

(2) 黑洞和中子星等极端致密天体的性质

近年来，围绕黑洞和中子星的多信使多波段时域天文学取得了一系列突破性进展：引力波的发现获得 2017 年度诺贝尔物理学奖，对双中子星并合引力波 GW170817 电磁对应体的探测被评为 2017 年度十大科学突破，银河系中心大质量黑洞的研究获得 2020 年度诺贝尔奖，发现快速射电暴 FRB 200428 起源于银河系内的磁陀星被评为 2020 年度十大科学突破。美国的 Astro2020 天文和天体物理十年规划将时域天体物理项目列为所有空间项目中优先级最高的持续活动。

中心领导研制的 eXTP 正是针对如上重大科学问题而提出的国际旗舰型 X 射线空间天文台，吸引了欧洲 X 射线天文界主要国家（意大利、德国、西班牙、瑞士、法国、英国、荷兰、丹麦等）的积极参加并且提供大约一半有效载荷。中心将以 eXTP 作为主要设备，综合利用 HERD、HXMT、LHAASO、LACT 等的多波段观测能力，对于黑洞和中子星等致密天体，包括 X 射线双星、孤立脉冲星和磁陀星以及活动星系核等，开展时变、能谱和偏振的高精度联合测量，在黑洞的基本性质、中子星内部的状态方程、强磁场中的粒子加速和辐射等方面产生一批突破性成果。



HXMT 实验队整装待发



HXMT 标定装置

(3) 原初引力波与宇宙膨胀

大爆炸理论和粒子物理标准模型的结合，诞生了标准宇宙模型，这方面研究获得了 2019 年诺贝尔物理学奖。标准宇宙模型认为极早期宇宙曾处于接近指数膨胀的暴胀状态，而此时的原初扰动是后来宇宙中形成星系等结构的原因。暴胀期间产生的原初引力波被认为是探测早期宇宙的最有效手段。中心正在西藏阿里建设微波背景辐射偏振望远镜 ALCIPT-1 和 ALCIPT-2，目标是在原初引力波探测方面取得与我国大国地位相匹配的重大突破。

精确测量天体的距离并从而建立距离 - 红移关系是现代宇宙学的核心基础之一。近年来，随着观测精度的提高，造父变星和 Ia 型超新星等本地的“标准烛光”工具测量的哈勃常数与宇宙微波背景辐射测量的早期宇宙的哈勃常数出现了显著差异 ($\sim 5\sigma$)，被称为“哈勃常数危机”。这一危机预示着目前测量存在未知的系统误差，或者需要修正标准宇宙学模型。

为解决哈勃常数危机，迫切需要创新的、独立的距离测量方法。2020 年，中心率先提出利用类星体，结合光谱定位 (SA) 和反映射 (RM) 实现几何测量宇宙学距离的新方法 (简称 SARM)，并成功测量了类星体 3C 273 的距离，精度达到 16%。与传统的距离测量工具相比，SARM 方法不依赖于复杂的消光、红化改正和距离阶梯的定标，并且可重复测量来确定系统误差。在 SARM 合作中，中心将利用国际望远镜 (2-4 米) 的资源，获得二百个左右类星体距离的精确几何测量，进而确定哈勃常数并研究宇宙膨胀历史。



AMS 实验的师生在 CERN 交流