

五百米口径球面射电望远镜脉冲星研讨会(5)

Local organizers

Haishen Huang (ZNU)

Ping Li (ZNU)

Zhaosheng Li (XTU)

Jiguang Lu (PKU)

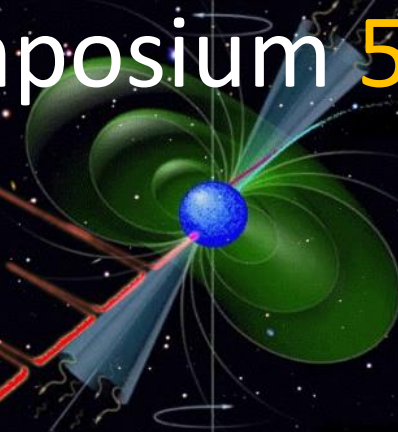
Zhengkun Pan (ZNU)

Zhiyun Tan (ZNU)

Youchang Yang (Chair, ZNU)

FAST Pulsar Symposium 5

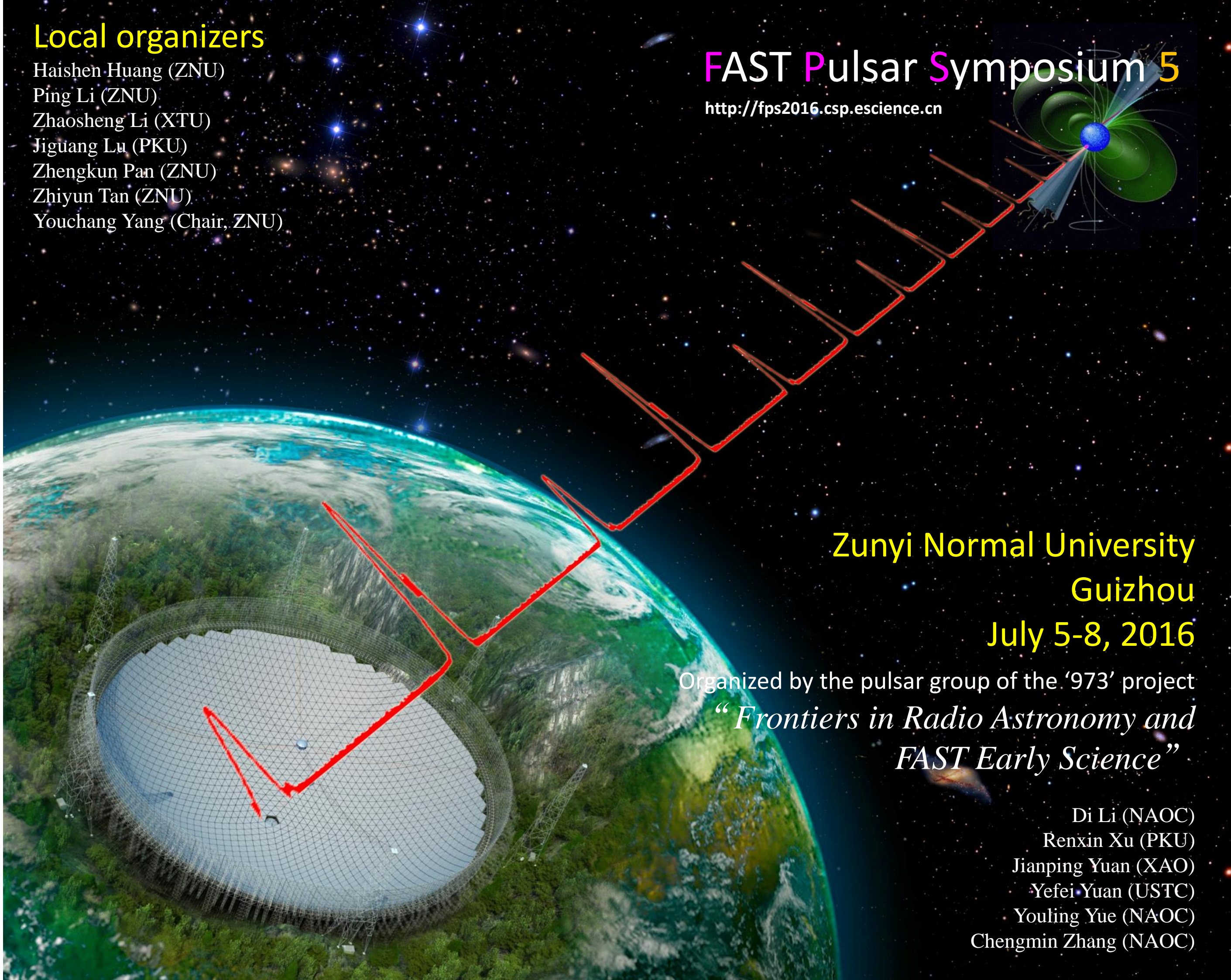
<http://fps2016.csp.escience.cn>



Zunyi Normal University  
Guizhou  
July 5-8, 2016

Organized by the pulsar group of the '973' project  
“Frontiers in Radio Astronomy and  
FAST Early Science”

Di Li (NAOC)  
Renxin Xu (PKU)  
Jianping Yuan (XAO)  
Yefei Yuan (USTC)  
Youling Yue (NAOC)  
Chengmin Zhang (NAOC)



# FAST Pulsar Symposium (FPS) 5, Zunyi



# 500 米口径球面射电望远镜脉冲星专题研讨会

## 第五次会议

文化用以传承、品味和欣赏。作为科学的一部分，脉冲星文化亦不例外。FPS 系列会议耕耘于脉冲星文化之传承与发展。

受“973 计划”项目的资助，脉冲星组（“课题 1”）组织了五次 FPS 会议，为培养和造就一支有竞争力的脉冲星研究队伍而努力。自 2012 年以来，课题组分别在新疆、云南、上海和内蒙举办了四次 FPS 会议。这是第五次 FPS 会议，于 2016 年 7 月 5 日至 7 日在贵州遵义召开，约 50 位脉冲星同行与会。五年来征程于大江南北，FPS 像“宣传队和播种机”一样点燃脉冲星之“火”。于可见的未来，尽管“973 计划”结题在即，但 FPS 担当华人社会脉冲星科学交流的平台这一角色并未消失。我们期待着 FPS 将以更理想的态势展现。

作为“FPS 人”共同的“历史记忆”，您手中是第五本会议文集。在这里，我们追求不拖泥带水地阐述科学，就像李白的诗句\*精炼地表达心境那样。提供已有 FPS 文集电子版网址如下：

<http://www.phy.pku.edu.cn/~xurenxin/Proceedings/FPS1.pdf>  
<http://www.phy.pku.edu.cn/~xurenxin/Proceedings/FPS2.pdf>  
<http://www.phy.pku.edu.cn/~xurenxin/Proceedings/FPS3.pdf>  
<http://www.phy.pku.edu.cn/~xurenxin/Proceedings/FPS4.pdf>  
<http://www.phy.pku.edu.cn/~xurenxin/Proceedings/FPS5.pdf>

科学组委会：

“973”项目脉冲星组

地方组委会：

遵义师范大学 杨友昌（主席），李平，谭志云，潘正坤，黄海深

湘潭大学 李兆升

北京大学 卢吉光

公元贰零壹陆年玖月贰拾日

---

\*如“床前明月光，疑是地上霜。举头望明月，低头思故乡。”仅 20 字即千古传颂；自扰庸人所著万余字“大论”岂能与之相肩？

## 目 录

1. 大型 X 射线光子筛望远镜：脉冲星 X 射线计时	杜源杰.....	1
2. 云南 40m 望远镜对 PSR J0437-4715 的 timing 观测	郭彦君.....	3
3. 奇异集团星的磁场起源	来小禹.....	5
4. 直接测量宇宙的膨胀	李柯伽.....	6
5. GRS 1747-312 质量的测量探讨	李兆升.....	7
6. 回落盘作用下脉冲星制动指数的演化：从 $n>3$ 到 $n<1$	刘雄伟.....	8
7. 压缩重子物质中声速是否大于光速？	卢吉光.....	10
8. Simulating the Dispersion Measure of FRB host galaxies	罗睿.....	11
9. Searching for Fast Radio Bursts	门云鹏.....	13
10. 关于我和我的工作，请大家指点	潘之辰.....	17
11. 用 pyephem 进行坐标计算	钱磊.....	18
12. With Great Power Comes Great Responsibility	邵立晶.....	19
13. The optical/UV excess of X-ray dim isolated neutron star: bremsstrahlung emission from a quark-cluster star plasma atmosphere	王维扬.....	20
14. Challenges for QTT antenna - an update	许谦.....	21
15. 奇异物质：从 strangeness 到 strangeon	徐仁新.....	22
16. Crab 脉冲星 X-ray 和射电波段脉冲轮廓相位差随时间的变化	闫林丽... ..	23
17. Supernova Neutrino in A Strangeon Star Model	袁懋.....	24
18. 层级三体系统中并合致密双星系统的轨道演化	袁业飞.....	27
19. 毫秒脉冲星表面热辐射作为核物质及暗物质探针	郑小平.....	28
20. 会议日程.....		29

## 大型X射线光子筛望远镜：脉冲星X 射线计时

杜源杰 (Yuanjie Du)  
钱学森空间技术实验室  
北京 100094  
Email: [duyuanjie@qxslab.cn](mailto:duyuanjie@qxslab.cn)

高灵敏度、高能量分辨率、高空间分辨率及超快时间响应的X 射线望远镜是天文学的永恒追求。软X射线望远镜一直是空间科学探测（天体物理学）任务中最有影响力的一个波段，其卫星数量之多、科学产出之重要、聚焦系统和探测器技术更新之快等方面首屈一指。故建议建造长寿命（ $\geq 3$  年）、超大有效接收面积（ $\geq 5\text{m}^2$  @ 1keV）和超长焦距（大于三十米）的基于跨微纳技术光子筛聚焦系统的X射线（0.1-10 keV）望远镜—— **大型X 射线光子筛望远镜（Large X-ray Sieve Telescope, LXST）**，如图 1 所示。它是基于先进卫星平台（处于大椭圆冻结轨道）、低成本大型X 射线望远镜。

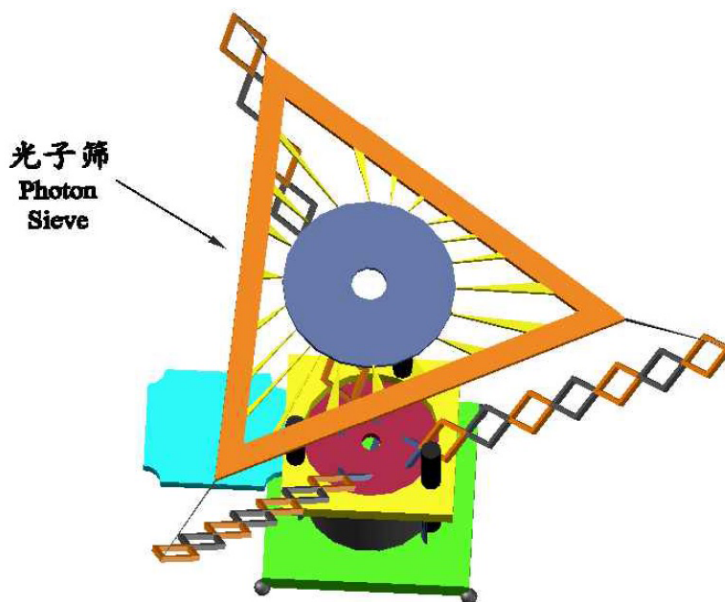


Figure 1: LXST 几何示意图。

LXST任务的核心科学目标为：

- (1) 脉冲星软X射线能段的计时观测研究：

- (a) 精确测定脉冲星的质量半径，鉴别脉冲星状态方程；
  - (b) 间接探测由超大质量双黑洞并合所产生的低频引力波；
  - (c) 脉冲星辐射机制研究；
  - (d) 开展脉冲星自主导航应用研究，辅之以高稳定度星载钟建立时空基准。
- (2) 搜寻亚毫秒脉冲星、快速旋转的类脉冲星天体，用来验证夸克星是否存在，以此验证量子色动力学中“色禁闭”的推论。
- (3) 观测遥远的星系/星系团、瞬变源（黑洞、磁星、致密双星、伽玛爆以及超新星爆发等），期望研究暗物质、能量的本质并发现新奇天体。特别是，高灵敏度、能谱分辨率观测星系或星系团的X射线（例如：3.5keV）谱线，验证惰性中微子的温暗物质模型。

**超大有效接收面积的X射线望远镜是实现上述三个科学目标的保证。** 由于世界上首次使用新的X射线光子筛聚焦技术，故此任务分两步走：（一）十三五末期，发射LXST技术验证星LXST-Pathfinder（3米口径聚焦系统），搭载在爱因斯坦引力红移卫星（E-GRIP）或其他合适的卫星上；（二）若技术通过验证，在十四五期间择机发射LXST（10米口径）。

**希望大家对LXST多提建设性的意见，逐步完善其科学目标，盼望其能肩负起我国首颗“旗舰型”科学卫星的重任。**

同时还希望未来空间望远镜和地面的射电望远镜联合搜寻、计时观测脉冲星，争取有影响力的科学产出，使国内外更多的科学家参与到脉冲星的研究中，再现脉冲星研究的辉煌。

## 云南40m望远镜对PSR J0437-4715的timing观测

郭彦君 (Yanjun Guo)

北京大学物理学院

北京 100871

Email: [guoyj10@pku.edu.cn](mailto:guoyj10@pku.edu.cn)

极为稳定的周期性信号是脉冲星的标志特征，脉冲星timing观测的极高精度使得很多重要的科学研究成为可能。在此通过PSR J0437-4715介绍一下云南台40m望远镜的毫秒脉冲星观测现状。0437是最亮的一颗毫秒脉冲星，也是timing residual最小的几颗脉冲星之一。0437位于南天，目前除了Parkes望远镜只有云南40m能观测到。

首先按照标准的timing流程做数据处理，去除射电干扰，在时域和频域叠加，然后与模板作交叉相关来确定到达时间（ToA）。用tempo2打开ToA文件，timing residual如图所示，弥散很大。问题主要在于观测时的脉冲星参数文件有误，重装更准确的参数文件之后，residual会有很大改善。2016年的数据已经表现正常，但2015年的数据弥散仍较大。经过检查，发现问题来自于闰秒的修正。2015年6月30日，世界协调时增加了一个闰秒，但云南台的时钟在2016年初才作闰秒修正。这样就导致2015年6月到2016年之间的ToA有1s的误差，从而residual表现出弥散。

考虑闰秒修正之后，residual如图所示，弥散已经很小，但整体有斜率。这反映的是脉冲星自转频率的测量值与模型之间的差别。造成这种情况的原因是云南台的时钟频率不准。结合几颗脉冲星的数据，可以修正时钟频率。在拟合脉冲星自转频率之后，residual中仍然有近似正弦的结构，而且2015年10月的一些数据点相对于整体有偏离。删除偏离较大的数据点，此时rms residual为730 ns，timing精度为1  $\mu$ s。正弦结构的原因暂时还不清楚，而数据点的偏离是偏振问题导致的。云南40m目前不能做偏振校准，大多数数据都是右旋偏振通道的，而发生偏离的数据则是左旋偏振通道的。0437左旋和右旋的脉冲轮廓有细微的差别，而对脉冲轮廓做交叉相关时，这种差别会导致几微秒的偏移，从而左旋偏振的ToA会有几微秒的偏差。

虽然云南40m有很多问题，但经过处理，timing观测还是能得到可以接受的结果。希望以后能够用云南台的timing观测来校准时钟，以及研究其他与timing相关的科学问题。

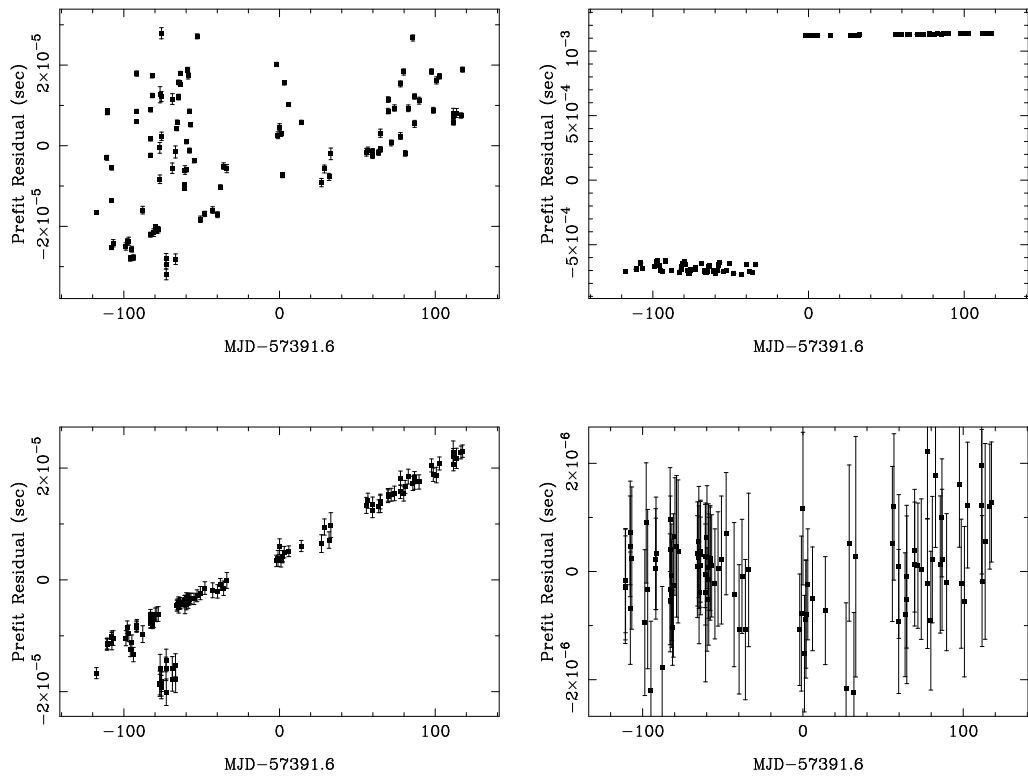


Figure 1: 数据处理不同阶段PSR J0437-4715的timing residual.



## 奇异集团星的磁场起源

来小禹 (Xiaoyu Lai)

新疆大学 物理科学与技术学院 乌鲁木齐 830046

中国科学院新疆天文台 乌鲁木齐 830011

湖北第二师范学院 物理与机电工程学院 武汉 430205

Email: laixy@xao.ac.cn

脉冲星类天体本质上是中子星还是夸克星依然是人们争议的话题。虽然主流的观点支持中子星模型，但是目前没有足够的观测证据排除其中任一种模型，即使两倍太阳质量甚至更大质量的脉冲星被发现。本人在博士期间的工作之一就是研究了由奇异夸克集团构成的星体——奇异集团星 (strange-cluster stars) ——的物态特性。作为后续工作，本人又研究了奇异集团星的磁场起源问题，也是这次会议论文的主题。

脉冲星类天体在观测上的一个重要表现就是具有强磁场，其磁偶极场一般可以达到 $10^{12}$ 至 $10^{13}$ 高斯。在奇异集团星的框架下，星体如何产生和保持如此强大的磁场是值得研究的问题。本人以前的工作就已经将奇异物质与普通固体物质作过类比，得到一些物态方程模型。而对于磁场的问题，也可以将奇异物质的磁场性质与金属的铁磁性作类比。铁磁性的产生就是电子体系的自发磁化。电子具有内禀磁矩，其方向与电子自旋有关。如果两种自旋的电子的数目一样多，物质就不表现出净磁矩。假如不考虑电子之间的库仑作用，也就是一个理想电子气，那么由泡利不相容原理，两种自旋的电子的数目一定是一样的，因为这样的电子体系能量最低。但是电子之间当然是有库仑相互作用的，库仑排斥使得两个电子如果靠近的话能量增加、远离的话能量减小。对于两个电子组成的体系，如果波函数是空间反交换对称的（这种情形下两个电子趋向于相互远离），那么两个电子一定是自旋三重态，即自旋相同。由此看来，库仑作用和泡利不相容原理是相互竞争的，此时电子体系的能量最低态不一定是两种自旋的电子一样多，即产生自发磁化。对于普通的铁磁体的研究涉及到很多复杂的问题，比如晶格对电子的作用、电子轨道之间的相互作用等等，所以普通物质的铁磁性起源依然是一个非常复杂的问题。不过，固态奇异集团物质相比普通固体也有其简单的一面，比如固态奇异集团物质中的电子基本不受晶格的影响（电子的费米能比其库仑能高约3个量级）。应用在一般的固体物理教科书中能够找到的Stoner模型，我们发现对于夸克集团物质中的极端相对论性电子，其能量最低态在某些参数空间下确实具有净的磁矩。这样的磁矩可以对应 $10^{12}$ 至 $10^{13}$ 高斯的磁场。

值得说明的是，我们的计算结果表明电子的自发磁化很难达到 $10^{14}$ 高斯以上的磁场，这看似无法解决磁星的磁场起源问题。但是，支持磁星模型的爆发现象可以用固态夸克集团星的弹性能和引力能的释放来解释，所以超强的磁场是不需要的。

## 直接测量宇宙的膨胀

李柯伽 (Kejia Lee)  
北京科维里天文与天体物理研究所  
北京 100871  
Email: [kjlee@pku.edu.cn](mailto:kjlee@pku.edu.cn)

自Hubble以来，精确的对远方星系的距离-红移关系的若干测量让这样一个信念深入人心—宇宙在膨胀。而过去20年间，人们更是基于精确的距离-红移关系，相信宇宙在加速膨胀。并提出了精确宇宙学模型。这里“膨胀”图像是人类理性基于空间几何经验而对距离-红移关系的解读，而我们不禁要问，究竟有没有更直接的证据来支撑膨胀这个概念，即支持宇宙间星系的“退行”速度随时间越来越大呢？截至目前，除却距离-红移关系，尚未有更基础的证据。

从笛卡尔时代起，人们在认识论上即知，任何经验知识的获取必须经过怀疑的批判。我们必须去寻找更加基础的知识并以此来开展工作。对于宇宙膨胀问题来说，我们需要宇宙膨胀的更直接的证据。因此有必要去多次观测一些天体，仔细测量他们的退行速度，找出退行速度对时间的变化关系。这个并不是新的想法，早在60年代Sandage等人早就考虑过这个问题。然而却一直都没有足够威力的观测手段来实现。

经过计算，我们发现，可以利用FAST HI巡天数据开展HI速度测量。十年到二十年后再利用FAST进行一次速度测量。利用十年尺度的基线，我们有可能探测到星系退行速度的变化，从而直接了解宇宙膨胀的信息。我们分析了几种主要的系统误差，我们发现限制这样的实验的主要因素是有限的辐射流量和系统驻波水平对时间的变化。这对**FAST的驻波比提出了相当的技术要求**。其它的影响，例如时间/频率标准的不稳定性，地球/太阳系速度变化，源的空间位置精度等问题影响很小或者可以很好地改正。另外，如果望远镜时间充分（考虑和Arecibo或者SKA结合），我们有可能直接在速度场中了解宇宙膨胀是否各向均匀等有趣的信息。

## GRS 1747-312 质量的测量探讨

李兆升 (Zhaosheng Li)  
湘潭大学物理与光电工程学院  
湘潭 411105  
Email: lizhaosheng@xtu.edu.cn

GRS 1747-312 是位于球状星团 Terzan 6 的双星系统。基于既往的 X 射线观测数据，发现了 GRS 1747-321 存在 I 型 X 射线暴与掩食现象，这表明这个源是中子星双星系统且轨道倾角较大。光学测量发现这个源位于的球状星团距离我们 9.5 kpc，但是，最近的测量数据，将距离降低至 6.8 kpc。

Suzaku 望远镜捕捉到 GRS 1747-312 的一次光球层半径膨胀暴，如果假定距离是 9.5 kpc，那么峰值光度与质量为  $1.4M_{\odot}$ ，半径为 10 km 的中子星的爱丁顿光度相当。但是距离为 6.8 kpc，则很有可能，GRS 1747-312 的质量较小。

我们利用 Suzaku 的观测数据，基于蒙特卡罗方法，测量了 GRS 1747-312 的质量和半径，见图 1。结果表明，GRS 1747-312 是一颗低质量致密星的候选体。

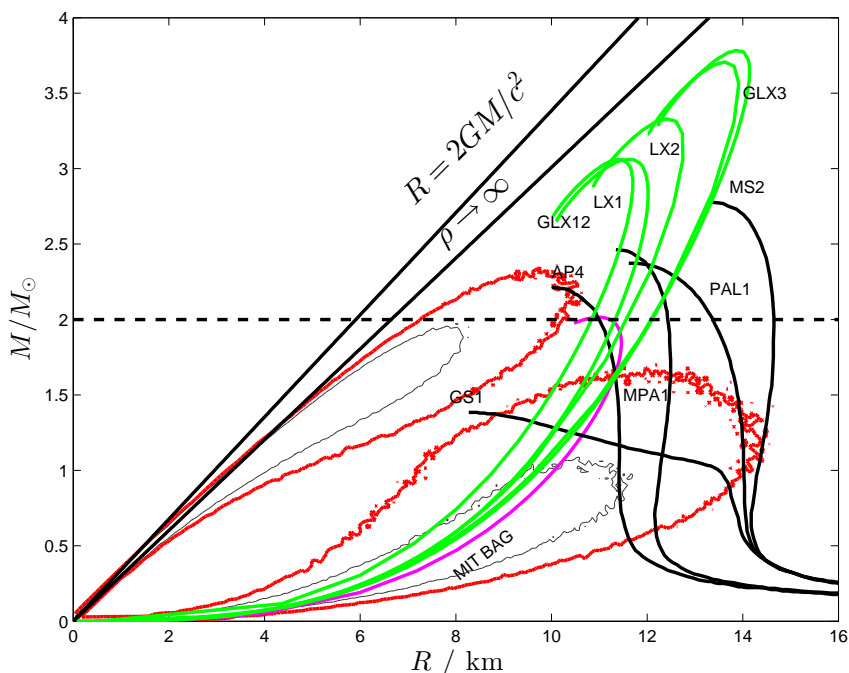


Figure 1: GRS 1747-312 的质量和半径的  $1\sigma$  与  $2\sigma$  的置信区间。

## 回落盘作用下脉冲星制动指数的演化：从 $n > 3$ 到 $n < 1$

刘雄伟 (*Xiongwei Liu*)  
西华师范大学物理与空间科学学院  
南充 637002  
Email: [xiongwliu@163.com](mailto:xiongwliu@163.com)

一般认为，脉冲星回落盘是由超新星爆发后部分回落物质围绕脉冲星旋转而形成的物质盘。回落物质不多（小于 $0.1M_{\odot}$ ），回落盘质量更小，因此很难被发现。迄今为止只有一个比较公认的回落盘观测，王仲翔等人2006年在AXP0142周围看到了回落盘的红外辐射，另外还有一两个疑似回落盘的观测。虽然回落盘的观测很困难，但并不意味着回落盘的数量少，也不能说回落盘对脉冲星没有影响。早期的理论研究认为，脉冲星在回落盘的作用下大致有三种状态：1、吸积相，这时盘内半径小于磁层半径，盘物质可以被吸积到脉冲星表面；2、螺旋桨相，当盘内径大于磁层半径而小于光速半径时，回落盘将和脉冲星的磁场耦合在一起，对脉冲星产生制动作用；3、辐射相、如果盘内径大于光速半径，盘和脉冲星几乎没有什么作用，脉冲星可以正常发出辐射。

我们从理论上研究了脉冲星在回落盘的作用下，处在螺旋桨相时的制动指数演化问题，发现在盘和脉冲星的共同演化过程中，盘的额外制动力矩可以使脉冲星的制动指数从 $n > 3$ 演化到 $n < 1$ ，可以统一解释PSR J1734-3333的制动指数 $n = 0.9$ 和PSR J1640-4631的制动指数 $n = 3.15$ 这两个超出常规理论的观测值，如图1所示。需要指出的是，我们用的是自相似回落盘模型，脉冲星的初始周期、磁场强度和盘质量等参数都是很普通的值，拟合出的盘质量大约为 $10M_{\oplus}$ 量级，与AXP0142回落盘的观测相当。

由于回落盘附加力矩的存在，脉冲星的表现磁场比实际值会大许多，特征年龄也与实际年龄有差异。回落盘如果存在于一颗脉冲星的周围，它的作用显然是不容忽视的，脉冲星的许多奇特的观测现象都有可能和回落盘的作用相关，很有必要进一步研究回落盘对脉冲星的作用。

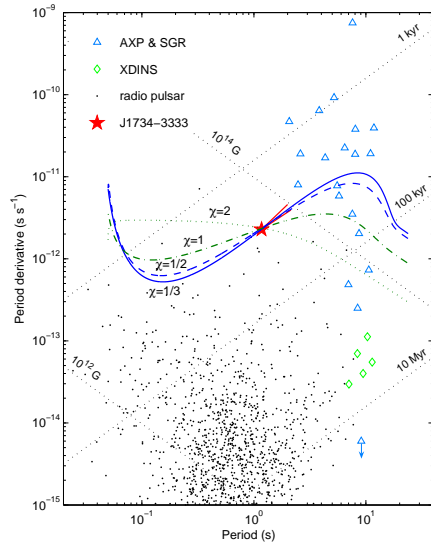


Figure 1: 脉冲星J1734-3333在回落盘作用下的演化

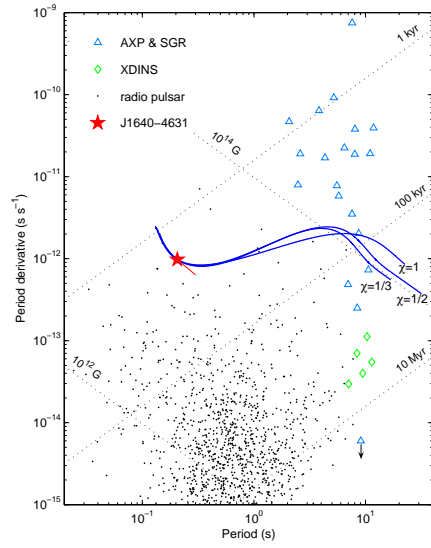


Figure 2: 脉冲星J1640-4631在回落盘作用下的演化

## 压缩重子物质中声速是否大于光速？

卢吉光 (*Jiguang Lu*)

北京大学物理学院

北京 100871

Email: [lujig@pku.edu.cn](mailto:lujig@pku.edu.cn)

对于中子星来说，通过物态方程可以计算出该物态的“硬度”（体积模量），它与这一物态下中子星的极限质量密切相关。物态“硬度”越大，物质的密度变化时所需要提供的压强改变越大，物质的压缩也就越困难，因此也就会得到更大的极限质量。但以往的讨论中这一硬度却不能太大，因为根据经典的声速表达式  $c_s = \sqrt{(\partial P / \partial \rho)_s}$ ，在物态过硬时声速会大于光速，这显然是错误的。由于受到这种想法的影响，硬度大的物态方程总是不易被接受。

实际上，在绝热假设下，物态表征的是一种物质的静力学平衡状态，它仅与组成物质的粒子间的相互作用有关。而在计算声速时，粒子的振动使得我们不能仅考虑静力学过程，相互作用的场的传播效应也需要被考虑在内；尤其是物质特别致密，使得按照经典公式计算出的声速接近甚至超过光速时，场的传播效应越发明显。可以看出，如果物质的组成粒子处于非相对论状态，那么它的物态方程也一定不会涉及到相对论效应，但计算声速时使用的动力学过程因为场的传播却必然与相对论效应有关。因此对于非相对论粒子组成的物质，不论它的物态方程表现为何种形式（因为它非相对论的），相对论效应给出的限制仅来源于与场传播有关的动力学过程；换句话说，物态方程本身不会受到相对论效应限制，也不会对其它过程产生与相对论效应有关的限制。由于声速小于光速的限制来源于基于相对论效应的因果律，所以它必然不会受到物态方程的制约，也不会对物态方程产生制约。另一方面，考虑到涉及相对论效应的动力学过程，那么对于具有任意形式物态方程的非相对论粒子组成的物质，其声速必然不大于光速。

实际的计算表明，由于受到场的传播延迟的影响，声波在传播过程中振幅无法保持不变。声波在传播过程中会被反射，反射波将与入射波进行叠加，这使得直接用稳定状态下的波形来计算声速的办法失效。我们最后看到稳定状态下的声波实际类似于光学中的隐失波（evanescent wave），振幅以指数速度衰减。若介质长度远大于波长，那么能量最终几乎被完全反射。这时，根据频域响应计算出的声速显然是错误的；实际上，可以考虑一个  $\delta$  信号的时域响应来替代。计算结果表明，在非常大的参数范围内， $\delta$  信号的传播速度几乎独立于场的传播。这样，总的传播时间近似等于经典声波的传播时间与场的传播时间之和。亦即，信息的传播速度永远不会大于场的传播速度（光速）。

# Simulating the Dispersion Measure of FRB host galaxies

*Rui Luo*

*Department of Astronomy & Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics*

*Peking University*

*Beijing 100871*

*P. R. China*

Email: [luorui1991@pku.edu.cn](mailto:luorui1991@pku.edu.cn)

## 1 Introduction

The dispersion measure (DM) of Fast Radio Burst (FRB), which is defined as the integral of free electron density along the line of sight, is so high that FRBs are supposed to be extragalactic. These high DMs can not only tell us the ISM which FRBs propagate through, but also the distance range of known FRBs. With a good understanding of the DM contributed by galactic [1] and intergalactic part [2], we have to figure out the DM distribution of FRB host galaxies.

## 2 Simulations

Basically, we can do Monte Carlo simulations to see how the electron density of different galaxies contributes to the DM. The basic idea of simulations is to generate millions of FRB at different places of different type of galaxies, at different redshifts, let them propagate towards different directions isotropically. In this work, we build three basic galaxy templates at first, and then scale it to different galaxies according to the results of a large sample of galaxy survey.

After all the simulations, we would get the DM distribution of different type of galaxies (see Fig.1), including the early-type galaxies (ETGs), late-type galaxies (LTGs) and total galaxies.

## 3 Conclusions

The DM of different host galaxies varies at a very large range from 10 to  $10^4 \text{ cm}^{-3} \text{ pc}$ , while the most probable DM is at  $40 \text{ cm}^{-3} \text{ pc}$  roughly, which is much lower than the

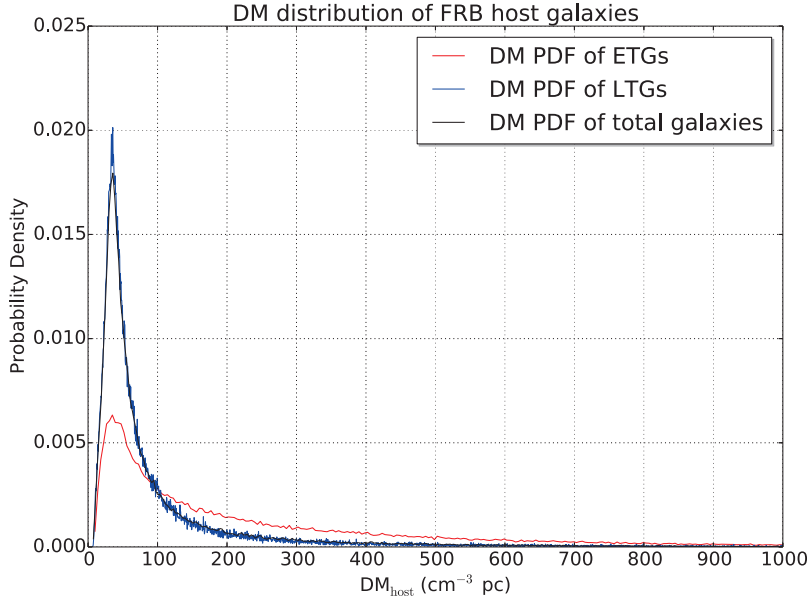


Figure 1: The DM distribution of FRB host galaxies.

average value of  $100 \text{ cm}^{-3} \text{ pc}$  [3] most people assume before. This tells us FRBs could not be only cosmological origin, but also at nearby galaxies.

Furthermore, from our simulations, we find the current FRBs are unlikely to come from giant elliptical galaxies because there are a lot of gas ionized by AGNs and free electrons are diffused from the center to far away outskirts. This result indicates the previous FRB150418 host galaxy identification [4] is probably wrong because the DM distribution of that giant elliptical galaxy is quite larger than the total DM of FRB150418.

## References

- [1] Cordes, J. M., & Lazio, T. J. W. 2002, ArXiv Astrophysics e-prints, astro-ph/**0207156**
- [2] Deng, W., & Zhang, B. 2014, ApJ, **783**, L35.
- [3] Thornton, D., Stappers, B., Bailes, M., et al. 2013, Science, **341**, 53
- [4] Keane, E. F., Johnston, S., Bhandari, S., et al. 2016, Nature, **530**, 453



# Searching for Fast Radio Bursts

*Yunpeng Men*  
*Department of Astronomy*  
*School of Physics*  
*Peking University*  
*Beijing 100871*  
*P. R. China*  
Email: [ypmen@pku.edu.cn](mailto:ypmen@pku.edu.cn)

## 1 Introduction

Fast radio bursts (FRBs) are bright millisecond radio pulses (peak fluxes  $\sim 0.5 - 2$  Jy at 1.4 GHz) with high dispersion measures ( $DM \gtrsim 300 \text{cm}^{-3} \text{ pc}$ ) which significantly exceed the maximum expected line-of-sight contribution in the NE2001 model of Galactic electron density [1] indicating their extragalactic origins.

The first FRB (FRB010724 also called "Lorimer burst" ) is discovered in 2007 by Lorimer during searching archival data from a 1.4-GHz survey of the Magellanic Clouds using the multibeam receiver on the 64-m Parkes Radio Telescope in Australia [2]. Up to now, a total of 17 FRB sources have been detected. Except two sources detected with the 305-m Arecibo telescope [3] and the 110-m Green Bank Telescope [4] respectively, all the other sources were detected using the 64-m Parkes radio telescope [2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Petroff et al. [12] presented an online catalog (FRBCAT<sup>1</sup>) of known FRBs.

## 2 Software

Softwares have been developed to search FRBs, such as HEIMDALL which has discovered a real-time FRB [8]. A python script in PRESTO (`single_pulse_search.py`) has also been used to search FRBs [3]. To search FRBs more efficiently, we developed another software named BEAR which is written in C++ dealing with filterbank data. There are several main tasks of BEAR, radio frequency interference (RFI) eliminating, dedispersion and burst detecting.

Man-made interference can also generate burst-like signal which will create difficulties in the detection of FRBs. However, these signals are mostly zero DM. BEAR

---

<sup>1</sup><http://www.astronomy.swin.edu.au/pulsar/frbcats/>

used a special method to mitigate this kind of RFI. We assume a signal  $\hat{S}_j$  with zero-DM RFI  $\hat{N}_j$ , where  $j$  represents different frequency channels. BEAR subtracts the average profile of RFI  $\hat{N}$  in each channel by weight  $\alpha_j$ . If RFI is removed cleanly, the residuals will not cohere with the average profile of RFI  $\hat{N}$  which can be given by

$$(\hat{S}_j - \alpha_j \hat{N}) \cdot \hat{N} = 0, \quad (1)$$

where we obtain  $\alpha_j = \hat{S}_j \cdot \hat{N} / \hat{N} \cdot \hat{N}$ . After this step, we have zero-DM RFI mitigated.

It's a common phenomenon that radio wave will be delayed when transmitting across a cold plasma. The time delay is given by

$$t_{\text{DM}} = \frac{e^2}{2\pi m_e c} \frac{DM}{\nu^2} \approx 4.15 \times 10^3 \text{s} \cdot \left(\frac{\nu}{1\text{MHz}}\right)^{-2} \frac{DM}{1\text{pc} \cdot \text{cm}^{-3}}, \quad (2)$$

where  $DM = \int n_e dl$  is the dispersion measure, and  $\nu$  is the frequency. Because of dispersion delay, high frequency waves arrive early than low frequency waves. To improve the signal to noise ratio (SNR), we should do dedispersion firstly. BEAR uses the technique of subband dedispersion [13] in order to save computing resources, as shown in Fig 1.

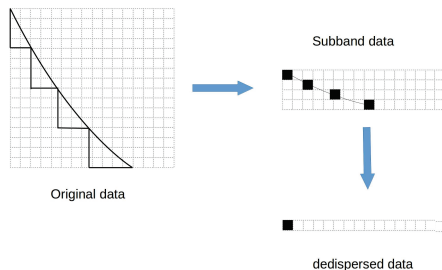


Figure 1: The flow chart of dedispersion. Firstly, dedisperse the raw data into subband data in large DM space, then dedisperse the subband data into dedispersed data in small DM space.

After dedispersion, we obtain a lot of 1-D dedispersed time series with different DMs. Then BEAR uses the technique of boxcar-matched filtering [14, 15] to obtain a SNR matrix  $S(t, W, DM)$ , where  $S$  is defined as

$$S = \frac{1}{N_{\text{box}} \sigma^2} \left( \sum x_i \right)^2, \quad (3)$$

as shown in Fig 2. At last, BEAR would search candidates in the SNR matrix.

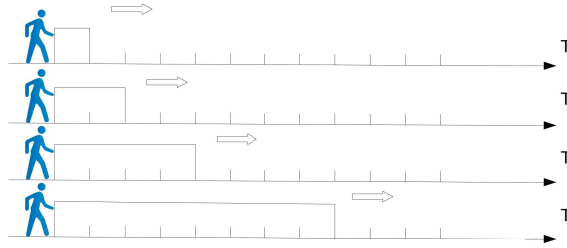


Figure 2: The boxcar filter, which is moved along the time series. The signal-noise ratio  $S$  is calculated in the boxcar.

### 3 Performance

BEAR is fast enough to do real-time searching, which is working to produce data with the Nanshan 26-m Telescope. We have tried to find the reported FRBs in the data from the internet, and BEAR found all of them successfully, such as FRB140514 (see Fig 3).

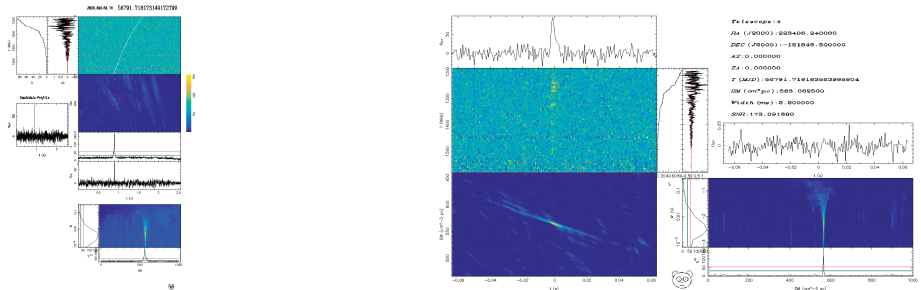


Figure 3: The output graphs of BEAR. Left panel shows information of all candidates and right panel is made for each candidate.

### References

- [1] Cordes, J. M., & Lazio, T. J. W. 2002, ArXiv Astrophysics e-prints, astro-ph/0207156
- [2] Lorimer, D. R., Bailes, M., McLaughlin, M. A., Narkevic, D. J., & Crawford, F. 2007, Science, 318, 777
- [3] Spitler, L. G., Cordes, J. M., Hessels, J. W. T., et al. 2014, ApJ, 790, 101

- [4] Masui, K., Lin, H.-H., Sievers, J., et al. 2015, *Nature*, 528, 523
- [5] Keane, E. F., Kramer, M., Lyne, A. G., Stappers, B. W., & McLaughlin, M. A. 2011, *MNRAS*, 415, 3065
- [6] Thornton, D., Stappers, B., Bailes, M., et al. 2013, *Science*, 341, 53
- [7] Burke-Spolaor, S., & Bannister, K. W. 2014, *ApJ*, 792, 19
- [8] Petroff, E., Bailes, M., Barr, E. D., et al. 2015a, *MNRAS*, 447, 246
- [9] Ravi, V., Shannon, R. M., & Jameson, A. 2015, *ApJ*, 799, L5
- [10] Keane, E. F., Johnston, S., Bhandari, S., et al. 2016, *Nature*, 530, 453
- [11] Champion, D. J., Petroff, E., Kramer, M., et al. 2016, *MNRAS*, arXiv:1511.07746
- [12] Petroff, E., Barr, E. D., Jameson, A., et al. 2016, *ArXiv e-prints*, arXiv:1601.03547
- [13] Magro, A., Karastergiou, A., Salvini, S., et al. 2011, *MNRAS*, 417, 2642
- [14] Burke-Spolaor, S., Bailes, M., Johnston, S., et al. 2011b, *MNRAS*, 416, 2465
- [15] Keane, E. F., & Petroff, E. 2015, *MNRAS*, 447, 2852

## 关于我和我的工作，请大家指点

潘之辰 (*Zhichen Pan*)  
*NAOC in Chinese*  
北京 100012  
Email: [panzc@bao.ac.cn](mailto:panzc@bao.ac.cn)

本人潘之辰，2011年至2016年在中国科学院大学/国家天文台攻读博士学位，获得天文技术与方法专业博士学位，目前在国家天文台星际介质演化及恒星形成团组工作。参加过FPS1（2012年8月、新疆昌吉）、FPS4（2015年7月，内蒙古正镶白旗）和FPS5（2016年7月，贵州遵义）。很惭愧，一直是脉冲星相关科学的门外汉；从2014年11月起，从脉冲星搜索入手开始接触脉冲星相关科学。感兴趣的领域包括脉冲星搜索和加速、timing，另外也参与了恒星形成方面的些许研究工作。接触过的脉冲星搜索巡天观测数据有Parkes多波束巡天和Parkes球状星团巡天中的部分球状星团杜鹃座47的观测数据，其中比较幸运的和合作者们一起在球状星团杜鹃座47的观测数据找到了两颗新的毫秒脉冲星（J0024-7204aa和J0024-7204ab）。有关这个工作的内容请参见Pan et al. 2016 (<http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bibquery?arXiv:1603.01348>) 以及后续的Ridolfi et al. 2016 (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2016MNRAS.462.2918R>)。目前正在参与500米口径球面射电望远镜（FAST）的脉冲星搜索的准备工作。请大家对我们的工作多多指点，谢谢徐仁新老师和FPS5给予我这样一个平台！

## 用pyephem进行坐标计算

钱磊  
国家天文台  
FAST工程  
中国 北京 100012  
Email: [lqian@nao.cas.cn](mailto:lqian@nao.cas.cn)

实际观测中，精确计算坐标是成功进行观测的一个关键因素。本文以地平坐标和赤道坐标为例进行讨论。

由于地球自转，地平坐标和赤道坐标之间的转换和时间有关，知道了当前的精确时刻，地平坐标和赤道坐标之间就相差一个转动变换。然而由于地球自转轴的进动<sup>1</sup>，地球北极的方向在不断变化，所以每一时刻的赤道坐标系是不同的。为了方便记录，天体源的坐标通常是按某个固定历元给出的，例如J2000赤道坐标。为将J2000赤道坐标转换为地平坐标以实现望远镜指向源的方向。首先需要将J2000赤道坐标换为当前的赤道坐标，然后进行转动变换。

总结起来，坐标计算（转换）的关键是

1. 精确计时。
2. 精确计算当前的赤道坐标。

第一点使用联网的计算机可以到达1 s的精度，这对于通常的FAST观测是基本满足要求的，但是未来应该使用GPS授时或更精确的时间。

第二点，现在大部分计算坐标的程序或程序库都基于JPL的星历数据（通常使用DE405[1]），所以没有本质差别，只需要使用方便使用的就可以了。pyephem是一个使用了JPL星历数据计算坐标、历元等参数的python模块 [2]。由于写python代码的效率较高，计划使用pyephem进行坐标计算。关于示例，可以参见[3]。

## References

- [1] <ftp://ssd.jpl.nasa.gov/pub/eph/planets/>
- [2] <http://rhodesmill.org/pyephem/>
- [3] <http://blog.sciencenet.cn/blog-117333-945360.html>

---

<sup>1</sup>实际中还有很多其他效应，不在此详述。

## With Great Power Comes Great Responsibility

Dr. Lijing Shao  
*Max Planck Institute for Gravitational Physics*  
*(Albert Einstein Institute)*  
*Am Mühlenberg 1*  
*D-14476 Potsdam-Golm*  
*Germany*  
Email: [lshao@aei.mpg.de](mailto:lshao@aei.mpg.de)

We are extremely excited that the Five-hundred-meter Aperture Spherical Telescope (FAST) is on and pulsating! As it is said, “*with great power comes great responsibility.*”

**Enlightened cultures support great science.** We are so proud that our country and our culture support projects for great science. It is indeed an instantiation of the national policy, “sustainable developments.” The FAST telescope will benefit not only the current, but also the future; not only the national developments, but also the humankind’s interests.

**Large telescopes do great science.** Large scientific instruments are designed to do big science. The FAST telescope will help us to understand better our cosmological standing, the fantastic spacetime tango, and perhaps, the lunchbox of our alien friends.

**Powerful (compact) objects provide great science.** Among her goals, testing the basic concepts of spacetime with compact objects stands out to be one of the key scientific programs of the FAST telescope. Compact objects (neutron stars and black holes) are the most powerful creatures in the Universe. The FAST telescope will, with pulsar timing, record tiny notes from pulsating stars that tell the story of gravity [1]; will, with pulsar timing array, listen to the spacetime’s ripples from supermassive black-hole binaries that recite the history of Universe [2].

*We are here with the FAST to make her great responsibility, do her great science!*

## References

- [1] I.H. Stairs, *Living Rev. Relativ.* 6 (2003) 5; C.W. Will, *Living Rev. Relativ.* 17 (2014) 4; N. Wex, arXiv:1402.5594; L. Shao, *Phys. Rev. D* 93 (2016) 084023.
- [2] M. Kramer et al., *New Astron. Rev.* 48 (2004) 993; K.J. Lee, *Class. Quant. Grav.* 30 (2013) 224016; R.N. Manchester, *Int. J. Mod. Phys. D* 24 (2015) 1530018.

## **The optical/UV excess of X-ray dim isolated neutron star: bremsstrahlung emission from a quark-cluster star plasma atmosphere**

*Weiyang Wang (王维扬)*

*National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences*

*Beijing 100012*

*School of Physics and State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology,*

*Peking University*

*Beijing 100871*

Email: [wangweiyang0305@163.com](mailto:wangweiyang0305@163.com)

X-ray dim isolated neutron stars (XDINSs) are characterized by Planckian spectra in X-ray bands, but show optical/ultraviolet(UV) excesses which are the measured photometry exceeding that extrapolated from X-ray spectra.

To solve this problem, a radiative model of bremsstrahlung emission from a plasma atmosphere is constructed in the regime of quark-cluster star. The plasma atmosphere is supposed to be of two-temperature, formed and maintained by the ISM-accreted matter which is bound on a star's surface because of the so-called strangeness barrier.

All the seven XDINS spectra could be well fitted by the radiative model, from optical/UV to X-ray bands. The fitted radiation radii of XDINSs are from 7 to 13 km, while the modelled electron temperatures are between 50 and 250 eV, except RX J0806.4-4123 with a radiation radius ( 3 km), indicating that this source could be a low-mass quark-cluster star candidate.

Also, there may be not enough time for ISM-accreted matter to diffuse from the polar cap to other parts of the surface during the they change flavor in a strong magnetic field, then the distribution of atmosphere would not be considered as spherically symmetric. The non-spherical symmetry of the distribution will be reflected in the spectrum that the emission curve is flatter than a Rayleigh-Jeans curve at optical/UV bands.



## Challenges for QTT antenna - an update

许谦 (Qian Xu)

中国科学院新疆天文台

乌鲁木齐 830011

Email: [xuqian@xao.ac.cn](mailto:xuqian@xao.ac.cn)

射电望远镜朝着大口径、高频段、高指向精度方向发展, 天线结构将面临诸多挑战。本研究以新疆拟建110米口径望远镜(QTT)目标, 介绍QTT天线面临的挑战如, 天线重量与刚度、高精度天线轨道、反射面精度、天线馈电以及传感器使用等。给出了目前研究进展展望了未来进一步的工作。

天线口径增大必将导致结构偏软、刚度降低, 将会影响天线指向精度与电性能, 因此需要提高天线刚度, 从而导致重量增加。大重量天线会给结构及系统设计带来一系列问题, 而满足最优电性能下的结构刚度最佳分布, 成为结构优化的关键点。通过结构仿真目前QTT天线重量控制在5000吨左右。天线轨道问题在于高指向精度需求, 使得轨道不平度要求十分高。QTT轨道不平度为0.2mm, 需要采取多段轨道焊接而成, 焊接易产生变形难以保证整体不平度。因此, QTT引入了窄槽坡口结构, 并采取填缝焊工艺, 在进行多次试验后能够满足不平度需求。天线反射面精度主要有以下一些难点, 首先, 单面板精度受制于国内面板成型工艺, 满足QTT天线0.07mm精度的面板做不大(2平方左右), 这样将会导致整个主反射面板数量超过7000块, 将会导致背架结构复杂, 结构庞大; 如果采用组合面板方式虽然能够解决大面板高精度问题, 但组合面板引入子桁架, 结构复杂重量增加, 对主动面调整、天线赋形都带来麻烦。因此寻求高精度大面板成型工艺应该着重考虑; 其次, 座架和背架连接方式也会影响反射面精度, 因此对伞形支撑、空间桁架、双齿轮支撑结构进行了仿真, 最终确立伞形支撑作为备选方案; 再次, 天线馈电焦点问题集中于主焦, 因为次焦可以采取转台式换馈方案, 而主焦需要设置三个接收系统, 100cm Eleven 馈源、20cm 喇叭以及15cmPAF, 同时还要考虑天线标准面和赋形面间的切换。因此仿真了两种方案, 一种为副面中心可开闭, 采用主焦点观测时打开中心让馈源伸出抵达焦点位置, 采用次焦点观测时收回主焦点处馈源并闭合反射面, 此方式副面反复开闭的精度如何保证是难点。另一种方案, 借助副面撑腿采取摆臂形式实现馈源切换, 此法较好解决了副面中心开闭精度保证问题, 是一种较优方案。最后, 天线未来性能提高主要借助各类测量办法进行修正补偿, 因此对轴系误差测量、温度变形测量、风荷对天线影响的传感器方案进行了研究。

未来将进一步优化结构与重量, 突破面板成型工艺或者设计简易组合面板方案, 进一步细化摆臂换馈方案, 开展轴系误差测量系统构建, 环境载荷对天线影响机理研究, 主动面系统及其控制策略方案研究。

借此机会感谢李柯伽研究员邀请做报告, 才得以使本人有机会了解Pulsar相关研究, 同时也会更加明白科学对天线结构及技术需求。

## 奇异物质：从strangeness到strangeon

徐仁新 (Renxin Xu)

北京大学物理学院

北京 100871

Email: r.x.xu@pku.edu.cn

“新陈代谢”是活力和成长之象征；生物类尽如此，学术界亦相似。这里以“奇异数(strangeness)”的认识历程为例，简述其跟微观物理和致密物态相关的演进。

自古希腊哲学家探索特殊正多面体为自然基本元素开始，人类就一直尝试着简单地认识复杂现象。这方面现代意义上的成功始于1930年代前后，那时以为靠 $p$ 、 $n$ 、 $e$ 、 $\gamma$ 、 $\nu$ (还有 $\mu$ 、 $\pi$ )这些“基本粒子”即可理解万物现象，直到1947年宇宙线中发现新的一类粒子——“协同快产生，单独慢衰变”。这类粒子如此古怪的行为让它们被冠名为“奇异粒子”。不得不说，奇异粒子的发现是人类认识自然基本砖块之关键；1953年Nishijima和Gell-Mann提出奇异数(strangeness)概念解释以奇异粒子的表现，并最终导致在亚核子层次上建立夸克模型、直至粒子物理标准模型。现在我们明白了：构成常规物质的原子核只包含两味价夸克( $p=\{uud\}$ ,  $n=\{udd\}$ )，而奇异粒子包含第三味 $s$ 价夸克；奇异数其实是体现了奇异夸克 $s$ 的存在而已。

万物现象真能够在粒子物理标准模型框架内理解吗？这是一个挑战。跟我们FPS系列会议紧密相关的一个问题涉及致密物态形式，即超新星爆发生成的脉冲星的内部结构如何。在FPS4文集36页我曾经从能标和两味/三味对称能的角度分析，认为脉冲星之本质可能很简单、就是“大原子核”。我们知道，构成一般物质的“小”原子核基本组分是核子(nucleon，是 $p$ 和 $n$ 的统称，由 $u$ 、 $d$ 两味价夸克构成)；只是“大原子核”基本组分不是核子而是strangeon(可译为“奇子”)，由 $u$ 、 $d$ 和 $s$ 三味价夸克构成。这个看法是不是太民科？事实上，十多年前(ApJ, 596, L59)提出的这一论点可看作Witten猜想的推广(奇异物质内部的夸克不见得是游离的，也可能因非微扰强作用而成团)，并且我们一直努力尝试多角度地观测检验其合理性。

Strangeon [ˈstreɪdʒɪn]是strange和nucleon的组合<sup>1</sup>。相比之前的各种称呼(solid quark, strange quark-cluster, strange cluster等)，strangeon更能反映其物理本质。

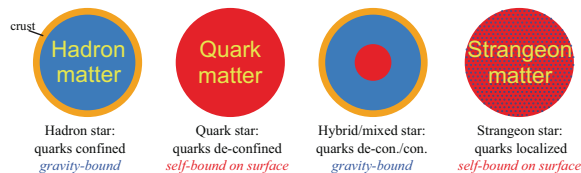


Figure 1: 各类型脉冲星结构模型，据FPS2文集47页更新。诚谢卢吉光同学的帮助

<sup>1</sup>借此机会感谢张冰博士今年夏天在乌鲁木齐期间积极地向我建议“strange nucleon”一词。

# Crab脉冲星X-ray和射电波段脉冲轮廓相位差随时间的变化

闫林丽 (Linli Yan)

中科院高能物理研究所

北京 100049

Email: [yanlinli@ihep.ac.cn](mailto:yanlinli@ihep.ac.cn)

## 1 背景介绍

Crab脉冲星是一颗亮源，周期约33ms，在各个波段的观测都被广泛研究。各个能量段的脉冲轮廓都呈现出明显的双峰结构，并且脉冲轮廓的形状是关于能量的函数。同时，不能能量段的脉冲也不是同时到达的，X-ray超前于射电脉冲，因此X-ray和射电脉冲轮廓之前存在相位差。之前的研究表明，射电辐射来自于极冠区，而X-ray辐射来自于外间隙。因此，对相位差的研究对于了解脉冲星辐射区位置、磁层结构具有重要意义。

## 2 近期工作

### 2.1 2014.09-2016.01

研究了Crab脉冲星X-ray脉冲轮廓形状随时间的变化情况，并与射电的结果进行了比较。X-ray脉冲轮廓的双峰间距随时间增加，双峰流量比随时间减小，双峰宽度也随时间减小，这些变化趋势与射电的结果不完全一致。具体结果请阅读：Ge, M. Y., Yan, L. L., Lu, F. J., et al. 2016, ApJ, 818,48

### 2.2 2015.05至今

利用RXTE对Crab脉冲星11年的观测、Nanshan radio telescope的6年观测数据和Jodrell Bank Ephemeris，以Jodrell Bank的射电脉冲为时间参考点，分别计算出X-ray脉冲轮廓主峰相位和南山射电脉冲轮廓的相位。研究两个波段相位随时间的变化趋势以及原因，从而对脉冲星的磁层结构等提出限制。

该工作相关的文章正在写作之中。

## Supernova Neutrino in A Strangeon Star Model

*Mao Yuan*

*Department of Astronomy, Beijing Normal University, Beijing 100871, China*

Email: [ym@mail.bnu.edu.cn](mailto:ym@mail.bnu.edu.cn)

The nature of pulsar-like object is a highly debatable issue due to the lack of knowledge to the compressed baryonic matter. According to different understandings for ground state of the condensed matter, the generally Neutron Stars, Strange Quark Stars and Strangeon Stars (SSs) are thought to be the candidates with their respective features. Among these models, an strangeon star is easily distinguishable from the others by its property of phase transition during the early cooling stage. Cold strangeons matter could be in a solid state with a relatively small quantum wave packet and low temperature (with melting temperature  $T_m$  approximate several MeV)[?, 2], which means a new born strangeon star could be solid quickly after a fast cooling process through neutrino releasing. Theoretically, when the SS solidify from its initial state, heat capacity of the solid SS will become extremely tiny, which will lead to a cut-off of neutrino burst because its radiation luminosity will reduce synchronously. In this case, it's very interesting to find out an observationally evidence for this neutrino releasing process. Luckily, scientists detected a neutrino burst in a core-collapse supernova in 1987, which was recalled as a neutrino burst in SN 1987A [3, 4, 5]. We suggest that  $\pi$  mesons would be excited when the nascent SS forms, together with strangeons, their thermal energy  $U = U_\pi + U_s$  would be approach to the binding energy of the compact core, several  $10^{53}$  erg. Almost all internal energy will be taken away by neutrino and photon radiation. Temperature will quickly drop down in seconds. From thermal laws, time rate of internal energy of a ScS at the beginning is

$$-\frac{dU}{dt} = L_\nu + L_\gamma. \quad (1)$$

When the temperature cools down to the  $T_m$ , the ScS will go through a phase transition stage, the constant  $T_m$  will last for a while,

$$-\frac{dU}{dt} = L_\nu + L_\gamma, \quad (2)$$

in which  $t$  is the phase transition timescale. Immediately after this transition period, star will crystallize and finally be a solid ScS. The stellar residual thermal energy will be

$$U' = \int C_V dT, \quad (3)$$

where the heat capacity  $C_V$  is calculated by Debye model. So after crystallization, the thermal evolution could be

$$-C_V^l \frac{dT}{dt} = L_\nu + L_\gamma. \quad (4)$$

Neutrino burst from SN 1987A was detected by 3 detectors, Kamiokande-II, IMB, and Baksan. It's hard to adjudicate when neutrino burst begins precisely. Because taking uncertainty of universal time into consideration, the first event observed by Kamiokande-II, IMB, Baksan respectively are at certain times 7:34:35 UT~7:36:35 UT, 7:35:40.95 UT~7:35:41.05 UT, and 7:35:18 UT~7:36:14 UT. Technologically, energy threshold of Kamiokande-II is 7.5MeV, other detectors are 15MeV for IMB, 10MeV for Baksan, which means events detected by Kamiokande-II is more in line with the real situation as the anti-electron neutrino energy is  $E_\nu \sim 10$  MeV in its spectrum for supernova neutrinos [6]. When discussing the cooling process with the time, it's obviously improper to research events of all the three detectors together. Because considering the universal time uncertainty between 3 laboratories, it's not rigorous to put all data in one timeline. On balance, we decide to only take data from Kamiokande to test our model. The results are shown in Fig 1. It is quite clear that with SN 1987A neutrino burst, the final consequence indicate the model of solidification strangeon stars can not be ruled out, but it's hard to indicate further information for the scarce neutrino case. Whatever, the neutrino burst can reveal the properties of the ScS, which is expected to become a new way to distinguish NSs, SQSs and the SSs.

## References

- [1] Xu, R. X. 2003, ApJ, 596, L59.
- [2] Xu, R., Guo, Y. 2016, arXiv preprint arXiv:1601.05607.
- [3] Hirata, K., Kajita, T., Koshiba, M., Nakahata, M., Oyama, Y. 1987, Physical Review Letters, 58, 1490.
- [4] Bionta, R. M., Blewitt, G., Bratton, C. B., Casper, D., Ciocio, A. 1987, Physical Review Letters, 58, 1494.
- [5] Alekseev, E. N., Alekseeva, L. N., Volchenko, V. I., Krivosheina, I. V. 1987, Soviet Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters, 45, 589.
- [6] Janka, H.-T., Hillebrandt, W. 1989, AAS, 78, 375.
- [7] Pons, J. A., Reddy, S., Prakash, M., Lattimer, J. M., Miralles, J. A. 1999, ApJ, 513, 780.

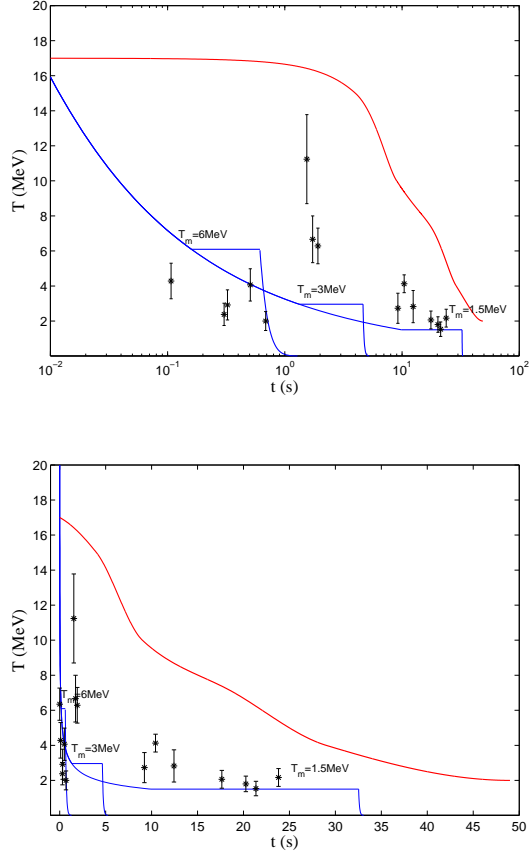


Figure 1: This is the  $T - t$  relation of a  $M = 1.4M_{\odot}$ ,  $R = 10$  km ScS. (a) take the logarithm of  $t$ , and (b) are normal for a better presentation in general. The blue curve belongs to an SS, and the upper red one is temperature evolution curve of a proto-NS we take from a representative work by Pons[7]. It can be seen that  $T$  in an SS cools down soon in  $ms$  timescale, and then the star will keep homiothermal during a phase transition, a slow cooling stage, as the blue lines indicate. After phase transition, the solidification ScS temperature will drop down immediately, thereupon the emission intensity diminishing quickly, and this lead to a cut-off of this neutrino burst. As a contrast, the red curve cools down homogeneously all the time, and having no cut-off indication in decades of seconds, which is the timescale of SN 1987A neutrino burst.

## 层级三体系统中并合致密双星系统的轨道演化

袁业飞 (Ye-Fei YUAN)

中国科学技术大学天文学系

合肥 230026

Email: [yfyuan@ustc.edu.cn](mailto:yfyuan@ustc.edu.cn)

袁业飞，中国科学技术大学天文学系教授。主要研究领域是相对论天体物理和核天体物理。近年来主要开展黑洞天体物理的研究。研究黑洞的意义在于，黑洞吸积气体释放引力能是绝大多数高能天体源的引擎。黑洞也是在强场条件下检验广义相对论的场所。除了黑洞周围的吸积气体，如果人们能发现黑洞-脉冲星双星系统，由于脉冲星（特别是毫秒脉冲星）是宇宙中精确的天体钟，黑洞-脉冲星系统不仅提供了强引力场物理的检验场所，也将揭示黑洞视界附近丰富的物理现象和物理过程。FAST的灵敏度很高，有望发现黑洞-脉冲星系统。

在此次FPS5会议中，我报告了博士生刘彬博士，康奈尔大学赖东教授和与我合作的一项工作。在该项工作中，我们研究了三体系统中并合致密天体（中子星-中子星系统）的轨道演化。通过数值计算发现，随着内双星轨道收缩，系统会经历一个内、外双星近星点进动共振态。同时，内、外双星的偏心率被激发态，对应的引力波频率也发生改变。共振发生时，双星辐射的引力波的频率恰好在空间引力波探测器LISA工作频段（Liu, Lai \*Yuan 2015, PRD）。

## 毫秒脉冲星表面热辐射作为核物质及暗物质探针

郑小平 (Xiaoping Zheng)

华中师范大学物理学院

武汉 430079

Email: zhxp@mail.ccnu.edu.cn

限制中子星内部核物质对于理解中子星本质意义重大, 迄今人们通过不同的核物质形态给出的中子星模型与质量测量结果都不矛盾。因此中子星结构至今并不确定, npe物质、超子物质或夸克物质的存在都是可能的。但是不同物质成分或其组合将有不同的内部动力学, 导致脉冲星的性质有所差异, 其中脉冲星表面热辐射涉及到星体内部冷却物理和加热物理。

许多脉冲星已被观测到表面热辐射, 人们使用标准的冷却模型可以理解正常年龄的脉冲星辐射温度, 这些脉冲星的表面辐射演化与中子星内部中微子辐射反应过程密切相关。不过不管是npe物质还是其他核物质, 标准模型根据物质密度大体表现出慢冷却和快快冷却两类, 无法区分正常核物质和夸克物质。然而有一类年老且比较干净的毫秒脉冲星表现出不同于标准模型预言的异常热辐射。这一现象要求内部有连续强加热过程, 我们讨论npe化学加热和退禁闭相变加热, 发现只有强的退禁闭加热可以符合观测结果。

一个是来源于中子星内部的加热机制可以提供强热源, 另一方面我们知道宇宙中有大量的暗物质。暗物质被中子星吸积、在内部湮灭成光子, 也可以加热中子星。我们考虑球对称吸积也可能提供毫秒脉冲星需要的热源。但它有严格的要求, 球对称吸积过程必须存在, 所以暗物质在中子星内部通过电磁通道全部湮灭。

到底毫秒脉冲星的加热源来自内部的热物理过程还是来自于对暗物质的吸积? 我们可以找一个由脉冲星和白矮星组成的双星系统。如果加热来自于内部核物质过程, 显然白矮星完全不同于中子星内部环境, 脉冲星有强的热辐射而白矮星是没有效应的。但如果由于吸积导致的热辐射, 白矮星会与脉冲星同时出现效应的。幸运的是我们确实找到了一样一个系统, 那就是 PSRJ0437-4715源。我们需要对这一源做细致的研究。

我们发现通过对中子星内部物理过程、外部环境的研究可以找到多种可能的加热机制, 这些加热源将在脉冲星晚期有明显的热辐射效应, 与具体的脉冲星年龄无关。这使得我们可能把毫秒脉冲星热辐射作为一种探针, 探测其内部核物质成分及其周围环境是否存在暗物质, 从而方便探讨中子星状态方程。



## Scientific Program of FAST Pulsar Symposium 5

July 5-7, 2016, Zunyi Normal University, China

(Language: *English* or *Chinese*; but the presentation should be written in *English*)

### ===== Tuesday, July 5 =====

13:00 -- 14:00 Registration (Haoting Hotel, 遵义市豪庭酒店)

#### **Conference Opening** (at the *Conference Center of Haoting Hotel*)

14:00 -- 14:10 Welcome address by Prof. Cinan Wu (President of Zunyi Normal University)

**Chair: Yefei Yuan** (20min = 15+5)

14:10 -- 14:30 Kejia Lee: *To detect cosmic string with pulsars*

14:30 -- 14:50 Zhigang Wen: *The mode switching of PSR B2020+28*

14:50 -- 15:10 Yunpeng Men: *Fast Radio Burst Searching*

15:10 -- 15:40 *To take a photograph of participants, Coffee Break*

#### **Session 1: Pulsar Study General**

**Chair: Zhaosheng Li** (20min = 15+5)

15:40 -- 16:00 Wenming Yan: *Mode changing of PSR J0738-4042*

16:00 -- 16:20 Zhichen Pan: *Discovery of Two New Pulsars in 47 Tucanae*

16:20 -- 16:40 Lijing Shao: *Testing the strong equivalence principle with radio pulsars (via Skype)*

16:40 -- 17:30 Discussion of pulsar science with FAST

### ===== Wednesday, July 6 =====

#### **Session 2: Pulsar observations**

**Chair: Minglei Tong** (20min = 15+5)

08:30 -- 08:50 Linli Yan: *The phase evolution of the Crab pulsar between X-ray and radio*

08:50 -- 09:10 Yanjun Guo: *Timing PSR J0437-4715 at Yunnan 40m*

09:10 -- 09:30 Zhaosheng Li: *To understand the EOS of NSs from X-ray observations*

09:30 -- 09:50 Yuanyue Pan: *The magnetic field evolution of ULX NuSTAR J095551+6940.8 in M82*

09:50 -- 10:30 *Coffee Break*

#### **Session 3: Pulsar Physics with multi-messengers**

**Chair: Biping Gong** (20min = 15+5)

10:30 -- 10:50 Yefei Yuan: *Evolution of Merging Compact Binaries in Hierarchical Triple Systems*

10:50 -- 11:10 Xiaoping Zheng: *Thermal evolution of neutron star*

11:10 -- 11:30 Mao Yuan: *Supernova Neutrino in a Strange-cluster Star Model*

11:30 -- 11:50 Yuanjie Du: *Introduction of an X-ray mission for pulsar timing*

----- Lunch time -----

## Session 4: Pulsar astronomy and astrophysics I

**Chair: Jianping Yuan** (20min = 15+5)

14:00 -- 14:20 Biping Gong: *On the Braking index, age and magnetic field of binary pulsars*

14:20 -- 14:40 Xiongwei Liu: *Pulsar Braking with fossil disk*

14:40 -- 15:00 Weiyang Wang: *A solution to the optical/UV excess of X-ray dim isolated neutron star*

15:00 -- 15:20 Aijun Dong: *A fundamental plane of black hole activity*

15:20 -- 16:00 *Coffee Break*

## Session 5: Presentations by all participants with/without slides

**Chair: Renxin Xu**

16:00 -- 17:30 Speaker names in alphabetical order

**Note:** Each participant may introduce with < 3 slides, < 5 minutes, including

i) Research interests,

ii) What she/he would like to benefit from the FPS series of meeting,

iii) Others.

===== Thursday, July 7 =====

## Session 6: Pulsar astronomy and astrophysics II

**Chair: Xiaoping Zheng** (20min = 15+5)

08:30 -- 08:50 Xia Zhou: *R-mode instability and thermal emission of young pulsars*

08:50 -- 09:10 Renxin Xu: *A general conjecture of strange matter*

09:10 -- 09:30 Xiaoyu Lai: *Spontaneous Magnetization of Solid Strange-cluster Stars*

09:30 -- 09:50 Chaoyang Yun: *Two types in the star-quake model to explain the different glitches*

09:50 -- 10:30 *Coffee Break*

## Session 7: Outlooks

**Chair: Kejia Lee**

10:30 -- 11:30 Free Discussions

----- Lunch time -----

---

**NOTE** for *talks* (20min = 15+5; 15min = 12min + 3min)

The chair would **remind** the speaker “**3 min**” after talking for **12 minutes**.

**NOTE** for *Dining Service* at the first floor of Haoting Hotel

Buffet Breakfast: 07:00—08:30

Buffet Lunch: 12:00—13:00

Buffet Dinner: 18:00—19:00