

国 际 电 信 联 盟

**ITU-R**

国际电联无线电通信部门

**ITU-R SM.2182 报告**  
(09/2010)

**可用于对地静止及非对地静止轨道  
空间站无线电信号的测量设备**

**SM系列  
频谱管理**



国际电信联盟

## 前言

无线电通信部门的作用是确保所有无线电通信业务，包括卫星业务，合理、公平、有效和经济地使用无线电频谱，并开展没有频率范围限制的研究，在此基础上通过建议书。

无线电通信部门制定规章制度和政策的职能由世界和区域无线电通信大会以及无线电通信全会完成，并得到各研究组的支持。

## 知识产权（IPR）政策

ITU-R的知识产权政策在ITU-R第1号决议附件1引用的“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策”中做了说明。专利持有者提交专利和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，该网址也提供了“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策实施指南”以及ITU-R专利信息数据库。

### ITU-R 报告系列

（可同时在以下网址获得：<http://www.itu.int/publ/R-REP/en>）

系列	标题
<b>BO</b>	卫星传输
<b>BR</b>	用于制作、存档和播放的记录；用于电视的胶片
<b>BS</b>	广播业务（声音）
<b>BT</b>	广播业务（电视）
<b>F</b>	固定业务
<b>M</b>	移动、无线电测定、业余无线电以及相关卫星业务
<b>P</b>	无线电波传播
<b>RA</b>	射电天文
<b>RS</b>	遥感系统
<b>S</b>	卫星固定业务
<b>SA</b>	空间应用和气象
<b>SF</b>	卫星固定和固定业务系统之间频率共用和协调
<b>SM</b>	<b>频谱管理</b>

注：本ITU-R报告英文版已由研究组按ITU-R第1号决议规定的程序批准。

电子出版物  
2011年，日内瓦

© 国际电联 2011

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段翻印本出版物的任何部分。

## ITU-R SM.2182报告

可用于对地静止及非对地静止轨道空间站  
无线电信号的测量设备

(ITU-R 232/1号研究课题)

(2010年)

## 目录

页码

1	引言 .....	1
2	卫星轨道资源 .....	1
3	卫星设备 .....	2
4	结论 .....	2
	附件1 — 德国的空间无线电监测设备 .....	2
	附件2 — 中国的空间无线电监测设备 .....	11
	附件3 — 美国的空间无线电监测设备 .....	17
	附件4 — 韩国的空间无线电监测设备 .....	21
	附件5 — 日本的空间无线电监测设备 .....	26
	附件6 — 乌克兰的空间无线电监测设备 .....	35
	附件7 — 哈萨克斯坦的空间无线电监测设备 .....	40

## 1 引言

在原则上，关于对地静止及非静止轨道空间站信号的无线电监测任务与地面无线信号的监测任务是相同的。地面站和空间站信号监测的区别在于技术和方法。这个报告介绍了世界范围内电信监管部门在空间无线电信号监测方面的设备。

## 2 卫星轨道资源

对地静止轨道卫星的轨道资源是非常宝贵而且稀缺的，所以国际电联在《国际频率登记总表》中记录了对地静止轨道卫星的运行状态，这些信息对政府的频谱管理部门是非常有用的。

由于非对地静止卫星在轨道面上是不断移动的，所以不容易监测，这一点为非对地静止卫星轨道的管理带来了更多的挑战。

对于监管部门来说，应该充分理解对于那些来自或者发向空间站的有害干扰的定位和消除的必要性，这一点是非常重要的，即使自己辖区内的卫星还未发生过地面或者卫星干扰的问题。

### 3 卫星设备

目前已经有一些分布在世界不同地点的电信监管部门的地面监测站具有了收集空间站相关无线电信号的能力。其中一些配备了发射机定位系统，可以对那些影响了空间卫星信号的地面干扰发射机进行定位。

技术方面的挑战在于这类监测站的配备及运营，此外还需要大量的预算经费，并且很重要的一点是，这类监测站的操作人员需要丰富的经验，这就需要各个监测站之间的紧密合作。

### 4 结论

为了促进监测站之间的相互协作，附件中介绍了世界范围内由电信监管部门运营的各个空间无线电监测站的设备。其中提供了这些设备的位置和各个监测站的联系方式等信息，这样，这些监测站就可能为其他国家的监管部门提供有关卫星信号干扰和监测方面的帮助。下面列出的每个监测站的监测范围都可以覆盖其所在地理位置附近的一部分对地静止卫星轨道可见弧。这样整个对地静止卫星轨道就可以由这些监测站全部覆盖了。

注1 — 即使一颗卫星对于一个特定的监测站来说是“可见的”，但是其信号是否可以被监测到还会受到对地静止轨道卫星下行的波束覆盖范围和非静止轨道卫星的运行轨迹的影响。

## 附件 1

### 德国的空间无线电监测设备

#### 德国网络管理局（联邦网络机构）下属的Leeheim监测站

### 1 空间无线电监测站的描述性说明

#### 1.1 概述

Leeheim空间无线电监测站直属于德国电力、煤气、电信、邮政和铁路联邦网络管理局或者简称为联邦网络管理局。

这个管理局的职责包括无线电频谱的管理和监测。Leeheim监测站位于莱茵河畔西南大约35 km处的法兰克福/美茵。监测站的直径12 m的全动态天线都指向太空中的卫星。这些天线并不是为商业传输服务。它们构成了空间无线电业务频谱监测与卫星通信干扰检测的核心设备。

## 1.2 功能

### 可协助频率的规划与协调

通过常规的轨道观测可以揭示分配给空间业务的频谱的使用情况。这包括卫星转发器的占用测量和卫星在地球静止轨道上所处的轨道位置的测定。

特定频率的占用观测，例如结合无线电频率协调程序，在卫星系统的规划阶段发现潜在的干扰。

现场实验可以支持理论模型的优化，以促进空间和地面业务的频谱共用。

### 可作为卫星定轨及操作的手段

在卫星发射前，通过遥测和频率跟踪，保证对地静止轨道卫星的成功定轨。

监测卫星的发射信号、转发器的占用和卫星的定轨是一种不可或缺的手段，这样主管部门才能够检查卫星是否是按预先在国际上公布、协调及通知的那样在运行。

干扰处理的功能能够及时发现、定位有害干扰的发射源，否则干扰会妨碍卫星或者地面无线业务的正常运营。

### 上行干扰检测

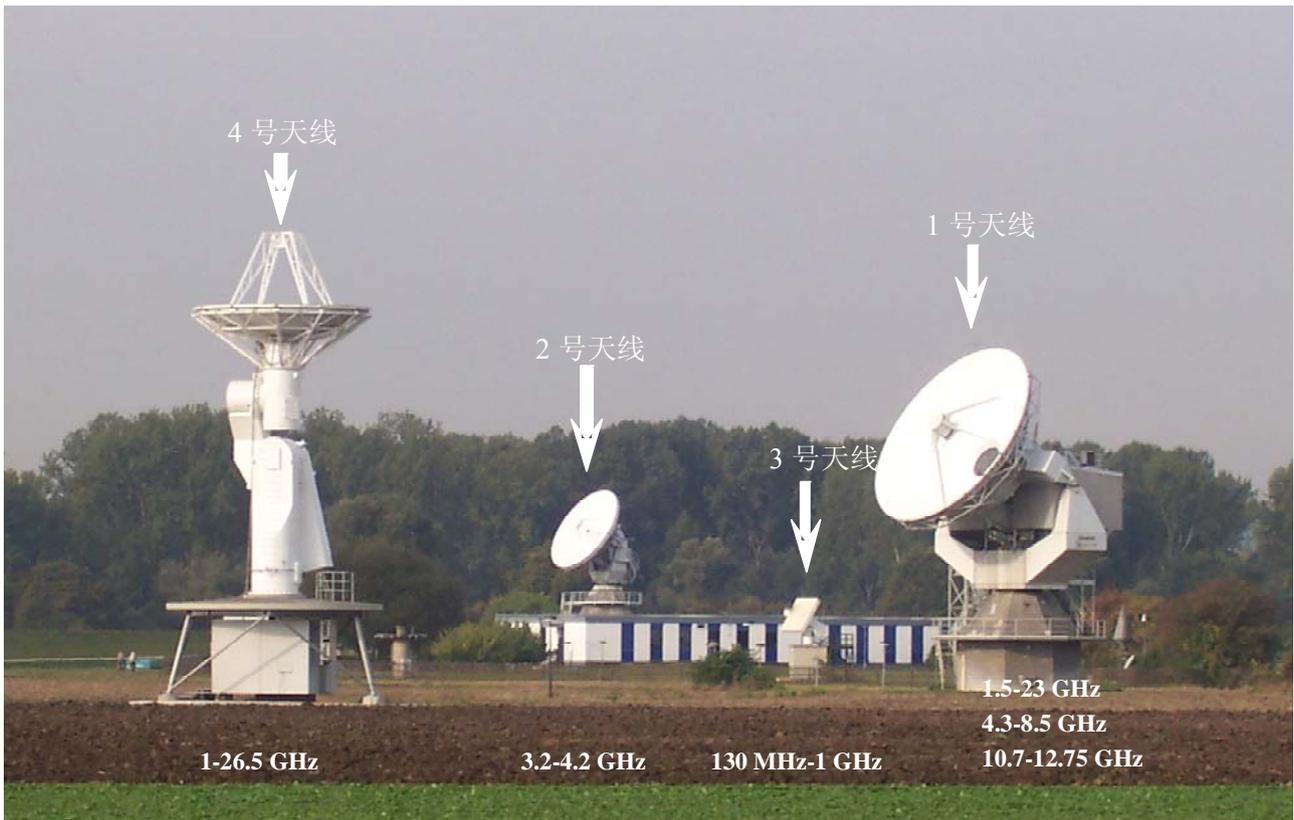
目前出现了越来越多的上行干扰的案例，比如一颗卫星并没有干扰其他业务而却是受到干扰的一方。由于用户有直接接入卫星转发器的能力，所以地球站的数量已经在快速增加。地球站已经成为上行干扰的主要来源。发生干扰可能是由于技术原因或者由于误操作导致。另外还存在卫星转发器的非法盗用以及对转发器的蓄意干扰的情况。对于上述情况，监管部门、操作者和用户之间要相互合作来消除干扰、解决问题。

干扰信号通过受干扰的卫星和一颗相邻的卫星转发形成两条路径的下行信号，监测系统通过接收这两路信号，来对干扰信号进行定位。利用在Leeheim监测站收到的这两路信号的时间差和频率差，处理计算得到干扰发射机的地理位置。只要得知干扰的位置，那么通常干扰就很快就会被消除。

## 1.3 系统参数

位置： 49°51'13" N 08°23'50" E

可见对地静止轨道弧： 67° W至83° E



SM2182-附件 1-01

### 1号天线

1号天线是一幅直径12 m的卡塞格伦-波束-波导天线，属于宽带接收天线，可以覆盖1.0至13 GHz的频率范围。在1.5-1.8 GHz、2.1-2.3 GHz及10.7-12.75 GHz等相对较窄的频段内，有参数更加优化的馈源，具有所谓的单脉冲跟踪功能，能够完成高精度的天线指向。一个可调的旋转反射器和一个滑动式的馈源可以支持不同频段之间的切换。

在4.3-8.5 GHz这段相对较宽的频段内，1号天线不能进行单脉冲跟踪。尽管如此，它还是在全频段上具有精确的计算机控制的跟踪能力。

### 2号天线

2号天线是一幅直径8.5 m的卡塞格伦天线，有一个3.2-4.2 GHz的窄带馈源。现在这副天线有有限的可操作性。

### 3号天线

3号天线是一个2.4 m \*2.4 m的正方形天线，由3个偶极子阵列扇区组成，这三个扇区大小不同，共能覆盖130-1 000 MHz的频率范围。

### 4号天线

4号天线是一幅直径7 m的正馈型天线，可覆盖从1 GHz到26.5 GHz范围内的多个频段。这个范围内共有8个子频段，相邻的频段之间有一点重叠。相应的馈源系统一部分是交叉偶极子馈源，一部分由喇叭式馈源。馈源装置位于天线抛物面反射器的焦点。通过旋转馈源装置来完成不同子频段间的切换。

4号天线是一幅X-Y轴式天线，特别适合跟踪非静止轨道卫星的运行。

## 5号天线

5号天线是一幅直径3 m的正馈型天线，配有一个1至26.5 GHz的宽带对数周期馈源，主要应用于17.7-21.2 GHz的Ka频段。这幅天线是单立柱式只用于观测对地静止轨道可见弧。

## 全向性天线

本监测站还配备了全向性天线，用来同时观测某频段上来自太空的所有方向上的信号，例如一个多卫星系统的信号。频段范围是100至2 500 MHz。

## 计算机控制的天线跟踪

1、3、4号天线具有计算机控制的天线跟踪功能，可以利用所谓的“双行根数”，即两行卫星星历数据来跟踪对地静止轨道和非静止轨道的卫星。

## 天线参数

1-5号天线的参数总结如表1所示。

## 发射机定位系统

发射机定位系统被设计用来确定地球无线电信号发射机的地理位置。其原理就是通过对干扰信号时间和频率的测量来找出目标发射机和两颗卫星构成的这个三角形的参数。这套系统工作时需要有两幅工作在同频段的监测天线。

1、4号天线或者2、4号天线或者4、5号天线的组合，加上受干扰的卫星和一颗邻星，就组成了整个的测量体系。

图1中给出了一个上述测量方法结果的例子。

## 发射机定位系统的参考发射机

有4套参考源发射系统可以为定位系统发射参考信号，另外还可以作为一个校准器用于修正卫星轨道参数。这项自有的测量功能使得定位系统不必依赖于可能会不充足的轨道数据和外部的参考发射机。另外，这些参考源可以在德国境内移动操作。

上行频率范围：

C 频段：5 850-6 850 MHz，Ku 频段：12 750-14 500 MHz，Ka 频段：17 300-18 400 MHz。

## 频率范围

本监测站无间隙地覆盖了130 MHz到26.5 GHz的频率范围。

发射机定位系统由于频率的关系可用1、2和5号天线。他们可以覆盖所有固定卫星的业务(空对地)，最高可至21.2 GHz。具体的频带划分如下：1.5-1.8/2.1-2.3/3.2-4.2/4.3-8.5/10.7-12.75/17.7-21.2 GHz。

## 频谱记录仪

频谱记录仪可与站上的任一天线相连接。可以在宽度为100 MHz的6个频段内任意切换。这些频段的信号可以以时分的方式被准同步扫描，以频域的方式来显示。

## 测量本底噪声以下的信号的设备

可以通过抑制本底噪声(通常可以达到12到15 dB)的方法来测量低功率通量密度的信号。这是通过对连续频谱的多次测量、信号数字化和信号处理等工作完成的。根据ITU-R SM.1681建议书,该设备可显示高达100 MHz宽度的本底噪声以下的信号频谱。

### 1.4 测量参数

本监测站可以测量或判定的信号参数如下:

- 频率;
- 多普勒频移;
- 频谱和带宽;
- 信号的发射类型和调制方式;
- 极化方式;
- 在参考带宽内的功率通量密度;
- 总的功率通量密度;
- 等效全向辐射功率。

对于电视信号:

- 伴音子载波频率;
- 编码;
- 节目源等。

由于这四幅天线在方位和俯仰角度上都有足够快的转速,所以对于非对地静止轨道卫星,也可以对上述参数进行测量。

本监测站可以在不使用单脉冲跟踪的情况下,对1.5-1.8 GHz、2.1-2.3 GHz和10.75-12.75 GHz频率范围内的卫星运行轨迹进行测量和记录。

## 2 任务

### 2.1 频谱占用监测

监测频谱占用情况意味着对无线电频谱进行系统性的观测,来达到以下目标:

- 识别所有的来自空间站的可发现信号参数;
- 判定空间信号是否超出限制范围或者是否与国际公布、协调和/或通知的情况有所偏差;
- 获取空间站实际占用的频带范围的数据;
- 获取空间站实际占用的对地静止轨道位置的数据。

这些监测结果都被存储到数据库之中,辅以被监测或者相关信号的频谱图。以这样的格式(频率图谱:表2),这些结果可以用来与国际上存档、协调和通知的那些参数作对比。上述测量可以适用于对地静止轨道及非静止轨道空间站。

## 2.2 轨道位置测量

当倾斜轨道或者极地轨道的卫星对邻星造成干扰的时候，那么必须要对卫星占用位置的轨迹进行测量。这可以通过24小时以上时长的单脉冲跟踪来完成。占用位置轨迹以地理坐标(星下点)或者天体网格的形式给出。

## 2.3 干扰测量

报告干扰时需要一份清晰的干扰分析报告。初始测量可以确认或者需要修正报告中的数据。原则上存在两种可能性：干扰源要么来自太空，要么来自地球上。

当干扰源来自太空时，又有两种可能情况：可能是一颗已知的卫星没有经过公布、协调和/或通知就发射了这个信号，或者可能是一颗未知的卫星发射了干扰信号。为了识别来自太空的干扰信号，需要采用与上述的占用监测同样的测量方式，尽管两者的目标不同。

在对地球的干扰出现在卫星的上行链路的情况下，需要测量发射机的位置。

## 2.4 卫星发射前的监测

在卫星发射的前期，就要对计划的轨道上用于卫星遥测、遥控和跟踪的频率进行监测。监测结果能够帮助卫星更安全地进行发射和定轨。

## 3 工作时间

Leeheim监测站的常规工作时间如下：

周一至周四 本地时间08:00 h – 16:00 h

周五 本地时间08:00 h – 15:00 h

由于采用弹性工作时间，监测站在上述时间外也可能有人值守。

Leeheim监测站在公共节假日不工作。

## 4 联系方式

Bundesnetzagentur  
Satelliten-Messstelle  
D 64560 Riedstadt  
德国

在正常工作时间内，可通过以下方式联系监测站：

电话： +49 6158 940-0

传真： +49 6158 940-180

邮箱： [Space.Monitoring@BNetzA.de](mailto:Space.Monitoring@BNetzA.de)

在正常工作时间外，请按照答录机的提示接通操作员。

表1  
天线参数  
Leeheim空间无线电监测站

参数	1号天线				2号天线**	3号天线			4号天线								5号天线***
频率范围 (GHz)	1.5-1.8	2.1-2.3	4.3-8.5	10.7-12.75	3.2-4.2	0.13-0.25	0.25-0.5	0.5-1.0	1.0-2.0	1.9-3.3	3.2-4.4	4.3-7.3	7.2-10.1	9.9-12.75	12.5-17.7	17.3-26.5	17.7-21.2
天线类型	全动态方位/俯仰 卡塞格伦波束波导式				全动态方位/俯仰 卡塞格伦	全动态方位/俯仰 平面偶极子阵			全动态、X-Y轴式、正馈式								单立柱式 方位/俯仰, 正馈式
天线大小	直径12 m				直径8.5 m	4 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	直径7 m								直径3 m
极化方式	LX LY	LX LY	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	RHC LHC	LX, LY	LX, LY	LX, LY	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC, LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY	LX, LY	LX, LY
是否可进行极化调整	否	否	是	是	否	否			是								是
天线增益 (dBi)	44	47	49-56	61-62	48-50	8-11	10-14	14-18	34-39	40-45	45-47	47-50	51-54	54-56	56-57	58-59	47-50
G/T (dB/K)	22	25	27-33	39-41	25-29	-			15-19	20-23	24-26	26-28	29-31	32-33	32-33	34-33	19-21
角速度	方位 16°/s 俯仰 3.5°/s				方位 5°/s 俯仰 5°/s	方位 10°/s 俯仰 10°/s			X 轴: 3.5°/s Y 轴: 3.5°/s								方位 0.5°/s 俯仰 0.5°/s
加速度	10°/s <sup>2</sup>				5°/s <sup>2</sup>	10°/s <sup>2</sup>			3.5°/s <sup>2</sup>								
天线跟踪	单脉冲跟踪	否	单脉冲跟踪		手动	手动、程控			手动、程控								手动
	手动、程控跟踪																
不确定误差 rss*水平	1.6 dB (95%确信度)				N/A	1.6 dB (95%确信度)			1.6 dB (95%确信度)								N/A
频率不确定性	1*10 <sup>-12</sup> (铷钟)																

\*\* rss = 和方根

\*\* 有限工作时间

\*\*\* 2009年开始工作

N/A: 未提供

表2  
频率图谱举例  
观察与测量结果

台站身份			位置结果				
<1> 空间站:	XYXYXYSAT-1R		<110> 轨道位置 [°]	<190> Leeheim 仰角[°]	标记	监测日期 YYMMDD	<191> 距离 [km]
<2> 责任管理机构:	XYZ		15,5E	32,47			
<3> 标称位置:	15,5E						

信号	<115> 频率 [MHz]	标记	<116> 信号带宽	标记	<117> PFD [dBW]	标记	<118> e.i.r.p. [dBW]	标记	<119> 极化方式	标记	<131> 占用度	频谱 YYMMDD:HHMM	附件	观测/登记 YYMMDD-MMDD	附件
A	2210,000		1M00												
O	2210,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2210,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-Y					040420-0421	
A	2218,500		1M00												
O	2218,500	4499	100M	599	-152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2218,500	4499	100M	599	-152,0	4699			L-Y					040420-0421	
A	2281,000		1M00												
O	2281,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2281,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-Y					040420-0421	
A	2288,000		1M00												
O	2288,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2288,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-Y					040420-0421	

A=分配的, M=测量的, O=观测的, B=分配指标; N=未分配

图例提取:

普遍适用规定:

如果对空间站的详细观测结果与国际电联公布的相符或者测量的参数与公布的参数相符, 那么就要使用“指配”这个术语。这个术语独立使用, 与真实环境无关。

如果同一个位置被指配给多个空间站并且....

加权码的意义

每行中都有测量和观测的结果。在下面给出的列之后, 另外还包含以“标识”开头的附加的列:

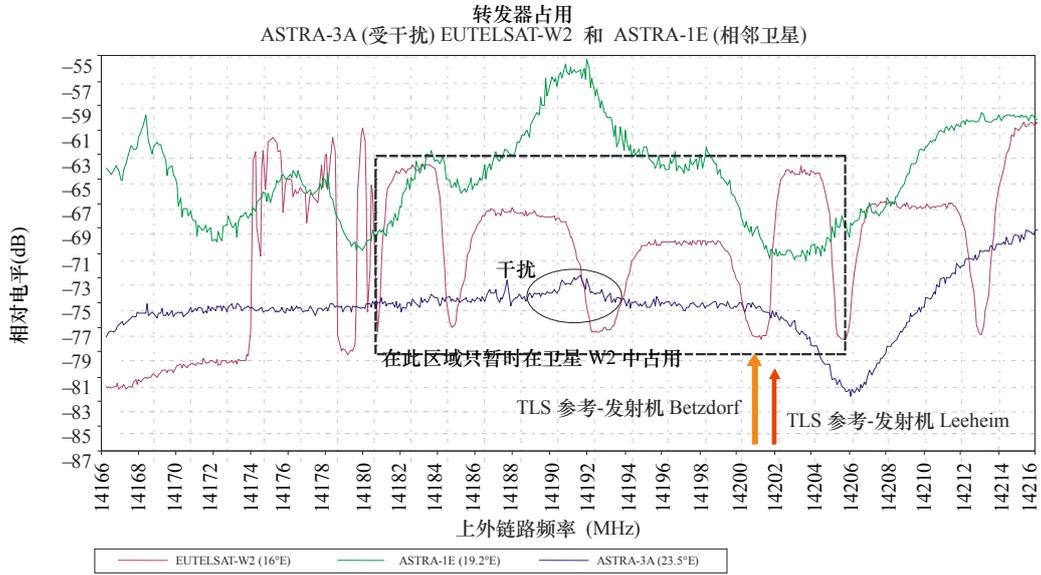
- <110> 位置
- <115> 频率
- <116> 发射带宽和发射参数
- <117> 参考带宽的功率通量密度
- <118> 等效全向辐射功率
- <119> 极化方式
- <1> 空间站的名称
- <1>.后的名称表示指定名称, 任何未知的空间站标为“未知”并辅以一个虚构的指定位置。
- <2> 责任管理机构
- <8> 对地静止轨道使用标称地理经度“度”来表示。负、正值分别表示位于格林威治子午线的西部和东部.....



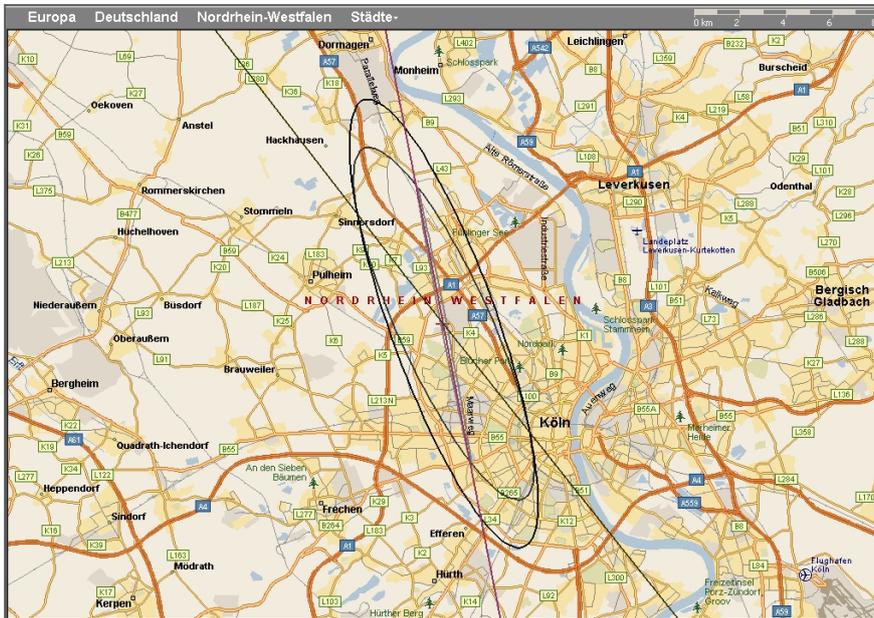
提取结束! 该图例根据需要可能占用多页。

图1  
发射机定位结果示例

地面地理位置报告备注 (包括可用的频谱图)



SM.2182-01



SM.2182-Annex1-02

## 附件 2

### 中国的空间无线电监测设备

#### 1 简介

北京监测站，直属于工业和信息化部(MIIT)下的国家无线电监测中心(SRMC)，是一个综合性监测部门，具有HF、VHF、UHF 频段监测、电磁环境兼容(EMC)测试和空间监测等职能。在空间无线电监测方面，北京监测站可以监测东经50° 到180°可见弧范围内的所有对地静止轨道卫星和非对地静止轨道卫星。这些监测设备目前位于北京市南20 km的大兴区，并已登记作为国际电联的监测设备的一部分。

#### 2 北京监测站的空间无线电监测设备

北京监测站成立于2003年,在中国的无线电管理工作中起到了非常重要的作用，保证了频谱的有效利用和卫星的安全运营。这些工作包括处理卫星干扰案例30余起(截止到2008年),成功保障了2008年北京奥运会期间的卫星广播业务，以及为卫星协调谈判提供有力的技术支持等。

##### 2.1 监测系统

北京监测站现有七套专用于对地静止轨道和非对地静止轨道卫星的监测系统。下面章节中将对这七套系统进行详细介绍。

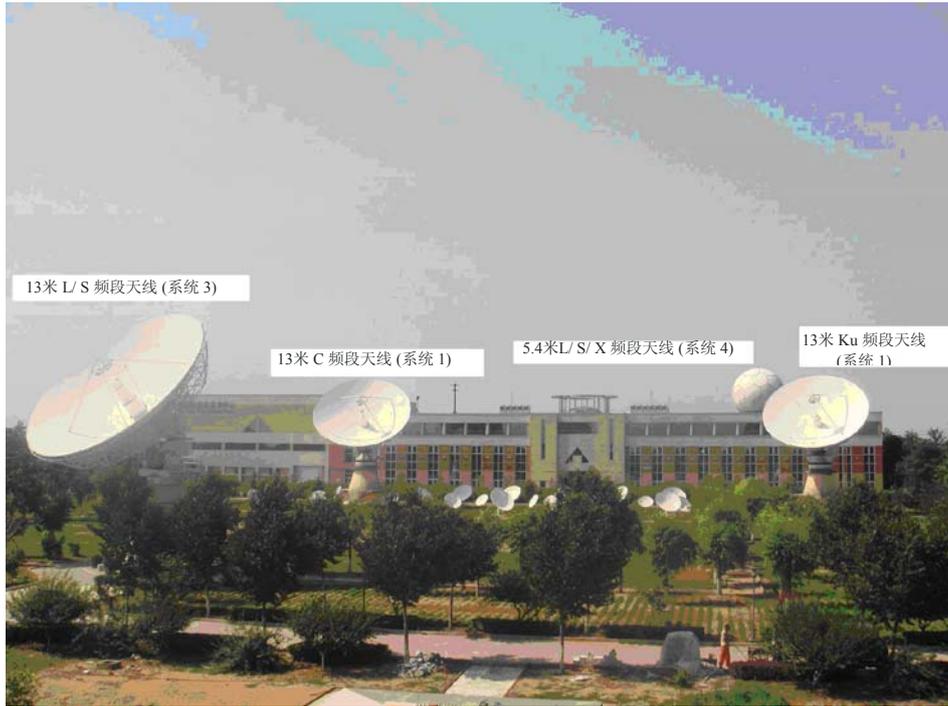
##### 2.1.1 第一套系统

这套系统包括监测对地静止轨道卫星的一副直径13 m的C波段天线、一副直径13 m的Ku波段天线以及相应的接收和测量设备(这套系统还有两副直径7.3 m的接收天线作为备份)。这里的四副天线是北京监测站最早期的天线。这两副直径13 m的卡塞格伦天线与配套的测量设备可以对以下参数进行测量：

- 频率；
- 带宽；
- 调制方式；
- 功率通量密度；
- 极化方式；
- 卫星轨道 (对地静止轨道)。

两套测量系统可以选路至任意波段和极化设置下，所以具有高度的灵活性。这套系统中还有两副直径7.3 m的天线(转速较低)，作为直径13 m天线的备份(见图2和图3)。

图2  
第一、三、四套系统的天线



SM.2182-02

图3  
两副直径7.3 m的备份天线



SM.2182-03

### 2.1.2 第二套系统

这套系统包括四副用于监测对地静止轨道卫星的直径7.3 m的C/Ku 双频段天线(如图4所示) 及相应的接收和测量设备。这套系统中还有两套针对对地静止轨道卫星的干扰源定位系统。这四副高转速的C/Ku双频段天线具有相同的参数设置。由于第二套系统的主要任务是卫星干扰源查找, 所以为其配备了高性能的监控接收设备和两套对地静止轨道卫星定位系统。可以发现、测量干扰发射机并对其进行高精度的定位, 比较典型的是定位精度在几十km之内(定位椭圆的长半轴长度)。通过这套系统确定干扰发射机的范围之后, 可以通过监测车对其进行最终查找。

图4  
第二套系统的四副直径7.3 m天线  
和参考源发射天线(屋顶上)



SM.2182-04

### 2.1.3 第三套系统

这套系统由用于监测对地静止轨道卫星一副直径13 m的L/S频段的的天线(见图2)和相应的接收和测量设备组成。除了监测频段不同之外, 系统架构跟第一套系统大致相同。

### 2.1.4 第四套系统

这套系统由用于监测非对地静止轨道卫星, 由一副直径5.4 m的L/S/X频段的的天线和相应的接收和测量设备组成。这套系统可以根据已知的星历对非对地静止轨道卫星的运行轨道进行推算, 并跟踪测量卫星相应频段所发射信号的参数。

### 2.1.5 第五套系统

这套系统可以控制12个参考发射机(C频段及Ku频段), 为干扰源定位提供参考信号。这些参考发射机分布于中国境内的多个地区。地理分布合理的参考信号对于干扰源定位操作来说是非常重要的。但是, 对于一对主星和邻星来说, 并非总有现成的可用参考信号来进行定位。认识到这一点, 国家无线电监测中心在包括北京监测站之内的六个不同的监测站建立了12个专用的参考源发射系统。每个监测站都安装了软件控制装置, 以便于国家无线电监测中心可以通过网络来远程控制这些天线。

### 2.1.6 第六套系统

这套系统是用于卫星上行和下行链路测量的具有便携设备的监测车(如图5所示)。监测车也可以用于监测地面信号。车上配备的接收系统可以涵盖1 GHz-18 GHz 的频率范围。天线和接收系统的供电设备可以手动搬移。这套系统可以测量信号的基本参数, 并且可以对电视信号进行解码。可以通过总长6 m的拉杆天线扩大系统的监测范围。

图5  
监测车



SM.2182-05

### 2.1.7 第七套系统

这套系统专门用于卫星广播信号监测。24副小口径天线(电视接收专用天线, 见图6), 直径1.8 m到3.2 m, 可以对卫星广播传输信号进行测量。这套系统还包括大量的针对不同电视频道的卫星电视接收机。由于卫星广播是一项非常重要的空间无线电业务, 所以对于空间无线电监测来说, 用小天线来测量电视广播节目的参数和传输质量是必要而且比较经济的。

图6

用于广播监测的电视接收专用天线



SM.2182-06

上述提到的所有系统都可以在12个电脑屏幕中显示。通过把系统计算机的图形用户界面接口与多计算机切换系统(KVM)相连接，除了监测车系统之外，用户可以通过计算机屏幕，轻松访问这六套系统的图形用户界面。

## 2.2 一些最常用设备的基本参数

这些参数可以在表3中查到。

## 2.3 工作时间及联系方式

工作时间：08:00-16:00(北京时间)周一至周五。

联系方式：官方建议联系方式为传真，传真号码：+86 10 6800 9299（国家无线电监测中心，总部）。

表3

天线基本参数  
国家无线电监测中心，北京监测站

第一至第四套系统的基本参数可以在表3中查到：

参数	第一套系统				第二套系统		第三套系统		第四套系统		
频率范围 (GHz)	3.4-4.2、4.5-4.8	10.7-12.75	3.4-4.2	10.7-12.75	3.4-4.2	10.7-12.75	1.45-1.75	2.1-2.8	1.45-1.75	2.1-2.8	7.5-9.0
天线类型	全动态方位/俯仰 卡塞格伦		King-post Az./El.		全动态方位/俯仰 卡塞格伦		全动态方位/俯仰 卡塞格伦		全动态、XY-坐标、正馈天线		
天线大小	13 m Ø		7.3 m Ø		7.3 m Ø		13 m Ø		5.4 m Ø		
极化方式	LX、LY、RHC、LHC				LX、LY、RHC、LHC		LX、LY、RHC、LHC		RHC、LHC		
是否可以 进行极化调整	是				是		是		否		
天线增益 (dBi)*	53(4)	62(12.5)	48(4)	58(12.5)	47(4)	57(12.5)	45(1.6)	48(2.45)	35(1.6)	39(2.45)	49(8)
G/T (dB/K)	32	39	29	37	27	36	24	28	12	16	27
角速度	方位/俯仰 3°/s		方位/俯仰 0.1°/s		方位/俯仰 1°/s		方位/俯仰 1°/s		X 轴: 5°/s Y 轴: 5°/s		
天线跟踪方式	单脉冲跟踪		步进式跟踪		步进式跟踪		步进式跟踪		单脉冲跟踪、程控跟踪		

\* 53(4) 表示在 4 GHz 频段增益为 53dBi。

## 附件 3

### 美国的空间无线电监测设备

#### 美国联邦通信委员会(FCC)

## 1 空间无线电监测站规范

### 1.1 引言

哥伦比亚卫星监测站是美国联邦通信委员会(FCC)执法局(EB)的一个部门。执法局负责诸多无线电业务的法规执行和干扰调查工作,其中包括卫星业务。卫星协调和许可则是由FCC的国际局负责。

### 1.2 概述

1979年以来,FCC执法局开始负责维护位于哥伦比亚办事处的卫星接收系统,完成与空间通信业务相关的局级任务。该卫星监测站位于马里兰州哥伦比亚市,华盛顿以北大概22英里(35 km)处,是FCC仅有的一套具有卫星监测能力的设备。



SM.2182-Annex3-01

### 1.3 职能

#### 1.3.1 执法局在卫星业务方面的基本职责包括:

- 履行联邦规则法典第47篇25.274节FCC条例规定的义务,向卫星运营商提供干扰查处方面的帮助;
- 履行国际义务,承担国际电信联盟(ITU)和国内其它卫星通信监管机构申报的卫星干扰调查工作。哥伦比亚卫星监测站是在国际电联注册的空间无线电监测站;

- 根据执法局和FCC其它局的需求开展频谱使用方面的研究；
- 根据需要对违反法规的申诉展开调查和查处；
- 代表或协同FCC其它局展开调查；
- 与司法部合作，展开针对卫星业务的蓄意干扰(美国法典第18篇1367节)的技术调查工作；
- 收集并传播卫星相关事宜的信息。

**1.3.2** 干扰查处是当前运行的主要工作。干扰调查中，监测站与工作人员的任务包括：

- 对某些直接提交给FCC且与卫星相关的干扰申诉进行分析，确定它们的类别并进行恰当的处理；
- 对于已确定与空间卫星无关的干扰，提供申诉自助信息，并且/或者将申诉送交相关的FCC办公室或局完成进一步的处理；
- 与申诉者一起，通过信号分析、解调或其它手段对干扰进行识别；
- 审查FCC的记录(执照、设台许可和特殊临时授权)，确定可能的干扰源；
- 进行观察或测量，如有必要，对违反FCC法则的情况建档；
- 检查设备或与FCC持照人联系，要求其执行启闭操作或其它测试，以核实干扰源；
- 进行跟进调查，生成违章通告或其他正式文件；
- 在已知或卫星运营商、地面站运营商、其它同行已确定干扰源的大致位置后，进行或协调现场测试或地面定位工作；
- 联系国内其它的监管机构和国际电联，就申请国际协调的干扰事件(例如：美国境内的干扰源影响到其它国家的卫星，或其它国家的干扰源影响了美国注册的卫星)进行协调。

## **1.4 设备**

主天线是Scientific-Atlanta公司的直径为5 m的方位/俯仰全动天线，分四段覆盖1~12.2 GHz的频段范围，可手动安装馈源喇叭和放大器组。其接收设备允许直接进行射频信号的频谱分析。更多细节参见§ 1.5。



SM.2182-Annex3-02

直径3 m的“极座架”天线使用标准C/Ku频段低噪声下变频器(或称高频头, LNB), 同样到观测美国国内部分静止轨道弧度内(大约西经72°至西经137°间)的地球同步卫星。



SM.2182-Annex3-03

## 1.5 系统特性

1. 站名:  
(美国)马里兰州哥伦比亚
2. 地理坐标:  
西经76°49' 北纬39°10'
3. 工作时间:  
视情况而变

4. 在用主天线的信息：  
直径为5 m的卡塞格伦馈源抛物线天线，频谱覆盖1 GHz至12 GHz，阻抗率为17°/s
5. 方位角和俯仰角范围：  
方位角：0-360° 俯仰角：0-90°
6. 确定轨道空间站位置时所能达到的最高精度：  
$$\frac{0.3^\circ}{f[\text{GHz}]}$$
7. 系统的极化信息：  
机械可调的双正交线性极化  
(某些频段为电子衍生圆极化)
8. 系统的噪声温度：  
3.7 GHz – 4.2 GHz: 250 K  
11.7 GHz – 12.2 GHz: 600 K
9. 各频率范围及其所能达到的最高频率测量精度：
  - a) 1 GHz – 12 GHz:  $1 \times 10^{-9}$
  - b) 3.7 GHz – 4.2 GHz:  $1 \times 10^{-9}$
  - c) 11.7 GHz – 12.2 GHz:  $1 \times 10^{-9}$
10. 场强或通量密度测量的频率范围：  
3.7 GHz – 4.2 GHz  
11.7 GHz – 12.2 GHz
11. 所示测量精度下，可测场强或通量密度的最小值  
 $-175 \text{ dBW/m}^2 \pm 1 \text{ dB}$  (3.7 GHz – 4.2 GHz)  
 $-165 \text{ dBW/m}^2 \pm 2 \text{ dB}$  (11.7 GHz – 12.2 GHz)
12. 带宽测量的可用信息：  
根据国际电联《频谱监测手册》第4.5节描述的方法进行带宽测量
13. 频谱占用测量的可用信息：  
可根据要求收集频谱跟踪信息。
14. 轨道占用测量的可用信息：  
可根据要求进行轨道占用测量。

5 m天线的地球静止轨道的可视弧度约为 西经5°至西经148°。

## 2 工作时间及联系方式

正常工作时间为周一至周五的上午8:00至下午4:30(美国东部时间)。

站址:

克伦比亚运营中心

农舍路 9200弄

哥伦比亚(21046)

电话: 301-725-0555

传真: 301-206-2896

目前的主要工作为干扰处理。

正常工作时间之外, 可通过位于华盛顿的FCC 中央办公室进行联系。FCC运营中心(FCCOC)全年365天, 每天24小时有人值守, 联系方式为: 202-418-1122 (电话)或 202-418-2812 (传真)。

## 附件 4

### 韩国的空间无线电监测设备

#### 1 卫星无线电监测中心详细介绍

##### 1.1 概述

卫星无线电监测中心(SRMC)是韩国通信委员会(KCC)下属的中央无线电管理办公室(CRMO)的一个政府机构。无线电监测中心坐落在韩国的利川市京畿道, 距离首尔80 km。从2002年8月开始开展卫星无线电信号监测工作。主要的设备包括一个2 198 m<sup>2</sup>的主建筑, 两个天线建筑和一个占地面积49.587 m<sup>2</sup>的安保建筑。并且有一个设备先进、可以容纳150人的会议室。

##### 1.2 功能

- 跟踪和捕获在东经55°到西经160°之间的卫星下行无线电信号(1.45~21.2 GHz, L/S/C X/Ku/Ka)。
- 测量对地静止轨道卫星的轨道信息和传输特征。
- 检测无线电波是否符合国际电联《无线电规则》的要求。
- 当发生有害无线电信号干扰时, 快速搜索干扰信号源。

图7

SRMC中的1号天线和2号天线



SM.2182-07

### 1.3 系统特性

- 对地静止卫星轨道监测范围：东经55°~西经160°。
- 1号天线和2号天线

参数		1, 2号天线
频段 (GHz)	L频段	1.450-1.800
	S频段	2.170-2.655
	C频段	3.400-4.800
	X频段	6.700-7.750
	Ku频段	10.700-12.750
	Ka频段	17.700-21.200
天线型号		卡塞格伦-波束-波导
天线直径(m)		13
天线增益(dBi)		44.2-64.6
半功率波束宽度(度)		1.0-0.1
性能指数G/T (dB/K)		22.6-40.0
天线最大转速		
- 方位 (度/s)		5
- 俯仰(度/s)		2.5
- 极化角 (度/s)		1.5

参数	1, 2号天线
运动范围 - 方位(度) - 俯仰(度)	$\pm 270$ 0-90
天线控制	计算机控制的自动追逐
极化方式	圆极化 线性极化
消除多普勒频移(kHz)	-
测量精确度 - 功率密度(dB) - 频率	$\pm 1.5$ $2 \times 10^{-14}$

这两个天线是卡塞格伦-波束-波导天线，直径13 m。它们有相同的功能和性能，都由一个馈源系统，一个基座，一个天线控制单元和一个局域网子系统构成。馈源系统按照以下顺序构成：喇叭>模式耦合器>天线共用器。馈源系统有极化控制器(圆极化或线性极化)功能。另外，6个馈源角喇叭被安放在一个圆形的旋转装置上，从而可以在L、S、C、X、Ku、Ka等频段间进行选择切换。天线系统被设计成一个多频段接收天线，可以同时接收6个频段。卫星无线电信号的接收顺序如下：通过一个主反射面后，顺序经过子反射面、镜面、馈源喇叭、极化控制单元，最后到达测量单元。馈源喇叭结构采用了波纹状喇叭的馈源方式，这样可以对卫星轨道进行精确的跟踪，并且可以修正由于安装的射频板对每个频段进行单脉冲跟踪所造成的多普勒频移。

天线控制系统可以进行天线驱动，来控制天线的转速以及选择极化方式。在这种情况下天线操作者自己就可以控制天线。另外，还可以测量无线电信号并在卫星无线电信号监控程序预设时间内自动寻找卫星。

这两个具有相同功能的天线在检测有害无线电信号时扮演着重要的角色，并可提高卫星无线电信号监测结果的准确度。

#### 1.4 参数测量

- 测量空间站的轨道位置
- 测量卫星无线电信号的传输特征：
  - 极化差异
  - 频率均值
  - 占用频带宽度
  - 寄生发射信号的密度
  - 功率通量密度(pfd)
  - 等效全向辐射功率(e.i.r.p.)
  - 频率和调制方式
  - 宽带信号解调(图像/声音)。
- 频率利用率。

### 1.5 移动卫星无线电监测系统

- 目的：
  - 超越固定监测系统的限制，履行卫星无线电监测功能。
  - 为卫星使用者在任何时间、任何地点进行测量。
- 规范：
  - 监测频段：L、S、C、X、Ku、Ka(卫星)，200 MHz~40 GHz(地面)。
  - 高度：3.62 m。
  - 重量：5吨。
- 配置：
  - 卫星无线电监测系统。
  - 地面干扰源查找系统(包括软件)。
  - 数据库、导航、供电系统等。
- 任务：
  - 卫星无线电信号监测。
  - 干扰源查找。
  - 卫星电视接收条件监测。
  - 卫星无线电环境调查。

图8

移动卫星无线电监测系统



## 2 任务

### 2.1 对地静止卫星的轨道及传输参数的测量

- 测量目标范围内的对地静止卫星的轨道及传输参数的常规方法：
  - 辨别空间站发射的卫星无线电信号的轨道信息及传输参数是否与ITU-R中登记的指标相符。
  - 检索卫星登记、测量轨道的位置，并获取位置信息。
  - 通过对有害干扰信号路线的分析和测量定位其发射机位置，保护卫星网络业务不受有害干扰的影响。
  - 以数据库的形式向中央无线电信号监测办公室(CRMO)及国际电联报告测量的监测数据。

### 2.2 仔细检测有害无线电波干扰的原因

- 通过获取地面站和卫星网络或其他卫星网络间传输的干扰信号，调查发生干扰的原因并进行消除，以此来保护卫星网络。
- 当卫星网络出现干扰时，根据分别通过不同的路经进入两个天线的信号的距离，通过计算干扰信号的到达频率差(FDOA)，并假设采用多普勒频移的有害传播发射源的位置，以及表示无线电波到达的到达时间差(TDOA)，在解决卫星网络的干扰方面扮演着决定性的角色。

### 2.3 提供卫星无线电信号测量数据

- 卫星无线电信号的测量数据可被用于国家卫星通信网络的登记、基础卫星技术的研究及运行卫星的条件观测等。

## 3 工作时间及联系方式

### 3.1 工作时间

办公室和机房：

周一至周五 09:00 ~ 18:00

周六、周日及节假日不工作

### 3.2 联系方式

利川2区, 155号利川市京畿道  
京畿道467-881, 韩国  
卫星无线电监测中心办公室

电话: +82 31 644 5921

传真: +82 31 644 5829

Oh Hwa Seok

电话: +82 31 644 5922

传真: +82 31 644 5829

电子邮箱: [ohs0301@kcc.go.kr](mailto:ohs0301@kcc.go.kr)

Hur Chul Hoon

电话: +82 31 644 5993

传真: +82 31 644 5829

电子邮箱: [choonhur@kcc.go.kr](mailto:choonhur@kcc.go.kr)

## 附件 5

### 日本的空间无线电监测设备

#### 1 概述

##### 1.1 历史

日本的空间无线电监测始于1998年, 当年建立了第一个空间无线电监测设备。2008年至2010年间, 日本负责无线电管理的政府机构——总务省(MIC)更新了这第一批日渐陈旧的设备。更新后的设备已经从2010年4月开始运营。

空间无线电监测设备位于神奈川县三浦市, 位于北纬35°东经139°, 东京市中心以南约60 km。这些设备位于俯瞰太平洋的一座小山上。主要组成部分包括2个单元13 m的抛物面天线, 能够监测5个频段(L/S/C/Ku/Ka)。

##### 1.2 作用

###### 1.2.1 国内外卫星的监测

可见弧(可见对地静止卫星轨道的范围)在东经67°至西经147°间。目前, 在这一范围内有约300颗卫星, 而且在可见范围内的所有这些卫星均受监控。我们测量这些卫星的轨道位置和各种无线电波参数, 从而适当提高卫星广播的使用率并调查和分析频率使用和射电辐射以促进卫星频段的有效分配。

### 1.2.2 消除干扰

从2010年4月投入运营的新空间无线电监测设备配备有一套独特的上行干扰源识别系统。该系统并非现有包，而是由日本独创。上行干扰源识别使我们能够主动监测和消除有害干扰。

### 1.2.3 收集数据用于卫星通信网络的国际协调

通过日常监测操作收集到的各种数据以可复制和分析的适当格式进行记录和累积。这些数据被用作卫星通信网络国际间协调的基本信息。此外，提供了具有数据格式转换功能的新型空间无线电监测设备，使用这些设备可制作与国际数据传输所用数据格式相兼容的数据文件。

## 1.3 系统配置

日本的空间无线电监测设备主要包括室外天线(能在L/S/C/Ku/Ka频段运行的2单元13 m多频段抛物面天线和7单元在各频段提供支持的固定天线)和一个通过高速通信环路与天线连接的室内运行中心。

运行中心对室外天线单元进行远程控制以测量地球同步卫星的轨道位置和射电辐射。也监测和记录频谱信息和图像。测量数据被传输到运行中心并显示出来用于存档和分析。运行中心也负责管理作为一个整体的空间无线电监测设备的运营。

图9和10分别展示了空间无线电监测设备的配置和系统布局，而图11则描述了13 m天线的配置。

## 1.4 主要特性

表4展示了空间无线电监测实施的13 m天线的主要特性。

图9  
空间无线电监测设备的配置

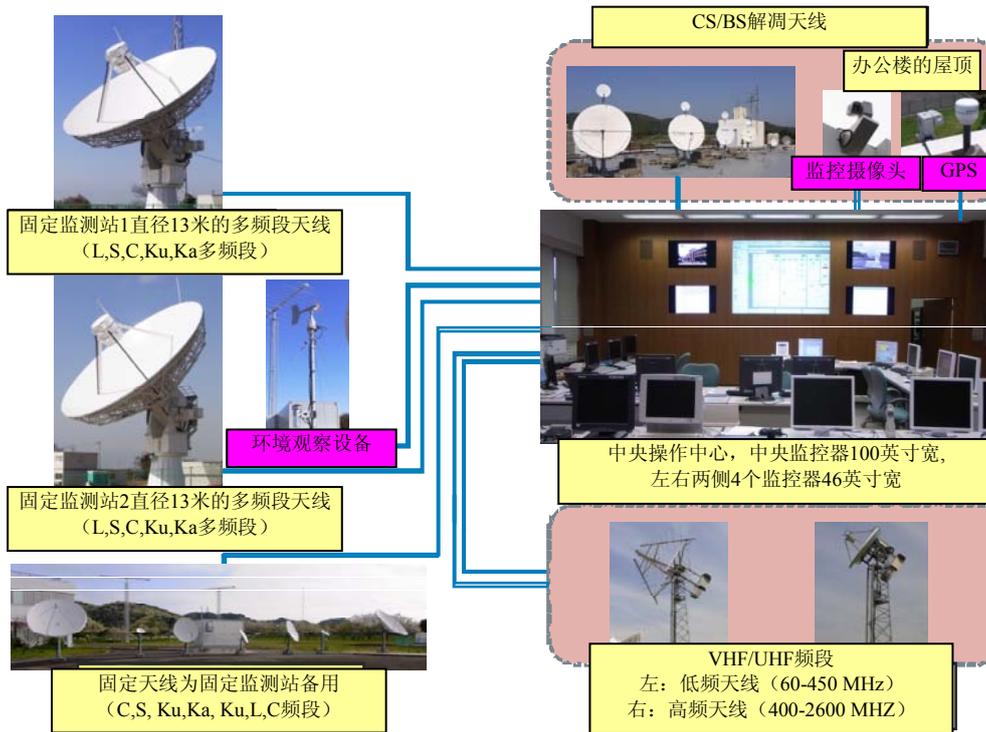


图10  
空间无线电监测设备的系统布局



固定监测站 1 和 2(L,S,C,Ku,Ka 多频段)  
在 Miura 监视器可见范围内收到来自对地球静止卫星的下行信号(可见弧: 经度 67 东和 147 西)  
固定天线(L,S,C,Ku,Ka 多频段)  
7 个固定天线单元已安装, 在固定监测站故障或维护的情况下为每个频段和极化提供备份  
由较低 (60-450 MHz) 和较高 (400-2600 MHz) 频率范围的跟踪天线接收主要来自非地球静止轨道卫星的信号

图11  
13 m天线的配置

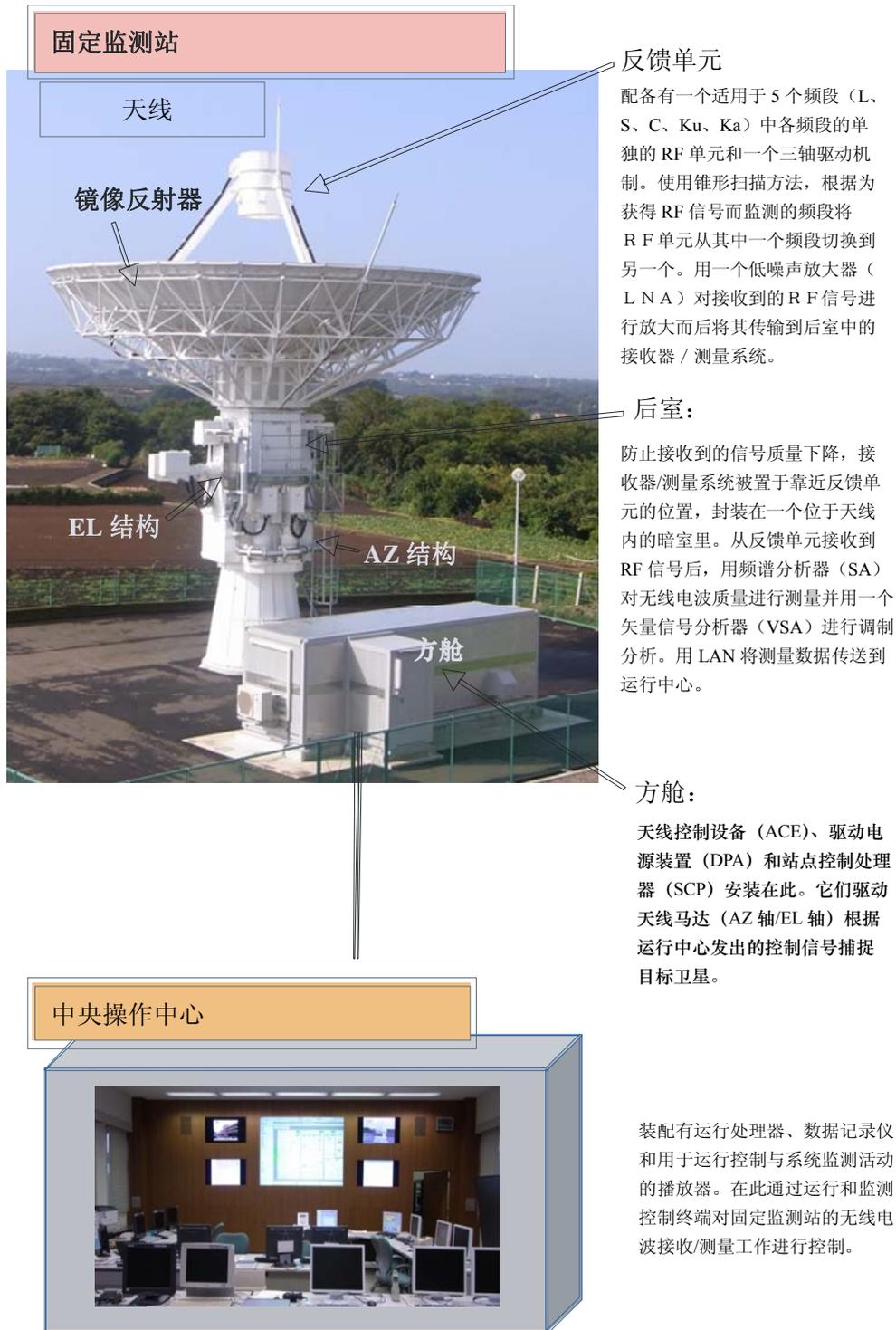


表4

空间无线电监测设备的13 m天线的主要特性

项目	规格				
	L频段	S频段	C频段	Ku频段	Ka频段
接收频率范围	1.525 MHz 1.710 MHz	2.120 MHz 2.690 MHz	3.400 MHz 4.800 MHz	10.700 MHz 12.750 MHz	17.700 MHz 22.000 MHz
极化	线性极化(垂直、水平) 圆极化(右侧、左侧)				
天线驱动范围	AZ: $-90^{\circ}\sim+90^{\circ}$ EL: $0^{\circ}\sim90^{\circ}$				
天线驱动速度	AZ: 0.9°/s 或以上 EL: 0.25°/s 或以上				

## 1.5 主要测量参数

空间无线电监测设备测量的主要参数如下：

- 频率
- 频谱
- 占用带宽
- 极化
- 功率通量密度
- e.i.r.p.
- 杂散发射密度
- 电视广播信号解调

## 2 主要业务操作

### 2.1 轨道位置的测量和分析

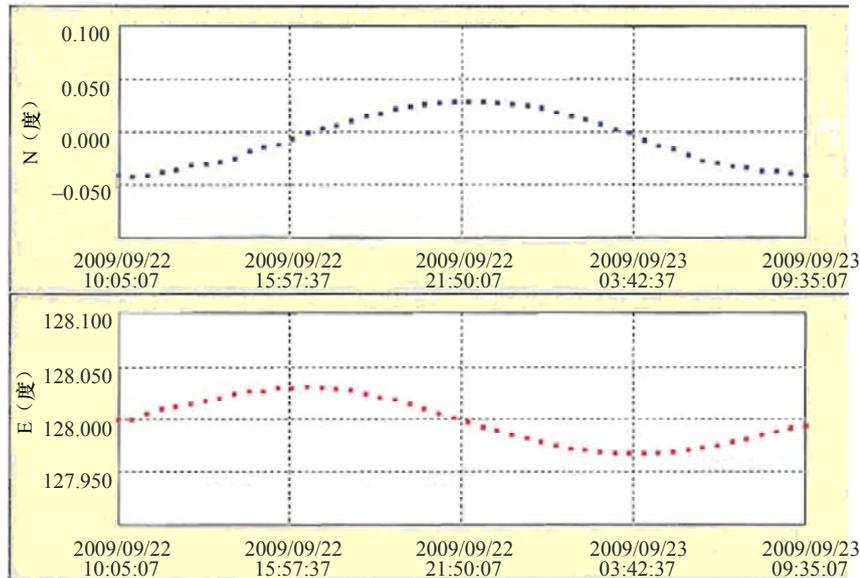
测量可见范围内卫星的轨道位置从而确定各个卫星是否正从其标称轨道位置开始在允许范围内运行。

在测量卫星的轨道位置时，从自动跟踪系统中获得天线方向值(AZ/EL)，而后再用这些值分析轨道位置(纬度/经度)。进行更长时期的自动测量从而监测旋转卫星的轨道位置。

在分析轨道位置时，用一个曲线图展示测量结果从而判断该卫星是否位于其允许范围内。可用多种图展示测量结果，而且图12中的时间趋势图截图便是一例。

图12

轨道位置分析 (时间趋势图的样本截图)



SM.2182-12

## 2.2 各种无线电参数的测量和分析

对受监测的卫星发出的射电辐射的各种参数进行测量从而确定无线电波的质量是否满足《日本无线电法》和国际电联《无线电规则》及其附件规定的各项值。

作为无线电质量指标进行测量的参数是中心频率、占有带宽、电功率、e.i.r.p.和pfd。我们的系统能够同步测量两种不同极化的波(垂直/水平极化波或向左/右圆极化波相结合)以及宽/窄带测量值。

通过提取具体载波参数分析无线电参数，这些载波参数建立在指示为各参数设定的分析频率范围和阈值的标志器基础上，而后将分析的无线电参数输出为一张曲线图。超出阈值的频谱将被自动删除并予以通知。当测量周期延长时，可使用快进、快退或逐帧步进功能选择并分析某一特定时间点的测量结果。

图13 展示了显示无线电参数分析结果的抽样截图。

## 2.3 频率使用的测量和分析

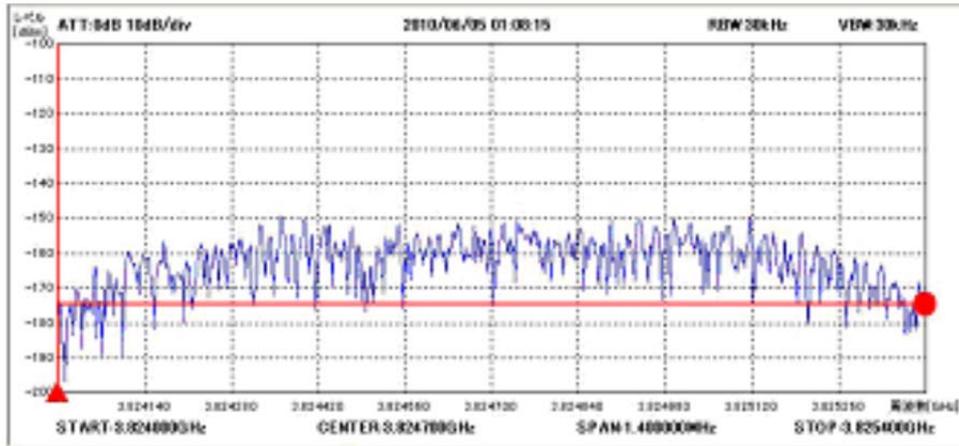
基于卫星的射电辐射分析测量周期的时间占用率和特定频段的频率占用率。可通过分析上述参数监测频率使用趋势(无线电波是否以及何时实际上已经发射出来)。

分析频率范围内的频率使用趋势可以瀑布型图示予以显示，并根据接收层次用不同颜色进行分类标记。时间占用率和频率占用率以数值显示。

图14 展示了显示频率使用分析结果的抽样截图。

图13

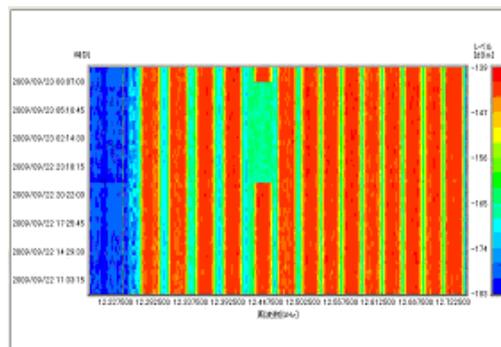
显示无线电参数分析结果的抽样截图



SM.2182-13

图14

显示频率使用分析结果的抽样截图



SM.2182-14

## 2.4 射电辐射的测量和分析

对从卫星发出的无线电波频谱进行测量和分析，分析其注册的轨道位置从而监测卫星活动。

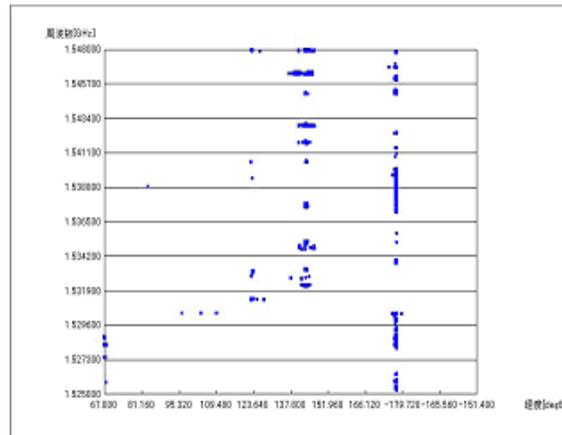
通过使用弧痕迹或螺旋痕迹功能驱动天线围绕地球同步轨道卫星轨道旋转来测量这些频谱。

根据轨道位置的注册信息数据库核对测量结果。卫星的名称和轨道的位置将以与数据库匹配的那些测量值列表显示。那些不符合数据库中任何注册信息的测量值可在屏幕上识别出来，用标记表明监测的这颗卫星为非注册卫星。

图15展示了显示射电辐射分析结果的抽样截图。

图15

显示射电辐射分析结果的抽样截图



SM.2182-15

## 2.5 上行链路干扰源识别

上行链路干扰源识别系统是当与上行链路发生干扰时识别干扰源位置的一套系统。

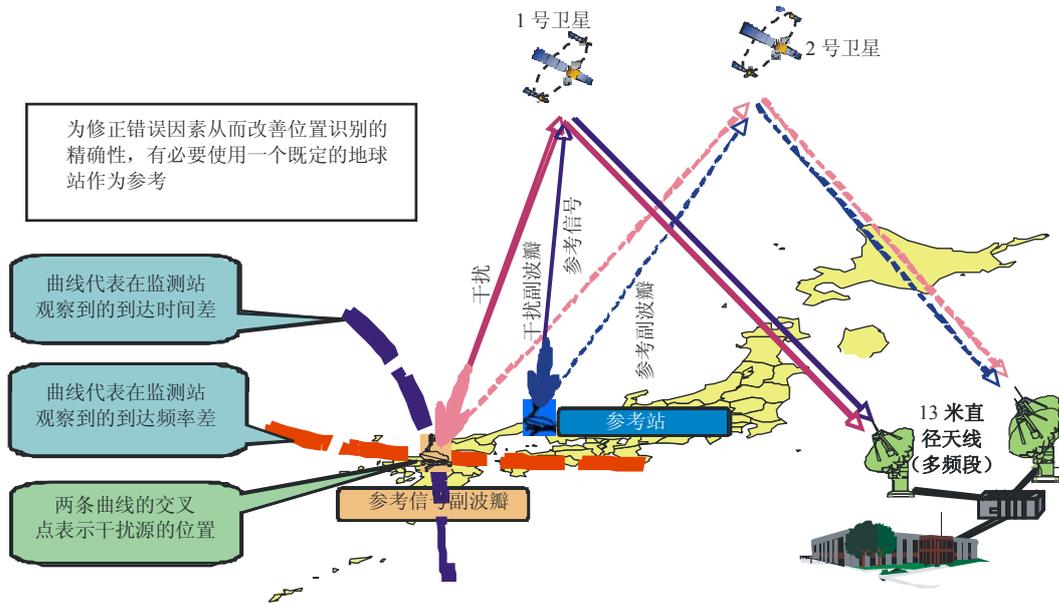
在操作这一系统时，接收到从两个相邻卫星发出的无线电波。通常，将1号和2号固定监测站用作接收这些无线电波的测量站(即天线)。

遭干扰的卫星发出的信号被称作“主信号”，而从选择进行上行链路测量的相邻卫星发出的信号被称为“副波瓣信号”。分别从主卫星和副瓣卫星接收这两种信号，即目标信号——干扰信号和确保干扰源识别精确性的参考信号。换句话说，通过总计4种不同信号——(主信号和副波瓣信号的)目标信号和(主信号和副波瓣信号的)参考信号的上行链路测量估算干扰地球站(或目标)的位置。

如果干扰波是连续波(CW)，那么就难以精确地发现到达时间差(TDOA)，因此重复进行多次测量从而以一种时间累积方式描绘到达频率差(FDOA)。此外，当卫星移动幅度非常小时，多普勒频率不太可能出现。这样就难以精确发现FDOA。在这种情况下，仅TDOA将展示在地图上从而协助识别来源。

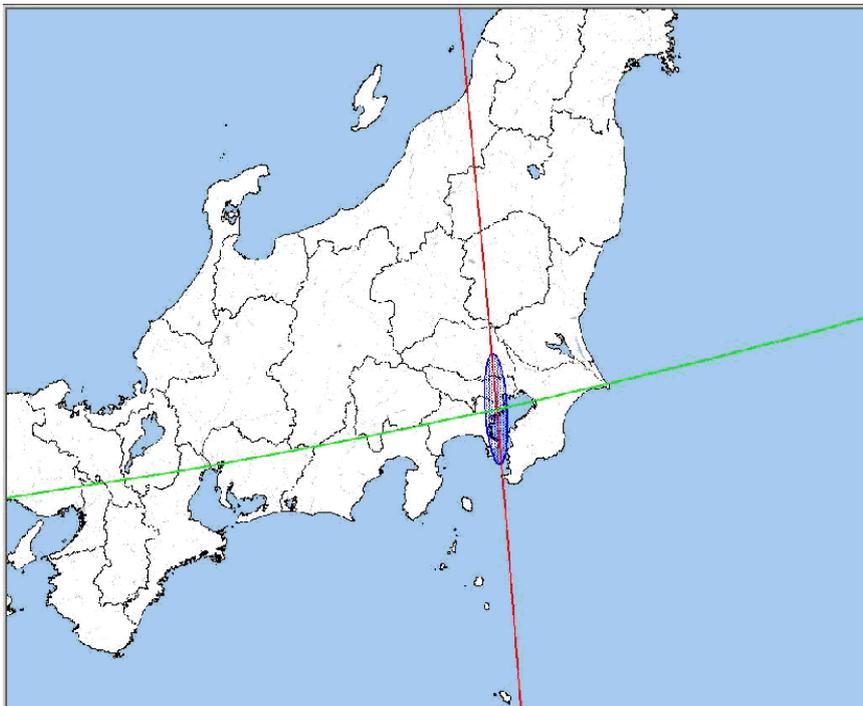
图16展示了上行链路干扰源识别系统的机制，而图17展示了显示来源识别结果的样本截图。

图16  
上行链路干扰源识别系统的机制



SM.2182-16

图17  
显示来源识别结果的抽样截图



SM.2182-17

### 3 工作时间

正常工作时间为每个工作日的早8:30到晚5:15(日本时间)。

### 4 联系方式

日本总务省(MIC)电信局

无线电部

电磁环境处

无线电监测办公室

日本东京千代田区1-2 Kasumigaseki 2-chome

100-8926

电子邮件: [kanshikokusai@ml.soumu.go.jp](mailto:kanshikokusai@ml.soumu.go.jp)

## 附件 6

### 乌克兰的空间无线电监测设备

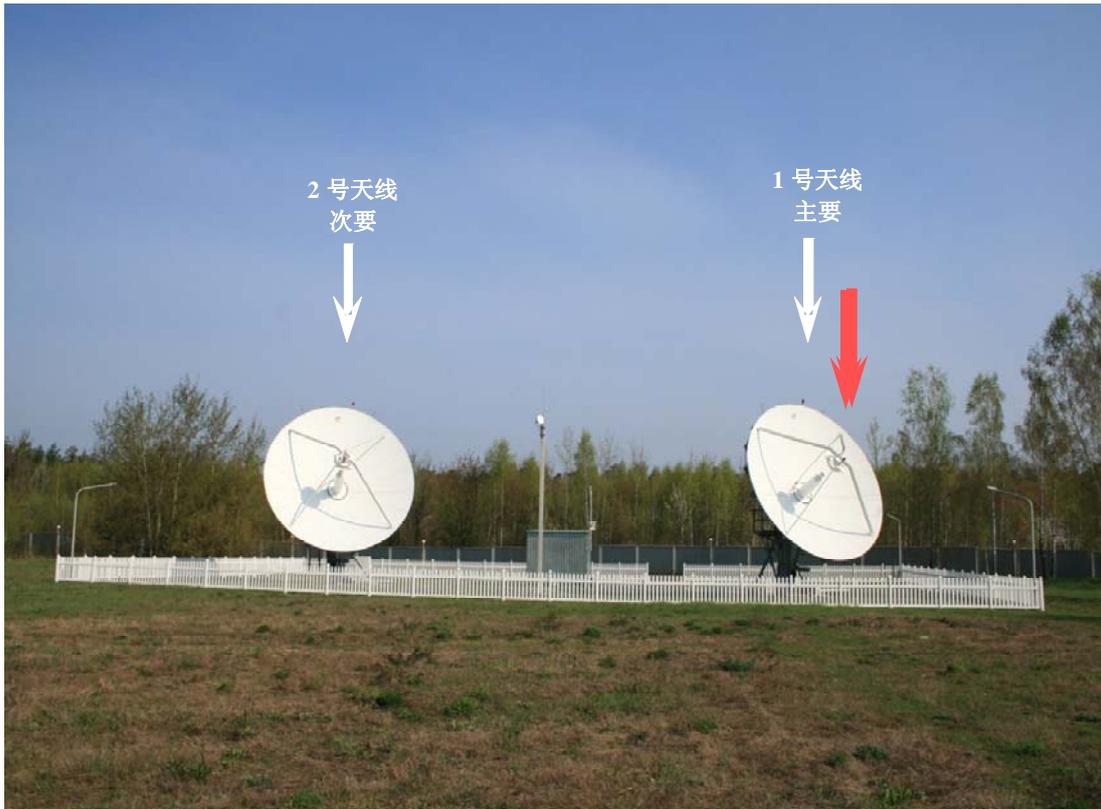
#### 1 概述

Kyiv空间无线电监测站是乌克兰国家无线电频率中心(UCRF)无线电监测系统的一部分。UCRF负责民用频段的频谱管理和频谱监测。

设立Kyiv空间无线电监测站是为了测量地球站和卫星站载频发射参数以及执行在频段C(3.4-5.25和5.725-7.025千兆赫)和频段Ku(10.7-14.8千兆赫)的地球站位置(地理位置)。该站能够观察卫星(位于对地静止轨道,轨道位置在西经20°方位角237°和仰角15°至东经80°方位角123°和仰角15°)对地球站发出射电辐射的重新发射。

Kyiv空间无线电监测站建于2009年且正处于不断发展过程中。

该站的地理坐标是50°26'54" N; 30°17'30"。



SM.2182-附件 6-01

## 2 Kyiv空间无线电监测站的主要任务

Kyiv空间无线电监测站的主要任务是：

- 检查发射参数是否与运行权限或技术规则所表示的发射参数一致；
- 频段占用观察值；
- 根据频谱用户、法人和自然人投诉探测有害干扰；
- 探测频率使用违规情况并确定非法运行发射机的位置，从而采取法律手段制止违法行为并关停非法运行的设备；
- 在无线电频率资源使用国际合作框架内开展的无线电监测活动。

## 3 Kyiv 空间无线电监测站结构

从功能上讲，Kyiv空间无线电监测站合并了四项子系统：

- 2个直径7.3 m的接收卫星天线；
- 诊断和控制空间无线电监测站地面设备以及指向既定卫星的天线的子系统；

- 测量卫星发射参数、卫星站载频的子系统 and 数据库维护子系统；
- 地球站测位(地理位置)和卫星天文历计算子系统。

### 3.1 天线

天线的参数见表5。

表5

参数	1号天线	2号天线
天线类型	卡塞格伦	卡塞格伦
天线尺寸, m $\varnothing$	7.3	7.3
频段	C/Ku	C/Ku
天线增益, dBi	49.73/58.41	49.50/58.84
极化	圆形/线性	圆形/线性
方位范围	120°	120°
仰角范围	0-90°	0-90°
极化旋转角	$\pm 90^\circ$	$\pm 90^\circ$

### 3.2 用于地面设备诊断和控制的子系统

这一子系统便于校验天线系统组件的可操作性和设备故障。而且使用卫星参数综合数据库设计用于指向既定卫星(手动和自动两种模式)的天线。

### 3.3 卫星发射参数测量子系统

可使用这一子系统的软件测量无线电电子设备的下列参数：

- 调制类型(BPSK, QPSK, 8-PSK, OQPSK, 16-QAM, 16-APSK, 32-APSK, CW, MSK)；
- 符号率；
- 中心频率；
- 有效全向辐射功率 (e.i.r.p.)；
- 带宽；
- 载波-噪声比 ( $C/N_0$ )；
- 数据速率；
- 比特差错率(BER)；
- 载波标准 (DVB-S、DVB-S2、IESS-308、IESS-309、IESS-310、IESS-315)；
- 前向纠错 (1/2、2/3、2/5、3/4、3/5、4/5、5/6、7/8、8/9、9/10)。

系统允许存储实测数据并将其与频率分配数据库中已有数据或之前测得的参数进行比较。此外，有可能扫描卫星转发器从而通过将所有载频与现有数据库中的载频进行对比来确定和识别这些载频。

### 3.4 地球站测位(地理位置)和卫星天文历表计算子系统

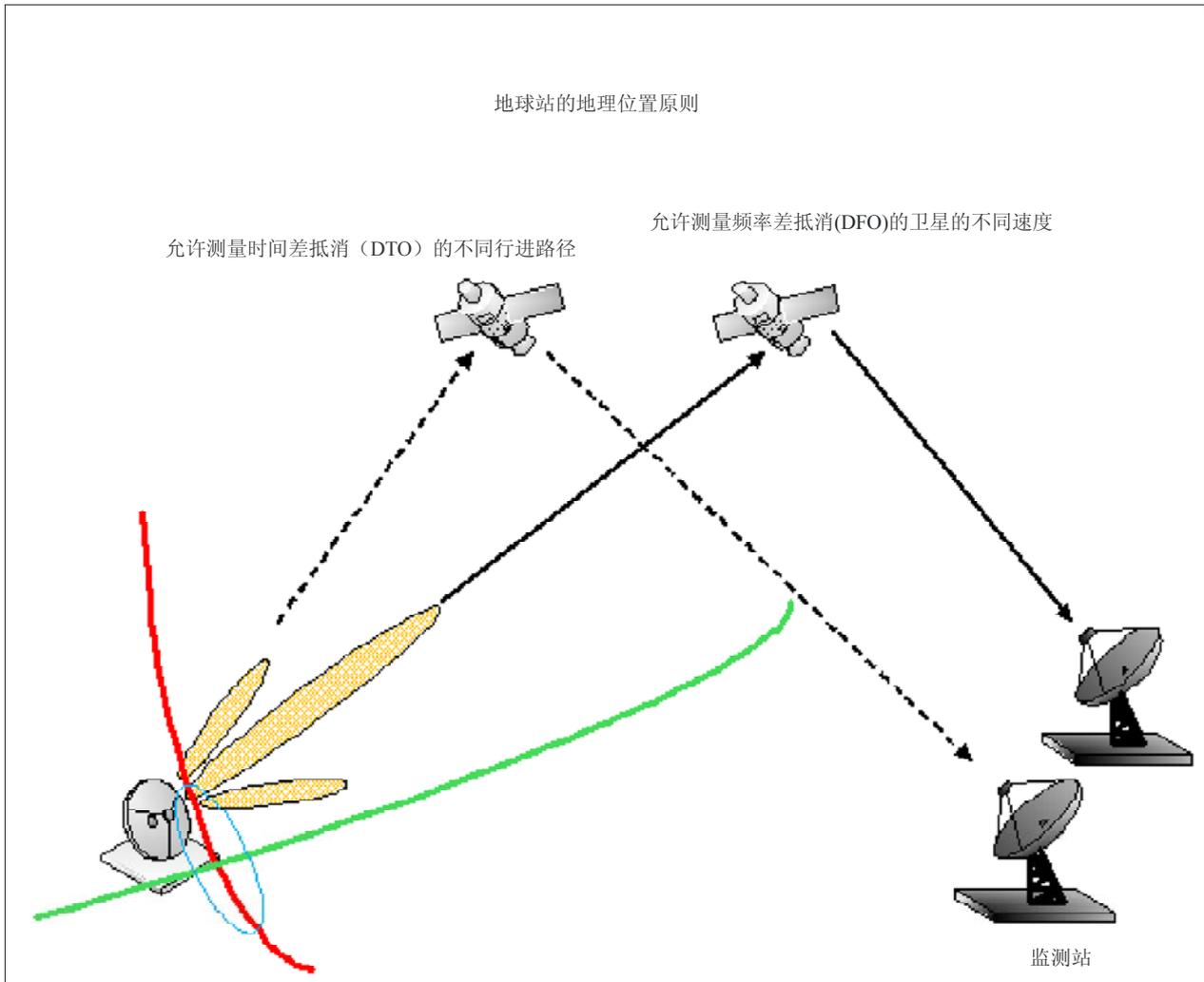
地球站测位原则(地理位置)基于信号分析，这些信号由地球站传输并由卫星进行重新发射。尽管目标信号(主瓣)传输到特定卫星，但这一信号的部分副瓣传输至相邻卫星(在相同频率运行，具有相同的极化和相似的服务范围)。从两条路径发出的信号由空间无线电监测站接收、转换并进行数字化处理。

卫星在地球同步轨道上的不同位置和沿着不同路径穿过两个或更多卫星的信号便于获取时间差(DTO)并绘制地球表面位置的定时图(下图中的红线)。

考虑到特定时间内卫星的运动、偏移和卫星发电机的低频振荡，有可能测算出时间差(DFO)并绘制地球表面位置的频率线(下图中的绿线)。

空间无线电监测站使用获得的数据计算椭圆，目标地球站位于其中。

南北方向上0.5至10 km的指向误差源自信号时延的差别。东西方向上的指向源自频率差别和相移(50-80 km的误差)。为提高地球站地理位置的精确性，有必要用星历误差补偿进行多次测量。在此种情况下，可将地球站地理位置潜在定位偏差控制在0.5-1 km。



SM2182 附件 6-02

#### 4 联系方式

乌克兰国家无线电频率中心  
15 km, pr. Peremogy  
03179 基辅  
乌克兰

传真: +38 044 422 81 81

电子邮件: [centre@ucrf.gov.ua](mailto:centre@ucrf.gov.ua)

## 附件 7

## 哈萨克斯坦的空间无线电监测设备

2005年, 哈萨克斯坦共和国空间飞行器地面控制中心(GCC «Akkol»)建成并投入使用。2008至2009年, 在«KazSat-2»项目扶持下, Center «Akkol»实现现代化。

GCC «Akkol»包括任务控制中心(MCC «Akkol»)和通信监测系统(CMS «Akkol»)。

GCC «Akkol»位于Akmolinskaya地区的Akkol镇, 地理坐标如下: 北纬52°0'11", 东经70°54'3", 海拔410 m。图18和19展示了«Akkol»中心的全貌。

图18

«Akkol»中心全貌



SM.2182-18

图19

7.3 m天线系统



SM.2182-19

«Akkol» 通信监测系统包括：

- 配有直径9 m天线的监测站；
- 直径7.3 m的两个接收天线；
- 用于TVRO 的两个直径2.4 m的接收天线；
- 硬件—软件控制和测量设备；
- 服务器和配有相应软件的客户端设备。

«Akkol» 通信监测系统在东经15° 至东经130°的轨道位置上执行下列定期监测活动：

- 干扰处理；
- 带有线性极化的Ku频段转发器轨道测量；
- 持续自动监测Ku频段转发器的实际频率和功率参数；
- 对公开宣布的地球站接入空间部分所具有特性的测量；
- 载波频率—功率特性的监测和测量；
- 载波和数字信号参数的持续监测；
- 测得数据的存储；
- 广播信道的监测。

«Akkol» 通信监测系统参数：

下行链路频率范围：10 700 MHz – 12 750 MHz，

上行链路频率范围：13 750 MHz – 14 500 MHz，

极化：                  线性。

GCC «Akkol»通信系统监测便于同时且独立地针对两个卫星执行其功能。

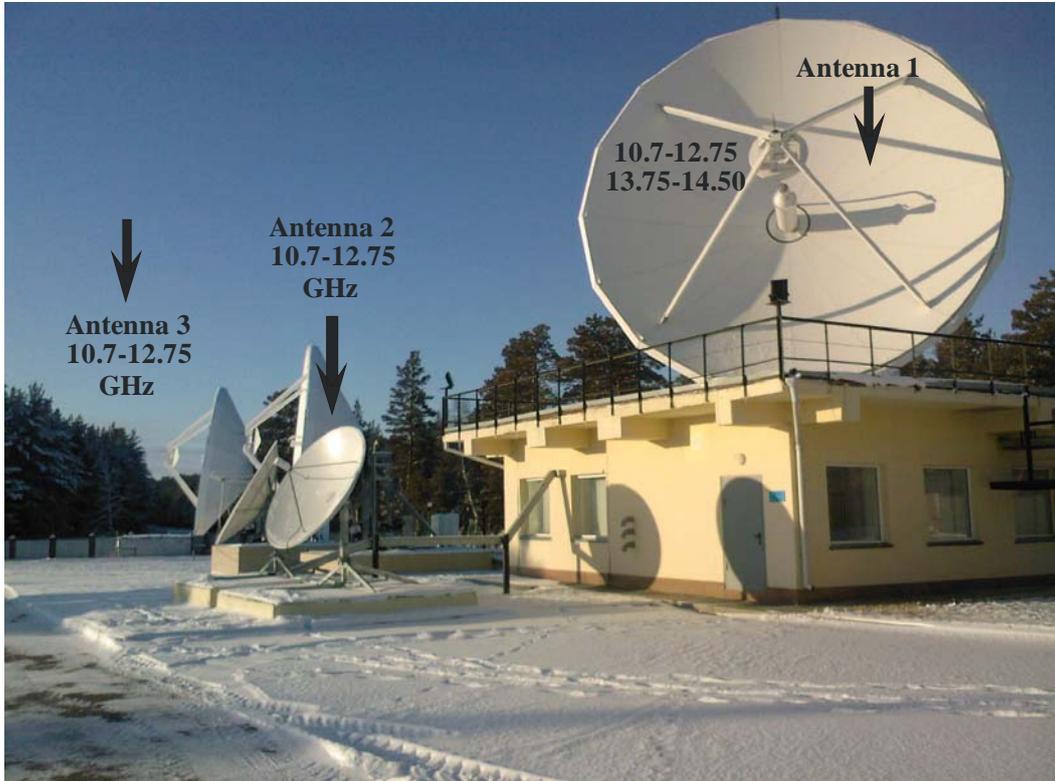
图20  
测量设备的全貌



图21展示了1号、2号和3号天线系统的全貌而表6包含这些系统的参数。

图21

1号、2号和3号天线系统的全貌



SM.2182-21

表6

1号、2号和3号天线系统的参数

参数	天线 1	天线 2	天线 3
天线类型	卡塞格伦 2 端口 RX + 2 端口 TX	卡塞格伦 2 端口 RX	卡塞格伦 2 端口 RX
接收频率 (GHz)	10.7-12.75	10.7-12.75	10.7-12.75
传输频率 (GHz)	13.75-14.50	—	—
天线尺寸	9.0 m Ø	7.3 m Ø	7.3 m Ø
极化	线性	线性	线性
天线增益(dBi)	RX 57.6-59.0 TX 59.7-60.1	RX 55.8-57.1	RX 55.8-57.1
G/T (dB/K)	36.2-36.8	34.6-35.2	34.6-35.2
可用对地静止轨道位置	25°-107° E	11.5°-112° E	11.5°-107° E
跟踪类型	Steptrak、OPT、 手动	Steptrak、OPT、 手动	Steptrak、OPT、 手动

**联系方式:**

共和国空间通信中心和JSC无线电-电子的电磁兼容性单元

地址: 哈萨克斯坦共和国Astana市Dzhangildin大街34号

电话/传真: +7 (7172) 326478

电子邮件: [info@rcsc.kz](mailto:info@rcsc.kz)

---