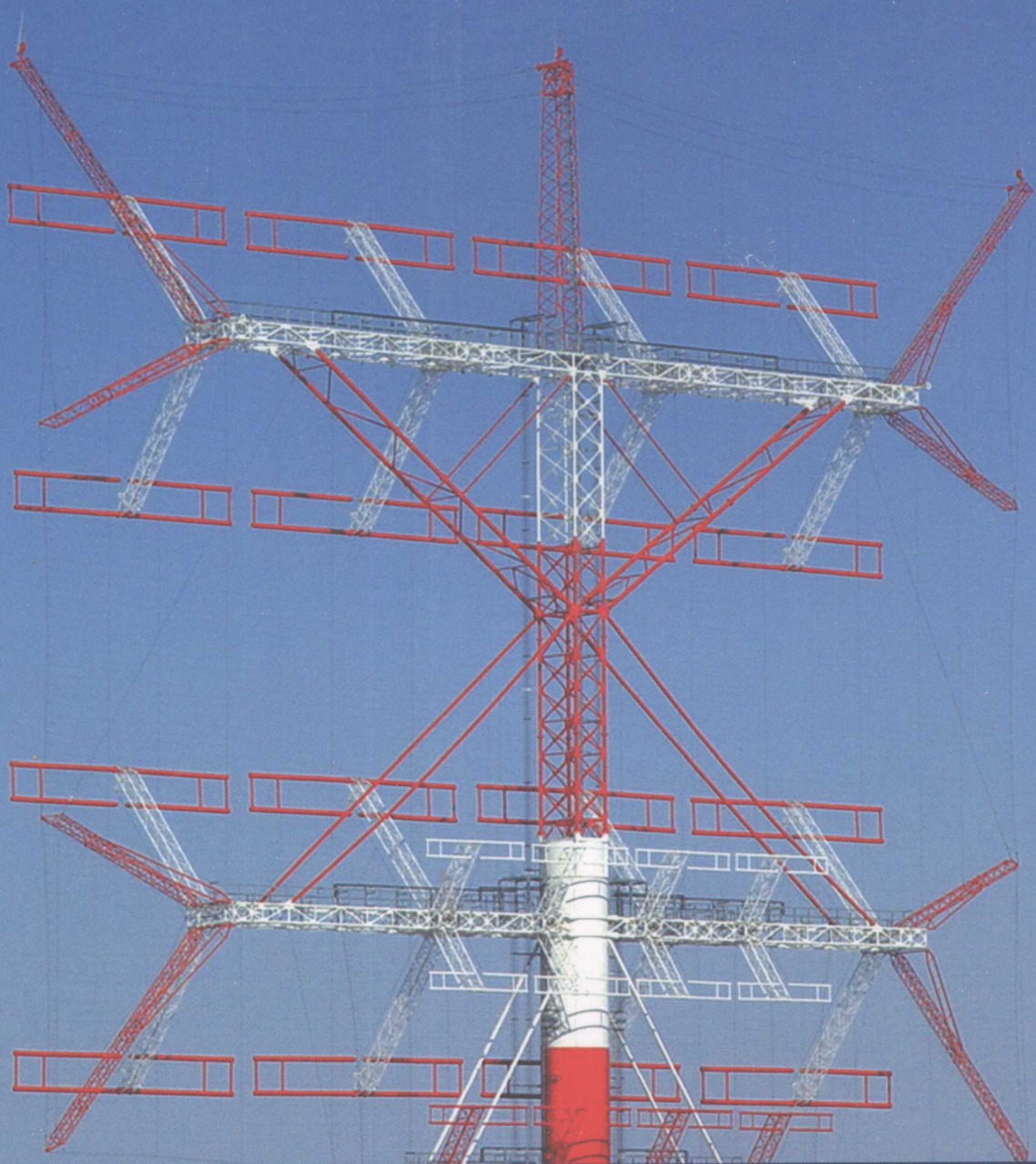




广播发射新技术

刘洪才 主编

中国  广播电视出版社
CHINA BROADCASTING & TELEVISION PUBLISHING HOUSE

广播发射新技术

刘洪才 主编

中国  广播电视出版社
CHINA RADIO & TELEVISION PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

广播发射新技术 / 刘洪才主编. —北京: 中国广播电视出版社, 2010. 3

ISBN 978 - 7 - 5043 - 6112 - 7

I. ①广… II. ①刘… III. ①广播发射机 IV.
①TN931

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 022959 号

广播发射新技术

刘洪才 主编

责任编辑 高子如

封面设计 张智勇

责任校对 张莲芳

出版发行 中国广播电视出版社

电 话 010 - 86093580 010 - 86093583

社 址 北京市西城区真武庙二条 9 号

邮政编码 100045

网 址 www. crtp. com. cn

电子信箱 crtp8@ sina. com

经 销 全国各地新华书店

印 刷 高碑店市鑫宏源印刷包装有限责任公司

开 本 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

字 数 526 (千) 字

印 张 20. 5

版 次 2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

印 数 5000 册

书 号 ISBN 978 - 7 - 5043 - 6112 - 7

定 价 36. 00 元

(版权所有 翻印必究 · 印装有误 负责调换)

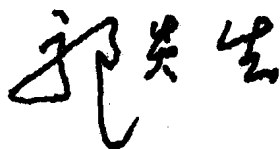
序

大学毕业后，我曾多年从事广播发射机的维护和研究。参加工作近四十年来，我经常大言不惭的标榜自己是搞发射“出身”。这种经历，使我对“发射”有一种淳朴的感情。在后来几十年的广播电视从业中，尽管工作岗位有所变动，但仍然没有放弃对发射技术的关注和学习。

由于新技术、新器件、新应用的不断出现，尤其是近年来数字技术、信息技术突飞猛进的发展，广播发射机的发展趋势应是“一大三高三化”，即大功率；高质量、高效率、高稳定；数字化、固态化、自动化。使得以往有关《发送设备》讲义和教材的内容都已陈旧过时。为了满足广播发射第一线工程技术人员学习和参考，中国传媒大学和国家广播电影电视总局无线电台管理局有丰富经验的专家、教授，编写了《广播发射新技术》这本书，以补充这方面的不足。“广播”这个词本来应包括声音广播和电视广播，但目前国内约定俗成往往把二者分开，即把电视另列，而用广播一词专指声音广播，本书的命名指的是后者。这些年来，也有一些类似的专著，但是各自侧重不同，如果有重复之处，那就权当是增砖添瓦吧。

在《广播发射新技术》一书即将付梓出版之际，我们希望本书能为广播电视事业的蓬勃发展有所奉献。祝愿中国的广播电视事业再开创一个新局面。

中国老科协广播电影电视分会理事长
2009年10月20日



前言

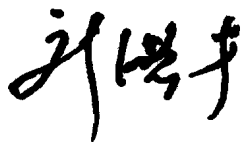
我国无线电广播始于20世纪20年代,屏极调制广播发射机一直居主导地位。直到80年代,我国开始引进脉冲宽度调制(PDM)和脉冲阶梯调制(PSM)广播发射机。到了90年代,先后引进数字调制(DM/DX系列)、幅相调制(APM)和数字直接驱动/数字串行自适应调制(3D&DSAM)广播发射机。我国广播电视工业部门经过研制,已经能批量生产脉冲宽度调制(PDM)、脉冲阶梯调制(PSM)、数字调制(DM/DX系列)和幅相调制(APM)广播发射机。

在安装、调试和维护引进及国产广播发射机的过程中,广大维护工程技术人员刻苦钻研,学习理论,努力实践,有所创新。为总结推广广播发射新技术,聘请中国传媒大学和国家广播电影电视总局无线电台管理局(以下简称广电总局无线局)的多名教授、专家撰写了《广播发射新技术》一书,其具体内容如下:第1章“广播发射机新的调制方式”由广电总局无线局教授级高工刘洪才撰写,第2章“音频信号信源编码、信道编码与调制”、第3章“数字音频广播(DAB)”和第5章“HD Radio技术系统”由中国传媒大学李栋教授撰写,第4章“调幅波段的数字广播(DRM)”由广电总局广播科学研究院高级工程师高鹏、工程师吴智勇、工程师万戈撰写,第6章“广播发射机PSM新型调制控制器”由广电总局无线局开发处处长张利达、工程师李国强撰写,第7章“广播发射机转动天线”由广电总局2021台总工程师章劲标撰写,第8章“发射机电力系统自动化”由广电总局无线局技工处副处长丁武撰写,第9章“发射机自动化”由广电总局561台总工程师徐帮辉撰写,第10章“大功率广播发射机和广播发射中心的计算机最新应用”由广电总局无线局总工程师李国华、广电总局监测中心主任陶嘉庆撰写,第11章“广播发射机的技术安全”由广电总局无线局维护处副处长高占福撰写,第12章“广播发射机的创新型维护模式”由广电总局501台台长杨志昆撰写。

本书适合于工作在广播发射台的工程技术人员阅读,也可供广播科学研究人员以及大专院校相关专业的师生参考。

中国老科技工作者协会广播电影电视分会秘书长

2009年10月15日



目 录

第 1 章 广播发射机新的调制方式	1
1.1 脉冲宽度调制 (PDM)	1
1.2 脉冲阶梯调制 (PSM)	4
1.3 数字调制 (DM/DX 系列)	5
1.4 幅相调制 (APM)	6
1.5 数字直接驱动 (3D) 和数字串行自适应调制 (DSAM)	8
第 2 章 音频信号信源编码、信道编码与调制	10
2.1 音频信号信源编码	10
2.2 信道编码	39
2.3 数字调制	50
第 3 章 数字音频广播 (DAB)	68
3.1 数字音频广播概论	68
3.2 DAB 的传输帧结构与节目传输机理	71
3.3 DAB 发射机	84
3.4 DAB 同步网	100
第 4 章 调幅波段的数字广播 (DRM)	112
4.1 30MHz 以下中短波调幅广播数字化解决方案概述	112
4.2 DRM 系统的整体结构	113
4.3 DRM 系统的关键技术	114
4.4 现有调幅发射机的 DRM 改造	131
4.5 DRM 接收机	139
4.6 DRM 现场测试	142
4.7 小结: 关于我国 30MHz 以下中短波调幅广播数字化	149
第 5 章 HD Radio 技术系统	154
5.1 HD Radio 概论	154
5.2 FM HD Radio	155
5.3 AM HD Radio	168
第 6 章 广播发射机 PSM 新型调制控制器	179
6.1 系统概述	179

6.2	系统架构	180
6.3	系统控制单元	180
6.4	基带调制单元	182
6.5	PSM 信号调理板	182
6.6	开关—状态板	185
6.7	光收光发板	185
6.8	模块控制器	185
第7章	广播发射机转动天线	187
7.1	转动天线简介	187
7.2	转动天线结构	190
7.3	转动天线工作原理	192
7.4	转动天线控制系统	193
7.5	转动天线操作和维护	201
7.6	转动天线远程控制系统	206
7.7	转动天线技术发展及国产化思考	208
第8章	发射机电力系统自动化	211
8.1	电力系统自动化技术简介	211
8.2	电力系统自动化技术的发展	211
8.3	电力系统自动化技术的特点	214
8.4	电力系统自动化系统简介	215
8.5	电力系统自动化的应用	217
8.6	大功率发射台电力系统自动化应注意的问题	237
第9章	发射机自动化	239
9.1	DF100A 短波发射机自动化系统	239
9.2	DX200kW 中波发射机自动化系统	254
9.3	发射机房运行监控系统	276
第10章	大功率广播发射机和广播发射中心的计算机最新应用	278
10.1	计算机在广播发射机中的最新应用	278
10.2	广播发射中心计算机的最新应用	288
第11章	广播发射机的技术安全	292
11.1	广播发射机的人员防范措施	292
11.2	广播发射机的技术防范措施	294
第12章	广播发射机的创新型维护模式	302
12.1	串馈型 PDM 发射机的改造	302
12.2	某进口 500kW 大功率短波发射机的创新维护	311

第 1 章 广播发射机新的调制方式

我国无线电广播始于 20 世纪 20 年代，屏极调制（AM）广播发射机一直居主导地位。直到 80 年代，我国先后引进脉冲宽度调制（PDM）和脉冲阶梯调制（PSM）广播发射机。到了 90 年代，又先后引进了数字调制（DM/DX 系列）、幅相调制（APM）和数字直接驱动（3D）式广播发射机。

我国广播电视工业部门对引进设备进行消化、吸收和研制后，均已能批量生产，为我国的旧式屏极调制发射机的更新改造奠定了基础。

1.1 脉冲宽度调制（PDM）

脉宽调制发射机是一种新型的板调发射机，它用脉宽调制器及其解调器代替乙类屏调机的调幅器完成音频转换，产生被调级进行屏极调幅时所需要的音频调制功率。

脉宽调制器方框图示于图 1·1。

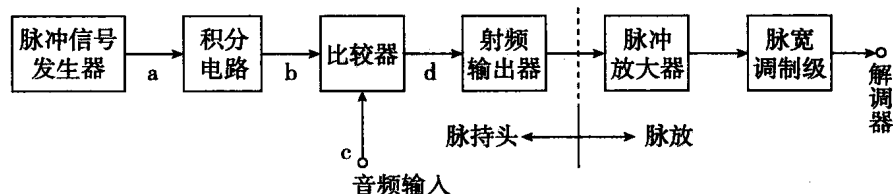


图 1·1 脉宽调制器方框图

脉冲信号发生器输出一个等幅脉冲串，其开关频率为 50 ~ 80kHz（见图 1·2 中 a 点波形）。

在图 1·2 的 a 点波形中：

i_p ——脉冲电流；

t ——脉冲宽度（每周导通电流的时间）；

T ——一个脉冲周期（从电流导通的起点到第一个截止段的终点）。

令：

$$K = \frac{t}{T}$$

其中 K 为电流占空因数。

在载波情况下，脉宽调制器中的各放大级的电流、电压波形均为等幅的矩形脉冲串，一般取 K 值为 0.5。

通过 RC 积分电路变成一个三角波（见图 1·2 中 b 点波形）。如果输入一个音频信号

(见图 1·2 中 c 点波形), 比较器将 b、c 两点信号电压进行比较, 得到一个脉冲宽度随着音频信号幅度变化而变化的等幅矩形脉冲波, 即将连续的音频信号转换成离散的宽度不同的脉冲信号 (见图 1·2 中 d 点波形)。

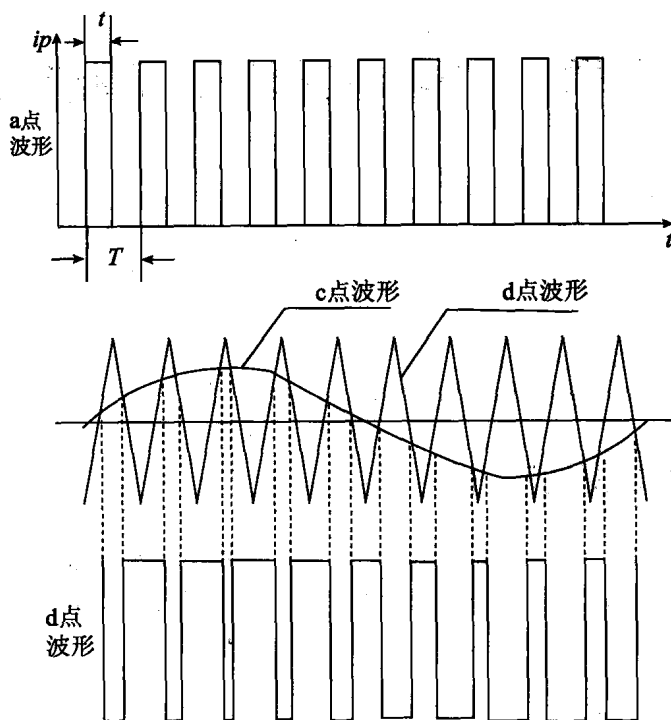


图 1·2 脉宽调制波形

从图 1·2 中 d 点波形可以看出音频信号幅度决定矩形脉冲的宽度, 而音频信号的频率决定矩形脉冲持续期变化周期的频率。

比较器后面的各放大级把调宽脉冲及包含在调宽脉冲之中的音频分量放大到规定的电平。经脉宽调制级的输出解调器 (低通滤波器) 解调, 还原为音频信号加至被调级电子管的屏极进行屏极调幅。

串馈——调制级与被调级直接耦合, 串联工作。根据两级阴极接地方式不同又可分为两类:

(1) 盖茨电路

盖茨电路调制级金属氧化物场效应管 (MOSFET) 的源极接地。

中波全固态 PDM 发射机通常采用串馈方式盖茨电路 (见图 1·3)。

图 1·3 中, U_r ——载频输入电压;

G_a ——被调制级射频功放桥;

G_M ——调制管 (金属氧化物场效应管 MOSFET);

e_{gM} ——调宽脉冲信号电压。

在图 1·3 中, G_a 为四只金属氧化物半导体场效应管 (MOSFET $\times 4$) 组成的金桥型功率放大器, G_M 采用了一只 MOSFET。由于 MOSFET 的输出功率仅为百瓦量级, 必须采用射频功率合成技术, 以达到额定载波功率的要求。

(2) 潘太尔电路

潘太尔电路被调级电子管阴极接地，适合于大功率广播发射机，实际上这种电路存在诸多缺点，已被淘汰。

为了节约能源，在串馈脉宽调制发射机中采用浮动载波控制（DCC）技术。

发射机输出的高频功率由载波功率和边带功率所组成，二者的关系是：

$$P_{\sim s} = \frac{m^2}{2} P_{\sim T}$$

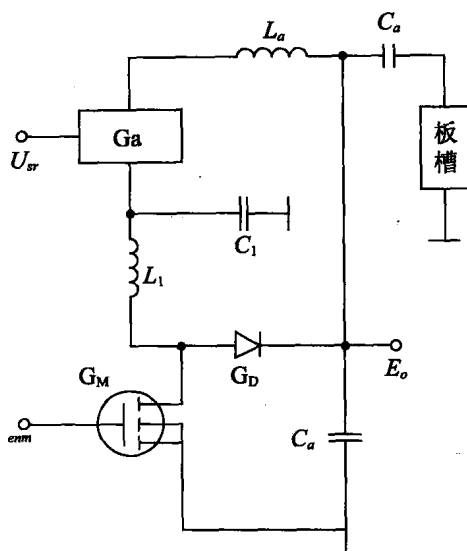
式中： $P_{\sim s}$ ——边带功率；

m ——调幅度；

$P_{\sim T}$ ——载波功率。

如果 $m=1$, $P_{\sim s} = 0.5 P_{\sim T}$ ，边带功率为载波功率的一半； $m=0.3$, $P_{\sim s} = 0.045 P_{\sim T}$ ，边带功率仅为载波功率的 4.5%。为了提高发射机效率，必须

使载频电压幅度随着音频调制信号动态峰值电平的变化而浮动。浮动载波控制的波形图和矢量图图示于图 1·4。



·图 1·3 盖茨电路（串馈方式）

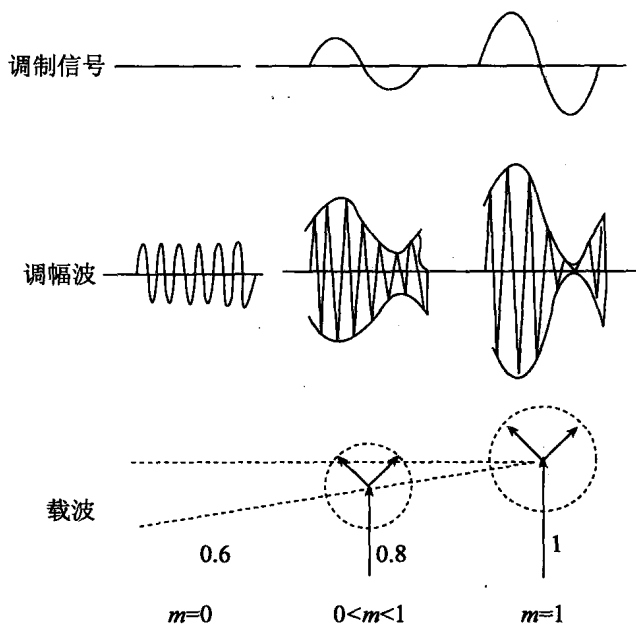


图 1·4 DCC 的波形和矢量图

为了限制载波值随着音频调制信号动态峰值电平的变化速度，为了防止在调制空隙对接收机产生较大的干扰噪声，必须在 $m=0$ 的情况下保留一定的载波电压（0.6），这时发射机的功率为全载波功率的 36%，节约载波功率 64%。当 $0 < m < 1$ 时，载波电压受调制信号控制，载波电压值大于 0.6 而小于 1。如按图 1·4 标出的数值 0.8 计算，为全载波功率的 64%，节约载波功率 36%。当 $m=1$ 时，和全载波调幅时一样。

在串馈 PDM 机中,如果用随着音频调制信号动态峰值电平而变化的直流控制信号代替原来送往比较器中的固定直流电压,便可实现浮动载波控制。这是因为这个直流控制信号是不断变化的,使脉冲电流占空因数也随之变化。如果在 $m=0$ 时,选 $K=0.3$,在 $m \neq 0$ 时, K 值在 $0.3 \sim 0.5$ 之间变化,所对应的载波电压就在 $0.6 \sim 1$ 之间变化。

1.2 脉冲阶梯调制 (PSM)

脉冲阶梯调制 (PSM) 是把音频模拟信号转换成数字信号,再应用数字处理技术将其输出迭加成能够反映音频信号变化规律的阶梯波形,其优点就是将高压整流器和调制级合二为一,和串馈 PDM 机一样省去了普通板调机中的调幅器、调幅变压器和调幅阻流圈,容易实现浮动载波控制 (DCC)。

脉冲阶梯调制方框图示于图 1·5。

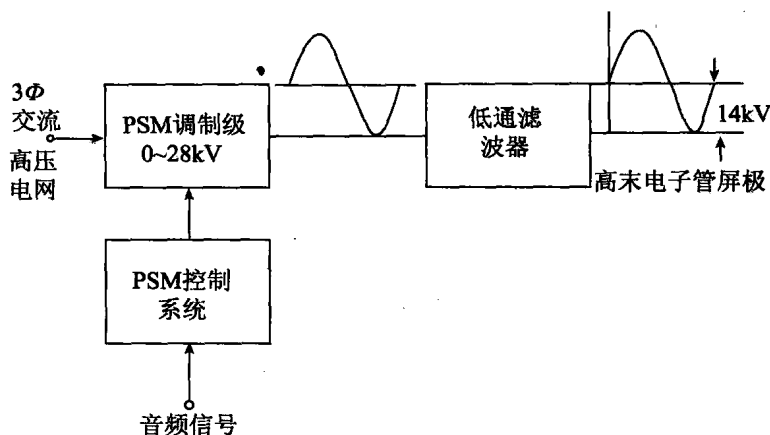


图 1·5 脉冲阶梯调制方框图

PSM 控制系统将输入音频信号转换成为用 0 和 1 表示的数字信号,并对这些数字信息进行加工处理,产生能够控制 PSM 调制级中 32 个 (或 48 个) 电子开关开启和关断的循环脉冲信号。

PSM 调制级线路图示于图 1·6 中。

在图 1·5 中: B——电源变压器;

D_{1-32} 、 L_{1-32} 、 C_{1-32} ——整流及滤波;

K_{1-32} ——整流器输出控制电子开关,在瑞士选用可关断可控硅微电子开关 (GTO),在美国选用绝缘门双极晶体管 (IGBT);

D_{33-64} ——整流器串接输出端阻尼二极管;

L_{33-34} 、 C_{33-34} ——两节低通滤波器 (解调器)。

根据控制系统输出的循环脉冲信号不同,32 个独立电压源中就有相应数目的电压源接通或断开,产生一个阶梯形的输出电压,经低通滤波器 (解调) 得到音频信号,送往高末级进行屏调。

在载波状态 ($m=0$) 有半数的开关接通,调制级送出 14kV 直流电压给高末级。在正峰调幅 ($m_+ = 1$) 时,所有开关接通,输出电压为 28kV。在负峰调幅 ($m_- = 1$) 时,所有开

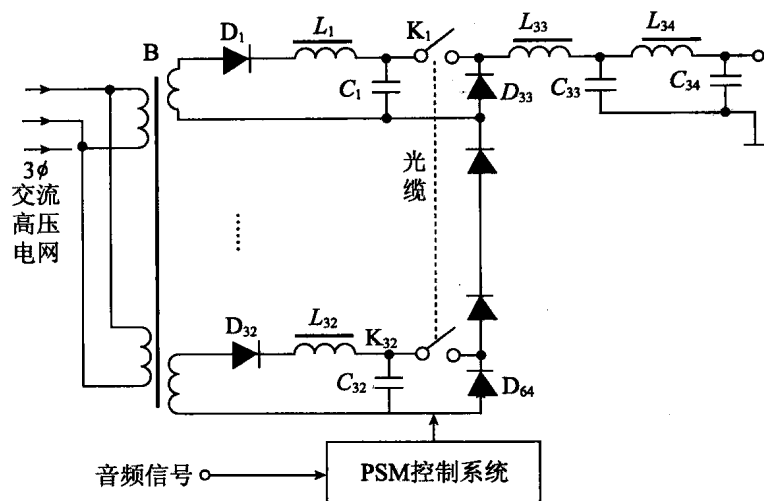


图 1·6 PSM 调制级线路图

关断开，输出电压为 0。当调幅度 m 在 $0 \sim 1$ 之间变化时，调制级输出电压在 $0 \sim 28\text{kV}$ 范围内变化。可见，调制级既提供载频功率，也提供调制功率。

电子开关的通断按其程序进行，如果必须接通一级应选择断开时间最长的一级，如果必须断开一级应选择接通时间最长的一级。

如果脉冲阶梯波形和音频调制信号误差较大，可以用误差信号控制电子开关提前开通或滞后关断，形成一个台阶高度和宽度均有变化的脉冲阶梯波形，相当于用 PDM 细调补偿了 PSM 粗调所产生的误差，使 PSM 调制级输出的 PSM 信号更逼真地接近音频输入信号的变化规律。

1.3 数字调制 (DM/DX 系列)

数字调制把高压电源、调制器和射频功率放大器三者合为一体，在一个系统中运行。每个射频功率放大器有自己的独立电源，而用数字信号处理 (DSP) 的音频信号去控制这些整流电源的开启与关闭，也就相当于用 DSP 的音频信号去开关射频功放单元。合上 48 组开关，可以达到 100% 调幅正峰，关掉 48 组开关，为 100% 负峰调幅。

数字调制发射机方框图示于图 1·7。

音频信号 f_a 经过音频处理后，进入一个高速 12 比特的模/数 (A/D) 转换器，将模拟信号转换为数字信号，再送入数字调制编码器，输出合适的信号去组合射频功放群。射频功放群中设有提供“大台阶”电压的 $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/16$ 、 $1/32$ 的二进制加权放大器。主组合器/二进制组合器的总输出为量化的 AM 波形。经带通滤波器滤除不需要的频谱分量，再通过 T 形匹配器，由天线辐射出去。

射频功率放大器为丁类开关放大器，各由四只 MOSFET 场效应管组成桥式电路，经变压器耦合到输出合成器。图 1·7 中，(DC + 音频) 信号，其直流电压 DC 决定发射机的载波功率，调整“功率调整”电位器直流电压的大小，就能调整发射机的输出载波功率，其音频信号决定发射机载波的调制度。

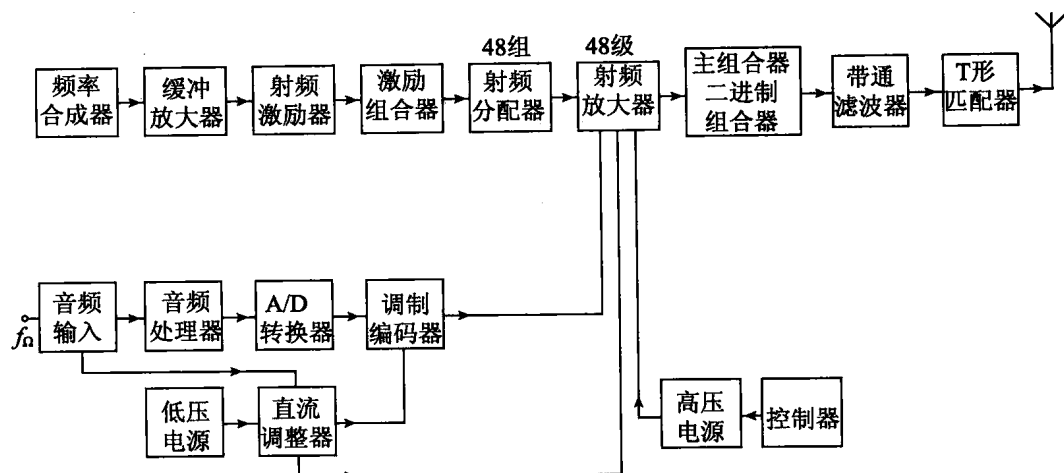


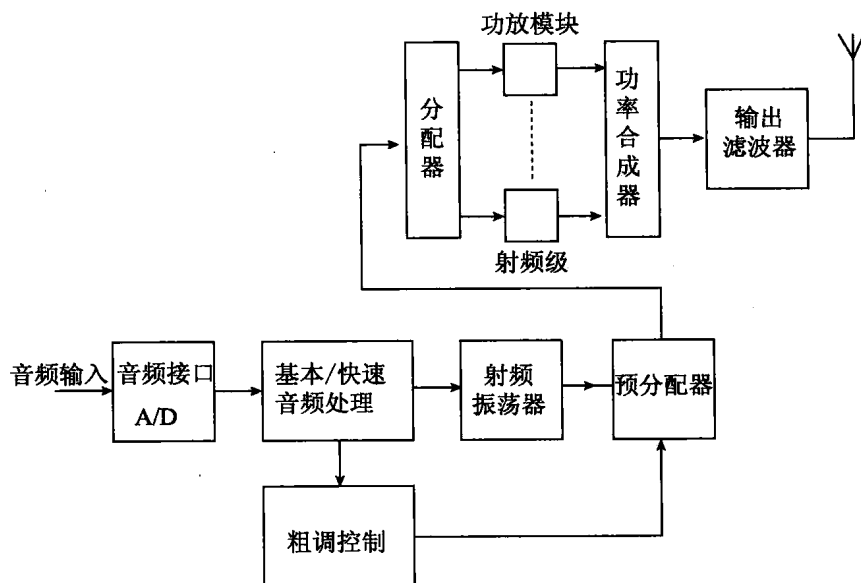
图 1·7 DM 发射机方框图

1.4 幅相调制 (APM)

(1) M^2W 型模块式发射机

法国 Thomcast 公司生产的 M^2W 型模块式发射机 (Modular Medium Wave Transmitter) 采用幅相调制 (APM)。

M^2W 型模块式发射机方框图示于图 1·8。

图 1·8 M^2W 型发射机方框图

在双边带调幅广播中，信息存于上下两个边带之中，载频中不存有任何信息。如果对载频的相位进行调制，作为新的幅相调制方式的控制信号。幅度调制过程是这样的：音频输入信号经过音频接口 A/D 变换后，进行基本/快速音频处理（取样、量化、编码）。粗调控制

制实质就是 PSM, 按照音频信号的变化规律, 输出对应的射频电压的包络。音频信号幅度的大小决定射频阶梯电平的数量, 即决定射频功率模块接通的多少。射频功率模块的总电平要与那一瞬间音频变化规律相一致, 使射频电压的包络重现音频信号, 不产生失真。实际上在射频信号包络与射频阶梯电压之间存在着量化误差, 应尽量减小这个量化误差, 使失真最小。采用相位调制, 相当于细调控制, 可以补偿粗调电压与射频阶梯电压包络之间的量化误差。通过对载频信号进行相位调制, 改变其相位角, 使其合成矢量的幅度发生变化, 这就等于在一个阶梯电平与另一个阶梯电平之间进行了微调。在某一个瞬间输出的射频合成电压是由若干块射频功率模块输出的总相移为零的总合成矢量电压。把幅度调制和相位调制结合起来, 保证了合成后的载频幅度与其同一瞬间的音频振幅相对应, 实现了高质量数字调制。

在 M^2W 型模块式发射机中, 对每一个单个阶梯都进行幅相调制, 如图 1·9 中的第一个阶梯高度 (一级阶梯的射频电压幅度)

$\vec{ac} = \vec{ab} + \vec{bc}$ 。 $\varphi(t)$ 为一个阶梯电平 (粗调电平) 给出的对其进行矢量相移的相移量。 $\Phi(t)$ 为完成一个阶梯电平细调所给出的对其进行矢量相移的相移量。如果有 $n(t)$ 个功率模块, 则总的阶梯电平 (合成载波电压幅度) $AC = AB + BC$ 。

上面所述的幅度调制和相位调制所需的阶梯电平的载量和为减小量化误差的微调量均由计算机软件提供, 它根据音频信号大小进行实时计算之后发出控制指令。

(2) 精确相位脉冲多参数调制 MPM-P³

在一般情况下, 音频调制信号可以看成是振幅和相位都在随机地变化, 相当于数量足够多的正弦振荡复合的结果。如果用它调制一个高频振荡信号, 其表达式为:

$$u(t) = A(t) \cos[w_0 t + \varphi(t)]$$

式中: $A(t) = A[1 + m(t)]$, 调制信号的振幅;

$$w_0 = 2\pi f_0$$

$$\phi(t) = w_0 t + \varphi(t)$$

如果对载频信号的幅度和相位分别进行调制并组合, 形成了一种新的调制方式——精确相位脉冲多参数调制 MPM-P³ (Multi Parameter Modulation With Pulse Precision Phase)。MPM-P³ 与 M^2W 的调制原理一样均为幅相调制, 运用矢量叠加原理。

在 MPM-P³ 发射机中, 其幅相调制矢量图示于图 1·10。图中 $\vec{DF} = \vec{DE} + \vec{EF}$, 式中 $\vec{DF}$ 是按照角频率 w_0 旋转的一个射频调幅信号的输出电平矢量, 它对应于某个瞬间音频信号振幅的变化规律。式中 $\vec{DE}$ 为某个瞬间由调制信号所决定的 $n(t)$ 个阶梯电平合成矢量。式中 $\vec{EF}$ 为担负阶梯电平细调的最后那一个射频模块所输出的阶梯电平矢量。图 1·24 中, $n(t)$ 是一个时间函数, 它是某一个瞬间所需全部射频模块的总量。 $\varphi(t)$ 为 $\vec{DE}$ 与 $\vec{DF}$ 夹角, 是 $n(t)$ 个射频功率模块所形成的阶梯电平 (粗调电平) 给出的对其

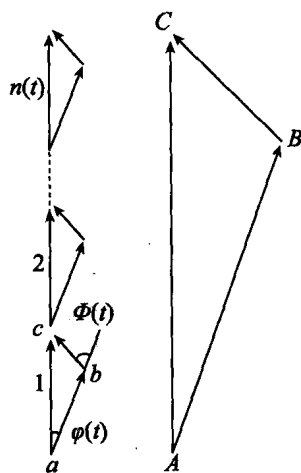


图 1·9 M^2W 型发射机幅相调制

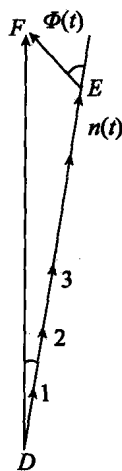


图 1·10 MPM-P³ 发射机幅相调制

进行矢量相移的相移量。 $\varphi(t)$ 为 $\triangle DEF$ 的外角, $\angle F(t) = \phi(t) - \varphi(t)$, 它为完成射频电平细调的最后那一个射频功率模块输出的阶梯电平 (细调电平) 给出对其进行矢量相移的相移量。 $n(t)$ 、 $\varphi(t)$ 、 $\phi(t)$ 三个参数由发射机控制系统按着音频信号变化规律实时给出。由图 1·10 可以看出, 载波电压振幅 $U(t)$, 即 $\overrightarrow{DF}$ 是经过矢量电压 $\overrightarrow{DE}$ 和 $\overrightarrow{EF}$ 合成的。 $n(t)$ 的变化将引起 $U(t)$ 的变化。 $\overrightarrow{DE}$ 、 $\overrightarrow{EF}$ 、 $\varphi(t)$ 、 $\phi(t)$ 的变化结果, 要确保 $U(t)$ 的振幅变化与音频信号变化相一致, 其相位角为零。

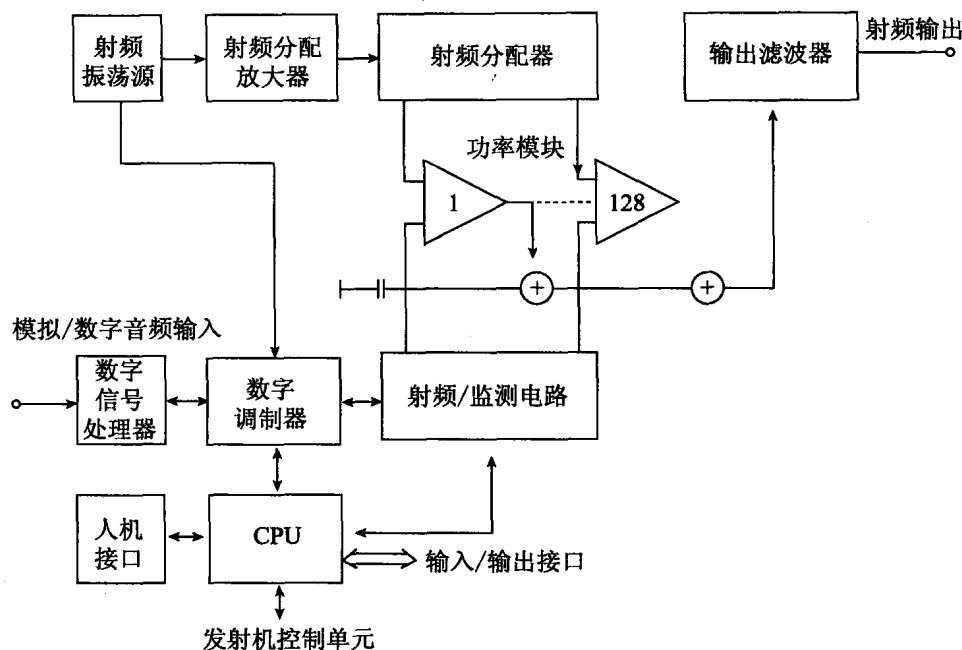


图 1·11 MPM-P³ 发射机方框图

MPM-P³ 发射机方框图示于图 1·11。射频振荡器为发射机提供载频信号, 分别送至射频功率放大器的分配器和数字调制器。射频分配器为每个功率模块提供激励信号。模拟 (或数字) 音频输入信号与载频信号在数字调制器 (MPM-P³) 进行调制, 其输出的调制信号控制 128 个功率模块的通断。 $n(t)$ 个功率模块输出的射频信号将通过功率合成器的次级铜棒进行功率合成, 经输出滤波器、馈线和天线, 辐射出去。

1.5 数字直接驱动 (3D) 和数字串行自适应调制 (DSAM)

3D 和 DSAM 中波发射机方框图示于图 1·12。

音频输入信号经过模/数转换后送至调制编码器。为了提供低电平的射频驱动信号, 在激励器中增加了晶体振荡器, 并采用了直接数字综合技术 (DDS)。频率综合器产生射频信号并提供两个精确的控制信号——驱动 A 和驱动 B, 给每一个射频功率放大器组的调制编码器。第一个射频功率放大器组由 16 个射频功率放大器组成, 而每一个射频功率放大器由 8 个场效应管按着全桥型结构连接而成。调制编码器采用了数字串行自适应调制 (DSAM), 为广播发射机提供所需要的编码调制信号和控制信号。每一个调制编码器用两个晶体管-晶体

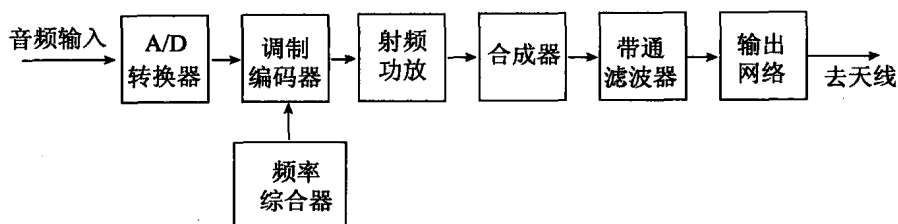


图 1·12 3D 和 DSAM 中波发射机方框图

管逻辑电路 (TTL) 驱动全桥型射频功率放大器, 用 TTL 开/关控制信号控制 3D 射频功率放大器。当控制电平输入为高电平时, 射频功率放大器受驱动信号所控制。当控制电平输入低电平时, 射频功率放大器处于被保护状态。采用射频功率合成技术将各射频功率放大器输出的射频功率加以合成, 经带通滤波器滤波, 送至输出网络完成阻抗匹配, 送往发射天线辐射出去。

很明显, 3D 技术省去了固态中波发射机的射频中间放大器, 简化了发射机线路, 提高了发射机效率, 增加了可靠性。随着更新改造的步伐加速, 屏调机逐步被淘汰, 但作为一种调制方式依然存在, PDM、PSM 调制实质上仍是屏调, 只是音频处理方式不同而已。PDM 只适合小功率全固态中波发射机, 90 年代生产的 100kW 短波 PDM 发射机已属淘汰型, 有些大功率短波发射机已用 PSM 技术进行了改造。PSM 适合于大功率短波发射机, 其高末级还得用大功率电子管 (陶瓷四极管)。DM 适合于各种功率等级的全固态中波发射机。APM (M^2W 、MPM- P^3)、3D 适合于全固态中波发射机, 并为数字化改造预留了接口。

第2章 音频信号信源编码、信道编码与调制

2.1 音频信号信源编码

2.1.1 模拟信号的数字化

2.1.1.1 模拟信号转换为数字信号 (A/D 转换)

把模拟的电信号变为数字的电信号,称为模拟信号数字化。通常采用 PCM (脉冲编码调制) 技术来实现。PCM 是将模拟信号的抽样量化值变换成代码,这个过程通常也称 A/D 转换 (或 ADC)。整个 A/D 转换过程包括: 取样、量化和编码。

(1) 取样与取样定理

取样又叫抽样,是对模拟电信号按一定的时间间隔进行周期性扫描,把时间连续和幅度连续的电信号,变为时间离散和幅度连续的信号。取样也称时间量化。

对模拟信号取样的时间间隔 T_s 称为取样周期,而 T_s 的倒数为取样频率 f_s 。取样频率的含义是每秒钟对模拟信号取样的次数,单位是赫兹 (Hz)。 f_s 不能随意选取,要由取样定理限定。

取样定理可以表述为:

一个频带限制在 $0 \sim f_H$ 之间的低通模拟信号,必须以 $f_s \geq 2f_H$ 的频率对其取样,才能不失真地从取样值恢复出原始信号。 f_s 也称为奈奎斯特频率。

为什么要有这样的限定条件呢?这是由于模拟信号被取样后,频谱会发生变化。除保留有原始信号的频谱成分外,还出现以 f_s 、 $2f_s$ 、 $3f_s$ 、 $\dots$ 、 nf_s 为中心频率的双边带信号,如图 2.1 所示。

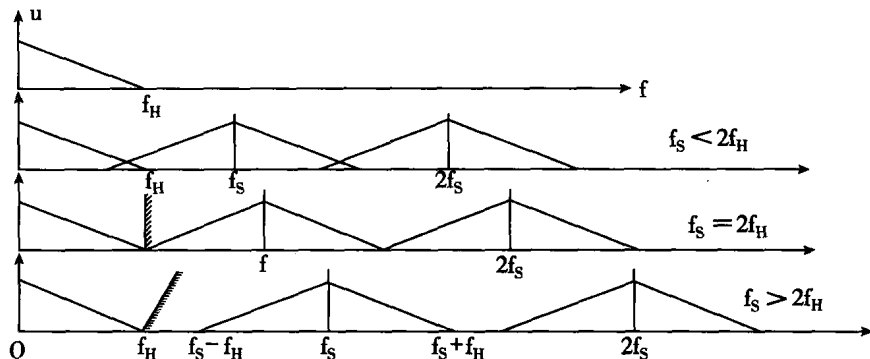


图 2.1 模拟信号与取样后的频谱图