

我爱科学

物理大世界

# 电波探秘

DIANBO  
TANMI

主编◎韩微微



吉林出版集团



吉林美术出版社

全国百佳图书出版单位

我爱科学

物理大世界



# 电波探秘

DIANBO  
TANMI

主编◎韩微微

图书在版编目 (C I P) 数据

电波探秘 / 韩微微编. — 长春 : 吉林美术出版社,  
2014.1 (物理大世界)  
ISBN 978-7-5386-7548-1

I. ①电… II. ①韩… III. ①电波传播—青年读物②  
电波传播—少年读物 IV. ①TN011-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第301472号



# 电波探秘

|       |                      |
|-------|----------------------|
| 编 著   | 韩微微                  |
| 策 划   | 宋鑫磊                  |
| 出 版 人 | 赵国强                  |
| 责任编辑  | 赵 凯                  |
| 封面设计  | 赵丽丽                  |
| 开 本   | 889mm×1 194mm 1 / 16 |
| 字 数   | 100千字                |
| 印 张   | 12                   |
| 版 次   | 2014年1月第1版           |
| 印 次   | 2014年1月第1次印刷         |
| 出 版   | 吉林美术出版社 吉林银声音像出版社    |
| 发 行   | 吉林银声音像出版社发行部         |
| 电 话   | 0431-88028510        |
| 印 刷   | 北京卡乐富印刷有限公司          |

ISBN 978-7-5386-7548-1

定 价 29.80元

版权所有 侵权必究



# FOREWORD

在人类生态系统中，一切被生物和人类的生存、繁衍和发展所利用的物质、能量、信息、时间和空间，都可以视为生物和人类的生态资源。

地球上的生态资源包括水资源、土地资源、森林资源、生物资源、气候资源、海洋资源等。

水是人类及一切生物赖以生存的必不可少的重要物质，是工农业生产、经济发展和环境改善不可替代的极为宝贵的自然资源。

土地资源指目前或可预见到的将来，可供农、林、牧业或其他各业利用的土地，是人类生存的基本资料和劳动对象。

森林资源是地球上最重要的资源之一，它享有太多的美称：人类文化的摇篮、大自然的装饰美化师、野生动植物的天堂、绿色宝库、天然氧气制造厂、绿色的银行、天然的调节器、煤炭的鼻祖、天然的储水池、防风的长城、天然的吸尘器、城市的肺脏、自然界的防疫员、天然的隔音墙，等等。

生物资源是指生物圈中对人类具有一定经济价值的动物、植物、微生物有机体以及由它们所组成的生物群落。它包括基因、物种以及生态系统三个层次，对人类具有一定的现实和潜在价值，它们是地球上生物多样性的物质体现。

气候资源是指能为人类经济活动所利用的光能、热量、水分与风能等，是一种可利用的再生资源。它取之不尽又是不可替代的，可以为人类的物质财富生产过程提供原材料和能源。

海洋是生命的摇篮，海洋资源是与海水水体及海底、海面本身有着直接

# FOREWORD

关系的物质和能量。包括海水中生存的生物，溶解于海水中的化学元素，海水波浪、潮汐及海流所产生的能量、贮存的热量，滨海、大陆架及深海海底所蕴藏的矿产资源，以及海水所形成的压力差、浓度差等。

人类可利用资源又可分为可再生资源 and 不可再生资源。可再生资源是指被人类开发利用一次后，在一定时间（一年内或数十年内）通过天然或人工活动可以循环地自然生成、生长、繁衍，有的还可不断增加储量的物质资源，它包括地表水、土壤、植物、动物、水生生物、微生物、森林、草原、空气、阳光（太阳能）、气候资源和海洋资源等。但其中的动物、植物、水生生物、微生物的生长和繁衍受人类造成的环境影响的制约。不可再生资源是指被人类开发利用一次后，在相当长的时间（千百万年以内）不可自然形成或产生的物质资源，它包括自然界的各种金属矿物、非金属矿物、岩石、固体燃料（煤炭、石煤、泥炭）、液体燃料（石油）、气体燃料（天然气）等，甚至包括地下的矿泉水，因为它是雨水渗入地下深处，经过几十年，甚至几百年与矿物接触反应后的产物。

地球孕育了人类，人类不断利用和消耗各种资源，随着人口不断增加和工业发展，地球对人类的负载变得越来越沉重。因此增强人们善待地球、保护资源的意识，并要求全人类积极投身于保护资源的行动中刻不容缓。

保护资源就是保护我们自己，破坏浪费资源就是自掘坟墓。保护资源随时随地可行，从节约一滴水、少用一个塑料袋开始……

# CONTENTS

## 目录



### 电波发现

|                 |    |
|-----------------|----|
| ● 电的发现 .....    | 1  |
| ● 电磁感应现象 .....  | 7  |
| ● 莫尔斯的电报机 ..... | 12 |
| ● 贝尔的电话 .....   | 15 |
| ● 预言电波的存在 ..... | 20 |
| ● 无线电的先驱者 ..... | 23 |
| ● 伦琴射线的来历 ..... | 28 |
| ● 柏克勒尔现象 .....  | 31 |
| ● 闪电的谜底 .....   | 36 |
| ● 从莱顿瓶到天线 ..... | 40 |
| ● 解读脑电波 .....   | 44 |

### 电波的应用

|                    |     |
|--------------------|-----|
| ● 海洋深处探秘 .....     | 49  |
| ● 无线电 .....        | 53  |
| ● 无线电广播 .....      | 55  |
| ● 电视机 .....        | 61  |
| ● 微波炉的使用 .....     | 64  |
| ● 电子计算机 .....      | 67  |
| ● 红外线眼镜 .....      | 71  |
| ● 人造通信卫星 .....     | 75  |
| ● 雷 达 .....        | 81  |
| ● 天文观测的运用 .....    | 83  |
| ● 英德“导航战” .....    | 94  |
| ● GPS在军事中的应用 ..... | 101 |
| ● 电波与战争 .....      | 109 |
| ● 电波在医疗上的发展 .....  | 114 |

# CONTENTS

## 认识电波

|                    |     |
|--------------------|-----|
| ●什么是电.....         | 119 |
| ●什么是电波.....        | 123 |
| ●波的内涵.....         | 129 |
| ●无线电波.....         | 131 |
| ●微波.....           | 136 |
| ●可见光.....          | 139 |
| ●红外线.....          | 142 |
| ●紫外线.....          | 145 |
| ●X射线.....          | 149 |
| ● $\gamma$ 射线..... | 151 |
| ●宇宙射线.....         | 155 |



## 电波与人类健康

|                   |     |
|-------------------|-----|
| ●电磁辐射的危害.....     | 161 |
| ●不可忽视的电磁污染.....   | 166 |
| ●如何预防电磁辐射.....    | 172 |
| ●离手机远一些.....      | 175 |
| ●如何预防电脑辐射.....    | 178 |
| ●脑电波与人们疾病的关系..... | 182 |





# 电波的发现

从玉匠们打磨琥珀、玳瑁等东西上，感受到“电”的存在，但那时并不称作“电”，中间陆陆续续有人做了不少实验，一直到摩擦起电，证实电的存在，已经有几千年的历史了。爱迪生发明电灯开始，人们走向了照明之路。电的发现，有着划时代的意义。可以说，如果电不被发现，那么电磁也自然发现不了。磁生电，这个不平凡的结论正是由伟大的法拉第揭开的。他可以说是近代电磁学说的第一个奠基人。麦克斯韦是继法拉第之后集电磁学大成的伟大科学家，预言了电波的存在，赫兹更是用实验证实了电波的存在。此后，莫尔斯的电报机与贝尔的电话相继问世，马可尼发明了无线电通信，将人们带入了隔空传输语音的世界，逐步运用到了人们的实际生活中，推动了社会发展的历程。

人们并不满足，可敬的科学家们也是日以继夜地试验，以便开拓更深更广的领域。功夫不负有心人，又发现了X射线，揭示了闪电的谜底，以及天线的产生，等等。而且，X射线的发现，把人类引进了一个完全陌生的微观国度。X射线的发现，直接地揭开了原子的秘密，为人类深入到原子内部的科学研究，打破了坚冰，开通了航道。

在这里，还可以值得一提的是，关于人身上存在的电波——脑电波，对于它的研究，可以帮助我们更了解自己，并进行临床的应用。

## ●电的发现-----

在2500多年以前，为了装饰的需要，有人把琥珀、玳瑁磨成珠子、耳环和手镯之类的东西。琥珀是一种美丽的树脂化石，黄黄的颜色中略带一点红



褐，晶莹透明，非常美观。玳瑁是一种跟乌龟相似的海生爬行动物的甲壳，黄褐的颜色中带有一些黑斑，在那个时候人们把它叫做“顿牟”。因为琥珀和玳瑁都很硬，所以，在中国和希腊有不少辛勤劳动的工人，成天磨呀琢呀，跟琥珀和玳瑁打交道。一天，工人们发现了刚磨好的琥珀



玳瑁

和玳瑁具有一种奇异的特性：它会吸引芥菜籽、绒毛、头发、细线一类的轻微的东西。于是人们记下了“顿牟掇芥”的怪现象。

又过了好几百年，一个学者在《博物志》里记下了另一个有趣的现象：用漆过的木梳子梳头，或者在穿、脱丝绸及毛皮质料衣服的时候，会有噼噼拍拍的声音和火星出现。当时人们并不了解“顿牟掇芥”与脱衣服“解结有光”之间有什么联系。因为对任何事物的认识，得有一个过程，加上受封建社会的约束，所以当时的科学发展是比较缓慢的。至于在外国，特别是在中世纪时期的欧洲，教会势力和封建势力结成了反动的联盟，宗教的影响渗透到了社会生活的各个方面，真正的科学被视为异端邪说，遭受着残酷的迫害。但是，历史的洪流总归要奔腾向前，到了11世纪以后，在我国，经历了“五代十国”的长期战乱，形成了中央集权的北宋王朝，社会秩序进入了一个相对稳定的时期。在欧洲，十字军远征，教堂和城市建筑的发展，粮食和手工业产品的增加，以及伴随着贸易的扩展和航海技术的进步，促使人们去总结以往的经验教训，思考许多未来的问题。于是，科学知识的宝库被充实起来了。

这样，到1600年，英国有一个叫做吉柏的医生发现，不但琥珀具有吸引轻微物体的能力，而且经呢绒之类摩擦过的金刚石、水晶、硫黄、火漆和玻



璃，也都会有那种神奇的吸引力。这使他想到“琥珀之力”并不是琥珀所特有，而应当蕴藏在一切物质之中，就好像水渗透在海绵里一样。后来，他根据希腊文字“琥珀”的字根，拟定了一个新的名词，把它叫做“电”。

又过了100多年，人们制成了一架会发生电的机器。制造者把熔化了了的硫黄灌到玻璃球里，等硫黄凝固以后，就打破玻璃，取出小球，安上一根转轴，装到机器上使它旋转起来。然后用各种不同的物质去和转动的硫黄球摩擦，目的是想要找到使硫黄球带电的最好的材料。实验的结果是使人惊异的。最好的材料不是别的，竟是实验者自己的双手！从此以后，人们真的就用手掌发起电来了。有一次，又一个有趣的现象发生了：一根柔软的绒毛从带电的硫黄球上跳下来，直向实验者的鼻子飞去。原来在做实验的时候，通过手，使他的鼻子也带了电。

这个现象后来才慢慢地被人懂得：不但摩擦以后的硫黄球会吸引毛发，凡是摩擦以后再分开的两个物体，它们都同时带上了电。在人体和某些其他的物体上，电并不停留在发生的地方，它会从一个地方流到另一个地方。这



金刚石



些物体就叫做“导体”。实验使人碰到的有趣事情还不止一件。有一天，人们发现绒毛被吸到硫黄球上之后，一下子就跳了起来，落回地上，然后再跳起，落到球上另外一个地方。小绒毛一上一下地跳着“舞蹈”，一直等它“吻遍”了整个小球，搬光了球上所有的电，才老老实实在地躺了下来。这个现象说明，电不只是具有吸引的作用，而且也会互相排斥；电并不能在一切物体上任意流动，有时候它就停留在摩擦过的各个不同的地方。小绒毛的表演还使人们产生了电的“原子性”的想法，并且开始把电称作“电荷”。慢慢地，人们懂得了电荷有两种。每次发生电的时候，两种性质截然相反的电荷总是成对地出现。同名的电荷会互相排斥，异名的电荷要互相吸引。假定把同样多少的异名电荷放作一堆，那么它们立刻就彼此中和，失掉了带电的现象。



玻璃棒

为了区别这两种电荷，最初人们把它们称作“树脂性的”和“玻璃性的”电。后来富兰克林干脆把它们叫做“负电”和“正电”。这个用正、负号来表示两种电荷的习惯，一直保持到今天。

### 知识点

#### 直流电与交流电

直流电是电流的方向不随时间的变化而改变，但电流大小可能不固定，而产生波形，又称恒定电流，所通过的电路称直流电路。



交流电也称“交变电流”，简称“交流”，一般指大小和方向随时间作周期性变化的电压或电流。我们常见的电灯、电动机等用的电都是交流电。在实用中，交流电用符号“~”表示。

排起辈分来，直流电还是交流电的老大哥，因为人类最早得到的是直流电，后来，改进了发电机才得到了交流电。

从用途上说，直流电、交流电各有优点，有些场合适宜用交流电，有些场合非用直流电不可。

把交流电变成机械能的机器，叫做交流电动机。这种机器结构简单，容易制造，也比较耐用，转速也很稳定，因此用途极广。工厂里许多机床都是用交流电动机来带动的，农村里常用的脱粒机、碾米机、抽水机等等都要用到交流电动机。交流电的发电成本，也比直流电便宜，因此，人们照明、取暖一般也都用交流电。

对于直流电，它的用处也很大。直流电流动的方向不变，因此，用它来发动的直流电动机，转速可以任意调节。这是一个很重要、很有用的优点。例如电车，就必须用直流电来开动。电车在爬坡的时候，要用很大的力气，这时候直流电机的转速就会减慢，力气就加大，好把电车送上坡。而在下坡的时候，直流电机就会加快转速，减小力气。要是用交流电来开电车，这种电车就不适宜乘坐。因为交流电动机的转速是固定的，一通电，马上就全速转动，没有由慢到快的过程；一断电，马上就停止转动，没有由快到慢的过程。坐在这种电车里乘客，在车子一开一停的时候，互相撞来撞去，非摔得鼻青脸肿不可。所以，电车无论如何不能采用交流电动机。

不光是电车，矿山里的卷扬机和升降机、高层建筑里的电梯、货轮上的电动吊车等等，大都得用直流电。另外，电话也必须用直流电，如果用交流电，我们就没法通话，因为交流会发出嗡嗡的杂音，无法让我们听清对方的声音。

无线电通信中的收发报机、扩音机、收音机、雷达等等都必须用直流电；电子计算机也必须使用直流电。因为这些设备都要求电子按照人们所规定的方向、用一定的能量去工作。因此，现代电子技术都需要用直流电作为工作电源。从这

个意义上来说，直流电的用途绝不比交流电小。

## 延伸阅读

### 会放电的鱼

鱼还会放电，够稀奇吧！下面我们就去看看这种生活在南美洲亚马孙河流域的会放电的鱼。电鳗是生活在南美亚马孙河的一种鳗类。它在鱼里面算是高大威猛的了。全身大概有2米多，体重有20千克呢。它行动迟缓，栖息于缓流的淡水水体中，并不时上浮水面，吞入空气，进行呼吸。体长，圆柱形，无鳞，灰褐色。背鳍、尾鳍退化，但占体长近4/5的尾，其下缘有一长形臀鳍，依靠臀鳍的摆动而游动。尾部具发电器，来源于肌肉组织，并受脊神经支配。能随意发出电压高达650伏的电流，所发电流主要用以麻痹鱼类等猎物。

电鳗是鱼类中放电能力最强的淡水鱼类，输出的电压300~800伏，因此电鳗有水中的“高压线”之称。电鳗的发电器的基本构造与电鳐相类似，也是由许多电板组成的。它的发电器分布在身体两侧的肌肉内，身体的尾端为正极，头部为负极，电流是从尾部流向头部。当电鳗的头和尾触及敌体，或受到刺激影响时即可发生强大的电流。电鳗的放电主要是出于生存的需要。因为电鳗要捕获其他鱼类和水生生物，放电就是获取猎物的一种手段。它所释放的电量，能够轻而易举地把比它小的动物击死，有时还会击毙比它大的动物，如正在河里涉水的马和游泳的牛也会被电鳗击昏。

那么电鳗是如何判断周围存在威胁并释放电流还击的呢？电鳗尾部发出的电流，流向头部的感受器，因此在它身体周围形成一个弱电场。电鳗中枢神经系统中专门的细胞来监视电感受器的活动，并能根据监视分析的结果指挥电鳗的行为，决定采取捕食行为或避让行为或其他行为。有人做过这么一个实验：在水池中放置两根垂直的导线，放入电鳗，并将水池放在黑暗的环境里，结果发现电鳗总在导线中间穿梭，一点儿也不会碰导线；当导线通电后，电鳗一下子就往后跑了。这说明电鳗是靠“电感”来判断周围环境的。

但是我们还有一个疑问：电鳗释放如此强大的电流，怎么它自己能幸免于



难不被电到呢？原来，电鳗体内有许多所谓的生物电池串联及并联在一起，所以虽然电鳗的头尾电位差可以高达750伏，但是因为生物电池的并联（共约140行）把电流分散掉，所以实际上通过每行的电流跟它电鱼时所放出的电流相对之下小得多，所以它才不会在电鱼时，把自己也给电死。

还有一种和电鳗极其相似的鱼类叫电鲰。电鲰是一种软骨鱼类，体形圆形或椭圆形，口和眼睛都很小，生活在热带和亚热带近海，我国的东海和南海就有分布。它常将身体半埋于泥沙中，或在海底匍匐前进。

在电鲰的头部和胸鳍之间有一个椭圆形发电器，是由肌肉特化而成的。发电器由若干肌纤维组成，形成六角形柱状管，管内有无色的胶状物质，主要起电解作用。管内有许多扁平的电板排列，电板由一些小的化学细胞组成，与神经相连，我们把它们叫做“电板细胞”。电鲰捕捉食物时，信号通过神经传导到电板的细胞，小细胞产生化学物质，改变细胞膜内和膜外的电荷分布，产生电位差，电流也就因此产生了。一个细胞产生的电流很小，一条电鲰身上有数百万个电板细胞，它们同时放电的时候，电流就相当大了。生活在大西洋和印度洋的热带及亚热带近岸水域中的巨鲰，体型较大，最大者可达2米多。科学家们曾对这种电鲰进行过测试，结果发现，它可以产生60伏电压，50安培的电脉冲，3000瓦功率的电击，足以击毙一条几十千克的大鱼。世界上第一个人工电池——伏打电池，就是根据电鲰的发电器官为模型而设计出来的。

## ●电磁感应现象

不但电流会产生磁，磁也能产生电流。

作出这个不平凡结论的是英国伦敦乔治·利勃书店的学徒迈克尔·法拉第。他可以说是近代电磁学说的第一个奠基人。法拉第生长在一个贫苦的铁匠的家庭里，由于生活的逼迫，他不得不在12岁就上街卖报，13岁便离开了家庭，到乔治·利勃书店去学习装订书籍的手艺。

从小就没有机会上学的法拉第，十分喜爱科学。失学当然使他感到痛

苦，但艰苦的条件并不能阻挠他如饥似渴地刻苦学习。他常常利用工作的闲暇去弥补知识的缺陷。他贪婪地阅读着一本本交来装订的书籍。这样，法拉第很快地了解了前人的许多重大成就。法拉第读书很努力，求知欲望更强烈。星期天和晚上，他总挤出时间去听那些公开举行的演讲。

有一次，他听了当时英国最著名的化学家汉弗莱·戴维的演说，他当场记下了全部演讲的内容，回家后又作了认真的研究和整理。随后，他把演讲记录连同自己的心得和献身科学的志愿，给戴维去了一封信，并且请求他收留自己在他的身边工作。戴维小时候是一个药房的学徒，他完全理解这个热情的青年工人的心情。戴维把他安排在自己的实验室里，做一些洗涤、打扫的事情。由于法拉第杰出的才能，不久他就开始了独立的研究工作。1816年，法拉第写出了第一篇科学论文。到了1824年，他的名声已经遍于英国的科学界了。

从这个时候起，法拉第就专心致志于电现象和磁现象的研究。他发现，不但放在磁铁附近的磁针会发生偏转，如果把磁铁放在撒满铁屑的纸板下面，再轻轻地敲击纸板，这时候，铁屑会排成一个对称的美丽的图形。铁屑有规则的排列，说明了纸板下面的磁铁对它们产生了影响。就好像电场会使短发和碎草有规则地排列起来一样，在磁铁的周围，也一定存在着“磁场”。法拉第还发现，磁场不仅存在于磁铁的附近，在有电流通过导线的时候，在导线的周围，也会产生磁场。

电流磁场的发现，使人们明白了奥斯特看到的现象。正是电流磁场的作用，磁针才发生了偏转。电流既然会产生磁场，反过来，磁场能不能产生电流呢？

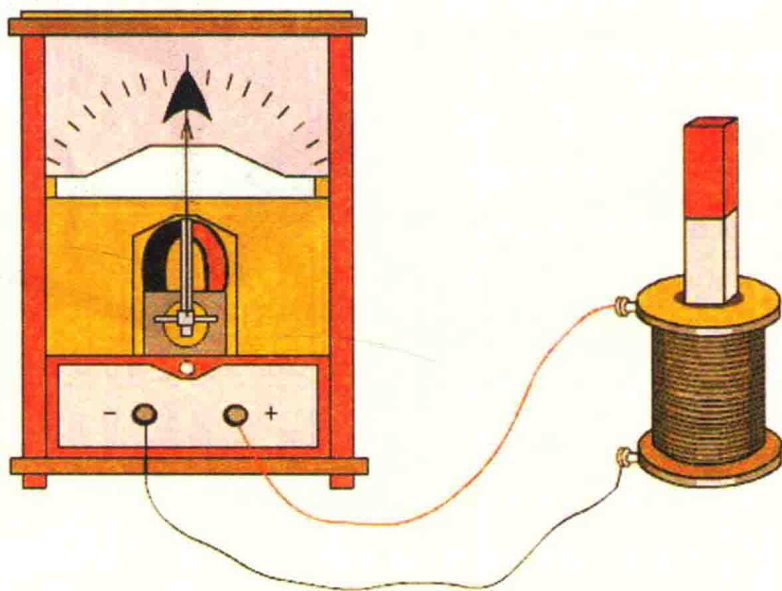
法拉第又开始了新的尝试。他把一条六七米长的导线绕在圆筒上，用电流计连接两端，然后再把一根条形磁铁插进圆筒，法拉第想，这个外加上去的磁场，应当会产生电流。他满怀希望跑到电流计的前面，可是电流计的指针一动也不动。



法拉第仔细检查着仪器和接线，再次进行实验。等他跑到电流计前面的时候，电流计的指针还是指在“0”上。法拉第失望了。可是他并没有灰心，他深深思索着失败的原因。这样的办法不对！为什么每次都要插好了磁铁再去看电流计呢？——法拉第猛然闪过了这样一个念头。

这时候，在法拉第深邃的思想中，一个认识的飞跃已经通过大量实践而得到完成：“无中不会生有。”“在任何情况下……没有纯粹的力的创造，没有不消耗某种东西而能够产生力”。在这里，尽管法拉第和当时许多物理学家一样，常常对“力”这个词赋予机械力和能量的双重涵义，然而我们却可以从朴素的语言中，看到他们已经是如何深刻地掌握和运用着“能量守恒与转换”这条自然界的普遍规律。电流只有发生在磁棒插入或者拔出线圈的转瞬之间，磁棒与线卷的相对运动是由磁产生电的必要条件。这就是法拉第从许多次失败中得到的新的启示。

于是他装好仪器，重做试验，两眼紧紧地盯在电流计上。果然，就在磁



电磁感应

铁插入圆筒的一瞬间，电流计的指针动了。它显示了磁场产生电流的成功。只有运动的磁铁所产生的变化着的磁场，才会产生电流。这是法拉第得到的一个重要结论。

既然变化的磁场会引起电流，而电流又能产生磁场，那么用变化的电流就可以获得变化的磁场，有了变化的磁场就能有电流，所以通过电磁感应的方法，用电流来产生电流应当是可能的。法拉第再次进行实验。实验证明了他的设想。

法拉第以半生辛勤的劳动，找到了电现象和磁现象的联系，找到了电磁感应的规律。法拉第为电学的发展和应用，作出了重大的贡献。

## 知识点

### 电流表的分类

电流表，又称安培计，是测量电流的仪表。主要类型有转动线圈式电流表、转动铁片式电流表、热偶式电流表以及热线式电流表。

转动线圈式电流表装有一分流器以降低敏感度，它只能用于直流电，但加一整流器也可用于交流电。

转动铁片式电流表中，当被测电流流过固定线圈时，产生磁场，一块软铁片在所产生的磁场中转动，能用来测试交流或直流，比较耐用，但不及转动线圈式电流表灵敏。

热偶式电流表也能用于交流或直流电，其中有一电阻器，当电流流过时，电阻器热量上升，电阻器与热电偶接触，热电偶与一表头相连，从而构成热偶式电流表，这种间接式电表主要用来测量高频交流。

