

可视化的电偶极子辐射模型

王利光 韩东星

(黑龙江大学伊思特公司, 哈尔滨 150080)

摘要 给出了在 WINDOWS 95 环境下经典电动力学中电偶极子在不同时刻的辐射波形图, 在最新人机界面上实现了电偶极子辐射模型的可视化。

关键词 WINDOWS 95, 电偶极子, 辐射

1 引言

随着计算机技术的发展, 物理模型的可视化已比较容易实现。这不仅会给经典理论增加一份完美, 还能为经典理论的描述增加一种手段。在本文中, 我们使用 VisualC++ 4.0 程序语言, 在最新的 WINDOWS 95 平台上, 把电偶极子电场辐射波形从时刻 $t=1/16$ 到 $t=16/16$ 表示出来。由于 WINDOWS 95 有着极友好的人机界面和灵活自如的窗口风格, 不仅给出的精确度高, 而且图形优美逼真。这一可视化结果可以很方便地用于电磁场辐射问题的说明和研究。

2 模型

最早的电偶极子辐射模型是由 H. R. Hertz^[1] 做成的。遵照其基本原理, 我们设计了一个沿 Z 轴方向放置的电偶极子如图 1 所示, 并选定球坐标。利用 Maxwell 方程组^[2] 和电磁辐射^[3] 理论, 再参照谷安正^[4] 和石黑霜田^[5] 的方法, 我们得到了以下的电场和磁场量:

$$E_r = [2A \cos\theta / r^3] [(2\pi r / L) \cos 2\pi(t/T - r/L) + \sin 2\pi(t/T - r/L)] \quad (1)$$

$$E_\theta = [A \sin\theta / r^3] [(2\pi r / L) \cos 2\pi(t/T - r/L) + (1 - 4\pi^2 r^2 / L^2) \sin 2\pi(t/T - r/L)] \quad (2)$$

$$H_\phi = [A \sin\theta / r^3] [(-4\pi^2 r^2 / L^2) \sin 2\pi(t/T - r/L) + (2\pi r / L) \cos 2\pi(t/T - r/L)] \quad (3)$$

式中周期 $T=2\pi/\omega$, 波长 $L=2\pi c/\omega$, A 是振幅

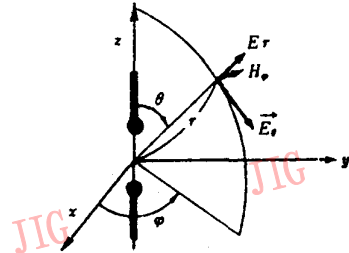


图 1

Fig. 1

值, $C=(\epsilon_0\mu_0)^{-1/2}$ 是电磁波在真空中的传播速度, ω 是振动角频率。

对以上模型做物理分析可知, 在电偶极子附近, 即 $r \ll L$ 时, 电场的主要成分是由 r^{-3} 项来确定的。这时电场有以下的近似形式

$$E_r \approx (2A/r^3) \cos\theta \sin 2\pi(t/T - r/L) \quad (4)$$

$$E_\theta \approx (A/r^3) \sin\theta \sin 2\pi(t/T - r/L) \quad (5)$$

而在远离电偶极子的区域, 即 $r \gg L$ 时, r^{-1} 和 r^{-2} 项起主要作用。这时电场可以近似地表示为以下形式

$$E_r \approx (4\pi A / Lr^2) \cos\theta \cos 2\pi(t/T - r/L) \quad (6)$$

$$E_\theta \approx (4\pi^2 A / L^2 r) \sin\theta \sin 2\pi(t/T - r/L) \quad (7)$$

在更远的区域, 只有式(7)存在, 电场成为球面波。

3 计算结果

在以上模型中, 我们取定 $\pi=3.1416$, $A=1$, $T=1$, $L=4$, 时间从 $t=1 \times T/16$ 到 $t=16 \times T/16$

止,其可视化结果如图 2~图 4 所示。

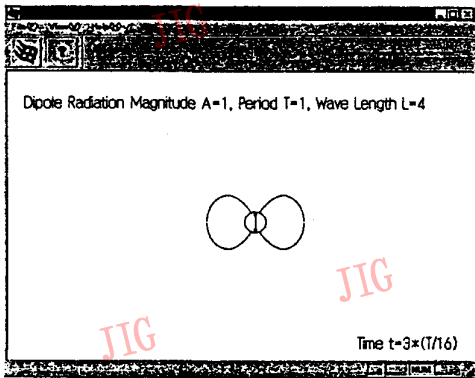


图 2
Fig. 2

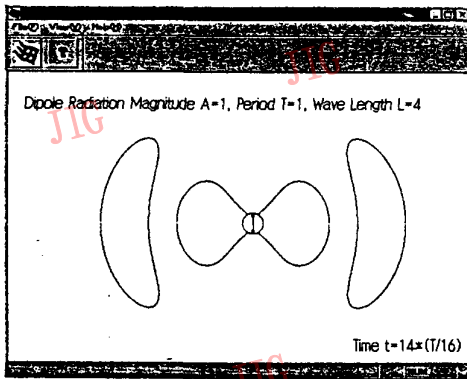


图 3
Fig. 3

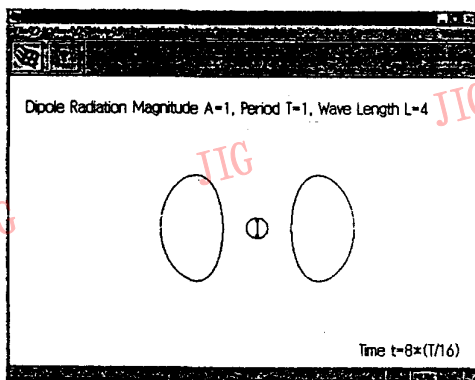


图 4
Fig. 4

这是 WINDOWS 95 平台上一组由鼠标或键盘控制,可连续给出的电偶极子辐射电场模型。图 2 是初始时刻 $t=3/16$,此时在电偶极子周围空间产生了形如二个卵状的电场,并未脱离电偶极子。到 $t=8/16$ 时刻,由图 3 可见,电场的辐射已传播到了稍远区域。到 $t=14/16$ 时刻,由图 4 所示,电场已完全脱离了电偶极子本体,而独立地存在于自由空间。随着电偶极子的振动,下一个辐射又出现了。电偶极子的辐射就是这样周而复始地进行的。至此,我们实现了电偶极子辐射电场的可视化。

4 结 论

本文所给出的可视化电偶极子辐射模型使用简单、操作方便。不仅可以用鼠标或键盘连续在屏幕上给出每一时刻的电偶极子辐射波形,进行交互,而且也可以随意改变窗口尺寸,移动画面,及在画面上附加控制框、对话框和消息框等。在电磁场辐射研究中,由于电磁场的不可触及和不可视的特殊性,使理论过于抽象。电偶极子是研究电磁场辐射过程中最具代表性的物理模型,如果我们充分地理解了电偶极子的辐射,就可以由其基本原理出发计算工程技术中的电磁波辐射。另外,电偶极子辐射原理还可用来说明原子、分子及核辐射过程中的量子物理现象。本文的结果无论用于电磁场辐射的理论研究和说明,还是用于相关物理现象的探索,都是有意义的。在计算机条件许可的情况下,也可以用于教学演示,从而把复杂的物理现象直观地展示出来。

参 考 文 献

- 1 Hertz H R. Electric Waves, English editron. Dover Publications.
- 2 Grant I S, Phillips W R. Electromagnetism. John Wiley and Sons Ltd., 1978.
- 3 Wait James R. Electromagnetic wave theory. New York Harper&Row Pub., 1985.
- 4 谷安正,菅井准一. 电气磁气学. 岩波书店(日), 1984.
- 5 石黑霜田. KBGK 物理. 朝仓书店(日), 1986



王利光, 黑龙江大学副教授, 1987 年获辽宁大学理学硕士学位。1993 年于日本新泻大学博士课程毕业。现研究方向是计算物理和物理模型的计算机处理。

Visible the Radiation Model of the Electric Dipole

Wang Liguang, Han Dongxing

(Heilongjiang University EAST Corporation, Haerbin 150080)

Abstract In this paper, the radiated waveshape of an electric dipole is shown on the screen by using WINDOWS 95 at different time and this result gives the visibility of the theoretical model.

Keywords WINDOWS 95, Electric dipole, Radiation

(上接 531 页)



吴丽娟, 沈阳师范学院物理系讲师。1985 年 7 月毕业于沈阳工业大学获学士学位。1997 年 3 月获东北大学计算机应用专业硕士学位。主要研究方向为计算机辅助设计、图形图象处理。

Engraving CAD/CAM for Win95/NT System — Design and Realizing of Ruler Function

Wu Lijuan

(Physics department, Shenyang teacher's college, shenyang 110031)

Wei Pengsa

(Open Lab. of CAD/CAM technology for advanced manufacturing. Academia Sinica, shenyang 110006)

Abstract The whole construction of Engraving CAD/CAM for Win95/NT system and design and realizing of ruler function is introduced in detail in the paper.

Keywords Engraving CAD/CAM, Window, Viewport, Mapmode, Ruler