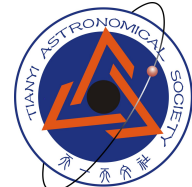


大数据支撑下 中小学天文科教的天一模式



WUXI
NIGHTSKY
BRIGHTNESS
MONITORING
NETWORK



沈新荣

江苏省天一中学

江苏省高中学生自主学习研究所



天文信息学与虚拟天文台2022年学术年会
中国天文学会信息化工作委员会第二届第一次全体会议暨信息化工作交流研讨会
广西桂林 2023.04.18-04.22

目录

- 1 引言
- 2 普及型课程
- 3 学术型课程
- 4 研究型课程





江苏省天一中学位于“太湖之光”一无锡市。学校为国家级示范性高中、超常教育实践基地、中学生英才计划学校、江苏省高品质示范高中（G20）……学校占地400余亩，学生约3000人，教职员工约300人……

2010-2011年间，江苏省天一中学天文社与英国曼彻斯特瑞德里夫中学天文社共同开展了“月球陨石坑研究”。同学们使用近月轨道飞行器拍摄的月面照片，对月坑的分布、形制等进行了研究。



三类丰富课程群

2011年以来，秉承“既为社会输送天文爱好者，更为国家培养未来天文学家”的办社宗旨，基于“丰富教学模式”理论，江苏省天一中学天文社充分挖掘和利用天文大数据，在天文领域拔尖创新人才的早期发现和培养方面开展了一系列探索，并形成了普及型、学术型、研究型三类课程进阶设计的科教模式。

三类丰富课程群



1

普及型课程



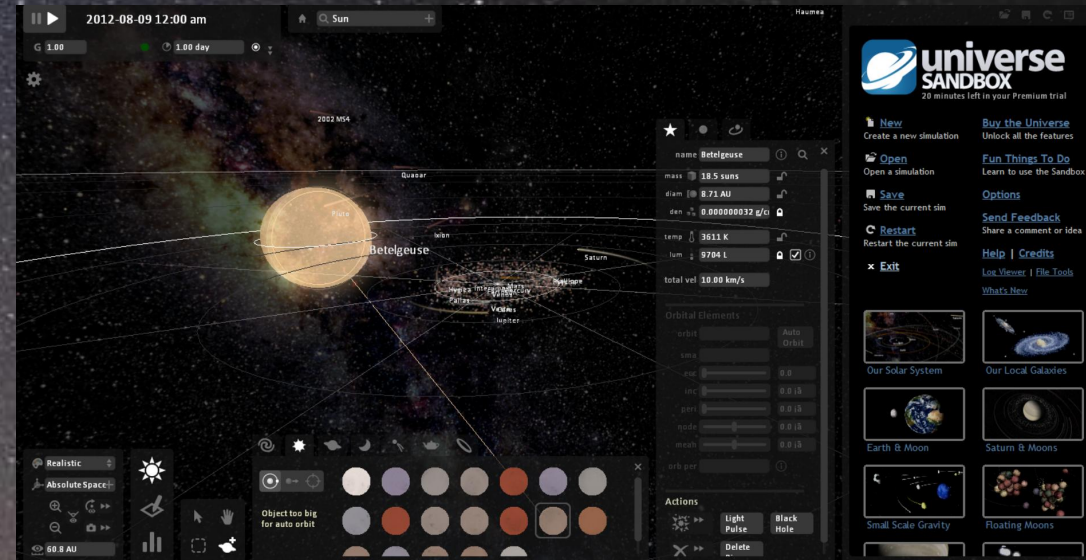
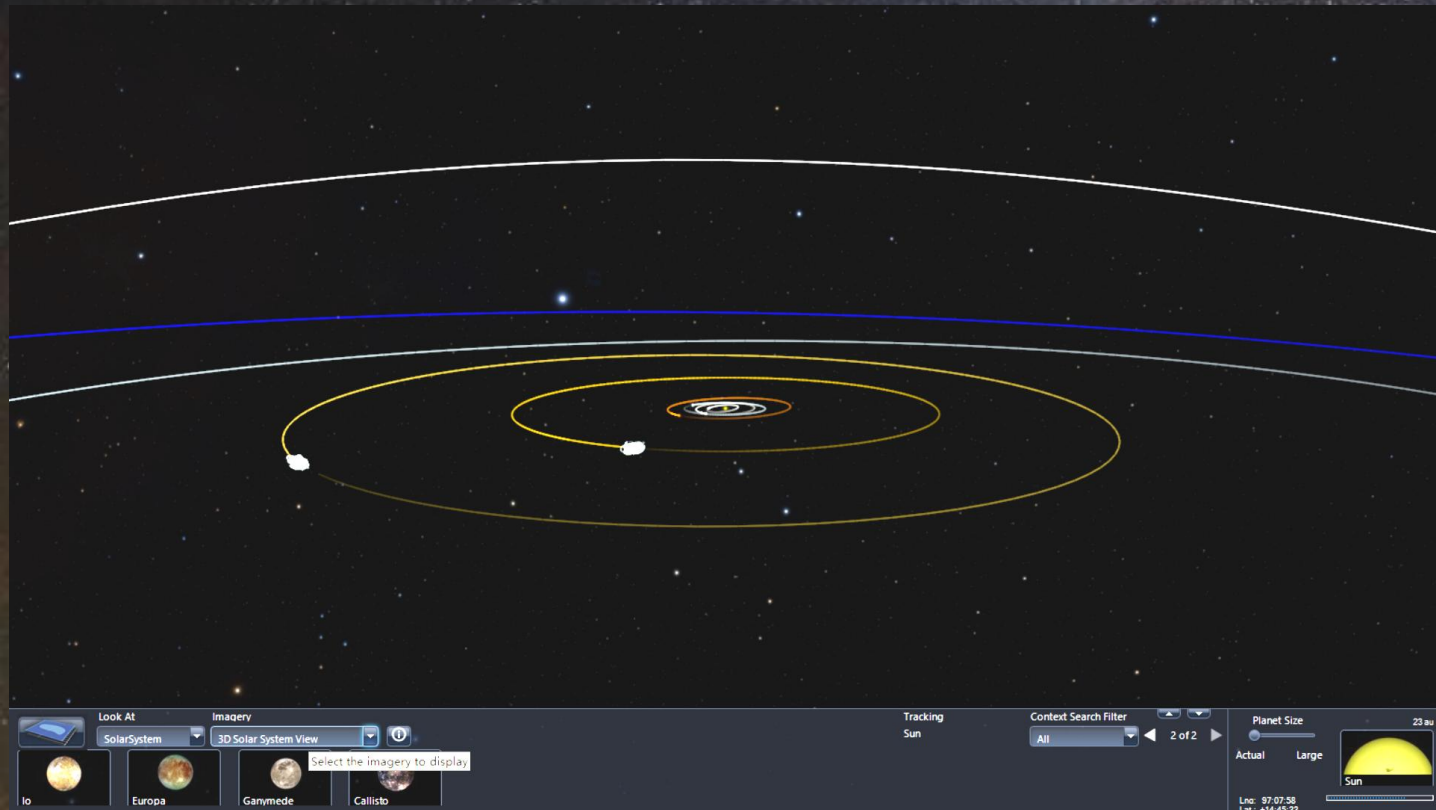
普及型课程

普及型课程指利用学科典型表征，以活动体验为基本形式，以培养学生学科兴趣为主要目的，面向全校和校外学生开展的文化艺术、科普类讲座、展览和活动。

在普及型课程中，主要是借助数据可视化平台（如万维望远镜、虚拟天文馆、宇宙沙盒等）来呈现天文学之美，以培养学生的学科兴趣。



01借助数据可视化平台展示星空之美



自然科学之美：如规律和秩序、对立与统一
人文艺术之美：如星座神话、天文学史

02借助数据可视化平台模拟天文观测



图1 金牛座δ星位于参宿四、参宿五和五车五之间的天区。(使用虚拟天文馆软件制图)

蟹状星云的古代记录与现代探测

□ 沈新荣

蟹状星云简介

北半球的冬季星空是一年之中最为灿烂的，猎户、金牛、御夫、双子、大犬、小犬等代表性星座拥有16颗2等及以上的诸多亮星。如果你仔细观察猎户肩部α星（参宿四）、γ星（参宿五）和金牛角尖β星（五车五）之间的天空（图1），不难发现一颗3等左右的亮星——金牛座δ星。这颗金牛座的第四亮星，被中国古人称为天关星。

如果你恰好有一架双筒望远镜，当你瞄准金牛座δ星（天关）时，就能在视场的东北侧（左上方）看到呈纵列分布的三个星点，其中最北侧（上方）的星点中隐藏着一个著名的深空天体（图2），在梅西耶星表中编号为1号的蟹状星云。蟹状星云是一个超新星遗迹，大约覆盖了10光年左右的区域。它距地球约6500光年，在赤道坐标系中的位置为：赤纬： $+22^{\circ} 1'$ ，赤经： $5h35m$ 。它的视星等仅约8.4等，不为肉眼所见。

2022.08 • 41



图2 在双筒望远镜视场（放大倍数为7，口径为50mm，视场为7°）中的天关星和蟹状星云。(使用虚拟天文馆软件制图)

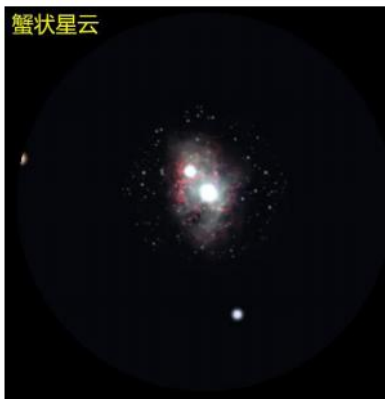


图3 使用口径16英寸、焦比f/10的天文望远镜，放大156倍，长曝光拍摄到的蟹状星云。(使用虚拟天文馆软件制图)

42 • 2022.08

在双筒望远镜视场（放大倍数为7，口径为50mm，视场为7°）中的天关星和蟹状星云

蟹状星云是为数极少的在X射线、紫外、光学、红外、射电等各个波段同时发射电磁信号的天体。在美国太空望远镜钱德拉X射线天文台拍摄的蟹状星云X射线图像中（图4-a），可以清晰看到位于星云中央的核状结构。这是隐匿其中的脉冲星，它就像宇宙发电机一般，不断产生并以约60次每秒的频率向外发射X射线脉冲。

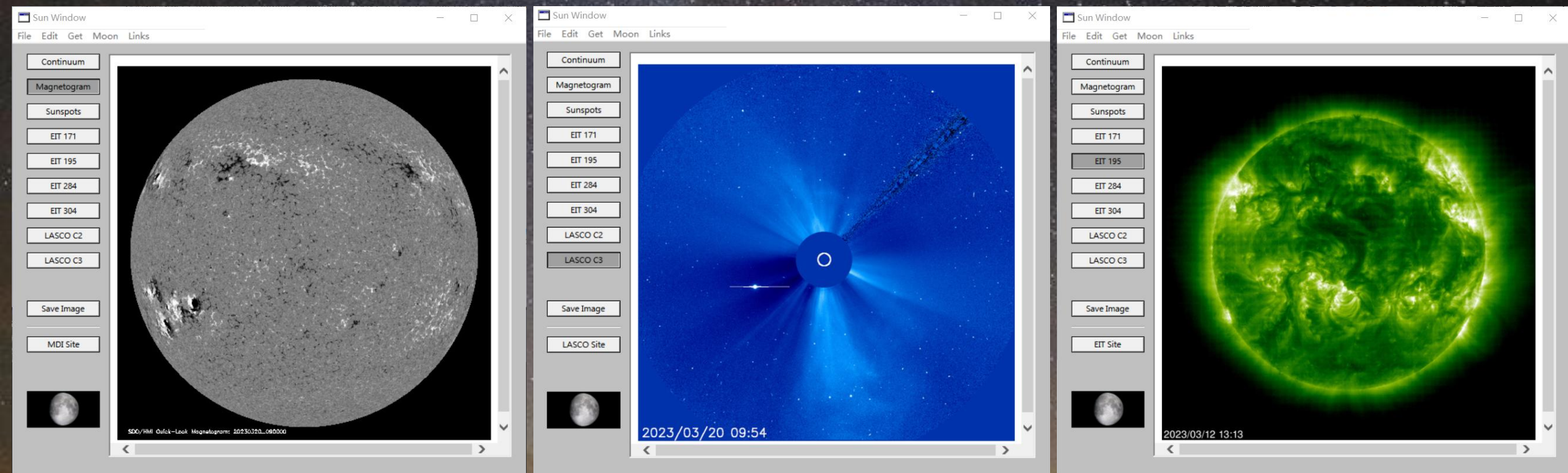
在欧洲太空望远镜XMM-牛顿天文台拍摄的蟹状星云紫外图像中（图4-b），可以清晰看到星云东西两侧缩进的“海湾”。科学家认为，在超新星爆发之前，就有一个磁性物质环围绕它，从而阻挡了高速粒子和同步辐射，进而呈现出“海湾”这一边界特征。

使用口径16英寸、焦比f/10的天文望远镜，放大156倍，长曝光拍摄到的蟹状星云

在美国地面射电望远镜阵列拍摄的蟹状星云射电图像中（图4-c），可以隐约窥见隐匿在丝状结构中的脉冲星及其磁场中旋转的自由电子的射电波发射情况。



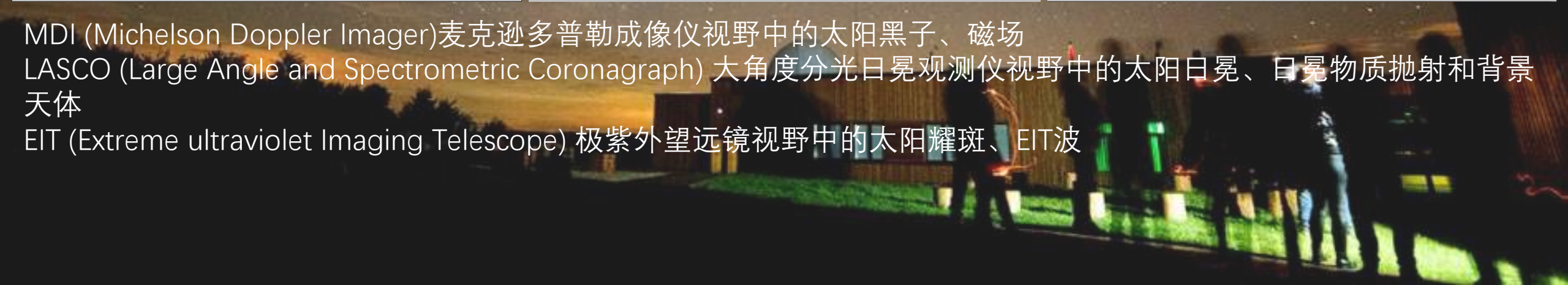
03借助数据可视化平台推介专业天文



MDI (Michelson Doppler Imager) 麦克逊多普勒成像仪视野中的太阳黑子、磁场

LASCO (Large Angle and Spectrometric Coronagraph) 大角度分光日冕观测仪视野中的太阳日冕、日冕物质抛射和背景天体

EIT (Extreme ultraviolet Imaging Telescope) 极紫外望远镜视野中的太阳耀斑、EIT波



2

学术型课程



学术型课程

学术型课程指结合学科核心知识，以集中培训为基本形式，以夯实学生学科素养为主要目的，面向社团学生开展的理论学习、观测实践和研学课程。

在学术型课程中开展天文数据相关理论学习、数据挖掘与分析、数据科普应用等方面的教学（如文献研读、数据分析、科普应用），以夯实学生的专业知识和能力。



01开展大数据相关文献研读

摘要（节选）： 本文首先介绍能够观测夜间灯光的卫星遥感观测平台和传感器，然后从社会经济参数估算、城市化监测与评估、重大事件评估、环境及健康效应研究、渔业信息提取、流行病研究、油气田监测等方面总结了夜光遥感数据挖掘的现状和特点。最后，文章从新型数据源、知识发现、地面观测和地理国情—世情监测 4 个方面提出了夜光遥感及其数据挖掘的未来发展趋势。

第 44 卷 第 6 期
2015 年 6 月

测 绘 学 报
Acta Geodaetica et Cartographica Sinica

Vol.44, No.6
June, 2015

引文格式: LI Deren, LI Xi. An Overview on Data Mining of Nighttime Light Remote Sensing[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2015, 44(6): 591-601. (李德仁, 李熙. 论夜光遥感数据挖掘[J]. 测绘学报, 2015, 44(6): 591-601.) DOI: 10.11947/j. AGCS. 2015.20150149

论夜光遥感数据挖掘

李德仁^{1,2}, 李 熙^{1,2}

1. 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室, 湖北 武汉 430079; 2. 地球空间信息技术协同创新中心, 湖北 武汉 430079

An Overview on Data Mining of Nighttime Light Remote Sensing

LI Deren^{1, 2}, LI Xi^{1, 2}

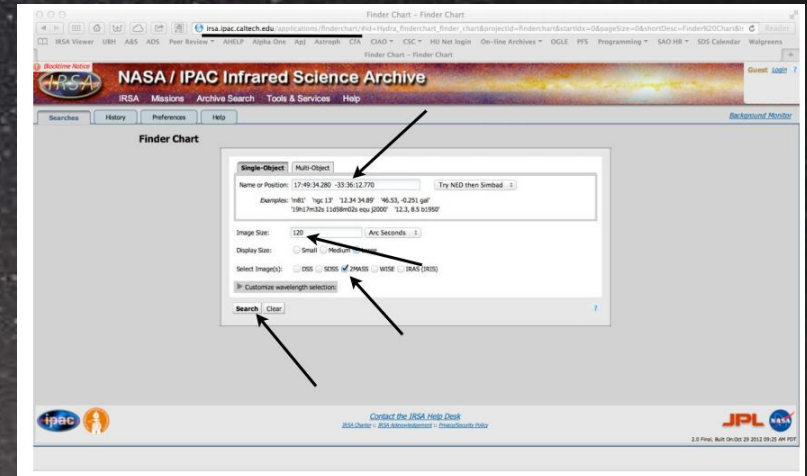
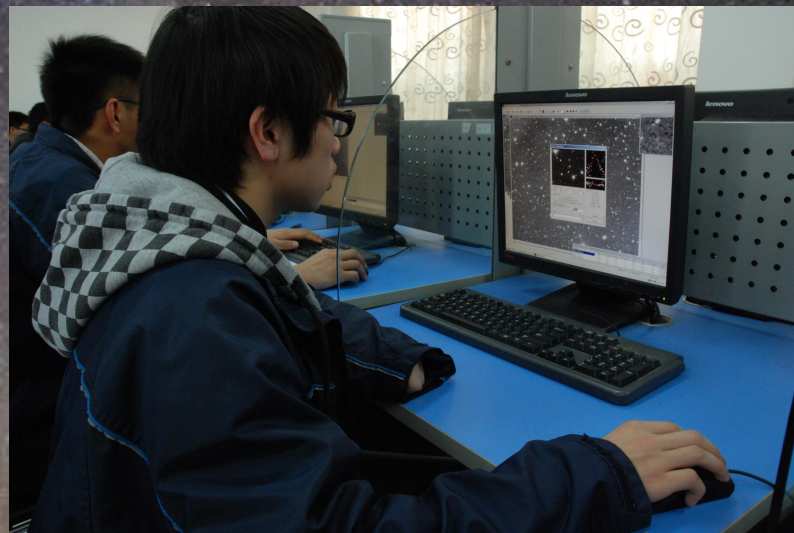
1. State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430079, China; 2. Collaborative Innovation Center of Geospatial Technology, Wuhan University, Wuhan 430079, China

02开展数据挖掘与分析教学



Globe at Night - Sky Brightness Monitoring Network

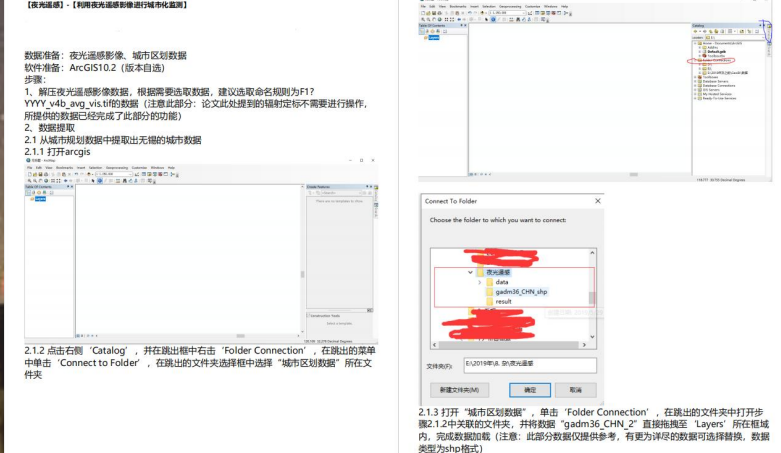
Universiti Teknologi MARA	Shah Alam, Malaysia	UITM	21 Mar 2018
Muju Fireflystar Astronomical Observatory	Muju-gun, Korea	MFAO	2 Dec 2018
Jiangsu Tianyi High School	Yixing, China	Wux	26 Jan 2019
National Feng-Shan Senior High School	Kaohsiung, Taiwan	KHG	30 Apr 2019
Taroko National Park Headquarters Mt. Hehuan Service Station	Taroko National Park, Taiwan	Heh	25 May 2019
Jiangsu Tianyi High School	Wuxi, China	BhD	12 Jun 2019
King's Park Meteorological Station, Hong Kong Observatory	Kowloon, Hong Kong	KP	21 Aug 2019
Kapteyn Astronomical Institute in cooperation with Science LinX, Faculty of Science and Engineering, Groningen University the Netherlands	Groningen-DeHeld, Netherlands	Gdh	31 Aug 2019
Kapteyn Astronomical Institute in cooperation with Science LinX, Faculty of Science and Engineering, Groningen University the Netherlands	Groningen-ZernikeCampus, Netherlands	Gzc	3 Sep 2019
Ouro Fino Astronomical Centre	Ouro Fino, MG, Brazil	PAOF	16 Sep 2019



- Visit <http://irsa.ipac.caltech.edu/applications/finderchart/>
- Enter RA and Dec of desired event in "Name or Position Window"
- Select 2MASS images, 120" image size, and click "search"

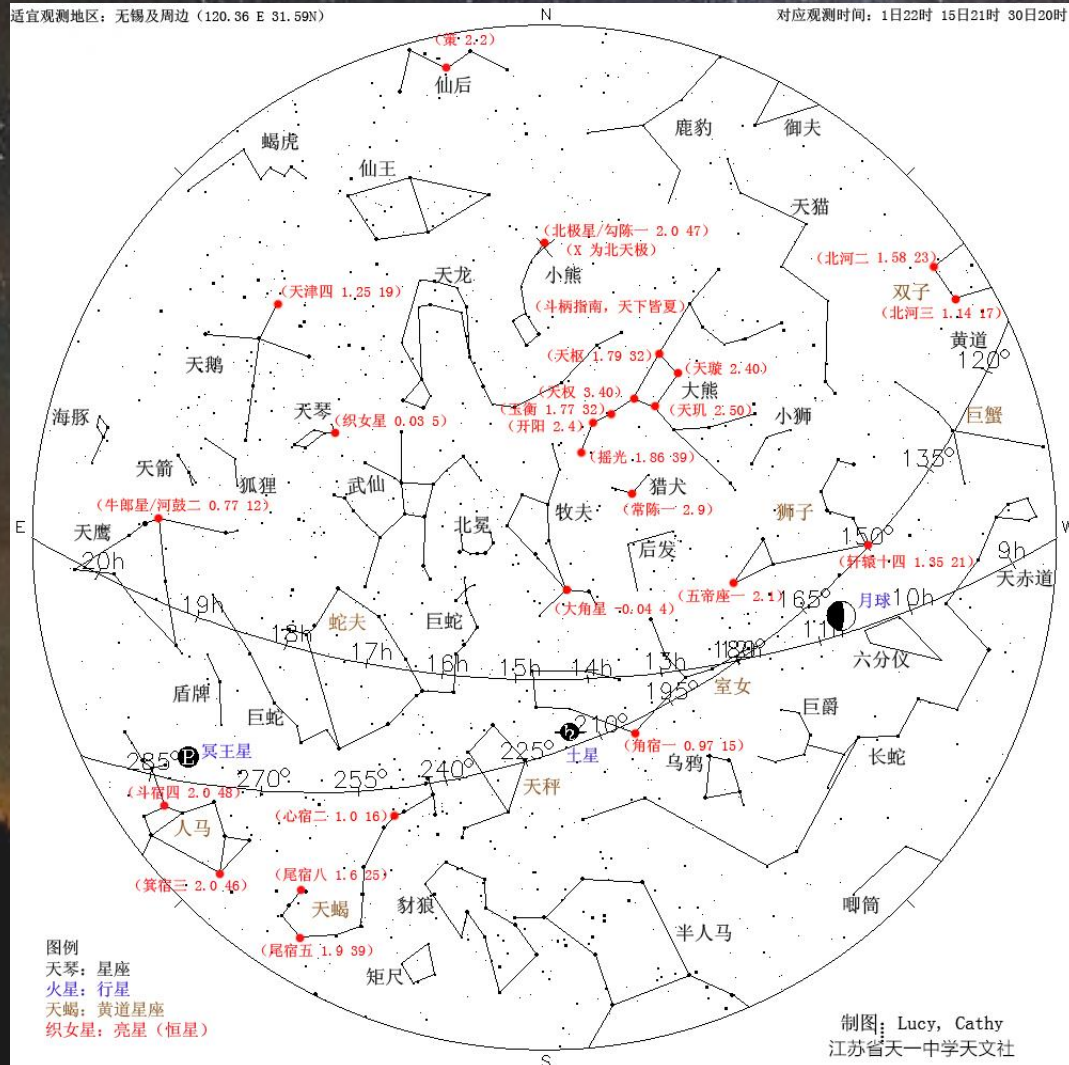
【操作流程】 - 【利用夜光遥感数据进行城市化监测】

数据准备：夜光遥感影像、城市区划数据
 软件准备：ArcGIS10.2 (版本自选)
 步骤：
 1、 解在夜光遥感影像数据，根据需求选取数据，建议选取命名规则为F1? YYYY*+hd_*.img 文件的数据 (注意此部分，论文此处提到的编辑名称和不需要进行操作，所操作的数据已经完成了此部分的功能)
 2、 数据提取
 2.1 从城市规划数据中提取出无错误的城市数据
 2.1.1 打开arcgis
 2.1.2 点击右侧 "Catalog"，并在跳出框中右击 "Folder Connection"，在跳出的菜单中单击 "Connect to Folder"，在跳出的文件选择框中选择 "城市区划数据" 所在文件夹
 2.1.3 打开 "城市区划数据"，单击 "Folder Connection"，在跳出的文件夹中打开步骤2.1.2中光敏的文件类，并将数据 "gdmi36_CHN_2" 直接拖拽至 "Layers" 所在框内，完成数据加载 (注意：此部分数据仅供参考，有更为详细的数据可选择转换，数据类型为shp格式)



参与数据库建设 (电离层、夜空光度、流星、灯光) 数据分析实践训练 数据分析操作指南

科普应用，如星图制作、视频制作



- (高二16毛顿开、高寒杰) 材料 World Wide Telescope Tour 295 KB
- (高二15吕文皓) 火星 World Wide Telescope Tour 323 KB
- (高一16刘玉鑫 李贤哲 钱正阳) 日食(西藏阿里地区, 经纬度需要... World Wide Telescope Tour
- 高二4沈筱涵练佳淇朱滢烯 World Wide Telescope Tour 41.6 MB
- (高二7岳奕霖 戴子茗) 巨蟹 World Wide Telescope Tour 295 KB
- (高二16毛顿开、高寒杰) 2 World Wide Telescope Tour 1.66 MB
- (少一1包家豪) 人类宇宙的探索 World Wide Telescope Tour 6.24 MB
- 高一2陈知微 World Wide Telescope Tour 3.44 MB

- (高二9高梦烨、王怡秋、杜思楠) 星际探索 World Wide Telescope Tour
- (高一1吴思源) 北半球的星空 World Wide Telescope Tour 2.55 MB
- (少一1程杨梓茵) 古老的浪漫 World Wide Telescope Tour 49.9 MB
- 少一1庄苏航 我们的太阳系 World Wide Telescope Tour 8.75 MB
- (高二9王奕鸣 陈铮 吴嘉韦) Uranus&Neptune World Wide Telescope Tour
- (高一3陶嘉熙) 宇宙漫游 World Wide Telescope Tour 3.97 MB
- (少一1席卓屹) 遥远的木星 World Wide Telescope Tour 2.88 MB
- 少一2陈嘉昊 超新星 World Wide Telescope Tour 13.3 MB

《史记》《汉书》《三国志》《宋书》《晋书》等中国史书中关于“荧惑守心”的记录共有23次。我们选取了公元前480年（宋景公三十七年）至公元306年（西晋光熙元年）间的10次记录，使用虚拟天文馆，按照前文所述的步骤进行了一一验证。



史书上的“荧惑守心”真的发生过吗？

——妙用“虚拟天文馆”验证天象记录的真实性

□ 江苏省天一中学 沈均如 沈新荣

《史记·宋微子世家》中记载：三十七年，楚惠王灭陈。荧惑守心。心，宋之分野也。景公忧之。司星子韦曰：“可移於相。”景公曰：“相，吾之股肱。”曰：“可移於民。”景公曰：“君者待民。”曰：“可移於岁。”景公曰：“岁饥民困，吾谁为君！”子韦曰：“天高听卑。君有君人之言三，荧惑宜有动。”於是候之，果徙三度。

意思是说，宋景公三十七年时，火星侵入心宿，发生了“荧惑守心”的天象。景公很是担忧。司星官子韦建议把灾祸转移给宰相，或者百姓，或者农业收成。景公说宰相是我的股肱，百姓是为君之本，收成不好会导致百姓困乏，所以不同意。子韦说上天听到了您这些有君主之德的话，荧惑肯定会移走的。他们等了一阵，荧惑果然移了三度离开了心宿。

作为一种在中国古代被视为不吉的天象，“荧惑守心”到底是什么呢？它在历史上经常发生吗？今天，就让我们一起用星空软件“虚拟天文馆”来揭开它的神秘面纱，并论证史书上那些记录的真实性吧。

荧惑守心是什么？

要解释什么是“荧惑守心”，就先要知道“荧惑”“守”和“心”分别代表什么？“荧惑”是中国古人对火星的称呼，因为火星荧荧似火，行踪捉摸不定而得名。“心”在这里指天蝎座的最亮星 α ，它是中国古代星宿体系中东方苍龙七宿的“心宿二”，亦称“大火”。

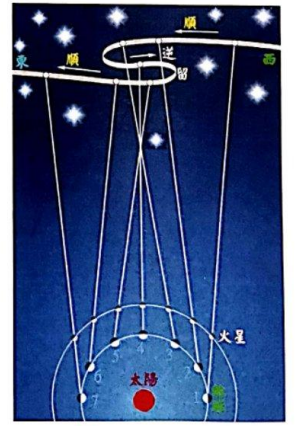
从图1可以看出，火星（地外行星）绕日公转的速度较地球慢。如果连续几日从地球上观测火星的绕日运动，可以发现它在黄道上相对恒星背景有时是自西向东顺行，有时是自东向西逆行。在由顺行变为逆行，或由

逆行变为顺行的这段时间内，火星相对恒星背景停滞不动，称为留。火星视运动的整个过程可以看作是“顺行—留—逆行—留—顺行”等一系列状态的变化。“荧惑守心”中的“守”是一种状态，表示“荧惑”在“心宿”附近徘徊不定，一会儿顺行，一会儿逆行，迟迟不肯离开。

如何验证“荧惑守心”记录的真实性？

千百年来，火星曾许多次靠近心宿二，但真正可以算作“荧惑守心”的还是不多的。受限于观测条件和计算精度，古人经常会把“荧惑”进入“心宿”，或者“荧惑”守其他星宿的天象误认为是“荧惑守心”。

今天，我们使用虚拟天文馆（Stellarium）这款星空软件（官网下载路径：<http://stellarium.org/zh/>），一起来验证中国古代关于“荧惑守心”记录的真实性。



▲ 图1 火星视运动

3

研究型课程



研究型课程

研究型课程指面向学科分支领域，以课题研究为基本形式，以提升学生专业能力为主要目的，面向项目团队或个人开展的实际问题探究、项目课题研究工作。

在研究型课程中围绕特定课题开展研究性学习（如太阳活动、月坑演化、暗夜保护等方向），以提升学生的科研意识和能力，培养后备人才。



1.太阳活动：①太阳黑子与地球环境响应研究（发表）

太阳黑子及观测方法

太阳黑子活动周期

黑子与气候的相关性

黑子与地震的相关性

反思及讨论

使用了美国国家海洋和大气管理局（NOAA）、中国气象数据共享服务网、中国国家地震科学数据共享中心等提供的黑子、气温、降水与地震统计资料，对黑子的活动周期及其与地球气象、地质灾害间的相关性进行了对比研究。

太阳黑子与地球环境响应研究^{*}

陈沁怡¹ 程 达¹ 董乐天² 张星瑜¹ 何芝瑾¹ 张心竹¹ 赵聆羽¹ 金 睿¹
指导教师：沈新荣¹ 杨益芳²

（1.江苏省天一中学,江苏无锡214001;2.美国Leman Manhattan Preparatory School,美国纽约10000）

摘要：本文以太阳黑子为研究对象，介绍了两种主要的黑子观测方法。通过历年黑子统计资料分析了黑子的活动周期，并通过将其与气温、降水量、地震等气象和地质资料进行比较研究，探讨了地球环境对太阳黑子活动的响应变化，分析了两者的相关性。

关键词：太阳黑子；周期；气温；降水量；地震

一、太阳黑子及观测方法

1. 太阳黑子概述

太阳黑子是发生在太阳光球层（大气层的最里层）上的一种大气活动，是太阳活动的重要标志。黑子是强磁场区，因温度较低而显得较暗，故得名。黑子很少单独活动，常成群出现。其中，发育完全的黑子可分为本影（中间的暗核）和半影（周围较浅的）两部分。

黑子活跃时，太阳活动强烈，其发出的强烈电磁波进入地球大气层后，会干扰电离层，从而影响无线电短波通讯；其发出的高能带电粒子还会扰乱地球磁场，产生“地磁暴”现象；此外，水旱灾害、地震等

据信也与黑子等太阳活动存在某些关联。

2. 太阳黑子观测方法

当前，对太阳黑子进行观测的方法主要有目视描图和照相观测两种。随着技术的进步，描图法现多用于科普观测，而天文台等科研机构多采用照相法。

（1）目视描图法

本课题组（江苏省天一中学天文社）编写了《太阳黑子观测记录纸》《太阳黑子观测记录表填写指南》（见图1）等文件，使用天文望远镜，对太阳黑子进行了投影观测，并进行描图记录。具体描图步骤如下：

①使用紫金山天文台提供的电子天文历表，查询、换算并填写日轴方位角P、日面中心纬度B₀、日面

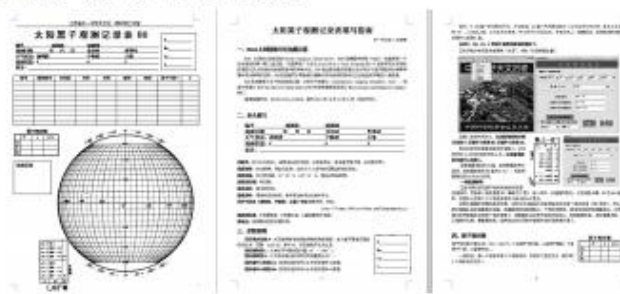


图1 《太阳黑子观测记录表填写指南》等文件

^{*}本文系江苏省教育科学“十二五”规划2013年度立项课题“项目研究驱动的天文望远镜工作室建设研究”（课题主持人：肖明、沈新荣，课题批准号C-ZY2013/0108）和中国教育学会地理教学专业委员会2014年普通高中地理研究性学习项目“太阳黑子与地球环境响应研究”（项目编号GJ09JH201409）的成果。

1.太阳活动：②中学生使用 SID 探索日食电离层效应的研究（发表）

电离层效应探测概述

探测仪器及原理

日食电离层效应研究

总结及展望

在学校搭建了一个微型电离层效应接收系统，主要包括SID监测仪、天线、计算机等。使用了斯坦福大学太阳中心SID数据库的电离层监测数据。

研究性学习

2016年第18期

地理教育

中学生使用 SID 探索日食电离层效应的研究*

——基于经验课程观的地理课题探索

程 达 张星瑜 吴釜森 文 聪 许惠飞 沈新荣

(江苏省天一中学,江苏无锡 214101)

摘要：中学生在地理课堂接受式地了解过太阳对电离层产生影响的相关知识，但往往缺乏论证和实践的机会。本课题组搭建了电离层VLF信号的接收系统，并利用斯坦福大学数据库的图表资料，结合其它的技术手段，对日食的电离层效应展开了研究和分析，为相关理论提供了实证支撑。

关键词：经验课程观；SID监测仪；日食；电离层

“经验课程观”注重学生“个体经验的实际获得过程”，要求教师不仅在课堂关注“学科体系”和“学科知识”，而且应该指导学生开展“课题研究”等实践活动。学生参与问题发现、提出和解决的过程，将有助于其“地理核心素养”的形成，有助于其创新思维和能力的提升。

“太阳对地球的影响”作为高中地理的一个核心知识点，有着承上启下的作用。它既是对上一节“地球所处宇宙环境”的进一步探索，又为后续有关大气、水等内容学习做好了铺垫。围绕“太阳对地球的影响”，指导学生理论联系实际，利用互联网资源和自己搭建的器材开展有关的研究，将极大地促进学生对“知识与技能”的理解，对“过程与方法”的熟悉，和个体“情感、态度与价值观”的提升。

以下，就江苏省天一中学地理组使用SID监测仪组织学生开展“日食电离层效应”研究的探索工作，做一些简单介绍。

一、电离层效应探测概述

电离层是地球大气层中被太阳和宇宙射线离子化的大气层，大约位于地面上空60-1000千米的位置。它可以分为D、E、F三个区域（见图1）。F区始终存在，E区域在夜间要比白天弱，而D区域只在白天

才有。

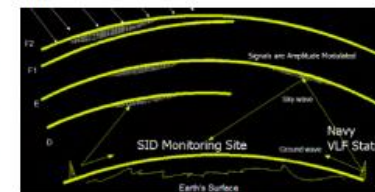


图1 电离层分层示意

当太阳向地球发出的X射线和远紫外线等能量发生变化时，或者太阳向地球喷射等离子态的日冕物质抛射物时，电离层在层数和状态等方面都会发生明显的变化，甚至于影响到无线电短波通讯的畅通。

目前对于电离层的探测方法主要有：电离层垂直探测仪探测法、电离层探针探测法、利用法拉第旋转效应探测电子量法、利用多普勒效应探测电子量法、全球定位系统测量法、甚长基线干涉测量法等。其中，利用电离层垂直探测仪、电离层探针可以直接测量电离层，获取仰角图、电子浓度、温度、离子浓度和结构图等；利用法拉第旋转效应、多普勒效应可以观测无线电波通过电离层时偏振面的旋转角、电波速度和方向的变化

* 本文系无锡市教育科学“十二五”规划2013年度立项课题“项目研究推动的天文观星工作室建设研究”（课题批准文号：C/D/2013/008）阶段性研究成果。

1. 太阳活动：③ 我们如何研究电离层（发表）

电离层及其探测

日出日落的电离层效应

日食的电离层效应

太阳耀斑的电离层效应

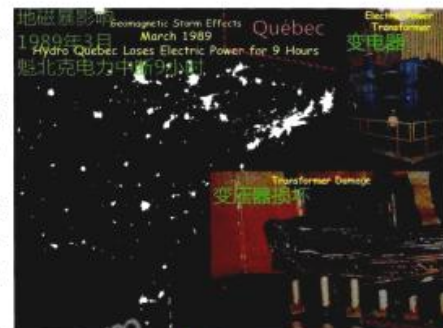
在学校搭建了一个电离层效应接收系统，主要包括SID监测仪、天线、计算机等。使用了斯坦福大学太阳中心SID数据库的电离层监测数据，中科院国家天文台太阳活动预报中心和中科院空间环境预报中心等数据库的耀斑爆发监测数据。



我们如何研究电离层

□ 江苏省天一中学 沈新荣 许惠飞 文聪 虞协青 李昕雨 朱奕帆 华雨辰

在高中地理课上，我们了解到太阳活动会影响地球的电离层、地磁场，甚至引发一些自然灾害。查阅资料后，我们得知类似19世纪“卡灵顿事件”和20世纪“魁北克事件”的强太阳活动现象曾多次发生，并造成了很大的影响。1989年3月13日的强太阳活动曾引发强磁暴，毁坏日本的一颗通信卫星，并严重冲击了加拿大魁北克地区的电网（图1），导致数百万居民的用电被迫中断达9小时。这引起了我们研究太阳对电离层影响的兴趣。



▲ 图1 魁北克事件。底图为北美地区的夜间城市灯光分布图，很明显可以看到魁北克地区（图中粉色虚线以东、以北区域）一片漆黑。右侧两幅小图为此次事件中被损毁的变压器。



▲ 图2 电离层分层结构。图中的分布在全球各地的“美国海军甚低频电波”即是我们本文中使用的SID监测仪（电离层扰动监测仪监测点）所接收到的VLF信号的来源。



▲ 图3 中国GNSS电离层观测网站分布图。GNSS是Global Navigation Satellite System的缩写，意指全球导航卫星系统。目前，GNSS包含了美国的GPS、中国的Compass（北斗）、俄罗斯的GLONASS和欧盟的Galileo系统。GNSS信号的伪距和载波相位等数据与电离层电子总含量等密切相关，在电离层科学研究和工程应用上有重要的意义。（注：图中蓝点为规划站点，红色为已建站点。）

电离层及其探测

从海平面上约60-1000km范围内的地球大气常年受太阳粒子和宇宙射线的“轰击”。在“轰击”时，部分电子从原子脱离，产生电离现象，我们将这一区域称为“电离层”。太阳粒子和宇宙射线的强弱变化，导致电离层存在一定的分层结构（图2）。在晚上，受较弱的宇宙射线的影响，电离层只有F层和E层。地面发射的甚低频电磁波（VLF信号，也称甚长波，波长

2.月坑演化: ④Making an international impact:a joint international astronomy project (发表)

School Science Review, Volume 48, July 2013

使用了近月轨道飞行器采集的科学数据, 学生们被要求推导一个理论数学模型, 该模型可用于预测简单的月球初级和次级撞击坑的深度。

Making an international impact: a joint international astronomy project

Robert Scott, Xinrong Shen and Ian Mulley

ABSTRACT Using data extracted from the scientific literature, students were tasked with deriving a theoretical mathematical model that could be used to predict the depth of simple lunar primary and secondary impact craters.

Early in 2010, a group of year 11 students (age 15–16) studying GCSE Astronomy at The Radelyffe School, Oldham, in the UK, teamed up with a similar age group from Tianyi High School, Wuxi City, in China, to undertake a joint astronomy investigation. This article outlines the outcome of the first stage of the project and is designed to provide the reader with data and equations that can be used for physics- and/or mathematics-based investigations. It is an ideal opportunity for:

- extension activities for gifted and talented students and other students studying or having an interest in astronomy;
- developing investigation and research skills required for further study at post 16 and university;
- development of academic expertise in astronomy and related subject areas.

Developing a mathematical model

Travelling at a speed of between 13 and 18 km s⁻¹ (Zook, 1975), an object strikes the surface of the Moon. In timescales measured in seconds, kinetic energy up to 10⁵ times greater than the total internal energy released by the Earth to drive its volcanic and tectonic processes in a whole year is transferred to the lunar surface (Lammlein *et al.*, 1974; Hörz *et al.*, 1991). Shock waves travel forward from the interface into the target area and rearward into the projectile. Pressures up to 100s of gigapascals cause substantial volumes of the target area and all of the projectile to melt, vaporise or even ionise (Hörz *et al.*, 1991). The result is a primary impact crater with a diameter dependent on the size of the impacting projectile. Surrounding the primary crater there will be an ejecta curtain of debris. Depending on the diameter of the original impacting projectile,

secondary craters may be formed from some of this debris (Figure 1).

The Moon has two fundamental types of surface composition, the highlands and the maria (singular mare). The highlands are very ancient crustal structures, 4.3–4.5 billion years old, that are associated with the cooling and solidification of a global-sized magma ocean (Warren, 1985) as hypothesised by the 'giant impact' origin of the Moon (Hartmann and Davis, 1975; Cameron and Ward, 1976). The maria are associated with periodic volcanic activity, between approximately 3.9 and 1.2 billion years ago, that flooded the ancient crust. The highlands and maria are two entirely different rock types with different mineral and mechanical properties. A key element in the main investigation was to determine the primary crater density (the number of craters per unit area) on the different crustal surfaces. Central to the success of the main investigation was the development of a mathematical model that could be used to establish the difference between a primary and a secondary crater.

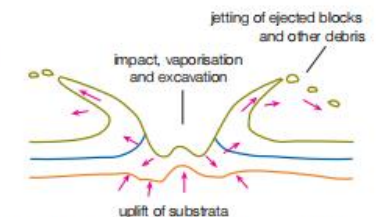


Figure 1 The formation of a primary crater and its associated debris that may lead to the formation of secondary craters

2.月坑演化: ⑤ Measuring the depth of an impact crater using an internal shadow (发表)

Physics Education, Volume 92, September 2012

在研读近月轨道飞行器所采集数据的基础上, 结合实验室模拟实验, 利用阴影的长度和光源光线的角度来推导撞击坑的深度。这项调查为教职员工提供了一个机会, 使他们能够将传统的冲击坑扩展到实践中, 并展示科学知识是如何扩展的。学生还通过比较使用不同技术分析的数据来学习评估结论的重要性。

PAPERS
epj.oea.org

Measuring the depth of an impact crater using an internal shadow

Robert Scott¹, Xinrong Shen², Ian Mulley³ and Zili Pan²

¹ The Radclyffe School, Oldham, UK

² Tianyi High School, Wuxi City, People's Republic of China

³ Suman Education International, UK

E-mail: doctorrscott@googlemail.com

Abstract

The introduction of a planetary science topic into teaching provides an opportunity for teachers to broaden the science base and offer an enrichment activity outside the National Curriculum. It enables students to undertake independent learning by engaging in a scientific investigation relevant to the real world. Here, more able students are given the opportunity to carry out a classroom-based investigation to measure the depth of an impact crater using the length of a shadow and the angle of the source rays of light. This investigation provides the opportunity for teaching staff to extend the traditional impact cratering practical and demonstrate how scientific knowledge expands. Students also learn the importance of evaluating conclusions by comparing data which have been analysed using different techniques.

Introduction

In the school laboratory some of the key factors involved in the cratering process may be visualized by the students in different ways: variations in mass, variations in density, the velocity on impact, energy on impact, the size of the projectile and the texture and composition of the target surface. These factors have formed the basis of school experiments available in the literature, for example, Scott (2002a) and Claycomb (2009). In many such experiments the independent variable is often the kinetic energy of impact. Unfortunately, during real cratering events, kinetic energy plays very little part in the dimensions of the final crater (Melosh 1989, Hörz *et al.* 1991). During these events the initial energy and momentum of the projectile is almost entirely coupled into the target during the brief

contact stage, the projectile and part of the target actually vaporize and expand back out as a hot gas, after which the projectile plays little role in the developing flow of excavated material (Melosh 1989). Consequently, although cratering investigations are useful for demonstrating how the dimensions of a depression in a tray of sand are dependent on the distance a spherical object falls, they offer a poor analogy of an actual cratering event. Nevertheless, so long as misconceptions are clarified, (see Scott *et al.* 2012, Scott 2013), these types of investigations can form the basis of good science.

Impact craters formed in the school laboratory resemble the excavation and displacement stage of the cratering event. The crater has a hemispherical shape with no noticeable slumping. The rim diameter and the pre-crater surface diameter are the same (figure 1). However,

2.月坑演化：⑥玉兔金蟾 孰先孰后（发表）

借助课堂实验，掌握月球地质相对定年的基本方法，如地层叠置法、撞击坑大小—频率分布统计法、撞击坑形态法、月壤成熟度法等。在此基础上，将其应用于月面影像中海量月坑的相对定年。

MATEUR
ASTRONOMER

玉兔金蟾 孰先孰后 ——巧借实验，学月球定年

□ 江苏省天一中学 沈新荣

实验1：模拟月坑叠置

活动工具：

盛满较为湿润的细沙的塑料托盘、高尔夫球若干、笔和纸。

操作要点：

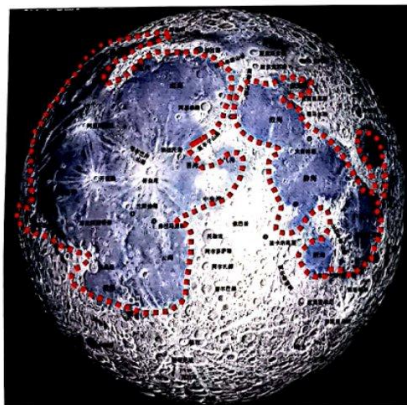
A.使用高尔夫球在沙子（模拟月面）中随机撞击，产生15个月坑；B.在白纸上画出这些月坑的位置，并根据撞击先后次序进行编号（图2）。另，实验开始前，请先观察下沙子的湿度与色泽。

实验结果：

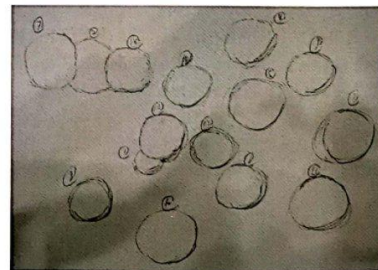
从图2可以看出，7号和14号坑比2号坑晚形成，13号比1号坑晚形成。因为7号和14号坑叠加在了2号坑之上，并破坏了2号坑原有的形态；13号坑与1号坑之间也存在如此关系。

原理说明：

在地质学中，测定一个地区的相对地质年代有许多方法，比如地层层序律、生物地层学、构造地



▲ 图1 图中红色虚线内为月面上的玉兔和金蟾。



▲ 图2 月坑叠置实验结果。

2.月坑演化：⑦使用数学建模分析月球陨石坑年龄的研究（获奖）

月坑年龄的测定是地质学中一个经久不息的研究课题。多年来，学界发明了许多不同的方法来研究月坑的相对地质年代和绝对地质年代，取得了很多成果。本文使用了数学建模的方法，将月坑的初始深度和现在的深度进行对比分析，通过计算磨损率的方法来研究月坑的年龄，是一种十分独特而有效的科学方法。

2.月坑演化：⑧雨海及其附近地区相对地质年代研究（获奖）

最终的研究结果显示：曾有直径巨大的陨石体撞击月球并形成了雨海及其边缘的亚平宁山脉、阿尔卑斯山脉和喀尔巴阡山脉；之后大量的陨石体不断撞击雨海地区，形成了包括阿基米德环形山在内的许多月坑；大量的火山熔岩填满了雨海地区，阿基米德环形山的底部及其辐射纹也被熔岩掩盖；再往后又有一些陨石体撞击该地区并在火山熔岩之上形成了埃拉托逊环形山、奥托吕科斯环形山和哥白尼环形山。

3.暗夜保护：⑨无锡城市夜空光度调查（发表）

夜天光亮度的地区分异

夜天光亮度的地区变化

夜天光亮度的地平高度及方位分异

夜天光亮度的时间变化

使用了无锡市众多学生爱好者采集的大量实测夜空光度数据，对其空间分布和时间变化进行研究。

无锡城市夜空光度测量研究*

沈 昊 陆寅枫 张译昕 周明远 陆佳颖

指导教师：沈新荣 肖 明

（江苏省天一中学，江苏无锡214101）

摘要：无锡作为长三角地区的重要城市之一，城区的光污染程度较为严重，但公众对此缺乏认识。本文通过使用专门的测光仪，对无锡城区整体的污染程度、不同区域、地平高度、方位角和时刻的污染水平进行了实地测量与分析，并对加强夜天光亮度监测以及改进城市路灯设计等进行了初步的探讨。

关键词：无锡；夜天光；光污染；测量

一、夜天光概述

随着工业化与城市化的发展，城市亮化工程的大力推进，光污染越来越严重。与大气、水、噪声、固体废弃物等污染不同，光污染还没有在公众中引起足够的重视。

无锡作为长三角地区的重要城市之一，经济发展，城市亮化情况总体比较严重，但是不同区域的污染程度也存在明显差异。夜空光度是衡量城市光污染程度的重要指标。通过使用专门的测光仪器，可以对无锡城区进行定点的光度测量，从而了解无锡城区整体的污染程度。不同区域、地平高度、方位角和时刻的污染水平差异，这对于分析光污染产生的原因，并尝试提出防治的建议，都是大有裨益的。本文即是在对大量夜天光实测数据的统计和分析基础上，对此问题进行的一些总结和探讨。

二、测量仪器及方法

本课题组采用的仪器为Sky Quality Meter-L（以下简称SQM，图1），这是一款十分轻便（手机大小），但灵敏度和精度较高的便携式测光仪，以星等 μ 平方角秒（记作 $\mu\text{g}/\text{arc}^2$ ）为默认单位。



图1 Sky Quality Meter-L

课题组成员使用SQM对无锡城区的夜天光亮度进行了多次的实地测量。测光时间为非雨雪天气的天文昏影结束后或天文晨光开始前，具体时段因季节差异而有所不同；测光地点为黑暗且视野较为广阔地点（如楼顶、公园、球场等），并尽可能地避免人造光源的直接照射。

此外，课题组还运用“Loss of the night”APP程序（由德国联邦科技和教育部“可持续发展（FONA）项目（033L038A）”提供资助）对个别地点进行了测光，并通过该APP向“Globe at Night”项目组（隶属于美国国家光学天文台）提交了SQM搜集的部分数据，以便构建全球光污染监测网络。

三、数据分析及测量结果

1. 数据测量与分析步骤

仪器编号：为支持本课题组的研究工作，我们从加拿大购置了9台SQM测光仪，并于以编号（以分辨并尽可能的消除仪器本身存在的机械误差）。

路线设计：将无锡中心城区（解放环路内）分为不同的片区，并设计好测光的具体行进路线和测光任务。

实地测量：将课题组成员分成不同的小组，每组由3人组成，分别负责仪器操作、数据记录和坐标定位，每个坐标点测5个数据，以减小误差。

数据处理：将测光所得的数据（经度、纬度、时间、测光值）输入Excel表格，进行误差分析，取平均值，得到各坐标点夜天光亮度的最终值。

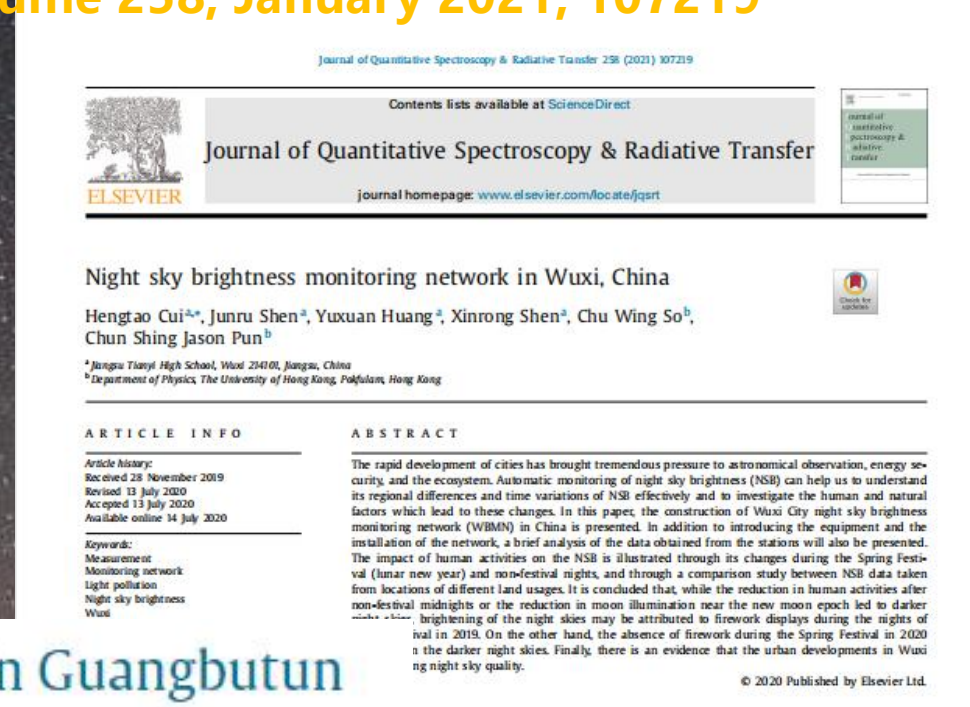
*本文系无锡市教育科学“十二五”规划2013年度立项课题《“项目研究”推动的“天文进室工作室”建设研究》（项目主持人：肖明、沈新荣，课题批准号：C/D/20130008）和中国教育学会地理教学专业委员会2014年普通高中地理教学项目“无锡城市夜空光度测量”（项目号：GEO3RHL201410）的成果。

3.暗夜保护: ⑩Night sky brightness monitoring network in Wuxi, China (发表)

Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Volume 258, January 2021, 107219

背景及前期研究
仪器及建设报告
站点布局及原因
试运行及分析

使用了无锡城市夜空光度监测网络生成的
海量监测数据, 进行处理和分析。



Night-Time Skyglow Dynamics during the COVID-19 Epidemic in Guangbutun Region of Wuhan City

2022, Remote Sensing

Effects of COVID-19 Pandemic Lockdown on Night Sky Brightness, Temperature and Air Quality Index: Case Study in Shah Alam, Selangor

2022, 2022 IEEE 18th International Colloquium on Signal Processing and Applications, CSPA 2022 - Proceeding

High School, itargazing, as ne more dif-pollution in time remote satellite de- Bortle Scale i-conditioned wntown sky". e and Yixing sky or below m away from / and orange. ihu Eighteen ly Way near

the zenith is unobservable throughout the night but galaxy M33 can be observed through binoculars [2].

1.2. Previous research

The Society has started the project "light pollution study group" since 2011. The Society organizes students to observe the changes of NSB within one night from the city center to urban area, then to suburbs, outer suburbs and the countryside to improve their understanding on light pollution. The Society purchased nine Sky Quality Meter (SQM) units from Canada in 2012. After more than two years of data collection and analysis, the Society published essays which fully analyzed the difference of NSB of regions with different land uses in Wuxi, the variations of NSB with the distance from the city center, the variations of NSB in different directions, altitudes, and the time periods and the possible reasons behind them [2,3]. In 2016, the Society modeled and analyzed the shape, distribution and operation of campus streetlamps based on investigation and experiment [4,5]. It is concluded that there is a positive correlation between NSB and artificial light source in Wuxi City urban area and the dissipation of artificial light source at a lower height has a more significant effect on the NSB.

3.暗夜保护：⑪基于GaN-MN网络的夜光监测研究（获奖）

研究方法

夜空光度数据的时间变化规律

夜空光度数据的地区分布特征

总结与展望

我们的研究探讨了：利用GaN-MN网络开展科学研究的可行性和科学性，以及可以开展哪些领域的研究，比如社会经济发展情况（经济发展水平和电力消费水平等）、城市化监测与评估（已城市化地区、快速城市化地区、乡村地区NSB值及其变化迥异）、光污染及其效应研究（光污染严重程度、成因）。

基于GaN-MN网络的夜光监测研究

01 / 摘要

GaN-MN网络是一个遍布全球的夜空亮度监测网络，它通过自动监测搜集了大量的城市夜空亮度数据。通过研究该网络的夜空亮度数据，可以帮助人们了解夜空亮度的时间变化与地区分布，并进一步探究背后的自然因素和人为原因，从而有助于人们更好的设计、建设、完善人工照明设施，从而减少光污染对天文观测、能源安全、生态环境等造成的巨大压力。

02 / 选题目的

通过实证研究，探讨利用GaN-MN网络数据库的数据开展科学研究的可能性与可行性，探讨人类活动、月相变化、节日庆祝、民族文化、经济和产业发展水平等方面的因素对城市夜空亮度的影响。

03 / 实验过程与方法

1. 数据来源：各监测台站的夜空亮度数据



2. 数据处理：首先，考虑到监测台站试运行期间可能存在的数据不稳定问题，团队删除了各监测台站首次传输数据之日起2个月内的全部数据。其次，在此基础上，为避免月光，尤其是晨光和黄昏对夜空亮度的影响，团队根据“数据接收（当地时间，received_adjusted）”情况，删除了白天的数据；根据对夜空亮度数据的整体把握，删除了夜空亮度数据NSB（以下简称“NSB值”）小于14的数据；根据专业资料将当地天文黄昏结束时间和晨光开始时间，删除了天文晨光开始后至天文黄昏结束前的数据。因为黄昏结束前后和晨光开始前后，夜空亮度NSB值的变化分别呈线性上升和下降的趋势，表现十分明显，所以也可以直接根据每日黄昏和清晨的NSB值变化情况，直接删除黄昏结束前和晨光开始后的数据。第三，受限于气象数据来源，团队在数据处理时，没有考虑云层对夜空亮度的影响。

04 / 实验数据



图1 夜空亮度逐时分布图

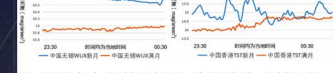


图2 无锡（WUX）新月夜、满月夜夜空亮度图 图3 香港（TST）新月夜、满月夜夜空亮度图



图4 勃兰登堡（ELO）新月夜、满月夜夜空亮度图

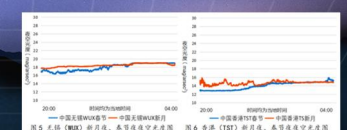


图5 无锡（WUX）新月夜、满月夜夜空亮度图

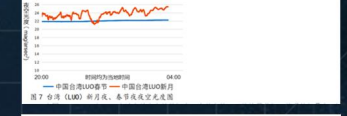


图6 香港（TST）新月夜、满月夜夜空亮度图



图7 台湾（TST）新月夜、满月夜夜空亮度图

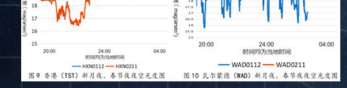


图8 夜空亮度逐年分布图

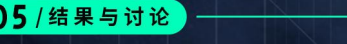


图9 台湾（TST）新月夜、满月夜夜空亮度图 图10 勃兰登堡（WAO）新月夜、满月夜夜空亮度图

05 / 结果与讨论

基于GaN-MN网络开展夜空亮度监测研究，有助于了解各地区黄昏结束和晨光开始的确切时间，若将夜空亮度监测站与城市智慧照明控制系统相连接，可以根据当地夜空亮度变化的情况自动关闭路灯或调暗路灯，这就能有效解决能源浪费和照明滞后的问题，同时有助于人们更好的建设、完善人工照明设施，从而减少光污染对天文观测、能源安全、生态环境等造成的巨大压力。

06 / 参考文献

- ① 李德仁,李昭. 暗夜光通量数据挖掘[J]. 测绘学报, 2015, 6.
- ② Hengtao Cui, Jinnu Shen, Yuxuan Huang, Xinrong Shen, Chu Wang So, Chun Shing Jason Pun. Night sky brightness monitoring network in Wuji, China[J]. Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, 2021, 1.
- ③ 沈炳泉, 星星. 去除了——城市夜空亮度监测项目在行动[J]. 天文爱好者, 2016, 2.
- ④ Bará. Monitoring long term trends in the anthropogenic night sky brightness[J]. Sustainability, 2019, 11.
- ⑤ Román et al. Holidays in lights: Tracking cultural patterns in demand for energy services[J]. Earth's future, 2015, 3.

3.暗夜保护: ⑫ Study on the Changes of Night Sky Brightness and Urban Development in Wuxi (获奖)

数据获取及处理

夜光变化与无锡城市发展研究:太湖时代、高铁时代、长江时代

夜光变化与无锡新城开发研究

夜光变化与无锡旧城改造研究

夜光变化与无锡新农村建设研究

使用了美国国家地理数据中心发布的第4版DMSP-OLS夜间照明时间序列数据集、美国NPP卫星系统的VIIRS传感器获取的夜光遥感数据、中国高分辨率对地观测系统湖北数据与应用中心发布的武汉大学珞珈一号01星的夜光遥感数据。

夜空光度变化与无锡城市发展研究
Night sky photometric changes and Wuxi urban development research

01 摘要
随着城市化和工业化的快速发展,城市夜间照明设施日益增多,城市夜空亮度也随之增加。本研究旨在探讨无锡市夜空亮度的变化及其与城市发展的关系。通过对比不同年份的夜空光度数据,分析城市扩张、交通发展等因素对夜空亮度的影响。研究结果表明,无锡市夜空亮度在近年来呈现出明显的上升趋势,这与城市规模的扩大和基础设施的完善密切相关。同时,研究还发现,不同区域的城市化进程对夜空亮度的影响存在差异,中心城区的亮度增加尤为显著。本研究为城市规划和暗夜保护提供了科学依据。

02 选题目的
随着城市化和工业化的快速发展,城市夜间照明设施日益增多,城市夜空亮度也随之增加。本研究旨在探讨无锡市夜空亮度的变化及其与城市发展的关系。通过对比不同年份的夜空光度数据,分析城市扩张、交通发展等因素对夜空亮度的影响。研究结果表明,无锡市夜空亮度在近年来呈现出明显的上升趋势,这与城市规模的扩大和基础设施的完善密切相关。同时,研究还发现,不同区域的城市化进程对夜空亮度的影响存在差异,中心城区的亮度增加尤为显著。本研究为城市规划和暗夜保护提供了科学依据。

03 数据来源
1. 美国国家地理数据中心发布的第4版DMSP-OLS夜间照明时间序列数据集。
2. 美国NPP卫星系统的VIIRS传感器获取的夜光遥感数据。
3. 中国高分辨率对地观测系统湖北数据与应用中心发布的武汉大学珞珈一号01星的夜光遥感数据。

04 研究结果
- 夜空亮度与城市扩张密切相关。
- 不同区域的城市化进程对夜空亮度的影响存在差异。
- 中心城区的亮度增加尤为显著。

05 创新点
本研究采用多源遥感数据,结合GIS技术,对无锡市夜空亮度的变化进行了定量分析。同时,本研究还探讨了城市规划和暗夜保护的关系,为城市可持续发展提供了科学依据。

06 后续研究
本研究为城市规划和暗夜保护提供了科学依据。后续研究可以进一步探讨城市规划和暗夜保护的关系,为城市可持续发展提供科学依据。

07 参考文献与研究资料来源
李强,李强. 城市光污染与暗夜保护. 地理科学, 2015, 35(1): 1-10.
王强,王强. 城市光污染与暗夜保护. 地理科学, 2015, 35(1): 1-10.
...



4.其它：小行星搜寻

Unfortunately the problem is imposed upon IASC by U.S. law as it affects NASA-funded projects. The images we get from the ARI are NASA funded. These images we use for the Global Astronomy Month.

Those that we get from MLSC are not NASA funded. It is the images from MLSC that we use for the schools in China, but we have limited access to that telescope until April 28th.

作为中国代表
参与国际搜寻竞技

GAM Asteroid Search Campaign

March 22 through April 26, 2013

- ▶ Home
- ▶ Astrometrica
- ▶ Pan-STARRS Search
- ▶ Uruguay Asteroid Search
- ▶ Global Astronomy Month
- ▶ Volunteer List
- ▶ Discoveries & Observations
- ▶ Hall of Fame

BG GIBS Graz International Bilingual School (Austria)	Ahlcon Public School (India)
Image Set Assignments	Image Set Assignments
Tianyi High School (China)	Miron Costin High School (Romania)
Image Set Assignments	Image Set Assignments
Shree H.J.Doshi I.T. Institute, Jamnagar (India)	Presikheaven College (The Netherlands)
Image Set Assignments	Image Set Assignments
Eyes of 51 Degrees (Iran)	UNESP Rio Claro (Brazil)
Image Set Assignments	Image Set Assignments
Mexico Asteroid Search Team (Mexico)	Serbian Asteroid Search Team (Serbia)

4.其它：微引力透镜研究

Dear Mr. Shen,

One of your students, Shuyao Gu (Cathy Gu) was a student in my astronomy course this summer. She told me about your astronomy club and translated some of the literature for me. I enjoyed learning about the work you have been doing.

I understand that the club members take on research projects. My group at the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics is conducting some research that we believe would benefit from the work of your students.

I can write to you about this in more detail, but the basic idea is to use gravitational lensing to discover dark and dim objects, ranging from planets to black holes, located within about 1000 pc of the Sun. The events are discovered by observing teams that monitor the sky. Our group works to identify those events in which the lens lies within 1000 pc. We search through catalogs to discover if there are known objects located near the coordinates of the event. We think that the members of your club would be able to help us to determine which matches are genuine. If you think it is a good idea for your students to work with us, my colleague Frank Primini will work out the details of a procedure we can train the students to implement.

We were very impressed with the club's literature, and also with the training, energy, and enthusiasm Cathy brought to our course. If you think it would be a good exercise for your students to work with us, we would be honored to have them participate in our project.

With best wishes,

Rosanne Di Stefano

Dr. Rosanne Di Stefano
Senior Astrophysicist
Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics

Lecturer on Astronomy
Harvard University



唯一中学代表，参与哈佛大学Rosanne Di Stefano, Francis Primini教授团队的微引力透镜研究项目

欢迎来到引力透镜搜寻

开始寻找引力透镜
Find Gravitational Lens

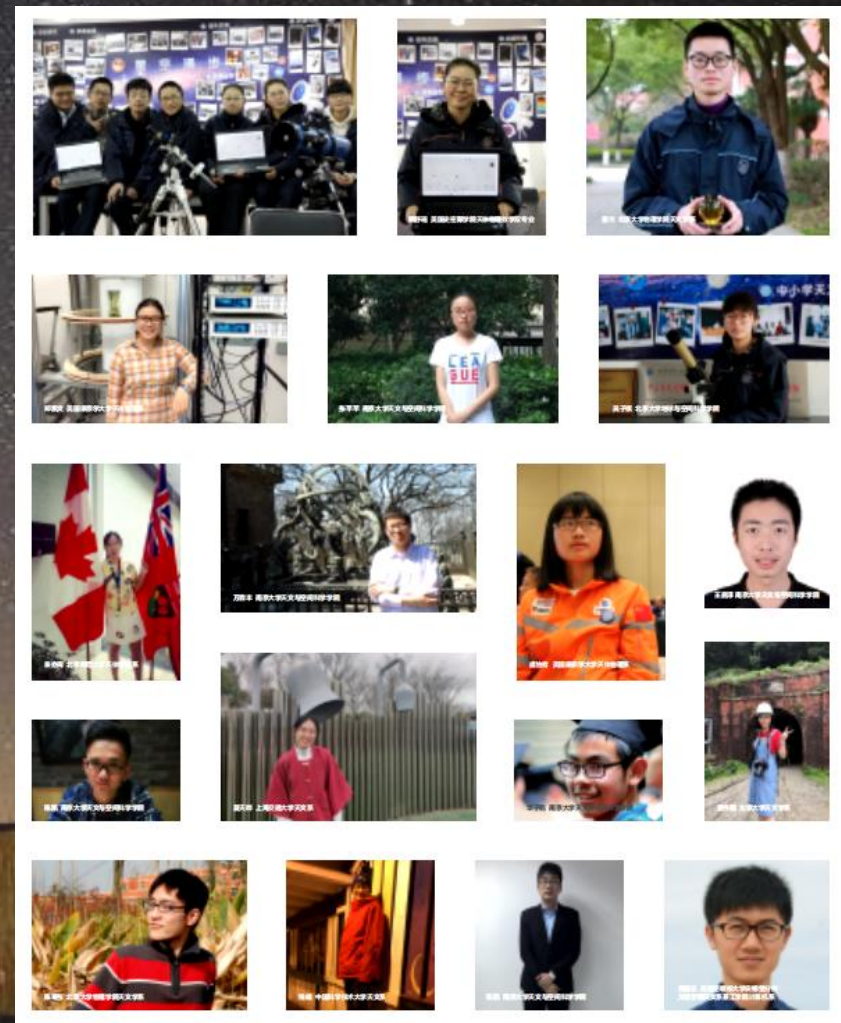
了解更多 操作指南 意见反馈

The image shows a digital interface for a gravitational lens search project. The background is a dark space filled with numerous stars and some faint, colorful nebulae. At the top, the text '欢迎来到引力透镜搜寻' (Welcome to Gravitational Lens Search) is displayed in large white characters. Below this, there is a prominent red button with the text '开始寻找引力透镜' (Start Finding Gravitational Lens) and 'Find Gravitational Lens' underneath. At the bottom, there are three smaller, rounded buttons: '了解更多' (Learn More), '操作指南' (Operation Guide), and '意见反馈' (Feedback).

开展天文领域拔尖创新人才的早期发现和培养工作 既为社会输送天文爱好者，更为国家培养未来天文学家

天一天文社独立或与国际天文学联合会天文普及办公室、香港大学、紫金山天文台、斯坦福大学、哈佛大学等机构合作开展了一系列课题研究，并取得了丰硕的成果。

近年来，社团向国际三大天文奥赛中国国家队输送了约50%的江苏籍队员，学生发现小行星20颗，获各类科技竞赛奖牌数百项，在包括SCI在内的学术期刊发表学生论文十余篇，一批学生进入北京大学、南京大学、普林斯顿大学、康奈尔大学等国内外顶尖高校的天文院系继续深造。



我们的期待

- 1.教师技能培训（理论学习、数据分析.....）
- 2.学生研究指导（参照英才计划和后备人才培养计划.....）
- 3.场馆建设支持（WWT互动式数字天象厅、天文教室.....）
- 4.工作团队壮大（省市级的信息化工作团队.....）



我们的设想

1.开展青少年“天文大数据”相关科普教育活动实施标准编制工作
(如编制“青少年天文大数据科普教育活动指南”)

2.开展“天文大数据”资源的科普化工作
(如以图文、视频、动画等形式将大数据可视化、科普化)

3.推动“天文大数据”相关的中小学科普教育工作
(如WWT宇宙漫游制作大赛在更大范围内的宣传推广)

4.推动“天文大数据”相关的中小学小课题研究工作
(如结合大数据开展的中小学研究性学习课题)



无锡天文筹建
信息征集

谢谢大家

生态公园
数字校园
温馨家园
文化圣园



WUXI
NIGHTSKY
BRIGHTNESS
MONITORING
NETWORK

