

数字微波调制解调机 维护手册

邮电部电信总局主编 人民邮电出版社

DIANXIN

SHEBEI

WEIHU

SHOUCE

RENMIN YOUDIAN CHUBANSHE

92
2

数字微波调制解调机 维护手册

邮电部电信总局 主编

人民邮电出版社

登记证号(京)143号

内 容 提 要

本书主要介绍 NEC 公司 MDAP-140MB-18B/19B 调制解调机和 NEC 公司 MDP-68MB-20B/21B 调制解调机的组成、工作过程、各机盘工作原理、测试与调整及常见故障分析处理方法等内容。书中对数字调制解调的基本原理和 NT 公司调制解调机的结构、工作原理及信号流程等也作了简单介绍。

本书供从事数字微波通信设备维护工作的技术人员及管理人员参考使用。

数字微波调制解调机维护手册

邮电部电信总局 主编

人民邮电出版社出版发行

北京东长安街 27 号

煤炭工业出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本：850×1168¹/₃₂ 1991年12月 第一版

印张：9⁸/₃₂ 页数：148 1993年10月 北京第2次印刷

字数：241千字 插页：4 印数：6501—8500册

ISBN 7-115-04677-8/TN·519

定价：8.70元

《电信设备维护手册》

编 审 委 员 会

主任委员：朱高峰

副主任委员：高惠刚 牛田佳 郝为民 陈芳烈

委 员：(按姓氏笔划为序)

孙 泉	孙学博	卡德尔·色依提
田甲荣	冯连宝	冯璞华
朱家珩	朱家珩	朱家珩
陈运兴	陆祖源	邹均其
杨仕纪	杨仕纪	杨仕纪
杨家善	罗天瑞	林升华
张天华	张天华	张天华
张仲考	张伟国	张宗耀
赵灿新	赵灿新	赵灿新
赵继祥	俞振兴	唐义俊
韩 佑	韩 佑	韩 佑
贾怀玉	徐世昌	高选铭
黄万顺	黄万顺	黄万顺
康允亮	崔德述	蒋水雅
潘保强	潘保强	潘保强
黎应南	樊留斌	

执行编委：陆祖源 黄万顺 赵继祥

前 言

随着我国经济建设的发展,电信事业在“七五”期间发展非常迅速,新技术设备不断采用,装备水平显著提高。为了满足国民经济各部门和人民群众对电信业务的需求,除了加快电信设施的建设外,还需通过维护工作使在用电信设备处于良好状态,充分发挥其效能。

良好的电信设备的维护质量是确保整个电信网优质高效安全运行的重要保证。做好设备和电路的维护管理工作是电信部门的重要任务。为了帮助从事设备维护的技术人员和管理人员做好设备的维护工作,保证设备维护质量,我局和人民邮电出版社共同组织了一些长期在第一线工作,既有较扎实的理论基础,又有较丰富的实践经验的工程技术人员总结多年来的工作经验,根据有关技术维护规程要求,编写了这套《电信设备维护手册》。它既是当前维护工作急需,又是巩固设备整治成果的重要措施。

这套手册以值机人员及设备管理人员为主要读者对象,在编写中注意了从全程全网出发,除了重点介绍维护人员应当掌握的基本维护方法和基本操作技能外,还考虑了专业的适当外延,并从实际出发,对新设备力求介绍新的维护方法,对传统设备则注重介绍长期以来行之有效的维护管理方法。希望各级维护部门组织有关技术维护人员认真学习,并结合具体情况贯彻执行,努力提高电信设备和电路的质量,保证全网通信畅通。

由于设备不断更新,许多新设备的维护方法和一些维护指标需在实践中补充完善,维护经验还不全面,所以手册内容难免有不足之处,希望各级维护部门在使用过程中,及时将意见反映到我局,以便今后修订完善,使这套维护手册在电信设备维护工作中更好地发挥作用。

邮电部电信总局

编 者 的 话

目前，数字微波通信技术在我国得到了广泛应用，数字微波通信网正在逐步形成。为了适应数字微波通信技术的发展，满足数字微波通信技术维护的需要，更好地执行《数字微波技术维护规程》，提高维护人员的技术水平，搞好数字微波通信设备的维护工作，邮电部电信总局组织江西、云南、海南、河北、山东等省的有关技术人员编写了《数字微波收发信机维护手册》、《数字微波调制解调机维护手册》、《数字微波切换机维护手册》、《数字微波监控系统维护手册》。江西省微波通信局具体负责这些书的编写组织工作。

《数字微波调制解调机维护手册》主要由孟祥玉同志编写，林斌同志参加了本书部分章节的编写工作。由于时间仓促，编写者水平有限，不妥之处在所难免，热诚欢迎对本书提出宝贵意见。

编者

1991年6月

目 录

第一章 概述	1
第一节 概述.....	1
第二节 2PSK 信号调制解调器	3
一、2CPSK 调制器和2DPSK 调制器	4
二、2PSK 解调器	5
第三节 4PSK 调制解调器	8
一、4PSK 调制器的组成原理	8
二、中频四相调相器工作原理	11
三、四相信号的同步解调	13
四、四相信号的延迟解调	14
第四节 8PSK 调制解调器.....	15
一、八相相位键控技术原理	15
二、差分编码和解码	16
三、八相调制器	19
四、八相解调器	22
第五节 十六进制正交调幅技术 (16QAM)	25
一、调制器	25
二、解调器	27
三、十六进制正交调幅系统的预编码	29
第六节 六十四进制正交调幅技术 (64QAM)	31
一、正交调幅形成 64QAM 信号原理	32
二、迭加法形成 64QAM 信号原理	32
第七节 位同步信号的恢复技术	33
一、位同步信号的性能要求	33
二、位同步信号的提取方法	35

第八节	微波帧复接技术	40
一、	微波帧复接的基本要求	41
二、	复接数字信号包括的支路比特流	41
第二章	NEC 公司 MDAP-140MB-18B/19B 调制解调机	43
第一节	MDAP-140MB-18B/19B 调制解调机	
的组成及技术指标	43	
一、	设备组成	43
二、	英文缩写说明	43
三、	技术指标	48
第二节	插孔和接口端子	50
一、	插孔	50
二、	接口端子	54
第三节	保护切换	62
一、	无损伤切换	62
二、	继电器切换	64
第四节	MDAP-140MB-18B/19B 调制解调机的工作过程	65
一、	MDAP-140MB-18B 调制解调机工作过程	65
二、	MDAP-140MB-19B 调制解调机工作过程	72
第五节	各机盘工作原理	74
一、	自适应均衡器(92900A,C ADP EQL)	74
二、	连接板(92909A,B CONN CARD)	77
三、	发信切换单元(A0193A TX SWO)	77
四、	收信切换单元(A0194A RX SWO)	78
五、	CMI-NRZ 变换器(A0195A,B CMI-NRZ CONV)	80
六、	NRZ-CMI 变换器(A0196A,B NRZ-CMI CONV)	83
七、	导码发生器(A4830A PIL GEN)	89
八、	导码检测器(A4831A PIL DET)	90
九、	连接板(A6599C CONN CARD)	92
十、	DC-DC 变换器(A6677D DC-DC CONV)	92

十一、缓冲器(A7060G,P BUFF)	94
十二、数据开关(A7061G,P DATA SW)	95
十三、数据分配器(A7062G,P DATA DIST)	97
十四、同步开关(A7063H SYNC SW)	98
十五、发信测试单元(A7064R,S TX TEST)	101
十六、收信测试单元(A7065G,P RX TEST)	102
十七、发信数据处理单元(B9657A TX DPU)	104
十八、16QAM 调制器(B9658A 16QAM MOD)	109
十九、横向均衡器(B9659A TRANSV EQL)	112
二十、16QAM 解调器(B9660A 16QAM DEM)	114
二十一、帧同步单元(B9661A~E F SYNC)	117
二十二、数字公务信道缓冲器(B9662A DSC BUFF).....	122
二十三、路边业务接口单元(B9663A WS INTFC)	126
二十四、混合/切换单元(B9664A HYB/SWO)	128
二十五、收信数据处理单元(B9665A RX DPU)	130
二十六、告警控制单元(B9699A ALM CONT)	132
二十七、告警控制单元(B9700A ALM CONT)	137
第六节 测试与调整	139
一、电源电压.....	139
二、中频本振频率.....	140
三、中频输出电平.....	141
四、输入允许最大抖动.....	142
五、剩余输出抖动.....	143
六、抖动转移特性.....	144
第七节 维护与故障分析	146
一、维护注意事项.....	146
二、排除故障的一般原则.....	146
三、常见故障分析.....	147
四、告警指示检查.....	156

第三章	NEC 公司 MDP-68MB-20B/21B 调制解调机	160
第一节	MDP-68MB-20B/21B 调制解调机的	
	组成及技术指标	160
	一、设备组成	160
	二、英文缩写说明	173
	三、技术指标	174
第二节	插孔和接口端子	176
	一、插孔	176
	二、接口端子	178
第三节	MDP-68MB-20B/21B 调制解调机的工作过程	180
	一、MDP-68MB-20B 调制解调机工作过程	180
	二、MDP-68MB-21B 调制解调机工作过程	182
第四节	各机盘工作原理	183
	一、B-U 变换盘 (92878A B-U CONV)	183
	二、发信数据处理单元 (92886A TX DPU)	195
	三、八相调制盘 (92865A 8PH MOD)	200
	四、自适应均衡器 (92900B ADP EQL)	202
	五、横向均衡器 (A0815A TRANSV EQL)	207
	六、八相解调盘 (92868A 8PH DEM)	209
	七、收信数据处理单元 (92887A RX DPU)	211
	八、帧同步盘 (92892J F SYNC)	215
	九、U-B 变换盘 (92879A U-B CONV)	218
	十、直流-直流变换盘 (A6677D DC-DC CONV)	228
	十一、连接板 (92910A CONN CARD)	231
	十二、连接板 (94124A CONN CARD)	232
	十三、告警控制盘 (92896B ALM CONT)	232
	十四、告警控制盘 (92898A ALM CONT)	237
第五节	测试原理和方法	239
	一、奇偶脉冲误差 (P PLS ERR) 测试	239

二、眼图特性测试.....	241
第六节 维护与故障分析.....	243
一、正常维护与注意事项.....	243
二、告警指示与故障判断.....	250
三、常见故障分析.....	257
四、排除故障的一般原则.....	258
五、辅助说明.....	258
第四章 NT 公司调制解调机简介	264
第一节 DM-140 数字处理架的结构及技术指标	264
一、概述.....	264
二、机架结构.....	265
三、英文缩写说明.....	266
四、技术指标.....	267
第二节 DM-140 数字处理架的工作原理和信号流程	268
一、终端站发送机架.....	268
二、终端站接收机架.....	270
三、中继站机架.....	271
第三节 DM-140 数字处理架主要单元工作原理	271
一、64QAM 调制器的工作原理	272
二、64QAM 解调器的工作原理	274
三、主信道同步/去同步 (SYNDES) 单元的工作原理 ...	275
四、公共控制单元 (CC) 的工作原理	278

第一章 概 述

第一节 概 述

调制解调机是数字微波中继通信设备中的重要组成部分之一。由于数字微波中继通信传输媒质具有带通传输特性，因此必须用调制、解调以及外差变频等方法完成基带传输信息与通带传输信息之间的相互转换。从信息传输观点看，调制解调是使所传输的信息与传输媒质决定的传输信道相互匹配的最重要的手段。

本章主要讨论数字微波中继通信系统中广泛应用的几种调制解调器的组成原理及其结构。当然，在具体的调制解调设备中还有一些使设备功能更为完善的辅助电路，例如：公务电路、误码监测电路、告警与信号指示电路以及扰码电路等，这些将在后几章中结合具体设备情况分别介绍。

和模拟调制类似，数字调制也有三种最基本的方式，即调幅、调频和调相。其中，数字调相性能较好，是目前普遍采用的方法，例如二相、四相、八相数字调相等。更高级一些的调制方式，则是在此基础上组合或派生而得到的传输效率更高的数字调制方式，如十六电平正交调幅，六十四电平正交调幅等。

所谓调制就是将信息序列的变化规律反映到某一基本波形的参数变化中去。通常此基本波形取正弦波：

$$u_c(t) = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \quad (1-1)$$

从而有三个基本参数，即振幅 A 、频率 $\omega_0 = 2\pi f_0$ 、相位 φ_0 。对它

们分别进行数字调制即为调幅、调频、调相，在数字通信术语中又称为移幅键控（ASK）、移频键控（FSK）及移相键控（PSK）。

鉴于数字微波中继通信系统中多采用移相键控，因此下面将对这种方式加以说明。

用基带数字信号对载波相位进行控制的方式，叫做数字调相，也叫做移相键控，简记为 PSK。

移相键控分为绝对调相和相对调相两种。用未调载波的相位作为基准的调相，叫做绝对调相，记为 CPSK。以二进制的调相为例，设码元取“1”时已调高频振荡信号与未调振荡信号的相位相同，码元取“0”时则两者相差 180° 。

由于 CPSK 载波恢复存在着相位含糊问题，因此常用的是“相对调相”，或者叫做“差分调相”，记为 DPSK。它的调制规律是：每个码元的载波相位不是以固定的未调载波相位作为基准，而是以相邻的前一个码元的载波相位为基准来确定其相位的取值。

数字信号解调只是将已调信号恢复成为原来的基带信号。但是数字通信与模拟通信不同，它最终需要的信息并不是基带信号本身，而是它们所代表的代码。例如在二进制系统中，受信者所要求知道的是某一个码元的符号，究竟是“0”，还是“1”，而不管它是什么样的波形。如何从接收到的信号中正确地恢复发端送来的代码序列，或者说正确判断接收信号中的每一个码元波形所代表的“符号”，是数字通信系统的基本任务。对信号波形进行识别，并判定它所代表的“符号”的过程，叫做“检测”。

显然，如果通信系统是理想的，信号在传输过程中没有失真，也不混入干扰和噪声，那么，每一个码元信号经过解调以后，必然和原来发送的码元波形相同。但是，在实际情况下，信道的传输特性不可能是理想的，其频带受到一定的限制，致使信号波形失真，并产生码间串扰，而且信号在传输过程中还或多或少地要混入一些外来的噪声和干扰。如果噪声或干扰足够大，甚至可能“淹没”有用信号，这时要从接收到的信号（包括有用信号和干扰）中毫无差错

地恢复原来的数字信号就会有困难，这样，收到的数字信号序列中就会出现误码。误码的多少是衡量数字通信系统传输质量的主要指标之一，通常用误码率来表示。误码越多，通信质量就越坏。因此如何降低误码率，是数字通信系统的重要问题之一。

第二节 2PSK 信号调制解调器

2PSK 调制方式在小容量数字微波系统（比特率为8.448Mbit/s或低于此速率）中应用广泛。

前面已经提到，根据载波相位随基带数字信号变化的规律不同数字调相分为绝对调相（CPSK）和相对调相（DPSK）两类。凡以未调载波的相位作为基准的调相称为绝对调相，而以相邻的前一个码元的载波相位差为基准来确定其相位取值的调相称为相对调相。在数字通信系统中，一般都采用相对调相的调制方式。

相对调相可以有不同的实现方法。有的相位调制器本身能储存前一码元的相位信息，因而可以将代表数字信息的脉冲直接送入调制器进行调制，这种调制器叫做相对相位调制器。但是，大多数的相位调制器（如环形调制器，反射型调制器等）都是没有记忆功能的，不能储存前一码元的相位信息，在这种情况下，相对调相可以通过对信息码组进行码变换来实现，即将信息码组经过差分编码器变换成新的码组，然后送入调制器进行调制，使其输出的已调波满足相对调相的相位关系。通常把输入的信息码组称为绝对码，变换后的码组称为相对码。

设绝对码为 $\{a_i\}$ ，相对码为 $\{b_i\}$ ，则二相差分编码器的逻辑关系为：

$$b_i = a_i \oplus b_{i-1} \quad (1-2)$$

其中 \oplus 表示模 2 和。

设正弦载波为 $u_c(t) = \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ 。绝对调相时，“1”码相对载

波初相 φ_0 的变化为 0° ，则“0”码相对载波初相 φ_0 的变化为 180° ；而相对调相时，每一码元的参考相位不是固定的 φ_0 ，而是相邻前一码元的初相。设相对调相时相位变化规律为“0”码相对于前一码元的载波相位变化为 180° ，这样就可以画出绝对调相与相对调相的波形图，如图 1-1 所示。

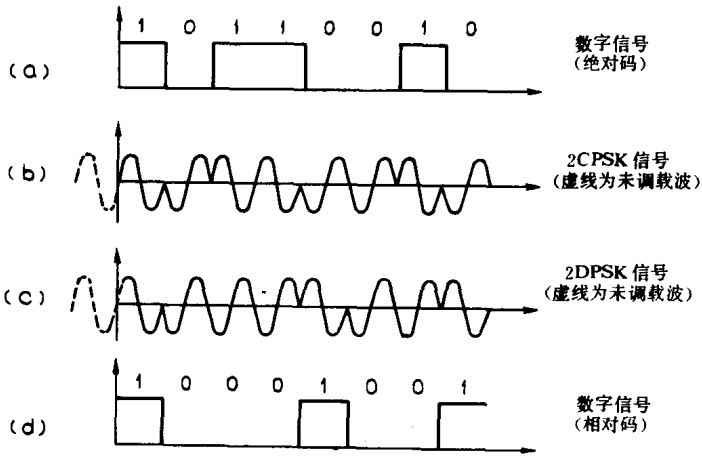


图 1-1 绝对调相与相对调相波形

从图 1-1 可以看出，绝对码 $\{a\}$ 序列经差分编码得 $\{d\}$ 序列， $\{d\}$ 序列对载波进行绝对调相就得到了波形 $\{c\}$ ，波形 $\{c\}$ 也就是绝对码序列 $\{a\}$ 对载波相对调相的结果。这种关系很重要，为 2DPSK 信号的实现提供了依据。

一、2CPSK 调制器和 2DPSK 调制器

这两种调制器可分别按图 1-2 和图 1-3 构成。图中的乘法器在中频多采用环形调制器，在微波频段多采用反射型调制器。它们相应的矢量图见图 1-4 和图 1-5。

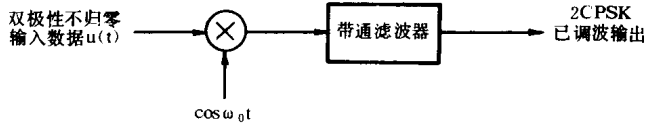


图 1-2 2CPSK 调制器

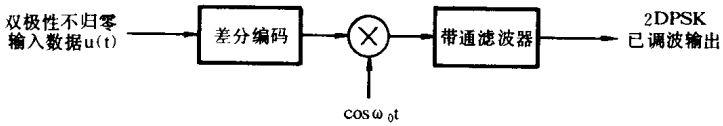


图 1-3 2DPSK 调制器

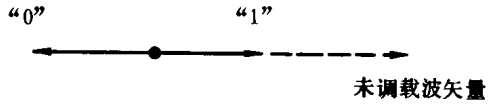


图 1-4 2CPSK 矢量图

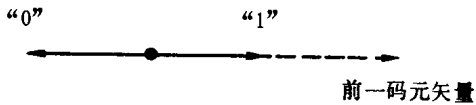


图 1-5 2DPSK 矢量图

二、2PSK 解调器

下面从相干检测的概念出发介绍数字调相信号的解调问题，并说明 2PSK 相干解调器和延迟解调器的具体结构。

1. 2PSK 的相干解调

数字微波中继通信的检测电路是全机的关键部分之一，其方案选择、电路设计乃至性能调整都会对整机技术指标带来影响。2PSK 相干解调的原理方框图如图 1-6 所示。

从图 1-6 可以看出，一个完整的相干检测系统应包括以下几个部分：

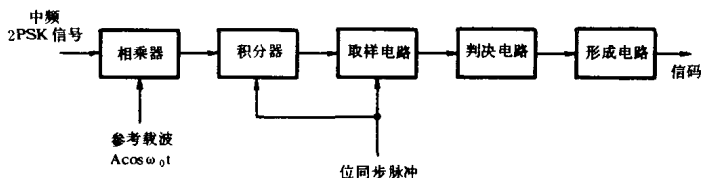


图 1-6 2PSK 相干解调原理方框图

(1) 相干载波信号 ($A\cos\omega_0t$)

用来作为相干检测的相位标准。这个参考载波通常是由载波恢复电路提供的。绝大多数二相 PSK 信号都采用对称的移相键控，因而在码元 1、0 等概率条件下都是抑制载波的，无法用锁相环或窄带滤波器从调制信号中直接提取参考相位载波。但是，移相键控又不同于连续相位调制，其载波相位只能取有限的几个离散值。这就包含了参考载波的相位信息。只要用某种非线性处理去掉相位调制，就能产生与载波有一定关系的分量，恢复出同步解调所需要的参考相位载波，实现对抑制了的载波的跟踪。从二相 PSK 信号中提取载波的常用方法是采用锁相环，如平方环、同相-正交环、逆调制环和判决反馈环等。

(2) 位同步脉冲

它是取样、积分等电路的码元时间标准，通常是由位同步恢复电路提供的。