|  |  |
| --- | --- |
| **无线电通信全会（RA-15）2015年10月26-30日，日内瓦** |  |
| **国 际 电 信 联 盟** |  |
|  |  |
| **全体会议** | **文件 RA15/PLEN/34(Add.3)-C** |
| **2015年10月13日** |
| **原文：英文** |
| CEPT – 欧洲邮电主管部门大会 |
| ITU-R [EUR/VISIBLE LIGHT]新课题草案 |
| 关于宽带通信的可见光或光通信特性的研究 |
|  |

# 1 引言

国际电联《组织法》第12条第78款规定，无线电通信的职能之一是“…开展没有频率范围限制的研究并通过建议”。

科技发展，特别是数字技术的发展是一个连续不断的过程并为通信开辟了新的途径。特别是光通信为满足（数据）通信不断增长的需求提供更多的机会。

从科学角度讲，这一问题引起了许多大学和企业的日渐浓厚的兴趣。首要目的是研究室内短距光通信在什么条件下可以更好地满足宽带（数据）通信的要求。

对国际电联而言，光通信不是什么新问题。以往的研究形成了有关各种光链路应用的建议书和报告。但没有任何信息表明光系统之间的干扰是令人担心的问题。

ITU-R迄今为止制定的有关这一问题的建议书并未谈及“光”通信，因为过去无法就“光”的定义达成统一。有些人认为，“光”=“可见”。另一些人则认为，“光”=“可见+近红外光。”曾有人试图创造一个新词汇“光通信”或“光子通信”，但这一争论无果而终。最终采用了与光技术有关的若干无线电术语。因此，建议书讨论的是283 THz范围内的频率。

本文件附件1是截至目前开展有关这一问题的技术和操作研究概要和ITU-R相关建议书，附件2是ITU-R迄今制定的相关文件的综述。

# 2 有关自由空间光链路的以往研究

过去，根据WRC-07决议，曾经就地对空、空对地以及空对空长途通信中运行的自由空间光通信系统进行过研究。

研究的目的是，鉴于这些链路使用的部分频率超出了《无线电规则》第5条现行频率表的范围，确定是否有必要对《无线电规则》进行调整。WRC-07决议要求对与其他业务的共用问题开展研究，在《无线电规则》中3 000 GHz以上频段各种业务的划分被认为可行的情况下，明确规定频段限值定义及需考虑采取的措施。为此开展了若干研究，WRC-12的结论认为，为满足这些应用无需修改《无线电规则》。

# 3 现状

近来实验表明，使用发光二极管（LED）可以使可见光通信（VLC）潜在数据速率达到10 Gb/s以上。不过，为提高通信用的可见光谱的效率，激光二极管（LD）被认为是更具前景的可选方案。这项工作的目的是要研究在各种光照约束情境下现成的发光二极管的通信能力。结果表明，在标准室内照明水平下，光无线接入速率可以超过100 Gb/s。

# 4 提案

欧洲指出，“光通信”是在非管制频谱中操作的，因此，无需在《无线电规则》进行频率划分。欧洲还指出，国际电联需要对宽带应用新的可能性进行进一步研究，因此，建议无线电通信全会通过有关宽带通信的可见光或光通信特性的ITU-R新课题。

ITU-R [EUR/VISIBLE LIGHT]新课题草案

用于宽带通信的可见光特性

（2015年）

国际电联无线电通信全会，

考虑到

*a)* 科技发展是一个连续的过程，为频谱应用开辟了新的途径；

*b)* 当前利用可见光开展通信再次引起了人们的关注；

*c)* 可见光通信是在非管制频谱中操作的，因此，无需在《无线电规则》进行频谱划分；

*d)* 关于通过可见光开展宽带应用可能性的课题需要国际电联做进一步研究，

做出决定，对下列课题应予以研究

1 就频谱利用而言，使用可见光进行宽带通信有哪些显著特点和效益？

2 在可见光频谱方面发展短距宽带通信的总体目标和用户需要是什么？

3 与宽带通信使用的可见光相关的新应用有哪些？

4 可见光通信的进一步发展需要哪些技术和操作特性？

5 就光通信而言，从空间和卫星行业等领域的研究中有哪些可以借鉴的成果？

进一步做出决定

1 应将上述研究结果纳入一份或多份报告和/或建议书中

2 研究工作应在2019年前完成。

附件1

国际电联关于研究结果的分析[[1]](#footnote-1)

以下对已完成的相关研究的结果做出总结。

高于30 THz频率的卫星地球站的性能极大地受到大气的影响。传播方面的考虑因素包括大气吸收、瑞利（Rayleigh）和Mie散射、折射和湍流。为尽可能避免大气损耗，地球站的最佳位置为高度位置，至少应高于海拔2公里。此外，由于较低角度带来的大气效应，因此如果地球站的仰角低于40的话，将难以维持光通信链路。

大气吸收、散射和湍流也是地面自由空间光系统需予以严肃考虑的因素。这些系统由于大雾、降雨或降雪也会出现性能劣化。

地对空、空对地和空对空方向的自由空间光通信系统的特点是波束很窄，在捕获期间，非对地静止航天器之间使用最大的视场（fields of regard），但依然不超过700 μ弧度（0.04º）。进行正常通信时，其视场通常降低至10 μ弧度（0.0006º）。在进行干扰分析时，可对接收天线方向图旁瓣收到的无用能量予以忽略。其典型的发射波束宽度通常亦为10 μ弧度。

未来，自由空间光链路将向光纤宽带无线连接一样，成为极具希望的、提供点对点视距网络的系统。在地面应用方面，发射信号的射束发散和接收机的视场通常为几个毫弧度或更少。然而，在最初捕获目标终端时，地面应用常常结合使用较高功率信标、较大射束发散和宽视场敏感捕获传感器，如CCD（电耦合器件）图像传感器。地面自由空间光链路可随时随地得到部署，这是因为目前的设想为，不需要通过协调来避免不同运营商之间此类链路间的干扰。理论上而言，自由空间光链路之间可能出现干扰，但是，除非两条链路在十分有限的地理环境中运行，否则这种干扰不会产生有害影响。

目前世界上存在诸多可在THz频段进行航天观测的望远镜，而且其数目与日俱增。虽然为降低波束到波束之间耦合的概率，单个“天线波束”都非常狭窄，但多数此类望远镜为成像器，聚焦处像素诸多，能够集体“看到”部分天空，该部分天空可能构成跨越度数的相当部分。由于在高于100 THz频率上进行观测的望远镜是与世隔绝的、置于高空站址的望远镜，因此世界上适合其运行的地点凤毛麟角，通常这些装置置于远离密集人口的地方（美国的Mauna Kea可能是一个例外）。有鉴于此，可以避免指向此类站址的发射。如果空间间隔距离足够大，有源和无源业务均可使用大气中的低衰减窗口。

使用高于3 000 GHz频谱的有源和无源传感装置在所有得到研究的、敏感度和视场差异巨大的技术中，提供最为多样的技术和操作特性。有源传感器的形式为卫星地球探测业务（EESS）（有源）使用的光检测和测距（LIDAR）装置以及地面MetAids类型的应用。地面应用的波束宽度和接收机视场大于空间有源传感器，但通常不会超过几个m弧度。地面气象辅助系统也通过在固定地点发射脉冲信号进行有源测量。大气条件是通过分析在路径另一端收到的信号特性确定的。为最大限度地降低其它来源的能量效应，通常在此类系统的接收机上安装EMI（电磁干扰）过滤器。

EESS无源系统收集有关地球特性及其自然现象的信息，包括与环境状况有关的数据。在约一半的EESS航天器上，可能都在使用频率高于3 000 GHz的仪器。预计在可预见的未来，每年将发射约一至三个新的、使用高于3 000 GHz频谱的EESS系统，并临时在航天飞机和国际空间站中部署更多仪器。多数EESS系统使用非对地静止轨道，其中大部分此类系统在与太阳同步的轨道中运行。每一个EESS系统均具有直接影响到仪器敏感度的独特技术特性和任务要求。此外，敏感度要求也随着太阳光照度、测量主体、甚至仪器“年龄”的变化而变化。无源气象辅助装置进行的测量包括阳光检测和天空亮度，二者均使用可直接暴露于阳光的传感器。

总而言之，由于近红外自由空间链路使用的发射器的波束极窄，且地面发射器仅可在极短距离上产生干扰，因此地面干扰情况将十分罕见，而且能够轻而易举地在局部得到解决。此外，卫星间链路的干扰也会十分罕见，因为波束直接针对具体方向且很窄，同时空间几何十分宽阔。

目前没有任何证据表明自由空间光系统之间的干扰会令人担忧。ITU-R现有建议书和报告已充分研究探讨了自由空间光链路。此外，没有为自由空间光链路确定可能的程序。

附件2

技术和操作研究及ITU-R相关建议书摘要

ITU-R P.1621 – 工作在20 THz-375 THz频带内的地-空系统的设计所需的传播数据

本建议书含有有关20 THz和375 THz内近地和深空环境中通信可能使用的频谱的传播数据。

建议在附件所述的各有效范围内规划地-空系统时采用用以预测建议书附件给出的传播参数的方法。

ITU-R P.1622 – 设计在20 THz和375 THz频段内运行的地对空系统所需的预测方法

本建议书含有用于正确规划20 THz和375 THz内操作的用于近地和深空环境中某些空基通信的预测方法。

建议在附件所述的各有效范围内规划地-空系统时采用建议书附件给出的与传播有关的系统影响的预测方法。

ITU-R S.1590 –在20-375 THz范围运行的卫星的技术和操作特性

本建议书含有有关20-375 THz范围内运行的卫星的技术和操作特性的信息。

建议在研究20-375 THz范围运行的卫星的共用时应考虑建议书附件给出的技术和操作参数。

ITU-R RA.1630 – 用于10 THz和1000 THz之间有源业务共用研究的地基射电天文系统的技术和操作特性

本建议书含有研究10 THz和1 000 THz范围内有源业务共用问题中使用的地基天文台占的技术和操作特性的信息。

建议，在天文台选址和仪器设计中，天文学家们应考虑10 THz 和1 000 THz内运行的发射器产生干扰的可能性。另外还建议，天文学家向ITU-R相关研究组提供所示频段内地基天文台最新技术发展的资料，对所示频段内运行的天文系统干扰的研究应考虑建议书附件给出的技术和操作参数。

ITU-R SA.1742 – 运行在空对地方向283 THz左右的星际和外层空间系统的技术和运行特性

建议书规定了在283 THz附近工作的空对地星际和外层空间系统的技术参数（频率、链路、信号和数据特性、天线参数等）和运行特性，这些参数可用于共用研究。

ITU-R SA.1805 – 在354和366 THz附近工作的空对空通信系统的技术与操作特性

本建议书规定了354 THz和366 THz频率附近工作的空对空通信系统的技术参数（频率、链路方向、信号和数据特性、天线参数等）和运行特性，这些参数可用于共用研究。

ITU-R RS.1744 – 在272-750THz频率范围内运行的地面气象援助系统的技术和运行特性

本建议书规定了在272-750 THz光学频率范围内运行的典型的MetAid系统的运行和技术特性。

建议，在选择观测站地点和设计传感器时，光学频率范围内气象辅助设备的运营者应该考虑来自其他光学发射机干扰的可能性。对光学气象辅助系统发出和接受的干扰的研究应该考虑在建议书附件中规定的技术和运行的参数。

ITU-R其他相关建议书和报告：ITU-R P.1814、ITU-R P.1817和ITU-R RS.1804建议书，ITU-R F.2106和ITU-R RA.2163报告

综上所述，上述研究均为涉及用于宽带通信的光通信。

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

1. 原文：CPM向WRC-12提交的有关议程项目1.6的报告，该议程项目部分内容涉及“考虑到ITU-R研究结果的同时，根据第955号决议（WRC-07）考虑为自由空间光链路制定可能的程序”。 [↑](#footnote-ref-1)