



# Lecture 1 – Course Introduction



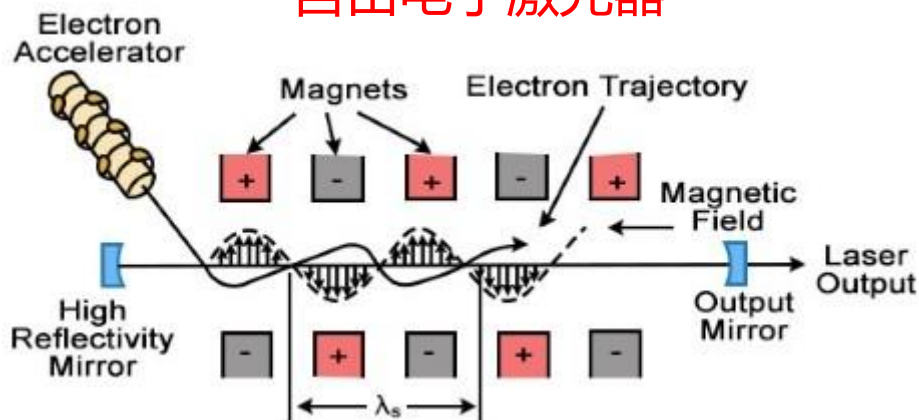
# Outline

- 什么是电子学
- 电子学在生物医学中的应用
- 课程内容，目标，考核要求
- 教材与参考书

# 电子的存在方式

## ➤ 自由电子

### 自由电子激光器



## ➤ 物质中的电子（热学，光学，电学，磁学）

## ➤ 根据导电特性，可分为

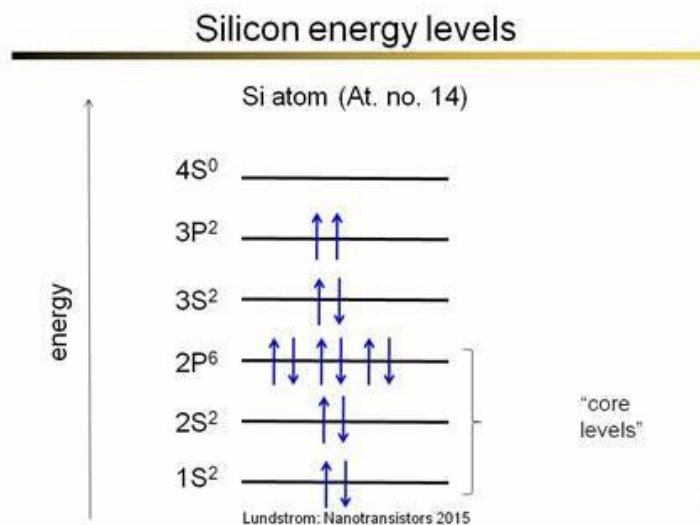
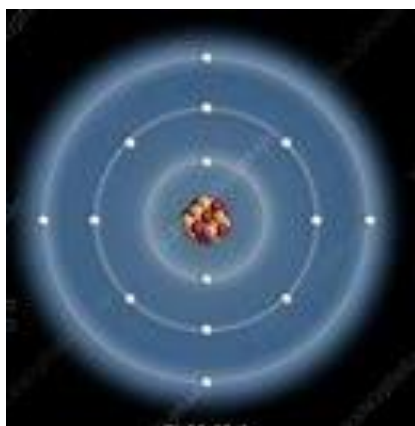
- 导体 - 含有大量载流子
- 绝缘体 - 几乎不含载流子

- 半导体 - 含少量载流子，载流子通过热激发产生；极低温下可视为绝缘体。

电子输运特性

# 原子中电子的能量状态

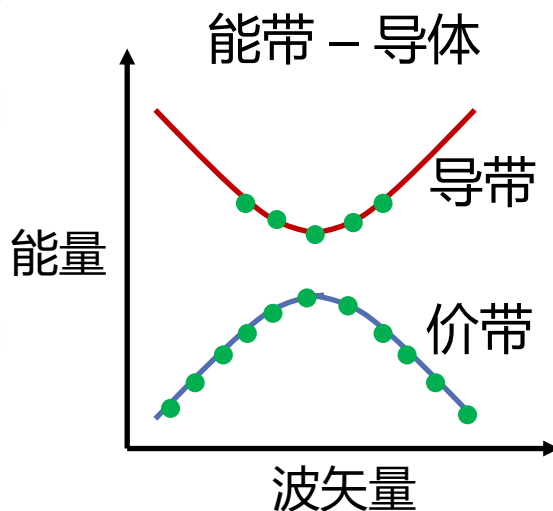
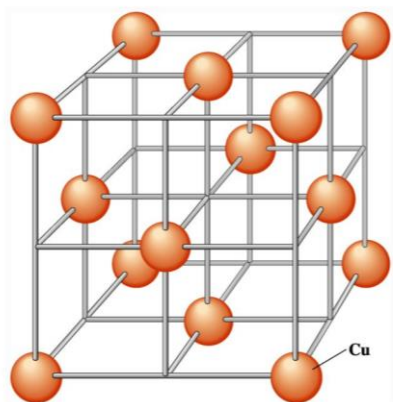
硅原子



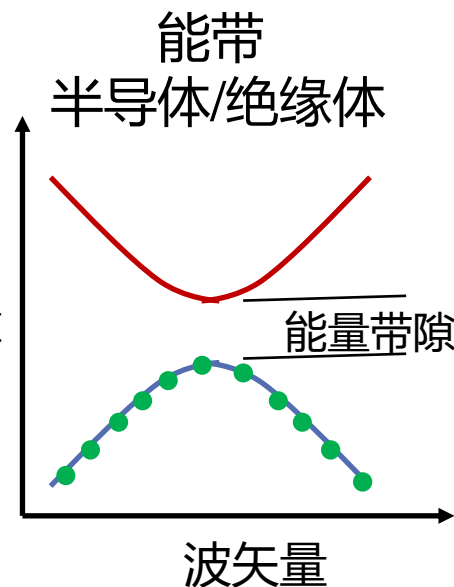
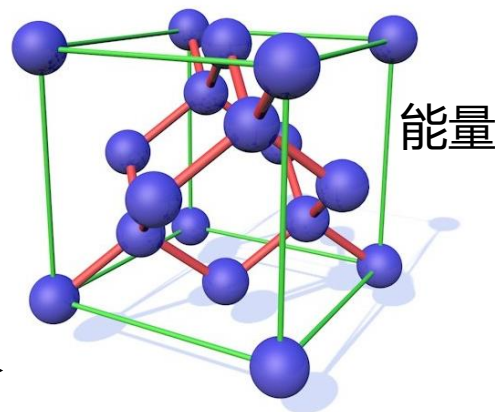
- 电子被库仑力束缚在原子核周围
- 在原子中，电子量子态的能量呈离散分布
- 在晶格中，电子可占据量子态的能量呈连续分布

# 固体中的电子

铜的晶体结构



硅的晶体结构



- 导体的导带含自由电子；可自由移动从而产生电流
- 而绝缘体/半导体的导带中不含电子，价带被完全填充（温度为绝对零度时）
- 半导体的能量带隙小于绝缘体
- 可通过掺杂使半导体获得额外的电子或空穴，从而具有导电能力（比如：杂质3价硼 p-型；5价磷 n-型）



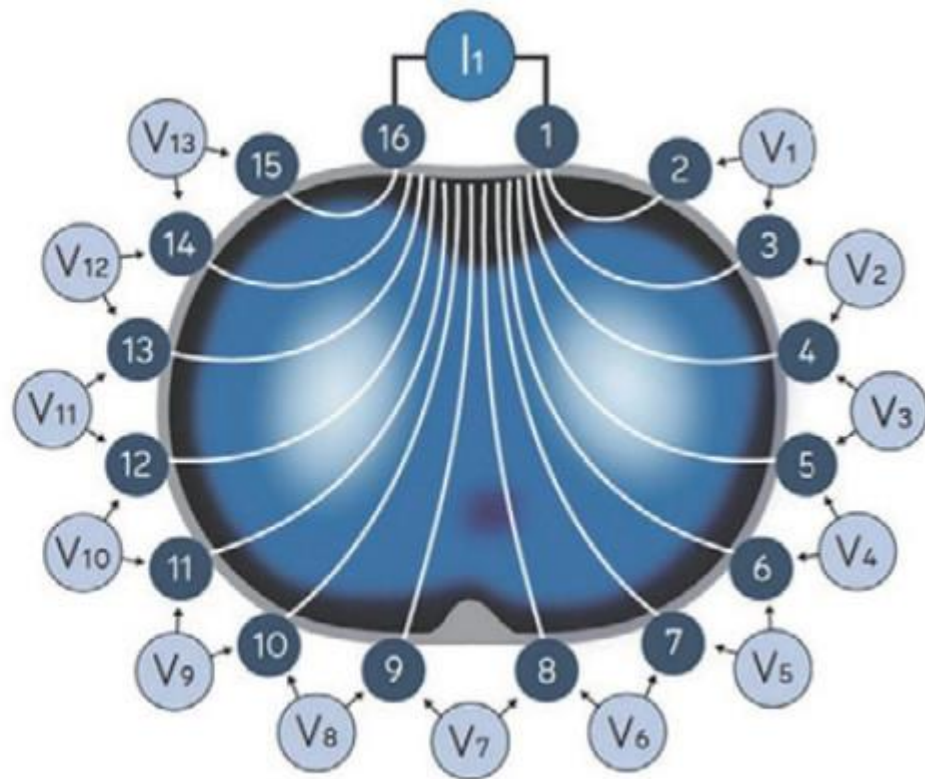
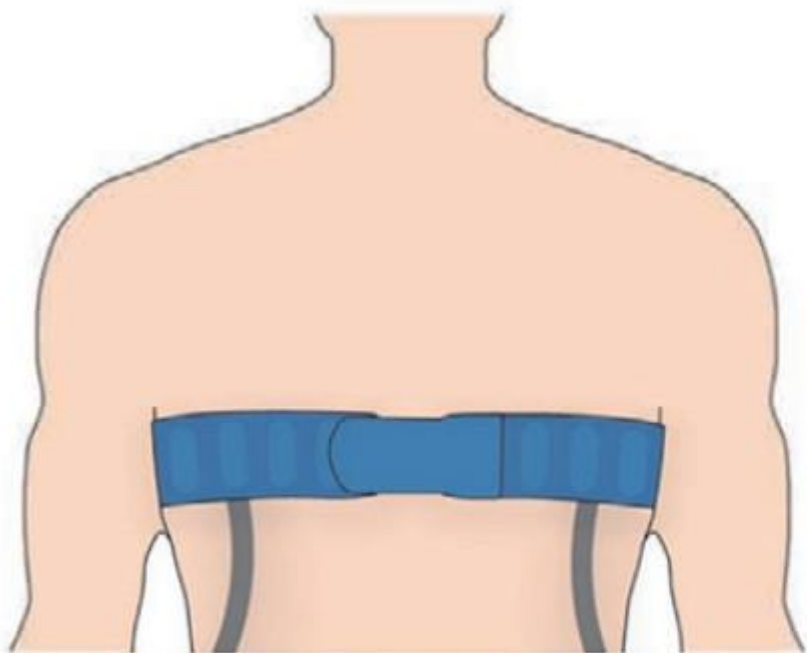
# 生物体的导电特性

Object	电导率 (S/m)
Chicken breast <sup>1</sup> (鸡胸)	0.55-0.60
Bovine tongue <sup>1</sup> (牛舌)	0.36-0.41
Porcine muscle <sup>1</sup> (猪瘦肉)	0.55-0.64
Bovine liver <sup>1</sup> (牛肝)	0.69
大脑白质 <sup>2</sup>	0.33
大脑灰质 <sup>2</sup>	0.57
脑脊液 <sup>2</sup>	2.19
骨头 <sup>3</sup>	0.02 – 0.2

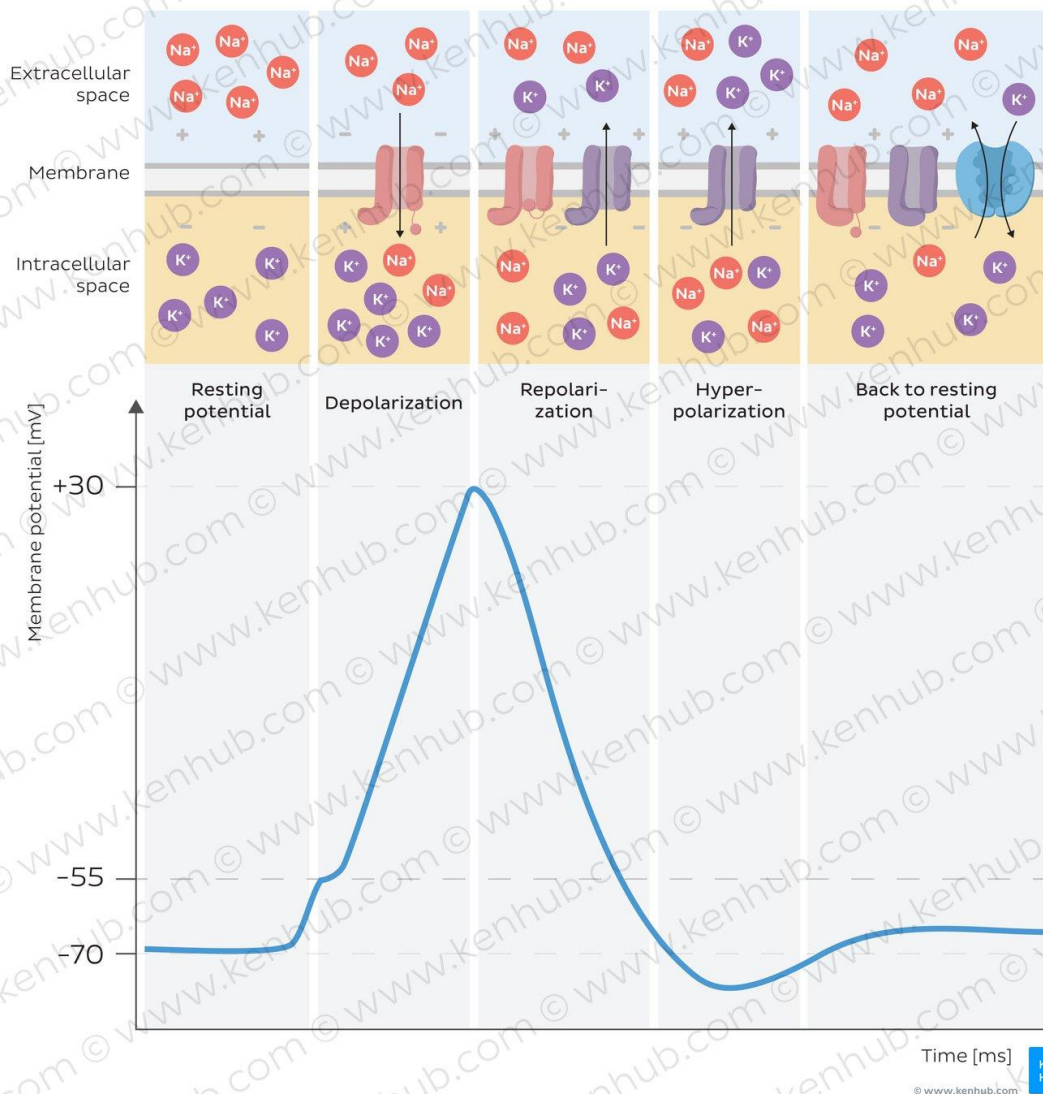
$$S = \Omega^{-1}$$

1. Suk Hoon Oh et al Physiol. Meas. 26 S279 (2005)
2. Voigt, T., et al, Magn. Reson. Med., 66: 456-466 (2011)
3. TW Balmer, Scientific Reports 8: 8601 (2018)

# 肺电阻抗断层成像



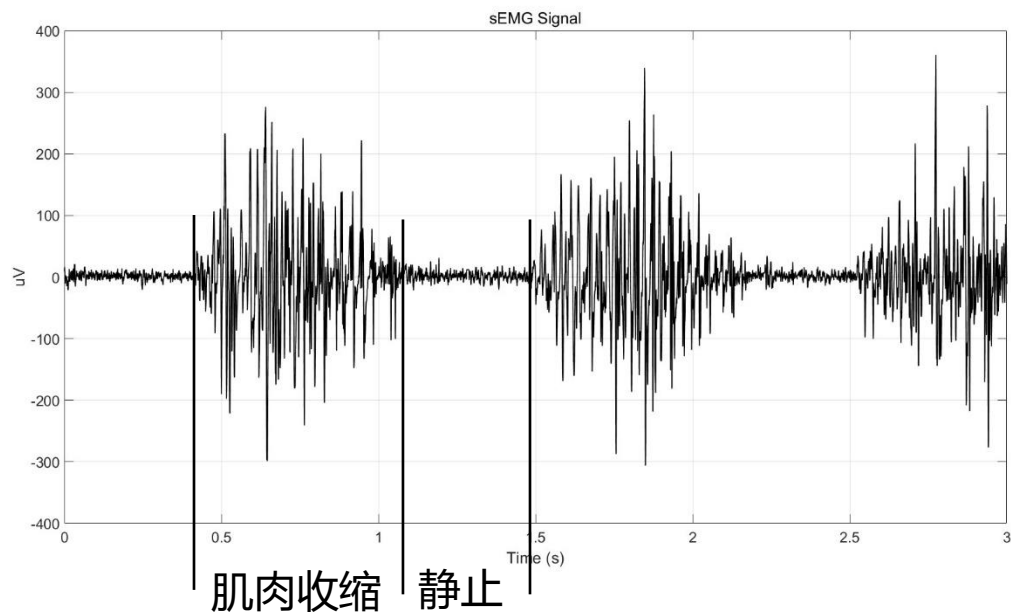
# 生物体中的电信号 – 动作电位



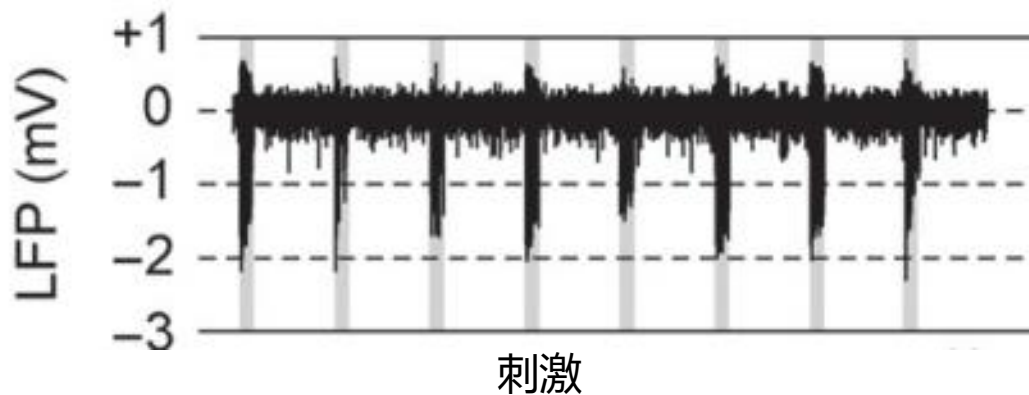


# 生物体中的电信号

- 肌电信号

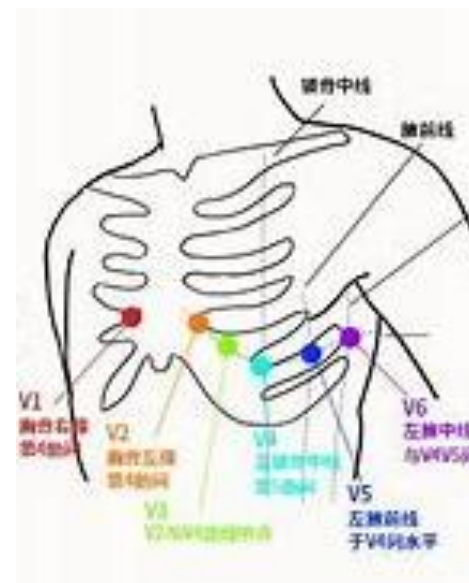
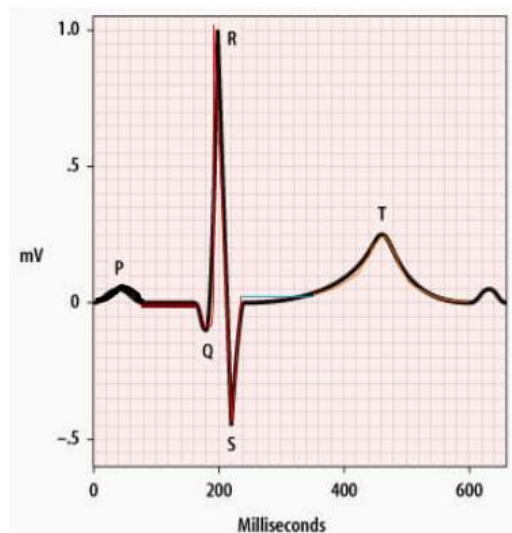


- 脑电信号

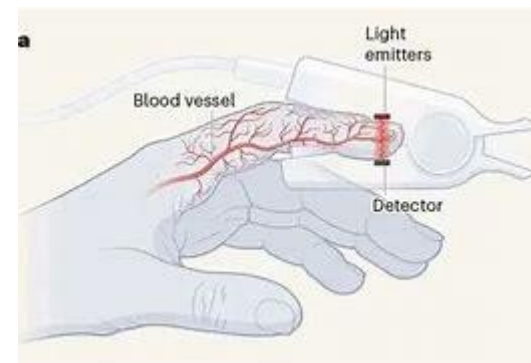


# 生物体中的电信号

- 心电图

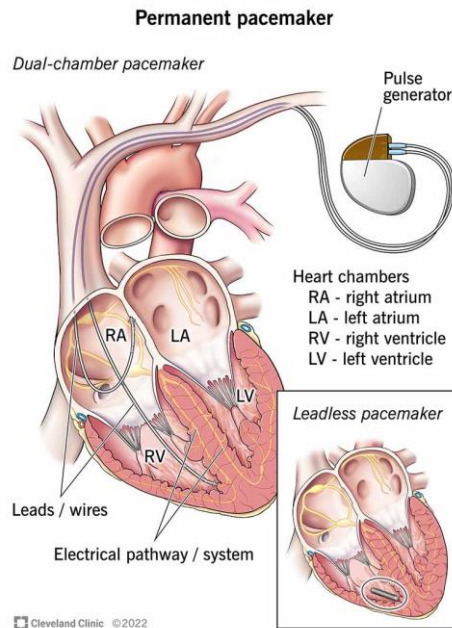


- 指脉血氧仪



# 用于治疗/急救的电信号

- 心脏起搏器  
(输出电压 $<1.5\text{ V}$ )
- 自动体外除颤器  
(输出能量 $120\text{ J}$ - $200\text{ J}$ )



# 用于治疗/急救的信号

- 植入式神经刺激系统（帕金森综合症）

典型参数：

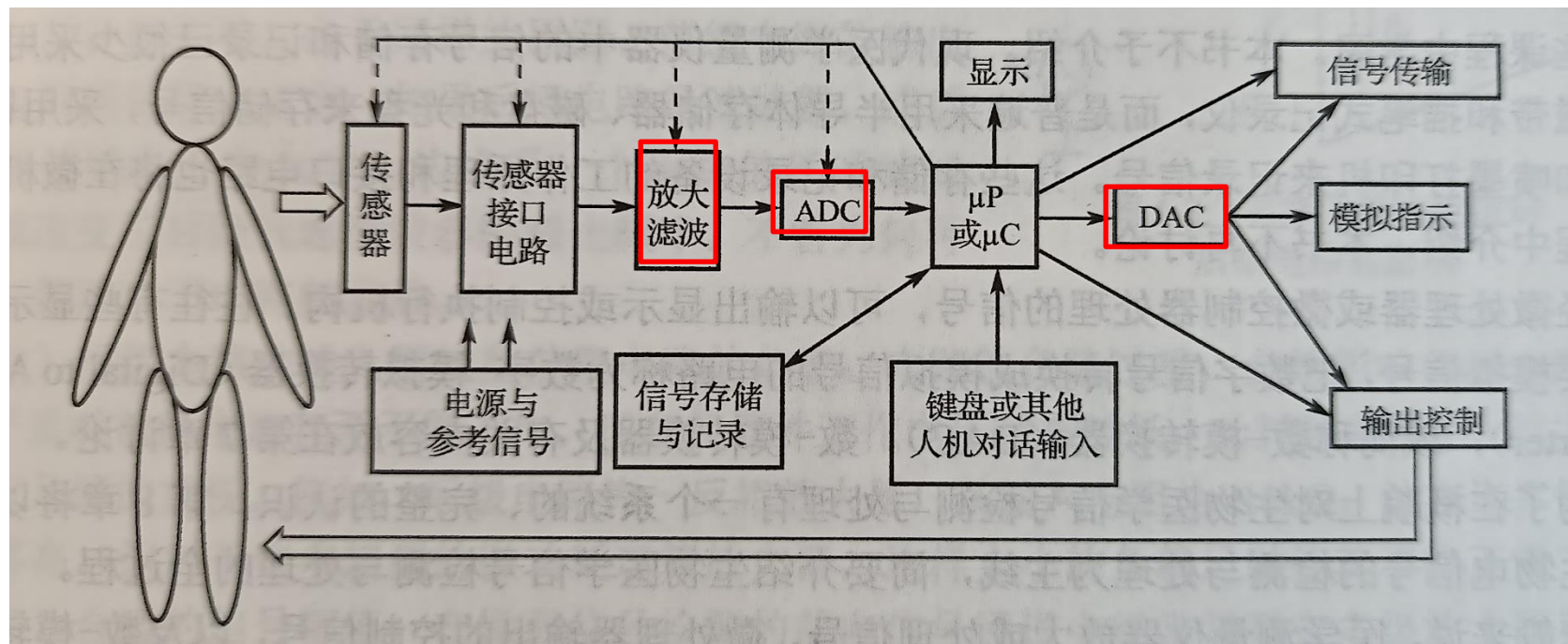
脉宽：6 – 450  $\mu\text{s}$

频率：2 – 250 Hz

幅值： $\leq 10\text{ V}$



# 现代医学电子仪器的一般结构



图片来源：李刚，林凌《生物医学电子学》电子工业出版社 2020年版

1. 传感器及接口电路 - 将生理信号比如指脉血氧信号转换成电信号。
2. 放大 - 将微弱信号进行放大，便于读取传输
3. 滤波 - 去除噪声
4. ADC - 转换成数字信号，便于计算机处理存储传输
5. DAC - 微控制器用其输出模拟信号
6. 电源 - 给元器件供电
7. 参考信号 - 设定基准值

红框中为本课程  
将涉及的内容



# 课程目标

- 理解掌握电路的基本原理和分析方法
- 应用这些知识和方法来分析简单的电路
- 掌握电子电路的实验方法和设计过程



## 考核

- 作业每章一次，布置后的第二次课之前交，**需独立完成**
- 考试两次，分别考核前后半学期的内容
- 总成绩构成：
  - ✓ 期中考试 (35%)
  - ✓ 期末考试 (35%)
  - ✓ 作业+quiz(25%)
  - ✓ 出勤情况 (5%)



## 参考书

- Charles K. Alexander and Matthew n. o. Sadiku, *Fundamentals of Electric Circuits*, 7th Edition
- 邱关源 《电路》第六版 （电路独立方程数）