



SD6000 微波与卫星通信 实训系统

使 用 指 南

石家庄数英仪器有限公司

2014 年

目 录

一、SD6000 微波与卫星通信实训系统概述.....	(5)
1.1 实训系统的应用范围及整机组成.....	(5)
1.1.1 应用范围.....	(5)
1.1.2 整机组成.....	(5)
1.2 地球站的组成.....	(5)
1.2.1 地球站 A 的组成.....	(5)
1.2.2 地球站 B 的组成.....	(6)
1.3 “SD6000 微波与卫星通信实验训练系统”整机清单.....	(8)
二、实训系统组成及功能.....	(9)
2.1 微波通信实训系统组成示图.....	(9)
2.1.1 数字微波通信实验训练系统组成及工作原理.....	(9)
2.1.2 数字微波通信实验训练系统的信道频率.....	(10)
2.2 数字卫星通信实验训练系统.....	(10)
2.2.1 卫星通信实训系统工作原理.....	(10)
2.2.2 卫星通信实训系统组成及信道频率.....	(11)
2.2.3 卫星转发单元.....	(12)
2.3 微波中继通信实验训练系统.....	(13)
2.3.1 微波中继通信实训系统的原理示图.....	(13)
2.3.2 微波中继通信实训系统组成及信道频率.....	(14)
2.3.3 微波中继单元.....	(14)
2.4 模拟微波通信实验训练系统.....	(15)
2.4.1 模拟微波通信实训系统原理示图.....	(15)
2.4.2 模拟微波通信实验训练系统组成及工作原理.....	(16)
三、单元的组成及其特性.....	(18)
3.1 微波收发单元 (2489MHz 发射/979MHz 接收).....	(18)
3.1.1 内部电路分布图.....	(18)
3.1.2 单元组成原理框图.....	(18)
3.2 微波收发单元 (979MHz 发射/2489MHz 接收).....	(19)

3.2.1	内部电路分布图.....	(19)
3.2.2	单元组成原理框图.....	(19)
3.3	卫星射频单元.....	(20)
3.3.1	内部电路分布图.....	(20)
3.2.2	单元组成原理框图.....	(20)
3.4	卫星变频单元.....	(21)
3.4.1	内部电路分布图.....	(21)
3.4.2	卫星变频单元组成原理框图.....	(21)
3.5	数字调制解调单元.....	(22)
3.5.1	内部电路分布图.....	(22)
3.5.2	前面板.....	(22)
3.5.3	后面板.....	(26)
3.6	模拟调制解调单元.....	(26)
3.6.1	内部电路分布图.....	(26)
3.6.2	电路连接.....	(27)
3.6.3	单元中的电路.....	(27)
3.7	卫星转发单元.....	(28)
3.7.1	内部电路分布图.....	(28)
3.7.2	单元组成原理框图.....	(29)
3.7.3	转发频段.....	(29)
3.8	微波中继单元 (Rx: 2489MHz, Tx: 979MHz).....	(29)
3.8.1	内部电路模块分布图.....	(29)
3.8.2	单元组成原理框图.....	(30)
3.9	微波电路实验模块 (单元).....	(31)
3.9.1	内部电路分布图.....	(31)
3.9.2	微波电路模块的种类.....	(31)
3.9.3	微波电路模块及其技术指标.....	(31)
3.10	微波无源器件实验模块.....	(38)
3.10.1	内部器件的分布图.....	(38)
3.10.2	微波无源器件实验模块的种类.....	(38)

3.10.3	微波无源器件实验模块的主要技术指标.....	(38)
3.11	多功能测试架.....	(40)
3.12	备件箱.....	(41)
四、	计算机操作程序---VLC2.0.8 软件播放网络视频设置方法.....	(41)
4.1	播放网络视频设置步骤.....	(41)
4.1.1	服务器端（用于发送网络视频的计算机）设置步骤.....	(41)
4.1.2	客户端（用于播放网络视频的计算机）设置步骤.....	(41)
4.2	播放网络视频设置实际操作.....	(41)
4.2.1	服务器端实际操作.....	(41)
4.2.2	客户端设置的实际操作.....	(43)
4.3	双向通信操作程序.....	(44)
4.4	利用布谷鸟软件进行双向视频通信操作.....	(44)
五、	实训系统操作方法.....	(44)
5.1	微波通信实训系统的操作方法.....	(44)
5.1.1	使用的单元.....	(44)
5.1.2	系统连接.....	(44)
5.1.3	信道设置.....	(45)
5.1.4	操作程序.....	(45)
5.2	卫星通信实训系统的操作方法.....	(45)
5.2.1	使用的单元.....	(45)
5.2.2	系统连接.....	(45)
5.2.3	信道设置.....	(46)
5.2.4	系统调整.....	(47)
5.2.5	操作程序.....	(47)
5.3	微波中继通信实训系统的操作方法.....	(47)
5.3.1	使用的单元.....	(47)
5.3.2	系统连接.....	(47)
5.3.3	信道设置.....	(48)
5.3.4	操作程序.....	(48)
5.4	模拟微波通信实训系统的操作方法.....	(49)

5.4.1	使用的单元.....	(49)
5.4.2	系统连接.....	(49)

附录:

6000 微波与卫星通信实训系统实验指导丛书

第一分册	“微波测量仪器及其测量”指导书.....	(51)
第二分册	“通信系统及其实训”指导书.....	(51)
第三分册	“分系统及其实训”指导书.....	(51)
第四分册	“微波电路及其测试实训”指导书.....	(51)
第五分册	“微波电路及其组合系统课程设计”指导书.....	(52)
第六分册	“微波无源器件及其测试”指导书.....	(52)
第七分册	微波系统的应用实训.....	(52)

一、SD6000 微波与卫星通信实训系统概述

1.1 实训系统的应用范围及整机组成

1.1.1 应用范围

该实训系统用来开展微波通信（数字微波）、卫星通信、微波中继通信和模拟微波通信的实训。进行图像、话音、数据的双向传输，实现视频对话等实训和模拟微波通信实验系统，传输模拟信号的实训。该系统还配备微波有源电路模块、微波无源器件、多功能测试架和天馈线等组成一套完整微波通信与卫星通信系统的测试实训系统，利用微波电路模块及器件组成微波设备（发射机、接收机、卫星转发器等系统）组成通信系统实训。利用微波无源器件，可组成移动通信的网络分布覆盖的实训系统。利用这些实训系统，开展多种通信系统的实训，同时，进行微波通信、卫星通信、中继通信、微波电路和无源器件等进行课程设计及毕业设计。

该实验训练系统可作为高等院校的应用电子技术专业、通信工程专业、微波技术专业、微波（电子）测量专业、电子信息等专业实践教学的综合性的实验设备。

1.1.2 整机组成

SD6000 微波与卫星通信实训系统是由地球站 A 和地球站 B 及计算机等组成的，如图（1.1）所示。



图（1.1） 整机组成示图（整机不包括频谱分析仪）

1.2 地球站的组成

1.2.1 地球站 A 的组成

地球站 A 的组成示图，如图（1.2）所示，该地球站是有如下单元组成：

1. 微波收发单元 (发射 $T_x = 2489MHz$, 接收 $R_x = 979MHz$)
2. 卫星射频单元 (发射 $T_x = 2489MHz$, 接收 $R_x = 979MHz$)
3. 卫星变频单元
4. 数字调制解调单元
5. 模拟调制解调单元
6. 卫星转发单元
7. 微波电路实验模块
8. 微波无源器件实验模块
9. 多功能测试架

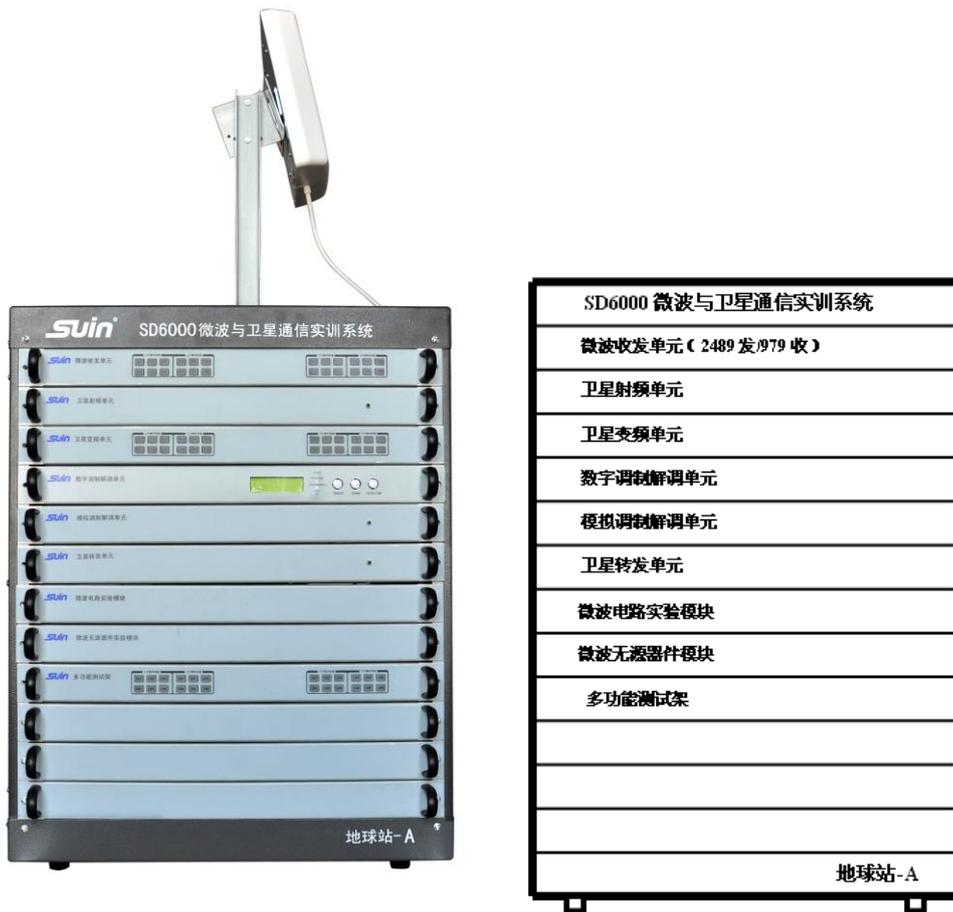


图 (1.2) 地球站 A 的组成示意图

1.2.2 地球站 B 的组成

地球站 B 的组成示意图, 如图 (1.3) 所示, 该地球站是有如下单元组成:

1. 微波收发单元 (发射 $T_x = 979MHz$, 接收 $R_x = 2489MHz$)

2. 卫星射频单元 (发射 $T_x = 2489MHz$, 接收 $R_x = 979MHz$)
3. 卫星变频单元
4. 数字调制解调单元
5. 模拟调制解调单元
6. 微波中继单元 (接收 $R_x = 2489MHz$, 发射 $T_x = 979MHz$)
7. 微波电路实验模块 (选配)
8. 多功能测试架
9. 备件箱
10. 备件箱



图 (1.3) 地球站 B 的组成示意图

1.3 “SD6000 微波与卫星通信实验训练系统” 整机清单

表（1.1） “SD6000 微波与卫星通信实验训练系统” 整机清单

序号	单元及配件		数量	备注	
1	地球站 A	单元及数量	微波收发单元 (Tx: 2489MHz, Rx: 979MHz)	1	
			卫星射频单元	1	
			卫星变频单元	1	
			数字调制解调单元	1	
			模拟调制解调单元	1	
			卫星转发单元	1	
			微波电路实验模块	1	见表（1）
			微波无源器件实验模块	1	见表（2）
			多功能测试架	1	
2	地球站 B	单元及数量	微波收发单元 (Tx: 979MHz, Rx: 2489MHz)	1	
			卫星射频单元	1	与地球站 A 相同
			卫星变频单元	1	与地球站 A 相同
			数字调制解调单元	1	与地球站 A 相同
			模拟调制解调单元	1	与地球站 A 相同
			微波中继单元 (Rx2489/Tx979)	1	
			微波电路实验模块 (选配)	1	不包括整机的配件
			多功能测试架	1	与地球站 A 相同
			备件箱 (1)	1	
			备件箱 (2)	1	
3	计算机 (笔记本电脑)		2 台		
4	天线 (架)	微波天线 (架)	4	卫星通信系统 2 个 微波通信系统 2 个 中继通信系统 4 个	
		卫星转发天线 (架)	1	用于卫星通信系统	
		监控天线 (架)	1	接频谱仪作为监控传输信号	
5	转换器	HDMI/AV 转换器	1		
		视频采集棒	1		
6	SD6000 微波与卫星通信实训系统使用指南		1 本	含光盘一张	
7	微波电路及通信实验指导丛书		1 套	根据产品内容有选择性提供	

二、实训系统组成及功能

2.1 数字微波通信实训系统组成

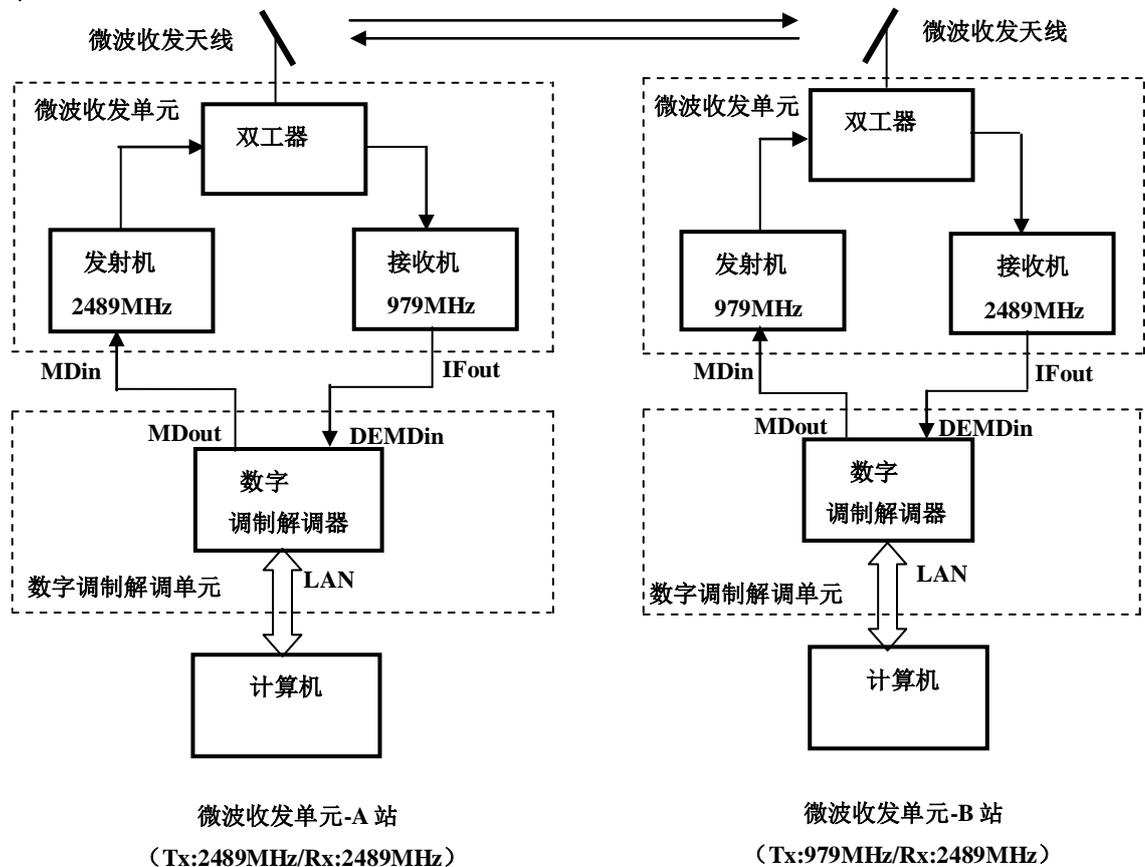
微波通信实训系统是由地球站 A 和地球站 B 组成，其中包括微波收发单元、数字调制解调单元等。实现双向传输数字信息的功能。

数字微波通信实验训练系统是由地球站 A 和地球站 B 中的微波收发单元和数字调制解调单元组成的。

2.1.1 数字微波通信实验训练系统及工作原理

数字微波通信实训系统组成原理示图，如图（2.1）所示，该双向微波通信系统可实现的功能是进行数字的图像、话音、数据等双向传输，同时进行视频对话功能。

数字微波通信系统是由地球站 A 的双工微波收发信机和地球站 B 的双工微波收发信机组成的通信系统，采用数字调制解调技术（器）实现数字微波通信。



图（2.1） 数字微波通信实验训练系统组成框图

2.1.2 数字微波通信实验训练系统的信道频率

1. 地球站 A 的发射频率和接收频率

(1) 地球站 A 的发射机发射信道有 6 个，其信道频率：

1) 数字调制信道频率：

2470MHz, 2478MHz, 2486MHz, 2494MHz, 2502MHz, 2510MHz

2) 模拟调制信道频率：

2468MHz, 2476MHz, 2484MHz, 2492Mhz, 2500Mhz, 2508MHz

(2) 地球站 A 的接收信道频率，共六个信道：

1) 数字调制信道频率：

960MHz, 968MHz, 976MHz, 984MHz, 992MHz, 1000MHz

2) 模拟调制信道频率：

958MHz, 966MHz, 974MHz, 982MHz, 990MHz, 998MHz

2. 地球站 B 的发射频率和接收频率

(1) 地球站 B 的发射频率

1) 数字调制信道频率：

960MHz, 968MHz, 976MHz, 984MHz, 992MHz, 1000MHz

2) 模拟调制信道频率：

958MHz, 966MHz, 974MHz, 982MHz, 990MHz, 998MHz

(2) 地球站 B 的接收频率

1) 数字调制信道频率：

2470MHz, 2478MHz, 2486MHz, 2494MHz, 2502MHz, 2510MHz

2) 模拟调制信道频率：

2468MHz, 2476MHz, 2484MHz, 2492Mhz, 2500Mhz, 2508MHz

2.2 卫星通信实验训练系统

2.2.1 卫星通信实训系统工作原理

卫星通信实训系统是由地球站 A 和地球站 B 组成，其中包括卫星射频单元、卫星变频单元、数字调制解调单元等。卫星通信实训系统原理示图，如图 (2.2)，由图 (2.2) 表明。该实训系统是地球站 A 的发射机、接收机及双工器组成双工收发系统，同样，地球站 B 的发射机、接收机及双工器组成双工收发系统，通过卫星转发单元，实现卫星通信。该系统是双工数字传输的实训系统，采用数字调制解调系统，并与计算机相连接，组成一套完善

的双工数字传输的卫星通信实训系统。

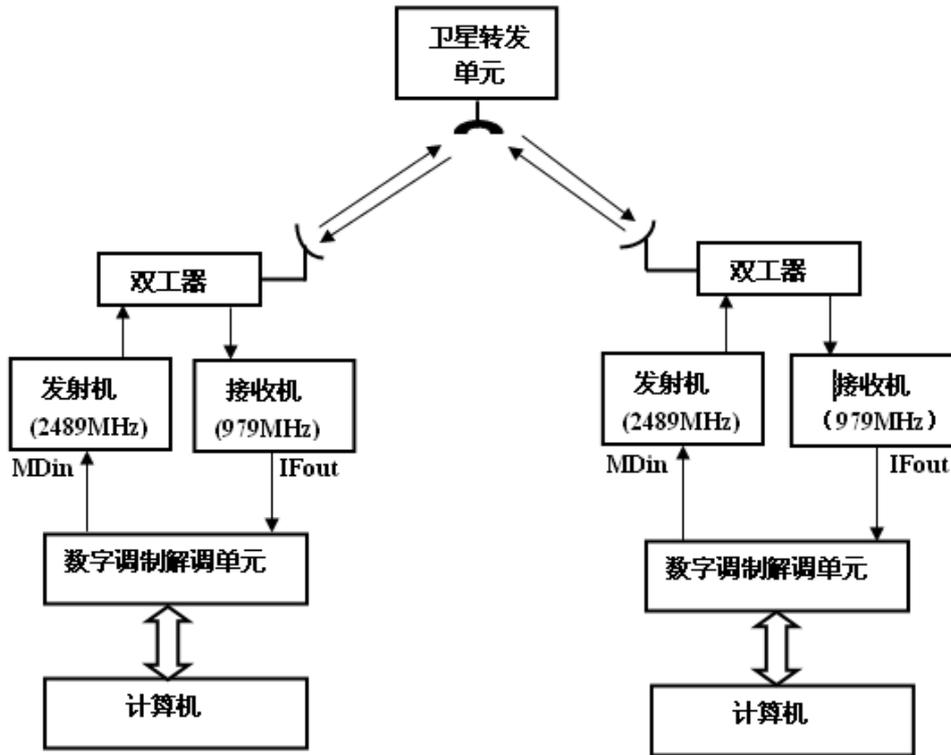


图 (2.2) 卫星通信实训系统的原理示图

2.2.2 卫星通信实训系统组成及信道频率

1. 组成

卫星通信实训系统组成框图，如图 (2.3) 所示。由图 (2.3) 表明，实际的卫星通信实训系统是地球站 A 和地球站 B 组成，地球站 A (B)，同样由卫星射频单元、卫星变频单元、数字调制解调单元和计算机组成的。地球站 A 和地球站 B 的发射已调数字信息的载频为 2489MHz (实际上，包括 6 个信道频率)，而接收已调数字信息的载频为 979MHz (实际上，包括 6 个信道频率)，通过卫星变频单元的信道选择器，设置信道频率。这样，地球站 A、地球站 B、卫星转发单元和计算机组成一套完善的实用性、可操作性的卫星通信实训系统。

2. 信道频率

(1) 地球站 A 和地球站 B 的发射机发射信道有 6 个，其信道频率：

1) 数字调制信道频率：

2470MHz, 2478MHz, 2486MHz, 2494MHz, 2502MHz, 2510MHz

2) 模拟调制信道频率：

2468MHz, 2476MHz, 2484MHz, 2492MHz, 2500MHz, 2508MHz

(2) 地球站 A 和地球站 B 的接收信道频率，共六个信道：

1) 数字调制信道频率:

960MHz, 968MHz, 976MHz, 984MHz, 992MHz, 1000MHz

2) 模拟调制信道频率:

958MHz, 966MHz, 974MHz, 982MHz, 990MHz, 998MHz

2.2.3 卫星转发单元

卫星通信实训系统中,除了地球站 A 和地球站 B 外,卫星转发单元是实训系统中的很重要的单元,卫星通信必须在卫星上安装转发器,有时称为应答机,卫星转发器是将地球站 A 的收发信道信号转换为地球站 B 的收发信道信号。同时,卫星转发器是将地球站 B 的收发信道信号转换为地球站 A 的收发信道信号。卫星转发单元的信道频率为:

1. 卫星转发单元接收信道频率(数字调制信道频率)为:

2470MHz, 2478MHz, 2486MHz, 2494MHz, 2502MHz, 2510MHz

2. 卫星转发单元发射信道频率(数字调制信道频率)为:

960MHz, 968MHz, 976MHz, 984MHz, 992MHz, 1000MHz

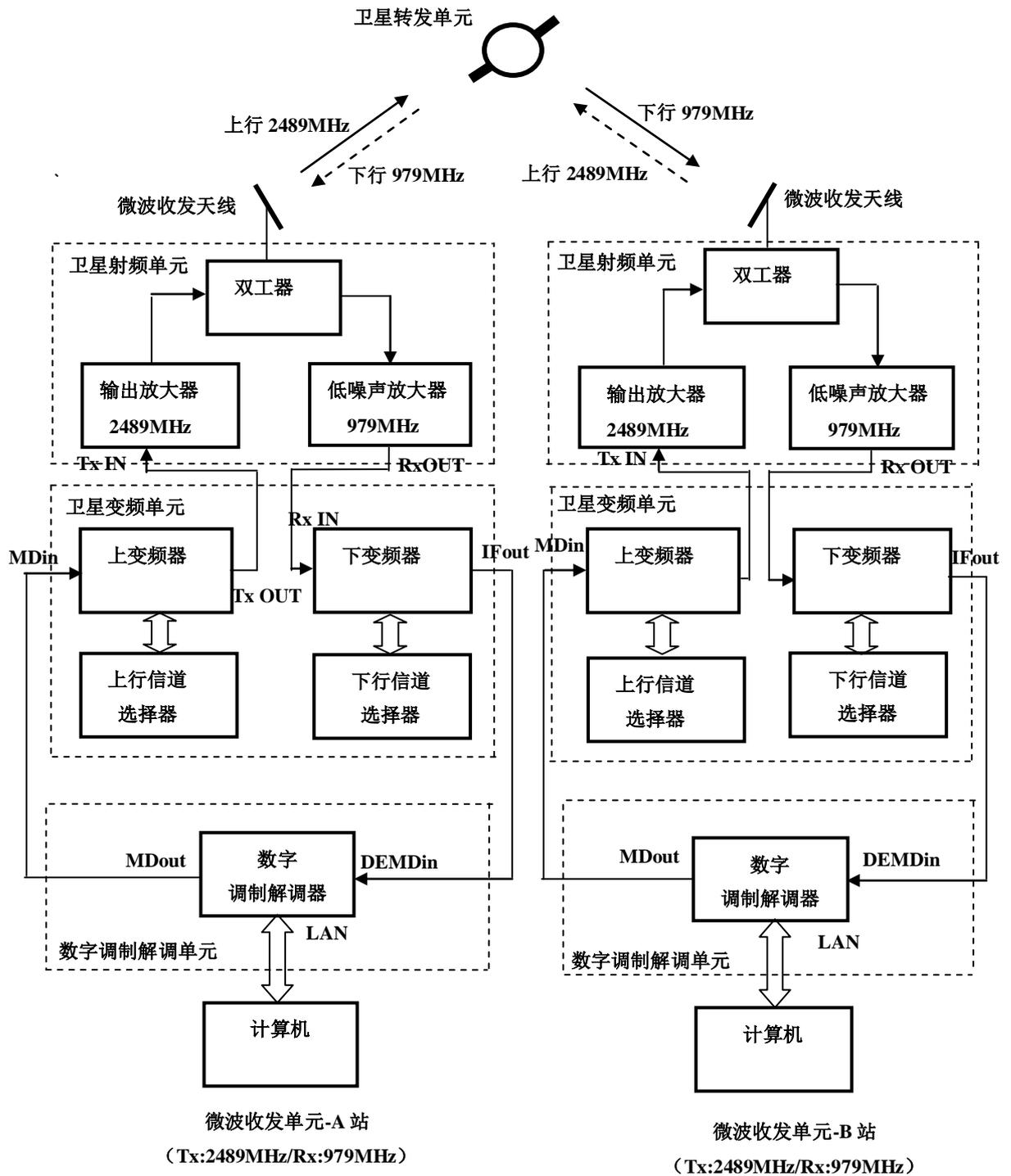


图 (2.3) 数字卫星通信实验训练系统组成框图

2.3 微波中继通信实验训练系统

2.3.1 微波中继通信实训系统的原理示图

微波中继通信实训系统是由地球站 A、地球站 B 和微波中继单元组成，其中地球站 A 中包括微波发射机、数字调制器，地球站 B 中包括微波接收机、数字解调器。其原理示图，

如图 (2.4)。

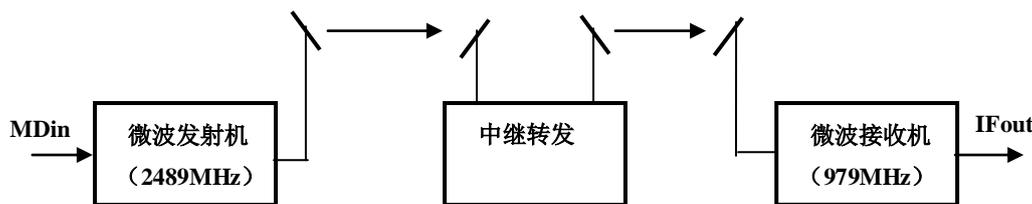


图 (2.4) 单工微波中继通信原理示意图

由图 (2.4) 表明, 微波中继通信实训系统可实现的功能是进行微波中继图像、语音、数据等单向传输,

2.3.2 微波中继通信实训系统组成及信道频率

微波中继通信实训系统组成框图, 如图 (2.5) 所示。由图 (2.5) 表明, 实际的微波中继通信实训系统是由地球站 A (发射机)、地球站 B (接收机) 和中继转发器 (单元) 组成, 地球站 A (B), 同样由卫星射频单元、卫星变频单元、数字调制调单元和计算机组成的。地球站 A 发射已调数字信息的载频为 2489MHz (实际上, 包括 6 个信道频率), 而地球站 B 接收已调数字信息的载频为 979MHz (实际上, 包括 6 个信道频率), 通过卫星变频单元的信道选择器, 设置信道频率。这样, 地球站 A、地球站 B、微波中继单元和计算机组成一套完善的实用性、可操作性的微波中继通信实训系统。

2. 信道频率

微波中继通信实训系统的信道频率与卫星通信的上行信道频率和下行信道频率相同。例如, 上行信道频率为 2470MHz 时, 相应的地球站 B 的下行信道频率为 960MHz。

2.3.3 微波中继单元

微波中继单元接收地球站 A 发射的信号, 其频率为 2489MHz, 而通过中继单元变换频率为 979MHz, 经天线发射至地球站 B, 由地球站 B 接收, 这样实现了微波信号频率转换, 实现微波中继通信的功能。

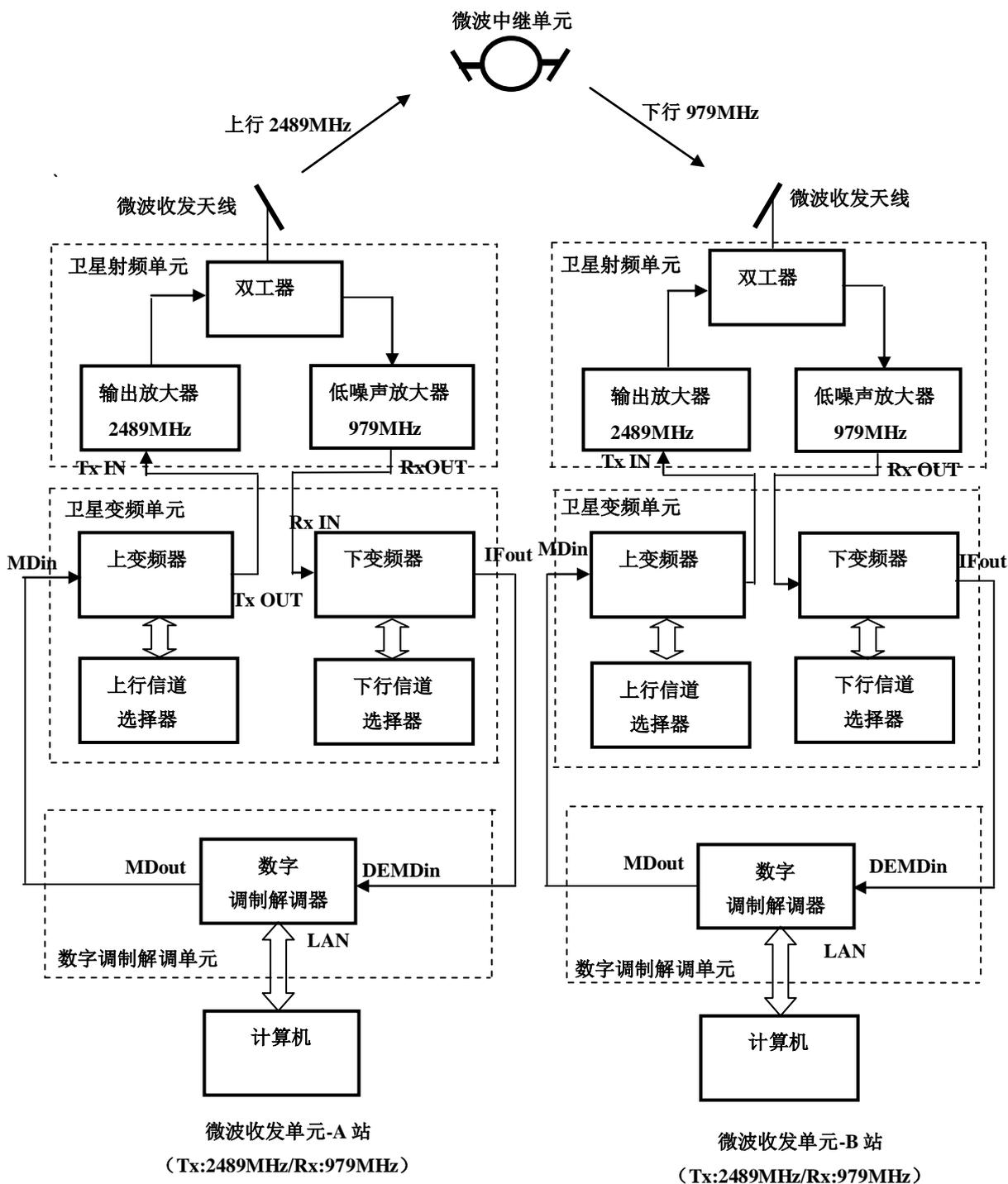


图 (2.5) 微波中继通信实验训练系统组成框图

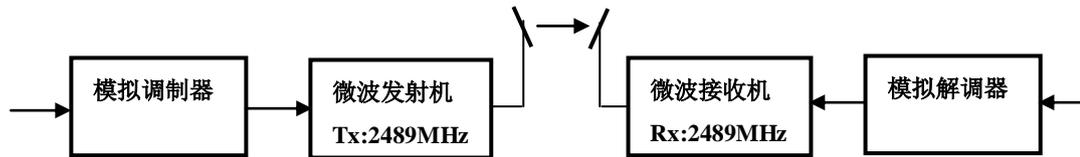
2.4 模拟微波通信实验训练系统

2.4.1 模拟微波通信实训系统原理示图

模拟微波通信实训系统与数字微波通信系统相类似，不同的是采用模拟调制解调，传输模拟信息。模拟微波通信实训系统是由地球站 A 和地球站 B 中的微波收发单元、模拟调

制解调单元等组成，实现单向传输模拟信息的功能。

模拟微波通信实验训练系统是由地球站 A 的发射部分和地球站 B 的接收部分和模拟调制解调单元组成的，如图（2.6）所示。地球站 A 是一台微波发射机，而地球站 B 是一台微波接收机，发射机和接收机的信道频率均是 2489MHz（包括 6 个信道频率）。模拟微波通信实验训练系统是由微波收发单元和模拟调制解调单元组成的。



图（2.6）模拟微波通信实训系统原理示图

2.4.2 模拟微波通信实验训练系统组成及工作原理

模拟微波通信实训系统组成原理示图，如图（2.7）所示，该微波通信系统可实现的功能是进行模拟的图像、语音等单向传输。

模拟微波通信系统是由地球站 A 的微波发射机和地球站 B 的微波接收机组成的通信系统，采用模拟调制解调技术（器）实现模拟微波通信。

由图（2.7）表明，该实验系统是单向传输系统，传输模拟信息。为了用计算机来传输数字信号，发射信号通过 HDMI-AV 转换器，数字信息转换为模拟信息，经模拟调制器进行调制，将已调信号，其频率 60MHz，经发射机变换已调载频为 2489MHz，该发射信号通过发射天线将微波信号发射出去。接收部分，接收天线接收到的微波信号，经接收机接收，接收机输出已调的 38MHz 中频信号，再通过模拟解调器解调出信息，经视频采集棒，将模拟信息转换为数字信息，由计算机显示发射信息。实现单向模拟微波通信实训。

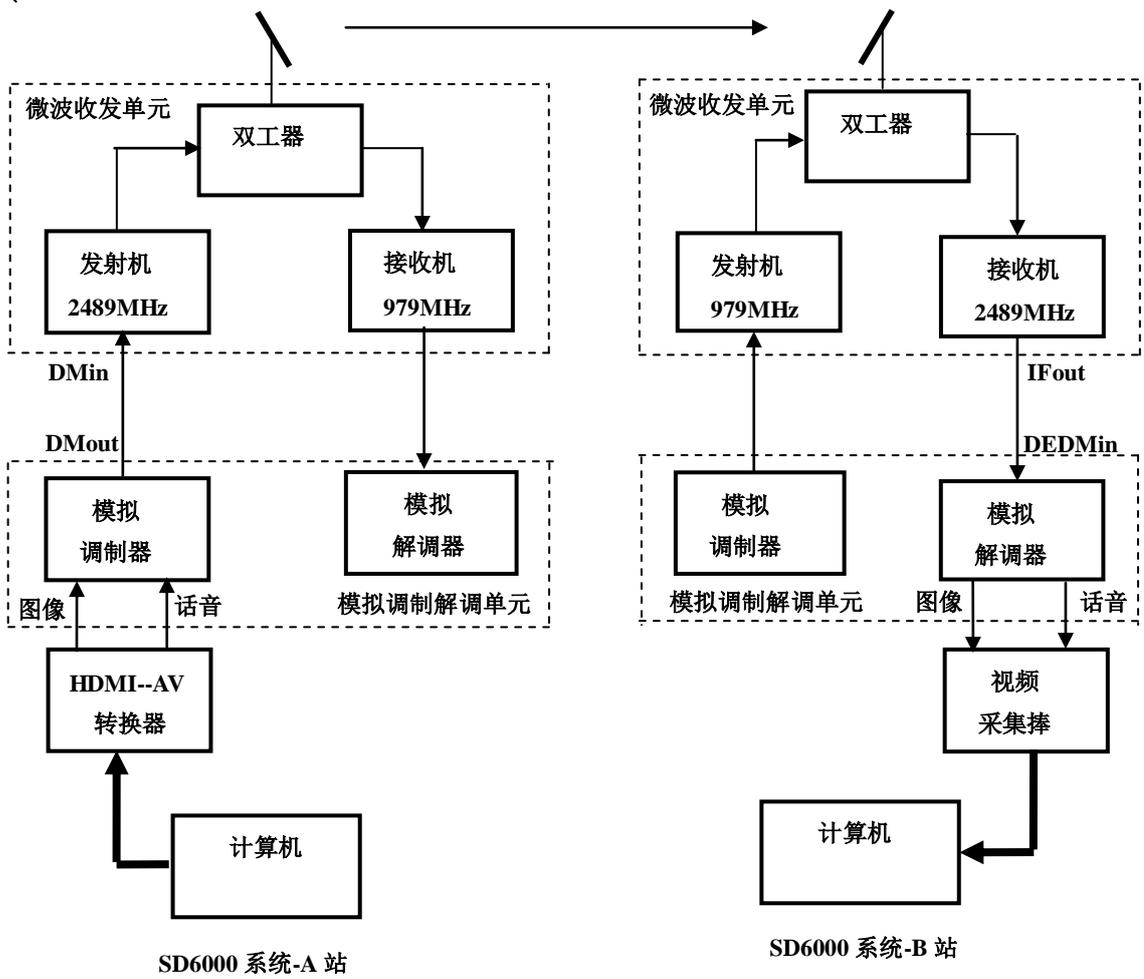


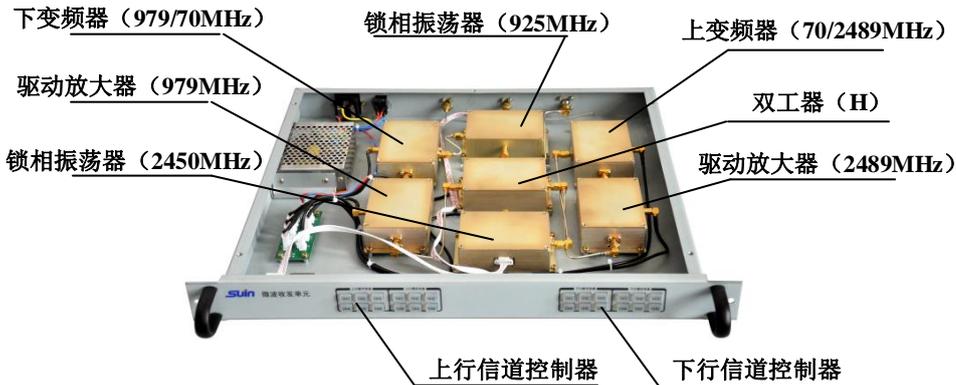
图 (2.7) 模拟微波通信实验训练系统组成框图

三、单元的组成及其特性

3.1 微波收发单元（2489MHz 发射/979MHz 接收）

3.1.1 内部电路分布图

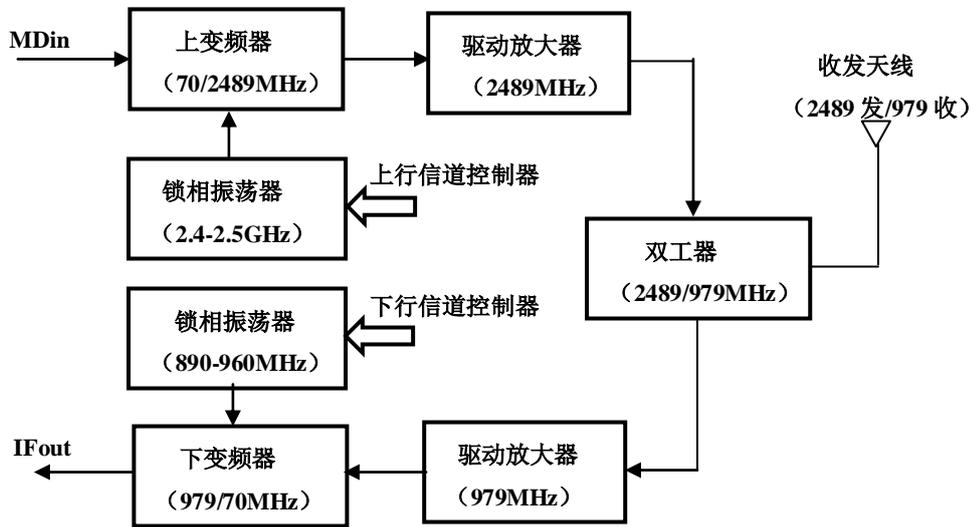
微波收发单元是由发射机和接收机组成，图（3.1）示为微波收发单元产品的示图。



图（3.1） 微波收发信机（2489MHz 发/979MHz 收）

3.1.2 单元组成原理框图

微波收发单元（2489MHz 发射/979MHz 接收）的基本组成，如图（3.2）所示。



图（3.2） 微波收发信机（2489MHz 发/979MHz 收）组成框图

该微波收发单元的发射信道频率为 2489MHz（包括 6 个信道频率），接收信道频率为 979MHz（包括 6 个信道频率）。发射部分是由发射机的本振---锁相振荡器（2.4-2.5GHz）、上行信道选择器、上变频器、驱动放大器（输出放大器）等组成；而接收部分是由接收机的本振---锁相振荡器（890-960MHz）、下行信道选择器、下变频器、驱动放大器等组成。

收发信机通过双工器将两个载频信号通过双工器将 2489MHz 信号经微波天线发射出去，而从该天线接收到 979MHz 信号，组成双工通信收发系统。

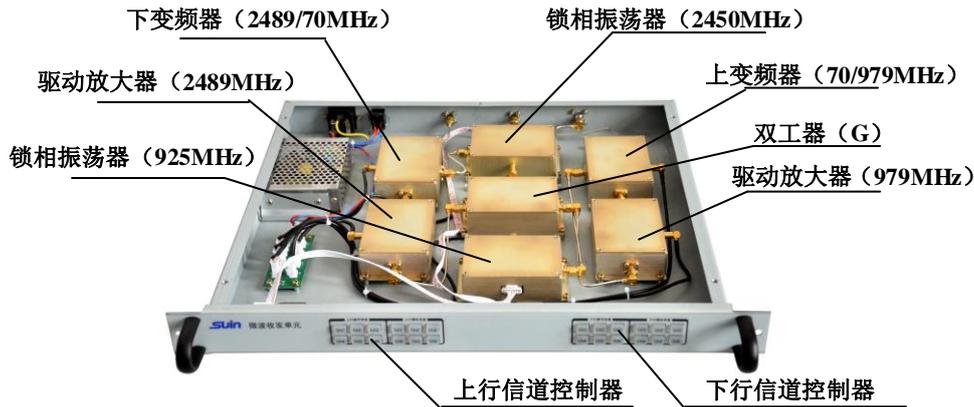
数字调制解调器输出的已调的 70MHz 信号至发射部分的上变频器，与锁相振荡器（本振源）进行变频，由于本振源受上行信道选择器控制，输出 6 个本振频率，经上变频输出相应的 6 个载频，经驱动放大器输出发射信号。接收部分接收 979MHz 信号经双工器和驱动放大器放大后信号与锁相振荡器（本振源）经下变频器变频，得到 70MHz 中频信号至数字调制解调器将已调信号解调。

该收发系统，发射电平 $\geq 0-5dBn$ ，接收灵敏度 $\leq -40dBn$ 。

3.2 微波收发单元（979MHz 发射/2489MHz 接收）

3.2.1 内部电路分布图

微波收发单元是由发射机和接收机组成，图（3.3）示为微波收发单元产品的示意图。



图（3.3）微波收发单元（979MHz 发射/2489MHz 接收）产品的示意图

3.2.2 单元组成原理框图

微波收发单元（979MHz 发射/2489MHz 接收）的基本组成，如图（3.4）所示。该微波收发单元的发射频率为 979MHz，接收频率为 2489MHz。发射部分是由发射机的锁相振荡器（本振源）、上行信道选择器、上变频器、驱动放大器（输出放大器）等组成；而接收部分是由接收机的锁相振荡器（本振源）、下行信道选择器、下变频器、驱动放大器等组成。收发信机通过双工器将两个载频信号通过双工器将 979MHz 信号经微波天线发射出去，而从该天线接收到 2489MHz 信号，组成双工微波通信收发系统。

数字调制解调器输出的已调的 70MHz 信号至发射部分的上变频器，与本振源进行变频，由于本振源受上行信道控制器控制，输出 6 个本振频率，经上变频输出相应的 6 个载频，

经驱动放大器输出发射信号。接收部分接收 2489MHz 信号经双工器和驱动放大器放大后信号与本振源经下变频器变频，得到 70MHz 中频信号至数字调制解调器将已调信号解调。

该收发系统，发射电平 $\geq 0 - 5dBn$ ，接收灵敏度 $\leq -40dBn$ 。

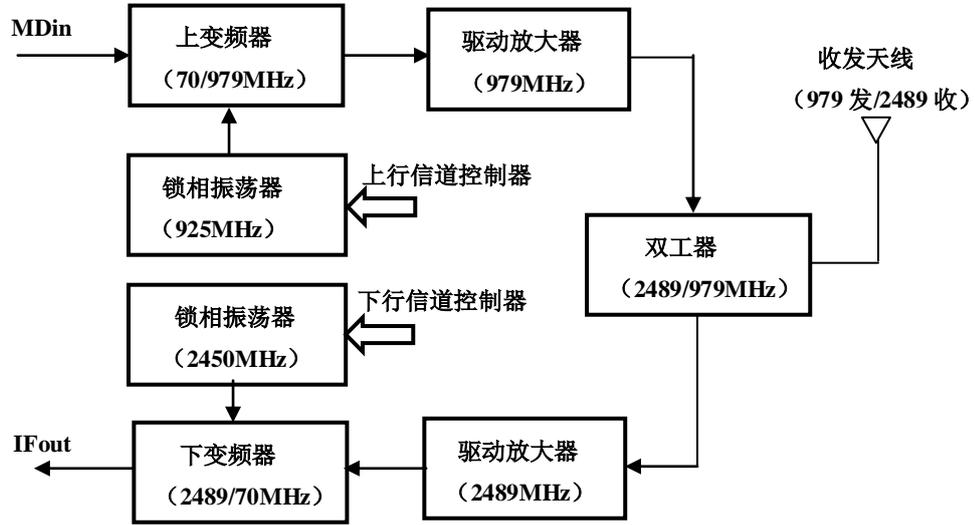


图 (3.4) 微波收发信机 (979MHz 发/2489MHz 收) 组成框图

3.3 卫星射频单元

3.3.1 内部电路分布图

卫星射频单元是由发射通道、接收机通道和双工器组成，图 (3.5) 示为卫星射频单元产品的示意图。

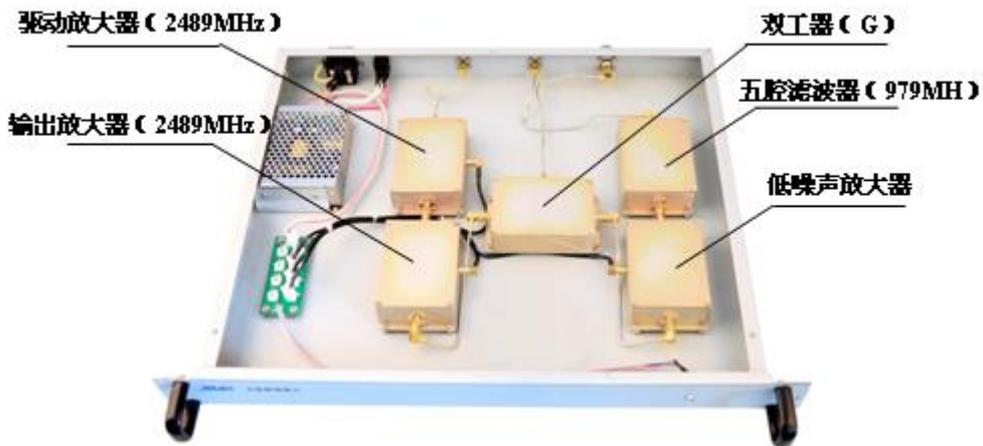


图 (3.5) 卫星射频单元结构示意图

3.3.2 单元组成原理框图

卫星射频单元组成原理框图，如图 (3.6) 所示。该单元是由发射通道、接收通道和双

工器组成。发射通道是由驱动放大器和输出放大器组成，将输入信号（频率为 2489MHz）进行放大；而接收通道是将接收的信号经低噪声放大器放大，为了保证系统性能，低噪声放大器输出端插入五腔滤波器。发射通道和接收通道经双工器实现发射和接收信号的隔离，组成双工系统。

卫星射频单元其功能是将卫星变频单元的信号进行放大发射和接收放大作用。

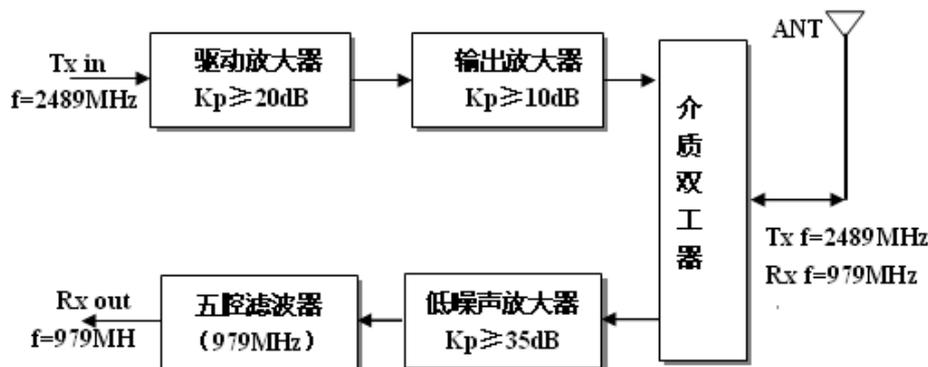


图 (3.6) 卫星射频单元组成框图

3.4 卫星变频单元

3.4.1 内部电路分布图

卫星变频单元的内部电路分布图，如图 (3.7) 所示。单元内是由上变频器、下变频器、锁相振荡器（作为本振源）、上行信道选择器和下行信道选择器等组成。

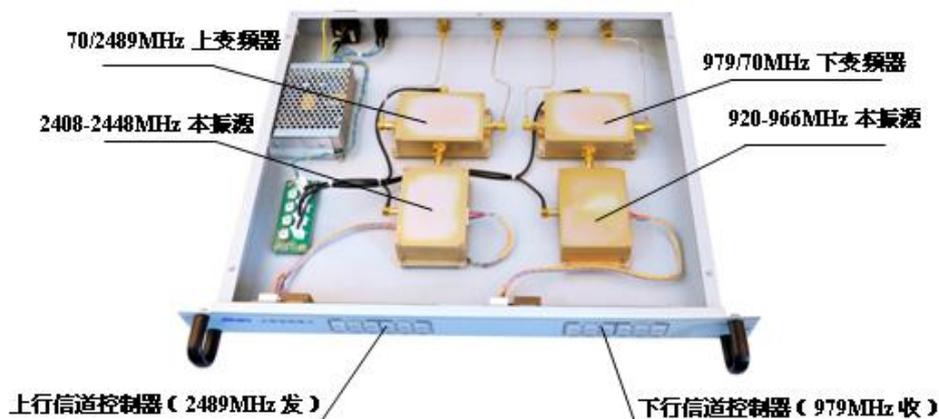


图 (3.7) 卫星变频单元结构示意图

3.4.2 卫星变频单元组成原理框图

卫星变频单元组成原理框图，如图 (3.8) 所示。该单元是由上行变频部分和下行变频部分组成。上行变频部分是由上变频器和锁相振荡器（2.4-2.5GHz）组成，上行发射信号是由已调信号频率为 70MHz（数字调制）或 60MHz（模拟调制）与锁相振荡器（2.4-2.5GHz）经上变频器变频，输出发射频率为 2489MHz。下行变频部分是由下变频器和锁相振荡器

(890-960MHz) 组成，上行接收信号是由接收已调信号频率为 979MHz 与锁相振荡器 (890-960MHz) 经下变频器变频，输出中频信号频率为 70MHz (数字调制) 或 38MHz (模拟调制)。

卫星变频单元其功能是将已调信号进行转换为发射信号和接收信号作用。

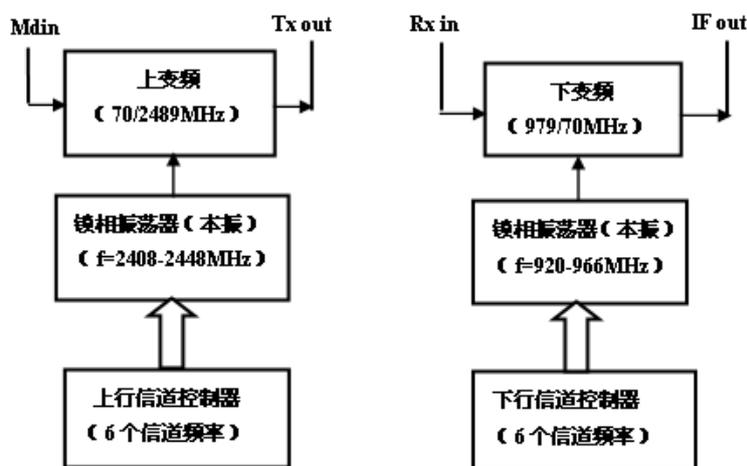


图 (3.8) “卫星变频单元” 组成原理框图

3.5 数字调制解调单元

3.5.1 内部电路分布图

数字调制解调单元是由数字调制解调器主板、前面板电路和后面板等组成，如图 (3.9) 所示。



图 (3.9) 数字调制解调单元示图

3.5.2 前面板

1. 说明

数字调制解调单元的前面板如图 (3.10) 所示，它上面有 4 个指示灯，三个按键和一个液晶显示屏。

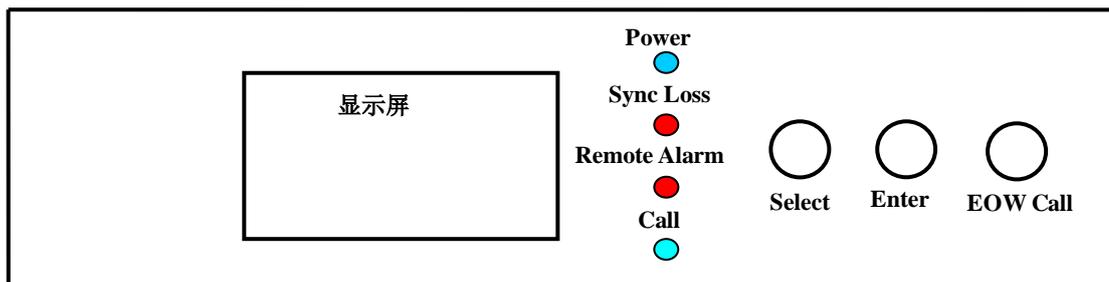


图 (3.10) 数字调制解调单元的前面板示意图

说明如下:

- (1) 液晶显示器 (点阵): 能够显示本地设备的在线误码率、本地设备的 AGC 电压和远端设备的 AGC 电压, 以及对应 8 路 E1 输入信号有无。还能结合“选择”键和“确认”键实现设备的环回和测试等功能。
- (2) 按键三个: “Select” (选择) 键、“Enter” (确认) 和 “EOW Call” (摘机) 键。“EOW Call” 键用于控制勤务话。
- (3) 指示灯 4 个: “Power” (电源, 绿灯)、“Sync Loss” (失步, 红灯)、“Remote Alarm” (对告, 红灯)、“Call” (通话, 绿灯)。
 - 1) Sync Loss: 指示本机接收信号质量。差错越多, 该灯亮度越大。
 - 2) Remote Alarm: 指示对端设备接收信号质量。差错越多, 该灯亮度越大。(注: 当失步灯亮时对端告警灯无效)
 - 3) Call: 指示勤务话状态。呼叫时闪烁, 通话时亮。

2. 液晶屏和按键的使用方法

(1) 液晶显示器:

- 1) 正常工作状态时显示 2 路 E1 信号有无、传输链路的在线误码率、本端接收机 AGC 电压和远端接收机 AGC 电压, 显示如图 (3.11):

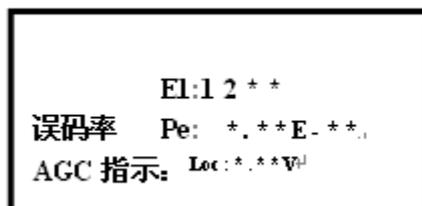


图 (3.11) 液晶屏显示示意图

E1: 2路E1信号指示,当1—2路有E1信号接入时,显示当前接入的E1路数,没有E1信号接入时当前路显示“*”,当设备失步告警时E1信号指示与“SIG LOSS”交替显示。

误码率:实时测量本端接收远端发送数字信号的传输错误率,是在线误码测试。每10秒钟刷新一次,当通信链路初始连接时液晶屏中显示的误码率肯定不为“0.00 E - 0 6”,此时的误码为开机时造成的,这种现象为正常现象,经过20秒钟后显示的误码率应为“0.00 E - 0 6”,如还不为“0.00 E - 0 6”说明传输链路或设备可能有问题。

AGC:表示射频接收机中AGC电路增益电平,反映了接收信号的强度值。AGC显示范围为0V~5V。较低电平表示接收信号较弱;较高电平表示接收信号较强。“Loc”表示本地设备的AGC电压值,“Rem”表示对端设备的AGC电压值。

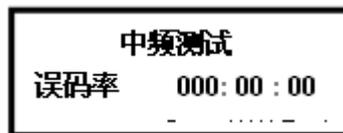
2) 环回功能状态时显示的内容如图(3.12):



图(3.12) 液晶屏显示示意图

环回功能有3种,分别是中频环回、基带环回和远端环回,误码率均是在线误码率。

3) 测试功能状态时显示的内容如图(3.13):



图(3.13) 液晶屏显示示意图

测试功能有1种,为中频测试,误码率为通道误码率,同时累计显示测量时间小时:分钟:秒。

4) 传输通道有问题时显示如图 (3.14) : (伴随蜂鸣器告警)

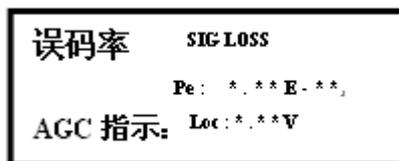


图 (3.14) 液晶屏显示示意图

2. 工作模式

(1) 正常模式: 正常模式是设备正常工作模式。

(2) 基带环回: 基带环回模式是测试模式, 将进入 QPSK 调制器前的 IQ 信号环回接收 IQ 通道, 利用外部误码仪可逐路测试 E1 接口, 失步灯和对告灯应灭, 检查同步复接电路和数字基带处理电路工作是否正常。

(3) 中频环回: 中频环回模式通过继电器将调制的中频模拟信号环回到接收中频端, 利用外部误码仪可逐路测试 E1 接口, 失步灯和对告灯应灭, 检查 IDU 设备中频模拟电路工作是否正常。

(4) 远端环回: 远端环回模式必须是在两台 IDU 中频交叉连接或通信链路建立之后才可使用, 进入远端环回模式后, 本机通过监控通道呼叫相连的对端 IDU 进入回环远端模式。

(5) 中频测试: 中频测试模式下, 设备启动内部误码发生器替代基群复接器发送测试伪码, 并置中频环回, 解调后的数据进入内部误码测试电路, 计量误码个数和测试时间累计结果。

(6) 蜂鸣器关 (开): 蜂鸣器关和蜂鸣器开设置。

(7) 设备信息: 显示设备相关信息。内容有设备 ID 号、设备名称、软件版本。

3. 勤务话的使用方法

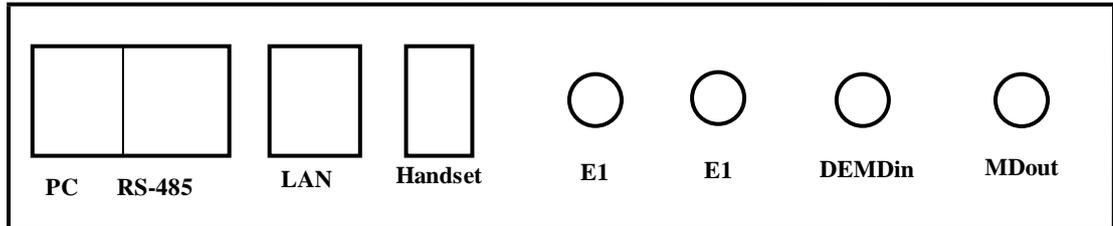
将话机手柄插到 “Handset” 接口上。

要通话时请按 “EOW Cal” 键, 这时就会发现通话灯闪烁, 说明本地设备正在呼叫对方设备, 此时对方设备的通话灯也应闪烁, 并伴随蜂鸣器鸣叫。当对方按下 “EOW Cal” 键时, 两方的通话灯全亮, 蜂鸣器停止鸣叫, 说明两方可以通话了。当通话结束后两方都需再按下 “EOW Cal” 键, 当发现通话灯闪烁或随蜂鸣器鸣叫, 说明对方还未再按下 “EOW Cal” 键, 待对方再按下 “EOW Cal” 键时勤务话通道就断开了, 此时, 两方的通话灯全灭,

蜂鸣器停止鸣叫。

3.5.3 后面板

数字调制解调单元的后面板提供了设备的接口连接器及电源开关，它们分别用于连接收发单元、用户终端设备和计算机，如图（3.15）所示。



图（3.15）数字调制解调单元的后面板示图

接口说明：

DEMDin: 接收来自中频 IFout 接收信号

LAN: (RJ45 接口)，10/100BASE-T 网络接口。可通过此口接入到局域网，以太网等多种计算机网络；

LAN 口旁边的指示灯亮表示和用户终端网络设备连接上，闪动时表示和远端网络开始正常通信。

PC: (RJ45 接口)，计算机监控时，用于连接计算机串行通信口。通过此口实现设备与电脑对话。

RS-485: (RJ45 接口)，用于设备之间级连。

Handset: 话机手柄插座

MDout (SMA 接口): 数字调制输出调制信号与卫星变频单元的 Mdin 接口相连。

DEMDin (SMA 接口): 数字调制解调单元的解调输入口，与接收机 Ifout 口连接。

E1 out: (BNC 接口)，2 路输出码型 HDB₃ 的 E1 信号，与程控交换机（或数字终端设备）连接的 E1 输入接口。

POWER: 220V 电源线接口。

ON/OFF: 电源开关。

3.6 模拟调制解调单元

3.6.1 内部电路分布图

模拟调制解调单元是由模拟调制器、模拟解调器、调制驱动电路和解调输出板组成，

如图 (3.16) 所示。

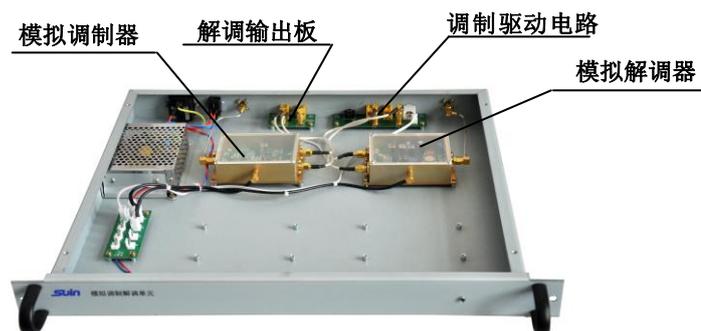


图 (3.16) 模拟调制解调单元电路分布示图

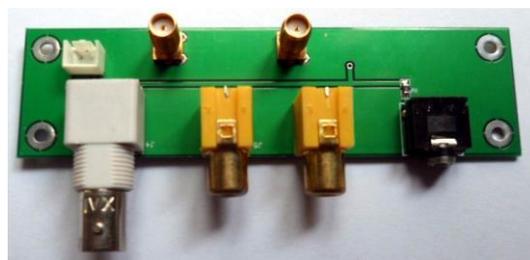


图 (3.17) 模拟调制器的驱动电路板示图

3.6.2 电路连接

模拟调制解调单元的组成及连接示图，如图 (3.18) 所示。

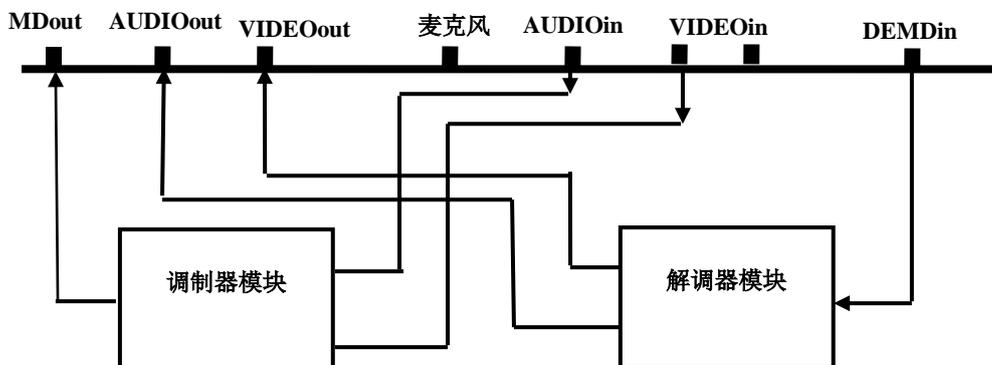


图 (3.18) “模拟调制解调单元” 组成原理框图

3.6.3 单元中的电路

1. 模拟调制器模块

模拟调制器电路模块示图，如图 (3.19) 所示。该电路调制是一种传统的调制方式，该模拟调制器是对话音信号进行调频，而对图像信号进行调幅，经调制后输出已调信号频率为 60MHz。



图 (3.19) 模拟调制器电路模块示图

2. 模拟解调器模块

模拟解调器电路模块示图，如图 (3.20) 所示。该电路解调是一种传统的解调方式，该模拟解调器是对已调信号频率为 38MHz 进行解调，话音调频信号进行鉴频，而对已调幅的图像信号进行检波，经解调后输出话音和图像信号，由显示器显示。



图 (3.20) 模拟解调器电路模块示图

3.7 卫星转发单元

3.7.1 内部电路分布图

卫星转发单元的内部电路分布图，如图 (3.21) 所示。

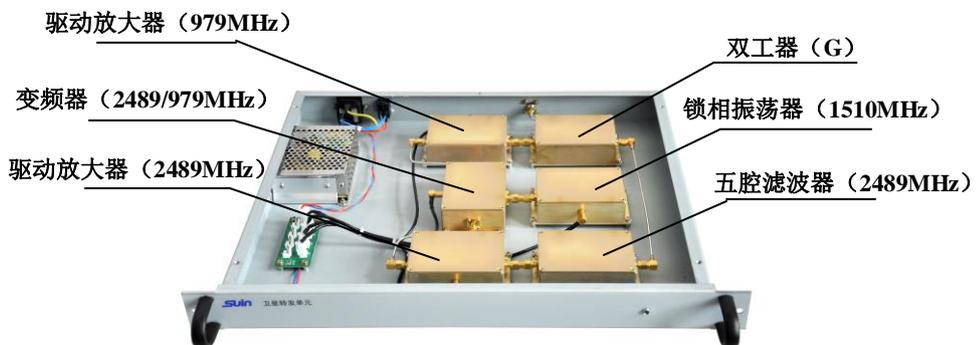
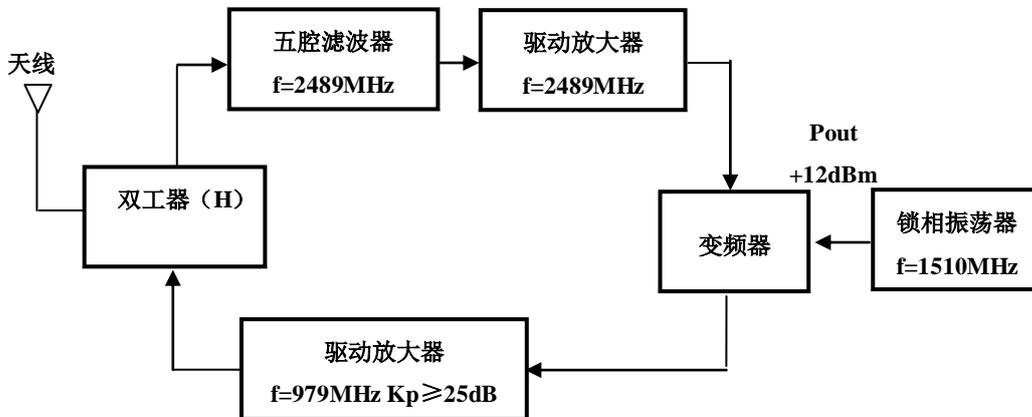


图 (3.21) 卫星转发单元示图

3.7.2 单元组成原理框图

卫星转换单元组成原理框图，如图（3.22）所示。该单元是由变频器、锁相振荡器（1510MHz）、驱动放大器（2.489GHz）、五腔滤波器（2.489GHz）、驱动放大器（979MHz）和双工器等组成。

卫星转发器是将地球站 A 的收发信道信号转换为地球站 B 的收发信道信号。卫星转发器接收地球站 A 发射的信道频率为 2489MHz，经转发器为发射信道频率为 979MHz 至地球站 B 接收；同时，地球站 B 发射的信道频率为 2489MHz，经转发器转发为发射信道频率为 979MHz 至地球站 A 接收。



图（3.22） 卫星转发单元组成框图

3.7.3 转发频段

信道	接收频率		转发（发射）频率	
	数字调制方式	模拟调制方式	数字调制方式	模拟调制方式
CH1	2470MHz	2468MHz	960MHz	958MHz
CH2	2478MHz	2476MHz	968MHz	966MHz
CH3	2486MHz	2484MHz	976MHz	974MHz
CH4	2494MHz	2492MHz	984MHz	982MHz
CH5	2502MHz	2500MHz	992MHz	990MHz
CH6	2510MHz	2508MHz	1000MHz	998MHz

3.8 微波中继单元（Rx: 2489MHz, Tx: 979MHz）

3.8.1 内部电路模块分布图

微波中继单元的内部电路分布图，如图（3.23）所示。

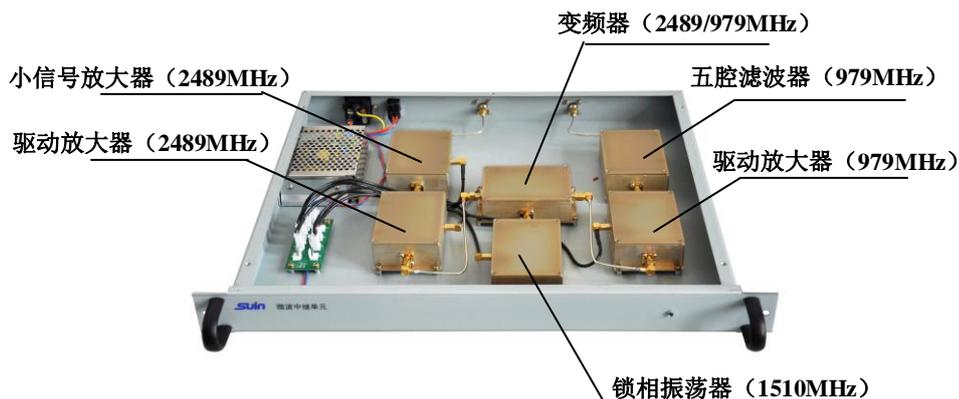


图 (3.23) 微波中继单元示图

3.8.2 单元组成原理框图

微波中继单元组成原理框图，如图 (3.24) 所示。该单元是由变频器、锁相振荡器 (1510MHz)、小信号放大器 (2.489GHz)、驱动放大器 (2.489GHz)、五腔滤波器 (979MHz)、驱动放大器 (979MHz) 组成。

微波中继单元是将接收地球站 A 的发射上行信号，其信道频率为 2489MHz，经中继信号频率变换为 979MHz，经天线发射出去，由地球站 B 接收。具体来说，将地球站 A 的上行信号转换为下行信号，由地球站 B 接收。

微波中继实训系统的由地球站 A (上行信号)、地球站 B (下行信号) 和微波转发单元组成微波中继实训系统。

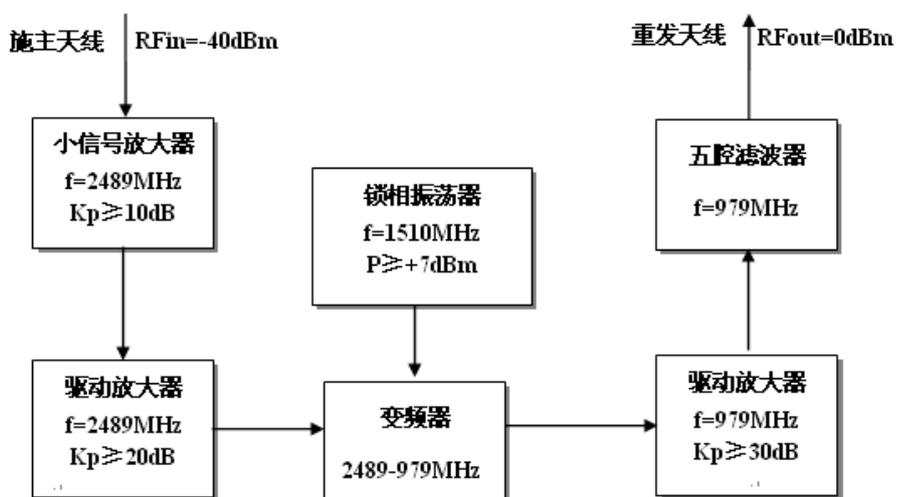


图 (3.24) 模块式微波中继转发器组成框图

3.9 微波电路实验模块（单元）

3.9.1 内部电路分布图

微波电路实验模块内部电路分布图，如图（3.25）所示，该单元是由 12 块微波有源和无源电路组成的。



图（3.25） 微波电路实验模块内部电路分布图

3.9.2 微波电路模块的种类

表（2.2） 微波电路实验模块

序号	电路模块名称	数量	备注
1	锁相振荡器（1510MHz）	1	
2	锁相振荡器（2.4-2.5GHz）	1	
3	锁相振荡器（890-960MHz）	1	
4	低噪声放大器（979MHz）	1	
5	驱动放大器（2489MHz）	1	
6	驱动放大器（979MHz）	1	
7	上变频器（70/2489MHz）	1	
8	下变频器（797/70MHz）	1	
9	变频器（2489/979MHz）	1	
10	双工器（2489/979MHz）	1	（G）
11	五腔滤波器（979MHz）	1	
12	五腔滤波器（2489MHz）	1	

3.9.3 微波电路模块及其技术指标

1. 锁相振荡器

（1）锁相振荡器（1510MHz）

1) 锁相振荡器（1510MHz）电路模块示图，如图（3.26）所示



图 (3.26) 锁相振荡器 (1510MHz) 电路模块示图

2) 主要技术指标

$$f_0 = 1510\text{MHz}, P_0 \geq 12\text{dBm}, \frac{\Delta f}{f} \leq 5 \times 10^{-6}$$

(2) 锁相振荡器 (2.4-2.5GHz)

1) 锁相振荡器 (2.4-2.5GHz) 电路模块示图, 如图 (3.27) 所示。



图 (3.27) 锁相振荡器 (2.4-2.5GHz) 电路模块示图

2) 主要技术指标

$$f_L = 2400\text{MHz}, f_H = 2500\text{MHz}, P_0 \geq 12\text{dBm}, \frac{\Delta f}{f} \leq 5 \times 10^{-6},$$

$$\Delta f = 100\text{KHz}.$$

(3) 锁相振荡器 (890-960MHz)

1) 电路模块示图



图 (3.28) 锁相振荡器 (890-960MHz) 电路模块示图

2) 主要技术指标

$$f_L = 890\text{MHz}, f_H = 960\text{MHz}, P_0 \geq 12\text{dBm}, \frac{\Delta f}{f} \leq 5 \times 10^{-6}, \Delta f = 100\text{KHz}$$

2. 低噪声放大器

1) 电路模块示图



图 (3.29) 低噪声放大器电路模块示图

2) 主要技术指标

$$f_0 = 979\text{MHz}, BW_{3\text{dB}} = \pm 20\text{MHz}, A \geq 35\text{dB}, NF \leq 1.5\text{dB}$$

3) LAN-30 低噪声放大组件



图 (3.30) LAN-30 低噪声放大组件示图

3. 驱动放大器

(1) 驱动放大器 (2489MHz)

1) 电路模块示图



图 (3.31) 驱动放大器 (2489MHz) 电路模块示图

2) 主要技术指标

$$f_0 = 2489\text{MHz}, BW_{3dB} = \pm 20\text{MHz}, A \geq 20\text{dB},$$

(2) 驱动放大器 (979MHz)

1) 电路模块示图



图 (3.32) 驱动放大器 (979MHz) 电路模块示图

2) 主要技术指标

$$f_0 = 979\text{MHz}, BW_{3dB} = \pm 20\text{MHz}, A \geq 20\text{dB}$$

4. 变频器电路模块

(1) 变频器 (2489-979MHz)

1) 电路模块示图



图 (3.33) 变频器 (2489-979MHz) 电路模块示图

2) 主要技术指标

$$f_L = 1510\text{MHz}, f_{RF} = 2489\text{MHz}, f_{IF} = 979\text{MHz}, P_L \geq 12\text{dBm},$$

$$A \geq 3\text{dB}$$

(2) 上变频器 (70-2489MHz)

1) 电路模块示图



图 (3.34) 上变频器 (70-2489MHz) 电路模块示图

2) 主要技术指标

$$f_L = 2400 - 2500\text{MHz}, f_{MD} = 70\text{MHz}(60\text{MHz}), f_{IF} = 2468 - 2508\text{MHz},$$

$$A \geq 3\text{dB}, P_L \geq 12\text{dBm}$$

(3) 下变频器 (979-70MHz)

1) 电路模块示图



图 (3.35) 下变频器 (979-70MHz) 电路模块示图

2) 主要技术指标

$$f_L = 890 - 960\text{MHz}, f_{RF} = 958 - 1000\text{MHz}, f_{IF} = 70\text{MHz}(38\text{MHz}), A \geq 5\text{dB},$$

$$P_L \geq 12\text{dBm}.$$

5. 微波器件模块

(1) 双工器

1) 双工器内部电路图



图 (3.36) 双工器电路示图

2) 主要技术指标

$$T_x : 2.489\text{GHz}, R_x : 979\text{MHz}, BW : f_0 \pm \Delta 25\text{MHz}, L \leq 3\text{dB},$$

$$L_T \geq 40\text{dB}(at 979 \pm 25\text{MHz}), L_R \geq 40\text{dB}(at 2489 \pm 25\text{MHz}), VSWR \leq 2.0$$

(2) 五腔滤波器 (979MHz)

1) 五腔滤波器电路示图

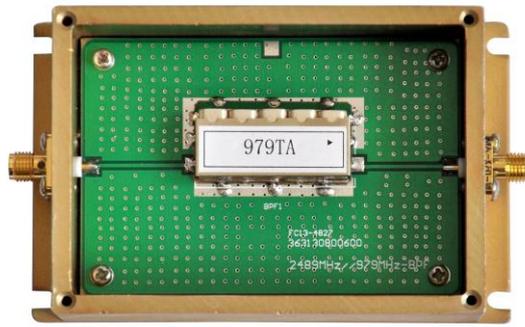


图 (3.37) 五腔滤波器电路示图

2) 主要技术指标

$$f_0 = 979\text{MHz}, BW_{3dB} = \pm 20\text{MHz}, L_A \geq 40\text{dB}(at f_0 \pm 60\text{MHz})$$

(3) 五腔滤波器 (2489MHz)

1) 五腔滤波器 (2489MHz) 电路示图



图 (3.38) 五腔滤波器 (2489MHz) 电路示图

2) 主要技术指标

$$f_0 = 2489\text{MHz}, BW_{3dB} = \pm 20\text{MHz}, L_A \geq 40\text{dB}(at f_0 \pm 60\text{MHz})$$

3.10 微波无源器件实验模块

3.10.1 内部器件的分布图

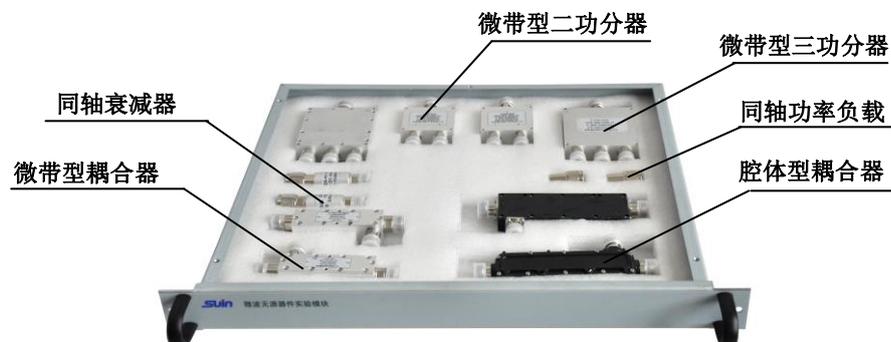


图 (3.39) 微波无源器件实验模块内部分布示意图

3.10.2 微波无源器件实验模块的种类

表 (3.1) 微波无源器件实验模块

序号	微波器件名称	数量		备注
1	腔体耦合器	2	$f: 800 - 2500\text{MHz}$, $C: 10\text{dB}$	
2	微带耦合器	2	$f: 800 - 2500\text{MHz}$, $C: 10\text{dB}$	
3	微带二功分器	2	$f: 800 - 2500\text{MHz}$	
4	微带三功分器	2	$f: 800 - 2500\text{MHz}$	
5	同轴衰减器	2	$DC - 3\text{GHz}$, $A = 10\text{dB}$	
6	同轴功率负载	2	$DC - 4\text{GHz}$, $K \leq 1.2$	

3.10.3 微波无源器件实验模块的主要技术指标

1. 耦合器

耦合器是一种具有定向传输特性的四端口元件，它是由耦合装置联系在一起的两对传输线组成。

(1) 微带耦合器

表 (3.2) 微带耦合器的技术指标与参数

频率范围	806-1000MHz、 1710-2500MHz
耦合度	10dB
功率容限(W)	>20
分配损耗(dB)	0.454
耦合度波动范围(dB)	10±0.8

插损(dB)	≤0.25
驻波比	≤1.3 (所有端口)
隔离度(dB)	≥20
互调	<-140dBc(+43dBm×2)
阻抗(Ω)	50
连接方式	N-F 型

(2) 腔体耦合器

表 (3.3) 腔体耦合器的技术指标与参数

频率范围 (MHz)	806-1000MHz、 1710-2500MHz	
耦合度	10dB	
功率容限(W)	>50	
分配损耗(dB)	0.454	
耦合度波动范围(dB)	10±0.8	
插损(dB)	≤0.15	
驻波比	≤1.3 (所有端口)	
隔离度(dB)	≥20	
互调	<-140dBc(+43dBm×2)	
阻抗(Ω)	50	
连接方式	N-F 型	

2. 微带功分器

功分器起功率分配作用，是把一路功率按一定比例分成 N 路的器件。室内分布系统中常用的有二功分器、三功分器、四功分器；室外常用的有二功分器、三功分器。其技术指标列入表 (3.4) 内。

表 (3.4) 微带功分器的技术指标与参数

名称	二功分器	三功分器
频率范围	806-1000MHz 1710-2500MHz	
驻波比	≤1.3 (所有端口)	
插损(dB)	<0.3	<0.4
分配比(dB)	3	4.85
隔离度(dB)	>20	
幅度平衡度 (dB)	≤0.3	
功率容限(W)	>20	
互调	<-140dBc(+43dBm×2)	
阻抗(Ω)	50	
连接方式	N-F 型	

3. 同轴衰减器

(2) N 型同轴固定衰减器 (2W DC—4GHz)

N 型同轴固定衰减器产品的主要特性: 连接器: N 型、平均功率: 2W、峰值功率: 0.25KW

和频率范围、衰减值及精度，见表（3.5）。

表（3.5） N型同轴固定衰减器

频率范围（GHz）	衰减值及精度（dB）	备注
	10	
DC--3	±0.5	

4. 同轴功率负载

同轴标准匹配负载是驻波（比）标准器，即对其在整个工作频段内的反射系数相角的特性是不加考虑的，只要求其在整个工作频段内呈现良好的无反射性能。在测试系统里，同轴标准匹配负载可作为 50Ω 阻抗标准器；在校准自动网络分析仪时用作无反射终端负载。

同轴功率负载，主要工作在工程系统，技术指标要求不高，工程上常采用的同轴功率负载的技术指标，如表（2.6）给出的指标。

表（2.6） 同轴功率负载的技术指标

功率	2W	备注
接头形式	N 型	
使用频率	DC-4GHz	
端口阻抗	50Ω	
驻波比	≤1.2	
工作温度	-40℃~+85℃	

3.11 多功能测试架

多功能测试架内部示图，如图（3.40）所示。该测试架包括测试平台、提供多路直流电源、信道选择器和输出端。

该测试架用来提供微波电路实验模块技术指标的测试时，提供测试平台，并且提供供电电源，对锁相振荡器的测试，还提供信道选择器调节锁相振荡器的输出频率。利用多功能测试架，进行微波电路组合系统实验。



图（3.40） 多功能测试架内部示图

3.12 备件箱

备件箱用来放置实验训练系统的所有的备件，如各种电缆线（馈线）、转接头、电源线等备件，分别放置在备件箱 1 和备件箱 2 内。

四、计算机操作程序---VLC2.0.8 软件播放网络视频设置方法

4.1 播放网络视频设置步骤

4.1.1 服务器端（用于发送网络视频的计算机）设置步骤

1. **【媒体】 → 【流】 → 【添加】 → 【MP4 文件】 → 【打开】 → 【串流】**
2. **【目标设置】 → 【选择本地显示】 → 【取消激活转码】**
3. 新目标: **【RTP/MPEG TransporStream】 → 【添加】 → 【设置 IP 地址和端口】**
(IP 地址为组播地址: 224.0.0.0 - 239.255.255.255, 如 239.1.1.1。默认端口: 5004)
4. **【串流】 → 开始网络播放。**

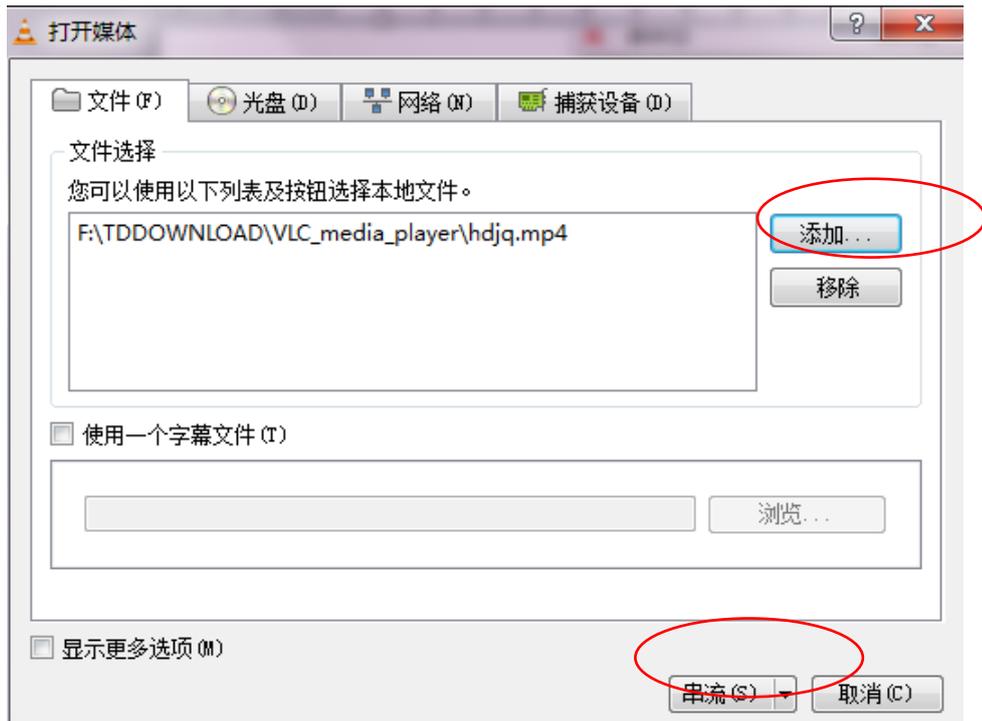
4.1.2 客户端（用于播放网络视频的计算机）设置步骤

【媒体】 → 【打开网络串流】 → 【rtp://239.1.1.1:5004】 → 【播放】

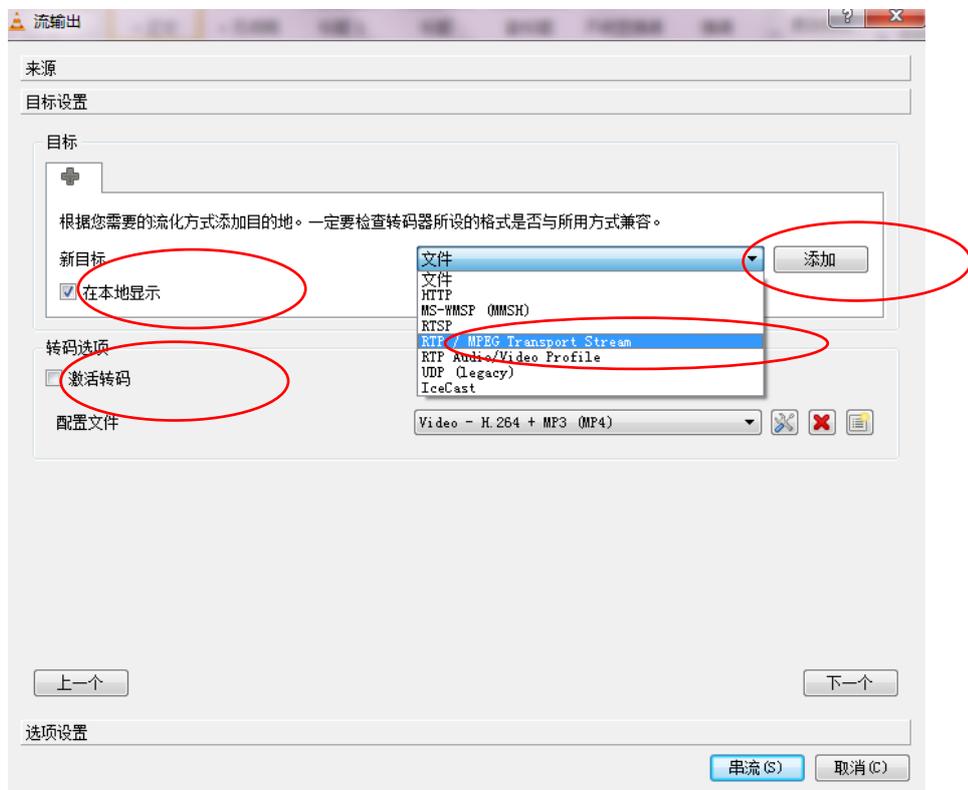
4.2 播放网络视频设置实际操作

4.2.1 服务器端实际操作

1. **【媒体】 → 【流】 → 【添加】 → 【MP4 文件】 → 【打开】 → 【串流】**



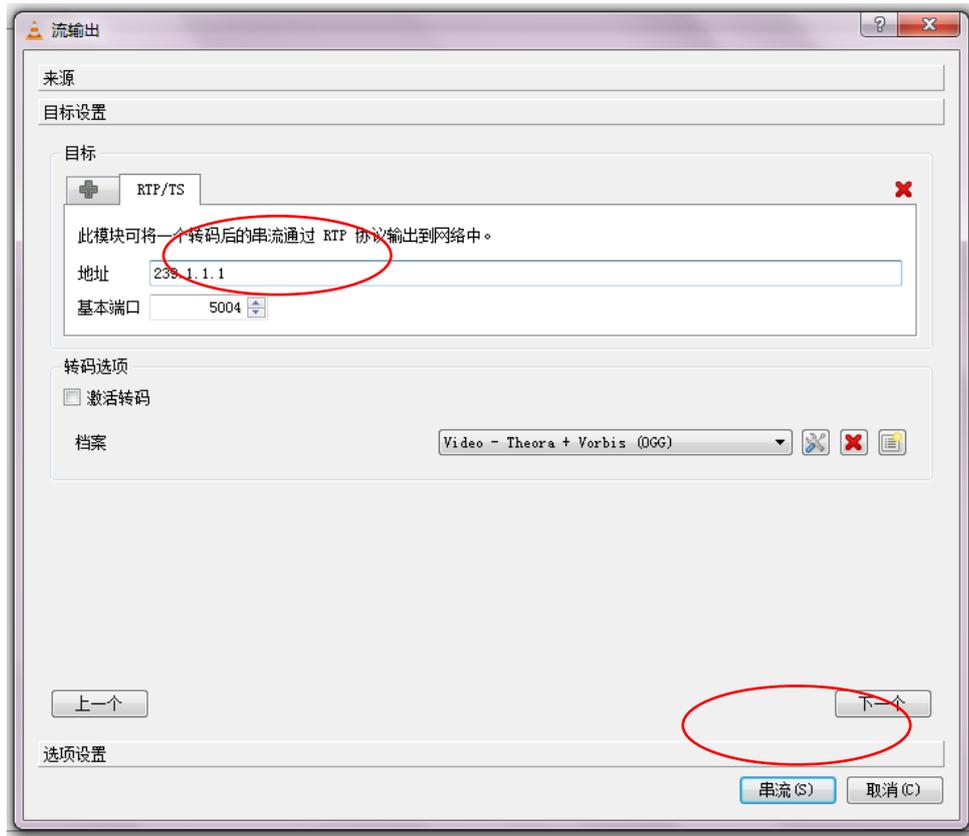
2. 【目标设置】→【选择本地显示】→【取消激活转码】



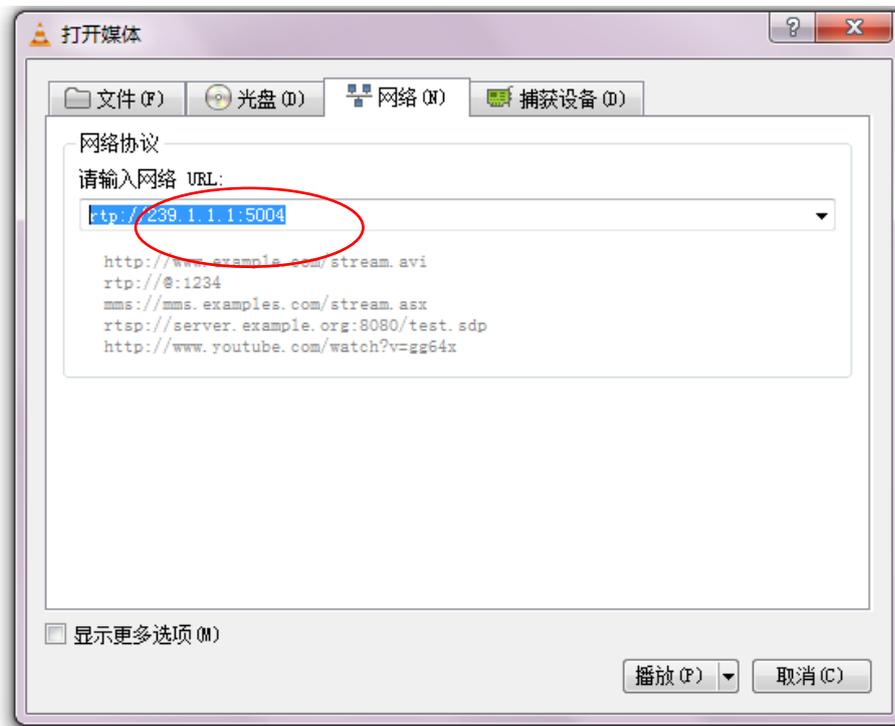
3. 新目标: 【RTP/MPEG TransporStream】→【添加】→【设置 IP 地址和端口】

(IP 地址为组播地址: 224.0.0.0 - 239.255.255.255, 如 239.1.1.1。默认端口: 5004)

4. 【串流】 → 开始网络播放。



4.2.2 客户端设置的实际操作



4.3 双向通信操作程序

1. 点左下角，输入 cmd. 回车

2. 输入 ping 192.168.1.17 回车 或 (ping 192.168.1.18 -t 回车也可)，可以在屏幕上看到显示的数据。

3. 停止：Ctrl+C

(备注：若计算机内部已经设置了双向通信程序，该操作步骤可以不需要操作，直接进行下一步操作程序。)

4.4 利用布谷鸟软件进行双向视频通信操作

1. 布谷鸟打开登陆

2. 选择技术部 “test2 (或 tese1)” 即可

3. 选择 “功能” 的菜单中，视频通信，即可实现双向视频通信。

五、实训系统操作方法

5.1 微波通信实训系统的操作方法

5.1.1 使用的单元

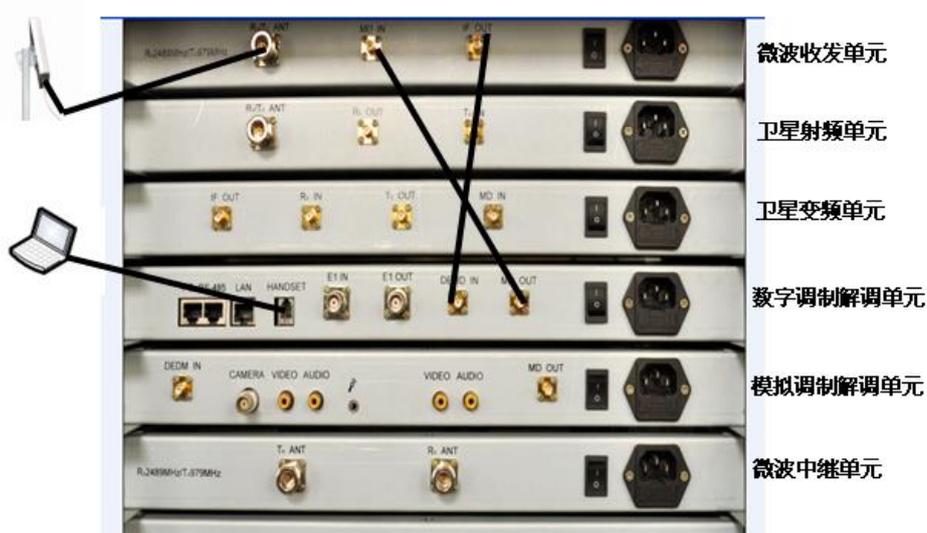
微波通信实训系统是由地球站 A 的微波收发单元、数字调制解调单元和地球站 B 的微波收发单元、数字调制解调单元等组成的系统

5.1.2 系统连接

地球站 A 和地球站 B 的数字微波通信系统的连接示图，如图 (5.1) 和图 (5.2) 所示。



图 (5.1) 地球站 A 的数字微波通信实训系统的连接示图



图（5.1）地球站 B 的数字微波通信实训系统的连接示意图

由图（5.1）和图（5.2）表明，可按如下进行连接：

1. 微波收发单元的“ANT”与外部微波天线相连接；
2. 微波收发单元的“MDIn”与数字调制解调单元的“MDout”相连接；
3. 微波收发单元的“IFout”与数字调制解调单元的“DEMDin”相连接。

5.1.3 信道设置

微波收发单元的前面板按键设置：地球站 A 上行（发射）信道频率置“CP1”，下行（接收）信道频率置“CP4”；地球站 B 上行（发射）信道频率置“CP4”，下行（接收）信道频率置“CP1”。

5.1.4 操作程序

按照“计算机操作程序---VLC2.0.8 软件播放网络视频设置方法”进行传输图像和语音，同时可以实现视频对话等。

5.2 卫星通信实训系统的操作方法

5.2.1 使用的单元

采用地球站 A 都和地球站 B 的卫星射频单元、卫星变频单元、数字调制解调单元和卫星转发单元等组成的卫星通信实训系统。

5.2.2 系统连接

地球站 A 和地球站 B 的卫星通信实训系统的连接示意图，如图（5.3）和图（5.4）所示。

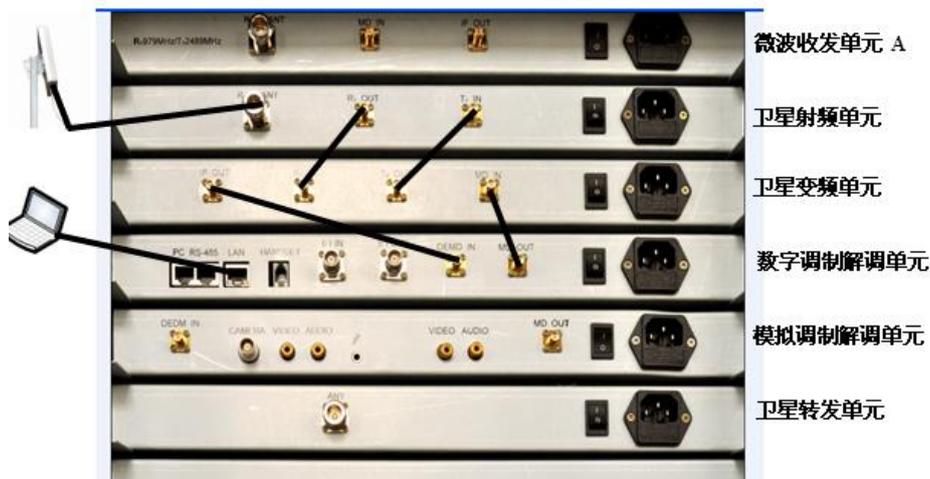


图 (5.3) 地球站 A 的卫星通信实训系统的连接示意图



图 (5.4) 地球站 B 的卫星通信实训系统的连接示意图

由图 (5.3) 和图 (5.4) 表明, 可按如下进行连接:

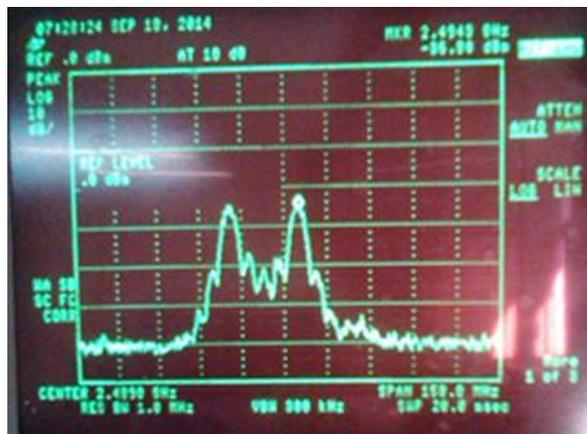
1. 卫星射频单元是“ANT”与外部微波天线相连接;
2. 卫星射频单元的“T_xin”与卫星变频单元的“T_xout”相连接; 相应地“R_xout”与“R_xin”相连接;
3. 卫星变频单元的“MDin”与数字调制解调单元的“MDout”相连接;
4. 卫星变频单元的“IFout”与数字调制解调单元的“DEMDin”相连接。

5.2.3 信道设置

地球站 A 的卫星变频单元的上行 (发射) 信道频率置“CP1”, 下行 (接收) 信道频率置“CP4”; 地球站 B 的卫星变频单元的上行 (发射) 信道频率置“CP4”, 下行 (接收) 信道频率置“CP1”。

5.2.4 系统调整

调整地球站 A 和地球站 B 的微波天线分别对准卫星转发单元的转发天线,使在监视器(频谱仪)上显示的转发信号。使传输信号得到较好的效果,如图(5.5)所示。



图(5.5) 频谱分析仪上监视的频谱图

5.2.5 操作程序

按照“计算机操作程序---VLC2.0.8 软件播放网络视频设置方法”进行传输图像和语音,同时可以实现视频对话等。

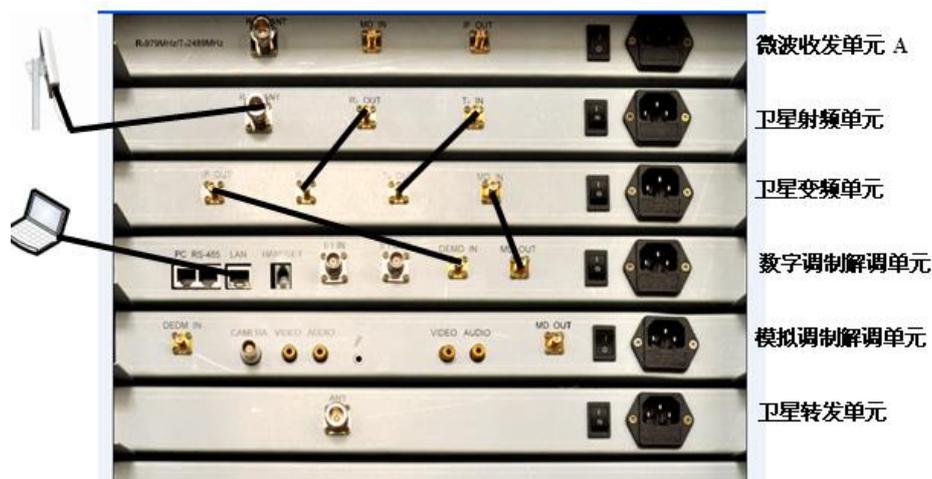
5.3 微波中继通信实训系统的操作方法

5.3.1 使用的单元

采用地球站 A 都和地球站 B 的卫星射频单元、卫星变频单元、数字调制解调单元和微波中继单元等组成的微波中继通信实训系统。

5.3.2 系统连接

球站 A 和地球站 B 的微波中继通信实训系统的连接示图,如图(5.6)和图(5.7)所示。



图（5.6）地球站 A 的微波中继通信实训系统的连接示意图



图（5.7）地球站 B 的微波中继通信实训系统的连接示意图

微波中继通信系统的连接与卫星通信系统的连接相同，见“5.2.2 系统连接”。不同的是卫星转发单元改变选用微波中继单元。微波中继单元的 $R_x ANT$ 连接接收天线，该天线接收地球站 A 的发射信号；而 $T_x ANT$ 连接发射天线，该天线转发的信号发射给地球站 B，由地球站 B 的微波天线接收，实现微波中继通信。

5.3.3 信道设置

微波中继通信系统的信道设置与卫星通信系统的信道设置相同，见“5.2.3 信道设置”。

5.3.4 操作程序

按照“计算机操作程序---VLC2.0.8 软件播放网络视频设置方法”进行传输图像和话音。

5.4 模拟微波通信实训系统的操作方法

5.4.1 使用的单元

模拟微波通信实训系统是由地球站 A 的微波收发单元、模拟调制解调单元和地球站 B 的微波收发单元、模拟调制解调单元等组成的系统

5.4.2 系统连接

地球站 A 和地球站 B 的模拟微波通信系统的连接示意图，如图（）和图（）所示。

由图（）表明，按如下进行连接：

1. 地球站 A 的连接

传输计算机的数字信息时，通过 HDMI/AV 转换器，将数字信号转换为模拟信号至模拟调制器进行调制，模拟调制器的输出已调信号与微波收发单元的 MDin 端。

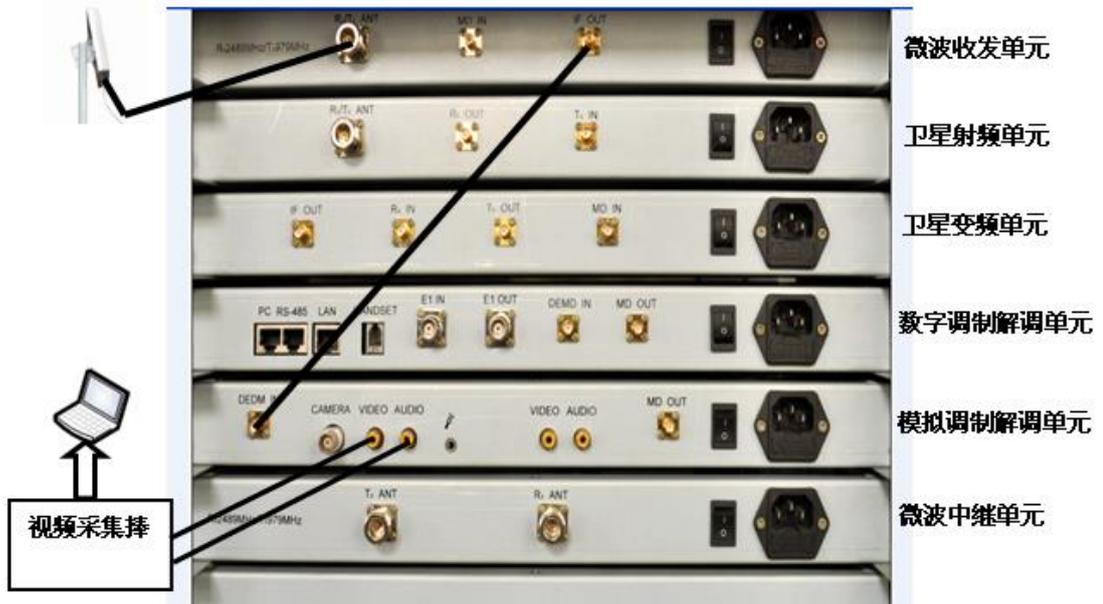
2. 地球站 B 的连接

计算机显示信息时，地球站 B 模拟解调器输出端与视频采集棒输入端连接，其输出端 USB 端口与计算机相连接。

按照上述的连接，采用模拟微波通信系统实现传输数字信息，在射频部分是传输模拟信号，通过 HDMI/AV 转换器和视频采集棒实现了数字转换模拟，再从模拟信号转换为数字信号。



图（5.8） 地球站 A 的模拟微波通信实训系统的连接示意图



图（5.9） 地球站 B 的模拟微波通信实训系统的连接示意图

附录:

6000 微波与卫星通信实训系统 实验指导丛书

第一分册 “微波测量仪器及其测量” 指导书

- 实训 1 频谱分析仪的原理及使用
- 实训 2 微波合成信号发生器原理及使用
- 实训 3 微波信号源和频谱仪测量幅频特性
- 实训 4 网络分析仪原理及使用
- 实训 5 微波反射计原理及应用
- 实训 6 微波功率计原理及使用

第二分册 “通信系统及其实训” 指导书

- 实训 1 卫星通信实验系统及其实训
- 实训 2 数字微波通信实验系统及其实训
- 实训 3 微波中继通信实验系统及其实训
- 实训 4 模拟微波通信实验系统及其实训

第三分册 “分系统及其实训” 指导书

- 实训 1 微波收发单元 (2489MHz 发射/979MHz 接收)
- 实训 2 微波收发单元 (979MHz 发射/2489MHz 接收)
- 实训 3 卫星射频单元原理及测试
- 实训 4 卫星变频单元原理及测试
- 实训 5 卫星转发单元原理及测试
- 实训 6 微波中继单元原理及测试
- 实训 7 数字调制解调单元原理及测试
- 实训 8 模拟调制解调单元原理及测试
- 实训 9 多功能测试架原理及测试

第四分册 “微波电路及其测试实训” 指导书

- 实训 1 微波放大器及其调测

实训 2 驱动放大器（输出放大器）及其调测

实训 3 上变频器和下变频器及其调测

实训 4 变频器及其调测

实训 5 锁相振荡器及其调测

第五分册 “微波电路及其组合系统课程设计” 指导书

1. 微波电路模块课程设计

实训 1 微波放大器模块的课程设计

实训 2 微波变频器模块课程设计

实训 3 锁相振荡器模块课程设计

2. 微波电路模块组合及其课程设计

实训 4 微波发射机课程设计

实训 5 微波接收机课程设计

实训 6 微波双工收发信机课程设计

实训 7 卫星转发器及其课程设计

第六分册 “微波无源器件及其测试” 指导书

实训 1 定向耦合器的特性及其测量

实训 2 微波功分器的特性及其测量

实训 3 同轴衰减器

实训 4 同轴负载

实训 5 天线的特性及其测量

实训 6 发射机的天馈线传输特性测试

实训 7 同轴电缆的特性及其测量

实训 8 双工器及其测试

实训 9 微波滤波器及其测试

第七分册 微波系统的应用实训

实训 1 光纤通信及其实训

实训 2 移动通信信号分布覆盖系统及其实训

实训 3 天线及其测试系统实训

