2009

执业资格考试

注册公用设备工程师考试

公共基础课精讲精练

给水排水 暖通空调及动力专业

刘 燕 主编

中国电力出版社 CHINA ELECTRIC POWER PRESS

中国电力出版社

www.cepp.com.cn

2009

注册公用设备工程师考试
公共基础课精讲精练

给水排水
暖通空调及动力专业

刘　燕　主编

中国电力出版社
www.cepp.com.cn

注册公用设备（给水排水、暖通空调及动力专业）工程师执业资格考试即将开始，为有效指导考生复习、应考而组织编写的本辅导教材，以中华人民共和国建设部2004年7月公布的注册公用设备工程师基础考试大纲为依据，以大纲中提供的参考书目为基础，集中了编者们深厚的专业知识和多年丰富的教学、辅导经验，使其具有较强的指导性和实用性。

本教材力求简明扼要，联系实际，着重于对概念的理解和运用，特别是其中的例题结合考题的形式，注意突出重点概念的讲解。每章前附有考试大纲，每章后附有参考习题以及习题答案和提示，可作为考生检验复习效果和准备考试之用，最后有三套模拟试卷可作为考前冲刺的训练。

由于很多专业（如电气、结构）工程师执业资格公共基础部分的考试大纲完全相同，因此本书不仅是参加公用设备（给排水、暖通空调及动力专业）工程师执业资格公共基础考试人员的必备参考书，也同样适用于其他与注册公用设备工程师公共基础考试大纲相同的专业。

图书在版编目（CIP）数据

2009注册公用设备工程师考试公共基础课精讲精练．给水排水、暖通空调及动力专业/刘燕主编．—北京：中国电力出版社，2009
ISBN 978-7-5083-8673-7

Ⅰ.2…　Ⅱ.刘…　Ⅲ.城市公用设施-工程师-资格考核-自学参考资料
Ⅳ.TU8

中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第050062号

中国电力出版社出版发行
北京三里河路6号　100044　http://www.cepp.com.cn
责任编辑：张鹤凌　　电话：010-58383355　　邮箱：zhiyezige2008@163.com
责任印制：陈焊彬　　责任校对：李　亚
北京同江印刷厂印刷・各地新华书店经售
2009年5月第1版・第1次印刷
787mm×1092mm　1/16・32.5印张・808千字
定价：68.00元

编 委 会 成 员

主　编：刘　燕

参　编：（排名不分先后）

李群高　程学平　岳冠华　刘　燕　张　英

王文海　陈志新　叶安丽　刘辛国　章美芬

前　言

原建设部和**人事部**决定自2005年起实施注册公用设备（给排水、暖通空调及动力专业）工程师执业资格考试制度，这是为适应社会主义市场经济体制，使工程设计管理体制和人事管理制度尽快与国际接轨的一项配套改革措施。要想取得注册公用设备（给排水、暖通空调及动力专业）工程师执业资格，必须通过全国统一考试取得方可执业上岗。

为配合全国注册公用设备（给排水、暖通空调及动力专业）工程师资格考试，也为有效指导考生复习、应考所组织编写的本辅导教材，以中华人民共和国建设部2004年7月公布的注册公用设备工程师公共基础考试大纲为依据，以大纲中提供的参考书目为基础，集中了编者们深厚的专业知识和多年丰富的教学、辅导经验，使其具有较强的指导性和实用性。本书包含了高等数学、普通物理、普通化学、理论力学、材料力学、流体力学、计算机应用基础、电工电子技术和工程经济九门课程的基础知识。

本辅导教材自2005年出版以来，深受广大读者和考生的好评，已修订过多次。本次再版，编者们在吸收部分读者和考生根据自身复习和考试经历提出的有效建议的同时，以近几年的工程师执业资格公共基础考试题为参考依据，对原教材进行了修改。

再版后教材的主要特点有以下几项。

（1）为方便考生了解考试内容，在每一章开始时附有该章的考试大纲。

（2）教材简明扼要，联系实际，着重于对概念的理解和运用。

（3）教材中的例题和复习题结合历年考题真题的形式，注意突出重点概念的讲解。

（4）每章后均附有参考复习题以及习题的参考答案和提示，作为练习和检验复习效果之用。

（5）最后的三套模拟试卷可作为考前冲刺的训练。

由于很多专业（如电气、结构）工程师执业资格公共基础部分的考试大纲完全相同，因此本书不仅是参加公用设备（给排水、暖通空调及动力专业）工程师执业资格公共基础考试人员的必备参考书，也同样适用于其他与注册公用设备工程师公共基础考试大纲相同的专业。

由于时间仓促，在编写过程中难免有疏漏之处，恳请读者指正。

编者

2009年4月

目　　录

第1章　高等数学

考试大纲

1.1　空间解析几何　向量代数 直线 平面 柱面 旋转曲面 二次曲面 空间曲线

1.2　微分学　极限 连续导数 微分 偏导数 全微分导数与微分的应用

1.3　积分学　不定积分 定积分 广义积分 二重积分 三重积分平面曲线积分 积分应用

1.4　无穷级数　数项级数 幂级数 泰勒级数 傅里叶级数

1.5　常微分方程　可分离变量方程 一阶线性方程 可降阶方程 常系数线性方程

1.6　概率与数理统计　随机事件与概率 古典概型 一维随机变量的分布和数字特征 数理统计的基本概念 参数估计 假设检验 方差分析 一元回归分析

1.7　向量分析

1.8　线性代数　行列式 矩阵 n 维向量 线性方程组 矩阵的特征值与特征向量 二次型

1.1　空间解析几何

1.1.1　向量代数

1. 向量(有大小又有方向的量)

(1) 向量的表示法。设向量 $\boldsymbol{a}$ 的起点为 $A(x_1,y_1,z_1)$,终点为 $B(x_2,y_2,z_2)$。

1) 几何表示:用起点为 $A(x_1,y_1,z_1)$,终点为 $B(x_2,y_2,z_2)$有向线段表示。

2) 坐标表达式:$\boldsymbol{a}=\boldsymbol{AB}=\{x_2-x_1,y_2-y_1,z_2-z_1\}=\{a_x,a_y,a_z\}$　(1-1)

注: a_x、a_y、a_z 是向量 $\boldsymbol{a}$ 的坐标,向量的坐标也是该向量在三坐标轴上的投影。

(2) 向量的模(向量的大小)

$$|\boldsymbol{a}|=|\boldsymbol{AB}|=\sqrt{(x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2+(z_2-z_1)^2}=\sqrt{a_x^2+a_y^2+a_z^2} \tag{1-2}$$

(3) 向量的方向角与方向余弦(向量的方向)

向量 $\boldsymbol{a}$ 与 x 轴、y 轴、z 轴正向的夹角 α、β、γ 叫 $\boldsymbol{a}$ 的方向角($0\leqslant\alpha$、β、$\gamma\leqslant\pi$)。$\cos\alpha$、$\cos\beta$、$\cos\gamma$ 叫做 $\boldsymbol{a}$ 的方向余弦($\cos^2\alpha+\cos^2\beta+\cos^2\gamma=1$)

$$\cos\alpha=\frac{a_x}{|\boldsymbol{a}|}、\quad \cos\beta=\frac{a_y}{|\boldsymbol{a}|}、\quad \cos\gamma=\frac{a_z}{|\boldsymbol{a}|} \tag{1-3}$$

(4) 几种特殊向量

1) 单位向量:模为1的向量。

与 $\boldsymbol{a}$ 同向的单位向量　$$\boldsymbol{a}^0=\frac{1}{|\boldsymbol{a}|}\boldsymbol{a} \tag{1-4}$$

基本单位向量:与 x 轴、y 轴、z 轴同方向的单位向量,记为 $\boldsymbol{i}(1,0,0)$,$\boldsymbol{j}(0,1,0)$,$\boldsymbol{k}(0,0,1)$。

2) 负向量:与 $\boldsymbol{a}$ 模相同,方向相反的向量,记为 $-\boldsymbol{a}$。

3) 零向量:模为0,没有确定方向的向量,记为 $\boldsymbol{0}$。

(5) 两自由向量相等。$\boldsymbol{a}=\boldsymbol{b}\Leftrightarrow$模相等且方向相同(相等的自由向量视为同一个向量)

(6) 向量在轴上的投影

定义:设向量 $\boldsymbol{AB}$ 的起点 A 与终点 B 在轴 u 上的投影点分别为 A' 和 B',则称轴 u 上的有向线段 $\boldsymbol{AB}$ 的值 $A'B'$ 叫向量 $\boldsymbol{AB}$ 在轴 u 上的投影,记作 $\mathrm{Prj}_u\boldsymbol{AB}=A'B'$,且

$$\mathrm{Prj}_u\boldsymbol{AB}=|\boldsymbol{AB}|\cos(\widehat{\boldsymbol{AB},u}) \tag{1-5}$$

2. 向量的运算

(1) 向量的加减法

1) 两向量相加,其和仍为向量,平面向量遵循平行四边形法则或三角形法则。

2) 坐标表达式:

$$\boldsymbol{a}+\boldsymbol{b}=\{a_x+b_x,a_y+b_y,a_z+b_z\} \tag{1-6}$$

3) 运算律:

$$\boldsymbol{a}+\boldsymbol{b}=\boldsymbol{b}+\boldsymbol{a} \tag{1-7}$$

$$\boldsymbol{a}+(\boldsymbol{b}+\boldsymbol{c})=(\boldsymbol{a}+\boldsymbol{b})+\boldsymbol{c} \tag{1-8}$$

4) 向量的减法:

$$\boldsymbol{a}-\boldsymbol{b}=\boldsymbol{a}+(-\boldsymbol{b}) \tag{1-9}$$

(2) 数乘向量

1) 定义:数 λ 与向量 $\boldsymbol{a}$ 的乘积为一向量,记作 $\lambda\boldsymbol{a}$,其模 $|\lambda\boldsymbol{a}|=|\lambda||\boldsymbol{a}|$,其方向,当 $\lambda>0$ 时,与 $\boldsymbol{a}$ 同向;$\lambda<0$ 时与 $\boldsymbol{a}$ 反向

$$0\cdot\boldsymbol{a}=\boldsymbol{0},(-1)\cdot\boldsymbol{a}=-\boldsymbol{a} \tag{1-10}$$

2) 坐标表达式:

$$\lambda\boldsymbol{a}=\{\lambda a_x,\lambda a_y,\lambda a_z\} \tag{1-11}$$

3) 运算律:

$$\lambda(\mu\boldsymbol{a})=(\lambda\mu)\boldsymbol{a}=\mu(\lambda\boldsymbol{a}) \tag{1-12}$$

$$(\lambda+\mu)\boldsymbol{a}=\lambda\boldsymbol{a}+\mu\boldsymbol{a},\lambda(\boldsymbol{a}+\boldsymbol{b})=\lambda\boldsymbol{a}+\lambda\boldsymbol{b} \tag{1-13}$$

4) 性质:

$$\boldsymbol{a}/\!/\boldsymbol{b}\Leftrightarrow\boldsymbol{a}=\lambda\boldsymbol{b}\Leftrightarrow\frac{a_x}{b_x}=\frac{a_y}{b_y}=\frac{a_z}{b_z} \tag{1-14}$$

(3) 数量积(点积)

1) 定义:$\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b}=|\boldsymbol{a}||\boldsymbol{b}|\cos(\widehat{\boldsymbol{a},\boldsymbol{b}})$(运算结果为一数量)

等价定义

$$\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b}=|\boldsymbol{a}|\mathrm{Prj}_{\mathrm{a}}\boldsymbol{b}=|\boldsymbol{b}|\mathrm{Prj}_{\mathrm{b}}\boldsymbol{a} \tag{1-15}$$

2) 坐标表达式:

$$\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b}=a_xb_x+a_yb_y+a_zb_z \tag{1-16}$$

3) 运算律:

$$\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b}=\boldsymbol{b}\cdot\boldsymbol{a} \tag{1-17}$$

$$(\lambda\boldsymbol{a})\cdot\boldsymbol{b}=\lambda(\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b})=\boldsymbol{a}\cdot(\lambda\boldsymbol{b}) \tag{1-18}$$

$$\boldsymbol{a}\cdot(\boldsymbol{b}+\boldsymbol{c})=\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b}+\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{c} \tag{1-19}$$

4) 性质:

$$\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{a}=|\boldsymbol{a}|^2 \tag{1-20}$$

$$\boldsymbol{a}\perp\boldsymbol{b}\Leftrightarrow\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b}=0\quad\Leftrightarrow a_xb_x+a_yb_y+a_zb_z=0 \tag{1-21}$$

5）两向量夹角的余弦公式：

$$\cos(\widehat{\boldsymbol{a},\boldsymbol{b}}) = \frac{\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b}}{|\boldsymbol{a}||\boldsymbol{b}|} = \frac{a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z}{\sqrt{a_x^2+a_y^2+a_z^2}\cdot\sqrt{b_x^2+b_y^2+b_z^2}} \tag{1-22}$$

（4）向量积（叉积）

1）定义：$\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b} = \boldsymbol{n}^0|\boldsymbol{a}||\boldsymbol{b}|\sin(\widehat{\boldsymbol{a},\boldsymbol{b}})$，其中 $\boldsymbol{n}^0$ 是按右手法则垂直于 $\boldsymbol{a}$、$\boldsymbol{b}$ 所在平面的单位向量（运算结果为一向量）。

2）几何意义：$|\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}| = |\boldsymbol{a}||\boldsymbol{b}|\sin(\widehat{\boldsymbol{a},\boldsymbol{b}})$ 是以 $\boldsymbol{a}$、$\boldsymbol{b}$ 为邻边的平行四边形的面积。

3）坐标表达式：

$$\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b} = \begin{vmatrix} \boldsymbol{i} & \boldsymbol{j} & \boldsymbol{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = (a_y b_z - a_z b_y)\boldsymbol{i} - (a_x b_z - a_z b_x)\boldsymbol{j} + (a_x b_y - a_y b_x)\boldsymbol{k} \tag{1-23}$$

4）运算律：

$$(\lambda\boldsymbol{a})\times\boldsymbol{b} = \lambda(\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}) = \boldsymbol{a}\times(\lambda\boldsymbol{b}) \tag{1-24}$$

$$(\boldsymbol{a}+\boldsymbol{b})\times\boldsymbol{c} = \boldsymbol{a}\times\boldsymbol{c}+\boldsymbol{b}\times\boldsymbol{c}、\boldsymbol{a}\times(\boldsymbol{b}+\boldsymbol{c}) = \boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}+\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{c} \tag{1-25}$$

$$\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b} = -\boldsymbol{b}\times\boldsymbol{a} \tag{1-26}$$

5）性质：

$$\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{a} = \boldsymbol{0} \tag{1-27}$$

$$\boldsymbol{a}/\!/\boldsymbol{b} \Leftrightarrow \boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b} = \boldsymbol{0} \tag{1-28}$$

$$\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}\perp\boldsymbol{a}、\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}\perp\boldsymbol{b} \tag{1-29}$$

（5）混合积

1）定义：$[\boldsymbol{abc}] = (\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b})\cdot\boldsymbol{c}$（运算结果为一数量）

$[\boldsymbol{abc}] = \pm V$（$V$ 为以 $\boldsymbol{a}$、$\boldsymbol{b}$、$\boldsymbol{c}$ 为棱的平行六面体的体积）

2）性质：

$$[\boldsymbol{abc}] = [\boldsymbol{bac}] = [\boldsymbol{cab}] \tag{1-30}$$

$\boldsymbol{a}$、$\boldsymbol{b}$、$\boldsymbol{c}$ 共面 $\Leftrightarrow [\boldsymbol{abc}] = 0$

【例 1-1】 若 $\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b} = \boldsymbol{a}\times\boldsymbol{c}$，则（　　）。

A. $\boldsymbol{b} = \boldsymbol{c}$　　B. $\boldsymbol{a}/\!/\boldsymbol{b}$ 且 $\boldsymbol{a}/\!/\boldsymbol{c}$　　C. $\boldsymbol{a} = 0$ 或 $\boldsymbol{b}-\boldsymbol{c} = 0$　　D. $\boldsymbol{a}/\!/(\boldsymbol{b}-\boldsymbol{c})$

解： $\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b} = \boldsymbol{a}\times\boldsymbol{c} \Rightarrow \boldsymbol{a}\times(\boldsymbol{b}-\boldsymbol{c}) = 0 \Leftrightarrow \boldsymbol{a}/\!/(\boldsymbol{b}-\boldsymbol{c})$，故选 D。

【例 1-2】 已知 $|\boldsymbol{a}| = 2$，$|\boldsymbol{b}| = \sqrt{2}$，且 $\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b} = 2$，则 $|\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}| =$（　　）。

A. 2　　B. $2\sqrt{2}$　　C. $\sqrt{2}/2$　　D. 1

解： $\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b} = |\boldsymbol{a}||\boldsymbol{b}|\sin(\widehat{\boldsymbol{a},\boldsymbol{b}})$，所以 $2 = \boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b} = |\boldsymbol{a}||\boldsymbol{b}|\cos(\boldsymbol{a},\boldsymbol{b})$

所以 $\cos(\boldsymbol{a},\boldsymbol{b}) = \dfrac{2}{2\times\sqrt{2}} = \dfrac{\sqrt{2}}{2}$，所以 $\sin(\boldsymbol{a},\boldsymbol{b}) = \sqrt{1-\left(\dfrac{\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \dfrac{\sqrt{2}}{2}$

$|\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}| = |\boldsymbol{a}||\boldsymbol{b}|\sin(\boldsymbol{a},\boldsymbol{b}) = 2$，故选 A。

【例 1-3】 已知向量 $\boldsymbol{a} = \boldsymbol{i}+\boldsymbol{j}+\boldsymbol{k}$，则垂直于 $\boldsymbol{a}$ 且垂直于 Oy 轴的单位向量是（　　）。

A. $\pm\dfrac{\sqrt{3}}{3}(\boldsymbol{i}+\boldsymbol{j}+\boldsymbol{k})$　　B. $\pm\dfrac{\sqrt{3}}{3}(\boldsymbol{i}-\boldsymbol{j}+\boldsymbol{k})$　　C. $\pm\dfrac{\sqrt{2}}{2}(\boldsymbol{i}-\boldsymbol{k})$　　D. $\pm\dfrac{\sqrt{2}}{2}(\boldsymbol{i}+\boldsymbol{k})$

解: 与 Oy 轴同方向的单位向量是 $\boldsymbol{j}$,而

$\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{j}=\begin{vmatrix}\boldsymbol{i} & \boldsymbol{j} & \boldsymbol{k}\\ 1 & 1 & 1\\ 0 & 1 & 0\end{vmatrix}=\boldsymbol{k}-\boldsymbol{i}$,垂直于 $\boldsymbol{a}$ 且垂直于 Oy 轴的单位向量是

$\dfrac{\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{j}}{|\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{j}|}=\pm\dfrac{1}{\sqrt{2}}(\boldsymbol{k}-\boldsymbol{i})=\pm\dfrac{\sqrt{2}}{2}(\boldsymbol{i}-\boldsymbol{k})$,故选 C。

1.1.2 平面

1. 平面方程

设平面过点(x_0,y_0,z_0),法向量为 $\boldsymbol{n}=\{A,B,C\}$

(1) 点法式方程

$$A(x-x_0)+B(y-y_0)+C(z-z_0)=0 \tag{1-31}$$

注: 要求平面的方程,关键是利用已知条件,找出平面的法向量和某点坐标。

(2) 一般方程

$$Ax+By+Cz+D=0,(\boldsymbol{n}=\{A,B,C\}\text{ 为平面的法向量}) \tag{1-32}$$

当 $D=0$ 时,平面过原点;

当 $A=0(B=0,C=0)$ 时,平面平行于 $x(y,z)$ 轴,这时若 $D\neq0$,平面不经过 $x(y,z)$ 轴,若 $D=0$,则平面经过 $x(y,z)$ 轴;

当 $A=B=0$ 时,平面平行于 xoy 面。

注: 求平面的方程的另一常用方法是利用条件,写出平面一般式,再确定系数。

(3) 截距式方程

$$\frac{x}{a}+\frac{y}{b}+\frac{z}{c}=1(a、b、c\text{ 为平面在 }x\text{ 轴、}y\text{ 轴、}z\text{ 轴上的截距})$$

2. 两平面的夹角

设平面 π_1、π_2 的法向量为

$$\boldsymbol{n}_1=\{A_1,B_1,C_1\}\text{ 和 }\boldsymbol{n}_2=\{A_2,B_2,C_2\} \tag{1-33}$$

$$\cos\theta=\frac{|\boldsymbol{n}_1\cdot\boldsymbol{n}_2|}{|\boldsymbol{n}_1||\boldsymbol{n}_2|}=\frac{|A_1A_2+B_1B_2+C_1C_2|}{\sqrt{A_1^2+B_1^2+C_1^2}\sqrt{A_2^2+B_2^2+C_2^2}}\quad\left(0\leqslant\theta\leqslant\frac{\pi}{2}\right) \tag{1-34}$$

$$\pi_1\perp\pi_2\quad\Leftrightarrow\boldsymbol{n}_1\perp\boldsymbol{n}_2\Leftrightarrow A_1A_2+B_1B_2+C_1C_2=0$$

$$\pi_1/\!/\pi_2\quad\Leftrightarrow\boldsymbol{n}_1/\!/\boldsymbol{n}_2\Leftrightarrow\frac{A_1}{A_2}=\frac{B_1}{B_2}=\frac{C_1}{C_2}$$

3. 点到平面的距离

点 $M_0(x_0,y_0,z_0)$ 到平面 $Ax+By+Cz+D=0$ 的距离为

$$d=\frac{|Ax_0+By_0+Cz_0+D|}{\sqrt{A^2+B^2+C^2}} \tag{1-35}$$