



施工工长上岗考试复习丛书

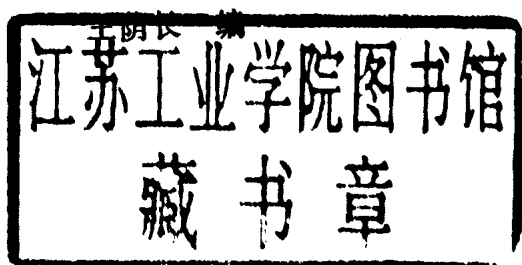
建筑力学

王荫长 编

陕西科学技术出版社

施工工长上岗考试复习丛书

建 筑 力 学



陕西科学技术出版社

封面设计：郑晓都

责任编辑：蒋桦明

施工工程上岗位复习丛书

建筑力学

王荫长 编

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街131号)

新华书店经销

西安永新印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 11.5印张 24.2万字

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

印数：1—8,000

ISBN 7-5369-0289-1/TU·14

定 价：3.75元

出版说明

《施工工长上岗考试复习丛书》是根据城乡建设环境保护部(86)城建字第492号文件,即《关于基层施工技术人员(工长)培训和颁发岗位证书的通知》的精神,为了造就一大批基层施工技术管理干部队伍,以确保工程质量,推动技术进步和全面提高企业素质的要求而组织编写的。

这套丛书是依据城乡建设环境保护部颁发的《基层施工技术人员岗位培训教学大纲》编写的。本丛书系统性强、简明扼要、风格统一,力求使学员在较短时间内,系统全面地掌握各门功课的基本概念、基本理论、基本方法以及常用公式的正确运用,另一方面注重培养学员运用所学知识分析问题和解决问题的能力。这套丛书第一批拟出版四分册,即:《建筑力学》、《建筑材料》、《建筑结构》、《建筑施工》。

这套丛书在编写过程中,曾受到城乡建设环境保护部建筑业管理局肖绍统同志、城乡建设部大学李永燕同志和陕西省城乡建设环境保护厅张永俊同志的大力支持,在此表示感谢。

这套丛书是由富有教学经验的教授、讲师及富有施工实践经验的工程师共同编写的。由于编写时间仓促,加之水平所限,书中错误在所难免,希望广大读者提出宝贵意见。

内 容 提 要

本书是施工工长上岗考试复习丛书之一——《建筑力学》分册。

本书是根据《基层施工技术员岗位培训教学大纲》编写的，内容包括：（1）作用在结构上的力系平衡条件；（2）构件承载能力的计算；（3）结构的受力分析。本书在编写过程中注重对每一部分的基本概念、基本理论和基本方法进行总结性阐述；其次还选编了一些结合实际，荷载作用比较简单、结构型式比较一般的例题，以培养学员理论联系实际的能力。

本书除供基层施工技术员学习本课程作参考外，还可供城乡建设部门各级领导干部和管理干部学习土建专业基础理论知识之用，亦可供土建类大专院校师生学习参考。

绪 论

1. 结构和构件

建筑物中承受荷载的骨架叫建筑结构，简称结构。组成结构的基本单元叫构件，构件有杆件、板和壳等不同类型。由杆件组成的结构叫杆件结构。

2. 建筑力学课程的研究对象

本课程的研究对象是杆件结构。课程内容主要是研究作用在结构上力系的平衡条件、构件承载能力的计算方法和常用结构的性能及受力分析。

3. 建筑力学的任务及其与施工技术人员的关系

建筑力学是施工技术人员应具有的技术基础理论知识，课程的任务是使土建综合工长等施工技术员具有结构静力分析的初步能力，建立构件承载能力的基本概念，获得常见结构和构件受力定性分析的能力，为学习建筑结构等专业课程和在土建施工中解决有关的建筑力学问题打下一定的力学基础。

目 录

绪论

第一部分 作用在结构上的力系平衡条件	(1)
一、构件受力分析的基本概念和规则	(1)
(一) 力和力的作用效应	(1)
(二) 合力及力的合成规则	(3)
(三) 二力平衡规则	(6)
(四) 荷载和约束反力	(8)
(五) 物体的受力分析方法	(15)
二、结构在平面汇交力系作用下的平衡	(20)
(一) 力的投影	(20)
(二) 平面汇交力系的合力	(24)
(三) 平面汇交力系的平衡条件	(29)
三、力矩及结构在平面力偶系作用下的平衡	(36)
(一) 力矩及合力力矩定理	(36)
(二) 形心位置的确定	(41)
(三) 力矩的平衡问题	(45)
(四) 力偶及平面力偶系的合成	(47)
(五) 平面力偶系的平衡条件	(52)
四、结构在平面一般力系作用下的平衡	(55)
(一) 力的平移	(55)
(二) 平面一般力系向平面内一点的简化	(57)

(三) 平面一般力系的平衡条件·····	(59)
(四) 考虑摩擦时物体的平衡·····	(75)
(五) 平面力系平衡方程小结·····	(82)
五*、结构在空间力系作用下的平衡·····	(84)
(一) 力在空间坐标轴上的投影·····	(84)
(二) 力对轴的矩·····	(85)
(三) 空间力系的平衡条件·····	(87)
第二部分 构件承载能力的计算·····	(99)
六、构件在拉伸或压缩时的承载能力·····	(100)
(一) 拉伸和压缩时横截面的内力·····	(100)
(二) 拉伸和压缩时横截面上的正应力·····	(105)
(三) 拉压时的强度计算·····	(108)
(四) 拉压时的变形·····	(114)
(五) 材料在拉压时的力学性能·····	(116)
(六) 塑性材料与脆性材料·····	(122)
(七) 许用应力和安全系数·····	(123)
七、构件在剪切变形时的承载能力·····	(125)
(一) 剪切杆件横截面的内力和剪应力·····	(125)
(二) 铆钉连接的剪切和挤压计算·····	(127)
(三) 木材焊接的剪切和承压计算·····	(133)
(四) 贴角焊缝的计算·····	(138)
(五) 剪切变形和剪切虎克定律·····	(140)
八、构件在扭转变形时的承载能力·····	(143)
(一) 扭转时横截面上的内力——扭矩·····	(143)
(二) 圆截面杆扭转时横截面上的剪应力·····	(147)
(三) 扭转时的强度条件·····	(149)

(四)*非圆截面与圆截面构件扭转时的 不同.....	(152)
九、构件在弯曲变形时的承载能力.....	(156)
(一) 弯曲时横截面上的内力——弯矩和 剪力.....	(157)
(二) 梁的内力图.....	(162)
(三) 梁的正应力和正应力强度条件.....	(172)
(四) 梁的最大剪应力和剪应力强度条件.....	(181)
(五) 弯曲时的变形和梁的刚度条件.....	(183)
十、构件在组合变形时的强度计算.....	(189)
(一) 组合变形概念和计算原则.....	(189)
(二) 压弯组合变形构件的强度计算.....	(189)
(三) 偏心压缩构件的强度计算.....	(192)
十一、受压构件的稳定性.....	(197)
(一) 稳定的概念和临界力.....	(197)
(二) 稳定条件和压杆稳定的实用计算.....	(201)
(三) 提高压杆稳定性的措施.....	(207)
第三部分 结构的受力分析.....	(209)
十二、结构的计算简图及组成规则.....	(209)
(一) 结构的计算简图.....	(209)
(二) 几何不变体系的组成规则.....	(212)
(三) 静定结构和超静定结构的概念.....	(225)
十三、静定桁架、刚架和拱的内力分析.....	(228)
(一) 桁架杆件的受力特点和计算方法.....	(228)
(二) 静定刚架的计算.....	(237)
(三) 拱的受力特点和三铰拱的内力.....	(249)

十四、超静定结构受力分析的基本知识	(259)
(一) 计算超静定结构的力法	(259)
(二) 计算超静定结构的位移法	(270)
十五、连续梁的内力分析	(288)
(一) 力矩分配法的物理概念	(288)
(二) 用力矩分配法计算连续梁	(295)
附录 1 人字屋架杆件内力系数表	(300)
附录 2 十节间芬克式屋架内力系数表	(302)
附录 3 八节间芬克式屋架内力系数表	(303)
附录 4 六节间芬克式屋架内力系数表	(304)
附录 5 四节间芬克式屋架内力系数表	(305)
附录 6 型钢规格表	(306)
(1) 热轧等边角钢	(306)
(2) 热轧不等边角钢	(318)
(3) 热轧普通槽钢	(328)
(4) 热轧普通工字钢	(333)
附录 7 钢轴心受压杆件稳定折减系数 φ	(338)
附录 8 习题	(339)

第一部分 作用在结构上的 力系平衡条件

第一部分内容的重点是各种力系的平衡条件，要求了解作用在结构上的力系有哪几种，每种力系独立的平衡方程有几个，并会使用平衡方程计算静定结构中未知的约束反力。

一、构件受力分析的 基本概念和规则

(一) 力和力的作用效应

力是两个物体之间互相拉扯和压挤的机械作用。力对物体的作用决定于三个因素：力的大小、方向和作用点。所以，力是向量。

通常用一个有大小和方向的线段表示力。如图 1—1 所示，力 P 的大小用线段 AB 的长度表示（按选定的比例尺），力的方向从 A 到 B 用箭头表示；在建筑力学中，习惯上对拉力用线段始端 A 表示作用点（图 a），对压力用线段终端 B 表示作用点（图 b），力 P 所在的直线 KL 叫力的作用线。

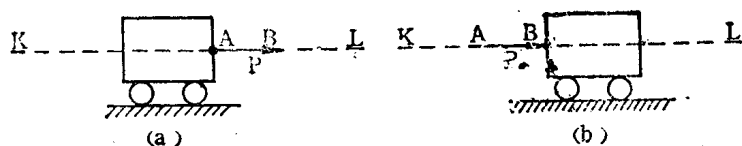


图 1-1

当使用工程单位制时，力的计量单位为千克，也叫公斤 (kg)，1 吨 (t) = 1000kg。

根据1985年9月6日公布，1986年7月1日起施行的《中华人民共和国计量法》第三条规定，国家采用国际单位制 (SI)。基本单位：长度用米 (m)，质量用千克 (公斤，kg)，时间用秒 (s)。

力用导出单位，按牛顿动力学第二定律，力 = 质量 × 加速度，得力的单位为：

$$\text{牛顿(N)} = \text{千克} \times \text{米/秒}^2 \quad (\text{kg} \cdot \text{m/s}^2)$$

$$1 \text{ kN} = 10^3 \text{ N}, \quad 1 \text{ MN} = 10^6 \text{ N}, \quad 1 \text{ GN} = 10^9 \text{ N}$$

按计量法，千克力用 kgf 表示，力的两种单位制间的换算关系为：1 kgf = 9.80665N。

力对物体作用的外部效应是使受力物体的机械运动状态发生改变，内部效应是使受力物体产生内力和变形。所谓内力指物体内部两部分间互相作用的力，变形指物体形状的改变。

在研究刚体 (理想中的不变形物体) 运动或平衡问题时，只要力的大小、作用线和指向已知，力作用的外部效应就确定了，而与力作用点在作用线上的位置无关。例如图 1-1 的小车，用前边的力 P 拉车 (图 a) 与用后边的力 P 推车 (图 b)，对于移动小车而言，效应相同。

如果把A点的P和B点的P看成是两个力，由于对小车作用的外部效应相等，故叫静力等效的两个力。

如果把B点的P看成是A点的P沿作用线移到B点的，则说明：力可以沿作用线移动位置，而不改变力所作用物体的运动状态。

(二) 合力及力的合成规则

如果有多个力作用在所研究物体上，把全部力称为力系。以下讨论的力系都指作用在同一物体上的力，为了画图简单，有时不把物体画出来。

当研究力对物体作用的外部效应时，即研究物体机械运动状态是否改变时，有时一个力系与一个力静力等效，这个与力系等效的力叫该力系的合力。求合力的过程叫力的合成。

1. 两个汇交力的合力

通过实践或试验可发现：两个汇交力的合力的作用线通过两力作用线的汇交点，合力的大小与方向由这两力为邻边的平行四边形对角线确定，称为力的平行四边形法则。

图1-2a作用于 A_1 和 A_2 点的力 P_1 和 P_2 作用线的延长线汇交于A点，在讨论力的外部效应时，可把两个力沿作用线移到A点，见图b。用力 P_1 和 P_2 为邻边AB和AC作平行四边形ABCD，得对角线AD。则合力的大小为 $R = AD$ ，作用线通过汇交点A，沿AD方向。

相对于合力R而言，力 P_1 和 P_2 叫分力。合力与分力的全

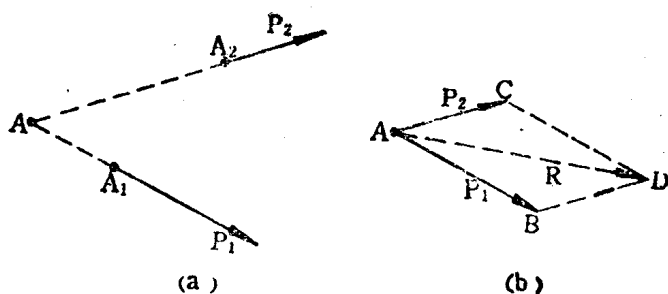


图 1—2

体静力等效。

2. 作用线垂直的两个汇交力的合力

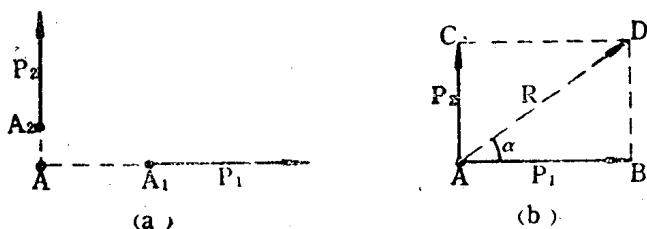


图 1—3

图 1—3 a 两个互相垂直的汇交力 P_1 和 P_2 ，求出合力的平行四边形为矩形，见图 b。半个矩形 ABD 为直角三角形， $AB = P_1$ ， $BD = AC = P_2$ ， $AD = R$ ，由直角三角形勾股弦关系得：

$$\overline{AD}^2 = \overline{AB}^2 + \overline{BD}^2, \text{ 即 } R^2 = P_1^2 + P_2^2$$

故得合力 R 的大小为：

$$R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2} \quad (1-1)$$

又 $\cos \alpha = AB/AD = P_1/R$, 即合力 R 与力 P_1 间夹角 α 由下式计算:

$$\cos \alpha = P_1/R \quad (1-2)$$

例1-1 在某点A作用有水平向右的力 $P_1 = 30\text{ N}$, 竖直向下的力 $P_2 = 40\text{ N}$, 见图1-4a所示, 求合力的大小和方向。

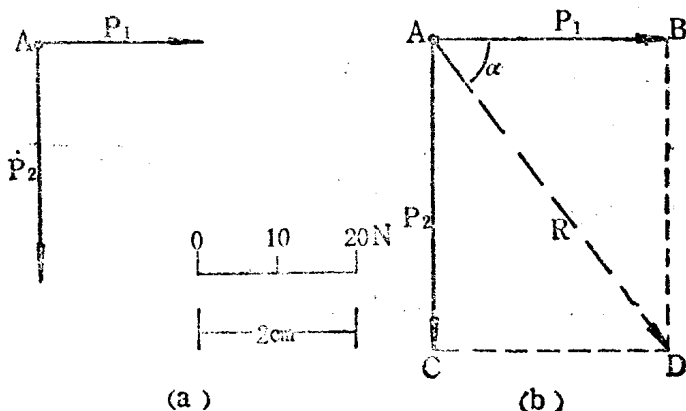


图1-4

解1. 图解法:

选取力的比例尺为 $1\text{ cm} = 10\text{ N}$, 在图1-4b中绘出

$$\text{水平线 } AB = \frac{P_1}{10} = \frac{30}{10} = 3\text{ cm}$$

$$\text{竖向线 } AC = \frac{P_2}{10} = \frac{40}{10} = 4\text{ cm}$$

作出矩形ABCD, 量得对角线AD长度为 $AD = 5\text{ cm}$, 按作图所用力的比例尺, 算出合力 R 的大小为:

$$R = 5 \times 10 = 50\text{ N}$$

合力 R 的方向指向右下方, 用量角器量得合力 R 与力 P_1 间夹角为:

$$\alpha = 53^{\circ}08'$$

解2. 数解法:

用式(1-1)计算合力的大小为:

$$R = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50\text{N}$$

用式(1-2)求合力R与力 P_1 间夹角 α 的余弦为:

$$\cos\alpha = \frac{30}{50} = 0.6000$$

由三角函数表或电子计算器查得:

$$\alpha = 53^{\circ}07'48''$$

此例用图解法量得的合力R数值与数解法相同, 而图解法量得的 α 角稍有一些误差。

(三) 二力平衡规则

1. 平衡

当一个物体在某一参考坐标系中的运动状态不改变时, 即在该坐标系中处于静止或作等速直线运动时, 称该物体处于平衡状态。在建筑结构中, 平衡常指结构相对于地球静止不动的状态。

在一个力系作用下, 如物体处于平衡状态, 则此力系是平衡力系。

2. 二力平衡规则

在两队运动员拔河时, 如两队的拉力大小相等方向相反时, 绳必成一直线处于静止。由此可推得二力平衡规则: 二

力平衡的条件是此二力大小相等，方向相反，作用线在同一条直线上。

二力平衡规则指作用在同一刚体上的二力平衡条件，如果是柔性绳索，还要补充这两个力应为拉力的附加条件。

3. 作用与反作用定律

从本章第一节中知道，力代表两个物体之间互相要改变对方运动状态的机械作用。如果甲物体对乙物体作用的力叫作用力，那么乙物体对甲物体作用的力就叫反作用力。这两个力之间的关系是：作用力与反作用力大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。这就是作用与反作用定律。

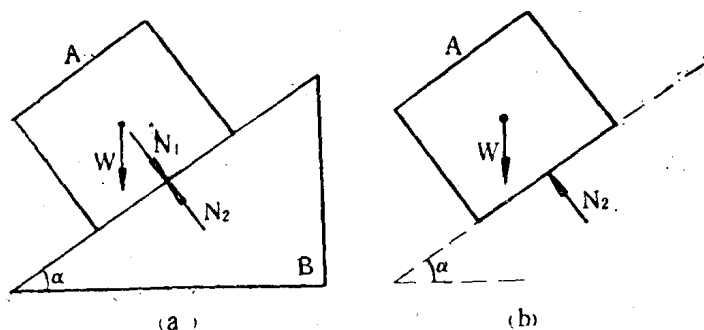


图 1—5

图 1—5 a 表示物块 A 放在具有光滑斜面的物体 B 上，若物块 A 对斜面作用力为 N_1 ，方向与斜面垂直，则斜面对物块产生同样大小的反作用力 N_2 ，指向与 N_1 相反，作用在一条直线上。

应注意，这里 N_1 是物块对斜面作用的力， N_2 是斜面对