

# 中短波天线场形测量新技术

文/广世无限科技有限责任公司 李万章 国家广电总局无线局 张利达 李湖光//



**摘要:** 本文对最新研制的自动记录场强仪的设备原理及数据处理软件的主要功能进行了介绍, 并通过实例介绍了使用新研制的设备和处理软件进行垂直场形和水平场形测量时, 数据收集和数据处理的方法。

**关键词:** 中短波发射天线 场形 自动记录场强仪 数据处理软件

## 1 前言

中短波发射天线场强方向图(简称场形)的测量工作是验证中短波发射效果的重要技术依据之一。通过场形的测量可以检查天线系统是否工作正常, 是否达到了设计效果; 通过场形的测量可以对天线系统进行调整, 使其达到最佳状态。

由于中短波发射天线场形的测量工作受到地形、播音时间和气候等条件的限制, 因此测量起来非常困难。尤其是在进行水平场形测量时, 由于地形复杂, 在天线周围很难找到一个完整的同一水平高度的平面, 即使在平原, 由于河流湖泊纵横, 没有道路, 很难找到合适的测量点。由于有的电台几乎全天播音, 不能降功率, 因此只能增大测量半径, 远距离进行测量, 这样要跑很多路, 要用十几天的时间才能完成一个频率的场形测量。

而对于中短波发射天线垂直发射场形的测量, 传统的测量方法是用热气球将场强仪和人升到空中, 在地面用经纬仪观察气球的位置, 到了预定位置立即读数记录, 这种测量方法既危险, 测量结果又不准确。目前, 国内外还没有更先进的测量方法和测量仪器。历来, 在中短波天线的技术维护工作中, 实际上从来没有进行过垂直发射场形的测量。

近两年, 在无线局的直接领导下, 我们开展了对短波垂直场形测量方法和设备的研究, 目前, 已经完成了有关垂直场形测量设备的生产和数据处理软件的研制工作, 并在广播发射台进行了多次实际测量, 效果很好。本文将有关技术问题介绍如下。

## 2 场形测量的数据收集和数据处理

### 2.1 数据收集

新的垂直场形测量方案采用的是无人飞行器(如飞艇、气球、

无人直升机)携带场强仪升空, 同时由场强仪携带的GPS设备来确定场强仪在空中的位置, 场强仪在空中自动测量和记录场强数据, 收测的场强数据和由GPS测量的当时场强仪所在位置数据同时被存入存储器。存储器中的数据返回地面后, 由专用软件进行分析计算, 并绘制出场形图。

图1为使用系留式飞艇或气球进行垂直场形测量时的示意图。

水平场形测量时, 测量者步行携带仪器; 当地形复杂时, 可使用气球携带自动记录场强仪进行测量。水平场形测量示意图如图2所示。

广世无限科技有限责任公司先后研制了多种型号的自动记录场强仪。本文将重点介绍适合空中测量的“GB521型中短波自动记录场强仪”。这种场强仪可以自动测量和记录发射天线附近的电场强度, 仪器内装有高精度GPS定位装置, 同时可以记录测量点的位置数据, 具有体积小、重量轻、抗干扰性能强的

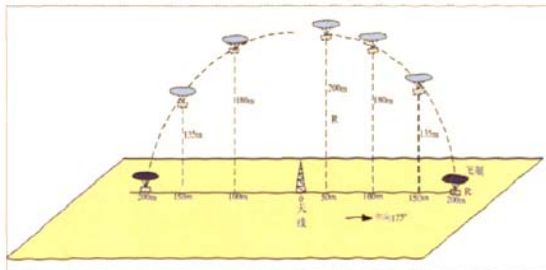


图1 垂直场形测量示意图

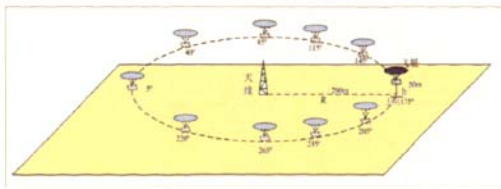


图2 水平场形测量示意图

图3使用飞艇测垂直场形



特点。图3和图4为现场垂直场形测量的工作照片。

## 2.2 数据处理

测量垂直场形时所使用的自动记录场强仪返回地面后,其存储器中的数据需要由专用软件进行计算分析并绘制出场形图。为此,我们研制了“CQDP场强测量数据处理软件”,其主要功能是将场强仪自动记录的数据进行分析处理,自动绘制出场强方向图和场强测量记录表格。

## 3 GB521型中短波自动记录场强仪

GB521型中短波自动记录场强仪是集天线与接收机为一体的全自动场强接收机,该仪器可以自动存储测量点的场强数据和GPS数据,配合随机的场形绘制软件,可以自动绘制出中短波天线的垂直场形和水平场形(场强方向图)。GB521型中短波自动记录场强仪外形如图5所示。

### 3.1 主要技术特点

#### (1) 全自动电调谐天线系统



图5 GB521型中短波自动记录场强仪

图4使用气球测垂直场形



在仪器内,安装有全自动电调谐天线系统,与主机同步调谐,天线的全部操作被省略。对于不同的测量频段和不同形式的天线,仪器内存储有不同的天线修正系数,可自动进行修正、自动读出场强值。

#### (2) 自动校对、自动测量、自动记录

仪器开始测量时,先自动校正测量通道的增益,然后以每秒三次的频率自动测量记录场强值和GPS数据。空间位置、时间和场强值,同步读出。

#### (3) 精度GPS定位系统

仪器内自动定位系统采用高性能GPS模块,能够提供高精度的经纬度和海拔数据。GPS天线采用航空型天线。

#### (4) 中短波测量天线

场强仪的无方向窄带鞭状天线,可拒斥带外信号,出厂前经过场强计量校准。为了适合短波近程场形测量,还配备了无方向水平极化星形天线。

#### (5) 高抗干扰性能

为了进行近程场强测量和排除临近发射天线的干扰,本仪器具有很强的抗干扰性能,仪器结构采用多层金属屏蔽,输入端设有自动衰减器,场强测量上限达150dB以上。

#### (6) 体积小、重量轻

场强仪体积小、重量轻(主机1.5kg),采用分体结构,显示部分和测试分开,设置好后只携带测试部分,可以减轻重量,适合空中测量。

(7) 仪器采用机内12V锂蓄电池供电,充电后可连续工作4小时以上。

(8) 测量结果存入仪器内CF卡中,然后导入电脑。

### 3.2 主要技术特性

(1) 测量频率范围: 500kHz-30MHz。频率分辨率: 1kHz。

(2) 场强测量范围: 45dB-150dB, 单位dB  $\mu$ V/m。

(3) 频率稳定性: 10-6。

(4) 输入阻抗: 50  $\Omega$ 。

(5) 驻波系数: 1.2 (RFATT>10dB), 2 (RFATT=0)。

(6) 终端电压测量范围: 0dB-120dB (S/N=6dB 1  $\mu$ V=0dB)。

(7) 终端电压测量误差(在标准工作状态下)  $\leq \pm 2$ dB。

(8) 中频衰减: 不小于40dB。

(9) 镜象波道衰减: 不小于35dB。

(10) 整机通频带(-6dB):

500kHz-30MHz (BW: 9kHz)。

(11) 检波方式: 平均值。

(12) 杂散干扰抑制 不小于40dB。

(13) 屏蔽效果: 不小于60dB。

(14) 寄生信号: 不多于3点, 电平小于30dB。

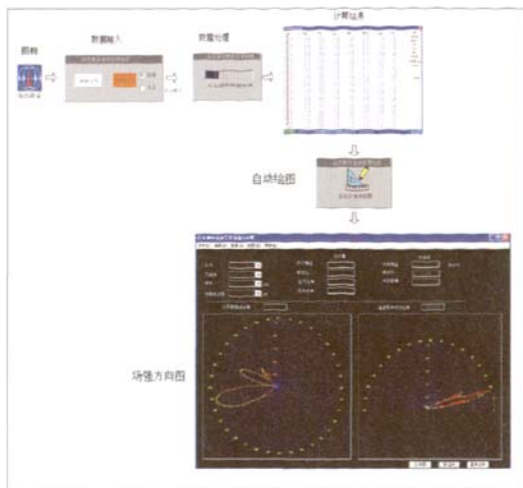
(15) 工作方式: 自动校对、自动测量、自动记录, 自动存储场强测量值和GPS位置数据, 存储时间间隔<1s。

(16) GPS水平测量精度2.5m, 海拔高度误差小于3m。

(17) 电源: 机内使用锂充电电池, 主机小盒12V, 显示小盒7.4V; 主机小盒工作电流<200mA, 连续工作时间>4小时。

(18) 仪器的外形尺寸: 主机小盒225  $\times$  99  $\times$  77mm 铝镁合金外壳。

图6场形测量数据处理软件功能示意图



(19) 主机重量: 小于1.5kg。

#### 4 场形测量数据处理软件

配套“中短波自动记录场强仪”的“CQDP场形测量数据处理软件”具有将记录数据进行自动计算、自动筛选、自动绘出垂直或水平“场强方向图”和形成场强测量记录表格等功能。CQDP场形测量数据处理软件数据处理功能示意如图6所示。

CQDP场形测量数据处理软件的主要功能如下:

##### (1) 数据输入

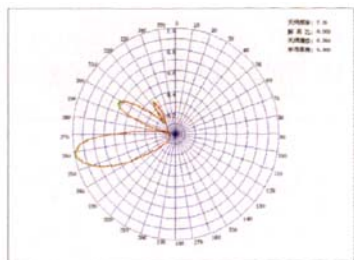


图7 实测水平场形图

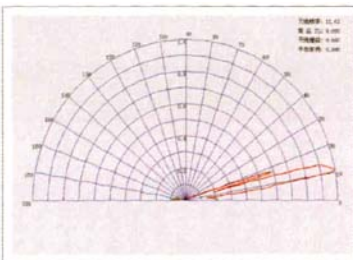


图8 实测垂直场形图

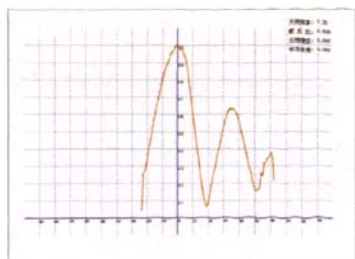


图9 水平场形图（直角坐标）

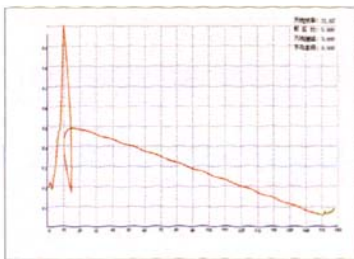


图10 垂直场形图（直角坐标）

将“自动

记录式场强仪”实际记录的数据以文本格式读入场形测量数据处理软件，主要包括：测量频率、场强值、测量时间、经纬度、海拔高度等数据。

##### (2) 数据计算

根据GPS记录的数据，软件自动计算出测量

点到天线的距离、方位角和仰角等数据。

##### (3) 数据筛选

在软件中，可以设置对于测量半径、角度选取范围、平均值的数据量等进行自动筛选，然后进行天线参数计算和绘图。

##### (4) 绘制场强方向图

根据计算结果，软件可完成数据合并、归一化、绘图和天线参数计算等功能。并分别绘出水平、垂直极坐标或直角坐标场强方向图。图形可以放大和存

储。

图7-图10是使用“GB521型中短波自动记录场强仪”和“CQDP场形测量数据处理软件”测量短波天线自动绘制出的垂直和水平场强方向图。

##### (5) 生成报表

对经过处理后的数据，形成文字记录表(Excel表格)以便于查看。

##### (6) 天线参数计算

如果中波天线的场强测量数据比较完整(比如水平测量360°)，并且输入当时的发射机功率，在绘制出的场形图界面中，可以自动计算出天线增益、前后比以及半功率角等天线参数。

#### 5 结束语

新型自动记录场强仪和场形测量数据处理软件研制完成后，一年多来，在基层台站进行了多次实际测量工作。在实际测量中，先后使用飞艇或气球进行了垂直场形的测量。在地形复杂的水域、山区等进行水平场形测量工作时，测量人员携带自动记录场强仪乘船或步行保持200m半径围绕天线移动，最后将仪器记录的数据，使用场形测量数据处理软件进行处理，并绘制出场强方向图。这种测量方法每一次测量最多只需几十分钟，可以记录几千组数据，方便快捷，大大缩短了测量的时间，提高了测量工作效率，非常实用，并收到了良好的效果。■

## 如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深, 让许多工程师望而却步, 然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上, 我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识, 借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))专注于微波射频和天线设计人才的培养, 推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程, 化繁为简, 直观易学, 可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛, 让天线设计不再难...



### HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书, 课程从基础讲起, 内容由浅入深, 理论介绍和实际操作讲解相结合, 全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程, 可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计, 让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

### CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程, 由经验丰富的专家授课, 旨在帮助您从零开始, 全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程, 边操作边讲解, 直观易学; 购买套装同时赠送 3 个月在线答疑, 帮您解答学习中遇到的问题, 让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



### 13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程, 培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合, 全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作, 同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习, 可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



## 关于易迪拓培训：

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，一直致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；后于 2006 年整合合并微波 EDA 网([www.mweda.com](http://www.mweda.com))，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

## 我们的课程优势：

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果，又能免除您舟车劳顿的辛苦，学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲，结合实际工程案例，直观、实用、易学

## 联系我们：

- ※ 易迪拓培训官网：<http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网：<http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店：<http://shop36920890.taobao.com>