



中國地質大學
China University of Geosciences

艰苦朴素 求真务实

温家宝

艰苦朴素
求真务实
温家宝

多孔介质模拟 HPC应用模型调研

李健



地下水模型：MODFLOW （美国USGS + 荷兰Deltawares）

多孔介质流模型：DuMu^x （德国Stuttgart大学）

油藏模拟框架：OPM （挪威Equinor + 德国Stuttgart大学）

地质力学模型：GEOSX（美国LLNL+Stanford+TOTAL）

THMC：OpenGeoSys

地热：waiwera



第一讲：地下水流数值模拟软件介绍

上传人：2****8 IP属地：湖北 文档编号：135650918 上传时间：2021-07-03 格式：PPT 页数：45 大小：1.72MB

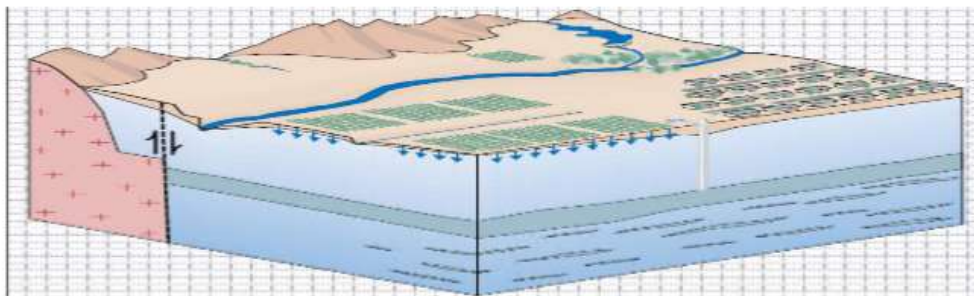
收藏

版权申诉

举报

基于破解版的Visual MODFLOW商业软件，建模过程繁琐，计算规模有限。目前，大多的高校老师和学生以及工程咨询公司的人员，都是使用这种模式解决问题。

VM 地下水流数值模拟软件 (Visual MODFLOW)



中国地质大学(武汉) 环境学院

2011.10

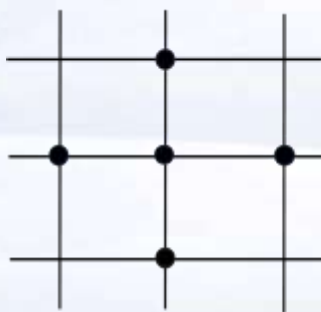


计算流体力学 (CFD) 与高性能计算 (HPC)

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial h}{\partial x} + f_x$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial h}{\partial y} + f_y$$



(a)结构化网格



(b)非结构化网格

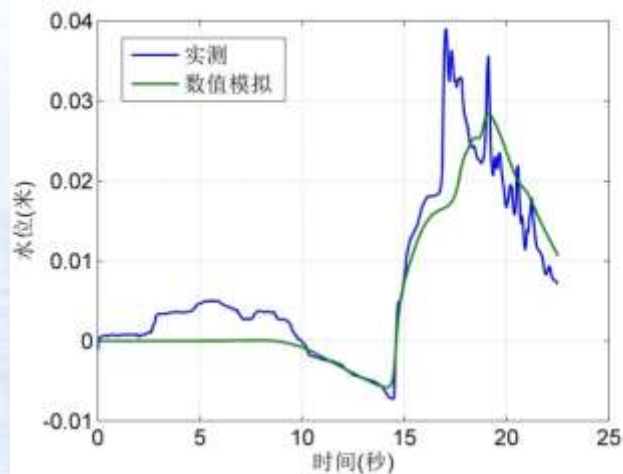


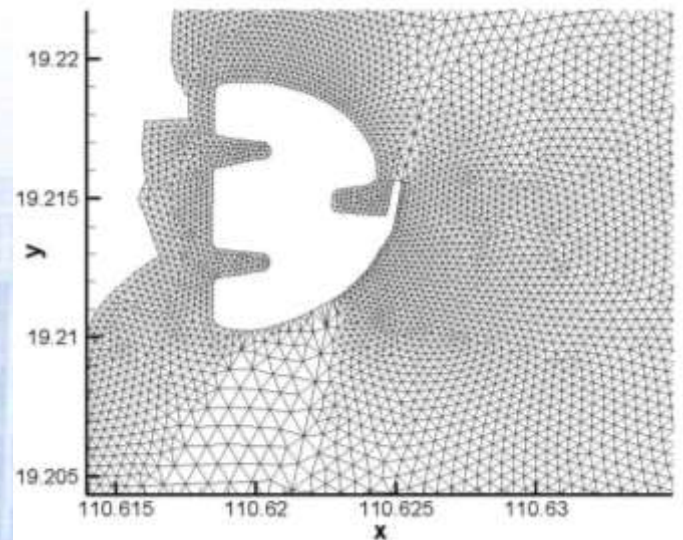
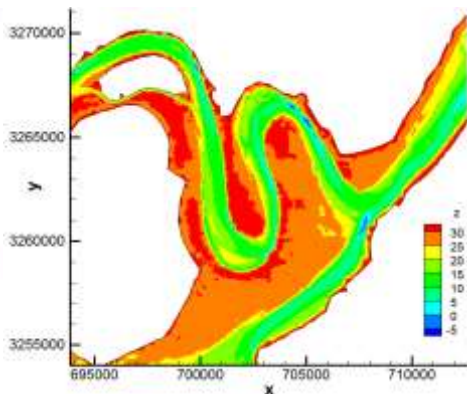
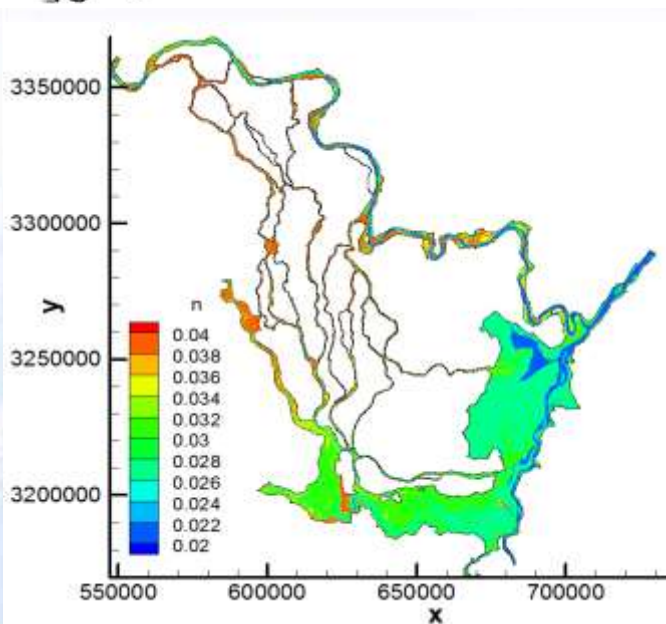
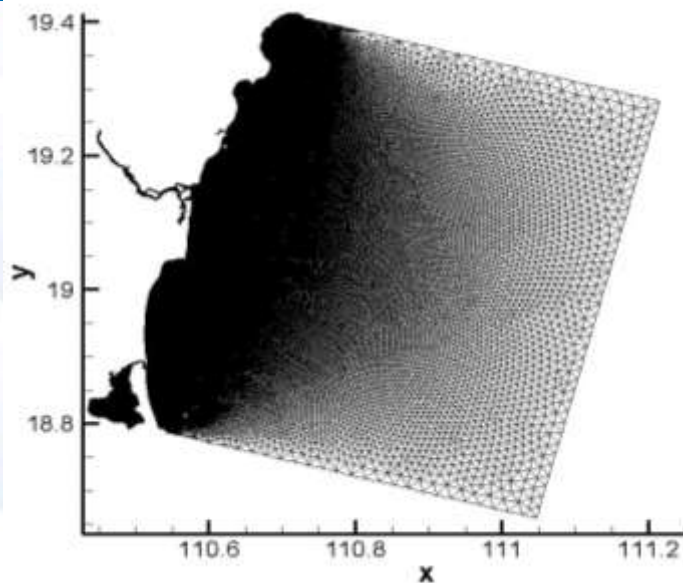
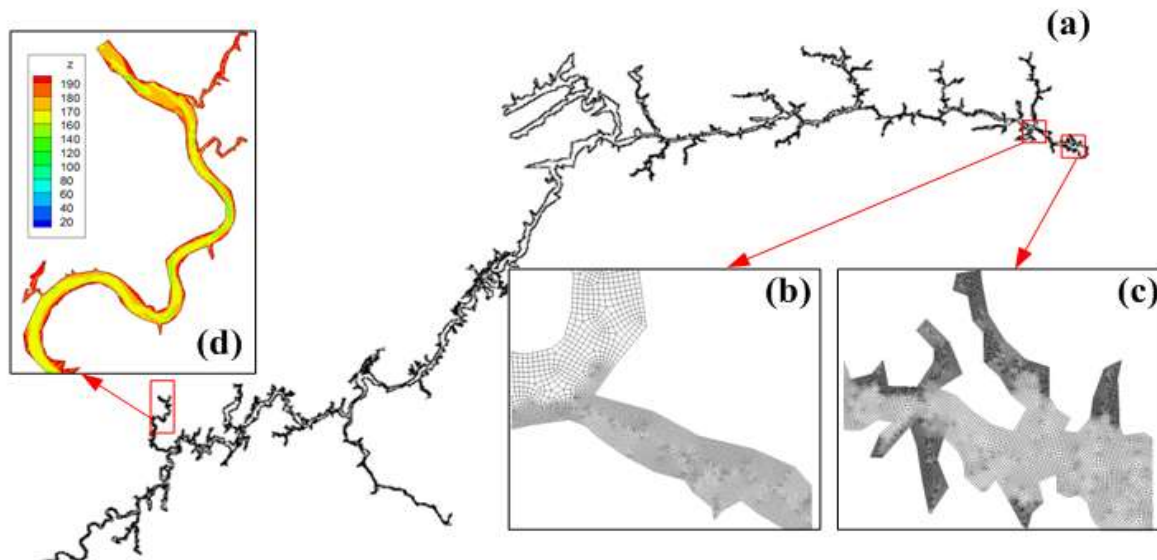
并行化编程

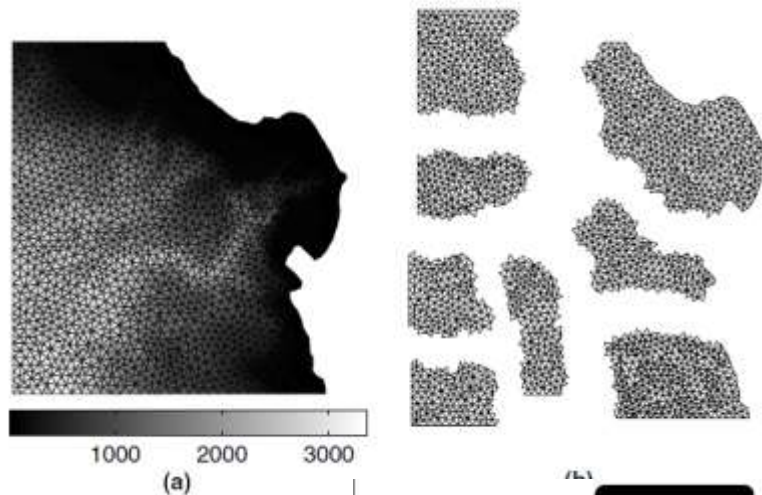
控制方程 (浅水方程、Euler方程)



CFD计算网格







非结构网格区域分解(METIS, SCOTCH)

集群计算节点通信(MPI)

集群调度系统

集群存储系统



Kunpeng 920 处理器

OpenEuler 20.03 sp3

毕昇编译器(clang)

HyperMPI-v1.1.1

鲲鹏数学库_1.4.0



Kunpeng 920 处理器

存储: Ocean Stor 100D
Lustre? NFS?

IB/RoCE NIC 100 Gb/s



SSH





地热热的热源及其传递和聚集

2. 济南北地热田岩溶热储四元聚热机制

凝练提出弱开放型岩溶热储四元聚热机制：1) 面源上以正常的大地热流毯状传导增温聚热为主；同时，2) 在凸起区接受高热导率分流聚热，3) 在深大导热断裂、侵入岩体-可溶岩接触带接受对流聚热，4) 以及地下水从上游向下游深循环径流途中的传导-对流聚热。

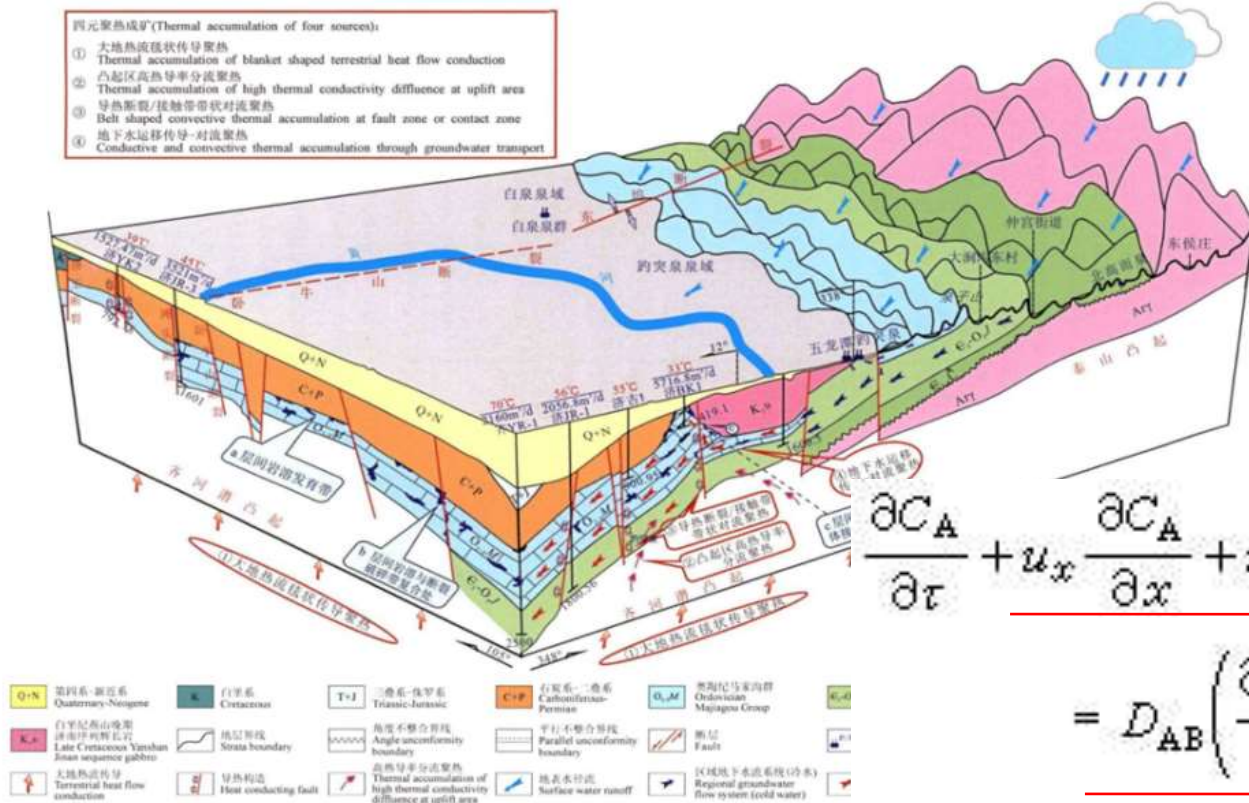
地下水

地热水

热源、传递、汇聚

裂隙、断层

对流-传导



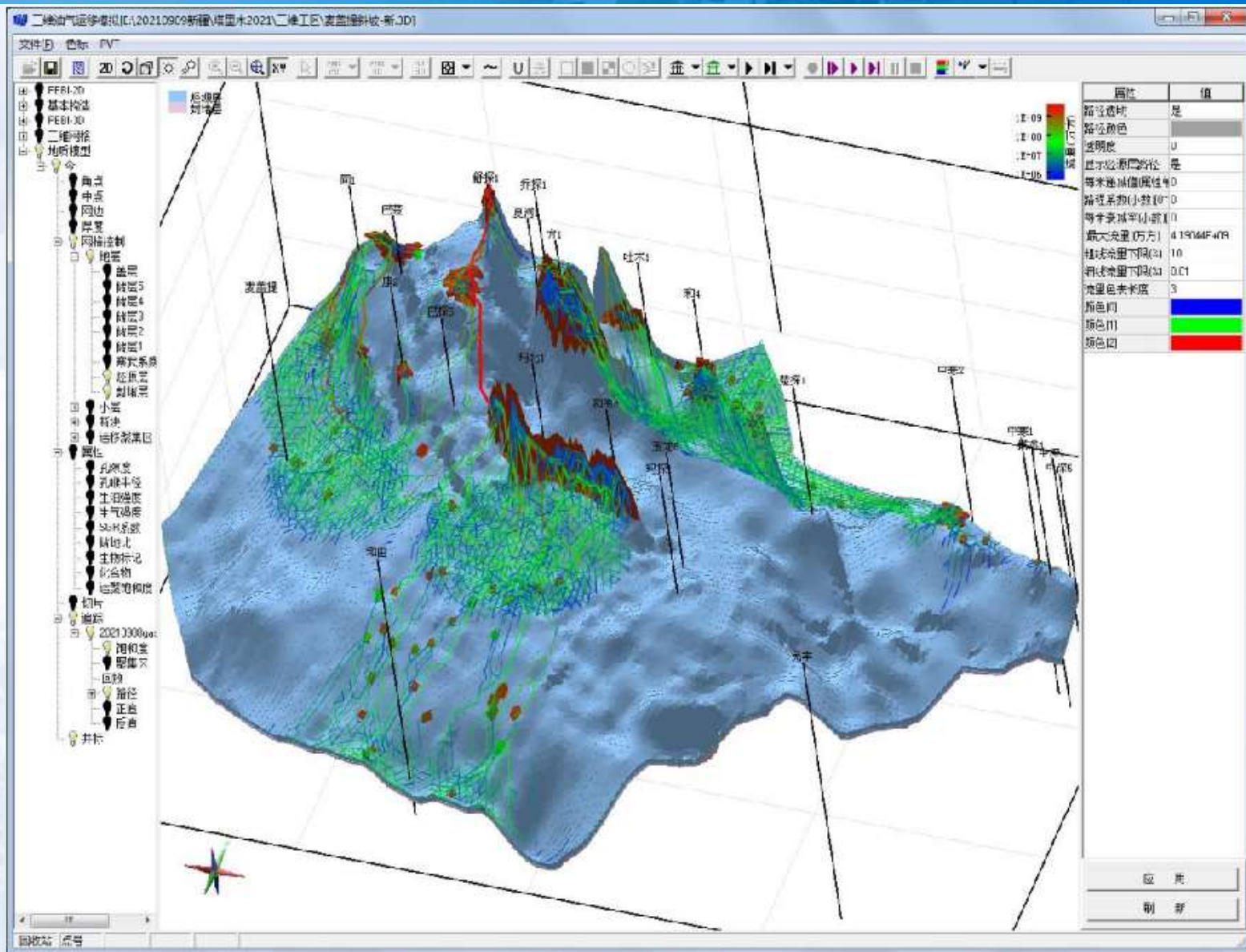
$$\frac{\partial C_A}{\partial \tau} + u_x \frac{\partial C_A}{\partial x} + u_y \frac{\partial C_A}{\partial y} + u_z \frac{\partial C_A}{\partial z}$$

$$= D_{AB} \left(\frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial z^2} \right) + r_A$$



艰苦朴素 求真务实

www.ck12.org





水动力场模拟的基础平台软件

软件名称	数据输入方式	功能	不足
GMS	模块数据输入、外部GIS数据输入、工具性辅助模块数据输入	水动力学运移模拟和水质运移模拟;建立三维地层实体,进行钻孔数据管理、二维(三维)地质统计;界面可视化	目前GIS模块只能应用于稳态数据。
FEFLW	具备地理信息系统数据接口、基于地图用鼠标设计	用于饱和(非饱和)流场,二维(三维)水流、热、溶质运移模拟。	补排项无单独子程序包,调参比较麻烦。
Visual MODEFLOW	工具性辅助模块数据输入	进行水流模拟、溶质运移模拟、反应运移模拟。	无法解决混和并流问题,不适合某些复杂的地质条件、不饱和、密度变化、热对流等问题。
Visual .Ground water	人工输入,也可以由ASCII文件	饱和状态水流模拟、溶质运移模拟、实时动画功能	目前应用研究不足
MIKE SHE	GIS格式输入,链接原始数据	一维非饱和带、二、三维饱水带水量模拟模型和对流弥散模型、水质模型。	模型建立较难。
HST3D	工具性辅助模块数据输入	饱和带地下水热运移模拟,处理地质废物处置、填埋物浸出、盐水入侵、放射性废物、水中地热系统和能量储藏等问题。	模拟的范围只能是规则的矩形区域或圆柱状区
MT3DS	工具性辅助模块数据输入	地下水溶质运移,模拟高度非均质裂隙介质中的污染物运移。	只能进行溶质运移模拟。
TOUGH2	子程序输入数据	模拟各种不同条件下地下水水流和热运移。	模型不易校正。

不具备非恒定模拟功能

结构网格对复杂地形及地下结构的适应性很差

这是一个分布式水文模型,地下水模块都是概念性模型

结构网格的问题

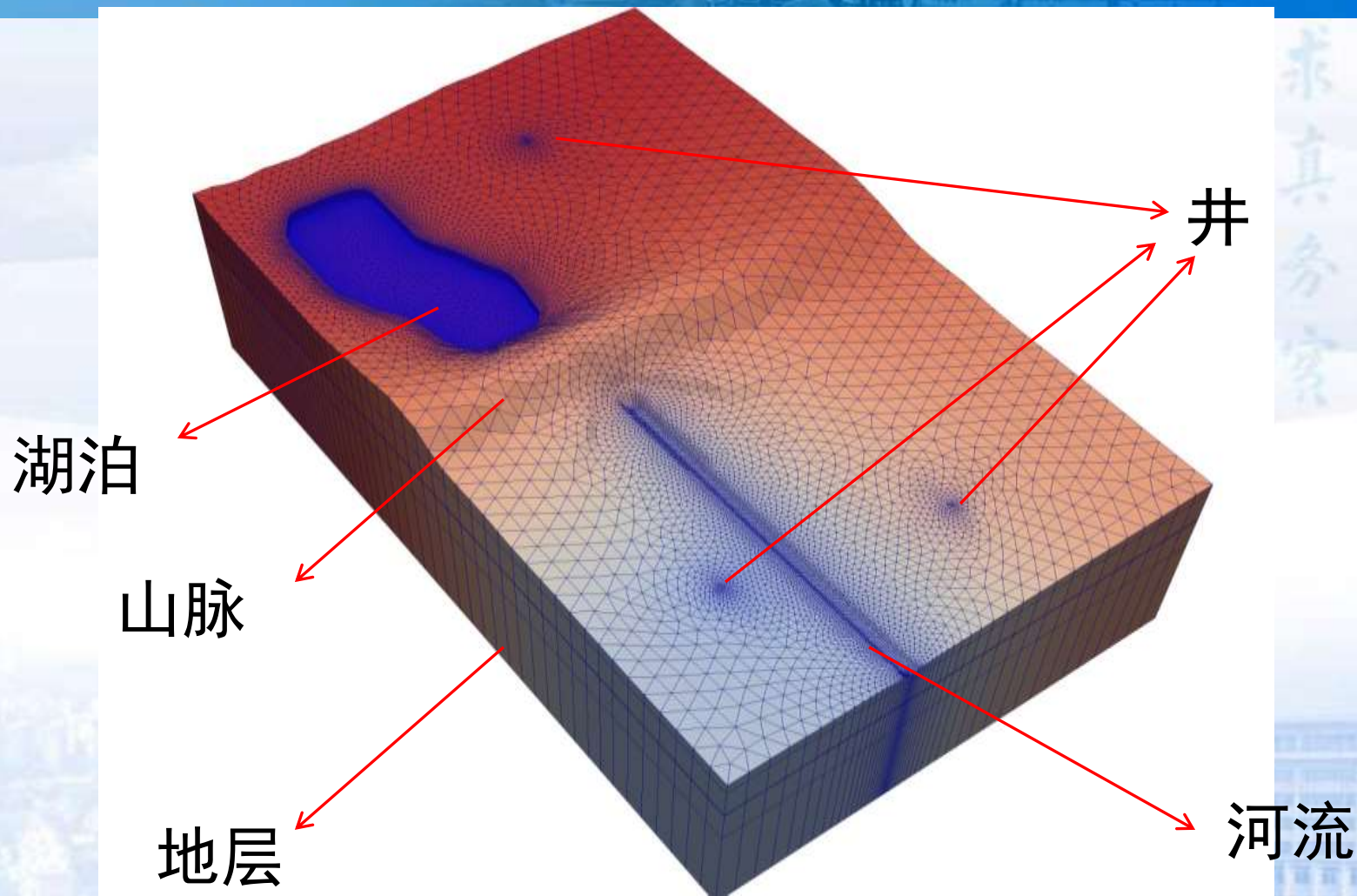
不能做流体模拟?

很老的程序, TOUGH3

模型都是很老的,并行化不足,可视化较好(仅强调操作的容易性)。列表中的软件,看来都不能很好地解决你的问题。



塔里木盆地位于中国新疆南部，是中国面积最大的内陆盆地。盆地处于天山、昆仑山和阿尔金山之间。南北最宽处520千米，东西最长处1400千米，面积约40多万平方千米。海拔高度在800到1300米之间，地势西高东低。



MODFLOW6 (USG)



多孔介质流体模型调研维度：

- 开源（无版权争议、完全可利用其所有功能模块）
- 非结构网格（解决地球科学中常见的跨尺度物理问题）
- 并行化（提高时空分辨率，揭示更多物理信息）
- 功能模块的健壮性（恒定/非恒定，参数化方案，单相流/多相流、水/油/气…）
- 手册的完整性（编译安装指导、前处理与后处理工具…）



MODFLOW

MODFLOW现在常用的是MODFLOW-2005（结构网格）、MODFLOW-USG（非结构网格）与MODFLOW6（统一模型框架，最新）。

MODFLOW-2005已有OpenMP与CUDA并行化的线性方程组求解器。

MODFLOW-USG只有串行版本。

MODFLOW6已实现MPI并行化。

MODFLOW-USG可使用嵌套网格(nested grid)、四叉树网格(quadtree)；而

MODFLOW6可使用结构网格、MODFLOW-USG的网格以及**DISV三角形网格**。

Gridgen（**不是Pointwise Gridgen**）可作为MODFLOW-USG的quadtree网格生成程序，导出ASCII格式的MODFLOW-USG的网格输入文件。

flop是MODFLOW系列软件的后处理程序。



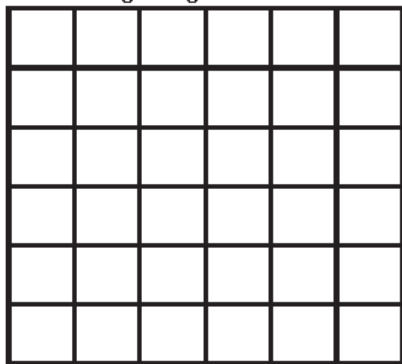
MODFLOW6

- 基于Fortran面向对象编程，将MODFLOW-2005与MODFLOW-USG等统一到一個编程框架，并实现MPI集群并行。
- modflow6使各模块独立运行，相互交换信息，有利于代码开发。
- 地下水模拟（单相流），但各模块功能很强（河流、井、降雨等模块）。

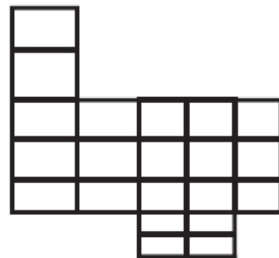


STRUCTURED GRIDS

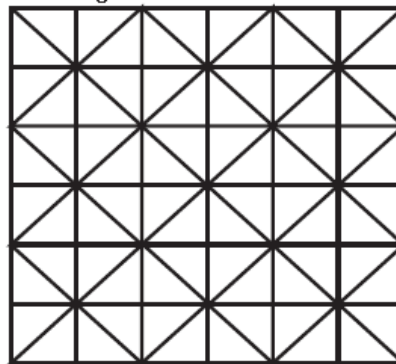
A. Rectangular grid



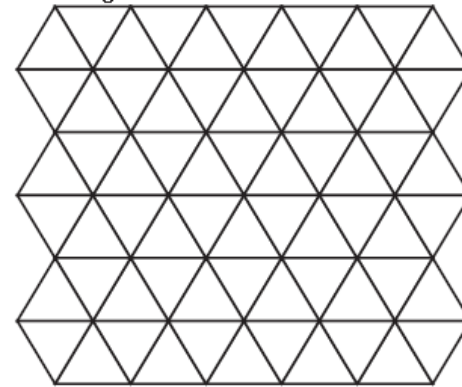
B. Rectangular grid, irregular domain



C. Triangular grid, isosceles triangles



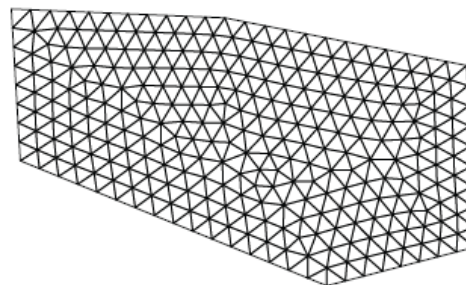
D. Triangular grid, equilateral triangles



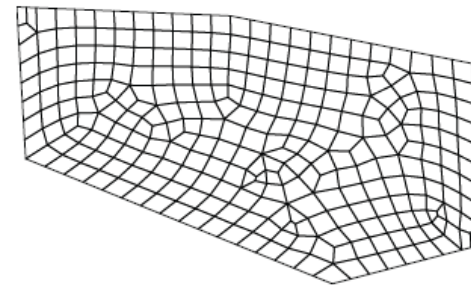
D. Hexagonal grid



F. Warped triangular grid



G. Warped quadrilateral grid

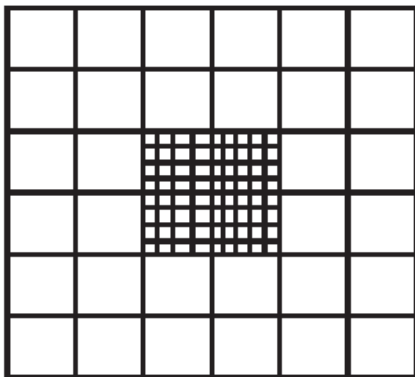


MODFLOW-USG

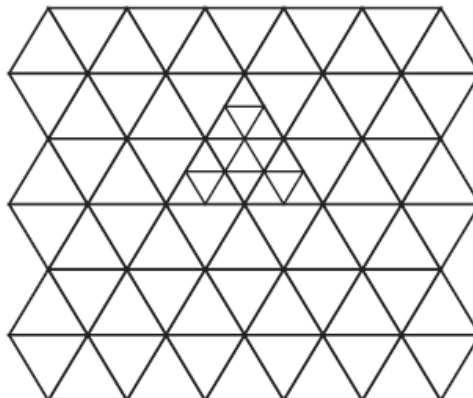


UNSTRUCTURED GRIDS

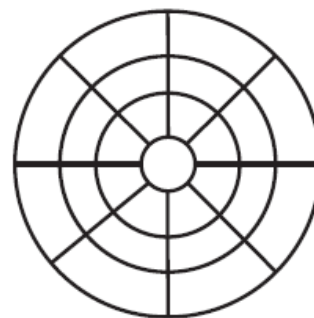
H. Rectangular, nested grid



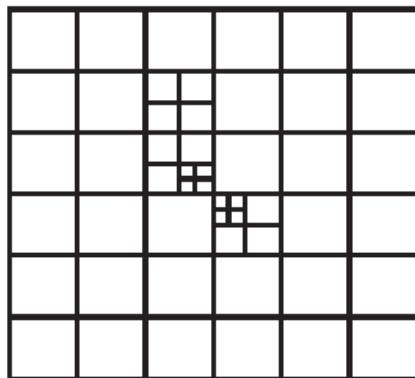
I. Triangular, nested grid



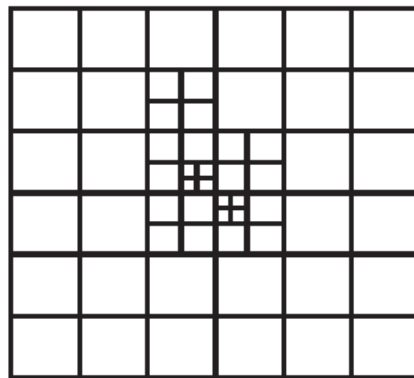
J. Radial grid



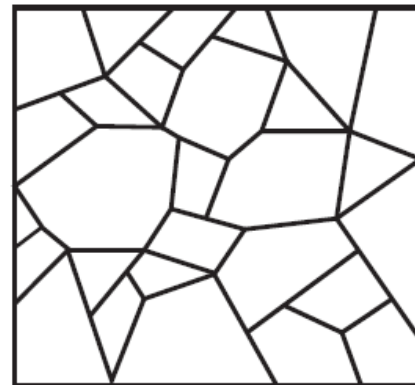
K. Rectangular, quadtree grid,
no smoothing



L. Rectangular, quadtree grid,
with smoothing



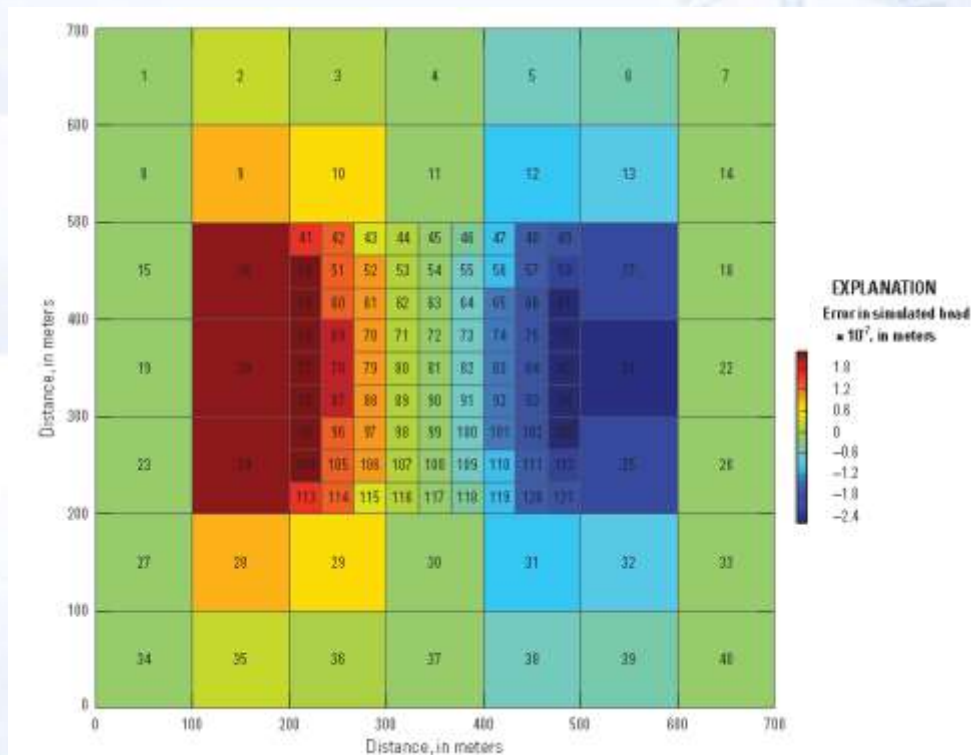
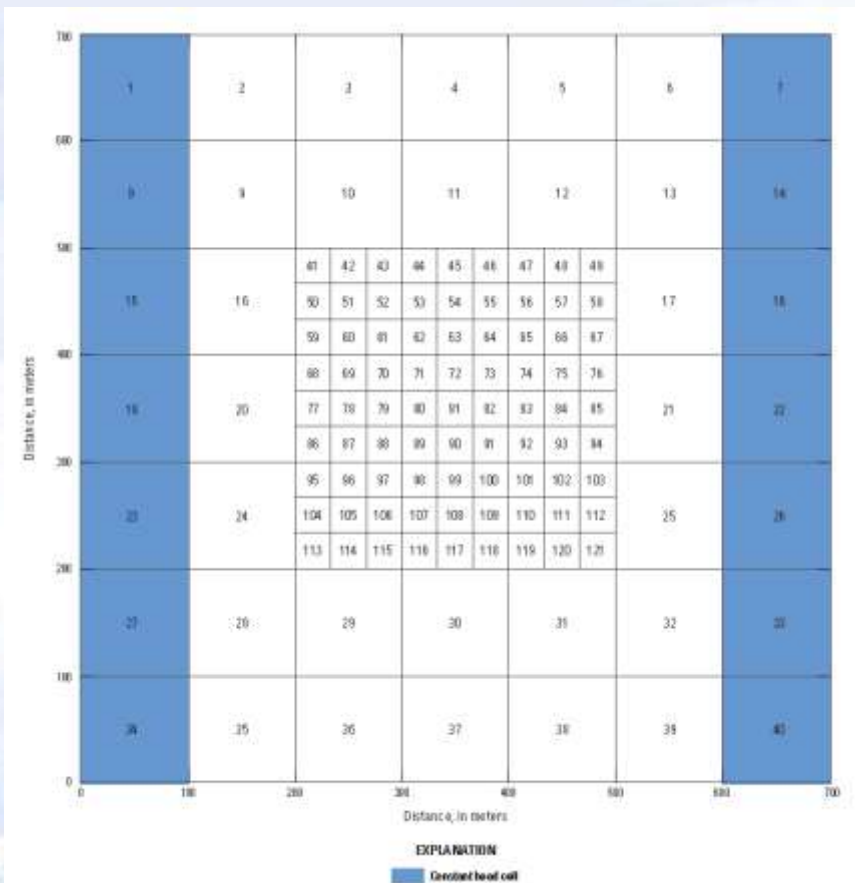
M. Irregular polygon grid



MODFLOW-USG



MODFLOW-USG的算例（1）



nested grid需要使用GNC软件降低误差



MODFLOW-USG的算例（2）

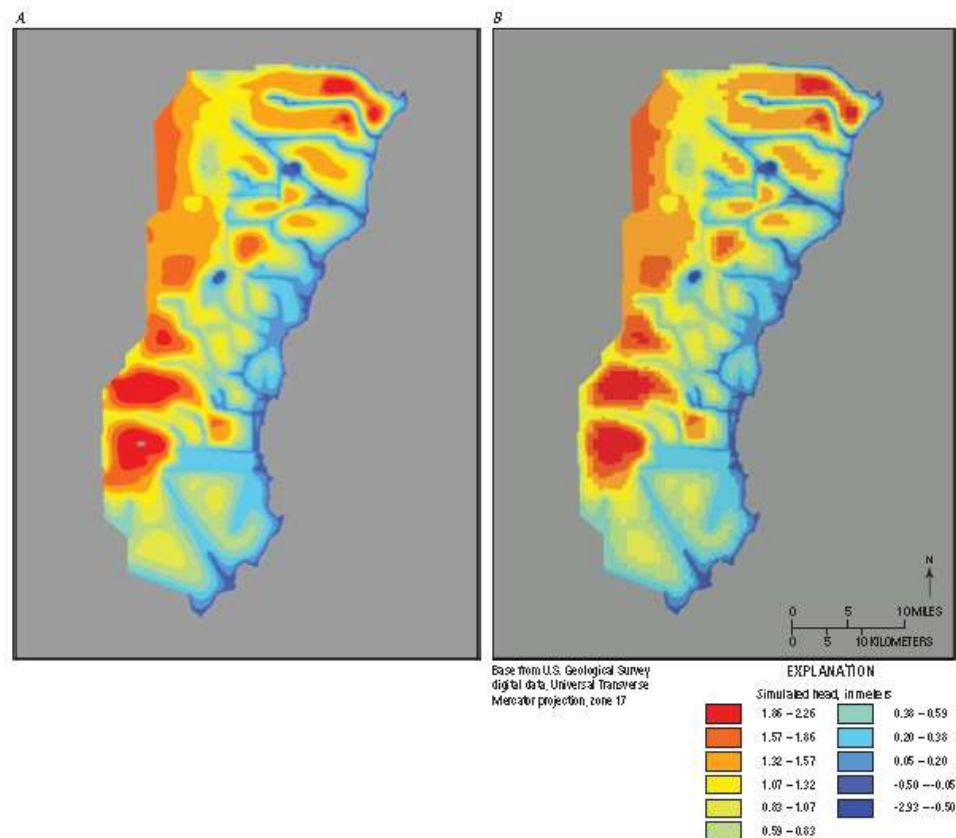
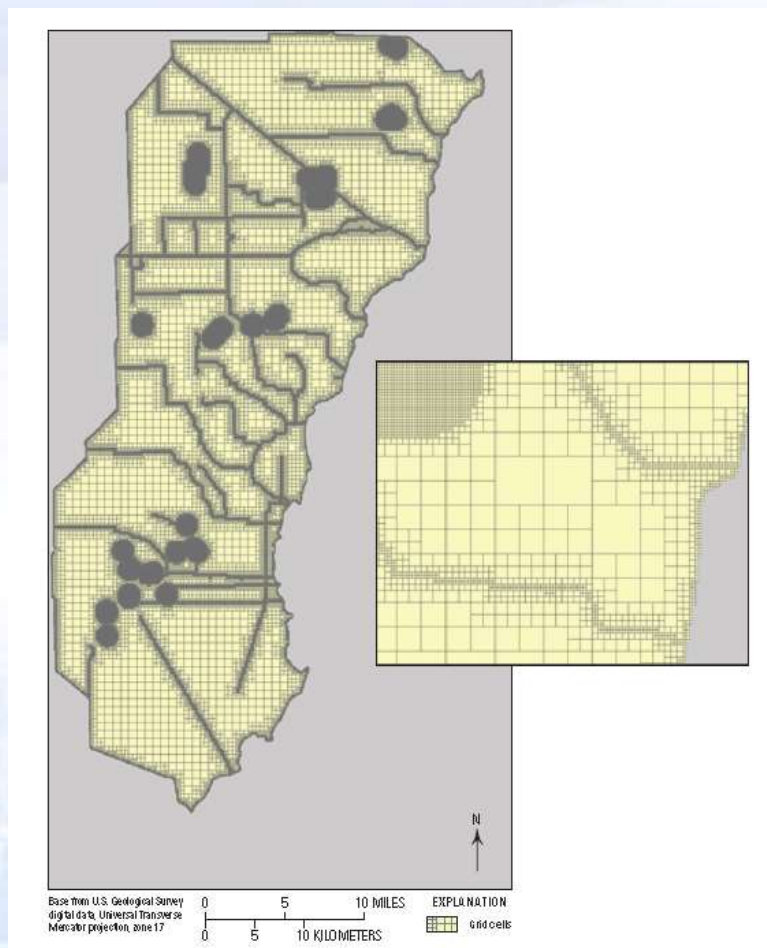


Figure 38. Simulated head values from stress period 1,000 using A, MODFLOW-2005 with a 90-meter regularly spaced structured grid, and B, MODFLOW-USG using a quadtree grid.

Quadtree grid （四叉树网格）



MODFLOW-USG的算例（3）：承压层-井

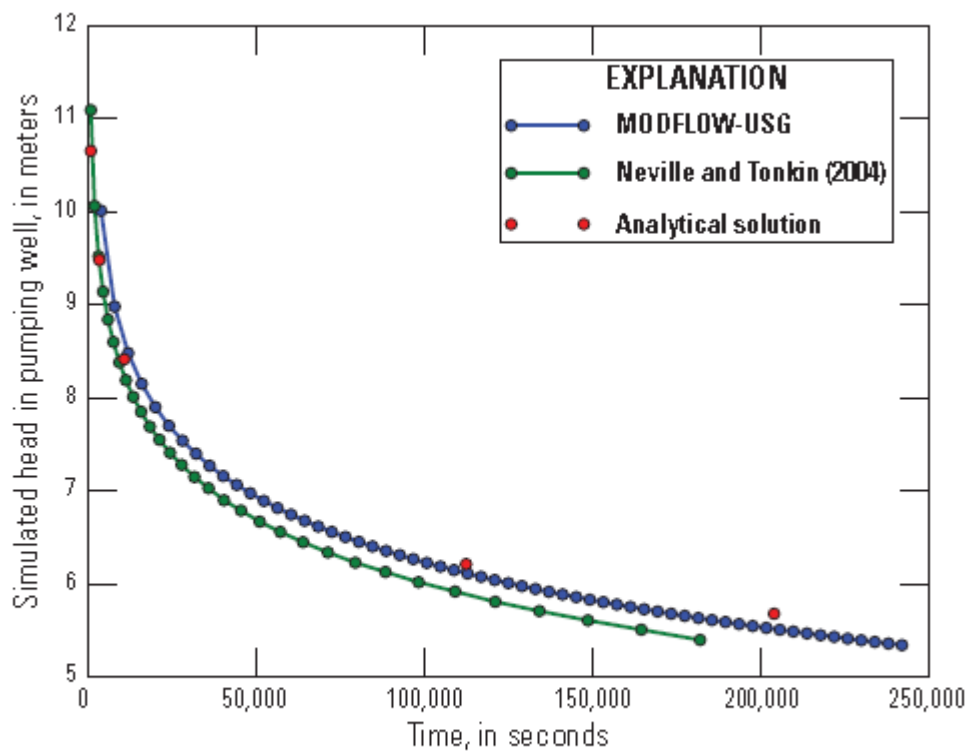


Figure 47. Simulated head in the pumping well.

与MODFLOW-2005一样的网格。



DuMux

git.iws.uni-stuttgart.de

DuMu^x, Dune for multi-{phase, component, scale, physics, domain, . . . } flow and transport in porous media, 模拟多孔介质中的流动与传输的开源模拟器 (dumux.org)。

已成功应用于CO₂封存(2-5), 放射性废物处理(6), 天然气迁移问题(7), 环境修复问题(8), 裂隙空隙介质中的流动(9-14), 多孔介质中的反应输移(15), 生物薄膜和矿物沉积模拟(16, 17), 土壤-植物根系相互作用模拟(18, 19), 燃料单元模拟(20), 多孔网络模拟(21), 地下-大气耦合模拟(25, 26)。

DuMu^x基于DUNE框架, DUNE核心模块提供: 多种网格管理, 提供灵活的网格接口; 线性代数抽象, 迭代求解器后端(31), 实施并行计算的抽象。



DuMux^x

DuMux项目起始于2007年1月，德国Stuttgart大学的Department of Hydromechanics and Modelling of Hydrosystems，最后在2009年发布DuMux 1.0, 许可证是GNU GPL2

在2011年2月发布DuMux 2.0，发表论文B. Flemisch et al., 2011

2013年10月，发布DuMux 2.X

2017年12月，发布DuMux 2.12

从2.7版本，使用zendo指定发布版本的DOI及tarball

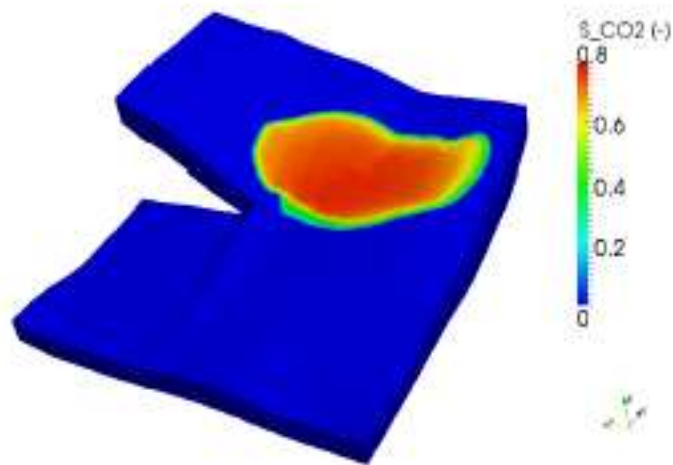
由于兼容问题，代码开发从2016年11月，由一个小组开始重新组织，以独立开发线研发代码。改变的细节信息见第2节。由于大量代码修改，维护向后兼容变得不可行。因此，启动了新的major发布循环。

2018年12月，发布了DuMux 3.0

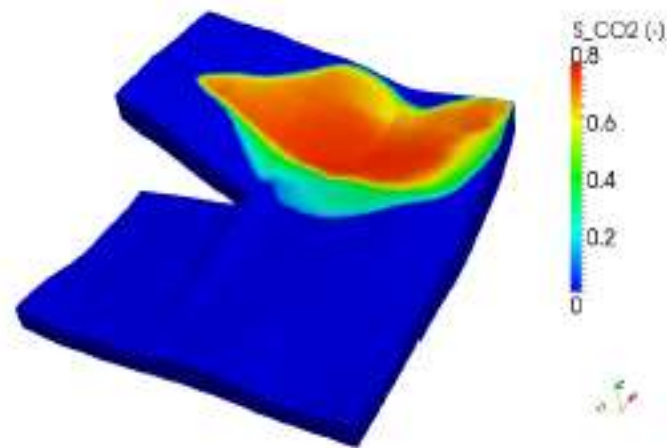
2019年10月，发布了DuMux 3.1



DuMu^x



(a) CO₂ plume after 25 years



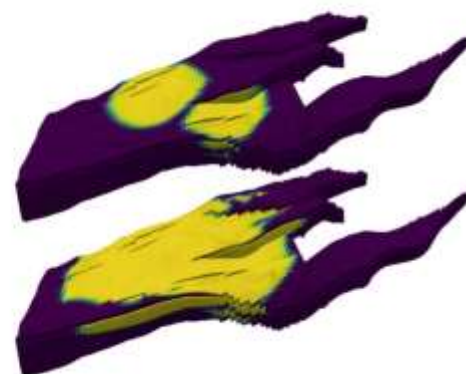
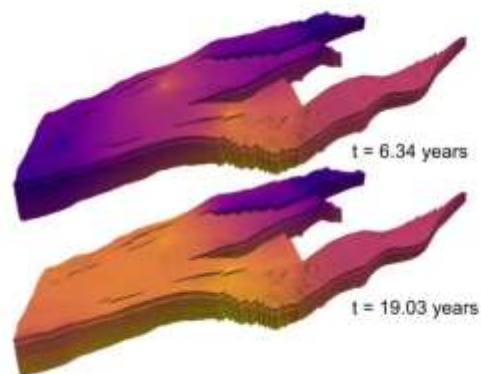
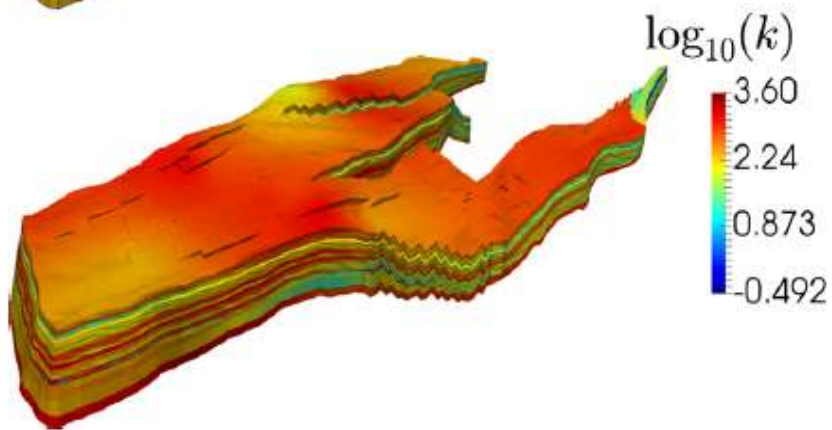
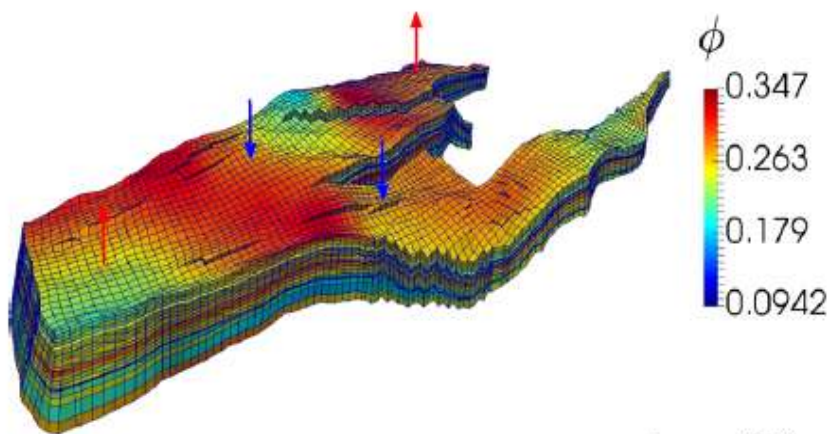
(b) CO₂ plume after 50 years

Figure 8: CO₂ saturation distribution after 25 years (end of the injection period) and after 50 years.

CO₂ 封存



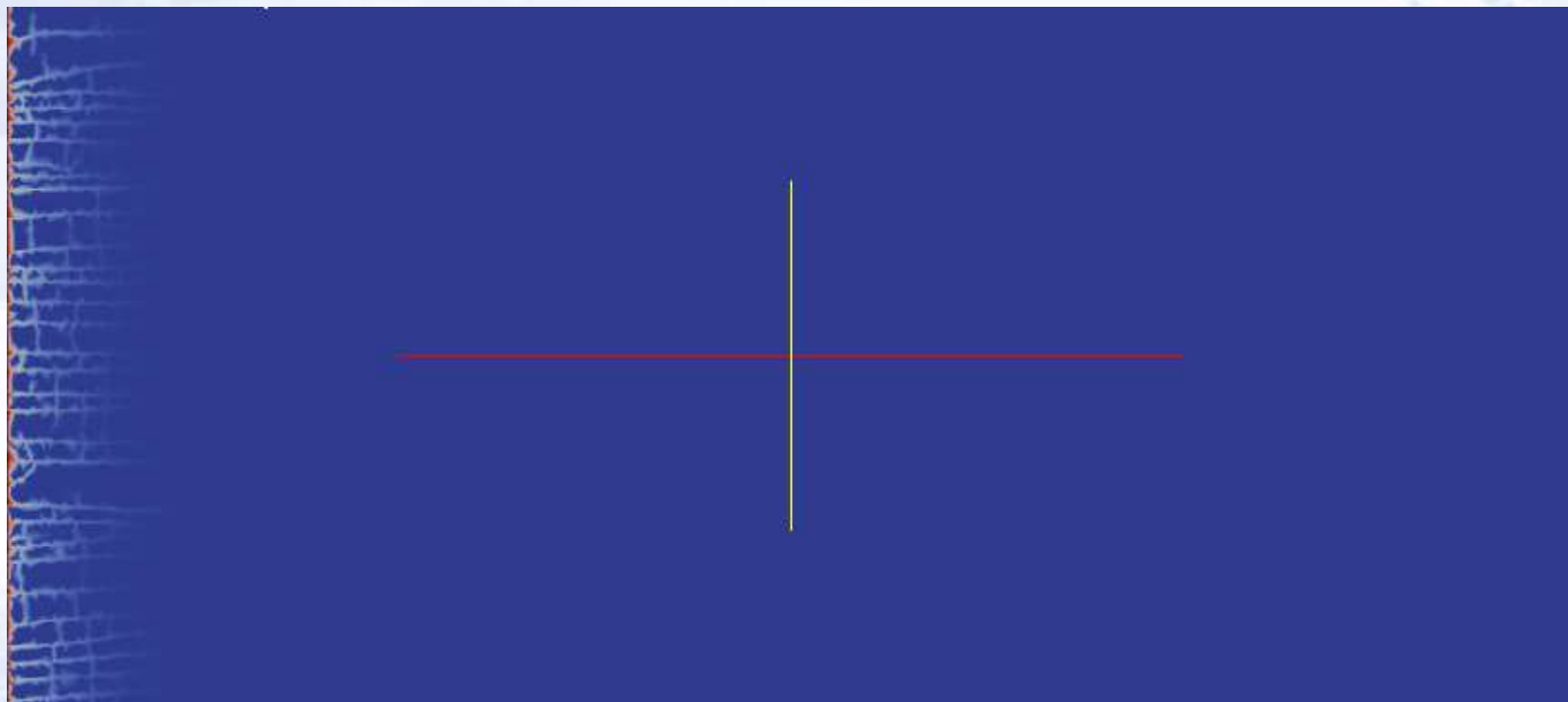
DuMux



注水与产油



DuMu^x



岩石裂隙中的CO₂气体扩散过程



DuMux



DuMux ver.3相比
ver.2增加了新特性
求解浅水方程



OPM

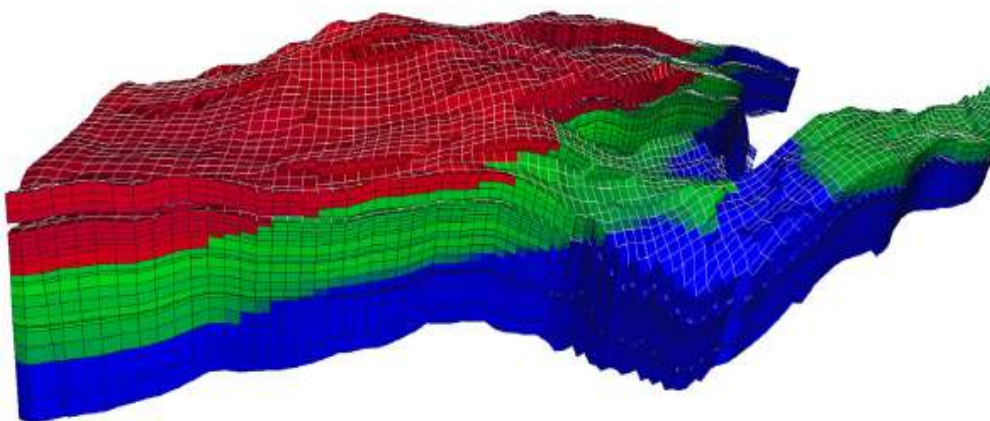
OPM: Open Porous Media框架
(石油贮藏与开采的模拟)

DuMu^x (多孔介质流体(单相与多相)
求解器)

DUNE (并行化统一PDE求解库, C++, Python)

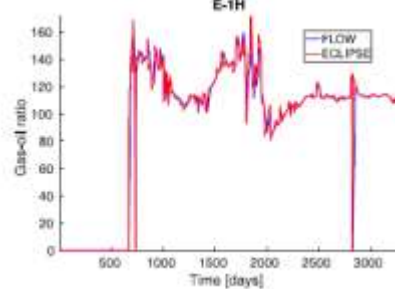
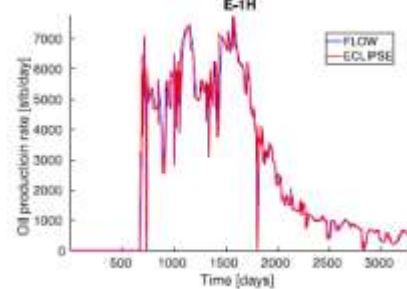
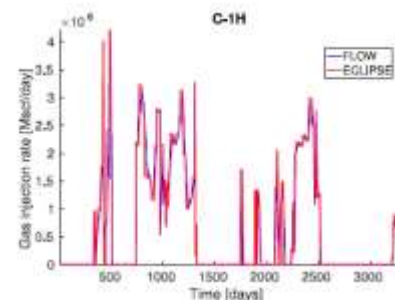
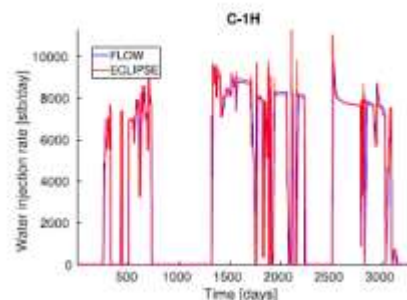


OPM

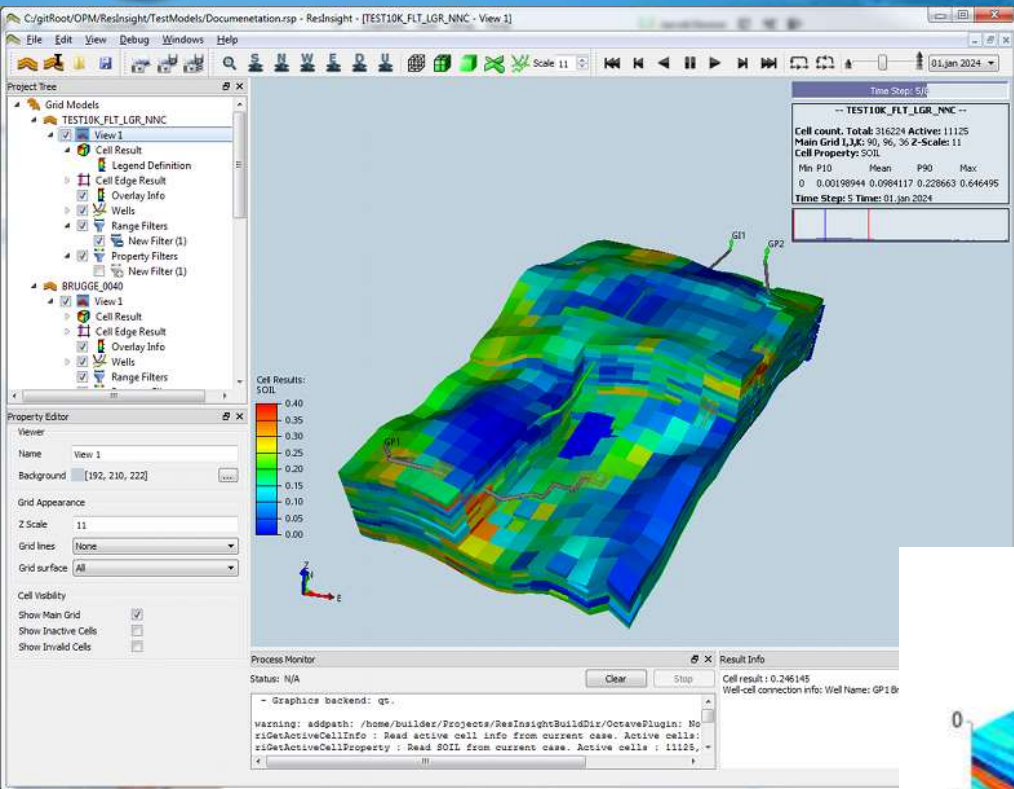


油藏Flow

Norne油田的网格以及流体的初始分布。
红色的是gas，蓝色的是oil。

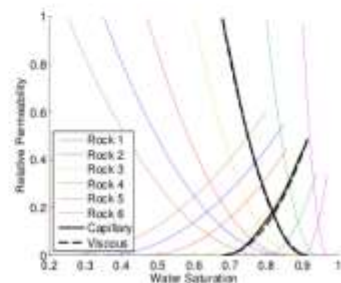
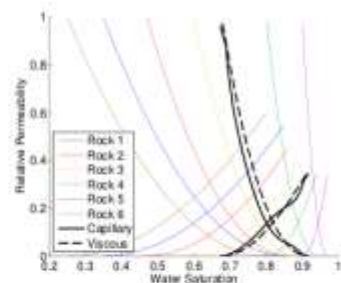
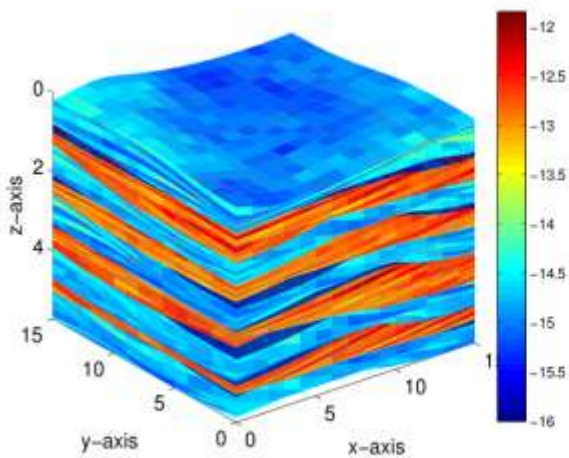


井的注水与出油的量与
ECLIPSE的比较



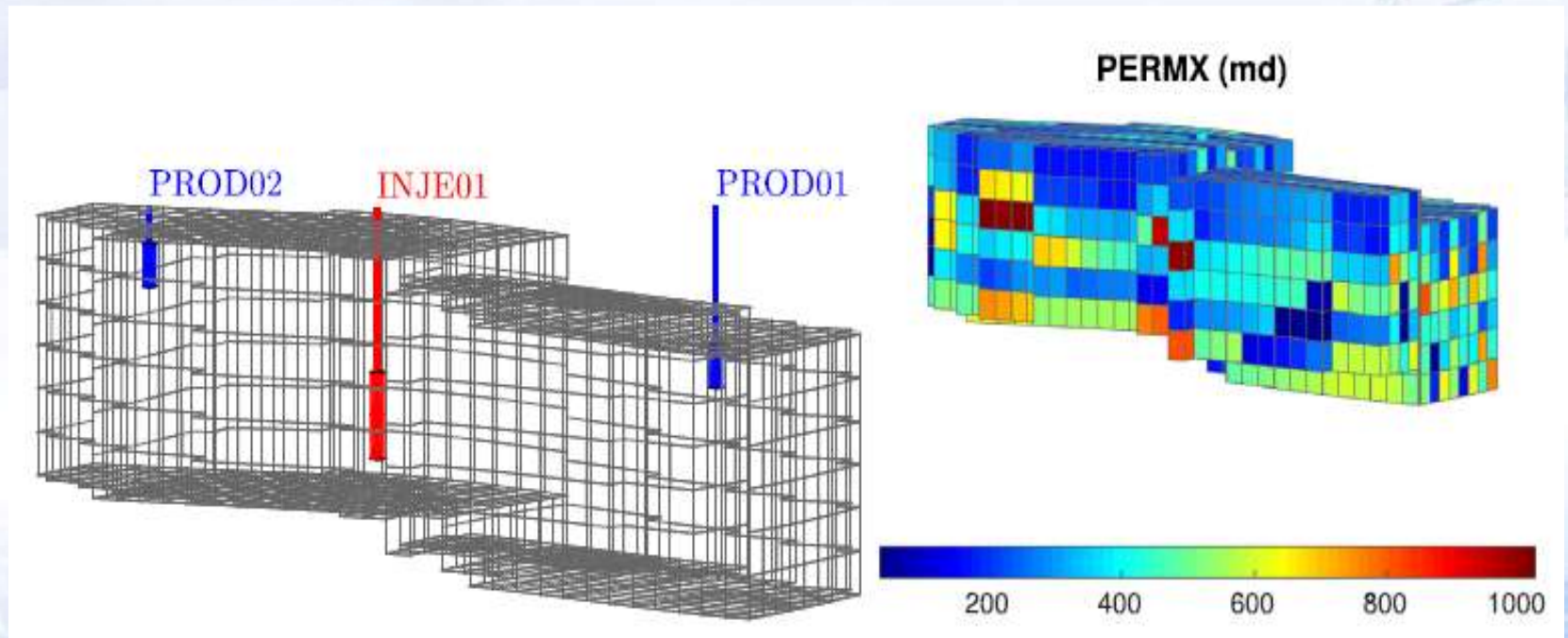
油藏后处理可视化
Insight软件

油藏upscaling技术





OPM



Inject polymer, enhanced oil recovery (EOR)



中国地质大学
China University of Geosciences

艰苦朴素 求真务实

校训

Stanford大学的油藏模拟器：

GPRS和AD-GPRS

中国地质大学（武汉）石油工程系 龚斌/潘焕泉

艰苦朴素
求真务实

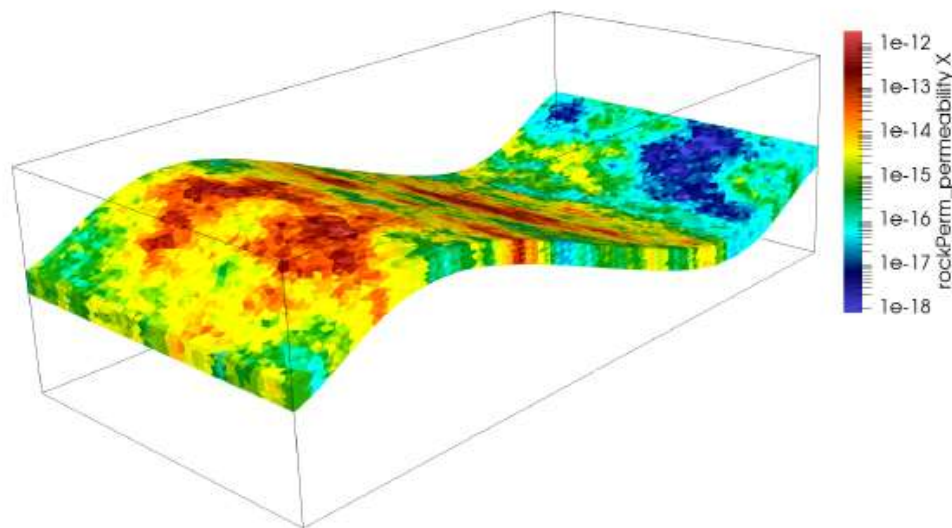
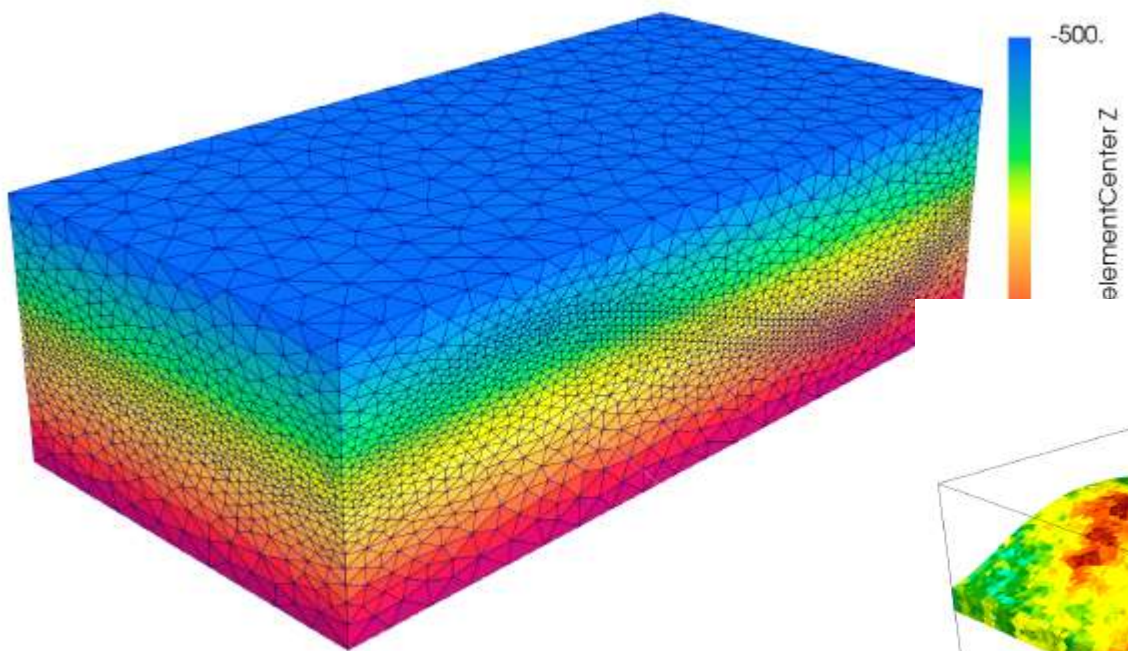
中国地质大学



GEOSX

地质力学模型—黑油模型, 水力压裂 模拟

新一代的地下多孔介质模拟器，主要特点就是：HPC+非结构网格
还处于重度开发阶段





总结

modflow6, MPI并行化, 非结构网格, 单相流(水), 很多功能模块

DuMux, 并行化, 非结构网格, 多孔介质(单相与多相流), 开发CFD的基座, 有很多测试算例(但多为2D)

OPM框架, 包含DuMux与Insight等工作, 是针对石油工程开采与管理的前沿软件框架。也是HPC很好的应用场景。



总结

模型名称	网格模式	并行化	功能模块	编程语言	建模流程	前后处理
MODFLOW-2005	结构	OpenMP/CUDA 求解器	单相流与传质	FORTRAN2003	python 自动	flopy
MODFLOW-USG	非结构	串行	单相流与传质	FORTRAN2003	python 自动	flopy/gridgen
MODFLOW6	结构与非结构	MPI	单相流与传质	FORTRAN2003	python 自动	flopy
TOUGH2/TOUGH3	结构	MPI	地热存储层	FORTRAN2003		TECPLOT
Waiwera	结构与非结构	OpenMP+MPI	地热存储层	FORTRAN2003		
OPM (DuMu ^x)	非结构	OpenMP+MPI	多孔介质通用 (油藏)	C++	Insight	



总结

所有HPC程序的编译、运行、可视化，都没有问题；

难点是：针对中国具体地域（如塔里木盆地）的建模，这需要专业人士的指导（包括：计算区域圈定、区域内的代表性要素—河流、井、湖泊、模拟场景及物理参数等。。。）



参考文献

L. Bilke, B. Flemisch, T. Kalbacher, O. Kolditz, R. Helmig, T. Nagel, Development of open-source porous media simulators: Principles and experiences, Transp. Porous Media (2019) <http://dx.doi.org/10.1007/s11242-019-01310-1>.

A. Flo Rasmussen, T. Harald Sandve, K. Bao, A. Lauser, J. Hove, B. Skaflestad, R. Klkorn, M. Blatt, A. Birger Rustad, O. Sareid, K.-A. Lie, A. Thune, 2020. The open porous media flow reservoir simulator, Comput. Math. Appl. 81: 159-185.



国内外研发的调研

- 国际油服公司仍然是石油工程的软件研发的领头羊，例如：斯伦贝谢、TOTAL，挪威石油公司(Equinor)。我国也开始重视石油工程领域的一些软件开发。
- 一些科技公司对传统行业的研发也是关注的，比如：美国Nvidia公司的油气藏HPC模拟、海量地震数据处理；中国华为公司的HPC应用研发。



斯伦贝谢 ECLIPSE

<https://www.slb-sis.com.cn/products-services/ECLIPSE.html>

| ECLIPSE>>

ECLIPSE

概述

选项

ECLIPSE进入商业数值模拟市场30年来，始终占据着数值模拟技术领域的前沿，应用于各种类型的油气藏模拟，包括：

- 稠油
- 化学驱
- 非常规能源（页岩油、页岩气）
- 碳酸盐岩
- 复杂结构井开发油气田（例如：深水油气藏、非常规开采等）

丰富的ECLIPSE高级选项帮助客户实现理想的油气藏模型。

ECLIPSE数值模拟器

黑油模拟器，组分模拟器，热采模拟器，流线模拟器。[more>>](#)

ECLIPSE精细储层建模

复杂结构井及复杂地质模型。[more>>](#)

ECLIPSE油气田管理

软件为您提供了丰富的油气藏开发管理工具。[more>>](#)

ECLIPSE化学驱提高采收率

支持广泛的提高采收率技术以及CO2捕获、封存技术。[more>>](#)

ECLIPSE热采模型

针对稠油油藏，热采模型考虑了油气藏温度及卡路里热值效应。[more>>](#)

ECLIPSE非常规能源开采

支持煤层气、页岩气、页岩油、裂缝性油气藏模型。[more>>](#)

ECLIPSE并行计算

充分利用高性能计算机提高运算速度。[more>>](#)

相关论文

百万级别网格的辅助重力蒸汽驱模型：油气藏精细分析的新技术

深入研究重质油藏的新技术



ECLIPSE软件的**缺点**:

- (1) 很多模块仅支持Windows系统;
- (2) 许可证费用 (商业软件) ;
- (3) 仅支持多线程求解器, 大规模精细油藏模拟能力有限;

优点: 油藏 (常规与非常规) 的功能模块强大。



2021年中国石油十大科技进展入选项目简介

序号	专业	项目名称
1	地质	复杂碳酸盐岩油气藏地质认识和技术创新助推超深层油气重大发现
2	开发	多功能一体化油藏数值模拟软件实现国产化替代
3	物探	超大型地震处理解释一体化系统 GeoEast 实现升级换代
4	物探	iPreSeis 复杂构造成像和定量储层预测技术取得重大突破
5	测井	低饱和度油气层测井评价技术创新突破增储上产效果显著
6	钻井	CG STEER 旋转地质导向钻井系统推动非常规油气开发关键技术自主可控
7	钻井	“一键式”人机交互 7000 米自动化钻机显著提升钻井自动化水平
8	储运	天然气集输管网腐蚀及风险防控技术体系研究与应用取得突破性进展
9	炼油	全球首套超重力硫酸烷基化新技术工业试验成功
10	化工	百万吨级乙烷裂解制乙烯成套技术工业应用成功

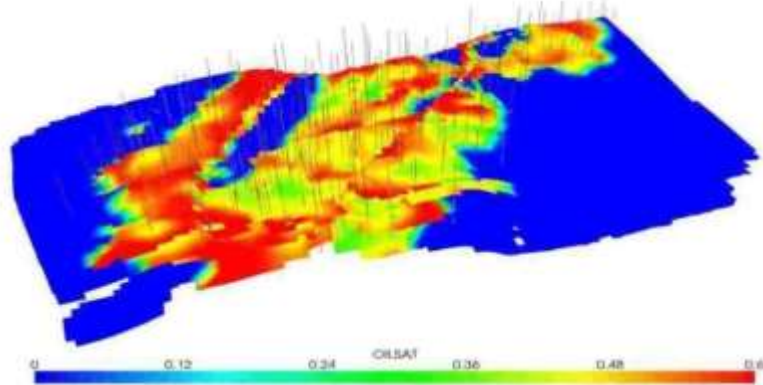
<https://new.qq.com/rain/a/20220120A0DU2600>

仅在知网上找到一个poster介绍，缺少细节描述。初步断定：是OPM源码做的马甲。



进展2 多功能一体化油藏数值模拟软件实现国产化替代

围绕油藏数值模拟软件长期依赖进口、技术受制于人的问题，中国石油先后攻克十余项油藏数值模拟关键核心技术，自主研发了**多功能一体化油藏数值模拟软件HiSim4.0**，打造了油藏数值模拟“中国芯”，实现了规模化应用。

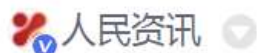


主要技术进展：（1）融合计算科学与数据科学新技术，创新形成智能多条件约束地质建模、一体化多模态复杂渗流数学建模、多组分**超大规模高效预处理**数值求解、智能流体相平衡数值计算等关键核心技术，支撑实现**亿级自由度、千万级节点、米级网格精细油藏数值模拟**。（2）形成了适用于中国油气藏类型和开发方式的多功能一体化油藏数值模拟软件系统，拥有地质建模、**黑油模拟**、组分模拟、裂缝模拟、化学驱模拟、**热采模拟**等**10大功能模块**，与同类软件对比，具有规模大、速度快、精度高的特点，在注水开发老油田、注气提高采收率、致密油气/页岩油气开发模拟上具有优势。（3）软件实现了从建模到数模、从黑油到组分、从**常规到非常规**、从新油田开发到老油田提高采收率的模拟全覆盖，成为助力油气田高效开发的关键核心工具。



打造中国人自己的油藏数值模拟软件

2021年11月11日 在团队的努力下, **HiSim4.0**已经具备市场上主流商业软件的所有功能, 且在一体化复杂渗流数学模型、多元化学驱数学模型等方面处于国际领先水平。 **HiSim4.0**的问世...



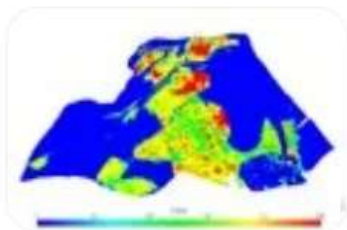
中国石油十大科技创新成果 - 人民资讯



2021年9月26日 **HiSim4.0**是中国石油历经10余年攻关, 自主研发的一款高性能、高精度、集地质建模—油藏模拟于一体的大型软件系统, 拥有地质建模、黑油模拟、组分模拟、裂缝模拟、化学驱模拟、热采模...



多功能一体化油藏数值模拟软件(**HiSim4.0**)——油藏数值模拟...



2021年9月29日 **HiSim4.0**是中国石油历经十余年攻关, 自主研发的一款高性能、高精度、集地质建模-油藏模拟于一体的大型软件系统, 拥有地质建模、黑油模拟、组分模拟、裂缝模拟、化学驱模拟、热采模拟...



2021年中国石油十大科技进展入选项目发布_澎湃新闻-The Pa...



进展3 超大型地震处理解释一体化系统GeoEast实现升级换代

为破解复杂油气藏勘探开发生产难题，提升国产软件系统性能，增强综合竞争力，中国石油基于GeoEast-iEco平台自主研发了GeoEast2021超大型地震处理解释一体化系统，实现了升级换代。

主要技术进展：（1）在平台方面突破了**PB级海量地震数据管理、大规模并行计算、云计算**等关键技术，实现了**2000节点以上大规模异构集群**集中管理和调度，达到国际领先水平。（2）在处理方面突破了稀疏反演混采数据分离、各向异性建模/偏移、Q层析/偏移、全方位层析等技术瓶颈，创新了上下行波场分离、镜像偏移等技术，形成以**高精度地震成像**为代表的**12大地震资料处理技术系列**。

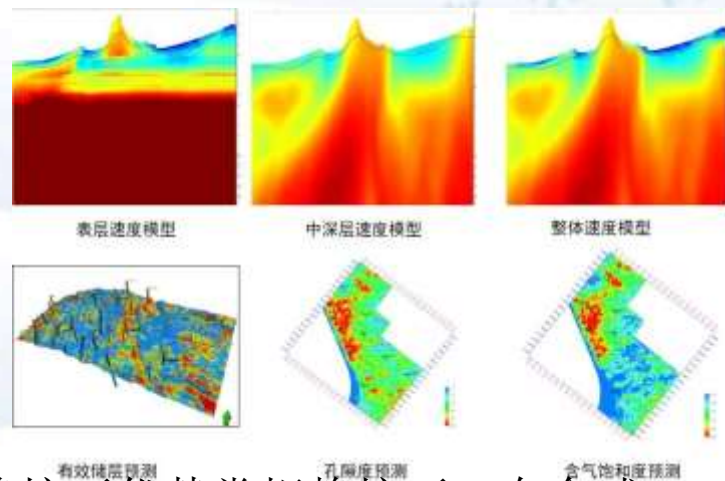
（3）在解释方面突破了叠前地质统计学反演、**三维复杂构造地质建模**、基于AI的高效构造解释等技术，形成了集构造解释、储层预测、井震联合地质分析、叠前五维解释及人工智能为一体的综合地震地质解释系统。

新一代地震处理解释一体化系统**GeoEast2021**已大规模推广应用，累计安装处理软件超过**13万个CPU核、2400多块GPU卡**，解释软件许可超过**5000个**，为破解复杂油气藏勘探与开发生产难题、提升找油找气能力提供了强有力的技术支撑；并加快推进“共建、共享、共赢”机制，构建开放包容的研发体系，打造智能化**国产物探软件生态系统**，为实现核心技术自主可控奠定坚实基础。



进展4 iPreSeis复杂构造成像与定量储层预测技术取得重大突破

针对我国中西部地区**复杂地表复杂构造地震**成像及储层定量预测这个世界性难题，中国石油经过多年自主攻关，突破全深度速度建模、**复杂孔隙介质**岩石物理理论模型等40余项关键技术，成功研制iPreSeis大型软件系统，为复杂高陡构造成像和储层目标**精细**描述提供了新的技术利器。



主要技术进展：（1）在**速度建模与成像**方面，以匹配静校正代替常规静校正，在全球率先实现了近地表与中深层速度整体建模并初步智能化；从地表小平滑面出发开展叠前深度偏移，提高速度模型保真度和叠前成像精度。达到国际领先水平。（2）在储层与流体定量预测方面，突破了复杂孔隙介质岩石物理理论模型和叠前弹性参数反演两大难题，实现岩石物理分析与叠前储层参数预测、流体检测的有机统一，形成复杂多孔储层多尺度预测、多域烃类检测及含气饱和度定量预测等特色技术，引领技术发展方向。

iPreSeis软件已安装**373套**，并成功推广应用。支撑了**塔里木、新疆、辽河、长庆、西南**等油气田**16个复杂领域风险和预探**目标论证，钻前预测符合率稳定在**90%以上**，为长庆长7页岩油**10亿吨级地质储量**、辽河雷家-曙光**7369万吨控制储量**、四川金秋气田沙溪庙**770亿方天然气探明储量**、塔里木中秋1构造**593亿方天然气探明储量**等储量落实提供了技术保障。



进展7 “一键式”人机交互7000米自动化钻机显著提升钻井自动化水平

自动化钻机是油气勘探开发提速提效重大核心装备，在国内尚没有一键操控、独立建立根等关键技术，我国石油钻机自动化、智能化发展受到制约。中国石油研制成功“一键式”人机交互7000米自动化钻机，实现了“流程自动化、作业少人化、操控一键化”。

主要技术进展：（1）突破了**多设备联动协同控制**等技术瓶颈，实现钻井关键工艺流程“一键式”操控。（2）首创了具有并联作业模式的独立建立根系统，实现建立根与钻进并行。（3）突破**虚拟重构、视觉识别**等关键技术，开发了智能安全管控系统，实现了动态防碰管控与重点区域智能报警功能。（4）建立了钻机**在线监测与远程运维平台**，实现钻机设备健康状态在线实时监测和诊断服务。钻机在**长宁—威远国家级页岩气示范区**完钻两口水平井，进尺过万米。实现了“两把座椅控全程”，关键工艺流程全自动化，井口、二层台等高危作业区域无人值守。



Industries

advanced seismic imaging tasks in a shorter time and with a higher accuracy.

Energy

Upstream Midstream Downstream Utilities Partners

— Luca Bertelli, chief exploration officer at Eni

Seismic Data Processing

Whether you're using reverse time migration (RTM), Kirchhoff, or full-waveform inversion (FWI) algorithms, seismic processing on **NVIDIA GPUs** can reduce the time to oil by processing seismic data up to 5X faster than using CPUs alone. By using NVIDIA GPUs, geophysicists processing seismic surveys can apply advanced filters and interpret results on the most complex datasets.

[Read how to reduce costs with one-pass reverse time migration >](#)

Geoscience Visualization

Whether you're using a local workstation or a virtual desktop, NVIDIA professional solutions boost throughput for visualization and heavy computation.

High-performance computing (HPC) and AI improve the calculation of 3D seismic trace attributes and visual analysis of regional basins right at the interpreter's desk.

[Explore GPU-accelerated scientific visualization >](#)

[Learn about remote work solutions for geoscience >](#)

Reservoir Simulation

Maximize reservoir performance with the most sophisticated modeling and simulation technology available. NVIDIA GPUs running on **CUDA**® software speed up and reduce model processing cycle times, allowing researchers to get the most value in the least amount of time.

[Watch webinar on advancing the future of energy with high-performance AI >](#)

[Learn how Stone Ridge Technology and Eni developed the world's fastest reservoir simulation software on NVIDIA GPUs >](#)

Health, Safety, and Environment

Protecting employees, contractors, and the environment is the most important job of energy companies today. Leveraging NVIDIA Metropolis, businesses can make their wellsites safer and smarter by applying deep learning to video streams for applications such as employee safety, traffic management, and resource optimization.

[Read how Netherlands-based Rolloos uses AI to make oil rigs safer for workers >](#)



GPU加快油藏模拟速度：15年工程28分钟模拟

5月3, 2018 by 英伟达中国



鲲鹏产业



鲲鹏科研创新使能伙伴计划

鲲鹏科研创新使能伙伴计划，旨在使能国内高校和科研院所依托鲲鹏人工智能基础软硬件平台开展科学研究和自主可信软件开发...

立即加入

了解详情

昇腾产业



昇腾科研创新使能伙伴计划

昇腾科研创新使能伙伴计划，旨在使能国内高校和科研院所依托昇腾人工智能基础软硬件平台开展科学研究和自主可信软件开发...

立即加入

申请单位信息

单位名称

中国地质大学（武汉）

* 所属院/系/室

请输入所属院/系/室

* 科研方向

请输入科研方向

* 联系人

请输入联系人

* 职务/职称

请输入职务/职称

* 联系地址

请输入联系地址

* 联系电话

请输入联系电话

* 联系邮箱

请输入联系邮箱



中国
China U

申报场景

* 场景类别

☐ 软件迁移 ①

☐ 软件开发 ①

☐ 研究论证 ①

项目介绍 ①

* 项目名称

请输入项目名称

* 项目背景

项目的研究内容、研究目标，以及拟解决的问题

* 技术方案

方案应用软件、应用方向、特色和亮点，并简要说明如何利用现有基础设施开展相关研究

* 预期成果

请输入预期成果

* 算力资源需求

请输入算力资源需求

项目主要成员

请输入成员名称

请输入成员学号/工号

请输入成员职称

请输入成员手机

请输入成员邮箱

+ 添加成员

补充材料文件

上传文件

提交

取消

客服
展开