

全国高职高专水利水电类专业规划教材

工程力学与 建筑结构

毕守一 李燕飞 主编
王淑娟 主审



黄河水利出版社

全国高职高专水利水电类专业规划教材

工程力学与建筑结构

主 编 毕守一 李燕飞
副主编 胡玉珊 周广宇 贺 威
主 审 王淑娟

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书是全国高职高专水利水电类专业规划教材,是根据全国水利水电高职教研会制定的工程力学与建筑结构课程教学大纲编写完成的。工程力学与建筑结构是将原建筑力学、建筑结构两门课程进行了综合,重构了建筑力学到建筑结构的知识应用体系,以适应职业岗位能力培养目标的需要。全书共分13章,主要内容为:荷载与约束,力系的合成与平衡,静定结构的内力计算,构件的强度计算,结构的位移计算,超静定结构内力计算,水工钢筋混凝土结构概论,钢筋混凝土受弯构件承载力计算,钢筋混凝土受压构件承载力计算,钢筋混凝土构件正常使用极限状态验算,钢筋混凝土梁板结构及刚架结构,砌体结构。

本书可作为高职高专院校水利类专业和建筑类专业教材使用,也可供土木工程设计、施工技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程力学与建筑结构/毕守一,李燕飞主编. —郑州:黄河水利出版社,2009.8

全国高职高专水利水电类专业规划教材

ISBN 978-7-80734-698-2

I. 工… II. ①毕… ②李… III. ①工程力学-高等学校:技术学校-教材②建筑结构-高等学校:技术学校-教材
IV. TB12 TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 148356 号

组稿编辑:王路平 电话:0371-66022212 E-mail:hhsllwlp@163.com

马 翀

66026749

machong2006@126.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslicbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:12

字数:280千字

印数:1—4 100

版次:2009年8月第1版

印次:2009年8月第1次印刷

定价:22.00

前 言

本书是根据《教育部、财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划,加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)、《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)等文件精神,由全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,在中国水利教育协会指导下,由全国水利水电高职教研会组织编写的第二轮水利水电类专业规划教材。第二轮教材以学生能力培养为主线,具有鲜明的时代特点,体现出实用性、实践性、创新性的教材特色,是一套理论联系实际、教学面向生产的高职高专教育精品规划教材。

根据水利和建筑类专业课程改革的需要,教材突出了实用性,强调基本理论,以应用为目的,以必需、够用为度,同时面要宽、深度要浅、内容要新要实用,尽量简化理论,避免烦琐的公式推导。增加了对规范的学习、掌握和运用的培养,对难点问题进行了简化处理,使教材结构简单、重点突出。

本书建筑结构部分所采用的计算公式、符号及基本数据,主要依据《水工混凝土结构设计规范》(SL 191—2008)和《砌体结构设计规范》(GBJ 50003—2001),并适当反映了《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)的内容。

本书编写人员及编写分工如下:华北水利水电学院水利职业学院何江(第一章);沈阳农业大学高等职业技术学院贺威(第二章、第九章);安徽水利水电职业技术学院杨晓红(第三章、第五章);安徽水利水电职业技术学院毕守一(第四章、第十章、第十一章);山东水利职业学院李燕飞(第六章、第十三章);浙江同济科技职业学院胡玉珊(第七章、第八章);山东水利职业学院周广宇(第十二章)。本书由毕守一和李燕飞担任主编并负责统稿,由胡玉珊、周广宇、贺威担任副主编,由黑龙江大学职业技术学院王淑娟担任主审。

本书在编写过程中得到了有关专家的指导和许多同志的热情帮助,参考并引用了国内同行的著作及有关资料,在此,谨对所有指导者和文献的作者深表谢意。由于编者水平有限,书中错误和缺点在所难免,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2009年4月

目 录

前 言

第一章 荷载与约束	(1)
第一节 工程力学的研究对象和内容	(1)
第二节 刚体、变形固体及其基本假设	(2)
第三节 荷载的分类	(3)
第四节 约束与约束反力	(3)
第五节 结构计算简图	(7)
第二章 力系的合成与平衡	(11)
第一节 物体的受力分析与受力图	(11)
第二节 力系简化的基础知识	(12)
第三节 平面一般力系的合成与平衡	(16)
第四节 平面力系平衡方程的应用	(20)
习 题	(22)
第三章 静定结构的内力计算	(24)
第一节 概 述	(24)
第二节 轴向拉伸和压缩时的内力分析	(27)
第三节 梁的内力图	(28)
第四节 静定平面桁架的内力	(35)
第五节 静定平面刚架的内力	(36)
习 题	(38)
第四章 构件的强度计算	(40)
第一节 截面的几何特性	(40)
第二节 轴向拉(压)杆的应力、应变及强度条件	(42)
第三节 梁的弯曲应力和强度条件	(47)
第四节 组合变形	(54)
习 题	(57)
第五章 结构位移计算	(59)
第一节 结构位移	(59)
第二节 梁在弯曲时的变形与刚度校核	(60)
第三节 单位荷载法计算位移	(62)
第四节 图乘法计算位移	(64)

习 题	(67)
第六章 超静定结构内力计算	(69)
第一节 超静定结构概述	(69)
第二节 力法计算超静定结构	(71)
第三节 力矩分配法计算超静定结构	(76)
习 题	(83)
第七章 水工钢筋混凝土结构概论	(85)
第一节 混凝土	(85)
第二节 钢 筋	(87)
第三节 钢筋与混凝土之间的黏结	(90)
第四节 水工混凝土结构极限状态设计表达式	(92)
习 题	(97)
第八章 钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算	(98)
第一节 受弯构件正截面的一般构造规定	(98)
第二节 受弯构件正截面的破坏形态	(101)
第三节 单筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算	(102)
第四节 双筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算	(107)
第五节 T形截面受弯构件正截面承载力计算	(110)
习 题	(114)
第九章 钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力计算	(116)
第一节 有腹筋梁的斜截面的破坏形态	(116)
第二节 有腹筋梁斜截面受剪承载力计算	(118)
第三节 钢筋混凝土梁的斜截面受弯承载力	(123)
第四节 钢筋骨架的构造规定	(125)
第五节 钢筋混凝土构件施工图	(128)
习 题	(133)
第十章 钢筋混凝土受压构件承载力	(135)
第一节 轴心受压构件的承载力	(135)
第二节 偏心受压构件的承载力	(137)
第三节 受压构件的构造要求	(143)
第四节 偏心受压构件的斜截面受剪承载力	(144)
习 题	(145)
第十一章 钢筋混凝土构件正常使用极限状态验算	(146)
第一节 抗裂验算	(146)
第二节 裂缝开展宽度的验算	(148)
第三节 变形验算	(150)

习 题	(152)
第十二章 钢筋混凝土梁板结构及刚架结构	(153)
第一节 梁板结构的组成和分类	(153)
第二节 整体式单向板梁板结构	(154)
第三节 刚架结构及牛腿	(165)
习 题	(169)
第十三章 砌体结构	(171)
第一节 砌体的力学性能	(171)
第二节 砌体受压构件的承载力	(178)
第三节 砌体高厚比验算	(181)
习 题	(183)
参考文献	(184)

第一章 荷载与约束

第一节 工程力学的研究对象和内容

一、工程力学的研究对象

工程力学是研究工程结构的受力分析、承载能力的基本原理和方法的科学,它是工程技术人员从事结构设计和施工所必须具备的理论基础。

在水利建设、房屋建筑和道路桥梁等各种工程的设计和施工中都涉及工程力学问题。如水利工程中的水闸、水坝、水电站、渡槽、桥梁、隧洞等,建筑工程中的屋架、梁、板、柱和塔架等。

建筑物中承受荷载并起骨架作用的部分称为结构。组成结构的各单独部分称为构件。结构是由若干构件按一定方式组合而成的。例如:支承渡槽槽身的排架是由立柱和横梁组成的刚架结构,如图 1-1(a)所示;支承弧形闸门面板的腿架是由弦杆和腹杆组成的桁架结构,如图 1-1(b)所示;电厂厂房结构由屋顶、楼板和吊车梁、柱等构件组成,其屋顶是由板、次梁和主梁组成的肋形结构,如图 1-1(c)所示。

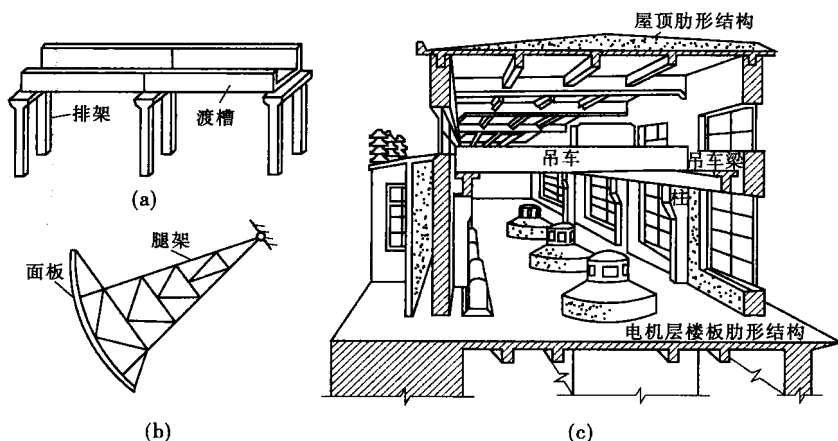


图 1-1 工程结构

结构按其几何特征可分为以下三种类型:

(1) 杆系结构:由杆件组成的结构。杆件的几何特征是其长度远远大于横截面的宽度和高度。

(2) 薄壁结构:由薄板或薄壳构成。板或壳的几何特征是其厚度远远小于另两个方向的尺寸。

(3) 实体结构:由块体构成。块体的几何特征是三个方向的尺寸相近,基本为同一数

量级。

工程力学的研究对象主要是杆系结构。

二、工程力学的任务

结构所承受的重量或力称为荷载。结构和构件在建造及使用过程中,均受到荷载作用,当荷载比较大时,就会发生破坏,致使结构和构件丧失承载能力,这表明结构和构件所承受的荷载与它们本身的承载能力是有矛盾的,主要体现在以下三个方面。

(一) 强度问题

强度是指结构和构件抵抗破坏的能力。能安全地承受荷载而不破坏,就认为该结构的强度满足要求。

(二) 刚度问题

刚度是指结构和构件抵抗变形的能力。任何结构和构件,在外力作用下都会产生变形,如果这种变形被限制在允许的范围内,就认为该结构的刚度满足要求。

(三) 稳定问题

稳定性是指结构和构件保持原有平衡状态的能力。

为了保证结构能安全、正常地工作,要求结构中每一个构件都要有足够的强度、刚度和稳定性。工程上要求结构或构件必须有足够的承载能力,主要指强度、刚度、稳定性三方面性能的综合,这就是工程力学的任务。

第二节 刚体、变形固体及其基本假设

结构和构件可统称为物体。在工程力学中将物体抽象化为两种计算模型:刚体模型、理想变形固体模型。

受力后形状和大小都不改变的物体称为刚体。实际上,任何物体受力作用都发生或大或小的变形,但在一些力学问题中,当物体变形这一因素与所研究的问题无关,或对所研究的问题影响甚微时,我们就可以不考虑物体的变形,将物体视为刚体,从而使所研究的问题得到简化。

在另一些力学问题中,物体变形这一因素是不可忽略的主要因素,如不予考虑就得不到问题的正确解答。这时,我们将物体视为理想变形固体。

所谓理想变形固体,是将一般变形固体的材料加以理想化,作出以下假设:

(1) 材料均匀连续假设:认为材料的力学性能在各处都是均匀的,物体内部毫无空隙地、密实地充满着物质。

(2) 材料各向同性假设:认为材料在各个不同方向都具有相同的力学性能。

(3) 小变形假设:认为构件受力后,其几何形状的改变与原尺寸比较起来是很微小的。

采用理想变形固体模型不但使理论分析和计算得到简化,而且所得结果的精度能满足工程的要求。

变形固体受荷载作用时将产生变形。当荷载值不超过一定范围时,荷载撤去后,变形

随之消失,物体恢复原有形状,撤去荷载能恢复的变形称为弹性变形。当荷载值超过一定范围,荷载撤去后,一部分变形随之消失,而另一部分变形却保留下来,物体不能恢复原有形状。撤去荷载后不能恢复的变形称为塑性变形。在多数工程问题中,仅局限于研究弹性变形范围内的问题,要求构件只发生弹性变形。

第三节 荷载的分类

结构工作时所承受其他物体作用的主动外力称为荷载。荷载可分为不同类型:

(1)按作用的性质可分为静荷载和动荷载。缓慢地加到结构上的荷载称为静荷载,静荷载作用下结构不产生明显的加速度。大小、方向随时间而变的荷载称为动荷载。动荷载作用下,结构上各点产生明显的加速度,结构的内力和变形都随时间而发生变化。地震力、冲击力、惯性力等都是动荷载。

(2)按作用时间的长短可分为恒荷载和活荷载。永久作用在结构上,大小、方向不变的荷载称为恒荷载。固定设备、结构自重等都为恒荷载。暂时作用在结构上的荷载称为活荷载。风、雪荷载等都为活荷载。

(3)按作用的范围可分为集中荷载和分布荷载。当荷载作用的范围与构件尺寸相比很小时,可认为荷载集中作用于一点,称为集中荷载。车轮对地面的压力、柱子对面积较大的基础的压力等都是集中荷载。分布作用在体积、面积或线段上的荷载称为分布荷载。结构自重、风、雪等荷载都为分布荷载。当以刚体为研究对象时,作用在结构上的分布荷载可用其合力(集中荷载)代替,以简化计算;但以变形体为研究对象时,作用在结构上的分布荷载不能用其合力代替。

第四节 约束与约束反力

根据物体在空间的运动是否受到周围其他物体的限制,通常把物体分为两类。一类称为自由体,这类物体不与其他物体接触,在空间任何方向的运动都不受限制。例如,在空中飞行的飞机、炮弹和宇宙飞船等。另一类物体称为非自由体,这类物体在空间的运动受到与之相接触的其他物体的限制,沿某些方向不能运动。例如,搁置在墙上的梁、用绳索悬挂的重物、沿轨道运行的火车、支承在轴承上的轴等。

限制非自由体运动的周围物体称为该非自由体的约束。如上述墙是梁的约束,绳索是重物的约束,钢轨是火车的约束,轴承是轴的约束。由于约束限制了物体的运动,即改变了物体的运动状态。因此,约束必然受到被约束物体的作用力;同时,约束亦给被约束物体以反作用力,这种力称为约束反力,简称反力。约束反力的方向,总是与约束所能阻碍的物体运动的方向相反;约束反力的作用点就在约束与被约束物体的接触处。

作用在物体上的力除约束反力外,还有荷载作用,如重力、土压力、水压力等,它们的作用使物体运动状态发生变化或产生运动趋势,称为主动力。主动力一般是已知的,或可根据已有的资料确定。约束反力由主动力引起,随主动力的改变而改变,故又称为被动力。

约束反力除与主动力有关外,还与约束性质有关。下面介绍工程中常见的几种约束及其约束反力。

一、柔性约束

由不计自重的绳索、链条和胶带等柔性体构成的约束称为柔性约束,如图 1-2 所示。柔性约束只能限制物体沿柔性体中心线离开柔性体的运动,而不限制其他方向的运动。这类约束的性质决定了它们只能对被约束物体施加拉力,即柔性约束的约束反力作用在接触点,方向沿着柔性体中心线背离被约束物体。常用符号 F_T 表示。如图 1-2 中钢索对钢梁的约束反力 F_{TA} 、 F_{TB} ,胶带对胶带轮的约束反力 F_{T1} 、 F_{T2} 都属于柔性约束反力。

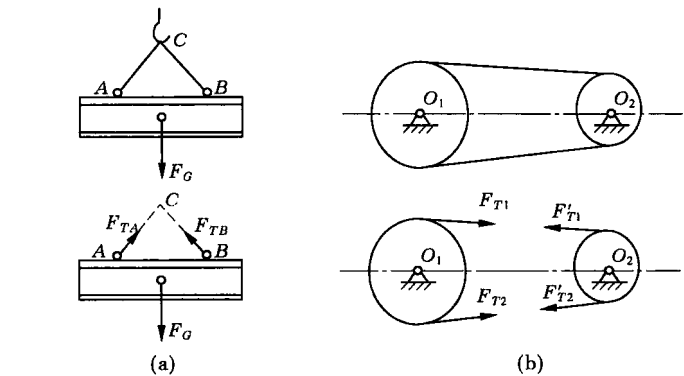


图 1-2 柔性约束

二、光滑面约束

不计摩擦的光滑平面或曲面,当构成对物体运动限制时,称为光滑面约束,如图 1-3 所示。

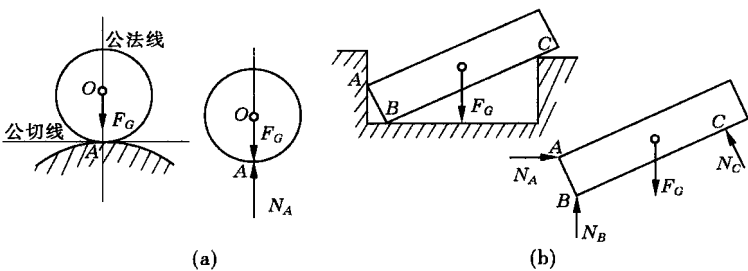


图 1-3 光滑面约束

光滑面约束,只能限制物体沿接触面公法线并向约束内部的运动。因此,光滑面约束的约束反力作用在接触点,方向沿接触面公法线且指向被约束物体,即为压力。这种约束反力又称为法向反力,通常用符号 N 表示,如图 1-3 (a) 中小球所受的约束反力 N_A 。如果一个物体以其棱角与另一物体光滑面接触,如图 1-3 (b) 所示,则约束反力沿此光滑面在该点的法线方向并指向受力物体。与柔性约束类似,光滑面约束的反力方向是已知的,但大小未知。

三、光滑圆柱铰链约束

将两个钻有相同直径圆孔的构件 A 和 B , 用销钉 C 插入孔中相连接, 如图 1-4(a) 所示。不计销钉与孔壁的摩擦, 销钉对所连接的物体形成的约束称为光滑圆柱铰链约束, 简称铰链约束或中间铰。图 1-4(b) 为铰链约束的结构简图。铰链约束的特点是只限制物体在垂直于销钉轴线的平面内沿任意方向的相对移动, 但不限制物体绕销钉轴线的相对转动和沿其轴线方向的相对滑动。在主动动力作用下, 当销钉和销钉孔在某点 D 光滑接触时, 销钉对物体的约束反力 F_c 作用在接触点 D , 且沿接触面公法线方向。即铰链的约束反力作用在垂直销钉轴线的平面内, 并通过销钉中心, 如图 1-4(c) 所示。

由于销钉与销钉孔壁接触点的位置与被约束物体所受的主动力有关, 往往不能预先确定, 故约束反力 F_c 的方向亦不能预先确定。因此, 通常用通过铰链中心两个大小未知的正交分力 F_{Cx} 、 F_{Cy} 表示, 如图 1-4(d) 所示。分力 F_{Cx} 和 F_{Cy} 指向可任意假定。

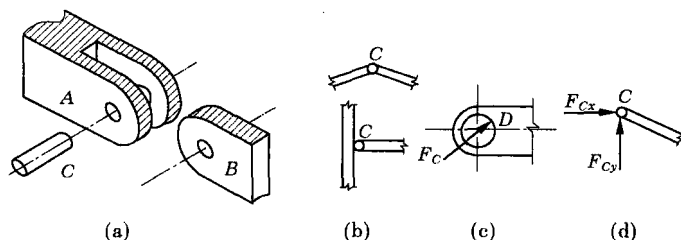


图 1-4 光滑圆柱铰链约束

四、固定铰支座

将结构物或构件连接在墙、柱、基础等支承物上的装置称为支座。用光滑圆柱铰链把结构物或构件与支承底板连接, 并将底板固定在支承物上而构成的支座, 称为固定铰支座。图 1-5(a) 为其构造示意图, 图 1-5(b) 为结构简图。

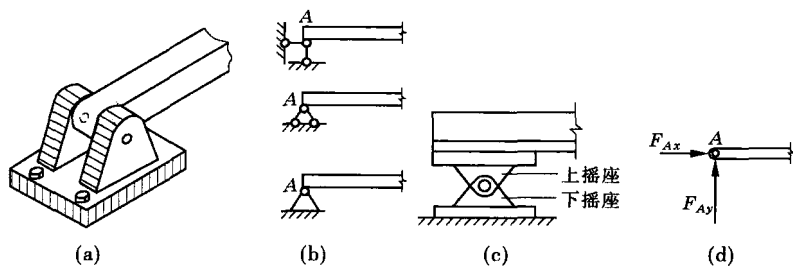


图 1-5 固定铰支座

为避免在构件上穿孔而影响构件的强度, 通常在构件上固结另一穿孔的物体, 称为上摇座, 而将底板称为下摇座, 如图 1-5(c) 所示。

固定铰支座与光滑圆柱铰链约束不相同的是, 两个被约束的构件, 其中一个是完全固定的。但同样只有一个通过铰链中心且方向不定的约束反力, 亦用正交的两个未知分力 F_{Ax} 、 F_{Ay} 表示, 如图 1-5(d) 所示。

五、可动铰支座

在固定铰支座底板与支承面之间安装若干个滚轴,就构成了可动铰支座,又称为滚轴支座,如图 1-6(a) 所示。图 1-6(b) 为其结构简图。当支承面光滑时,这种约束只能限制物体沿支承面法线方向的运动,而不限制物体沿支承面方向的移动和绕铰链中心的转动。因此,可动铰支座的约束反力垂直于支承面,且通过铰链中心。常用符号 F 表示,作用点位置用下标注明,如图 1-6(c) 所示 F_A 。

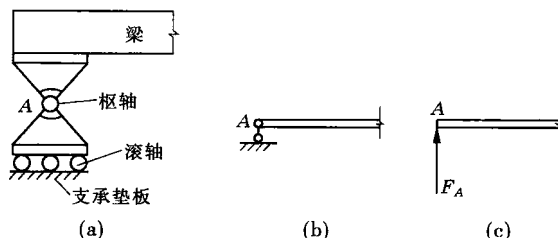


图 1-6 可动铰支座

在桥梁、屋架等结构中常采用可动铰支座,以保证在温度变化等因素作用下,结构可沿其跨度方向自由伸缩,不致引起结构的破坏。

六、链杆约束

链杆是两端用光滑铰链与其他物体连接,不计自重且中间不受力作用的杆件,这样的连接称为链杆连接,如图 1-7(a) 所示,图 1-7(b) 为其结构简图。链杆只在两铰链处受力作用,因此又称二力杆。处于平衡状态时,链杆所受的两个力,应大小相等、方向相反地作用在两个铰链中心的连线上,其指向一般不能确定。按作用力与反作用力定律,链杆对它所约束物体的约束反力必定沿着两铰链中心的连线作用在物体上,如图 1-7(c) 所示。

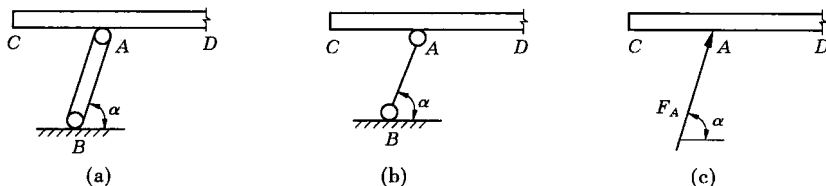


图 1-7 链杆约束

七、固定端支座

固定端支座也是工程结构中常见的一种约束。如图 1-8(a) 所示钢筋混凝土柱与基础整体浇筑时柱与基础的连接端、图 1-8(b) 所示嵌入墙体一定深度的悬臂梁的嵌入端都属于固定端支座,图 1-8(c) 为其结构简图。这种约束的特点是:在连接处具有较大的刚性,被约束物体在该处被完全固定,即不允许被约束物体在连接处发生任何相对移动和转动。固定端支座的约束反力分布比较复杂,但在平面问题中,可简化为正交的两个未知分力 F_{Ax} 、 F_{Ay} 和一个反力偶 m_A ,如图 1-8(d) 所示。

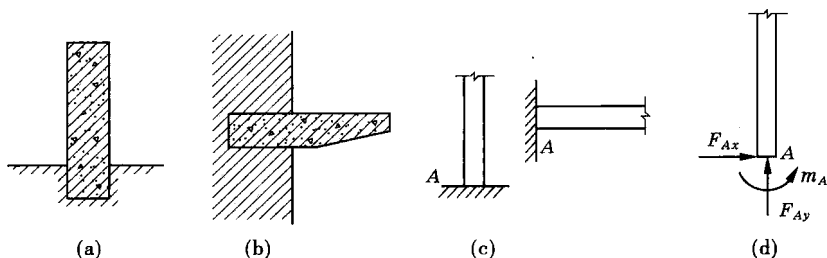


图 1-8 固定端支座

八、定向支座

构件在支承处不能转动,也不能沿某方向移动,如图 1-9(a)所示,这样的支承称为定向支座。图 1-9(b)所示为定向支座的简化符号,用平行双链杆表示。这种支座允许杆端沿与平行双链杆垂直的方向移动,限制了沿平行双链杆方向的移动,也限制了转动。定向支座的约束反力是一个沿平行双链杆方向的力 R_1 和一个力偶 R_2 。图 1-9(c)中反力 R_1 和反力偶 R_2 的指向都是假定的。

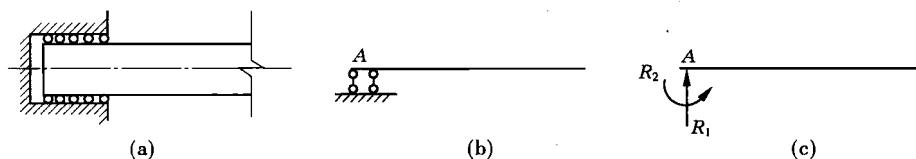


图 1-9 定向支座

第五节 结构计算简图

工程中的实际结构是很复杂的,完全按照结构的实际情况进行力学分析是不可能的,也是不必要的。因此,在进行结构力学分析之前,应首先将实际结构进行抽象和简化,使之既能反映实际的主要受力特征,又能使计算简化。这种经合理抽象和简化,用来代替实际结构的力学模型叫做结构的计算简图。一般来说,选择结构计算简图的原则是:①从实际出发,计算简图要反映实际结构的主要性能,使计算结果安全可靠;②分清主次,略去次要因素,力求计算简便。

选取计算简图时,需要在多方面进行简化,下面简单说明杆系结构计算简图的简化要点。

一、结构的简化

在杆系结构的计算简图中,杆件用其纵轴线表示。例如梁柱等构件的轴线常为直线,则用此直线表示;如拱、洞等构件的轴线常为曲线,则用此曲线表示。杆件间的连接用结点表示,杆件长度用结点间的距离表示。结点根据其实际构造和受力特点,可简化为铰结点和刚结点两种基本形式。

(一) 铰结点

理想铰结点的几何特征是各杆可以绕结点中心自由转动。它的受力特点是杆端不受转动约束作用。在工程结构中,用铰连接杆件的实例很少,但从实际构造和受力特点来分析,许多结点可近似地简化为铰结点。例如,图 1-10(a)所示木屋架的端结点,显然这两根杆件并不能任意自由转动,但由于连接不可能十分严密牢固,杆件可做微小的转动,所以在计算中可假定为铰结点(见图 1-10(b))。通常木结构和钢结构的结点都简化为铰结点。

(二) 刚结点

刚结点的几何特征是结构变形后各杆不能绕结点做相对的转动,即交汇于该结点的各杆端之间的夹角保持不变。刚结点的受力状态是结点对杆端有抗转约束作用。图 1-11(a)所示为钢筋混凝土刚架边柱和横梁的结点,它是两根杆件用钢筋连接并用混凝土浇筑在一起,这种结点的受力和变形情况基本上符合上述特点,所以在计算中通常当做刚结点(见图 1-11(b))。

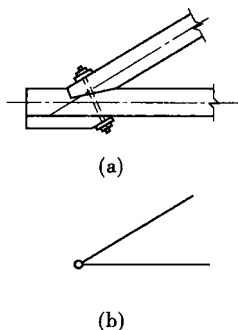


图 1-10 铰结点

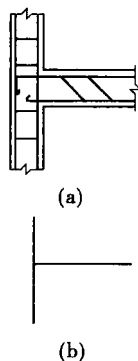


图 1-11 刚结点

如图 1-12(a)中的屋架端部和柱顶设置有预埋钢板,将钢板焊接在一起,构成结点。由于屋架端部和柱顶之间不能发生相对移动,但可发生微小的相对转动,故可将此结点简化为铰结点(见图 1-12(b))。又如图 1-12(c)中钢筋混凝土框架顶层的结点,梁与柱用混凝土整体浇筑,因梁端与柱端之间不能发生相对移动,也不能发生相对转动,故可将此结点简化为刚结点(见图 1-12(d))。

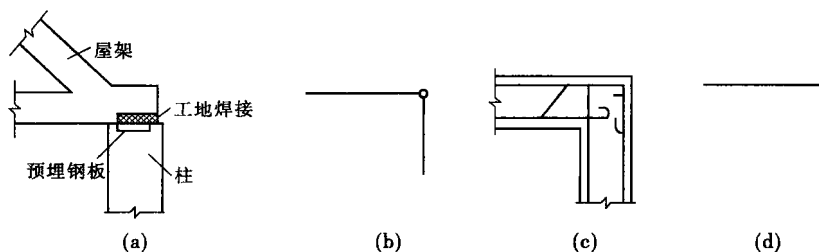


图 1-12 结点的简化

二、支座的简化

结构与基础或其他支承物连接的部分叫做支座。它的作用是将结构的位置固定,并将结构所受的荷载传递给支承物、基础和地基。支座的实际构造是多种多样的,就其对结构的约束作用,常简化为固定铰支座、可动铰支座、定向支座和固定端支座等理想的支座。为便于计算,要分析实际结构支座的主要约束功能与哪种理想支座的约束功能相符合,将工程结构的实际支座简化为力学中的理想支座。

图 1-13(a) 中所示的是预制钢筋混凝土柱与杯形基础的连接形式。基础下面是比较坚实的地基,如杯口四周填入沥青麻丝,荷载的作用能使柱端发生微小转动,其约束功能基本上与固定铰支座相符合,则可简化为固定铰支座,如图 1-13(b) 所示。如将预制钢筋混凝土柱插在较深的杯形基础中,杯口四周及底部用细石混凝土填实,如图 1-13(c) 所示,柱端被相当坚实地固定住,其约束功能基本上与固定端支座相符合,则可简化为固定端支座,如图 1-13(d) 所示。

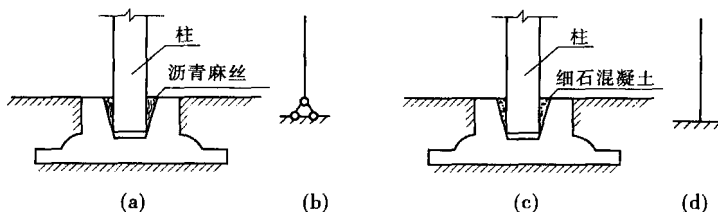


图 1-13 支座的简化

三、荷载的简化

实际结构上的荷载,一般分为体积力和表面力两大类。体积力是作用在结构杆件内各点的荷载,如结构自重、惯性力等;表面力是作用在结构表面的荷载,如水压力、土压力等。

在杆系结构中,杆件用其纵轴线表示,因此不管是体积力还是表面力,都简化为分布在杆件轴线上的线荷载。依其分布状况,通常分为集中荷载(集中力、力偶)和分布荷载(均匀分布、直线分布、曲线分布等)两种。

【例 1-1】 图 1-14(a) 所示为某排架结构单层厂房的剖面图,图 1-14(b) 为其平面布置图,屋面板为大型预应力屋面板,基础为预制杯形基础,并用细石混凝土灌缝,试确定该排架结构的计算简图。

解:(1) 结构体系的简化:将该空间结构简化为一平面体系的结构,即取一平面排架作为研究对象,而不考虑相邻排架对它的影响。

(2) 构件的简化:柱用其轴线表示,屋架因其平面内刚度很大,故也可用一直杆表示。

(3) 结点的简化:在该平面排架内的结点只有屋架与柱的连接结点,一般该结点为螺栓连接或焊接,结点对屋架转动的约束较弱,故可简化为铰结点。

(4) 支座的简化:由于柱插入基础后,用细石混凝土灌缝嵌固,限制了柱在竖直方向和水平方向的移动及转动,因此柱下端按固定端支座考虑。

(5) 荷载的简化: 结构受水平风荷载和屋面板、吊车传来的竖向荷载, 分别简化为相应均布荷载和集中荷载。

经上述简化, 该平面排架结构的计算简图如图 1-14(c) 所示。

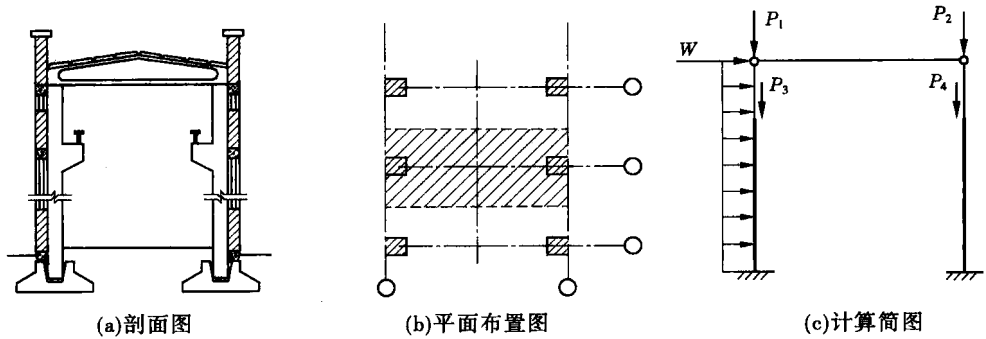


图 1-14 排架结构单层厂房计算简图