

2020年12月

五项改进核军控的近期建议

詹姆斯·阿克顿 (James M. Acton)

托马斯·麦克唐纳 (Thomas D. MacDonald)

普拉奈·瓦迪 (Pranay Vaddi)

五项改进核军控的近期建议

作者：詹姆斯·阿克顿 (James M. Acton)、托马斯·麦克唐纳 (Thomas D. MacDonald) 和普拉奈·瓦迪 (Pranay Vaddi)

本文是对 2020 年 12 月原论文的部分翻译，不包括涉及俄罗斯和美国的建议。

目录

缩略语.....	1
序言	2
概要	2
导言	10
超越（传统）双边主义：中美裂变材料管理制度.....	14
预防走火：三边弹道导弹通报协定	18
结语	24
关于作者	25
致谢	25
尾注	26

缩略语

C3I	指挥、控制、通信和情报
EODF	外部可观察的区别特征
EPAA	欧洲分阶段适应方案
HEU	高浓铀
IAEA	国际原子能机构
ICBM	洲际弹道导弹
《中导条约》	《美苏关于消除两国中程及中短程导弹条约》
北约	北大西洋公约组织
New START	《新削减战略武器条约》
NRRC	减少核危险中心
NSNW	非战略核武器
NTM	国家技术手段
SLBGM	海基助推滑翔导弹
SLCM	海基巡航导弹
SM-3	标准-3 导弹
SSBN	核弹道导弹潜艇
START I	《第一阶段削减战略武器条约》

序言

2020年1月，卡内基国际和平研究院核政策项目启动了一个新项目，致力于改进未来的军备控制。我们通过提供开展国家间合作的具体、实用的创新思路，旨在缓解严重的核风险。我们尤其致力于推动美俄重启减少核危险方面的合作，并有效吸引第三国（特别是中国）的参与。

本中期进度报告提出了五项近期建议。下一步，我们将邀请中国、俄罗斯、美国及其盟国以及所有其他国家的官员和专家提供反馈意见——因为一旦美中或美俄爆发核战，将引发全球性后果，因此降低战争可能性符合所有国家的共同利益。我们后续将根据相关反馈意见修改近期建议，并拟于2021年底发布修改后的近期建议以及更加雄心勃勃的长期建议。

概要

中美俄三国政府均表示支持军备控制，但在军控目的和前提条件方面存在巨大分歧。为了求同存异，本文提出五项切实可行的措施，可予以单独实施，也可纳入一揽子计划予以实施。这些措施将有助于解决每个国家的具体安全关切，以及避免军备竞赛和冲突升级带来的共同威胁。

美俄新一轮的军备竞赛已经拉开大幕，目前总体上属于在质上的竞争，但很快就会转变为在量上的竞争。为了弥补传统劣势，俄罗斯部署了大量非战略核武器力量，规模远大于美国；且正在部署新系统，并可能增加非战略弹头总数（俄罗斯和美国通常使用“非战略”一词来描述射程无法从部署地点到达其他国家本土的核武器）。作为回应，美国正在开发和部署其自身的新型非战略核武器。

俄罗斯方面认为，在战略层面，美国正致力于通过提升核能力（包括高精度常规武器和弹道导弹防御系统）来破坏其核威慑力量。俄罗斯的反应包括开发和部署各种新型战略武器。

2010年签署的《新削减战略武器条约》对美俄当前部署的所有战略武器施加限制，有助于控制军备竞争。在2021年1月美国新政府上台后，该条约有效期可能会延长五年，至2026年。

中国目前的核力量规模比俄罗斯和美国都小得多。和俄罗斯一样，中国也认为美国试图破坏其核威慑力量，其正在迅速提升核能力，同时缓慢增加核弹头库存；反过来，一些美国官员担心中国寻求“某种核均势”。

在美中或美俄严重危机或常规冲突中，对军力脆弱性的担忧会导致军备竞赛，可能会引发冲突升级。由于核领域和非核领域之间的交缠不断增加，这种风险日益上升。这种交缠包括对核力量及其指挥、控制、通信和情报系统（“C3I系统”）的非核威胁，以及对两用指挥、控制、通信和情报（“C3I”）能力的依赖。对这些威胁的单边响应通常涉及在不同升级风险之间的权衡取舍。例如，中国开发战略预警系统，使其能够在其核武器被攻击摧毁前发射，而该系统造成的危险是可能会将美国的导弹试验误认为攻击。

术语“军备控制”或“军控”广义上是指“潜在对手之间所有形式的军事合作”以实现共同安全，它提供了一种行之有效的潜在风险管理办法。第一步是俄罗斯和美国延长《新削减战略武器条约》有效期，并开始就后续条约进行谈判。为了避免增加谈判负担和出现谈判崩溃，《新削减战略武器条约》后续行动范围应限于战略进攻性武器。该条约无法解决来自海基助推滑翔导弹和海基巡航导弹的对抗军事力量威胁。美国对俄罗斯的非战略核武器和中国不断增长的核力量感到担忧；而俄罗斯对美国的弹道导弹防御以及导弹试验被误判为导弹攻击的危险感到担忧。

本报告提出了五项具有政治约束力和透明度的建立信任措施，将有助于解决这些问题。这些建议还将有助于督促中美俄三国——尤其是美俄——履行其裁军义务，巩固核不扩散体制。

在这五项建议中，一些建议将为所有参与方提供具体利益，而另一些建议将解决某一特定国家的特殊关切，因此需要纳入互惠一揽子计划进行谈判。起草这样的一揽子计划具有挑战性。俄罗斯对具有政治约束力的协议持怀疑态度。但是，此处提倡的组合方法最为切实可行，即同时实施限制战略进攻性武器的条约及单独的建立信任和透明度的措施。此外长期看来，具有政治约束力的协议可为达成具有法律约束力的措施铺平道路。同时，中国未表明其是否认为不涉及削减的军备控制措施能够增强其安全性。中国现在应该考虑要求美国作出什么让步，以换取中国解决美国的关切。

增强稳定性的五项建议

以下五项建议旨在降低军备竞赛和冲突升级的风险：

- 美俄两国交换海基巡航导弹和海基助推滑翔非核导弹的数据
- 美俄就两国空的实际或可疑的弹头储存设施实行透明制度
- 美俄两国针对欧洲“宙斯盾”陆基弹道导弹防御系统的建立信任机制
- 中美两国禁止生产裂变材料和透明制度
- 三边弹道导弹和太空发射通报协定

前三项建议涉及俄罗斯和美国，旨在控制下一个双边条约实际上无法限制的能力。第四和第五项建议旨在使中国参与，目的分别是阻止中美军备竞赛以及降低导弹试验或太空发射引发的升级危险。

第一，美俄两国应该每年交换两次关于本国已部署的海基核巡航导弹、海基非核巡航导弹以及海基助推滑翔非核导弹（按两个射程类别划分）数量的保密性声明。海基巡航导弹以及今后的海基助推滑翔导弹可能会导致军备竞赛和不稳定危机。如果俄罗斯或美国高估对方当前或未来的部署，可能会加剧危险。因为在《新削减战略武器条约》后续行动中，除了海基助推滑翔核导弹需要列入统计外，对海基巡航导弹或海基助推滑翔导弹施加限制，会造成无法克服的挑战。对此，确保透明度是更切实可行的推进方式。这种安排将使与数

据交换有关的任何安全风险降至最低，因为一方不会向另一方透露先前未知的能力或所部署武器类型的精确组合，更不用说任何特定船舰上的军备信息。

第二，美俄两国应在具有政治约束力的基础上，同意对二到五对空的实际或可疑的弹头储存设施进行相互检查，以证明这些设施中不存在核弹头（“空”表示不存在核弹头，不管类型如何）。非战略核武器位置模棱两可会造成严重风险。例如，俄罗斯飞地加里宁格勒可能存在核弹头，加剧了紧张局势，如果实际上不存在核弹头，这种紧张态势是不必要的。此外，在常规冲突中，模棱两可会导致出于先发制人目的阻止核使用而攻击储存设施，从而导致风险升级。

美俄将在两国共同商定的基础上选定设施；对于位于美国以外的北大西洋公约组织（简称“北约”）成员国的设施，还需要征得东道国的同意。在选定设施后，各方将交换包括场地图在内的基线信息，并商定检查边界。

应在选定设施后的六十天内进行检查。按照初步检查程序，设施检查持续时间应限制在十二小时内。在此期间，应首先向检查队提供指定用于检查的任何车辆，然后再以其选择的任何顺序进入其选择的任何武器储存容器和房间。东道国有权在检查前遮盖其认为敏感的任何物品。检查队有权使用辐射探测设备以确认任何被遮盖的物体、弹头储存容器或其他物体不含核材料。

与该建议相关的技术挑战似乎是可控的。从政治角度来看，该建议不需要就限制非战略核武器进行谈判，从而尊重了俄罗斯的红线，还会在弹头储存设施方面积累经验和树立信心，从而推进美国提出的制定更全面条约的目标。因为选定设施必须经由双方互相同意，东道国总是可以否决检查要求，从而避免难以克服的困难。1987年《美苏关于消除两国中程及中短程导弹条约》（简称《中导条约》）允许俄罗斯在欧洲开展检查，表明可以克服选定美国盟国境内设施的挑战。

第三，美俄两国应就欧洲“宙斯盾”陆基弹道导弹防御系统商定一揽子措施：

- 应美国的邀请，俄罗斯可利用本国设备观测“标准-3 导弹”（SM-3）Block IB 拦截弹和标准-3 导弹 Block IIA 拦截弹的飞行试验，以便分别测量拦截弹的燃尽速度（火箭发动机关闭或燃尽时达到的最高速度）。
- 美国应承诺：（1）在欧洲首次部署燃尽速度大于每秒 3 公里（每秒 1.9 英里）的任何类型的导弹防御拦截弹之前，向俄罗斯通报；以及（2）在欧洲首次部署拦截弹至少六十日之前，邀请俄罗斯开展飞行试验，以测量拦截弹的燃尽速度。
- 美国应向俄罗斯重申欧洲“宙斯盾”陆基装置专一的防御目的，并承诺避免：（1）在欧洲“宙斯盾”陆基发射器装载进攻性导弹，以及（2）改造这类发射器，使其具备发射进攻性导弹的能力。

俄罗斯方面担心，美国在欧洲部署标准-3 拦截弹以防御伊朗弹道导弹可能会威胁俄罗斯洲际弹道导弹打击美国的能力。此外，这些拦截弹的发射装置是在美国海军 MK-41 垂直发射系统的基础上改造的，该系统被安装在部署了“宙斯盾”防空和导弹防御系统的舰艇上，以便发射海基巡航导弹以及标准-3 导弹等其他导弹。尽管美国否认所谓的“宙斯盾”陆基发射器也可用于发射进攻性导弹，特别是巡航导弹，但这是俄罗斯的第二个关切。

这些关切可能会刺激俄罗斯在危机或冲突中先发制人地攻击“宙斯盾”陆基设施，还使制定军备控制协定的过程变得复杂，因为需要针对俄罗斯正在开发的新型战略武器施加控制措施，而这类武器被用于突破美国导弹防御系统。

俄罗斯可以将其导弹射程测量船停在美国夏威夷试验场相邻的公海，以监视美国拦截弹的飞行试验。核查“宙斯盾”陆基装置的专一防御性质的办法取决于俄美两国是否可以共同确认此类装置与其海基等同装置之间的外部可观察的区别特征，该办法将阻止陆基装置发射进攻性导弹。如果可行，将基于国家技术手段或对外部特征检查开展核查。如果不可行，

美国可允许俄罗斯检查人员选择并查看商定数量的“宙斯盾”陆基发射器的内部，以确认其装配着导弹防御拦截弹。任何形式的现场准入都需要获得东道国的同意。

国内批评人士可能会争辩说，向俄罗斯披露燃尽速度可能会损害国家安全。但是，这些信息不会有效地帮助俄罗斯或任何第三国击败美国的防御。

同时，俄罗斯要求在导弹防御方面达成具有法律约束力的保证。但其不能强迫美国接受条约（就像美国不能强迫俄罗斯接受涵盖非战略核武器的条约一样）。因此，至少在初期，任何可行办法都必须具有政治约束力。但是，该建议应该是可以解决更广泛关切的进程的第一步，此进程可能包括制定具有法律约束力的文书。

第四，中美两国应宣布共同禁产核武器用裂变材料。美国国家安全界内部已对中国参与军备控制的重要性达成了相当广泛的共识，重要目的之一是为了防止中国的弹头数量接近甚至超过美国。但是，美国不能强迫中国进行谈判。此外，即使开启真诚的三方谈判，也可能需要数年才能达成有意义的军备限制协定。

广泛但未经证实的报道称，中国已停止生产核武器用裂变材料，至少是停止了出于军事目的的生产。此外，据美国国防情报局评估，中国现有的裂变材料库存远不足以令其弹头数量接近美国。因此，可信地禁止生产裂变材料足以解决美国的关切。

在宣布禁产之后，中美应该就核武器用裂变材料库存交换保密声明，并讨论任何合规关切，以期制定有针对性的核查措施。

禁产核查的主要挑战是确认浓缩设施未生产高浓铀，这可能需要到实际场地。为了在政治上可接受，需要达成对等互惠。相反，在操作上无法对库存声明进行全面核查；最终，中美必须决定是否最好接收额外信息，即使其无法核查。

美国从该建议中的获益要多于中国。美国的裂变材料已经超量，并且已长期停产。中国可能希望保留生产更多材料的选择。尽管如此，中国有三种潜在动机来探究此建议。首先，必须将其作为互惠一揽子计划的一部分。其次，该建议有助于中国更深入地了解美国的裂变材料库存。第三，相较于美国倾向选择对核力量施加约束限制，该建议可能更容易被中国接受。

第五，中美俄三国应同意互相通报（1）所有太空发射和（2）符合约定条件的所有弹道导弹或助推滑翔导弹试验（包括空基、陆基和海基）。如果被误认为是攻击，导弹试验或太空发射可能会引发风险升级。同样，如果发射试验准备被误认为是攻击准备，可能会遭到抢先袭击。尽管在和平时期，这些风险发生率很低，但在紧张局势加剧时风险可能会大增，且随着技术的发展，在未来的美中危机和美俄危机中可能出现这种风险。

在导弹试验或太空发射前发出通报有助于降低这些风险。目前实际上已落实了美俄和中俄互相通报协定，但存在三处明显漏洞。首先，中美不同意交换任何发射通报。第二，没有任何国家承诺提供有关助推滑翔导弹试验的通报。第三，触发通报要求的导弹射程阈值太高。

与针对三边军备控制的其他概念相比，此项建议面临的政治障碍很小，但必须克服三个在绝对意义上看较为重大的挑战。首先，相较于冲突升级，中美两国更加担心蓄意进攻。话虽如此，双方都认识到升级可能并非出于故意。其次，两国可能针对该建议后续应采取什么措施（如果有的话）有不同看法，但如果双方认为此建议可增强安全性，那么并不妨碍它们支持该建议。最后，发射通报可能会触发监视导弹测试的间谍活动。但是，这种行动不会显著增加各国已经拥有或正在开发的情报收集能力的有效性。

前景

鉴于紧张的国际关系和分裂的国内政治，各国领导人并不愿与竞争对手开展合作；因此，构建各国落实采纳的必要政治意愿着实是一项挑战。对此可能并没有简单的解决方案，但

是历史证明政治障碍并非永久不变。尽管目前无法预测何时会出现军控机会，但中国、俄罗斯、美国和北约现在就应审议并完善建议，以便在政治条件允许之际快速推进。

各国还应各自审视：如果本国设定更广泛的安全目标，同时纳入有效震慑需求和减少军备竞赛和冲突升级风险的重要性，是否能够更好地满足自身利益。军备控制可以成为权衡取舍的有力工具，从而有助于改进通过威胁进行灾难性破坏来增进自身安全性过程中存在的固有风险管理。

导言

中美俄三国政府均表示支持军备控制，¹但是在军控目的和前提条件方面存在巨大分歧。这种分歧的根源在于各国对威胁的考量大相径庭。分歧体现在两项日益加剧的危险之中，而军备控制反过来可以有助于解决这两项危险：核军备竞赛，其加剧了安全困境和国际紧张态势；冲突升级，在紧张态势引发战争时可能带来核武器的使用。

新兴核军备竞赛

截至目前，新一轮美俄核军备竞赛总体上属于质上的竞争，但很快就会转变为量上的竞争。常规力量不平衡是驱动力之一。俄罗斯认为自己一贯不如美国和北约。作为回应，其严重依赖核武器（特别是非战略核武器）来防止遭到大规模进攻（这是沿袭自冷战的无用术语，俄罗斯和美国通常使用“非战略”一词来描述射程无法从部署地点到达其他国家本土的核武器²）。据美国国防部评估，俄罗斯拥有“多达 2000 枚”非战略弹头，并且可能还在增加。³相比之下，据信美国拥有大约 230 枚此类弹头。⁴此外，俄罗斯正在开发和部署各种新型非战略核武器，其中包括最受争议的 9M729，这是两用陆基巡航导弹。据美国评估，违反了《中导条约》。

美国方面认为，这些事态发展反映出俄罗斯越来越愿意在冲突初期使用核武器，以迫使美国退让。⁵俄罗斯官员坚决否认本国核条令包含此概念，在西方话语中，通常将此称为“以升级换降级”。但这并不能让美国安心。⁶确实，为了纠正“俄罗斯的错误看法”，即其在非战略核武器方面的优势将为其提供“强制优势”，美国已在三叉戟 D5 海基弹道导弹上部署了低当量弹头，并且开始研发海基巡航核导弹。⁷同时，美国退出了《中导条约》，这显然是因为俄罗斯部署了 9M729 巡航导弹，此举开启了中程和中程陆基导弹竞争的大门（尽管只有俄罗斯的武器可能拥有核能力）。

美俄竞争也出现在战略核武器领域。俄罗斯方面认为，美国正在致力于提升能力，特别是非核能力，以破坏其核威慑力。俄罗斯担心，美国可能会利用核武器或高精度常规弹药对

俄罗斯的核力量发动先发制人的打击，然后使用弹道导弹防御系统清除任何为报复而发射的俄罗斯尚存武器，这样一来，美国可以用尚未使用的核武器对俄罗斯进行胁迫。俄罗斯的国防开支表明，这些属于严重关切。例如，2018年，俄罗斯总统弗拉基米尔·普京（Vladimir Putin）宣布研发三种新型战略核武器以保持俄罗斯具备击败美国防御的能力。⁸此后，俄罗斯已部署了其中一种武器，高超音速洲际滑翔导弹“先锋”。其他两种武器仍在开发中，它们是核动力巡航导弹“海燕”和核动力鱼雷“波塞冬”。

《新削减战略武器条约》有助于控制竞争，其限制了美国和俄罗斯当前部署的所有战略武器（包括先锋）。在2021年美国新政府上台后，该条约可能会延长五年至2026年，即条款所允许的最长时期。但是，后续协定谈判的前景尚不明朗。若没有战略武器限制协定，战略武器性质上的竞争很容易变成数量上的竞争。

目前，中国的核力量比俄罗斯或美国要小得多。美国估计，中国的核弹头数量为200枚出头。⁹相比之下，美国拥有约3800枚核弹头，俄罗斯可能拥有4000枚以上。¹⁰和俄罗斯一样，中国也认为美国试图破坏其核威慑力。¹¹至少部分是在这些忧虑的刺激下，中国正在迅速提升核能力，并缓慢增加弹头库存。实际上，美国国防部预计中国在未来十年内弹头库存“至少增加一倍”。¹²其他美国官员的预测更为激进。例如，美国负责军备控制的总统特使马歇尔·比林斯利亚（Marshall Billingslea）声称，中国寻求与美国和俄罗斯达成“一种核均势”，因此有引发三方军备竞赛的风险。他威胁道：“我们知道如何赢得竞赛，知道如何消灭对手。”¹³

不断升级的危险

在美中或美俄之间的严重危机或常规冲突中，对军力脆弱性的担忧会导致军备竞赛，可能会引发冲突升级。危机不稳定性可能是最严重的危险。¹⁴如果中国或俄罗斯得出结论认为美国即将通过核或非核手段攻击其核力量，其可能会发出核威胁或进行有限核使用，以使美国退缩。在极端情况下，俄罗斯甚至可能试图先发制人地攻击美国核力量以求自保。

核域和非核域之间的交缠日益加剧，进一步增加了冲突升级的风险。¹⁵例如，中国和俄罗斯都担心美国可能会使用非核巡航导弹，并在未来使用高超音速助推滑翔非核导弹攻击其核力量。同时，尽管俄罗斯（更不用说中国）不可能完全消灭美国的核力量，但美国的核 C3I 系统会更加脆弱。许多 C3I 装置，包括地面雷达和通信发射机都支持核和非核作战。在常规冲突中，对手可能会对这些装置发动非核攻击，从而降低美国发动常规战争的能力。但是，美国可能将此类攻击解读为使用核武器的前奏，并加剧冲突，以迫使对方退缩。

为增强各国核力量及其 C3I 系统的复原力和生存能力而进行的单边努力可以增强安全性，但通常需要在不同的升级风险之间进行权衡。例如，中国目前正在开发战略预警系统，使其能够在攻击摧毁其核力量前发射核武器。¹⁶受攻击即发射的能力可以增强中国对其核力量生存能力的信心，但也可能导致中国将美国在太平洋的导弹试验误认为是攻击，并有可能发起核响应。

合作降低风险

军备控制为军备竞赛和冲突升级风险提供了一种互补和行之有效的潜在风险管理办法，更广泛地讲，可以降低冲突风险。军备控制这一术语在此处广义上是指“潜在对手之间所有形式的军事合作”。¹⁷这种合作包括通过侵入性核查活动对核力量实行条约规定的限制，并且扩大到建立信任、透明度和行为规范。

第一步是俄罗斯和美国延长《新削减战略武器条约》有效期，并开始就后续条约进行谈判。本报告的两位作者最近针对此类条约提出了详细概念。¹⁸为避免增加谈判负担并导致谈判崩溃，《新削减战略武器条约》后续行动的范围应限于战略进攻性武器，包括自《新削减战略武器条约》生效以来开发的这类新型武器（核武器和非核武器）。即使这样，由于核查困难，此类条约可能无法管理海基助推滑翔非核导弹，这种导弹即便与海基巡航导弹一样，不被认为是战略武器，但也可助长军备竞赛并用于反击。更重要的是，达成一项后续条约，以解决美国对俄罗斯的非战略核武器和对中国不断增长的核力量的担忧，或解决俄

罗斯对美国弹道导弹防御系统的担忧，在政治上和时间上都不可行。由于中国拒绝介入，条约后续谈判也不是控制将导弹试验误判为导弹攻击的危险的正确平台。

本报告提出了五项具有政治约束力的透明度和信任建立措施，这些措施将有助于解决这些缺陷，并为减少和限制战略核力量的条约提供补充。

- 美俄两国交换海基巡航导弹和海基助推滑翔非核导弹的数据
- 美俄就两国空的实际或可疑的弹头储存设施实行透明制度
- 美俄两国针对欧洲“宙斯盾”陆基弹道导弹防御系统的建立信任机制
- 中美两国禁止生产裂变材料和透明制度
- 三边弹道导弹和太空发射通报协定

第一项和最后一项建议为所有参与方提供具体利益；其他建议则旨在解决一个国家的特殊关切，并且需要作为互惠一揽子计划的一部分进行谈判。

起草这样的一揽子计划具有挑战性。俄罗斯对具有政治约束力的协议持怀疑态度，认为这是“为了核查而核查，为了透明而透明”（尽管实际上其有时展现出灵活性）。¹⁹相反，美国通常至少支持透明度和建立信任原则（尽管实际上其有时表现出不愿详细阐述或探讨此类建议）。

此处提倡的组合方法最为切实可行，即同时实施限制战略进攻性武器的条约及单独的建立信任和透明措施。由于技术或政治原因，某些问题无法通过条约加以控制，对此，具有政治约束力的措施至少在目前是唯一可行的解决方法。话虽如此，从历史上看，此类措施有助于推动制定具有法律约束力的措施。例如，1988年，美国和苏联进行了一次联合尝试，共同评估了另一方进行的核试验当量，促使《限制地下核武器试验条约》在1990年生效。本着这种精神，制定具有政治约束力的建立信任措施应该是进程的开始，而不是进程的结束。

中国的态度一向明确，至少在美国大幅削减核力量之前，其对核限制谈判缺乏兴趣。²⁰中国表达了普遍忧虑，认为更高的透明度会破坏核力量生存能力，但除此之外，其未表明认为其他形式的军备控制是否能够增强其安全性。然而，作为抽象性原则，透明度的益处和风险不是这里的讨论重点；特定建议对中国安全的影响才是重点。中国官员和分析人士应考虑对美国提出什么要求，以建立互惠互利的一揽子计划，并在非正式和正式对话中与美国同行探讨折衷权衡。²¹

对于这三个国家，特别是美俄而言，最后一项考虑因素是其在《核不扩散条约》第六条“就及早停止核军备竞赛和核裁军方面的有效措施真诚地进行谈判”下所作的承诺。本报告的建议将以各种方式推进第六条的目标。有些建议将直接推动实现没有核武器的世界。例如，作为核查消除核武器的任何可信制度的一部分，需要检查储存设施以核查是否不存在核弹头。其他建议将有助于减少军备竞赛，这也是第六条的明确目标。会员国还同意，可以通过“能够减少核战争的危险……的政策”来推进第六条的目的。²²在许多无核武器国家对核武器国家是否愿意履行其裁军承诺深表怀疑，同时在实现无核武器世界的努力取得重大突破的前景渺茫之际，此处提出的建议提供了取得可见进展的办法，从而加强了不扩散体制。

超越（传统）双边主义：中美裂变材料管理制度

美国国家安全界内部已对中国参与军备控制的重要性达成了相当广泛的共识，其重要目的之一是为了防止中国的弹头数量接近甚至超过美国。但是，关于何时以及如何令中国参与，存在很大分歧。总统唐纳德·特朗普领导下的美国政府试图通过令中国与俄罗斯和美国达成三边条约来限制中国的核力量。²³同时，中国一直拒绝接受美国的恳求，其表示（并非承诺），如果美国首先减少核武库数量以弥合与中国的“巨大差距”，中国将加入多边裁军谈判。²⁴

美国面临两个严峻现实。首先，它不能强迫中国进行谈判。实际上，特朗普政府徒劳地呼吁俄罗斯“将中国带到谈判桌前”，并讨论进行核试验以向中国施压（该步骤可能最终会加剧军备竞赛），这恰恰证明其缺乏影响力。²⁵其次，即使开始真诚的三方谈判，也可能需要

数年才能达成有意义的军备限制协定。一个例子很好地说明了这一点：据信中国将弹头和陆基导弹分开储存；因此，根据《新削减战略武器条约》的计数规则，其未部署与其洲际弹道导弹部队关联的弹头。所以，涉及中国的军备控制协议必须处理单个弹头，这是一个艰巨挑战。因此，尽管三边限制条约是值得长期努力的目标，但它并未为美国提供实用短期方法来解决其对中国核扩张的担忧。

解决方案概念

有传播广泛但未经证实的报道称，中国已停止生产核武器用裂变材料——分离钚和高浓铀，至少是停止了出于军事目的的生产。²⁶此外，据美国国防情报局评估，中国现有的裂变材料库存只能生产“几百枚”弹头，可能使其现有的弹头数量翻倍，但在数量上无法与拥有近4000枚弹头的美国竞争。²⁷

因此，不对中国的弹头施加限制即可解决美国对中国核扩张的关切。中美两国共同宣布禁止生产裂变材料，并采取透明措施以提高禁产的可信度就已足够（美国已单方面宣布禁产）。

美中联合禁止生产裂变材料和相关透明度安排

中美应宣布共同禁止出于任何目的生产核武器用裂变材料，并承诺就建立互信进行谈判。

中国仍在生产用于民用的高浓铀，或者在计划分离钚，如果其为此不愿意完全禁产，应同意禁止出于军事目的的生产，并将所有新生产的高浓铀和分离钚置于国际原子能机构（IAEA）的保障监督之下。

在商定禁产后，中美应就核武器用裂变材料库存交换保密声明，具体来说，针对以下各类别，两国应每年宣布总库存：（1）分离钚（除非钚-238含量超过80%）和（2）含有的铀-235超过20%的浓缩铀：

- 军用材料—用于核武器部件的已制造或保存供未来制造的材料（多余军用材料除外）
- 多余军用材料—国家承诺不用于军事目的的旧军用材料
- 舰艇燃料—用于军用舰艇反应堆的辐照或未辐照燃料
- 其他军用材料—用于其他军事目的的材料（例如用于军事研究反应堆的新核燃料或辐射燃料）
- 民用材料—仅涉及民用核活动的材料

该建议将以中美已采取的步骤为基础。美国在 20 世纪 90 年代中期发布了钚和高浓铀库存全面声明，但此后仅做出一次更新（仅更新了高浓铀声明）。²⁸同时，根据国际原子能机构的透明度倡议，中美两国均宣布了民用钚库存，但中国上次提供最新信息还是在 2017 年，不清楚其目前是否参与信息更新。²⁹

核查

在承诺双边禁产武器用裂变材料后，中美两国应讨论可能会遇到的任何合规关切，以期制定临时核查措施以缓解这些具体关切。

针对禁止钚生产的核查应该不存在问题。实际上，美国必定使用国家技术手段监视中国的后处理厂（两个军事设施和一个试验规模的民用设施）和钚生产反应堆的非运行状态。³⁰同样，中国目前必须使用国家技术手段来确认美国军用钚生产反应堆和后处理厂已退出运行。

31

中国制定了雄心勃勃的建设一个或多个大型民用后处理设施的计划。美国曾表示，其不担心这些工厂分离出的钚可能被转用于军事计划。但是，将此类设施置于国际原子能机构的保障监督之下将会提高禁产的可信度³²（美国从未拥有可运行的民用后处理设施，也没有计划建设这种设施）。

对禁止高浓铀生产的核查可能更具挑战性。美国和中国运行的浓缩设施用于民用生产和研发目的，这些设施可以生产高浓铀。³³确实，中国的 Heping 工厂曾经生产用于核武器的高浓铀，目前可能正在生产用于研究反应堆的高浓铀。如果这样，根据禁产原则，必须停止这类生产或使其接受国际原子能机构的保障监督。³⁴

确认浓缩设施未生产高浓铀需要到达现场，为在政治上可接受，双方需要在这一个方面对等开放。虽然国际原子能机构或国家检查员进行的检查将是侵入性的，但这方面并不存在太多的技术困难。

为了核查从未生产高浓铀的运行中浓缩工厂目前不在生产高浓铀，可以分析取样样本以确认不存在高浓铀颗粒。如果该工厂生产了高浓铀，可以通过确定高浓铀颗粒的最低寿命来检查目前是否已停止生产。³⁵如果未停止生产，可通过在线浓缩监测器或定期采样来测量产品流量的浓缩程度。最后，如果一国担心另一国建造了秘密浓缩工厂以生产用于军事目的的高浓铀，可以再次使用取样本来确认可疑设施中是否不存在高浓铀颗粒（若有必要，东道国可以使用大规模遮盖以保护不相关的机密信息）。

与禁产核查不同，在操作上无法对库存声明进行全面核查。原因之一是武器部件保密规则阻止检查员测量裂变材料含量。话虽如此，各国可以将对方声明与己方情报估计值进行比较，并致力于讨论不一致之处。特别是，与裂变材料的后续使用或当前裂变材料的处置相比，裂变材料的过往生产并非是最敏感的话题。因此，有可能通过透明地了解相关设施的运行历史以及潜在利用核考古学（涉及分析设施和废物流中的组分以估算过往的产量）来解决生产量方面的分歧。

评估

技术可行性。即使具有潜在的侵入性，禁产核查也相对简单。相反，无法核查库存声明，至少无法以任何全面方式进行核查。最终，中美必须决定是否最好接收额外信息，即使相关信息是无法核查的。

政治可行性。如果单独实施该建议，美国从中的获益要多于中国。美国生产的用于核武器的裂变材料远远超过其可使用量，并且在大约三十年前就停止了生产。相比之下，中国的库存要少得多。尽管其目前可能不会生产更多用于核武器的裂变材料，但其可能不会排除这一选项。确实，中国可能会不公开地反对一项多边裂变材料禁产条约（尽管由于巴基斯坦阻止了谈判，中国能够继续在口头上支持实现这一目标）。³⁶此外，对中国来说，与多边条约相比，双边条约的问题更大，因为除美国外，双边条约未涵盖影响中国裂变材料需求的国家：印度，俄罗斯，甚至日本。尽管如此，中国有三种潜在动机来探讨此建议。

首先，该建议实际上不会单独实施。必须将其作为需要美国做出重大让步的互惠一揽子计划的一部分。为了方便就一揽子计划进行谈判，中国应开始考虑对美国提出什么样的要求。同时，中美专家可以非正式地探讨潜在的权衡取舍。

其次，一些中国官员和专家私下质疑美国裂变材料声明的准确性。该建议将有助于中国更深入地了解美国的库存。

第三，虽然裂变材料无疑是中国的敏感问题，但与许多（即使不是全部）特别是对核力量施加限制的替代选项相比，该建议更有可能被中国接受。核力量限制将公开中国核武库的确切规模及武器的位置，加剧了中国对自身脆弱性的担忧。相比之下，库存声明只会显示中国核武库规模的大概上限，不会公开武器位置。当然，中国不一定要选择任何选项，可以继续不接触。然而，中国领导人应该考虑学者赵通的建议。他认为，军备控制可以防止与美国的竞争变得更危险和更具破坏性，增强中国作为负责任大国的形象，还可减少国防开支，从而能够增进中国的利益。³⁷如果中国领导人原则上同意这一论点，该建议可以成为切实的推进办法的一部分。

预防走火：三边弹道导弹通报协定

如果导弹试验或太空发射被误认为是攻击，可能会引发升级。这种风险真实存在。1995年1月，俄罗斯将一枚自挪威海岸发射的探空火箭误认为是美国的核弹道导弹。由于俄罗斯

担心美国销毁其核力量的第一波战役可能会向关键的指挥与控制节点发射少量弹道导弹（也许只是一枚），因此，在四分钟内，一连串的警报传递到了俄罗斯总统鲍里斯·叶利钦（Boris Yeltsin）处。³⁸在他激活“核公文包”并命令战略火箭部队准备发射洲际弹道导弹后，俄罗斯军方才确定先前的发射是无害的。

25 年后的今天，尽管俄罗斯的早期预警能力有所提升，但仍然存在切实的风险：被错误定性的发射，或将试验发射准备误认为是攻击准备会导致升级——这将引发对发射场进行先发制人的打击。应严肃对待这些威胁，原因有二。

首先，尽管在和平时期，升级风险发生率很低，但在紧张局势加剧时风险可能会大增，在这样的时期，国家和军事领导人可能更倾向于以最坏的可能来解释模棱两可的事件，因为他们准备着，或者至少担心受到攻击。³⁹此外，若一国担心其正在或即将遭到攻击，那么该国在危机中的反应要比在和平时期更加迅速。其次，由于中国努力获得迅速侦测弹道导弹发射并作出反应的能力，这些危险可能很快会在美中危机以及美俄危机中出现。

在导弹试验或太空发射前发出通报有助于降低这些风险。有两项涉及俄罗斯和美国的现行有效通报协议：1988 年《美苏弹道导弹发射通报协议》被纳入了《新削减战略武器条约》，从而具有了法律约束力；以及《2002 年防止弹道导弹扩散海牙行为准则》，这是具有政治约束力的多边文件，要求各方通报太空发射（还有许多其他规定）。另外，2009 年，中国和俄罗斯缔结了两国之间具有法律约束力的通报安排，即《关于相互通报弹道导弹和航天运载火箭发射的协定》，该协定将于 2020 年底到期，目前尚未决定延期（有关通报承诺的对比，参见表 1）。

将协议叠加来看可以发现三处明显漏洞。首先，中美不同意交换任何发射通报。⁴⁰第二，没有任何国家承诺提供有关助推滑翔导弹试验的通报。因为助推滑翔导弹是可变轨的，与燃尽后按照既定轨迹飞行的弹道导弹试验相比，前者实际上更可能被误认为是攻击。第三，如表 1 所示，触发通报要求的导弹射程阈值太高。但是，如果从靠近敌方边界的舰艇或从美国盟友领土以及对着美国盟友领土方向进行短程导弹试验，也可能引发升级。

表 1:
发射通报机制对比

通报要求	中俄 (2009 年协定)	俄美 (1988 年协定)	中美
陆基弹道导弹的最短射程	2000 公里 (1200 英里)	5500 公里(3400 英里)	无通报要求
潜射弹道导弹的最短射程	2000 公里	600 公里(370 英里)	
空基弹道导弹的最短射程	2000 公里	无通报要求	
助推滑翔导弹试验	否	否	
试验方向	朝向另一国 ^a	任何方向	
发射后通报	是	否	
太空发射	是	是 ^b	
特殊情况通报豁免	是	否	

^a 中国应向俄罗斯通报其向西方、西北方、北方和东北方的发射情况。俄罗斯应向中国通报其向东北方、东方、东南方和南方的发射情况。

^b 根据《海牙行为守则》。

解决方案概念

这些缺陷，再加上中国侦测导弹发射能力不断增强，表明中美俄三国在制定更全面的发射通报办法方面应该有共同利益。⁴¹下文描述的三边制度建议包括了 1988 年美苏协定和 2009 年中俄协定以及俄罗斯和美国之间从未实施的旨在加强其通报机制的 2000 年谅解备忘录的内容。有益的是，所有这些协定都包含了许多相同或几乎相同的定义和规则（例如，描述导弹试验计划弹着区域的说明）。

三边导弹发射通报机制的关键要素

中美俄三国应互相通报所有符合（1）从太空发射；和（2）从空中，陆上或海上进行的所有弹道导弹或助推滑翔导弹试验：

- 对于弹道导弹试验：发射点和弹着点之间的计划距离超过 500 公里（310 英里），或者计划射高超过 500 公里。
- 对于助推滑翔导弹试验：发射点和弹着点之间的计划距离超过 500 公里（310 英里），或者计划最高速度超过每秒 2 公里（每秒 1.2 英里）。

应提供发射前通报和发射后通报（如果未发射，应提供取消通报）。

应至少在发射窗口开启前二十四小时提供发射前通报，应包括以下内容：

- 发射类型（弹道导弹试验，助推滑翔导弹试验或太空发射）和发射模式（地面发射，海上发射或空中发射）
- 将要发射的导弹或空间运载火箭的数量
- 发射区域（对于地面或空中发射——地点、设施或范围；对于海上发射——海洋象限或水域，例如海洋或海湾）
- 窗口开启和结束的时间和日期（除非通报延长，持续不超过 7 天）
- 计划的有效载荷弹着区域（如果有）；否则应通报发射方位角（弹着区域大小可由通报方自行决定）

对于多次发射，只有当整个序列内的最后一次发射计划在首次发射后 60 分钟内，才适用单次发射前通报。

应在发射后 48 小时内提供发射后通报，应包括以下内容：

- 已发射的导弹或空间运载火箭的数量
- 发射日期和时间

在执行这些规定时，适用以下定义：

- “弹道导弹”是指在大部分飞行路径上具有弹道轨迹的武器运载工具。
- “助推滑翔导弹”是指在大部分飞行路径上使用气动升力来维持无动力飞行的武器运载工具，设计用于改变运载工具姿态的反作用控制系统不被认为具备飞行动力。
- “海洋象限”是指大约占海洋面积四分之一的九十度区域。
- “太空发射”是指为了将物体运送至地球轨道或外层空间而进行的火箭发射。

核查

该建议不需要核查制度。实际上，该建议之所以颇具价值，是因为俄罗斯和美国拥有侦测弹道导弹和太空发射的先进能力，而中国正在迅速显著提高其自身能力，从而产生了发射被探测和误判的风险。

评估

技术可行性。该建议易于谈判和执行。需要创立中美之间的交换通报机制（俄罗斯和美国将使用其现有的减少核危险中心，中国和俄罗斯应根据双方 2009 年协定建立沟通渠道，但没有相关的公开信息）。尽管中美可以使用标准外交渠道，但专门制度将有助于便利双边和三边的进一步合作。

政治可行性。至少与其他中国参与军控的模式相比，这项建议面临的政治障碍相对较小。未对任何能力或活动施加限制。此外，中美俄三国均认可发射通报有助于防止冲突升级的原则。但是，在三边军备控制方面，即使是相对较小的障碍，在绝对值上也是大阻碍，这主要是由于当前美中关系糟糕。

首先，相较于冲突升级，中美两国更加担心蓄意进攻，这增加了产生政治吸引力的难度。话虽如此，双方都认识到风险升级可能并非出于故意；例如，两国都加入了 2014 年《海上意外事故守则》，该守则旨在降低船舶彼此接近所产生的风险。在 1995 至 1996 年台湾海峡危机期间，中国预先宣布进行导弹试验，树立了更加相关的先例。⁴²

其次，即使中国不反对向美国提供发射通报的原则，其也可能担心这样做会产生更大压力，使其不得不参加后续步骤。同时，美国国内的批评人士可能不会将发射通报机制视为实现限制中国核力量目标的有意义步骤。但是最终，两国决策者应自问，拟议制度本身是否会增强本国安全性；如果能够增强安全性，即使其不同意后续步骤，也应该支持该制度本身。毕竟，美国的参与不会减弱该国发挥杠杆效应推动后续步骤，而中国的参与也不会降低该国抵御后续步骤的能力。

最后，各国可能会担心发射通报会触发监视导弹试验的额外间谍活动。中国的关切可能最为严重，因为它不信任美国，且根据中俄协定，中国目前可以通过背向俄罗斯方向发射或在“特殊情况下”申请豁免来规避通报要求。⁴³但是，触发间谍活动不会显著提高情报收集活动的有效性。中美俄三国已经拥有或正在研发预警卫星，这些卫星可以持续监测弹道导弹试验，无需触发。同样，目视侦察卫星无需触发就可以观察试验准备，即使它们提供的覆盖范围是拼接而成的。各国可以尝试利用发射通报的优势，预先部署船艇或飞机至恰当位置。但是，出于安全原因，在进行海洋试验前也已发布安全警告。同时，在不侵犯他国领空的情况下，飞机不太可能足够接近以监视地面试验。

结语

本报告阐明了五项建议，但构建各国落实采纳的必要“政治意愿”（借用外交官热衷的一个术语）着实是一项挑战。困难一方面在于美中和美俄之间的紧张关系。另一方面，各国国内政治分裂，领导人并不愿与竞争对手合作，即使各方均可从军备控制中获得安全利益。

尽管对此没有简单的解决方案，但认为政治障碍永久不变的观点是错误的。1962年10月14日，即美国在古巴发现苏联导弹的前一天，还想象不到美苏两国会在一年之内建立一条旨在减少核战争危险的沟通热线。1985年初，美苏《中导条约》谈判中止已近18个月，数百枚核武器导弹被部署在欧洲，当时无法预测到美苏两国会在1987年缔结条约。尽管目前难以预测何时会出现军控机会，但中国、俄罗斯、美国和北约现在就应该审议并完善建议，以便在政治条件允许之际快速推进。

取得进展的关键在于各方制定有利于自身利益的军备控制办法，这一要求是显然必要的；但鉴于中美俄之间的利益不对称和紧张态势，这一要求难以实施。可能的解决方案是结合两项或多项措施。例如，一个明显的组合方法是将有关弹道导弹防御的建议与有关非战略核武器的建议结合起来，从而满足俄罗斯和美国的关切。在这种情况下，中国尤其应开展必要的内部工作，以确定其想从美国（可能还有俄罗斯）获取的利益。

同时，各国还应各自审视：如果本国设定更广泛的安全目标，同时纳入有效威慑需求和减少军备竞赛和冲突升级风险的重要性，是否能够更好地满足自身利益。核威慑要求存在一定程度的冲突升级风险，否则核威胁永远不可信。然而，很难通过掌控风险来获得国家安全利益的最大化。确实，当今世界似乎存在极高的冲突升级风险。开始发生的全球核军备竞赛只会进一步增加成本。军备控制（目前被低估，对其研究不足）可成为强有力工具，从而更好地控制通过灾难性破坏威胁来增进安全性的固有风险。

关于作者

詹姆斯·阿克顿 (James M. Acton) 是卡内基国际和平研究院马秀丝荣誉学者，核政策项目联席主任及资深研究员。

托马斯·麦克唐纳 (Thomas D. MacDonald) 是卡内基国际和平研究院核政策项目研究员，目前正在美国麻省理工学院攻读核科学和工程博士学位。

普拉奈·瓦迪 (Pranay Vaddi) 是卡内基国际和平研究院核政策项目研究员，之前曾在美国国务院从事军备控制、条约合规、核查、核威慑等领域的工作。

致谢

感谢荷兰外交部、日本驻美国大使馆、德国联邦外交部、芬兰外交部、挪威王国外交部、瑞士联邦外交部、纽约卡内基公司、新土地基金会和展望希尔基金会对本研究工作的大力支持。非常感谢 Megan DuBois, Garrett Hinck 和 Gaurav Kalwani 提供的研究协助。感谢 Lori Merritt 和 Amy Mellon 出色的编辑、设计和发布工作。感谢 Mike Albertson, Andrey Baklitskiy, Linton Brooks, Evgeny Buzhinskiy, Jessica Cox, Fiona Cunningham, Rose Gottemoeller, John Ordway, 潘可为 (George Perkovich), Steven Pifer, Sergey Rogov, David Rust, Nikolai Sokov, Steve Steiner, 赵通以及其他非公开会议和研讨会参与者针对报告草稿的有益对话和真知灼见。本报告作者对报告内容负全部责任。

n#

- ¹ Fu Cong, Statement at the General Debate of the First Committee, United Nations General Assembly, Seventyfourth Session, New York, October 12, 2019, https://www.fmprc.gov.cn/mfa_eng/wjb_663304/zizig_663340/jks_665232/tyylb_665254/t1707314.shtml; Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, “Russia’s Position at the Seventy Fifth Session of the UN General Assembly,” July 23, 2020, https://www.midru/en/web/guest/foreign_policy/international_safety/conflicts/asset_publisher/xIEMTQ3OvzcA/content/id/4252717 and U.S. Department of Defense, “Nuclear Posture Review,” February 21, 2018, 72–73, <https://media.defense.gov/2018/Feb/02/2001872886/1/2018NUCLEAR-POSTURE-REVIEW-FINAL-REPORT.PDF>
- ² § 4 8Z , iL” F Ä !” ~+X ¶ FJ h F 0 O B Å È j * ¾ ÎLu ï È | p Z>Û , G ¾ H+• W È 7 x f ‘4Ö µ Ä
- ³ U.S. Department of Defense, “Nuclear Posture Review,” 9 and 53.
- ⁴ Hans M. Kristensen and Matt Korda, “United States Nuclear Forces, 2020,” Bulletin of the Atomic Scientists 76, no. 1 (2020): 47.
- ⁵ U.S. Department of Defense, “Nuclear Posture Review,” 53
- ⁶ “U.S. Claims on Russia’s ‘Escalation for De-escalation’ Doctrine Are Wrong Envoy,” TASS, April 9, 2019, <https://tass.com/politics/1052755>
- ⁷ U.S. Department of Defense, “Nuclear Posture Review,” 53.
- ⁸ Vladimir Putin, “Presidential Address to the Federal Assembly,” Moscow, March 1, 2018, <http://en.kremlin.ru/events/president/news/56957>
- ⁹ Office of the Secretary of Defense, “Military and Security Developments Involving the People’s Republic of China 2020,” Annual Report to Congress, 2020, 85, <https://media.defense.gov/2020/Sep/01/2002488689/1/2020DOD-CHINA-MILITARY-POWERREPORTFINAL.PDF>.
- ¹⁰ Kristensen and Korda, “United States Nuclear Forces, 2020,” 47; and Hans M. Kristensen and Matt Korda, “Russian Nuclear Forces, 2020,” Bulletin of the Atomic Scientists 76, no. 2 (2020): 104.
- ¹¹ Tong Zhao, “Narrowing the U.S-China Gap on Missile Defense: How to Help Forestall a Nuclear Arms Race,” Carnegie Endowment for International Peace, 2020, 11 https://carnegieendowment.org/files/Zhao_USChina_MissileDefense.pdf
- ¹² Office of the Secretary of Defense, “Military and Security Developments Involving the People’s Republic of China 2020,” 85.
- ¹³ “The Future of Nuclear Arms Control,” Hudson Institute, May 21, 2020 and 14, https://s3.amazonaws.com/media.hudson.org/Transcript_Marshall%20Billingslea%20on%20the%20Future%20of%20Nuclear%20Arms%20Control.pdf

¹⁴例如，见 Caitlin Talmadge, “Would China Go Nuclear? Assessing the Risk of Chinese Nuclear Escalation in a Conventional War With the United States,” *International Security* 41, no. 4 (Spring 2017): 50–92.

¹⁵ James M. Acton, “Escalation Through Entanglement: How the Vulnerability of Command-and-Control Systems Raises the Risks of an Inadvertent Nuclear War,” *International Security* 43, no. 1 (Summer 2018): 56–99; and James M. Acton, ed., “Entanglement: Russian and Chinese Perspectives on Non-Nuclear Weapons and Nuclear Risks,” Carnegie Endowment for International Peace, 2017, https://carnegieendowment.org/files/Entanglement_interior_FNL.pdf.

¹⁶ Office of the Secretary of Defense, “Military and Security Developments Involving the People’s Republic of China 2020,” 88–89.

¹⁷ Thomas C. Schelling and Morton H. Halperin, *Strategy and Arms Control* (New York: Twentieth Century Fund, 1961), 2.

¹⁸ Vaddi and Acton, “A ReSTART for U.S.-Russian Nuclear Arms Control.”

¹⁹ “The USA Continues Previous Course, Which May Be Formulated Very Briefly: Russia Is a Geostrategic Enemy,” *International Affairs*, October 16 2019, <https://interaffairs.ru/news/show/24166> (俄文).

²⁰ 中华人民共和国外交部，外交部军控司就国际军控与裁军问题举行中外媒体吹风会，北京，2020年7月8日，https://www.fmprc.gov.cn/mfa_eng/wjbxw/t1795979.shtml.

²¹ 关于可增进相互安全的军备控制建议的讨论，详见 Tong Zhao, “Practical Ways to Promote U.S.-China Arms Control Cooperation,” Carnegie Endowment for International Peace, October 7, 2020, <https://carnegietsinghua.org/2020/10/07/practical-ways-to-promote-u.s.-china-arms-control-cooperation-pub-82818>.

²² 2010 Review Conference of the Parties to the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, “Final Document,” NPT/CONF.2010/50 (Vol. I), New York, 2010, 21, https://www.nonproliferation.org/wp-content/uploads/2015/04/2010_fd_part_i.pdf.

²³ “Trump Calls for Arms Control With Russia and China in Putin Call,” Reuters, May 7, 2020, <https://www.reuters.com/article/us-usa-trump-russia/trump-stresses-desire-for-arms-control-with-russia-china-in-putin-call-idUSKBN22J2GT>.

²⁴ 中华人民共和国外交部，外交部军控司就国际军控与裁军问题举行中外媒体吹风会。

²⁵ “The Future of Nuclear Arms Control,” 3; and John Hudson and Paul Sonne, “Trump Administration Discussed Conducting First U.S. Nuclear Test in Decades,” *Washington Post*, May 22, 2020, https://www.washingtonpost.com/national-security/trump-administration-discussed-conducting-first-us-nuclear-test-in-decades/2020/05/22/a805c904-9c5b-11ea-b60c-3be060a4f8e1_story.html.

²⁶ 据报道，中国用低浓铀为其舰艇用反应堆提供燃料。见 Hui Zhang, “Chinese Naval Reactors,” *IPFM Blog* (blog), May 10, 2017, http://fissilematerials.org/blog/2017/05/chinese_naval_reactors.html.

²⁷ U.S.-China Economic and Security Review Commission, hearing on “A ‘World-Class’ Military: Assessing China’s Global Military Ambitions,” Washington, DC, June 20, 2019, 35, <https://www.uscc.gov/sites/default/files/2019-10/June%20202019%20Hearing%20Transcript.pdf>.

²⁸ “Global Fissile Material Report 2010: Balancing the Books: Production and Stocks,” International Panel on Fissile Materials, 2010, note 109, <http://fissilematerials.org/library/gfmr10.pdf>.

²⁹ International Atomic Energy Agency, “Communication Received From Certain Member States Concerning Their Policies Regarding the Management of Plutonium,” March 16, 1998,

<https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/communication-received-certain-member-states-concerning-their-policies-regarding-management-plutonium>.

³⁰ 详见 Hui Zhang, “China’s Fissile Material Production and Stockpile,” Research Report 17, International Panel on Fissile Materials, 2017, 20–28, <http://fissilematerials.org/library/rr17.pdf>; and “China’s Nuclear Fuel Cycle,” World Nuclear Association, October 2019, <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-fuel-cycle.aspx>.

³¹ 萨凡纳河工厂 H 峡谷可能有能力从乏燃料中提取少量钚，但其从未用于此目的。见“H Area Nuclear Materials Disposition,” Savannah River Site, <https://www.srs.gov/general/programs/harea/index.htm>.

³² 美国已准许中国在不经国际原子能机构保障监督的情况下对美国承担的乏燃料进行后处理。关于中国民用后处理对不扩散影响的讨论，见 Mark Hibbs, “The Future of Nuclear Power in China,” Carnegie Endowment for International Peace, 2018, 80–81, https://carnegieendowment.org/files/Hibbs_ChinaNuclear_Final.pdf.

³³ “China’s Nuclear Fuel Cycle”; and “US Nuclear Fuel Cycle,” World Nuclear Association, June 2020, <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/usa-nuclear-fuel-cycle.aspx>. 中国一处设施的部分受到国际原子能机构的保障监督。而国际原子能机构拟对美国的浓缩设施进行保障监督，但美国方面尚未接受。

³⁴ Zhang, “China’s Fissile Material Production and Stockpile,” 12–13. 此外，中美两国均关闭了气体扩散法浓缩工厂。应该采用足够的国家技术手段监视其状态。

³⁵ “Global Fissile Material Report 2008: Scope and Verification of a Fissile Material (Cutoff) Treaty,” International Panel on Fissile Materials, 2008, 48–49, <http://fissilematerials.org/library/gfmr08.pdf>.

³⁶ Bates Gill, “China and Nuclear Arms Control: Current Positions and Future Policies,” SIPRI Insights on Peace and Security, no. 2010/4, Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), April 2010, 8–9, <https://www.sipri.org/sites/default/files/files/insight/SIPRIInsight1004.pdf>.

³⁷ Tong Zhao, “Opportunities for Nuclear Arms Control Engagement With China,” *Arms Control Today*, January/February 2020, <https://www.armscontrol.org/act/2020-01/features/opportunities-nuclear-arms-control-engagement-china>.

³⁸ Peter Vincent Pry, *War Scare: Russia and America on the Nuclear Brink* (Westport, CT: Praeger, 1999), 214–227.

³⁹ Robert Jervis, *Perception and Misperception in International Politics*, new edition (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2017), xxx–xxxviii, 143–172, and 203–216.

⁴⁰ 安全警告可以作为实质上的发射通知。但是由于中国在陆地上进行试验，因此没有必要对航运发出警告，也不适用航空警告。

⁴¹ 关于本报告发表前发布的五核国建议，见 Frank O’Donnell, “Managing Nuclear Multipolarity: A Multilateral Missile Test Pre-Notification Agreement,” *Washington Quarterly* 43, no. 3 (2020): 177–196.

⁴² 例如 “China Announces Missile Launch Training,” United Press International, July 18, 1995, <https://www.upi.com/Archives/1995/07/18/China-announces-missile-launch-training/5045806040000>.

⁴³ 《中华人民共和国政府与俄罗斯联邦政府关于相互通报发射弹道导弹和航天运载火箭的协定》，2010年，第2.5章。



1779 Massachusetts Avenue NW | Washington, DC 20036 | P: + 1 202 483 7600

[CarnegieEndowment.org](https://www.CarnegieEndowment.org)