

# SinoProbe-07 地壳深部探测高性能数值模拟平台数据清单

## 1. 概况

中国地质学家通过深部地壳探测项目，不但需要对探测结果提出定性的解释，还需要提出定量的模型。本项目就是要为地质学家提供一个功能强大、界面友好、便于使用的计算平台，并对如何使用平台做出示范。本项目包括五个课题：课题一、数值模拟平台建设；课题二、岩石物理性质测试与试验研究；课题三、中国大陆主要岩石物性参数测试与数据库构建；课题四、中国大陆岩石圈热状态和流变性质研究；课题五、基于高性能数值模拟的华北克拉通及青藏高原隆动力学研究。

## 2. 研究目标

根据专项总体规划，总体目标在于建立能够利用中国大陆岩石圈热结构和三维流变结构来模拟中国大陆地球动力学过程，特别是重点研究区域(华北和青藏高原)的三维流变结构的大规模并行计算平台系统及可视化系统，同时建设数值计算模型将专门针对中国大陆深部地幔对流与岩石圈耦合关系的精细数值模拟实验问题的壳-岩石圈地幔-软流圈地幔和上地幔演化所涉及到的牛顿流体（地幔）与非牛顿流体（地壳）方程、温度场（能量方程）、壳幔热化学演化方程、质量守恒方程等强耦合等系列地球动力学过程重要问题。

## 3. 主要研究内容

1.) 数值模拟平台建设：主要包括数值模拟相关的三维有限元并行计算程序库，同时建设数值计算模型将专门针对中国大陆深部地幔对流与岩石圈耦合关系的精细数值模拟实验问题的壳-岩石圈地幔-软流圈地幔和上地幔演化所涉及到的牛顿流体(地幔)与非牛顿流体(地壳)方程、温度场(能量方程)、壳幔热化学演化方程、质量守恒方程等强耦合等系列地球动力学过程重要问题；将ANSYS平台的部分功能结合到本项目的数值模拟平台中；

2) 三维大规模可视化平台建设：主要用于显示数值模拟结果，便于分析和展示海量地学观测数据和数值模拟结果。

研究任务进一步可分解为：

(1) 根据我们现有的研究全球性大规模地幔对流、区域性地幔对流和区域性强震演化物理和数值试验模拟的工作成果和科研经验，建立一个专门针对数值模拟研究华北克拉通破坏问题的壳-地幔岩石圈-地幔耦合大规模并行有限元分析计算平台系统：这个系统中主要以大规模和超大规模数值模拟为核心，辅以能够生成百万量级三维非结构化网格前处理系统和对这些大规模模拟数据进行有效可视化与数据挖掘分析的后处理系统。

与一般的系统平台不同的是，我们的系统强调专用性，针对性与实用性。即除了我们可以使用其可以作为数值模拟试验平台以外，还能够将中国大陆的最新科研成果和资料及时纳入到模型的考虑之内，可以服务于参与到“华北克拉通破坏”重大项目的相关研究项目。如提供大规模三维体绘制并行可视化系统，地质学家就可以用来显示物

理探测的最新结果，对科学结果进行重现，检验其可行性等（将在后面的实施方案中具体讨论）。从而共同完善实际的物理模型，加深对该地区科学问题的认识。

(2) 根据以往的研究结果，研究青藏高原隆升一级华北克拉通破坏这样的典型的壳-地幔岩石圈-地幔耦合的地球动力学演化模式，需要我们的数值模拟试验平台有能够对局部小的对流环的动力学和热化学进行三维建模模拟。特别需要说明的是，根据多年的研究经验，我们的数值计算模型绝对不能强调同一数值试验模型的大而全，而是恰恰相反，对这些关键性参数尽量分别处理、分别讨论。即在讨论一个关键参数（如控制对流的瑞雷数Rayleigh number）时，尽量对其它关键参数进行分离处理；对于强耦合性的一个或几个关键参数（温度场分布与对流速度耦合问题），也尽量做到用最简单的物理模型来进行建模和分析。这样才能保证科研过程和方法的可行性的同时，力图对最本质的科学问题进行刻画和研究。

(3) 数值模拟及可视化与具体科学问题相结合：依据已有关于青藏高原隆升以及华北克拉通破坏的地质学、岩石学、地球化学、地球物理学和地球动力学等多学科综合研究结果，在原有我们承担“区域强震活动演化的物理模型和预测模型试验” 973 研究项目成果的基础上，利用三维有限元壳幔耦合数值模型，试图解开这一地区的深层克拉通破坏与浅层地震活动性之间本质性物理联系，即探讨当前控制该地区强烈地震发生的主要因素及其与克拉通破坏导致的岩石圈减薄之间的关系，为板内强地震孕育环境的动力学研究提供合理的物理

解释。数值模型系统中尽量全面地考虑实际地学问题中涉及到的各种物理学参数，如地表高程、沉积层厚度分布、断层信息、地震剖面速度结构、区域岩石自然分布与岩石学物性参数值、MOHO 面深度分布等。

#### 4. 研究成果

项目基于其他项目的提供大规模并行有限元数值模拟及可视化平台系统。数值模拟平台将可以针对数百万乃至千万网格的模型问题进行计算并进行可视化，满足中国大陆深部动力学过程模拟的需要。该平台可以通过网络提供专项相关的科研单位共享使用。因此本项目主要是向专项提交大规模并行有限元数值模拟及可视化平台系统。

#### 5. 数据目录

DATA	与项目相关的各种数据资料
GM_Codes	课题组写的线弹性模型、粘弹性模型的有限元数值模拟源代码包
GM_coupler	课题组写的耦合器源代码包
GM_Greenland	课题组写的格陵兰岛海冰模式数值模拟源代码包和格陵兰岛的相关数据以及数值模拟结果数据
GM_Parmure1.0	课题组研发的可视化软件 Parmure1.0 源代码包
GM_Parmure1.0 用户手册	课题组研发的可视化软件 Parmure1.0 用户手册
GM_visade3.0_source.tar	课题组研发的可视化软件 visade 源代码包
GM_visade3.0 软件用户手册	课题组研发的可视化软件 visade 用户手册
GM_visade3_0_0.linux-x86_64.tar	课题组研发的可视化软件 visade 在

	linux64 位的二进制安装包
GM_技术报告-并行软件平台	并行软件平台的技术报告包括各种例子及使用说明
GM_技术报告-可视化平台	可视化平台的技术报告