



大年初一，他们和两台射电望远镜一起开工

■本报见习记者 江庆龄



工作中的刘宇伟(右)和吴寅秋。
江庆龄/摄

“小行星7年内可能撞地球”？

专家解析概率几何、危害多大

■本报记者 倪思洁

2月4日有媒体报道称，一颗被命名为2024 YR4的小行星，可能在不到7年内会与地球相撞。该小行星直径约100米，面积相当于一个标准足球场。联合国就可能撞击地球的小行星首次启动“行星安全协议”。

这颗小行星真的会撞地球吗？会撞到哪里？将带来多大危害？为此，《中国科学报》专访了中国科学院国家空间科学中心研究员李明涛。

直径尺寸约为50米，正在远离地球

《中国科学报》：2024 YR4 是一颗什么样的小行星？

李明涛：2024 YR4 是2024年12月27日，美国夏威夷大学的阿特拉斯望远镜系统在巡天观测时发现的小行星。它的轨道比较奇特，绕太阳一圈需要4个地球年。其近日点在地球轨道以内，远日点在地球轨道以外且接近木星，所以它在从外向内运行的过程中会穿越地球轨道，而穿越地球轨道的周期大约是4年一次。

它的直径大概在40米到100米之间。尺寸区间范围之所以比较大，是因为我们不确定这颗小行星的反照率。目前，根据近地小行星的平均反照率，估计它的直径在50米左右。

《中国科学报》：它现在在什么位置？

李明涛：去年12月下旬，科学家看到它的时候，它正在穿越地球轨道。现在还能看到它，但它已离我们约几千万公里。到今年4月，以人类目前的探测能力就看不到它了。2028年，它会再次靠近地球，我们将获得下一次观测的窗口。2032年12月，这颗小行星再次穿越地球轨道时，存在撞击地球的风险。也就是说，从现在开始，我们差不多有8年时间来应对。

撞击概率在变化，不排除降为0的可能

《中国科学报》：目前它撞击地球的概率有多大？

李明涛：1月中下旬时，我们发现它撞击地球的概率接近1%，目前这个概率已经升到了2.25%。在推算撞击概率时，一般是先算出小行星的轨道误差分布区间，然后在这个区间里生成很多虚拟小行星，比如10万颗虚拟小行星，让



1908年，通古斯大爆炸事件示意图。受访者供图

它们模拟轨道运行，最终看有多少颗会撞地球，最后统计出撞击概率。

概率之所以会发生变化，是因为现有观测数据有限。目前，我们对这颗小行星观测的时间不到两个月。类似于盲人摸象，我们只摸到了它轨道的一部分，并由此推断全貌。撞击地球的概率会随着轨道观测数据的积累而动态调整。

《中国科学报》：为什么国际社会如此紧张？

李明涛：虽然舆论界很关注，但其实科学家并没有把它当成一件特别紧张的事，相对来说比较淡定。

我们在做的就是继续观测，掌握它的行踪。到4月份观测结束时，我们会有更多数据，而到2028年新的观测窗口到来时，我们将能更清晰地判断它撞击地球的概率。届时，联合国会再组织讨论，决定要不要设计防御方案。

《中国科学报》：随着数据量增加，有没有可能最后发现这颗小行星撞击地球的概率为0？

李明涛：不排除这种可能。2004年6月，人类发现一颗尺寸340米的小行星——阿波菲斯

小行星(又名“毁灭神”)撞击地球的概率一度升至2.7%。人们预测，它可能在2029年或2036年撞击地球。如果发生撞击，将释放出6400万亿千焦能量，相当于15.3亿吨TNT炸药爆炸释放出的能量。但随着观测数据的增加，2021年，科学家排除了它在未来100年内撞击地球的可能性。

万一落在陆地上，或摧毁中型城市

《中国科学报》：如果存在撞击地球的风险，在不加干预的情况下，这颗小行星可能落在地球的哪个位置，造成多大的伤害？

李明涛：这颗小行星大概率不会直接落在地球表面，而是在空中就解体。

如果落于地球，最大的可能性是落进海里。根据目前我们计算出的陨落带，2024 YR4理论上会陨落南美洲-非洲-南亚这个条带，而在这个条带里，海洋占据相当大比例。如果陨落在远海，那么对人类社会应该没有太大影响；如果陨落在近海，可能会引发海啸，使海滨城市受到影响。

如果陨落落在陆地上，小行星在空中解体时产生的冲击力、热辐射、光辐射等，有可能摧毁一个中等城市面积的区域。

1908年，通古斯大爆炸摧毁了俄罗斯西伯利亚通古斯河附近地区约2000平方公里的针叶林。爆炸的“肇事者”可能是一个直径约65米左右的小天体。2013年，一个直径约20米的小行星撞击地球后，在俄罗斯车里雅宾斯克上空二十公里处爆炸，爆炸当量相当于约30颗原子弹，导致当地近1500人受伤、3000栋房屋受损，损失大概为2亿元人民币。

如果按照以上事件推算，2024 YR4 倘若落在城市区，可能会摧毁一座中等城市，导致上万人受伤，经济损失可能远远超过车里雅宾斯克事件。

《中国科学报》：按照人类现有技术，能够采取哪些措施？

李明涛：目前最成熟的技术手段是发射航天器，高速撞击小行星，使其改变轨道，与地球擦肩而过。2022年，美国国家航空航天局(NASA)的“双小行星定向测试”(DART)任务已经验证了人类有能力改变小行星轨道。

(下转第2版)

高能水下中微子望远镜获进展

今年正式实施“海星计划”

本报讯(记者倪思洁)近日，记者从中国科学院高能物理研究所(以下简称高能所)获悉，由该所提出的下一代高能中微子望远镜项目——高能水下中微子望远镜(HUNT)已于1月19日至23日在中国南海完成首次全尺寸探测器单元样机的布放任务，并实现探测器单元样机的稳定运行。这意味着HUNT项目的预研工作迈出坚实一步，为今年计划实施的技术验证阵列——“海星计划”提供了技术支撑。

HUNT项目是中国科学院院士、高能所研究员曹臻于2020年8月提出的下一代高能中微子望远镜大科学装置构想。项目的工程目标是在水深千米以下的海底，建设巨大的中微子探测器阵列，探测规模达30立方公里。建成后，装置有望在两年内观测到中微子天体点源，10年内发现数十个中微子天体点源，引领中微子天文学发展。

HUNT项目参与团队的负责人、高能所研

究员陈明君告诉《中国科学报》，目前国内外已有的和规划的水下中微子探测器的探测规模都在10立方公里及以下，很难探测到银河系内的中微子天体点源信号。如果HUNT项目能够实施，我国将有望打开中微子天文领域的大门。

记者了解到，项目团队原创性设计了以20英寸微通道光电倍增管为核心的探测器单元方案，并历时两年完成新型探测器单元研发。此次布放的探测器设备包括4个新型探测器单元、1个LED光源刻度单元等，它们被串成约百米的一个长串，投放至水下1600米深处的预定点位，并成功接入中国科学院声学研究所(以下简称声学所)正在建设的国家重大科技基础设施“海底科学观测网——南海海底观测子网”的电路与网络系统。

该任务由高能所、中国海洋大学和声学所等组成的科研团队，在中国科学院深海科学与工程研究所“探索三号”科学考察船和“深海勇



HUNT示意图。受访者供图

士”号载人潜水器的协助下完成。

“目前，探测器单元样机正在不间断、稳定取数，获得的数据达到了预期目标。”HUNT项目参与团队的负责人、中国海洋大学教授田纪伟介绍，接下来，研究团队将继续攻关探测器深海投放的工程难题，优化探测器技术，并在2025年底实施“海星计划”。该计划是HUNT项目的技术验证阵列，由7条探测器长串组成，每一串将安装8个微通道光电倍增管。

验证了片上雷达的速度探测性能。最后，团队采用转台模型，对金属角铁、大型飞机、中型飞机、小型飞机以及芭比娃娃模型进行逆合成孔径雷达成像，通过不同时间段的成像采集，可以清晰观察到目标的姿态变化。

该研究显著提升了现有微波光子雷达的频率、带宽和集成度，并为高性能、小型化光子雷达系统树立了全新的标杆，将在6G时代车载雷达、机载雷达和智能家居等领域开启变革性应用。这项工作标志着微波光子雷达发展历程中的一个重要里程碑。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.5281/zenodo.12190769>

科学家实现片上光子毫米波雷达新突破

本报讯(记者陈彬)近日，中国科学院院士、南开大学智能光子研究院教授祝宁华团队与香港城市大学合作，基于兼容互补金属氧化物半导体(CMOS)工艺的4英寸薄膜铌酸锂平台，首次设计并构建了集成薄膜铌酸锂光子毫米波雷达，实现了高达厘米级的距离与速度探测分辨率，同时在逆合成孔径雷达二维成像中达到厘米级的卓越分辨率，成功突破了电子雷达低频窄带窄宽的瓶颈，大幅提升了光子雷达的分辨率和集成度，是目前分辨率最高的片上光子毫米波雷达。相关研究发表于《自然-光子学》。

研究团队通过紫外步进式光刻技术和干法

刻蚀工艺的参数迭代优化，基于兼容CMOS工艺的4英寸薄膜铌酸锂平台的加工制备技术，成功制备出集成倍频模块和回波去斜模块的片上光子毫米波雷达芯片，在片上高效实现毫米波雷达信号的生成与目标回波的处理，突破了先进制程下高速数模/模数转换器性能不足对雷达整体性能提升的限制。

为探测集成薄膜铌酸锂光子毫米波雷达的测距、测速和成像性能，研究团队首先在不同位置布置不同数量的角铁，分析并采集其距离谱图，展示了片上雷达的精准距离探测能力。接下来，团队利用感知运动的平衡车(速度小于1.5米/秒)，分析采集数据的距离-多普勒特性，

1月29日，大年初一下午3点，中国科学院上海天文台(以下简称上海天文台)两位年轻工程师刘宇伟和吴寅秋，先后来到了佘山甚长基线干涉测量(VLBI)观测站。

观测站园区内分布着各种不同种类的天文观测仪器，其中最引人注目的是两台射电望远镜。一台是建于1987年的25米口径射电望远镜，另一台则是建于2017年的13米口径射电望远镜。随刘宇伟、吴寅秋一同开工的正是它们。

“开车过来就十多分钟”

“90后”刘宇伟是土生土长的上海人，今年是他连续第四年在春节期间到观测站进行实验观测。“我开车过来就十多分钟，很方便。”

他和吴寅秋的任务主要是开展世界时(UT1)观测实验。一天并非恒定不变的24小时，UT1观测能够给依靠地球自转研制的“时钟”做标定，这个角度还是天地参考系相互转换最关键的量。

目前，VLBI是测定UT1的最高精度技术。通过以距离地球数十亿光年的类星体为观测目标，VLBI能够获得0.1毫角秒(10⁻³角秒)的空间分辨率和数十皮秒(10⁻¹²秒)的时间分辨率。由于观测是在厘米级射电波段，阴雨天也不影响实验。

观测开始前，刘宇伟和吴寅秋需要做一些准备工作。他们熟练地打开控制界面，查看数据能否被正常记录、望远镜的天线能否转动、信号接收设备的状态是否正常。一切确认无误后，他们认真查看当天的观测计划，把观测要求解码为望远镜可以读懂的指令，告诉它接下来一小时需要观测哪些目标。

随着他们的操作，园区内13米口径射电望远镜慢慢“低下了头”，不再“仰望天空”。在3250千米外的新疆乌鲁木齐南山，另一台13米口径射电望远镜已进入待机状态。

日复一日 常态化观测

下午4点，实验准时开始。在观测室内的屏幕上，两台望远镜时而“摇头晃脑”，时而静止不动，另一个屏幕上则是不断跳动的数据。

此时，团队负责人、上海天文台研究员李金岭来到了观测室。“我们实验的核心目标在于测量地球定向参数，即EOP。”李金岭告诉《中国科学报》。

EOP是描述地球空间姿态的一组关键参数，包括地球相对天球参考架的岁差章动、极移、UT1等5个参数。无论是天文观测、大地测量等科学研究，还是经济建设、深空航天等社会实践，都离不开EOP。目前，EOP测量采用了多种空间大地测量技术，VLBI是其中之一，尤其是它能唯一精确测定UT1。

2005年以来，为了改进VLBI技术能力，更好地满足观测与应用需求，国际甚长基线干涉测量服务组织(IVS)一直在推动VGOS(VLBI全球观测系统)的建设和发展。

相比很多射电望远镜对“大”的追求，VGOS射电望远镜一个主要特点是“小”。

“大气干扰射电信号传输带来的误差，是影响VLBI精度的最主要原因。这就要求望远镜的天线能够快速转动，通过对空间进行密集采样，从实测数据反演确定此误差源的具体影

响。”李金岭解释说，“考虑到机械结构稳固性和驱动力矩等客观因素，大口径望远镜很难满足这个要求。”

在此背景下，上海天文台组建了空间基准建制化团队，包括在上海和新疆，目前已建设完成共计6个13米口径VGOS望远镜的自主观测网，并即将在海外建成多个含有13米口径VGOS望远镜的多技术并置站。

对于过去几年取得的成绩，李金岭颇为自豪。上海天文台已初步建立了全链条的产品研发和服务平台，生产出高精度的EOP数据产品，并已应用于深空航天、导航授时和科学研究等领域。“只有发展自己的高精度空间大地测量技术，掌握关键核心技术，独立自主测量EOP，我国才能够摆脱对外部技术的依赖，为相关领域的发展提供坚实的技术支撑。”

成绩背后，离不开团队在承担国内外重大任务时的全力配合，也离不开日复一日的常态化观测，即使在节假日也不停歇。

调度尽显温暖

在观测过程中，记者留意到，刘宇伟和吴寅秋同时操控着上海和新疆两地的望远镜。新疆的VLBI观测站位于海拔2000多米的山上，值班人员平常吃住也在山上。“春节他们都放假下山了，就由我们进行远程操作。”刘宇伟说。

观测数据是客观而冰冷的，而观测人员的调度尽显温暖。他补充说：“新疆一般是下午2点开始吃午饭，4点观测的话，他们就有比较充裕的准备时间。”

事实上，在两台望远镜建设之初，团队就已考虑提高机器自动化水平，尽可能解放人力。近年来，远程控制等系统正在升级完善。刘宇伟介绍：“过去，如果天线被‘卡’在一个极限的角度，必须由人在本地处理。后来我们升级改造了系统，现在天线可以通过远程操控恢复正常。”

李金岭领导的不到10人的团队，既要进行日常观测，又要承担工程类项目，不断扩大我国VGOS望远镜的“版图”。正是在他们的努力下，我国成为拥有VGOS望远镜最多的国家之一。

除了执行一些重要的联合观测任务时需要排班轮值外，团队成员在其余时间都享有相对的自由。“该放假就放假，该处理家事就处理，但心里的弦要绷着，遇到事情随时到位。”这是李金岭给团队定下的原则，他们也是这么执行的。

对于春节这个特殊的日子，刘宇伟和吴寅秋两位本地人主动留下来，以更好地掌控望远镜状态，及时反馈观测实验中的特殊情况。

下午5点，观测实验结束，二人在做最后的收尾工作。红色的霞光如薄纱般轻柔地罩在观测基地上，刘宇伟不经意间看向窗外，脱口而出——“真美”。



首届索尼-《自然》技术女性奖揭晓



本报讯 近日，索尼集团公司和《自然》宣布首届“索尼-《自然》技术女性奖”获奖名单，3位获奖者分别为美国加州大学圣迭戈分校的Kiana Aran、杜克大学的Amanda Randles和沙特阿拉伯阿卜杜拉国王科技大学的万雅婷。此外，澳大利亚阿德莱德大学的李佳纹荣获评委会嘉奖。

该奖旨在表彰技术(科学、工程和数学)领域处于职业生涯早期阶段的杰出女性科研人员。每位获奖者获得25万美元奖金，用以支持和促进她们的工作。

职业生涯中期的获奖者有两位。Kiana Aran因在生物工程领域的成就而获奖，其中包括开发了一种由石墨烯制成的CRISPR驱动的电子芯片，用来快速检测遗传疾病和呼吸道感染。Amanda Randles以其在“数字孪生”技术上的创新研究而获奖。该技术实现了可穿戴设备支持下的计算模型的集成，为心血管血流动力学带来独到见解，并优化了治疗策略。万雅婷因在硅光子学方面的研究，成为今年职业生涯早期阶段的获奖者。她重点研究的是将光源集



成到硅芯片上，以实现更加节能的数据通信和信息处理。

李佳纹获得评委会嘉奖。她将纳米级3D打印与光纤技术相结合，创造出一种细如发丝的内窥镜，可用它检查血管，确定患者心脏病发作的风险。

据悉，下一届“索尼-《自然》技术女性奖”将于3月6日开放申请。(冯丽妃)