

## RF 检测器/控制器

## 产品简述

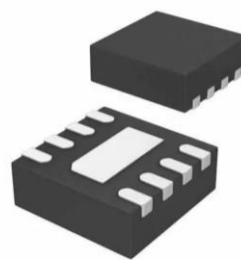
MS2351M/MS2351D 是一款对数放大器芯片，主要用于接收信号强度指示(RSSI)与控制功率放大器，工作频率范围是0.05GHz~4.0GHz，动态范围随信号频率不同，可达 35dB 到 45dB。

MS2351M/MS2351D 是电压响应器件，0.05GHz~2.5GHz 频率范围工作时，典型的输入信号范围均方根值为 1.25mV~224mV 或 -45dBm~0dBm@50Ω。

MS2351M/MS2351D 内部使用 AC 耦合，并提供两种电压输出。一是从引脚 V\_UP 输出；二是从引脚 V\_DN 输出，它是 V\_UP 电压的反相，且有 2 倍的增益。V\_DN 输出从 2.20V 降到接近于地电位，该输出可以使芯片工作在控制模式。



MSOP8



DFN8

## 主要特点

- 完整的 RF 检测器/控制器功能
- 典型条件下动态范围：
  - 0.05GHz~2.5GHz: -45dBm~0dBm@50Ω
  - 2.6GHz~3.0GHz: -40dBm~0dBm@50Ω
  - 3.1GHz~4.0GHz: -35dBm~0dBm@50Ω
- 10dB 阶跃响应时间：83ns
- 良好的温度稳定性
- 单电源供电：2.7V~5.5V

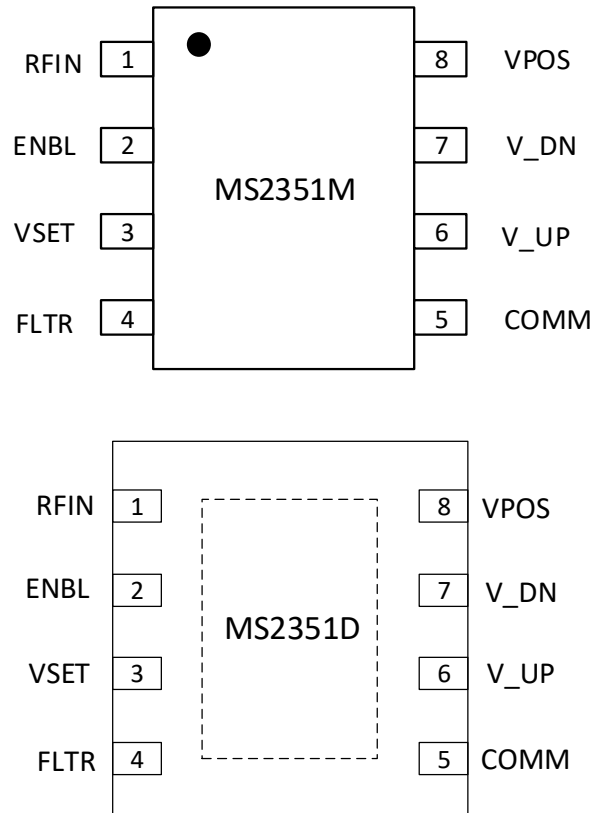
## 应用

- 无线终端的接收以及发射信号强度指示
- 发射机功率测量与控制

## 产品规格分类

产品	封装形式	丝印名称
MS2351M	MSOP8	MS2351M
MS2351D	DFN8	2351D

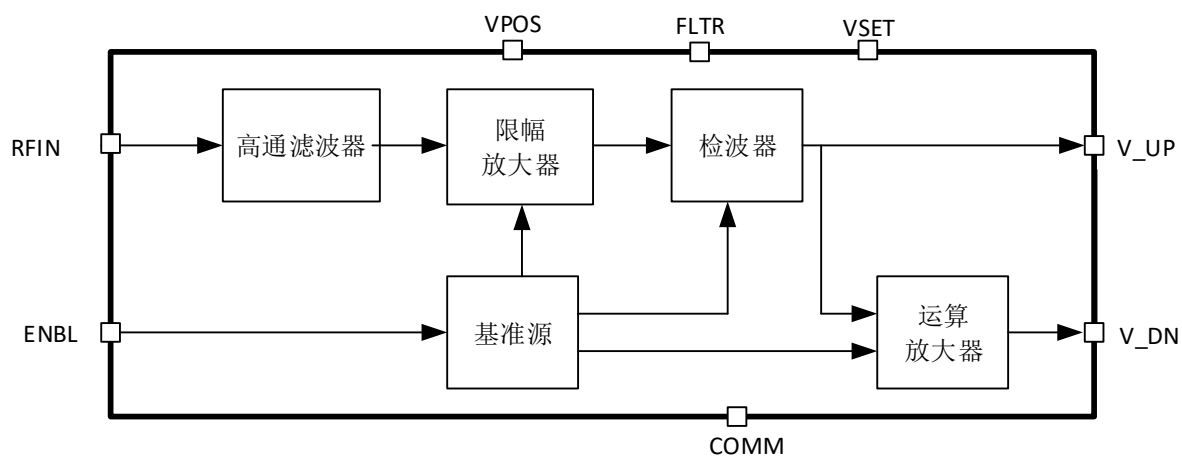
## 管脚图



## 管脚说明

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
1	RFIN	I	射频输入
2	ENBL	I	连接到电源，正常工作模式；接地，芯片关断
3	VSET	I	设置该点电压，使芯片工作在控制模式。 而为了工作在测量模式，需把 VSET 连接到 V_UP
4	FLTR	O	接外部电容以延长输出响应时间，电容连接在 FLTR 与 V_UP 之间
5	COMM	-	参考地
6	V_UP	O	对数输出，输出与输入信号幅度成正比
7	V_DN	O	V_UP 的反相，与它的关系为： $V\_DN=2.20-2\times V\_UP$
8	VPOS	-	电源

## 内部框图



## 极限参数

芯片使用中，任何超过极限参数的应用方式会对器件造成永久的损坏，芯片长时间处于极限工作状态可能会影响器件的可靠性。极限参数只是由一系列极端测试得出，并不代表芯片可以正常工作在此极限条件下。

参数	符号	额定值	单位
电源电压	$V_{POS}$	5.5	V
$V_{UP}$ , $V_{DN}$ , $VSET$ , $ENBL$		$0 \sim V_{POS}$	V
输入电压		1.6	V rms
等效功率		+17	dBm
最大可承受功耗	$P_D$	200	mW
工作环境温度 <sup>1</sup>	$T_A$	-40 ~ +85	°C
存储温度	$T_{STG}$	-65 ~ +150	°C
焊接温度（10 秒）	$T_{SOLDER}$	260	°C

注 1：实际工作温度范围与工作频率有关。

## 电气参数

除非另外说明，典型条件指  $V_{POS}=3.3V$ ， $T_A=25^{\circ}C$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
整体特性	45dB 动态范围	0.05		2.5	GHz
	40dB 动态范围	2.6		3.0	GHz
	35dB 动态范围	3.1		4.0	GHz
输入电压	内部 AC 耦合	1.25		224	mV rms
等效功率	51Ω 外部终端, 0.05GHz~2.5GHz	-45		0	dBm
	51Ω 外部终端, 2.6GHz~3.0GHz	-40		0	dBm
	51Ω 外部终端, 3.1GHz~4.0GHz	-35		0	dBm
对数斜率	V_UP, 100MHz		22.6		mV/dB
对数截距	V_UP, 100MHz, 51Ω 外部终端		-45		dBm
输入接口, RFIN 管脚					
对地直流电阻			95		kΩ
带内输入电阻	f=0.1GHz		3		kΩ
输入电容	f=0.1GHz		2.3		pF
主输出, V_UP 管脚					
电压范围	V_UP 接 VSET @1.9GHz	0.01		0.982	V
最小输出电压	RFIN 端无信号输入, $R_L \geq 10k$		0.01		V
最大输出电压	$R_L \geq 10k$ @1.9GHz 0dBm		0.982		V
极限工作电压范围	$2.7V \leq V_{POS} \leq 5.5V$	$V_{POS}-1.1$	$V_{POS}-1$		V
可供输出电流	电流源/电流沉	18.5/2.1	18.6/2.2	19.2/2.3	mA
响应时间	10%-90%, 10dB 阶跃		83		ns
残留 RF 信号	f=0.1GHz, 最差情况		30		uV
反向输出, V_DN 管脚					
对 V_UP 增益	$V_{DN}=2.20-2 \times V_{UP}$		-2		
最小输出电压	$V_{POS} \geq 3.3V$ @1.9GHz 0dBm		0.286		V
最大输出电压	$V_{POS} \geq 3.3V$		2.20		V
可供输出电流	电流源/电流沉	37.5/2.1	38/2.1	39/2.5	mA
输出参考噪声	RFIN=2GHz, -33dBV, $f_{NOISE}=10kHz$		0.16		$\mu V/\sqrt{Hz}$
满幅建立时间	-40dBm 到 0dBm		142		ns

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入设置，VSET 管脚					
电压范围	对应中心 40dB	0.15		1.1	V
输入电阻		10.5	11	11.6	kΩ
对数斜率	f=0.9GHz f=1.9GHz		22.6 22.4		mV/dB
使能接口，ENBL 管脚					
使能上电	高电平输入，-40°C~85°C	1.9		V <sub>POS</sub>	V
使能开时输入电流	ENBL=2.7V，-40°C~85°C		20	300	uA
使能关闭	低电平输入，-40°C~85°C	-0.5		0.1	V
电源，VPOS 管脚					
供电电压		2.7	3.3	5.5	V
温度范围内的静态电流	-40°C~85°C	4.2	4.3	6.8	mA
温度范围内的使能关断电流	-40°C~85°C		0.44	6.8	mA

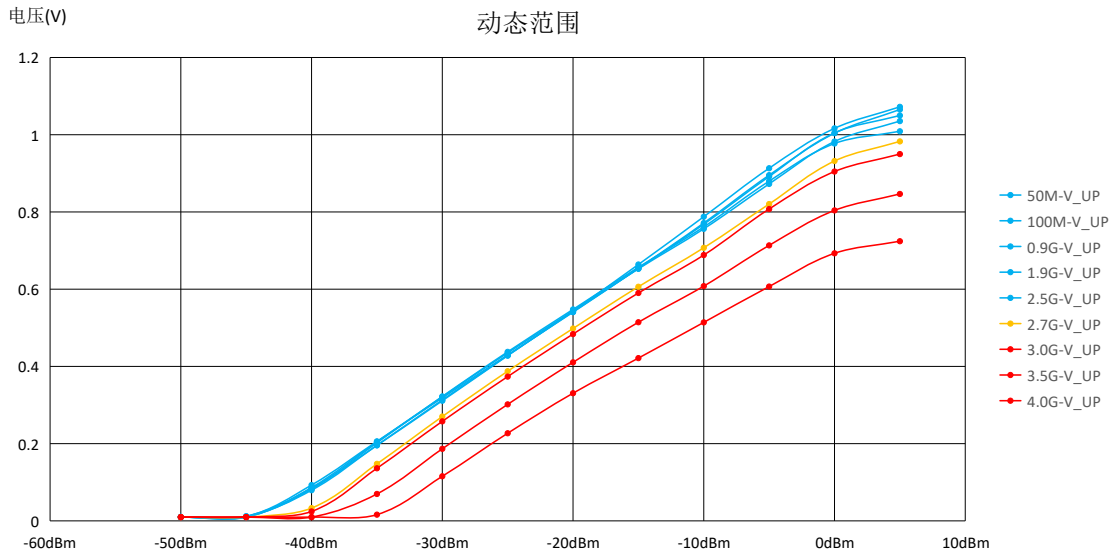
典型工作条件下，输出 V<sub>UP</sub>、V<sub>DN</sub> 与输入功率和输入频率之间的关系。

输入频率(Hz)	0.05G		0.1G		0.9G	
输入功率(dBm)	50M-V <sub>UP</sub>	50M-V <sub>DN</sub>	100M-V <sub>UP</sub>	100M-V <sub>DN</sub>	0.9G-V <sub>UP</sub>	0.9G-V <sub>DN</sub>
-50	0.0098	2.1908	0.0105	2.1861	0.0098	2.1908
-45	0.0112	2.1901	0.0121	2.1836	0.0113	2.1905
-40	0.0928	2.0283	0.08451	2.0461	0.0794	2.0536
-35	0.2059	1.8073	0.1956	1.8254	0.1958	1.8271
-30	0.3185	1.5864	0.3111	1.6011	0.3131	1.5972
-25	0.4298	1.3686	0.4279	1.3745	0.4284	1.3713
-20	0.5405	1.1512	0.5439	1.1452	0.5415	1.1497
-15	0.6542	0.9292	0.6639	0.9104	0.6536	0.9304
-10	0.7713	0.7001	0.7877	0.6679	0.7682	0.7067
-5	0.8953	0.4573	0.9132	0.4222	0.8918	0.4652
0	1.0039	0.2448	1.0165	0.2197	1.0048	0.2462
5	1.0652	0.1238	1.0722	0.1098	1.0498	0.1654

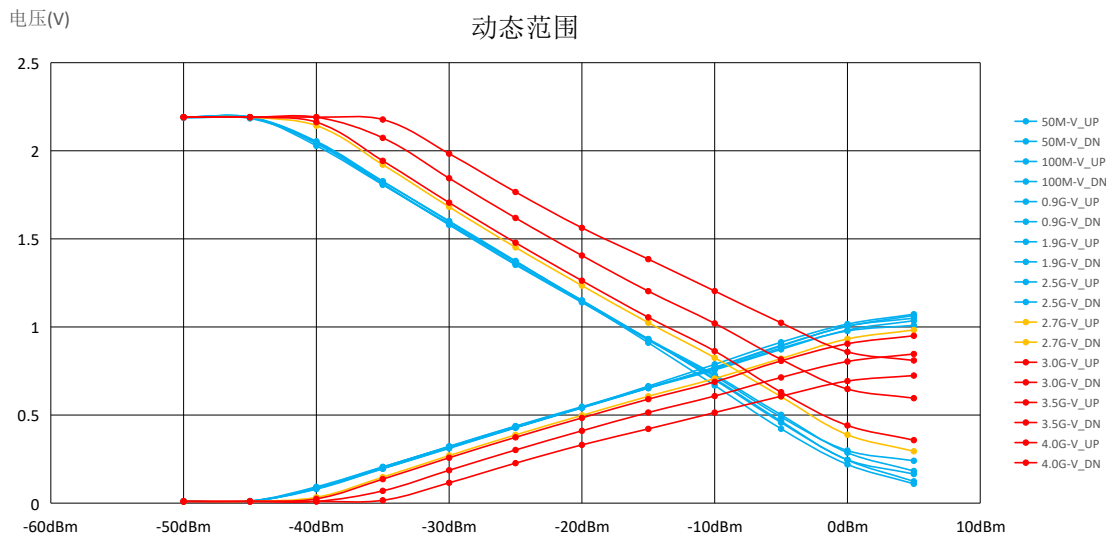
输入频率(Hz)	1.9G		2.5G		2.7G	
输入功率(dBm)	1.9G-V_UP	1.9G-V_DN	2.5G-V_UP	2.5G-V_DN	2.7G-V_UP	2.7G-V_DN
-50	0.0098	2.1908	0.0098	2.1908	0.0097	2.1905
-45	0.0094	2.1904	0.0099	2.1907	0.0098	2.1905
-40	0.0864	2.0403	0.0825	2.0496	0.0331	2.1429
-35	0.2047	1.8088	0.2022	1.8144	0.1476	1.9211
-30	0.3213	1.5805	0.3222	1.5801	0.2702	1.6814
-25	0.4351	1.3580	0.4377	1.3524	0.3875	1.4519
-20	0.5435	1.1452	0.5476	1.1393	0.4982	1.2348
-15	0.6528	0.9318	0.6568	0.9248	0.6063	1.0243
-10	0.7563	0.7289	0.7613	0.7205	0.7072	0.8252
-5	0.8726	0.5014	0.8797	0.4888	0.8205	0.6044
0	0.9824	0.2865	0.9773	0.2987	0.9319	0.3881
5	1.0353	0.1826	1.0089	0.2405	0.9827	0.2945

输入频率(Hz)	3.0G		3.5G		4.0G	
输入功率(dBm)	3.0G-V_UP	3.0G-V_DN	3.5G-V_UP	3.5G-V_DN	4.0G-V_UP	4.0G-V_DN
-50	0.0097	2.1908	0.0097	2.1908	0.0097	2.1908
-45	0.0098	2.1907	0.0098	2.1907	0.0097	2.1908
-40	0.0244	2.1625	0.0098	2.1906	0.0097	2.1908
-35	0.1362	1.9429	0.0697	2.0733	0.0161	2.1774
-30	0.2577	1.7057	0.1866	1.8441	0.1155	1.9835
-25	0.3736	1.4783	0.3017	1.6187	0.2269	1.7661
-20	0.4838	1.2627	0.4106	1.4056	0.3306	1.5627
-15	0.5902	1.0546	0.5144	1.2032	0.4215	1.3849
-10	0.6884	0.8630	0.6079	1.0202	0.5140	1.2040
-5	0.8076	0.6298	0.7134	0.8158	0.6068	1.0237
0	0.9047	0.4411	0.8040	0.6477	0.6929	0.8586
5	0.9499	0.3576	0.8466	0.5958	0.7242	0.8099

## 典型工作曲线



典型条件下，V\_UP 与输入信号功率、输入信号频率的关系曲线

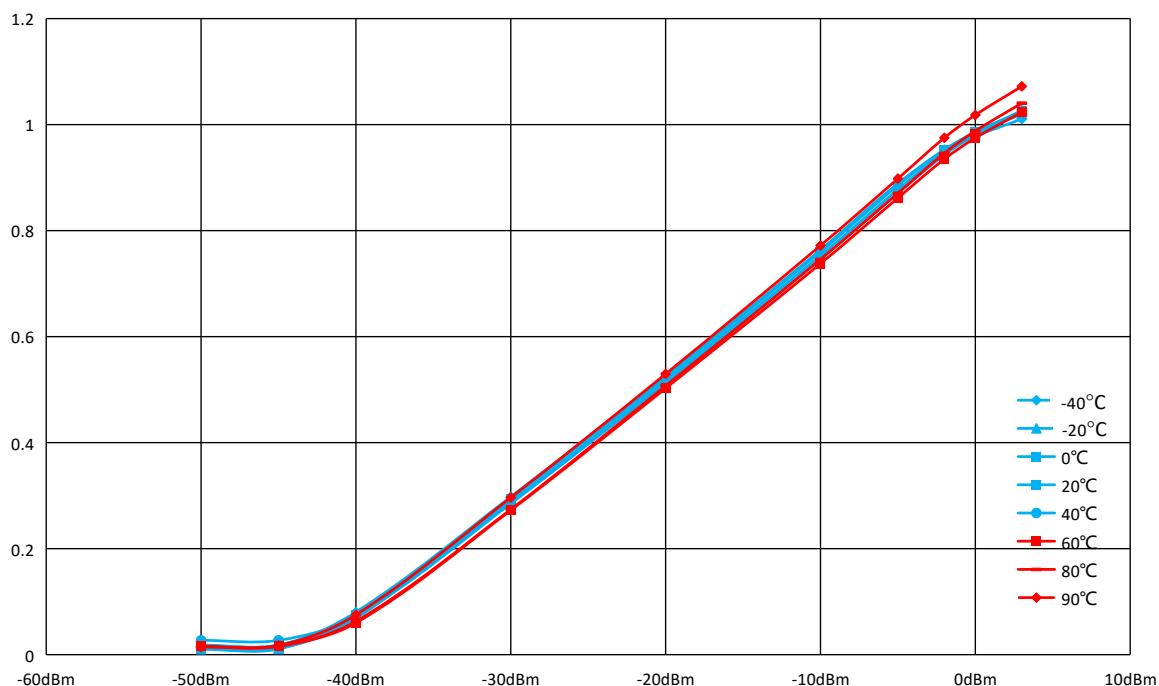


典型条件下，V\_UP 和 V\_DN 与输入信号功率、输入信号频率的关系曲线



电压(V)

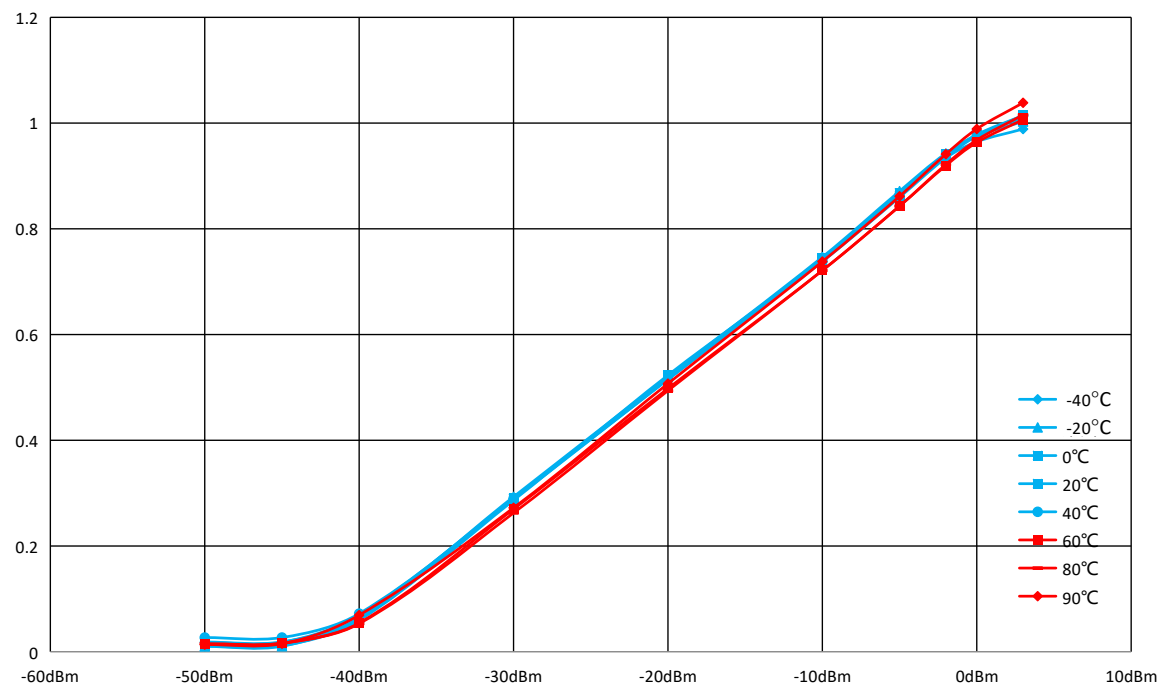
0.1G



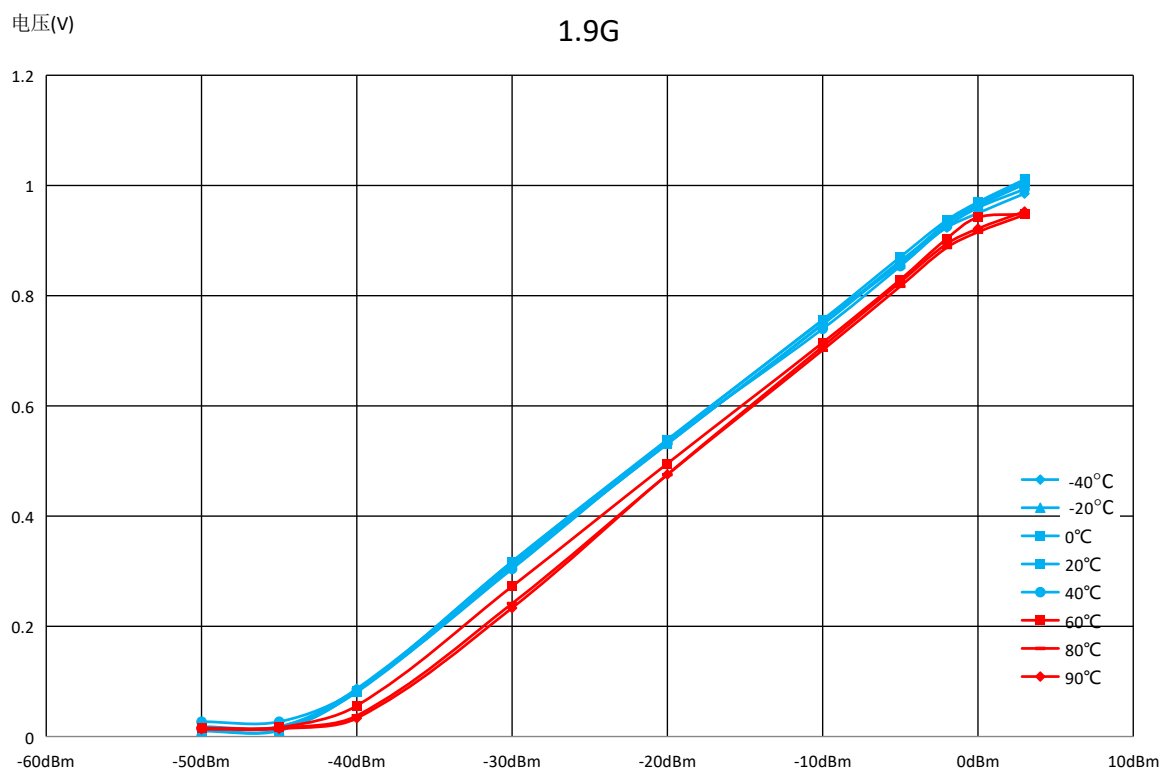
3.3V 电源下, 0.1GHz 时不同温度下, 输出电压 V\_UP 与输入信号功率的关系曲线

电压(V)

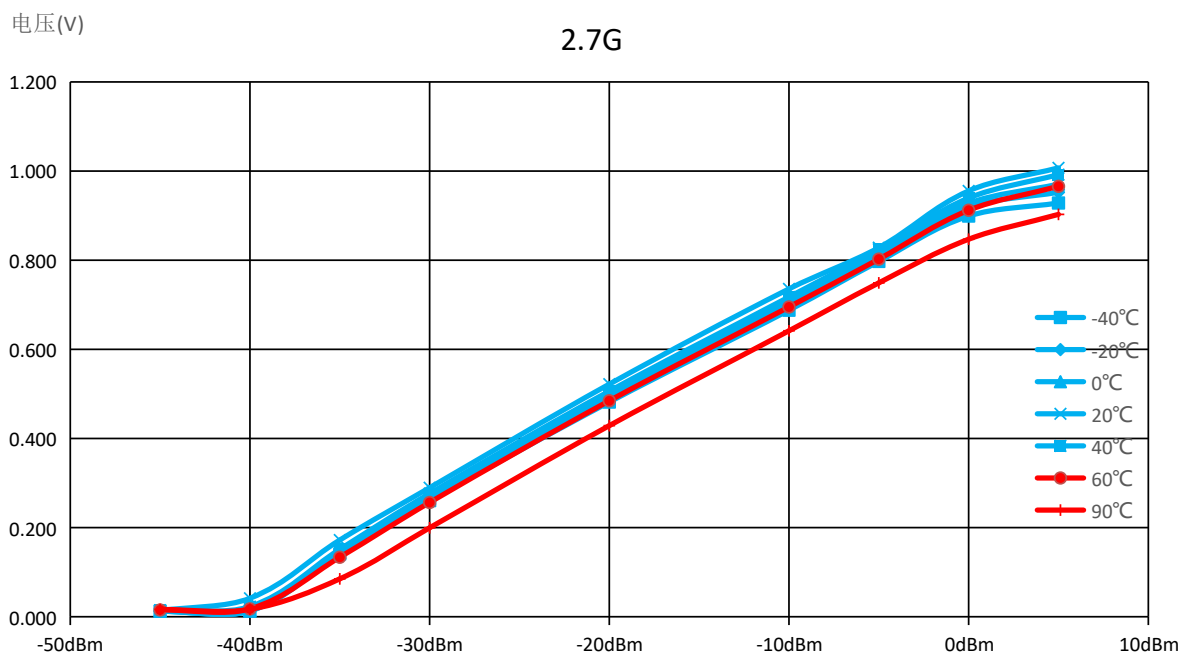
0.9G



3.3V 电源下, 0.9GHz 时不同温度下, 输出电压 V\_UP 与输入信号功率的关系曲线



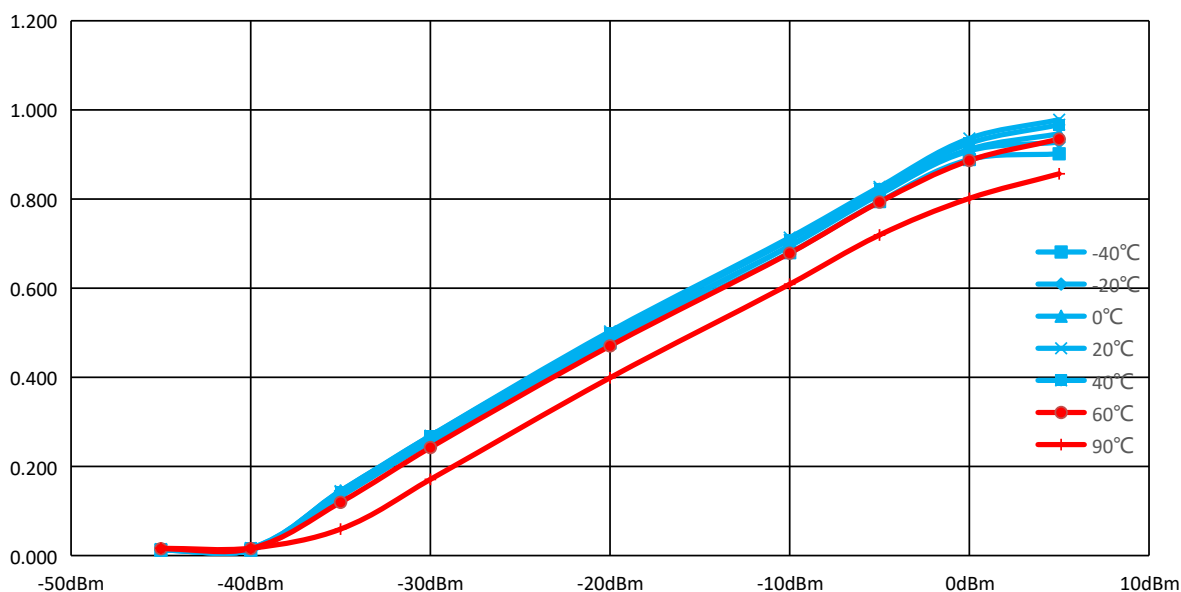
3.3V 电源下, 1.9GHz 时不同温度下, 输出电压 V\_UP 与输入信号功率的关系曲线



3.3V 电源下, 2.7GHz 时不同温度下, 输出电压 V\_UP 与输入信号功率的关系曲线

电压(V)

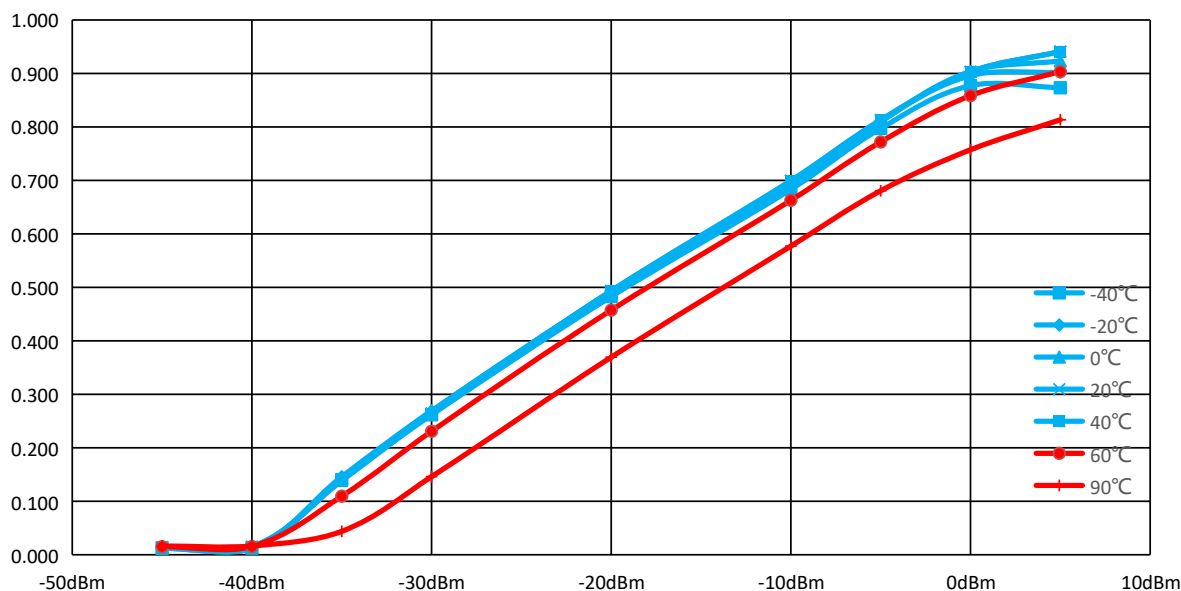
3.0G



3.3V 电源下, 3.0GHz 时不同温度下, 输出电压 V\_UP 与输入信号功率的关系曲线

电压(V)

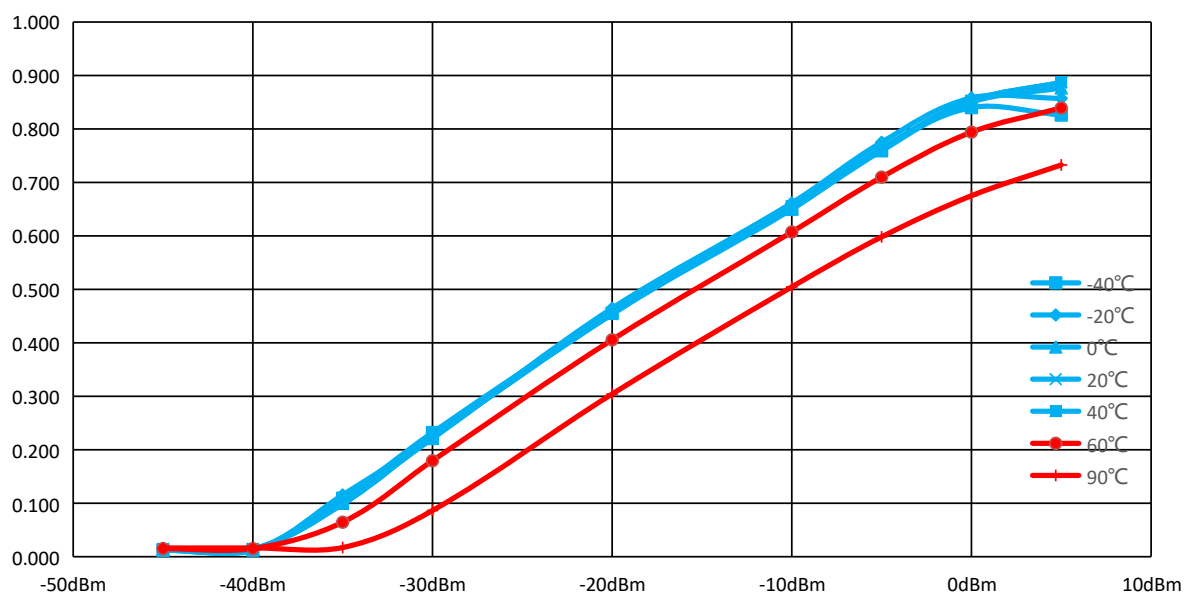
3.2G



3.3V 电源下, 3.2GHz 时不同温度下, 输出电压 V\_UP 与输入信号功率的关系曲线

电压(V)

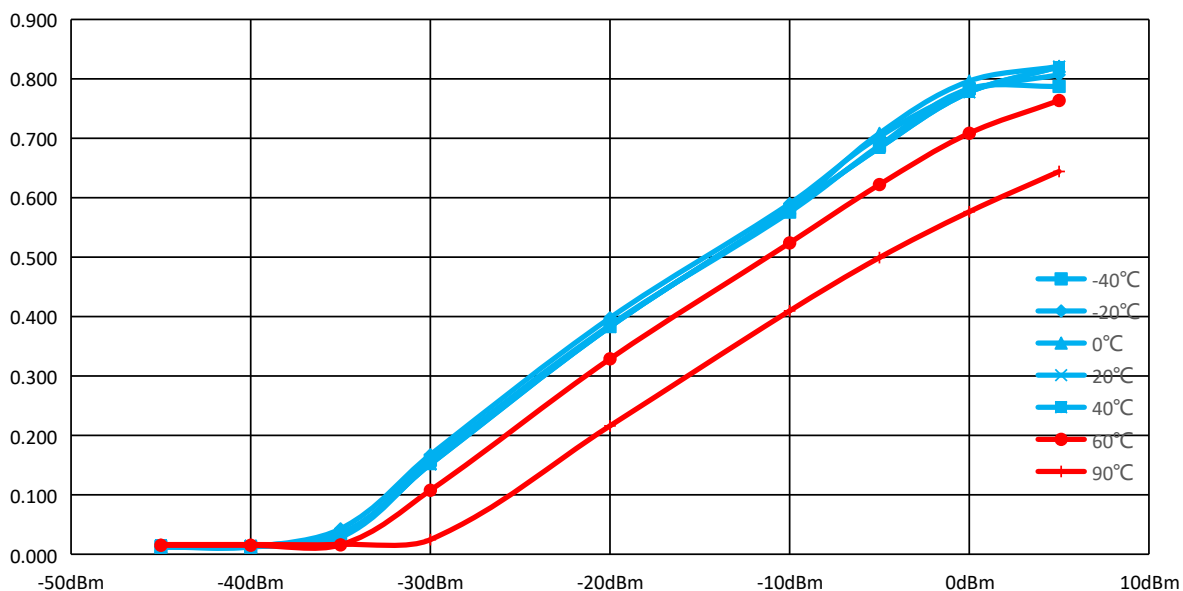
3.5G



3.3V 电源下, 3.5GHz 时不同温度下, 输出电压 V\_UP 与输入信号功率的关系曲线

电压(V)

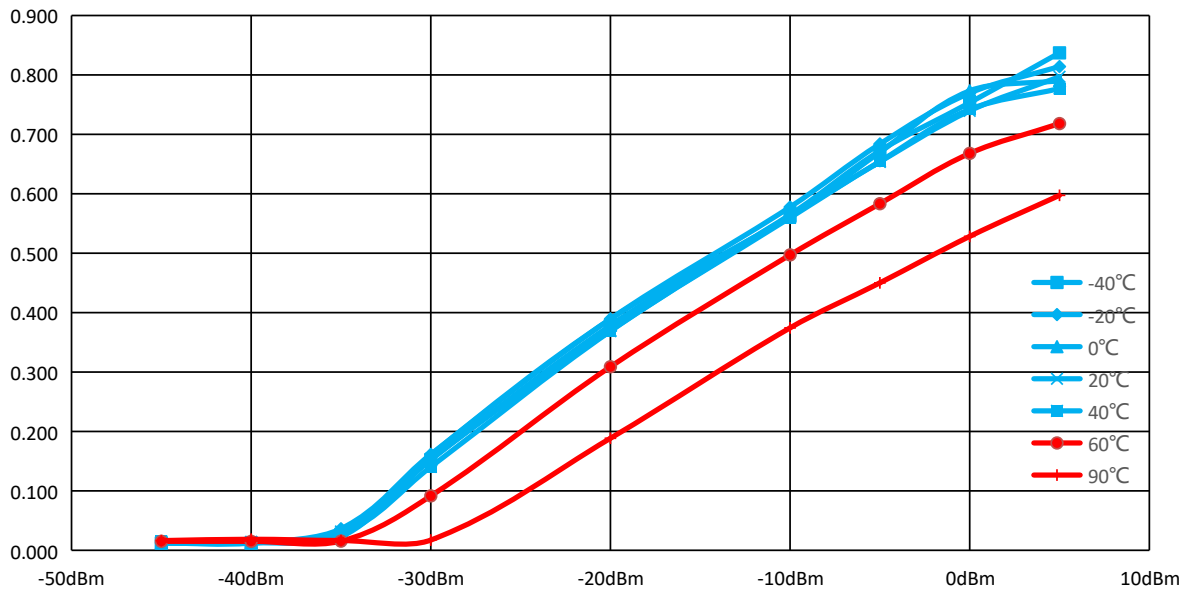
3.8G



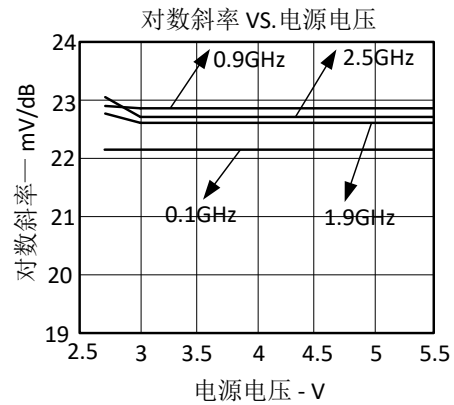
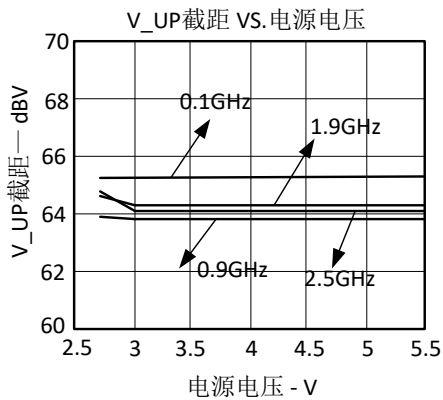
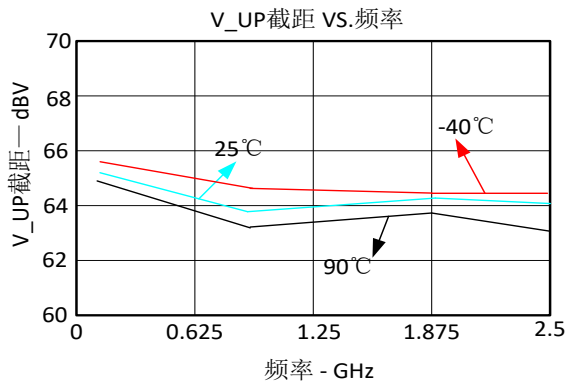
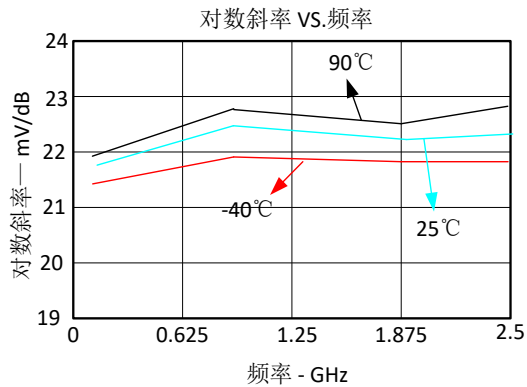
3.3V 电源下, 3.8GHz 时不同温度下, 输出电压 V\_UP 与输入信号功率的关系曲线

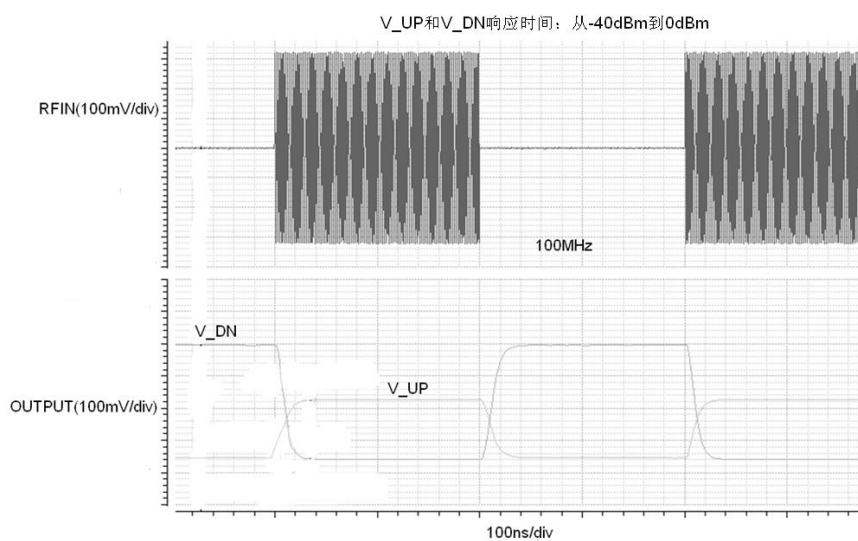
电压(V)

4.0G



3.3V 电源下, 4.0GHz 时不同温度下, 输出电压  $V_{UP}$  与输入信号功率的关系曲线





## 功能描述

为便于理解与计算，常把对数放大器表述为如下形式：

$$V_{UP} = V_{Slope} \cdot \log\left(\frac{V_{IN}}{V_X}\right)$$

$V_{Slope}$  ——对数斜率

$V_X$  ——对数截距

$V_{IN}$  ——输入电压

$V_{UP}$  ——信号强度指示输出电压

上式把输入电压换成功率，可以进一步改写为：

$$V_{UP} = V_{SLOPE} \cdot (P_{IN} - P_O)$$

该式也是计算理论输出的依据。

其中， $V_{SLOPE}$  是对数斜率， $P_{IN}$  是输入功率(@50Ω, dBm)， $P_O$  是对数截距。 $V_{SLOPE}$  和  $P_O$  是常量，输出电压和输入信号功率(dBm)是线性关系。

实际中误差定义为：实际输出与理论输出的差值：

$$Error(dB) = \frac{V_{UP} - V_{Slope} \times (P_{IN} - P_O)}{V_{Slope}}$$

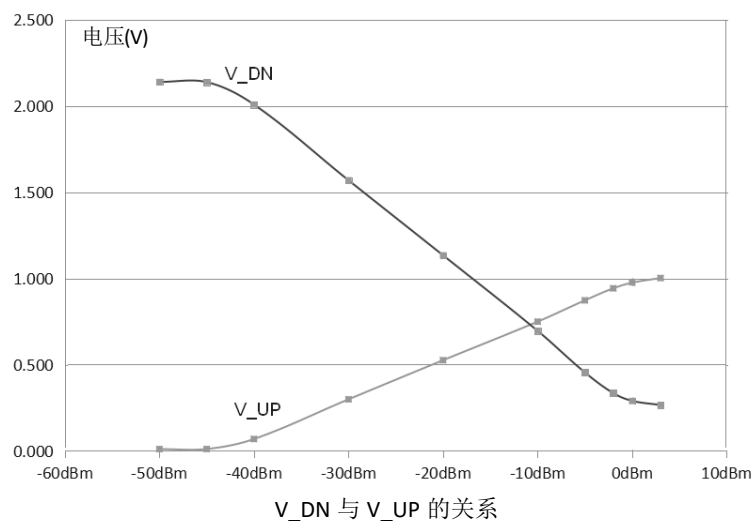
可使用 dBV 而不是通常的 dBm 作为单位。因为 dBV 压缩是固定的，不依赖于终端阻抗，而 dBm 却依赖于终端负载阻抗。以均方根 224mV 的正弦波为例，用 dBV 表示时是固定的-13dBV，它对应着 0dBm@50Ω。在特定的 50Ω 系统时，0dBV=+13dBm。

MS2351M/MS2351D 还包含了一个反向放大输出功能，这在控制模式时会用到。大多数功率放大器需要增益控制偏置电路，当功率输出要求降低时，该电路必须能够从一个大的正值向地电位变化。而 MS2351M/MS2351D 的  $V_{DN}$  引脚可以产生这个控制电压。该电压不但与  $V_{UP}$  极性相反，还必须有一定的直流偏移，以确定当输入信号功率最小时对应的最大正值。

$V_{DN}$  的起始值大约为 2.2V，并按照  $V_{UP}$  斜率的两倍降低。

$V_{DN}$  与  $V_{UP}$  的关系，表达式如下：

$$V_{DN} = 2.20 - 2 \times V_{UP}$$



## 应用

### 1. 测量模式

图 1 是测量模式下的连接关系。VPOS 引脚旁边需连接一个  $0.1\mu\text{F}$  去耦电容。必要时，可在外部电源和 VPOS 引脚之间串联一个小的电阻或电感，来进一步降低电源噪声。处于正常工作模式时，ENBL 接 VPOS，当 ENBL 接地时，芯片关断。

测量模式时，V\_SET 连接 V\_UP，这个反馈路径，把对数斜率设定在常用值。1900MHz 时，峰值电压范围是 -58dBV~-13dBV。因此，使用  $50\Omega$  终端时，等效的功率范围是 -45dBm~0dBm。

测量模式时，V\_DN 一般不用。

### 滤波电容

V\_UP 和 V\_DN 视频信号带宽大约 3.5MHz。在正弦信号应用时，当输入信号频率远大于 3.5MHz，这时不需要对解调信号进行进一步滤波。当在低频载波幅度调制应用中，需通过增加外部电容  $C_F$ （图 1）来降低低通角频率。视频信号带宽计算方式为：

$$BW = \frac{1}{2 \times \pi \times 4.4k\Omega \times (10pF + C_F)}$$

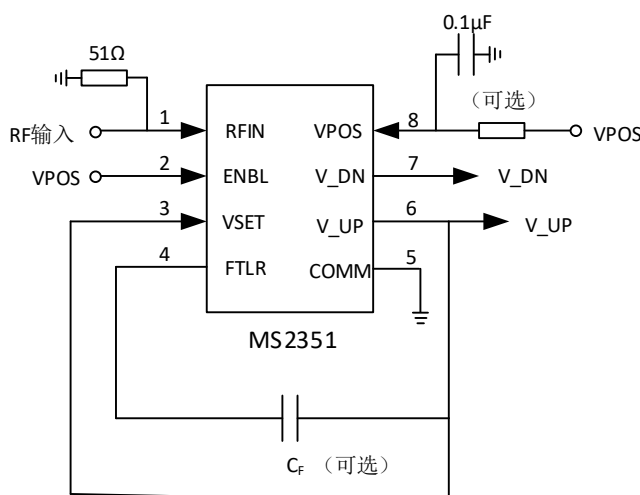


图 1. 测量模式基本连接

### 2. 控制模式

图 2 是工作在控制模式下的基本连接方式，图 3 是典型应用。从 V\_UP 到 VSET 的反馈断开，需要的电压加到 VSET 引脚。当 RFIN 端的信号功率小于 VSET 电压时，V\_DN 输出高；当输入信号功率稍微超过 VSET 电压，V\_DN 迅速输出到接近地电平。然而，在这个闭环环路中，V\_DN 的减小使功率放大器的输出也减小，最终，MS2351M/MS2351D 输入端实际的信号功率和 VSET 引脚所需要的电压达到平衡。输入信号与 VSET 点设置的电压之间的关系遵循 MS2351M/MS2351D 的传输函数（输入信号幅度 VS. V\_UP）。



例如，VSET=1 时，需要在 RFIN 端输入信号功率 0dBm。相应的，由于天线耦合器的衰减，功率放大器的输出功率应该大于 0dBm。

当应用在功率放大器的控制环路中时，如图 3，通过可选的  $C_F$ ， $V_{UP}$  可以设定所需要的响应时间。这个控制环路的瞬态响应由滤波电容  $C_F$  决定。当  $C_F$  大时，该环路无条件稳定，但响应较慢。应该使用使环路可以稳定的最小电容值  $C_F$ ，需要对特定的功率放大器控制函数衰减。因为不可避免的非线性， $C_F$  的选择必须考虑最坏的情况，通常这发生在功率放大器最小输出时。通常，可以通过使用电阻串联  $C_F$  的方式，增加一个零点以提高环路动态特性。

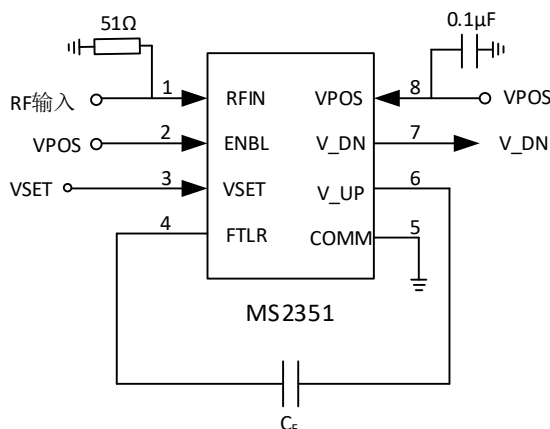


图 2. 控制模式

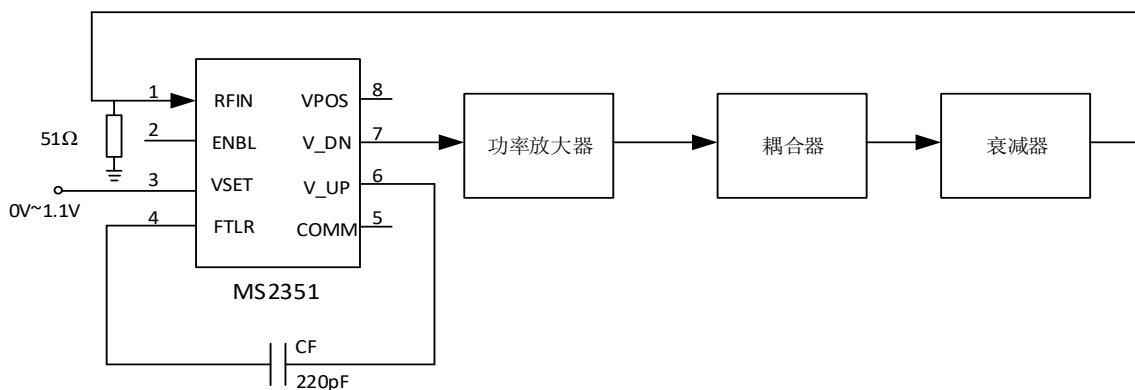


图 3. 控制模式典型应用

MS2351M/MS2351D VSET 端的电压范围是 0V~1.1V，典型情况下，它由数模转换器(DAC)驱动。该电压与 MS2351M/MS2351D 的输入信号相比较。VSET 与 RF 输入信号之间任何的不平衡都会被  $V_{DN}$  校准 ( $V_{DN}$  驱动功率放大器的增益控制引脚)。

必须使用滤波电容  $C_F$  以使环路稳定。 $C_F$  的选择很大程度上依赖于功率放大器的增益控制，而它的频率特性很差，因此一些试验和误差在所难免。实例中，220pF 的电容给予此环路足够的速度，来满足所需频段的时隙要求，同时仍然有稳定的响应。

### 3. 输入耦合选项

MS2351M/MS2351D 有一个内部输入耦合电容，不需要外部 AC 耦合电容。图 4 显示了窄带、宽带以及衰减器应用时的匹配网络。可根据实际需要使用史密斯圆图，进行匹配以确定最佳元器件值。

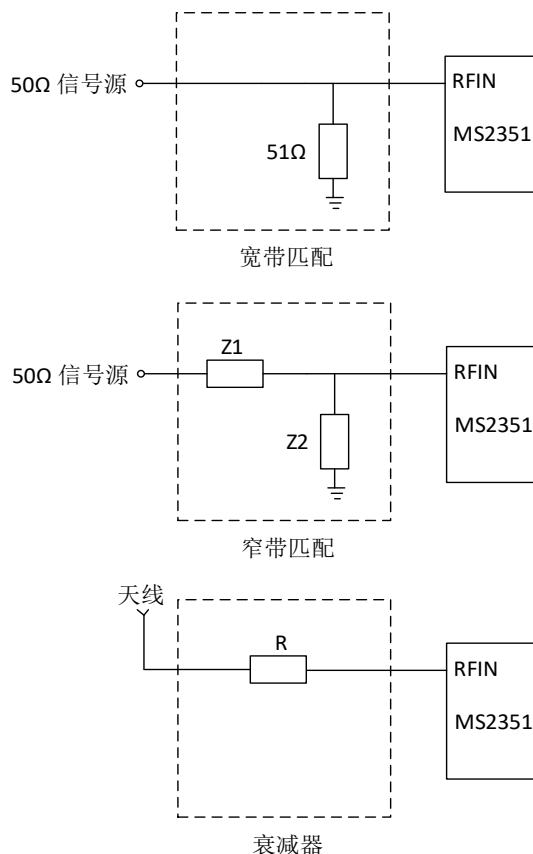


图 4. 输入匹配与连接方式

### 4. 增大测量模式时的对数斜率

对数斜率可以通过图 5 的连接方式增大，以满足最大的输出  $V_{UP}$  值，但可用的动态范围会相应的减小，实际中应综合考虑应用环境。

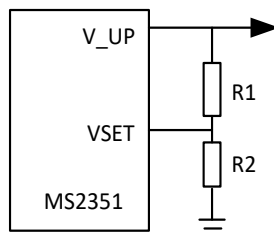


图 5. 增大输出对数斜率

$R1/R2$  的值由下式确定：

$$\frac{R1}{R2} = \frac{Slope_{new} - 1}{Slope_{old}}$$

如果使用两个等值电阻（二者阻值都应大于  $5k\Omega$ ），对数斜率变成原来的两倍。

## 5. 评估板

图 6 显示了 MS2351M/MS2351D 评估板电路。电路由 2.7V~5.5V 的单电源供电，电源由 0.1 $\mu$ F 的电容去耦。进一步去耦，可以增加一个电阻 R5 或电感。

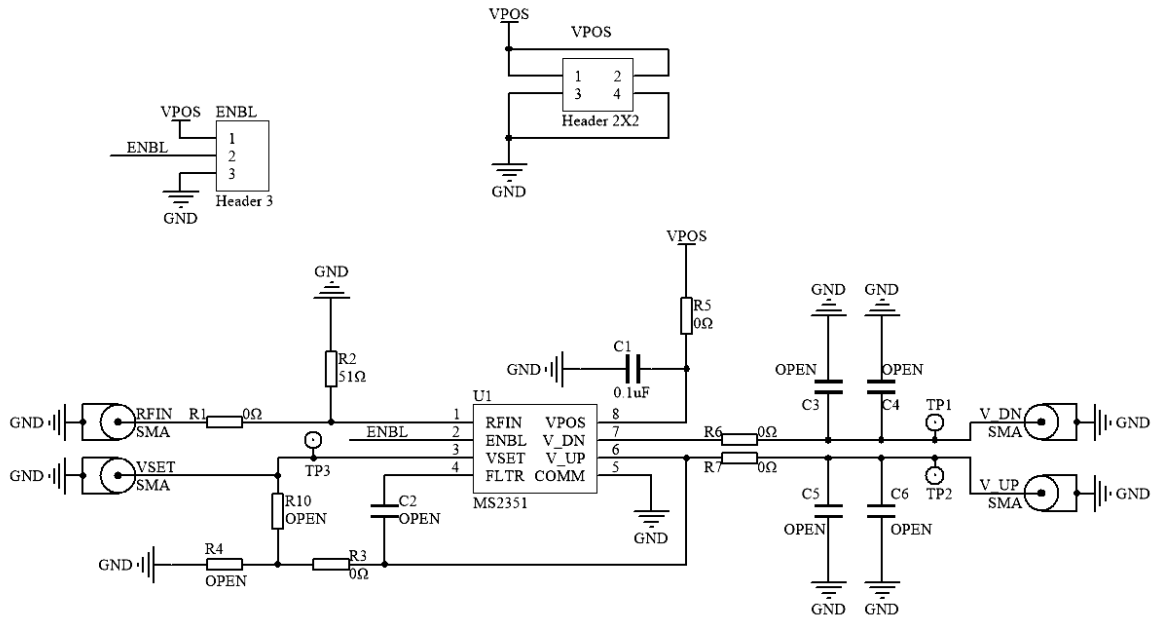
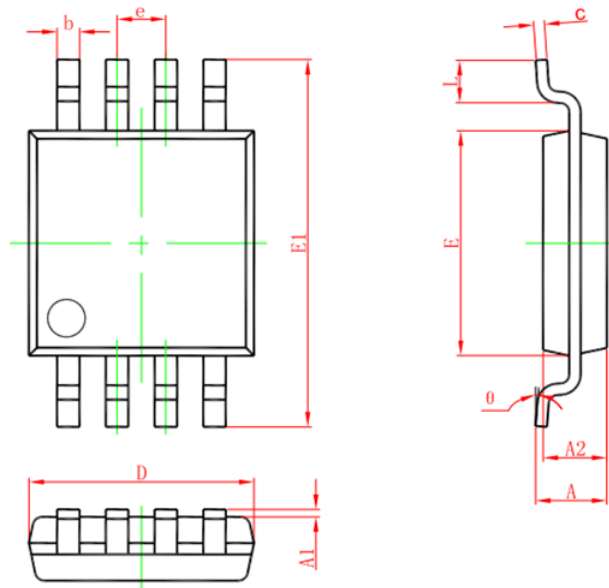


图 6. MS2351M/MS2351D 评估板电路

## 封装外形图

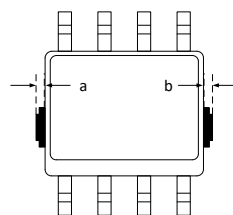
### MSOP8



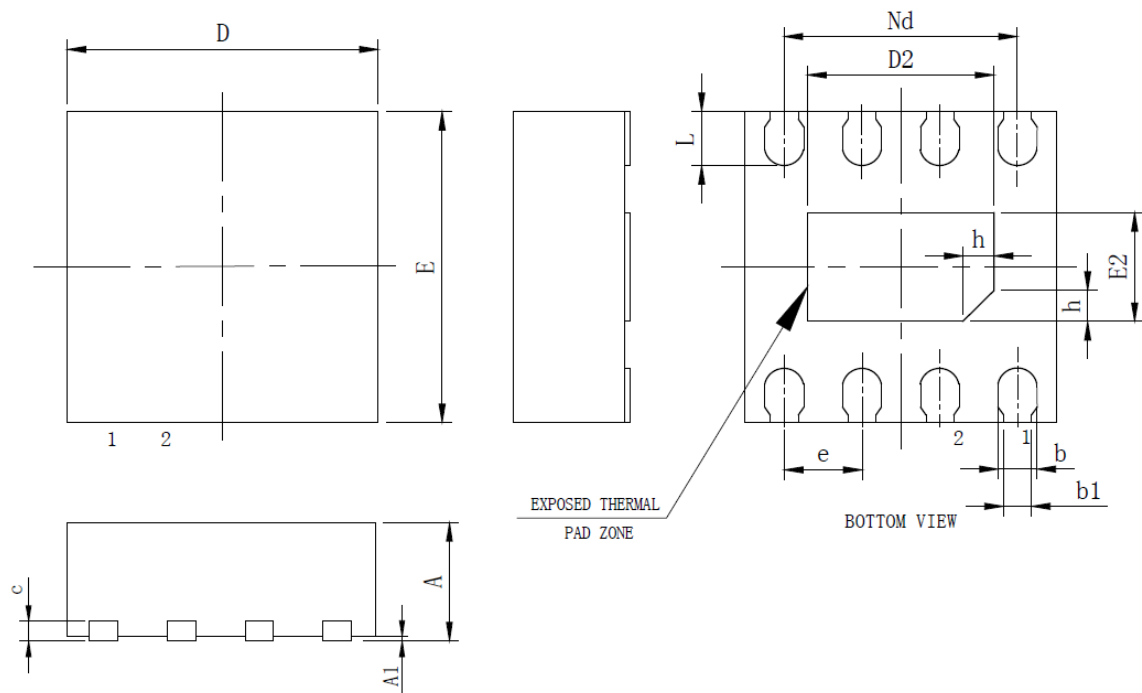
符号	尺寸（毫米）		尺寸（英寸）	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A	0.820	1.100	0.032	0.043
A1	0.020	0.150	0.001	0.006
A2	0.750	0.950	0.030	0.037
b	0.250	0.380	0.010	0.015
c	0.090	0.230	0.004	0.009
D	2.900	3.100	0.114	0.122
E	2.900	3.100	0.114	0.122
E1	4.750	5.050	0.187	0.199
e	0.650BSC		0.026BSC	
L	0.400	0.800	0.016	0.031
θ	0°	6°	0°	6°

注：在封装尺寸外，允许 a、b 同时有最大 0.15mm 的废胶尺寸。

示意图如下：以 SOP8 封装为例



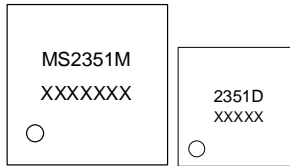
DFN8



符号	尺寸 (毫米)		
	最小	典型	最大
A	0.70	0.75	0.80
A1	-	0.02	0.05
b	0.18	0.25	0.30
b1	0.18 REF		
c	0.18	0.20	0.25
D	1.90	2.00	2.10
D2	1.10	1.20	1.30
e	0.50 BSC		
Nd	1.50 BSC		
E	1.90	2.00	2.10
E2	0.60	0.70	0.80
L	0.30	0.35	0.40
h	0.15	0.20	0.25

## 印章与包装规范

### 1. 印章内容介绍



产品型号：MS2351M、2351D

生产批号：XXXXXXX、XXXXX

### 2. 印章规范要求

采用激光打印，整体居中且采用 Arial 字体。

### 3. 包装规范说明

型号	封装形式	只/卷	卷/盒	只/盒	盒/箱	只/箱
MS2351M	MSOP8	3000	1	3000	8	24000
MS2351D	DFN8	3000	10	30000	4	120000

## 声明

- 瑞盟保留说明书的更改权，恕不另行通知！客户在下单前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整。
- 在使用瑞盟产品进行系统设计和整机制造时，买方有责任遵守安全标准并采取相应的安全措施，以避免潜在失败风险可能造成的人身伤害或财产损失！
- 产品提升永无止境，本公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！

**MOS电路操作注意事项**

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止 MOS 电路由于受静电放电的影响而引起的损坏：

- 1、操作人员要通过防静电腕带接地。
- 2、设备外壳必须接地。
- 3、装配过程中使用的工具必须接地。
- 4、必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。



+86-571-89966911



杭州市滨江区伟业路 1 号  
高新软件园 9 号楼 701 室

[http:// www.relmon.com](http://www.relmon.com)