

一招鲜

家电类

SHUZI DIANSHI
JISHU JI WEIXIU RUMEN

就业技术速成丛书



数字电视

技术及维修入门

王兴光 程美玲 编著

适合培训·便于自学



安徽科学技术出版社

一招鲜·就业技术速成丛书

数字电视技术及维修入门

王兴光 程美玲 编著



安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字电视技术及维修入门/王兴光,程美玲编著.

—合肥:安徽科学技术出版社,2009.1

(一招鲜·就业技术速成丛书)

ISBN 978-7-5337-4255-3

I. 数… II. ①王…②程… III. 数字电视-电视
接收机-维修-基本知识 IV. TN949.197

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 192450 号

数字电视技术及维修入门

王兴光 程美玲 编著

出 版 人: 黄和平

责任编辑: 叶兆恺

封面设计: 冯 劲

出版发行: 安徽科学技术出版社(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号
出版传媒广场, 邮编: 230071)

电 话: (0551)3533330

网 址: www.ahstp.net

E - mail: yougoubu@sina.com

经 销: 新华书店

排 版: 安徽事达科技贸易有限公司

印 刷: 合肥瑞丰印务有限公司

开 本: 850×1168 1/32

印 张: 8.75

字 数: 220 千

版 次: 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5 000

定 价: 16.00 元

(本书如有印装质量问题,影响阅读,请向本社市场营销部调换)

前 言

广播电视目前正在全面地向数字化和网络化过渡,广播电视技术发生了日新月异的变化,广播电视系统不断地更新,数字广播电视将取代模拟广播电视。基于服务器的数字播控系统正在取代传统的自动播出系统,广播电视技术的发展同样需要不断更新广大电视技术人员的技术知识,为满足广大电视维修技术人员渴望了解和掌握数字电视维修技能的迫切需求,我们结合教学和数字电视维修的丰富实践经验编写了《数字电视技术及维修入门》一书。

本书内容全面系统,并以图文并茂的形式把基础理论与最新技术的实际应用及有关标准结合起来,深入浅出地分析和介绍了数字电视的基本原理、维修技术及故障检修方法,希望对广大电视工程技术人员和大专院校有关专业的师生以及从事多媒体和视音频技术的工作人员、维修人员有所帮助。本书可作为高等学校电子类相关专业的教材,也可供有关专业技术人员参考。

由于作者水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳请广大读者批评指正。我们真诚地希望本书的出版能为广大读者朋友学习数字电视维修知识带来更多的帮助。

编 者

目 录

第一章 数字电视原理	1
第一节 数字电视和高清晰度电视	1
第二节 数字电视系统的关键技术	4
第三节 数字信号的产生	8
第四节 信源编码技术	20
第五节 数字电视的传输	46
第六节 数字电视的条件接收	56
第七节 数字电视机顶盒及中间件	64
第八节 大屏幕显示技术	72
第二章 数字化功能技术	80
第一节 数字化中央控制电路	80
第二节 数字化视频处理电路	92
第三节 数字化色度处理电路	102
第四节 数字化音频处理电路	109
第五节 数字化图文电视解调电路	118
第六节 数字化多画面处理电路	124
第三章 数字电视维修技术	132
第一节 彩色电视机的一般维修方法	132
第二节 调谐器的检修	147
第三节 中频电路的检修	154
第四节 音频电路的检修	160
第五节 视频、解码电路的检修	164

第六节 数字机顶盒的检修	172
第四章 典型数字电视的故障检修	195
第一节 新型彩电故障分析及快速修理	195
第二节 卫星数字电视接收机的常见故障分析与维修	247

第一章 数字电视原理

第一节 数字电视和高清晰度电视

一、数字电视

所谓数字电视就是将图像画面的每一个像素、伴音的每一个音节,都用二进制数编成多位数码,并以高比特率进行数码流发射、传输、接收的系统工程。

数字电视 DTV(Digital Television)是从模拟电视发展过来的,虽然继承了原有命名,但其内涵已远远超过电视本身。数字电视是指一个从节目摄制、制作、编辑、存储、发射、传输,到信号接收、处理、显示等全过程完全数字化的电视系统。具体来讲,数字电视采用数字摄像机、数字录像机等数字设备完成节目的制作、编辑和存储,电视台发射传输和电视接收机接收到的信号均为数字信号,电视接收机内部则采用数字信号处理技术来实现多种新的功能。数字电视广播的最大特点是电视信号以数字形式进行广播,其制式与模拟电视广播制式有着本质的不同。20 世纪 90 年代市场上大肆炒作的“数码彩电”是在当时模拟电视广播制式下,在接收机内部的电路设计、信号处理中使用了一些数字技术,将接收的模拟电视信号部分地进行了数字化处理,目的是为了改进和提高现有彩电的图像及伴音质量,并增加如多视窗、画中画、画外画、视窗放大、倍行等一些功能。但“数码彩电”既不能接收数字电视信号,也不能按数字电视显示格式显示图像。它不是真正意义上的“数字电视”接收机,本质上仍然是模拟电视,其画面清晰度无法与数字电视相比。

数字电视的真正意义在于:数字电视广播系统将成为一个数字信号传输平台,不仅使整个广播电视节目制作和传输质量得到显著改善,信道资源利用率大大提高,还可以提供其他增值业务,如数据广播、电视购物、电子商务、软件下载、视频点播等,使传统的广播电视媒体从形态、内容到服务方式发生革命性的改变,为“三网融合”提供了技术上的可能性。随着数字电视走入消费市场,将带动一系列相关产业的高速发展。数字电视技术的发展将诱发整个广播电视产业链的深刻变革,它已经被各国视为信息时代的一项“战略技术”。从某种意义上来说,数字电视将影响着国家产业结构的升级与发展。

二、高清晰度电视

高清晰度电视 HDTV(High Definition Television)是一种电视业务,原 CCIR(国际无线电咨询委员会,现改名为 ITU-R)给高清晰度电视下的定义是:“高清晰度电视是一个透明的系统,一个视力正常的观众在观看距离为显示屏高度的 3 倍处所看到的图像的清晰程度,与观看原始景物或表演的感觉相同。”图像质量的视觉效果可达到或接近 35 mm 宽银幕电影的水平。

高清晰度电视具有以下鲜明的特点:

- (1)图像清晰度在水平和垂直方向上均是常规电视的 2 倍以上。
- (2)扩大了彩色重显范围,使色彩更加逼真,还原效果好。
- (3)具有大屏幕显示器,画面幅型比(宽高比)从常规电视的 4:3 变为 16:9,符合人眼的视觉特性。
- (4)配有高保真、多声道环绕立体声。

从高清晰度电视的发展过程来看,高清晰度电视有模拟高清晰度电视及数字高清晰度电视。但全数字化是各国电视发展的趋势,因而现在一般所说的 HDTV 应该特指数字高清晰度电视。

从清晰度的角度来说,数字电视的业务包括数字高清晰度电视(HDTV)、数字标准清晰度电视 SDTV(Standard Definition Television)和数字低清晰度电视 LDTV(Low Definition Television)。三

者的区别主要在于图像质量和信号传输时所占信道带宽的不同。从视觉效果来看,HDTV 的图像质量可达到或接近于 35 mm 宽银幕电影的水平,显示图像分辨率达 1920×1080 ,幅型比为 16:9,适合大屏幕观看;SDTV 的图像质量相当于演播室水平,显示图像分辨率为 720×576 (PAL 制)或 720×480 (NTSC 制),是一种普及型数字电视,成本较低,具备数字电视的各种优点;而 LDTV 则对应于现有 VCD 的图像分辨率。

和传统的模拟电视相比,数字电视有下列显著优点:

(1)采用数字传输技术,可提高信号的传播质量,不会产生噪声累积,信号抗干扰能力大大增强,收视质量高。

(2)彩色逼真,无串色,不会产生信号的非线性和相位失真的累积。

(3)可实现不同分辨率等级(标准清晰度、高清晰度)的接收,适合大屏幕及各种显示器。

(4)可移动接收,无重影。

(5)可实现 5.1 路数字环绕立体声,同时还有多语种功能,收看一个节目可以选择不同语种。

(6)增加节目频道,减少传输成本。

以地面广播而言,数字电视不仅可以启用模拟制的禁用频道(指在现行频谱分配规划中,由于考虑到同频道、相邻频道之间的干扰等问题而不能使用的频道),而且在今后能够采用“单频网络”SFN(Single Frequency Network)技术。例如,数套电视节目仅占用同一个数字电视频道而覆盖全国。此外,利用数字音频/视频压缩技术,可以在现有的 1 个模拟电视频道中传送 4~6 路标准清晰度的电视节目或 1 路 HDTV 节目。因而,在不增加带宽的情况下,用数字传输方式可大大节省因增加电视节目频道而需要的传输成本,提高经济效益。

(7)易于实现加密/解密和加扰/解扰处理,便于开展各类有条件接收的收费业务,使电视的个性化服务和特殊服务在实际中得以方

便实现。这是数字电视的重要增值点,也是数字电视得以快速滚动式发展的基础。

(8)采用数字技术可大大改善电视节目的保存质量和复制质量,理论上可进行无数次复制和长期保存。

(9)利用数字处理技术产生各种眼花缭乱的特技形式,增强了节目的艺术效果和视觉冲击力,使节目的娱乐性和观赏性大大增强。

(10)数字电视广播改变了观众收看电视节目的形式,从被动地收看到主动地准交互(本地交互)、交互地收看。

(11)数字技术的灵活性,使数字电视广播除了能够广播电视节目外,还可以提供其他形式的多种信息服务,如数据广播、电子节目指南等;可以与计算机、通信技术融合,开辟走向信息高速公路和多媒体通信的未来之路,拓展了电视媒体产业的市场广度和深度。

第二节 数字电视系统的关键技术

一、数字电视系统组成

数字电视是一个大系统,从横向来说,数字电视广播是从节目制作(编辑)→数字信号处理→广播(传输)→接收→显示的端到端的系统问题;从纵向来说,是从物理层传输协议→中间件标准→信息表示→信息使用→内容保护的一系列系统问题。目前用于数字电视节目制作的设备主要有:数字摄像机、数字录像机、数字特技机、数字编辑器、数字字幕机和非线性编辑系统等;用于数字信号处理的技术有:压缩编码和解码技术、数据加扰和解扰、加密和解密技术等;用于信号传输的方式有:地面无线传输、有线(光缆)传输、卫星广播等;用于显示的设备有:阴极射线管显示器(CRT)、液晶显示器(LCD)、等离子体显示器(PDP)、投影显示(包括前投、背投)等。

数字电视系统的结构框图,如图 1-1 所示。

其中信源编/解码、传送复用、信道编/解码、调制/解调、中间件、

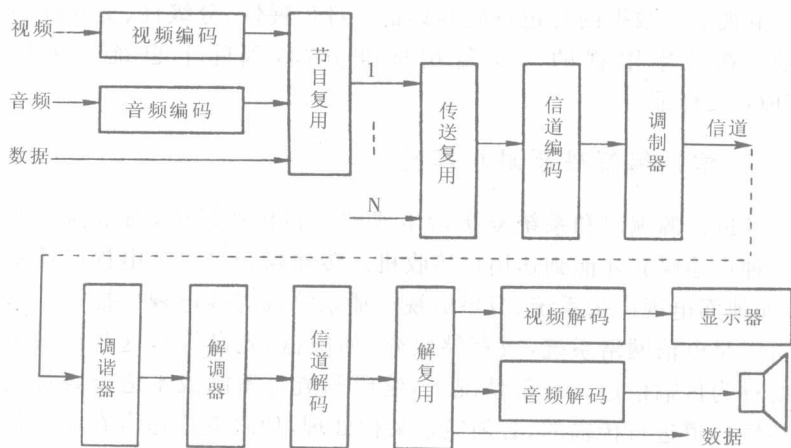


图 1-1 数字电视系统的结构框图

条件接收以及大屏幕显示技术是数字电视系统的技术核心。

二、数字电视的信源编解码

信源编解码技术包括视频压缩编解码技术及音频压缩编解码技术。无论是 HDTV, 还是标准清晰度电视, 未压缩的数字电视信号都具有很高的数据率。为了能在有限的频带内传送多套电视节目, 必须对电视信号进行压缩处理。

在数字电视的视频压缩编解码标准方面, 国际上统一采用了 MPEG-2 标准。在音频编码方面, 欧洲、日本采用了 MPEG-2 标准; 美国采纳了杜比公司的 AG-3 方案, MPEG-2 为备用方案。

三、数字电视的传送复用

从发送端信息的流向来看, 复用器把音频、视频、辅助数据的码流通过一个打包器打包(这是通俗的说法, 其实是数据分组), 然后再复合成单路串行的传输比特流, 送给信道编码器及调制器。接受端与此过程正好相反。目前网络通信的数据都是按一定格式打包传输

的。电视节目数据的打包将使其具备了可扩展性、分级性、交互性的基础。在数字电视的传送复用标准方面,国际上也统一采用 MPEG-2 标准。

四、信道编解码及调制解调

经过信源编码和系统复接后生成的节目传送码流,通常需要通过某种传输媒介才能到达用户接收机。传输媒介可以是电视广播系统(如地面电视广播系统、卫星电视广播系统或有线电视广播系统),也可以是电信网络系统,或存储媒介(如磁盘、光盘等),这些传输媒介统称为传输信道。通常情况下,编码码流是不能或不适合直接通过传输信道进行传输的,必须经过某种处理,使之变成适合在规定信道中传输的形式。在通信原理上,这种处理称为信道编码与调制。

任何信号经过任何媒质传输都会产生失真,这些失真导致数字信号在传输过程中的误码。为了克服传输过程中的误码,针对不同的传输媒质,必须设计不同的信道编码方案和调制方案。数字电视信道编解码及调制解调的目的是通过纠错编码、网格编码、均衡等技术提高信号的抗干扰能力,通过调制把传输出信号放在载波上,为发射做好准备。目前所说的各国数字电视的制式标准不能统一,主要是指纠错、均衡等技术不同,带宽的不同,尤其是调制方式的不同。

数字电视广播信道编码及调制标准规定了经信源编码和复用后向卫星、有线电视、地面等传输媒介发送前所需要进行的处理,包括从复用器之后到最终用户的接收机之间的整个系统,它是数字电视广播系统的重要标准和不可或缺的部分,直接关系到数字电视广播事业和民族产业的发展问题。

对于卫星数字电视广播,国际上普遍采用可靠性强的四相相移键控(QPSK)调制方式;对于有线数字电视广播,美国采用 16-VSB (16-level Vestigial Side Band modulation, 16 电平残留边带调制)方式,欧洲和我国采用 QAM(Quadrature Amplitude Modulation, 正交调幅)方式;对于地面数字电视广播,美国采用 8-VSB 方式,欧洲

采用 COFDM(Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex, 编码正交频分复用)调制方式,日本采用改进的 COFDM 调制方式。

五、软件平台——中间件

数字电视接收机(或数字电视机顶盒)的硬件功能主要是对接收的射频信号进行信道解码、解调、MPEG-2 码流解码及模拟音视频信号的输出。而电视内容的显示、EPG 节目信息及操作界面等都依赖软件技术来实现,缺少软件系统就无法在数字电视平台上开展交互电视等其他增强型电视业务,所以,在数字电视系统中,软件技术有非常重要的作用。中间件(Middleware)是一种将应用程序与底层的实时操作系统、硬件实现的技术细节隔离开来的软件环境,支持跨硬件平台和跨操作系统的软件运行,使应用不依赖于特定的硬件平台和实时操作系统。它通常由各种虚拟机构成,如个人 Java 虚拟机、JavaScript 虚拟机、HTML 虚拟机等。中间件的作用是使机顶盒基本的通用功能以应用程序接口 API 的形式提供给机顶盒生产厂家,从而实现数字电视交互功能的标准化,同时使业务项目(以应用程序的形式通过传输信道)下载到用户机顶盒的数据量减小到最低限度。

六、条件接收

条件接收(CA, Conditional Access)是指这样一种技术手段,它只允许已付费的授权用户使用某一业务,未经授权的用户不能使用这一业务。条件接收系统是数字电视广播实行收费所必需的技术保护。条件接收系统必须解决以下两个问题:即如何阻止用户接收那些未经授权的节目和如何从用户处收费。在广播电视系统中,在发送端对节目进行加扰,在接收端对用户进行寻址控制和授权解扰是解决这两个问题的基本途径。条件接收系统是一个综合性的系统,集成了数据加扰和解扰、加密和解密、智能卡等技术,同时也涉及用户管理、节目管理、收费管理等信息应用管理技术,能实现各项数字

电视广播业务的授权管理和接收控制。

七、大屏幕显示

显示器是最终体现数字电视效果或魅力的产品。尽管 HDTV 对显示技术提出了很高的要求,但目前已有多项技术能够满足 HDTV 显示的需要。关键的问题是如何降低产品的造价,以可接受的价格进入百姓家庭。

第三节 数字信号的产生

一、数字信号产生步骤一——抽样

数字信号的产生方法有两种:一种是数字设备直接输出数字信号,如数字摄像机、动画机及字幕机等;另一种是将模拟信号数字化后产生数字信号。如上所述,目前我国的电视广播事业正处于由模拟信号向数字信号的过渡时期,遇到的多数情况是后一种。所以下面重点介绍模拟信号转变为数字信号的方法。顺便指出,相当一部分数字设备产生数字信号的方法,也是采取用模拟信号数字化的方法来产生数字信号。

(一)数字设备的组成

由于目前电视系统中传输的信号仍然以模拟信号为主,所以相应的电路及设备大都工作在模拟信号状态。因此,作为局部的独立数字信号电路及设备在与模拟电路或设备配合组成电视系统时,它们的输入及输出信号必然是模拟信号,因此需要利用接口电路来实现模/数(A/D)转换与数/模(D/A)转换。不难推知,一个独立数字设备的基本组成如图 1-2 所示。输入端来自模拟设备的模拟信号,首先经过 A/D 转换器转换为数字信号,然后对数字信号进行变换、存储、延迟等处理,最后送入 D/A 转换器转换回模拟信号,送入其他

模拟信号处理设备。随着数字设备的增多,或者说待整个系统数字化以后,数字设备中的 A/D 与 D/A 转换器就变得多余了。

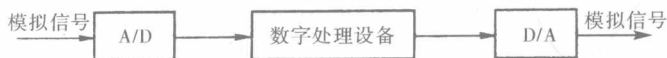


图 1-2 与模拟电路配合的数字设备的基本组成

模/数转换器把模拟信号转变为数字信号一般需要 3 个步骤:抽样、量化与编码。下面依次介绍它们的基本工作过程及有关定理。

(二) 模拟信号的抽样与抽样定理

模拟信号的抽样是指用每隔一定时间的信号样值序列来代替原来的时间上连续的模拟信号,也就是在时间上将模拟信号离散化。

1. 抽样的基本工作过程

抽样的基本工作过程可以用图 1-3 来说明:在模拟信号通路中串入一个由抽样脉冲控制的电子开关,当脉冲到来时开关合上,模拟信号通过它并把此时的电压值保持在电容器 C_0 上,而脉冲过去后开关即刻打开。这样,就把时间上连续的模拟信号变成了离散的脉冲信号——称为样值序列。图中电容 C_0 起电压保持作用,使取出的模拟信号的样值保持一段时间(一个抽样间隔),以便下一步对它进行量化和编码。

2. 抽样定理

抽样定理是选择抽样频率的理论依据,其主要内容如下:对于一个包含最高频率为 f_m 的模拟信号,当选择的抽样频率 f_s 满足 $f_s \geq 2f_m$ 时,经过抽样后的离散信号序列能够包含原模拟信号的全部信息,并能通过反转换和低通滤波,可以不失真地恢复出原模拟信号。这个定理又称为奈奎斯特抽样定理,频率 $2f_m$ 就称为奈奎斯特频率。

在实际的抽样电路中,若不满足抽样定理,即 $f_s < 2f_m$ 时,抽样后的信号频谱就会发生频谱混叠失真。此时,即使用理想的矩形低通滤波器也无法不失真地恢复原模拟信号。另外,为了尽量减小恢

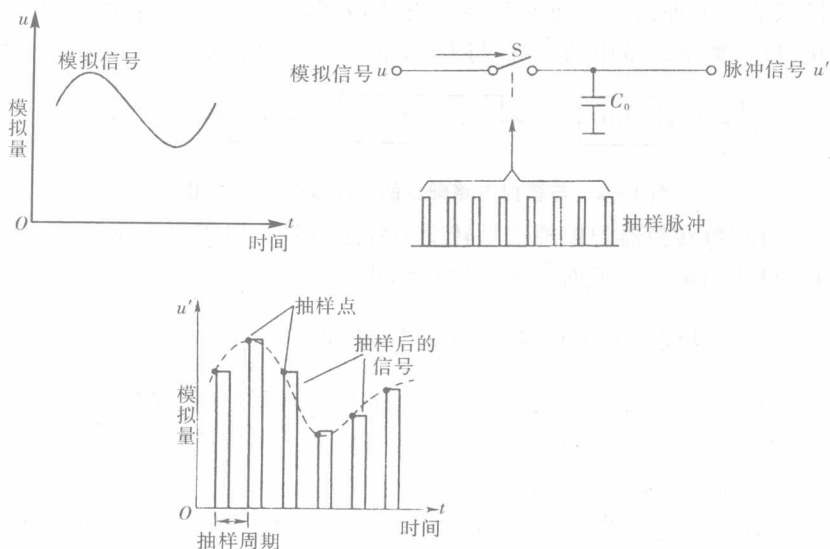


图 1-3 抽样的基本工作过程

复出的原模拟信号的失真,抽样脉冲应相当窄小,即其宽度 t 应远远小于抽样脉冲的间隔 T , T/t 应足够大。

3. 抽样结构

上述抽样定理给出了实现不失真 A/D 转换的抽样频率选择范围,但在确定抽样频率的具体数值时还应当考虑抽样结构的影响。所谓抽样结构,是指抽样点在电视画面上的分布规律。大家知道电视画面是以场和行周期重复的,当选择抽样频率等于行频的整数倍时,则抽样点在每一水平行上为整数,所以每场的抽样点位置在垂直方向上是对准的,并且形成固定的抽样结构,通常称为固定正交抽样结构,如图 1-4 所示。

如果抽样频率不等于行频的整数倍,必然造成各行在垂直方向上的抽样位置对不准,从而造成所谓移动式抽样结构。无论考虑主观效果评价,还是考虑对数字信号实现延迟、存储及特技变换电路组成的难易程度,选择固定正交抽样结构都是有利的。所以把固定正

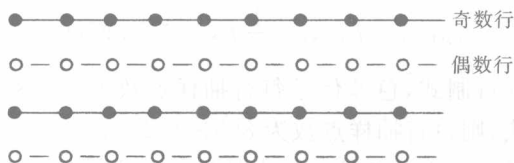


图 1-4 固定正交抽样结构

交抽样结构作为选择抽样频率的条件之一,即抽样频率还是应为行频的整数倍。

4. 分量编码中抽样频率 f_s 的选择

分量编码是指对模拟彩色图像信号中的亮度信号(Y)和两个色差信号(R-Y)、(B-Y)分别进行抽样、量化及编码。在分量编码中,由于不受色度副载波的影响,而且与彩色电视制式的关系不大,为了便于国际电视节目的交换,抽样频率应能兼容 625 行/50 场和 525 行/60 场两种扫描体制。

根据抽样定理,要求抽样频率 $f_s \geq 2f_m$,一般选择 $f_s = (2.2 \sim 2.7)f_m$;为了实现固定正交抽样结构,还应使 f_s 为行频 f_H 的整数倍。综合上述要求,抽样频率 f_s 具体值的选定如下:由于亮度信号的上限频率为 $5.5 \sim 6$ MHz,抽样频率可选为 $f_s = 2.2f_m = 12 \sim 13.2$ MHz;对于 625 行制式行频为 $f_H = 15.625$ kHz,对于 525 行制式行频为 $f_H = 15.734264$ kHz,为了满足兼容两种制式的要求,就在 13.2 MHz 附近选定。根据两种制式行频的最佳公倍数,故亮度信号的抽样频率 f_{sY} 选定为 13.5 MHz。

$$\text{对于 625 行制式,每行抽样点数为 } \frac{13.5\text{MHz}}{15.625\text{kHz}} = 864$$

$$\text{对于 525 行制式,每行抽样点数为 } \frac{13.5\text{MHz}}{15.734264\text{kHz}} = 858$$

对于两个色差信号(R-Y)和(B-Y),因为其上限频率均为 2.8 MHz 以下,近似为亮度信号上限频率的一半,为了方便起见,色差信号的抽样频率选为