

# 亚毫米波场分布自动测量系统的研究

曾广兴\* 丘秉生 林贻堃 郑兴世 罗锡璋

(中山大学电子系, 广东, 广州)

**摘要**——研究一种采用反射镜扫描方法由微机控制的亚毫米波场分布自动测量系统。该系统和传统的移动探测器扫描的方法相比, 其优点在于能够实时、快速、精确地自动测量和显示场分布图, 并能免除由于探测器抖动所造成的误差和噪声。本文还用该系统对一些亚毫米波准光元件的场分布特性进行了测量。

**关键词**——亚毫米波, 场分布, 准光技术。

## 1. 引言

亚毫米波波束的场分布测量在准光技术中是必不可少的。传统的测试方式是在测试面上让探测器作水平和垂直的扫描, 逐点测量记录, 繁琐费时, 而且由于探测器在移动时会有抖动, 带来测量误差及噪声。我们研究用反射镜扫描法, 并采用微型计算机控制反射镜作自动扫描, 由放在固定位置上的探测器把波束场强的数据送计算机处理, 并把测试结果用图线显示和打印出来。

## 2. 自动测量系统的原理

图 1 是自动测量系统原理框图, 被测量的亚毫米波波束经斩波调制后, 由反射镜  $M$  反射到探测器  $D$  的方向,  $D$  是固定不动的, 而  $M$  由步进电机及齿轮转动装置驱动, 可作二维

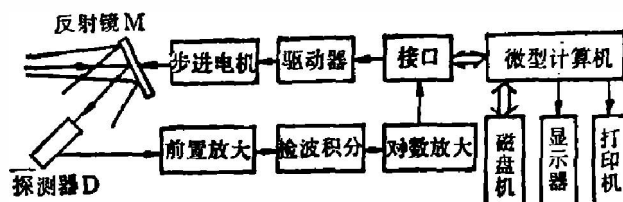


图 1 场分布自动测量系统方框图

Fig. 1 Block diagram of the automatic measurement system for submillimeter wave beam field distribution.

本文 1988 年 7 月 19 日收到。

• 现在工作单位: 广东工学院。

方向的角度扫描。当  $M$  作一定角度范围的扫描时, 反射波束相对于  $D$  也作一定范围的扫描。由微型计算机控制  $M$  每次作一个小角度的转动, 则反射波束相对于  $D$  移动一个位置。由  $D$  输出的信号经放大和整理后, 由微型计算机采样, 并将结果存入内存, 待整个扫描过程完结之后, 微型计算机便作数据处理, 并将测量结果的图线立即显示和打印出来。

### 3. 测量方法

原则上说, 反射镜的口径应该尽可能大, 但是实际上只要镜子的半径  $a$  满足

$$a \geq 2w,$$

其中,  $w$  为镜子所在位置的波束半径, 则根据高斯波束的截舍理论<sup>[1,2]</sup>可知, 截舍效应的影响是可以忽略的; 我们选用直径为 70mm 的反射镜, 则被截舍的光斑直径最大可达 35mm。

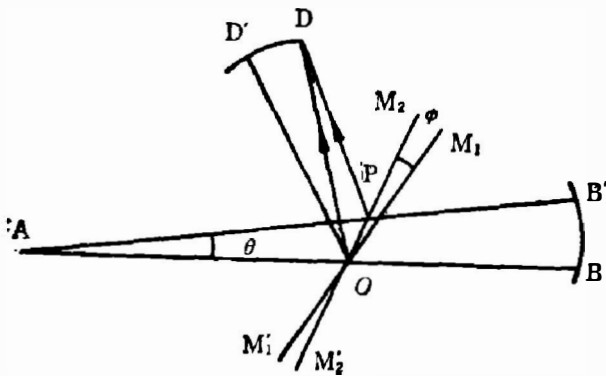


图 2 反射镜扫描原理图

Fig. 2 Principle of the mirror scanning method.

图 2 为反射镜扫描原理图, 图 2 中  $A$  点为入射波束的光腰位置, 从  $A$  点发出两条光线  $\overline{AO}$  和  $\overline{AP}$ , 两光线的夹角为  $\theta$ , 当反射镜在  $M_1M_1'$  位置时,  $\overline{AO}$  光线被反射后到达  $D$  点, 当反射镜转  $\varphi$  角到  $M_2M_2'$  位置时,  $\overline{AP}$  光线被反射到达  $D$  点, 而  $\overline{AO}$  光线被反射到达  $D'$  点。由反射角度关系可得

$$\angle DOD' = 2\varphi;$$

令  $\overline{AO} = L_m$ ,  $\overline{OD} = L_a$ , 则波束的移动距离

$$S = DD' = L_a \sin 2\varphi; \quad (1)$$

$\theta$  角与反射镜转角  $\varphi$  的关系为

$$\theta = \tan^{-1} \left[ \frac{\sin 2\varphi}{L_m/L_a + \cos 2\varphi} \right]; \quad (2)$$

在小角度  $\varphi$  的情况下, 近似关系为

$$S = 2L_a \cdot \varphi; \quad (3)$$

及

$$\theta = \frac{2L_a}{L_m + L_a} \varphi; \quad (4)$$

在一般情况下,  $L_m$  与  $L_a$  是任意的, 若选定

$$L_m = L_a, \text{ 则 } \theta = \varphi.$$

由式(1), (2)或式(3), (4), 我们可以把反射镜转角  $\varphi$  换算为探测器相对于波束作横向移动的距离  $S$ , 从而可以得出“光斑图”, 或者把  $\varphi$  换算为波束的夹角  $\theta$ , 从而得出“方向图”。由于反射镜可作二维转动, 分别相应于水平扫描和垂直扫描。当分别作两个方向的扫描时, 可分别得到水平平面及垂直平面的场分布图线; 若反射镜同时作二维扫描时, 则可以得到一幅用等强度线表示的场分布平面图。

## 4. 测试结果

我们采用上述自动测量系统研究了亚毫米波透镜、金属圆波导等的波束变换作用,场分布的测试结果举例于下;

图 3 为 TPX 透镜的辐射场,透镜的焦距为  $\zeta = 136 \text{ mm}$ ,测距  $L_m + L_d = 936 \text{ mm}$ .

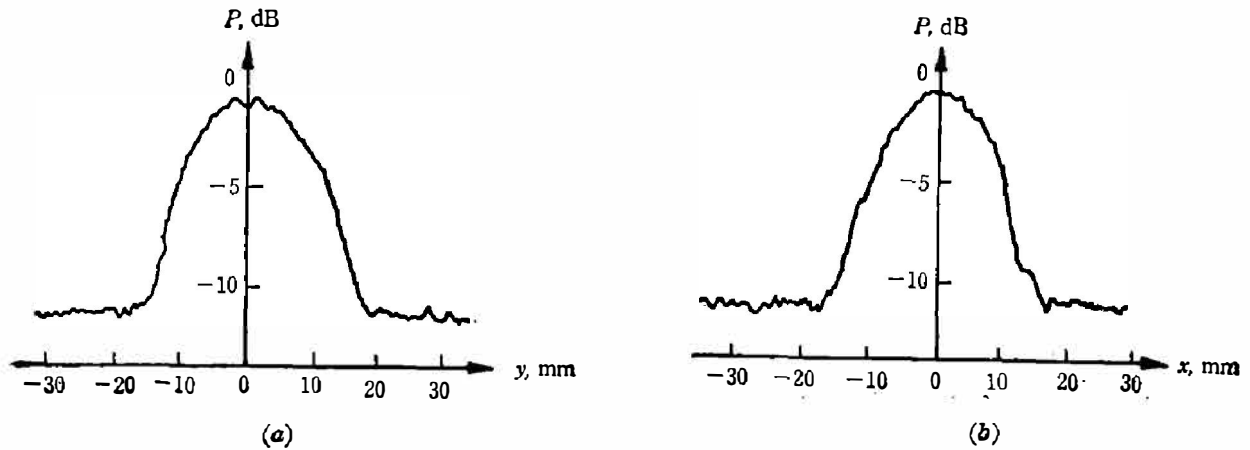


图 3 TPX 透镜的辐射场

Fig. 3 Distribution of a beam radiated from a TPX lens.

图 4 为金属圆波导的输出波束,波导内径为  $10 \text{ mm}$ ,测距  $L_m + L_d = 400 \text{ mm}$ .

本文测试结果与传统的移动探测器逐点测量方法的测试结果作对照,其结果非常一致。但是,本文的测试是全自动进行的,大大提高了功效。而且,由于反射镜的转动机构比较简单,转动平稳,可以避免由于探测器抖动而引起的误差与噪声。由于反射镜把波束反射回来,缩短了测试空间的距离,而且在某些特殊的情况下,如由于空间狭窄等原因,被测量的波束位置是探测器不能到达的,则反射镜扫描方法是最适合于这种场合的一种测试方法。

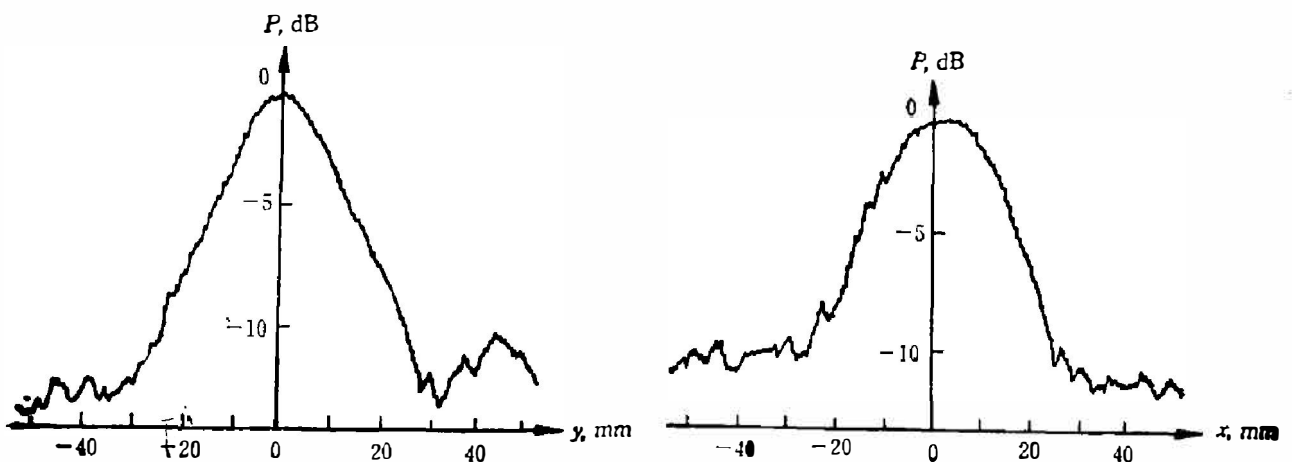


图 4 金属圆波导的输出波束

Fig. 4 Distribution of an output beam emerging from a circular metallic waveguide.

## 参 考 文 献

- [1] Belland P. and Crenn J. P., *Appl. Opt.*, **21**(1982), 3: 522.  
[2] Goldsmith P. F., *Intl. J. of Infrared and MMWs*, **8**(1987), 7: 771~781.

STUDY ON A SMMW BEAM FIELD DISTRIBUTION  
AUTOMATIC MEASUREMENT SYSTEM

ZENG GUANGXING, QIU BINGSHENG, LIN YIKUN, ZHENG XINGSHI,  
LUO XIZHANG

(Department of Electronics, Zhongshan University, Guangzhou, Guangdong, China)

## ABSTRACT

A submillimeter wave (SMMW) beam field distribution automatic measurement system using a scanning mirror with microcomputer control has been built and studied. Compared with a traditional measurement system using detector scanning method, the mirror scanning system has the following advantages:

- (1) The real-time patterns of SMMW beam distribution can be measured and displayed accurately, immediately and automatically.
- (2) The errors and noise due to trembling of the detector can be eliminated.

On the basis of this system, some characteristics of beam field distribution of SMMW quasi-optics have been measured.