

# 大功率开关滤波器组件 (FSU) 的设计

陆正果 章煜

信息产业部电子第三十六研究所 314001

**【摘要】**：本文介绍了利用 PIN 二极管研制成功的大功率快速转换开关滤波器组件。该组件在 100 ~ 450MHz 频率范围内，输出功率 100W 时，滤波器的波段转换速度  $< 70\mu\text{s}$ ，插入损耗  $< 1\text{dB}$ ，谐波抑制度  $> 55\text{dB}$ 。

## 1 引言

随着通信技术的不断发展，对通信干扰发射机性能的要求也越来越高。在满足功率等指标的前提下，要能对付跳频通信，即功放的响应速度需要大大加快，同时体积要尽可能的小。作为干扰发射机系统中必不可少的波段滤波器，为了适应上述要求，需要研制大功率的开关滤波器组件。根据不同的目的，国外称之为 Switched Filter Banks 或 Filter Switching Unit 等。据有关资料显示，国外有 HF SP4T plus T/R，VHF SP4T plus T/R，UHF SP4T plus T/R 等很多产品出售。本文介绍的 100 ~ 450MHz、100WFSU 是一种简单的 UHF Filter Switching Unit，已成功地应用在某国防重点工程中。

## 2 Filter Switching Unit(FSU)的基本原理

FSU 一般由三部分组成，它们是滤波器 (Filter)、开关 (Switches) 和控制驱动 (Driver, sub-assembly)，如图 1 所示。分波段滤波器的个数由发射机的工作频带以及所要求的谐波抑制度来确定，在大功率发射机中，一般采用低通滤波器来实现对谐波的抑制，对于 100 ~ 450MHz 频段来说，一般分为四个波段；而开关也相应地设计成单刀四掷开关。这里所说的开关是电子开关，具有较快的转换速度，以满足发射机的响应速度指标，一般用 PIN 二极管来制作。

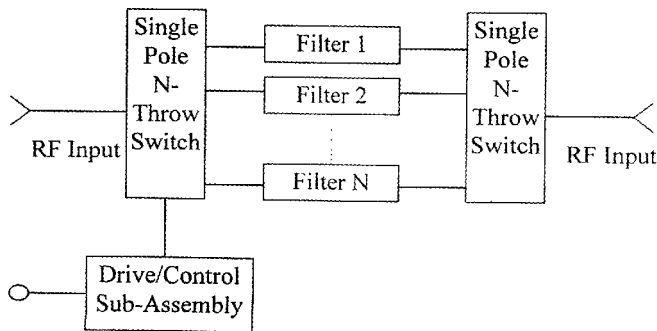


图 1 Filter Switching Unit 框图

### 3 SP4T 开关

我们选用 MA-COM 公司生产的 RF Multi-throw PIN Diode Switch Modules，型号为 MA8334-001。它是一种 SPDT 开关，其主要技术指标如表一所示。

表一

Model Number	Case Style	CW Input Power (W)	Switch Type	Frequency Range (MHz)	Isolation (dB)	Insertion Loss (dB)	Voltage Rating (V)
MA8334-001	844-001	100	SPDT	10-1000	24	0.35	900

它的内部等效电路如图 2 所示。显然，要导通某一支路时，只需在该支路上加正向偏流，而另一支路加负压进行隔离即可。在电路设计时应注意，馈电扼流圈的取值对 RF 特性影响很大。从控制盒到开关盒的驱动线一定要用屏蔽线进行屏蔽，以防 RF 功率对控制电路的干扰。用两个 MA8334-001 开关可以构成 SP4T 开关。

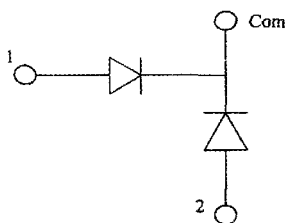


图 2 MA8334-001 内部等效图

### 4 控制驱动电路

为了简化控制驱动电路，我们选用电子部十三所新研制的高速 PIN 开关驱动器 DR-4 来作为 SP4T 开关的驱动器件。它的主要技术指标如表二所示。

表二

型号	路数	开启时间 (ns)	关断时间 (ns)	输出电压 $V_{on}$ $V_{off}$ (V)	输出电流 (mA)
DR-4	1	150	200	+3, -100	100

封装型式采用标准的 TO-8G 金属管壳封装, 管脚排列如下:

1 脚:  $V_-$                       2 脚:  $V_0$                       3 脚: GND  
4 脚:  $V_+$                       5 脚:  $V_{in}$

使用简图如图 3 所示。

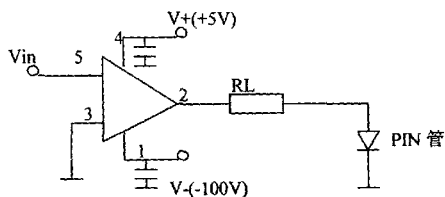


图 3 DR-4 使用简图

## 5 实验结果

研制成功的开关滤波器组件 (FSU) 其实验结果如表三所示。

表三

频率 (MHz)	插损 (dB)	谐波抑制 (dB)	开关时间 (μs)
100	0.63	56	<70
200	0.63	58	
300	0.7	60	
400	0.78	60	
450	0.98	60	

## 6 结束语

利用 PIN 二极管开关进行滤波器的波段转换以提高转换速度是一种切实可行的方法, 它已在调频频通信领域获得了广泛的应用。已研制成功的大功率开关滤波器组件已应用于某国防重点工程中, 取得了较为满意的结果。

## 参考文献

- [1] 林为干《微波网络》, 国防工业出版社;
- [2] 《RF AND MICROWAVE SEMICONDUCTORS》M/A-COM, 1995;
- [3] 《微型封装微波超高频集成电路新产品手册》, 电子工业部第十三研究所。

## 微波滤波器设计培训——视频课程

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立, 致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养, 是国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地。客户遍布中兴通讯、研通高频、国人通信等多家国内知名公司, 以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们推出的微波滤波器设计培训专题, 有资深工程师领衔主讲, 课程既有微波滤波器设计原理的详细解释, 也有各种仿真分析工具的实际设计应用讲解, 设计原理和设计仿真实践相结合, 向大家呈现各种结构的微波滤波器的完整设计流程。旨在帮助大家透彻地理解并实际的掌握各种微波滤波器的设计。



### 微波滤波器设计培训专题视频课程

高清视频, 专家授课, 中文讲解, 直观易学; 既有微波滤波器设计原理的详细解释, 也有像 ADS、CST、HFSS 各种仿真分析工具的实际设计应用讲解, 旨在帮助大家透彻地理解并实际的掌握各种微波滤波器的设计。

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/filter/>

### 更多专业培训课程:

- **HFSS 视频培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/>

- **CST 视频培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/>

- **天线设计专业培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/>