

电能表的发展历史

从十九世纪法拉第发现电磁感应定律开始，随着电能在生产生活中的应用和技术的发展和成熟，电能已经成为当代社会的通用能源。由于其较高的能量利用率，其他形式的能源总是转化为电能进行利用。在信息化时代，大到运算能力超强的巨型计算机，小到集通讯和娱乐等众多功能与一身的智能手机都离不开电能的使用，可以说电能已经成为社会的命脉。但是不同于阳光、蒸汽、石油、天然气等能源，电看不见摸不着，那么在电能投入使用之前，还有一个问题需要解决：如何度量电能。于是科学家们设计出了不同原理，不同工作方式的电能表。

一. 电能表的出现

由于电能最早开始投入生产的时候使用的是直流电，因此 1880 年（或 1881 年）爱迪生利用电解原理发明了第一台直流电能表（安時計）。

由于年代久远，网络上查找不到爱迪生发明的直流电能表的具体模型，究竟电解原理是怎样使用来计量电能的也无从查证。因此，我们只能猜测爱迪生将电解装置接入电路，通过电解过程中某种化合物的生成量来计算电能转化。

但是这种理论存在一个问题：根据高中所学的电解知识，在已知电解质种类的情况下，我们可以计算单位时间内的电荷转化量，进而得到电流，但是电压是怎么测量的？资料说安時計本身就是用来测量电量的，那么仅测得电量，怎样得到电功率？

二. 感应式电表

随着工业进程不断加快，受技术的限制，直流电已经无法满足市场的要求，交流电登上了历史的舞台。交流电的发现和运用，又向电能表的发展提出了新的要求。

1889 年，匈牙利岗兹公司一位德国人布勒泰制作成总重量为 36.5kg 的世界上第一块感应式电能表。感应式电表的工作原理比较简单：当把电能表接入被测电路时，电流线圈和电压线圈中就有交变电流流过，这两个交变电流分别在它们的铁芯中产生交变的磁通；交变磁通穿过铝盘，在铝盘中感应出涡流；涡流又在磁场中受到力的作用，从而使铝盘得到转矩（主动力矩）而转动。负载消耗的功率越大，通过电流线圈的电流越大，铝盘中感应出的涡流也越大，使铝盘转动的

力矩就越大。即转矩的大小跟负载消耗的功率成正比。功率越大，转矩也越大，铝盘转动也就越快。铝盘转动时，又受到永久磁铁产生的制动力矩的作用，制动力矩与主动力矩方向相反；制动力矩的大小与铝盘的转速成正比，铝盘转动得越快，制动力矩也越大。当主动力矩与制动力矩达到暂时平衡时，铝盘将匀速转动。负载所消耗的电能与铝盘的转数成正比。铝盘转动时，带动计数器，把所消耗的电能指示出来。

在感应式电表刚发明出来的时候还存在很多问题。一方面，导磁材料性能差，增大了电能表体积和质量。另一方面，转盘材料产生涡流过程中电能消耗太大。因此，之后感应式电表又得到了逐步改进。

1905年出现了增加非工作磁路改进成九十度的方法，大大提升了电能表各项参数。随后性能较好的高导磁材料的出现，大大地减轻了电能表的重量并缩减了其体积。上世纪三十年代开始，电能表采用铬钢、铝镍合金代替原来的镍铜，并通过降低电能表转盘的转速来降低其损耗，同时改善了电能表的负荷特性。

感应式电表因结构简单、造价低廉、维修方便、操作安全在电能计量中得到了广泛引用。但是感应式电表也有自身的缺点：消耗人力、准确度低、功能扩展困难、防窃电能力差。

三. 电子式电表

二十世纪六十年代末，日本发明了时分割乘法器并提出了其测功率原理，实现了全电子化测量装置，受到全世界的关注。

电子式电表原理：被测量的电压、电流经电压和电流转换器转换后送至乘法器，乘法器完成电压和电流瞬时值相乘，输出一个与一段时间内的平均功率成正比的直流电压 U ，然后再利用 U 与 f 的关系，将电压转变为表示频率的信号。经计数显示控制显示在显示器上。其中有很多知识涉及到数电和模电的转化，因此电子式电能表的原理并不好理解。

电子式电能表的出现很好地解决了感应式电表的一些问题：功能强大、准确度高、防窃电能力强。但是由于全部由电子元件构成，电子式电表最大的缺点就是使用寿命短，除此之外，维修复杂、抗干扰能力弱也是限制其发展的因素。

四. 机电一体式电表

上个世纪末，针对电能表实现多功能、高精度及便于自动抄表、具有先进通讯接口等诸多功能扩展需要，出现机电一体式的**特种电表**，且功能完善。机电式电表采用感应式电能表作基表，同时应用电子电路来实现新的功能。

例如机电式长寿命电能表一体化程度高，各零件均采取了特别工艺处理，既克服了电子式电能表由于电子元件容易老化寿命短的问题，也克服一般机电式电能表工艺的不足，并可在各种恶劣环境条件下的正常运行。

但是既然机电式电表以感应式电表作为基表，就还存在着感应式电表的缺点。

五. 智能化电表

随着全球性“智能电网”和国家电网公司“电力用户用电信息采集系统”建设的开始，电能表，不再仅作为单一计费仪表而存在，而是正向智能化、系统化、模块化和多元化的系统终端发展。

自动抄表系统与负荷控制系统逐步合并升级成用电信息采集系统，并向高级测量体系过渡，且已成为最具发展潜力的电工仪器仪表产品之一。在此影响下，当前感应式电表的市场份额已经下降到两成不到，而随着智能电网建设的进一步推进，电子式电表将呈现出完全取代感应式电表的趋势，并逐步向“智能电表”过渡。

智能电表是一种新型全电子式电能表，具有电能计量、信息存储及处理、实时监测、自动控制、信息交互等功能，支持双向计量、阶梯电价、分时电价、峰谷电价等实际需要，也是实现分布式电源计量、双向互动服务、智能家居、智能小区的技术基础。它还能对居民用电负荷情况自动示警，避免超负荷导致的短路及火灾等严重事故。另外，居民可以使用充值卡或网上充值两种方式缴纳电费，方便快捷。

因此可以预见，将来电能表的发展必将是以智能化作为最终目标，成为覆盖全国的智能化电网的系统终端。