

NJUT



## 第七章 电波传播

### 7.1 概论

### 7.2 天波

### 7.3 地面波

### 7.4 视距波

### 7.5 散射传播



## 7.1 概 述

### 一、传输媒质对电波传播的影响

#### 1、 传输损耗（信道损耗）

- 大气对电波的吸收或散射
- 电波绕过球形地面或障碍物的绕射

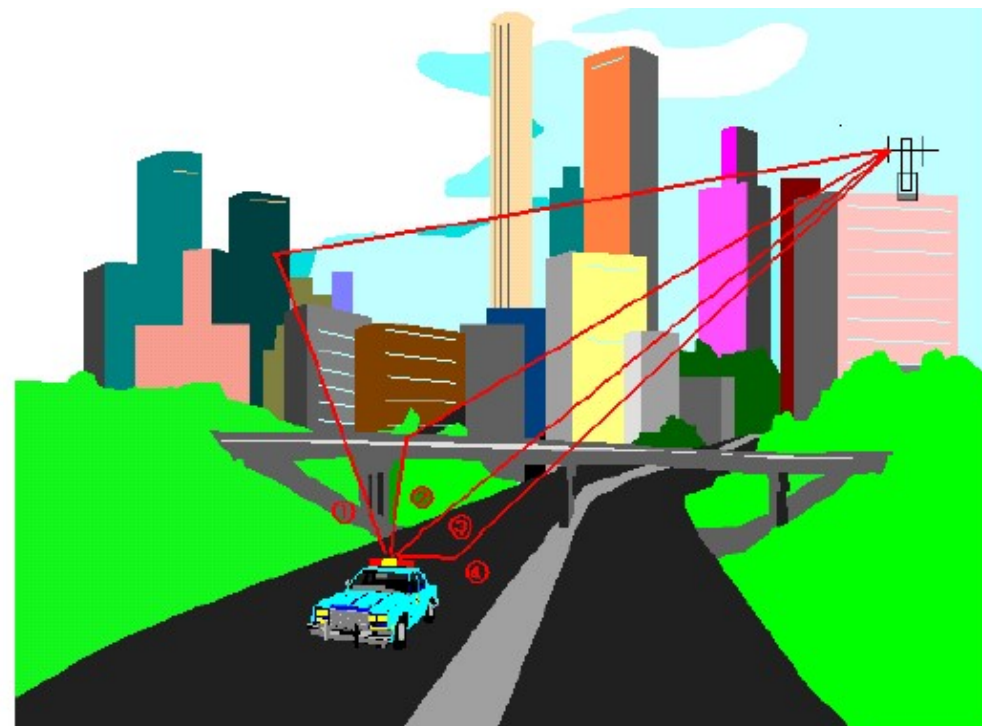
#### 2、衰落现象——信号电平随时间的随机起伏

- 吸收型衰落（慢衰落）
- 干涉型衰落（快衰落）——随机多径干涉现象



### 3、 传输失真

- 媒质色散
- 随机多径传输



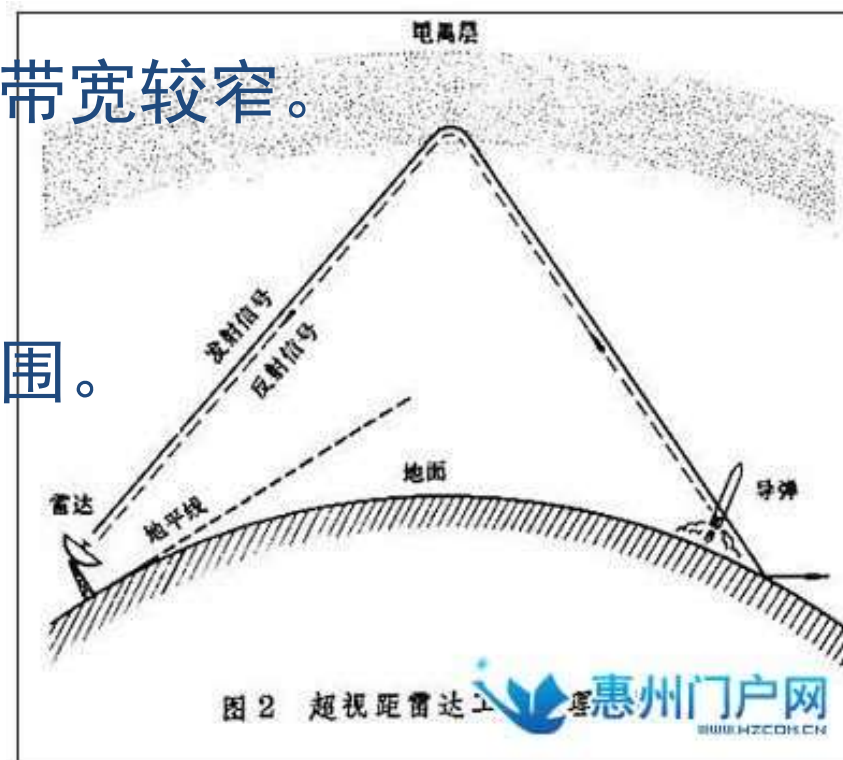
### 4、 电波传播方向的变化

- 反射、折射
- 绕射
- 散射

## 7.2 天波

自发射天线发出的电波在高空被电离层反射后到达接收点的传播方式，有时也称电离层电波传播，主要用于中波和短波波段。

- ① 频率太高，电波穿透电离层；频率太低，电离层吸收太大。因此，通信频率必须选择在最佳频率附近。
- ② 天波传播的随机多径效应严重，信道带宽较窄。
- ③ 天波传播不太稳定，衰落严重。
- ④ 电离层所能反射的频率一般是短波范围。
- ⑤ 传输损耗较小。
- ⑥ 短波通信设备简单。





## 7.3 地面波

沿地球表面传播的传播方式称为地面波传播。

当天线低架于地面，且最大辐射方向沿地面时，主要是地面波传播。用于长、中波波段和短波的低频段（ $10^3 \sim 10^6$  Hz）。

- ① 只能进行几千米或十几千米的近距离通信。
- ② 由于波前倾斜现象，采用直立天线接收较为适宜。
- ③ 地面波信号稳定，这是地面波传播的突出优点。
- ④ 只有垂直极化波才能进行地面波传播。



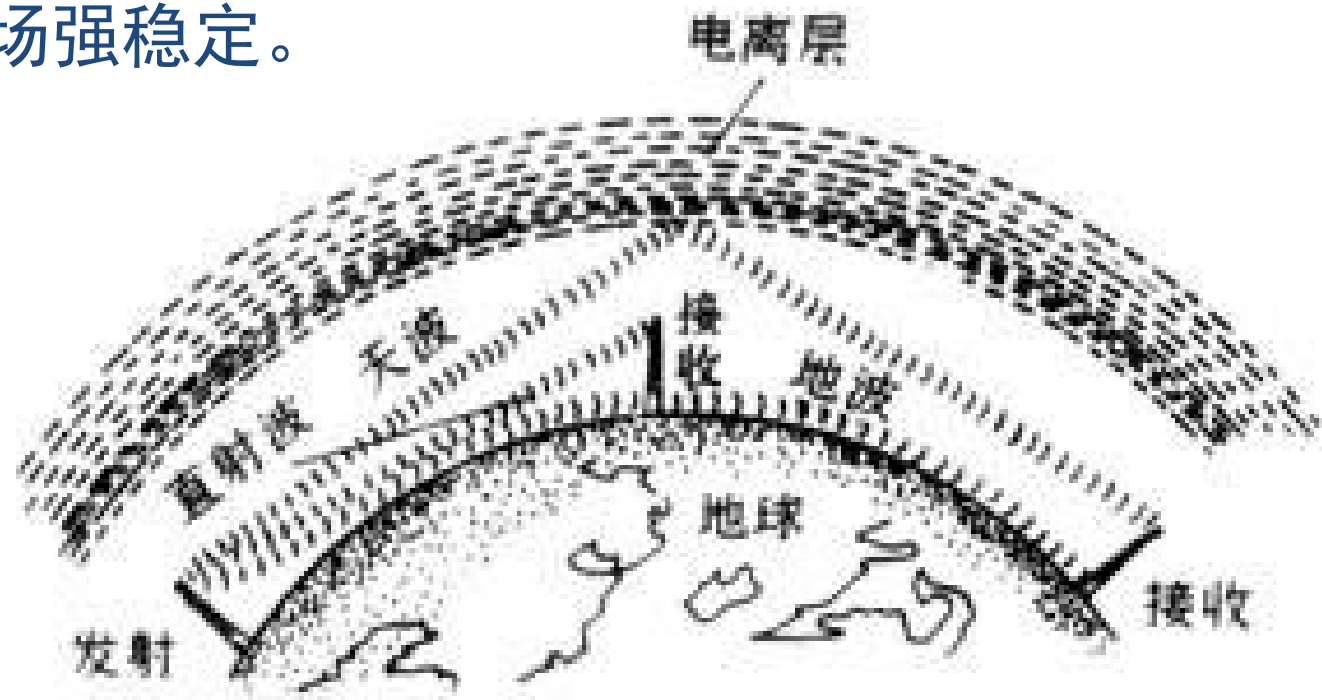




## 7.4 视距传播

地面通信、卫星通信以及雷达等都可以采用这种传播方式。  
它主要用于超短波和微波波段的电波传播。

为使接收点场强稳定，希望反射波的成分愈小愈好。所以在通信信道路径的设计和选择时，要尽可能地利用起伏不平的地形或地物，使反射波场强削弱或改变反射波的传播方向，使其不能到达接收点，以保证接收点场强稳定。

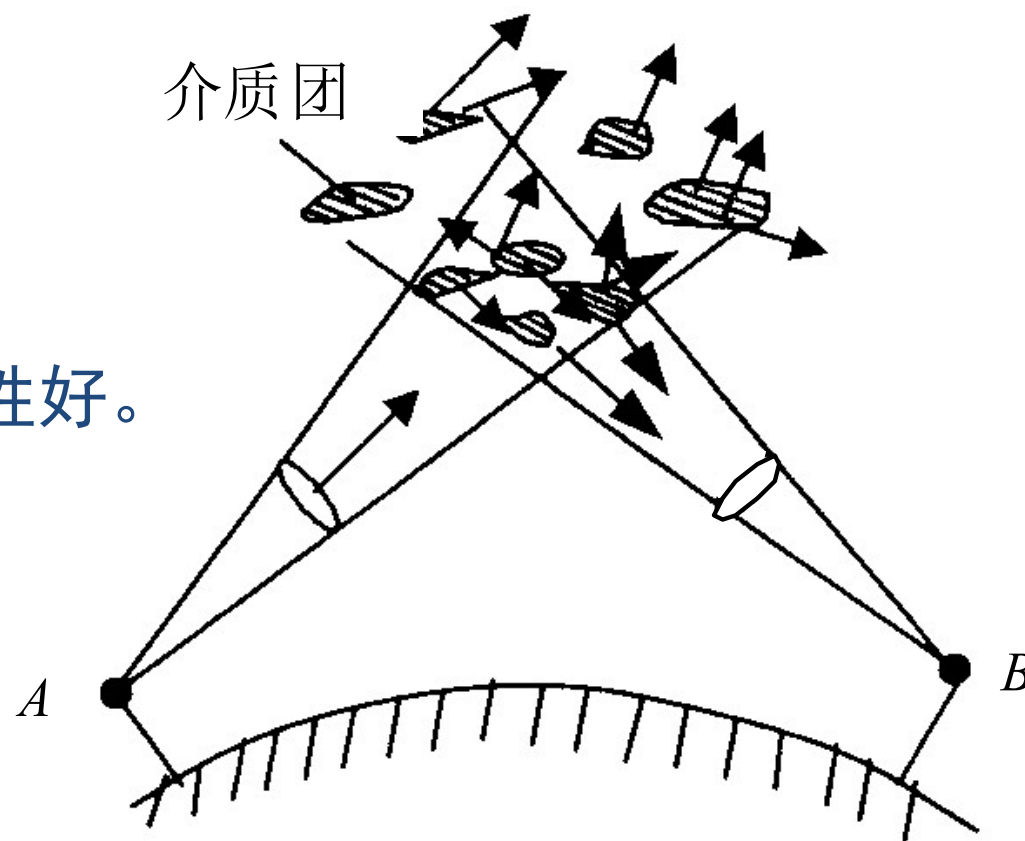




## 7.5 散射传播

电波在低空对流层或高空电离层下缘遇到不均匀的“介质团”时就会发生散射,于是电波就到达不均匀介质团所能“看见”但电波发射点却不能“看见”的超视距范围。。

- ① 传输损耗很大。
- ② 信号有严重的快衰落。
- ③ 容量大, 可靠性高, 保密性好。





频段	信道模式	典型应用	传播特性
超低频 ULF	地下与海水传播； 地-电离层谐振； 地磁力线的哨声传播。	地质结构探测；电 离层与磁层研究； 对潜通信；地震电 磁辐射前兆检测。	传播主区大，难以获得高的 检测精度。
极低频 ELF	地下与海水传播； 地-电离层波导、 地-电离层谐振； 沿地磁力线的哨 声传播。	对潜通信，地下通 信；极稳定的全球 通信；地下遥感， 电离层与磁层研究。	在3KHz左右频段为TM波导 模的截止频段，不利于远距 离传播，而TE模激励效率低。





甚低频 VLF	地下与海水传播；地-电离层波导；沿地磁力线的哨声传播。	Omega(美)、α(俄)超远程及水下相位差导航系统，全球电报通信及对潜指挥通信，时间频率标准传递，地质探测。	10kHz电波在海水中的衰减约为3dB/m，大深度通信导航受限；远程传播只适于垂直极化波；中近距离存在多模干涉。
低频 LF	地表面波；天波；地-电离层波导。	Loran-C(美)及我国长河二号远程脉冲相位差导航系统；时频标准传递；远程通信广播。	采用载频为100kHz的脉冲可区分天地波，高精度导航主要使用稳定性好的地波，传播距离：陆地1000km，海上2000km以内。
中频 MF	地表面波；天波。	广播，通信，导航。	近距离和较低频率主要为地波；远距离和较高频率为天波，夜间天波较强，甚至在较近距离可能成为地波的干扰。



高频 HF	地表面波；天波； 电离层波导传播； 散射波。	远距离通信广播，超 视距天波及地波雷达， 超视距地-空通信。	主要天波传播，近距离上 用地波。最高可用频率随 太阳黑子周期、季节昼夜 及纬度变化。
甚高频 VHF	直接波、地面和对 流层的反射波；对 流层折射及超折射 波导；散射波。	语音广播，移动通信， 接力通信，航空导航 信标。	对流层、电离层的不均匀 性导致多径效应和超视距 异常传播，地空路径的法 拉第效应与电离层的闪烁 效应。地面反射引起多径 及山地遮蔽效应。
分米波 UHF	直接波、地面和对 流层的反射波；对 流层折射及超折射 波导；散射波。	电视广播，飞机导航， 警戒雷达；卫星导航； 卫星跟踪、数传及指 令网，蜂窝无线电。	大气折射效应，山地遮蔽 与建筑物聚焦效应，超折 射波导将引起异常传播。



厘米波 SHF	直接波、地面和对流层的反射波；对流层折射及超折射波导；散射波。	多路语音与电视信道，雷达，卫星遥感，固定及移动卫星信道。	雨雪吸收、散射及折射指数起伏导致的闪烁。建筑物的散射与反射及绕射传播。山地遮蔽。
毫米波 EHF	直接波。	短路径通信，雷达，卫星遥感。	雨雪衰减和散射严重，云雾尘埃、大气吸收，折射起伏引起闪烁以及建筑物等的遮蔽。
亚毫米波	直接波。	短路径通信。	大气及雨雪、烟雾、尘埃等吸收严重；大树及数米高的物体产生遮蔽效应。