



清华大学  
Tsinghua University

DMB-TH 地面数字电视传输技术

# 白皮书

(第二版)

北京凌讯华业科技有限公司

清华大学

2006年5月

## 前 言

经过多年坚持不懈的研究和发展，世界各国在地面数字电视广播（**DTTB: Digital Television Terrestrial Broadcasting**）技术领域取得了很多的成果，目前已经提出了三个地面数字电视标准：欧洲的 **DVB-T**，美国的 **ATSC**，日本的 **ISDB-T**，并且都达到实用阶段，许多国家和地区都在选择自己的 **DTTB** 系统。但随着技术的发展和研究的不断深入，人们逐渐认识到在移动接收、频谱效率、单频网、干扰、系统的灵活性等方面，上述三个系统各有相应的优缺点。

清华大学和北京凌讯华业科技有限公司针对上述目前世界上三个地面数字电视系统存在的问题，提出了一种新颖的、适合我国国情的地面数字电视传输方案，和美国、欧洲的地面标准相对应，称为 **DMB-T (Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting)** 技术。清华大学在配合国家数字电视联合工作组的基础上，融合继 **DMB-T** 技术之后的最新研究成果，形成了国家地面数字电视标准融合方案，考虑到该方案支持未来的手持、便携设备接收，称为 **DMB-TH (Terrestrial Digital Multimedia TV/Handle Broadcasting)**。**DMB-TH** 在继承原有系统优点的基础上，覆盖范围、抗干扰能力、接收性能、系统稳定性等方面比原有 **DMB-T** 技术有明显提高。**DMB-TH** 技术的核心采用了 **mQAM/QPSK** 的时域同步正交频分复用（**TDS-OFDM: Time Domain Synchronous-Orthogonal Frequency Division Multiplexing**）调制技术，使用了最新的 **LDPC** 前向纠错编码技术，因而可以更加可靠地支持更多的无线多媒体业务。

本文件针对常见的问题，旨在说明 **DMB-TH** 的技术特点、应用服务、单频网技术等，以及符合协议的相关设备，包括运营建设过程中需要注意的一些问题。

# 目 录

前 言 .....	1
第一部分 关于数字电视.....	3
1.1 什么是数字电视? .....	3
1.2 数字电视有哪些优势和特点? .....	3
1.3 数字电视的传输媒介有哪些? .....	4
1.4 数字电视都有什么样的国际标准? .....	4
1.5 发展地面数字电视有什么益处? .....	5
1.6 我国地面数字电视传输系统的需求和要求都有哪些? .....	6
第二部分 关于清华大学 DMB-TH 技术.....	8
2.1 DMB-TH 技术是在什么背景下提出的? .....	8
2.2 DMB-TH 地面数字电视传输系统的原理是什么? .....	9
2.3 DMB-TH 有什么技术特点和优势? .....	10
2.4 DMB-TH 技术的知识产权情况怎么样? .....	12
2.5 DMB-TH 兼容 MPEG-4、AVS、IP 等格式吗? 支持 16:9 吗? .....	13
2.6 DMB-TH 的数据传输能力怎么样? .....	13
2.7 DMB-T/H 系统在每个频道里可传送多少套数字电视节目? .....	14
2.8 DMB-T/H 有什么扩展功能来帮助运营商开展更多的应用业务? .....	15
第三部分 关于单频网.....	16
3.1 什么是单频网技术? .....	16
3.2 单频网技术有哪些优点? .....	16
3.3 采用单频网的缺点和实现的难点是什么? .....	17
3.4 DMB-T/H 的单频网技术原理是什么? .....	17
第四部分 关于 DMB-T/H 地面数字电视系统的建设 .....	19
4.1 DMB-T/H 的产业化成果怎么样? 是否能满足运营需要? .....	19
4.2 哪些地方已采用 DMB-T/H 开展运营? .....	21
4.3 单站 DMB-T/H 发射的移动数字电视项目如何实现? .....	22
4.4 接收设备都有哪些产品形式? 车载系统由哪些设备组成? .....	23
4.5 DMB-T/H 的覆盖情况如何? 如何进行 DMB-T/H 的覆盖规划? .....	24
4.6 组建 DMB-T/H 单频网都需要哪些设备? 如何组网? .....	25
4.7 已经上了欧标的 DVB-T 设备, 如何向 DMB-T/H 转换? .....	26

## 第一部分 关于数字电视

### 1.1 什么是数字电视？

数字电视（DTV: Digital Television）是指采用数字技术将活动图像和声音等信号进行编码、压缩等处理，经存储或实时广播后，供用户接收、播放的电视系统。系统的各个环节，包括从演播室节目制作，到传送、存储/传输，直至接收、显示等过程都采用数字技术。与传统的模拟电视相比，数字电视在图像和声音质量两面都有重大改进。根据清晰度可分为：标准清晰度数字电视（SDTV: Standard Definition Television）和高清晰度数字电视（HDTV: High Definition Television）。

近几年来，市场上常见的数码电视，尽管在原有模拟电视的个别环节中使用了一些数字信号处理技术如清晰度、降噪、去闪烁等，用来提高和改善模拟彩色电视机的图像和声音质量，但从天线接收的信号，都不是真正意义上的数字电视，它与全数字电视信号并不能直接兼容。相反，真正的数字电视则可以接收全数字电视信号，能够充分发挥数字电视的优越性。

### 1.2 数字电视有哪些优势和特点？

（1）清晰度高、音频效果好。由于数字电视全过程采用数字技术，不受节目编辑、传输、转播和接收的影响。SDTV 数字电视节目可以达到 DVD 质量，在观看 HDTV 节目时清晰度是目前电视的 4 倍

以上，如 35mm 电影般清晰。

(2) 频带利用率高。原 PAL 频道可播放 3 到 8 套标清数字电视。

(3) 抗干扰性能好。解决了模拟电视中的闪烁、重影、亮色互串等问题；可以实现城市楼群的高质量接收，移动载体中也可接收到清晰的数字电视节目。

(4) 便于开展各种综合业务和交互业务（包括因特网业务），有利于构建“三网合一”的信息基础设施。

(5) 节目的加密处理等应用。

### 1.3 数字电视的传输媒介有哪些？

根据传输媒介的不同，主要分为：地面数字电视、有线数字电视（包括光纤、铜轴和两者的混合网）、卫星数字电视、微波（MMDS、MUDS）等。

### 1.4 数字电视都有什么样的国际标准？

数字电视是一个复杂的系统，主要包括演播室里完成信号的抽样、量化、压缩编码的信源压缩部分，发射机中的为增加传输稳定性、可靠性而进行的信道传输部分，以及千家万户使用的接收和显示部分等。

信源部分的国际标准主要是 MPEG（活动图像专家组）提出的 MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4 等视音频标准，以及最新的 ITU

H.264/MPEG AVC、Microsoft/SMPTE VC1 和我国自己制定的 AVS 视频编码标准。

信道部分的标准比较多，根据传输媒介的不同分为卫星、有线、地面三种，其中卫星的标准有欧洲 DVB 组织提出的 DVB-S、DVB-S2；有线主要有 DVB-C，OpenCable。当前，地面数字电视的国际标准主要有三个：欧洲 DVB 组织提出的以 COFDM 为核心技术的 DVB-T 标准；美国大联盟组织提出的以 8VSB 为核心技术的 ATSC 标准；日本提出的以 BST-OFDM 为核心技术的 ISDB-T 标准。

清华大学和北京凌讯华业科技有限公司提出的以 TDS-OFDM 为核心技术的 DMB-TH 方案，已经为我国地面数字电视标准作出了重要贡献，而且也国际公认标准迈出了第一步。

## 1.5 发展地面数字电视有什么益处？

首先，地面数字电视广播网络可以通过位于电视发射台制高点的天线，来发射无线数字电视电波覆盖电视用户，客户端通过接收天线和电视机收视节目。地面广播也是数字电视广播最基本的传输网络形式。除了提供娱乐、学习等公益服务之外，其普遍性、可控性和抗毁性还被视为国家安全设施，使之成为紧急情况下动员国民最直接最可靠的政府喉舌。

其次，开发地面数字电视市场可以满足人们随时随地收看多媒体节目的要求。数字电视的发展已经不仅仅是收看内容的多少，还包括

收看地点的灵活性、收看时段的随意性。

很重要的就是，开展地面数字电视服务能够利用目前大量闲置的电视频道资源，实现更多的应用业务以提高频率效益。广播运营单位不但可以利用原有的电视频道，也可利用闲置的电视频道来开展地面数字电视广播，提供数字电视的移动接收和便携接收服务（支持大于 5Mbps 的码率），或者提供高清晰度电视以使用室内简单天线进行固定接收（传输大于 20Mbps 的码率来），提高频率利用的经济效益。此外在开发一般的数字电视业务和数据广播的同时，如果能够实现接收机定位、定时接收和双向交互业务以及对用户的个性化信息等业务，将大大扩展无线频道的业务能力，为无线电视台提供更广阔的发展机会。

总之，地面数字电视项目具有投资少、见效快的特点，而且可以带动相关产业的发展。开展地面数字电视，等于为我国这个世界上最大的电视消费和生产国开发了一个巨大的产业机会。

## 1.6 我国地面数字电视传输系统的需求和要求都有哪些？

我国的地面数字电视主要从标准、用户、产业等角度考虑。

**标准方面：**要求满足地面数字电视传输要求、要真正具有我国自主知识产权、要在功能上具有可扩展性。

**用户方面：**要求可以为 HDTV 信号传输提供大于 20Mbps 的净荷码率；为 SDTV 信号传输提供大于 5Mbps 的净荷码率，并能使

用简单天线支持室内固定接收和能在车速移动条件下支持移动接收；还要具有信号覆盖半径不少于 35 公里的单频组网能力；另外整体性能指标应优于或相当于相应的国外现有标准的性能。在功能上具有支持传输 HDTV、SDTV、音频、数据、短信息等多优先级多媒体数据码流的可扩展性，为将来实现接收机定位、定时接收和双向交互业务以及对用户的个性化信息服务等系统功能扩展提供必要的技术基础。

**产业方面：**首要的就是具有自主性，也就是用自己的基础发明专利有机地整合成自己的传输标准体系，形成比较完整的自主知识产权，构筑保护我国数字电视产业的技术壁垒。然后还要求具有很好的经济性：有成熟的专用芯片，和国际最通用的标准具有最大的产品兼容性。



DMB-T

## 第二部分 关于清华大学 DMB-TH 技术

### 2.1 DMB-TH 技术是在什么背景下提出的？

数字电视逐步替代模拟电视是一次新的产业升级。中国将有巨大的数字电视消费市场，确立中国自己的技术标准来发展拥有自主知识产权的数字电视事业，不仅可以满足广大人民群众日益增长的物质、文化需求，还可以带动相关产业快速发展，摆脱我国在 DVD、数码相机等领域受国外专利困扰的尴尬局面。

对于地面数字电视广播来讲，首先要求有足够高的传输码率，其次要实现和模拟电视节目的同播，更重要的是能够支持移动接收和便携接收，还有多业务扩展功能。世界上已有的欧洲、美国、日本三大地面数字电视标准，在移动接收、频谱效率、单频网、干扰、系统的灵活性等方面各有相应的不足之处和无法解决的问题。

清华大学经过对数字电视技术发展趋势和我国应用与产业需求的认真分析，借鉴世界上已有标准的经验教训，融合了数字通信最新发展的成熟技术，在 1999 年原创性地提出具有完整自主知识产权的 DMB-T 标准方案。目标是提出具有我国自主知识产权、在功能上具有可扩展性、满足我国地面数字电视传输要求的地面数字电视广播传输方案，通过扩展进而能够实现多媒体信息的室内/室外、固定/移动和便携、单向广播/双向通信等。在随后进行的各种试验和测试中，都充分证明该方案与现有模拟电视传输频道制式兼容，并且具有高清晰度电视、标准清晰度电视和多媒体数据兼容传输和单频组网能力，

支持移动接收和便携式终端；特别是在快速同步、抗干扰能力、高频谱利用率、灵活组网等关键技术性能方面，与欧洲、美国、日本已有标准相比，具有明显的综合技术优势和应用特点。

随着技术发展，新的技术不断成熟和涌现，清华大学和北京凌讯华业科技有限公司在原有研究成果的基础上，融合了最新提出的 LDPC 低密度纠错编码技术，以及提出新的低功耗技术，在 2004 年 12 月实现了 DMB-TH 的理论验证、系统仿真等工作，2005 年 5 月完成了 DMB-TH 的 FPGA 验证系统，并与 2005 年 10 月实现了 DMB-TH 融合技术芯片的成功流片，各项指标均远远优于原有系统。

到目前为止，DMB-TH 在技术可行性、系统稳定性、产业化、运营可行性等方面已经满足我国地面数字电视标准的要求。

## 2.2 DMB-TH 地面数字电视传输系统的原理是什么？

DMB-TH 采用了 PN 序列填充的时域同步正交频分复用 (TDS-OFDM) 多载波调制技术，这种独特的先进技术有机地将信号在时域和频域的传输结合起来，在频域传送有效载荷，在时域通过扩频技术传送控制信号以便进行同步、信道估计，实现快速码字捕获和稳健的同步跟踪性能。

在技术上，针对插入强功率同步导频的传统 OFDM 调制方式，在传输系统的有效性、可靠性都受损失的缺陷，发明了基于 PN 序列扩频技术的高保护同步传输技术和巧妙利用 OFDM 保护间隔的填充

技术，同时提高了传输系统的频谱利用效率和抗噪声干扰性能。针对地面数字电视广播现有传输标准的信道估计迭代过程较长的不足，发明了新的 TDS-OFDM 信道估计技术，提高了系统移动接收性能。针对采用多载波 COFDM 技术的欧标 DVB-T 比采用单载波 8VSB 的美标 ATSC 系统误码门限差的现实，发明了一种新的纠错编解码(FEC)技术-LDPC，成功地避开了国外专利保护，获得了比 ATSC 更好的系统误码性能。针对其他标准无法支持双向互动、互联网扩展等问题，进行了支持互连网的扩展设计，以便适应未来信息的数字化、多样化和多媒体化拓展，在现有数字电视无线广播基础上可进一步扩展互连网业务、组播、点播、导呼等增值业务，甚至进而拓展视频、数据和语音等综合、交互、移动、便携。针对数字视音频产业已有的成果，DMB-TH 设计了灵活的接口方案，支持国际上通用的 MPEG2-TS 流数据格式，可以支持任何类型的视频压缩和数据格式，如 MPEG-2,4 等。

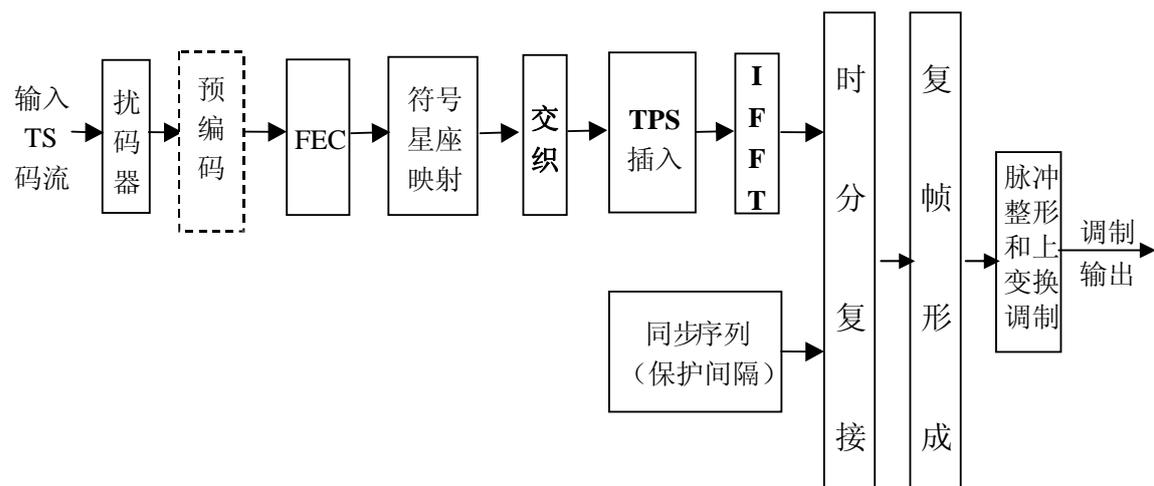


图 1 DMB-TH 系统的发射机原理框图

DMB-TH 还采用了不同于已有数字电视技术标准的与自然时间

同步的分层复帧结构，来支持单频网。单频网不但能够更好的支持移动数字电视服务，而且能够解决由单个发射机无法覆盖的盲区问题。

### 2.3 DMB-TH 有什么技术特点和优势？

**DMB-TH** 在最早的测试中就表现出比现有任何地面数字电视标准都好得多的性能和特点，这些优势在各种实验室测试和场地试验中都得到充分的证实，主要包括：

**DMB-TH 能够提供更高的数据传输带宽：**由于 DMB-TH 不需要象欧洲 DVB-T 那样浪费很多导频信号来进行同步和均衡，因此在同样条件下其有效载荷传输能力比欧洲 DVB-T 高出 10%，这使得在同样的无线频谱内能够提供更高的数据带宽。

**DMB-TH 能够实现更大的信号覆盖范围：**DMB-TH 比欧洲 DVB-T 的接收门限要有 2dB 的优势，接收灵敏度大大提高，使得 DMB-T 在同样的发射条件下能够覆盖更大的区域，确保较少的投资就可以完成覆盖意图，同时可以降低电磁辐射污染。

**DMB-TH 能够满足在各种高速载体上开展业务：**DMB-TH 能够在大于 200 公里时速的超常规速度的载体上正常接收高清晰度的数字电视信号，正是因为 DMB-TH 采用的时域快速信道估计技术，使系统同步和信道估计时间比欧洲 DVB-T 缩短约 100 倍左右，这为地面数字电视广播在各种载体上进行接收提供了有利条件，如高速汽车、高速火车、轮渡等。这是欧洲 DVB-T 技术所不能达到的。

**DMB-TH 能够更好地支持城域、省域单频网:**DMB-TH 严格的与绝对时间同步的帧结构,使其比欧洲 DVB-T 的同类设备更容易实现同时同频发送同一信号的单一频率网络,节约我国宝贵的不可再生的无线频率资源,同时可确保在更大范围的城域、省域内支持移动接收的单频网。

**DMB-TH 为地面数字电视的可持续发展做好了技术准备:**DMB-TH 独特的信号帧结构,可以融合多业务广播。DMB-TH 在解决了数字高清晰度电视传输问题的同时,将给高速信息用户接入和移动通信领域带来新的发展空间。这些新的业务主要包括:可以进一步扩展互联网应用;增加组播、点播、导呼业务;拓展视频、数据、语音等的综合的和交互的应用业务;开发更加便携的移动接收业务,包括手机接收数字电视等;进一步开发接收机定位业务。

## 2.4 DMB-TH 技术的知识产权情况怎么样?

DMB-TH 方案是根据自己的原创性发明专利和结构性的系统创新有机整合而成的数字电视广播传输方案,具有完整的自主知识产权体系。到目前为止,与 DMB-TH 方案直接相关的清华大学职务发明专利 40+3 项。

国家知识产权局在 2002 年经过严格专利评估形成的《数字电视地面传输技术方案专利评估报告》中,给出了清华 DMB-T 方案的总体评价:“清华大学方案不同于目前的任何一种数字电视的体制。其基础是通信技术的 OFDM 技术、扩频和同步技术。采用清华大学专利申

请所支持的方案作为中国的数字电视的传输体制，所面临的专利付费的形势是乐观的。”

针对低功耗技术的设计，我们申请了 3 项专门的发明专利。

## 2.5 DMB-TH 兼容 MPEG-4、AVS、IP 等格式吗？支持 16:9 吗？

DMB-TH 系统是一个完整透明的数据传输系统，支持所有传输格式为 MPEG2-TS 流的数据码流。不管什么样的数据，例如 MPEG-1、MPEG-2、中国的 AVS、MPEG-4、H.264、IP 数据、Windows Media 9 等格式的数据码流，只要打包成该格式的码流都可以经过 DMB-TH 传输系统进行传送。当然也包括 16:9 等各种显示格式的信源数据流。

## 2.6 DMB-TH 的数据传输能力怎么样？

DMB-TH 系统具有强大的传输能力，可以支持打包为 MPEG-2 传输流格式从 4.8Mbps 到 32.4Mbps 的数据码流(包括 HDTV 高清电视节目的可靠广播)。DMB-TH 符合固定、移动、便携电视的所有业务需求，提高了频谱利用率，为广播电视实现高质量、多种类、多模式的业务提供可靠的技术手段。在 8MHz 标准带宽里面的 7.56MHz 有效频带里，有 20 种模式的传送码率可供选择，如下表 1 所示。

表 1 DMB-TH 系统有效载荷表

有效载荷		调制方式		
保护间隔	内码码率	QPSK	16QAM	64QAM
125 $\mu$ s (1/4)	0.4	4.8128 Mbps	9.6256 Mbps	14.4384 Mbps
	0.6	7.2192 Mbps	14.4384 Mbps	21.6576 Mbps

	<b>0.8</b>	9.6256 Mbps	19.2512 Mbps	28.8768 Mbps
<b>78.7<math>\mu</math>s (1/6)</b>	<b>0.4</b>	5.1978 Mbps	10.3956 Mbps	15.5934 Mbps
	<b>0.6</b>	7.7967 Mbps	15.5935 Mbps	23.3902 Mbps
	<b>0.8</b>	10.3956 Mbps	20.7913 Mbps	31.1869 Mbps
<b>55.6 <math>\mu</math>s (1/9)</b>	<b>0.4</b>	5.4144 Mbps	10.8288 Mbps	16.2432 Mbps
	<b>0.6</b>	8.1216 Mbps	16.2432 Mbps	24.3648 Mbps
	<b>0.8</b>	10.8288 Mbps	21.6576 Mbps	32.4864 Mbps

## 2.7 DMB-T/H 系统在每个频道里可传送多少套数字电视节目？

实际上节目的内容决定了码流的高低，我们并不能单纯的说每个频道里能够传送多少数字电视节目，还要看具体是什么样的节目应用、信源压缩技术等因素。通常情况下，利用 MPEG-2 压缩标准传送一套快速运动的体育节目大概要求 4 到 5Mbps 的码流，传送一套新闻、访谈节目大概需要 3Mbps 的码流，传送一套图文信息只需 1.5Mbps 的码流，而传送高清电视节目需要 20Mbps 左右的码流。因此，需要运营单位合理地安排节目数量，请参考表 2 举例说明。

表 2 DMB-T/H 方案可以实现的服务

服务类型	数据速率	视频	音频	数据
移动	5.4 Mbps	2.8 Mbps 用来传输一路标清数字电视（如循环新闻）	192 kbps 用来传输两路视频通道立体声	500 kbps 用来传输节目表或者电子节目指南
			512 kbps 用来传输四路立体声音乐服务（每对 128 kbps）	1.4 Mbps 用来传输标题新闻、体育快报、股票信息、天气预报、交通路况等
		12.5 Mbps 传输 5 路标清视频	1 Mbps 传输 5 路节目的音频信号（每对 192 kbps）	700 kbps 用来传输节目表或者电子节目指南

移动和 固定	16.2 Mbps		1 Mbps 用来传输 8 路音乐节目 (每对 128 kbps)	1 Mbps 用来传输标题新闻、体育快报、股票信息、天气预报、交通路况等
固定	24.4 Mbps	20 Mbps 用来传输 8 路标清数字视频节目 (或者 20 Mbps 用来传输 1 路高清和 1 路标清)	1.9 Mbps 传输 10 路视频节目的立体声信号 (每对 192 kbps)	1 Mbps 传输节目表或者电子节目指南
			1 Mbps 传输 8 路音乐节目 (每对 128 kbps)	500 kbps 用来提供标题新闻、体育快报、股票信息、天气预报、交通路况等

## 2.8 DMB-T/H 有什么扩展功能来帮助运营商开展更多的应用业务?

DMB-T/H 方案不仅能够支持现有的各种广播服务，而且具有支持各种新的通信服务业务的可扩展性。在解决了数字高清晰度电视传输问题的同时，将给高速信息用户接入和移动通信领域带来新的发展空间。主要包括：

- (1) 可以进一步扩展互联网应用。
- (2) 增加组播、点播、导呼业务。
- (3) 拓展视频、数据、语音等的综合的和交互的应用业务。
- (4) 开发更加便携的移动接收业务，包括手机、PDA、笔记本电脑、时尚的便携影音电子设备等数字电视接收。进一步开发接收机定位业务。

## 第三部分 关于单频网

### 3.1 什么是单频网技术？

单频网（SFN: Single Frequency Network）是由多个不同地点的处于同步状态的无线电发射台，在同一时间、以同一频率发射同一信号，以实现对一些服务区的可靠覆盖。

### 3.2 单频网技术有哪些优点？

第一个优点就是有利于频率规划。在我国频谱资源有限的情况下，可以大大节约宝贵的频率资源，提高频谱利用率。

第二点，由于无线电信号本身的特性，在高楼林立的城市中，无论单个数字电视发射站点的发射功率多大都会有很多信号覆盖不到的区域，这些覆盖不到的区域被称作覆盖盲区或盲点，单频网则可通过多点同频发射的办法来解决覆盖盲区问题，获得较好的覆盖率。

第三，单频网技术还可降低发射机设备的成本；通过优化和调整单频网发射网络（基站数量、分布、发射天线高度、发射功率等），可以使用多个较小功率发射机代替一个大功率发射机，以降低信号辐射、减少电磁波污染、增强覆盖均匀度，也可以根据需要随时改变覆盖图。

### 3.3 采用单频网的缺点和实现的难点是什么？

在组建单频网的时候，有二个必备条件：（1）节目中心需要把准备广播的电视多媒体节目通过光纤、微波或者 ADSL 等通路传送到每一个发射站（2）各站点需要统一的同步参考时钟来进行同步。这就给单频网的建设和维护造成一定的难度，从中心站点到各个发射站的节目传输链路需要一定的资源支持（租借或者重新建设），还要进行专门维护；其次需要增加同步所需要的 GPS 等能够提供参考时钟的设备。

要实现单频网，在发射端的最大难点是多个发射机的同时同步播出同一节目。而接收端最大的技术难点是在多个发射站点都覆盖到的交叉覆盖区内，接收机如何能可靠地接收发射信号。

因此，在进行无线数字多媒体网络规划和建设的时候，到底是采用单频网，还是采用多频网，需要根据各地的实际情况统筹考虑。

### 3.4 DMB-T/H 的单频网技术原理是什么？

DMB-T/H 本身采用了 TDS-OFDM 技术，系统信号帧与绝对时间同步以及采用 OFDM 调制方式，在实现单频网时具有先天优势。DMB-T/H 单频网的结构框图如图所示，接收站点会将有效数据在分配网络中的传输延迟、主发射点发来的同步信号、本站点收到的 GPS 同步信号进行综合计算，得出该站点发射信号的时间。在中心发射站，DMB-T/H 单频网适配器每隔一个大帧（560ms）在传输流中插入一



## 第四部分 关于 DMB-T/H 地面数字电视系统的建设

### 4.1 DMB-T/H 的产业化成果怎么样？是否能满足运营需要？

DMB-T/H 方案的产业化成果主要包括发端的 DMB-T/H 调制器、DMB-T/H 激励器、数字电视发射机、DMB-T/H 单频网适配器、DMB-T 接收机顶盒、DMB-T/H 数字电视一体接收机等。具体如下：

发端设备主要有：德国 R&S、东芝电子、北京北广电子集团、北京吉兆电子、加拿大 UBS 等国内外主要广播设备企业已完成 DMB-T/H 数字调制器、DMB-T/H 数字激励器、数字电视发射机，以及 DMB-T/H 单频网适配器等前端设备的研制和批量生产。



图 3 部分 DMB-T/H 调制器、激励器设备产业化成果示意图

收端设备主要有：四川长虹、青岛海尔、青岛海信、深圳力合、厦门厦华、九州信息、康佳、TCL、北京北广、清华同方、LG、三星、裕兴电子、泰赛德电子、明新视讯、台湾高昕科技、大腾电子和威翼科技等单位的 DMB-T/H 接收机顶盒、DMB-T/H 数字电视一体接收机，

都已经研发成功，多数企业已经开始向全国各地采用 DMB-T/H 标准的运营部门批量供货。



图 4 部分 DMB-T/H 接收设备产业化成果示意图

测试设备主要有：德国的 R&S 公司已经研发成功了测试 DMB-T/H 发端信号的 EFA 系列测试设备，测试 DMB-T/H 接收信号的 SFU 测试设备也已经投放市场；安捷伦等国际一流的广电测试设备供应商都会很快提供 DMB-T/H 的测试设备。DMB-T/H 接收设备的测试已经可以在国家信息产业部所属的国家广播电视产品质量监督检验中心进行。

DMB-T/H 方案历经三次理论分析（计算机仿真、专家评估、方案论证）、三代（功能、测试、产品化）样机研发、三代（测试、试用、产业化）专用芯片开发、三种（密集楼群地区、中小城市、现代化都市）场地试验、三个（全国广电标委会、国家知识产权局、中国工程院）专业部门评估等阶段，并已通报国际电联，技术已经成熟。

同时，成熟的 DMB-T/H 产业链已经完全可以满足各种运营需求，运营部门利用 DMB-T/H 的产品所开展的各种运营，已经充分证明。

## 4.2 哪些地方已采用 DMB-T/H 开展运营？

不少地方广电部门在了解中央精神和国家广电总局的指示，特别是深入了解我国自主研发的（无线）地面数字电视广播系统已经研制成功，产业化问题已经解决并可以进行大规模试运营后，纷纷决定采用 DMB-T 标准。举例如下：

(1) 天津广播电视电影集团采用 DMB-T/H 开展移动数字电视业务，2004 年初用新 27CH（586MHz）频道资源，利用天津电视塔原有馈线系统，实现多套标准清晰度数字电视节目和数据传输，可靠的实现了数字电视的车载移动接收。目前，采用吉兆电子 3.3KW 发射机组的 DMB-T 系统正在天津市区以及郊区进行大规模运营试播。

(2) 青岛市广电局在 2003 年底决定用欧洲 DVB-T 开展移动数字电视业务，但 2004 年 9 月中旬在青岛广电局、北京北广电子集团、清华大学等单位共同进行的 DMB-T/H 和 DVB-T 的现场对比测试以后，于 2004 年 9 月经局党组讨论决定改为清华大学的 DMB-T 系统。目前，覆盖青岛市区的 DMB-T/H 单频网系统已经开通运行，平均覆盖半径近 40 公里，已测最远点 49 公里。

截止到 2005 年上半年，已经采用 DMB-T/H 的省级运营单位主要包括：河南省（已经覆盖郑州、开封、洛阳）、天津市、辽宁省、吉林省、江西省、山东省、河北省（石家庄、秦皇岛、邯郸、邢台、保定、沧州）、内蒙古自治区、湖北省、陕西省等；采用 DMB-T/H 的市级运营单位主要包括：青岛市、石家庄市、长沙市、广州市、贵阳市、哈尔滨市、成都市、厦门市、无锡市、芜湖市、西安市、深圳市、马

鞍山市等。到 2005 年 8 月底，已经开通清华大学 DMB-T/H 信号的城市已经 32 个，正在建设 DMB-T/H 发射基站的有 12 个，有意向采用清华大学 DMB-T/H 的城市有 18 个，涉及到 16 个省级广电单位、18 个地市级城市。这些地方有的已经开始大规模发展接收终端，有的正在招标或者即将招标。

### 4.3 单站 DMB-T/H 发射的移动数字电视项目如何实现？

单个站点最简单的设备配置主要包括：**MPEG-2 编码器**、复用器、**DMB-T/H 数字激励器**、**DMB-T/H 数字发射机**、天馈线系统。实际上，当前的移动数字电视可以借用已有的模拟天馈线系统，节约资源和建设时间。

此外，还要准备测试信号所需要的测试设备，不过这些设备都无需全天候使用，可考虑在需要的时候借用或租用。主要有包括场强仪、功率计、频谱仪、标准接收天线、**GPS 定位仪**等。

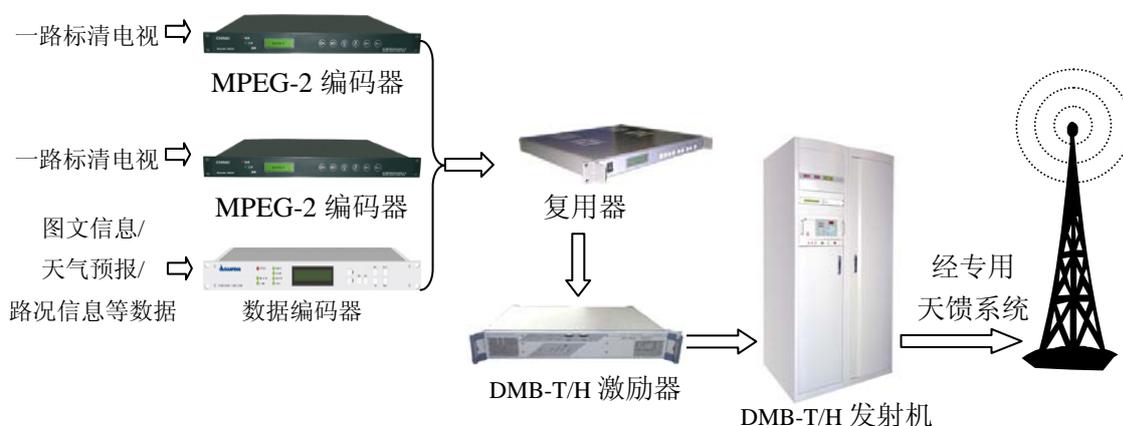


图 5 DMB-T/H 单站系统设备原理示意图

表 3 DMB-T/H 地面数字电视单站系统设备基本情况表

设备名称	数量	说明
MPEG-2 编码器	2	
复用器	1	
DMB-T/H 激励器	1	
DMB-T/H 发射机	1	
天馈系统	1	可借用已有系统
注：单站机房所需设备总共约 40 万到 180 万人民币。		

#### 4.4 接收设备都有哪些产品形式？车载系统由哪些设备组成？

地面数字电视的接收设备存在形式比较多，主要包括机顶盒、数字电视一体化接收机、数模兼容接收机、高清晰度数字电视接收机、高清晰度数字电视显示器、数字电视接收卡（盒）、便携接收设备（PDA、手机等）。此外，还需要配套的地面数字电视接收天线，还要考虑接收设备的供电电源。最理想也是最简单的产品形式，就是家用的带有液晶显示的一体接收机，当前选择最多的形式，就是接收机顶盒加上显示设备的组合。



家庭固定接收



笔记本电脑电视卡



车载数字电视接收



电视多媒体手机



便携多媒体电视



电视 PDA

图 6 DMB-T/H 接收应用示意图

#### 4.5 DMB-T/H 的覆盖情况如何？如何进行 DMB-T/H 的覆盖规划？

相对于欧洲DVB-T来说，清华大学的DMB-T/H用相同的功率可以覆盖更大的区域。理论和实验结果表明，DMB-T/H接收端的信噪比门限比欧洲DVB-T系统低2dB以上；DMB-T/H还有更高的接收灵敏度以及更快的接收同步机制，因此DMB-T/H在同样条件下可以确保更大的覆盖区域。组建经过优化的DMB-T/H单频网后，多个小功率发射机可以覆盖单个发射机无法覆盖到的盲区。

DMB-T/H 的接收场强，根据利用 PROMAX 的数字场强仪在各地测试统计结果看，QPSK 在晴天时的接收门限通常在 25dB  $\mu$  V、16QAM 为 35dB  $\mu$  V、64QAM 为 40dB  $\mu$  V。考虑到设备随时间衰减、恶劣气候等因素的影响，因此在进行网络规划的时候应该保留一定的余量，建议 QPSK 调制模式规划时保证在 35dB  $\mu$  V、16QAM 调制模式为 45dB  $\mu$  V、64QAM 调制模式为 50dB  $\mu$  V。

通过无线电信号传播的地面数字电视的覆盖，跟广播发射条件（发射天线的高度和增益、发射功率）、地理环境（平原、山区、丘陵、水域分布）、实际的建筑物分布（高大建筑物的疏密）、规划覆盖范围等，都有密切的关系。因此，是建设单个发射站解决覆盖，还是需要建设单频网，以及建设单频网的规模大小和发射站点的布点规划，都要综合的考虑以上因素。建议请专门的单位做出科学的规划。

#### 4.6 组建 DMB-T/H 单频网都需要哪些设备？如何组网？

DMB-T/H 单频网系统中除发射站基本设备外，还需要单频网适配器、GPS 接收机、具有单频网功能的 DMB-T/H 调制器三部分设备，当然也离不开网络适配器以复合来自自主发射站点的数字电视信号。

如图 7 是 DMB-T/H 的单频网设备示意，表 4 是列出了所需的主要设备。

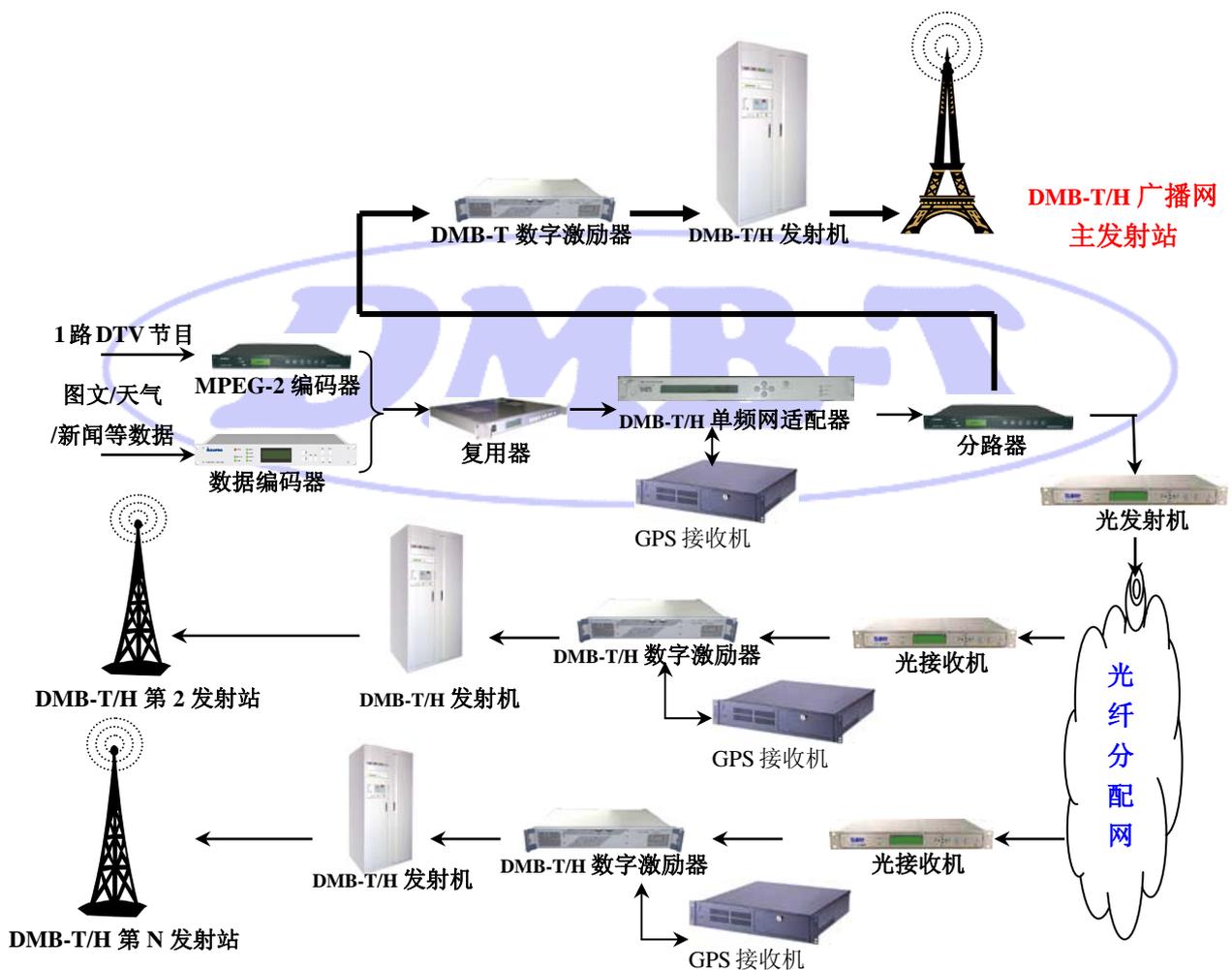


图 7 DMB-T/H 地面数字电视单频网传输系统示意图

表 4 DMB-T/H 单频网主要设备清单

设备名称	单位	数量	参考价格	说明
MPEG-2 编码器	台	M	1.2 万~26 万	
复用器	台	1	7.5 万~22 万	
DMB-T/H 单频网适配器	台	1	8 万~12 万	
GPS 接收机	套	N	2 万~5 万	含接收天线
分路器	台	1	0.4 万~1.5 万	
光发射机	路	N-1	1.2 万~4.5 万	N-1 路光信号传送
光接收机	路	<b>N-1</b>	<b>1.2 万~4.5 万</b>	
DMB-T/H 数字激励器	台	N	15 万~35 万	
小功率 DMB-T/H 数字发射机	台	N	3.2 万~65 万	
天馈系统	套	N		可借用已有系统

**说明：**本表格中所有站点均未考虑备份设备。M 表示计划传送节目套数，N 表示计划建设站点数目 ( $N \geq 2$ )。

**举例：**2 套节目 3 个站，大约需要人民币 86.8 万元~405.5 万元。

#### 4.7 已经上了欧标的 DVB-T 设备，如何向 DMB-T/H 转换？

国家各级部门特别是国家数字电视领导小组的组成单位，都在不同场合强调一定要制定自主知识产权的地面数字电视标准，而不是选用其他标准。这就意味着，上马欧洲 DVB-T 标准的系统不但无法符合国家标准的要求，更面临着为继 DVD 之后又一轮给国外上缴巨额专利费打下铺垫。

DMB-T/H 到目前为止，已经在技术先进性、产业化、运营可行性等方面完全可以满足中国地面数字电视的应用。对于已经上了欧洲 DVB-T 设备的运营部门来说，特别是已上马很多终端接收机顶盒，这部分投资将意味着很大的风险。由于清华 DMB-T/H 标准和欧洲的 DVB-T 标准采用完全不同的技术体制，从纠错编码、信号调制、帧结构、同步技术等完全不同，根本不可能用软件升级的方式解决。

从工程实践来看，从欧标 DVB-T 更换为清华 DMB-T/H 系统，需要更换激励器、单频网适配器等前端设备，特别是接收机顶盒需要全部更换。

