



## 1.1 电力电子技术的定义

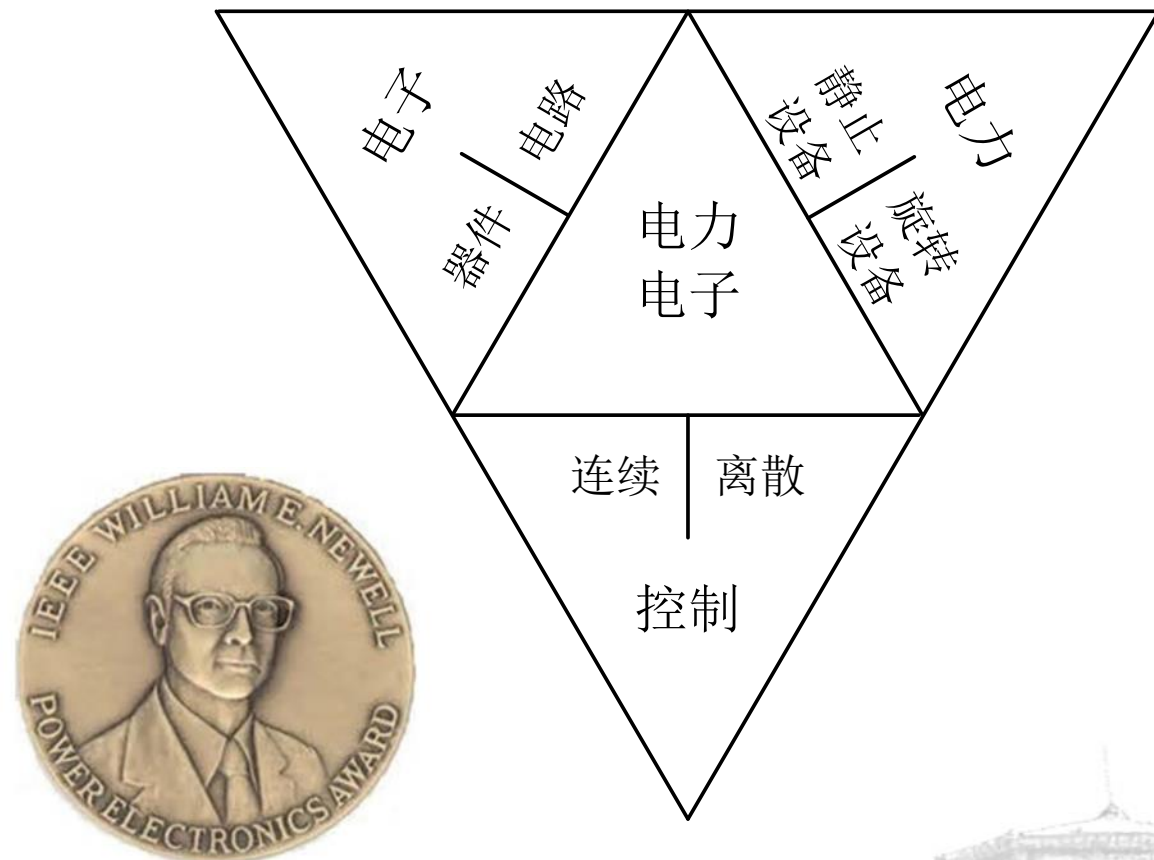
## 1.2 电力电子技术的发展历史

## 1.3 电力电子技术的应用



# 电力电子技术定义

- 电力电子技术就是利用**功率半导体器件**对电能进行高效变换的技术，包括对**电压、电流、频率和波形**等的变换，以满足各种不同用电设备的需求。



William E Newell博士给出的电力电子技术的定义



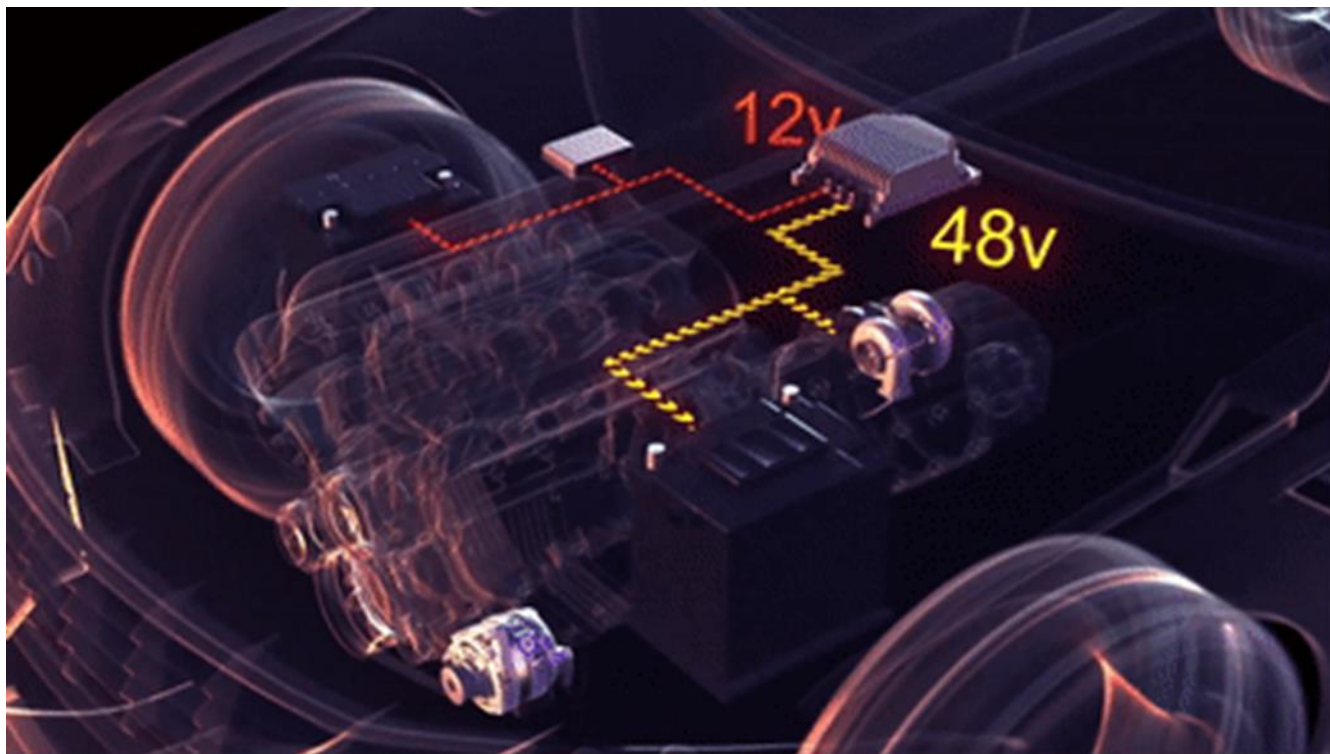
# 电力电子变换器分类

输入 \ 输出	直流	交流
直流	直流变换器	逆变器
交流	整流器	交交变频器

- **直流变换器 (DC-DC Converter)**，它是将一种直流电转换成另一种或多种直流电的变换器；
- **逆变器 (DC-AC Inverter)**，是将直流电变为交流电的变换器，又称直交变换器；
- **整流器 (AC-DC Rectifier)**，是将交流电转为直流电的变换器，又称交直变换器；
- **交交变频器 (AC-AC Cyclo-converter)**，是将一种频率的交流电直接转换成另一种频率或可变频率的交流电，或是将频率变化的交流电直接转变为恒定频率交流电的变换器







## 直流变换器 (DC-DC Converter)

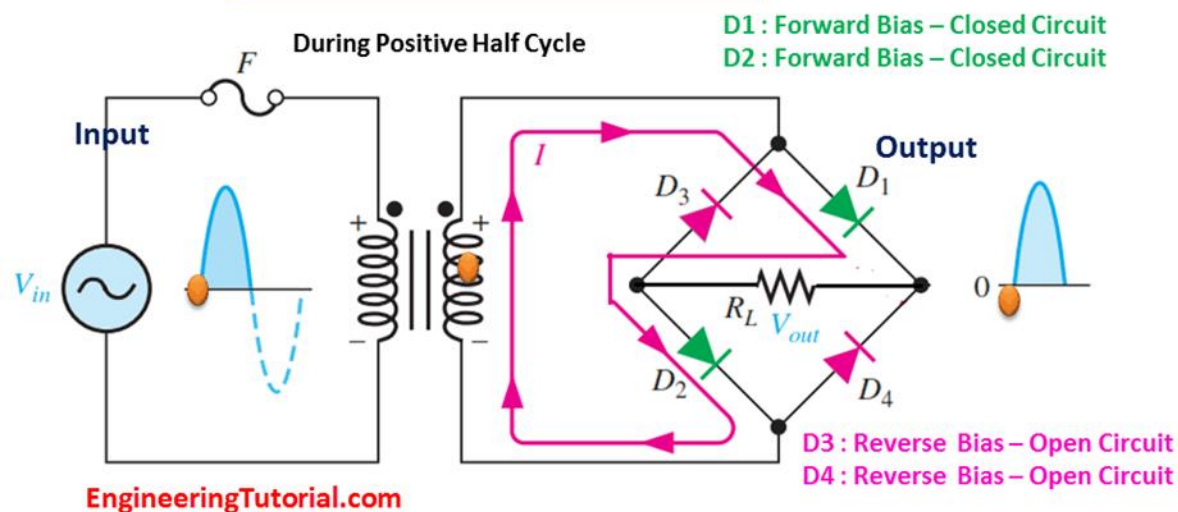


## 逆变器 (DC-AC Inverter)

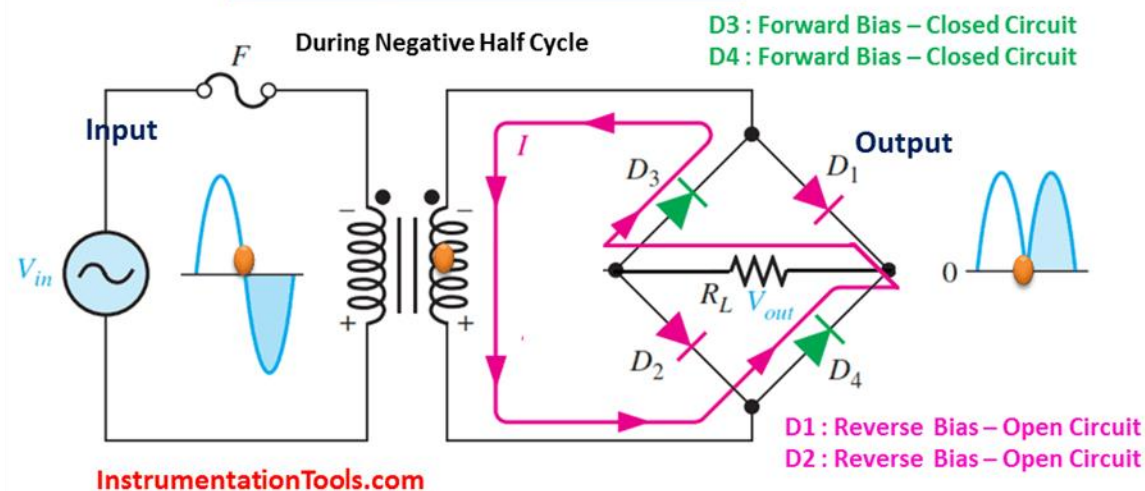




### Bridge Full Wave Rectifier

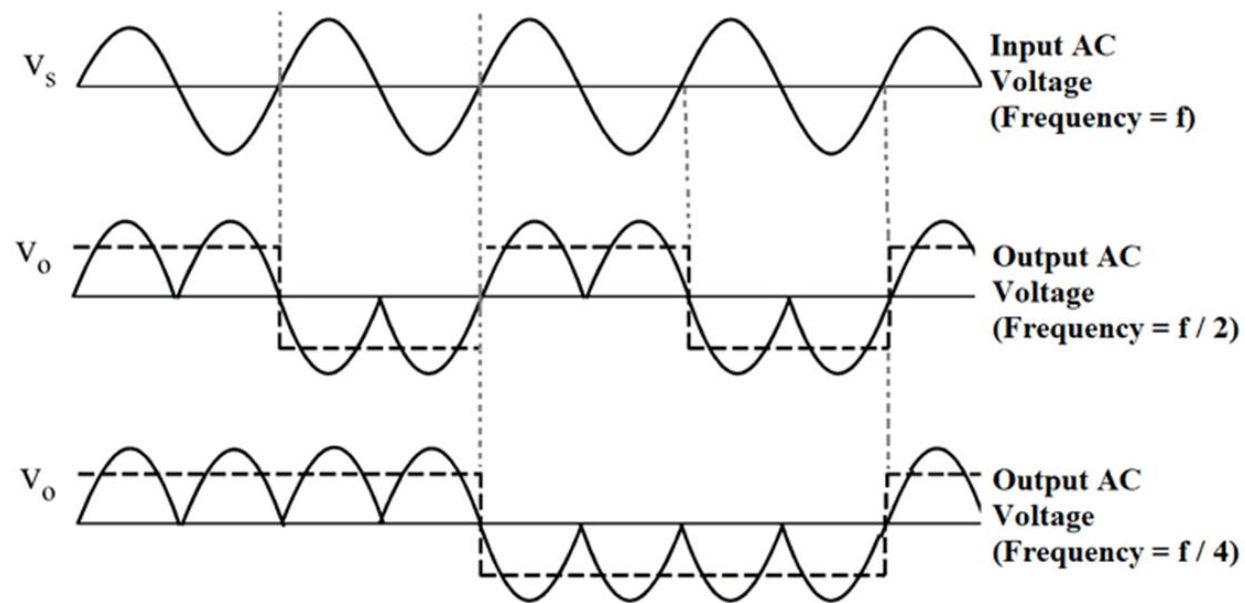


### Bridge Full Wave Rectifier



## 整流器 (AC-DC Rectifier)

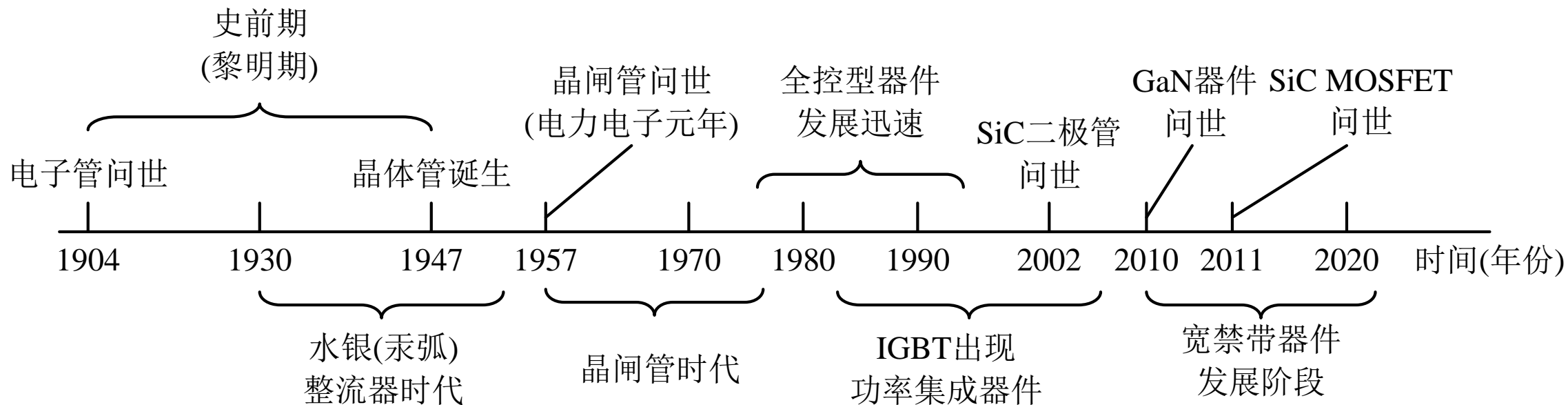




## 交交变频器 (AC-AC Cycloconverter)



# 电力电子技术发展史



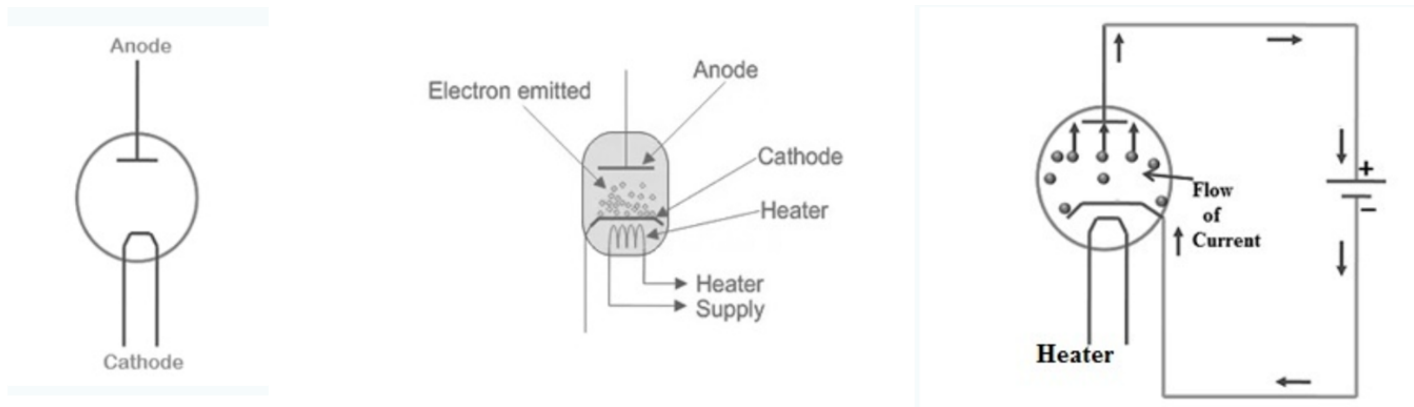
- 1957年，美国通用电气公司研制出第一只**晶闸管(Thyristor)**，标志着电力电子技术的诞生；
- 1904年，出现了**电子管**，它能在真空中对电子流进行控制，开启了电子技术在电能变换的先河；
- 1947年，美国贝尔实验室发明了**晶体管(Transistor)**，引发了电子技术的一场革命；





# 电力电子技术发展史

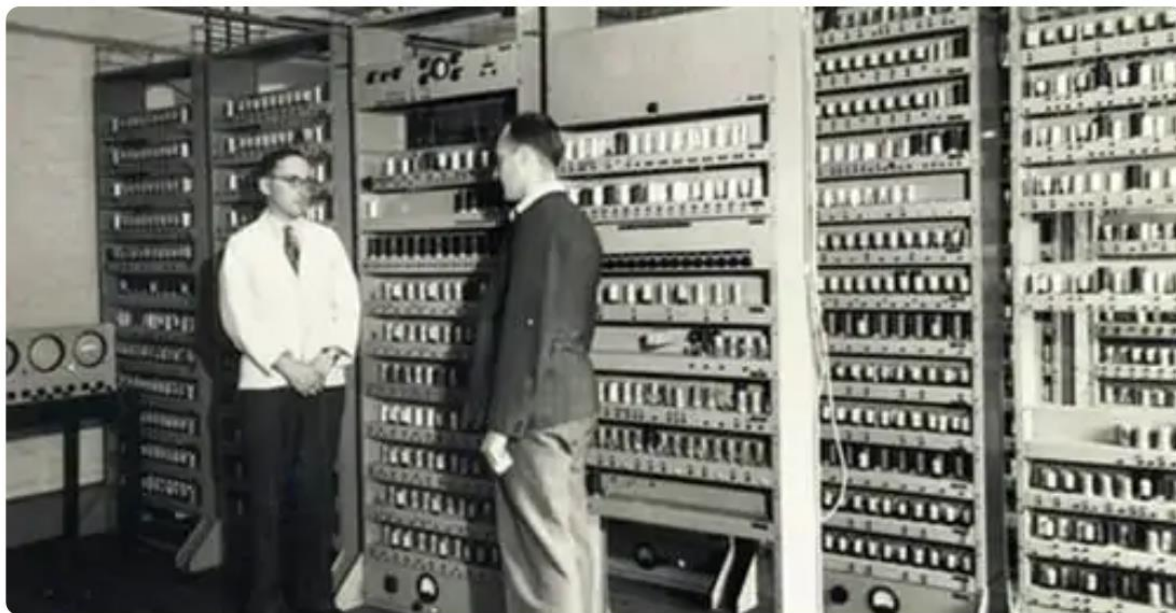
由英国科学家“约翰·安布罗斯·弗莱明爵士”于1904年发明的，也被称为热电子管或弗莱明阀。真空二极管由真空管制成，具有两个电极，例如阳极和阴极，它们被封装在真空管中。



带正向电压电路的真空二极管如右图所示。一旦向加热器提供热量，它就会获得一些热能。所以这个能量可以传输到阴极端子。一旦阴极端子内的电子流获得充足的能量，它们就会从阴极分离键合并移动到真空中。电子在真空中流动需要足够的动能才能到达阳极。一旦以这样的方式向真空二极管提供电压源，即二极管的阳极端子被提供给正极端子，而阴极端子被提供给负极端子，则真空中的自由电子获得足够的动能以到达阳极。这些电子将携带电流，同时从阴极端子传输到阳极。

## 真空二极管（电子管）



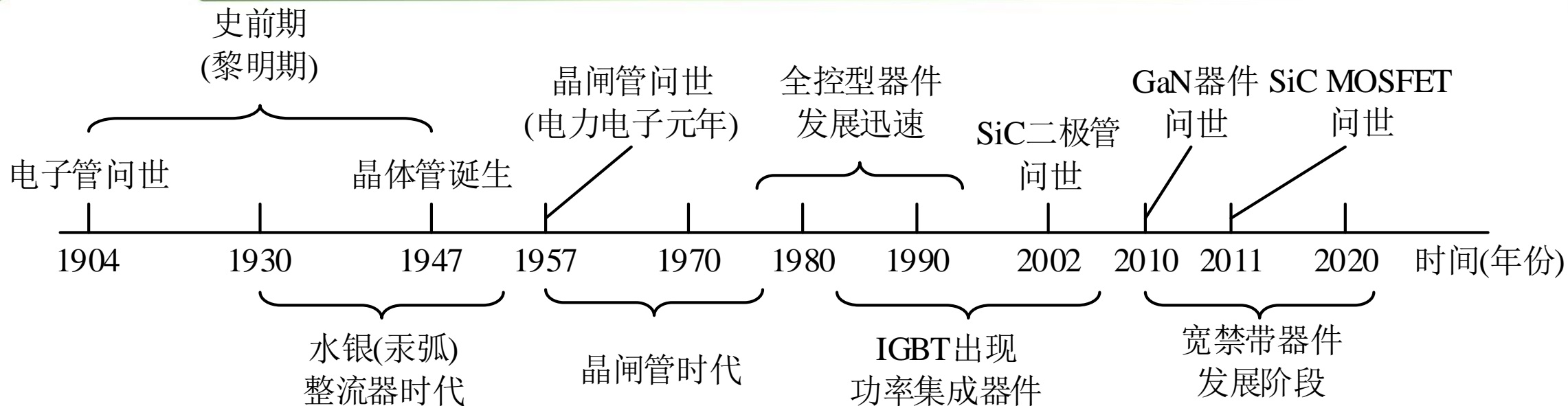


世界上第一台电子计算机诞生于1946年2月14日。于美国宾夕法尼亚州，它的名字叫埃尼阿克（ENIAC），它由18000多个**电子管**组成，体重达30多吨，占地有两三间教室那么大，是一台又大又笨重地机器。它的诞生具有划时代的意义，对人类历史的发展产生了及其深远的影响。

## 真空二极管（电子管）



# 电力电子技术发展史



- 20世纪70年代后期，以**门极可关断晶闸管**、**双极性晶体管**、**金属氧化物半导体场效应晶体管**为代表的全控型功率器件快速发展；
- 20世纪80年代，出现了**绝缘栅双极性晶体管**(Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT)；
- 近10多年来，以**氮化镓**(Gallium Nitride, GaN)和**碳化硅**(Silicon Carbide, SiC)为代表的宽禁带功率器件发展迅猛。



## 电力电子中的宽禁带器件

**1、何为禁带？** 电子可以处于价带和导带之间，处于价带上的电子称之为价电子，即未脱离原子核束缚的电子；而导带上的电子称为导电子，即自由电子。电子从价带最顶层，到导带最下层的能量，称为禁带。如果禁带越宽，那就意味着电子从价带跃迁到导带所需的能量越大，也意味着材料越不容易成为导体。

**2、何为宽禁带材料？** 对于一般的本征半导体材料，如硅晶体，其本征激发而产生的自由电子和空穴对数量很少，晶体共价键结构相对稳定，禁带较宽。对于SiC而言，因为C原子有2层电子，而硅有3层，因此C原子对于外层电子的束缚能力强，它的禁带比硅更宽，Si和C形成的化学键，更难被打破。同理，对于GaN，尽管Ga自身比Si弱，但是N是很强的元素，单个的N原子的氧化性是很强的，因此，GaN的化学键也很强，也是宽禁带材料。因而从价带激发到导带需要的能量更大，因此，它们可以耐受更高的温度和电压。

**3、SiC和GaN** 一般来说，基于Si的IGBT，最高电压能够做到6.5 kV，然后SiC的MOSFET或者IGBT，可以做到15kV和20kV；对于GaN，通常是600 V以下，然而，GaN可以很轻易的做到100 kHz及以上。





# 电力电子技术发展史

电动汽车市场快速增长，其中高压碳化**MOSFET**作为电动汽车主逆变器和车载充电器的核心元器件，市场需求量巨大。尤其是用于主逆变器的**1200V/100A**高压、大电流碳化硅**MOSFET**芯片，代表了当前碳化硅电力电子芯片技术的最高水平。



中国电科产业基础研究院(13所)自**2004**年开始对碳化硅材料、器件进行工艺研究，与国际先进水平同步，经过多年的技术积累和艰苦攻关，突破多项关键技术，完成了车规级**1200V/100A**碳化硅**MOSFET**芯片产品批量生产，实现了多款产品的系列化，产品品质得到了国内多家车企的认可。





## ■ 一般工业



电机调速



电化学工业



感应加热







## ■ 电力系统



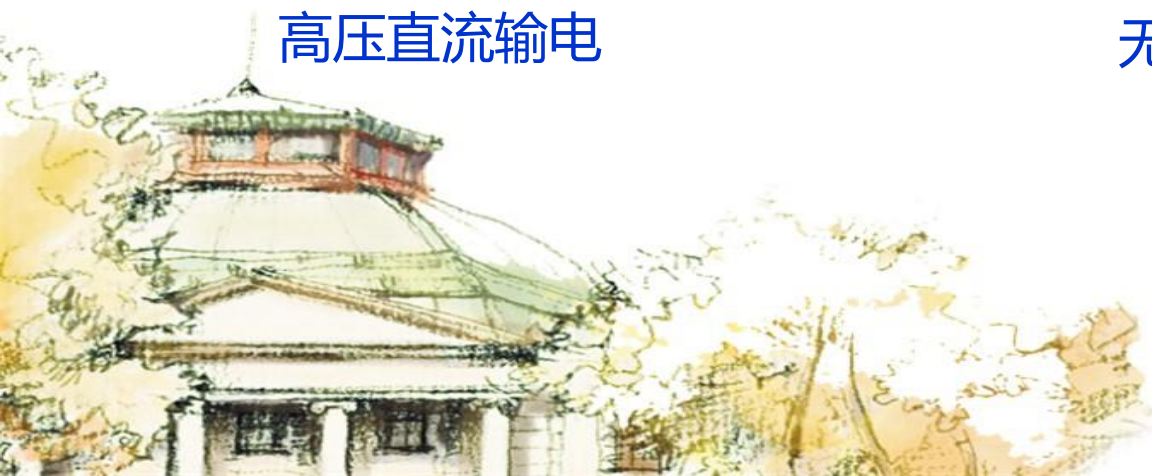
高压直流输电



无功静止补偿



有源电力滤波







## ■ 电气化交通



高速铁路



多电/全电飞机



电动汽车







## ■ 信息技术产业



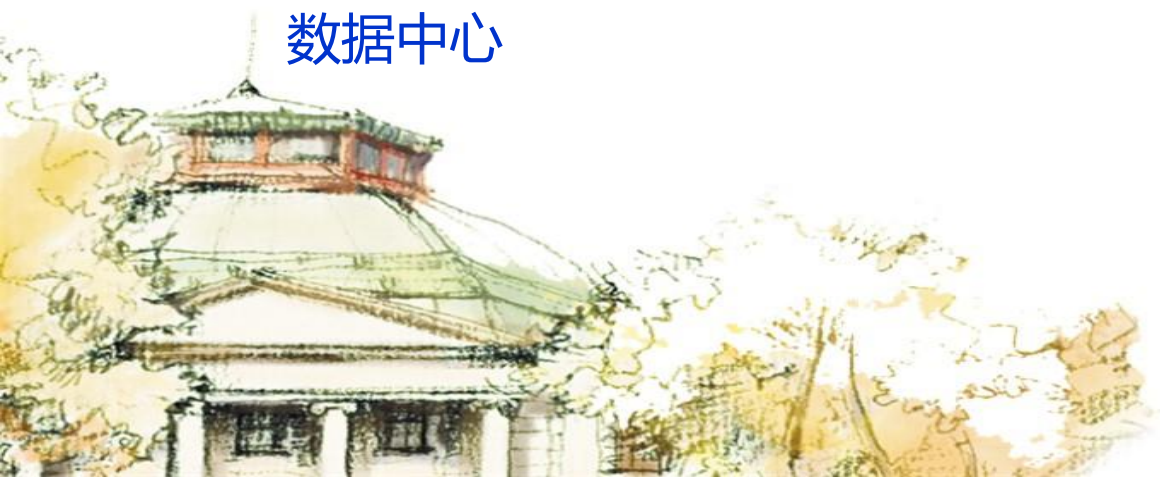
数据中心



移动通信



笔记本、平板





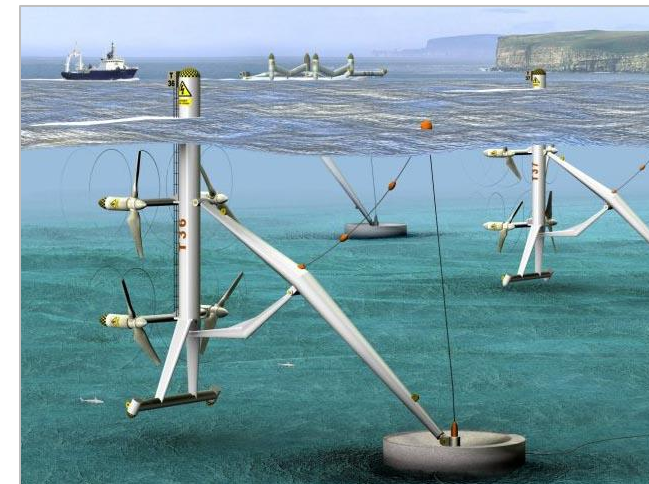
## ■ 新能源发电



风力发电



光伏发电



潮汐能







## ■ 家用电器



LED照明



无线充电



平板电视

