

物理光学方法在预测线天线辐射模型中的应用

安家赫

河北安国中学

DOI:10.32629/er.v1i3.1502

[摘要] 随着我国科学技术的不断发展,人们对天线辐射模型的研究也越来越深入。在通讯行业,天线的基本理论的应用比较广泛,数学与物理运算方法可以分析出导线构成的天线或者天线阵等与之相关的问题。基于此,论文主要对物理光学方法在预测线天线辐射模型中的应用进行了研究。

[关键词] 线天线辐射模型; 物理光学方法; 应用

线天线主要在超短波、短波、中波和长波波带中应用,用来接收或者是发射天线。在线天线辐射模型的预测中,物理光学方法具有一定的优势,其主要特点是比较容易开展程度编写,同时能将天线方向图实际情况进行准确反映。

1 物理光学法的内涵

在高频近似的分析法中,物理光学法是其中一种分析方法,其主要特点是把光当成电磁波。散射体已经不是散射来源,散射来源变成了散射体表面分布的感应电流。通常情况下,要想对散射体表面分布的感应电流进行求解,就一定做出下面这两种假设:

1.1 感应电流分布区域假设只在物体表面受到入射波照射的一些区域,并且是直接照射到的区域。

1.2 从电流特性的角度而言,受照射区域中物体的感应电流一致于入射点相切与物体表面时所形成平面中出现的电流特性。假设在自由空间中存在着一个导体,那么表面的入射场和反射场与感应电流之间的磁场关系就像:假如我们把散射体整个看成是电大尺寸时,就可以从中得到分布与这个导体表面的感应电流相似分布值。通常,感应电流相似分布值和这个导体的激励磁场。散射磁场、总磁场都有一定比例关系。在简化感应电流变成已知后,就可以利用感应电流相似分布值对这个导体散射场所取的函数值进行深入推导。利用物理化学的方法对线天线辐射模型的预测就是依照以上的基本步骤开展的。

2 线天线辐射模型预测中应用物理光学方法的必要性

线天线基本理论主要是利用物理和数学有关方法进行运算,并将导线形成的天线或者天线阵的问题分析出来。天线或天线阵的问题主要是辐射场、输入阻抗的指标值、天线内电流分布等等内容。不同研究对象需要采取不同数理方法,依据积分运算的原理和有关假设对线天线电流分布的情况进行求解。然而,采取这种类型的运算方式达不到线天线辐射模型进行有效预测需要的指标数值,所以必须要积极研究和应用物理光学方法。物理光学方法主要是利用各种介质中光的传输特征和光的基本特征,计算电磁场中有关指标数值的一种方式。研究物理光学法和矩

量运算的有效结合,能够有效提升预测线天线辐射模型中数据的精确性。

3 矩量法的应用

对于接地线天线,源电流和检验电流所处的相对位置不同,其格林函数具有不同形式的表达式。在求取阻抗矩阵时,将 Sommerfrld 积分的计算分下面四种情况分别采用不同的方法。

源电流和检验电流都在上半空间,阻抗元素计算过程中,场、源点均在上半空间,采用传统的二级 DCIM 计算格林函数中所包含的 Sommerfrld 积分,源电流在下半空间,检验电流在上半空间,阻抗元素计算过程中,源点在下半空间,场点在上半空间,可采用二维离散复镜像法计算格林函数中所包含的 Sommerfrld 积分,以避免繁琐的插值运算。

源电流在上半空间,检验电流在下半空间。阻抗元素计算过程中,源点在上半空间,场点在下半空间,需要采用改进的二维 DCIM 计算格林函数中所包含的 Sommerfrld 积分,以避免介质的有耗特性给计算带来的错误。

源电流和检验电流都在下半空间。场源点均在下半空间,如果下层媒质是无耗的,可采用传统的二级 DCIM 方法计算格林函数中所包含的 Sommerfrld 积分;计算过程中,无论是采用传统的二级 DCIM、2D-DCIM 还是改进的 2D-DCIM,如果电磁目标的电尺寸较大($\lg(k_0 \rho) > 1$),都需要采用增强 DCIM 的采样路径,以保证计算精度。

4 物理光学在预测线天线辐射模型的应用案例

为了保证天线辐射模型预测结果,文章提出了一个新模型 MOMTD/FDTD 混合方法,混合方法的使用首先是将整个目标区分成 MM 区和 PO 区,其上电流分布分别为 JMM 和 JPO,在 MM 区,电流满足电场积分方程 FDTD 则比较适合应用在模拟电磁波在一些复杂电磁环境之中的传播问题,对于散射体以及天线之间出现的直接耦合等问题,也要求将其考虑在范围内,进而需要对其做好仿真计算。并且,由于此混合方法作为时域方法,同时计算以时间的逐步推进而推进,通过一次计算就可以得到宽频带的具体范围。利用该方法可以得到以下两个方程:

$$[Lr(J+Lr(J))=-]$$

$$f(\cdot) = (\cdot) + Lh(J)$$

随着 MO-MTD 时间的逐步推进, 就可以获得在每一个时间离散点之上天线的具体电流分布情况。由于色散媒质的电磁参数会根据电磁波的具体电磁波频率之间的具体的变化而发生变动。对于宽频带电磁波和同色媒质之间的实际作用, 要求对数值做好仔细研究。一半波阵子放于距离方板 ($5\lambda \times 5\lambda$) 为 0.2λ 处, 计算该线面结构的散射场。可见, 使用 MM-PO 弱耦合技术能达到很好的预测效果。

5 弱耦合分析

在划分 MM 区和 PO 区中, 弱耦合的关键思想就是假定只有距离馈电处不远的 MM 区天线辐射才可以引发较强感应式的电流。同理可知, 和馈电处的距离相对不近的 PO 区中天线辐射电流相对比较小一些。所以, 对于天线的激励作用来说, PO 区电流对于 MM 区造成的作用是非常弱的, 而 PO 区位的耦合作用相比 MM 区而言也相对较小。弱耦合思想的启示是在利用弱耦合思想预测线天线辐射的模型时, 可以将 PO 区位产生的电流影响适当略去, 只运算 MM 区位电流的系数就可以了。从这个计算角度出发, 计算多次或单次耦合期中 PO 区位和 MM 区位中的实际电流, 就能够得到线天线最终的辐射模型。在这种运算的过程中, 要对散射体求解线天线的互阻抗问题做特别关注, 主要用到的公式有线天线散射场的公式和洛伦兹公式。

在线天线的散射场公式中代入洛伦兹公式, 就可以获得散射体和线天线形成互阻抗的函数表达式。在这个基础之上, 依据这个互阻抗的表达式, 将线天线一次耦合后的电流求解出, 这也是一个可行措施。线天线一次耦合电流就代表这个线天线辐射场。在对散射体汇总辐射场的函数取值和相位因子造成的误差影响综合考虑的情况下, 就可以得到线天线

辐射模型场的精确值。

6 物理光学方法

根据前文的论述, 可以发现物理光学是一种高频近似分析方法中的一种, 而在这之中最为重要的特征是可以把光看做是一种电磁波的主要形式。而散射体其自身不再作为散射的主要来源, 而是一种分布在散射体之上的一种感应式电流。

7 MOMTD/FDTD 混合方法

MOMTD/FDTD 此种混合的形式可以充分使用 MOM 而比较适合应用在对天线辐射模拟中的应用, 与此同时 FDTD 则比较适合应用在模拟电磁波在一些复杂电磁环境之中其传播的具体特征, 与此同时, 也要求对散射体以及天线之间出现直接耦合等等问题的将其考虑在其范围内, 进而需要对其做好仿真计算。并且, 由于此混合方法作为时域方法, 同时计算以时间步推进的形式而逐渐推进, 所以们就可以通过一次计算就会得到宽频带的具体范围。

8 结语

综上所述, 在线天线辐射模型预测过程中, 物理光学方法的应用能够提高计算速度, 本文对这种计算方式进行了简要分析与说明, 希望能够为今后相关研究与实践工作的开展提供一定的意见与建议。

[参考文献]

- [1] 丁皓. 迭代物理光学加速及改进方法研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2015(01):109.
- [2] 黄姜奎. 物理光学方法在预测线天线辐射模型中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2017(10):108.
- [3] 谷金禹. 物理光学方法在预测线天线辐射模型中的应用探析[J]. 黑龙江科技信息, 2012(06):94.