

前沿

# 欧洲 X 射线天文卫星 (EXOSAT) 资料的利用

杭恒荣 臧志云 韩海洋

(中国科学院 紫金山天文台)

## 提 要

1983年发射的 EXOSAT 卫星 3 年的观测资料均已进入档案库。本文就 EXOSAT 的工作使命、结构组成、运行轨道、仪器性能、已取得的成就、观测资料档案库与怎样索取资料,紫台已移植的资料处理分析软件包等方面作了简要介绍。希望能对利用该卫星资料库开展天文研究的工作有所促进。

## 一、引 言

大气外天文观测是空间实际应用的最重要的领域之一。二三十年来,空间技术迅速发展,天文学受益很大,其面貌也发生了巨大的变化。现在天文学不再局限于光学、射电两个波段,而成为全波段的了。但仅仅把认识停留在全波段的重要性上还不够,事实上隔着窗户看景色总是不理想的。天文观测即便是传统的光学观测也希望排除大气的干扰。最近刚发射的用于天测的 Hipparcos 卫星\*和即将发射上天的口径 2.4 米的哈勃空间望远镜 (HST) 就是例证。因此,大气外天文观测无疑应为我国天文界所重视。为此,我们应根据现实条件有步骤地开展自己的大气外天文观测,逐个填补空白。另一方面,也应充分利用国外可用的空间观测资料。这是现代天文学研究和熟悉空间观测所必须作的。同时,利用国外空间天文资料也确实可行的。因为观测资料在观测者手中保留一定时间后是要向外界开放的,尤其是像 EXOSAT、国际紫外卫星 (IUE) 以及即将发射的 HST 和 ROSAT 卫星等都事先公开向天文界征求观测课题,观测资料均存放在档案库,以充分发挥其使用价值。作为使用者应该先得如何处理分析并善于提出合适的课题。本文的目的在于介绍 EXOSAT 卫星的运行特征、仪器特性、观测已取得的成就及如何索取和处理分析这些观测资料,希望能对利用国外卫星资料进行处理分析的工作有所促进和帮助。

1989年10月22日收到。

\*此卫星未能进入预定的圆形地球同步轨道,目前停留在椭圆轨道上,执行修正后的 Hipparcos 计划。

## 二、EXOSAT 的科研目标、基本结构和运行模式<sup>[1,2]</sup>

### 1. 科研目标

(1) X射线源的精确定位。成像望远镜(能量范围0.04—2 keV)定位精度高于 10'', 中能(ME)实验(1.5—50keV)的月掩食技术定位精度为 2'';

(2) 宽波段能谱。能量 0.04—50keV;

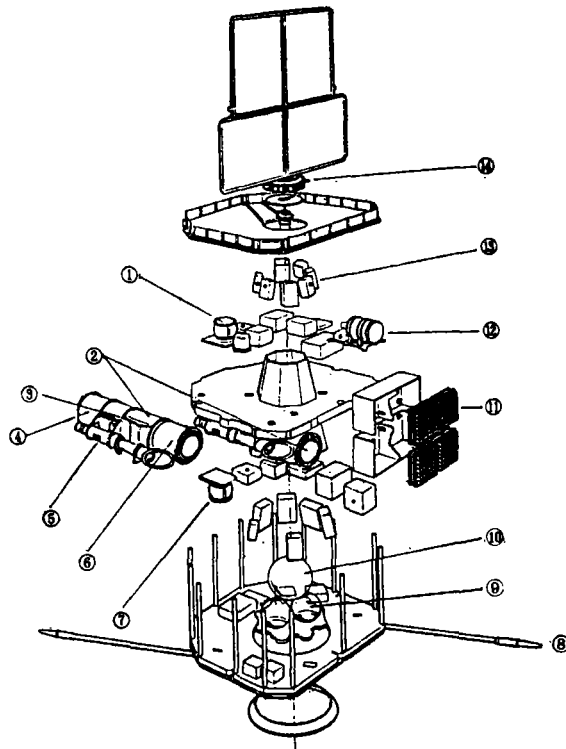


图 1 EXOSAT 的部件分解图

- (1) 供给焦面探测器的气体 (2) 低能成像望远镜 (3) 光栅 (4) 焦面探测器  
 (5) 星跟踪器 (6) Wolter I 器件 (7) 供给焦面探测器的气体 (8) S 波段天线  
 (9) 丙烷容器 (10) 联氨容器 (11) 中能正比计数器阵 (12) 气体闪烁正比计数器  
 (13) 实验电子盒标有 (14) 太阳电池和驱动器

表 1 EXOSAT 轨道特性

项 目	数 值
周 期 ( $P$ )	3.79d(91h)
倾 角 ( $i$ )	72°.75
远 地 点 $h_a$	191570km
近 地 点 $h_r$	356km
近地点辐角	281°.5
可连续采集数据的时间(仪表舱在辐射带之上)	72h
地 面 站	Villafranca
卫星寿命	3yr.

表 2 AOCS 特性

项 目	性 能
目标探测精度	90"
指向稳定性(400s内)	±2"
惯性空间姿态恢复精度	5"
指向给定目标的最长时间 (在辐射带以下的19h实验停止)	72h
单一速度变化	0.03—10m/s
总速度变化	170m/s
对45°月亮纬度, 速度变化精度	4.4m/s
掩食方式	目标指向 月球指向 天空扫描

(3) 弥漫与延伸 X 射线源成像。波长大于  $6 \text{ \AA}$ ;

(4) X 射线源的时间特性。时标小至  $10 \mu\text{s}$ , 长至几天。

## 2. 基本结构

EXOSAT 的探测器由三部分组成, 一个大面积中能正比计数器阵 (ME), 两套低能成像望远镜系统 (LE1 和 LE2) 和一个气体闪烁正比计数器 (GSPC)。卫星的轨道偏心率很大, 周期为 4d, 其中姿态和轨道控制系统 (AOCS) 可修正飞行轨道, 使得最多的 X 射线源形成月球或地球掩食并获得最佳效果。这种掩食技术是第一次在 EXOSAT 的 ME 实验中运用。

EXOSAT 的三套实验都安装在一个三轴稳定的平台上, 由低能望远镜上的导星镜确定的光轴准直, 图 1 给出了 EXOSAT 的主要部件(包括仪表舱)。

EXOSAT 的高偏心轨道适合于地面控制站的连续观测, 同时也增加了月掩食的数量, 表 1 摘要列出了其轨道特性。

## 3. 姿态和轨道控制系统(AOCS)

卫星的姿态和轨道控制系统指向给定目标的误差在  $90''$  以内, 短期内能稳定在几角秒以内。在惯性空间姿态重复精度高于  $5''$ 。为使月掩食更有效, 数目更多, 卫星具有轨道改正功能, AOCS 的特性列于表 2。

可以很快地从一个观测目标转换到下一个(小于 2h)。在一个轨道周期内可观测几个不同的目标。目标间的转换操作一般要绕两个或三个轴旋转。

卫星光轴指向并不是任意的, 常有如下约束: 首先是太阳不得在望远镜光轴的  $\pm 60^\circ$  区域内; 其次, 当导星镜在地球的  $\pm 15^\circ$  范围内时, 其星指向方式不工作。同样月球在光轴方向也有  $\pm 15^\circ$  的盲区。月掩食和地球掩食期间, 导星镜前面插入滤光片即可直接观测地球和月球。此时 LE 望远镜关闭, 太阳的  $\pm 60^\circ$  限制可放松至  $\pm 17^\circ$ 。实际上 ME 和 GSPC 观测, 太阳相对于望远镜光轴方向一般保持大于  $90^\circ$ , 以避免来自太阳的任何形式的干扰。

## 4. 观测操作方式

有两个基本的操作方式

(1) 标准方式, 这是基本的观测方式, 观测台在此方式下可连续 72h 指向约束区以外的任意天空位置。

(2) 掩食方式, 此方式第一次应用于中能实验。当 X 射线源强度大于  $10 \text{ millicrabs}$  时,

表 3 EXOSAT 仪器性能摘要

中 能 (ME)		
总有效面积	1500cm <sup>2</sup> (所有象限指向一致)	
有效能量区间	1—20keV (氩室) 5—50keV (氙室)	
能量分辨率 ( $\Delta E/E$ )	51/E(keV) <sup>0.5</sup> % FWHM (氩), 18% (氙, 10keV < E < 30keV)	
视 场	45' FWHM, 带一个3'平顶的三角响应	
总剩余背景计数率	3 cnts/s/keV (2—10keV, 氩室)	
气体闪烁正比计数器 (GSPC)		
总有效面积	150 cm <sup>2</sup>	
有效能量区间	2—18 keV 或 2—40keV 由增益值确定	
能量分辨率 ( $\Delta E/E$ )	27/E(keV) <sup>0.5</sup> % FWHM	
视 场	45' FWHM, 带一个3'平顶的三角响应	
总剩余背景计数率	1.3 cnts/s/keV (2—10keV)	
低 能	CMA	PSD
能量区间	0.04—2keV(6—300Å)	0.3—2.0 keV
能量分辨率	提供四种滤光片	$\Delta E/E = 41/E(\text{keV})^{0.5} \%$
视 场	2°.2 直径	1°.5 直径
有效面积 (cm <sup>2</sup> )	薄 Lexan 片      Al/P 片      Boron 片	无滤光片
0.05	0.4      2.6	—
0.1	11.1      0.4	—
0.5	4.5      3.3      0.4	1.9
1	3.2      2.5      2.0	13.5
1.5	2.2      1.6      1.8	9.7
2.0	0.6      0.5      0.6	1.9
空间分辨率		
轴上	18"	3'
偏离轴 20'	40"	3'.5
平均稳定剩余背景	1.8 cnts/s/cm <sup>2</sup> (LE1)	0.7 cnts·cm <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> ·keV <sup>-1</sup>

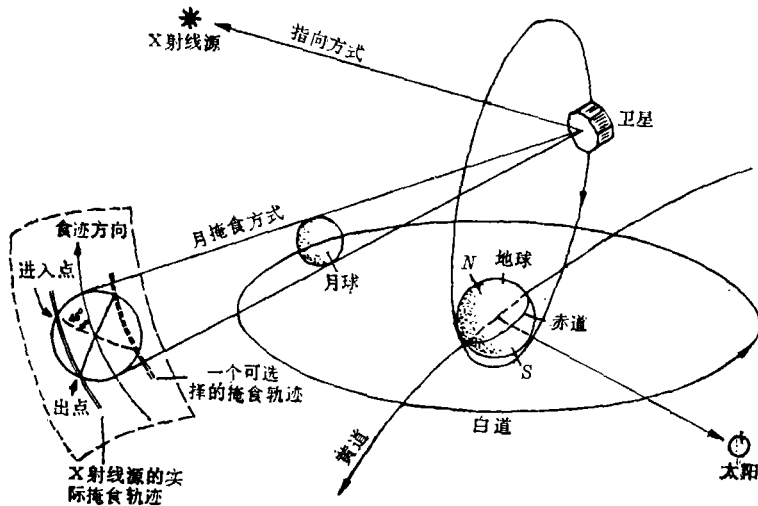


图 2 EXOSAT 的基本操作方式

定位精度为几角秒, 月掩食、地球掩食均可运用。对月掩食来说, AOCS 改变卫星在轨道近地点的运行速度, 使其视场能落在月掩食的区域。如果让卫星绕地球自由飞行, 源的月掩食可能性很小。AOCS 发射的推动脉冲在范围  $0.03\text{--}10\text{m/s}$  内改变卫星的速度, 控制卫星的运动, 使月球可掩食希望掩食的 X 射线源, 或者说使 X 射线源落在掩食带内。图 2 表示了卫星的两种工作方式。一般地说, 最适合的掩食角为  $45^\circ$ 。

EXOSAT 的轨道可形成月掩食和地球掩食的区域占整个天球的 20% 和 1%。另外, 地球掩食不需要改变卫星的轨道。

### 三、EXOSAT 观测仪器

EXOSAT 观测仪器的性能摘要于表 3<sup>[3]</sup>。

#### 1. 低能成像望远镜

成像望远镜包括一个双层 Wolter I 型器件, 几何面积为  $90\text{cm}^2$ , 在焦平面上装配了位置灵敏正比计数器(PSD)和通道式电子倍增器阵(CMA), 可分别置于焦点上。使用 PSD 时可使用 5 种不同的滤光片插入聚焦的 X 射线束中, 即使不考虑 PSD 固有的能量分辨能力, 也可得到宽波段分光光谱。

使用 PSD 可获得  $1^\circ.5$  区域的空间信息和  $0.3\text{--}2\text{keV}$  ( $6\text{--}40\text{\AA}$ ) 的能量信息。当 X 射线聚焦于视场中央时, PSD 的空间分辨率在  $3'$  ( $1.5\text{ keV}$  时) 到  $6'$  ( $0.5\text{ keV}$  时) 范围内变化。它可获得宽波段分光光谱, 但对吸收和发射轮廓的分辨能力极其有限。

使用 CMA 时可获得  $2^\circ.2$  区域的空间信息和  $0.04\text{--}2\text{ keV}$  ( $6\text{--}300\text{\AA}$ ) 的能量信息。空间分辨率在  $15''$  (轴向时) 和  $40''$  (偏离轴  $20'$  时) 之间变化, 与能量关系不大。CMA 自身没有能量分辨能力, 它的分光光谱只能使用 5 面滤光片得到。使用聚对二甲苯基/铝滤光片时, 可消除星际 HeI ( $584\text{\AA}$ ) 和  $L_\alpha$  ( $1216\text{\AA}$ ) 线的影响, 探测到波长达  $440\text{\AA}$  的 EUV 区的软 X 射线。此外, 在观测一些恒星特别是早型星时, CMA 会受到 UV 辐射的污染, 可使用滤光片观测并加以消除。

#### 2. 中能实验(ME)

中能实验仪器是一组大面积正比计数器阵, 8 台探测器两两分布在 4 个象限内, 总有效面积为  $1500\text{ cm}^2$ 。每台探测器分两层: 第一层充氙气, 覆盖  $37$  或  $62\mu\text{m}$  铍窗; 第二层充氙气, 用  $1.5\text{mm}$  的铍窗。4 个象限可以一致准直观测 X 射线源, 或者其中两个象限偏置同时观测背景。后者是中能实验最普通也是最灵敏的工作方式。另外, 当 4 个象限的探测器同时偏置 X 射线源方向时, 准直器的响应曲线可由三角形 ( $45'$  FWHM) 改为平顶 (即梯形), 这样的平顶响应是月掩食技术的基础。

#### 3. 气体闪烁正比计数器(GSPC)

气体闪烁正比计数器中有一个普通的球面场, 内充氙气, 窗口材料是铍, 厚  $175\mu\text{m}$ 。与中能实验比较, GSPC 的分光能力有了进一步改进。虽然 GSPC 的有效面积 ( $150\text{ cm}^2$ ) 比中能实验小一个量级, 但它的能量分辨能力提高了一倍 ( $\Delta E/E \sim 11\%$  FWHM,  $6\text{keV}$ )。GSPC 的视场与中能实验相同, 为  $45'$  FWHM。

## 四、EXOSAT 卫星观测结果若干实例

EXOSAT 卫星观测期间(1983 年 6 月 19 日—1986 年 4 月 9 日)对广泛的天文目标进行了约 1780 次观测,观测课题涉及活动星系核、星系团、恒星冕、激变变星、白矮星、X 射线双星、超新星遗迹等,其中河外约占 31%,河内高光度 X 射线源占 30%,低光度 X 射线源占 24%,超新星遗迹占 6%,太阳系等占 9%。此外,仪器校准和性能验证占 13%,临时插进对象占 3%。

EXOSAT 独特的轨道周期(长达 90.6h)和高偏心轨道,使得卫星对 X 射线源时间变化的研究可连续观测长达 72h,这对研究活动星系核的短期变化、研究 X 射线暴的爆发发生的时间和爆发间隔的完整细节、研究低质量 X 射线双星和激变变星的轨道周期(许多这类系统的轨道周期在 1—10h 范围内)特别有利。事实上,目前知道的低质量 X 射线双星的轨道周期有 1/4 是由 EXOSAT 确定的。这种能长时间连续观测的特点和卫星操纵上的机动性,使得 EXOSAT 特别适合与地面或其他卫星作联合观测。EXOSAT 的星载计算机(OBC)有由地面编制程序、预处理和压缩数据等功能,这给卫星取得科学资料带来很大灵活性。EXOSAT 能在许多银河 X 射线源中发现准周期振荡现象正是这种优越性的反映。EXOSAT 的三种仪器能量范围跨越三个量级(0.04—50.0keV),为研究能谱提供了有力的工具。下面列举几个实例,进一步说明 EXOSAT 的实验观测效果。

### 1. V0332 + 53

这是一 X 射线暂现源,1973 年为 Vela 5B 卫星所发现<sup>[3]</sup>,1983 年 11 月日本 Tenma 卫星发现它再次活动<sup>[4]</sup>。此后 EXOSAT 很快进行了观测,证实了它具有类似 Cyg X-1 的奇特的快速闪变(达到几十毫秒),并确定了它的精确位置<sup>[5]</sup>,从而导致证认出其光学对应体( $M_0$ 。

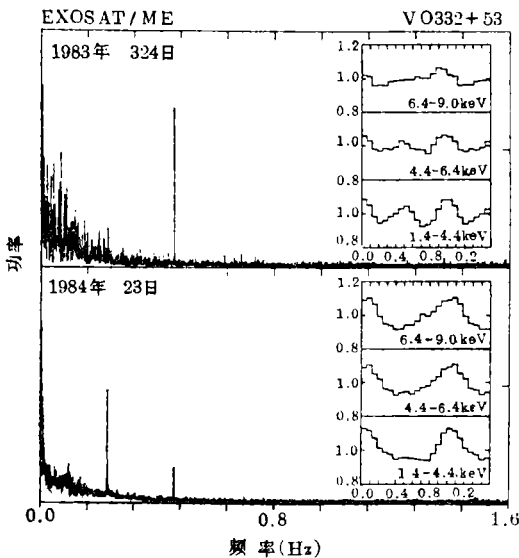


图 3 V0332+53 的功率谱和脉冲周期轮廓(插图)

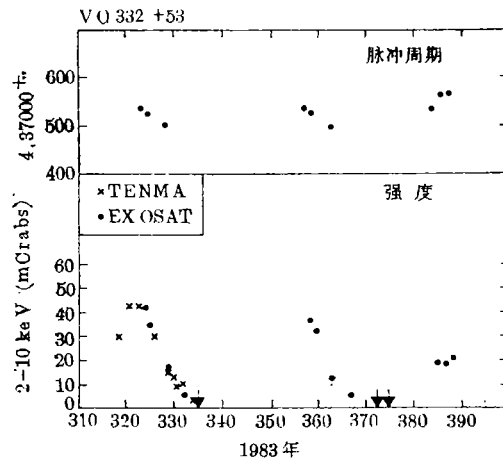


图 4 V0332+53 的光变曲线,显示三次爆发及脉冲周期的变化

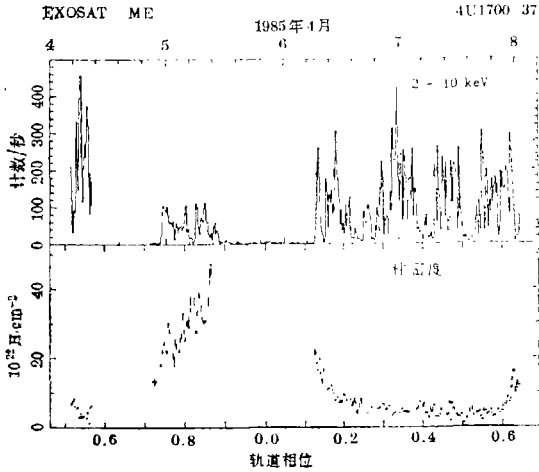


图 5

= 15 的严重红化的 OB 星<sup>[9-9]</sup>。随后又发现此源具有 4.375s 的脉冲周期<sup>[10]</sup>, 是一颗 X 射线脉冲星。图 3 是它的功率谱和脉冲轮廓, 图 4 是它的长期光变曲线和脉冲周期的变化, 并由此确定了双星的轨道周期为  $34.26 \pm 0.10d$ <sup>[11]</sup>。

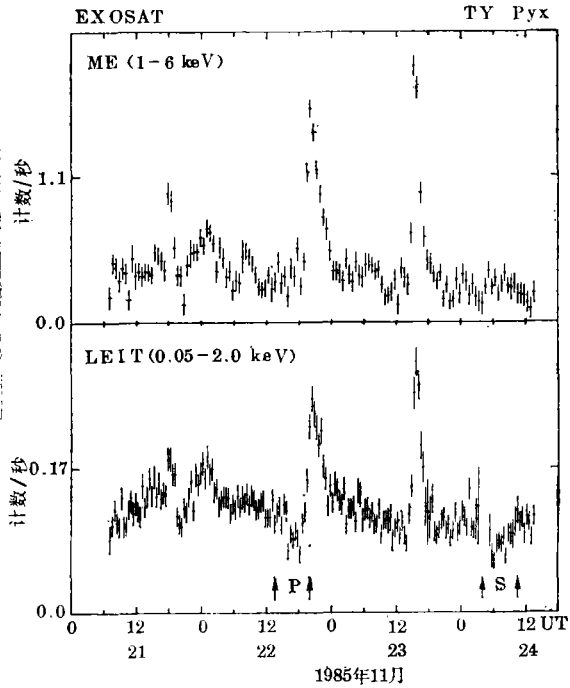


图 6 TY Pyx 一次完整轨道周期的观测, 箭头示主食(P)和次食(S)

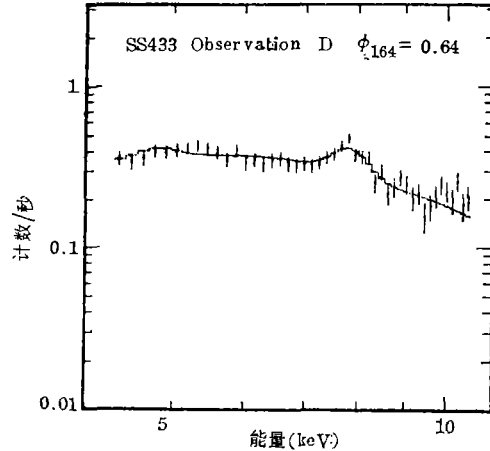
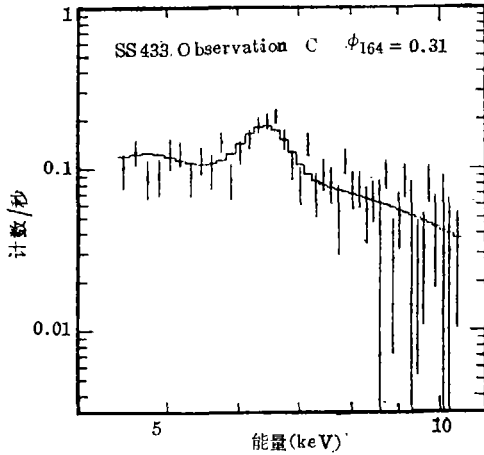


图 7 SS 433 在两个不同位相时的能谱(由EXOSAT GSPC 得到)

### 2. 4U 1700-37

这是一个大质量 X 射线双星, 图 5 给出了一个完整轨道周期 (3—4 天) 内的 X 射线强度变化<sup>[12]</sup>。由 OB 超巨星产生的食在轨道位相  $\phi = 0.88-1.12$  之间,  $\phi = 0.58-0.74$  之间的空隙是因 EXOSAT 通过近地点时暂停工作,  $\phi = 0.74-1.65$  相应一完整的 EXOSAT 的轨道, 从图中可看出有明显的爆发活动。图 5 下半部分反应了吸收随轨道变化的关系, 这种吸收是由辐射驱动的恒星风所产生的, 也是这类 X 射线双星重要的研究课题之一。

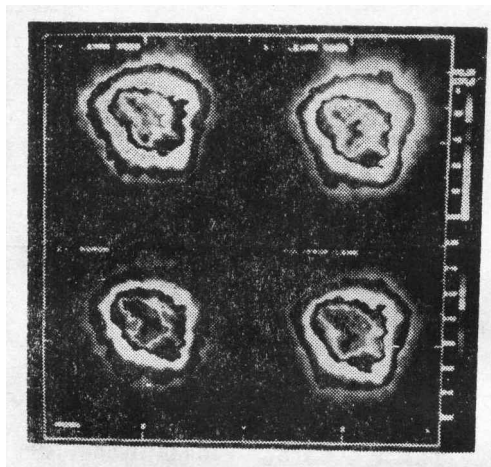


图 8 蟹状星云(由 EXOSAT 的 X 射线望远镜 LE2 CMA 加四种不同滤光片得到)

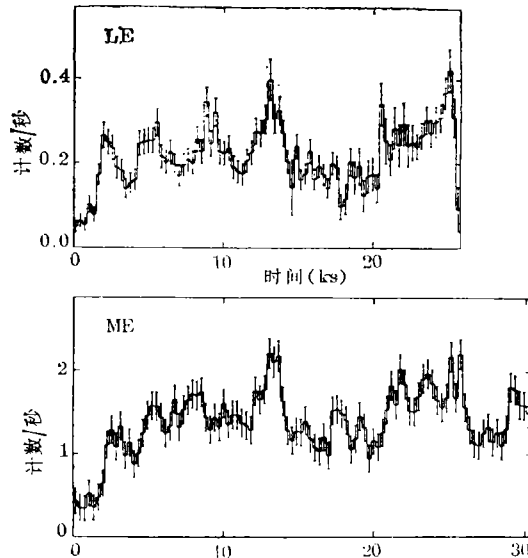


图 9 NGC 4051 的中能(ME)和低能(LE)光变曲线

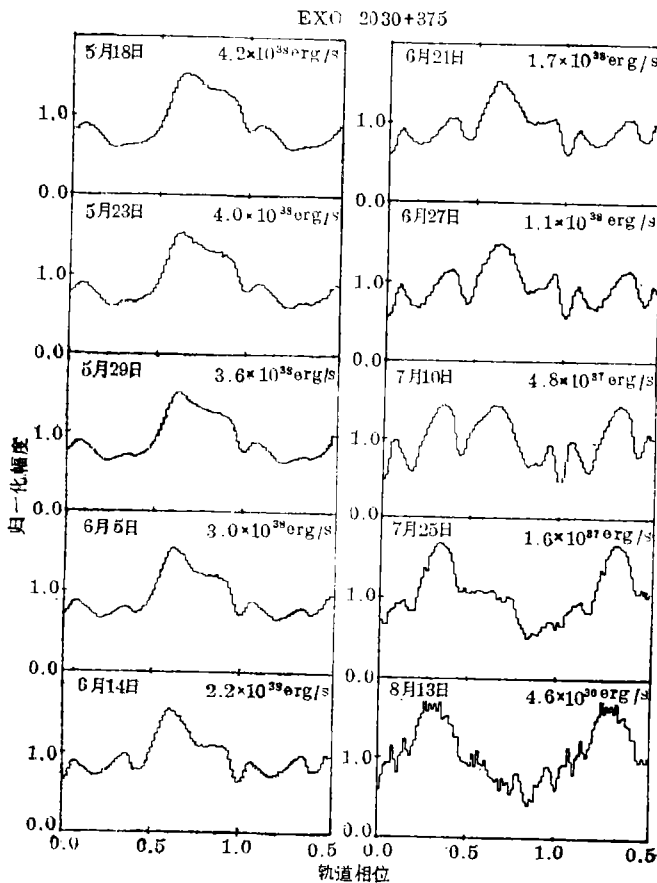


图 10 暂现源 EXO 2030+375 脉冲轮廓的演化

### 3. TY Pyx

这是一个 RS CVn 型双星系统, 轨道周期 3d, 图 6 表示 EXOSAT 对此食双星系统 (G5V + G5V) 的完整周期的观测, 这一事例说明长周期连续观测对晚型星星冕的研究同样十分重要。由图可看出在中能正比计数器阵和低能成像望远镜中都有显著的闪变, 其中主食(P)和次食(S)均很明显。从主食情况看, 在第一次接触后即开始食, 这表明 X 射线活动区是很致密的。在 ME 中没有见到明显的食。ME 应对温度更高的星冕区敏感, 从这一观测事实说明似乎与太阳的情况相反。能谱观测表明存在着两种不同温度的发射区 (600 和 3000 万度), 较热的是冕区, 其大小和恒星可相比, 而温度较低的 X 射线发射来自致密环<sup>[13]</sup>。

### 4. SS433

图 7 是 SS433 的能谱, 在连续



谱上叠有明显的铁K线,这是 EXOSAT GSPC 发现的<sup>[14]</sup>, 此线有较大的紫移并随相位有明显的变动,表明它来源于喷流。未观测到红移线是由吸积盘遮掩造成的,铁发射线应起源于中心区域。

### 5. 蟹状星云

蟹状星云是至今唯一能在所有频率范围提供研究年轻脉冲星与其周围物质直接相互作用的天体。图 8 是 EXOSAT LE2 CMA 用 4 种不同滤光片取得的蟹状星云 X 射线像<sup>[15]</sup>。其“半功率半径”为 40'', 比 Einstein 卫星的 34'' 略大,这应是所用能量范围不同造成的。

### 6. NGC 4051

EXOSAT 在对河外天体的观测中最为有趣的一例,也许是在非常低光度( $\sim 3 \times 10^{41}$  erg·s<sup>-1</sup>)的 I 型 Seyfert 星系 NGC 4051 中探测到标约为 4000s 的准周期光变。图 9 为 LE 和 ME 约 30000s 的连续观测结果<sup>[16]</sup>。这现象的真实性确切无疑,因为 ME 的观测同时监测背景并未见到此变化,同时,由图可知 LE 和 ME 有明显的相关性,但又不是完全相关。

### 7. EXO 2030 + 375

这是 EXOSAT 所发现的一暂现源。当 EXOSAT 变换观测对象时,在改变指向的过程中有意识地进行巡天观测,在此过程中发现了一批暂现源,并对它们进行了细致的研究,精确测定了它们的位置,查明了它们的特性。EXO 2030 + 375 便是其中之一,这是周期为 42s 的脉冲星。1985 年夏季发现时其强度约和蟹状星云相当,其后进行了系统的观测,直到其光度减弱了一百倍为止。图 10<sup>[17]</sup>列出其脉冲轮廓随光度下降而变化的过程。不难看出,  $\phi = 0.7$  的主脉冲强度逐步减弱,而  $\phi \sim 0.3$  中介脉冲强度逐渐变得突出。

### 8. GX 5-1

准周期振荡现象也许是 EXOSAT 最为重要的发现。这一成就和 EXOSAT 工作的灵活性密切相关,目前已发现有 9 个低质量 X 射线双星有此现象。GX 5-1 是最典型的一例<sup>[18]</sup>。观测的时间分辨率为 0.25ms,图 11 是它的功率谱,可以看出振荡中心频率和频率分布的 FWHM 随源的强度的增加而增加。

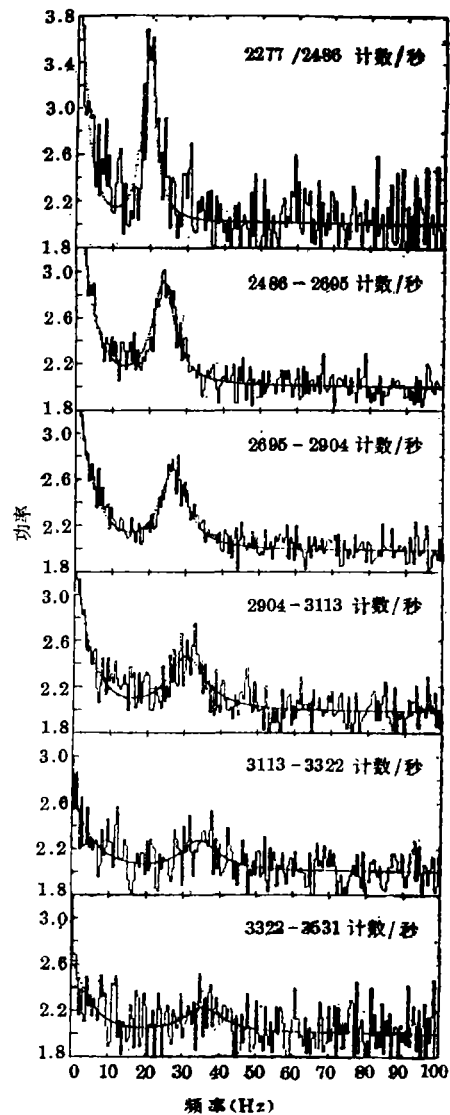


图 11 GX5-1 的功率谱。显示准周期振荡频率随源强度变化而变化

### 五、如何获得 EXOSAT 的观测资料

一般地说,当原进行观测的主研究者得到资料后一年(观测者拿到观测资料约在观测后一个月),这些资料即可对外公开。全世界的天文工作者即可提出索取资料的申请。但有时遇到校准等问题则是例外。EXOSAT 的有效观测时间是 1983 年 5 月—1986 年 4 月。因此现在所有的资料已进入档案库,可提供给申请者使用。

申请者可填写以下内容的表格提出申请:

- (1) 申请者姓名;
- (2) 申请者通讯地址;
- (3) 申请的资料清单,包括观测日期、观测对象、原主研究者姓名及观测仪器;
- (4) 在何处分析资料;
- (5) 申请理由的认证。

EXOSAT 天文台的全部观测目录(The EXOSAT Observation Log)已于 1986 年 12 月

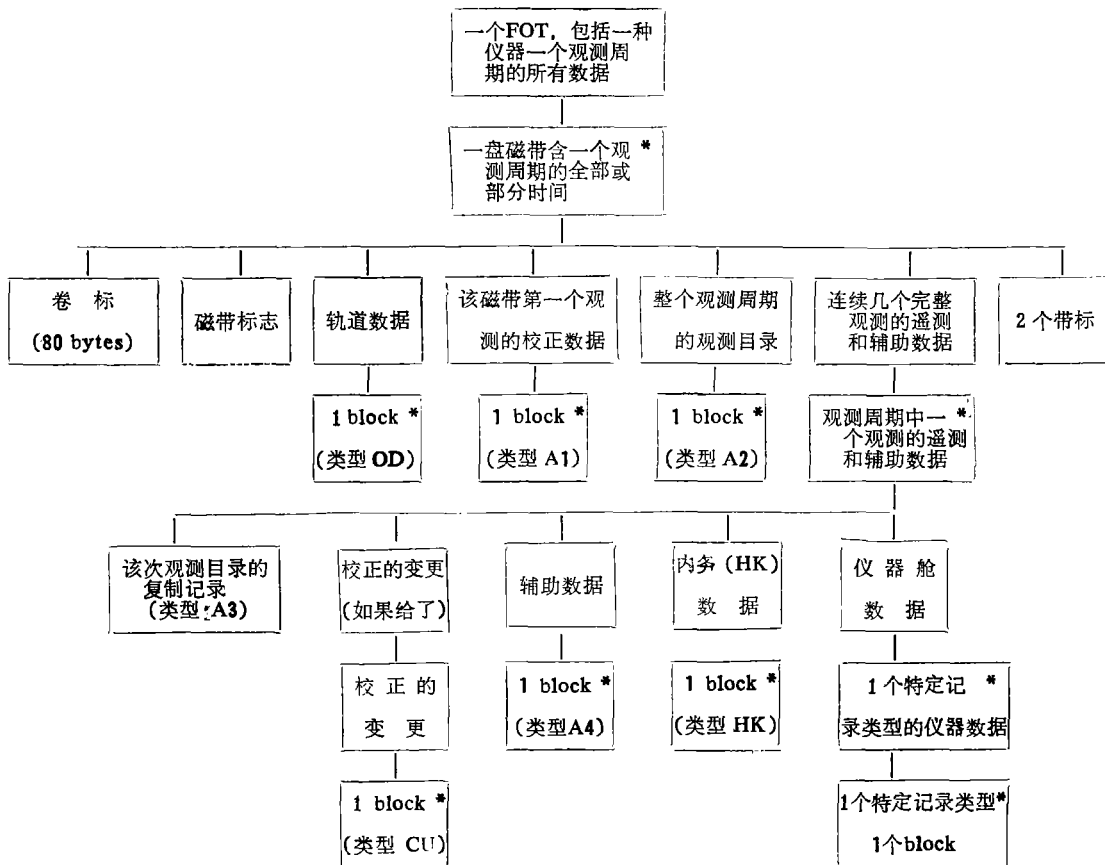


图 12 FOT 的结构

公布<sup>[19]</sup>, 内容(3)可按此目录填写。

进行 EXOSAT 资料分析需要相当的软件开发量和经验, 申请者在填写(4)时要作一定的说明, 本单位是否具有 EXOSAT 的分析系统, 如本单位没有则打算在何处分析; 申请理由的认证主要是填写申请的目的, 说明所提的研究与用这些资料已发表的结果有何区别, 字数在 100—200 左右。

此外, 每次申请最多为 10 次观测的资料, 每月最多申请一次。并希望申请者直接与原主研究者联系就所提申请的工作内容和目前资料分析的情况进行讨论。最后当工作完成发表文章时应指明资料是来自 EXOSAT 资料库。

申请表寄:

N. E. White

EXOSAT Observatory, Astrophysics Division

Space Science Department of ESA

Division SB, ESTEC

2200 AG Noordwijk, The Netherlands

## 六、原始数据资料的处理与分析系统

### 1. EXOSAT 的原始数据<sup>[20]</sup>

由于遥测能力的限制, 星载计算机(OBC)通过不同的方式压缩了实验数据, ESOC(European Space Operations Centre)从复杂的 OBC 格式中区分各种结果并写入磁带(这种称为 FOT(即 Final Observation Tape)的磁带就是我们可以申请的原始数据), 不同设备的结果写入不同的 FOT, 一个完整的观测周期的结果将写入单个 FOT, 时间特别长的写入两个 FOT。

每盘 FOT 包括与设备相关的科学数据、所有设备的内务(HK Housekeeping)数据、辅助数据和校正数据。图 12 是 FOT 的结构框图, 其中带 \* 者为进一步的说明。

由于 EXOSAT 数据结构的复杂性和 X 射线数据分析的特殊性, 建立一个专用的分析软件是必不可少的。为此, 我们将英国 Leicester 大学的 LDAS(Leicester Data Analysis System)中有关 X 射线分析的内容移植到紫台 VAX 机, 建立了一个称为 PLXDAS 的系统。下面对此系统作一简单介绍

### 2. PLXDAS 的一般功能

(1) QX 参数系统: 该系统允许程序通过外部区——VMS 操作系统——传送参数值, 操作方式基本类似于 FORTRAN 语言中的 READ 和 WRITE, 但传送在终端和程序或和程序和文本之间进行, 并且更灵活。如果参数可存储、可置缺省也可使其无效, 所以可非常容易地在程序间传送。

(2) QCL(Quick Command Language)命令语言: 它基本上是独立的。用户可使用它执行数据分析功能。同时它可与 VMS 如运行 DCL(DIGITAL Command Language)命令等直接通讯。QCL 是一套完整的程序, 有自身的语法适用于特殊的操作。一般地说, 它所能完成的大多数 PLXDAS 操作要比单独执行程序容易得多。QCL 中可完成: 参数操作(包括简单

的算术);HDS(Hierarchical Data System)文件处理;图形输出(即“GRP”程序包);运行用户程序;执行 DCL 命令;执行 QCL 进程。

(3) HDF(Hierarchical Data Facility, 分级数据功能)用来处理 Starlink HDS 结构和数据块。

(4) GRP(Graphics Package, 绘图功能), 该程序包用 NCAR 绘图系统写成, 设备处理由 SGS 和 GKS 7.2 完成。

### 3. 原始数据加工

FOT 中的数据有不同的类型和记录方式, 并将占有大量的存储空间。PLXDAS 中提供了 6 种程序对这些数据进行分类压缩, 使成为满足不同需要的文件。且这些数据文件均以 HDS 形式存储, 供后续分析使用。这 6 种程序是:

(1) 扫描程序(SCANEX)浏览 FOT, 给出其内容摘要, 为后续处理(特别是读带)提供依据;

(2) 读带程序(READEX)将 FOT 中指定的内容读出, 形成一组盘文件。文件名附加部分的两个字符与 ESOC 形成的数据类型相同;

(3) 整理程序(PACKEX)压缩 HK 数据, 提取有关信息, 形成 RATE 文件, 此后 HK 数据不再直接引用。

(4) 陈列程序(SHOWEX)列出各次观测的部分状态参数, 由此决定组合哪些原始数据文件。为分类文件作准备。

(5) 分类程序(SORTEX)根据不同需要将原始数据分解后形成各种可分析的形式。生成文件名的附加部分由 4 个字符组成, 如 TIME、CUBE 等, 此时数据文件均具有标准 HDS 文件结构。

(6) 列表程序(LISTEX)可列出各种原始数据(包括 RATE)值, 特别当后续分析过程中疑有错误时, 可由此查找最初的值。

### 4. PLXDAS 中分析程序和图示输出举例

在 PLXDAS 中有一系列分析程序用来进行时序分析、谱分析等等。表 4 表 5 列出了其中一部分关于时间分析的程序和进程。

表 4 主要的时序分析程序

程序名	目的
ADDFLD	将 2 个 FOLD 加在一起
ADDTTS	将时序加上一常数, 线性或齿波序列
APPEND	用扩展方法将 HDS 格式文件加在一起
CCFTS	两个时序的互相关
CROSSTS	同上, 旧版
FITTS	拟合背景
FOLDTS	时序的 $\chi^2$ 分析
FOLD-MULTI	折迭时序, 同时进行多个文件(<50)
NEW-POWERTS	计算时序的 Fourier 功率谱
POWERFIT	拟合功率谱
POWERTS	计算时序的功率谱
SUBTS	从时序中去除背景

表 5 主要的时序分析图示输出过程

进程名	用途
PLOT-CCF	CCFTS 的相关图
PLOT-CROSS	CROSSTS 的相关图
PLOT-CUBE	作 CUBE 文件中的光变曲线和脉冲高度谱
PLOT-FOLD	图示 FOLDTS 的结果
PLOT-KRON	标准时序图
PLOT-PHA	作原始脉冲高度谱
PLOT-PHAD	标准脉冲高度谱
PLOT-POWER	图示 POWERTS 的结果
PLOT-POWER-LIN	同上, 线性坐标
PLOT-TIME	作光变曲线
PLOT-MTIME	对 PHA 区间作几个时序
PLOT-PHAM	在一张纸上作几个 PHA 文件

### 5. PLXDAS 的扩充与推广

PLXDAS 是我们从 LDAS 移植到紫台 VAX 11/780 上的。这个系统可用于 EXOSAT 和 GINGA 的 X 射线数据。并只能在用 VMS 操作系统的 VAX 机上工作, 因为它紧密依靠 VMS 的特定功能。

PLXDAS 沿用了 LDAS 的存取方式、命令语言和参数系统。对不适合本机器硬软件的内容作了一系列修改。但其中的程序保留了如下特点:

- (1) 程序中参数的输入输出由 QX 参数系统处理;
- (2) 程序中的生成、加工标准容量的 HDS 文件;
- (3) 均可在 QCL 命令语言中运行;
- (4) QCL 进程可给出适当的图形输出。

PLXDAS 的主要分析功能有:

- (1) 加工原始数据(即 FOT 中的数据);
- (2) 生成谱数据、光变曲线;
- (3) 作谱拟合, 其中模型是参数化的;
- (4) 分析光变曲线: 周期特性;
- (5) 图像处理与分析。

目前, PLXDAS 中有关 EXOSAT 资料的加工分析处理部分已完好运行。对 X 射线脉冲星 4U 1538-52 进行的分析<sup>[21]</sup>表明, PLXDAS 基本功能齐全、使用方便, 分析的速度精度均达到要求。我们正在进一步改进和扩充其功能, 并尽快开发有关 GINGA 卫星资料的分析系统, 使 PLXDAS 具有更广泛的适用性。

### 参 考 文 献

- [1] Taylor, B. G. et al., *Space Sci. Rev.*, 30 (1981), 479.
- [2] Taylor, B. G. *Adv. Space Sci. Res.*, 5 (1985), 35.
- [3] Terrell, J. et al., *Bull. American Astron. Soc.*, 14 (1982), 619.
- [4] Tanaka, Y. and Tenma team, *IAU Circ.*, No. 3891, (1983).
- [5] Davelar, J. et al., *IAU Circ.*, No. 3893, (1983).
- [6] Brand, P. W. J. L. et al., *IAU Circ.*, No. 3893, (1983).

- [ 7 ] Koira, K., *IAU Circ.*, No. 3897, (1983).  
[ 8 ] Argyle, R. W., *IAU Circ.*, No. 3897, (1983).  
[ 9 ] Bernacca, P. L. et al., *IAU Circ.*, No. 3897, (1983).  
[10] Stella, L. and White, N. E., *IAU Circ.*, No. 3902, (1983).  
[11] Davelaar, J. et al., in Proc. of the Symp. X-ray Astronomy '84', Bologna, Italy, ed. by M. Oda and R. Giacconi, p. 235, (1984).  
[12] Haberl, F., White, N. E. and Kallman, T. R., EXOSAT Preprint No. 96, (1989).  
[13] White, N. E. and Peacock, A., in X-ray Astronomy with EXOSAT, Journal of the Italian Astronomical Society, ed. by R. Pallavicini and N. E. White, (1988).  
[14] Watson, M. G., Stewart, G. C., Brinkmann, W. and King, A. R., *M. N. R. A. S.*, 222 (1986), 261.  
[15] Aschenbach, B. et al., in Proc. of the Symp. X-ray Astronomy '84', Bologna, Italy, ed. by M. Oda and R. Giacconi, p. 302, (1984).  
[16] Mchardy, I., *Space Sci. Rev.*, 40 (1985), 559.  
[17] Parmar, A. N. et al., in IAU Symp. No. 125, ed. by D. J. Helfand and J. -H. Huang, p. 203, (1987).  
[18] Lewin W. H. G. and Klis, J. van der, *Space Sci. Rev.*, 46 (1988), 273.  
[19] ESA: The EXOSAT Observation LOG, ESA, The Netherlands, (1986).  
[20] ESA: The EXOSAT Observers Guide, Part III, ESTEC, Holland, (1984).  
[21] 臧志云, 杭恒荣, 紫金山天文台台刊, 9 (1990).

(责任编辑 刘金铭)

## Utilization of the Archive Data from the EXOSAT

Hang Hengrong Zang Zhiyun Han Haiyang

(Purple Mountain Observatory, Academia Sinica)

### Abstract

For promotion of exploiting and using the archive data of the EXOSAT (an European X-ray astronomy satellite operated from May 1983 to April 1986), the mission objectives, on-board instruments, some highlight results, the procedure for requesting archive data and data analysis system are introduced briefly.