

国际电联亚轨道飞行器载电台国际标准化工作

尚 炜 曾贵明 邱 丰

(中国运载火箭技术研究院, 北京, 100076)

摘要: 针对国际电信联盟(International telecommunication union, ITU)在 2015 年世界无线电通信大会(World radiocommunication conference, WRC)上提出的关于亚轨道飞行器载电台无线电通信问题的研究,中国运载火箭技术研究院亚轨道飞行器研制团队协同国家无线电监测中心、北京跟踪与通信技术研究院积极跟踪参与电联工作,在 WRC-19 研究周期内完成了提交电联研究组讨论的亚轨道飞行器载电台通信技术报告,结合我国技术发展的实际需求,提出了满足全时通讯、大多普勒频移变化及克服通信黑障等的频谱需求策略。该议题是我国传统航天运载器无线电通信首次参与国际标准制定工作,对于我国的航天无线电通信需求在国际商业层面的合规使用提出了全新挑战。该议题将在 2019 年的 WRC-19 上提交大会审议,预期将在下一个 WRC 研究周期内继续进行业务需求和相应频谱需求的分析,以及后续的兼容性分析,从而为商业亚轨道在国际电联规则层面的合规使用做好技术支撑。

关键词: 亚轨道飞行; 国际电联; 无线电通信; 频谱需求

中图分类号: V19

文献标志码: A

文章编号: 1005-2615(2019)S-0094-08

International Standardization Studies of Stations on Board Sub-orbital Vehicles at International Telecommunication Union

SHANG Wei, ZENG Guiming, QIU Feng

(China Academy of Launch Vehicle Technology, Beijing, 100076, China)

Abstract: To conduct studies on Resolution 763 (WRC-15) “Stations on board sub-orbital vehicles”, a team from China academy of launch vehicle technology (CALT), along with state radio regulation of China and Beijing Institute of Tracking and Telecommunications Technology, participates in the cycle of WRC-19, and formulates technical report as “Radiocommunications for suborbital vehicles”. Considering actual technical approaching of China’s suborbital vehicle modes, the team proposes possible spectrum criteria fulfilling the requirements of whole-period communication coverage, large Doppler shift and Doppler acceleration, and overcoming communication blackout. The agenda item is the first time for CALT to participate in international telecommunication standardization work, which brings new challenges for China’s aerospace radiocommunication requirements when commercializing at global level. This agenda item is discussed during WRC-19, anticipating for future further studies on radiocommunication regulatory, operations and services, technically ensuring stations on board suborbital vehicles shall be operated within the frameworks of ITU regulations.

Key words: suborbital flight; international telecommunication union; radiocommunication; spectrum criteria

收稿日期: 2019-04-09; 修订日期: 2019-06-20

通信作者: 尚炜, 男, 工程师, E-mail: weishang@pku.edu.cn。

引用格式: 尚炜, 曾贵明, 邱丰. 国际电联亚轨道飞行器载电台国际标准化工作[J]. 南京航空航天大学学报, 2019, 51(增刊): 94-101. SHANG Wei, ZENG Guiming, QIU Feng. International Standardization Studies of Stations on Board Sub-orbital Vehicles at International Telecommunication Union[J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, 2019, 51(S): 94-101.

随着亚轨道飞行的兴起和亚轨道商业飞行的发展,早在2005年,国际民用航空组织(International civil aviation organization, ICAO)理事会便就“亚轨道飞行概念”进行了工作论证^[1],工作指出:“区别于传统的航空活动和空间活动,亚轨道飞行是相对于轨道飞行而言的”。

从上述叙述中可以看出,亚轨道飞行器(Sub-orbital vehicle, SoV)已经超出了航空的范畴却又不完全是空间卫星。现有的航空设备、准则在亚轨道无线电通讯操作上将是无法完全适用的,由此为亚轨道飞行器的未来留下了一个开放的入口,通过这个入口,各研发机构、国家可以主导在亚轨道领域的顶层标准架构。可以说,面向军民融合、商业市场的亚轨道技术的未来应用前景就是现今的民用客机,掌握了相关行业标准就掌控了产业的命脉。

但是,作为一种介于空、天之间的临界新产品,亚轨道飞行器所面临的问题不仅仅在于是否能研制一架安全可靠的飞行器,更涉及到技术、安全、商业模式和法律法规等方方面面^[1]。

国际电信联盟(International telecommunication union, ITU)是主管信息通信技术事务(Information and communications technology, ICT)的联合国机构,负责划分全球的无线电频谱和卫星轨道资源,制定技术标准以确保网络和技术无缝互联,其宗旨是“致力于联通世界”。国际电联目前由193个联合国主权国家成员和600多个ICT组织和学术机构成员构成。

《无线电规则》(Radio regulation, RR)是国际电联制定的国际无线电通信管制的一项有约束力的全球性公约,旨在用于全球无线电通信管理,调整世界各国在无线电管理活动中的相互关系,规范各自的权利与义务。在无线电规则的国际框架内,成员国能够采用相关条例进行国内立法和无线电频谱管理。而《无线电规则》的修改与修订则是在例行的世界无线电通信大会(World radiocommunication conference, WRC)上由各成员表决通过后执行的。

国际标准的影响非常巨大,成功制定国际标准不仅是重大创新、知识产权、市场和开发等综合能力的表现,更是国家综合实力的体现。

国际电联在2015年召开的WRC-15大会上讨论确定了新的WRC周期内的研究事项,其中议题9.1的子问题4将工作目标着眼于亚轨道飞行器载电台无线电通信问题^[2]。

除中国外,该议题还获得了美国、英国、法国、俄罗斯、加拿大、印度和日本等国以及国际民航组织(International civil aviation organization, ICAO)和国际海事卫星组织(International maritime satellite organization, INMARSAT)等的密切关注。传统航天强国的关注,表明了亚轨道飞行器目前的发展得到了各方一致的认可。两大国际组织的参与,突显了亚轨道用频问题对传统航空通信的影响,催化了未来国际利益分配等重要问题。

目前该议题完成了第1个WRC周期的研究,并形成提交了相应的大会报告,各方一致认为该议题未来还需要从技术、操作角度进行深入论证,以支撑亚轨道飞行器载电台无线电通信用频需求在电联无线电规则层面的落地^[3]。

1 亚轨道及其相关研究

1.1 亚轨道及亚轨道飞行器

相对于传统轨道飞行器的绕地飞行而言,亚轨道飞行器在其全飞行段中可能仅有部分飞行轨迹进入空间,并在完成一个完整的轨道飞行之前返回地面。由于该类飞行器具有较好的重复使用特性、相对容易突破的技术障碍、较低的费效比和较高的可维护性等优势,同时伴随着近年来商业航天在国外的蓬勃发展,亚轨道飞行正逐渐成为民用航天的发展趋势,其中不乏XCOR Aerospace、Masten Space Systems、Virgin Galactic(维珍银河)和Blue Origin(蓝源)之类的私人航天巨头的身影。

国际航空联合会(Fédération aéronautique internationale, FAI)选择了100 km的卡门线(Kármán line)作为参考高度,其依据是:假设在该高度上飞行器若要依靠地球大气提供的气动升力来维持飞行,其飞行速度将会超过轨道速度,则

$$L(\text{lift}) = \frac{1}{2} \rho v_0^2 S C_L = mg \quad (1)$$

式中: ρ 为当地空气密度, v_0 为飞行器相对于空气的速度, S 为飞行器翼面积, C_L 为升力系数, m 为飞行器质量, g 为重力加速度。

根据式(1)计算得的高度不精确等于100 km,但是冯·卡门认为该高度可以作为太空与地球大气的分界线。不过该定义并未得到国际上的一致认可,例如美国空军(United states air force, USAF)及美国国家航空航天局(National aeronautics and space administration, NASA)以海平面上80 km作为空间的边界。中国并没有专门针对空间边界的定义,但是通常认为的航空航天区分高度是

20 km。

在国际电联(ITU)层面目前没有对空天分界线的定义,因此在《无线电规则》(RR)中也不存在一个区分地面业务和空间业务的物理分界线。部分国家认为应视不同的操作空间(地球大气和空间)环境提出相应的频谱需求分析,并且对标现有航空标准。在经过各方讨论后一致决定放弃使用卡门线定义作为地球大气与空间的分界线,因此也不以特定高度界定亚轨道飞行,而是将符合某些航天技术/模式组合的飞行器定义为亚轨道飞行器,其所完成的飞行剖面即是亚轨道飞行(如图1所示)。

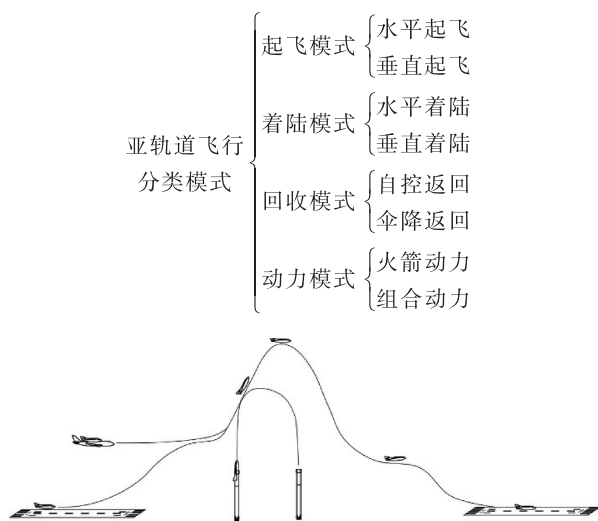


图1 亚轨道飞行模式分类

Fig.1 Different modes of sub-orbital flight

1.2 亚轨道飞行器载电台无线电通信需求

作为一种全新的飞行器,需要针对亚轨道飞行器载电台确定必要的技术和操作手段,以避免与现有无线电业务之间的有害干扰;同时还需要根据亚轨道技术的发展和亚轨道飞行器载电台的业务需求确定相应的频谱需求,以便在ITU层面上为亚轨道飞行器未来的使用扫清障碍。

飞行器用频在ITU层面优先考量业务干扰问题与生命安全保障问题,如飞机卫星通信频率的分配议题以及为防止飞机失联而制定的利用卫星接收广播式自动相关监视(Automatic dependent surveillance-broadcast, ADS-B)信号的决议。其中,关于利用卫星接收ADS-B信号的决议,源于2014年马航MH370航班失联造成的悲剧性事件,由此引发了关于全球航班跟踪以及ITU同相关组织协调行动的必要性的全球讨论;该议题最终促使ITU留出了一个专门的无线电频率,供卫星跟踪

飞机航行线路系统使用,以支持紧急情况下通过卫星满足航空需求。

亚轨道飞行器作为新介入的空间飞行物,在ITU层面势必需要先行考虑其对已有业务的干扰和兼容问题,首当其冲的是明确亚轨道飞行器载电台所要用到的无线电通信业务。目前的亚轨道研究还不全面,特别是在缺乏有效飞行资料的情况下,所提出的需求难免片面,但是可以先根据业务需求对标现有的主要、次要业务。只有在明确业务的情况下,亚轨道飞行器载电台频谱需求才会涉及后续的兼容性分析,才有可能在未来为其划分专用的频段或定义对应的业务。

其次,亚轨道飞行器还需要从长远考虑未来商业亚轨道的生命安全保障问题。美、法等国要求引入空中交通管控(Air traffic control, ATC)、广播式自动相关监视(ADS-B)便是与安全(特别是航空安全)密切相关的技术部分,融合这些成熟的ICAO标准系统,会大大提高亚轨道飞行器载电台的适配性和兼容性^[4],从而提高现有设备与标准的利用率,降低商业亚轨道推广的难度;而兼容现有航空市场的产品,也是推动亚轨道商业飞行器发展、借鉴民航技术和发展经验的有利契机。

由此可见,对亚轨道飞行器载电台无线电通讯频率的研究具有极其重要的意义,不论是从ITU层面还是从亚轨道产业层面,都是不能回避的问题。如今ITU针对亚轨道的研究正在起步阶段,此时的深度介入对于亚轨道的发展,无论是从国家还是从产业技术战略层面都会是最好的机遇,并且利于在国际规则框架中最大限度地保障中国亚轨道产品的实际需求。其意义不亚于在ICAO及ITU落地国际航空(业务)标准或者移动通信巨头们推动3G、4G直到目前5G技术标准的落地。

1.3 亚轨道相关政策现状

目前的航空法和空间法都没有对亚轨道飞行进行法律规制,亚轨道技术及相关产业尚处于萌芽起步阶段,并且在商业/私人资本的注入下得到持续稳步发展,其相关的服务(包括亚轨道飞行器的研发、设计、测试和发射等)供应商也在配套发展阶段。然而,从目前的亚轨道活动中不难看出,亚轨道飞行器发射活动对发射国和周边国家的空间安全及领空主权都产生了一定的影响,因此未来的商业亚轨道飞行器应该作为航空器还是空间物体来进行管理这一问题得到了广泛的关注^[1]。

如1.1节所述,针对地球大气层和外层空间的

边界没有国际共识,而亚轨道飞行过程涉及到大气空间和外层空间两部分,因此亚轨道商业飞行应当考虑国际航空法和国际空间法。目前针对亚轨道商业飞行不存在明确且各方一致的国际法规,但是部分国家和地区从自身的利益出发,在内部层面对亚轨道商业飞行进行法律规制和监管^[5]。

以美国为例,其出台的《商业航天发射法修正案》和联邦航空管理局(Federal aviation administration, FAA)的相关管理条例,既保护了美国的相关产业利益,也在航空管辖的范畴内对亚轨道商业飞行器的认定适航标准和相关登记(即许可证派发)进行了规范^[6-7]。再以欧盟为例,欧洲航空安全局(European union aviation safety agency, EASA)提出对除“纯火箭动力垂直发射的无翼飞行器”以外的亚轨道飞行器采取适航监管服务。

中国作为航空航天大国,在已开展亚轨道研究的背景下,在国内层面应当保护自身利益并促进该新兴产业发展,借鉴已有的相关法律法规,从亚轨道商业飞行的准入、登记管理、管辖和责任方明确等方面对亚轨道商业飞行进行监管;在国际层面上应借着此次 ITU 无线电规则议题研究的机会,与各国就亚轨道的用频问题进行充分交流,精准表述中方需求,并合理引入到国际标准框架下,为中国亚轨道商业化前景铺平道路。

2 国际电联议题研究组工作

2.1 议题背景介绍

随着航空航天科技的快速发展和应用,涵盖商业、科学等用途的亚轨道飞行活动逐步进入人们的视野,已有来自中、欧、美和俄罗斯等国家的公司发布有关亚轨道飞行计划的报道,这一全新领域未来将有较为广阔的发展空间。亚轨道飞行是属于航空和航天跨界的领域,目前全球还没有统一的技术标准和操作规范,正处于开展科学试验的探索阶段,因此也未形成成熟的产业链。

目前,与亚轨道飞行有关的发射场地、着陆场地、空域管理、信息通信和飞行控制等一系列问题尚待研究,并形成全球统一规则。同时,在无线电应用方面,近年来国际电联也收到了亚轨道飞行有关发射的信息登记申请,但尚无可以依照的处理规则。

ITU 在 WRC-15 大会期间,收到了由瑞士、荷兰和卢森堡联合提交的有关亚轨道飞行器载电台研究的提案,得到大会讨论支持,形成了相应的研究决议。

目前从电联研究组层面,由于该问题涉及较为

前沿的技术和应用,美国、英国、法国和中国等国家均有研究成果的输入,表达对此问题的关注、立场和初步研究成果。然而,关于亚轨道飞行问题中涉及的概念、操作、台站类型和业务归属等基本问题,频率需求,现有航空频率适用性和使用规则,以及在具体技术细节如多普勒频移效应等问题上还有待继续研究。WRC-19 大会问题 9.1.4(如图 2 所示^[8]),是根据 WRC-15 第 763 号决议(Resolution 763),请国际电联无线电通信部门:

(1) 开展研究,为亚轨道飞行器载电台确定必要的技术和操作措施,有助于避免无线电通信业务之间的有害干扰。

(2) 开展相应研究以确定频谱需求,并基于这些研究结果审议可能设立的一个 WRC-23 未来议题。

(3) 在国际电联无线电通信部门(ITU-R)的下一个研究周期内完成此类研究。



图2 WRC-15第763号决议-亚轨道飞行器载电台

Fig.2 Resolution 763 (WRC-15) “Stations on Board Sub orbital Vehicles”

2.2 现阶段研究工作总结

在 ITU 层面,经过整个 WRC-19 周期的研究,与会各国(主要包括中、美、法、俄、英、日、加、印等)及国际组织(ICAO, INMARSAT 等)达成初步一致,同意定义“亚轨道飞行”为:“飞行器在返回地面前的飞行轨迹到达上层大气,并且它的部分飞行轨迹可能会进入空间,但是并不完成一个完整的地球轨道飞行(The intentional flight of a vehicle expected to reach the upper atmosphere with a portion of its flight path that may occur in space without completing a full orbit around the Earth before returning back to the surface of the Earth)”。

通过上述定义,认为目前亚轨道飞行可以考虑合规使用的无线电业务包括但不限于:航空无线电导航业务、航空移动业务、航空移动卫星业务、航空

无线电测定业务、卫星无线电导航业务、移动卫星业务、空间操作业务、空间研究业务和星间业务等^[9]。

国外各方目前均倾向于引用航空相关业务,国际海事卫星组织则倾向于引用卫星相关业务。考虑到中方目前亚轨道的飞行模式(高超声速飞行器的飞行模式),中方倾向于在高频段及卫星业务中为亚轨道留下频谱需求入口,不仅是出于对商业应用前景及人身安全的考虑,也尽可能兼容现有业务,尤其是航空和卫星业务。

在下一个 WRC 研究周期内,亚轨道将面临具体业务需求和相应频谱需求的分析,继而进行兼容性分析,故中方面临的问题将是对应现行《无线电规则》的规则定义选择合适的业务,既能满足中国亚轨道技术发展的实际需求,又能为亚轨道议题在 WRC-23 周期立项研究提供充足的论据,甚至从长远角度出发,为未来亚轨道单独划分频率业务打下坚实的技术基础。

考虑到 1.3 节中的法规影响,欧美各国倡议从航空的角度对亚轨道飞行器载电台无线电通讯进行划分有其深层次的缘由。中方也需要注意到各国在亚轨道飞行模式上的差异,鉴于其他各国考量的多是航空范畴内的亚轨道飞行,中国应更重点着眼于发挥自身的航天背景优势,在航天范畴内为亚轨道飞行器载电台的无线电通讯合理选择业务。

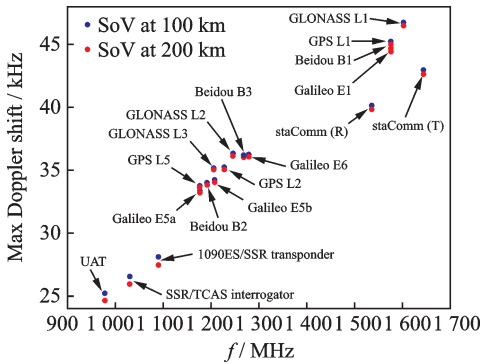
3 亚轨道飞行器载电台无线电通信技术研究

3.1 国外研究内容

美国:以美国 2025 年空间活动的需求预测为切入点,其相关研究旨在解决飞机和航天器间公平地共享空域、并同时考虑航空段内飞行安全的问题。通过美国现有的亚轨道飞行器发射和再入活动,显示出目前保障亚轨道飞行需求实现的手段综合成本较高,未来的亚轨道飞行器可能需要使用与

现有 ATC 系统所适配的设备和业务^[3]。

如图 3 所示,美国的研究重点着眼于地面航空系统在不同飞行条件下的多普勒频移,分析甚高频(Very high frequency, VHF)通讯的多普勒频移状况,对比全球卫星导航系统、卫星通讯系统与航空监视系统的多普勒频移,最后给出对 VHF 通讯、L 频段卫星通讯和监视系统的详细链路分析^[3]。



其研究特别针对上述无线电系统在典型亚轨道飞行速度条件下的多普勒频移进行了分析,并据此给出了链路预算分析:VHF 通信 765/Hz,ADS-B(1 090 MHz 扩展电文)6.56/kHz,DME6.56/kHz。

上述计算结果显示对于 VHF 通信基本可靠,对于 ADS-B 和 DME 系统,考虑到亚轨道飞行的可靠性,应当增加发射功率或系统灵敏度。

法国重点关注无线电业务和系统的定义、现行规则下亚轨道飞行器载电台的可能适用范围等。多次重申明确基本概念对定义亚轨道飞行器载电台台站类型和适用业务的重要意义,主张在研究亚轨道飞行的通信和频率问题时,依照现行空间业务和地面业务的划分来操作,区分航空和航天段,倾向于从航空的角度出发,将亚轨道飞行器载电台视作地球站或者地面站,寻找适用的无线电业务。

ICAO 作为民航利益最重要的相关方,ICAO 从该议题立项开始便积极追踪参与,如图 4 所示。在 WRC-19 研究周期内,ICAO 给予特别关注的议题,分别是 9.1.4 亚轨道议题与 1.10 全球海上遇险与安全系统(Global aeronautical distress and safety system, GADSS)。研究周期内,ICAO 特别向 ITU 研究组致联络函(如图 5 所示),表示已着手改进一些现有的航空设备标准,以提高其设备的空间覆盖能力,支持可能出现的高于常规飞机高度和飞行速度的飞行器对该设备的使用,从而满足亚轨道飞行的部分使用需求^[10]。

对亚轨道飞行器而言,在某些飞行阶段,必须以安全的方式与传统飞机共享空域;而在整个飞行过程中,需要对亚轨道飞行器进行追踪,与之通信



图4 国际民航组织 ICAO 针对亚轨道飞行概念的研究报告

Fig.4 ICAO's report on concept of sub-orbital flights

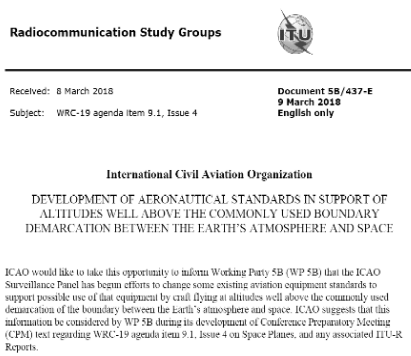


图5 国际民航组织 ICAO 致 ITU 研究组的联络函
Fig.5 Liaison statement from ICAO to ITU study group

沟通并向其发送指令。从目前的阶段看,亚轨道飞行器载电台将会使用现有的无线电划分,特别是与航空安全有关的系统和应用,而这些系统和应用的统一和互操作性的标准化工作由 ICAO 负责实现^[3]。

3.2 国内研究内容

根据中国现阶段的研究进展,中方提出了亚轨道分类模式,并就此指出亚轨道飞行高空、高速和高动态的特点,需要考虑其未来洲际飞行的通信覆盖率问题,提出可以采用多个频段来保证飞行过程的覆盖要求,包括使用 Ka 频段和 S 频段的中继卫星及地面站(如图 6,7 所示)。

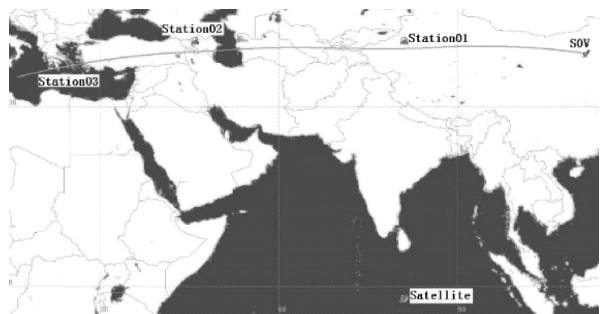


图6 典型洲际亚轨道飞行轨迹
Fig.6 Typica intercontinental suborbital flight trajectory

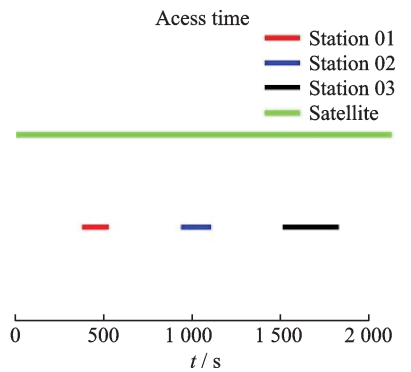


图7 对应台站通信覆盖率
Fig.7 Stations communication coverage time duration

基于多普勒计算公式

$$f_d = \frac{f}{c} \times v \times \cos\theta \quad (2)$$

式中: f_d 为多普勒频率, c 为光速, f 为发射频率, v 为发射机和接收机间的相对速度, θ 为相对速度矢量与接收机和发射机间空间连线矢量夹角。据此计算地面站及地球同步轨道中继星在 S 和 Ka 频段的多普勒频移和多普勒加速度, 如表 2 所示。

中国还特别提出在亚轨道飞行器的高速再入过程中可能会出现无线电通讯中断(黑障)问题, 并给出了相应的解决方案, 探讨了大气电离对无线电衰减的影响, 认为引入高频段通信频率是非常必要

的^[3]。该研究内容得到了工作组 3L 的反馈, 联络函建议针对无线电跨电离层传播类似问题, 参考建议书 ITU-R P.531-13“卫星业务和系统设计所需的电离层传播数据和预测方法”。目前没有具体针对亚轨道飞行器周围等离子体壳层特性的研究, 也没有相应的等离子体壳层对无线电传播的影响分析, 但是应满足传播效应与无线电频率平方或立方成反比下降的关系。而随着壳层内总电子含量 (Total electron content, TEC) 的增加, 时延和法拉第旋转效应愈发明显, 但是这些现象在多大程度上可以影响到亚轨道飞行器及其器载电台尚不明确。

表 2 典型亚轨道洲际飞行中台站的最大多普勒加速度和最大多普勒频移(中国)

Tab. 2 Maximum Doppler acceleration and maximum Doppler shift for typical SoV flight (P. R. China)

Station number or satellite	Band	Maximum Doppler acceleration / (kHz · s ⁻¹)	Maximum Doppler shift / kHz
Station01	S	-1.80	50
Station02	S	-0.70	30
Station03	S	-0.40	20
GSO TDRS	S	-0.12	25
Station01	Ka	-18.0	500
Station02	Ka	-7.80	300
Station03	Ka	-4.00	220
GSO TDRS	Ka	-1.30	250

4 结 论

参与国际电联的工作是一个与世界各国、世界一流产业巨头同台交流、竞争和学习的绝佳机会, 也是一个同国内的相关信息通信技术事务企事业单位沟通交流的良好平台。围绕亚轨道议题, 国家无线电管理局、中国民航局和部队相关单位等产业合作机构, 能够相互提供大量有效资源、技术和讯息, 可以为亚轨道产业的发展提供积极的推进作用。

在参与亚轨道议题的国外团队中, 法国议题团队主要由空客和 ESA 的专家组成, 议题团队包括了来自波音、洛-马、NASA、FAA、NITA 的专家。外国研究组在议题文稿编写过程中整合了很多的一手资料, 例如: 在美方分析航天发射返回活动对现有航空服务影响的内容时, 以 2013 年 3 月的一次航天发射活动为背景, 调取了时段内临近空域民航空中管制以及净空活动的数据, 分别分析了在佛罗里达州发射以及加利福尼亚州返场对于航空活动的影响。其研究内容, 整合了来自航天发射活动的资料、民航管理机构的资料和民航承运服务商的

资料, 其中的协作模式和运作效率值得中国研究组从中学习、借鉴。

深度参与亚轨道议题工作为中国航天对接通信领域打开了一个新窗口, 同时通过国际标准化工作, 中国航天可以打出一张面向军民融合、商业市场的新名片。当前国际竞争日趋激烈, 特别是在今日华为在国际 5G 市场遭遇不公正待遇、高铁通信技术出国道路艰辛、北斗系统国际标准化长路漫漫的大背景下, 在产业技术发展初期就参与电联亚轨道飞行器载电台的国际化标准的制定工作, 意义极为深远, 值得中国投入精力。任何国际化、标准化和商业化的产品, 都需要在国际规则框架内去运作。由于亚轨道飞行器有飞行广域的特点, 势必涉及到跨国跨洲间的测控通信问题, 对于频谱的使用不能再是国内一贯的运载器发射流程, 依靠频管强行保障频率的使用从而牺牲了产品的普适性。亚轨道飞行蕴藏着巨大的国家利益和潜在的商业价值, 要求中国不仅不能缺席亚轨道国际标准化工作, 更要紧握话语权和目前的发声渠道, 尽可能地最大化国家利益。

参考文献:

- [1] 杨彩霞,蔡芳菲.亚轨道商业飞行的法律规制[J].北京航空航天大学学报(社会科学版),2017(2):23-31.
YANG Caixia, CAI Fangfei. Regulation of suborbital commercial flights [J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics (Social Sciences Edition), 2017(2): 23-31.
- [2] RANCY F. Results of the first session of the conference preparatory meeting for WRC-19(CPM19-1) [R]. Radiocommunication Bureau (BR) Administrative Circular CA/226, 2015: 37.
- [3] CHAIRMAN W P. Annex 03-preliminary draft new report ITU-R M.-radiocommunications for suborbital vehicles [R]. ITU-R WP5B Contribution 646, 2018: 6-7.
- [4] HENRI Y. ITU world radiocommunication conference (WRC-15) allocates spectrum for future innovation [J]. Air & Space Law, 2016, 41 (2) : 119-128.
- [5] DUNK F G. Space tourism, private spaceflight and the law: Key aspects [J]. Space Policy, 2011 (27) : 146-152.
- [6] SAMEH S M M. Suborbital flights: Environmental concerns and regulatory initiatives [J]. Journal of Air Law and Commerce, 2016, 81(1):4.
- [7] MORO-AGUILAR R. National regulation of private suborbital flights: A fresh view [J]. FIU Law Review, 2015 (10): 685-700.
- [8] MATAS A. WRC-15 decision about sub-orbital flights [C]//ICAO/UNOOSA Symposium. Abu Dhabi: United Arab Emirates, 2016.
- [9] ITU-R. Radio Regulations Geneva[S]. Switzerland: ITU, 2016.
- [10] PELTON J N, JAKHU R S. Space safety regulations and standards[M]. Amsterdam: Elsevier, 2010.

(编辑:陈珺)