

AV3860C 微波功率放大器—— 用户手册



中国电子科技集团公司第四十一研究所

AV3860C 微波功率放大器
用户手册
AV2.806.1030SS

拟 制 _____

审 核 _____

标准化 _____

批 准 _____

中国电子科技集团公司第四十一研究所

前 言

非常感谢您选择、使用中国电子科技集团公司第四十一研究所研制、生产的 V3860C 系列宽带微波功率放大器！本所产品集高、精、尖于一体，在同类产品中有较高的性价比。

我们将以最大限度满足您的需求为己任，为您提供高品质的仪器，同时带给您一流的售后服务。我们的一贯宗旨是“质量优良，服务周到”，提供满意的产品和服务是我们对用户的承诺，我们竭诚欢迎您的垂询，联系方式：

服务咨询 0532-86889847

技术支持 0532-86891085, 86895243

传 真 0532-86889056

网 址 <http://www.ei41.com>

电子信箱 5117@ei41.com

地 址 山东省青岛经济技术开发区香江路 98 号

邮 编 266555

本手册介绍了中国电子科技集团公司第四十一研究所研制、生产的 AV3860C 系列宽带微波放大器的用途、使用方法、基本工作原理、性能特性、一般维修方法、使用注意事项等内容，以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。为方便您熟练使用该仪器，请仔细阅读本手册，并正确按照书中指导操作。

由于笔者水平有限，文字中疏漏和不当之处，恳请各位用户批评指正！由于我们的工作失误给您造成的不便我们深表歉意。

本手册是 AV3860C 系列宽带微波放大器用户手册第一版，版本号是 AV2.806.1030SS

本手册中的内容如有变更，恕不另行通知。



声明：

本手册内容及所用术语最终解释权属于中国电子科技集团公司第四十一研究所。

本手册版权属于中国电子科技集团公司第四十一研究所，任何单位或个人非经本所授权，不得对本手册内容进行修改或篡改，并且不得以赢利为目的对本手册进行复制、传播，中国电子科技集团公司第四十一研究所保留对侵权者追究法律责任的权利。

编 者

2011 年 5 月

目 录

第一章 概述-----	1
第一篇 使用说明-----	3
第二章 开箱-----	3
第三章 操作指导-----	5
第一节 前面板特征-----	5
第二节 后面板特征-----	6
第三节 应用-----	6
第二篇 技术说明-----	10
第四章 工作原理-----	10
第一节 概要-----	10
第二节 工作原理-----	10
第五章 技术指标和指标测试-----	11
第一节 技术指标和性能特性-----	11
第二节 指标测试-----	11
第三篇 维修说明-----	15
第六章 维护和维修-----	15
第一节 定期维护-----	15
第二节 一般维修-----	15

第一章 概 述

本手册使用下面这些安全符号，操作仪器前请先熟悉这些符号及其含义！



警告：

“警告”表示存在危险。它提请用户对某一过程的特别注意。如果不能正确操作或遵守相应的规则，则可能造成人身伤亡。



请注意：

“请注意”特别提请用户注意的信息。它提醒用户应注意的操作信息或说明。



AV3860C 系列宽带微波功率放大器是一种宽带大功率的微波放大器。它具有携带方便、操作简单、频带宽等优点。放大倍数高、输出功率大是它的最大特点。它在 0.8GHz~20GHz 之间，输出功率可以达到 29dBm 以上。

宽带微波放大器既可单独作为功率放大器来用,又可与其它测量仪器组成一些重要的测试系统,可提高系统的动态范围,降低系统的噪声系数。例如用于频谱仪、功率计、标网等的前置宽带放大器。对于频谱仪,接上放大器后,信噪比可以有 20~25dB 的提高;对于灵敏度为 -25dBm 的频率计,接上放大器后,其灵敏度可以有 20~25dB 的提高;对于动态范围为 60dB 的标网,当用放大器前置放大时,其动态范围可以扩展到 80dB 以上。并且 AV3860C 系列宽带微波放大器具有扫频信号源和源模块接口。与扫频信号源连接时,通过外稳幅环路,可以直接稳幅放大器的输出端口,提高源的输出功率,扩大了使用范围。

AV3860C 系列宽带微波放大器还可用于 TWT 放大器测试,无线模型分析,长射频电缆测试,RFI 测试和驱动混频器等。另外在军事领域中的电子测量,电子对抗与电子宽频带工作的雷达接收机等电子设备的应用中具有广阔的前景,

本手册介绍了中国电子科技集团公司第四十一研究所生产的 AV3860C 系列微波放大器的用途、性能特性、基本工作原理、使用方法等,以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。请仔细阅读本书,并正确按照书中指导操作。

本手册共分五章。

第一章介绍 AV3860C 微波放大器的特点和用途。

第二章介绍 AV3860C 微波放大器的开箱检验及开机前注意事项。

第三章介绍 AV3860C 微波放大器的前、后面板特征和操作指导。

第四章介绍 AV3860C 微波放大器的基本工作原理。

第五章介绍 AV3860C 微波放大器的主要技术指标和性能特性,并详细介绍了对仪器指标的测试方法。

第六章介绍 AV3860C 微波放大器的维护和简单的维修方法。

我们衷心希望中国电子科技集团公司第四十一研究所能为您的工作带来方便和快捷。使用中如有任何问题,欢迎您与我们联系。

第一篇 使用说明

第二章 开 箱

1 型号确认

当您打开包装箱后，您会看到以下物品：

AV3860C 微波放大器	1 台
三芯电源线	1 根
用户手册	1 份
装箱清单	1 份

请您根据订货合同和装箱清单仔细核对以上物品是否有误，如有问题，请根据前言中的联系方式与我所经营中心联系，我们将尽快予以解决。

2 外观检查

仔细观察仪器在运输过程中是否有损伤，当仪器有明显损伤时，严禁通电开机！请根据前言中的联系方式与我所经营中心联系。我们将根据情况进行迅速的维修或调换。

3 运行环境

参考本说明书技术指标部分的环境适应性部分。另外需特别注意以下要求：

电源：220V (±10%)，50Hz (±5%)，400W。

电源插座：使用三芯电源插座，必须严格接地。

仪器电源线：使用装箱三芯电源线。

电源保险丝：长 20mm，直径 5mm，额定电流 3A，额定电压 250V。

为确保用户安全，防静电附件必须提供至少 $1M\Omega$ 的与地隔离电阻。



警告：

在将微波放大器与电源相连之前，请先仔细验证供电电源电压及仪器上的电源保险丝是否正常，否则极有可能造成仪器损坏！

4 静电防护

静电对电子元器件和设备存在极大的破坏性，所需防静电工作必须在防静电工作台上完成，通常我们使用两种防静电措施：导电桌垫与手腕组合；导电地垫与脚腕组合。两者同时使用时可提供良好的防静电保障。若单独使用，只有前者可以提供保障。为确保用户安全，防静电部件必须提供至少 $1M\Omega$ 的与地隔离电阻。

请正确应用以下防静电措施来减少静电损坏：

保证所有仪器正确接地，防止静电生成。

工作人员在接触接头、芯线或做任何装配操作以前，必须佩带防静电手腕。



警告： 上述防静电措施不可用于超过 500V 电压的场合！

第三章 操作指导

第一节 前面板特征

AV3860C 微波放大器前面板的设计极其方便简单。前面板的配置框图如图 3-1 所示。

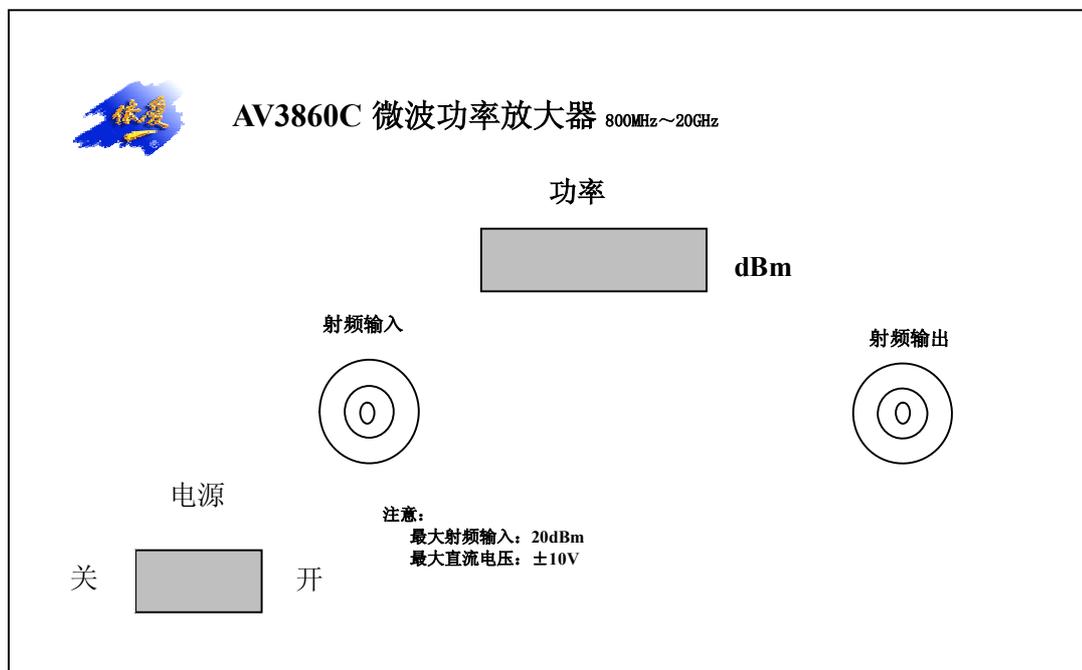


图 3-1 AV3860C 微波放大器前面板框图

1 显示窗

一个由四个数码管构成的用于显示微波放大器输出功率的 LED 显示屏。

2 射频输入

射频输入连接器用于连接微波放大器的射频输入信号。

3 射频输出

射频输出连接器用于连接微波放大器的射频输出信号。

4 电源

电源开关用于控制微波放大器 220V/50Hz 交流电源的开/关。

第二节 后面板特征

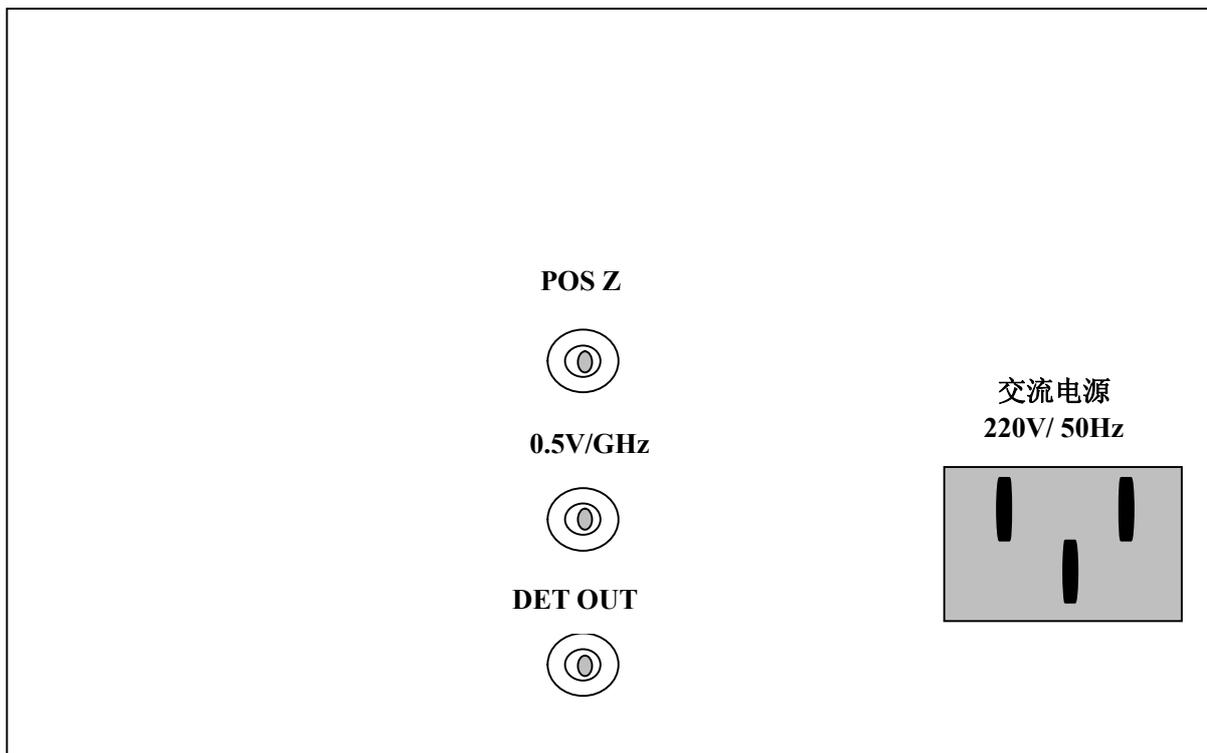


图 3-2 AV3860C 微波放大器后面板框图

微波放大器后面板有 3 个 BNC 连接器，它提供了与放大器接口仪器的信号输入/输出功能。

1 POS Z (BNC 连接器)

当扫频信号源回扫时保持微波放大器 LED 的显示功率不变。

2 0.5V/GHz (BNC 连接器)

该输入连接器用来接收随微波信号源频率变化的电压信号，此信号用于功率平坦度补偿。

3 DET OUT (BNC 连接器)

当微波放大器稳幅输出时，该输出连接器输出大约-1.0mV/mW。

4 220V/ 50Hz 电源输入

该连接器用于 220V \pm 10%、50Hz 的交流电压。

第三节 应用



警告：

为避免损坏放大器的电路，应先打开放大器，再加微波信号；先关微波信号，再关放大器。不要在没有微波信号输入的情况下长时间打开放大器。

AV3860C 系列宽带微波放大器可以有很多用途，下面介绍其中的几种用途。由于 AV3860C

系列微波放大器可以看作是源的延伸,所以放大器输出信号的频谱纯度主要取决于源信号的基频和谐波的功率电平。当微波放大器的输入功率比较大时,放大器也将产生一些低功率的寄生谐波信号,这些寄生信号应小于主信号至少 20dB。对于所有的放大器和源,可以用低通、高通、带通或跟踪滤波器来提高频谱纯度。

1 功率放大器



警告: 为避免损坏放大器的电路,由放大器输入端口输入的信号确保不要超过 +20dBm 或 ±10V。

图 3-3 为微波放大器用作功率放大的接法,此为放大器最通常的用法。放大器的输出功率可以通过扫频信号源的功率控制装置来调整,并由放大器的显示直接读数。

作为一个功率放大器,微波放大器可以用于不稳幅模式或稳幅模式。当用于不稳幅模式时,微波放大器显示的功率可能跟不上快速的功率变化(例如快速扫频)。扫频速度并不影响微波放大器的输出功率,但只有扫频速度低于 22ms/GHz 时,才能保证放大器显示的准确性。当放大器用于外稳幅模式时,连接放大器的检波输出到源的检波输入。另外源的外稳幅电路要同放大器内部的检波器相匹配才能使整个外稳幅环路正常工作。是否稳幅输出由信号源上的“UNLEVELED”指示灯指示,当环路保持稳幅输出时此指示灯应保持熄灭状态,当环路输出功率不稳时,指示灯发光。为了得到最大的稳幅输出功率,可以先增大信号源的输出功率,直到“UNLEVELED”指示灯亮,然后再反向调节信号源的输出直到指示灯熄灭。此时放大器的显示功率为最大稳幅输出功率。

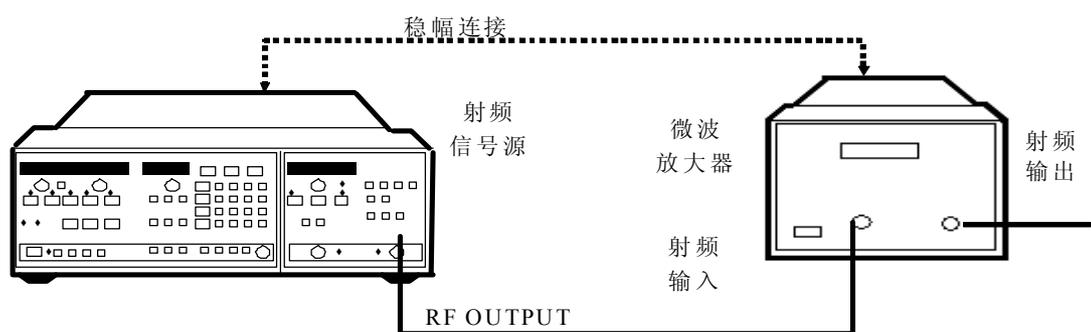


图 3-3 微波放大器用于功率放大

微波放大器用于功率放大可有如下用途: TWT 放大器测试, 天线模型分析, 长射频电缆测试, RFI 测试和驱动混频器等。用于微波大功率脉冲信号源时, 可以获得小的上升/下降时间(典型值小于 10ns)和输入输出延迟时间(典型值小于 8ns)。

2 宽带前置放大器

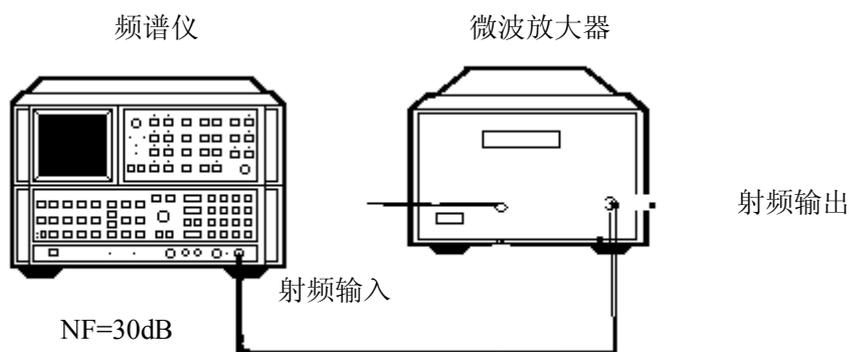


警告：

当放大器输入信号的功率为+5dBm 时，其输出功率可能高达+35dBm。因此对于接在放大器输出之后的电路应给以充分的保护。

微波放大器可以用于频谱仪、微波频率计、矢网等的前置宽带放大器。

2.1 对于噪声系数最大为 30dB 的频谱仪接上放大器后信噪比可以有 20~25dB 的提高。



系统的噪声系数：17dB
 利用 $F = F_1 + (F_2 - 1/G_1)$
 这里 F_1 = 放大器的 NF
 F_2 = 频谱仪的 NF
 G_1 = 放大器增益

图 3-4 微波放大器用于频谱仪的前置放大

2.2 对于灵敏度为-25dBm 的微波频率计可以使灵敏度提高 20~25dB。

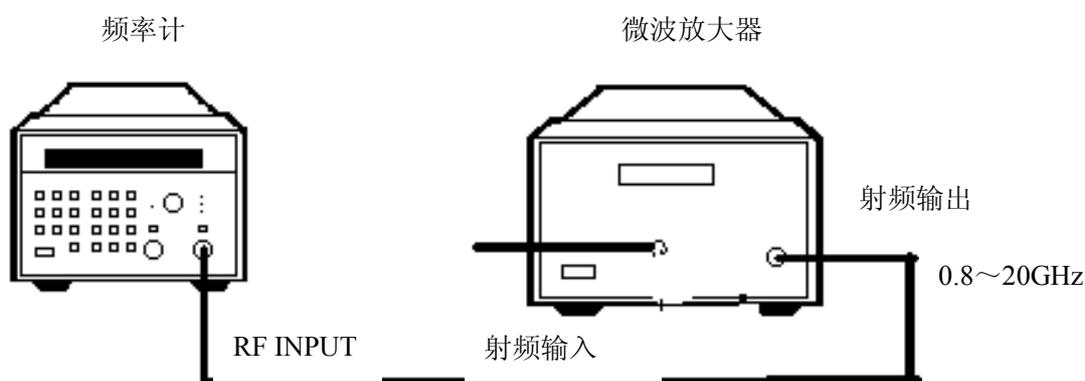


图 3-5 微波放大器用于频率计的前置放大

2.3 对于动态范围为 60dB 的标网来说，当用微波放大器前置放大时，其动态范围可以扩展到超过 80dB。

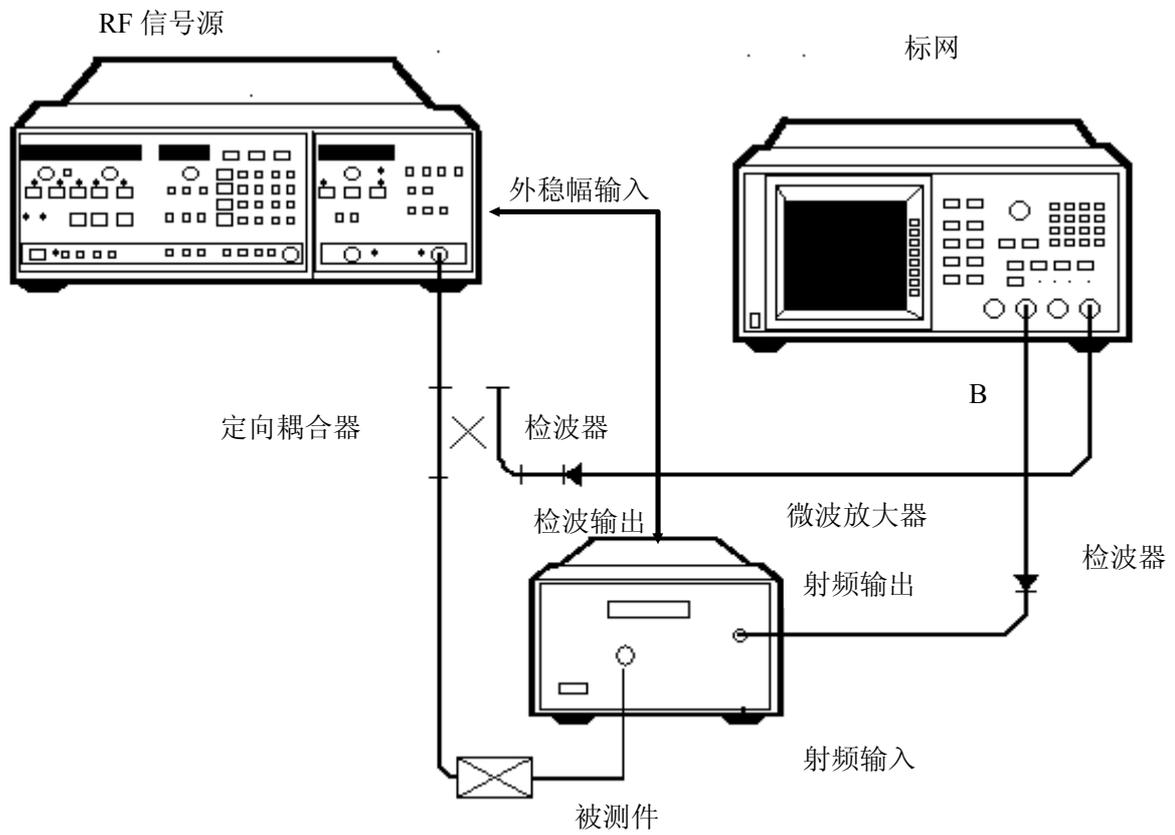


图 3-6 微波放大器用于标网动态范围扩展

第二篇 技术说明

第四章 工作原理

第一节 概要

AV3860C 系列微波放大器包含：显示板，微波放大器，电源偏置板，信号控制板，模块合成器接口。

在 AV3860C 的后面板有三个 BNC 连接器，当微波放大器和其它测试仪器组成测试系统时传送输入和输出信号。

第二节 工作原理

微波放大器把输入信号功率放大产生输出信号功率，偏置板为微波放大器提供偏压，信号控制板把来自微波放大器的检波输出电压信号转换成用 dBm 显示的射频输出功率。在毫米波系统中，信号控制板还控制产生对数或线性检波输出的源模块或合成器接口，这种检波输出依赖于毫米波系统所连接源的类型。显示板把来自信号控制板上的可调谐的电压信号（VDISP）转换成射频输出功率，并且显示在前面板上。电源板提供 AV3860C 系列放大器所要求的直流电压。母板连接微波放大器的各主要电路板。AV3860C 系列宽带微波放大器可以有以下两种工作方式：

1 开环工作方式

此时，从放大器的射频输入端输入微波信号，微波信号经过放大器放大，通过定向耦合器的主路最后输出。其中输出功率的一部分通过定向耦合器的耦合送到检波器，检波器把微波信号转变成电压信号再经过处理，最后在前面板显示出实际的功率值。

2 外稳幅工作方式

此时可以通过 BNC 电缆，把放大器的检波输出同扫频信号源的 ALC 输入连接，同时用 BNC 电缆把扫频信号源的 0.5V/GHz 引入放大器的补偿输入端口，这样放大器就同扫频信号源组成一个外稳幅环路。此时，检波器的检波电压经过双斜率对数放大后，一部分再经过指数放大，送到扫频信号源的外稳幅环路中。此时可以通过扫频信号源来设置放大器输出端口的输出功率，使放大器的输出端口的功率值稳定在设定的功率值上。并通过 0.5V/GHz 信号的引入使放大器输出功率的平坦度得到补偿。在这种状态下，放大器相当于源的延伸和扩展，方便了用户的使用。

第五章 技术指标和指标测试

第一节 技术指标和性能特性

1 AV3860C 微波放大器的技术指标

频率范围	0.8~20GHz	
输出功率	外稳幅	饱和输出功率
	$\geq 28\text{dBm}$	$\geq 29\text{dBm}$
小信号增益 $P(\text{in}) = -15\text{dBm}$	$\geq 23\text{dB}$	
外稳幅输出功率平坦度 $P(\text{out}) = 30\text{dBm}$ 或 28dBm	$\leq \pm 2.5\text{dB}$ (典型值为 $\leq \pm 2.0\text{dB}$)	
输入端口驻波比	≤ 2.5 (典型值为 $\leq \pm 2.1\text{dB}$)	
噪声系数	$\leq 10\text{dB}$ (典型值为 $\leq 7\text{dB}$)	

5 一般特性

5.1 环境要求

工作温度范围: $0^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$

储存温度范围: $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$

5.2 电源条件 交流 $220\text{V} \pm 10\%$, $50\text{Hz} \pm 5\%$, 整机功耗约 50W 。

5.3 物理特征

尺寸: $213\text{mm} \times 133\text{mm} \times 350\text{mm}$ (不包括把手和防护底角)

重量: 约 5.7kg

5.4 预热时间

AV3860C 系列微波微波放大器开机预热时间为 30 分钟。

第二节 指标测试

下面以 AV3860C 微波放大器指标测试为例, 其它型号的微波放大器可以参照测试。

1 测试用的仪器装备

表 5-1 测试方法所需主要测试仪器设备如下表

序号	仪器名称	主要技术指标	推荐型号
1	微波一体化矢量网络分析仪	频率范围：0.05GHz~20GHz	AV3629D
2	扫频信号源	频率范围：0.01GHz~20GHz	AV1463
3	功率计	频率范围：0.05GHz~26.5GHz	AV2434
4	功率探头	频率范围：0.05GHz~26.5GHz	AV71712
5	噪声系数分析仪	频率范围：0.01GHz~20GHz	AV3984
6	噪声源	频率范围：0.01GHz~26.5GHz	AV16604
7	固定衰减器	频率范围：2GHz~20GHz	30dB

注：可用满足特定指标的其它仪器替代。

2 小信号增益

测试框图：

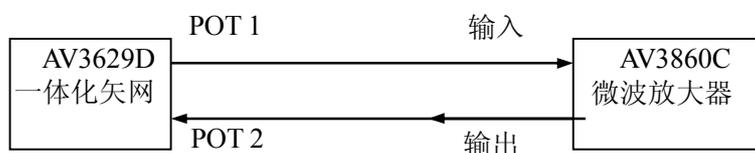


图 5-1 小信号增益测试框图

测试步骤：

- 打开 AV3860C 微波放大器和微波一体化矢量网络分析仪 AV3629D 的电源，预热 30 分钟。
- 把微波一体化矢量网络分析仪 AV3629D 设置为[测量]，[S21]，[格式]，[对数幅度]，功率-30dBm，频率 2~20GHz，扫频时间 2s，测量点数 101 点，对微波一体化矢量网络分析仪 AV3629D 系统做 S21 直通校准。
- 如图 5-1 所示连接测试系统进行小信号增益测试，在全频段内选择最小值就是小信号增益的最小值，此值应大于指标要求。

3 输出功率和输出功率平坦度

测试框图：

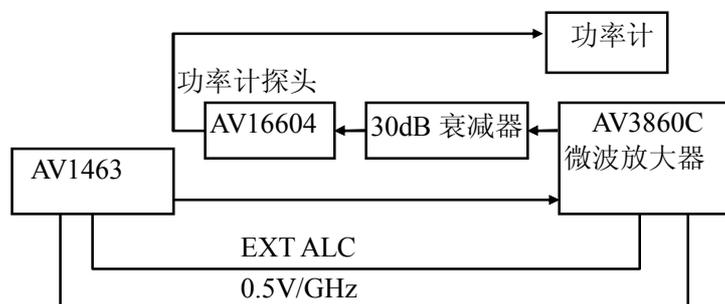


图 5-2 输出功率和平坦度测试框图

测试步骤:

- 如图 2 所示连接装置, 设置合成源为外稳幅方式, 频率为扫频 800MHz~20GHz, 增加外稳幅输出功率, 直到显示不稳幅为止, 记录最大稳幅功率, 此值应大于要求的下限值。
- 设置稳幅功率为 28dBm (如能稳在 30dBm, 可设置为 30dBm), 手动调节频率 0.8GHz~20GHz, 步进 1GHz, 观察功率计的最大和最小值, 计算外稳幅输出功率平坦度, 填入附表中, 其值应满足要求。
- 设置合成源为内稳幅, 稳幅功率为+0dBm (可根据实际情况改变功率使放大器工作在饱和区), 手动调节频率, 步进 1GHz, 观察功率计中最小输出功率, 填入附表中, 其值应大于饱和输出功率的下限值。

4 输入电压驻波比 (input VSWR)

测试框图:



图 5-3 输入电压驻波比测试框图

测试步骤:

- 设置 AV3629D 端口 1 输出功率为-30dBm, 频率 0.8GHz~20GHz, 扫频时间 2s, 进行 S11 单端口驻波校准。
- 如图 3 所示连接装置, 进行 S11 测量可测得 VSWR。根据附录表中给出的频率范围, 记录输入驻波比最大值, 填入附表中, 其值应小于上限值。

5 噪声系数测试

测试框图:

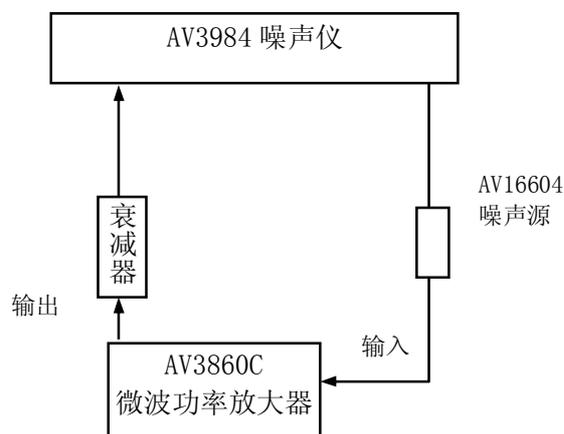


图 5-6 噪声系数测试框图

a) 测试步骤

- 1) 开机预热，设置噪声仪频率范围 0.8GHz~3GHz，扫描点数 11，按两次校准键，进行校准。
- 2) 在放大器的输出端接 10dB 的衰减器后，按补偿、补偿类型、DUT 后，按损耗补偿，选择损耗补偿开，把固定损耗值键入 10，按温度，输入温度值 296k。
- 3) 按图 5-6 连接，在 0.8~3GHz 范围内观察噪声仪的显示，找出最大值，此值即为此频段下的噪声系数，填入表 5。
- 4) 设置噪声仪频率范围 3~20GHz，扫描点数 18，重新连接，然后按照 a、b 步骤进行校准补偿。
- 5) 重新按图 5 连接，在 3~20GHz 范围内观察噪声仪的显示，找出最大值，此值即为此频段下的噪声系数，分频段取最大值填入附表中，其值应小于上限值。

表 5-4 噪声系数测量

频率范围 (GHz)	加 10dB 衰减器	
	0.8~3	3~20
噪声系数 (dB)		

第三篇 维修说明

第六章 维护和维修

第一节 定期维护

1 测试与校准

AV3860C 系列微波放大器应定期的进行测试和校准，测试应一年进行一次，如果仪器工作在恶劣的环境下，则测试的周期要相应的缩短。

2 外部清洁

应用蘸有中性的清洁剂的布擦拭前面板和机壳，擦拭完后再用干布擦干。



请注意： 千万不能用腐蚀性的清洁剂和化学药剂擦拭。

第二节 一般维修

1 预先发现故障

如果 AV3860C 系列微波放大器功能失常，首先确定问题是否由 AV3860C 系列微波放大器本身引起的。在测试之前检查与 AV3860C 系列微波放大器相连接的附属设备及它们之间的接口是否正常，确保不是配置的错误。如果确属 AV3860C 系列微波放大器故障，请与中国电子科技集团公司第四十一研究所经营中心联系，地址：青岛市经济技术开发区香江路 98 号，邮编：266555，电话：0532-86889847。

2 一般故障

a) 如果前面板显示窗显示类似-199.9dBm 明显超过放大器正常工作的显示范围(放大器正常工作在-20dBm~40dBm 范围内)，有可能是信号控制显示板有问题，请送交中国电子科技集团公司第四十一研究所维修。

b) 开机风扇不转

若开机风扇不转，请检查风扇是否有物体阻挡或是灰尘太多，此时应关机除掉障碍物或清理风扇。然后重新开机上电，如果风扇还不转就需返回厂家维修或更换风扇。

3 功能故障

如果供电电压及显示板皆正常，而微波放大器仍没有放大输出，有必要进行更多细节的测试以便找出问题的根源。首先需要判断是不是 AV3860C 中微波件的故障，这就需要把 AV3860C 中的微波件-微波放大器取出进行测试，如果放大器没有问题，那么可能 AV3860C 中的板子有问题，请与中国电子科技集团公司第四十一研究所经营中心联系维修。如果放大器不能正常工作，请寄回中国电子科技集团公司第四十一研究所经营中心联系维修。
