



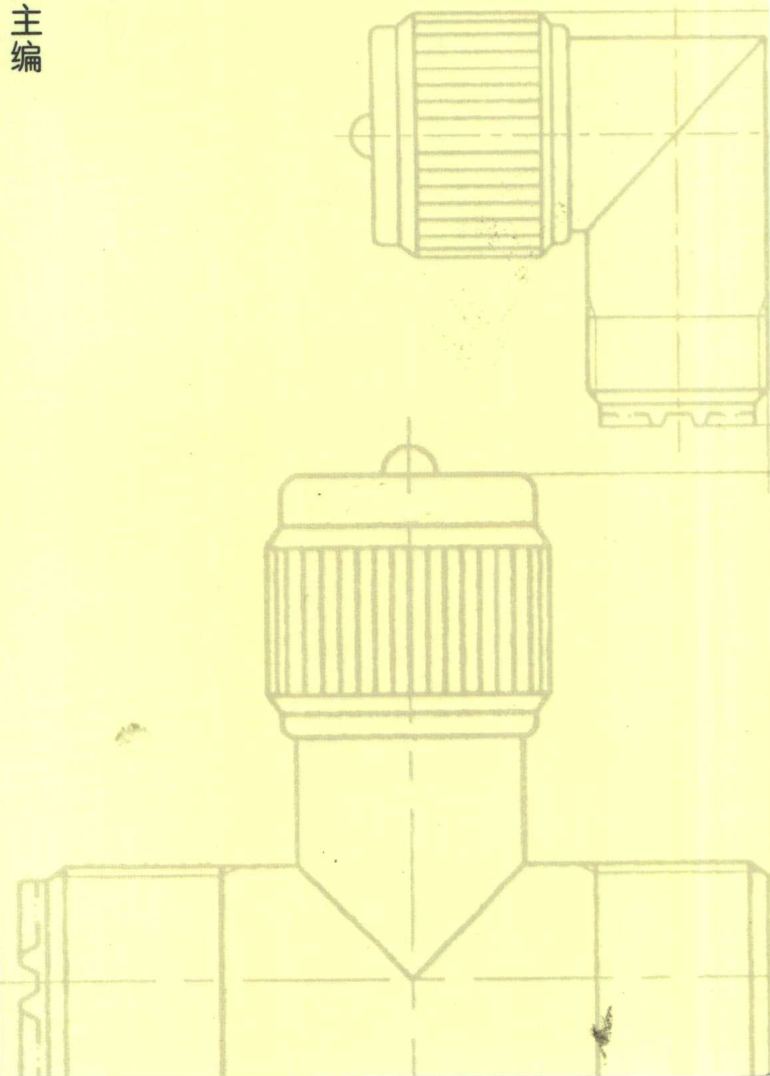
波导与同轴连接器

数据手册

■ 王健石 主编



中国标准出版社



波导与同轴连接器数据手册

王健石 主编

中国标准出版社

图书在版编目(CIP)数据

波导与同轴连接器数据手册/王健石主编. —北京:
中国标准出版社, 2001. 12
ISBN 7-5066-2546-6

I. 波… II. 王… III. ①波导—技术手册②同轴
连接器—技术手册 IV. TN81-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 064199 号

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码: 100045

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 19 字数 450 千字
2001 年 12 月第一版 2001 年 12 月第一次印刷

*

印数 1—3 000 定价 43.00 元

网址 www.bzeps.com

*

科目 589—143

版权专有 侵权必究
举报电话: (010)68533533

7-5066-2546-6

《波导与同轴连接器数据手册》

编 辑 委 员 会

主编 王健石

编委 王健石 唐 伟 刘国庆
张 恒 李 力 孙仁慧
钱 腾 王 彬 赵梅英
周 涛 吴跃进 罗 燕

前 言

为了适应电子信息产业的迅猛发展,满足微波设计、馈线传输设计及天线传输设计的需要,促进产品标准化建设,我们编写了《波导与同轴连接器数据手册》一书。

手册汇集了我国现行的国家标准和电子行业标准有关波导和同轴连接器最实用的标准化成果。手册突出了近1 000个产品型号、结构形式及相关数据,并详细介绍了主要技术参数的24种测试方法。手册提供了大量的图表和技术数据,内容丰富,数据准确,精炼实用,使用方便。

本手册是微波传输设计师、馈线传输设计师案头必备的工具书,它是设计师的良师益友,为您在产品开发中排忧解难,并助您一臂之力。

在手册编写过程中,得到了信息产业部电子29研究所、中国标准出版社的大力帮助,在此向他们表示致谢。

由于编者水平有限,缺乏经验,不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2001年6月于成都

目 录

第 1 章 波 导

1. 空心金属波导一般要求和测量方法	1
1.1 型号命名	1
1.2 机械要求	1
1.3 电气试验	4
2. CH12513 型 3 cm 波导和 CH12514A 型 2 cm 波导匹配负载	5
3. 波导元件模数尺寸选择指南	6
4. 普通矩形波导	8
5. 圆形波导	10
6. 扁矩形波导	13
7. 中等扁矩形波导	14
8. 方形波导	15
9. 空心不锈钢波导	16
9.1 型号命名与标志	16
9.2 波导结构型式和尺寸	16

第 2 章 波导法兰盘

1. 普通矩形波导法兰盘	19
2. 扁矩形波导法兰盘	27
3. 圆形波导法兰盘	30
4. 中等扁矩形波导法兰盘	42
5. 方形波导法兰盘	49
6. 不锈钢波导法兰盘	51
6.1 型号组成、材料、标志示例	51
6.2 结构型式及尺寸	51

第 3 章 波导组件

1. 矩形直波导组件	68
------------------	----

2. 矩形 90°H 面圆弧弯波导组件	69
3. 矩形 90°E 面圆弧弯波导组件	70
4. 矩形 60°H 面圆弧弯波导组件	71
5. 矩形 60°E 面圆弧弯波导组件	72
6. 矩形 45°H 面圆弧弯波导组件	73
7. 矩形 45°E 面圆弧弯波导组件	74
8. 矩形圆弧扭波导组件	75
9. 矩形 90°H 面切角弯波导组件	76
10. 矩形 90°E 面切角弯波导组件	77
11. 矩形 60°H 面切角弯波导组件	78
12. 矩形 60°E 面切角弯波导组件	79
13. 矩形 45°H 面切角弯波导组件	80
14. 矩形 45°E 面切角弯波导组件	81
15. 矩形 90°阶梯扭波导组件	82
16. 软波导组件性能	88

第 4 章 视频同轴连接器

1. SL10 型视频同轴连接器	92
2. SL12 型视频同轴连接器	94
3. SL16 型视频同轴连接器	99

第 5 章 射频同轴连接器

1. C 型射频同轴连接器	104
1.1 适用范围、型号命名	104
1.2 结构型式、型号、外形尺寸	106
2. SMC 型射频同轴连接器	118
2.1 适用范围、型号命名	118
2.2 结构型式、型号、外形尺寸	120
3. UHF 型射频同轴连接器	129
3.1 适用范围、型号命名	129
3.2 结构型式、型号、外形尺寸	131
4. SSMA 型射频同轴连接器	137
4.1 适用范围、型号命名	137
4.2 结构型式、型号、外形尺寸	139
5. SSMB 型射频同轴连接器	151

5.1 适用范围、型号命名	151
5.2 结构型式、型号、外形尺寸	153
6. F22 型射频法兰连接器	164
6.1 适用范围、技术要求	164
6.2 产品分类	165
7. F40 型射频法兰连接器	168
7.1 适用范围、技术要求	168
7.2 产品分类	169
8. F80 型射频法兰连接器	171
8.1 适用范围、技术要求	171
8.2 产品分类	172
9. SMB 型射频同轴连接器	173
9.1 适用范围、型号命名	173
9.2 结构型式、型号、外形尺寸	175
10. L27 型射频连接器	188
11. BMA-KFB3 型射频同轴插座连接器	194
12. BMA-KF5Y 型射频同轴插座连接器	195
13. BMA-KFD1 和 BMA-KFD2 型射频同轴插座连接器	196
14. BMA-JFD 型射频同轴插座连接器	197
15. BMA-KYD 型射频同轴插座连接器	198
16. BMA-JYD 型射频同轴插座连接器	199
17. N 型射频同轴连接器	200
18. BNC 型射频同轴连接器	203
19. SMA 型射频同轴连接器	207

第 6 章 射频同轴连接器转接器

1. N/F22 型射频同轴连接器转接器	216
1.1 适用范围、技术要求	216
1.2 产品分类	216
1.3 标准规	224
2. N/F40 型射频同轴连接器转接器	225
2.1 适用范围、技术要求	225
2.2 产品分类	226
2.3 标准规	235
3. N/F80 型射频同轴连接器转接器	236
3.1 适用范围、技术要求	236
3.2 产品分类	237

3.3 标准规	245
---------------	-----

第 7 章 波导和同轴连接器技术参数测量方法

1. 波导和同轴元件功率测量方法	247
1.1 元件入射功率 P_i 的测量	247
1.2 对净功率 P_L 的测量	249
1.3 对元件输出端口功率 P_o 的测量	250
2. 波导和同轴元件衰减测量方法	250
2.1 中频并联替代法	250
2.2 低中频替代法	253
2.3 高频串联替代法	254
2.4 调制副载波法	256
2.5 标量网络分析仪扫频测量法	258
3. 波导和同轴元件驻波比测量方法	259
3.1 测量线直接读数法	259
3.2 四分之一波长线段插入法	261
3.3 半波长替代矢量法	263
3.4 半波长替代调配法	266
3.5 调配反射计法	268
4. 波导和同轴元件相位测量方法	271
4.1 反射波法	271
4.2 调制副载波法	273
4.3 两路平衡法	276
4.4 变频法	279
5. 射频同轴连接器耐射频高电位电压测试方法	280
5.1 耐射频高电位电压定义	280
5.2 测试设备	280
5.3 测试方法	280
6. 射频同轴连接器电气试验和测量程序 反射系数	281
6.1 一般的测量方法	281
6.2 具备误差识别的测量方法	284
6.3 反射系数测量的典型程序	287
6.4 时域反射计(TDR)法	290

波 导

1. 空心金属波导一般要求和测量方法

(摘自 GB/T 11450.1—1989)

1.1 型号命名

空心金属波导型号命名由下列部分组成:

a. 波导字母代号 B;

b. 表示波导内部横截面形状的字母代号:

J——普通矩形;

B——扁矩形;

Z——中等扁矩形;

F——方形;

Y——圆形。

c. 一个表征特定波导规格的数字,读数字表示波导的频率特性,并以 100 MHz 的倍数近似的表示主模频率范围的几何平均频率。

例如:BJ100 表示一种 22.860 mm×10.160 mm,主模的中心频率约为 10 GHz 的普通矩形波导。

1.2 机械要求

1.2.1 普通矩形波导

1.2.1.1 内部尺寸

内截面高度与宽度间的标准比率为 1:2(对某些波导规格而言,其高与宽之间的比率与这种比率稍有不同。由于这些波导已被广泛使用,因此这些波导仍被选用)。

宽度和高度尺寸的公差、内角半径均应在有关规范图表中给出。

如果需采用更高精度的公差时,建议公差取宽度的 $\pm\frac{1}{1\,000}$ 。

1.2.1.2 壁厚

标准壁厚被定义为标称外部尺寸与标称内部尺寸之间的差值的一半。

其数值应在有关规范图表中给出供参考用。

1.2.1.3 偏心度

偏心度被定义为相对的两壁所测厚度之间差值的一半。若无另外规定,偏心度应不超过标称壁厚的 10%。为了确定偏心度,应在产生最不利结果的地方测量壁厚。

1.2.1.4 外部尺寸

高度和宽度的标称值及其公差应在有关图表中给出。

对于某些大尺寸的波导规格,由于所采用的制造工艺不同,因此来规定外部尺寸。

外径半径(r_2)应在下列范围内:

$$r_{2\min} = 0.5t$$

$$r_{2\max} = r_{2\min} + 0.5 \text{ mm}$$

式中: t ——标称壁厚。

1.2.1.5 横截面的矩形度

第 1.2.1.1 条和 1.2.1.4 条的尺寸要求并不控制横截面的矩形度。

允许矩形度偏差,是依靠要求内(外)截面的形状符合下述条件来限定的,即要求实际内(外)截面应能内含在规定的最大与最小内(外)矩形之间的范围内。检查矩形度的一种合适方法示例如下:

a. 内截面的检验

具有下述规定尺寸的塞规应无阻地通过波导。把塞规拉过波导时,必须注意保持塞规准确地与波导轴线垂直。

塞规的尺寸如下:

- ① 横截面的标称尺寸——为波导标称口径尺寸减去 1.1 倍口径公差值;
- ② 横截面尺寸的公差——为波导口径公差的 +0, -0.1 倍;
- ③ 侧边的垂直度——其偏差应不超过 3×10^{-4} 弧度;
- ④ 长度——为波导内部宽度的 0.2 倍。

b. 外截面的检验

外截面的检验是将波导通过一个具有矩形横截面口径的标准规。

标准规口径尺寸如下:

- ① 横截面的标称尺寸——为波导外部标称尺寸加上 1.1 倍的尺寸公差值;
- ② 横截面的尺寸的公差——为波导横截面外部尺寸公差的一 0, +0.1 倍;
- ③ 侧边的垂直度——其偏差应不大于 3×10^{-4} 弧度。

1.2.2 扁矩形、中等扁矩形和方形波导

1.2.2.1 内部尺寸

除了特殊的型号之外,扁矩形和中等扁矩形波导的内部宽度应等于相应的普通矩形波导规格的内部宽度。

扁矩形、中等扁矩形和方形波导内截面的高度和宽度之间的标准比分别为 1 : 8.33、1 : 4 和 1 : 1,但对于小尺寸扁矩形波导,建议采用固定高度。

1.2.2.2 壁厚、偏心度、横截面的矩形度

应遵照普通矩形波导相同的原则。

1.2.2.3 外部尺寸

波导外截面高度和宽度的公差应符合有关规范图表中的规定。

1.2.3 圆形波导

1.2.3.1 内部尺寸

a. 直径

直径及其公差应符合有关规范图表中的规定。

b. 椭圆率

椭圆率定义为：

$$E = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D}$$

式中： E ——椭圆率；

D ——标称内径；

D_{\max} ——测得最大内部尺寸；

D_{\min} ——测得的最小内部尺寸。

椭圆率应不超过规范图表中规定的要求。

1.2.3.2 壁厚、偏心度

应采用普通矩形波导相同的原則。

1.2.3.3 外部尺寸

外部尺寸的标称值及其公差应符合有关规范图表中的规定。

对于某些大尺寸的波导规格，由于所使用的制造工艺不同，所以未规定外部尺寸。

1.2.4 表面粗糙度

波导内表面的粗糙度应不超过表 1-1 的规定。

表 1-1 表面粗糙度的最大允许值

波导内宽 a 或内径 D mm	轮廓算术平均偏差 $R_a, \mu\text{m}$	
	铝和铝合金	铜和铜合金
小于 100	1.6	0.8
等于或大于 100	3.2	1.6

表面粗糙度应在离波导两端 150 mm 和中间三处上测量。测量方法可任意。

1.2.5 扭转

扭转被定义为规定的长度上波导横截面绕纵轴的旋转。

扭转率应不超过：

对于内部宽度等于或大于 100 mm 的波导，每米长度上的扭转不超过 0.5° 。

当波导内部宽度小于 100 mm 时，在每 10 倍内部宽度尺寸的长度上的扭转不超过 0.5° 。

在一般等于 50 倍波导内部宽度的长度上，其累积的扭转应不超过 2° 。在一批波导中，扭转的方向不应是规则的。

1.2.6 弯曲

弯曲被定义为波导的实际轴线在与该轴线上连接规定长度两点的直线之间的最大偏差。

弯曲是在波导外表面上测量的。对于尺寸为 10 倍内部宽度的长度而言，其外部的弯曲应不超过内部宽度上所规定的公差 10 倍。

对于尺寸为 50 倍内部宽度的长度而言，其外部弯曲应不超过内部宽度上所规定的公差的 40 倍。

1.3 电气试验

1.3.1 衰减

波导衰减的测量,对于矩形波导(普通矩形、扁矩形和中等扁矩形波导)而言,应在截止频率的 1.5 倍频率上进行;对于方形波导而言,应在截止频率的 1.3 倍频率上进行;对圆形波导而言,则应在截止频率的 1.2 倍频率上进行。测量精度应在所求衰减分贝值的 $\pm 10\%$ 之内。

矩形(包括方形)波导(TE_{10} (H_{10})模)的衰减按下式计算:

$$A = 2.3273 \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \cdot \frac{1}{b \sqrt{a}} \cdot \frac{\left(\frac{f}{f_c}\right)^2 + \frac{2b}{a}}{\sqrt{\frac{f}{f_c}} \cdot \sqrt{\left(\frac{f}{f_c}\right)^2 - 1}} \text{ dB/m}$$

式中: ρ ——内壁非磁性金属的电阻率;

ρ_0 ——铜的电阻率($1.7241 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$);

a ——内部宽度,mm;

b ——内部高度,mm;

f_c —— TE_{10} (H_{10})模的截止频率($\frac{149.9}{a}$ GHz);

f ——要计算衰减的频率。

圆形波导(TE_{11} (H_{11})模)的衰减按下式计算:

$$A = 5.040 \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \cdot \frac{1}{D^{3/2}} \cdot \frac{1 + 0.4185 \left(\frac{f}{f_c}\right)^2}{\sqrt{\frac{f}{f_c}} \cdot \sqrt{\left(\frac{f}{f_c}\right)^2 - 1}} \text{ dB/m}$$

式中: ρ ——内壁非磁性金属的电阻率;

ρ_0 ——铜的电阻率($1.7241 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$);

D ——内径,mm;

f_c —— TE_{11} (H_{11})模的截止频率($\frac{175.703}{D}$ GHz);

f ——要计算衰减的频率。

1.3.2 特性阻抗的不均匀性

1.3.2.1 试验的目的,是为了确定沿波导长度上特性阻抗所呈现的周期性的变化,这种周期的变化可能会引起不能接受的内部反射。

特性阻抗不均匀性的要求由供需双方协商确定。

1.3.2.2 沿波导长度上波导特性阻抗的不均匀性,应在 1.3.1 条规定的频率上进行测量。

测量时,一个无反射的终端负载沿受试的波导移动。滑动终端负载的设计,必须确保它不会消除波导的不均匀性。

由于不均匀性所引起的增量反射,可以利用固定探针和一个消零指示仪检出;也可以利用波导电桥方法检出。

测量误差应不超过所测的反射系数值的 20%。

2. CH12513 型 3 cm 波导和 CH12514A 型 2 cm 波导匹配负载 (摘自 SJ/T 10020—1991)

CH12513 型 3 cm 波导和 CH12514A 型 2 cm 波导匹配负载如图 1-1 和图 1-2 所示。

主要电气指标:

a. 工作频率范围:

CH12513: 8.2~12.4 GHz。

CH12514A: 12.4~18 GHz。

b. 电压驻波比

CH12513: 不大于 1.03。

CH12514A: 不大于 1.03。

c. 功率容量

额定平均功率: 1 W; 最大峰值功率: 200 W。

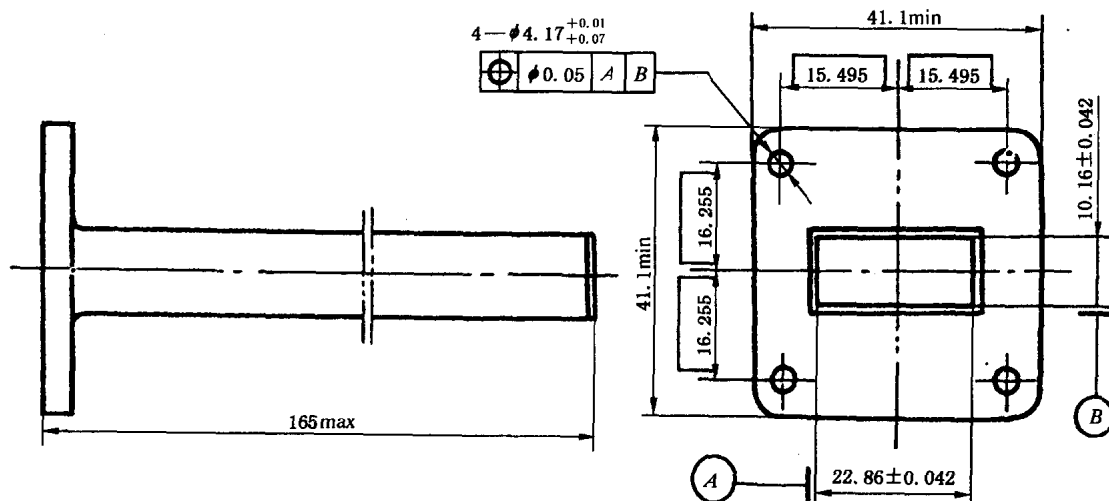


图 1-1 GH 12513 波导负载的结构型式、外形尺寸和连接尺寸

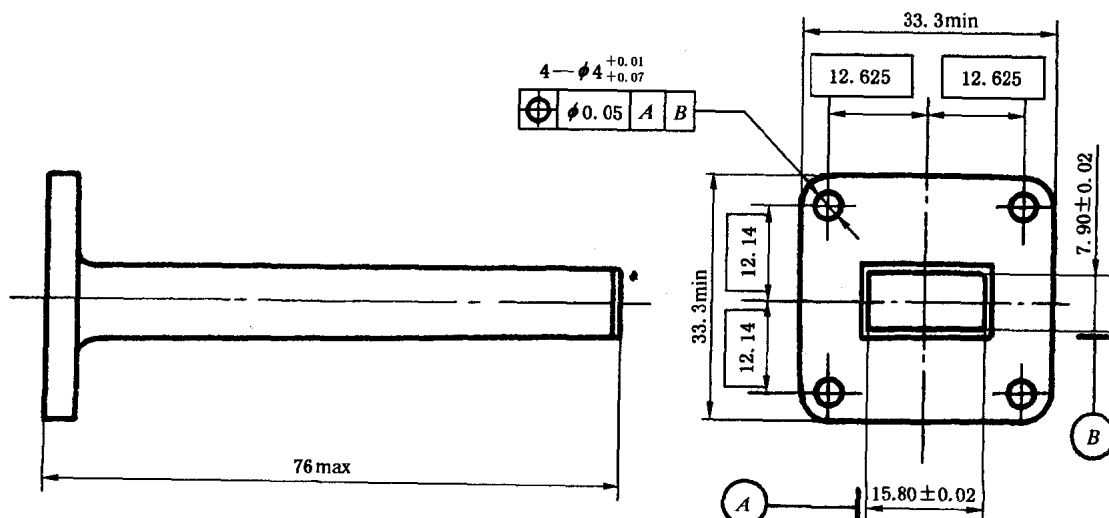


图 1-2 GH 12514A 波导负载的结构型式、外形尺寸和连接尺寸

3. 波导元件模数尺寸选择指南

(摘自 GB/T 11321—1989)

波导元件模数尺寸选择指南适用于由空心金属波导所制成的波导元件。凡可能时,在设计多口波导元件时应遵照该标准规定的原则来选取尺寸。

标准尺寸和模数尺寸数值见表 1-2 和表 1-3。

表 1-2 波导的标准尺寸

标准尺寸 mm	波 导 型 号				
	BJ3-BJ14	BJ18-BJ32	BJ40-BJ70	BJ84-BJ140	BJ180-BJ2600
0	×	×	×	×	×
6.25					×
12.5				×	×
18.75					×
25.0			×	×	×
37.5				×	×
50.0		×	×	×	×
62.5				×	×
75.0			×	×	×
100	×	×	×	×	×
125			×	×	×
150		×	×	×	×
200	×	×	×	×	×
250		×	×	×	×
300	×	×	×	×	×
400	×	×	×	×	×
500	×	×	×	×	×
600	×	×	×	×	×
800	×	×	×	×	×
1 000	×	×	×	×	×
1 200	×	×	×	×	×
1 500	×	×	×	×	×
2 000	×	×	×	×	×
2 500	×	×	×	×	×
3 000	×	×	×	×	×
3 500	×	×	×	×	×
5 000	×	×	×	×	×

表 1-3 波导模数尺寸数值

IEC 型号	波 导 型 号	模数尺寸数值 mm
153IEC- R3-R14	BJ3-BJ14	100
R18-R32	BJ18-BJ32	50
R40-R70	BJ140-BJ70	25
R84-R140	BJ84-BJ140	12.5
R180-R2600	BJ180-BJ2600	6.25

多口波导元件标准尺寸如图 1-3 所示。

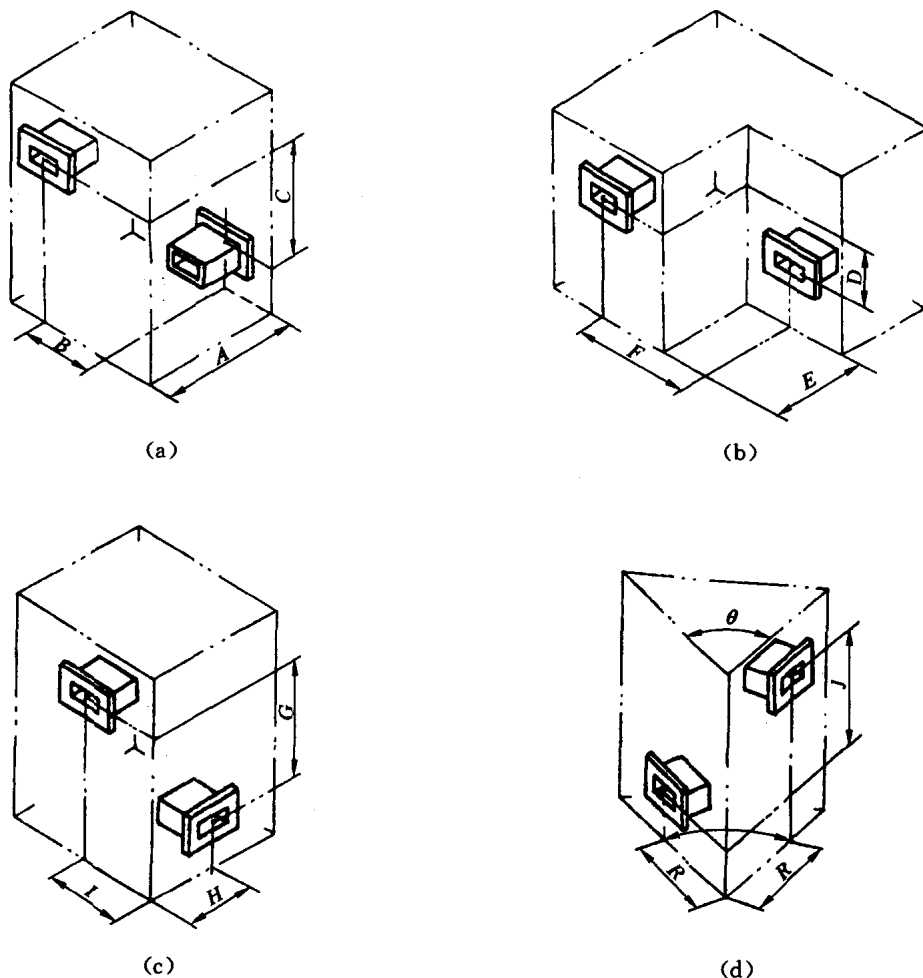


图 1-3 多口波导元件标准尺寸

标准尺寸应用的规则：

a. 如果各法兰盘的平面是平行或者垂直的，则每个法兰盘开口的中心点与其他各法兰盘开口中心点之间的直角坐标距离应为标准尺寸，见图 1-3 中(a)、(b)、(c)的尺寸 A 至尺寸 I。

b. 如果不能实现 a 中所有直角坐标距离为标准尺寸的话，则应按下列顺序选定标准尺寸：

- ① 最长的直角坐标距离；
- ② 最短的直角坐标距离；
- ③ 某些直角坐标距离，按其递增尺寸的顺序选定。

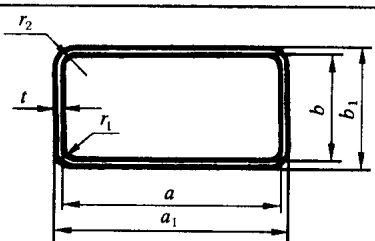
c. 如果各法兰盘的平面即不相互平行又不相互垂直，如图 1-3 中(d)，则这些法兰盘平面的交角 θ 应为 30° 、 45° 或 60° ，而对于下列尺寸应采用标准尺寸：

- ① 视在半径 R ，它是法兰盘开口的中心点与两个法兰盘平面交线之间的最短距离；
- ② 距离 J ，如图 1-3(d)，它等于两个法兰盘端口轴线之间的最短距离。应该注意， θ 、 R 和 J 共同以圆柱坐标的形式描述了一个法兰盘与另一个法兰盘的相对位置。

4. 普通矩形波导(摘自 GB/T 11450.2—1989)

普通矩形波导结构和尺寸见表 1-4。

表 1-4 普通矩



型号名称	型号 ¹⁾ 名称 153IEC-	主模频率范围 GHz		内 截 面				
		从	到	基本宽度 <i>a</i>	基本高度 <i>b</i>	宽和高的偏差 ±	圆角最大直径 <i>r</i> ₁	
BJ3	R3	0.32	0.49	584.2	292.10	待 定	1.5	
BJ4	R4	0.35	0.53	533.4	266.70		1.5	
BJ5	R5	0.41	0.62	457.2	228.60		1.5	
BJ6	R6	0.49	0.75	381.0	190.50		1.5	
BJ8	R8	0.64	0.98	292.10	146.05		1.5	
BJ9	R9	0.76	1.15	247.65	123.82		1.2	
BJ12	R12	0.96	1.46	195.58	97.79		1.2	
BJ14	R14	1.13	1.73	165.10	82.55		0.33	1.2
BJ18	R18	1.45	2.20	129.54	64.77		0.26	1.2
BJ22	R22	1.72	2.61	109.22	54.61		0.22	1.2
BJ26	R26	2.17	3.30	86.36	43.18	0.17	1.2	
BJ32	R32	2.60	3.95	72.14	34.04	0.14	1.2	
BJ40	R40	3.22	4.90	58.17	29.08	0.12	1.2	
BJ48	R48	3.94	5.99	47.549	22.149	0.095	0.8	
BJ58	R58	4.64	7.05	40.386	20.193	0.081	0.8	
BJ70	R70	5.38	8.17	34.849	15.799	0.070	0.8	
BJ84	R84	6.57	9.99	28.499	12.624	0.057	0.8	
BJ100	R100	8.20	12.5	22.860	10.160	0.046	0.8	
BJ120	R120	9.84	15.0	19.050	9.525	0.038	0.8	
BJ140	R140	11.9	18.0	15.799	7.899	0.031	0.4	
BJ180	R180	14.5	22.0	12.954	6.477	0.026	0.4	
BJ220	R220	17.6	26.7	10.668	4.318	0.021	0.4	
BJ260	R260	21.7	33.0	8.636	4.318	0.020	0.4	
BJ320	R320	26.3	40.0	7.112	3.556	0.020	0.4	
BJ400	R400	32.9	50.1	5.690	2.845	0.020	0.3	
BJ500	R500	39.2	59.6	4.775	2.388	0.020	0.3	
BJ620	R620	49.8	75.8	3.759	1.880	0.020	0.2	
BJ740	R740	60.5	91.9	3.098 8	1.549 4	0.012 7 ²⁾	0.15	
BJ900	R900	73.8	112	2.540 0	1.270 0	0.012 7 ²⁾	0.15	
BJ120 0	R120 0	92.2	140	2.032 0	1.016 0	0.007 6 ²⁾	0.15	
BJ140 0	R140 0	113	173	1.651 0	0.825 5	0.006 4 ²⁾	0.038 ²⁾	
BJ180 0	R180 0	145	220	1.295 4	0.647 7	0.006 4 ²⁾	0.038 ²⁾	
BJ220 0	R220 0	172	261	1.092 2	0.546 1	0.005 1 ²⁾	0.038 ²⁾	
BJ260 0	R260 0	217	330	0.863 6	0.431 8	0.005 1 ²⁾	0.038 ²⁾	

注：1) 仅供参考。

2) 见 GB/T 11450.2—1989 中 2.1.2.1 条的注。