

现代 电工 电子 技术 400 问



耿文学 编著

中国建筑工业出版社



现代电工电子技术 400 问

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代电工电子技术 400 问/耿文学编著. —北京: 中国
建筑工业出版社, 2000.12

ISBN7-112-04451-9

I. 现... II. 耿... III. ①电工技术-问答②电子技术-问答 IV. TM-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 53401 号

本书内容几乎概括了电工、电子学的各个方面, 共 15 章, 对于读者在学习和实际工作中将会遇到的 400 余个问题, 都一一做了解答。对于电工和电子学的基础理论, 力求概念严谨, 分析计算深入浅出, 有些是读者在工作和学习过程中感到棘手的问题, 书中都给以详解。书中还收入了一些实用性的计算和题解, 供读者在技术改造中举一反三; 对扩展的知识, 力求内容新颖、定义明确。对一些相关的名人和用译音表示的定理、器件等也予以介绍, 供读者参考。本书适合具有高中以上学历的电气工人、技术人员自修学习, 也可供中专和高校学生参考。

* * *

责任编辑: 王雁宾

现代电工电子技术 400 问

耿文学 编著

*

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

煤炭工业出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 23 $\frac{3}{4}$ 字数: 573 千字

2000 年 12 月第一版, 2000 年 12 月第一次印刷

印数: 1—3500 册 定价: 36.00 元

ISBN7-112-04451-9

TU·3956 (9921)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)



耿文学

1959年毕业于清华大学电机系自动化专业，现为北方交通大学电气系教授，享受国务院特殊津贴专家。1959年在《电气传动》上发表了电轴（同步）系统可靠性准则；1960年做出压电晶体超声波发生器；1962年研究磁悬浮电磁泵；1966年做出可控硅控制的电磁振动器；1970年做出塑封晶闸管；1972年发现干簧记忆效应；1982年做出温控晶闸管，同年被日本电子机械工业会介绍为一流的电子技术评论家；1983年研究纳米材料磁性液体；1984年获射流喷头专利，1991年用PLC控制电梯成功；1992年用热象仪检测干式变压器成功；1993年获记忆合金用于火灾的专利；1994年研究特长隧道火灾报警系统。曾应联视公司邀请赴加拿大和美国讨论研究光纤在智能化建筑上的应用。曾获机械部科研成果奖、北京市科研成果奖、国际尤里卡奖等。多年来，先后在各类专业技术刊物上发表论文几十篇，并出版过多部专著。

目 录

第一章 电和磁的基础知识

1. 静电是怎样产生的? 有什么用途和危害? 1
2. 什么是磁性、磁体、磁极、磁化和磁畴? 2
3. 库仑定律怎样用于静电和磁体? 4
4. 什么是磁感应强度、磁场强度、磁导率和磁通量? 4
5. 什么是磁场、磁路和磁通[动]势? 7
6. 什么是抗磁材料、顺磁材料、铁磁材料和矫顽力? 8
7. 什么是电磁感应? 8
8. 变压器的工作原理和分类怎样? 8
9. 什么是软磁材料? 什么是硬磁材料? 9
10. 硅钢片和矽钢片有何不同? 10
11. 非晶态软磁材料做变压器铁芯有何特色? 10
12. 什么是磁滞损耗和涡流损耗? 10
13. 什么是弗莱明左手定则和右手定则? 11
14. 电机有哪些类型、特点和用途? 13
15. 交流电动机变频调速有哪些优点和应用? 13
16. 什么是磁悬浮和磁悬浮列车 14
17. 什么是欧姆定律? 14
18. 什么是自感? 什么是电感? 16
19. 什么是电子的能级、能带和载流子? 17
20. 从能带的观点怎样区分导体、半导体和绝缘体? 18
21. 常用的导电材料和绝缘材料? 20
22. 什么是本征半导体、N型和P型半导体? 21
23. N型和P型半导体的电阻率怎样计算? 21
24. PN结的伏安特性和温度特性怎样? 22
25. 半导体和导体的电阻受环境影响有何不同? 23
26. 什么是PN结的齐纳击穿和雪崩击穿? 23
27. 什么是非晶态硅? 有什么用途? 23
28. 什么是塞贝克效应? 23
29. 什么是珀耳帖效应? 24
30. 什么是电池、一次电池、二次电池、燃料电池? 25
31. 电流单位是如何标定的? 28
32. 约瑟夫逊效应与电压单位是如何标定? 28
33. 量子霍尔效应与电阻单位是如何标定的? 30
34. 按材质分电阻器的种类、特性如何? 30
35. 电阻器、电感器和电容器上的色标表示什么? 35
36. 什么是电容与介电系数? 31
37. 各种材质电容器的特性如何? 32
38. PVC包皮铜线允许电流多少? 33
39. 漆包、纱包铜线线径与额定电流的关系怎样? 34
40. 一般保险丝的额定电流与线径的关系怎样? 34
41. 设计印刷电路板图形和焊点有何要求? 34

42. 电解析出物如何计算?	35
43. 什么是元件? 什么是器件? 什么是设备? 什么是装置?	36
44. 什么是输入电阻、输出电阻和电池的内阻?	36
45. 为什么有些元器件在接触处常数金层?	36
46. 电工技术中常用的符号有哪些?	37
47. 电线的剥皮、连接和结绳的方法是怎样的?	39
48. 电饭锅、微波炉、电磁灶的原理是怎样的?	39
49. 超声波、放电、激光加工机的原理是怎样的?	39
50. 磁带是怎样录音和放音的?	41
51. 光盘是怎样拾取信息的?	41
52. 从发电厂到用户输、配电的电压是多少?	42
53. 频率为 60Hz 的电器用在 50Hz 时有什么问题?	42
54. 漏磁变压器为什么能起到电弧焊稳流作用?	42

第二章 电路基础

1. 什么是电压源? 什么是电流源?	43
2. 电流在导线中的传输速度是多少?	44
3. 基尔霍夫定律是什么?	44
4. 什么是线性电阻、非线性电阻?	45
5. 什么是静态电阻、动态电阻?	46
6. 什么是线性电路?	47
7. 定律、定理、原理有什么区别?	47
8. 什么是有源二端网络、无源二端网络、除源网络?	47
9. 什么是叠加定理?	48
10. 什么是戴维南定理?	49
11. 什么是诺顿定理?	50
12. 戴维南和诺顿定理是怎样变迁的? 能否用于非线性电路?	53

第三章 正弦交流电

1. 正弦交流电是怎样产生的? i_b 、 i_B 、 I_b 、 I_B 、 r 、 R 有何不同?	55
2. 正弦交流电的周期、频率、角频率、波长如何计算?	56
3. 什么是正弦交流电的相位和相位差?	57
4. 什么是正弦波交流电的有效值?	58
5. 什么是正弦波交流电的平均值?	59
6. 如何画出用面积示意的正弦交流电有效值和平均值?	59
7. 正弦交流电怎样用旋转矢量表示?	60
8. 正弦交流电半波有效值是全波有效值的一半吗?	61
9. 正弦交流电如何用复数符号法表示?	61
10. 国际上的旋转矢量和复矢量用什么符号表示?	63
11. 什么是基波? 什么是谐波?	63

第四章 单相交流电路

1. 电阻负载的单相交流电路如何计算?	65
2. 电感负载的单相交流电路如何计算?	66
3. 电容负载的单相交流电路如何计算?	68
4. 如何计算 RLC 串联电路?	70
5. 什么是复数阻抗?	71
6. 已知 R 、 L 、 i , 怎样求 $\dot{U}$ 、 $\dot{I}$?	72
7. 已知 R 、 L 、 C 、 u , 怎样求 i 和 u_{RL} 、 u_C ?	72
8. RC 串联电路中不同供电频率时的电压关系如何?	73
9. 求 RLC 串联电路中参数变化时 $\dot{U}$ 、 $\dot{I}$ 的变化规律?	74
10. 国际对复数阻抗的表示方法?	76
11. 如何计数 RLC 并联电路? 什么	

是复数导纳?	77
12. 如何计算单相交流电路的功率?	80
13. 什么是电路谐振?	82
14. 什么是串联谐振、特性阻抗、品质因数和带宽?	82
15. 什么是并联谐振? 这时的阻抗是最大吗?	87
16. 交直流电源同时供电时电路如何计算?	89
17. 高电压与低电压怎样划分?	91
18. 各国采用的安全电压值是多少? ...	91

第五章 三相交流电

1. 三相交流电是怎样产生的?	92
2. 电源与负载均为星形 (Y) 连接时如何计算?	93
3. 电源与负载均为三角形 (Δ) 连接时如何计算?	95
4. 星形与三角形负载如何等效交换?	97
5. 负载不对称时电路如何计算?	99
6. 如何计算三相交流电流的功率? ...	101
7. 如何测量三相交流电的功率?	103
8. 各国三相交流电的色标是怎样规定的?	105
9. 如何用复矢量分析三相相序指示电路?	105

第六章 半导体器件

1. 半导体二极管的伏安特性?	107
2. 从伏安特性上看锗、硅、硒二极管的性能?	108
3. 锗、硅、硒二极管在选用上有什么特点?	110
4. 锗和硅二极管对交流小信号的电阻如何计算?	110
5. 分析稳压管和计算稳压电路?	111
6. 什么是检波和检波二极管?	113
7. 什么是肖特基二极管?	113

8. 整流二极管有什么特点?	114
9. 什么是开关二极管?	115
10. 什么是变容二极管?	115
11. 什么是阶跃恢复二极管?	115
12. 什么是隧道二极管和反向二极管?	116
13. 什么是碰撞雪崩渡越时间二极管?	116
14. 什么是俘获二极管?	116
15. 什么是耿氏二极管和限累二极管?	116
16. 什么是 PIN 二极管?	117
17. 什么是恒流二极管?	117
18. 什么是光电二极管?	117
19. 发光二极管与激光二极管有什么区别?	117
20. 什么是磁敏二极管?	118
21. 半导体湿敏元件和气敏元件有什么特点?	118
22. 图 6-22 上的图形符号是什么元器件?	118
23. 半导体三极管的符号和各级电压电流的关系如何?	119
24. 晶体管为什么又叫双极型晶体管?	120
25. 当晶体管加上电压时载流子怎样运动?	120
26. 共发射极直流电流放大系数 $\bar{\beta}$ 是 $\frac{I_c}{I_B}$ 吗?	121
27. 为什么 $I_{CEO} = (1 + \bar{\beta}) I_{CBO}$?	121
28. 比较 I_{CBO} 、 I_{CEO} 、 I_{CER} 和 I_{CES} 怎样?	121
29. 三极管的输入特性曲线是怎样的?	122
30. 三极管的输出特性曲线是怎样的?	124
31. 什么是三极管的 h 参数等效电路?	126

32. 为什么说场效应管是电压控制器件?	129	9. 怎样求差模放大倍数和共模放大倍数?	144
33. 结型场效应管的工作原理是怎样的?	129	10. 什么叫共模抑制比?	145
34. 绝缘栅场效应管的工作原理是怎样的?	130	11. 求单端输出差动放大器的 A_u 、 K_{CMR} 、 R_{id} 、 R_o ?	146
35. 画出各种类型场效应管的符号与特性曲线?	131	12. 如何通过分析简单运放器, 求各级 A_v ?	147
36. 什么是电力电子学?	132	13. 如何求差动放大器的 K_{CMR} ?	148
37. 一般晶闸管的工作原理是怎样的?	133	14. 如何求差动放大器的 U_{CE} ?	149
38. 如何计算最简单的晶闸管触发电路?	134	15. 怎样分析恒流源电路?	149
39. 什么是光触发晶闸管?	134	16. 什么是运算放大器?	150
40. 什么是快速晶闸管?	135	17. 运算放大器的结构与符号是怎样的?	151
41. 什么是逆导通晶闸管?	135	18. 如何分析反相放大器?	152
42. 什么是门极辅助关断晶闸管?	135	19. 如何分析正相放大器? 电压跟随器的特点怎样?	152
43. 什么是场控晶闸管?	135	20. 如何分析加法、减法和加减法电路?	153
44. 什么是温控晶闸管?	135	21. 如何分析放大倍数可调的放大器?	154
45. 什么是双向晶闸管?	136	22. 如何分析高输入电阻的差动放大器?	154
46. 什么是可关断晶闸管?	136	23. 分析积分电路和微分电路? 为何用运算子 s ?	155
47. 什么是功率晶体管?	136	24. 如何分析有三级放大的运放器电路?	156
48. 什么是静电感应晶体管?	137	25. 如何分析有恒流源的运放电路?	157
49. 什么是绝缘栅双极晶体管 (IGBT)?	137	26. ω 在什么范围内有积分、微分功能?	158
50. 什么是功率集成电路?	137	27. 如何分析恒流源电路?	159
第七章 模拟电路 (一) 放大器		28. 温度对运算电路的影响如何? 怎样补偿?	160
1. 什么是放大器? 升压变压器是电压放大器吗?	138	29. 分析指数运算电路和怎样减小温度的影响?	161
2. 放大器有那些种类?	138	30. 如何分析乘法、除法、开平方和立方的电路?	161
3. 如何分析小信号交流放大器?	139	31. 如何分析利用运放器的半波	
4. 如何计算阻容耦合放大器?	140		
5. 什么是增益? 怎样用分贝计算?	142		
6. 怎样用分贝电压放大 (增益) 和功率放大 (增益)?	142		
7. 什么是差动放大器? 差模、共模的定义怎样?	143		
8. 怎样求差动放大器的静态工作点?			

整流和全波整流电路?	163
32. 集成运放器的主要参数有哪些?	164
33. 如何分析电压测量用的放大电路?	165
34. 有源与无源滤波器有何不同? ...	165
35. 滤波器的传递函数怎样?	165
36. 什么是低通、高通、带通、 带阻滤波器?	166
37. 如何分析有源滤波器的传递 函数和幅频特性?	166
38. 如何分析二阶有源滤波器的 传递函数?	168
39. 如何计算低通滤波器的参数?	168
40. 如何分析高通和带通滤波器?	170
41. 利用晶体管的滤波器就是有源 滤波器吗?	172
42. 甲类、乙类、丙类功率放大器 有何特点?	173
43. 什么是互补对称放大器, 如何 计算?	174
44. 怎样计算推挽放大器?	176
45. 甲乙类放大器怎样消除交越失真?	178
46. 复合晶体管有那些特点? 为何 又叫达林顿连接?	179
47. 如何计算场效应管放大器?	180

第八章 模拟电路 (二) 反馈与振荡

1. 什么是反馈?	185
2. 如何分析反馈放大器?	185
3. 反馈放大器有那些类型?	186
4. 如何计算电压串联负反馈电路? ...	188
5. 如何计算电流串联负反馈电路?	189
6. 如何计算电压并联和电流并联负 反馈电路?	190
7. 负反馈对电路有那些影响?	191
8. 列表说明负反馈放大电路的计算 方法	193

9. 说明电路各级是什么反馈?	194
10. 什么是米勒 (miller) 定理?	195
11. 用不同的理论计算负反馈电路 结果如何?	196
12. 如何用方框图分析反馈电路?	200
13. 什么是振荡器? 它怎样起振和 选频?	201
14. 振荡电路如何分类?	202
15. 振荡电路与自激振荡有何区别? ...	205
16. 如何分析晶体管和场效应管的 振荡器?	205
17. 晶体管、场效应管、运放器的 振荡器如何计算?	207
18. 如何计算考尔毕兹振荡器?	209
19. 石英振荡器为何能稳频?	209
20. 石英电子表电路是怎样的?	211

第九章 脉冲电路

1. 什么是脉冲、脉冲信号、脉冲 电路?	212
2. 脉冲信号波形主要参数有哪些?	212
3. 整形电路有哪些?	213
4. 什么是限幅电路?	215
5. 什么是箝位电路?	215
6. 十二种二极管电路的伏安特性 如何?	216
7. 如何分析二极管对正弦波的移位? ...	218

第十章 数字电路 (一) 门电路与触发器

1. 什么是数字电路? 什么是模拟 电路?	219
2. 什么是门电路?	219
3. 什么是与门、或门、非门、与 非门、或非门、异或门?	219
4. 什么是布尔代数? 怎样运算?	223
5. 逻辑函数怎样化简?	227
6. 什么是卡诺图?	228
7. 布尔代数常用的公式有哪些?	231
8. 如何分析对三个地方控制的逻辑? ...	232

9. 什么是触发器	233	5. 什么是位、字节和字?	262
10. 什么是基本 RS 触发器?	234	6. 二、八、十、十六位制数怎样对照?	262
11. 什么是同步 RS 触发器?	235	7. 什么是 ASCII 编码?	263
12. 什么是 JK 触发器?	236	8. 什么是存储器?	264
13. 什么是主从 JK 触发器?	237	9. 存储器的种类有那些?	265
14. 什么是 T 触发器?	238	10. 什么是随机(存取)存储器(RAM)?	265
15. 什么是 D 触发器?	238	11. 什么是只读存储器(ROM)?	265
16. 触发器字头 RS、JK、T、D 是什么意思?	239	12. 什么是 PROM、EPROM、EEPROM?	265
17. 什么是 555 定时器?	239	13. 什么是控制器?	265
18. 什么是单稳态触发器?	240	14. 什么是运算器?	266
19. 什么是多谐振荡器?	242	15. 什么是总线、地址总线、数据总线、控制总线和现场总线?	266
20. 什么是施密特触发器?	244	16. 什么是指令?	267
21. 如何计算延时电路?	246	17. 什么是接口?	267
22. 如何计算振荡电路?	247	18. 什么是串行接口和并行接口?	267
23. 如何计算按摩器电路?	247	19. 什么是外部设备? 什么是外围设备?	268

第十一章 数字电路(二)寄存器、计数器、译码器、A/D、D/A 变换器

1. 什么是寄存器?	249	20. 什么是计算机软件?	268
2. 什么是数码寄存器?	249	21. 什么是操作系统?	269
3. 什么是移位寄存器?	250	22. 什么是计算机语言、机器语言、汇编语言、低级和高级语言?	269
4. 什么是计数器?	251	23. 各种语言按高、低级和使用目的分类怎样?	270
5. 什么是二进制加法计数器?	251	24. 什么是数字、数码和数据? 什么是数字化?	271
6. 什么是十进制加法计数器?	252	25. 什么是数据库?	271
7. 什么是译码器?	254	26. 什么是数据结构?	271
8. 什么是数字信号? 什么是模拟信号? 什么是调解调器?	256	27. 什么是多媒体?	272
9. 什么是 D/A 变换器?	256	28. 什么是知识、智能、智能化、智能交通和智能建筑?	272
10. 什么是 A/D 变换器?	257	29. 什么是专家系统? 什么是人工智能?	273

第十二章 电子计算机

1. 什么是计算器? 什么是计算机?	259	30. 什么是通讯? 什么是通信?	274
2. 什么是模拟计算机? 什么是数字计算机?	259	31. 什么是数据通信系统?	275
3. 什么是微机? 组成怎样?	260	32. 什么是波特速率?	275
4. 微处理器、CPU、微处理机、单板机、单片机、微机有哪些区别?	261	33. 什么是单工、半双工和全双工	

通信?	276
34. 什么是计算机网络?	276
35. 什么是局部网、局域网? 什么是广域网?	276
36. 什么叫以太网、令牌网和光纤网?	277
37. 什么是因特网和互联网?	277
38. 什么是程序工具和环境?	278
39. 什么是模糊?什么是混沌?什么是虚拟?	278
40. 什么是计算机病毒?什么是黑客?	278
41. 坚韧性和鲁棒性有何区别?	279
42. 什么是计算机辅助设计 (CAD)?	279
43. 什么是计算机辅助制造?	280
44. 什么是计算机集成制造系统? ...	280
45. 什么是电子商务?	282
46. 什么是可编程序控制器 (PLC)? 它有哪些应用?	283
47. 同样的梯形图在继电器控制和 PLC 有何不同?	284
48. 各公司 PLC 用梯形图编程的符号如何互换?	284
49. 什么是 PLC 的商业技术?	285
50. 什么是 PLC 的开放式设计?	285
51. 什么是 PLC 的分散控制和容错系统?	286
52. 什么是单片机?什么是 IC 卡? 它们有哪些用途?	286
53. 新型计算机都有那些?	288

第十三章 光电子学——激光与光导纤维

1. 什么是激光? 它与雷 (镭) 射有何区别?	289
2. 物质为什么会发光? 什么是自发辐射?	289
3. 电磁波的频谱范围如何?	290
4. 什么是三原色?	291

5. 激光是怎样产生的? 什么是受激辐射?	292
6. 激光有什么特点?	294
7. 激光器的种类和特点有哪些? 什么叫准连续工作?	294
8. 激光已经实用和正开发的领域如何?	295
9. 什么是全息术? 为何有立体性和可分割性?	297
10. 什么是全息干涉测量?	298
11. 什么是全息显微镜?	299
12. 光纤是怎样传输光的?	299
13. 什么是光传输的模式和特征频率?	300
14. 光纤有哪些种类?	301
15. 什么是阶跃型光纤? 什么是梯度型光纤?	301
16. 什么是多模光纤? 什么是单模光纤?	302
17. 石英光纤、玻璃光纤、塑料光纤、空心光纤的特点如何?	302
18. 什么是输能光纤和泄漏光纤?	302
19. 光纤有那些特点?	303
20. 光纤的传光损耗怎样计算? 怎样降低?	304
21. 什么是发光强度、亮度、光通量、照度和显色度?	304
22. 什么是荧光?什么是磷光?	305
23. 什么是红外线?什么是热象仪? ...	306
24. 硅光电池的原理和应用?	306
25. 什么是光? 能量多大、光速多快?	307

第十四章 测量与传感器

1. 什么是信息、信号和消息?	309
2. 什么是测量? 什么是传感器?	310
3. 传感器如何分类?	310
4. 各类传感器的功能与用途?	311
5. 如何选用传感器?	315

6. 什么是国际单位制?	316	液体?	339
7. 测量方法如何分类?	317	36. 常用电、磁学的单位有哪些? ...	341
8. 什么是误差?	317	37. 吋、英寸, 长吨、短吨与马力	
9. 如何计算绝对误差?	318	的由来?	343
10. 如何计算相对误差?	318	38. 什么是密码术?	344
11. 什么是仪表的灵敏度、分辨力、		39. 什么是转置式密码?	344
线性度和滞环?	319	40. 什么是换字式密码?	344
12. 什么是仪表的准确度和精密度?	319	41. 什么是分置式密码?	345
13. 什么是压电效应? 如何利用压电		42. 什么是穗文式密码?	345
传感?	320	43. 什么是约束语式密码?	345
14. 什么是超声波? 如何利用超声波		44. 什么是多普勒效应?	345
传感?	321	45. 电模拟信号为何用 4~20mA 或	
15. 什么是摄氏、华氏和绝对温度?		1~5V 表示?	346
.....	322	46. 为什么稀释硫酸时严禁把水	
16. 什么是同位素? 如何利用同位素		滴入硫酸中?	346
传感?	324	47. 为什么酒精和水混合在一起时	
17. 什么是微波? 如何利用微波传感?		体积要减小?	346
.....	325	48. 十进倍数和分数单位词头符号	
18. 电阻体怎样测温? 为什么用三		由何而来?	347
根线?	326		
19. 热电偶是怎样测温的?	328		
20. 热敏电阻有哪几种?	329		
21. 什么是记忆合金?	329		
22. 示温变色涂料如何配方?	330		
23. 什么是感温磁铁?	330		
24. 干簧开关是怎样记忆的?	331		
25. 霍耳元件如何应用?	332		
26. 什么是磁氧传感器?	333		
27. 什么是酶、免疫、嗅觉和味觉			
传感器?	333		
28. 什么是微生物传感器?	334		
29. 光纤是怎样传感的?	335		
30. 怎样用红外线探伤和气体分析?	336		
31. 激光是怎样传感的?	336		
32. 什么是液晶?	337		
33. 什么是超导?	338		
34. 什么是超导量子干涉器? 如何			
应用?	339		
35. 什么是纳米材料? 什么是磁性			

第十五章 生物电子学

1. 人体肺、心、脑的磁场强度有	
多大?	348
2. 温度对人体的影响如何?	348
3. 人体的电阻有多大?	348
4. 电流对人体的影响如何?	349
5. 细胞组织的等效电路如何?	349
6. 什么是神经元传递与化学传递?	349
7. 什么是反射活动的反馈调节?	350
8. 视觉是如何产生的?	351
9. 听觉是如何产生的?	352
10. 嗅觉、味觉和皮肤的感觉是如	
何产生的?	353
11. 什么是人机工程学? 什么是建	
筑人机工程学?	354
12. 铜绿有毒吗? 磁疗能治病吗?	358
13. 眼睛是如何分辨颜色的?	359
14. 颜色对人的心理有什么影响?	359
15. 什么是贾斯特罗图形?	360

16. 人体自然晃动的幅度有多大?	360
17. 什么是噪声? 对人的影响怎样?	361
18. 什么是基因和遗传工程?	361
19. 什么是生物识别技术?	362
20. 如何防护电磁干扰?	362
21. 人体的姿势和劳累有什么关系?	363
22. 人体活动的代谢量和衣服的 保温值如何?	363
参考文献	364

科学名人介绍页次

泰勒斯、王允、居里克	1
富兰克林、格雷	2
吕不韦、沈括、吉尔伯特	3
外斯、朗之万	4
库仑	5
特斯拉、韦伯、法拉第	6
弗莱明、阿拉戈	12
克莱姆	13
欧姆、奥斯特	15
麦克斯韦、亨利	16
费兰梯、傅克、楞次	17
布洛赫、门捷列夫、汤姆逊	19
普朗克	20
赛贝克	24
珀耳帖	25
伏特、普朗特、勒克朗谢	28
约瑟夫逊、焦耳、安培	29
瓦特	30
浦耳生	41
基尔霍夫	45
戴维南、诺顿	53

威斯汀豪斯、赫兹	56
斯坦密兹	63
西门子	79
爱迪生	80
霍普金斯	93
齐纳	113
肖特基、皮卡得	114
肖克莱、巴丁、布拉顿	120
朗缪尔	133
基尔比	137
德福雷斯特	138
贝尔	143
阿姆斯特朗	186
米勒	196
哈特莱、考耳毕兹、克拉泼	204
布尔	226
图灵、莫奇利	260
福雷斯特	264
西蒙	274
莫尔斯	275
爱因斯坦	290
托马斯·杨、亥姆霍兹	292
梅曼	293
盖伯	298
高锟	304
维纳、香农	309
摄尔西乌斯、华伦海特、列奥米尔、 开尔文	323
居里	331
霍耳	333
勒曼、昂内斯	338
多普勒	346
吉尔布雷斯、奥考内尔	358
孟德尔	362

第一章 电和磁的基础知识

1. 静电是怎样产生的？有什么用途和危害？

静电就是稳（静）态的电，指电荷在平衡（静态）中的形式，或以+或以-独立地运动的效应。静电是人类对电最早的认识。

正常的物质中，正负电荷是互相平衡的、中性的，当发生电荷转移时，物体上正负电荷失去平衡，成为带电体，就是产生了静电。不同物质的原子得失电子的能力不同，与电子层数、质子的多少等有关。静电的产生可以通过物体间的摩擦；两种物体紧密接触后的分离；物体受压、受热、受带电体的感应和电解等。两种物质摩擦时，静电起电序列，以正负次序前后排列是空气、人体、石棉、玻璃、云母、头发、尼龙、木材、毛皮、丝绸、铝、棉花、钢材、琥珀、橡胶、白金、聚酯、聚乙烯、聚氯乙烯、硅、聚四氟乙烯。人在活动中，由于衣服、鞋、用具等与人的摩擦都会产生静电，人体常常就是一个静电的载体，相当一个电容 $100 \sim 250\text{pF}$ ，电阻 $1 \sim 2\text{k}\Omega$ 的串联电路，人体带的静电能到上千、上万伏，虽然电荷很少，放电时不会威胁健康；但在生产中对化工、石油、橡胶、纺织、印刷、电子等行业，能引起吸附、干扰、击穿、引爆等危害，应加强防范和疏导。静电的应用也很广泛，如除尘、分离、喷漆、植绒、复印等方面的设备都很优秀。

泰勒斯（Thales 前 624 ~ 前 545）古希腊科学家。公元前大约六世纪他就发现用琥珀与毛皮摩擦，会出现吸引轻微物体的能力。他在天文学和几何学方面的成就更多。他认为水是万物的本质。他的名字被列入传说中的七贤之一，人们把他理想化了，许多创造和名言都归于其名下。据说他曾用几何学知识测量金字塔，也有人说他曾预报过一次日蚀，制止了两邦之间的一次战争。他发现了几何学的五条定理，如半圆的内接角是直角；已知三角形的两个角和一条线，就可作出三角形。他认为宇宙是靠水蒸汽维持的有生命的机体，他不相信具有人形的诸神创造了世界。

王充（27 ~ 约 97）我国汉代科学家。他在《论衡·乱龙篇》中记载有琥珀摩擦后能吸引小干草棍，磁石能吸引针的现象。他博览群书而不守章句，发展了古代唯物主义，但主张机械的命定论。

居里克（O.V.Guericke 1602 ~ 1686）德国的物理学家。1663 年他发明了摩擦起电机，当与旋转的硫磺球摩擦时，就会产生静电。后来他又发现静电能使硫磺球发光，他是观察到电致发光的第一位科学家。他曾在莱比锡大学和莱顿大学学习数学和力学，1650 年发明了空气泵，用来产生局部真空，他发现光线能通过真空，而声音不能通过。

1654年他在雷根斯堡为国王斐迪南三世做了一个很有名的实验：把两半只铜碗（马得堡半球）扣合，直径为35.5厘米的空心球体，抽到一定真空后，用几匹马也拉不开，显示了大气压力的力量。



富兰克林 (R. Franklin 1706 ~ 1790) 美国民主主义者、科学家。1747年他做了用风筝收集雷电的实验，在1751年出版了《电学的实验与观察》，奠定了电学的基础理论。他只受过短期的教育，全靠自学成才。1731年在费城建立美国第一个图书馆，1743年组织美国哲学会，1751年创办宾夕法尼亚大学。他是杰出的科学家又是著名的政治家，他深知独裁者不会轻易给人民以民主和自由，正如后来拿破仑（1769 ~ 1821）所说：“我们答应给人民以民主和自由，不是目的而是得到权力的策略。”所以 he 不想依靠什么人，而是订立条约和法律。1776年参加起草、通过“独立宣言”，1787年积极参加制宪活动，主张废除奴隶制度。人们颂扬他“从天空抓到雷电，从专制统治者手中夺回权利。”他晚年信心百倍地展望了科学的未来，他写道：“我们想不到一百年、一千年后人类驾驭大自然的能力能达到多么高的程度，那时有可能克服地球的引力，举起庞大的物体；农业会成倍地增产；疾病可以有效地预防，人类的寿命会大大延长。”他的预言不正在实现吗？

格雷 (S. Gray 1670 ~ 1736) 英国科学家。1729年发现了电是可以传输的，并用铜丝做导体进行了实验。

2. 什么是磁性、磁体、磁极、磁化和磁畴？

电与磁是分不开的。人类最早发现的是磁。磁性就是某些物质能吸引铁、镍、钴等物质的属性。古代人类发现一种天然矿物四氧化三铁就有磁性，称为磁石。磁体就是具有磁性的物体；磁体的两端磁性最强，称为磁极，如果把磁体一分为二，那么每一部分的两端又成了新的磁极。

物质的磁性起源于电流或物质内部电荷（电子和核子）的运动，遵从量子规律和量子统计法。磁化是原来不显磁性的物体在磁场中获得磁性的过程，铁磁物质最容易被磁化，如软铁、硅钢等。一般都用电流通过线圈产生的磁场去磁化铁磁材料，制成永久磁铁或电磁铁。

电的运动会产生磁，而导体相对磁化体运动时就会产生感应电动势。磁体和电流之间、电流和电流之间都是因为磁而产生相吸或相斥的作用。磁畴是铁磁物质内自发磁化的许多小区域，每个磁畴中原子磁矩的排列有相互平行的自发倾向，因而每个磁畴本身都具有磁性，一个物体是由许许多多磁畴组成的，磁化前各个磁畴的取向混乱，所以对外不显磁性，在外磁场作用下各个磁畴逐渐取向一致，就表现出了磁性；当外磁场大到一定程度时，磁畴取向饱和，磁性也就饱和了。

如果把一段磁铁悬挂起来，则可以看到，它总是指南—北方向。如果把它转至其他方向，最后总是要自然地返回原来的指向。此现象说明磁铁的两端有不同的性质，指北的一端称作北极（N），指南的一端称作南极（S），这是因为地球是一个大磁体，磁极就在南极和北极附近，所以磁铁与地磁之间有力的效应。

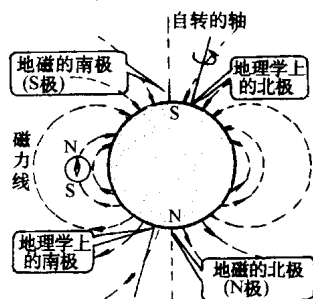


图 1-2-1 地磁

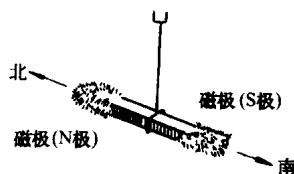


图 1-2-2 磁铁吸引铁屑
并指向南北极

吕不韦（？～前 235 年）战国末年卫国濮阳（今河南濮阳西南）人，原为商人，在邯郸遇见子楚，帮助他立为太子，子楚继位后，吕不韦任秦相国，称为“仲父”，被赏以大量土地等财产，门下有宾客三千，家僮万人。他组织宾客编写“吕氏春秋”，是著名的杂家代表著作，全书二十六卷，共一百六十篇，内容以儒、道思想为主，兼以名、法、墨、农及阴阳家言，引证了许多古史旧闻和天文、地理、历数、音律等方面的知识。书中记载有“慈石召铁或引之也。”古代人把磁石吸铁，比拟为慈母召子。公元前二世纪我国发明的罗盘，就是利用磁性的仪器。秦王政亲理政务后，被免职，忧惧自杀。

沈括（1031～1095）北宋科学家，字存中，杭州钱塘人。曾中进士，参加过王安石变法。他精研科学，观测天象，研制多种仪器。数学方面创立二阶等差级数求和的“隙积术”；求弓形弧长的“会圆术”。晚年举平生所见，撰写《梦溪笔谈》，对地质、冶炼、水工、木工、印刷、医药等都有记载。书中对磁学的记载有“方家以磁石磨针锋，则能指南，然常偏东，不全南也。”是地磁偏角的最早记录。

吉尔伯特（W. Gilbert 1540～1603）英国物理学家。1600 年他对磁学进行了系统的实验和理论研究。著有《论磁铁、磁体及地球是一个大磁体》一书，认识到磁极必须成对出现，同性相斥、异性相吸。地球就是一个大磁铁。他对电也有一些研究，发现不仅是琥珀，很多物质（如玻璃、火漆、硫磺等）摩擦后都能吸引稻草和纸屑。“电”一词就是他最早提出的。后来，1785 年法国人库仑研究了电荷与磁极间作用力（库仑定律）。1820 年丹麦人奥斯特发现电线中的电流会影响附近的磁针。1831 年英国人法拉第发现电磁感应现象，1845 年发现外磁场能磁化某些物质。1873 年英国人麦克斯韦统一了电和磁的理论，预言了电磁波的存在和性质。19 世纪末法国人居里发现磁性随温度变化（居里点）。1905 年法国人朗之万解释了顺磁性随温度变化的原理。1907 年法国人外斯设想了磁畴，铁磁材料由大量小体积的磁畴组成，每个磁畴都饱和磁化，无规则排列时不显示磁性，当磁畴按一定方向排列后，就显示出磁性。1931 年磁畴的存在为实验所证明。

外斯 (P.E. Weiss 1865 ~ 1940) 法国物理学家。主要研究磁学理论, 1887 年苏黎世理工学院以第一名的成绩毕业, 1902 年任本校机械系教授, 建立磁学研究室, 与爱因斯坦共事多年。第一次世界大战时在法国发明局工作, 设计确定敌方炮位的声学方法。他的主要成就是磁化理论, 当时把磁畴称为外斯畴。

朗之万 (P. Langevin 1872 ~ 1946) 法国物理学家。主要研究磁性理论、气体分子运动、离子的性质、次 X 射线等。

3. 库仑定律怎样用于静电和磁体?

(1) 静电电荷之间作用力的库仑定律

两同性的电荷沿其中心连线方向互相排斥, 两异性的电荷沿其中心连线方向互相吸引, 称为库仑力 F (单位: N), 与两电荷的电量 q_1 、 q_2 (单位: C) 的乘积成正比, 与两电荷中心之间距离 r (单位: m) 的平方成反比

$$F = kq_1q_2/r^2$$

k 为系数, 在真空中 $k = 8.98 \times 10^9 \text{ (N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)$

(2) 磁铁磁极之间作用力的库仑定律。同性的磁极相互排斥, 两个异性的磁极之间相互吸引。作用力的大小正比于两磁极强度 m_1 、 m_2 (单位: Wb) 的乘积, 反比于两磁极间距离 r (单位: m) 的平方。

$$F = k \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (\text{N})$$

k 为系数, $k = \frac{1}{4\pi\mu}$

空气中 (近似真空中) μ 为 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$

则 $k = 6.33 \times 10^4$ (量纲已换算入公式中)

定义: 两个相同强度的磁极在真空中距离 1m, 相互间的作用力为 $6.33 \times 10^4 \text{ N}$ 时, 该磁极的强度为 1Wb。

例 1-3 在空气中相距 $r = 3\text{cm}$ 两磁铁磁极强度分别为 $m_1 = 2 \times 10^{-6} \text{ Wb}$ 和 $m_2 = 5 \times 10^{-6} \text{ Wb}$ 。求吸引力或排斥力?

$$\begin{aligned} \text{解: 作用力 } F &= 6.33 \times 10^4 \frac{m_1 m_2}{r^2} = 6.33 \times 10^4 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{0.03^2} \\ &= 7.03 \times 10^{-4} \text{ (N)} \end{aligned}$$

$F > 0$ 是排斥力

4. 什么是磁感应强度、磁场强度、磁导率和磁通量?

磁感应强度 B 和磁场强度 H 都是表征空间某一点磁场特性的物理量。 B 是一个矢量, 它的方向就是磁场的方向, 其量值是单位正电荷以单位速度向与磁场方向相垂直的方向运