国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.827

(03/2000)

G系列: 传输系统和媒质、数字系统和网络

数字网 — 质量和可用性目标

一次群速率和一次群速率以上国际恒定比特率数字通道的通道单元的可用性参数和指标

ITU-T 建议书G.827

（前称“CCITT建议书”）

ITU-T G系列建议书

传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路	G.100-G.199
所有模拟载波传输系统共有的一般特性	G.200-G.299
金属线路上国际载波电话系统的各项特性	G.300-G.399
在无线接力或卫星链路上传输并与金属线路互连的国际载波电话系统的一般特性	G.400-G.449
无线电话和有线电话的协调	G.450-G.499
测试设备	G.500-G.599
传输媒质的特性	G.600-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
概述	G.800-G.809
数字网的设计指标	G.810-G.819
质量和可用性目标	**G.820-G.829**
网络能力和功能	G.830-G.839
SDH网络特性	G.840-G.849
传送网的管理	G.850-G.859
SDH无线电和卫星系统集成	G.860-G.869
光纤传送网	G.870-G.879
数字段和数字线路系统	G.900-G.999

如果需要进一步了解细目，请查阅*ITU-T*建议书清单。

ITU-T建议书G.827

一次群速率和一次群速率以上国际恒定比特率数字通道的通道单元的可用性参数和指标

摘　要

本建议书规定了用描述一次群速率或一次群速率以上国际恒定比特率数字通道的可用性性能的网络性能参数、指标和测试方法。性能指标是针对国际通道的特定单元而规范的。通道单元按其在通道中的位置和长度来分类。用以确定所期望的端到端性能的导则在附件A中提供，且取决于实际通道的拓扑结构。此外还提供了测量方法以便能采用取样技术来评估通道单元的性能。

来　源

ITU-T建议书G.827由ITU-T第13研究组(1997-2000年)修订，并按照WTSC第1号决议规定的程序于2000年3月10日批准。

关键词

可用性，可用性指标，可用性性能，可用性比率，两次数字通道中断之间的平均时间，中断强度，通道单元，不可用性比率。

前　　言

ITU(国际电信联盟)是联合国在电信领域内的专门机构。ITU-T(国际电信联盟电信标准化部门)是国际电信联盟(ITU)的常设机构。ITU-T负责研究技术的、操作的和资费的问题，并且为实现全世界电信标准化，就上述问题发布建议书。

每四年召开一次的世界电信标准化大会(WTSC)确定ITU-T各研究组的研究课题，然后由各研究组制定有关这些课题的建议书。

ITU-T的成员按照WTSC第1号决议拟定的程序批准建议书。

在ITU-T研究范围内的某些信息技术领域中使用的必要标准是与ISO和IEC共同编写的。

注

在本建议书中，“主管部门”一词是电信主管部门和经认可的运营机构的简称。

知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能需要使用已申明的知识产权。国际电联对有关已申明的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见，无论其是由国际电联成员还是由建议书制定过程之外的其他机构提出的。

到本建议书批准之日为止，国际电联尚未收到实施本建议书时可能需要的受专利保护的知识产权方面的通知。但是，本建议书实施者要注意，这可能不代表最新信息，因此最好查询TSB专利数据库。

© 国际电联 2004

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何形式或手段，电子的或机械的，包括影印和缩微胶卷等对本出版物的任一部分加以复制或使用。

目 录

页

1 引言 …… 1

1.1 目的 …… 1

1.2 范围 …… 1

2 参考文献 …… 2

3 缩略语 …… 2

4 通道、通道单元的定义和通道单元分类 …… 3

4.1 通道 …… 3

4.2 通道单元 …… 3

4.3 通道单元分类 …… 3

4.3.1 网络位置 …… 3

4.3.2 长度 …… 6

4.3.3 性能水平 …… 6

5 参数的定义 …… 6

5.1 概述 …… 6

5.2 可用性比率 …… 7

5.3 两次数字通道中断之间的平均时间 …… 7

6 可用性性能指标 …… 7

6.1 工作于一次群速率的通道单元 …… 8

6.1.1 可用性比率 …… 8

6.1.2 两次数字通道中断之间的平均时间 …… 9

6.2 工作于一次群速率以上的比特率的通道单元 …… 10

附件 A — 通道拓扑结构实例和端到端可用性性能的推导 …… 11

A.1 目的 …… 11

A.2 通道拓扑结构 …… 11

A.3 端到端不可用性 …… 12

A.3.1 线型拓扑结构 …… 12

A.3.2 冗余型拓扑结构 …… 13

A.4 端到端中断强度 …… 13

A.4.1 线型拓扑结构 …… 13

A.4.2 冗余型拓扑结构 …… 13

页

A.5 数值实例 …… 14

附件 B — 测量通道单元可用性性能的方法…… 14

B.1 目的 …… 14

B.2 测量方法 …… 14

B.3 取样评估规程 …… 15

ITU-T 建议书 G.827

一次群速率和一次群速率以上国际恒定比特率数字通道的通道单元的可用性参数和指标

1 引言

1.1 目的

本建议书的目的是为一次群速率或一次群速率以上国际恒定比特率数字通道的通道单元(PE)规定可用性参数和指标。本建议书应用于：

- 供传输网络规划者确定在网络中应采取的措施和行为(例如系统可靠性、维护组织、网络保护技术)；
- 供负责提供通道的组织确定为满足业务指标的质量须采取何种附加的端到端的行为(例如端到端保护转换)；
- 供提供构成国际数字通道的通道核心单元的网络运营机构保证可用性要求得以满足。

1.2 范围

本建议书适用于一次群速率或一次群速率以上国际恒定比特率数字通道。这些通道可基于准同步数字系列(PDH)、同步数字系列(SDH)或其他某些传送网，例如基于信元的传送网。本建议书是通用的，因为它规定的性能和指标与提供信道的物理传送网络无关。

考虑两种类型的通道：仅由国际部分组成的国际交换中心(ISC)之间的通道和延伸至ISC以外由国内和国际两部分组成的通道。这些通道分别称为“a”型和“b”型(见图1和图2)。本建议书规范了每一个这样的部分的可用性性能指标。

国内和国际部分二者均由多个通道单元组成。对于“b”型通道的国内部分，本建议书将这一部分视为整体来指定可用性参数和指标。将这些要求细分至构成此国内部分的相应的通道单元是网络运营机构的责任。对于这两种类型通道的国际部分，本建议书对构成国际部分的通道单元指定了可用性参数和指标。应注意，国际测量点位于ISC的国际侧。

一条国际数字通道的端到端可用性性能可由通道单元的构成排列及其相应的指标经计算得到。附件A给出了评估端到端可用性指标的导则。应注意，所要求的端到端性能规范与经计算所得的端到端性能相比较，可判为满足或不满足，这超出了本建议书的范围。此种规范可来源于与通道使用者的协定，也可能是另一单独建议书的主题。

在某些国家，网络可能分为若干部分，每部分由不同的网络运营机构负责经营。指标在这些部分之间的划分超出了本建议书的范围。

通道可用性的端到端指标是另一个当前还在制定中的建议书的主题。

2 参考文献

下列ITU-T建议书和其他参考文献的条款，通过在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时，所指出的版本是有效的。所有的建议书和其他参考文献都会被修订，使用本建议书的各方应探讨使用下列建议书或其他参考文献最新版本的可能性。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。

[1] ITU-T G.826(1999)，*Error performance parameters and objectives for international，constant bit rate digital paths at or above the primary rate.*

[2] ITU-T M.20(1992)，*Maintenance philosophy for telecommunication networks.*

[3] ITU-T M.1010(1988)，*Constitution and nomenclature of international leased circuits.*

3 缩略语

本建议书使用以下缩略语：

AR 可用性比率

CP 用户所在地

FS 边境站

IB 国际边界

ICPCE 国家间通道核心单元

IG 国际网关

IPCE 国际通道核心单元

ISC 国际交换中心

Mo 数字通道两次中断之间的平均时间

NPCE 国内通道核心单元

NPE 国内通道单元

OI 中断强度

PAE 通道接入单元

PDH 准同步数字系列

PE 通道单元

PEP 通道端点

PSE 通道转换单元

SDH 同步数字系列

SES 严重差错秒

SIE 短时中断事件

TIC　　终端国际中心

UR　　不可用性比率

4 通道、通道单元的定义和通道单元分类

4.1 通道

通道是负责将客户网络信息传送予以集成的一种传送实体。

通道由一通道端点(PEP)在两端予以终接。对于“a”型通道，PEP的准确位置须进一步研究，但应在ISC的国家侧。对于“b”型通道，PEP位于用户所在地(CP)。

4.2 通道单元

PE是由于可用性管理的需要而予以划分的通道的一部分。

注 — 在本建议书中，通道的划分基于地理因素而非结构等级的考虑。因此，PE视为通道的逻辑单元，该通道的边界无须在所考虑的通道的网络级别(即比特率)上。例如，在一2 Mbit/s的通道上，其国际边界在物理上可能仅在140 Mbit/s速率上。在这种情况下，国际边界的2 Mbit/s信号仅可采用附加的设备观察到，这种设备被动地分析嵌入的信号结构。但是，采用在支持通道的层上的机制仍可监视其可用性性能。

PE的物理实现和拓扑结构是每一网络运营机构的责任。

4.3 通道单元分类

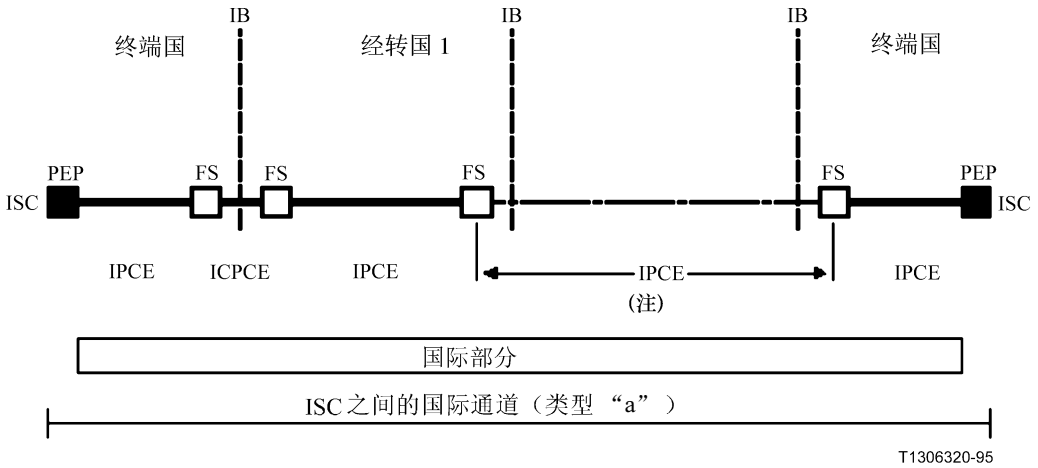
PE是按其在网络中的位置及其长度来分类。在可用性性能水平的基础上的进一步细分有待进一步研究。

4.3.1 网络位置

通道可能穿过网络的不同部分，每部分都具有差别很大的可用性性能特性。出于本建议书的目的，将其分为三种不同的部分：

- 国家间通道核心单元 (ICPCE)。
- 国际通道核心单元 (IPCE)。
- 国内通道单元 (NPE)。

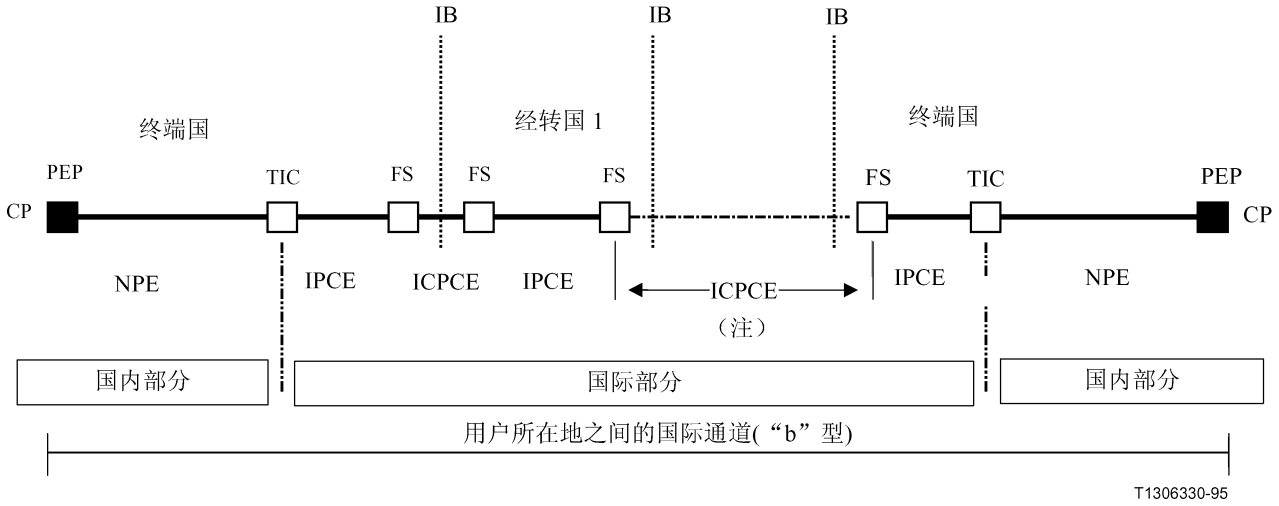
图1和图2显示了这些PE概念性位置。应注意，构成国内部分的NPE仅适用于“b”型通道。国际部分则由ICPCE和IPCE组合构成。



FS	边境界	IPCE	国际通道核心单元
IB	国际边界	ISC	国际交换中心
ICPCE	国家间通道核心单元	PEP	通道端点

注 — 此ICPCE跨越两个国际边界，且通常由一卫星或海缆传输系统所支持。

图1/G.827－SC之间的国际通道的各单元的概念性位置



CP	客户所在地	IPCE	国际通道核心单元
FS	边境站	NPE	国内通道单元
IB	国际边界	PEP	通道端点
ICPCE	国家间通道核心单元	TIC	终端国际中心

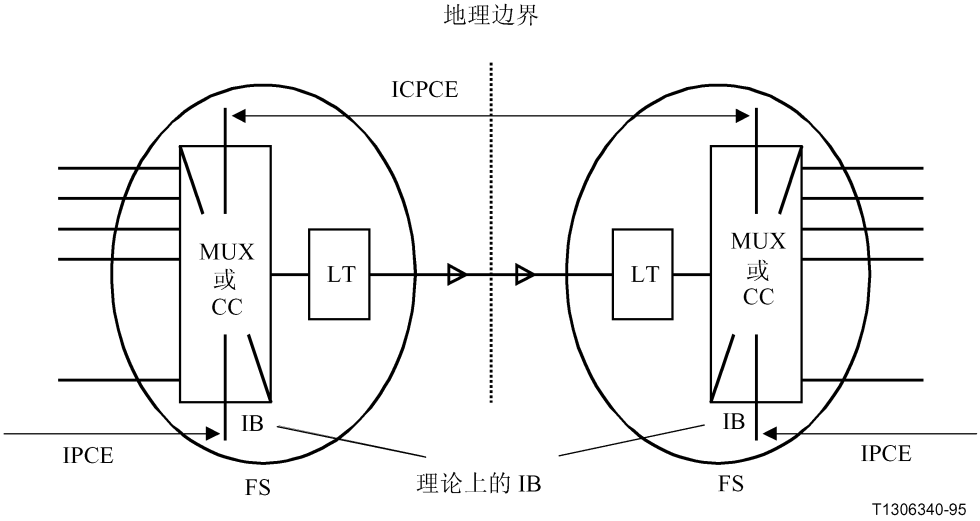
注 — 此 ICPCE 跨越两个国际边界，且典型地系由一卫星或海缆传输系统所支持。

图2/G.827－户所在地之间的国际通道的各单元的概念性位置

4.3.1.1 国家间通道核心单元

国家间通道核心单元(ICPCE)是在两个国家之间跨越地理边界的最高阶数字通道上携载的通道单元(PE)。ICPCE是不同国家网络之间的链路，视为子网。

此单元是由最高阶国家间通道可能在该处终接的边境站(FS)所界定的。当最高阶国家间通道未在FS终接时，则ICPCE是由支持国家间段的接入点所界定。图3中给出了ICPCE的一个实例。



CC	交叉连接	IPCE	国际通道核心单元
FS	边境站	LT	线路终端
IB	国际边界	MUX	复接器
ICPCE	国家间通道核心单元		

图3/G.827－家间通道核心单元的实例

ICPCE可能在一卫星上、陆地上或海缆传输系统上传送。当在卫星传输系统上传送时，则认为FS位于地球站。

4.3.1.2 国际通道核心单元

国际通道核心单元(IPCE)是在运营机构的核心网络中使用的通道单元。

此单元的边界取决于它的应用情况；对于经转国，此单元由两个边境站(FS)界定。对于终端国，此单元由国际网关(IG)和FS界定。特别是：

- 在“a”型通道中，此单元由ISC和FS界定；
- 在“b”型通道中，此单元由对应于国际部分端点的终端国际中心(TIC)界定。TIC 在ITU-T 建议书M.1010中定义。(应注意到ISC和 TIC可能在同一地点。)

4.3.1.3 国内通道单元

国内通道单元(NPE)是用于连接国际部分的终端国家中的PE而通道端点(PEP)仅适用于“b”型通道。尽管NPE包括通道接入单元(PAE)和国内通道核心单元(NPCE)，但本建议书仅提供适用于NPE的国内指标。将此要求细分至PAE和NPCE超出了本建议书的范围。

4.3.2 长度

PE长度类型按下述规则分类：

- $500.(i - 1) \leq L < 500.i$ 式中 $i = 1, 2, ..., 20$ (4-1)
- $L \geq 10\ 000$ km (4-2)

式(4-1)规定了20个长度分类，以每500 km为一档，范围从0到少于10 000 km。每一类都由变量“i”表示，在式(6-1)和式(6-2)中用它来确定长度为L的PE的可用性性能指标。长度大于或等于10 000 km的PE则由式(4-2)规范，相应的可用性性能指标则由式(6-1)和(6-2)。

除了在海缆上传送的PE以外，长度L是指实际路由长度，或空中路由长度乘以路由系数，取其最小值。对于在海缆上传送的PE，则采用实际路由长度。

路由系数规定如下：

- 空间路由长度小于1000 km时，路由系数为1.5。
- 空间路由长度在1000 km到1200 km之间时，计算的长度取为1500 km。
- 空间距离大于1200 km时，路由系数为1.25。

4.3.3 性能水平

性能水平的规范有待进一步研究。

5 参数的定义

5.1 概述

通道的每一个方向都能处于两种状态，即可用时间或不可用时间。确定两种状态之间的转换的判断准则如下所示。

不可用时间间隔开始于10个连续的严重差错秒(SES)事件的始发时刻。此10秒视为不可用时间的一部分。一个新的可用时间间隔始于10个连续的非严重差错秒事件的始发时刻(非SES事件是ES但不是SES的一秒或是无差错秒)。此10秒视为可用时间的一部分。SES的定义见ITU-T建议书G.826。图4说明了这两种可用性状态之间的转换。

当两个方向均为可用时，并仅在此时，通道才是可用的。

注 — 通道进入不可用状态只须任意一个方向为不可用。这样，若两个方向遭受了有重叠的连续的SES事件而任一方向都未变为不可用，则在通道级的组合时间间隔虽大于10秒，但通道仍处于可用状态。

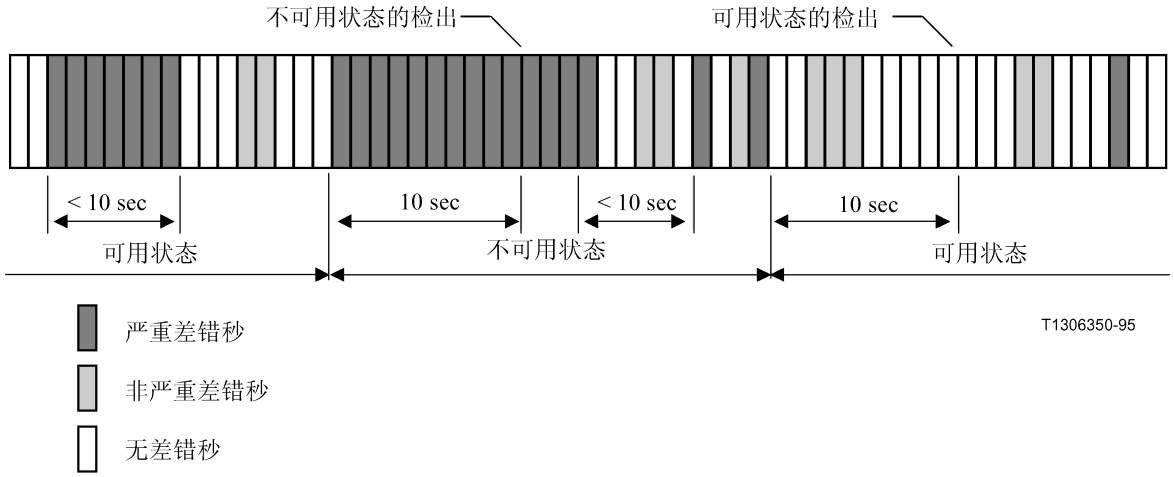


图4/G.827－可用性状态之间的转换

在本建议书中，给出了两种可用性性能参数、可用性比率和两次数字通道中断之间的平均时间的性能指标，它们适用于所有的PE分类。

5.2 可用性比率

可用性比率，AR，定义为一个PE在观察周期内处于可用状态的时间所占的比例。AR可计算如下，即将观察周期内总的可用时间除以观察周期的时间长度。

与AR相反，不可用性比率，UR，定义为一个PE在观察周期内处于不可用状态的时间所占的比例。UR可计算如下，即将观察周期内总的不可用时间除以观察周期的时间长度。

两种比率均可用于设计、测量和维护。二者之间的关系可由下式表示：

$$AR + UR = 1 \qquad (5\text{-}1)$$

5.3 两次数字通道中断之间的平均时间

对于数字通道部分，两次数字通道中断之间的平均时间，Mo，定义为该部分为可用时的任意连续时间间隔的时间长度，规划的可用时间的相继的时间间隔是相继连续的。

Mo参数，或Mo的倒数，定义为中断强度(OI)，可用于设计、测量和维护。二者的关系可由下式表示：

$$\mathrm{Mo} = 1/\mathrm{OI} \qquad (5\text{-}2)$$

注 — 不可用性事件广义来说可分为自愈和非自愈。一般地，自愈事件引起的中断限定于时间长度仅几分钟，通常是所有中断中的多数，而非自愈时间引起的中断时间较长。当按ITU-T M.20中的原则，出于维护的目的而分析中断时，将事件这样分类是有用的。

6 可用性性能指标

本节描述各类PE的可用性性能指标。PE的性能指标是根据固定的块配额加上距离的配额推导出来的。采用附件A中的导则，可由这些指标计算出一条国际通道的端到端性能。为便于端到端性能的推导，附件A的公式中使用了UR和OI。

规范了两类指标：

- 平均值，即一个国家内给定类别的所有PE的集平均；
- 最坏值，即单位PE可接受的最小值。

指标适用于一年的观测周期(连续365天)，采用24小时为单位的滑动窗口。附件B给出了如何对PE的性能进行测量的导则。

指标拟用于以下目的：

- 网络设计/规划

  平均值和最坏值指标对于网络设计/规划目的都是适用的。

- 运行指标

  最坏值指标适用于运行的目的，且适用于每一个单位的PE。测试和达到这些指标是每一个网络运营机构的责任。应注意，对构成不同运营机构网络的PE进行测试的责任有待进一步研究。

  用于运行的目的的平均值指标有待进一步研究。

为了满足这些要求，可能要采用更严格的数值用于设计。

运行于本建议书所概括的各类比特率的数字通道是由运行于同等或较高比特率上的传输系统(数字段)携载的。这样的系统必须满足为预见可被携载的最高比特率通道所分配的指标。满足为最高比特率通道所分配的指标应是以保证通过此系统的所有通道达到它们的指标。例如，在SDH中，一个STM-1段可能携载一个VC-4通道，因此STM-1应设计成这样，即它应保证本建议书规定的对应于VC-4通道的比特率的指标得以满足。

注 — 本建议书中的指标是分配至一国际通道的各PE的。上例中，若STM-1段不形成完整的PE，则相应的PE的配额应再细分以确定数字段的相应配额，这超出了本建议书的范围。

6.1 工作于一次群速率的通道单元

6.1.1 可用性比率

AR只由以下各式确定：

$$AR_j = \begin{cases} 1-\left(b_{jn}+i\cdot x_{jn}\right) & \text{for L} < 2\,500\text{ km} \\ 1-\left(b_{jn}+(i-5)\cdot x_{jn}\right) & \text{for } 2\,500\text{ km} \le \text{L} < 7\,500\text{ km} \\ 1-\left(b_{jn}+(i-15)\cdot x_{jn}\right) & \text{for } 7\,500\text{ km} \le \text{L} < 10\,000\text{ km} \\ 1-\left(b_{jn}+21\cdot x_{jn}\right) & \text{for L} \ge 10\,000\text{ km} \end{cases} \tag{6-1}$$

式中：

j = {NPE，IPCE，ICPCE}

b_{jn} = 类型为j，长度范围为n的PE的块容许值

i = 长度分类(见公式4-1)

x_{jn} = 类型为j，长度范围为n的PE的基于距离的容许值

b_{jn}和x_{jn}的数值见表1和表2。

表1/G.827－可用性比率计算($\times 10^{-4}$)，平均值

	L < 2 500 km		2 500 km ≤ L < 7 500 km		L ≥ 7 500 km	
PE类型	b_{j1}	x_{j1}	b_{j2}	x_{j2}	b_{j3}	x_{j3}
NPE	0	20	100	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
IPCE	0	15	75	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
ICPCE	0	20	100	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
注*1* — 卫星链路可用来构成PE之一或PE的组合。卫星链路的平均AR指标有待进一步研究。 注*2* — 大于10 000 km的PE的指标由式(6-1)限定。						

表2/G.827－可用性比率计算($\times 10^{-4}$)，最坏值

	L < 2 500 km		2 500 km ≤ L < 7 500 km		L ≥ 7 500 km	
PE类型	b_{j1}	x_{j1}	b_{j2}	x_{j2}	b_{j3}	x_{j3}
NPE	52	47	287	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
IPCE	40	35	215	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
ICPCE	52	47	287	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
注1 — 卫星链路可用来构成PE之一或PE的组合。卫星链路的最坏值AR指标有待进一步研究。 注2 — 大于10 000 km的PE的指标由式(6-1)限定。						

6.1.2 两次数字通道中断之间的平均时间

Mo指标由以下各式确定：

$$Mo_j = \begin{cases} 1/\left(b_{jn} + i \cdot x_{jn}\right) & \text{for L} < 2\,500\,\text{km} \\ 1/\left(b_{jn} + (i-5) \cdot x_{jn}\right) & \text{for } 2500\,\text{km} \le \text{L} < 7\,500\,\text{km} \\ 1/\left(b_{jn} + (i-15) \cdot x_{jn}\right) & \text{for } 7500\,\text{km} \le \text{L} < 10\,000\,\text{km} \\ 1/\left(b_{jn} + 21 \cdot x_{jn}\right) & \text{for L} \ge 10\,000\,\text{km} \end{cases} \qquad (6\text{-}2)$$

式中：

j = {NPE, IPCE, ICPCE}

b_{jn} = 类型为j，长度范围为n的PE的块容许值

i = 长度分类(见公式4-1)

x_{jn} = 类型为j，长度范围为n的PE的基于距离的容许值

b_{jn}和x_{jn}的数值见表3和表4。

表3/G.827－两次数字通道中断之间的平均时间计算，平均值

	L < 2 500 km		2 500 km ≤ L < 7 500 km		L ≥ 7 500 km	
PE类型	b_{j1}	x_{j1}	b_{j2}	x_{j2}	b_{j3}	x_{j3}
NPE	57	42	267	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
IPCE	30	20	130	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
ICPCE	18	13	83	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
注1 — 卫星链路可用来构成PE之一或PE的组合。卫星链路的平均Mo指标有待进一步研究。 注2 — 大于10 000 km的PE的指标由式(6-2)限定。						

表4/G.827－两次数字通道中断之间的平均时间计算，最坏值

	L < 2 500 km		2 500 km ≤ L < 7 500 km		L ≥ 7 500 km	
PE类型	b_{j1}	x_{j1}	b_{j2}	x_{j2}	b_{j3}	x_{j3}
NPE	443	58	733	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
IPCE	222	27	357	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
ICPCE	130	20	230	有待进一步研究	有待进一步研究	有待进一步研究
注1 — 卫星链路可用来构成PE之一或PE的组合。卫星链路的最坏值Mo指标有待进一步研究。 注2 — 大于10 000 km的PE的指标由式(6-2)限定。						

6.2 工作于一次群速率以上的比特率的通道单元

有待进一步研究。

附 件 A

通道拓扑结构实例和端到端可用性性能的推导

A.1 目的

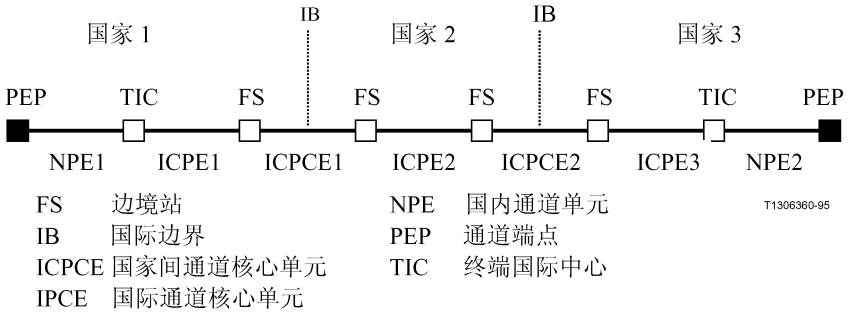
本附件的目的是以基本拓扑结构(线型和冗余型)为例提供从通道单元(PE)的性能计算端到端性能的导则。

某些情况下，经运营机构之间的协商将得出更复杂的拓扑结构，但此处给出的计算原则仍可适用。

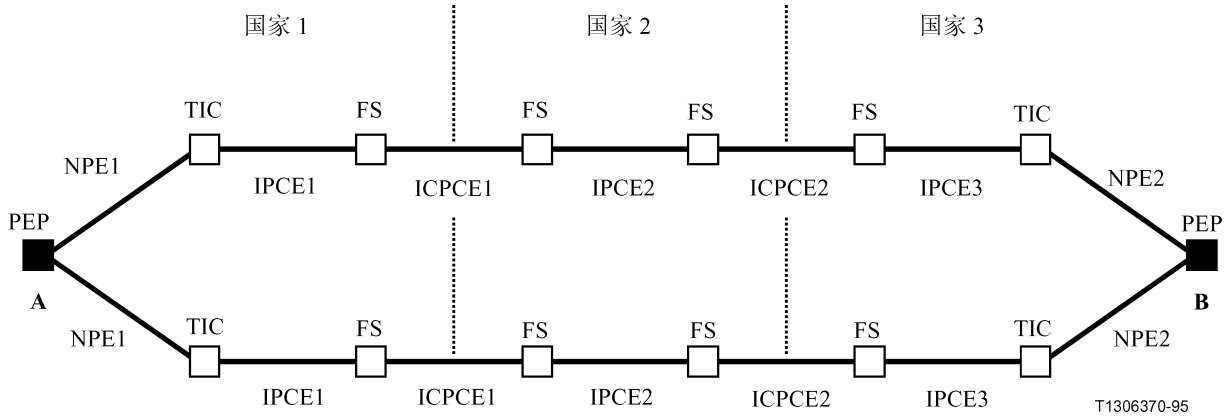
当前，尚未对端到端性能规定指标。这些指标正在研究中，将包括在随后的版本中。

A.2 通道拓扑结构

图A.1和图A.2给出了可采用本建议书所定义的PE可构成的基本通道拓扑结构。



图A.1/G.827－线型拓扑结构通道的实例



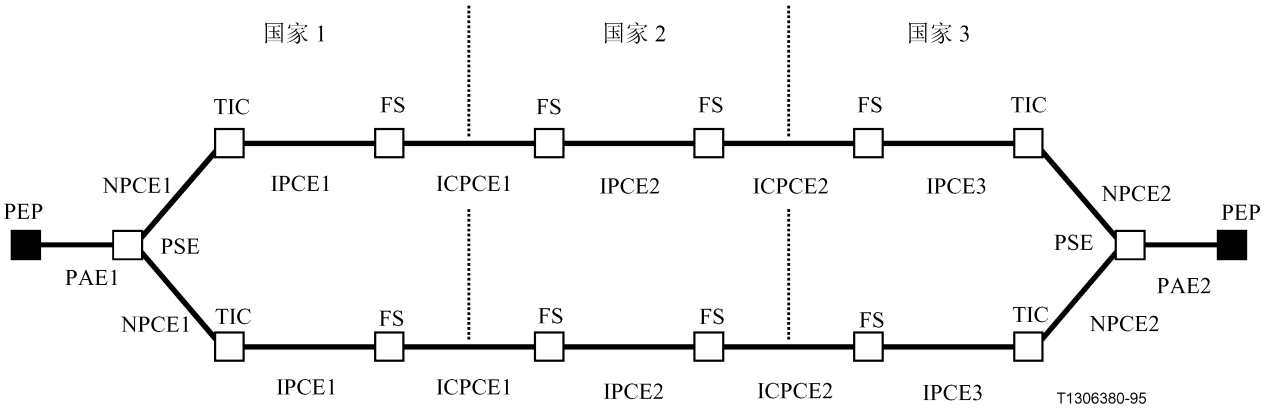
FS 边境站
IB 国际边界
ICPCE 国家间通道核心单元
IPCE 国际通道核心单元
NPE 国内通道单元
PEP 通道端点
TIC 终端国际中心

图A.2/G.827－冗余型拓扑结构通道的实例

从每一经转国和终端国的外部看，通道可采用线型拓扑结构构成。这在图A.1中示出。图A.2显示的情况则是有两个独立的链路通过所有的经转国和终端国而形成端到端。

假定在1：1的基础上，在接收端有转换装置。

将这些基本型予以组合，可构成更复杂的结构。图A.3给出了一个实例。



FS 边境站
IB 国际边界
ICPCE 国家间通道核心单元
IPCE 国际通道核心单元
NPCE 国内通道核心单元
PAE 通道接入单元
PEP 通道端点
PSE 通道交换单元
TIC 终端国际中心

图A.3/G.827－由线型和冗余型结构组成的通道实例

A.3 端到端不可用性

为了计算端到端性能，采用不可用性比率更为方便。

本节使用下述符号：

ur_{im}： PE的平均不可用性比率。

ur_{iw}： PE的最坏值不可用性比率。

UR_M： 通道的平均不可用性。

UR_W： 通道的最坏值不可用性。

A.3.1 线型拓扑结构

若一通道由N个在系列中使用的通道单元组成，如图A.1所示，则下述近似式可用来计算小数值的不可用性比率：

$$UR_M = \sum_i (ur_{im}) \tag{A-1}$$

$$UR_W = UR_M + \left\{ \sum_i (ur_{iw} - ur_{im})^2 \right\}^{1/2} \tag{A-2}$$

式(A-2)假定各PE的可用性比率服从正态分布。

A.3.2 冗余型拓扑结构

在采用两个并联通道和每端一个保护开关(每个传输方向一个)的冗余型结构中，在图A.2中的A、B两点的受保护的通道的可用性为：

$$UR_{AB} \approx UR_1 \times UR_2 + UR_S \tag{A-3}$$

式中UR_1和UR_2为并联通道的不可用性比率，UR_S为保护开关(一个方向)的不可用性。

A.3.2.1 平均值

用按照式(A-1)计算所得的平均值代入式(A-3)中的UR_1和UR_2，则得UR_{AB}的平均值：

$$UR_{M(AB)} = UR_{1M} \times UR_{2M} + UR_S \tag{A-4}$$

A.3.2.2 最坏值

用按照式(A-2)计算所得的最坏值代入式(A-3)中的UR_1和UR_2，则得UR_{AB}的最坏值：

$$UR_{W(AB)} \le UR_{1W} \times UR_{2W} + UR_S \tag{A-5}$$

A.4 端到端中断强度

为了计算端到端性能，采用中断强度参数更为方便。

本节对于中断强度使用下述符号：

i_{jm}： PE的平均中断强度。

i_{jw}： PE的最坏值中断强度。

I_M： 通道的平均中断强度。

I_W： 通道的最坏值中断强度。

A.4.1 线型拓扑结构

若一个通道由串联的N个PE组成，如图A.1所示，则下述公式可用来推导端到端通道的平均值和最坏值中断强度：

$$I_M = \sum_j \left(i_{jm}\right) \tag{A-6}$$

$$I_W = I_M + \left\{\sum_j \left(i_{jw} - i_{jm}\right)^2\right\}^{1/2} \tag{A-7}$$

式(A-7)假定有关的各个PE的中断强度服从正态分布。

A.4.2 冗余型拓扑结构

在采用两个并联通道和每端一个保护开关(每个传输方向一个)的冗余型结构中，在图A.2中的A、B两点的受保护的通道的中断强度为：

$$I_{AB} \approx I_i \times UR_2 + I_2 \times UR_1 + I_S \tag{A-8}$$

式中I_1和I_2为并联通道的中断强度，I_S为开关的中断强度。

若要推导出I_{AB}的平均值，则应按式(A-6)计算出I_1和I_2的平均值。

若要推导出I_{AB}的最坏值，则应按式(A-7)计算出I_1和I_2的最坏值。代入式(A-8)中的I_1和I_2则可推导出I_{AB}最坏值的上限。

A.5 数值实例

有待进一步研究。

附 件 B

测量通道单元可用性性能的方法

B.1 目的

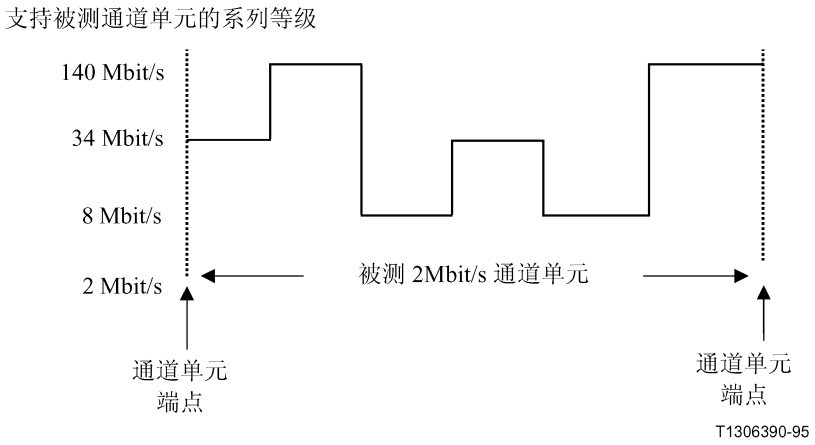
本附件给出了如何对通道单元(PE)的可用性性能进行测量的导则。本附件中规定的方法考虑到：

- PE是逻辑单元。
- 被测PE可能在较高比特率的通道或数字段上携载。
- 可能有数个工作于不同比特率上的数字段支持一个单个的PE。

B.2 测量方法

为了测试一个PE是否符合本建议书的要求，确认了以下三种方法作为导则。实际采用何种测量方法则是网络运营机构的责任。

- 在被测PE的端点，以被测通道的比特率进行测量。
- 在被测PE的端点，以高阶比特率进行测量，并假定以1：1的关系映射不可用性事件(对于图B.1中被测的2 Mbit/s通道，高阶通道为8 Mbit/s)。
- 也可这样来测量PE的性能，即PE的实际路由构成，从各构成部分测得的性能推导出PE的性能，并以1：1的关系映射不可用性事件。



图B.1/G.827－在高阶数字段上携载的通道单元的实例

B.3 取样评估规程

采用取样技术评估PE可用性性能的规程有待进一步研究。

ITU-T 建议书系列

A系列	ITU-T工作的组织
B系列	表述方式：定义、符号和分类
C系列	综合电信统计
D系列	一般资费原则
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
G系列	**传输系统和媒质、数字系统和网络**
H系列	视听及多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	电视、声音节目和其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	电缆和外部设备其他组件的结构、安装和保护
M系列	TMN和网络维护：国际传输系统、电话电路、电报、传真和租用电路
N系列	维护：国际声音节目和电视传输电路
O系列	测量设备技术规程
P系列	电话传输质量、电话安装及本地线路网络
Q系列	交换和信令
R系列	电报传输
S系列	电报业务终端设备
T系列	远程信息处理业务的终端设备
U系列	电报交换
V系列	电话网上的数据通信
X系列	数据网和开放系统通信
Y系列	全球信息基础设施和互联网的协议问题
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题

瑞士印刷
2005年，日内瓦