|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| A close up of a sign  Description automatically generated | **世界无线电通信大会（WRC-23）2023年11月20日-12月15日，迪拜** |  |
|  |  |
|  |  |
| **全体会议** | **文件 65 (Add.27)(Add.3)-C** |
|  | **2023年9月29日** |
|  | **原文：英文** |
|  |
| 欧洲共同提案 |
| 有关大会工作的提案 |
|  |
| 议项10 |

10 根据国际电联《公约》第7条和第**804**号决议**（WRC-19，修订版）**，向国际电联理事会建议纳入下届世界无线电通信大会议程的议项以及未来大会初步议程的议项，

第3部分：2027年世界无线电通信大会议程

non-GSO集总干扰对RAS的影响

引言

提议将新议项的以下措辞插入2027年世界无线电通信大会第**[EUR-A10]**号新决议草案**（WRC-23）**的议程：

...

1 以各主管部门的提案为基础，在考虑到WRC-23的成果和大会筹备会议报告，并适当顾及所涉各频段中现有和未来业务的需求的同时，审议下列议项并采取适当的行动：

...

1.13 根据第**[EUR-A10-1.13-RAS-NGSO]**号决议**（WRC-23）**，研究non-GSO集总干扰对射电天文业务（RAS）的影响以及保护RAS免受大型卫星星座有害干扰的相关适当措施；

...

[编辑说明：议项清单最终定稿后将更正编号。]

背景

近年来，地球轨道上的卫星数量，尤其是低地球轨道的卫星数量已经出现大幅增长。尽管大量新应用和业务无疑给人们带来了好处，但亦出现了一些担忧。例如，专业天文学家报告指出，卫星反射的太阳光会在光学和红外数据中产生伪像且由于数量显著增加，因此无法用软件完全消除这种伪像。这一现象也可能对空间机构的项目产生影响，这些机构的项目旨在持续观测夜空，以便及早发现可能与地球相撞的潜在危险物体（小行星）。遗憾的是，目前没有任何管理卫星对光学/红外天文学甚至是对整个夜空所产生影响的规则，而这一领域对许多民众、不同文化和社会而言均非常重要。

此外，射电天文受到的影响也越来越大，尽管《无线电规则》和其他ITU-R文件已在处理这方面的问题。造成此现象的原因是一些关键问题目前没有得到很好的处理，例如分配问题（几个星座在射电天文频段中产生不必要发射时）或在ITU-R卫星申报过程中对射电天文业务（RAS）保护的考虑有限。此外有些方面目前根本没有得到考虑，例如如何保护国家无线电静默区免受空间发射的影响，在极其敏感的系统有过多功率输入的情况下如何保护RAS接收机出现饱和，从而产生互调产物或谐波。此外或有可能缺乏有关电磁兼容性的规定：与任何其他电子或电气设备一样，卫星也会产生泄漏辐射。所有上述原因的集总效应实际上可能超过受保护的RAS频段的门限值功率水平，但由于ITU-R规则不适用于电磁泄漏，因此针对此类辐射，天文台实际不受保护。

为应对此问题，全球天文学界通过国际天文学联盟（IAU）成立了“IAU保护黑暗且宁静的天空免受卫星星座干扰中心”（CPS），在国家科学基金会（NFS）NOIRLab（光学/红外）和平方公里阵列射电望远镜组织[[1]](#footnote-1)（SKAO；射电天文学）的领导下，研究大型卫星星座对天文学的影响并与主管部门和业界一起寻求解决问题的办法。

人们正愈发认识到基础科学及其主要投资所面临的威胁。联合国和平利用外层空间委员会（UN COPUOS）讨论了这一主题与国际电联无关的方面。最近，在2023年七国集团峰会期间会晤的国际七国集团（G7）科技部长通过一份公报中宣布：

“我们[G7科技部长]认识到在UN COPUOS和国际电信联盟（ITU）的框架内，与国际天文学联盟（IAU）就大型卫星星座对天文学的影响进行持续讨论以保护黑暗且宁静天空的重要性。”

上文提到的对光学和射电天文学的威胁大多与媒体所称“巨型星座”有关。由于这一术语在技术上是不正确的（即使最大的星座也是由几十万颗卫星组成，而不是几百万颗卫星），所以相关系统在下文中将被称作“大型卫星星座”。然而，目前在《无线电规则》中没有关于“大型”非对地静止卫星（non-GSO）系统的定义或分类。因此，应为卫星星座的可能分类开做一些工作。卫星数量不到一两百颗的传统卫星星座绝对不属于拟议议项的讨论范围，把这些星座列入将为研究期增加不必要地的工作量，对保护RAS系统没有什么好处。

下文将简要概述与大型卫星星座相关的一些最重要的问题。

集总和分配

没有明确的方法用于评估多个星座同时运行时所产生集总干扰的影响。ITU-R RA.1513建议书指出，给定RAS频段所有卫星系统有5%的数据丢失对于RAS观测是可接受的，对单个系统而言2%的数据丢失是可接受的。然而，该建议书还指出，当每个系统都遵守2%这一数值时，将自动达到5%的水平。虽然在一定时间内这种观点可能没有问题，但随着卫星星座数量的大幅增长，人们可能会怀疑这种假设是否仍然成立。

在技术层面，ITU-R的几份建议书提供了计算一个或多个卫星星座数据丢失的方法。基于以前的工作，众所周知的是对于一定大小的non-GSO星座，应根据ITU-R M.1583建议书描述的所谓等效功率通量密度（epfd）方法计算。该方法可以（并且应该）纳入卫星星座的各种操作和技术特性，以便开展足够精确的兼容性研究。此外，集总效应（当多个卫星星座影响相同的RAS频段时）的影响很容易纳入考量。然而，相关程序问题尚不明确。如果两个系统已经投入运行且每个都勉强达到2%的标准，那么第三个系统希望进入市场会发生什么？是采用“先登先占”的方式还是应有不同的方法？此外，很可能针对所有相关系统都必须重复epfd计算，即每次添加新系统均要计算一次，这增加了所有利益攸关方的必要工作量。

人们认识到，分配问题是一个非常复杂的问题。因此，为确保工作量在一个研究期内仍然可控，建议只考虑影响特定RAS频段的最大卫星星座。一种实用的方法是在研究周期内使用ITU-R卫星申报数据库提取此类信息。通过这种方式，研究对象自然也将限于目前实际受到威胁的RAS频段，在进一步将工作量减少到绝对最低限度的同时确保RAS得到有效保护。

早期保护RAS的ITU-R流程有所缺失

目前，在卫星备申报期间协调non-GSO卫星系统与RAS的规则程序非常有限。希望保护其RAS电台的主管部门只能在意见征询阶段发表相关意见，而ITU-R无线电通信局在遵循《无线电规则》第**9**条和第**11**条所述程序的条件下，甚至无权评估最基本的兼容性指标。此问题导致相关人员必须从事一些不必要和多余的工作，因为每个主管部门都必须针对世界上所有应得到保护的RAS电台重复相同的计算。此外，即使在现有non-GSO系统受到干扰的实际情况下，第**739**号决议**（WRC-19，修订版）**所述允许受影响主管部门与负责主管部门发起磋商的潜在解决方案，也仅适用于一小部分RAS频段：non-GSO卫星业务使用的频段（主要在10-50 GHz频率范围内）并未列在第**739**号决议**（WRC-19，修订版）**附件的non-GSO表中。

卫星系统一旦进入轨道就无法修复

与地面应用相比，卫星基础设施的一个主要不同在于干扰情况很难解决。虽然这种情况在将来可能会有所改变（假设更多空基基础设施可实现在轨维护），但目前损坏或设计不佳的卫星可能会对RAS观测产生严重影响，而阻止有害干扰的机会极其渺茫。因此，从射电天文学的角度来看，在发射卫星之前应开展大量规划和协调工作。应研究最佳做法和设计原则，将他们纳入规则并由主管部门负责监管。

直接到蜂窝和直接到设备举措

非地面网络（NTN），即直接到蜂窝（D2C）和直接到设备（D2D），为上述主题增加了一个全新维度。这两种技术都是指将卫星基础设施纳入国际移动通信（IMT）网络。D2C拟通过卫星链路将IMT基站连接到网络，而D2D使用星载IMT基站直接与IMT用户设备通信。难以进入的服务不足地区的中继站或回程站对这两种方式尤为感兴趣。应当注意，对于D2C，正常基站下行链路（地面BS到地面UE）和馈线链路（卫星到地面BS）需要不同的频率。此外，D2D目前的所有活动似乎都集中在5 GHz以下的频率，那里的路径传播损耗较低。

人们已对现有IMT网络，尤其是基站，进行了广泛研究并就各种情况开展了大量研究工作：小型和大型网络、城市和农村部署、传统和波束赋形天线系统、带内和无用域场景等。最近，相关方甚至对机载和高海拔平流层平台IMT基站也进行了调研。然而，目前尚未研究的问题是在增加一个卫星组件以为网络提供支持的情况下，如何保护RAS。从地面和空中基站部署的经验来看，必要的协调或禁区的规模很可能远远超过当前的水平。因此，多边协调不可避免。然而，有些计划推出新系统的运营商试图仅根据《无线电规则》第**4**条第**4.4**款申报，将组织和协调RAS保护的问题全部交给本地和区域利益攸关方，要求采用单独和冗余的流程，效率非常低下。这要做的风险是一些主管部门将没有开展各项必要研究和计算的手段。

人们认识到，IMT频段中的NTN还不能通过《无线电规则》划分。尽管如此，一些行业利益攸关方已经在这方面投入了大量资金且进展迅速（原型设备已经入轨）。如上所述，一些项目预计将根据《无线电规则》第**4**条第**4.4**款运作。因此，这一议题应在此议项下审议。然而在理想情况下，NTN应首先在ITU-R开展研究且在这种情况下，RAS的保护可以而且应该在相关议项下做适当讨论。

提案

ADD EUR/65A27A3/1

第[EUR-A10-1.13-RAS-NGSO]号新决议草案（wrc-23）

研究非对地静止卫星轨道（non-GSO）的集总干扰对射电天文业务（RAS）的影响以及保护射电天文业务免受大型卫星星座有害干扰的相关适当措施

世界无线电通信大会（2023年，迪拜），

考虑到

*a)* 未来十年，拟向非对地静止卫星轨道（non-GSO）发射的卫星数量不断增长；

*b)* 有些non-GSO卫星星座可能由成千上万颗卫星组成；

*c)* 多个大型[[2]](#footnote-2)1 non-GSO卫星星座正在或计划在相同频段运行；

*d)* 考虑到*b)*和*c)*中的这些大星座可在划分给射电天文业务（RAS）频段的相邻频段或相近频段操作；

*e)* 在某些情况下，《无线电规则》对大型卫星星座的带外发射没有做出限制，这可能会对射电天文业务造成有害干扰；

*f)* 仅靠带外发射限值本身并不一定足以保护RAS，因为RAS电台在卫星系统产生的集总功率取决于星座中的卫星数量和其他操作参数，如发射机的天线方向图与指向或轨道高度和倾角；

*g)* 在卫星数量庞大的情况下，卫星穿过射电天文望远镜主波束的可能性增加，此时天线增益明显高于0 dBi；

*h)* 即使是在偏远站点，来自单个和多个大型卫星星座的集总带外发射也可能对RAS造成有害干扰；

*i)* non-GSO卫星系统可用作IMT网络的一部分，向服务不足的社区以及农村和偏远地区提供移动连接，

注意到

*a)* ITU-R RA.769建议书针对通过射电天文望远镜远旁瓣接收到的non-GSO卫星干扰提出了门限值，书中假设简化天线模型的典型增益为0 dBi；

*b)* 目前的规则规定和程序可能不足以确保RAS免受日益增多的大型non-GSO卫星星座产生的有害干扰；

*c)* 《无线电规则》中没有大型卫星网络的分类；

*d)* 划分给卫星下行链路的若干频段并不与划分给RAS的频段相邻或相近；

*e)* 无线电通信局目前没有根据第**9**条或第**11**条，就保护RAS免受大型卫星星座干扰问题开展审查；

*f)* ITU-R RA.1513建议书阐述了因以主要使用条件划分给作为主要业务的RAS频段的干扰所产生的劣化，造成的射电天文观测数据丢失及时间比例标准的可接受水平，

认识到

*a)* 解决RAS与大型non-GSO系统之间的兼容性问题，可能需要在卫星发射并运行之前采取技术缓解措施；

*b)* 为了便于研究，有必要根据整个星座的大小、星座在天空分布和其他重要参数等对non-GSO网络进行分类，以便能就其对RAS的影响开展适当研究；

*c)* 可能需要在卫星申报期间建立协调程序，以保护RAS免受大型non-GSO卫星星座造成的有害干扰；

*d)* 对于（大型）卫星系统，ITU-R M.1583建议书提出的等效功率通量密度（epfd）方法，对RAS接收机的接收总功率做出了足够精确的估计，并可用于纳入考虑到*h)*提到的其他技术参数的影响；

*e)* 源自星载电气和电子部件的电磁辐射，尤其是较低频率的电磁辐射，能够泄漏至RAS频段，

做出决议，请国际电联无线电通信部门在WRC-27之前及时完成

1 根据星座大小（最少200颗卫星）以及对现有和未来规划的射电天文台而言星座在天空的分布情况，其他技术或操作参数，确定大型卫星网络的分类；

2 对射电天文台可能因在RAS相邻或相近频段操作的，大型non-GSO卫星星座的规模和数量增加而产生的干扰场景的研究；

3 对在相邻和相近频段操作的单个和多个大型non-GSO卫星系统的无用发射所产生的集总干扰，如何影响RAS电台操作的研究；

4 制定适当的规则程序，以限制在RAS电台的相邻和相近频段操作的单个和多个大型non-GSO系统（最多六个最大型non-GSO系统）无用发射产生的集总干扰，

请各主管部门

积极参与研究并通过向ITU-R提交文稿，提供所涉系统的技术和操作特征以及研究所需的其他信息，

做出决议请WRC‑27

根据研究结果，确定并实施适当措施，以保护RAS免受大型卫星星座的有害干扰，

责成秘书长

提请联合国和平利用外层空间委员会（COPUOS）及其它相关的国际和区域性组织注意本决议。

有关WRC-27议项的提案

|  |
| --- |
| **主题：**研究适当措施，以保护RAS免受大型卫星星座的有害干扰 |
| **来源：**CEPT |
| **提案：**根据第**[EUR-A10-1.13-RAS-NGSO]**号决议（WRC-23），研究保护RAS免受大型卫星星座有害干扰的适当措施 |
| **背景/原因：**近年来，地球轨道上的卫星数量，尤其是低地球轨道的卫星数量已经出现大幅增长。尽管大量新应用和业务无疑给人们带来了好处，但亦出现了一些担忧。例如，专业天文学家报告指出，卫星反射的太阳光会在光学和红外数据中产生伪像且由于数量显著增加，因此无法用软件完全消除这种伪像。这一现象也可能对空间机构的项目产生影响，这些机构的项目旨在持续观测夜空，以便及早发现可能与地球相撞的潜在危险物体（小行星）。遗憾的是，目前没有任何管理卫星对光学/红外天文学甚至是对整个夜空所产生影响的规则，而这一领域对许多民众、不同文化和社会而言均非常重要。此外，射电天文受到的影响也越来越大，尽管《无线电规则》和其他ITU-R文件已在处理这方面的问题。造成此现象的原因是一些关键问题目前没有得到很好的处理，例如分配问题（几个星座在射电天文频段中产生不必要发射时）或在ITU-R卫星申报过程中对射电天文业务（RAS）保护的考虑有限。此外有些方面目前根本没有得到考虑，例如如何保护国家无线电静默区免受空间发射的影响，在极其敏感的系统有过多功率输入的情况下如何保护RAS接收机出现饱和，从而产生互调产物或谐波，此外或有可能缺乏有关电磁兼容性的规定（与任何其他电子或电气设备一样，卫星也会产生泄漏辐射）。 |
| **相关的无线电通信业务：**所有卫星业务（特别是卫星移动和卫星固定业务）、移动（IMT）、射电天文学 |
| **对可能出现的困难的说明：**目前没有发现 |
| **此前/正在进行的对该问题的研究：**无 |
| **将开展研究的机构：**SG 7 | **参与机构：**各主管部门和ITU-R部门成员 |
| **ITU-R相关研究组：**SG 4、SG 5和SG 7 |
| **对国际电联资源的影响，包括财务影响（参见《公约》第126款）：**此拟议议项将在ITU-R的正常程序和计划预算范围内得到研究。预计不会产生额外费用。 |
| **区域共同提案：**是 | **多国提案：**否**国家数量：** |
| **备注** |

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

1. SKAO运营着世界上最大的射电望远镜，该组织得到了多个主管部门的大量资助（目前包括澳大利亚、加拿大、中国、法国、德国、印度、意大利、日本、荷兰、葡萄牙、南非、韩国、西班牙、瑞典、瑞士和英国）。 [↑](#footnote-ref-1)
2. 1 就本决议而言，为界定相关研究涉及卫星数量的最小值 ，“大型卫星星座”这一术语指由数百颗或更多卫星组成的non-GSO卫星网络（至少有200颗卫星）。 [↑](#footnote-ref-2)