

2019 年北京市科学技术奖提名公示内容（公告栏）

一、项目名称

复杂油气藏数值模拟理论及算法研究与应用

二、候选单位

1、中国地质大学（北京）；2、中国石油大学（北京）；3、中国科学技术大学；4、北京大学；5、陕西延长石油（集团）有限责任公司

三、候选人

1、李治平；2、王香增；3、姜汉桥；4、卢德唐；5、李恒；6、赖枫鹏；7、党海龙；8、刘同敬；9、李道伦；10、鞠斌山；11、胡景宏；12、王硕亮；13、李剑；14、孟雅

四、项目简介

中国油气田具有低孔低渗、埋藏深、粘度高、多层系、断层多等特点，开发方法也复杂，水平分段压裂、化学驱、汽水交替驱等，使得油藏数值模拟十分复杂，而油藏数值模拟是油气田科学开发的基础，长期以来被国外垄断，不利于中国油气田开发技术的发展，为此，2006 年，在国家油气重大专项中设立了“新一代油藏数值模拟软件系统”课题，由中国地质大学（北京）牵头，联合中国石油大学（北京）、中国科学技术大学、北京大学等五家单位联合攻关，主要解决针对我国油气藏特点的油藏数值模拟理论和核心算法，形成具有自主知识产权核心技术及软件。经过近十年的研究，形成了如下创新成果：

- 1) 提出了新一代油藏数值模拟数学模型的统一建模方法，建立了多维、多相、多组分、多种流动方式等为一体的渗流数学模型，实现了不同物理现象油藏的模拟计算，同时实现了同一油藏不同区域开发方式多变的区域分解整体计算。
- 2) 创建了油藏数值模拟软件平台的新型模式，设计和开发了具有插拔模块的多组合开放的数值模拟软件框架和平台，解决了软件升级换代和油田开发方式转变等模拟计算的功能，从根本上改变了油藏数值模拟软件开发的思路。

3) 建立基于流线形态的变 PEBI 网格智能划分方法, 开发了一键根据流线形态划分不同尺度 PEBI 网格的智能划分模块, 提出了基于小波分析的多重网格方法和大型稀疏矩阵在 GPU 下的求解方法, 提高了 20% 以上的计算速度。

4) 提出了油藏数值模拟快速智能历史拟合计算方法。建立一个替代模型, 得到了概率配点的智能历史拟合新算法, 开发了相应的计算模块, 历史拟合速度提高了 50% 以上。

5) 针对我国致密油气藏、高含水油田化学驱采油等情况、开发了五个特殊油气藏模拟计算模块。主要有: 考虑致密油藏渗吸、非达西流、应力敏感、可动凝胶计算模块等五个模块, 适应了我国特殊油气藏开发数值模拟的需要。

本成果获发明专利授权 25 件, 软件著作权 35 件, 发表论文 124 篇, 其中 SCI 收录 72 篇、出版专著 7 部、培养博士 41 名、硕士 65 名、培养矿场技术人员 1 千多人, 推出了具有自主知识产权的软件平台 2.0 版本, 并在中石油大庆、中石化华北、延长石油等 23 个区块成功应用, 成果经济效益和社会效益显著。2018 年经组织专家鉴定, 成果总体达到国际先进水平, 其中一体化建模达到国际领先水平。

五、主要知识产权支撑材料目录（限 10 个）

序号	知识产权类别	名称	国（区）别	授权号	授权公告日	发明人	权利人
1	计算机软件著作权	新一代组分型油藏数值模拟软件 V2.0	中国	2012SR128731	2012-11-01	李治平, 赖枫鹏, 王香增, 鞠斌山, 王硕亮	中国地质大学（北京）
2	计算机软件著作权	新一代黑油型油藏数值模拟软件 V1.0	中国	2010SR067629	2010-09-30	李治平, 党海龙, 李剑, 孟雅	中国地质大学（北京）
3	发明专利权	一种新型黑油、组分一体化混合数值模拟方法及装置	中国	ZL201210575347.X	2018-04-03	李治平, 吴俊鹏, 赖枫鹏, 王玉枫, 温靖, 刘威	中国地质大学（北京）
4	发明专利权	油藏数值模拟的边界处理方法及装置	中国	ZL201210575346.5	2017-11-14	李治平, 吴俊鹏, 赖枫鹏, 王玉枫, 温靖, 刘威	中国地质大学（北京）
5	发明专利权	一种用于超临界 CO ₂ 岩心伤害的高温高压反应釜	中国	ZL201510484941.1	2017-03-22	李治平, 许智超	中国地质大学（北京）
6	发明专利权	含硫天然气中元素硫溶解度的预测方法	中国	ZL201210461816.5	2015-04-22	胡景宏, 梁涛	中国地质大学（北京）
7	发明专利权	一种网格划分方法及系统	中国	ZL201110204796.9	2013-01-16	查文舒, 李道伦, 卢德唐, 张龙军	中国科学技术大学

8	计算机软件著作权	稀油油藏精细数值模拟软件 V1.0		中国	2011SR099653	2011-10-01	姜汉桥, 刘同敬	中国石油大学(北京)
序号	知识产权类别	名称		标准类别	标准编号	标准发布日期	标准起草单位	标准起草人
序号	知识产权类别	论文(著作)名称	刊名/出版社	年卷期页码	发表时间(年月日)	通讯作者(含共同)	第一作者(含共同)	论文全部作者
1	论文	Water flooding performance prediction by multi-layer capacity-resistive models combined with the ensemble Kalman filter	Journal of Petroleum Science and Engineering	2015, 127:1-19	2015-01-20	李恒	张泽群	张泽群, 李恒, 张东晓

2	论文	Simulation of Gas Transport in Tight/Shale Gas Reservoirs by a Multicomponent Model Based on PEBI Grid	Journal of Chemistry	2014, 572 434	2014-09-11	李道伦	张龙军	张龙军, 李道伦, 王磊, 卢德唐
---	----	--	----------------------	---------------	------------	-----	-----	-------------------

六、提名意见

本项目经过近十年研究，有以下研究成果：提出了油藏数值模拟数学模型的统一建模理论；设计和开发了一个具有插拔模块的多组合开放的数值模拟软件平台；针对复杂油藏的情况，建立和完善了复杂干扰下的 PEBI 网格自动划分方法；建立了化学驱油的油藏数值模拟模型；提出油藏数值模拟历史拟合的智能拟合计算。本成果获发明专利 25 件，软件著作权 35 件，发表论文 124 篇，其中 SCI 收录 72 篇、出版专著 7 部、培养博士 41 名、硕士 65 名、推出了具有自主知识产权的软件平台 2.0 版本，并在中石油大庆、中石化华北、延长石油等 23 个区块均有应用。研究期间课题组有 5 人晋升教授、5 人晋升副教授，引进了两名“千人”，经济和社会效益显著。2018 年 7 月，中国石油与化学工业联合会组织的专家对成果进行了鉴定，认为成果总体达到国际先进水平，其中，新一代油藏数值模拟数学模型的统一建模方法已达到国际领先水平。我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，确认全部材料真实有效。

提名该项目为北京市科学技术奖（技术开发类）（一等奖和二等奖）