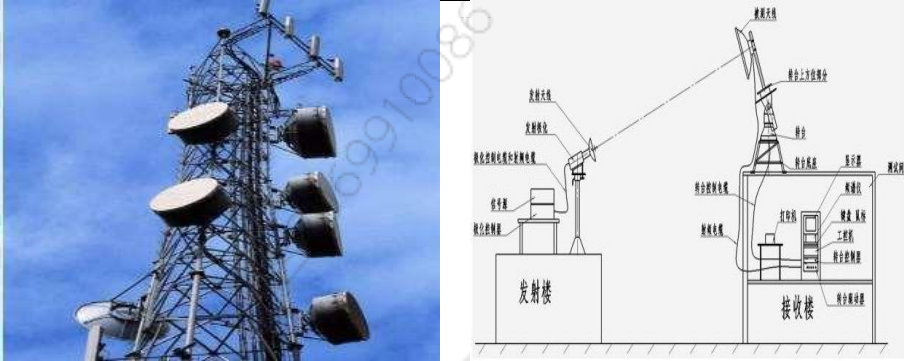


2024 环球网校一级建造师《通信与广电工程管理与实务》考点精讲-第 4 讲

第 1 章 通信与广电工程专业技术

1.3 微波和卫星传输系统

章节目录	2023	2022	2021	2020	2019	2018
微波信号的传播特性	1	2	2			
数字微波系统的构成及应用		1				
卫星通信系统的结构及工作特点						1



微波

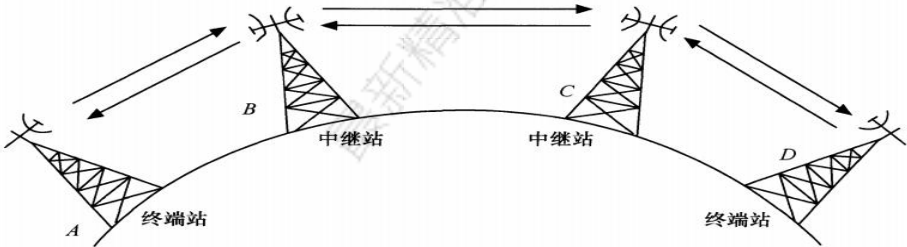


卫星

微波是一种电磁波，频率范围为 **300MHz~300GHz**（波长范围为 1mm~1m）。  
分米波的频率范围在 **300MHz~3GHz**，主要用于通信和电视广播；  
厘米波的频率范围在 **3~30GHz** 主要用于雷达、卫星通信，无线电导航，毫米波的频率范围在 **30~300GHz** 用于卫星通信。  
由于微波的频率高、波长短，因此只能在大气对流层中像光波一样作直线传播，即所谓的视距传播，其 **绕射能力弱**。

1.3.1 微波信号的传输特性

一般来说，由于地球曲面的影响以及空间传输的损耗，每隔 **50km** 左右就需要设置 **中继站**，将电波放大转发而延伸，这种通信方式称为微波中继通信，是传统的长途通信技术。



2. 微波通信的特点

- (1) 载波 **工作频率高**，在相对带宽相同的情况下，其信道的绝对带宽比短波要大得多，可 **传送较多的信息量**。
- (2) 由于微波的 **波长短**，所以容易制成 **高增益天线**。
- (3) 天电干扰、工业干扰及太阳黑子的变化在微波波段 **基本不起作用**。

(4) 与有线通信相比，微波通信**有较大的灵活性**，可**应用地形受限时的接入**、长途中继通信、应急通信等。

(5) 微波传输主要考虑的因素包括**大气效应和地面效应**，它**对气候变化比较敏感**，容易受天气影响。

3. 微波传播的影响因素

1) 地形地物对微波传播的影响

与自由空间传播相比，地表障碍物对微波视距传播的影响表现为**阻挡损耗**。

2) 大气对微波传播的影响

微波中继通信的电磁波传播主要在**对流层**中完成，对流层对微波传播的影响主要表现在 3 个方面，氧气分子和水蒸气分子对电磁波的**吸收**，雨、雾、雪等气象微粒对电磁波的**吸收和散射**，对流层结构的不均匀性对电磁波的**折射**。

当微波中继通信系统的工作频段在 10GHz 以下时，前 2 个方面的影响不显著，只需考虑**对流层折射**的影响；当工作频段在 10GHz 以上时，3 个方面的影响都需考虑。

4. 电磁波衰落的分类

大气吸收衰落	不可避免、影响不大
雨雾散射衰落（2023-7）	不可避免，影响不大
闪烁衰落	持续时间短、电平变化小、一般不足以造成通信中断
K 型衰落	可能会造成通信中断
波导型衰落	往往会造成通信中断

5. 电磁波衰落对微波传输的影响

(1) 在信号的有用频带内，信号电平各频率分量的衰落深度相同，这种衰落被称为**平衰落**。

(2) 信号电平各频率分量的衰落深度不同，这种衰落称为**频率选择型衰落**，产生这种衰落时，接收的信号电平不一定小，但其中一些频率分量幅度过小，使信号波形失真。

6. 克服电磁波衰落的一般方法（2021. 23、2022-22）

1. 利用 <b>地形地物</b> 削弱反射波的影响；	
2. 将反射点设在 <b>反射系数较小</b> 的地面；如从水面移到森林或凹凸不平地面	
3. 利用 <b>天线的方向性</b> ；有时收发天线均很高，而反射点又处于途径中间的开阔地或水面上	
4. 用 <b>无源反射板</b> 克服绕射衰落；当路由中存在较高障碍物时，使用 <b>无源反射板或背对背天线</b> 可使电波绕过障碍物	
5. 分集接收	频率分集： <b>波道备用</b>
	空间分集：利用不同高度的两幅或多幅天线，接收同一频率的信号，以达到克服衰落的目的
	分集接受不能解决所有衰落，如对雨雾吸收性衰落只有 <b>增加发射功率，缩短站距，适当改变天线设计</b> 才能克服

1. 3. 2 数字微波系统的构成及应用

1. 数字微波的概念

微波通信系统的波道配置一般由一个或一个以上的主用波道和一个备用波道组成，简称**N+1**。

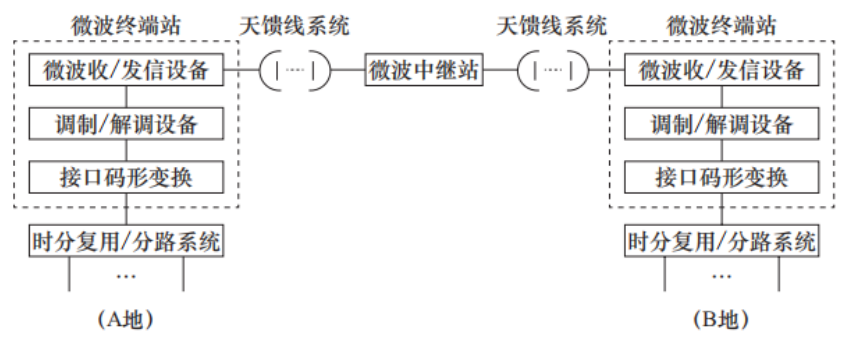
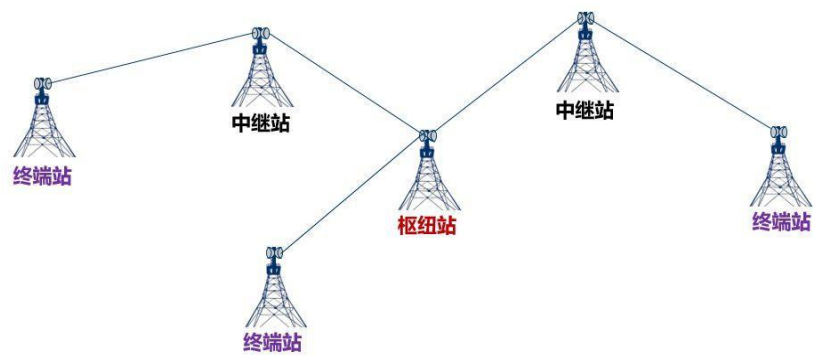


图 1.3-1 基本的数字微波系统方框图

2. 数字微波站的分类

按工作性质不同，数字微波站分为终端站、中继站和分路站三类，其中有两个以上方向的上、下话路的微波站称为数字微波枢纽站。



终端站	可作为中心站或次中心站	
分路站	分路站既要完成信号转发任务，又要分出或插入一部分话路功能，可作为中心站，也可作为受控站	上、下话路，具备波道倒换功能
中继站	具有站间公务联络和无人值守功能	<u>不上下话路，不具备波道倒换功能</u>

3. 数字微波站的构成

1) 天馈线和分路系统

常用的天线类型为卡塞格林天线。

微波天线的基本参数为天线增益、半功率角、极化去耦、驻波比（口诀：半耦增驻）。由于微波天线大部分采用抛物面式天线，所以天线还应采取一定的抗风强度和防冰雪的措施。

在分米波段（2GHz），用同轴电缆馈线。

在厘米波段（4GHz 以上），用波导馈线。

天线系统多采用收发共用和多波导天线。



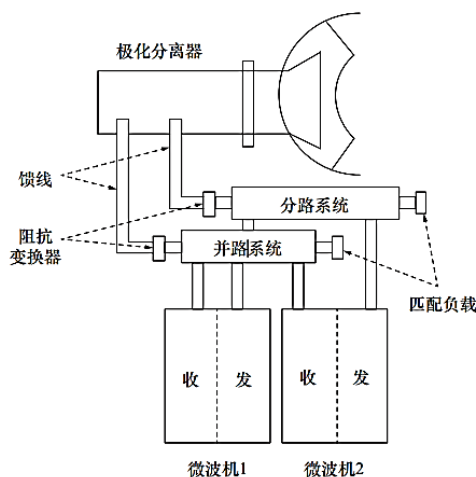


图 1.3-2 天线馈线系统与微波设备之间的连接

## 2) 微波收发信机

其主要指标有**本振频率稳定度、噪声系数、收信机最大增益、自动增益控制范围（AGC）**。（口诀：本振增最大噪声）

## 4. 微波传送网

其核心是**微波中继通信**

IP 微波设备在移动回传网络中的应用如下：

- (1) 能实现 LTE 站点紧急开通，实现业务的**快速部署**。
- (2) 能实现**光网补网**，提高现网的成环率，提升可靠性。
- (3) IP 微波能实现故障点业务的**紧急恢复**。

IP 微波相比传统的 SDH 微波优点如下：

- (1) 能提供**更大的带宽**，可实现单载频达 **Gbit/s** 级。
- (2) 能提供**先进的 IP 技术**。
- (3) 能达到与 SDH 网络类似的**业务运维能力**，提供图形化网管、自动保护倒换以及告警和性能的实时准确监控。

### 1.3.3 卫星通信系统的结构及工作特点

#### 1. 卫星通信的特点（2018.9）（2016.23）

只要 **3 颗** 卫星适当配置，就可以基本实现全球通信（除两极）

#### 1) 卫星通信的优点（口诀：距远面大频带宽、机好线稳自监测）

- (1) **通信距离远**，且费用与通信距离无关。
- (2) **覆盖面积大**，组网灵活，便于多址连接。
- (3) 通信频带宽，传输容量大。

卫星通信通常使用 **300MHz** 以上的频段，可用频带宽。目前，卫星带宽已经达到 **3000Mbit/s** 以上。

- (4) 机动性好。
- (5) 通信线路稳定，传输质量高。
- (6) 可以自发自收进行监测。

#### 2) 卫星通信的缺点（口诀：凌蚀密差时延大）

- (1) 保密性差

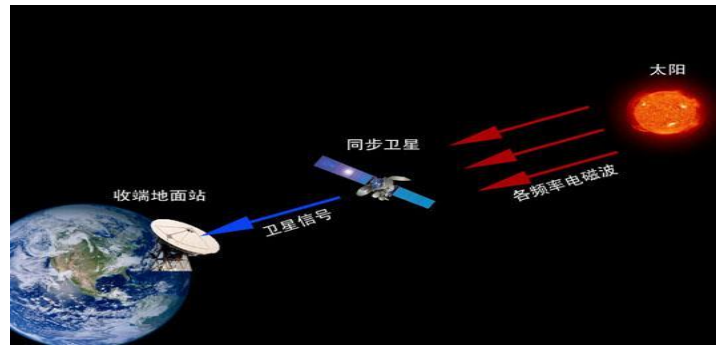
卫星具有**广播特性**，一般**容易被窃听**。因此，不公开的信息应注意采取保密措施。

- (2) 电波的传播时延较大，存在**回波干扰**。

必须采取**回波抵消**技术。

- (3) 存在日凌中断和星蚀现象。





## 2. 卫星通信系统的组成

卫星通信系统由**空间分系统、通信地球站、跟踪遥测及指令分系统和监控管理分系统**等4大部分组成；

(口诀：监控地球空间遥指)

一条卫星通信线路通常由**发端地球站、上行传播路径、通信卫星转发器、下行传播路径和收端地球站**组成。

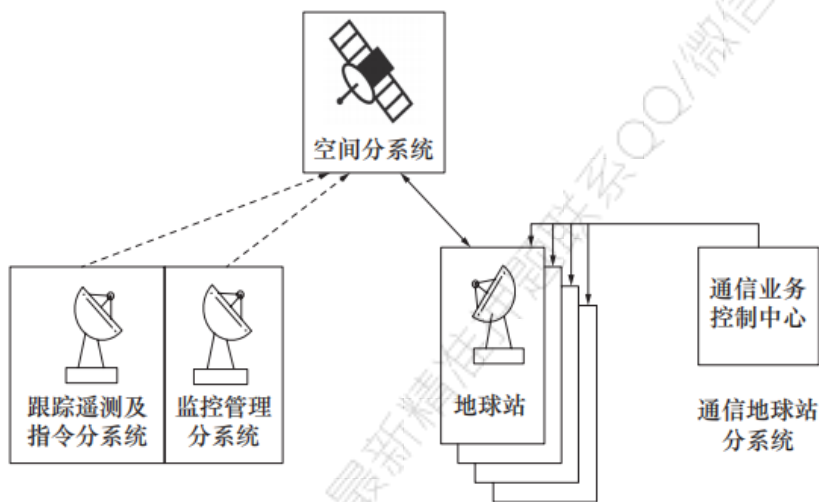


图 1.3-3 卫星通信系统的基本组成

### 1) 空间分系统的组成与功能

通信卫星主要是起无线电中继站的作用，它是靠星上通信装置中的**转发器和天线**来完成的。**转发器越多，卫星通信容量就越大。**

#### (1) 通信卫星

通信卫星常用的定向天线是**微波天线**，按其波束覆盖区域的大小，可分为**全波束天线、区域波束天线和点波束天线**。

在静止卫星上，全波束天线常用喇叭形，其波瓣宽度约为  $17.34^\circ$ ，恰好覆盖卫星对地球的整个视区。

2) 转发器：通信卫星的核心部分。

分类	距地高度	运行周期	运动情况
静止轨道	35786	24h	静止
中地球轨道	500~20000	4~12h	移动的
低地球轨道	500~1500	2~4h	移动的

2) 地球站的组成与功能

地球站构成的通信网络，可以是星形、网格形、混合形。

在星形网中，各边远站只能通过中心站进行相互通信，

在网格形网络中，各站彼此可经卫星直接沟通。

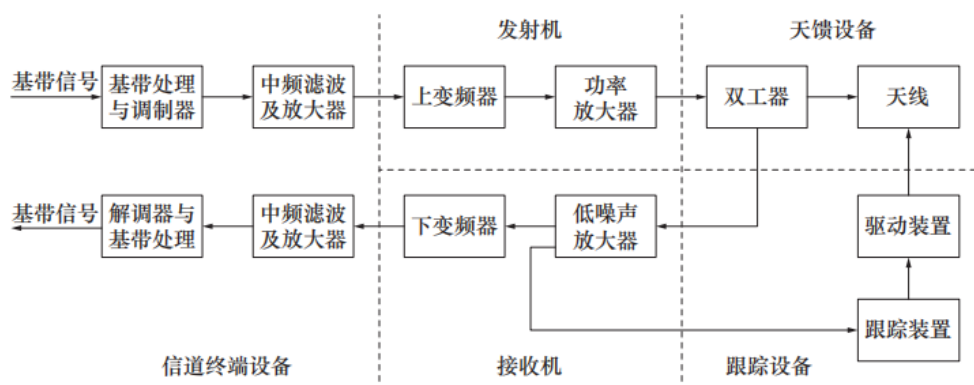


图 1.3-4 典型的地球站示意图

(1) 天馈设备：通常由于收、发信机共用一幅天线，为了使收、发信号隔离，还需要接入一只双工器。

(2) 发射机：将已调制的中频信号经上变频器变换为射频信号，并放大到一定电平，经馈线送至天线向卫星发射。

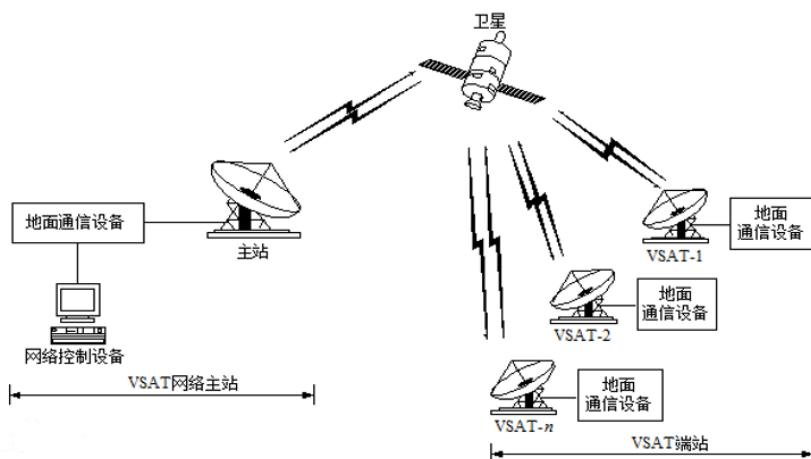
(3) 接收机：接收到的信号极其微弱，必须使用噪声温度很低的放大器。

(4) 信道终端设备：将用户终端送来的信息加以处理形成基带信号，对中频进行调制，同时对接收的中频已调信号进行解调以及进行与发端相反的处理，输出基带信号送往用户终端。

(5) 跟踪设备：用来校正地球站天线的方位和仰角，以便使天线对准卫星。

### 3. VSAT 卫星通信网

VSAT 卫星通信系统是指利用大量 VSAT 小站与一个大型地球站协同工作组成的卫星通信网。VSAT 网络由中心站、小型站和微型站 3 类 VSAT 小站组成。



VSAT 卫星通信网的主要特点如下：（2016-23、2018-9）

- （1）设备简单，体积小，耗电少，造价低，安装、维护和操作简单，集成化程度高，**智能化功能强**，可无人操作。
- （2）组网灵活，接续方便，独立性强，**一般作为专用网**，可以适应用户业务量的增长以及用户使用要求的变化。
- （3）通信效率高，性能质量好，可靠性高，**通信容量可以自适应**。
- （4）可以建立直接面对用户的直达电路，它可以与用户终端直接接口，避免了一般卫星通信系统信息落地后还需要地面线路引接的问题。
- （5）VSAT 站很多，但**各站的业务量较小**。
- （6）有一个较强的网管系统，**互操作性好**。