



大会

Distr.: General
19 July 2021
Chinese
Original: English

第七十六届会议

临时议程* 项目 100

科学和技术在国际安全和裁军领域的作用

当前科学和技术发展及其可能对国际安全和裁军努力造成的影响

秘书长的报告

摘要

根据大会第 [75/38](#) 号决议，本报告概述了与武器、战争手段或方法有关的科学技术发展及其可能对国际安全和裁军努力造成的影响，以及相关政府间论坛的发展情况。报告涵盖人工智能和自主系统、数字技术、生物学和化学、空间和航空航天技术、电磁技术和材料技术。报告还讨论了新兴技术对核风险的影响以及对人权的影响。

* [A/76/150](#)。



目录

	页次
一. 导言	3
二. 与武器、战争手段或方法有关的科学和技术近期发展	3
A. 人工智能和自主系统	3
B. 数字技术	4
C. 生物学和化学	6
D. 空间技术和航空航天技术	7
E. 电磁技术	12
F. 材料技术	13
三. 新兴技术对核风险的影响	14
四. 对人权的影响	15
五. 结论和建议	16

一. 导言

1. 大会在关于科学和技术在国际安全和裁军领域的作用的第 75/38 号决议第 4 段中请秘书长就当前科学技术发展及其对国际安全和裁军努力可能造成的影响问题向大会第七十六届会议提交一份最新报告。
2. 科学技术促进人类发展和繁荣，是努力执行《2030 年可持续发展议程》的关键推动因素。重要的是，任何管理新武器技术或新技术和新兴技术的武器应用的努力都不应阻碍任何国家的经济或技术增长。
3. 然而，人们依然担心，与安全和裁军有关的科学和技术的发展速度正在超过规范和治理框架了解和管理风险的能力。正如秘书长在其 2018 年裁军议程《保护我们的共同未来：裁军议程》中所阐述的那样，国际社会必须保持警觉，了解可能危及子孙后代安全的新的和正在出现的武器技术，这些技术可能对现有的法律、人道主义和道德规范、不扩散、国际稳定以及和平与安全构成挑战。
4. 本报告概述了与武器、战争手段或方法有关的科学技术发展及其可能对国际安全和裁军努力造成的影响，以及相关政府间论坛的发展情况。

二. 与武器、战争手段或方法有关的科学和技术近期发展

A. 人工智能和自主系统

5. 人工智能没有一个普遍认同的定义。但广义而言，人工智能涉及具备学习、解决问题、预测和决策能力，以及能够执行被认为需要人类智能的任务的机器。当代人工智能包括许多子学科和方法，如数据分析、视觉和语言处理、神经网络、机器人技术和机器学习。人工编码的程序通常包含有关如何完成一项任务的具体指令，但机器学习侧重于在没有给计算机明确编入生成输出指令的情况下，计算机如何能进行学习。机器学习在很大程度上依赖于输入和训练数据的质量，以及设计、开发和测试期间所作决策。数据和设计决策都可能导致意想不到的漏洞和偏差。
6. 人工智能有广泛的民用用途，而且大多数研发都是在民用领域。更快的处理器和可获得的数据集规模不断增加，使机器学习近期出现了进步。人工智能的许多特性使其具有吸引力，其中包括可能提高效率和自动化程度以及极大地提高分析能力。在不久的将来，还不太可能出现通用人工智能能力，即能够进行概括总结，并将一个领域的知识和技能应用到另一领域的的能力。
7. 自主性是指系统无需人为输入或控制即可执行复杂任务或功能的能力。虽然有其他中介因素，包括人的行动何时发生，但自主系统要么(a) 执行任务期间在某时点需要人为输入(人在回路中或半自主)；(b) 独立执行任务，但受到可进行干预的人的监督(人在回路上)；要么(c) 独立于人为参与或监督而运行(人在回路外)。自主系统的各组成要素可集成到一台机器中，也可能是分散的。

军事应用及其影响

8. 军事应用范围广泛，许多应用包括非武器功能，例如行动支援和后勤。一些国家已测试或部署各种使用这些技术的系统，其中包括能够自主导航的无人驾驶飞机；协调机动和集群系统；对情报数据进行分类和分析的系统；防御性和进攻性信息和通信技术(信通技术)系统；模拟和培训方面的应用。

9. 自主武器系统一般是指在攻击期间的关键功能(包括目标选择和武器发射)中利用自主性的武器系统。仅在导航等其他功能上利用自主性的系统通常不会被视为自主武器。自主武器系统的定义是国际社会不断讨论的问题(见 [CCW/GGE.1/2019/3](#))。然而，已经部署了一些武器系统，这些系统一旦启动，就能够自主选择 and 攻击目标，无需进一步的人为干预，尽管这是在有限的环境中。这些例子包括部署在军舰上的某些近程防御武器系统和在发射后根据某些一般或预定标准选择特定目标的制导弹药。

10. 在通常提到的自主性在武器中的潜在应用中，自主功能将执行乏味、重复性或比人类操作者更需要耐力、速度、可靠性或精确度的任务。这些特性可使这种系统对武装部队和非国家武装团体具有吸引力，尽管就准确性和可靠性而言，非国家武装团体可能会接受低得多的门槛。自主系统有可能以高度的准确性和可靠性执行相对简单的任务，但目前此类系统的测试、评估、核实和验证是巨大挑战。测试环境和数据收集与部署之间的差异可能会导致不可预测的结果。同样，为开展有效测试和评估建设所需的人员能力需要大量资源，而且可能落后于发展速度。

相关政府间进程、机构和文书

11. 《禁止或限制使用某些可被认为具有过分伤害力或滥杀滥伤作用的常规武器公约》第五次缔约国审议大会决定，设立一个致命性自主武器系统领域的新技术问题政府专家组。专家组的工作于 2017 年启动。专家组在其前三年的工作中每年都通过了共识报告，并商定了 11 项指导原则(见同上)。专家组在 2019 年报告中提出结论，并确定了每个议程项目下可能需要进一步澄清或审查的方面。由于 2019 冠状病毒病(COVID-19)大流行，专家组 2020 年未能通过实务报告。

B. 数字技术

12. 数字技术带来巨大好处，但也可能被用于恶意目的。涉及数字技术的威胁范围较广，例如以煽动或误导为目的滥用信息和社交媒体平台，以传播仇恨言论或假新闻，以及使用恶意工具和技术实施大规模攻击，以破坏或摧毁计算机网络或系统。有害活动可能针对不同类型的信通技术网络和系统，可能在互联网各层面开展，包括互联网物理基础设施、网络和路由功能以及应用程序和内容。有害活动还可能影响到依赖上述若干要素的技术，例如云服务或联网设备。一个严重却未被经常讨论的威胁是可能对数字基础设施开展的动能攻击，例如破坏海底缆线和其他提供数字连通的有形基础设施。秘书长在他 2020 年题为“数字合作路线图：执行数字合作高级别小组的建议”的报告([A/74/821](#))中，概述了推进数字领域内重要领域合作努力的行动建议。

关键基础设施

13. 随着全球对数字技术的依赖增加，人们越来越关注保护关键基础设施免受恶意攻击。已有针对电网和供水系统等关键基础设施的恶意网络活动的报道。COVID-19 大流行提高了保护医疗基础设施的重要性。医院、医学研究设施和包括世界卫生组织在内的其他关键机构在这一关键时期成为恶意网络活动的目标。据报，恶意使用数字技术也影响了 COVID-19 疫苗从研发到分销的生命周期。

数字脆弱性不断增加

14. 到 2025 年，预计将有超过 300 亿个设备接入物联网，¹ 平均每人将近 4 个物联网设备，相当于数万亿传感器的连接和交互。可用的互联网容量日益增加，将进一步助长攻击面² 的迅速扩大，原因是联网设备激增，但其安全性可能难以保障。此外，许多现有物联网设备简单，价格低廉，因此设备安全性并非总是被视作不可或缺。这也可能意味着制造商不提供长期的安全支持(打补丁)。

暗网和数字工具：监管面临的挑战

15. 无法通过传统搜索引擎访问的暗网允许通过专门浏览器进行匿名和加密搜索。暗网的性质使犯罪活动成为可能，COVID-19 大流行导致网络犯罪和暗网使用激增。据悉，信通技术系统中未披露的软件漏洞也会在暗网上进行交易。

16. 数字通信工具激增，使执法机构难以识别犯罪活动并进行干预。社交媒体平台和其他数字会议空间激增，为恶意行为体提供了沟通协调的机会，而且可能正扩大到无法控制的程度。

人工智能和量子计算方面的进展

17. 人工智能领域的持续创新和量子计算技术的成熟，使人们对新的可能性有了更明确的认识。如本报告其他部分所述，人工智能对信通技术使用的安全性有具体影响。人工智能已经在推动网络攻击的复杂性和有效性日益增加，例如人工智能使以下方面成为可能：更好地进行“网络钓鱼”攻击，或分析所有可能的攻击载体并选择最有可能取得成功的载体。量子计算是一个新兴领域，在数字空间可能既有推动性影响，也有变革性影响。与当前一代计算机相比，量子计算可能使计算速度呈指数级提高，并有能力解决更复杂的问题。

18. 人工智能和量子计算逐渐进步，可能会增加以下方面的可能性，即今后出现涉及智能软件的自主网络作战，以及作为目前网络安全和隐私架构核心支柱的加密规程被打破。

相关政府间进程、机构和文书

19. 2018 年，大会设立了从国际安全角度看信息和电信领域的发展不限成员名额工作组(见第 73/27 号决议)，向所有会员国开放。同年，大会还授权成立了一个

¹ 物联网泛指可通过互联网读取、识别、定位、寻址和(或)控制的设备和装备。

² 可被利用的漏洞，以便开展恶意的信息和通信技术(信通技术)活动。

新的促进网络空间国家负责任行为的政府专家组(见第 73/266 号决议)。2021 年 3 月,不限成员名额工作组通过了一份共识报告(A/75/816),为在以下方面采取注重行动的措施提出了建议,以应对现有和潜在的信通技术威胁:(a) 负责任国家行为的规则、规范和原则;(b) 国际法;(c) 建立信任措施;(d) 能力建设;(e) 定期机构对话。2021 年 5 月 28 日,政府专家组通过了一份共识报告。裁军事务厅和联合国裁军研究所为上述持续开展的政府间进程提供了实质性支持。

20. 2020 年,大会第 75/240 号决议设立了一个新的 2021-2025 年信息和通信技术安全和使用问题不限成员名额工作组。工作组的任务是进一步制定负责任国家行为的规则、规范和原则;审议各国旨在确保信通技术使用安全的举措;在联合国主持下建立各国广泛参与的定期机构对话;继续研究信息安全领域,包括有关数据安全方面的现有威胁和潜在威胁以及为防止和抗击这种威胁可以采取的合作措施、国际法如何适用于国家使用信通技术以及建立信任措施和能力建设问题,以期促进取得共同的理解。工作组将于 2021 年 12 月举行第一次实质性会议。

C. 生物学和化学

21. 国际法所载反对恶意使用化学和生物武器的规范³ 长期存在。但最近化学品被用作武器,加上化学和生物学的进步,可能会破坏法律和规范措施。

22. 多种生命科学技术正在进步和融合,可能为整个社会带来极大惠益。然而,同样的技术也引起重大的安全和安保问题。尤其是三大领域的趋势正在推动进步:读写和编辑 DNA 的能力不断增强;能够在纳米尺度操控生物学的工具的开发;大数据和人工智能的作用日益增加。这些领域的研究和开发绝大多数是为了和平目的,但也存在道德、法律、安全和安保方面的若干关切。这些关切包括开发成果可被用于新型生物武器,以及可方便地获得或生产已知生物武器。

23. 在神经科学领域,对神经学的更多了解可推动精神障碍的治疗。但此类研究可能有助于新型生物武器的开发,引起认知、行为或神经生理方面的改变。更好地了解免疫反应有助于改进疫苗和疗法,但同样的知识也可被用于敌对目的,制造能够更有效地破坏免疫反应的新武器。对人类遗传学和生殖科学的了解取得进展,可能会在治疗不孕症和遗传疾病方面发挥作用。然而,这种技术引发了伦理和安全方面的关切,因为它可能被用于敌对目的。在农业领域,“基因驱动”技术使科学家能够改变目标动植物物种的遗传特征。因此,有人建议利用基因驱动发挥各种功能,包括根除携带疟疾的蚊子。但这也引发了道德和安全方面的关切,以及有关敌意利用的关切。最后,虽然对传染病的研究可以改善疾病应对措施,并有助于拟订更好的新对策,但该领域的某些研究,如禽流感病株的改造,引发了更多安全和安保关切。

³ 1925 年《禁止在战争中使用窒息性、毒性或其他气体和细菌作战方法的议定书》、1972 年《关于禁止发展、生产和储存细菌(生物)及毒素武器和销毁此种武器的公约》(《生物武器公约》)以及 1993 年《关于禁止发展、生产、储存和使用化学武器及销毁此种武器的公约》(《禁止化学武器公约》)。

24. 关于化学武器，在分子层面了解生命进程方面取得了显著进展，使人类更有能力操控并介入这些进程。预计这些领域的能力将继续得到增强。用于设计可针对特定细胞类型的分子的计算工具，以及作用于中枢神经系统的高活性药基化学品，引发了对可能出现新型有毒化学战剂的担忧。此外，更初级的化学武器的风险也在增加。在化学品简易撒布装置方面，可利用的知识越来越多，此外通过商业途径可方便地获得有毒化学品，这些都对安全和裁军提出了新挑战。

25. 还需要考虑生物学和化学领域之间的交叉。正越来越多地利用生物介导方法，如微生物发酵或使用酶作为催化剂来生产化学品。此外，生物分子的化学合成也取得了重大进展。多学科研究团队继续将研究扩展到生物学和化学之外的领域，纳入来自计算、材料科学和纳米技术等其他学科的思想和方法。这种融合在社会和经济层面带来巨大裨益，包括被用于制定更好的针对化学和生物战剂的防御对策。然而，这些新方法和工艺，加上在药物发现和药物投布领域取得的发展，也可被用于开发将被用作武器的新型有毒化学品。

相关政府间进程、机构和文书

26. 《生物武器公约》和《禁止化学武器公约》都规定每五年召开一次审议大会，审查相关科学和技术的发展。

27. 这两项公约也有更经常地审查科学和技术相关发展的办法。《禁止化学武器公约》设立了一个科学咨询委员会，由 25 名知名科学家组成，向禁止化学武器组织总干事报告。2020 年，科学咨询委员会召开了第二十九届和第三十届会议。2020 年，总干事宣布打算设立一个新的生物毒素分析临时工作组。

28. 虽然已经提出了为《生物武器公约》设立科学咨询机构或机制的若干建议，但缔约国迄今尚未就此种做法达成一致。2012 年至 2015 年，审查与《公约》有关的科学和技术领域的发展是一个常设议程项目。自 2018 年开始，缔约国设立了年度专家会议，以审查与《公约》有关的科学和技术领域的发展情况。由于 COVID-19 大流行，2020 年会议推迟，现计划在 2021 年举行。就《禁止化学武器公约》和《生物武器公约》之间的一致性问题进行讨论的重要性已经得到承认，目前正在关于这一专题的双年度论坛上进行讨论。

29. 2020 年，联合国裁军研究所召开了年度创新对话，主题是“生命科学、国际安全与裁军”。考虑到 COVID-19 疫情，对话以虚拟方式举行。

30. 根据安全理事会第 1540(2004)号决议，各国必须建立和加强管制，防止生物和化学武器及其运载工具向非国家行为体扩散。

D. 空间技术和航空航天技术

导弹技术

31. 新兴技术的发展正在推动导弹系统获得新功能并扩大已有功能，对国际和平与安全以及确保有效管制武器、不扩散和尊重人道主义原则的努力产生影响。

精确度

32. 越来越多的国家继续追求和完善各种技术创新，以提高其弹道导弹和火箭弹的精确度。这些创新包括将现代航空电子设备纳入导弹系统；跟踪飞行轨迹，包括利用地基雷达、光学传感器、雷达成像以及导航和定位卫星；分导飞行器，使弹头能够在大气层外作机动飞行；越来越多地部署带有空气动力控制的重返火箭，使这些武器能够在大气层内作机动飞行，包括在飞行末段。

33. 弹道导弹精确度的提高具有各种影响。具有核武器运载能力的导弹的精确度提高，可使更多国家能部署装备有较低爆炸当量核弹头或常规弹头的战略系统。较低当量或可变当量的核武器可能被用于发挥更广泛的作用和执行更广泛的军事任务，从而增加此类武器的军事效用，影响对“可用性”的看法。

34. 导弹系统精确度的提高，明显增强了弹道导弹作为战术武器或战场武器的军事用途，近年来这些系统在中东的扩散及其使用，包括非国家行为体的使用就证明了这一点。这还使远程常规打击的概念得以发展，包括用常规弹头武装洲际弹道导弹，从而引发了对国际稳定的关切，因为仍不清楚如何将此类系统的发射与核武器系统发射加以区分。

35. 大口径火箭弹的精确度提高，推动了一些系统的发展，这些系统模糊了火箭弹与能够运载核武器的弹道导弹之间的区别。这一趋势对旨在遏制能够运载核武器的弹道导弹扩散的制度构成挑战，原因是它创造了对可能在技术上有能力运载核武器的常规武装弹道导弹的需求。

36. 机动式弹头可用来避开反导弹系统。这激励各国改进和发展导弹防御的能力和概念，在某些情况下可能成为导致紧张关系甚至国际不稳定的一个因素。

高超音速飞行器

37. 弹道导弹通常在飞行过程中达到高超音速。⁴ 一些国家正在开发和部署能够在大气层内以高超音速远距离滑翔和机动的飞行器。与可操纵重返火箭一样，高超音速飞行器将由助推火箭发射。但高超音速飞行器大部分是在非弹道轨迹上飞行，由气动升力维持。因此，高超音速飞行器能避开中段导弹防御并挑战末段导弹防御，原因是这些飞行器具备机动性，或者是它们在末段防御雷达视距以下高度、距离其目标更远的地方进行飞行。

38. 对高超音速飞行器的研究始于几十年前。最近军方对这些飞行器的兴趣似乎来自于飞行器在以下方面的潜力，例如在短时间内实施远程常规打击；避开战略和战术反导弹系统；部署有效的非核载荷的战略武器；远距离打击移动目标，包括海上目标。已知的部署在高超音速飞行器上的第一批武器(可能是核武器)2019年开始服役，使用洲际射程弹道导弹作为助推器。这些发展引起了对新的战略武器竞争的关切，并可能促使越来越多的国家对远程常规打击产生兴趣。

⁴ 通常被理解为超过音速 5 倍。

动力高超音速飞行器

39. 大多数使用传统喷气涡轮发动机的现有类型巡航导弹只能以亚音速飞行。为了开发更有能力躲避防空和反导弹系统的系统，一些国家正在开发和测试使用新型发动机、包括超燃冲压喷气发动机的巡航导弹，以实现高超音速持续飞行。超燃冲压喷气发动机通常使用助推器加速到超音速，然后系统才能维持动力飞行。

40. 近年来，一些国家测试了以超燃冲压喷气发动机为动力的高超音速巡航导弹，目前正在设计各种此类武器系统，以便由陆基、海基和机载助推器发射，并配备常规弹头或可能配备核弹头。与亚音速巡航导弹相比，这种系统的主要优势是速度更高，因此更有能力绕过防空系统。一些国家就此类系统开展的工作似乎增加了系统对其他国家的吸引力，导致正在开发的系统的数目增加，为相关计划配置的资金总额增加，对高超音速飞行器防御概念的研究也越来越多。

反导弹和陆基反卫星系统

41. 近几十年来，反导弹系统的能力迅速增长，并且系统扩散速度快，某些发展可能给国际和平、安全与稳定以及裁军努力造成影响。

42. 在低层大气中拦截目标的地对空系统越来越常见，并在一些武装冲突和其他局势下得到广泛使用，旨在对付飞行末段的较短程弹道导弹和火箭。一般而言，这类系统并没有引起人们对稳定的担忧，尽管它们的广泛部署可能会促使竞争对手开发出反制措施，例如以齐射方式发射导弹或设计、开发和获取旨在逃避拦截的机动系统，包括如上节所述的系统。

43. 人们已探索定向能反导弹系统，包括安装在飞机上的激光的应用，不过尚未部署这类系统。这一概念的支持者认为，这种系统可用于防御助推阶段的导弹。在许多情况下，这将需要在发射场附近预先部署此种能力，可能会导致稳定方面的关切。

44. 一些反导弹系统旨在打击大气层外处于飞行中段的导弹。这种系统能使用动能冲击器或爆炸物。这些系统中能力较强的系统事实上有能力打击低地球轨道上的卫星。分析人士认为，打击卫星比打击弹道导弹更容易，因为卫星的行进路径可预测，可以提前很长时间准确测量，而且卫星通常缺乏任何规避威胁的手段。旨在反击战略核武器的战略反导弹系统具备打击卫星的能力，而且此类系统对基于相互威慑的安全概念产生影响，有鉴于此，人们对此种系统表示严重关切。

45. 据报，已经专门开发用于打击低地球轨道卫星的陆基导弹。据报，试射了一枚能够击中地球静止轨道高度卫星的直升导弹。为了达到这样的高度，助推器可能需要具备中型空间运载火箭的能力。这一点特别值得注意，因为迄今为止，人们并不认为空间运载火箭具备作为武器系统的效用，而是认为它们在技术特征方面与弹道导弹不同，虽然两者有共同的技术基础。

相关政府间进程、机构和文书

46. 大会在 2001 至 2008 年期间设立了三个关于导弹问题所有层面的政府专家组。⁵ 虽然导弹问题仍在第一委员会的议程之列，但自 2008 年以来，没有达成任何关于这个专题的决议(见大会第 63/55 号决议)。

47. 有两个由导弹技术相关自愿措施构成的政府间制度。1987 年订立的《导弹技术控制制度》旨在限制弹道导弹和其他能够运载大规模毁灭性武器的无人驾驶运载工具的扩散。该制度有 35 个成员。在 2002 年通过的《防止弹道导弹扩散海牙行为准则》中，各国作出了具有政治约束力的承诺，同意在开发、试验和部署弹道导弹方面实行最大限度的克制，并在弹道导弹和空间运载火箭的政策和发射方面采取透明度措施。共有 143 个国家签署了《海牙行为准则》。

48. 2016 年，裁军事项咨询委员会审议了高超音速武器问题，建议进一步研究这一专题。为此，裁军事务厅和联合国裁军研究所于 2018 年主办了一次关于高超音速武器的“1.5 轨”会议，之后发表了题为“高超音速武器：战略军备控制的挑战和机遇”的研究报告。

49. 据报道，俄罗斯联邦和美利坚合众国在双边裁减武器会谈中讨论了高超音速飞行器问题。

50. 裁军谈判会议、裁军审议委员会和大会第一委员会等关注外层空间安全的联合国机构曾提出陆基反卫星武器问题。

天基技术

51. 虽然涉足和利用外空的早期努力是以军事和安全利益为驱动，但在当今，外空的利用则服务于民用、商业、经济 and 军事部门的广泛活动。军队越来越依赖天基技术完成基本任务，如预警系统、导航、监测、选择目标和通信。卫星等外空系统尤其易受到各种反外空能力的影响，包括信通技术的有害使用、电磁干扰、激光炫目、电子欺骗和干扰以及由地面发射的反卫星武器。其中有一些能力还可针对外空系统的地面部分。不过，本节重点介绍可能具有反卫星应用的天基技术的最新发展。

在轨服务和主动清除碎片

52. 国家民事和军事实体以及商业公司正在开发机器人在轨服务能力。这种能力依赖于一些功能要素，包括机动、近距离接近、交会、对接和抓捕。在某些操作当中，部分功能需要自主执行。这类能力的用途包括卫星加油、维修和运输。目前正在积极开发能够在低地球轨道和地球静止轨道上进行此类活动的系统，并将其投入运行。2020 年 2 月，第一颗商业卫星服务飞行器成功与已有 17 年历史的国际通信卫星-901(Intelsat-901)卫星对接。

53. 主动清除碎片的相关概念是指使用第三方航天器处置空间碎片。各种国家和商业实体正通过各种技术手段开发和测试这种系统。大多数技术都涉及与目标交

⁵ 见 A/57/229、A/61/168 和 A/63/178。

会、捕捉目标和改变目标轨迹，从而使目标在大气中烧毁。正在探索的策略包括使用配备机械臂、网套、镖叉和粘合剂的小型卫星。也有学术研究在探索利用天基激光器摧毁相对较小的空间碎片的可行性。尽管某些概念已在外空进行了测试，但尚未有任何此类系统投入常规服务。

54. 虽然外空的自动交会和近距离操作已经进行了几十年，但在轨服务的不同之处在于，它涉及两个都并非专门为彼此配合而设计的空间物体之间的互动。有人担心，具备交会和近距离操作能力的卫星可能被用于不受欢迎、危险、破坏性或敌对性的行为，有时也无法直接从卫星的行为中解释其目的，特别是考虑到这种卫星能在无需另一卫星合作的情况下接近，而且也没有关于负责任地使用这类系统的规范。

天基激光器

55. 功率低至 10 瓦的天基激光器可能会让传感器“炫目”或短暂“失明”。一些专家认为，40 瓦的激光器可能会损坏某些敏感部件。第一个激光通信系统于 2016 年 11 月部署。与无线电通信相比，激光通信手段不易受到常规干扰技术的影响。这种系统的进一步发展，会使得部署更高功率天基激光器的情况日益增多。也有人在对利用天基激光器使小行星或其他对地球造成危险的物体转向进行研究。

相关政府间进程、机构和文书

56. 现行国际法禁止在轨道或天体上放置核武器或任何其他大规模毁灭性武器，或以任何其他方式在外层空间部署此类武器；禁止在天体上建立军事基地、装置及堡垒；禁止在天体上进行任何类型武器的试验和军事演习；禁止在外层空间进行任何核武器试爆或任何其他核爆炸。

57. 自 1985 年以来，防止外层空间军备竞赛一直被列入裁军谈判会议的议程，二十多年来一直是裁谈会议程上的核心问题之一。

58. 2013 年，外层空间活动中的透明度和建立信任措施政府专家组达成了一份共识报告(A/68/189)。2018 年，裁军审议委员会同意在其 2018-2020 年周期议程中增加下列项目：“根据外层空间活动中的透明度和建立信任措施政府专家组的报告(A/68/189)所载建议，为促进切实执行外层空间活动中的透明度和建立信任措施以防止外层空间军备竞赛拟订建议”。2019 年，和平利用外层空间委员会通过了外层空间活动长期可持续性准则的序言和 21 条准则。在受 COVID-19 疫情影响而延迟一年之后，外空委重新设立了外层空间活动长期可持续性工作组，并为工作组制定了五年计划，从 2021 年开始。

59. 2018 和 2019 年，根据大会第 72/250 号决议设立的防止外层空间军备竞赛的进一步切实措施政府专家组举行了两届会议。专家组讨论了一些新出现的问题，包括与交会和近距离操作以及主动清除碎片有关的可能措施。专家组最终未能就最后的实务报告达成共识(见 A/74/77)。

60. 大会在关于通过负责任行为准则、规则和原则减少空间威胁的第 75/36 号决议中向会员国征求对该专题各个方面的意见，并请秘书长提交一份实务报告(将作为 A/76/77 印发)。

E. 电磁技术

61. 运用电磁能达到主要效果或作为推进手段的多种武器技术已经存在或正在开发之中。这种武器可分为三大类：(a) 具备电子战能力的武器，即能够拒绝、阻碍或破坏对手获取电磁波谱的能力的武器；(b) 利用电磁能造成实体损害或毁灭的定向能武器；(c) 利用电磁能将固体射弹加速至较高速度的电磁推进武器，如磁轨炮或线圈炮。

62. 现代军事系统经常依赖使用电磁信号的传感器、制导系统和通信系统。电子战系统通过对电磁信号实施干扰、扰乱、欺骗或攻击而掌控这种依赖状态。电子战系统这一术语还包括用于对抗这种攻击的系统。电子战系统可固定或安装在地面运载工具、有人和无人驾驶航天器、舰船和导弹上。理论上，这种系统也可部署在海底或外层空间。因此，电子战系统具有大规模扰乱或使数字连通系统瘫痪的潜力。虽然各国正试图保护某些关键基础设施免受此类攻击，但这仍是一项重大全球风险。这类系统的使用可能落入灰色地带，一些国家可能认为其未达到使用武力或武装攻击的门槛。尽管如此，存在使用这种能力攻击预警卫星等关键军事基础设施的可能性，在最近几年引发了人们的担忧。

63. 定向能武器包括激光、高功率微波和粒子束。其中，陆基高能激光可能具有最直接的毁灭性和破坏性应用潜力。激光武器和高功率微波在防空和导弹防御方面尤为受关注，特别是激光武器精度高、速度快且单位“发射”成本低，使其在反击无人驾驶飞行器方面备受关注。据报道，有国家利用陆基激光器造成监视卫星的光学传感器“失明”或“炫目”。固态激光技术的进步部分解决了尺寸和重量方面的限制。对微小光纤激光阵列系统、自由电子激光器作为定向能武器和电磁脉冲作为反卫星武器的研究正在进行。

64. 磁轨炮或线圈炮等电磁推进武器的射程可达 200 公里，发射射弹的速度可能会超过化学推进剂的速度。这类武器可能比射程相当的导弹更轻量、成本更低。在发射距离较近的情况下，这类武器的射弹仅凭动能就能摧毁目标。虽然技术进步帮助开发出了原型，但技术障碍仍然存在，包括必须有大功率电源和足够坚固的部件。这类武器主要被考虑用于发挥反介入/区域封锁和海防作用。轨道炮已经进行了试射，这种武器预计将在本十年结束前得到部署。

相关政府间进程、机构和文书

65. 防止外层空间军备竞赛的进一步切实措施政府专家组讨论了电子战能力和定向能武器(见 A/74/77)。会员国目前对此所持观点见秘书长根据大会关于通过负责任行为准则、规则和原则减少空间威胁的第 75/36 号决议提交的报告(将作为 A/76/77 印发)。

F. 材料技术

66. 本节介绍制造技术和新型材料方面的发展动态。

67. 增材制造给生产带来了新的变革，也降低了国家和非国家行为体建造裂变材料和化学或生物武器生产设备等复杂部件的技术门槛。虽然技术限制依然存在，但为扩散目的使用增材制造的可能性每年都在增加。若将增材制造与人工智能等增强能力的技术相结合，这种使用的可能性则会更大，因为这种技术可降低出错率，有利于自动化生产，并可通过模拟原型使以往“无法打印”的部件可以打印。

68. 有些国家已经在利用增材制造生产核武器相关物品，如核弹头中的高爆透镜。此外，政府监管增材制造业供应链的难度越来越大。增材制造促使生产去集中化，从而有可能规避出口管制。增材制造还增加了技术无形转让和基于软件的设计在军备控制领域的重要性。

69. 纳米技术的发展使得化学和生物制剂的生产和运输变得更加容易，有可能阻碍防扩散方面的努力。纳米技术还可催生新型封装和雾化工艺，改进现有工艺，从而增强致命生物和化学制剂的运载工具。这种技术若同合成生物学和化学相结合，还可帮助开发杀伤力更强、更为耐久的新型制剂。

70. 军方继续探索能够提升士兵个人防护装备质量的材料，寻求可减少不同类型特征(例如雷达散射截面、电磁或热)以提高隐蔽性的材料。军方还在探索单位质量能量更高的新材料，以生产威力更强的常规武器炸药，提升陆海空天系统的推进力。

71. 轻小武器制造和设计方面的趋势继续引起人们对武器标识的耐久性以及各国准确记录和有效追踪武器的能力的担忧。模块化武器由多个可重新配置的部件组成。这种模块化设计对《使各国能够及时可靠地识别和追查非法小武器和轻武器国际文书》关于在武器的基本部件或结构部件上加标独特标识的要求提出了挑战。此外，聚合物塑料在武器制造中的使用也引起了人们的担忧，因为与钢材等传统材料标记相比，此类材料上的标记更容易被清除和更改。

相关政府间进程、机构和文书

72. 安全理事会在第 2325(2016)号决议中表示致力在执行第 1540(2004)号决议的过程中，审议非国家行为体利用科学技术的迅速发展和国际商贸进行扩散的问题。安理会还鼓励各国管制技术无形转让的渠道，管制可用于大规模毁灭性武器及其运载系统的信息的获取渠道。

73. 会员国继续在《从各个方面防止、打击和消除小武器和轻武器非法贸易的行动纲领》框架内，就武器技术、设计和制造的最新发展及其对《国际追查文书》的影响交换意见。鉴于聚合物材料和模块化设计可能会破坏标识和追查的长期可行性，因此，继续特别关注聚合物材料和模块化设计的应用。在 2021 年 7 月举行各国审议《从各个方面防止、打击和消除小武器和轻武器非法贸易的行动纲领》执行情况第七次双年度会议之前，各国就相关技术发展非正式交换了意见。与此

同时，大会继续认识到与这些发展相关的机遇和挑战，包括聚合物和模块化武器，并呼吁及时应对这些挑战(见第 75/241 号决议)。

三. 新兴技术对核风险的影响

74. 当今世界，国际体系日益多极化，国际安全环境不断恶化，核武器在战略理论中占据更大作用，投入武器库升级工作的支出达到了空前水平。新兴技术的军事应用可能会增加核武器国家之间发生常规武装冲突的概率，从而引发更多可能导致核态势升级的局势。如今，使用核武器的风险已经达到了冷战以来未曾见过的高度。最为迫近的危险是造成更多相互关联的形势，使误解、误判和升级更容易发生。

75. 许多科技进步正被用于制造更精准、更快、更隐蔽且在有些人看来更便于使用的核武器及其运载系统。

76. 有可能导致核武器风险上升的技术包括导弹防御、先进远程导弹(包括高超音速飞行器和高超音速巡航导弹)、反卫星系统、信通技术和人工智能应用方面的技术。

77. 当前，国际局势紧张，各国正在重新审视核威慑理念，针对可造成战略后果的新能力缺乏保障措施，军备控制框架正在受到侵蚀，与此同时，这类技术正在给这一背景增加不可预测的因素。而在这类技术涌现的同时，人们担心核武器国家之间对管理危机和升级情况缺乏共识，特别是在卫星等关键基础设施遭遇攻击的问题上。

78. 从短期来看，相关发展动态可能会破坏国际稳定，影响以相互威慑为基础的安全观。例如，攻击性网络能力可能会干扰预警系统及时提供准确信息的能力。具备精确打击能力的常规武器可瞄准对核武器指挥和控制十分关键的基础设施。这种发展动态可能会在首先使用核武器的必要性方面造成容易动摇的认识，进一步增加误解的可能性，进而导致局势迅速、不受控制地升级。

79. 对新兴技术影响的担忧，正在推动军备竞赛等制造风险的行为。例如，尽管人们担心高超音速武器不会带来任何实际优势，但这种武器的开发和应用仍在进行；⁶ 再比如扩大核理论边界，可能会导致在更多情况下使用核武器应对非核能力或关键基础设施遭遇攻击的问题。

80. 核武器与新兴技术之间的联系，有可能造成模棱两可的危险处境，可能导致事态升级和误判。战略模糊可源自诸如网络攻击等各种非核战略攻击，以及使用核武器进行回击的可能性。行动模糊性涉及“战略常规武器”和能够承载核或常规有效载荷的系统。还有可能针对多用支撑系统(如通信、对地观测或定位、导航

⁶ John Borrie、Amy Dowler 和 Pavel Podvig，“高超音速武器：战略军备控制的挑战和机遇”(纽约，联合国裁军事务厅和联合国裁军研究所，2019 年)。可查阅 un.org/disarmament/wp-content/uploads/2019/02/hypersonic-weapons-study.pdf。

和定时系统)实施攻击的意图模糊。在常规危机的背景下,对这类基础设施的攻击可能会被误解。这种“混乱”互动可能会因误判而推动事态升级。

81. 若干新兴技术已经暴露了核武器及其指挥、控制和通信方面的潜在漏洞。使用攻击性网络能力攻击或干扰核指挥、控制和通信系统,可能是最为紧迫的问题,特别是考虑到这种攻击的归因溯源难度较大。同样,使用激光造成预警卫星“炫目”,或使用机器学习“欺骗”核指挥、控制和通信系统,可能会增加误判风险,造成升级压力,包括让恶意的第三方趁虚而入。

82. 有些新兴技术还可能以移动发射装置和有核能力的潜艇等以往带有保护结构的能力为目标,进一步降低核武器的使用门槛。自主无人操纵载具、机器学习和增强遥感能力等的使用,可方便对这种能力进行追踪,使得各国对保持核武器系统戒备状态的依赖性日益增加,从而对局势升级管控产生不利影响,或有可能导致各国认为有必要增加运载工具数量以规避探测。

83. 新兴技术有可能缩短核武器使用决策的过程。“高超音速武器”可减少决策者本已有限的时间。对核指挥、控制和通信系统的非动能干扰会削弱信任和核实信息的能力,而一些人工智能的“黑匣子”性质等问题可能会进一步加剧这种情况。鉴于使用核武器的灾难性后果,这种风险在核武器背景下会大大增加,而且会因“预警即发射”等理论立场而加剧。

四. 对人权的影响

84. 人权理事会及其特别程序任务负责人、人权条约机构和联合国人权事务高级专员探讨了武装无人机、致命自主武器系统、致命性较低的武器和信通技术等各种新兴武器技术所涉及的国际人权法和国际人道法影响。

85. 特别关注在下列两种情况下更易以个人为目标的武器系统: 交战地区以外的地区, 或不存在武装冲突且只适用国际人权法而不适用国际人道法的地区。主要关注点一直为武装无人机, 但也讨论了致命自主武器系统的影响。

86. 国际人权法禁止任意杀戮(A/68/389, 第 60 段)。为执法目的使用潜在致命的武力是一种极端措施, 应只在出于绝对需要保护生命或防止迫在眉睫的威胁造成严重伤害时使用。以任何方式故意剥夺生命的行为, 只有在为保护生命免遭迫在眉睫的威胁这种严格必要的情况下才可允许。例如, 在武装冲突局势之外借助无人机使用致命武力, 杀害除目标(必须构成迫在眉睫的生命威胁或重伤威胁才构成目标)以外的任何人, 如附近的任何其他人员, 都将构成任意剥夺生命的行为(A/HRC/14/24/Add.6, 第 86 段)。

87. 特别报告员感到关切的是, 技术发展正促使各国扩大或歪曲对国际法的解释, 特别是对诉诸战争权的解释, 因为新一代武器系统具备在任何时间在世界任何地点针对国家(见 A/HRC/44/38)和非国家行为体实施定点击杀的能力。

88. 面对可信的关于侵犯生命权的指控时, 新型武器技术给追责工作提出了各种难题。开展武装无人机行动的机构没有能力向公众披露其选择目标的标准或纳入

这类标准中的预防措施(A/68/382, 第 98 段)。这类机构可能未针对被杀人员作任何正式记录(同上, 第 99 段)。缺乏透明度导致难以评估就不法行为提出的主张, 造成问责真空, 影响受害者寻求补偿的能力(A/68/389, 第 41 段)。在某些情况下, 法院也不愿对在境外使用武装无人机进行定点击杀的情况进行监督(见 A/HRC/44/38)。虽然这种担忧主要针对的是武装无人机, 但致命自主武器系统和信通技术等其他新兴技术会危及关键基础设施, 可能会激发上述机构、包括参与所谓混合战争的机构的兴趣。

89. 除生命权面临风险外, 新的目标选定标准的可能使用也引发了歧视问题(A/68/389, 第 74 段), 包括基于生理性别、社会性别、种族或族裔出身和年龄的歧视, 以及各国是否会对公民和非公民适用相同的标准(A/68/382, 第 39 段)。

90. 也有人指出, 将新技术纳入武器系统可有助于维护人权, 包括记录有关可能的侵犯行为的信息, 协助调查侵犯生命权的行为。将传感器、摄像头和信通技术等用在无人机等平台上, 可方便更精确地选定目标, 有利于开展行动后评估(A/71/372, 第 84 段)。可在武装冲突和执法环境中使用的随身摄录设备也可作为证据来源用于追责(同上, 第 85 段)。

五. 结论和建议

91. 在联合国等框架内最近开展的或正在进行的多边审议, 都讨论了本报告所述的许多发展动态。联合国各实体将继续支持和促进现有的和潜在的新进程, 以应对新出现的挑战, 防止其对和平与安全、人权、人道主义规范和原则或本组织的其他宗旨和目标构成威胁。

92. 秘书长在《保护我们的共同未来: 裁军议程》中述及与新兴技术有关的各种行动时, 认识到必须重视多利益攸关方参与, 并承诺在各种情况下促进这种参与。会员国认识到, 各方越来越关注在政府间进程当中同产业界和其他私营部门行为体等多利益攸关方进行接触。建议联合国各机构和实体继续鼓励多利益攸关方参与, 并在此过程中确保地域公平, 包括鼓励产业界和其他私营部门行为体通过正式和非正式平台参与其中。

93. 鼓励会员国继续设法在其工作中评估科学技术发展动态, 包括为此参与审查裁军条约实施情况的进程, 并参与所有相关的联合国裁军机构内部的审查工作。

94. 某一特定科学技术领域的发展, 可能会对许多不同裁军进程和机构的工作产生现实意义。因此, 建议负责审查裁军条约落实情况的进程和所有相关的联合国裁军机构投入专门时间, 及时了解负责解决科学技术发展有关问题的其他进程和机构所开展的所有相关工作。

95. 建议继续每年提交报告介绍本报告所涉内容的最新情况, 帮助各方持续了解科学技术发展及其可能对国际安全和裁军努力造成的影响。