

82401/82406 系列倍频源模块 用户手册

中电科仪器仪表有限公司

2018 年 10 月

前 言

非常感谢您选择使用中电科仪器仪表有限公司研制、生产的 82401/82406 系列倍频源模块。本公司产品集高、精、尖于一体，性能卓越且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，为您提供高品质的测量仪器，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 0532-86888007
质量监督 0532-86886614
传 真 0532-86897258
地 址 山东省青岛经济技术开发区香江路 98 号
邮 编 266555

本手册介绍了中电科仪器仪表有限公司研制、生产的 82401/82406 系列倍频源模块的用途、使用方法、使用注意事项、性能特性、基本工作原理、故障查询、编程指南等内容，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，并正确按照手册指导操作。

由于时间紧迫和笔者水平有限，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《82401/82406 系列倍频源模块用户手册》第一版，版本号是 AV2.983.1235SS, B.2。

本手册中的内容如有变更，恕不另行通知。本手册内容及所用术语最终解释权属于中电科仪器仪表有限公司。



声明：

本手册版权属于中电科仪器仪表有限公司，任何单位或个人非经本公司授权，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，中电科仪器仪表有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

请勿试图拆开或改装本手册未说明的任何部分。若自行拆卸，可能会导致电磁屏蔽效能下降、机内部件损坏等现象，影响产品的可靠性。若处在保修期内，则我方不再提供无偿维修。

编者

2018 年 10 月

目 录

用户手册	1
第一章 概 述	5
第一篇 使用说明	6
第二章 开 箱	7
第三章 用户检查	9
第四章 例行维护	10
第五章 前、后面板说明	11
第六章 操作指导	14
第一节 稳幅选件输出功率可调模式操作指导	14
第二节 最大功率输出模式操作指导	14
第二篇 技术说明	16
第七章 工作原理	17
第八章 主要技术指标及性能测试	18
第一节 主要技术指标	18
第二节 性能特性测试	18
第三篇 维修说明	22
第九章 故障信息说明及返修方法	23
第一节 故障查询及错误信息说明	23
第二节 返修方法	23

第一章 概述

82401/82406 系列倍频源模块是中电科仪器仪表有限公司针对当今国防建设对毫米波太赫兹太赫兹频段测试手段的迫切需求，基于目前主流的微波信号合成源，全正向设计开发的产品。



图 1-1 82401/82406 系列倍频源模块

如图 1-1 所示为 82401/82406 系列倍频源模块实物图，该系列产品包括 82406/82401N/82406A/82401QA/82406B/82406C/82401SA/82406D/82401TA/82406E 共计 10 个型号的产品，分别以标准波导口输出 50~75GHz/60~90GHz/75~110GHz/90~140GHz/110~170GHz/170~220GHz/170~260GHz/220~325GHz/260~400GHz/325~500GHz 的信号。该系列产品具有输出功率大、应用便捷等特点，可满足针对雷达、天线等的测试要求。

通过本手册，您可以得心应手地使用 82401/82406 系列倍频源模块。在使用中如果遇到什么问题、有什么意见和建议，请以前言中的方式及时与我们联系。不断地改进产品，最大限度的满足用户需求是我们的一贯宗旨。

本用户手册共分四个部分，共九章：

第一章概括地讲述了 82401/82406 系列倍频源模块的一些基本情况，包括 82401/82406 系列倍频源模块采用的一些先进技术；具备的或可以实现的各种功能；同时也对本手册进行了概括的说明。

第二章至第六章是使用说明部分：包括如何打开并检查一台新到的倍频源模块、倍频源模块的使用注意事项以及日常维护方法；前、后面板的接头说明；82401/82406 系列倍频源模块的基本操作方法：介绍了倍频源模块的基本操作方法，包括稳幅功率输出模式操作指导和饱和功率输出模式操作指导两部分。

第七、八章是技术说明部分：详细叙述了 82401/82406 系列倍频源模块的工作原理和关键技术；给出了 82401/82406 系列倍频源模块主要技术指标、性能特性测试方法等内容。

第九章是维修说明部分：包括故障查询步骤及出错信息说明和返修方法。

我们衷心希望我们的产品能为您工作带来方便和快捷！

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：

倍频源模块	1 台
合格证	1 个
15V 适配器	1 个
电源线	1 根
控制电缆	1 根
装箱清单	1 份
铝质金属箱	1 个

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，请通过前言中的服务咨询热线与我所服务咨询中心联系，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！请根据前言中的服务咨询热线与我所服务咨询中心联系。我们将根据情况迅速维修或调换。

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%)，50W。

电源插座：使用三芯电源插座，必须接地良好。

仪器电源线：使用装箱三芯电源线。

电源适配器：+15V~+16V 直流。



为防止或减小由于多台设备通过电源产生的相互干扰，特别是大功率
请注意：设备产生的尖峰脉冲干扰可能导致倍频源模块内部硬件毁坏，请最好用
220V 交流稳压电源加 15V 适配器为倍频源模块供电。



警告：电源接地不良或错误可能导致仪器损坏，甚至造成人身伤害。在连接倍
频源模块电源之前，一定要确保电源地线与供电电源的地线良好接触。
必须使用有保护地的电源插座，不要用外部电缆代替接地保护线。

4 静电防护

静电对电子元器件和设备有极大的破坏性，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 $1\text{M}\Omega$ 的对地隔离电阻。

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或采取其他防静电措施。



警告： 上述防静电措施不可用于超过 **500V** 电压的场合！

5 预热

为保证测量精度，使用倍频源模块进行测量前请开机预热至少 30 分钟。

第三章 用户检查

1 初步检查

请用户首先检查使用环境以及用于向倍频源模块输入射频信号的微波信号源工作状态是否正常。然后将倍频源模块连接至微波信号源（具体连接方法见第七章）。

2 详细检查

- a) 稳幅功率输出模式:用 BNC 连接电缆将倍频源模块和微波信号源对应数据交换端口连接，用自动识别电缆将倍频源模块和微波信号源对应数据交换端口连接，然后开启倍频源模块，再开启合成信号源，合成信号源主机会自动识别倍频源模块的频段范围等指标（具体连接方法见第七章）。
- b) 最大功率输出模式:关闭频源模块和信号源主机电源，断开倍频源模块和信号源的数据连接，然后重启倍频源模块和信号源主机，手动设置信号源主机倍频系数和输出功率（具体连接方法见第七章）。

第四章 例行维护

1 仪器的清洗：

在使用一段时间后，请清洁您的倍频源模块，按照下面的步骤操作：

- a) 关闭信号源电源，将源接口电缆和射频输入电缆从微波信号源上取下。
- b) 拔掉电源线。
- c) 用干净柔软的棉布蘸上精密仪器专用清洁剂，轻轻擦拭倍频源模块。
- d) 再用干净柔软的棉布将显示擦干。
- e) 待清洗剂干透后方可接上接口电缆和电源适配器，开机继续使用。



请注意：

切勿使用含有氟化物、酸性、碱性的清洗剂。切勿将清洗剂直接喷到倍频源模块上，否则可能渗入模块内部，损坏仪器。

第五章 前、后面板说明

1 前面板说明

倍频源模块的前面板示意图如图 5-1 所示：



图 5-1 前面板示意图

82401/82406 系列倍频源模块的射频输出端口用于输出 50GHz~500GHz 相应频段的毫米波太赫兹信号。

2 后面板说明

82401/82406 系列倍频源模块的后面板如图 5-2 所示，由电源开关、LED 指示灯、射频输入端口、电源输入端口和控制接口组成。其中射频输入接口为微波信号源输出至倍频源模块的激励信号的输入端口；检波输出端口为使用稳幅功能选件时检波信号输出接口；控制接口为自动识别电缆连接接口。倍频源模块有源微波部件所需的直流电，通过外接电源适配器提供。



图 5-2 后面板示意图

2.1 电源开关

电源开关如图 5-3 所示，82401/82406 系列倍频源模块的电源用于控制倍频源模块的开启/关闭。



图 5-3 电源开关

2.2 LED 指示灯

LED 指示灯如图 5-4 所示，用于显示倍频源模块电源接入状况。其颜色为绿色，对应仪器的物理状态如表 5-1 所示：

表 5-1 指示灯状态说明

仪器状态	指示灯状态	倍频源模块物理状态
关机状态	不亮	a) 已接上 AC~DC 适配器，未接入电源。 b) 未接上 AC~DC 适配器，未接入电源。
开机状态	绿色常亮	已接上 AC~DC 适配器，并接入电源。



图 5-4 LED 指示灯

2.3 射频输入

射频输入端口如图 5-5 所示，为微波信号源激励信号的输入端口。对应型号的输入频率范围如表 5-2 所示：

表 5-2 射频端口输入频率范围

型号	射频端口输入频率范围
82406	12.5GHz~18.75GHz
82401N	10.0GHz~15.0GHz
82406A	12.5GHz~18.33GHz
82401QA	15.0GHz~23.33GHz
82406B	9.16GHz~14.17GHz
82406C	14.16GHz~18.33GHz
82401SA	14.16GHz~21.67GHz
82406D	12.22GHz~18.06GHz
82401TA	14.44GHz~22.23GHz
82406E	9.02GHz~13.89GHz



图 5-5 射频输入端口

2.4 电源输入

电源输入端口如图 5-6 所示，倍频源模块需直流供电，采用交流供电时必须使用随机配备的 AC~DC 适配器。适配器的输入为 85~264V、50/60Hz 交流电，电流不得超过 2.5A。



图 5-6 电源输入端口

2.5 控制接口

控制接口如图 5-7 所示，用于倍频源模块和信号源主机间自动识别电缆的连接。



图 5-7 控制接口

第六章 操作指导

本章介绍本系列倍频源模块与本公司生产的合成信号源主机一起使用时的基本操作方法，包括稳幅功率输出模式操作指导和最大功率输出模式操作指导两部分。



说明：

在下面的讲述中前面板输入的硬键和软键的描述形式为：

硬键描述形式：**【XXX】**，XXX 为硬键名

软键描述形式：**[XXX]**，XXX 为软键名

如果软键包括多种状态，那么有效的状态在括号内注明。

例如 **[扫描时间 手动 自动]**（手动），表示扫描时间手动有效。

第一节 稳幅选件输出功率可调模式操作指导

82406/82401N/82406A/82401QA/82406B 五个型号所具有的稳幅选件功能，可实现对倍频源模块输出功率的手动调节，具有输出功率可调、输出功率平坦的优点，具体使用方法如：

1、用控制电缆将倍频源模块**【控制接口】**和信号源主机后部**【源模块接口】**连接，用 BNC 连接电缆将倍频源模块**【检波输出】**和信号源主机后部的**【外检波输入】**接口连接，用射频电缆将倍频源模块**【射频输入】**端口和信号源主机**【射频输出】**端口连接。

2、将适配器插头连接至倍频源模块的**【直流输入】**接口，然后开启倍频源模块。

3、待倍频源模块开启（LED 指示灯已点亮，风扇转动工作）后，开启信号源主机，主机会自动识别并设置倍频源模块的倍频系数等参数，当看到“连接成功”提示时，信号源主机屏幕显示所连接倍频源模块工作频段的中心频率，初始功率显示为“0” dBm，即表示信号源主机与倍频源模块连接正常并完成初始设置。

4、此时设置所需频率和功率值，即可在倍频源模块前面板中心输出端口得到设定频率和功率的信号。



请注意：

请在信号源主机未完全开启前打开倍频源模块的电源；该操作完成后倍频系数等参数由系统自动完成，只需在信号源主机键入所需频率值和功率值即可。稳幅选件仅支持本公司生产的 1464/1465 系列合成扫频信号发生器。

第二节 最大功率输出模式操作指导

该模式下可获得饱和输出的最大功率值，具体使用方法如下：

● 不带稳幅选件的倍频源模块功率饱和输出模式操作：

1、用控制电缆将倍频源模块**【控制接口】**和信号源主机后部**【源模块接口】**连接。

2、将适配器插头连接至倍频源模块的**【直流输入】**接口，然后开启倍频源模块。

3、待倍频源模块开启（LED 指示灯已点亮，风扇转动工作）后，开启信号源主机，主机会自动识别并设置倍频源模块的倍频系数等参数，当看到“连接成功”提示时，信号源主机屏幕显示所连接倍频源模块工作频段的中心频率，初始功率显示为“0” dBm，即表示信号源主机与倍频源模块连接正常并完成初始设置。此时倍频源模块只能输出对应频段的信号。

4、设置所需频率和信号源主机的输出功率值，即可在倍频源模块前面板中心输出端口得到设定频率下的饱和输出功率。此种模式下信号源主机输出功率值应设置大于 5dBm，最大不超过 15dBm。

5、当没有自动识别电缆时，您也可通过手动设置使倍频源模块饱和输出，操作如下：

用射频电缆将倍频源模块【射频输入】端口和信号源主机【射频输出】端口连接。将适配器插头连接至倍频源模块的【直流输入】接口，然后开启倍频源模块。在信号源主机依次按【频率】，【翻页】，【倍频系数】然后键入对应的倍频系数数值后按下【dBm】键（各型号的倍频系数详见表 8-1），然后设置信号源主机对倍频源模块输入的输出功率（按下【功率】后键入需要的功率值后按下【dBm】键完成设置，推荐设置 6-10dBm 均可），再设置需要的频率，即可在倍频源模块前面板中心输出端口得到设定频率下的饱和输出功率。当没有自动识别电缆，手动设置倍频系数时，可在信号源主机设置倍频源模块对应频段外的其他频率，但是本公司不保证倍频源模块对应频段外其他频率信号的质量。

- 带有稳幅选件的 82406/82401N/82406A/82401QA/82406B 五个型号倍频源模块功率饱和输出操作：

不连接 BNC 电缆，重复上述“不带稳幅选件的倍频源模块功率饱和输出模式操作”即可。



请注意： 若将本系列产品与其他公司产品连接使用，请参考本操作第 5 步。



请注意： 操作断开倍频源模块和信号源主机间的控制电缆及 BNC 连接电缆等电缆时，应保证所有相连仪器处在关机状态下。若将本系列产品与其他公司产品连接使用，请参考本操作第 5 步。

第二篇 技术说明

第七章 工作原理

标准毫米波太赫兹倍频源模块原理如图 7-1 (a) 所示。微波合成信号源通过控制电缆对毫米波太赫兹倍频源模块进行软件控制，实现信号源主机对倍频源模块频段等信息的识别和设定；通过射频电缆将射频信号输出到毫米波太赫兹倍频源模块的输入端。倍频源模块所需的直流电源由适配器提供。

带有稳幅选件的毫米波太赫兹倍频源模块原理如图 7-1 (b) 所示。微波合成信号源通过控制电缆对毫米波太赫兹倍频源模块进行软件控制，实现信号源主机对倍频源模块频段等信息的识别和设定；通过射频电缆将射频信号输出到毫米波太赫兹倍频源模块的输入端；通过 BNC 连接电缆实现与倍频源模块的数据交换。倍频源模块所需的直流电源由适配器提供。

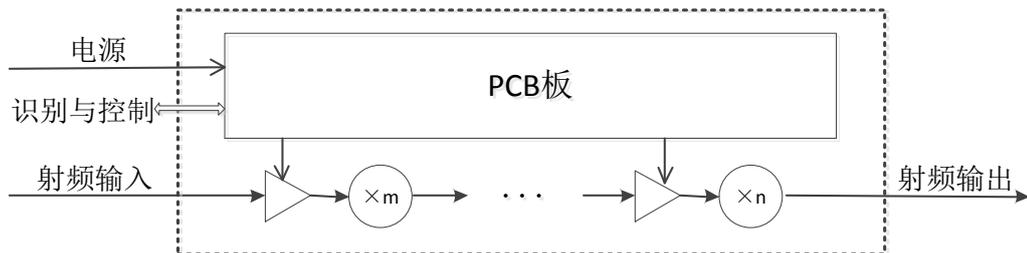


图 7-1 (a) 标准毫米波太赫兹倍频源模块原理图

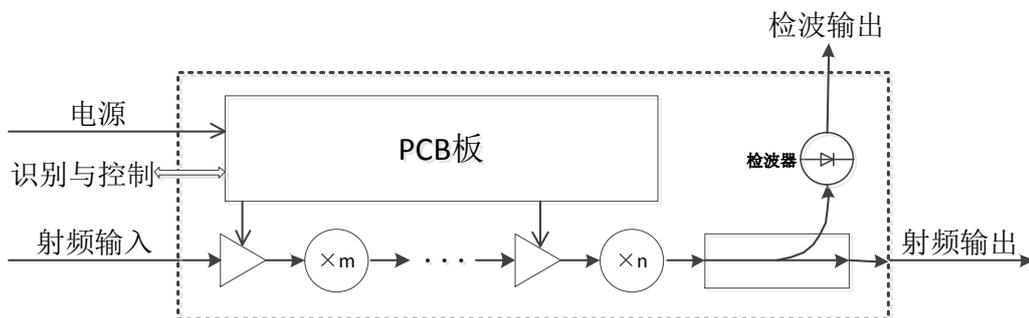


图 7-1 (b) 带有稳幅选件的毫米波太赫兹倍频源模块原理图

82401/82406 系列倍频源模块采用毫米波太赫兹功率放大和基于肖特基二极管的毫米波太赫兹倍频等技术，将现有微波信号合成源产生的低频段信号进行多级放大倍频，进而得到满足功率需要的毫米波太赫兹频段的信号。直流电源通过倍频源模块内部的 PCB 电路板为微波毫米波太赫兹放大器提供偏置电压。PCB 电路板中还存储有倍频源模块频段等基本信息，以实现稳幅选件功能和本公司生产的信号源主机对倍频源模块的自动识别。

第八章 主要技术指标及性能测试

82401/82406 系列产品可与 1464 或 1465 系列合成扫频信号发生器连接组成信号发生系统,如图 8-1 所示:



图 8-1 毫米波太赫兹与太赫兹倍频源系统

系列产品均为智能型扩频装置,即扩频装置通过控制电缆与主机互联后,主机自动识别模块型号,将主机倍频系数设置为相应数值,频率范围设置为相应倍频源扩频装置的工作频率,在此状态下,信号源主机开机初始输出功率默认设置为 0dBm。智能型信号源扩频装置无需用户在主机上手动设置倍频系数和频率范围等繁琐操作,使用方便快捷。同时,82406/82401N/82406A/82401QA/82406B 倍频源模块还有稳幅选项,提供稳幅输出功能。

第一节 主要技术指标

倍频源模块的主要技术指标如表 8-1 所示。

第二节 性能特性测试



说明:

下列各个指标测试时的具体操作步骤是根据图示中的测试仪器编写的,当采用同等性能特性的其它测试仪器时,具体操作方法应参照该仪器的使用说明书进行。测试步骤中提到的复位仪器,均指厂家复位模式,如设备处于用户定义复位状态,应改为厂家复位状态并进行再次复位,以保证设备初始状态处于已知状态。

饱和输出功率测量

a) 测试说明

用以测试 82401/82406 系列倍频源模块的输出功率指标,指标要求为:

82406 输出功率: $\geq 13\text{dBm}$ (50GHz~75GHz)

82401N 输出功率: $\geq 11\text{dBm}$ (60GHz~90GHz)

表 8-1 倍频源模块的性能指标

型 号	82406	82401N	82406A	82401QA	82406B	82406C	82401SA	82406D	82401TA	82406E
输出频率范围 (GHz)	50~75	60~90	75~110	90~140	110~170	170~220	170~260	220~325	260~400	325~500
输出功率 (dBm)	$\geq+13$	$\geq+11$	$\geq+10$	$\geq+5$	$\geq+2$	≥-2	≥-6	≥-8	≥-15	≥-18
	16(typ.)	13(typ.)	15(typ.)	10(typ.)	10(typ.)	2(typ.)	0(typ.)	-3(typ.)	-10(typ.)	-10(typ.)
倍频系数	4	6	6	6	12	12	12	18	18	36
稳幅选件	有	有	有	有	有	无	无	无	无	无
输入频率范围 (GHz)	12.5~18.75	10~15	12.5~18.33	15~23.33	9.17~14.17	14.17~18.33	14.17~21.67	12.2~18.06	14.44~22.22	9.02~13.89
外形尺寸(宽 ×高×深 无 护角, mm)	120×85×240									
电源输入形式	15V-16V 适配器									
功耗	<20W									
RF 输入端口接 口	3.5mm 阴头连接器									
输出端口接口	WR15	WR12	WR10	WR8.0	WR6.5	WR5.1	WR4.3	WR3.4	WR2.8	WR2.2
输入功率范围 (dBm, Typ.)	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10

注：输入功率最大不得超过 15dBm。

82406A	输出功率:	$\geq 10\text{dBm}$	(75GHz~110GHz)
82401QA	输出功率:	$\geq 5\text{dBm}$	(90GHz~140GHz)
82406B	输出功率:	$\geq 2\text{dBm}$	(110GHz~170GHz)
82406C	输出功率:	$\geq -2\text{dBm}$	(170GHz~220GHz)
82401SA	输出功率:	$\geq -6\text{dBm}$	(170GHz~260GHz)
82406D	输出功率:	$\geq -8\text{dBm}$	(220GHz~325GHz)
82401TA	输出功率:	$\geq -15\text{dBm}$	(260GHz~400GHz)
82406E	输出功率:	$\geq -18\text{dBm}$	(325GHz~500GHz)

b) 测试框图

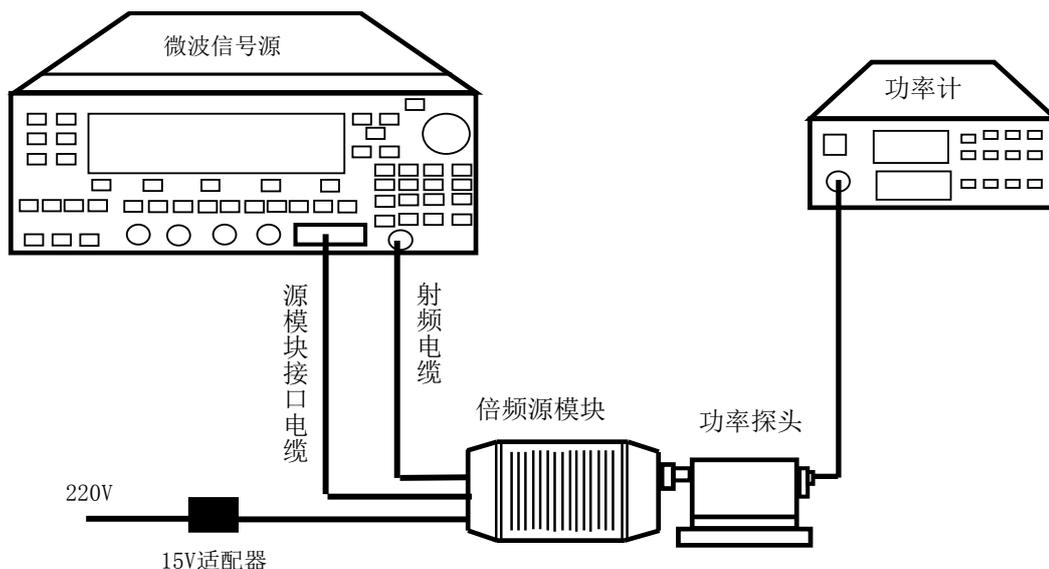


图 8-2 倍频源模块输出功率测试

c) 测试设备

1) 合成源 1464 或 1465 系列信号合成源

2) 功率计:

频率范围: 50GHz~75GHz	71716+2436/2438
频率范围: 60GHz~90GHz	87115N+2436/2438
频率范围: 75GHz~110GHz	71717+2436/2438
频率范围: 90GHz~140GHz	87115QA+2436/2438
频率范围: 110GHz~170GHz	71718+2436/2438
频率范围: 170GHz~220GHz	87106A+2436/2438
频率范围: 170GHz~260GHz	87115SA+2436/2438
频率范围: 220GHz~325GHz	87106B+2436/2438
频率范围: 260GHz~400GHz	87115TA+2436/2438
频率范围: 325GHz~500GHz	87108B+2436/2438

3) 转接波导

d) 测试步骤

- 1) 如图 8-2 所示连接各仪器设备;
- 2) 先开启倍频源模块 (LED 指示灯已点亮, 风扇转动工作), 后开启信号源主机, 所有仪器预热 30min;
- 3) 关闭信号源的射频输出, 对功率计进行校零;
- 4) 将信号源主机输出功率值设置成 8dBm (信号源主机输出功率值推荐设置大于 5dBm, 但是最大不超过 15dBm, 可根据倍频源模块是否为饱和输出在此范围内调整该值), 然后从该型倍频源模块标准工作频段的起始频率开始, 以 1GHz 为频率步进, 分别设置信号源主机的频率为点频。
- 5) 打开信号源的射频输出, 等待功率计显示值稳定下来, 此时功率计测得的功率即为倍频源模块在相应频点的最大输出功率;
- 6) 记录倍频源模块在各个频率点的输出功率;



请注意: 具体操作步骤可参考第六章-操作指导。

第三篇 维修说明

第九章 故障信息说明及返修方法

本章将告诉您如何发现问题并接受售后服务。其中也包括对信号源内部出错信息进行解释。

如果您购买了 82401/82406 系列倍频源模块，在操作过程中遇到一些问题，或您需要购买信号源相关部件或附件，本公司将提供完善的售后服务。

通常情况下，产生问题的原因来自硬件、软件或用户使用不当，一旦出现问题请您及时与我们联系。如果您所购买的信号源尚处于保修期，我们将按照保修单上的承诺对您的信号源进行免费维修；如果超过保修期，我们也只收取成本费。

第一节 故障查询及错误信息说明



说明：

本部分是指导您当 82401/82406 系列倍频源模块出现故障时如何进行简单的判断和处理，如果必要请您尽可能准确的把问题反馈给厂家，以便我们尽快为您解决。

1 待机灯不亮

电源插座是否通电，电源是否符合倍频源模块工作要求。

若仍不能排除异常，则联系售后服务或者联系厂家进行返修。

2 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，如果风扇还不转就需返回厂家维修或更换风扇。

3 指标异常

如果测试模块指标全部异常，请按下面所列步骤进行检查：

- 1) 检查射频输入电缆是否连接正确，接头连接是否松动。
- 2) 检查射频的输入功率是否达到要求。
- 3) 检查功率计探头与源模块是否连接正确，是否松动。

若仍不能排除异常，则联系售后服务或者联系厂家进行返修。

第二节 返修方法

如果仪器需送返我所进行维修，请根据前言中的联系方式与我所服务咨询中心联系。并将仪器故障现象和错误信息的详细资料或将仪器测试报告的复印件附送给我们，请用原仪器的包装箱打包运送。

如果没有原包装箱，您可以用以下所列举的，商业上一些通用步骤对仪器进行再包装：

- a) 为仪器附贴完整的服务标记。

- b) 为仪器装上面板保护罩，如果没有面板保护罩，用厚纸板保护控制面板。
- c) 为防止静电损坏，将仪器装入防静电袋内。
- d) 使用坚固的运输箱，如双层褶皱硬纸板箱。纸箱必须足够大、足够结实，纸箱与仪器的各面至少要留有 3~4 英寸的空隙来填充包装材料。
- e) 用强力尼龙胶带加固运输箱。在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放”等字样。
- f) 保留所有运输单据的副本。