

# 点对多点微波通信设备信号覆盖范围预测分析

谢剑德

(中贝通信集团股份有限公司,湖北 武汉 430023)

**摘要:** 为了加强点对多点微波通信设备应用效果,避免由于选址不合理导致信号遮挡以及反射,通过对混合算法的使用来对信号覆盖范围进行了统计。这一方法借助 FEKO 软件获取发射天线周围的场强,将其当作步进的初始场,接着把场强、高程等代入方程求解,获取计算区域场强,最终全面分析有关因素求得信号的覆盖范围,包括场强、门限等。通过仿真结果显示所提出的方式能够精准预测覆盖范围,为选址提供支持,由此切实避开通信盲区。

**关键词:** 抛物线方程;点对多点通信;混合算法;覆盖范围

**中图分类号:** TN925

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-7344(2023)16-0166-03

## 0 引言

点对多点通信装置被大力推广于一些特殊场合,以满足业务传输要求。具体实践运用中,设备性能被诸多因素所影响,如地形遮挡与反射。所以精准预测覆盖范围和合理选址能够为设备使用提供支撑。从信号传递特性预测来看需要大力推广抛物方程法,其能够改善地形起伏波动、折射率改变等情况下的电波传播不足。有学者系统阐述了该方法的原理,分析用于该方程的 SSFT 方法,其属于步进算法,把场分布当作初始场,代入 PE 算法且根据边界条件就能够步进求解。求解的精度与步进结果息息相关。计算结果是衰减值,如果把天线周围的场强代入算法开展求解,那么能够获取地形干扰下的具体场强值。据此文章通过 FEKO 软件获取的天线周围电场当作初始代入算法开展运算,由此精准统计实际设备天线的具体场强。基于精准计算具体场强值,再根据门限有关的参数就能够精准预测信号覆盖范围。

## 1 点对多点通信

微波通信在全世界范围内有着普遍的运用,其投资比较少以及建设速度非常快,所以属于现代重要的通信方式。在 20 世纪 70 年代末期出现了可以对边远地区以及农村开展通信的系统,这就是点对多点通信系统,还可以将其叫做一点多址通信。此通信系统在实际进行运用过程中按照多址原理促进微波接力点对点的发展,借助无线传输手段实现点对多点通信,达到多个分散点的交换及处理,并且能够有效构建多点通信网。在近些年的通信技术发展中,该通信方式获得了人们的青睐,其应用领域逐渐发展到电力及银行等多个部门中。

随着点对多点通信系统的持续开发建设,现阶段产生了多种多样的设备,它们来源于各个国家,但是这些设备有很多共同点,主要包含以下 5 点:①其工作频率通常是 1.5GHz 及 2.5GHz,容量为 2Mbit,用户数量最大是 256 个,结合用户需要构建多个等级,以实现其多元化需要。②该系统运用在通信网末端,属于用户电路,可以和程控交换机接口进行连接。③该系统通常运用在用户低密度区域。④该系统不会被通信方向锁影响,基于相同服务区,可按照用户分布情况,在系统中设置多个用户,实现多个通信。⑤传送话音信号为该系统的核心业务,另外还可以开展数据传输及电传等非话音业务<sup>[1]</sup>。

点对多点通信网络通常表现为星型及树枝型,在该系统中往往会构建中心站和用户站等。中心站常常构建在程控交换机周围,将用户线和程控交换机进行连接,实现系统和通信网的有效连接。在特殊的状况下可对中心站进行拆解转换成无线基站及交换单元,把无线基站建设到高山上扩大系统的覆盖范围。对于中心站的维护,可对系统所有设备开展控制及测试等,构建系统运行报告。对于用户站来说,可建设于用户集中区域,构建多个类型的用户接口与用户设备进行全面连接,开展有关的通信业务。对中继站进行建设,主要为打破微波传输视距的约束,实现远距离交流,它可以是纯粹的中继站,只开展双信号传输,也可与多个用户设备进行连接,开展多样化通信服务。图 1 为点对多点通信原理。

## 2 SSFT 变换原理

分布傅里叶变换(图 2)可以对信号及数字图线开展有效处理,可以简称为 SSFT,具有关键性技术措施的

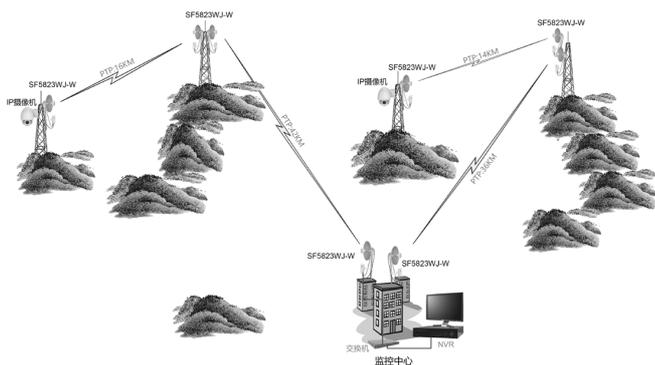


图1 点对多点通信原理

作用。其技术可对时域信号进行转换并变成频域信号，运用在深入分析及优化中。其原理是待处理信号进行分解并转变成多个部分，各部分都看成离散傅里叶变换以此开展输入，接着对其开展合并输出。其优势在于可以快速求出待处理数据量。还能运用在快速精准逆变换中，有利于实现高低频率的快速转换。SSFT 应用表现在以下方面：①信号处理。一般运用是对频率变化的信号进行处理，如正弦曲线信号。另外还可运用在给定信号的求解中以实现频域滤波。②图像处理。对给定图像开展变换以求出频域卷积，提高图像质量。另外还可对信号的频率及相位开展检测，第一时间建立数字滤波器。

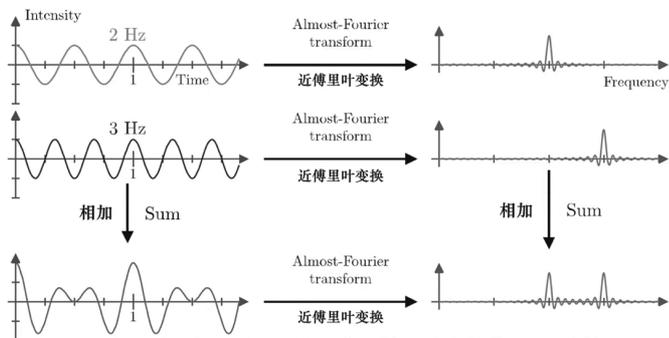


图2 分布傅里叶变换

### 3 FEKO 仿真软件

FEKO 属于一种仿真软件，是国际上首个将距量法推入市场的软件，这一方式能够准确分析电大问题，其支持 FEM 方式，同时混合求解，通过对混合算法的使用能够有效处理电大尺寸问题。

(1) 基本信息。EMSS 企业成立于 20 世纪 90 年代，在创始人的领导之下把距量法有效引入 FEKO，基于此又引进了 MLFMM 多层快速多极子算法，它属于国际上首个将此方法推向市场的软件。尤其对于空间耦合的问题有着较好的适用性，MLFMM 与 FEM 区域间的空间对网格进行划分，这造成矩阵规模非常小，所以需计量的资源非常少；FEKO 引入距量法支持引入三角形

单元有效计量电流分布，确保精准度，降低所需内存，缩短统计所需时长；FEKO 还涉及多种方法，如几何光学法，可以借助很少的资源短时间内处理超电大尺寸情形。通过引入求解器，该软件在仿真研究方面优势显著，已是电磁仿真方面的重要产品。

(2) 求解技术。对于距量法，利用积分方程，其精确度高，尤其适用于计量电尺寸问题，如微带天线与电路；对于 ACA 技术，适用于稠密问题，这一项技术计算效率显著；对于 MLFMM 技术，其融入分组思想，分层计算单元之间的彼此作用，此方式较为适合辐射以及散射问题；有限元算法，比较适用于计量复杂介质等的模型；对于高阶距量法，其基于 HOBf 函数，支持引入三角形单元来统计电流分布。表示着较少的单元数确保精度，同时减少内存，非常适用辐射以及散射问题；对于平面格林函数，其比较适合微带电路以及微带天线。就介质体而言，不用对网格进行划分，其比较适用于微带结构仿真与模拟地平面；对于物理光学，从其网格划分来看和距量法规则差不多，增添了福克流量进而确保精度，比较适用于天线布局等；对于几何光学，网格只需和几何拟合，比较适用于辐射以及散射研究，如透镜天线；对于一致性绕射，它属于渐近方式，结构大小不干扰内存需求；对于 Windscreen 技术，它是一种仿真专用方法，计量精度高，仿真效率佳，比较适用于风窗天线有关行业<sup>[2]</sup>；对于 LE-PO 算法，此方式能够使用尺度剖分目标，显著减少了网格数量。针对超电大问题，采取这一方式能显著加快计算速度，扩大求解问题的规模。

(3) 主要应用。可应用于天线分析、共性天线布局（图 3）、设置阵列天线、系统电磁兼容、研究天线罩规划、RCS 隐身研究等，所以比较适合微波电路以及射频器件，可应用于多天线布局研究等<sup>[3]</sup>。

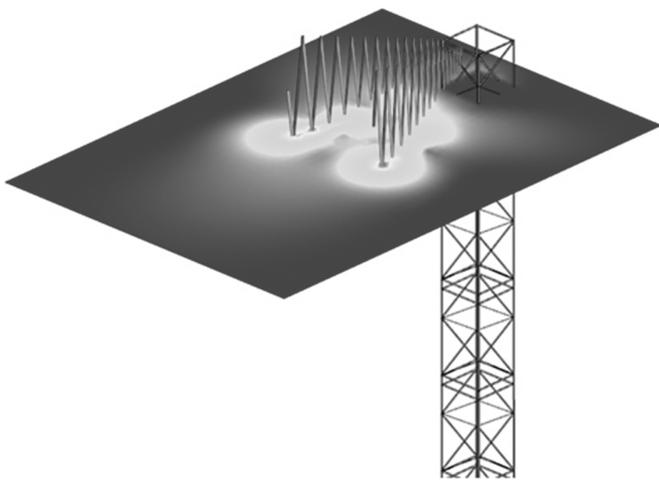


图3 天线设计

#### 4 基于混合算法的信号覆盖范围预测

(1) 点对多点通信装置的组成。文章研究的点对多点通信装置的组成包含 1 个中心站、数个用户站, 频点是 1.5GHz, 在平坦地形条件下, 通信距离是 20km。中心站选用鞭状天线(图 4), 其增益是 11dB, 架高达到 12m, 对于发射机来讲, 其功率大于等于 30dBm。用户站选用栅格天线, 其增益是 18dB, 架高也达到 12m, 接收机门限大于等于 -78dBm。基于计算区域中心点, 来对发射天线进行布局。从计算区域来看, 东部与北部的海波较高, 西部与南部的较低, 并且地形比较平坦。

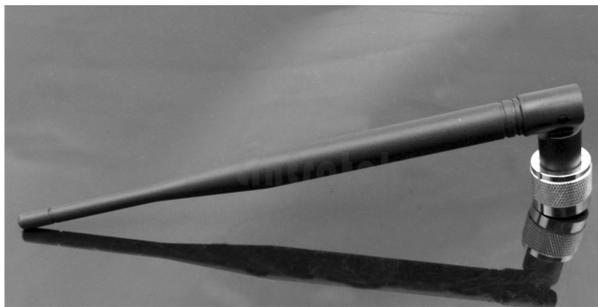


图 4 鞭状天线

(2) 基于 FEKO 计算有效覆盖范围的核心步骤。对于磁场时谐因子, 用  $e^{-ikx}$  来表示, 传播媒介是无源, 在旋度方程合并之后采用宽角近似能得抛物方程, 不过其也是通用 WAPE, 也就是基于变换场分量, 能够获取形式一样的方程。基于 FEKO 计量有效覆盖范围的关键步骤是: ①通过对 FEKO 的使用, 来对发射天线开展建模处理, 设计有关的参量, 其中包括天线参数、功率等; ②找到其中的“Nearfield”选项, 选择适当的横向及纵向距离, 用来计量具体初始场; ③开启 FEKO 计算, 导出场强值; ④对场强进行离散化, 选择一样高度位置的场强, 也就是求解的初始场; ⑤把初始场、高程代入算法中, 借助 SSFT 开展步进运算, 进而获取目标区域位置场强; ⑥结合场强、门限以及增益, 统计有效覆盖范围<sup>[4]</sup>。

#### 5 设备信号有效覆盖范围的求取

为了提升通信装置的应用效果, 避免由于选址不合理而造成信号遮挡等问题, 湖北省某机构单位通过对混合算法的使用来掌握信号覆盖范围, 根据具体的仿真结果表明, 采取 FEKO/PE 混合算法能够精准预测覆盖范围, 为选址提供支撑, 切实避开通信盲区, 以下是详细内容: ①基于平面地形条件, 获取信号覆盖范围。为验证产品规范中涉及的平坦地形通信范围, 首先在一样的平坦地形下条件下, 保证发射及接收天线高度都是 12m, 其次, 鞭状天线是 0.6m, 辐射功率为 30dB。在平面地形环境下实现信号覆盖。对该区域中任

意位置的接收机场强进行计算, 应都在接收机(图 5)门限之上, 也就是在无障碍物时点对多点通信设备的信号能够覆盖发射中心 20km 的区域范围。②具体地形下的覆盖范围。把地形数据等导入 PE 中求出场强。可得知大多数场强都位于南部、西南部, 其他方位场强较小, 和其地形态势存在密切的关系, 也就是信号处于平坦地区损耗较小, 处于遮挡地区损耗较为显著。根据场强、门限等可获得基于地形的覆盖范围。由此得知信号覆盖范围基本都是在发射天线周围, 可以对分析结果进行验证。对区域东北部和别的方位开展计算能够看到分布很多面积不同的覆盖区域, 因为其海拔高度比较高, 所以能够和发射天线保持通视, 不会被地形遮挡所影响, 其传输损耗基本都是空间传输损耗<sup>[4]</sup>。



图 5 接收机

#### 6 结语

本文把 FEKO 与 PE 算法进行融合, 统计了装置信号有效覆盖范围。针对台站当进行选址时, 基于找出中心站位置, 把用户站设置于覆盖范围, 能够切实防止通信盲区, 合理进行台站开设。

#### 参考文献

- [1] 姜士强. 基于 TDMA 的点对多点微波通信系统链路层设计与实现[D]. 济南: 山东大学, 2022.
- [2] 宋铮, 马恒民. 基于 FEKO/PE 混合算法的近地线天线地波场求解[J]. 微波学报, 2021(6): 46-49, 96.
- [3] 王智杰. TSAWM-1 微波通信设备在电力系统中的应用[J]. 电力系统通信, 2020(3): 28-30.
- [4] 马斯敏, 吴广恩, 王强, 等. 基于 FEKO/PE 混合算法的点对多点微波通信设备信号覆盖范围预测[C]//中国电子学会微波分会. 2019 年全国微波毫米波会议论文集(上册). 广州: 2019 年全国微波毫米波会议, 2019: 3.
- [5] 马昕史, 军翔. 对微波感应设备干扰移动通信的案例分析[J]. 中国无线电, 2021, 306(2): 64, 70.

作者简介: 谢剑德(1983—), 男, 汉族, 广西藤县人, 本科, 工程师, 主要从事通信工程建设工作。