DOI 10.15302/J-SSCAE-2024.05.013

临近空间发展现状、问题及对策研究

杨君琳[1]，蒋崇文[1]，祝明[2*]，王自力[3]

（1. 北京航空航天大学科学技术研究院，北京 100191；2. 北京航空航天大学无人系统研究院，北京 100191；
3. 北京航空航天大学可靠性与系统工程学院，北京 100191）

摘要：临近空间是维护国家安全的战略高地，是新域新质作战力量的重要载体，是国际合作与竞争的新空域。本文通过系统分析临近空间的突出地位与重要意义，研判了全球临近空间发展的新形势，总结了我国临近空间发展的现状和存在的问题，提出了加快推进我国临近空间发展的措施建议。研究认为，目前全球临近空间技术发展迅速，世界各国临近空间管理探索不断创新，全球临近空间治理加速推进；我国在临近空间发展水平从技术实力、应用实力和保障实力等方面都居于世界领先地位，但还面临一些风险挑战。研究建议，从临近空间发展战略、临近空间关键技术发展与管理、临近空间应用技术与工程创新、临近空间法治保障、临近空间风险应对、临近空间国际治理、临近空间实验室体系建设与人才培养等多方面协同发力，全面提升我国临近空间的综合竞争力和影响力。

关键词：临近空间；临近空间发展形势；法治保障；治理体系；风险应对
中图分类号：V11　　**文献标识码：**A

Development of Near Space: Current Status, Problems, and Countermeasures

Yang Junlin[1], Jiang Chongwen[1], Zhu Ming[2*], Wang Zili[3]

(1. Institute of Science and Technology, Beihang University, Beijing 100191, China; 2. Institute of Unmanned System, Beihang University, Beijing 100191, China; 3. School of Reliability and Systems Engineering, Beihang University, Beijing 100191, China)

Abstract: The near space is crucial for national security; it is an important carrier for new combat forces and a new space domain for international cooperation and competition. By analyzing the significance of the near space, this study clarifies the new situation of near space development worldwide, summarizes the current status and existing problems of near space development in China, and proposes corresponding measures. Our research indicates that near space technologies are developing rapidly worldwide, countries around the world are continuously innovating in near space management exploration, and the global near space governance is accelerating. China leads the world in near space development in terms of technical strength, application strength, and support strength; however, it still faces some risks and challenges. Therefore, concerted efforts should be made from the following aspects: development strategy, key technology development and management, application technologies and engineering innovation, law guarantee, risk response, international governance, laboratory system construction, and talent cultivation, thereby enhancing the comprehensive competitiveness and influence of China in the field of near space.

Keywords: near space; development situation of near space; law guarantee; governance system; risk response

收稿日期：2024-07-11；**修回日期：**2024-09-06
通讯作者：*祝明，北京航空航天大学无人系统研究院研究员，研究方向为飞行器总体设计；E-mail: zhuming@buaa.edu.cn
资助项目：中国工程院咨询项目“临近空间发展战略研究”(2022-HY-18)
本刊网址：www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

一、前言

临近空间，又称为近空间、近地空间、空天过渡区，通常是指距离海平面约20~100 km之间的高空[1]，大致包括大气平流层区域、中间大气层区域和部分电离层区域，该区域也称为“近空间”“空天过渡区”“中层大气”“亚太空”“超高空”“高高空”等[2]。随着临近空间技术的突破发展，各国和国际组织对临近空间的发展和治理问题愈发重视，临近空间商业化活动快速发展，其所蕴藏的国防和民用战略价值也日益凸显，成为现代战争的新战场和空天一体化博弈的新兴战略要地。当前，我国临近空间技术发展水平居全球发展前列，在技术、应用和保障方面具有“硬实力”，但在战略重视、配套设施建设、监管制度、风险应对机制等方面亟需加强。

为加快我国临近空间发展，应在国家层面重视发展临近空间发展战略，明确临近空间发展的思路、原则和目标，为我国临近空间发展提供纲领性指引。本文通过阐释临近空间的突出地位与重要意义，分析全球临近空间发展的新形势，剖析我国临近空间的发展现状和存在的问题，在深入研究的基础上，从临近空间发展战略、临近空间关键技术发展、临近空间应用技术、临近空间法治建设、临近空间风险应对、临近空间国际治理等方面提出措施建议，建议多方面协同发力，推动我国临近空间快速发展，全面提升我国临近空间的综合竞争力和影响力。

二、临近空间的突出地位与重要意义

临近空间是战略空间，新技术的突破和应用，新产业的形成和拓展，对增强国家战略竞争力具有不可替代的重要意义。随着临近空间领域技术的快速发展和应用，临近空间已成为国家安全体系的重要组成部分，在技术上全球领先，但相关国际规则和治理体系尚未完全形成。我们有必要全方位、多维度考察临近空间战略性力量的表现和所体现的作用与价值，充分认识临近空间在国家综合实力构成和战略力量格局中的地位和潜力，明确和强化其作为国家战略性力量的认知和定位。

（一）临近空间是维护国家安全的战略高地

当前，世界百年未有之大变局加速演进，世界进入新的动荡变革期，国际环境变革与各国战略力量对比变化同步而至。临近空间安全事关国家领土、主权、航天、航空、网络安全、信息、海洋等领域的安全，在各国综合国力对比和国家安全利益拓展中的地位和作用日益凸显[3]。临近空间活动还对灾害预警、应急保障、安全监测、反恐维稳、商业航天等多个安全发展领域发挥了至关重要的技术支撑和保障作用，在政治、经济、外交、科技、文化等各个方面发挥重要而深远的影响。发展和安全犹如车之两轮、鸟之两翼[4]。临近空间发展战略是国家安全战略的重要组成部分，推动临近空间的发展与安全是贯彻落实总体国家安全观的必然要求。

（二）临近空间是新域新质作战力量的重要载体

《中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定》明确提出，加快发展战略威慑力量，大力发展新域新质作战力量[5]。新域新质作战力量已成为大国战略竞争的制高点和制胜未来的关键力量，斗争空间已经超出传统的领陆、领海和领空，不断向深海、太空、电磁等领域拓展。临近空间是伴随科学技术发展在现代战争中开辟出来的一块新战场，在未来空间通信指挥、侦察监视、支援保障、快速打击等方面具有重要的应用价值和特殊的军事战略意义。临近空间发展战略是我国提高塑造安全态势，遏控危机冲突，打赢局部战争能力的重要抓手，是新域新质作战力量的重要载体。

（三）临近空间是国际合作与竞争的新空域

临近空间作为新兴领域安全能力和综合国力增长的助推器，是国家科技领先优势、整体实力和国际位势提升的象征，更是国家在未来国际竞争中的战略优势。以这一战略优势为基础，开展新兴领域战略合作，既有利于巩固和提升大国地位和国际战略博弈主动优势，也有利于深化拓展平等、开放、合作的全球伙伴关系，为促进全球临近空间安全与发展提供支撑。同时，我国临近空间发展战略有利于平衡全球安全态势，推动世界临近空间和平力量的增长，促进伙伴关系，防止在临近空间领域实行霸权主义和强权政治，为维护世界和平与发展贡献力量，推动构建人类命运共同体。

三、全球临近空间发展的新形势

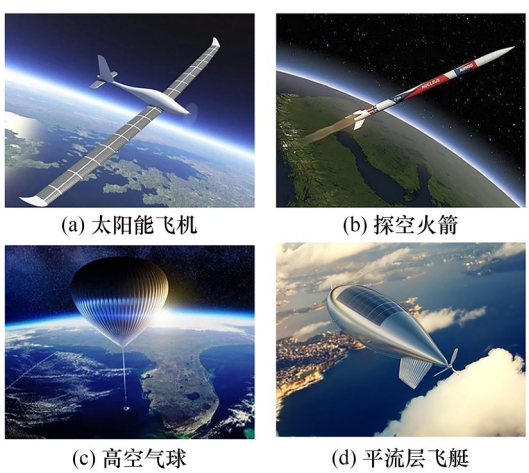
随着人类对临近空间认知的加深，各国不仅关注临近空间发展的科学规律，也特别关注相关的工程和应用技术，临近空间飞行技术发展和应用需求迫切。目前，我国与美国、俄罗斯、法国、澳大利亚、德国、日本等国家都在探索临近空间技术与应用。国外进行了多次近空间飞行器演示验证试验[6]，联合国和平利用外层空间委员会、国际民用航空组织、国际电信联盟等国际组织也在积极探索临近空间开发利用和治理问题，全球临近空间研究进入了科学探测与应用治理研究并重的新阶段。

（一）全球临近空间技术发展迅速

在临近空间科学研究方面，美国、欧盟、日本等国家和地区逐步从关注临近空间成分、密度、电磁和辐射参数等问题转向关注大气与空间天气的相互作用。临近空间的科学探测手段不断丰富，除了传统的天基探测和地基探测，临近空间太阳能无人机、探空火箭、高空气球、平流层飞艇等临近空间原位探测平台技术不断取得重大突破[2]（见图1）。整体来看，国内外尽管在临近空间的科学研究方面取得了一定的进展，但相对于其他相邻圈层，临近空间的探测数据匮乏，原位探测能力尤其不足，科学研究缺乏有效的数据支撑，难以满足临近空间飞行器长期驻留与控制的应用需求[2]。

（二）国外临近空间管理探索不断创新

在临近空间的利用和管理方面，各国也进行了积极探索，美国等国家高度关注临近空间领域的规则和标准制定，韩国、德国等国家也制定了临近空间飞行器发展计划[7]。2023年12月，美国、欧盟及其成员国、加拿大、日本和英国联合发布“关于更高空域运行的联合声明（HAO）”[8]，呼吁国际民航组织在其工作计划中优先考虑和加快更高空域问题研究，并加快制定和实施更高空域有人驾驶与无人驾驶航空交通解决方案，其语境中的更高空域即临近空间。此外，美国、欧盟等已出台相关政策法规和概念文件探讨了未来临近空间的监管框架与拟开展的准备行动。



(a) 太阳能飞机　(b) 探空火箭　(c) 高空气球　(d) 平流层飞艇

图1　临近空间原位探测平台

1. 美国的临近空间管理制度

根据美国的空域划分，临近空间被称为E类高空（Upper Class E），即FL600（距离海平面上方约60 000 ft高度，约18.29 km）以上的空域，属于受到相对管制的E类空域。2020年，美国联邦航空管理局和美国航空航天局发布了《E类高空交通管理运行概念1.0》[9]，探索了E类高空交通管理模式（ETM）（见图2），为未来制定E类高空活动的监管制度、飞行制度和责任制度提供实践与研究基础。美国E类高空的交通管理，在活动的空间范围上，适用于往返于E类高空的或在飞行高度略低于FL600的活动。该空域由单一的空中航行服务提供者（联邦航空管理局）运营，并委托给在同质标准和政策下运营的航线交通管制中心（ARTCC）。在活动主体上，适用于飞行器运行者（包括国家机构和商业机构）、第三方服务供应商、空中交通管制（ATC）部门，以及作为监管机构的联邦航空管理局。飞行器运行者是负责全面管理运行的个人或实体，运行包括载人固定翼、超音速飞机、无人固定翼高速飞行器、高空长航时无人固定翼飞行器、无人气球和高空长航时飞艇等飞行器。第三方服务供应商是协助运行者开展飞行规划、意图共享、冲突消除、监视和其他空域管理功能的个人或实体。在飞行间隔管理上，该规则提出两种方法，一种是协作间隔管理，即根据联邦航空管理局制定的规则，由各运行者负责协调与实施间隔管理；一种是空中交通管制间隔，由空中交通管制部门负责实施间隔管理。在飞行操作上，按照飞行流程，E类高空交通管理规则明确了飞行前、飞入E类高空前、抵达E类高空飞行、略低于E类高空飞行、飞出E类高空至着陆等阶段的活动规则。

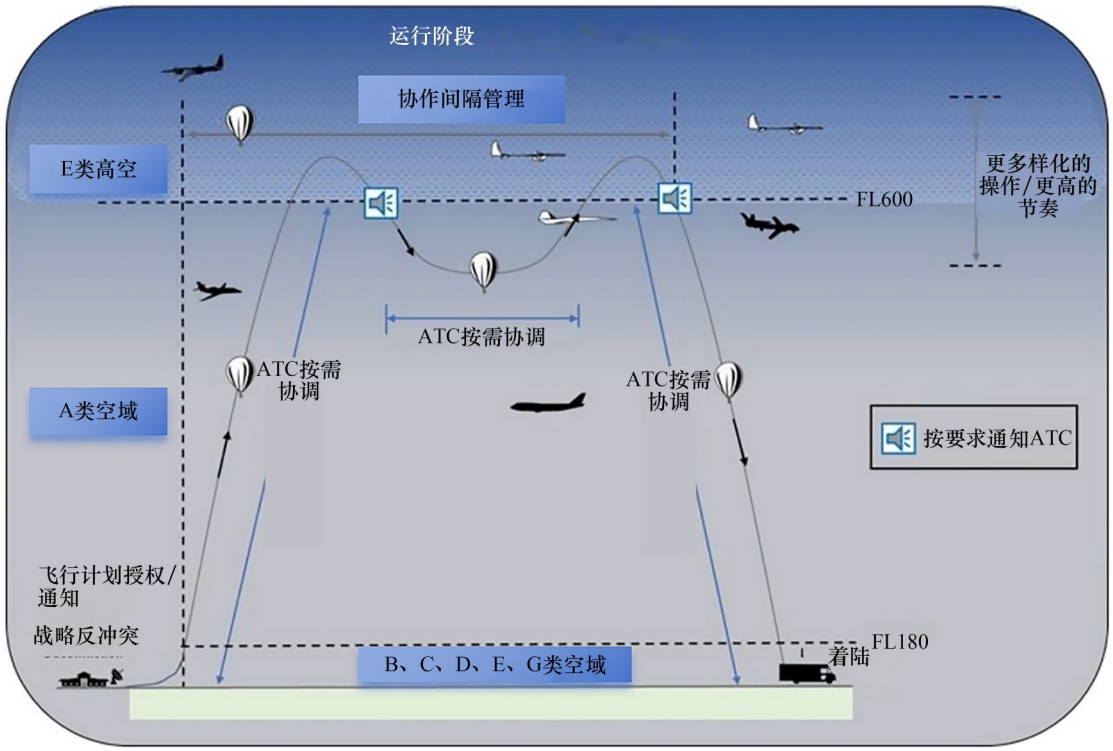


图2　美国ETM空域管理模式

2. 欧盟的临近空间管理制度

2022 年，欧洲航空安全组织发布《欧洲更高空域运营概念文件》[10]，将FL550（距离海平面上方约 55 000 ft 高度，约 16.76 km）以上的空域定义为“更高空域”，并探索形成了更高空域运营监管框架的职责分工、业务程序、基础设施、法律法规、准备行动等内容。欧盟对更高空域的运营，规范了所谓的“新进入者”的操作，以及从低空到高空的活动[11]。适用于在大气上层运行或通过大气上层运输的各种飞行器及系统执行的运行，包括超音速飞行，高超音速飞行，亚轨道飞行（包括探空火箭和亚轨道空中发射行动），高空作业平台，平流层气象 / 科学气球和其他亚音速无人机、高空平台等[10]（见图3）。

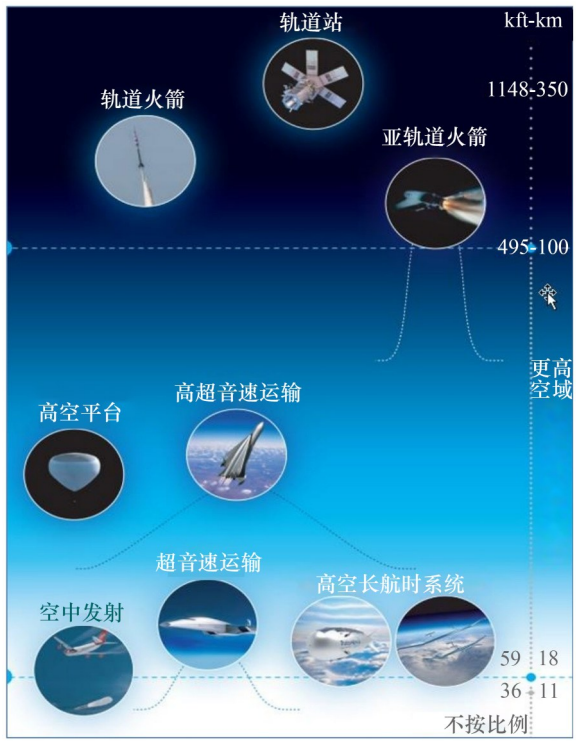


图3　欧盟更高空域运营示意图

（三）全球临近空间治理加速推进

1. 国际民用航空组织

国际民用航空组织作为联合国处理国际民用航空事务的专门机构，旨在协调国际民用航空关系，努力在国际民用航空的各领域协调各国的关系及做法，制定统一的标准。由于一些临近空间飞行器属于《芝加哥公约》的适用范围，因而国际民用航空组织对临近空间的全球治理也进行了极大的努力。国际民用航空组织不仅指出了新兴的临近空间活动

给全球治理带来的新挑战，同时还特别讨论了对临近空间的监管问题，并提供了一些具体的建议。2019年9月，国际民用航空组织大会A40-7号决议《新进入者》明确指出，“新进入者”一词是指更高空域运行（HAO）和无人航空器系统（UAS）交通管理（UTM）运行；并要求国际民用航空组织审查与空中规则、空中交通服务、审定合格、执照发放、赔偿责任和环境等有关的标准与建议措施，以便在考虑到地区框架和做法的情况下，在全球统一框架内进行必要的修订或扩充，便于新进入者的运行。该决议后来虽然被国际民用航空组织大会第A41-9号决议取代，但仍持续肯定国际民用航空组织在支持制定和实施更高空域全球概念和指南方面的作用[12]。

2. 联合国和平利用外层空间委员会

联合国和平利用外层空间委员会认为，对临近空间的开发和管理问题涉及外层空间的定义与界定问题、航空航天物体可能涉及的法律问题等多个方面，由其专门成立的法律小组委员会外层空间定义和划界问题工作组一并开展研究。截至2024年4月，联合国和平利用外层空间委员会向各成员征集了对外层空间的定义和划界的看法，以及与外层空间的定义和划界有关的国家法规与做法，共收到了64个国家和6个国际组织的答复，各国和相关国际组织对于临近空间的范围边界及属于空气空间或外层空间有着不同认识，没有在国际层面达成一致。但许多国家和国际组织认识到了对临近空间领域各类活动管理的必要性[13]。这些问题对于明确临近空间划界与法律适用尤其具有重要意义。当前，国际社会对临近空间属于航空还是航天领域尚未达成一致意见，其战略地位和概念的定义权之争、话语权之争、规则制定权之争对国家权益有深远影响。

3. 国际电信联盟

2019年，世界无线电通信大会第772号决议（WRC-19）审议关于促进引入亚轨道飞行器的规则条款，明确提出地球大气层和空间区域之间没有国际公认的法定界限[14]。该决议由国际电信联盟无线电通信部门研究亚轨道飞行器载电台与地面/空间电台进行无线电通信的频谱需求，尤其是实现语音/数据通信、导航、监控和测控方面；研究对《无线电规则》进行适当修改，但不包括做出任何新划分或修改第5条中的现有划分，以适应亚轨道飞行器载电台的需要，同时避免对常规空间发射系统造成任何影响。

四、我国临近空间的发展现状

在临近空间领域，我国临近空间发展的实力地位对战略的安排有决定性影响。当前，我国临近空间发展水平已居世界领先地位，在临近空间“硬实力”方面，可以从技术实力、应用实力、保障实力和法治建设四个维度考量。

（一）技术方面具备“领跑”世界基本实力

临近空间的本质是一个技术空间，一国进入、利用临近空间并确保临近空间安全，是以相应的临近空间技术为基础的。我国在临近空间核心技术方面，开展了大量机理和科学问题研究，突破了总体设计、材料、能源、动力、控制等大量关键技术，攻克了临近空间大气环境监测技术、飞行器新材料技术、高效可靠的新能源技术、新型推进技术、临空飞行器复杂控制技术等难题。特别是我国平流层飞艇关键技术指标达到或接近世界先进水平，构建了平流层飞艇技术体系，针对平流层飞艇“安全进入、长期驻空、可控飞行、安全返回”全过程，整体水平处于世界第一梯队，多项性能指标达到世界一流，在若干技术领域已形成一定优势，具备“领跑”世界的基本实力。

（二）应用方面处于实用化关键发展阶段

目前，我国是世界上为数不多的，具有进入和驻留临近空间，并在临近空间飞行的国家，临近空间飞行器已经开始实际应用。我国已经初步形成了临近空间飞行器产业生态，包括设计、制造、测试、应用等多个环节，临近空间技术已在通信覆盖、遥感应用、环境监测和航空保障等领域启动应用探索。2024年1月，我国工业和信息化部等七部门联合发布了《关于推动未来产业创新发展的实施意见》，将基于临近空间无人飞行器的临空无人系统纳入未来产业的发展范畴。2024年6月，世界经济论坛发布了“2024年十大新兴技术”，指出高空平台系统作为重要的新兴技术，有潜力将全球数十亿目前无法访问互联网的人连接起来。我国临近空间应用发展潜力巨大。

（三）保障方面组建了一支坚实的支撑队伍

我国临近空间领域经过多年发展，组建了一支由高校和科研院所为主的研发创新主力、军地企业为基础支撑、推进“产学研用”深度融合发展的队伍。“十三五”以来，北京航空航天大学研发的平流层飞艇跨昼夜驻空时间不断创造新纪录，推动我国平流层飞艇研发取得了显著进展，其他高校、科研院所和部分企业也进行临近空间飞行器研发、试验，形成了强大的科研合力。在中央和地方政府支持下，我国建立了多个临近空间领域创新研发中心。在临近空间技术和产业方面形成优势科研体系，并建成基础设施，推动航空、航天、自动化、材料科学等多个学科与产业融合发展，形成了独特的科研优势和多技术路线并行演进的新局面，为塑造有利于我国临近空间发展的内外部治理环境打下了坚实基础。

（四）法治方面初步探索明确临近空间地位

《中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）》和《国家空域基础分类方法》均明确规定，标准气压高度高于 20 000 m 的空域统一划设为 D 类空域，这类空域受到严格管控，属于管制空域。这充分表明，当前我国空域分级分类制度改革和空域管理的上位法规已经开始认识到我国临近空间安全与发展需求，并将临近空间空域作为我国空域管理的重要组成部分，这为我国临近空间空域的开发和利用提供了基本法治依据。但是《中华人民共和国民用航空法》《中华人民共和国飞行基本规则》《民用航空使用空域办法》《通用航空飞行管制条例》等空域管理的相关配套法律法规没有规范临近空间空域使用的具体事项和工作流程，临近空间在法治方面还缺少顶层法律法规的系统设计和权威安排。

五、我国临近空间发展存在的问题

我国的临近空间技术发展处于领先地位，这不仅仅为我国临近空间发展带来了机遇，也同样对我国未来临近空间发展提出了更高要求。当前，我国临近空间发展还存在一些问题制约了临近空间领域的进一步发展。

一是在国家战略层面对临近空间的战略价值、发展战略的重视还不够。我国尚未对临近空间这一新兴战略空域作出系统性研究和战略性部署的安排，对临近空间安全在总体国家安全中的地位，以及对我国国家安全和发展利益的价值和影响，缺乏深刻的认识和通盘的考虑，这不利于我国掌握临近空间发展的主动权。

二是在临近空间技术及配套设施方面还需要进一步突破和完善。如临近空间特殊现象认识与环境演变、物质能量交换规律，临近空间燃烧与新型动力等基础理论还需要深入研究；临近空间飞行器平台配套设施、临近空间整体应用技术、临近空间飞行器材料工程问题等亟需突破；临近空间数据应用服务如何实现“天临空地”一体化协同，数据应用创新与示范路径尚不清晰。

三是临近空间监管制度与风险应对机制尚未建立。临近空间飞行器频繁穿越空气空间、往返于国家领空与国际空域，给现有的航空航天法律体系带来了新的挑战，相关监管制度的缺失将给临近空间飞行活动带来不可估量的负面影响，但是当前我国尚未形成以解决临近空间飞行面临的实际问题作为抓手、且行之有效的临近空间监管方案。在国家层面缺少关于临近空间飞行活动的监管规则，在国际层面需完善协调机制，因法律法规适用的不确定性给行业发展带来了一定的掣肘[15]。同时，缺少临近空间运行过程中的风险管制、秩序协调程序及机制，采取的“一事一审批”的机制无法常态化确保飞行器本身和地面设施的安全。临近空间飞行器随着技术的成熟需同步制定安全性设计、飞行控制要求等系列标准，一方面可预防飞行安全事故，另一方面可防止过高的控制要求带来的飞行器系统发展延滞和成本过高等问题。

四是对参与临近空间全球治理和国际规则制定的准备不足。临近空间竞争既是大国政治的竞争，也是国际规则制定权和规则主导权的竞争，更将成为全球治理的一个重要领域[16]。与外空全球治理相比，临近空间国际规则制定更早或更易取得实质性进展，因为在临近空间这一新领域各国高度关注并不断发展，这为国际规则的建立创造了条件。临近空间飞行器一旦大规模进入临近空间，由于其飞行原理与应用模式与航天器有很大区别，其中高空气球轨迹更难以预测、更易导致误判从而引起摩擦或冲突，国际规则对临近空间发展的影响力也更为明显。因此，对于未来在临近空间领域大国之间合作与竞争并存的态势仍将得以延续的状态下，须早做

准备，积极倡议和参与相关国际规则制定等活动。但目前，我国对参与临近空间全球治理和国际规则制定方面的准备还不足，还没有形成可用的“工具箱”，这会使我国在临近空间国际博弈中处于被动局面。

六、加快我国临近空间发展的对策建议

（一）制定国家临近空间统筹发展战略

临近空间发展战略是我国临近空间发展总体布局的重要抓手。建议在国家战略层面明确临近空间发展的战略地位及其在国家安全战略中的作用。将临近空间发展战略纳入国家整体战略布局，坚持统筹布局、融合发展，兼顾发展与安全，形成协调有序、共享收益的临近空间一体化发展态势，为巩固提高一体化国家战略体系和能力提供重要支撑；坚持创新引领、前瞻布局，确保临近空间战略性新兴产业在创新驱动战略发展中的地位和作用；坚持安全为首、防范风险，贯彻落实总体国家安全观，通过构建覆盖全方位、全链条的安全保障制度体系，确保飞行器安全、飞行安全、应用安全、地面安全等临近空间活动安全，建立风险预防、风险管控、风险处置等制度；加强法治引领和法治保障，加快完善以制度建设为主的法治保障，并统筹推进国内法治建设与涉外法治建设，积极推动构建临近空间国际秩序，为实现临近空间的全球治理提供中国法治方案。

加强临近空间战略统筹和一体化建设，在总体国家安全观指引下，制定我国临近空间发展整体规划，整合临近空间科技发展重大计划和项目，明确临近空间发展战略规划阶段性目标，并将其阶段发展规划与国家和国防发展规划相衔接，明确临近空间领域融合发展的战略目标、任务、路径、重点和主要措施，确定和实施国家级的重大工程和重大项目；加强临近空间战略性新兴产业发展的顶层设计和总体谋划，制定产业发展规划，加大对突破关键核心技术的投入，发挥宏观调控作用；加强临近空间基础设施规划建设，统筹现有临近空间飞行活动基础设施建设，加快建设急需的放飞基础设施、飞行器指挥和控制操作基础设施，以及用于飞行器起飞和着陆的专用操作区域中的操作设施等，加速我国临近空间飞行器研制和应用进程。

（二）加强临近空间关键技术发展与统筹高效管理

在关键技术方面，加强临近空间总体优化设计技术、飞行环境的空气动力研究、先进推进理论和方法研究、高效能源获取与转换技术、临近空间飞行器新材料技术、临近空间飞行器智能自主控制理论和方法、持久飞行控制技术、发射回收技术等先进技术和基础科学问题的研究支持力度。

在管理模式方面，构建统筹管理、权威高效的临近空间领导管理体制、运行机制和制度规范，建立统筹临近空间安全和发展的联合指挥与管理架构，明确临近空间统筹协调监督管理的权威机构，压实其多方协调总揽全局的地位与职能，负责全面推进临近空间发展整体规划的落地实施，构建临近空间常态化管理模式；明确临近空间活动相关不同主体的分工、职责、权利、义务，特别是构建临近空间飞行活动的监管、临近空间数据信息共享、临近空间态势监测、不同类型临近空间活动统筹协调等方面的管理流程和要求，进一步加强安全控制能力，构建临近空间利用的融合发展模式。

（三）加快临近空间应用技术与工程的创新发展

开发临近空间应用和产业应以创新驱动战略为主要抓手，注重应用模式创新和多主体的协同创新体系建设。调动各方积极性，共同促进临近空间技术和应用创新发展，充分发挥其在基础前沿、关键技术到应用示范过程中的作用与贡献，应整合技术、人才等资源，敏感捕捉民用市场需求，挖掘临近空间技术在防灾减灾、通信网络、国土观测、海洋监测、环境保护、精细农业、水利监测、大地测绘、城市规划与管理等诸多方面应用潜在市场。发挥企业、高校、科研院所等的作用，加快技术的商业化应用，发挥技术优势、集成优势和品牌优势，主动培育临近空间应用创新模式，培育临近空间创新型企业、跨国型企业，打造中国品牌。对外，应提前布局临近空间应用技术标准和全球专利池，加快培育一批具有自主知识产权、市场竞争力强、行业带动效应明显的产业集群，推进临近空间产业链发展。

（四）统筹推进临近空间国内法治和涉外法治建设

对内，加快临近空间政策法规制度制定，分类、分批启动与临近空间活动相关的政策法规研究和起

草工作，尽快填补空白，为相关活动提供基本制度遵循。适时启动与我国临近空间活动相关的法规研究论证起草工作，同步推进我国临近空间飞行器、临近空间飞行活动、临近空间交通管理、临近空间应用活动等方面的法规制度完善。制定急需的临近空间涉外单行法律法规，及时构建阻断、反制不当限制、反制不当措施等规则制度。对外，持续推动临近空间涉外法治建设，加快完善临近空间活动合作相关双边或多边条约、协议，与相关国家加强法治合作，完善和平处理偶发意外事件的法律依据。

（五）加强风险监测，防范临近空间风险挑战

针对临近空间活动可能面临的空域审批、操作运行、法律纠纷、突发应急应用、舆情应对等方面的安全风险，应持续开展风险监测与应急管理，完善安全风险预警、安全隐患防范和安全事件处置措施，健全安全风险监测机制。针对各类风险，要预制和强化安全形势预判、安全隐患防范和安全事件处置措施，完善临近空间领域突发事件应急响应处置程序和协调联动机制，加强突发事件信息公开和危机沟通，完善公共舆情应对机制。制定安全风险防范责任落实台账，明确制定各级安全风险监管责任分工，定期针对职责落实情况进行督导检查，切实发挥各部门作用，形成工作合力。完善风险防范任务监测评估体系，定期发布监测评估报告，对任务落实缓慢的，加强预警和提醒，做到关口前移、及早预警。

（六）积极参与临近空间国际治理，提出中国方案

主动布局和积极利用国际创新资源，建立临近空间国际合作计划，搭建合作交流平台，努力构建临近空间领域合作共赢的伙伴关系。积极参与国际民用航空组织、联合国和平利用外层空间委员会、国际电信联盟等国际组织的相关议题讨论，适时推动有关议题的规则制定，在亚太经济合作组织、上海合作组织等我国主导的国际组织中，推动有关议题的讨论，主动塑造临近空间国际规则和国际秩序。坚持发展伙伴关系，主张与各国共享中国发展成果，推进临近空间产品和服务相关的贸易与投资自由化、便利化，为拓展海外市场创造有利环境。

（七）加强临近空间实验室体系建设与人才培养

以临近空间国家实验室为核心引领，构建临近空间领域多层次实验室体系，将高校、重大科技基础设施等战略科技力量作为基础与应用基础研究的核心平台，进一步发挥平台优势、人才优势、融合优势，加快提升原始创新策源能力；发挥市场作用，支持科技领军企业等战略科技力量承担重大科研任务或自主开展技术攻关等，培养民营科技企业领跑企业群体，阶梯式搭建丰富的产业应用场景；依托国家重大战略专项，创新合作模式，建立院属单位与高校、科研院所及民营企业的合作开发机制，形成产、学、研、金融等多主体参与的开放型技术协同创新体系；推动动力、控制、燃烧、力学、材料等多个学科间的深层次交叉，院校及企业部门的深度融合，推动我国跨学科的研究能力和平台建设，建立“稳定财政支持+科技金融”相结合的更加有效的多元投入机制，带动国家财政资金、国家级科技成果转化基金、产业投资基金等对临近空间技术和应用创新的支持，促进交叉学科研究人员思想的碰撞与融合，吸引更多的高水平科技人才，充实临近空间领域的研究力量。

利益冲突声明

本文作者在此声明彼此之间不存在任何利益冲突或财务冲突。

Received date: July 11, 2024; **Revised date:** September 6, 2024

Corresponding author: Zhu Ming is a research fellow from Institute of Unmanned System, Beihang University. His major research field is overall design of aircraft. E-mail: zhuming@buaa.edu.cn

Funding project: Chinese Academy of Engineering project “Research on the Development Strategy of Near Space” (2022-HY-18)

参考文献

[1] 崔尔杰. 近空间飞行器研究发展现状及关键技术问题 [J]. 力学进展, 2009, 39(6): 658–673.
Cui E J. Research statutes, development trends and key technical problems of near space flying vehicles [J]. Advances in Mechanics, 2009, 39(6): 658–673.

[2] 黄宛宁, 张晓军, 李智斌, 等. 临近空间科学技术的发展现状及应用前景 [J]. 科技导报, 2019, 37(21): 46–62.
Huang W N, Zhang X J, Li Z B, et al. Development status and application prospect of near space science and technology [J]. Science & Technology Review, 2019, 37(21): 46–62.

[3] 丰松江. 经略临近空间: 大国战略竞争的新制高点 [M]. 北京: 时事出版社, 2019.
Feng S J. Planning adjacent space development strategy: The new commanding heights of great power strategic competition [M]. Beijing: Cunrrent Affairs Press, 2019.

[4] 陈文清. 统筹发展和安全, 筑牢国家安全屏障 [N]. 人民日报, 2020-12-31(09).

Chen W Q. Coordinating development and security, building a solid national security barrier [N]. People's Daily, 2020-12-31(09).

[5] 新华社. 中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定[EB/OL]. (2024-07-21)[2024-08-15]. https://www.gov.cn/zhengce/202407/content_6963770.htm.
Xinhua News Agency. Decision of the Central Committee of the Communist Party of China on further comprehensively deepening reform and promoting Chinese-style modernization [EB/OL]. (2024-07-21)[2024-08-15]. https://www.gov.cn/zhengce/202407/content_6963770.htm.

[6] 曹秀云. 近空间飞行器成为各国近期研究的热点(上) [J]. 中国航天, 2006 (6): 32–35.
Cao X Y. Near-space vehicle has become the focus of recent research in various countries (I) [J]. Aerospace China, 2006 (6): 32–35.

[7] 王亚飞, 安永旺, 杨继何. 临近空间飞行器的现状及发展趋势 [J]. 国防技术基础, 2010 (1): 33–37.
Wang Y F, An Y W, Yang J H. Present situation and development trend of near-space vehicles [J]. Technology Foundation of National Defence, 2010 (1): 33–37.

[8] U.S. Department of State office of the spokesperson. Joint statement on higher airspace operations (HAO)[EB/OL]. (2023-12-18)[2024-06-25]. https://www. state. gov/joint-statement-on-higher-airspace-operations-hao.

[9] U.S. Deportment of transportation Federal Aviation Administration. Upper class E traffic management (ETM) concept of operations V1.0 [EB/OL]. (2023-12-18)[2024-06-25]. https://nari. arc.nasa.gov/sites/default/files/attachments/ETM_ConOps_V1.0.pdf.

[10] SESAR 3 JU ECHO project. European concept for higher airspace operation concepi of operations version 1.0 [EB/OL]. (2022-12-16)[2024-06-25]. https://www. sesarju. eu/sites/default/files/documents/reports/D4.3_ConOps_1.0_public.pdf.

[11] Ruth Stilwell. Flying high: Comparing the concepts for higher airspace operations in the U.S. and Europe, AIAA 2023-3958. AIAA AVIATION 2023 Forum. June 2023 [EB/OL]. (2023-06-08)[2024-06-25]. https://arc.aiaa.org/doi/pdf/10.2514/6.2023-3958?download=true.

[12] 国际民用航空组织.《大会有效决议》(截至2022年10月7日) A41-9: 新进入者 [EB/OL]. (2023-03-06)[2024-06-25]. https://www.icao.int/Meetings/a41/Documents/Resolutions/10184_corr2_zh.pdf.
International Civil Aviation Organization. *Resolution of the general assembly in force* (as of 7 October 2022) A41-9: New entrants [EB/OL]. (2023-03-06)[2024-06-25]. https://www.icao.int/Meetings/a41/Documents/Resolutions/10184_corr2_zh.pdf.

[13] 联合国大会文件: A/AC.105/865和Add. 1-29, A/AC. 105/889和Add. 1-17, A/AC. 105/1112和Add. 1-13, A/AC. 105/1126和Add. 1-4, A/AC. 105/1039和Add. 1-19 [EB/OL]. [2024-06-25]. https://documents.un.org.
United Nations General Assembly documents: A/AC.105/865 and Add. 1-29, A/AC.105/889 and Add. 1-17, A/AC.105/1112 and Add. 1-13, A/AC. 105/1126 and Add. 1-4, A/AC. 105/1039 and Add. 1-19 [EB/OL]. [2024-06-25]. https://documents.un.org.

[14] 国际电信联盟决议: 第772号决议(WRC-19) 审议促进引入亚轨道飞行器的规则条款 [EB/OL]. (2019-11-22)[2024-06-25]. https://www.itu.int/en/ITU-R/terrestrial/fmd/Documents/WRC-19_Resolutions/C/RES_772(WRC-19)-C.pdf.
International Telecommunication Union (ITU)Resolution: 772 (WRC-19) to consider provisions to facilitate the introduction of suborbital vehicles [EB/OL]. (2019-11-22)[2024-06-25]. https://www.itu.int/en/ITU-R/terrestrial/fmd/Documents/WRC-19_Resolutions/C/RES_772(WRC-19)-C.pdf.

[15] 张超汉, 胡熳馨. 全球空间安全治理视域下临近空间飞行监管研究 [J]. 太平洋学报, 2024, 32(1): 1–16.
Zhang C H, Hu M X. Research on near space flight supervision from the perspective of global space security governance [J]. Pacific Journal, 2024, 32(1): 1–16.

[16] 卢玉. 人类命运共同体理念下临近空间的法律地位和制度探析 [J]. 南京航空航天大学学报(社会科学版), 2022, 24(3): 103–109.
Lu Y. An analysis of the legal status and system of the near space under the idea of a community with a shared future for mankind [J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics and Astronautics (Social Sciences), 2022, 24(3): 103–109.