

基于 3DS MAX 建模的水中目标目标强度计算

范军, 万琳, 汤渭霖

(上海交通大学振动、冲击、噪声国家重点实验室, 上海 200030)

摘要: 本文提出基于 3DS MAX 建模的水中目标目标强度(TS)计算方法。给出利用 3DS MAX 对水中目标建模后从图形交换 DXF 文件提取目标信息, 再用得到的信息结合板块元方法计算水中目标目标强度(TS)的算法。为水中复杂目标目标强度的计算提供了一种简易方法。

关键词: 3DS MAX; 建模; 目标强度

中国分类号: 0427 文献标识码: A

Calculation target strength of submerged targets based on 3DS MAX modeling

FAN Jun, WAN Lin, TANG Wei-Lin

(State Key Laboratory of Vibration, Shock & Noise, Shanghai Jiaotong university, Shanghai 200030, China)

Abstract: A method for computing target strength(TS) of submerged targets based on 3DS MAX modeling is presented. An algorithm that can get modeling information from DXF file is given. Target strength of submerged targets can be calculated by use of these information and the planar elements method. The method provides a simple evaluation to target strength of submerged complex targets.

Key words: 3DS MAX; modeling; target strength

1 引言

对于水中复杂目标目标强度(如潜艇、水雷等)的计算一直是水声中一个较为重要和困难的问题。目前主要采用两种方法。一是基于亮点模型的部件法, 这种方法利用简单的子目标近似目标, 计算简单, 物理概念清晰, 但由于子目标的限制, 对目标形状的逼近误差较大, 计算精度较低; 二是数值方法, 其中板块元方法是较为实用的一种^[1], 这种方法把目标划分为若干小的板块元, 能够对目标外形精确的逼近, 计算又具有较快的速度和较高的精度, 对于复杂目标的计算较为实用。利用板块元计算的基础是要对目标建模, 把目标划分为小的板块。建模的精度直接影响到计算结果的精度。用于目标外形建模的方法很多, 如直接利用目标的型值点采用数值曲面拟合方法得到目标曲面, 这种方法较为复杂, 可操作性差, 二是利用现成图形软件如 3DS MAX、AutoCAD、I-DEAS 等。其中 3DS MAX 是 Discreet 公司提供的一种较为实用的三维动画制作图形软件, 软

件提供了许多建模的工具, 如旋转、拉伸、放样等, 可以建立传统的网格模型和高级的参数曲面(NURBS)模型。建模结果较为理想。同一些专业建模软件相比具有较好的性能价格比和操作的简易性。因此可以利用 3DS MAX 建立目标的传统网格模型, 但利用 3DS MAX 建模后如何获取板块元计算所需的顶点参数和面元的拓扑信息, 是用板块元计算的前提。3DS MAX 提供了一个图形文件接口, 可以把建模后数据经过转换存成 DXF 文件格式, 文件中就包含了顶点参数和面元的拓扑信息, DXF 文件是一个 ASCII 码文件, 可以从中提取这些信息。本文就分析了 3DS MAX 存储的 DXF 文件格式, 给出了提取这些信息的方法, 并把这些信息提供给板块元计算程序, 用于计算复杂目标目标强度计算。

2 DXF 文件结构分析和数据提取

利用板块元计算目标的目标强度所需要的数据主要是目标表面划分为网格板块后的板块顶点坐标和每一个板块的拓扑信息, 即每个板块是由哪几个顶点构成。通过 3DS MAX 把建模后的结果生成 DXF 图形文件格式, DXF 文件中就包含了这些信息^[2]。DXF 文件是 3DS MAX 和 AutoCAD 软件的一个接口程序, 是 AutoCAD 软件为和其它软件交换数据提供的标准图形接口。3DS MAX 输出的 DXF

收稿日期: 2000-05-29; 修订日期: 2000-08-10

庆祝上海市声学学会成立 20 周年征文

作者简介: 范军(1973-), 男, 江西人, 博士生, 主要从事水下目标声散射、回声特性研究。

文件是 ASCII 码形式, 方便读取。

DXF 文件分成多个节(SECTION), 每个节又分为多个组(GROUP)。组是 DXF 文件的最小组成单位, 每个组在 DXF 文件中占两行。第一行为组码(GROUP CODE), 第二行为组值(GROUP VALUE)。DXF 文件的组码分为许多类, 每组具有确定用途。DXF 文件的节又分为标题节、类节、表节、实体节(ENTITIES)等, 具体详见文献[2]。所需的信息存在实体节的 VERTEX(顶点) 实体包含的组中。第 10 组、20 组、30 组组码分别存放了某一顶点的空间 X、Y、Z 坐标值, 第 71 组、72 组、73 组组码存放了网格面(板块)的顶点索引, 即构成板块的顶点编号。3DS MAX 建模构成的网格面(板块)一般是三角形板块, 第 71 组、72 组、73 组组码完全确定了板块的拓扑信息。这样关键词实体名 VERTEX, 组码 10、20、30、71、72、73 就是提取信息的标志, 只要从 DXF 文件中找出以上关键词, 再得到各组组码就可以得到所需要的信息。为了方便计算, 建立如下的数据结构表来关联顶点坐标和板块拓扑信息。

顶点表: 按顶点顺序给定了顶点的三维空间坐标值;

板块表: 按板块顺序给定了确定板块的顶点序号。要注意顶点的排列顺序, 因为顶点排列顺序决定了板块的法向方向。

利用顶点表和板块表就可以用板块元计算目标目标强度。

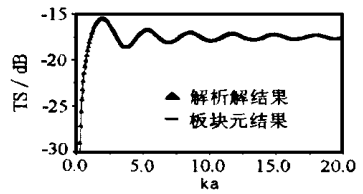
3 算例

为了检验方法的准确性, 我们以一个半径为 0.266 m 的标准球体作为算例, 提取数据后用板块元方法计算其目标强度。球面划分了 7092 个板块, 具有 3548 个顶点。图 1(a) 为目标强度随 ka 变化曲线, 实线是板块元计算结果, 三角点是解析计算结果, 可见两者吻合很好。图 1(b) 为 $f = 5\text{kHz}$ 时目标强度随入射角变化, 为一条直线。

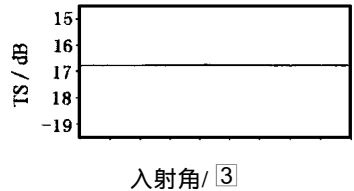
作为算例 2 计算近水雷型目标的目标强度, 目标由半球和圆柱体合成, 用 3DS MAX 建模后目标形状如图 2 所示。球半径 0.266m, 柱半径 0.266m, 柱长 1.599m。计算频率为 5kHz, 入射角为 θ , 建模后共有 2602 个顶点和 5200 个板块。计算结果如图 3 所示。从结果可以得出以下结论:

- (1) 3403 目标平面端面散射起主要作用;
- (2) 403603 端面和柱面的散射共同起作用;
- (3) 603903 是柱面的散射起主要作用;
- (4) 9031803 半球面和柱面的散射共同起作用。

这些结果和用亮点模型分析的结果是吻合的。



(a) 球目标强度随 ka 变化



(b) 球目标强度随角度变化

图 1 标准球目标强度计算



图 2 近水雷目标建模结果

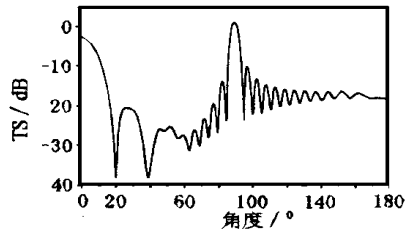


图 3 近水雷型目标的目标强度

对于更复杂的水中目标, 只要用 3DS MAX 建模后, 采用上述的数据提取方法结合板块元方法, 就可以计算和分析其目标强度。

4 结论

本文提出的用 3DS MAX 对水中目标建模后, 提取顶点坐标和板块拓扑信息, 再用板块元计算其目标特性的方法, 为水中复杂目标目标强度计算提供了一种简易的途径。这种方法还可以推广到非刚硬表面和有界面存在时目标的目标强度计算。方法的关键是目标建模的精确性和数据提取的方法, 这些直接影响到计算结果的精确性。

参考文献:

- [1] 范军, 汤渭霖. 声响目标强度(TS)计算的板块元方法[J]. 声学技术, 1999, 增刊: 31-32.
- [2] 李振格. AUTOCAD 用户参考手册[M]. 北京: 海洋出版社, 1991.