

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1382-2005

IP 网络技术要求——流量控制

IP network technical requirements——traffic control

广东省网络空间安全协会受控资料

2005-09-01 发布

2005-12-01 实施

中华人民共和国信息产业部 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 缩略语和术语	1
4 流量参数和描述符	3
5 IP 传送能力	5
6 流量控制、拥塞控制和过载处理功能	7
7 IP 流量工程	8
附录 A (规范性附录) 令牌桶和普通位元速率算法 (GBRA)	9
附录 B (规范性附录) 两个协作的普通位元速率算法的行为	12
附录 C (资料性附录) 令牌桶行为说明	13

广东省网络空间安全协会受控资料

前 言

本标准是“IP 网络技术要求”系列标准的组成部分，该系列标准的组成及名称如下：

1. YD/T 1149-2001 IP 网络技术要求——计费；
2. YD/T 1170-2001 IP 网络技术要求——网络总体；
3. YD/T 1171-2001 IP 网络技术要求——网络性能参数与指标；
4. YD/T 1317-2004 IP 网络技术要求——IP 网与 PSTN、ATM、移动网互通；
5. YD/T 1381-2005 IP 网络技术要求——网络性能测量方法；
6. YD/T 1382-2005 IP 网络技术要求——流量控制。

本标准主要依据 ITU-T Y.1221 和 YD/T 1171-2001《IP 网络技术要求——网络性能参数与指标》等编制而成。

本标准的附录 A 和 B 是规范性附录，附录 C 是资料性附录。

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：信息产业部电信研究院

中兴通讯股份有限公司

本标准主要起草人：唐锡京 池毓东 何宝宏 高 巍

广东省网络空间安全协会受控资料

IP 网络技术要求——流量控制

1 范围

本标准规定了 IP 网络的流量控制和拥塞控制的一般目标和方法,包括用户和 ISP 网络之间的流量合同定义, IP 传送能力 (IPTC), 单个 IPTC 的服务模型、相关的流量模式以及一致性定义等。

本标准适用于由互联网服务提供商 (ISP) 向用户提供服务质量的 IP 网络。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单 (不包括勘误的内容) 或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

YD/T 1171-2001 (2001)	IP 网络技术要求——网络性能参数与指标
ITU-T Y.1221 (2002)	基于 IP 的流量控制与拥塞控制
ITU-T I.371 (2000)	B-ISDN 中的流量控制与拥塞控制
ITU-T Y.1241 (2000)	用于支持基于 IP 的业务 IP 传送能力
ITU-T Y.1540 (1999)	以前的 I.380, IP 通信业务——IP 包传送和可用性性能参数
ITU-T Y.1541 (2000)	以前的 I.381, IP 通信业务——IP 性能和可用性指标和分配
IETF RFC 0791 (1981)	互联网协议
IETF RFC 1633 (1994)	因特网结构中的综合业务: 概述
IETF RFC 2210 (1997)	使用 RSVP 的 IETF 综合业务
IETF RFC 2211 (1997)	受控负载的网络元业务规范
IETF RFC 2212 (1997)	有保证的 QoS 的规范
IETF RFC 2698 (1999)	一种双速率三色标记
IETF RFC 2475 (1998)	差分业务体系结构
IETF RFC 2481 (1999)	为 IP 增加显式拥塞通知 (ECN) 的建议
IETF RFC 2598 (1999)	加速转发每跳行为
IETF RFC 2597 (1999)	保证转发每跳行为组

3 缩略语和术语

下列缩略语和术语适用于本标准。

3.1 缩略语

B	Bucket size of a token bucket	令牌桶尺寸
B	E Best Effort	尽力而为
Bp	Bucket size of peak token bucket	峰值令牌桶尺寸
Bs	Bucket size of sustainable token bucket	可承受令牌桶尺寸
DBW	Dedicated BandWidth (IP Transfer Capability)	专用带宽 IP 传送能力
DiffServ	Differentiated Services	差分业务

DS	Differentiated Services (IP header field)	差分业务 (IP 头字段)
GBRA	Generic Byte Rate Algorithm	普通位元速率算法
GCRA	Generic Cell Rate Algorithm	普通信元速率算法
IETF	Internet Engineering Task Force	因特网工程任务组
IP	Internet Protocol	因联网协议
IPDV	IP Delay Variation	IP 延迟变化
IPLR	IP Loss Ratio	IP 丢包率
IPTC	IP Transfer Capability	IP 传送能力
IPTD	IP Transfer Delay	IP 传送延迟
ISP	Internet Service Provider	因联网服务提供商
LR	Line Rate	线速
M	Maximum Allowed Packet Size	最大许可包尺寸
MPLS	Multiple Protocol Label Switch	多协议标记交换
N	Size (in byte) of an IP packet	IP 包的尺寸 (字节)
PC	Parameter Control	控制参数
POTS	Plain Old Telephone System	普通老式电话系统
QoS	Quality of Service	服务质量
R	Rate of a token bucket	令牌桶速率
Rp	Rate of peak token bucket	令牌桶峰值速率
Rs	Rate of sustainable token bucket	可承受令牌桶的速率
SBW	Statistical BandWidth (IP Transfer Capability)	统计带宽 (IP 传送能力)
TB	Token Bucket	令牌桶
TC	Transfer Capability	传送能力
TOS	Type of Service (IP header field)	服务类型 (IP 头字段)

3.2 术语

3.2.1 一致 (Conformance)

在给定的标准接口上, 把一个或多个标准应用到一个流。

3.2.2 拥塞 (Congestion)

指网络对于已经建立的流无法满足网络性能指标和已协商的 QoS 承诺时, 网络元 (如路由器、交换机等) 的一种状态。

3.2.3 IP 流 (IP Flow)

出现在给定接口上、与一个给定 IP QoS 类型相匹配的 IP 包的集合。

3.2.4 IP 流量控制 (IP traffic control)

以满足网络性能指标和协商好的 QoS 承诺为目标的网络行为。

3.2.5 IP 拥塞控制 (IP congestion control)

以最小化拥塞的程度、范围和持续时间为目标的全部网络行为。

3.2.6 IP 传送能力 (IP transfer capability)

IP 网络提供的传送 IP 流的一组网络能力。

3.2.7 过载 (Overload)

当网络元的缓存区溢出, 导致未承诺 QoS 的流出现包丢弃时网络元的状态。

3.2.8 包分类 (Packet classification)

为了提供适当的流量控制和拥塞控制机制, 把包区别开的过程。

3.2.9 流量合同 (Traffic contract)

对于一个给定的 IP 流, 把所选择的 IP 传送能力、给定接口上的流量描述符和 QoS 类型定义为该接口上的流量合同。

3.2.10 流量描述符 (Traffic descriptor)

一组用于在一个给定的标准接口上描述一个 IP 流的流量特性的流量参数。流量描述符是流量合同的一部分。

3.2.11 流量参数 (Traffic parameter)

描述一个流的某方面的参数。

3.2.12 IP QoS 类型 (IP Quality of Service)

YD/T 1171-2001 定义了 4 种类型的 IP 业务 QoS 等级: 0 类 (class 0) 为电信级通信服务; 1 类 (class 1) 为交互型, 用于实时交互的业务, 例如达到 POTS 质量的 IP 电话, 它对应于 IETF 的加速转发 DiffServ 业务; 2 类 (class 2) 为非交互型, 适用于音像流和大批文件的可靠传送, 对应于 IETF 的确保转发的 DiffServ; 3 类 (class 3) 为不规范型, 指传统的尽力而为的 IP 业务。

4 流量参数和描述符

4.1 概述

流量控制指在一个 IP 网络上以满足网络性能指标和协商好的 QoS 承诺为目标的网络行为。拥塞控制指以最小化拥塞的程度、范围和持续时间为目的的全部网络行为。流量控制和拥塞控制可以优化 IP 网络资源的利用率。流量控制和拥塞控制的主要目标是保护 IP 网络和进入网络的流量, 以实现 IP 性能指标和 QoS 承诺。

需要说明的是, 流量控制方法作用对象是 IP 包流。对于一些 IP 流来说, 如果用户生成的 IP 包流符合 ISP 与该用户签署的流量合同, 则 ISP 承诺满足用户的 QoS 要求。对于用户和 ISP 网络之间没有流量合同的 IP 流来说, ISP 网络可以提供尽力而为的服务。

在 IP 网络中, 把“拥塞”定义为网络对于已经建立的流无法满足网络性能指标和已协商的 QoS 承诺时, 网络元 (如路由器、交换机等) 的一种状态。拥塞不同于缓冲区溢出导致的包丢失, 后者指仍能够满足已协商的 QoS 承诺。对于没有 QoS 承诺的尽力而为业务来说, 使用术语“过载”而不用“拥塞”。

4.2 IP 包分类

一般情况下, 来自多个不同源的 IP 包可能会经过某一个相同的接口转发到不同的目的地去。为了达到 IP 流量控制和拥塞控制的目的, 很关键的一点是网络根据不同的性能指标和所做的承诺, 把 IP 包区别对待。因此把 IP 包划分为相应的类型是有意义的。为了提供适当的流量控制和拥塞控制机制, 把 IP 包区别开的过程叫包分类。IP 包分类基于如下 IP 头字段中的信息: 源地址、目的地址 (RFC0791) 和 TOS/DS 字段 (RFC 0791/RFC 2474)。根据使用的目的不同, 分类的粒度可以有所不同, 比如:

— 为了把从一个给定源地址流向一个给定目的地址的 IP 包与其它包流区分开, 在分类中使用整个源和目的地址字段。

— 为了把从一个给定源地址流向一个给定目的地址的具有不同服务等级的 IP 包区分开，在分类中使用整个源和目的地址字段以及 DS 字段。

— 为了把从一个给定子网流向另一个给定子网中的 IP 包与其它包区分开，把各自的子网掩码应用于源和目的地址字段。

注：本标准只为 IPv4 规定了包类型，针对 IPv6 和 MPLS 的分类待定。

4.3 IP 流和 IP 子流

在一个给定接口上的一个 IP 流定义为出现在该接口上的、与一个给定类型相匹配的 IP 包的集合。一个 IP 流可以由来自单个应用的会话包组成，或者是由来自多个应用会话的数据流聚合而成。当 IP 流的某种类型可以被细分成不同的子类型（独立的或重叠的）时，在相应的 IP 流中应该可以识别出不同的 IP 子流。

4.4 流量参数

流量参数用于描述一个流的某一方面，可以是定性的或定量的，例如峰值比特率、峰值包速率、平均比特率、平均或最大包尺寸、流的最大突发长度的平均值等。

4.5 流量描述符

作为流量合同的一部分的一组流量参数，用于在一个给定的标准接口上获得一个 IP 流的流量特性。

4.6 流量合同

对于一个给定的 IP 流，把所选择的 IP 传送能力、给定接口上的流量描述符和 QoS 类型定义为该接口上的流量合同。

4.7 流量参数和流量描述符要求

任何用于流量描述符之中的流量参数应该：

- 在一个接口的两边有相同的解释；
- 对满足网络性能要求的资源分配策略是有意义的；
- 可由控制参数（PC）强制设置。

4.8 流量参数规范

4.8.1 参数配置

待定。

4.8.2 流量参数描述

以下定义的流量参数可以用于流量描述符之中。

1) 最大允许包尺寸

用字节表示的最大允许包尺寸 M 。它是每个 IPTC 的一个强制性流量参数。

2) GBRA 或令牌桶

普通位元速率算法（GBRA）或令牌桶（TB）在附录 A 中描述，用于表达速率和与之相关的突发特性。普通位元速率算法和令牌桶这两个概念是等价的，它们使用下面的两个参数集：

- 速率 R ，用 byte/s 表示；
- 桶尺寸 B ，用 byte 表示。

流量描述符可包含零个或多个令牌桶（带各自的 R 值和 B 值）。

当前的 IP 传送能力集认可的是峰值 TB（带参数峰值速率 R_p 和峰值桶尺寸 B_p ）和可承受的 TB（带参数可承受速率 R_p 和可承受令牌桶尺寸 B_p ）。

5 IP 传送能力

5.1 概述

IP 传送能力是由 IP 网络提供的传送 IP 流的一组网络能力。对于每种 IP 传送能力，需要定义业务模型、流量描述符、一致性定义和 QoS 承诺。每种 IP 传送能力都由一组流量控制和拥塞控制功能支撑。

为了向多种应用提供多种级别的 QoS，并且优化网络资源的利用率，IP 网络应该提供多种传送能力。本标准定义了以下 3 种传送能力：

- 专用带宽 (DBW) IP 传送能力；
- 统计带宽 (SBW) IP 传送能力；
- 尽力而为 (BE) IP 传送能力。

这组 IP 传送能力是基于现在的 IP 服务模式，以后根据需要可能会定义新的传送能力。

5.2 专用带宽 (DBW) 传送能力

5.2.1 描述

专用带宽传送能力是为了支持具有严格延迟要求的应用，目的是为了沿着网络中端到端的路径能够及时和有保证的传送 IP 包。

DBW 传送能力应尽量与保证业务 (Guaranteed Service) [RFC2212] 和基于加速转发每跳行为 (Expedited Forwarding per-hop behavior) [RFC2598] 的端到端业务相兼容。

5.2.2 业务模型

一种应用可使用 DBW IPTC 描述单个令牌桶的流量特性。

当一种应用的所有包都符合一致性测试要求时，网络所做的承诺应该是保证向全部 IP 包提供已协商的服务质量。DBW 的用户应当预期到不符合一致性的 IP 包 (有可能全部) 会被网络丢弃。

DBW 应与指定的丢包承诺 (IP 丢失率, IPLR)、指定的延迟承诺 (IPTD 以及 IPDV) 关联起来，包括 IP QoS 类型 0 和类型 1 (YD/T 1171-2001)。

网络不对包做分片处理。另外，只要有可能，网络承诺将最大限度地 (例如直到需要对一个流做重路由时) 保持包顺序的完整性。

5.2.3 流量描述

流量描述由如下参数组成：

- 指定的峰值速率 R_p 和峰值桶尺寸 B_p ；
- 指定的最大允许包尺寸。

5.2.4 一致性定义

一个符合如下两部分的 IP 包是一致的：

- 包的到达符合 GBRA (R_p , B_p)；
- 实际包长不超过所允许的最大包尺寸 M 。

GBRA 的更新只针对符合一致性的包。

5.2.5 QoS 承诺

DBW 能力可以与指定的丢包承诺和指定的延迟承诺相关联，包括 IP QoS 类型 0 和类型 1 (YD/T 1171-2001)。

如果所有包都是一致的，QoS 承诺将作用于全部 IP 包。DBW 用户应当预期到网络可能会丢弃 (可

能全部)不一致的包。如果不是所有的包都一致,网络可能选择对部分包做出 QoS 承诺,例如对一定数量的一致性的包。

5.3 统计带宽 (SBW) 传送能力

5.3.1 描述

统计带宽传送能力是为了支持没有严格延迟要求的应用,其目标是支持沿着网络中端到端路径有保证的传送 IP 包。

SBW 传送能力应尽量与受控负载网络元业务 (Controlled Load Network Element Service) (RFC2211) 和保证转发每跳行为 (Assured Forwarding per-hop behavior) [RFC2597]的端到端业务相兼容。

5.3.2 业务模型

SBW 传送能力为非实时应用提供一个指定的可承受速率。该应用的突发持续时间有一定限制,并且对于超过 GBRA (R_s, B_s) 的流量,只限于使用可用网络资源进行传送。

以下两个例子描述 SBW 用户将得到的承诺:

— 如果用户以小于或等于 R_s 的恒定速率发送一致的包,那么通过网络时所有包都会得到对应于相关 QoS 类型承诺的服务质量。

— 如果用户很长一段时间内没有发送包,接着以突发的方式持续一段时间发送一致的包,并且它们没有超过 GBRA (R_s, B_s) 设定的范围,那么通过网络时所有包都会得到对应于相关 QoS 类型承诺的服务质量。

SBW 传送能力同时允许用户发送超过 GBRA (R_s, B_s) 的一致性的包,但只限于使用可用资源传递超过此范围的流量。

SBW 传送能力可以与一个指定的丢包承诺相关联,包括 IP QoS 类型 2 (YD/T 1171-2001)。

网络不对包做分片处理。另外,只要有可能,网络承诺努力保持包顺序的完整性(直到需要对流进行重路由为止)。

5.3.3 流量描述符

流量描述符包括:

- 指定的峰值速率 R_p 和峰值桶尺寸 B_p ;
- 指定的可承受速率 R_s 和可承受令牌桶尺寸 B_s ;
- 指定的最大允许包尺寸 M 。

5.3.4 一致性定义

一个符合如下 3 部分要求的 IP 包是一致的:

- 到达的包符合峰值 GBRA (R_p, B_p);
- 到达的包符合可承受 GBRA (R_s, B_s);
- 实际包长不超过最大包尺寸 M 。

GBRA 只针对一致的包以协作模式(见附录 B)进行更新。

5.3.5 QoS 承诺

SBW 传送能力可以与指定的丢包承诺相关联,包括 IP QoS 级别 2 (YD/T 1171-2001)。

如果所有包是一致的,那么 QoS 承诺应用于全部的 IP 包;否则 QoS 承诺应用于一定数量的一致包。只限于使用可用网络资源传送不一致的流量。

5.4 尽力而为 (BE) 传送能力

5.4.1 描述

尽力而为 IP 传送能力是为了支持没有严格丢失或延迟要求的应用。

5.4.2 服务模式

尽力而为 (BE) IPTC 的服务模式要求将可用网络资源用于转发尽力而为的流。尽管没有指定的 QoS 承诺, 但期望提供足够的可用网络资源传送包。

5.4.3 流量描述符

最大允许包尺寸 M 。

5.4.4 一致性定义

符合最大包尺寸 M 的要求。

5.4.5 QoS 承诺

对这种传送能力而言, 没有严格的 QoS 要求。

6 流量控制、拥塞控制和过载处理功能

6.1 概述

流量控制通过一组比如许可控制、网络资源管理和流量控制参数等功能控制流量包。流量控制的主要目标是满足诸如服务质量之类的用户需求, 同时也可以增强网络资源的利用率。

与流量工程相反, 流量控制是在较短时间范围内完成的。因此应提供一个明确而自动的机制来控制进出网络的流。

在正常情况下, 即没有出现网络故障时, 这里的流量控制功能的目的是为了避免网络拥塞。然而, 由流的不可预知统计波动或网络故障引起的流控功能失效等会导致网络发生拥塞。本标准中的拥塞控制是为了对网络拥塞做出反应, 其目的是最小化拥塞的强度、范围和持续时间。

过载处理只用于没有 QoS 承诺的流, 指网络中一组能够发现和减少过载数量的功能。

6.2 流量控制功能

6.2.1 网络资源管理

网络资源管理是指一组用于分配网络资源 (例如交换机或路由器的带宽和缓冲空间) 的策略和规则。

6.2.2 许可控制

许可控制指当接受一个新的 IP 流时作出承诺, 或在一个新的流所请求的网络资源 (如带宽和缓冲空间) 超出可用网络资源时, 拒绝做出承诺。

6.2.3 控制参数

控制参数是监视和控制流量, 不违反网络合同的一组策略。

6.2.4 包标记

当发现一个 IP 流不符合流量合同的某个方面或多个方面时, 标记不符合的包。标记可以通过修改 IP 头中 TOS/DS 字段的相关比特实现。

6.2.5 流量整形

流量整形是一种修改流的流量特性的网络行为, 以使流变得更加适合网络。例子之一是对一个流的峰值速率进行整形。

6.2.6 包调度

包调度是一种具有两个目标的网络功能：一是对于具有严格延迟要求的流限定排队延迟；二是用一种网络指定的方式为不同的流划分可用网络资源（例如带宽）。

6.3 拥塞控制和过载处理功能

6.3.1 包丢弃控制

包丢弃控制的一种应用是在拥塞状态下丢弃标记过的包，另外一种应用是拥塞时丢弃没有应用严格 QoS 承诺的包。

6.3.2 显式拥塞通知

显式拥塞通知是一个可选的方法。通过该方法，网络可以把存在拥塞的情况通知接收方。接收方可以据此信息采取适当的行动，例如通知发送方降低发送速率。

7 IP 流量工程

具体的 IP 网络的流量工程方法和工具待定。

广东省网络空间安全协会受控资料

附录 A
(规范性附录)
令牌桶和普通位元速率算法 (GBRA)

A.1 概述

本附录规定定义一个 IP 流的包一致性的几种算法。假设流的速率为 R (byte/s), 桶尺寸为 B 。

流量测量是一个能够提供不同等级服务质量 (例如吞吐量保证、规定延迟和丢包的上限等) 的包转发网络的基本组成部分。一个 IP 包流必须符合预先定义的流量特征 (profile), 其原因首先是为了确保分配给该流的网络资源能为之提供预期的服务等级, 其次是为了确保该流不会导致其它网络流量遭遇无法接受的服务等级。

首先来看令牌桶。该算法被认为等价于连续状态的令牌桶, 同时也表现出等价于普通位元速率算法 (GBRA) 的特性。GBRA 所定义的特性把一个信息速率参数与一个可忍受的突发参数关联起来。这两个流量参数结合在一起, 再加上它们之间的关系就构成了通用流量特征一致性测试的基础。GBRA 的另一个目标是从根本上避免参考一些并非一致性概念的核心内容, 但却可能会导致不必要的偏差的实现选项。GBRA 规定了对单个特征的一致性测试的基本方面, 不包括其它相关的 (例如多阶段测量、包着色、包标记和包丢弃策略) 策略功能。

A.2 令牌桶

算法描述如下 (也可对比 RFC 2698)。

令牌桶的两个固定参数:

- 令牌桶速率 R (byte/s);
- 令牌桶尺寸 B (byte)。

令牌桶使用的变量: 令牌数 Tc (字节)。初始状态下 (在流的第一个包到达的时刻 t_a) 是满的, 即令牌数 $Tc(t_a) = B$ 。其后, 令牌数 Tc 每 $1/R$ 秒加一, 直到 B 。

当一个尺寸为 N 字节的包在时刻 t_a 到达时, 会发生下述事件: 如果 $Tc(t_a) - N < 0$, 包是不一致的; 否则包是一致的, 并且为 $Tc - N$ 。

注: 到达时刻指包的最后一个比特到达的时刻。

A.3 连续状态令牌桶

为了更加精确和不产生歧义, 出现了连续状态令牌桶算法。连续状态令牌桶等价于令牌桶。连续状态令牌桶具有易于实现的特点。

对于每个 IP 流, 连续状态令牌桶具有两个固定参数:

- 对于该流的令牌桶速率 R (byte/s);
- 对于该流的令牌桶尺寸 B (byte)。

连续状态令牌桶使用下列变量:

- 该流的令牌数 Tc (byte);
- 该流的最后一致时刻 LCT (s)。

初始化 (该流的第一个包到达时刻 t_a):

- $Tc = B$;

— $LCT = ta$ 。

在时刻 ta ，一个尺寸为 N (字节) 的包到达：

$$Tc' = Tc + R \times (ta - LCT)$$

If $Tc' < N$

Then 包是不一致的

Else 包是一致的

$$Tc = \min(Tc', B) - N$$

对于连续状态的令牌桶来说，只在包到达时修改变量 Tc 和 LCT 。

注：如果 $N > B$ ，那么一个包永远不可能一致。

A.4 普通位元速率算法

普通位元速率算法有两个变种：一个是虚拟调度位元速率算法，一个是连续状态令牌桶位元速率算法。

对于这两种算法，每个 IP 流的固定参数为：

— 以 byte/s 为单位的增量 I ， I 和 R 有关联， $I = 1/R$ 。

— 以 “s” 为单位的限制 L ， L 与 R 和 B 有关联， $L = B/R$ 。

A.5 虚拟调度位元速率算法

虚拟调度位元速率算法使用如下变量：

— TAT 是理论上的下一个包到达时刻，以 “s” 为单位。

初始化 (该流的第一个包到达的时刻 ta)： $TAT = ta$ 。

只有在算法认为一个包是一致的之后，才更新理论上的到达时刻 (TAT)。

一个尺寸为 N (字节) 的包在时刻 ta 到达时：

If $ta < TAT + N \times I - L$

Then 包是不一致的

Else 包是一致的

$$TAT = \max(ta, TAT) + N \times I$$

A.6 连续状态漏桶位元速率算法

连续状态漏桶位元速率算法使用下述变量：

— LCT 是该流的最后一致时刻 (以 “s” 为单位)；

— X 是漏桶计数器 (以 “s” 为单位)。

初始化 (在流的第一个包到达的时刻 ta)：

— $LCT = ta$ ；

— $X = 0$ 。

一个尺寸为 N (字节) 的包在时刻 ta 到达时：

$$X' = X - (ta - LCT)$$

If $X' + N \times I > L$

Then 包是不一致的

Else 包是一致的

$$X = \max(0, X') + N \times I$$

注 1: 算法的等效性。

连续状态漏桶位元速率算法等效于连续状态令牌桶算法: 只要设置 $Tc = (L - X) \times R$, $Tc' = (L - X') \times R$, 并且 $B = L \times R$ 。

虚拟调度位元速率算法等效于连续状态漏桶位元速率算法: 只要观察到当执行完两个算法后, 就有 $TAT = X + LCT$ 。

注 2: GBRA 和 GCRA (I.371) 之间的关系。

在 ATM 中信元尺寸 $N = 53$ 字节, 并且 $N \times I = T$ 。 T 是信元速率倒数。如果设置 $L = T + \tau$ [τ 是 GCRA 的公差 (tolerance)], 那么 GCRA 就是 GBRA 的一种特例 (参见 I.371 附件)。

广东省网络空间安全协会受控资料

附录 B
(规范性附录)
两个协作的普通位元速率算法的行为

在统计带宽传送能力的一致性定义中，除了基于测试最大允许的包尺寸外，还基于工作在协作模式下的两个普通的位元速率算法 (GBRA) [附录 A]的实例。协作模式意味着当且仅当一个到达的信元与所有 GBRA 的相关实例一致时，才更新 GBRA 的状态。当一个 IP 包至少同时符合峰值 GBRA (R_p, B_p) 和可承受 GBRA (R_s, B_s) 时，才能通过该测试。

图 B.1 显示了工作在协作模式下的两个 GBRA 实例的行为和结果。

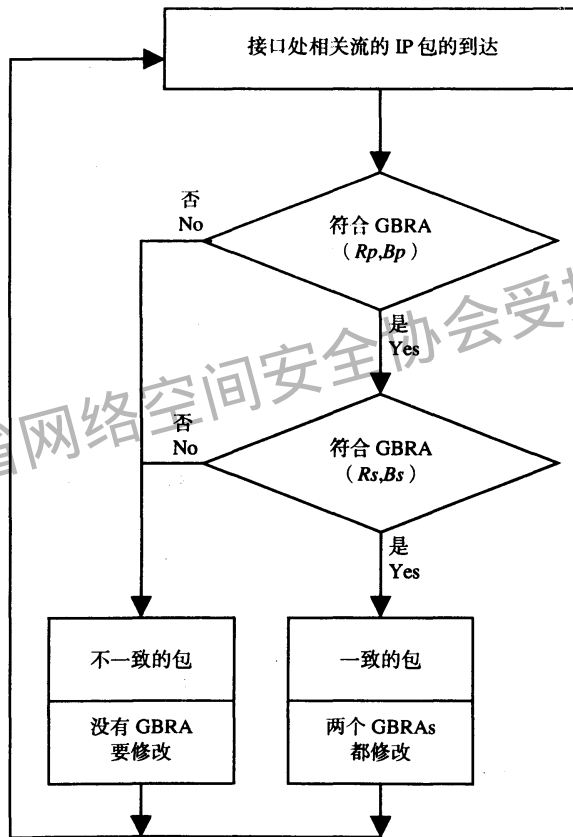


图 B.1 两个协作的普通位元速率算法的行为

附录 C
(资料性附录)
令牌桶行为说明

C.1 令牌桶行为

一个用“byte/s”表示的速率可以用于部分地刻画一个流的特性。该速率值依赖于测量周期。例如，一个每毫秒发送 50 字节的源不同于每 10 毫秒发送 500 字节的源，尽管它们的长期平均速率是相同的。为了反映出这一差异，使用一个速率为 R 、桶尺寸为 B 的令牌桶（参见附录 A）刻画该流的特性。但在实际情况中，真实的流并不会像上面的例子那样表现出相同的再生样式。然而，令牌桶的特征可用于刻画流的所有可能“最坏情况”行为的特性，这里的流的所有包都符合参数为 (R, B) 的令牌桶算法。

C.2 一个带有单独速率和单独令牌桶的流的性质

当一个流中所有的包都符合令牌桶速率为 R 、令牌桶尺寸为 B 的令牌桶算法（参见附录 A）时，则可以说该流是被限制为或上边界被限制为桶速率为 R 、桶尺寸为 B 的令牌桶。

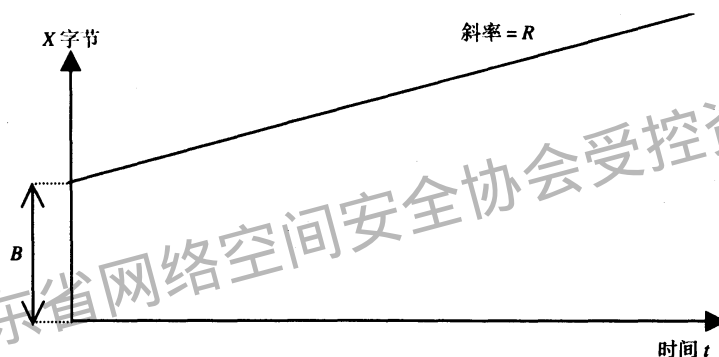


图 C.1 单速率、单桶尺寸令牌桶——“最坏情况”流

图 C.1 显示符合令牌桶算法的理论上的最坏情况流的行为，该令牌桶算法的桶尺寸为 B 、速率为 R ，并且假设线速率无限大。横坐标表示该流的第一个包的时刻，纵坐标表示该流已经发送的、时刻 t 之前仍然可能通过令牌桶的最大字节数 X 。该理论上的最坏流以突发方式已经发送了 B 个字节，随后该流以每 $1/R$ 秒 1 个字节包的恒定速率发送包。注意，在实际 IP 网络中，包的最小包尺寸都会大于 1 个字节，一个实际的流不可能以这样的速率发送包。容易证实的是，这是令牌桶所能允许的最大行为，用上面的斜率等于令牌桶速率 R [即 $X \leq (B + t \times R)$] 的斜线表示。

另外一种最坏流的情形是在规则区间内（该区间的长期平均速率等于桶速率 R ）循环出现 B 个字节（以无限大速率）的情况。图 C.2 用虚线表示该流的轨迹。在一个实际 IP 网络中，一个真实的流能达到或逼近这种行为。容易验证的是，为了发送第二个突发的 B 字节，流应该降低活动性（例如保持静止），以保证补充足够的令牌。

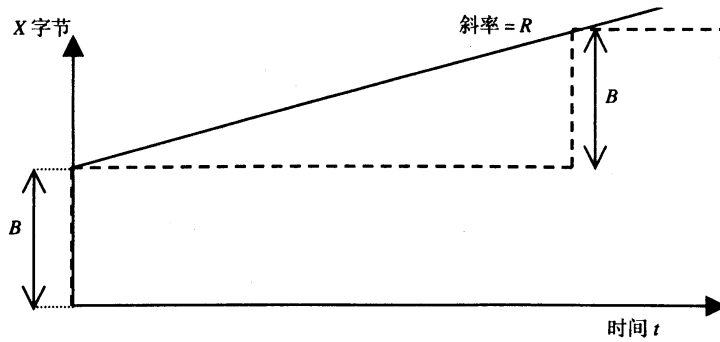


图 C.2 单速率、单桶尺寸令牌桶——“最坏情况突发”流

图 C.2 举例说明表达式 $X \leq (B + t \times R)$ 仍然成立，但不是所有时刻都能精确表达出该流发送的实际字节数。

在第三个例子中，一个流先是显示出很少的活动性，然后恢复到与前两个例子类似的“最坏情况”的行为。该情形在图 C.3 中说明。

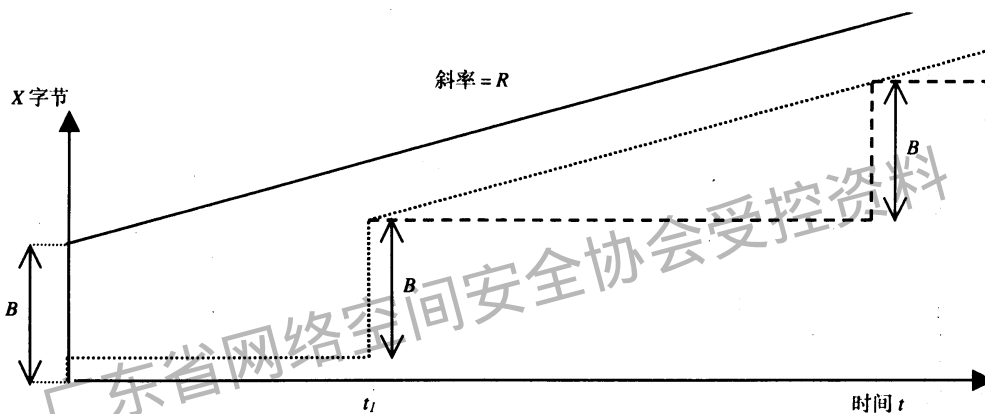


图 C.3 单速率、单桶尺寸令牌桶——非活动后的“最坏情况”的流

首先，理论上的最坏情况流在时刻 t_1 时恢复最大活动。由于在 t_1 时期之前的适度活动期间，令牌桶已经全部完成了补充 B 个字节的工作。因此该流在时刻 t_1 以突发形式发送的字节数不应超过 B 个（以无限大的速率），随后可能表现为每 $1/R$ 秒发送 1 个字节包（只是理论上可能）的最坏情况行为。图 C.3 用点线的方式描述该流的轨迹。

第二种最坏情况流是在时刻 t_1 恢复最大活动性，表现为以 B 个字节为周期的循环模式（以无限大的速率）。该流也会发现自身受到令牌桶尺寸 B 的限制，并且当消耗完所有的令牌时，在发送下一个 B 个字节的包之前必须等待至少 B/R 秒。图 C.3 用虚线表示该流的轨迹。

实际的流可以显示出许多不同的特性，例如在流的生存期内发送不同尺寸的包和以不同的速率发送。

令牌桶算法在任何时刻用两种方法限制该流：一是用一个突发尺寸（不超过 B 字节）来限制，二是用一个在充分长的周期（不超过 B/R 秒）内测量的速率（ R 字节/秒）来限制，不考虑允许的突发尺寸。

给出一组恰当的令牌桶参数集，网络能够借助这些简化的流特性来做资源分配，而不需要该流的发起方指定它的真实流量（可能是非常复杂和多变的）或它的源特性，并把这些情况考虑进去。对于一个给定的流来说，可能存在多组可以用来表达流的特性的令牌桶参数集合 (R, B) 。用户有责任为自己的流选择一组恰当的参数集。

注：在降低活动性足够长的时间后，表达式 $X \leq (B + t \times R)$ 应该仍然成立，但它已经不再能够对该流所能发送的最大字节数做出准确的表示。

C.3 一个带有两个速率和两个漏桶 ($B_p < B_s$) 的流的特性

当为一个流定义两个速率时, 则使用两个令牌桶。指定两个速率中较高的一个为峰值速率 (R_p), 较低的一个为可承受速率 (R_s)。当峰值速率的令牌桶的尺寸小于可承受速率的令牌桶尺寸时, 则该峰值速率表示短期吞吐量。可承受速率 (R_s) 表示长期吞吐量。

图 C.4 显示理论上最坏情况流的行为, 该流符合两个令牌桶: 一是速率为 R_p , 令牌桶尺寸为 B_p ; 二是速率为 R_s , 令牌桶尺寸为 B_s , 并且 $B_p < B_s$ 。线速率假设为无限大。字节数 X 表示该流已经发送的最大比特数, X 是自第一个包到达并且同时通过两个令牌桶以来的时间 t 的函数。数量 X 是由斜率等于令牌桶速率 R_p 和 R_s 的线决定的。在时刻 T 以前, 较高速率 (即 R_p) 的令牌桶主导最坏情况流的行为, 然而当超过时刻 T 以后, 较低速率 (即 R_s) 的令牌桶决定最坏情况流的行为。这些区域在图 C.4 中是作为短期和长期来指示的。

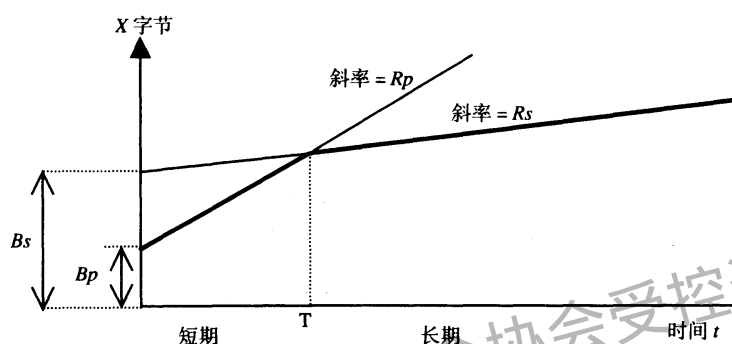


图 C.4 两个速率、两个漏桶 ($B_p < B_s$) —— “最坏情况” 流

以下关系定义作为时刻 t 的函数的最大数 X , X 在图 C.4 中用粗线表示。

$$X \leq B_p + R_p \times t \quad (0 \leq t \leq T)$$

$$X < B_s + R_s \times t \quad (t \geq T)$$

与 C.1 中描述的情况类似, 可以用一组恰当的令牌桶参数表达一些流的特性, 这比用单一速率令牌桶表示更好。网络能够依靠这些流的特性做它的资源分配。

与 C.1 中描述的情况类似, 应当注意的是在降低活动性足够长的时间后, 上述表达式仍然成立, 但它已经不再对该流所能发送的最大字节数做出准确的表示。

C.4 一个带有两个速率和两个令牌桶 ($B_p > B_s$) 的流的特性

当使用两种速率, 并且峰值速率的令牌桶尺寸大于较低速率的令牌桶尺寸时 (正如 IETF Diffserv 的情况), 在图 C.4 中显示的两条特征线彼此不再交叉。流量描述符包括 (R_p, B_p) 和 (R_s, B_s), 并且定义一个承诺速率令牌桶 $TB(R_s, B_s)$, 这里 R_s 是较低速率, 表示低于网络所保证递送流量特征的包。符合该 TB 的包是一致的。这与在 C.1 中描述的单速率一致包的情况非常相似。为了便于讨论, 把这些一致的包表示为“绿”包。

流量描述符也定义了一个峰值令牌桶 $TB(R_p, B_p)$, 这里的 R_p 是较高速率, 表示网络对高于 R_p 的流量不提供任何转发保证。这对不符合可承受 TB 的包做了进一步的区分。

一个不符合峰值速率 TB 的包被称为“红”包。这与在 C.1 中描述的单速率包的不一致情况非常相似, 只不过带有不同的漏桶参数设置。

一个不符合较低速率的桶, 但符合峰值速率的桶的包被称为“黄”包。网络可以对这些不符合 (即黄和红) 的包提供不同的“承诺”。例如, “黄”包可以比符合的 (绿) 包得到少一些的承诺, 但可以比

(红)包得到多一些的承诺。图 C.3 举例说明斜率为 R_s 和 R_p 的斜线分割成的如下 3 个不同的区域:

$$X \leq B_s + R_s \times t \rightarrow \text{一致的区域 (绿);}$$

$$X > B_p + R_p \times t \rightarrow \text{不一致的区域 (红);}$$

$$B_s + R_s \times t < X \leq B_p + R_p \times t \rightarrow \text{不一致的区域 (黄).}$$

注: 要求清楚地区分两个不一致区域 (黄和红) 的使用。

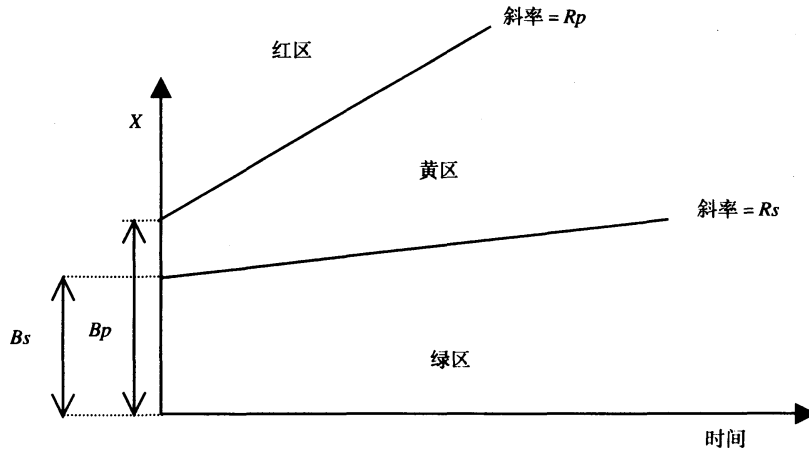


图 C.5 两个速率、两个漏桶 ($B_p > B_s$) —— “最坏情况”流

在该配置中, 对一个“最坏情况”的流可能具备的特性的描述已经变得更加模糊。

类似于在 C.1 中描述的最坏情况流, 可以认为“绿色最坏情况”流是所有的包都符合 $TB(R_s, B_s)$ 。

同样, 可以认为“黄色最坏情况”流是所有的包都符合 $TB(R_p, B_p)$ 。需要注意的是, 一个“黄色最坏情况”流不仅由黄包组成, 还由绿和黄的包混合而成。

最后, 一个不符合 $TB(R_p, B_p)$ 的流将由红、黄和绿包的混合体组成, 这依赖于对它们各自超过令牌桶的严重程度。

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——流量控制

YD/T 1382-2005

*

人民邮电出版社出版发行
北京市崇文区夕照寺街 14 号 A 座

邮政编码：100061

电话：68372878

北京地质印刷厂印刷

版权所有 不得翻印

*

开本：880×1230 1/16

2005 年 11 月第 1 版

印张：1.5

2005 年 11 月北京第 1 次印刷

字数：40 千字

ISBN 7 - 115 - 1173/05 - 147

定价：15.00 元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)68372878