

两颗近地小行星的发现之旅

□ 邹乾一 赵经远 高兴 张宓 廖熙



◆ 初识近地小行星

近地小行星是一类非常特殊的太阳系小天体，它们不处于小行星主带或柯伊伯带这类小天体大家庭中，而是极其危险的在内太阳系行星之间穿行。顾名思义，它们可以距离地球非常近。但衡量近地小行星的标准并不是它们与地球的距离，而是与太阳的最短距离：当一颗小行星的近日点小于1.3天文单位（1天文单位是地球到太阳的平均距离，约为1.5亿千米）时，它便属于近地小行星。

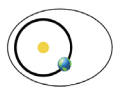
根据轨道特征，近地小行星可分为以下四种主要类型：阿提娜型（Atiras）、阿登型（Atens）、阿波罗型（Apollos）和阿莫尔型（Amors）。阿提娜型小行星的远日距小于1天文单位，如2013年2月16日距离地球表面仅2万多千米的367943号小行星。阿登型小行星的远日距大于1天文单位，但其轨道半长径小于1天文单位，2029年4月中旬或许肉



433号爱神星，由德国天文学家卡尔·古斯塔夫·伊特发现。这是近地小行星会合-舒梅克号探测器拍摄的图像。
图像来源：NASA

阿莫尔型

轨道完全在地球之外
以1221号小行星Amor命名



$$a > 1.0 \text{ AU} \\ 1.017 \text{ AU} < q < 1.3 \text{ AU}$$

阿波罗型

横穿地球轨道，且轨道半长轴
大于1天文单位
以1862号小行星Apollo命名



$$a > 1.0 \text{ AU} \\ q < 1.017 \text{ AU}$$

阿登型

横穿地球轨道，且轨道半长轴
小于1天文单位
以2062号小行星Athen命名



$$a < 1.0 \text{ AU} \\ Q > 0.983 \text{ AU}$$

阿提娜型

完全位于地球轨道之内
以163693号小行星Atira命名



$$a < 1.0 \text{ AU} \\ Q < 0.983 \text{ AU}$$

图像来源：NASA 汉化：赵经远

q = 近日点距离 Q = 远日点距离 a = 轨道半长轴

四类主要的近地小行星。

图像来源：NASA，汉化：赵经远

眼可见的99942号毁神星就属于这一类型。阿波罗型小行星的近日距小于1天文单位而轨道半长径大于1天文单位，我国天问二号探测器将要采样返回的469219号小行星就是一颗阿波罗型小行星。阿莫尔型小行星的近日距大于1天文单位，但小于1.3天文单位，1898年人类发现的第一颗近地小行星433号爱神星便属于此类。

自上世纪90年代成功预测彗木相撞事件后，人类对太阳系小天体威胁的认知越来越深刻，许多巡天项目将很大一部分观测时间用于搜寻近地小行星。比如影响了一代天文人的“北京-亚利桑那-台湾-康涅狄格”巡天项目（BATC，这是我国首个系统性的、大视场数字巡天项目），其中一个子项目就是大名鼎鼎的北京施密特CCD小行星搜寻项目（SCAP），该项目使用中国科学院国家天文台兴隆观测站60/90厘米施密特望远镜，发现了5颗近地小行星。我国还有中国科学院紫金山天文台近地天体搜寻项目（PMO NEO Survey Program），该项目使用紫金山天文台盱眙观测站近地天体望远镜，主要科学目标是搜寻近地小行星，并对它们进行长期监

测，评估它们的威胁，截至2024年1月25日，该项目已发现41颗近地小行星，是我国发现此类天体最多的单位，在世界上也占有重要地位。此外，我国在2023年9月投入运行的墨子巡天望远镜，截至2024年1月25日已发现6颗近地小行星；我国还有两岸合作进行的鹿林巡天项目，也在2007年发现了1颗近地小行星。

在同一星空下，对宇宙进行探索，是全人类共同参与的最伟大、最有意义的活动。由于近地小行星与地球安全息息相关，所以它们一直是重点关注的对象。人们希望能够建立一张较为完善的近地小行星列表，并为可能的撞击事件提供足够长的预警期。天文学家目前已成功对7次近地小行星撞击事件提前做出预警，所幸的是这7颗小行星体积都非常小，没有对地球造成不利影响。截至2024年1月22日，已知的近地小行星数量为34150颗，而这只是冰山一角。由于体积小、反射率低等特性，大量未知的近地小行星仍然隐藏在危机四伏的星海中。

◆ NAS小行星搜寻项目&半米望远镜

自2022年12月起，中国科学院新疆天文台与星明天文台合作开展了NAS小行星搜寻项目（NOWT Asteroid Survey），该项目使用新疆天文台南山1米大视场光学望远镜（NOWT）分配给NAS的观测时间，以及NOWT其他科研项目的部分时序观测数据，进行小行星搜寻、发现和观测。经过充分讨论，新疆天文台与星明天文台制订了具体工作细则，这对项目的顺利开展至关重要。新疆天文台的专业天文工作者主要负责技术支持、观测实施以及观测数据的预处理与分发等，星明天文台的天文爱好者主要负责使用观测数



兴隆观测站60/90厘米施密特望远镜圆顶（左）和盱眙观测站近地天体望远镜圆顶（右）。

图像来源：王瑞，紫金山天文台

据进行小行星等天体的搜寻、发现和上报，以及观测计划的制定、观测结果的总结等。显而易见，这是一个深度的Pro-Am项目（即专业-业余合作项目）。项目主要成员有：冯国杰、张轩、夏伊丁·亚库普、牛虎彪、艾力·伊沙木丁、白春海、马路、王娜（新疆天文台）、高兴、张宓、孙国佑、周文杰、尹强、杨泽生、唐磊明、陈卓扬、廖熙（星明天文台）。

NOWT视场 1.3×1.3 平方度，是国内同类型1米级望远镜中视场最大的观测设备，再加上高指向精度、高跟踪精度等优势，结合CCD成像终端的高灵敏度和最大转速 $12^\circ/\text{s}$ 的高速随动圆顶，非常适合开展小行星搜寻、暂现源巡天等科研项目。

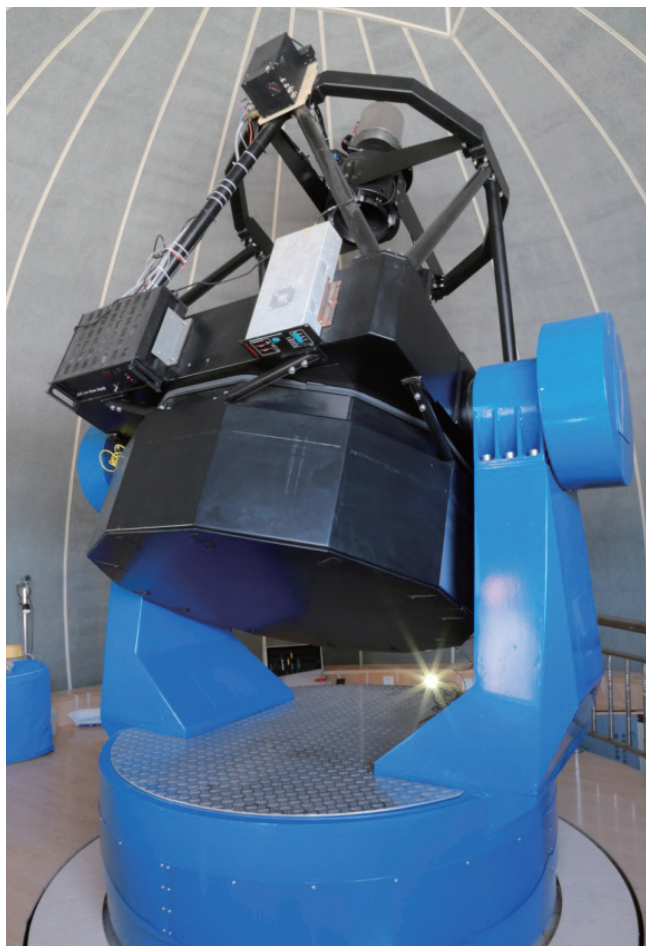
在新疆天文台的长期大力支持下，星明天文台与新疆天文台已开展了众多合作，在联测沟通协调、后期数据发布与共享等方面都做了大量实质性探索，在专业和业余天文领域合作方面走出了很多创新道路。新疆天文台具备高端的科研设备，可以很容易达到业余设备难以企及的深度；而星明天文台则拥有许多积极活跃的天文爱好者，通过仔细学习即可进行小行星

等天体的搜寻发现、筛选甄别。两者合作，既发挥了专业天文的科研优势，又融合了业余天文的积极灵活和不拘一格，体现了合作、互补、共赢的思维理念。

与新疆天文台合作的同时，星明天文台也使用自有设备进行小行星搜寻和观测，至今已有十余年之久。星明天文台已获得11颗主带小行星永久编号，此外也提交了大量近地小行星后随观测数据，为近地天体防御做出了重要贡献[例如，2022年3月11日，在阿波罗型小行星2022 EB5撞击地球前7分钟，星明天文台对其进行了后随观测，并将数据提交给国际小行星中心（MPC）。这是第5次提前做出预警的小行星撞击事件，星明天文台是亚洲唯一观测了该小行星的台站]，并于2020年加入了国际小行星预警网（IAWN）。

星明天文台用于小行星搜寻的设备，早期主要是星特朗C14望远镜，而后C14将所有观测时间全部用于公众超新星搜寻项目（PSP）。因此小行星搜寻中断约一年，好在很快就有了接替者。2014年，杭州市天文学会顾问陈嵩等人发起了一个巡天望远镜计划，旨在设计、制造、安装、运营一台半米口径的巡天望远镜，用于彗星、小行星、超新星、系外行星搜寻等科研项目，以中国设计、中国制造的精神体现国内天文爱好者的综合能力。

半米望远镜（HMT）项目组成员由国内知名天文爱好者组成，大家全力合作，各尽其能，终于使HMT在2016年7月12日开光。随后项目组放弃所有权利（使用权、发现权、命名权），望远镜完全交由星明天文台负责运行维护。此后，HMT在小行星搜寻、河外新星搜寻、变星搜寻、高能暂现源光学对应体后随观测



新疆天文台南山1米大视场光学望远镜。

图片来源：新疆天文台



半米望远镜。

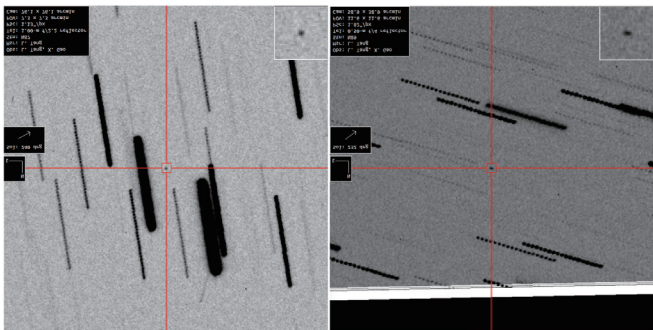
图片来源：星明天文台

等领域立下赫赫战功。2021年开始，HMT更是将大部分观测时间用于PSP，帮助不少天文爱好者实现了发现新天体的梦想，为公众科学事业做出了巨大贡献。

◆ 两颗近地小行星的发现与确认

2023年2月28日晚，参与NAS小行星搜寻项目的星明团队成员张宓，在NOWT（天文台编号N87）2月26日的疏散星团观测数据（项目负责人：新疆天文台张余研究员）中，发现一颗快速移动天体，亮度约19.7星等。随后经其他成员反复检查讨论后，认为这极有可能是一颗未知的近地小行星，并于3月1日下午3时许将其上报至MPC，内部编号XA102XA。

就在上报XA102XA之前6小时，星明天文台小行星搜寻小组成员廖熙也在HMT（天文台编号N89）3月



发现图像：XA102XA（左）和XA158XL（右）。
图像来源：星明天文台

- 2023 EA = C3KX801 (Mar. 2.49 UT) [see [MPEC 2023-E26](#)]
- 2023 DG₂ = XA158XL (Mar. 2.49 UT) [see [MPEC 2023-E25](#)]
- 2023 DF₂ = C8Z4502 (Mar. 2.49 UT) [see [MPEC 2023-E24](#)]
- 2023 DE₂ = C8Z4R52 (Mar. 2.48 UT) [see [MPEC 2023-E23](#)]
- 2023 DD₂ = C8Z5CH2 (Mar. 2.48 UT) [see [MPEC 2023-E22](#)]
- 2023 DC₂ = C8Z01D2 (Mar. 2.48 UT) [see [MPEC 2023-E21](#)]
- 2023 DB₂ = XA102XA (Mar. 2.48 UT) [see [MPEC 2023-E20](#)]
- 2023 DA₂ = C8Z3A82 (Mar. 2.20 UT) [see [MPEC 2023-E19](#)]
- 2023 DZ₁ = C8YMQY2 (Mar. 2.20 UT) [see [MPEC 2023-E18](#)]

获得小行星临时编号的通知。 图像来源：MPC

轨道根数	中文名	轨道历元	与地球轨道最近距离	平近点角	平均日运动	轨道半长径	轨道偏心率	轨道周期	近日点距离	近日点幅角	升交点黄经	轨道倾角	绝对星等
	符号缩写	Epoch	Earth MOID	M	n	a	e	P	q	Peri.	Node.	Incl.	H
2023 DB2		地球时2023年2月25.0日	0.2003天文单位	228.30908度	0.92910395度/天	1.0401433天文单位	0.2316472	1.06年	0.7992天文单位	171.70634度	136.50503度	12.54817度	21.76
2023 DG2		地球时2023年2月25.0日	0.0260天文单位	0.65032度	0.41401775度/天	1.7828853天文单位	0.4311396	2.38年	1.0142天文单位	7.26009度	146.49829度	3.34386度	25.88

MPEC 2023-E20和MPEC 2023-E25中公布的轨道根数。

制表：赵经远

1日凌晨的数据中，发现了另一颗快速移动天体，它比XA102XA稍亮些，约19星等。在孙国佑、杨泽生、周文杰、张宓、尹强、唐磊明、陈卓扬、高兴等成员检查后，也将其上报至MPC，内部编号XA158XL。

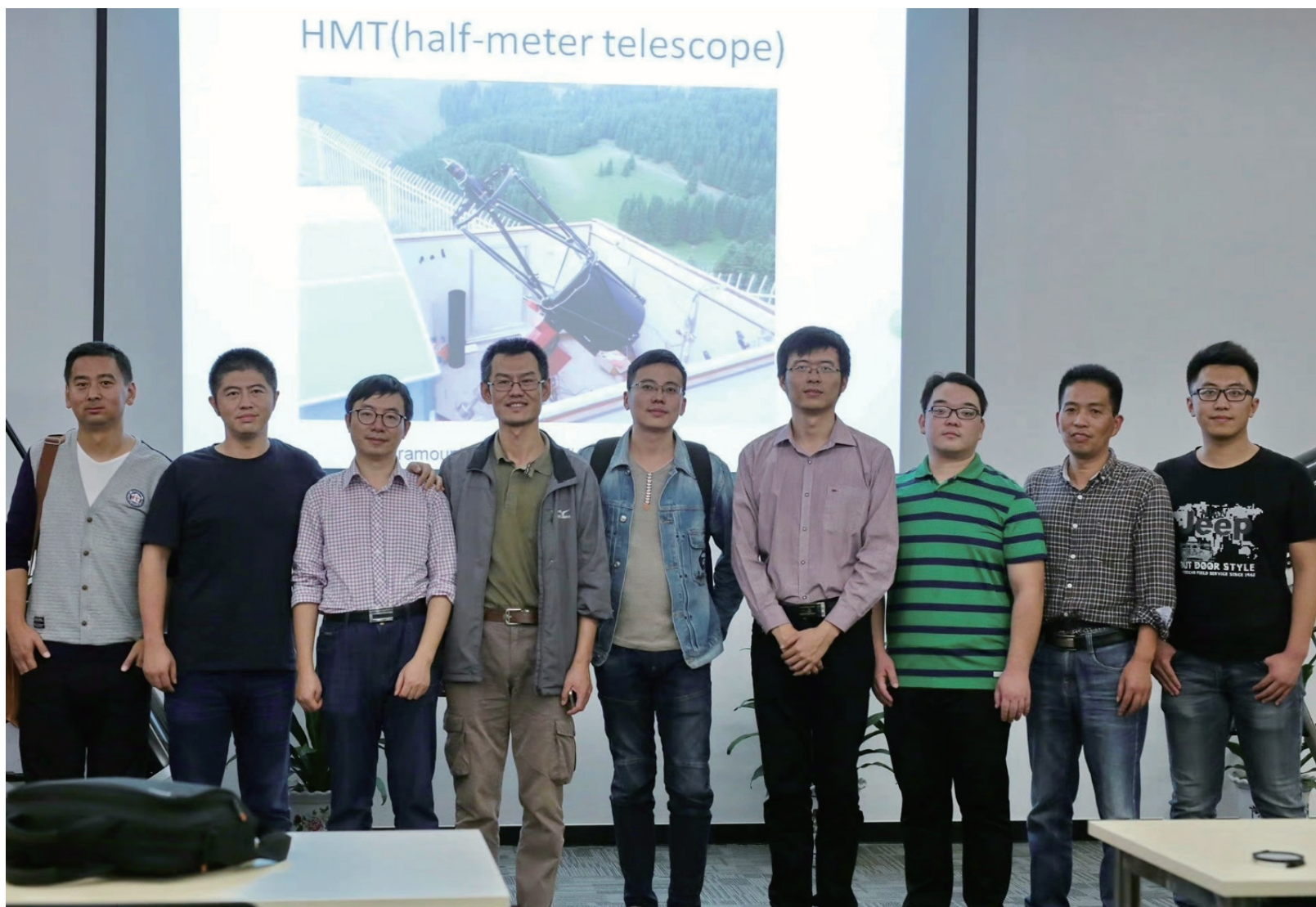
这两颗近地小行星候选体都在上报三个小时后，得到了美国伊利诺伊州天文科研天文台（天文台编号H21）的后随观测数据，虽然轨道仍存在较大的不确定性，但这也意味着它们的确是真实的天体。此后，全球各地的天文台站对这两颗候选体进行了大量观测，星明天文台也在当天晚上使用宁波市教育局-新疆天文台望远镜（NEXT，天文台编号N88）对它们进行了后随观测。

随着数据越来越多，观测弧段慢慢累积变长，两颗候选体的轨道误差逐渐变小，不确定性随之降低。在所有项目参与者的热切期待下，2023年3月2日19时许，MPC终于发布了两篇小行星电子通告（MPEC 2023-E20：2023 DB2 = XA102XA；MPEC 2023-E25：2023 DG2 = XA158XL），向全世界公布XA102XA和XA158XL都是近地小行星，分别赋予它们小行星临时编号2023 DB2和2023 DG2，它们分别是2023年2月下半月发现的第52颗和第57颗小行星。

根据MPC公布的轨道根数，不难得知这两颗近地小行星的轨道类型：2023 DB2是一颗阿波罗型小行星，而2023 DG2则是一颗阿莫尔型小行星。根据绝对星等，可以推测它们的直径分别约200米和30米，它们距离地球足够遥远，所以完全可以放心，在可预见的未来不会对地球产生不利影响。

◆ 结语

2023 DB2的发现，使得新疆天文台成为继国家天文台、紫金山天文台之后，第三个发现近地小行星的中国科学院单位；而2023 DG2则是我国天文爱好者使用业余设备发现的第一颗近地小行星。这些都是非常鼓舞人心的里程碑式事件，向各位发现者表示衷心的祝贺！



远程天文台的建设与应用研讨会（2016，杭州），HMT项目组部分成员合影。左起：房勇、陈嵩、邱虹云、高兴、曹汐、徐智坚、孙国佑、金彰伟、孙霁源

在过去十几年里，星明天文台一直在优化搜寻近地小行星的方式，如今终于有了收获，几小时内接连上报两颗未知的近地小行星。这说明与过去相比，我们的技术与能力都有了很大提升。而就在刚刚过去的2023年11月5日，NAS小行星搜寻项目发现了第二颗近地小行星2023 VB2，它与地球的最近距离不到4万千米，成为迄今为止我国发现的距离地球最近的近地小行星。相信随着各项目持续运行，我们一定能在未来取得更多收获，为近地小行星的发现、预警和研究做出更多贡献。

我们要感谢新疆天文台所有专业人员的大力支持与帮助，让我们有机会使用专业级设备的数据。我们也要感谢HMT项目组的所有成员，“吃水不忘挖井人，巡天需惦记造镜者”，他们为HMT的设计、制造、安装和运营付出了大量心血，他们是：陈嵩（发起人、项目经理、镜载嵌入式控制器设计）、曹汐（总

设计师）、邢志刚（发起人、主镜采购）、方舟（发起人、机加工）、沈严芳（机加工）、张磊（ASCOM驱动开发）、高兴（发起人、台址建设、运行维护）、邱虹云（发起人、赞助QHY CCD相机）、程杰丰（试装调试）。

在本文的最后，我们还要感谢对两颗近地小行星进行了预发现及后随观测的卡尔·史瓦西天文台（天文台编号033）、卡塔利娜巡天项目（天文台编号703）、特巴特天文台（天文台编号858）、莱蒙山巡天项目（天文台编号G96）、天文科研天文台（天文台编号H21）、斯图尔德天文台（天文台编号I52）、圣帕尔东德孔克（天文台编号I93）、明斯特施瓦察赫天文台（天文台编号K74），他们补充了大量数据，使得2023 DB2和2023 DG2仅一天多时间便获得了临时编号。■

（责任编辑 李时雨）