

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R SA.1155-2 建议书
(07/2017)

**与数据中继卫星系统操作
相关的保护标准**

SA 系列
空间应用和气象



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电通信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

知识产权政策（IPR）

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 系列建议书

（也可在线查询 <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>）

系列	标题
BO	卫星传送
BR	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关问题

说明： 该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版
2018年，日内瓦

© 国际电联 2018

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

ITU-R SA.1155-2 建议书*

与数据中继卫星系统操作相关的保护标准

(1995-2013-2017)

范围

本建议书为数据中继卫星系统规定了保护标准，以 I_0/N_0 值的形式来表示它们，并提供了与该保护标准一致且相关的支持分析和文字描述。

关键词

数据中继卫星（DRS）、空对地、地对空、空对空、前向馈线链路、回程馈线链路

相关ITU-R建议书

ITU-R SA.510、ITU-R SA.1018、ITU-R SA.1019、ITU-R SA.1274、ITU-R SA.1275、ITU-R SA.1276、ITU-R SA.1414建议书

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 数据中继卫星系统已对应于如ITU-R SA.1018建议书中所描述的假设参考系统处于运行之中或者进行了规划；
- b) 这些数据中继卫星系统支持具有如ITU-R SA.1414建议书中所描述的范围广泛不同特性的链路；
- c) 已经在ITU-R SA.1019建议书中确定了用于数据中继卫星系统的优选频段；
- d) 在ITU-R SA.1019建议书中确定，在所有优选频段中要求数据中继卫星系统与其他空间和地面无线电系统之间的共享；
- e) 采用与数据中继卫星系统共享频段的空间和地面无线电系统的数量在未来将会增加，并因此增加潜在的干扰情形；
- f) 数据中继卫星前向和返回链路的链路余量通常是2至4 dB，但在某些情况下可以是1 dB的量级；
- g) 空间对空间链路的链路设计余量经常是限制因素；
- h) 数据中继卫星系统将在空间活动、空间研究、卫星地球探测、卫星固定和星间业务中发射和接收信号；
- i) 涉及保护标准的详细技术信息包含在附件中，

建议

1 对于数据中继卫星系统的各种链路而言，表1中给出的保护标准（以所有信号源的最大集总干扰功率频谱密度与系统噪声功率密度之比来表示）不得在0.1%以上的时间内超出；

* 此建议书应该提请无线电通信第4和第5研究组关注。

2 在表1中的保护标准应该被用作制定研究中的与其他地面和空间系统共享标准的基础。

表1
保护标准

数据中继卫星链路	接收机位置	I_0/N_0 (dB)
前向轨道间链路	用户宇宙飞船	
2 025-2 110 MHz 13.4-14.3 GHz 22.55-23.55 GHz		-10
返回轨道间链路	数据中继卫星	
2 200-2 290 MHz 14.5-15.35 GHz 25.25-27.5 GHz		-10
前向馈送链路	数据中继卫星	
14.5-15.35 GHz 27.5-31.0 GHz		-6
返回馈送链路	地球站	
13.4-14.05 GHz 10.7-10.95 GHz 17.7-21.2 GHz 25.5-27 GHz (参见注释)		-6

注 - 在25.5-27 GHz频段，回程馈线链路承载了空间研究和卫星地球探测业务的信号。

附件

对数据中继卫星链路干扰敏感性的分析

1 引言

很多适合于空间研究的频谱也被分配给一个或多个其他业务，并因此要求在这些业务之间的频率共享。本建议书讨论了影响对链路干扰敏感性的因素，这些链路是从空间研究、空间活动和EES业务中的低轨道宇宙飞船和从运行在这些相同业务中或者在FSS中的地球站前往作用为数据中继卫星的地球静止空间站。它为在从2到30 GHz频段中的这些业务规定了适当的保护标准。这些保护标准在得不到实际系统数据时被用于协调和干扰分析之中。

2 总体考虑

在近区域中的空间研究、空间活动和地球探测系统一直依赖于宇宙飞船和地球上的控制中心及其他装置之间正常的无干扰双向通信。这些活动的演进和扩展已经变得依赖于数据中继卫星，如在ITU-R SA.1414建议书中所描述。

这些活动依赖于空间对空间链路，它们比空间对地球链路更加难于设计和实施，因为发射系统和接收系统都受到星载系统重量和电源的限制，而且在大多数情况下还受到远程控制和不可维护的限制。

趋势是这些类型的系统使用高带宽效率的调制机制，例如2-PSK和4-PSK，辅以前向纠错编码技术，例如卷积编码和分组编码，二者都增加了信号质量并且减少了必要的信号功率。在一些系统中，扩频调制技术被用于减少信号的功率密度，而伪随机序列调制技术（类似或等同于扩频调制技术）被用于确定宇宙飞船位置的距离测量。在搜索、捕获和跟踪序列期间也使用锁相环电路。

3 保护标准

在空间对地球和地球对空间链路中，有一个为了节省重量和电源、减少干扰和出于经济上的考虑而使链路余量最小的动机。在空间对空间链路中，这个动机被再加倍，因为链路的二端都是星载。在数据中继卫星的情况下，考虑了空间对空间链路或空间对地球或地球对空间链路（有时被称为馈送链路）串联的典型总体链路设计余量通常大约是2-4 dB，但是在某些情况下，在允许必要的余量来补偿天气对馈送链路的影响之后，可以是在1 dB的量级。空间对空间链路的链路设计余量经常是限制的因素，这是由于将发射和接收系统都发射进入空间的极端限制对比于加大一个地面接收站天线的可能性所引起。

鉴于这些低设计余量，引起链路余量小到0.2 dB减少的干扰水平对于空间对空间链路可以是有害的。

但是，在大多数情况下，特别是在更高的频率，这些链路将不会总是受到单独一个来自地面干扰源的影响，因为链路的几何形状由于低轨道宇宙飞船的移动而持续改变。另一方面，只要一个特定链路几何形状发生时就重复出现的干扰方向图将对一个低轨道宇宙飞船之下的地球表面实时观测引起系统性问题。

对地球对空间链路引起有害干扰的电平将取决于对地球对空间和空间对空间串联链路余量的划分。地球对空间链路至数据中继卫星的几何形状不随时间变化。

在此后的分析中，已经假设了由单个干扰所引起的链路余量减少0.4 dB的基准点，它已经被用于其他类似的情况中。这对应于在所涉及带宽中一个所要求的干扰功率与系统噪声功率比 (I/N) 最多为-10 dB。

3.1 参考带宽

这些系统采用直接调制机制，因此必须要规定保护比的参考带宽取决于最低数据速率和有可能要采用的接收机带宽。对于以2 GHz频段中的频率工作的空间对空间链路，最小数据速率很可能是大约1 kbit/s，而对于更高的频段，它很可能是至少在1 Mbit/s。因此，对于在2 GHz频段中参考带宽的建议值是1 kHz，而在更高频段则是1 MHz。

3.2 参考时间百分比

对于载人任务，在关键阶段期间失去通信超过5分钟可能会严重地影响该任务，例如空间汇合与对接或舱外活动。

对于载人和非载人任务，参考值是0.1%的时间。对于空间对空间链路，时间百分比应该参照用户卫星在相应数据中继卫星（DRS）视野中的时间段，因为后者对应于通信发生的时间，而不发生通信时的接收干扰是无关紧要的。

3.3 要求的保护水平

通过一个数据中继卫星的通信包括二条串行的链路，或者“前向”，即与一条空间对空间“轨道间”链路串联的一条地球对空间“馈送”链路，或者“返回”，即一条空间对地球“馈送”链路。

为了确定保护水平，要求对馈送链路和轨道间链路二者都要考虑。

3.3.1 空间对空间链路

在宇宙飞船天线指向地球（290 K）时，一个典型空间站接收机的总噪声温度通常在2 GHz是600 K，并在20 GHz时增加到1 200 K。在确定-10 dB的I/N要求是否被满足时，一旦无法得到实际值，则应该使用这些噪声值。

因为数据中继卫星的负传输增益，前向馈送链路的噪声贡献很小，并因此未被考虑。

3.3.2 DRS对地球和地球对DRS链路

表2显示了总的端到端链路的返回链路和前向链路二个部分之间相互作用的一些示例，并且是对于多个不同的频段。这些链路余量是代表性系统链路的典型值。因为这些链路通常是“弯管”型的：即，在DRS没有星上处理，噪声是加性的，因此总的链路余量由一个各个链路余量级联组合来确定。在某些情况下，二条链路具有类似的余量（例如，返回15 GHz/13 GHz）并且因此二条链路对噪声都是同等敏感。在其他情况下，空间对空间链路具有比馈送链路低得多的一个余量（例如，返回2 GHz /13 GHz，前向15 GHz/13 GHz），因此，前者对噪声要敏感得多。这意味着，在馈送链路中允许更多的干扰，因此对这些链路的I/N标准被放宽到-6 dB。

表2

进入一个数据中继卫星的干扰

返回链路	频段 →	2/13		15/13	
用户到DRS链路	在DRS处的余量 (dB)	4.01	4.01	3.31	3.31
	劣化 (dB)	0.40	0.00	0.40	0.00
	在DRS处的余量 – 劣化后 (dB)	3.61	4.01	2.91	3.31
DRS到地球链路	在地球处的余量 (dB)	50.30	50.30	4.45	4.45
	劣化 (dB)	0.00	1.00	0.00	1.00
	在地球处的余量 – 劣化后 (dB)	50.30	49.30	4.45	3.45
端到端链路	余量 – 合计 (dB)	4.01	4.01	0.83	0.83
	劣化 (dB)	0.40	0.00	0.23	0.46
	余量合计 – 劣化后 (dB)	3.61	4.01	0.60	0.37
前向链路	频段 →	15/2		15/13	
地球到DRS链路	在DRS处的余量 (dB)	35.04	35.04	23.63	23.63
	劣化 (dB)	0.00	1.00	0.00	1.00
	在DRS处余量 – 劣化后 (dB)	35.04	34.04	23.63	22.63
DRS到用户链路	在用户处的余量 (dB)	3.90	3.90	3.50	3.50
	劣化 (dB)	0.40	0.00	0.40	0.00
	在用户处的余量 – 劣化后 (dB)	3.50	3.90	3.10	3.50
端到端链路	余量 – 合计 (dB)	3.90	3.90	3.46	3.46
	劣化 (dB)	0.40	0.00	0.40	0.01
	余量合计 – 劣化后 (dB)	3.50	3.90	3.06	3.45