

<<发射机高压脉冲调制器的设计与实践>>

图书基本信息

书名：<<发射机高压脉冲调制器的设计与实践>>

13位ISBN编号：9787121088322

10位ISBN编号：7121088320

出版时间：2009-6

出版时间：电子工业出版社

作者：魏智

页数：662

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

## 前言

微波电子管脉冲发射机在雷达、导航、遥控、电子对抗, 电离层探测(采用的是非相干散射雷达)、正负电子对撞机、同步辐射加速器、工业辐照加速器、医疗加速器、港口海关用的物品探视仪、高功率微波武器、激光聚变等方面, 都有着广泛的应用。

高压脉冲调制器, 是微波电子管脉冲发射机不可缺少的组成部分, 而发射机又是雷达整机中最贵重、技术难度最大的分系统。

雷达发射机专家、全国劳动模范徐脉珩主任曾说过: “有发射管, 就有发射机, 有发射机就有雷达。”这句话很形象地道出了发射机在雷达系统中的重要地位。

发射机的射频信号质量直接影响雷达整机的战术技术性能, 而影响雷达发射机射频信号质量的主要因素, 是脉冲调制器的视频脉冲波形及其高压电源的纹波和稳定性。

因此客观地说, 微波电子管脉冲雷达发射机的主要设计工作量, 就是高压脉冲调制器及其高压电源的设计。

精密脉冲调制器的设计, 是保证发射机射频性能的关键。

所谓精密脉冲调制器的设计, 就是确定调制器电路之后, 采用脉内、脉间校平电路来实现脉冲顶部平坦度和相邻脉冲稳定度要求的“大功率脉冲校平技术”。

本书详细地介绍和分析了各类脉冲调制器及其各种脉冲校平电路的原理、电路工作状态、并对其中重要的公式进行了必要的推导。

有些常用公式是用能量守恒定律和电荷平衡原理给出的, 这类公式的物理概念在脉冲调制器电路的分析中用得很多, 而且计算简单方便。

请读者注意这些公式的应用场合和条件, 并加深对其物理意义的理解。

全书共5章。

第1章是总论。

第2, 3章重点介绍了基本刚管调制器和浮动板调制器, 它们是现代雷达发射机中应用最多的、技术要求也是最高的, 因而也是最重要的。

这两章在分析方法和内容方面都有新的发展和补充, 给出了5种新颖的浮动调制器电路拓扑, 改进了预调器的设计, 丰富了预调器的内容; 对IGBT~HVSM的均压网络进行了状态分析, 提出了网络参数的选择方法; 用较多的篇幅介绍了浮动板调制器、恒流刚管调制器、有各种技术特点的TWT栅极调制器的设计方法及其实用电路; 还特别介绍了120kV氢闸流管撬棒保护电路的设计分析和自触发、外触发电路的设计实践。

第4章是线型脉冲调制器, 其内容相当丰富、新颖、实用, 占了全书的相当大的比重。

本章不但在de-Q电路、阶梯充电、旁路法等稳幅技术方面进行了系统论述, 还对宽匹配电路、反峰电路、阻尼电路等也进行了深入地探讨, 并给出了一些实用电路; 在超高功率线型调制器应用方面, 重点介绍了最近完成的270Mw(450kV、600A)调制器的设计实践。

在这一章中, 笔者对设计、实践中的技术问题做了全面、系统的分析, 并给出了解决方法, 其中有的是以前资料中很少讨论的, 也是设计师容易忽视的问题。

第5章介绍了脉冲发射机电源设计中的一些特殊问题, 并指出了解决问题的措施; 从工程设计角度介绍了高压大功率串联稳压器的应用实例, 特别介绍了开关稳压电源在发射机中的重要应用, 其中还列举了140kw大功率开关电源的设计考虑和使用电路; 对目前用得最多的高压硅堆整流电路中的过压、过流等保护方法也作了简要介绍。

## <<发射机高压脉冲调制器的设计与实践>>

### 内容概要

本书是一部论述雷达发射机的高压脉冲调制器的专著，是作者40多年来雷达研究的经验总结。由于高压脉冲调制器是电子管脉冲发射机的重要组成部分，发射机的射频脉冲质量取决于高压脉冲调制器的波形好坏和高压电源纹波的大小，故电子管脉冲发射机的主要设计工作量是高压脉冲调制器和高压电源的设计。

基于此，书中介绍了各种高压脉冲调制器的工作原理、电路状态分析、工程设计方法，推导了主要的设计公式，并给出了许多颇具代表性的工程设计实例和新颖实用电路。

本书内容丰富，全面系统，理论与实践相结合，具有实用参考价值，能具体指导科研实践。

如果读者能把《雷达发射机技术》丛书和本书看成是姊妹篇，作为一种互补材料来阅读、理解，定会大有裨益。

本书适合从事雷达发射机研制和从事高能电子、质子直线加速器的工程技术人员参考，并对高等院校电子工程专业师生、功率电子学专业的研究生、博士生有实用的参考价值。

作为进一步研究的基础，本书对雷达发射机和功率电子学方面的专家、学者来说也是一本重要的参考文献。

## 作者简介

魏智，黑龙江人，1964年毕业于哈尔滨工业大学无线电系雷达专业，且一直在原电子工业部十四所从事雷达发射机的研制工作。

1987年晋升为研究员（高工），1992年被评为电子工业部首批有突出贡献的专家，1993年享受国家政府特殊津贴。

曾任发射技术研究室课题组长、专业组长、室主任，测控雷达研究部主任，江苏省第八届人大代表。十四所兴达电子系统工程公司总经理，现任南京鑫轩电子系统工程有限公司副总经理，分管并主持大功率发射机和高压脉；中调制器的设计、生产和开发。

在长期的发射机研制中，他担任过多个重要课题和产品的负责人，攻克了许多技术关键。作为第一完成人，其硬件科研成果荣获了国防科工委、电子工业部、机电部、江苏省的多项科技进步奖。

其《现代雷达发射机的理论设计与实践》专著（64万字）在1988年作为软件成果荣获机电部科技进步一等奖，并载入《中国机电工业年鉴》（1989年电子卷）。

另外还出版了两本日语书：《科技日语句子结构分析与翻译》（86万字）、《科技日语语法新编》（71万字）。

他还发表了科技论文和译文数十万字。

他的业绩已载入《中国工程师名人大全》（第一卷）、《世界名人录》（中国卷）、《中华国际英才研究院专家名录》、《21世纪人才库》。

## 书籍目录

- 第1章 总论 ? 1.1 引言 ? 1.1.1 微波电子管脉冲发射机与其高压脉冲调制器的互存关系 ? 1.1.2 高压脉冲调制器的设计程序和步骤 ? 1.1.3 精密脉冲调制器的设计是保证发射机射频脉冲质量的关键 ? 1.1.4 高压脉冲调制器在电子、质子直线加速器方面的广泛应用 ? 1.1.5 《发射机高压脉冲调制器的设计与实践》编写始末 ? 1.2 脉冲调制器的基本参数 ? 1.3 脉冲调制器的选择 ? 1.3.1 脉冲调制器的组成和分类 ? 1.3.2 各种脉冲调制器的基本电路形式 ? 1.3.3 各种脉冲调制器的性能比较 ? 1.4 调制器的负载特性 ? 1.4.1 M型管的伏安特性对调制器的设计要求 ? 1.4.2 M型器件的色散特性对调制器的要求 ? 1.4.3 M型管的脉冲调制问题 ? 1.4.4 O型管的脉冲调制问题 ? 1.5 脉冲调制器波形失真对发射机射频性能的影响 ? 1.5.1 调制波形顶部失真(波动和顶降)引起的幅度调制和相位调制 ? 1.5.2 调制器脉冲前、后沿对射频脉冲质量的影响 ? 1.5.3 具有控制极的O型管对调制波形的要求 ? 1.6 高压电源纹波对发射机射频性能的影响 ? 1.6.1 寄生调制边带的表示法 ? 1.6.2 调制边带与电源纹波的换算关系 ? 1.6.3 PD雷达和MTI雷达对电源纹波的要求 ? 参考文献 ?
- 第2章 基本刚管调制器 ? 2.1 基本刚管调制器的波形分析 ? 2.1.1 脉冲前沿的形成和计算 ? 2.1.2 脉冲顶部降落的形成和计算 ? 2.1.3 脉冲后沿的形成和计算 ? 2.2 基本刚管调制器的充电电路和切尾电路 ? 2.2.1 电阻充电电路 ? 2.2.2 电感充电电路 ? 2.2.3 开关管充电电路(有源切尾电路) ? 2.3 刚性开关管工作点的选择及开关管简介 ? 2.3.1 开关管的选择(包括IGBT?HVSM的主要参数) ? 2.3.2 调制管工作点的选择 ? 2.3.3 调制管工作点的测试方法 ? 2.3.4 电子管刚性开关简介(适用于高压状态的开关管) ? 2.3.5 固态刚性开关特性简介(SCR、NMOSFET、IGBT) ? 2.3.6 NMOSFET和IGBT的专用驱动模块简介(TLP250、M57962L、IXDN414等) ? 2.3.7 IGBT和NMSOFET串联运用时的均压网络设计(直流和瞬态均压) ? 2.3.8 IGBT高压开关组件(IGBT?HVSM:40KV,400A;100KV,100A) 2.3.9 IGBT?HVSM放电回路中缓冲网络(限流网络)的设计考虑 ? 2.4 用脉冲变压器耦合输出的刚管调制器(以速调管为负载) ? 2.4.1 电路形式和变压器的等效电路 ? 2.4.2 速调管做负载时前沿的设计计算 ? 2.4.3 脉冲顶降的形成和计算 ? 2.4.4 脉冲后沿的计算 ? 2.4.5 脉冲变压器反向电压及其出现的时间、恢复时间的计算 ? 2.4.6 脉变初级绕组上的R?D、VD?1阻尼电路的设计 ? 2.4.7 用钳位器取代R?D的最新设计方法(在T次级或初级钳位) ? 2.5 减小脉冲顶降的几种方法 ? 2.5.1 用串联阻容网络与负载并联 ? 2.5.2 用电阻和电感并联的网络与负载串联 ? 2.5.3 用顶升脉冲来激励恒流工作的调制管 ? 2.5.4 用低阻抗人工线代替储能电容 ? 2.6 基本刚管调制器的栅极回路设计 ? 2.6.1 RC钳位器原理在调制器设计中的重要应用 ? 2.6.2 栅偏压的串馈和并馈方式 ? 2.6.3 “负偏”和“正偏”馈电方式 ? 2.6.4 反栅流对调制器的影响 ? 2.7 大功率刚管调制器的预调器设计 ? 2.7.1 用变压器升压输出的全固态预调器(SCR、IGBT) ? 2.7.2 正偏、反偏型预调器电路拓扑的类型及其优缺点(共有5种电路拓扑) ? 2.7.3 全固态浮动预调器实用电路设计举例 ? 2.8 脉冲调制器的定时器和编码器 ? 2.8.1 射频功率放大链要求的定时信号时间关系(包括定时器框图) ? 2.8.2 脉冲编码器框图及其设计考虑 ? 2.8.3 定时脉冲的传输及电缆长度同匹配的关系 ? 2.9 基本刚管调制器实用电路的设计 ? 2.9.1 电阻充电的基本刚管调制器设计举例 ? 2.9.2 电感充电的基本刚管调制器的设计实例 ? 2.9.3 美AN/FPS?16磁控管发射机的编码调制器 ? 2.9.4 宽脉冲、高工作比变压器输出的刚管调制器的设计 ? 2.9.5 非相干散射雷达脉冲调制器的设计与实践(TH2134管做负载) ? 参考文献 ?
- 第3章 浮动板调制器 ? 3.1 浮动板调制器简述 ? 3.2 浮动板调制器的电路形式 ? 3.2.1 电容耦合浮动板调制器 ? 3.2.2 全悬浮式直接耦合浮动板调制器 ? 3.2.3 倍压能量恢复型浮动板调制器 ? 3.2.4 晶闸管(SCR)浮动板调制器 ? 3.2.5 具有浮动板结构的串联刚管调制器 ? 3.3 浮动板调制器的激励器形式 ? 3.3.1 用高压隔离脉冲变压器驱动开启管和切尾管的基本型激励器 ? 3.3.2 全固态浮动激励器(驱动器) ? 3.4 浮动板调制器的驱动隔离和触发耦合方式 ? 3.4.1 脉冲变压器耦合隔离方式 ? 3.4.2 射频耦合方式 ? 3.4.3 光电耦合方式 ? 3.5 速调管调制阳极调制器的设计和实践(D4003和TH2134) ? 3.5.1 调制阳极调制器的方案讨论(D4003) ? 3.5.2 浮动板调制器几个重要参数的选择 ? 3.5.3 浮动板调制器设计中的一些实际问题 ? 3.5.4 速调管的撬棒保护系统 ? 3.5.5 用60KV、70A的IGBT?HVSM代替TM702F组成

## &lt;&lt;发射机高压脉冲调制器的设计与实践&gt;&gt;

固态浮动板调制器？ 3.5.6 非相干散射雷达用调制阳极调制器的工程设计方案？ 3.6 恒流工作的串联刚管调制器（串联浮动板调制器）？ 3.6.1 恒流串联刚管调制器的特性？ 3.6.2 返波管（跳频）用的恒流刚管调制器的设计考虑？ 3.6.3 前向波放大器用的恒流调制器的设计考虑？ 3.7 栅极脉冲调制器和前向波管的熄灭调制器的实用电路设计？ 3.7.1 采用高速高反压管的窄脉冲固态栅极调制器？ 3.7.2 大功率行波管用的电子轰击半导体开关栅极调制器？ 3.7.3 速调管栅极调制器设计考虑？ 3.7.4 X波段栅控TWT发射机调制器系统设计与实践？ 3.7.5 多功能栅控管（多注管和TWT）老练试验台的设计与实践？ 3.7.6 2KV, 250KHZ全固态栅极调制器的设计实践？ 3.7.7 全固态熄灭脉冲调制器的设计实践？ 3.8 全固态浮动板调制器实施方案综述？ 3.8.1 NMOSFET、IGBT动态均压网络的参数设计与状态分析（见2.3.5节） 3.8.2 IGBT或NMOSFET串联链的驱动隔离电路设计？ 3.8.3 脉冲电压为100KV以上，脉冲电流为100A左右的全固态脉冲调制器的实施方案选择 3.8.4 国外高压半导体开关模块进展简况（HVS和HT5系列）？ 3.9 RFS用的-120KV调制阳极调制器及撬棒电路的设计与实践 3.9.1 调制阳极调制器和撬棒电路的技术指标要求？ 3.9.2 调制阳极调制器的设计考虑？ 3.9.3 -120KV氢闸流管撬棒电路的设计分析和自、外触发电路的设计？ 参考文献 第4章 线型脉冲调制器（软管调制器）？ 4.1 引言？ 4.2 线型脉冲调制器的充电电路？ 4.2.1 直流电源 $E$ 通过 $R$ 对人工线（PFN）电容 $C$ 充电？ 4.2.2 直流电源 $E$ 通过电感 $L$ 对 $C$ 充电的数学分析？ 4.2.3 典型的线型脉冲调制器直流谐振充电回路的参数设计？ 4.2.4 储能电容 $C$ 通过 $L$ 对 $C$ 人工线充电？ 4.2.5 线型调制器的回扫充电电路（磁能充电）？ 4.2.6 线型调制器的阶梯充电电路（磁能充电和电能充电）？ 4.3 线型调制器放电回路的设计？ 4.3.1 放电过程的简明描述？ 4.3.2 实际放电回路的波形分析及脉冲变压器变比的确定？ 4.3.3 负载失配对功率传输的影响及放电回路的效率？  $D$ ？ 4.4 线型调制器的反峰电路及阻尼电路的设计？ 4.4.1 脉冲形成网络PFN上的反向电压 $U$ ？  $U$ 对调制器工作的影响？ 4.4.2 反峰电路的作用及其元件参数的选择？ 4.4.3 变压器初级并联的 $VD$ 、 $R$ 阻尼电路？ 4.5 氢闸流管栅极回路及其全固态触发器的设计？ 4.5.1 氢闸流管开关特性简述？ 4.5.2 低通滤波器的设计？ 4.5.3 栅极回路的设计？ 4.5.4 氢闸流管触发器的设计考虑？ 4.6 脉冲形成网络PFN（也称人工线、仿真线）？ 4.6.1 链型网络PFN（链型人工线）？ 4.6.2 并联谐振网络（反谐振网络）？ 4.7 解决大功率线型调制器升压过程中连通的五种方法（宽匹配电路）？ 4.7.1 PFN两端放电的电路？ 4.7.2 人工线延时充电的宽匹配电路？ 4.7.3 把正失配转变为负失配的切尾电路？ 4.7.4 多线调制器？ 4.7.5 无源脉冲校正器及其宽匹配应用？ 4.8 dE-Q电路？ 4.8.1 反馈型串联降Q电路？ 4.8.2 电阻 $R$ 损耗型并联降Q电路？ 4.8.3 阻容 $RC$ 型并联dE-Q电路（几乎取代了电阻型dE-Q电路）？ 4.8.4 高压反馈型并联dE-Q电路（并联反馈型高效dE-Q电路）？ 4.8.5 低压反馈型并联dE-Q电路（串联反馈型高效dE-Q电路）？ 4.8.6 一种新颖的向PFN反馈的dE-Q电路？ 4.8.7 充电变压器次级取样电路的改进设计？ 4.9 旁路法充电调节器（充电后调节）？ 4.9.1 主人工线旁路法？ 4.9.2 子人工线旁路法？ 4.9.3 与回扫充电同时使用的高精度泄放电路（旁路法）？ 4.10 高压大功率线型调制器的设计实践？ 4.10.1 65MW（250KV、250A）线型调制器的设计实践？ 4.10.2（超）大功率线型脉冲调制器技术方案综述（65~10<sup>4</sup>MW）？ 4.10.3 大功率射频源（HPRFS）实验用500MW线型调制器设计？ 4.10.4 电阻充电的0.6 S半正弦电流波调制器的设计实践？ 4.10.5 目前国内最大脉冲功率（270MW）线型调制器的设计实践？ 参考文献 第5章 脉冲发射机电源设计中的一些特殊问题？ 5.1 电源特性？ 5.2 脉冲负载时的LC无源滤波器？ 5.3 高压串联稳压器（调节器或调整器）？ 5.3.1 串联稳压器的原理方框图？ 5.3.2 高压大功率串联稳压器？ 5.3.3 提高效率和减小二次电容的程控开关式稳压器？ 5.4 线型调制器用的高压电源？ 5.4.1 由晶闸管（SCR）双稳态电路构成的小型化电源？ 5.4.2 匹配电容充电的小型化电源？ 5.4.3 双电源系统（和差式电源）？ 5.5 高频逆变器在现代雷达发射机中的应用？ 5.5.1 逆变器和稳定充电逆变器方案？ 5.5.2 逆变器后面的高压产生器电路？ 5.5.3 正交场放大管用的高频逆变器高压电源？ 5.5.4 栅控TWT的供电？ 5.5.5 用于雷达发射机的140KW高压开关电源？ 5.5.6 对2420 F（其总储能为697KJ）电容进行阶梯充电的电源系统？ 5.6 串联叠加的高压直流电源（广播发射机、核聚变实验装置中微波加热用）？ 5.7 高压硅堆整流器的保护问题？ 5.7.1 高压硅堆的过流保护？ 5.7.2 高压硅堆的过压保护？ 参考文献？



## 章节摘录

## 第1章 总论 1.1 引言 1.1.1 微波电子管脉冲发射机与其高压脉冲调制器的互存关系

现代雷达有连续波(Cw)雷达和脉冲雷达之分。

脉冲雷达采用的是脉冲发射机。

脉冲发射机可以采用全固态脉冲发射机,也可以采用真空电子管脉冲发射机(常采用微波真空电子管做射频功率放大器)。

固态发射机的功放一般工作在C类状态,其直流电压为25~40V。

大功率固态放大器采用开关稳压直流电源供给多个放大器或组件,为了提高可靠性,往往将多个标准化开关直流电源并联相加输出,并留有很大的冗余度,这样即使有几个放大器或组件坏了整机也能正常工作。

用脉冲输出的射频激励器推动C类放大器,可以得到脉冲射频功率输出,且一般是对射频激励级进行脉冲调制,而不是专门设计脉冲调制器。

当然,有特殊要求时,希望C类功放用脉冲电源供电,这时可以用一个晶体开关管与C类功放管串联。对晶体开关管进行脉冲驱动,产生调制脉冲代替直流稳压电源,这是低压开关调制器的原理,不是本书讨论的内容。

本书重点介绍电子管脉冲发射机用的各种高压脉冲调制器及其电源的工作原理和状态分析方法、工程设计与实践。

微波电子管脉冲发射机,有自激振荡器式和主振放大式两种形式。

前者通常是用磁控管振荡器做功率输出级,后者是用O型器件或M型器件做功率放大器。

主振放大式发射机实际上就是射频功率放大器,其输出功率如果通过馈线传输到天线发射到空中去,就叫做发射机;如果功率不送到天线,而是作为各类电子直线加速器的微波源时(高功率射频源—HPRFS),就叫做高功率射频放大器。

无论是雷达发射机还是加速器中的射频功率放大器,都要求视频高压脉冲调制器提供合乎要求的视频脉冲。

加速器中的射频功率源的射频脉冲功率可为几Mw~100Mw,而脉冲调制器峰值功率最大应在300Mw以上。

更大的射频功率源,要求设计300~500Mw以上的脉冲调制器。

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>