|  |  |
| --- | --- |
| **世界无线电通信大会（WRC-15）2015年11月2-27日，日内瓦** |  |
| **国 际 电 信 联 盟** |  |
|  |  |
| **第4委员会** | **文件 61 (Add.5)(Add.1)-C** |
|  | **2015年11月7日** |
|  | **原文：英文** |
|  |
| 伊朗（伊斯兰共和国） |
| 就议项1.5开展的研究的概述 |
|  |
|  |

# 1 引言

本文件简要介绍了围绕WRC-15议项1.5开展的研究，以提交第4委员会和议项1.5相关工作组审议。

# 2 背景

WRC-12在议项1.3下审议了UAS的频谱需求，并做出了若干新的划分以支持UAS运行。

在该届大会上，若干主管部门提议允许UAS使用FSS划分；然而，由于缺乏支持性研究（ITU-R M.2233号报告不足以解决涉及UAS CNPC的所有技术、操作、干扰环境、规则和安全方面的问题），WRC-12并未解决该提案中有关超视距（BLOS）运行的问题。相反，该提案被转呈WRC-15，在议项1.5下予以进一步审议。因此，WRC-12并未做出新的卫星划分以支持BLOS UAS CNPC。之前曾经通过脚注5.367获得划分的5 000-5 150 MHz频率范围内的卫星航空移动（R）业务（AMS(R)S）现已出现在《无线电规则》第5条的频率划分表中。然而BLOS（卫星）通信（54 MHz）的需求难以通过1.5/1.6 GHz频段内有限的可用频谱得到满足，且没有任何目前在5 000-5 150 MHz频率范围运行的AMS(R)S卫星系统能够支持当前或短期内的UAS CNCP。

此前已经提到，如果，而且仅仅是如果，第153号决议（WRC-12）中提到的有关UAS的所有技术、操作、干扰环境及其适当管理、规则、安全性方面（包括原理）的问题均能得到解决，那么10.95-14.5 GHz、17.8-20.2 GHz和27.5‑30 GHz频率范围内运行的现有FSS系统便可用来供UAS CNPC开展BLOS通信。但需要强调的是，FSS并不属于国际电联认可的安全业务，因此无法受益于《无线电规则》第4.10款提及的安全条件。还需要强调的是，几乎50%的FSS网络已按照第11.41条的规定提交通知以供登记，因而会在存在有害干扰和无保护的条件下运行，从而会导致对计划在非隔离空域与其它有人驾驶飞机（客机和/或货机）共同飞行的无人机发出错误指令。在存在有害干扰的情况下，在MIFR中登记的，特别是根据第11.41款登记的与第4.10款应用相关的频率指配和使用均需要多重冗余。

此外，对于经协调的FSS链路而言，具体协议通常不对外公布。

实际上，对于经协调的FSS链路来说，不同卫星运营商之间协商达成的协调水平不得而知，因而无法对干扰概率现状开展细致研究，此外还需考虑到目前使用的FSS的所在轨位间隔仅2-3度，因而会遭受相当严重的干扰（多数情况下会远远高于6%的Delta T/T总体链路噪声门限值的协调触发电平）。这些链路需达到UAS CNPC安全运行所需的通信链路性能可用性和业务可用性，以便满足第4.10款的要求。此外，没有机制或规定可防止用于UAS CNPC的FSS链路遭受瞬时或重复干扰。

WRC-12做出决议，需要进一步研究这一课题，并且在充分考虑到围绕WRC-15议项1.5所达成一致的上述根本性关键需求基础上，考虑将划分给卫星固定业务的部分频段（按照附录30、30A和30B划分的除外）用于非隔离空域的UAS CNPC。目前，UAS已经在隔离空域内按照《无线电规则》第4.4款和“**无干扰、无保护**”条款的相关条件，使用用于无人航空器和卫星间链路的FSS频段运行。

此外，在规划更多用于UAS的FSS资源及其在MIFR中的相关地位时，还有必要考虑到现有和未来的卫星网络。

根据ITU-R M.2171号报告，假设其区域性波束带有合适的天线鉴别，UAS CNPC链路的最大频谱需求量为56 MHz（卫星部分）。然而，当使用较低频段内鉴别有限的小孔径天线时，这一估算值可能会增加至169 MHz，从而导致无法进行卫星间的频率重复使用。在这种情况下，一颗卫星UAS CNPC链路使用的频段，不能用于对地静止弧可见部分内任何其他卫星的任何其他FSS应用。

为响应第153号决议（WRC-12）所开展的研究考虑了无人驾驶航空器地球站和相关FSS空间站（地对空和空对地）以及FSS空间站和无人驾驶航空器控制地球站（地对空和空对地）之间的双向链路。这些研究是与国际民航组织（ICAO）合作完成的。应注意的是，UA地球站被视为可与FSS共同运行的航空移动地球站。这类使用有两大缺陷：a)航空移动地球站的干扰环境尚未进行任何研究，且b)从规则和程序角度看，航空移动地球站不能使用FSS链路，因为根据现有规定，此类地球站的电台类别与相应空间站的电台类别不吻合。这种情况可能导致无法根据《无线电规则》第11条提交UA地球站通知，从而无法受益于国际认可和潜在干扰保护，而这正是UAS CNPC安全飞行所需的两大基本要素。

与此同时，ICAO一直在研究航空操作、制度和技术方面的需求。但ICAO和ITU-R均未能提供可确保FSS链路充分满足各项预期安全要求的业务可用性、性能可用性、可靠性和连续性方面的技术性能特性。

在ICAO和ITU-R均未提出任何技术性能要求的情况下，无法判断可能包括一个或多个连接无人驾驶航空器的卫星链路的FSS网络能否支持这些预期性能要求。然而，任何方法都必须解决的无线电规则问题已经确定如下：

1 第1条对于与卫星固定业务通信或使用卫星固定业务的航空移动航空器地球站的当前定义不一致（无人驾驶航空器地球站和卫星固定电台之间的链路）；

2 在MIFR中登记的卫星固定指配的状态，包括对这些网络予以保护的影响和作为安全业务的一致性。

任何方法都必须解决这些问题并满足ICAO的条件。

负责WRC-15议项1.5的ITU-R 5B工作组（WP）已经起草了纳入CPM报告草案（[CPM15-2/1号文件](http://www.itu.int/md/R12-CPM15.02-C-0001/en)）的CPM案文草案和即将形成ITU-R M. [UAS-FSS] 号新报告初步草案 – “与使用未根据有关非隔离空域的无人驾驶飞机系统的控制和非有效载荷通信的附录**30**、**30A**和**30B**划分给卫星固定业务的频段相关的技术和操作特性、干扰和监管环境”的工作文件。

在CPM报告草案（[CPM15-2/1](http://www.itu.int/md/R12-CPM15.02-C-0001/en)号文件）的引言部分，CPM-15管理班子确定了主管部门在为CPM第二次会议起草文稿时应考虑的一系列问题。针对第3章议项1.5第3/1.5/4节，CPM管理班子指出，由于负责组未就该问题达成共识，因此，未起草有关研究结果分析的案文；且需要根据ITU-R第2-6号决议的要求起草该节案文。CPM15-2收到了成员提交的若干输入文稿，目的是在该节纳入相关的内容。然而，在漫长讨论和广泛沟通观点之后，却未能在该节纳入任何经一致同意的案文。因此决定将有关“研究结果分析”的不同观点纳入该节，前提是这些观点既未经讨论，亦未得到CPM的同意，因为这些内容只反映了观点拥护者的意见，且观点之间也存在很大的分歧。

5B工作组在2015年7月召开的会议上付出了大量的努力。除5B工作组2015年11月主席报告附件18之外，会议还收到了20份文稿。然而遗憾的是，会议并未就进一步的起草工作和将文件升级为更高级别达成一致，只能继续将其作为即将形成PDNR的工作文件。最终，5B工作组未一致同意保留该草案以纳入11月份的会议。会议同意删除文件开始部分的编者注，并在5B工作组主席的报告中添加部分案文说明该文件的状态并将所有文稿和当前版本的ITU-R M.[UAS-FSS]号WD-PDN报告转呈下一个研究期，同时记录下部分国家的声明。

纳入5B工作组2015年7月会议的主席报告中的声明如下所示：

“以下方面未达成一致

a) 关于形成ITU-R M.[UAS-FSS]号报告初步草案的工作文件；以及

b) 关于根据5B工作组7月会议收到的材料对本报告做出更新一事，因为问题复杂且有意见分歧。”。

因此这些输入文稿与5B/761号文件附件18一起转呈下届会议。”

形成ITU-R M.[UAS-FSS]号新报告初步草案的工作文件发起了一系列研究，旨在明确FSS网络的性能能力以及必须得到解决的、使FSS链路能够支持UA CNPC链路的无线电规则问题。

实际上，即使在若干年之后，该研究也仍处于极早期阶段，而且ITU-R的活动体现为“形成新报告草案初稿的文件”的形式，几乎无法被视为产生了明确结果。

本主管部门在其提交的文稿（[ITU-R 5B工作组5B/846 rev1-E号文稿](http://www.itu.int/md/R12-WP5B-C-0846/fr)）中表示：

引言

“本主管部门坚持其立场并坚信：

a 引言案文应保持不变，直至为所有问题找到答案并消除所有疑问为止。

b 该文件，无论其形成过程如何，都不应升级为PDNR。直至包括本主管部门在内的所有表示关切的主管部门都有机会出席会议并以分歧意见的和解为目的进一步讨论该问题为止。

c 在本主管部门有机会出席会议并与其它主管部门详细讨论未决问题的2015年WP 5B后续会议之前，该文件应保留在字体加黑的方括号中。”

引言结束

# 3 案例研究综述

作为文稿起草组的4A工作组起草了ITU-R S.[FSS-REF\_FOR\_UA]新建议书草案初稿 –“在划分给卫星固定业务，但无须遵守《无线电规则》附录30、30A和30B的某些频段中操作的无人驾驶飞机控制和非载荷卫星通信的技术和操作特性”（[4A/591](http://www.itu.int/md/R12-WP4A-C-0591/en)号文件附件14）。然而，根据4A工作组内达成的一致意见，在WRC-15就议项1.5做出决定之前，本报告草案初稿不再做出进一步的发展。换言之，在WRC-15做出是否支持该议项条款的决定之前，本报告决不会被用作或视为适合解决UAS CNPC的部分或全部技术和操作特性难题。

图1

无人飞行器系统的典型超视距指挥和非载荷通信链路



**FSS空间电台**

对地静止卫星轨道

**UAS CNPC链路
1+2：前向链路（对于UA的远程驾驶）**
1：前向上行链路（E-s）
2：前向下行链路（s-E）

**3+4：反向链路（UA至远程驾驶）**
3：反向上行链路（E-s）
4：反向下行链路（s-E）

LOS-无线电视距
BLOS-超LOS

UACS地球站
（固定在地面）

远程驾驶

## 3.1 FSS对UAS控制和非有效载荷通信的适用性

根据第153号决议（WRC-12）的要求，所有研究都侧重于在非隔离空域飞行条件下运行FSS的UA CNPC应用的无线电监管条件。目前正就链路1和4（UAS控制站和FSS卫星网络之间）以及链路2和3（UAS和FSS卫星网络之间）开展研究。这些研究中涉及上述链路与划分给FSS的部分频段内现有业务的共用问题，但将设备故障、天线指向错误、功率限值超过协调限值、非协调网络过多等的事故干扰的影响排除在外。使用链路2和3的FSS干扰环境，**实际上是航空移动地球站而非FSS地球站**开展的共用研究结果见第3和4节以及ITU-R M.[UAS-FSS]号报告附件5至7。还对此议项的附加问题（如技术和运行可行性以及监管环境）进行了研究，详见报告的其他章节和附件。

**针对链路1和4：**

对于链路1和链路4，共用研究得出了以下结论：

其技术和操作方面应位于已按照《无线电规则》第9条和第11条的相关条款完成协调并登记进入MIFR的地球站的典型参数的包络之中。然而如果其特性较具体或典型地球站更为敏感，就需要在ITU-R RS.[UAS-FSS]新报告草案初稿文件中解决规则后果问题。这意味着地球站的特性被单独通知无线电通信局，使得各主管部门和无线电通信局能够核实，此类通知特性实际是否位于特定或典型地球站所用卫星转发器已经协调并通知无线电通信局的包络中。此外，如果该特性同那些协调和通知特性确有不同，且相关地球站在接收干扰方面变得更为敏感，这将为飞行安全带来严重困难。因此，仔细审议由于接收协调外干扰给UA飞行带来的风险十分重要。

如果地球站不位于固定点，无人机控制电台与卫星固定业务空间电台（链路1和4）无线电链路存在严重的规则歧义。这是由于使用位于FSS中的移动地球站同FSS的定义并不兼容的缘故。

此外，旨在用于此目的的50%的FSS链路尚未完成规定的协调亦未根据《无线电规则》第11.41款操作，因此对此前已达成协议的已在MIFR中登记的网络，既不能产生干扰亦不得要求保护。其余FSS链路的协调亦是根据传统的FSS商用操作，在协调过程中可接受的干扰概率下实施。UAS CNPC的指配和对这些频率的使用需要卫星运营商满足高性能可用性并确保UAS CNPC安全操作所需的通信链路业务可用，从而满足第4.10款的要求。

人们注意到，有关链路1和4与其他业务兼容性的研究尚未进行。

**针对链路2和3：**

对于链路2和3，共用研究得出以下结论：

对于无人机地球站和卫星固定业务空间电台之间的无线电链路（链路2和3），值得一提的是，无人机地球站具有移动性质（航空移动地球站），因此与FSS的定义并不兼容，而不能在其中操作。假如WRC-15通过采用新的脚注向此类使用授权，这将与WRC-12早先就议项1.2所做出的，不修订《无线电规则》第1条包含的任何卫星业务定义的决定完全矛盾。WRC-15对该问题的任何重新审议均将导致《无线电规则》中空间业务定义范围的整体修订。因此，无人机地球站和卫星固定业务空间电台之间无线电链路（链路2和3）的操作将同《无线电规则》的精神和文字完全矛盾，并将造成一系列束缚空间业务运行的复杂的规则环境。

此外，应单独检视航空器上的地球站（航空移动地球站）同现有业务的兼容问题。当开展此类兼容研究时，应严格按照网络协调的概念进行。在这种方式下，航空器上的地球站类别和空间电台的类别并不匹配，这是由于航空器上的台站类别为TJ而空间电台的台站类别为EC。**因此，无法开展兼容分析以解决协调和兼容问题。**

共用研究中考虑到了机载空间站的移动性和广域运行，并假设采用与实际环境相一致的固定地球站的普遍干扰环境；**但是，这些研究尚未进行**。

在非现实干扰环境的基础上，ITU-R工作文件涉及可能对在2区的10.95-11.20 GHz、11.45‑11.70 GHz和11.70-12.20 GHz，3区的12.20-12.50 GHz和1区及3区的12.50‑12.75 GHz频段运行的无人驾驶飞机地球站接收机造成干扰的现有业务。这些现有业务包括FSS、FS、MS、RDS、SRS、MSS和BSS业务。ITU-R M.[UAS-CNPC]号新报告草案初稿的附件5、6和7探讨了现有业务和UAS-CNPC网络之间的兼容问题。但除使用不相关的干扰环境外这份文件依然处于起草初期，尚未就任何研究达成一致。报告中的引言部分描述了针对报告各部分的意见对立与分歧。

所开展的研究基于一个假设，即UA CNPC链路将与在同频段操作的FSS传统系统具有相同的技术特性。但由于缺少ICAO关于所需UA CNPC链路的业务和性能可用水平信息，因而无法确定其保护标准。对于在所考虑频段得到划分业务系统，保护标准是可知的，因此在ITU-R M.[UAS-FSS]新报告初步草案工作文件中提供了14.0-14.5 GHz和27.5 29.5 GHz频段发射机机载UA CNPC链路与固定业务系统的兼容性研究结果。这些研究结果表明，在一些条件下（如飞行高度将超过3 000英尺），发射机机载UA CNPC链路与FS电台接收机之间实现兼容是可行的。但这些是针对ITU-R F.758-5和ITU-R F.1494建议书所述的FS电台保护标准获得的结果，而上述建议书并未说明可以确定时间百分数的基本时段。此外，利用累积分布函数来描述满足指定标准的情况也受到质疑。由于缺少UA CNPC链路的保护标准，不可能开展在所考虑的不受《无线电规则》附录30、30A和30B约束的FSS频段得到划分的业务系统与UA CNPC链路的兼容性研究。因此，ITU-R M.[UAS-FSS]号新报告草案工作文件包含对干扰的参数研究结果，从而可以估算在UA CNPC接收机输入端超出给定的干噪比值的时间百分比。目前ITU-R M.[UAS-FSS]号新报告初步草案工作文件只包含FS电台造成的干扰影响的估计结果。

应注意，ITU-R M.[UAS-FSS]号新报告初步草案工作文件中给出的研究结果无法解决将划分给不受《无线电规则》附录30、30A和30B约束的FSS的频段用于UA CNPC操作的可能性问题。

此外还应注意，所开展的研究没有确定满足UA CNPC较早前达成的协调协议的技术和规则条件。无法确保在UA CNPC在划分给FSS的频段内操作的情况下，目前在地面和卫星业务中操作的电台能够无故障运行。

## 3.2 在国际频率登记总表（MIFR）中登记的指配的现状

对地静止卫星轨道现有300多颗FSS卫星，在根据无线电规则第9和11条以及相关附录的规定调控和申报处理的频段运行，沿对地静止弧的几乎每一度都有一颗卫星。在利用《无线电规则》第11条向MIFR录入卫星网络时，未成功完成协调程序的主管部门可能要求无线电通信局进行C/I计算，以确定即将登记的指配是否会对现有指配造成干扰。如果审查结果不合格，通知主管部门应要求无线电通信局根据《无线电规则》**第11.41款中有关未满足协调要求的规定**将指配录入MIFR。所有在划分给卫星固定业务（FSS）但无需服从《无线电规则》附录30、30A或30B规定的频段运行的对地静止卫星，都必须根据《无线电规则》第9.7款的要求与其它卫星网络进行协调。除上述协调外，在其领土内拥有具体FSS业务地球站的主管部门，需根据《无线电规则》第9.17或9.17A款，就地面业务开展必要协调（这些地面业务的通知主管部门的领土，位于《无线电规则》相关规定确定的地球站协调等高线以内），以获得免受地面业务干扰的必要保护，并确保典型地球站的发射不对地面网络造成干扰。应当指出的是，协调等高线是通过为地面的地球站制定的方法生成的，**不适用于机载地球站**。自根据《无线电规则》第**9.1**款提交提前公布信息后，主管部门须按照《无线电规则》第**11**条提交首次通知，并在最长7年的规则时限内将卫星网络投入使用。

根据《无线电规则》第9条开展的卫星网络协调是一项规定义务，不过，达成协议的细节是需要双边或多边谈判商讨的问题。然而，无线电通信局需要得知与受影响主管部门完成协调的信息但没有必要了解协议的详情，即在协调过程中通过全球卫星网络协调得出的可接受的干扰电平。在发出通知时，无线电通信局还对通知指配和协调状态进行审查，以酌情根据《无线电规则》第11.32或第11.32A款确定其审查结果。

应注意的是当今多数卫星网络在启用前并未完成所有与其他卫星网络需要完成的协调；这些在MIFR中登记的网络没有达到《无线电规则》第11.32款规定的审查结果合格的要求。这意味着无论操作限值（关于对其它网络的保护）和干扰情境（关于抵御其它网络干扰）都未得到充分确定。

– 国家间的双边协议确定协调限值，但很少向国际电联透露细节，而且通常不向外公布。

– UAS的安全度和可预测性主要取决于以下方面：

i) 投用的卫星网络以及邻近卫星网络的协调程度；

ii) 参与投用和相邻卫星网络运行的不同国家的许可证发放条件；

iii) 就卫星网络附近的卫星运营商与其业务提供商以及其最终用户之间的合同安排，和根据这些合同和许可证规定的条件得到的保护程度；以及

iv) 保护和保证符合规定限值并避免有害干扰的能力。

在2012年5月的ITU-R 4A工作组会议上，会议收到一份来自5B工作组有关在非隔离空域使用卫星固定业务支持UAS安全操作的联络声明。在有关该联络声明的讨论中，4A工作组同意“要求无线电通信局提供有关当前总表中FSS频率指配状态的信息（例如最初按照第11.38或11.41款登记，是临时登记还是永久登记等）”，（参见4A/61号文件的第4.2段，主席报告）。无线电通信局提供了一份有关记录在总表中14-14.5 GHz、10-95-12.75 GHz、17.7-20.2 GHz和27.5-30 GHz频段内频率指配（状态50）的概述。截至2012年7月20日，在上述全部频段中，总表中FSS指配组的总数为32 348条，按照是否应用第11.41款对所记录的组数进行的分解如下：

– 未应用《无线电规则》第11.41款的组的数目（已完成协调）：15 415

– 已应用《无线电规则》第11.41款的组的数目：16 933

– 被认为正式性质的组的数目（在2005年9月20日或之前）：9 419

– 被认为正式性质的组的数目（CR/C日期在2005年9月20日或之前）：4 916

– 尚不能被认为正式性质的组的数目：2 598

注意到上述调查揭示了超过50%的FSS指配通过应用《无线电规则》第11.41款，即在不要求保护亦不产生干扰的条件下进入总表。所产生的问题是一条在不受保护前提下登记的指配怎样为生命安全和航空应用安全的无人机系统提供无线电链路？

由于WRC-12为向非协调卫星倾斜大幅简化了《无线电规则》第11.41款及与之相应的规则条款（即非协调卫星网络的数量和干扰条件有所增加），从而增加了非协调卫星网络的数量。

## 3.3 《无线电规则》第11.41款的规定对在卫星固定业务划分中运行的无人机指挥和非载荷通信链路的影响

在考虑到《无线电规则》第11.41款对于FSS频段的UAS CNPC链路的影响时，须考虑四个问题：

问题1：UAS在根据11.41款通知的频率指配中运行，并对登记指配造成有害干扰，从而构成了审查不合格的依据；

问题2：UAS在根据11.41款通知的频率指配中运行，并受到登记指配造成的有害干扰，从而构成了审查不合格的依据；

问题3：UAS在根据第11.41款通知的频率指配中运行，并受到另一卫星网络指配的有害干扰，而该卫星网络可根据涉及UAS CNPC链路运行指配的第11.41款的规定进行登记；

问题4：UAS在根据第11.32款和/或11.32A款通知的频率指配中运行，但可能会受到按第11.41款通知的另一网络频率指配的干扰。

至于问题1，如果未能完成协调的“受害”网络声称根据第11.41款通知的指配造成了有害干扰（根据第11.42款），UAS或须**立即终止**根据第11.41款通知的指配的运行。因此在允许UNS CNPC业务进入其网络前，卫星运营商须检查无法完成协调的网络，并评估其对那些网络造成有害干扰的风险。如果不存在这类网络，UAS卫星运营商有理由做出不存在造成有害干扰的风险的判断，而且根据第11.41款通知的指配适用于UAS运行。**如果卫星运营商认为存在造成有害干扰的风险，则应彻底停用根据第11.41款通知的指配，或在使用时降低功率。这将使这一频率指配不适用于UAS运行，**但应根据具体案例开展详细评估。

至于问题2，如果UAS卫星运营商受到一指配的有害干扰，而UAC SNPC链路运行所用的指配针对上述指配使用了第11.41款的规定，干扰网络（用于CNPC）的主管部门不承担消除干扰的义务。因此，UAS卫星运营商需要就受到有害干扰的概率、可行的缓解技术、备选解决方案和对UAS安全运行的影响做出评估。

至于问题3，如果UAS卫星运营商受到根据第11.41款通知的另一网络指配的有害干扰，后者应根据第11.42款的规定立即停止运行。实际上，**停运不可能立即生效，因此可能对UAS造成严重后果**。所有指配都带有一定的干扰风险，而就问题1和2而言，卫星运营商应为最终干扰做好规划。此类干扰造成使用的可靠性彻底丧失且不确定，实际上将UA及其它无人航空器的飞行安全置于全面的风险之下。

应当指出，就问题2和3而言，卫星运营商应为这类干扰做好规划。

至于问题4，如果UAS卫星运营商在根据第11.32和/或第11.32A款通知的频率指配（如已完成协调）中运行，它依然可能受到根据第11.41款通知的另一网络频率指配的干扰。如果此时出现干扰，根据第11.41款通知指配的主管部门和/或卫星运营有义务应用第11.42款的规定，立即消除这一有害干扰。然而，这只能发生在出现干扰、发现干扰源、报告干扰情况以及干扰主管部门和运营商采取纠正措施以后。

## 3.4 ICAO的空中安全条件及ITU-R在这方面的研究成果

ICAO已为此类研究确定了七项条件。在2015年7月的WP5B会议期间，ICAO阐明了其最终立场并重申了国际电联《无线电规则》必须处理的3项ICAO条件：

1 相关技术和规则行动应限于得到研究的使用卫星的UAS情况，不应创建使其它航空安全业务面临风险的先例。

2 需要在《无线电规则》中明确无误地确定进行航空安全通信的所有频段。

3 指配和相关频段的使用必须与《无线电规则》第4.10条保持一致，该条认识到，安全业务需要有特殊措施，以确保免受有害干扰影响。

下表概要介绍了基于详细分析的上述条件研究结果。

|  |
| --- |
| **ICAO条件#1**“相关技术和规则行动应限于得到研究的使用卫星的UAS情况，不应创建使其它航空安全业务面临风险的先例” |
| **研究成果：**需要为提供UAS CNPC应用的FSS频段制定适用的无线电规则条款。这些条款中应包括一条脚注，此脚注参引WRC-15的一项决议及其附件/后附资料，以便能够准确阐述相关使用条件及规则程序的细节，允许固定地点的UAS地球站使用FSS并介绍确保安全操作的必要业务的特性，同时参引另一项提出补充要求的决议。这些条款应仅限于UAS CNPC，并只有在提供这类应用时才可付诸实施。但可在多大程度上防止他人乘便效仿，用于为未来其它业务和应用提供类似的解决方案尚不得而知。 |
| **ICAO条件#2**“需要在《无线电规则》中明确无误地确定进行航空安全通信的所有频段” |
| **研究成果：**应通过增加脚注和相关决议，在《无线电规则》中明确提出以FSS频段支持UAS CNPC。然而，《无线电规则》能够怎样和在多大程度上反映这些应用的安全特性仍不得而知。一些当事方将这一条件解释为UAS CNPC链路需要在划分给相关航空安全业务的频谱内运行。应尽量避免通过第五条直接确定将部分FSS频段用于UAS CNPC，因为它可能给人以不当印象，即UAS CNPC链路最好使用这一划分，而不是AMS(R)S、 AMSS 或MSS等其他适用划分。 |
| **ICAO条件#3**“指配和相关频段的使用必须与《无线电规则》第4.10条保持一致，该条认识到，安全业务需要有特殊措施，以确保免受有害干扰影响” |
| **研究结果：**在考虑此议项下的问题时，未提出在确定用于安全业务的频段采用UAS CNPC业务的提案。有关此议项的考虑侧重于常规FSS频段的可能使用，而该频段通常为提供UAS CNPC业务而与其它地面业务共用。还应当看到，《无线电规则》关于CNPC的第4.10条是国际民航组织权限内的问题，不应由国际电联进行探讨和审议。因此，如果将CNPC使用的FSS转发器与《无线电规则》第4.10条挂钩，或赋予FSS转发器《无线电规则》第4.10条的或类似的地位，这将开启一个危险的先例，因为FSS通常为商业服务，因而不应给予它任何与《无线电规则》第4.10条相同或类似的特殊地位。 |
| **ICAO条件#4**“了解在这些频段操作的指配：– 符合《无线电规则》的技术标准；– 已成功进行过协调，包括协调并未完成但国际电联有关有害干扰概率的审查结论为合格的情况，或有关该指配的警告已得到研究解决、使该指配能够满足为UAS提供BLOS通信的要求，且– 已记录在《国际频率登记总表》中” |
| **研究结果：**常规FSS频段因为在用卫星而且更因为提交国际电联的卫星网络资料而拥挤异常，卫星协调正也变得益发困难，甚至无法进行。因此，为解决这一问题，已针对WRC第86号决议（WRC-15议项7）向多届WRC提出了多个问题。无线电通信局开展的研究表明，根据《无线电规则》第11.41款在国际频率登记总表中登记的频率指配占全部指配的50%以上，这说明协调尚未完成。此外，目前录入MIFR的大多数网络因未完成协调，而不得不执行《无线电规则》第11.41款的规定。这意味着，列入MIFR并不说明已完成协调，或在对具较高优先地位的其它卫星网络造成有害干扰的概率方面审查合格。值得注意的是，在《国际频率登记总表》（MIFR）中成功登记（根据第11.32款得出的合格结果），并不意味着划分不会受到有害干扰，因为通过接受现有卫星网络产生的干扰也可以获得同样结果。对第11.42或第11.42A款的引证表明，在出现有害干扰的情况下，是不会提供保护的。 |
| **ICAO条件#5**“应以透明方式报告对系统的干扰情况，并在适当时间范围内对其予以解决” |
| **研究结果：**通常，不同的转发器和频段每周多次出现FSS网络之间的干扰。其原因包括对卫星转发器的不当使用、设备故障或天线指向错误、最终用户超功率限值和未进行必要协调就发射和启用卫星。尽管提供UAS CNPC的卫星网络已完成了所有协调并符合所有限值，但这并不能保证避免临近卫星网络的偶发干扰或未协调运行造成的干扰。有害干扰案例通常在相关业务运营商或国家之间得到解决，很少向国际电联报告。因此，国际电联数据库能够提供的实际干扰状况信息有限。 |
| **ICAO条件#6**“在兼容性研究中，可采用切合实际的最差情况条件（包括安全余量）” |
| **研究结果：**根据假设，这一应用可用于常规FSS技术参数范围。其研究结果见第3和4节以及ITU-R M.[UAS-FSS]号报告附件5至7。还对这一议项的附加问题（如技术和运行可行性以及监管环境）进行了研究，详见报告的其他章节和附件。如果考虑到最恶劣情况、正常情况和较乐观的情况，而且如果它们包括适用利润率，它们将会在所有不同研究当中变换。 |
| **ICAO条件#7**“任何有关UAS的操作考虑都应由ICAO而非国际电联做出” |
| **研究结果：**预计国际电联和ICAO将合作履行其共同责任。必须使人们充分了解ICAO和国际电联各自的作用，以确保适当分离需要《无线电规则》满足的监管需求和需要ICAO程序解决的运行问题。在这种背景下，国际电联将为CNPC链路制定典型运行条件，而ICAO则将制定确保安全飞行的其他运行条件。 |

## 3.5 从《无线电规则》第4.4款项下的无人机飞行中获得的经验

第153号决议（WRC-12）考虑到e)部分指出，UAS已根据《无线电规则》第4.4款在用于UA至卫星的CNPC链路的FSS频段运行，但没有关于UA至卫星CNPC链路部署历史及其对其它业务和其它FSS应用造成影响的记录。此外，也未以任何形式在ITU-R出版物中公布这类信息，因为根据《无线电规则》第4.4款的规定，主管部门没有义务发出有关FSS频段的通知。也未引用这一部署的实例，因为到本报告截稿时依然未收到信息。

## 3.6 干扰的发生

在根据无线电通信局的检查已审查合格登记的50%的指配当中，仍看到有害干扰的出现已成为需要审慎考虑的问题，以确定受到这种不可测干扰的FSS链路能否为具有生命安全和飞行安全性的应用提供无线电链路。在地球上的很多地区，会经常出现FSS网络之间的有害干扰，通常在不同转发器和频段一周出现多次[[1]](#footnote-1)。其原因之一是对卫星转发器的绑架和非法使用、设备故障或天线指向错误、最终用户超功率限值（当遇到运行故障时）和未进行必要协调就发射、测试和启用卫星。即使提供UAS CNPC的卫星网络完成了全部协调，并符合所有限值，但也无法确保避免因邻近卫星网络的偶然干扰或未经协调的运行造成的有害干扰。案例通常在相关的业务运营商或国家之间解决，很少向国际电联报告。因此，国际电联数据库几乎无法提供有关实际干扰情况的信息。

**出于多种这类原因，正如频段内的其它FSS运行一样，需要为地球上很多地区定期对FSS频段的UAS CNPC运行可能造成的有害干扰做好准备。**

还需指出的是，FSS链路可能出于多种原因受到干扰，无论支持这些链路频率指配是以怎样的方式登记于MIFR。在出现干扰的多数情况下，卫星运营商通过快速与可疑干扰源联系解决问题。人们进一步注意到，由于卫星运营商具有这类案例的经验，多数干扰事件得到了快速解决；这意味着多数干扰事件持续事件较短，**因此，需考虑的一个问题是卫星网络的运行方式能否确保限制干扰的发生频次和持续事件，以达到UAS CNPC链路的性能\可用性目标**。

更为重要的是，根据第153号决议（WRC-12）规定，UAS的安全操作需要可靠的通信链路以及相关联的频谱，特别是对于下达飞行控制指令、并进行空中控制通信中继的遥控飞行员。这些通信亦被称为控制和非载荷通信（CNPC），按照《无线电规则》第4.10款，各成员国认识到，无线电导航及其他安全业务的安全特点要求特别措施，以保证其免受有害的干扰。因此，在频率指配及使用中必须考虑这一因素。在所用FFS链路中有50%是按照《无线电规则》第11.41款以无保护条件登记的情况下，这些条件几乎甚至完全不可能实现。**此外，即使那些按照《无线电规则》第11.31、11.32或11.32A款审查合格的FSS也会受到上述干扰事件的影响。**

此外，即使（且仅当）FSS链路可用于无线电链路1和4，它们同所有被确定受影响的主管部门完成了协调并以第11.31和11.32款审查合格结论被登记进入总表，应审议下列问题：

a) 当两个主管部门按照第9条协调FSS转发器或发射组时，在完成协调并通知无线电通信局时，不会提供协调的详情，即协调中达成一致的取值和干扰电平。对于商业FSS链路操作来讲，由于有些干扰电平/干扰程度可作为操作环境忍受，这不会带来很大问题。然而，当考虑将该链路用于无人机时，稍有干扰可能导致引导飞机正常运转的信号出现错误。

b) 另一方面，即使为达到所需的服务可用度的全部干扰电平得到匹配，除了那些正在协调中并将在下阶段启用的任何FSS，都有可能对已完成协调的FSS链路产生有害干扰。此外，《无线电规则》第一条中定义的“有害干扰”是一个主观术语。

引言

“有害干扰：危及无线电导航或其他安全业务的运行，或严重损害、阻碍、或一再阻断按照《无线电规则》开展的无线电通信业务的干扰。”

引言完

该定义分为两部分：

**第一部分解决无线电导航业务的功能或其他安全业务的功能。由于考虑使用的是FSS链路，该部分同UAS并不相关。由于UAS既不是无线电导航业务，也不是其他安全业务。**

第二部分解决干扰问题，这些干扰严重损害、阻碍、或一再阻断按照《无线电规则》开展的无线电通信业务的干扰。这是一个可将FSS用于UAS的部分。**然而，该表达“严重损害、阻碍、或一再阻断FSS”对于UAS并不合适，因为即使一次对FSS并不严重的损害对于航空器的引导和导航都是危险的。**

## 3.7 UA与FSS相关的技术特性和保护标准相一致

相关的ITU-R研究组目前正在研究两种类型的典型FSS系统特性：

a) 用于标准和传统商业FSS的特性；以及

b) 假设UA CNPC应用具有但在某些领域与以上a)所述特性不同的特性。

采用上述b)提及的特性可能会造成监管影响，以至于如果它们超出了具体或典型通知FSS网络地球站的特性，它们将需要补充协调。此外，尽管上述条件得到满足，如果系统特性较通知特性更加敏感，它们将更易受到其它卫星网络的干扰。在上述两种情况下，干扰的发生会妨碍无人驾驶飞机系统的可靠性和业务可用性。

目前，ITU-R正在研究采用FSS链路的UAS CNPC飞行的必要保护标准。然而目前尚不清楚用于CNPC的FSS链路的保护标准为什么不同于用于这一目的的FSS链路。

人们看到在很多情况下，FSS具有商业卫星运营商的运营特性。运营许可证由国家颁发。颁发飞机许可证的国家远离飞机的实际飞行地，也不同于发放地球站许可证的国家。此外，发射和接收地球站通常以许可证的类别（如VSAT类网络）在无具体许可或协调的情况下在一个国家内运行。

ITU-R可能需要考虑的其它问题包括卫星运营商通常不是业务的最终用户，但会向业务提供商出租容量，再由提供商将业务出售给最终用户。这些最终用户可能是私营实体、广播商、政府等。这些最终用户通常会购买、建立和根据不同于颁发该卫星网络执照的主管部门颁发的许可，运营接入该卫星的地面站。遵守协调限值须依赖于卫星网络通知主管部门向最终用户传达的限制。传达和执行这些限制不仅仅是为了提供CNPC链路的卫星网络，更是为了邻近的卫星网络，因此必须评估对进入CNPC链路的干扰的控制能力。

鉴于以上情况，完全不宜使用无益于《无线电规则》第4.10款所述的生命安全的商用FSS概念。

围绕UAS，我们解决的不是一个商业和标准通信问题，而是一个高度敏感的问题，涉及到在非隔离空域引导数十架无人机与该空域数十架有人机同时飞行的问题。在这一空域，即使少量干扰也可能误导无人机同其他无人机或有人机相撞。

从未有一种无益于生命安全的无线电通信业务被用于一种较任何有关生命安全的其他无线电通信业务都敏感得多的应用。

我们面对的是由一个飞行员引导的数十架无人机，它们完全依赖于FSS的无干扰运行，而这对于任何商业FSS是无法实现的。

## 3.8 关于与地面业务的兼容

在FSS频段使用UA CNPC链路的机载电台将导致这些电台和地面业务电台之间的协调距离比目前的值增加数倍。该增加取决于无人机的飞行高度。这造成了对兼容条件和目前FSS地球站同地面业务电台的协调条件的实质改变。

在ITU-R，尚未为UA CNPC链路的机载电台的操作确定技术和规则条件，以确保现有FSS地球站同地面无线电业务的协调条件得到满足。

ITU-R M.[UAS-FSS] PDNR的工作文件研究了UA CNPC机载电台同固定业务在
14.0-14.5 GHz和27.5-29.5 GHz频段潜在的兼容性问题。但上述各方面在这些研究中并未体现亦未作调查。

## 3.9 与卫星业务的兼容（包括不同FSS网络间的兼容）

ITU-R M.[UAS-FSS] PDNR的工作文件提出了在14/11 GHz和30/20 GHz频段操作的GSO  FSS卫星网络间的干扰研究，其中的一个卫星网络使用UA CNPC链路的机载电台。然而，当使用UA CNPC链路的机载电台而不是位于地球表面的经协调的典型（固定）地球站时，兼容条件（协调条件）会发生怎样的变化，ITU-R未就此开展研究。没有证据显示这些条件会维持不变。UA CNPC链路机载电台的操作条件（如改变位置、天线控制不稳定（包括由于航空器颠簸造成的不稳定）和天线方向图等）显著同FSS网络现有的地球站位于地球表面固定点的操作条件有所不同。因此，ITU-R需要开展更多的研究以确定UA CNPC链路的机载电台使用的技术和规则条件，这些条件将确保其同现有和未来卫星网络的协调条件得到满足。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. 在题为“国际电联 – 21世纪的挑战：防止对卫星系统的有害干扰”的国际电联卫星通信讲习班上，以国际卫星运营商报告说，在2012年，其卫星编队的转发器共记录了329 826分钟的干扰。另一区域卫星运营商通报说，他们在同年记录了290个干扰案件。 [↑](#footnote-ref-1)