

图表细说电工实用技术

Technology
实用技术

图表细说 电工基础

君兰工作室 © 编 黄海平 © 审校

 科学出版社

图表细说电工实用技术

图表细说电工基础

君兰工作室 编

黄海平 审校

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书重点介绍初级电工应该掌握的电工基础知识, 主要内容包括电与电子的基础、静电与电荷、电和磁、直流电路、交流电路、电工材料、电控器件、电气接口与线路安装、照明、电动机、电工仪表和电气图形符号等。

本书内容丰富, 形式新颖、独特, 通过图表的形式进行讲解, 清晰、简洁、直观, 易学易用, 具有较高的参考阅读价值。

本书适合广大初级、中级电工技术人员, 电工技术爱好者阅读, 也可供工科院校相关专业师生阅读, 还可供岗前培训人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

图表细说电工基础/君兰工作室编; 黄海平审校. —北京: 科学出版社, 2014.5

(图表细说电工实用技术)

ISBN 978-7-03-039514-6

I. 图… II. ①君…②黄… III. ①电工技术—图解 IV. TM-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第003823号

责任编辑: 孙力维 杨 凯 / 责任制作: 魏 谨

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 东方云飞

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年5月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2014年5月第一次印刷 印张: 14 1/2

印数: 1—4 000 字数: 320 000

定价: 34.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

为了帮助广大电工技术的初学人员较快地掌握电工基础知识，较快地走上电工工作岗位，我们根据初学人员的特点和要求，结合多年的实际工作经验，特别编写了这本《图表细说电工基础》。希望读者通过阅读本书能对电工技术更有兴趣，活学活用其中的知识，提高自己的实际工作技能。

本书重点讲解初级电工应该掌握的基础知识，包括电与电子的基础、静电与电荷、电和磁、直流电路、交流电路、电工材料、电控器件、电气接口与线路安装、照明、电动机、电工仪表和电气图形符号等。

本书的排版形式采用了全新的图表形式。版面清晰、简洁、直观。重点突出，易学易用，有较高的参考价值和较为舒适的阅读体验。

本书适合广大初级、中级电工人员，电工技术爱好者阅读，也可供工科院校相关专业师生阅读，还可供岗前培训人员参考阅读。

参加本书编写的人员还有张景皓、张玉娟、张钧皓、鲁娜、张学洞、黄青、张永奇、王文婷、凌玉泉、刘守真、高惠瑾、朱雷雷、凌黎、谭亚林、王兰君、刘彦爱、贾贵超等，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不当之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 电与电子的基础

表1.1	阴极射线	2
表1.2	电子在磁场内的运动	3
表1.3	从金属发射的电子	4
表1.4	能带理论	4
表1.5	金属、绝缘体、半导体的能带	5
表1.6	P型半导体和N型半导体	6
表1.7	放电现象	7
表1.8	预防雷击	11

第2章 静电与电荷

表2.1	电 荷	14
表2.2	电荷之间的作用力	16
表2.3	静电感应与静电屏蔽	17
表2.4	电 场	18
表2.5	电容器	18
表2.6	电容器的构成	19
表2.7	电容器充电及耐压	19
表2.8	电容量	20
表2.9	电容器串并联	22

第3章 电和磁

表3.1	磁 铁	26
表3.2	磁 场	29
表3.3	磁屏蔽	30

表3.4	永久磁铁的应用	30
表3.5	电流与磁场	32
表3.6	电磁铁	35
表3.7	电磁力	38
表3.8	电磁感应	42
表3.9	电磁耦合的要素	44
第4章 直流电路		
表4.1	电流、电压与电阻	48
表4.2	电动势	49
表4.3	欧姆定律	50
表4.4	电路构成	50
表4.5	电阻串联、并联电路	51
表4.6	基尔霍夫定律	53
第5章 交流电路		
表5.1	直流与交流的比较	58
表5.2	正弦交流的产生	59
表5.3	正弦交流电的表示方法	62
表5.4	相 位	65
表5.5	阻碍交流电流的元件	66
第6章 电工材料		
表6.1	电 缆	72
表6.2	屏蔽导线	74
表6.3	延长线缆	75
表6.4	配 线	77
表6.5	电缆夹	79
表6.6	绝缘子	81

表6.7	电气过孔绝缘子	83
表6.8	导线管	84
表6.9	供电接头	87
表6.10	出线盒与开关盒	87
表6.11	电线管道	88
表6.12	线 槽	88
表6.13	电缆保护板	88

第7章 电控器件

表7.1	手动开关	90
表7.2	开关动作	92
表7.3	按钮（瞬时开关）	94
表7.4	电源断路器	96
表7.5	选择开关	99
表7.6	限位开关	102
表7.7	磁性开关	106
表7.8	水银开关	106
表7.9	浮控开关	107
表7.10	接触器	108
表7.11	继电器	115
表7.12	扇形继电器	117
表7.13	自锁继电器	118
表7.14	水银池继电器	119
表7.15	定时器	120
表7.16	电 阻	123
表7.17	可变电阻	126
表7.18	电容器	128

表7.19	可控硅整流器	130
表7.20	熔断器	131
表7.21	断路器	132

第8章 电气接口与线路安装

表8.1	接线柱	136
表8.2	香蕉接口	138
表8.3	BNC接口	138
表8.4	无线电频率接口	139
表8.5	音频接口	141
表8.6	数据接口	142
表8.7	印制电路板接口	144
表8.8	通用接口	144
表8.9	AC接口	145
表8.10	自动接口	146
表8.11	接线端子排	147
表8.12	塑料护套线配线	149
表8.13	钢管配线	151
表8.14	硬塑料管配线	153
表8.15	线槽配线	156

第9章 照 明

表9.1	白炽灯	160
表9.2	荧光灯	160
表9.3	霓虹灯	162
表9.4	卤素灯	164
表9.5	水银灯	164
表9.6	高压钠蒸气灯	165

表9.7	标准灯头	165
表9.8	灯泡座	167
表9.9	灯泡形状	168
表9.10	氙 灯	170
表9.11	发光二极管	171
表9.12	白炽灯的常见故障及检修方法	172
表9.13	日光灯的常见故障及检修方法	173
表9.14	应急灯的常见故障及检修方法	175
表9.15	电子镇流器的常见故障及检修方法	175
表9.16	浴霸的常见故障及检修方法	175
表9.17	声光开关的常见故障及检修方法	176

第10章 电动机

表10.1	永磁直流电动机	178
表10.2	并励直流电动机	178
表10.3	通用电动机	179
表10.4	感应电动机	180
表10.5	电容启动电动机	181
表10.6	分相电动机	181
表10.7	分容电动机	182
表10.8	屏蔽磁极式电动机	183
表10.9	三相感应电动机	183
表10.10	绕线转子三相感应电动机	184
表10.11	同步电动机	184
表10.12	步进电动机	185
表10.13	伺服电动机	187
表10.14	螺线管/活塞式电动机	187

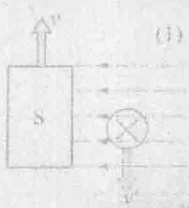
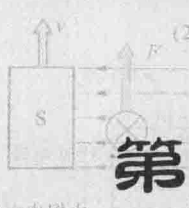
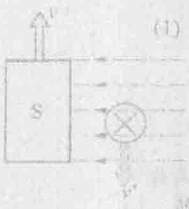
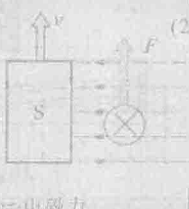
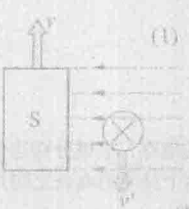
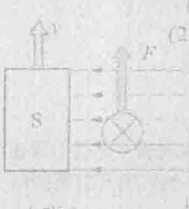
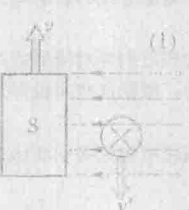
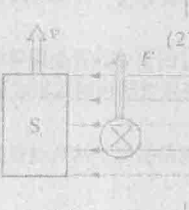
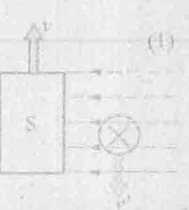
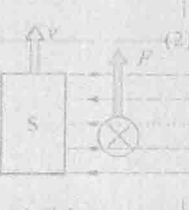
第11章 电工仪表

表11.1	万用表	190
表11.2	万用表的使用方法	191
表11.3	检相计	194
表11.4	钳形电流表	196

第12章 电气图形符号

表12.1	开闭触点图形符号	202
表12.2	开闭触点中限定图形符号的表示方法	202
表12.3	使用触点功能符号的开闭器类图形符号	203
表12.4	开闭触点的操作机构符号表示方法	204
表12.5	使用操作机构符号的开闭器类图形符号	204
表12.6	电气设备图形符号	205
表12.7	控制设备器件图形符号	207
表12.8	识读电动送风机的延迟运行运转电路	210
表12.9	识读采用无浮子液位继电器的供水控制电路	211
表12.10	识读带有缺水报警的供水控制电路	213
表12.11	识读采用无浮子液位继电器的排水控制电路	214
表12.12	识读带有涨水报警的排水控制电路	216
表12.13	识读传送带的暂时停止控制电路	217
表12.14	识读货物升降机的自动反转控制电路	219
表12.15	识读泵的反复运转控制电路	220
表12.16	识读泵的顺序启动控制电路	221

表 1.1 电线斜削式剥皮

步骤1	距电缆端部5cm处刻指甲印	步骤2	剥护套刀口(1.6×2)对准刻印,握紧钳柄
 (1) 感应电动势$\Rightarrow$电磁力		 (2) 感应电动势$\Rightarrow$电磁力	
步骤3	距电缆端部5cm处刻指甲印	步骤4	剥护套刀口(1.6×2)对准刻印,握紧钳柄
 (1) 感应电动势$\Rightarrow$电磁力		 (2) 感应电动势$\Rightarrow$电磁力	
步骤5	距电缆端部5cm处刻指甲印	步骤6	剥护套刀口(1.6×2)对准刻印,握紧钳柄
 (1) 感应电动势$\Rightarrow$电磁力		 (2) 感应电动势$\Rightarrow$电磁力	
步骤7	距电缆端部5cm处刻指甲印	步骤8	剥护套刀口(1.6×2)对准刻印,握紧钳柄
 (1) 感应电动势$\Rightarrow$电磁力		 (2) 感应电动势$\Rightarrow$电磁力	
步骤9	距电缆端部5cm处刻指甲印	步骤10	剥护套刀口(1.6×2)对准刻印,握紧钳柄
 (1) 感应电动势$\Rightarrow$电磁力		 (2) 感应电动势$\Rightarrow$电磁力	

第1章

电与电子的基础

表1.1 阴极射线

知识点	阴极射线
图 示	(a) 盖斯勒管 (b) 实验 由实验可知阴极射线中带有负电荷的粒子就是电子
说 明	① 在封闭的玻璃管容器里，把两个小金属板（电极）放在两个分开的地点，电极分别连接到管外电源的正极（阳极）和负极（阴极），然后用真空泵抽出空气，在两个分离的电极之间开始有电流发生，这个玻璃管容器叫盖斯勒管 ② 在盖斯勒管中封入各种气体，在两个电极之间加电压，气体放电就会产生电流，日光灯或霓虹灯就是利用了气体放电来发光的。将盖斯勒管中的气体抽出后发光变得暗淡，但仍有持续电流流过，这种在真空中传播的电流称为“阴极射线”，当时认为它是某种运输电流的放射线，是从阴极向阳极运送电流的 ③ 后来经多次实验，如在阴极射线经过的途中放置金属等障碍物，发现放射线对障碍物产生压力，并且同时发热。再用磁铁靠近时，还发现阴极射线沿着磁力线弯曲。根据这些实验得知阴极射线是具有负电荷与质量的粒子 ④ 负极与正极之间存在电场，带有负电荷的电子从负电极发生，受到正电极的吸引而运动，这就是阴极射线

表1.2 电子在磁场内的运动

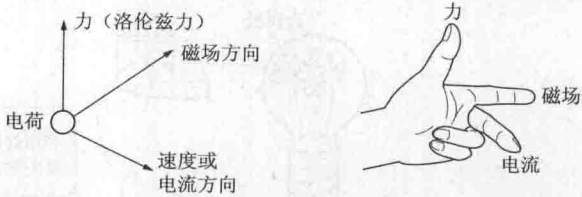
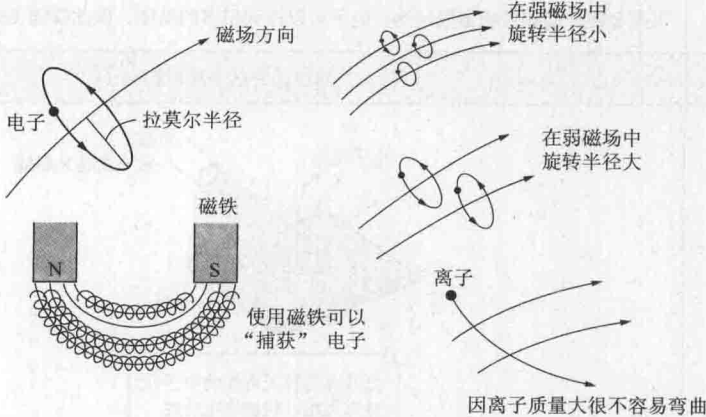
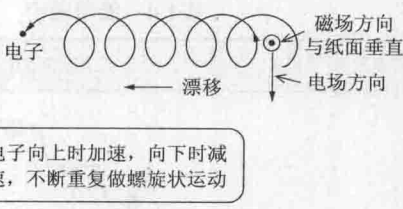
知识点1	左手定则
图 示	
说 明	定则是以左手的三个手指相互垂直时，食指的方向表示磁场，中指的方向表示电流的方向，拇指则表示作用力的方向
知识点2	电子在磁场内的运动
图 示	
说 明	电子在加速时拉莫尔半径扩大，减速时拉莫尔半径缩小。所以电子一边旋转一边向着与电场和磁场都垂直的方向前进，这种电子的运动称为电子的漂移
知识点3	摆线运动
图 示	
说 明	在电场与磁场相互垂直存在的场合，电子做摆线运动，电子在磁场的周围做圆运动时，如果电子的行进方向与电场的方向平行则电子加速，方向相反则电子为减速状态

表1.3 从金属发射的电子

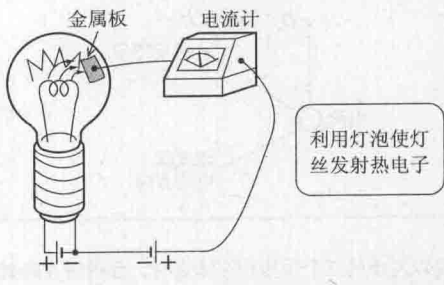
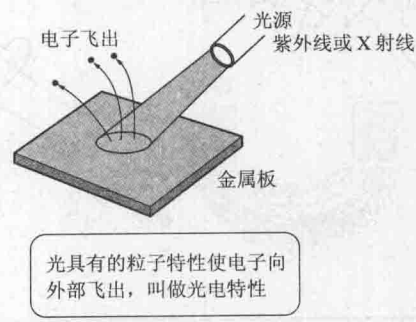
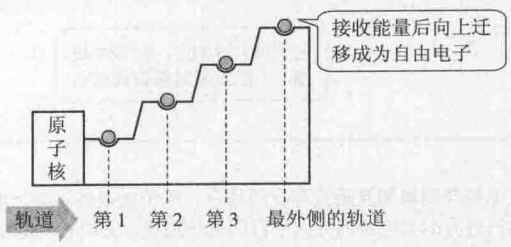
知识点1	通过加热从金属发射电子
图 示	
说 明	在金属原子之间存在很多能自由运动的“自由电子”。在白炽灯的灯丝附近将金属板与电流计连接，灯泡发光时电流计的指针摆动，应该是真空的空间却有电流流过。如果把金属板当做负极就没有电流流过，这就是飞出的负电子受到负金属板的排斥所致 金属中的电子与周围的原子有互相吸引的力，称为库仑力。由于存在库仑力，电子不能随意飞离金属。但如果将金属加热，电子可以得到很多的动能，因此就能飞离金属
知识点2	通过光照从金属发射电子
图 示	
说 明	另外一种使电子从金属脱离的方法是用光给电子能量。在光中从波长长的红外线到波长短的紫外线，直到X射线都可以给电子能量，波长越短能量越高，可以使金属表面发射出越多电子

表1.4 能带理论

知识点1	能带理论
图 示	

续表1.4

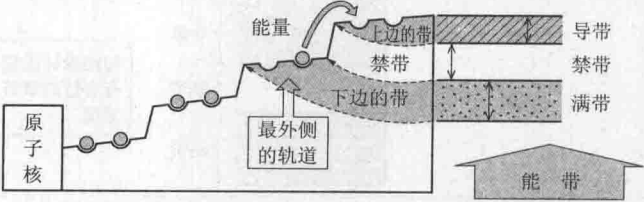
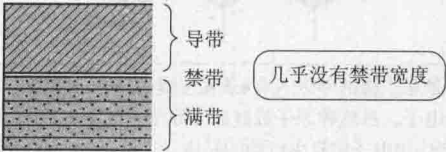
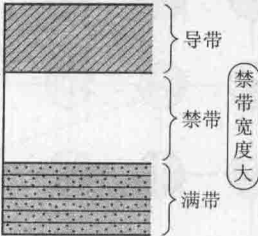
说明	电子只存在于围绕原子核的轨道上，不会到其他地方，即电子存在于与电子所具有能量相当的轨道上
知识点2	各能带区的作用
图 示	 (a) 使两个原子接近，轨道分裂成两条 (b) 能带的构造
说 明	① 满带。相当于原子最外层轨道的能带。位于满带的电子如果得到能量往往能越过禁带进入导带 ② 禁带。位于满带之上，电子不能在此停留。禁带的宽度随金属、绝缘体、半导体而各不同，因此要使电子从满带越过禁带进入导带所需能量也因物质而异 ③ 导带。虽然可以存在电子，但通常几乎不存在电子。得到能量时从满带飞向导带的电子称为自由电子。自由电子在晶体中可以自由运动 在理解复杂难懂的原子中的电子迁移时，能带是一种便利的手段。电子要从满带越过禁带进入导带，必须具备比相当于禁带宽度还要大的能量，这个能量的单位称为电子伏（eV）。例如，从固体表面将一个电子拉到外面所需能量（称为功函数），对金属而言是2~5 eV

表1.5 金属、绝缘体、半导体的能带

知识点1	金 属
图 示	
说 明	图所示为金属（导体）的能带，禁带的能量（禁带宽度）接近于0，即电子从满带迁移到导带所需能量是0.01 eV左右。所以金属的电子只需得到些微能量就可立即迁移到旁边的导带。换言之，金属可以自由地吸收少量的能量
知识点2	绝缘体
图 示	

续表1.5

说明	从绝缘体的能带示意图可以看出,与金属的能带相比,绝缘体的禁带宽度大,将满带及导带分离开。在绝缘体的满带,电子完全被埋没,所以这些电子如果得不到大的能量就不可能迁移到上面的导带,即对于电子而言,禁带宽度非常大,若是没有1.2 eV以上的能量就不可能迁移
知识点3	半导体
图示	
说明	半导体通常处于仅有极少量的电子能从满带迁移到导带的状态。这些电子是在常温下得到了热能,从下边的能带迁移到上边的能带。半导体有许多种类,禁带宽度也有不同的值。例如,电子电路元件常用的锗(Ge)是0.78 eV,硅(Si)是1.21 eV左右。在室温下半导体导带不能存在电子。但如果半导体的温度上升,电子得到的热能也会增加,使上升到导带的电子数量增加,因此有电流流动,半导体电阻下降

表1.6 P型半导体和N型半导体

知识点1	N型半导体
图示	
说明	具有5条悬空键的砷进入有4条悬空键的硅,结果多出了1条悬空键。实际上键就意味着电子,即多出1个电子。虽然砷原子或硅原子原子核的正电荷与电子的负电荷在晶体的整体上是均衡的,但是结果产生出电子能自由行动的晶体。这种场合,从一个砷原子可以产生一个自由电子,这种掺了杂质的半导体称为N型半导体
知识点2	P型半导体
图示	

续表1.6

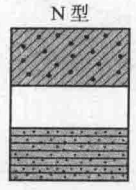
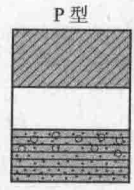
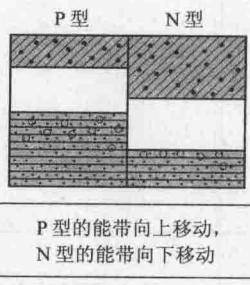
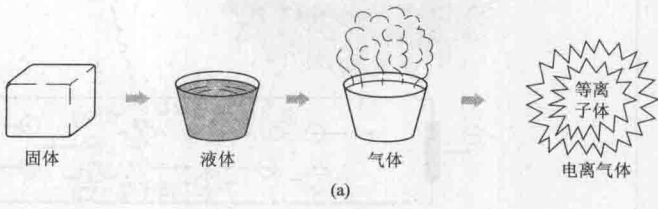
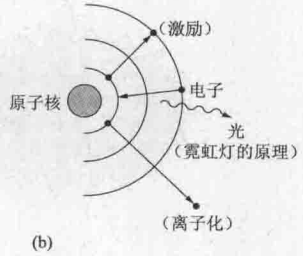
说 明	周期表中的Ⅲ族元素有硼、铝、镓、铟等，这些原子的最外层有3个电子，所以是3价元素。如果把Ⅲ族元素镓（Ga）的原子掺入到硅的晶体中，硅有4条悬空键，镓有3条悬空键，悬空键互相吸引对方的电子，但因缺少一个电子而形成空穴，换个说法就是好像存在一个正电荷，这种掺了杂质的半导体称为P型半导体
知识点3	能带构造
图 示	 (a) N 型的能带构造  (b) P 型的能带构造  P 型的能带向上移动， N 型的能带向下移动
说 明	① N型半导体的导带中存在许多电子，在下面的满带里没有空穴 [图 (a)] ② P型半导体的满带中有空穴，在上面的导带里没有电子 [图 (b)]。电子电路里使用的半导体二极管就是P型半导体与N型半导体结合的产物。P型和N型半导体的能带都按右图所示进行变化。在这种状态下加电场时，根据电场方向的不同可以控制电子的移动，因此可以作为二极管使用

表1.7 放电现象

知识点1	等离子体放电
图 示	 (a) 在等离子体中许多原子或分子电子被夺走，电子与离子分开。但剧烈运动又发生碰撞，碰撞又增强了激励，增多了离子  (b)