



太空防御 『末级击石』

新概念

地球所处的太空中充斥着各种大小天体，它们在各自的轨道上穿梭游走。地球几乎每日都在遭遇小行星的撞击，只不过撞击的小行星规模太小，并没有造成足以引发全世界关注的大危害。但谁也不说，哪颗小行星会突然改变轨道，飞向地球，发生数亿年前可能曾导致恐龙灭绝的撞击事件。

虽然这种小行星撞地球的概率相对来说非常低，但近年来，科学家们对小行星的监测仍越来越密切。他们通过红外线观测、雷达测量和空间探测等手段发现小行星，再进行测量、计算，预估出小行星的轨道，还想过很多种方法去尝试解除小行星可能撞向地球的威胁，比如动能撞击、捕获牵引等，但求将它们对地球的威胁降至最低。

最近，中国科学院的科学家们提出一种“末级击石”的方法，打算利用如今频繁发射卫星等人类活动所使用的火箭末级的剩余能量，引导它们去撞击那些可能靠近地球的小行星，从而改变小行星的飞行轨道或直接击碎它们，以减小它们万一真的撞击到地球时的威力。

危地小行星已发现 2000 多颗

国际天文联合会的定义中，当一颗小行星与地球轨道交汇距离小于 0.3Au 时，这颗小行星就会被科学家标记为“近地小行星”(NEA)。而其中一类被称为“危地小行星”(PHA)，就是直径可能大于 140 米，且与地球轨道交汇最小距离小于 0.05Au、最有可能撞击地球的一类小行星。目前科学家们发现并被监测的危地小行星已有 2000 多颗。

研究人员在观测发现近地小行星之后，会通过进一步监测并精确定轨，并分析其轨道特性，评估撞击概率，预测出其陨落地球的时间、地点，然后基于对其材质结构等物理性质的研究，评估可能发生的碰撞事件对地球环境和人类生存安全的危害程度。

他们认为，直径 10 米以下的小行星经过大气层时基本已被烧蚀，但仍有

部分小行星烧蚀后会有陨石落到地球表面。如果烧蚀后剩余的陨石部分足够大，就极可能会对地球带来毁灭性的伤害。

数次的“擦肩而过”

因此，多国科学家都在研究讨论防御小行星撞击地球的方法。联合国早在 2013 年就成立了一个监测小行星的机构和一个应对撞击风险的组织，即国际小行星预警网 (IAWN)，他们会对太空中的小行星进行全天候不间断的监测，推算预测它们撞击地球的可能。2018 年，我国也加入了国际小行星预警网，北京紫金山天文台就是专门用来监测近地小行星的天文台。如今全球类似紫金山天文台近地天体望远镜这样搜寻近地天体的站点，已有 400 多个。

到目前为止，暂时还没有发现能严重威胁地球安全的目标。不过，科学家们已观测到发生过多次可能威胁地球安全的小行星与地球的“擦肩而过”。

比如，2004 年 6 月发现的“阿波菲斯”小行星，一开始曾被测算出 2029 年撞击地球的概率高达 2.7%。此后，经过长期的观测，目前已经消除了该小行星 2029 年撞击地球的概率；今年 7 月 7 日凌晨，中国台湾的多地民众又发现一颗巨大火球划过夜空，甚至多次发生“空爆闪光”照亮夜空，台湾鹿林天文台随后在社交媒体上解释称，这颗火球实际上就是一颗被地球引力吸引并在高速穿越地球大气层时产生耀眼光迹的流星。

而最近一份监测报告称，有一颗被命名为“毁神星”的小行星，可能到 2068 年时，会有 15 万分之一的概率与地球发生碰撞。该小行星直径大约是 340 米，重约 6000 万吨，一旦撞击地球，它就可能释放出大约 15 亿吨 TNT 炸药爆炸所释放的能量，这个能量相当于广岛原子弹爆炸时产生能量的 8 万多倍。同时，它可能还会造成强烈的地震并引发恐怖的海啸。目前，它仍在科学家们的密切监测之中。

新提出的“末级击石”

今年 4 月 24 日，在中国航天日开幕式上，中国国家航天局局长张克俭曾表示：“站在新的历史起点，中国航天

将论证实施探月工程四期、行星探测工程、建设国际月球科研站、近地小行星防御系统，拉开新时代探索九天的新序章。”

随着人类航天发射任务的不断增加，一直存在着“火箭残骸造成越来越多太空垃圾”的困惑。火箭在完成运送航天器的任务后，所剩下的残骸部分有些会坠入大气层燃烧销毁，或重新落回地球表面，也有部分会进入近地轨道，成为太空垃圾。这些剩余部分就被称为“火箭末级”。今年 5 月，我国“长征五号”B 火箭的末级“回家”事件就备受关注。

正是在参考了“长征五号”运载火箭的技术参数基础上，中国科学院复杂航天系统电子信息技术重点实验室王艺睿博士、李明涛研究员、周炳红研究员、中国空间技术研究院北京卫星环境工程研究所龚自正研究员、中国运载火箭技术研究院北京宇航系统工程研究所王建明高工、王传魁高工，联合设计了一套“航天器火箭末级组合动能撞击方案”，简称“末级击石”。

根据这一方案，原本将成为太空垃圾的火箭末级可以变成防御小行星的重要工具：火箭在携带航天器一起进入深空逃逸轨道后，火箭末级与航天器不实施“星箭分离”，而是由航天器操控火箭末级组合体去撞向邻近的危地小行星，从而充分利用火箭末级的剩余能量，实现撞击小行星偏转轨道的目的。

目前研究人员已证明利用此方案，对于十年内偏转直径 140 米的小行星轨道，偏转距离可由不足一倍地球半径提升至一倍地球半径以上。这为人类对付危地小行星提供了一种新的潜在高效的技术手段。

“以石击石”或是更高目标

传统的小行星防御方式主要有核爆、动能撞击和引力拖车等方案，但这些方案都存在一定缺陷。比如核爆存在一定的安全隐患，引力拖车和动能撞击的效率相对较低，可能需要十年甚至二十年的时间才能发挥有效作用。这些“传统动能撞击”均无法在短期预警时间条件下，有效地防御直径超 140 米的危地小行星。而“末级击石”的方法主要就是在十年预警期内通过运载火箭，达到成功偏转直径 140 米小行星轨道的目的。

此外，根据研究人员介绍，除了“末级击石”方案外，还有一种“以石击石”方案，同样是可以提升撞击体的质量达到撞碎小行星或令其偏离原轨道的目的。

“以石击石”方案是设想通过航天器在太空中捕获一颗小尺寸小行星，或是在碎石堆小行星上采集一块岩石，再操控这些岩石撞击对人类有威胁的小行星。因为在太空中捕获的岩石其质量可能会远大于我们在地面上通过运载火箭发射到太空的撞击体的质量，所以这种方法可能会更容易且显著地偏转小行星的现行轨道，其目标可针对直径 350 米到 500 米的更大尺寸的小行星的轨道偏转问题。

但要想在太空中捕获一颗小行星，其技术难度只会更高，现阶段还是“末级击石”更具实施可行性。

捕获小行星或许意义重大

“小行星是太阳系的宝贵遗产。”科学家们在想尽办法去解决一些可能威胁地球安全的危地小行星时，其实也对小行星本身抱有极大的兴趣。他们发现，早在太阳系形成时，未凝聚成大行星的物质，就构成了目前的小行星带。因此，这些在太空“横行”的小行星其实都保留着许多太阳系形成早期的信息，可以为研究太阳系的演化提供丰富的资料。

如果将近地小行星本身作为研究对象，也能从对它们的观测和分析中，逐步了解其起源和宿命，以及为何呈现如此的多样性。目前科学家们已知的一些近地小行星，就可以分为碳质、石质、金属质等多种类型，这对研究、分析地球演化历史将发挥重要作用。

此外，小行星上多携带着丰富的水和贵金属等资源，也可能成为近地空间资源探索的目标。当它们靠近地球时，其实也可以通过原位利用、在轨使用等途径，进行空间站建设和科学探索。

击碎危地小行星，只是解决迫在眉睫的撞击威胁的不得已的方法之一。科学家们应该也并不十分推崇这种方法。不仅因为成本问题，撞击时还可能产生诸多不确定性，比如小行星碎片会产生新的轨道飞行，带来更意想不到的危险。此外，撞击也可能对小行星的结构造成较大破坏。在这样的前提下，有人提出，虽然其难度会更大，但尝试捕获小行星并将其移至安全轨道的方法，可能比撞击小行星的意义更大。

据新华网