

电子科技大学  
UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA

# 硕士学位论文

MASTER THESIS



论文题目 大功率宽频带脊波导微波窗研究

学科专业 电子科学与技术

学 号 202221020122

作者姓名 方源

指导教师 王建勋 教 授

学 院 电子科学与工程学院

分类号 TP309.2 密级 公开

UDC 注 1 004.78

# 学 位 论 文

## 大功率宽频带脊波导微波窗研究

(题名和副题名)

方源

(作者姓名)

指导教师 王建勋 教授  
电子科技大学 成都

(姓名、职称、单位名称)

申请学位级别 硕士 学科专业 电子科学与技术

提交论文日期 论文答辩日期

学位授予单位和日期 电子科技大学

答辩委员会主席 XXXXX

评阅人

注 1: 注明《国际十进分类法 UDC》的类号。

## **English Title**

A Master Thesis Submitted to  
University of Electronic Science and Technology of China

Discipline:	<b>Electronic Science and Technology</b>
Student ID:	<b>202221020122</b>
Author:	<b>English Name</b>
Supervisor:	<b>English name English title</b>
School:	<b>School of Electronic Science and Engineering</b>

## 独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得电子科技大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

作者签名：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_年\_\_月\_\_日

## 论文使用授权

本学位论文作者完全了解电子科技大学有关保留、使用学位论文的规定，同意学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和数字文档，允许论文被查阅。本人授权电子科技大学可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索及下载，可以采用影印、扫描等复制手段保存、汇编学位论文。

（涉密的学位论文须按照国家及学校相关规定管理，在解密后适用于本授权。）

作者签名：\_\_\_\_\_ 导师签名：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_年\_\_月\_\_日



## 摘 要

关键词：xxx，xxx，xxx



## ABSTRACT

**Keywords:** xxx, xxx, xxx





# 目 录

第一章 绪 论 .....	1
1.1 生活中的微波真空管器件 .....	1
1.2 真空管的微波窗 .....	1
1.3 真空管中的宽带需求 .....	1
1.4 国内外研究现状 .....	1
1.5 常见的几种微波窗宽带方案 .....	1
1.6 论文结构与安排 .....	1
第二章 微波窗的理论研究 .....	2
2.1 经典微波窗的理论分析 .....	2
2.1.1 盒型窗的理论研究 .....	2
2.1.2 同轴窗的理论研究 .....	2
2.2 阻抗匹配的设计 .....	2
2.2.1 常见微波传输线的特性阻抗 .....	2
2.2.2 双脊波导的特性与相关参数 .....	2
2.2.3 双脊波导的匹配设计 .....	2
第三章 6-18GHz 宽频带脊波导窗的设计 .....	3
3.1 传统盒型窗的局限性 .....	3
3.2 输入窗的相关研究 .....	3
3.2.1 计算脊波导窗功率容量 .....	3
3.2.2 关于窗的多物理场分析 .....	3
3.3 模式变换部分的设计 .....	3
3.4 输出窗的相关研究 .....	3
3.4.1 计算脊波导窗功率容量 .....	3
3.4.2 关于窗的多物理场分析 .....	3
3.5 小结 .....	3
第四章 L 波段宽频带脊波导窗的设计 .....	4
4.1 频带搬移时候出现的问题分析 .....	4
4.2 L 波段宽频带脊波导窗的结构设计 .....	4
4.3 计算 L 波段脊波导窗功率容量 .....	4
4.3.1 使用最大场强法计算脊波导窗的功率容量 .....	4

4.3.2 使用二次电子发射计算脊波导窗的功率容量·····	4
4.4 关于 L 波段脊波导窗片的多物理场分析 ·····	4
4.4.1 窗片的温度场分析 ·····	4
4.4.2 窗片的应力分析·····	4
4.5 模式变换部分的设计·····	4
4.6 小结·····	4
第五章 窗片测试产生的误差分析 ·····	5
第六章 全文总结与展望·····	6
第七章 README 图表与相关引用规范·····	7
致 谢 ·····	10
参考文献 ·····	11
附录 A XXXX·····	12
攻读硕士学位期间取得的成果 ·····	13
外文资料原文 ·····	14
外文资料译文 ·····	15

## 图目录

图 7-1	short catption 1 .....	7
图 7-2	随便试试的超级长的标题-总 .....	8
图 7-3	Fig. ....	8

## 表目录

## 缩略词表

英文缩写	英文全称	中文全称
LVM	Logical Volume Manager	逻辑卷管理器

## 主要符号表

符号	说明	页码
tree	trees are the better humans	7

## 第一章 绪 论

### 1.1 生活中的微波真空管器件

### 1.2 真空管的微波窗

### 1.3 真空管中的宽带宽需求

### 1.4 国内外研究现状

### 1.5 常见的几种微波窗宽带宽方案

现阶段常用的几种宽带宽微波窗的实现方案可以被总结为如下几点，这些方案主要用于改进微波窗与输能波导之间的匹配部分。有的方案中，将圆形窗片与标准波导之间做了渐变段变换，使得窗片的匹配带宽得到增宽<sup>[1]</sup>。这种

### 1.6 论文结构与安排



## 第二章 微波窗的理论研究

### 2.1 经典微波窗的理论分析

#### 2.1.1 盒型窗的理论研究

#### 2.1.2 同轴窗的理论研究

### 2.2 阻抗匹配的设计

#### 2.2.1 常见微波传输线的特性阻抗

#### 2.2.2 双脊波导的特性与相关参数

#### 2.2.3 双脊波导的匹配设计

脊波导由于其主模带宽非常宽，其经常由于优秀的几何结构特性便于被设计为过渡波导。并且由于其在真空填充时特性阻抗位于常用的标准矩形波导 ( $377\Omega$ ) 与同轴线 ( $50\Omega$ ) 之间便于被设计为矩形波导与同轴线之间的过渡波导，故其是在许多宽带微波器件中常用的微波传输线之一<sup>[1]</sup>。并且由于同频率之下的脊波导的长边长度要短于矩形波导，更加有利于器件的小型化。为了便于后续窗片的测量，有必要确定脊波导到标准矩形波导之间的过渡段的设计方案。常见的脊波导到矩形波导的过渡

## 第三章 6-18GHz 宽频带脊波导窗的设计

### 3.1 传统盒型窗的局限性

### 3.2 输入窗的相关研究

#### 3.2.1 计算脊波导窗功率容量

##### 3.2.1.1 使用最大场强法计算脊波导窗的功率容量

##### 3.2.1.2 使用二次电子发射计算脊波导窗的功率容量

#### 3.2.2 关于窗的多物理场分析

##### 3.2.2.1 窗片的温度场分析

##### 3.2.2.2 窗片的应力分析

### 3.3 模式变换部分的设计

### 3.4 输出窗的相关研究

#### 3.4.1 计算脊波导窗功率容量

##### 3.4.1.1 使用最大场强法计算脊波导窗的功率容量

##### 3.4.1.2 使用二次电子发射计算脊波导窗的功率容量

#### 3.4.2 关于窗的多物理场分析

##### 3.4.2.1 窗片的温度场分析

##### 3.4.2.2 窗片的应力分析

### 3.5 小结

## 第四章 L 波段宽频带脊波导窗的设计

### 4.1 频带搬移时候出现的问题分析

### 4.2 L 波段宽频带脊波导窗的结构设计

### 4.3 计算 L 波段脊波导窗功率容量

#### 4.3.1 使用最大场强法计算脊波导窗的功率容量

#### 4.3.2 使用二次电子发射计算脊波导窗的功率容量

### 4.4 关于 L 波段脊波导窗片的多物理场分析

#### 4.4.1 窗片的温度场分析

#### 4.4.2 窗片的应力分析

### 4.5 模式变换部分的设计

### 4.6 小结

## 第五章 窗片测试产生的误差分析

## 第六章 全文总结与展望

## 第七章 README 图表与相关引用规范

角标参考文献<sup>[2]</sup>测试，普通参考文献 [3]。

这是符号tree[4]。

$\hat{H}, f(x), \vec{V}$

$\hat{H}$

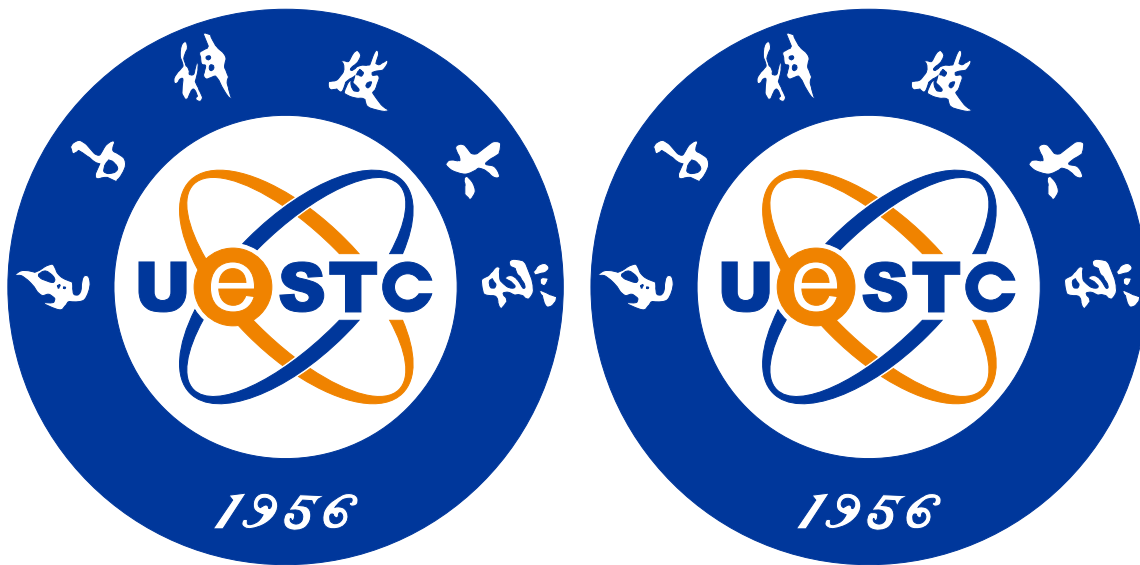
$\mathcal{C}_i$

这是缩略词 Logical Volume Manager 的长引用，这是缩略词的短引用 LVM 。



图 7-1 Test caption 1

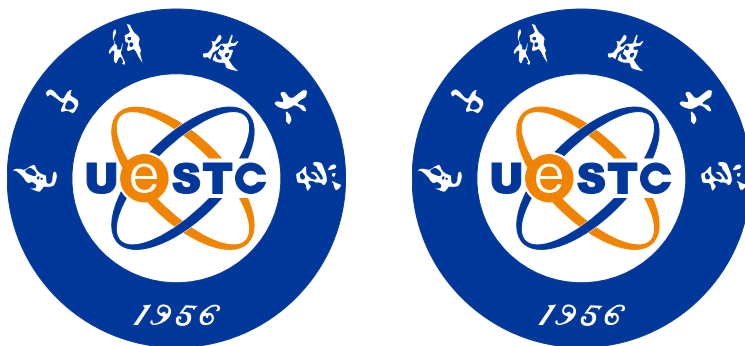
算法框：



(a) 随便试试的超级长的标题

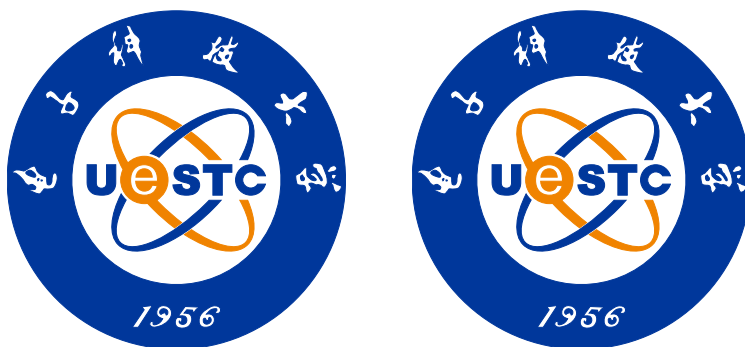
(b) 随便试试的超级长的标题

图 7-2 随便试试的超级长的标题-总



(a) Fig. 1

(b) Fig. 2



(c) Fig. 3

(d) Fig. 4

图 7-3 Fig.

**算法 7-1** How to wirte an algorithm.

**Data:** this text

**Result:** how to write algorithm with  $\text{\LaTeX}2\text{e}$

```

1 initialization;
2 while not at end of this document do
3   read current;
4   if understand then
5     go to next section;
6     current section becomes this one;
7   else
8     go back to the beginning of current section;
9   end
10 end
```

这是算法7-1。



## 致 谢

XXXX

## 参考文献

- [1] Helszajn J. Ridge Waveguides and Passive Microwave Components[M]. IET Digital Library, 2000, 14-15.
- [2] 陈念永, 张三, 李四, 等. 毫米波细胞生物效应及抗肿瘤研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2001, 50-60.
- [3] Clerc M, chacha H, chacha W, et al. Discrete particle swarm optimization: a fuzzy combinatorial box  $c_s s_n c^s$  CsSnCs[EB/OL]. July 16, 2010, [http://clere.maurice.free.fr/psso/Fuzzy\\_Discrere\\_PSO/Fuzzy\\_DPSO.htm](http://clere.maurice.free.fr/psso/Fuzzy_Discrere_PSO/Fuzzy_DPSO.htm).
- [4] Liu X F, Wang B Z, Shao W, et al. A marching-on-in-order scheme for exact attenuation constant extraction of lossy transmission lines[C]. China-Japan Joint Microwave Conference Proceedings, Chengdu, 2006: 527-529.

## 附录 A xxxx

## 攻读硕士学位期间取得的成果

### 1.1 学术论文

- [1] **Ren, Yanjing** and Li, Jingwei and Yang, Zuoru and Lee, Patrick PC and Zhang, Xiaosong. Accelerating Encrypted Deduplication via SGX[C]. Proc.of USENIX ATC, 2021, 957-971. **CCF-A**

### 1.2 发明专利

- [2] 李经纬, 杨祚儒, **任彦璟**, 李柏晴, 张小松. 一种可调节加密重复数据删除方法:CN111338572B[P]. 2021-09-14.

## 外文资料原文

### 1.1 Tahoe-LAFS: The Least-Authority File System

## 外文资料译文

### 1.1 Tahoe-LAFS：最小权限文件系统