

引用格式:毛珂,房海东,杨涛,潘长勇,佟璐.DTMB与DTMB-A地面广播覆盖差异化分析[J].中国传媒大学学报(自然科学版),2023,30(01):15-19.

文章编号:1673-4793(2023)01-0015-05

DTMB与DTMB-A地面广播覆盖差异化分析

毛珂¹,房海东¹,杨涛¹,潘长勇^{2*},佟璐¹

(1.北京数字电视国家工程实验室,北京100191;2.清华大学,北京100084)

摘要:DTMB与DTMB-A采用的发射覆盖模式从发射功率、接收门限、净载荷率等方面都存在较大差别,为有效评估DTMB与DTMB-A两代地面广播标准在信号覆盖方面的差异,本文根据地面广播发射站位置、当前信号覆盖的工作模式和东帝汶首都帝力及其周边的地形特征,设计了不同区域的DTMB与DTMB-A的接收对比测试,用视频记录仪对射频信号进行采集并在实验室进行了全面分析。根据分析测试结果,本文给出DTMB与DTMB-A地面广播覆盖差异化的分析结论。

关键词:DTMB;信号覆盖;DTMB-A;场地测试

中图分类号:TN934 **文献标识码:**A

Analysis on the difference of DTMB and DTMB-A terrestrial broadcasting coverage in Dili, Timor-Leste

MAO Ke¹, FANG Haidong¹, YANG Tao¹, PAN Changyong², TONG Lu¹

(1. National Engineering Lab. For DTV (Beijing), Beijing 100191, China;

2. Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The transmission coverage modes adopted by DTMB and DTMB-A are quite different from each other in terms of transmission power, reception threshold, payload data rate, etc. In order to effectively evaluate the differences in signal coverage between DTMB and DTMB-A, this paper designs the reception comparison testing between DTMB and DTMB-A in different areas. The testing points were selected according to the location of terrestrial broadcasting transmission stations, the current working mode of DTMB/DTMB-A and the topographic characteristics of the capital Dili, Timor-Leste and its surrounding areas. The RF signal were collected with Eiden4417 and analyzed comprehensively in the laboratory. According to the analysis testing results, this paper gives the analysis conclusion of DTMB and DTMB-A terrestrial broadcast coverage differentiation.

Key words: DTMB; signal covering; DTMB-A

1 引言

2006年8月,中国公布了具有自主知识产权的地面数字电视广播标准,DTMB标准^[1],DTMB采用了时域同步正交频分复用(TDS-OFDM)技术。地面数字电视广播以其系统容量大、传输能力强、覆盖范围广等优势而

迅速发展和普及。2011年12月,相继于欧洲的DVB-T、美国的ATSC和日本的ISDB-T三种国际DTTB标准,中国地面数字电视传输标准DTMB标准成为第四种国际DTTB标准^[2],DTMB标准因技术后发优势,在四个一代标准中性能领先^[3]。为了满足不断增长的频谱效率和多种业务的需求,中国又提出了DTMB标准演进系统

DTMB-A 标准^[4]。DTMB-A 系统是在坚持具有自主知识产权的 TDS-OFDM 数字传输技术的基础之上,对数字电视广播信道的物理层核心技术开展更进一步的理论研究,在帧结构、信道编码和调制、多业务支持和分集等领域取得重大突破,使得系统的总体方案性能达到或者超越欧洲第二代 DVB-T2 标准的指标要求。DTMB-A 与 DVB-T2 相比,DTMB-A 系统充分利用了 DTMB 的基础优势,传输码率更高,接收门限更低^[5],支持多业务更方便,单频组网更简单。2015 年 7 月,DTMB-A 系统被列入国际电联数字电视标准 E 系统,2019 年 12 月,中国 DTMB-A 与欧洲 DVB-T2、美国 ATSC 3.0 成为全球数字电视三大第二代国际标准^[6,7]。

2015 年 9 月,数字电视国家工程实验室(北京)联合中广电设计研究院、北京北广科技等单位,组成项目考察组前往东帝汶首都帝力对本项目进行了可行

性研究考察,并提交了东帝汶数字电视项目可行性研究报告和立项建议书,最终推动了援东帝汶 DTMB(地面数字电视传输系统)示范项目立项和落地。2019 年东帝汶 DTMB(地面数字电视传输系统)示范项目开始工程实施,2021 年 3 月竣工。

2 东帝汶项目主要建设情况

东帝汶 DTMB 示范项目地面无线发射采用 DTMB 标准和国际电联第二代数字电视 DTMB-A 标准^[8],信源编码高标清采用 AVS+ 标准。项目建设 1 个发射主站点,1 个发射辅助站;规划每个站点使用 2 个频率,共 4 个频率,分别发射 DTMB 与 DTMB-A 信号。项目规划传输 20 套高清/标清数字电视节目,其中包括 2 套高清电视节目,2 套以上中文电视节目;东帝汶项目整体系统的网络拓扑结构如图 1 所示^[9]。

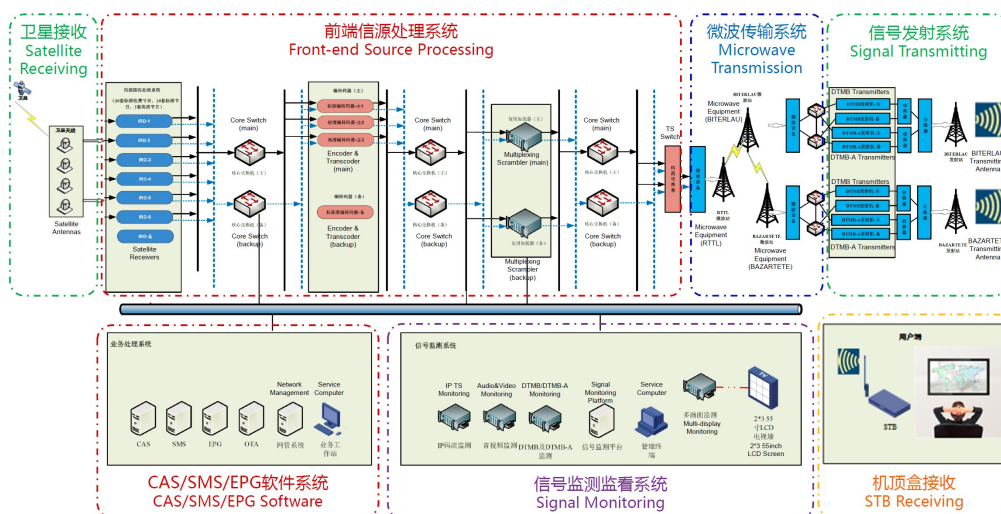


图 1 东帝汶 DTMB(地面数字电视)示范项目整体网络拓扑结构图

DTMB/DTMB-A 标准数字电视信号无线发射频率以及两发射站信息见表 1(带宽为 8MHz)。

表 1 发射站信息

站点	BITERLAU		BAZARTETE	
经纬度	125°37'41.95"E 8°33'28.78"S		125°22'33.29"E 8°38'32.08"S	
海拔(米)	402		1381	
发射天线高度(米)	65		36	
射频信道	CH22	CH23	CH17	CH19
中心频率(MHz)	546	554	506	522
发射机功率及模式	1KW DTMB	2KW DTMB-A	1KW DTMB	2KW DTMB-A

BITERLAU 和 BAZARTETE 两个发射站协同覆盖东帝汶首都帝力及其周边地区。在 BITERLAU 发射站,DTMB 采用中心频率 546MHz,DTMB-A 采用中心频率 554MHz;在 BAZARTETE 发射站,DTMB 采用中心频率 506MHz,DTMB-A 采用中心频率 522MHz,DTMB-A 和 DTMB 采用同一副天线发射,系统框图如图 2 所示。

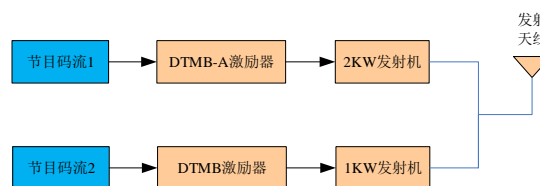


图 2 发射站发端框图

两个发射站的激励器参数如表2所示。DTMB-A发射功率2KW,DTMB发射功率1KW。

表2 数字电视信号调制参数

标准模式	保护间隔	前向纠错码率	星座映射	载波数
DTMB	PN420	0.6	64QAM	3780
DTMB-A	PN256	2/3	256APSK	8192

依据ITU-R BT.1368-13^[8]计算,DTMB与DTMB-A两个系统在最小中值等效场强条件下,有几乎相同的覆盖范围。DTMB与DTMB-A最小中值等效场强见表3。

表3 发信功率最小中值等效场强

项目 (最小中值等效场强)	DTMB (dB μ V)	DTMB-A (dB μ V)
95%地点概率	54	57
70%地点概率	48	50

3 覆盖效果对比测试方案

东帝汶帝力的覆盖由两个电视信号发射站:BITERLAU和BAZARTETE发射站。两站协同覆盖东帝汶首都帝力及其周边地区。

接收端,采用同样的发射天线轮流切换连接不同接收终端的方式,分别连接DTMB机顶盒、DTMB-A机顶盒或者DTMB-A工程接收机接收,接收端功能框图如图3所示。

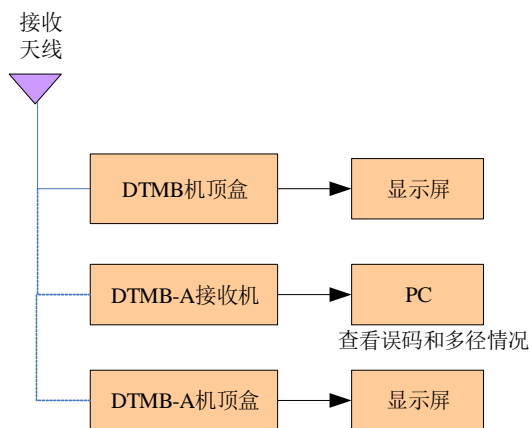


图3 测试用接收端功能框图

为了更好地在实验室重现现场并进行进一步的分析,故在现场采用视频记录仪设备EIDEN4417将现场的DTMB与DTMB-A信号进行了射频采集。

4 测试情况

4.1 实验室测试

为准确分析DTMB与DTMB-A的覆盖接收差异,首先在实验室对测试使用的DTMB-A和DTMB机顶盒进行性能测试^[10],测试结果如表4所示。

表4 机顶盒实验室性能测试数据

序号	类别	信道类型	DTMB-A	DTMB
1	C/N (dB)	高斯信道	17.9	14.9
2		莱斯信道	18.4	15.4
3		瑞利信道	20.7	17.7
4	灵敏度 (dBm)	高斯信道	-82.1	-85.3
5		莱斯信道	-81.4	-84.7
6		瑞利信道	-79.1	-82.1

4.2 场地测试和数据采集

根据东帝汶项目的仿真覆盖效果以及东帝汶的地形,对比测试主要选择在东帝汶Dili城区,BITERLAU发射站西部的Vila Verda山谷,Manleuana山谷,Dili城区东边山坳E_COL,Dili城区东南山坳ES_COL,BAZARTETE发射站西部的Liquica以及两站交叠区Overlap。测试位置如图4所示。图中红色标记为发射站点位置,黄色标记为具体测试点分析位置。

对比测试的测试流程如下:

a)标记测试点名称,并记录经纬度信息,描述周边环境,并记录接收天线高度以及与发射站的距离;
b)用场强仪监测接收信号强度,转动并调整接收天线方向,寻找接收地点信号场强最大的天线方向,并记录天线方向;

c)用场地测试用接收机进行现场接收测试,记录接收情况;

d)用射频信号记录仪分别录制DTMB和DTMB-A射频信号,并记录信号名称;

e)如场地测试地点为山谷,可能存在多个信号强度较大的天线方向,则调整天线方向,重复测试步骤2~4;

f)实验室回放现场录制的射频信号,并对DTMB-A信号进行多径分析,并记录;

g)通过射频记录仪对录制的射频信号进行放大或衰减,测试接收机的等效接收灵敏度。

以其中一个测试点为例说明分析过程。测试点Manleuana山谷的现场如图5所示。该测试点的信号分析如图6所示。

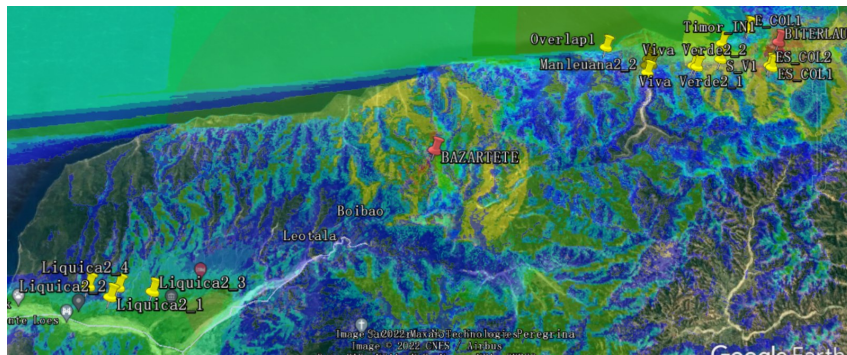


图 4 场地数据测试位置示意图



图 5 Manleuana 山谷测试点周边环境

Manleuana 区域是山谷区域,天线正对发射塔时,信号容易受山体阻挡;天线背对发射塔时,可接收到对面山体的反射信号。从现场分析看,反射信号可能更强。

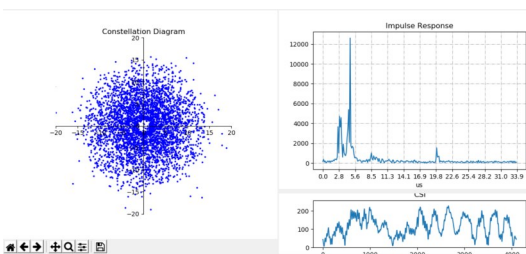
对比测试先后选取了 24 个测试点(含不同测试方向),测试数据如表 5 所示。

表 5 测试点 DTMB 与 DTMB-A 接收的差异数据

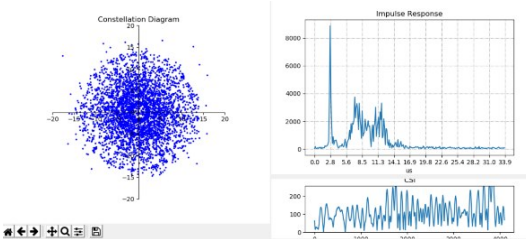
采集点名称	回放强度 dBm		DTMB 等效门限 dBm	DTMBA 等效门限 dBm
	DTMB	DTMBA		
Timor_IN1	-45	-43	-81	-80
ES_COL1	-64.5	-62.5	-63	失败
ES_COL2	-66	-65	-79	-76
S_V1	-66	-64	-78	-78
Manleuana1	-70	-65	失败	-78
Manleuana2	-70.5	-71	-70	-75
	-67	-64	-79	-77
Manleuana3	-63.5	-60	-72	-79
	-61	-56	-78	-77
Manleuana4	-73	-70	-79	-78.5
	-64.5	-60.5	-78.5	失败
Vila Verde1	-69	-66	80.5	-79
	-70	-68	77.5	--
Vila Verde2	-69	-65	-73	失败
	-60	-57	-78	-76
Liquica1	-61.5	-52.5	-85	-77.5
	-76	-68.5	-82	失败
Liquica2	-75	-74	-82	失败
	-77	-61	-80	-81
Liquica3	-70	-65	-83	-79
	-76	-70	-84	-72
Liquica4	-77	-76	-82	失败
	-77	-68	-80	-69
Overlap	-81	-77	失败	-75

5 测试数据分析

因 DTMB 与 DTMB-A 在当前的工作模式存在 3dB 的载噪比门限差,因此实际的灵敏度也应该是 DTMB 优于 DTMB-A 约 3dB。但从二者录制的信号回放看,有 5 个采集点(含天线方向)的 DTMB 录制信号能正常回放,而 DTMB-A 的录制信号不能正常回放;6 个采集点(含天线方向)的信号回放等效灵敏度 DTMB 优于 DTMB-A 3dB 以上(DTMB 接收优于 DTMB-A);10 个采集点(含天线方向)的信号回放等效灵敏度 DTMB 优于 DTMB-A 2dB(含)以下(DTMB-A 接收优于 DTMB);有 2 个采



(a) 天线正对发射塔



(b) 天线背对发射塔

图 6 信号频谱、星座图及冲击响应

集点(含天线方向)的DTMB-A录制信号能正常回放(或放大后正常回放),而DTMB的录制信号不能正常回放;1个采集点(含天线方向)的信号回放等效灵敏度DTMB优于DTMB-A 3dB或都不能播放。也就是说,大部分的采集点,DTMB-A的实际接收效果更优,这也与现场接收较弱信号的现场记录相符合。DTMB与DTMB-A接收情况的优劣汇总如表6。

表6 DTMB与DTMB-A接收情况汇总

	2 Fail 1 OK	1 优于2	1与2相当	2 优于1	2 OK 1 Fail
数量	5	6	1	10	2

(注:1代表DTMB,2代表DTMB-A;“相当”表示都不能接收或者等效灵敏度符合理论分析;“Fail”表示不能正常接收或接收有大量误码;“OK”表示可正常无误码接收)

在测试中发现,Liquica区域,DTMB场地性能整体优于DTMB-A,特别是Liquica2测试点。从信号覆盖的仿真图上看,Liquica区域存在很多信号强度较弱的“凹地”。在这些信号“凹地”,现场测试时,接收机可正常工作时的天线方向和位置往往难以寻找。通过地图的高程图可以看出,如图7所示,这些信号“凹地”形成的原因是射频信号传输路径受到了山体阻挡,并且Liquica很多接收点附近(正对发射天线方向的几百米范围内),射频传输路径基本与地面平行或者角度很小,加上东帝汶植被茂盛,大部分地方都被大树等易“动”植物遮挡,对信号传输造成长距离“干扰”,易对接收信号造成快速变动或波动,从而造成接收信道成为一种快衰减信道。

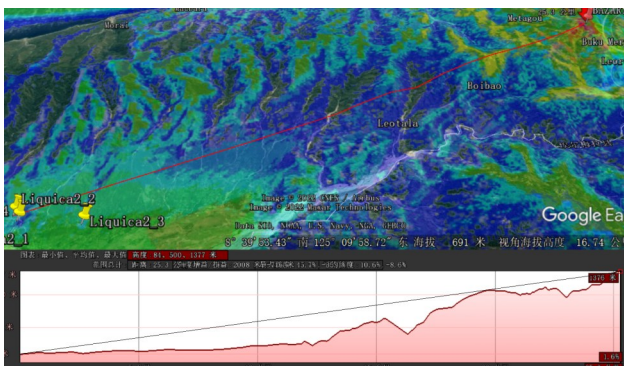


图7 Liquica区域典型接收高程图

因DTMB-A采用8K FFT,信号帧块大,接收机信道估计更难跟上信道的快速时变,对DTMB-A的接收存在一定的挑战。

6 结论

通过东帝汶的场地对比测试,在当前应用模式(DTMB-A的净码率比DTMB高50%)和发射功率下,DTMB-A的覆盖效果与DTMB的覆盖效果相当且与网络规划基本吻合。

因DTMB-A采用较长的FFT块,信号帧较长,相比DTMB信号,DTMB-A更容易受到突发干扰或环境因素的影响。在一些复杂多径情况下,DTMB-A接收效果还有进一步优化的空间。在工程实践中,可以通过提高接收天线高度,避开植被特别茂盛的区域,在提高接收信号的强度的同时减少因环境变化引起的信号波动,更利于接收机的接收。

参考文献(References):

- [1] GB20600-2006. 数字电视地面广播传输系统帧结构、信道编码和调制[S].2006.
- [2] ITU-R BT1306-7. Error-correction, data framing, modulation and emission methods for digital terrestrial television broadcasting[S].2015.
- [3] Xudong Zhang, Changyong Pan, Xia Hai and Fang Yang. Performance Evaluation for DTMB Receiver under VHF and UHF Bands [C]. Engineering and Telecommunication (EnT-MIPT), 2018: 66 -69.
- [4] Jian Song, Chao Zhang, Kewu Peng, Jintao Wang, Changyong Pan etc.Key Technologies and Measurements for DTMB-A System[C]. IEEE Transactions on Broadcasting, 2019:53 -64.
- [5] Changyong Pan, Jintao Wang, Haidong Fang, Jian Song.Field trial of advanced DTMB system DTMB-A in Hong Kong[C]. IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), 2013:1-4.
- [6] ITU-R BT1877-2. Error-correction, data framing, modulation and emission methods and selection guidance for second generation digital terrestrial television broadcasting systems [S]. 2019.
- [7] Jian Song, Chao Zhang, Kewu Peng, Jintao Wang, Changyong Pan, etc.Field Trials of UHDTV Broadcasting over DTMB-A System[J].SMPTE Motion Imaging Journal, 2021, 130(9):47 -59.
- [8] ITU-R BT.1368-13 Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands. 2017.
- [9] GB/T 26252-2010. VHF/UHF频段地面数字电视广播频率规划准则[S].2011.
- [10] GB/T 26684-2017. 地面数字电视接收器测量方法[S].2017.

编辑:龙学锋