# 角点网格的数据结构

## 角点网格与有限元网格

张剑波, 李谢清, 石阳, 朱建勃. 油藏数值模拟中地质模型的建模流程与方法.吉林大学学报(地球科学版), 2015, 45(3): 860-868.

本文详细介绍了Petrel的地质建模流程。

GOCAD是基于四面体模型(Tetrahedral network model, TEN)

Petrel是基于角点网格模型构建的多种信息共享平台

基于角点网格模型的建模步骤如下：

① 根据钻井、地震等资料数据构建断层，处理断层之间的相互关系，构建断层模型。

② 以断层模型为基础建立三维骨架。

③ 以骨架为模型插入地层面，构建初始地质结构模型，再根据断层信息还原真实地质特征。

④ 在生成的结构模型中导入已知物性参数集，通过克里金等插值方法完成物性参数模型的构建。

属性模型实现

属性模型是在结构模型中插值物性参数，为油藏数值模拟提供相应物性参数分布图。

物性参数数据主要是从测井解释数据中提取出的孔隙度、渗透率和含油饱和度数据，建立相应的孔隙度模型、渗透率模型和含油饱和度模型为用户提供应用。

GsTL (C++, Stanford Univ.,克里金插值)

图9 属性建模流程图

以塔河油田S48单元缝洞型油藏为例。

Wang Bo, Sebastian Bauer. Converting heterogeneous complex geological models to consistent finite element models: methods, development, and application to deep geothermal reservoir operation. Environ Earth Sci (2016) 75:1349

将Petrel建立的地质模型（包括属性模型），转换为其他FEM模型的网格格式。

C.-H. Park, Y.J.Shinn, Y.-C.Park, D.-G.Huh, S.K.Lee. 2014. PET2OGS: Algorithms to link the static model of Petrel with the dynamic model of OpenGeoSys. Computers &Geosciences, 62: 95-102.

将Petrel生成的角点网格文件转换为OpenGeoSys系统识别的有限单元网格模型(.msh)。

chanhee.park@kigam.re.kr;nbeyond@gmail.com

刘钰洋等. 基于三维角点网格模型的现今地应力有限元模拟. 北京大学学报(自然科学版). 2019, 55(4)

利用角点网格, 建立储层三维精细模型。应用网格转换算法，将网格转换为对应的三维有限元网格模型，采用有限元法模拟地应力场的分布。

Liu Yuyang, Pan Mao, Liu Shiqi. Petrel2ANSYS: Accessible software for simulation of crustal stress fields using constraints provided by multiple 3D models employing different types of grids. J. Cent. South Univ. (2019) 26: 2447-2463.

Petrel2ANSYS，将Petrel建立的角点网格文件转换为ANASYS的FEM网格格式。

Liu Yuyang, et al. Finite Element Simulation of Oil and Gas Reservoir In Situ Stress Based on a 3D Corner-point Grid Model. Mathematical Problems in Engineering, 2020. https://doi.org/10.1155/2020/7384085

基于上述的Petrel2ANSYS转换，在ANSYS中实施了油田的地应力有限元模拟。

李牧哲, 侯晓琳, 杨博, 刘培刚. 基于角点网格的复杂地质模型表面提取算法. 计算机工程与应用, 2016, 52(9): 233-239.

在Eclipse Keywords格式表示的数据文件中，其数据存储方式如图11 所示，其中GRDECL引导文件主要存放其他的相关文件内容和存储地址；ACTNUM文件中存储网格有效性，COORD文件中存储上下层网格的三维坐标，ZCORN文件中存储不同层网格的z值坐标，PROP是一组文件，对应网格存储不同的地质属性。

## 总结

考虑复杂地质构造（如断层和褶皱）的建模是重要的。

角点网格与有限元网格之间的转换程序开发是必要的。

## 角点网格用于褶皱建模

Chen Qiyu, et al., A corner-point-grid-based voxelization method for the complex geological structure model with folds. J. Vis, 2017: DOI 10.1007/s12650-017-0433-7

3D体素模型是地质属性建模的基础，也是反映地质构造中各向异性属性的3D可视化的基础。

角点网格是不规则六面体网格，长宽是可变的，顶部和底部的角点的垂向连接是可倾斜的。因此，角点网格描述复杂的地质构造形态有优势，如断层或不整合接触、流体分布和流动特性等。

褶皱具有多值的表面，因此难以实施体素化，角点网格也难以描述褶皱构造。

Chen Qiyu, et al.(2017)基于地质可视化平台QuantyView3D和C++编程实现，角点网格的体素(voxel)化，构建描述褶皱这种具有多值表面问题的地质构造。

褶皱的地层控制建模

多值表面的处理方法：旋转层序构造

基于角点网格的体素化方法：

* 水平向网格
* 垂向网格化（褶皱构造的垂向网格化）：确定isocline、基于isocline做垂向网格化

# GOCAD的voxet数据结构

## A.8 Grid3d or Voxet

A Voxet is a rigid 3D Grid Object; it can carry multiple Properties. A Property in a Voxet is often referred to as a grid3d. It is derived from the Object Class.

A common confusion comes from not realizing that UVW can mean the (i,j,k) indexing of the Voxet Nodes, but it can also mean the coordinate system in which the Voxet resides.

A.8.1 Geometry Section



UVW Coordinate System and Voxet Dimension

A.8.2 Voxet Regions

Currently, Region information **must** be given before Property information.

A.8.3 Grid3d/Property Section

Grid3d区段定义属性。目前，在属性信息前面必须提供Region信息。



A.8.4 示例

一个带外部属性文件的voxet文件的例子：

