

2.2 物理层下面的传输媒体



2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光

湖科大教书匠
<https://space.bilibili.com/36068154>
jgao1@hnust.edu.cn

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光

绝缘保护套层

绝缘层

内导体

屏蔽层



横切面

- 基带同轴电缆 (50Ω)
数字传输，过去用于局域网
- 宽带同轴电缆 (75Ω)
模拟传输，目前主要用于有线电视

同轴电缆价格较贵且布线不够灵活和方便，随着集线器的出现，在局域网领域基本上都是采用双绞线作为传输媒体。

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光



无屏蔽双绞线UTP电缆



绞合的作用

- ☐ 抵御部分来自外界的电磁波干扰
- ☐ 减少相邻导线的电磁干扰



屏蔽双绞线STP电缆



绞合线类别	带宽	线缆特点	典型应用
3	16MHz	2对4芯双绞线	模拟电话；曾用于传统以太网（10Mbit/s）
4	20MHz	4对8芯双绞线	曾用于令牌局域网
5	100MHz	与4类相比增加了绞合度	传输速率不超过100Mbit/s的应用
5E（超五类）	125MHz	与5类相比衰减更小	传输速率不超过1Gbit/s的应用
6	250MHz	与5类相比改善了串扰等性能	传输速率高于1Gbit/s的应用
7	600MHz	使用屏蔽双绞线	传输速率高于10Gbit/s的应用

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

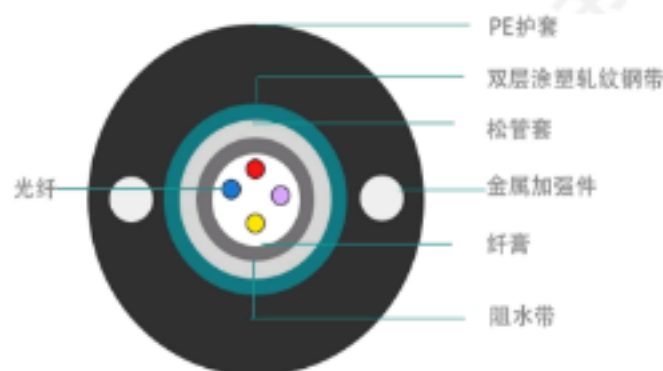
微波

红外线

可见光



室外四芯光缆



光缆内部结构

纤芯直径

- ☐ 多模光纤：50微米，62.5微米
- ☐ 单模光纤：9微米

包层直径125微米

工作波长

- ☐ 0.85微米（衰减较大）
- ☐ 1.30微米（衰减较小）
- ☐ 1.55微米（衰减较小）

光纤的优点

- ☐ 通信容量大（25000~30000GHz的带宽）
- ☐ 传输损耗小，远距离传输时更加经济。
- ☐ 抗雷电和电磁干扰性能好。这在大电流脉冲干扰的环境下尤为重要。
- ☐ 无串音干扰，保密性好，不易被窃听。
- ☐ 体积小，重量轻。

光纤的缺点

- ☐ 割接需要专用设备
- ☐ 光电接口价格较贵

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光

包层 折射率比纤芯低的玻璃封套（直径125微米）



纤芯 非常透明的石英玻璃拉成细丝（直径8~100微米）

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光



2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

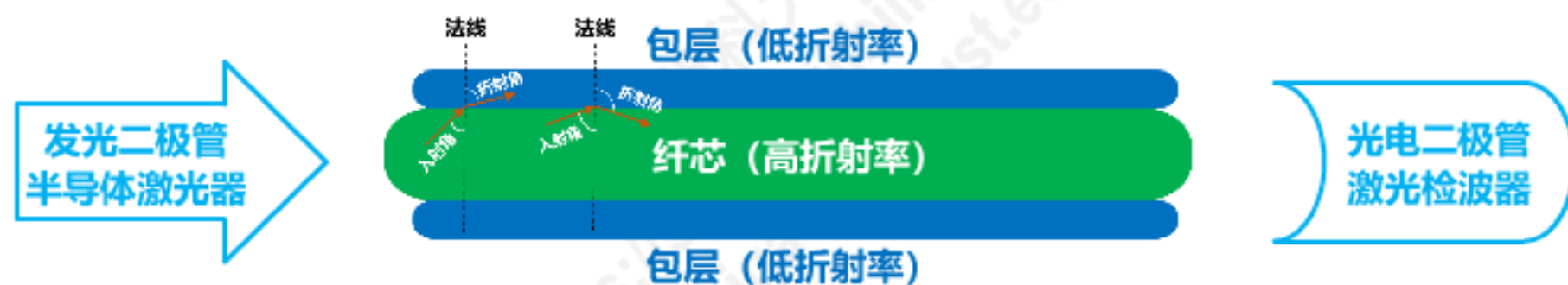
非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光



- 当光从**高折射率**的媒体射向**低折射率**的媒体时，其**折射角将大于入射角**；
- 因此，如果**入射角足够大**，就会出现**全反射**，即光碰到包层时，就会反射回纤芯。

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光

发光二极管
半导体激光器



光电二极管
激光检波器

光在纤芯中传输的方式是不断地全反射

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光

多模光纤

发光二极管
半导体激光器



光电二极管
激光检波器

光在纤芯中传输的方式是不断地全反射

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光

多模光纤



☐ 由于色散（模式、材料、波导色散），光在多模光纤中传输一定距离后必然产生信号失真（脉冲展宽）

☐ 因此，多模光纤只适合近距离传输（建筑物内）

☐ 发送光源：发光二极管；接收检测：光电二极管

单模光纤



☐ 没有模式色散，在1.31微米波长附近材料色散和波导色散大小相等符号相反，两者正好抵消。

☐ 单模光纤适合长距离传输且衰减小，但其制造成本高，对光源要求高。

☐ 发送光源：激光发生器；接收检测：激光检波器

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光



2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

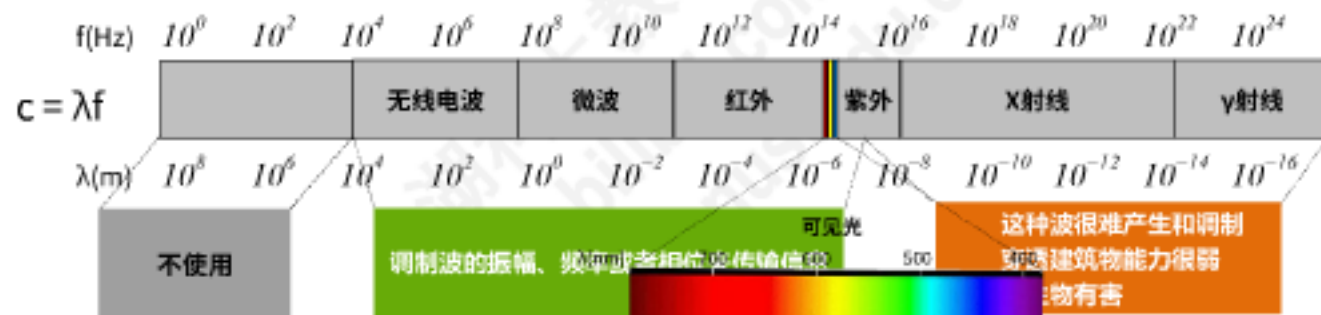
无线电波

微波

红外线

可见光

电信领域使用的电磁波的频谱



2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

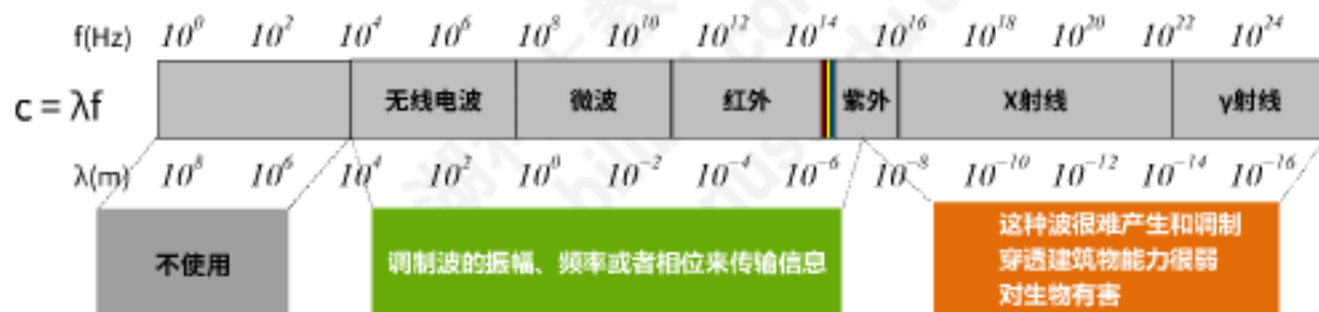
无线电波

微波

红外线

可见光

电信领域使用的电磁波的频谱



ITU 波段号	频段 名称	缩写	频率范围	波段 名称	波长范围	用途
1	极低频	ELF	3Hz ~ 30Hz	极长波	100,000km ~ 10,000km	潜艇通讯或直接转换成声音
2	超低频	SLF	30Hz ~ 300Hz	超长波	10,000km ~ 1,000km	直接转换成声音或交流输电系统 (50~60Hz)
3	特低频	ULF	300Hz ~ 3KHz	特长波	1,000km ~ 100km	矿场通讯或直接转换成声音
4	甚低频	VLF	3KHz ~ 30KHz	甚长波	100km ~ 10km	直接转换成声音、超声，地球物理学研究

2.2 物理层下面的传输媒体

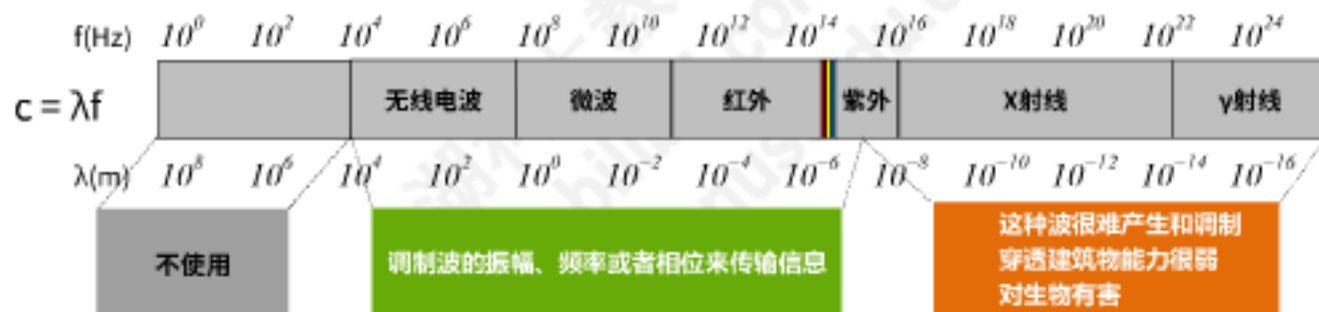
导引型传输媒体

同轴电缆 双绞线 光 纤 电力线

非导引型传输媒体

无线电波 微波 红外线 可见光

电信领域使用的电磁波的频谱



ITU 波段号	波段 名称	缩写	频率范围	波段 名称	波长范围	用途	电磁波谱 对应名称
5	低频	LF	30KHz ~ 300KHz	长波	10km ~ 1km	国际广播, 全向信标	无线电波
6	中频	MF	300KHz ~ 3MHz	中波	1km ~ 100m	调幅 (AM) 广播, 全向信标, 航海及航空通讯	
7	高频	HF	3MHz ~ 30MHz	短波	100m ~ 10m	广播, 民用电台	
8	甚高频	VHF	30MHz ~ 300MHz	米波	10m ~ 1m	调频 (FM) 广播, 电视广播, 航空通讯	
9	特高频	UHF	300MHz ~ 3GHz	分米波	1m ~ 100mm	电视广播, 无线电通讯, 无线网络, 微波炉	微波
10	超高频	SHF	3GHz ~ 30GHz	厘米波	100mm ~ 10mm	无线网络, 雷达, 人造卫星接收	
11	极高频	EHF	30GHz ~ 300GHz	毫米波	10mm ~ 1mm	射电天文学, 遥感, 人体扫描安检仪	

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤

电力线

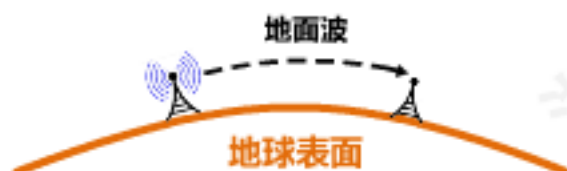
非导引型传输媒体

无线电波

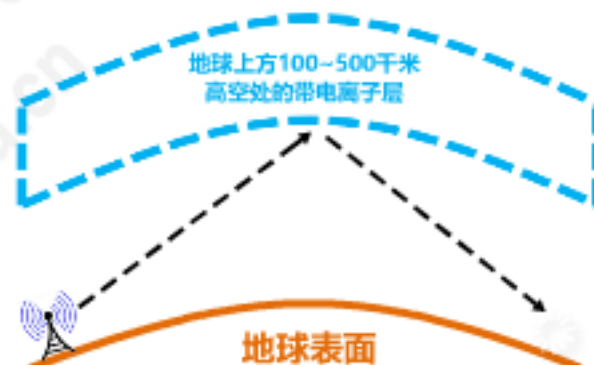
微波

红外线

可见光



LF和MF频段



HF和VHF频段

ITU 波段号	波段 名称	缩写	频率范围	波段 名称	波长范围	用途	电磁波谱 对应名称
5	低频	LF	30kHz ~ 300kHz	长波	10km ~ 1km	国际广播, 全向信标	无线电波
6	中频	MF	300kHz ~ 3MHz	中波	1km ~ 100m	调幅 (AM) 广播, 全向信标, 航海及航空通讯	
7	高频	HF	3MHz ~ 30MHz	短波	100m ~ 10m	广播, 民用电台	
8	甚高频	VHF	30MHz ~ 300MHz	米波	10m ~ 1m	调频 (FM) 广播, 电视广播, 航空通讯	
9	特高频	UHF	300MHz ~ 3GHz	分米波	1m ~ 100mm	电视广播, 无线电通讯, 无线网络, 微波炉	微波
10	超高频	SHF	3GHz ~ 30GHz	厘米波	100mm ~ 10mm	无线网络, 雷达, 人造卫星通讯	
11	极高频	EHF	30GHz ~ 300GHz	毫米波	10mm ~ 1mm	射电天文学, 遥感, 人体扫描安检仪	

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤

电力线

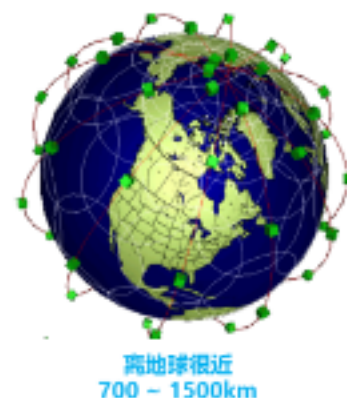
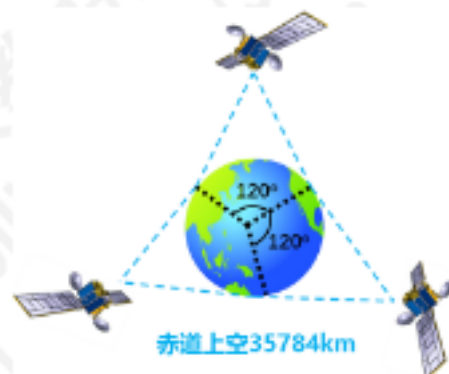
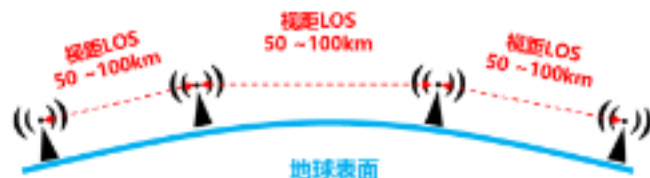
非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光



ITU 波段号	频段 名称	缩写	频率范围	波段 名称	波长范围	用途	电磁波谱 对应名称
5	低频	LF	30KHz ~ 300KHz	长波	10km ~ 1km	国际广播, 全向信标	无线电波
6	中频	MF	300KHz ~ 3MHz	中波	1km ~ 100m	调幅 (AM) 广播, 全向信标, 航海及航空通讯	
7	高频	HF	3MHz ~ 30MHz	短波	100m ~ 10m	广播, 民用电台	
8	甚高频	VHF	30MHz ~ 300MHz	米波	10m ~ 1m	调频 (FM) 广播, 电视广播, 航空通讯	
9	特高频	UHF	300MHz ~ 3GHz	分米波	1m ~ 100mm	电视广播, 无线电通讯, 无线网络, 微波炉	微波
10	超高频	SHF	3GHz ~ 30GHz	厘米波	100mm ~ 10mm	无线网络, 雷达, 人造卫星通讯	
11	极高频	EHF	30GHz ~ 300GHz	毫米波	10mm ~ 1mm	射电天文学, 遥感, 人体扫描安检仪	

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆	双绞线	光 纤	电力线
------	-----	-----	-----

非导引型传输媒体

无线电波	微波	红外线	可见光
------	----	-----	-----



- ☐ 点对点无线传输
- ☐ 直线传输，中间不能有障碍物，传输距离短
- ☐ 传输速率低 (4Mb/s~16Mb/s)

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光

优酷

互联网时代

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆	双绞线	光 纤	电力线
------	-----	-----	-----

非导引型传输媒体

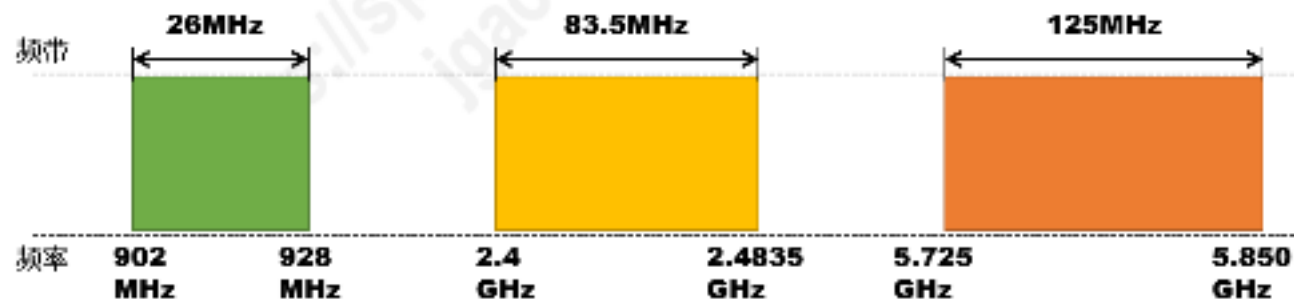
无线电波	微波	红外线	可见光
------	----	-----	-----

无线电频谱管理机构

中国：工业和信息化部无线电管理局（国家无线电办公室）

美国：联邦通讯委员会FCC

ISM (Industrial, Scientific, Medical) 频段



美国的ISM频段（无线局域网使用2.4GHz和5.8GHz频段）

2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光



2.2 物理层下面的传输媒体

导引型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光 纤

电力线

非导引型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光

