

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R SA.1414-2 建议书

(07/2017)

数据中继卫星系统的特性

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电信业务合理、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

注：本ITU-R建议书英文版已按ITU-R第1号决议规定的程序批准。

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.1414-2 建议书

数据中继卫星系统的特性

(ITU-R第118/7号课题)

(1999-2013-2017年)

范围

本建议书提供了将在全球范围内用作制定共用标准和协调门限值指导原则的数据中继卫星(DRS)系统参数。

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.1155、ITU-R SA.1274、ITU-R SA.1275、ITU-R SA.1276建议书

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 数字转发卫星(DRS)系统如题为“对地静止轨道和低地球轨道用户航空器中含有数据转发卫星系统的假设参考系统”的ITU-R SA.1018建议书介绍的那样运行；
- b) 重点在低地球轨道开展的的任务的需求和空间研究活动均有所增加；
- c) DRS为许多空间研究服务计划/任务提供支持，并为有人和无人空间研究电信业务提供了至关重要的支持；
- d) 有必要为在同频频段运行的DRS系统和其它业务之间的共用制定相关标准；
- e) 需要考虑典型DRS系统的技术特性，以制定出相关的共用标准，

建议

- 1 附件描述的DRS特性可能用于干扰共用研究；
- 2 附件提供的信息也应用作制定适用于DRS系统的共用标准和协调门限值的指导原则。

附件

现有数据中继卫星（DRS）系统的特性

表1

前向地对DRS馈线链路特性

发射地球站					
网络	俄联邦	美国	欧洲	日本国	中国
位置	俄联邦 ⁽¹⁾	美国 ⁽¹⁾	欧洲	日本国	中国
频率范围 (GHz)	Ku=14.5-15.34 Ka=27.5-28.6 可选	14.6-15.25 可选	27.5-27.51 可选	29.5-31 可选	29.4-30.2 可选
链路描述	前向馈线链路 Ku/Ka频段 ⁽⁵⁾	复合 ⁽²⁾	分散 ⁽³⁾	分散 ^{(3), (4)}	复合 ⁽⁷⁾
传输速率	≤ 90 Mbit/s	≤ 25 Mbit/s	1 Mbit/s	≤ 50 Mbit/s	≤ 100 Mbit/s
调制	QPSK/SSM ⁽⁶⁾ , QPSK	PSK	PSK	PSK	PSK
极化	左旋	线性	环形	环形	线性
天线尺寸 (m)	13.1(Ku)/9 (Ka)	18.3	6.8	5、9.2和13	3、12和15
发射天线增益 (dBi)	63.3 (Ku)/66.4 (Ka)	66.4	59.3	63、68.2和71.4	56.9、68.2和70.1
发射天线辐射图	ITU-R S.580建议书	《无线电规则》附件III附录8			
必要带宽 (MHz)	每信道≤ 80	650 (复合)	1	≤ 978 (复合)	≤ 800 (复合)
最大功率频谱密度 (dB(W/Hz))	-52.8 (Ku)/-52 (Ka)	-58	-36	-32.5	-47
最大e.i.r.p.频谱密度 (dB(W/Hz))	10.5 (Ku)/14.4 (Ka)	8.8	23.3	38.9	23.1
接收DRS					
轨位	ITU-R SA.1275建议书或ITU-R SA.1276建议书和31° E (欧洲)				
天线尺寸 (m)	0.6 (Ku)/1.2 (Ka)	1.8	2.2 ⁽⁸⁾	2.0	1.5
接收天线增益 (dBi)	36 (Ku)/49.6 (Ka)	47.0	34 ⁽⁸⁾	53	49.5
接收天线辐射图	ITU-R S.672建议书				
系统噪声温度 (K)	550	977	438	890和579	1 318
链路可用性 (%)	99.9	99.9	99.6	99.9	99.9
干扰标准	ITU-R SA.1155建议书				

表1的注：

- (1) 俄联邦网络的地球站位于俄联邦领土以内。美国网络地球站位于White Sands（新墨西哥州）、Blossom Point（马里兰州）和关岛。White Sands地球站的坐标为32.5° N和106.60° W；Blossom Point地球站的坐标为38.43° N和77.08° W；关岛地球站的坐标为13.62° N和144.86° E。
- (2) 美国网络的复合链路拥有七个信道：一个DRS指挥和测距信道、一个DRS导频信号、一个S频段（2 GHz）多址（S-MA）链路、两个S频段单址（S-SA）链路、两个Ku频段（14/11 GHz和30/20 GHz）单址（K-SA）链路。
- (3) 目前，欧洲DRS地面系统包括4个地球站，其中有分布于欧洲不同国家的TT&C地球站。地球站通过欧洲覆盖天线与DRS进行通信。
- (4) 日本网络采用的分散链路概念允许不同的地球站提供独立的前向馈线链路。
- (5) 俄联邦的DRS采用Ku频段的多个独立前向馈线链路信道以及S频段（2 GHz）多址（S-MA）链路、S频段单址（S-SA）链路、Ku频段单址（K-SA）链路和为GLONASS系统（GLONASS/SDCM）加以扩展的不同的修正和监测系统链路，以及Ka频段的单个前向馈线链路信道，包含Ka频段单址（Ka-SA）链路。
- (6) SSM：扩频调制。
- (7) 中国网络采用允许不同地球站提供前向馈线链路的复合链路概念。
- (8) 天线为赋形天线。

表2

前向DRS至航空器链路特性

发射DRS															
网络	俄罗斯联邦	中国	美国	欧洲	日本	美国	中国	俄罗斯联邦	俄罗斯联邦	美国	欧洲	日本	美国	中国	俄罗斯联邦
轨位	ITU-R SA.1275建议书或ITU-R SA.1276建议书														
频率范围 (GHz)	2.025-2.110 ⁽³⁾	2.090-2.098	2.103-2.110	2.025-2.110 ⁽¹⁾				13.4-13.8	13.750-13.800	22.55-23.55					
链路描述	多址 (S-MA) 链路			单址 (S-SA) 链路				单址 (Ku-SA) 链路			单址 (Ka-SA) 链路				
传输速率 (bit/s)	≤ 1 kbit/s	≤ 300 kbit/s 3 Mcps		≤ 1 Mbit/s	≤ 6 Mbit/s	≤ 300 kbit/s 3 Mcps	≤ 300 kbit/s 3 Mcps	≤ 64 kbit/s	≤ 40 Mbit/s	≤ 25 Mbit/s	≤ 10 Mbit/s	≤ 50 Mbit/s	≤ 25 Mbit/s	≤ 100 Mbit/s	≤ 10 Mbit/s
调制	QPSK/SSM ⁽²⁾	PSK	SQPN/PSK ⁽²⁾				PSK	QPSK/SSM ⁽²⁾	QPSK	PSK	OQPSK	PSK	PSK	PSK	PSK
极化	RHC	LHC	LHC	环形				RHC	RHC	环形					
天线尺寸 (m)	相控阵		相控阵	2.8	3.6	4.9	4.2	4	4	4.9	1.3	3.6	4.9	4.2	4
发射天线增益 (dBi)	14.3	26	26.0	34	36.4	36.0	35	35.0	51.8	51.2	48.0	57.4	54.7	56.5	56.4
发射天线辐射图	ITU-R S.672建议书														
必要带宽 (MHz)	≤ 6	≤ 8	≤ 6	≤ 6	30	6	20	6	40	50	2	≤ 150	50	≤ 100	≤ 50
最大功率频谱密度 (dB(W/Hz))	-52.5	-46	-51.8	-54.7	-44.5	-55.3	-49.9	-56.4	-66.6	-79.7	-60.0	-49.5	-68.7	-64	-64.2
最大e.i.r.p.频谱密度 (dB(W/Hz))	-38.2	-20	-25.8	-20.7	-8.1	-19.3	-14.9	-21.4	-14.8	-28.5	-12.0	-7.9	-14.0	-7.5	-7.8

LHC – 左旋；RHC – 右旋。

表2 (完)

接收航空器															
网络	俄罗斯联邦	中国	美国	欧洲	日本	美国	俄罗斯联邦	中国	俄罗斯联邦	美国	欧洲	日本	美国	中国	俄罗斯联邦
轨位	主要为低地球轨道														
频率范围 (GHz)	2.025-2.110 ⁽³⁾	2.090-2.098	2.103-2.110	2.025-2.110 ⁽¹⁾				13.4-13.8	13.750-13.800	22.55-23.55					
天线尺寸 (m)	全向、阵列			全向、阵列、抛物线 = ≤ 1.5				全向、阵列、抛物线 = ≤ 0.8	≤ 1.2	≤ 1.5	(4)		≤ 1.3	≤ 0.8	≤ 1
发射天线增益 (dBi)	≤ 1.5 / ≤ 7.2	≤ 11	≤ 1.5	≤ 27.3	≤ 27.1	≤ 27.3	≤ 11	≤ 15	≤ 40.8	≤ 44	≤ 50	≤ 48.9	≤ 47	≤ 43	≤ 45.2
发射天线辐射图		用于高增益天线的ITU-R S.672建议书							ITU-R S.672建议书						
系统噪声温度 (K)	450	600	600	600	680	600	450	600	550	1 000	800	850	1 400	1 400	550
必要 E_b/N_0 (dB)	10.6	9.5	-9.5	9.5	10.5	9.5	10.6	9.5	10.6	9.5	2.8	10.8	9.5	9.5	9.5
必要BER	1×10^{-6}	1×10^{-6}	1×10^{-5}	1×10^{-6}	1×10^{-6}	1×10^{-5}	1×10^{-6}	1×10^{-6}	1×10^{-6}	1×10^{-5}	1×10^{-9}		1×10^{-5}	1×10^{-6}	1×10^{-6}
链路可靠性 (%)	99.9	99.9	99.99	99.9	99.9	99.99	99.9	99.9	99.9	99.9	99.6		99.9	99.9	99.9
干扰标准	ITU-R SA.1155建议书														

SQPN: 交错四相伪随机噪声; SSM: 扩频调制。

(1) 发射频率以5 MHz为一级, 俄联邦DRS采用 $500 \times 221/240$ kHz级, 而中国DRS采用1 MHz级。

(2) 具有低数据速率传输的信号将得到伪随机噪声码的扩展, 以达到pfd限值。

(3) 俄联邦DRS发射频率为 $500 \times 221/240$ kHz级可选。

(4) 由于非对地静止航天器上前向链路和回程链路均使用单个天线, 天线尺寸由回程链路所需的比特率决定, 因此可能因航天器而有所不同。

表3

回程航天器至DRS链路特性

接收航空器															
网络	俄罗斯联邦	中国	美国	欧洲	日本	美国	中国	俄罗斯联邦	俄罗斯联邦	美国	欧洲	日本	美国	中国	俄罗斯联邦
轨位	主要为低地球轨道														
频率范围 (GHz)	2.200-2.290 ⁽³⁾	2.270-2.278	2.284-2.291	2.200-2.290 ⁽¹⁾					14.76-15.34	14.891-15.116	25.25-27.50				
链路描述	多址 (S-MA) 链路			单址 (S-SA) 链路					单址 (Ku-SA) 链路			单址 (Ka-SA) 链路			
传输速率 (bit/s)	≤ 1 kbit/s	≤ 300 kbit/s 3 Mcps	≤ 3 Mbit/s	≤ 1 Mbit/s	≤ 12 Mbit/s	≤ 6 Mbit/s	≤ 2 Mbit/s	≤ 64 kbit/s	≤ 90 Mbit/s	≤ 300 Mbit/s	≤ 300 Mbit/s	≤ 300 Mbit/s	≤ 800 Mbit/s	≤ 600 Mbit/s	≤ 600 Mbit/s
调制	QPSK/SSM	PSK	SQPN/PSK ⁽²⁾				PSK	QPSK/SSM	QPSK	PSK	OQPSK	PSK	PSK	PSK	MPSK
极化	RHC	LHC	LHC	环形				RHC	RHC	环形					
天线尺寸 (m)	全向、阵列			全相、阵列、抛物线=≤ 1.5			全向、阵列、抛物线=≤ 0.8	全向、阵列、抛物线=≤ 1.5	≤ 1.2	≤ 1.5	(3)	≤ 1.9	≤ 1.5	≤ 0.8	≤ 1
发射天线增益 (dBi)	≤ 1.5 / 7.2	≤ 11	≤ 15	≤ 27.3	≤ 27.6	≤ 27.3	≤ 15	≤ 11	≤ 42.2	≤ 43	≤ 50	≤ 49.7	≤ 47	≤ 44.5	≤ 46.1
发射天线辐射图	用于高增益天线的ITU-R S.672建议书								ITU-R S.672建议书						
必要带宽 (MHz)	6	8	6	≤ 6	20	6	20	6	每信道≤ 80	≤ 225	每信道≤ 405	≤ 300	≤ 650	≤ 600	≤ 300 ⁽⁴⁾
最大功率频谱密度 (dB(W/Hz))	-55.8	-46	-60.8	-51	-55.7	-60.8	-46	55.8	-71.5	-73.5	-58.5	-58.8	-67.5	-50	-68.3
最大e.i.r.p.频谱密度 (dB(W/Hz))	符合pfd门限值								-29.3	-30.5	-8.5	-9.1	-20.5	-5.5	-22.2

表3 (完)

接收DRS															
网络	俄罗斯联邦	中国	美国	欧洲	日本	美国	中国	俄罗斯联邦	俄罗斯联邦	美国	欧洲	日本	美国	中国	俄罗斯联邦
轨位	ITU-R SA.1275建议书或ITU-R SA.1276建议书														
频率范围 (GHz)	2.200-2.290 ⁽¹⁾	2.270-2.278	2.284-2.291	2.200-2.290 ⁽¹⁾					14.76-15.34	14.891 - 15.116	25.25-27.50				
天线尺寸 (m)	Horn	相控阵		2.8	3.6	4.9	4.2	4	4	4.9	1.3	3.6	4.9	4.2	4
发射天线增益 (dBi)	14.8	27	30.0	34.7	37.2	36.8	36.5	35.7	52.6	52.6	49.0	58.8	55.9	57.5	57.4
发射天线辐射图	ITU-R S.672 建议书	ITU-R S.672 建议书	ITU-R S.672建议书												
系统噪声温度 (K)	450	741	478	590	404	537	741	550	550	661	800	475	870	1 000	550
链路可靠性 (%)	99.9	99.9	99.99		99.9	99.99	99.9	99.9	99.9	99.9	99.6		99.9	99.9	99.9
干扰标准	ITU-R SA.1155建议书														

- (1) 美国DRS的发射频率为5 MHz级可选，日本DRS为100 kHz级可选，俄联邦DRS为500 kHz级可选，中国DRS为1 MHz级可选。
- (2) 具有低数据速率传输的信号将得到伪随机噪声码的扩展，以达到pfd限值。
- (3) 由于非对地静止航天器上前向链路和回程链路均使用单个天线，天线尺寸由回程链路所需的比特率决定，因此可能因航天器而有所不同。
- (4) 航天器对DRS回程复合链路由多个150 MHz宽的子信道组成。

表4

回程DRS至地球馈线链路特性

发射DRS							
网络	俄罗斯联邦	美国	欧洲		日本	中国	俄罗斯联邦
轨位	ITU-R SA.1275建议书或ITU-R SA.1276建议书和31°E (欧洲)						
频率范围 (GHz)	10.7-10.95、 11.45-11.7、 12.5-12.75	13.4-14.05	18.1-21.2	25.5- 27 ⁽⁵⁾	19.7-21.2	18.9-21.2	17.7-21.2
链路描述	Ku频段 (14/11 GHz) 回程馈线	Ku频段 (14/11 GHz) 回程馈线	Ka频段 (30/20 GHz) 回程馈线				
传输速率 (bit/s)	≤ 150 ⁽³⁾	(1)	(2)		(2)	(4)	≤ 600
调制	QPSK, QPSK/SSM	PSK	NRZ- L/BPSK/PM	OQPSK	SQPN/PSK	PSK	MPSK
极化	RHC	线性	环形		环形	线性	环形
天线尺寸 (m)	0.6	2	2.2 ⁽⁶⁾	2.2 ⁽⁶⁾	2.0	1.5	1.2
发射天线增益 (dBi)	34.3	44.8	39 ⁽⁶⁾	39 ⁽⁶⁾	49.5	46.4	45.9
发射天线辐射图	ITU-R S.672建议书						
必要带宽 (MHz)	每信道≤ 150	650 (复合)、 225 (专用)	1	每信道 450	839	≤ 2 300 (复合)	≤ 300 ⁽⁷⁾ (复合)
最大功率频谱密度 (dB(W/Hz))	-57.5	-58.6	-63	-71.3	-40.9	-57.1	-69.6
最大e.i.r.p.频谱密度 (dB(W/Hz))	-23.2	-13.8	-24.	-31.6	8.6	-10.7	-23.7
接收地球站							
轨位	俄罗斯联邦	美国	欧洲		日本	中国	俄罗斯联邦
天线尺寸 (m)	13.1	18.3	6.8	6.8	5、9.2和13	3、12和 15	9
接收天线增益 (dBi)	61.3	65.5	62.2	62.8、 64.2	59.5、67.7	53.4、 65.5 和67.1	62.7
接收天线辐射图	ITU-R S.580建 议书	《无线电规则》附件III附录8					ITU-R S.580建 议书
系统噪声温度 (K)	320	300	320	300	200	330	320
链路可靠性 (%)	99.9	99.9	99.89	99.89	99.9		99.9
干扰标准	ITU-R SA.1155建 议书、ITU-R S.741建议书	ITU-R SA.1155建议书					

表1的注：

- (1) 美国的DRS传送专用和复合链路。专用链路的传输速率为300 Mbit/s，而复合链路的传输速率达到800 Mbit/s级。
 - (2) 欧洲和日本网络采用的分散链路概念可通过独立的回程馈线链路连接不同的地球站。
 - (3) 俄罗斯联邦DRS在所述频率范围内以 ≤ 150 Mbits/s的传输速率传送多个独立回程馈线链路。
 - (4) 中国网络采用的复合链路概念可通过回程馈线链路连接不同的地球站。
 - (5) 在25.5-27 GHz频段，空间研究和卫星地球探测业务中的回程DRS对地馈线链路传送信号。
 - (6) 天线为赋形天线。
 - (7) 俄罗斯联邦的DRS回程DRS对地复合馈线链路由多个150 MHz宽的子信道组成。
-