

ICEM CFD 结构化网格在泵站工程中的应用

苏叶春¹, 吴佩锋²

(1. 江苏省太湖水利规划设计研究院有限公司, 江苏 苏州 215128;
2. 江阴市水利工程公司, 江苏 无锡 214400)

摘要: ICEM CFD 是世界上顶级的网格划分工具之一, 为绝大多数 CAE/CFD 数值仿真提供高质量网格。本文介绍了 ICEM CFD 结构化网格三种基本划分方法, 通过实例叙述了 O 型、Y 型、旋转及镜像高级网格划分技巧, 最后给出了在泵站工程中泵装置块划分方式, 为泵站工程设计与优化提供设计借鉴。

关键词: ICEM CFD; 结构化网格; 泵站工程

中图分类号: TV675 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2017) 01-0013-04

Application of ICEM CFD structured mesh in pump station project

SU Yechun¹, WU Peifeng²

(1. *Jiangsu Taihu Planning and Design Institute of Water Resources Co., Ltd, Suzhou 215128, Jiangsu;*
2. *Jiangyin Irrigation Works Company, Wuxi 214400, Jiangsu*)

Abstract: ICEM CFD is one of the world's top mesh tools, which provides high quality mesh for numerical simulation of the vast majority of CAE/CFD. Three basic methods of CFD ICEM structured mesh are introduced in this paper. By taking examples of the O type, Y type, rotation and mirror image of the advanced meshing techniques, the block division method of pump system in pumping station is given. References for design and optimization of the pump station project are provided.

Key words: ICEM CFD; structured mesh; pump station

1 ICEM CFD 简介

ICEM CFD 是世界上顶级的网格划分工具之一, 为绝大多数 CAD 与 CAE 提供软件接口, 快速提供高质量网格格式和求解器支持能力^[1]。ICEM CFD 是一款半自动网格划分工具, 允许快速创建四面体网格和多块结构或非结构六面体网格。ICEM CFD 六面体网格划分展示了一种网格生成的新方法, 即大多数的操作能够自动完成或通过点击按钮完成。

2 ICEM CFD 结构化网格划分方法

针对复杂流体如漩涡、分离流以及流场变化剧烈区域等, ICEM 提供高质量的结构化网格, 可大大提高数值模拟精度。ICEM 利用 Block 块方式网格划分, 能够基于 CAD 几何创建或互动的调整, 而且这些块能够作为模板用于相似的几何, 且具有完全参数化功能, 可大大减少数值模拟优化工作量^[2]。

ICEM 通过 Block 块对模型进行块切割、点线

收稿日期: 2016-10-14

作者简介: 苏叶春(1984-), 男, 本科, 工程师, 主要从事水利工程设计与监理工作。

面关联,定义网格尺寸,最后调整网格质量。结构复杂的拓扑结构,可利用内部或外部O型、L型及C型等分块方式划分网格,如图1所示。

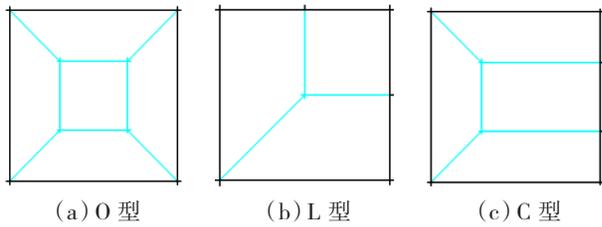


图1 网格划分分块方式

3 ICEM CFD 结构化网格划分实例

ICEM 中六面体网格划分应用较多的分块方式主要有O型、Y型。CAD 模型中如有类似于圆的平面或曲面,一般划分为O型网格;类似于三角形的平面或曲面,一般划分为Y型网格,如图2所示。

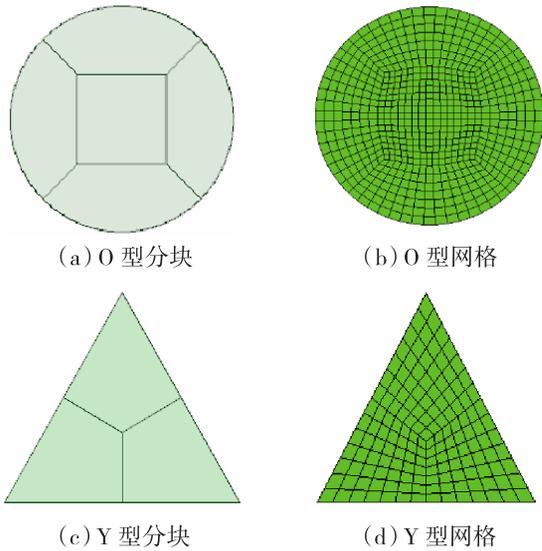
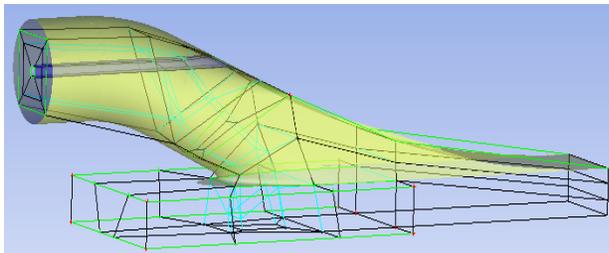
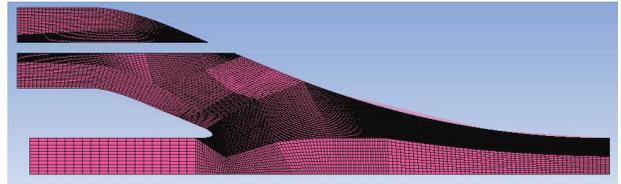


图2 O型、Y型分块方式及网格

复杂的CAD模型不仅部件构造多,且容易存在尖角。图3所示某一进水流道唇角及尾部均存在不易处理的尖角,套用两个O型再把整个Block块向下延伸即可,防止网格角度过小导致计算报错^[3]。



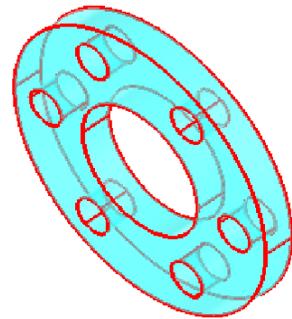
(a) 进水流道块与模型关联



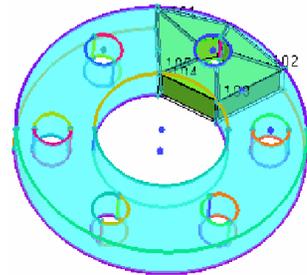
(b) 进水流道中剖面网格

图3 进水流道分块及中剖面网格示意图

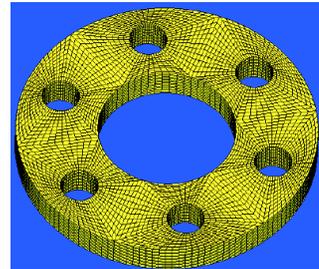
对于对称结构的CAD模型,只须将其中一部分Block块划好,生成体网格,再通过旋转、镜像等命令,形成整体网格,如图4法兰盘通过旋转形成整体网格,图5灯泡体通过镜像形成整体网格。



(a) 法兰盘



(b) 分块方式

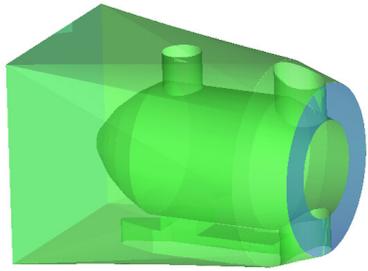


(c) 法兰盘整体网格

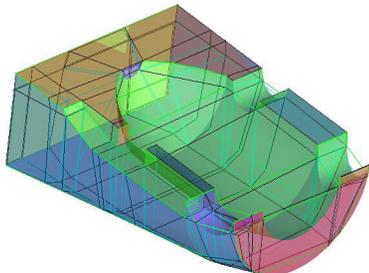
图4 法兰盘分块方式及整体网格

4 在泵站工程中的应用

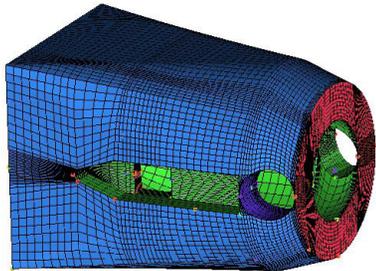
泵站工程泵装置性能曲线,传统手段是通过实验方法获取。随着CFD数值计算的发展,可快速获取泵装置性能曲线,且与实验数据误差较小^[4]。网格划分方式及网格质量好坏都能影响最后计算结果精度,可能计算迭代不收敛,甚至导致计算报错。



(a) 灯泡体



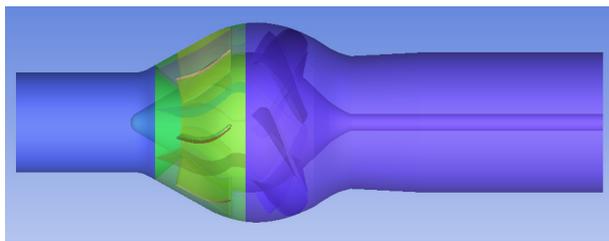
(b) 分块方式



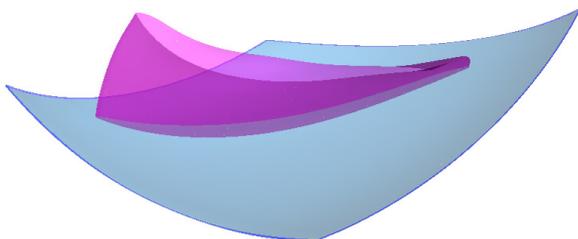
(c) 灯泡体整体网格

图 5 灯泡体分块方式及整体网格

图 6(a) 是某一型号的混流泵, 6 片叶轮, 7 片导叶, 其中叶轮网格划分最为复杂。叶轮最外侧有一层 1 mm 左右厚的间隙, 如图 6(b) 所示。



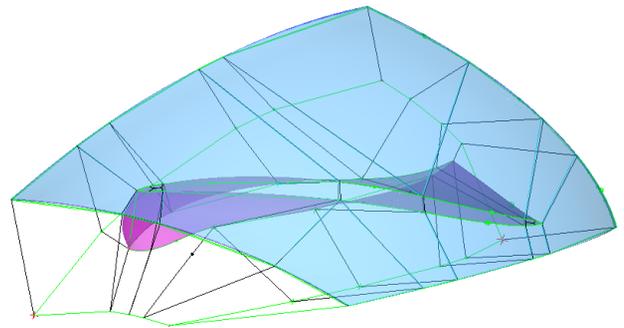
(a) 混流泵



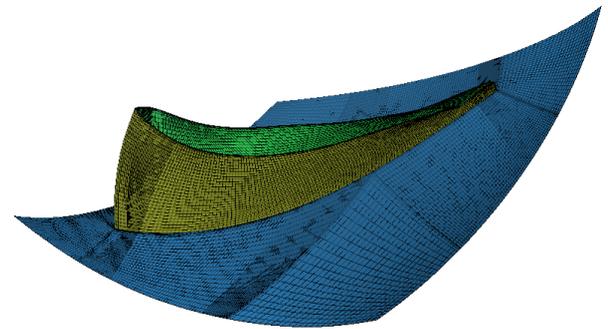
(b) 叶轮与间隙

图 6 混流泵三维模型示意图

叶轮网格在分块过程中, 如果将叶轮与间隙分开分别划网, 交接面设置 interface, 但计算报错。正确的分块方式是将叶轮与间隙合在一起整体划分, 叶轮与间隙交接处两端采用 Y 型分块, 如图 7 所示。



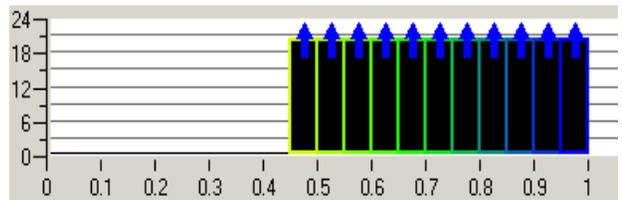
(a) 分块方式



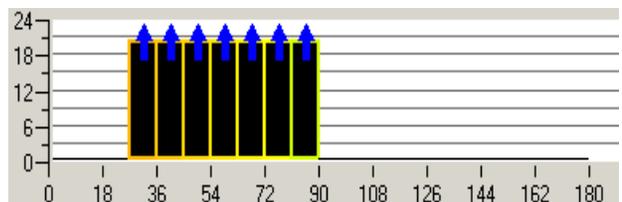
(b) 叶轮与间隙网格

图 7 叶轮与间隙网格划分

该混流泵采用 ICEM 块划分方式, 其整体网格质量高, 如图 8 所示。在 CFX 软件, 标准 k-e 湍流模型, 残差值 10^{-5} , 计算迭代 346 步, 收敛性较好, 如图 9 所示。

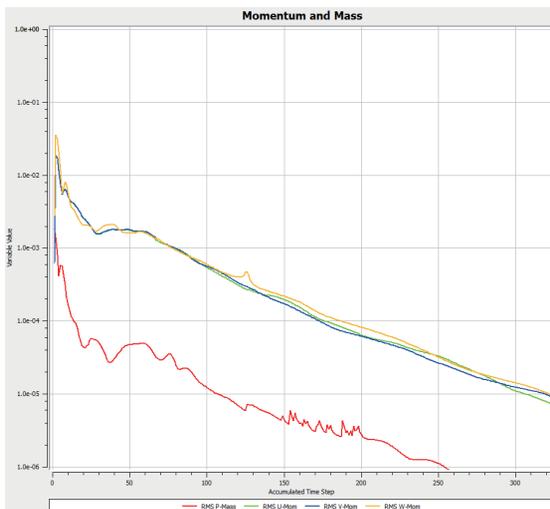


(a) 混流泵网格质量

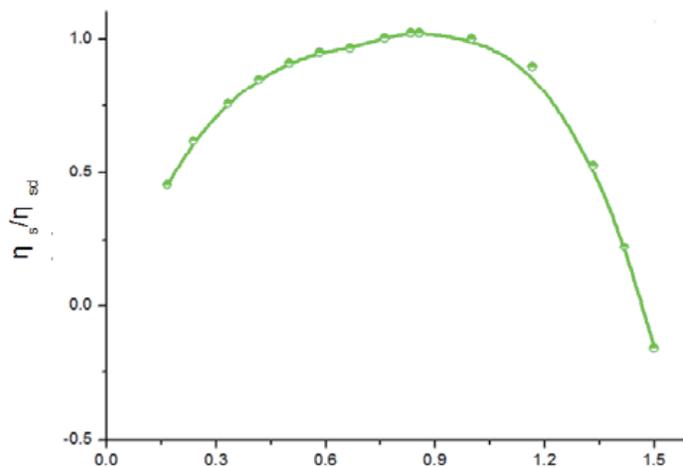


(b) 混流泵网格角度

图 8 混流泵网格质量示意图



(a) 计算迭代



(b) 混流泵效率

图9 混流泵计算结果示意图

5 结束语

ICEM CFD 利用基本块划分方法, 结合高级命令与技巧, 针对泵站工程泵装置有关叶轮与间隙, 给出了整体划分方法, 在叶轮与间隙交接处两端采用 Y 型分块, 其计算收敛性较好, 为泵站工程有关泵装置设计与优化提供理论基础。

参考文献:

[1] 许蕾, 罗会信. 基于 ANSYS ICEM CFD 和 CFX 数值仿

真技术 [J]. 机械工程师, 2008 (12): 65-66.

[2] 韩志华, 等. 基于 ICEM CFD 对电站锅炉炉膛网格划分时的基本原则浅析 [J]. 东北电力技术, 2011 (1): 46-49.

[3] 王纯, 等. 基于 ICEM CFD 对汽轮机末级三维叶片流场网格划分方法的优化 [J]. 汽轮机技术, 2012, 54 (5): 324-326.

[4] 陈松山, 等. 泵站前置竖井进水流道三维数值模拟与模型试验 [J]. 农业工程学报, 2014, 30 (2): 63-71.

(责任编辑: 王宏伟)