

全球反太空能力

开源评估

编者

布莱恩·威登 (Brian Weeden)
项目规划主任

维多利亚·萨姆森 (Victoria Samson)
华盛顿办事处主任

2021年4月



关于安全世界基金会

安全世界基金会 (SWF) 是一家私营基金会，立足于推动太空可持续性发展及和平利用外层空间的合作解决方案。

秉承作为研究机构、召集者与促进者的使命，该基金会致力于传播关键的太空安全及其他太空相关议题，审视其对国际发展与治理的影响。

↗

鸣谢译者
安全世界基金会感谢原玥博士对本报告的翻译。





















执行摘要

太空领域正在经历一系列重大变化。越来越多的国家和商业行为体参与到太空活动中来，这给全球带来了更多的创新与效益，但也加剧了太空中的拥挤与竞争。

从安全视角来看，越来越多的国家正在寻求利用太空来提升自身的军事能力与国家安全。国家安全对太空的利用和依赖程度与日俱增，致使更多国家开始考虑发展自己的反太空能力，用于欺骗、干扰、拒止、降级或摧毁太空系统。

反太空能力的存在已屡见不鲜，但与此相关的周边形势却出现了新的变化。现今，各方研发和潜在使用进攻性反太空能力的动机越来越强。鉴于极大范畴的全球经济与社会越发依赖太空应用，广泛动用反太空能力可能造成更严重的潜在后果，产生远超军事范围的全球影响。

本报告汇编并评估了多国有关发展反太空能力情况的公开信息，其中涉及五类反太空能力：直升式、共轨式、电子战、定向能和网络。报告评估了各国当前和近期未来的反太空能力建设，以及其潜在的军事效用。有证据表明，多个国家都对范围广泛的动能（即具有摧毁性）与非动能反太空能力进行了大量研究与开发。不过，当前只有非动能反太空能力被积极应用于军事行动之中。以下是更为详细的各国能力建设摘要。

	研究与开发	测试	投入使用	在冲突中使用
近地轨道直升式				
中地球轨道/地球同步轨道直升式			-	
低地球轨道共轨式		?	-	
中地球轨道/地球同步轨道共轨式		-	-	
定向能			-	
电子战				?
空间态势感知				?

有充分证据表明，中国正持续致力于研制范围广泛的反太空能力。中国已多次在近地轨道（LEO）和地球同步轨道（GEO）演示验证了可能形成共轨式反卫星能力的交会与抵近操作（RPO）技术试验。但截至目前，公开证据表明中国尚未对目标真正实施摧毁性的共轨式拦截。此外，没有公开证据能表明，此类交会与抵近操作技术的开发一定会被用于反太空用途，而非用于情报收集或其他目的。

中国至少有一项，或可能多达三项正在实施的直升式反卫星能力（DA-ASAT）计划，要么作为专门的反太空系统，要么被用作可提供反太空能力的中段导弹防御系统。自2005年以来，中国多次对此类能力展开了渐进性试验，表明这是一项重要且持续的组织性工作。中国针对近地轨道目标的直升式反卫星能力可能已趋近成熟，并可能已完成在移动发射架上的实操部署。中国针对深空目标——包括中地球轨道与地球同步轨道——的直升式反卫星能力可能仍处于试验或研制阶段，没有足够的证据可以断定未来中国是否打算将其发展为一种作战能力。

尽管难以通过开源信息断定其确切性质，但中国可能已具备强大的电子战（EW）反太空能力，用于对抗全球导航卫星系统（GNSS）与卫星通信。中国的军事学说着重强调电子战隶属于更宏观的信息作战范畴。近年来，中国已采取措施将太空、网络和电子战能力整合到同一军事指挥部之中。尽管有大量证据表明，中国研究并开发了用于反太空应用的电子战能力；也有部分开源证据表明，其电子战反太空能力正在部署之中，但没有公开证据证明此类能力被积极应用于军事作战行动之中。

尽管鲜有公开的细节信息，但中国可能正在研制反太空定向能武器（DEW）。有充分证据表明，中国正在展开专门的研究与开发工作。有报告称其在三个不同地点进行了相关试验，不过细节信息十分有限，无从得知任何已部署能力的作战状态与成熟程度。

作为空间态势感知（SSA）能力的一部分，中国正在研制先进的地基光学望远镜和用于侦测、跟踪与描述空间物体特征的雷达网络。正如美国和俄罗斯一样，中国的空间态势感知雷达也具备导弹预警功能。尽管缺乏大面积的境外空间态势感知资产跟踪网络，不过中国的确具有一支跟踪测量船队，并正与可能在未来安置传感器的国家深化关系。自2010年以来，中国已部署数颗能在轨道上实现交会与抵近操作的卫星，这可能有助于其对外国卫星的表征描述及情报收集能力。

02

俄罗斯

图例：无 ● 一定程度 ● 较为显著 ● 尚不确定“?” 尚无数据 “-”

	研究与开发	测试	投入使用	在冲突中使用
近地轨道直升式	●	●	-	●
中地球轨道/地球同步轨道直升式	●	-	-	●
低地球轨道共轨式	●	●	-	●
中地球轨道/地球同步轨道共轨式	●	-	-	●
定向能	●	●	?	●
电子战	●	●	●	●
空间态势感知	●	●	●	?

有充分证据表明，俄罗斯自2010年起着手启动了一系列计划，以期重新获得其冷战时期的多项反太空能力。自2010年以来，俄罗斯一直在测试近地轨道及地球同步轨道上的交会与抵近操作所需技术，这些技术可能形成或支持共轨式反卫星能力，其中的部分成果与冷战时期的近地轨道共轨式反卫星计划有所关联。更多的证据表明，俄罗斯可能已经启动了一项名为“海燕 (Burevestnik)”的新共轨式反卫星计划，并由名为“水平仪 (Nivelir)”的监视与跟踪计划予以潜在支援。这些计划开发的技术同样可用于非攻击性应用，包括对外国卫星的监视与检查。截至目前，大多数被执行的在轨交会与抵近操作活动都属于此类任务。然而，俄罗斯已高速部署了两颗“子卫星”，这意味着至少其部分近地轨道交会与抵近操作活动具有武器性质。

几乎可以确定，俄罗斯有能力实施部分有限的直升式反卫星作战行动，但可能尚未达到充分的规模或足够的高度，无法对太空资产构成严重威胁。尽管俄罗斯似乎正在其努多利 (Nudol) 系统中积极测试一种新的直升式反卫星能力，但该能力尚未投入使用，并且似乎不能对远于近地轨道的目标构成威胁。即使在军事效用值得怀疑的情况下，俄罗斯似乎也极有动力继续从事相关研制工作，这至少应部分归结于官僚机制的压力。

俄罗斯高度重视将电子战(EW)纳入军事行动之中，并一直大力投资于此种能力的现代化。大部分的能力升级都集中于多功能战术系统，这些系统的反太空能力仅限于干扰战术距离内的的用户终端。俄罗斯具有多种可用于干扰当地全球定位系统 (GPS) 接收机的系统，以此潜在干扰无人驾驶飞行器 (UAVs)、制导导弹和精确制导弹药的制导系统，但不存在使用射频干扰来扰乱全球定位系统卫星本身的公开已知能力。俄罗斯陆军部署了多种类型的移动式电子战系统，其中部分系统可用于干扰战术距离内的特定卫星通信用户终端。俄罗斯可能从固定的地面站设施大范围干扰通信卫星的上行链路。俄罗斯

已在近来的军事战役中获取了使用电子战反太空能力的作战经验，这种能力同时也被用于保护俄罗斯境内的战略要地与重要人士。有新的证据表明，俄罗斯可能正在研制高功率的天基电子战平台，以扩展其现有的地基平台。

俄罗斯在定向能物理方面具有坚实的技术知识基础，并正在开发激光系统在各种环境下的多重军事应用。俄罗斯已重启并继续推进了一项遗留计划，其目标是研制一种视成像侦察卫星的光学传感器为攻击目标的机载激光系统，不过尚没有迹象表明该系统已具备作战能力。虽然并非其预期用途，但俄罗斯的地基卫星激光测距（SLR）设施可用于眩目光学成像卫星的传感器。没有迹象表明俄罗斯正在或计划研制高功率天基激光武器。

俄罗斯可能具备仅次于美国的先进的空间态势感知能力。俄罗斯的空间态势能力建设可以追溯至冷战时期，并借助于为导弹预警和导弹防御而开发的重要基础设施。尽管其中一些能力已在苏联解体后趋于萎缩，不过自21世纪初以来，俄罗斯已多次投身于现代化努力，寻求为其注入新的活力。虽然政府所属且主导的空间态势感知能力仅限于前苏联域内的地理范围，但俄罗斯正致力于参与国际民事和科学合作，这可能使其从全球各地的空间态势感知传感器中获取数据。当前，俄罗斯能够维护位于近地轨道上的空间物体编目系统，虽略小于美国的规模，但俄罗斯的高椭圆轨道（HEO）与地球同步轨道物体编目信息则更为健全一些。

俄罗斯军事学家将现代战争视作对制信息权的争夺和网络中心战，这类作战行动通常发生在没有明确边界和毗连战区的领域。为了应对现代战争中太空方面带来的挑战，俄罗斯正在寻求将电子战能力融入全军的远大目标，以此保护自己的天基能力，同时降级或拒止对手的相应能力。在太空层面，俄罗斯正在寻求通过部署大批的地基、空基和天基进攻性能力，以此削弱美国的太空资产优势。近来，俄罗斯将其军事航天部队改制重组成为太空、防空与导弹防御能力三者合一的新机构。尽管技术挑战依然存在，但俄罗斯领导层表示，俄方将继续与美国在太空领域寻求均势。

03

美国

图例：无 ● 一定程度 ● 较为显著 ● 尚不确定“？” 尚无数据“-”

	研究与开发	测试	投入使用	在冲突中使用
近地轨道直升式	●	●	-	●
中地球轨道/地球同步轨道直升式	-	-	-	●
低地球轨道共轨式	●	?	-	●
中地球轨道/地球同步轨道共轨式	●	?	-	●
定向能	●	●	?	●
电子战	●	●	●	●
空间态势感知	●	●	●	●

美国已多次在近地轨道和地球同步轨道上实施了交会与抵近操作技术试验，并测试了可能产生共轨式反卫星能力的跟踪、瞄准与拦截技术。这类试验与演示验证的实施是为了导弹防御、在轨检查与卫星服务等其他非进攻性任务，并且美国没有公开声明的共轨式能力研制计划。不过，一旦做出选择，美国具备在短时间内研制共轨式能力的技术实力。

尽管没有公开声明的直升式反卫星作战能力，但美国确实具备用于作战行动的中段导弹防御拦截器，并通过其演示验证了针对近地轨道卫星的反卫星能力。美国过去曾专门研制过包括常规弹头与核弹头在内的直升式反卫星能力。一旦做出选择，美国可能在不久的将来掌握相关能力。

美国具备名为“反通信系统 (CCS)”的电子战反太空作战系统，该系统可实现全球部署，以提供针对地球同步轨道通信卫星的上行链路干扰能力。同时，为了对“反通信系统”升级换代，美国启动了名为“草场 (Meadowlands) 系统”的新计划。通过导航战计划，美国能够干扰当地作战区域内的全球卫星导航服务 (GPS、格洛纳斯、北斗) 民用信号，以阻止对手对此类系统的有效使用，并已在多次军事演习中完成了演示验证。美国也可能具备干扰军用全球卫星导航系统信号的能力，不过很难根据公开信息评估其是否有效。目前尚不清楚美国应对敌方针对GPS进行干扰与欺骗行动的对抗措施是否有效。

在过去几十年里，美国对用于反太空及其他目的的地基高能激光技术开展了大量的研究与开发。我们评估认为，美国将其用于反太空应用不存在任何技术障碍。凭借其卫星激光测距台与国防研究设施，美国具备能够使地球观测 (EO) 成像卫星眩目，甚至可能致盲的低功率激光系统。然而，没有迹象表明这些潜在的高功率或低功率能力已被投入使用。

美国目前拥有世界上最强大的空间态势感知能力，特别是在军事应用方面。美国的空间态势感知能力建设可追溯至冷战伊始，并借助于为导弹预警与导弹防御而研制的重要基础设施。美国空间态势感知能力的核心在于强大且地域分散的地基雷达、地基望远镜与天基望远镜网络。美国正通过在南半球部署新的雷达和望远镜、升级现有传感器及与其他国家和卫星运营商签署空间态势感知数据共享协议，大力投资于提升自身的空间态势感知能力。美国仍然面临如何使执行空间态势感知分析的软件与计算机系统变得现代化的挑战，并且正越来越多地寻求利用商业能力。

尽管没有一贯公开发表，但美国已在过去几十年里构建了关于反太空能力的政策与学说。自1960年代以来，大多数的美国总统政府都曾指示或授权过反太空能力的研究与开发，并在某些情况下为反太空系统的试验或作战部署大开绿灯。这类能力通常范围有限，其研制目的在于应对特定的军事威胁，而非应对广泛的强制性或威慑性威胁。有关太空控制的美国军事学说包括防御性太空控制 (DSC) 与进攻性太空控制 (OSC)，并由空间态势感知予以支援。

美国正在对其军事航天活动进行重大重组，这是重新聚焦太空作为作战领域的体现之一。自2014年以来，美国决策者越发重视太空安全，并越来越多地公开谈论为潜在的“太空战”做好准备。伴随着这种言论，美国重新聚集于重组国家安全太空结构与提升太空系统的弹性。这最终导致了美国太空司令部 (USSPACECOM) 的重建与美国太空军 (USSF) 的成立，两者分别继承了美国战略司令部的太空作战职能以及空军太空司令部 (AFSPC) 太空部队的作战、训练与装备职能。截至目前，这些新机构的任务仍是延续先前的军事航天任务，不过也已出现了建议将其重点扩大到地月空间活动和天基对地武器的主张。美国也有可能已经开始研制新的进攻性反太空能力，尽管尚没有公开可查的相关政策或预算方针。近来的预算提案建议对具备潜在反太空能力的天基导弹防御拦截器和定向能武器加以研究和开发。美国仍将继续举行年度太空作战模拟与演习，越来越多的密切盟友和商业伙伴都将参与其中。

04

法国

图例：无 ● 一定程度 ● 较为显著 ● 尚不确定“?” 尚无数据“-”

	研究与开发	测试	投入使用	在冲突中使用
近地轨道直升式	-	-	-	●
中地球轨道/地球同步轨道直升式	-	-	-	●
低地球轨道共轨式	-	-	-	●
中地球轨道/地球同步轨道共轨式	-	-	-	●
定向能	●	?	?	●
电子战	●	?	?	?
空间态势感知	●	●	●	?

法国虽然长期以来一直具备太空计划和军用卫星，但直到最近，法国才开始明确重视攻防兼备的反太空能力。这种重大变化发生于2019年7月，法国发布了首份《法国太空防御战略》，该战略提升了法国军事航天机构的地位，并将法国军用卫星的管控权从法国航天局重新分配至军方。法国的太空战略主要专注于两个方面：第一，提升法国太空资产周边的空间态势感知；第二，展开对威胁的积极防御。虽然一些法国官员提出了为卫星配备机关枪与激光炮的建议，但实际计划则要求部署用于眩目的地基激光器与天基检查卫星。

05

印度












图例：无 ● 一定程度 ● 较为显著 ● 尚不确定“?” 尚无数据“-”

	研究与开发	测试	投入使用	在冲突中使用
近地轨道直升式	●	●	?	●
中地球轨道/地球同步轨道直升式	-	-	-	●
低地球轨道共轨式	-	-	-	●
中地球轨道/地球同步轨道共轨式	-	-	-	●
定向能	●	?	-	●
电子战	?	?	?	?
空间态势感知	●	●	?	?

印度已有50多年的太空能力经验，不过大部分是以民用为重点。直到最近，印度才开始有组织地为其军队成为活跃用户和建立明确的军事航天能力让路。印度军方已经研制了本土导弹防御计划及远程弹道导弹计划，一旦有需求，这些计划便可能形成直升式反卫星能力。2019年3月，印度通过摧毁一颗本国卫星，演示验证了这种反卫星能力。尽管印度继续坚持反对太空武器化，但其可能正朝向进攻性反太空态势发展。据报道，印度目前正处于研制定向能武器的早期阶段。

06 伊朗









图例：无  一定程度  较为显著  尚不确定“?” 尚无数据“-”

	研究与开发	测试	投入使用	在冲突中使用
近地轨道直升式	-	-	-	
中地球轨道/地球同步轨道直升式	-	-	-	
低地球轨道共轨式	-	-	-	
中地球轨道/地球同步轨道共轨式	-	-	-	
定向能	-	-	-	
电子战				
空间态势感知			?	?

伊朗具有一个初生的太空计划，其中包括建造和发射能力有限的小型卫星。从技术层面而言，伊朗不可能有能力建立在轨或直升式反卫星能力，并且眼下也几乎没有这样做的军事动机。伊朗军方似乎具备独立的卫星发射能力，这与其民用航天计划有所区分。伊朗没有演示验证任何制造归向动能杀伤拦截器的能力，且其制造核装置的能力仍然相当受限。伊朗已经演示验证了持续干扰商业卫星信号电子战能力，不过难以确定其是否具备干扰军事信号的能力。

07 日本

图例：无  一定程度  较为显著  尚不确定“?” 尚无数据“-”

	研究与开发	测试	投入使用	在冲突中使用
近地轨道直升式	-	-	-	
中地球轨道/地球同步轨道直升式	-	-	-	
低地球轨道共轨式	-	-	-	
中地球轨道/地球同步轨道共轨式	-	-	-	
定向能	?	-	-	
电子战	?	-	-	-
空间态势感知				-

日本长期以来一直是成熟的太空行为体，其历史上的太空活动完全属于非军事性质。2008年，日本发布了《空间基本法案》，该法案允许太空被用于从事国家安全相关活动。自此，政府官员开始公开谈论研制各类反太空能力及军事空间态势感知能力。日本目前正在对其军事航天活动进行重大重组，通过加强空间态势感知能力，从而对军事和民事应用予以支援。虽然日本没有任何公开声明的进攻性反太空能力，但其正在积极探索是否要发展这种能力。日本确实通过其导弹防御系统拥有了潜在的反卫星能力，但从未对此类能力进行过试验。

08

朝鲜

图例：无 ● 一定程度 ● 较为显著 ● 尚不确定“?” 尚无数据“-”

	研究与开发	测试	投入使用	在冲突中使用
近地轨道直升式	-	-	-	●
中地球轨道/地球同步轨道直升式	-	-	-	●
低地球轨道共轨式	-	-	-	●
中地球轨道/地球同步轨道共轨式	-	-	-	●
定向能	-	-	-	●
电子战	●	●	●	?
空间态势感知	?	?	?	-

朝鲜没有演示过对美国太空资产发起动能攻击的能力：其既没有直升式也没有共轨式反卫星系统。在官方声明中，朝鲜从未提及反卫星作战行动或意图，这表明在平壤的现下思想中尚不存在明确的学说。朝鲜似乎没有显现专门研制反太空资产的动机，尽管其弹道导弹计划中的部分能力可能最终会朝着这种用途发展。

朝鲜演示验证了在有限地理区域内干扰民用GPS信号的能力。目前尚不清楚其干扰美国军用GPS信号的能力。虽然朝鲜的技术能力尚未可知，但其一直没有演示验证过干扰卫星通信的能力。

09

网络能力

多个国家具备可用于对抗太空系统的网络能力；不过，能证明在公共领域发动网络攻击的实际证据十分有限。美国、俄罗斯、中国、朝鲜和伊朗都曾表现出对非太空目标发动进攻性网络攻击的能力与意愿。此外，越来越多的非国家行为体正在积极探测商业卫星系统，并努力发掘与非太空系统性质相似的网络漏洞。这表明，太空系统的制造商与研发者可能尚未达到与其他部门相同的网络硬度水平。但截至目前，只有少数几起公开披露的直接针对太空系统的网络攻击。

当下的明显趋势在于准入壁垒越来越低，漏洞变得十分普遍，再加上依赖相对不安全的商业太空系统，这些都为非国家行为者在缺乏国家支持的情况下开展某些反太空网络行动提供了潜在可能。不过，虽然这一威胁值得警惕，并且这种威胁可能在今后十年中变得愈发严重，但与主要国家相比，其他行为者目前的网络攻击能力仍然存在较大差异。

Secure World Foundation

525 Zang Street,
Broomfield, Colorado 80021

—
+1 305.554.1560

1779 Massachusetts Avenue NW,
Washington, DC 20036

—
+1 202.568.6212

