2004执业资格考试丛书

一级注册结构工程师基础考试复习教程

(第三版)

同济大学 编

李国强 陈以一 王 从 主编

2004ZHIYEZIGEKAOSHICONGSHU2004ZHIYEZIGE

中国建筑工业出版社

2004执业资格考试丛书

一级注册结构工程师基础考试
复 习 教 程

（第三版）

同济大学 编
李国强 陈以一 王 从 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目（CIP）数据

一级注册结构工程师基础考试复习教程/李国强等主编. —3版. —北京：中国建筑工业出版社，2004
（2004 执业资格考试丛书）
ISBN 7-112-06338-8

Ⅰ.一… Ⅱ.李… Ⅲ.建筑结构-工程师-资格考核-自学参考资料 Ⅳ.TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 009476 号

2004 执业资格考试丛书

一级注册结构工程师基础考试复习教程

（第三版）

同济大学 编

李国强 陈以一 王 从 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新 华 书 店 经 销

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：86 字数：2090 千字

2004 年 4 月第三版 2004 年 6 月第八次印刷

印数：42001－43500 册 定价：**130.00** 元

ISBN 7－112－06338－8
TU·5593（12352）

（邮政编码 100037）

本社网址：http：//www.china－abp.com.cn

网上书店：http：//www.china－building.com.cn

本书为一级注册结构工程师基础考试部分复习教程（第三版），是按新大纲及新规范编写而成，全书共分十九章，分别对注册结构工程师基础考试各科目进行简明扼要的介绍，既符合考试大纲所规定的深度和广度要求，又与当前教学内容相结合，是考生复习备考必需的复习资料。此次修订在每章后面增加了一节自测题，供考生复习时参考。

本书可指导、帮助参加结构工程师基础考试人员全面、系统地进行复习备考，也可供高校土建专业学生学习、参考。

* * *

责任编辑：王　跃　赵梦梅
责任设计：崔兰萍
责任校对：王　莉

第三版前言

本书第二版出版于2003年，但由于钢结构新规范的颁布，本书亦需随之相应修改。

在此次第三版中主要有以下改动：

一、钢结构一章根据新规范要求进行了重写；

二、为便于读者在学习后能进行自我检测，本次各章均增加了“自测题”一节，自测题数量均为考题量的一倍，或一倍以上，全书共增自测题400余道。

三、由于二版是新排本，三版时各章均进行了全面的校对，更正了一些错误。部分章节根据学科发展的情况，适当增、删、改了一些内容。

四、编写人员中，除钢结构一章改由陈扬骥、陈以一教授重写外，其余各章均无变化。

主　编

2004.2

第二版前言

本书第一版出版至今已有五年余，五年来我国建筑科学技术有了很大的进步，为适应需要，诸多学科的设计、施工规范均已作了修订，技术标准也有了许多调整，因此，本书一版中若干内容必须与时俱进地作相应的修改。

这次本书再版中，我们的修改主要在以下几方面：

文字上和符号上作了比较认真的校对和更正；

涉及有新规范、新标准的学科，均按新规范、新标准的要求，作了较多的改动，部分章节还进行了重写；

根据考纲，重新审阅了内容，各章均在字数上作了适量删减，以突出主要内容；

在主编和各章编写人员中，也进行了一些调整。

本次版本的主编是：李国强、陈以一、王从

各章的编写人员是：

第一章　邱伯驺　何迎晖

第二章　王少杰

第三章　施宪法

第四章　徐妙新　李　岚

第五章　周润玉

第六章　樊纪湘　方　平

第七章　张　雄

第八章　唐九妹　石人珠

第九章　邢爱芳　陈建国

第十章　苏小卒

第十一章　朱伯钦

第十二章　胡中雄

第十三章　顾孝烈

第十四章　颜德姮

第十五章　宗听聪　陈以一

第十六章　范家骥

第十七章　赵志缙　徐　伟　马锦明

第十八章　姚振纲

第十九章　何秀杰

主　编

2003 年 4 月

第一版前言

实行注册结构工程师执业制度，是适应社会主义市场经济体制建立的需要，参照国际发达国家的作法，所进行的一项工程设计管理体制和人事管理制度的配套改革。注册结构工程师资格，必须经过全国统一考试取得。

一级注册结构工程师的考试分为基础考试和专业考试两个阶段。基础考试主要测试应考者是否掌握结构工程师必须具备的基础知识和专业理论,专业考试则侧重于实际工程设计能力。

为了配合全国一级注册结构工程师资格考试，建设部执业资格注册中心委托上海同济大学组织近三十名教授、副教授编写了这本教程。该书可指导、帮助参加基础考试人员按照考试大纲的要求，全面地、系统地进行复习备考，也可作为高等院校土建专业毕业生学习参考用书。

本教程的主编者是王从、颜德姮、于国华。各章分别由下列人员编写：

第一章　邱伯驺　骆承钦　何迎晖
第二章　王少杰
第三章　石振球
第四章　徐妙新　李　岚
第五章　周润玉
第六章　樊纪湘　方　平
第七章　张　雄
第八章　唐九妹　石人珠
第九章　邢爱芳　陈建国
第十章　苏小卒　陈以一
第十一章　朱伯钦
第十二章　胡中雄
第十三章　顾孝烈
第十四章　颜德姮　范家骥
第十五章　宗听聪
第十六章　范家骥
第十七章　赵志缙　徐　伟
第十八章　姚振纲
第十九章　何秀杰

建设部执业资格注册中心聘请孙芳垂、杨峣同志对教程进行了校审。

由于时间仓促、工作量大，在编写过程中难免有疏漏之处，敬请读者指正。

建设部执业资格注册中心
1997年4月3日

目　　录

第一章 高 等 数 学

第一节 空 间 解 析 几 何

一、向量代数

(一) 向量的坐标

设有空间直角坐标系 $O-xyz$，$\boldsymbol{i}$、$\boldsymbol{j}$、$\boldsymbol{k}$ 分别表示沿 x、y、z 轴正向的单位向量，$\boldsymbol{a}=\overrightarrow{M_1M_2}$ 是以 M_1（x_1，y_1，z_1）为起点，M_2（x_2，y_2，z_2）为终点的向量，则向量 $\boldsymbol{a}$ 可表示为

$$\boldsymbol{a}=\overrightarrow{M_1M_2}=(x_2-x_1)\boldsymbol{i}+(y_2-y_1)\boldsymbol{j}+(z_2-z_1)\boldsymbol{k}$$

或

$$\boldsymbol{a}=(x_2-x_1,\ y_2-y_1,\ z_2-z_1)$$●

其中 x_2-x_1、y_2-y_1、z_2-z_1 称为向量 $\boldsymbol{a}$ 的坐标。

利用向量的坐标，可得向量的加法、减法以及向量与数的乘法运算如下：

设 $\boldsymbol{a}=(a_x,\ a_y,\ a_z)$，$\boldsymbol{b}=(b_x,\ b_y,\ b_z)$

则

$$\boldsymbol{a}+\boldsymbol{b}=(a_x+b_x,\ a_y+b_y,\ a_z+b_z)$$

$$\boldsymbol{a}-\boldsymbol{b}=(a_x-b_x,\ a_y-b_y,\ a_z-b_z)$$

$$\lambda\boldsymbol{a}=(\lambda a_x,\ \lambda a_y,\ \lambda a_z)$$

向量 $\boldsymbol{a}$ 的大小称为向量 $\boldsymbol{a}$ 的模，记作 $|\boldsymbol{a}|$。非零向量 $\boldsymbol{a}$ 与三条坐标轴正向的夹角 α、β、γ 称为它的方向角。向量的模、方向角与坐标之间有如下关系：

$$a_x=|\boldsymbol{a}|\cos\alpha,\ a_y=|\boldsymbol{a}|\cos\beta,\ a_z=|\boldsymbol{a}|\cos\gamma$$

其中 $\cos\alpha$、$\cos\beta$、$\cos\gamma$ 称为向量 $\boldsymbol{a}$ 的方向余弦。

利用向量的坐标可得向量的模与方向余弦如下：

$$|\boldsymbol{a}|=\sqrt{a_x^2+a_y^2+a_z^2}$$

$$\cos\alpha=\frac{a_x}{\sqrt{a_x^2+a_y^2+a_z^2}},\ \cos\beta=\frac{a_y}{\sqrt{a_x^2+a_y^2+a_z^2}},\ \cos\gamma=\frac{a_z}{\sqrt{a_x^2+a_y^2+a_z^2}}$$

(二) 数量积 向量积

设向量 $\boldsymbol{a}$ 和向量 $\boldsymbol{b}$ 的夹角为 θ $(0\leqslant\theta\leqslant\pi)$，向量 $\boldsymbol{a}$ 和向量 $\boldsymbol{b}$ 的数量积为一个数量，记作 $\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b}$，其大小为 $|\boldsymbol{a}||\boldsymbol{b}|\cos\theta$，即

$$\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b}=|\boldsymbol{a}||\boldsymbol{b}|\cos\theta$$

● 在高等数学第三版中，记作 $a=\{x_2-x_1,y_2-y_1,z_2-z_1\}$，现在按国家标准花括弧改成圆括弧。

利用向量在轴上的投影，可将数量积表为

$$\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b}=|\boldsymbol{a}|Prj_{\boldsymbol{a}}\boldsymbol{b}=|\boldsymbol{b}|Prj_{\boldsymbol{b}}\boldsymbol{a}$$

向量 $\boldsymbol{a}$ 和向量 $\boldsymbol{b}$ 的向量积为一个向量 $\boldsymbol{c}$，记作 $\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}$，即 $\boldsymbol{c}=\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}$，$\boldsymbol{c}$ 的模

$$|\boldsymbol{c}|=|\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}|=|\boldsymbol{a}||\boldsymbol{b}|\sin\theta$$

$\boldsymbol{c}$ 的方向垂直于 $\boldsymbol{a}$ 与 $\boldsymbol{b}$ 所决定的平面，$\boldsymbol{c}$ 的指向按右手法则确定。

设向量 $\boldsymbol{a}=(a_x,\ a_y,\ a_z)$，$\boldsymbol{b}=(b_x,\ b_y,\ b_z)$，则

$$\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b}=a_xb_x+a_yb_y+a_zb_z$$

$$\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}=(a_yb_z-a_zb_y,\ a_zb_x-a_xb_z,\ a_xb_y-a_yb_x)$$

或

$$\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}=\begin{vmatrix}\boldsymbol{i} & \boldsymbol{j} & \boldsymbol{k}\\ a_x & a_y & a_z\\ b_x & b_y & b_z\end{vmatrix}$$

（三）例题

【例 1-1-1】 设已知两点 $M_1(2,\ 2,\ \sqrt{2})$ 和 $M_2(1,\ 3,\ 0)$，计算向量 $\overrightarrow{M_1M_2}$ 的模、方向余弦和方向角。

【解】 $\overrightarrow{M_1M_2}=(1-2,\ 3-2,\ 0-\sqrt{2})=(-1,\ 1,\ -\sqrt{2})$

$$|\overrightarrow{M_1M_2}|=\sqrt{(-1)^2+1^2+(-\sqrt{2})^2}=2$$

$$\cos\alpha=-\frac{1}{2},\ \cos\beta=\frac{1}{2},\ \cos\gamma=-\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\alpha=\frac{2\pi}{3},\ \beta=\frac{\pi}{3},\ \gamma=\frac{3\pi}{4}$$

【例 1-1-2】 设质量为 100kg 的物体从点 $M_1(3,1,8)$ 沿直线移动到点 $M_2(1,4,2)$。计算重力作功（长度单位为 m，重力方向为 z 轴负方向）。

【解】 重力 $\boldsymbol{P}=(0,\ 0,\ -mg)=(0,\ 0,\ -980)$，

位移向量 $\overrightarrow{M_1M_2}=(-2,\ 3,\ -6)$。

按数量积的物理意义，重力作功 W 即为向量 $\boldsymbol{P}$ 和向量 $\overrightarrow{M_1M_2}$ 的数量积，故

$$W=\boldsymbol{P}\cdot\overrightarrow{M_1M_2}=(-980)(-6)=5880\ (\text{J})$$

【例 1-1-3】 已知三角形 ABC 的顶点是 $A(1,\ 2,\ 3)$，$B(3,\ 4,\ 5)$ 和 $C(2,\ 4,\ 7)$。求三角形 ABC 的面积。

【解】 根据向量积的定义，可知三角形 ABC 的面积

$$S_{\triangle ABC}=\frac{1}{2}|\overrightarrow{AB}||\overrightarrow{AC}|\sin\angle A=\frac{1}{2}|\overrightarrow{AB}\times\overrightarrow{AC}|$$

而

$$\overrightarrow{AB}=(2,\ 2,\ 2),\ \overrightarrow{AC}=(1,\ 2,\ 4)$$

故

$$\overrightarrow{AB}\times\overrightarrow{AC}=\begin{vmatrix}\boldsymbol{i} & \boldsymbol{j} & \boldsymbol{k}\\ 2 & 2 & 2\\ 1 & 2 & 4\end{vmatrix}=4\boldsymbol{i}-6\boldsymbol{j}+2\boldsymbol{k}$$

$$S_{\triangle ABC}=\frac{1}{2}|4\boldsymbol{i}-6\boldsymbol{j}+2\boldsymbol{k}|=\frac{1}{2}\sqrt{4^2+(-6)^2+2^2}=\sqrt{14}$$

【例 1-1-4】 设 $\boldsymbol{a}$，$\boldsymbol{b}$ 均为向量，下列命题中错误的是

(A) $a /\!/ b$ 的充分必要条件是存在实数 λ，使 $b=\lambda a$。

(B) $a /\!/ b$ 的充分必要条件是 $a\times b=0$。

(C) $a\perp b$ 的充分必要条件是 $a\cdot b=0$。

(D) $a\perp b$ 的充分必要条件是 $(a+b)\cdot(a-b)=|a|^2-|b|^2$。

【解】 命题 (A)、(B)、(C) 都是正确的，而等式

$$(a+b)\cdot(a-b)=|a|^2-|b|^2,$$

根据向量的数量积的运算规律，对一般的向量 a，b 均成立。

因此这等式不能成为向量 $a\perp b$ 的充分必要条件，故应选 (D)。

二、平面

(一) 平面的方程

设平面 Π 过点 $M_0(x_0, y_0, z_0)$，它的一个法向量 $n=(A, B, C)$，则平面 Π 的方程为

$$A(x-x_0)+B(y-y_0)+C(z-z_0)=0$$

此方程称为平面的点法式方程。

平面的一般方程为

$$Ax+By+Cz+D=0$$

其中 $n=(A, B, C)$ 为该平面的法向量。

设一平面与 x、y、z 轴分别交于 $P(a, 0, 0)$、$Q(0, b, 0)$ 和 $R(0, 0, c)$ 三点（其中 $a\neq 0$，$b\neq 0$，$c\neq 0$），则该平面的方程为

$$\frac{x}{a}+\frac{y}{b}+\frac{z}{c}=1$$

此方程称为平面的截距式方程，a、b、c 依次称为平面在 x、y、z 轴上的截距。

对于一些特殊的三元一次方程，应该熟悉它们的图形的特点。

如，在方程 $Ax+By+Cz+D=0$ 中，当 $D=0$ 时，方程表示一个通过原点的平面；当 $A=0$ 时，方程表示一个平行于 x 轴的平面；当 $A=B=0$ 时，方程表示一个平行于 xOy 面的平面。类似地，可得其他情形的结论。

(二) 两平面的夹角

两平面的法向量的夹角称为两平面的夹角（通常指锐角）。设有平面 Π_1：$A_1x+B_1y+C_1z+D_1=0$ 和平面 Π_2：$A_2x+B_2y+C_2z+D_2=0$，则 Π_1 和 Π_2 的夹角 θ 由下式确定：

$$\cos\theta=\frac{|n_1\cdot n_2|}{|n_1||n_2|}=\frac{|A_1A_2+B_1B_2+C_1C_2|}{\sqrt{A_1^2+B_1^2+C_1^2}\sqrt{A_2^2+B_2^2+C_2^2}}$$

由此可得

Π_1 与 Π_2 互相垂直相当于 $A_1A_2+B_1B_2+C_1C_2=0$

Π_1 与 Π_2 平行相当于 $\dfrac{A_1}{A_2}=\dfrac{B_1}{B_2}=\dfrac{C_1}{C_2}$

空间一点 $P_0(x_0, y_0, z_0)$ 到平面

$$Ax+By+Cz+D=0$$

的距离，有以下公式：

$$d=\frac{|Ax_0+By_0+Cz_0+D|}{\sqrt{A^2+B^2+C^2}}$$

（三）例题

【例 1-1-5】 求过三点 M_1（2，-1，4）、M_2（-1，3，-2）和 M_3（0，2，3）的平面的方程。

【解】 先找出平面的法向量 $\boldsymbol{n}$，可取 $\overrightarrow{M_1M_2}=(-3,4,-6)$ 与 $\overrightarrow{M_1M_3}=(-2,3,-1)$ 的向量积为 $\boldsymbol{n}$，即

$$\boldsymbol{n}=\overrightarrow{M_1M_2}\times\overrightarrow{M_1M_3}=\begin{vmatrix}\boldsymbol{i} & \boldsymbol{j} & \boldsymbol{k}\\ -3 & 4 & -6\\ -2 & 3 & -1\end{vmatrix}=14\boldsymbol{i}+9\boldsymbol{j}-\boldsymbol{k}$$

由平面的点法式方程，得所求平面方程为

$$14(x-2)+9(y+1)-(z-4)=0$$

即
$$14x+9y-z-15=0$$

【例 1-1-6】 求两平面 $x-y+2z-6=0$，$2x+y+z-5=0$ 的夹角。

【解】 因为

$$\cos\theta=\frac{|1\cdot2+(-1)\cdot1+2\cdot1|}{\sqrt{1^2+(-1)^2+2^2}\sqrt{2^2+1^2+1^2}}=\frac{1}{2}$$

故所求夹角 $\theta=\frac{\pi}{3}$。

【例 1-1-7】 平行于 x 轴且经过点（4，0，-2）和点（2，1，1）的平面方程是

(A) $x-4y+2z=0$。　　(B) $3x+2z-8=0$。

(C) $3y-z-2=0$。　　(D) $3y+z-4=0$。

【解】 由平面平行于 x 轴知，平面方程中 x 的系数为 0，故 (A)、(B) 不正确。由平面经过两已知点，知 (C) 满足，故选 (C)。

三、直线

（一）空间直线的方程

设空间直线 L 是平面 Π_1：$A_1x+B_1y+C_1z+D_1=0$ 和平面 Π_2：$A_2x+B_2y+C_2z+D_2=0$ 的交线，则 L 的方程为

$$\begin{cases}A_1x+B_1y+C_1z+D_1=0\\ A_2x+B_2y+C_2z+D_2=0\end{cases}$$

此方程称为空间直线的一般方程。

设直线 L 过点 M_0（x_0，y_0，z_0），它的一个方向向量为 $\boldsymbol{s}=(m,n,p)$，则直线 L 的方程为

$$\frac{x-x_0}{m}=\frac{y-y_0}{n}=\frac{z-z_0}{p}$$

此方程称为直线的对称式方程。

如设参数 t 如下：

$$\frac{x-x_0}{m}=\frac{y-y_0}{n}=\frac{z-z_0}{p}=t$$

则

$$\begin{cases}x=x_0+mt\\y=y_0+nt\\z=z_0+pt\end{cases}$$

此方程组称为直线的参数式方程。

（二）两直线的夹角

两直线的方向向量的夹角叫做两直线的夹角（通常指锐角）。设直线 L_1：

$$\frac{x-x_1}{m_1}=\frac{y-y_1}{n_1}=\frac{z-z_1}{p_1}$$

和直线 L_2：

$$\frac{x-x_2}{m_2}=\frac{y-y_2}{n_2}=\frac{z-z_2}{p_2}$$

则 L_1 和 L_2 的夹角 φ 可由下式确定：

$$\cos\varphi=\frac{|s_1\cdot s_2|}{|s_1||s_2|}=\frac{|m_1m_2+n_1n_2+p_1p_2|}{\sqrt{m_1^2+n_1^2+p_1^2}\sqrt{m_2^2+n_2^2+p_2^2}}$$

由此可得

L_1 和 L_2 互相垂直相当于　$m_1m_2+n_1n_2+p_1p_2=0$

L_1 和 L_2 平行相当于　$\dfrac{m_1}{m_2}=\dfrac{n_1}{n_2}=\dfrac{p_1}{p_2}$

（三）直线与平面的夹角

直线和它在平面上的投影直线的夹角 φ 称为直线与平面的夹角，通常规定 $0\leqslant\varphi\leqslant\frac{\pi}{2}$。设直线的方程是

$$\frac{x-x_0}{m}=\frac{y-y_0}{n}=\frac{z-z_0}{p}$$

平面的方程是

$$Ax+By+Cz+D=0$$

则直线与平面的夹角 φ 由下式确定：

$$\sin\varphi=\frac{|Am+Bn+Cp|}{\sqrt{A^2+B^2+C^2}\sqrt{m^2+n^2+p^2}}$$

由此可得

直线与平面垂直相当于　$\dfrac{A}{m}=\dfrac{B}{n}=\dfrac{C}{p}$

直线与平面平行或直线在平面上相当于　$Am+Bn+Cp=0$

（四）例题

【例 1-1-8】 求过两点 M_1（3，-2，1）和 M_2（-1，0，2）的直线方程。

【解】 取 $\overrightarrow{M_1M_2}=(-4,2,1)$ 为直线的方向向量，由直线的对称式方程得所求直线方程为