

大型舰船在天线辐射下电磁特性的研究

陈宇, 刘少斌

(南京航空航天大学, 南京 210016)

摘要: 舰船各电子系统间的电磁兼容问题已经引起了广泛的关注。研究了大型水面舰艇在单个或者多个舰载天线辐射下的舰船表面电磁场的分布情况, 计算了舰船在舰载天线的辐射下, 舰船上某一点的电场强度。计算时, 考虑了不同天线形式、不同波源对于舰船表面电磁特性的影响。给出了舰船表面各个位置所接受到的电磁场能量的大小, 这对大型舰船上电子设备的放置与布局有着非常重要的意义。

关键词: 大型水面舰船; 电场强度; 电磁兼容

中图分类号: X12 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2011)01-0018-03

Study on Electromagnetic Characters of Large Vessels under Antenna Radiations

CHEN Yu, LIU Shao-bin

(Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: The electromagnetic compatibility of electronic systems on vessels has drawn extensive attention these days. The distribution of electromagnetic fields of large surface vessels under one or more of antenna radiations was analyzed. Electrical field strength of a spot on the vessel was computed. Different types of antennas and waveforms were considered in the simulation. The received electromagnetic power on vessel surface was measured. The purpose was to provide reference for placement of electronic equipments on large vessel.

Key words: large surface vessel; electrical field strength; electromagnetic compatibility

现代舰船是用先进电子设备与系统装备起来的。一艘舰船的电子设备同时工作时, 势必造成相互干扰。干扰轻会造成雷达作用威力降低, 重则可造成无法发现危险目标等严重后果^[1]。图1给出了舰船电磁干扰的主要因素^[2]。

笔者主要研究了大型水面舰艇在单个或者多个舰载天线辐射下的舰船表面电磁场的分布情况。主要运用XGTD软件对舰船模型进行仿真。在得到了舰船表面的电磁场强弱分布情况之后, 就可以对舰载的各种雷达和电子设备进行优化排布, 使其相互

收稿日期: 2010-06-17

基金项目: 国家自然科学基金(60971122); 航空科学基金(2009ZA52008)

作者简介: 陈宇(1986—), 男, 江苏人, 硕士研究生, 主要从事电磁兼容、电磁对抗等方面的研究。

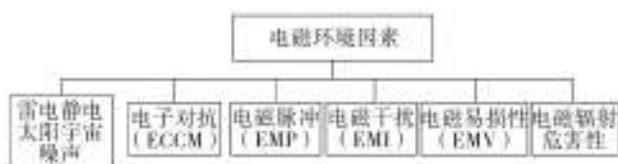


图1 舰船的电磁环境

Fig. 1 Electromagnetic environment of vessel

之间的电磁干扰降至最低,从而保障各个电子设备的正常工作。

1 建模

使用 AutoCAD 软件对大型水面舰艇进行建模。建模过程中,主要参照了网上已公开的我军某驱逐舰的照片,舰船长约 150 m,宽约 20 m,船身甲板高约 20 m。舰船指挥塔处高度为 40 m,舰船表面为 PEC (理想导体)材料。

当电磁波处在高频段时(计算时使用频率为 10 GHz 的电磁波),海水可以被视为弱导电媒质。为了简化计算,在建模时忽略了海水对于电磁波传播的影响,仅对舰船本身表面进行建模。图 2 中给出了舰船模型和某驱逐舰的照片。



图2 舰船模型图与舰船照片

Fig. 2 Model and photo of vessel

2 仿真过程

2.1 计算船体表面的电场强度

辐射源为一喇叭天线,如图 3 所示。喇叭口径高

度为 3 m,宽度为 5 m,其主辐射方向是 x 方向。

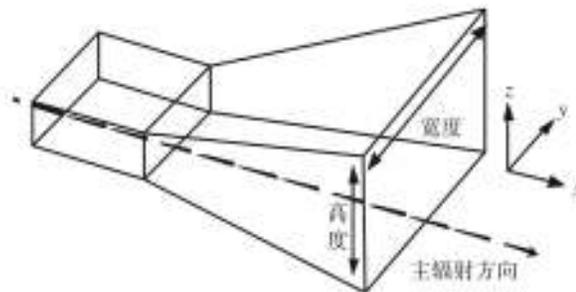


图3 喇叭天线示意

Fig. 3 Configuration of the pyramidal horn

仿真过程如图 4 所示。首先,将喇叭天线放置于图 4 发射点所示的位置,其主辐射方向朝着舰首的方向。为了便于计算,天线的功率采用归一化功率。天线发射的波源采用由普通正弦波调制的高斯脉冲,载频的频率为 10 GHz,脉冲长度为 100 ns。图 5 给出了该高斯脉冲的时域的包络。观测点设在舰船前方甲板上,如图 4 所示。

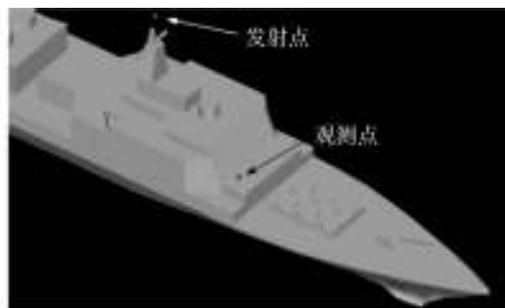


图4 舰船上发射天线与观测点位置示意

Fig. 4 The position of transmitting antenna and the observing point

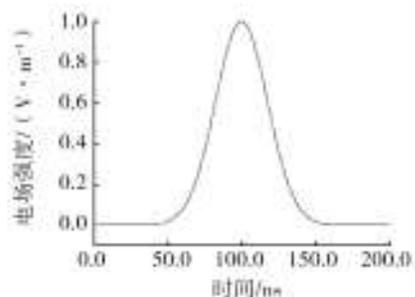


图5 高斯脉冲信号包络图(脉冲宽度为 100 ns)

Fig. 5 Gaussian pulse envelope (plus width =100 ns)

经过 XGTD 仿真后,得出了从发射天线到观测点的光路分布,如图 6 所示。电磁波从发射天线出

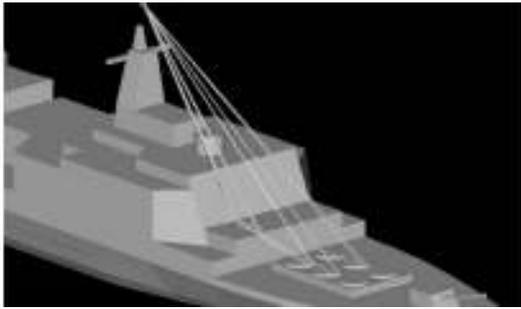


图6 电磁波的传播路径

Fig. 6 Propagation paths of electromagnetic wave

发后,在舰船表面经过了多次的反射和绕射,经过不同的路径,最后到达了观测点。

由于各条传播路径的长度不同,所以到达观测点的时间也略有先后。图7给出了观测点的电场强度的包络。由于高斯脉冲的脉宽有限,观测点的电场强度在达到最大点后便开始下降。

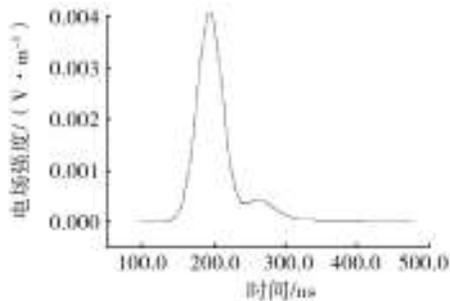


图7 波源为高斯脉冲时观测点的电场强度

Fig. 7 Electrical field strength of the observing point when using Gaussian plus

将发射波源换成普通的正弦波,频率仍然为10 GHz。观测点的时域电场强度的包络如图8所示。由于此时喇叭天线发射的是无限长的电磁波,所以在所有路径上的电磁波都到达观测点后,观测点的电场强度将保持恒定不变。

2.2 计算船体表面接收的电磁波能量

发射天线采用喇叭天线,参数和放置位置与2.1节中的相同。

图9为舰船上各部分接收到的电磁场能量的情况,可以看出,由于发射天线的主辐射方向是朝着舰首方向的,所以位于发射天线正前方的甲板上接收到的能量较大,天线后方区域所接受的能量很低。

如将发射天线改为普通的各向同性天线,得到的结果如图10所示。从图10中可以看出,越是靠近

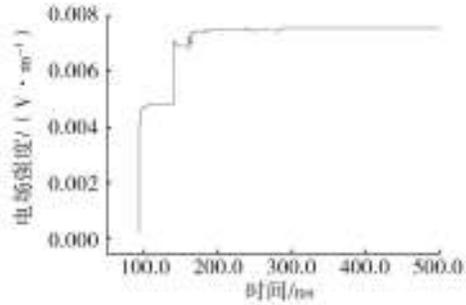


图8 脉冲为正弦波时观测点的电场强度

Fig. 8 Electrical field strength of the observing point when using sinusoid waveform

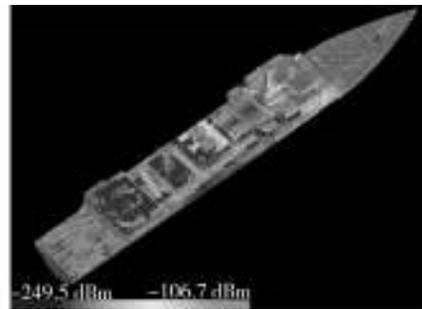


图9 使用喇叭天线时船体表面各部分接收的电磁波能量

Fig. 9 Received electromagnetic power on vessel surface under radiation of a pyramidal horn

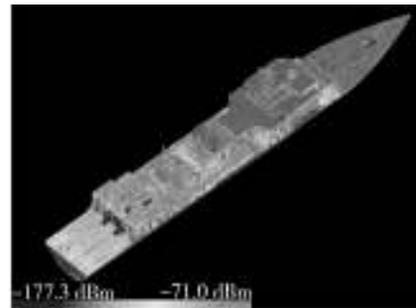


图10 使用全向天线时船体表面各部分接收的电磁波能量

Fig. 10 Received electromagnetic power on vessel surface under radiation of a isotropic antenna

发射天线的部分接收到的电磁场能量越大;反之,则收到的能量越小。这与各向同性天线辐射能量的性质也是相吻合的。

2.3 多个发射天线同时工作

在舰船同时放置2个天线,如图11所示。舰船前方的天线为喇叭天线。喇叭口径高度为3 m,宽度为5 m。在舰船后部放置1个抛物面反射器天线

(下转第37页)

析,应用模拟器仿真构建的方法,构建了一定条件下的电磁环境,并通过混响室试验系统进行电磁环境构建的验证。结果表明,复杂电磁环境仿真构建具有有效性和可行性,同时,构建的电磁环境为进一步开展武器装备复杂电磁环境效应研究奠定了基础。

参考文献:

[1] 刘尚合,孙国至. 复杂电磁环境内涵及效应分析[J]. 装备指挥技术学院学报,2008,19(1):1—5.

[2] 程健庆,余云智. 信息化战场条件下复杂电磁环境仿真

建模技术[J]. 舰船电子工程,2008,28(8):152—154.

[3] 周明军,孙宏. 装备保障训练复杂电磁环境构建探析[J]. 装备指挥技术学院学报,2009,20(2):12—14.

[4] 逯贵祯. 混响室测量技术[J]. 安全与电磁兼容,2004(3):22—24.

[5] 张成怀,魏光辉. 混响室测试区场均匀性分布规律仿真分析[J]. 高电压技术,2008,34(8):1537—1541.

[6] IEC 61000-4-21-2003, Electromagnetic Compatibility (EMC)——Part 4-21:Testing and Measurement Techniques——Reverberation chamber Test Methods[S].

(上接第20页)

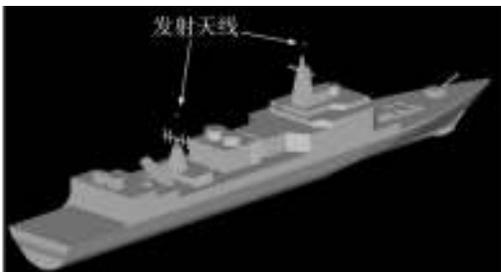


图11 舰船上发射天线位置示意
Fig. 11 Position of the transmitting antennas

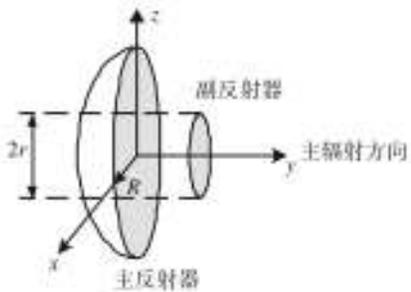


图12 抛物面反射器天线结构
Fig. 12 Configuration of parabolic reflector antenna

(结构如图11所示),主反射器半径为4 m,副反射器半径为1 m。主辐射方向是朝着舰首的方向。其他条件与上述计算相同。

图13给出了2个天线同时工作时船体表面接收的电磁波能量的大小。可以看出,舰船大部分区域都接收到了较大的辐射,但是由于喇叭天线和抛物面反射器天线都是方向性非常强的天线,所以舰船

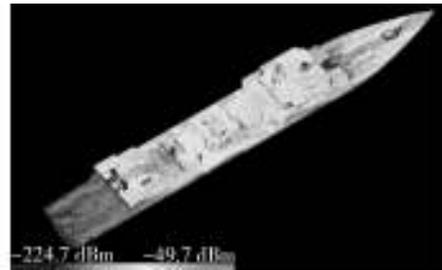


图13 2个天线同时工作时船体表面各部分接收的电磁波能量
Fig. 13 Received electromagnetic power on vessel surface under radiation of two antennas

尾部接收到的能量较小。

3 结语

主要研究了大型水面舰艇在单个或者多个舰载天线辐射下的舰船表面电磁场的分布情况。计算得到了在不同天线辐射下船体表面的电场强度,给出了舰船表面各个部分接收到的电磁波能量。同时,还分析计算了在多个天线辐射下的情况,对于舰载的各种雷达和电子设备排布有着非常重要的意义。

参考文献:

[1] 张建华,李会敏. 海军舰艇编队雷达系统EMC预测分析仿真研究[J]. 舰船电子工程,2008,11(28):184—187.

[2] 王征,汤仕平,潘若恩. 现代舰船电磁环境探讨[J]. 船舶工程,2004,26(12):48—50.