

中国科学院院士增选 被推荐人附件材料

(本附件材料的内容不得涉及国家秘密。如确需提供涉密材料,涉密部分请另纸按保密规定报送。)

被推荐人姓名: 张晓

专 业: 数学

工 作 单 位: 中国科学院数学与系统科学研究院

推 荐 学 部: 数学物理学部

填 表 日 期: 2015-01-26

本学会已收到这份附件材料提供者对材料真实性的确认函

全国学会负责人: _____

中国科学院学部工作局印制

附件材料目录

附件 1. 被推荐人基本情况表

附件 2. 被推荐人中国国籍证明

附件 3. 基本情况表中列出的 10 篇（册）以内代表性的论文、著作、研究技术报告、重要学术会议邀请报告的全文

附件 4. 主要论著目录

附件 5. 重要引用和评价情况相关内容的复印件

附件 6. 获奖证书复印件、发明专利证书复印件及其专利实施情况证明材料

说明：

以上全部附件用 A4 纸按顺序装订成册。

附件 1 请使用“增选信息系统电子文件”填写，并单独提供由该系统输出的打印稿 1 份。

附件 2 至附件 6 按相关要求准备或提供复印件。如 10 篇（册）代表性论文、著作、研究技术报告、重要学术会议邀请报告不便装订，可以另附。

附件 1：被推荐人基本情况表

一、个人信息

姓名	张晓	性别	男	出生年月日	1965-04-05
国籍	中国	民族	汉族	党派	群众
出生地	江苏省 连云港市			籍贯	江苏省 连云港市
身份证件名称	身份证	证件编号	320705196504050514		
专业	数学		专业技术职务	研究员	
工作单位与行政职务	中国科学院数学与系统科学研究院		通信地址及邮政编码	北京市海淀区中关村东路 55 号 100190	
单位电话	010-82541521		住宅电话	13691540918	
电子邮箱	xzhang@amss.ac.cn		传真	010-82541591	

二、主要学历（6 项以内）

起止年月	校（院）、系及专业	学 位
1983年09月至1987年07月	复旦大学数学系数学专业	学士
1993 年 01 月至 1996 年 02 月	香港中文大学数学系数学专业	博士

五、在科学技术方面的主要成就和贡献（3000 字以内）

编辑

导入

填写 2-3 项反映被推荐人系统的、创造性的学术成就和体现重大贡献和学术水平的主要工作。说明在学科领域所起的作用、在学术界的影响和评价，以及（或）在国民经济和社会发展中的作用和贡献（系统引用 10 篇代表性论著和附件 5、附件 6 等材料）。

一、广义相对论正能量定理研究

正能量猜想是广义相对论基本问题之一。当宇宙常数为零时，1979 年 Schoen、Yau 首先证明该猜想，两年后 Witten 又给出新证明，这是 Yau 以及 Witten 获菲尔兹奖主要工作之一，著名数学家 Atiyah 介绍 Witten 获奖工作时对正能量猜想的证明给予高度评价，并称是 leading in part to Yau's Fields Medal at the Warsaw Congress (Atiyah, On the work of Edward Witten, Proceedings of ICM 1990(I),p.33)。然而，仍有一些相关问题没有解决。被推荐人经过系统研究，解决了剩余的问题，使得该课题得以全面、彻底了解。

1 证明零宇宙常数 Kerr 约束（代表性论文 1）

正能量猜想的数学表述是：渐近平坦初始数据集 (M, g, h) 中 M 是一完备非紧 3 维黎曼流形， g 是渐近平坦黎曼度量， h 是渐近零的对称 2 阶张量，是 M 在 4 维时空中的第二基本形式，时空总能量 $E = \frac{1}{16\pi} \int_{S_{\infty}} (\partial_i g_{ij} - \partial_j g_{ii}) * dx^j$ 、总动量

$$P_i = \frac{1}{8\pi} \int_{S_{\infty}} (h_{ij} - g_{ij} \text{tr}(h)) * dx^j, \text{ 总角动量 } J_k = \frac{1}{8\pi} \int_{S_{\infty}} \epsilon_{kij} x_k (h_{ij} - g_{ij} \text{tr}(h)) * dx^j, \text{ 总质量}$$

$m = (E^2 - |P|^2)^{1/2}$ ， S_{∞} 是 M 的无穷远 2 维球面。初始数据集如果正则或具有有限个黑洞，满足主能量条件

$$\frac{1}{2}(R + (h^i_i)^2 - h_{ij}h^{ij}) \geq \sqrt{\sum_i (\nabla^i h_{ij} - \nabla_j h^i_j)^2}$$

R 为 M 的数量曲率，一定有 $E \geq |P|$ 且 $E=0$ 时时空沿 M 平坦。

自然的问题是：何时 $E \geq |J|$ ？或 $m > 0$ 时 $E \geq |J|/m$ ？Schoen 称其为“Kerr 约束”。然而 J_i 的定义并不像 P_i 通过张量得出，无法用以解决 Kerr 约束。1999 年[代表性论文 1]，我们利用 M 上的距离函数 ρ 定义了迹为零、非对称角动量密度张量，当该张量满足一定的渐近条件时，可以定义一个和渐近坐标系无关的总角动量 J_k

$$\tilde{h}_{ij} = \frac{1}{2} \epsilon_i^{uv} (\nabla_u \rho^2) (h_{vj} - g_{vj} \text{tr}_g(h)), \quad J_k = \frac{1}{8\pi} \int_{S_{\infty}} \tilde{h}_{ki} * dx^i$$

新定义中被积函数是张量并和原定义渐近等价。我们把初始数据集中对称张量 h 换成一般张量 p ，对 (M, g, p) 找到新能量条件并证明如果

$$\frac{1}{2}(R + (p^i_i)^2 - p_{ij}p^{ij}) \geq \max \left\{ \sqrt{\sum_j \omega_j^2}, \sqrt{\sum_j (\omega_j + \chi_j)^2} \right\}$$

$$p_{ij} = C \tilde{h}_{ij}, \quad \omega_j = \nabla^i p_{ji} - \nabla_j p^i_i, \quad \chi_j = 2 \nabla^i (p_{ij} - p_{ji}), \quad \text{则 } E \geq C |J|。$$

这样证明了 Kerr 约束。p 可以看成时空联络有挠时 M 的第二基本形式，这本质上联系着法国数学家 E.Cartan 在 1920 年代用挠率描述空间旋转的思想。

美国科学院院士、国际数学家大会两次 1 小时报告人 Schoen 在 2010 年华人数学家大会上所作关于“Mathematical problems in General Relativity”的特邀大会报告中，综述了相对论中已解决的重要工作，其中第一个是他和 Yau 证明的正能量定理，第二个是 Kerr 约束[其他评价 1]。Schoen 等在[代表性引文 1]中也指出我们定义了角动量密度并在和该角动量密度相关的能量条件下证明了能量角动量不等式。

2 证明零宇宙常数类光正能量定理及 Bondi 能量动量非负性（代表性论文 2、3）

英国物理学家 Bondi 于 1960 年代在引力波研究中定义了光超曲面(时空特征面)上的 Bondi 能量，描述时空剩余能量。物理学家猜想引力波辐射的能量不会超过时空起始能量，即 Bondi 能量非负。1983 年，Schoen-Yau 以及物理学家们分别给出该猜想的证明构想。2004 年 Chrusciel 等发表在 ATMP (8, pp83-139) 的长文声称完整证明 Bondi 能量非负，然而 Mars 在综述文章中指出 “All these arguments however have been criticised in [56], where the first correct proof of positivity of the Bondi energy is claimed” (Journal of Physics: Conference Series 66 (2007) 012004, 19 页 2-3 行)，怀疑证明正确性。

2004 年[代表性论文 2]，我们证明类光正能量定理，这时初始数据集中 g 、 h 都是渐近双曲度量。2006 年[代表性论文 3]，我们应用该定理证明：如果存在时刻 u_0 使得引力波信息函数 $c(u_0)=d(u_0)=0$ ，则当 $u \leq u_0$ 时 Bondi 能量都非负。

美国《数学评论》[其他评价 2]指出[代表性论文 3]给出 Bondi 能量动量非负性完整证明。

3 证明正宇宙常数正能量定理（代表性论文 4、5）

近年的天文观察发现宇宙加速膨胀，宇宙常数为正。2010年[代表性论文4]，我们证明宇宙体积增长率（数学上即M在4维时空中的平均曲率） $\leq de$ Sitter时空宇宙体积增长率时，正宇宙常数正能量猜想正确。2012年[代表性论文5]，我们在上述宇宙体积增长率条件不满足时找到了正能量猜想的反例，彻底研究清楚正宇宙常数正能量猜想。

美国《数学评论》[其他评价3]指出正能量定理是广义相对论最显著的数学结果之一，但原来的结果无法应用到正宇宙常数，[代表性论文4]引入一个变换过程并证出正宇宙常数正能量定理。论文引发后续研究，主要结果被物理学家应用[代表性引文2]。

4 证明负宇宙常数正能量定理（会议邀请报告1）

负宇宙常数初始数据集中 g 渐近于双曲度量， h 渐近于零。当 $h=0$ 时正能量定理由 Wang (2001)、Chrusciel-Herzlich (2003) 证明。[代表性论文2]的结果同时对应 h 非零， $tr(h) \leq 0$ 的正能量定理。2006 年，Chrusciel 等证明了 h 非零时其它一些特殊条件下的正能量定理，然而他们并没有研究清楚负宇宙常数正能量定理所反映的物理涵义。2013年[会议邀请报告1]，我们证明最一般情形下的正能量定理并找到负宇宙常数不变质量，阐明了正确的物理涵义。相关论文已被接受发表。

数学物理权威杂志 CMP 广义相对论责任编辑委 Chrusciel 在[代表性引文3]中指出[代表

性论文2]也证明了渐近AdS时空正能量定理。

5 更好定义时空拟局部量（代表性论文6）

很多著名物理学家和数学家给出过各种时空有限区域的拟局部质量定义。然而至今还没有一个定义满足物理上所有要求。2009年[代表性论文6]，我们通过解Dirac方程一类局部边值问题成功将Witten的证明局部化到有限区域，给出类空超曲面有限区域拟局部的能量、动量和质量新定义并证明这些拟局部量的正能量定理。新定义唯一缺陷是还证明不了其对区域的单调递增性，但在一些例子中发现有该性质。

美国《数学评论》[其他评价4]指出[代表性论文5]给出拟局部质量一个具更好性质新的旋量定义。法国数学家跟随论文研究思想后续研究[代表性引文4]。

二、引力形变量子化与量子黑洞研究

形变量子化在数学物理中有重要意义，如Kontsevich关于Poisson流形形变量子化工作是其获得邵逸夫奖的主要工作之一。

1 建立形变量子化非交换微分几何及引力理论并发现不可蒸发量子黑洞解（代表性论文7、8、9）

2008年[代表性论文7]，我们建立形变量子化下严格的微分几何理论，这时度量 g_{ij} 及Ricci张量都非对称。2009年，我们提出非交换量子爱因斯坦场方程，证明平面波的形变量子化是场方程的真空精确解[代表性论文8]以及Schwarzschild黑洞的形变量子化是场方程与时间无关、不可蒸发的量子黑洞解[代表性论文9]。

[代表性引文5]及综述文章[代表性引文6]分别指出[代表性论文7]给出非交换空间引力理论最新形式及给出非交换曲面另一种研究方法。[代表性论文9]被引力领域权威杂志Classical Quant Grav 评为2008/2009年度亮点文章[其他评价5]。

六、10 篇（册）以内代表性论文、著作(包括教材)、研究技术报告、重要学术会议邀请报告（全文作为附件 3）

希望 10 篇(册)中含国内刊物发表的文章，每篇（册）应说明被推荐人的主要贡献，包括：提出的学术思想、创造性、研究工作的参与程度、学术刊物中的主要引用及评价情况等（200 字以内）。证明材料和评价说明放入附件 5 中，此处可引用附件 5。

按以下顺序填写：

论文：作者（按原排序），题目，期刊名称，卷（期）（年），起止页码；

著作：作者（按原排序），著作名称，出版社，出版年份，出版地；

研究技术报告（未公开发表的重要报告）：作者（按原排序），报告题目，完成年份；

重要学术会议邀请报告：作者（按原排序），报告题目，报告年份，会议名称、地点。

序号	代表性论文、著作(包括教材)、研究技术报告、重要学术会议邀请报告
1	<p>论文：作者：Xiao Zhang；题目：Angular Momentum and Positive Mass Theorem；期刊名称：Communications in Mathematical Physics；卷(期)(年)：206(1999)；起止页码：第 137 页至第 155 页</p> <p>主要贡献及引用评价情况： 独立完成研究工作，定义角动量密度张量和总角动量、找到新能量条件及应用 Spin 几何方法证明零宇宙常数 Kerr 约束。他引 8 次。美国科学院院士、国际数学家大会两次 1 小时报告人 Schoen 在 2010 年华人数学家大会特邀大会报告中，综述了相对论中已解决的重要工作，其中第一个是他和 Yau 证明的正能量定理，第二个是 Kerr 约束[其他评价 1]。他在[代表性引文 1]中也指出该代表性论文证明了能量角动量不等式。</p>
2	<p>论文：作者：Xiao Zhang；题目：A definition of total energy-momenta and the positive mass theorem on asymptotically hyperbolic 3-manifolds I；期刊名称：Communications in Mathematical Physics；卷(期)(年)：249(2004)；起止页码：第 529 页至第 548 页</p> <p>主要贡献及引用评价情况： 独立完成研究工作，证明零宇宙常数类光正能量定理，这时初始数据集中 g, h 都是渐近双曲度量，同时给出负宇宙常数 h 非零，$\text{tr}(h) \leq 0$ 的正能量定理。他引 9 次。数学物理权威杂志 CMP 广义相对论责任编辑委 Chrusciel 等在[代表性引文 3]中指出该代表性论文也证明了渐近 AdS 时空正能量定理。</p>
3	<p>论文：作者：W.-l. Huang, S. T. Yau, Xiao Zhang；题目：Positivity of the Bondi mass in Bondi's radiating spacetimes；期刊名称：Rendiconti Lincei - Matematica e Applicazioni；卷(期)(年)：17(2006)；起止页码：第 335 页至第 349 页</p> <p>主要贡献及引用评价情况： 论文研究结果之一是应用代表性论文 2 中零宇宙常数类光正能量定理证明：如果存在时刻 u_0 使得引力波信息函数 $c(u_0) = d(u_0) = 0$，则当 $u \leq u_0$ 时 Bondi 能量都非</p>

	<p>负。在该研究工作中提出研究思想、给出定理表述、完成论文写作及参与部分主要数学证明细节推算。他引 0 次。美国《数学评论》[其他评价 2]指出该代表性论文给出 Bondi 能量动量非负性完整证明。</p>
4	<p>论文：作者：M. Luo, N. Xie, Xiao Zhang；题目：Positive mass theorems for asymptotically de Sitter spacetimes；期刊名称：Nuclear Physics B；卷(期)(年)：825(2010)；起止页码：第 98 页至第 118 页</p> <p>主要贡献及引用评价情况： 证明宇宙体积增长率(数学上即类空超曲面在 4 维时空中的平均曲率)\leqde Sitter 时空宇宙体积增长率时，正宇宙常数正能量猜想正确。在该研究中提出研究思想、给出定理表述、完成论文写作及参与部分主要数学证明细节推算。他引 2 次。美国《数学评论》[其他评价 3]指出正能量定理是广义相对论最显著的数学结果之一，但原来的结果无法应用到正宇宙常数，该代表性论文引入一个变换过程并证出正宇宙常数正能量定理。</p>
5	<p>论文：作者：Zhuobin Liang, Xiao Zhang；题目：Spacelike hypersurfaces with negative total energy in de Sitter spacetimes；期刊名称：Journal of Mathematical Physics；卷(期)(年)：53(2012)；起止页码：第 022502 页至第页</p> <p>主要贡献及引用评价情况： 当宇宙体积增长率在某些地方大于 de Sitter 时空宇宙体积增长率时找到了正宇宙常数正能量猜想的反例。在该研究工作中提出研究思想、给出定理表述、完成论文写作。他引 0 次。</p>
6	<p>论文：作者：Xiao Zhang；题目：On a quasi-local mass；期刊名称：Classical and Quantum Gravity；卷(期)(年)：26(2009)；起止页码：第 245018 页至第页</p> <p>主要贡献及引用评价情况： 独立完成研究工作，通过将边界 2 维球面嵌入到闵氏时空欧氏或双曲超曲面并拉回常旋量作为边值，成功求解 Dirac 方程局部边值问题将 Witten 的证明局部化到有限区域，给出类空超曲面有限区域拟局部的能量、动量和质量新定义并证明这些拟局部量的正能量定理。他引 1 次。美国《数学评论》[其他评价 4]指出该代表性论文给出拟局部质量一个具更好性质新的旋量定义。法国数学家跟随论文研究思想后续研究[代表性引文 4]。</p>
7	<p>论文：作者：M. Chaichian, A. Tureanu, R. B. Zhang, Xiao Zhang；题目：Riemannian Geometry of Noncommutative Surfaces；期刊名称：Journal of Mathematical Physics；卷(期)(年)：49(2008)；起止页码：第 073511 页至第页</p> <p>主要贡献及引用评价情况： 在从合作者处了解到相关的物理背景以及微分几何中曲面论在代数意义下的描述后，发现经典欧氏空间中子流形度量、曲率等概念在形变量子化下的严格定义，建立形变量子化下严格的微分几何理论。参与部分主要数学证明细节推算。他引 6 次。[代表性引文 5]及综述文章[代表性引文 6]分别指出该代表性论文给出非交换空间引力理论最新形式及给出非交换曲面另一种研究方法。</p>
8	<p>论文：作者：D. Wang, R. B. Zhang, Xiao Zhang；题目：Exact solutions of noncommutative vacuum Einstein field equations and plane-fronted gravitational waves；期刊名称：The European Physical Journal C；卷(期)(年)：64(2009)；起止页码：第 439 页至第 444 页</p> <p>主要贡献及引用评价情况： 建议并参与提出形变量子化非交换量子爱因斯坦场方程，建议研究广义相对论平面波的形变量子化并发现其为量子爱因斯坦场方程真空精确解。参与部分主要数</p>

	学证明细节推算及论文写作。他引 2 次。
	论文：作者：D. Wang, R.B. Zhang, Xiao Zhang；题目：Quantum deformations of Schwarzschild and Schwarzschild-de Sitter spacetimes；期刊名称：Classical and Quantum Gravity；卷(期)(年)：26(2009)；起止页码：第 085014 页至第页
9	<p>主要贡献及引用评价情况：</p> <p>建议并参与提出形变量子化非交换量子爱因斯坦场方程，建议研究广义相对论 Schwarzschild 黑洞的形变量子化并发现其为量子爱因斯坦场方程与时间无关、不可蒸发的量子黑洞解。参与部分主要数学证明细节推算及论文写作。他引 5 次。该代表性论文被引力领域权威杂志 Classical Quant Grav 评为 2008/2009 年度亮点文章[其他评价 5]。</p>
	重要学术会议邀请报告：作者：Yaohua Wang, Naqing Xie, Xiao Zhang；报告题目：Spin geometry and the energy-momentum inequality for asymptotically AdS spacetimes；报告年份：2014 年；会议名称：Spin Geometry and Analysis on Manifolds；地点：CIRM, 法国；
10	<p>主要贡献及引用评价情况：</p> <p>证明最一般情形下负宇宙常数正能量定理并找到负宇宙常数不变质量，研究清楚负宇宙常数正能量定理的物理涵义。在该研究工作中中提出研究思想、给出定理表述、完成论文写作及参与部分主要数学证明细节推算。相关论文已被 Communications in Contemporary Mathematics 接受发表。</p>

七、发明专利情况（10项以内）

请按顺序填写专利申报人（按原排序），专利名称，申请年份，申请号，批准年份，专利号。并分别简述专利实施情况和被推荐人在专利发明和实施中的主要贡献（100字以内）。实施情况及相关证明材料放入附件6，此处可引用附件6。若无实施证明材料则视为专利未实施。

序号	发明专利情况
1	专利实施情况和被推荐人的主要贡献：
2	专利实施情况和被推荐人的主要贡献：
3	专利实施情况和被推荐人的主要贡献：
4	专利实施情况和被推荐人的主要贡献：
5	专利实施情况和被推荐人的主要贡献：
6	专利实施情况和被推荐人的主要贡献：
7	专利实施情况和被推荐人的主要贡献：
8	专利实施情况和被推荐人的主要贡献：
9	专利实施情况和被推荐人的主要贡献：
10	专利实施情况和被推荐人的主要贡献：

八、重要科技奖项情况（10项以内）

按顺序填写全部获奖人姓名（按原排序），获奖项目名称，获奖年份、类别及等级（如：1999年国家自然科学基金二等奖，1998年中国科学院科技进步一等奖等），并简述被推荐人的主要贡献（限100字），相关证明材料放入附件6，此处引用附件6。

序号	重要科技奖项
1	被推荐人主要贡献：
2	被推荐人主要贡献：
3	被推荐人主要贡献：
4	被推荐人主要贡献：
5	被推荐人主要贡献：
6	被推荐人主要贡献：
7	被推荐人主要贡献：
8	被推荐人主要贡献：
9	被推荐人主要贡献：
10	被推荐人主要贡献：