



国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.114

(05/2000)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路 —

关于一个完整国际电话连接的传输质量的一般建议书

单向传输时间

ITU-T 建议书G114

(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
一般定义	G.100-G.109
关于一个完整国际电话连接的传输质量的一般建议书	G.110-G.119
构成国际连接一部分的国内系统的一般特性	G.120-G.129
由国际电路和国内延伸电路组成的4线链路的一般特性	G.130-G.139
国际电路4线链路的一般特性；国际转接	G.140-G.149
国际电话电路和国内延伸电路的一般特性	G.150-G.159
与长途电话电路有关的设备	G.160-G.169
使用国际电话连接网的专用电路和连接的传输规划情况	G.170-G.179
传输系统的保护和修复	G.180-G.189
传输系统的软件工具	G.190-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
无线电话与线路电话的协调	G.450-G.499
终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
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。

单向传输时间

摘 要

本ITU-T建议书提供传输时间的技术要求,包括在具有适当回声控制的连接中由于设备处理时间造成的时延以及传播时延。考虑到时延已成为现代网中一个受限制的资源,本ITU-T建议书的意图是帮助网络运营者和传输计划者以及设备生产厂商控制时延(即使最好地控制了回声)对端到端话音传输质量的有害影响。要考虑其全程性能取决于用户或终端交互性的所有业务。

来 源

ITU-T 建议书G.114由ITU-T第12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5月18日批准。

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4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

ITU提请注意:本建议书的应用或实施可能需要使用已声明的知识产权。ITU对有关已声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ITU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,ITU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 2005

版权所有。未经ITU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的。

目 录

	页
1 引言	1
2 参考文献	1
3 端到端传输时间限值	2
4 传输时间分配	2
附件 A — 电路的时延估算	3
A.1 传输时间的规划值	5
A.2 国内延伸电路	5
A.3 国际电路	5
A.4 编解码器时延	6
A.4.1 受线路限制环境中的时延	6
A.4.2 移动和无线环境中的时延	6
A.4.3 在 IP 环境中的时延(一帧/每分组)	6
A.4.4 在 IP 环境中的时延(多帧/每分组)	6
A.5 由于 IP 时延变化缓冲器所产生的时延	7
附件 B — 对电话、电视电话和电视会议电路的长时延考虑	8
B.1 引言	8
B.2 长传输时延对用户的影响	8
B.2.1 回声抵消器的影响	8
B.2.2 时延对会谈动态特性的影响	9
B.2.3 时延和用户应用之间的相互关系	12
B.3 摘要和结论	14
附录 I — 由编码器相关处理导致的时延	15
附录 II — 参考资料	18

引言

对具有数字部分的连接来说，传输时间包括由于设备处理造成的时延以及传播时延，因此，两种时延可能是全程传输时间的重要组成部分。对使用信号处理而引起时延增加的电信设备的设计人员特别需要进行指导，包括由ATM、帧时延、VoIP等系统执行的分组化引起的时延以及编解码器有关的处理时延。

为了网络规划目的，历来认为400 ms 的值是一个有意义的限值，在这里语音传输性能将是规划的重点。该值原来不准备作为设备设计者的指导，这些设计者借助于他们设计中信号处理的数量经常能大大地影响传输时间。

对于全程性能取决于用户或终端交互性的任何应用，传输时间是一个很重要的参数。一些应用，如话音、话带数据、数字数据和电视电话，可能涉及用户任务或终端设备的特性，这些特性在它们对传输时延的敏感性方面有明显的差别。因为网络和业务提供者不能改变传输时间特性，也不能改变两个主管部门之间的传输媒质，所以作为对所有可能的用户任务和应用的响应，某些交互性较强的工作，甚至可以接受大约减少100 ms的时延。因此，关键问题是只有当透明业务从时延(传输时间)得到益处时才能把它看成是要特别谨慎使用的一个极其重要的资源。这特别适用于与信号处理有关的时延。

本ITU-T建议书打算帮助设备设计者和网络规划者在实现受用户欢迎的业务中，完成有多种应用的各种各样的任务。应该承认：所有可能的用户应用和网络结构并不都是可以预知的，并且某些用户应用和网络安排可以把处理时延和传播时间如此综合在一起，以使总的传输时间超过400 ms。

因此，本ITU-T建议书的明确目的是强调需要考虑时延对发展电信应用的影响，并指出，只要有可能就希望避免增加时延，尤其是处理时延。

单向传输时间

1 引言

对具有数字部分的连接来说，传输时间包括由于设备处理造成的时延以及传播时延，因此，两种时延可能是全程传输时间的重要组成部分。对使用信号处理而引起时延增加的电信设备的设计人员特别需要进行指导，包括由ATM、帧时延、VoIP等系统执行的分组化引起的时延以及编解码器有关的处理时延。

为了网络规划目的，历来认为400 ms 的值是一个有意义的限值，在这里语音传输性能将是规划的重点。该值原来不准备作为设备设计者的指导，这些设计者借助于他们设计中信号处理的数量经常能大大地影响传输时间。

对于全程性能取决于用户或终端交互性的任何应用，传输时间是一个很重要的参数。一些应用，如话音、话带数据、数字数据和电视电话，可能涉及用户任务或终端设备的特性，这些特性在它们对传输时延的敏感性方面有明显的差别。因为网络和业务提供者不能改变传输时间特性，也不能改变两个主管部门之间的传输媒质，所以作为对所有可能的用户任务和应用的响应，某些交互性较强的工作，甚至可以接受大约减少100 ms的时延。因此，关键问题是只有当透明业务从时延(传输时间)得到益处时才能把它看成是要特别谨慎使用的一个极其重要的资源。这特别适用于与信号处理有关的时延。

本ITU-T建议书打算帮助设备设计者和网络规划者在实现受用户欢迎的业务中，完成有多种应用的各种各样的任务。应该承认：所有可能的用户应用和网络结构并不都是可以预知的，并且某些用户应用和网络安排可以把处理时延和传播时间如此综合在一起，以使总的传输时间超过400 ms。

因此，本ITU-T建议书的明确目的是强调需要考虑时延对发展电信应用的影响，并需要指出，只要有可能就希望避免增加时延，尤其是处理时延。

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] CCITT Recommendation E.171 (1988), *International telephone routing plan*.
- [2] ITU-T Recommendation G.100 (1993), *Definitions used in Recommendations on general characteristics of international telephone connections and circuits*.
- [3] ITU-T Recommendation G.103 (1998), *Hypothetical reference connections*.
- [4] ITU-T Recommendation G.131 (1996), *Control of talker echo*.

- [5] ITU-T Recommendation G.165 (1993), *Echo cancellers*.
- [6] ITU-T Recommendation G.763 (1998), *Digital circuit multiplication equipment using G.726 ADPCM and digital speech interpolation*.
- [7] CCITT Recommendation G.764 (1990), *Voice packetization – Packetized voice protocols*.
- [8] ITU-T Recommendation G.766 (1996), *Facsimile demodulation/remodulation for digital circuit multiplication equipment*.
- [9] ITU-T Recommendation G.767 (1998), *Digital circuit multiplication equipment using 16 kbit/s LD-CELP, digital speech interpolation and facsimile demodulation/remodulation*.
- [10] CCITT Recommendation G.801 (1988), *Digital transmission models*.
- [11] CCITT Recommendation P.82 (1988), *Method for evaluation of service from the standpoint of speech transmission quality*.
- [12] ITU-T Recommendation Q.551 (1996), *Transmission characteristics of digital exchanges*.

3 端到端传输时间限值

考虑到上面几点，对于根据ITU-T建议书G.131[4]进行适当回声控制(见注1)的连接，其单向传输时间ITU-T建议了以下限值：

- 0~150 ms：对大多数用户应用来说是可接受的(见注2)。
- 150~ 400 ms：如果主管部门已注意到传输时间对用户应用传输质量的影响，则该传输时间是可以接受的(见注3)。
- 400 ms以上：对于一般网络规划的目的，该时间是不可接受的；但是，应该承认，在某些例外情况下(见注4)将超过该限值。

注1 — 为了得到可接受的传输质量，可能必须控制引入其它损伤(如语音削波和噪声对比)的回声控制设备的使用。

注2 — 对于150 ms以下的值，某些交互性强的语音和数据应用其质量可能会受到降低。因此，应阻止在传输时间比150 ms低得多的连接上增加处理时延，除非有透明的业务和应用好处。

注3 — 例如，对于会有多跳卫星的国际连接，400 ms以下的传输时间认为是可以接受的。

注4 — 这种例外的例子有不可避免的双跳卫星，用于恢复地面路由的卫星，固定卫星与数字蜂窝互连，卫星电路上的可视电话和很长的国际连接，其中有通过长的地面设施连接的两个数字蜂窝系统。

如果考虑在附件B中提供的信息，则可以更好地说明这里给出的建议限值。例如，语音质量测试结果指出：即使在完全没有回声的情况下，也有10%或10%以上的发话人会因400 ms的时延而感到谈话困难。当时延增加到超过这个值时，将进一步增加不可接受的连接，特别是对于交互性强的会话。然而，为了提供具有多种路由和重建能力的服务，作为例外情况，一些主管部门仍可以选择400 ms以上的时延。附件A中的数据就这样一种决定对服务质量的影响提供了指导。

4 传输时间分配

随着传输时间愈来愈变成现代数字网中的一个受限制的资源，重要的是要努力使由于引入新的有时延倾向技术而引起的传输时间的延长量减到最小。

这里建议的时延分配规则只适用于处理时间，并不包括总连接时延的传播时间部分。传播时间由距离和传输设备中信号的速度来确定，并只能由网络规划者按照一个很有限的方法进行控制。关键因素是地理上的距离，该距离在不同的国家内和不同的国家之间有很大差别。另外，实际上由于除了与性能有关的其它因素(例如经济、业务量考虑)往往在国际网和国内网中使用普遍用于路由多样性的例如卫星或无线链路设备来完成路由选择，这些设备需要提供大量的投资，并且多半不可能轻易地更换。

考虑以上几点，对于每个国内系统和传输话音信号国际连接(地面或卫星)的国际电路链，建议单向处理时间不大于50 ms。而当国际连接这三部分的任何一部分中的总处理时间应该保持在50 ms以下时，该处理时间通常大大小于这个值。例如，作为在ITU-T建议书G.801[10]中给出的典型连接(见图2/G.801[10])，与交换机、交叉连接、多路复用器等有关的总处理时间，对国内系统应该约为6 ms，而对国际链应该约为3 ms。应该注意：如果遇到包括低比特率编码器(例如，带有ITU-T建议书G.729A，8 kbit/s的低比特率的电路)的情况时，则对于当今的技术，可能会超过所建议的标准。

附件 A

电路的时延估算

当在本建议书的限值内编制一般的互连规划时，必须考虑国内延伸电路和国际电路两者的单向传输时间。电路和连接的传输时间是几个组成部分的总和；如电缆中的群时延和设备处理时间(如数字交换机，低比特率编码器)等。

表A.1中给出的和附录 I 中提供的关于由于编码器相关处理导致的时延的规划值可以用来估算可以组成电路或连接的各指定部件的总传输时间。

表A.1/G.114

传输或处理系统	增加的单向传输时间	备注
地面同轴电缆或无线接力系统：FDM 和数字传输	4 μs/km	考虑增音机和再生中继器中的时延
光纤电缆系统，数字传输	5 μs/km(注 1)	
海底同轴电缆系统	6 μs/km	
海底光纤系统		最坏情况
— 发送终端	13 ms	
— 接收终端	10 ms	
卫星系统		只通过空间传播(在地球站之间)
— 高度为 400 km	12 ms	
— 高度为 14 000 km	110 ms	
— 高度为 36 000 km	260 ms	
FDM 通路调制器或解调器	0.75 ms(注 2)	
PLMS(公用陆地移动系统)		
— 指标 40 ms	80~110 ms	

表A.1/G.114(完)

传输或处理系统	增加的单向传输时间	备注
H.260 系列视频编码器和译码器	进一步研究(注 3)	两个传输方向上 $\frac{1}{2}$ 传输时间之和的
DCME(ITU-T 建议书 G.763[6])每对：对于语音、VBD 和非再调制的 Fax	30 ms	
DCME(ITU-T 建议书 G.767)每对：对于语音、VBD 和非再调制的 Fax	30 ms	
DCME(ITU-T 建议书 G.766[8]与 G.763[6]或 G.767[9])每对： 再调制的 fax	200 ms	
PCME(建议书 G.764[7])每对： — 具有语音和非再调制的 VBD； — 具有再调制的 VBD。	35 ms 70 ms	
复用转换器	1.5 ms(注 4)	
数字转接交换机， 数字—数字	0.45 ms(注 5)	
数字本地交换机， 模拟—模拟	1.5 ms(注 5)	
数字本地交换机，模拟用户线—数字中继线	0.975 ms(注 5)	
数字本地交换机，数字用户线—数字中继线	0.825 ms(注 5)	
回声抵消器	0.5 ms(注 6)	
ATM(使用 AAL1 的 CBR)	6.0 ms(注 7)	
<p>注1 — 该值为暂时的，并将进一步研究。</p> <p>注2 — 这些数值考虑了在峰值语音能量的各频率附近的群时延失真，并考虑到中间的高次群复用以及直通连接设备的时延。</p> <p>注3 — 需要进一步研究。这些设备的时延通常不是常数，其范围根据实现情况而变化。目前实现情况的时延大约为几百毫秒，并将相当大的时延加到音频通路上以便声像吻合。鼓励制造者按照本ITU-T建议书减少其对传输时间的延长。</p> <p>注4 — 对于卫星数字通信，在复用转换设备位于地球站时，该数值可能增加至3.3 ms。</p> <p>注5 — 这些是平均值：决定于话务负荷，可以遇到较高的数值，例如不超过0.75 ms(1.950 ms、1.350 ms或1.250 ms)的概率为0.95。(详细情况见ITU-T建议书Q.551[12])。</p> <p>注6 — 这是对两个传输方向进行平均。</p> <p>注7 — 这是当64 kbit/s流完全填满信元时(每VC一个话音通路)64 kbit/s流的信元生成时延。在实际应用中，信元丢失检测和缓存等，会导致进一步的时延。其它一些时延可能适用于其它的AAL和信元映射安排，且有待进一步研究。</p>		

A.1 传输时间的规划值

暂时可以使用表A.1中的及附录 I 中关于编码器方面的传输时间规划值。

A.2 国内延伸电路

国内网的主要干线应该由高速低等待时间传输线路(通常不引出附加低比特率编码器)组成。在这些情况中,国际中心和国内网中离国际中心最远的用户之间的传输时间可以估算如下:

- a) 在纯模拟网中,传输时间将可能不会超过:

$$12 + (0.004 \times \text{以公里为单位的距离})\text{ms}$$

这里的系数0.004是基于假设:国内干线电路将经过高速设备(250 km/ms)选路。12 ms常数项是考虑到终端设备和国内网中可能存在一定数量的加感电缆(如3对通路转换设备加上约160 km的H88/36加感电缆)。对于一个中等大小的国家(见图5/G.103[3]),其单向传播时间将小于18 ms。

- b) 在模拟/数字混合网中,其传输时间一般可以由用于纯模拟网的公式来估算。但是,在某些不利的条件下,与纯模拟情况相比可能会出现时延的增加。特别是当数字交换机通过串接的PCM/FDM设备或复用转换设备与模拟传输系统相连接时,将出现这种情况。随着数字化程度的不断提高,传输时间将逐渐接近纯数字网情况。

- c) 在本地交换局之间的纯数字网中(如IDN),基于光纤系统的传输时间将可能不会超过:

$$3 + (0.005 \times \text{以公里为单位的距离})\text{ms}$$

3ms 常数项为一对PCM编码器和解码器以及5个数字交换机留出了余量。

注一 数值0.005是光纤系统的平均值;对于同轴电缆系统和无线接力系统可使用0.004。

- d) 在用户之间的纯数字网中(如ISDN),如果在2线本地用户线上使用突发型(时间压缩复用)传输,则上述c)的时延必须增加最多3.6 ms。

这些值不包括由PABX和专用子网(PBN)所引入的附加时延。

A.3 国际电路

国际电路将使用高速传输系统,如地面电缆或无线接力系统、海底电缆系统或卫星系统。可以使用表A.1的规划值。由于关于编解码器处理引出的时延,可以采用附录 I 中提供的值。

对于运行高度高的卫星通信系统的电路,其平均单向传输时间的数值使得在使用这些电路时,希望强加某些选路限制。这些限制的详细内容在ITU-T建议书E.171[1]中给出。

A.4 编解码器时延

现代语音编解码器处理称为帧的语音抽样的集合。每个输入语音抽样块处理为压缩帧。在编码器收集完输入块中的所有语音抽样前，不生成编码的语音帧。因此，在处理开始前有一个帧的时延，另外，许多编码器也视入前面的帧以提高压缩效率。本前视的长度称为编码器的前视时间。处理输入帧所要求的时间假设与帧的长度相等，因为，当编码器/解码器对(或多个编码器/解码器对在多重输入流上并行工作)完全使用现有处理能力时(均匀地分布在时间域中)，可以完成处理器资源的有效利用。因此，通过编码器/解码器对的时延通常假设为：

$$2 \times \text{帧长度} + \text{前视}$$

A.4.1 受线路限制环境中的时延

如果输出设备运行速率与语音编解码器相同(例如，8 kbit/s对于ITU-T G.729中的设备)，当对设备的压缩帧计时时，则引入时延的附加帧。因此，基于通常受线路限制系统中(即，PSTN)编解码器相关处理的最大时延为：

$$3 \times \text{帧长度} + \text{前视}$$

A.4.2 移动和无线环境中的时延

如果输出设备为移动网络或无绳设备，则由编码器输出的帧与受线路限制环境下的操作类似，但对于将压缩帧加入空中通道(再假设移动设备在与语音编解码器相同的速率下运行)时出现附加时延。因此，基于移动和无线系统中编解码器相关处理的最大时延为：

$$3 \times \text{帧长度} + \text{前视} + \text{空中接口成帧}$$

A.4.3 在IP环境中的时延(一帧/每分组)

如果输出设备为IP网络，由编码器输出的帧将立即进入IP分组。IP分组集所要求的附加时延及向下面的链路层的显示将取决于链路层。当链路层为LAN时(如以太网)，本附加时间将通常很小，因此，在IP系统中的基于编解码器相关处理的最小帧延为：

$$2 \times \text{帧长度} + \text{前视}$$

当链路层带有较低的时钟速率(例如调制解调器连接)或带有高业务量负载(如拥塞的LAN)时，附加时延将大幅度增加。为了以起码与编码器输入收集语音抽样同样的速率为传至设备的压缩帧计时，附加时延不应超过一帧长度。因此，在实时操作IP系统中的基于编解码器相关处理的最大时延为：

$$3 \times \text{帧长度} + \text{前视}$$

A.4.4 IP环境中的时延(多帧/每分组)

如果多个语音帧组成一个IP分组，语音信号时延增加。对加到IP分组的每个附加语音帧，本时延将至少为编码器上的额外语音帧的时长。因此，在IP系统中(多帧/每分组)的基于编解码器相关处理的最小帧延为：

$$(N+1) \times \text{帧长度} + \text{前视}$$

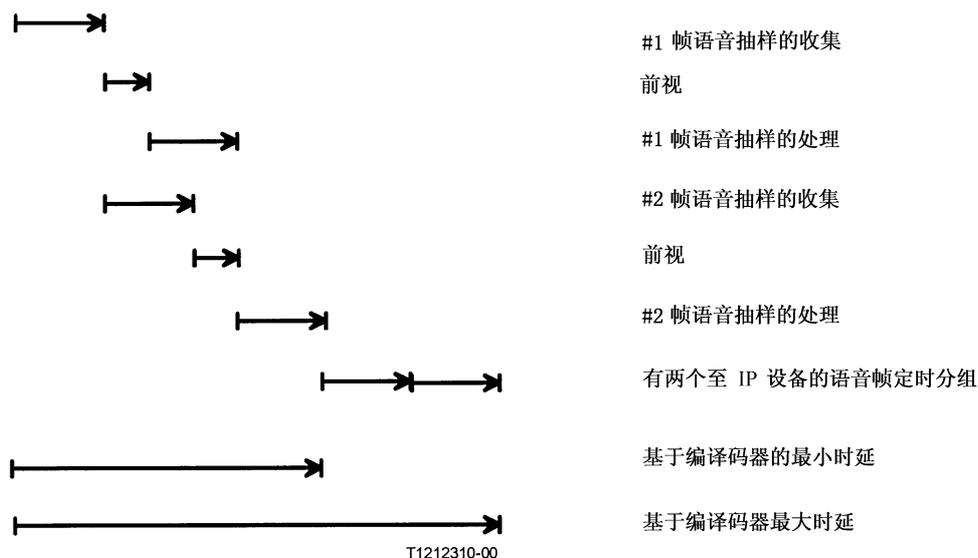
N为每分组中的帧数。

当链路层带有较低的时钟速率(例如调制解调器连接)或带有高业务量负载(如拥塞的LAN)时,在向设备运送分组时将出现附加时延。为了以起码与编码器输入收集语音抽样同样的速率为传至设备的压缩帧计时,在多帧/每分组的情况下,附加时延不应超过一个分组中包括的帧的长度。应注意,在本分组的所有语音帧可用之前,不能开始对至IP设备的分组进行定时,因此,在实时操作 IP系统中(多帧/每分组)的基于编解码器相关处理的最大时延为:

$$(2N+1) \times \text{帧长度} + \text{前视},$$

N为每分组中的帧数。

下图A.1给出N=2的例子:



图A.1/G.114-示例: 在N=2的IP环境中所有与编解码器相关的时延的构成

A.5 由于IP时延变化缓冲器所产生的时延

分组化传输系统在分组传送时间中显示可变的时延;这是由于承载相同电话谈话语音抽样的不同分组可经由网络中不同的路由进行传送。这在很大程度上取决于传输、排队或优先权的专门机理,其可以在此系统中实现。

已经通过分组化网络传输的分组收集在接收端的缓冲器中。本缓冲器起到重新安排分组的时间顺序的作用。如果分组的传送时间超过接收缓冲器的长度,则本分组对于本缓冲器的长度来讲“迟到”,并将被删除。于是,本分组承载的语音在解码过程中丢失。“分组丢失”影响语音传输质量。一种尽量减少这种情况的方法是接收缓冲器长度的动态适配。

长度适配的接收缓冲器通过下列填充控制其实际长度:

- 如果在缓冲器中一次的分组数增加,则缓冲器的长度也增加,且在缓冲器的输出,来自始发信号的短中断序列将省略以快速释放缓冲器;

- 如果在缓冲器中一次的分组数减少，则缓冲器的长度也减少，且在缓冲器的输出，短中断序列另外加入到始发信号中，以慢速释放缓冲器。

因此，在讲话者的嘴和听话者的耳之间存在端到端平均单向时延可变的值。清楚地将这种影响与只涉及网络内部处理的其他时延变化讨论区别开来是很重要的。端到端时延变化的影响如本小节所述，非常依赖取消和加入中断的长度，进一步的重点要放在动态适配过程的正确实施上，例如，将中断插入字节将比将中断插入中断序列更为起作用。

附件 B

对电话、电视电话和电视会议电路的长时延考虑

B.1 引言

包含海底电缆的国际连接(参见图1/G.103[3])可能约有170 ms的最大单向传输时延。

一跳卫星连接，甚至在具有一个中等长度的ISL(卫星间链路)的情况下，引入的单向传输时延也在400 ms的建议限值以内。但是，由于其他源中的数字信号处理(如TDMA、DSI、DCME、16 kbit/s和32 kbit/s及更低比特率编码、比特再生、分组交换等)可能增加时延成分的仔细分析表明，在某些情况下，可能超过对平均单向传输时间建议的400 ms限值。

根据回声控制技术中最新的技术进展并考虑到在某些目前设计的系统(如低比特率数字移动系统)中固定的处理时延可以达到几百毫秒的实际情况，了解在没有回声时时延对通信的影响是很重要的。本附件将论述这个问题。

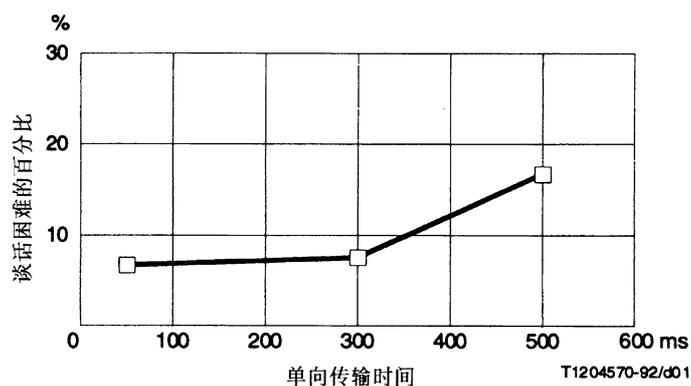
在送受话器两端假设有足够的声耦合损耗，则4线电路提供一个近似于无回声的连接。从长远观点来看，随着ISDN技术的扩展，希望增加使用4线电路。但是，在可预见的将来，仍有可能不同程度地存在2线电路和与其同时存在的混合连接以及引起回声的其它部分。因此，只要由回声抵消器模拟的回声通道的特性是线性的并且不随时间变化，或与回声抵消器的收敛速度相比只有缓慢的变化，就可以认为在卫星电路中使用先进的回声抵消器是当前克服回声问题的最有效方法。

下面提供了没有回声时，时延对通信质量影响的简要讨论。

B.2 长传输时延对用户的影响

B.2.1 回声抵消器的影响

为了确定回声抵消器在地面电路和卫星电路中的效果，在1987年使用符合ITU-T建议书G.165[5]的回声抵消器和基于附件A/P.82[1]的回叫访问程序完成了一系列的测试。其结果归纳在图B.1中，同时给出了困难百分比作为单向传输时间函数的一条曲线。取地面电路的单向时延值45 ms作为一个基准，并估算地面链路和卫星链路的时延值增加到300 ms和500 ms时的影响。



图B.1/G.114 — 电路中装有回声抵消器时，长单向传输时间对谈话困难度的影响

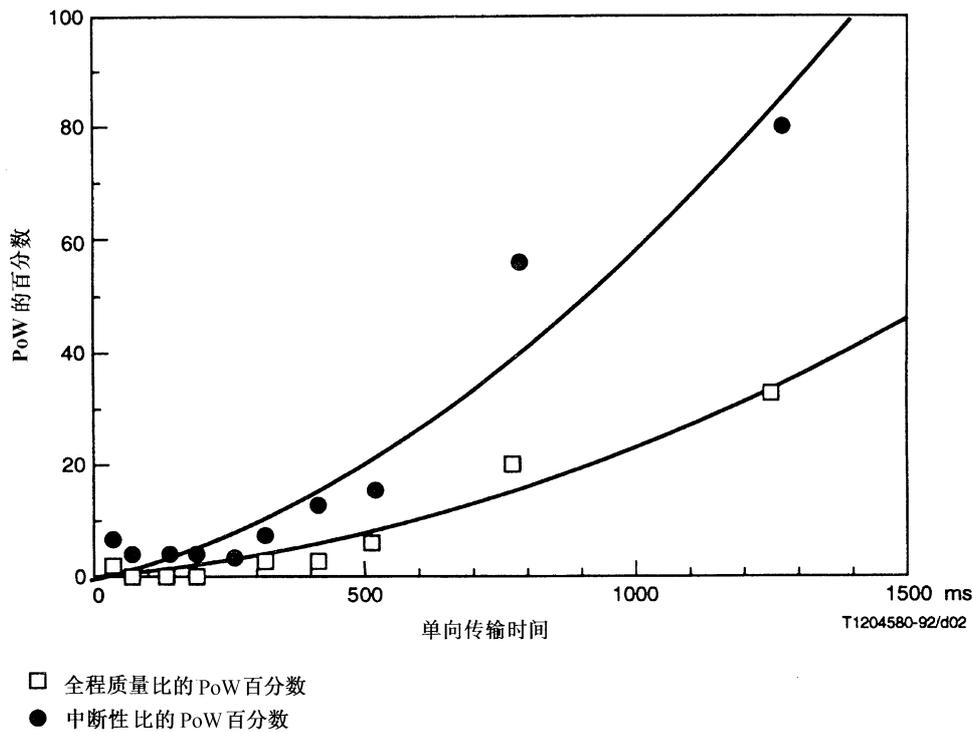
这些结果表明：时延在45 ms和300 ms之间得到的“困难百分数”的评分没有重大差别。在时延为500 ms时，困难百分数评分大约增加一倍(从7.3%~15.8%)，但该值仍比以前在装有回声抑制器电路上得到的超过60%的结果小得多。

上述结果支持这样的观点：只要使用符合ITU-T建议书G.165[5]技术要求的回声抵消器或具有相同性能的其他回声控制设备，则具有稍微大于400 ms时延的连接是可以接受的。

B.2.2 时延对会谈动态特性的影响

由某些主管部门提供的最新证据认为：由于会话动态特性损伤引起的性能劣化是很明显的，甚至低于400 ms的单向时延限值。当在主观实验中使用结构化的交互任务和选定的敏感性测量时，可以观察到这种影响。

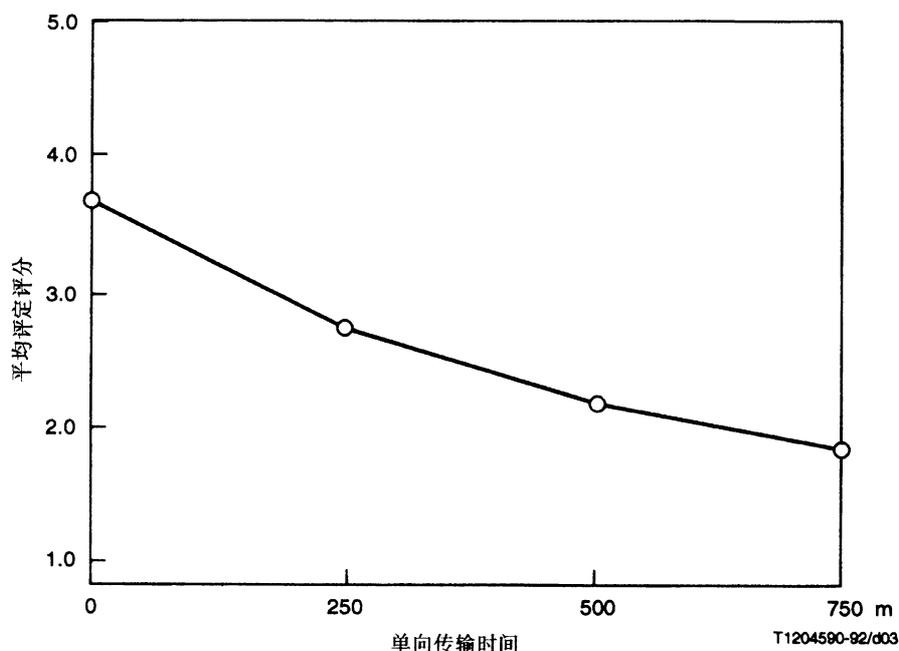
为了确定时延对在商业型环境中认为是重要的会话特性的影响，在1989年进行了一系列主观实验。已经开发了与会话时间动态特性的客观和主观测量有关的结构化的会话任务，并已在该实验中使用。主观测量包括对中断的容易程度、重复说话的必要性、合作者的注意力、反应能力和帮助情况进行评定。测试结果示于图B.2中。



图B.2/G.114- 全程质量和中断性的PoW的比较

计划用来评价纯时延对话音质量影响的主观测试已在1990年完成。该测试的设计是为了在中断性和质量方面得到对引入各种时延值的无回声电话电路的主观反应。结果指出：在被测时延范围内，即0~1000 ms的单向时延，长时延对平均评分没有很大地减小。另外、中断性的测量未表明与全程质量的偏差如图B.2中示出的那样大。然而，尽管测试人员并不总是碰到与时延有关的困难，但通过测试期间的观察和测试后与测试人员的交谈表明：在长时延下测试人员在通信时仍感到有某些实际的困难。

在1991年已完成了用于评价纯时延对由电话公司自愿参加试验的用户所用的电话连接影响的第2个主观测试。来自这些用户呼叫的路由是通过具有变化的时延值，即单向时延从0增加到750 ms的一个实验室。测试结果表明：具有(单向时延) 0 ms介入时延的呼叫被评为“好”；250 ms介入时延的呼叫被评为“中”；500 ms介入时延的呼叫被评为“劣”。这些结果示于图B.3中。



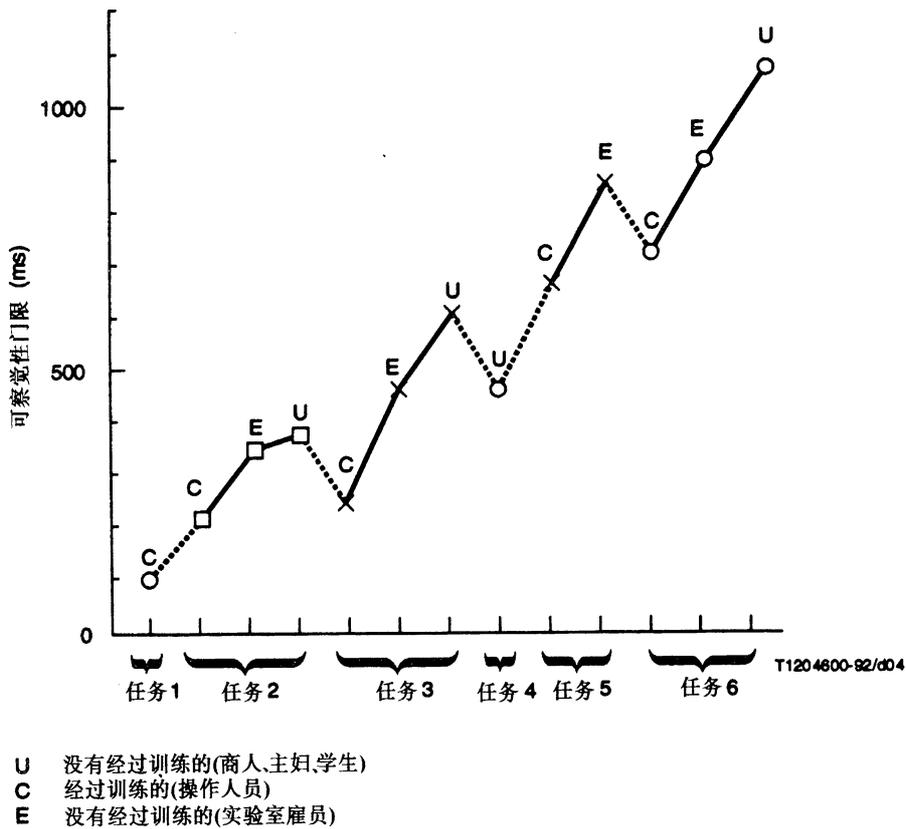
图B.3/G.114- 四种时延情况下的平均评定评分(MOS)

在同样时间帧中由不同主管部门描述了类似的试验。下述是提供结果的重要部分。

利用一个与会话效率有关的客观物理参数的组合来测量时延的影响。使用下面六个不同的会话模型(任务)来研究这个影响。

- 任务1: 尽可能快地依次读出随机数。
- 任务2: 尽可能快地依次核实随机数。
- 任务3: 尽可能快地通过交换信息完成带有丢失字母的字。
- 任务4: 尽可能快地核实城市名称。
- 任务5: 通过收到的口述信息确定一个图的形状。
- 任务6: 自由会话。

已经完成主观评定测试和时延可察觉门限。已得到平均评定评分(MOS)和会话效率。图B.4 示出各种会话任务的检出门限。这些结果表明: 作为时延变化函数的主观质量依赖于会话模型和接受测试的群体(经过训练、没经过训练)的情况。

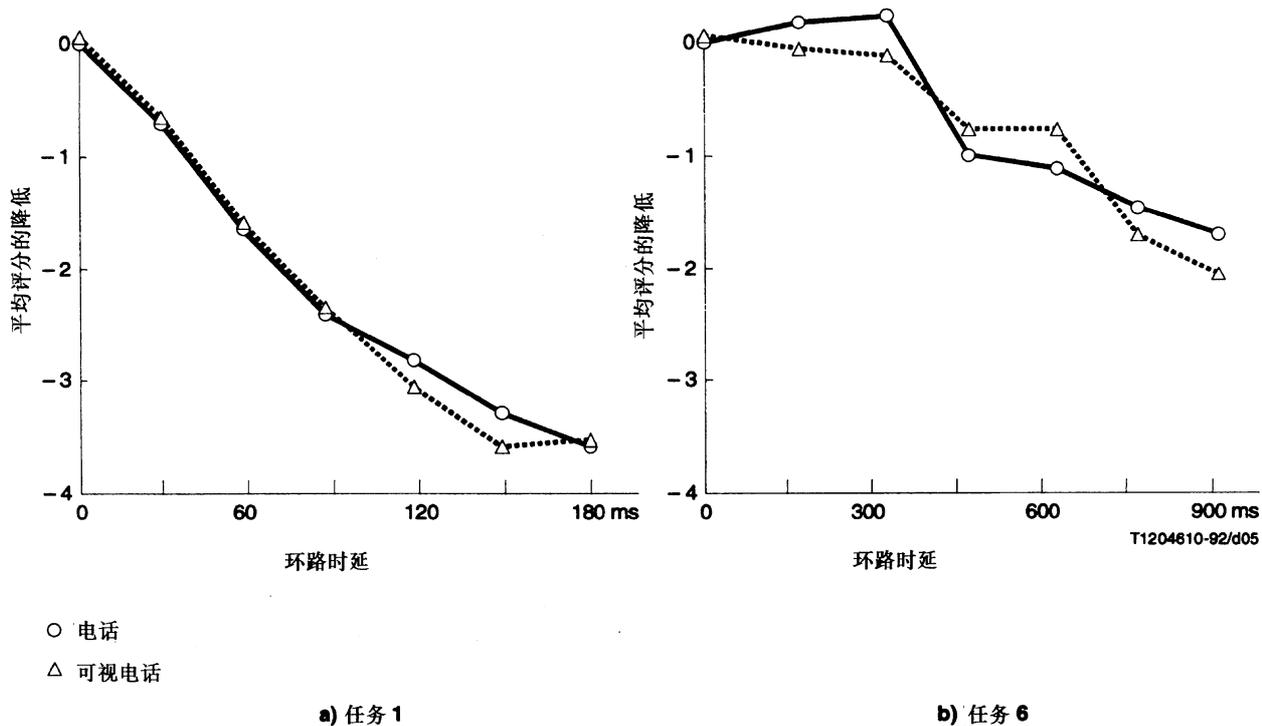


图B.4/G.114 — 各种会话模型的可察觉性门限

在图B.4中将环路时延的可察觉性门限定义成由50%接受测试的人员察觉到的时延，并在向用户提供满意的服务时对网络规划者提供某些指导。

B.2.3 时延和用户应用之间的相互关系

为了评价时延和用户应用之间的相互关系进行了一些测试。在这些测试中对电话会话与可视电话进行了比较，其结果表明在两种类型连接之间有很小的差别。图5示出采用没有时延的情况作为锚点时MOS的降低曲线。



图B.5/G.114 — 时延对电话和可视电话通信质量的影响

使用上述主观试验的结果得到在实际网中客观评价时延对话音通信影响的方法。从主观数据已得到关于时间特性的信息和它们与主观评定的相互关系。

因此，使用该数据可建立预测可察觉门限和作为时间函数的MOS的方程式。时延对商用网中性能的影响可以用来自实际生活交往的基本时间参数来评价，从而，使用该数据利用根据实验推出的方程式可对客观测量结果进行计算。

表B.1提供了对商用电路使用该方法所得结果的例子。

1992年完成了对端到端传输时延在声像通信中主观影响的研究。实验条件包括3个分别具有200、450和700 ms单向传输时延的点对点的可视电话连接。被测人员进行一系列长达五分钟的会话，并与每种情况结束时以及完成会话之后接受询问。测试结果总结在表B.2中。从可视电话测试可得到类似的结果。

表B.1/G.114-在实际网中时延对话音质量的影响

会话方式		质量	累积分布(%)	可察觉性门限 (环路时延)
				(ms)
商业性呼叫型	任务 1		0.1	90
	任务 2		1	210
	任务 3		9	290
	任务 4		21	480
	任务 5		86	680
	任务 6		80	740

表B.2/G.114-三个端到端可视电话连接的主观性能变化

	单向传输时延		
	200 ms	450 ms	700 ms
连接质量的 MOS	3.74±0.52	3.69±0.51	3.48±0.48
容易中断的 MOS	4.00±0.55	3.79±0.53	3.56±0.49
通信困难	28±4%	35±5%	46±6%
连接可接受性	80±11%	78±11%	73±10%

注 — MOS 值是在 5 级(1~5)评分的基础上推出的。在 95%的可信度下规定了全部差错。

B.3 摘要和结论

与长时延电路有关传输损伤最好单独地用回声引起的劣化和纯时延造成的主观困难来进行分析。已经证明：合理地使用回声抵消器确实可以提供质量和性能与陆地电话连接几乎相同的国际或国内卫星连接，这些结果为了确定声学回声的影响只涉及电学回声。

因此，在这些情况下，起主导作用的损伤与纯时延分量有关。

最近提供的信息指出：

- 如果主观试验使用交互性强的任务，并利用涉及指定会话困难度，如中断能力的主观测量，则可以察觉出纯时延(没有回声)对会话动态特性影响的单向时延值远低于400 ms。
- 当时延增加时，纯时延(没有回声)对话音质量的影响似乎是缓慢地加大。

但是，由于没有商定的标准测试仪表，故所得到的测试结果依赖于为估算时延影响所选择的类型。并且试验结果在实验室与实验室之间有很大的不同。这样一来，设计者必须确定业务的类型，并且如果要适当评价系统的性能，则因此将附带有通信交互性需求。

附录 I

由编码器相关处理导致的时延

表I.1/G.114 — 编码器在线路限制应用中的时延值

编码器类型	速率 (kbit/s)	帧长度 (ms)	前视 (ms)	由编码器相关处理导 致的平均单向时延 (ms)	参 考
PCM	64	0.125	0	0.375	G.711,G.712
ADPCM	40	0.125	0	0.375	G.726,G.727
ADPCM	32	0.125	0	0.375	G.721(1988),G.726,G.727
ADPCM	24	0.125	0	0.375	G.726,G.727
ADPCM	16	0.125	0	0.375	G.726,G.727
LD-CELP	16	0.625	0	1.875	G.728
LD-CELP	12.8	0.625	0	1.875	G.728
CS-ACELP	8	10	5	35	G.729
VSELP	7.95	20	0	60	IS-54-B,TIA
ACELP	7.4	20	5	65	IS-641,TIA
QCELP	8	20	0	60	IS-96-A
RCELP	8	20	10	70	IS-127
VSELP	6.7	20	5	65	日本 PDC
RPE-LTP	13	20	0	60	GSM06.10,全速率
VSELP	5.6	20	0	60	GSM06.20,半速率
ACELP	12.2	20	0	60	GSM06.60,增强型 FR
ACELP	5.3	30	7.5	97.5	G.723.1
MP-MLQ	6.3	30	7.5	97.5	G.723.1

注1 — PCM编码器将模拟信号转换为数字信号或反之，同时，所有其他编码器指在PCM域内。对模拟域的PCM还有附加时延(0.375 ms)。

注2 — 受线路限制应用中，由编码器相关处理导致的平均单向时延=3x帧长度+前视(见A.4.1)

表I.2/G.114-移动或无绳应用中编码器的时延值

编码器类型	速率 (kbit/s)	帧长度 (ms)	前视 (ms)	空中接口成帧 (ms)	由编码器相关处理导致的平均单向时延(ms)	参 考
PCM	64	0.125	0	见注 3		G.711,G.712
ADPCM	40	0.125	0	见注 3		G.726,G.727
ADPCM	32	0.125	0	13.625	14	G.721(1988),G.726,G.727,DECT
ADPCM	24	0.125	0	见注 3		G.726,G.727
ADPCM	16	0.125	0	见注 3		G.726,G.727
LD-CELP	16	0.625	0	见注 3		G.728
LD-CELP	12.8	0.625	0	见注 3		G.728
CS-ACELP	8	10	5	见注 3		G.729
VSELP	7.95	20	0			IS-54-B,TIA
ACELP	7.4	20	5			IS-641,TIA
QCELP	8	20	0			IS-96-A
RCELP	8	20	10			IS-127
VSELP	6.7	20	5			日本 PDC
RPE-LTP	13	20	0	35	95	GSM06.10,全速率
VSELP	5.6	20	0	35	95	GSM06.20,半速率
ACELP	12.2	20	0	35	95	GSM06.60,增强型 FR
ACELP	5.3	30	7.5	见注 3		G.723.1
MP-MLQ	6.3	30	7.5	见注 3		G.723.1

注1 — PCM编码器将模拟信号转换为数字信号或反之,同时,所有其他编码器指在PCM域内。对模拟域的PCM还有附加时延(0.375 ms)。

注2 — 对于移动或无绳应用,由编码器相关处理导致的平均单向时延=3x帧长度+前视+空中接口成帧(见A.4.2)。

注3 — 对于所示类型的编码器,第12研究组不了解移动或无绳应用。

**表I.3/G.114 — IP应用中编码器的时延值
(每组一帧)**

编码器类型	速率 (kbit/s)	帧长度(ms)	前视(ms)	由编码器相关处理导致的平均单向时延(ms) (见注2)		参 考
				最小	最大	
PCM	64	0.125	0	0.25	0.375	G.711,G.712
ADPCM	40	0.125	0	0.25	0.375	G.726,G.727
ADPCM	32	0.125	0	0.25	0.375	G.721(1988),G.726,G.727
ADPCM	24	0.125	0	0.25	0.375	G.726,G.727
ADPCM	16	0.125	0	0.25	0.375	G.726,G.727
LD-CELP	16	0.625	0	1.25	1.875	G.728
LD-CELP	12.8	0.625	0	1.25	1.875	G.728
CS-ACELP	8	10	5	25	35	G.729
VSELP	7.95	20	0	40	60	IS-54-B,TIA
ACELP	7.4	20	5	45	65	IS-641,TIA
QCELP	8	20	0	40	60	IS-96-A
RCELP	8	20	10	50	70	IS-127
VSELP	6.7	20	5	45	65	日本 PDC
RPE-LTP	13	20	0	40	60	GSM06.10,全速率
VSELP	5.6	20	0	40	60	GSM06.20,半速率
ACELP	12.2	20	0	40	60	GSM06.60,增强型 FR
ACELP	5.3	30	7.5	67.5	97.5	G.723.1
MP-MLQ	6.3	30	7.5	67.5	97.5	G.723.1

注1 — PCM编解码器执行模拟到数字的转换或反之。同时，所有其他编码器指在PCM域内。对模拟域的PCM还有附加时延。(0.375 ms)。

注2 — 对于IP应用，平均单向时延由编解码器相关处理导致。
 =2x帧长度+前视(最小，见A.4.3)
 =3x帧长度+前视(最大，见A.4.3)

**表I.4/G.114- IP应用中编码器的时延值
(每分组多帧)**

编码器类型	速率 (kbit/s)	帧长度 (ms)	前视 (ms)	由编码器相关处理导致的平均单向时延(ms) (见注 2)		参 考
				最小	最大	
PCM	64	0.125	0	$(N+1) \times 0.25$	$(2N+1) \times 0.125$	G.711,G.712
ADPCM	40	0.125	0	$(N+1) \times 0.125$	$(2N+1) \times 0.125$	G.726,G.727
ADPCM	32	0.125	0	$(N+1) \times 0.125$	$(2N+1) \times 0.125$	G.721(1988),G.726,G.727
ADPCM	24	0.125	0	$(N+1) \times 0.125$	$(2N+1) \times 0.125$	G.726,G.727
ADPCM	16	0.125	0	$(N+1) \times 0.125$	$(2N+1) \times 0.125$	G.726,G.727
LD-CELP	16	0.625	0	$(N+1) \times 0.625$	$(2N+1) \times 0.625$	G.728
LD-CELP	12.8	0.625	0	$(N+1) \times 0.625$	$(2N+1) \times 0.625$	G.728
CS-ACELP	8	10	5	$(N+1) \times 10+5$	$(2N+1) \times 10+5$	G.729
VSELP	7.95	20	0	$(N+1) \times 20$	$(2N+1) \times 20$	IS-54-B,TIA
ACELP	7.4	20	5	$(N+1) \times 20+5$	$(2N+1) \times 20+5$	IS-641,TIA
QCELP	8	20	0	$(N+1) \times 20$	$(2N+1) \times 20$	IS-96-A
RCELP	8	20	10	$(N+1) \times 20+10$	$(2N+1) \times 20+10$	IS-127
VSELP	6,7	20	5	$(N+1) \times 20+5$	$(2N+1) \times 20+5$	日本 PDC
RPE-LTP	13	20	0	$(N+1) \times 20$	$(2N+1) \times 20$	GSM06.10,全速率
VSELP	5.6	20	0	$(N+1) \times 20$	$(2N+1) \times 20$	GSM06.20,半速率
ACELP	12.2	20	0	$(N+1) \times 20$	$(2N+1) \times 20$	GSM06.60,增强型 FR
ACELP	5.3	30	7.5	$(N+1) \times 30+7.5$	$(2N+1) \times 30+7.5$	G.723.1
MP-MLQ	6.3	30	7.5	$(N+1) \times 30+7.5$	$(2N+1) \times 30+7.5$	G.723.1

注1 — PCM编解码器执行模拟到数字的转换或反之。同时，所有其他编码器指在PCM域内。对模拟域的PCM还有附加时延(0.375 ms)。

注2 — 对于每分组多帧的IP应用，由编码器相关处理导致的平均单向时延可计算如下：
 $= (N+1) \times \text{帧长度} + \text{前视(最小, 见A.4.4)}$
 $= (2N+1) \times \text{帧长度} + \text{前视(最大, 见A.4.4)}$

注3 — N=每分组的帧数。

附录 II
参考资料

- CCITT Recommendation G.711 (1988), *Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies.*
- CCITT Recommendation G.721 (1988) (withdrawn 1993), *32 kbit/s adaptive differential pulse code modulation (ADPCM).*
- ITU-T Recommendation G.723.1 (1996), *Dual rate speech coder for multimedia communications transmitting at 5.3 and 6.3 kbit/s.*
- CCITT Recommendation G.726 (1990), *40, 32, 24, 16 kbit/s adaptive differential pulse code modulation (ADPCM).*
- CCITT Recommendation G.727 (1990), *5-, 4-, 3- and 2-bits sample embedded adaptive differential pulse code modulation (ADPCM).*

- CCITT Recommendation G.728 (1992), *Coding of speech at 16 kbit/s using low-delay code excited linear prediction.*
- ITU-T Recommendation G.728 Annex H (1999), *Variable bit rate LD-CELP operation mainly for DCME at rates less than 16 kbit/s.*
- ITU-T Recommendation G.729 (1996), *Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction (CS-ACELP).*
- ITU-T Recommendation G.729 Annex D (1998), *6.4 kbit/s CS-ACELP speech coding algorithm.*
- ITU-T Recommendation G.729 Annex E (1998), *11.8 kbit/s CS-ACELP speech coding algorithm.*

鉴于本ITU-T建议书之目的，应将以下标准视为一个整体：

- TIA/EIA/IS-54-B (1992), *Cellular System Dual-Mode Mobile Station – Base Station Compatibility Standard (upgraded to TIA/EIA-627 in June 1996).*
- TIA/EIA-627 (1996), *800 MHz Cellular System, TDMA Radio Interface, Dual-Mode Mobile Station – Base Station Compatibility Standard.*
- ANSI/TIA/EIA-96-C (1998), *Speech Service Option Standard for Wideband Spread Spectrum Systems.*
- TIA/EIA/IS-127 (1997), *Enhanced Variable Rate Codec, Speech Service Option 3 for Wideband Spread Spectrum Digital Systems.*
- TIA/EIA/IS-641-A (1998), *TDMA Cellular/PCS-Radio Interface – Enhanced Full-Rate Speech Codec.*
- ETSI ETS 300 175-8 VI.4.2 (1999), *Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT); Common Interface (CI); Part 8: Speech Coding and Transmission.*

鉴于本ITU-T建议书之目的，应将以下标准视为一个整体：

- ETSI EN 300 961 V7.0.2 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Transcoding (GSM 06.10 version 7.0.2 Release 1998).*
- ETSI EN 300 962 V7.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Substitution and muting of lost frames for full rate speech channels (GSM 06.11 version 7.0.1 Release 1998).*
- ETSI EN 300 963 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Comfort noise aspect for full rate speech traffic channels (GSM 06.12 version 6.0.1 Release 1997).*
- ETSI EN 300 964 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Discontinuous Transmission (DTX) for full rate speech traffic channels (GSM 06.31 version 6.0.1 Release 1997).*
- ETSI EN 300 965 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Voice Activity Detector (VAD) for full rate speech traffic channels (GSM 06.32 version 6.0.1 Release 1997).*

鉴于本ITU-T建议书之目的，应将以下标准视为一个整体：

- ETSI EN 300 969 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Half rate speech transcoding* (GSM 06.20 version 6.0.1 Release 1997).
- ETSI EN 300 970 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Substitution and muting of lost frames for half rate speech traffic channels* (GSM 06.21 version 6.0.1 Release 1997).
- ETSI EN 300 971 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Comfort noise aspects for the half rate speech traffic channels* (GSM 06.22 version 6.0.1 Release 1997).
- ETSI EN 300 972 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Discontinuous Transmission (DTX) for half rate speech traffic channels* (GSM 06.41 version 6.0.1 Release 1997).
- ETSI EN 300 973 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Voice Activity Detector (VAD) for half rate speech traffic channels* (GSM 06.42 version 6.0.1 Release 1997).

鉴于本ITU-T建议书之目的，应将以下标准视为一个整体：

- ETSI EN 300 726 V7.0.2 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Enhanced Full Rate (EFR) speech transcoding* (GSM 06.60 version 7.0.2 Release 1998).
- ETSI EN 300 727 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Substitution and muting of lost frames for Enhanced Full Rate (EFR) speech traffic channels* (GSM 06.61 version 6.0.1 Release 1997).
- ETSI EN 300 728 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Comfort noise aspects for Enhanced Full Rate (EFR) speech traffic channels* (GSM 06.62 version 6.0.1 Release 1997).
- ETSI EN 300 729 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Discontinuous Transmission (DTX) for Enhanced Full Rate (EFR) speech traffic channels* (GSM 06.81 version 6.0.1 Release 1997).
- ETSI EN 300 730 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Voice Activity Detector (VAD) for Enhanced Full Rate (EFR) speech traffic channels* (GSM 06.82 version 6.0.1 Release 1997).
- ARIB: RCR STD-27 H, Fascicle 1 (February 2, 1999), *Personal Digital Cellular Telecommunication System ARIB Standard*.

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

