

| | |
|----|--|
| 编号 | |
|----|--|

安徽省青年数学奖申请表

申请人姓名 _____ 李扬 _____

申请人工作单位 _____ 安徽大学 _____

申请人研究领域 _____ 偏微分方程 _____

填 表 日 期 _____ 2022 年 6 月 30 日 _____

安徽省数学会

申请人情况简介

| | | | | | | | |
|------|--|----|----|--------|---|----|---|
| 姓名 | 李扬 | 性别 | 男 | 出生年月 | 1991年8月 | 民族 | 汉 |
| 学位 | 博士 | 职称 | 讲师 | 主要研究领域 | 流体力学中的偏微分方程 | | |
| 电话 | 17718164450 | | | Email | lynjum@163.com | | |
| Fax | | | | 个人网页 | http://math.ahu.edu.cn/ly/list.htm | | |
| 工作单位 | 安徽大学数学科学学院 | | | | | | |
| 个人简历 | <p>受教育经历:</p> <p>2010.09-2014.06, 铜陵学院, 数学与应用数学, 学士</p> <p>2014.09-2019.12, 南京大学, 基础数学(硕博连读), 博士</p> <p>2018.11-2019.11, 捷克科学院数学研究所, 联合培养</p> <p>工作经历:</p> <p>2019.12 至今, 安徽大学数学科学学院, 讲师</p> <p>学术兼职:</p> <p>美国数学会《数学评论》评论员、SIAM J.Math.Anal., Z.Angew.Math.Phys. 等 SCI 期刊匿名审稿人</p> | | | | | | |
| 获奖情况 | <p>2021, 江苏省优秀博士学位论文</p> <p>2021, 南京大学优秀博士学位论文</p> <p>2018, 博士研究生国家奖学金</p> <p>2018, 南京大学优秀研究生标兵</p> <p>2011, 国家励志奖学金</p> | | | | | | |

| | |
|--|---|
| 主 持 的 研 究 项 目 及 主 要 学 术 成 就 简 介 | <p>(不超过 2000 字)</p> |
| | <p>(一) 主持的科研项目</p> |
| | <p>1. 国家自然科学基金青年项目, 可压缩磁流体力学方程组的可解性及其应用, 项目编号: 12001003, 项目期限: 2021.01-2023.12</p> |
| | <p>2. 安徽大学, 科研启动经费, 项目期限: 2019.12-2024.12</p> |
| | <p>3. 江苏省研究生培养创新工程项目, 高维可压缩磁流体力学方程组, 项目编号: KYCX18-0028, 项目期限: 2018.06-2019.06</p> |
| | <p>(二) 主要学术成就简介</p> |
| | <p>申请人的研究领域为非线性偏微分方程, 主要是流体力学中的偏微分方程。主要论文发表或接收于 SIAM Journal on Mathematical Analysis, SIAM Journal on Numerical Analysis, Journal of Differential Equations, IMA Journal on Numerical Analysis, Nonlinearity 和 Journal of Mathematical Fluid Mechanics 等高水平学术期刊。</p> |
| | <p>磁流体力学在天体物理、受控核聚变、工程技术等诸多领域中有重要应用。其相应的数学理论一直是偏微分方程中的热点课题。近年来, 许多著名数学家如江松院士、张平院士、章志飞教授、雷震教授、吴家宏教授、Oberwolfach Prize 获得者 Székelyhidi, László, Jr. 等都在该领域中取得重要研究进展。申请人主要从事磁流体力学方程组及相关模型的分析研究, 具体包括:</p> |
| | <p>1. 可压缩流体力学方程组的整体弱解及应用</p> |
| | <p>申请人对可压缩磁流体力学方程组及可压缩两相流模型的弱解理论进行了较为系统的研究, 主要包括:</p> |

考虑具有热传导效应的可压缩磁流体力学方程组。假定流体是有粘性的但磁扩散系数为零, 申请人与导师孙永忠教授合作证明了其初边值问题存在整体有限能量弱解。在数学上, 磁扩散系数的消失给整体弱解的构造带来很大的挑战。为此, 我们考虑一类简化的模型, 即流体的运动发生在平面上而磁场仅通过垂直方向作用在导电流体上。这大大简化了磁场的动

力学方程，进而为其整体弱解的构造提供新的思路。利用方程组的数学结构结合弱收敛分析，我们证明了该二维模型存在整体有限能量弱解。该工作从某种程度上证明了磁场所具有的稳定效应，现已发表在国际著名期刊 *SIAM Journal on Mathematical Analysis*，参见文献[1]。受邀在第四届全国偏微分方程博士生论坛报告该项工作。

上述结果引发了一些学者的后续研究。基于我们提出的简化模型，国家万人计划“青年拔尖人才支持计划”获得者张挺教授与合作者将主要结果推广到变粘性系数且压力非单调状态方程。其论文中写到：**As in [32], due to mathematical challenges, we consider the case that the motion of fluids takes place in the plane \mathbb{R}^2 , and the magnetic field acts on fluids only in the vertical direction.** 同样基于我们提出的简化模型，国际知名数学家吴家宏教授与合作者在临界空间中研究了等熵磁流体方程组柯西问题的整体适定性。

考虑等熵可压缩磁流体力学方程组。假定流体是无粘的但磁扩散系数大于零，申请人与 ICM 邀请报告人 Eduard Feireisl 教授合作证明了其柯西问题对光滑初始值存在无穷多整体弱解。证明的关键是利用磁场方程的特定结构结合凸积分方法。对非等熵流体亦有类似结果，相关论文发表在国际著名期刊 *Nonlinearity*，参见文献[4]。受邀在 2020 年长三角偏微分方程学术研讨会暨博士生论坛报告该项工作。论文中使用的技术和方法在研究可压缩两相流模型中也十分有效，相关论文发表在国际著名期刊 *Journal of Differential Equations*，参见文献[5]。

流体力学方程组的弱解理论有诸多重要应用，譬如低马赫数极限与弱强唯一性原理。申请人与合作者分别在柱状区域和薄区域考虑了几类奇异极限问题，相关论文发表在国际著名期刊 *Nonlinearity* 和高水平期刊 *Journal of Mathematical Fluid Mechanics*，参见文献[7,11]。

2. 可压缩流体力学方程组的耗散型弱解及应用

申请人对可压缩磁流体力学方程组的数值解收敛性问题及相关模型进行了较为系统的研究，主要包括：

考虑高维等熵可压缩磁流体力学方程组，其绝热指标为任意大于 1 的常数。申请人与捷克科学院余邦伟研究员合作提出了耗散型弱解的概念并

进一步证明了弱强唯一性原理，建立了广义的 **Lax** 等价性理论，即数值解的收敛性等价于相容性和稳定性。弱强唯一性原理的建立使得数值解到经典解的收敛性问题得以解决。作为该理论的应用，我们基于混合型有限体积法和有限元法提出了两种较为新颖的数值格式。相关工作已被计算数学领域国际顶级期刊 **SIAM Journal on Numerical Analysis** 和 **IMA Journal on Numerical Analysis** 录用，参见文献[2,8]。受磁流体力学方程组的启发，我们对可压缩两相流模型亦引入了耗散型弱解的概念并研究了数值解的收敛性问题，相关工作发表于国际高水平期刊 **Journal of Mathematical Fluid Mechanics**，参见文献[12]。

代表性论文目录（“*”表示通讯作者）

- [1] **Yang Li***, Yongzhong Sun, On global-in-time weak solutions to a two-dimensional full compressible nonresistive MHD system, *SIAM Journal on Mathematical Analysis*, 53 (4), 2021, 4142-4177. （中科院大类 2 区，小类 2 区，MathScinet 引用 1 次）
- [2] **Yang Li**, Bangwei She*, On convergence of numerical solutions for the compressible MHD system with exactly divergence-free magnetic field, *SIAM Journal on Numerical Analysis*, 2022, 已录用, （中科院大类 2 区 **Top**, 小类 1 区）
- [3] **Yang Li***, Yongzhong Sun, Global weak solutions to a two-dimensional compressible MHD equations of viscous non-resistive fluids, *Journal of Differential Equations*, 267 (6), 2019, 3827-3851. （中科院大类 2 区，小类 1 区 **Top**, MathScinet 引用 13 次）
- [4] Eduard Feireisl, **Yang Li***, On global-in-time weak solutions to the magnetohydrodynamic system of compressible inviscid fluids, *Nonlinearity*, 33 (1), 2020, 139-155. （中科院大类 2 区，小类 2 区，MathScinet 引用 5 次）

其他代表性论文目录（“*”表示通讯作者）

- [5] **Yang Li**, Ewelina Zatorska*, On weak solutions to the compressible inviscid two-fluid model, *Journal of Differential Equations*, 299, 2021, 33-50. （中科院大类 2 区，小类 1 区 **Top**, MathScinet 引用 1 次）
- [6] **Yang Li**, Yongzhong Sun, Ewelina Zatorska*, Large time behavior for a

compressible two-fluid model with algebraic pressure closure and large initial data, *Nonlinearity*, 33 (8), 2020, 4075-4094. (中科院大类 2 区, 小类 2 区, MathScinet 引用 4 次)

[7] Sai Li, **Yang Li***, Incompressible limit on thin domains with periodic boundary condition, *Nonlinearity*, 34 (9), 2020, 6273-6300. (中科院大类 2 区, 小类 2 区, MathScinet 引用 0 次)

[8] **Yang Li**, Bangwei She*, On convergence of numerical solutions for the compressible MHD system with weakly divergence-free magnetic field, *IMA Journal on Numerical Analysis*, 2022, 已录用, (中科院大类 2 区, 小类 2 区)

[9] **Yang Li**, Yongzhong Sun*, Global weak solutions and long time behavior for 1D compressible MHD equations without resistivity, *Journal of Mathematical Physics*, 60 (7), 2019, 071511, 22 pp. (中科院大类 3 区, 小类 4 区, MathScinet 引用 13 次)

[10] **Yang Li***, Global well-posedness for the three-dimensional full compressible viscous non-resistive MHD system, *Journal of Mathematical Fluid Mechanics*, 24 (1), 2022, Paper No. 28, 24 pp. (中科院大类 3 区, 小类 3 区, MathScinet 引用 0 次)

[11] **Yang Li***, Singular limit for rotating compressible fluids with centrifugal force in a finite cylinder, *Journal of Mathematical Fluid Mechanics*, 23 (1), 2021, Paper No. 27, 11 pp. (中科院大类 3 区, 小类 3 区, MathScinet 引用 1 次)

[12] **Yang Li**, Bangwei She*, A numerical approach for the existence of

dissipative weak solutions to a compressible two-fluid model, *Journal of Mathematical Fluid Mechanics*, 24 (3), 2022, Paper No. 78, 17 pp. (中科院大类 3 区, 小类 3 区, MathScinet 引用 0 次)

[13] **Yang Li**, Pengcheng Mu*, On the low Mach number limit of a two-fluid model with magnetic field and ill-prepared initial data in bounded domain, *Zeitschrift fur Angewandte Mathematik und Physik*, 72 (6), 2021, Paper No. 192, 12 pp. (中科院大类 3 区, 小类 3 区, MathScinet 引用 0 次)

[14] **Yang Li***, Global weak solutions to the three-dimensional inviscid Boussinesq system in the presence of magnetic field, *Zeitschrift fur Angewandte Mathematik und Physik*, 70 (6), 2019, Paper No. 172, 10 pp. (中科院大类 3 区, 小类 3 区, MathScinet 引用 1 次)

[15] **Yang Li***, Global strong solutions to the one-dimensional heat-conductive model for planar non-resistive magnetohydrodynamics with large data, *Zeitschrift fur Angewandte Mathematik und Physik*, 69 (3), 2018, Paper No. 78, 21 pp. (中科院大类 3 区, 小类 3 区, MathScinet 引用 7 次)

[16] **Yang Li***, Lingyu Jiang, Global weak solutions for the Cauchy problem to one-dimensional heat-conductive MHD equations of viscous non-resistive gas, *Acta Applicandae Mathematicae*, 163, 2019, 185-206 (中科院大类 4 区, 小类 4 区, MathScinet 引用 5 次)

[17] **Yang Li***, Global well-posedness to the one-dimensional model for planar non-resistive magnetohydrodynamics with large data and vacuum, *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 462 (2), 2018, 1342-1356 (中科院大类 3 区, 小类 3 区, MathScinet 引用 7 次)

推荐人推荐意见

被推荐人的原创性学术成果，已有的应用成果或可能的应用前景(包括代表性著作、论文、专利或成果鉴定等)：

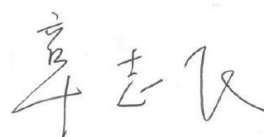
尊敬的安徽省青年数学奖评审委员会：

李扬博士的研究方向为流体力学中的非线性偏微分方程，主要包括磁流体力学方程组及两相流模型的适定性理论与奇异极限。

对一种简化的二维模型，李扬博士与孙永忠教授合作证明了可压缩磁流体力学方程组在磁扩散系数为零、速度场有粘性时存在有限能量弱解，这是该方程组目前仅有的大初始值整体存在性结果。相信会对一般的高维模型起到一定程度的推动作用。研究成果发表在偏微分方程领域著名期刊 *SIAM Journal on Mathematical Analysis*、*Journal of Differential Equations*。此外，李扬博士与 ICM 邀请报告人 Eduard Feireisl 教授合作证明了可压缩磁流体方程组在无粘性仅有磁扩散时存在无穷多整体弱解；其证明方法对相关的流体力学方程组如可压缩两相流模型亦十分有效。研究成果发表在偏微分方程领域著名期刊 *Nonlinearity*、*Journal of Differential Equations*。近期，李扬博士与捷克科学院余邦伟研究员合作研究了可压缩磁流体方程组数值解的收敛性，并引入了耗散型弱解的概念，从而建立了广义的 Lax 等价性理论。这种将数值分析与理论结合的研究思路相信会对其他流体力学方程组有较大的启发作用。研究成果被计算数学领域国际顶级期刊 *SIAM Journal on Numerical Analysis* 录用。

李扬博士自 2019 年毕业以来已在偏微分方程领域高水平期刊发表论文近 20 篇，并已招收硕士研究生。鉴于李扬博士优异的科研成果和较大的潜力，我热忱推荐他申报 2022 年度“安徽省青年数学奖”。

推荐人签名：



2022 年 6 月 29 日

推荐人工作单位：北京大学

推荐人通讯地址：北京大学数学科学学院

邮政编码：100871

推荐人联系电话：010-62768768 (O)，

(H)，手机：15811172388

推荐人 Email Address: zfzhang@math.pku.edu.cn

推荐人推荐意见

被推荐人的原创性学术成果，已有的应用成果或可能的应用前景(包括代表性著作、论文、专利或成果鉴定等)：

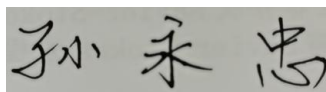
尊敬的安徽省青年数学奖评审委员会：

李扬博士科研工作踏实，研究刻苦，表现优异。博士期间他在无磁阻的磁流体力学方程组 (MHD) 初边值问题和我合作作出了一系列有意义的工作。博士第三年他赴捷克科学院数学研究所跟流体力学数学理论知名学者 E. Feireisl 合作，得到了可压无粘带磁阻 MHD 方程组弱解的非唯一性等结果。后期他不断扩大自己的研究面，在 MHD 方程组解的数值分析、两相流模型的适定性问题、可压缩 Navier-Stokes 方程的多参数奇异极限等方向做出了许多工作并发表在国际知名专业期刊上，得到了同行专家的认可。

由于描述所研究模型的非线性偏微分方程通常是双曲-抛物 (-椭圆) 的耦合模型，对其长时间适定性并没有一套现成的方法可以遵循，因而上述这些工作需要一些原创性的想法和技术。李扬在跟我合作研究过程中表现了他持之以恒的研究态度、持续深入的问题思考、对基础知识和研究方法的深刻掌握以及独立的科研能力和原创精神。

鉴于上述理由，我十分乐意推荐李扬博士参评安徽省青年数学奖。

推荐人签名：



2022 年 6 月 30 日

推荐人工作单位：南京大学数学系

推荐人通讯地址：江苏省南京市鼓楼区汉口路 22 号

邮政编码：210093

推荐人联系电话：025-83592861(0)，手机：13952056365

推荐人 Email Address: sunyz@nju.edu.cn

| | |
|--|-------------------------------|
| <p>评 奖 委 员 会 意 见</p> | <p>签字： _____</p> <p>年 月 日</p> |
| <p>备 注</p> | |