数字化技术在5G基站电磁辐射监测中的应用

Application of Digital Technology in Electromagnetic Radiation Monitoring of 5G Base Stations

牛年增[1]，龙　跃[2]，伍　嘉[1]（1. 中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司，河南 郑州 450007；2. 中国合格评定国家认可中心，北京 100062）

Niu Nianzeng[1], Long Yue[2], Wu Jia[1]（1. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Zhengzhou Branch, Zhengzhou 450007, China；2. China National Accreditation Service for Conformity Assessment, Beijing 100062, China）

摘　要：

介绍了一个基站电磁辐射数字化检测平台，该平台利用5G+互联网技术，实现了基站电磁辐射原始监测数据、频谱图的实时上传，以及基站电磁辐射监测的全要素、全流程管理，并结合CNAS实验室认可要求介绍了数字化检测系统投入应用时的注意事项。

关键词：

5G移动通信基站；电磁辐射监测；自动化检测

doi：10.12045/j.issn.1007-3043.2024.01.004

文章编号：1007-3043(2024)01-0015-04

中图分类号：TN929.5

文献标识码：A

开放科学(资源服务)标识码(OSID)：

Abstract:

It introduces a base station electromagnetic radiation digital detection platform, which uses 5G+Internet technology to realize the real-time upload of the original monitoring data and spectrum map of the electromagnetic radiation of the base station, and realizes the full element and full process management of the electromagnetic radiation monitoring of the base station, and introduces the precautions when the digital detection system is put into use in combination with the CNAS laboratory accreditation requirements.

Keywords:

5G mobile communication base stations; Electromagnetic radiation monitoring; Automated detection

引用格式：牛年增，龙跃，伍嘉. 数字化技术在5G基站电磁辐射监测中的应用[J]. 邮电设计技术，2024(1)：15-18.

1 概述

近年来，5G移动通信基站大规模建设，5G互联网的应用极大地赋能了我国千行百业的发展。按照生态环境部的要求，移动通信基站在投入运行后需要进行电磁辐射监测并出具基站电磁监测报告，而根据市场统计，运营商每年新建5G基站约40万个，对于如此大规模的监测规模，采用传统人工方式进行原始监测数据的抄录及监测频谱图的导出管理存档，存在效率低下、原始数据不易追溯、电子化文件管理困难等问题。基于此，本文从5G移动通信基站电磁辐射监测要求入手，提出了一个基站电磁辐射数字化检测平台，最后结合CNAS的实验室认可要求介绍了数字化检测系统投入应用时需要注意的问题。

2 5G移动通信基站电磁辐射监测要求

生态环境部发布的《5G移动通信基站电磁辐射环境监测方法（试行）》（HJ1151-2020）在监测方法、记录及报告等方面对5G基站电磁辐射环境监测提出了明确的要求，具体如下。

收稿日期：2023-11-16

2.1 监测方法

采用选频式辐射测试仪，现场监测时，监测点位布设在移动通信基站天线覆盖范围内的电磁环境敏感目标处。现场监测时，需要携带5G终端设备，5G终端设备与被监测的5G移动通信基站建立连接并至少处于一种典型应用场景。每个监测点每次监测时间不少于6 min，读取选频辐射测试仪的平均值。

2.2 对监测记录的要求

2.2.1 基站信息记录

开展监测工作前，应收集被测5G移动通信基站的基本信息，包括基站名称、运营商单位、建设地点、发射频率范围、天线支架类型、天线数量、基站运行状态和天线离地高度等。根据监测性质和目的，还可收集其他信息，包括经纬度坐标、发射机型号、标称功率、实际发射功率、天线增益、平均负载、天线下倾角、天线波瓣宽度和天线方向图等参数。

2.2.2 监测条件记录

现场监测时要记录环境温度、相对湿度和天气状况。记录监测日期、监测起止时间、监测人员、监测频率范围、监测仪器及探头（天线）型号和编号、监测仪器及探头（天线）校准/检定证书（报告）编号。同时要记录监测时的应用场景，包括5G终端设备型号、数量、应用场景等。

2.2.3 现场监测信息及结果记录

记录现场监测点位示意图，并在示意图中标注5G移动通信基站天线、监测点位和其他已知的电磁辐射源位置。记录监测点位名称（经纬度）、监测点位与5G移动通信基站发射天线的垂直距离、水平距离和监测数据。监测时需要保留频谱分布图。对同一站址存在5G及其他网络制式的移动通信基站开展电磁辐射环境监测时，使用选频辐射监测仪的列表模式，取得5G和其他网络制式移动通信基站的电磁辐射场强数据。

可以看到，5G移动通信基站电磁辐射监测存在记录信息量大、现场监测仪器操作复杂、辐射频谱图需要导出存档等问题，采用传统人工手写记录方式存在效率低下、原始数据频谱图不易追溯、抄写错误导致准确率低等问题。

3 5G移动通信基站电磁辐射数字化检测平台

随着5G互联网通信技术的不断发展及创新应用的不断涌现，数字化技术在检验检测中的应用也越来越广泛，检验检测行业也逐步进入数字化、智能化时代。针对5G移动通信基站电磁辐射监测中存在的问题，笔者团队研发了5G移动通信基站电磁辐射监测数字化检测平台，该平台利用5G+互联网技术，可实现基站电磁辐射原始监测数据、频谱图的实时上传，监测报告自动生成，审批流程电子化，基站电磁辐射监测全流程监控，并结合实验室信息化管理关键要素要求，实现了人员、设备等实验室“人、机、料、法、环、测”等全要素管理。

3.1 平台架构

基站电磁辐射数字化检测平台以B/S架构为基础，采用模块化的设计思想，客户端零安装、零维护；实验室信息管理系统由安全管理平台、消息管理平台、资源管理平台、报表自定义平台、基站电磁辐射监测业务管理平台、大数据统计分析管理平台、质量控制管理平台、客户服务平台等八大平台，组成了一套完整的实验室综合管理体系和检测工作质量监控体系，实现了基站电磁辐射监测数据的严格管理和控制，彻底实现了实验室数字化、信息化、智能化管理，平台架构如图1所示。

3.2 基站电磁辐射自动化监测平台

5G基站电磁辐射自动化监测系统，采用“智能中台+手机APP+智能选频辐射测试仪”方式，实现监测站点信息的实时导入和站点测试任务的实时下发，利用5G+互联网技术，实现现场监测数据、辐射频谱图的实时采集上传，以及现场监测照片的实时拍照上传，并自动化生成监测报告，实现电子化流程审批，实现了5G基站电磁辐射监测自动化。系统架构示意如图2所示。

3.2.1 系统智能中台特点

系统智能中台实现监测站点名称、运营商单位、建设地点、发射频率范围等基站信息实时导入、监测任务实时下发并推送到智能手机APP客户端；监测报告自动化生成，报告审批流程电子化；基站电磁辐射监测大数据分析、超标预警筛选风险站点、监测数据网络公示等。

3.2.2 智能手机APP客户端功能

智能手机APP客户端主要负责对监测任务的实时接收，智能手机APP客户端通过输入监测频段控制智能选频辐射监测仪进行自动化监测，监测完成后，原始监测数据及原始频谱图被实时同步到手机APP客户端，并通过5G+互联网上传系统智能中台，现场监

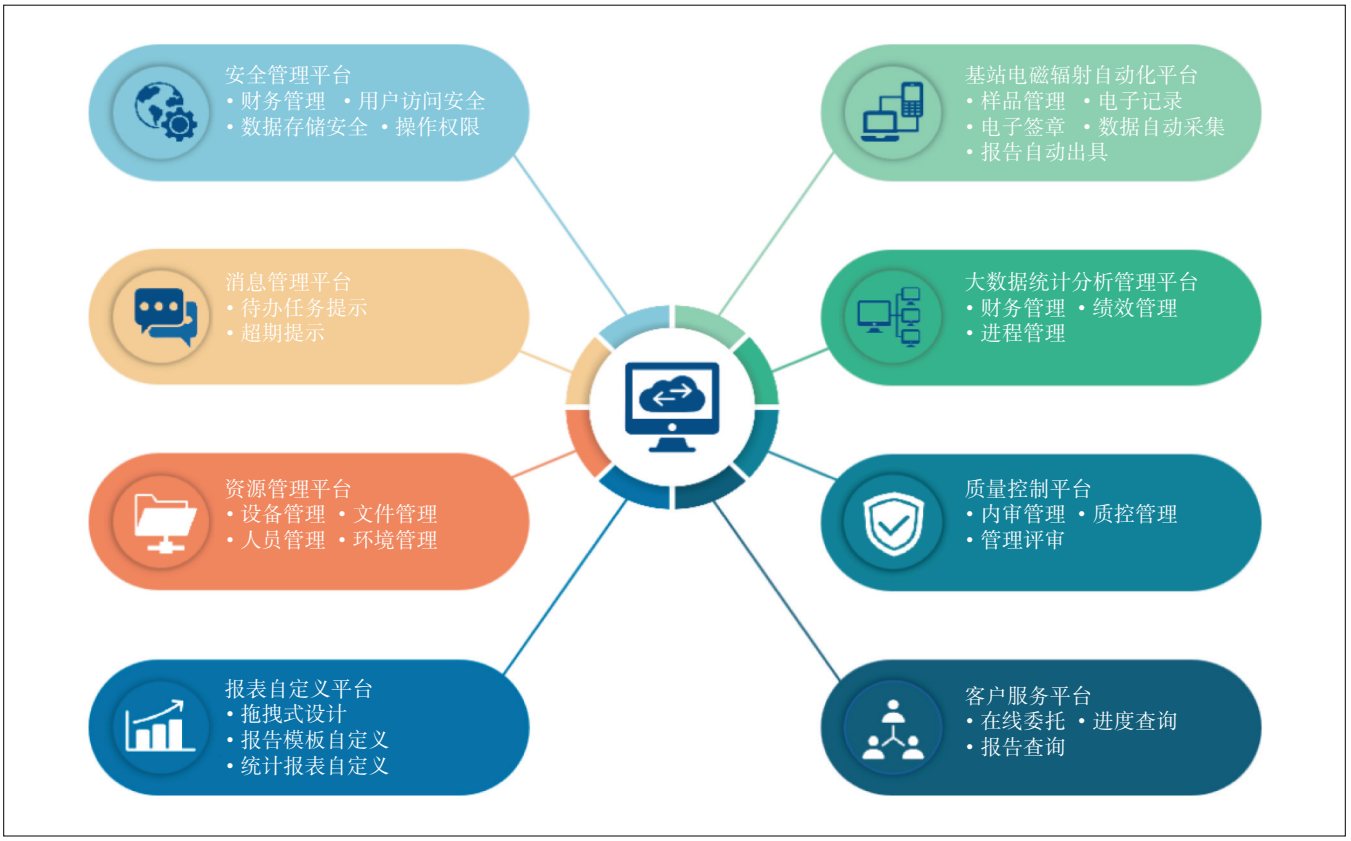

图1　基站电磁辐射检测数字化平台架构

图2　基站电磁辐射自动化监测平台架构示意

测人员通过手机APP端进行监测点位描述、现场监测照片等实时录入上传。现场监测基站经纬度地址并通过手机GPS辅助精准定位。

基站电磁辐射自动化监测系统从根本上解决了5G基站电磁辐射监测原始数据、频谱图追溯性问题，提升了监测数据的准确性和可靠性；极大地提升了监

测工作效率，解决了传统人工记录方式效率低下问题；通过基站电磁辐射监测业务全流程操作留痕和流程的实时监控，并辅以实验室数字化检测平台实现了基站电磁辐射监测业务的全流程、全要素管理。

4 自动化监测系统实验室认可要求

根据《检测和校准实验室能力认可准则》（CNAS-CL01）的要求，用于收集、处理、记录、报告、存储或检索数据的实验室信息管理系统，在投入使用前应进行功能确认，包括实验室信息管理系统中界面的试验运行。当对管理系统的任何变更，包括修改实验室软件配置或现成的商业化软件，在实施前应被批准、形成文件并确认。应对计算和数据传送进行适当和系统地检查。实验室信息管理系统还应做到以下几个方面。

a）防止未经授权的访问。

b）安全保护以防止篡改和丢失。

c）在符合系统供应商或实验室规定的环境中运行，或对非计算机化的系统提供保护。

d）保证人工记录和转录的准确性。

e）以确保数据和信息完整性的方式进行维护。

f）记录系统失效和适当的紧急措施及纠正措施。

另外，《检测和校准实验室能力认可准则在通信检测领域的应用说明》（CNAS-CL01-A007）中要求实验室应对所使用的自动化检测系统进行验证，验证方式可采用以下方式之一。

a）经政府部门、行业组织、技术组织、认证机构验证。

b）与经政府部门、行业组织、技术组织或认证机构验证的同类检测系统进行比对。

c）与手动检测方式进行比对。

实验室还要对自动化检测系统的检测软件版本进行确认。

根据上述实验室认可文件相关要求，实验室的信息化管理系统及自动化检测系统在投入使用时，要按照要求做好系统的验证和确认。

5 结束语

本文基于5G移动通信基站电磁辐射环境监测方法的要求，介绍了一种基站电磁辐射实验室数字化检测平台，并介绍了CNAS实验室认可对数字化检测平台的相关要求。该平台针对5G基站电磁辐射监测中监测规模大、传统人工方式效率低等特点，利用5G+互联网技术，实现了现场监测数据、辐射频谱图的实时采集上传，现场监测照片的实时拍照上传，监测报告的自动化生成，流程审批的电子化，极大地降低了现场监测人员工作量，提升了监测效率，从根本上解决了原始监测数据、监测频谱图追溯性问题，同时结合实验室信息化管理关键要素要求，实现了人员、设备等实验室“人、机、料、法、环、测”全要素管理。另外，实验室数字化检测平台在投入使用时，还要按照实验室认可的要求对系统进行验证和确认，满足实验室管理的要求。

参考文献：

[1] 5G移动通信基站电磁辐射环境监测方法（试行）：HJ1151-2020[S]. 北京：生态环境部，2020.

[2] 检测和校准实验室能力认可准则：CNAS-CL01[S]. 北京：中国合格评定国家认可委员会，2018.

[3] 检测和校准实验室能力认可准则在通信检测领域的应用说明：CNAS-CL01-A007[S]. 北京：中国合格评定国家认可委员会，2021.

[4] 韦庆，葛晓阳. 5G基站电磁辐射环境特征及监测实证研究[J]. 环境监测管理与技术，2021，33(4)：4.

[5] 彭峰莉. 移动通信基站电磁辐射环境监测及质控措施[J]. 资源节约与环保，2020(1)：2.

[6] QI Z，LI X，ZHU H. Low-cost high-order-mode cavity backed slot array antenna using empty substrate integrated waveguide for the 5G n260 band[J]. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering，2021，22(4)：609-614.

[7] 朱林. 5G基站电磁辐射环境监测方法探究[J]. 中国电信业，2022(7)：72-75.

[8] 陈永梅，吴沛林，王铖. 5G基站电磁辐射预测及防护探讨[J]. 科学与信息化，2022(16)：16-18.

[9] 罗森文. 5G电磁辐射选频与非选频监测模式对比分析与应用研究[J]. 广东通信技术，2021，41(11)：5.

[10] 曹禄. 5G基站电磁辐射预测方法及防护指标研究[J]. 通信电源技术，2020，37(21)：4.

[11] 付松. 5G基站电磁辐射评估[J]. 太赫兹科学与电子信息学报，2021，19(6)：4.

[12] 林远，刘贵龙，李育敏，等. 5G移动通信基站电磁辐射监测方法研究[J]. 四川环境，2022，41(6)：265-268.

作者简介：

牛年增，高级工程师，硕士，主要从事通信系统电磁防护工作；龙跃，高级工程师，学士，主要从事实验室认可工作；伍嘉，工程师，硕士，主要从事软件开发工作。