

ICS 33.160.60

M 32

**YD**

# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1171-2015

代替 YD/T 1171-2001

---

**IP 网络技术要求**

**网络性能参数与指标**

Technical requirements for IP network

—Network performance parameters and objectives

2015-04-30 发布

2015-07-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 缩略语	1
4 IP 网络性能的分层模型	4
5 通用 IP 网络性能模型	4
5.1 网络单元	4
5.2 互换链路和网络段	5
5.3 测量点和可测试部分	6
5.4 IP 分组传送参考事件 (IPRE)	7
5.5 IP 分组传送结果	8
6 IP 网络性能参数	12
6.1 分组定性	12
6.2 IP 分组传输时延 (IPTD)	12
6.3 IP 分组差错率 (IPER)	15
6.4 IP 分组丢失率 (IPLR)	15
6.5 虚假 IP 分组率	15
6.6 IP 分组重排序率 (IPRR)	15
6.7 IP 分组严重块丢失率 (IPSLBR)	15
6.8 IP 分组重复率 (IPDR)	15
6.9 副本 IP 分组率 (RIPR)	16
6.10 流恢复参数	16
6.11 能力参数	16
7 业务有效性	18
7.1 IP 业务可用性功能	18
7.2 IP 业务可用性参数	19
8 IP 网络性能指标	19
8.1 QoS 的一般讨论	19
8.2 UNI 到 UNI 的 QoS 参考路径	19
8.3 网络 QoS 类别	20
9 级联网络段及其 QoS 值	24
9.1 概述	24

9.2 组成 UNI-UNI 值.....24

9.3 损伤累积程序.....26

10 安全.....26

广东省网络空间安全协会受控资料

## 前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本标准代替 YD/T 1171-2001 《IP 网络技术要求-网络性能参数与指标》。本标准与 YD/T 1171-2001 《IP 网络技术要求-网络性能参数与指标》相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

——在第 5 章中增加如下内容：

- 对源主机、宿主机、链路、互换链路、网络段等概念的详细描述；
- 对有关成功的分组传送结果、错误的、丢失的和虚假的分组结果定义的注释；
- 第二类 IP 分组传送结果（包括顺序和重排序的 IP 分组结果）。

——在第 6 章中增加了如下内容：

- 平均 IP 分组传输时延、最小 IP 分组传输时延和 IP 分组传输时延中值的定义；
- 端到端两点 IP 分组传输时延变化中对使用最小作为时延变化的基准、基于分位数限制的 IP 分组

时延变化和基于间隔限制的 IP 分组时延变化的描述；

- IP 分组重排序率、IP 分组严重块丢失率、IP 分组重复率、副本 IP 分组率、流恢复参数、能力参数、NSE 测量参数、变化率等的定义；

- 增加了网络 QoS 类别使用指南。

——删除 IP 性能指标分配的内容（见 2001 版第 8 章）；

——增加了“级联网络段及其 QoS 值”相关内容（第 9 章）；

——增加了“安全”相关内容（第 10 章）；

——删除了 2001 版中的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：工业和信息化部电信研究院 华为技术有限公司 中兴通讯股份有限公司。

本标准主要起草人：聂秀英、牛晓玲、何宝宏、袁琦、王玮、孟伟。

# IP 网络技术要求

## 网络性能参数与指标

### 1 范围

本标准规定了用于 IP 业务的 IP 网络性能参数和指标。

本标准适用于 IP 业务和提供 IP 业务的网络。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的引用文件适用于本文件。凡不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ITU-T E.651	IP 接入网流量工程参考连接 (Reference connections for traffic engineering of IP access networks)
ITU-T I.353	以太网帧传送及可用性性能 ( <i>Ethernet frame transfer and availability performance</i> )
ITU-T Y.1231	IP 接入网体系架构 (IP Access Network Architecture)
IETF RFC 3432	使用周期流的网络性能测量 (Network performance measurement with periodic streams)

### 3 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AF	Assured Forwarding	确保转发
ARQ	Automatic Repeat re-Quest	自动重复请求
ATM	Asynchronous Transfer Mode	异步转移模式
BTC	Bulk Transfer Capacity	块传递能力
CBR	Constant Bit Rate	恒定比特率
CDV	Cell Delay Variation	信元延时变化
CER	Cell Error Ratio	信元差错率
CLR	Cell Loss Ratio	信元丢失率
CMR	Cell Misinsertion Ratio	信元误插率
DS	Differentiated Services	差分服务
DSCP	Differentiated Services Code Point	差分服务码点
DST	Destination host	宿主机
E1	Digital Hierarchy Transmission at 2.048 Mbit/s	速率为 2.048Mbit/s 的数字系列传输
E3	Digital Hierarchy Transmission at 34 Mbit/s	速率为 34Mbit/s 的数字系列传输
EF	Expedited Forwarding	快速转发
FEC	Forward Error Correction	前向纠错
FEC/I	Forward Error Correction and Interleaving	前向纠错和相间

FIFO	First-In, First-Out	先入先出
EL	Exchange Link	互换链路
ER	Edge Router	边缘路由器
FTP	File Transfer Protocol	文件传递协议
GW	Gateway	网关
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	超文本传输协议
HRE	Hypothetical Reference Endpoint	假定参考端点
HRP	Hypothetical Reference Path	假定参考路径
IETF	Internet Engineering Task Force	Internet 工程任务组
IP	Internet Protocol	Internet 协议
IPDR	Internet Protocol packet Duplicate Ratio	Internet 协议分组重复率
IPDV	IP packet Delay Variation	IP 分组延时变化
IPER	IP packet Error Ratio	IP 分组差错率
IPIBR	Internet Protocol packet Impaired Block Ratio	IP 分组损伤块率
IPIIR	Internet Protocol packet Impaired Interval Ratio	IP 分组损伤间隔率
IPLR	Internet Protocol packet Loss Ratio	IP 分组丢失率
IPOR	Octet-based IP packet Rate	基于八位组的 IP 分组率
IPOP	Octet based IP packet Throughput	基于八位组的 IP 分组吞吐量
IPPR	Internet Protocol Packet Rate	IP 分组率
IPPT	IP Packet Throughput	IP 分组吞吐量
IPRE	Internet Protocol packet transfer Reference Event	Internet 协议分组传递参考事件
IPRR	Internet Protocol packet Reordered Ratio	IP 分组重排序率
IPSLB	Internet Protocol packet Severe Loss Block outcome	IP 分组严重丢块结果
IPSLBR	Internet Protocol packet Severe Loss Block Ratio	IP 分组严重丢块率
IPTD	Internet Protocol packet Transfer Delay	IP 分组传输延时
IPv4	Internet Protocol version 4	Internet 协议版本 4
IPv6	Internet Protocol version 6	Internet 协议版本 6
ISP	Internet Service Provider	Internet 业务提供者
ITU-T	International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector	国际电信联盟—电信标准部门
LL	Lower Layers, protocols and technology supporting the IP layer	支持 IP 层的底层, 协议和技术
LAN	Local Area Network	本地网
M <sub>av</sub>	The minimum number of packets recommended for assessing the availability state	为确保可用性建议的最小分组数
MP	Measurement Point	测量点

MPLS	Multi-Protocol Label Switching	多协议标签交换
MTBISO	Mean Time between IP Service Outages	平均 IP 业务不可用间隔的时间
MTTISR	Mean Time to IP Service Restoral	IP 业务恢复平均时间
N	The number of packets in a throughput probe of size N	在大小为 N 的吞吐量探针中分组的数量
NS	Network Section	网络段
NSE	Network Section Ensemble	网络段集合
NSP	Network Service Provider	网络业务提供者
OSPF	Open Shortest Path First	开放最小路径优先
PDB	Per Domain Behaviour	每域行为
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	准同步数字系列
PDV	Packet Delay Variation	分组延时变化
PHB	Per Hop Behaviour	每跳行为
PIA	Percent IP service Availability	IP 业务可用百分比
PIU	Percent IP service Unavailability	IP 业务不可用百分比
pkt	IP datagram (IP packet)	IP 数据报 IP 分组
QoS	Quality of Service	服务质量
R	Router	路由器
RFC	Request For Comments	征求意见
RIPR	Replicated Internet protocol Packet Ratio	重复 IP 分组率
RSVP	Resource reSerVation Protocol	资源预留协议
RTCP	Real-time Control Protocol	实时控制协议
RTP	Real-time Transport Protocol	实时传输协议
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字系列
SPR	Spurious Packet Ratio	假分组率
SRC	Source host	源主机
STD	Standard	标准
T1	Digital Hierarchy Transmission at 1.544 Mbit/s	传输速率为 1.544Mbit/s 的数字系列
T3	Digital Hierarchy Transmission at 45 Mbit/s	传输速率为 45Mbit/s 的数字系列
$T_{av}$		IP 可用的最小时间长度; IP 不可用的最小时间长度
TBD	To Be Determined	待确定
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议
TDMA	Time Division Multiple Access	时分多接入
TE	Terminal Equipment	终端设备
$T_{max}$	Maximum IP packet delay beyond which the packet is declared to be lost	分组将被丢弃的最大 IP 分组延时 门限

ToS	Type of Service	业务种类
T <sub>s</sub>	Length of time defining the block in the severe loss block outcome	严重块丢失结果确定的块时间长度
TTL	Time To Live	存活时长
UDP	User Datagram Protocol	用户数据报协议
UNI	User Network Interface	用户网络接口
VoIP	Voice over Internet Protocol	Internet 协议电话
VTC	Video Teleconference	远程视频会议

#### 4 IP 网络性能的分层模型

一般可按照分层模型描述信息系统的功能。IP 网络性能也可通过分层模型进行描述，如图 1 所示。

IP 网络性能取决于 IP 层的信息传送性能，并在很大程度上依赖承载 IP 的低层链路传输性能，同时高层业务的相关性能也会影响 IP 网络性能。

链路层和物理层为 IP 数据分组提供面向连接或无连接的传送能力。“链路”没有端到端的含义，它的终点是 IP 数据分组被转发的地方（如路由器、源主机、宿主机）。链路技术包括 ATM、FR、SDH、PDH 和 ISDN 等。

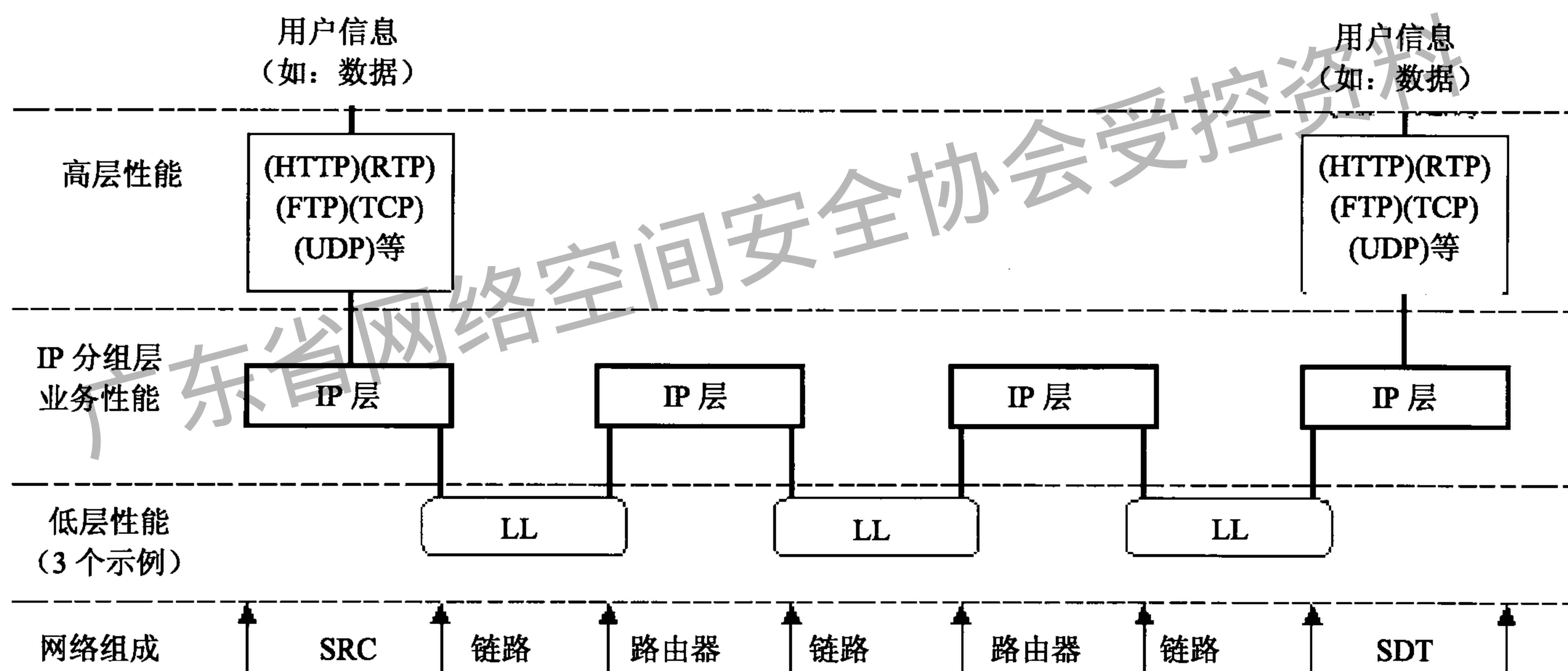


图 1 IP 网络性能的分层模型

IP 层提供 IP 数据分组的无连接传送能力。IP 层在特定源主机和宿主机之间进行通信，具有端到端的含义，当 IP 数据分组在网络中传送时，网络可能会修改 IP 报文中的某些字段，但 IP 层和低层不能修改用户数据。

IP 层支持的较高层协议能够进行端到端通信。例如较上层可包括 TCP、UDP、FTP、RTP 和 HTTP。较高层将修改并可能增强在 IP 层提供的端到端性能。

#### 5 通用 IP 网络性能模型

##### 5.1 网络单元

如图 2 所示，IP 网络主要由主机、路由器、源主机、宿主机和链路组成。



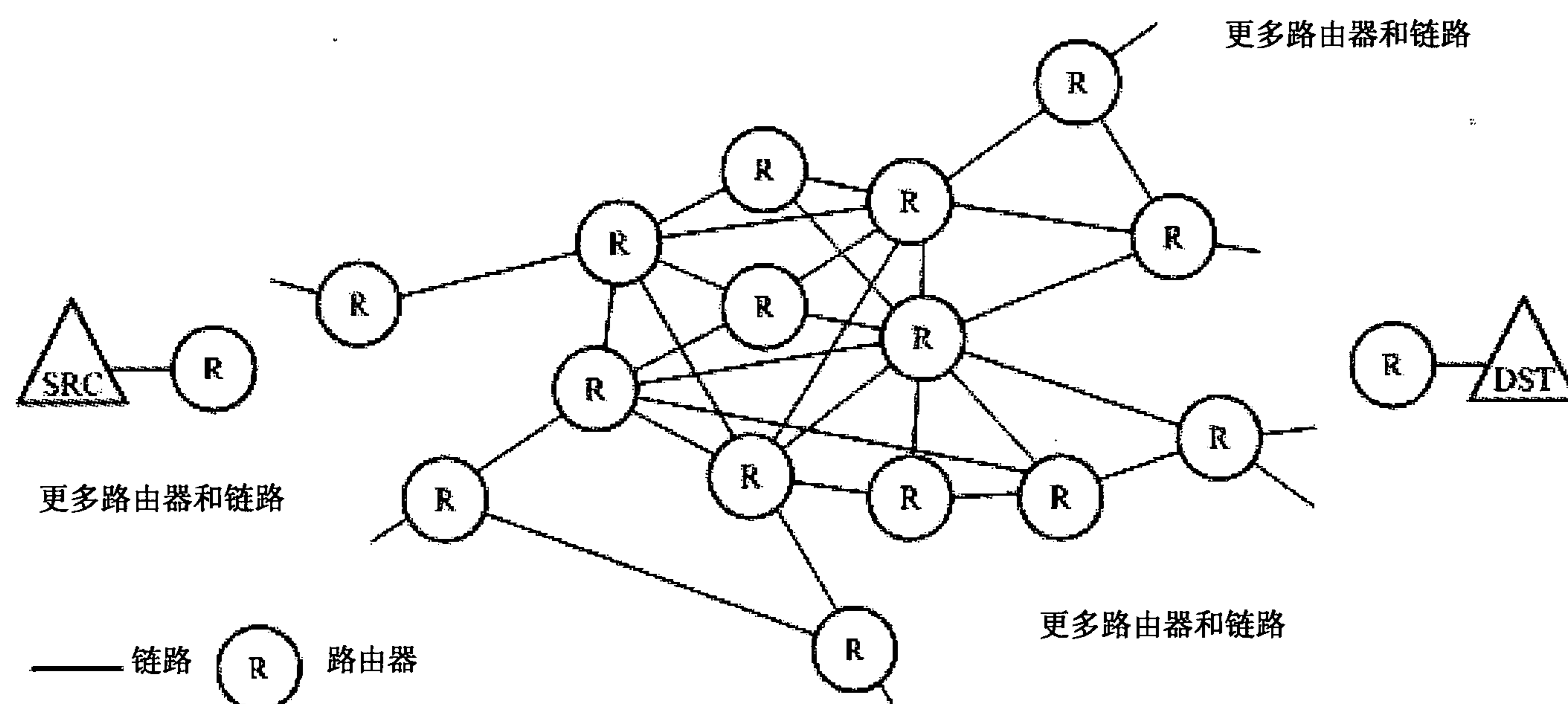


图2 IP 网络单元

其中：

- 主机。主机是使用 IP 协议进行通信的计算机。主机实现路由功能（例如，在 IP 层所进行的操作）并可以实现包括较高层协议（如在源主机或宿主机中的 TCP）和较低层协议（如 ATM）等附加功能。

- 路由器。基于目的 IP 地址字段，通过转发 IP 数据分组与其他主机进行通信的主机。

- 源主机（SRC）。能够产生用于端到端通信，并具有完整 IP 地址的 IP 数据分组的主机。通常情况下，一台主机可以有不止一个 IP 地址；然而，一个源主机仅与一个单一的 IP 地址相关联。在实现较高层协议时，源主机也初始这些协议（如 TCP）。

- 宿主机（DST）。终结端到端 IP 数据分组并具有完整 IP 地址的主机。通常情况下，一台主机可以有不止一个 IP 地址；然而，一个宿主机仅与一个单一的 IP 地址相关联。在实现较高层协议时，宿主机也终结这些协议（如 TCP）。

- 链路。在一对主机之间传送 IP 数据分组的点到点（物理或虚拟的）连接。链路不包含主机的任何部分或任何其他主机；它在 IP 层之下运行。例如，链路可以是租用线或者它能够作为在以太网、帧中继网、ATM 网或在 IP 层之下工作的任何其他网络技术之上的逻辑连接来实现。

图 2 给出了在 SRC 和 DST 之间与 IP 业务相关的网络单元。图中在主机之间用线表示链路，链路可以是拨号连接、租用线、环或网络。用圆表示路由器，用三角形表示 SRC 和 DST。

## 5.2 互换链路和网络段

图 3 给出了在 SRC 和 DST 之间与 IP 业务相关的网络连通性图。其中，在每个 NS 的边缘，边缘路由器穿过互换链路接收和发送分组。

- 互换链路（EL）。互换链路连接：

- a) 源主机或可能在另一个自治域中的其相邻主机（例如路由器）或宿主机，有时指接入链路、入口链路或出口链路；或者

- b) 一个网络段的路由器与另一个网络段的路由器。

注意互换链路的职责，其能力以及其性能，典型地在连接部分之间共享。

- 网络段（NS）。在单一自治（或合作）域职责范围内的，一系列主机以及共同提供 SRC 和 DST 之间的一部分 IP 业务的所有连接链路。某些网络段由单一的主机组成。源 NS 和宿 NS 是网络段的特定情况。通过互换链路连接网络段对。

可以将任何由链路连接起来的主机集认为是一个网络段。然而，为 IP 性能分配的目的，将集中于在单一（或合作）自治域（如 ISP 或 NSP）职责下相关的主机和链路集。这些主机通常具有以 IP 地址表示的相的网络标识。典型地，它们具有各自的内部路由规则。全局处理和本地策略为其网络段之外的目的地选择路由（通过互换链路到其他 NS）。这些网络段通常以实现 IP 外部网关协议的路由器为边界。

- 源 NS。在其自治域职责内包含 SRC 的 NS。在某些情况下，SRC 是源 NS 中的唯一主机。
- 宿 NS。在其自治域职责内包含 DST 的 NS。在某些情况下，DST 是宿 NS 中的唯一主机。

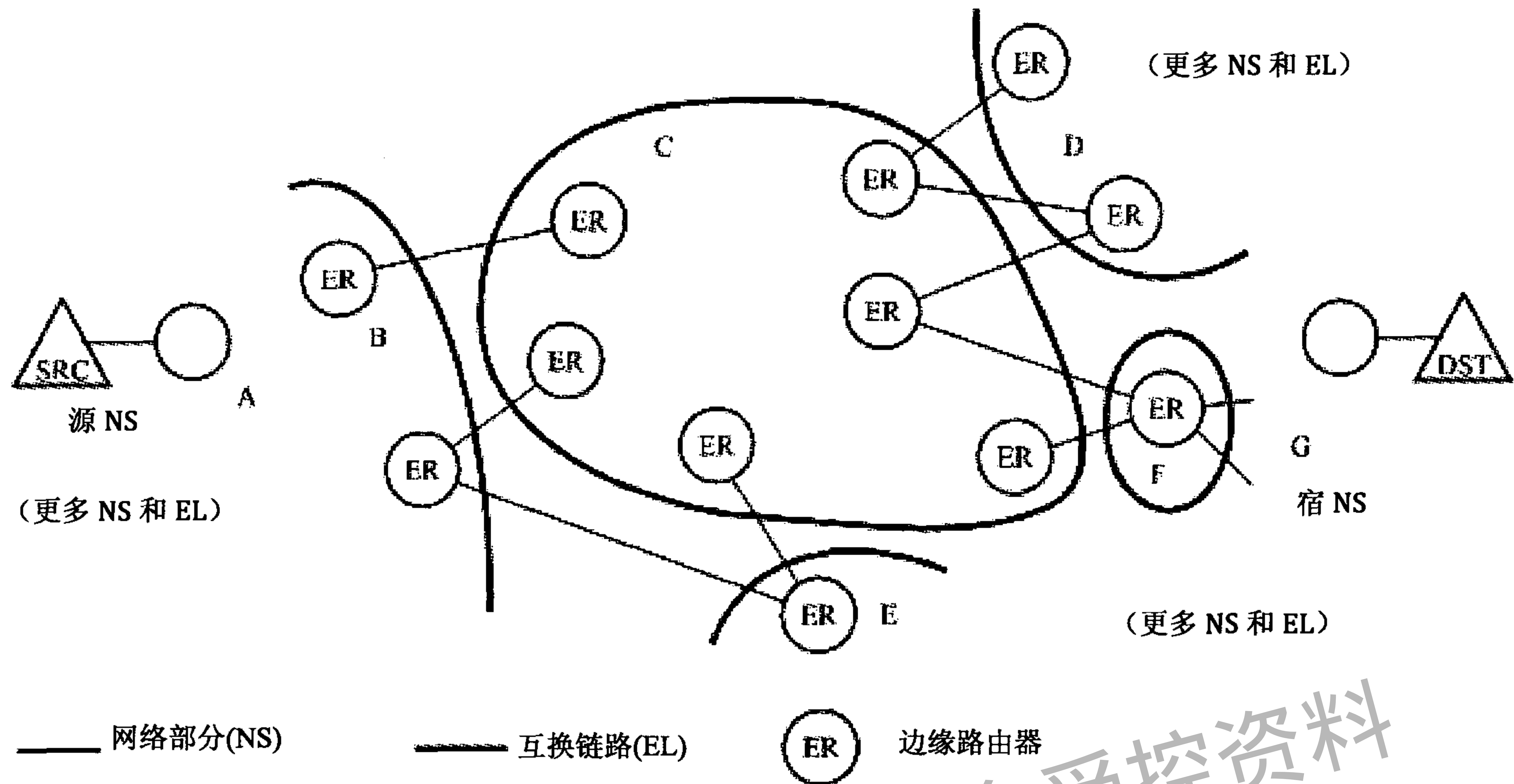


图 3 IP 网络连通性

### 5.3 测量点和可测试部分

#### 5.3.1 测量点 (MP)

测量点是指在主机和邻近的链路之间可针对性能事件进行观测和测量的区域。在 IP 测量点可以观测标准的 Internet 协议。对于数字业务，ITU-T I.353 提供更多的信息。

注：在 IP 协议栈中 IP 业务的确切位置有待进一步研究。

若测量区域以一系列 MP 为边界，那么一个部分或部分的组合是可测量的。本标准中，下列部分是可测量的。

#### 5.3.2 基本段

基本段可以是 EL、NS、SRC 或 DST。基本段以 MP 为边界。

对于任何给定的单向端到端 IP 业务，EL 或 NS 的性能是可测量的。入口 MP 是在业务分组需进入基本段时，分组穿过的 MP 集。出口 MP 是指分组在离开基本段时，业务的分组穿过的 MP 集。

#### 5.3.3 端到端 IP 网络

从源主机 (SRC) 到宿主机 (DST) 传送 IP 数据分组的一组 EL 和 NS 构成了端到端的 IP 网络。

绑定端到端 IP 网络的 MP 是在 SRC 和 DST 处的那些 MP。

所谓端到端 IP 网络是可测量的，是相对于任何给定的单向端到端 IP 业务而言的。这种业务的数据分组从源主机 (SRC) 进入端到端网络的 MP 就称为入口测量点，而这种业务的数据分组在宿主机 (DST) 离开区端到端网络的 MP 就称为出口测量点。

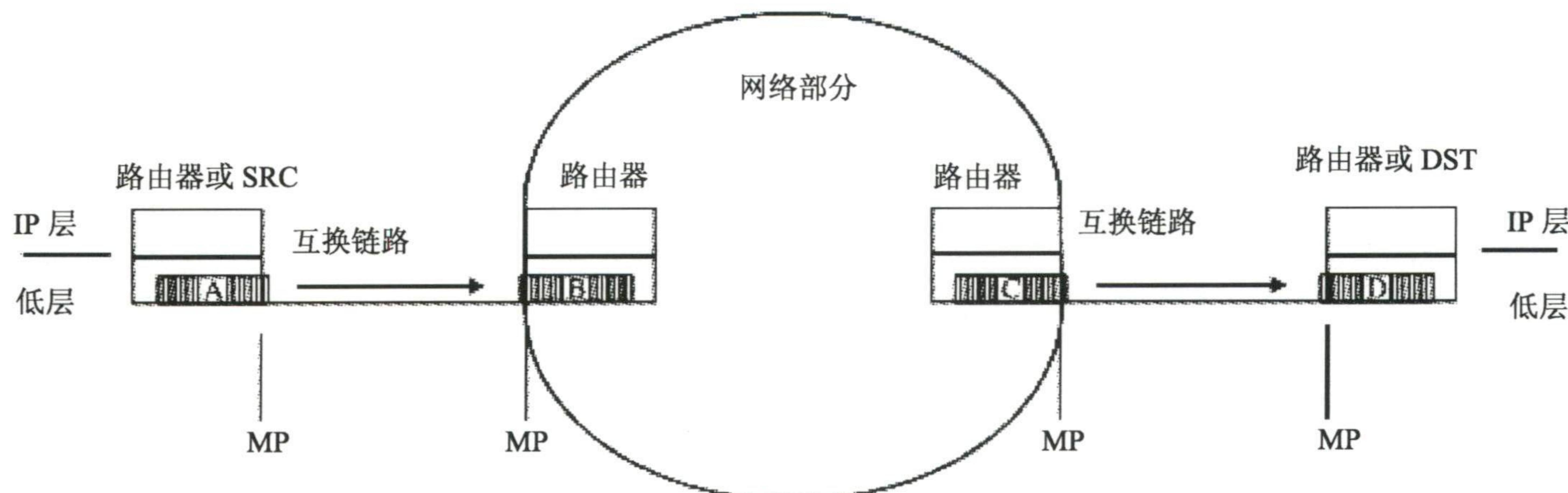
#### 5.3.4 网络段集合 (NSE)

NSE 由任何彼此连接的 NS 子集以及与它们相连的 EL 组成。术语“NSE”可以用于指单个的 NS、两个 NS 或者任何数目的 NS 以及它们连接的 EL。不同的 NSE 对通过互换链路相连。术语“NSE”也可以用于表示整个端到端的 IP 网络。NSE 以 MP 作为边界。

对于给定的单向端到端 IP 业务，任何给定的 NSE 的性能是可测量的。入口测量点 (MP) 是在业务数据分组进入 NSE 时所穿过的 MP 集。出口测量点 (MP) 是业务数据分组离开 NSE 时所穿过的 MP 集。

#### 5.4 IP 分组传送参考事件 (IPRE)

如图 4 所示，IP 分组传送参考事件的定义应用于特定的端到端 IP 业务。



注 1: 对于分组 A 和分组 C, IP 出。  
注 2: 对于分组 B 和分组 D, IP 入。

图 4 IP 分组传送参考事件示例

在下面情况出现时，IP 分组传送参考事件产生：

- IP 分组通过一个测量点 (MP)；
- 应用于该分组的标准规程证实该分组头校验和正确；
- IP 分组头中的源和宿地址字段表示确切的 SRC 和 DST 的 IP 地址。

注：IP 分组头包含有业务类别 (ToS) 或差分服务码点 (DSCP)。这类信息如何影响分组传送性能有待进一步研究。

在定义分组传送参考事件时不考虑分组分片。对于通过任何 MP 的每一个 IP 分组，IP 分组传送参考事件发生时，不考虑“更多分片标记”中包含的值。

IP 分组传送性能有关的 4 种 IP 分组传送参考事件的定义如下：

- a) IP 分组进入事件，进入一台主机：IP 分组通过 MP 从 EL 进入一台主机 (NS 源或 DST)。
- b) IP 分组离开事件，离开一台主机：IP 分组通过 MP 离开一台主机 (NS 源或 SRC) 进入 EL。
- c) IP 分组入口事件，进入一个基本段或网络段集合 (NSE)：IP 分组通过入口 MP 进入一个基本段或网络段集合 (NSE)。

d) IP 分组出口事件，离开一个基本段或网络段集合 (NSE)：一个 IP 分组通过一个出口 MP 离开一个基本段或网络段集合 (NSE)。

注 1: IP 分组进入和离开事件总是分别表示进入一台主机或离开一台主机。IP 分组入口事件和出口事件总是表示进入和离开网络段或 NSE。为表示这一点，注意进入到 EL 就产生一个从上述主机离开事件，同时进入到一个 NS 是一个进入事件，因为，根据定义，在 NS 的边缘永远有主机。

注 2: 为实际的测量目的，IP 分组传送参考事件不需要在该主机的 IP 协议栈中观测。而这些参考事件发生的时间能够通过观测 IP 分组穿过相关的物理接口来近似得到。然而，该物理接口应当与所要求的 MP 尽可能地近。在物理接口处监测

参考事件的情况下，从一台主机离开事件发生的时刻与从该主机或测量设备观测到 IP 分组的第一个比特的时刻近似。进入到一台主机的进入事件的发生时刻与观测到 IP 分组的最后一个比特进入到该主机或测量设备的时刻近似。

## 5.5 IP 分组传送结果

### 5.5.1 概述

当一个 IP 分组传送参考事件通过一个基本段或网络段集合 (NSE) 时，会产生多种可能的 IP 分组传送结果。一个被传送的 IP 分组既可以是“成功传送”，也可能是“错误传送”或“丢失传送”。如果一个被递交的 IP 分组没有一与之对应个发送 IP 分组，则称该 IP 分组为“虚假”IP 分组。图 5 给出了 IP 分组传送结果。

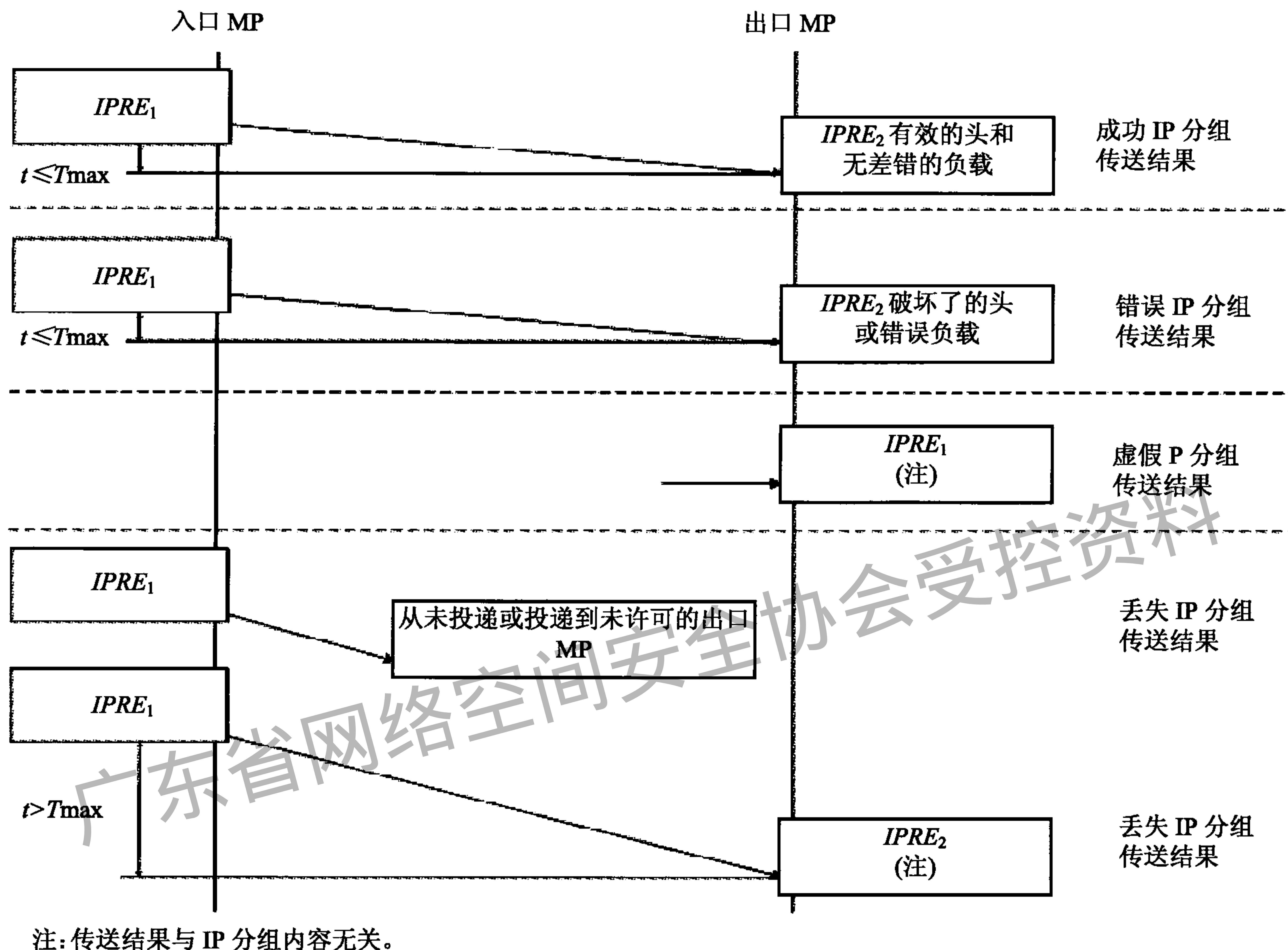


图 5 IP 分组传送结果

依据可许可入口 MP、可许可出口 MP 和相应分组定义 IP 分组传送结果。

### 5.5.2 全程路由信息和许可的输出链路

从理论上讲，在一个联通的 IP 网络中，一个分组可以投递到任何一个路由器、NS 或 NSE，然后到达其目的地。然而，全程路由信息代表每一个其邻近的 NS 规定每一个网络（自治系统）希望并可以服务的受限目的地地址集。假定（在最坏的情况下）NS 将丢弃在 NS 已经宣布不能（或者不情愿）服务的目的地地址的任何分组。这样，所有离开基本段的 IP 分组（以及分组片）仅被转发到由有效全程路由信息许可的其他基本段。

为保证性能的目的，仅有在 NSE 将全部分组内容转发到当前有效的全程路由信息许可的其他基本段时才认为是成功的。若目的地地址对应于直接隶属于该 NSE 的一台主机，那么，只有许可的输出和仅有成功 IP 传送是转发到目的主机的。

注 1: IP 包含更新的全局路由信息。在 NS 之间共享的路由信息更新之后，先前许可的 NS 可能不再是许可的。另外，在全局路由信息更新后，先前不许可的 NS 可能已经变为许可的了。

注2：路由信息可以通过每一个许可输出链路相对合适的信息来增补。附加信息的性能含义有待进一步研究。

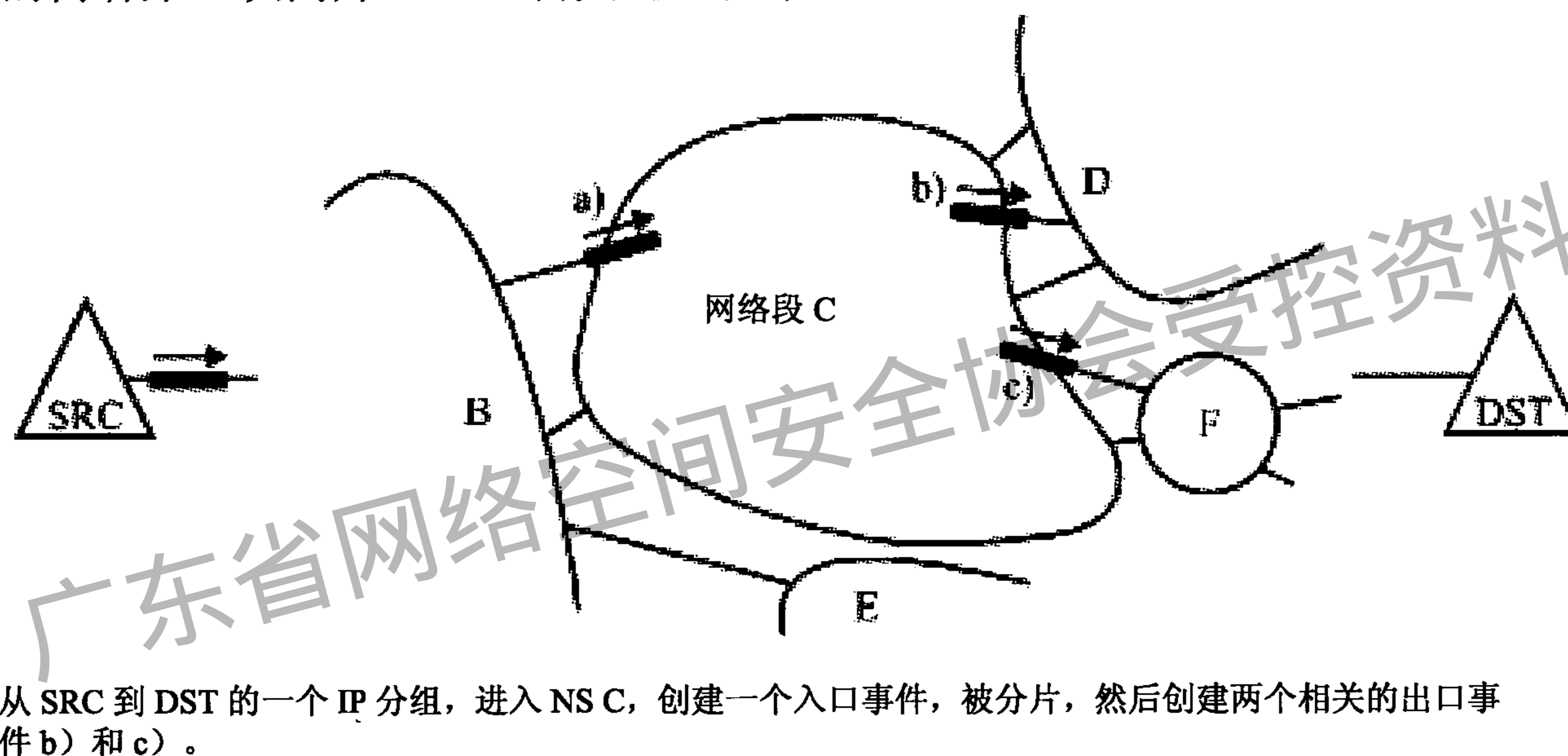
在给定时刻，相对于给定端到端 IP 业务以及基本段或 NSE：

- 若许可的全局路由信息通过该 MP 进入到基本段或 NSE，入口 MP 是许可的 MP；
- 若许可的全局路由信息通过该 MP 进入到另一个基本段，出口 MP 是许可的出口 MP。

### 5.5.3 相应事件

性能分析有必要将通过 MP 的分组与已经通过不同 MP 的分组相关联。无连接路由意味着一个分组可以离开几个许可出口 MP 中的任何一个（可能的）上的基本段。分组分片意味着进入到基本段的分组可以以分片的形式离开，可能进入到几个不同的其他基本段。最终，无连接 IP 路由可能将分组或分片发送回它已经穿过（可能由于路由表的更新）的基本段。

若 IP 出口事件和较早的入口事件由“相同的” IP 分组创建，那么 IP 出口事件被称为与较早的入口事件相当。该概念应用于出口 MP 处的该分组是整个分组或仅是最初分组的一个分片。图 6 给出了一个分组从 NS-B 进入到 NS-C 并分为 NS 中两部分的情况。一个分片被发送给 NS D 同时另一个分片被发送给 NS F。这两个出口事件等同于单一的入口事件。为避免分组重新进入 NSE 而导致的冲突，对应的概念也要求该特定的内容第一次离开 NSE（自其进入以来）。



从 SRC 到 DST 的一个 IP 分组，进入 NS C，创建一个入口事件，被分片，然后创建两个相关的出口事件 b) 和 c)。

图 6 分片发生时的对应事件

实际确定 IP 参考事件是否是对应的通常是临时的，同时通常取决于 IP 地址、全局路由信息、IP 分组标识字段、其他头信息和 IP 分组内容。

### 5.5.4 有关成功、错误、丢失和虚假分组发送结果定义的注释

针对下面单独分组发送结果的每一个定义是根据在 IP 测量点观测 IP 参考事件做出的。通过选择合适的 IP 测量点，每个定义可以被用于评估特定 EL、特定 NS、特定 NSE 的性能，同时它们可应用于端到端业务的性能。

定义的这些发送结果不限制特定的分组类型（ToS、DSCP、协议）。对于不同的分组类型，IP 性能是不同的。

在每一个定义中，单一 IP 参考事件可能导致几个后续事件的可能性是造成分组分片可能性的原因。注意若丢失了任何分片，则认为丢失了最初的整个分组。若没有丢失任何分片，但是其中一些分片出现了错误，那么，则认为最初的整个分组出现了错误。对于最初分组传送成功，那么每一个分片必须成功地传送到某一许可的输出 EL。

### 5.5.5 成功 IP 分组传送结果

若一个 IP 分组参考事件进入一个许可的入口  $MP_0$  后，在特定的时间  $T_{\max}$  内，在一个或多个出口  $MP_i$  产生一个或多个相关参考事件，在满足下列条件时，产生一个成功分组传送结果：

- a) 所有发生的相关参考事件的出口  $MP_i$  是许可的；
- b) 在被递交的 IP 分组中包含有在  $MP_0$  处观测的初始 IP 分组中的全部内容；
- c) 被递交的 IP 分组信息字段中的二进制内容与初始 IP 分组中的内容完全一致；
- c) 被递交的 IP 分组的分组头字段是有效的。

注：一般使用时，建议将  $T_{\max}$  设置为 3s。为确保具有长传送时间的分组能够有足够的机会到达，某些全局端到端路径可能需要较大的  $T_{\max}$ 。在实践中已经使用了 3s 的值。

### 5.5.6 错误 IP 分组结果

若一个 IP 分组参考事件进入一个认可的入口  $MP_0$  后，在特定的时间  $T_{\max}$  内，在一个或多个出口  $MP_i$  产生一个或多个相关参考事件，并且满足下列条件时，产生一个错误分组结果：

- a) 所有产生对应参考事件的出口  $MP_i$  是许可的；
- b) 在被递交的 IP 分组中包含有在  $MP_0$  观测的初始 IP 分组中的全部内容；
- c) 被递交 IP 分组信息字段中的二进制内容与原始 IP 分组中的对应内容不完全一致；
- d) 一个或多个被递交 IP 分组的分组头字段是非法的。

注：由 IP 层头检验和检测出的大多数分组将被 IP 层规则丢弃或重定向（例如，依据地址或 TOS/DSCP 字段的差错）。结果是没有为希望接收该分组的较高层协议创建任何参考事件。因为没有 IP 参考事件，这些分组传送尝试将被归类为丢失的分组传送结果。没有导致丢弃或误定向的差错头将被分类为错误分组结果。

### 5.5.7 丢失 IP 分组结果

在特定的时间  $T_{\max}$  内，在一个许可的入口  $MP_1$  处，有一个单一的 IP 分组参考事件，同时，在许可的出口  $MP_n$  处对应于那个入口分组的部分或全部内容不产生一个 IP 分组参考事件时，产生丢失 IP 分组结果。

如下面所定义的一样，丢失 IP 分组结果可能事实上是一个或多个误定向分组传送结果（没有被观测到）。

在某个初始参考事件的特定  $T_{\max}$  时间内，在一个许可的入口  $MP_0$ ，当单一的 IP 分组参考事件在一个（或多个）出口  $MP_i$  处导致一个（或多个）对应的参考事件时，在下面的情况下，出现一个误定向分组：

- a) 被递交的 IP 分组中包含  $MP_0$  处观测的初始分组中的全部内容；
- b) 对应的参考事件发生的一个或多个出口  $MP_i$  不是许可的出口  $MP$ 。

### 5.5.8 虚假 IP 分组结果

对于一个特定的基本段，一个 NSE，或者一个端到端的 IP 服务，如果一个 IP 分组没有产生对应的入口事件，但却存在出口事件时，发生了虚假的 IP 分组结果。

### 5.5.9 第二类 IP 分组结果

#### 5.5.9.1 顺序和重排序的 IP 分组结果

顺序分组投递是成功分组传递尝试的特征，此时，IP 分组在到达宿主机处（或测量点）保持与发送分组相同的次序。尽管扩展到已经被重排序的给定分组可以以位置、时间和载荷字节距离等进行量化，到达的次序由相对于其他相关分组的位置决定。由于其存在修复次序的最终能力或在性能隐含缺少该能力，对于大多数应用而言，重排序分组性能参数是相关联的，特别是在确保网络支持实时媒体流时。SRC

的分组通常包含应用的某些唯一标识符，有时假定是序列号，这样该数目或其他信息（像来自  $MP_0$  的时间戳）做为源端初始次序的参考。到达次序的评估也需要确定哪一个特定的分组是“下一个期望的”分组，当顺序号是连续增加的整数时非常简单。

当许可出口测量点处的单一的 IP 分组参考事件导致下面的情况时，产生顺序分组结果：

- 分组具有大于或等于下一个期望的分组值的序列号。下一个期望的值增加以显示该分组到达，设置一个期望的新值。

当许可出口测量点处的单一的 IP 分组参考事件导致下面的情况时，产生重排序或失序分组传送结果：

- 该分组具有一个小于下一个期望的分组值因而分组被重排序。由于该分组的到达，不改变下一个期望值。

#### 5.5.9.2 IP 分组严重块丢失结果

在入口  $MP_0$  处，在时间间隔  $T_s$  期间，当在出口  $MP_i$  处丢失分组与块中的总分组的比率超过  $s1$  时，对于观测的分组块，产生了一个 IP 分组严重块丢失结果。

时间间隔  $T_s$  的值临时地设置为 1min。门限  $s1$  临时设置为 0.2。后续块（时间间隔）的评估是非重叠的。

注：这些值希望标识由于路由更新造成大多数用户应用明显降级的 IP 路径。随着未来研究和经验的进展，这些值可能变化。较低的  $s1$  值会捕获到可能影响对联通性敏感应用的操作附加网络事件。同样，使用长度近似为 1 秒的  $T_s$  块时，视频和音频应用的明显降级可以使用 IPSLB 传送结果进行修正，同时在将来使用该值可能是重要的。

在评估严重块丢失传送结果中应使用的最小分组数是  $M_b$ ，这些分组应在整个  $T_s$  间隔内扩展。 $M_b$  的值有待进一步研究。

#### 5.5.9.3 重复 IP 分组结果

重复的 IP 分组结果是成功分组结果的一个子集，重复分组结果是许可的入口  $MP_0$  处的单一 IP 分组参考事件在至少一个许可的出口  $MP_i$  处产生两个或多个对应的参考事件，同时所有输出分组的二进制信息字段与初始的分组均相同时发生。 $MP_i$  处的重复分组出口参考事件接着至少针对该初始分组的一个其他对应的出口参考事件之后发生（通常也在  $MP_i$ ）。

注：在点到点通信中，仅有一个许可的出口  $MP_i$ ，同时宿主机直接附属在 NSE。在点到多点通信中，对于不同的目的地，可以有許多许可的出口  $MP_i$ 。

#### 5.5.9.4 副本 IP 分组结果

副本 IP 分组结果在许可的入口  $MP_0$  处的单一 IP 分组参考事件在至少一个许可的出口  $MP_i$  处产生两个或多个对应的参考事件，同时，所有输出分组的二进制信息字段与初始的分组均相同时发生。 $MP_i$  处的副本分组出口参考事件是针对该初始分组的第一个重复 IP 分组结果并且在至少一个重复分组的其他出口参考事件之前发生（通常也在  $MP_i$ ）。

#### 5.5.10 流恢复 IP 分组结果

##### 5.5.10.1 应用层流恢复技术的简单模型

将应用层分组的每一个流模型化为包含两类分组：

- 信息分组的间隔或块；
- 与信息块相关联的可修复分组的最大数目。

为在系统的全部分组传输能力限制内工作并投递质量足够好的应用流，修补技术设计者面临的挑战是选择与（最大）修补能力联合的信息块大小，以便能够胜任补偿分组网络损伤（丢包、过多的延时以及损伤）的高百分数，

增加一些新的性能参数可以帮助这些决定。

#### 5.5.10.2 损伤分组结果和 IP 分组损伤间隔结果

对于时间间隔  $T_I$  期间在入口  $MP_0$  处观测的一组分组，当出口  $MP_i$  处的损伤分组结果数超过  $x$  时发生 IP 分组损伤间隔结果。注意时间间隔  $T_I$  包含信息和头或修补的分组（若在入口流中）。

损伤分组结果是下列传送结果之和：

- 丢失分组传送结果，使用与  $T_I$  相关联的  $T_{max}$  以及标称传输时间，同时可能等于所有分组中分组传输最小的延时加上（多个） $T_I$ 。包括排队时间超时以及从未到达的分组。

- 错误分组结果。

注：该传送结果与其他分组丢失/块测量参数之间的一个区分因素是单一分类中异常延时分组（超出延时变化门限）与从未到达（在传输期间确实丢失的）分组的组合：损伤分组。

对于时间间隔  $T_I$  和门限  $x$  没有临时的值集。另外，分析可能包含间隔  $T_I$  和门限  $x$  的范围。因为 IP 分组载荷的长度影响连续时间以及分组块所占用的时间间隔，也应规定 IP 分组载荷的长度。

#### 5.5.10.3 IP 分组损伤块结果

在入口  $MP_0$  观测对于块大小为  $b$  的分组集，若在出口  $MP_i$  该块的损伤分组结果的数目超过  $x$  时，IP 分组损伤块结果发生。没有块大小  $b$  和恢复门限  $x$  的临时值集。

## 6 IP 网络性能参数

### 6.1 分组定性

#### 6.1.1 相关分组总量

大多数性能参数是针对称为相关分组总量的分组集而定义的。对于端到端的情况，相关分组总量通常是从 SRC 发送到 DST 的总分组的集合。在端到端情况下的测量点是 SRC 和 DST 的 MP。

对于基本段或 NSE 和相关的 SRC 和 DST 对，在许可入口 MP 处的相关分组总量是穿过特定 MP 路由到基本段或 NSE 的从 SRC 发送到 DST 的分组集合。称为特定入口场景。

相对于特定 SRC 和 DST 对的基本段或 NSE 的相关分组总量是穿过任何许可的入口 MP 投递到该段或 NSE 的从 SRC 发送到 DST 的总分组集。称为入口无关的场景。

定义这些 IP 网络性能参数时不考虑特定分组类型（ToS、DSCP 以及协议等）。性能随分组类型的不同而不同，同时有关任何测量的性能描述应包含相关分组总量中包含的分组类型相关的信息。

#### 6.1.2 分组流

分组流是与具有相同的源主机地址（SRC），宿主机地址（DST）、业务分类和会话标识符（例如，高层协议的端口号）的给定连接或无连接流相关联的分组集合。其他文档在参考具有相同分类级别的分组流时可能使用术语微流或子流。分组流是相关分组总量的最普遍的例子。

IPv6 分组具有用于源主机的附加字段以标记在 IPv6 路由器应接收某些特殊处理的分组序列。该字段称为流标签，该标签与源地址一同唯一地定义分组流。

### 6.2 IP 分组传输时延（IPTD）

#### 6.2.1 IP 分组传输时延事件



为穿过基本段或 NSE 的所有成功的或错误分组传送结果定义了 IP 分组传输时延。IPTD 是在两个对应的 IP 分组参考事件出现时间之差 ( $t_2 - t_1$ )，此处，在时刻  $t_1$  出现入口事件  $IPRE_1$ ，在时刻  $t_2$  出现出口事件  $IPRE_2$ ，( $t_2 > t_1$ ) 并且  $(t_2 - t_1) \leq T_{max}$ 。若分组被分片，那么  $t_2$  是最后一个对应的出口事件。如图 7 所示，端到端 IP 分组传输时延仅是 SRC 和 DST 处的 MP 之间的单向时延。

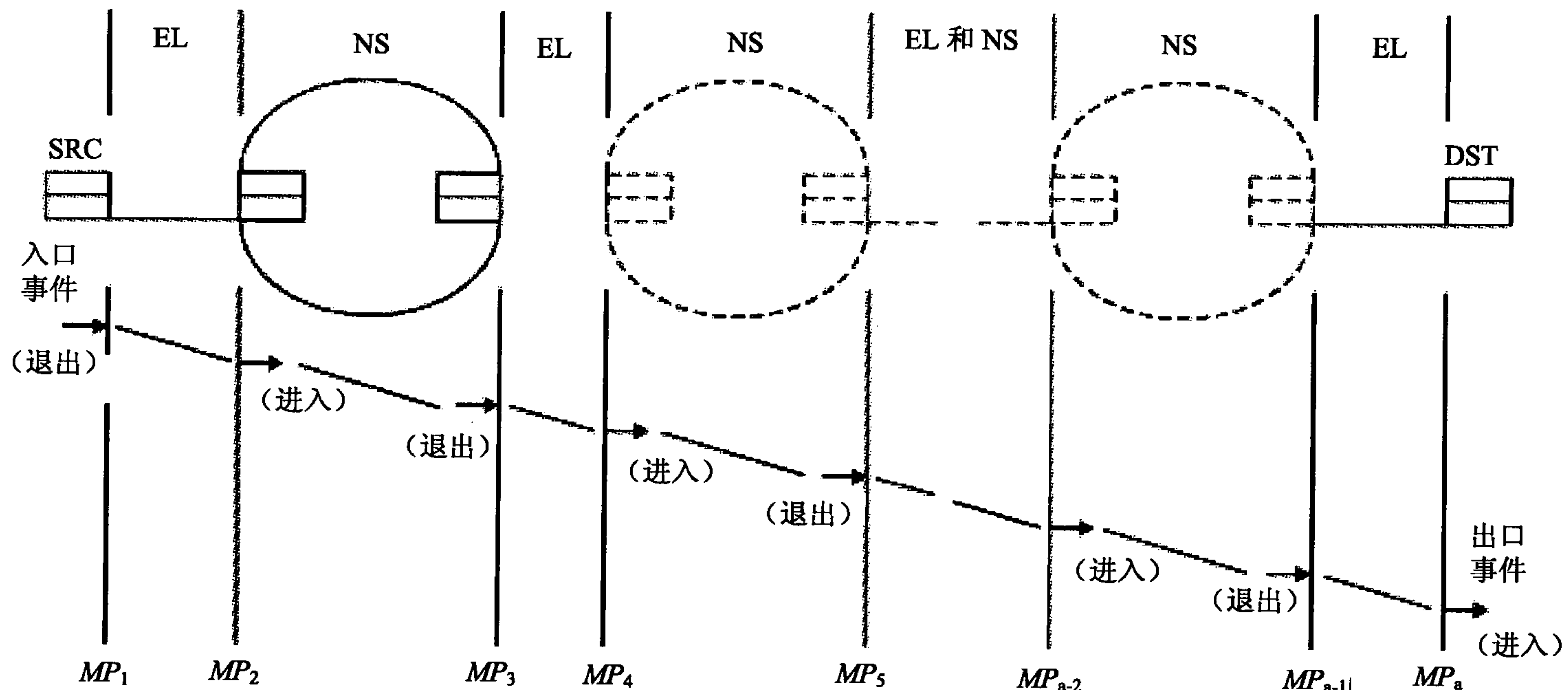


图 7 IP 分组传输时延事件

(单一 IP 分组的端到端传输)

## 6.2.2 平均 IP 分组传输时延

平均 IP 分组传输时延指相关分组总量中所有 IP 分组传输时延的算术平均值。

## 6.2.3 最小 IP 分组传输时延

最小 IP 分组传输时延是相关分组总量中所有 IP 分组传输时延中的最小值。该值包括对所有分组均需要的传输时延和排队时延。因而，该参数不代表 MP 之间路径的理论最小时延。

## 6.2.4 IP 分组传输时延中值

IP 分组传输时延中值是所有相关分组总量的 IP 分组传输时延分布百分位的第 50 位的 IP 分组传输时延。若传输时延按升序排序，该中值是中间值。若相关的分组数是偶数时，那么中值两个中间值的平均值。

## 6.2.5 端到端 2 点 IP 分组传输时延变化

### 6.2.5.1 2 点 IP 分组时延变化

IP 分组传输时延的变化也是重要的。流应用可以使用有关 IP 分组时延变化整个范围的信息以避免缓冲区下溢和溢出。IP 分组时延的极端变化将引起 TCP 重传计时器门限增加也可能引起 TCP 重传的延时或引起不必要的分组重传。

根据入口和出口 MP (例如  $MP_{DST}$ 、 $MP_{SRC}$ ) 处观测对应 IP 分组到达的时间确定端到端 2 点 IP 分组时延变化 (PDV)。这些观察描述有关参考时延的出口 MP 处的 IP 分组到达事件模式和入口 MP 处相应事件模式的变化特征。

相同 MP 之间的 SRC 和 DST 之间的 IP 分组 2 点 PDV ( $v_k$ ) 是分组  $k$  的绝对 IP 分组传输时延 ( $x_k$ ) 与参考 IP 分组传输时延,  $d_{1,2}$  之间的差 (如图 8 所示):  $v_k = x_k - d_{1,2}$ 。

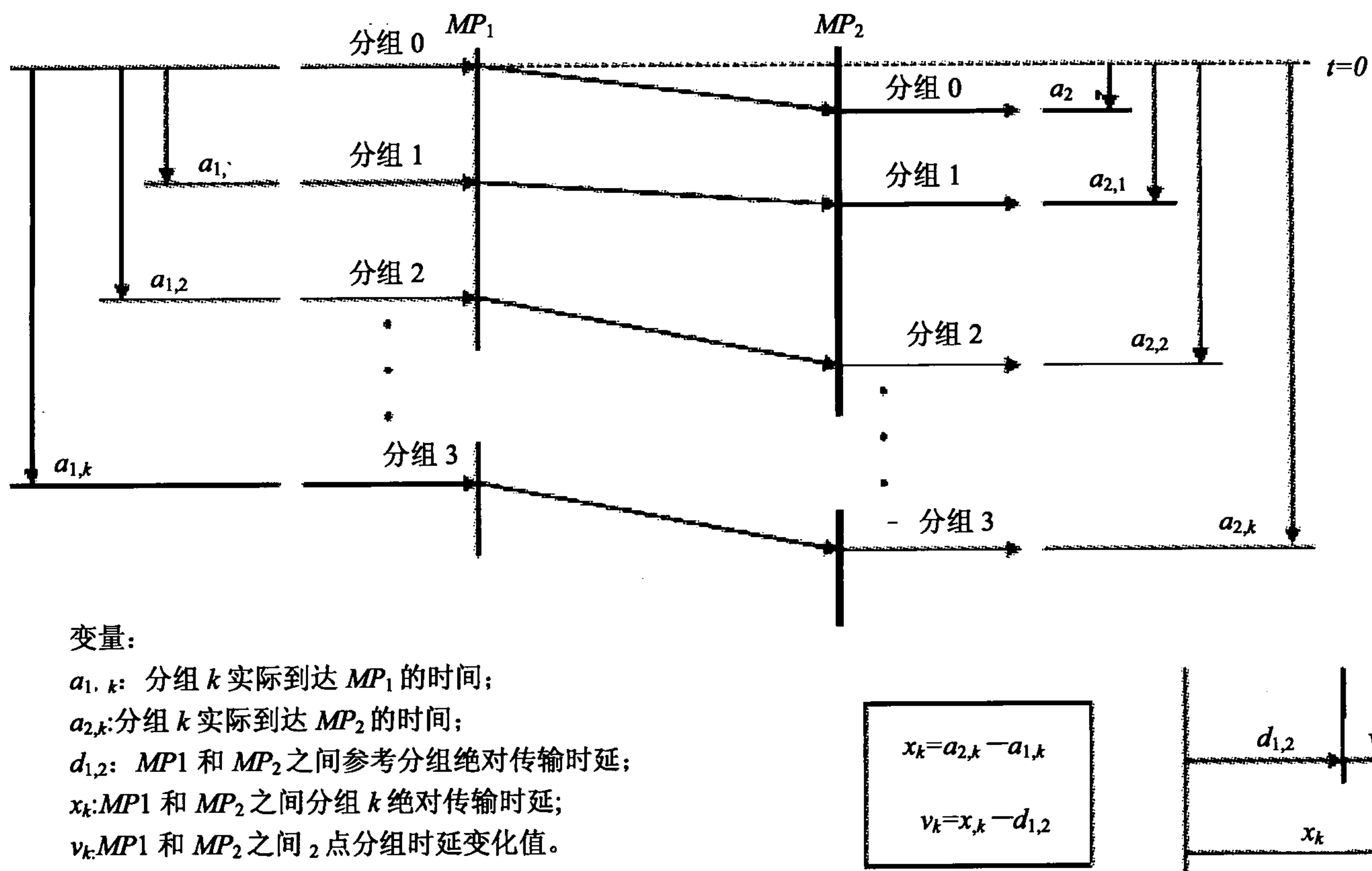


图 8 2 点 IP 分组时延变化

SRC 和 DST 之间的参考 IP 分组传输时延  $d_{1,2}$ ，是该两个 MP 之间所选 IP 分组所经历的绝对 IP 分组传输时延。

正值 2 点 IPDV 相当于 IP 分组传输时延大于参考 IP 分组所经历的 IP 分组传输时延；负值 2 点 PDV 相当于 IP 分组传输时延小于参考 IP 分组传输时延。2 点 PDV 的分布与等于常值  $d_{1,2}$  所显示的绝对 IP 分组传输时延分布相同。

#### 6.2.5.2 使用最小时延作为时延变化的基准

如图 8 所示，单个分组的时延变化自然地定义为那个分组所经历的实际时延和标称或参考时延之间的差异。建议的参考是相关分组总量的最小时延。这样确保所有的变化均为正值，同时简化变化的范围（变化的最大值等于范围）。IP 网络中时延变化的分布通常呈现对最小值的偏差（例如，最小和模式相等）。

#### 6.2.5.3 基于分位数限制的 IP 分组时延变化

建议的小结相关分组总量的时延变化方法是选择时延变化分布的较上或较下的百分位，然后测量这两个百分位之间的距离。例如，选择  $1 - 10^{-3}$  百分位和 0 百分位（或最小），进行测量，并观测这两个百分位时延变化之间的差异。该示例将帮助应用设计者在不超过总缓冲器 0.1% 的溢出情况确定解抖动缓冲器大小。

通过选择时延变化分布的特定百分位之间差异的上限边缘来建立 IP 分组时延变化的指标。99.9 百分位的时延变化与最小的分组时延变化之间的差异不应大于 50ms。

#### 6.2.5.4 基于间隔限制的 IP 分组时延变化

总结由相关分组总量所经历的 IP 分组时延变化的替代方法是预先规定的时延变化间隔，如 50ms，然后观测落在那个间隔之内和之外的单个分组时延变化的百分比。若使用 50ms 的间隔，具有 50ms 或接近 50ms 描述的固定缓冲器大小的应用，然后知道大约多少分组会引起缓冲器的下溢或溢出。

注：若使用该方法小结 IP 分组时延变化，那么应使用 6.2.5.2 中的最小时延作为标称值，而不使用 6.2.5.1 中使用的一个分组的定义。使用 6.2.5.1 的定义预先选择的间隔（例如 50ms）可能偶尔固定在非常大或小的值。

IP 分组时延变化的指标应通过选择落在预先规定的间隔之内的单个分组时延变化的百分比的下边缘来确定。例如， $\geq 99.9\%$ 的分组时延变化应在 $[0\text{ms}, 50\text{ms}]$ 间隔之内。

#### 6.2.5.5 IP 分组时延变化的第二类参数

将（典型地小）分组到分组时延变化与由 IP 路由的改变引起的潜在较大不连续的时延区分开来可能是合适的。捕获 IP 分组时延变化对影响不同应用的一个或多个参数可能是有用的。

### 6.3 IP 分组差错率（IPER）

IP 分组差错率是错误 IP 分组结果与成功 IP 分组传送结果加错误 IP 分组结果之和的比率。

### 6.4 IP 分组丢失率（IPLR）

IP 分组丢失率是丢失的 IP 分组结果与所有 IP 分组传送结果的比率。

### 6.5 虚假 IP 分组率

一个出口 MP 的虚假 IP 分组率指在一个特定时间间隔内在该 MP 上观测到的虚假 IP 分组数量除以该时间间隔区间（等于每业务秒的虚假 IP 分组数）。

### 6.6 IP 分组重排序率（IPRR）

IP 分组重排序率是重排序的分组传送结果的总数与相关分组总量中成功 IP 分组传送结果总数之间的比率。

图 9 给出了分组 2 的失序分组传送结果以及具有能够恢复次序的播放缓冲器到达时间的假定限度。

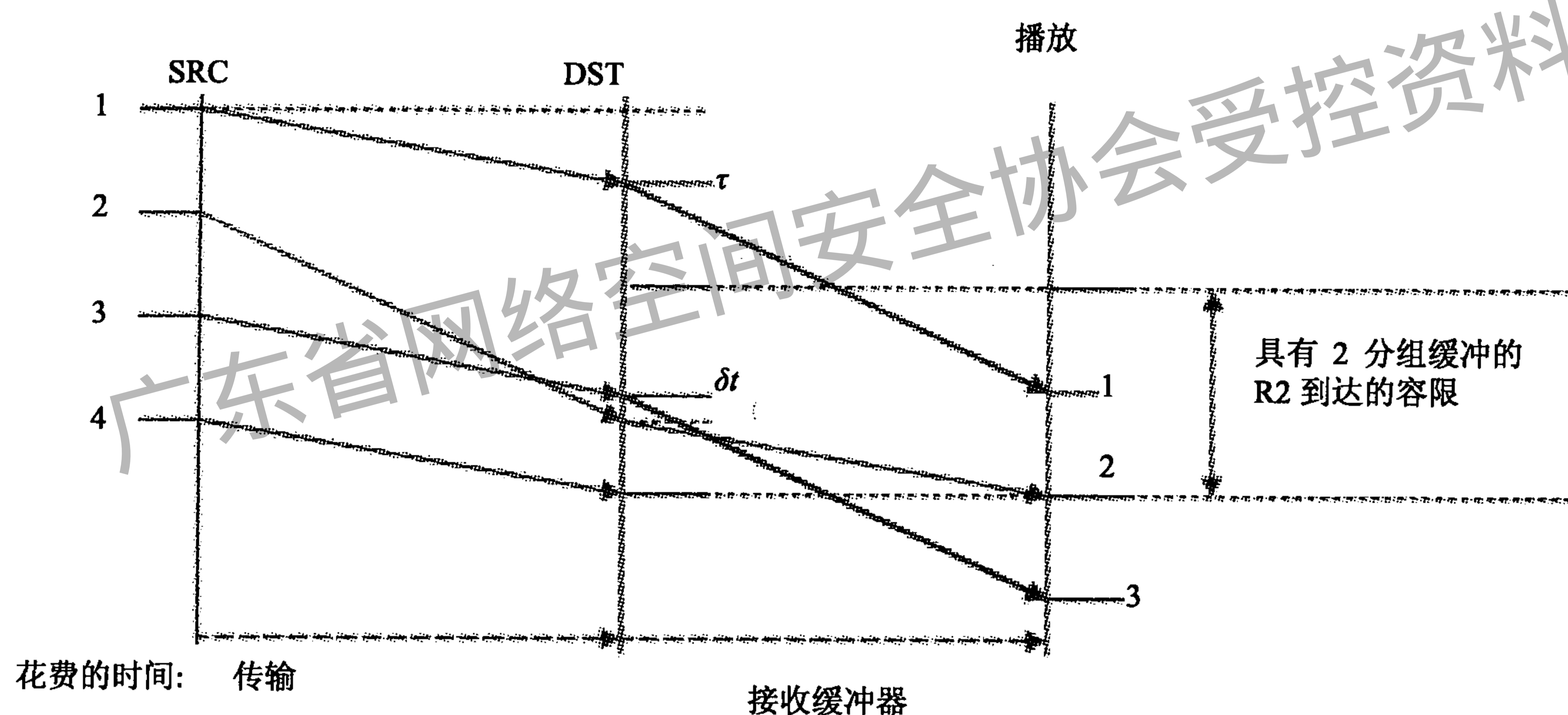


图 9 恢复排序到达的示例

若可以区别单独的重排序事件，那么事件计数也可以再报告（与事件准则一起）。

也可能确定分组重排序的程度。任何其序列号引起下一个期望值的增加多于标准增加值的分组表明到达次序的不连续。从这一点看，可以依据与不连续的距离值计算具有小于下一个期望值的序列号（重排序的）的分组。距离可以以位置、时间或介于中间的分组的总字节载荷为单位。图 9 给出了一个示例分组 2 可以说是“晚”了  $\delta t$  秒或者是一个分组的位置。

### 6.7 IP 分组严重块丢失率（IPSLBR）

IP 分组严重块丢失率是 IP 分组严重块丢失块结果与相关分组总量的总块数之间的比率。

注：由于路由的更新，该参数可以标识出引起大多数用户应用明显降级的多个 IP 路径变化，也称路径震荡。

### 6.8 IP 分组重复率（IPDR）

IP 分组重复率是重复 IP 分组结果总数与成功 IP 分组传送结果总数与相关分组总量的重复 IP 分组结果之差的比率。

## 6.9 副本 IP 分组率 (RIPR)

副本 IP 分组率是副本 IP 分组结果总量与成功 IP 分组传送结果总数和相关分组总量的重复 IP 分组结果之差的比率。

## 6.10 流恢复参数

理论上讲,我们希望了解给定分组间隔(或信息块,  $b$ )中包含多于  $x$  个损伤分组的概率。

$$P(b, x) = p, \text{ or } P(T_b, x) = p$$

在相关分组总量中出现的损伤分组的测量应提供有效时间内的以测量为依据的评估。

### 6.10.1 IP 分组损伤间隔率 (IPIIR)

IP 分组损伤间隔比率是 IP 分组损伤间隔结果与相关分组总量中不重叠的间隔总量的比率。

### 6.10.2 IP 分组损伤块率 (IPIBR)

分组损伤块比率是 IP 分组损伤块结果与相关分组总量中不重叠块总量的比率。

## 6.11 能力参数

端到端 IP 分组传送业务从源主机穿过有序的基本段的有序序列到宿主机。下面描述的能力参数以承载 IP 业务流量的能力为基本段以及网络段集合(也称“路径”)规定特性。基本段以及基本段序列与方向相关。由于前进方向上的段序列的特性不必与反方向的相关特性相同,因而方向是有意义的。

注:与 6.1.2 中定义的流相关参数相比,与能力相关的参数与 IP 层之上的高层协议(如, TCP)无关。

### 6.11.1 段测量参数

#### 6.11.1.1 传送的 IP 层比特

对于给定的相关分组总量,将传送 IP 层比特定义为在出口测量点处生成成功的 IP 分组传送结果的所有 IP 分组中八位组数的 8 倍(从 IP 头的第一个八位组到 IP 分组载荷的最后一个八位组(包括))。

#### 6.11.1.2 IP 层段能力

对于给定的相关分组总量,IP 层段能力是:

$$C(t, \Delta t) = \frac{n_0(t, \Delta t)}{\Delta t}$$

此处:  $n_0$  是在特定时间间隔  $[t, t + \Delta t]$  内,在出口测量点处可以生成成功 IP 分组传送结果的基本段上传送的最大 IP 层比特数。

#### 6.11.1.3 使用的 IP 层段能力

对于给定的相关分组总量,使用的 IP 层段能力是:

$$U(t, \Delta t) = \frac{n(t, \Delta t)}{\Delta t}$$

此处  $n$  是在特定时间间隔  $[t, t + \Delta t]$  内,在出口测量点处可以生成成功 IP 分组传送结果的基本段上传送的实际的 IP 层比特数。

#### 6.11.1.4 IP 层段利用率

对于给定的相关分组总量,IP 层段利用率  $V(t, \Delta t)$  为使用的 IP 层段能力  $U(t, \Delta t)$  与 IP 层段能力  $C(t, \Delta t)$  之间的比率。即:

$$V(t, \Delta t) = U(t, \Delta t) / C(t, \Delta t)$$

### 6.11.1.5 IP 层有效段能力

对于给定的相关分组总量，IP 层有效段能力  $A(t, \Delta t)$  是在特定时间间隔  $[t, t + \Delta t]$  内，未使用的 IP 层段能力。可以通过在 IP 层段能力和使用的 IP 层段能力之间的差来计算。即：

$$A(t, \Delta t) = C(t, \Delta t) - U(t, \Delta t)$$

或者，等同于

$$A(t, \Delta t) = C(t, \Delta t)(1 - V(t, \Delta t))$$

### 6.11.2 NSE 测量参数

#### 6.11.2.1 IP 层 NSE 能力

IP 层段能力的定义可以扩展到整个网络段（也称“路径”）。对于给定的相关分组总量，在特定时间间隔  $[t, t + \Delta t]$  内，IP 层 NSE 能力  $C_{NSE}(t, \Delta t)$  为在那个 NSE 上最小的 IP 层段能力。即，IP 层能力是：

$$C_{NSE}(t, \Delta t) = \min_{i=1..n} C_i(t, \Delta t)$$

此处， $C_i$  指 NSE 中第  $i$  段 ( $i=1..n$ ) 的 IP 层段能力。

#### 6.11.2.2 IP 层有效 NSE 能力

IP 层有效段能力的定义可以扩展到整个网络段（也称“路径”）。对于给定的相关分组总量，在特定时间间隔  $[t, t + \Delta t]$  内，IP 层有效 NSE 能力  $A_{NSE}(t, \Delta t)$  为那个 NSE 上最小 IP 层有效能力。即：

$$A_{NSE}(t, \Delta t) = \min_{i=1..n} A_i(t, \Delta t)$$

此处， $A_i$  指 NSE 中第  $i$  段 ( $i=1..n$ ) 的 IP 层有效段能力。注意，确定 IP 层有效 NSE 能力的段数可以与确定 IP 层 NSE 能力的段数不同。

#### 6.11.2.3 IP 层能力最弱部分

对于给定的相关分组总量，IP 层能力最弱部分为 NSE 中具有最小 IP 层有效能力的部分。注意若有几个满足条件的部分，那么 IP 层能力最弱部分不唯一。

对于给定的感兴趣的，NSE 的 IP 层能力最弱部分是 IP 层能力最弱部分的 IP 层部分能力。

注：IP 层能力最弱部分的 IP 层有效部分能力等同于 IP 层能力最弱部分的 IP 层部分能力。

即：IP 层能力最弱部分能力为：

$$C_{TL}(t, \Delta t) = C_i(t, \Delta t)$$

注：IP 层能力最弱部分不必一定与确定 IP 层 NSE 能力的部分相同。

### 6.11.3 变化率

每一个能力参数  $P$  代表在时间间隔  $[t, t + \Delta t]$  上的平均值。对时间间隔  $[T, T + \Delta T]$  上的给定参数  $P$  的连续的观察集  $P_1..P_N$ ，此处  $T > t$ ，可以使用平均值、标准偏差、分位数来描述变化率。

#### 6.11.3.1 平均值

采用下面的方式计算平均值：

$$a_P(T, \Delta T) = \frac{1}{n} \sum_{i=1..n} P_i(t, \Delta t)$$

#### 6.11.3.2 标准偏差

采用下面的公式计算标准偏差：

$$s_P(T, \Delta T) = \sqrt{\sum_{i=1..n} (P_i(t, \Delta t) - a_P(T, \Delta T))^2}$$

### 6.11.3.3 分位数

对于  $P_1$  至  $P_n$  的  $N$  个值，第  $k$  个分位数[例如，第  $k$  个百分位  $I$  如下规定：

$$P_I : I = \left\lceil N \frac{k}{100} \right\rceil$$

此处  $P_I$  是对应于第  $k$  个百分位的相应的数据值。（符号  $\lceil \cdot \rceil$  是指若  $N \frac{k}{100}$  不是整数，将取下一个较高的整数以获得该列的指数  $I$ 。

对于最小的 ( $k=0$ )、中间的 ( $k=50$ ) 和最大的 ( $k=100$ ) 的分位数是特别重要的并应报告这些数值。也可以使用其他的分位数，如  $k=95$  或  $k=99$  的分位数。

## 7 业务有效性

### 7.1 IP 业务可用性功能

IP 业务可用性功能的基础是针对 IPLR 性能的门限。

对于端到端的情况，若 IPLR 小于表 1 中规定的门限  $c_1$ ，那么 IP 业务端到端可用。

表 1 IP 业务可用性功能

不可用标准	门限
IPLR > $c_1$	$c_1 = 0.75$
<p>为 <math>C_1</math> 取值 0.75 是临时的，同时该值有待进一步研究。也建议 <math>C_1</math> 取值 0.9 和 0.99。在 IP 网络支持多个业务时，对不同的业务选择不同的 <math>C_1</math> 值是合适的。在这种情况下，对于提供 QoS 类别 0 和类别 1 的业务，建议 <math>C_1</math> 取值 0.03 和 0.2（取决于不同的语音编码器），对于 QoS 类别 5 建议 <math>C_1</math> 取值 0.75。</p> <p><math>C_1</math> 门限仅用于确定何时 IP 网络资源（临时地）不能支持有用的分组传送业务。<math>C_1</math> 既不是 IPLR 性能的描述也不是适合于任何 IP 应用的 IPLR 指标。为 IPLR 设定的性能指标应不包括所有业务不可用的区间，即，IPLR &gt; <math>c_1</math> 时所有时间间隔。</p>	

对于特定的 SRC 和 DST 对，若穿过所有入口 MP 针对该 SRC 和 DST 对测量的 IPLR 值小于门限  $c_1$ ，那么对于该入口无关的情况，基本段和 NSE 可用。

对于特定的 SRC 和 DST 对，若在特定的许可的入口 MP，针对该 SRC 和 DST 对测量的 IPLR 值小于门限  $c_1$ ，那么针对该特定入口情况，基本段或 NSE 可用。

注 1：从运营的角度看，从特定入口 MP 测量和/或监测可用性是可能的，使用该信息以得出有关入口无关的可用性的推论。

注 2：基本段或 NSE 的端到端 IP 业务可用性和 IP 业务可用性之间的定量关系有待进一步研究。

若满足表 1 给出的不可用标准（即：IPLR 超过其门限），IP 业务处于不可用状态（不可用体验）。若不满足不可用标准，IP 业务处于可用状态（非不可用）。评估 IP 业务可用性功能中使用的最小分组数是  $M_{av}$ （ $M_{av}$  有待进一步研究。在可用性测量使用端用户生成的业务量时，建议  $M_{av}$  取 1000 个分组）。在评估 IP 业务可用性功能期间，时间间隔的最小期间是  $T_{av}$ ，将  $T_{av}$  临时规定为 5min。研究显示该值与 IP 层操作的实际限制一致。低层性能和网络单元差错的监测可能表示短时间内即将发生的不可用性并且直接进行校正动作。

注 3: 依据基于 IPLR 的不可用标准可靠地描述 IP 业务可用性。然而, IP 业务可用性也可以考虑严重降级性能的 IPER 和/或假分组率。附加可用性决定参数及其相关的门限有待进一步研究。

注 4: 由于 IP 分组从 SRC 到 DST 与从 DST 到 SRC 通常穿越不同的路由器, 因而定义了单向可用性。若从 IP 网络用户的角度需要双向可用性定义, 双向定义可以容易地从该单向定义导出。

期望 IP 业务可用性的该定义可应用于端用户生成的 IP 业务量(即, SRC 和 DST 之间的正常 IP 分组流)以及由测量集合测试方法生成的业务量。在任何一种情况下, 在报告可用性时应记录 IP 业务量的源。这类文档应包括每一个流方向上使用的特定分组类型。

应限制为测量可用性状态特别生成的流量以便于不引起拥塞。该拥塞可能影响其他流量和/或能够明显地增加超过不可用标准的概率。

## 7.2 IP 业务可用性参数

### 7.2.1 IP 业务不可用百分率 (PIU)

IP 业务不可用百分率是使用 IP 业务可用性函数归类为不可用的预定总 IP 业务时间 ( $T_{av}$  间隔的百分率) 的百分率。

### 7.2.2 IP 业务可用百分率 (PIA)

IP 业务不可用百分率是使用 IP 业务可用性函数归类为可用的的总 IP 业务时间 ( $T_{av}$  间隔的百分率) 的百分率:

$$PIU = 100 - PIA$$

注: 因为 IPLR 典型地随着从 SRC 到 DST 的载荷的增加而增加, 因而随着提供的载荷的增加, 超过门限  $c_1$  的可能性也增加。因而, 在 SRC 和 DST 之间的能力需要越高, PIA 的值越小。

## 8 IP 网络性能指标

本章规定公用 IP 业务的用户信息传送性能指标。这些指标采用本标准中定义的 IP 层性能参数来描述。表 1 中给出了性能指标及相关的说明。表 1 中的所有值均是永久的。

注: 从用户的角度看, 网络 QoS 指标仅代表传输性能部分(例如, 对 IP 话音业务而言, 从口到耳的质量)。

### 8.1 QoS 的一般讨论

表 2 中的 QoS 类别定义给出用户网络接口 (UNI) 之间的网络性能边界。只要用户(以及单独的网络)不超出协商的能力规范或流量合同, 同时路径是有效的(如前面章节所介绍的), 网络提供者应在整个流的生命周期内协作支持这些 UNI 到 UNI 界限。

提供给给定流的实际网络 QoS 取决于穿越路径的距离及复杂度。实际网络 QoS 通常优于表 2 中的 QoS 类别定义中包含的指标界限。

静态的 QoS 类别协议能够通过标记有特定类别的相关分组标记(例如, 服务类别优先比特或差分服务码点)来实现。

在用户和网络提供者之间以及在网络提供者之间支持动态 QoS 请求的协议有待进一步研究。当实现这些协议和支撑系统时, 用户或网络可以按逐流的方式请求和接收不同的 QoS 类别。以该种方式, 可以表明、评估和确认(或者拒绝或修改)不同业务和应用的确定的性能需求。

### 8.2 UNI 到 UNI 的 QoS 参考路径

流中的每一个分组都沿特定路径传送。满足本节规定的性能指标的任何流(每条路径上有一个或多个分组流)都将被认为完全遵守本标准的规定。

注：短语“端到端”在相关用户 QoS 类别的标准中具有不同的含义，例如，对于话音质量标准而言，端到端的含义是从口到耳。在本标准中，端到端是指从 UNI 到 UNI。

为对应于 IP 分组参考事件 (IPRE) 的 IP 性能参数规定了 UNI 到 UNI 性能指标。UNI 到 UNI IP 网络性能指标应用于图 10 中从用户网络接口到用户网络接口。UNI 到 UNI IP 网络路径包括网络段 (NS) 以及从 SRC 端的 UNI 到 DST 端的 UNI 的 IP 分组传输的网间链路；下面协议和包含 IP 层 (层 1 到层 3) 也可以被认为是 IP 网络的一部分。

网络段 (NS) (前面定义的) 与运营者域是同义词，同时可以包括 ITU-T E.651 和 ITU-T Y.1231 中描述的 IP 接入网络体系架构。图 10 所示的参考路径与图 1 参考模型相适配。

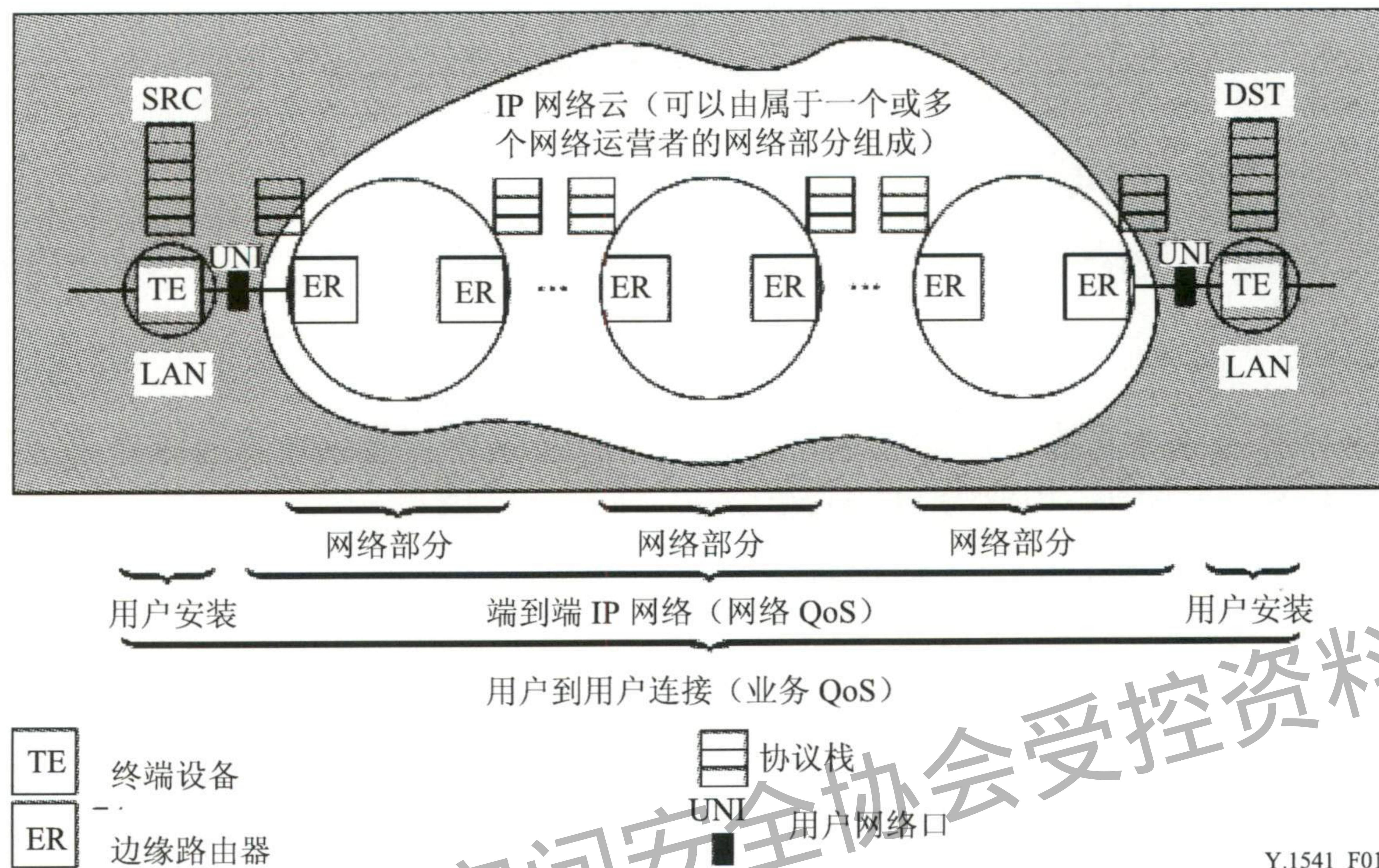


图10 网络QoS指标的UNI-到-UNI参考路径

消费者装置包括所有终端设备 (TE)，如主机和任何路由器或 LAN。某些应用仅有一人用户。TE 和用户到用户连接的规范不在本标准的范围内，可以把连接终端设备的网关称为接入网关。

参考路径具有以下属性：

- a) IP 云可以支持用户到用户、用户到主机以及其他类型端点间的连接；
- b) 网络段可表示为其边缘上的边缘路由器以及若干具有其他角色的内部路由器组成的云；
- c) 特定路径上网络段的多少取决于所提供的服务类型以及每个网络段的复杂性和地理跨度；
- d) 本标准允许一条路径中存在一个或多个网络段；
- e) 在一个流的生存期内，流中支持分组的网络网络段可以改变；
- f) IP 连接跨越国界，但不遵循电路交换的约定（例如，如果某个国界两边共用一个网络段，其上可能没有可辨别的网关）。

### 8.3 网络 QoS 类别

本节规定目前定义的网络 QoS 类别。每一种网络 QoS 类别表示特定性能值界限组合。本节包括可能使用每一网络 QoS 类别时指南。IP 网络 QoS 类别定义及网络性能指标见表 2。

表 2 IP 网络 QoS 类别定义及网络性能指标

网络性能参数	网络性能指标类型	QoS 类别					
		类别 0	类别 1	类别 2	类别 3	类别 4	类别 5
IPTD	IPTD均值上限 <sup>a</sup>	100 ms	400 ms	100 ms	400 ms	1 s	U



表 2 (续)

网络性能参数	网络性能指标类型	QoS 类别					
		类别 0	类别 1	类别 2	类别 3	类别 4	类别 5
IPDV	$1 - 10^{-3}$ 的百分位的IPTD 减去最小的IPTD的上限 <sup>b</sup>	50 ms <sup>c</sup>	50 ms <sup>c</sup>	U	U	U	U
IPLR	分组丢失率的上限	$1 \times 10^{-3d}$	$1 \times 10^{-3d}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$	U
IPER	上限	$1 \times 10^{-4e}$					U

指标应用于公用IP网络。在普通网络上这些指标也是可实现的。网络提供者向用户的承诺是尝试以可以达到每一个可应用指标的方式投递分组。声称符合本标准的大多数IP路径应满足那些指标。对于某些参数，在较短的和/或相对简单的路径上，性能可能明显的更好。

对于IPTD、IPDV和IPLR，建议采用1分钟的评估间隔，在所有情况下，间隔必须与所观察到的值一同记录。任何观测分应满足这些指标。

网络提供者可以提供好于指标值的性能承诺。“U”的含义是“未规定”或者“无边界”。当与特定参数相关的性能标识为“U”时，本标准未对该参数设置指标，同时可以忽略任何指标。当一个参数指标被设置为“U”时，在任何时候，与那个参数相关的性能可以任意地差。

<sup>a</sup>: 非常长的传输时间将难以满足低端到端延时指标。在这些和某些其他情况下，类别0和类别2的IPTD指标将永远不可实现。每一个网络提供者将碰见这些情况，表3中的IPTD 指标的范围提供替代的可实现QoS类别。一种类别的延时指标不妨碍网络提供者提供较短延时承诺的业务。根据本标准对IPTD 的定义，在IPTD指标中包括分组插入时间。本标准建议评估这些指标使用最大1500字节的分组信息字段。

<sup>b</sup>: IPDV指标的定义（本标准中规定的）是2点IP分组延时变化。为规划的目的，平均IPTD的边界可以采用最小IPTD的上限，因而，通过将IPTD均值加上该IPTD来获得 $1 - 10^{-3}$ 分位数的边界（例如，类别0中的150ms）。

<sup>c</sup>: 该值取决于网间链路的能力。当所有能力高于基本速率（T1或E1）或者相关的分组信息字段小于1500字节时，较小的变化是可能的。

<sup>d</sup>: IPLR类别0和类别1的部分根据高质量的语音应用和语音编解码器完全不受 $10^{-3}$ 的IPLR的影响的研究结果来选择指标。

<sup>e</sup>: 该值确保分组丢失是呈现给较高层差错的主要原因，同时采用在ATM上进行IP 传输是可行的

### 8.3.1 网络性能指标的特性

表 2 中的指标应用于用于界定端到端 IP 网络的 MP 之间的公共 IP 网络。相信这些指标在 IP 网络的一般实施中是可以实现的。

表 2 的左手侧表示在后续行中出现的性能指标的统计类型。

IP 分组传递延时的性能指标是对于该流的平均 IPTD 的较高界限。尽管许多单独的分组可能有超过该界限的传递时延，在该流的生命周期内平均 IPTD（平均数的统计评估）一般应小于表 2 中可应用的界限。

2 点 IP 分组延时变化的性能指标是该流 IPTD 分布的  $1 - 10^{-3}$  分位数的上限。 $1 - 10^{-3}$  分数位允许短的评估间隔（例如，1000 分组的抽样是评估该界限所需的最小值。）

同样，这允许更加灵活的网络设计，如工程上的延时缓冲器以及路由器队列长度必须以  $10^{-3}$  的次序在整个 IPLR 的指标上可实现。较低的分位数值将导致抖动缓冲器大小的低估，这样实际的分组丢失将超过整体 IPLR 指标（例如，在  $IPLR=10^{-3}$  时， $1 - 10^{-2}$  的上百分位数可能具有 1.1% 的整体分组丢失）。

IP 分组丢失比率的性能指标是该流的 IP 分组丢失的上限。尽管将丢失单独分组，在该流期间任何单独的分组丢失的潜在概率应小于表 1 的可应用的界限。

对于不普遍的分组传输结果的指标及其相关的参数有待进一步研究，如假分组率（SPR）。

### 8.3.2 评估间隔

表 2 中的指标不能马上确定。评估间隔是全部相关分组总量的一个子集。理想情况下，这些间隔如下：

- 长到包含所期望的流所规定的比率和分位数足够多的分组；
- 长到对用户的典型用法（流存活期）或用户评估周期是足够的；
- 短到可以保证与每个评估间隔内部的可接受的性能保持平衡（这样才可区别出性能较差的时间间隔，否则会导致把性能较差的时间间隔隐藏在一个非常长的评估时间间隔中）；
- 短到可以处理测量中的实际问题。

对于与电话相关联的评估来讲，正常情况下采用典型分组速率（每秒 50 个到 1000 个分组）时需要的最小时间间隔应为 10s 到 20s，并且应有分钟量级的间隔上限，建议使用 1min。在任何情况下，都必须在测量中记录包括观测到的值以及任何假定及可信间隔的值。在任何观测分钟内，应满足表 2 中的 IPTD、IPDV 和 IPLR 的指标。具体可接受的评估方法有待进一步研究。

验证指标实现方法有待进一步研究。可以使用连续的或非连续的评估。IETF RFC 3432 “使用周期流的网络性能测量”中给出了一种可能的测试方法，其中对随机测量开始时刻和最终长度的评估间隔的需求导致不连续的评估。

### 8.3.3 评估用分组大小

分组大小影响绝大多数性能参数的测量结果。因为很多流的分组大小有相当大的变化，因此应规定合适的分组大小范围。当评估 IPDV 或评估支持 CBR 的指标流时，用相同大小的分组进行测量可以简化评估，因此推荐这时使用固定大小的信息字段大小。建议使用 160 字节或 1500 字节大小的分组进行性能评估，并必须报告测量分组的大小。当进行更低层测量时（如比特错误测试），推荐使用 1500 字节大小的分组做性能评估。

### 8.3.4 未规定的（无边界的）性能

某些网络 QoS 类别的一些性能参数值被指定为“U”。这种情况表示不规定这些参数的指标。对这些不做规定的参数，网络运营商可以单方面保证一些最差服务质量等级，本标准对此不做规定。

这些 QoS 类别的用户应意识到，任何时候，未规定参数的网络性能可能会任意差。然而，通常的期望是 IPTD 平均将不大于 1s。

### 8.3.5 IPTD 指标的讨论

在非常长的地理距离或在使用同步地球静止卫星的情况下，非常长的传输时间将无法实现低的 UNI 到 UNI 的延时指标。在这些或某些其他情况下，类型 0 和类型 2 的 IPTD 指标将永远不可能实现。应注意类别延时指标并不妨碍网络提供者提供承诺具有较短延时的业务。应明确地说明任何这样的承诺。

每个网络提供者将遇到这些情况（或者作为单一的网络或者与其他网络一同提供 UNI 到 UNI 路径），表 1 中 IPTD 指标提供可选用的可实现的网络 QoS 类别。尽管考虑不同路由和距离，相关的类别（例如类别 0 和 1）将典型地使用相同节点机制来实现。

根据 IPTD 的定义，在 IPTD 指标中包括分组插入时间。本标准建议评估指标时使用最大 1500 字节的分组信息字段。

### 8.3.6 类别使用指南

表 3 给出网络 QoS 类别使用及工程指南。

表 3 IP QoS 类别指南

类别	应用 (示例)	节点机制	网络技术
类别 0	实时, 对抖动敏感, 高交互 (VoIP, VTC)	对不同业务分配单独的队列	强制路由和距离
类别 1	实时, 对抖动敏感, 交互 (VoIP, VTC)		较少强制路由和距离
类别 2	业务数据, 高交互 (信令)	单独队列, 根据优先级丢包	强制路由和距离
类别 3	业务数据, 交互		低强制路由和距离
类别 4	仅要求低丢失 (短业务、块数据、视频流)	长队列, 根据优先级丢包	任何路由/路径
类别 5	IP 网络传统业务	单独的队列 (最低优先级)	任何路由/路径

只要用户希望在其会话期间接受当前的性能等级, 表 2 中列出的任何应用示例也用于未规定性能指标的类别 5

在网络节点上也可以应用流量策略和/或计划。

表 3 表达了 QoS 类别发展的原则之一, 即: 由单一的网络性能指标集解决多应用需求。该方法使得 QoS 类别的数目小并可管理。图 11 所示说明了采用单一的 QoS 类别满足具有共同性能需求的应用的方法 (例如, QoS 类别 Y 和 Y\* 完全满足应用 2、3 和 4 的需求, 此处基于网络实际, Y\* 修改了一个或多个性能需求)。

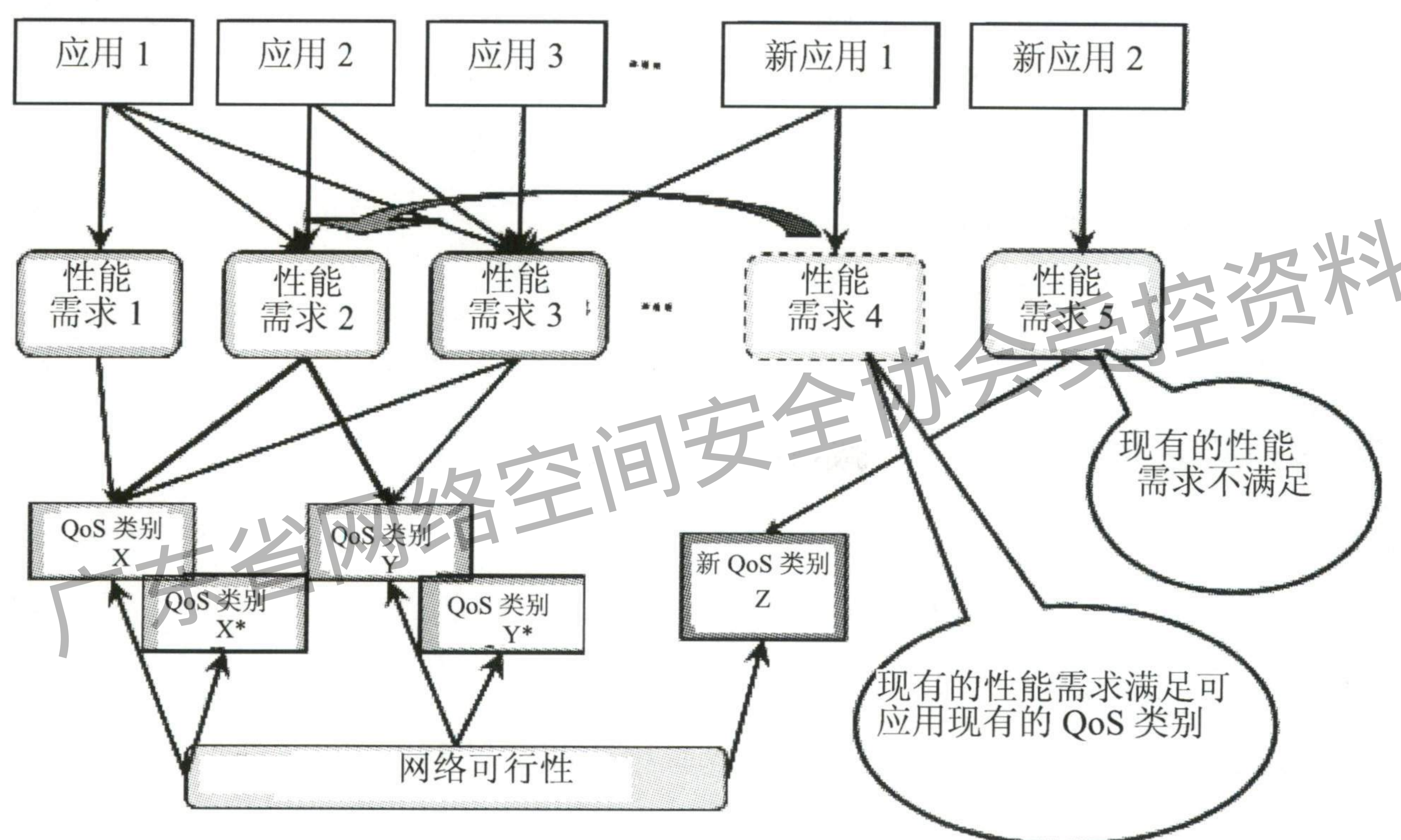


图 11 较少的 QoS 类别支持多应用的原则

随着用户应用数目的增加, 新应用首先考虑其需求与已经支持的应用需求的相似性, 并寻找使用已有的某 QoS 类别满足其需求。

### 8.3.7 临时网络 QoS 类别

本节给出临时的网络 QoS 类别。这类类别 (见表 4) 和表 1 中的那些类别的区别是所有的指标值均是临时的, 而且直到这些指标根据实际操作经验修订后 (增加或减少) 才需要满足。

表 4 临时的 IP 网络 QoS 类别定义和网络性能指标

网络性能参数	网络性能指标类型	QoS 类别	
		类别 6	类别 7
IPTD	平均 IPTD 的上限	100 ms	400 ms
IPDV	IPTD 的 $1 - 10^{-5}$ 分位数减去最小的 IPTD 的上限 <sup>a</sup>	50 ms	
IPLR	分组丢失率的上限	$1 \times 10^{-5}$	
IPER	上限	$1 \times 10^{-6}$	

表4 (续)

网络性能参数	网络性能指标类型	QoS类别	
		类别 6	类别 7
IPRR	上限	$1 \times 10^{-6}$	
<p>这些类别的评估间隔应是1分钟或更长。评估应使用1500字节载荷。对IPTD、IPDV和IPLR，建议使用1分钟的评估间隔，在任何观测分钟内观测结果应满足指标。</p> <p>IP分组丢失率（IPLR）指标的一个基本原理是将丢包对TCP能力的影响最小化。甚至在调整了TCP参数和操作系统并利用大的窗口选项。TCP选择确认（SACK）、多路径连接以及更新的拥塞控制可以减少丢包指标并有待进一步研究。上面规定的IPLR值不足以支持数字视频用户所期望的所有质量等级，需要有前向纠错和内插（FEC/I）或缓解分组丢失的其他形式。设置的IP分组差错率（IPER）的指标对整体分组丢失是微不足道的。</p> <p>本标准中已经定义了IP分组重排序率（IPRR）。对TCP发送者而言，根据距它们与初始位置的距离重排序分组可以作为丢失分组出现。因而，将IPRR设置成对整体分组丢失影响微小的值。</p> <p>本标准中已经包括流修复的新性能参数；这些指标可应用于本表中考虑的用户应用。网络QoS性能指标中的这些新指标的角色有待进一步研究。</p> <p>特别地，若该表的范围被限制在较表1的接入速度更高的类别，那么可以考虑较低的IPDV指标。</p> <p><sup>a</sup>: IPDV指标的定义是2点IP分组时延变化。为规划的目的，可以将平均IPTD的界限作为最小的IPTD的上边界，因而，可以将平均IPTD和IPDV值（例如类别6中的150ms）相加来获得<math>1 - 10^{-5}</math>分位数</p>			

至少一种情况下（IPTV）表2中的性能指标目前可能是足够的。

正在出现具有严格性能要求的新应用，这些应用的需求有待进一步研究。然而，表4中这些分类的临时状态和数值指标在本版本中保持不变，有待进一步研究。

表3中类别0到类别4支持的用户应用具有更严格的丢失/差错需求的高比特率用户应用。

## 9 级联网络段及其 QoS 值

### 9.1 概述

在了解各子段性能的基础上，本节解决路径的 UNI-UNI 的性能评价。目的是为组合这些 UNI-UNI 估计，提供标准关系式。

这些关系式生成 UNI-UNI 性能合理的精确估计。相信评估过程中的差错与其值本身的潜在差错相平衡。当这些值来自于当前的测量或模型化活动时，若条件不是固定的或假定不保持在网络段之间的独立原则，它们可能是可考虑的差错。

这些关系式是希望支持由 QoS 信令协议生成的损伤的累积。它们不必用于支持 UNI-UNI 值的分配。

### 9.2 组成 UNI-UNI 值

#### 9.2.1 平均传输时延

对于平均 IP 分组传输时延（IPTD）性能参数，UNI-UNI 性能是由各网络段引起的 IP 分组传输时延的平均值之和。

IPTD 值的单位是秒，精确度至少是毫秒。若值上较小的精确度有效，未使用的数字应设置为零。

#### 9.2.2 丢失率

对于 IP 分组丢失率（IPLR）性能参数，UNI-UNI 性能可以通过如下的反转穿越  $n$  个网络段的成功的分组传输的概率来评估：

$$IPLR_{UNI-UNI} = 1 - \{ (1 - IPLR_{NS1}) \times (1 - IPLR_{NS2}) \times (1 - IPLR_{NS3}) \times \dots \times (1 - IPLR_{NSn}) \}$$

该关系式对参数值没有限制，首选该关系式而不是其他的近似方式，如简单的丢失率和。所有的测量将使用相同的  $T_{\max}$  值（确定分组丢失的等待时间）。

IPLR 值的单位是发送的所有分组中丢失的分组，其精确度至少为  $10^{-9}$ 。若值中较小的精确度是有效的，未使用的数字将被设置为零。

### 9.2.3 分组错误率

对于 IP 分组差错率（IPER）性能参数，UNI-UNI 性能参数可以通过如下式所示的方式将跨越  $n$  个网络段的无差错分组传输概率反转来评估：

$$\text{IPER}_{\text{UNI-UNI}} = 1 - \{ (1 - \text{IPER}_{\text{NS1}}) \times (1 - \text{IPER}_{\text{NS2}}) \times (1 - \text{IPER}_{\text{NS3}}) \times \dots \times (1 - \text{IPER}_{\text{NSn}}) \}$$

该关系式对参数值没有限制，因而，选择该关系式而非其他近似数，如分组差错率的简单取和。

IPER 值的单位是发送的所有分组中出错的分组数，精确度至少为  $10^{-9}$ 。若值中较小精确度是有效的，未使用的数字应设置为零。

### 9.2.4 时延抖动关系式

利用网络段值评估 UNI-UNI 时延抖动（IPDV）性能的关系式必须认识到其附加特性同时在没有有关个体时延分布的可考虑信息的情况下，进行精确地评估是困难的。例如，若已知或测量了独立的时延分布特征，可以将其一并考虑来评估组合的分布。

该详细信息将很少在运营者之间共享，同时在连续分配形式下可能无效。其结果是，UNI-UNI IPDV 评估具有精确度的限制。由于该领域的研究还在继续，下面给出的评估关系式是根据临时的原则来制定的，将来，本部分内容将会根据新的发现或实际运营经验而改变。

下面给出组合 IPDV 值的关系式。

可以将考虑的问题描述如下：根据下式的定义，估计 UNI-UNI 时延  $T$  的分位数  $t$ ：

$$\text{Pr}(T < t) = p$$

步骤 1：测量  $n$  个网络段的一个网络段的时延均值及方差。通过对构建分布的均值和方差取和来估计 UNI-UNI 时延的均值和方差。

$$u = \sum_{k=1}^n u_k$$

$$\sigma^2 = \sum_{k=1}^n \sigma_k^2$$

步骤 2：在概率  $p=0.999$  的情况下，测量每一延时的分位数。使用下面所示的公式估计相应的偏差和三阶距，此处  $x_{0.999} = 3.090$  是满足  $\Phi(x_{0.999}) = 0.999$  的值， $\Phi$  表示标准正交分布函数（均值 0，方差 1）。

$$\gamma_k = 6 \cdot \frac{x_p - \frac{t_k - \mu_k}{\sigma_k}}{1 - x_p^2}$$

$$\omega_k = \gamma_k \cdot \sigma_k^3$$

假定时延分布是不相关的，那么 UNI-UNI 时延的三阶距则是网络段三阶距之和。

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \dots = \sum_{k=1}^n \omega_k$$

UNI-UNI 偏差可通过将 UNI-UNI 时延除以  $\sigma^3$  的下面算式计算。

$$\gamma = \frac{\omega}{\sigma^3}$$

步骤 3:

UNI-UNI 时延  $t$  的第 99.9 ( $p=0.999$ ) 百分数的估计如下。

$$t = u + \sigma \cdot \left\{ x_p - \frac{\gamma}{6} (1 - x_p^2) \right\}$$

此处  $x_p = x_{0.999} = 3.090$ 。

如前所述, IPDV 指标是  $1 - 10^{-3}$  分位的 IPTD 减去最小的 IPTD 的上限 (即, IPDT 的分布对最小的 IPTD 的归一化)。IPDV 值的单位是秒, 精确度至少是 1ms。若较小的精确度有效, 应将未使用的数字设置为零。

### 9.3 损伤累积程序

有两种使用上面关系式评估 UNI-UNI 性能等级的两个原则方法。这两个方法均是可接受的。

当在某个地方该路径上所有网络段的值可用于计算时, 它们将作为独立的值用于上面的关系式中。在信令协议中, 应从源到目的地收集独立的值并将其传送给负责计算和根据结果动作的实体。

也可以在每次新值有效时, 累积这些值。在这种情况下, 上面的关系被用于组合当前网络 (或路由器, 若那是组合的基础) 值与累积评估值。所计算出的评估值变为新的累积值并沿着该路径传送到目的地。

## 10 安全

评估网络性能以确定所评估的网络性能与本标准规定的数值指标一致性的测量系统应将测量用流量限制到合适的水平以避免滥用 (例如, 拒绝服务攻击)。参与测量活动的各方, 包括网络管理者或承载流量的网络运营者应事先同意可接受的流量水平。

为测量目的监测用户流量的系统必须保持用户信息的机密性。

测量系统可以使用技术来确定附加流量是否是由攻击者作为总分组的一部分插入进来的。

## 参 考 文 献

- [1] ITU-T G.107 E-模型, 传输规划使用的计算模型 (The E-model, a computational model for use in transmission planning)
- [2] ITU-T G.108 E-模型的应用: 规划指南 (Application of the E-model: A planning guide)
- [3] ITU-T G.109 话音传输质量类型定义 (Definition of categories of speech transmission quality)
- [4] ITU-T G.114 单向传输时间 (One-way transmission time)
- [5] ITU-T G.826 用于国际恒定比特率数字路径和连接的端到端差错性能参数和指标 (End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit rate digital paths and connections)
- [6] ITU-T G.1000 通信服务质量: 框架和定义 (Communications Quality of Service: A framework and definitions)
- [7] ITU-T G.1010 端用户多媒体服务质量分类 (End-user multimedia QoS categories)
- [8] ITU-T G.1020 利用IP网络的语音和其他话带应用服务质量性能参数定义 (Performance parameter definitions for quality of speech and other voice band applications utilizing IP networks)
- [9] ITU-T I.113 宽带ISDN术语 (Vocabulary of terms for broadband aspects of ISDN)
- [10] ITU-T I.350 包括 ISDN 的数字网络的服务质量和网络性能的一般特征 (General aspects of quality of service and network performance in digital networks, including ISDNs)
- [11] ITU-T P.10/G.100 性能和服务质量术语 (Vocabulary for performance and quality of service)
- [12] ITU-T P.1010 用于VOIP终端和网关的基本话音传输指标 (Fundamental voice transmission objectives for VoIP terminals and gateways)
- [13] ITU-T Y.1221 IP网络流量控制和拥塞控制 (Traffic control and congestion control in IP-based networks)
- [14] ITU-T Y.1540 IP 数据通信业务— IP 数据分组传送和可用性性能参数 (Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters)
- [15] ITU-T Y.1541 用于 IP 业务的网络性能指标 (Network performance objectives for IP-based services)
- [16] ITU-T Y.1561 MPLS网络性能和可用性参数 (Performance and availability parameters for MPLS networks)
- [17] ITU-T Y.1563 以太网帧传送和可用性性能 (Ethernet frame transfer and availability performance)
- [18] IETF RFC791 Internet 协议 (Internet Protocol)
- [19] IETF RFC 2460 Internet 协议 版本6(IPv6)规范 (Internet Protocol, Version 6(IPv6) Specification)
- [20] IETF RFC 4737 分组乱序度量指标 (Packet Reordering Metrics)
- [21] IETF RFC 5136 定义网络能力 (Defining Network Capacity)
- [22] IETF RFC 5481 分组延时变化可适用性说明 (Packet Delay Variation Applicability Statement)

广东省网络空间安全协会受控资料

中华人民共和国  
通信行业标准  
IP 网络技术要求  
网络性能参数与指标  
YD/T 1171-2015

\*

人民邮电出版社出版发行  
北京市丰台区成寿寺路1号邮电出版大厦  
邮政编码：100164  
北京康利胶印厂印刷  
版权所有 不得翻印

\*

开本：880×1230 1/16 2015年12月第1版  
印张：2.25 2015年12月北京第1次印刷  
字数：57千字

15115·682  
定价：25元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)81055492