

浙江省嘉兴县邮电局

24路脉码调制实验通信设备

216.53

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书介绍的是嘉兴县邮电局试制成功的 24 路脉冲编码调制通信设备。全部资料分为两册出版，一册是介绍脉冲编码通信的基本知识和 24 路脉码调制实验通信设备电路的工作原理；另一册是 24 路脉码调制实验通信设备的详细电路图和制作资料图集。供各地试制脉冲编码通信设备时参考使用。

浙江省嘉兴县邮电局 24 路脉码调制实验通信设备 技 术 资 料

《脉码调制设备》编写组编

•

人民邮电出版社出版

北京东长安街 27 号

河北省邮电印刷厂印刷

内 部 发 行

•

开本：787×1092 1/32 1975 年 7 月 第 一 版

印张：4 页数 64 1975 年 7 月河北第一次印刷

字数：8 5 千字 印数：1——9000 册

统一书号：15045·总 2061—资 420

定价：0.43 元

出版说明

在社会主义革命和社会主义建设深入发展的 大好形势下，各地邮电部门在各级党委的领导下，正在认真贯彻落实毛主席关于理论问题的重要指示，以党的基本路线为纲，贯彻执行社会主义建设总路线，深入开展工业学大庆的群众运动。广大邮电职工进一步发扬自力更生，艰苦奋斗的革命精神，大搞技术革新和技术革命，为迅速改变邮电通信面貌，赶超世界先进水平而努力奋斗。

浙江省嘉兴县邮电局的职工，以大庆为榜样，遵照毛主席关于自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想的指示，苦战三年多，先后试制成功了十二路和二十四路脉冲编码调制通信设备，已经分别在嘉兴至余新、王店两个公社装用，使这两个公社的部分用户用上了自动电话，通话效果良好，有力地支援了农业生产。

脉冲编码调制通信设备和同样路数的载波通信设备相比，具有体积小，便于保密，抗干扰性强等优点，是一种便于实现县和公社电话自动化、多路化的新设备。

这套资料是在浙江省电信局的领导下，由嘉兴县邮电局根据他们试制二十四路脉冲编码调制通信设备的经验编写的。全书共分两册，一册介绍脉码通信的基本知识和实验电路工作原理，另一册为图集，包括电路图和制作资料。但是，

这种设备还未经邮电部鉴定定型，今后干线脉码通信的基群拟采用 30/32 路，因此，这套技术资料仅供各地在研制中参考。

编写这套资料，嘉兴县局积极组织力量，保证了任务的胜利完成，邮电 522 厂和浙江省电信器材厂也分别派人参加了这一工作。

由于我们对这项新技术还很生疏，同时由于时间匆促，在编辑工作中可能存在不妥或错误之处，希望读者批评指正。对本资料的出版有什么要求和意见，以及各地在实践中有哪些创新和提高，也希望能及时告诉我们，以便互相交流。

一九七五年六月

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

我们的方针要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

目 录

第一章 概 述

- 一、24路脉冲编码机的试制和装用情况简介… (1)
- 二、脉码调制通信的基本概念…………… (4)
 - (一)数字化的传输方式…………… (4)
 - (二)终端机的任务…………… (6)
- 三、实验传输系统概述…………… (11)
 - (一)方框图的构成…………… (11)
 - (二)方框图内各单元的联系和功能…………… (13)
 - (三)几个主要技术参数…………… (19)

第二章 端机分盘介绍

- 一、分路部分…………… (20)
- 二、13折线非线性编码器…………… (22)
 - (一)极性整流…………… (23)
 - (二)保持电路…………… (26)
 - (三)比较器…………… (28)
 - (四)局部译码器…………… (33)
- 三、码型变换部分…………… (44)
 - (一)汇总…………… (44)
 - (二)单~双变换电路…………… (48)

四、同步盘	(49)
(一)双~单变换电路	(50)
(二)收信定时提取	(50)
(三)捕捉同步码	(50)
(四)同步保护	(51)
(五)对局告警	(54)
五、译码器	(58)
(一)呼叫码分离	(58)
(二)极性支路与读出电路	(59)
六、收信PAM群放大器	(61)
(一)PAM放大器的组成	(61)
(二)PAM放大器实测指标	(63)
七、定时部分	(63)
(一)主振器	(63)
(二)移相器	(65)
(三)整形器	(67)
(四)位脉冲发生器 (包括产生供同步用的 帧脉冲)	(68)
(五)路脉冲发生器	(71)
八、电源设备	(72)
(一)端机电源	(72)
(二)远供电源	(76)

第三章 再生中继器

一、再生中继系统的概况	(79)
(一)再生中继的作用	(80)

(二)再生中继的信噪比和误码率·····	(80)
二、再生中继器·····	(82)
(一)均衡放大器·····	(85)
(二)定时电路·····	(96)
(三)信码波形的再生·····	(102)
(四)自动门限控制 (ATC) 电路·····	(104)
(五)电源供给·····	(106)
三、再生中继距离的确定·····	(108)
四、再生中继器的测试·····	(111)
(一)均衡波与定时波相位关系的测试·····	(111)
(二)均衡增益特性测试·····	(112)
(三)码间干扰量测试·····	(112)
(四)输出脉冲宽度、幅度与码型、输入电 平电流、温度变化的关系测试·····	(112)
(五)输出脉冲幅度、宽度、正负对称性的 测试·····	(113)
(六)正弦波串话识别富裕度测试·····	(113)

第一章 概 述

一、24路脉冲编码机的 试制和装用情况简介

在毛主席无产阶级革命路线指引下，经过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，我县的工农业生产发展很快。在大好形势鼓舞下，我县的邮电通信事业，也有了较大的发展。在电信方面，为农业服务，实现了全部生产大队通电话；搞了部分铁线三路载波机和广播载波机，实现了广播线路和电话线路的综合利用；嘉兴县城内安装了自动电话；县到公社埋设了250多皮长公里的塑料电缆等等。但是，以社会主义革命和社会主义建设对通信事业提出的需要来衡量，仍然是远远不相适应的。为此，如何进一步搞好邮电通信工作，特别是加速农村电信建设，支援农业，就成为我们的任务之一。

一九七一年，省电信局向我们下达了试制12路脉冲编码通信设备的任务。当时我们虽然认识到这确是实现县至公社、大队电话自动化、多路化的一个多快好省的办法。但是当时对于这门新技术，可以说是一窍不通。面对这个任务敢不敢承担，就反映出了两种思想，两个世界观的斗争。我们广大职工，在党的领导下，遵照毛主席关于**自力更生，艰苦**

奋斗，破除迷信，解放思想的指示，以大庆工人阶级为榜样，藐视困难，敢于实践，从战争中学习战争，经过三年多时间的苦战，向邮电部有关工厂、科研单位等兄弟部门学习，终于学会了我们原来不懂的东西，先后试制成功了12路和24路脉冲编码调制通信设备。这个事实生动地说明：思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

我们试制脉码调制设备，第一个实验样机是12路晶体管脉码机，于一九七三年五月在嘉兴至余新（公社）的1.6毫米铝线全塑四芯组电缆上试验，全程为13.5公里，中间加装一个再生中继器。开通后，我们将部分电路接通农话台，部分电路直接接通公社重要用户，既增加了农话台到该公社的中继线，又使公社的部分用户用上了自动电话，试验结果证明电路质量良好，话务员和用户都很满意。由于我们初次试制此类设备，经验不足，因此当时机器故障较多，据八个月的统计，平均故障率为每千小时二点二一次。

通过12路脉冲编码设备的试用，更增强了我们的信心，总结经验，在此基础上进一步试制24路脉冲编码通信设备。根据12路脉码设备存在的问题和缺点，我们在24路脉码机的试制中作了一些改进，例如将模拟“压扩”改为数字“压扩”，增加了避雷装置，机架结构上做到便于散热通风等等。24路脉码机的试制工作是从1973年7月开始，到1974年10月完成，于1974年11月在嘉兴至王店镇（公社）的线路上开通使用，全程22.3公里，中间加装了三个再生中继器（约每六公里一个）。经半年来的试用情况看，性能比12路脉码机稳定，故障较少。但由于实际装用时间不长，还未经历夏日酷暑和雷电等情况的考验，因此还有待进一步在实践中积累经

验。

从我们试制和使用脉码通信设备的实际来看，下列优点是明显的：

①体积小。我们目前的24路脉码机与晶体管12路载波的体积相等。而且脉冲编码设备比较便于集成化，今后采用集成化电路，则会更小。成本也可以进一步降低。

②保密性好。因为脉码通信在线路上传输的是二进位的数字码，如加保密处理后就不易被窃听。

③抗干扰性强。脉码通信在线路上传输的数字码经一定传输距离后，因受干扰和衰耗而使脉冲变形，经再生中继器整形，能使脉冲信号恢复原状，排除干扰。因而脉码通信受到的干扰信号不是随距离的增加而积累的，经过再生中继器，能把前面受到的干扰排除掉。

我们试制的24路脉码机，使用对象是农村，根据嘉兴县的实际情况，两个终端机，一个装在县局，一个装在农村支局，它给县局到支局提供24个电话通路。设在县局的一端，一部分电路直接接入JZB—IA型自动机，对端相应路数的用户（支局交换台或单机），可以直接向嘉兴市区用户拨号。另一部分电路接入县局的农话交换台，作为县局与支局之间的中继电路。

装在支局的端机因无人维护，要求24小时连续开机，所以制作时要求牢固稳定，尽量减少调整测试手续，不急需的附属设备暂时不设，机盘内的电路尽力简化，减少插接元件和可调元件，使之少出故障。当出了系统故障时，能发出告警，以便及时处理。

连通两端机的传输线，采用本省通信电缆厂生产的铝芯

全塑四芯组对称电缆，其中一对作为 $A \rightarrow B$ 的传输线，另一对作为 $B \rightarrow A$ 的传输线。中继器电源由两对线抽双幻线供给。远供电源设在县局。端机电源供给，目前用交流220伏，以后准备改用24伏直流电源，以变换器的方式转换成端机的各组电源，这样可以减少市电的影响，保证电源稳定供给。

机器适用的环境温度，根据嘉兴的情况，一般冬天最低温度是摄氏 -10° ，夏天一般不高于摄氏 40° ，在此温度范围内保证正常工作。

由于我们对脉冲编码技术刚刚入门，24路实验样机有待进一步改进。因此所介绍的内容是很肤浅的，难免有错误之处，希望同志们批评指正。

二、脉码调制通信的基本概念

脉冲编码调制通信(简称PCM)是将电话通信数字化的一门技术。由于它在传输信道上实现了数字化，因此与一般载波通信相比，就具有抗干扰能力强的优点。除此以外，它还有易于集成化，小型化，便于保密处理，便于与交换机接口等优点。

(一)数字化的传输方式

脉码调制方式是电话通信数字化的一种方式，它与实线电话和载波电话不同，在信道上传送的不是连续的幅度起伏的频分制模拟信号，而是一串数字化的脉冲。每个脉冲的宽度和幅度都是一样的。发端的信息就依靠这一串脉冲流送往收端。传输信道只要保证发出的脉冲个数与接收到的脉冲个

数相比既不增加也不减少，就可使得通信的距离延长不致影响通信的质量。这是脉码调制方式的一个独特优点。

脉冲在信道上传输时，当然也会受到各种干扰以及带来失真和衰减，因此，必须采取适当的措施，以保证所传脉冲的失误减小到规定的程度。一般是在干扰、失真、衰减尚未使所传脉冲变得不能识别之前来一次整形再生，也就是恢复成原来的脉冲，然后再继续往下传。这种再生装置与一般载波增音机不同，它不光是起放大作用，而且还能通过整形再生把所受到的干扰和失真全部甩掉。也就是说它具有抗干扰的作用。

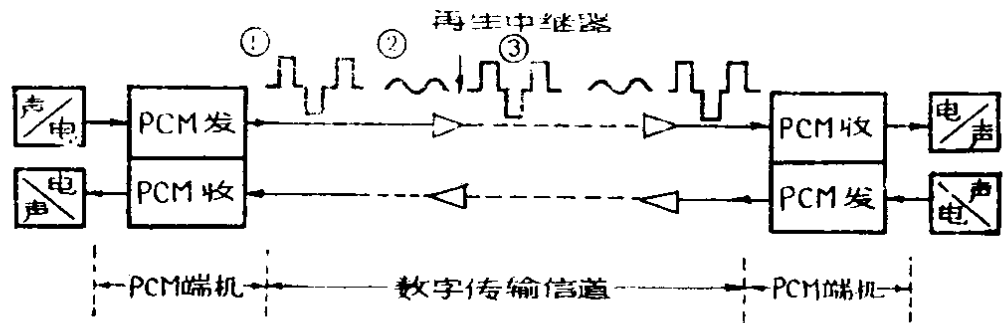


图 1—1

图1—1为数字电话传输方式的方框示意图。图中“声/电”装置我们可以看作是电话机，“PCM发”就是脉冲编码调制设备，“PCM收”是脉冲编码解调设备，“PCM发”、“PCM收”合在一起就构成了一个终端机。在发端“声/电”装置将话音信号转换成电模拟信号送到脉冲编码调制设备，从“PCM发”输出的是一串规则的脉冲，如图中波形①。经过一定距离的信道传输，受到干扰和衰减使波形产生失真，其波形如图中波形②。再生中继器将此波形整形再生，又恢复到如波形①那样的脉冲波形，如图中波形③。

直至收端,脉冲编码信号经“PCM收”解调,重新得到电模拟信号,再经“电/声”转换装置(受话器)还原成话音信号。

(二)终端机的任务

- ①实现多路化;
- ②把模拟信号变成数字信号(编码),以及它的反变换(译码)。

为了完成这两项任务,还必须要有一套正确的时间控制系统,以及能使收、发同步工作的同步装置等等,组成完整的终端机,这种终端机我们称它为脉冲编码调制终端机,简称脉码机。

1. 实现多路化

上面谈到终端机的任务之一是实现多路化,那么,多路化是怎样实现的呢?实现通信多路化的方法通常有频率分割和时间分割两种。载波机采用的就是频率分割的方法,而脉码机用的是时间分割的方法。也就是说它把各音频话路进行时分处理(即按一定时序取样),在时间轴上排队,使其互不干扰,图1—2为一个三路时分分割示意图。

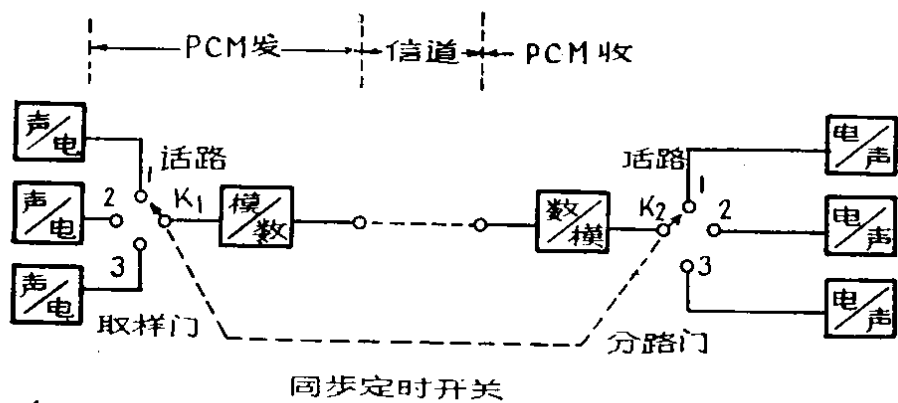


图 1—2

图中定时开关 K_1 、 K_2 是同步工作的，当发端的 K_1 置于第一路时，收端的 K_2 同时也置于第一路。 K_1 、 K_2 按时间一步一步地旋转，使收发的对应路相连接。我们称 K_1 为取样门， K_2 为分路门，它们是由电子开关来实现的。这样在某一时刻只传递三路中的一路，其余两路都被关在门外，使之互不干扰，这个过程就是取样的过程。如果 K_1 、 K_2 转得很慢，通话的人就会感到“断音”，为了使人感觉不到“断音”，它的旋转不能太慢，由取样定理可知，对于电话信号来讲，定时开关的旋转周期125微秒已足够了。也就是说，如果被取样的连续信号的最高频率为 f_m ，则每次取样间隔的时间 T_s

应不大于 $\frac{T_m}{2}$ 。换言之，

当被取样的信号最高频率为 f_m ，则至少应用 $2f_m$ 以上的取样频率。

电话频带通常为300—3400 Hz，故取样频率应大于6800 Hz，一般

脉码机用的取样频率是8000 Hz。

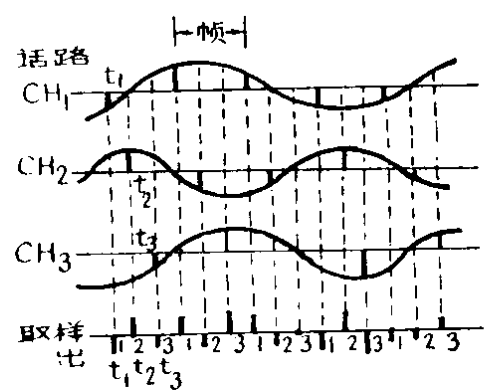


图 1—3

取样后的各路信号按时序排列在时间轴上，如图1—3所示。

从图1—3可以看出，取样后的模拟信号已成为时间分割的脉幅调制信号(简称PAM)，它是离散的样值。 t_1 时刻 K_1 使第一路取样， t_2 时第二路取样， t_3 时第三路取样，各路都占居自己的取样时间。这样也就造成了每路各自离散的脉幅调制信号。在接收端由分路门把各路分别取出，取出的离散

值均须采取平滑措施把缺口补起来，还原成原始信号。这工作是由一个低通滤波器来完成的。

2. 将模拟信号变成数字化脉冲代码

由图1—3可见，取样出的各路信号仍然是模拟信号（指PAM信号），而在信道上传输的是脉冲代码。我们怎么样将模拟信号转变成数字化的脉冲代码呢？这就要有一个模拟—数字转换装置来实现。这个模数转换装置我们称它为编码器。编码器的作用，就是将合路后的PAM信号，按其幅度大小，编成相应的一组二进制代码，因此，编码器就是模拟—数字转换电路。在编码的过程中包括了量化，衡重，然后按二进制代码编成码组。

所谓量化，即是将输入到模数转换器的模拟量分成若干级，用既定的标准值去衡量每一个取样值，用四舍五入的方法，使取样值人为地纳入整数，然后按二进制编成码组。

表 1—1

码位序	1	2	3	4	5	6	7	8
二进制码位	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
PAM幅值	128	64	32	16	8	4	2	1
代码的脉冲形式								
1								
5								
100								

二进制码组以脉冲的有无和脉冲所在的位置变化来表达不同大小的取样值，码位从右至左移动一位，数值增大一倍，即按 2^n 的关系增加，如在第八个码位时， $n = 0$ ， $2^0 = 1$ ；又如，在第五个码位时， $n = 3$ ， $2^3 = 8$ ；第四

个码位时， $n = 4$ ， $2^4 = 16$ 。码位与其对应的数值如表1—1所示。

表中所示是 8 位码，码位顺序 8 是最小位，它的量化级是 1；它的二进制代码是 00000001；1 是最大位，它代表 128 个量化级，它的二进制代码是 10000000。如某一取样值是 100 个量化级，二进制代码应为 01100100，它的脉冲形式如图表中最下面一项所示。

图 1—4 中 PAM 幅值分别为 2.2，3.8 和 6.7 的信号，经量化后编成三位码的情况。

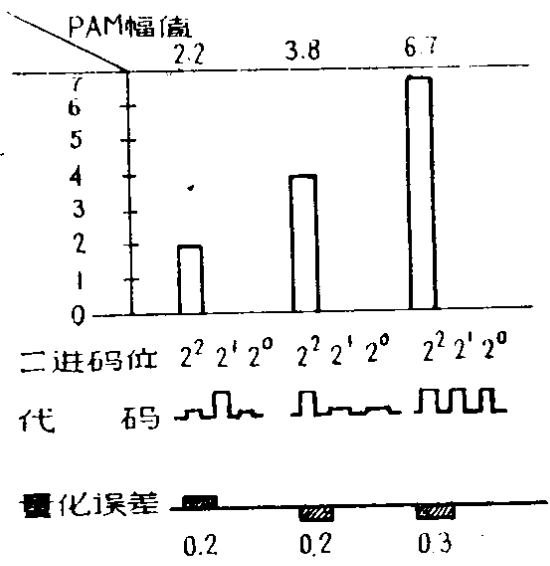


图 1—4

三位码只能分成 $2^3 = 8$ 级(即 $0 \rightarrow 7$ 级)，如图 1—4 所示。如果取样值是 2.2 级，由于 0.2 被舍去，已人为地纳入 2 级，其代码为 010。被舍掉的 0.2 级成了误差，我们称它为量化误差。量化误差反映在解调后的语声质量上就是噪声，它是伴随语声而发生的。分级越细，精度越高，通信质量就越好。但分级细意味着码位数多。于是就要增加设备的复杂程度，成本就要相应的提高。所以，为了保证通话质量码位不能太少，但从经济上考虑，码位也不能过多。目前大多采用 7 ~ 8 位码。

以上所说，编码器的分级是均匀的，即量化级的大小是一样的，量化级的取整是采用四舍五入的方法，这样不论信号的大小，所产生的取整误差最大为 $\pm \frac{1}{2}$ 量化级。

我们衡量通信质量不是单看噪声的功率，而是看它与信号功率的比值，即信号噪声功率比的大小，例如一个信号很