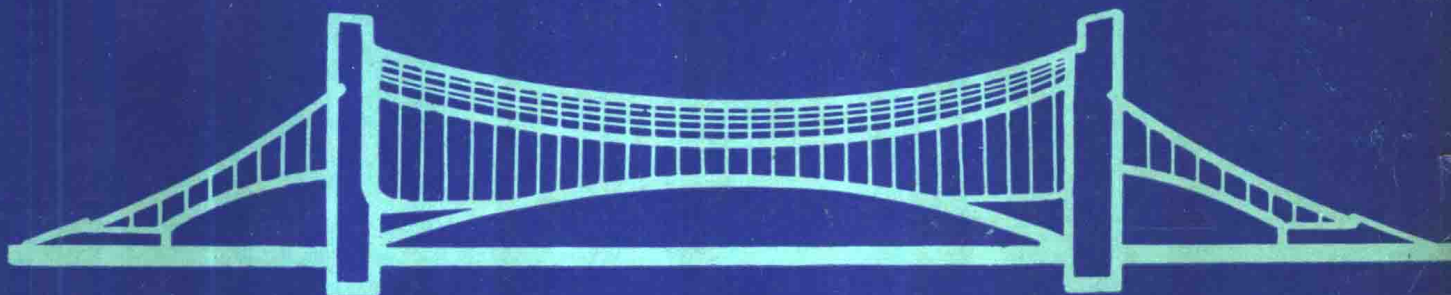
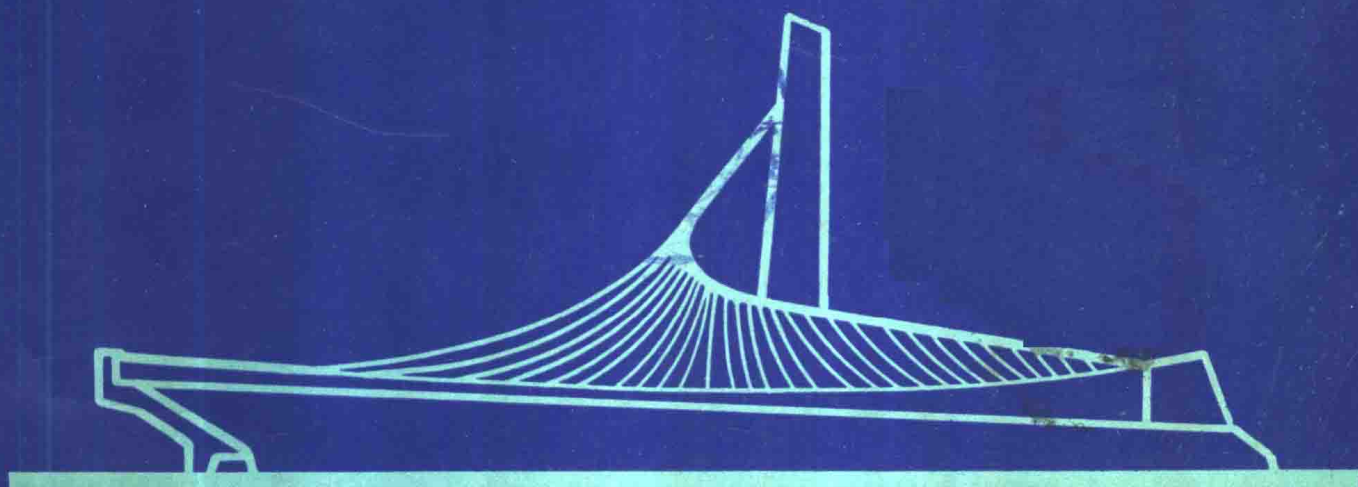


● 834.96
● 高等学校函授教材（兼作高等教育自学用书）

结构力学

● 上册 ● 潘亦培 朱伯钦 主编



高等教育出版社

高等学校函授教材
(兼作高等教育自学用书)

结 构 力 学

上 册

潘亦培 朱伯钦 主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书系根据一九八一年十二月高等工业学校函授教学工作会议审订的高等工业学校结构力学函授教学大纲(草案)编写的。

全书共十四章,分上、下两册出版。上册包括绪论,平面体系的几何组成分析,静定梁和静定平面刚架,三铰拱和三铰刚架,静定桁架,静定结构的影响线,虚功原理和结构位移计算,力法,无铰拱等九章;下册包括位移法,渐近法和近似法,矩阵位移法,结构的稳定计算,结构的动力计算等五章。书末附有三个附录,其中附录III为平面刚架程序。

本书反映了函授教学的特点,对重点和难点内容叙述较为详细,各章后附有小结和复习思考题等。本书可作为高等工业学校土建、道桥、水利等类函授专业的结构力学教材,并可兼作高等教育自学用书,也可供高等工业学校全日制上述专业的师生和有关工程技术人员参考。

高等学校函授教材
(兼作高等教育自学用书)

结 构 力 学

上 册

潘亦培 朱伯钦 主编

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

商务印书馆上海印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 22 字数 503,000

1987年7月第1版 1987年7月第1次印刷

印数 00,001—5,920

书号 15010·0871 定价 3.35 元

序

本书系根据一九八一年十二月原教育部召开的高等工业学校函授教学工作会议审订的高等工业学校结构力学函授教学大纲(草案)编写的。适用于本科土建、水利、道桥等类函授专业,并可兼作高等教育自学用书和高等工业学校全日制上述专业的教学参考用书。

全书共十四章,按教学大纲要求,全部内容分为基本部分和选学部分。第一章至第十二章的内容为基本部分(其中带“*”号的节次除外),也就是学生必须掌握的内容;第十三、十四两章以及带“*”号的内容为选学部分,各学校和各专业可根据不同情况选用。此外,为了适应不同专业的要求,书中在有关章节的标题后作了加括号的标记。例如,×××(建),即表明这部分内容是供土建类专业学习,其它专业可以不学或选学。

本书反映了函授教学的特点。例如在内容的阐述上,注意循序渐进,由浅入深,由易到难。对重点内容和难点等阐述较为详细,着重讲清容易混淆的概念以及学生在学习过程中容易产生的问题。为了便于自学,尽量做到标题醒目,层次分明,文字通顺。在初次引入的新术语和新名词下注有重点号,并对重要的概念、定理和结论用波纹线标出。在例题的选择上,注意难易搭配,有关章节配置了较多的例题。每节后附有复习思考题,以帮助读者加深对本节重点内容的理解。各章后附有小结和习题,小结中着重指出本章内容的重点、难点和学习中应注意的问题等,以起到指导自学的作用。

本书由同济大学潘亦培、朱伯钦主编,参加编写的还有王子炬、周竞欧、李谱隆和郑念国。另外,附录 III 由朱慈勉编写。

本书由哈尔滨建筑工程学院郭长城、华南工学院马棣勋担任主审。一九八四年十月在上海召开了该书的审稿会,参加审稿会的有郭长城、马棣勋、北方交通大学王道堂、长沙铁道学院缪加玉、湖南大学罗汉泉、河海大学章青和西安冶金建筑学院周文群等。参加审稿的同志对本书提出了很多宝贵的意见,我们对此表示衷心的感谢。

全书插图由江西省建筑设计院赖家纲、王晓、谭希平和福建省第四建筑工程公司王建英绘制。

由于编者水平有限,又缺少编写函授教材的经验,书中一定存在许多不当之处,恳请使用本书的教师和读者指正。

编 者

一九八五年十月于同济大学

目 录

第一章 绪论	1	§ 5-5 *静定空间桁架的计算(建)	110
§ 1-1 结构力学的任务和学习方法	1	§ 5-6 静定结构的特性	118
§ 1-2 结构的计算简图	3	小结	121
§ 1-3 结构和荷载的分类	11	习题	123
第二章 平面体系的几何组成分析	14	习题部分答案	128
§ 2-1 几何组成分析的目的	14	第六章 静定结构的影响线	130
§ 2-2 自由度、约束、必要约束和多余约束的概念	15	§ 6-1 移动荷载和影响线的概念	130
§ 2-3 几何不变体系的组成规则	18	§ 6-2 静力法作单跨静定梁的影响线	131
§ 2-4 几何组成分析举例	24	§ 6-3 间接荷载作用下的影响线	137
§ 2-5 瞬变体系的静力特征、静定结构和超静定结构	28	§ 6-4 机动法作静定梁的影响线	139
小结	30	§ 6-5 桁架内力影响线(桥)	145
习题	31	§ 6-6 应用影响线计算影响量	150
习题部分答案	33	§ 6-7 铁路和公路的标准荷载制(桥)	153
第三章 静定梁和静定平面刚架	34	§ 6-8 最不利荷载位置的确定	154
§ 3-1 静定结构内力计算概述	34	§ 6-9 换算荷载(桥)	162
§ 3-2 多跨静定梁	42	§ 6-10 简支梁的绝对最大弯矩和内力包络图	168
§ 3-3 静定平面刚架	48	小结	172
小结	56	习题	174
习题	57	习题部分答案	179
习题部分答案	62	第七章 虚功原理和结构位移计算	182
第四章 三铰拱和三铰刚架	64	§ 7-1 概述	182
§ 4-1 概述	64	§ 7-2 刚体虚功原理	184
§ 4-2 三铰拱的数解法	66	§ 7-3 变形体虚功原理	189
§ 4-3 三铰拱的内力图解法	73	§ 7-4 静定结构在荷载作用下的位移计算	192
§ 4-4 三铰拱的合理拱轴	75	§ 7-5 图乘法	204
§ 4-5 三铰刚架的计算	79	§ 7-6 静定结构在温度改变时的位移计算	215
小结	81	§ 7-7 静定结构在支座移动时的位移计算	218
习题	82	§ 7-8 静定结构位移计算的一般公式	219
习题部分答案	85	§ 7-9 互等定理	220
第五章 静定桁架	86	§ 7-10 *位移影响线(桥)	224
§ 5-1 概述	86	小结	226
§ 5-2 桁架的数解法	89	习题	228
§ 5-3 桁架的形式与受力特性	101	习题部分答案	234
§ 5-4 拱式桁架和组合结构的计算	104	第八章 力法	237
		§ 8-1 超静定结构的概念	237

§ 8-2 力法基本原理	239
§ 8-3 超静定次数的确定与基本结构	241
§ 8-4 力法典型方程	244
§ 8-5 力法的计算步骤与示例	348
§ 8-6 对称性的利用	253
§ 8-7 超静定桁架和组合结构的计算	264
§ 8-8 两铰拱的计算	274
§ 8-9 温度改变时超静定结构的计算	279
§ 8-10 支座位移时超静定结构的计算	284
§ 8-11 超静定结构的位移计算	289
§ 8-12 超静定结构最后内力图的校核	296
§ 8-13 超静定结构的特性	301
小结	304

习题	306
----------	-----

习题部分答案	311
--------------	-----

第九章 无铰拱(桥,水).....314

§ 9-1 概述	314
----------------	-----

§ 9-2 利用弹性中心计算无铰拱	315
-------------------------	-----

§ 9-3 荷载作用下的无铰拱计算	320
-------------------------	-----

§ 9-4 温度改变和支座位移时无铰拱的计 算.....	333
---------------------------------	-----

§ 9-5 无铰拱的影响线(桥)	339
------------------------	-----

小结	343
----------	-----

习题	344
----------	-----

习题部分答案	346
--------------	-----

第一章 绪 论

§ 1-1 结构力学的任务和学习方法

(一) 结构力学的任务

在建筑工程中,凡由建筑材料做成并能担负一定荷载而起骨架作用的物体或体系,都可称为结构。例如各种工业与民用房屋,桥梁与隧道,水工建筑物中的水闸、堤坝与码头等都是结构的实例。

结构按几何尺度通常可分为杆系结构、板壳结构和实体结构三类。杆系结构是由若干杆件相互联结而组成。杆件的几何特征是它的长度要比其截面的宽度和厚度大得多;例如一根梁(图 1-1a)就是杆件的例子。板壳结构的几何特征是它的长度和宽度要比其厚度大得多。例如当它为平板状时(图 1-1b),称为平板;当它由若干块平板拼合时则组成褶皱板(图 1-1c);当它围成具有曲面外形时(图 1-1d),称为壳体。实体结构的几何特征是它的长度、宽度和厚度有大致相仿的尺度;例如挡土墙、堤坝、基础(图 1-1e)等。

本书所研究的范围限于杆系结构,杆系结构是结构力学的主要研究对象。

结构力学这门课程与其先修课——理论力学和材料力学有着紧密的联系,它是以这两门先修的力学课程有关知识为基础而发展起来的一门独立学科;同时又为后续课——钢木结构、

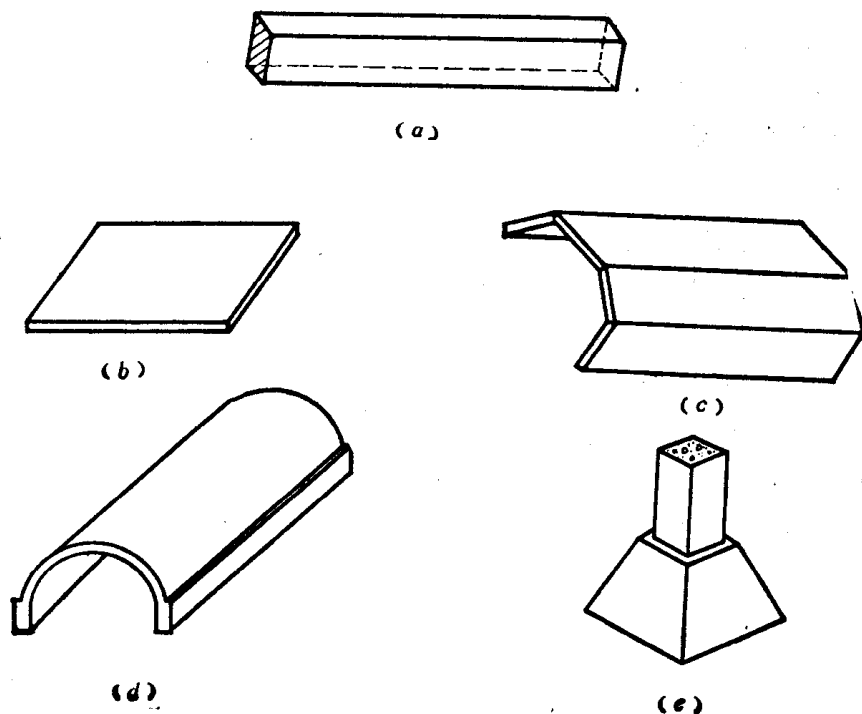


图 1-1

钢筋混凝土结构和水工结构等专业课程的学习, 提供了力学分析的原理与各种计算方法。因此, 结构力学是一门重要的技术基础课。

理论力学主要研究刚体的平衡及其机械运动的一些基本规律。材料力学研究单个杆件的强度、刚度和稳定性。结构力学则研究整个杆系结构的强度、刚度和稳定性的问题。无论就强度、刚度和稳定性的任何一个方面进行分析, 都和结构的内力与变形密切相关。因此, 研究杆系结构在外界因素影响下的内力和位移, 就成为结构力学学习的主要内容。

结构力学在土建、水利、道桥等类专业的学习中占有十分重要的地位。本课程的主要任务和应了解或掌握的内容为:

1. 了解杆系结构的组成规则以及结构计算简图的合理选择。
2. 掌握杆系结构的内力和位移的计算方法, 以便进行结构的强度计算或刚度验算。
3. 了解杆系结构的矩阵分析方法, 为应用电子计算机进行结构分析提供一定的力学基础。
4. 讨论杆系结构的稳定性以及在动力荷载作用下的结构反应。

(二) 结构力学的学习方法

结构力学是一门系统性较强的课程, 涉及的结构类型较多, 计算方法也较灵活多变。以自学为主的函授生若在开始时就能注意到一些恰当的学习方法, 则对顺利地学好本门课程是有所裨益的。下面几点建议仅供参考, 自学者可根据自己的特点, 不断加以总结提高。

1. 自学时应注意本门课程与其它课程的联系

学习结构力学课程时, 往往要用到物理学、高等数学、理论力学和材料力学的有关知识, 读者在自学过程中对上述知识如已感到生疏, 应及时将有关内容进行对照复习, 以利结构力学的自学顺利进行。

2. 自学时应注意逐步提高分析问题与解决问题的能力

结构力学中的计算方法比较多, 所涉及的结构类型也较广泛, 加深对基本原理的理解与基本方法的掌握, 对提高分析问题与解决问题的能力是十分重要的。具体着手分析问题时, 要能灵活运用所学过的一些方法并注意它们的适用条件。例如针对不同的结构类型与特点, 选择相应的合适计算方法, 就会收到事半功倍的效果。在作习题时, 要注意解题的思路与步骤, 自学时要注意理论联系实际, 以逐步提高解决实际问题的能力。

3. 自学时要及时做好规定作业与回答每节后的复习思考题

认真做好规定作业, 在结构力学课程的学习中起着重要作用, 它是督促与推动自学的重要环节。平时作业的答案要准确, 步骤要清晰, 且必须按教学进度及时完成作业。书中每节后基本上都附有概念性的复习思考题, 回答好这些复习思考题, 将能加深对本节内容的理解。

4. 自学时应做好学习小结

每当自学完一节或一章的内容后, 应将本节或本章的主要内容作一自我小结, 以便检查哪些内容已经掌握, 哪些内容尚未掌握或掌握得不够全面深透, 需要进一步学习, 加深理解。特别对本节本章的重点、难点的内容, 自学时更应给予充分重视。前已说明, 结构力学是一门系统性较强的课程, 前后内容的联系也较密切, 自学过程中若对某些环节未掌握好, 往往会影响

到其它有关内容的顺利学习。因此,自学时必须步步抓紧,养成良好的严谨学风。

§ 1-2 结构的计算简图

一个实际结构的受力情况往往是很复杂的,如果完全按照实际结构的工作状态进行分析,事实上会遇到一定的困难,同时也是不必要的,因而在对实际结构进行力学分析之前,必须作出某些简化和假定。在计算时常把实际结构中的一些次要因素加以忽略,但是又要能反映出实际结构的主要受力特征。这种经过简化了的结构图形称为结构的计算简图。在力学计算中,结构的计算简图就是实际结构的代表。结构计算简图的合理选择,在结构分析中是一个极为重要的问题,也是必须首先要解决的问题。

下面分几个方面进行讨论:

(一)选择结构计算简图的原则

1. 保留主要因素,略去次要因素,使计算简图能反映出实际结构的主要受力特征,这就是“存本去末”的简化原则。
2. 根据需要与可能,并从实际出发,力求使计算简图便于计算,这就是“计算简便”的简化原则。

此外,根据不同的要求与具体情况,对于同一实际结构可选取不同的计算简图。例如:在初步设计阶段可选取较为粗糙的计算简图,在最后设计阶段可选取较为精细的计算简图;采用手算时可选取较为简单的计算简图,采用电算时可选取较为复杂的计算简图;在动力计算时,由于计算比较复杂,可选取较为简单的计算简图,在静力计算时,由于计算比较简单,可选取较为精确的计算简图等等。

(二)平面杆系结构的简化

杆系结构可分为平面杆系结构与空间杆系结构两大类。当结构各杆件的轴线与作用荷载均位于同一平面内时,称为平面杆系结构,或简称为平面结构;不符合上述条件的结构称为空间杆系结构,或简称为空间结构。下面介绍平面杆系结构的组成部分——杆件、结点和支座的简化。

1. 杆件的简化

杆系结构中的杆件,在计算简图中均用杆件的轴线来表示,杆件的长度则用轴线交点间的距离来计算。杆件的自重或作用于杆件上的荷载,一般可近似地移到杆件的轴线上处理。

2. 结点的简化

杆件间相互联结处称为结点。木结构、钢结构和钢筋混凝土结构的结点,具体构造形式虽不尽相同,但其结点的计算简图常可归纳为以下两种基本类型:

(1) 铰结点

铰结点的特征是所联各杆可以绕铰作自由转动,因此可用一理想光滑的铰来表示。这种理想情况,在实际工程结构中很难实现,例如图 1-2a 所示为木屋架的下弦中间结点构造图,显然,各杆并不能自由地转动,但是由于杆件间的联结并不十分牢固,受力时杆件发生微小的转

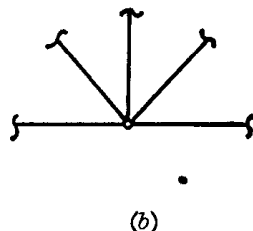
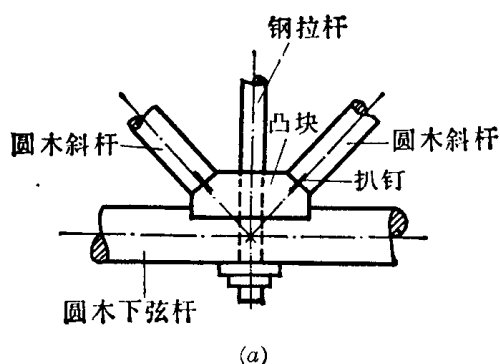


图 1-2

动还是可能的。因此,把这种结点近似地作为铰结点处理后(图 1-2b),不致引起过大的误差。木屋架的其它结点也都可以近似当作铰结点看待。

(2) 刚结点

刚结点的特征是所联杆件之间不能在结点处产生相对转动,即在刚结点处各杆之间的夹角在变形前后保持不变。

图 1-3a 所示为钢筋混凝土多层刚架边柱与横梁的结点构造图。由于边柱与横梁间为整体浇灌,同时横梁上层的受拉钢筋伸入柱内布置,这样就保证了横梁与边柱能相互牢固地联结在一起,构成了刚结点,其计算简图如图 1-3b 所示。

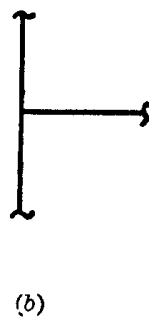
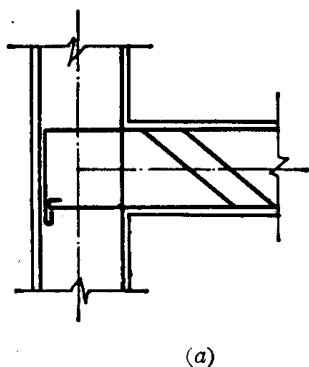


图 1-3

3. 支座的简化

结构与基础相联结的部分称为**支座**。结构所受的荷载通过支座传递给基础和地基。支座对结构的反作用力称为**支座反力**。平面结构的支座形式主要有以下五种类型:

(1) 活动铰支座

桥梁结构中所用的辊轴支座(图 1-4a)及摇轴支座(图 1-4b),都是活动铰支座的实例。

活动铰支座的机动特征是结构可绕铰 A 作自由转动,并允许沿支承面 $m-n$ 有微小的移动,但限制铰 A 沿垂直于支承面方向的移动。若不计支承面上摩擦力的影响,则支座反力 R_A 必垂直于支承面 $m-n$ 并将通过铰 A 的中心;即反力的作用点和方向是已知的,仅反力的大小是未知数。根据上述活动铰支座的机动特征和受力特征,可用图 1-4c 所示一根竖向支座链杆的计算简图来代表。简图中结构可绕铰 A 作自由转动,同时结构可沿垂直于支杆 AB 方向有

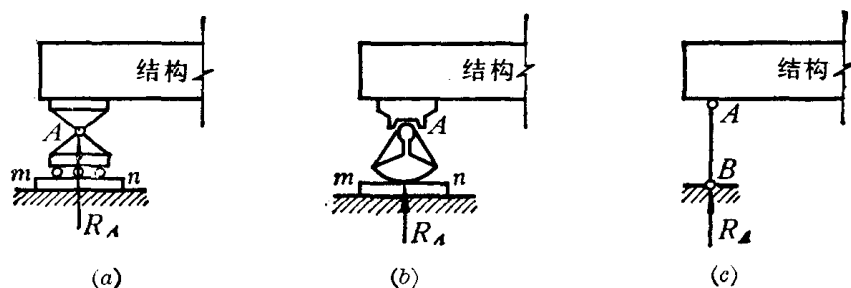


图 1-4

微小的移动,但不能沿支杆 AB 本身方向而移动。支座反力 R_A 即沿支杆 AB 方向作用。

(2) 固定铰支座

固定铰支座的机动特征是结构仍可绕铰 A 转动,但沿水平和竖向的移动受到限制(如图 1-5a 所示)。此时支座反力 R_A 仍通过铰 A 的中心,其大小和方向均为未知数。原则上可将反力 R_A 分解成任意两个确定方向的分反力来表示,但通常分解成水平和竖向的分反力 H_A 、 V_A ,计算上较为方便。根据固定铰支座的机动特征和受力特征,可用如图 1-5c 的计算简图来表示,图中沿水平和垂直支杆方向的反力,即表示 R_A 的两个分反力。若将反力 R_A 分解成如图 1-5d 所示支杆方向的分反力当然也是可以的,故图 1-5c 与图 1-5d 都表示固定铰支座的计算简图。

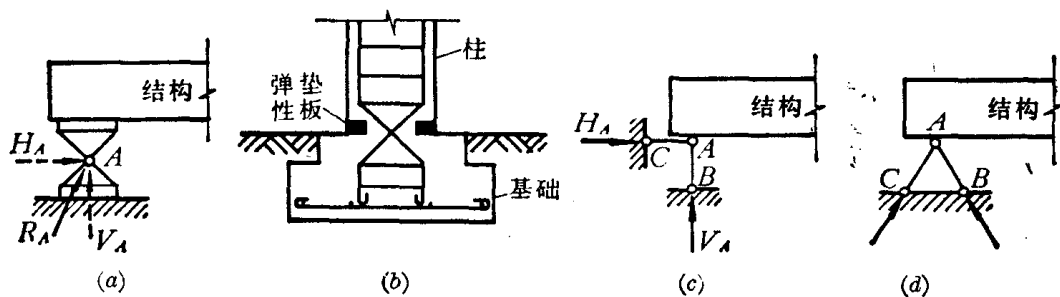


图 1-5

图 1-5b 所示为固定铰支座的一个实例。钢筋混凝土柱与基础间浇灌成整体,但柱中两边的受力钢筋伸入基础时采用交叉放置,这样,钢筋交叉点所在截面将被认为不能抵抗平面内任意方向的弯矩,但仍能传递轴力和剪力,因此柱子端部的支承作用,即相当固定铰支座。当地基土壤软弱而引起较大变形时,钢筋混凝土的刚架结构有时常采用这种支座的构造形式,以减少由于不均匀沉降而引起刚架内的过大内力。

(3) 固定支座

图 1-6a 示一悬臂梁,当梁端插入墙身有一定深度时,则可视作固定支座。固定支座的机动特征是结构与支座相联结的 A 处,既不能发生转动,也不能发生水平和竖向的移动。相应的支座反力,通常可用反力矩 M_A 和水平及竖向分反力 H_A 、 V_A 来表示(图 1-6b)。这种支座的计算简图可用既不完全平行又不相交于一点的三根支杆来表示(图 1-6c),支杆中的反力可以组成两个分反力 H_A 、 V_A 和一个反力矩 M_A 。

图 1-6d 所示为插入杯形基础的钢筋混凝土预制柱,杯口内由细石混凝土填实,当预制柱

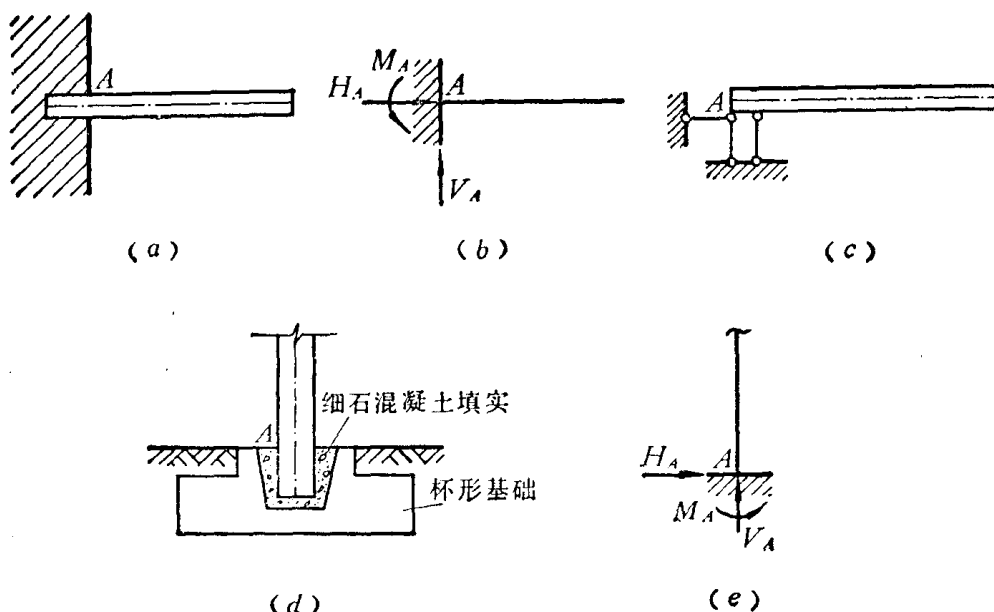


图 1-6

插入杯口有足够深度时,则杯口面 A 处可视为固定支座,其计算简图如图 1-6e 所示。

(4) 滑动支座

图 1-7a 所示为滑动支座的示意图,这类支座能限制结构的转动和沿一个方向上的移动,但允许结构在另一方向上有滑动的自由。例如图 1-7a 所示的结构在支座处的转动和竖向移动将受到限制,但可沿水平方向有微量滑动;我们可用两根竖向平行支杆来表示这类滑动支座的机动特征和受力特征(图 1-7b)。相应的支座反力有两个:限制竖直移动方向的反力 V 和限制转动方向的反力矩 M 。

上述四种支座,均建立在支座本身是不能变形的假设上,计算简图中相应的支杆,也被认为其本身是不能变形的刚性链杆,这类支座称为刚性支座。

(5) 弹性支座

若要考虑支座本身的变形,则这类支座称为弹性支座。如图 1-8a 所示的桥面结构,桥面板上的荷载通过纵梁传给横梁,然后由横梁传给主梁,最后由主梁传给两端桥墩。在荷载的传递过程中,各横梁将起支承纵梁的作用;同时受荷载作用后,中间各横梁将产生弯曲变形而引起竖向位移,此时横梁相当于一个弹簧作用,可用一根竖向弹簧来表示这种支座的性能,它具有一定的抵抗移动的能力,称为抗移弹性支座,例如图 1-8b 所示纵梁的各中间支座。另一种

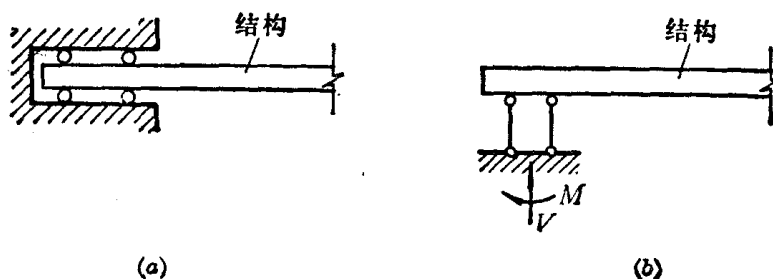


图 1-7

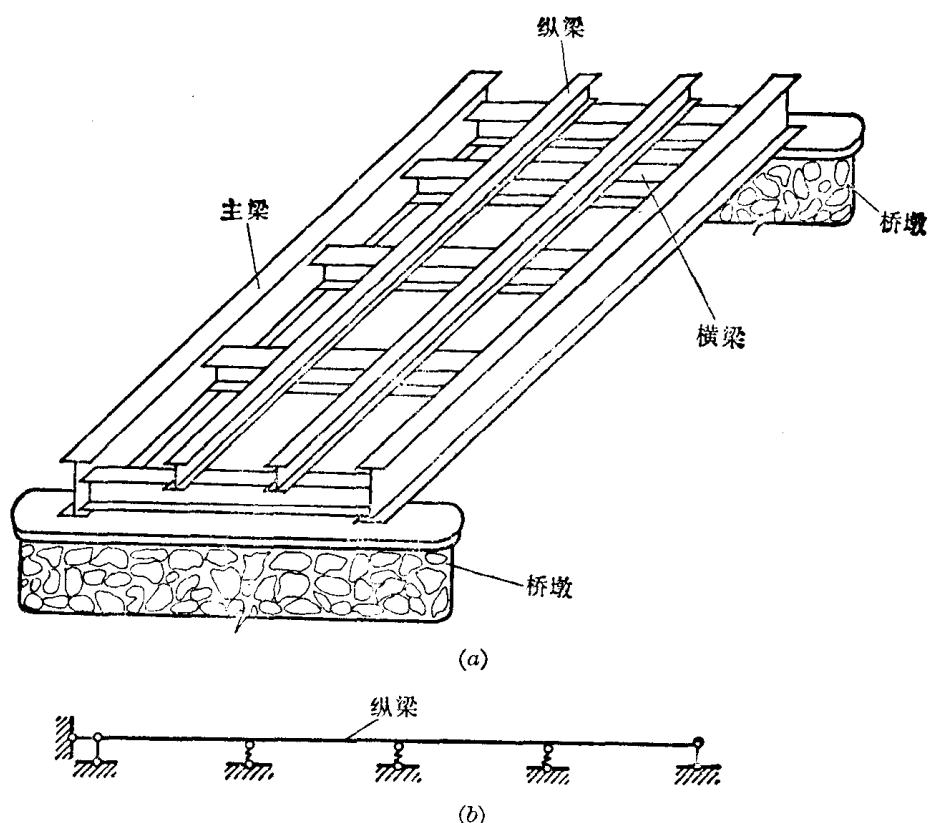


图 1-8

弹性支座具有一定的抵抗转动的能力,称为抗转弹性支座,这种支座将在有关章节中叙述。

(三) 结构计算简图示例

为了说明实际结构的简化过程,先举一个如图 1-9a 所示的民用房屋实例。

实际上,这个房屋由屋面板、檩条、木屋架和砖墙等构件组成了一个空间结构。当它承受竖向的屋面荷载时,荷载先由屋面板传给檩条,由檩条传给屋架上弦,再由屋架两端传给砖柱直达基础。力的传递主要靠依次通过屋面板、檩条和屋架等平面承重构件来完成。因此,可把这个空间结构,简化并分解成几个平面结构来计算,其中木屋架的构造图如图 1-9b 所示。

为了便于对屋架进行内力分析,现作出如下简化假定:

(1) 在力的传递过程中,屋面板与檩条、檩条与屋架以及屋架与砖柱之间的所有接触面积上的压应力,实际上都不一定是均匀分布的。为简化计算,假定这些接触面积上的压应力为均匀分布,即压应力的合力通过接触面积的中心线。

(2) 由檩条所支承的屋面板一般为连续的,为简化计算,假定屋面板简支搁在檩条上,这样,便于求出支座反力,亦即求得了作用在檩条上的荷载;此外,有些檩条并不正好搁置在屋架的结点上,此时可按杠杆原理,把檩条传给屋架上弦的压力分配到邻近的结点上。

(3) 屋架的杆件可用其轴线代表。

(4) 屋架的结点均简化成铰结点。

(5) 屋架的两端搁置在砖柱的垫块上,可将其端点分别简化成固定铰支座和活动铰支座。

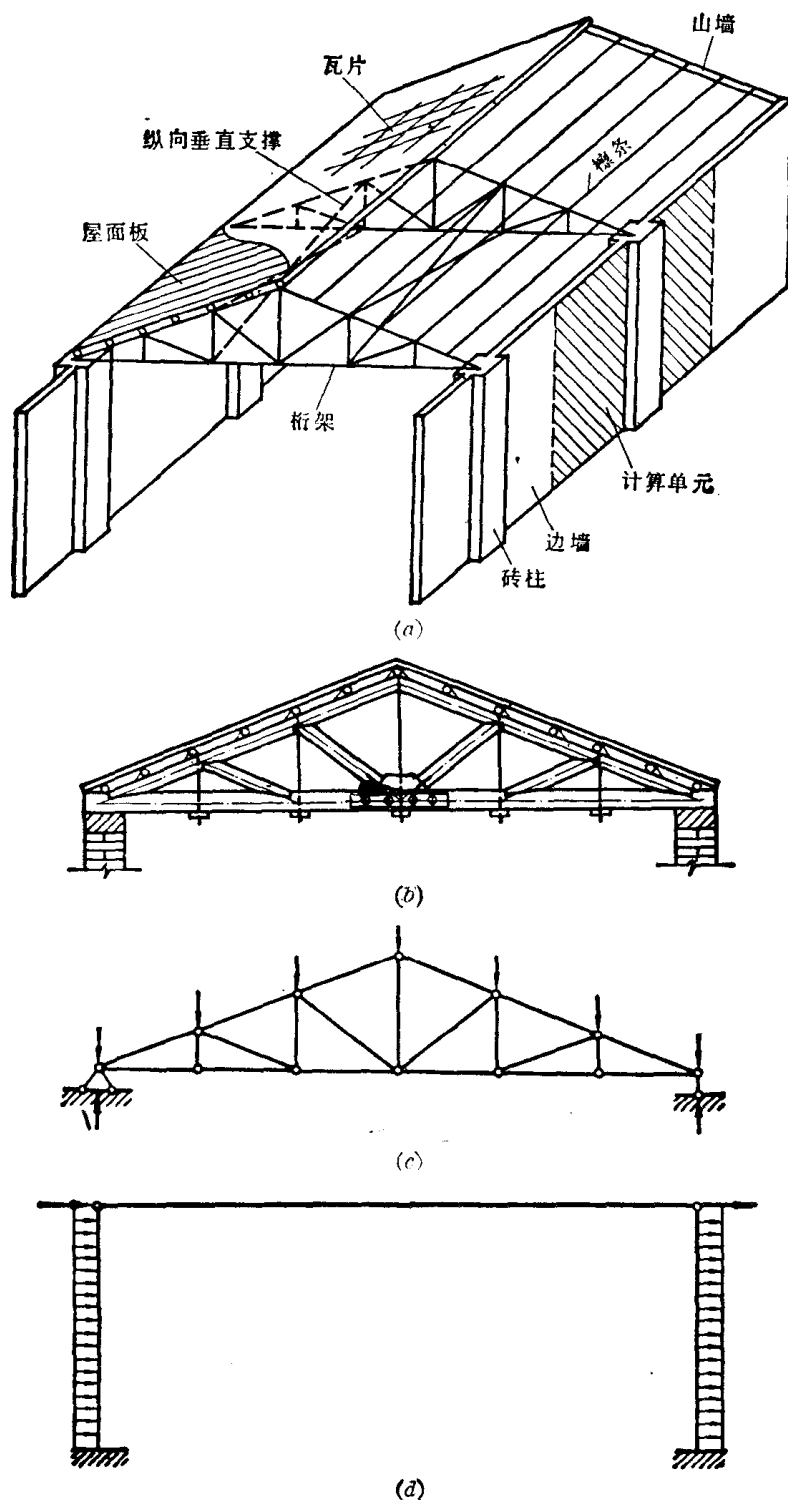


图 1-9

经过以上的一些简化假定后，在竖向屋面荷载作用下的木屋架，其计算简图如图 1-9d 所示。

图 1-9a 所示的民用房屋，当承受横向水平风荷载作用时，通常假定沿房屋的纵向有相同的变形与受力条件，也就是说忽略了纵向联结系统（如纵向垂直支撑、檩条等）的作用。因此，可在砖柱间划出一计算单元作为代表来进行分析，此时屋架与砖柱将组成一个平面排架结构。

在风荷载作用下,屋架将起着联结两端砖柱的链杆作用(图 1-9d)。当算出计算单元挡风面积上的风荷载值(压力或吸力)后,就可对此砖柱排架进行内力分析。

由以上讨论可以看出:同一结构在不同的荷载作用下,所采用的结构计算简图也不尽相同。

再举一个钢筋混凝土工业厂房的例子。图 1-10a 所示为该厂房的横剖面图。其中基础、柱和屋面梁均采用就地整体浇灌,从而形成一个刚架结构,而预制屋面板直接搁置在屋面梁上。整个厂房实际为空间体系,但由力的传递路线容易看出,厂房的主要承重结构为平面刚架,因此和上例相仿,可把空间结构简化成平面结构来计算。柱子嵌固在基础内联成整体,基础的顶面处即相当柱子的固定支座。此外,柱子与屋面梁牢固地联结在一起,相互之间不能有相对转动,故可看作刚结点。由于排水的需要,两侧屋面梁通常带有微小的倾斜坡度,对刚架进行内力计算时,一般把微折的屋面梁当作水平直杆进行近似处理。另外由于搁置吊车梁的需要,常把柱子做成阶形柱,这样上、下柱段的轴线就不再重合,为了便于计算,通常把上段柱的轴线当作整个柱的轴线,而不致引起过大误差。

经过如上的简化处理后,刚架在水平风荷载和竖向荷载(屋面荷载、吊车轮压)作用下的计算简图,分别如图 1-10b、c 所示。

实际工程中的结构几乎都是空间结构,但在许多情况下,可以忽略平面结构间的联结受力

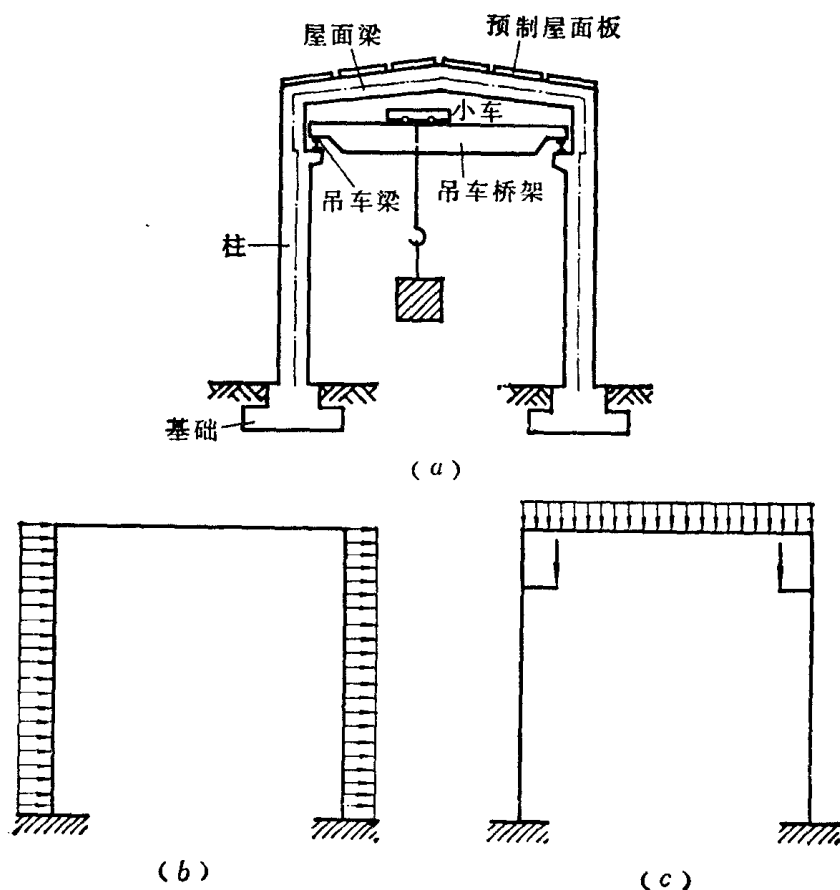


图 1-10

作用,即将空间结构分解成平面结构来进行计算,例如上面所列举的两例。但是必须指出:并非所有情况都可这样处理,有些结构具有明显的空间特征,不能简单地分解成平面结构来计算,而必须按照空间结构去分析。

例如作为屋盖的大跨球形网架结构(图 1-11),电视塔(图 1-12)和水塔支架等结构,它们有的根本不是由独立的平面结构所组成,有的虽是由平面结构所组成,但不能忽略平面结构间联结体系的整体工作,象这类结构必须考虑到结构的实际空间作用。

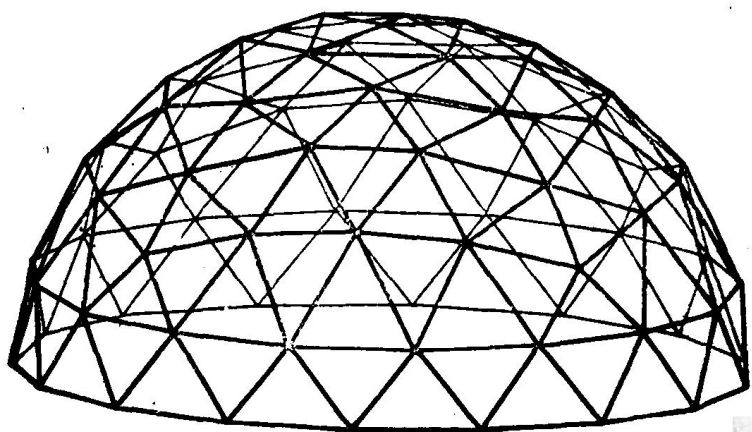


图 1-11

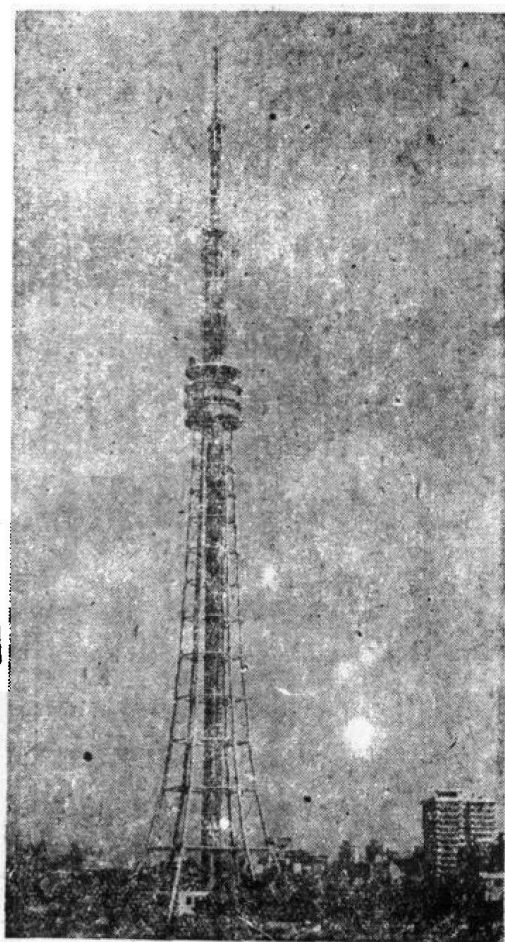


图 1-12

综上所述,选择一个合理的结构计算简图,将取决于多方面的因素,不仅要有一定的力学基础,而且还要有结构构造、结构设计与施工等多方面的综合性知识。当选定一个新颖结构的计算简图时,有时还得与模型试验手段相结合。我们要防止仅凭主观臆断,选定与结构实际工作状态相距过大的计算简图。读者今后通过有关结构课程的学习和工程实践经验的积累,对结构计算简图的合理选择,也将会得到逐步解决。

复习思考题

- 1-2-1 在选择结构的计算简图时,一般应注意哪些简化原则? 平面杆系结构的简化通常包括哪些内容?
1-2-2 试述平面结构中五种支座类型的机动特征和受力特征。

1-2-3 有些空间结构可以分解成平面结构计算,有些则不能,试分述其理由。

1-2-4 试选定一个实际的工程结构,进行结构计算简图的分析。

§ 1-3 结构和荷载的分类

(一) 结构的分类

在结构力学的具体计算中,我们总是用计算简图代替实际结构。所谓结构的分类,实际上是指结构计算简图的分类。杆系结构是建筑工程中应用最为广泛的结构类型,也是结构力学的主要研究对象。杆系结构通常可分为如下的五种类型:

1. 梁——梁是一种受弯构件,它的轴线一般为直线。梁在竖向荷载作用下不产生水平反力。梁可以是单跨的(图 1-13a),也可以是多跨的(图 1-13b)。

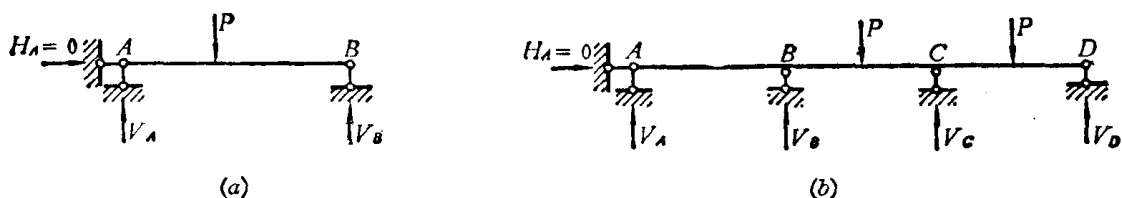


图 1-13

2. 拱——拱的轴线一般为曲线,拱在竖向荷载作用下能产生水平反力,从而可以减少拱截面内的弯矩(图 1-14)。

3. 刚架——刚架通常由直杆组成,其组成特点是杆件联结处的结点为刚结点(如图 1-15 中结点 D、E, 结点 G 可理解为联结杆件 GF 和 GB 的刚结点)。刚架有时也通称为框架。

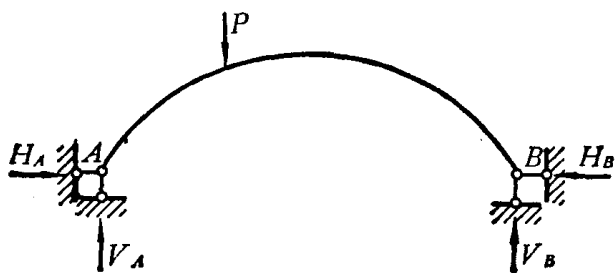


图 1-14

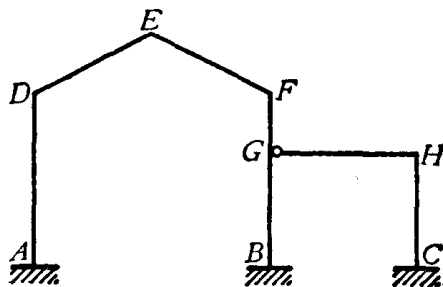


图 1-15

4. 桁架——桁架由直杆组成,其组成特点是各杆相联结处的结点均为铰结点(图 1-16a)。当桁架承受结点荷载时,各杆内只产生轴力,此时桁架杆件仅依靠杆端的二个轴力 N (拉力或压力)就可维持平衡(图 1-16b),因此就受力状态而言,桁架杆件又称为二力杆。

5. 组合结构——组合结构是由桁架杆件和梁(图 1-17a)或桁架杆件和刚架(图 1-17b)等组合而成的结构,其受力特点为除桁架杆件只承受轴力外,其余受弯杆件能同时承受轴力、弯矩和剪力。

上述五种类型的杆系结构是最基本的结构类型,此外尚有悬索结构等结构类型。