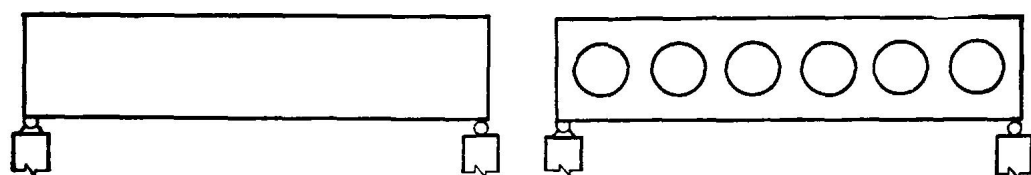
桁架是工程实际中经常要用到的一种杆系结构。桁架根据它的杆件和所承受的力是否能简化在同一平面内,分为平面桁架和空间桁架;根据各杆件的内力是否能用静力平衡条件求出,分为静定桁架和超静定桁架;根据制造的材料,还可分为钢桁架、木桁架、钢筋混凝土桁架和钢木桁架等。本章重点介绍静定平面桁架的内力计算方法和钢桁架的设计问题。

任何结构都是由基本构件连接而成的,其组成必须遵照一定的规律。因此,在本章的前面部分将专门讨论一下结构的几何组成问题,并且将所得到的规律性结论在研究桁架的几何组成问题中首先加以应用。

第一节 工程实际中常见的桁架和桁架的计算简图

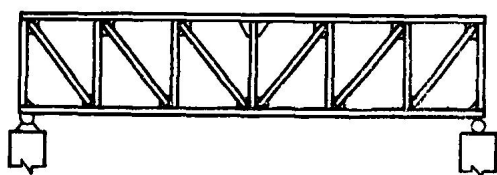
在上册中,我们曾经对梁进行了介绍,并且知道由于内力沿梁长上的分布与应力沿梁横截面上的分布都不是均匀的,因此等截面梁特别是矩形等截面梁中的很大一部分材料(图 15-1a),不但不能充分发挥作用,而且还会因为增加了梁的自重,间接影响了梁承受外荷载的能力。因此,等截面梁是不经济的,只在跨度不大和荷载较小的情况下,由于便于制作,它还被广泛地采用着。“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”随着社会生产的发展,要求结构能跨越较大的跨度和承受较大的荷载,结构的形式就由等截面梁逐渐发展为如图 15-1c 所示的桁架。因此可以把桁架看作是由中间挖成空腹的一种特殊的梁(图 15-1b)发展而来。

桁架在工程实际中的应用非常广泛。例如图 15-2 所示的三角形钢木桁架,图 15-3 所示的钢筋混凝土组合桁架,图 15-4 所示的南京长江大桥的钢桁架,图 15-5 所示的平面钢闸门中的主桁架和横向支撑桁架,图 15-6 所示的施工中使用的模板支撑桁架,图 15-7 所示的



(a)

(b)



(c)

图 15-1

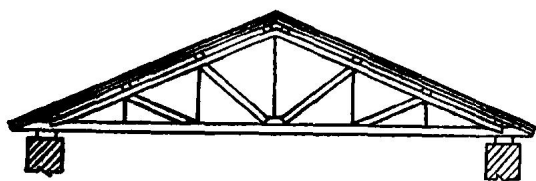


图 15-2

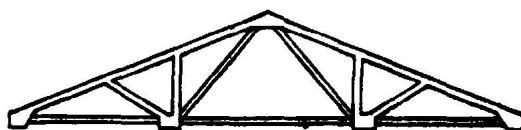


图 15-3

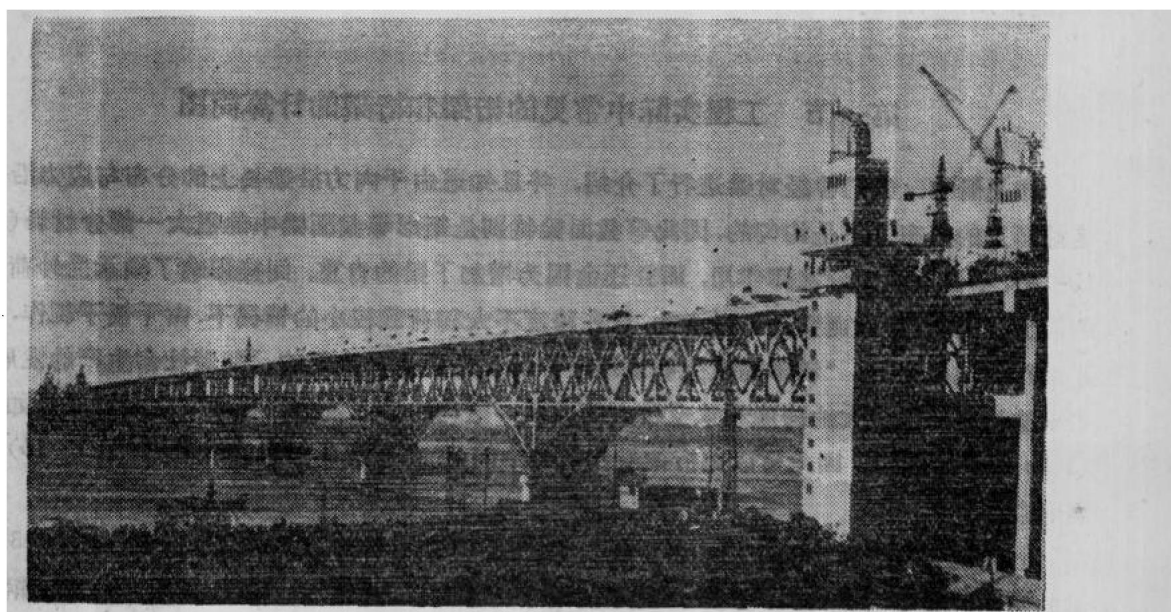


图 15-4

砂石料加工系统中的筛分楼和进料排架中所用的桁架。

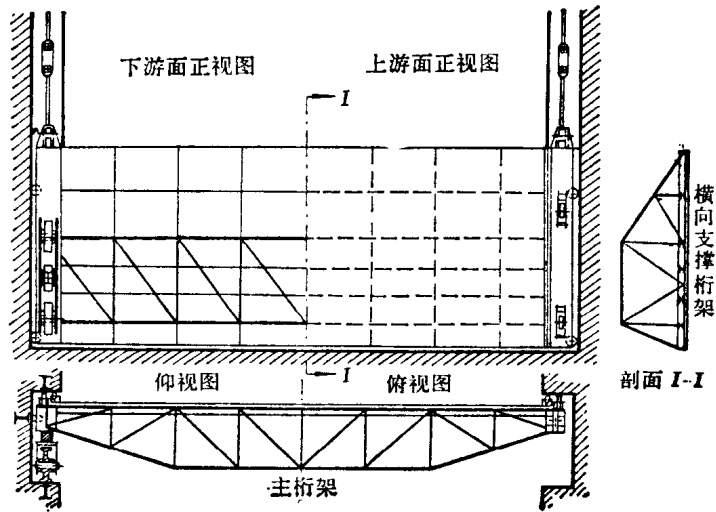


图 15-5

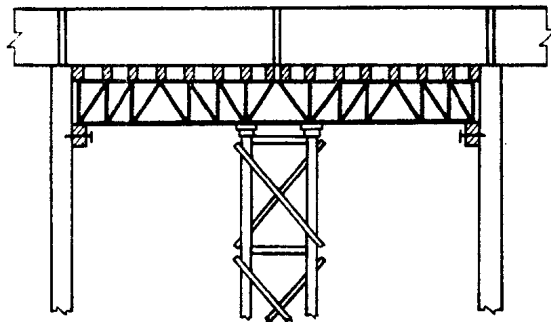


图 15-6

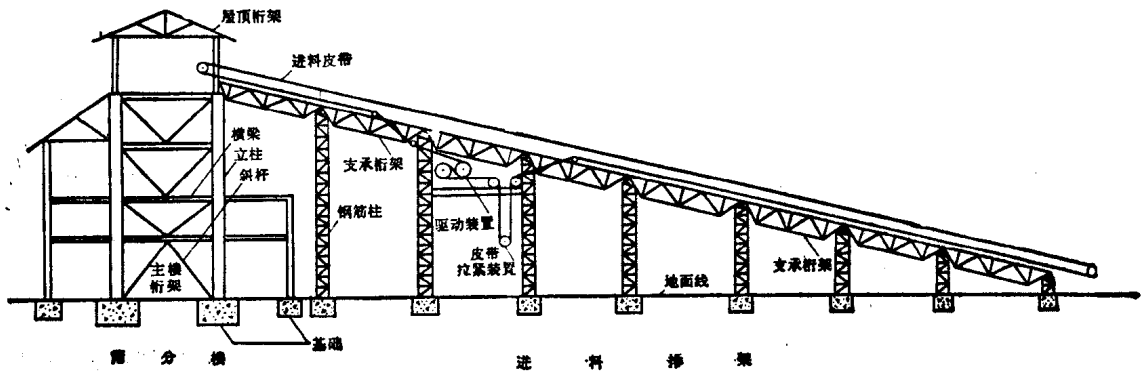


图 15-7

由上面列举的这些实例可以看出，桁架是由许多直杆按一定方式(详见下节)相互结合起来的“格构体系”。在桁架中，几根杆件互相结合的地方称为“结点”。桁架的杆件，由于所处

的位置不同,分别有不同的名称。如图 15-8 所示的桁架,在上边的各杆称为“上弦杆”,在下边的各杆称为“下弦杆”,在中间各杆称为“腹杆”,腹杆又按照竖向和斜向分为“竖杆”和“斜杆”。我们还把桁架两支座间的距离 l 叫做桁架的“跨度”,弦杆中两个相邻结点间的距离 d 叫做“节间长度”,上弦杆与下弦杆轴线之间的最大距离 h 叫做桁架的高度。

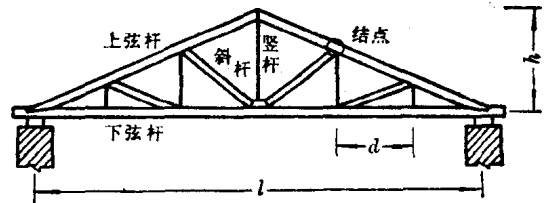


图 15-8

在工程实际中的大多数桁架,除木桁架的榫接结点接近于铰结点外,对于钢桁架和钢筋混凝土桁架,为了使其杆件的结合和施工都比较方便,一般是把结点做成刚结点,有较大的刚性。有些杆件在结点处是连续不断的。各杆的轴线也不一定全是直线,结点上各杆的轴线也不一定全交于一点。所以从实际构造上看,这种桁架属于复杂的超静定结构,它的内力和应力的情况都是非常复杂的,要进行精确的分析是困难的。但是桁架的实际工作情况和对桁架进行结构试验的结果都表明,由于大多数的常用桁架是由比较细长的杆件所组成,而且承受的荷载大多数是由上部结构(例如次梁或檩条)通过结点传来的结点荷载,这就使桁架结点的刚性对杆件内力的影响可以大大地减小,接近于铰的作用,使所有的杆件在荷载的作用下主要呈现轴心拉伸或轴心压缩变形,而弯曲变形与剪切变形一般都很小,结点刚性等因素的影响一般说来对桁架是次要的。根据这种情况,为了简化计算,我们可以抓住主要矛盾,在取桁架计算简图时,作出如下三个方面的假定:

- (1) 桁架的结点都是光滑的铰结点;
- (2) 所有的外力(包括荷载和支座反力)都作用在结点上;
- (3) 所有各杆的轴线都是直线,并且通过铰结点的中心。

我们把符合上述条件的桁架叫做理想桁架。图 15-9 就是图 15-2 所示三角形桁架的计算简图。所有的杆件都用杆轴线来表示,铰结点用小圆圈来代表,荷载和支座反力都作用在结点上。从这个桁架中任意取出一根杆件(例如杆 CD 或 EF),因为它只在两端受力并且处在静力平衡状态,而铰端不能承受力矩,所以作用在杆件两端的力,必然是数量相等、方向相反,其作用线都与杆的轴线相重合的二力。因此杆件是处在轴心受拉(例如杆 EF)或轴心受压(例如杆 CD)的情况下,在杆的横截面上只会产生轴力。与杆 CD 、 EF 相同,桁架的所有其他杆件,也都是这种只在两端受力的“二力杆”,在轴力的作用下,它们的横截面上只会产生均匀分布的正应力,可以使材料的作用得到充分的发挥。因此,桁架是一种常用的结构形式。

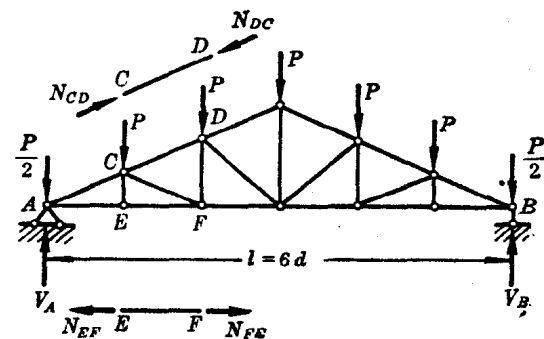


图 15-9

第二节 平面结构的几何组成

在上节中我们曾经指出,桁架是由许多直杆按一定方式相互结合起来的“格构体系”。究竟一些直杆要按照什么样的方式互相结合起来,才能成为一个能够承受荷载的可靠的结构呢?“人们要想得到工作的胜利即得到预想的结果,一定要使自己的思想合于客观外界的规律性”,下面我们就来研究平面结构的几何组成的规律性。

在工地上,我们常常可以看到工人师傅搭设的木脚手架,构成脚手架的各个圆木互相交接的结点处,一般是用扒钉和铅丝来连接和绑扎的,无论从哪个竖向平面或横向平面上看,它们都不搭成如图 15-10a 所示的形式,因为这样的架子是很容易倒塌的,必须再加上一些斜杆,搭成如图 15-10b 所示的形式才稳当可靠。为了进一步说明问题,并将感性认识上升到理性认识,我们再举一个典型的例子。如图 15-11a 所示的由几根杆件组成的系统,它在外力的作用下将会如图中虚线所示的情况一直垮下去。显然,这个系统是一个在力的作用下其各组成部分会产生相对运动的“机构”,是不能用作工程中承受荷载的结构的。如果在这种系统中增加一根斜杆如图 15-11b 所示,就能够消除它发生机构式相对运动的可能性,也就可以用作承受荷载的结构了。通过对这个典型情况的分析,我们不但可以理解为什么在搭木脚手架时一定要加斜杆,同时也可以理解为什么在将一些构件组成一个结构系统(例如将一些杆件组成一个桁架)时,在几何图形的布置方面必须满足某些条件的必要性。

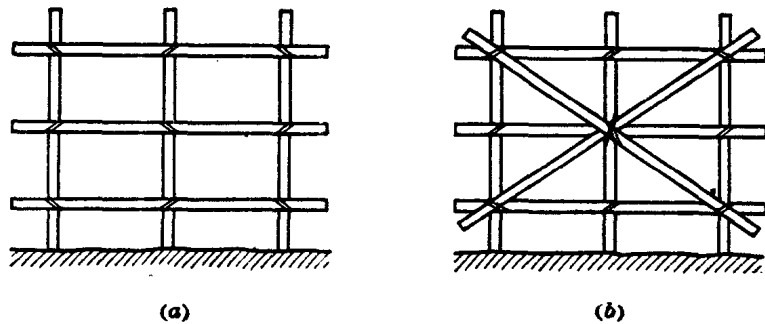


图 15-10

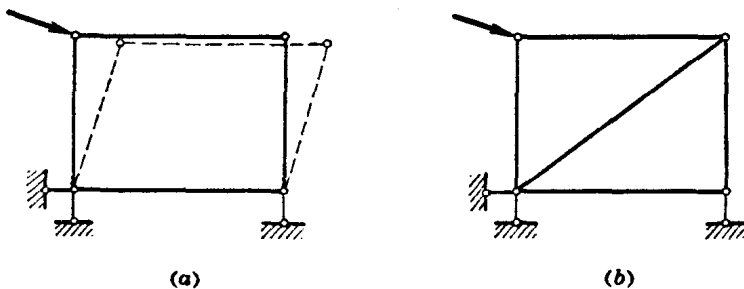


图 15-11

在结构设计中,我们把类似于图 15-11a 所示的系统称为“几何可变系统”,因为在力的

作用下它会发生机构式的相对运动,从而改变系统的原有几何形状。类似于图 15-11b 所示的系统则称为“几何不变系统”,因为在力的作用下它不会发生机构式的相对运动,即除了它的杆件会发生微小的弹性变形外,整个系统的原有几何形状不会发生显著的改变。在工程实际中,结构必须具备能够稳定地承受荷载的能力,因此无论哪一个工程结构都必须是几何不变系统,这是在结构设计时必须首先予以重视的问题。

现在的问题是按什么样的规律才能把许多单个的构件组成为几何不变系统。在介绍这些规律之前应先说明两点:

(1) 每个实体构件或物体本身(例如杆件、块体、板、壳、薄壁杆件和地基等)都可看作是一个几何不变系统。

(2) 为了论述规律时的方便,我们有时把较小的几何不变系统叫做“几何不变单元”。

下面介绍两条组成几何不变系统的规则。掌握它们就可以使我们知道怎样将较小的几何不变单元组成为较大的几何不变单元,以及怎样将较大的几何不变单元最后组成为工程实际中能够采用的几何不变系统。

(1) 用两个几何不变单元组成一个几何不变系统的规则

如有 A 、 B 两个几何不变单元如图 15-12a 所示。首先在单元 A 与 B 之间加一个铰如图 15-12b 所示,则 A 、 B 之间的相对移动就被限制住了,但它们仍然可以围绕着铰作相对转动。如果再在它们之间加一根链杆如图 15-12c 所示,则连这种相对转动也被限制住了。于是 A 与 B 就组成了一个几何不变系统。

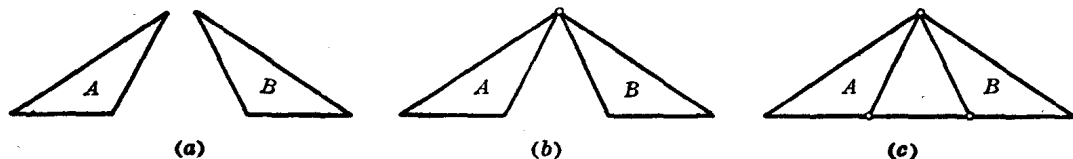


图 15-12

如果把连接单元 A 与 B 的铰换成为两根链杆 1 和 2 如图 15-13a 所示,我们知道两根相交的链杆所起的约束作用与一个铰所起的约束作用是相同的,这时 A 和 B 还可围绕链杆 1 和 2 的虚交点 O 作相对转动,这种虚交点 O 就相当于一个铰的作用,称为“虚铰”。如果再加上一根链杆 3 如图 15-13b 所示,则这个相对转动也被限制住了,于是 A 和 B 组成了一个几何不变系统。

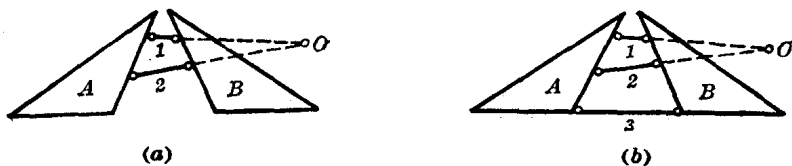


图 15-13

应该指出,如果连接单元 A 与 B 的三根链杆(或它们的延长线)相交于一点,则三根链杆只能起一个铰的作用, A 和 B 仍可围绕链杆的交点作瞬时转动。同样,如果连接 A 与 B 的

三根链杆是互相平行的(它们在无穷远处交于一点)或连接 A 与 B 的一根链杆是通过连接的铰时, 则都只能起一个铰的作用, 用这些连接的方式所得到的仍然是几何可变系统。例如当我们要把构件 A 架设在基础 B 上时, 我们不应采用图 15-14 所示的方式, 因为这样三个支座链杆都相交于点 O , A 与 B 虽然被连接在一起, 但它们仍然是一个几何可变系统。

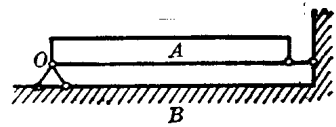


图 15-14

由上面的讨论可以得出

规则一: 两个几何不变单元用一个铰(或虚铰)和一根不通过该铰的链杆连接, 就可以组成为一个几何不变系统。

(2) 用三个几何不变单元组成一个几何不变系统的规则

如图 15-15a 所示的 A 、 B 、 C 三个几何不变单元, 如果用三个铰 1、2、3 把它们连接起来如图 15-15b 所示, 它们就不能发生任何的相对运动, 成了一个几何不变系统。因为从平面几何知道, 已知三边的长度就只能作出一个三角形, 所以这个三角架的几何形状是不会改变的。在工地上经常见到的承重三角支架(图 15-16), 就是用这样的方式组成的。

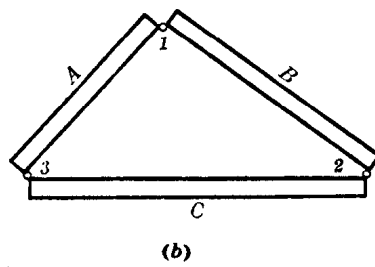
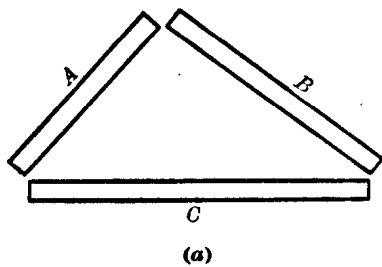


图 15-15

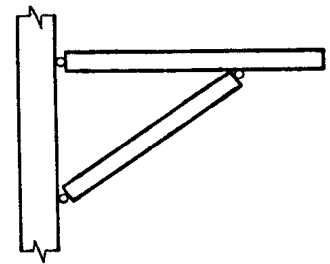


图 15-16

前面已经讲过, 两根链杆的作用相当于一个铰的作用, 故图 15-15b 中的任何一个铰都可以换成两根链杆, 如图 15-17 所示。

应该指出, 如果连接三个几何不变单元 A 、 B 、 C 的铰 1、2、3 在一条直线上如图 15-18 所示时, 则在三个单元之间仍可发生相对的运动, 成为几何可变系统, 这是不允许的。

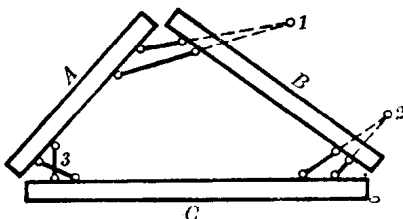


图 15-17

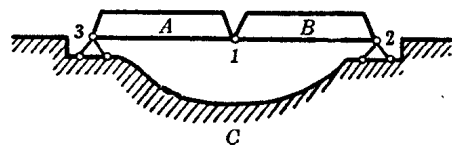


图 15-18

由上面的讨论可以得出

规则二: 三个几何不变单元用不在一条直线上的三个铰(或虚铰)连接, 就可以组成为

一个几何不变系统。

对照图 15-12c 和 15-15b 可以看出，如果我们把一根链杆本身也看作是一个几何不变单元，那么规则一就可以看成是规则二派生出来的特殊情况，因此这两条规则在本质上是

一致的。
正确地运用以上的两条规则，我们就不难设计出比较复杂的几何不变系统来作为实际的工程结构。

例题 15-1 已设计出一桁架的结构形式如图 15-19a 所示，试判断它是不是一个几何不变系统。

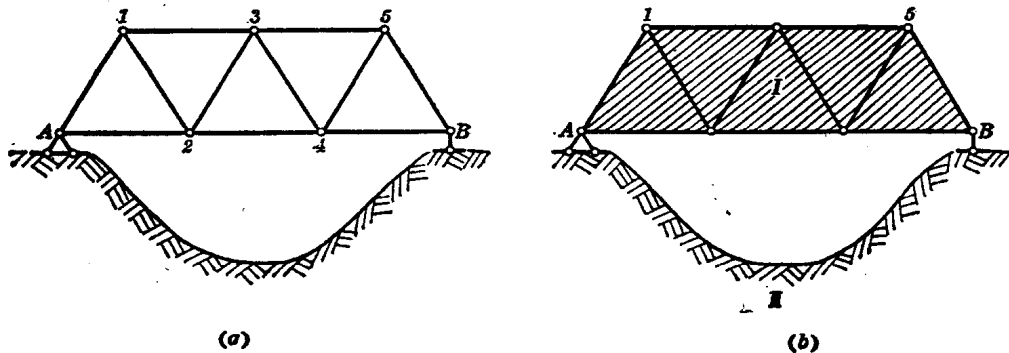


图 15-19

解：首先讨论桁架本身的组成。根据规则二，把左边的杆件 $A1$ 、 $A2$ 、 12 看作是三个几何不变单元，由它们所组成的小三角形 $A21$ 是几何不变的。以 $A21$ 这个几何不变单元为一边，它与杆 13 和 23 又组成一个较大的几何不变单元 $A231$ ，可见桁架左半部的 $A231$ 是个几何不变单元。同理，可以证明桁架右半部的 $B435$ 也是个几何不变单元。这样，问题就归结到单元 $A231$ 与 $B435$ 的连接问题了。这两个单元是用铰 3 和不通过铰 3 的链杆 24 连接的，根据规则一可以判断它们就被组成为一个更大一些的几何不变单元了。因此桁架 $AB51$ 本身是一个几何不变系统。

其次再讨论桁架与基础的连接问题。把桁架 I 和基础 II 看作是两大几何不变大单元(图 15-19b)，根据规则一可以知道，这两个单元是用三根不相交于一点也不互相平行的链杆连接的，所以它们组成了一个几何不变系统。

综合以上的讨论，可以证明图 15-19a 所示的桁架系统是几何不变的，可以用作实际的工程结构。

例题 15-2 有人设计了用五块钢筋混凝土预制构件组成的隧洞衬砌(图 15-20a)，经过分析以后，得出如图 15-20b 所示的计算简图。试判断这个衬砌结构在几何组成方面设计得是否正确。

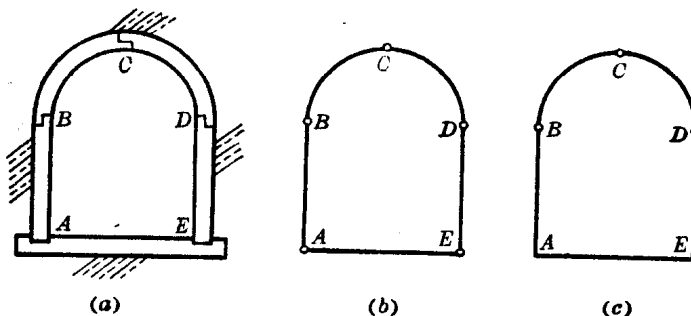


图 15-20

解：对图 15-20b 所示的衬砌结构的计算简图进行分析。我们把预制构件 AE 、 BC 、 CD 看作是三个几

何不变单元, BC 与 CD 之间用铰 C 连接, AE 与 BC 之间只用一根链杆 AB 连接, AE 与 CD 之间只用一根链杆 DE 连接, 根据规则二可以判断这个结构系统的连接是不够的, 它是一个几何可变系统, 因此, 这个设计在几何组成方面是错误的。为了改正这种错误, 应该在五块预制构件拼装以后再在点 A 和 E 处采取固结措施, 将衬砌设计成如图 15-20a 所示的形式。

因为理想桁架的结点都是铰结点, 为了保证静定平面桁架是能够承受荷载的几何不变系统, 因此它的杆件的布置必须满足一定的条件。组成桁架的基本规律有两个:

(1) 由一个基本的铰接三角形或基础开始, 每次用不在一直线上的两根杆件连接一个新结点。按这个规律组成的桁架叫做简单桁架。以图 15-21a 所示的平行弦桁架为例, 首先将 1、2、3 三根杆用 ①、②、③ 三个铰结点连接成一个基本三角形(如图中画有阴影线的部分, 很明显, 这个三角形是几何不变的), 然后从这个基本三角形出发, 每次用不在一条直线上的两根杆(4、5), (6、7), ..., (16、17) 依次连接结点 ④、⑤、...、⑩, 所组成的桁架就是一个简单桁架, 这个桁架本身是一个几何不变体系。图 15-21b 是从基础开始, 每次用两根杆(1、2), (3、4), ..., (15、16) 依次连接结点 ①、②、...、⑧ 所组成的简单桁架, 这个桁架本身是几何不变的。

(2) 几个简单桁架, 按照几何不变体系组成规则所组成的桁架, 叫做联合桁架。

图 15-21c 中 I、II 两部分都是简单桁架, 用铰 A 和链杆 BC 连接在一起组成一个联合桁架。因为链杆 BC 不通过铰 A , 所以这个桁架是几何不变的。

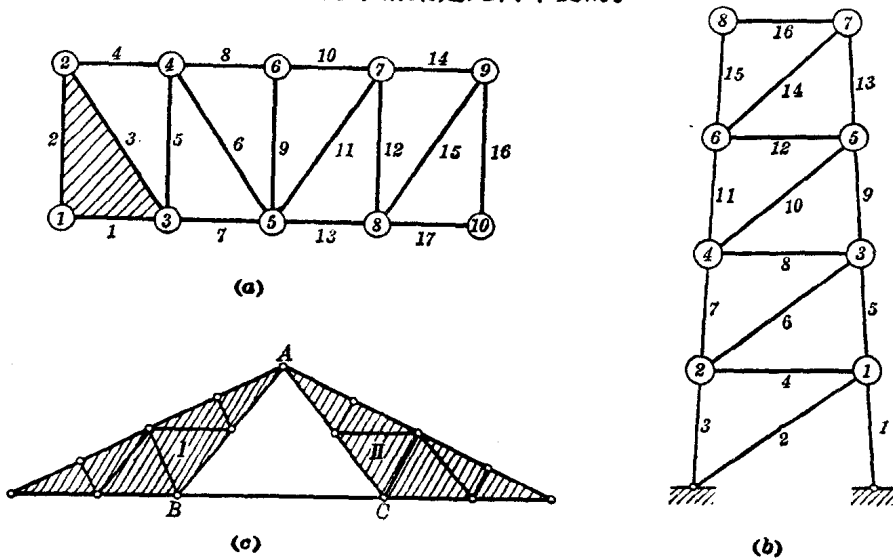


图 15-21

第三节 静定平面桁架的内力计算

进行静定平面桁架设计时, 在选定了桁架的形式, 作出了计算简图以后, 一般是先将支座反力求出, 然后选取若干个截面从桁架中截取出脱离体, 根据每一脱离体的平衡条件

列出方程来求解内力。根据计算时选取脱离体的不同,计算的方法可以分为“结点法”和“截面法”两种。有时,也可以根据具体情况联合使用这两种方法。现将结点法和截面法分别介绍如下:

一、用结点法求桁架的内力

1. 结点法

“结点法”就是按照一定的顺序截取桁架的结点为脱离体,考虑其平衡,从而求解出桁架各杆内力的方法。因为杆件都汇交于结点的几何中心,在每一结点上所作用的又都是平面汇交力系,而在每一结点处只能列出两个独立的平衡方程,所以应用这个方法求解未知力时,应从未知力不多于两个的结点开始。

在计算中,通常是先假设杆的未知内力为拉力,并在画结点的受力图时使拉力的指向背离结点。如果计算的结果是正值,表明这个假设是正确的,如果计算的结果是负值,表明实际的内力指向与假设的相反,即杆的内力实际是压力。

下面举例说明用结点法求解简单静定平面桁架内力的详细步骤。

例题 15-3 图 15-22 是某工地砂石混合料场的示意图。图 15-23 是料场钢桁架的计算简图,试用结点法求此钢桁架各杆的内力。

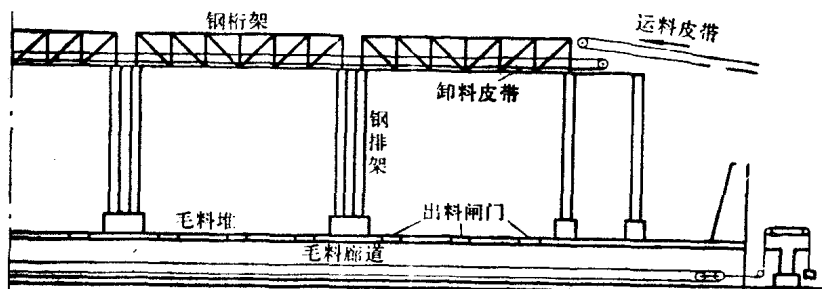


图 15-22

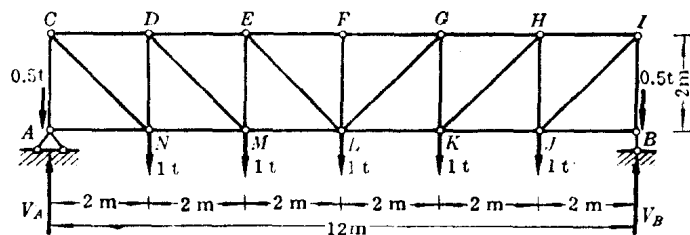


图 15-23

解:

1. 计算支座反力

$$V_A = V_B = \frac{1}{2}(0.5 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0.5) = 3t.$$

2. 计算各杆内力