

休特工程师手册

物 理

2

〔西德〕 H·贝内金 等著

机 械 工 业 出 版 社

休特工程师手册

物 理

2

〔西德〕H. 贝内金 等著

杨津基 等译



机械工业出版社

本书分两册出版。本册主要介绍原子物理学、电动力学、光学、声学 and 热力学的基本概念、定律、计算公式及数据等。各章后附有重要参考文献，书末附有索引。

本书可供一般工程技术人员查阅使用，也可供工科高等院校的师生参考。

HÜTTE
DES INGENIEURS TASCHENBUCH
PHYSIKHÜTTE BAND II

HERAUSGEBER: HÜTTE Gesellschaft für Technische
Information mbH, Berlin

29. , neubearbeitete Auflage

1971

VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN
BERLIN · MÜNCHEN · DÜSSELDORF

* * *

休特工程师手册

物 理 2

〔西德〕 H. 贝内金等 著

杨津基等 译

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号)

河北新城劳动服务公司印刷厂

新华书店北京发行所发行 · 新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $19^{3/4}$ · 插页 2 · 字数 515 千字

1984 年 4 月北京第一版 · 1984 年 4 月北京第一次印刷

印数 0,001—7,700 · 定价 4.15 元

*

统一书号: 15033 · 5514

前 言

德国《休特工程师手册》是一部历史悠久的名著。第一版出版于 1857 年,距今已有一百余年。随着德国工业和科学技术的发展,该书不断修订、补充、再版,现在已出了 29 版,篇幅日益扩大,内容日趋丰富,成为包括数学、物理、机械、电机、材料、土木、冶金、交通等内容广泛的多卷集巨著。已有多种文种的译本。

本书是根据该手册第 29 版的物理卷翻译的,分为两个分册。原书编著者都是著名的学者和工程师。他们用精练的语言,从工程技术的角度,概括地阐明了各个学科的基本概念和基本理论,给出了主要的公式、数据和图表,提供了重要文献的检索线索,对工程技术人员是一本很好的工具书,对于高等工科院校的师生是一本很好的数学参考书。

译文力求准确。对书中的名词术语,凡有国家标准规定的,原则上按标准名称翻译,暂无标准规定的,则尽可能参照国内习惯用法。书籍体例基本上保持了原书风格。对原书某些印刷上的错误或笔误,以及个别不易理解之处,已由译者改正或加必要的注释。

本书译文承北京航空学院陆士嘉教授、清华大学何成钧教授、卢谦副教授、史光筠副教授、李天铎副教授、北京大学陈耀松副教授、同济大学李明昭副教授、李梧令讲师、沈枋讲师、陈浩生讲师等大力协助,分别对有关部分进行了认真的审校,特此表示衷心的感谢。

由于时间仓促,译文难免有不当甚至错误之处,请读者指正。

张维 杨津基

一九八二年三月

数 学 符 号

$+$	正号, 多, 加	$\bar{a}$	a 的平均值
$-$	负号, 少	$\hat{a}$	a 的最大值
$\cdot$ $\times$	乘	$\check{a}$	a 的最小值
$/$ $-$	除, 到	$\sphericalangle$	角
$\%$	百分比	$\overline{AB}$	AB 段
‰	千分比	$\widehat{AB}$	AB 弧
$\cdots$	数字范围	$\triangle$	三角
$=$	等于	$n!$	n 的阶乘
$\cong$	相当于	$\binom{n}{p}$	n 项式系数
$\neq$	不等于	Σ	总和
$\equiv$	恒等于	Π	连乘
$<$	小于	$i, j, = \sqrt{-1}$	
$>$	大于	$\operatorname{Re} z$	z 的实部
$\leq$	小于或等于, 最大等于	$\operatorname{Im} z$	z 的虚部
$\geq$	大于或等于, 最小等于	z^*	z 的共轭
$\gg$	远大于	$()$	张量
$\ll$	远小于	$ $	行列式
∞	无穷大	Δf	两个函数值的差
$\parallel$	平行	d	全微分
$\uparrow\uparrow$	同方向平行	∂	偏微分
$\downarrow\downarrow$	相反方向平行	$\int$	积分
$\perp$	垂直	$\oint$	边界线积分, 包面积分
$\rightarrow$	趋于	$\log_a x$	以 a 为底的 x 的对数
$\sim$	正比于, 类似	$\ln x$	x 的自然对数
$\approx$	接近, 近似等于	$\lg x$	以 10 为底的 x 的对数
$\simeq$	渐近等于	$\lg x$	以 10 为底的 x 的对数
$\lim$	Limes (极限)	$\lg x$	以 10 为底的 x 的对数
$\cong$	全同	$\lg x$	以 10 为底的 x 的对数
sgn	正负号函数	$\exp x$	$= e^x$ 的指数函数
$ a $	a 的数值		(以 e 为底)

目 录

1. 原子物理学	7
1.1 原子（外层的）物理学	7
A. 符号，量和单位	7
B. 原子	4
B1 历史的叙述	4
B2 原子结构	4
B3 原子量	5
B4 周期系	7
B5 同位素	8
B6 阿伏伽德罗常数	16
B7 原子质量	17
B8 原子体积	17
C. 电子	18
C1 电子的释放	18
C2 电子电荷	18
C3 电子质量	19
C4 电子光学	19
D. 光子	20
D1 作用量量子	20
D2 光电效应	20
D3 康普顿效应	21
E. 光学光谱	22
E1 光谱分析	22
E2 谱系公式	23
E3 玻尔原子模型	24
F. X射线光谱	25
F1 发生	25
F2 谱系公式	25

F3 吸收限	25
G. 量子论	26
G1 氢原子	26
G2 类氢离子	26
G3 碱金属原子	28
G4 电子自旋	30
G5 方向量子化	30
G6 塞曼效应	31
G7 斯塔克效应	32
G8 泡利原理	32
H. 量子力学	33
H1 波动-粒子二重性	33
H2 测不准关系	33
H3 物质波	35
H4 波动力学	35
H5 量子统计学	36
参考文献	40
1.2 原子核物理学	40
A. 符号, 量和单位	40
B. 原子核	42
B1 历史的叙述	42
B2 核结构 (核子)	42
B3 质量能量的等效性	44
B4 基本粒子 (轻子-介子-重子)	45
C. 天然放射性	49
C1 α , β , γ 射线	49
C2 衰变常数和半衰期	51
C3 放射性衰变系	51
D. 人工放射性	53
D1 产生过程和衰变过程	53
D2 轰击粒子	53
D3 反应类型	53
D4 超铀元素	56

E. 核裂变.....	57
E1 快中子和慢中子	57
E2 作用截面	58
E3 增殖过程	59
E4 裂变的模型解释	60
E5 裂变的能量收益	60
E6 裂变生成物	62
F. 反应堆物理学.....	62
F1 链式反应	62
F2 中子增殖	62
F3 反应率	63
F4 临界方程	63
F5 临界质量	65
G. 射线源.....	65
G1 加速器	65
G2 放射性核素	66
G3 示踪原子法	67
H. 辐射伤害和辐射防护.....	67
H1 高能射线的生物效应	67
H2 屏蔽	68
H3 剂量单位	68
H4 剂量测定	71
I. 辐射探测方法.....	71
I1 计数仪器	72
I2 云室	72
I3 电离室和正比计数器	74
I4 盖革-弥勒计数管.....	75
I5 符合测量	76
I6 中子探测器	76
I7 闪烁计数器和晶体计数器	77
I8 切伦科夫计数器	78
I9 照相探测方法	78
参考文献.....	80

2. 电动力学	81
2.1 符号, 量和单位	81
2.2 固体中电流	83
A. 符号, 量和单位	83
B. 基础	84
B1 自由电子气	84
B2 晶体中的电子	85
B3 晶体电子的有效质量	86
B4 能带结构与电导	87
B5 载荷子的迁移性	88
B6 连续性方程	89
B7 外界影响	89
B8 电磁效应和热效应	90
C. 金属	92
D. 半导体	93
D1 纯半导体	94
D2 杂质半导体	95
D3 连续性方程	96
D4 简并	98
D5 发光	98
E. 接点	99
E1 金属接点	100
E2 半导体接点	100
E3 金属-半导体-接点	104
参考文献	105
2.3 真空及气体中的电流	105
A. 符号, 量和单位	105
B. 放电的概述	109
C. 真空放电	110
C1 电子发射	110
C2 电子的渡越时间	123
C3 二极管的电流电压特性曲线	125
C4 电子轨道	129

D. 气体中电流	137
D1 碰撞律	138
D2 电离	139
D3 正离子撞击引起电子发射	141
D4 等离子体	142
D5 相似律	147
D6 放电形式	147
D7 放电的引发	162
D8 气体放电器具的系统	166
参考文献	167
2.4 电工基础	167
A. 符号, 量 and 单位	167
B. 原子物理的关系	173
B1 电子及原子	173
B2 导体, 半导体及绝缘体	173
C. 稳态传导电流	174
C1 线性网络	174
C2 导电物体中的电流场	179
D. 非导体中的电场	182
D1 电场中的物理量; 基本关系	182
D2 电场求解	185
D3 电容, 电容器	188
D4 电场力	194
E. 磁场及电磁感应过程	195
E1 磁场中的物理量; 基本关系	195
E2 磁场力	200
E3 铁磁材料	201
E4 磁路	204
E5 自感, 互感, 漏磁	207
E6 具有铁芯的线圈, 变压器	210
E7 电磁感应	211
F. 交变电流	215
F1 基本概念	215

X

F2	交流电路	219
F3	周期振荡	227
F4	似正弦振荡	229
F5	多相系统, 特别是三相系统	236
F6	四端网络	242
F7	均匀传输线	247
G.	非导体中的过程	252
G1	电磁波	252
G2	偶极子辐射	253
G3	沿传输线的能量移动	254
G4	平面波穿入导体	255
H.	涡流及导体中的电流趋集	256
H1	圆柱形导体中的全面电流趋集	256
H2	槽内导体棒及圆柱形线圈中的电流趋集	248
H3	涡流	261
	参考文献	263
3.	光学	264
3.1	符号, 量和单位	264
3.2	引言	267
3.3	辐射(光)的产生、传播和探测	268
A.	辐射源和光源	268
B.	辐射量和光度量	269
C.	黑体的热辐射	271
D.	非黑体的热辐射	273
E.	辐射测量和光度测量的探测器	273
F.	光的传播	275
3.4	几何光学	276
A.	基础	276
B.	基本定律	276
B1	反射	276
B2	折射	280
B3	光束限制, 光阑	288
C.	光学仪器	289

C1 放大镜.....	290
C2 显微镜.....	290
C3 望远镜.....	295
C4 照相机.....	298
C5 放映机(投影仪).....	301
C6 探照灯.....	302
D. 折射色散.....	302
D1 基本现象.....	302
D2 棱镜光谱仪.....	303
D3 夫琅和费谱线.....	304
D4 折射色散的定量描述.....	305
D5 与可见光谱区相邻的光谱区.....	305
D6 滤色片.....	307
3.5 波动光学.....	307
A. 干涉.....	308
A1 相干.....	308
A2 激光.....	309
A3 波的特性.....	309
A4 特殊的干涉现象.....	310
A5 干涉度量学.....	312
A6 干涉测长术.....	313
A7 干涉显微镜.....	314
B. 衍射.....	314
B1 衍射双缝.....	315
B2 单缝衍射.....	316
B3 圆孔光阑衍射.....	317
B4 光学仪器分辨率.....	317
B5 衍射光栅.....	318
B6 全息.....	320
C. 偏振光.....	321
C1 偏振类型.....	321
C2 线偏振光的产生.....	322
C3 偏振面的旋转.....	325

3.6 生理光学.....	326
A. 人眼	326
A1 成像系统.....	327
A2 视网膜.....	327
B. 色度测量	329
参考文献	330
4. 声学	331
A. 符号, 量和单位	331
B. 物理学基础	335
B1 声传播.....	335
B2 声场的形成.....	338
B3 与理想声传播的偏差.....	341
B4 超声.....	342
B5 频率范围在实用中的划分.....	343
C. 生理声学和音乐声学	344
C1 听觉的生理基础.....	344
C2 纯音、乐音、噪声和爆炸声.....	345
C3 音乐和语言.....	345
D. 室内声学	350
D1 室内声学问题的处理方法.....	350
D2 音质的评价标准.....	351
D3 声学上空间形体设计的方法.....	354
D4 室内声学模型.....	357
E. 结构声学	357
E1 空气声隔绝.....	357
E2 物体声隔绝.....	360
F. 声传输	364
F1 定义.....	364
F2 电话传输.....	367
F3 音乐传输.....	369
G. 声学仪器	370
G1 定义.....	370
G2 闭合振动器.....	370

G3 开敞式振动器	373
G4 机电类比	376
G5 电声换能器	379
G6 声放大器	391
H. 声学测试方法	394
H1 主观的声学测试	394
H2 声场参数测试	395
H3 声学仪器的测试	397
H4 声学测试室	399
参考文献	400
5. 热力学	403
5.1 符号, 量和单位	403
5.2 定义, 物质的热性质	407
A. 温度	407
A1 温度概念, 第零定律	407
A2 温标	408
B. 能量, 功, 热量	413
C. 热力学中的一些量和单位	413
D. 物质的热性质和热量性质	415
D1 概述, 定义	415
D2 物质的热性质表	419
5.3 热力学基础	441
A. 热力系统和热力过程	441
B. 热力学定律	442
B1 第一定律	442
B2 第二定律	444
B3 第三定律	446
C. 由第一、第二定律得出的结论	446
C1 最大功	446
C2 状态参数之间的微分关系式	447
D. 状态图	449
D1 p, v 图, 示功图	449
D2 T, s 图, 示热图	449

D3	i, s 图	449
D4	p, h 图和 $\lg p, h$ 图	449
D5	h, T 图	450
5.4	气体	450
A.	状态参数, 状态方程, 状态变化	450
A1	理想气体状态方程	450
A2	标准状态	452
A3	实际气体和理想气体的偏差	452
A4	比热容	454
A5	理想气体的内能、焓和熵	458
A6	混合气体	459
A7	理想气体过程	460
B.	气体的作功过程	467
B1	卡诺循环	467
B2	热空气机和空气制冷机循环	468
B3	奥托发动机循环	468
B4	狄塞尔发动机循环	469
B5	压气机	470
B6	燃气轮机和喷气发动机	471
B7	火箭推进器, 宇宙航行	474
5.5	蒸汽	477
A.	饱和蒸汽	478
A1	蒸汽表	478
A2	湿蒸汽	478
A3	克劳修斯-克拉珀龙方程式	479
B.	过热蒸汽	479
C.	蒸汽动力设备的理论	482
C1	比蒸汽功 (单位质量蒸汽的功)	482
C2	克劳修斯-兰金循环	482
C3	效率和汽耗	484
C4	提高效率的措施	485
D.	湿空气	486
D1	混合物状态参数	487

D2 莫里亚 h, x 图	488
D3 蒸发和传热	491
E. 蓄汽器	491
E1 水容积蓄汽器 (路德蓄汽器)	491
E2 给水容积蓄汽器或定压蓄汽器	494
F. 制冷机理论	494
F1 蒸汽制冷机循环	494
F2 制冷剂的状态参数	497
5.6 气体和蒸汽的流动	536
A. 基本方程式	536
B. 理想气体和蒸汽	538
C. 背压为环境压力的射流	542
C1 任意压差	542
C2 小压差	543
D. 通过管道的流动	543
D1 管截面不变	543
D2 大压差管道	544
E. 节流	544
E1 概述	544
E2 气体和过热蒸汽	545
E3 饱和蒸汽	545
E4 节流时的功损失	545
参考文献	546
5.7 热传递	547
A. 导热	547
A1 基本规律	547
A2 不稳定导热	547
A3 稳定导热	554
B. 无相变放热	555
B1 基本规律	555
B2 强制流动	556
B3 自然流动	563
C. 有相变时的放热	564

XVI

C1 蒸汽凝结	564
C2 液体沸腾	566
D. 传热	566
D1 传热系数	566
D2 带肋片壁面	567
D3 对数平均温压	567
E. 温度辐射	568
E1 反射、吸收和透射	568
E2 黑体	568
E3 兰伯特余弦定律	569
E4 灰体	569
E5 两个平面间的辐射换热	569
E6 辐射放热系数	571
E7 气体辐射	571
F. 保温	573
F1 保温材料	573
F2 绝热材料及其厚度的选择	573
参考文献	574
索引	575
外国人名译名对照	610