

## ITU-R S.1001-1\*建议书

**在自然灾害及类似紧急事件中用于预警和救援行动的  
卫星固定业务中系统的使用**

(1993-2006年)

**范围**

本建议书对在自然灾害及类似紧急事件中使用卫星网络提供指导方针。本建议书提供有关适合灾害救援电信服务的整个系统和终端设计的信息。

本建议书是对坦佩雷大会（2005）的要求做出的响应。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 在自然灾害及类似紧急事件中，可靠而迅速地部署电信设备对于救援行动是必需的；
- b) 自然灾害事件所固有的是灾害发生地点的不可预知性，这意味着需要把电信设备及时地运输到现场；
- c) 使用诸如固定 VSAT、车载地球站和可搬移地球站这样的小口径地球站的卫星传输来提供用于救援行动的应急电信服务，其价值是无法衡量的，并且有时是最可行的解决方案之一；
- d) 电信设备可能要执行许多功能，包括但不限于话音通信、现场报道、数据采集和视频传输；
- e) 提供用于应急目的的小口径地球站的技术参数并给出系统的样例作为指导方针，从而计划对用于预警和救援行动的系统的使用将会是有用的，

建议

- 1 当计划使用卫星固定业务中的系统在自然灾害及类似紧急事件中用于预警和救援行动时，应该考虑附件 1 中的素材；

---

\* 参见 ITU-R SNG.1421 建议书中有使用小型地球站传输电视信号的信息。

2 下列注释应被视为本建议书的一部分：

注 1 — 为了按照可靠性和部署速度的原则来最佳化系统的性能，要求仔细考虑电信设备的运输、安装和操作的后勤保障。

注 2 — 尽管使用可搬移地球站作灾害管理会使得进行详细的事先协调和干扰评估变得不可行，当使用这些共享频带时应该注意这些影响。

## 附 件 1

### 在自然灾害及类似紧急事件中用于救援行动的小型地球站的使用

#### 1 引言

在自然灾害、流行病和饥荒等事件中，对用于救援行动的可靠的通信链路有紧迫的需要。为迅速建立一条到达偏远设施的通信链路，卫星似乎是最合适的手段。这样一个卫星系统的主要要求论述在这里。假设系统是工作在卫星固定业务（FSS）中，能够接入到一个现有的卫星系统的诸如固定 VSAT、车载地球站或可搬移地球站这样的小型地球站应用能够被运输到或安装在灾区是所希望的。系统依赖于被广泛接受的标准也是所希望的，以便：

- 设备是迅速可用的；
- 互操作性是有保证的；
- 可靠性是有保证的。

本附件提供了计划在自然灾害及类似紧急事件中用于预警和救援行动的 FSS 中系统的使用中可能是有用的素材。

#### 2 基本考虑

##### 2.1 要求的业务

用于救援行动的基本通信体系结构应该包括一条把灾区连接到指定的救援中心的链路，其基本电信服务应该至少包括电话、任何种类的数据（IP、数据报、传真，...）、视频。对于此类传输，在大多数情况中采用数字传输技术。

##### 2.2 信道和物理层要求

在数字传输中，测量编码信道性能的一种手段是比特差错概率（BEP）。ITU-R S.1062 建议书中提供的 FSS 中推荐的目标 BEP 为：在最差月中对于 99.8%的时间是  $10^{-6}$ 。此 BEP 是同时由作为信道性能的 SNIR（信号对噪声和干扰比）和编码得到的。适当的编码在相当程度上能够补偿不佳的信道质量，但会降低有用的比特的速率。

对于预警和救援行动的情况，在发生灾害的地区，可能会恶化信道质量的特殊传输条件（比如现场的气候、任务的性质，...）应该由增强的编码来考虑。理想方式是采用自适应编码，即系统能够从信道返回信息，并且通过调整编码码率来做出反应。

### 2.3 网络要求

对于救援行动，由于具有小天线是基本要求，网络工作在 14/12 GHz 频带或甚至是 30/20 GHz 频带中是更可取的。尽管诸如 6/4GHz 的频带要求较大的天线，它们也是适用的，这决定于传输的条件和卫星资源的覆盖。为了避免干扰，应该考虑到某些频带是与地面业务共享的。

网络应该提供适当的服务质量。在网络与具有非应急需求的客户共享的情况下，应急行动应该有绝对的优先权，这意味着有一种“抢占”的业务等级。具有保留频带和设施的完全专用的网络应该是所希望的。

当运行地球站数目很大时，基于按申请分配多址接入（DAMA）的网络控制可能是必要的。

### 2.4 有关的地球站

对于现场的一个或多个小型地球站，应该考虑一个车载地球站或可搬移地球站。此附件的§3 到 6 中提供的素材对于确定此类地球站尺寸可能是有用的。

为了在灾害事件中地球站能够平稳操作，对可能的操作员进行定期训练并对设备进行预防性维护是必需的。特别地，应该特别注意含有自治电池或电源的系统。

## 3 必需的地球站 e.i.r.p. 电平和卫星资源

在此节中，必需的地球站 e.i.r.p. 电平和卫星资源是由链路计算来计划的，链路计算是基于工作在灾区中的小型地球站（固定的 VSAT、车载地球站或可搬移地球站）与一个装备有大型天线的主站地球站进行通信这样一种假设。

对于 6/4 GHz 频带、14/12 GHz 和 30/20 GHz 频带，系统参数的选择应该基于此附件的这一节中列出的考虑。系统参数列于表 1a) 至 1f)。

采用 1/2 率卷积码、3/4 率卷积码、1/2 率卷积码+188/204 里德所罗门外码和 1/2 率 turbo 码的 QPSK 是 FSS 卫星链路普遍使用的典型的数字调制和 FEC 方法。值得强调的是，作为内码的卷积码与作为外码的里德所罗门码的结合目前正在被通常具有较好性能的 turbo 编码或低密度奇偶校验（LDPC）编码所代替；以前的编码方式是作为过去的遗产而存在。

在这个链路计算例子中，小型地球站（车载或可搬移）的天线直径假设为 2.5 m 或 5 m（6/4 GHz 频带）和 1.2 m 或 3 m（14/12 GHz 频带）及 1.2 m 或 2.4 m（30/20 GHz 频带）。对于 14/12 GHz 和 30/20 GHz 的站，如果使用了诸如具有较大  $G/T$  的卫星或扩频技术这样的适当措施以便把轴外辐射降低到可接受的水平，就可能使用较小直径的天线。

在 4 GHz 频带中,采用 2.5 m 和 5 m 天线的地球站的典型  $G/T$  分别为 17.5 dB/K 和 23.5 dB/K。在 12GHz 频带中,采用 1.2 m 和 3 m 天线的地球站的典型  $G/T$  分别为 20.8 dB/K 和 28.8 dB/K,在 20GHz 频带中,采用 1.2 m 和 2.4 m 天线的地球站的典型  $G/T$  分别为 25.1 dB/K 和 31.1 dB/K。对于 4GHz 频带、12 GHz 频带和 20 GHz 频带,低噪声放大器的噪声温度分别假设为 60 K、100 K 和 140K。尽管能够使用诸如 45、75 cm 等的小口径天线,当使用那些天线时应该考虑包括轴外限制在内的无线电规则。使用小天线可能不能满足轴外辐射准则的要求,因此,为了避免对邻近卫星和其它业务造成干扰,应该降低地球站发射功率。

应该注意到,卫星 e.i.r.p.和地球站 e.i.r.p.的值是用于具有天线仰角  $10^\circ$  和 2 dB 的总余量的小型地球站。

在表 1f)中,提供了 6/4 GHz 频带中全球波束、14/12 GHz 频带和 30/20 GHz 频带中点波束的典型卫星参数。表 1f)中“转发器增益 #a”和“转发器增益 #b”的定义如图 1 所示。

作为出向(主站到 VSAT)和入向(VSAT 到主站)方向的链路计算的结果,表 2a)、2b)和 2c)提供了必需的地球站 e.i.r.p.电平和卫星资源的几个例子,包括 6/4 GHz 频带、14/12 GHz 和 30/20 GHz 频带中典型数字调制和 FEC 方法所要求的必需的卫星 e.i.r.p.、地球站 e.i.r.p.及带宽在内的。

由于必需的带宽是对一个方向给出的,两倍于列出的值是两个方向需要的带宽。必需的卫星 e.i.r.p.给出的是出向下行链路的,它通常是处于卫星功率受限的状态。必需的地球站 e.i.r.p.和发射功率给出的是入向上行链路的,它通常是处于地球站功率受限的状态。

降雨损耗没有包括在上面的计算中。根据当地的条件,可能需要预备降雨余量。没有考虑干扰或互调。因此,需要额外的余量。(有关针对当地气候的降雨损耗参见 ITU-R P.618 建议书,有关各种干扰准则参见 ITU-R S.1432 建议书。)

表 1

## 用于计算的典型卫星、地球站和载波的参数

## a) 到 GSO 卫星的距离和路径损耗

仰角(度)	10
距离(km)	40 600

b) 路径损耗( $EL = 10^\circ$ )

频率(GHz)	6/4		14/12		30/20	
	4.0	6.2	12.25	14.25	20.0	30.0
波长(m)	0.08	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01
路径损耗(dB)	196.7	200.5	206.4	207.7	210.6	214.2

## c) 传输信道参数

调制 FEC	QPSK 1/2 卷积码 <sup>(1)</sup>	QPSK 3/4 卷积码 <sup>(1)</sup>	QPSK 1/2 卷积码 <sup>(1)</sup>	QPSK 1/2 turbo 编码	8-PSK 2/3
BER	$10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-6}$
要求的 $E_b/N_0$ (dB)	6.1	7.6	4.4	3.1	9.0
FEC 码率	0.5	0.75	0.5	0.5	0.67
外码码率	1.0	1.0	188/204	1.0	1.0
一个符号中的比特数	2	2	2	2	3
要求的 $C/N$ (dB)	6.1	9.4	4.0	3.1	12.0

<sup>(1)</sup> 约束长度  $k=7$ 。

d) 地球站天线增益和  $G/T$ 

频带 (GHz)	6/4				14/12				30/20			
	2.5 m		5.0 m		1.2 m		3.0 m		1.2 m		2.4 m	
频率 (GHz)	4.0	6.2	4.0	6.2	12.25	14.25	12.25	14.25	20.0	30.0	20.0	30.0
效率	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
天线峰值增益 (dBi)	38.2	42.0	44.2	48.0	41.5	42.8	49.5	50.8	45.8	49.3	51.8	55.3
$G/T$ (dB/K)	17.5	/	23.5	/	20.8	/	28.8	/	25.1	/	31.1	/

e) 主站地球站天线增益和  $G/T$ 

频率 (GHz)	6/4		14/12		30/20	
	4.0	6.2	12.25	14.25	20.0	30.0
天线增益 (dBi)	55.7	59.5	57.9	59.5	58.0	61.8
主要地球站 $G/T$ (dB/K)	35.0	/	35.0	/	35.0	/
主站地球站天线尺寸 (m)	18 m		7.6 m		4.7 m	

## f) 卫星转发器增益

卫星	6/4 GHz	14/12 GHz	30/20 GHz
	卫星	卫星	卫星
频带 (GHz)	6/4	14/12	30/20
波长 (m)	0.05	0.02	0.01
波束类型	全球	点	多种
卫星接收 $G/T$ (dB/K)	-13.0	2.5	11.0
单载波的转发器饱和 e.i.r.p. (dBW)	29.0	45.8	54.5
SFD (dB (W/m <sup>2</sup> ))	-78.0	-83.0	-98.4
IBO-OBO (dB)	1.8	0.9	5.0
$G_s$ (dB)	37.3	44.5	51.0
转发器增益#a (dB)	146.1	174.2	200.2
转发器增益#b (dB)	-55.3	-33.5	-14.0

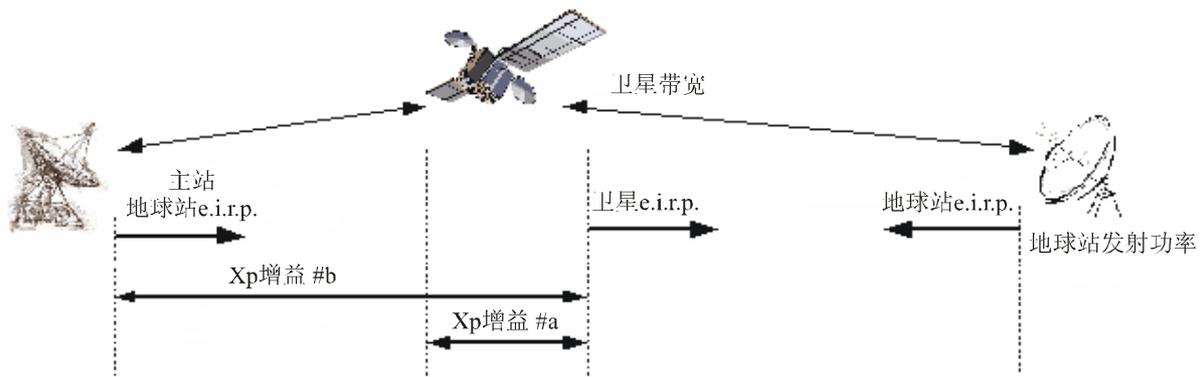
SFD: 饱和通量密度S

IBO: 输入补偿

OBO: 输出补偿

图 1

## 转发器增益 (XP 增益) 的定义



XP增益 #a =  $G_s + \text{e.i.r.p. (卫星饱和)} + \text{SFD} + \Delta$  (IBO-OBO)

XP增益 #b = 卫星e.i.r.p. + 主站地球站e.i.r.p.

$G_s$ :  $1 \text{ m}^2$  的天线增益

1001-01

表 2a

## 6/4 GHz 频带中必需的地球站 e.i.r.p. 电平和卫星资源的例子

IR <sup>(1)</sup>	调制/FEC	QPSK 1/2 卷积码 <sup>(2)</sup>		QPSK 3/4 卷积码 <sup>(2)</sup>		QPSK 1/2 卷积码 <sup>(2)</sup> +RS		QPSK 1/2 TC	
	天线直径	2.5 m	5.0 m	2.5 m	5.0 m	2.5 m	5.0 m	2.5 m	5.0 m
64 kbit/s	分配的卫星带宽 (kHz)	90	90	60	60	90	90	60	60
	卫星 e.i.r.p. (dBW)	6.8	0.9	8.3	2.4	6.8	0.9	8.3	2.4
	地球站 e.i.r.p. (dBW)	46.2	46.2	47.7	47.7	46.2	46.2	47.7	47.7
	地球站发射功率 (W)	3.1	0.8	4.4	1.1	3.1	0.8	4.4	1.1
1 Mbit/s	分配的卫星带宽 (kHz)	1 434	1 434	956	956	1 434	1 434	956	956
	卫星 e.i.r.p. (dBW)	18.8	12.9	20.3	14.4	18.8	12.9	20.3	14.4
	地球站 e.i.r.p. (dBW)	58.2	58.2	59.7	59.7	58.2	58.2	59.7	59.7
	地球站发射功率 (W)	50.3	12.6	71.1	17.8	50.3	12.6	71.1	17.8
6 Mbit/s	分配的卫星带宽 (kHz)	8 602	8 602	5 734	5 734	8 602	8 602	5 734	5 734
	卫星 e.i.r.p. (dBW)	26.6	20.7	28.1	22.2	26.6	20.7	28.1	22.2
	地球站 e.i.r.p. (dBW)	66.0	66.0	67.5	67.5	66.0	66.0	67.5	67.5
	地球站发射功率 (W)	302.1	75.5	426.7	106.7	302.1	75.5	426.7	106.7

<sup>(1)</sup> IR: 信息速率。

<sup>(2)</sup> 约束长度  $K = 7$ 。

表 2b

14/12 GHz 频带中必需的地球站 e.i.r.p.电平和卫星资源的例子

IR <sup>(1)</sup>	调制/FEC	QPSK 1/2 卷积码 <sup>(2)</sup>		QPSK 3/4 卷积码 <sup>(2)</sup>		QPSK 1/2 卷积码 <sup>(2)</sup> +RS		QPSK 1/2 TC	
	天线直径	1.2 m	3.0 m	1.2 m	3.0 m	1.2 m	3.0 m	1.2 m	3.0 m
64 kbit/s	分配的卫星带宽 (kHz)	90	90	60	60	97	97	90	90
	卫星 e.i.r.p. (dBW)	14.7	7.4	16.2	8.9	13.0	5.7	11.7	4.4
	地球站 e.i.r.p. (dBW)	35.6	35.6	37.1	37.1	33.9	33.9	32.6	32.6
	地球站发射功率 (W)	0.3	0.1	0.5	0.1	0.2	0.04	0.2	0.03
1 Mbit/s	分配的卫星带宽 (kHz)	1 434	1 434	956	956	1 556	1 556	1 434	1 434
	卫星 e.i.r.p. (dBW)	26.7	19.4	28.2	20.9	25.0	17.7	23.7	16.4
	地球站 e.i.r.p. (dBW)	47.7	47.7	49.2	49.2	46.0	46.0	44.7	44.7
	地球站发射功率 (W)	5.3	0.9	7.5	1.2	3.6	0.6	2.7	0.4
6 Mbit/s	分配的卫星带宽 (kHz)	8 602	8 602	5 734	5 734	9 334	9 334	8 602	8 602
	卫星 e.i.r.p. (dBW)	34.5	27.2	36.0	28.7	32.8	25.5	31.5	24.2
	地球站 e.i.r.p. (dBW)	55.4	55.4	56.9	56.9	53.7	53.7	52.4	52.4
	地球站发射功率 (W)	32.0	5.1	45.1	7.2	21.6	3.5	16.0	2.6

(1) IR: 信息速率。

(2) 约束长度 $K = 7$ 。

表 2c

30/20 GHz 频带中必需的地球站 e.i.r.p.电平和卫星资源的例子

IR <sup>(1)</sup>	调制/FEC	QPSK 1/2 卷积码 <sup>(2)</sup>		QPSK 3/4 卷积码 <sup>(2)</sup>		QPSK 1/2 卷积码 <sup>(2)</sup> +RS		QPSK 1/2 TC	
	天线直径	1.2 m	2.4 m	1.2 m	2.4 m	1.2 m	2.4 m	1.2 m	2.4 m
64 kbit/s	分配的卫星带宽 (kHz)	90	90	60	60	97	97	90	90
	卫星 e.i.r.p. (dBW)	25.8	25.5	27.3	27.0	24.1	23.8	22.8	22.5
	地球站 e.i.r.p. (dBW)	30.7	30.7	32.2	32.2	29.0	29.0	27.7	27.7
	地球站发射功率 (W)	0.024	0.006	0.035	0.009	0.017	0.004	0.012	0.003
1 Mbit/s	分配的卫星带宽 (kHz)	1 434	1 434	956	956	1 556	1 556	1 434	1 434
	卫星 e.i.r.p. (dBW)	37.9	37.6	39.4	39.1	36.2	35.9	34.9	34.6
	地球站 e.i.r.p. (dBW)	42.8	42.8	44.3	44.3	41.1	41.1	39.8	39.8
	地球站发射功率 (W)	0.4	0.1	0.6	0.1	0.3	0.1	0.2	0.05
6 Mbit/s	分配的卫星带宽 (kHz)	8 602	8 602	5 734	5 734	9 334	9 334	8 602	8 602
	卫星 e.i.r.p. (dBW)	45.6	45.4	47.1	46.9	43.9	43.7	42.6	42.4
	地球站 e.i.r.p. (dBW)	50.6	50.6	52.1	52.1	48.9	48.9	47.6	47.6
	地球站发射功率 (W)	2.3	0.6	3.3	0.8	1.6	0.4	1.2	0.3

(1) IR: 信息速率。

(2) 约束长度 $K = 7$ 。

### 3.1 链路计算的例子

为了便于说明，表 2a 的链路计算（在 6/4 GHz 频带中，对于 6 Mbit/s 的速率，采用 QPSK 调制、1/2 率卷积编码和 2.5 m 天线）的详细资料在表 3a 中给出。

表 3a 中的记号<sup>(2)</sup>表示是作为计算结果列于表 2a 中的值。

表 3a

表 2a 的链路计算

（C 波段，6 Mbit/s 的速率，采用 QPSK 调制、1/2 率卷积编码和 2.5 m 天线）

项目	单位	值
A. 传输信道参数		
调制		QPSK 1/2 卷积码 <sup>(1)</sup>
BER		$10^{-6}$
要求的 $E_b/N_0$ (dB)	dB	6.1
要求的 $C/N$ (dB)	dB	6.1
B. 卫星主要参数		
SFD (波束边缘)	dB (W/m <sup>2</sup> )	-78.0
$G/T$ (波束边缘)	dB/K	-13.0
单载波时转发器饱和 e.i.r.p. (波束边缘) (dBW)	dBW	29.0
IBO	dB	-5.4
OBO	dB	-4.5
$\Delta$ (IBO-OBO)	dB	0.9
1 平方米的增益	dB	37.3
TP 增益 (#a)	dB	145.2
C. 传输载波参数		
信息速率	kbit/s	6 144.0
FEC 码率		0.5
RS (里德 所罗门) 码率		1.0
传输速率	kbit/s	12 288.0
噪声带宽	kHz	6 144.0
分配的带宽 <sup>(2)</sup>	kHz	8 601.6 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> 约束长度  $K=7$ 。

表 3a (结束)

D.地球站主要参数			
$G/T$	dB/K	17.5 (2.5 m 地球站)	35.0 (主站地球站)
E.链路计算			
		出向 (主站 $\geq$ 2.5 m 地球站)	入向 (2.5m 地球站 $\geq$ 主站)
1. 上行链路 $C/N$ (主站地球站 $\rightarrow$ 卫星)			
主站/地球站 e.i.r.p.	dBW	81.9	66.0 ( <sup>2</sup> )
自由空间传播损耗(6 GHz)	dB	200.5	200.5
卫星 $G/T$ (波束边缘)	dB/K	-13.0	-13.0
$C/N(a)$	dB	29.1	13.21
2. 地球站的 $IM$ (互调)			
$C/N(b)$	dB	99.0	99.0
3. 卫星的 $IM$ (互调)			
$C/N(c)$	dB	99.0	99.0
4. 下行链路 $C/N$ (卫星 $\rightarrow$ 地球站)			
卫星 EIRP(波束边缘)	dBW	26.6( <sup>2</sup> )	10.7
方向图改善等	dB	0.0	0.0
自由空间传播损耗(4 GHz)	dB	196.7	196.7
地球站 $G/T$	dB/K	17.5	35.0
$C/N(d)$	dB	8.1	9.7
5. 共信道干扰			
$C/N(e)$	dB	99.0	99.0
总的 $C/N(C/N(a) \sim C/N(e))$	dB	8.1	8.1
余量	dB	2.0	2.0
总的 $C/N$	dB	6.1	6.1
转发器增益(#b)	dB	-55.3	
自由空间传播损耗	dB		0.8
地球站的天线增益(2.5 m)	dBi		42.0
必需的地球站发射功率	W		302.1( <sup>2</sup> )

## 4 可搬移地球站的配置

地球站可以分为下面几个主要的子系统：

- 天线，
- 功率放大器，
- 低噪声放大器，
- 地面通信设备，
- 控制和监视设备，
- 终端设备，包括传真机和电话机，
- 支持设施。

本节应该作为系统和小型地球站的诸如传输容量、重量/尺寸和子系统性能这样的实际特性的指导方针。

### 4.1 重量和尺寸

所有设备，包括保护物，应该能够包装在能由几个人搬运的重量单元中。另外，总的体积和重量不应超过客运喷气式飞机的行李舱能够容纳的体积和重量。这是以今天的技术容易地达到的。在用于灾害救援通信的卫星终端的设计过程中，应该咨询各种飞机允许的尺寸和重量的规格。

### 4.2 天线

天线的主要要求之一是便于架设和运输。为此，天线反射面可以由诸如纤维增强塑料或铝合金这样的轻质材料制成的几片所组成。预计在 6/4 GHz 频带中将使用 2.5 到 5 m 直径的天线。然而，对于其它频带，由于能够使用较小的天线尺寸，天线制造要求就能放松。

天线主反射面可以由前馈喇叭或含有一个副反射面的馈源来照射。后一种类型可能在  $G/T$  性能方面稍微有些优势，因为副反射面和主反射面的曲率都可以被优化，但对便于架设和调整的要求要优先于对  $G/T$  的考虑。

可以提供与重量和功耗相当的人工或自动对准系统，通过监视一个来自卫星的载波信号，具有约 $\pm 5^\circ$ 的指向控制范围。

### 4.3 功率放大器

空气制冷速调管和 TWT（螺旋线类型）放大器都适合这类应用，但从效率和便于维护的角度看，首选前者。

尽管瞬时传输带宽较小，但输出放大器可能需要具有在一个更大带宽范围（如 500 MHz）内可调整的能力，因为可用的卫星信道可能处于该带宽内的任何位置。

对小于 100 W 的功率要求，固态功率放大器（FET）也是适合的。

在 30 GHz 频带，固态、TWT 和速调管放大器都适合这类应用。

#### 4.4 低噪声接收机

因为低噪声接收机必须小、轻并且能够以很少的维护来容易地操纵，非冷却的低噪声放大器是最理想的。

在 4 GHz 频带中，已经实现了 50 K 的温度，未来预期会有甚至更低的温度。从尺寸、重量和功耗的角度看，FET 放大器要比参量放大器更加合适。已经由 FET 放大器实现了 4 GHz 频带中 50 K 和 12 GHz 频带中 150 K 的噪声温度。在 20 GHz 频带中，已经在室温条件下实现了 300 K 或更低噪声温度的 FET 放大器。

### 附件 1 的附录 1

#### 可搬移地球站实现和系统实施的例子

##### 1 小型可搬移地球站

在 14/12 GHz 和 30/20 GHz 频带中，大多数可搬移站具有约 1.2 m 直径的天线。

##### 1.1 14/12GHz频带中航空可搬移和车载小型地球站的例子

已经为 14/12 GHz 频带中新型卫星通信系统的使用开发了各类小型地球站设备。为了实现小型地球站，已经做出各种努力来降低尺寸并改进可运输性以简便它们在一般应用中的使用。这允许在一个国家或甚至全世界的任何地方偶尔或临时使用这些地球站用于救援行动。这样的临时地球站被安装在具有小型天线的车辆中或者使用便携式集装箱。这样，在紧急情况中使用它们是可能的。

车辆（如四轮驱动的厢式货车）中安装了所有必要设备的车载地球站，允许在到达后 10 分钟内开通，包括所有必要的操作，如天线方向调整。

便携式地球站在运输前要被拆卸，在现场要在 15 至 30 分钟内重新装配完毕。设备的尺寸和重量通常允许它能由 1 或 2 个人用手来携带，集装箱要在 IATA 核准的行李规格的限制内。据报道，包括发电机和天线组件在内的这类地球站的总重量可以低到 150 kg，但 200 kg 是更常见的。由直升机携带该设备也是可能的。

14/12 GHz 频带中使用日本通信卫星的小型可搬移地球站的例子示于表 4 中。

表 4

14/12GHz 频带的小型可搬移地球站的例子

例子号	1	2	3	4 <sup>(1)</sup>	5	6
运输方式	车载的					
天线直径 (m)	2.6 × 2.4	1.8	1.2	1.8	0.9	1.5 × 1.35
e.i.r.p. (dBW)	72	70	62.5	65.1-71.2 (95-400 W) <sup>(2)</sup>	54-64 (20-200 W) <sup>(2)</sup>	72 (400 W) <sup>(2)</sup>
RF 带宽 (MHz)	24-27	20-30	30	1.4-60 Mbit/s	64 kbps-60 Mbit/s	1.4-60 Mbit/s
总重量	6.4 吨	6.0 吨	2.5 吨	250 kg <sup>(3)</sup>	70 kg <sup>(4)</sup>	210 kg
包装箱:						
— 总尺寸 (m)	—	—	—	2.62 × 1.95 × 0.88	1.2 × 1.1 × 0.4 m	2.37 × 1.53 × 0.45
— 总件数	—	—	—	—	1	1
— 最大重量 (kg)	—	—	—	< 345 kg	—	—
发动机发电机的容量或功耗	7.5 kVA	10 kVA	5 kVA	~ 4 100 W	~ 4 100 W	~ 4 100 W
需要的人数	1-2	1-2	1-2	1	1	1

例子号	7	8	9	10	11	12	13	14	15
运输方式	航空可搬移的								
天线直径 (m)	1.8	1.4	1.2	0.75	0.9	0.9 × 0.66	1	0.9	0.9 × 0.66
e.i.r.p. (dBW)	70	64.9	62.5	42.5	44.0	51.7	55	66	51.7
RF 带宽 (MHz)	20-30	30	30	最多 0.5	最多 0.5	2	6	64 k~ 60 Mbit/s	64 k~ 4 Mbit/s
总重量 (kg)	275	250	200	131	141	100	110	130	39
包装箱:									
— 总尺寸 (m)	< 2	< 2	< 2	1	1.2	—	—	1 × 0.6 × 1.2	70 × 47 × 31 (cm)
— 总件数	10	13	8	5	5	—	—	3 <sup>(5)</sup>	1
— 最大重量 (kg)	45	34	20	37	37	—	—	< 43 kg	39 kg
发动机发电机的容量或 功耗	3 kVA	0.9-1.3 kVA	1.0 kVA	< 370 W	< 370 W	< 2 kVA	< 2 kVA	~ 4100 W	750 W
需要的人数	2-3	2-3	1-2	1-2	1-2	2	3	1	1

<sup>(1)</sup> 准备好立刻起飞的 (Flyaway)。

<sup>(2)</sup> 对于此用途, 放大器尺寸是可选择的。

<sup>(3)</sup> 总重量不包括汽车的重量。

<sup>(4)</sup> 不含放大器。

<sup>(5)</sup> 有三个包装箱; 尺寸分别为 72 × 60 × 26 (cm)、51 × 29 × 40 (cm) 和 100 × 60 × 40 (cm)。

## 1.2 工作在 30/20GHz 上的小型可搬移地球站的例子

在日本, 几种类型的能够由一辆卡车或一架直升机运输的 30/20GHz 小型可搬移地球站已经被制造出并且满意地工作着。

工作在 30/20 GHz 上的小型可搬移地球站的例子示于表 5 中。

表 5

30/20GHz 频带的小型可搬移地球站的例子

工作频率 (GHz)	总重量 (吨)	电源要 求(kVA)	天线		最大 e.i.r.p. (dBW)	G/T (dB/K)	调制方式	总的架 设时间 (h)	地球站的 正常位置
			直径(m)	类型					
30/20	5.8	12	2.7	卡塞格伦	76	27	FM (彩色电视 1 个频道) <sup>(1)</sup> 或 FDM-FM (132 路电话信道)	1	卡车上
	2	9	3	卡塞格伦 ( <sup>(2)</sup> )	79.8	27.9	FM (彩色电视 1 个频道) <sup>(1)</sup> 及 ADPCM-BPSK-SCPC (3 路电话信道)	1	地面上
	1	1 <sup>(3)</sup>	2	卡塞格伦	56.3	20.4	ADM-QPSK-SCPC (1 路电话信道)	1.5	地面上
	3.5 <sup>(4)</sup>	< 8.5	1.4	偏移卡 塞格伦	68	20	数字电视 (复用了 3 路语音 信道) <sup>(1)</sup> 或 1 路语音信道	> 1	在箱式货 车/SUV 上
	0.7	3	1	卡塞格伦	59.9	15.2	FM-SCPC (1 路电话信道) 或 DM-QPSK-SCPC (1 路电话信道)	1	卡车上
<p><sup>(1)</sup> 单向。</p> <p><sup>(2)</sup> 反射面被分为三片。</p> <p><sup>(3)</sup> 不包括空调的功率。</p> <p><sup>(4)</sup> 包括车辆。</p>									

## 2 应急网络及相应地球站的例子

### 2.1 意大利的一个使用14/12 GHz频带的应急网络的例子

意大利已经设计并实现了一个工作在 14/12.5 GHz 频带中的通过一个 EUTELSAT 转发器的应急卫星网络。这个基于全部使用数字技术的专用网络提供用于救援行动和环境数据采集的几条应急话音和数据电路及一条分时共享的压缩视频信道。对于这两种业务，网络体系结构是基于一种双重子网络星形构造，并且对于出向和入向信道分别利用了 TDM-BPSK 和 FDMA-TDMA-BPSK 动态传输方案。地面段包括：两个星形网络的一个主用公共主站，它是一个具有 9 m 天线和 80 W 发射机的固定地球站；少量的可搬移地球站，具有 2.2 m 天线和 110 W 发射机；一些固定的数据传输平台，具有 1.8 m 天线和 2 W 的固态功放发射机。

为了能被主用站远端控制，这些平台具有一种接收能力 (19 dB/K 的 G/T)，它们的平均发射吞吐量为 1.2 kbit/s。可搬移地球站是安放在卡车上的，但如果需要，也能装载在货运直升机中以便快速运输。它们具有 22.5 dB/K 的 G/T，配备有两套设备，每套包括一条 16 kbit/s 的 (声码器) 话音信道和一条 2.5 kbit/s 的传真信道。也能以 SCPC-BPSK 方式传输 2.048 Mbit/s 的压缩视频信道的这些地球站是被主用站远端控制的。这个专门的应急网络的主要特征概括于表 6 中。

表 6

工作在 14/12 GHz 的应急卫星通信网的例子

站标识	天线直径 (m)	G/T (dB/K)	发射机 功率 (W)	主电源要求 (kVA)	传输方式		业务能力
主用站	9.0	34.0	80	15.0	Tx	512 kbit/s-TDM/BPSK (+ FEC 1/2)	12 × 16 kbit/s (声码器)语音信道
					Rx	“n” × 64 kbit/s- FDMA/TDMA/BPSK (+ FEC 1/2) 及 2.048 Mbit/s-SCPC/QPSK (+ FEC 1/2)	12 × 2.4 kbit/s 传真信道  1 × 2.048 Mbit/s 视频信道
终端 (可搬 移)	2.2	22.5	110	2.0	Tx	64 kbit/s-TDMA/BPSK (+ FEC 1/2) 及 2.048 Mbit/s-SCPC/QPSK (+ FEC 1/2)	2 × 16 kbit/s (声码器)语音信道  2 × 2.4 kbit/s 传真信道
					Rx	512 kbit/s-TDM/BPSK (+ FEC 1/2)	1 × 2.048 Mbit/s 视频信道
无人值守平 台	1.8	19.0	2	0.15	Tx	64 kbit/s-TDMA/BPSK (+ FEC 1/2)	1 × 1.2 kbit/s 数据传输信道
					Rx	512 kbit/s-TDM/BPSK (+ FEC 1/2)	

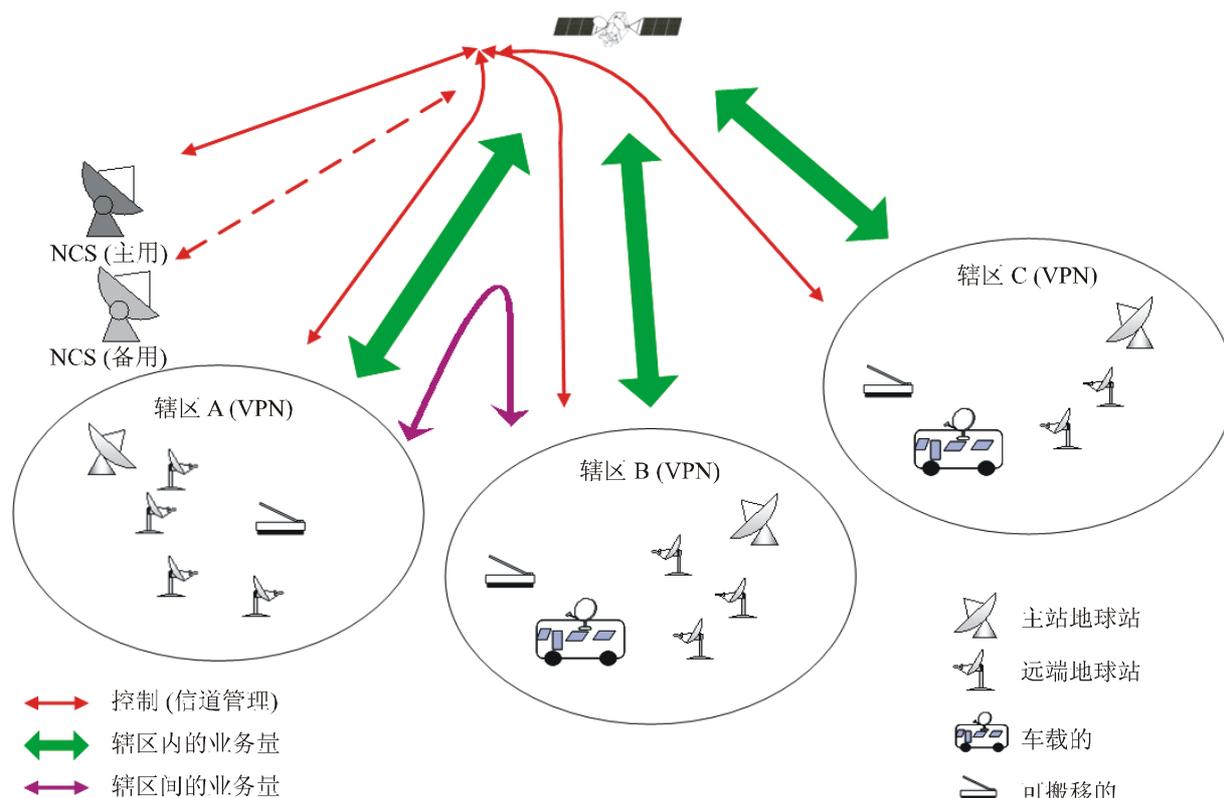
## 2.2 日本的一个使用14/12 GHz频带的应急网络的例子

在日本, 有一个工作在 14/12.5 GHz 频带的主要用于应急通信的卫星网络, 它能够容纳超过 4 700 个地球站, 包括位于市政办公室和消防队的 VSAT、可搬移地球站和车载地球站。网络提供语音、传真、通告 (单工)、视频传输和高速 IP 数据传输。

就如图 2 中所示的, 网络是基于 DAMA 的, 因此, 卫星信道能够由多达 5 000 个地球站有效地共享。一个地球站在与其它地球站通信之前, 先向网络协调站 (NCS) 申请分配诸如语音、传真和 IP 传输这样的业务信道。注意到网络中有两个 NCS, 一个主用, 一个备用。

网络设计成具有一种多星形拓扑结构, 其中每个辖区 (注意, 日本包括 47 个辖区) 配置成一个独立的子网, 这样, 辖区的总部能够在发生一个事件时作为应急通信的中心。利用闭群网络的优点, 卫星资源能够由 NCS 根据各类事件的紧急程度进行控制。例如, NCS 能够对起源于一个发生紧急事件的特殊辖区的通信相对于其它辖区内的常规通信提供优先级。网络也提供辖区之间的通信 (如果有的话)。

图 2  
应急网络的配置



1001-02

信道参数的一个摘要列于表 7 中。有 6 类信道，包括 SCPC（话音/数据/传真）、通告、IP 数据传输、数字视频、卫星数据广播和公共信令信道（CSC）。SCPC 信道（32 kbit/s ADPCM）和 IP 数据传输信道（32 kbit/s-8 Mbit/s 可变速率）是根据按申请分配原则由 NCS 分配给地球站。IP 数据传输信道的带宽是由地球站根据其 IP 数据业务量的瞬时吞吐量提出申请，再由 NCS 分配的。这样，NCS 通过一种新颖的信道管理算法以可变带宽来满足业务信道的需要，从而有效地管理卫星资源。指定作高速 TCP/IP 传输的地球站配备有 2 段分割的 TCP 网关以增强 TCP 吞吐量（参见 ITU-R S.1711 建议书）。

为了帮助来自/去往一个受灾害破坏的区域的通信，具有高性能的较小的用户地球站的开发正在进行中。此类地球站的典型参数列于表 8 中。有两种车载地球站类型。类型-A 地球站设计成发送基于 MPEG-2（即 6 Mbit/s）的完全运动图像，并且在视频传输过程中同时提供一条可用的话音电路。这类地球站是要安装在相对大的车辆上，比如“小型客车（Wagon）”类型。另一方面，类型-B 地球站设计成发送基于 MPEG-4/IP（即 1 Mbit/s）的低速率的有限运动图像，提供一条能够与视频传输切换的话音电路。这类地球站是要安装在较小的车辆上，比如“陆地巡洋舰”类型。与类型-B 的车载地球站类似，可搬移地球站设计成发送基于 MPEG-4/IP 的低速率的有限运动图像，提供一条能够与视频传输切换的话音电路。其视频传输速率只有 256 kbit/s。

表 7

卫星网络信道参数的摘要

参数	SCPC (语音、传真、数据)	通告	IP 数据传输	数字视频传输	卫星数据 广播	CSC
方向	双向	双向	双向	单向	单向	双向
多址接入 <sup>(1)</sup>	DA-FDMA	PA-TDMA/ FDMA	DA-FDMA	DA-FDMA	DA-FDMA	RA-TDMA/ FDMA
调制	QPSK <sup>(2)</sup>	QPSK <sup>(3)</sup>	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK <sup>(3)</sup>
信息速率	32 kbit/s	32 kbit/s	32 k-8 Mbit/s <sup>(4)</sup>	7.3 Mbit/s	6.1 Mbit/s	32 kbit/s
FEC	1/2 FEC	1/2 FEC	1/2 FEC <sup>(5)</sup>	3/4 FEC+RS	3/4 FEC+RS	1/2 FEC
加密	N/A	N/A	(IPSec) <sup>(6)</sup>	(MULTI2) <sup>(6)</sup>	MISTY	N/A
编码	32k ADPCM	32k ADPCM	N/A	MPEG2	N/A	N/A

<sup>(1)</sup> 下列是多址接入方式的简写:

DA-FDMA: 按申请分配 - 频分多址接入

PA-TDMA: 固定分配 - 时分多址接入

RA-TDMA: 随机接入 - 时分多址接入

<sup>(2)</sup> 由于语音激活而采用了突发信道。

<sup>(3)</sup> 突发信道是使用在上行链路方向上。

<sup>(4)</sup> 用IP实现不对称类型的可变速率。

<sup>(5)</sup> 对超过3 Mbit/s的信道采用3/4 FEC + RS。

<sup>(6)</sup> 可选。

表 8

车载和可搬移地球站的参数

参数	车载地球站		可搬移地球站
	类型-A	类型-B	
描述	— 基于 MPEG-2 的完全运动图像 — 同时有语音电路	— 基于 MPEG-4 的 IP 低速率运动图像 — 能与视频电路切换的语音电路	— 基于 MPEG-4 的 IP 低速率运动图像 — 能与视频电路切换的语音电路
天线直径	1.5 m (偏置抛物面)	75 cm (偏置抛物面)	1 m (平面阵列)
输出功率	70 W (SSPA)	15 W (SSPA)	15 W (SSPA)
信道数和传输速率	视频: 1 条信道 (6 Mbit/s, MPEG2) 语音/IP: 1 条信道	视频: 1 条信道 (1 Mbit/s, IP) 语音/IP: 1 条信道	视频: 1 条信道 (256 kbit/s, IP) 语音/IP: 1 条信道
车辆类型	小型客车类型	陆地巡洋舰类型	N/A

### 2.3 东南亚的一个使用14/12 GHz频带的应急网络的例子

东南亚的一个机构已经建立了一个端到端的宽带 VSAT 系统以改善其办公室之间的宽带通信能力并加强电子风险管理政策。

卫星网络把下列单位连接到各总部（产生影响的）：13 个国家级办公室、25 个县级办公室、72 个乡村和 12 台应急车辆。基于 IP，它提供内联网的所有公共业务，诸如接入到互联网和 FTP 服务器、电子消息和以组播方式的内容分发，如流媒体。另外，它提供与危机管理（电子风险业务系列）有关的宽带应用：视频会议、协作工作和 IP 话音。

在正常情况下，系统承载最高 8 Mbit/s：

- 2 Mbit/s 由所有话音通信共享；
- 3 Mbit/s 用于中心数据交换；
- 3 Mbit/s 用于由其它数据交换共享的数据。

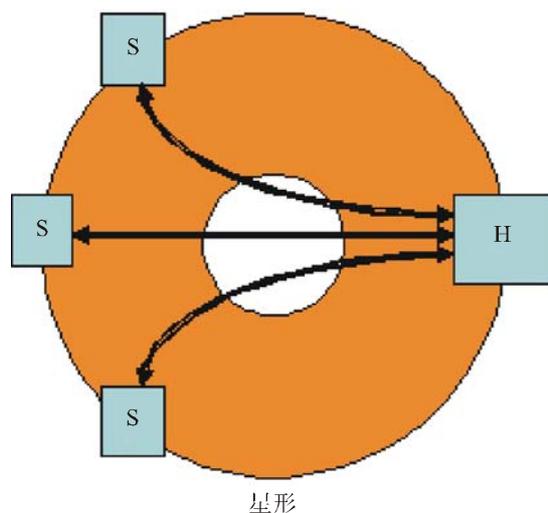
在危机情况下，系统承载最高 21 Mbit/s：

- 12 Mbit/s 用于两个视频流；
- 9 Mbit/s 用于最多 16 个视频会议终端。

它是一个基于 DVB-RCS 的星形卫星网络。RCS 是指卫星回传信道。此技术对应于 EN 301 790 标准，允许利用小天线通过卫星接入多媒体业务。它被引用在 ITU-R S.1709 建议书 – 全球宽带卫星系统空中接口的技术特性。

选择的拓扑是星形拓扑（与网状拓扑相对应），一个主站安装在总部，卫星终端安装在上面列出的远方站点。

图 3  
星形拓扑



1001-03

这个拓扑最适合诸如视频会议这样的业务，因为它们本质上就是点对多点，其多点控制单元位于主站。这个拓扑也允许通过宽带接入服务器接入到互联网。它应该远离灾害地点，因此，对设施有较少的约束；例如，天线可以根据需要大一些。

网络工作在 14/12 GHz 频带（14GHz 频带用于上行链路；12 GHz 频带用于下行链路）。14/12 GHz 频带天线较小且较轻，这便于材料的使用和运输。终端是达到最新技术发展水平的，天线直径从 0.6 m 变化到 1.2 m；这样选择直径是为了优化信噪比与运输方便性之间的折中。远程终端的 RF 子系统在规范中被称为室外单元。

前向链路是服从 DVB-S 标准的，即采用 QPSK 调制及以里德-所罗门（188, 204）码作为外码和 1/2 率卷积码作为内码的级联码。前向链路的协议栈是 IP/MPE/MPEG2-TS/DVB-S<sup>1</sup>。

反向链路依赖于 QPSK 调制和 2/3 率 turbo 码。反向链路的协议栈是 IP/AAL5/ATM/DVB-RCS。

反向链路上的卫星接入技术是固定的多频时分多址接入（固定的 MF-TDMA）。固定的 MF-TDMA 允许一群卫星终端使用一组等带宽、而时间被分为等长度的时隙的载波频率与主站进行通信。主站的网络控制中心将给每个激活的卫星终端分配一连串突发，每个突发由频率、带宽、开始时间和持续时间所定义。

由于 MAC 层上的标准特征，卫星网络支持服务质量：所谓的容量类别；但体系结构允许在较高层上定义一种 QoS 策略，例如，基于 DiffServ 或 InterServ 的策略（DiffServ 通常是首选的）。

卫星终端能够从主站进行控制，它们能够被设置，故障能够被检测并且软件能够被下载。

---

<sup>1</sup> MPE 是指多协议封装。