

ANSYS 网格划分技巧与网格信息提取技术

才 漪^a, 闫再友^b

(南京航空航天大学 a. 艺术学院, b. 航空宇航学院, 南京 210016)

摘 要: 有限元软件 ANSYS 在模型的网格划分方面功能非常强大。通过举例说明了如何用 ANSYS 参数设计语言生成网格,并提供了相应的宏命令文件。随后,用 Fortran 语言编写了将 CDB 文本文件中的网格信息转换成自编程序可以识别的网格数据的 Fortran 源程序。该程序适用于由 SHELL93 单元所生成的网格。

关键词: ANSYS; 网格划分; Fortran 语言

中图分类号: TP311.1; TP391.7

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2007)03-0193-04

Skills for Mesh Generation in ANSYS and Extraction of the Mesh Data

CAI Yi^a, YAN Zai-you^b

(a. College of Art; b. College of Aerospace Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics,
Nanjing 210016, China)

Abstract: As commercial software of finite element method, ANSYS has very powerful ability in mesh generation. Some skills for mesh generation using ANSYS parametric design language are presented. Source file to convert the mesh data stored in the CDB file exported from ANSYS to mesh data that can be recognized by in-house program is presented in Fortran language. In this program, surface of the structure is meshed by structural shell element of SHELL93.

Key words: ANSYS; mesh generation; Fortran language

随着计算机和计算技术的飞速发展,数值模拟作为一种工具在科学研究与工程应用领域的使用越来越普及。至今已经有许多成熟的大型数值模拟软件。比如有限元计算软件 ANSYS,声学边界元软件 SYSNOISE 等。因为 ANSYS 软件本身拥有很好的前后处理模块,所以用 ANSYS 计算时网格划分不用担心。而 SYSNOISE 在前处理方面很薄弱,即网格生成基本要从 ANSYS 等其他软件导入。由

于 ANSYS 具有很好的前处理功能,所以希望在科研中自编的软件能够充分利用 ANSYS 所生成的网格,从而节省网格生成的工作量,提高工作和科研的效率。本文主要介绍如何用参数设计语言 (APDL)^[1] 生成 ANSYS 网格以及用 Fortran 语言将网格信息转换成自编程序可以识别的网格输入信息。利用参数设计语言可以提高 ANSYS 软件的使用效率。文中给出了单位球的模型建立与表面网格划分的宏命

令文件并做了简单的解释。之后又编写了用 Fortran 语言读取 ANSYS 软件中输出的 CDB 文本文件中网格信息的源程序。

1 网格生成

在 ANSYS 中网格划分可以在 GUI 模式^[1]下交互生成,也可以通过编写宏命令文件^[1]的方式生成。因为宏命令文件对模型的表达非常清晰,便于修改和复制,所以本文只介绍用编写宏命令文件的方式生成网格。编写 ANSYS 宏命令文件必须对宏命令有较深刻的认识,具体可以参考 ANSYS 软件的帮助文件。

为了描述方便,本文只介绍单位球的表面网格划分。所用的面单元是 ANSYS 结构的壳单元 SHELL93。其单元节点排列如图 1 所示。该单元具有 8 个节点。表 1 给出了单位球模型的生成与网格划分的宏命令语句文件。整个过程被分为 5 个步骤。首先是重新设置 ANSYS 准备开始一个新问题的模拟并进入前处理模块。第 2 步是设定单元类型并生成单位球模型。这一步的最后一个宏语句是删除球体积而只保留球面。这为之后球面的网格划分

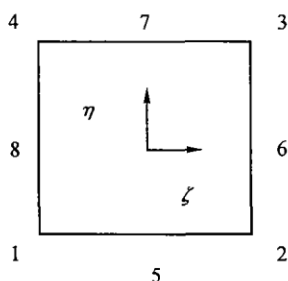


图 1 八节点四边形单元 SHELL93

表 1 单位球表面网格划分的 ANSYS 宏命令文件

1	finish /clear, nostart /filename, sphere /prep7	alls asbw, all wprota,0,0,90 asbw,all
2	rs=1 angle=90/2 et, 1, shell93 r,1,1 sph4, 0, 0, 0, rs vdel, all	alls aatt, 1, 1, 1, 0 lesize, all, angle amesh, all
5	finish /prep7 allsel,all cdwrite,all,'s000','cdb',' ', , ,	

带来了极大的方便。第 3 步对网格划分的质量非常关键。采用第 3 步的处理后所生成的网格是对称分布或比较有规律而非杂乱无章的。图 2 是不采用步骤 3 所生成的单位球的表面网格的右视图。显然所生成的网格不具有对称性。图中的数字是单元编号和部分总体节点的编号。第 4 步是选定要划分网格的表面进行网格划分。因为在第 2 步中已经将球的体积删除,所以现在球面就是所有的表面。这样一来选择球面时非常简单,只要选择全部表面即可。图 3 给出了所生成表面网格的右视图。与图 2 中的网格相比,现在的网格非常对称、有规则。这在研究网格划分对计算精度的影响比较有用。最后一步是输出所有模型信息到文本文件 S000.CDB。这个文件非常有用。比如它可以直接被 SYSNOISE 读取形成结构模型为声场分析所利用。此外也可以编写

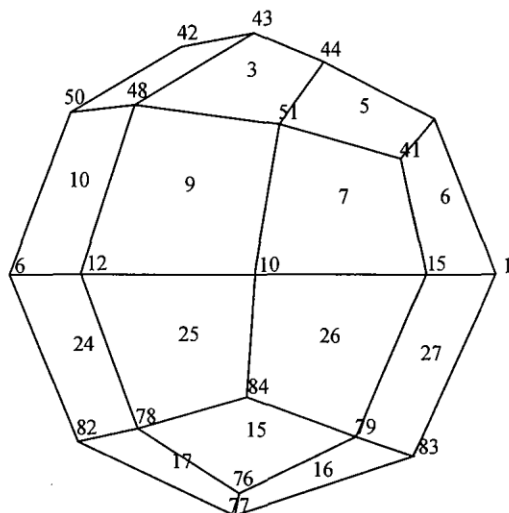


图 2 不采用步骤 3 时所生成的单位球表面网格的右视图

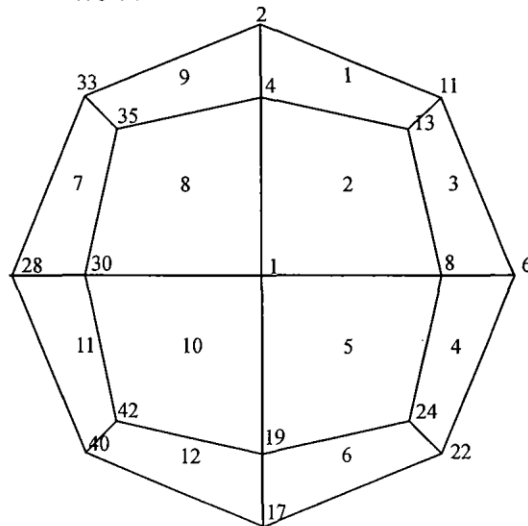


图 3 单位球表面网格的右视图

Fortran 等程序去读取,然后应用于自编的计算软件之中。这样可以提高科研的效率,降低前处理的工作量。表1给出的虽然是很简单的例子,但是只要稍加修改即可完成非常复杂模型的建立与网格划分。本例在 ANSYS 应用方面具有很好的参考价值。

2 网格信息提取

前面已经完成了单位球表面的网格划分。现在要考虑的问题是如何在自编软件中利用 ANSYS 所输出的网格数据。在文献[2-6]中的声学边界元方法数值模拟所用的表面单元就是八节点四边形单元。其单元节点排列如图4所示。其中文献[3-6]所用的网格是由作者手工完成的。尽管结构很简单而且单元数很少,但是手工生成网格还是花了很多时间和精力。文献[2]中的网格是用本文介绍的方法生成的,只是在网格生成时缺少了步骤3,因此有少数单元不如想象中的那么规则。下面给出的 Fortran 源程序 READANSYSCDB 就是用来转换前面 ANSYS 所输出的 CDB 文本文件。此程序适合转换用 SHELL93 单元所生成的任意形状的表面网格划分。CDB 文本文件经转换后输出2个数据文件。它们是描述单元节点与总体节点关系的文本文件和总体节点全局坐标的文本文件。表2和表3分别给出了转换前面所输出的单位球表面网格信息文件 S000.CDB 后生成的2个文本文件 S000_REL.A.DAT 和 S000_COOR.DAT。为了节省空间,这里只给出每个文件的前面部分数据,以便读者有更直观的印象。

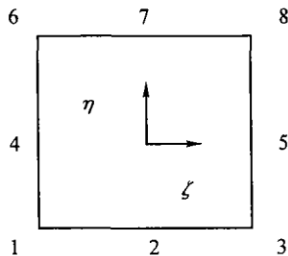


图4 八节点四边形单元

关于程序 READANSYSCDB,读者可以直接将其复制到 Visual Fortran 6.5 编译器中运行。其输入文件为 ANSYS 所输出的 CDB 文本文件。默认情况下,输入的文件名必须是4个字符。比如对于文本文件 S000.CDB,要在命令行参数处输入 S000 这4个字符作为文件名即可。

表2 文本文件 S000_REL.A.DAT 中部分单元的单元节点与总体节点的关系

单元	24个单元;74个节点							
	节点1	节点2	节点3	节点4	节点5	节点6	节点7	节点8
1	4	14	13	5	16	2	12	11
2	8	15	13	9	14	1	3	4
3	11	16	13	10	15	6	7	8
4	8	25	24	7	27	6	21	22
5	19	26	24	18	25	1	9	8
6	22	27	24	23	26	17	20	19
7	30	36	35	31	38	28	32	33
8	4	37	35	3	36	1	29	30
9	33	38	35	34	37	2	5	4
10	30	43	42	29	45	1	18	19

表3 文本文件 S000_COOR.DAT 中部分节点的全局坐标

节点	x 坐标	y 坐标	z 坐标
1	0.10E+01	0.00E+00	0.00E+00
2	-0.96E-16	0.10E+01	0.00E+00
3	0.92E+00	0.38E+00	0.00E+00
4	0.71E+00	0.71E+00	0.00E+00
5	0.38E+00	0.92E+00	0.00E+00
6	0.00E+00	0.00E+00	-0.10E+01
7	0.38E+00	0.00E+00	-0.92E+00
8	0.71E+00	0.00E+00	-0.71E+00
9	0.92E+00	0.00E+00	-0.38E+00
10	0.00E+00	0.38E+00	-0.92E+00

```

program readansycdb
implicit none; real * 8, allocatable:: xgg(:,,:);
character * 10 inputfile; character * 30 ctemp
integer, allocatable:: irb(:,,:); integer ielem,
nnode, ntemp, i, j
call getarg(1,inputfile); open(10,file = inputfile
(1:4)//'.cdb')
open(30,file= inputfile(1:4) //'_rela' //''.dat');
open(40,file= inputfile(1:4)//'_coord' //''.dat')
do i=1, 7; read(10, *) ctemp; enddo; read
(10, *) ctemp, ctemp, nnode
read(10, *) ctemp, ctemp, ielem; allocate(xgg
(nnode,3),irb(ielem,8))
do while(ctemp.ne.'(3i8)'); read(10, *) ctemp;
enddo; xgg=0. d0
do i=1, nnode
read(10,121,advance='no',eor=119) nt-
emp, ntemp, ntemp, xgg(i,1)
read(10,122,advance='no',eor=119) xgg
(i,2)
read(10,122,advance='no',eor=119) xgg
(i,3); read(10,121); 119 continue
enddo; do i=1, 4; read(10, *) ctemp; enddo

```

```

do i=1, ielem
read(10,125) (ntemp, j=1,11), irb(i,1),irb(i,
3), irb(i,8),irb(i,6),irb(i,2),irb(i,5),irb(i,7),
irb(i,4)
enddo; write(30,135) ielem, nnode
do i=1, ielem; write(30,100) i, (irb(i,j),j=1,
8); end do
do i=1, nnode; write(40,110) i, xgg(i,1),xgg(i,
2),xgg(i,3); end do
deallocate(xgg,irb); close(10); close(30); close
(40); 100 format(9i5); 110 format(i8, 6e10.2)
121 format(3i8,e16.9) ; 122 format(e16.9); 125
format(19i8) ; 135 format(2i15/)
end

```

3 结 语

数值模拟在科研与工程应用领域发挥着越来越重要的作用,大型数值模拟软件不断地涌现。与此同时,诸多的科研工作者正在数值计算领域进行着大量的科研探索,很多时候,科研的重点是数值算法或者求解器。因此,要充分利用已有的软件资源为相关科研探索中的前处理工作服务。本文介绍了如何用 ANSYS 宏命令文件实现模型的建立与网格划分。然后将其所输出的网格数据文本文件通过 Fortran 程序转换为自编程序可以利用的网格数据输入文本文件。文中提供了相应的 ANSYS 宏命令

文件以及转换 CDB 文本文件的 Fortran 源程序。利用这些文件可以减少相关科研工作中前处理的工作量,从而使科研人员可以集中更多的精力从事数值算法的研究。

致谢:本文中所用到的 ANSYS 数据是第二作者在新加坡高性能计算研究所工作时所获得。在此对新加坡高性能计算研究所表示感谢!

参考文献:

- [1] ANSYS, Inc. APDL Programmer's Guide—ANSYS Release 6.1[Z]. 2002.
- [2] YAN Z Y, CUI F S, HUNG K C. Investigation on the normal derivative equation of Helmholtz integral equation in acoustics [J]. CMES: Computer Modeling in Engineering & Sciences, 2005,7(1):97-106.
- [3] YAN Z Y, HUNG K C, ZHENG H. Solving the hypersingular boundary integral equation in three-dimensional acoustics using a regularization relationship[J]. J Acoust Soc Am, 2003,113:2674-2683.
- [4] 闫再友,姜楫,何友声,等. 声学边界元方法中超奇异数值积分处理的新方法[J]. 声学学报,2001,26(3):282-286.
- [5] 闫再友,姜楫,严明. 无界流场中弹性壳体声透射数值计算[J]. 上海交通大学学报,2000,34(8):1066-1068.
- [6] 闫再友,姜楫,严明. 利用边界元法计算无界声场中结构体声辐射[J]. 上海交通大学学报,2000,34(4):520-523.