

国 际 电 信 联 盟

**ITU-R**  
国际电联无线电通信部门

**ITU-R F.2113-0建议书**  
(01/2018)

**基于分组的真实点对点无线链路的  
误码性能和可用性目标及要求**

**F 系列**  
**固定业务**



## 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
<b>BO</b>	卫星传送
<b>BR</b>	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
<b>BS</b>	广播业务（声音）
<b>BT</b>	广播业务（电视）
<b>F</b>	<b>固定业务</b>
<b>M</b>	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
<b>P</b>	无线电波传播
<b>RA</b>	射电天文
<b>RS</b>	遥感系统
<b>S</b>	卫星固定业务
<b>SA</b>	空间应用和气象
<b>SF</b>	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
<b>SM</b>	频谱管理
<b>SNG</b>	卫星新闻采集
<b>TF</b>	时间信号和频率标准发射
<b>V</b>	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 F.2113-0 建议书

基于分组的真实点对点无线链路的误码性能  
和可用性目标及要求

(ITU-R第255/5号课题)

(2018年)

**概况**

本建议书介绍基于分组的固定无线业务设备和链路的误码性能和可用性事件与参数，为链路目标提供了一个公式，包括基于分组的系统与非基于分组的系统之间的关系，并介绍了实际应用示例。

**范围**

本建议书提供了分配误码性能和可用性目标的方法，以便正确设计基于分组的真实点对点无线链路，具体可参考基于以太网的无线电链路。

**关键词**

固定业务、点对点、可用性、误码性能、基于分组、以太网

**缩略语/词汇表**

BER	误码率
FWS	固定无线业务
FER	以太网误帧率
FLR	以太网丢帧率
PEU	以太网业务不可用比例
PEA	以太网业务可用比例
SESETH	严重误码秒

**ITU-R相关建议书**

ITU-R F.1668建议书 – 在27 500 km假设参考通道和连接中所使用的实际数字固定无线链路的误码性能目标

ITU-R F.1703建议书 – 在27 500 km假设参考通道和连接中所用的实际数字固定无线链路的可用性目标

ITU-T Y.1563建议书 – 以太网帧传输和可用性性能

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 当前对带宽的需求与日俱增，微波技术也从支持低容量向支持高容量演进，可以提供更高速的数据传输；
- b) 分组应用构成了当前传输和接入网的主要部分，预计将在不久的未来强劲增长；

- c) 有必要建立误码性能和可用性目标，以协助基于分组网络的链路设计和开发；
- d) 对于端到端的以太网，没有给出具体的参考长度，并且没有可用的国家型号，
- 认识到
- a) ITU-T Y.1563建议书确定了说明和评估以太网通信服务的以太网帧传输速率、准确性、可靠性和可用性性能的参数；
- b) ITU-T Y.1563建议书中，端到端以太网的定义为EL（交换链路）和NS（网络部分）的集合，用于提供从SRC（源）传输到DST（目的地）的以太网帧传输。绑定端到端以太网的MP是SRC和DST的MP；
- c) ITU-R F.1668建议书和ITU-R F.1703建议书中采用的计算标准方法，以ITU-T G.826和ITU-T G.827建议书为基础，确立用于实际固定无线链路（SDH和PDH流量）的误码性能和可用性。

### 建议

- 1 应在附件1中所述的集合内选择满足用于误码性能和可用性需求的事件和参数，包括实际链路的设计；
- 2 应根据附件2中描述的程序，建立可承载基于分组业务误码性能和可用性目标的真实数字固定无线链路，

## 附件1

### 事件与参数

本附件仅涉及基于以太网的分组应用程序。

#### 1 事件

以下误码性能和可用性定义符合ITU-T Y.1563建议书。

#### 严重误码秒（SESETH）

当出口MP<sub>i</sub>处相应的FLR（即块中丢失帧与总帧的比率）大于s<sub>1</sub>时，从入口MP<sub>0</sub>处在一秒间隔时间内观察到的帧块会出现严重的误码秒（SESETH）结果。ITU-T建议的0.5的暂定值为s<sub>1</sub>，根据业务类别（CoS）也可选择不同的值。

#### 可用性

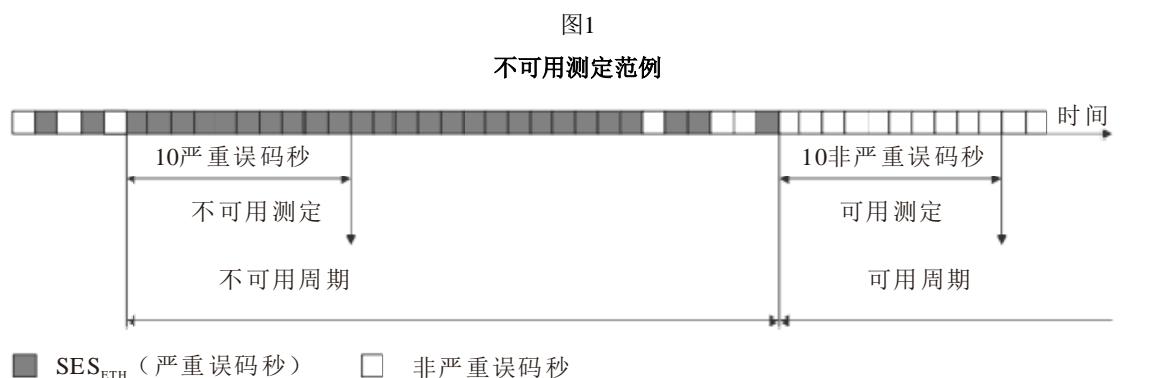
基于以太网网络的有效性可通过可用状态和不可用状态来描述。

不可用时间从连续10次SES<sub>ETH</sub>结果开始，到10次连续非SES<sub>ETH</sub>结果开始时结束。在有效时间段内，以太网网络处于有效状态。

图1说明了从/向不可用状态转换的标准定义。

这种有效性的定义已被选择用于与其他链路层技术进行比较。

由于以太网业务是双向的，因此如果任一方向或两个方向均处于不可用状态，则以太网网络将处于不可用状态。单向有效性可通过上述标准来衡量。



1.30601

## 2 参数

### 以太网业务不可用比例 (PEU)

总调度以太网业务时间内，以太网处于不可用状态的百分比（1秒间隔的百分比）。

### 以太网业务可用比例 (PEA)

使用以太网业务可用性功能：PEU = 100 - PEA时，以太网在总调度以太网业务时间内处于可用状态（1秒间隔的百分比）。

### 以太网误帧率 (FER)

以太网误帧率是错误的以太网帧结果总数与相关方中成功的和错误的以太网帧传输结果之和的比率。

### 以太网丢帧率 (FLR)

相关方中总丢帧以太网帧结果与总传输的以太网帧的比率。在点对多点配置中，对比不同目的地之间的成功帧传输与作为参考的最大数量成功帧传输也是颇有用处的。

## 附件2

### 目标

本附件仅涉及基于以太网的分组应用程序。

#### 1 目标分配

根据ITU-T媒体独立分配标准，且基于27500 km长（ITU-T G.826建议书）的端到端假设连接建立的参考值，ITU-R F.1668和ITU-R F.1703建议书已建立了真实PDH/SDH业务点到点链路的误码性能和可用性目标。

由于技术的发展和以太网的特殊性质，ITU-T认为无需端到端或目标，也没有可用的分摊标准。然而，基于以太网的无线电链路继续在基于分组的信号（相同区域、塔台、传播等）之前使用的相同地理和逻辑竞赛中得到部署，并需要允许适当设计这些链路的目标。

本附件中给出了真实点对点链路的误码性能和可用性目标，这与ITU关于两种主要类型的应用竞赛时的两种不同的预期质量等级的传统愿景一致：

- 属于“高性能”连接部分的链接（转接国或终端国家国际部分，长途部分）。
- 属于路径中“性能较差”部分的链接（终止国家的国内部分，短途和访问）。

根据属于国际过境区或终端路径的相关国家不同，运用不同的分配规则。

#### 2 目标评估的时间要求

事件评估：1秒

可用性评估：1年

误码性能目标：1个月

#### 3 目标

##### PEA

PEA目标适用于每个方向长度固定无线链路时， $L_{link}$ 可通过等式（1）从表1和2给出的值中导出：

$$PEA = \left(1 - \left(B_j \frac{L_{link}}{L_R} + C_j\right)\right) * 100$$

(1)

其中

此处j的值为： 国际方面：

- 1 对于  $L_{min}$   $<L_{link} \leq 250$  km
- 2 对于 250 km  $<L_{link} \leq 2\,500$  km
- 3 对于 2 500 km  $<L_{link} \leq 7\,500$  km
- 4 对于  $L_{link} > 7\,500$  km

国内方面:

- 5 访问网络
- 6 短途
- 7 长途

$L_R$ : 参考长度=250km

用于缩放目标的  $L_{link}$  的下限为  $L_{min}=50$  km。

表1

构成恒定比特率数字通路国际方面部分链路的PEA目标参数

长度 (km)	$L_{min} \leq L_{link} \leq 250$		$250 < L_{link} \leq 2\,500$		$2\,500 < L_{link} \leq 7\,500$		$L_{link} \geq 7\,500$	
	$B_1$	$C_1$	$B_2$	$C_2$	$B_3$	$C_3$	$B_4$	$C_4$
国际部分	$1.9 \times 10^{-4}$	$1.1 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-4}$	0	$3 \times 10^{-4}$	0	$3 \times 10^{-4}$	0

表2

构成恒定比特率数字路径元件国内方面部分链路的PEA目标参数

访问部分		短途部分		长途部分	
$B_5$	$C_5$	$B_6$	$C_6$	$B_7$	$C_7$
0	$5 \times 10^{-4}$	0	$4 \times 10^{-4}$	对于250 km $3 \times 10^{-4}$ $\leq L_{link} < 2\,500$ km 对于 $L_{min} \leq L_{link} < 250$ km $1.9 \times 10^{-4}$	0 对于250 km $\leq L_{link} < 2\,500$ km 对于 $L_{min} \leq L_{link} < 250$ km $1.1 \times 10^{-4}$

#### FER

不推荐任何目标。

#### FLR

不推荐任何目标。

#### 4 可用性目标的计算

为导出实际链路的目标, 本节示出将本建议书应用于实际链路的一些例子。

在下面的计算中, 假定一年相当于525 960 min。

## 4.1 国际部分

### 案例1：长度30 km

该长度短于 $L_{min}=50$  km，所以使用 $L_{link}=50$ km的数值。

$$PEA = \left(1 - \left(B_1 \frac{L_{link}}{L_R} + C_1\right)\right) * 100 = \left(1 - \left(1.9 \times 10^{-4} \frac{50}{250} + 1.1 \times 10^{-4}\right)\right) * 100 = 99.985$$

这些数值相当于不可用时间为78 分钟/年。

### 案例2：长度80 km

该长度在50-250 km范围内，所以：

$$PEA = \left(1 - \left(B_1 \frac{L_{link}}{L_R} + C_1\right)\right) = 1 - \left(1.9 \times 10^{-4} \frac{80}{250} + 1.1 \times 10^{-4}\right) * 100 = 99.983$$

这些值相当于可用比例为99.983%（不可用时间为90 分钟/年）。

## 4.2 国内部分

### 案例1：在接入部分中，长度30 km

该长度短于 $L_{min}=50$ km，所以使用 $L_{link}=50$ km的数值。

$$PEA = \left(1 - \left(B_5 \frac{L_{link}}{L_R} + C_5\right)\right) = 1 - \left(0 \frac{50}{250} + 5 \times 10^{-4}\right) * 100 = 99.95$$

这些值相当于可用比例为99.95%（不可用时间263 分钟/年）。

## 附件3

### 分组与非分组基础上参数之间的关系

#### 背景

为对链接进行正确规划，需了解淡入边际或满足阈值条件绝对级别的知识。

而对于PDH/SDH情况，有一个非常统一的测量基准，且基于分组的信号阈值并未得到广泛应用。

表3、4和5针对不同的调制和不同的以太网分组长度，显示了PDH和以太网参数之间比较测量的范例。

在参考系统中（见表3），会报告完整的措施；在其他调整中，未报告无重大偏差的措施。

- 使用实验室中的模拟链路对现代18 GHz设备进行测试。
- 设备允许传输混合信号（PDH +以太网），其中，在每次测试期间，均可手动进行调制，固定一个可能的状态。



- 参考流：56 MHz信道中的（2 150 Mbit / s以太网+ 2 Mbit / s 256 QAM的PDH）。
- BER范围为 $1.7 \times 10^{-7}$ 至 $1.0 \times 10^{-3}$ 时，PRx电平变化 $\leq 0.6$  dB。

表3

## PDH/以太网参数 - 256 QAM

PDH				以太网			
误码率	电表皮阻力	严重误码秒	不可用性	电表皮阻力	流量 (=FER <sup>(1)</sup> )	严重误码秒	分组长度 (字节)
$1.7 \times 10^{-7}$	20%	0	-	35%	$1.7 \times 10^{-5}$	0	64
$2 \times 10^{-7}$	23%	0	-	40%	$3 \times 10^{-5}$	0	256
$1.7 \times 10^{-7}$	14%	0	-	34%	$2.7 \times 10^{-5}$	0	1024
$1.7 \times 10^{-7}$	17%	0	-	34%	$3.6 \times 10^{-5}$	0	1522
$1.0 \times 10^{-6}$	80%	0	-	94%	$1.3 \times 10^{-4}$	0	64
$1.0 \times 10^{-6}$	80%	0	-	94%	$1.6 \times 10^{-4}$	0	256
$1.0 \times 10^{-6}$	80%	0	-	94%	$2.2 \times 10^{-4}$	0	1024
$1.0 \times 10^{-6}$	80%	0	-	94%	$2.4 \times 10^{-4}$	0	1522
$1.0 \times 10^{-5}$	100%	0	-	100%	$1.1 \times 10^{-3}$	0	64
$1.0 \times 10^{-5}$	100%	0	-	100%	$1.6 \times 10^{-3}$	0	256
$1.0 \times 10^{-5}$	100%	0	-	100%	$2 \times 10^{-3}$	0	1024
$1.0 \times 10^{-5}$	100%	0	-	100%	$2.2 \times 10^{-3}$	0	1522
$1.0 \times 10^{-4}$	100%	$\approx 15\%$	-	100%	$1.2 \times 10^{-2}$	0	64
$1.0 \times 10^{-4}$	100%	$\approx 15\%$	-	100%	$1.2 \times 10^{-2}$	0	256
$1.0 \times 10^{-4}$	100%	$\approx 15\%$	-	100%	$2 \times 10^{-2}$	0	1024
$1.0 \times 10^{-4}$	100%	$\approx 15\%$	-	100%	$2.5 \times 10^{-2}$	0	1522
$1.0 \times 10^{-3}$	100%	100%	X <sup>(2)</sup>	100%	$1.1 \times 10^{-1}$	0	64
$1.0 \times 10^{-3}$	100%	100%	X <sup>(2)</sup>	100%	$1.3 \times 10^{-1}$	0	256
$1.0 \times 10^{-3}$	100%	100%	X <sup>(2)</sup>	100%	$1.7 \times 10^{-1}$	0	1024
$1.0 \times 10^{-3}$	100%	100%	X <sup>(2)</sup>	100%	$2 \times 10^{-1}$	0	1522

<sup>(1)</sup> 帧中的每个误码都会导致整个单元被丢弃。

<sup>(2)</sup> 如果情况持续10 s以上，由于系统进入不可用状态，读取ESR和SES将变得毫无意义。

表4

## PDH/以太网参数 – 16 QAM

PDH				以太网			
误码率	电表皮阻力	严重误码秒	不可用性	电表皮阻力	流量 (=FER <sup>(1)</sup> )	严重误码秒	分组长度 (字节)
$2.0 \times 10^{-6}$	90%	0	-	98%	$1.4 \times 10^{-4}$	0	64
$2.0 \times 10^{-6}$	90%	0	-	98%	$2.3 \times 10^{-4}$	0	1522
$1.0 \times 10^{-4}$	100%	0	-	100%	$9 \times 10^{-3}$	0	64
$1.0 \times 10^{-4}$	100%	0	-	100%	$2 \times 10^{-2}$	0	1522
$4.0 \times 10^{-4}$	100%	$\approx 15\%$	-	100%	$1.1 \times 10^{-1}$	0	64
$4.0 \times 10^{-4}$	100%	$\approx 15\%$	-	100%	$1.6 \times 10^{-1}$	0	1522
$1.0 \times 10^{-3}$	100%	100%	X <sup>(2)</sup>	100%	$1.1 \times 10^{-1}$	0	64
$1.0 \times 10^{-3}$	100%	100%	X <sup>(2)</sup>	100%	$2.5 \times 10^{-1}$	0	1522

<sup>(1)</sup> 帧中的每个误码都会导致整个单元被丢弃。

<sup>(2)</sup> 如果情况持续10秒以上，由于系统进入不可用状态，读取ESR和SES将变得毫无意义。

表5

## PDH/以太网参数 – 1024 QAM

PDH				以太网			
误码率	电表皮阻力	严重误码秒	不可用性	电表皮阻力	流量 (=FER <sup>(1)</sup> )	严重误码秒	分组长度 (字节)
$1.0 \times 10^{-6}$	90%	0	-	100%	$2 \times 10^{-4}$	0	64
$1.0 \times 10^{-6}$	90%	0	-	100%	$4 \times 10^{-4}$	0	1522
$1.0 \times 10^{-4}$	100%	0	-	100%	$9 \times 10^{-3}$	0	64
$1.0 \times 10^{-4}$	100%	0	-	100%	$2 \times 10^{-2}$	0	1522
$8.0 \times 10^{-4}$	100%	15%	-		$1.6 \times 10^{-1}$	0	64
$8.0 \times 10^{-4}$	100%	15%	-		$3 \times 10^{-1}$	0	1522
$1.0 \times 10^{-3}$	100%	100%	X <sup>(2)</sup>	100%	$1.1 \times 10^{-1}$	0	64
$1.0 \times 10^{-3}$	100%	100%	X <sup>(2)</sup>	100%	$2.3 \times 10^{-1}$	0	1522

<sup>(1)</sup> 帧中的每个误码都会导致整个单元被丢弃。

<sup>(2)</sup> 如果情况持续10秒以上，由于系统进入不可用状态，读取ESR和SES将变得毫无意义。

## 结论

测量表明，无论采用何种帧长度调制，相较于基于非分组的情况下检测到SES的电平，SES<sub>ETH</sub>都会在一个相对偏低（小数分贝）的可接收电平下发生。

由于当今设备中BER曲线的斜率很高，并且考虑到某些设备在此电平之前无法校准（当BER在 $10^{-4}$ 至 $10^{-6}$ 的数量级时），在使用实际情况下基于分组的阈值和用于非分组阈值水平的实际差异可忽略不计。

---