

根据教育部重新颁布的《复习考试大纲》编写

专升本入学考试复习教材

结构力学

(非师范类)

及解题指导

全国各类成人高等学校（专升本）入学考试复习教材编委会 组编

崔恩第 主编



中国人事出版社

根据教育部颁布的《复习考试大纲》编写

全国各类成人高校专升本入学考试复习教材
(非师范类)

结构力学

【及解题指导】

全国各类成人高校专升本入学考试复习教材编委会 组编

崔恩第 编著

中国人事出版社

图书在版编目(CIP)数据

结构力学/崔恩第主编. - 北京:中国人事出版社,1999.9

全国各类成人高校专升本入学考试复习教材:非师范类

ISBN 7—80139—381—3

I. 结… II. 崔… III. 结构力学—成人教育—高等学校—入学考试—教材 IV. 0342

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 40322 号

版权所有,翻印必究。本书封面贴有防伪标签,无标签者不得销售。

(如有缺页和倒装,本社负责退换)

前 言

本书是根据教育部(原国家教委)所制订的全国各类成人高等学校专科起点本科班招生(非师范类)结构力学复习考试大纲而编写的。旨在提高考生的知识水平,训练考生的应试技巧,培养考生的应试能力。

本书有如下几个特点:

1. 本书的编写紧扣结构力学复习考试大纲。因此,它可以作为一本复习考试可信赖的教科书。
2. 在本书的每一章节中,作者既有对知识要点的讲解、举例,又有有关应试技巧的介绍,还设计编写了练习并附有答案。这样,学习者在学习之后马上就可以通过做练习来检验自己掌握所学知识的情况。这本书的可操作性强。
3. 书后附有专升本考试结构力学复习考试大纲。

本书既可以作为专升本考试——结构力学的教材,由教师对考生进行辅导,也可以作为考生自学的教材。

本书由崔恩第编著。作者长期从事本、专科结构力学教学工作,并参加了多年的专升本考前辅导工作,具有较丰富的经验。

由于编写时间较短,不当之处望请专家及广大读者提出宝贵意见,待再版时进一步修改完善。

编 者
1999 年 8 月

目 录

第一章 绪 论	(1)
§ 1—1 结构力学的研究对象和任务	(1)
§ 1—2 结构的计算简图	(2)
§ 1—3 杆件结构的分类	(5)
§ 1—4 荷载的分类	(7)
第二章 平面体系的几何组成分析	(8)
§ 2—1 几何组成分析的目的	(8)
§ 2—2 几何组成分析的几个概念	(8)
§ 2—3 几何不变体系的基本组成规则	(10)
思考与练习	(13)
参考答案	(16)
第三章 静定梁与静定平面刚架的计算	(18)
§ 3—1 单跨静定梁	(19)
§ 3—2 多跨静定梁	(24)
§ 3—3 静定刚架的内力分析	(26)
思考与练习	(30)
参考答案	(37)
第四章 静定平面桁架的计算	(40)
§ 4—1 桁架的特点和组成	(40)
§ 4—2 结点法	(41)
§ 4—3 截面法;截面法与结点法的联合应用	(45)
思考与练习	(50)
参考答案	(55)
第五章 静定拱式结构与静定组合结构的计算	(57)
§ 5—1 三铰拱的内力计算	(57)
§ 5—2 静定组合结构的内力计算	(62)
§ 5—3 静定结构的一般性质	(65)
思考与练习	(66)
参考答案	(74)
第六章 结构的位移计算	(78)
§ 6—1 概述	(78)
§ 6—2 虚功原理	(79)
§ 6—3 单位荷载法	(84)
§ 6—4 静定结构在荷载作用下的位移计算	(86)
§ 6—5 图乘法	(91)

§ 6—6 静定结构由于温度改变和支座移动引起的位移计算	(96)
§ 6—7 互等定理	(99)
思考与练习	(102)
参考答案	(115)
第七章 力 法	(118)
§ 7—1 超静定结构的概念和超静定次数的确定	(118)
§ 7—2 力法原理和力法方程	(122)
§ 7—3 荷载作用下超静定结构的内力计算	(126)
§ 7—4 对称性的利用	(132)
§ 7—5 支座移动情况下超静定结构的计算	(137)
思考与练习	(140)
参考答案	(152)
第八章 位移法	(156)
§ 8—1 位移法的基本概念	(156)
§ 8—2 等截面直杆的转角位移方程	(159)
§ 8—3 位移法方程及计算举例	(163)
§ 8—4 应用结点和截面平衡条件建立移法方程	(169)
§ 8—5 对称性的利用	(173)
思考与练习	(175)
参考答案	(183)
第九章 力矩分配法	(188)
§ 9—1 力矩分配法的基本概念	(188)
§ 9—2 用力矩分配法计算连续梁和无侧移刚架	(195)
§ 9—3 超静定结构的特性	(201)
思考与练习	(203)
参考答案	(211)
第十章 静定结构影响线及其应用	(215)
§ 10—1 影响线的概念	(215)
§ 10—2 用静力法作单跨静定梁的影响线	(216)
§ 10—3 影响线的应用	(219)
§ 10—4 简支梁的绝对最大弯矩	(224)
思考与练习	(227)
参考答案	(233)
结构力学模拟试卷(一)	(237)
结构力学模拟试卷(一)参考答案及评分标准	(241)
结构力学模拟试卷(二)	(245)
结构力学模拟试卷(二)参考答案及评分标准	(249)
专升本(结构力学)复习考试大纲	(254)
参考文献	(262)

第一章 绪 论

§ 1—1 结构力学的研究对象和任务

土木工程中的各类建筑物,例如房屋、桥梁、堤坝、码头等,在使用过程中要承受风、雪、设备、车辆、人群、水压力、土压力等各种荷载和温度变化、支座移动等各种外部因素的作用。凡在这些建筑物中承担荷载而起骨架作用的部分,都可以称为结构。

结构的类型是多种多样的,从几何观点来看,有杆件结构、板壳结构和实体结构三类。杆件结构一般是由若干根构件通过各种方式相互联结在一起而组成的结构,杆件的长度远大于其横截面的宽度和高度;板壳结构是厚度远小于长度和宽度的结构,也称薄壁结构;实体结构是指长、宽、高三个方向的尺寸大约为同一量级的结构。严格地讲,实际结构都是空间结构,不过在进行计算时,除必须作为空间结构来研究的结构,如网状圆顶屋架、井字梁结构、空间刚架等外,一般可根据其实际受力情况,分解为若干平面杆件结构来分析,以简化计算。结构力学的研究对象是平面杆件结构。

结构力学的任务是:

(1)讨论杆件结构的组成规律及合理形式。

(2)研究结构在外部因素,如荷载、温度变化和支座移动等影响下,结构的反力、内力和位移的计算原理和计算方法,解决结构的强度和刚度计算问题。

(3)分析结构的稳定性。

研究结构的组成规律目的是保证结构各部分不发生相对运动,以承受荷载而维持平衡;探讨结构组成的合理形式是为了有效地利用材料,充分发挥其性能;进行强度和稳定计算的目的在于保证结构满足安全和经济要求;计算刚度的目的在于保证结构不致发生实用上不能允许的过大变形。对于结构的强度、刚度和稳定,不仅在设计结构时要进行计算,而且在结构使用过程中需要承受以往没有预计的外部因素时,也要进行核算,以确定是否需要采取加固措施和如何加固。

学习结构力学需要高等数学、理论力学和材料力学等先修课程的知识,而结构力学的知识也将在钢结构、钢筋混凝土结构和其它专业课中得到应用。

本教材在介绍学习内容的同时,结合练习与思考题,讲解了各种具体的计算方法并给出了练习与思考题的参考答案。读者学习时要着重掌握解题思路,特别要从这些例题中学习分析问题的一般方法,例如:如何由已知领域逐步过渡到未知新领域的方法,如何将整体分解成局部、再由局部综合成整体的方法,如何把有关几个问题加以对比的方法,等等。学习各章内容时,必须进行作题练习,这是学习结构力学的重要环节之一。不作一定数量的习题,是很难掌握结构力学的有关概念、原理和方法的。

§ 1—2 结构的计算简图

在结构设计中,需要对实际结构进行力学分析。由于实际结构的组成、受力和变形情况的复杂性,要完全按照实际情况进行计算是很困难的,也是不必要的。因此,应抓住能反映结构实际情况的主要因素,忽略一些次要因素,对实际结构进行抽象和简化。这种既能反映真实结构的主要特征,又便于力学计算的模型称为结构的计算简图。

由于计算简图的选取直接关系到计算精度和计算工作量的大小,因此在选择计算简图时,应统筹考虑结构的重要性、不同设计阶段的要求、计算问题的性质及采用计算工具的性能等因素,最终确定理想的计算简图。例如:对结构的静力计算,可采用比较复杂的计算简图;对结构的动力和稳定计算,由于计算比较复杂,可采用比较简单的计算简图。在初步设计阶段可采用比较粗略的计算简图,在技术设计阶段再使用比较精确的计算简图。电子计算机的应用为采用比较精确的计算简图提供了更多的方便。

将实际结构简化为计算简图,通常包括以下几方面的工作。

1. 结构体系的简化

一般结构实际上都是空间结构,各部分相互联结形成一个整体,以承受实际荷载。对空间结构进行力学分析往往比较复杂,工作量较大。在土建、水利等工程中,大量的空间杆件结构在一定条件下,可略去影响结构分析的次要因素,将其分解简化为平面结构,使计算得到简化。

2. 杆件的简化

在杆件结构中,当杆件的长度远大于它的高度和宽度时,通常可近似地认为:杆件变形时,其截面保持为平面,杆截面上的应力可根据截面的内力来确定,其内力仅沿长度方向变化。因此,在计算简图中,可以用杆轴线代替杆件,用各杆轴线相互联结构成的几何图形来代替真实结构。

3. 结点的简化

在杆件结构中,几根杆件相互联结的部位称为结点。根据结构的受力特点和结点构造情况,结点可采用以下三种计算简图。

(1) 铰结点

铰结点的特征是汇交于结点的各杆端不能相对移动,但它所联结的各杆可以绕铰自由转动。如图 1—1a) 所示钢桁架的结点,根据结点的构造和受力特点,几根杆件的联结点可简化为铰结点。铰结点可以传递力,但不能传递力矩。其计算简图如图 1—1b) 所示。

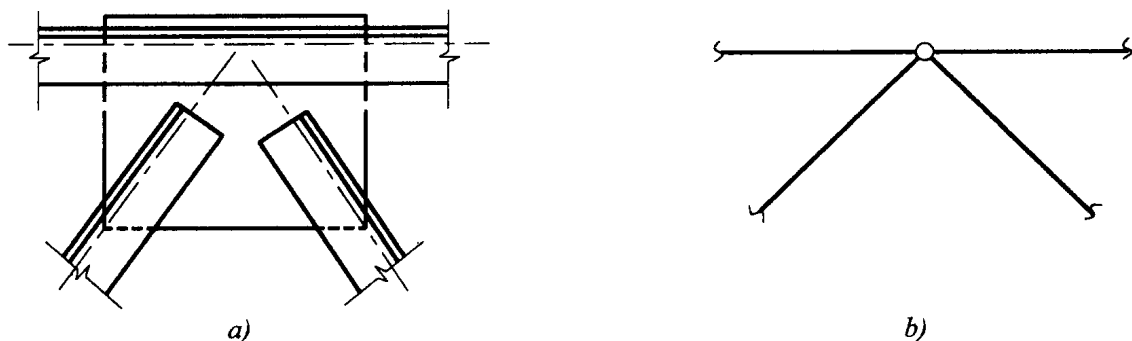


图 1—1

(2) 刚结点

刚结点的特征是汇交于结点的各杆端既不能相对移动,也不能相对转动,即汇交于结点处的各杆之间的夹角不会因结构变形而改变。图 1—2a)所示为一钢筋混凝土框架结构的结点。该结点不仅可以传递力,而且可以传递力矩。其计算简图如图 1—2b)所示。



图 1—2

(3) 组合结点

组合结点的特征是汇交于结点的各杆端不能相对移动,但其中一部分杆件视为刚性联结,各杆端不允许相对转动,而其余杆件视为铰结,允许绕结点转动。图 1—3 所示为一加劲梁示意图。当竖向荷载作用于加劲梁 AB 上时,AB 杆以受弯为主,其它杆件主要承受轴力。AC 杆与 CB 杆在 C 点为刚性联结,而 CD 杆与 ACB 杆为铰结,结点 C 即取为一组合结点。

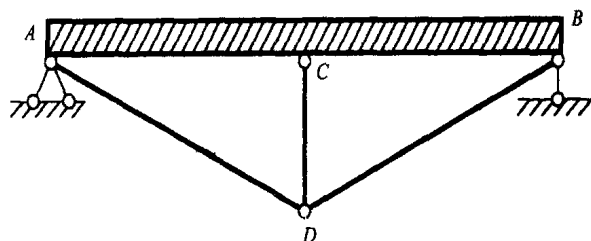


图 1—3

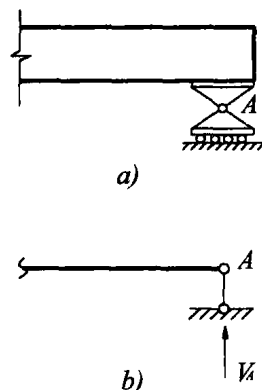


图 1—4

4. 支座的简化

把结构与基础或其它支承物联结起来的装置称为支座。平面杆件结构的支座常用的有以下四种。

(1) 可动铰支座

可动铰支座也称滚轴支座。其特征是在支承处被支承的结构既可以绕铰中心转动,也可以沿支承面移动。图 1—4a)所示为一可动铰支座。可动铰支座的约束反力可用一作用点和作用线均为已知,只有大小未知的力 V_A 表示,其计算简图如图 1—4b)所示。

(2) 固定铰支座

固定铰支座简称铰支座。其特征是在支承处被支承的结构可以绕铰中心转动,但不可沿支承

面移动。图 1—5a)所示为一固定铰支座。固定铰支座的约束反力可用一作用点已知、但作用方向和大小均未知的力表示,通常该反力可分解为如图 1—5b)所示的水平反力 H_A 和竖向反力 V_A 。

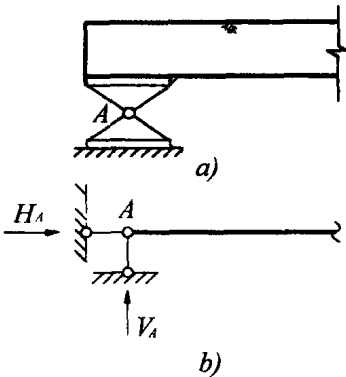


图 1—5

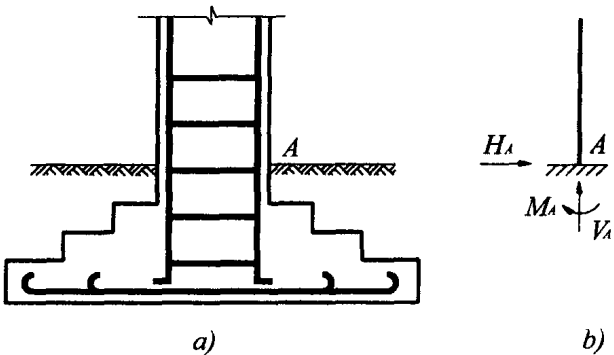


图 1—6

(3) 固定支座

固定支座的特征是在支承处被支承的结构既不允许转动,也不允许移动。图 1—6a)所示的基础,当土质很硬、地基变形很小时,可将柱的下端视为固定支座。固定支座的约束反力可用一作用点、方向和大小均未知的力表示,通常该力可用水平反力 H_A 、竖向反力 V_A 和约束力矩 M_A 表示,如图 1—6b)所示。

(4) 定向支座

定向支座也称滑动支座。它的特征是允许被支承的结构沿支承面移动,但不允许有垂直于支承面的移动和绕支承端的转动。图 1—7a)、b)所示为定向支座的两种情况,它们的计算简图及约束反力情况分别如图 1—7c)、d)所示。

5. 荷载的简化

作用在结构上的外力,包括荷载和约束反力,可以分为体积力和表面力两大类。体积力是指自重和惯性力等分布在结构内的作用力;表面力是指风压力、水压力和车辆的轮压力等分布在结构表

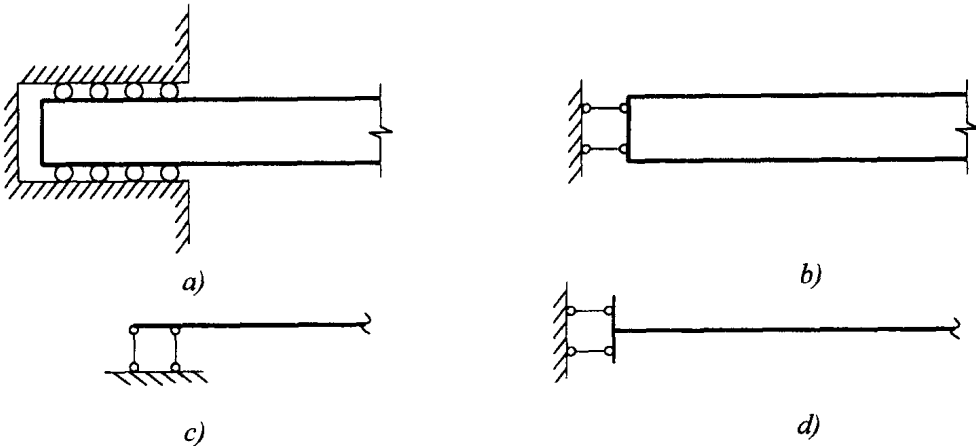


图 1—7

面上的作用力。不管是体积力还是表面力都可以简化为作用在杆轴线上的力。根据外力的分布情况,这些力一般可以简化为集中荷载、力偶和分布荷载。

下面举例说明结构计算简图的选取。

图 1—8a) 所示为一单层工业厂房中的钢筋混凝土 T 形吊车梁, 梁支承在单阶柱上。梁上铺设钢轨, 吊车荷载引起的最大轮压 $P_1 = P_2$ 。这是一空间结构。

结构体系的简化: 将吊车荷载引起的轮压、钢轨和梁的自重及支座反力一起简化到梁轴线所在的竖向平面内。

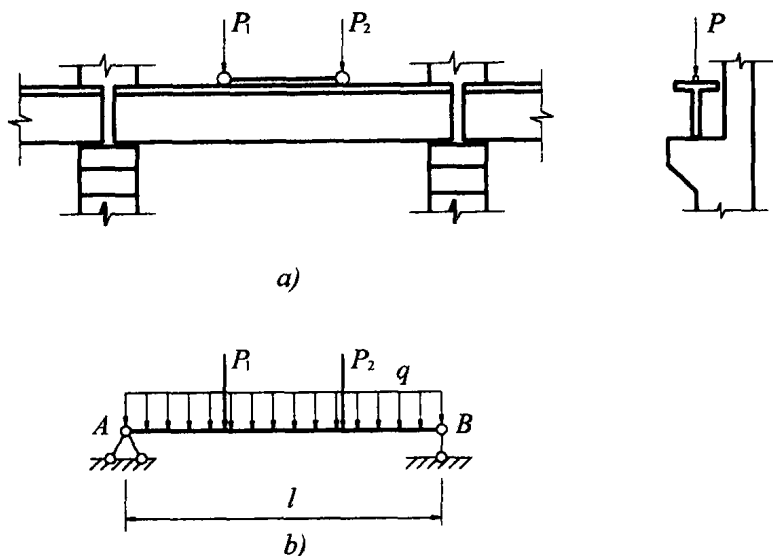


图 1—8

梁的简化: 以梁的轴线代替实际的吊车梁, 当梁与柱子接触面的长度不大时, 可取梁两端与柱子接触面中心的间距作为梁的计算跨度 l 。

支座的简化: 梁的两端搁置在柱子上, 整个梁既不能上下移动, 也不能水平移动。但当梁承受荷载而微弯时, 梁的两端可以发生微小的转动。另外, 当温度变化时, 梁还能自由伸缩。为了反映上述支座对梁所起的约束作用并便于计算, 将梁的一端简化为固定铰支座, 而另一端简化为可动铰支座。

荷载的简化: 钢轨和梁的自重是作用在梁轴线上的恒荷载, 它们沿梁长是均匀分布的, 可简化为作用在梁轴线上的均布线荷载 q 。吊车荷载引起的轮压 P_1 和 P_2 是活荷载, 由于它们与钢轨的接触面积很小, 可以简化为集中荷载。

综上所述, 可取吊车梁的计算简图如图 1—8b) 所示。

§ 1—3 杆件结构的分类

平面杆件结构有如下五种类型。

一、梁

梁是一种受弯构件, 其轴线通常为直线。常见的有单跨梁 (图 1—9a)、c)) 和多跨梁 (图 1—9b)、d))。

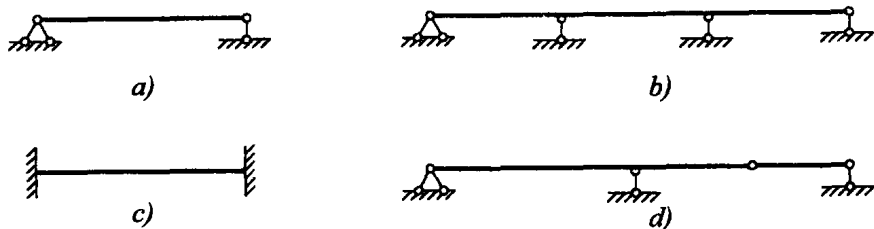


图 1—9

二、刚架

刚架是由梁和柱组成的结构,各杆件主要受弯。刚架的结点以刚结点为主,也可以有部分铰结点和组合结点(图 1—10)

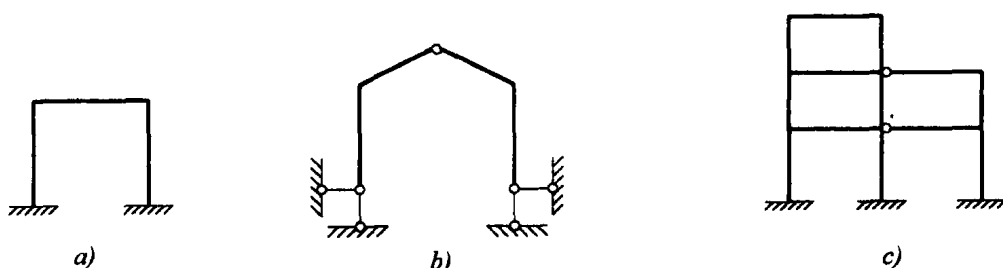


图 1—10

三、桁架

桁架是由若干直杆在两端用理想铰联结而成的结构(图 1—11)。在结点荷载作用下,桁架各杆只产生轴力。

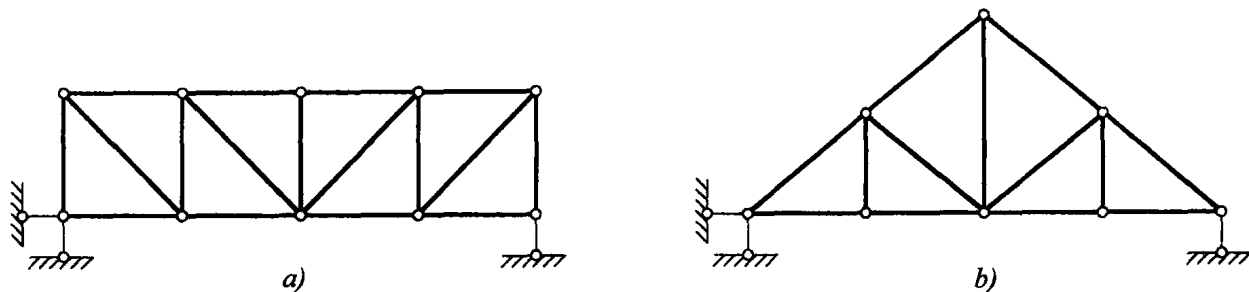


图 1—11

四、拱

拱是轴线通常为曲线,在竖向荷载作用下,支座将产生水平推力的结构(图 1—12)。

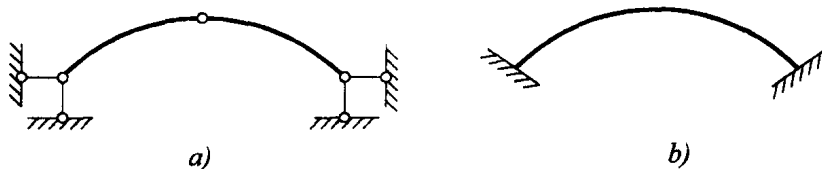


图 1—12

五、组合结构

组合结构是桁架和梁或桁架和刚架组合在一起的结构(图 1—13)。在这种结构中,有些杆件只承受轴力,而另一些杆件还同时承受弯矩和剪力。

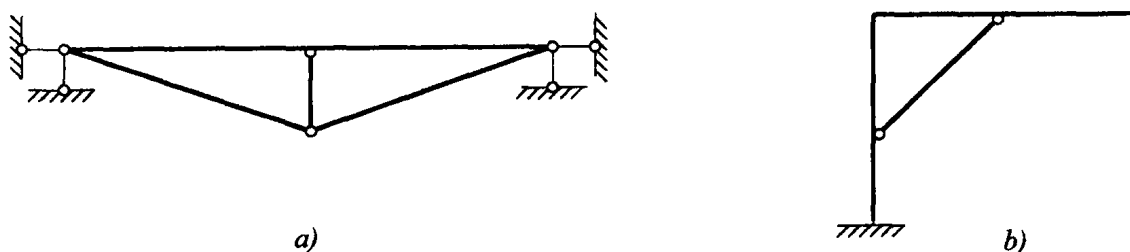


图 1—13

§ 1—4 荷载的分类

作用在结构上的荷载按其分布状况,分为集中荷载和分布荷载两类。若作用在结构上的荷载,其分布面积远小于结构的尺寸,则可以认为该荷载是作用在结构的一个点上,称为集中荷载。例如吊车梁上的吊车轮压,可视为吊车梁上的集中荷载。若荷载沿杆件的长度连续分布,则为分布荷载。例如静水压力、土压力、结构自重等。荷载的大小用单位长度上的作用力,即荷载集度来表示。当分布荷载的集度为常量时,则称为均布荷载。

根据作用时间的久暂,荷载又可以分为恒载和活载两类。恒载是指长期作用在结构上不变的荷载,如结构的自重,结构上的固定设备和物品的重量等。活载是指作用在结构上的位置可以变动的荷载,如人群荷载、风荷载、雪荷载和吊车荷载等。

根据荷载作用的性质,荷载还可以分为静力荷载和动力荷载两类。静力荷载是指荷载的大小、方向和作用位置不随时间而变化、或虽有变化,但较缓慢,不致使结构产生显著的冲击或振动,因而可以略去惯性力影响的荷载。恒荷载及风荷载、雪荷载等大多数活载都可以视为静力荷载。动力荷载是指作用在结构上、会引起结构显著冲击或振动,使结构产生明显的加速度,因而必须考虑惯性力的荷载。地震荷载、动力机械振动荷载、爆炸冲击荷载等都是动力荷载。

本书只讨论结构在静力荷载作用下的计算问题。

第二章 平面体系的几何组成分析

§ 2—1 几何组成分析的目的

杆件结构通常是由若干杆件相互联结而组成的体系,该体系与地基联结成一体,以承受荷载的作用。结构在荷载作用下,杆件的截面上产生应力,材料产生应变。由于材料的应变,结构将产生变形,但这种变形通常是很小的。在不考虑由于材料应变而引起变形的条件下,位置和形状不会改变的体系称为几何不变体系,如图2—1a)所示的体系。在不考虑材料应变的条件下,位置和形状

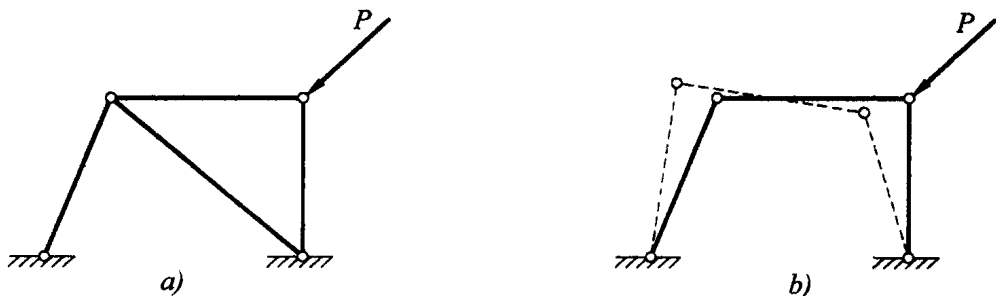


图 2—1

可以改变的体系称为几何可变体系,如图2—1b)所示的体系。对几何可变体系而言,即使在很小荷载作用下,其几何形状也会改变。

工程结构都必须几何不变体系,而不能采用几何可变体系,否则将不能承受任意荷载而维持平衡。因此,在设计结构和选取计算简图时,必须判别所选的体系是否几何不变,从而决定其能否作为结构,而用来承受荷载。这一工作称为体系的几何组成分析。

几何组成分析的目的在于:

1. 判别某一体系是否几何不变,从而决定其能否作为结构。
2. 在结构计算时,根据体系的几何组成,判定所计算的结构是静定的,还是超静定的。以便选取相应的计算方法。
3. 通过几何组成分析,弄清所计算的结构各部分之间在几何组成上的相互关系,便于选择简单合理的计算顺序。

§ 2—2 几何组成分析的几个概念

对体系进行几何组成分析时,判断一个体系是否几何不变涉及到体系运动的自由度。所谓自由度就是确定体系位置所需要的独立的几何参变量的数目。一个点在平面内自由运动时,其位置

需要用两个独立的坐标 x 和 y 来确定(图 2—2a)),所以平面内的一个点有两个自由度。

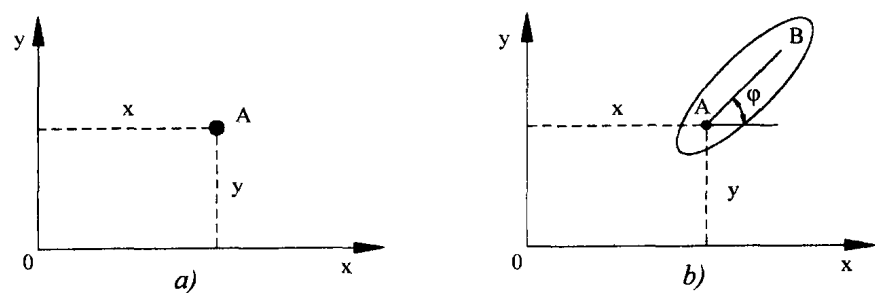


图 2—2

在几何组成分析中,由于不考虑杆件本身的变形,于是可以把一根杆件,或由若干根杆件构成的已知是几何不变部分,看作一个刚体。平面内几何不变的刚体称为刚片。

一个刚片在平面内自由运动时,其位置可由它上面的任一点 A 的坐标 x 、 y 和任一直线 AB 的倾角 φ 共三个独立的坐标确定(图 2—2b)),因此一个刚片在平面内有三个自由度。

支承结构的基础,当不考虑其本身的变形时,在平面体系几何组成分析问题中,也可以看作为一个刚片。但这种刚片是不动的刚片,它的自由度为零。

体系的自由度,将因加入限制运动的联结装置而减少。减少体系自由度的装置称为约束,亦称联系。

用一根链杆将一个刚片与基础相联结(图 2—3a)),因 A 点不能沿链杆轴线方向运动,故刚片的运动只能是 A 点绕 C 点转动和整个刚片绕 A 点转动的合运动。此时刚片的位置只需用两个独立的参数,如链杆的倾角 φ_1 和刚片上任一直线的倾角 φ_2 即可确定。由于链杆的作用,该刚片的自由度已由 3 减少为 2,故知一根链杆相当于一个约束。

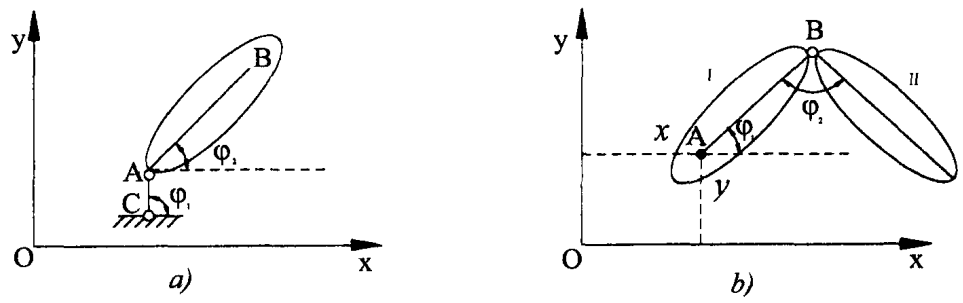


图 2—3

用一个铰 B 把两个刚片联结起来(图 2—3b))。这种联结两个刚片的铰称为单铰。当刚片 I 的位置由坐标 x 、 y 和倾角 φ_1 确定后,刚片 II 只能绕 B 点转动,其位置只需一个参数 φ_2 即可确定。由于铰 B 的联结,刚片 I 、 II 的自由度由 6 减少为 4。故知一个单铰相当于两个约束。

联结三个或三个以上刚片的铰称为复铰。图 2—4a)所示复铰联结三个刚片。由于复铰的联结,原来三个刚片的 9 个自由度减少为 5 个自由度,故知联结三个刚片的复铰相当于两个单铰的作用。以此类推,联结 N 个刚片的复铰相当于 $(N-1)$ 个单铰,减少 $(N-1) \times 2$ 个自由度。

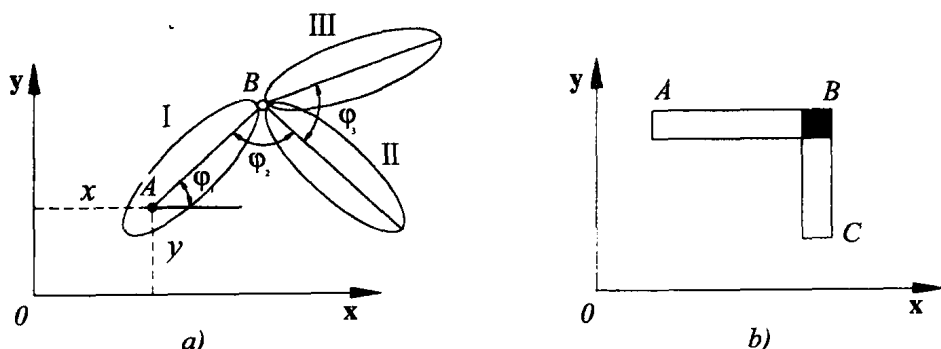


图 2—4

图 2—4b)所示为两个刚片 AB 和 BC 在 B 点联结成一个整体。结点 B 为刚结点。原来的两个刚片在平面内共有 6 个自由度,刚片联结为整体后,只有 3 个自由度。故知一个刚性联结相当于 3 个约束。

如果在一个体系中增加一个约束,而体系的自由度并不因此而减少,则此约束为多余约束。例如,平面内一个自由点 A 原来有两个自由度。如果用两根不共线的链杆①和②把 A 点与基础相联结(图 2—5a)),则 A 点即被固定,因此减少两个自由度,可见链杆①和链杆②都是非多余约束。如果用三根不共线的链杆①、②和③把 A 点与基础相联结(图 2—5b)),实际上仍然只减少两个自由度。因此这三根链杆中只有两根是非多余约束,而第三根是多余约束(可把三根链杆中的任何一根视为多余约束)。

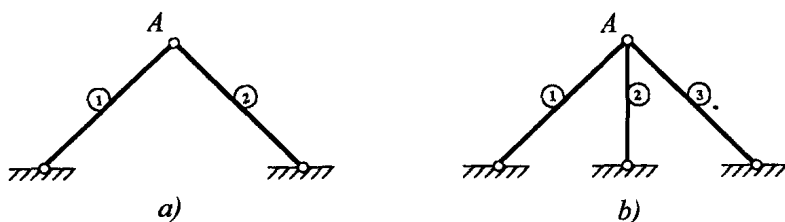


图 2—5

综上所述,进行几何组成分析必须掌握自由度、刚片、约束的概念。一个体系如果有多个约束存在,那么,应当分清楚哪些约束是多余的,哪些约束是非多余的。

§ 2—3 几何不变体系的基本组成规则

体系的几何不变性是由体系的各刚片之间有足够多的约束,且这些约束布置合理这两个条件来保证的。

在图 2—6 所示的体系中,杆件 AB、BC、CA 之间用 A、B、C 三个单铰两两相联,构成了无多余约束的几何不变体系。这种由三个不共线的铰相互联结而成的三角形不变体系的规律称为铰结三角形几何不变规律。它是无多余约束几何不变体系组成的基本规律。为了分析问题方便起见,有时可以把一根链杆当作一个刚片;而一个刚片如果只用两个铰与其它体系相联结,也可以当

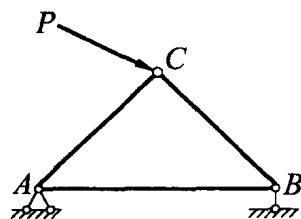


图 2—6

作一根链杆。于是上述“三角形规律”通常采用如下三个规则表达。

三刚片联结规则：三个刚片用不在同一直线上的三个铰两两相联，则所组成的体系为几何不变体系，且无多余约束。

图 2—7a) 所示的三个刚片 I、II、III 由 A、B、C 三个单铰两两相联。假定刚片 I 不动，我们来研究各刚片之间相对运动的可能性。由于刚片 II 与刚片 I 用铰 A 相联，故刚片 II 只能绕铰 A 转动，其上 C 点的运动轨迹是以 A 为圆心、以 AC 为半径的圆弧；而刚片 III 与刚片 I 用铰 B 相联，刚片 III 只能绕 B 点转动，其上 C 点的轨迹是以 B 为圆心、以 BC 为半径的圆弧。而实际上刚片 II、III 是用铰 C 相联结的，C 点既是刚片 II 上的点，也是刚片 III 上的点，它不可能同时沿两个方向不同的圆弧

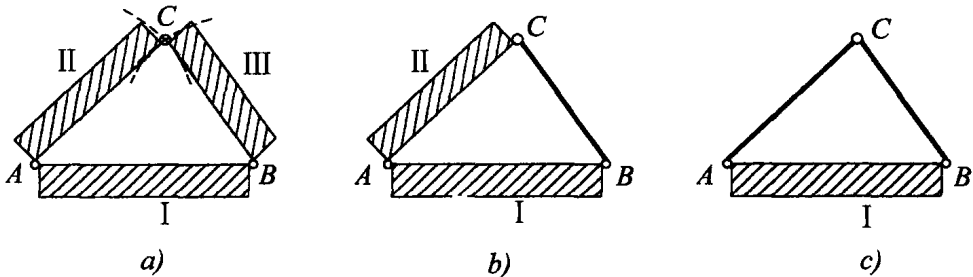


图 2—7

运动，只能在两个圆弧的交点处固定不动。故该体系是几何不变的，且无多余约束。

两刚片联结规则：两刚片之间由一单铰和一根不通过铰的链杆相联结，则所组成的体系为几何不变体系，且无多余约束。

如将图 2—7a) 中的刚片 III 视为一根链杆，就得到如图 2—7b) 所示两刚片之间由一个单铰和一根链杆联结的情况，显然体系是几何不变的，且无多余约束。

两个刚片还有用三根链杆联结的情形。权且讨论两个刚片用两根链杆相联结的情况，如图 2—8a) 所示。假定刚片 I 不动，则刚片 II 运动时，链杆 AB 将绕 A 点转动，因而 B 点将沿与 AB 杆

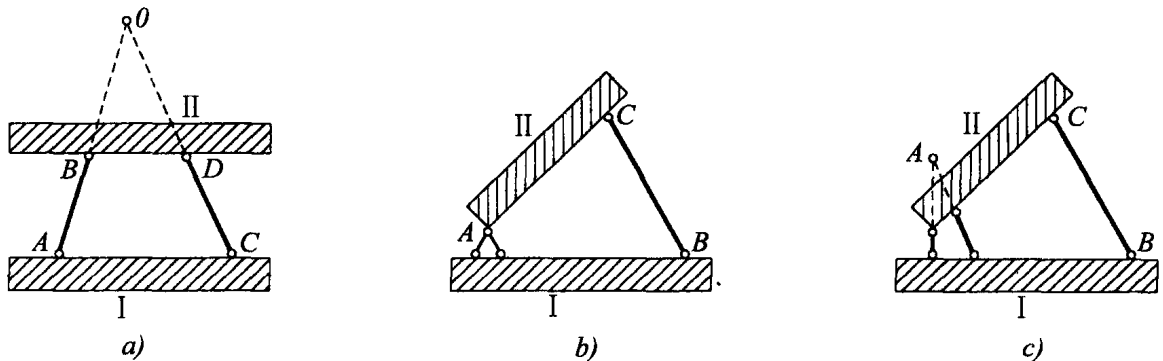


图 2—8

垂直的方向运动；同理，D 点将沿与 CD 杆垂直的方向运动。于是整个刚片 II 将绕 AB 与 CD 两杆延长线的交点 O 转动。O 点称为刚片 I 和刚片 II 的相对转动瞬心。此情形就好像刚片 I 和 II 在 O 点用一个铰相联结一样。因此，联结两个刚片的两根链杆的作用相当于在其交点处的一个单铰，不过这个铰的位置是随着链杆的转动而改变的。这种铰称为虚铰。有时两根链杆相交成实铰。如图