

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R F.557-5 建议书
(02/2014)

假设参考数字路径上无线电
中继系统的可用性指标

F 系列
固定业务

150
1869-2015



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
2015年，日内瓦

© 国际电联 2015

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 F.557-5 建议书

假设参考数字路径上无线电中继系统的可用性指标

(1978-1986-1990-1991-1997-2014)

范围

本建议书为一条假设参考数字路径（HRDP）上无线电中继系统提供了可用性指标，包括一条HRDP的不可用性概念和在不可用性评估中应该包括的因素。本建议书还提供了对无线电中继系统可用性和可靠性的指导。

应该注意，本建议书仅仅可以被用于在2005年ITU-R F.1703建议书批准之前设计的系统。

对假设参考电路（HRC）的参照和相关模拟信息在此修订版本中被去除。对于此信息，请参见本建议书的以前版本，以及指南—关于在30 MHz以上频段固定业务中的模拟系统的ITU-R建议书列表（此文件可以在ITU-R 5C工作组网页上得到），它包含对涉及模拟固定业务系统的所有建议书的列表，包括那些已经被废止的。

关键词

固定业务、假设参考数字路径（HRDP）、可用性、不可用性、平均故障间隔时间（MTBF）、平均修复时间（MTTR）

ITU无线电通信大会，

考虑到

- a) 假设参考数字路径（HRDP）旨在作为给设计者和规划者的一个用于2005年之前所设计系统的指导；
- b) 一个无线电中继系统的可用性取决于很多因素，且特别是：维护体制（它决定修复的时间）、设备的可靠性和系统设计与传播条件。这些各种因素的相对重要性在不同地区可以变化很大，有时无法控制；
- c) 可以期望对于有线和无线中继系统都可以应用通用可用性指标，

建议

1 适合于数字无线电中继系统的一个2 500 km HRDP的可用性指标（ITU-R F.556建议书）应该是99.7%的时间，该百分比是在一个长到足够统计上有效的时间段上考虑的，该时间段或许要长于一年；该时间段正在研究之中（请参见注2、3和4）；

2 一个HRDP不可用性的概念应该如下：

2.1 不可用时间段开始于十个连续严重误码秒（SES）事件的出现，至少在一个传输方向上（参见注1和9）。这十秒被视为是不可用时间。关于SES的定义，请参见相关的ITU-T G.821和ITU-T G.826建议书；

2.2 一个新的可用时间段开始于传输的双方向上十个连续非SES事件出现。这十秒被视为是可用时间。对于SES的定义，请参见相关的ITU-T G.821和ITU-T G.826建议书；

3 在对不可用性的估算中，必须要包括所有统计上可预测、非有意的且由无线电设备*、电源供电、传播、干扰和来自辅助设备和人类活动所引起的原因。对不可用性的估算包括对平均修复时间的考虑（请参见注6和7）；

4 附件1应该被用于对无线电中继系统可用性和可靠性的指导；

5 以下的注应该作为本建议书的一部分来对待：

注1 — 总体可用性A由以下公式定义：

$$A = 100 [1 - \{(T_1 + T_2 - T_b)/T_e\}]$$

其中：

A： 可用性百分比

T_1 ： 一个传输方向上总的不可用性时间

T_2 ： 另一个传输方向上总的不可用性时间

T_b ： 双向不可用性时间

T_e ： 评估的时间段。

对于单向传输， $T_2 = 0$ ； $T_b = 0$ 。

注2 — 数值99.7%是一个暂定值，公认在实际当中所选的指标在范围99.5%到99.9%之中。在此范围中选择一个特定值在各种原因之中取决于故障时间的最佳划分，当考虑了本地条件（例如，传播、地理面积、人口分布、维护体制）时，它可能会有所不同。

此外，无线电中继系统的可用性仅仅是保证数字传输业务可接受服务等级的很多方面之一；选择对此特殊问题的最佳数值只能通过考虑所研究网络中所有现有的或计划的传输系统来完成。

出于这么多原因，管理部门可以对他们计划体制的使用选择不同的可用性指标值，该值在以上所示范围中。

注3 — 复用设备的可用性不包括在前面所述之内。ITU-T计划为此设备制定可用性指标。

注4 — 本建议书与HRDP相关。其目的是为新的无线电中继系统设定一个可用性数值作为规划指标。

未打算将在真实系统规范、验收测试、或运行协议中引用它。

对真实路径可用性数值的测试数据显示出一个很宽的分布，实际可用性的一个可靠数值仅仅可以估计为在一个足够长时间段从很多无线电中继路由所收集到的大量数据的一个平均值。

* 这包括在数字系统的一个数字无线电段之内的所有设备。

注5 — 对要在真实链路上建立路径的高级别部分中可用性指标的细分在ITU-R F.695建议书中给出。

注6 — 规划者应指出他们对于平均故障间隔时间（MTBF）、平均修复时间（MTTR）、针对中断和衰落所采取的预防措施（特别是使用保护信道和每个切换段的段落数）和持续时间长于10秒的衰落分布的假设。

注7 — 修复时间是在业务中断及其恢复之间流逝的时间，包括确认时间、出动时间以及修理时间。由于各种因素，例如站点可接入性、天气、维护政策和其他经济考虑，在管理部门之间将会出现修复时间的差别。

注8 — 本建议书未考虑通过其他系统重新给出业务路由可能得到的改善，例如电缆和其他无线电中继系统。

注9 — 对于持续时间小于10秒的中断，需要进一步的研究，还要考虑间歇中断。

注10 — 期间误码率大于 1×10^{-3} 的小于10秒的时间段在ITU-R F.594建议书中考虑。

附件1

无线电中继系统的可用性和可靠性

1 引言

本附件提供对本建议书解读有所帮助的指导。但是，应该注意到，所引用的数值和参数仅仅是作为举例。

在本附件中的术语可靠性和可用性遵循ITU-R和国际电工委员会（IEC）所认可的定义。

2 不可用性的原因

数字无线电中继系统不可用性的概念陈述于建议2中。系统规划者应该考虑所有中断或影响系统不可用性的质量劣化的原因。

以下描述了在无线电中继系统中不可用性主要原因的特点。

2.1 设备

- 无线电设备的失效或劣化，包括调制器和解调器
- 辅助设备的失效，例如切换设备
- 无线电系统供电设备的失效
- 天线或馈电线路的失效。

最新的无线电中继系统被设计得高度可靠，MTBF变得极长。如注6所述，不可用性还取决于MTTR。

在一个典型切换段内，由于设备失效所引起的不可用性可能是0.01%的量级（请参见ITU-R F.695建议书）。这是具有数倍 10^4 小时MTBF和数小时MTTR量级的典型设备的代表。但是，一个HRDP包括大量的切换段。自然，在每个切换段中一个失效的概率很低，并且可能在数年中仅仅发生一次。因此，合理的是要选择一长的测量不可用性的综合时间段，例如一年。

2.2 传播

由于深度多径衰落所引起的系统中断经常在10秒之内恢复，但是，它们有时发生大于十秒，导致不可用性。

由于强降雨或降雪所引起的过度降水衰减持续一个相当长的时间，并且引起工作在10 GHz以上频段中系统的不可用性。有可能通过应用在ITU-R建议书P系列中所给出的公式或方法推算出对传播效应的预测统计。此外，因为通常有一个很低的强降水发生的概率，它所引起的不可用性时间每年和每年都不同。为了估算不可用性时间，可以应用与第2.1节中所描述相同的考虑。

2.3 其他原因

当噪声功率超过一定门限时，由于主要来自被干扰系统之外信号源的干扰所引起的不可预测噪声突发可能会引起不可用性。这种中断包括与异常传播相关的来自空间系统或雷达系统的干扰。

诸如地震这样的灾难可能会造成通信塔或建筑的垮塌，并造成无线电中继系统的不可用性。

维护活动期间人类的介入也可能引起不可用性。这些因素的贡献通常难于通过数学分析来预测。但是，当设计无线电中继系统时应该对它们给予考虑。

3 保护切换

保护切换对于改善系统可用性经常是有效的。在无线电中继系统中，通常采用所谓的多线路切换方法。在此方法中，为 N 个工作信道准备一个或 P ($P > 1$) 个保护无线电信道。当 N 个工作信道之一被中断时，中断信道中的信号将立即被保护信道之一在 m 个无线电段落上恢复。在此情况下，假设切换设备的失效率小到可以忽略不计，可以采用以下公式来表示每个双向无线电信道仅仅因为设备失效所引起的不可用性 U ：

$$U = \frac{2}{N} \left[\frac{N+P}{P+1} \right] (mq)^{P+1} \quad (1)$$

其中：

m ： 在一个切换段中所包含的无线电段落数

q ： 每个段落一个中断的概率（只要考虑设备失效， $q = \text{MTTR}/\text{MTBF}$ ）。

$$\binom{N+P}{P+1} = \frac{(N+P)!}{(P+1)!(N-1)!}$$

在很多情况下，保护信道的数量 $P=1$ ，因此公式（1）可以写为如下：

$$U = \frac{2}{N} \left[\binom{N+1}{2} \right] (mq)^2$$

通过频率分集效应，保护切换不仅仅对设备失效，而且也对多径衰落是有效的。关于频率分集的信息在ITU-R F.752建议书中给出。
