

通信电子电路

任课教师：**郑海永**

选课号：02002017 课程号：071502101211

上课时间地点：周 1/34 节/7202 周 3/78 节/4403

优选专业年级：电子信息科学与技术 2012 级

[课程主页](#) [Piazza 主页](#)

中国海洋大学 电子工程系

2014 年秋季学期



反馈

反馈

你是否认真制定了本学期每周的时间规划？

- 半周的时间利用率怎样？
- 半周上课时间利用怎样？

反馈

你是否认真制定了本学期每周的时间规划？

- 半周的时间利用率怎样？
- 半周上课时间利用怎样？

有多少同学认真查阅过课程主页？ 注意：访问 ≠ 查阅

- 考核方式
- 课件资料

反馈

你是否认真制定了本学期每周的时间规划？

- 半周的时间利用率怎样？
- 半周上课时间利用怎样？

有多少同学认真查阅过课程主页？ 注意：访问 ≠ 查阅

- 考核方式
- 课件资料

有多少同学加入 Piazza 平台？

- 有多少同学登录 Piazza 平台认真查看并思考过所有问题和讨论？
- 有多少同学登录 Piazza 平台进行过问答、投票、讨论等操作（贡献）？

反馈

你是否认真制定了本学期每周的时间规划？

- 半周的时间利用率怎样？
- 半周上课时间利用怎样？

有多少同学认真查阅过课程主页？ 注意：访问 ≠ 查阅

- 考核方式
- 课件资料

有多少同学加入 Piazza 平台？

- 有多少同学登录 Piazza 平台认真查看并思考过所有问题和讨论？
- 有多少同学登录 Piazza 平台进行过问答、投票、讨论等操作（贡献）？
- ① 教学、课堂和课程以及我的任何意见和建议：你的课程你来做主！
- ② “电路分析”与“模拟电子技术基础”关于电容、电感、晶体二极管、三极管以及基本放大电路的掌握情况：每位同学都能听懂和学好！

反馈

你是否认真制定了本学期每周的时间规划？

- 半周的时间利用率怎样？
- 半周上课时间利用怎样？

有多少同学认真查阅过课程主页？ 注意：访问 ≠ 查阅

- 考核方式
- 课件资料

有多少同学加入 Piazza 平台？

- 有多少同学登录 Piazza 平台认真查看并思考过所有问题和讨论？
- 有多少同学登录 Piazza 平台进行过问答、投票、讨论等操作（贡献）？
- ① 教学、课堂和课程以及我的任何意见和建议：你的课程你来做主！
- ② “电路分析”与“模拟电子技术基础”关于电容、电感、晶体二极管、三极管以及基本放大电路的掌握情况：每位同学都能听懂和学好！

随时反馈 ⇒ 及时调整

温故

温故

- ① 教学理念：教学思问
- ② 课堂事务：考核与平台
- ③ 课程信息：无线电广播系统（发射与接收）
- ④ 如何学习：时间管理——如 Getting Things Done (GTD)

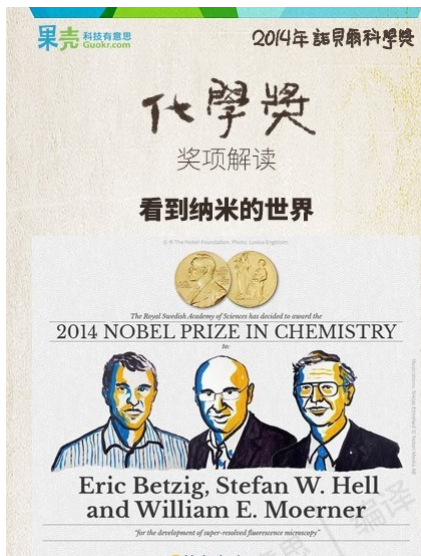
温故

- ① 教学理念：教学思问
- ② 课堂事务：考核与平台
- ③ 课程信息：无线电广播系统（发射与接收）
- ④ 如何学习：时间管理——如 Getting Things Done (GTD)

模拟电子技术基础课程特点及如何学习该课程？

华成英清华大学

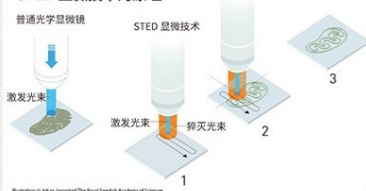
NOBEL PRIZE



NOBEL PRIZE

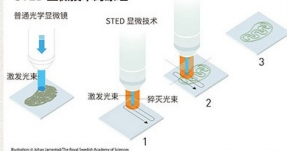
一百多年来，人们都认为光学显微技术无法突破一条极限：它永远不可能获得比所用光的半波长更高的分辨率——0.2 微米。然而**艾力克·贝齐格**(Eric Betzig)、**斯特凡·W·赫尔**(Stefan W. Hell) 和 **W·E·莫尔纳**(W. E. Moerner) 使用荧光分子，巧妙地绕开了这一极限，从而获得 2014 年诺贝尔化学奖。

STED 显微技术的原理



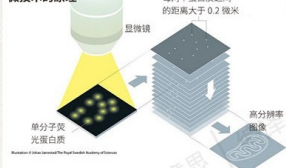
斯特凡·W·赫尔在 2000 年发明了受激发射损耗 (STED) 显微技术。这项研究使用了两道激光束，一束用来激发荧光分子使其发光，另一束则将大部分发光抵消——除了一块纳米尺度的微小区域。显微镜一纳米一纳米地扫描样本，并产生图像，其分辨率远好于阿贝分辨率的限制。

STED 显微技术的原理



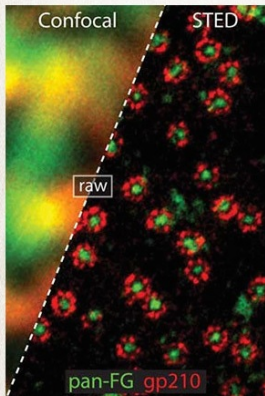
斯特凡·W·赫尔在 2000 年发明了受激发射损耗 (STED) 显微技术。这项研究使用了两道激光束，一束用来激发荧光分子使其发光，另一束则将大部分发光抵消——除了一块纳米尺度的微小区域。显微镜一纳米一纳米地扫描样本，并产生图像，其分辨率远好于阿贝分辨率的限制。

单分子荧光显微技术的原理



NOBEL PRIZE

他们突破性的工作将光学显微技术带到了纳米尺度。现在,我们可以看到脑部神经细胞间的突触如何形成,看到造成帕金森氏症、阿尔兹海默症和亨丁顿舞蹈症的蛋白聚集过程,在受精卵分裂形成胚胎时追踪不同的蛋白质。今天,纳米显微技术已经在全球被广泛使用,并且不断在为人类做出新的贡献。



常规的共聚焦显微镜和 STED 显微镜效果对比图。

NOBEL PRIZE

© The Nobel Foundation. Photo: Thomas Widerberg.



The Norwegian Nobel Committee has decided to award the

2014 NOBEL PEACE PRIZE

to:



Illustrations: Niklas Elmehed © Nobel Media

NOBEL PRIZE



NOBEL PRIZE



- 天才演说家，极富感染力。
- 父母向她传承力量和勇气
- 一直在**行动**的青年领袖！

目录 I

1 通信

- 发展史

2 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容

内容提要 I

1 通信

- 发展史

2 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容

内容提要 I

1 通信

- 发展史

2 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容

① 原始通信

有什么？

① 原始通信

- ① 烽火狼烟
- ② 飞鸽传信
- ③ 驿马邮递
- ④ 击鼓鸣金
- ⑤
- ⑥ 各种旗语



① 原始通信

- ① 烽火狼烟
- ② 飞鸽传信
- ③ 驿马邮递
- ④ 击鼓鸣金
- ⑤
- ⑥ 各种旗语



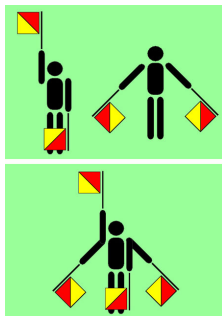
① 原始通信

- ① 烽火狼烟
- ② 飞鸽传信
- ③ 驿马邮递
- ④ 击鼓鸣金
- ⑤
- ⑥ 各种旗语



① 原始通信

- ① 烽火狼烟
- ② 飞鸽传信
- ③ 驿马邮递
- ④ 击鼓鸣金
- ⑤
- ⑥ 各种旗语



① 原始通信

- ① 烽火狼烟
- ② 飞鸽传信
- ③ 驿马邮递
- ④ 击鼓鸣金
- ⑤
- ⑥ 各种旗语



① 原始通信

- ① 烽火狼烟
- ② 飞鸽传信
- ③ 驿马邮递
- ④ 击鼓鸣金
- ⑤
- ⑥ 各种旗语

视觉和听觉

② 有线通信

靠什么？

② 有线通信

1837 年 美国莫尔斯 (F.B.Morse)：电磁式电报机 (莫尔斯电码)。

1875 年 美国贝尔 (A.G.Bell)：取得电话机专利。

② 有线通信

1837 年 美国莫尔斯 (F.B.Morse)：电磁式电报机 (莫尔斯电码)。

1875 年 美国贝尔 (A.G.Bell)：取得电话机专利。

普通导线、同轴电缆、双绞线、光纤、光缆等

③ 无线通信

靠什么？

③ 无线通信

1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。

1895 年 俄国波波夫、意大利马可尼：无线电报。

1904 年 英国弗莱明：**二极管**。

1906 年 美国弗森登：无线电广播。

1907 年 美国德福莱斯特：真空**三极管**；美国阿姆斯特朗：超外差式接收装置。

1920 年 美国康拉德：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。

1924 年 第一条短波通信在瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。

1933 年 法国克拉维尔建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60 年代 **集成电路**出现。

③ 无线通信

1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。

1895 年 俄国**波波夫**、意大利**马可尼**：无线电报。

1904 年 英国**弗莱明**：**二极管**。

1906 年 美国**弗森登**：无线电广播。

1907 年 美国**德福莱斯特**：真空**三极管**；美国**阿姆斯特朗**：超外差式接收装置。

1920 年 美国**康拉德**：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。

1924 年 第一条短波通信在瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。

1933 年 法国**克拉维尔**建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60 年代 **集成电路**出现。

③ 无线通信

1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。

1895 年 俄国波波夫、意大利马可尼：无线电报。

1904 年 英国弗莱明：**二极管**。

1906 年 美国弗森登：无线电广播。

1907 年 美国德福莱斯特：真空**三极管**；美国阿姆斯特朗：超外差式接收装置。

1920 年 美国康拉德：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。

1924 年 第一条短波通信在瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。

1933 年 法国克拉维尔建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60 年代 **集成电路**出现。

③ 无线通信

1864 年 英国麦克斯韦 (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888 年 德国赫兹 (H.Hertz)：证实电磁波的存在。

1895 年 俄国波波夫、意大利马可尼：无线电报。

1904 年 英国弗莱明：二极管。

1906 年 美国弗森登：无线电广播。

1907 年 美国德福莱斯特：真空三极管；美国阿姆斯特朗：超外差式接收装置。

1920 年 美国康拉德：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。

1924 年 第一条短波通信在瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。

1933 年 法国克拉维尔建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60 年代 集成电路出现。

③ 无线通信

1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。

1895 年 俄国波波夫、意大利马可尼：无线电报。

1904 年 英国弗莱明：**二极管**。

1906 年 美国弗森登：无线电广播。

1907 年 美国德福莱斯特：真空**三极管**；美国阿姆斯特朗：超外差式接收装置。

1920 年 美国康拉德：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。

1924 年 第一条短波通信在瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。

1933 年 法国克拉维尔建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60 年代 **集成电路**出现。

③ 无线通信

1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。

1895 年 俄国波波夫、意大利马可尼：无线电报。

1904 年 英国弗莱明：**二极管**。

1906 年 美国弗森登：无线电广播。

1907 年 美国德福莱斯特：真空**三极管**；美国阿姆斯特朗：超外差式接收装置。

1920 年 美国康拉德：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。

1924 年 第一条短波通信在瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。

1933 年 法国克拉维尔建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60 年代 **集成电路**出现。

③ 无线通信

1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。

1895 年 俄国波波夫、意大利马可尼：无线电报。

1904 年 英国弗莱明：**二极管**。

1906 年 美国弗森登：无线电广播。

1907 年 美国德福莱斯特：真空**三极管**；美国阿姆斯特朗：超外差式接收装置。

1920 年 美国康拉德：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。

1924 年 第一条短波通信在瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。

1933 年 法国克拉维尔建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60 年代 **集成电路**出现。

③ 无线通信

1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。

1895 年 俄国波波夫、意大利马可尼：无线电报。

1904 年 英国弗莱明：**二极管**。

1906 年 美国弗森登：无线电广播。

1907 年 美国德福莱斯特：真空**三极管**；美国阿姆斯特朗：超外差式接收装置。

1920 年 美国康拉德：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。

1924 年 第一条短波通信在瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。

1933 年 法国克拉维尔建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60 年代 **集成电路**出现。

③ 无线通信

- 1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。
- 1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。
- 1895 年 俄国波波夫、意大利马可尼：无线电报。
- 1904 年 英国弗莱明：**二极管**。
- 1906 年 美国弗森登：无线电广播。
- 1907 年 美国德福莱斯特：真空**三极管**；美国阿姆斯特朗：超外差式接收装置。
- 1920 年 美国康拉德：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。
- 1924 年 第一条短波通信在瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。
- 1933 年 法国克拉维尔建立了英法之间第一条商用微波无线电路。
- 60 年代 **集成电路**出现。

④ 发展

电磁波

- 无线电技术（广播、移动通信等）
- 图像传播技术（电视、激光器、雷达等）
- 信息超远控制技术（遥控、遥测、遥感等）
- 射频技术（RFID 等）
-

数学分析方法

- 傅立叶分析
- 拉普拉斯变换
- Z 变换
- 状态方程分析
-

④ 发展

电磁波

- 无线电技术（广播、移动通信等）
- 图像传播技术（电视、激光器、雷达等）
- 信息超远控制技术（遥控、遥测、遥感等）
- 射频技术（RFID 等）
-

数学分析方法

- 傅立叶分析
- 拉普拉斯变换
- Z 变换
- 状态方程分析
-

④ 发展

电磁波

- 无线电技术（广播、移动通信等）
- 图像传播技术（电视、激光器、雷达等）
- 信息超远控制技术（遥控、遥测、遥感等）
- 射频技术（RFID 等）
-

数学分析方法

- 傅立叶分析
- 拉普拉斯变换
- Z 变换
- 状态方程分析
-

电子技术 + 通信技术 + 其他技术 $\Rightarrow$ 数字化信息时代

交通与通信

交通与通信

交通中的“公路”、“天空”、“水”、“宇宙空间”、...

交通与通信

交通中的“公路”、“天空”、“水”、“宇宙空间”、...



通信中的“线”、“大气层”、“水”、“宇宙空间”、...

交通与通信

交通中的“公路”、“天空”、“水”、“宇宙空间”、...



通信中的“线”、“大气层”、“水”、“宇宙空间”、...

交通中运送的“人”、“货”、...

交通与通信

交通中的“公路”、“天空”、“水”、“宇宙空间”、...



通信中的“线”、“大气层”、“水”、“宇宙空间”、...

交通中运送的“人”、“货”、...



通信中“运送”的“声音”、“图像”、“视频”、...

交通与通信

交通中的“公路”、“天空”、“水”、“宇宙空间”、...



通信中的“线”、“大气层”、“水”、“宇宙空间”、...

交通中运送的“人”、“货”、...



通信中“运送”的“声音”、“图像”、“视频”、...

交通中的“汽车”、“飞机”、“轮船”、“宇宙飞船”、...

交通与通信

交通中的“公路”、“天空”、“水”、“宇宙空间”、...



通信中的“线”、“大气层”、“水”、“宇宙空间”、...

交通中运送的“人”、“货”、...



通信中“运送”的“声音”、“图像”、“视频”、...

交通中的“汽车”、“飞机”、“轮船”、“宇宙飞船”、...



通信中的？

交通与通信

交通中的“公路”、“天空”、“水”、“宇宙空间”、...



通信中的“线”、“大气层”、“水”、“宇宙空间”、...

交通中运送的“人”、“货”、...



通信中“运送”的“声音”、“图像”、“视频”、...

交通中的“汽车”、“飞机”、“轮船”、“宇宙飞船”、...



通信中的？

- ① 通信中也需要“运载工具”吗？
如果需要，那么
- ② 什么是通信中的“运载工具”？

内容提要 I

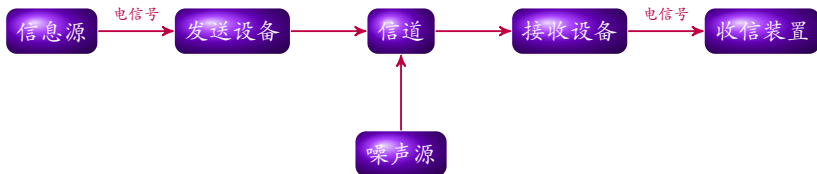
1 通信

- 发展史

2 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容

通信系统



信息源 要传送的原始信息，如文字、数据、语音、音乐、图像等。

发送设备 将电信号变换为适应于信道传输特性的信号的装置。

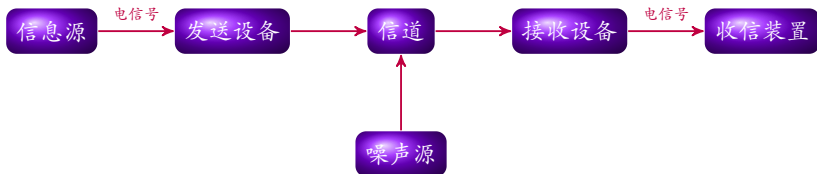
信道 传输信息（或信号）的通道，有线信道和无线信道。

噪声源 信道中的噪声及分散在通信系统中其他各处的噪声。

接收设备 将接收到的信号恢复成与发送设备输入信号相一致的装置。

收信装置 将电信号还原成原来的信息。

通信系统



信息源 要传送的原始信息，如文字、数据、语音、音乐、图像等。

发送设备 将电信号变换为适应于信道传输特性的信号的装置。

信道 传输信息（或信号）的通道，有线信道和无线信道。

噪声源 信道中的噪声及分散在通信系统中其他各处的噪声。

接收设备 将接收到的信号恢复成与发送设备输入信号相一致的装置。

收信装置 将电信号还原成原来的信息。

内容提要 I

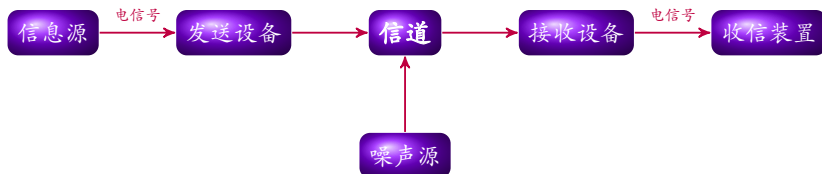
1 通信

- 发展史

2 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容

① 信道

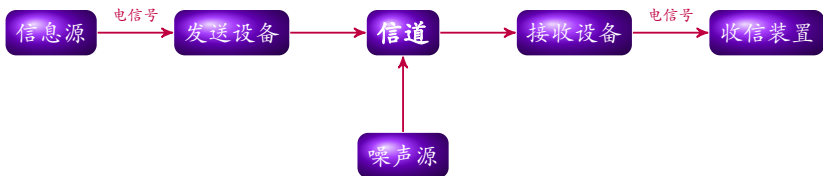


信道 传输信息（或信号）的通道，有线信道和无线信道。

有线信道 架空明线、电缆、光缆等，例如三网。

无线信道 地球表面的大气层、水、地层及宇宙空间等，例如手机到基站。

① 信道

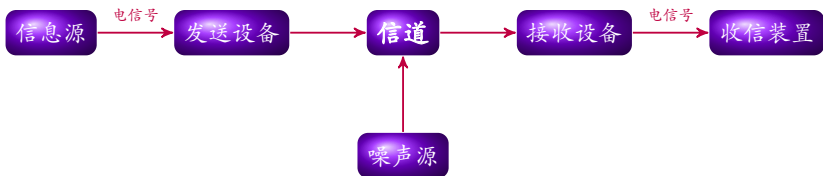


信道 传输信息（或信号）的通道，有线信道和无线信道。

有线信道 架空明线、电缆、光缆等，例如三网。

无线信道 地球表面的大气层、水、地层及宇宙空间等，例如手机到基站。

① 信道



信道 传输信息（或信号）的通道，有线信道和无线信道。

有线信道 架空明线、电缆、光缆等，例如三网。

无线信道 地球表面的大气层、水、地层及宇宙空间等，例如手机到基站。

② 通信距离

有线

无线

② 通信距离

有线

- RS232
- RS485
- 双绞线
- 同轴电缆
- 光缆
-

无线

② 通信距离

有线

- RS232
- RS485
- 双绞线
- 同轴电缆
- 光缆
-

无线

- Bluetooth
- ZigBee
- WiFi
- WiMax
- 3G
- LTE、4G
- NFC
-

② 通信距离

有线

- RS232
- RS485
- 双绞线
- 同轴电缆
- 光缆
-

无线

- BlueTooth
- ZigBee
- WiFi
- WiMax
- 3G
- LTE、4G
- NFC
-

有线通信 电信号依靠导线传送。

无线通信 电信号依靠**电磁波**传送。

内容提要 I

1 通信

- 发展史

2 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容

① 无线电波的频段划分

频率在几十千赫至几万兆赫的电磁波 $\Rightarrow$ 频段或波段（相对）
波长 λ 、频率 f 、电磁波传播速度 $c = 3 \times 10^8 m/s$ ： $\lambda = cT = \frac{c}{f}$

① 无线电波的频段划分

频率在几十千赫至几万兆赫的电磁波 $\Rightarrow$ 频段或波段 (相对)
 波长 λ 、频率 f 、电磁波传播速度 $c = 3 \times 10^8 m/s$: $\lambda = cT = \frac{c}{f}$

超长波	$3Hz \sim 30kHz$	VLF	音频、电话、数据终端
长波	$30Hz \sim 300kHz$	LF	导航、信标、电力线通信
中波	$300kHz \sim 3MHz$	MF	AM 广播、业余无线电
短波	$3 \sim 30MHz$	HF	移动电话、短波广播、业余无线电
超短波	$30 \sim 300MHz$	VHF	FM 广播、TV、导航、移动通信
分米波	$300MHz \sim 3GHz$	UHF	TV、遥控遥测、雷达、移动通信
厘米波	$3 \sim 30GHz$	SHF	微波通信、卫星通信、雷达
毫米波	$30 \sim 300GHz$	EHF	微波通信、雷达、射电天文学

① 无线电波的频段划分

频率在几十千赫至几万兆赫的电磁波 $\Rightarrow$ 频段或波段 (相对)
 波长 λ 、频率 f 、电磁波传播速度 $c = 3 \times 10^8 m/s$: $\lambda = cT = \frac{c}{f}$

超长波	3Hz ~ 30kHz	VLF	音频、电话、数据终端
长波	30Hz ~ 300kHz	LF	导航、信标、电力线通信
中波	300kHz ~ 3MHz	MF	AM 广播、业余无线电
短波	3 ~ 30MHz	HF	移动电话、短波广播、业余无线电
超短波	30 ~ 300MHz	VHF	FM 广播、TV、导航、移动通信
分米波	300MHz ~ 3GHz	UHF	TV、遥控遥测、雷达、移动通信
厘米波	3 ~ 30GHz	SHF	微波通信、卫星通信、雷达
毫米波	30 ~ 300GHz	EHF	微波通信、雷达、射电天文学

RFID

身份证、门票、一卡通等

RFID

身份证、门票、一卡通等

低频	125 ~ 135kHz	< 60cm	动物晶片、门禁、停车场
高频	13.56MHz	~ 60cm	交通卡、门禁
超高频	433MHz	50 ~ 100m	医院病患监护
	860 ~ 960MHz	被 ~ 10m 主 ~ 100m	物流
微波	2.45GHz	被 ~ 1m 主 ~ 50m	物流

② 无线电波的传播特性

无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等
取决于无线电信号的**频率**和**信道**。

- 不同频段的无线电信号，其传播特性不同。
- 同一信道对不同频率的信号传播特性不同。

地球表面 频率越高，损耗越严重，传播距离越短。

电离层 频率越高，被吸收的能量越小，穿入也越深。

② 无线电波的传播特性

无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等
取决于无线电信号的**频率**和**信道**。

- 不同频段的无线电信号，其传播特性不同。
- 同一信道对不同频率的信号传播特性不同。

地球表面 频率越高，损耗越严重，传播距离越短。

电离层 频率越高，被吸收的能量越小，穿入也越深。

② 无线电波的传播特性

无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等
取决于无线电信号的**频率**和**信道**。

- 不同频段的无线电信号，其传播特性不同。
- 同一信道对不同频率的信号传播特性不同。

地球表面 频率越高，损耗越严重，传播距离越短。

电离层 频率越高，被吸收的能量越小，穿入也越深。

② 无线电波的传播特性

无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等
取决于无线电信号的**频率**和**信道**。

- 不同频段的无线电信号，其传播特性不同。
- 同一信道对不同频率的信号传播特性不同。

地球表面 频率越高，损耗越严重，传播距离越短。

电离层 频率越高，被吸收的能量越小，穿入也越深。

绕射 沿着地球的弯曲表面传播，地波（中、长波）。

折射反射 利用电离层折射和反射传播，天波（短波）。

直射 从发射天线发出，沿直线传播到接收天线，空间波（超短波）。

② 无线电波的传播特性

无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等
取决于无线电信号的**频率**和**信道**。

- 不同频段的无线电信号，其传播特性不同。
- 同一信道对不同频率的信号传播特性不同。

地球表面 频率越高，损耗越严重，传播距离越短。

电离层 频率越高，被吸收的能量越小，穿入也越深。

绕射	地波	中、长波	$< 1.5\text{MHz}$
折射反射	天波	中、短波	$1.5 \sim 30\text{MHz}$
直射	空间波	超短波 +	$> 30\text{MHz}$

③ 无线电传播

只有当天线的尺寸大到可以与信号波长相比拟时，天线才具有较高的辐射效率。

③ 无线电传播

只有当天线的尺寸大到可以与信号波长相比拟时，天线才具有较高的辐射效率。

- ① 为了减少制造天线的困难
- ② 使所发射的信号不致混淆

③ 无线电传播

只有当天线的尺寸大到可以与信号波长相比拟时，天线才具有较高的辐射效率。

- ① 为了减少制造天线的困难
- ② 使所发射的信号不致混淆

需要将语音（低频）信号搬移到不同的高频段——**调制传输**

内容提要 I

1 通信

- 发展史

2 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容

① 调制传输

基带传输 将从消息变换而来的基带（低频）信号直接传送。

调制传输 将从消息变换而来的基带（低频**调制**）信号“装载”到**载波**（高频）信号上进行传送。

① 调制传输

基带传输 将从消息变换而来的基带（低频）信号直接传送。

调制传输 将从消息变换而来的基带（低频**调制**）信号“装载”到**载波**（高频）信号上进行传送。

① 调制传输

基带传输 将从消息变换而来的基带（低频）信号直接传送。

调制传输 将从消息变换而来的基带（低频**调制**）信号“装载”到**载波**（高频）信号上进行传送。

调制 在发送端用低频**调制信号**（例如话音信号）去控制高频**载波信号**的幅度（频率或相位）并使其随低频调制信号而变化形成**已调信号**。

解调 在接收端从收到的**已调信号**中把**调制信号**恢复出来。

① 调制传输

基带传输 将从消息变换而来的基带（低频）信号直接传送。

调制传输 将从消息变换而来的基带（低频**调制**）信号“装载”到**载波**（高频）信号上进行传送。

调制 在发送端用低频**调制信号**（例如话音信号）去控制高频**载波信号**的幅度（频率或相位）并使其随低频调制信号而变化形成**已调信号**。

解调 在接收端从收到的**已调信号**中把**调制信号**恢复出来。

① 调制传输

基带传输 将从消息变换而来的基带（低频）信号直接传送。

调制传输 将从消息变换而来的基带（低频**调制**）信号“装载”到**载波**（高频）信号上进行传送。

调制 在发送端用低频**调制信号**（例如话音信号）去控制高频**载波信号**的幅度（频率或相位）并使其随低频调制信号而变化形成**已调信号**。

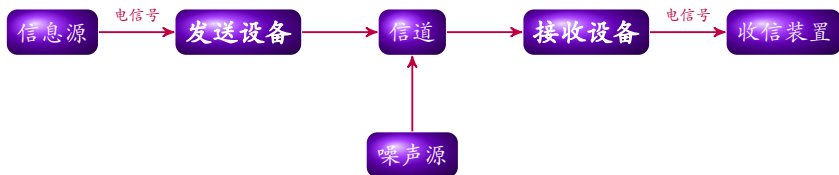
解调 在接收端从收到的**已调信号**中把**调制信号**恢复出来。

调幅 $\Leftrightarrow$ 检波

调频 $\Leftrightarrow$ 鉴频

调相 $\rightarrow$ 调频

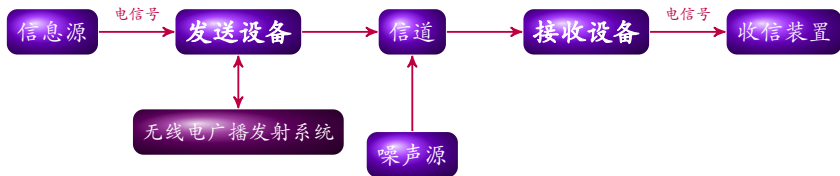
② 发送设备与接收设备



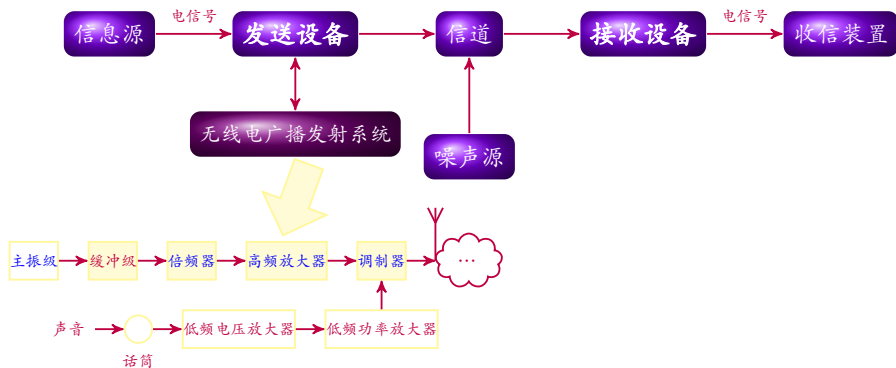
发送设备 将电信号变换为适应于信道传输特性的信号的装置。

接收设备 将接收到的信号恢复成与发送设备输入信号相一致的装置。

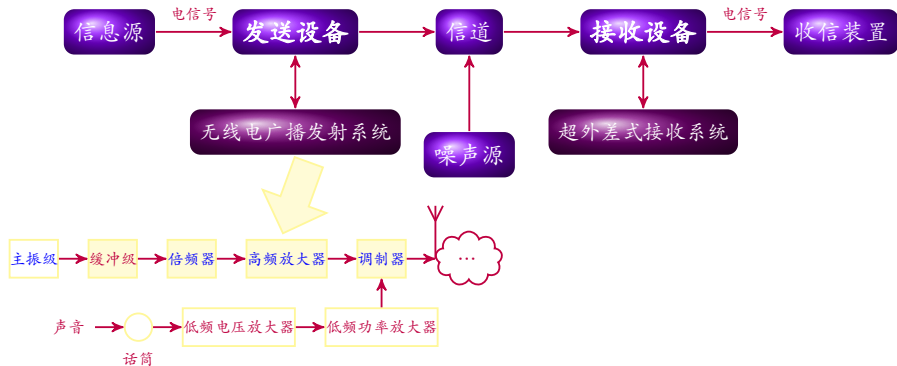
② 发送设备与接收设备



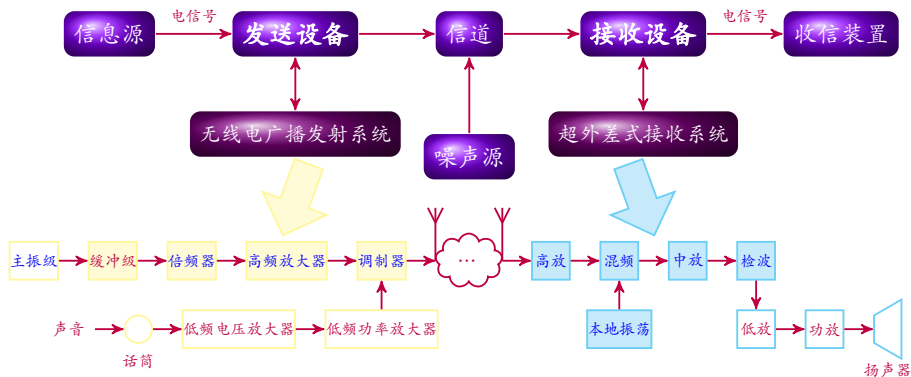
② 发送设备与接收设备



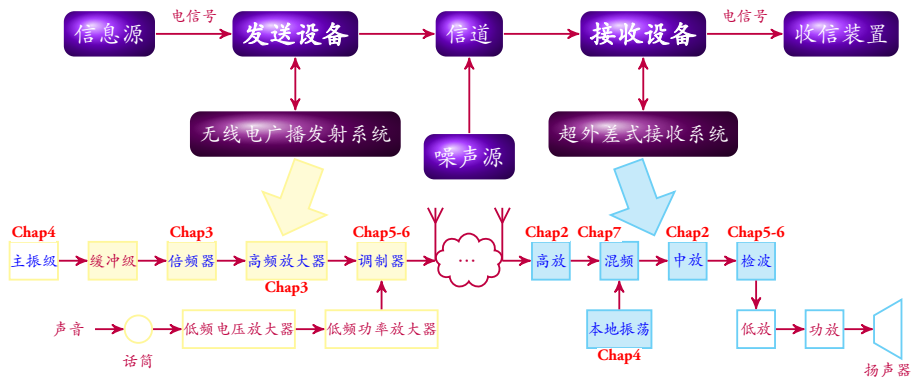
② 发送设备与接收设备



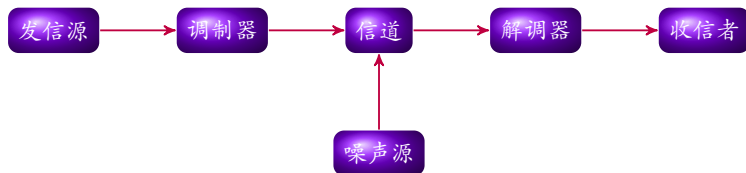
② 发送设备与接收设备



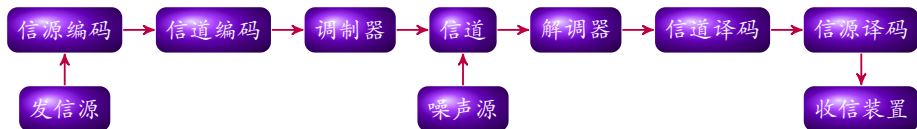
② 发送设备与接收设备



③ 模拟通信系统



③ 数字通信系统



内容提要 I

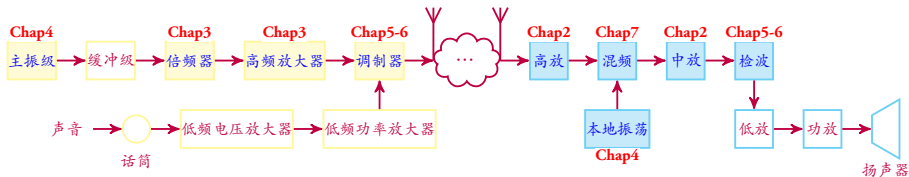
1 通信

- 发展史

2 通信系统

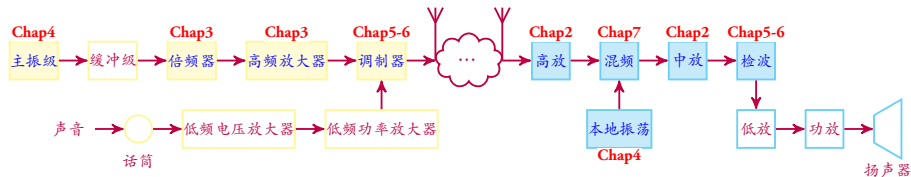
- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容

课程主要内容



- ① Chap2 谐振回路
- ② Chap2 小信号调谐放大器
- ③ Chap3 调谐功率放大器
- ④ Chap3 倍频器
- ⑤ Chap4 正弦波振荡器
- ⑥ Chap5 振幅调制与解调
- ⑦ Chap6 角度调制与解调
- ⑧ Chap7 变频器
- ⑨ Chap8 锁相环

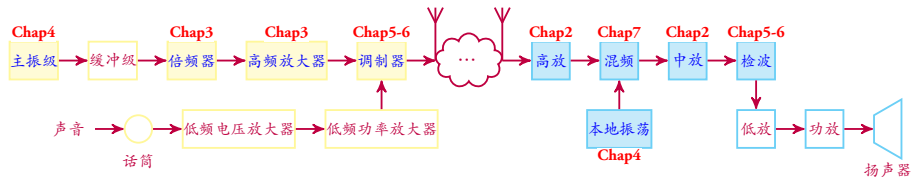
课程主要内容



- ① Chap2 谐振回路
- ② Chap2 小信号调谐放大器
- ③ Chap3 调谐功率放大器
- ④ Chap3 倍频器
- ⑤ Chap4 正弦波振荡器
- ⑥ Chap5 振幅调制与解调
- ⑦ Chap6 角度调制与解调
- ⑧ Chap7 变频器
- ⑨ Chap8 锁相环

- ① 电阻、电容、电感等无源线性元件
- ② 二极管、三极管等有源非线性器件
- ③ LC 谐振回路、基本放大电路、振荡器电路等

课程主要内容

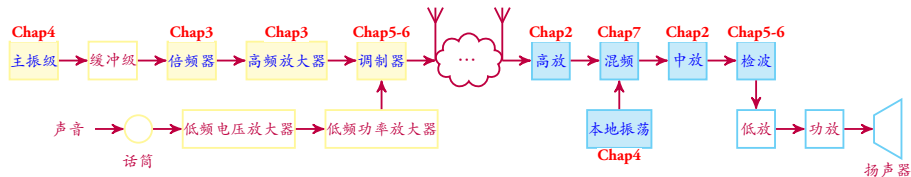


- ① Chap2 谐振回路
- ② Chap2 小信号调谐放大器
- ③ Chap3 调谐功率放大器
- ④ Chap3 倍频器
- ⑤ Chap4 正弦波振荡器
- ⑥ Chap5 振幅调制与解调
- ⑦ Chap6 角度调制与解调
- ⑧ Chap7 变频器
- ⑨ Chap8 锁相环

- ① 电阻、电容、电感等无源线性元件
- ② 二极管、三极管等有源非线性器件
- ③ LC 谐振回路、基本放大电路、振荡器电路等

着重讨论发送设备和接收设备各单元的工作原理和组成，以及构成发送、接收设备的各种单元电路的工作原理、典型电路和分析方法。

课程主要内容



- ① Chap2 谐振回路
- ② Chap2 小信号调谐放大器
- ③ Chap3 调谐功率放大器
- ④ Chap3 倍频器
- ⑤ Chap4 正弦波振荡器
- ⑥ Chap5 振幅调制与解调
- ⑦ Chap6 角度调制与解调
- ⑧ Chap7 变频器
- ⑨ Chap8 锁相环

- ① 电阻、电容、电感等无源线性元件
- ② 二极管、三极管等有源非线性器件
- ③ LC 谐振回路、基本放大电路、振荡器电路等

着重讨论发送设备和接收设备各单元的工作原理和组成，以及构成发送、接收设备的各种单元电路的工作原理、典型电路和分析方法。

基本概念、基本原理、基本电路、基本分析方法

关键词

①

高频

②

调制

解调

③

电子电路

☆作业思考☆

作业

Piazza 讨论 MOOC 视频

- ① “电路分析”与“模拟电子技术基础”课本
- ② 查阅基本元器件：无源元件和有源元件
- ③ 无源元件：阻、容、感
- ④ 有源元件：二极管、三极管
- ⑤ 伏安特性、工作特性、输入特性、输出特性、转移特性、等等特性
- ⑥ Piazza 继续投票反馈这些知识的掌握情况：让你学的更好！☒

☆作业思考☆

作业

Piazza 讨论 MOOC 视频

- ① “电路分析”与“模拟电子技术基础”课本
- ② 查阅基本元器件：无源元件和有源元件
- ③ 无源元件：阻、容、感
- ④ 有源元件：二极管、三极管
- ⑤ 伏安特性、工作特性、输入特性、输出特性、转移特性、等等特性
- ⑥ Piazza 继续投票反馈这些知识的掌握情况：让你学的更好！☑

思考

Piazza 讨论

- ① 无线通信为什么要进行调制？
- ② 为什么非线性？线性电路 vs 非线性电路
- ③ 为什么要高频？低频 vs 高频
- ④ Piazza 继续欢迎任何教学、课堂和课程相关的意见与建议 ☺

☆作业思考☆

作业

Piazza 讨论 MOOC 视频

- ① “电路分析”与“模拟电子技术基础”课本
- ② 查阅基本元器件：无源元件和有源元件
- ③ 无源元件：阻、容、感
- ④ 有源元件：二极管、三极管
- ⑤ 伏安特性、工作特性、输入特性、输出特性、转移特性、等等特性
- ⑥ Piazza 继续投票反馈这些知识的掌握情况：让你学的更好！☑

思考

Piazza 讨论

- ① 无线通信为什么要进行调制？
- ② 为什么非线性？线性电路 vs 非线性电路
- ③ 为什么要高频？低频 vs 高频
- ④ Piazza 继续欢迎任何教学、课堂和课程相关的意见与建议 ☺

规划自己本学期每周的时间安排！

