

AS 广播科学研究院技术丛书

# 地面电视频率规划与优化

邹峰 李薰春 史虹湘 雷兵 著



中国广播电视出版社



责任编辑：余潜飞

封面设计：史虹湘

ISBN 978-7-5043-5693-2



9 787504 356932 >

定 价：42.00元



广播科学研究院技术丛书

# 地面电视频率规划与优化

邹峰 李薰春 史虹湘 雷兵 著



中国广播电视出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

地面电视频率规划与优化 / 邹峰等著. —北京: 中国广播电视出版社, 2008. 9

ISBN 978-7-5043-5693-2

I. 地… II. 邹… III. 电视系统—频率配置—研究  
IV. TN943

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第133346号

## 地面电视频率规划与优化

邹 峰 李薰春 史虹湘 雷 兵 著

---

责任编辑 余潜飞

封面设计 史虹湘

---

出版发行 中国广播电视出版社

电 话 010-86093580 010-86093583

社 址 北京市西城区真武庙二条9号

邮 编 100045

网 址 www.crtip.com.cn

电子信箱 crtp8@sina.com

---

经 销 全国各地新华书店

印 刷 河北省高碑店市鑫宏源印刷包装有限责任公司

开 本 787毫米×1092毫米 1/16

字 数 300(千)字

印 张 19

彩 插 20

版 次 2008年9月第1版 2008年9月第1次印刷

---

书 号 ISBN 978-7-5043-5693-2

定 价 42.00元

---

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)

# 序

从20世纪70年代开始，我国广播电视部门经过长期不懈的规划和建设，建成了全国范围的中央广播电视节目地面覆盖网、各省范围的省广播电视节目地面覆盖网和各地市县范围的地市县广播电视节目覆盖网，把党的声音送到了千家万户，丰富了广大人民群众的精神生活。

作为地面广播电视覆盖网规划建设行列的一员，广播科学研究院频率规划研究组长期服务于国家广电总局及各省广电局的相关行政主管部门，特别是频率规划管理部门，在总局多个广播电视覆盖网重大工程中发挥了主要作用，积累了丰富的频率规划和与周边国家及地区的协调经验。

地面模拟广播电视覆盖网向地面数字广播电视覆盖网过渡和转换，是我国广播电视行业面临的机遇，但“模数同播”的要求又将对频率资源和现有发射站硬件、电力消耗等带来挑战。广播科学研究院的研究人员，在规划实践中借鉴欧美发达国家的经验，在部分省市引入了“组网优化”的概念，力争以最少的频道数量、最低的总发射功率和最小的干扰代价达到最大的组网覆盖效果。

优化的理论和方法较多，“顺序图着色”、“模拟退火”、“遗传算法”等优化模型已被广泛应用于物流调度、电路板优化设计、管网优化设计等领域，但引入到我国地面广播电视覆盖网设计和建设的还不多见。在此，作者把近年的研究和体会总结成书，可以供所有关心我国广播电视覆盖网建设的朋友共享，共同促进中国广播电视事业的发展。



2008年8月

# 目 录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第一章 规划背景知识 .....                 | 1  |
| 1.1 地面电视系统术语 .....               | 1  |
| 1.1.1 PAL-D .....                | 1  |
| 1.1.2 OFDM .....                 | 2  |
| 1.1.3 VSB .....                  | 2  |
| 1.1.4 单载波关键技术 .....              | 2  |
| 1.1.5 DVB-T .....                | 5  |
| 1.1.6 ATSC .....                 | 6  |
| 1.1.7 ISDB-T .....               | 6  |
| 1.1.8 ChinaDTV .....             | 6  |
| 1.1.9 CMMB .....                 | 7  |
| 1.2 地面电视频率规划术语 .....             | 7  |
| 1.2.1 地面信道 .....                 | 7  |
| 1.2.2 电波传播预测方法 .....             | 8  |
| 1.2.3 规划参数 .....                 | 61 |
| 1.2.4 多信号合成方法 .....              | 62 |
| 1.2.5 覆盖及干扰协调 .....              | 64 |
| 1.2.6 覆盖网 .....                  | 68 |
| 1.2.7 多频网与单频网 .....              | 69 |
| 1.2.8 电视精密载频偏置与同步广播技术 .....      | 71 |
| 第二章 国内外规划历史回顾 .....              | 77 |
| 2.1 国外规划历史研究 .....               | 77 |
| 2.1.1 美国 .....                   | 77 |
| 2.1.2 欧洲 .....                   | 77 |
| 2.1.3 日本 .....                   | 86 |
| 2.2 我国地面电视规划历史研究 .....           | 87 |
| 2.2.1 我国 PAL-D 地面模拟电视制式的确定 ..... | 87 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 2.2.2 我国地面模拟电视覆盖网的规划历史 ..... | 90  |
| <b>第三章 频率指配问题</b> .....      | 93  |
| 3.1 频率指配定义 .....             | 93  |
| 3.2 干扰约束条件 .....             | 94  |
| 3.2.1 同频约束条件 .....           | 95  |
| 3.2.2 邻频约束条件 .....           | 95  |
| 3.2.3 镜频约束条件 .....           | 95  |
| 3.2.4 同台频率间隔 .....           | 95  |
| 3.2.5 同台互调谐波约束 .....         | 95  |
| 3.2.6 模拟电视与调频广播之间的约束关系 ..... | 96  |
| 3.2.7 其他约束条件 .....           | 96  |
| 3.3 频率指配数学模型 .....           | 96  |
| 3.3.1 固定频率指配模型 .....         | 97  |
| 3.3.2 最小跨度频率指配模型 .....       | 97  |
| 3.4 国外地面数字电视的频率指配 .....      | 97  |
| 3.4.1 美国 .....               | 97  |
| 3.4.2 英国 .....               | 98  |
| 3.4.3 日本 .....               | 100 |
| 3.4.4 澳大利亚 .....             | 101 |
| 3.4.5 上述四国指配方法的比较 .....      | 102 |
| 3.5 我国地面数字电视的频率指配 .....      | 102 |
| 3.5.1 基于格网法的模拟电视频率指配 .....   | 102 |
| 3.5.2 对我国应选用频率指配方法的建议 .....  | 103 |
| <b>第四章 频率指配方法及其应用</b> .....  | 105 |
| 4.1 格网法 .....                | 105 |
| 4.1.1 格网法介绍 .....            | 105 |
| 4.1.2 格网法理论 .....            | 106 |
| 4.2 非格网法 .....               | 109 |
| 4.2.1 基于非格网的规划方法 .....       | 110 |
| 4.2.2 常用频率指配算法 .....         | 111 |
| <b>第五章 规划评估</b> .....        | 133 |
| 5.1 频谱需求估计 .....             | 133 |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 5.1.1 德国 DVB-T 频谱需求             | 133        |
| 5.1.2 欧洲 DVB-T 频谱需求             | 137        |
| 5.2 限制性频率指配问题                   | 140        |
| 5.2.1 前提条件                      | 141        |
| 5.2.2 关键因素                      | 142        |
| <b>第六章 案例应用</b>                 | <b>147</b> |
| 6.1 频率指配优化                      | 147        |
| 6.1.1 兼容关系表述                    | 147        |
| 6.1.2 基于改进型模拟退火算法的地面电视快速频率指配方法  | 149        |
| 6.1.3 实践应用                      | 150        |
| 6.2 电视精密载频偏置与电视同步广播的工程实施        | 150        |
| 6.2.1 概述                        | 150        |
| 6.2.2 电视精密载频偏置试验                | 152        |
| 6.2.3 电视精密同步广播试验                | 155        |
| 6.3 CMMB 单频网组网试验                | 157        |
| 6.3.1 试验目标                      | 157        |
| 6.3.2 网络拓扑                      | 157        |
| 6.3.3 技术参数                      | 158        |
| 6.3.4 测试方案                      | 159        |
| 6.3.5 测试结果                      | 160        |
| 6.3.6 主要结论                      | 162        |
| 6.4 国标单载波方案单频网试验                | 162        |
| 6.4.1 引言                        | 162        |
| 6.4.2 实现原理                      | 162        |
| 6.4.3 应用效果                      | 165        |
| <b>第七章 地理信息系统 (GIS) 与广播电视规划</b> | <b>169</b> |
| 7.1 GIS 概述                      | 169        |
| 7.1.1 GIS 的相关概念                 | 169        |
| 7.1.2 常用 GIS 平台介绍               | 171        |
| 7.1.3 GIS 与广播电视                 | 173        |
| 7.2 GIS 在规划领域中的关键技术             | 173        |
| 7.2.1 地理空间数据                    | 173        |
| 7.2.2 空间数据库                     | 175        |



|            |                        |            |
|------------|------------------------|------------|
| 7.2.3      | 空间数据可视化                | 176        |
| 7.2.4      | 空间分析                   | 177        |
| 7.2.5      | 地理信息系统的应用模型            | 181        |
| 7.3        | GIS 在广电规划领域中的应用        | 182        |
| 7.3.1      | 广电专题数据整合               | 182        |
| 7.3.2      | 在台站选址中的应用              | 184        |
| 7.3.3      | 在频率覆盖预测中的应用            | 186        |
| 7.3.4      | 在覆盖人口统计分析中的应用          | 189        |
| 7.4        | GIS 在广电规划中的应用前景        | 191        |
| <b>第八章</b> | <b>附件汇总</b>            | <b>193</b> |
| 8.1        | 电视广播覆盖网规划的技术政策         | 193        |
| 8.2        | 彩色电视广播覆盖网技术规定          | 195        |
| 8.3        | 关于编制分米波电视广播覆盖网规划的有关问题  | 207        |
| 8.4        | 调频广播网和电视广播网规划方法        | 220        |
| 8.5        | VHF/UHF 频段数字地面电视业务规划标准 | 269        |
| <b>后 记</b> |                        | <b>296</b> |

# 第一章

.....

## 规划背景知识

作为我国城乡居民地面无线覆盖电视广播的主要手段，PAL-D模拟电视已有约40年的发展历史，2006年8月，随着我国数字电视地面广播国家标准的颁布<sup>①</sup>，模数同播已在全国主要城市开始规划并推广，大量的新概念、新技术从理论走向实用。

先进技术需要科学的规划和管理，对于频谱管理和规划人员来说，回顾地面电视发展历史，研究数字时代新技术、新概念，紧密跟踪科技发展动向，有助于进一步搞好地面广播电视业务规划，优化频率资源配置。

### 1.1 地面电视系统术语

#### 1.1.1 PAL-D

Phase Alternating Line，逐行倒相，简称PAL，由德国人Walter Bruch在1967年提出，其采用逐行倒相正交平衡调幅的技术方法，实现了625行，每秒25帧，隔行扫描。PAL色彩编码的彩色电视传输，根据不同的参数细节，又可以进一步划分为G、I、D等制式，我国于1976年采用“PAL”制中的D制开始试播地面电视，简称PAL-D。

PAL-D的频谱特点是每路电视节目8MHz带宽，视频带宽6MHz，伴音载频与图像载频相距6.5MHz，彩色副载频为 $f_{sc} = 4.43361875\text{MHz}$ ，图像、伴音载频功率比为10:1。

---

<sup>①</sup> 2006年8月，国家标准化委员会颁布了GB20600-2006，《数字电视地面广播传输系统帧结构、信道编码和调制》。

### 1.1.2 OFDM

Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 正交频分复用, 是一种多载波的无线并行传输技术, 主要特点是在频域内将传输信道分为许多正交的子信道, 在每个子信道上使用一个载波进行调制, 所有子信道的载波并行地传输所需数据。

整个信道被  $N$  等分后, OFDM 的每个子信道都成为了窄带传输, 速率不高, 但其码元的时长远大于回波延时。如果在符号间加入保护间隔, 只要多径延时不超过保护间隔的长度, 就可抵御多径传输带来的干扰。

这种调制方式支持移动接收, 多载波并行传输后的速率仍可达到较高水平。

目前技术已能做到使 OFDM 的相邻子载波频带相互交叠, 并借助相位正交以及插入导频使得在接收端各子载波被分离, 还原数据。这种呈高斯分布的信道特点和将近 100% 的频谱利用率使得信号在发射时的峰均比很高。

欧洲的 DVB-T 地面数字电视传输标准和 DAB 地面数字电视广播均标准使用编码 (Coded) 正交频分复用技术——C-OFDM。

日本的 ISDB-T 地面数字电视传输标准使用的是频带分割传输正交频分复用技术——Band Segmented Transmission - Orthogonal Frequency Division Multiplex (BST-OFDM)。

### 1.1.3 VSB

Vestigial Sideband Modulation, 残留边带调制, 是一种单载波的无线串行传输技术, 由同相位一维信号频谱的一个边带加另一边带的一小部分构成残留边带调制, 与传统 QAM 调制相比, 同样带宽效率下的信噪比更小, 抗干扰能力更强。

VSB 调制技术的同步序列均衡器内含一个 FIR 滤波器<sup>①</sup>, 遇到多径干扰时可进行复杂运算进行对抗, 有较好的自适应性, 但目前技术暂时难以适应移动接收状态下的复杂多径。

VSB 在基带信号中插入一个较低的直流电平信号作为导频, 以帮助接收端使用低成本的模拟锁相环 (PLL) 恢复载波和导频。

美国的 ATSC 地面数字电视传输标准使用的是 VSB 技术。

### 1.1.4 单载波关键技术

#### 1.1.4.1 单、多载波调制技术对照

所谓单载波 (Single Carrier) 和多载波 (Multi-carrier) 技术, 实际上指的是数据的载波调制 (Modulation) 方式。单载波调制技术, 是将需要传输的数据流调制 (Modulate) 到单个载波上进行传送, 目前主要有: GMSK, MQAM, VSB, OQAM, MPSK 等。多载波调制技术, 是将传输数据分解成若干个子数据流, 分别调制到各

---

<sup>①</sup> FIR 是有限冲激响应 (Finite Impulse Response) 的简称, FIR 滤波器是在数字信号处理 (DSP) 中经常使用的两种基本的滤波器之一, 另一个为 IIR 滤波器。

自的子载波上并行传送。就调制本身而言,每个子载波仍然可以采用 GMSK、QAM、QPSK 等传统的调制技术。正交频分复用 (OFDM) 是多载波技术中的一种,它用 IFFT 和 FFT 实现调制和解调,满足了各子载波频谱互相正交的特性,并加入保护间隔 (Guard Interval) 和一定数量的导频 (Pilots) 信号来辅助信息传输。就 MQAM 来说,低阶 (Low Order) 的调制映射 (Mapping) 对应的数据星座点 (Constellation) 之间的距离就越大,对于接收机中信号的判决 (Slicer) 是有积极意义的,降低了信号的判决门限。这是一个非常有用的特点。

单载波和多载波“调制”技术本身各有优缺点。单载波调制技术最早出现,是较为成熟的技术。单载波技术是基于数据“点”(Point)处理的技术。单从调制技术本身来看,具有频谱利用率 (Spectrum Efficiency) 高、传输效率 (Transmit Rate) 高、调制映射后的信号峰均比 (Peak to Average Power Ratio, PAPR) 低、载噪比门限 (Carrier to Noise Threshold, C/N) 低、对载波偏差 (Carrier Frequency Offset) 不敏感、实现简单等优点。但对信道频率选择性衰落 (Channel Frequency-selective Fading) 的要求较高。多载波调制技术发明于 20 世纪 50 年代,70 年代由于 FFT 技术的发展,OFDM 技术开始被广泛地关注并应用。OFDM 技术是基于数据“块”(Block)处理的技术。多载波系统以频谱利用率高著称,但由于 OFDM 技术在实际使用中,添加了保护间隔和大量的导频信息,因此使得频谱利用率又会下降;多载波系统由于数据被平均到了各个子载波 (Sub-carrier) 上,因此对抗频率选择性衰落的能力较强,但多载波系统对载波偏差和定时误差较为敏感;而用 IFFT 进行调制后的信号的峰均比高,这对后级发射系统的线性要求非常高。

#### 1.1.4.2 低阶星座映射 (Low Order Constellation Mapping) 与高效信道编码 (High Ratio FEC) 技术

以最优的性能达到一定的频谱效率,选择合适的星座映射和信道编码组合方式是关键问题之一。为了提升单载波系统抗复杂信道的能力,单载波应该采用低阶星座映射方式和高效信道编码的结合方式。近年来,先进信道编解码技术发展迅速,先后实现了 Turbo 乘积码 (TPC),低密度校验码 (LDPC)。最终采用高效 (码率为 0.8) LDPC 码,硬件实现性能与香农限 (Shanon Limit) 相比仅差 1.2dB。这保证了系统可以利用单载波的优势,采用低阶的 QAM 星座映射。

低阶星座映射与高效率信道编码结合既保证了固定覆盖中关键指标载噪比的性能,又提升了高传输速率下对抗信道衰落 (Anti-interference of Channel Fading) 的能力。这是因为在单载波系统中,对抗 (动态) 信道衰落要依靠数据星座点的先验知识,低阶的星座点意味着欧氏距离的增大,这对于判决反馈的均衡器实现而言是非常重要的,可以降低误码扩散效应。

#### 1.1.4.3 数据结构 (Data Structure)

在物理层的传输数据上,考虑到接收端对抗信道衰落和其他干扰的情况下,需

要在发端数据流中,插入一定量的确知信息(包括系统信息),用来恢复数据。单载波系统中的训练序列(Training Sequence)和 OFDM 系统中插入的导频符号都是确知信息。

高效的确知信息的选择,可以作到更好的信道估计;短小精悍的数据结构可以更有效地对抗信道衰落,尤其是动态特性;而简洁的数据结构,一方面更容易同其他结构兼容,另一方面也为日后拓展业务留有余地。

数据结构应采用帧(Frame)为基本单元,一帧包括帧头确知信息、系统信息和整体数据。其中,帧头由 PN 序列组成可以作为均衡器的训练序列,系统信息采用扩频(Spread Spectrum)保护。这样的数据结构效率高,确知信息较充分,适合可靠接收。其中已知序列长度与插入的周期是关键参数,已知序列长度在 512 个符号以上,插入的比例在 1:9 左右是相对合适的。这保证均衡器可以及时纠正误码扩散趋势,有利于对抗动态,同时也保证了一定的频谱效率。

#### 1.1.4.4 关于对抗信道衰落的接收技术

前面讲到的三大核心技术决定了系统的一些基本性能指标。可以说,给出了上限,但是针对不同的接收技术,在这个上限内,不同的接收系统所能达到的性能指标也是不同的。而这个接收技术,主要指的就是对抗信道衰落,特别是动态衰落。

在采用单载波调制技术的系统中,常用自适应均衡器(Adaptive Equalizer)来对抗信道中的各类衰落,自适应均衡技术是单载波系统对抗信道衰落的主要法宝。由于单载波调制和自适应均衡都是在每个数据星座点上进行的,因此,逐点处理的特点使得单载波系统在跟踪信道动态特性上并不具有劣势,但其技术难度较大,主要表现在如何保证均衡器的稳定和快速收敛上。

对于多载波系统而言,它的保护间隔和插入导频的方式和数量,则是它对抗信道衰落的主要力量。由于解调器采用了 DFT 块处理,可将高速数据量转换为几千路并行的低速数据流,然后再进行信道估计(Channel Estimation)和均衡(Equalizer),用 DFT 的复杂度替代了单载波系统信道估计自适应均衡的复杂度。但由于 DFT 处理为块处理,其动态跟踪能力受到“准静态信道<sup>①</sup>”假设的限制。

目前,一些可以提高动态跟踪能力的均衡器实现技术主要包括:

采用新型的均衡器结构来对抗信道,其特点技术是:

##### 1) 重叠结构(Overlapping Structure)技术

传统均衡技术用前馈滤波器抵消前径、判决反馈滤波器对付后径。但在实际无线链路中可能会出现强的后径,此时普通均衡器的判决反馈滤波器很容易不稳定并导致系统崩溃。为避免后径信号会动态地大于前径信号,一般就需要切换主径。这

---

<sup>①</sup> 信道在一次突发持续时间内保持不变,在相邻两个突发间随机变化。



就是传统的“主、副径切换”的概念，而在高速移动下又将导致切换过于频繁，主、副径分辨困难而无法准确切换。

通过设置均衡器的前馈与反馈滤波器的重叠部分，可以增大对多径的交叠覆盖范围，用 FIR 合并密集小径的能量，不用再关心谁是主径、谁是副径。并且能够提高对强径信号处理的精细度和能力，消除密集短多径群干扰。其原理为：均衡器中的 FIR 和 DFE 部分重合，假设  $k$  时刻的恢复数据记为  $\hat{I}_k$ ，均衡器的输入记为  $v_k$ ，均衡器第  $j$  个抽头记为  $c_j$ ，则：

$$\hat{I}_k = \sum_{j=-K1}^N c_j v_{k-j} + \sum_{j=1}^{K2} c_j \hat{I}_{k-j}, \quad \text{其中有 } 0 < N < K2$$

这样可以避免判决反馈滤波器的不稳定现象，同时又保留了判决反馈滤波器能够“干净”地消除多径的影响。

## 2) 虚拟中心 (Virtual Center) 技术

在重叠结构的基础上，将均衡器的中心抽头虚拟化，定时同步环路控制主要多径群集中在重叠区域内，无需再分辨和切换主副径，从而可以快速跟踪信号特性变化。具体的做法是在均衡器内确定位置的一个固定抽头，所述固定抽头定义为均衡器的中心位置，仅用于对应到均衡器的输出位置，该抽头根据输入均衡器的控制信号确定，其初始化系数值通过自适应算法生成，与滤波器内其他抽头的初始化系数值的设置，在一定量化的范围内一致。

## 3) 与块码结合的 TURBO 均衡技术

基于 Turbo 均衡理论，块码反馈技术正在被广泛用于抑制判决反馈均衡器误码扩散 (Error Propagation) 影响。其具体做法是：均衡器的误差 (Error) 产生、判决反馈器的输入  $\hat{d}$  由下式确定

$$\text{error} = y - \hat{d}; \quad \hat{d} = \text{Decoder}(y)。$$

上式中  $y$  为均衡器的输出， $\text{Decoder}(y)$  为对  $y$  进行解码硬判再编码后的数据。这样充分利用了块码的解码增益，避免判决误差的出现。

另外，对于单载波技术，其对付多径的长度受均衡器的覆盖范围限制，而和已知训练序列（在多载波系统中称为保护间隔）的长度关系不大，利用稀疏 (Sparse) 抽头可以解决均衡器复杂度和对抗多径长度的矛盾问题，在不增加实现复杂度的基础上解决了 0dB, 200  $\mu$ s 长多径的问题，意味着单频网设站距离可超过 60 公里。

### 1.1.5 DVB-T

DVB-T, Digital Video Broadcasting Terrestrial, 地面数字视频广播，是由 DVB 组织提出的一系列国际承认的数字电视公开标准。DVB 项目是一个由 300 多个成员组成的工业组织，统称联合技术委员会 Joint Technical Committee (JTC)。

这一标准采用 COFDM 信道调制技术传输包括 RS 前向纠错码的 MPEG-2 传输比特流。数据用格状编码 QAM 调制到多个子信道中，用双边带调制到载波并发射。

该传输标准有 2K 和 8K 两种子载波模式、3 种调制方式、4 种保护间隔、支持单频网 (SFN)，即同样一路数字电视节目，可通过相邻的多个发射机的同一频率发射而不互相干扰，系统支持 8MHz、7MHz 和 6MHz 三种带宽，并允许分级调制。

DVB-T 采用了“频谱开槽”的方法避开与模拟电视伴音、图像载波的同频道相互干扰，不需额外增加滤波器就可降低保护率。

与之相关的规划参数见 ITU-R BT. 1368，附件 8.5。

#### 1.1.6 ATSC

ATSC 全称 Advanced Television Systems Committee (美国高级电视业务顾问委员会)。该委员会于 1995 年之后陆续批准了美国地面数字电视国家标准系列。

ATSC 信源编码采用了含有 RS 纠错码和网格编码调制 (TCM) 同步码的 MPEG-2 视频传输比特流和 Dolby AC-3 音频编码流，信道编码有两种模式的 VSB 调制，地面广播模式 (8VSB) 和高数据率模式 (16VSB)。

ATSC 设计的显著特点是用于“地面模数同播”，即在原有 NTSC 模拟电视发射机上配置一个具有相应覆盖范围的数字电视发射机，为避开与 NTSC 模拟电视的相互干扰，使用了一个 NTSC 抑制滤波器。

ATSC 地面数字电视的核心标准为“ATSC Digital Television Standard”，DOC. A/53。与之相关的规划参数见 ITU-R BT. 1368。

#### 1.1.7 ISDB-T

ISDB-T 标准是日本的数字广播专家组 (Digital Broadcasting Experts Group, DIBEG) 1999 年制订的地面数字广播系统标准。

该标准载频模式有 2k、4k、8k 三种，并将 6MHz 带宽分为 13 段，每段均使用 COFDM 调制，在同一时间内，不同段上可采用不同的子载波调制方案传送不同业务，例如 HDTV、SDTV、低比特率图象、音乐、数据等，这些业务可以单独存在或任意组合。

ISDB-T 信源编码的图像信号为 RS 纠错的 MPEG-2 视频传输比特流，声音信号采用基于 MPEG-4 的 AAC (高级音频编码) 压缩方式。

ISDB-T 与 DVB-T 规划特性相似，支持移动接收，支持单频组网，其核心标准为 ARIB STD-B31，“TRANSMISSION SYSTEM FOR Digital Terrestrial Television Broadcasting”。与之相关的规划参数见 ITU-R BT. 1368。

#### 1.1.8 ChinaDTV

2006 年 8 月 30 日，国家标准化管理委员会发布了《数字电视地面广播传输系统帧结构、信道编码和调制》标准，标准号为 GB20600-2006，也被称之为 ChinaDTV。

中国数字地面电视系统的 PN 序列帧头和插入的符号保护间隔经过特殊设计，

可以有效地完成信道估算与均衡、LDPC 码的编码实现及系统信息的扩频传输等。该系统支持 4.813Mbit/s 到 32.486Mbit/s 的数据率。

ChinaDTV 提供的业务方式非常灵活,映射方式包括 64QAM, 32QAM, 16QAM, 4QAM, 4QAM - NR, 拥有三种可前向纠错的 LDPC 编码 (7488, 3008)、(7488, 4512)、(7488, 6016), 三种帧头长度 PN420, PN595, PN945, 两种类型的卷积交织方式,在需要的情况下可以提供多种选择性。

该标准同时包含单载波 ( $C=1$ ) 和多载波 ( $C=3780$ ) 两种模式,支持标准清晰度电视业务和高清晰度电视业务,支持固定接收和移动接收,支持多频网和单频网。发端系统的流程与其他国际标准相似,主要包括数据随机化、前向纠错、星座映射和交织、复用、帧体数据处理、组帧、基带后处理、正交上变频等 8 个模块<sup>①</sup>。

与之配套的系列标准正在逐步完善中。

### 1.1.9 CMMB

China Mobile Multimedia Broadcasting, 中国移动多媒体广播, 国家广电总局 2003~2006 年期间组织研发的移动多媒体广播标准,截至目前,已发布 GY/T 220.1~8 共 8 个标准,其核心标准为 GY/T 220.1,《移动多媒体广播第 1 部分:广播信道帧结构、信调编码和调制》。

CMMB 采用了我国自主研发的基于 OFDM 的信道编码和调制技术, S-Timi (Satellite Terrestrial Interactive Multi-service Infrastructure), 使用了广播信道、分发信道的手段进行“天地一体”的覆盖,大致的覆盖和传输方法如下:

- S 波段卫星通过广播信道和分发信道进行全国覆盖,广播信道用于直接接收,分发信道用于地面增补转发;
- 广播信道采用 Ku 波段上行,采用 S 波段下行,OFDM 调制方式,带宽 25M;
- 分发信道采用 Ku 波段上行,下行采用 Ku 波段,时分复用调制 (TDM) 方式,带宽 25M;
- S 波段地面增补网络采用 Ku-S 移频转发、S-S 同频转发两种方式。

现阶段,在上述方案实现前,拟先用 UHF 做地面覆盖试验。

## 1.2 地面电视频率规划术语

### 1.2.1 地面信道

地面信道指的是地面无线广播电视中发送端和接收端之间的通路,收发端之间没有有形的连接,电波的传播路径可能不止一条,来自多条路径的信号到达接收端时,可能出现延时、相位差引起的快衰落、信号场强中值变化引起的慢衰落、移动

<sup>①</sup> 对国标 GB20600-2006 的详细论述见《广播与电视技术》2006 年第 8、9、10、11 期。

接收时“多普勒效应”导致的频率偏移等问题，给信号传播的准确预测带来困难，也是频率规划中判断信道特性所必须面对的问题。

虽然各种因素导致电波场强变化极为复杂，但研究表明仍可将地面电视信道大体归纳成三类：高斯（Gaussian）信道、瑞利（Rayleigh）信道、莱斯（Ricean）信道。

对上述三种信道类型，国际电联相关规划材料曾给予定义和描述。

高斯传播信道：

一种电波传播模式，仅考虑高斯噪声，在接收机的输入端只有欲收信号，没有延时信号出现。

瑞利传播信道：

一种电波传播模式，考虑热噪声，在接收机的输入端是若干个统计独立的具有不同延时且相差不大的信号。输入信号因多径变化，随位置的不同而不断快速剧烈变化。

莱斯传播信道：

一种电波传播模式，考虑热噪声，在接收机的输入端是较强的欲收信号和低功率的延时信号。

在地面电视信号传播预测和规划中，信道传播特性确定下来以后，相应的场强覆盖门限补偿量也就确定了。例如，规划某频道用于 10m 接收天线固定接收（高斯信道），如果仅要求 50% 的地点覆盖率，其受保护的场强门限为  $47\text{dB}\mu\text{V/m}$ ，如果要求 95% 的地点覆盖率，则受保护的场强门限将提升到  $62\text{dB}\mu\text{V/m}$ ，如果该频道的规划用途是 95% 地点覆盖率下的便携接收（莱斯信道），甚至 95% 地点概率下的移动接收（瑞利信道），则门限还需提升。

### 1.2.2 电波传播预测方法

国际电联 ITU-R 第三研究组（Study Group 3）长期致力于电波传播特性研究，在地面电视频段提供了多个建议书供各国参考，我国在规划中较常研究或使用的文件有以下三份：

- ITU-R P. 370——30MHz - 1000MHz 广播业务 VHF、UHF 频段的电波传播曲线；
- ITU-R P. 1546——30MHz - 3000MHz 地面业务点对面的预测方法；
- ITU-R P. 526——绕射传播。

根据国情，我国在 GB/T14433-93《彩色电视广播覆盖网技术规定》中采纳了 370 建议书部分电波传播基本图表和修正项。

#### (1) 370 建议书的历史及主要思想

370 的相关研究报告最早发表于 1951 年，该建议书第 7 版于 1995 年正式出版，在各国广播电视规划、协调中被广泛采纳。随着 2001 年 1546 建议书的首次发表，