1. 项目名称：

几类流体力学方程组真空问题的数学理论研究

二、完成单位：

1. 西北大学

2. 河南理工大学

3. 西安理工大学

三、完成人：

| 姓名 | 排名 | 行政  职务 | 技术  职称 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目主要学术  和技术创造性贡献 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 郭真华 | 1 | 院长 | 教授 | 西北大学 | 西北大学 | 可压Navier-Stokes方程组的真空问题 |
| 李自来 | 2 | 无 | 讲师 | 河南理工大学 | 河南理工大学 | 可压缩Navier-Stokes方程组的弱解存在性问题 |
| 王梅 | 3 | 无 | 讲师 | 西安理工大学 | 西安理工大学 | 粘性依赖于密度可压缩Navier-Stokes方程组的弱解存在性问题 |
| 方莉 | 4 | 无 | 教授 | 西北大学 | 西北大学 | 非牛顿流体力学方程中基本波的稳定性问题 |

四、项目简介：

本项目属数学基础研究领域。

众所周知，有关流体力学方程组的研究不仅具有重要的物理背景和应用前途，而且也是非线性偏微分方程理论中最重要的研究方向之一。本项目组成员围绕这一领域中的流体真空状态运动规律方面开展了系统的研究，其主要学术成果为：

**(I).可压缩Navier-Stokes方程组的真空问题**

1).项目组成员针对三维空间粘性系数依赖于密度Naveir-Stokes方程（所谓的浅水波方程）柯西问题全局经典解的存在性进行了研究。证明了三维空间粘性系数依赖于密度Naveir-Stokes方程柯西问题全局经典解的存在性，并且得到了解的长时间行为及衰减估计。**[参见知识产权目录 1]**

2).考虑了黏性系数为常数等熵可压缩Navier-Stokes方程自由边值问题，得到了三维球对称整体弱解的存在性以及自由边界的扩张率。**[参见知识产权目录 8]**

**(II). 三维球对称流体力学方程组Kazhikhov-Vaigant模型的真空问题**

1).证明了三维球对称 Kazhikhov-Vaigant 模型在全空间上带有任意大初值的球对称弱解的整体适定性，同时，当初始不包含真空，证明了解在远离球心处有限时间内不会出现真空。**[参见知识产权目录 2]**

2).研究了三维球对称 Kazhikhov-Vaigant 模型自由边值问题的整体弱解的存在性。**[参见知识产权目录 4]**

3).研究了包含真空的二维Kazhikhov-Vaigant 模型的Cauchy问题。获得了强解的全局适定性，并且进一步获得了强解的长时间行为以及密度函数的衰退率。**[参见知识产权目录 6]**

**(III).** **热传导系数依赖于温度的非等熵可压缩Navier-Stokes方程组的真空问题**

一维黏性系数为常数而热传导系数依赖于温度的非等熵可压缩Navier-Stokes方程,由于热传导系数依赖于温度，导致非等熵可压缩Navier-Stokes方程具有很强非线性性，这给研究热传导系数依赖于温度的非等熵可压缩Navier-Stokes方程解的适定性带来很大的困难。我们得到了一维黏性系数为常数而热传导系数依赖于温度的非等熵可压缩 Navier-Stokes 方程自由边值问题的强解的存在性。**[参见知识产权目录 3]**

**(IV). 可压缩非牛顿流体整体适定性**

1).可压缩非牛顿流体广泛地存在于塑料工业、石油工业、化学工业、食品工业与生物工程等领域。非牛顿流体的特点是应力张量与应变速率张量呈指数关系。描述非牛顿流体应力应变关系的本构方程的复杂性，导致了非牛顿流体方程组的研究步履蹒跚，特别是可压缩非牛顿流体方程组。研究了可压缩非牛顿流的一维剪切变稠流体的零耗散极限问题，且该方程远端由稀疏波连接到单端态为真空的欧拉方程。证明了一维全空间剪切变稠流体存在一列依赖于粘性系烽的整体解，指出随着粘性系数趋于零此整体解是渐近稳定的。**[参见知识产权目录 5]**

2).考虑了一维空间中粘性依赖于密度的可压缩非牛顿流体方程组的初边值问题。考虑初始密度具有真空情形，假定初值满足某相容条件，利用迭代技巧和能量方法，得到了一维剪切变稠流体初边值问题强解的局部存在性和唯一性，并进一步给出了该局部强解的爆破准则。**[参见知识产权目录 7]**

五、主要知识产权目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **论文专著**  **名称** | **刊名** | **作者** | **年卷页码（xx年xx卷xx页）** | **发表时间** | **通讯作者** | **第一作者** | **知识产权是否归国内所有** |
| 1 | Global well-posedness andlarge-time behavior of classical solutions to the 3D Navier-Stokes system with changed  Viscosities | J. Math. Phys. | 郭真华 宋文静 | 60 (2019), 031502, 29 pp. | 2019 | 宋文静 | 郭真华 | 是 |
| 2 | Global solution to 3D spherically symmetric compressible Navier-Stokes equations with large data | [Nonlinear Anal. Real World Appl.](https://mathscinet.ams.org/mathscinet/search/journaldoc.html?id=5565) | 郭真华  王梅  王益 | 40 (2018), 260-289 | 2018 | 郭真华 | 郭真华 | 是 |
| 3 | On Free Boundary Problem For Compressible Navier-Stokes Equations With Temperature-Dependent Heat Conductivity | [Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. B](https://mathscinet.ams.org/mathscinet/search/journaldoc.html?id=5732) | 李自来  郭真华 | 22 (2017), 3903-3919 | 2017 | 李自来 | 李自来 | 是 |
| 4 | Global weak solution to 3D compressible flows with density-dependent viscosity and free boundary | Commun. Pure Appl. Anal. | 王梅  李自来  郭真华 | 16 (2017), 1-23 | 2017 | 王梅 | 李自来 | 是 |
| 5 | Zero dissipation limit to rarefaction wave with vacuum for a one-dimensional compressible non-Newtonian fluid | Commun. Pure Appl. Anal. | 方莉  郭真华 | 16 (2017), 209-242 | 2017 | 方莉 | 郭真华 | 是 |
| 6 | Global well-posedness of strong solutions to the two-dimensional barotropic compressible Navier-Stokes equations with vacuum | [Z. Angew. Math. Phys.](https://mathscinet.ams.org/mathscinet/search/journaldoc.html?id=900) | 方莉  郭真华 | 67(2016), Art. 22, 27 pp. | 2016 | 方莉 | 郭真华 | 是 |
| 7 | Local strong solutions to a compressible non-Newtonian fluid with density-dependent viscosity. | [Math. Methods Appl. Sci.](https://mathscinet.ams.org/mathscinet/search/journaldoc.html?id=7018) | 方莉  郭真华  王玉欣 | 39 [(2016)](https://mathscinet.ams.org/mathscinet/search/publications.html?pg1=ISSI&s1=343419), 258-258 | 2016 | 方莉 | 郭真华 | 是 |
| 8 | Global existence of weak solution to the free boundary problem for compressible Navier-Stokes | [Kinet. Relat. Models](https://mathscinet.ams.org/mathscinet/search/journaldoc.html?id=6444) | 郭真华  李自来 | 9 (2016), 75-103 | 2016 | 郭真华 | 郭真华 | 是 |