

---

# 用户使用指南

出版号 2766118JS



## SD3200MW 微波电路实验模块箱

## SD3200MW 微波电路实验模块箱

### （微波电路及测量实训系统）

微波电路及测量作为微波技术的一个重要组成部分，得到日新月异的发展，不管是通信工程、雷达、卫星系统等工程里，都离不开射频/微波电路和微波测量技术、微波测量仪器等方面的支持。微波技术在国防、通信、科学、工业、医疗以及国民经济各部门也得到了广泛的应用和发展，并且已经形成了一个完整的技术体系。

“微波电路及测量实训系统”是面向高等院校电子信息、微波技术、通信工程专业的学生开发的实训系统，是一个系统介绍射频/微波电路及测量技术和微波测量仪器的测量原理和方法、技术特性、使用方法等基础理论及实际操作技能和实践知识的实训系统。本实训系统提供一套较完整的各种实用的微波电路，利用这些射频/微波电路模块可组成微波的收发系统，还可组成一套 GSM 微型直放站，采用射频/微波测量仪器及测量技术，对射频/微波电路及微波器件的特性、微波信号特性的测量进行实验，还可以对微波收发系统进行实验。同时，给出各种微波测量仪器及其使用的实验项目，还提供移动通信信号特性指标测量的实验项目。

为了使“高频电路和课程设计实训系统”的课程达到教学预期的效果，要求学生每次做实验前，必须仔细阅读配套的《高频电子线路》、《电子测量及仪器》、《电子测量及仪器实验指导书》、《课程设计实验指导书》及相关的资料，明确实验目的和要求，掌握实验的原理和实验测试的方法。在实验过程中，每个小组的成员适当分工（操作和记录），也应进行适当的轮换，使得每个学生都能全面了解和得到实验的训练，提高学生的独立动手能力，培养综合应用知识能力、实践能力和实事求是的科学作风。

## “微波电路及测量实训系统”的实训目标

- 1、 掌握各种射频/微波电路的原理，指标及其测量。
- 2、 掌握射频/微波信号特性的测量。
  - (1) 信号电平与功率的测量。
  - (2) 信号频率与带宽的测量。
  - (3) 信号波形与频谱的测量。
- 3、 掌握微波网络特性的测量。
  - (1) 传输参量的测量。
  - (2) 反射参量的测量。
  - (3) 网络参数的全面测量。
  - (4) 用时域法测量网络特性。
- 4、 掌握通信设备技术指标的测量。

射频/微波电路及测量技术和微波测量仪器在现代的雷达、移动通信、卫星通信、导航等领域里得到广泛应用，微波测量技术除了上述的微波电路和参量外，还要测量系统工程，如移动通信系统、雷达系统等信号特性的测量，另外除了测量微波频率、微波功率、微波阻抗等参量外，还必须测量微波电路和微波无源器件的特性指标，同时，测量系统设备，如移动通信的通信设备，即基站、直放站、干线放大器等的特性指标。

对于微波电路、无源器件和通信设备的主要信号特性指标有：

- (1) 微波功率测量：输出最大功率。
- (2) 1dB 压缩点功率： $P_{1dB}$ 。
- (3) 微波阻抗测量：微波反射特性。
- (4) 衰减及其测量。
- (5) 增益及其测量（幅频特性）。
- (6) 三阶互调及其测量。

- (7) 杂散及其测量。
- (8) 滤波器的滤波特性测量。
- (9) 噪声系数及其测量。

## 本书概要

### 第一章 用户指南

### 第二章 测试实例

分别介绍了直放站、滤波放大器、微波收发系统测试实例。

### 第三章 课程设计

详细介绍了课程设计的步骤。

### 第四章 服务与支持

介绍了产品的保修与技术支持的方法。

### 第五章 配套教材

**告知：** 本文档所含内容如有修改，恕不另告。本文档中可能包含有技术方面不够准确的地方或印刷错误。本文档只作为仪器使用的指导，石家庄数英仪器有限公司对本文档不做任何形式的保证，包括但不限于为特定目的的适销性和适用性所作的暗示保证。

## 目 录

<b>第一章 用户指南</b> -----	6
1.1 实验箱-----	6
1.2 实训系统-----	7
1.3 射频/微波电路模块的主要特性-----	8
1.4 主要测试仪器-----	12
<b>第二章 测试实例</b> -----	14
2.1 直放站测试-----	14
2.2 滤波放大器测试-----	14
2.3 微波收发系统测试-----	15
<b>第三章 课程设计</b> -----	16
3.1 电路原理分析-----	16
3.2 加工准备-----	16
3.3 焊接和装配-----	16
3.4 验收测试-----	16
3.5 系统测试和分析-----	16
<b>第四章 服务与支持</b> -----	17
<b>第五章 配套教材</b> -----	18

## 第一章 用户指南

### 1.1 实验箱



SD3200MW 微波电路实验模块箱内包括：

- (1) 测试架（带有 12V 电源）。
- (2) 射频/微波电路模块及器件。

序号	型号	名称	数量	主要指标	备注
1	SD3200MW-01	可变增益放大器	2 块	f: 800—1000MHz	
2	SD3200MW-02	830MHz 滤波放大器	2 块	f: 825—835MHz	
3	SD3200MW-03	912MHz 滤波放大器	1 块	f: 909—915MHz	
4	SD3200MW-04	957MHz 滤波放大器	1 块	f: 954—960MHz	
5	SD3200MW-05	锁相振荡器	2 块	f: 760MHz	
6	SD3200MW-06	上变频器	1 块	70—830MHz	
7	SD3200MW-07	下变频器	1 块	830—70MHz	
8	SD3200MW-08	中频滤波放大器	1 块	f: 70MHz	
9	SD3200MW-D01	GSM 介质双工器	2 块	GSM: 912/957MHz	联通
10	SD3200MW-D02	二功分器	1 个	f: 800—2500MHz	
11	SD3200MW-D03	10dB 腔体耦合器	1 个	f: 800—2500MHz	

12	SD3200MW-D04	10dB 微带耦合器	1 个	f: 800—2500MHz	
13	SD3200MW-D05	同轴负载	3 块	f: DC—3GHz; 2W	
14	SD3200MW-D06	10dB 同轴衰减器	2 块	f: DC—3GHz; 2W	

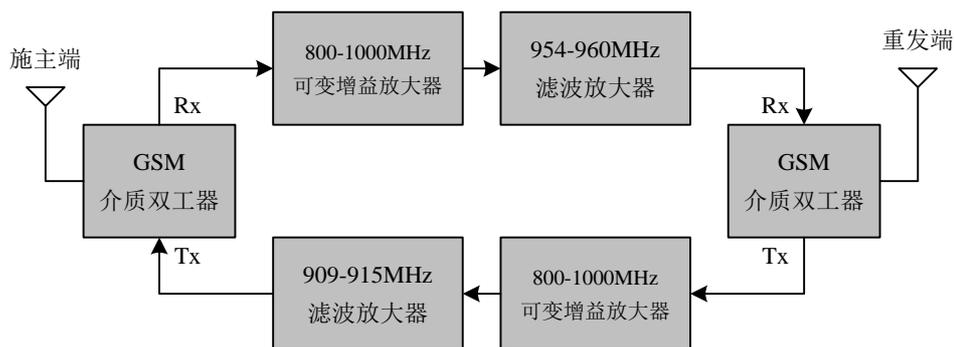
(3) 测试用的电缆线、接头及天线等配件。

## 1.2 实训系统的实验内容

1.2.1 测试模块包括微波放大器、微波滤波器、锁相振荡器、混频器、衰减器、定向耦合器、功分器、双工器等有源电路模块和无源器件。

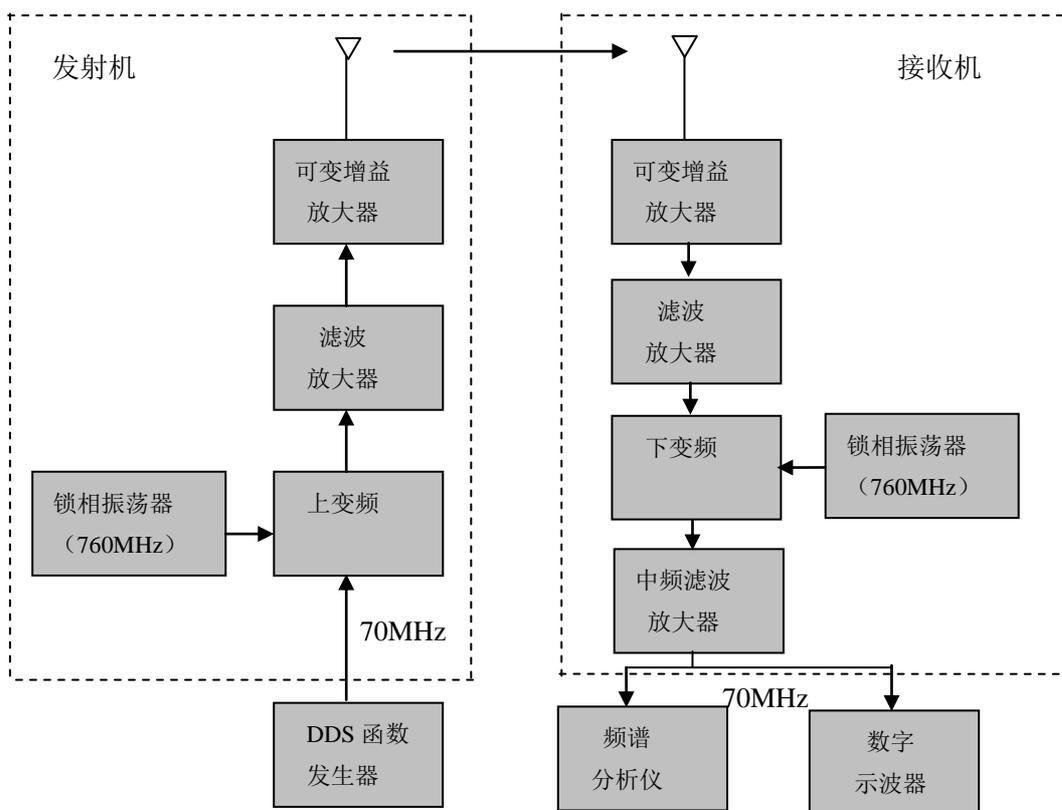
1.2.2 利用微波信号发生器、频谱分析仪、频率计等实际工程中常用的微波仪器进行测量。

1.2.3 测试模块可以组成 GSM 微型直放站，进行设备整机测试。参考示意图如下：



GSM微型直放站

1.2.4 测试模块可以组成微波收发系统，进行无线通信系统测试。参考示意图如下：



1.2.5 本实训系统可以独立进行微波电路测量的实训，也可以与移动通信网络优化射频工程实训系统紧密结合，开展实际射频分布系统的测试。

### 1.3 射频/微波电路模块的主要特性

#### 1.3.1 可变增益放大器（800 ~ 1000MHz）

频率范围：800 ~ 1000MHz

增益： $\geq 25\text{dB}$ （衰减最小时的增益）

增益可调范围：31dB

带内波动： $\leq \pm 1\text{dB}$

三阶交调： $\leq -50\text{dBc}$

输入驻波比： $\leq 1.5:1$



#### 1.3.2 介质滤波放大器（909 ~ 915MHz）

中心频率：912MHz

带宽：6MHz

增益： $\geq 20\text{dB}$

输入、输出驻波比： $\leq 1.5:1$



### 1.3.3 介质滤波放大器 (954 ~ 960MHz)

中心频率：957MHz

带宽：6MHz

增益： $\geq 20\text{dB}$

输入、输出驻波比： $\leq 1.5:1$



### 1.3.4 介质滤波放大器 (825 ~ 835MHz)

中心频率：830MHz

带宽：10MHz

增益： $\geq 20\text{dB}$

输入、输出驻波比： $\leq 1.5:1$



### 1.3.5 上变频器 (U/C: 70→830MHz)

射频频率  $f_{\text{RF}}$  和电平  $P_{\text{RF}}$ : 70MHz;  $\leq -10\text{dBm}$

本振频率  $f_{\text{L}}$  和电平  $P_{\text{L}}$ : 760MHz;  $\geq +7\text{dBm}$

混频器输出频率  $f_0$ : 830MHz

变频损耗  $L \geq 7\text{dB}$

隔离度  $I \geq 20\text{dB}$



### 1.3.6 下变频器 (D/C: 830→70MHz)

射频频率  $f_{\text{RF}}$  和电平  $P_{\text{RF}}$ : 830MHz;  $\leq -10\text{dBm}$

本振频率  $f_{\text{L}}$  和电平  $P_{\text{L}}$ : 760MHz;  $\geq +7\text{dBm}$



混频器输出频率  $f_0$ : 70MHz

变频损耗  $L \geq 7\text{dB}$

隔离度  $I \geq 20\text{dB}$

### 1.3.7 锁相振荡器 (760MHz)

输出频率: 760MHz

输出电平:  $\geq +7\text{dBm}$

谐波:  $\leq -30\text{dB}$

杂散:  $\leq -30\text{dB}$

频率稳定度:  $\leq 5 \times 10^{-6}$



### 1.3.8 中频滤波放大器 (70±8 MHz)

中心频率: 70 MHz

带宽:  $\pm 8\text{ MHz}$

增益:  $\geq 20\text{ dB}$

输入输出放大线性范围: 0 ~ 10 mVp-p



### 1.3.9 介质双工器 (GSM: 912/957MHz)

中心频率: Tx—912MHz, Rx—957MHz

插损:  $\leq 3.5\text{dB}$

通带宽度:  $\pm 3.0\text{MHz}$

通带波动:  $\leq 1.0\text{dB}$

驻波比:  $\leq 2.0:1$

阻带衰耗:  $\geq 45\text{dB}$  (at 954~960 MHz)

$\geq 45\text{dB}$  (at 909~915 MHz)

输入输出阻抗:  $50\ \Omega$



### 1.3.10 微带型二功分器 (800 ~ 2500MHz)

频率范围: 800 ~ 2500MHz

分配比: 3dB

插损： $\leq 0.25\text{dB}$

耦合度波动范围： $10\pm 0.8\text{dB}$

回波损耗： $> 20\text{dB}$

隔离度： $> 20\text{dB}$

阻抗： $50\Omega$

连接方式：N-F 型



### 1.3.11 腔体耦合器（10dB，800 ~ 2500MHz）

频率范围：800MHz-- 2500MHz

耦合度：10dB

分配损耗：0.454 dB

耦合度波动范围： $10\pm 0.8\text{dB}$

回波损耗 $\geq 20\text{dB}$

插损  $L\leq 0.15\text{dB}$

隔离度 $\geq 20\text{dB}$

阻抗： $50\Omega$



### 1.3.12 微带耦合器（10dB，800 ~ 2500MHz）

频率范围：800MHz—2500MHz

耦合度：10dB

分配损耗：0.454 dB

耦合度波动范围： $10\pm 0.8\text{dB}$

回波损耗 $\geq 20\text{dB}$

插损  $L\leq 0.25\text{dB}$

隔离度 $\geq 20\text{dB}$

阻抗： $50\Omega$



### 1.3.13 同轴负载（DC ~ 2500MHz）

频率范围：DC-3GHz

端口阻抗：50  $\Omega$

驻波比： $\leq 1.2:1$



#### 1.3.14 同轴衰减器 (DC ~ 2500MHz)

频率范围 f0: DC-- 3000MHz

衰减量: 10dB

驻波比:  $\leq 1.2:1$

衰减精度  $\Delta A \leq 0.5\text{dB}$

端口阻抗: 50  $\Omega$



### 1.4 主要测试仪器

#### 1.4.1 SU3001G 微波合成信号发生器



#### 1.4.2 SY200 频率计



#### 1.4.3 SA9115 频谱分析仪



#### 1.4.4 TFG3080 DDS 函数信号发生器

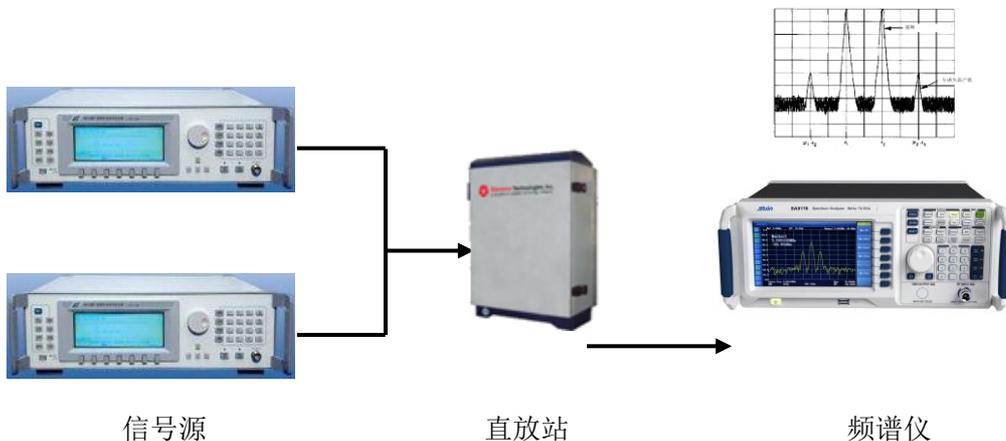


#### 1.4.5 矢量网络分析仪



## 第二章 测试实例

### 2.1 直放站测试



2.1.1 了解直放站的原理及主要技术指标。

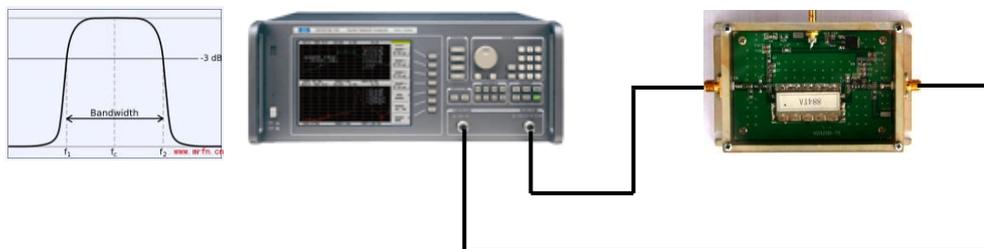
2.1.2 了解微波合成信号发生器的工作原理。

2.1.3 了解频谱分析仪的工作原理。

2.1.4 掌握微波合成信号发生器和频谱分析仪的操作和测试方法。

2.1.5 掌握直放站主要技术指标测量的基本方法。

### 2.2 滤波放大器测试



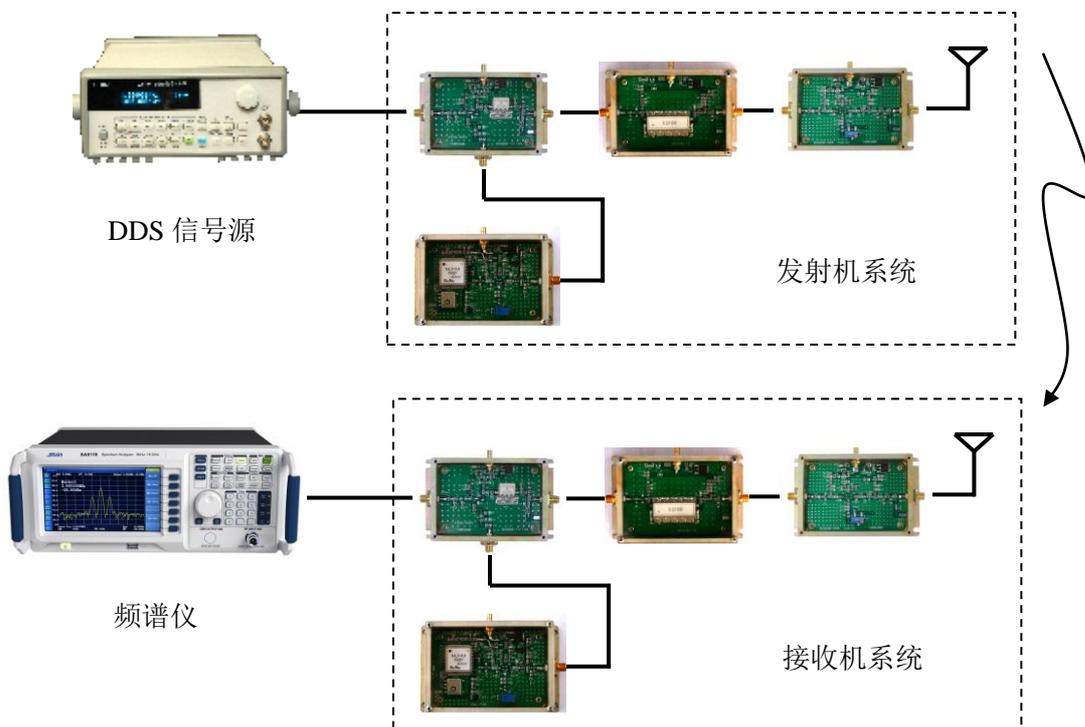
2.2.1 了解滤波放大器的原理及主要技术指标。

2.2.2 了解矢量网络分析仪的工作原理、技术指标和测量功能。

2.2.3 掌握矢量网络分析仪进行幅频特性、相频特性、S 参数的测量。

2.2.4 掌握滤波放大器主要技术参数的测量方法。

## 2.3 微波收发系统测试



2.3.1 了解微波收发系统的基本组成及其原理。

2.3.2 掌握微波收发系统的主要技术指标的测量方法。

## 第三章 课程设计

### 3.1 电路原理分析

3.1.1 根据《微波电路课程设计指导书》中给出的电路原理图进行电路原理的分析，分析电路的基本电路结构和工作原理。

3.1.2 根据指导书中的印制板图进行分析，理解印制板的基本结构以及元器件的布局。

### 3.2 加工准备

3.2.1 根据实验指导书中给出的元件表进行电路模块元器件的领用。

3.2.2 焊接和装配工具的准备。

### 3.3 焊接和装配

3.3.1 根据电路原理图和装配图，按照工艺要求进行焊接和装配。

3.3.2 对装配完成的电路模块进行调试。

### 3.4 验收测试

3.4.1 对调试好的电路模块进行技术指标测试。

3.4.2 对测试数据进行分析，确定所加工模块是否为合格品。

**3.5 每个小组调试好的合格电路模块组成微波收发系统，进行收发系统的测试和分析。**

## 第四章 服务与支持

### 4.1 保修概要

石家庄数英仪器有限公司对生产及销售产品的工艺和材料缺陷，自发货之日起给予一年的保修期。保修期内，对经证实是有缺陷的产品，本公司将根据保修的详细规定给予修理或更换。

除本概要和保修单所提供的保证以外，本公司对本产品没有其他任何形式的明示和暗示的保证。在任何情况下，本公司对直接、间接的或其他继发的任何损失不承担任何责任。

### 4.2 联系我们

在使用产品的过程中，若您感到有不便之处，可和石家庄数英仪器有限公司直接联系：

周一至周五北京时间 8:00-17:00

营销中心：0311-83897148 83897149

客服中心：0311-83897348

传 真：0311-83897040

技术支持：0311-83897241/83897242 转 8802/8801

0311-86014314

或通过电子信箱与我们联系

E-mail: [market@suintest.com](mailto:market@suintest.com)

网址: <http://www.suintest.com>

## 第五章 配套教材

- 《微波技术》（学校自备课程）
- 《微波测量技术及仪器（射频/微波工程测量）》
- 《微波电路课程设计指导书》