
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

第一章 用户指南	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
第二章 测试实例	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
第三章 课程设计	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
第四章 服务与支持	17
第五章 配套教材	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	

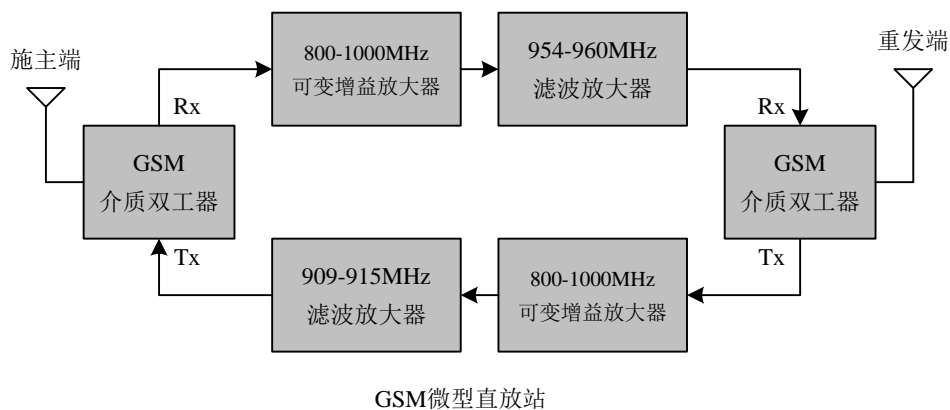
(3) 测试用的电缆线、接头及天线等配件。

1.2 实训系统的实验内容

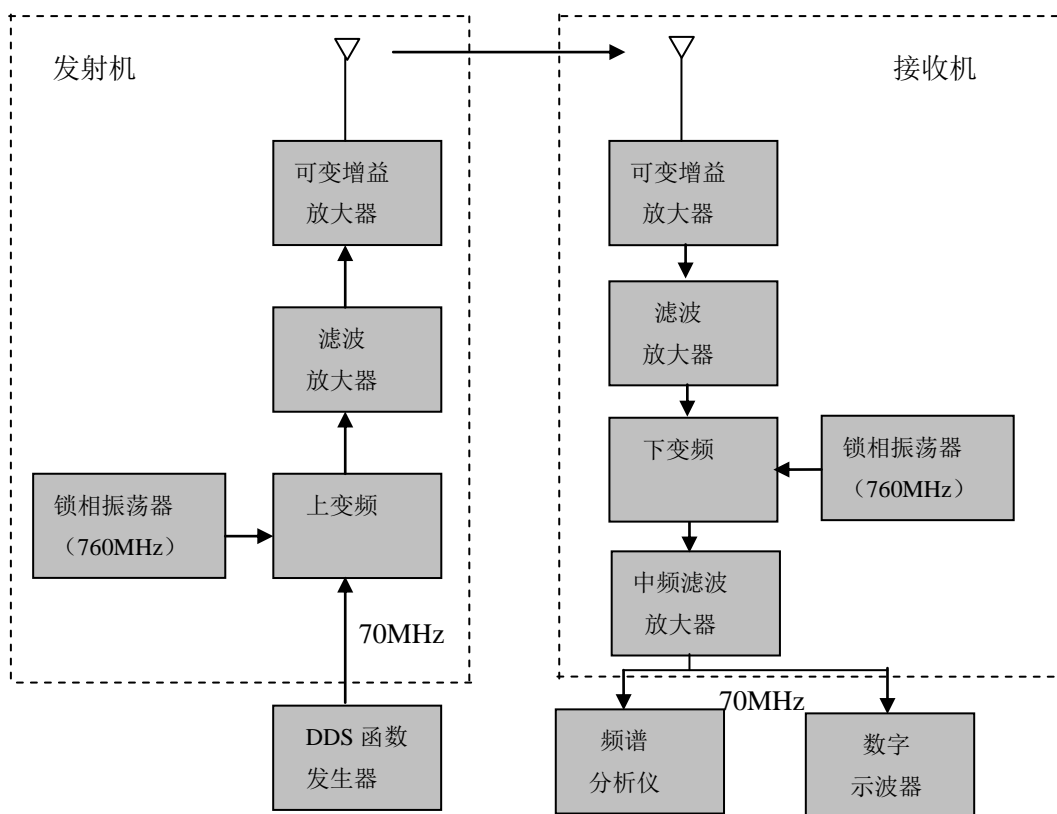
1.2.1 测试模块包括微波放大器、微波滤波器、锁相振荡器、混频器、衰减器、定向耦合器、功分器、双工器等有源电路模块和无源器件。

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：



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_{RF} 和电平 P_{RF} : 70MHz; $\leq -10\text{dBm}$

本振频率 f_{L} 和电平 P_{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_{RF} 和电平 P_{RF} : 830MHz; $\leq -10\text{dBm}$

本振频率 f_{L} 和电平 P_{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： 50Ω

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： 50Ω



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： 50Ω



1.3.13 同轴负载（DC ~ 2500MHz）

频率范围：DC-3GHz

端口阻抗：50 Ω

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 Ω



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

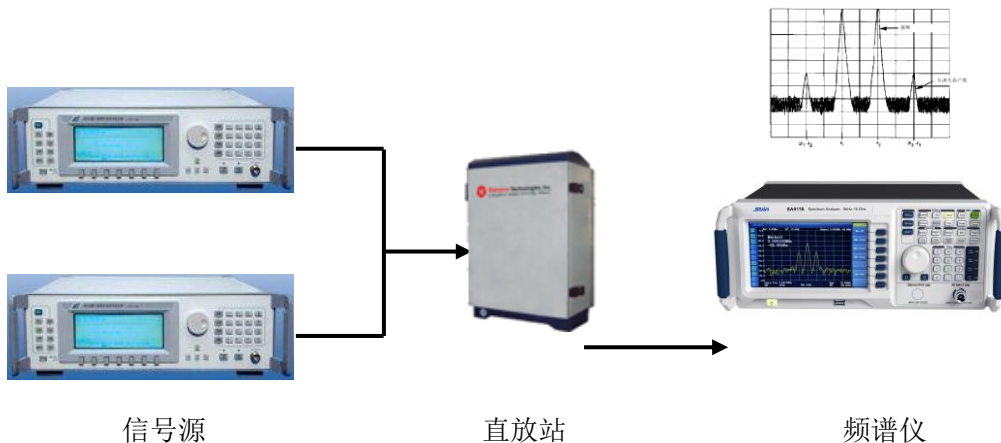


1.4.5 矢量网络分析仪



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。

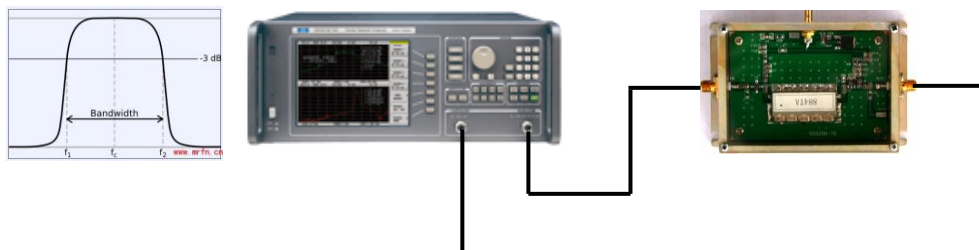
2.1.2 了解微波合成信号发生器的工作原理。

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



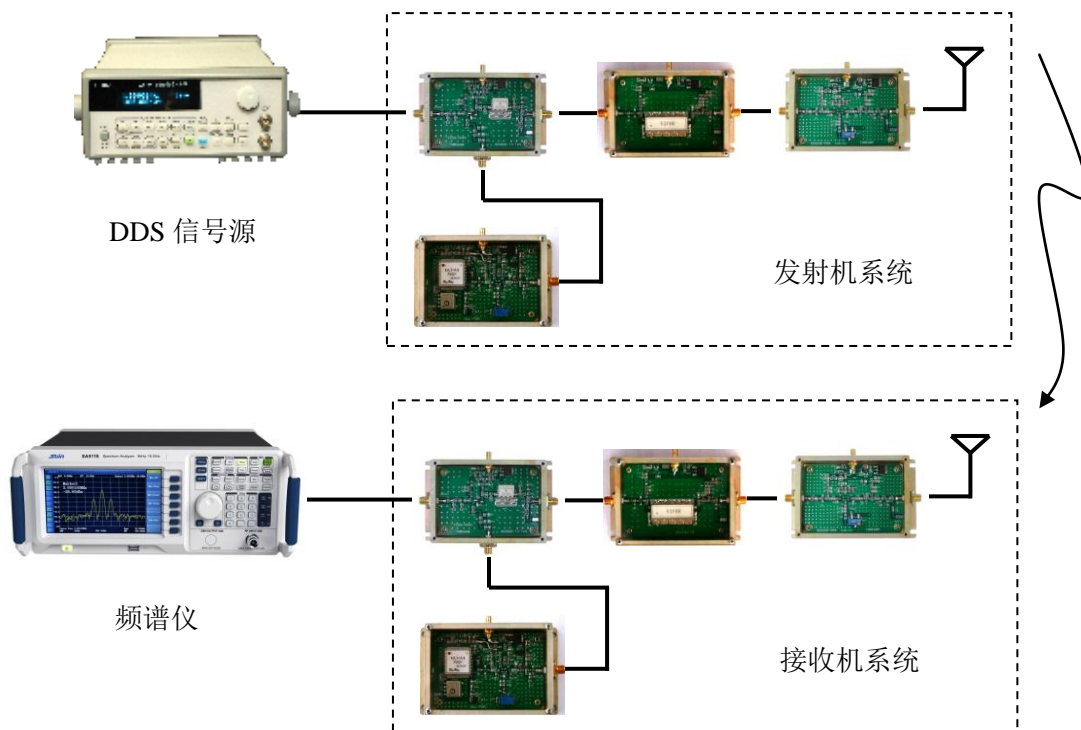
2.2.1 了解滤波放大器的原理及主要技术指标。

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

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》