



CETC 中国电科



**2023
产品手册**

**中国电子科技集团公司第九研究所
(西南应用磁学研究所)**

地址：四川省绵阳市高新区滨河北路西段268号
电话：0816-2555068 (商务) 0816-2555292 (技术)
传真：0816-2869007
网站：www.siam.cn

Add：#268, West Section, Binhe Road Norh, High-tech
Zone, MiangYang621000, Sichuan, China
Tel：+86-816-0816-2555068 (Business) +86-816-0816-2555292 (Technology)
Fax：+86-816-2869007
Http：www.siam.cn

Product
Manual

【通讯产品事业部】

中国电子科技集团公司第 九 研究所

Product
Manual **【通讯产品事业部】**



西南应用磁学研究所(中国电子科技集团公司第九研究所), 1967年8月由国防部十一所、十三所、三十五所, 中科院物理所, 西南技术物理所等单位组建成立。1968年4月根据“三线”建设要求由北京内迁四川绵阳。先后历经国防部1409研究所、第四机械工业部1409研究所、机械电子工业部第九研究所、电子工业部第九研究所、信息产业部第九研究所。2002年8月, 信息产业部统一将47家研究所划归中国电子科技集团公司, 成为中国电子科技集团公司第九研究所。

九所是国家一类骨干研究所, 全额拨款事业单位, 国家二级保密单位。承担国防电子装备领域关键磁性元器件、微波毫米波器件等研发生产, 是国内唯一涵盖磁性材料(永磁、软磁、旋磁)及器件各专业领域的综合性研究所。现有四川省磁性材料工程技术中心、四川省先进磁性器件工程技术中心、博士后科研工作站等。九所在全国磁性材料与器件行业中起着学科和技术带头人的作用, 在微波单晶、多晶铁氧体材料及器件方面在全国占主导地位, 在稀土永磁材料及组件、抗电磁干扰铁氧体材料及元器件等方面处于行业领先水平。

通讯产品事业部(第三事业部)主要从事军民用通讯射频器件研发、大规模生产、工艺自动化专用设备研制。产品主要以表贴形式为主, 涵盖了以微带、带状线等为主的微波传输线结构的多晶磁性微波元器件及组件, 目前产品在高功率、高性能、高互调、小型化等方面亮点突出, 部分技术处于国际领先地位。

典型产品展示



9*9系列



12.7*12.7系列



Φ7系列



Φ10系列



Φ10.8系列



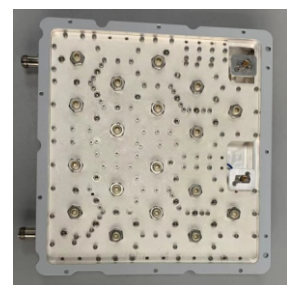
一英寸系列



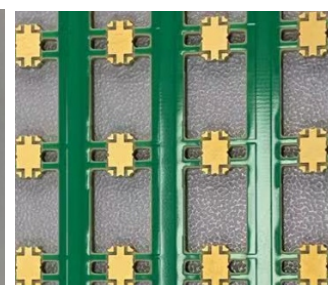
集总参数系列



射频同轴电缆、玻璃绝缘子、射频同轴连接器系列



滤波器



3dB电桥

目录CONTENTS

» 1 总则

» 1.1 范围	1
» 1.2 产品功能及适用范围	1
» 1.3 产品命名形式	2
» 1.4 贮存条件	2
» 1.5 使用安装说明	3

» 2 分布式参数环行器/隔离器

» 2.1 器件简介	4
» 2.2 通用产品技术指标	4
» 2.3 环行器系列产品	5
» 2.4 隔离器系列产品	11

» 3 集总参数环行器/隔离器

» 3.1 器件简介	16
» 3.2 通用产品技术指标	16
» 3.3 集总参数环行器系列产品	16
» 3.4 集总参数隔离器系列产品	18

» 4 其它类型产品

» 4.1 3dB电桥	20
» 4.2 滤波器类	21

1 总 则

1.1范围

产品手册详细介绍了通讯类环行器、隔离器、3dB电桥、连接器等产品的性能信息，并提供了选择与使用该类器件所需要的必要信息。

针对专用产品、专用仪器设备可以根据需求开展定制。

1.2 产品功能及适用范围

环行器在系统中起到信号定向传输、收发双工的作用。通常应用于通讯基站接收和发射系统中。

隔离器在系统中起级间隔离、阻抗匹配、传输功率信号以及保护前级功率合成系统的关键作用。通过功率负载，承受后级因为匹配或者可能出现的故障失配时反射的功率信号，来保护前级功率合成系统，是通信系统中的重要元器件。

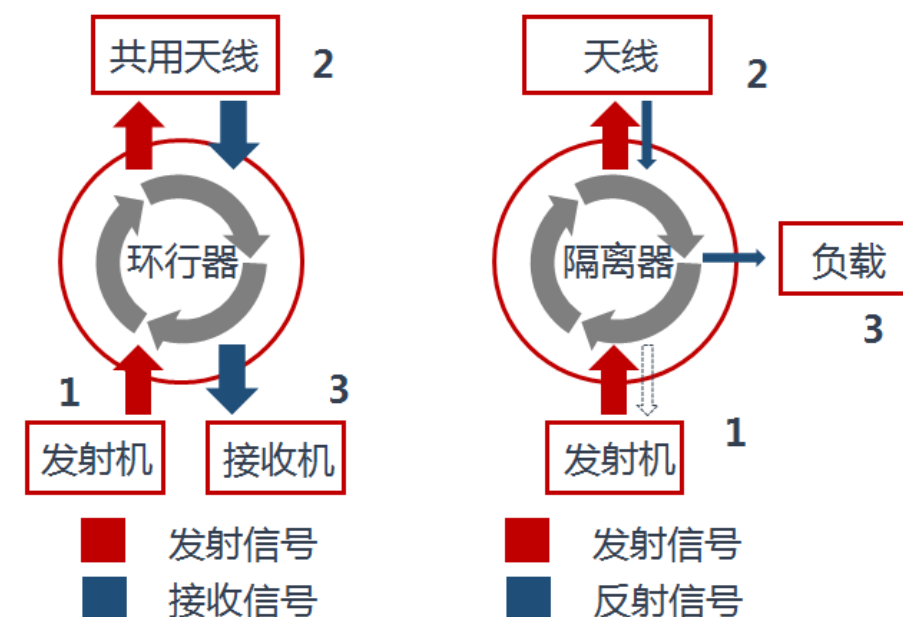
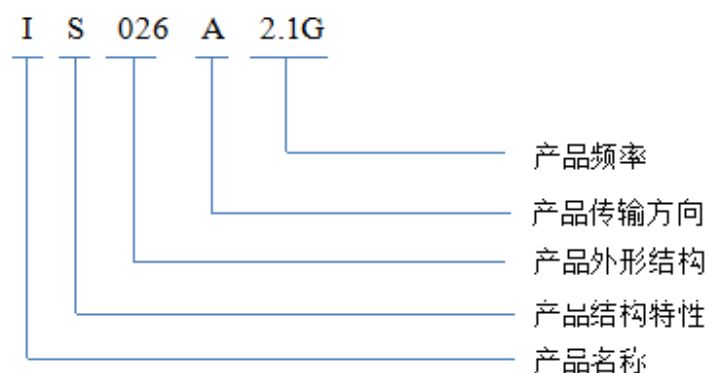


图1-1 产品功能示意

» 4.3 玻璃绝缘子类	22
» 4.4 连接器类	24
» 4.5 射频同轴电缆组件类	26
» 5 专用（定制）设备研制	29
» 5.1能力介绍	29
» 5.2典型产品展示	29
» 附 录	35
» I 驻波与回波损耗换算表	35
» II 常用功率单位转换表	37
» III反射功率对驻波的影响	38

1.3 产品命名形式

环行器/隔离器型号主要命名规则如下：



产品名称：用字母表示，C—环行器，I—隔离器

产品结构特性：用字母表示，S—SMT，C—同轴，D—带线，M—微带，W—波导

产品外形结构：产品外形结构编号

产品传输方向：A—逆时针，C—顺时针

产品工作频率简称：数字代表频率；频率单位用字母表示，G—GHz，M—MHz

1.4 贮存条件

器件的长期贮存条件：

——温度：15℃～35℃

——相对湿度：20%～70%

——无酸性、碱性或其它有害气体。

——产品附近不应有强磁场或铁磁性物质。

——产品之间应保持的安全距离为：

X波段以上频率的器件：≥5 mm；

X波段和C波段器件：≥10mm；

C波段以下频率的器件：≥15mm

1.5 使用安装说明

表贴类器件推荐使用回流焊进行贴装，贴装前需保证贴装面干净无异物，涂抹适当焊锡膏后直接焊接，推荐使用SAC305进行焊接，回流焊焊接曲线如下：

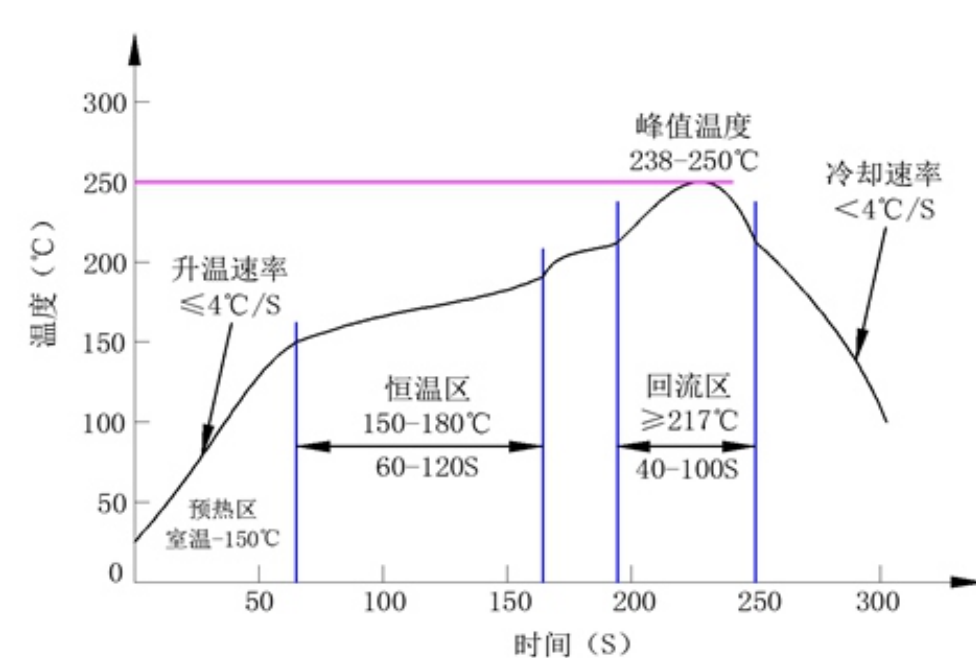


图1-2 SAC305焊锡膏参考温度曲线

注：若需使用其它高温锡膏，请提前联系厂家确认。

2 分布式参数环行器/隔离器

2.1 器件简介

分布式参数器件内部简称为“大功率器件”。

该类器件结构主要由腔体、磁体（永磁体、锲恒磁）、旋磁铁氧体基片、中心导体、接地板、补偿片、盖板、插针介质组件、负载（隔离器需要）等组成。其主要特点有：

- ▶ 典型产品频率覆盖80MHz~40GHz；
- ▶ 通过功率容量较大，可达上千瓦；
- ▶ 产品损耗低，带宽宽；
- ▶ 接口形式：表贴、带状线、标准连接器等。

2.2 通用产品技术指标

序号	频段化分	相对带宽 (%)	正向损耗 (dB)	反向损耗 (dB)	回波损耗 (dB)
1	P	5%	-0.25	23	23
		10%	-0.30	20	20
2	L	5%	-0.25	23	23
		10%	-0.30	20	20
3	S	5%	-0.25	23	23
		10%	-0.30	20	20
4	X	5%	-0.45	20	20
		10%	-0.55	18	18
5	Ku	5%	-0.5	18	18
		10%	-0.6	16	16

2.3 环行器系列产品

根据用户要求，产品的结构外形可以进行定制。

分布式参数环行器推荐的外形主要有方形表贴式、圆形表贴式、方形传统带线结构等，其结构尺寸及典型产品如下所示。

2.3.1 方形表贴结构

方形表贴结构推荐的外形如下图所示。

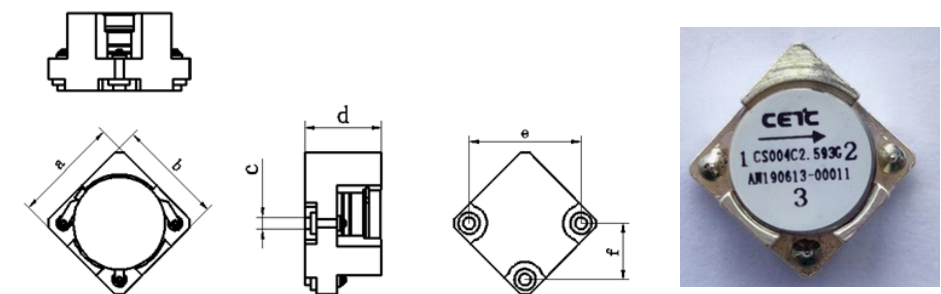


图2-1 方型结构环行器外形示意图

外形尺寸代码、外形尺寸

外形代码	外形尺寸 (mm)						备注
	a	b	c	d	e	f	
002	9	9	1	6.5	9.5	4.75	
004	同上			5.8	同上		
011	12.7	12.7	1	7.5	14.5	7.25	
039	11	11	1	7	12.02	6.01	

注：1、安装面平面度：≤0.1 mm；

2、外形尺寸公差：±0.2 mm。

典型产品技术指标

序号	频率范围 (MHz)	正向 损耗 (dB)	反向 损耗 (dB)	回波 损耗 (dB)	功率容量(W)		外形 代码	型号
					脉冲 功率	平均 功率		
1	970~974	-0.35	20	20	200	50	39	CS039C970M
2	1805~1880	-0.40	18	18	200	50	2	CS002C1.8G
		-0.40	18	18	200	50	4	CS004C1.8G
		-0.35	20	20	800	150	11	CS020C1.8G
		-0.35	20	20	400	80	39	CS039C1.8G
3	2110~2170	-0.40	18	18	200	50	2	CS002C2.1G
		-0.40	18	18	200	50	4	CS004C2.1G
		-0.35	20	20	800	150	11	CS011C2.1G
		-0.35	20	20	400	80	39	CS039C2.1G
4	1805~1880 2110~2170	-0.40	20	20	800	150	11	CS011C1987.5M
		-0.40	20	20	400	80	39	CS039C1987.5M
5	2300~2400	-0.30	23	23	200	50	2	CS002C2.35G
		-0.30	23	23	200	50	4	CS004C2.35G
		-0.30	25	25	800	150	11	CS011C2.35G
		-0.30	25	25	400	80	39	CS039C2.35G
6	2496~2690	-0.30	20	20	200	50	2	CS002C2.593G
		-0.30	20	20	200	50	4	CS004C2.593G
		-0.25	23	23	800	150	11	CS011C2.6G
		-0.25	23	23	400	80	39	CS039C2.6G
7	2300~2400 2600~2700	-0.50	18	18	200	50	2	CS002C2.5G
8	3300~3600	-0.30	20	20	200	50	2	CS002C3.45G
		-0.30	20	20	200	50	4	CS004C3.45G
		-0.25	22	22	800	150	11	CS011C3.45G
		-0.25	22	22	400	80	39	CS039C3.45G
9	3400~3800	-0.30	20	20	200	50	2	CS002C3.6G
		-0.30	20	20	200	50	4	CS004C3.6G
		-0.25	22	22	800	150	11	CS011A3.6G
		-0.25	22	22	400	80	39	CS039C3.6G
10	4600~5000	-0.30	20	20	200	40	2	CS002C4.8G
		-0.30	20	20	200	50	4	CS004C4.8G
		-0.25	22	22	800	150	11	CS011C4.8G
		-0.25	22	22	400	80	39	CS039C4.8G

注：1、表中数值为常温、常压下的技术指标；
2、脉冲功率占空比≤1%，脉宽≤20ms；
3、传输方向包含顺时针（C）与逆时针（A）。

2.3.2 圆形表贴结构

根据用户需求，产品的结构外形可做定制化修改。推荐的外形如下图所示。

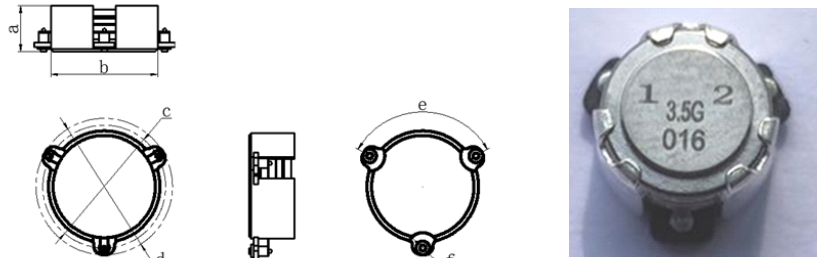


图2-2圆形结构环行器外形示意图

外形尺寸代码、外形尺寸

外形 代码	外形尺寸 (mm)						备注
	a	b	c	d	e	f	
012	7	12.2	12.5	15.9	120	1	
020	7	10	10.2	12.6	120	1	
023	7	9.8	10.2	12.2	120	1	
024	7	10.8	12.5	14.8	120	1	
032	7	24.5	27	30	120	1.2	
036	5.8	7	7	8.5	120	1	
074	同上					0.6	
068	7.5	19.6	20.4	24.4	120	1.3	

注：1、安装面平面度：≤0.1 mm；
2、外形尺寸公差：±0.2 mm。

典型产品技术指标

序号	频率范围 (MHz)	正向 损耗 (dB)	反向 损耗 (dB)	回波 损耗 (dB)	功率容量(W)		外形 代码	型号
					脉冲 功率	平均 功率		
1	758~821	-0.25	23	23	2000	200	32	CS032C758M
		-0.30	21	21	1500	150	68	CS068C758M
2	925~960	-0.40	18	18	200	50	12	CS012C925M
		-0.25	23	23	2000	200	32	CS032C925M
		-0.30	21	21	1500	150	68	CS068C925M
3	758~821 &925~960	-0.30	21	21	2000	200	32	CS032C859M
		-0.35	18	18	1500	150	68	CS068C859M
4	1805~1880	-0.35	21	21	200	50	12	CS012C1.8G
		-0.35	21	21	200	50	20	CS020C1.8G
		-0.25	23	23	2000	200	32	CS032C1.8G
		-0.40	20	20	100	40	36	CS036C1.8G
		-0.30	21	21	1500	150	68	CS068C1.8G
5	2110~2170	-0.35	21	21	200	50	12	CS012C2.1G
		-0.35	21	21	200	50	20	CS020C2.1G
		-0.25	23	23	2000	200	32	CS032C2.1G
		-0.40	20	20	100	40	36	CS036C2.1G
		-0.30	21	21	1500	150	68	CS068C2140MA
6	1805~1880 &2110~2170	0.40	18	18	200	50	12	CS012C1987.5M
		0.30	23	23	2000	200	32	CS032C1987.5M
		0.35	21	21	1500	150	68	CS068C1987.5M
7	2300~2400	-0.30	22	22	200	50	12	CS012C2.35G
		-0.30	22	22	200	50	20	CS020C2.35G
		-0.25	23	23	2000	200	32	CS032C2.35G
		-0.35	21	21	100	40	36	CS036C2.35G
		-0.28	23	23	1500	150	68	CS068C2.35G
8	2496~2690	-0.30	20	20	200	50	12	CS012C2.593G
		-0.30	20	20	200	50	20	CS020C2.593G
		-0.25	22	22	2000	200	32	CS032C2.593G
		-0.30	20	20	100	40	36	CS036C2.593G
		-0.28	22	22	1500	150	68	CS068C2.593G
9	3300~3600	-0.28	20	20	200	50	12	CS012C3.45G
		-0.28	20	20	200	50	20	CS020C3.45G
		-0.25	22	22	2000	200	32	CS032C3.45G
		-0.30	20	20	100	40	36	CS036C3.45G
		-0.25	22	22	1500	150	68	CS068C3.45G

序号	频率范围 (MHz)	正向 损耗 (dB)	反向 损耗 (dB)	回波 损耗 (dB)	功率容量(W)		外形 代码	型号
					脉冲 功率	平均 功率		
10	3400~3600	-0.25	20	20	200	50	12	CS012C3.5G
		-0.25	20	20	200	50	20	CS020C3.5G
		-0.20	25	25	2000	200	32	CS032C3.5G
		-0.30	20	20	100	40	36	CS036C3.5G
		-0.25	23	23	1500	150	68	CS068C3.5G
11	3400~3800	-0.28	20	20	200	50	12	CS012C3.6G
		-0.28	20	20	200	50	20	CS020C3.6G
		-0.25	25	25	2000	200	32	CS032C3.6G
		-0.33	20	20	100	40	36	CS036C3.6G
		-0.28	23	23	1500	150	68	CS068C3.6G
12	4600~5000	-0.28	22	22	100	40	36	CS036C4.8G
13	5150~5925	-0.50	19	19	200	50	20	CS020C5.5G
14	5900~6300	-0.50	20	20	50	20	36	CS036C6.1G
15	6400~7200	-0.50	20	20	50	20	36	CS036C6.8G

- 注：1、表中数值为常温、常压下的技术指标；
2、脉冲功率占空比 $\leq 1\%$ ，脉宽 $\leq 20\text{ms}$ ；
3、传输方向包含顺时针（C）与逆时针（A）。

2.3.3 方形传统带线结构

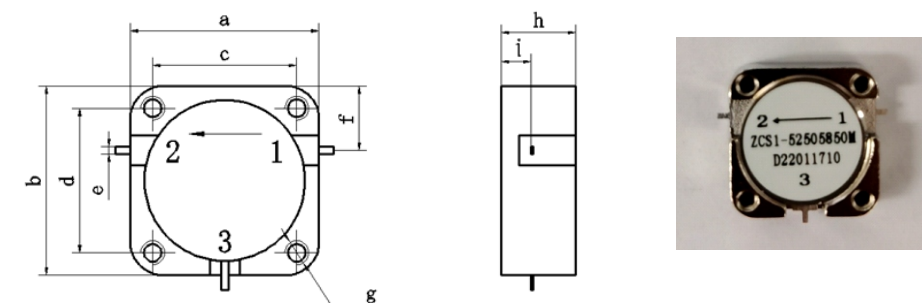


图2-3带线型环形器外形结构示意图

外形尺寸代码、外形尺寸

外形代码	外形尺寸(mm)									备注
	a	b	c	d	e	f	g	h	l	
058	20	20	16.4	16.4	/	5.6	Φ2.2	8.6	2.6	
065	12.7	12.7	9.65	9.65	1	4.4	M1.6	6.4	1.9	
066	12.7	12.7	9.65	9.65	1	4.4	Φ2.2	6.4	1.9	

注：1、安装面平面度：≤0.1 mm；
2、外形尺寸公差：±0.2 mm。

典型产品技术指标

序号	频率范围(MHz)	正向损耗(dB)	反向损耗(dB)	回波损耗(dB)	功率容量(W)		外形代码	型号
					脉冲功率	平均功率		
1	885~934	-0.30	20	20	100	80	58	CD058C909.5M
2	2900-3300	-0.25	20	20	150	50	65	CD065C3.1G
3	4900~6000	-0.25	20	20	100	30	65	CD065C5.4G
4	5250~5850	-0.25	20	20	100	30	66	CD066C5.5G
5	470~600	-0.70	17	16.5	200	100	96	CD096C535M
6	600~765	-0.70	17	16.5	200	100	96	CD096C683M
7	765~980	-0.70	17	16.5	200	100	96	CD096C873M
8	940~1260	-0.80	15	15	200	100	96	CD096C1100M

注：1、表中数值为常温、常压下的技术指标；
2、脉冲功率占空比≤1%，脉宽≤20ms；
3、传输方向包含顺时针（C）与逆时针（A）。

2.4 隔离器系列产品

根据用户要求，产品的结构外形可以进行定制。
分布式参数隔离器推荐的外形主要有圆形表贴式、方形表贴式、方形传统带线结构等，其结构尺寸及典型产品如下所示。

2.4.1 圆形带衰减片表贴式

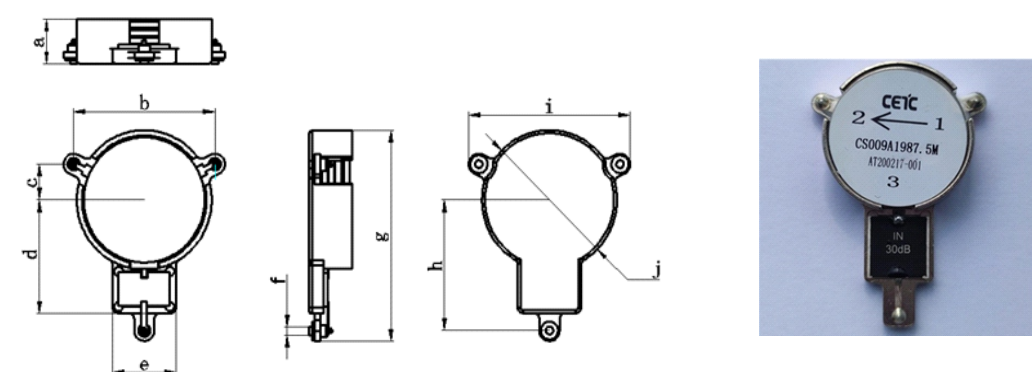


图2-4 圆形带衰减片表贴式隔离器外形结构示意图

外形尺寸代码、外形尺寸

外形代码	外形尺寸(mm)									备注
	a	b	c	d	e	f	g	h	l	
9	8.3	24.5	6.0	22.5	11.0	1.3	41.0	25.5	28.0	23.4
13	7.5	24.5	6.0	19.0	11.0	1.3	35.4	21.9	28.0	23.4
45	8.0	24.5	6.0	22.0	11.0	1.3	37.1	23.7	28.0	23.4
52	7.5	17.7	5.1	16.9	12.5	1.3	31.4	19.9	—	19.6

注：1、安装面平面度：≤0.1 mm；
2、外形尺寸公差：±0.2 mm。

典型产品技术指标

序号	频率范围 (MHz)	正向 损耗 (dB)	反向 损耗 (dB)	回波 损耗 (dB)	功率容量(W)			外形 代码	型号
					脉冲 功率	前向平 均功率	反向平 均功率		
1	758~821	-0.25	23	23	2000	200	200	9	IS009C821M
		-0.25	23	23	2000	200	150	13	IS013C821M
		-0.30	20	20	1500	200	200	45	IS045C821M
		-0.30	20	20	1500	200	150	52	IS052C821M
2	851~894	-0.25	23	23	2000	200	150	13	IS013C872.5MA
3	869~960	-0.25	23	23	2000	200	150	13	IS013C914.5MA
4	925~960	-0.25	23	23	2000	200	200	9	IS009C925M
		-0.25	23	23	2000	200	150	13	IS013C925M
		-0.30	20	20	1500	200	200	45	IS045C925M
		-0.30	20	20	1500	200	150	52	IS052C925M
5	758~821 &925~960	-0.30	20	20	2000	200	150	13	IS013C859M
		-0.35	20	20	1500	200	150	52	IS052C859M
6	1805~1880	-0.25	23	23	2000	200	200	9	IS009C1840M
		-0.25	23	23	2000	200	150	13	IS013C1840M
		-0.30	20	20	1500	200	200	45	IS045C1840M
		-0.30	20	20	1500	200	150	52	IS052C1840M
7	2110~2170	-0.25	23	23	2000	200	200	9	IS009C2140M
		-0.25	23	23	2000	200	150	13	IS013C2140M
		-0.30	20	20	1500	200	200	45	IS045C2140M
		-0.30	20	20	1500	200	150	52	IS052C2140M
8	1805~1880 &2110~2170	-0.25	23	23	2000	200	200	9	IS009C1987.5M
		-0.25	23	23	2000	200	200	45	IS045C1987.5M

注：1、表中数值为常温、常压下的技术指标；
2、脉冲功率占空比≤1%，脉宽≤20ms；
3、传输方向包含顺时针（C）与逆时针（A）。

2.4.2 圆形负载表贴式

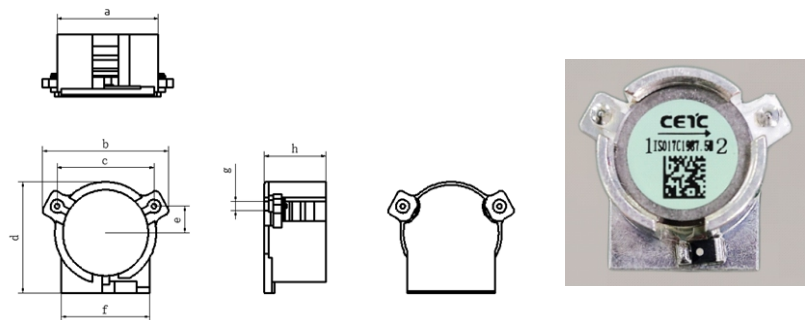


图2-5圆形负载表贴式隔离器外形结构示意图

外形尺寸代码、外形尺寸

外形 代码	外形尺寸(mm)								备注
	a	b	c	d	e	f	g	h	
16	11.5	14.3	11.0	12.6	3.0	10.0	1.0	7.0	
17	10.8	/	11.0	12.5	3.0	10.0	1.0	7.0	
40	12.5	/	12.1	/	3.4	/	0.8	6.1	
41	9.8	/	8.8	11.3	2.6	6.0	1.0	7.0	

注1、安装面平面度：≤0.1 mm；
2、外形尺寸公差：±0.2 mm。

典型产品技术指标

序号	频率范围 (MHz)	正向 损耗 (dB)	反向 损耗 (dB)	回波 损耗 (dB)	功率容量(W)			外形 代码	型号
					脉冲 功率	前向平 均功率	反向平 均功率		
1	1805~1880 &2110~2170	-0.45	15	15	120	20	5	16	IS016C1987.5M
		-0.60	14	14	120	20	5	17	IS017C1987.5M
2	3300~3600	-0.25	20	20	1500	150	10	41	IS041C3.45G
3	5925~7125	-0.5	18	18	20	10	2	40	IS040C6.5G
4	7100~8500	-0.40	18	18	20	10	2	40	IS040C7.8G

注：1、表中数值为常温、常压下的技术指标；
2、脉冲功率占空比≤1%，脉宽≤20 ms；
3、传输方向包含顺时针（C）与逆时针（A）。

2.4.3 方形传统带线结构

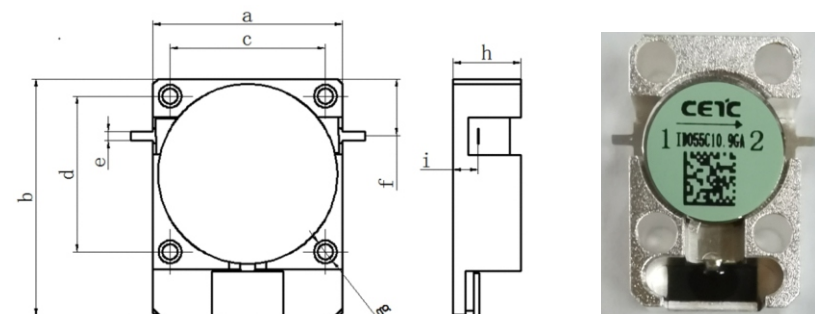


图2-6方形传统带线隔离器外形结构示意图

外形尺寸代码、外形尺寸

外形代码	外形尺寸 (mm)									备注
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	
55	9.0	14.0	6.0	8.6	1.2	4.7	Φ1.9	5.1	1.7	鸥翼形
59	12.7	14.0	9.7	9.7	0.3	3.7	Φ1.8	5.1	0	鸥翼形

注：1、安装面平面度：≤0.1 mm；
2、外形尺寸公差：±0.2 mm。

典型产品技术指标

序号	频率范围 (MHz)	正向损耗 (dB)	反向损耗 (dB)	回波损耗 (dB)	功率容量(W)			外形代码	型号
					脉冲功率	前向平均功率	反向平均功率		
1	5925~7125	-0.40	22	21	20	10	2	59	ID059C6550M
2	7100~8500	-0.40	22	21	20	10	2	59	ID059C7800M
3	10100~11700	-0.40	18	18	100	20	5	55	ID055C10.9G

注：1、表中数值为常温、常压下的技术指标；
2、脉冲功率占空比：≤1%，脉宽：≤20 ms；
3、传输方向包含顺时针（C）与逆时针（A）。

2.4.4 方形传统带线隔环组件结构

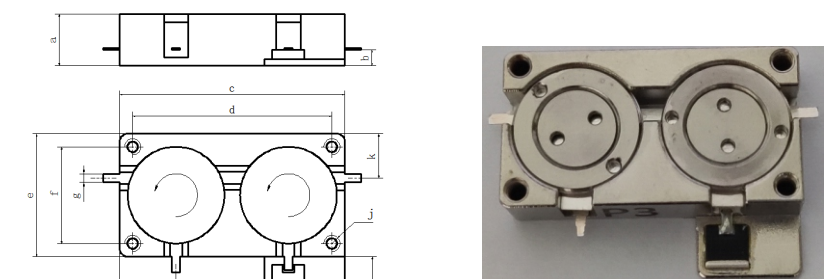


图2-7 环行器隔离器组件外形结构示意图

外形尺寸代码、外形尺寸

外形代码	外形尺寸 (mm)											备注
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	
71	6.4	2.0	27.9	24.7	15.2	12.0	1.0	7.0	6.0	M2	5.5	
72	6.4	2	25.4	22.35	12.7	9.65	1	6.35	0	贯穿	4.15	

典型产品技术指标

序号	频率范围 (MHz)	正向损耗 (dB)	反向损耗 (dB)	回波损耗 (dB)	功率容量(W)			外形代码	型号
					脉冲功率	前向平均功率	反向平均功率		
1	2900~3300	0.55	30	20	100	30	10	71	IS071C3.1G
2	2900~3300	0.55	30	20	100	30	10	72	CSDP2.9-3.3G30A-4

注：1、表中数值为常温、常压下的技术指标；
2、脉冲功率占空比：≤1%，脉宽：≤20 ms；
3、传输方向可根据用户要求更改，也可制作表贴结构

3 集总参数环行器/隔离器

3.1 器件简介

- 集总参数器件简称“小功率器件”。
- 该结构器件主要由上金属外壳、下金属外壳、塑封外壳、锲恒磁（永磁体）、中心导体模组、绝缘膜、电容、负载（隔离器需要）等组成。其主要特点有：
- ▶ 典型产品频率覆盖600MHz ~ 5000MHz；
 - ▶ 产品尺寸为5mm*5mm，不同频率外形一致；
 - ▶ 产品承受峰值功率为80W，平均功率为10W；
 - ▶ 接口形式：表贴。

3.2 通用产品技术指标

序号	频率范围 (GHz)	传输方向	相对带宽 (%)	损耗 (dB)	隔离 (dB)	回波损耗 (dB)
1	0.6~1	A/C	5	0.9	14	14
			10	1.35	9	9
2	1~2	A/C	5	0.6	14	14
			10	0.85	13	13
3	2~4	A/C	5	0.6	14	14
			10	1.05	12	12

3.3 集总参数环行器系列产品

集总参数环行器器件产品外形相对固定，一般地，推荐的外形如下图所示。

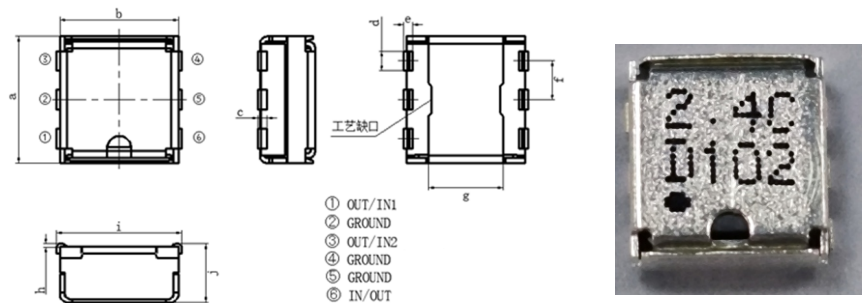


图3-1 小功率环行器外形结构示意图

外形尺寸代码、外形尺寸

外形代码	外形尺寸 (mm)										备注
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	
053	5	5	0.4	0.8	0.4	1.6	3.1	0.1	5.2	2.4	049、901
025	5	5	0.4	0.8	0.4	1.6	3.1	0.1	5.2	2.7	

- 注：1、安装面平面度：≤0.1 mm；
- 2、外形尺寸公差：±0.2 mm。
- 3、工艺缺口数量≤2。由于各外壳制备厂商加工方式不同，实际产品中工艺缺口的位置与图示位置有所差异（如工艺缺口左右分布或在单边分布），具体以实物为准。

典型产品技术指标

序号	频率范围 (MHz)	损耗 (dB)	隔离 (dB)	电压驻波比 (S)	功率容量(W)		外形编号	型号
					脉冲功率	平均功率		
1	758~798	0.9	16	1.4	80	10	053	CS049C778MA
2	885~934	0.8	14	1.55			053	CS053C909.5MCF
3	925~960	1.0	11	1.78			025	CS025C942M
4	1805~1880	0.55	17.5	1.4			053	CS901C1.8G
5	1900~1920	0.6	18	1.3			053	CS053C1910M
6	1930~2200	1.1	10	1.9			053	CS053A2065M
7	2110~2170	0.5	16.5	1.35			053	CS901C2.1G
8	2300~2400	0.5	16.5	1.4			053	CS025C2.35GA
9	2400~2500	0.4	17	1.4			051	CS051A2.45GC
10	2490~2690	0.55	14.5	1.5			053	CS053C2593MC
11	2500~2700	0.55	14.5	1.5			053	CS901C2.5G
12	3300~3600	0.65	14	1.5			025	CS025C3.5GA
13	3300~3800	1.1	11	1.6			025	CS025C3550MDU
14	3400~3800	0.9	12	1.65			025	CS025C3.6G

- 注：1、表中数值为常温、常压下的技术指标；
- 2、传输方向包含顺时针（C）与逆时针（A）。

3.4 集总参数隔离器系列产品

集总参数环形器器件产品外形相对固定，一般地，推荐的外形如下图所示。

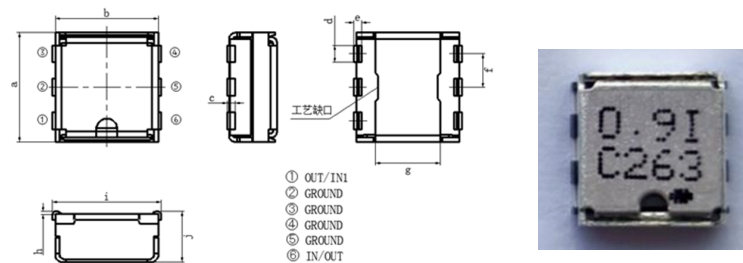


图3-2 集总参数隔离器外形结构示意图

外形尺寸代码、外形尺寸

外形代码	外形尺寸(mm)										备注
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	
026	5	5	0.4	0.8	0.4	1.6	3.1	0.1	5.2	2.4	029、901
028	5	5	0.4	0.8	0.4	1.6	3.1	0.1	5.2	2.7	

- 注：1、安装面平面度： $\leq 0.1\text{ mm}$ ；
2、外形尺寸公差： $\pm 0.2\text{ mm}$ 。
3、工艺缺口数量： ≤ 2 。由于各外壳制备厂商加工方式不同，实际产品中工艺缺口的位置与图示位置有所差异（如工艺缺口左右分布或在单边分布），具体以实物为准。

典型产品技术指标

序号	频率范围(MHz)	损耗(dB)	隔离(dB)	电压驻波比(S)	功率容量(W)		外形编号	型号
					脉冲功率	平均功率		
1	617~652	1.3	10	1.9	80	10W(前向平均功率), 2W(反向平均功率)	026	IS026C634.5MA
2	700~798	1.5	10	1.9			026	IS026C749MA
3	729~768	1.0	11	1.6			026	IS026C748.5MA
4	758~803	1.3	10	1.8			026	IS029C0.8GC
5	758~821	1.1	11	1.7			026	IS029A0.8GA
6	800~840	9	1.0	1.6			026	IS026C820M

序号	频率范围(MHz)	损耗(dB)	隔离(dB)	电压驻波比(S)	功率容量(W)		外形编号	型号
					脉冲功率	平均功率		
7	851~894	0.9	11	1.5	80	10W(前向平均功率), 2W(反向平均功率)	026	IS029A872.5MA
8	925~960	0.6	13.5	1.5			026	IS901A0.9G
9	950~1020	0.75	12	1.5			026	TPG9005(S)
10	960~1068	0.9	11	1.6			026	IS026A1062M
11	980~1140	1.1	10	1.7			026	IS026A1060M
12	1040~1080	0.75	12	1.45			026	TPG9005A(S)
13	1100~1240	0.85	11	1.65			026	TPG9005B(S)
14	1427~1517	0.7	14.5	1.5			026	IS026A1.5GA
15	1610~1626	0.5	15	1.4			026	IS026A1626MDU
16	1710~1785	0.6	15	1.5			026	IS026A1748MDU
17	1805~1825	0.5	17	1.4			026	IS901A1.81GDU
18	1805~1880	0.55	17	1.35			026	IS901A1.8G
19	1805~2170	1.1	10	1.8			026	IS026A1987.5MA
20	1980~2010	0.55	17	1.4			026	IS026A1962.5MA
21	2100~2300	0.8	14	1.6			026	IS026A2.2GBQ
22	2110~2170	0.55	17.5	1.35			026	IS026A2.1GA
23	2110~2200	0.6	17.5	1.4			026	IS026A2155M
24	2200~2300	0.55	17	1.4			026	IS026A2250M
25	2300~2400	0.55	17	1.4			026	IS026A2350M
26	2400~2500	0.55	17	1.4			026	IS026A2450M
27	2470~2730	0.65	12.5	1.5			026	IS021C2.5GA
28	2496~2690	0.6	13	1.5			026	IS026A2593MA
29	2500~2700	0.6	13	1.5			026	IS026A2600MA
30	3300~3600	0.75	15	1.45			028	IS028A3450MA
31	3300~3800	1.1	11	1.8			028	IS028A3550MA
32	3400~3800	0.9	13	1.7			028	IS028A3.6GA
33	3700~3980	1.2	11	1.9			028	IS028A3840MDU

- 注：1、表中数值为常温、常压下的技术指标；
2、传输方向包含顺时针（C）与逆时针（A）。

4 其它类型产品

4.1 3dB电桥

3dB表贴式电桥专为GSM、WCDMA、LTE和NR频段应用设计，其结构简单，使用方便友好，可靠性好；具有损耗低、幅度和相位不平衡小等优势，适用于功率分配、功率合成、低噪声放大等场景，制造所用材料热膨胀系数（CTE）和常用的基板（FR4、RF-35、RO4350、G-10、polyimide）是相匹配的。

4.1.1 结构组成

电桥结构简单，主要由内部电路、外部地、pin脚和介质基板组成，Pin脚电气连接示意图如下。

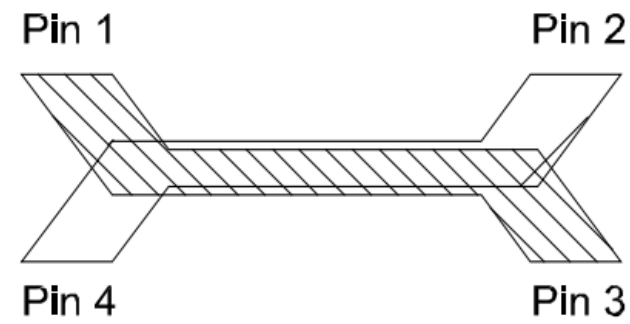


图4-1 电桥pin脚电气关系

4.1.2 产品外形结构

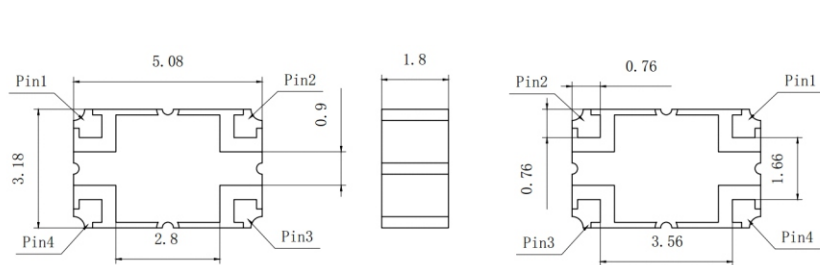


图4-2 3dB电桥外形结构示意图

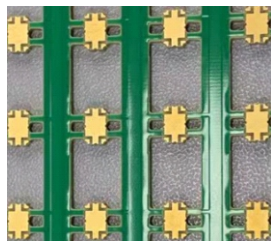


图4-3 3dB电桥实物图

4.1.3 产品技术指标

序号	频率范围 (GHz)	正向损耗 (dB)	反向损耗 (dB)	回波损耗 (dB)	幅度一致性 (dB)	相位一致性 (deg)	功率容量 (W)
1	0.75~1.0	-0.2	23	23	±0.3	±2.0	25
2	0.6~1.0	-0.2	23	23	±0.6	±2.0	25
3	1.2~1.7	-0.3	22	22	±0.3	±4.0	25
4	1.7~2.3	-0.3	18	20	±0.3	±3.0	25
5	2.1~2.7	-0.3	23	23	±0.3	±3.0	25
6	3.3~3.7	-0.25	23	23	±0.3	±3.0	25
7	4.9~6.3	-0.5	14	15	±0.7	±6.0	25

4.2 滤波器类

滤波器主要用作谐波、干扰抑制，主要有腔体滤波器、介质滤波器、微带滤波器等，其中腔体滤波器Q值高、可靠性好，广泛用于基站、仪表、卫星通信等；介质滤波器尺寸小，质量轻广泛用于微基站/皮基站、微波通信等设备中。

4.2.1 产品外形结构

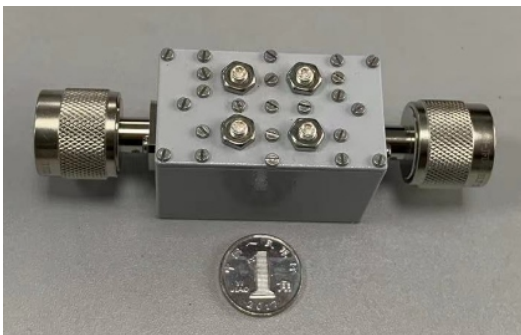


图4-4 089外形小功率腔体滤波器

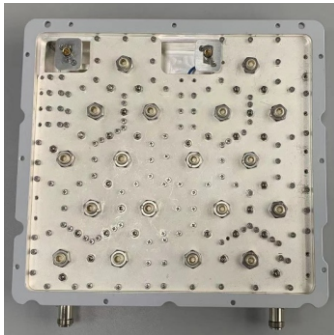


图4-5 092外形大功率腔体滤波器

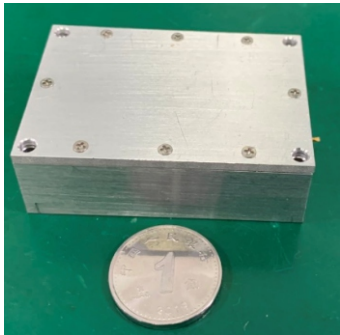


图4-6 集总低通滤波器



图4-7介质滤波器

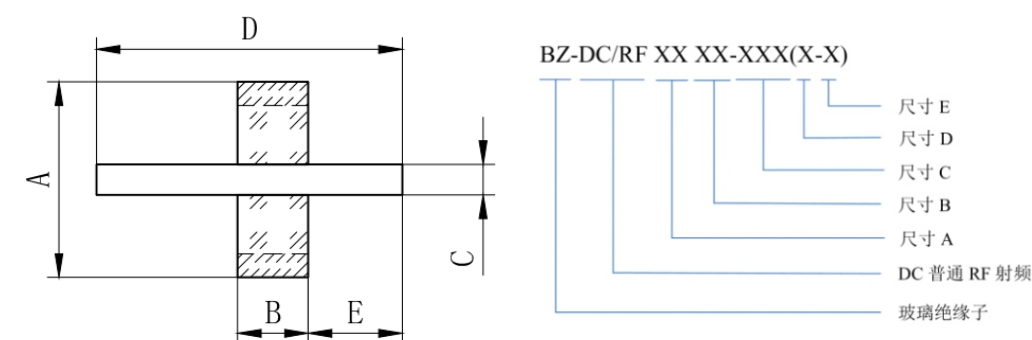
4.2.2 产品技术指标

序号	频率范围 (MHz)	损耗 (dB)	隔离 (dB)	带外抑制度 (dBc)	功率容量(W)		型号
					脉冲功率	平均功率	
1	703-748	2~3	15	≤-35dBc @DC ~ 688MHz ≤-35dBc @763MHz ~ 3GHz			FC089C726M
2	824-835	2~3	15	≤-25dBc @DC ~ 819MHz ≤-25dBc @840MHz ~ 3GHz			FC089C830M
3	889-915	2~3	15	≤-32dBc @DC ~ 882MHz ≤-32dBc @922MHz ~ 3GHz			FC089C902M
4	1550-1630	2~3	15	≤-25dBc @DC ~ 1535MHz ≤-25dBc @1645MHz ~ 3GHz			FC089C1.59G
5	1710-1780	2~3	15	≤-35dBc @DC ~ 1695MHz ≤-35dBc @1795MHz ~ 3GHz			FC089C1.75G
6	1880-1920	2~3	15	≤-30dBc @DC ~ 1873MHz ≤-25dBc @1928MHz ~ 3GHz			FC089C1.9G
7	1920-1980	2~3	15	≤-20dBc @DC ~ 1913MHz ≤-20dBc @1987MHz ~ 3GHz			FC089C1.95G
8	2300-2400	2~3	15	≤-25dBc @DC ~ 2274MHz ≤-25dBc @2427MHz ~ 3GHz			FC089C2.35G
9	2515-2675	2~3	15	≤-25dBc @DC ~ 2500MHz ≤-25dBc @2690MHz ~ 3GHz			FC089C2.595G
10	3400-3600	2~3	15	≤-20dBc @DC ~ 3385MHz ≤-20dBc @3615MHz ~ 6GHz			FC089C3.5G
11	4800-1960	2~3	15	≤-20dBc @DC ~ 4785MHz ≤-20dBc @4975MHz ~ 6GHz			FC089C4.88G
12	1785-1805	1.6	20	≤-50dBc @DC ~ 1780MHz ≤-50dBc @1810 ~ 3000MHz	400w	40w	FC092C1795G
13	DC-50MHz	0.4	17	≤-20dBc @60 ~ 2000MHz	/	60w	/
14	DC-88MHz	0.4	17	≤-20dBc @100 ~ 2000MHz	/	60w	/
15	DC-380MHz	0.4	17	≤-20dBc @450 ~ 2000MHz	/	60w	/

4.3 玻璃绝缘子类

玻璃绝缘子主要用于微波组件、集成电路腔体等，实现电源及信号的输入、输出，是密封组件关键的器件之一。

4.3.1 产品命名方式



4.3.2 产品外形结构

玻璃绝缘子采用低介电常数玻璃为介质，中心针与外壳采用铁镍钴波封合金材料，经高温烧结而成。表面镀金处理。

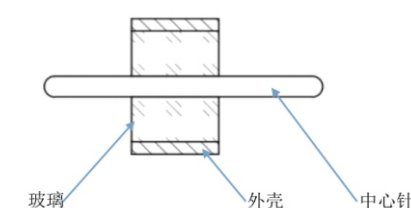


图4-8玻璃绝缘子基本结构图



图4-9玻璃绝缘子实物图

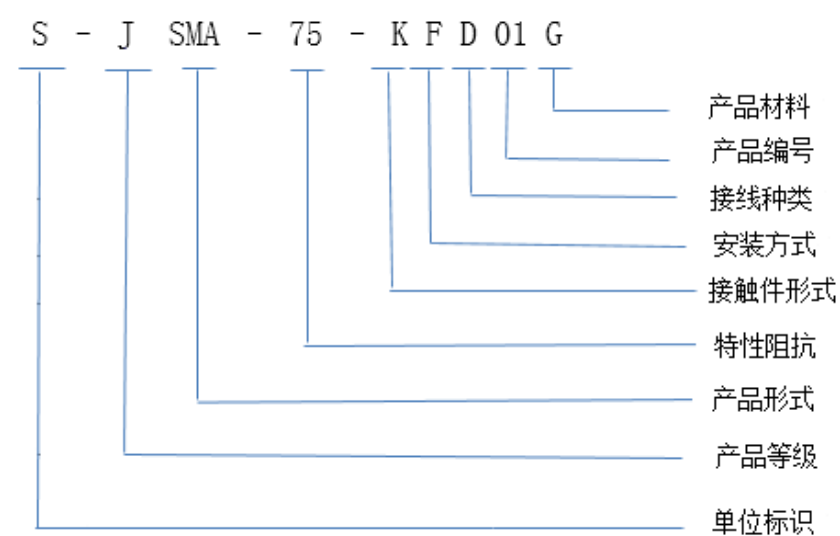
4.3.3 产品技术指标

产品型号	玻璃绝缘子RF/DC系列	执行标准	GJB 2440A
绝缘电阻	≥1000MΩ	介质耐压	≥500V
可焊性	GJB 548B方法2003的可焊性试验	盐雾	中性盐雾试验24小时
气密性	空气泄漏率≤1x10-9Pa.m3/S(He)	工作温度	-55℃~125℃
镀层结合力	300℃烘烤5分钟，恢复至常温，镀层无氧化、脱落及变色等不良		
引线牢固性	拉力试验，拉力值≥2.22		
外观试验	GJB 2440A附录A目检标准执行，零件表面光滑、无毛刺、划伤、凹坑及其他机械损伤，玻璃表面无气泡、裂痕、杂质、凹坑。		
阻抗要求	50Ω (RF系列)		

4.4 连接器类

连接器主打货架化产品，产品具有性能佳，批次一致性好，发货速度快等特点。

4.4.1 产品命名方式



- 单位标识：S为西南应用磁学研究所（SIAM）的简称
- 产品等级：用字母表示，J-军用级，民用级则不标。
- 产品形式：表示射频连接器类别，如SMA、TNC、N、K、1.85系列等。
- 特性阻抗：用数字表示，75Ω标75；通用的50Ω则不标。
- 接触件形式：插针：J；插孔：K。
- 外壳形式：直式：不标；弯式：W。
- 安装形式：法兰盘：F，螺母：Y，焊接：H。
- 接线种类：电缆—电缆代号，微带—D，高频带—不标。
- 产品编号：用数字表示，从01开始进行编号。
- 产品材料：用字母表示，G-不锈钢，黄铜则不标。

4.3.1 产品命名方式

连接器主要法兰腔体、介质和内导体等零件组成。

连接器目前有SMA系列、TNC系列、BMA系列、1.85系列、2.4系列和2.92系列，部分结构示意图如下所示。

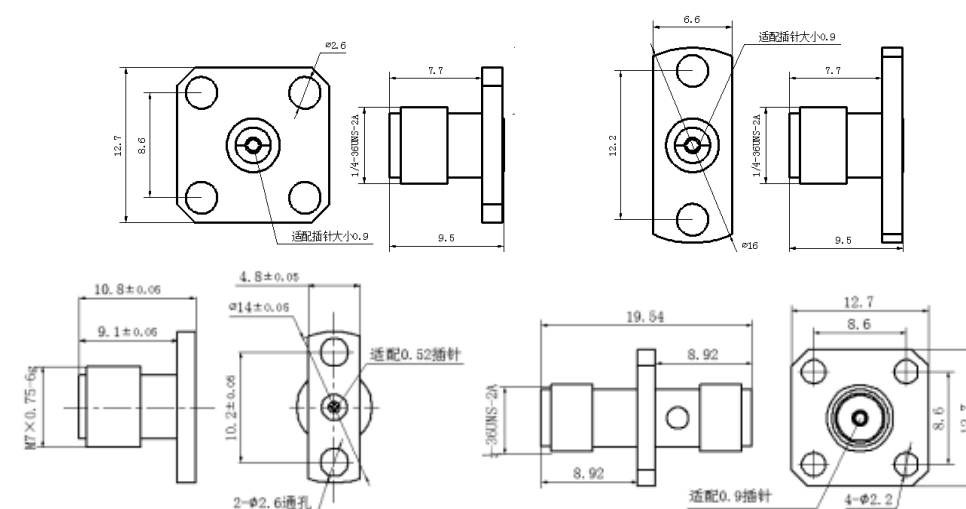


图4-10 连接器结构示意图

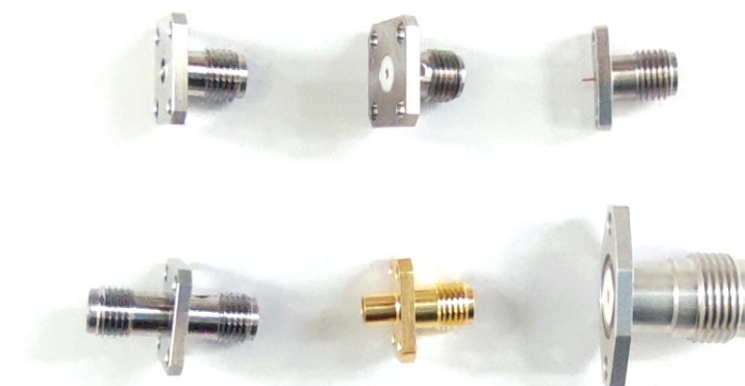


图4-11 射频同轴连接器

4.4.3 产品技术指标

标称阻抗	50Ω		绝缘电阻 (MΩ)	≥5000	
频率范围 (GHz)	SMA系列	DC~18	插入损耗 (dB)	SMA系列	≤0.2
	TNC系列	DC~10		TNC系列	≤0.2
	BMA系列	DC~18		BMA系列	≤0.2
	1.85系列	DC~65		1.85系列	≤0.4
	2.4系列	DC~50		2.4系列	≤0.4
	2.92系列	DC~40		2.92系列	≤0.4
电压驻波比	SMA系列	≤1.25	介质耐电压 (V AC)	≥2000	
	TNC系列	≤1.25			
	BMA系列	≤1.15			
	1.85系列	≤1.25			
	2.4系列	≤1.25			
	2.92系列	≤1.25			
温度范围 (°C)	-55~125°C		可靠性要求	符合GB5095.7-1997	

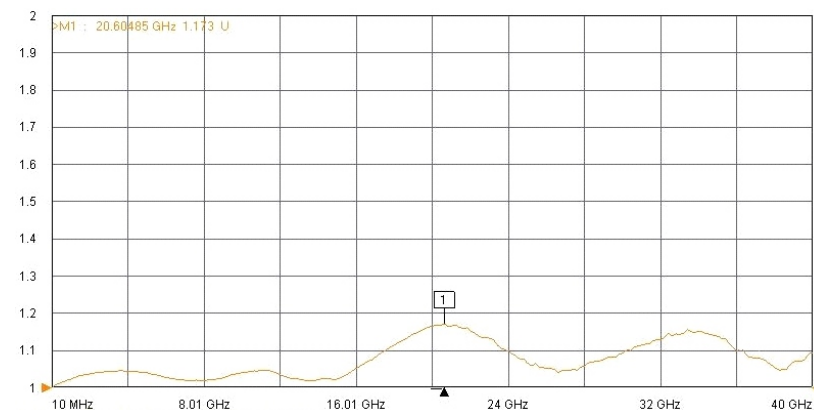
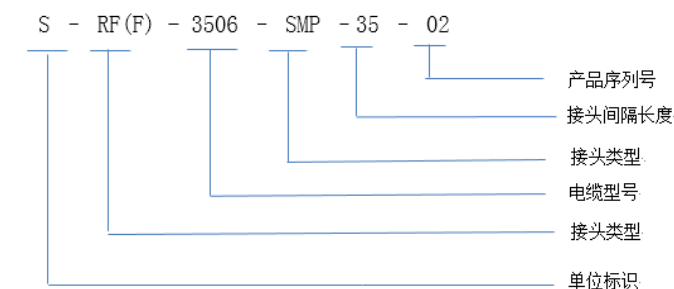


图4-12 K型连接器典型驻波测试曲线

4.5 射频同轴电缆组件类

射频同轴电缆组件具有性能佳，相位一致性好，发货速度快等特点，主要用于航空电子设备，射频、微波器件等。

4.5.1 产品命名方式



- ▶ **单位标识：**S为西南应用磁学研究所（SIAM）的简称。
- ▶ **接头型号：**由具体应用的接头型号决定，如示例中一端为RF(F)-型，另一端为SMP-KB2型接头，顺序为体积较小的接头在前。
- ▶ **电缆型号：**由具体应用的电缆型号决定，如实例中为3506型电缆型号。
- ▶ **接头间隔长度：**用数字表示，表示电缆的设计长度，单位为毫米（mm）。
- ▶ **产品序列号：**用数字表示，第一个序列号可以省略，从02开始进行编号。

4.5.2 产品外形结构

射频同轴电缆组件主要由接头、射频同轴电缆等零件组成。

射频同轴电缆组件长度，连接器类别均可定制。目前常见的射频同轴电缆组件射频同轴电缆主要有半钢电缆、半柔电缆、柔性电缆几种类型，接头可为SMA、SMP、K、RF(F)-12J、J599航空插头插座等类型。



图4-13 射频同轴电缆组件示意图

5 专用（定制）设备研制

4.5.3 典型产品技术指标

序号	频率范围 (Ghz)	损耗 (dB)	相位一致性 (°)	电压驻波比 S	型号
1	0.08~0.2	1.3	±1	1.2	S-RF(F)-3506-SMP-70
2	2~6	1.5	±1.5	1.25	S-SSMA-3506-SMA-280
3	0.8~8	1.0	±3	1.25	S-SMP-3506-SMP-110
4	6~18	1.3	±5	1.3	S-J1216T/16MJ-3506-SMA -650
5	14~18	1.1	±5	1.6	S-VPX-3657-SMP-205
6	DC~2	0.9	±1	1.5	S-RF(F)-3506-SMPM-70
7	DC~6	0.6	±1.5	1.5	S-SMPM-3657-SMPM-170
8	DC~8	0.75	±3	1.5	S-VPX-3657-SMP-205
9	DC~18	0.9	±5	1.6	S-SMA-047-SMA-165
10	DC~20	1.1	±7	1.7	S-SMP-3506-SMA-80

注：表中数值为常温、常压下的技术指标；

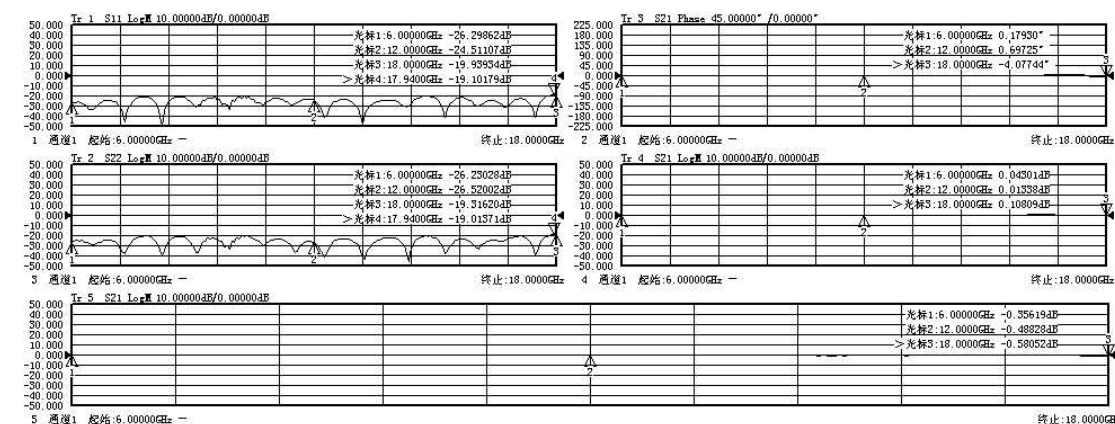


图4-14 S-J1216T/16MJ-3506-SMA-650产品典型驻波测试曲线

5.1 能力介绍

通讯产品事业部目前已具备仪器设备整条线建设开发能力，涵盖机械设计、工艺设计、电路设计、电气和软件编程开发能力，目前已开发针对微波器件生产的专用自动化设备如：自动折弯贴膜机、AOI视觉机、自动点锡机、自动点锡植球机、测试包装机、自动充磁测试机、贴片机、平面度测试机、一体化组装体设备等，主要涉足领域为：

- 1) 电子元器件组装、测试、点胶、分选等工艺生产设备；
- 2) 磁性材料和器件生产的关键和核心工艺的半自动/自动化设备；
- 3) 自动化生产线体；
- 4) 部分专用设备的拓展改造（自动上下料、拾取、码料等）；
- 5) 代替低效、低质的人工操作的半自动/自动化设备。

5.2 典型产品展示

a) 材料加工工艺设备

定制化设计自动化设备解决一些材料加工过程中的工艺难点，实现高品质，高效率、低成本的材料加工。

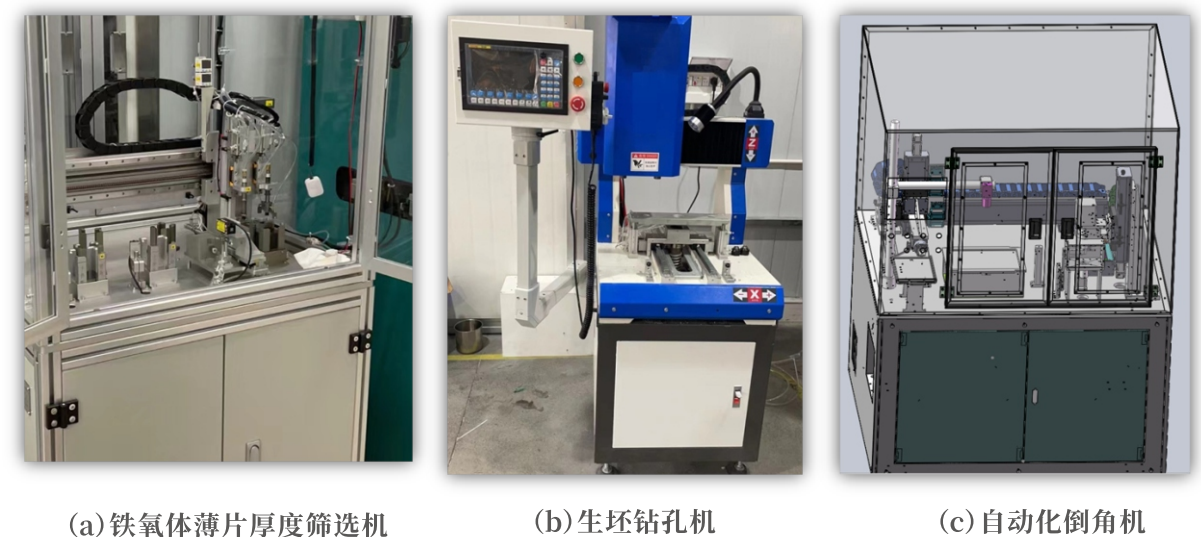


图5-1材料加工工艺设备

b) 各类型点胶/点锡设备

提供各类半自动、全自动的点胶/点锡设备。满足各类客户对价位、功能、精度、生产效率等的不同需求。



(a) 半自动点锡机



(b) 桌面型点锡机



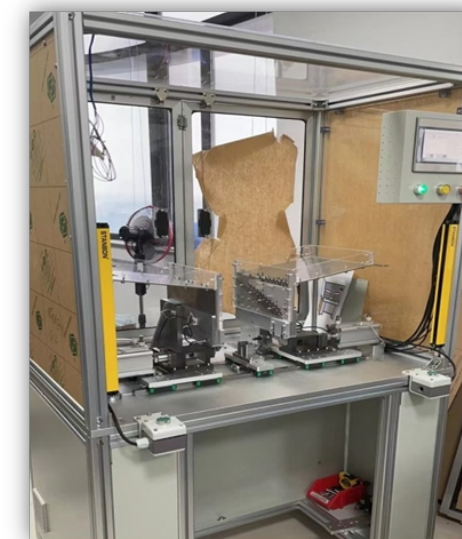
(c) 全自动点锡机

c) 精密组装设备

根据客户要求定制化设计高精度组装设备，可进行各类复杂元器件的组装。



(a) 中心导体模组精密成型机



(b) 半自动轴承组装机



(c) 全自动点锡、组装机

d) 自动测试类设备

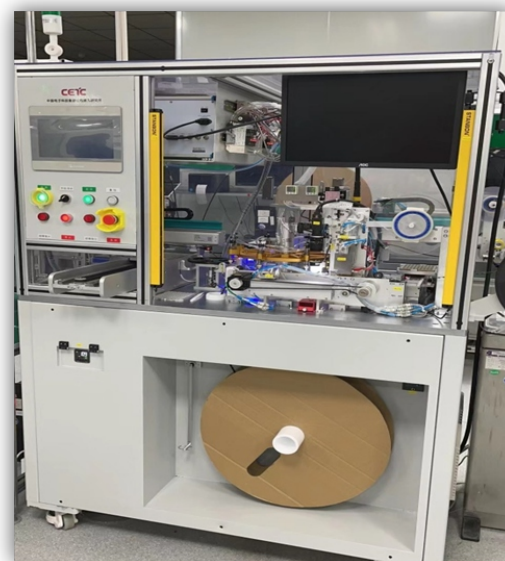
根据客户要求定制化设计各类测试备，开发自动上下料、自动测试、数据记录等功能要求的测试设备。



(a) 自动共面度测试机



(b) 全自动微波电性能测试设备

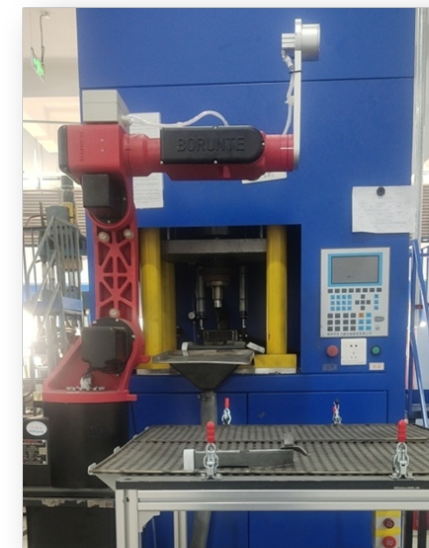


(c) 全自动测试包装机

图5-4自动测试类设备

e) 上下料机器人集成

结合生产需求，进行自动化的上下料、自动物流线升级，可以有效的节约人力资源的投入。



(a) 伺服压机下料机器设备



(b) 全自动流转线



(c) 自动上下料控制系统



(d) AOI自动抓取分选机

图5-5上下料机器人集成

附录

f) 系统集成

可以根据需求，提供从外到里，从结构件到软件及控制系统、人机界面的系统集成服务。程序、软件均可无门槛交付。



(a)自动矩阵开关系统集成项目



(b)激光式腔体测高仪

图5-6系统集成

I 驻波与回波损耗换算表

驻波	回波损耗(dB)	传输损耗(dB)	反射系数	传输功率%	反射功率%
1	□	0	0	100	0
1.01	46.06	0.00	0.00	100.00	0.00
1.02	40.09	0.00	0.01	99.99	0.01
1.03	36.61	0.00	0.01	99.98	0.02
1.04	34.15	0.00	0.02	99.96	0.04
1.05	32.26	0.00	0.02	99.94	0.06
1.06	30.71	0.00	0.03	99.92	0.08
1.07	29.42	0.00	0.03	99.89	0.11
1.08	28.30	0.01	0.04	99.85	0.15
1.09	27.32	0.01	0.04	99.81	0.19
1.10	26.44	0.01	0.05	99.77	0.23
1.11	25.66	0.01	0.05	99.73	0.27
1.12	24.94	0.01	0.06	99.68	0.32
1.13	24.29	0.02	0.06	99.63	0.37
1.14	23.69	0.02	0.07	99.57	0.43
1.15	23.13	0.02	0.07	99.51	0.49
1.16	22.61	0.02	0.07	99.45	0.55
1.17	22.12	0.03	0.08	99.39	0.61
1.18	21.66	0.03	0.08	99.32	0.68
1.19	21.23	0.03	0.09	99.25	0.75
1.20	20.83	0.04	0.09	99.17	0.83
1.21	20.44	0.04	0.10	99.10	0.90
1.22	20.08	0.04	0.10	99.02	0.98
1.23	19.73	0.05	0.10	98.94	1.06
1.24	19.40	0.05	0.11	98.85	1.15
1.25	19.08	0.05	0.11	98.77	1.23
1.26	18.78	0.06	0.12	98.68	1.32
1.27	18.49	0.06	0.12	98.59	1.41
1.28	18.22	0.07	0.12	98.49	1.51
1.29	17.95	0.07	0.13	98.40	1.60
1.30	17.69	0.07	0.13	98.30	1.70
1.32	17.21	0.08	0.14	98.10	1.90
1.34	16.75	0.09	0.15	97.89	2.11
1.36	16.33	0.10	0.15	97.67	2.33
1.38	15.94	0.11	0.16	97.45	2.55
1.40	15.56	0.12	0.17	97.22	2.78
1.42	15.21	0.13	0.17	96.99	3.01
1.44	14.88	0.14	0.18	96.75	3.25
1.46	14.56	0.15	0.19	96.50	3.50
1.48	14.26	0.17	0.19	96.25	3.75
1.50	13.98	0.18	0.20	96.00	4.00

驻波	回波损耗(dB)	传输损耗(dB)	反射系数	传输功率%	反射功率%
1.60	12.74	0.24	0.23	94.67	5.33
1.70	11.73	0.30	0.26	93.28	6.72
1.80	10.88	0.37	0.29	91.84	8.16
1.90	10.16	0.44	0.31	90.37	9.63
2.00	9.54	0.51	0.33	88.89	11.11
2.10	9.00	0.58	0.35	87.41	12.59
2.20	8.52	0.66	0.38	85.94	14.06
2.30	8.09	0.73	0.39	84.48	15.52
2.40	7.71	0.81	0.41	83.04	16.96
2.50	7.36	0.88	0.43	81.63	18.37
2.60	7.04	0.96	0.44	80.25	19.75
2.70	6.76	1.03	0.46	78.89	21.11
2.80	6.49	1.10	0.47	77.56	22.44
2.90	6.25	1.18	0.49	76.27	23.73
3.00	6.02	1.25	0.50	75.00	25.00
3.50	5.11	1.60	0.56	69.14	30.86
4.00	4.44	1.94	0.60	64.00	36.00
4.50	3.93	2.25	0.64	59.50	40.50
5.00	3.52	2.55	0.67	55.56	44.44
5.50	3.19	2.83	0.69	52.07	47.93
6.00	2.92	3.10	0.71	48.98	51.02
6.50	2.69	3.35	0.73	46.22	53.78
7.00	2.50	3.59	0.75	43.75	56.25
7.50	2.33	3.82	0.76	41.52	58.48
8.00	2.18	4.03	0.78	39.51	60.49
8.50	2.05	4.24	0.79	37.67	62.33
9.00	1.94	4.44	0.80	36.00	64.00
9.50	1.84	4.63	0.81	34.47	65.53
10.00	1.74	4.81	0.82	33.06	66.94
11.00	1.58	5.15	0.83	30.56	69.44
12.00	1.45	5.47	0.85	28.40	71.60
13.00	1.34	5.76	0.86	26.53	73.47
14.00	1.24	6.04	0.87	24.89	75.11
15.00	1.16	6.30	0.88	23.44	76.56
16.00	1.09	6.55	0.88	22.15	77.85
17.00	1.02	6.78	0.89	20.99	79.01
18.00	0.97	7.00	0.89	19.94	80.06
19.00	0.92	7.21	0.90	19.00	81.00
20.00	0.87	7.41	0.90	18.14	81.86
25.00	0.70	8.30	0.92	14.79	85.21
30.00	0.58	9.04	0.94	12.49	87.51
50.00	0.35	11.14	0.96	7.69	92.31
100.00	0.17	14.07	0.98	3.92	96.08

II 常用功率单位转换表

dBm和W之间的关系： $\text{dBm} = 10 \times \lg(\text{mW})$ 1w的功率，换算成dBm就是 $10 \times \lg 1000 = 30 \text{ dBm}$ 。
以1 mW 为基准的dB算法，即 $0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}$ ， $\text{dBm} = 10 \times \log(\text{Power}/1 \text{ mW})$ 。

dBm	mW	dBm	mW
0	1.0	26	400
1	1.3	27	500
2	1.6	28	640
3	2.0	29	800
4	2.5	30	1.0W
5	3.2	31	1.3W
6	4.0	32	1.6W
7	5.0	33	2.0W
8	6.0	34	2.5W
9	8.0	35	3.0W
10	10	36	4.0W
11	13	37	5.0W
12	16	38	6.0W
13	20	39	8.0W
14	25	40	10W
15	32	41	13W
16	40	42	16W
17	50	43	20W
18	64	44	25W
19	80	45	32W
20	100	46	40W
21	128	47	50W
22	160	48	64W
23	200	49	80W
24	250	50	100W
25	320	60	1000W

III反射功率对驻波的影响

产品输入端口驻波为VSWR1，隔离为isolation，后级系统驻波为VSWR2，对应反射系数为：

$$\Gamma_1 = (VSWR1 - 1)/(VSWR1 + 1)$$

$$\Gamma_2 = (VSWR2 - 1)/(VSWR2 + 1)$$

对应端口反射功率为(式中P为输入功率)：

产品输入端口对前级系统总的反射功率：

$$P_{R1}/P = \Gamma_1^2 \quad P_{R2}/P = \Gamma_2^2$$

产品输入端口对前级系统总的反射系数：

产品输入端口对前级系统的驻波：

$$\frac{P_R}{P} = \frac{\Gamma_2^2}{10^{\frac{isolation}{10}}} + \Gamma_1^2$$

$$\Gamma^2 = \frac{\Gamma_2^2}{10^{\frac{isolation}{10}}} + \Gamma_1^2$$

$$VSWR = \frac{1 + \sqrt{\frac{\Gamma_2^2}{10^{\frac{isolation}{10}}} + \Gamma_1^2}}{1 - \sqrt{\frac{\Gamma_2^2}{10^{\frac{isolation}{10}}} + \Gamma_1^2}}$$