

前言

开路地面电视正在拉开新的战场

开路地面电视曾经是我们进入电视世界的大门，记忆当中 60 年代只有部级高干家中才有的几个原苏联进口的 16 寸黑白电视，75 年开始，国内开始生成 9 寸及 12 寸的黑白电视机，当时能够获得 1 台 9 寸黑白电视机，就像今天希望得到 1 辆家用小汽车一样，是许多家庭的梦想，可以坐在家里面免去去电影院的辛苦，当时的中央电视台 2 套开路节目及北京电视台的 1 套开路节目，不知陶醉了多少人。

80-90 年代，有线电视出现了迅猛的发展，10 年间我国建成了世界上最大的有线电视网，拥有了 8000 万的世界最多的有线电视用户，开路地面电视成了人们遗忘的角落，成为城市“边缘”人口的收视手段，是电视行业老少边贫地区代名词，事情总是十年河东，十年河西，峰回路转，地面开路电视的数字化正在开始，春天正在到来，其原因在于以下几个方面。

一，来自电讯行业的飞速发展的压力

最近几年电讯行业飞速发展，特别是因特网和无线通讯领域。因特网的发展晚于有线电视网，但是其发展的速度、深度、及广泛度都大大高于有线电视网，目前已经做到无处不有，无时不有，其内容的丰富性更吸引了更多的用户，特别是年轻用户，在 20-40 岁年轻人中间因特网已是主要的信息获取源。从技术上来讲，过去一直是制约因特网与广电网抗衡的带宽问题，目前正在逐渐解决，小区宽带网已经可以提速到 1Mb/s，ADSL 电话线的速度已经达到 512kb/s，预计在三年内，第二代 ADSL 技术可以将带宽提高到 18Mb/s 以上，完全可以传送广播级 MPEG2 数字电视频道，同时数字视频信源编码的技术不断提高，普通画面节目可以编码到 1Mb/s，体育竞赛节目在 2Mb/s 可以达到基本满意的效果。所以通讯行业传输高质量广播级数字的视频的技术屏障正在消失。

最近的一次广电展 CCBN 特别邀请了新浪与搜狐两大门户网站加盟，并且将今年定义成网络年，是广电行业的务实精神的体现，放下架子，卸掉包袱，虚心学习，紧起急追，投入到市面市场竞争当中。

无线通讯中的手机行业更是火爆，去年春节的一项信息业务营业额等于广电全年的营业额，其总的市场规模更是广电的十几倍。随着新一代 3G 技术的到来，其宽带及多种增值服务更是咄咄逼人。

看看人家的市场蓬勃发展，广电同仁不免自问，我们也有广泛的无线电频谱资源，这些资源已经沉睡十几年，我们为何不能利用这一资源开展移动数字电视及多媒体服务与电讯较量，与其鱼死网破，不如放开一搏。

二，广电内部改革急需开辟地面数字电视这一资源

最近五年以来，国家加大了中型国营企业和国家机关的改革强度，从中央到地方，在保留原来的广电局和厅的行政机构的前提下，都成立了“翻牌”集团企业。例如：某某省广电集团，广电传输公司，广电节目公司等，使国家机关向企业化过渡。95 年开始的卫星电视数字化已经圆满结束，卫星电视节目全部实现数字化传输，有线电视的数字化的进军号已经在今年的 CCBN 上吹响，张海涛局长要求在 5 年内发展 3000 万机顶盒用户，中央电视台的数字有线平台也于 7 月 15 日开始向全国传送信号。北京、上海、深圳、广州等，大城市的数字有线电视节目已经开播。

在卫星电视数字化完成以后，有线电视数字化如火如荼地展开的时候，广电系统负责

地面电视传输业务,与广播电视塔打交道的同仁们却长期处于冷板凳状态,思想与市场隔离与新技术脱节,地面数字电视的到来,可以使这些同事们焕发青春,找回自己的市场定位,可以预计在不久的将来,一大批地面数字移动电视公司会像雨后春笋一样出现。

三,中国地面数字电视标准一千呼万唤不出来

在大家的记忆当中,中国地面数字电视的标准的“年底之说”已经讲了四年了,不知道还要讲几年,好在大家都看到了一线曙光。四年前的五个赛手,今天只剩下两个,以清华大学为代表的多载波方案和以上海交大为代表的单载波方案,他们后面的基础平台方案分别是欧洲的 DVB-T 和美国的 ATSC 数字地面电视标准。

谈到中国的地面数字电视标准,就不免让人们联想起 SVCD 标准 TD-SCDMA 标准。上个世纪 90 年代,中国 VCD 市场可以说是一枝独秀,在盗版光盘的推动下,造就了新科,爱多这样的时代英雄,在强大的市场后盾推动下,制定了 S-VCD 标准,希望避开 DVD 标准,免除 DVD 标准的诸多入门费及权利金,但是大家不能回避的一个事实是中国是世界家电市场的廉价加工基地,世界市场的需求是 DVD 而不是 S-VCD,我们的企业仍然需要“照单抓药”,更不要说当今世界的主流媒体市场控制在欧美强国,从信源上讲就是要用 DVD。这几年手机市场的火爆更是让国人切痛没有标准所吃的亏,于是乎在欧美两大移动通讯标准中涌现出了中国的 TD-SCDMA,

标准是靠实力制订出来的,而不是靠感情制订出来的,一个标准不仅要能写出来,而且还要能生产出相关的设备,而且还要花上几年或十几年进行测试考验,中国的电子工业目前还只是一个从粗加工到精加工的转换过程,所谓粗加工,就是按照大散件和小散件的组装,精加工是指进入电子器件的生产,特别一些关键的半导体集成电路的生产;台湾南韩在这方面所走过的道路我们也许是非走过一遍的,集成电路从一些简单的逻辑门电路到大规模存储器件,最后到专用集成电路 ASIC 和中心处理器(CPU),只有走完这一路程,制订标准才有了雄厚的技术和资本基础。

想起当年刘少奇同志说的一名话:造船不如买船,买船不如租船,采用造船,租船还是买船,关键要看产业发展状况,关键要适应当前的产业发展状况。

做数字卫星电视时我们还没有想起做标准,当然是照搬 DVB-S,数字有线电视标准酝酿三年最后还是采用 DVB-C 标准为主体,在 SI 部分进行修改。数字地面电视标准准备时间长,国家投资多,媒体的炒作也热,搭上弓的箭,怎能不射。

想到中国的标准,就会想到中国的男子足球,经过几十年的磨难,终究会冲出去的,但是第几次冲出,不得而知,只是大家以平常心来看待这个事就好。

四,地面数字电视的市场定位及运营模式

在我国卫星数字电视的任务是信号覆盖和信号分配,直播星据说在 2005 年进行,但并不乐观。有线电视的核心任务是传输到户,特别是在大中型城市人口密集的地方,随着数字化技术的采用 200-300 个频道到户是轻而易举的。今天发展地面数字电视还有没有市场空间,市场定位在何处?这里先要注意到数字地面电视的两个特点

-----有限的无线电频率资源

DVB-T 系统可采用 QPSK, 16QAM, 64QAM 三种调制方式,根据不同的地理环境,电磁波的覆盖情况并兼顾移动接收,每个模拟 8MHz 通道可以传送的有效码流率在 5Mb/s ~

32Mb/s, 采用平均值 17Mb/s, 它的频带利用率只是 DVB - C 系统每 8MHZ 带宽的利用率的一半, 因此采用高性能的 MPEG2 编码器, 将每路广播及电视节目带宽降到 2Mb/s 以下, 采用先进的 MPEG4 编码技术, 将多媒体电视节目带宽降到 0.5Mb/s 是非常必要的。

-----无限（线）的移动多媒体增值服务

DVB - T 网络出现在 DVB - C 网络之后, DVB - T 不可能在基础业务上与 DVB - C 进行竞争, 为了在市场上找到自己的位置, 必须发挥自己的移动特点, 在增值业务上下功夫, 目前在欧洲运行的几个 DVB - T 网络都是以增值服务为核心的, 例如英国的 MHEG5 交互电视, 法国的 MHP 交互电视及挪威的移动 INTERNET, MPEG4 等。

因此地面数字电视服务平台的主要特点是:

采用最新一代超级 MPEG2 编码器, 每路电视节目在 2Mb/s, 可以达到优良 DVD 质量, 降低码流率到 0.5Mb/s 时该编码器仍然可以达到 VCD 质量。

采用 IP/DVB 技术, 对每路 0.5Mb/s 的 MPEG4 流媒体视频进行复用传输, 进一步增加无线频带的利用率。

采用 IP/DVB 技术, 实现因特网与数字电视网的联接, 开展高速移动因特网业务。

采用交互电视服务平台, 开展符合多种格式的交互电视服务, 例如: OPEN TV, MEDIA-HIGHWAY MHP 等

采用 EPG 服务平台, 不仅支持主前端 EPG 信息服务, 而且支持全省所有分前端的 EPG 信息。

采用数字电视分析监控器, 实现通过 WEB 网络的全省 DVB - T 网络的技术监控。

采用复用加扰一体机, 实现节目的过滤, 调度, 播控, 复用及加扰, 加扰器可以实现与多家 CA 厂家的同密播出。

(8) 采用 DVB-T 多载波 COFDM 调制技术, 支持移动数字电视及多媒体业务。

(9) 采用单频网 SFN, 节约珍贵的无线电频谱资源

本篇文章只是作为下面一系列介绍欧洲地面数字电视平台的引子, 作者将以 DVB-T 标准 TR-101190 为主轴线, 分别介绍如下内容。

---DVB-T 系统综述

---DVB-T 网络介绍

---DVB-T 单频网的同步

---DVB-T 的接收与覆盖

---DVB-T 的扩展 DVB-H 系统

---DVB-T 的等级调制

---DVB-T 发射机

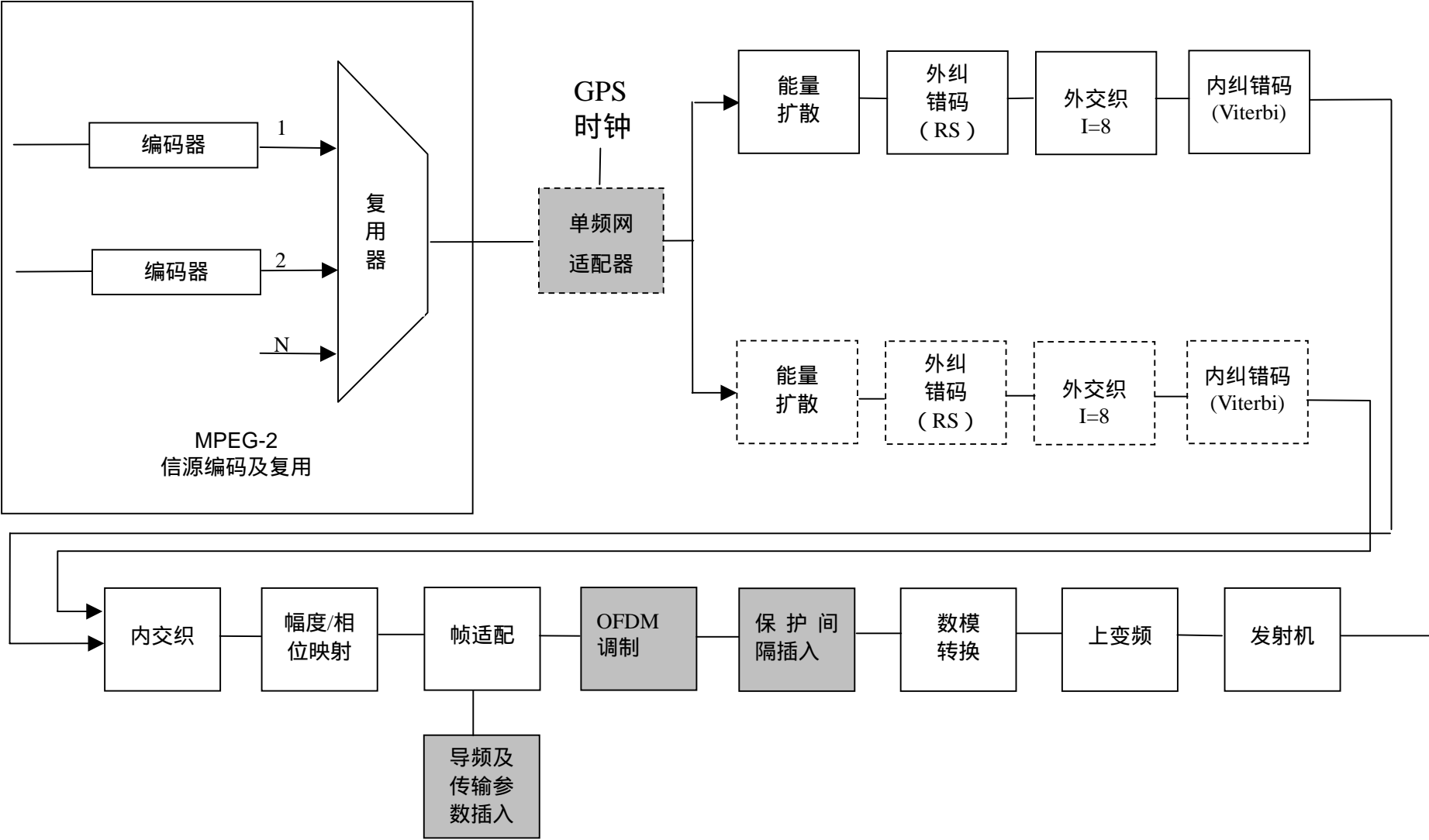
---DVB-T 增值前端

第一章：DVB-T 系统综述

前言

DVB-T 是指利用开路地面传输媒介进行 MPEG-2 数字电视的传输的标准，由于地面电视传输的特殊环境，经过多年的研究论证，参与 DVB 组织的专家们选定 COFDM 码分正交频分复用的信道调制技术，同时伴随着强大的纠错码，达到频谱利用效率与传输可靠性的平衡。COFDM 信道调制编码技术提供 2 种子载波数量 2k 和 8k 模式，3 种调制方式，4 种保持间隔，支持小范围和大范围的单频网运行（SFN），同样一路数字电视节目，可以通过多个发射机的同一频率同时接收，以提高接收效果。系统可以支持目前模拟电视系统的 8MHz 带宽，以及 7MHz 和 6MHz 带宽。为了防止反射干扰以及接收来自多个同频发射机的信号，引入了**保护间隔**的概念；为了适应不同环境的传输，系统支持**等级调制**。

一、 DVB-T 系统框图



上面为 DVB-T 系统框图，单频网适配器之后部分，发射机之前部分通常称为 **DVB-T 调制器或 DVB-T 激励器**，激励器可以中频输出或射频输出，其信号进行预放和功放后传向天线发射，下面对各个部分进行简单描述。

(1) 信源编码及复用

该部分与数字有线电视 DVB-C 及数字卫星电视 DVB-S 相同，它对多路数字音频及数据进行复用，合成多节目传输流 (MPTS)。在复用器中插入 EPG 电子节目菜单，根据管理及服务模式对全部节目或部分节目进行加扰、加密，复用器的输出信号可以传送到 DVB-T 的调制器激励器加入信道纠错及 COFDM 调制。

(2) 单频网适配器

该设备的作用是将来自全球定位系统 (GPS) 的标准频率及时间插入到数字电视传输流当中，为单频网 (SFN) 提供标准频率及时间信号，插入 GPS 时钟后的 TS 流当中含有 MIP 包。当采用多频网 (MFN) 时该设备可以省略。

(3) 等级调制

从单频网适配器出来的信号被一分为二，DVB-T 根据传输环境的不同，分别实行不同的信道纠错保护，一个码流可以采用较强的纠错码，利用抗干扰强的调制方式如 QPSK，但码流率较低；另一个码流可以采用较弱的纠错码，利用抗干扰弱的调制方式，例如 16QAM，码流率较高，接收机通常可以根据应用不同，选择接收任何一个载波。

(4) 能量扩散

从复用器或单频网适配器出来的传输流有可能包含连续的 0 和 1，使信号含有直流分量，造成接收解码困难，能量扩散的目的是采用随机的方法将这些连续的 0 或 1 分散开来。

(5) 外码纠错

这部分纠错与 DVB-C 及 DVB-S 相同，采用 Reed Solomon 纠错，简称 RS 码。它在 MPEG2 数字电视传输流 188 字节上，加入 16 个字节的冗余纠错码，构成一个 204 字节长度的传输流，该纠错码主要面向突发性连续错误。

(6) 外交织

外交织纠错也叫 Forney 卷积交织，其功能是将连续的错误打散，让它们平均分布在多个 188 传输包码流当中，以提高上面的外纠错码的纠错效率。

(7) 内纠错码

内纠错码也称 Viterbi 纠错码。上面所说的 RS 纠错码是面向 188 长度的传输包进行纠错的，而 Viterbi 纠错码是面向比特的纠错码。根据加入的冗余码长度，可以分成 1/2、2/3、3/4、5/6、7/8 四种。1/2 具有最强的纠错码能力，但是其保护码与有用码比例为 1 比 1，带宽比较浪费，7/8 的保护码只占有用的八分之一，带宽利用率高，但是纠错能力弱。

(8) 内交织编码

这里包括比特交织及字符交织两部分。比特交织是将从内纠错 Viterbi 编码输出的二路码流，分别按照 QPSK, 16QAM 和 64QAM 的要求交织成为二路，四路及六路比特流，然后将分别含有 2 比特，4 比特和 6 比特的字符映射到 2k 模式中的 1512 个载波或 8k 模式中的 6048 个载波中，再实现字符交织 (Symbol Interleaving)。

(9) 幅度相位映射

该功能将上面分别由 2 比特，4 比特和 6 比特构成的字符，依据 QPSK, 16QAM 和 64QAM 三种不同的调制方式，进行幅度和相位的映射。

(10) 导频及传输参数信令插入

传输参数信令 (TPS) 描述了 DVB-T 系统的主要传输参数，它包括：2k 或 8k 模式，QPSK, 16QAM, 64QAM 调制方式，保护间隔，等级调制参数 Alfa，内纠错 Viterbi 码等。导频信号 (Pilots) 的插入是为了方便接收机对接收信号的幅度及相位进行估算，提高接收质量。它包含连续导频信号 (Continual Pilots) 和离散导频信号 (Scattered Pilots)。

(11) COFDM 调制

COFDM 调制也称反向快速富里叶变换 (IFFT)，它实现了将 I/Q 信号向 2k 模式 1512 个载波或向 8k 模式的 6048 个载波的转换。我们知道，一个时域信号可以将分解成无穷多个频域信号的叠加，这一过程简单来讲就是正交频分复用调制 (COFDM)，而这一过程在数学上等效为进行一个反向快速富里叶变换。

(12) 保护间隔插入

为了克服反射波的干扰以及来自多个发射机的多波效应，我们将每一帧最后一个字符进行重复，重复长度可以是有效字符长度的 1/4、1/8、1/16、和 1/32，以防止由于多路反射及尚造成第 N-1 个字符与第 N 个字符

的重叠，这就是保护间隔。

二、 DVB-T 系统的主要参数

DVB-T 系统中可以调节的参数如下：

- 1、内纠错码率 FEC (1/2 , 2/3 , 3/4 , 5/6 , 7/8)
- 2、子载波调制方式 (QPSK , 16QAM , 64QAM)
- 3、保护间隔 (1/4 , 1/8 , 1/16 , 1/32)
- 4、等级调制参数 (=1, 非等级, =2, 4 等级)
- 5、载波数量(2k=1705 个载波, 8k=6817 个载波)

DVB-T 系统的可用净码流传输率可以采用如下公式计算:

$$Ru=Rs \times b \times CR_v \times CR_{rs} \times (Tu/Ts)$$

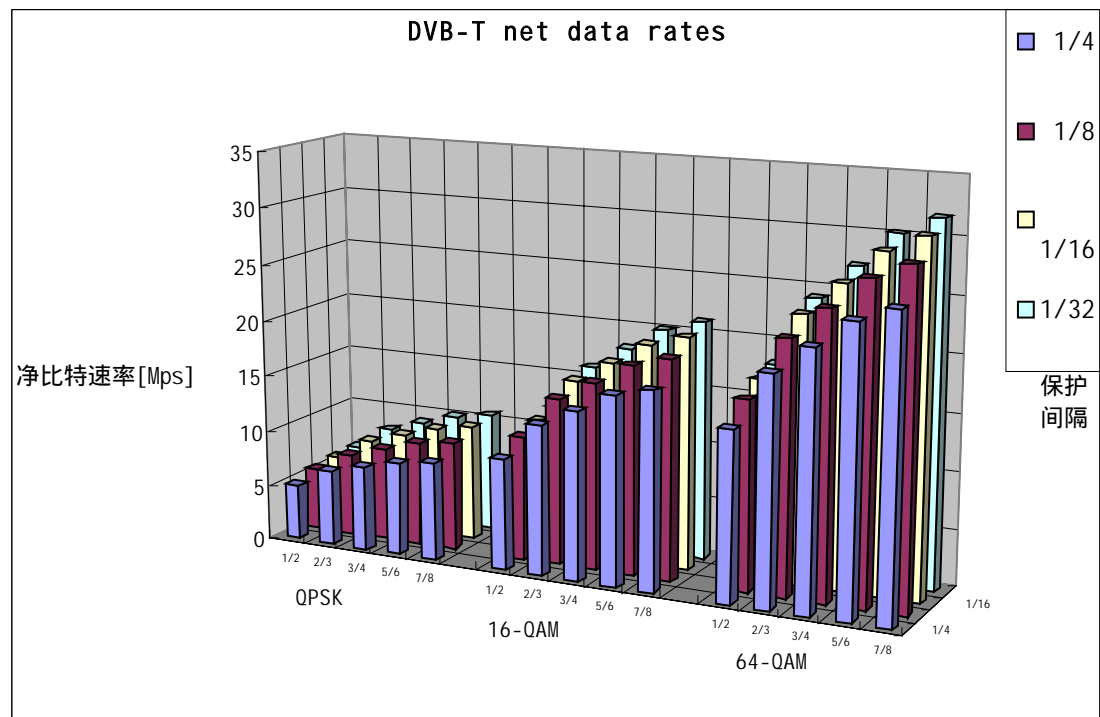
Ru：可用净码流比特率(Mb/s)
Rs：字符率 6,75MS/s，它是有用数据载波数量与字符长度的倒数之积，例如：8k 模式中 6048/896uS，2k 模式中 1512/224uS
b：子载波比特数,QPSK 时 b=2, 16QAM 时 b=4，64QAM 时 b=6
CR_v：内纠错码率(1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)
CR_{rs}：RS 纠错码, 188/204
Tu：有用字符长度
Ts：保护间隔字符及有用字符总长度，对于保护间隔 1/4, 1/8, 1/16, 1/32
(**Tu/Ts**) 分别等于 4/5, 8/9, 16/17, 32/33

根据上面的公式,我们不难计算出 DVB-T 系统中可能出现的所有可用净码流比特率:

调制方式	内纠错码	保护间隔			
		1/4(224uS)	1/8(112uS)	1/16(56uS)	1/32(28uS)
QPSK	1/2	4.98Mb/s	5.53 Mb/s	5.85 Mb/s	6.03 Mb/s
	2/3	6.64 Mb/s	7.37 Mb/s	7.81 Mb/s	8.04 Mb/s
	3/4	7.46 Mb/s	8.29 Mb/s	8.78 Mb/s	9.05 Mb/s
	5/6	8.29 Mb/s	9.22 Mb/s	9.76 Mb/s	10.05 Mb/s
	7/8	8.71 Mb/s	9.68 Mb/s	10.25 Mb/s	10.56 Mb/s
16 QAM	1/2	9.95 Mb/s	11.06 Mb/s	11.71 Mb/s	12.06 Mb/s
	2/3	13.27 Mb/s	14.75 Mb/s	15.61 Mb/s	16.09 Mb/s
	3/4	14.93 Mb/s	16.59 Mb/s	17.56 Mb/s	18.10 Mb/s
	5/6	16.59 Mb/s	18.43 Mb/s	19.52 Mb/s	20.11 Mb/s
	7/8	17.42 Mb/s	19.35 Mb/s	20.49 Mb/s	21.11 Mb/s
64 QAM	1/2	14.93 Mb/s	16.59 Mb/s	17.56 Mb/s	18.10 Mb/s
	2/3	19.91 Mb/s	22.12 Mb/s	23.42 Mb/s	24.13 Mb/s
	3/4	22.39 Mb/s	24.88 Mb/s	26.35 Mb/s	27.14 Mb/s
	5/6	24.88 Mb/s	27.65 Mb/s	29.27 Mb/s	30.16 Mb/s
	7/8	26.13 Mb/s	29.03 Mb/s	30.74 Mb/s	31.67 Mb/s

表一

采用立体图形进行表达如下：



表二

从表一和表二中可以看出，净码流比特率随着内纠错码的提高而提高，随着保护间隔的减小而提高，随着调制效率 QPSK 16QAM 64QAM 的提高而提高，左上角的 4.98Mb/s 传输效率最低，但是最抗干扰的工作模式，对应着 QPSK 调制，保护间隔 1/4，内纠错码 1/2，右下角的 31.67Mb/s 对应着最高效的工作模式，64QAM，保护间隔 1/32，纠错码 7/8，但是信道最脆弱，抗干扰能力弱。

第二章：DVB-T 的信号特点

与 DVB-S 系统的 QPSK 调制和 DVB-C 系统的 QAM 单载波调制不同，DVB-T 系统采用 COFDM 的多载波调制方式，我们以下的示意图为例介绍 DVB-T 系统的信号特点，在图 1 中，我们分别标出了频率轴和时间轴，从频率轴来看，DVB-T 的信号是由许多载波构成的多载波信号，载波数量分别分 2k 和 8k 两种模式；从时间轴来看，这些多载波构成的字符具有一定的传输时间，为了防止电波的多路反射，在每个字符的传输时间后面加入保护间隔。

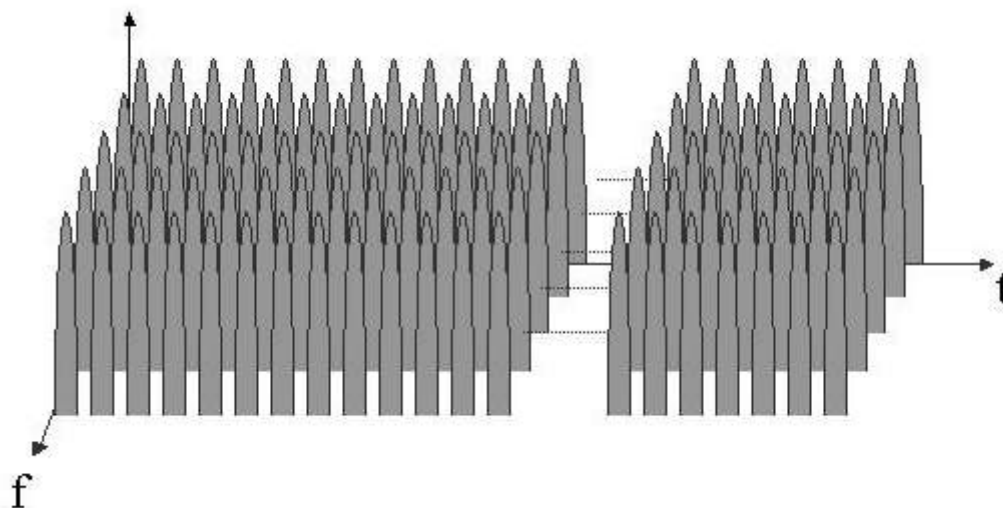


图 1：DVB-T 射频信号特点

一，DVB-T 信号的频域特点

我们将图 1 中的频率轴扩展到图 2 进行详细分析，它代表我们的 8MHz 模拟带宽，在这一 8MHz 的带宽内，如果采用 2k 模式，那么就分布着 1705 个载波，如果采用 8k 模式，那么就分布着 6817 个载波；很显然 2k 模式的载波间距大于 8k 模式。考虑到在实际当中的滤波器的可实现性，2k 和 8k 模式下的载波所占有的实际带宽是 7.61MHz，因此 2k 模式和 8k 模式的载波间距分别是 1.116K Hz，和 4.464K Hz。

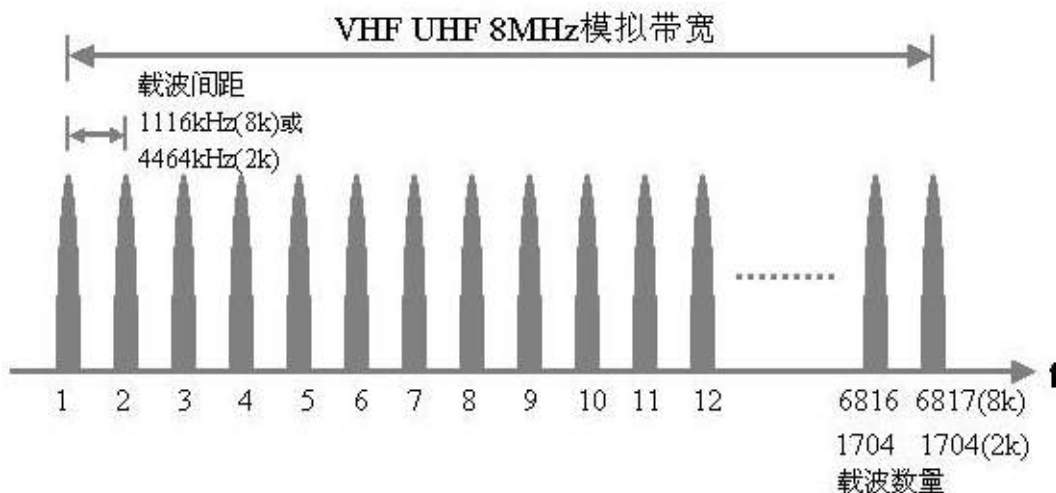


图 2 DVB-T 信号频域特点

error on carrier number

上面讲到在 8k 模式和 2k 模式中分别含有 6817 和 1705 个子载波，根据这些子载波的作用可以分为三类，即：

(1) **数据载波**，负责传输数字电视传输流 MPEG2 信号

(2) **传输参数信令载波** (TPS: Transport Parameter Signaling)

含有为接收终端接收信号所需的参数，例如：调制方式 (QPSK, 16QAM, 64QAM)，信号纠错码 ($1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8$)，2k 和 8k 模式，保护间隔 ($1/4, 1/8, 1/16, 1/32$) 等。

(3) **导频信号载波** (Pilot) 它的作用是帮助接收机对信号幅度及相位进行预估及校正，改善接收质量。

总结一下：

——对于 8k 模式：

总载波数量 $6817 = 6048$ (数据) + 68 (传输参数信令) + 701 (导频)

——对于 2k 模式：

总载波数量 $1705 = 1512$ (数据) + 17 (传输参数信令) + 176 (导频)

在有效载波数的基础上，通常会加入一些虚拟载波使其载波总数达到 2 的 n 次方，例如加入虚拟载波以后 8k 模式的总载波数量为 8192，是 2 的 13 次方，2k 模式的总载波数量为 2048，是 2 的 11 次方，以方便计算机采用反向快速富里叶变换，这也是 2k 和 8k 模式名称的由来。在接收机端，通过采用快速富里叶变换，机顶盒可以解调出 2k 或 8k 的 COFDM 信号。

由于 DVB-T 系统使用的是多载波的 COFDM 调制，每一个载波可以支持 QPSK, 16QAM 和 64QAM 三种调制方式，因此每个载波的调制方式可以在上面三种调制中任选，如下图 3 所示

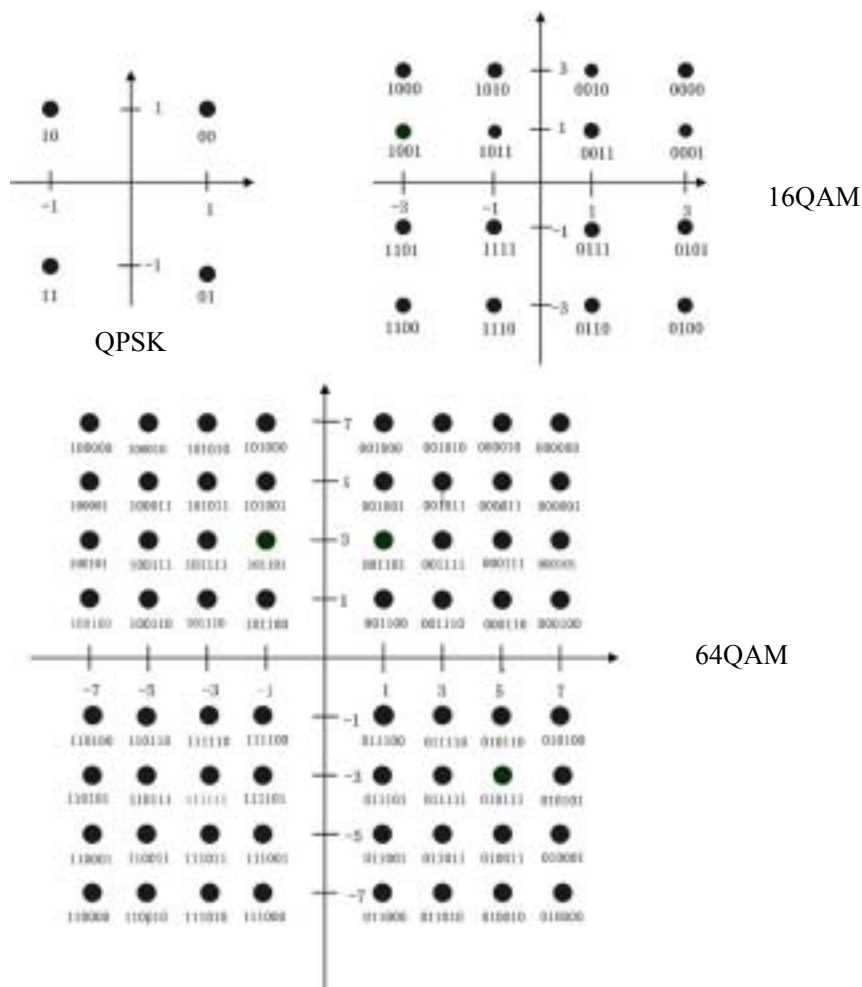


图 3 , QPSK , 16QAM , 64QAM 调制星座图

QPSK 调制方式的每一个载波可以装载 2 个比特的信息,16QAM 可以装载 4 个比特,64QAM 可以装载 6 个比特,我们不难计算出,8k 模式下 QPSK 调制每个字符所能承载的比特数为:

$$6048 \text{ 载波/字符} \times 2 \text{ 比特/载波} = 12096 \text{ 比特/字符}$$

依次推出其他调制方式的每个字符的传输比特数:

	8k (6048 有效载波)	2k (1512 有效载波)
QPSK 调制	12096 比特/字符	3024 比特/字符
16QAM 调制	24192 比特/字符	6048 比特/字符
64QAM 调制	36288 比特/字符	9072 比特/字符

表 1

每一个字符的传输时间是 $896 \mu\text{S}$ (8k 模式) 和 $224 \mu\text{S}$ (2k 模式), 根据保护间隔每个字符的传输时间被扩展 $1/32, 1/16, 1/8, 1/4$, 例如: 8k 模式, 采用 $1/4$ 保护间隔的总字符传输时间是: $896 \mu\text{S} + (896 \mu\text{S} \times 1/4) = 1120 \mu\text{S}$, 详见表 2。

二, DVB-T 信号的时域特点——保护间隔

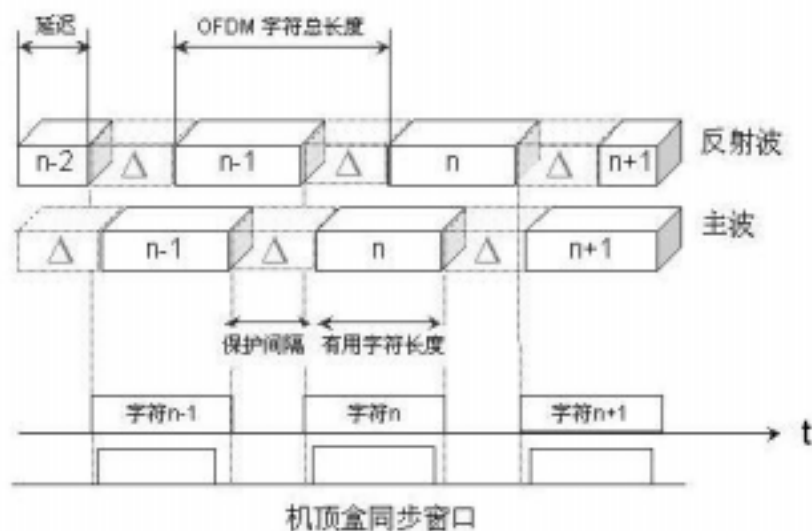


图 4: DVB-T 信号的时域特点

DVB-T 信号的时域特点如图 4 所示，我们以最简单的一路主波和它的发射波为例，每一个字符具有一定的传输时间，我们定义为有效字符长度 T_u ，每个字符后面插入一定长度的保护间隔 (Guard Interval): Δ ，为了避免单频网中相邻发射机之间的信号以及反射信号之间的干扰，必须保证主波第 n 个字符不与反射波的第 $n+1$ 个字符的重叠，或前一个字符的反射波必须落在保护间隔之内，这样不会影响下一个字符 $n+1$ 的数据，以保证不会产生码间干扰。

采用大的保护间隔可以补偿长距离的反射波，但是同样会降低有用码流的使用率，因为保护间隔传送的是前一个字符的最后一个包的重复复制；如果降低保护间隔，那有用码流率就可以提高；如果既想提高保护间隔，又想不降低有用码流率，那只有提高有限带宽内的载波数，缩短载波间距，增加机顶盒的运算处理负担，也就提高了终端成本。经过多方面的权衡，专家门定义了 DVB-T 标准中的保护间隔，详见表 2。

大的保护间隔适合发射塔之间距离较长的大型网，小的保护间隔适合小范围网，在表 2 中 8k 模式的字符长度是 896 μ s，2k 模式的字符长度 224 μ s，根据系统正交原则，它们相对应的载波间距分别为 1116Hz，及 4464Hz，见图 2，由此我们可以计算出一个 8MHz 的模拟带宽内 8k 模式，可以有 6817 个子载波，其中 6048 个有用数据载波，其余为同步及信令载波，2k 模式共有 1705 个子载波，其中 1512 个有用数据载波。

模式	8k				2k			
保护间隔	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
字符长度	896 μ s				224 μ s			
保护间隔长度	224 μ s	112 μ s	56 μ s	28 μ s	56 μ s	28 μ s	14 μ s	7 μ s
总长度	1120 μ s	1008 μ s	952 μ s	924 μ s	280 μ s	252 μ s	238 μ s	231 μ s

表 2

保护间隔的范围越大，允许的两个发射机的间距越大，但是，带宽的利用率越低，8k 模式可以支持较长的保护间隔，发射机的间距也大，功率可以高些，2k 模式的保护间隔较小，发射机间距小，功率可以低些。我们可以以两个极端情况为例计算相邻发射机间的最大距离：

2k 模式下的最小保护间隔是 $7\mu s$ ，它对应的距离是 2.1 公里。
8k 模式下的最大保护间隔是 $224\mu s$ ，它对应的距离是 67.2 公里。

三，DVB-T 系统信号的帧结构

先列出一些定义：

- 1 巨级帧 (Mega Frame) = 2 超级帧 (Super Frame)
- 1 超级帧 (Super Frame) = 4 帧 (Frame)
- 1 帧 (Frame) = 68 字符 (Symbol)
- 1 字符 (Symbol) = 6817 个载波(8k) 或 1705 个载波(2k)
- 1 载波 (Carrier) = 2 比特 (QPSK)，或 4 比特 (16QAM)，或 6 比特 (64QAM)

DVB-T 系统的信号以 68 个字符为一帧 (Frame) 组成，每一帧的传输时间定义为 T_F ，每四帧构成一个超级帧 (Super Frame)，每二个超级帧构成一个巨级帧 (Mega Frame)，每一个字符在 8k 模式下有 6817 个载波，在 2k 模式下有 1705 载波，我们定义传输时间为 T_s ，它由两部分构成，一部分为有用传输时间 T_u ，另一部分为保持间隔，每一帧中的字符由 0~67 按序排列，每一帧中传输有用数字电视数据，导频 (分布导频和连续导频) 和传输参数信念 (TPS)。导频信号的作用为帧同步，时间同步，频率同步，信道预估相位噪声追踪与消除，传输模式辨别等。对于 8k 和 2k 模式，载波的排列序号分别为： $K_{min}=0$ ， $K_{max}=6816$ 或 1704，相邻载波之间的距离为 $1/T_u$ ，最远两个载波之间距为 $(K-1)/T_u$ ，以上参数综述在下表中：

参数	8k 模式	2k 模式
载波数量	6817	1705
最小载波序号	0	0
最大载波序号	6816	1704
有效字符长度 T_u	$896\mu s$	$224\mu s$
载波间距 $1/T_u$	1116Hz	4464 Hz
载波带宽	7.61 MHz	7.61MHz

表 3

第三章：DVB-T 网络

一，DVB-T 多频网

通常的 DVB-T 网络可以由多个发射机传送不同的电视节目，各个发射机采用不同的发射频率，这种网络称为多频网（MFN），见图 1；这些发射机是否属于一个网络运营商是一个管理问题。由于每一台发射机的发射功率有限，为了进行大面积覆盖，我们必须采用多台发射机，为了防止同频干扰每台发射机必须使用不同的频率。

由于一个广播系统的坚固性由它的保护率来决定（Protection Ratio），也就是在一定的主观与客观对图像的评价基础上，有用信号与干扰信号之比。也许大家会认为，为了覆盖一定的区域，采用数字 DVB-T 网络所需要频点数会大大小于模拟网络，因为数字电视系统的保护率会大大降低；然而由于数字电视系统信号质量变化的“悬崖”效应，直接采用模拟电视网络的规划方法是不行的，通常在此基础上要多加 10-20dB 的余量，这样数字电视多频网和模拟电视网络所占用的频率资源基本相近，为了根本提高频谱的利用率，唯一方法是采用单频网（SFN）。

在多频网中，所有发射机都有自己的发射频率，可以传送相同的电视节目，也可以在不同的发射机中插入局部的电视节目，而单频网中所有的发射机都使用同一频率，传送同样的电视节目，没有插入局部电视节目的可能性。

DVB-T 系统的重要特点之一就是可以实现单频网，实现频率资源的合理优化，因此下面的主要篇幅讲解单频网及相关的概念。

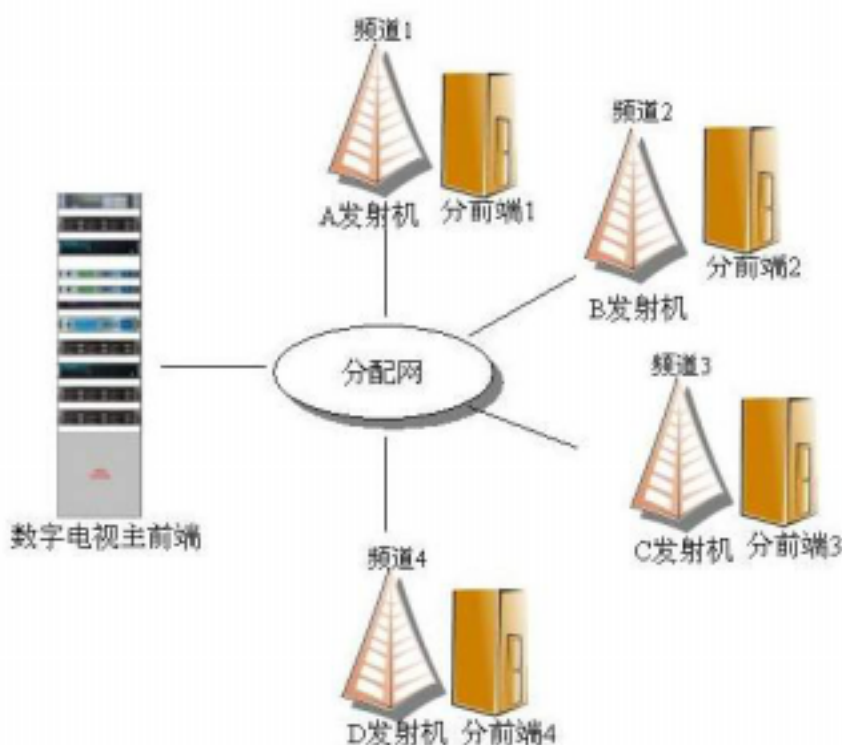


图 1：DVB-T 多频网示意图

二, DVB-T 单频网

在一个单频网当中,所有发射机都在同一时间,采用同一频率同时传送同一数字电视信号的同一个比特,这里可以总结为三同步;即:同一时间,同一频率和同一比特。通常多个发射机的多路径信号以及同一发射机的直射与反射信号会在接收机端形成信号的叠加,可以提高接收信号的质量;但是,多路径信号也会带来负面的自我干扰的问题;例如当来自二个发射机的信号或同一发射机的入射和反射信号产生相位差,后一个信号就成为前一信号的干扰源,使合成信号会衰减甚至抵消,为了解决这一问题,DVB-T 系统中引入保护间隔(Guard Interval) 的概念,上面一章已有详细介绍。单频网具有下面的独特性能:

- 功率增强器功能
- 比较小的频率再用距离
- 较高的频谱利用效率
- 较高的功率利用效率
- 平滑的功率覆盖



图 2A : DVB-T 单频网示意图

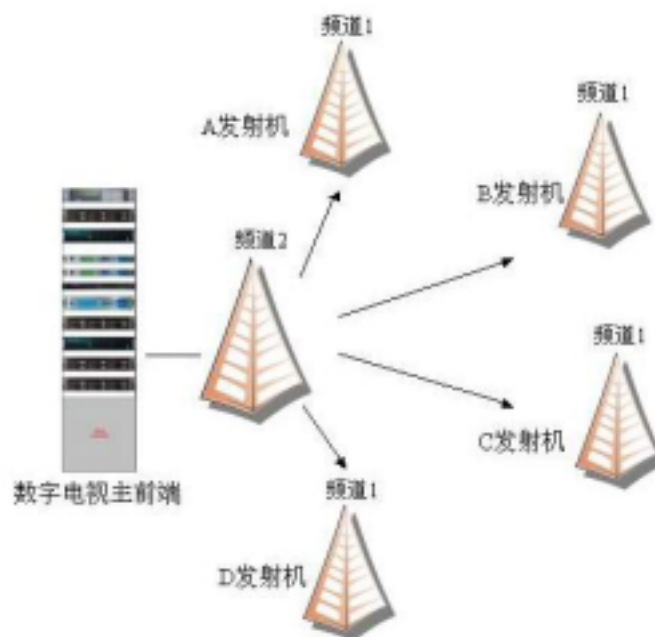


图 2B：射频分配式单频网示意图

2.1 单频网的主要信号传输分配方式

(1) SDH 网络分配方案 (图 2A)

该方案中每台发射机配有一台 DVB-T 调制器,数字电视码流自主前端由地面 SDH 网分配到不同的发射机,每台发射机的 DVB-T 调制器按照同一频率发射,发射机未能覆盖的区域由同频功率增强器补充。

(2) 射频网分配方案 (图 2B)

该方案中由一台 DVB-T 调制器产生射频信号,通过射频频道 2 分配到不同的发射机,每台发射机进行射频转换到频道 1 进行同频发射。在进行移动电视服务时,通常需要许多小功率发射机,使用射频分配比较经济。

(3) 多频网中实现局部密集单频网。

目前的模拟电视网都是多频网,在实现数字化过程中,转变成数字多频网,我们可以在现有的多频网的每一个主发射机周围加入许多同频的小型单频发射机,形成局部密集单频网,为今后整个系统向大型单频网转换做准备。

2.2 单频网的频率效率

在单频网中,使用同一频率可以将同样的节目覆盖区域扩大,它的频率使用效率高于多频网,但是考虑到同一网络中还有其它节目供应商,需要传送不同的节目,因此还需要规划其它的频点;同时为了满足不同区域及国家之间的频率协调,最少仍然 4 个频点,通常使用 5 个或 6 个频点可以满足需求。

2.3 单频网的功率效率

单频网技术不仅使网络频率效率提高,而且使网络的功率效率提高。例如在某一个接收点,它的功率变化幅度较大,采用传统的方法,我们唯一的方法是提高发射机至该接收点的功率预算,预留较大的功率空间,这样不得不提高发射机的功率。在单频网中,采用全方位接收天线,它可以接受来自不同发射机的信号,同时也可以接收多路折射及反射信号,这些多路径信号的集合,可以弥补某一个发射机信号的衰减,所有功率都得到有效的“吸收”,这些多路径信号的平均效应可以降低某一接收点的场强的变化范围,同时对每个发射机的功率要求也降低。这种功率效率的提高特别会反应在发射机的覆盖“边缘”区域,可以提高网络的增益。从接收终端的角度来看,单频网的功率效率增益对移动接收更加有利,因为采用的是全方位天线。

2.4 功率增强器

如果在广播电视服务区存在未被电磁波覆盖的阴影区，例如，山谷，隧道或地下建筑，我们可以利用功率增强器对这些地点进行覆盖。功率增强器利用方向性天线将信号引入，将信号进行过滤放大，但不做任何频率变换，再用方向性天线发射到阴影地区，这是一种非常简单有效的方法，但是由于输入，输出的天线的隔离度有限，为了避免放大器自激，通常放大功率不能太大。功率增强器也可以被用于室内接收的改善，由于建筑物对电磁波的衰减，室内的信号强度大大低于室外信号强度，功率增加器分为专业型和家用型，其主要参数是增益，灵敏度，输出功率，交调及线性。

第三章：DVB-T 单频网络的同步

一，单频网的同步过程

上一章所谈的同频网的频率效率及功率效率的代价是实现广播网内的发射机的同步工作，也就是在单频网中实现频率，时间以及比特的三同步。

(1) 频率同步

COFDM 调制信号由 2k 或 8k 个载波构成，每个载波都必须采用同一频率，而且单频网每个发射机的所有载波都必须采用同一频率，频率的精度取决于载波之间的距离，我们将载波距离定义为 Δf ， f_n 定义为第 n 个载波的位置，那么理想的频率精度为 $f_n \pm (\Delta f/100)$ ，为了使发射系统中的中频和射频级联后的精度仍然要满足这一精度，通常的做法是将所有发射机中的上变频本振都同步到一个参考时钟，例如 GPS 时钟。

(2) 时间同步

从理论上讲只要采用合适的保护间隔，合理设计发射塔间的距离 COFDM 调制是可以抵抗多路反射的，这要求发射机实现时间同步，同一码流字符必须从不同的发射机中以同一时间发射，由于存在着保护间隔，时间的精确度不一定很高，通常采用 $\pm 1\mu s$ 比较适中在实际应用当中，当反射信号的时延大于保护间隔时，系统的性能会恶化，其主要原因来自于：

——由于符号之间的干扰而使信号的正交性受到破坏，最终导致码流误码率 (BER) 的提高，64QAM 所受的影响比 QPSK 要严重的多

——当反射信号的延迟大于保护间隔时，接收机无法进行信道预估

(3) 比特同步

在同一时间传输同一个字符需要所有的载波被完全一致地调制，因此，同一比特需要调制在同一个载波，这一规则必须严格遵守。在单频网中，每一台 DVB-T 调制器，都是通过不同的分配网与前端的复用器连接，因此引入的时间延迟都是不一样的，从复用器无法向发射机内的 DVB-T 调制器提供时间基准，有必要从系统外部获得一个精度好于 $1\mu s$ 的时间标准，最实用的办法是从卫星全球定位系统中 (GPS) 中提取 10MHz 标准频率和 1PPS 标准时间。

为了实现远程的多台发射机 TS 流中的比特同步，DVB-T 系统中引入了 MIP 包的概念，将它插入到 TS 流中，传输到远端的发射机，这一过程我们在下一讲详细叙述。

二，单频网的结构

为了理解单频网的同步，我们将第三章中的单频网示意图 2A，2B 按照功能进行详化，构成一个完整的 DVB-T 单频网框图，见下面图 1

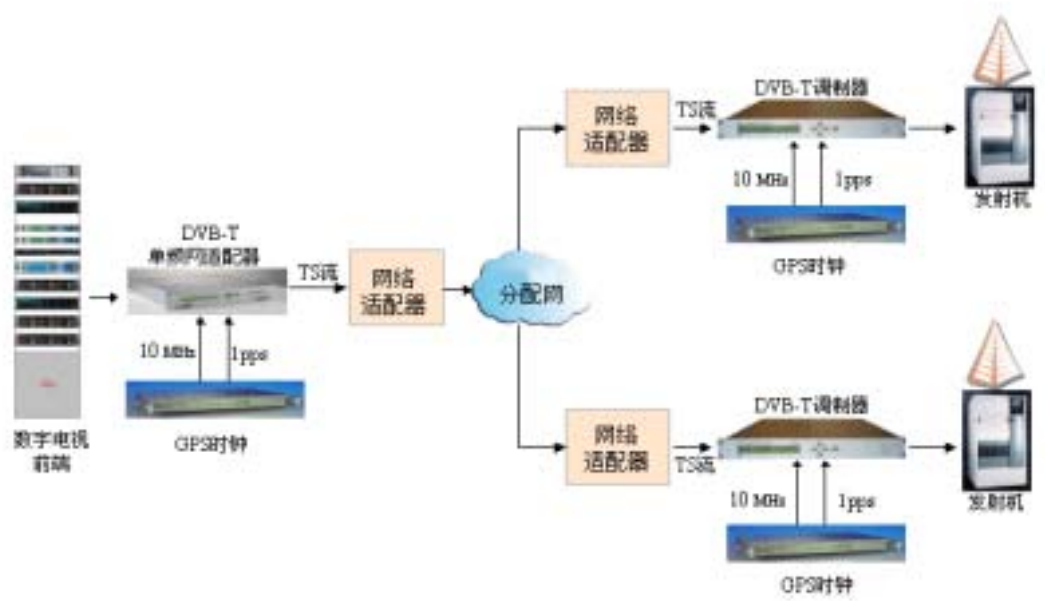


图 1：DVB-T 单频网系统图

单频网的功能是对 DVB-T 地面数字电视系统的扩展，上面系统框图中的主要模块及功能如下：

1、 MPEG2 再复用器

它的作用是过滤并复用来自不同信号源的节目，例如：卫星网，SDH 网，编码器，视频复用器等，加入数字电视服务信息（SI），出于商业运营原因对某些或全部频道进行加扰，然后将传输流送入单频网适配器，进入 DVB-T 调制器。

2、 单频网适配器

它的作用是将 GPS 的标准时间和标准频率插入到 TS 流中。它向 8k 模式的 8 个帧或 2k 模式中的 32 个帧的整数倍构成的巨型帧（Mega Frame）里面插入一个巨型帧初始包（Mega Frame Initialization Packet=MIP），DVB 标准中为它分配一个标准 PID=0x15

MIP 可以插入到一个巨型帧的任何位置，插入到第 n 个巨型帧的 MIPn 通过指针可以帮助确定第 n+1 个巨型帧的起始位置。巨型帧的时间长度，是独立于字符传输长度 T_u ，调制方式，信号传输速率的，根据保护间隔和带宽，巨型帧的传输时间长度如下表：

保护间隔	射频带宽		
	6MHz	7MHz	8MHz
1/4	0.812373	0.696320	0.609280
1/8	0.731136	0.626688	0.548352
1/16	0.690517	0.591872	0.517888
1/32	0.670208	0.574464	0.502656

表 1：MIP 包传输时间长度

下面对 MIP 包有详细讲解。

3、 传输和接收网络适配器

该网络适配器必须提供从主前端，主发射站到分发射机的透明传输，传输和接收适配器必须实现相反的转换功能分配，网络所产生的最大延迟必须小于 1 秒，这样后面的同步系统才能实现同步。最常用的网络适配器为 ASI-ATM，ASI-RF 转换器。

4、 同步系统

通过将插入的 MIP 包中的 STS 同步的时间标识与局部的进间进行比较，同步系统计算出单频网同步的需的额外时间，对网络传输时间进行补偿。该部分通常内置到下面的 DVB-T 调制器中。

5、 DVB-T 调制器

DVB-T 调制器必须提供从网络适配器到天线的固定时延，在 MIP 包内插入的信息可以用于控制本地和远端 DVB-T 调制器的传输模式，位于不同发射塔的不同发射机中的调制器的时钟必须同步，根据单频网的要求，所有发射机的信号都必须相同，每个调制输入的码流必须比特同步。

6、 全球定位系统（GPS）

GPS 是多种可以用于 DVB-T 系统的时钟之一，但是它却是最经济的，在全球任何地点可以找到的方便使用的时钟，GPS 接收机可以提供 10MHz 标准频率和每秒一个脉冲的 1pps 标准时间，在单频同步网中，1pps 时间被分成 100ns 的步进，标准频率 10MHz 及标准时间 1pps 应该在 DVB-T 网络中任何一点都可以获取。

三，DVB-T 系统传输参数信令载波（TPS）结构

为了理解下面的 MIP 包结构，我们需要回顾在第二章中讲到的传输参数信令载波 TPS 的概念，然后再详细介绍 TPS 的内容和定义。

我们记得，在 8k 模式和 2k 模式中分别含有 6817 和 1705 个子载波，根据这些子载波的作用可以分为三类，即：

（1） 数据载波，负责传输数字电视传输流 MPEG2 信号

（2） 传输参数信令载波（TPS: Transport Parameter Signaling）

含有为方便接收终端接收信号的所需的参数，例如：调制方式（QPSK，16QAM，64QAM），信号纠错码（1/2，2/3，3/4，5/6，7/8），2k 和 8k 模式，保护间隔（1/4，1/8，1/16，1/32）等。

（3） 导频信号载波（Pilot）它的作用是帮助接收机对信号幅度及相位进行预估及校正，改善接收质量。

总结一下：

——对于 8k 模式：

总载波数量 $6817 = 6048$ （数据）+ 68 （传数参数信令）+ 701 （导频）

——对于 2k 模式：

总载波数量 $1705 = 1512$ （数据）+ 17 （传数参数信令）+ 176 （导频）

传数参数信令(TPS)是为了方便机顶盒的信道解码而发送的传输参数 ,对于2k模式TPS 占用17个载波 ,对于8k模式TPS占用68个载波 ,它们所占用的载波序号见表2 ,它们所传输的信息是 :调制方式 ,等级调制信息 ,保护间隔 ,纠错保护码 ,传输模式 ,超级帧中的帧序号 ,发射机所覆盖的蜂窝标识 ,等 ,详细含义见表3。

TPS被定义在68个字符上面 ,对应1个COFDM帧 ,4个帧构成1个超级帧 ,每个COFDM 字符传送1个TPS比特 ,TPS信令由68个比特构成 ,它们由1个起始比特 ,16个同步比特 ,37 个信息比特和14个冗余纠错比特构成 ,详细的定义见表3

值得注意的是TPS信号既不是采用QPSK ,也不是采用16QAM和64QAM的调制方式 ,而是采用比它们都更加抗干扰的BPSK调制 ,接收TPS信号的门限比QPSK还要低 ,机顶盒可以接收到TPS信号 ,未必可以接到数字电视信号。

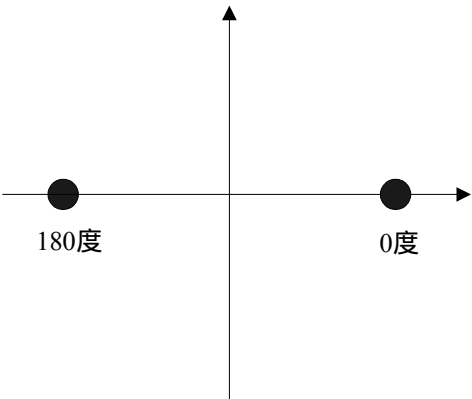


图2 : TPS信令所采用的BPSK调制

2K 调制模式TPS载波的位置	8K 调制模式 TPS 载波的位置
34 , 50 , 209 , 346 , 413 , 569 , 595 , 688 , 790 , 901 , 1073 , 1219 , 1262 , 1286 , 1469 , 1594 , 1687	34 , 50 , 209 , 346 , 413 , 569 , 595 , 688 , 790 , 901 , 1073 , 1219 , 1262 , 1286 , 1469 , 1594 , 1687 , 1738 , 1754 , 1913 , 2050 , 2117 , 2273 , 2299 , 2392 , 2494 , 2605 , 2777 , 2923 , 2966 , 2990 , 3173 , 3298 , 3391 , 3442 , 3458 , 3617 , 3754 , 3821 , 3977 , 4003 , 4096 , 4198 , 4309 , 4481 , 4627 , 4670 , 4694 , 4877 , 5002 , 5095 , 5146 , 5162 , 5321 , 5458 , 5525 , 5681 , 5707 , 5800 , 5902 , 6013 , 6185 , 6331 , 6374 , 6398 , 6581 , 6706 , 6799

表 2 : TPS 载波序号位置

TPS 比特序号	数据含义	数据格式
S ₀	初使位	BPSK 调制初始位 ,它是从 PRBS 随机序列发生器生成
S ₁ - S ₁₆	同步字	0011010111101110 或 1100101000010001
S ₁₇ -S ₂₂	TPS 长度指示	010111 如果不采用覆盖区域蜂窝号码

		011111 如果采用覆盖区域蜂窝号码
S ₂₃ , S ₂₄	帧序号	00 : 超级帧的第一帧 01 : 超级帧的第二帧 10 : 超级帧的第三帧 11 : 超级帧的第四帧
S ₂₅ , S ₂₆	调制方式	00 : QPSK 01 : 16QAM 10 : 64QAM 11 : 未定义
S ₂₇ , S ₂₈ , S ₂₉	等级调制信息	000 : 非等级调制 001 : 等级调制, Alpha=1 011 : 等级调制, Alpha=2 011 : 等级调制, Alpha=4 100,101,110,111 : 未定义
S ₃₀ , S ₃₁ , S ₃₂	高优先级等级调制 FEC 纠错码	000 : 1/2 001 : 2/3 011 : 3/4 011 : 5/6 100 : 7/8 101,110,111 : 未定义
S ₃₃ , S ₃₄ , S ₃₅	低优先级等级调制 FEC 纠错码	000 : 1/2 001 : 2/3 011 : 3/4 011 : 5/6 100 : 7/8 101,110,111 : 未定义
S ₃₆ , S ₃₇	保护间隔	00 : 1/32 01 : 1/16 10 : 1/8 11 : 1/4
S ₃₈ , S ₃₉	传输模式	00 : 2k 01 : 8k 10, 11 : 未定义
S ₄₀ - S ₄₇	覆盖区域蜂窝号码	当传输第 1 和第 3 帧时, 对应蜂窝号码 Cell_ID15-8 高比特序号; 当传输第 2 和第 4 帧时, 对应蜂窝号码 Cell_ID7-0 低比特序号
S ₄₈ - S ₅₃	今后使用	全部设置为零
S ₅₄ - S ₆₇	纠错保护码	BCH 编码

表 3 : TPS 信息内容定义

四，DVB-T 系统单频网的 MIP 包结构

1、巨级帧（Mega Frame）的定义

单频网适配器的输出是一个标准的 MPEG-2 传输流,许多数据包形成一组,构成一个巨级帧,每一个巨级帧由 n 个数据包构成, n 是一个整数,其大小取决于 DVB-T 传输模式中,每个超级帧 (Super Frame) 的 RS 包的数量,在 8k 模式中 n 是每个超级帧中 RS 数据包数量乘 2,在 2k 模式中, n 是每个超级帧中 RS 数据包数量乘 8。

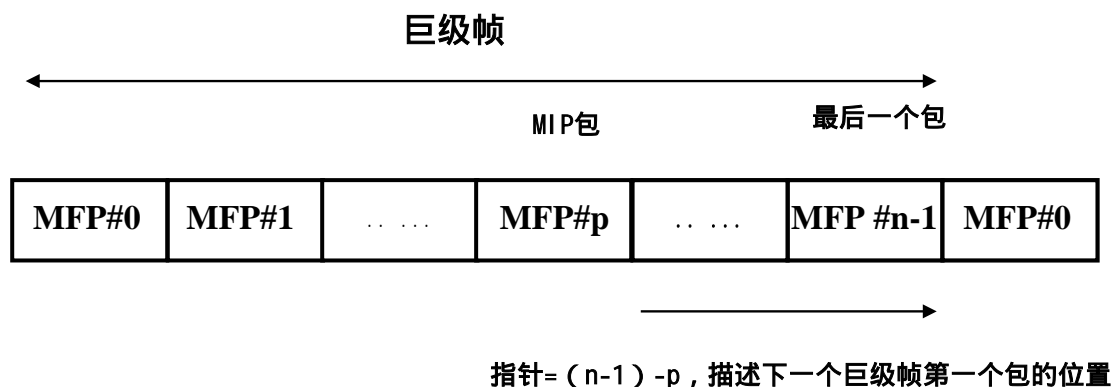


图 3：巨级帧结构

单频网适配器将 GPS 的标准时间和标准频率插入到 TS 流中。它向 8k 模式的 8 个帧或 2k 模式中的 32 个帖的整数倍构成的巨级帧(Mega Frame)里面插入一个巨型帧初始包(Mega Frame Initialization Packet=MIP),DVB 标准中为它分配一个标准 PID=0x15, MIP 可以插入到一个巨型帧的任何位置, 插入到第 n 个巨型帧的 MIPn 通过指针可以帮助确定第 n +1 个巨型帧的起始位置。

2, 超级帧 (Mega Frame) 和 RS 传输数据包的关系

下面讲解一下超级帧和 RS 数据包的关系。DVB-T COFDM 调制的帧结构允许整数倍的 204 字节长度的 RS 数据包在一个超级帧中传输，这样可以避免改变调制方式，保护间隔和保护码时引起的空包填充，在每个 COFDM 超级帧中的传输第一个字节必须是同步包头 SYNC。

下面表 4 中列出了根据不同的调制方式 (QPSK, 16QAM, 64QAM), 传输模式 (2k, 8k) 以及纠错码 ($1/2$, $2/3$, $3/4$, $5/6$, $7/8$) 在每个 COFDM 超级帧中的 RS 数据包的数量。我们以表中 8k 模式, QPSK 调制, FEC= $1/2$ 为例进行验证, 我们知道 8k 模式中一共有 6048 个有效数据载波, 在一个超级帧中, 我们可以计算出其中的字节数量如下:

6048 载波 x 2 比特/载波 x 68 字符/ 帧 x 4 帧/超级帧 x 1/2 = 1645056 比特=205632 字节

205632 个字节除以 204 后等于 1008，就是 RS 数据包的数量，表中其它结果依此类推

保护 纠错码	QPSK 调制		16-QAM 调制		64-QAM 调制	
	2k 模式	8k 模式	2k 模式	8k 模式	2k 模式	8k 模式
1/2	252	1008	504	2016	756	3024
2/3	336	1344	672	2688	1008	4032

3/4	378	1512	756	3024	1134	4536
5/6	420	1680	840	3360	1260	5040
7/8	441	1764	882	3528	1323	5292

表 4：超级帧中的 RS 数据包的数量

3，MIP 包的结构

下面表 4 为 MIP 包的结构，各项内容表中有详细介绍

句法	比特位数	注解
Mega-frame_initialization_packet(){		
transport_packet_header	32	传输流包头
synchronization_id	8	同步标识
section_length	8	字节长度
Pointer	16	指针
periodic_flag	1	循环标识
future_use	15	同步标识
synchronization_time_stamp	24	同步时间标志
maximum_delay	24	最大时延
Tps_mip	32	传输参数信令,其含义见下面表 7
individual_addressing_length	8	单独地址长度
for (I=0;i<N;i++){		
tx_identifier	16	发射机标识
function_loop_length	8	功能函数内容长度
for(i=0;i<N;i++){		
function()		功能函数内容
}		
}		
crc_32	32	循环纠错
for(i=0,i<N,i++){		
stuffing_byte	8	空包填充
}		
}		

表 5：MIP 包的结构

注释 1：传输流包头 (transport_packet_header) 由 32 个比特构成，符合 ISO/IEC 13818-1 中的 MPEG2 标准，其中的主要参数设置如下：

——MIP 包的 PID=0x15

——payload_unit_start_indicator 在单频网中不被使用，设置为 1

——transport_scrambling_control 设置为 00，即不加扰
——adaptation_field_control 设置为 01，只包含数据信息

注释 2：同步标识含义见下面表 6

Synchronization_id 同步标识数值	功能
0×00	单频网 SFN 同步
0×01 – 0×FF	今后使用

表 6：同步标识含义

注释 3：MIP 包中的同步时间标志（synchronization_time_stamp=STS）是一个重要参数，它的内容是以 100ns 为基本单位，描述第 n+1 个 MIP 包前面的 1pps 时钟的起点与这个 MIP 包的
实际起点的时间差，下面的图 4 清楚地描述了 STS 的含义。

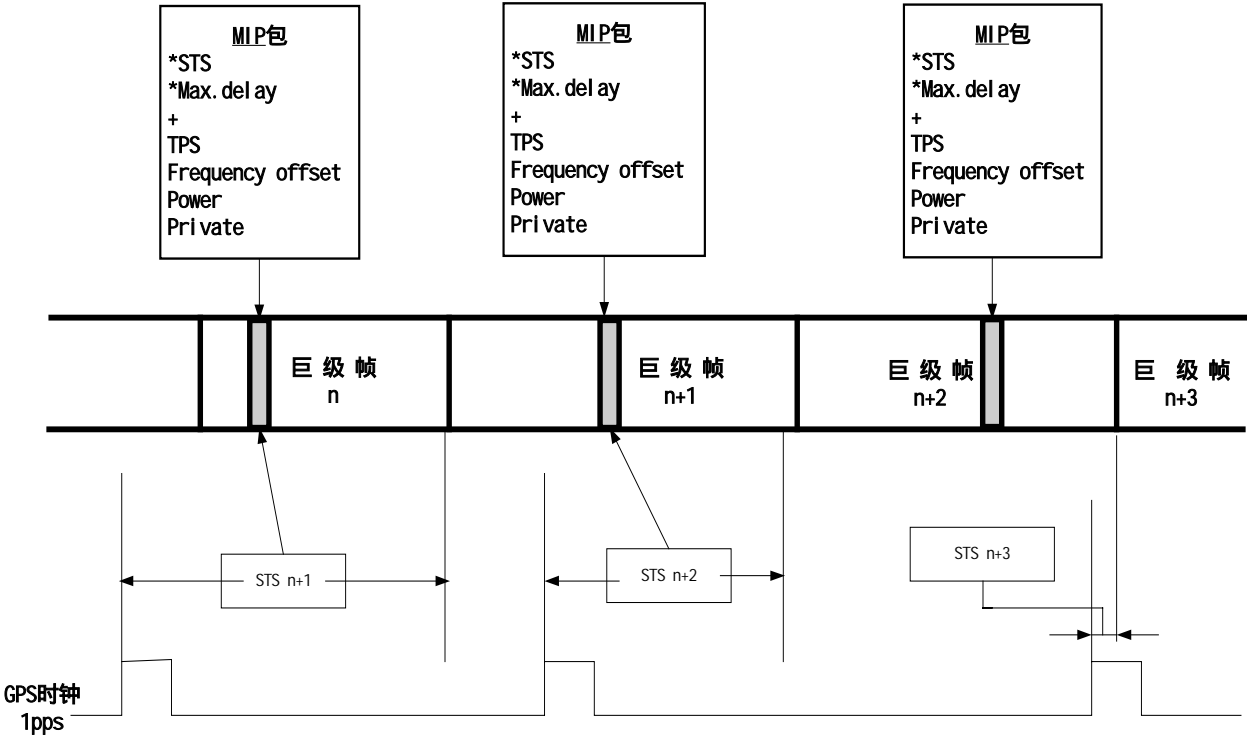


图 4：STS 示意图

注释 4：MIP 包中的最大时间延迟（maximum_delay）描述了第 n+1 个巨级帧从单频网适配器到某个发射机天线的最大时延，单位是 100ns 的倍数，它的范围是 0x000000--0x98967F，即 0 到 1 秒

注释 5：TPS-MIP 的含义见下面表 6，该表中同时列出与上面一节表 3 中 TPS 的关系对比

TPS 比特序号	数据格式	数据含义	TPS-MIP 比特序号
S ₀	BPSK 调制初始位，它是从 PRBS 随机序列发生器生成	初始位	未使用
S ₁ - S ₁₆	0011010111101110 或 1100101000010001	同步字	未使用
S ₁₇ -S ₂₂	010111	TPS 长度指示	未使用

	如果不采用覆盖区域蜂窝号码 011111 如果采用覆盖区域蜂窝号码		
S ₂₃ , S ₂₄	00 : 超级帧的第一帧 01 : 超级帧的第二帧 10 : 超级帧的第三帧 11 : 超级帧的第四帧	帧序号	未使用
S ₂₅ , S ₂₆	00 : QPSK 01 : 16QAM 10 : 64QAM 11 : 未定义	调制方式	P ₀ , P ₁
S ₂₇ , S ₂₈ , S ₂₉	000 : 非等级调制 001 : 等级调制, Alpha=1 011 : 等级调制, Alpha=2 101 : 等级调制, Alpha=4 100, 110, 111 : 未定义	等级调制	P ₂ , P ₃ , P ₄
S ₃₀ , S ₃₁ , S ₃₂	000 : 1/2 001 : 2/3 011 : 3/4 101 : 5/6 100 : 7/8 101, 110, 111 : 未定义	高优先级等级 调制 FEC 纠错 码	P ₅ , P ₆ , P ₇
S ₃₃ , S ₃₄ , S ₃₅	000 : 1/2 001 : 2/3 011 : 3/4 101 : 5/6 100 : 7/8 101, 110, 111 : 未定义	低优先级等级 调制 FEC 纠错 码	P ₅ , P ₆ , P ₇
S ₃₆ , S ₃₇	00 : 1/32 01 : 1/16 10 : 1/8 11 : 1/4	保护间隔	P ₈ , P ₉
S ₃₈ , S ₃₉	00 : 2k 01 : 8k 10, 11 : 未定义	传输模式	P ₁₀ , P ₁₁
S ₄₀ – S ₄₇	当传输第 1 和第 3 帧时, 对应蜂窝号码 Cell_ID15-8 高比特序号; 当传输第 2 和第 4 帧时, 对应蜂窝号码 Cell_ID7-0 低比特序号	覆盖区域蜂窝 号码	未使用
S ₄₈ – S ₅₃	全部设置为零	今后使用	P ₁₅ -P ₃₁
S ₅₄ – S ₆₇	BCH 编码	纠错保护码	未使用

-	00：7MHz 01：8MHz 10：6MHz 11：未定义	射频频道带宽	P ₁₂ ,P ₁₃
-	0：低等级码流 1：高等级码流	等级码流优先级	P ₁₄

表 7：TPS 定义与 TPS-MIP 关系对比

4，MIP 包内的功能函数

在 MIP 包中可以放置一些功能函数，用来描述发射机的一些属性，见下面表 7

功能函数含义	功能函数标识符数值
发射机时间偏移	0×00
发射机频率偏移	0×01
发射机功率	0×02
私有数据	0×03
发射机蜂窝覆盖标识	0×04
使动功能	0×05
今后使用	0×06-0×FF

表 8：功能函数标识符定义

每一个功能函数的数据结构见表 9 至表 14

句法	比特数量	含义
Tx_time_offset_function(){		
Function_tag	8	函数标识符=0X00
Function_length	8	函数长度
Time_offset	16	发射机时间偏移
}		

表 9：发射机时间偏移函数

句法	比特数量	含义
Tx_frequency_offset_function		
Function_tag	8	函数标识符=0X01
Function_length	8	函数长度
Frequency_offset	24	发射机频率偏移
}		

表 10：发射机频率偏移函数

句法	比特数量	含义
Tx_power_function(){		
Function_tag	8	函数标识符=0X03

Function_length	8	函数长度
Power	16	发射机功率
}		

表 11：发射机功率函数

句法	比特数量	含义
Private_data_function(){		
Function_tag	8	函数标识符=0X04
Function_length	8	函数长度
For (I=0;i<N;i++){		
Private_data	8	私有数据
}		
}		

表 12：发射机私有数据函数

句法	比特数量	含义
Cell_id_function(){		
Function_tag	8	函数标识符=0X05
Function_length	8	函数长度
Cell_id	16	蜂窝标识
Wait_for_enable_flag	1	等待使动
Reserved_future_use	7	今后使用
}		

表 13：发射机覆盖蜂窝函数

句法	比特数量	含义
Enable_function(){		
Function_tag	8	函数标识符=0X06
Function_length	8	函数长度
For(i=0;i<N;i++){		
Enabled_function_tag	8	Uimbsf
}		
}		

表 14：发射机使动函数

第四章：DVB-T 网络的接收与覆盖

一，有关网络覆盖的一些定义

我们在讨论 DVB-T 网络时，不可避免的谈到接收覆盖的问题，我们必须首先从技术上对覆盖进行定义，这一定义无论对模拟网和数字网都是非常重要的。

对于模拟网的覆盖定义我们没有必要那么“严格”与“认真”，因为覆盖的边缘的变化是连续的，是比较“软”的，在覆盖边缘地区信号质量有所下降，但是，总是可以看到图像的。而数字电视的质量变化是非常快的，所以明确的搞清覆盖区域是非常关键的；再者，由于数字电视覆盖质量的突变的特点，要求在一个非常小的区域内，例如，100 米 X100 米的范围内都到达很好的覆盖的代价是非常高的，这会要求增大发射机功率或增大发射机数量。

首先 DVB-T 网络中定义了二种信号覆盖质量：

(1) 覆盖质量“良好”(good)

对应于 95% 的区域内可以接收到数字电视信号。

(2) 覆盖质量“一般”(acceptable)

对应于 70% 的区域内可以接收到数字电视信号。

在定义了 DVB-T 网络的信号覆盖质量以后，我们同时定义了以下三种接收条件：

(1) 固定天线接收

固定天线是指定安装于距离地面 10 米的屋顶上面的具有方向性和增益的天线。这里我们可以假设天线电波的传输是在近似优化的条件下进行的，计算条件是接收条件高度为 10m。

(2) 便携式天线接收

便携式天线可以分成两类：

便携式 A 类：指距离地面高度 1.5 米的室内嵌入式或外接式天线，也称室内便携式。

便携式 B 类：指距离地面高度 1.5 米的室外嵌入式或外接式天线，也称室外便携式。

便携式天线的种类非常多，条件复杂，可以是室内或室外，可以是固定或移动，可以是一层楼，二层楼，三层楼等，还要考虑是室内接收是否面向发射方向，在市内的不同位置以及大楼的屏蔽效应等。

在上面提到的便携式 A、B 类接收，都是指固定接收，当有移动接收时，应该额外考虑增加平均损耗。

对于覆盖区域，我们有以下三种定义：

(1) 点覆盖

我们将 0.5 米 X0.5 米的区域定义为点覆盖。在便携式接收的情况下，我们假设天线在 0.5 米的范围内可以移动，以便找到最佳接收位置；在固定式接收的情况下，我们认为室外天线在安装好以后已经达到的近乎理想的接收状态。

(2) 小范围覆盖

我们定义一个 100 米 X100 米的覆盖区域为小范围覆盖。在这一个小范围内，当可接收区域达到 95% 时，我们认为是“良好”接收；当接收区域达到 70% 时，我们认为是“一般”

接收。

(3) 大范围覆盖

大范围覆盖指一个发射机或一组发射机所覆盖的范围。

根据以上的对于 DVB-T 网络盖的定义，我们举例说明。

第一例：在某一区域内采用固定天线到达“良好”的覆盖，它代表的物理含义是：在发射机所覆盖的范围内采用室外天线，测量高度为 10 米，以 100 米 X100 米为单位的小范围内，进行测量，95%的区域内都可以收到电视信号。

第二例：在一定的覆盖区域内，采用便携式接收天线到达 B 类“一般”覆盖，它代表的物理含义是：在发射机所覆盖的范围内采用便携式天线在沿建筑物底层 1.5 米的高度进行测量，70%的区域内可以收到电视信号。

二, DVB-T 传输环境中的各种干扰源

我们知道地面数字电视的传输环境是非常恶劣的,有城市内建筑物的多反射干扰,有城市电磁波干扰,有多普乐频偏的干扰,而接收机的天线增益又非常低,我们可以将上面的各种干扰总结如下:

(1) 字符交叉干扰(Inter Symbol Interference, ISI)

造成字符交插干扰的第一个原因是某些反射波或来自其它发射机的电磁波的延迟大于保护间隔,这样第 n 个字符与 $n-1$ 个字符叠加形成干扰,必须对发射机进行合理布局,才能解决干扰。

其次,某些载波的反射波与入射波叠加使合成波的幅度为零而形成的破坏性干扰,也称 **FADING**,这种干扰也会产生字符交插干扰,当然建设性“干扰”也会存在,即反射波与入射波的幅度叠加后会增强,这也就是前面所提到的单频网的功率增强效益。

最后,由于机顶盒对保护间隔的错误采集和判断也会造成字符交插干扰,当机顶盒收到信号后,它必须对每一个字符的保护间隔进行判断,如果发生错误,这就等同于收到了超过了最大保护间隔的反射波;甚至在某些单频网中,由于加入同频功率增强器,反射波有可能提前于主波到达接收机,这样也会产生字符交插干扰。

(2) 频道交插干扰 (Co Channel Interference, CCI)

这里是指相邻频道之间的干扰,通常是指相邻的模拟频道对数字频道的干扰或者相邻数字频道之间的干扰。

(3) 载波交插干扰 (Inter Carrier Interference, ICI)

这里指同一频道 $2k$ 或 $8k$ 的子载波之间的干扰,这种干扰的第一个来源在于接收机内调谐器的锁相环 (PLL) 电路,由于它必须要在 VHF/UHF 全频段内进行捷变,而且频率步进非常小,因此产生的相位噪声会干扰 COFDM 调制的载波,在 $8K$ 模式下,载波相距只有 $1.116KHz$,这样很容易产生相邻载波之间的干扰。

这种干扰的第二个源在于移动接收时的多普乐频偏,接收机在移动接收时,同时接收来自入射波和反射波,同时接收来自不同的发射塔的信号,这些信号相对于移动的接收机有些是正向速度,有些是反向速度,因此会同时产生正向与负向的频偏,当频偏严重时,相邻的载波就会发生叠加干扰。

(4) 白噪声干扰,这里是指高斯噪声,这一干扰平均存在于所有频道上。

我们在上一章中讲到,在 DVB-T 的载波信号中插入了一些导频,导频载波的作用就是用于抵抗上面的各种干扰,预估信号的幅度及相位,预估的结果被提供给接收机,使它能够了解每一个载波的频率和相位的失真,这叫做信道预估,这些信息然后被用于对信号幅度及相位的校正,称为信道均衡 (Channel Equalization)。

我们在前面已经介绍过,导频载波分为两类,对于 $2k$ 和 $8k$ 模式它们分别是连续导频 (45 个或 177 个) 和离散导频 (131 个或 524 个),这些导频载波不传送任何数字电视码流,只传送有关这些导频的幅度和位置的信息。

我们首先了解一下连续导频载波,这些载波总是位于 COFDM 调制的固定位置,它的每个幅度逐渐增强,这些载波用于计算同相位误差 (Common Phase Error, CPE),同相位误差来自于机顶盒内本地振荡器的相位噪声,在不同字符之间其子载波的相位有一定的误差。连续导频就是用来计算第 N 个字符的相位移动,然后再计算下一个字符的相位移动,它们之间的差就是同相位误差 (CPE)。

离散导频载波以某种特定的方式分布在 COFDM 调制的载波当中,它的幅度是以推动

(Boosted) 的方式传送的，而不是连续增加的方式，它与连续导频共同实现信道的预估及纠错。

三，最小接收功率和等效电压

为了计算接收机的最小接收功率和接收点最小接收等效电压，我们定义以下主要参数：

- B：接收机噪声带宽 (Hz)
- NF：接收机噪声系数 (dB)
- Pn：接收机噪声输入功率 (dBW)
- C/N：射频信号载噪比 (dB)
- Ps min：最低接收机信号输入功率 (dBW)
- Zj：接收机输入阻抗 (75)
- Usmin：对于 75 的最小等效接收输入电压电平 (dB μ V)
- k：波尔兹曼常数：1.38*10⁻²³
- T₀：绝对温度=290K

主要计算公式为：

$$Pn=Nf+10log(K*To*B)$$
 (3.1)

$$Ps min= Pn + C/N$$
 (3.2)

$$Us min= Ps min + 120 + 10lg(Zj)$$
 (3.3)

频率	f[MHz]	65MHz,200MHz,500MHz,800MHz				
等效噪声带宽	B [MHz]	7.6				
接收机噪声系数	NF[dB]	5				
接收机噪声输入功率	Pn [dBW]	-130.2				
射频载噪比 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小接收功率	Psmin[dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2
接收机最小接收功率	Psmin[dBm]	-98.2	-92.2	-86.2	-80.2	-74.2
接收点最小接收等效电压 75	Umin [dB μ V]	11	17	23	29	35

表 1：最小接收功率和等效电压与载噪比的关系

为了方便工程使用，上表中给出了载噪比与接收机最低输入电平的关系，虽然表中只给出了 2dB 到 26dB 的 5 个离散数值，但是其它中间数值可以粗略地经过线性插补计算获得，接收机的噪声系数在整个 VHF,UHF 带宽中选为 5dB，因此接收机的最低接收电平是独立于频率的，当然如果改变噪声系数，最小接收电平也跟着相应变化。表中的最小接收电平在后面被用来计算最小功率密度流量以及在不同频带中的最小平均场强。

将上面的公式表达成为方便使用的公式：

$$Psmin = C/N + NF - 135.2[dBW]$$
 (3.4)

$$Psmin = C/N + NF- 105.2[dBm]$$
 (3.5)

$$Usmin = C/N + NF+ 3.55[dB μ V]$$
 (3.6)

前两个公式(3.4)(3.5)分别以[dBW]和[dBm]描述的接收机最小接收功率与接收机噪声系

数 (NF) 和载噪比 (C/N) 的关系, 第三个公式(3.6)描述接收机最小接收等效电压与接收机噪声系数 (F) 和载噪比 (C/N) 的关系。

特别注意:表中只提供了理论上的最小接收电平,但是在实际工程中,还要考虑诸多的干扰因素,上面的载噪比 (C/N) 还要被多种干扰(I)恶化,使载噪比 (C/N) 变成 (C/N+I), 经过仿真实验,(C/I) 带来的误码率几乎与 (C/N) 带来的误码率同样严重,例如,在理想状态下,64QAM, FEC=2/3 的最低载噪比 C/N 为 16.5dB, 同样情况下,在没有任何噪声的情况下,某个超过保护间隔的反射波可以产生与 C/N=16.5dB 等同的误码率,也就是说,等效一个 C/I=16.5dB。因此,考虑到各种干扰造成的 C/I 的存在,实际结果要恶化 15-20dB。

四，DVB-T 网络的信道和载噪比定义

在上一节中,我们在公式(3.4)(3.5)(3.6)中表达了最小接收功率与接收机噪声系数(NF)和载噪比(C/N)的关系,第三个公式(3.6)描述接收机最小接收等效电压与接收机噪声系数(F)和载噪比(C/N)的关系,由此看来,我们只要知道接收机的噪声系数(NF)和载噪比(C/N),就可以算出接收门限。接收机的噪声系数(NF)由调谐器(TUNER)决定,通常制造厂家测量后给出,下面介绍如何获得载噪比(C/N)。

根据数字地面电视传输的特点,我们定义如下信道:

(1) 高斯信道

在理论上,我们可以将 DVB-T COFDM 多载波信号模拟成为一个与白噪声类似的信道

(2) 莱斯信道

在实际当中,莱斯信道用来模拟同时接收某个发射塔的主播以及多路反射播信号的情况

(3) 瑞利信道

在实际当中,瑞利信道用来模拟接收多路发射信号的情况。

为了方便工程使用,我们将 DVB-T 信号的不同传输模式,不同的比特率在上面定义的三种信道情况下的最小载噪比 C/N 列表如下。我们可以看出,最小载噪比与保护间隔无关,只有调制方式和纠错码决定。

Viterbi 纠错后 $BER=2 \times 10^{-4}$ RS 纠错后 $BER > 10^{-11}$ QEF 条件下的最小 C/N 值					比特率(Mbit/s)			
调制方式	纠错码	高斯信道	莱斯信道	瑞利信道	保护间隔 1/4	保护间隔 1/8	保护间隔 1/16	保护间隔 1/32
QPSK	1/2	3,1	3,6	5,4	4,98	5,53	5,85	6,03
QPSK	2/3	4,9	5,7	8,4	6,64	7,37	7,81	8,07
QPSK	3/4	5,9	6,8	10,7	7,64	8,29	8,78	9,05
QPSK	5/6	6,9	8,0	13,1	8,29	9,22	9,76	10,05
QPSK	7/8	7,7	8,7	16,3	8,71	9,68	10,25	10,56
16-QAM	1/2	8,8	9,6	11,2	9,95	11,06	11,71	12,56
16-QAM	2/3	11,1	11,6	14,2	13,27	14,75	15,61	16,09
16-QAM	3/4	12,5	13,0	16,7	14,93	16,59	17,56	18,10
16-QAM	5/6	13,5	14,4	19,3	16,59	18,43	19,52	20,11
16-QAM	7/8	13,9	15,0	22,8	17,42	19,35	22,49	21,11
64-QAM	1/2	14,4	14,7	16,0	14,93	16,59	17,56	18,10
64-QAM	2/3	16,5	17,1	19,3	19,91	22,12	23,42	24,13
64-QAM	3/4	18,0	18,6	21,7	82,39	24,88	26,35	27,14
64-QAM	5/6	19,3	20,0	25,3	24,88	27,65	29,27	30,16
64-QAM	7/8	20,1	21,0	27,9	26,13	29,03	30,74	31,67

注释: QEF (Quasi Error Free) 代表近乎无错,即:每小时的错码小于 1 个, BER 大于 10^{-11}

表 2: 不同信道和不同传输模式与最小载噪比的关系

五，网络规划时采用的平均接收场强

上一节中我们定义了为了克服噪音接收机所需的最小输入功率和等效的最小接收输入电压电平，这些数值都是在理想状态下获得的，没有考虑电磁波在实际环境中的传输情况。下面我们研究这些实际问题。

在上一节定义覆盖时，我们知道数字电视信号的传输特点是非常快速的从良好的接收状态转换到没有任何信号，为了克服这一个问题，这就要求我们的数字电视信号达到较好的覆盖率，为此我们将覆盖区域达到 95% 定义为“良好覆盖”，将覆盖区域达到 70% 是定义为“一般覆盖”。在实际应用中，我们最常用的是平均值，因此定义最小平均功率流量密度和最小平均等效场强，分别按照以下的三类条件进行计算：

(1) 三种接收条件：

- 固定天线接收
- 便携室外接收，也称便携 A 级
- 便携室内接收，也称便携 B 级

(2) 欧洲 VHF、UHF 四个频带中的四个典型频点

- 频带 : 65MHz
- 频带 : 200MHz
- 频带 : 500 MHz
- 频带 : 800 MHz

(3) 5 个典型的 C/N 比

- 2dB、8 dB、14 dB、20 dB、26 dB

注意：这里给出的最小平均等效场强值是对应于一个单一的发射机，没有考虑单频网 SFN 时多个发射机的功率增益。

在分别给出三种不同接收条件的最小场强的计算公式之前，我们先定义如下参数：

C/N：系统射频信号载噪比 (dB)

m_{in} ：接收点的最小功率流量密度 (dBW/m^2)

E_{min} ：接收点的最小等效场强 ($\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}$)

L_f ：天线馈线损耗 (dB)

L_h ：高度损耗 (距地面 10 米到距地面 1.5 米处) (dB)

L_b ：建筑屏蔽损耗 (dB)

P_{mmn} ：允许的人造噪声 (dB)

C_j ：地点修正系数 (dB)

m_{ed} ：工程规划实际最小平均功率流量密度 (dBW/m^2)

E_{med} ：工程规划实际最小平均等效场强 ($\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}$)

A_a ：天线等效口径 (m^2)

其中地点修正系数 $C_j = \mu^*$

μ ：地点分布系数，对于 95% 良好覆盖式数值为 1.64，对于 70% 一般覆盖式数值为 0.52

：在室外接收时的调整系数，典型值取 5.5dB

5.1, 固定天线接收的最小平均接收场强

采用固定天线接收时, 我们根据国际电联 ITU-R REC. 419 中推荐的数据, 给出不同频段的天线增益如下:

频率 f	65MHz	200MHz	500MHz	800MHz
增益 G	3dB	7dB	10dB	12dB

表 3: 固定接收天线增益

其他频点的增益可以通过下面的公式, 加入一个校正系数:

$$C = 10\log(f_a/f_r)$$

f_a 是需要计算的频率, f_r 是上面表中的参考频率。

最小功率流量密度 min , 最小等效场强 E_{min} , 实际最小平均功率流量密度 med , 实际最小平均等效场强 E_{med} 的计算公式如下:

$$min = P_{smin} - A_a + L_f$$

$$E_{min} = min + 120 + 10\lg(120) = min + 145.8$$

$$med = min + P_{mmn} + C_j$$

$$E_{med} = med + 145.8$$

根据 4 个典型频点 65MHz, 200MHz, 500MHz, 800MHz 计算的结果见表 4-表 7:

频率	f[MHz]	65				
最小 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小信号输入功率	P_{smin} [dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2
接收机最小等效输入电压 75	U_{smin} [dB μ V]	11	17	23	29	35
天线馈线损耗	L_f [dB]	1				
相对于半波振子的天线增益	G_a [dB]	3				
天线有效口径	A_a [dBm ²]	7.4				
接收点最小功率流量密度	min [dBW/m ²]	-134.7	-128.7	-122.7	-166.7	-110.7
接收点最小等效场强	E_{min} [dB μ V/m]	11	17	23	29	35
允许人造噪音	P_{mmn} [dB]	6				

在 70% 一般覆盖条件下

地点修正系数	C_j (dB)	2.9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-125.8	-119.8	-113.8	-107.8	-101.8
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	E_{med} [dB μ V/m]	20	26	32	38	44

在 95% 良好的覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	$C_{j,med}$ [dBW/m ²]	-119.7	-113.7	-107.7	-101.7	-95.7
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	E_{med} [dB μ V/m]	26	32	38	44	50

表 4：固定天线接收条件下，频率 f=65MHz 时，
最小平均功率流量密度和等效最低平均场强

频率	f[MHz]	200				
最小 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小信号输入功率	$P_{s,min}$ [dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2
接收机最小等效输入电压 75	$U_{s,min}$ [dB μ V]	11	17	23	29	35
天线馈线损耗	Lf[dB]	2				
相对于半波振子的天线增益	Ga[dB]	7				
天线有效口径	Aa[dBm ²]	1.7				
接收点最小功率流量密度	$m_{i,n}$ [dBW/m ²]	-127.9	-121.9	-115.9	-109.9	-103.9
接收点最小等效场强	$E_{mi,n}$ [dB μ V/m]	18	24	30	36	42
允许人造噪音	Pmmn[dB]	1				

在 70% 一般覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	2.9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	$C_{j,med}$ [dBW/m ²]	-124	-118	-112	-106	-100
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	E_{med} [dB μ V/m]	22	28	34	40	46

在 95% 良好的覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	$C_{j,med}$ [dBW/m ²]	-117.9	-111.9	-105.9	-99.9	-93.9
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	E_{med} [dB μ V/m]	28	34	40	46	52

表 5：固定天线接收条件下，频率 f=200MHz 时，
最小平均功率流量密度和等效最低平均场强

频率	f[MHz]	500				
最小 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小信号输入功率	Ps min[dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2
接收机最小等效输入电压 75	Us min[dB μ V]	11	17	23	29	35
天线馈线损耗	Lf[dB]	3				
相对于半波振子的天线增益	Ga[dB]	10				
天线有效口径	Aa[dBm ²]	-3.3				
接收点最小功率流量密度	mi n [dBW/m ²]	-121.9	-115.9	-109.9	-103.9	-97.9
接收点最小等效场强	Emi n [dB μ V/m]	24	30	36	42	48
允许人造噪音	Pmmn[dB]	0				

在 70% 一般覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	2.9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-119	-113	-107	-101	-95
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	27	33	39	45	51

在 95% 良好的覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-112.9	-106.9	-100.9	-94.9	-88.9
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	33	39	45	51	57

表 6：固定天线接收条件下，频率 f=500MHz 时，
最小平均功率流量密度和等效最低平均场强

频率	f[MHz]	800				
最小 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小信号输入功率	Ps min[dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2
接收机最小等效输入电压 75	Us min[dB μ V]	11	17	23	29	35
天线馈线损耗	Lf[dB]	5				
相对于半波振子的天线增益	Ga[dB]	12				
天线有效口径	Aa[dBm ²]	-5.4				
接收点最小功率流量密度	mi n [dBW/m ²]	-117.9	-111.9	-105.9	-99.9	-93.9
接收点最小等效场强	Emi n [dB μ V/m]	28	34	40	46	52
允许人造噪音	Pmmn[dB]	0				

在 70% 一般覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	2.9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	$\text{med} [\text{dBW}/\text{m}^2]$	-115	-109	-103	-97	-91
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	$\text{Emed} [\text{dB } \mu \text{V}/\text{m}]$	31	37	43	49	55

在 95% 良好的覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	$\text{med} [\text{dBW}/\text{m}^2]$	-108.9	-102.9	-96.9	-90.9	-84.9
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	$\text{Emed} [\text{dB } \mu \text{V}/\text{m}]$	37	43	49	55	61

表 7：固定天线接收条件下，频率 $f=800\text{MHz}$ 时，最小平均功率流量密度和等效最低平均场强

5.2，便携天线接收的最小平均接收场强

5.2.1 便携式天线接收特点

通常,许多有关地面电视覆盖的研究都是针对房顶的固定接收方向天线的.然而,室内或室外便携式接收会给观众提供更大的便利.便携式接收的条件是多样的,它可以是室内,室外,建筑物地层或顶层接收等.它与固定接收的主要区别在于:

- (1) 天线缺乏增益及方向性
- (2) 馈线损耗降低
- (3) 接收高度降低
- (4) 在室内接收时增加了建筑物屏蔽衰减

5.2.2 影响便携式接收的一些主要因素

(1)信号电平的变化

信号电平的变化可以分为**微观变化**(Micro Variation)及**宏观变化**(Macro Variation)宏观变化对应于在 10 米到 100 米范围以下的变化,产生的原因主要是由于阴影及远处物体的多路反射造成.微观变化对应于与波长相等的范围内的变化,产生的原因来自周围的物体反射.在便携接收条件下,信号质量可以通过天线在几个波长的范围内的移动而得到改善,因此微观变化对于覆盖规划没有意义.信号的宏观变化对覆盖的评估是非常重要的,为了防止数字电视信号质量变化的“悬崖效应”,必须进行高比例的覆盖.经过实验,信号的微观变化范围与覆盖率的关系如下表:

覆盖率	信号电平变化
>95%	5dB
>70%	1.5dB

表 8：信号的微观变化范围与覆盖率的关系

宏观信号变化分为**室内**和**室外**两种，对于**室外宏观信号变化**，ITU-R Rec370 中给出宽带信号的变化范围是 5.5dB，借助这一数值，我们确定信号的室外宏观变化与覆盖率的关系：

覆盖率	信号电平变化
>95%	9dB
>70%	2.9dB

表 9: 信号室外宏观变化范围与覆盖率的关系

室内宏观信号变化是由室外宏观信号变化及建筑物的屏蔽衰减构成，我们下面（4）中介绍。

(2)高度衰减

相对于我们定义的 10 米高的固定接收，便携式的接收只有 1.5 米高度，接收环境有巨大的差别，对于 VHF 和 UHF 两个频段，天线高度衰减如下表：

频段	VHF	UHF
衰减	10dB	12dB

表 10: 高度衰减

(3)建筑物屏蔽衰减

根据经验，在 VHF 和 UHF 频段的建筑物屏蔽衰减如下表：

频段	平均衰减	衰减变化
VHF	8dB	3dB
UHF	7dB	6dB

表 11: 建筑物屏蔽衰减

(4)室内宏观信号电平变化

室内信号电平的变化原因来自室外宏观信号电平变化与建筑物屏蔽衰减的叠加，在 VHF 和 UHF 频段室内信号电平变化如下表所示：

VHF 频段		UHF 频段	
覆盖率	电平变化	覆盖率	电平变化
>95%	10dB	>95%	14dB
>70%	3dB	>70%	4dB

表 12: 室内宏观信号电平变化

(5)便携式接收天线的增益

固定接收天线的增益可以达到 10dB 到 12dB，而便携式天线的增益几乎为零，最差的情况嵌入天线可能会达到 -20dB 的增益，在进行工程计算时我们通常利用下面的结果。

频段	VHF	UHF
增益 G	-2.2dB	0dB

表 13: 便携式接收天线增益

综合上面提到的便携式接收的诸多不利因素，我们给出下面的便携室外接收和便携室内接收的平均场强计算公式：

——对于便携室外接收，计算公式如下：

$$\min = P_{\min} - A_a$$

$$E_{\min} = \min + 145.8$$

$$\text{med} = \min + P_{\text{mmn}} + C_j + L_h$$

$$E_{\text{med}} = \text{med} + 145.8$$

——对于便携室内接收，计算公式如下：

$$\min = P_{\min} - A_a$$

$$E_{\min} = \min + 145.8$$

$$\text{med} = \min + P_{\text{mmn}} + C_j + L_h + L_b$$

$$E_{\text{med}} = \text{med} + 145.8$$

频率	f[MHz]	65				
最小 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小信号输入功率	$P_{s \min}$ [dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2
接收机最小等效输入电压 75	$U_{s \min}$ [dB μ V]	11	17	23	29	35
相对于半波振子的天线增益	G_a [dB]	-2.2				
天线有效口径	A_a [dBm ²]	2.2				
接收点最小功率流量密度	\min [dBW/m ²]	-130.5	-124.5	-118.5	-112.5	-106.5
接收点最小等效场强	E_{\min} [dB μ V/m]	15	21	27	33	39
允许人造噪音	P_{mmn} [dB]	6				
高度损耗	L_h [dB]	10				

在 70% 一般覆盖条件下

地点修正系数	C_j (dB)	2.9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-111.6	-105.6	-99.6	-93.6	-87.6
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	E_{med} [dB μ V/m]	34	40	46	52	58

在 95% 良好的覆盖条件下

地点修正系数	C_j (dB)	9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-105.6	-99.5	-93.5	-87.5	-81.5
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	E_{med} [dB μ V/m]	40	46	52	58	64

表 14: 室外便携天线接收条件下，频率 $f=65\text{MHz}$ 时，
最小平均功率流量密度和等效最低平均场强

频率	f[MHz]	200				
最小 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小信号输入功率	$P_{s \min}$ [dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2

接收机最小等效输入电压 75	Us min[dB μ V]	11	17	23	29	35
相对于半波振子的天线增益	Ga[dB]	-2.2				
天线有效口径	Aa[dBm ²]	-7.5				
接收点最小功率流量密度	mi n [dBW/m ²]	-120.7	-114.7	-108.7	-102.7	-96.7
接收点最小等效场强	Emi n [dB μ V/m]	25	31	37	43	49
允许人造噪音	Pmmn[dB]	1				
高度损耗	Lh[dB]	10				

在 70% 一般覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	2.9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-106.8	-100.8	-94.8	-88.8	-82.8
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	39	45	51	57	63

在 95% 良好的覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-100.7	-94.7	-88.7	-82.7	-76.7
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	45	51	57	63	69

表 15：室外便携天线接收条件下，频率 f=200MHz 时，
最小平均功率流量密度和等效最低平均场强

频率	f[MHz]	500				
最小 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小信号输入功率	Ps min[dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2
接收机最小等效输入电压 75	Us min[dB μ V]	11	17	23	29	35
相对于半波振子的天线增益	Ga[dB]	0				
天线有效口径	Aa[dBm ²]	-13.3				
接收点最小功率流量密度	mi n [dBW/m ²]	-114.9	-108.9	-102.9	-96.9	-90.9
接收点最小等效场强	Emi n [dB μ V/m]	31	37	43	49	55
允许人造噪音	Pmmn[dB]	0				
高度损耗	Lh[dB]	12				

在 70% 一般覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	2.9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-100	-94	-88	-82	-76
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	46	52	58	64	70

里 50% 的接收点的最小平均场强					
在 95% 良好的覆盖条件下					
地点修正系数	Cj(dB)	9			
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-93.9	-87.9	-81.9	-75.9
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	52	58	64	70
				76	

表 16: 室外便携天线接收条件下, 频率 f=500MHz 时,
最小平均功率流量密度和等效最低平均场强

频率	f[MHz]	800				
最小 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小信号输入功率	Ps min[dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2
接收机最小等效输入电压 75	Us min[dB μ V]	11	17	23	29	35
相对于半波振子的天线增益	Ga[dB]	0				
天线有效口径	Aa[dBm ²]	-17.4				
接收点最小功率流量密度	mi n [dBW/m ²]	-110.8	-104.8	-98.8	-92.8	-86.8
接收点最小等效场强	Emi n [dB μ V/m]	35	41	47	53	59
允许人造噪音	Pmnn[dB]	0				
高度损耗	Lh[dB]	12				

在 70% 一般覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	2.9			
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-95.9	-89.9	-83.9	-77.9
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	50	56	62	68
				74	

在 95% 良好的覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	9			
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-89.8	-83.8	-77.8	-71
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	56	52	68	74
				80	

表 17: 室外便携天线接收条件下, 频率 f=800MHz 时,
最小平均功率流量密度和等效最低平均场强

频率	f[MHz]	65				
最小 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小信号输入功率	Ps min[dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2
接收机最小等效输入电压 75	Us min[dB μ V]	11	17	23	29	35
相对于半波振子的天线增益	Ga[dB]	-2.2				
天线有效口径	Aa[dBm ²]	2.2				
接收点最小功率流量密度	mi n [dBW/m ²]	-130.4	-124.4	-118.4	-112.4	-106.4
接收点最小等效场强	Emi n [dB μ V/m]	15	21	27	33	39
允许人造噪音	Pmmn[dB]	6				
高度损耗	Lh[dB]	10				
建筑场损耗	Lb[dB]	8				

在 70% 一般覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	2.9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-103.4	-97.4	-91.4	-85.4	-79.4
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	42	48	54	60	66

在 95% 良好的覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-96.4	-90.4	-84.4	-78.4	-72.4
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	49	55	61	67	73

表 18: 室内便携天线接收条件下, 位于建筑物一层, 频率 f=65MHz 时,
最小平均功率流量密度和等效最低平均场强
(当接收天线位于建筑物二层时, 场强减小 5dB)
(当接收天线位于建筑物二层以上时, 场强减小 10dB)

频率	f[MHz]	200				
最小 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小信号输入功率	Ps min[dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2
接收机最小等效输入电压 75	Us min[dB μ V]	11	17	23	29	35
相对于半波振子的天线增益	Ga[dB]	-2.2				
天线有效口径	Aa[dBm ²]	-7.5				
接收点最小功率流量密度	mi n [dBW/m ²]	-120.7	-114.7	-108.7	-102.7	-96.7
接收点最小等效场强	Emi n [dB μ V/m]	25	31	37	43	49
允许人造噪音	Pmmn[dB]	1				
高度损耗	Lh[dB]	10				

建筑场损耗	Lb[dB]	8				
-------	--------	---	--	--	--	--

在 70% 一般覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	3				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-98.7	-92.7	-86.7	-80.7	-74.7
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	47	53	59	65	71

在 95% 良好的覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	9				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-91.7	-85.7	-79.7	-73.7	-67.7
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	54	60	66	72	78

**表 19: 室内便携天线接收条件下, 位于建筑物一层, 频率 f=200MHz 时,
最小平均功率流量密度和等效最低平均场强
(当接收天线位于建筑物二层时, 场强减小 5dB)
(当接收天线位于建筑物二层以上时, 场强减小 10dB)**

频率	f[MHz]	500				
最小 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小信号输入功率	Ps min[dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2
接收机最小等效输入电压 75	Us min[dB μ V]	11	17	23	29	35
相对于半波振子的天线增益	Ga[dB]	0				
天线有效口径	Aa[dBm ²]	-13.3				
接收点最小功率流量密度	mi n [dBW/m ²]	-120.7	-114.7	-108.7	-102.7	-96.7
接收点最小等效场强	Emin [dB μ V/m]	25	31	37	43	49
允许人造噪音	Pmmn[dB]	0				
高度损耗	Lh[dB]	12				
建筑场损耗	Lb[dB]	7				

在 70% 一般覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	4				
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-91.9	-85.9	-79.9	-73.9	-67.9
距地面 10 米高度 50% 的时间里 50% 的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	54	60	66	72	78

在 95% 良好的覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	14				
距地面 10 米高度 50%的时间 里 50%的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-81.9	-75.9	-69.9	-63.9	-57.9
距地面 10 米高度 50%的时间 里 50%的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	64	70	76	82	88

表 20: 室内便携天线接收条件下, 位于建筑物一层, 频率 $f=500\text{MHz}$ 时,
最小平均功率流量密度和等效最低平均场强
(当接收天线位于建筑物二层时, 场强减小 6dB)
(当接收天线位于建筑物二层以上时, 场强减小 12dB)

频率	f[MHz]	800				
最小 C/N	[dB]	2	8	14	20	26
接收机最小信号输入功率	Ps min[dBW]	-128.2	-122.2	-116.2	-110.2	-104.2
接收机最小等效输入电压 75	Us min[dB μ V]	11	17	23	29	35
相对于半波振子的天线增益	Ga[dB]	0				
天线有效口径	Aa[dBm ²]	-17.4				
接收点最小功率流量密度	mi n [dBW/m ²]	-110.8	-104.8	-98.8	-92.8	-86.8
接收点最小等效场强	Emi n [dB μ V/m]	35	41	47	53	59
允许人造噪音	Pmmn[dB]	0				
高度损耗	Lh[dB]	12				
建筑场损耗	Lb[dB]	7				

在 70% 一般覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	4				
距地面 10 米高度 50%的时间 里 50%的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-87.8	-881.8	-75.8	-69.8	-63.8
距地面 10 米高度 50%的时间 里 50%的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	58	64	70	76	82

在 95% 良好的覆盖条件下

地点修正系数	Cj(dB)	14				
距地面 10 米高度 50%的时间 里 50%的接收点的最小平均功率流量密度	med [dBW/m ²]	-77.8	-71.8	-65.8	-59.8	-53.8
距地面 10 米高度 50%的时间 里 50%的接收点的最小平均场强	Emed[dB μ V/m]	68	74	80	86	92

表 21: 室内便携天线接收条件下, 位于建筑物一层, 频率 $f=800\text{MHz}$ 时,
最小平均功率流量密度和等效最低平均场强
(当接收天线位于建筑物二层时, 场强减小 6dB)

(当接收天线位于建筑物二层以上时, 场强减小 12dB)

5.3, 便携天线接收的最小平均接收场强

为了方便工程使用,下面给出不同的调制方式,不同的接收方式,在不同的比特率情况下的最小平均场强值。

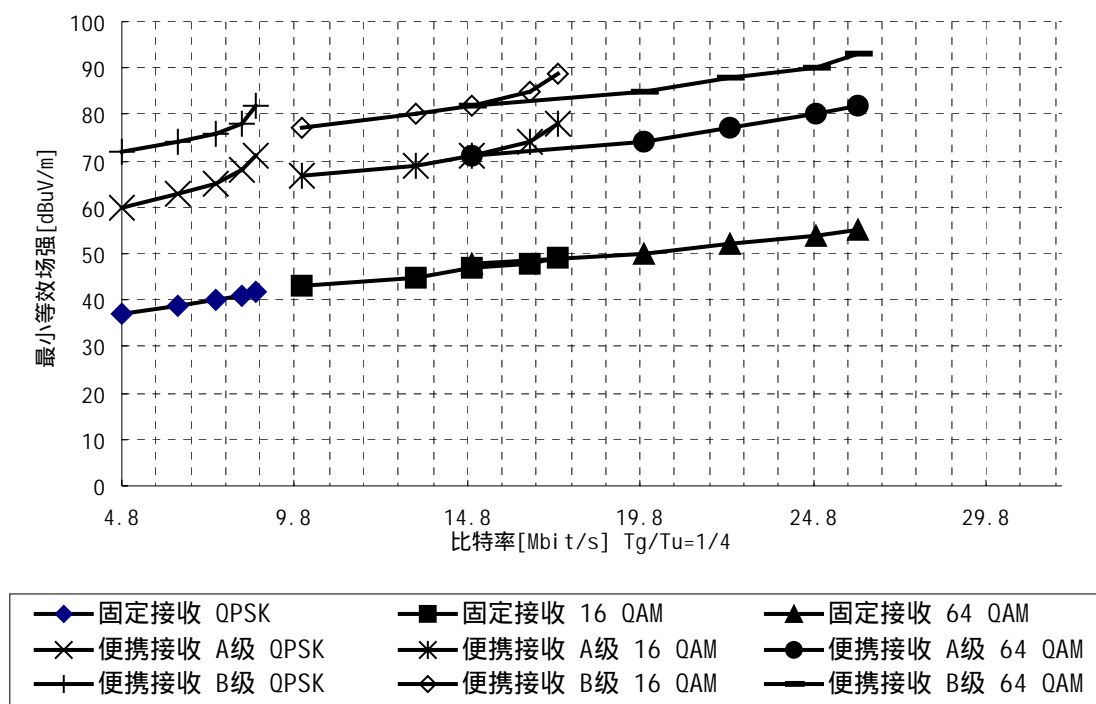


表 22: 在良好覆盖 (95%) 条件下, 最小平均场强与比特率关系图
(f=500MHz, 保护间隔=1/4)

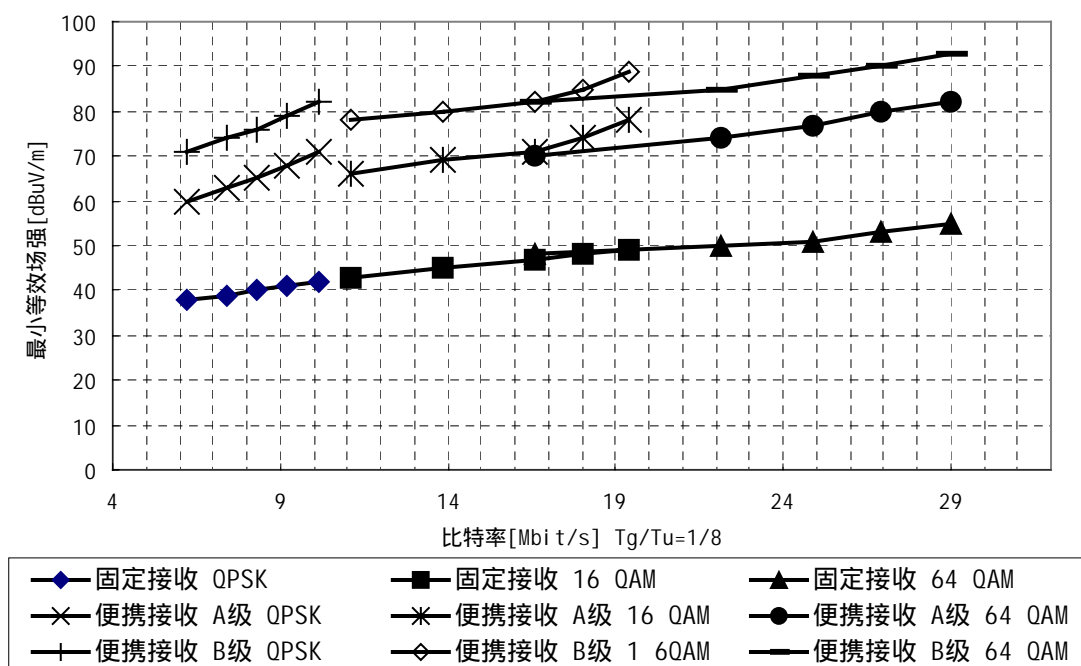


表 23: 在良好覆盖 (95%) 条件下, 最小平均场强与比特率关系图

(f=500MHz, 保护间隔=1/8)

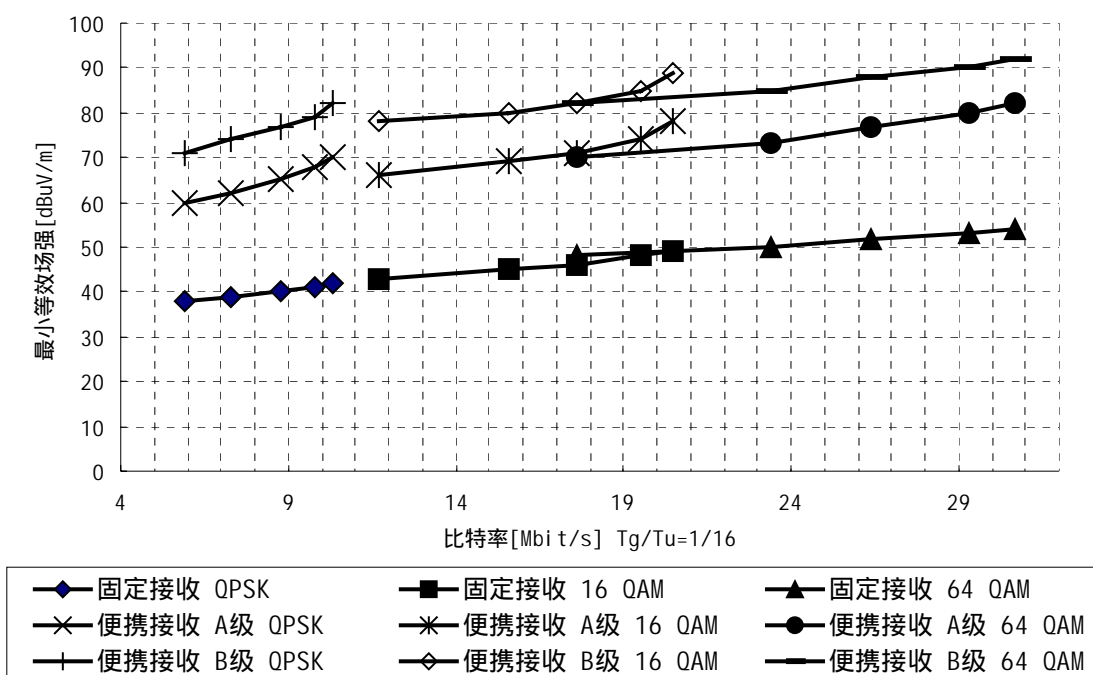


表 24: 在良好覆盖 (95%) 条件下, 最小平均场强与比特率关系图
(f=500MHz, 保护间隔=1/16)

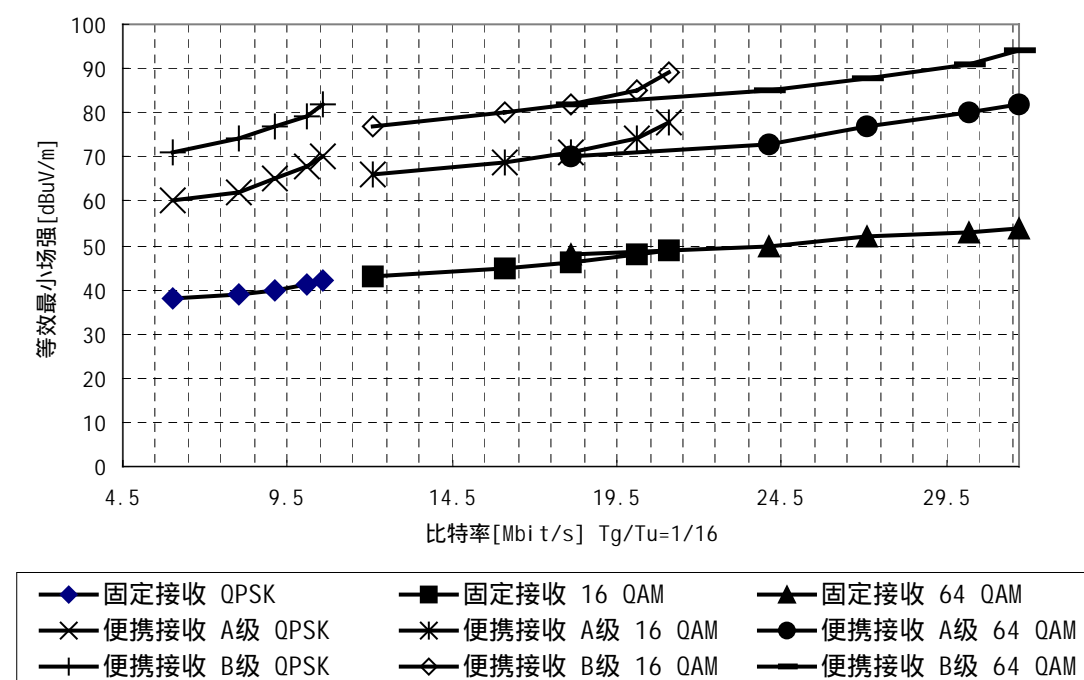


表 25: 在良好覆盖 (95%) 条件下, 最小平均场强与比特率关系图
(f=500MHz, 保护间隔=1/32)

第五章：DVB-T 的扩展 DVB-H

一，DVB-H 标准综述

制订 DVB-H 标准的主要目的是要通过手持接收机接收 IP 宽带流媒体图象数据，例如：流媒体 MPEG4，微软的 WM9 等；甚至有些厂家在设想通过在目前第二代 2G 移动通讯网上面加入 DVB-H 来替代第三代移动通讯业务 3G 中的视频业务，这样做的投资成本要比上 3G 的代价低，同样可以完成 3G 所要实现的宽带 IP 流媒体业务。目前移动通讯领域的一些世界级厂家，例如：NOKIA，SONY，PANASONIC 都在 DVB-H 方面投入大量的研发财力和人力，NOKIA 已经在芬兰和德国实现了 DVB-H 的实验网，并与现有的 GSM 网进行了集成。

该标准基于 DVB-T 标准，最大限度地与 DVB-T 标准兼容，使用现有的 DVB-T 的设施；为了达到采用低增益全向单天线的手持接收机的室内与室外接收的目标，DVB-H 标准主要增加了以下内容：

- 1、延长接收机的电池使用时间，采用时间切片技术(Time Slicing)，数据以脉冲方式传送，而不是以连续方式传送，脉冲之间关闭电源，可以大大降低功耗。
- 2、快速服务网络搜索和锁定。在现有的传输参数信令中 (TPS) 加入有关 DVB-H 的信息。
- 3、蜂窝间握手准备。时间切片技术有利于不同蜂窝间转换时的握手准备，通过对相邻蜂窝监控，将传输流的切换时间放在接收机的关闭时间，蜂窝转换时的握手可以保证服务的不中断。
- 4、对在低增益接收天线的条件下的射频性能进行改善，采取如下措施：

(1) 与 8k 和 2k 模式平行，引入 4k 模式，它会比 8k 模式提供更好的支持移动特性，但是所支持的单频网的范围减小；除了原有的信道纠错码之外，在 TS 流中数据节 (SECTION) 内加入额外的交织和 RS 码。

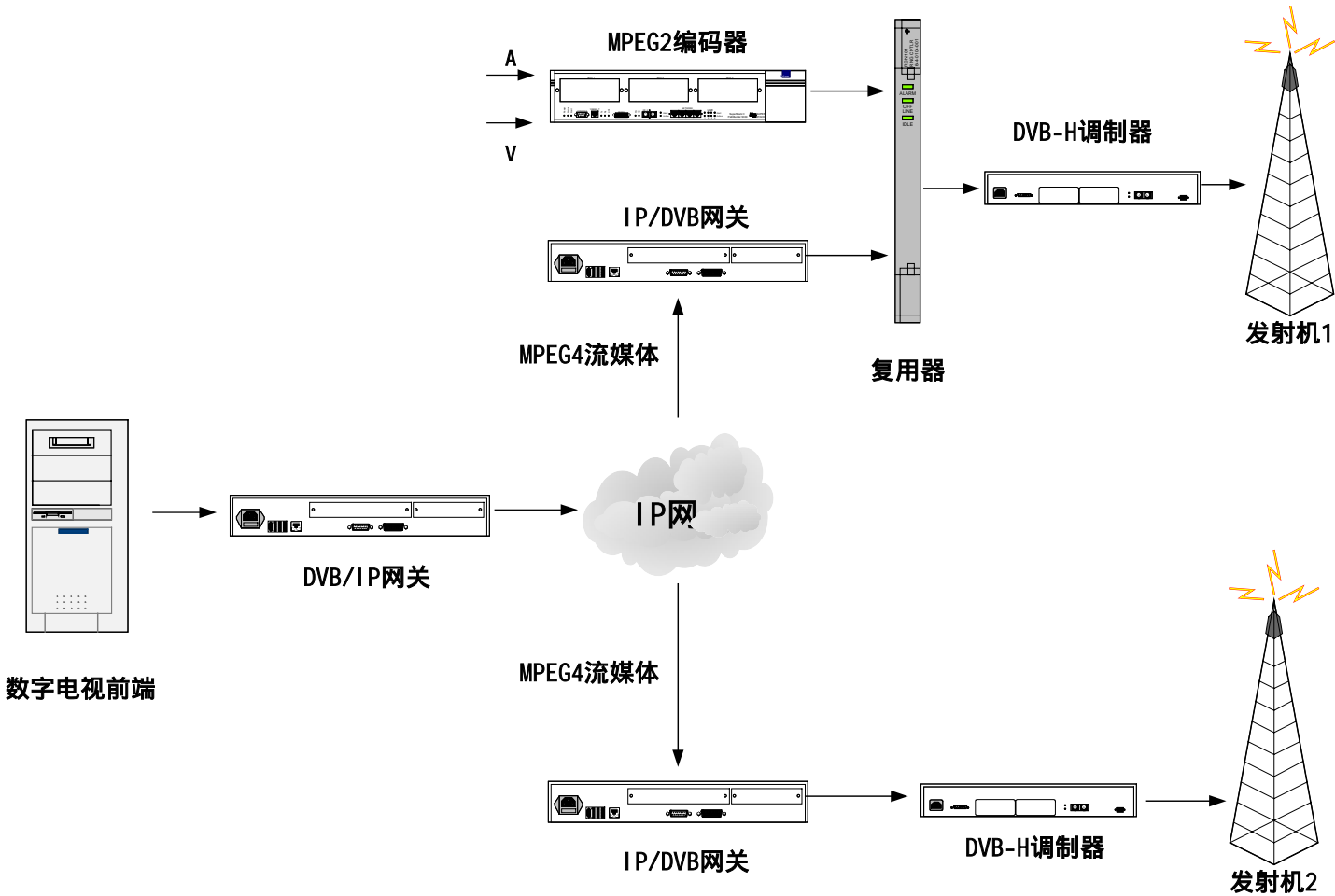
(2) 在 4k 和 2k 模式中，采用 8K 模式的字符交织技术，

前面讲的后两个技术会对抵抗脉冲式干扰有重要意义，这里值得注意，4k 模式并不是 DVB-H 的必选项，也可以采用 8k 和 2k 模式，这样会更加方便地使用现有 DVB-T 网络资源。

二，DVB-H 网络结构

DVB-H 同样采用单频网 (SFN)，对频率资源再用，每个单频网的半径大约 40 公里，内部由多个发射机和功率增强器覆盖，发射机之间采用 IP 网联接，每个发射机配有一个 IP/DVB 打包机，采用多协议封装格式 (MPE)，它可以将 IP 内容，时间切片信息和数据节 (SECTION) 内的纠错码，打入到传输流当中，为了节省单频网适配器，GPS 时钟信息也可以通过 IP/DVB 打包机插入到 TS 流中。

通用地讲，DVB-H 网络可以将 MPEG2 与基于 IP 的 MPEG4 同时复用传输，例如发射机 A 中的情况，也可以单独传输基于 IP 的 MPEG4 流媒体，例如发射机 B，但是无论哪一种情况，连接 IP 环境和 DVB 环境的核心器件是 IP/DVB 打包机。在传输流媒体的 IP 环境内，我们通常还要加入 IP 流媒体管理器，它的作用是实现多个 IP 流媒体节目供应商到多个网络运营商的不同覆盖区域的路由管理，播控管理。



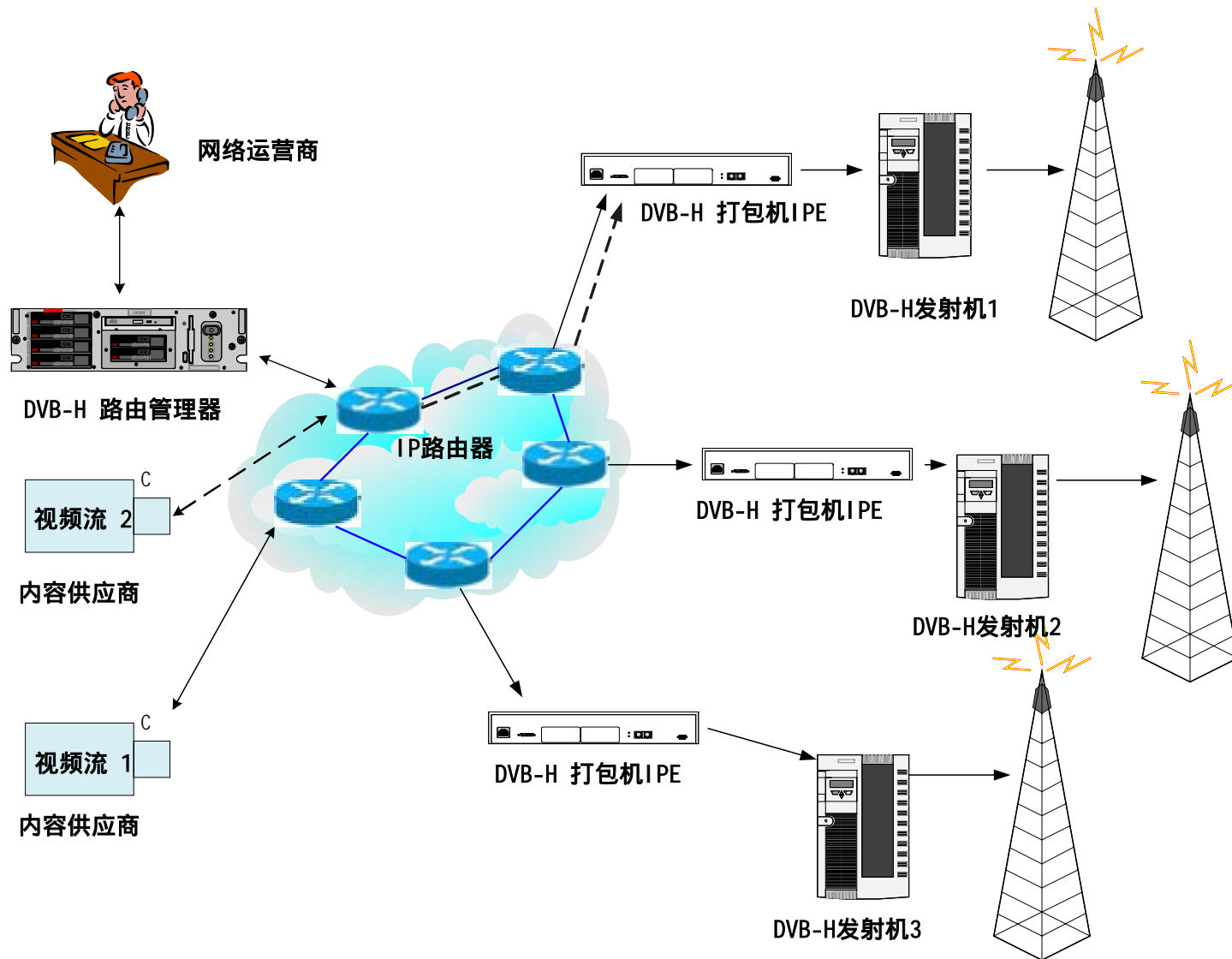


图 1：DVB-H 单频网系统图

三，DVB-T 调制器与 DVB-H 调制器的升级与兼容

要使现有的 DVB-T 调制器升级到 DVB-H，我们必须采取如下措施：

- 1、在 DVB-T 现有的传输参数信令（TPS）上面加入有关的 DVB-H 信令。
- 2、在 COFDM 调制中，也就是反向傅立叶变换中加入 4k 模式。
- 3、在 4k 模式中加入字符交织功能，强制使用 8k 模式的字符交织功能选项。
- 4、提供 4k 模式帧适配。

从前端角度来看，需要加入 DVB-H IP/DVB 打包机，其主要功能为：

- 1，加入时间切片 TIME SLICING，达到省电的目的。
- 2、在 IP/DVB 的 MPE 封装时加入 RS 纠错码 FEC，提高接收机的抗干扰能力。

上面所提到的 DVB-H 的相关功能会影响到原 DVB-T 功能框图的相关部分用阴影表现如下：

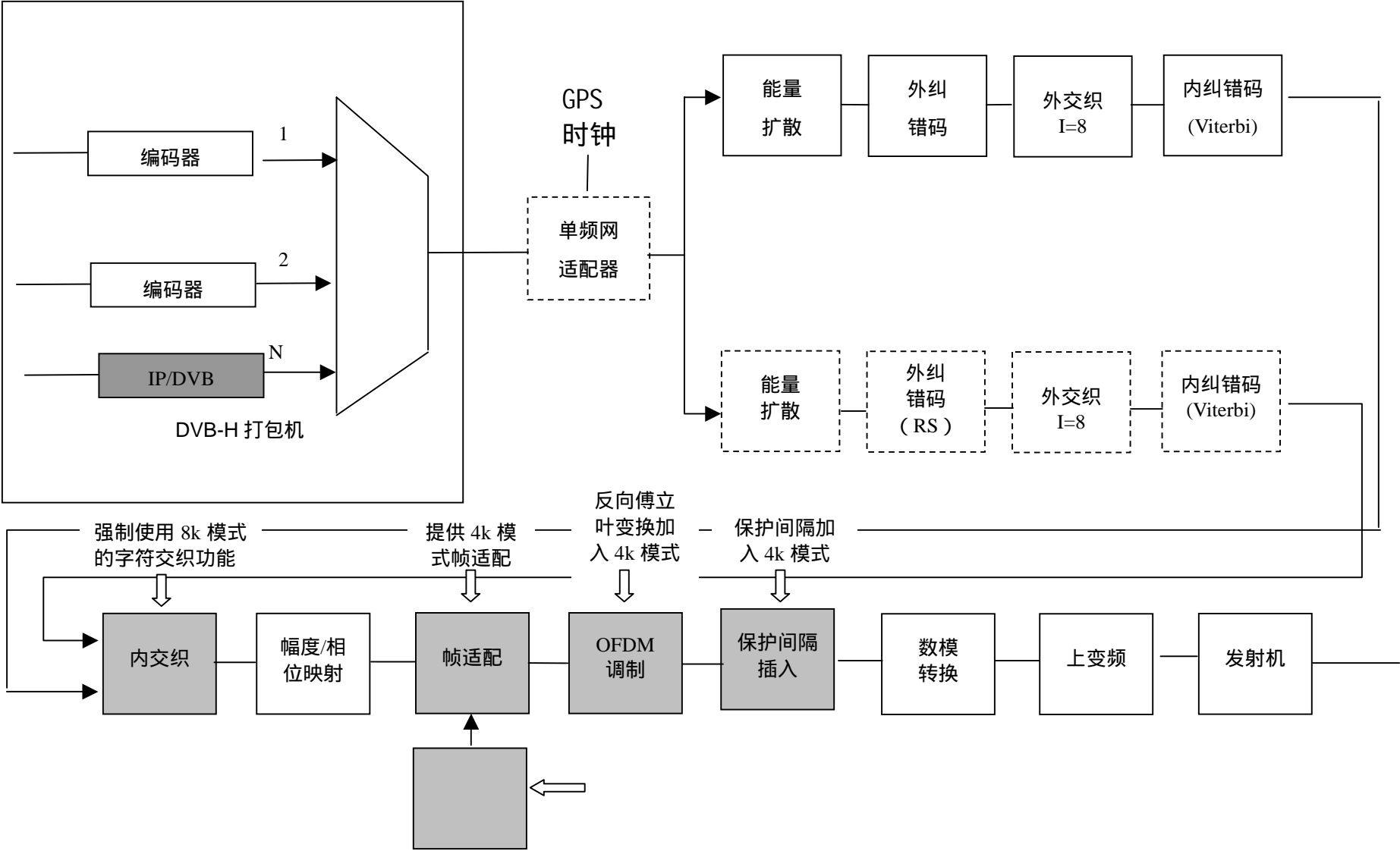


图 2:DVB-H 调制器系统框图

下面详细介绍 DVB-H 系统相对于 DVB-T 系统的主要改动。

四，DVB-H 的传输参数信令（TPS）的加入

在 DVB-H 的标准中，我们可以考虑如下的传输参数信令（TPS）配置方法。我们知道在 DVB-T 标准中，68 个 TPS 比特中有 23 个比特已被使用，它们被用来传送信息参数和发射机覆盖单元的序号（CELL-ID），相对于 DVB-T 的 TPS，DVB-H 标准所加入的最新信息见下表中的斜体红色并配有*****记号，其主要特征区别如下：

- 1、在 S27，S28，S29 三个比特定义 2k 和 4k 模式强制采用 8k 模式的字符交织。
- 2、当 S38=1，S39=0 时，定义为 4k 传输模式。
- 3、当 S48=1 时，说明码流是按 DVB-H 标准传输。

此时，当 S49=1 时，代表有时间切片。

当 S50=1 时，代表有基于 TS 流数据节（SECTION）的，纠错码，S51 预留未来使用。

S49 和 S50 的有效性取决于等级调制是否启动，当等级调制启动时，第一和第三帧的信令用于高等级（HP）调制，第二和第四帧的信令用于低等级调制。

TPS 比特序号	数据含义	数据格式
S0	初使位	BPSK 调制初始位，它是从 PRBS 随机序列发生器生成
S1- S16	同步字	0011010111101110 或 1100101000010001
S17-S22	TPS 长度指示	010111 如果不采用覆盖区域蜂窝号码 011111 如果采用覆盖区域蜂窝号码
S23, S24	帧序号	00：超级帧的第一帧 01：超级帧的第二帧 10：超级帧的第三帧 11：超级帧的第四帧
S25, S26	调制方式	00：QPSK 01：16QAM 10：64QAM 11：未定义
S27, S28, S29	等级调制信息	000：非等级调制 001：等级调制，Alpha=1，原交织器 010：等级调制，Alpha=2，原交织器 011：等级调制，Alpha=4，原交织器 <i>100：非等级调制，8k 交织器*****</i> <i>101：等级调制，Alpha=1，8k 交织器*****</i> <i>110：等级调制，Alpha=2，8k 交织器*****</i> <i>111：等级调制，Alpha=4，8k 交织器*****</i>
S30, S31, S32	高优先级等级调制 FEC 纠错码	000：1/2 001：2/3 010：3/4 011：5/6 100：7/8 101,110,111：未定义
S33, S34, S35	低优先级等级调制 FEC 纠错码	000：1/2 001：2/3 010：3/4 011：5/6 100：7/8 101,110,111：未定义
S36, S37	保护间隔	00：1/32

		01 : 1/16 10 : 1/8 11 : 1/4
S38, S39	传输模式	00 : 2k 01 : 8k <i>10 : 4k*****</i> 11 : 未定义
S40 – S47	覆盖区域蜂窝号码	当传输第 1 和第 3 帧时, 对应蜂窝号码 Cell_ID15-8 高比特序号; 当传输第 2 和第 4 帧时, 对应蜂窝号码 Cell_ID7-0 低比特序号
S48 – S53	<i>DVB-H 模式</i>	<i>1 : DVB-H ; 0 : 非 DVB-H*****</i>
S49	<i>时间切片</i>	<i>1 : 有 ; 0 : 无*****</i>
S50	<i>SECTION 层纠错</i>	<i>1 : 有 ; 0 : 无*****</i>
S51-S53	未来使用	全部设置为零
S54 – S67	纠错保护码	BCH 编码

表 : TPS 信息内容定义

在现有的 DVB-T 调制器中加入 DVB-H 的信令所需要的变更如下 :

- 1、通过软件升级,对 S48, S49, S50, S51 进行编程,其中 S49 和 S50 是根据是否等级调制进行编程。
- 2、用户界面中加入可以使用户可以设置 DVB-H 工作模式的菜单,也就是对 S27, S28, S29, S38, S39 的编程式以及 S48, S49, S50 和 S51 的加入,对于连续导频(Continual Pilot)和离散导频(Scattered Pilot) DVB-H 中的 4k 模式是对 DVB-T 中的 2k 模式的 2 倍重复,对 DVB-H 中的 4k 模式的 2 倍重复就变成了 DVB-T 的 8k 模式。

五, 4k 调制模式的加入

4k 调制模式的加入对原来 DVB-T 调制器的信道编码和调制方式的重要修改。其主要功能是:实现 4096 个载波的反向傅立叶变换,建立相关的保护间隔产生基于 4k 模式的符号交织码。

在 DVB-T 调制器中加入 4096 点的反向傅立叶变换的最简单最直接的方法是扩展可编程器件(FPGA)中的计算阵列大小,如果原有器件中设有预留足够的空间可扩展性,那么只能对硬件机进行修改。

在 4k 模式下插入保护间隔时,首先要将设置 S38=1, S39=0, 保护间隔是每个字符中最后一个有用数据的重复其长度分别按照 S36 和 S37 的定义,选择有用数据部分的 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 的保护间隔。

4k 模式下的字符交织器与 2k 和 8k 模式相同,可以共同使用同一个 RAM 进行处理计算,在软件中要选择 S38 = 1, S39 = 0 选择 DVB-H 工作模式即可。

在 2k 和 8k 模式中强制使用 8k 模式的字符交织器作为选项,DVB-H 允许在 2k 和 4k 模式中强制使用 8k 模式的字符交织器,将 8k 模式字符交织器的全部地址应用到 2k 和 4k 模式,对于 2k 模式,将 4 个字符分配到 8k 模式的地址空间,采用一个线性的地址生成器,连续读取 4 个 2k 模式的字符,然后将地址替换到下一 2k 模式的 4 个字符上。

第六章：DVB-T 的等级调制

一、等级调制定义

在 DVB-T 系统中，我们首先回忆一下 QPSK，16QAM 和 64QAM 三种调制的星座图，我们发现相邻象限字符之间或相限内部字符都是等距的，例如 16QAM 调制中的字符 0011 与 0001 之间，字符 0011 与 0111 之间；64QAM 调制中的字符 001001 与 001011 之间，字符 001001 与 101001 之间，这种字符的映射称为均匀映射，见图 1。

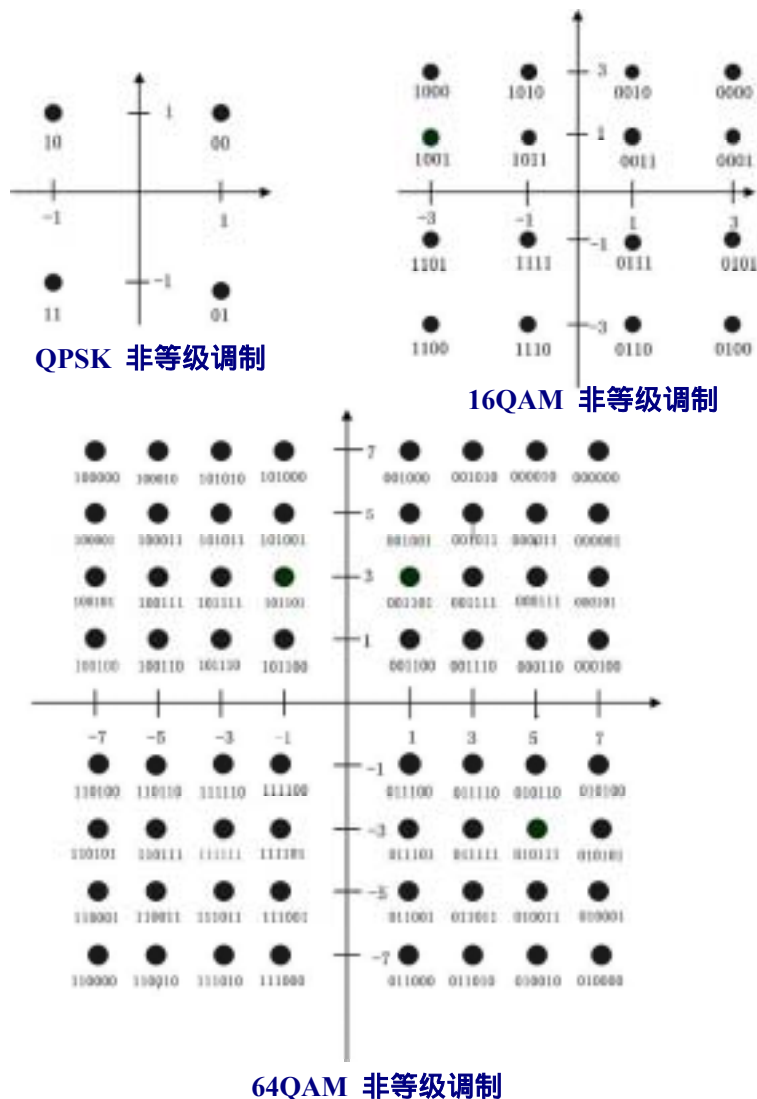


图 1： 非等级调制 ($\alpha = 1$) QPSK，16QAM，64QAM 星座图

DVB-T 系统引入等级调制的概念，相邻象限之间的字符采用非均匀映射，我们定义一个参数阿尔法 α ， $\alpha = 1, 2, 4$ ，它代表与坐标 X，Y 轴最近的字符与坐标轴的距离； $\alpha = 1$ 对应非等级调制，字符均匀映射， $\alpha = 2$ 和 4 对应等级调制，它可以将不同坐标象限中的调制星座图间距拉开，详见图 2 与图 3 中的显示。

从调制角度，我们可以理解成将一个 QPSK 与另一个 QPSK 调制相“叠加”，形成一个 16QAM，见图 2 中的 16QAM 星座图；同样我们可以将一个 16QAM 叠加到 QPSK 上面而形成 64QAM 调制，见图 3 中的 64QAM 星座图。我们将叠加后形成的调制定义为低等

级调制 (Low Priority) 或 (LP), 而原来的调制定义为高等级调制 (High Priority) 或 (HP), 高等级调制 (HP) 的信号比低等级调制 (LP) 所需要的载噪比 (C/N) 较低, 比较容易接收, 这也是它们的定义的由来。

通过选择等级调制中的特殊参数阿尔法 $\alpha=2$ 和 4, 我们不难发现, 对应的等级调制中, 虽然相邻象限间的字符间距拉开, 但是同一象限间的字符间距缩小; 也就是高等级流 (HP) 的抗干扰能力提高, 但是代价是降低低等级流 (LP) 的抗干扰能力。

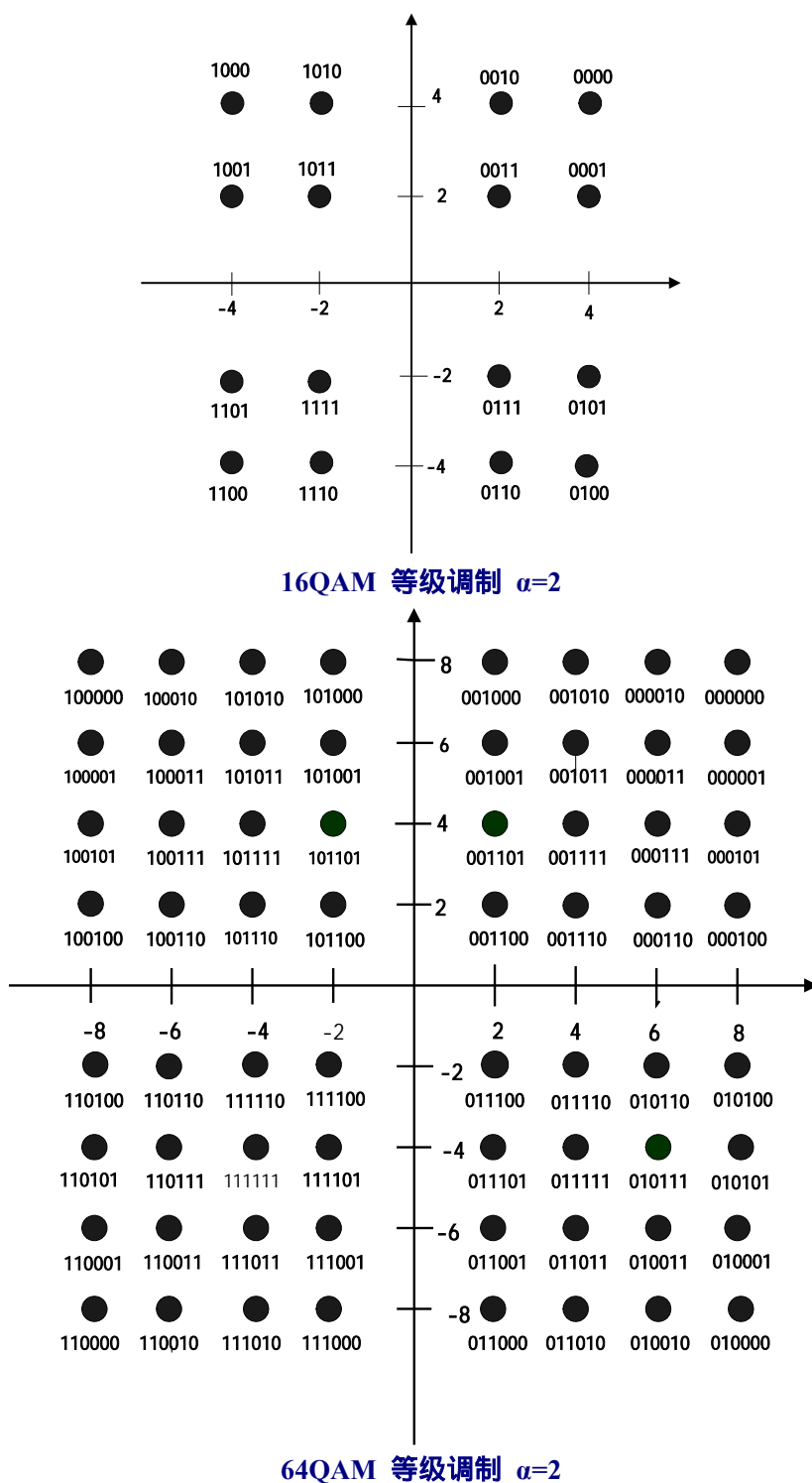


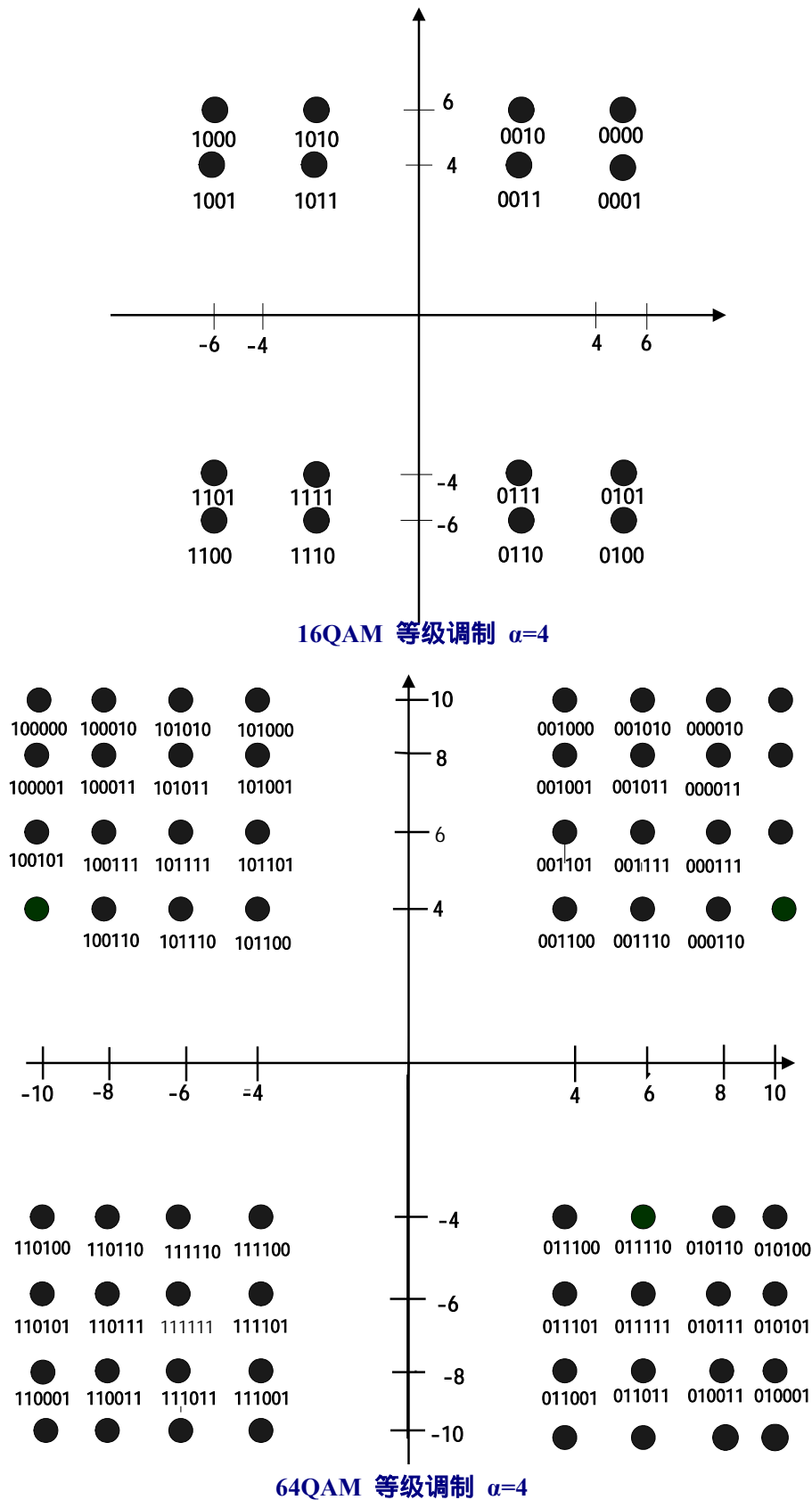
图 2：等级调制 ($\alpha=2$) 16QAM, 64QAM 星座图

图 3：等级调制 ($\alpha=4$) 16QAM, 64QAM 星座图

二、等级调制的技术特点

DVB-T 系统中等级调制的主要特点是：

- (1) 在一个射频模拟频道中传送两个独立的数字电视传输流
- (2) 选择不同的纠错码及调制方式每一个传输流具有自己的信道特性及覆盖范围

高级码流 (HP) 总是选择 QPSK 调制, 其传输效率不高, 但是所需要的 C/N 比低, 抗干扰能力强, 传输距离远, 覆盖区域大。低等级码流 (LP) 是对高等级码流的再调制, 可以看成是高等级码流的额外噪音, 对传输有恶化的作用, 为了克服这一问题, 通常可以采取两种方法:

方法一: 提高阿尔法的数值, 选择 $\alpha=2$ 和 $\alpha=4$, 这样可以完全抵消由于低等级码流引入而造成的额外噪声。

方法二: 如果可以允许高等级码流的比特率有所降低, 那么可通过调节纠错码 FEC 的方式进行补偿。

表 1, 2, 3 分别给出非等级调制和等级调制时所需的最低理论 C/N 比, 我们可以清楚地看到, 在同样的 FEC 数值, 同样的调制方式, 同样的传输信道时, 等级调制所需的 C/N 比比非等级调制要高, 例如采用 16QAM 调制, FEC 采用 1/2, 选择高斯信道, 非等级调制的 C/N 为 8.8dB (表 1), 而采用等级调制 ($\alpha=2$) 的 C/N 为 13dB (图 2), 采用等级调制 ($\alpha=4$) 的 C/N 为 17.3dB (表 2),

低等级码流 (LP) 的码流率直接由它的调制方式和纠错码决定, 但是它所需的 C/N 比却比非等级调制的高出许多, 具体数据见下表:

Viterbi 纠错后 $BER=2 \times 10^{-4}$ RS 纠错后 $BER > 10^{-11}$ QEF 条件下的最小 C/N 值					比特率(Mbit/s)			
调制方式	纠错码	高斯信道	莱斯信道	瑞利信道	保护间隔 1/4	保护间隔 1/8	保护间隔 1/16	保护间隔 1/32
QPSK	1/2	3,1	3,6	5,4	4,98	5,53	5,85	6,03
QPSK	2/3	4,9	5,7	8,4	6,64	7,37	7,81	8,07
QPSK	3/4	5,9	6,8	10,7	7,64	8,29	8,78	9,05
QPSK	5/6	6,9	8,0	13,1	8,29	9,22	9,76	10,05
QPSK	7/8	7,7	8,7	16,3	8,71	9,68	10,25	10,56
16-QAM	1/2	8,8	9,6	11,2	9,95	11,06	11,71	12,56
16-QAM	2/3	11,1	11,6	14,2	13,27	14,75	15,61	16,09
16-QAM	3/4	12,5	13,0	16,7	14,93	16,59	17,56	18,10
16-QAM	5/6	13,5	14,4	19,3	16,59	18,43	19,52	20,11
16-QAM	7/8	13,9	15,0	22,8	17,42	19,35	22,49	21,11
64-QAM	1/2	14,4	14,7	16,0	14,93	16,59	17,56	18,10

64-QAM	2/3	16,5	17,1	19,3	19,91	22,12	23,42	24,13
64-QAM	3/4	18,0	18,6	21,7	22,39	24,88	26,35	27,14
64-QAM	5/6	19,3	20,0	25,3	24,88	27,65	29,27	30,16
64-QAM	7/8	20,1	21,0	27,9	26,13	29,03	30,74	31,67

注释：斜体是近似值

QEF (Quasi Error Free) 代表近乎无错，即：每小时的错码小于 1 个，BER 大于 10^{-11}

表 1：非等级调制信道最小理论 C/N 比值

Viterbi 纠错后 $BER=2 \times 10^{-4}$ RS 纠错后 $BER > 10^{-11}$ QEF 条件下的最小 C/N 值						比特率(Mbit/s)			
调制方式	纠错码		高斯信道	莱斯信道	瑞利信道	保护间隔 1/4	保护间隔 1/8	保护间隔 1/16	保护间隔 1/32
等级调制 QPSK 映射 16-QAM	1/2	2	4.8	5.4	6.9	4.98	5.53	5.85	6.03
	2/3		7.1	7.7	9.8	6.64	7.37	7.81	8.04
	3/4		8.4	9.0	11.8	7.46	8.29	8.78	9.05
						+			
	1/2		13.0	13.3	14.9	4.98	5.53	5.85	6.03
	2/3		15.1	15.3	17.9	6.64	7.37	7.81	8.04
	3/4		16.3	16.9	20.0	7.46	8.29	8.78	9.05
	5/6		16.9	17.8	22.4	8.29	9.22	9.76	10.05
	7/8		17.9	18.7	24.1	8.71	9.68	10.25	10.56
等级调制 QPSK 映射 16-QAM	1/2	4	3.8	4.4	6.0	4.98	5.53	5.85	6.03
	2/3		5.9	6.6	8.6	6.64	7.37	7.81	8.04
	3/4		7.1	7.9	10.7	7.46	8.29	8.78	9.05
						+			
	1/2		17.3	17.8	19.6	4.98	5.53	5.85	6.03
	2/3		19.1	19.6	22.3	6.64	7.37	7.81	8.04
	3/4		20.1	20.8	24.2	7.46	8.29	8.78	9.05
	5/6		21.1	22.0	26.0	8.29	9.22	9.76	10.05
	7/8		21.9	22.8	28.5	8.71	9.68	10.25	10.56

注释：斜体是近似值

表 2：等级调制 QPSK/16QAM =2, 4 条件下信道最小理论 C/N 比值

Viterbi 纠错后 $BER=2 \times 10^{-4}$ RS 纠错后 $BER > 10^{-11}$ QEF 条件下的最小 C/N 值	比特率(Mbit/s)
---	-------------

调制方式	纠错码		高斯信道	莱斯信道	瑞利信道	保护间隔 1/4	保护间隔 1/8	保护间隔 1/16	保护间隔 1/32
等级调制 QPSK 映射 64-QAM	1/2	1	8.9	9.5	11.4	4.98	5.53	5.85	6.03
	2/3		12.1	12.7	14.8	6.64	7.37	7.81	8.03
	3/4		13.7	14.3	17.5	7.46	8.29	8.78	9.05
						+			
	1/2		14.6	14.9	16.4	9.95	11.06	11.71	12.06
	2/3		16.9	17.6	19.4	13.27	14.75	15.61	16.09
	3/4		18.6	19.1	22.2	14.93	16.59	17.56	18.10
	5/6		20.1	20.8	25.8	16.59	18.43	19.52	20.11
	7/8		21.1	22.2	27.6	17.42	19.35	20.49	21.11
等级调制 QPSK 映射 64-QAM	1/2	2	6.5	7.1	8.7	4.98	5.53	5.85	6.03
	2/3		9.0	9.9	11.7	6.64	7.37	7.81	8.04
	3/4		10.8	11.5	14.5	7.46	8.29	8.78	9.05
						+			
	1/2		16.3	16.7	18.2	9.95	11.06	11.71	12.06
	2/3		18.9	19.5	21.7	13.27	14.75	15.61	16.09
	3/4		21.0	21.6	24.5	14.93	16.59	17.56	18.10
	5/6		21.9	22.7	27.3	16.59	18.43	19.52	20.11
	7/8		22.9	23.8	29.6	17.42	19.35	20.49	21.11

注释：斜体是近似值。

由于 64 - QAM 信号劣质的性能, $\alpha=4$ 的 QPSK/64-QAM 结果没被包括。

表 3：等级调制 QPSK/64QAM $\alpha=1, 2$ 条件下信道最小理论 C/N 比值

对于上面的表 1, 2, 3, 我们还有 3 点说明, 以方便读者理解。

(1) 在表 1 中我们可以看出正常的 QPSK、FEC=1/2 时的 C/N 比是 3.1dB, 在表 3 的前半部分 Alpha=1 时, 同样的 QPSK、FEC=1/2 时, 其 C/N 比为 8.9dB, 由于等级调制带来的损失为 5.8dB, 通过调节 Alpha 的值, 在表 3 的后半部分 Alpha=2 数时, 对于 QPSK、FEC=1/2, 其 C/N 比回到了 6.5, 可以改善为 2.4dB。

(2) 通常 LP 码流或者是 QPSK 或者是 16QAM, 与 QPSK 等级调制叠加以后的星座图是 16QAM 和 64QAM, 我们可以得出结论, 在 Alpha = 1 的均匀等级调制情况下, 正常 16QAM 的 C/N 比等于 LP 的 QPSK 的 C/N 比, 正常 64QAM 的 C/N 比等于 LP 的 16QAM 的 C/N 比 (见表 1 和表 3 中的数值)

也就是说 LP 码流的 C/N 比等效于它的整体星座图的 C/N 比

(3) 表 2 和表 3 中的 + 号上面是 HP 码流, + 号下面是 LP 码流, 对于总码流率来讲, 是 LP 于 HP 码流率总和。

三、等级调制的服务模式

网络运营商通过选择不同的调制方式, 纠错码而获得最大的带宽输出。例如: 在固定覆盖接收的情况下, 选择 64QAM、FEC=2/3 时, 有用带宽是 24Mb/s, 进一步运营商还有如下两个参数要进行选择:

(1) 2k 和 8k 模式决定了是否进行单频网 (SFN) 和多频网 (MFN) 的运行, 以及单

个发射机之间的最大覆盖距离。

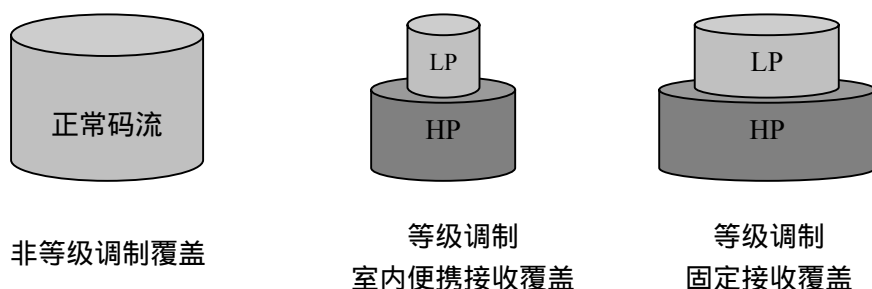
(2) 保护间隔决定了运营区域，在城市与在农村的反射波延迟是不同的。

在上面所谈的 2 个问题之外，我们还可以采用等级调制对网络进行详细规划，我们下面几个实例给出等级调制的几种应用。

应用：同时兼顾室外固定接收和室内便携接收

对于固定接收，由于采用室外方向性接收天线，增益强高，相应覆盖较大；对于室内便携接收，由于采用全向天线，增益低，再加上建筑物的屏蔽，相应的覆盖范围小。

下面的图形展示当一个码流被分成 HP 和 LP 两个码流后的覆盖情形。



HP 码流所需的 C/N 比较低，可以同时被固定天线与室内便携天线收到。对于 HP 码流，其固定接收的覆盖范围会比非等级调制的正常码流大一些，对于 LP 码流，固定接收的覆盖范围没有明显降低。我们举例说明，例如我们将一个非等级调制的码流（64QAM，FEC = 2/3）分成一个 HP 码流（QPSK，FEC = 1/2）和一个 LP 码流（16QAM，FEC = 2/3）其码流率特性和 C/N 比总结如下：

	非等级调制	等级调制	
传输码流率	24.13Mb/s	HP	6.03Mb/s
		LP	16.09Mb/s
高斯信道 C/N 比	16.5dB	HP	8.9dB
		LP	16.9dB

从有效总比特率来讲，从非等级调制的 24.13Mb/s 降到等级调制 HP 与 LP 之和的 22.12Mb/s，总带宽降低 2.01Mb/s；但是从 C/N 比来看，HP 的 C/N 比有巨大改善，LP 的 C/N 比只有微小损失。总之，总码流率只有微小降低，但是总体的 C/N 比有明显改善，其最大的好处是对室内便携接收的巨大改善。

应用：通过等级调制改善频道总带宽

我们知道，运营商采用等级调制以后会改善系统的整体的覆盖范围，如下图所示：



例如：我们将一个 64QAM，FEC = 2/3 的系统分成等级调制，例如：HP，QPSK、FEC = 3/4，LP，16QAM，FEC=3/4。很显然采用 QPSK 调制的 HP 信号的覆盖范围增大，我们

通过下表了解一下 C/N 所受到的影响：

	非等级调制	等级调制	
传输码流率	24.13Mb/s	HP	9.05Mb/s
		LP	18.10Mb/s
高斯信道 C/N 比	16.5dB	HP	13.7dB
		LP	18.6dB

我们发现 HP 的 C/N 比比原来的信号改善 2.8dB，所以 HP 的覆盖范围增大，LP 的覆盖范围减小，而总码流率从 24.13Mb/s 增加到 27.15Mb/s，增加幅度为 3.02Mb/s。

应用：对移动接收的带宽改善。

我们假设某个城市规划了两个 DVB - T 频点，一个是用于固定接收，一个用于移动接收。同样的两个频点，如果我们采用等级调制，HP，QPSK，FEC=1/2，LP，16QAM，FEC=3/4，其结果非常有趣，见下表：

非等级调制	移动频道	12Mb/s	2 路节目
	固定频道	24 Mb/s	6 路节目
等级调制频道 1	HP1	5.85 Mb/s	1 路节目
	LP1	17.56 Mb/s	4 路节目
等级调制频道 2	HP2	5.85 Mb/s	1 路节目
	LP2	17.56 Mb/s	4 路节目

同样是 2 个射频频点，采用非等级调制，可以传送 2 路移动节目和 6 路固定节目，如果采用等级调制，则可传送 2 路移动节目与 8 路固定节目。

应用：高清电视与标清电视同播（Simulcast）

在有些国家，例如澳洲，DVB - T 被用于高清电视的播放。但是现阶段并不是所有的电视机及节目都支持高清，因此可以采用等级调制进行高清与标清电视的同播(Simulcast)，例如可以用 HP、QPSK、FEC = 3/4，带宽为 8.78Mb/s 进行标清电视广播，采用 LP、16QAM、FEC = 3/4，带宽为 17.56Mb/s 进行高清电视广播。

综上所述，DVB - T 中的等级调制是一个非常有点的技术。它使运营商可以更加有效地使用带宽，灵活地定义新的服务模式。

感谢法国 DVB-T 专家 GERARD FAVIA 帮助完成文章中的部分章节，特此感谢！

Special thanks to Mr Gerard Favia for his contribution to this chapter!

第七章，数字电视 DVB-T 综合服务平台

7.1 平台的建设背景

-----有限的无线电频率资源

DVB - T 系统可采用 QPSK, 16QAM, 64QAM 三种调制方式, 根据不同的地理环境, 电磁波的覆盖情况并兼顾移动接收, 每个模拟 8MHz 通道可以传送的有效码流率在 5Mb/s ~ 32Mb/s, 采用平均值 17Mb/s, 它的频带利用率只是 DVB - C 系统每 8MHz 带宽的利用率的一半, 因此采用高性能的 MPEG2 编码器, 将每路广播及电视节目带宽降到 2Mb/s 以下, 采用先进的 MPEG4 编码技术, 将多媒体电视节目带宽降到 0.5Mb/s 是非常必要的。

-----无限（线）的移动多媒体增值服务

DVB - T 网络出现在 DVB - C 网络之后, DVB - T 不可能在基础业务上与 DVB - C 进行竞争, 为了在市场上找到自己的位置, 必须发挥自己的移动特点, 在增值业务上下功夫, 目前在欧洲运行的几个 DVB - T 网络都是以增值服务为核心的, 例如英国的 MHEG5 交互电视, 法国的 MHP 交互电视及挪威的移动 INTERNET, MPEG4 等。

根据以上 2 个条件, DVB - T 增值平台具有以下几个特点



采用最新一代超级 MPEG2 编码器, 每路电视节目在 2Mb/s, 可以达到优良 DVD 质量, 降低码流率到 0.5Mb/s 时该编码器仍然可以达到 VCD 质量。

采用 IP/DVB 技术，对每路 0.5Mb/s 的 MPEG4 流媒体视频进行复用传输，进一步增加无线频带的利用率。

采用 IP/DVB 技术，实现因特网与数字电视网的联接，开展高速移动因特网业务。

采用交互电视服务平台，开展符合多种格式的交互电视服务，例如：OPEN TV，MEDIAHIGH WAY MHP 等

采用 EPG 服务平台，不仅支持主前端 EPG 信息服务，而且支持全省所有分前端的 EPG 信息。

采用数字电视分析监控器，实现通过 WEB 网络的全省 DVB - T 网络的技术监控。

采用复用加扰一体机，实现节目的过滤，调度，播控，复用及加扰，其加扰器可以实现与多家 CA 厂家的同密播出。

7.2 DVB - T 服务平台的频谱规划

采用 DVB-T 系统，利用不同的参数所获得的可用有效带宽如下表所示：

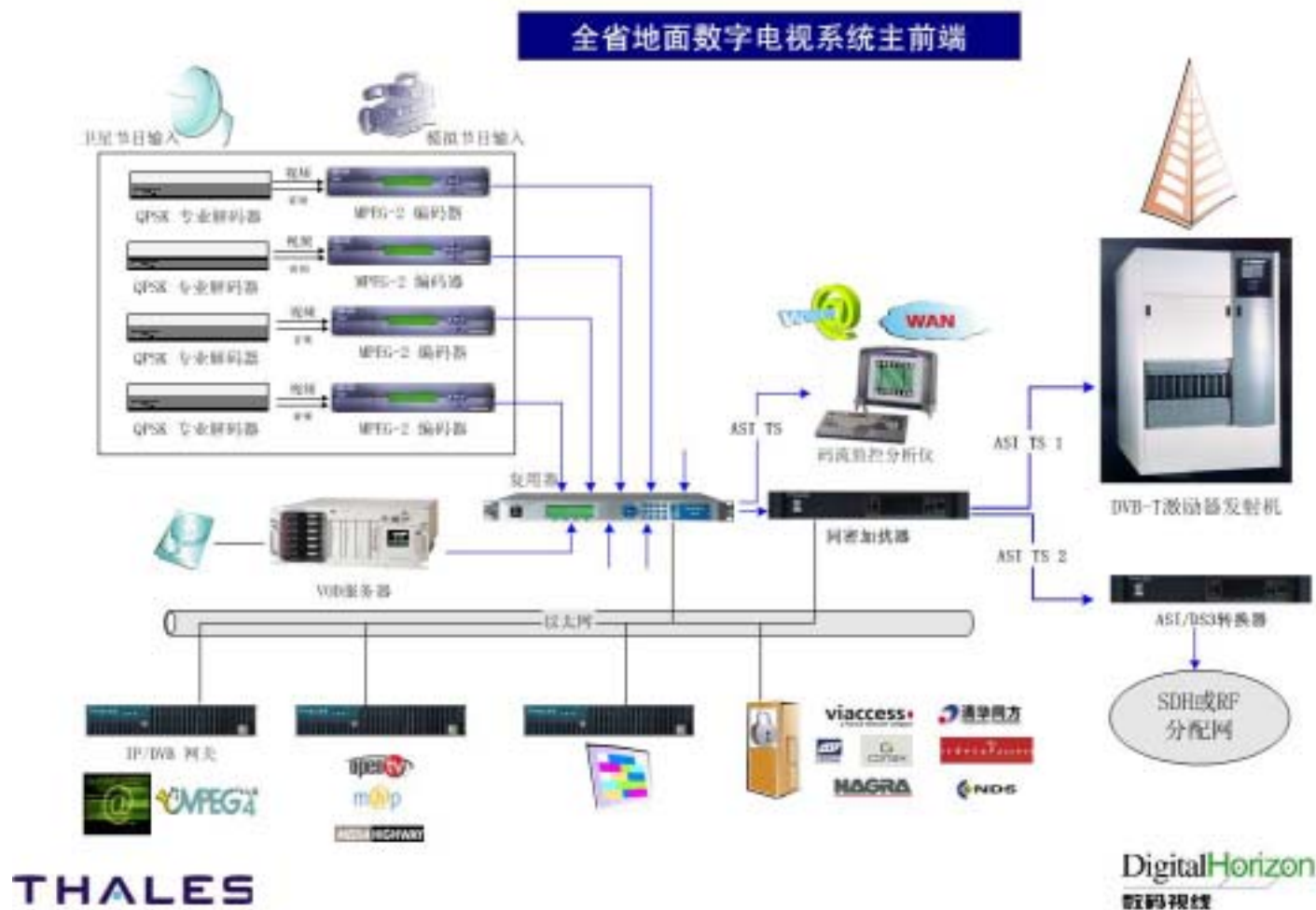
调制方式	纠错码	保护间隔			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4.98Mb/s	5.53 Mb/s	5.85 Mb/s	6.03 Mb/s
	2/3	6.64 Mb/s	7.37 Mb/s	7.81 Mb/s	8.04 Mb/s
	3/4	7.46 Mb/s	8.29 Mb/s	8.78 Mb/s	9.05 Mb/s
	5/6	8.29 Mb/s	9.22 Mb/s	9.76 Mb/s	10.05 Mb/s
	7/8	8.71 Mb/s	9.68 Mb/s	10.25 Mb/s	10.56 Mb/s
16 QAM	1/2	9.95 Mb/s	11.06 Mb/s	11.71 Mb/s	12.06 Mb/s
	2/3	13.27 Mb/s	14.75 Mb/s	15.61 Mb/s	16.09 Mb/s
	3/4	14.93 Mb/s	16.59 Mb/s	17.56 Mb/s	18.10 Mb/s
	5/6	16.59 Mb/s	18.43 Mb/s	19.52 Mb/s	20.11 Mb/s
	7/8	17.42 Mb/s	19.35 Mb/s	20.49 Mb/s	21.11 Mb/s
64 QAM	1/2	14.93 Mb/s	16.59 Mb/s	17.56 Mb/s	18.10 Mb/s
	2/3	19.91 Mb/s	22.12 Mb/s	23.42 Mb/s	24.13 Mb/s
	3/4	22.39 Mb/s	24.88 Mb/s	26.35 Mb/s	27.14 Mb/s
	5/6	24.88 Mb/s	27.65 Mb/s	29.27 Mb/s	30.16 Mb/s
	7/8	26.13 Mb/s	29.03 Mb/s	30.74 Mb/s	31.67 Mb/s

假设该平台采用 8K 模式， $FEC = 3/4$ ，保护间隔 $1/16$ ，调制方式 16-QAM，那么可用带宽为 **17.56Mb/s**，带宽分配如下：

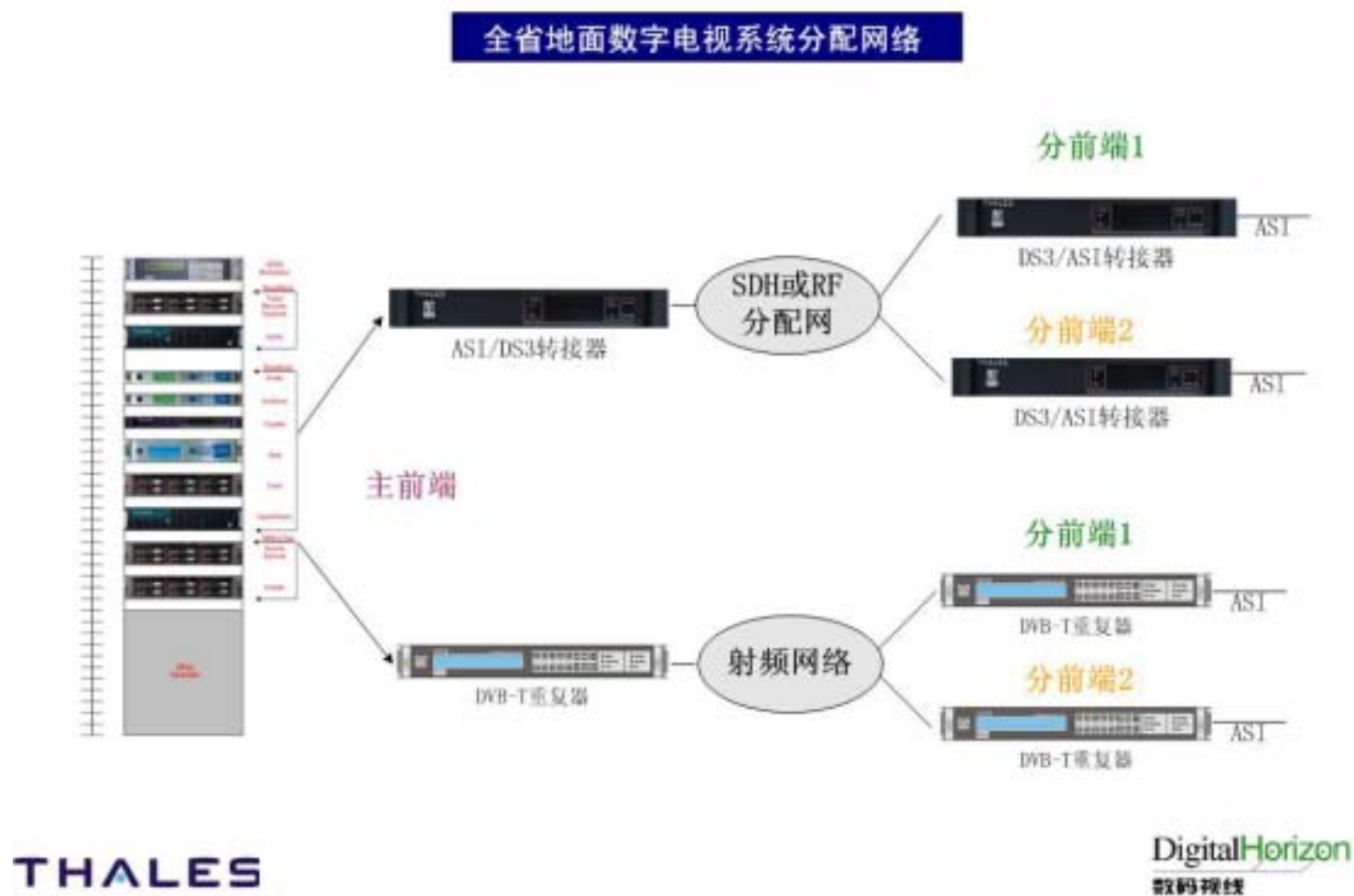
传送内容	每路带宽	节目数	总带宽
MPEG2 数字电视节目	2Mb/s	4	8Mb/s
数字广播立体声节目	0.192Mb/s	6	1.2Mb/s
MPEG4 数字电视节目	0.5Mb/s	8	4Mb/s
PSI/SI EPG 信息	0.5Mb / s		0.5Mb/s
高速移动因特网业务			3Mb/s
CA EMM ECM 信息			0.25Mb/s
交互电视数据业务			0.5Mb/s

上面多种业务所占用的带宽可以通过复用器进行动态调整。

7.3 平台主前端系统框图



7.4 平台分配网系统框图



7.5 复用器----数字电视前端的路由器

复用器是增值平台的核心设备，它综合了复用功能、DVB-SI 信息处理功能，数据插入功能以及 DVB 加扰器功能。

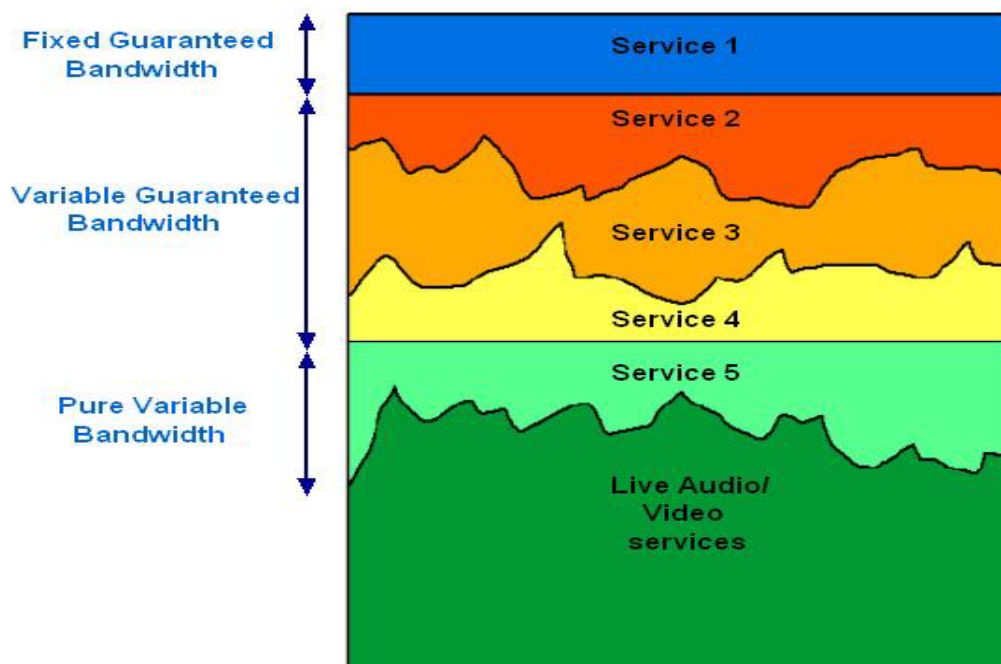
——灵活多样的输入输出接口



8 个 ASI 输入，4 个 ASI 输出，每个 ASI 接口的码流率在 90Mb/s~180Mb/s 之间，可以满足 HFC 网络的输出要求，每个模拟 8MHz 的码流率小于 54Mb/s，直接入户进行广播（Broadcast）服务，又可以直接与 155Mb/s 的 SDH SMTI 网络接口适配，进行分配传输（Contribution）。

通过 100M 以太网口，7 路传输流（TS）以 IP 方式进入复用器，实现节目平台与传输平台的联通，节目平台中的数字媒体资产管理和非线性编内容与复用器通过 IP 直接传输。

——随机数据插入和带宽优化



复用器的随机数据插入功能（O.D.I）可以使数字电视转发器的带宽得到优化。它可以利用 IP 数据、交互电视 OPEN TV、MHP、Media Highway 数据及其它私

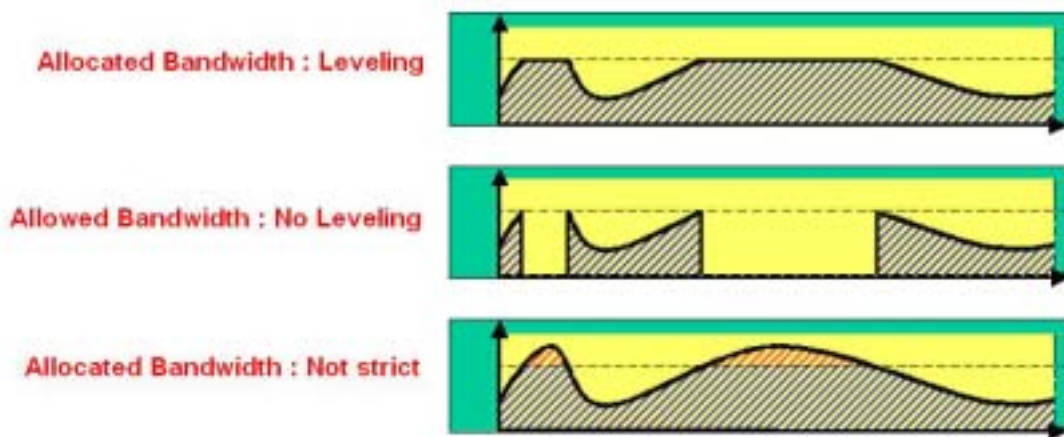
有数据等填充数字音视频剩余带宽中的空包,使带宽的利用平达到 99%以上,填充方式可以采用固定比特率(CBR)或可变比特率(VBR)方式。

数据插入模式支持固定保证带宽(Fixed Guaranteed Bandwidth),可变保证带宽(Variable Guaranteed Bandwidth),纯可变带宽(Pure Variable Bandwidth)三种模式。

处理 CBR 和 VBR 码流和带宽防溢出

随着卫星数字电视转发器中的统计复用的广泛采用,越来越多的节目以 VBR 的形式进入有线前端,当多个 VBR 码流速率同时达到峰值时,必将造成带宽的溢出,这时有必要对每个频道授于优先级别,进行带宽限制。

当输入多路可变比特率(VBR)的数字电视节目时,运营商可以设置节目频道优先级,当总码流率过大发生溢出时,根据每个节目频道优先级,压缩或停止优先级低的节目,保证优先级高的节目正常播出。



数字电视加扰和条件接收

复用器可以内置加扰器,实现与市场中著名条件接收系统的集成。加扰方式包括:同密(Simulcrypt) 固定密码加扰(Fixed Key、BISS-1、BISS-E),加扰可以面向某套电视节目(Service)或某个分量(PID)。目前已经与 Irdeto、Viaccess、Nagra、Conax, 同方, 中视联实现集成。

强大的 PSI、SI 信息处理功能

支持所有的 MPEG2、DVB 标准规定表格,以及一些非标准表格,具有强大的 SI 处理功能。PSI、SI 表格的插入可以通过 TS 流 ASI 接口、IP 以太网接口或文件等形式。它可以抽取输入传输流中的 SI 信息,支持来自 SI 发生器中非标准 PID 值向标准 PID 值的再映射,方便构建全国或全省 EPG 网。

超强的信息过滤功能

复用器不仅可以按照输入码流的 PID 过滤信息,同时可以按照 table_id、table_id extension 等过滤 Section 中的信息,实现按区域抽取相关 SI 和 EMM 的信息的功能。

先进的设备参数配置和监控

采用 Browser/Server 的网络管理界面，复用器可通过标准的 WEB 浏览器对参数进行设置和监控，采用图形化界面，对输入输出码流的 DVB 表格分析及码流率实时监控。此外，它还提供通用 SNMP 接口，方便与第三方设备集成。

动态参数配置

动态支持多个系统参数配置 (Configuration)，可以对多个系统配置进行定时播控 (Schedule)，实现不同时间段的不同节目组合传输及加解密节目组合传输。同样用户在增加或删减一些节目时可以在不影响原有配置的情况下，进行非在线配置，编辑好的配置，可以在任务管理器的管理下自动切换。

7.6 数字电视 CA 系统

数字电视加扰器用于数字电视节目的加扰。它支持 DVB 同密加扰、Fixed Key、BISS-1 和 BISS-E 等固定控制字加扰方式，它配有双输入热备开关及输入输出 PSI、SI 表格和节目码流率的监控。

——丰富的加扰模式

(1) 同时支持 4 种 CA 的 DVB 同密加扰方式

加扰器可以同时与 4 种条件接收系统同密，提供 128 个 EMM 通道（接收权力管理信息）和 128 个 ECM 通道（权力控制信息），加扰可以在分量层（PID）或节目层（Service）进行。

加扰器可以实现在双机热备份情况下的控制字共享以减轻解码器的控制字恢复过程，无缝热备份管理的控制字分享。

(2) BISS-1 和 BISS-E 加扰方式

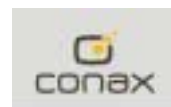
BISS 是基本互操作加扰系统的缩写。它采用固定控制字对传输流中的节目加扰，这种方式被称做 BISS-1，当该控制字也被加密时，称为 BISS-E。主要用于数字电视信号分配系统。

(3) Fixed Key 加扰方式

它使用固定控制字加扰，不仅可以对节目进行加扰，还可以对节目中的音视频分量加扰，它适合干线网节目分配的内容保护。

——完成与国内外著名 CA 厂家集成

清华同方，中视联，IRDETO，VAICCESS，NAGRA，NDS，CONAX 等

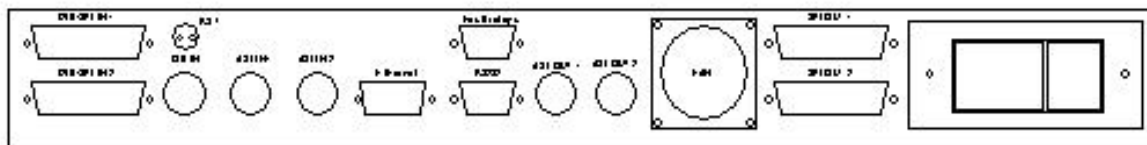


——利用 TDT 表和 SNTP 服务器的设备时钟同步

——输入输出接口

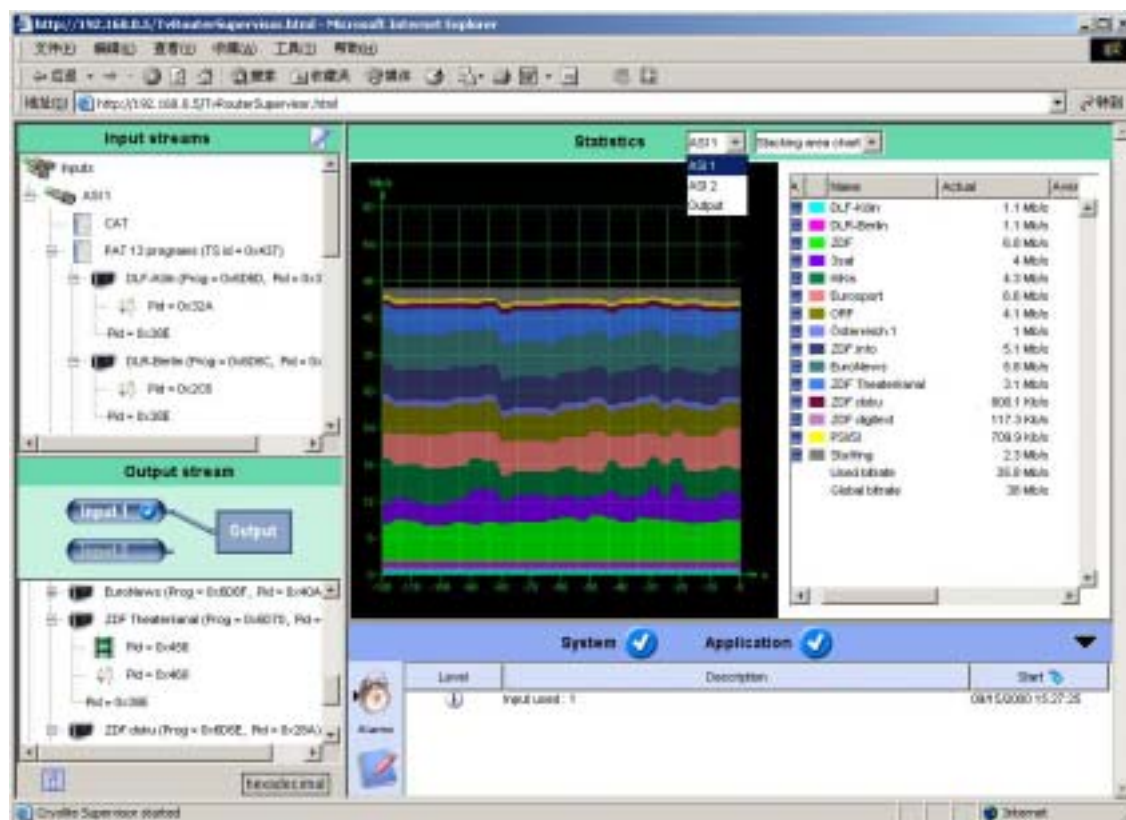
双输入 ASI 热备份开关，双 ASI 串口输出及双 SPI 并口输出，输入输出码流

率高达 55Mbps，可对码流率进行调整，自动 ASI Byte 和 Packet 模式检测



——嵌入式 WEB 浏览器服务器远程管理及 SNMP 网管协议

加扰器使用以太网口通过 IP 进行系统参数配置及监控，它不仅可以显示参数的设置，而且还可以实时显示所有节目的码流率，参数置配和监控可以通过标准的 WEB 浏览器或 SNMP 代理进行中心监控。此外，它可以通过 TDT 表及 SNTP 远程服务器进行设备时钟同步。



7.7 超级 MPEG2 编码器



视频信号

—模拟复合视频接口:含有同步模式的高质量 PAL/NTSC,符合 ITU-R 470-2 rep 6 标准,支持低质量视频输入信号,信噪比>61 dB,频率响应 0.15-5.7MHz(PAL)

—数字视频接口:串口 SDI 4:2:2, 270 Mbps(625/525)

—视频信号处理:适应性预滤波降低噪音,横向采样率 720-352,纵向采样率 576-288,运动预算,图象切割探测,内置测试图形生成

—视频信号编码:420 Main profile @ Main Level 格式比特率:0.5-15Mb/s, 422 Professional profile @ Main Level 格式比特率:5-30Mb/s,支持 GOP 适应,100ms 端到端低延迟模式

音频信号

—模拟音频接口:2 路立体声或 4 路单声道

—数字音频接口:嵌入式 SDI,或双 AES/EBU

—音频信号处理:内置音频生成,支持单声道,立体声,复合立体声

—音频信号编码:MPEG1 LAYER II, 64-384kbps

图文电视

CEEFAX B, WSS, VPS, AFD, D/VITC, Closed Captioning, transparent lines
DVB 字幕插入

输出接口

3 路 ASI 输出比特率 1-54 Mbps

支持 DVB SI/PSI 表格

控制与监控

前面板人机对话界面,可预置 11 个配置文件,基于 WINDOWS 的以太网远程管理友好界面

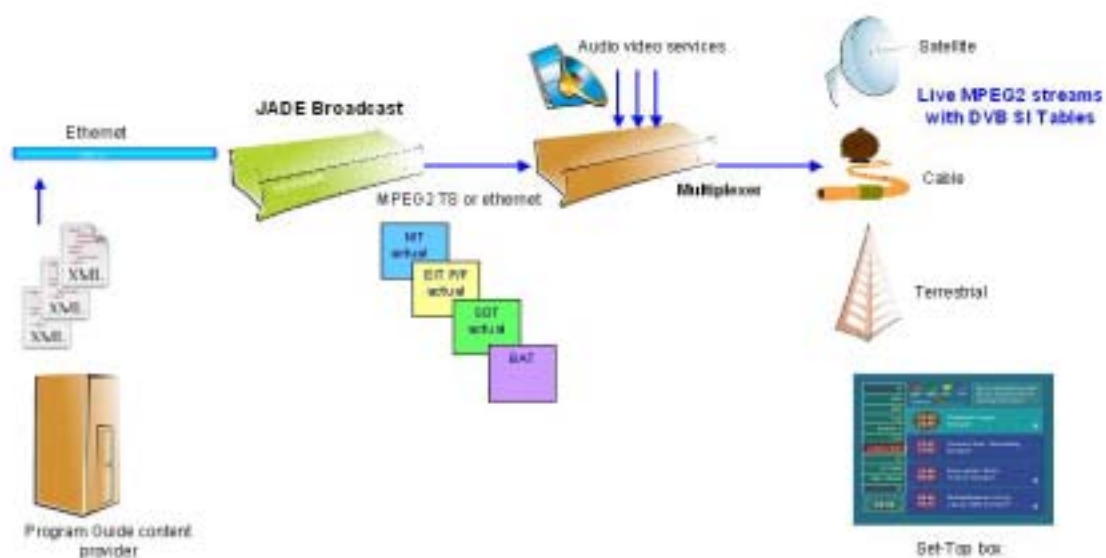
系统软件升级

以太网

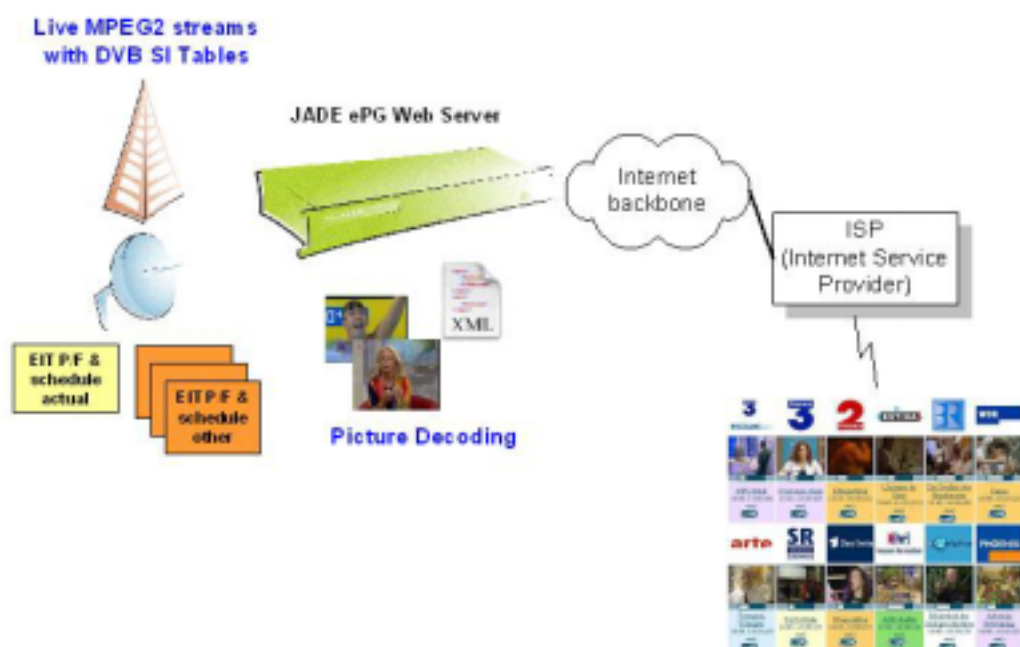
7.8 全省 EPG 解决方案

——广义 EPG 服务

支持广播网，因特网和移动电话网



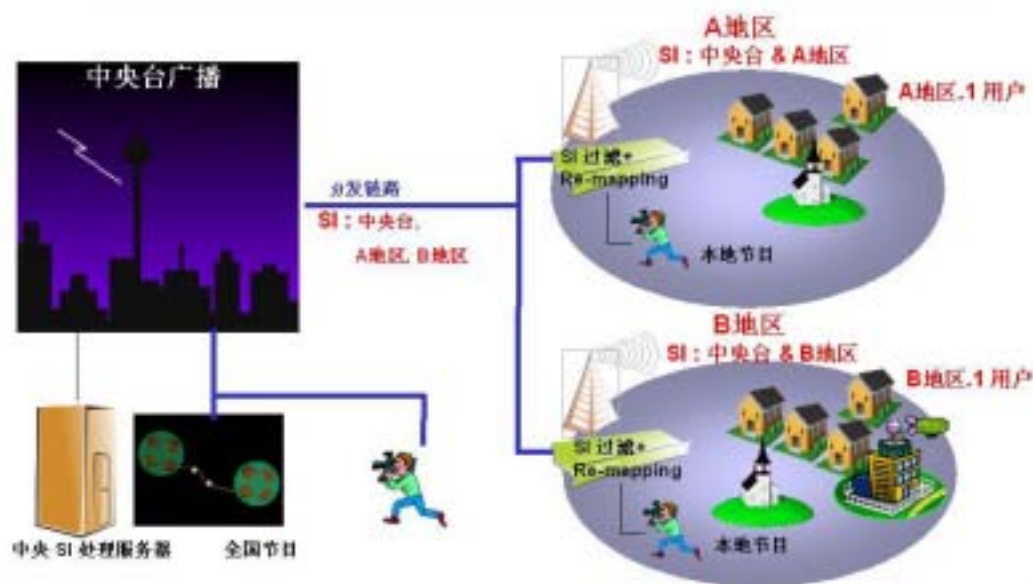
广播网 EPG



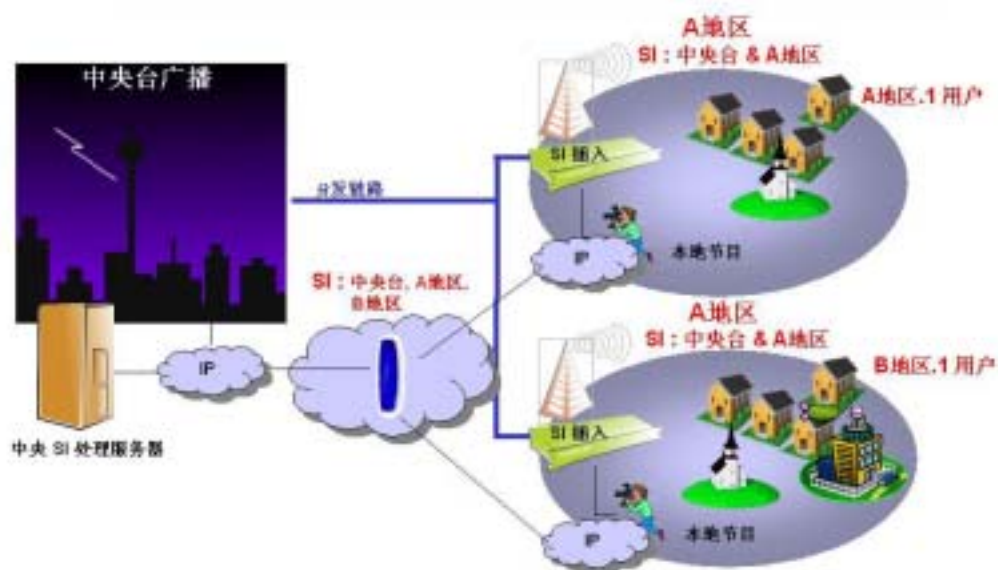
因特网 EPG

——灵活的全省 EPG 组网方式

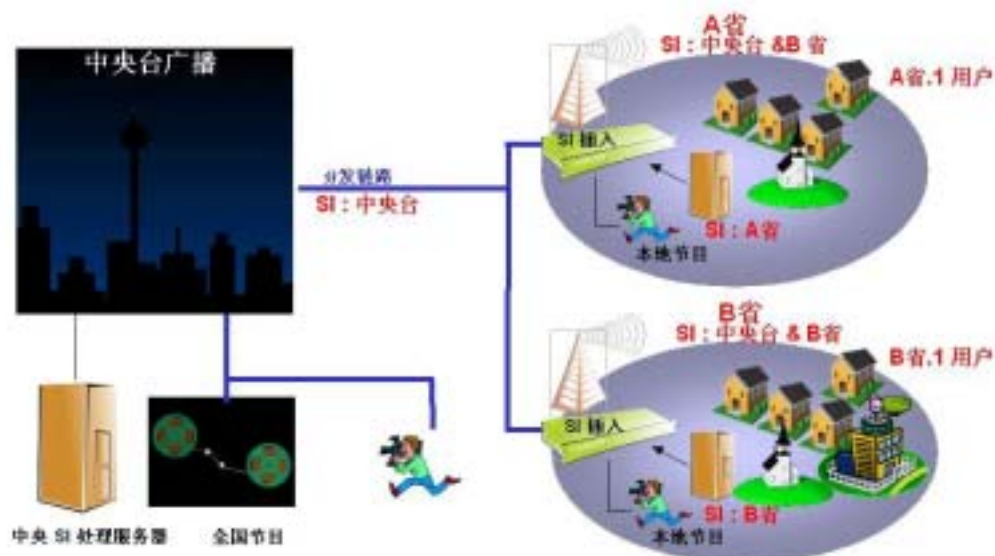
可以通过 SDH 网以 IP 的方式，或 HFC 网以 TS 流的方式将 SI 信息分配到全省。下面的三个图中提供三种模式参考。



模式 1：中心带内广播 EPG 系统



模式 2：中心 IP 广播 EPG 系统



模式 3：中心广播 EPG 与地方 EPG 混合系统

——丰富的 SI 输入接口

ASI 输入：单机最多配置 4 路 ASI 输入，同时进行 4 路传输流 SI 抽取，与 THALES 的 SI 抽取器配合可以抽取 8 路以上来自卫星转发器的 SI 信息

SI 编辑器输入：利用 SI 编辑器，对 NIT，SDT，EIT，BAT 进行编辑输入

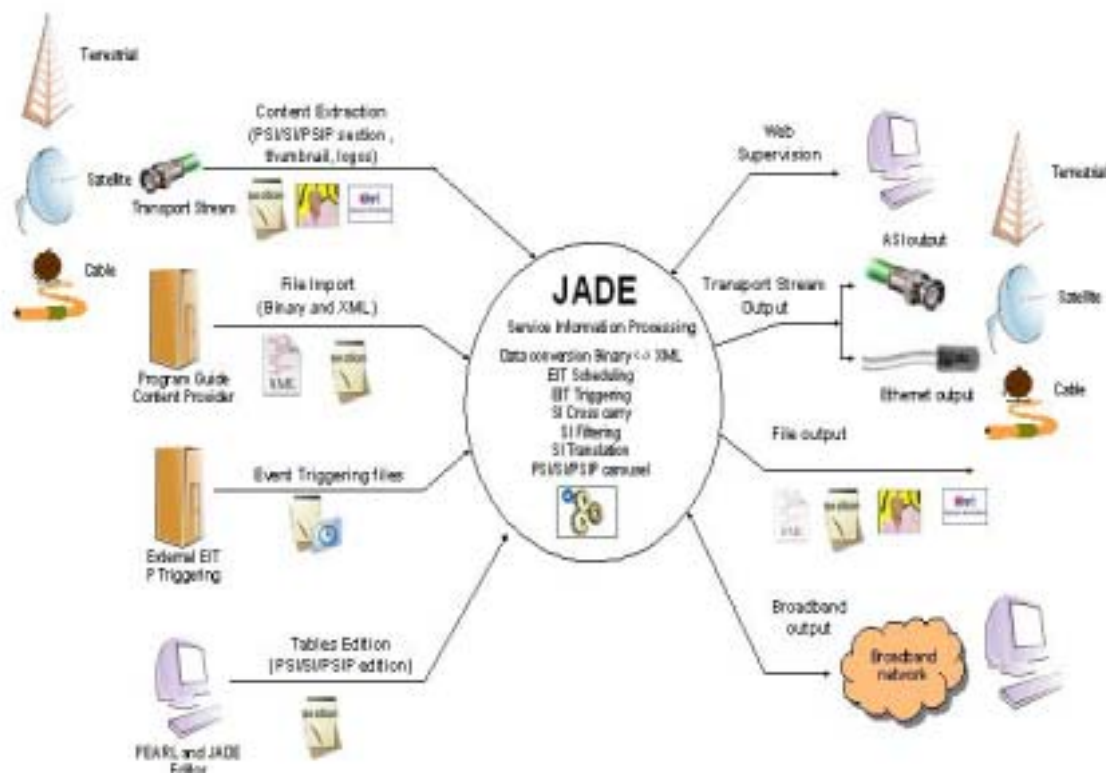
文件输入：接收用 XML 和二进制编辑的 NIT，SDT，EIT，BAT 的表格

——丰富的 SI 输出接口

ASI 广播网输出：同是支持多路传输流 (TS) 多组 SI 信息的同时传输及 PID 的再映射功能

以太网 IP 输出：可以通过电讯分配网将 SI 信息进行传输

XML 文件输出：处理后的 SI 信息可以返回到 XML 文件，方便传输和移植



——先进的 EIT 表格管理功能

EIT P/F 及 SCHEDULE 的管理，EIT 表格当前事件和下一事件的触发转换

——远程监控和参数配置

JADE 电子菜单服务器配有 APACHE WEB 服务器，可以通过远程的任何浏览器进行监控，甚至通过 56K 的电话调制解调器，通过 WEB 浏览器的 HTTP 的远程监控，支持 50 个用户同时使用。

自动微型屏幕电视节目内容抽取显示

7.9 数字电视多媒体数据平台

——具有多种数据的兼容性

- 该平台可以传送 IP 多播数据（Multicast）和单播数据（Unicast）
- 交互电视数据的轮播，OBJECT CAROUSEL，DATA CAROUSEL，例如：OPEN TV，MEDIA HIGHWAY 文件，MHP 的 JAVA 和 HTML 应用
- PSI/SI 表格的处理及播放，电子节目导视 EPG 播放
- TS 流音视频文件，ES 流音视频文件，MPEG2，MPEG4
- 多种私有数据的播放，DVB SECTION，PRIVATE SECTION，EMM，机顶盒软件升级数据

——支持多种数据广播应用

- 高速固特网接入
- 海量文件分发
- 网站备份
- 实时交互电视数据传输
- 数据电视音视频流媒体业务
- 远程教育，远程医疗等

——支持与数字电视节目的再复用，独立管理 PSI/SI 表格信息

- 含有实时 TS 流 ASI 输入，可以实现多媒体数据与电视节目的复用

——完善的数据广播带宽优化及服务质量（QoS）管理

支持固定保证带宽，可变保证带宽和纯可变带宽数据传输模式，可以实现与电视节目复用过程中的随机数据插入空包替代技术。

——流媒体和文件传输播控服务器

负责对 IP 多播与单播的流媒体和文件服务器内容进行整合，节目频道编制，带宽优化。

——交互电视内容播控服务器

它接收来自多种交互应用开发软件（AUTHORING TOOL）的应用，管理 MHP，OPEN TV 和 MEDIA HIGHWAY 多种中间件内容

——EMM 私有数据插入器

通过 IP 接口，依据 DVB 同密（SIMULCRYPT）协议，插入 CA 系统的 EMM 寻址信息和其他私有数据。

——IP/DVB 网关

实现将 IP 数据向 MPEG2 传输流的封包功能，通过 DVB 通道将 IP 内容传送出去，它配有 ASI 输入，可以将 IP 数据与电视节目进行复用。

——交互电视应用打包机

将 MHP 的 JAVA，HTML，OPEN TV 和 MEDIA-HIGHWAY 的私有中间件应用打包到数字电视传输流（TS）中，通过 DVB 广播通道传输，它配有 ASI 输入，可以将数据与实时电视节目进行复用。

——EPG 服务器

DVB-SI 信息处理器，可以产生并处理 NIT，SDT，EIT 和 BAT 表格，由于配有 ASI 实时输入，它也可以从实时数字电视节目中抽取 SI 信息，与其它 SI 信息混合处理后播出。

——SSU 机顶盒软件升级服务器

为了防止盗版，通过广播通道进行特殊格式的数据广播，实现机顶盒软件的自动升级。

——局部或远程的节目内容，频道内容，系统参数实时监控

——完善的数据流量监控及收费管理系统

7.10 高速移动因特网 IP 平台

(1) 综述

IP 多媒体内容管理及传送平台是一个独特的用于视频多播服务器和多播数据传送服务器的软件平台。它还可同时提供先进的服务质量 (QoS) 及带宽的管理。其三大主要功能综述如下：

- 管理基于 IP 网的多播流媒体 MPEG4
- MPEG4 视频流和海量媒体等多播源的内容整合
- 产生方便用户接收的多媒体服务内容的电子节目导视

(2) 主要特点

- 对视频流媒体服务器的管理和内容分发服务器的管理
- 多播内容整合及传输
- 播出计划管理
- IP 流的服务质量管理及带宽分配控制
- 优秀的图形人机界面方便参数配置及监控
- 独特的自动网络上传流量分析功能
- 构建在开放标准基础上，可平滑嵌入至现有系统中

(3) 多种内容整合功能

•支持多种多播信号源

基于开放标准设计的，它支持并兼容世界上众多著名企业的流媒体信息，提供了与现存网络系统的无缝集成。

•多播文件传输服务器

它是一个灵活可靠的用于向被授权用户传送大量文件的软件系统，符合 IETF 标准的 RTF 协议，确保没有任何数据的丢失，主要特点如下：

- 采用前向纠错 (FEC) 的可靠传输编码协议
- 文件的压缩与打包功能
- 采用 64 位比特公共密钥的加密算法
- 利用 ACK 和 NACK 的增强型回传连接管理，确保数据接收，获取接收设备清单
- 先进的文件分发模式：热文件夹、文件循环播放和子目录镜像

•MPEG4 实时编码器

它是一个强大的单机集成式 MPEG4 实时编码器，它符合 MPEG4 ISMA 1.0 标准，支持 QCIF、CIF 和 D1 图像格式，配有简单的定时播控和启动编码任务的功能。

•微软视窗 Window Media Service 9

可以控制具有先进功能的 WMS 9，通过对动态码率的管理，进行带宽优化和服务质量 (QoS) 控制。

- 与其它第三方多播设备供应商进行简便集成

(4) 先进的控制与监控功能

可以对流媒体传输和内容分发进行如下控制：

- 对每路多播内容及多播服务器的各种参数状态进行即时观察
- 播放、暂停和停止操作
- 对带宽分配的全面控制

(5) 节目频道的生成与电子菜单管理

具有强大的多播节目频道生成功能，运营商可以将一个或多个多播内容生成一个或多个节目频道，它甚至可以将实时数字电视与其相关的网站整合在一起向用户提供增强型电视节目，每个节目频道都可以根据 SAP/SDP 标准协议进行节目预告和电子菜单显示，可以采集 DVB-SI 信息，生成 XML 数据以提供电子节目导视（EPG）。

(6) 服务质量（QoS）策略和带宽管理

具有独特的服务质量管理特点：

- 控制 IP 多播信号源：
 - 动态设置多播服务器传输速率，确保服务质量
 - 对每个多播信号源进行时间播控设置

•根据网络上的资源情况对其传输的单播和多播内容进行流量控制，实现服务质量保证，它可以提供以下三种带宽分配模式：

- 固定保证带宽模式，采用固定速率传输
- 可变保证带宽模式，采用最低和最高速率传输窗口
- 可变带宽模式，依据剩余带宽采用自适应速率传输

通过设定每个节目频道的带宽模式及优先级，不同的节目可以在网络总带宽中动态复用。

(7) 定时播控功能

可以提供对实时电视节目和存储的电视节目的定时播控功能，通过它直观友好的界面，不同节目频道内的不同内容，可以自动按照时间（天或周）进行定时播放。

(8) 强大的图形化的人机界面

图形化人机界面可以实时地对所有输入的多播内容进行显示，进行高效的参数配置及监控。它所显示的内容如下：

- 网络上行数据流量及带宽使用情况
- 多播信号源的监控
- 服务质量（QoS）策略设置
- 多播内容的定时播控
- 利用 TCP/IP 通讯协议的应用接口函数（API）可以让用户进行操作控制。

7.11 IP/DVB 数字电视网关

(1) 超级 IP/MPEG2 封装性能

IP/DVB 网关依据客户的不同需求可以提供系列的 10Mbps、40Mbps、80Mbps 和 160Mbps 封装速率，优化客户投资预算。

(2) 增强的 IP 封装协议

IP/DVB 网关是目前市场上封装效率最高的设备之一，它可以同时处理多种封装协议：

- Data Piping
- Data Streaming
- DVB MPE 多协议封装（欧洲标准）
- ATSC Addressable Sections（美国标准）
- JSAT（日本标准）

此外 IP/DVB 网关还配有强大的 MAC 地址管理系统，可以通过 SNMP、API、文件或人机界面对 MAC 地址进行设置。

(3) 多种远程参数配置及监控方式

- 通过以太网口，利用友好的人机界面，对网关的 IP、DVB 及 ATSC 参数进行配置和监控。同时还可以进行 IP 网络的流量分析。
- 通过 TCP/IP 协议，利用设备应用接口函数（API）进行参数配置和监控
- 通过 SNMP 监控协议对设备参数进行配置及监控
- 通过泰雷兹公司的网管系统 LAZULITE 进行管理，其中的日志文件包含所有的错误及警告信息

(4) 局部前面板参数配置及监控

IP/DVB 网关配有液晶前面板，通过前面板键盘可以进行简单参数的设置、IP 流量监控并显示报警信息。

(5) 强大的 IP 协议过滤功能.

对于每一个 PID, IP/DVB 网关都具有如下过滤功能：

- IP 的源地址及终端地址过滤
- MAC 源地址及终端地址过滤
- TCP、UDP 等协议种类过滤
- TCP 和 UDP 的源端口和终端口号过滤
- 其它 IP 协议过滤
- 其它服务类型过滤

(6) 随机数据插入

IP/DVB 网关可将 IP 数据插入到数字电视通道音视频的空包中, 进行动态复用。由于采用了这项技术运行商可以对每个数据业务进行服务质量管理, 提供固定保证带宽服务、可变保证带宽服务和纯可变带宽服务, 还可以对多播服务器进行流量控制, 保证无任何数据丢失。

(7) 虚拟通道的动态复用带宽管理

可将每个物理带宽划分为多个虚拟带宽, 在每个虚拟带宽内可以传送多个节目或 PID, 这些节目或 PID 之间可以根据优先级 (0~99) 进行动态复用。

(8) 以太网封装协议

IP/DVB 网关可以通过 MPEG2 数字电视网实现以太网桥、多个局域网之间的联接。支持 DVB MPE 和 ATSC Addressable Sections 协议。

(9) UDLR 回传协议

IP/DVB 网关还支持 UDLR 回传协议管理 DTCP 问候信息的产生及 GRE 网桥信息。

(10) MPEG2、DVB 和 ATSC 表格管理

IP/DVB 网关符合 DVB 和 ATSC 标准, 可以支持如下表格:

- MPEG2 标准的 PSI PAT、CAT 和 PMT
- DVB 标准的 SI 表: NIT、SDT 和 TDT
- ATSC 标准的 PSIP 表: MGT、VCT 和 STT

(11) 输入输出接口

- 多达 6 路 10/100M 以太网口
- 高达 160Mbps 的 IP 包传输速率
- 同时输入 50 个不同的 IP 包
- ATM 网卡及千兆网卡选项
- 实时 ASI 输入及随机数据插入选项
- 高达 160Mbps 的数字电视 ASI 码流输出

7.12 交互电视平台

它是通过因特网上的一个自动系统建立介于运营商和第三方交互内容提供商之间的一个安全网关,它允许多家交互电视应用供应商,在不牺牲安全性的基础上,共享同一个网络。

随着交互电视业务的快速增长,广播运营商希望有一个能够管理复杂内容的,对内容可以进行精细调整的,可按时间进行编播,可对交互电视内容进行开级及可以播放局部内容的平台,它可以同时播放多种数据格式,例如:MHP, OPEN TV, MEDIA HIGHWAY, OCAP, SSU 及私有数据。

- 用于数字电视交互应用的自动化的,安全的内容开级管理系统
- 对集中管理的,基于内部网的,对交互广播应用进行分配的系统
- 面向用户的用于数字电视交互应用开级管理系统
- 一个高效的对局部交互应用进行开级的机制
-

(1) 主要特点:

支持多种交互电视数据格式:MHP, OPEN TV MEDIA HIGHWAY, OCAP, SSU 简单操作和集成和私有数据

多种交互应用

交互电视应用第三方供应商的安全接入

对数字前端的带宽优化功能

方便准确的监控功能

高安全性的内容管理及控制

XML 文件格式的日志及报告

(2) 模块化的可扩展架构

基于用户端/服务器端(CLIENT/SERVER)架构,可以使用 JAVA APPELET 进入,通过 XML 语言,构成一个具有播控功能的安全网关,它可以提供方便的客户报告,使用通用的开放式固特网内容升级协议,XML,FTP,HTTP,TCP/IP

(3) 高效的局部和远程管理

它是一个完善的高层管理工具,它可以友好地配置,操作和监控任何广播服务器,无论是单项式一的交互电视服务器,还是多个远行多种交互电视应用的服务器,通过以友好的方式实进管理临控交互电视服务器,可以节省不同网络运营商的运营成本。

(4) 强大的播控功能

采用该平台交互电视节目应用的播控变行更加直观和有逻辑性,使用 XML 开级描述文件的任何操作,都会打上时间标识,然后被 SYNAPSE 的播控器处理,采用这种简单机制,复杂的播控情况都可以分解成以下操作:内容开级,应用开始与停止,应用状态修改,带宽再分配等。

(5) 超强的安全性

可以提供的开级机制与 FTP 接口安全联接，它的安全性体现在：
分布的，热备份的，FTP 安全服务器，安全专用的数据库
数据的完整性在开级前进行独特的安全检测
客户使用和监控的进入权力保证
广播前端结构对于交互电视内容提供商是未知的，它们无法直接进入。

(6) 支持的交互电视数据格式

---MHP	JAVA , HTML
---OCAP	
---OPEN TV	私有数据 (SECTION , TS 文件)
---MEDIA HIGHWAY	数字音视频传输流

7.13 交互电视播控服务器

交互电视播放器通过实时复用功能，使广播运营商可以高效地创建和监控交互电视增值服务，它能够处理的异步交互数据如下：

- 传输流和 Section 文件：包括各种 TS 流及 Section 文件（例如：视频文件、OpenTV™ 文件、MPEG2、DVB 及 ATSC 表格和私有数据。）
- MHP 轮播数据：所有符合 DVB-MHP 标准的对象轮播文件 (Object Carousel)
- MediaHighway™ 中间件数据：包括通过局域网 TCP/IP 协议发送的交互数据
- DVB 同密接口数据：包括所有符合 DVB 同密接口协议的来自局域网 Section 和 TS 流的文件（例如私有数据产生器和 EMM 产生器）。

(1) 主要特点

- 在电视节目频道内的实时插入与删除交互电视应用
- 同时支持 MHP、Open TV™ 和 MediaHighway™ 等多种交互电视应用，并配有同密接口以插入私有中间件或数据
- 实时复用 TS 流、Section 文件、MHP 轮播文件、MediaHighway™ 数据和符合合同密协议的 Section 数据
- 符合 DVB 和 ATSC 标准，支持泰雷兹的 OptiMux® 专利技术，优化带宽管理
- 管理 PSI、SI 和 PSIP 表格
- 直观友好的图形人机界面，方便参数设置和监控
- 提供应用接口函数 (API)，方便个性化应用
- 支持 SNMP 远程网管协议

(2) 优秀的图形化人机界面方便参数配置及监控

- 配备友好直观、操作简便的参数配置和监控界面，它不但能够局部操作，而且可以远程控制

- 该界面可以显示 MPEG2、DVB 和 ATSC 参数并能提供交互电视应用在实时复用过程中的详细描述

- 提供通过 TCP/IP 协议的应用接口函数 (API)

- 可以通过 SNMP 网管协议进行控制

(3) 强大的交互电视广播管理

- 交互电视应用文件可以单次或循环播放

- File Name Polling 升级模式：当在指定子目录内有新文件时，自动停止播放现有文件，而开始播放新文件

- Stamped Polling 升级模式：可以从指定时间开始播放升级文件

- 全面的 MPEG2、DVB 和 ATSC 表格管理

- 完全符合 MPEG2、DVB 和 ATSC 标准

- 同时播放 50 路交互电视应用及其配套的 MPEG2-PSI 表格 (PAT、PMT)、DVB-SI 表格 (NIT、SDT)、ATSC-PSIP 表格 (MGT、VCT、SST)

(4) 随机数据插入带宽优化

它可以使交互电视应用数据插入至数字电视音视频中，利用此技术，广播运营商可以采用固定保证带宽、可变保证带宽和可变带宽三种模式进行交互电视数据发送，满足不同用户对服务质量的需求。

(5) 输入与输出接口

- 最多可支持 50 路交互电视应用

- 实时 ASI 数字电视码流输入，可进行随机数据插入复用

- DVB ASI 数字电视传输流 40Mbps 输出

7.14 数字电视监控平台

监控分析仪可以全面对传输层和音视频层进行监控分析,并报告数字电视前端的运行状态,它用非常通俗的方式,使非专家级用户可以对系统进行质量评估,进行决策。

它采用网站浏览器的方式,用户就象上新浪搜狐网站那样,随时随地监控数字电视前端的运行情况。

——监控器主界面



该界面是数字电视前端系统参数的综述界面,它显示如下内容:

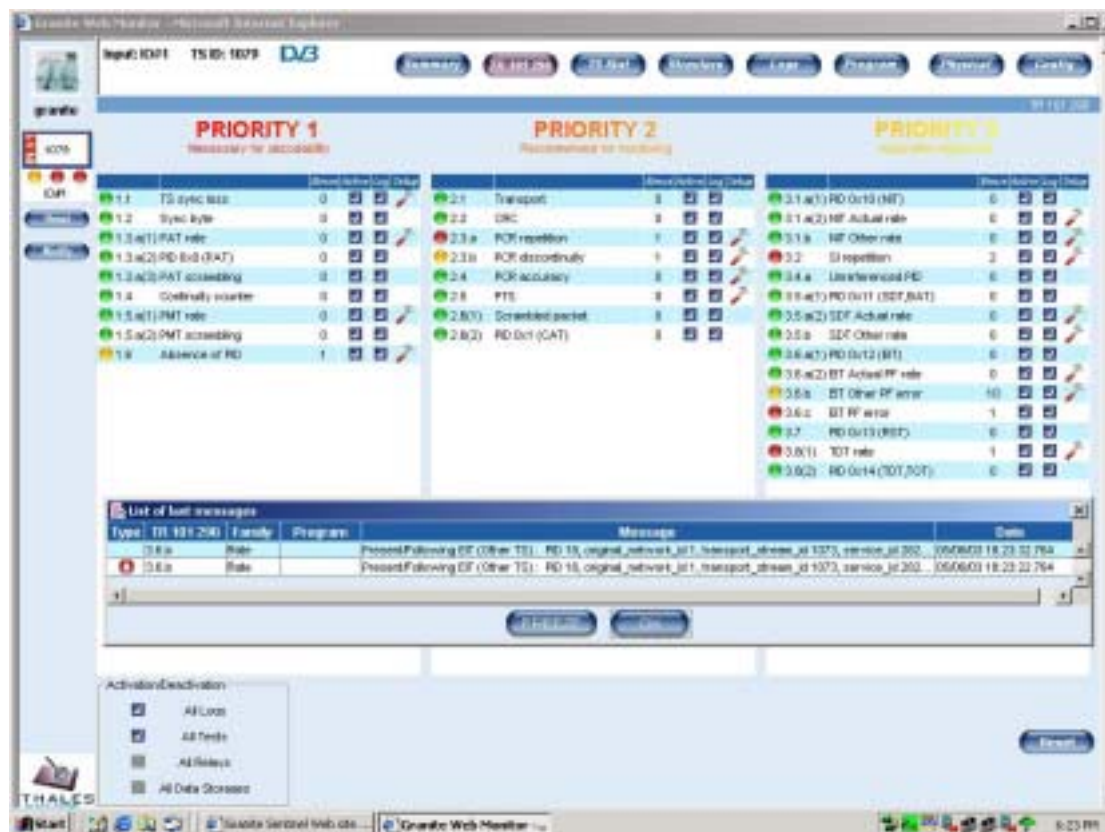
——该 TS 流当中的频道数量,每个频道中的音频,视频,视频为抽取的 I 帧动态图象,主界面

——DVB TR101290 监控协议综述, PR1, PR2, PR3

——该 TS 流的码流率, TS ID, NETWORK ID, NETWORK NAME

——被监控的 TS 流输入端口号,每台监控器最多可以有 4 个 ASI 输入,监控 4 路 TS 流

——监控器 DVB TR101290 界面



TR101290 是 DVB 标准定义的监控协议,它根据被监控参数的重要性,将它们分成 3 组, PRIORITY 1, PRIORITY 2, PRIORITY 3, PRIORITY 1 中定义的是解码器工作所需的最基本参数,例如 TS 流的同步头, PAT, PMT 的重复频率等。PRIORITY 2 中定义的是有关时钟的参数,例如: PCR, PTS 等。PRIORITY 3 中定义的是有关 SI 方面的参数。绿色代表没有错误,黄色代表发生过错误,但是已经恢复正常,红色代表有错误,使用鼠标进入可以看到详细内容。

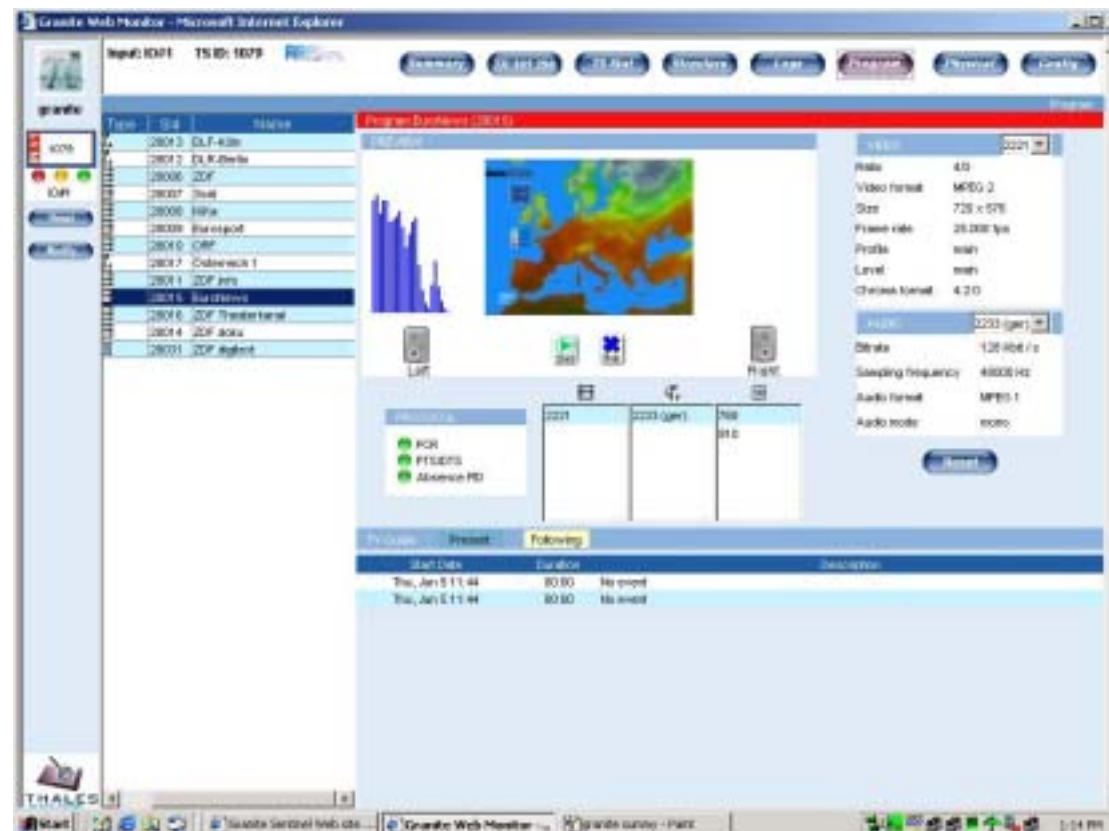
——监控器 DVB 表格界面

该界面显示 DVB 的全部表格，其详细内容可以通过鼠标敲击“书本”符号进入观看，同时还可以看到 DVB 表格的 PID，PMT 的 PROGRAM NUMBER 等

Table Type	PID	Table Name	Value	Icon 1	Icon 2	Icon 3	Icon 4	Icon 5
TS ID	1070	ASTRA						
Number of programs	12							
PMT	180	Prog. 20000: ZDF						
PMT	280	Prog. 20007: Sat						
PMT	380	Prog. 20008: WDR						
PMT	480	Prog. 20009: Eurosport						
PMT	580	Prog. 20011: ZDF Info						
PMT	680	Prog. 20014: ZDF Info						
PMT	780	Prog. 20013: SDR Berlin						
PMT	880	Prog. 20012: SDR Berlin						
PMT	1808	Prog. 20017: Galaxie 1						
PMT	1828	Prog. 20018: ORF						
PMT	1834	Prog. 20015: EuroNews						
PMT	1100	Prog. 20016: ZDF Theaterland						
PMT	1800	Prog. 20020: ZDF Altpost						
CAT	1							
MT Actual	18							
SDT Actual	17							
SDT Other	17							
ET SMT	18							
ET Actual PP	18							
ET SMT	18							
ET Other PP	18							
DT	28							
DT	28							

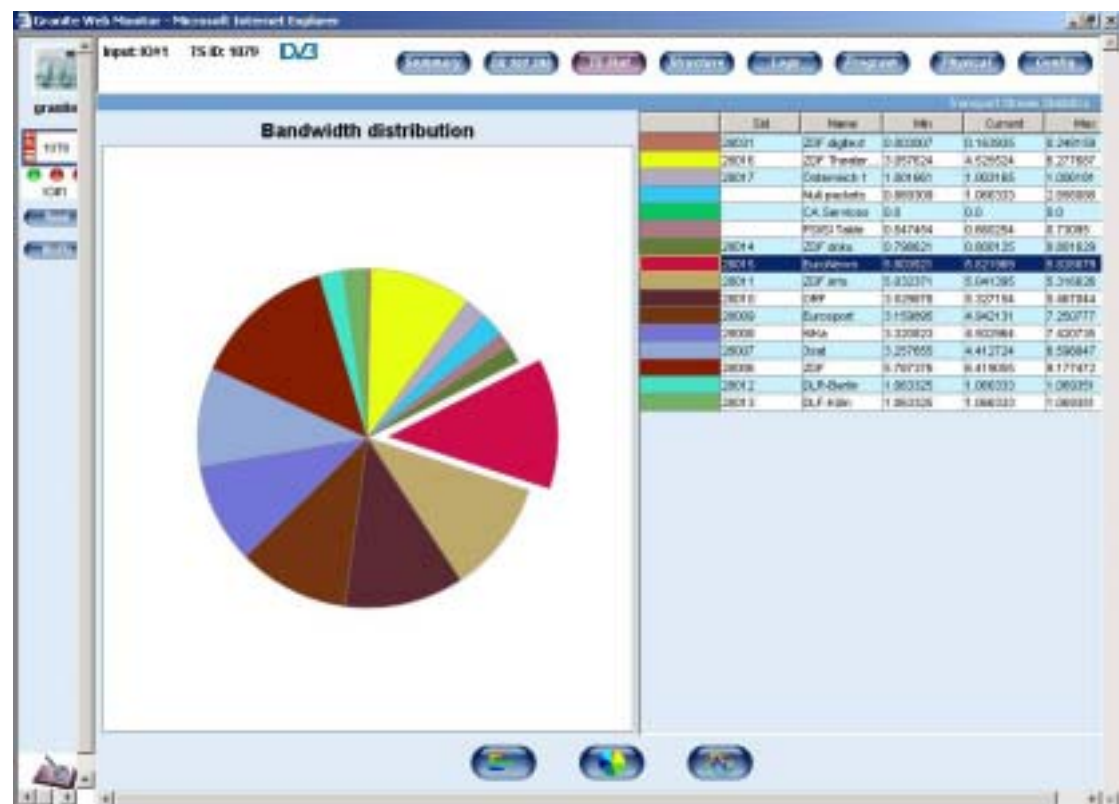
——监控器频道节目界面

该界面显示 TS 流当中的某一频道的详细内容，左面是该 TS 流中的频道表，用鼠标选择其中某个频道后，其音视频可以播放出来，使用视频框下面的播放功能，该频道可以被编码到 MPEG4 流媒体，右面是该频道音视频的属性参数。



——监控器码流率界面

该界面显示 TS 流当所有频道的实时码流率，每个频道占用带宽百分比，总带宽，空包率，可以将码流率信息变成 LOG 文件，界面内还提供每个频道的频道号 SERVICE ID，频道名 SERVICE NAME，频道 PID (PMT PID)。



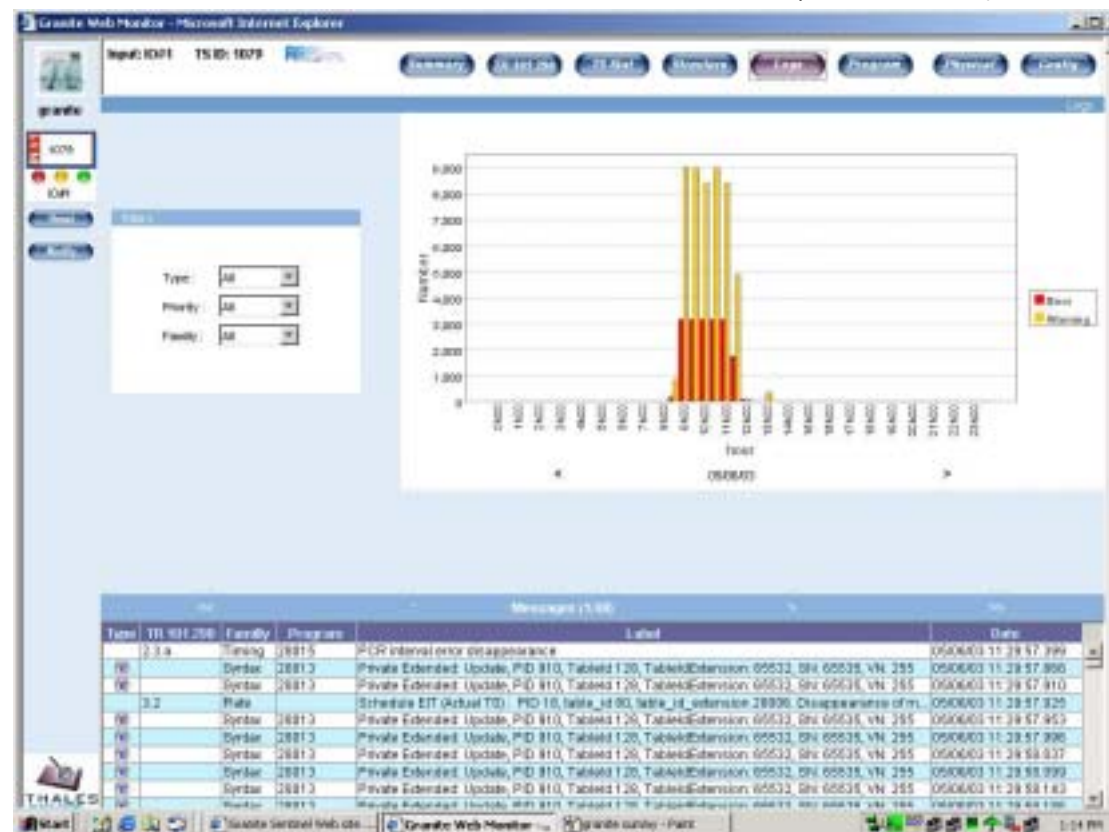
电话:010-82551072/73/98/99 传真:010-82551097

网址:<http://www.dh-tv.com>

电子邮箱:support@digital-horizon.com.cn

——监控器 LOG 日志界面

该界面显示 TS 流当中所发生的错误和警告按时间分布的总数量，及其详细内容。



——监控器参数配置界面

该界面提供了监控器的参数配置，可以选择测试标准 DVB，ATSC，ISDB，界面刷新频率，日志文件大小，MPEG4 编码器的速率等。

