

ITU-R F.1668-1 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差错性能指标

(ITU-R 210/9 号研究课题)

(2004-2007 年)

范围

本建议书提供了关于在 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差错性能指标的最新资料。它是唯一的确定所有实际数字固定无线链路的差错性能指标的建议书。ITU-T G.821、ITU-R F.634、ITU-R F.696 和 ITU-R F.697 建议书规定了使用在 2002 年 12 月批准 ITU-T G.826 建议书以前所设计的设备的连接的性能事件和指标。本建议书替代 ITU-R F.1397 和 ITU-R F.1491 建议书。附件 1 给出了连接、通道、链路和跳的实例。附件 2 给出了根据 ITU-T G.826 建议书导出的差错性能事件的定义。附件 3 给出了计算差错性能参数的实例。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) ITU-T 已经在 ITU-T G.826 建议书¹和 ITU-T G.828 建议书²中分别规定了国际恒定比特率 (CBR) 数字通道及连接和国际 CBR 同步数字通道的差错性能参数和指标;
- b) ITU-T 已经在 ITU-T G.829 建议书中规定了同步数字系列 (SDH) 复用段和再生段的差错性能事件和块结构;
- c) 用于数字数据传输的任何实际通道的链路可以根据网络提供商的需要, 使用线性的和/或冗余的拓扑结构来实现;
- d) 为了便于正确地设计固定无线链路, 有必要规定实际数字无线电链路的性能指标;

¹ 对于使用在 ITU-T G.826 建议书 — 国际恒定比特率数字通道和连接的端到端差错性能参数和指标批准 (2002 年 12 月) 批准以前所设计的设备进行工作的低于一次群速率的连接, 不要求应用本建议书的要求。

² ITU-T G.826 建议书处理 PDH 通道和使用 2000 年 3 月 ITU-T G.828 建议书批准以前所设计的设备的那些 SDH 通道的性能问题。ITU-T G.828 建议书处理使用从 2000 年 3 月批准 ITU-T 建议书起及以后所设计的设备所构成的 SDH 通道的性能。

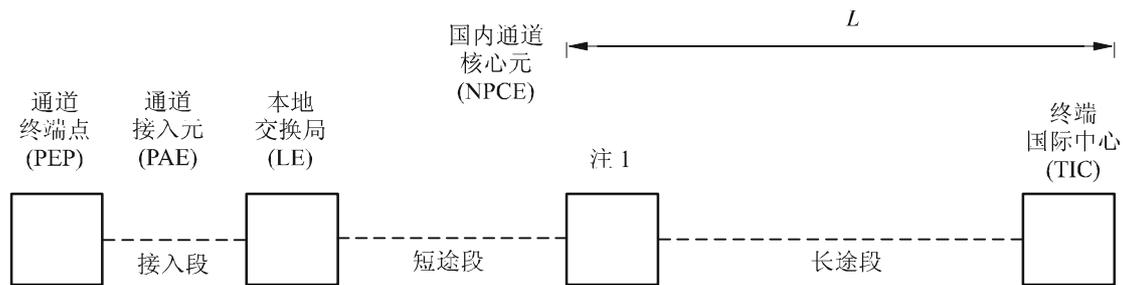
e) 为了应用本建议书, 可以把 27 500 km 的假设参考通道 (HRP) 或假设参考连接 (HRC) 的国内部分细分为三个基本的段 (见图 1)。

建议

1 在 27 500 km HRP 和 HRC 中所使用的长度为 L_{link} 的任何一条实际固定无线链路的每一方向上可以应用的差错性能指标 (EPO) 可以用公式 1 推导出来。并且对于依据 ITU-T G.828 建议书所设计的 SDH 系统, 使用表 1a 和表 1b 中列出的值, 而对于依据 ITU-T G.826 建议书设计的系统, 使用表 2a 和表 2b 中列出的值。

图 1

HRP 国内部分的基本段



注1 — 这一中心的位置随国家网络结构不同而变化, 这一中心可能与一级中心(PC)、二级中心(SC)或三级中心(TC)相一致, (见ITU-TG.801建议书)。

接入段: 接入网段, 包含通道终端点(PEP)和相应的本地接入交换中心/交叉连接器(LE)之间的连接。它相当于通道接入元(PAE)。

短途段: 短途局间网络段, 它包含本地接入交换中心/交叉连接器(LE)和PC、SC或TC(取决于网络结构)之间的连接。

长途段: 长途局间网络段, 它包含PC、SC或TIC(取决于网络结构)和相应的国际关口局(IG)之间的连接。

注2 — TIC、PAE 和 NPCE 的定义在 ITU-T M.1010 建议书中作了规定。

1668-01

用于将各指标换算到实际情况的 L_{link} 的下限为 $L_{min} = 50$ km。

$$EPO = B_j \times (L_{link} / L_R) + C_j \quad (1)$$

其中:

对于中间国, 当 $L_{min} \leq L_{link} \leq 1000$ km 时, 取 $j = 1$;

对于中间国, 当 $L_{link} > 1000$ km 时, 取 $j = 2$;

对于终端国, 当 $L_{min} \leq L_{link} \leq 500$ km 时, 取 $j = 3$;

对于终端国, 当 $L_{link} > 500$ km 时, 取 $j = 4$

按用途不同，EPO 用参数差错秒比（ESR）、严重差错秒比（SESR）和背景块差错比³（BBER）来代入。

L_R 是参考长度， $L_R = 2500$ km

B_R 是块配额比， $B_R = (0 < B_R \leq 1)$ ；

表 1a

依据 ITU-T G.828 建议书的中间国的 EPO 参数

参 数	比特率 (kbit/s)	$L_{min} \leq L_{link} \leq 1000$ km		$1000 \text{ km} < L_{link}$	
		B1	C1	B2	C2
ESR	1 664	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	5×10^{-4}	$2 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	2 240	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	5×10^{-4}	$2 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	6 848	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	5×10^{-4}	$2 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	48 960	$1 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	1×10^{-3}	$4 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	150 336	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	2×10^{-3}	$8 \times 10^{-4} \times B_R$
SESR	1 664-150 336	$1 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	1×10^{-4}	$4 \times 10^{-5} \times B_R$
BBER	1 664-48 960	$2.5 \times 10^{-6} (1 + B_R)$	0	2.5×10^{-6}	$1 \times 10^{-6} \times B_R$
BBER	150 336	$5 \times 10^{-6} (1 + B_R)$	0	5×10^{-6}	$2 \times 10^{-6} \times B_R$

表 1b

依据 ITU-T G.828 建议书的终端国的 EPO 参数

参 数	比特率 (kbit/s)	$L_{min} \leq L_{link} \leq 500$ km		$500 \text{ km} < L_{link}$	
		B3	C3	B4	C4
ESR	1 664	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	5×10^{-4}	$1 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	2 240	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	5×10^{-4}	$1 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	6 848	$5 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	5×10^{-4}	$1 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	48 960	$1 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	1×10^{-3}	$2 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	150 336	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	2×10^{-3}	$4 \times 10^{-4} \times B_R$
SESR	1 664-150 336	$1 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	1×10^{-4}	$2 \times 10^{-5} \times B_R$
BBER	1 664-48 960	$2.5 \times 10^{-6} (1 + B_R)$	0	2.5×10^{-6}	$5 \times 10^{-7} \times B_R$
BBER	150 336	$5 \times 10^{-6} (1 + B_R)$	0	5×10^{-6}	$1 \times 10^{-6} \times B_R$

³ BBER 参数仅适用于通道。

表 2a

依据 ITU-T G.826 建议书的中间国的 EPO 参数

参 数	比特率 (Mbit/s)	$L_{min} \leq L_{link} \leq 1\,000\text{ km}$		$1\,000\text{ km} < L_{link}$	
		B1	C1	B2	C2
ESR	<一次群速率	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	2×10^{-3}	$8 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	1.5-5	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	2×10^{-3}	$8 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	>5-15	$2.5 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	2.5×10^{-3}	$1 \times 10^{-3} \times B_R$
ESR	>15-55	$3.75 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	3.75×10^{-3}	$1.5 \times 10^{-3} \times B_R$
ESR	>55-160	$8 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	8×10^{-3}	$3.2 \times 10^{-3} \times B_R$
ESR	>160-400	不适用	不适用	不适用	不适用
SESR	≤ 400	$1 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	1×10^{-4}	$4 \times 10^{-5} \times B_R$
BBER	1.5-400	$1 \times 10^{-5} (1 + B_R)$	0	1×10^{-5}	$4 \times 10^{-6} \times B_R$

表 2b

依据 ITU-T G.826 建议书的终端国的 EPO 参数

参 数	比特率 (Mbit/s)	$L_{min} \leq L_{link} \leq 500\text{ km}$		$500\text{ km} < L_{link}$	
		B3	C3	B4	C4
ESR	<一次群速率	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	2×10^{-3}	$4 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	1.5-5	$2 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	2×10^{-3}	$4 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	>5-15	$2.5 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	2.5×10^{-3}	$5 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	>15-55	$3.75 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	3.75×10^{-3}	$7.5 \times 10^{-4} \times B_R$
ESR	>55-160	$8 \times 10^{-3} (1 + B_R)$	0	8×10^{-3}	$1.6 \times 10^{-3} \times B_R$
ESR	>160-400	不适用	不适用	不适用	不适用
SESR	≤ 400	$1 \times 10^{-4} (1 + B_R)$	0	1×10^{-4}	$2 \times 10^{-5} \times B_R$
BBER	1.5-400	$1 \times 10^{-5} (1 + B_R)$	0	1×10^{-5}	$2 \times 10^{-6} \times B_R$

2 对于 27 500 km HRP 和 HRC 的国内部分，接入段和短途段的 EPO 应该只使用在 ITU-T G.826 和 G.828 建议书中规定的块分配的份额，并且长途段应该使用基于距离的配额和固定的块分配配额的部分；

3 关于属于 HRP 和 HRC 的国内部分长途局间网络段的长度为 L_{link} 的任何实际固定无线链路的每一方向上适用的 EPO, 对于根据 ITU-T G.828 建议书设计的 SDH 系统, 应该应用表 3a 中的值, 而对于依据 ITU-T G.826 建议书设计的其它系统, 应该应用表 3b 中的值。将指标换算到实际情况所使用的 L_{link} 的下限为 $L_{min}=50$ km。

表 3a

属于 HRP 的国内部分长途局间网络段的依据 ITU-T G.828 建议书设计的实际 SDH 固定无线链路的 EPO

比特率 (Mbit/s)	1 664 (VC-11, TC-11)	2 240 (VC-12, TC-12)	6 848 (VC-2, TC-2)	48 960 (VC-3, TC-3)	150 336 (VC-4, TC-4)
ESR	$0.01 \times A$	$0.01 \times A$	$0.01 \times A$	$0.02 \times A$	$0.04 \times A$
SESR	$0.002 \times A$				
BBER	$5 \times 10^{-5} \times A$				$1 \times 10^{-4} \times A$

表 3b

属于 HRP 和 HRC 国内部分长途局间网络段的依据 ITU-T G.826 建议书的实际固定无线链路的 EPO

速率 (Mbit/s)	<一次群速率	1.5 至 5	>5 至 15	>15 至 55	>55 至 160	>160 至 400
ESR	$0.04 A$	$0.04 A$	$0.05 A$	$0.075 A$	$0.16 A$	不适用
SESR	$0.002 A$	$0.002 A$	$0.002 A$	$0.002 A$	$0.002 A$	$0.002 A$
BBER ⁽¹⁾	不适用	$2 A \times 10^{-4}$	$1 A \times 10^{-4}$			

⁽¹⁾ BBER 参数只可以应用于通道。

其中:

$$\text{对于 } 50 \text{ km} \leq L_{link} \leq 100 \text{ km} \quad A = (A_1 + 0.002) L_{link}/100$$

$$\text{对于 } L_{link} > 100 \text{ km} \quad A = A_1 + 2 \times 10^{-5} L_{link}$$

已经一致同意, 暂定 A_1 在 0.01 到 0.02 (1%到 2%) 的范围以内 (见注 3 和 4);

4 对于构成 HRP 和 HRC 国内部分的所有短途网络段的任何实际固定无线链路的每一方向上可以适用的 EPO, 对于依据 ITU-T G.828 建议书设计的 SDH 系统, 应该应用表 4a 中给出的值, 而对于依据 ITU-T G.826 建议书设计的其它系统, 应该应用表 4b 中给出的值。

表 4a

构成 HRP 和 HRC 国内部分的所有短途局间网络段的依据 ITU-T G.828 建议书设计的 SDH 固定无线链路的 EPO

比特率 (Mbit/s)	1 664 (VC-11, TC-11)	2 240 (VC-12, TC-12)	6 848 (VC-2, TC-2)	48 960 (VC-3, TC-3)	150 336 (VC-4, TC-4)
ESR	$0.01 \times B$	$0.01 \times B$	$0.01 \times B$	$0.02 \times B$	$0.04 \times B$
SESR	$0.002 \times B$				
BBER	$5 \times 10^{-5} \times B$				$1 \times 10^{-4} \times B$

表 4b

构成 HRP 和 HRC 国内部分的所有短途局间网络段的依据 ITU-T G.826 建议书设计的固定无线链路的 EPO

比特率 (Mbit/s)	<一次群速率	1.5 至 5	>5 至 15	>15 至 55	>55 至 160	>160 至 400
ESR	$0.04 B$	$0.04 B$	$0.05 B$	$0.075 B$	$0.16 B$	不适用
SESR	$0.002 B$	$0.002 B$	$0.002 B$	$0.002 B$	$0.002 B$	$0.002 B$
BBER	不适用	$2 B \times 10^{-4}$	$1 B \times 10^{-4}$			

已经一致同意， B 的值暂定为在 0.075 到 0.085（7.5%到 8.5%）的范围以内（见注 3 和 4）；

5 关于构成 HRP 和 HRC 国内部分所有接入段的任何实际固定无线链路每一方向上可以应用的 EPO，对于依据 ITU-T G.828 建议书设计的 SDH 系统，应该应用表 5a 中给出的值，而对于依据 ITU-T G.826 建议书设计的其它系统，应该应用表 5b 中给出的值。

表 5a

构成 HRP 国内部分的所有接入网段的依据 ITU-T G.828 建议书设计的 SDH 固定无线链路的 EPO（见注 6）

比特率 (Mbit/s)	1 664 (VC-11, TC-11)	2 240 (VC-12, TC-12)	6 848 (VC-2, TC-2)	48 960 (VC-3, TC-3)	150 336 (VC-4, TC-4)
ESR	$0.01 \times C$	$0.01 \times C$	$0.01 \times C$	$0.02 \times C$	$0.04 \times C$
SESR	$0.002 \times C$				
BBER	$5 \times 10^{-5} \times C$				$1 \times 10^{-4} \times C$

表 5b

构成 HRP 和 HRC 国内部分的所有接入网段的依据 ITU-T G.826 建议书设计的固定无线链路的 EPO (见注 6)

比特率 (Mbit/s)	<一次群速率	1.5 至 5	>5 至 15	>15 至 55	>55 至 160	>160 至 400
ESR	0.04 C	0.04 C	0.05 C	0.075 C	0.16 C	不适用
SESR	0.002 C	0.002 C	0.002 C	0.002 C	0.002 C	0.002 C
BBER	不适用	$2 C \times 10^{-4}$	$1 C \times 10^{-4}$			

已经同意, C 的值暂定在 0.075 到 0.085 (7.5%到 8.5%) 的范围之内 (见注 3 和 4);

6 为了评估建议 1 到建议 5 中的 EPO, 任何实际链路的各差错性能参数的定义如下:

- ESR 是在一固定的测量时间段期间的可用时间中, 差错秒 (ES) 事件数与总秒数之比;
- SSER 是在一固定的测量时间段期间的可用时间中, 严重差错秒 (SES) 事件数与总秒数之比;
- BBER 是在一固定的测量时间段期间的可用时间中, 背景块差错 (BBE) 事件数与总块数之比。总块数计数要排除在 SES 期间的所有块。

注 1 — EPO 仅在认为系统是在可用时间时才适用。ITU-T G.826 和 G.828 建议书的附件 A 规定了进入不可用状态和退出不可用状态的准则。

注 2 — 本建议书中给出的指标应该理解为在一个月的评估周期内要满足的长期指标。这里一个月应该理解为任何一个 28 到 31(典型值 30)个连续的 24 小时时间段的周期。任何一个月都必须符合这些指标(见 ITU-R P.581 建议书)。为了能够将在同一通道上由不同方所取得的测量结果进行比较, 所涉及的有关各方之间必须对性能评估周期的起始时间和持续期达成一致。

注 3 — 根据 ITU-T G.826 和 G.828 建议书中规定的国际 CBR 通道或连接的国内部分的配额, 百分数 $A_1\%+B\%+C\%$ 的总和不得超过 17.5%。

注 4 — 已经同意, $B\%+C\%$ 的暂定值在 15.5%到 16.5%的范围之内。

注 5 — 根据国内的网络结构不同, 各主管部门可以在无线通道国内部分的各段中重新分配 $A\%$ 、 $B\%$ 和 $C\%$ 的块配额。

注 6 — 实际链路定义为由分割得到的一通道或连接的一部分, 并且它是以它的实际长度 L_{link} 来表征的。

注 7 — 在不同的国家中, 有各种各样的接入网结构。若无线通道仅构成短途网段或接入网段的一部分, 则各主管部门可以自行将表 4a、4b、5a 和 5b 中给出的指标作为一个块配额适当地分配给构成短途网段或接入网段的各个网络元。

注 8 — 在多跳链路情况下，根据本建议书导出的各指标适用于整个链路（不管每一跳投入业务的日期和所涉及的独立运营商的数目如何）；将各指标分配给每一跳是网络运营商的职责。

注 9 — SDH 复用段和再生段的 ES、SES 和 BBE 事件以及块的结构在 ITU-T G.829 建议书中做了规定；而通道和连接的 ES、SES 和 BBE 事件以及块的结构在 ITU-T G.826 建议书的附件 A 中做了规定。

注 10 — 在表 1-5 中包含干扰和所有其它的性能变化源的效应。

注 11 — 在本建议书的上下文中，链路存在于段和/或通道连接中。

注 12 — 附件 1、2 和 3 可以用于应用本建议书的补充指导。

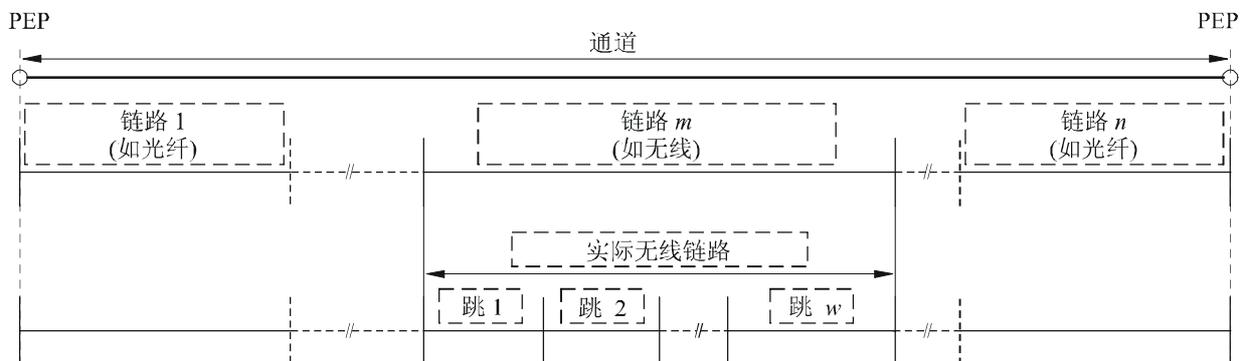
附 件 1

连接、通道、链路和跳的例子

本附件阐明了在本建议书正文中所使用的与连接有关的某些术语的含义。

ITU-T G.826 建议书给出了通道和连接的定义。图 2 给出了构成通道一部分的固定无线链路的一个例子。在图 2 中给出。

图 2
通道一部分的例子



附 件 2

关于不同的 SDH 固定无线链路结构的差错性能事件

1 引言

在固定无线链路中，链路终端点是由在该链路两侧的固定无线终端来代表的，它可以终结一个通道、复用段和再生段。根据 ITU-T G.783 建议书和 ITU-R F.750 建议书中给出的定义，所有的结构都是可能的。在本附件中的例子表示了 SDH 链路的主要实用结构和差错性能事件（ES、SES 和 BBE）的估计之间的关系。ITU-R F.750 建议书规定了在存在保护倒换情况下的固定无线专用的性能监视。

2 链路终端点是有和没有频率分集情况下的通道终端点

在两个链路终端点上，对分别处理高阶通道和低阶通道的 B3 和 V5 字节进行计算/评估。

差错性能事件在 ITU-T G.829 建议书中做了规定。

3 链路终端点是 SDH 复用段的端点

3.1 没有频率分集保护的一跳复用段

在链路的两个终端点上，对 B2 字节进行计算/评估，而 B3 和 V5 字节透明地通过链路终端点，不作任何修改。

差错性能事件在 ITU-T G.829 建议书中做了规定。将根据 ITU-T G.829 和 G.783 建议书用 B2 字节得到的相对差错性能参数与本建议书中所规定的指标进行比较，比较结果可以看作一个评估。精确度取决于每一突发的差错数目。

3.2 一跳的有频率分集保护的复用段

被保护的段、即在保护倒换以外的段的差错性能监视功能取决于 SDH 固定无线保护倒换（RPS）功能方框的配置，RPS 的功能方框配置在 ITU-R F.750 建议书中做了描述。

在 ITU-R F.750 建议书中所定义的 C 型配置的情况下，在每一信道（即工作信道和保护信道）的两个链路终端点上，对 B1 字节进行计算/评估。在保护段以外的两个链路终端点上对 B2 字节进行计算/评估，所以，它直接给出了被保护段的性能。B3 和 V5 字节不加修改地透明地通过链路终端点。

ITU-T G.829 建议书对差错性能事件做出了定义。将根据 ITU-T G.829 和 G.783 建议书用 B2 字节所得到的相对差错性能参数与本建议书中规定的指标进行比较，比较结果可以视为性能评估。精确度取决于每一突发的差错数目。

在 ITU-R F.750 建议书中所定义的 B 型配置的情况下，在每一信道（即工作信道和保护信道）的两个链路终端点上，对 B1 和 B2 字节进行计算/评估。B3 和 V5 字节不加修正地透明通过链路终端点。

在这一情况下，对固定的无线保护段的质量而言，两种处理方式可能是有可能实现的：

- 第一种处理方法是借助于非侵入式的 B3 字节监视，分别在输入端和输出端上评估从被保护的固定无线段来的同步传送模块级别 (STM-N) 的信号的质量，并由该管理系统或一个管理系统给出其差别；
- 第二种处理方法是透明地通过起复用段 (MS) 作用的任何一个中间中继机的再生段开销的媒质专用字节向远端的终端机转发比特交插的奇偶校验 BIP-8，它是输入的差错块 (EB) 的相等效的信息。远端的终端机可以根据输出质量评估出其差别和直接给该管理系统或一个管理系统提供受保护的固定无线段的实际质量。

这一复用段串联连接的监视方法原则上是与 ITU-T G.707 和 G.783 建议书中所规定的高阶通道串联连接监视的方法相类似的，但是像 VC-4 通道开销的 N1 字节的监视那样，不需要奇偶校验恢复算法。关于实施保护倒换的固定无线段性能监视的更详尽的资料可以在 ITU-R F.750 建议书中找到。

4 链路终端点是 SDH 再生段 (RS) 的终端点

4.1 无频率分集保护的一跳再生段 (RS)

在两个链路终端点计算/评估 B1 字节，而 B2、B3 和 V5 字节不加修改地通过链路终端点。

差错性能事件在 ITU-T G.829 建议书中做了规定。

4.2 有频率分集保护倒换的 RS

正如在 ITU-R F.750 建议书中所描述的那样，被保护段，即保护倒换以外的段的差错性能监视功能性取决于 SDH RPS 功能方框的配置。

在每一信道（即工作信道和保护信道）的两个链路终端点上，对 B1 字节进行计算/评估，而 B2、B3 和 V5 字节不加修改地通过链路终端点。

应该使用 § 3.2 中所描述的基于非侵入式的 B2 字节监视或者借助于 RS 串联连接监视法来实现差错性能监视。

差错性能事件在 ITU-T G.829 建议书中做了规定。借助于根据 ITU-R F.750 建议书的前面两个方法之一所得到的相对差错性能参数值与本建议书的一致性需要进一步加以研究。

4.3 无频率分集保护的多跳 RS

在每一信道（即工作信道和保护信道）的两个链路终端点上对 B1 字节进行计算/评估，而 B2、B3 和 V5 字节不加修改地通过链路终端点。

差错性能事件在 ITU-T G.829 建议书中做了规定。可以使用 § 3.2 中所描述的另一方法对整个链路的质量进行评估。

5 链路终端点是前面各种情况的组合

只有对在两个链路终端点上终结的相关段才有可能评估差错性能事件。

附 件 3

计算差错性能参数 ESR、SESR 和 BBER 的例子

为了导出各个指标，本附件说明了将本建议书应用于实际链路的一些例子。

I 国际部分

假定是一个中间国。

链路长度 $L_{link}=105$ km。

假设 B_R 等于 1。

评估时间是一个月（30 天）。

例 1:

比特率：150 336 kbit/s（VC-4，TC-4），即指标依据 ITU-T G.828 建议书。

根据公式（1）和用从表 1a 来的 B1 和 C1 计算各指标。

$$ESR = 2 \times 10^{-3} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 168 \times 10^{-6} \quad \text{每月的 ES 数} = 435$$

$$SESR = 1 \times 10^{-4} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 84 \times 10^{-7} \quad \text{每月的 SES 数} = 22$$

$$BBER = 5 \times 10^{-6} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 4.2 \times 10^{-7} \quad \text{每月的 BBE 数} = 8709$$

例 2:

比特率：140 Mbit/s，即各指标依据 ITU-T G.826 建议书。

根据公式（1）并用从表 2a 来的 B1 和 C1 计算各指标。

$$ESR = 8 \times 10^{-3} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 672 \times 10^{-6} \quad \text{每月的 ES 数} = 1741$$

$$SESR = 1 \times 110^{-4} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 84 \times 10^{-7} \quad \text{每月的 SES 数} = 22$$

$$BBER = 1 \times 10^{-5} (1 + 1) \times 105/2500 + 0 = 8.4 \times 10^{-7} \quad \text{每月的 BBE 数} = 17418$$

例 3:

比特率: 64 kbit/s, 即指标依据 ITU-T G.826 建议书。

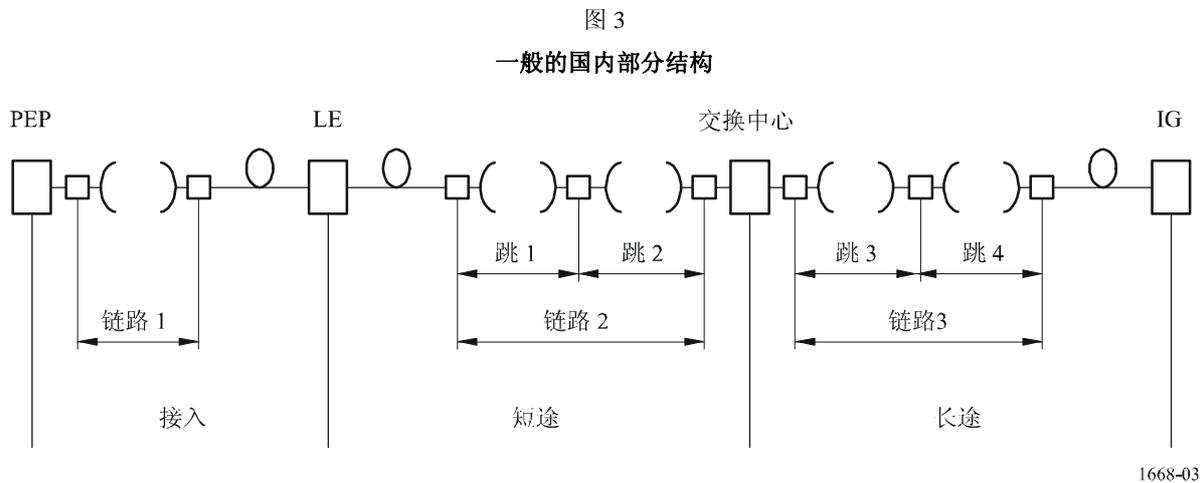
根据公式 (1) 和使用从表 2a 来的 B1 和 C1 计算各指标。

$$ESR = 2 \times 10^{-3} (1 + 1) \times 105 / 2500 + 0 = 168 \times 10^{-6} \quad \text{每月的 ES 数} = 436$$

$$SESR = 1 \times 10^{-4} (1 + 1) \times 105 / 2500 + 0 = 84 \times 10^{-7} \quad \text{每月的 SES 数} = 22$$

II 国内部分

下面的计算例子参照图 3 所示的一般的国内部分的结构。



例 4: 该网络的接入部分长 20 km, 并且它由一单一的链路构成:

链路 $L_1=20$ km

容量: 2 Mbit/s

在这一情况下, 指标是与长度无关的; 若 $C=0.075$ (见建议 5), 我们就得到:

$$ESR = 0.04 C = 3 \times 10^{-3} \quad (\text{等效于 } 7776 \text{ ES/月})$$

$$SESR = 0.002 C = 1.5 \times 10^{-4} \quad (\text{等效于 } 389 \text{ SES/月})$$

$$BBER = 2 \times 10^{-4} \times C = 1.5 \times 10^{-5} \quad (\text{等效于 } 77760 \text{ EB/月})$$

例 5: 网络的短途部分长 80 km, 并且它由单条链路构成:

链路 $L_2=80$ km

容量: 34 Mbit/s

在这一情况下, 指标是与长度无关的。若 $B=0.075$ (见建议 4), 我们就得到:

$$ESR = 0.075 B = 5.625 \times 10^{-3} \quad (\text{等效于 } 14580 \text{ ES/月})$$

$$SESR = 0.002 B = 1.5 \times 10^{-4} \quad (\text{等效于 } 389 \text{ SES/月})$$

$$BBER = 2 \times 10^{-4} \times B = 1.5 \times 10^{-5} \quad (\text{等效于 } 311040 \text{ EB/月})$$

例 6: 网络的长途部分的实际链路, 它使用在 2000 年 3 月采纳 ITU-T G.828 建议书以前, 依据 ITU-T G.826 建议书设计的设备 (见建议 3):

链路 $L_3=75$ km

SDH 传输速率: 同步传送模块 STM-1 (155.52 Mbit/s):

$$ESR = 0.16 A = 0.16 (A_1 + 0.002) \times 75/100$$

$$SESR = 0.002 A = 0.002 (A_1 + 0.002) \times 75/100$$

$$BBER = 0.0002 A = 0.0002 (A_1 + 0.002) \times 75/100$$

在这一情况下, 指标是与长度有关的; 表 6 表示出了最小限值和最大值 ($A_1=0.01$ 和 $A_1=0.02$):

表 6
指标的值

A_1 值	ESR	SESR	BBER
0.01	144×10^{-5} (= 3 733 ES/月)	18×10^{-6} (= 47 SES/月)	18×10^{-7} (= 37 324 EB/月)
0.02	264×10^{-5} (= 6 843 ES/月)	33×10^{-6} (= 86 SES/月)	33×10^{-7} (= 68 429 EB/月)

注 1 — 对于小数的结果, 已经使用取整到最接近的整数。

例 7: 网络的长途部分的实际电路, 使用 2000 年 3 月通过 ITU-T G.828 建议书以后设计的设备 (见建议 3):

链路 $L_3=75$ km

SDH 传输速率: 同步传送模块 STM-1 (155.52 Mbit/s):

$$ESR = 0.04 A = 0.04 (A_1 + 0.002) \times 75/100$$

$$SESR = 0.002 A = 0.002 (A_1 + 0.002) \times 75/100$$

$$BBER = 0.0001 A = 0.0001 (A_1 + 0.002) \times 75/100$$

在这一情况下, 指标与长度有关。表 7 表示出最小限值和最大值 ($A_1=0.01$ 和 $A_1=0.02$):

表 7
指标的值

A_1 值	ESR	SESR	BBER
0.01	36×10^{-5} (= 933 ES/月)	18×10^{-6} (= 47 SES/月)	9×10^{-7} (= 18 662 EB/月)
0.02	66×10^{-5} (= 1 711 ES/月)	33×10^{-6} (= 86 SES/月)	165×10^{-8} (= 34 214 EB/月)

注 1 — 对于分数的结果, 已经使用取整到最接近的整数。

例 8: 连接由网络的接入部分和网络的短途部分组成。接入部分由长度为 10 km 的单条链路 L_1 构成。短途部分由长度为 100 km 的单条链路 L_2 组成。

链路总长度= $L_1+L_2=110$ km

容量: 64 kbit/s。

在这一情况下, 指标与长度无关。若 $B+C=0.16$ (见建议 4 和建议 5 及注 4), 我们可得到:

$$ESR = 0.04 (B + C) = 6.4 \times 10^{-3} \text{ (等效于 16 589 ES/月)}$$

$$SESR = 0.002 (B + C) = 3.2 \times 10^{-4} \text{ (等效于 830 SES/月)}$$
