

专业方向 张量优化

编号 _____

中国运筹学会科学技术奖 青年科技奖申报表

申报人 胡胜龙

工作单位 杭州电子科技大学

中 国 运 筹 学 会 制

填 表 说 明

1. 本表可到中国运筹学会网站（www.orsc.org.cn）下载。
2. 专业专长：现所从事的研究领域或专业。
3. 封面编号由青年科技奖评奖委员会办公室统一填写。
4. 简历：从大学开始填写，大学期间须填写所学专业及所在院、系。
5. 曾获奖励情况：指省部级以上科技奖励和荣誉称号。
6. 获基金项目资助情况：包括已完成和正在开展的省部级以上各类科研项目。
7. 专家推荐意见由二位具有高级职称、与推荐人选的学科领域相同或相近的专业技术人员分别填写。
8. 申报人工作单位意见：指申报人工作单位对申报人的德、才、绩评语。

姓 名	胡胜龙	身份证号码	5113231988604234018	
学 历	研究生	学 位	博士	
中国运筹学会 会员号	S390020951M	会员有效期	长期有效	
专业专长	张量优化	专业技术 职务	教授	
单 位	名 称	杭州电子科技大学	所 在 地	浙江杭州
	通讯地址	浙江省杭州市钱塘区二号 大街 1158 号	邮 政 编 码	310018
	联系电话	057186919032	传 真	057186919032
	电子信箱	shenglonghu@hdu.edu.cn	手 机	13738175926
在国内外学术 团体任职情况		中国青年科技工作者协会（第六届） 中国运筹学会理事 中国运筹学会数学规划分会理事 浙江省数学会理事 中国运筹学会数学与智能分会（筹）常务理事		
简 历	何年何月 至何年何月	在何单位（学校）任何职（读何专业）		
	2004/9-2008/7	天津大学理学院数学与应用数学专业本科学习		
	2008/9-2010/3	天津大学理学院运筹学与控制论专业硕士学习		
	2010/4-2013/10	香港理工大学应用数学系应用数学专业博士学习		
	2014/4-2018/3	天津大学理学院/数学学院任副教授		
	2014/9-2015/8	新加坡国立大学数学系博士后		
	2015/9-2016/3	芝加哥大学统计学系博士后		
2018/4-至今	杭州电子科技大学理学院任教授			

曾获奖励情况				
获奖时间	获奖项目名称	奖项名称	奖励等级 (排名)	授奖部门
2017	Strictly nonnegative tensors and nonnegative tensor partition	优秀论文奖	1	Science China-Mathematics 编委会
获基金项目资助情况				
获基金资助项目名称	基金名称	资助时间及方式	目前完成情况	
张量低秩逼近问题的理论与算法	国家自然科学基金委员会/面上	2022-2025/50 万元 /主持	在研	
正交张量优化问题的理论与算法	国家自然科学基金委员会/面上	2018-2021/48 万元 /主持	结题	
四次多项式系统 S-引理的相关问题及应用	国家自然科学基金委员会/青年	2015-2017/22 万元 /主持	结题	
天津市青年人才托举工程	天津市人才工作领导小组/天津市科协/人才	2018-2020/45 万元 /主持	结题	
球面上四次型极小化问题的理论与高效算法	浙江省自然科学基金委员会/一般	2022-2024/6 万元 /主持	在研	
张量数据深度学习/统计学习的优化理论方法及其应用	浙江省自然科学基金委员会/重大	2019-2021/45 万元 /参与	结题	

主要科学技术成果、贡献、影响等

申请人在张量低秩逼近的理论、算法及应用的一些核心问题上进行深入研究，取得一系列重要成果。主要学术贡献要点如下：

- (1) 剖析正交张量低秩集的分层流形结构，给出张量正交低秩逼近问题非退化稳定点的几何分布，证明一般张量正交低秩逼近优化问题的所有稳定点非退化，证明其交替分解法在无需额外条件下线性收敛，完全解决冯诺依曼奖获得者 Saad 于 2009 年提出的公开问题。成为张量低秩逼近算法分析的突破性成果，发表于运筹优化顶刊 Math Program(199:1305-1364, 2023, 一作)。
- (2) 给出正交张量秩一逼近优化问题稳定点的解析表达，证明一般张量和正交张量秩一逼近及 Veronese 簇秩一逼近的所有稳定点非退化。作为应用，证明高阶幂法在无需额外条件下线性收敛，完全回答美国三院院士 Golub 于 2001 年提出的重要未决问题。发表于计算数学顶刊 Numerische Mathematik(140: 993-1031, 2018, 一作)和 Sci China Math(65:2483-2492, 2022, 独作)。
- (3) 构造张量非负秩一逼近问题的双非负半定松弛全局算法，首次证明双非负正点定理，建立全局收敛和精确松弛理论。是唯一有理论保证的全局优化算法，发表于数值代数顶刊 SIAM J Matrix Anal Appl(40:1527-1554, 2019, 一作)。
- (4) 建立非负张量秩一逼近稳定点方程的完备剖分刻画，给出 Frobenius 规范式，建立秩一逼近正解存在的充要条件。完美给出非负张量 Perron-Frobenius 理论的关键内容，发表于数值代数顶刊 SIAM J Matrix Anal Appl(37: 1747-1770, 2016, 一作)和 Sci China Math(57:181-195, 2014, 一作)。
- (5) 引入张量行列式，证明张量谱牛顿等式，完全刻画高阶非负张量谱对称性。回答超图谱对称理论的未决问题，发表于符号计算顶刊 J Symb Comput(50: 508-531, 2013, 一作)和 Sci China Math(63:845-872, 2020, 独作)，出版超图张量谱理论首部专著《一致超图的张量谱理论初步》(2023, 独作, 353 千字)。

以上五个学术贡献点之间具有紧密的联系，其逻辑关系见图 1。低秩张量集是中心和基础，通过对偶曲面理论关联行列式和谱理论，为张量低秩逼近问题的稳定点分析提供重要的代数理论基础。

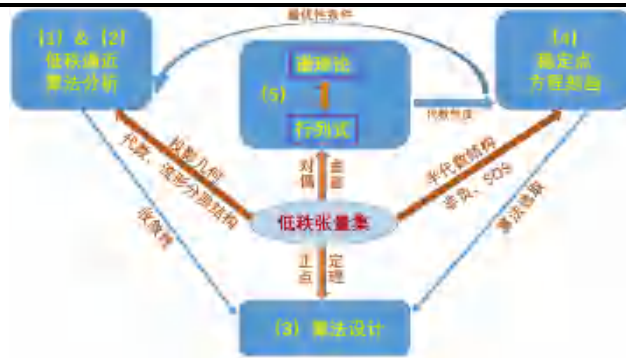


图 1：五个学术贡献点之间的关系

申请人的学术贡献为数学优化和相关学科提供新的研究方法和系统的创新成果。先后在运筹优化顶刊《Math Program》、计算数学顶刊《Numer Math》、数值代数顶刊《SIAM J Matrix Anal Appl》(2016、2019)、符号计算顶刊《J Symb Comput》、《Sci China Math》(2009、2014、2020、2022) 等发表论文 60 余篇，出版国内首部超图谱理论专著，受到国内外同行的高度关注和正面引用。获 1229 次 SCI 他引；两篇排名该刊当年发文引用第一；Google Scholar 引用 1835 次，单篇最高 165 次，5 篇超过 100 次。研究工作得到著名学者的多次正面引用，如 Lasserre(冯诺依曼奖获得者、拉格朗日奖获得者、SIAM Fellow)、Comon(SIAM Fellow、IEEE Fellow、法国科学院银奖获得者)、中科院张恭庆院士及 Bayraktar (SIAM J Control Optim 副主编、Math Oper Res 编委) 等。

申请人入选首届浙江省高校领军人才(青年)和首届天津市青年人才托举工程。先后获得《Sci China Math》优秀论文奖、浙江省数学会研究成果奖、天津市数学会青年学术奖等。

申请人应邀先后在中国运筹学会年会(2018、2022)、全国优化会议(2019)、中国数学会年会(2019、2023)、中国工业与应用数学会年会(2017、2020、2021、2023) 等多个国内重要学术会议做大会报告、青年组大会报告和专题邀请报告；是第十三届中国计算机数学大会程序委员；为 2012 年天津举办的“张量谱理论高级讲习班”授课；在国际工业与应用数学会 ICIAM(2019 西班牙、2023 日本)、澳大利亚数学会年会(2017 堪培拉)、SIAM ALA(2015 美国、2018 香港)及 ILAS 2014(韩国首尔) 等多个国际学术会议做专题邀请报告。

2014 年至今，作为项目负责人，已承担国家自然科学基金面上项目两项、青年项目一项，省部级项目三项；参与省重大项目一项。

依据研究内容，下面分四个部分详细阐述申请人的主要学术成绩、创新点及科学意义。

1. 建立张量低秩逼近问题的投影法与几何分析的框架，成功地解决了两个重要公开问题

张量低秩逼近是高阶数据降维与高效计算的基础工具，是多个复杂参数模型求解的重要方法。1845年，Cayley率先对张量进行研究^[4]，此后首届沃尔夫奖获得者Gelfand对秩一张量对偶曲面做出重要贡献^[8]。自1970年代，张量逼近理论在众多工程应用中发挥基础作用，请参考美国工程院院士Kolda的综述^[21]。2001年，美国三院院士、数值代数泰斗Golub对张量秩一逼近进行研究^[27]，并在其经典名著《Matrix Computations》第四版中加入相关章节。自此，张量低秩逼近问题成为数值优化的一个核心研究领域。

申请人引入代数几何和微分几何工具，研究最基本的张量秩一逼近、正交低秩逼近和具有应用背景的半代数低秩逼近问题稳定点的二阶信息特征，以及相关算法分析。在这方面的主要贡献分为如下三点：

正交低秩逼近：盲源信号分离等应用对张量有正交约束，产生正交低秩逼近问题。目前，求解该问题的主要算法是交替极分解法(LROAT)^[6]。冯诺依曼奖获得者Saad等2009年^[6]指出“虽然从数值计算观察到线性收敛，但LROAT算法的收敛速度刻画仍然是公开问题”（原文P1731“It is an open problem how fast LROAT converges, although empirically convergence is observed to be linear”）。申请人创造性地将问题转化为正交张量低秩集上的投影问题。通过刻画正交张量集的分层微分结构，利用最优性条件的代数方程刻画以及投影函数的Morse定理，证明一般张量正交低秩逼近问题的所有稳定点非退化。引入截断和邻近点技术，证明算法全局收敛，及在无需额外条件下全局线性收敛。完美解决冯诺依曼奖获得者Saad提出的公开问题。成果在运筹优化顶刊《Math Program》以60页长文发表^[19]。两位审稿人均给予高度评价“**Generally, this manuscript is mathematically strong and the convergence results are impressive.**”；“**It is striking, and elegant, how the authors successfully invoke tools from different mathematical domains to establish their convergence guarantees.**”

秩一逼近：张量秩一逼近是张量低秩逼近中的基本问题^[27]，被广泛使用。然而，作为“work horse”基本算法^[21]，经典高阶幂法的收敛率一直悬而未决。Golub等2001年^[27]指出“虽然该算法的收敛性有所研究，但是其收敛速度在文献中没有刻画”（原文P542“Although the convergence of this method was studied, the rate of convergence has not yet been analyzed in the literature.”）；2014年，北卡罗莱纳州立大学Chu教授(SIAM J

Matrix Anal Appl原编委)等^[26]再次强调“收敛速度问题未解决,猜测为线性”(原文 P1603 “We shall not concern ourselves with the rate of convergence, though it is expected to be linear”)。申请人将问题创造性地转化为秩一张量集上的线性函数极大化问题,利用秩一张量集及其对偶曲面理论,引入非退化奇异向量组研究稳定点的非退化性。建立 Segre流形与参数空间的局部微分同胚,利用线性函数的Morse定理,证明一般张量秩一逼近的所有稳定点非退化,及高阶幂法在无需额外条件下全局线性收敛。成果发表于计算数学顶刊《Numer Math》^[14], 解决美国三院院士Golub提出的重要未解决问题。

簇等半代数:半代数条件是应用中张量低秩逼近常见且重要的一类约束。申请人利用对偶曲面理论和群作用,建立秩一逼近问题稳定点方程的代数刻画,证明其非退化性,刻画正交张量问题稳定点的二阶信息特征。证明一般张量的几类(Veronese簇、等阶范数、正交可分等)半代数秩一逼近问题的所有稳定点非退化。稳定点非退化性的刻画为相关算法的分析提供基础理论。成果发表在上述《Numer Math》^[14]和《Sci China Math》^[11]上。

研究工作得到了国内外著名专家学者的充分肯定。包括:

(1) Manage Sci 及 Oper Res 编委、明尼苏达大学张树中教授等^[22]评述 “[32,定理 4.4,推论 5.4]证明线性收敛性对几乎所有张量都成立”及“同时,[33]证明全局收敛并研究收敛速率。”原文:“It was shown ...[32, Thm 4.4, Cor. 5.4] that...the convergence rate is linear for almost all tensors.”以及“Meanwhile,...,the global convergence was established and its convergence rate was studied in [33]”, [32]和[33]分别对应工作^[14]和^[19]。

(2) SIAM 及 IEEE Fellow、法国科学院银奖获得者、法国科学院 Comon 教授等^[25, SIOPT]评述“如[31]所证明,非退化稳定点也成立该结论。”原文:“In fact, it is also valid for non-degenerate stationary points, as shown in [31]”, 对应工作^[14]。

(3) SIAM J Matrix Anal Appl 编委、法国科学院 Usevich 教授等^[23, SIMAX]评述“对非对称张量, ...[14]证明收敛速率。”原文:“For non-symmetric tensors... with speed of convergence established in [14]”, 对应工作^[14]。

从投影的角度,以半代数特征为切入点分析低秩张量集是申请人对张量低秩逼近的研究方法和工具使用的创新。鉴于此,申请人受 IEEE Fellow、鲁汶大学 De Lathauwer 教授邀请在 ICIAM 2019(西班牙)作专题报告。同时,受邀在 ICIAM 2023(日本)作相关专题报告及将在 2024 中国计算机数学大会作青年大会报告。

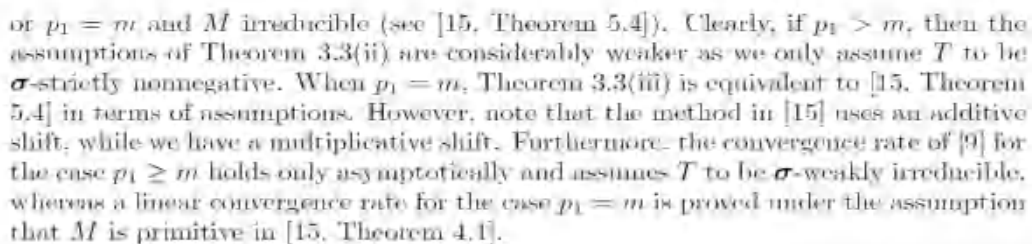
2. 构造非负张量稳定点方程的剖分，建立正 Perron 向量存在的充要条件

张量低秩逼近问题的稳定点可以刻画为多项式方程组，然而其复杂度超出了对应多项式方程组的经典 Grobner 基方法处理范围。申请人通过研究非负张量低秩逼近问题稳定点方程的代数特性，建立了正解存在的充要条件。

非负张量秩一逼近的稳定点可通过非负张量 Perron-Frobenius 理论来研究。非负矩阵的相应理论主要由 1907 年 Perron 和 1912 年 Frobenius 的工作组成，被誉为矩阵理论中最重要的定理，是网页排序等应用的核心理论。该理论核心内容之一即为通过 Frobenius 规范式刻画正 Perron 解存在的充要条件。申请人利用非负系数多项式映射的有序性，引入树生成的方法，将非负张量的秩一逼近问题稳定点方程进行精确剖分，进而获得 Frobenius 规范式及正解存在的充分必要条件。该项研究成为非负张量 Perron-Frobenius 理论核心内容之一。成果分别发表在数值代数顶刊《SIAM J Matrix Anal Appl》^[16] 和《Sci China Math》^[13] 上。奥本大学数学系原主任谭天祐教授在美国数学评论正面评价工作^[16] (MR3584580)。《Sci China Math》的论文获得 2017 年该期刊优秀论文奖。该奖项至今共评选 5 次，每次五个数学分支各不超过一篇论文。计算方向其余获奖论文为林群院士等 (2015)、鄂维南院士等 (2021)、舒期望教授等 (2018)。

研究工作得到了国内外著名专家学者的充分肯定。包括：

(1) ELLIS Fellow、J Mach Learn Res 原编委、德国模式识别奖获得者、ICML, NeurIPS 等区域主席、Tübingen 大学 Hein 教授等在申请人工作基础上开展了研究^[7, SIMAX]。评述“事实上，它退回到 [15] 所定义的严格非负张量”，原文：“Indeed, ... **reduces to the definition of strictly nonnegative tensor introduced in [15]**”，更多评述见图 2。[15] 为工作^[13]。



of $p_1 = m$ and M irreducible (see [15, Theorem 5.4]). Clearly, if $p_1 > m$, then the assumptions of Theorem 3.3(ii) are considerably weaker as we only assume T to be σ -strictly nonnegative. When $p_1 = m$, Theorem 3.3(iii) is equivalent to [15, Theorem 5.4] in terms of assumptions. However, note that the method in [15] uses an additive shift, while we have a multiplicative shift. Furthermore, the convergence rate of [9] for the case $p_1 \geq m$ holds only asymptotically and assumes T to be σ -weakly irreducible, whereas a linear convergence rate for the case $p_1 = m$ is proved under the assumption that M is primitive in [15, Theorem 4.1].

图 2: Hein 教授等引用原文

(2) Reg Sci Urban Econ 主编、J Eur Econ Assoc 副主编、莫纳斯大学 Zenou 教授等^[3]使用申请人证明的正 Perron 向量存在的充要条件作为其研究的关键引理“下面结论可从 Rothblum (2014) 或 Hu and Qi (2016) 中获得”，原文：“The next results can be found in

Rothblum (2014) or Hu and Qi (2016)”，对应工作^[16]。同时被引用成果作者Rothblum是INFORMS首届Fellow， Math Oper Res原主编。

(3) SIAM J Control Optim副主编、Math Oper Res编委、密西根大学Bayraktar教授等^[2, SIMAX]使用申请人工作^[13]中弱不可约张量的刻画进行研究（见原文P278）。

3. 构造双非负半正定松弛全局算法，证明双非负正点定理，建立算法的精确松弛理论和全局收敛理论

非负张量是图像视频数据、高阶网络数据等的自然表达。从获取的张量中揭示对象的内在主要联系是数据处理的重要内容。实现此目标的重要手段是逐次非负秩一逼近，故需要全局解。其全局优化方法理论上可通过半正定（SDP）松弛技术实现。然而，非负性约束具有指数量级的不等式约束，这使得传统Lasserre松弛得到的SDP问题不但规模庞大，而且有系统奇异性。

申请人首次提出双非负半正定松弛全局算法求解张量非负秩一逼近问题。利用单纯形上齐次多项式的正定刻画，成功证明双非负正点定理，建立算法的精确松弛理论、全局收敛理论及误差分析理论，实现高效数值计算。有效解决多项式优化传统Lasserre松弛得到的SDP规模庞大和奇异性问题，不但将可求解问题的规模提升一倍，更有效地回避了SDP奇异性态问题。论文发表在数值代数顶刊《SIAM J Matrix Anal Appl》上^[18]。审稿人给予高度评价“The paper is well written,... Both theoretical and computational results are very strong.”

此工作为解决大规模张量低秩逼近问题、提升计算效率、启发高效松弛算法提供新的研究方法。特别地，正点定理的研究为刻画多项式系统的择一定理提供理论基础，建立了张量形式的袁（亚湘院士）氏择一定理^[15]。冯诺依曼奖和拉格朗日奖得主、SIAM Fellow、法国科学院LASS荣誉主任Lasserre教授等^[1, MP]将申请人的该工作与多项式优化经典工作一起作为研究对象（见原文P469）。

4. 引入张量行列式，证明张量谱的Newton等式 and 对称性

秩一张量集的对偶曲面是张量的行列式曲面，首届沃尔夫奖获得者 Gelfand 等^[8]深刻研究了行列式。对偶曲面与秩一张量集的切点确定的点对所构成的集合是联系秩一张量集与行列式曲面的重要集合。申请人通过张量谱及行列式曲面理论来研究该集合并应用到秩一张量集。建立秩一张量集的对偶曲面的系列基础性质及其与秩一张量集的联

系，并成功运用于张量低秩逼近问题。

(1) 利用代数几何，申请人成功证明张量谱 Newton 等式：谱的幂次和等于相应高阶迹，成为张量谱经典结论。发表在符号计算顶刊《J Symb Comput》^[12]，在该刊 2013 年发表的论文中引用排名第一^[29]，一直为 ESI 高被引论文，引用量排该杂志第 40 名。通过张量行列式理论，将秩一逼近问题稳定点非退化性的研究从流形上转化为确定代数方程解的非奇异性，成功证明在 Zariski 拓扑下一般非退化性结论，为张量秩一逼近问题稳定点的分析提供了关键基础^[11, 14]。

(2) 证明 Sylvester 矩阵谱对称性完全由其非零元的位置决定，非零元的位置构成等价类，建立等价类的群作用。利用 Sylvester 定理和丢番图方程完全刻画高阶非负张量的谱对称性，论文发表于《Sci China Math》^[10]。美国数学评论(MR4119534)评价“这将复杂的几何对称问题转化为代数问题”（原文：“This transforms a complicated geometric symmetry problem into an algebraic problem”）。

Newton 等式和谱对称理论为刻画超图内在结构、发展超图谱理论提供基础理论。事实上，申请人在此工作基础上证明三阶一致超图谱对称性定理。是图论三大基本定理之一的图谱对称性定理的超图延伸^[10]，是张量谱理论最深刻的应用，成果发表于专著^[28]，是国内超图谱理论首部专著。刻画超图的代数连通度^[17]，论文发表于《J Comb Optim》，在该刊 2012 年发表的论文中引用排名第一^[29]，引用量排该杂志第 28 名。

通过对偶曲面研究秩一张量集，应用于张量秩一与低秩逼近问题，是申请人对张量低秩逼近研究方法的另一创新。上述研究为张量低秩逼近、张量谱理论、超图谱理论、张量方程等领域的后续研究提供关键理论、打下必要基础^[20]。

研究工作获得了国内外著名学者的肯定和广泛引用。包括：

(1) CR Math 编委、孟菲斯大学 Nikiforov 教授^[24]强调“特征值被深入研究并建立在严谨的基础上，见[27]和[17]”，原文：“eigenvalues...studied intensively and have been put on a solid ground(see, e.g.,[27]and[17])”，[17]为工作^[12]。

(2) 南卡罗来纳大学 Cooper 教授等^[5]强调“重要的进展包括[4-10]”，原文：“Some important developments include [4-10]”，[7]为工作^[12]。

(3) 印度科学院 Ghoshdastidar 教授等^[9, Ann Stat]高度评价申请人的超图代数连通度和染色数(美国人文与科学院院士 Chung 等研究过此问题)工作“Hu and Qi (2012) 为超图代数连通度提供深刻认识”，原文：“recent results provide insights into the algebraic

connectivity...of hypergraphs, Hu and Qi(2012)”，对应工作^[17]。

除了上述引用外，其他代表性引用包括中科院张恭庆院士、中科院李安民院士、斯坦福大学叶荫宇教授（冯诺依曼奖获得者）、中科院戴彧虹研究员（陈省身数学奖获得者、国家杰青）、加州大学圣地亚哥分校聂家旺教授（AMS Fellow）、香港大学吴国宝教授（SIAM Fellow）、北京航空航天大学韩德仁教授（国家杰青）和夏勇教授（国家优青）、中科院刘歆研究员（国家杰青）、上海交通大学范金燕教授（万人领军）、北京大学文再文教授（万人领军）、同济大学邵嘉裕教授（中国组合数学与图论学会原理事长）、上海财经大学葛冬冬教授（国家杰青）和何斯迈教授（国家杰青）、南开大学杨庆之教授、莱斯大学的马士谦教授、复旦大学魏益民教授、马里兰大学Gowda教授、华南师范大学黎稳教授等。

参考文献

- [1] N.H. Anh Mai, J.-B. Lasserre, V. Magron, Positivity certificates and polynomial optimization on non-compact semialgebraic sets, *Mathematical Programming*, 194: 443-485, 2022.
- [2] P. Azimzadeh, E. Bayraktar, High order Bellman equations and weakly chained diagonally dominant tensors, *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 40: 276-298, 2019.
- [3] O. Bochet, M. Faure, Y. Long, Y. Zenou, Perceived competition in networks, CEPR DP15582, 62pp, 2020.
- [4] A. Cayley, On the theory of linear transformations, *Cambridge Mathematics Journal*, 4: 193-209, 1845.
- [5] J. Cooper, A. Dutle, Computing hypermatrix spectra with the Poisson product formula, *Linear and Multilinear Algebra*, 63: 956-970, 2015.
- [6] J. Chen, Y. Saad, On the tensor SVD and the optimal low rank orthogonal approximation of tensors, *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 30: 1709-1734, 2009.
- [7] A. Gautier, F. Tudisco, M. Hein, A unifying Perron--Frobenius theorem for nonnegative tensors via multihomogeneous maps, *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 40: 1206-1231, 2019.
- [8] I. Gelfand, M. Kapranov, A. Zelevinsky, *Discriminants, Resultants, and Multidimensional Determinants*, Birkhauser, 1994.
- [9] D. Ghoshdastidar, A. Dukkipati, Consistency of spectral hypergraph partitioning under planted partition model, *Annals of Statistics*, 45: 289-315, 2017.
- [10] S. Hu, Symmetry of eigenvalues of Sylvester matrices and tensors, *Science China Mathematics*, 63: 845-872, 2020.
- [11] S. Hu, Nondegeneracy of eigenvectors and singular vector tuples of tensors, *Science China Mathematics*, 65: 2483-2492, 2022.
- [12] S. Hu, Z.H. Huang, C. Ling, L. Qi, On determinants and eigenvalue theory of tensors, *Journal of Symbolic Computation*, 50: 508-531, 2013.


- [13] S. Hu, Z.H. Huang, L. Qi, Strictly nonnegative tensors and nonnegative tensor partition, *Science China Mathematics*, 57: 181–195, 2014.
- [14] S. Hu, G. Li, Convergence rate analysis for the higher order power method in best rank one approximations of tensors, *Numerische Mathematik*, 140: 993–1031, 2018.
- [15] S. Hu, G. Li, L. Qi, A tensor analogy of Yuan’s theorem of the alternative and polynomial optimization with sign structure, *Journal of Optimization Theory and Applications*, 168: 446-474, 2016.
- [16] S. Hu, L. Qi, A necessary and sufficient condition for existence of a positive Perron vector, *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 37: 1747–1770, 2016.
- [17] S. Hu, L. Qi, Algebraic connectivity of an even uniform hypergraph, *Journal of Combinatorial Optimization*, 24: 564–579, 2012.
- [18] S. Hu, D. Sun, K.-C. Toh, Best nonnegative rank-one approximations of tensors, *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 40: 1527–1554, 2019.
- [19] S. Hu, K. Ye, Linear convergence of an alternating polar decomposition method for low rank orthogonal tensor approximation, *Mathematical Programming, Series A*, 199: 1305–1364, 2023.
- [20] S. Hu, K. Ye, Multiplicities of tensor eigenvalues, *Communications in Mathematical Sciences*, 14: 1049–1071, 2016.
- [21] T.G. Kolda, B.W. Bader, Tensor decompositions and applications, *SIAM Review*, 51: 455-500, 2009.
- [22] J. Li, S. Zhang, Polar decomposition based algorithms on the product of Stiefel manifolds with applications in tensor approximation, arXiv:1912.10390, 2019.
- [23] T. Muller, E. Robeva, K. Usevich, Robust eigenvectors of symmetric tensors, *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 43: 1784-1805, 2022.
- [24] V. Nikiforov, Combinatorial methods for the spectral p-norm of hypermatrices, *Linear Algebra and its Applications*, 529: 324-354, 2017.
- [25] K. Usevich, J. Li, P. Comon, Approximate matrix and tensor diagonalization by unitary transformations: convergence of Jacobi-type algorithms, *SIAM Journal on Optimization*, 30: 2998-3028, 2020.
- [26] L. Wang, M. Chu, On the global convergence of the alternating least squares method for rank-one approximation to generic tensors, *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 35: 1058-1072, 2014.
- [27] T. Zhang, G.H. Golub, Rank-one approximation to high order tensors, *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 23: 534-550, 2001.
- [28] 胡胜龙, 一致超图的张量谱理论初步, 西安电子科技大学出版社, 2023.
- [29] 申请人论文引用分析网站<https://exaly.com/author/7198496/shenglong-hu/rankings>

代表性论著（不超过 5 篇）

1. S. Hu, K. Ye, Linear convergence of an alternating polar decomposition method for low rank orthogonal tensor approximations, *Mathematical Programming*, 199: 1305–1364, 2023.
2. S. Hu, D. Sun, K.-C. Toh, Best nonnegative rank-one approximations of tensors, *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 40: 1527–1554, 2019.
3. S. Hu, G. Li, Convergence rate analysis for the higher order power method in best rank one approximations of tensors, *Numerische Mathematik*, 140: 993–1031, 2018.
4. S. Hu, L. Qi, A necessary and sufficient condition for existence of a positive Perron vector, *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 37: 1747–1770, 2016.
5. S. Hu, Z.H. Huang, C. Ling, L. Qi, On determinant and eigenvalue theory of tensors, *Journal of Symbolic Computation*, 2013, 50: 508–531.

其他论著（不超过 10 篇）

1. 胡胜龙, 一致超图的张量谱理论初步, 西安电子科技大学出版社, 353千字, 2023.
2. S. Hu, Nondegeneracy of eigenvectors and singular vector tuples of tensors, *Science China Mathematics*, 2022.12, 65(12): 2483–2492.
3. S. Hu, G. Li, B-subdifferentials of the projection onto the matrix simplex, *Computational Optimization and Applications*, 2021, 80: 915–941.
4. S. Hu, Symmetry of eigenvalues of Sylvester matrices and tensors, *Science China Mathematics*, 2020, 63(5): 845–872.
5. S. Hu, An inexact augmented Lagrangian method for computing strongly orthogonal decompositions of tensors, *Computational Optimization and Applications*, 2020, 75(3): 701–737.
6. S. Hu, L. Qi, G. Zhang, Computing the geometric measure of entanglement of multipartite pure states by means of non-negative tensors, *Physical Review A*, 2016, 93, 012304.
7. S. Hu, K. Ye, Multiplicities of tensor eigenvalues, *Communications in Mathematical Sciences*, 14: 1049–1071, 2016.
8. S. Hu, Z.H. Huang, L. Qi, Strictly nonnegative tensors and nonnegative tensor partition, *Science China-Mathematics*, 57: 181–195, 2014. 本论文获该期刊优秀论文奖
9. S. Hu, Z.H. Huang, H.Y. Ni, L. Qi, Positive definiteness of diffusion kurtosis imaging. *Inverse Problems and Imaging*, 2012, 6(1): 57–75.
10. S. Hu, Z.H. Huang, N. Lu, A non-monotone line search algorithm for unconstrained optimization. *Journal of Scientific Computing*, 42: 38–53, 2010.

声 明	<p>本人对申报表上述内容及全部附件材料客观性和真实性负责。</p> <p>申报人签名：  2024年5月28日</p>
--------	--

推荐意见（中国运筹学会专业分会或两名专家推荐）

学会专业分会推荐意见：

分会名称	
<p>请对申报人成就、贡献和学风道德进行评价，限 500 字以内。</p> <p style="text-align: right;">分会负责人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>	

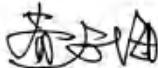
专家推荐意见（一）：

推 荐 专 家	姓 名	黄正海	专业专长	张量优化
	工作单位	天津大学		
	通讯地址	天津市津南区雅观路 135 号天 津大学	邮政编码	300354
	电子信箱	huangzhenghai@tju.edu.cn	联系电话	13820086228
	专业技术职务	教授		

胡胜龙的研究领域是数学优化的理论与方法，具体的研究方向是张量优化计算的理论与算法。他自 2007 起参加我的最优化研讨班，研习最优化理论与方法，自 2008 年起，聚焦张量优化领域前沿问题的探索与研究，取得了一系列重要的成果和成绩：获得了国家自然科学基金面上项目 2 项、青年项目 1 项等多项国家、省部级基金支持；入选了天津市青年人才托举工程和浙江省高校领军人才；多次在中国运筹学会、数学规划分会、国际工业与应用数学会做青年组大会报告以及专题邀请报告。

在学术研究上，他在国际数学优化与计算权威期刊 Mathematical Programming、Numerische Mathematik、SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications，国内数学权威期刊 Science China-Mathematics 等发表了一系列张量优化的科研成果。特别地，他在 Mathematical Programming 的论文回答了 SIAM 冯诺依曼奖获得者、国际著名计算数学家 Yousef Saad 与其合作者在 2009 年提出的张量低秩逼近算法线性收敛率的一个开问题。此外，他与祁力群教授在 2010 年将张量谱理论引入超图的研究中，形成了超图的张量谱理论研究方向，并于去年出版了国内首部超图的张量谱理论专著《一致超图的张量谱理论初步》。

胡胜龙具有扎实的专业基础，较高的学术追求，具备高水平研究的能力。作为一位优秀的青年学者，他的研究工作对张量优化的发展起到了重要的推动作用。我推荐他申报中国运筹学会青年科技奖。

专家本人签名 

2024年5月25日

专家推荐意见（二）：



推 荐 专 家	姓 名	白敏茹	专业专长	张量优化
	工作单位	湖南大学		
	通讯地址	湖南省长沙市岳麓区岳麓区麓山南路2号湖南大学	邮政编码	410012
	电子信箱	minru-bai@hnu.edu.cn	联系电话	15211096363
	专业技术职务	教授		

胡胜龙在张量优化的理论与算法方面取得了一系列突出的成果。特别地，他取得了如下有代表性的学术成果：

1. 刻画了张量正交低秩逼近优化问题稳定点的非退化性，成功解决了求解该问题经典算法的线性收敛率等问题，回答了冯诺依曼奖得主、著名计算数学家 Yousef Saad 等于 2009 年在著名数值计算期刊 SIMAX (30 (4), 1709-1734) 上提出的公开问题 (Lines 9-10, Page 1731)。
2. 证明了张量秩一逼近问题的经典幂法在无需额外条件下的大范围线性收敛性，回答了近 20 年来未解决 (美国三院院士、著名数学家 Gene Golub, ICM 报告人、著名计算数学家 Wolfgang Hackbusch 等均进行过深入研究) 的一个重要问题。
3. 证明了张量特征值的 Newton 等式和超图谱理论中的对称性定理，出版了国内首部超图的张量谱理论方面的专著《一致超图的张量谱理论初步》。
4. 提出了张量非负秩一逼近的双非负松弛方法，建立了精确松弛理论，给出了全局最优性的判别理论，给出了算法的可靠性，提高了半定松弛算法的效率和稳定性。

上述研究成果发表于优化与计算等领域的权威期刊 Math Program、Numerische Mathematik、SIMAX 等。胡胜龙取得了张量优化领域的国际前沿成果，对张量优化的发展与进步起到了重要推动作用。他是国内张量优化研究的杰出学者，为我国张量优化的研究作出了突出贡献。我向学会推荐胡胜龙申报青年科技奖。

专家本人签名 白敏茹
2024年5月25日

申报人 工作 单位 意见	<p>胡胜龙同志工作认真负责，作风优良，深入钻研学科领域前沿科学问题，取得了一系列突破性的成果，在国际重要刊物发表多篇论文，获得了国内外同行的广泛关注和正面肯定。我们以极大的热情向中国运筹学会推荐胡胜龙同志参评青年科技奖，盼望学会对我校运筹学发展和胡胜龙同志给予支持与鼓励。</p> <p style="text-align: right;"> 负责人签字:  </p> <p style="text-align: right;">  2024年5月22日 </p>
-----------------------	---

附 件

1. 代表性论文 5 篇的全文
2. 获得表彰奖励证明
3. 其他