

Practice and Suggestion of Electromagnetic Environment Measurement in Yunnan Border Area

Junchang Chen^{1,2}, Guanbao Zhao¹, Ming Huang²

¹Yunnan Radio Monitoring Station of the State Radio Monitoring Center, Kunming Yunnan

²Wireless Innovation Lab of Yunnan University, Kunming Yunnan

Email: huangming@ynu.edu.cn

Received: Aug. 6th, 2020; accepted: Aug. 20th, 2020; published: Aug. 27th, 2020

Abstract

The electromagnetic environment measurement in the border area is an important task of the radio monitoring department. The basis of the work is the "Testing requirement and methods for radio electromagnetic environment in border areas". However, due to the rapid development of radio technology and the measurement method is restricted by existing equipment, the results obtained by different measurement scheme will be different. Based on years of practical experience, this article summarizes the electromagnetic environment measurement work in the border area of Yunnan, and some suggestions are presented.

Keywords

Border Area, Electromagnetic Environment Measurement, Suggestions

云南边境地区电磁环境测试实践及建议

陈俊昌^{1,2}, 赵官宝¹, 黄 铭²

¹国家无线电监测中心云南监测站, 云南 昆明

²云南大学无线创新实验室, 云南 昆明

Email: huangming@ynu.edu.cn

收稿日期: 2020年8月6日; 录用日期: 2020年8月20日; 发布日期: 2020年8月27日

摘 要

边境地区电磁环境测试是无线电监测部门重要的工作, 测试工作的依据是《边境(界)地区无线电电磁环境测试要求和测试方法》。然而, 由于无线电技术的飞速发展, 以及测试方法受到现有设备的制约,

文章引用: 陈俊昌, 赵官宝, 黄铭. 云南边境地区电磁环境测试实践及建议[J]. 无线通信, 2020, 10(4): 35-41.

DOI: 10.12677/hjwc.2020.104005

不同测试方案收到的测试效果会有所差异。本文基于多年的实际测试工作经验，对云南边境地区电磁环境测试工作进行了总结，并在此基础上提出了相关建议。

关键词

边境地区，电磁环境测试，建议

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

云南省地处我国西南边陲，与缅甸、老挝、越南相邻，陆地边境线长达 4060 公里，约占我国陆地边境线总长的 18%。随着“一带一路”沿边开放战略的逐渐实施，区域和平稳定、合作共赢显得愈发重要。云南省作为我国面向东南亚的门户，边境地区经济得到了飞速发展，基础通信设施迅速增加，频谱资源也随着经济发展日渐稀缺。为了维护我国边境地区繁荣稳定，保障“一带一路”战略区域的信息通信安全，维护国家主权、国家利益，开展云南边境地区无线电电磁环境测试工作及研究是非常必要的[1]。

自 2014 年起，国家无线电监测中心云南监测站就开展了边境地区电磁环境测试工作，并依据《边境(界)地区无线电电磁环境测试要求和测试方法》[2]制定了相应的工作方案。测试方法受到现有设备的制约，不同测试方法收到的测试效果也会有所差异，本文基于云南边境地区电磁环境测试实践，针对边境地区电磁环境测试工作进行了总结，并在此基础上提出了相关建议。

2. 测试前期准备工作

2.1. 明确云南地区边境测试需求点及重点关注频段——测试目的问题

“鉴别公众移动通信信号的国别或区域归属，并初步判定上述信号的相关参数是否符合我国与其他国家或地区签署的边境(界)地区频率协调协议”是《边境(界)地区无线电电磁环境测试要求和测试方法》(下文简称《方法》)中的基本要求。同时，云南与越南接壤且建立了边境地区频率协调机制，签署了频率协调协议。中越频率协调会议主要讨论公众移动通信频段的频率协调问题，因此，遵照上述国标要求的《方法》，并结合云南边境地区的实际，边境测试应重点关注公众移动通信频段，主要鉴别中越边境上的公众移动通信信号的国别或区域归属，并判定上述信号的相关参数是否符合我国与越南签署的边境(界)地区频率协调协议。

2.2. 测试前资料收集——信息孤岛问题

边境测试在出发前需多方面准备相关资料，此次实测准备资料如表 1 所示。参考资料及信息的准备在边境测试中必不可少，资料准备充分、内容完备，监测人员在实测中才能做到有条不紊、高质高效。在实测时，若发现手头参考资料不足，往往又会导致监测中手忙脚乱、无从下手，进而影响测试效果。目前边境测试监测数据各单位间不能共享，没有建立简单有效的沟通合作机制，相关台站信息查询困难，协调协议具体内容难以获知，导致前期方案制定不能有的放矢，后期监测数据难以进行挖掘分析，存在信息孤岛情况。因此建议建立起相关单位间有效的沟通共享机制，可以及时分享相关数据，例如 BRIFIC 光盘数据以及相关协调协议，同时《方法》中可适当增加这方面内容的提示，用于指导监测人员在数据存储格式和处理方法等方面充分地做好测前准备工作，以便测量数据共享，消除信息孤岛。

Table 1. Data preparation list**表 1.** 资料准备列表

资料名称	用途
软课题介绍	课题情况简介
监测工作时间安排表	指导监测开展
2016 年中越协调会议纪要	制定边境测试方案参考
2019 年边境测试方案	
《边境(界)地区电磁环境测试规范》	测试时参考
中越协调协议频道分配表	
典型信号频谱图	

3. 测试及实施

3.1. 基于实测工作形成的云南地区边境测试工作流程

将实测的完整执行过程进行梳理, 可得如下工作流程:

1) 测前准备

- a) 确定监测地点、监测内容;
- b) 制定监测方案, 选定监测设备;
- c) 明确测试点具体位置, 确定监测日程安排;
- d) 准备监测方案类、参考信息类及测试记录类资料;
- e) 备齐辅助设备及其必要工具。

2) 实测操作

- a) 抵达测试点, 架设开启设备;
- b) 分工实施监测, 工作要点如下:

I) DC7000SW1 电磁环境操作系统操作者应有序地完成以下工作:

- ① 记录当前监测的基本信息;
- ② 设置设备参数, 对 30~5000 MHz 频段按照分段进行扫描并存储 30~87 MHz、87~108 MHz、108~137 MHz、137~167 MHz、167~450 MHz、450~698 MHz、698~826 MHz、826~980 MHz、980~1500 MHz、1500~2010 MHz、2010~3000 MHz、3300~3400 MHz、3400~3600 MHz、4800~5000 MHz 分段频谱图。

③ 做好监测数据的实时记录;

II) 基站测试仪器操作者应有序地完成以下工作:

- ① 记录当前监测的基本信息;
- ② 利用基站测试仪器对边境口岸的公众移动通信进行监测, 获取“频率”、“所占用信道”、“国家码”等基站信息;

③ 使用 PR100 测试公众移动通信基站的上行信号频率的场强值, 初步判断是否满足中越边境协议协调值;

④ 做好监测数据的实时记录;

III) 广播电视接收仪操作者应有序地完成以下工作:

- ① 记录当前监测的基本信息;
- ② 利用广播电视接收仪监测口岸地区电视广播信号, 形成信号列表;

③ 根据形成的信号列表，利用 PR100 监测电视广播信号，记录“频点”、“电平”、“国别”、“所使用语言”等数据；

④ 做好监测数据的实时记录；

IV) N9344C 频谱仪操作者应有序地完成以下工作：

① 记录当前监测的基本信息；

② 使用 N9344C 频谱仪监测全频段电磁环境情况并截图保存；

③ 根观察频段内出现的信号，使用 PR100 接收机对广播信号进行监测、监听，区分所属国家，存储频谱图，记录“频点”、“电平”、“国别”、“使用语言”数据；

④ 做好监测数据的实时记录。

3) 收尾工作

a) 小组成员就本次监测情况进行口头汇总、沟通；

b) 如无遗漏，则关闭设备、断电拆线；

c) 清点设备并装车，避免物品遗失；

d) 检查电源设备状态及车辆剩余油量；

e) 返回住处时应携带全部设备进屋，避免车辆偷盗事件发生；

f) 及时为设备电池充电。

3.2. 部分测试设备的使用效果评估

1) DC7000SW1 电磁环境测试系统(图 1)

DC7000SW1 电磁环境测试系统具有超宽频段的测试范围，可做到 9 kHz~40 GHz 全频段通用电磁环境测试，电场强度/功率测试，电磁频谱图、瀑布图、频道占用度图实时显示，超出限值信号自动测试、记录，三维电磁环境信息图显示等功能，该系统能按照标准自动化设定测试方案，具有测量范围宽，工作稳定，扩展性好等有点，是由北京德辰公司开发的。软件可以根据时间管理设置自动对所有测试任务进行排序、引导和测试监控，可以很好的满足边境测试需求。暴露出来的问题主要有：一是设备和天线收纳箱体较大，占用大量空间，便携性相对一般；二是天线参数不明确，设备连接复杂，在电磁环境测试中数据精确度还需要提高。



Figure 1. Electromagnetic environment test system
图 1. 电磁环境测试系统

2) DC7510MOB 基站测试仪

边境测试重点关注公众移动通信频段，在监测基站信号时主要需要测量信道、频率、国别、制式和信号场强信息，DC7510MOB 基站测试仪可以基本满足需求。在实际测试中 DC7510MOB 基站测试仪主要有以下优点：a) 设备轻巧便携、连接简单，适合携带至边境开展野外监测；b) 软件启动较快，界面直观，可在短小时内提供监测结果；c) 能够提供信道、频率、制式、运营商等监测信息，数据展示效果较清晰。不足之处主要有：a) 软件设计不完善，数据显示重复性高，没有测试成果导出功能；b) 基站测试仪没有准确设备相关参数，数据准确度较差。总体而言，该系统能够基本满足边境公众移动通信的测试需求，但由于准确度不高，目前还只能作为辅助设备，需要人工判别和其他设备来进行场强测量，系统稳定性及相关功能还需做进一步的提升和完善。

3) PR100 监测接收机和 N9344C 频谱仪

PR100 监测接收机和 N9344C 频谱仪都是边境测试中必不可少的设备，它们都具备多种形式的信号数据存储功能。其中 PR100 监测接收机具有灵敏度高、扫描速度快和信号处理能力强等特点，可用于广播信号的监测，同时可用于判断信号的发射方向从而辨别信号的国别，另一方面可利用 PR100 获得监测信号的场强数据，由于 PR100 的天线数据准确明了，获得的相应场强数据准确度也比较高；N9344C 则可以进行专业的宽带频谱测量，同时也是边境测试系统中不可或缺的设备。PR100 监测接收机和 N9344C 频谱仪都是 Keysight Technologies 公司的产品。

4. 存在问题及思考建议

4.1. 存在的问题

1) 频谱监测质量不高的问题

随着边境地区无线电使用日益频繁，信号越界、干扰等问题日益严重。边境地区无线电监测单独依靠小型固定监测站或移动监测不能精准、高效、全面的掌握边境地区无线电频谱使用的情况，监测质量不高。

2) 《方法》落后于通信技术发展问题

在边境测试实测中我们收到了国外公众移动通信基站信号，同时测试结果显示越方基站存在发射信号场强大于协调值的情况。随着通信技术的飞速发展，在中越边境地区双方已建设了 4G 基站，中国 5G 基站已经开始建设，但目前使用的国家标准《边境(界)地区无线电电磁环境测试要求和测试方法》测试内容只包含 2G、3G 内容，落后于公众移动通信发展速度，在边境无线电业务协调方面缺乏相应的技术支撑。

3) 监测数据信息孤岛问题

监测数据不能共享，监测数据后期难以进行挖掘分析。现在边境监测统计分析系统功能较为简单，缺乏对业务分析和数据深度挖掘能力、电磁环境监测的评价、分析比对能力。频谱数据多数以原始的频谱图、瀑布图和数据表格形式出现，缺乏与频率台站、发射源参数、环境参数等其他要素的关联和综合处理，以至于这些频谱数据无法为频谱管理和频率分配提供辅助决策参考，不能及时转换为对无线电管理工作有价值的参考信息。

4) 监测数据可视化问题

边境测试涉及国家无线电安全，建议在无线电专网上建立国家边疆无线电三维 web 网站，结合地形地貌和知识图谱实现监测数据可视化[3]，精确掌控边境无线电信号的“进与出”，为国家边疆安全保驾护航。图 2 为云南河口边境越南 GSM 基站的跨境无线电覆盖可视化示例，从图中不仅可以看出境外基站的位置，而且显示了河口“中越大桥”附近境外信号越界覆盖情况。

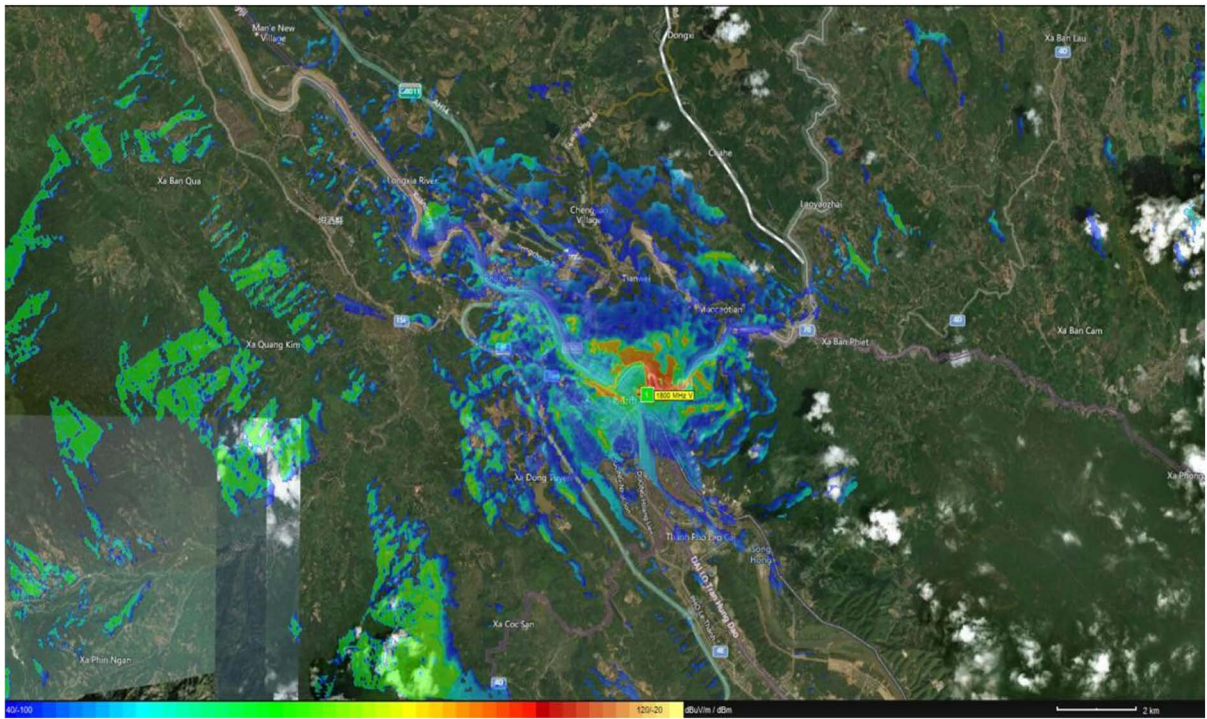


Figure 2. Visualization of cross-border radio coverage of GSM Base stations in Vietnam
图 2. 越南 GSM 基站的跨境无线电覆盖可视化

4.2. 思考及相关建议

1) 针对境外无线电信号覆盖增加, 监测质量不高的情况, 需进一步增加国境沿线无线电监测站的布局数量, 建立以谱传感节点为主[4], 移动监测为辅的监测工作模式, 充分发挥固定与移动互补监测, 扩大监测覆盖范围, 提高监测质量, 提高无线电监管能力。

2) 建议运营商及时将境外公众移动信号对境内正常公众移动信号的干扰情况及时向当地无线电管理部门反映。

3) 建议及时修改完善《方法》, 及时更新完善双方边境协调协议。升级相关测试设备, 如采用人工智能技术增加语音识别功能[5], 升级基站测试系统等。

4) 建议建立边境监测、台站数据库和无线电三维 web 网站。建立统一格式、集中保存、数据共享的边境数据库和边疆无线电知识图谱, 实现连续监测数据积累, 有利于在不同时期进行对比, 以及数据深度挖掘、分析, 通过后台统计分析形成边境地区频率资源评估报告, 精确掌控边境无线电信号的“进与出”。

致 谢

本文得到了云南省无线电监测中心的支持, 在此表示衷心感谢。

基金项目

国家自然科学基金(61863035, 41461052, 11564044)。

参考文献

- [1] 边疆无线电编委会. 边境区域无线电管理技术设施建设及投资需求研究[M]. 昆明: 云南大学出版社, 2015.
- [2] GB/T 37288-2019 边境(界)地区无线电电磁环境测试要求和测试方法[S].

-
- [3] 黄铭, 杨晶晶, 杨美霞, 陈俊昌. VHF/UHF 固定监测站覆盖范围计算和初步评估[J]. 中国无线电, 2019, 282(2): 55-58.
- [4] Lu, Q.N., Yang, J.J., Jin, Z.Y., Chen, D.Z. and Huang, M. (2017) State of the Art and Challenges of Radio Spectrum Monitoring in China. *Radio Science*, **52**, 1261-1267. <https://doi.org/10.1002/2017RS006409>
- [5] Huang, M., Yang, D.R., Zhu, D., Yang, M.X. and Yang, J.J. (2020) FM Broadcast Monitoring Using Artificial Intelligence. *Radio Science*, **55**, e2019RS006885. <https://doi.org/10.1029/2019RS006885>