

注册公用设备工程师考试

# 专业基础课

# 历年真题解析与模拟试卷

暖通空调及动力专业

赵静野 主编



QQ 交流群:  
166802610



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# 工程

2016

注册公用设备工程师考试

专业基础课

历年真题解析与模拟试卷

暖通空调及动力专业

赵静野 主编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书收集了2005~2014年公用设备(暖通空调及动力专业)工程师考试专业基础课10年的考试真题,并将这些题目按照工程热力学、传热学、工程流体力学及泵与风机、自动控制、热工测试技术、机械基础和职业法规的教材知识框架安排,对每题都进行了详细的分析,并在书后附有两套模拟试题,供读者练习以检验复习效果。

本书适用于参加2016年度公用设备(暖通空调及动力专业)工程师执业资格考试专业基础课的人员。

## 图书在版编目(CIP)数据

专业基础课历年真题解析与模拟试卷. 暖通空调及动力专业 / 赵静野主编. —北京: 中国电力出版社, 2016. 3

2016注册公用设备工程师考试

ISBN 978-7-5123-8830-7

I. ①专… II. ①赵… III. ①城市公用设施-工程师-资格考试-习题集②建筑工程-供热系统-工程师-资格考试-习题集③建筑工程-通风系统-工程师-资格考试-习题集④建筑工程-空气调节系统-工程师-资格考试-习题集 IV. ①TU8-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第002395号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 梁 瑶 电话: 010-63412605 E-mail: [Jianzhukaoshi@126.com](mailto:Jianzhukaoshi@126.com)

责任印制: 蔺义舟 责任校对: 马 宁

三河市航远印刷有限公司印刷·各地新华书店经售

2016年3月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·10.25印张·247千字

定价: 46.00元

### 敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 前 言

注册公用设备工程师专业基础考试内容涵盖了相关专业的专业基础课程，考生要在短时间内复习掌握大纲要求的全部考试内容，确实不是一件容易的事情。为了帮助考生更好地针对大纲复习，提高学习效率，我们组织了北京建筑工程大学相关专业富有教学和培训经验的教师编写了《注册公用设备工程师考试专业基础课精讲精练》，注重精练和高效，帮助、指导考生复习。

如何把握试题的难度、试题的关注点及出题的方式等，仍然是考生应注意的重要问题。在此，我们收集了2005~2014年注册公用设备工程师专业基础课暖通空调及动力专业考试的试题，按照大纲有关课程内容要求的顺序划分章节编排，并且给出了参考答案和详细解析，供考生参考。建议考生在系统复习掌握大纲要求有关课程的基础上使用本书，通过对试题的练习，检验复习效果，弥补复习的不足，提高应试能力。

在书后，我们编写了两套模拟试卷，可作为考生在考前自我检查之用。

参加编写本书的教师及分工如下：

第1章 工程热力学	邱 林
第2章 传热学	许淑惠
第3章 工程流体力学及泵与风机	赵静野
第4章 自动控制	马鸿雁
第5章 热工测试技术	郝学军
第6章 机械基础	王跃进
第7章 职业法规	赵静野

限于编者的水平，加之时间仓促，难免有错误与疏漏之处，敬请广大读者批评指正，有关本书的任何疑问、意见及建议，欢迎加入QQ群166802610进行讨论。

编 者

# 目 录

前言

第 1 章 工程热力学	1
1.1 基本概念	1
1.2 准静态过程、可逆过程与不可逆过程	3
1.3 热力学第一定律	4
1.4 气体性质	6
1.5 理想气体基本热力过程及气体的压缩	9
1.6 热力学第二定律	11
1.7 水蒸气和湿空气	13
1.8 气体和蒸汽的流动	15
1.9 动力循环	17
1.10 制冷循环	19
第 2 章 传热学	22
2.1 导热理论基础	22
2.2 稳态导热	24
2.3 非稳态导热	27
2.4 导热问题数值解	28
2.5 对流换热分析	32
2.6 单相流体对流换热及准则关系式	34
2.7 凝结与沸腾换热	37
2.8 热辐射的基本定律	38
2.9 辐射换热计算	40
2.10 传热与换热器	43
第 3 章 工程流体力学及泵与风机	47
3.1 流体动力学基础	47
3.2 相似原理和因次分析	51
3.3 流动阻力和能量损失	53
3.4 管路计算	58
3.5 特定流动分析	62
3.6 气体动力学基础	65
3.7 泵与风机	67
第 4 章 自动控制	72
4.1 自动控制与自动控制系统的一般概念	72

4.2	控制系统数学模型	76
4.3	线性系统的分析与设计	80
4.4	控制系统的稳定性与对象的调节性能	88
4.5	控制系统的误差分析	90
4.6	控制系统的综合和校正	92
4.7	根轨迹 (超纲题)	96
4.8	离散系统 (超纲题)	97
<b>第5章</b>	<b>热工测试技术</b>	<b>98</b>
5.1	测量的基本知识	98
5.2	温度的测量	99
5.3	湿度的测量	102
5.4	压力的测量	104
5.5	流速的测量	106
5.6	流量的测量	107
5.7	液位的测量	110
5.8	热流的测量	111
5.9	误差与数据处理	112
<b>第6章</b>	<b>机械基础</b>	<b>115</b>
6.1	概述	115
6.2	平面机构的自由度	116
6.3	平面连杆机构	117
6.4	凸轮机构	118
6.5	螺纹连接	119
6.6	带传动	121
6.7	齿轮机构	122
6.8	轮系	125
6.9	轴	126
6.10	滚动轴承	127
<b>第7章</b>	<b>职业法规</b>	<b>129</b>
	<b>模拟试题 (一)</b>	<b>136</b>
	模拟试题 (一) 答案	142
	<b>模拟试题 (二)</b>	<b>146</b>
	模拟试题 (二) 答案	153

# 第 1 章 工程热力学

## 1.1 基本概念

1.1-1 (2005 年) 状态参数用来描述热力系统状态特性, 此热力系统应满足 ( )。

- (A) 系统内部处于热平衡和力平衡 (B) 系统与外界处于热平衡  
(C) 系统与外界处于力平衡 (D) 不需要任何条件

【答案】 A

【解析】 状态参数是用于描述热力系统工质状态特性的物理量。此热力系统应满足处于平衡状态, 否则系统各部分状态不同, 就无法用确定的参数值来描述。

1.1-2 (2006 年) 热力学中常用的状态参数有 ( )。

- (A) 温度、大气压力、比热容、内能、焓、熵等  
(B) 温度、表压力、比容、内能、焓、熵、热量等  
(C) 温度、绝对压力、比容、内能、焓、熵等  
(D) 温度、绝对压力、比热容、内能、功等

【答案】 C

【解析】 在热力学中, 常用的状态参数有压力 ( $p$ )、温度 ( $T$ )、比体积 ( $v$ )、内能 ( $U$ )、焓 ( $H$ ) 和熵 ( $S$ ) 等, 其中压力为绝对压力。

1.1-3 (2006 年) 如图 1.1-1 所示为一热力循环 1-2-3-1 的  $T-S$  图, 该循环的热效率可表示为 ( )。

- (A)  $1 - \frac{2b}{a+b}$   
(B)  $1 - \frac{2b}{a-b}$   
(C)  $1 - \frac{b}{a+b}$   
(D)  $1 - \frac{2a}{a+b}$

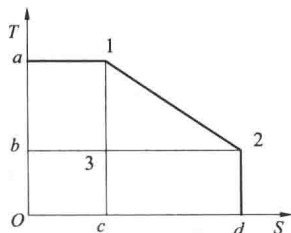


图 1.1-1

【答案】 A

【解析】 热循环效率定义为净功与吸收热量之比, 又等于循环过程的净热量与吸收的热量之比。在  $T-S$  图上, 包围的面积代表热量, 三角形 123 的面积表示循环过程的净热量, 矩形 23cd 的面积表示循环过程的放热量, 两者之和的面积表示循环过程的吸热量, 将诸面积的表达式代入整理化简得该循环的热效率为  $\eta = 1 - \frac{2b}{a+b}$ 。

1.1-4 (2008 年) 闭口热力系统与开口热力系统的区别在于 ( )。

- (A) 在界面上有、无物质进出热力系  
(B) 在界面上与外界有无热量传递

- (C) 对外界是否做功  
 (D) 在界面上有无功和热量的传递及转换

【答案】 A

【解析】 与外界无质量交换的热力学系统称为闭口系统，与外界有物质交换的热力学系统称为开口系统。

1.1-5 (2008年) 图 1.1-2 为一热力循环的  $T-S$  图，该循环中工质的吸热量是 ( )。

- (A)  $\frac{(a-b)(d-c)}{2}$   
 (B)  $\frac{(a+b)(d-c)}{2}$   
 (C)  $\frac{(a-b)(d+c)}{2}$   
 (D)  $\frac{(a+b)(d+c)}{2}$

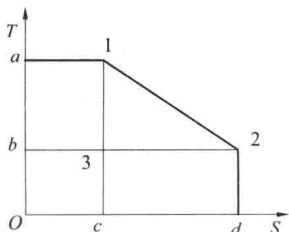


图 1.1-2

【答案】 B

【解析】 在  $T-S$  图上，面积代表热量，三角形 123 的面积表示循环过程的净热量，矩形 23cd 的面积表示循环过程的放热量，两者面积之和表示循环过程的吸热量，其中  $q_{\text{净热}} = (a-b)(d-c)/2$ 、 $q_{\text{放热}} = b(d-c)$ ，所以将该面积的表达式代入整理得： $q_{\text{吸热}} = q_{\text{净热}} + q_{\text{放热}} = (a+b)(d-c)/2$ 。

1.1-6 (2009年) 表压力、大气压力、真空度和绝对压力中，只有 ( )。

- (A) 大气压力是状态参数  
 (B) 表压力是状态参数  
 (C) 绝对压力是状态参数  
 (D) 真空度是状态参数

【答案】 C

【解析】 只有绝对压力是状态参数。表压和真空度均为相对压力，相对压力是绝对压力与外界大气压力的差值。

1.1-7 (2010年) 热力学系统的平衡状态是指 ( )。

- (A) 系统内部作用力的合力为零，内部均匀一致  
 (B) 所以广义作用力的合力为零  
 (C) 无任何不平衡势差，系统参数到处均匀一致且不随时间变化  
 (D) 边界上有作用力，系统内部参数均匀一致且保持不变

【答案】 C

【解析】 平衡态是指在没有外界影响（重力场除外）的条件下，系统的宏观性质不随时间变化的状态。实现平衡的充要条件是系统内部及系统与外界之间不存在各种不平衡势差。

1.1-8 (2011年) 大气压力为  $B$ ，系统中工质真空表压力读数为  $p_1$  时，系统的真实压力为 ( )。

- (A)  $p_1$   
 (B)  $B + p_1$   
 (C)  $B - p_1$   
 (D)  $p_1 - B$

【答案】 C

【解析】 系统的真实压力  $p$  称为绝对压力。系统中工质用仪表测得的压力称为相对压力，绝对压力是相对压力与大气压力的代数和。用压力表测得的压力意味着系统中工质的真实压力大于大气压力；用真空表测得的压力意味着系统中工质的真实压力小于大气压力。



1.1-9 (2012年) 状态参数是描述系统工质状态的宏观物理量, 下列参数组中全部是状态参数的是 ( )。

- (A)  $p, v, T, pu^2, \rho gz$  (B)  $Q, W, T, v, p$   
(C)  $T, H, U, S, p$  (D)  $z, p, v, T, H$

【答案】C

【解析】在热力学中, 常用的状态参数有压力 ( $p$ )、温度 ( $T$ )、比体积 ( $v$ )、内能 ( $U$ )、焓 ( $H$ ) 和熵 ( $S$ ) 等。

1.1-10 (2013年) 当系统在边界上有能量和质量交换, 整体无质量变化时, 该系统可能是 ( )。

- (A) 闭口系统 (B) 开口系统 (C) 稳态系统 (D) 稳定系统

【答案】B

【解析】系统虽整体无质量变化, 但在边界上有能量和质量交换, 该系统可能是属于进、出口处的质量流量相等的开口系统。

1.1-11 (2014年) 如果由工质和环境组成的系统, 只在系统内发生热量和质量交换关系, 而与外界没有任何其他关系或影响, 该系统称为 ( )。

- (A) 孤立系统 (B) 开口系统 (C) 刚体系统 (D) 闭口系统

【答案】A

【解析】由孤立系统的定义可知, 与外界没有任何其他能量和质量交换的系统为孤立系统。

1.1-12 (2014年) 压力的常用国际单位表达中不正确的是 ( )。

- (A)  $N/m^2$  (B) kPa (C) MPa (D) bar

【答案】D

【解析】压力的国际单位是 Pa, 即  $N/m^2$ , 故只有 bar 不是压力的国际单位。

## 1.2 准静态过程、可逆过程与不可逆过程

1.2-1 (2010年) 完成一个热力过程后满足下述条件时, 过程可逆 ( )。

- (A) 沿原路径逆向进行, 系统和环境都恢复初态而不留下任何影响  
(B) 沿原路径逆向进行, 中间可以存在温差和压差, 系统和环境都恢复初态  
(C) 只要过程反向进行, 系统和环境都恢复初态而不留下任何影响  
(D) 任意方向进行过程, 系统和环境都恢复初态而不留下任何影响

【答案】A

【解析】可逆过程是指系统完成某一热力过程后, 再沿原来路径逆向进行时, 能使系统和外界都返回原来状态而不留下任何变化。

1.2-2 (2011年) 准静态是一种热力参数和作用力都有变化的过程, 具有特性为 ( )。

- (A) 内部和边界一起快速变化 (B) 边界上已经达到平衡  
(C) 内部状态参数随时处于均匀 (D) 内部参数变化远快于外部作用力变化

【答案】C

【解析】准静态过程: 在系统与外界的压力差、温度差等势差无限小的条件下, 系统变

化足够缓慢，系统经历一系列无限接近于平衡状态的过程。

1.2-3 (2013年) 与准静态相比，可逆过程进行时，系统一定要满足条件 ( )。

- (A) 系统随时到处均匀一致
- (B) 只要过程中无功耗散
- (C) 边界上和内部都不存在任何力差或不均匀性
- (D) 边界上无作用力差，过程进行缓慢

【答案】 B

【解析】 可逆过程的实现条件为：准静态过程且过程中无任何耗散效应。因此与准静态相比，可逆过程进行时，系统一定要满足过程中无任何能量耗散的条件。

### 1.3 热力学第一定律

1.3-1 (2005年) 有一流体以 3m/s 的速度通过 7.62cm 直径的管路进入动力机，进口处的焓为 2558.6kJ/kg，内能为 2326kJ/kg，压力为  $p_1 = 689.48\text{kPa}$ ，而在动力机出口处的焓为 1395.6kJ/kg。若过程为绝热过程，忽略流体动能和重力位能的变化，该动力机所发出的功率是 ( ) kW。

- (A) 4.65
- (B) 46.5
- (C) 1163
- (D) 233

【答案】 B

【解析】 动力机发出的功率为  $p = mw$ 。

由焓的定义式  $h = pv + u$ ，利用进口处的已知条件得  $v = 0.3373\text{m}^3/\text{kg}$ 。

管道截面积为  $f = \frac{\pi d^2}{4} = 0.0045\text{m}^2$ ，流体的质量流量为  $\dot{m} = \frac{cf}{v} = 0.04\text{kg/s}$ 。动力机因进出口的高度差一般很小，进出口的流速变化也不大，工质在动力机中停留的时间很短，动能与势能的变化可忽略，由稳态稳流能量方程可得： $w = q - \Delta h$ ，又因为绝热流动  $q = 0$ ，所以  $w_s = h_1 - h_2 = 1163\text{kJ}$ ，有  $p = \dot{m}w = 46.5\text{kW}$ 。

1.3-2 (2006年) 某物质的内能只是温度的函数，且遵守关系式： $U = 125 + 0.125t$  kJ，此物质的温度由 100℃ 升高到 200℃。温度每变化 1℃ 所做的功  $\delta W/dt = 0.46\text{kJ}/\text{℃}$ ，此过程中该物质与外界传递的热量是 ( ) kJ。

- (A) 57.5
- (B) 58.5
- (C) 50.5
- (D) 59.5

【答案】 B

【解析】 根据热力学第一定律  $Q = W + \Delta U$ ，由题意有  $U = 125 + 0.125t$ ，所以  $Q = \frac{\delta w}{\delta t} \Delta t + 0.125\Delta t$ ，将数值代入得此过程中物质与外界交换的热量： $Q = 58.5\text{kJ}$ 。

1.3-3 (2007年) 热能转换成机械能的唯一途径是通过工质的体积膨胀，此种功称为容积功，它可分为 ( )。

- (A) 膨胀功和压缩功
- (B) 技术功和流动功
- (C) 轴功和流动功
- (D) 膨胀功和流动功

【答案】 A

【解析】 容积功为系统体积变化所完成的膨胀功或压缩功。

1.3-4 (2007年) 系统经一热力过程，放热 9kJ，对外做功 27kJ。为使其返回原状态，

若对系统加热 6kJ, 需对系统做功 ( ) kJ。

- (A) 42                      (B) 27                      (C) 30                      (D) 12

【答案】 C

【解析】 根据热力学第一定律  $Q = W + \Delta U$ , 经计算第一过程  $\Delta U = -36\text{kJ}$ , 为使其返回原状, 即第二过程  $\Delta U = 36\text{kJ}$ , 当对系统加热 6kJ 时, 计算得出需对系统做功 30kJ。

1.3-5 (2008 年) 系统的总储存能包括内部储存能和外部储存能, 其中外部储存能是指 ( )。

- (A) 宏观动能 + 重力位能                      (B) 宏观动能 + 流动功  
(C) 宏观动能 + 容积功                      (D) 容积功 + 流动功

【答案】 A

【解析】 系统总储存能为系统的内部储存能和外部储存能之和, 外部储存能是指宏观动能与宏观位能 (重力位能) 之和 ( $E_k + E_p$ )。

1.3-6 (2008 年) 某理想气体吸收 3349kJ 的热量而做定压变化。设定容比热容为  $0.741\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , 气体常数为  $0.297\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , 此过程中气体对外界做容积功 ( ) kJ。

- (A) 858                      (B) 900                      (C) 245                      (D) 958

【答案】 D

【解析】 根据热力学第一定律  $q = w_t + \Delta h$ , 气体定压过程  $w_t = 0$ , 所以  $q = \Delta h$ 。对于理想气体有  $c_p = c_v + R$ , 则  $\Delta T = \frac{\Delta h}{c_p} = \frac{q}{c_p} = \frac{q}{c_v + R}$ 。又由热力学第一定律  $q = w + \Delta u$ , 因此  $w = q - \Delta u = q - c_v \Delta T$ , 将数值代入得此过程中气体对外做的容积功为 958kJ。

1.3-7 (2009 年) 气体在某一过程中放出热量 100kJ, 对外界做功 50kJ, 其内能变化量是 ( ) kJ。

- (A) -150                      (B) 150                      (C) 50                      (D) -50

【答案】 A

【解析】 根据热力学第一定律  $Q = W + \Delta U$ ,  $Q = -100\text{kJ}$ ,  $W = -50\text{kJ}$ , 将数值代入得此过程中内能变化量是  $-150\text{kJ}$ 。

1.3-8 (2010 年) 内能是储存于系统物质内部的能量, 它有多种形式, 下列 ( ) 不属于内能。

- (A) 分子热运动能                      (B) 在重力场中的高度势能  
(C) 分子相互作用势能                      (D) 原子核内部原子能

【答案】 B

【解析】 储存于系统内部的能量称为内能, 它与系统内工质的内部粒子的微观运动和粒子的空间位置有关, 是分子热运动能、分子相互作用势能和原子核内部原子能等能量的总和。

1.3-9 (2011 年) 热力学第一定律是关于热能与其他形式的能量相互转换的定律, 适用于 ( )。

- (A) 一切工质和一切热力过程                      (B) 量子级微观粒子的运动过程  
(C) 工质的可逆或准静态过程                      (D) 热机循环的一切过程

【答案】 A

【解析】 热力学第一定律是热力学的基本定律，它适用于一切工质和一切热力过程。

1.3-10 (2012 年) 某喷管内空气初始流速为 20m/s，温度为 115℃，出口温度为 85℃，空气定压比热容  $c_p = 1004.5 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，则出口流速为 ( ) m/s。

- (A) 238                      (B) 242                      (C) 246                      (D) 252

【答案】 C

【解析】 对于喷管能量公式为  $\frac{1}{2}(c_2^2 - c_1^2) = h_1 - h_2$ ，空气视为理想气体有  $h = c_p t$ ，利用这两式得出口速度的计算公式为

$$c_2 = \sqrt{c_1^2 + 2(h_1 - h_2)} = \sqrt{c_1^2 + 2c_p(t_1 - t_2)}$$

将数值代入得出口速度约为 246m/s。

1.3-11 (2013 年) 热力学第一定律单个入口和单个出口系统表达式  $\delta Q = dH - Vdp$  使用条件为 ( )。

- (A) 稳定流动、微元、可逆过程                      (B) 稳定流动、微元、准静态过程  
(C) 理想气体、微元、可逆过程                      (D) 不计动能和势能、微元、可逆过程

【答案】 A

【解析】 热力学第一定律单个入口和单个出口系统表达式  $\delta Q = dH - Vdp$  使用条件是稳定流动、微元、可逆过程。

1.3-12 (2013 年) 某闭口系统吸热 100kJ，膨胀做功 30kJ，同时有摩擦而耗功 15kJ 为系统内部吸收，则该系统的内能变换为 ( )。

- (A) 85kJ                      (B) 70 kJ                      (C) 55 kJ                      (D) 45 kJ

【答案】 A

【解析】 根据热力学第一定律  $Q = W + \Delta U$ ，由题意知  $Q = 100\text{kJ}$ ，膨胀做功  $W_1 = 30\text{kJ}$ ，同时由摩擦而耗功  $W_2 = -15\text{kJ}$  为系统内部吸收，将数值代入得该系统内能变化量是 85kJ。

1.3-13 (2014 年) 由热力学第一定律，开口系统能量方程为  $\delta q = dh - \delta w$ ，闭口系统能量方程为  $\delta q = du - \delta w$ ，经过循环后，可得出相同结果形式  $\oint \delta q = \oint \delta w$ ，正确解释是 ( )。

- (A) 两系统热力过程相同                      (B) 同样热量下可以做出相同数量的功  
(C) 结果形式相同但内涵不同                      (D) 除去  $q$  和  $w$  其余参数含义相同

【答案】 C

【解析】 热力学第一定律表达式  $\delta q = dh - \delta w$  中  $\delta w$  为技术功，而  $\delta q = du - \delta w$  中  $\delta w$  为容积功，经过循环后，虽然得出结果形式  $\oint \delta q = \oint \delta w$  相同，但内涵不同。

## 1.4 气体性质

1.4-1 (2005、2009 年) 某电厂有 3 台锅炉合用一个烟囱，每台锅炉每秒钟产生烟气  $73\text{m}^3$  (已折算到标准状态下的容积)。烟囱出口处的烟气温度为 100℃，压力表近似等于  $1.0133 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，烟气流速为 30m/s，则烟囱的出口直径是 ( ) m。

- (A) 3.56                      (B) 1.76                      (C) 1.66                      (D) 2.55

【答案】 A

【解析】 3 台锅炉产生的标准状态下的烟气总体积流量为

$$q_{V0} = 73\text{m}^3/\text{s} \times 3 = 219\text{m}^3/\text{s}$$

烟气可作为理想气体处理, 根据不同状态下, 烟囱内的烟气质量应相等, 得出

$$\frac{pq_V}{T} = \frac{p_0q_{V0}}{T_0}$$

因  $p = p_0$ , 所以

$$q_V = \frac{q_{V0}T}{T_0} = \frac{219\text{m}^3/\text{s} \times (273 + 100)\text{K}}{273\text{K}} = 299.2\text{m}^3/\text{s}$$

烟囱出口截面积:  $A = \frac{q_V}{c_f} = \frac{299.2\text{m}^3/\text{s}}{30\text{m/s}} = 9.97\text{m}^2$ ;

烟囱出口直径:  $d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 9.97\text{m}^2}{3.14}} = 3.56\text{m}$ 。

1.4-2 (2007 年) 在煤气表上读得煤气消耗量为  $668.5\text{m}^3$ , 若煤气消耗期间煤气压力表的平均值为  $456.3\text{Pa}$ , 温度平均值为  $17^\circ\text{C}$ , 当地大气压力为  $100.1\text{kPa}$ , 标准状态下煤气消耗量为 ( )  $\text{m}^3$ 。

- (A) 642                      (B) 624                      (C) 10 649                      (D) 14 550

【答案】 B

【解析】 压力为一个大气压、温度为  $273\text{K}$  的状态称为标准状态, 利用理想气体状态方程,  $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_0V_N}{T_0}$ , 其中,  $p_0$ 、 $T_0$  为标准状态下的压力与温度,  $p_1$  为所给状态下的绝对压力, 此题中  $p_1$  等于表压与当地大气压之和。将数值代入得标准状态下煤气的消耗量  $V_N$  约为  $624\text{m}^3$ 。

1.4-3 (2008 年) 理想气体的  $p-V-T$  关系式可表示成微分形式 ( )。

- (A)  $\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$                       (B)  $\frac{dp}{p} - \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$   
(C)  $\frac{dV}{V} - \frac{dp}{p} = \frac{dT}{T}$                       (D)  $\frac{dT}{T} + \frac{dV}{V} = \frac{dp}{p}$

【答案】 A

【解析】 对理想气体状态方程  $pV = RT$  两边进行微分, 得到  $pdV + Vdp = RdT$ , 等式两边同时除以  $RT$ , 再利用状态方程  $pV = RT$  的关系即可得出  $\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$ 。

1.4-4 (2009 年)  $0.3$  标准立方米的氧气, 在温度  $t_1 = 45^\circ\text{C}$  和压力  $p_1 = 103.2\text{kPa}$  下盛于一个具有可移动活塞的圆筒中, 先在定压下对氧气加热, 热力过程为  $1-2$ , 然后在定容下冷却到初温  $45^\circ\text{C}$ , 过程为  $2-3$ , 已知终态压力  $p_3 = 58.8\text{kPa}$ 。若氧气的气体常数  $R = 259.8\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , 在这两个过程中氧气与外界净交换热量为 ( )  $\text{kJ}$ 。

- (A) 56.56                      (B) 24.2                      (C) 26.68                      (D) 46.52

【答案】 C

【解析】 热力过程  $1-2$  为定压过程,  $Q_1 = m\Delta h = mc_p(t_2 - t_1)$ ; 热力过程  $2-3$  为定压容

过程,  $Q_2 = m\Delta U = mc_v(t_3 - t_2)$ ; 且  $T_2 = T_1 \frac{p_1}{p_3}$ , 代入数值得  $t_2 = 285^\circ\text{C}$ ; 由已知条件  $t_1 = t_3$ , 则  $Q_2 = -mc_v(t_2 - t_1)$ 。这两个过程中氧气与外界净交换热量为  $Q = Q_1 + Q_2 = m(c_p - c_v)(t_2 - t_1) = mR(t_2 - t_1)$ 。因为不同状态下氧气的质量不变, 再利用理想气体状态方程, 计算出 0.3 标准立方米的氧气质量为  $m = \frac{p_0 V}{RT_0} = 0.429\text{kg}$ 。将上述数值代入, 得此过程中与外界净交换热量为 26.68kJ。

**1.4-5 (2010 年)** 已知氧气的表压为 0.15MPa, 环境压力 0.1MPa, 温度  $123^\circ\text{C}$ , 钢瓶体积  $0.3\text{m}^3$ , 则计算该钢瓶质量的计算式  $m = 0.15 \times 10^6 \times 0.3 / (123 \times 8314)$  中 ( )。

- (A) 一处错误 (B) 两处错误 (C) 三处错误 (D) 无错误

**【答案】** C

**【解析】** 第一处压力不是表压, 而是绝对压力; 第二处温度应是热力学温标而不是摄氏温度; 第三处气体常数在此不是通用气体常数, 而是氧气的气体常数。

**1.4-6 (2011 年)** 把空气作为理想气体, 当其中  $\text{O}_2$  的质量分数为 21%,  $\text{N}_2$  的质量分数为 78%, 其他气体的质量分数为 1%, 则其定压比热容  $c_p$  为 ( ) J/(kg·K)。

- (A) 707 (B) 910 (C) 1010 (D) 1023

**【答案】** C

**【解析】** 空气视为双原子理想气体, 定压比热可用定值比热容  $c_p = 7 R_g / 2$  近似来求, 空气的气体常数取  $R_g = 0.287\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ; 或用混合气体的方法求,  $c_p = \sum g_i c_{pi}$ ,  $\text{O}_2$  与  $\text{N}_2$  均为双原子理想气体, 定压比热可用定值比热容  $c_p = 7 R_g / 2$  来求, 而  $R_{gi} = \frac{8314}{M_i}$ , 已知质量分数  $g_{\text{O}_2} = 21\%$ 、 $g_{\text{N}_2} = 78\%$ , 分子量  $M_{\text{O}_2} = 32$ 、 $M_{\text{N}_2} = 28$ , 将数值代入即得空气的定压比热容值。

**1.4-7 (2011 年)**  $z$  压缩因子法是依据理想气体计算参数修正后得出实际气体近似参数, 下列说法中不正确的是 ( )。

- (A)  $z = f(p, T)$   
 (B)  $z$  是状态的函数, 可能大于 1 或者小于 1  
 (C)  $z$  表明实际气体偏离理想气体的程度  
 (D)  $z$  是同样压力下实际气体体积与理想气体体积的比值

**【答案】** D

**【解析】** 同温度下实际气体的体积与理想气体的体积之比, 称为压缩因子。

**1.4-8 (2012 年)** 如果将常温常压下的甲烷气体作为理想气体, 其定值比热容比  $k = c_p / c_v$  为 ( )。

- (A) 1.33 (B) 1.40 (C) 1.50 (D) 1.67

**【答案】** A

**【解析】** 甲烷为多原子理想气体, 其定值比热容比  $k = c_p / c_v \approx 9/7$ 。

**1.4-9 (2013 年)** 钢瓶理想气体  $p_1 V_1 / T_1 = p_2 V_2 / T_2$  可适用的范围是 ( )。

- (A) 准静态过程 (B) 可逆过程  
 (C) 绝热过程 (D) 任意过程后的两个平衡态之间

【答案】 D

【解析】 理想气体  $p_1 V_1 / T_1 = p_2 V_2 / T_2$  可适用任意过程后的两个平衡态之间。

1.4-10 (2014 年) 实际气体分子间有相互作用力和分子有体积, 因此同一气体, 在同样温度和体积下, 若压力不太高, 分别采用理想气体状态方程式计算得到的压力  $p_{理}$  和实际气体状态方程式计算得到的压力  $p_{实}$  之间关系为 ( )。

(A)  $p_{实} = p_{理}$       (B)  $p_{实} > p_{理}$       (C)  $p_{实} < p_{理}$       (D) 不确定

【答案】 A

【解析】 对于实际气体, 由于考虑分子间有相互作用力和分子本身的体积, 在同样温度下, 把气体压缩到一定容积所需的实际压力是与按理想气体计算之值有偏差的, 但若压力不太高, 分别采用理想气体和实际气体状态方程式计算得到压力值的偏差可以忽略不计, 认为两者基本相同。

## 1.5 理想气体基本热力过程及气体的压缩

1.5-1 (2005 年) 采用任何类型的压气机对气体进行压缩, 所消耗的功能都可用下式计算 ( )。

(A)  $w_t = q - \Delta h$       (B)  $w_t = \Delta h$   
(C)  $w_t = q - \Delta u$       (D)  $w_t = - \int_1^2 V dp$

【答案】 A

【解析】 压气机耗功可用技术功表示, 因此任何类型的压缩过程压气机所消耗功的计算均可表示为  $w_t = q - \Delta h$ 。对于可逆过程有  $w_t = - \int_1^2 V dp$ 。

1.5-2 (2006 年) 空气的初始容积  $V_1 = 2\text{m}^3$ 、压力  $p_1 = 0.2\text{MPa}$ 、温度  $t_1 = 40^\circ\text{C}$ , 经某一过程被压缩为  $V_2 = 0.5\text{m}^3$ ,  $p_2 = 1\text{MPa}$ 。该过程的多变指数是 ( )。

(A) 0.50      (B) 1.16      (C) 1.0      (D) -1.3

【答案】 B

【解析】 多变指数  $n$  的计算为  $n = \frac{\ln(p_2/p_1)}{\ln(V_1/V_2)}$ , 将数值代入得此过程的多变指数为  $n = 1.16$ 。

1.5-3 (2006 年) 容积为  $2\text{m}^3$  的储气罐内盛有  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ 、 $p_1 = 500\text{kPa}$  的空气 [已知:  $c_p = 1.005\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,  $R = 0.287\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ]。若使压力提高到  $p_2 = 1\text{MPa}$ , 空气的温度将升高到 ( ) $^\circ\text{C}$ 。

(A) 313      (B) 40      (C) 400      (D) 350

【答案】 A

【解析】 因为是定容过程, 有  $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$  则  $T_2 = T_1 \frac{p_1}{p_2}$ , 将数值代入得空气温度升高到  $t_2 = 313^\circ\text{C}$ 。

1.5-4 (2007 年) 压气机最理想的压缩过程是采用 ( )。

- (A)  $n = k$  的绝热压缩过程                      (B)  $n = 1$  的定温压缩过程  
 (C)  $1 < n < k$  的多变压缩过程                (D)  $n > k$  的多变压缩过程

【答案】 B

【解析】 从同一初态压缩到某预定压力终态，定温过程的耗功量最小，压缩终了的排气温度也最低，所以定温过程是压气机最理想的压缩过程。

**1.5-5 (2007 年)** 1kg 空气从压力 3MPa 和温度 800K，进行一不可逆膨胀过程到达终态，其终态压力为 1.5MPa，温度为 700K。若空气的气体常数为 0.287kJ/(kg·K)、绝热指数为 1.4，此过程中空气的熵变化量是 ( )。

- (A) 64.8kJ/(kg·K)                                (B) 64.8J/(kg·K)  
 (C) 52.37kJ/kg                                    (D) 102.3J/(kg·K)

【答案】 B

【解析】 利用理想气体熵变的计算公式  $\Delta s = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{p_2}{p_1}$ ，将数值代入，得熵变为 64.8J/(kg·K)。

**1.5-6 (2008 年)** 某理想气体吸收 3349kJ 的热量而做定压变化。设定容比热容为 0.741kJ/(kg·K)，气体常数为 0.297kJ/(kg·K)，此过程中气体对外界做容积功 ( ) kJ。

- (A) 858    (B) 900    (C) 245    (D) 958

【答案】 D

【解析】 根据热力学第一定律  $q = w_1 + \Delta h$ ，气体定压过程  $w_1 = 0$ ，所以  $q = \Delta h$ 。对于理想气体有  $c_p = c_v + R$ ，则  $\Delta T = \frac{\Delta h}{c_p} = \frac{q}{c_p} = \frac{q}{c_v + R}$ 。又由热力学第一定律  $q = w + \Delta u$ ，因此  $w = q - \Delta u = q - c_v \Delta T$ ，将数值代入，得此过程中气体对外做的容积功为 958kJ。

**1.5-7 (2010 年)** 理想气体初态  $V_1 = 1.5\text{m}^3$ ， $p_1 = 0.2\text{MPa}$ ，终态  $V_2 = 0.5\text{m}^3$ ， $p_2 = 1.0\text{MPa}$ ，其多变指数为 ( )。

- (A) 1.46    (B) 1.35    (C) 1.25    (D) 1.10

【答案】 A

【解析】 多变指数  $n$  的计算为  $n = \frac{\ln(p_2/p_1)}{\ln(V_1/V_2)}$ ，将数值代入，得此过程的多变指数： $n = 1.46$ 。

**1.5-8 (2011 年)** 空气进行可逆绝热压缩，压缩比为 6.5，初始温度为 27℃，则终了时气体温度可达 ( )。

- (A) 512K    (B) 450K    (C) 168℃    (D) 46℃

【答案】 A

【解析】 空气可逆绝热压缩视为理想气体等熵过程，终了时气体温度  $T_2$  可用公式  $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{(k-1)/k}$  来求，对于空气  $k$  取 1.4，式中  $p_2/p_1$  为压缩比。

**1.5-9 (2012 年)** 压气机压缩制气过程有三种典型过程，即等温过程、绝热过程和多



变过程，在同样初始条件和达到同样压缩比的条件下，三者耗功量之间的正确关系为（ ）。

- (A)  $W_{\text{等温}} = W_{\text{多变}} = W_{\text{绝热}}$  (B)  $W_{\text{等温}} > W_{\text{多变}} > W_{\text{绝热}}$   
 (C)  $W_{\text{等温}} < W_{\text{多变}} < W_{\text{绝热}}$  (D) 不确定

【答案】 C

【解析】 从同一初态压缩到同样预定压力的三种压气过程，定温过程的耗功量最省，绝热过程最差，多变过程介于两者之间。

1.5-10 (2013年) 在压缩机多级压缩中间冷却中，以理想气体计时，实现耗工最小的最佳压比配置条件是（ ）。

- (A) 各级产气量相等 (B) 各级等温压缩功相等  
 (C) 各级压差相等 (D) 各级压比相等

【答案】 D

【解析】 在压缩机多级压缩中间冷却中，实现耗工最小的最佳压比配置条件是各级压比相等。

1.5-11 (2014年) 某热力过程中，氮气初态为  $v_1 = 1.2 \text{ m}^3/\text{kg}$  和  $p_1 = 0.1 \text{ MPa}$ ，终态为  $v_2 = 0.4 \text{ m}^3/\text{kg}$  和  $p_2 = 0.6 \text{ MPa}$ ，该过程的多变比热容  $c_n$  为（ ）。

- (A)  $271 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  (B)  $297 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$   
 (C)  $445 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  (D)  $742 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

【答案】 A

【解析】 多变指数  $n$  的计算为  $n = \frac{\ln(p_2/p_1)}{\ln(v_1/v_2)}$ ，将数值代入得此过程的多变指数  $n = 1.631$ 。

氮气为双原子气体， $k = 1.4$ ，氮气的  $c_v = 742 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，多变比热容  $c_n = \frac{n-k}{n-1} c_v$ ，将数值代入得  $c_n = 271 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

## 1.6 热力学第二定律

1.6-1 (2009年) 如图 1.6-1 所示为卡诺制冷循环的  $T-S$  图，从图中可知，表示制冷量的是（ ）。

- (A) 面积  $efghe$   
 (B) 面积  $hgdch$   
 (C) 面积  $efghe$  + 面积  $hgdch$   
 (D) 面积  $achba$  + 面积  $efghe$

【答案】 B

【解析】 在  $T-S$  图上，面积代表热量，矩形  $efghe$  的面积表示循环过程的净热量，矩形  $dfecd$  的面积表示循环过程的放热量，矩形  $hgdch$  的面积表示循环过程的吸热量也即制冷量。

1.6-2 (2010年) 根据卡诺循环得出热效率  $N_{\text{tc}} = 1 - (T_2/T_1)$ ，下列结果中不能由卡诺循环得出的是（ ）。

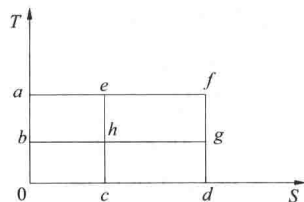


图 1.6-1