

第二代铱星系统(Iridium Next)及其搭载应用概况

吴建军 程宇新 梁庆林 项海格

(北京大学信息科学技术学院 卫星与无线通信实验室)

1 引言

Iridium 卫星电话系统是一项革命性、创新性的技术发明,其概念的提出要早于地面蜂窝移动通信系统实现全球覆盖的时间。Iridium 系统最初考虑在近地低轨道部署 77 颗 LEO 卫星环绕地球,以实现全球化覆盖。也正是由于其架构与 Iridium 元素相似,所以该卫星通信系统被正式命名为 Iridium 系统。

为了实现 Iridium 系统, Iridium SSC 公司成立开始了系统开发设计工作,其中 Motorola 提供了技术和主要的经费支持。1997 年 5 月 5 日,第 1 颗 Iridium 卫星被 Delta II 火箭送入轨道;1998 年 5 月,系统正式建成,同年 11 月 1 日, Iridium 卫星电话通信业务正式启动。

尽管技术具有先进性,并且系统也顺利建成和启用,但由于在此期间地面蜂窝移动通信系统的飞速发展, Iridium 系统一直无法正常发展壮大,没能实现扭亏为盈。由于建设的高昂费用的沉重压力, Iridium SSC 公司被迫于 1999 年 8 月 13 日按照宪法 11 章进入破产保护。Iridium 系统在此后的一段时间一直乏人问津,直到 2000 年 12 月,若干投资者组成的 Iridium Satellite LLC 公司全盘接收了 Iridium 系统,并随后获得了美国国防部授予的合同订单, Iridium 系统也从此走向了重生之路。

2001 年 3 月, Iridium 系统重新恢复了通信业务,此后逐渐发展壮大,到 2009 年 6 月, Iridium 卫星手机用户已达到 34.7 万人。2007 年 2 月,下一代 Iridium 系统(即 Iridium Next)计划启动;2008 年, Iridium 选择了美国 Lockheed Martin 和欧洲 Thales Alenia Space 两家公司作为竞争者同时设计 Iridium Next 系统,并将于 2009 年底或 2010 年初根据设计方案的比较,最终选择其中一家公司作为正式的 Iridium Next 系统建设承包商。

由于 Iridium Next 的最终系统方案尚未出台,因此本文仅就其基本概况,特别是搭载载荷应用方面,进行一个初步的简单探讨。

2 Iridium Next 系统概况

2.1 设计原则和目标

Iridium Next 是在 Iridium 系统的基础上进行建设的，作为第二代系统，其建设目标总体来说有：

- 提高数据传输速率
- 更高的话音质量
- 可以灵活分配频带
- 利用 IP 技术的优势
- 提供更强的业务和设备

根据上述设计目标，Iridium Next 在规划设计之初，要求满足如下三条基本设计原则：

- 继续保持目前的 66 颗互连的 LEO 卫星星座架构和全球的覆盖率；
- 保证与当前的手持终端、设备和应用具有后向兼容性；
- 采用端到端的 IP 技术，便于与已存在相应的企业 and 应用相结合；

2.2 主要系统特征

(1) 系统参数：

星座：	66 颗卫星平均分布在 6 个轨道面，每个轨道面 11 颗卫星
轨道：	极地轨道，高度 780km
倾斜角：	86.4
周期：	每个轨道 111 分钟
寿命：	15 年
冗余：	6 颗在轨冗余+6 颗挂起冗余

(2) 搭载载荷参数：

载荷重量：	50kg
载荷体积：	30 x 40 x 70cm
载荷功率：	平均 50W，峰值 200W
载荷数据速率：	< 1Mbps
有效验证：	地球平台传输数据到上方卫星进行校准

Iridium Next 系统中可能的星座互连模型变化以及卫星概念系统分别如图 1、2 所示。

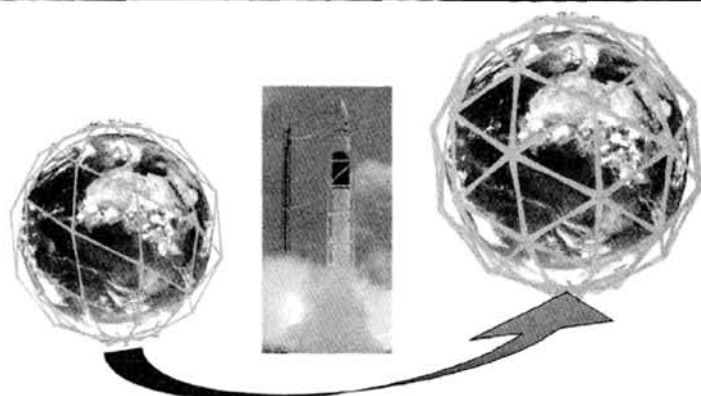


图 1. Iridium Next 可能的星座互连模型变化

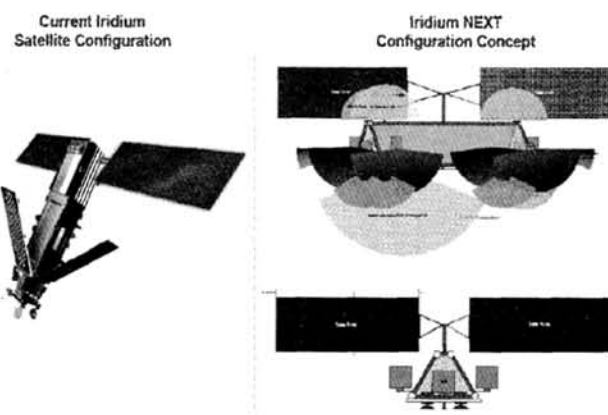


图 2. Iridium Next 可能的卫星概念模型

2.3 新的业务能力

(1) 核心语音和数据业务

带宽灵活分配

- 从已有的 2.4kbps 一直到 1.5Mbps
- 语音和数据
- L 频段业务
- 后向兼容性

(2) 高速数据业务

- 便携式终端可以达到 10Mbps
- 运输式终端可以达到 30Mbps

- ### • Ka 频段业务

(3) 专用网络信关

- 专用信关站
- 在 Iridium 系统中的专用网络
- 手机群归属专用信关站

(4) 宽域广播业务

- 两条广播信道
- 专用的联系全球广播信道
- 按需分配信道的特定位置数据广播

2.4 广泛的应用前景

Iridium 系统具有广泛的应用前景,不仅可以完成基本话音和数据业务,也可以用于海上、空中、陆地、政府和防务、物质跟踪和遥测等多方面场景。

(1) 陆基应用场景

- 资产管理
- 车队管理
- 移动工作
- 跟踪
- 操作性能
- 供电规划
- 管道监视
- 医疗支援
- 移动通信
- 商业连续性
- 蜂窝/卫星双模 M2M 和 LBS



(2) 空基应用场景

- 座舱话音/数据
- 飞机通信寻址和报告系统(ACARS)
- 航空移动卫星(中转)业务(AMS(R)S)
- 全球双向传信



- 乘客语音
- 政府和空军通信（保密/公开）
- 空中平台跟踪

(3) 海基应用场景

- 船员呼叫
- 船员电子邮件
- 基于条件的维护监视
- 专用 E-Bridge 卫通数据链
- 油料管理
- 执法相关应用
- 船队监视 (VMS)
- LRIT
- E-Logbook
- SSAS
- 商业船队跟踪
- 搜救
- 科学和海洋学团体
- 鱼群探测
- 全球海洋竞赛



3 Iridium Next 搭载应用

正如将扩展和增强移动通信业务一样，Iridium Next 也将为商业和政府客户及伙伴建立全新的商业和地球观测机会。Iridium Next 卫星所具有的从载荷搭载能力将为某些应用以一种经济节省的方式进入太空提供一个独特的机会，例如：

- 远程传感
- 天气监测
- 地球观测
- 命令和控制

这些从属载荷将能够使用 Iridium 卫星的交叉链路来传递传感器数据和其他全球任何地点获取的数据。政府和工业部门已经对分享 Iridium Next 全球网络化的通信设施表示了浓厚的兴趣。

3.1 地球观测搭载应用例子

(1) 任务 A: 测高仪 (Altimeters)

主要工作任务是测量海平面的高度、波浪高度、风速, 测量冰雪厚度, 如图 3 所示。

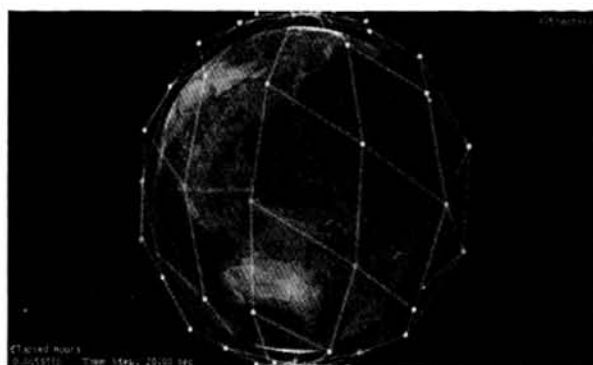


图 3. 任务 A—测高仪

其主要工作特性描述如下:

测量仪器: 雷达测高仪 (Ka 或 Ku 频段)

数量: 最多 24 个传感器, 每个轨道面 4 个

扫描带: 5—10 km, 最低点指向

测量时间尺度:

<< 1 小时	海啸早期预警, 洪水和波浪及时报告
1 小时	海平面和巨浪高度、风速, 风暴涌动
1 日	浪潮、潮流和涡流
1 月	月球周期, 厄尔尼诺现象, 水文
1 年	海洋循环模式
10 年	年间的变动和改变
> 10 年	海平面上升和洋流循环的化的预测

(2) 任务 E: 地球辐射分布测量 (Earth Radiation Budget)

主要工作任务是测量地球表面的辐射强度分布, 如图 4 所示。

其主要工作特性描述如下:

测量仪器: 宽带辐射计 (0.2—50 μm)

数量：最多 18 个传感器，每个轨道面 3 个

扫描带：~2000 km

测量时间尺度：

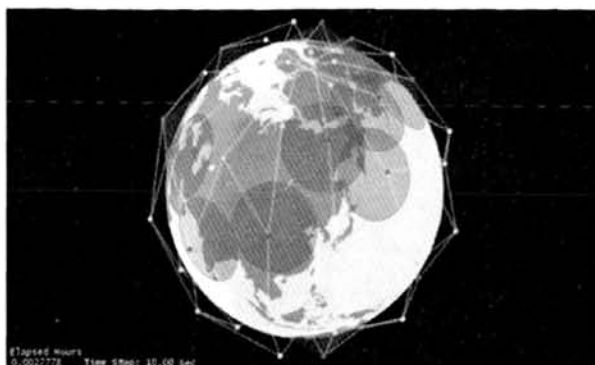


图 4. 任务 E—地球辐射分布测量

<< 1 小时	天气预报数据
1 小时	监测热浪
1 日	辐射流的昼夜变化
1 周	提高精度的预报
1 年	冰和云层反射率的季节性变化
10 年	年间的变动
> 10 年	监测和预测全球气候变化的关键参数

(3) 任务 0: GPS 无线电掩星测量 (GPS Radio Occultation)

主要工作任务是探测大气层的湿度和温度，电离层的电子含量和浓度概况。如图 5 所示。

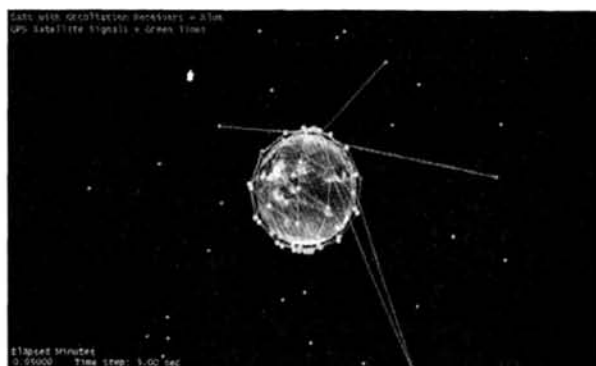


图 5. 任务 0—GPS 无线电掩星测量

其主要工作特性描述如下:

测量仪器: GPS 接收机, 翼型天线
 数量: 最少 12 个传感器, 每个轨道面 2 个
 扫描带: 翼面视角, 每天每个传感器探测 800 次
 测量时间尺度:

<< 1 小时	跟踪极端天气情况
1 小时	天气现场报告
1 周	天气预报
1 年	季节性变化
10 年	气候变化, 水文周期

(4) 任务 I: 成像仪 (Imagers)

主要工作任务是测量海洋的颜色, 探测陆地的森林退化和沙漠化程度。如图 6 所示。

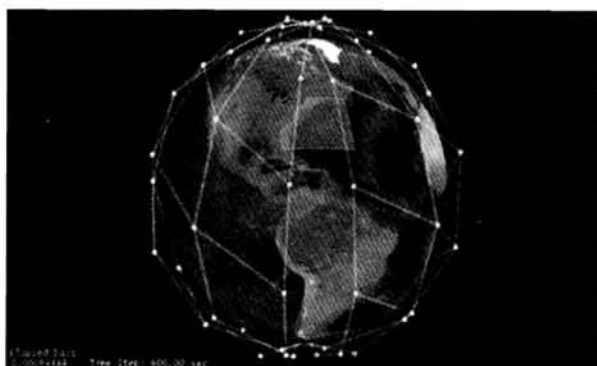


图 6. 任务 I—成像仪

其主要工作特性描述如下:

测量仪器: 特定频谱或多谱成像仪 (紫外—可见光—红外)
 数量: 最少 12 个传感器, 每个轨道面 2 个
 扫描带: 80—240km, 30—100m 分辨率
 测量时间尺度:

海洋颜色

1 天	海岸昼夜变化, 海洋操作和渔业
1 年	季节性变化 (南/北半球)

陆地

1 天	灾害抢救, 野火
1 年	森林退化, 沙漠化, 作物
<u>冰层</u>	
1 天	冰层范围
1 年	实地季节性和年间变化

(5) 其它可能的任务:

还有两项正在审核的可能任务, 这些任务涉及的传感器要么是新型号的, 要么正在重新进行工程设计制造, 它们分别是:

- 大气层化学传感器
- 云层运动矢量传感器

这两项任务将在传感器获得充分完善并测试后, 进入 Iridium Next 的从属搭载应用。

3.2 观测数据的传输模型

对于地球观测的搭载应用来说, 还需要把相应的大量数据通过 Iridium Next 星座和通信网络传输到地面, 再通过地面数据网络输送到处理中心进行处理, 最后发给各最终用户。具体的数据传输模型如图 7 所示。

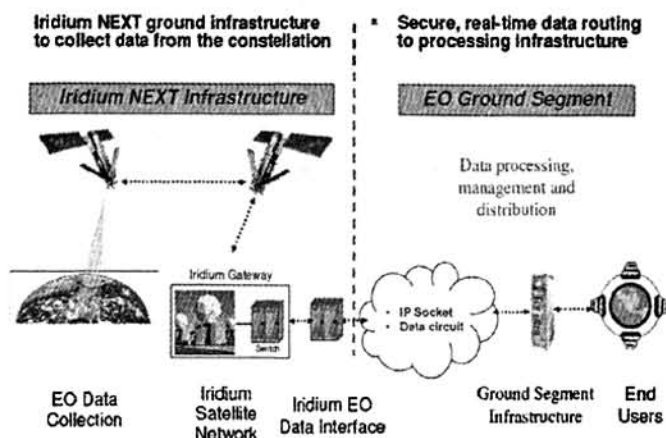


图 7. 观测数据传输模型

相应的数据传输流程如下:

- 第 0 级: 每个卫星上传感器获得的数据经过 Iridium 星座网络内的星间链路, 传送到位于美国 Tempe 或挪威 Svalband 的 Iridium 地面信关站;
- 第 1 级: 进入地面信关站的数据会发送到适合的数据中心进行处理、校准、质量控制, 转换

为标准格式并且存档;

- 第2级: 经过校准后的数据在恰当的時刻传送到主要用户;
- 第3级: 对数据进行增值处理后, 相应的产品可以卖给商业和企业用户;

由于 Iridium 系统的全球覆盖性及拥有的星座通信功能, 那些位于地球表面 (如陆地、冰层或海上) 以及大气层中的远程传感平台, 可以直接将数据传输到上方的观测卫星。同样地, 软件程序也可以通过卫星网络从实验室直接下载到远程平台。

4 小结

本文就下一代 Iridium 系统的基本概况和搭载应用进行了初步的探讨。正如我们所能见到的那样, 作为卫星移动通信领域的领头羊之一的 Iridium 系统, 正在逐步走出发展的低谷并走向复兴。

Iridium Next 系统具有许多新的特点和能力, 可以开展全球范围的各种新应用和新业务, 包括新的军事应用。与此同时, Iridium Next 系统特有的具有全球覆盖能力的从属载荷搭载应用, 开辟了新的合作伙伴关系和业务可能, 为政府机构和其他商业用户开辟了一条经济节省的空间之路。基于上述的认识, 我们有必要对 Iridium Next 系统的进一步发展保持关注。

(特别申明: 作者就本文章内容于 2009.12 在电子学会卫星通信专委会研讨会上作过报告)

参考文献:

- [1] "Iridium NEXT: Next-Generation Satellite Constellation", <http://www.iridium.com/>
- [2] Greg Ewert, "IRIDIUM Next Generation MSS", <http://www.iridium.com/>
- [3] Don Thoma, "Iridium NEXT Partnership in Earth Observation: Hosting Radio Occultation Sensors on Commercial Communications Satellite Constellations", Second Formosat-3/COSMIC Data Users Workshop, Boulder, Colorado, USA, October 22-24, 2007.
- [4] "Global Climate Observation with Iridium NEXT Constellation Hosted Payloads", <http://www.iridiumeverywhere.com/>
- [5] "Iridium NEXT Partnership in Earth Observation", <http://www.iridium.com/>