



清华大学

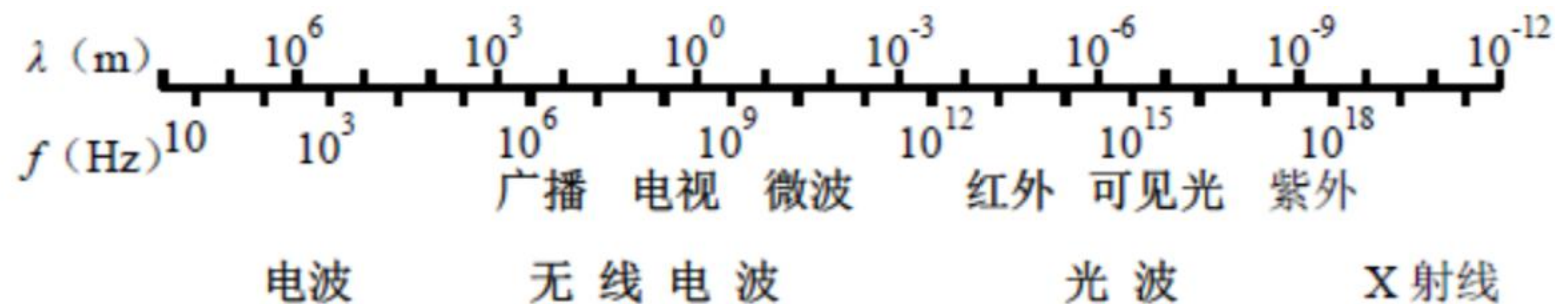
Tsinghua University

# 微波实验

陈逸贤

物理72

# 引言



广播/电视：具有较大的波长，可以进行远距离传播，但频率过低以至于不能承载足够丰富的信息

光波：具有较高的频率能够传播足够多的信息，但其波长过短极易在空气中衰减，因此必须依靠光纤传播

# 原理：耿氏二极管

低频无线电波的产生：普通电子振荡

高频微波信号：极间电容等将使效率降低，用耿氏二极管

局部电场高形成堆积区，被推动着向正极移动

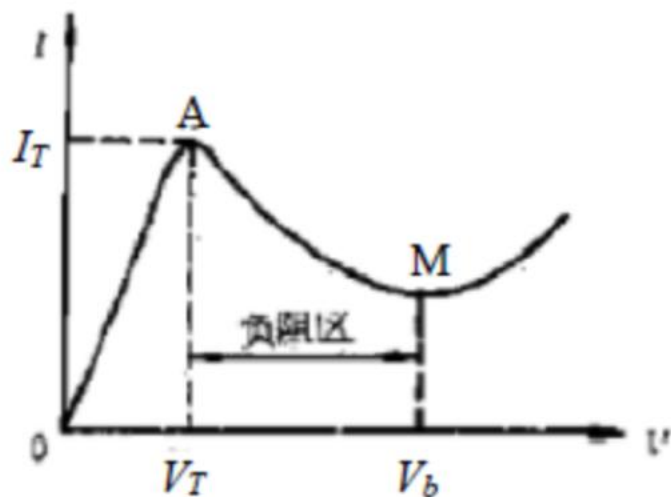


图2 耿氏管的电流-电压特性

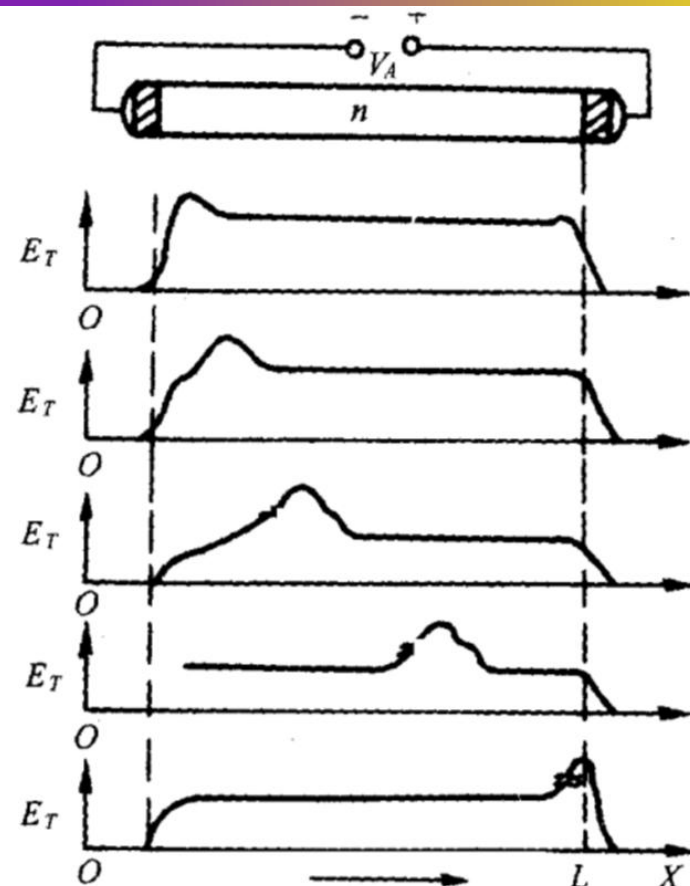


图4 耿氏管中畴的形成、传播和消失过程

当畴消失时电流会突然增大，  
从而构成电流的周期性振荡

# 原理：波导

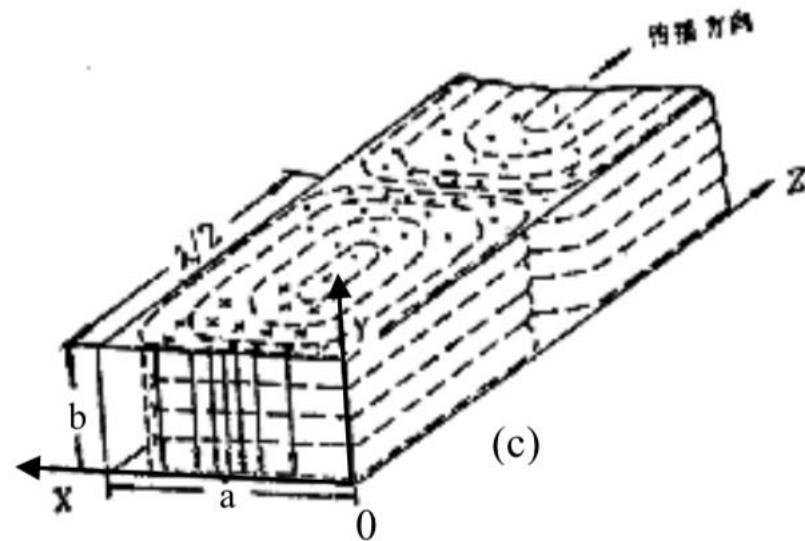
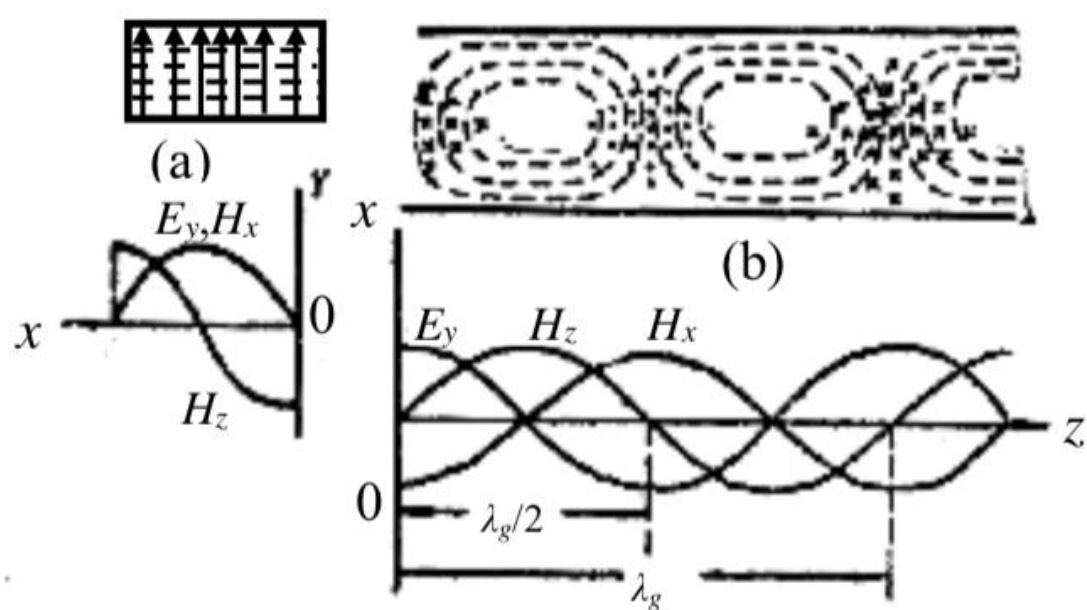
只有两大类波能够在矩形波导中传播

横电波，简称为  $TE_{mn}$  ( $m$  和  $n$  分别代表波沿  $x$  方向和  $y$  方向分布的半波个数)，磁场可以有纵向和横向的分量，但电场只有横向分量。

横磁波，简称为  $TM_{mn}$ ，电场可以有纵向和横向的分量，但磁场只有横向分量。

在实际应用中，一般让波导中只存在一种波型—— $TE_{10}$  波。（波长在  $1-2a$  之间）

$x$  方向为驻波， $z$  方向为行波



$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}}$$

# 原理：驻波测量线

驻波测量线是一段精心加工的、宽边正中开槽的波导或开槽同轴线

由于探针与电场平行，电场的变化在探针上感应出的电动势经过检波晶体变成电流信号输出。

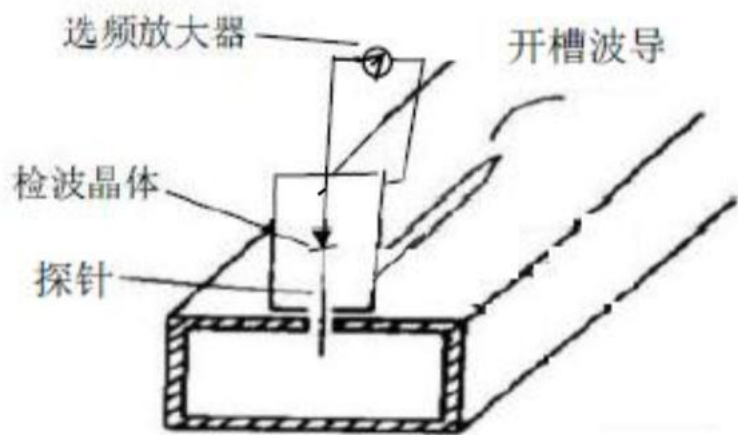


图 7 驻波测量线结构示意图

检波电流  $I$  与场强  $E$

$$I = kE^\alpha$$

校准方法

测量线终端短路，微波在波导中形成驻波时

$$\lg I = K + \alpha \lg \left| \sin \frac{2\pi d}{\lambda_g} \right|$$

# 原理：负载驻波比

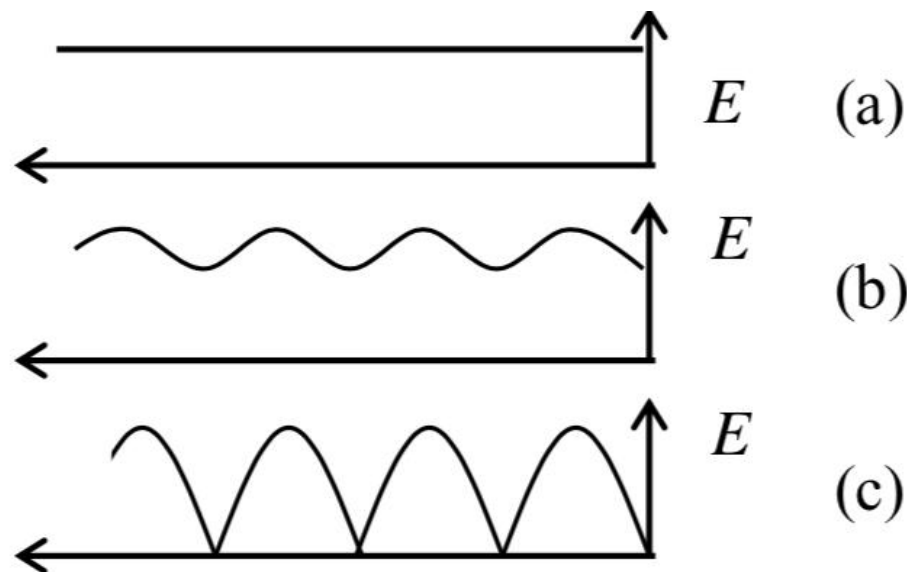
驻波测量是微波测量中最基本和最重要的内容之一，通过驻波测量可以测出阻抗、波长、相位和  $Q$  值及其他参量。

微波在波导中传输遇到负载时，部分能量被负载吸收或透射，另一部分则被反射回来与原来的波叠加形成新的电磁波

$$\rho = \frac{E_{\max}}{E_{\min}} \quad \rho = \alpha \sqrt{\frac{\Sigma I_{\max}}{\Sigma I_{\min}}}$$

大驻波比，通常采用等指示度法（ $W$ ： $n$ 倍最小值的空间位置间距）

$$\rho = \frac{\sqrt{n^{2/\alpha} - \cos^2\left(\frac{\pi W}{\lambda_g}\right)}}{\sin\left(\frac{\pi W}{\lambda_g}\right)}$$

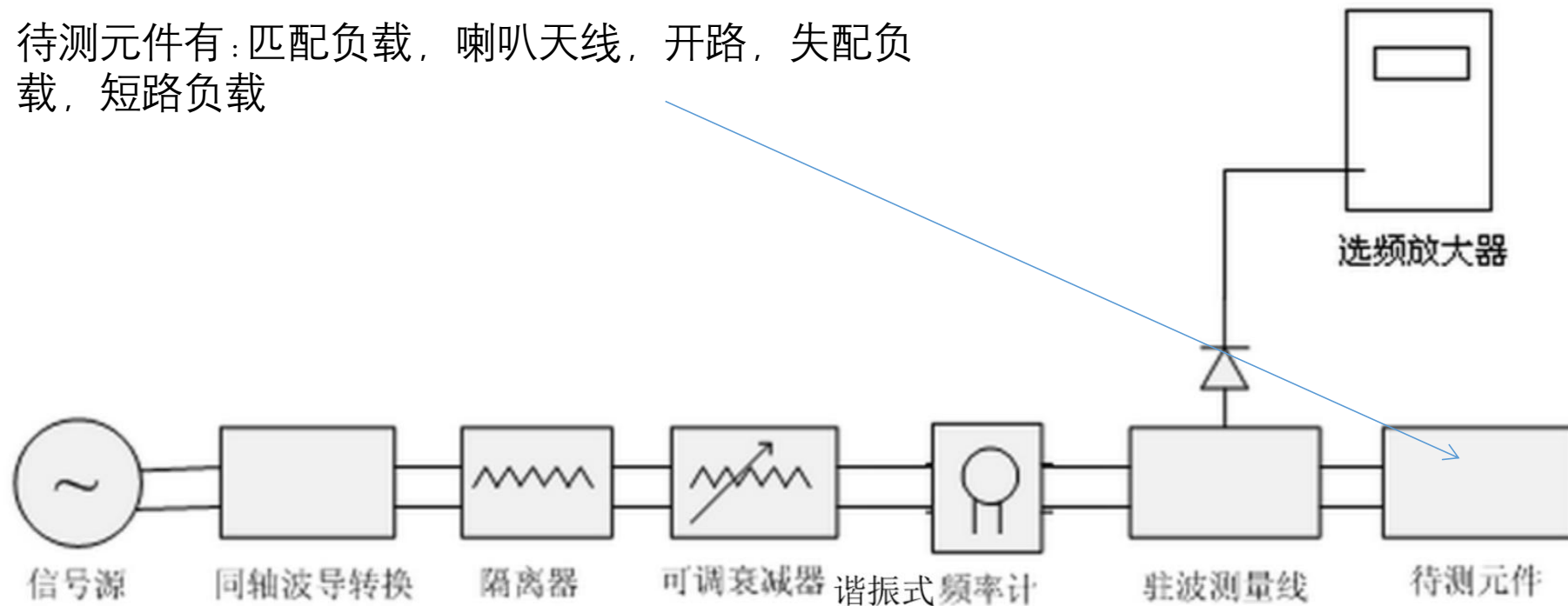


(a) 行波 (b) 混合波 (c) 驻波

图 9 电场空间分布示意图

# 实验仪器

待测元件有：匹配负载，喇叭天线，开路，失配负载，短路负载



待测元件有：匹配负载，喇叭天线，开路，失配负载，短路负载

图 11 实验装置示意图

# 具体测量

- 用谐振式频率计测量微波频率，并计算微波波导波长
- 作短路负载时的 $I \sim |$ 曲线，实测波导波长，计算出微波在波导中传播的群和相速度
- 根据短路负载的 $I \sim |$ 曲线，求出检波晶体的检波率
- 测量不同负载的驻波比
- 匹配调节:将单螺调配器和失配负载共同作为一个新负载，调节单螺调配器的探针使这个负载的驻波比尽可能接近于 1。比较有无单螺调配器时负载驻波比的大小，分析单螺调配器可以改变负载驻波比的原因
- 耿式二极管工作特性的测量