

GCHLTLDJRJH

(美) Octave Levenspiel (著)

王绍亭等 (译) 麦本熙 (审校)



工程流体流动  
与热交换

天津大学出版社

# 工程流体流动与热交换

[美] Octave Levenspiel 著

王绍亭 谷莫英 金克康 牛存镇 译

麦本熙 审校

天津大学出版社

1990年9月

## 内 容 提 要

原书为美国“The Plenum Chemical Engineering Series”（丰富的化学工程丛书）之一，是一本比较有特色的化学工程的教科书。

本书介绍了工程流体流动与热交换的概念，分两篇编写。第一篇（第一章至第八章）探讨“流体与混合物的流动”，第二篇（第九章至第十五章）探讨“热交换”。最后一章（第十六章）为习题集萃。本书选材新颖，讨论的课题面广而精，特别是各章所附的例题、习题以及第十六章的习题集萃，生动有趣、富有启发性和实用性。

本书可作为高等院校化工、石油、轻工、食品工程、生物化工等专业的教科书和教学参考书，也可供从事这些领域科研、设计、生产的科技人员参考。

## 工程流体流动与热交换

王绍亭 谷莼英 译  
金克康 牛存镇

天津大学出版社出版  
（天津大学内）  
河北省邮电印刷厂印刷  
新华书店天津发行所发行

开本：850×1168毫米1/32 印张：12 1/8 字数：310 千字  
1990年8月第一版 1990年8月第一次印刷  
印数：1—1500

ISBN 7-5618-0188-2

TQ·5

定价：3.10元

# 序 言

本书介绍流体流动与热交换概貌。

广义而言，流体是在合理条件下能够流动的材料。它包括以下各物：管路中的气体、煤浆、牙膏、高真空系统内的气体、合金液、药液以及涂料，当然还包括空气和水。这些物料是类型很不相同的流体，因此很需要了解流体的各种分类方法，每一类流体应怎样分析（这些分析方法很不相同）以及在众多类别中，某一特定流体应划归那类。

本书根据上述广义的概念探讨流体的流动，包括固定床及流化床中的流动。自然，在这么小的篇幅中，我们不可能对每一特殊的流动方式都深入下去，但是我们确也指出了每一种方式应该如何下手。在本书中，我们不讨论超音速流动与多相流动这类复杂问题，在此问题中，每一个相都要分开处理。

本书的处理方法与大多数流体流动的入门书不同。后者专注于牛顿型流体并对之作彻底论述，而摒弃所有其它内容。作者则认为对准备步入现实世界的在学工程师和技术人员，还应介绍其它课题。

一般的传热入门书主要是致力于研究导热、对流传热和辐射传热的基本速率问题，说明如何估算各种几何形状及不同情况下的“ $h$ ”、“ $u$ ”和“ $k$ ”。本书的处理方法则有所不同。作者快速地对传热的基本方程，包括众多的 $h$ 的关联式，作一概述之后，随即进入如何将热由一处传到它处，以及由某流股传到另一流股的问题。

热量回收器（或间壁式热交换器）、直接接触式热交换器、蓄热式热交换器（或再生式热交换器）以及有第三种中间物流的热交

换器——这些都是以完全不同的方式将热由一物流传至另一物流，而这正是我们要着重讨论的。为了作出将热由一股热的固体粒子流传至另一股冷的固体粒子流的良好设计，所需的创造能力真是不知有多大。本书对热交换的表述受益于 Kern 唯一的那本书。该书比较简单，但同时在处理方法上却较为广泛。

努力作题是学好本书的关键，所以各章都有例题及大量习题。为了使教、学双方都感兴趣，本书编集了各种各样习题，有些是异想天开的，还有的是直接来自工业实际。这些练习题所列的数据一般都已事先规划好，使其落在设计图上的单值点上，这样，对学生及审核学生习题解答细节的教师都轻松一些。

作者认为，那些想了解本学科广泛领域，或带有专门问题需要解决，或希望知道怎样着手工作的实际活动的工程师和技术人员，将会对本书产生兴趣。

在大学本科学完了诸如“传递现象”这样的基础工程课的原理以后，本书可以作为工程流体（或应用流体）和传热方面课程合适的基本教材。目前，还很少开设这样的课程。但无论如何，作者认为这类课程应该成为教学计划中必要的组成部分，至少对于化学工程师和食品工业技术人员应该如此。他们总有一天会知道应该这样。

最后对高级打字员 Laurie Campbell, Vi Campbell 及 Nancy Peatz 表示谢意，他们对我这个满纸涂改的作者给以极大的耐心。对 Richard Turton 表示感谢，他使用电子计算机为本书作计算线图。还对 Eric Swenson 表示感谢，他慨允用其巧手从事插图和示意图的绘制，使本书生色并得到充实。

Octave Levenspiel

于 Corvallis, Oregon

## 符 号 表

- $a$  比表面积, 颗粒表面积/容器体积, ( $\text{m}^{-1}$ )
- $A$  与流动方向垂直的截面积, 粒子的外表面积, 热交换面积, ( $\text{m}^2$ )
- $A_i$  流道截面积, ( $\text{m}^2$ )
- $Ar$  流化床中的阿基米德数, (-), 参见式(7.4)与附录T
- $Bi$  传热的毕渥数, (-), 参见式(11.4)与附录T
- $c$  流体中的声速, ( $\text{m/s}$ ), 参见式(3.2)
- $C_D$  粒子沉降时的曳力系数, (-), 参见式(8.2)与附录T
- $C_p, C_{p1}, C_{p2}$  气体、液体及固体的定压比热, ( $\text{J/kg} \cdot \text{K}$ )
- $C_p$  定压比热, ( $\text{J/kg} \cdot \text{K}$ ), 参见附录P与附录U
- $C_v$  定容比热, ( $\text{J/kg} \cdot \text{K}$ )
- $C_{12}$  流道中流过点1和点2间的流导率, ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), 参见式(4.3)
- $d$  直径, ( $\text{m}$ )
- $d_e$  非圆形通道的当量直径, ( $\text{m}$ ), 参见式(2.16)或式(9.15)
- $d_p$  用于流动问题中粒子的特性直径, ( $\text{m}$ ), 参见式(6.3)
- $d_{\text{筛}}$  上、下筛网的筛孔平均值, ( $\text{m}$ ), 参见式(6.3)与(6.4)的讨论
- $d_{\text{球}}$  粒子的当量球体直径, ( $\text{m}$ ), 参见式(6.2)
- $f_D$  管内流体流动的达西摩擦因数, (-), 参见式(2.5)后的正文
- $f_f$  填充床中流体流动的摩擦因数, (-), 参见式(6.10)与附录T
- $f_p$  管内流体流动的范宁摩擦因数, (-), 参见式(2.1), 图2.4、图2.5与附录T
- $F$  力, ( $\text{N}$ )
- $Fo$  非稳态导热的傅里叶数, (-), 参见式(11.2)与附录T
- $F_{12}, F'_{12}, \bar{F}_{12}, \mathcal{F}_{12}$  两个表面间的辐射视因数, (-), 表面1辐射的能量为表面2所截获的分率, 参见式(9.74)、

(9.79)、(9.81)与(9.83)

- $\mathcal{F}$  壳管式换热器的效率因数,  $\{-\}$ , 参见式(13.17a)
- $F_s$  作用在沉降粒子上的曳力,  $\{N\}$ , 参见式(8.1)
- $\Sigma F$  流动流体因摩擦所损失的机械功,  $\{J/kg\}$ , 参见式(1.5)
- $g$  重力加速度, 在海平面处约为 $9.8\{m/s^2\}$ .
- $g_0 = 1 \text{ kg} \cdot m/s^2 N$  为得一致的单位系统所需的换算因数, 参见附录E的补充值
- $G = u\rho = G_0/\varepsilon$  流动流体的质量流速, 按流体在填充床中通过的空隙截面积计算,  $\{kg/m^2(\text{空隙}) \cdot s\}$
- $G_0 = u_0\rho = Ge$  流动流体的质量流速, 按填充床的总截面积计算,  $\{kg/m^2(\text{空床}) \cdot s\}$
- $Gr$  自然对流中的格拉夫数,  $\{-\}$ , 参见式(11.3)之前的正文与附录T
- $h$  对流传热系数,  $\{W/m^2 \cdot K\}$ , 参见式(9.11)之前的正文
- $h_L$  摩擦效应引起的流体压头损失,  $\{m\}$ , 参见式(1.6)与式(2.2)下面的附图
- $H$  焓,  $\{J/kg\}$
- $He$  宾汉塑性流体流动的海德斯特姆数,  $\{-\}$ , 参见式(5.8)与附录T
- $i.d.$  内径,  $\{m\}$
- $k$  导热系数,  $\{W/m \cdot K\}$ , 参见式(9.1)与附录O, 附录V
- $k = C_p/C_v$  流体的比热之比,  $\{-\}$ , 对单原子气体,  $k \cong 1.67$ , 双原子气体,  $k \cong 1.4$ , 三原子气体,  $k \cong 1.32$ , 液体,  $k \cong 1$
- $K$  幂函数式流体及一般塑性流体的流动稠度系数, 为粘度的一种量度, 单位为 $\{kg/m \cdot s^{2-n}\}$ , 参见式(5.3)与(5.4)
- $KE = u^2/2g_0$  流动流体动能的简化符号,  $\{J/kg\}$
- $Kn$  分子流动的克努森数,  $\{-\}$ , 参见第四章开头部分与附录T
- $l$  长度或距离,  $\{m\}$

- $L$  容器或通道的长度, {m}
- $L, L_p$  粒子的特性长度, {m}, 参见式(11.3)与式(15.10)之后的正文
- $m$  粒子质量, {kg}
- $\dot{m}$  质量流率, {kg/s}
- $M$  标准偏差数, 参见式(15.10)
- $Ma = u/c$  气体的可压缩流动的马赫数, {-}, 参见式(3.1)和(3.2)
- ( $mfp$ ) 分子的平均自由程, {m}, 参见第四章
- ( $m_w$ ) 分子量, {kg/mol}, 参见附录J; 对空气, ( $m_w$ ) = 0.0289kg/mol
- $n$  幂函数式流体及一般塑性流体的流动行为指数, {-}, 参见式(5.3)和(5.4)
- $\dot{n}$  摩尔流率, {mol/s}
- $N$  多级换热器的级数, {-}, 参见第十四章
- $N = 4f_r L/d$  管路阻力项, {-}, 参见式(3.7)
- $N$  旋转粘度计秤锤的转速, {s<sup>-1</sup>}, 参见式(5.15)
- $NN_s$  非牛顿型流体的缩写符号
- $NTU = UA/MC$  传热单元数, {-}, 参见图11.4
- $Nu$  对流传热的努塞尔数, {-}, 参见式(9.11)与附录T
- $p$  压力, {Pa = N/m<sup>2</sup>}, 参见附录G
- $p = \Delta T_i / \Delta T_{max}$   $i$  相的温度变化对最大可能的温度变化之比, {-}, 参见图13.4
- $PE = zg/g_c$  流动流体势能的缩写符号, {J/kg}
- $Pr$  流体的普兰特数, {-}, 参见附录T
- $q$  传给流动流体的热量, {J/kg}
- $\dot{q}$  传热速率, {W}
- $\dot{q}_{1,2}$  能量由表面1流向表面2的传递速率, {W}, 参见式(9.65)
- $Q$  流体在热交换器中从进口到一指定点处的热损失或热增量,



(J/kg特定流动相), 参见图13.4

$R = 8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$  理想气体常数, 参见附录K

$R$  热交换器中两流体的温差比, (-), 参见图13.4

$Re$  流动流体的雷诺数, (-), 参见式(2.4)之后的正文与附录T

$Re = du\rho/\mu$  牛顿型流体在管内流动的雷诺数, 参见式(2.4)

$Re = du\rho/\eta$  宾汉塑性流体在管内流动的雷诺数, 参见式(5.8)

$Re_{\text{一般化}} = \left( \frac{d^* u^{2-n} \rho}{8^{n-1} K} \right) \left( \frac{4n}{1+3n} \right)^n$  幂函数式流体在圆管中流动时的雷诺数, 参见式(5.10)

$Re_p = d_p u_0 \rho / \mu$  流体在填充床和流化床中流动的雷诺数, 参见式(6.9)

$Re_s = d_s u_s \rho / \mu$  沉降粒子在末期速度条件下的雷诺数, 参见式(8.6)

$s$  泵送流率, 管内气体在某给定位置处的体积流率, ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), 参见式(4.4)

$S$  单位质量流动流体的熵值( $\text{J/kg} \cdot \text{K}$ )

$t$  时间, ( $\text{s}$ )

$T$  温度, ( $\text{K}$ )

$\overline{\Delta T}$  热交换器中两流体之间合适的平均温度差, ( $\text{K}$ )

$u$  流速或平均流速, ( $\text{m/s}$ )

$u_{mf}$  最小流化速度, ( $\text{m/s}$ )

$u_0$  填充床或流化床中流体的表观流速, 即床层中不充填固体物时的流速, ( $\text{m/s}$ ), 参见式(6.9)

$U$  内能, ( $\text{J/kg}$ ), 参见式(1.1)

$U$  总传热系数, ( $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ ), 参见式(10.4)之后的正文

$u_s$  粒子在流体中的末期速度, ( $\text{m/s}$ )

$\dot{v}$  流体的体积流率, ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$V$  体积, ( $\text{m}^3$ )

- $W$  一批物料的质量, (kg)  
 $W_{\text{流动}}$  流体推动大气所作的流动功, 它不能作为有用功而回收, (J/kg)  
 $W_s$  轴功, 流体对周围环境所作的机械功, (J/kg)  
 $\dot{W}$  泵送功率, 为流体所表现, 而后传送给周围环境, (W)  
 $y$  距流道壁面的距离, (m), 第一个示意图载于第二章中  
 $z$  高出某任意选定平面的高度, (m)  
 $Z$  压缩因子, 为修正理想气体定律的一个因子, (-), 参见式 (3.5) 之后的正文

### 希腊字母

- $\alpha$  动能校正因子, (-), 参见式 (2.12)  
 $\alpha = k/\rho C_p$ , 热扩散系数, ( $\text{m}^2/\text{s}$ ), 参见式 (11.1) 与附录 Q 及 U  
 $\alpha$  吸收系数或为表面所吸收的辐射能分率, (-), 参见式 (9.59)  
 $\epsilon$  管壁粗糙度, (m), 参见表 2.1  
 $\epsilon$  填充床与流化床的空隙率, (-), 参见图 6.3 与图 6.4  
 $\epsilon$  表面热辐射系数, (-), 参见式 (9.60)  
 $\eta$  泵效率, (-), 参见式 (1.14)  
 $\eta$  非牛顿型宾汉塑性流体的塑性粘度 ( $\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$ ), 参见式 (5.2)  
 $\eta_i = \Delta T_i / \Delta T_{\text{max}}$ , 效率或  $i$  流体的热利用率, 或  $i$  流体的温度变化分率, (-), 参见式 (17.3) 和 (18.2)  
 $\pi$  大气压力  
 $\mu$  牛顿型流体的粘度, ( $\text{kg}/\text{m} \cdot \text{s}$ ), 参见式 (5.1) 与附录 M  
 $\rho$  密度, ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), 参见附录 L 与附录 U  
 $\sigma$  填充床热回收器中温度前缘分布的标准偏差, 参见式 (15.9)  
 $\sigma = 5.73 \times 10^{-8}$  斯蒂芬-波尔兹曼辐射常数, ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}^4$ ), 参见式 (12.5)  
 $\tau$  剪应力 ( $\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$ ), 参见式 (2.1) 之前的正文及第五章开头部分

- $\tau_w$  壁面处的剪应力, (Pa)
- $\tau_0$  宾汉塑性流体的屈服应力, (Pa), 参见式 (5.2)
- $\phi$  粒子的球形度 (形状系数), (-), 参见式 (6.1)
- $\phi = \dot{m}_g C_g / \dot{m}_s C_s$  接触的两股物流的热流之比, (-), 参见式 (14.3)
- $\phi'$  多级接触式热交换装置中各级的热流之比, (-), 参见式 (14.10)

### 下 标

- $f$  流体在膜温下的性质, 按主流温度与壁温的平均值考虑或按  $T_f = (T_{\text{壁}} + T_{\text{主体流体}}) / 2$  考虑, 参见式 (9.24)
- $g$  气体
- $l$  液体
- $lm$  对数平均值
- $s$  固体

# 目 录

## 第一篇 流体与混合物的流动

<b>第一章 流物流的基本方程</b> .....	( 2 )
I 总能量衡算.....	( 2 )
II 机械能衡算.....	( 3 )
III 泵送能量与泵送功率.....	( 5 )
例题1.1 流体静力学与压力计 .....	( 7 )
例题1.2 意大利方式计算金丝雀的数目 .....	( 8 )
习题 能量衡算.....	( 10 )
<b>第二章 牛顿型不可压缩流体在管中的流动</b> .....	( 15 )
例题2.1 无人照管时番茄的生长 .....	( 26 )
例题2.2 水坝溢流管 .....	( 28 )
习题 管内不可压缩流体的流动.....	( 30 )
<b>第三章 气体的可压缩流动</b> .....	( 40 )
I 管中有摩擦的绝热流动.....	( 41 )
II 管中有摩擦的等温流动.....	( 44 )
III 管中流动的计算用方程.....	( 46 )
IV 通过锐孔或喷嘴的流动.....	( 47 )
V 从贮槽引出的导管.....	( 49 )
例题3.1 向合成氨装置输送氮气 .....	( 53 )
例题3.2 临界锐孔流量计的设计 .....	( 54 )
例题3.3 应用设计图表计算气体流量 .....	( 55 )
习题 气体流动.....	( 57 )
<b>第四章 分子流动</b> .....	( 66 )
I 流率、流导率与泵送速率的方程.....	( 67 )

II	管道系统的计算方法	( 75 )
III	真空系统的抽空	( 77 )
IV	较完善的真空系统	( 79 )
V	注释	( 80 )
例题4.1	高真空管中的流动	( 81 )
例题4.2	稳态真空系统的情况	( 82 )
例题4.3	其它真空系统的情况	( 84 )
例题4.4	抽空一个有泄漏的真空系统	( 86 )
习题	真空流动	( 87 )
<b>第五章</b>	<b>非牛顿型流体</b>	( 91 )
I	流体的分类	( 91 )
II	剪应力与粘度	( 93 )
III	管内流动	( 96 )
IV	流体流动特性的确定	( 101 )
V	非牛顿型流体的讨论	( 105 )
例题5.1	宾汉塑性流体由槽中流出	( 108 )
例题5.2	利用管线输送煤	( 110 )
习题	非牛顿型流体	( 112 )
<b>第六章</b>	<b>通过填充床的流体流动</b>	( 121 )
I	填充床的特性	( 121 )
II	填充床的摩擦损失	( 125 )
III	填充床的机械能衡算	( 128 )
例题6.1	实验室的填充床实验	( 131 )
习题	填充床	( 133 )
<b>第七章</b>	<b>流化床中的流动</b>	( 138 )
I	流化状态	( 138 )
II	摩擦损失与将固体粒子床层流化所需的泵送功 率	( 140 )
III	最小流化速度 $u_{mf}$	( 141 )

例题7.1 城市垃圾流化焚烧炉的操作功率 .....	( 143 )
习题 流化床 .....	( 145 )
<b>第八章 固体粒子在流体中的沉降</b> .....	( 151 )
I 球形粒子 .....	( 151 )
II 任意形状的固体粒子 .....	( 152 )
例题8.1 由于合众国的火山事故, 对其提出控告 ..	( 155 )
习题 沉降物体 .....	( 157 )

## 第二篇 热 交 换

<b>第九章 传热的三种机理: 导热、对流与辐射</b> .....	( 162 )
I 导热 .....	( 162 )
II 对流传热 .....	( 166 )
III 辐射传热 .....	( 178 )
<b>第十章 热阻的组合</b> .....	( 193 )
习题 组合热阻 .....	( 200 )
<b>第十一章 固体物的非稳态加热与冷却</b> .....	( 203 )
I 热阻全部集中于表面时的物体冷却 .....	( 205 )
II 表面热阻可以忽略时, 物体的冷却 .....	( 206 )
III 表面热阻与内部热阻均重要时物体的冷却 .....	( 209 )
IV 表面热阻可以忽略的半无限固体的冷却 .....	( 218 )
V 有表面热阻的半无限固体的冷却 .....	( 222 )
VI 尺寸为 $L$ 的物体短时间冷却时的热损失 .....	( 223 )
VII 有限大物体, 诸如立方体、短圆柱体、正六面体 等的冷却 .....	( 223 )
VIII 辐射效应的干涉 .....	( 224 )
IX 毕渥数和傅立叶数应用的说明 .....	( 224 )
例题11.1 检验在分析流化床热换热器中的关键性 假设 .....	( 225 )
例题11.2 油炸鱼条 .....	( 229 )

习题 固体物非稳态加热与冷却	( 232 )
<b>第十二章 热交换器导论</b>	( 235 )
I 热回收器: 间壁非蓄热式热交换器	( 236 )
II 直接接触非蓄热式热交换器	( 235 )
III 蓄热器: 直接接触蓄热式热交换器	( 238 )
IV 使用来回运动的中介物流的热交换器	( 238 )
V 注释	( 241 )
<b>第十三章 热量回收器: 间壁非蓄热式热交换器</b>	( 242 )
I 逆流与并流活塞式流动	( 243 )
II 壳管式热交换器	( 248 )
III 错流紧凑热交换器	( 257 )
IV 冷指式即插管式热交换器	( 258 )
V L (混合流动)/G (活塞流动)的热交换器	( 267 )
VI L (混合流动)/G (混合流动)的热交换器	( 268 )
VII 加热批量流体	( 269 )
VIII L (分批均匀混合)/G (混合流动)的热交换器	( 270 )
IX L (分批均匀混合)/G (等温混合流动——冷凝或沸腾)的热交换器	( 271 )
X L (分批均匀混合)/G (活塞流流动)的热交换器	( 273 )
XI L (分批均匀混合)/有恒温G的外部热交换器	( 274 )
XII L (分批均匀混合)/外部壳管式热交换器	( 275 )
XIII 最终评述	( 276 )
例题13.1 热回收器的出口温度	( 279 )
例题13.2 加热批量液体	( 280 )
习题 热回收器设计	( 282 )
<b>第十四章 气-固直接接触的非蓄热式热交换器</b>	( 291 )
I 流化床热交换器切步	( 291 )
II G (混合流动)/S (混合流动), 即单级流化床	

热交换器	( 294 )
Ⅱ 逆流多级流化床热交换器	( 295 )
Ⅳ 错流多级流化床热交换器	( 296 )
Ⅴ 逆流活塞流热交换器	( 297 )
Ⅵ 气体与固体的错流流动	( 300 )
Ⅶ 注释	( 302 )
例题14.1 逆流多级流化床热交换器	( 303 )
例题14.2 错流多级流化床热交换器	( 304 )
习题 气-固直接接触非蓄热式热交换器	( 306 )
<b>第十五章 蓄热器：使用批量固体的直接接触蓄热式热交换器</b>	
换器	( 310 )
Ⅰ 填充床蓄热器初步	( 311 )
Ⅱ 填充床蓄热器——平坦前缘模型	( 315 )
Ⅲ 填充床蓄热器——分散模型	( 317 )
Ⅳ 流化床蓄热器	( 328 )
例题15.1 压纸器的大事故	( 332 )
习题 蓄热器	( 336 )
<b>第十六章 习题集萃</b>	( 340 )
习题16.1与16.2 高温反应的骤冷	( 340 )
习题16.3 太阳能热水器	( 341 )
习题16.4 含尘气体的干式除尘器	( 342 )
习题16.5 给城市供热的地热水	( 342 )
习题16.6 被堵塞的分布板	( 343 )
习题16.7与16.8 用过的油页岩的冷却	( 343 )
习题16.9 太阳能电池用硅	( 345 )
习题16.10 从油页岩中提取油	( 345 )
习题16.11 从地热盐水中取热	( 347 )
习题16.12 人体的冷冻	( 348 )
习题16.13 热水加热器	( 348 )



习题16.14	固-固逆流热交换器	( 349 )
习题16.15	利用气体加热固体	( 350 )
习题16.16	生产高纯硅	( 351 )
习题16.17、16.18与16.19	使用第三固体的固-固热 交换	( 352 )
习题16.20、16.21与16.22	液-固间的间接热交换	( 353 )
习题16.23	设计常压流化床燃烧器	( 354 )
<b>附录</b>	<b>因次、单位、换算、物理数据及其它有用的资料</b>	<b>( 356 )</b>
A	SI词冠	( 356 )
B	长度	( 356 )
C	体积	( 356 )
D	质量	( 357 )
E	牛顿定律	( 357 )
F	力	( 357 )
G	压力	( 357 )
H	功、热与能	( 358 )
I	功率	( 358 )
J	分子量	( 358 )
K	理想气体定律	( 359 )
L	密度	( 359 )
M	粘度	( 360 )
N	运动粘度	( 362 )
O	导热系数	( 363 )
P	比热	( 363 )
Q	热扩散系数(导温系数)	( 364 )
R	热辐射特性	( 364 )
S	对流传热系数(传热膜系数)	( 365 )
T	无因次数群	( 365 )
U	若干物质的物理性质表	( 367 )