



文件编号

EP-SASE-JJ-01

页 数

共 8 页

阶段标记

Z

版 本

V1.0

密 级

保管期限

长期

发布日期

20221103

名称 爱因斯坦探针（Einstein Probe）卫星  
项目简介



爱因斯坦探针卫星项目科学应用系统  
中国科学院国家天文台

2022 年 11 月 3 日

## 目 录

1	EP 项目总体介绍 .....	1
2	EP 卫星的科学目标、载荷和性能 .....	2
3	EP 卫星的科学观测模式 .....	5
4	EP 科学应用系统和地面支撑系统 .....	6
4.1	EP 科学应用系统 .....	6
4.2	EP 地面支撑系统 .....	7
5	EP 科学团队 .....	7
6	EP 科学数据政策 .....	8

## 图 目 录

图 1-1	EP 项目发展历程 .....	1
图 2-1	EP 整星布局示意图 .....	3
图 2-2	WXT 与 FXT 视场示意图 .....	3
图 2-3	一个 WXT 模块在 0.5-4keV 能段的模拟灵敏度曲线 .....	5
图 2-4	一个 FXT 模块在 0.5-2 keV 和 2-10 keV 能段，以及不同滤光膜下的模拟灵敏度曲线 .....	5
图 4-1	EP 科学应用系统结构和功能总结 .....	7

## 表 目 录

表 2-1	EP 卫星的两个科学载荷 .....	2
表 2-2	WXT 性能指标（12 个模块） .....	3
表 2-3	FXT 性能指标（2 个模块） .....	4

## 1 EP 项目总体介绍

爱因斯坦探针（Einstein Probe, EP）卫星是中科院空间科学先导专项二期的 X 射线时域天文卫星项目。EP 卫星由中国科学院（CAS）主导，欧空局（ESA）和德国马普地外所（MPE）参与研制并提供部分星地数据下传服务，法国航天局（CNES）提供 VHF 警报信息下传网络服务。EP 卫星的主要目标是对软 X 射线的天空开展快速时域巡天监测，旨在发现和探索宇宙中的各类高能暂现和爆发天体，并监测各类天体的 X 射线变化。目前卫星已经转入正样研制阶段，计划于 2023 年底发射。

EP 卫星工程建设任务由卫星系统、运载火箭系统、发射场系统、测控系统、地面支撑系统和科学应用系统六大系统组成。其中 EP 卫星工程总体由国家空间科学中心负责。上海微小卫星创新研究院负责卫星系统的研制。WXT 载荷由上海技术物理研究所抓总，联合国家天文台研制，北方夜视负责 MPO 光学器件的研制。FXT 载荷由高能物理研究所负责研制。国家空间科学中心负责地面支撑系统研制、建设和运行。国家天文台负责科学应用系统的研制和建设，高能物理研究所参加，EP 卫星的科学运行由 EP 科学应用系统承担。



图 1-1 EP 项目发展历程

## 2 EP 卫星的科学目标、载荷和性能

EP 卫星的任务目标是通过监测 X 射线天空,发现和探索宇宙中的极端剧变天体和事件,研究天体的活动性。它将以高于现有设备一个多数量级的探测灵敏度,在软 X 射线波段开展快速巡天监测,系统性的探测和研究各种时标上的 X 射线暂现源和天体的 X 射线时变。EP 的核心科学目标为:

(1) 发现宇宙中的 X 射线剧变天体; 监测已知天体的活动性, 探究相关现象的性质及物理机制;

(2) 发现和探索宇宙中沉寂黑洞的耀发; 测绘黑洞的分布, 进一步理解其起源、演化及物质吸积过程;

(3) 探寻来自引力波源的 X 射线信号, 增进对极端致密天体及其合并过程的认知。

预期 EP 还将探测伽马射线暴, 包括高红移伽马射线暴, 超新星激波暴, 白矮星新星爆发, 黑洞 X 射线双星的爆发, 中子星双星和磁星耀发, 恒星 X 射线耀发。此外, EP 还将监测大样本天体的 X 射线时变, 研究包括致密天体, 活动星系核等。

EP 卫星(如图 2-1 所示)的科学载荷包括一台大视场(约 3600 平方度)的软 X 射线(0.5-4 keV)波段的微孔龙虾眼望远镜(WXT)和一台深度后随 X 射线望远镜(FXT, 0.3-10 keV)。EP 卫星具有快速警报信息下传功能, 能对发现的暂现源快速发布警报, 引导其它天文设备进行后随观测。对于重要暂现源, EP 可以开展基于星载触发的自主后随观测。同时, EP 也具有快速警报信息上传功能, 可以开展快速机遇观测。

WXT 由 12 个相同的模块组成。其视场分布如图 2-1 所示。

表 2-1 EP 卫星的两个科学载荷

序号	载荷名称	载荷主要任务
1	宽视场 X 射线望远镜 (WXT)	实施巡天观测, 实现 X 射线暂现源/爆发源的触发与定位
2	后随观测 X 射线望远镜 (FXT)	对触发源的深度后随观测, 对机遇目标的观测, 高灵敏度巡天



图 2-1 EP 整星布局示意图

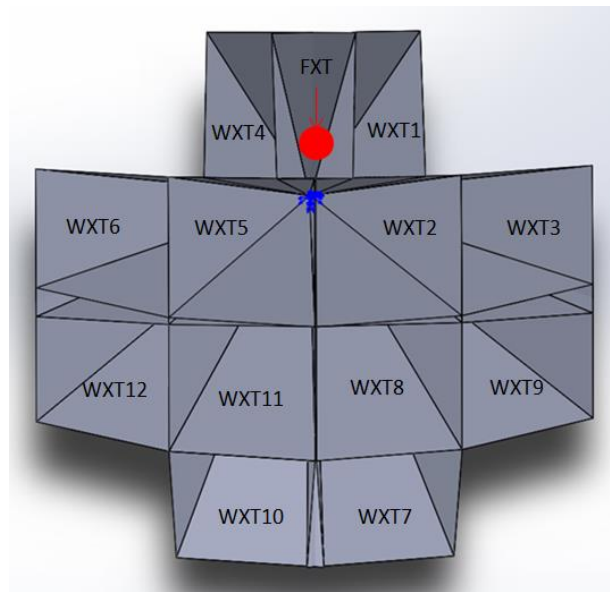


图 2-2 WXT 与 FXT 视场示意图

表 2-2 WXT 性能指标（12 个模块）

名称	WXT 主要参数及性能
总视场	3600 平方度，含渐晕视场

名称	WXT 主要参数及性能
有效面积	2.5 cm <sup>2</sup> @1 keV, 非渐晕视场内变化小于 20%
角分辨率	5' (FWHM)
能量分辨率	130 eV@ 1.25 keV (Mg 特征线测试)
探测能段	0.5~4.0 keV (有效面积下降到 10% 1 keV 处有效面积的能量范围)
源定位精度	1' (90%置信度)
时间分辨率	50 ms
星载触发阈值	5 mCrab, 1.2E-10 erg cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> (10 分钟积分时间)
地面分析灵敏度	1 mCrab, 2.4E-11 erg cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> (1000 秒积分时间)

表 2-3 FXT 性能指标 (2 个模块)

名称	FXT 主要参数及性能 (目标)
视场	60'
源流强上限	全帧模式: 4 mCrab 开窗模式: 100 mCrab 时变模式: 2 Crab
有效面积	≥ 600 cm <sup>2</sup> @1.25 keV, 在轴
角分辨率	HPD ≤ 30 "
能量分辨率	FWHM ≤ 120 eV@1.25 keV
探测能段	0.3~10.0 keV
源定位精度	8.6 " (90%置信度)
时间分辨率	全帧模式: 50 ms 开窗模式: 2 ms 时变模式: 23.6 us
地面分析灵敏度	10 uCrab, 2.4E-13 erg cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> (1000 秒积分时间)

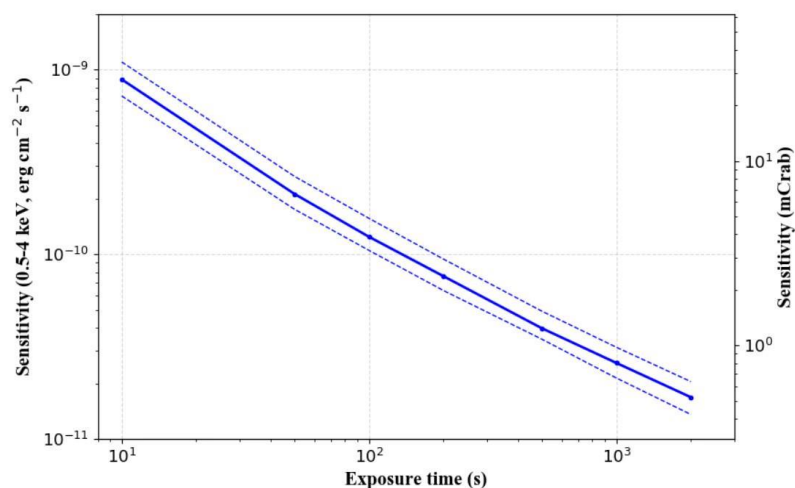


图 2-3 一个 WXT 模块在 0.5-4 keV 能段的模拟灵敏度曲线  
(实线为  $5\sigma$  探测灵敏度, 虚线为  $\pm 90\%$  置信区间)

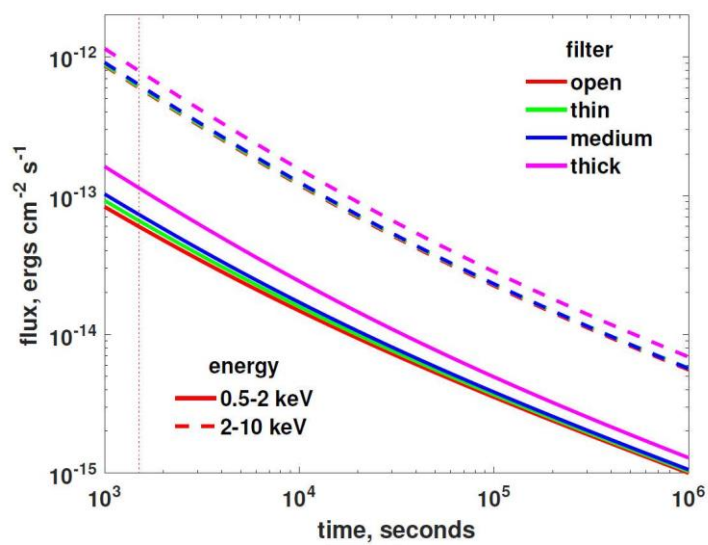


图 2-4 一个 FXT 模块在 0.5-2 keV 和 2-10 keV 能段, 以及不同滤光膜下的模拟灵敏度曲线  
(Figure from Zhang et al. 2022)

### 3 EP 卫星的科学观测模式

EP 卫星的科学观测模式有巡天观测模式、自主后随观测模式、机遇目标观测模式、定标观测模式。

### （1）巡天观测模式

EP 卫星常规工作在巡天观测模式下。WXT 的单个定点观测的视场为 3600 平方度，通过执行一系列的定点观测，单日可完成对夜天区的多次覆盖。监测的夜天区随太阳方向变化，每半年完成一次对全天球的覆盖。EP 星上实时处理 WXT 观测数据，搜索新出现的 X 射线暂现源或剧变源。对 WXT 探测到的 X 射线暂现源/剧变源进行实时定位，并向地面发送警报，以引导其它天文设备的后随观测。

巡天观测模式下，FXT 也会对预先选取的目标源开展定点观测。

### （2）自主后随观测模式

EP 卫星在 WXT 巡天观测数据中发现新的暂现源或剧变源后，会自动从巡天观测模式转入自主后随观测模式，利用 FXT 对目标开展高灵敏度的深度后随观测。同时 WXT 继续对以目标源为中心的大天区开展监测。

### （3）机遇目标观测模式

机遇目标观测模式用来观测重要天文事件，或对 EP 卫星发现的 X 射线暂现源或剧变源做后随观测。该观测模式下，FXT 对准机遇目标天体做定点观测，同时 WXT 继续对以目标源为中心的大天区开展监测。

### （4）定标观测模式

爱因斯坦探针卫星定期或不定期开展 WXT 和 FXT 的在轨定标观测，以准确掌握卫星与载荷在轨工作的性能及其变化。定标数据不公开发布。

## 4 EP 科学应用系统和地面支撑系统

### 4.1 EP 科学应用系统

E 科学应用系统的总体目标是为卫星、有效载荷的研制和运行提供支持，为科学目标的实现提供保证。EP 科学应用系统将完成载荷状态监测、观测申请、数据产品生成、数据分析软件研制、建立定标数据库、建立科学用户支持系统、处理和分发警报数据、协调联合观测等功能。EP 科学应用系统由国家天文台负责总体研制和运行，高能物理



所作为合作参研单位参与研制。卫星在轨运行以后，首席科学家和科学管理委员会（Science Management Committee，简称 SMC）通过观测任务计划和观测目标制定、科学观测运行效率和实施结果、以及对科学数据处理分析结果的评估等方式指导科学应用系统的工作。EP 科学应用系统结构和功能总结如下图所示。



图 4-1 EP 科学应用系统结构和功能总结

## 4.2 EP 地面支撑系统

EP地面支撑系统是整个科学卫星工程的管控中心、数据处理中心和用户服务中心，是确保科学卫星在轨安全、可靠、高效运行的基本保障，支持并提升科学产出的有力支撑。地面支撑系统包括任务中心、数据中心以及地面接收站网。EP 卫星的公开数据将由地面支撑系统负责发布。

## 5 EP 科学团队

EP 卫星项目是由中国科学院主导，欧空局、德国马普地外物理所和法国航天局合作参与的国际合作项目。EP科学团队是由上述机构指定的科学家组成的联合科学团队。EP 科学团队的主体是几个面向多学科方向的科学领域工作组（Science Topical Panel, STP），其正式成员（STP members）即为 EP 科学团队的骨干成员。

## 6 EP 科学数据政策

EP 卫星项目是由中国科学院（CAS）主导，欧空局（ESA）、德国马普地外物理所（MPE）和法国航天局（CNES）合作参与的国际合作项目。基于 EP 项目的国际合作框架，EP 科学团队由来自国内各科研单位、MPE、ESA 和法国的研究人员组成。

EP 科学团队成员可以通过所在的科学领域工作组，提交基于 EP 观测数据的研究计划和数据使用申请。获得领域工作组负责人授权后，开展相应的数据分析和研究工作。

鼓励 EP 科学团队以外的学者通过客座观测项目（Guest Observer Program, 或 GO；暂定每年征集一次）和首席专属观测时间项目（DDT，针对 ToO 机遇观测）提交观测申请，获得 EP 观测数据（具体的提案征集政策和办法将在后续发布）；同时，也鼓励使用 EP 的公开数据开展科学研究，以及与 EP 科学团队成员开展合作研究。

EP 的科学观测数据按类型设置不同的保护期。常规观测数据的保护期是 12 个月，部分 ToO 观测数据的保护期是 6 个月。GO 和 DDT 观测数据不设保护期。

EP 科学团队的具体组织管理和基本科学数据政策见 CAS-ESA-MPE 签署的《EP 国际合作科学管理方案》（Einstein Probe science management scheme principles）文档。EP 项目的具体科学数据分发和使用规定见中科院发布的《EP 卫星科学数据发布管理实施细则》。EP 科学领域工作组的职能和义务见《EP 科学领域工作组职责》（Terms of reference for Einstein Probe Science Topical Panels）文档。

EP 网址：<https://ep.bao.ac.cn/ep/>

EP 模拟器网址：<https://ep.bao.ac.cn/ep/simulator>

### EP 卫星介绍参考文献

Yuan, W., Zhang, C., Chen, Y., & Ling, Z. 2022, arXiv:2209.09763 <https://arxiv.org/abs/2209.09763>

Yuan, W., Zhang, C., Ling, Z., et al. 2018, in SPIE Vol. 10699, Space Telescopes and Instrumentation 2018: Ultraviolet to Gamma Ray, ed. J.-W. A. den Herder, S. Nikzad, & K. Nakazawa, 1069925, doi: [10.1117/12.2313358](https://doi.org/10.1117/12.2313358), <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018SPIE10699E..25Y/abstract>

Zhang, J., Qi L., Yang Y. et al., 2022, Astroparticle Physics. 137, 102668