|  |  |
| --- | --- |
| **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** |  |
|  |  |
| **全体会议** | **文件 4(Add.1)(Add.2)-C** |
| **2015年10月29日** |
| **原文：英文** |
| **无线电通信局主任** | |
| 无线电通信局主任有关无线电通信部门活动的报告 | |
| 第1部分  无线电通信部门在2012年世界无线电通信大会（WRC-12）至 2015年世界无线电通信大会（WRC-15）期间开展的活动 | |
| 主任报告第1部分的相关补充信息 | |

# 为依据ITU-R S.1503-2建议书判定非对地静止卫星轨道卫星固定网络遵守 《无线电规则》第22条所述等效功率通量密度（epfd） 限值情况开发软件工具的进展报告

# 1 引言

CMR15/4号文件补遗1的第2.2.3.5节（关于无线电通信部门WRC-12至WRC-15期间所开展活动的第1部分）包含落实第85号决议（WRC-03）的信息（应用《无线电规则》第22条保护对地静止卫星固定业务和卫星广播业务网络不受非对地静止卫星固定业务系统的影响）。

针对依据ITU-R S.1503-2建议书为分析非对地静止卫星固定业务（FSS）系统开发的epfd验证软件工具，本补遗提供了更多的详细信息和状态报告。

# 2 进展摘要

两家不同的公司已应用ITU-R S.1503-2建议书开发了两款EPFD引擎，此次更新中加入了更多新功能，其中包括改进后的最差情形几何形状，特别是在无线电通信局的软件环境内加入了与PFD和EIPR掩膜一起，直接获取并处理国际电联SRS数据库中有关非GSO FSS网络的附录4资料的功能。

两家软件公司均在使用一系列测试方案进行测试，其中既包括S.1503-1建议书软件验证期间开发并审核的非GSO参考系统，也包括来自实际卫星系统的新测试案例。测试的进展令人满意，迄今为止软件工具与测试情况匹配充分。当前阶段的测试是基于由六种规定情况组成的一套测试（请参见下文第3段的表1），此测试涵盖了无线电通信局收到的多种非GSO星座类型以及确定地球站位置的方法。

尽管有些较大GSO星座的运行时间很长，但相关软件具备管理上述系统的能力且运行取得了成功。

按计划拟于2015年12月1日向国际电联/无线电通信局提交测试版本的EPFD验证软件，并于2016年5月1日交付工作版本的软件。

# 3 确定EPFD验证软件相关开发工作的工作范围

Transfinite Ltd和Agenium根据ITU-R S.1503建议书，按照2010年的初始合同开发了两款EPFD引擎。

该建议书随后于2013年更新，其变化在下述文件中标出：

• WP 4A/95-E号文件，2012年9月12日

• WP 4A/229-E号文件，2012年4月26日

• WP 4A/327-E号文件，2013年9月26日

ITU-R S.1503-1和S.1503-2建议书之间的主要变化（不包括编辑和结构变化）如下：

数据读取更新

• 可从SRS数据库读取更多参数

• 确保匹配程序能将SRS数据库字段转换为轨道参数

• 确保能够读取新格式的PFD和EIRP掩膜

• 确保能够从SRS数据库读取具体的地球站(ES)位置

计算引擎的更新

• 引入集成不同纬度ES EIRP掩膜的能力

• 引入集成不同纬度卫星ES EIRP掩膜的能力

• 引入集成卫星间不同PFD/EIRP 掩膜的能力

• 引入处理PFD/EIRP掩膜带宽计算的能力

• 引入使用特定ES的能力

• 为按密度部署ES更新算法

• 更新算法，包括为EPFD(up)选择非GSO卫星

• 为赤道非GSO网络设定轨道模型

• 为alpha计算定义分辨率

• 更新时间步长的计算

• 完善运行时长的计算

最差情形的几何形状(WCG)

最差情形几何形状是分析指出的，将会给特定输入造成最高单入epdf值的GSO地球站和GSO卫星位置。

• 新WCGA(down)算法

• 新WCGA(up)算法

• 新WCGA(IS)算法

从复杂程度来看，最差情形的几何形状(WCG)变化最大。

为应对这些变化，将分两阶段进行测试，内部测试会针对所有已实施的变化运行独立的测试，而外部测试旨在确保两套EPFD软件针对下述测试情况能够取得相似的结果：

表1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 轨道形状 | 赤道 | 重复 | ES位置 | 测试案例是基于 |
| A | 圆形 | 否 | 是 | 典型（通过密度确定） | Skybridge |
| B | 圆形 | 否 | 否 | 典型（通过密度确定） | Boeing |
| C | 圆形 | 是 | 未知 | 典型（通过密度确定） | O3b |
| D | 椭圆 | 否 | 否 | 未知 | USCSID |
| E | 椭圆 | 否 | 是 | 典型（通过密度确定） | (创建) |
| F | 受极限制的覆盖 | 否 | 是 | 具体（准确位置） | CANPOL |

无线电通信局与Transfinite Ltd和Agenium签约，请其根据S.1503-2建议书更新EPFD验证软件。

# 4 落实S.1503-2建议书的进展报告

### 4.1 一般更新

软件中使用了下述功能：

• 在卫星间使用不同PFD/EIRP掩膜的可能性

• 在不同纬度使用不同卫星/地球站（ES）EIRP掩膜的可能性

• 使用新算法按密度部署ES

• 赤道非GSO轨道的处理

• 椭圆非GSO轨道的处理

• 改变时间步长/进行时长计算

• 新WCG算法

• 从SRS数据库提取PFD/EIRP掩膜信息。

在实施此类变更时，已特别注意到要确保代码运行应尽可能高效且使用了当代的多核PC。考虑到WCG算法计算强度高且会对软件运行时间产生影响，注意到上述要点十分关键。

还需要进一步开发并测试一些功能：

• 处理PFD/EIRP掩膜带宽计算的能力

• 使用特定ES的能力。

## 4.2 内部测试

轨道模型变化

针对参考测试安全对软件的变化进行了验证，发现其匹配良好。

改变时间步长/进行时长计算

S.1503-2建议书引入的变化，在许多情况下造成每次EPFD运行所需的时间步长操作数量大幅增加，对每次运行所需时间产生了重大影响。

WCG的更新

ITU-R S.1503建议书的主要变化之一是对最差情形的几何形状（WCG）的计算。新WCG算法的版本2比版本1更为激进，并为定位GSO卫星和地球站确定了备选几何形状。因此在某些情况下造成epfd统计数据中给定epfd电平所占时间比例更高，而这意味着修订后的算法可有效运转。

掩膜的格式

进行测试意在确保相关软件能够处理使用多个PFD掩膜及纬度不同掩膜的非GSO FSS星座。

### 4.3 外部测试

轨道模型变化

利用测试工具验证了软件变化。结果显示，在许多情况下软件一致度很高且德尔塔（delta）要优于1e-5。

改变时间步长/进行时长计算

测试对时间步长及其数量进行了对比，结果显示两软件十分一致。

地球站的部署

相关测试方案对UP方案中地球站的位置进行了比较（请注意USCSID不会产生UP运行）。结果显示两者非常一致。

WCG的更新

为在合理的时间内完成这些测试，运行这些测试时使用了1度的固定纬度步长。结果显示各类测试情况结果一致性很高。加速WCG计算的工作亦在进行之中。

E和F类（参见上文表1）仍需全面测试。

全面计算的运行

测试案例A、B和C就需要0.1 dB的电平达成一致。对测试案例D、E和F的分析仍将继续，并应于2016年初完成。

## 4.4 为提交PFD/EIRP更新XML格式–掩膜数据

为描述非对地静止系统并根据《无线电规则》第22条和附录5进行其进行审核，必须提供附录4规定的三个掩膜：下行链路的功率通量密度掩膜(A.14.c)、上行链路的等效全向辐射功率掩膜(A.14.b)和卫星间链路(A.14.a)。

在对ITU-R S.1503-2建议书进行更新之后，无线电通信局更新了用于提交XML – 掩膜数据的XML格式。有关这些掩膜的详细定义及其生成与计算方法的描述，请参见  
ITU-R S.1503-2建议书。

XML格式及其示例的说明请参见：

<http://www.itu.int/ITU-R/go/space-mask-XMLfile/en>

主要变化在于将纬度要素引入EIRP掩膜。

# 5 需要深入考虑的问题

## 5.1 计算时间

对于天线直径大于5米的大型地球站，计算的时间可能会超过几天。鉴于第22条的审核应针对所有直径的天线，因此总计算时间可能长达一周。

如果考虑到近期提交的非GSO FSS卫星系统的卫星数量多达几千，计算时间将更会大幅增加。

软件开发商目前正谋求进一步优化算法，以减少计算时间。

处理功率也是无线电通信局当前正在研究一项重要因素，其中包括是否采购更加强大的服务器或使用云计算。

大幅降低EPFD计算时间的一种方法是，在此类E/S协调阶段，具体位置已经知晓的情况下，为天线直径大于5米的大型地球站提供保护。

## 5.2 EPFD验证需要的输入数据

在审议主管部门提交的FSS非GSO卫星系统资料时，无线电通信局发现完成EPFD审查所需的附录4资料在很多情况下都不完整。

下表列出了一系列缺失或定义不正确的要素：

表2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 附录4的数据要素 | 说明 | 意见 |
| A.4.b.6.a  A.4.b.6.a.1  A.4.b.6.a.2  A.4.b.6.a.3 | 以重复频率向给定位置发射的非对地静止卫星的最大数量：   * 相关的纬度范围开始 * 相关的纬度范围结束 | 可使用单独表格提供的信息。应覆盖所有纬度范围(-90至90)。 |
| A.4.b.7.b | 在一蜂窝内每平方公里具有重叠频率的相关地球站的平均数 | 如果提交，经常被定义为整数，但事实通常并非如此。  请参见S.1503-2建议书第5.2.5节的定义导则。 |
| A.4.b.7.c | 同频率蜂窝间的平均距离（单位：公里） | 请参见S.1503-2建议书第5.2.5节的定义导则。 |
| A.4.b.7.d.1 | 表示区类型的符号：[Y]表示排他区角是α（alpha），[N]表示排他区角是X | 附录4的说明显示，可有其它方法用于建立排他区。但 S.1503-2建议书并未包含实施其它方法的任何手段。因此，建议使用alpha/X角= 0 。 |
| A.4.b.7.d.2 | 以度表示的排他区宽度 | 请参见A.4.b.7.d.1 |
| A.14.a | 每个非对地静止空间电台的E.I.R.P掩模 | 发射波束时需要。 |
| A.14.b | 各相关地球站的E.I.R.P掩模 | 接收波束内的地球站需要。 |
| A.14.c | 非对地静止空间电台产生的PFD掩模 | 接收波束内的地球站需要。 |
| A.14.b.4 | 任何相关的地球站可向非对地静止卫星发射的最小仰角 | 接收波束内的地球站需要。 |
| A.14.b.5 | 对地静止卫星轨道弧和相关地球站主波束轴间的最小分隔角，据此相关地球站可以向非对地静止卫星发射 | 接收波束内的地球站需要。 |

必须对所有字段加以说明：特别是WCG和EPFD的计算均需要最小仰角和排他区的范围，且零对两者而言都是有效值。请注意为仰角为最小角度，可通过此角度在卫星与非  
GSO FSS星座的ES之间进行有源通信。最小角度是在ES处计算得出，且如果上下行链路均位于设有第22条所述EPFD限制的频段，则在EPFD(down)和EPFD(up)方向上的仰角应当相同。

## 5.3 文档

在开发EPFD验证软件的过程，开发者指出了ITU-R S.1503-2建议书仍需改进之处。这些改进一般为做出澄清，或涉及性能的提升以及已实施软件工具的算法与S.1503-2建议书所述算法的一致性。

下附改进建议供参考：



请注意ITU-R BO.1443-2到-3的更新属编辑性质，对EPFD的计算并无影响。

# 6 S.1503-2建议书提出的EPFD验证软件目标交付日期

|  |  |
| --- | --- |
| **说明** | **完成/交付日期** |
| • 在S.1503-2建议书的基础上开发新版本的EPFD软件  • 向无线电通信局提交测试版本 | 06.11.2015  01.12.2015 |
| • 软件内部测试  • 软件外部测试 | 31.11.2015  01.02.2016 |
| • 对软件做最终评估，包括记录S.1503-2与向无线电通信局提交的工作版本之间存在的任何差异 | 01.04.2016 |
| • 向各主管部门提供软件 | 01.06.2016 |

# 7 结论

无线电通信局认为，本文件阐述的补充信息有助于大会就第85号决议（WRC-03）开展的工作，以及对GSO/非GSO频率共用问题的全面审议。

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