

ITU-R S.1806建议书

在15 GHz以下运行的固定卫星业务中的
假设参考数字通道的可用性指标

(ITU-R第73/4号课题)

(2008年)

范围

本建议书涉及在15 GHz以下运行的固定卫星业务中的假设参考数字通道（HRDP）的可用性指标。它基于相关ITU-T建议书中所述的可用性指标，并对相关ITU-R建议书中包含的可用性和性能指标进行了补充。见参考文献下所列建议书。

参考文献

- ITU-T G.827建议书： 端到端国际恒定比特率数字通道的可用性性能参数和指标。
- ITU-R S.579 建议书： 工作在低于 15 GHz 的卫星固定业务中，当用于采用脉冲编码调制的电话或作为综合业务数字网假设参考连接的一部分时，假设参考电路和假设参考数字通路的可用度指标。
- ITU-R S.614 建议书： 当工作于 15 GHz 以下的卫星固定业务假设参考数字通路成为综合业务数字网国际连接的一部分时允许的差错性能。
- ITU-R S.1062建议书： 工作在低于15 GHz的卫星假设参考数字路径上允许的误码性能。
- ITU-R S.1424建议书： 使用15 GHz以下频率的对地静止轨道卫星系统在卫星固定业务中用于宽带综合业务数字网（B-ISDN）异步传输模式的发射时系统假设参考数字通路的可用度指标。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) ITU-R S.521建议书定义的固定卫星业务（FSS）假设参考数字通道（HRDP），旨在为设计人员和规划人员提供指导；
- b) HRDP的可用性取决于设备和传播可用性的综合影响；
- c) 设备可用性（包括空间电台）取决于可靠性性能、可维护性和维护支持性能；
- d) 传播减损造成的不可用性取决于超出衰减水平门限值的程度、超出的频率和持续时间；

- e) 根据服务水平协议（SLA）或服务质量协议（SQA），卫星系统可为单个链路提供与地面通道类似的可用性性能（见ITU-T E.801建议书）；
- f) 对地静止卫星链路的可用性基本与该链路起始和终止点之间的距离无关；
- 建议

1 FSS中HRDP的可用性应用下列公式表示：

$$\text{可用性} = (100 - \text{不可用性}) \%$$

其中：

$$\text{不可用性} = \frac{\text{失效时间}}{\text{所需时间}} \times 100 \%$$

其中所需时间是指用户要求数字通道执行要求的功能需要的时间段，失效时间是在所需时间内数字通道中断的累积时间（亦见建议5中对失效时间进行的描述）；

- 2 中断强度应定义为每个观测周期中断的次数（即建议5中所述的失效时间段），其中一般观测期为一年（8 766小时）（亦见注5）；
- 3 HRDP应满足表1中给出的基于传播的可用性指标：

表 1

FSS数字卫星链路基于传播的可用性指标

速率 (Mbit/s)	一次群速率高达1.544 至2.048		一次群速率以上	
	可用性	中断强度 (中断/年)	可用性	中断强度 (中断/年)
HRDP均值	99.9%	20	99.96%	20

- 4 由设备原因造成的FSS HRDP的其它失效时间不应超过一年的0.11%；
- 5 如下文中第5.1至 5.3段中的一个或多个条件在连续10秒或更长的时间内存在于链路的任何一个接收端，则ITU-R S.521建议书中所述的HRDP两端间的FSS链路应被认为失效（见注3）：
- 5.1 数字信号中断（即丧失校准或定时）；
- 5.2 对于低于一次群速率（1.544 Mbit/s或2.048 Mbit/s）的传输，1秒中平均误码率（BER）超过 10^{-3} ；

5.3 对于一次群速率（1.544 Mbit/s或2.048 Mbit/s）或一次群速率以上传输，每一秒被视为一个严重误块秒（SES）事件，其中SES被定义为 – 根据ITU-T G.826建议书 – 包含30%或更多误码块或至少一个严重扰动期（SDP）的一秒；

6 下列注释应被视为本建议书的一部分：

注 1 – 无效时间段始于第5.1至段5.3段中所述的一个条件持续连续10秒或更长的时间。这10秒的时间被视为无效时间。无效时间段终止于同一条件停止至少连续10秒的时间。这10秒被视为有效时间。性能退化期持续时间小于连续10秒，其中伴随建议5.1至5.3中所述的条件，被视为有效时间。

注 2 – 如由于日蚀或太阳干扰造成的所有中断发生在所需时间内，则被视为建议3中无效时间的一部分，由于因为这些事件均可准确预测，因此可采取操作性措施将所需时间内太阳干扰的影响降至最小（见ITU-R S.1525建议书）。

注 3 – 可用性计算应明确考虑到故障的平均间隔时间、服务恢复的平均时间和为减轻卫星性能中断和损害采取的预防措施，包括使用备用信道和备份设备。

注 4 – 假设在任何一个月中，由传播造成的不可用性比例与任何年的一个时间段对应，换算系数为5，即任何月的0.2%与任何年（关于“任何年”一词，见ITU-R S.353建议书注11）的0.04%对应。ITU-R S.614建议书附件1中对该换算系数进行了阐述。

注 5 – 表1中的中断强度指标基于4小时的“平均恢复时间”（即业务中断时间间隔的平均持续时间）值。由于自愈失效事件的增多，传播减损时间通常较短。在这种情况下，不应将其考虑在内。

注 6 – 有关数字卫星通道中断强度指标的更多信息见附件1。

附件 1

ITU-T G.827建议书可用率和中断强度参数对卫星链路的适用性

1 引言

本附件根据使用ITU-R P.1623建议中描述的方法对衰落周期和衰落发生频率进行的推测分析了ITU-T G.827建议书中给出的可用性指标，并探讨了其对数字卫星连接可用性指标的适用性。即，根据对衰落深度和衰落次数的估计分析了ITU-T G.827建议书的中断强度指标。

2 背景

ITU-R S.579建议书制定时间较早，对FSS中许多“原有”链路适用。它是有关卫星链路可用性的一般性参考资料，并包含有关传播对卫星链路影响的信息。支持互联网协议通信和下一代网络的新的卫星连接要求设定新的参数，以便确定可用性性能。本附件提供了调整ITU-T建议书的可用性参数以适用于HRDP卫星部分的信息。

3 ITU-T G.827建议书

ITU-T G.827建议书提供了用于可用性性能规范的参数。

一个参数是可用率（AR），与ITU-R S.579建议书中的可用性的表示方法相同。AR表示为：

$$AR = \text{有效时间} / \text{总时间}$$

在这些计算中，总时间通常设定为一年（365.25天，8766小时）：这一参数已用作ITU-R S.579建议书的基础。

ITU-T G.827建议书中包含的另一个参数是中断强度（OI）及其倒数 – 平均中断间隔时间（Mo）。根据ITU-T G.827建议书：

“平均中断间隔时间（Mo）是指一个观测周期内通道单元可用的平均持续时间。每个观测周期的中断次数称为“中断强度”。如观测周期为一年，则Mo可表示为一年的分数，而OI为Mo的倒数。”

表2/G.827列出了27500公里国际数字假设参考通道（HRP）在一次群速率或更高速率上的端到端可用性性能指标。这些指标转载如下：

“表2/G.827

**27500公里国际数字HRP在一次群速率或更高速率上的
端到端可用性性能指标**

性能水平	可用率（AR）	中断强度（OI）
高优先级	98%	70
标准优先级	91%	250

”

如ITU-T G.826建议书中所示，27500公里HRP的卫星部分应用指标端到端35%的块配额，就得出了相应的卫星部分可用率和中断强度指标，见表2。

表 2

一次群速率或更高速率上卫星部分G.827可用性性能指标

性能水平	可用率 (AR)	中断强度 (OI) (每年中断次数)
高优先级	99.3%	25
标准优先级	96.8%	88

4 链路部分可用性

ITU-R S.1424建议书所列举的空间部分可用性设为99.99%。对于11/12 GHz上G/T（增益与噪声温度比）为31.7 dB/K的地球站，其可用性设为99.95%。从而地球部分综合可用性为99.90%。分配给地球部分和空间部分设备的可用性为99.89%。

将ITU-T G.827高优先级通道的可用性性能99.3%作为一个指标，99.89%的设备可用性意味着传播有效性必须为99.4%或更高。表3对这一信息进行了概述。

表 3

一次群速率或更高速率上高优先级性能链路卫星部分达到G.827指标要求的可用性性能

G.827卫星部分可用率指标（高优先级）	99.3%
空间部分设备可用性	99.99%
地球部分设备可用性（每个地球站）	99.95%
隐含的传播有效性	99.41%

应注意到，表3中建议的可用率值比ITU-T G.827建议书中得出的值更为严格，因为HRDP还应满足ITU-T G.821和G.826建议书的可用性指标（亦见ITU-R S.579、ITU-R S.614和ITU-R S.1062建议书）。

由于缺少有关卫星和地球站中断强度的更为准确的数据，根据工程经验已为空间和地球部分分配了每年五次中断。通过采集更可靠的数据就可以计算出更为准确的值，这也可作为ITU-R进一步研究的课题。

5 中断强度和衰减

通过应用ITU-R P.1623建议书，在此提供了有关推导传播有效性为99.4%的卫星链路中断强度预测值的信息。

对于6/4 GHz链路，大于1 dB的传播中断极少发生，因此导致中断的唯一的重要原因就是设备问题。现代地球站技术已达到一定水平，满足ITU-T G.827建议书的中断强度指标应该不是问题。

对于在10 GHz以上运行的卫星链路，由传播导致的中断可能比较严重，并在设计这些链路时已考虑在内。在此简要描述所应用的程序，99.4%的传播有效性与通过应用ITU-R P.618建议书确定的某一衰落深度对应。使用这一衰落深度值，可应用ITU-R P.1623建议书中给出的方法确定该深度衰落的概率以及每年该深度衰落的次数。

表 5列出了与99.4%的传播有效性对应的、使用ITU-R P.618建议书中的方法计算得出的衰落深度，所选取的三个示例位置见表4。

表 4
位置示例和相关的气候特征

地球站坐标	46.222° N 6.139° E	25.81° N 279.88° E	40.773° N 286.025° E
仰角	30°	24°	23°
一年0.01%时间的降水率	25 mm/h	96 mm/h	43 mm/h

表 5
与99.4%的传播有效性对应的衰落深度

地球站位置	46.222° N 6.139° E		25.81° N 279.88° E		40.773° N 286.025° E	
通道频率 (GHz)	11	14	11	14	11	14
衰落深度 (dB)	0.6	1.1	2.7	4.7	1.5	2.6

注意表5中的衰落深度并未将克服因多云天气条件造成的接收地球站噪声温度提高所需的额外余量考虑在内。

5.1 中断引起的衰落次数

根据有关卫星性能指标和可用性的现有建议书，卫星连接的中断是在连接性能降至可用性门限值以下达10秒或更长时间时发生的。

根据表2中的中断强度数字，可确定与这些中断次数对应的衰落深度。遵循ITU-T G.827建议书也就意味着，卫星链路中必须设计足够的余量¹，以避免10秒或更长时间的衰落次数超过中断强度指标。这样，卫星链路的衰落余量必须达到或超过图1至6中纵坐标所显示的10秒衰落的深度。表6概述了满足ITU-T G.827建议书中断强度指标所需的衰落余量，以及在11 GHz和14 GHz在三个位置满足表1中给出的传播有效性指标要求的余量。

¹ ITU-R S.1061建议书描述了卫星固定业务中各种抗衰落策略和技术，或许可确保提供必要余量。

表 6

**在11 GHz和14 GHz三个地球站位置上满足ITU-T G.827建议书
中断强度指标所需的衰落余量**

地球站位置	46.222° N 6.139° E		25.81° N 279.88° E		40.773° N 286.025° E	
通道频率 (GHz)	11	14	11	14	11	14
满足99.9%传播有效性 要求的衰落余量	1.5	2.6	6.6	11.2	3.2	5.5
满足99.96%传播有效性 要求的衰落余量	2.3	4.0	9.7	16.3	4.8	8.2
满足G.827高优先级中断 强度 (dB) 要求的 衰落余量	5.4	8.7	18.0	27.0	5.3	13.6
满足G.827标准优先级 中断强度 (dB) 要求的 衰落余量	2.7	4.8	10.6	17.1	2.7	7.7

5.2 观察结果

审视表5和6可以看出，相对较小的链路余量即可满足ITU-T G.827建议书的可用率（AR）指标。根据频率和地球站位置，满足标准优先级连接指标的中断强度所需的额外余量为1.9 dB至12.5 dB。预计要满足高优先级连接的指标需要更多的余量。能满足这些中断强度指标的卫星链路可实现比ITU-T G.827建议书提出的水平或为表1中传播可用性指标提供更高的可用率性能。

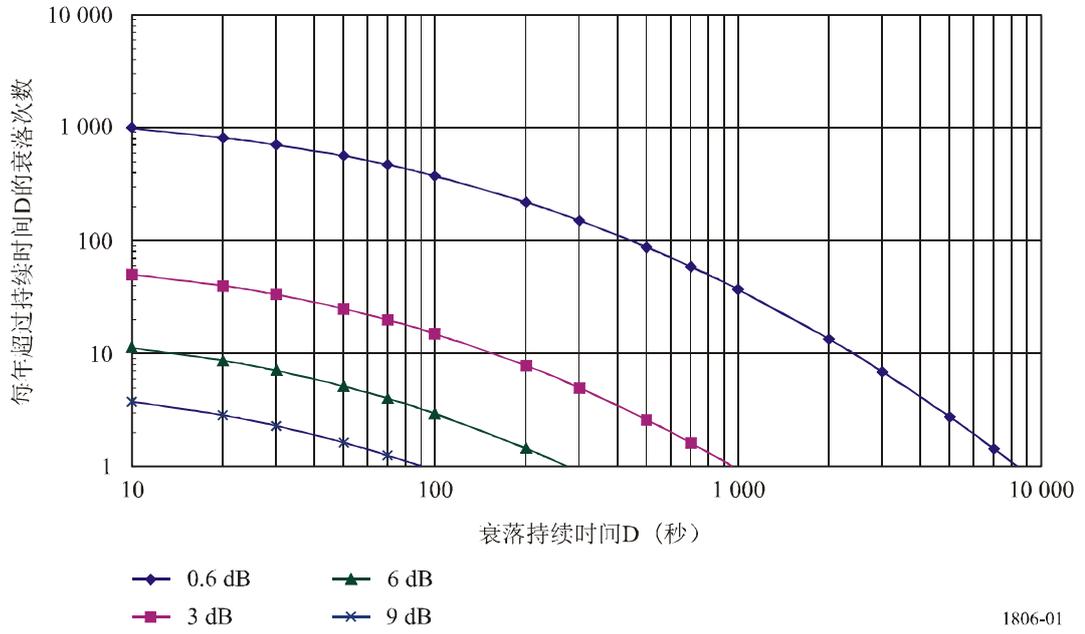
卫星通道中断的主要原因是由于异常传播导致的衰落。中断恢复无需干预，因此这些中断可“自愈”。根据ITU-T G.827建议书表2/G.827的注释，中断强度值基于4个小时的平均恢复时间（MTTR）。根据算得的传播统计结果，每年4个小时或更长时间的衰落仅有几次（如发生的话）。

鉴于传播中断的持续时间和“自愈”特性，从传播中断的角度而言，满足中断强度指标并不困难。

在正常情况下，由于空间部分或地球部分设备故障的中断可持续4个小时或更长，这取决于地球站配置、备件可用性和人员状况。在制定有关异步传播模式通信卫星可用性的ITU-R S.1424建议书时确定的空间部分可用性和地球部分可用性的值分别定为99.99%和99.95%。根据这些值，由设备故障导致的平均中断次数为1.5 /每年。这样通过提供足够的余量实现可用率要求，对于卫星数字通道而言达到ITU-T G.827建议书的指标非常容易。

图 1

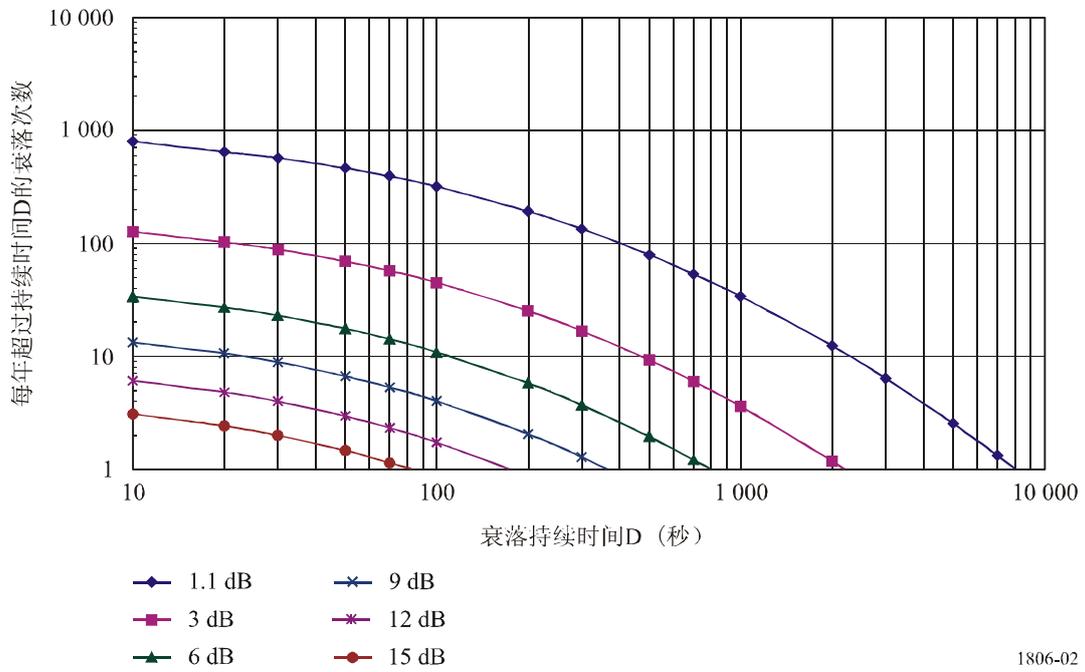
11 GHz上每年持续时间为D的衰落次数
46.222° N, 6.139° E; R0.01 = 25; 仰角 = 30°



1806-01

图 2

14 GHz上每年持续时间为D的衰落次数
46.222° N, 6.139° E; R0.01 = 25; 仰角 = 30°



1806-02

图 3

11 GHz上每年持续时间为D的衰落次数
 25.81° N 279.88° E; R0.01 = 96; 仰角 = 24°

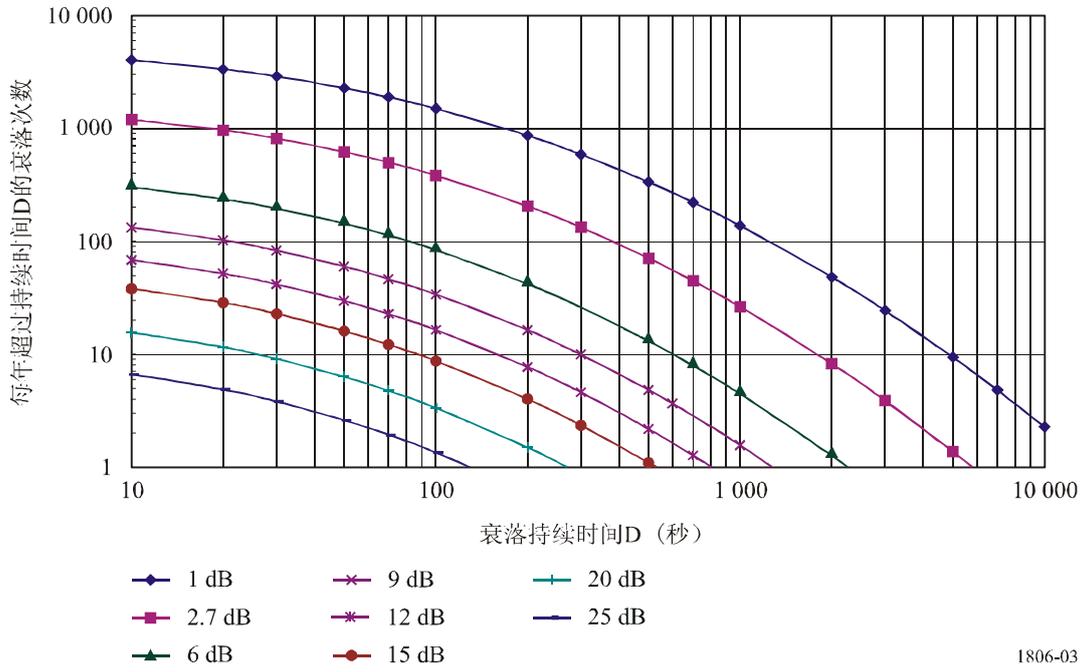


图 4

14 GHz上每年持续时间为D的衰落次数
 25.81° N 279.88° E; R0.01 = 96; 仰角 = 24°

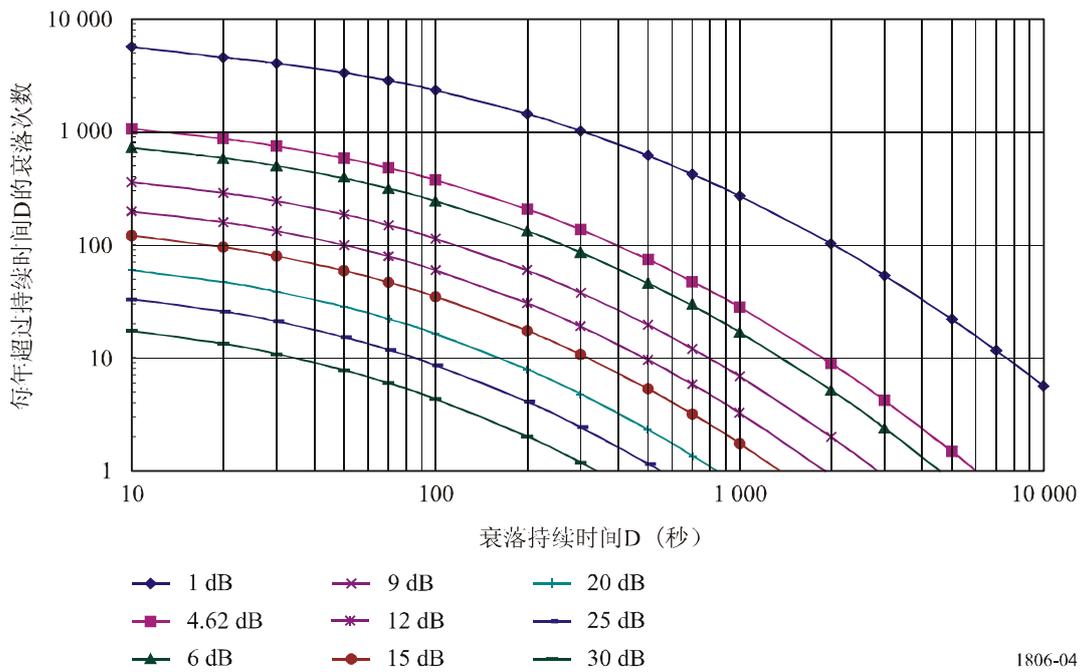


图 5

11 GHz上每年持续时间为D的衰落次数
40.773° N, 286.025° E; R0.01 = 43; 仰角= 23°

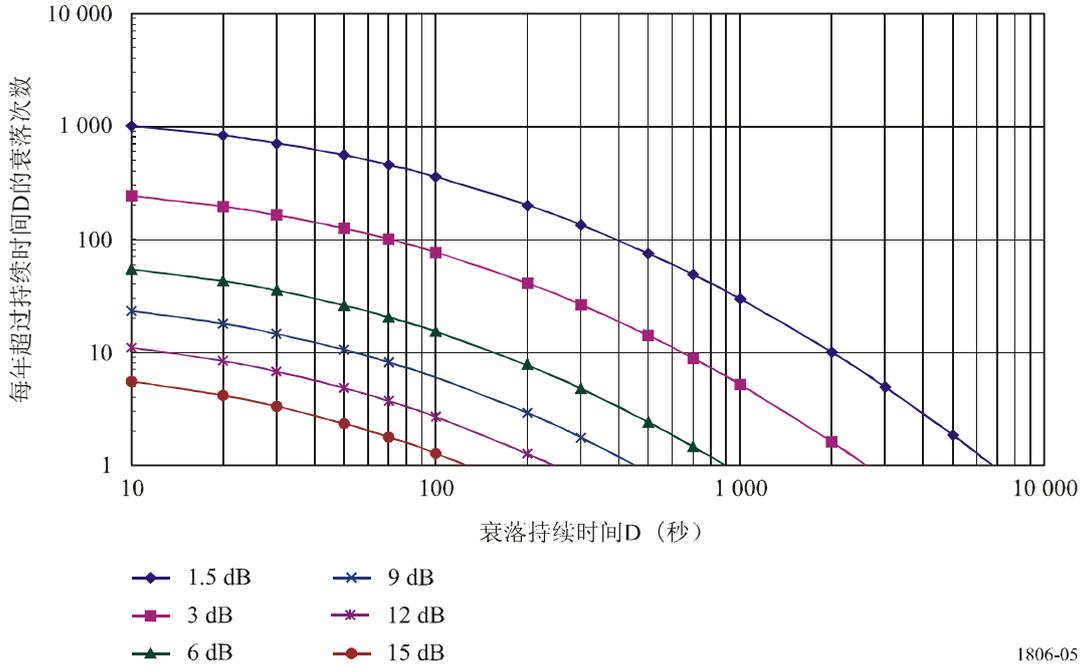
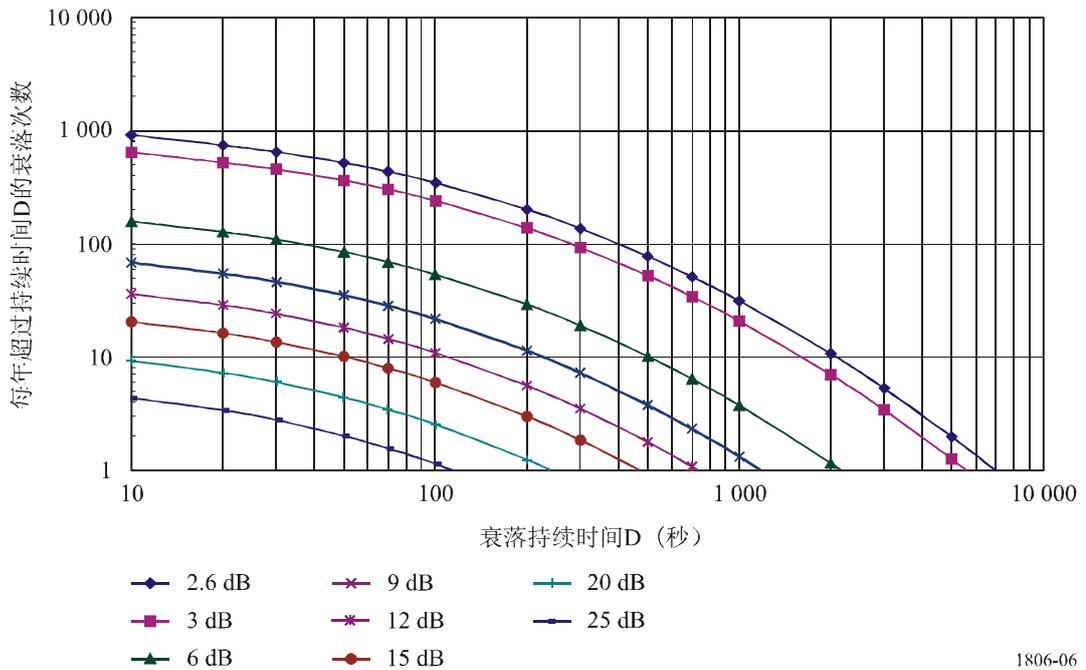


图 6

14 GHz上每年持续时间为D的衰落次数
40.773° N, 286.025° E; R0.01 = 43; 仰角 = 23°



6 结论

本附件参引了ITU-R P.1623建议书中计算卫星链路在各频率、仰角和地球站位置发生衰落的次数的方法。利用这些结果，可根据ITU-T G.827建议书给出的可用率和中断强度指标计算出估计的卫星链路衰落余量。其中指出为满足可用率指标和满足中断强度指标算出的估计的衰落余量之间差别很大。还需从ITU-T G.827建议书给出的中断强度指标角度开展工作，研究利用前项纠错的现代数字卫星链路的性能特性。
