

组织：中国互动出版网 (<http://www.china-pub.com/>)

RFC 文档中文翻译计划 (<http://www.china-pub.com/compters/emook/aboutemook.htm>)

E-mail: [ouyang@china-pub.com](mailto:ouyang@china-pub.com)

译者：万怡敏 (scottwan [greatgod@163.net](mailto:greatgod@163.net))

译文发布时间：2001-5-11

版权：本中文翻译文档版权归中国互动出版网所有。可以用于非商业用途自由转载，但必须保留本文档的翻译及版权信息。

Network Working Group  
Request for Comments: 3032  
Category: Standards Track

E. Rosen  
D. Tappan  
G. Fedorkow  
Cisco Systems, Inc.  
Y. Rekhter  
Juniper Networks  
D. Farinacci  
T. Li  
Procket Networks, Inc.  
A. Conta  
TranSwitch Corporation  
January 2001

## RFC3032 MPLS 标记栈编码

(RFC3032 MPLS Label Stack Encoding)

### 本备忘录状态

This document specifies an Internet standards track protocol for the Internet community, and requests discussion and suggestions for improvements. Please refer to the current edition of the "Internet Official Protocol Standards" (STD 1) for the standardization state and status of this protocol. Distribution of this memo is unlimited.

### 版权声明

Copyright (C) The Internet Society (2001). All Rights Reserved.

## 摘要

MPLS 需要一组用于为网络层数据包加上“标记栈”，从而将其转化为“标记包”。支持 MPLS 的路由器称为“标记交换路由器”，或“LSR”。为了在一条特定链路上发送一个标记包，LSR 必须支持一种可以为给定的一个标记栈和一个网络包产生一个标记包的编码技术。本文档详细说明了一个 LSR 为了在点到点（PPP）数据链路上、在局域网数据链路上、以及其它可能的数据链路上发送数据包，所使用的编码技术。在某些数据链路上，标记栈顶部的标记可能被以不同的方式编码，但是这里所阐述的技术必然会被用于编码标记栈剩余的部分。本文档也详细说明了用于处理标记栈编码的不同区域的法则和进程。

## 目录

- 1 介绍
  - 1.1 要求的详细说明
- 2 标记栈
  - 2.1 对标记栈编码
  - 2.2 确定网络层协议
  - 2.3 为标记包产生 ICMP 消息
    - 2.3.1 隧道封装地通过一个过渡段路由域
    - 2.3.2 隧道封装私有地址通过一条公共主干
  - 2.4 处理存活周期域
    - 2.4.1 定义
    - 2.4.2 独立于协议的规则
    - 2.4.3 依赖于 IP 的规则
    - 2.4.4 在不同的封装方法间互译
- 3 分片和路径 MTU 发现
  - 3.1 术语
  - 3.2 最大原始的被标记的 IP 数据容量
  - 3.3 什么时候被标记的 IP 数据太大了？
  - 3.4 对太大的被标记的 Ipv4 数据的处理
  - 3.5 对太大的被标记的 Ipv6 数据的处理
  - 3.6 关于“路径 MTU 发现”的含义
- 4 在 PPP 链路上传输标记包
  - 4.1 介绍
  - 4.2 用于 MPLS 的一个 PPP 网络控制协议
  - 4.3 发送标记包
  - 4.4 标记交换控制协议配置选项
- 5 在局域网介质上传输标记包
- 6 IANA 的考虑

- 7 安全方面的考虑
- 8 知识的所有权
- 9 作者的地址
- 10 参考资料
- 11 版权说明

# 1. 介绍

MPLS 需要一组用于为网络层数据包加上“标记栈”，从而将其转化为“标记包”。支持 MPLS 的路由器称为“标记交换路由器”，或“LSR”。为了在一条特定链路上传送一个标记包，LSR 必须支持一种可以为给定的一个标记栈和一个网络包产生一个标记包的编码技术。

本文档详细说明了一个 LSR 为了在 PPP 数据链路上、和在局域网数据链路上传送数据包，所使用的编码技术。这里特定的编码技术同时对其他数据链路也有用。

本文档也详细说明了用于处理标记栈编码的不同区域的法则和进程。因为 MPLS 是独立于任何网络层协议的，所以大多数这些进程也是独立于网络层协议的。但是，少数则根据协议的不同而不同。在本文档中，我们详细说明了这些独立于协议的进程，并且我们还详细说明了依赖于 IPv4 和 IPv6 协议的进程。

在某些交换设备（如 ATM 交换机）上被实现的 LSR 可以在对标记栈顶部的一个或两个条目编码时使用不同的编码技术。但是，在此标记栈有另外的条目时，本文档所阐述的编码技术必然可以用于另外的标记栈条目。

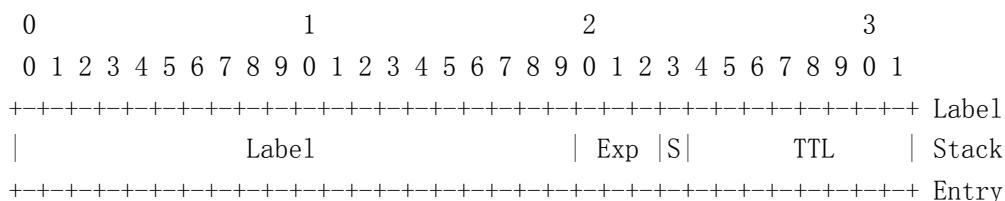
## 1. 要求的详细说明

本文档中的这些关键词“MUST”，“MUST NOT”，“REQUIRED”，“SHALL”，“SHALL NOT”，“SHOULD”，“SHOULD NOT”，“RECOMMENDED”，“MAY”，and “OPTIONAL”的意义通过RFC 2119 [2]的阐述来解释。

# 2. 标记栈

## 2.1 对标记栈编码

标记栈表现为一个“标记栈条目”序列。每个标记栈条目用 4 个字节来表示。见图 1 所示。



Label: 标记值, 20位  
Exp: 实验用, 3位  
S: 标记栈底部标志, 1位  
TTL: 存活时间, 8位

图1

标记栈条目出现在数据链路层头的后面,但在任何网络层头的前面。标记栈的顶部最先在数据包中出现,而底部最后出现。网络层数据包紧跟着 S 位置 1 的标记栈条目。

每个标记栈条目被分为下面几个区域:

1. 标记栈的底部 (S)  
某个标记栈条目的 S 位被置 1,则表示它是标记栈的最后一个条目(如标记栈的底部),而在标记栈的其他条目中 S 位都为 0。
2. 存活时间 (TTL)  
这个 8 位域被用于对一个存活时间值编码。此域的处理将在 2.4 节中阐述。
3. 实验用  
这个 3 位域被保留作实验用。
4. 标记值  
这个 20 位域搭载实际的标记值。当 LSR 收到一个标记包时,将查看标记栈顶部的标记值。在查看成功后获得的结果是:
  - a) 这个数据包将被转发到的下一跳。
  - b) 在转发此数据包之前对标记栈顶部的操作:可以用另一条标记代替标记栈顶部的标记;或是将标记栈顶部的标记弹出;或是压入一条或多条另外的条目到此标记栈中以取代当前这条条目。

除了获知下一跳和对标记栈的操作以外,LSR 也可以获知出口链路的封装,以及其它可能需要的用于正确转发数据包的信息。

几个保留的标记值:

- i. 0 表示“IPv4 显式空标记”。此标记值仅在标记栈的底部条目中合法。它表明此标记栈必须被弹出,而必须基于这个数据包的 IPv4 头来转发数据包。
- ii. 1 表示“路由器报警标记”。此标记值除了在标记栈的底部条目中非法外,其它位置都合法。
- iii. 2 表示“IPv6 显式空标记”。此标记值仅在标记栈的底部条目中合法。它表明此标记栈必须被弹出,而必须基于这个数据包的 IPv6 头来转发数据包。
- iv. 3 表示“模糊空标记”。这是一条 LSR 可分配和设置的但从不出现在封装头中的标记。在一 LSR 用一条新标记来取代栈顶标记的时候,如果新标记是“模糊空”,这个 LSR 将弹出标记栈而不进行取代。虽然这个值从不在封装头中出现,但它需要由标记分配协议来指定,所以这个值被保留。

## 2.2 确定网络层协议

当最后一条标记被从标记栈中弹出时（结果是此标记栈为空），对这个数据包的进一步的处理就基于数据包的网络层头。所以 LSR 将标记栈中最后一条标记弹出时随后必须能识别出此数据包的网络层协议。然而，标记栈并没有任何一个显式地标识网络层协议的域。这意味着对网络层协议的标识可能连同网络层头自身的内容一起，必须可以从被从栈底弹出的标记值中推断出来。

于是，在将第一条标记压入一个网络层数据包的时候，要么这条标记一定仅被用于一个特定网络层的数据包中；要么这条标记一定仅被用在一组特定网络层协议中，而此特定网络层的数据包可以通过检查网络层头来辨识。进一步的说，在一个包的传送中无论什么时候用一个新的标记值取代旧的标记值，新的标记值也必须遵守同一标准。如果不是这样，当 LSR 将最后一条标记弹出时，将不能标识此数据包的网络层协议。

遵守这种规则，就不要求中间节点必须能识别一个数据包的网络层协议。在普通情况下，这不是必要条件，但在出错情况下就是必要条件。例如，如果一个中间 LSR 确定一条标记不可发送，则希望此 LSR 产生此数据包网络层特定的错误信息。这仅意味着，中间 LSR 通过检查标记栈顶标记和网络层头来识别网络层。于是如果中间节点能为标记包产生协议特定的错误信息，标记栈中所有的标记必须满足以上为出现在栈底的标记而指定的标准。

如果一个数据包因为某种原因不能被转发（如它超出了数据链路 MTU），并且要么它的网络层协议不能被识别，要么没有特定的协议隶属的规则来处理此错误情况，那么此数据包会被无声的丢弃。

## 2.3 为标记 IP 数据包产生 ICMP 消息

第 2.4 节和第 3 节讨论了希望为标记 IP 包产生 ICMP 消息的情景。为了让一个特定的 LSR 能产生一个 ICMP 数据包，并且将此包传送到 IP 包的源地址，必须支持下列两个条件：

1. 此 LSR 必须能确定一个特定标记包是一个 IP 数据包。
2. 此 LSR 必须能路由到此数据包的 IP 源地址。

条件 1 已经在 2.2 节中讨论了。下面的小节讨论条件 2。但是，可能有一些条件 2 完全不支持的情况，那么在那些情况下 LSR 不能产生 ICMP 消息。

### 2.3.1 隧道封装地通过一个过渡路由域

考虑到使用 MPLS 技术“隧道封装”地通过一个过渡路由域时，在此外部路由不会渗漏进该域的内部路由器。例如，内部路由器可能正运行 OSPF，并且仅可能知道如何到达此 OSPF 域内的目的地。此域可以有一些用 BGP 相互交谈的 ASBR（AS 边界路由器）。但是，在此例中来自 BGP 的路由不会被分配给 OSPF，并且不是 ASBR 的 LSR 不运行 BGP。

在此例中，仅一个 ASBR 知道如何路由到一些任意数据包的源地址。如果一个内部 LSR 需要发送一个 ICMP 消息到一 IP 数据包的源地址，它将不知道如何路由此 ICMP 消息。

解决方案之一是让一或多个 ASBR 注入到 IGP 的“缺省路由”中。这将保证任何要离开此域的无标记数据包（如一个 ICMP 消息）被发送到一个有完整路由信息的路由器。这个有完整路由信息的路由器给这个包加上标记后使它通过过渡路由域发送回源地址，从而在此过渡路由域中采用缺省路由不会导致环回。

### 2.3.2 隧道封装私有地址通过一条公共主干

在 MPLS 技术被用于“隧道封装”穿过一个路由域的情况下，完全不可能路由到一个分片包的源地址。例如下面情况，在一个 IP 数据包中搭载的 IP 地址是私有地址（不是全球唯一的），并且使用 MPLS 技术来“隧道封装”那些穿过一条公共主干的数据包。在此环境中到一个 ASBR 的缺省路由不能工作。

在这种环境下，为了发送一个 ICMP 消息到一个数据包的源地址，LSR 可以从原始数据包中拷贝标记栈给 ICMP 消息，然后用标记交换此 ICMP 消息。这将导致该消息被沿着到原始数据包的目的地址的方向，而不是源地址的方向进行标记交换。除非此消息一直被标记交换到目的主机，否则它将因为无标记而终止在一个知道如何路由到原始数据包源地址的路由器处，在这个节点处，该消息被以正确方向重新发送。

当 ICMP 消息是“Time Exceeded”消息或“Destination Unreachable because fragmentation needed and DF set”消息时这项技术就很有用。

当从原始数据包中将标记栈拷贝到 ICMP 消息时，标记值必须被精确拷贝。但在标记栈中的 TTL 值将被 ICMP 消息的 IP 头中的 TTL 值取代。这个 TTL 值必须足够大使得此 ICMP 消息能被往返路由。

注意如果一个数据包的 TTL 过期是因为要表示一个路由环回，那么如果使用这项技术，此 ICMP 消息也可能环回。因为一条 ICMP 消息从不作为收到一条 ICMP 消息的结果来发送，并且因为一些工具调节产生 ICMP 消息的速度，所以这不会造成任何问题。

## 2.4 处理存活周期域

### 2.4.1 定义

一个标记数据包的“输入 TTL”的定义是：当一个数据包被收到时，顶部标记栈条目的 TTL 域的值。

一个标记数据包的“输出 TTL”被定义为下面值的较大的一个：

- a) 输入 TTL 减 1
- b) 0

### 2.4.2 独立于协议的规则

如果一个标记数据包的 TTL 值是 0，那么此数据包必然不能被进一步转发；或者此

数据包的标记栈被剥离然后作为一个非标记包被转发。在此网络中这个数据包的“生命”被认为是结束了。

根据标记栈条目中标记值，这个数据包可能被简单的丢弃，或者被传到恰当的“原始”网络层来错误处理。（例如产生一个 ICMP 消息，参见第 2.3 节）

当一个标记包被转发时，标记栈顶部条目的 TTL 域值必须被设置为输出 TTL 值。

注意输出 TTL 值是输入 TTL 值单一函数，与数据包被转发前是否有标记被压入或弹出无关。而不在标记栈顶部的任意条目的 TTL 值都没有意义。

### 2.4.3 依赖于 IP 的规则

无论使用那一个 IP 协议，我们定义“IP TTL”域的值 IPv4 TTL 域的值，或是 IPv6 站点限制域的值。

在第一次为一个 IP 数据包加标记时，此标记栈条目的 TTL 域的值必须被设置为该数据包的 TTL 域值。（如果作为 IP 进程的一部分，此数据包的 TTL 域值需要被减一，此处假设已经作了）。

当一条标记被弹出后，且剩余的标记栈为空，那么按照上面的定义，此数据包的 TTL 域值必须被输出 TTL 域值所取代。在 IPv4 环境中这还需要 IP 头校验的变换。

公认的情况是：网络管理员宁愿在标记包穿越一个 MPLS 域时将 IPv4 TTL 域值减一，而不是用 IPv4 TTL 域值来减去此域的 LSP 跳的数目。

### 2.4.4 在不同的封装方法间互译

有时一个 LSR 可能在一个标记交换控制的 ATM 接口（LC-ATM）中收到一个标记包，且可能基于一个 PPP 或 LAN 链路将它发送出去。那么这个输入数据包将不使用本文档中指定的封装方法来接收，但是输出数据包将用本文档中指定的封装方法来发送。

在此环境中，由在 LC-ATM 接口中使用的搭载标记包的进程来确定此“输入 TTL”域值。TTL 进程然后按上面所述来进行。

有时一个 LSR 可能在一个 PPP 或 LAN 链路上收到一个标记包，且可能基于 LC-ATM 接口将它发送出去。那么这个输入数据包将使用本文档中指定的封装方法来接收，但是输出数据包将不用本文档中指定的封装方法来发送。在此环境中，由在 LC-ATM 接口中使用的搭载标记包的进程来确定此“输出 TTL”域值。

## 3. 分片和路径 MTU 发现

LSR 有可能收到一个非标记数据包，因为太大而不能被在它的输出链路上传输；就

有可能收到一个标记数据包，因为太大而不能被在它的输出链路上传输。

也有可能收到的一个数据包（标记或无标记）最初足够小可以被在链路上传输，但在压入一个或多个额外的标记到它的的标记栈后，就因为太大不能被在链路上传输。在标记交换中，一个数据包可能因为被压入额外的标记而增加它的规模。即如果 LSR 收到一个带有 1500 字节帧载荷的标记包，并且另外压入一条标记，那么就必须转发这个带有 1504 字节帧载荷的标记包。

本节详细说明了处理“太大”标记包的规则。特别的是，它提供了让实现 Path MTU Discovery 的主机，和使用 IPv6 的主机，能产生不需要被分片的 IP 数据包，即使它们的

数据包穿越网络时可能被加上标记。

通常，IPv4 主机不能对发送小于 576 字节的 IP 数据包执行 Path MTU Discovery。因为目前在大多数数据链路上使用的 MTU 大于或等于 1500 字节，所以即使这些数据包被加上标记，需要被分片来发送的机会也很小。

当数据包的 IP 源地址和目的地址在同一个子网时，有些不能实现 Path MTU

Discovery 主机会产生 1500 字节的 IP 数据包。但这些数据包不会通过路由器，于是也不会被分片。

不幸的是，当数据包的 IP 源地址和目的地址是同一类网络数时，有些主机会产生 1500 字节的 IP 数据包。这里就存在这些数据包被加上标记后需要被分片的危险性。

本文档详细说明了允许配置网络，使得来自不能实现 Path MTU Discovery 的主机的大数据包仅在它第一次被加上标记时被分片的方法。这些方法避免了对任何那些已经被加上标记的数据包再分片。

## 3.1 术语

根据一条特定的数据链路，我们使用以下的术语：

— 帧载荷：

除了所有数据链路层头部或尾部外，一个数据链路帧的容量。

当一个帧正搭载一个无标记 IP 数据包时，此帧载荷仅是 IP 数据包自身。当一个帧正搭载一个标记包时，此帧载荷包含此 IP 数据包和标记栈条目。

— 通用的最大帧载荷容量：

接口硬件能正确发送和接收的最大帧载荷容量附属于此数据链路。

在以太网和 802.3 网络中，相信实际最大帧载荷容量比通用的最大帧载荷容量大 4 到 8 个字节。例如：至少只要此数据包以太层头部没有一个 802.1Q 或 802.1p 域，相信大多数以太设备能正确发送和接收一个搭载 1504 甚至 1508 字节载荷的数据包。

在 PPP 链路上，真正的最大帧载荷容量实际上可以不受限制。

— 对于标记包有实际意义的最大帧载荷容量：

取决于此数据链路的设备的容量和被使用的数据链路头的容量，要么是通用的最大帧载荷容量，或者是实际的最大帧载荷容量。

— 初始的标记 IP 数据：

假设一个特定的 LSR 收到一个无标记数据包，并且这个 LSR 在转发此数据包之前为它加上一个标记。那么称这样一个数据为那个 LSR 的初始的标记 IP 数据。

— 早先的标记 IP 数据：

一个 IP 数据，在一个特定的 LSR 收到它之前已经被加上标记。

## 3.2 最大初始的标记 IP 数据容量

每个 LSR 都有以下的能力：

- a) 接收一个无标记 IP 数据；
- b) 为这个数据加上一个标记栈；
- c) 转发所得到的标记包。

应该支持一个名为“最大初始的标记 IP 数据容量”的配置参数，此参数被设置为一个非负值。

如果此配置参数被设为 0，则无意义。

如果此配置参数被设为负值，则有以下的应用。

如果：

- a) 收到一个无标记 IP 数据；
- b) 此数据的 IP 头中 DF 位未被设置为 1；
- c) 此数据在被转发前需要加上标记；
- d) 此数据的大小（被加标记前）超出了该参数的值。

那么

- a) 此数据必须被分片，每片大小不能大于该参数的值；
- b) 每片必须被加上标记再转发。

例如，如果此参数被设置为 1488，那么任何包含大于 1488 字节的无标记数据包将再被加上标记前先被分片。每个分片即使再有三个之多的标记被压入它的标记栈中，也不用被再进一步分片，就可以被搭载在一个 1500 字节的数据链路上。

换句话说，将此参数设置为一个非 0 值使得 LSR 不用对早先的标记 IP 数据分片，但也可能导致对某些初始的标记 IP 数据的不必要的分片。

要注意的是：此参数的设置不能影响对 DF 位为 1 的 IP 数据的处理；因此 Path MTU Discovery 的结果不受此参数设置的影响。

### 3.3 什么时候标记 IP 数据是太大？

当一个标记 IP 数据被在一条数据链路上转发时，它的容量超出了此数据链路的通用的最大帧载荷容量，那么这个数据就被认为“太大”。

当一个标记 IP 数据被在一条数据链路上转发时，它的容量超出了此数据链路的实际的最大帧载荷容量，那么这个数据就被认为“太大”。

一个不是“太大”的标记 IP 数据必须不被分片而转发。

### 3.4 对太大的标记 IPv4 数据的处理

如果一个标记 IPv4 数据是“太大”，并且它的 IP 头的 DF 位不是 1，则 LSR 可能无声地丢弃此数据。

要注意的是：仅当网络中的 LSR 有能力给一个无标记的 IP 数据加上一个标记栈，并且 LSR 的“最大初始的标记 IP 数据容量”被设置为非 0 值的时候，丢弃这些数据才是一个可以被察觉的过程。

如果此 LSR 选择了不丢弃一个太大的标记 IPv4 数据，或者此数据的 DF 位被设置为 1，那么 LSR 必须执行下面的算法：

1. 取下标记栈条目，得到 IP 数据。
2. 给 N 赋值为标记栈的字节数（即标记栈条目数的 4 倍）。
3. 如果此 IP 数据的 IP 头 DF 位不是 1：
  - a. 分片这个数据，每片大小至少比现行的最大帧载荷容量小 N 个字节。

- b. 预先为每个分片加上一样的标记头可以使得初始数据不须分片。
  - c. 转发这些分片。
4. 如果此 IP 数据的 IP 头 DF 位是 1:
- a. 这个数据必然不能被转发。
  - b. 产生一个 ICMP 目的地不可到达消息:
    - i. 将它的 Code 域设为“需要分片和 DF 为 1”，
    - ii. 将它的下一跳 MTU 域值设为现行的最大帧载荷容量和 N 的差值。
  - c. 如果可能的话，将这个 ICMP 目的地不可到达消息传送到此被丢弃数据的源地址。

### 3.5 对太大的标记 IPv6 数据的处理

为了处理一个太大的标记 IPv6 数据，那么 LSR 必须执行下面的算法：

1. 取下标记栈条目，得到 IP 数据。
2. 给 N 赋值为标记栈的字节数（即标记栈条目数的 4 倍）。
3. 如果此 IP 数据大于 1280 字节（不算标记栈条目），或者它没有一个分片头，那么：
  - a. 产生一个 ICMP 数据包太大消息，将它的下一跳 MTU 域值设为现行的最大帧载荷容量和 N 的差值。
  - b. 如果可能的话，将这个 ICMP 数据包太大消息传送到此被数据的源地址。
  - c. 丢弃这个标记 IPv6 数据。
4. 如果此 IP 数据不大于 1280 字节，并且它有一个分片头，那么：
  - a. 分片这个数据，每片大小至少比现行的最大帧载荷容量小 N 个字节。
  - b. 预先为每个分片加上一样的标记头可以使得初始数据不须分片。
  - c. 转发这些分片。

对这些分片的重新组合将在目的地主机上进行。

### 3.6 关于 Path MTU Discovery 的含义

上述关于处理 DF 位为 1，但“太大”的数据的过程对于 RFC1191 的 Path MTU Discovery 过程有一点影响。实施此过程的主机将会发现一个足够小的 MTU 使得不用分片就可以将 n 个标记压入这个数据，在此 n 是沿着当前使用的路线实际上被压入的标记数目。

换句话说，来自实施 Path MTU Discovery 过程的主机的数据将从不会因为被压入一个标记头，或者被为一个现存的标记头增加一条新标记，而需要被分片。（来自实施 Path MTU Discovery 过程的主机的数据的 DF 位通常为 1）。

需要注意的是：如果 Path MTU Discovery 仅在一个标记 IP 数据需要被分片的节点正常工作的话，这将可能导致一个 ICMP 目的地不可到达消息被路由到这个数据包的源地址。参见 2.3 节。

如果不能从一条 MPLS “隧道”中转发一个 ICMP 消息到一个数据包的源地址，但网络配置使得在隧道传输端点的 LSR 可能会收到必须要穿过此隧道的数据包，而此数据包太大以至于不能不被分片就通过此隧道，那么：

- 在隧道传输端点的 LSR 必须能确定整个隧道的 MTU。这可以通过在将数据包

穿过隧道发送到隧道的接收端点的同时，对那些数据包实施 Path MTU Discovery 的方法来实现。

— 任何时候隧道传输端点需要发送一个数据包到隧道中，而此数据包的 DF 位为 1，并且它超过了此隧道的 MTU，则隧道传输端点必须发送一条按上述“需要分片 DF 位设置”编码，及下一跳 MTU 域值设置的 ICMP 目的地不可到达消息给此数据包的源地址。

## 4. 在 PPP 链路上传输标记包

PPP 协议为在点到点链路上传输多协议数据提供了一个标准方法。PPP 定义了一个扩展的链路控制协议，并且提出了一组网络控制协议用于建立和配置不同的网络层协议。

本节详细说明了用于在 PPP 上建立和配置标记交换的网络控制协议。

### 4.1 简介

PPP 有三个主要构件：

1. 一种封装多协议数据的方法。
2. 一种建立、配置、和测试数据链路连接的链路控制协议（LCP）。
3. 一组建立和配置不同网络层协议的网络控制协议。

为了在一条点到点链路上建立通信，此 PPP 链路每一端必须首先发送 LCP 数据包以配置和测试这条数据链路。当这条链路已经被建立，并且按 LCP 的要求协商了任选的设备后，PPP 必须发送“MPLS 控制数据包”使得可以传送标记包。一旦这个“MPLS 控制数据包”已到达开放状态，则可以在这条链路上发送标记包了。

除非显式 LCP 或 MPLS 控制协议数据包关闭这条链路，或者某些外部事件发生（一个不活动的计时器过期或网络管理员介入），这条链路将保持通信的配置。

### 4.2 一个 MPLS 的网络控制协议

MPLS 网络控制协议（MPLSCP）负责一条 PPP 链路上是否允许使用标记交换。它使用于 LCP 一样的数据包交换机制。MPLSCP 数据包直到 PPP 已到达网络层协议阶段才被交换。在此阶段到来之前收到的 MPLSCP 数据包被无声地丢弃。

MPLSCP 与 LCP 除了下面的不同外其它都完全一样：

1. 帧的变型  
在链路建立阶段这个数据包将使用已协商的基本帧格式的变型。
2. 数据链路层协议域  
准确地说 MPLSCP 数据包是被在 PPP 信息域中封装，PPP 域表示 H0281 类型（MPLS）。
3. 代码域  
仅使用代码 1 到 7（配置请求，配置确认，配置\_Nak，配置拒绝，中断请求，中断确认和代码拒绝）。其它代码将不被识别并导致代码拒绝。
4. 暂停

MPLSCP 数据包直到 PPP 已到达网络层协议阶段才被交换。在暂停等待一个配置确认或其它响应之前，将准备执行等待完成鉴证和确定链路质量。在此建议在用户介入或一个配置的时间数后放弃执行。

5. 配置选项类型  
无。

### 4.3 发送标记包

在任意标记包可以被交换之前，PPP 必须到达网络层协议阶段，并且 MPLSCP 必须到达开放状态。

准确地说一个标记包数据包是被在 PPP 信息域中封装，PPP 域表示 H0281 类型 MPLS) 或 H0283 类型 (MPLS 组播)。在一条 PPP 链路上传输的一个标记包的最大长度与一个 PPP 封装数据包的信息域的最大长度相同。

第 2 节定义了信息域自身的格式。

要注意的是为标记包定义了两个码点；一个用于单播一个用于组播。一旦 MPLSCP 已到达开放状态，标记交换组播和标记交换单播都可以在 PPP 链路上被发送。

### 4.4 标记交换控制协议配置选项

没有配置选项。

## 5. 在局域网介质上传输标记包

每类帧都可以搭载标记包。

标记栈条目跟在任一数据链路层头（包括可能的 802.1Q 头）之后，紧跟它的是网络层头。

以太类值 H8847 被用于表示一个正搭载一个 MPLS 单播数据包的帧。

以太类值 H8848 被用于表示一个正搭载一个 MPLS 组播数据包的帧。

这些以太类值可以用在通过以太封装或 802.3 LLC/SNAP 封装来搭载标记包的时候。关于选择那一种封装的方法超出了本文档的范围。

## 6. IANA 的考虑

按照本文档的说明，或由 IANA 的进一步分配，标记值 0-15 有特别的意义。

在本文档第 2.1 节说明了标记值 0-3。

IANA 将根据 IETF 的意见分配标记值 4-15。