



物理科学与工程技术学院
School of Physical Science and Technology



广西数学研究中心
GUANGXI CENTER FOR MATHEMATICAL RESEARCH

2023 引力波与黑洞问题研讨会

会议手册

广西相对论天体物理重点实验室

广西大学广西数学研究中心

2023年3月20日-23日

广西南宁

2023 引力波与黑洞问题研讨会

为增进学术交流、帮助研究学者更好地关注研究热点、了解相关领域的学术前沿，广西相对论天体物理重点实验室与广西数学研究中心将于2023年3月20-23日在广西南宁联合举办“2023 引力波与黑洞问题研讨会”。

真诚期待您的参与！

主办单位：广西相对论天体物理重点实验室

广西数学研究中心

时 间：2023 年 3 月 20 日-23 日

会议地点：广西大学物理楼 B 座 9 楼天象馆

住宿宾馆：广西大学荟萃楼

（南宁市大学东路 100 号广西大学校内）

组织委员会： 梁恩维（广西大学物理科学与工程技术学院）

吴小宁（中科院数学与系统科学研究院）

张 晓（广西数学研究中心/中科院数学与系统科学研究院）

联 系 人： 史老师 13814086505； 0771-3224183

钟老师 13471013688； 0771-5532400

会议日程安排

会议地点：广西大学物理楼 9 楼 B 座天象馆

腾讯会议：508-6527-6432

2023 年 3 月 20 日 报到				
2023 年 3 月 21 日上午				
8:20-8:30	开幕式			
报告时间	报告人	单位	报告题目	主持人
8:30-8:55	梁恩维	广西大学	引力波电磁对应体相关的暂现源观测和理论研究	张晓
8:55-9:20	梅健伟	中山大学	利用引力波检验引力与黑洞本质	
9:20-9:45	郭宗宽	中国科学院理论物理研究所	早期宇宙的引力波源	
9:45-10:10	李博华	广西大学	Ultralight scalar field dark matter and its cosmological probes	
10:10-10:25	黄俊翔	广西大学	新生磁星的引力波演化	
10:25-11:00	合照、茶歇			
11:00-11:25	路如森	中国科学院上海天文台	A tale of two black hole images	徐鹏
11:25-11:50	陈松柏	湖南师范大学	Polarized image of a rotating black hole surrounded by a cold dark matter halo	
11:50-12:05	郭 森	广西大学	吸积盘包围 Hayward 黑洞的光学外观	
12:05-12:20	胡诗杨	广西大学	施瓦西黑洞可以被施瓦西-MOG 黑洞模仿吗？	

12:20-14:30	午餐（荟萃楼七楼餐厅）			
2023年3月21日下午				
报告时间	报告人	单位	报告题目	主持人
14:30-14:55	邵立晶	北京大学	Bumblebee black holes	罗子人
14:55-15:20	王 鹏	四川大学	Superradiance Instabilities of Charged Black Holes	
15:20-15:45	吕候军	广西大学	黑洞-中子星并合电磁辐射对黑洞电量的限制	
15:45-16:00	李冠儒	广西大学	暗能量精粹相空间中的黑洞热力学	
16:00-16:30	茶歇			
16:30-16:55	曹周健	北京师范大学	椭圆轨道双星并合--从模板到科学	缪炎刚
16:55-17:10	胡瑞翀	广西大学	作为多信使源的快速旋转黑洞-中子星并合事件形成通道	
17:10-17:25	李国鹏	广西大学	Hierarchical black hole mergers in star clusters and active galactic nuclei	
晚餐（永恒朗悦好有缘四楼餐厅）				
2023年3月22日上午				
9:00-9:25	武柏锋	东北大学	$f(R)$ 引力中陀螺进动的多极分析	何孝凯
9:25-9:50	杜明辉	中国科学院力学研究所	Probing Supermassive Black Hole Binaries with Orbital Resonances of Laser-Ranged Satellites	
9:50-10:05	李丹	广西大学	三黑洞系统的拟周期轨道	

10:05-10:40	茶歇			
报告时间	报告人	单位	报告题目	主持人
10:40-11:05	凡梦璋	中科院数学所	Weak solutions of the vacuum Einstein constraint equations with apparent horizon boundary conditions on manifolds with Lipschitz boundaries	吴小宁
11:05-11:30	郭泓莹	复旦大学	Gravitational Faraday Rotation in Kerr-Newman-NUT Space-time	
11:30-11:55	杨业坤	广西大学	Geodesics for Eguchi-Hanson metric	
11:55-12:20	刘琴	广西大学	Photon Surface of FJNWBW Geometry	
12:20-14:00	午餐（荟萃楼七楼餐厅）			
2023年3月22日下午：合作交流讨论				
晚餐（荟萃楼七楼餐厅）				
2023年3月23日 离会				

报告摘要

1. 梁恩维 (广西大学)

题目: 引力波电磁对应体相关的暂现源--伽玛暴、千新星、快速 X 射线暂现源

摘要: 介绍我们近期关于引力波电磁对应体相关的暂现源的研究，重点介绍伽玛暴的高能余辉辐射、致密天体并合千新星的伽玛射线和中微子辐射、新生磁星磁偶极辐射驱动的 X 射线暂现源等。报告还简要介绍我们近期在 X 射线偏振观测进展和我国空间站宽视场 X 射线偏振巡天计划。

2. 梅健伟 (中山大学物理与天文学院天琴中心)

题目: 利用引力波检验引力与黑洞本质

摘要: 报告团队近年来围绕利用引力波检验引力与黑洞本质方面所做的工作。

3. 郭宗宽 (中科院理论所)

题目: 早期宇宙的引力波源

摘要: 介绍早期宇宙产生的随机引力波背景。

4. 李博华 (广西大学)

题目: Ultralight scalar field dark matter and its cosmological probes

摘要: Standard cold dark matter model is known to have difficulties in matching observations on small scales. As one of the most popular alternative dark matter candidates, ultralight scalar field dark matter (SFDM), also known as fuzzy/wave dark matter, has been intensively studied in recent years. It assumes that dark matter is composed of new fundamental spin-0 bosons with tiny mass, presumably ultralight axions from string compactification. In this talk, I will describe several promising cosmological probes for SFDM, including Big Bang nucleosynthesis, cosmic microwave background, stochastic gravitational-wave background and 21 cm line from the Epoch of Reionization. These probes are based on three distinctive physical effects of SFDM: (i) early stiff phase, (ii) small-scale clustering, (iii) gravitational waves from superradiant boson cloud.

5. 黄俊翔 (广西大学)

题目: 新生磁星的引力波演化

摘要: 结构变形的新生磁星可产生弱而连续的引力波(GW)辐射, 有望在不久的将来被爱因斯坦望远镜探测到。在这项工作中, 我们假设新生磁星的结构形变不是由单一机制引起的, 而是由多个时变四极矩引起的, 例如磁致变形、星震致椭率和吸积致变形。磁星通过吸积、磁偶极子辐射和 GW 辐射失去角动量。在这种情况下, 我们通过考虑上述三种变形来计算从新生磁星开始的 GWs 的演化。研究发现, GW 的演化取决于磁星的物理参数(如周期和表面磁场)、绝热指数以及极向磁能占总磁能的比例。一般来说,

当磁星表面磁场较大时，磁致形变产生的 GW 辐射占主导地位;而在其他磁星参数不变的情况下，当绝热指数较大时，磁星震产生的 GW 辐射效率较高。我们还发现 GW 辐射对不同的磁星状态方程不是很敏感。

6. 路如森 (上海天文台)

题目: A tale of two black hole images

摘要: 本报告将介绍黑洞成像研究方面的一些新进展。

7. 陈松柏 (湖南师范大学)

题目: Polarized image of a rotating black hole surrounded by a cold dark matter halo

摘要: 暗物质与黑洞的图像是近年来天体物理研究最为活跃的领域。我们主要研究了有暗物质晕包围的黑洞的偏振光图像，探讨了暗物质晕密度与特征尺度对黑洞图像中的偏振强度和偏振方位角分布的影响。

8. 郭森 (广西大学)

题目: 吸积盘包围 Hayward 黑洞的光学外观。

摘要: 本次报告通过射线追踪法，分别介绍了 Hayward 黑洞被两种吸积盘包围时的阴影和光学外观。并将两种情形与 EHT 望远镜结果进行比较，讨论了理论分析和观测结果的区别与联系。

9. 胡诗杨 (广西大学)

题目: Observational Signatures of Schwarzschild-MOG Black Holes in Scalar-Tensor-Vector Gravity

摘要: A rotational effect of polarisation of light, which is similar to the Faraday rotation of light in the presence of a magnetic field, has been discovered in the gravitational field of a rotating black hole. This effect has broadened the scope of previous discussions about light propagation in curved space-time which were mainly concerned with the trajectory and the intensity of light, and will probably lead to more insights on the interactions of gravitational field and electromagnetic waves. In this talk, I will investigate the gravitational Faraday rotation in the Kerr-Newman-NUT space-time, and discuss the influence of black hole parameters on the polarisation of light. This is a joint work with Naqing Xie.

10. 邵立晶 (北京大学)

题目: Bumblebee black holes

摘要: I will talk about new black hole solutions that we found in the bumblebee gravity, and the constraints from the Event Horizon Telescope images and extreme mass ratio inspirals. If time permits, I will discuss bumblebee gravitational waves as well.

11. 王鹏 (四川大学)

题目: Superradiance Instabilities of Charged Black Holes

摘要: We study time evolutions of charged scalar perturbations on the background of a charged hairy black hole, in which the perturbations can be governed by a double-peak effective potential. By extracting quasinormal modes from the waveform of scalar perturbations, we discover that some quasinormal modes, which are trapped in a potential well between two potential peaks, can be superradiantly amplified. These superradiant modes make the hairy black hole unstable against charged scalar perturbations.

12. 吕候军 (广西大学)

题目: 黑洞-中子星并合电磁辐射对黑洞电量的限制

摘要: 双致密星并合产生引力波辐射发现以来, 开启了引力波研究的新时代。描述黑洞的三个物理量: 质量, 电量和角动量, 但对于限制黑洞电量一直是大家关注的课题之一。我们将从中子星和黑洞并合产生电磁辐射来对黑洞电量给出限制。

13. 胡瑞翀 (广西大学)

题目: 作为多信使源的快速旋转黑洞-中子星并合事件形成通道

摘要: 中子星-黑洞并合事件一直以来都被认为能够产生包括短伽马射线暴以及千新星在内的电磁对应体, 是地面引力波探测的主要目标之一。但最近探测到的中子星-黑洞引力波事件, 均未观测到相关的电磁对应体。这

很可能是因为在这类事件中，中子星直接被黑洞吞没。考虑到高速自转的黑洞更容易潮汐瓦解中子星，如果中子星先于黑洞诞生，那么黑洞的前身星就可能被潮汐加速，从而产生一个高速自转的黑洞。本工作基于细节恒星演化模拟，研究了对应的形成演化通道，并给出了相关的参数空间以及潮汐瓦解概率。

14. 李国鹏 (广西大学)

题目: Hierarchical black hole mergers in star clusters and active galactic nuclei

摘要: Star clusters (SCs) and active galactic nuclei (AGNs) are promising sites for the occurrence of hierarchical black hole mergers. We use simple models to compare hierarchical BH mergers in two of the dynamical formation channels. We show that there are obvious differences in the masses and spins of hierarchical mergers in SCs and AGNs. We argue that the majority of the hierarchical merger candidates detected by LIGO-Virgo may originate from the AGN channel.

15. 李冠儒 (广西大学)

题目: Thermodynamics of black holes in the quintessential phase space

摘要: 考虑到宇宙加速膨胀的负压力来自宇宙学常数或暗能量精华，我们利用暗能量精华来构造“精华”相空间。与前面的讨论不同，在这次考察中，我们认为压力来自精华。

16. 曹周键 (北京师范大学)

题目: 椭圆轨道双星并合--从模板到科学

摘要: 随着地面引力波探测器发现越来越多新奇而又重要的引力波事件，引力波天文学的发展如火如荼。加上空间激光干涉探测器探路者(LISA pathfinder)、太极一号和天琴一号的成功，越来越多的国家和研究团队对空间引力波探测增大研究投入。目前欧美的 LISA，中国的太极、天琴和日本的 DECIGO 是最具前途的四个空间引力波探测计划。在这四个项目合作和竞争的良好发展态势下，很可能 10 年以后空间引力波探测器将成为现实。引力波理论模板是引力波数据处理重要的理论基础。本报告将从地面引力波探测及数据分析现状引入，对比预期空间引力波探测所需引力波理论模板的要求，介绍目前为空间引力波探测建模的发展情况。椭圆轨道双星并合系统是近年来在空间引力波探测和 GW190521 等探测事例驱动下引起人们广泛关注的引力波源，本报告也将介绍椭圆轨道双星并合引力波事件的深刻科学内涵。

17. 武柏锋 (东北大学)

题目: $f(R)$ 引力中陀螺进动的多极分析

摘要: 本报告利用对称无迹张量体系在度规 $f(R)$ 引力框架中对陀螺进动进行了多极分析。首先，针对任意有限分布的引力源，本报告以多极展开的形式给出了其展开至 $1/(c^3)$ 阶的外场度规，其中 c 为光速。接着，对绕引力源转动的任意不受外力矩的陀螺，本报告给出了其自转矢量进动角速度的多极展开式。在度规 $f(R)$ 引力中，陀螺自转矢量的进动分为四种类型：类电进动、类磁进动、 $f(R)$ 进动和 Thomas 进动，其中前两种为陀螺进动在

广相中的结果， $f(\mathbf{R})$ 进动是 $f(\mathbf{R})$ 引力对广相中进动结果的修正，Thomas 进动由陀螺的非测地运动引起。在广相或 $f(\mathbf{R})$ 引力中，利用这些结果中引力源次领头阶极矩或更高阶极矩的效应，人们可以得到引力源的大小或形状对陀螺进动的影响。

18. 杜明辉 (中国科学院力学研究所)

题目: Probing Supermassive Black Hole Binaries with Orbital Resonances of Laser-Ranged Satellites

摘要: Coalescing supermassive black hole binaries (SMBHBs) are the primary source candidates for low frequency gravitational wave (GW) detections, which could bring us deep insights into galaxy evolutions over cosmic time and violent processes of spacetime dynamics. Promising candidates had been found based on optical and X-ray observations, which claims for new and ready-to-use GW detection approaches before the operations of space-borne antennas. We show that, satellite laser ranging (SLR) missions could serve as probes of coalescing SMBHBs through the GW-induced resonant effects. Lasting and characteristic imprints caused by such resonances in the residual distances or accelerations from SLR measurements are studied, and the detection SNR is analyzed with both the current and future improved ranging precisions. Within red-shift $z \sim 1$, the threshold SNR=5 requires 1-2 years of accumulated data for the current precision and months of data for improved precision, which are workable for the data processing of SLR missions. Meanwhile, joint detections with multiple SLR missions could further improve the total SNR and the confidence level. Such a detection scheme could fulfill the requirement of a tentative SMBHB probe during the preparing stage of LISA and Taiji, and it requires no further investment

to any new and advanced facilities. It is also worthwhile to look back and re-process the archived data from the past decades, in where resonant signals from SMBHBs might be hidden.

19. 李丹 (广西大学)

题目: 三黑洞系统的拟周期轨道

摘要: 三体周期性轨道在天体力学中具有重要的研究意义。三体周期性轨道可用后牛顿拉格朗日自洽运动方程、近似运动方程和后牛顿哈密顿正则方程描述。Imai 等人找到满足后牛顿三体问题近似运动方程中的 8 字形周期轨道，我们在此基础上研究了后牛顿拉格朗日系统和哈密顿系统中满足周期轨道的初始条件并寻找到众多后牛顿三体问题中的周期轨道。

20. 凡梦璋 (中科院数学所)

题目: Weak solutions of the vacuum Einstein constraint equations with apparent horizon boundary conditions on manifolds with Lipschitz boundaries

摘要: In this talk, we show the existence of asymptotically flat weak solutions of the vacuum Einstein constraint equations with apparent horizon boundary conditions on a class of noncompact manifolds with Lipschitz boundaries. To this end, we construct suitable weighted Sobolev spaces with desired properties. Moreover, we analyze the asymptotic behaviors of the solutions when approaching the interior boundaries or infinity.

21. 郭泓莹 (复旦大学)

题目: Gravitational Faraday Rotation in Kerr-Newman-NUT Space-time

摘要: A rotational effect of polarisation of light, which is similar to the Faraday rotation of light in the presence of a magnetic field, has been discovered in the gravitational field of a rotating black hole. This effect has broadened the scope of previous discussions about light propagation in curved space-time which were mainly concerned with the trajectory and the intensity of light, and will probably lead to more insights on the interactions of gravitational field and electromagnetic waves. In this talk, I will investigate the gravitational Faraday rotation in the Kerr-Newman-NUT space-time, and discuss the influence of black hole parameters on the polarisation of light. This is a joint work with Naqing Xie.

22. 杨业坤 (广西大学)

题目: Geodesics for Eguchi-Hanson metric

摘要: The paper mainly studies the geodesics for Eguchi-Hanson metrics, which can be represented by the elliptic integrals.

23. 刘琴 (广西大学)

题目: Photon Surface of FJNWBW Geometry

摘要: 通过 FJNWBW 几何空间的测地线方程及光子球存在性问题, 进而研究 KERR、KERR-LIKE, KERR-DE SITTER 时空的光子球。

乘车路线

酒店地址：广西大学荟萃楼（南宁市大学东路 100 号）

一、南宁火车站

- 1.出租车：从南宁火车站出来乘出租车前往酒店约需 20 元。
- 2.公交：可乘坐的公交线路有 B24 路、37 路、52 路、66 路 605 路到“广西大学站”下车，步行 800 米，路程十分钟（票价 2 元）。
- 3.地铁：从“南宁火车站”乘坐地铁 1 号线（往石埠站方向）至“广西大学站”H 出口（票价 2 元）。

二、南宁东站

- 1.出租车：从南宁火车东站出来乘出租车前往酒店约需 60 元。
- 2.地铁：从“火车东站”乘坐地铁 1 号线（往石埠站方向）至“广西大学站”H 出口（票价 5 元）。

三、吴圩国际机场

- 1.出租车：酒店距吴圩国际机场约 33 公里，乘出租车 120 元人民币左右。
- 2.在机场乘坐机场大巴 3 号线到动物园维也纳酒店，在“动物园站”乘坐地铁 1 号线（往火车站方向），在“广西大学站”下地铁，地铁 H 出口即是广西大学，进入学校可乘坐校车到达酒店。
- 3.乘坐机场 1 号专线（机场--南宁火车站），在火车站乘坐地铁 1 号线（往石埠站方向），在“广西大学站”下地铁，地铁 H 出口即是广西大学，进入学校可乘坐校车到达酒店。

4.高铁：在机场乘坐高铁到南宁站（约 18 元），后可选择乘坐地铁 1 号线（往石埠方向），在“广西大学站”下地铁；或打车前往广西大学，进入学校可乘坐校车到达酒店。

5、“进出校门”可选择“南门”（24 小时开放，可通行行人、电单车）或“南侧门”（6:00-23:00 开放，可通行行人、电单车、汽车），距离会议地点及住宿地点较近；附近有校内交通车可乘坐。

温馨提醒

各位老师在校前，还需在微信中搜索“平安西大”的公众号，并在此公众号中填写入校申请，具体流程如下：

关注微信公众号“平安西大”，进入后点击页面右下角“校门管理”，选择“行人预约”或“车辆预约”（电单车请选择“行人预约”项预约）



点击“访客预约申请”（行人及电单车）或者“车辆预约”（汽车）；预约成功后可在此页面查询预约情况



进入预约详细信息填写页面，按页面提示填写个人信息，“*”号为必填项。



请注意：

- 1、“来访事由”或“拜访事由”统一填写“参加 2023 引力波与黑洞问题研讨会”。
- 2、“被访人单位”或“拜访单位”请务必选择“物理科学与工程技术学院”。
- 3、“被访人姓名”或“被拜访人”统一填写“史老师”。
- 4、“被拜访人手机”填写 13814086505。
- 5、“进出校门”可选择“南门”（24 小时开放，可通行行人、电单车）或“南侧门”（6:00-23:00 开放，可通行行人、电单车、汽车），距离会议地点及住宿地点较近；附近有校内交通车可乘坐。
- 6、电单车申请时最好写上车牌号。
- 7、车辆申请成功并审核通过后进出时会自动扫描车牌抬杆。
- 8、如果行人申请时“进出次数”选择“多次”，需要录入人脸信息，进出校门时刷脸出入；如果选择“单次”，申请成功后请打开“预约记录查询”项查询预约记录，审核通过后点击“审核通过”项，即可进入出入码页面。

