ITU-R M.828-2*建议书

卫星移动业务（MSS）中无线电通信电路可用度的定义

（ITU-R第85/8号研究课题）

（1992-1994-2006年）

范围

本建议书定义了卫星移动业务（MSS）中无线电通信电路的短时可用度，以便向设计人员和规划人员提供一个指导，同时为干扰准则提供一个依据。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 需要定义卫星移动业务（MSS）中无线电通信电路的可用度作为设计人员和规划人员的一个指导，并且为干扰准则提供一个依据；
- b) 除其他因素之外，还由于MSS电路通常是基于按申请分配方式来建立的，卫星固定业务中用来定义可用度的方法不适用于卫星移动业务中的无线电通信电路；
- c) 除其他因素之外，业务链路可用度还取决于无线电通信电路建立时以及通信持续期间移动地球站（MES）的位置；
- d) 有时利用不同的系统部件用于系统接入和用于通信；
- e) 设备可用度（包括空间站）是依赖于可靠性、性能和可维护性；
- f) 无线电通信电路的可用度是由设备和传播可用度的综合影响来确定，

建议

1 无线电通信电路的总可用度应该以部件可用度为基础按照接入可用度和通信可用度来定义，构成接入信道和无线电通信电路的部件（见注1）如下：

- 空间站；
- 视距条件（见注2）下的馈电链路无线电通路和业务链路无线电通路及，
- 地球站（应该包括陆地地球站（LES），移动地球站（MES）和其他相关的地球站）；

* 应提请电信标准化部门（第12和13研究组）注意本建议书。

2 卫星移动业务中无线电通信电路的可用度应该用下面的公式来定义：

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

其中，不可用度指由所有部件引起的电路中断时间的累积百分比。在卫星移动系统中，不可用度可以用下面的公式近似表示（见注3）：

$$\begin{aligned} \text{不可用度} = & \text{不可用度（空间站）} + \\ & \text{不可用度（无线电通路）} + \\ & \text{不可用度（地球站）（见注4）} \end{aligned}$$

其中，每个部件的不可用度用下面的公式计算：

$$\text{不可用度（部件）} \% = (100 - \text{可用度（部件）}) (\%)。$$

可用度（部件）表示每个部件的可用度，由下述公式计算：

$$A(\text{部件}) = \frac{(\text{预定工作时间}) - (\text{电路中断时间})}{(\text{预定工作时间})} \times 100\%$$

其中，部件的预定工作时间定义为这样一段时间，在此时间内用户要求一条电路处于在规定的性能等级上执行所要求的功能的状态；电路中断时间定义为这样一段时间，在此时间内通信电路经历下面其中一种情况超过10个连续秒（当下列其中一种情况持续了10个连续秒的时间时，一个电路中断周期就开始了。电路不可用从这个中断的10秒时间的起始时刻开始算起。当相同的情况停止了10个连续秒后，电路中断周期结束。在此无中断的10秒间隔的开始时刻电路恢复可用）：

- 不能建立起无线电通信电路；
- 进入信道一端的需要信号没有在另一端接收到；
- 对于模拟类电路，假设电话参考电路（HTRC）（ITU-R M.547建议书）上的未加权的主观等效噪声功率超过一个规定的限值；
- 对于数字类电路，在适当的假设参考数字通路（HRDP）（ITU-R M.827建议书）上发生了劣于规定的限值的信息误比特率（BER）；

3 在确定将被包含在可用度定义中的适当的系统部件时，应该参考本建议书附件1中的指导；

4 下列注释应视为本建议书的一部分。

注1 — 部件是指一个单一的部件或在一个冗余配置中的部件的集合。

注2 — 视距条件应包括电离层、对流层事件和多径衰落。通常，不考虑持续而严重的阴影效应，但在设计系统时则要考虑。在陆地卫星移动业务（LMSS）的情形中，计算可用度时应该考虑由于树木和树叶等造成的轻微阴影效应。

注3 — 空间站、地球站和无线电通路的可用度被假定是统计独立的。

注4 — 应包括MES、LES和其他相关的地球站。

注5 — 本建议书不适用于航空卫星移动（R）业务（AMS（R）S）。AMS（R）S电路的可用度是一个有待进一步研究的领域。

附件1

MSS中无线电通信电路的可用度

1 引言

需要定义MSS中无线电通信电路的可用度，以便对系统规划人员和设备制造人员提供指导，从而向用户提供足够的服务标准。在导出提议的可用度准则的基本原理时，要认识到MSS和FSS之间的差别。然而，要考虑到MSS的可用度的概念要尽可能与卫星固定业务和无线电中继系统中采纳的类似概念相兼容。

本建议书中采纳的方法只考虑那些能够被相当多的系统规划、设备设计和维护规则所满足的因素。

2 一般定义和基本原理

2.1 电路可用度的定义

MSS中无线电通信电路的可用度决定于为电路中每个组成部分所设立的可用度指标。在本建议书中，考虑了空间部分、地球站设备及辅助功能、卫星和地球站之间无线电通路的可用度指标。这样就能确定无线电通信电路的总可用度。

MSS中，电路可用度A能够从电路的各组成部分发生中继的持续时间和速率来导出，可以定义如下：

$$A = \frac{(\text{预定工作时间}) - (\text{电路中断时间})}{(\text{预定工作时间})} \times 100\%$$

其中，部件的预定工作时间定义为这样一段时间，在此时间内用户要求一条电路处于在规定的性能等级上执行所要求的功能的状态；电路中断时间定义为这样一段时间，在此时间内通信电路经历下面其中一种情况超过10个连续秒（当下列其中一种情况持续了10个连续秒的时间时，一个电路中断周期就开始了。电路不可用从这个中断的10秒时间的起始时刻开始算起。当相同的情况停止了10个连续秒后，电路中断周期结束。在此无中断的10秒间隔的开始时刻电路恢复可用）：

- 不能建立起无线电通信电路；
- 进入信道一端的需要信号没能在另一端接收到；
- 对于模拟类电路，假设电话参考电路（HTRC）（ITU-R M.547建议书）上未加权的主观等效噪声功率超过一个规定的限值；
- 对于数字类电路，在适当的HRDP（ITU-R M.827建议书）上发生了劣于规定的限值的信息BER。

当把可用度的概念应用于一条电路的各个组成部分时，尤其是应用于LES和MES的设备时，这些组成部分的可用度（ A' ）的定义可以根据平均无故障时间（MTBF）和平均故障修复时间（MTTR）来表示如下：

$$A' = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100 \quad (\%) \quad (1)$$

当考虑电话电路的可用度时，可以使用HRDP的（比如参见ITU-R M.827建议书）。

无线电通信电路被说成不可用的时间应该包括由于卫星信令系统中的故障而引起的呼叫建立过程中的时延¹。由于无线电通路上不利传播条件所造成的在LES到MES信令信道、MES到LES随机接入信道或者LES到LES信令信道（如果有的话）中的传输失败，可能会导致呼叫失败。

2.2 中断的定义

下面几节给出了电话和电报的中断的定义。考虑到这些业务的不同性质，可能要求对他们有不同的可用度准则，并且这应该是进一步研究的课题。数据信道的中断也在下面考虑。

2.2.1 电话

下列用于MSS中电话电路中断的定义是与为FSS所提议的相一致的：

如果一条信道经历了下列其中一种情况超过10个连续秒，则MSS中的一条电话电路应该被认为是中断了：

- 进入信道一端的需要信号没能在另一端接收到；
- 对于模拟传输，电话信道上未加权的主观等效噪声功率超过 10^6 pW0p。
- 对于数字传输，出现了劣于 10^{-2} 的信道BER。

有关电话电路可用度的更多信息可以在ITU-T G.821建议书中找到。

¹ 注意，信令信道应该被设计成具有非常高的可靠性，使得信令中断影响与造成无线电通信电路中断的其他可能原因相比是可忽略的。

2.2.2 电报

也已经建议了电报电路中断的下列定义：

如果在一个小于 $1.5 N$ 秒的时间间隔内检测到 N 个字符差错，则应当认为MSS中电传电路是中断的，其中 N 是在10到20之间。

此定义被认为提供了足够的测量时间和准确性，并且考虑了在10个字符中有一个差错的量级的字符差错率。

事实上，岸站运营商考虑把无线电通路中一次5到6 dB的衰落来表示一次中断。此类中断的持续发生将引起LES运营商把业务转移到预留载波。

2.2.3 数据

中断的定义将决定于业务所采纳的比特速率、要求的差错率以及差错的分布。数据信道的可用度有待进一步研究。

2.2.4 系统单元断线

下列是可能会导致业务中断的系统单元断线的定义：

— 空间段断线

直接归因于工作卫星的超过10个连续秒的任何中断。

— 网络控制站断线

超过10个连续秒的、影响LES的、至关重要的网络控制功能的任何中断，比如丧失呼叫处理能力。

— 网络断线

由于不利的传播现象或在任何自动频率补偿（AFC）信道、申请信道、LES TDM频率上或在公共TDM频率上的干扰信号引起的、影响到一个洋区中所有LES的、超过10个连续秒的业务的中断。

— 岸站断线

超过10个连续秒的所有电话信道、或所有电传信道或所有电话和电传信道的任何完全的丢失，或者直接归因于岸站的超过1分钟的呼叫处理能力的相应丢失。

2.3 预定工作时间

为FSS提议的可用度准则应用于全日制电路（电话和电视）的可用度，其中预定工作时间是与日历时间相同的。在海事MSS中，岸到船的电报/信令信道将是全日制工作的，即载波是永久激活的，但由MES发送的电话信道和电报/信令信道只有在呼叫持续时间内是激活的。

LES和MES的设备的可用度不受MSS的内在的按申请分配性质的明显影响（相比于本质上以永久激活载波来工作的相同设备的可用度）。因而，对于所有设备，预定工作时间是换算到日历时间的。

2.4 影响可用度的因素

MSS中电路的总可用度将决定于为下列各项所采纳的可用度准则：

- 空间部分，包括卫星设备、卫星轨道机动和提供备份卫星的影响；
- 陆地地球站设备，包括自然现象（如太阳干扰和自然灾害）对设备性能的影响和人为错误的影响；
- 移动地球站设备，包括自然现象（如太阳干扰和环境条件）对设备性能的影响和人为错误的影响；
- 辅助功能，比如可能由控制陆地地球站所执行的（如频率控制、功率控制和信道分配）；
- 前向和反向RF链路，尤其是降雨引起的衰耗和附加噪声的影响、多径衰落的影响和诸如可能由地面和空间业务产生的干扰的影响。

尽管如此，在确定实际的可用度指标时，考虑上述所有的可能情况是不切实际的。

2.5 自然或极端现象的影响

为了本建议书，中断被分类如下：

- 预知中断：或者是纠正非灾难性故障的中断，这可能是计划在某时发生的，并且能够容忍相对较短的时间（比如，设备故障、传播衰落），或者是预定的中断，它是已知在特定的时刻要发生的（比如，对设备的特定类型的保护性维护、岸站上的太阳干扰）；
- 未预知中断：其发生或持续时间不能被预测并且会引起长时期断线的那些中断，比如，诸如地震、疾风或异常恶劣的海况这样的自然灾害以及诸如被山体屏蔽这样的自然阻挡效应。

对于LES和MES，认为由于无法预料的环境引起的中断应该不包括在可用度考虑中，应该只考虑能够预测到的中断。另外，对于MES设备，应该忽略下列预测到的中断：

2.5.1 太阳干扰引起的中断

对于固定地球站，能够预测当太阳穿过天线波束时下行通路上过多噪声引起的断线：断线的持续时间决定于每个站的位置，但都会遭遇到一年2次、每次3-4天、每天约30分钟的恶化。因此，通过把业务量调整为由其他路由传输来最小化对业务的不利影响。对于MES，相同的情况不适用。举一个船站的例子，太阳干扰的发生决定于船舶的路线，而每条船的路线又是不一样的，因此，对于特定的船舶，这个现象在一年的行程中就会遭遇几次。尽管MES接收机噪声温度的恶化较不严重，但由于MES天线有相对较宽的波束宽度，因此，干扰的持续时间可能会比LES的长。

2.5.2 恶劣气象条件引起的中断

在船站的情形中，设备被设计成忍受恶劣的环境条件，比如温度变化、潮湿、降雨、风和船体运动。

对于甲板上设备的额外保护是通过天线罩来提供的，但大多数船只有时将遭遇到致使设备不能工作的气象条件，比如由于高海浪情况致使不能维持天线指向。因此，尽管不应该阻碍设备制造商和系统规划人员研究维持船用终端在极端条件下工作的手段，但认为此类中断不应被包括在船用终端可用度的估算中。

2.5.3 天线阻挡效应引起的中断

MES和卫星之间的无线电传播通路可能偶尔会被阻挡。比如，这可能是由于靠近MES的植物或建筑物造成的。

持续而严重的阴影通常没有考虑在要求中，但在设计系统时应该考虑。在陆地卫星移动业务（LMSS）的情形中，由于树木和树叶等引起的轻微阴影应该包括在可用度的计算中。

在船站的情形中，船体的部分上层结构可能会引起阻挡。尽管应该鼓励船舶所有者和制造者把船站安装在能使天线阻挡概率最小化的位置，但是这样的位置可能不是在所有情况下都可得到。因此，提议这些断线不包括在可用度准则内。

2.6 电路可用度的测量

考虑§ 2.5中概述的例外，应使用下列表达式来计算MSS中无线电通信电路的可用度：

$$A = \frac{T_s - (T_{sat} + T_1 + T_2 + T_{LES} + T_{MES} + T_{aux})}{T_s} \times 100 \quad (\%) \quad (2)$$

其中：

T_s : 预定工作时间；

T_{sat} : 卫星故障引起的电路中断的累积时间；

T_1 : 归因于前向链路无线电通路上各种因素的电路中断的累积时间（即 $T_1 = T_{LES-sat} + T_{sat-MES}$

其中：

$T_{LES-sat}$ 指LES到卫星的链路，及

$T_{sat-MES}$ 指卫星到MES的链路）

T_2 : 归因于反向链路无线电通路上各种因素的电路中断的累积时间（即 $T_2 = T_{MES-sat} + T_{sat-LES}$

其中：

$T_{MES-sat}$ 指MES到卫星的链路，及

$T_{sat-LES}$ 指卫星到LES的链路）

T_{LES} : LES站设备和通信功能的故障引起的电路中断的累积时间；

T_{MES} : MES终端设备和通信功能的故障引起的电路中断的累积时间

T_{aux} : 各个分离的控制地球上辅助功能的故障引起的电路中断的累积时间。

在2个或更多个项目同时发生的事件中，应该只考虑持续时间最长的中断。