**四川省国防计量检定人员**

**计量专业知识考试大纲**

05

无线电专业

（2020年试行）

四川省国防计量考核委员会

2020年2月

目录

[一、（050101）高频电压表 1](#_Toc34831321)

[二、（050201）功率计与功率座 2](#_Toc34831322)

[三、（050301）微波高频噪声 4](#_Toc34831323)

[四、（050401）衰减 6](#_Toc34831324)

[五、（050501）微波阻抗 7](#_Toc34831325)

[六、（050601）场强与干扰（场强，天线，雷达散射截面） 8](#_Toc34831326)

[七、（050701）脉冲参数（示波器） 9](#_Toc34831327)

[八、（050801）失真度 11](#_Toc34831328)

[九、（050901）调制度 12](#_Toc34831329)

[十、（051001）信号发生器 13](#_Toc34831330)

[十一、（051101）校准接收机 14](#_Toc34831331)

[十二、（051201）频谱分析仪 15](#_Toc34831332)

[十三、（051301）S参数 16](#_Toc34831333)

### 一、（050101）高频电压表

**1.概述**

电压是表征电信号能量的主要参量，是模拟信号的重要表现形式。几乎所有的电子仪器、设备都直接或间接与电压有关。比如各种电压表、信号发生器、发射机和接收机等主要技术指标是电压；电子仪器或设备的灵敏度、选择性、衰减、调制度、失真度等直接相关量是电压。电路或元件的工作状态（如平衡、饱和、截止、谐振以及动态范围等）通常的反映形式还是电压；各种控制、反馈，报警以及其他许多信息的主要体现仍然是电压信号，等等。可以说，电压的计量测试，是许多电参数计量测试的基础。另外，电压的计量测试对高频电流功率、阻抗、衰减以及场强等的计量测试也都有重要的作用。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. 检波式电压表、低频电压标准、宽频带电压标准、

* **熟悉**

1. 电压参数基本概念
2. 电压表的误差表征
3. 电压测量仪器的要求
4. 电压计量标准的组成
5. 电压标准的不确定度分析
6. 电压测量仪器的检定

* **了解**

1. 电压测量的量值
2. 有关分贝的概念
3. 选频电压表、取样电压表、高频大电压标准、电压测量中应注意的问题
4. 标准电压源的检定

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社， 2002
2. JJG 122-1986 DO6型精密有效值电压表检定规程
3. GJB/J 3411-98宽频带电子电压表检定规程
4. JJG 250-1990电子电压表检定规程
5. JJG 308-2013射频电压表检定规程

### 二、（050201）功率计与功率座

**1.概述**

功率是高频和微波领域的基本参数之一，它表征了高频和微波信源的传输特性。高频和微波功率计量的主要任务是建立高频和微波功率标准，进行功率量值传递。其传递方法主要有交替比较法、传递标准法和六端口法等。

通常，功率计是由功率座和指示器组成。它的主要技术指标包括：功率量程、频率范围、功率座的电压驻波比、有效效率和校准因子的测量不确定度等。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. 有关微波传输线理论、定义及关系式，如阻抗、特性阻抗、阻抗匹配、反射系数、驻波系数（电压驻波比）等概念及相关转换公式；S参数的定义以及二端口和三端口器件的S参数表示式
2. 有关微波功率的定义及关系：如入射功率Pi、资用功率PA、替代功率Pb和反射功率Pr
3. 有关功率量值传递的术语定义和表达式及其物理意义：功率座的效率η、替代效率ηb、有效效率ηe、校准系数Kb的含义、“功率传递标准”的校准系数KC的定义以及它们之间的换算
4. 功率的单位、相对功率单位和转换达式
5. 接入二端口器件后输出反射系数的表达式
6. 等效源的工作原理、组成及等效源输出反射系数表达式
7. 常用的几种功率计的分类及主要用途：
8. 热敏电阻功率计、热电偶式功率计和晶体二极管式功率计的主要工作原理、组成、特点、功率测量范围和所能承受的最大功率；
9. 热敏电阻功率座、（半导体薄膜）热电偶式功率座和晶体二极管式功率座的直流、微波阻抗特性
10. 热偶式功率计和测辐射热式功率计(热敏电阻)指示器的工作原理、使用方法和区别
11. 小功率座的主要校准方法：交替比较法和传递标准法进行小功率计校准的方法、原理、校准系数表示式、不确定度来源、不确定度分量计算和失配引入的误差限计算；

* **熟悉**

1. 减少功率量传中失配误差的主要方法和原理
2. 功率计量标准稳定性考核的要求、方法和功率计量标准的重复性试验的要求、方法；不同接头型式的功率座的校准方法
3. 用衰减器或定向耦合器扩展功率计量程的方法、组成、计算表达式和使用中应注意的事项
4. 中功率标准的组成和主要工作原理及校准时主要不确定度来源
5. 大功率计的校准方法有几种；中大功率的测量及中大功率计的校准方法和原理；用平均功率法进行脉冲功率测量的原理和方法

* **了解**

1. 量热式小功率标准和微量热式小功率标准的构成
2. 量热式小功率标准和微量热式小功率标准的简要工作原理、不确定度来源；微量热式热敏电阻座有效效率的表示式
3. 六端口法校准功率座
4. 功率座承受功率能力的两种表示，最大平均功率和脉冲峰值功率；承受功率单位的表示符号
5. 射频脉冲峰值功率计和峰值功率分析仪的工作原理和主要功能
6. 射频替代法、连续波比较法和取样比较法进行脉冲功率测量的原理和组成。

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社，2002
2. GJB3598-99小功率座检定规程
3. JJG（军工）48-2014 小功率座检定规程
4. JJF1461-2014小功率传递标准校准规范
5. JJG(军工)79-2016功率指示器检定规程
6. JJG1024-2007脉冲功率计检定规程
7. JJF1386-2013中功率计校准规范
8. JJG（军工）134-2015脉冲功率计检定规程

### 三、（050301）微波高频噪声

**1.概述**

在无线电设备中，除了信号外，还不可避免地存在噪声，任何电子设备都会产生噪声。一般来讲，噪声是有害的，是人们所不希望的，因为它干扰甚至淹没没有用的信号，特别是在信号十分微弱的情况下，噪声的有害作用极为明显。为了减小和衡量噪声的影响，以及适应未来技术的发展，人们对噪声进行了广泛深入的研究，使噪声计量检定工作得到迅速的发展。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. 标准噪声温度、噪声系数、（等效输入）噪声温度的定义
2. 噪声系数与（等效输入）噪声温度之间的关系、噪声发生器（或称噪声源）的种类、热冷标准噪声源的基本原理
3. 等效输出噪声温度和超噪比定义，等效输出噪声温度与超噪比之间的关系
4. 放大器、混频器或接收机噪声系数（或等效输入噪声温度）的测量方法（重点掌握Y系数法）、相关公式及误差来源
5. 噪声发生器（或噪声源）超噪比或等效输出噪声温度的校准方法
6. 噪声系数测试仪或分析仪的使用方法及注意事项
7. 噪声后级贡献和级联公式、衰减器噪声贡献和相关公式、波尔兹曼常数；
8. 噪声计量检定有关规程、传递关系表

* **熟悉**

1. 噪声的分类（内部噪声、外部噪声）、热噪声的特性、尼奎斯特定理
2. 等效噪声带宽、资用噪声功率、资用噪声功率谱密度和资用功率增益的定义
3. 常用的噪声发生器（或噪声源）特性
4. 白噪声、散弹噪声和1/f噪声的定义
5. 热力学温度的表示
6. 双边带接收和单边带接收的原理，镜像抑制的目的
7. 信噪比和系统灵敏度的概念
8. 电压驻波比（或反射系数）与端口失配的关系

* **了解**

1. 物理温度的测量
2. 雪崩二极管和气体放电管的特点
3. 真有效值电压表的检波特性
4. 3dB噪声系数测量方法
5. 精密极化衰减器、功率计和中频精密接收机的主要技术指标
6. 单端口网络和两端口线性网络的概念
7. 噪声基准、微波辐射计的原理及其分类
8. 全功率辐射计、狄克辐射计和相关辐射计的特点

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社， 2002
2. JJF 1460-2014 噪声系数分析仪校准规范
3. JJG(电子)30301-2007 噪声系数测量仪检定规程
4. GJB/J 2907-97 宽带固态噪声源检定规程

### 四、（050401）衰减

**1.概述**

衰减是无线电计量的基本参量之一，它表征了无线电信号的幅度在传输过程中衰弱的程度，用来表征各种传输线、电子元器件、电子设备及系统的传输特性。衰减测量在军事计量和军工计量中具有很重要的意义。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. 有关衰减测量的基本概念，定义，原理及物理意义
2. 衰减的基本概念：衰减，插入损耗，阻抗匹配，起始衰减，增量衰减，电压衰减，衰减的反射分量和损耗分量，替代损耗，网络效率
3. 常用衰减器的基本分类，组成原理
4. 电阻式衰减器，感应分压式衰减器，截至式衰减器，回转式衰减器等
5. 常用衰减器的检定原理，应用及其比较：射频替代法，中低频替代法，功率比法，扫频法等

* **熟悉**

1. 衰减量值传递关系，衰减测试环境要求
2. 串联中频替代法、并联中频替代法衰减校准装置测量不确定度的评定和计算
3. 衰减测量的误差来源分析，包括：失配误差，混频器非线性，噪声，信号泄漏与窜扰，连接重复性等

* **了解**

1. 信号幅度倍增法衰减测量原理，时间间隔比较法衰减测量原理
2. 衰减测量标准的建立

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社，2002
2. JJG 322-83 回转衰减器检定规程
3. JJG (军工) 23-20121kHz～50GHz衰减器检定规程
4. GJB2650-96 微波元器件性能测试方法
5. JJG 387-85 10MHz～18GHz频段衰减器试行检定规程

### 五、（050501）微波阻抗

**1.概述**

微波阻抗是无线电计量测试中一个重要参量，该参数还会对如功率、衰减等其他参数的计量准确度产生影响，多年来一直倍受关注并得到了不断的研究和发展。微波阻抗是分布参数，在实际计量测试中通常采用直接测量以被测阻抗作为负载时所造成的驻波或反射系数，再由驻波（或反射系数）及传输线的特性阻抗推导出被测阻抗值。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. 有关微波阻抗的名词术语、基本定义和物理意义，如：集总参数、分布参数、阻抗、特性阻抗、反射系数、驻波比、回波损失、散射参数（S参数）阻抗与反射系数、驻波比、回波损失之间的关系，反射系数与S参数之间的关系
2. 特性阻抗标准器：标准同轴空气线与标准波导段是同轴、波导特性阻抗最高标准器
3. 反射系数的标准器：1/4波长短路器、标准失配负载、标准无反射负载是反射系数标准器
4. 开槽测量线、标量网络分析仪、矢量网络分析仪的主要用途、基本测量方法、系统的组成
5. 用开槽测量线、标量网络分析仪、矢量网络分析仪进行微波阻抗参数（反射系数、电压驻波比）的检定

* **熟悉**

1. 开槽测量线、标量网络分析仪、矢量网络分析仪的基本工作原理
2. 开槽测量线、标量网络分析仪、矢量网络分析仪等微波阻抗标准装置的主要误差来源
3. 利用矢量网络分析仪建立微波阻抗计量标准，以及该计量标准的重复性考核和稳定性考核、计量标准的不确定度评定
4. 微波阻抗量值传递关系，微波阻抗检定环境要求

* **了解**

1. 滑动小反射负载法测量小驻波比（开槽测量线）
2. 最小点宽度法测量大驻波比（开槽测量线）
3. 标量网络分析仪测量小反射的方法，包括误差平均法、纹波提取法
4. 六端口网络分析仪技术
5. 国内外微波阻抗计量标准发展状态

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社，2002
2. JJG281-81 波导测量线检定规程
3. JJG532-88 三厘米波导标准负载检定规程
4. JJF（军工）76-2014 微波二端口器件校准规范
5. GJB/J3608-99自动网络分析仪检定规程
6. JJG360-84同轴测量线检定规程

### 六、（050601）场强与干扰（场强，天线，雷达散射截面）

**1.概述**

高频、微波电磁场由高频、微波电磁场源----随时间变化的电荷、电流所产生，由频、微波电磁场一系列物理性质所决定。高频、微波辐射被广泛应用于通讯，广播，电视，导航，雷达等领域。它一方面给人类带来了巨大的好处；另一方面，任何高频、微波电子设备，由于机箱难免有缝隙和孔洞，所以总有电磁辐射泄露出来，只是泄露大小不同，一旦大量的电磁辐射泄露形成电磁辐射污染后，对人们身体健康、收听广播、收看电视、通讯、导航、进出口业务等又带来危害。

为了测定通讯距离和广播、电视覆盖率，离不开场强仪，为了抑制电磁干扰，就要研究电磁干扰的性质、传播方式，传播途径和范围，这些都离不了电磁干扰测量仪和场强测量仪。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. 场强概念、场强计量标准构成

* **熟悉**

1. 单位及换算
2. 电场探头校准方法
3. 测量天线校准方法
4. 场强检定系统构成

* **了解**

1. 电磁场分类
2. 误差分析
3. 电磁兼容测量设备校准方法
4. 场强检定的基本方法

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社，2002
2. JJG358-1984 RR-2A型干扰场强测量仪检定规程
3. JJG 423-1986 RR7型干扰场强测量仪检定规程
4. JJG 561-2016 近区电场测试仪检定规程
5. JJG 562-1988 DCHY-801型近区电场测量仪检定规程
6. JJG 611-1989 RR3A型干扰场强测量仪检定规程
7. JJG 1057-2010 电视信号场强仪检定规程
8. JJF 1397-2013 静电放电模拟器校准规范

### 七、（050701）脉冲参数（示波器）

**1.概述**

在无线电测量领域中，脉冲信号应用十分广泛，脉冲信号特性的测量技术是无线电信号特性测量技术的一个重要组成部分。随着通讯、计算机技术的快速发展，对脉冲参数测量的准确度有了更高的要求，脉冲测量领域中的相关测量仪器无论在测量功能还是技术指标上都有了极大的提高。脉冲参数计量测试技术涉及脉冲参数基础知识、示波器检定、脉冲电压表检定、脉冲信号发生器检定、逻辑分析仪检定、脉冲参数计量标准等。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. 有关脉冲参数的基本定义，如脉冲幅度、脉冲宽度、上升/下降时间、上冲（过冲）、预冲（前冲）、下冲、倾斜（下垂）等
2. 有关脉冲参数间的转换关系，包括脉冲上升时间与频带宽度的关系、脉冲信号通过级联网络上升时间的合成、上升时间测量时的误差修正等
3. 示波器计量的有关参数，如垂直(水平)偏转、垂直(水平)偏转扩展、垂直(水平)偏转因数误差等参数的定义，直流增益、直流偏置、时基、通道隔离度、稳态特性、瞬态响应等有关的参数定义
4. 模拟示波器输入衰减器的工作原理以及实现不同补偿情况的条件及结果，触发极性、触发电平及各种触发方式的含义
5. 数字示波器实时取样、非实时取样的含义及二者区别，存储长度与取样率、记录时间、频带宽度等的关系
6. 示波器检定装置的特性
7. 模拟示波器、数字示波器的检定项目和各个项目的检定方法

* **熟悉**

1. 无线电信号特性测量的四种方法，包括每种方法的测量对象及常用仪器。脉冲波形的定义，基（底）线、顶线、定量值、底量值、重复频率/周期、开关比、空度比、方波、振铃、抖动（晃动）、波动等定义。下垂量与低频截止频率的关系
2. 示波器的分类。数字示波器的特点。与取样示波器有关的参数、与数字示波器有关的参数以及通道隔离度、共模抑制比等参数
3. 模拟示波器的基本组成，触发电路的组成
4. 最高取样率、测量分辨力、频带宽度、上升时间、存储深（长）度等数字示波器的技术特性
5. 模拟、数字示波器计量检定的一般要求，检定项目和各个项目的检定方法
6. 脉冲发生器、脉冲电压表、逻辑分析仪计量检定的一般要求，检定项目和各个项目的检定方法
7. 脉冲计量标准的组成，测量标准的不确定度评定方法，脉冲参数测量标准的量值传递关系，脉冲参数有关的检定规程与国军标
8. 计量标准的重复性与稳定性考核方法

* **了解**

1. 阶跃、斜坡、圆弧、尖峰、稳定时间、线性（非线性）、双脉冲、双级性脉冲、阶梯波等脉冲参数的定义
2. 脉冲波形上冲与网络稳态特性的关系
3. 脉冲幅度的确定方法，即密度分布统计平均法和密度分布众数法。周期信号的频谱分析结果
4. 示波器的发展史
5. 与时基有关的参数、与显示有关的参数
6. 数字示波器的工作原理；及自动检定装置的组成及特点
7. 脉冲发生器、取样示波器、逻辑分析仪、脉冲电压表的基本组成及工作原理

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社，2002
2. JJG262−1996模拟示波器检定规程
3. GJB 7691-2012 数字示波器检定规程
4. JJF（军工）28-2012 取样示波器校准规范
5. JJF1057-1998数字存储示波器校准规范
6. JJG490−2002 脉冲信号发生器检定规程
7. JJG278−2002示波器校准仪检定规程
8. JJG 361-2003 脉冲电压表检定规程
9. JJF 957-2015 逻辑分析仪检定规程

### 八、（050801）失真度

**1.概述**

当信号通过一个非线性系统后，输出的信号会含有新的频率成分，由此造成的失真称为非线性失真，它的大小是度量一个系统非线性程度的标志，它是目前计量测试的主要对象。失真度的主要测量方法为基波抑制法和谐波分析法。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. 有关失真度的名词术语、基本定义和物理意义
2. 失真度的测量方法，如：谐波分析法、基波抑制法
3. 交流电压的表征，交流电压表的组成、工作原理，交流电压表的响应特性，交流电压表的波形误差
4. 失真度测量仪的组成及工作原理，如：电压表读数式失真度测量仪。失真度测量仪的基波抑制电路，如：文氏电桥滤波器
5. 失真度测量仪的检定项目

* **熟悉**

1. 失真度测量仪测得的失真度与失真度定义值的关系
2. 标准失真源(基波加二次谐波)的工作原理
3. 失真度计量标准重复性和稳定性考核方法
4. 失真度量值传递关系

* **了解**

1. 失真度测量的重要性
2. 常用的各种失真度测量仪及其主要技术指标
3. 常用的各种标准失真源仪及主要技术指标
4. 各种失真度测量方法

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社，2002
2. JJG 251-1997失真度测量仪检定规程

### 九、（050901）调制度

**1.概述**

调制器用于频谱搬移，解调器用于将信息和媒质的分离，测量模拟调制仪器的核心部分就是解调器，其性能决定了调制度测量仪器的性能。调制度测量仪包括调幅度测量和频偏量测量。在调制度测量仪器的检定时可分为调制度测量仪的检定和调制度分析仪的检定。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. 调制及解调的概念
2. 调幅(频)抑制，寄生调制的概念
3. 调幅波的频谱图特点
4. 调制度测量仪的基本组成框图及各部分的主要作用
5. HP8902A中使用的鉴频器的工作原理
6. 标准调幅波的组成框图，及各部分的功能
7. 调制度测量仪中调幅度测量检定项目及检定方法
8. 调制度分析仪中调幅度参数检定项目、检定方法、检定系统组成和工作原理及测量不确定度来源

* **熟悉**

1. 调幅度测量仪检定装置的不确定度的评定
2. 调制指数及调幅波功率分配的计算
3. 频偏量测量仪中常用的鉴频器及工作原理
4. 调幅波的解调原理和相应的解调原理图
5. 用贝塞尔函数零值法检定频偏表的不确定度分析
6. 计量标准的重复性和稳定性的考核方法
7. 调制度的量值传递图等

* **了解**

1. 解调失真的概念
2. 模拟幅度调制的几种形式
3. 调频波所占频带宽度的几种量值
4. 调频波的总功率是如何分配的，频偏表上的去加重网络的选用及其组成形式
5. 信号源中为什么要使用加重网络
6. 调幅度检定过程中应注意的事项等

**3.参考文献：**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社，2002
2. JJF1111-2003调制度测量仪校准规范

### 十、（051001）信号发生器

**1.概述**

信号发生器是由振荡器、频率合成单元、电平控制单元、调制单元等组成的综合性电子仪器，其基本功能是提供正选波信号和调制波信号，广泛应用于生产、科研、计量等部门，因此为了使在用和引进验收的信号发生器得到有效的计量保障，特建立此标准；另外此标准的建立对保障信号发生器量值传递准确统一具有重要意义。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. 有关信号发生器的名词术语、基本定义和物理意义，如：频率范围、频率分辨率、频率准确度、频谱纯度、谐波、分谐波、杂波、谐波失真(与频率相关)
2. 输出衰减、源阻抗、输出阻抗、源电动势、输出端驻波比(与电平有关)
3. 调幅、调频、剩余调幅、剩余调频、脉冲调制、方波调制、调幅度、调频频偏(与调制有关)、输出幅度范围、稳幅输出功率、幅度分辨力、幅度频响。
4. 信号源的基本分类、主要用途，采用间接合成法的合成式扫描信号发生器的基本工作原理，锁相环的基本工作原理，扫描信号发生器的基本工作原理
5. 信号源频率准确度的检定方法，功率电平准确度的检定方法，调制度参数的检定方法，利用频谱仪进行“谐波”、“分谐波”、“杂波”抑制度的测试方法，信号源内置衰减器的测量方法
6. 检定规程中的检定方法和适用范围及对象

* **熟悉**

1. 测量信号源内置衰减器的高频串联替代法和低频串联替代法的工作原理，调制度分析仪和失真度分析仪的简单工作原理。
2. 利用衰减器减小等效源驻波比的原理、方法和相关公式
3. 利用网络分析仪和频谱仪测量信号源输出端驻波比的原理和方法

* **了解**

1. 矢量信号源简单工作原理和检定方法，信号源数字调制的原理和方法

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社，2002
2. JJG502-2017合成信号发生器检定规程
3. JJG 490-2002脉冲信号发生器检定规程
4. JJG 840-2015函数信号发生器检定规程
5. JJG 173-2003信号发生器检定规程
6. JJG 602-2004低频信号发生器检定规程

### 十一、（051101）校准接收机

**1.概述**

校准接收机把电压标准和衰减标准相结合，扩大电平的测量范围。为了尽可能的减少误差因素，接收金无一例外的采用中频替代技术。在现代接收机各个放大级都加了较深的负馈实，使其增益际只与几个精密的高稳定线性元件有关，从而克服了非线性。混频器和检波器有一定的线性区，为了保证上述两器件工作在线性范围内，混频器前的射频衰减器、放大器和检波器前的可变增益放大器都要改变信号幅度，使信号幅度落在两期间的线性工作区域内。这样样就决了信号电平在（+20～-127 ）dbm动态范围内的测量问题，使电平测量误差，优于1db。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. 校准接收机基本组成
2. 校准接收机使用中应注意的问题

* **熟悉**

1. 校准接收机的检定
2. JJF 1173-2018测量接收机校准规范

* **了解**

1. 接收机类型和特性
2. 校准接收机工作原理
3. 校准接收机量值传递

**3.参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社，2002
2. JJF 1173-2018 测量接收机

### 十二、（051201）频谱分析仪

**1.概述**

目前信号分析主要从三个方面进行，即时域（幅度~时间：示波器）、频域（幅度~频率：频谱仪）和调制域（频率~时间：调制域分析仪）。频域测量分析方法是观测信号幅度或能量与频率的关系，频谱分析仪就是分析信号频域特性的仪器。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. 有关信号频谱特性的理论、定义及等幅信号、各种调制信号（如调幅信号、调频信号、脉冲信号等）的频域表达方式及其频谱特点
2. 掌握频谱分析仪的类型、基本组成及各部分功能
3. 测量参数的定义：与频率有关的参数（工作频率范围、扫频宽度、扫描时间、分辨带宽、视频带宽、剩余调频）、与幅度有关的参数（最大允许输入电平、参考电平、动态范围、增益压缩点、幅度准确度、噪声系数、灵敏度）与频率幅度都有关的参数（等效噪声带宽、幅度频率响应、交调抑制度、噪声边带、剩余响应）
4. 掌握频谱分析仪各检定项目的测试方法（频率准确度、扫频宽度、中频带宽、中频带宽转换的幅度偏差、中频增益［参考电平］、频率响应、显示刻度、衰减器、剩余调频、平均噪声电平、剩余响应的、频谱分析仪自备校准源、噪声边带、谐波失真、扫描时间）各参数的测量方法和不确定来源

* **熟悉**

1. 熟悉频谱分析仪的检定装置原理图及检定项目和检定方法（交调失真、增益压缩），熟悉量值传递关系图
2. 影响参数测量准确度的因素及相关参数的设置方法
3. 使用频谱仪要注意的各种事项，如绝对禁止直流电压的引入，输入信号幅度不能大于最大输入等

* **了解**

1. 频谱分析仪测量信号频率的优点
2. 实时分析仪和目前常用的频谱分析仪的区别
3. 噪声及反射系数对频谱分析仪输入信号测量的影响
4. 实验室温度变化时应注意那些问题

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社，2002
2. GJB8805-2015宽频带频谱分析仪检定规程
3. JJF1396-2013频谱分析仪校准规范
4. JJG（军工）153-2018 宽频带频谱分析仪检定规程

### 十三、（051301）S参数

**1.概述**

S参数，也就是散射参数。是微波传输中的一个重要参数，S12为反向传输系数，也就是隔离。S21为正向传输系数，也就是增益，S11为输入反射系数，也就是输入回波损耗，S22为输出反射系数，也就是输出回波损耗。

**2. 知识要点**

* **掌握**

1. S参数的定义、二端口网络模型图、微波二端口器件S参数的校准
2. 有关微波阻抗的名词术语、基本定义和物理意义，如：集总参数、分布参数、阻抗、特性阻抗、反射系数、驻波比、回波损失、散射参数（S参数）。阻抗与反射系数、驻波比、回波损失之间的关系，反射系数与S参数之间的关系。
3. 特性阻抗标准器：标准同轴空气线与标准波导段是同轴、波导特性阻抗最高标准器；
4. 反射系数的标准器：1/4波长短路器、标准失配负载、标准无反射负载是反射系数标准器；
5. 开槽测量线、标量网络分析仪、矢量网络分析仪的主要用途、基本测量方法、系统的组成；
6. 用开槽测量线、标量网络分析仪、矢量网络分析仪进行微波阻抗参数（反射系数、电压驻波比）的检定；

* **熟悉**

1. 开槽测量线、标量网络分析仪、矢量网络分析仪的基本工作原理；
2. 开槽测量线、标量网络分析仪、矢量网络分析仪等微波阻抗标准装置的主要误差来源；
3. 利用矢量网络分析仪建立微波阻抗计量标准，以及该计量标准的重复性考核和稳定性考核、计量标准的不确定度评定；

* **了解**

1. 滑动小反射负载法测量小驻波比（开槽测量线）；
2. 最小点宽度法测量大驻波比（开槽测量线）；
3. 标量网络分析仪测量小反射的方法，包括误差平均法、纹波提取法；
4. 六端口网络分析仪技术；
5. 国内外微波阻抗计量标准发展状态。

**3. 参考文献**

1. 国防科工委科技与质量司，计量培训教材无线电计量，原子能出版社，2002
2. JJF（军工） 76-2014 微波二端口器件校准规范