

手机电视 T-DMB 在 L 波段的覆盖研究

孙 耀 戴懿贺

(上海东方明珠传输有限公司, 上海 200120)

摘 要 为了在上海开展手机电视业务, 选用 L 波段在上海市区进行 T-DMB 标准的覆盖试验。在无线信号覆盖上海市区的单频网建设初步完成后, 又对相应的覆盖情况进行了路况测试, 并且使用 CCIR 模型对覆盖场强进行了估算, 并与实测值进行了对比, 对比结果表明, 在建筑物密集的城市, 用 CCIR 模型预测 L 波段覆盖特性是有效的。理论研究和实践确认, 两个发射点可以完成上海市区 80% 的室外覆盖, 通过 CCIR 模型对上海特大型城市的 L 波段的覆盖进行预测, 其对今后 L 波段覆盖网络的优化有重要参考价值。

关键词 T-DMB L 波段 单频网 覆盖 CCIR 模型

中图法分类号: TN949.197 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2006)11-1501-05

The Coverage Research of Mobile Phone Television T-DMB in L Band

SUN Yao, DAI Yi-he

(Shanghai Oriental Pearl Transmission Co., Ltd. Shanghai 200120)

Abstract In order to develop the application of mobile phone TV in Shanghai, we adopt L-band for T-DMB trial in Shanghai. Having set up the SFN transmitting platform for the wireless signal coverage of urban area of Shanghai, we made a measurement about coverage on road, adopted the CCIR model for the coverage estimate to compared the measured field strength, and proved the reliability of the CCIR model for the coverage planning prediction in high-dense-building city in L-band. According to the theoretical research and practical proof, two transmitting sites can achieve 80% coverage in Shanghai urban area, and CCIR is reliable for the prediction of coverage in super-large city as Shanghai which will be instructional for the coverage optimization in the future.

Keywords terrestrial-digital multimedia broadcasting, L band, single frequency network, coverage, CCIR model

1 引 言

T-DMB(terrestrial-digital multimedia broadcasting)系统^[1]是韩国在欧洲 Eureka147 系统上做了部分技术修改,用于传送数字广播电视多媒体信号的系统,使之适用于手机、便携式终端等移动接收设备。并与 2005 年在韩国正式开始商用。我国也于 2005 年在北京、广东和上海进行了 T-DMB 手机电视的试验。

目前可用于 T-DMB 的频段为 VHF III 和 L 波段,由于在上海地区很难在 VHF III 波段划出频道来开展 T-DMB 业务,因此,上海尝试在 L 波段(1452MHz~1492MHz)进行 T-DMB 数字信号的地

面传输覆盖。电波在自由空间的传输损耗公式^[2]为

$$L_{FS} = 32.45 + 20\lg d + 20\lg f \quad (1)$$

其中, L_{FS} (下角 FS 代表 free space)为自由空间的传输损耗(单位 dB), d 为传输距离(单位 km), f 为工作频率(单位 MHz)。由式(1)可见,当工作频率提高 1 倍,电波在自由空间的传输损耗将增加 6dB。所以说相对于频率较低的 VHF III 波段, L 波段并非是视频传输的理想频段。世界各地绝大多数国家都是在 VHF III 波段上开展 DAB(digital audio broadcasting)运用的,而在国内使用 L 波段进行地面传输覆盖尚无应用先例。尤其是在上海这样高楼林立的特大型城市,对用 L 波段在城市进行广播电

收稿日期:2006-06-26; 改回日期:2006-07-28

第一作者简介:孙耀(1963~),男,高工。1985年毕业于上海科技大学。主要研究领域为通信和数字电视。E-mail: sunyao@opg.cn

视覆盖还没有经验,有必要进行这方面的研究和建立相应的理论模型。

2 建立发射平台

在进行信号覆盖研究时,由于建立试验发射平台,获得第一手覆盖测试数据,是进行理论分析研究的主要依据,因此本文首先介绍如何建立发射平台。

2.1 发射台的位置

在建设覆盖上海市区的 T-DMB 的覆盖网络时,笔者充分考虑了利用现有的建筑资源。发射平台有两个发射点、分别位于上海东方明珠电视塔和虹桥路广播大厦,用于组成一个单频网发射系统(图版 I 图 1)。这两个地点都是上海文广集团下属单位,并且有现成的光缆通路,可用于码流信号的传输,由于有现成的桅杆和铁塔,可用于架设发射天线,因此大大节约了组网成本。两个发射台之间的距离为 10km,也是组建单频网的合适距离间隔。

在 2 个发射点组成的单频网系统中,由于东方明珠发射点占据了地处上海市区中心和发射天线高度的优势,其基本覆盖了上海的大部分地区,但在上海西南部是上海建筑最密集的区域,其建筑形成的部分阴影区,则要靠广播大厦发射点来完成反向补充覆盖。

2.2 发射平台参数

东方明珠发射点的发射天线采用两组偶极子平板天线,每组 3 层,水平半功率角度为 160° ,以东方明珠为中心通过朝东南和西北方向辐射来实现全向覆盖(图版 I 图 1)。虹桥路发射点建在虹桥广播大厦 30 楼,发射天线采用两组偶极子平板天线,每组 3 层,水平半功率角度为 160° ,以广播大厦为中心朝东北和西南方向辐射,目前两发射点已实现正常单频网播出。单频网中两个发射点距离为 10.02km,满足了保护间隔 $64\mu\text{s}$ 的要求。具体技术参数见表 1。

3 传输损耗理论计算

为了进一步扩大传输覆盖和对网络覆盖进行优化,以便为不同环境下的传输损耗提供理论数据,从理论上进行分析和研究是必要的。这里介绍一种简便有效的传输损耗的估算方法,其能够估算城市内覆盖的基本状况。需要指出的是,该方法由于考虑了单频网的网络增益,使得它更适用于数字电视

表 1 发射平台参数表

Tab.1 Parameters of the transmitting platform

设备参数	东方明珠	虹桥广播大厦
天线型号	Kathrein 75 912 889	Kathrein 75 912 889
天线水平半功率角度	全向	全向
天线垂直半功率角度($^\circ$)	4	4
极化方式	垂直	垂直
天线下倾角($^\circ$)	1.6	1.6
天线增益** (dBd)	13.4	13.4
天线高度(m)	308	150
馈线型号	HCA158-50J	HCA158-50J
馈线长度(m)	30	34
馈线损耗(dB)	0.9	1
VSWR	1.1	1.1
发射机型号	NL6 000 1 400W*	NL6 000 700W
发射频率(MHz)	1 458. 096	1 458. 096
	1 470. 080	1 470. 080
经纬度	E121°29'44"	E121°24'10"
	N31°14'28"	N31°11'55"

* 测试时实际输出功率为 900W

** 已包含功分器、分支电缆损耗

地面广播覆盖规划。

3.1 传输模型选择

常用于无线电波传输损耗预测模型有 4 种,即 Hata 模型、LEE 模型、国际无线电咨询委员会(CCIR)模型和 COST231-Walfisch-Ikegami 模型,它们适用范围不同,而且计算路径损耗方法以及所需参数也不同。其中 LEE 模型和 COST231-Walfisch-Ikegami 模型适用于无线电波的反射和衍射计算,但是由于地理修正因子过于复杂,且需要发射台周边建筑高度,建筑物间距等数据,而这些数据又难以收集统计,用该模型计算,计算量非常大,出于简化计算的目的,所以不考虑使用这两个模型。由于 Hata 模型和 CCIR 模型都将反射和衍射归入了地理修正因子,因此不仅大大简化了运算复杂度,而且 CCIR 模型还考虑了建筑物密度对路径损耗的影响,其计算时除了 Hata 模型中的参数外,虽还需要地理数据给出被建筑物覆盖区域的百分比参数,但这个参数较易得到。考虑到上海地形地貌情况复杂,主要是高楼林立,不仅高楼高度参差不齐,且分布密度大,很适用 CCIR 模型。为了兼顾计算精确度和简便

度,所以理论计算选用 CCIR 模型^[3]。

3.2 计算方法

CCIR 模型计算公式为^[3,4]

$$L = 69.55 + 26.16 \lg f_c - 13.82 \lg h_{te} - \alpha(h_{re}) + (44.9 - 6.55 \lg h_{re}) - B \quad (2)$$

其中, L 为传输损耗,单位: dB; f_c 为中心频率 (f_c 下角 c 代表 center),单位: MHz; h_{te} 为发射天线高度,单位: m; h_{re} 为接收天线高度,单位: m; d 为传输距离,单位: km; f_c 为 1458.096 MHz, h_{te} 分别为 308 m 和 150 m, h_{re} 为 2 m; $\alpha(h_{re})$ 为接收天线地形修正因子,其计算方法为:

对于中小城市:

$$(1.11 \lg f_c - 0.7) h_{re} - (1.56 \lg f_c - 0.8)$$

对于大城市:

$$8.29 (\lg 1.54 h_{re})^2 - 1.1 \quad \text{当 } f_c < 300 \text{ MHz}$$

$$3.2 (\lg 11.75 h_{re})^2 - 4.97 \quad \text{当 } f_c \geq 300 \text{ MHz}$$

选大城市, $f_c \geq 300 \text{ MHz} \rightarrow \alpha(h_{re}) = 1.05 \text{ dB}$

B 为路径损耗校正,因为 $B = -20 \sim 25 \lg p$ (p 为收发天线之间建筑物占有区域的百分数),故根据不同的接收地点周围环境, p 有不同的取值。

发射点基本参数为:

(1) 东方明珠发射点

发射功率 $P_{te} = 1000 \text{ W} = 10 \lg 1000000 = 60 \text{ dBm}$, 馈管损耗 $\eta = 0.9 \text{ dB}$, 发射天线增益 $G_{te} = 13.4 \text{ dBd}$

→有效辐射功率 $P_{\text{effect}} = P_{te} - \eta + G_{te} = 72.5 \text{ dBm}$

接收信号功率计算方法为

$$P_r = P_t + L - G_v - G_h \quad (3)$$

其中, G_v 为垂直增益与峰值增益的差值, G_h 为水平增益与峰值增益的差值^[5], P_t 为总功率(下角 t 代表 transmitting)。

最终化简得

$$P_r = -64.6 - 28.6 \lg d - 25 \lg p - G_v - G_h \quad (4)$$

单位为 dBm (P_r 下角 r 代表 receiving)。

(2) 虹桥广播大厦发射点

发射功率 $P_{te} = 700 \text{ W} = 10 \lg 700000 = 58.5 \text{ dBm}$, 馈管损耗 $\eta = 1 \text{ dB}$, 发射天线增益 $G_{te} = 13.4 \text{ dBd}$

→有效辐射功率 $P_{\text{effect}} = P_{te} - \eta + G_{te} = 70.9 \text{ dBm}$

最终化简得

$$P_r = -70.3 - 30.6 \lg d - 25 \lg p - G_v - G_h, \text{ 单位为 dBm} \quad (5)$$

本文将先分别计算东方明珠和虹桥广播大厦单

点发射的效果,然后再考虑在单频网中它们接收功率的合成。

3.3 辅助参数的选择

要进行完整的估算,还需要决定 p 、 G_v 、 G_h 等参数的选择。其中 p 由城市里的建筑物分布、地形地貌等条件决定,建筑物密度越高,取值就越大; G_v 、 G_h 由发射天线的场型分布特性决定。

为此,以东方明珠为中心,根据天线的朝向,一共等份分为 8 个方向,每隔 1 km 进行一次采样运算,以便得到大致的覆盖效果。根据上海市建筑物分布图和天线厂商提供的用户手册中的天线场型图,初步决定在采样点中选择以下参数(具体参数见表 2)。

表 2 估算辅助参数取值表

Tab. 2 Parameters list of prediction

距离 (km)	仰角 (°)	垂直增益 (dB)	收发天线之间建筑物占有区域的百分数 p (%)							
			延安路	卢浦大桥	滨江大道	世纪大道	浦东大道	杨浦	虹口	普陀
1	17.1	22	5	5	5	15	10	5	5	5
2	8.75	20	10	10	10	15	10	10	10	10
3	5.86	14	10	20	10	20	10	15	15	15
4	4.40	11	20	20	10	20	10	20	20	20
5	3.52	5	20	20	20	20	10	30	30	30
6	2.94	2	30	5	20	20	10	30	30	30
7	2.52	1	30	10	20	20	10	30	30	30
8	2.20	0.5	40	10	20	15	10	30	30	30
9	1.96	0	40	10	20	15	10	30	30	30
10	1.76	0	40	15	20	15	10	30	30	30
11	1.60	0	40	15	20	15	10	30	30	30
12	1.47	0	40	15	20	15	10	30	30	30
13	1.36	0	40	15	20	15	10	30	30	30
14	1.26	0	40	15	20	15	10	30	30	30
15	1.18	0.2	40	15	20	15	10	30	30	30
水平增益 (dBd)			1.5	0	1.5	1.5	0	1.5	1.5	1.5

对于虹桥广播大厦发射点来说,由于周围为高楼林立的商业区和办公楼区,因此基于简化计算的目的, p 取值 40%。

T-DMB 采用了 OFDM (orthogonal frequency division multiplex) 技术,由于有效延长了信号的持续周期,再加上引入了保护间隔,故使得单频网建设得以可能。测试结果表明,接收点收到的不同发射台的信号起叠加作用。经计算,虹桥广播大厦产生

的场强在其 5km 范围内对单频网有明显作用。

4 数据分析

为了了解单频网覆盖效果,对单频网的实际覆盖效果还做了测试,测试结果见图版I图 2。图版I图 2 中深绿色为信号强度(-40 ~ -50dBm)区域、浅绿色为信号强度(-50 ~ -60dBm)区域、黄色为信号强度(-60 ~ -70dBm)区域、紫色为信号强度(-70 ~ -80dBm)区域、红色为信号强度(-80 ~ -90dBm)区域、黑色为信号强度(-90dBm 以下)区域。在绿色、黄色区域内,接收信号质量很好;紫色区域,信号

偶有中断,不影响观看;红色区域为信号质量较差,常常中断,黑色区域则无法接收信号。

经统计,理论估算一共取了 120 个点,由于在实际测试中,有些测试点车辆无法到达,因此有效实际测量与理论估算点一共有 111 个,占总数的 92.5%。在这些有效点中,理论计算值与实际测量值的误差绝对值在 5dB 以下的共有 60 个点,占总数的 54%;误差绝对值在 5dB 以上,10dB 以下的共有 34 个点,占总数的 30.6%,误差绝对值在 10dB 以上的共有 17 个点,占总数的 15.3%。(详细数据参见表 3,单位为 dBm)

表 3 实测数据与估算数据对比表

Tab.3 List of measured data and estimated data

距离 (km)	信号强度 (dBm)															
	延安路		卢浦大桥		滨江大道		世纪大道		浦东大道		杨浦		虹口		普陀	
	估算	实测	估算	实测	估算	实测	估算	实测	估算	实测	估算	实测	估算	实测	估算	实测
1	-55.4	-55.3	-53.9	-59.6	-55.4	-55.3	-67.3	-64.3	-61.4	-61.2	-55.4	-56.7	-55.4	-49.3	-55.4	-57.6
2	-69.5	-65.9	-68.0	-58.0	-69.5	-63.3	-73.9	-67.7	-68.0	-57.1	-69.5	-60.8	-69.5	-57.3	-69.5	-56.4
3	-68.5	-62.1	-74.6	-71.9	-68.5	-67.5	-76.1	-63.8	-67.0	-61.5	-72.9	-67.9	-72.9	-69.7	-72.9	-60.7
4	-76.6	-65.7	-75.1	-71.3	-69.1	-68.9	-76.6	-68.6	-67.6	-60.4	-76.6	-70.9	-76.6	-63.9	-76.6	-62.2
5	-73.4	-70.8	-71.9	-69.5	-73.4	-70.4	-73.4	-63.9	-64.4	-53.2	-77.8	-71.6	-77.8	-73.1	-77.8	-70.3
6	-77.1	-72.4	-56.1	-53.4	-72.7	-72.7	-72.7	-71.9	-63.7	-67.4	-77.1	71.3	-77.1	-76.4	-77.1	-75.5
7	-74.9	-65.1	-64.6	-58.3	-73.6	-69.5	-73.6	-77.8	-64.6	-70.0	-78.0	-69.3	-78.0	-74.1	-78.0	-83.3
8	-69.6	-58.2	-65.7	-70.4	-74.8	-74.3	-71.6	-69.0	-65.7	-73.4	-79.2	-72.5	-79.2	-79.4	-79.2	-78.9
9	-60.4	-54.6	-66.7	-68.7	-75.7	-61.0	-72.6	-70.3	-66.7	-77.1	-80.1	-71.4	-80.1	-77.8	-80.1	-78.4
10	/	-46.6	-72.4	-73.5	-77.0	-56.0	-73.9	-68.7	-68.0	-73.0	-81.4	-72.3	-81.4	-78.1	-81.4	-83.6
11	-60.4	-54.6	-73.6	-77.5	-78.2	-76.9	-75.1	-66.3	-69.2	-73.0	-82.6	-78.3	-82.6	-82.3	-82.6	
12	-69.6	-55.4	-74.7	-79.0	-79.3	-80.5	-76.2	-74.2	-70.3	-76.4	-83.7	-79.5	-83.7	-80.2	-83.7	
13	-74.9	-65.3	-75.7		-80.3	-75.9	-77.2	-73.1	-71.3	-76.7	-84.7	-80.2	-84.7	-88.5	-84.7	-81.0
14	-78.8	-69.8	-76.6		-81.2		-78.1		-72.2		-85.6	-75.1	-85.6	-75.0	-85.6	-84.8
15	-81.1	-73.8	-77.6		-82.3		-79.1	-76.9	-73.2	-73.7	-86.7	-78.2	-86.7	-74.8	-86.7	-83.2

经过实测数据与估算数据的比对,通过造成误差原因的分析,发现误差较大的点主要集中在发射点的附近,这是由于高增益天线的垂直半功率角度很小所致,由于在安装天线的过程中,不可避免地在水平放置的位置有所偏差,从而造成近端垂直增益较大的偏差。另外一些误差较大的点主要集中在外环线附近,这是由于外环线道路有所起伏,而采用的计算方法忽略了高度增益,同时由于外环线附近的建筑物特征与城市不同,比较空旷,而采用的地理修

正因子存在一定的误差所致。

5 结论

通过测试可得以下结论:

(1) L 波段的 T-DMB 可以在上海这样的建筑物密度高的大型城市里使用,效果良好。通过建立两个发射点,达到了上海市区室外 80% 覆盖。

(2) CCIR 模型可以用在 L 波段的场强覆盖估

算上,只要地理修正因子取值合理,精度还是较高的,使用该估算方法,场强估算误差在 10dB 内的比例达 85.7%。

参考文献 (References)

- 1 European Telecommunication. Radio broadcasting systems; Digital audio broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers [S]. Standard Institute 300 401. [欧洲电信标准委员会. 无线广播系统:用于移动、手持和固定接收的 DAB [S]. 标准号 ETSI 300 401.]
- 2 Song Wen-tao, Luo Han-wen. Mobile communication [M]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University Press, 1998. [宋文涛, 罗汉文. 移动通信 [M]. 上海:上海交通大学出版社, 1998.]
- 3 Chuai Gang, Wang Wen-bo. The principle and application of mobile communication [M]. Beijing: Beijing Post&Telecommunication University Press, 2002. [啜钢, 王文博. 移动通信原理与应用 [M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2002.]
- 4 Dai Yi-he, Sun Yao, Jiang Jun. Coverage report of L band DAB trial in Shanghai [J]. World Broadcasting and Television, 2005, 19(6): 72 ~ 75. [戴懿贺, 孙耀, 姜俊. 上海市 L 波段 DAB 试验系统覆盖情况分析 [J]. 世界广播电视, 2005, 19(6): 72 ~ 75.]
- 5 Li Xiao-mao, et al. Broadcasting and television technical handbook Antenna [M]. Beijing: National Defense Press, 1995. [李孝勳等. 广播电视技术手册 第 7 分册:天线 [M]. 北京:国防工业出版社, 1995.]

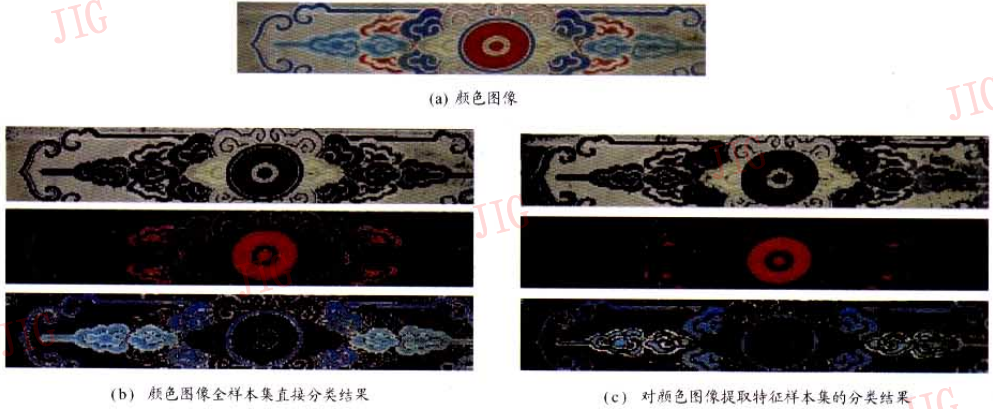


图1 颜色图像样本集分类结果比较
Fig.1 Pixel clustering comparison of color image



图2 变色彩绘图像的迁移效果比较
Fig.2 Color transfer comparison of faded colored-drawing

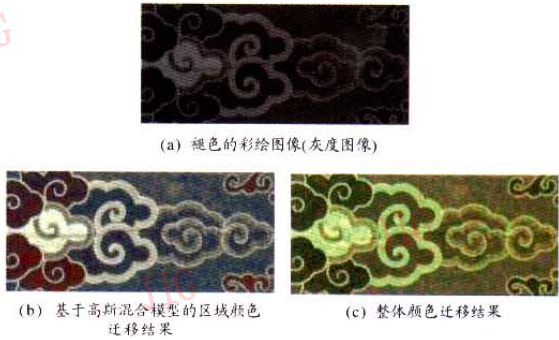


图3 褪色彩绘图像(灰度图像)的迁移效果比较
Fig.3 Color transfer comparison of gray colored-drawing

孙 耀等:手机电视T-DMB在L波段的覆盖研究



图1 发射台位置
Fig.1 Locations of transmitting sites



图2 上海市区T-DMB单频网覆盖效果测试图
Fig.2 The coverage map of Shanghai urban