

逐影寻星：公众凌星观测与研究

天文信息学与虚拟天文台2025年学术年会

石亚卿
北京天文馆
2025.11

内容提纲

一．系外行星研究进展

二．公众搜寻系外行星

三．“逐影寻星”计划

四．总结与展望

内容提纲

一．系外行星研究现状

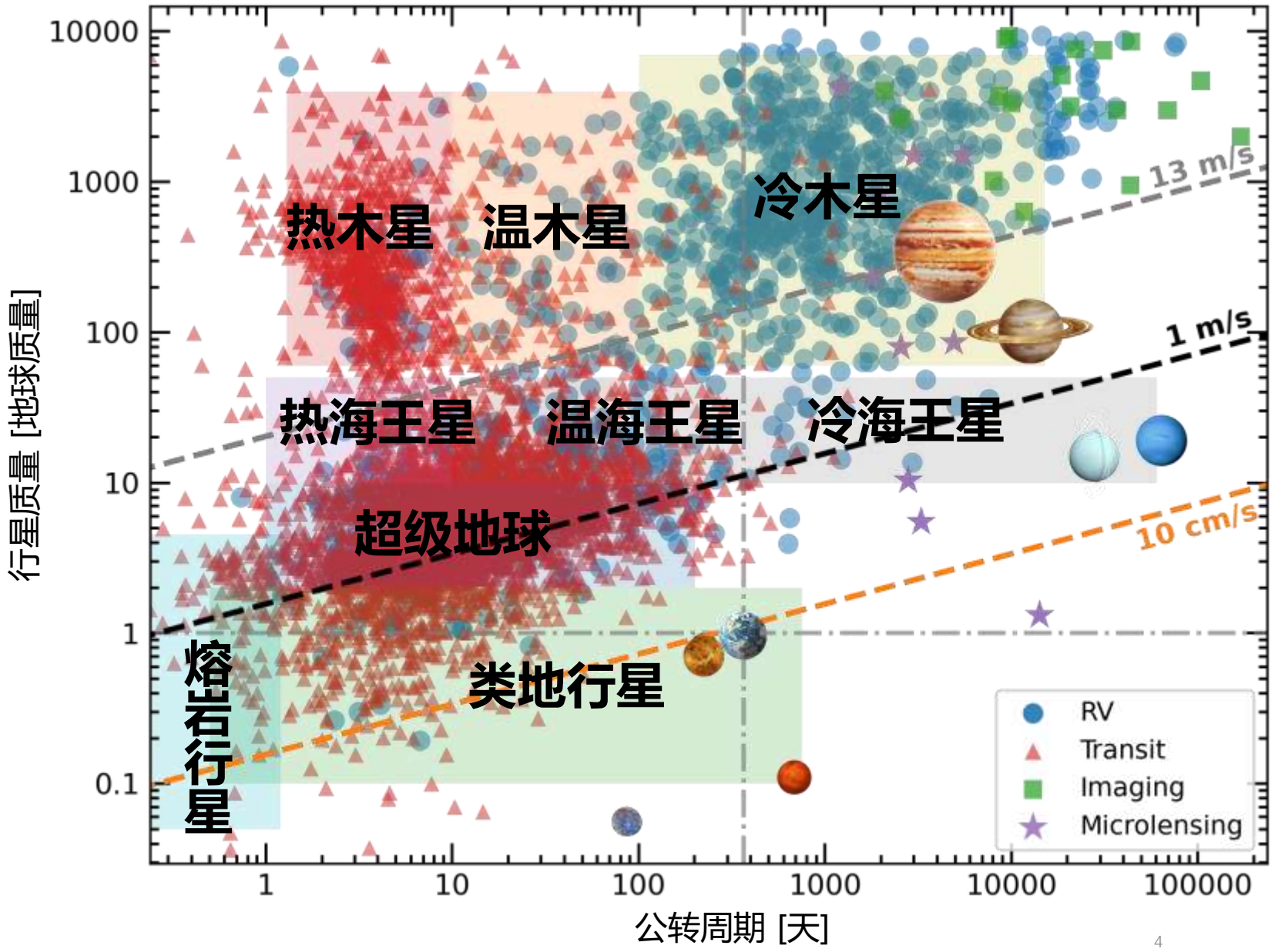
二．公众搜寻系外行星

三．“逐影寻星”计划

四．总结与展望

系外行星研究现状

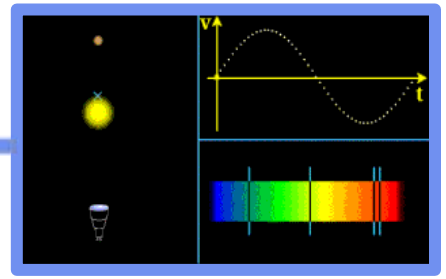
- 截至2025年11月22日
  已证认：6052颗
- 银河系中每颗恒星周围平均约有1.6到2颗行星
  (Cassan et al., 2012 Nature; Ribas et al., 2023 A&A)
- 行星的总数量超过了恒星的数量



系外行星探测方法

系外行星探测方法

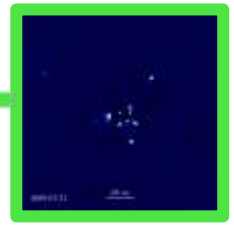
多普勒视向速度法 (1142 颗)



凌星法 (4450 颗)

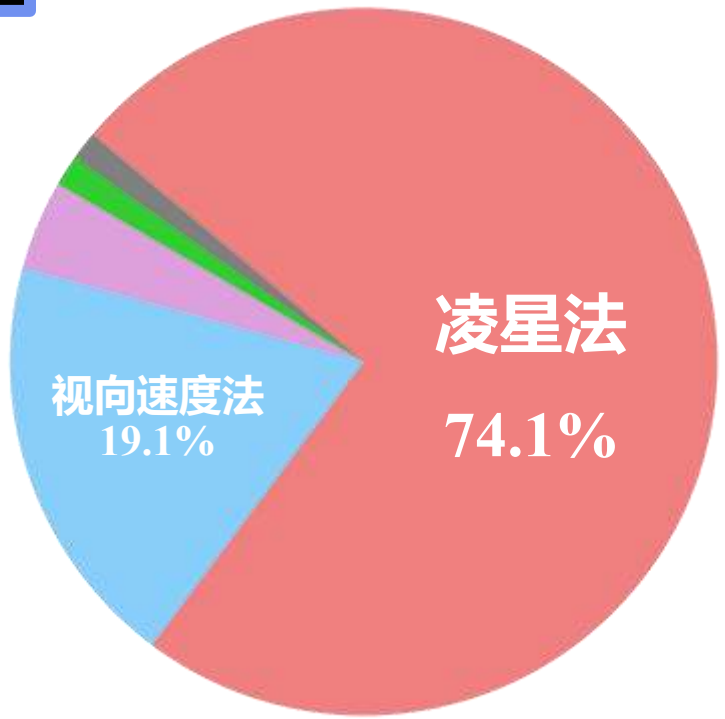


直接成像 (87 颗)



微引力透镜 (253 颗)

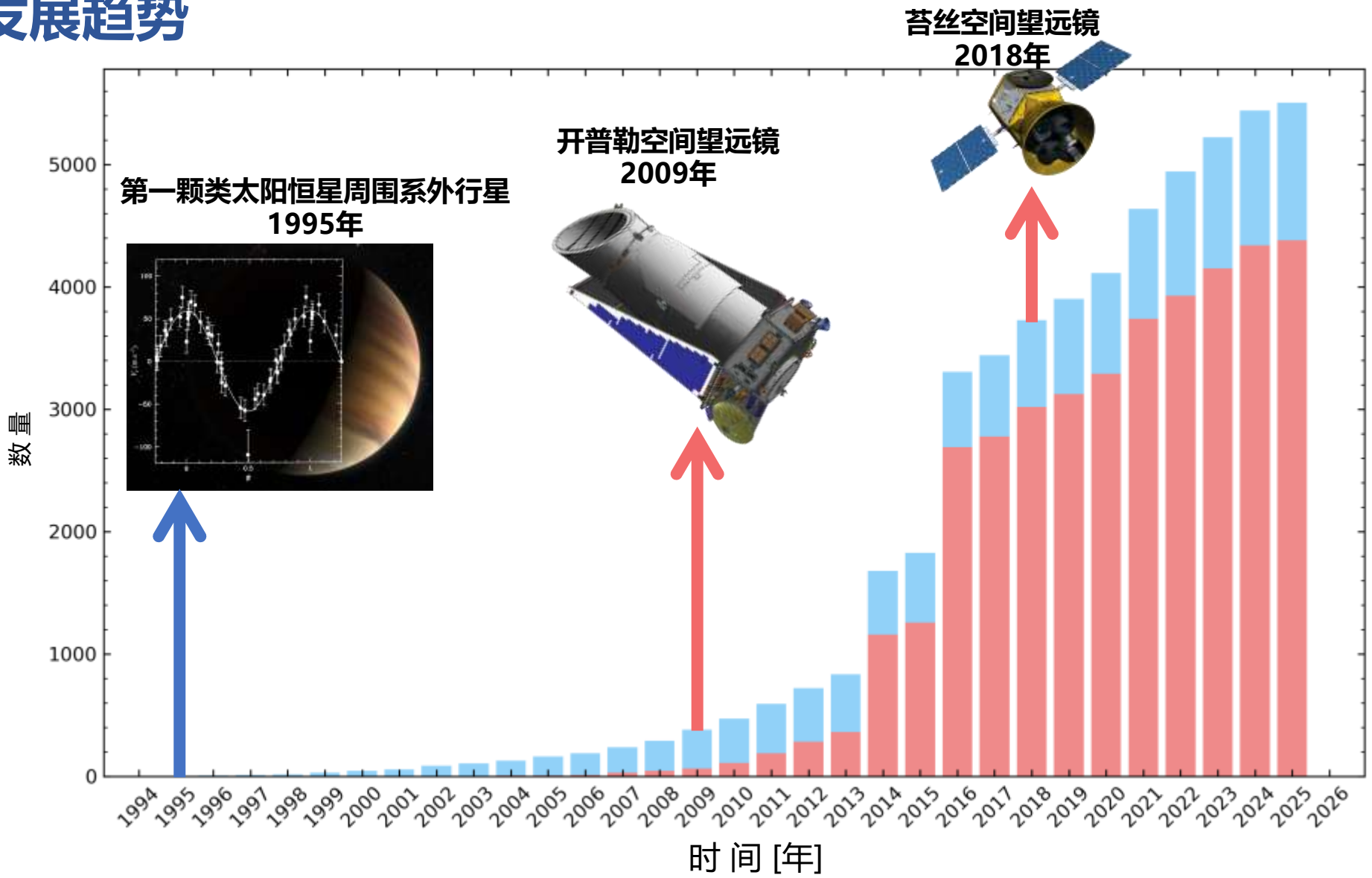




系外行星发展简史

系外行星研究的发展趋势

- **早期 (1995-2005)：**
  主要发现热木星
- **中期 (2005-2015)：**
  大量 “超级地球” 和 “迷你海王星”被发现
- **当代 (2015至今)：**
  目标转向宜居带中的类地行星



内容提纲

一．系外行星研究现状

二．公众搜寻系外行星

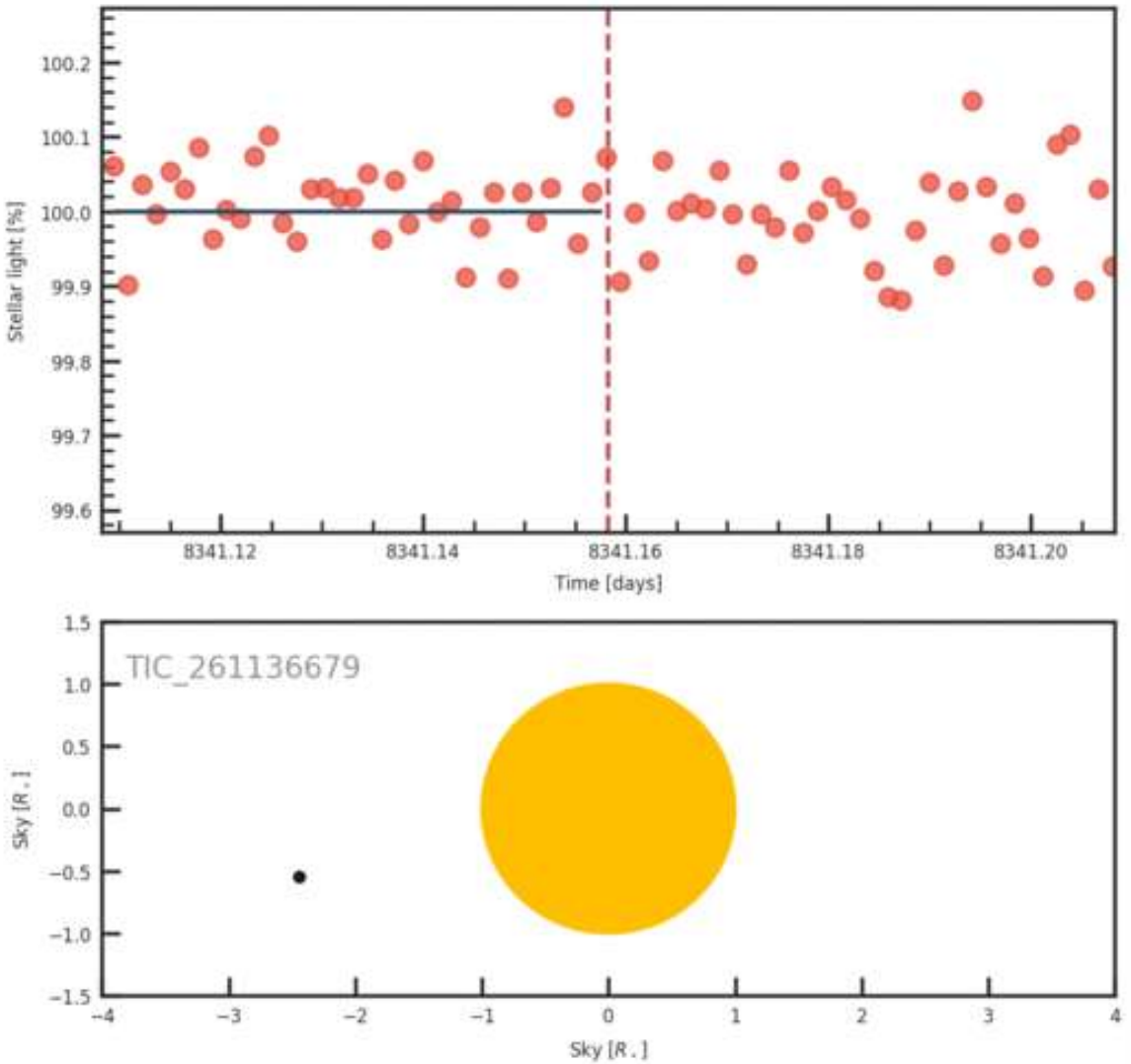
三．“逐影寻星”计划

四．总结与展望

公众搜寻系外行星

凌星法——适合业余天文观测

- 凌星法通过捕捉恒星亮度下降发现系外行星，适合100-200毫米小型望远镜
- 设备要求低：业余CCD相机或DSLR相机即可记录光变曲线，测光精度达1-2mmag
- 数据直观：光变曲线周期性的“谷底”直接反映行星的存在，易于分析和验证



公众搜寻系外行星

项目名称	ExoClock	EXOPLANET WATCH	EXOPLANET HUNTER
目标	长期监测行星凌日时间变化（TTV）、为Ariel任务提供精确的星历表	聚焦已知行星，精确化轨道参数，辅助NASA专业观测	分析Kepler/TESS数据，寻找新行星候选体
方式	参与者上传自己获得的光变曲线数据，平台进行统一分析	参与者使用项目提供的开源软件 EXOTIC 来分析自己的数据	参与者无需观测，为平台提供的数据进行光变标记
角色	观测者（有望远镜或无望远镜均可）	观测者或数据分析师（有望远镜或无望远镜均可）	在线志愿者，分析和标记数据

内容提纲

一．系外行星研究现状

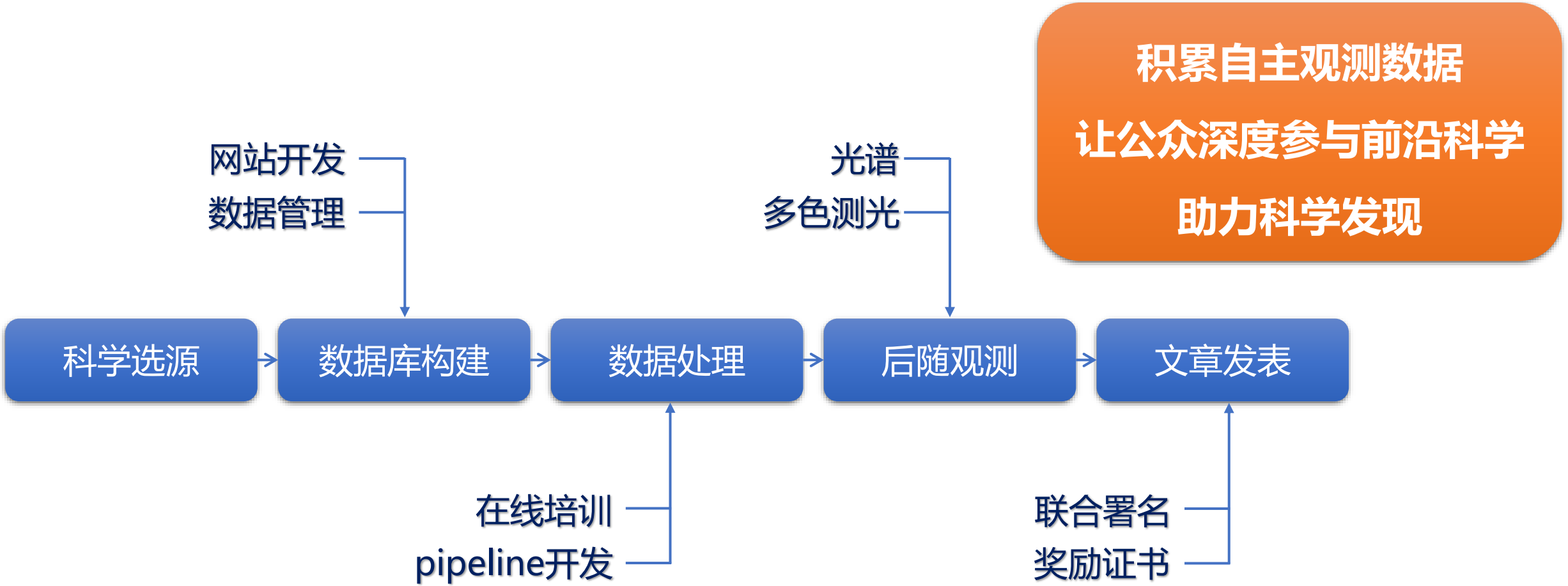
二．公众搜寻系外行星

三．“逐影寻星”计划

四．总结与展望

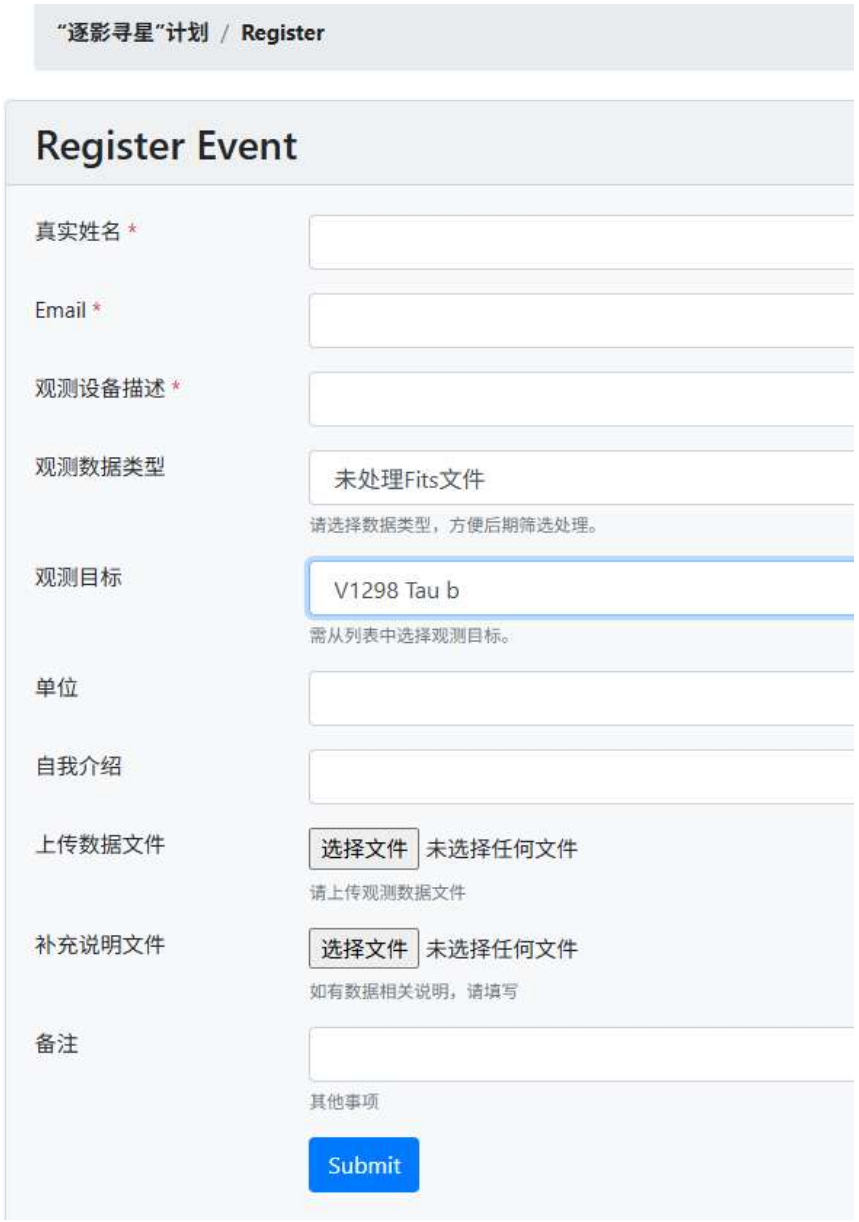
“逐影寻星”计划——小望远镜凌星观测项目简介

- 小望远镜参与系外行星凌星观测，对已知或候选的系外行星测光
- 数据汇总到China-VO平台，形成对科研人员开放的数据库



“逐影寻星”计划——小望远镜凌星观测项目简介

平台界面：

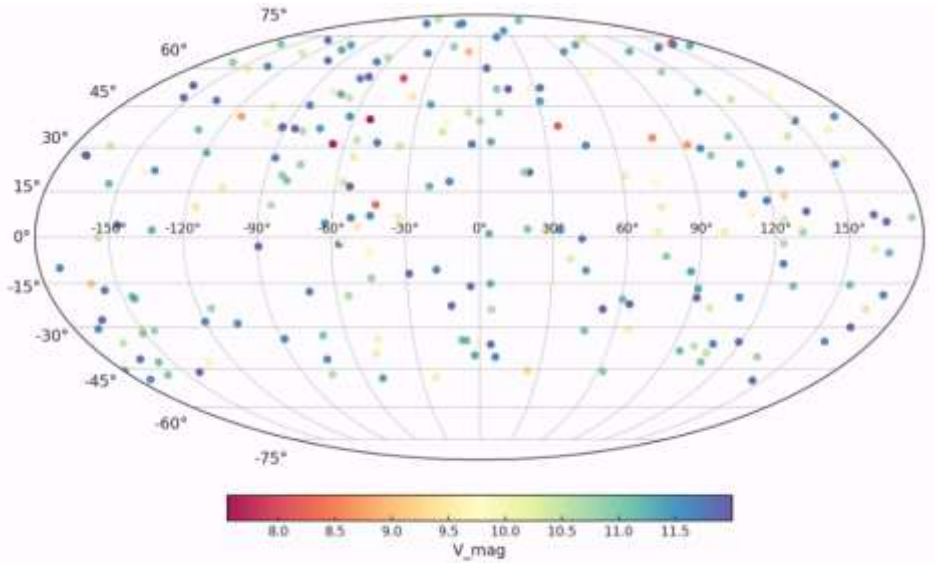


联络人：赵斐 博士
邮箱：fzhao@nao.cas.cn

用户免费注册登录后可上传数据

用户可管理自己的数据库

用户可下载相关资源



第一批侯选观测天体位置可视化

“逐影寻星”计划——小望远镜凌星观测项目简介

观测场景	目标类型	Cadence	单帧曝光	预期数据点	关键考虑
亮目标热木星	V=8-10等，>1%深度	30-60秒	20-50秒	200-400个	优化时间分辨率
标准热木星	V=10-12等，1-2%深度	60-120秒	50-110秒	100-200个	平衡SNR和采样
暗目标/小行星	V=12-14等，<1%深度	120-180秒	100-170秒	60-120个	最大化SNR
精密TTV研究	任何亮度	30-60秒	视亮度而定	>200个	精确凌星时刻
长周期行星	凌星>5小时	120-240秒	100-230秒	80-150个	节省存储空间
快速凌星	凌星<2小时	30-60秒	20-50秒	>150个	充分采样凌星

“逐影寻星”计划——小望远镜凌星观测项目简介

2.0测试版本界面：



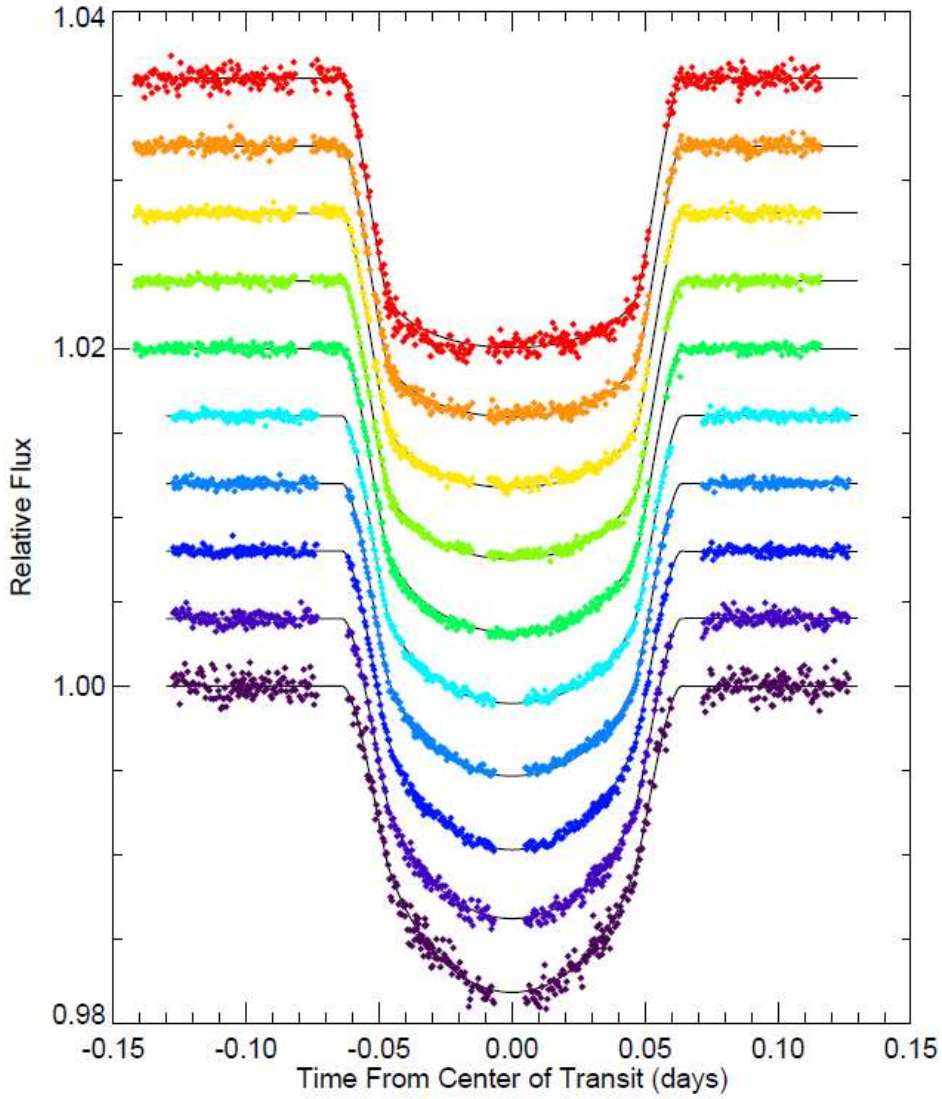
“逐影寻星”计划——小望远镜凌星观测项目简介

扩展课题一：构建凌星形状扰动异常数据库

(Transit Shape Anomaly Database)

集中凌星观测中偶然捕捉到的“非标准光变曲线”

- 突然出现的浅坑（可能是星斑、卫星、尘埃环）
- 出现不对称凌星曲线（环？极轨？倾角进动？）
- 凌星深度随时间变化（轨道演化？大气损失？）
- 多凌星系统中诱导型凌星

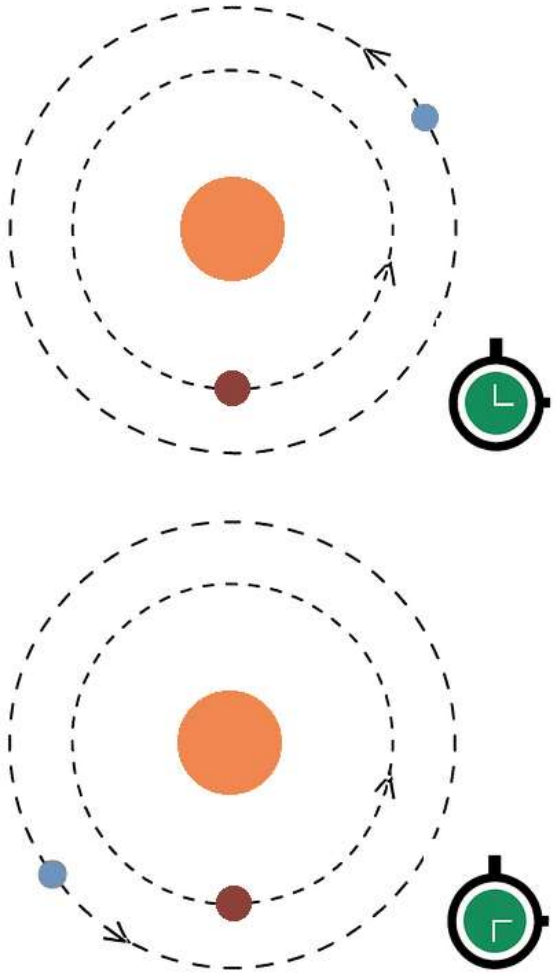


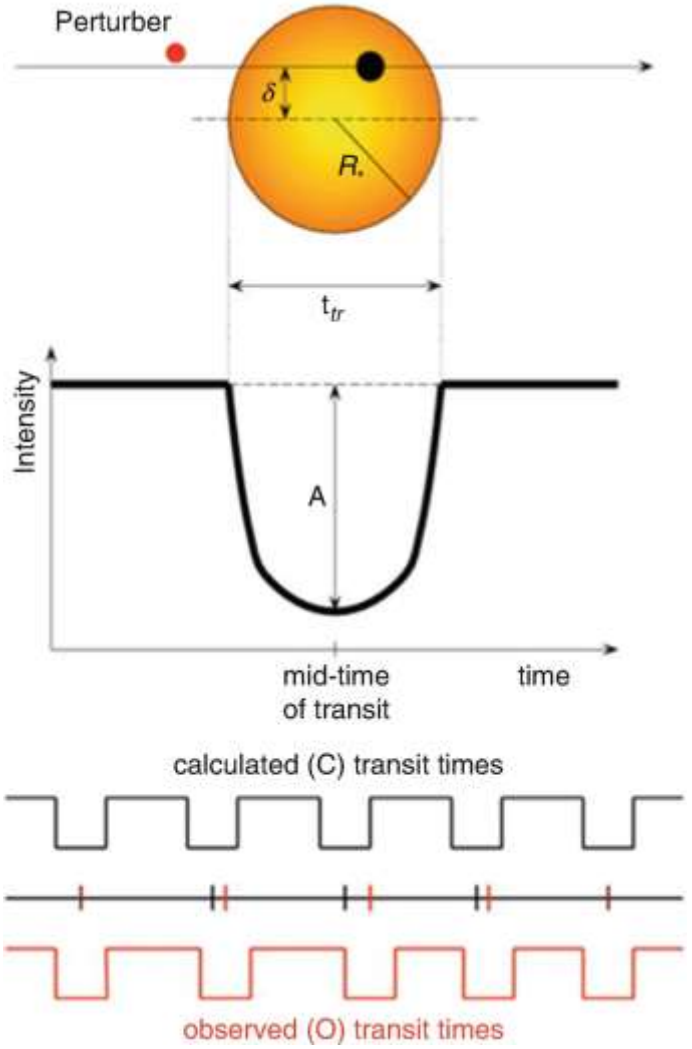
“逐影寻星”计划——小望远镜凌星观测项目简介

扩展课题二：凌星时刻变化（TTV，Transit Timing Variations）

观测原理

- 持续监测同一颗行星的凌星时间，检测其是否出现提前或延迟
- 若引力存在扰动，每次凌星中心时刻 T_C 会偏移预测的线性时间
- 分析 O-C 的残差（Observed – Calculated）得到O–C图
- 残差曲线的形状可揭示干扰天体的质量与轨道周期



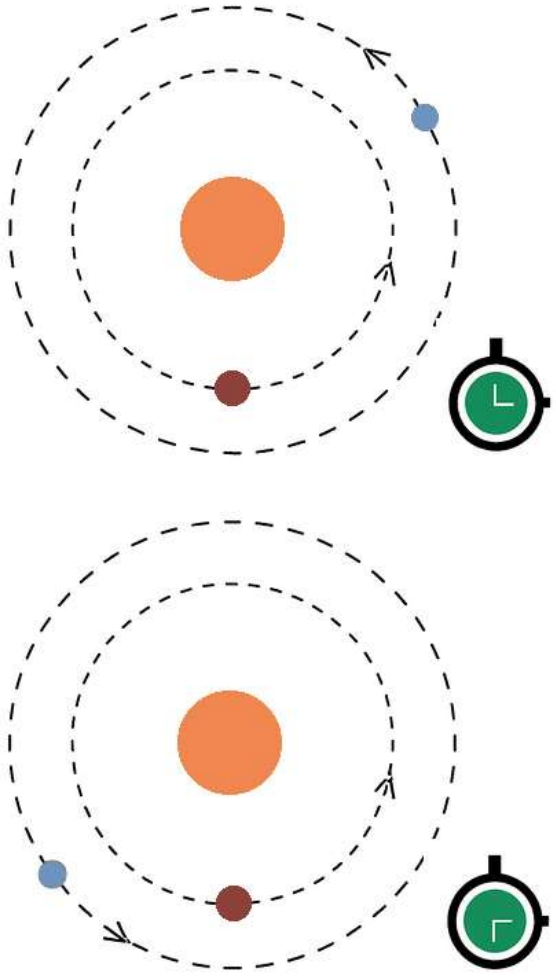


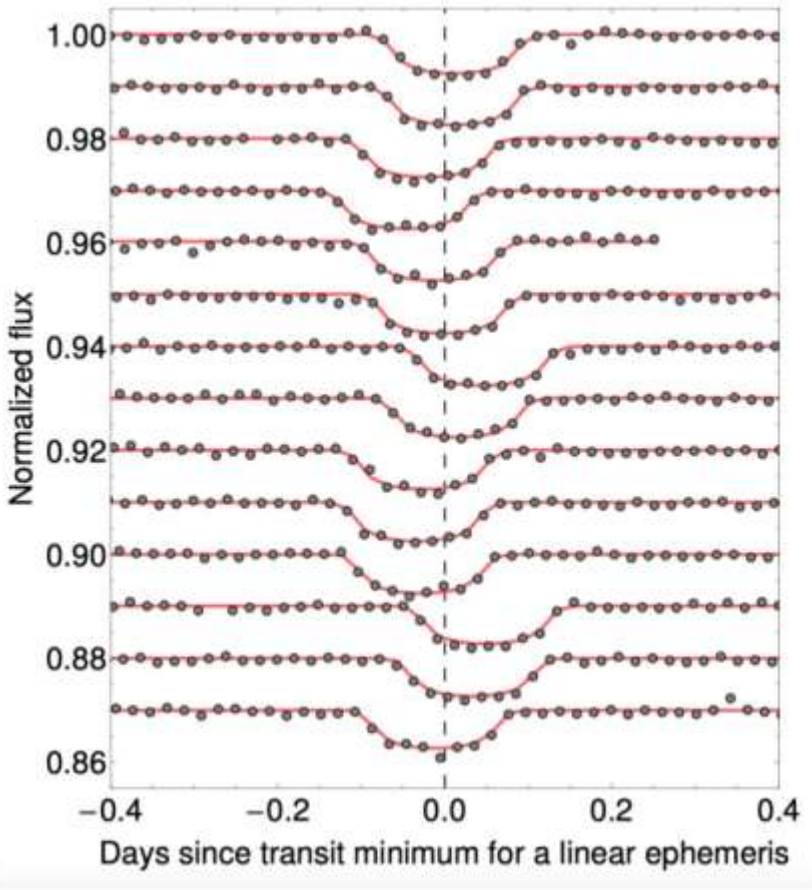
“逐影寻星”计划——小望远镜凌星观测项目简介

扩展课题二：凌星时刻变化（TTV，Transit Timing Variations）

预期的科学成果

- 协助确认未知的伴随行星
- 间接测定多行星系统的轨道共振结构
- 通过同步观测、积累数据，可协助研究潜在的多行星系统动力学

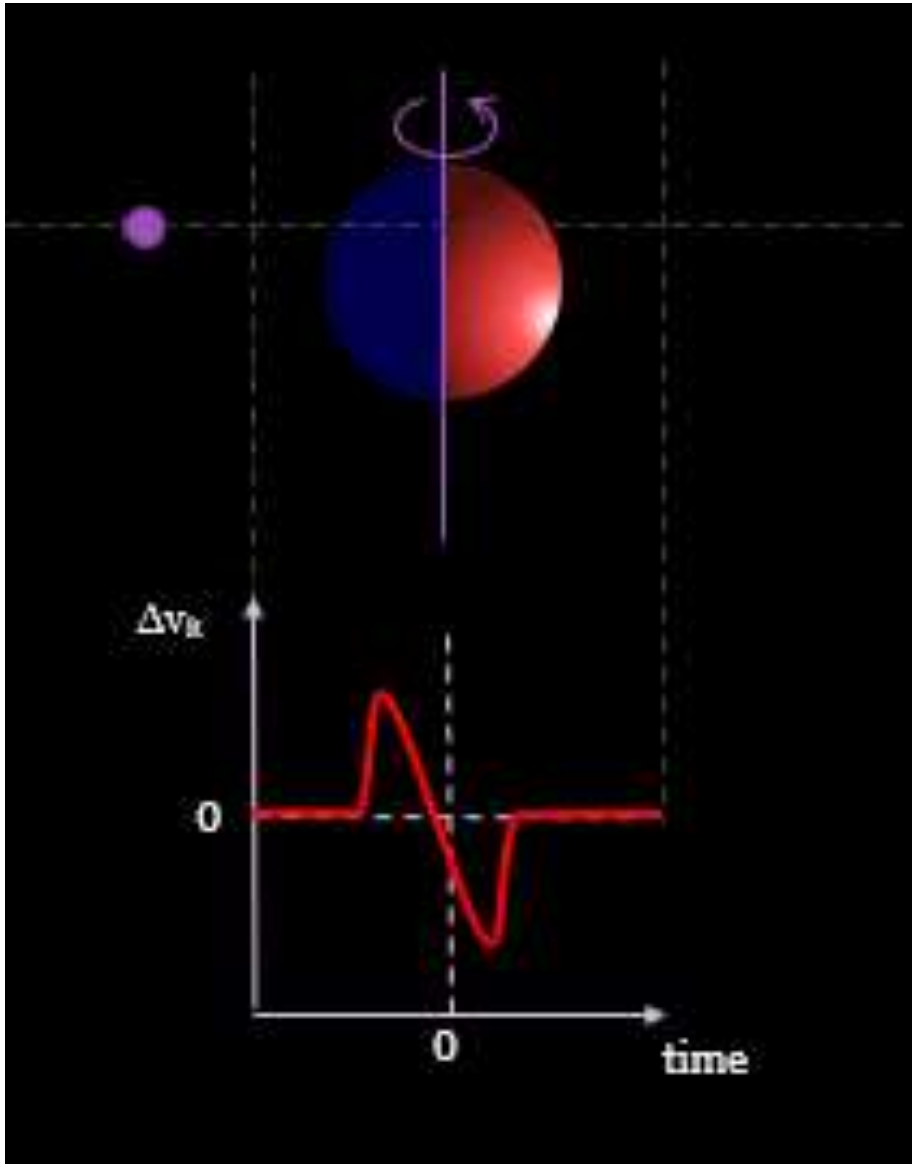




“逐影寻星”计划——小望远镜凌星观测项目简介

扩展课题三：辅助RM效应观测

- RM效应测量需在凌星前后数小时进行连续光谱采集，对凌星中心时刻要求极高（<1分钟误差）
- 小望远镜可在凌星前数周内进行连续光变观测
- 实时提交中心时刻 T_c 测定数据，用于验证和修正专业团队的光谱观测计划
- 可有效避免大型望远镜在偏离真正凌星的时段无效运行，最大化光谱资源的科学产出




你的小型望远镜也可以立大功
一起助力系外行星搜寻吧！
谢谢