

以天之语、解物之道

从 黑洞等致密天体的形成与演化
到 极端条件下的基本物理规律探究

刘继峰（国家天文台/国科大/北师大）

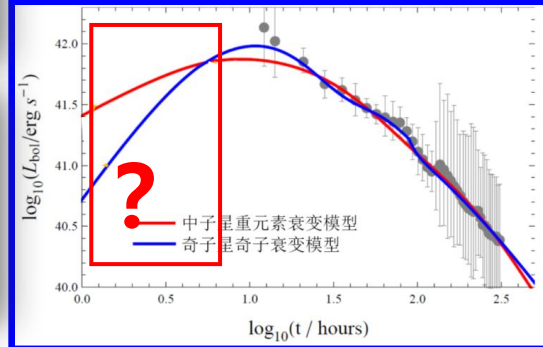
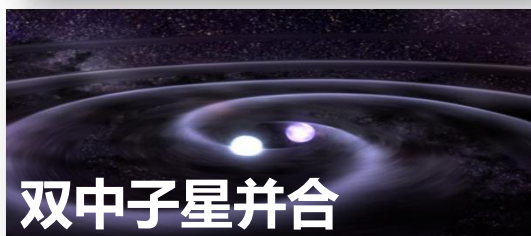
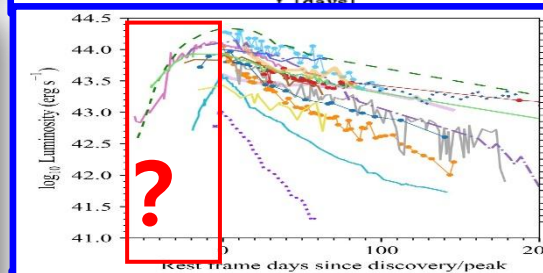
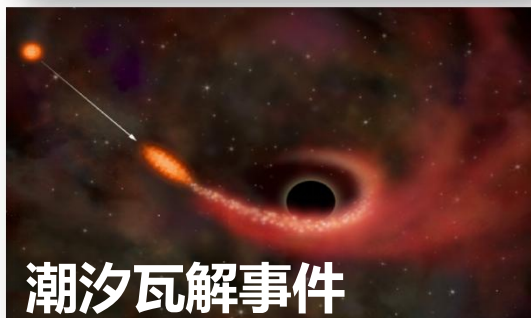
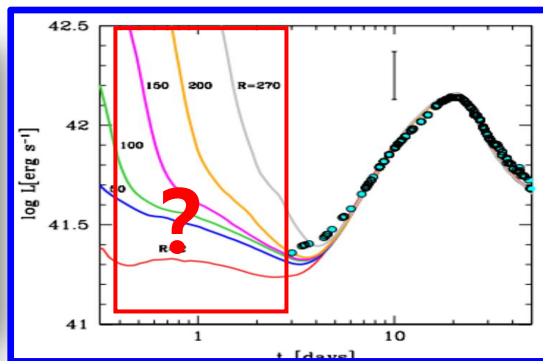
兴隆+天眼基地 @ 2023.5.21

总体研究思路

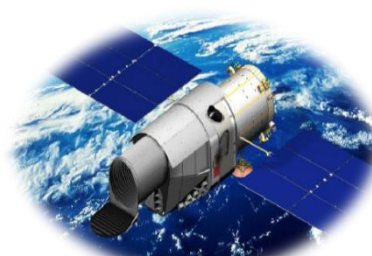
聚焦致密天体相关的
极端天体物理过程

凝练重大物理问题，
找出理论及观测瓶颈

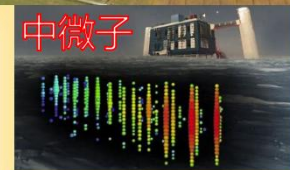
开发先进方法和测量手段，打造协同观测网络



天地一体化观测网络



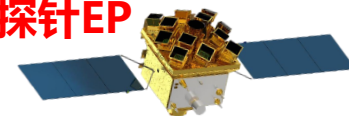
中国空间站工程
巡天望远镜CSST



中法天文卫星
SVOM



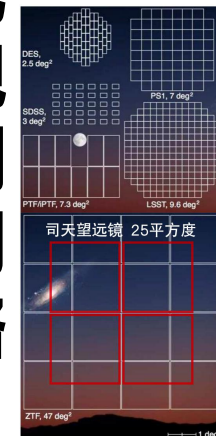
爱因斯坦
探针EP



西班牙GTC望远镜



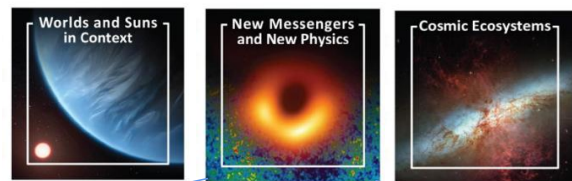
1.2米司天望远镜



单镜世界第二大视场米级望远镜

研究基础：深度快速时域巡天设施建设

《美国天文十年规划》
Astro2020 三大愿景

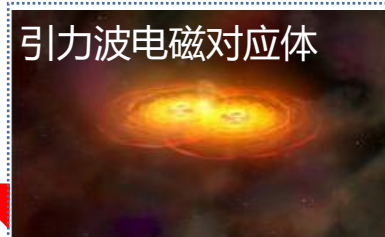


Priority area :
New Windows on the dynamic Universe
重点方向：**动态宇宙新窗口**
研究**黑洞、中子星等致密天体的性质**及与其成因相关的**爆发和并合事件**，打开多波段、多信使提供的新物理机遇窗口

需要：大天区深度快速时域巡天设施

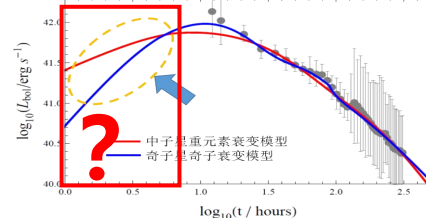
现有大天区深度巡天项目巡天间隔数天以上：

- ① 无法系统性探索短于天标时的时域变化！
- ② 无法系统性获取爆发源上升期关键数据！



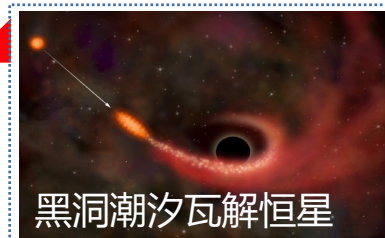
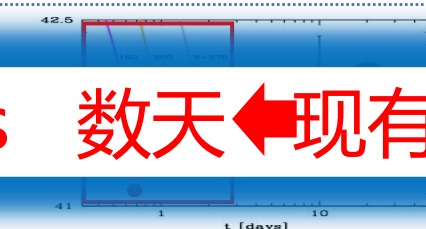
引力波电磁对应体

GW170817
五小时内关键早期数据缺乏



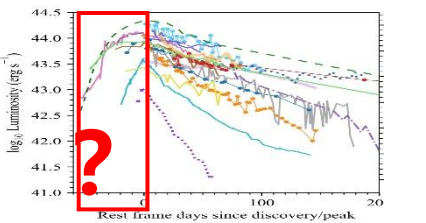
超新星

需要 ➡ **数小时** vs **数天** ◀ **现有**

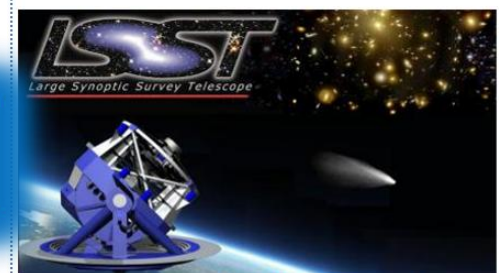


黑洞潮汐瓦解恒星

上升阶段早期数天关键数据缺乏



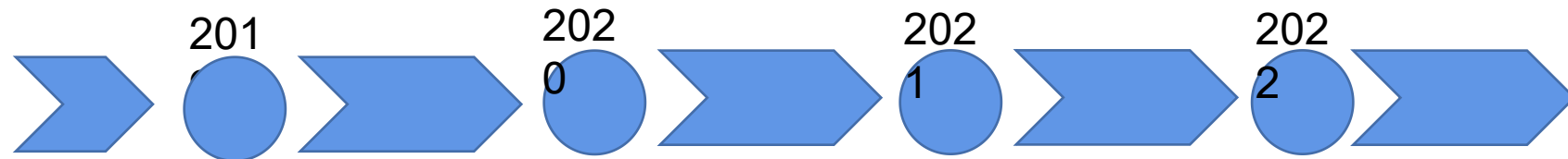
ZTF 1米
The Zwicky Transient Facility
综合考虑，兼顾巡天面积、探测深度和巡天间隔的优化
(改造升级费用：2亿人民币)



LSST 8.4米
Large Synoptic Survey Telescope
巡天面积大、探测能力强
巡天周期长
(研发费用：48亿人民币)

研究基础：深度快速时域巡天设施建设

刘继峰、吴宏、商朝晖、吴雪峰等2018年提出：



2010
中科院天文大
科学中心，前
瞻课题立项

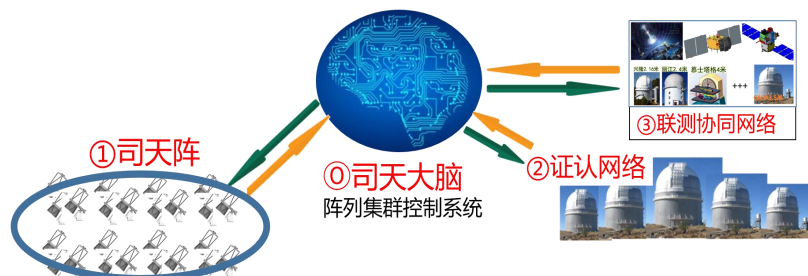
2021
中国科学院大
学1.2米超大视
场原型机立项

2021
西藏大学70
公分大视场
原型机立项

2022
山东
大学
1.2米

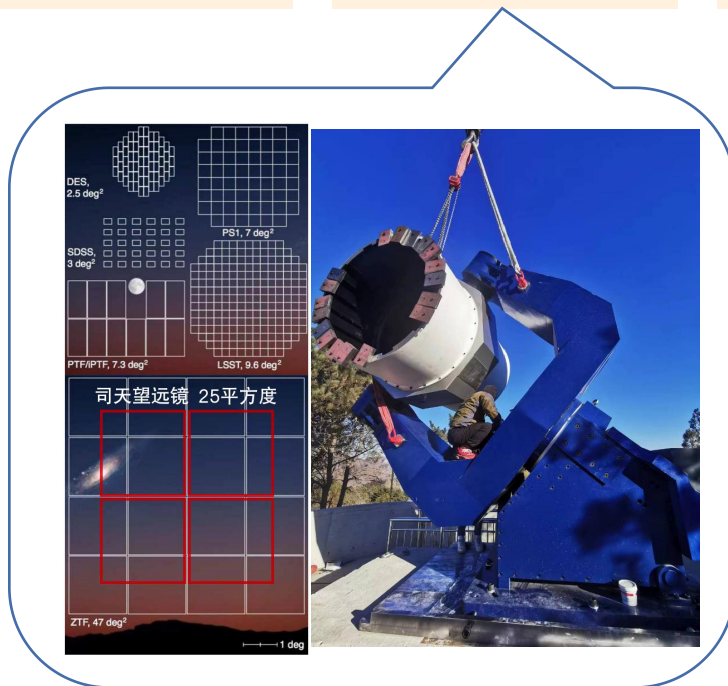
2022
河北师
范大学
70公分

解决方案：司天工程
大型望远镜阵列集群系统



米级大视场望远镜阵列

- 设施：54架25平方度视场的米级望远镜
- 实现：30分钟内对天顶1万平方度天区深度三色成像，巡天间隔**提升两个量级**
- 瓶颈：传统方式太贵了，**性价比**最高的ZTF方式也需要54亿人民币！



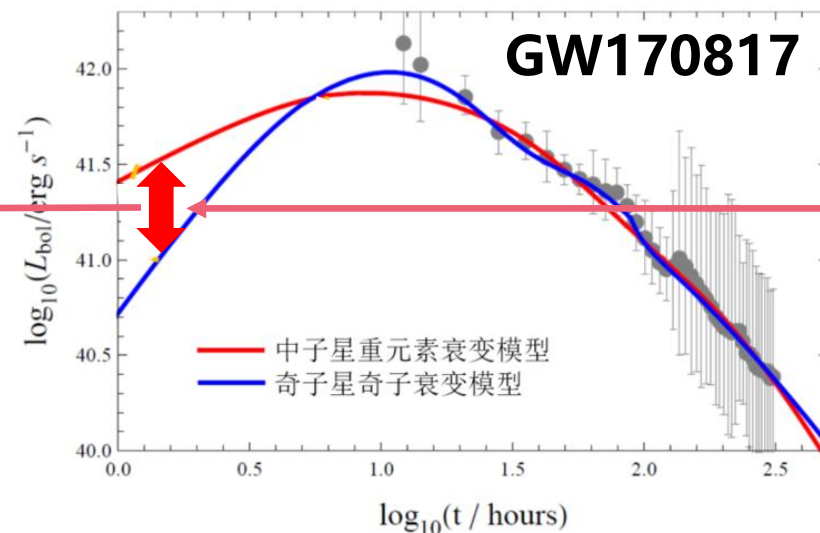
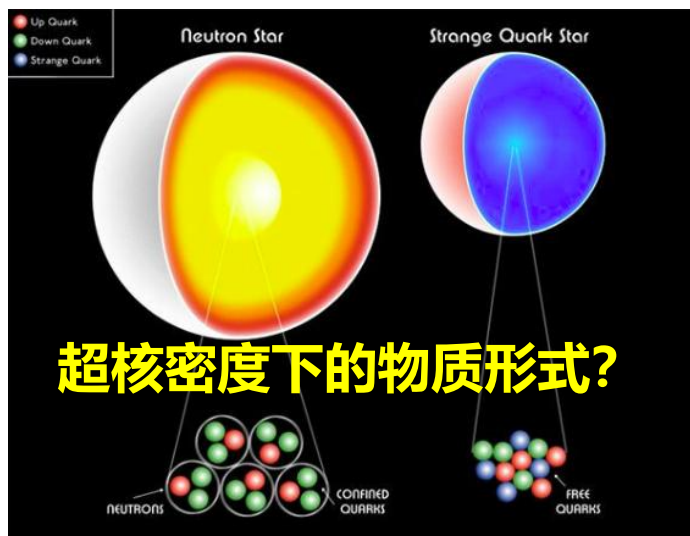
司天团队专享的研究利器

- 打造技术研发团队，**极大提升性价比**-->司天阵54台望远镜~6亿人民币
- 围绕原型机打造测试、运维、数据和科学团队
- 推动科学院和高校合作，共同推进司天工程
- 单镜是世界第二大视场的米级望远镜，多台组阵后深度快速巡天**能力世界上最强**

中子星并合引力波：超核密度下的状态方程

中子星并合引力波事件的电磁波段观测为测定中子星物态方程提供直接途径：关键在于极早期光变

- 已成为多信使天文学的制高点（竞争激烈）
- **瓶颈**：目前仅探测到一例，但未捕获到极早期光变

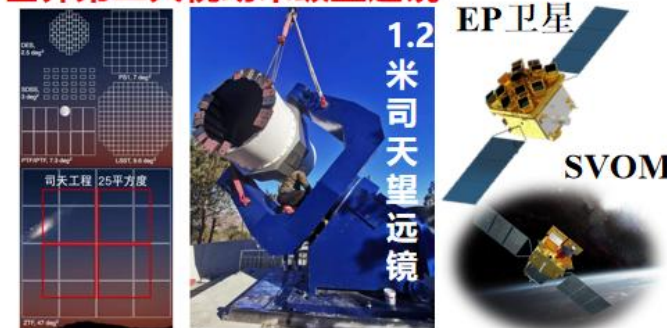


近期工作：不同物质状态方程下中子星并合对应的光变曲线（赵春阳+，2023，MNRAS）

我们准备好了：

- ✓ 天地一体化协同观测网络
- ✓ 对引力波信号的快速响应机制
- ✓ 数据融合团队+科学分析团队

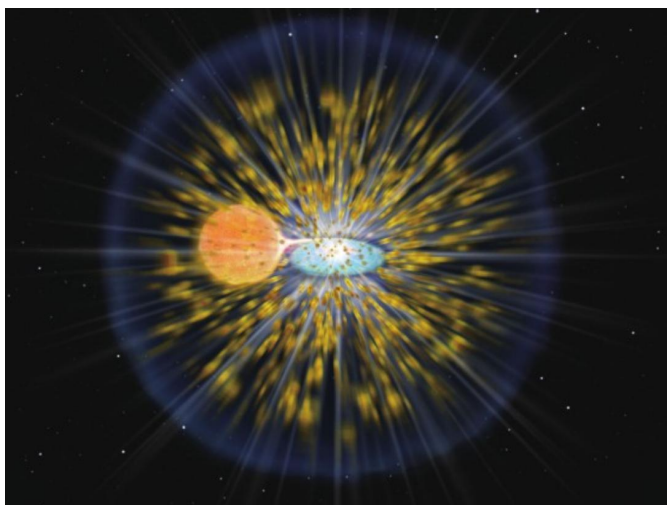
世界第二大视场米级望远镜



在LVK O4+期间，我们预计证认多例中子星并合产生的电磁对应体并捕获极早期光变，提供关键数据，测定中子星状态方程

新星爆发：白矮星简并物质特性

白矮星表面的“氢闪”



利用司天工程三色高频次巡天，发现新星爆发，并快速进行光谱后随，获得新星爆发抛射物的组成、质量、速度等，重构“氢闪”过程

C0白矮星表面特性：

- 如果绝热，则氢聚变能量急速积累导致剧烈爆发
- 如果导热系数无穷大，则爆发比较温和

C0白矮星
表面简并
物质特性？