

IEEE 标准 802.1w-2001

[IEEE 标准 802.1D 1998 年版修正案 (ISO/IEC 15802-3:1998)
和 IEEE 标准 802.1t-200]1

**IEEE 标准
局域网和城域网—
通用规格**

**第 3 部分：媒体访问控制 (MAC) 桥接修订版
2：快速重新配置**

赞助

局域网/城域网标准委员会 的

IEEE 计算机学会

2001 年 6 月 14 日批准
IEEE-SA 标准委员会

2001年10月25日批准 美国国家标准协会

抽象的：这是对 IEEE 标准 802.1D、1998 年版 (ISO/IEC 15802-3: 1998) 和 IEEE 标准 802.1t-2001 的修订，定义了 MAC 桥操作所需的更改，以提供快速生成树重新配置能力。

关键字：局域网、MAC 桥接管理、MAC 桥接、媒体访问控制 (MAC) 桥接、快速生成树算法和协议 (RSTP)

美国电气电子工程师学会，纽约州纽约市帕克大道 3 号，邮编 10016-5997

版权所有 © 2001 电气电子工程师学会。保留所有权利。2001 年 7 月 9 日出版。美国印刷。

打印： ISBN 0-7381-2924-0 SH94939
PDF： 国际标准书号 0-7381-2925-9 SS94939

未经出版商事先书面许可，不得以任何形式（在电子检索系统或其他方式）复制本出版物的任何部分。

IEEE 标准文件是在 IEEE 学会和 IEEE 标准协会 (IEEE-SA) 标准委员会的标准协调委员会内制定的。IEEE 通过美国国家标准研究所批准的共识制定流程制定其标准，该流程汇集了代表不同观点和利益的志愿者，以完成最终产品。志愿者不一定是研究所的成员，并且无偿服务。虽然 IEEE 管理该流程并制定规则以促进共识制定流程的公平性，但 IEEE 不会独立评估、测试或验证其标准中包含的任何信息的准确性。

使用 IEEE 标准完全是自愿的。IEEE 不承担因发布、使用或依赖本文件或任何其他 IEEE 标准文件而直接或间接造成的人身伤害、财产或其他损害（无论性质如何，无论是特殊的、间接的、后果性的还是补偿性的）的责任。

IEEE 不保证或代表本文所含材料的准确性或内容，并明确否认任何明示或暗示的保证，包括对适销性或特定用途适用性的任何暗示保证，或对本文所含材料的使用不侵犯专利权的暗示保证。IEEE 标准文件以“现状”

IEEE 标准的存在并不意味着没有其他方式来生产、测试、测量、购买、营销或提供与 IEEE 标准范围相关的其他商品和服务。此外，在标准批准和发布时表达的观点可能会随着现有技术的发展和标准用户的评论而发生变化。每项 IEEE 标准至少每五年接受一次审查，以进行修订或重申。如果一份文件超过五年而没有得到重申，那么可以合理地得出结论，其内容虽然仍然有一定价值，但并不完全反映目前的最新技术水平。用户应注意检查以确定他们拥有的是任何 IEEE 标准的最新版本。

在发布和提供本文件时，IEEE 并不代表任何个人或实体建议或提供专业或其他服务。IEEE 也不承诺履行任何其他个人或实体对其他人或实体应尽的任何义务。任何使用本文件和任何其他 IEEE 标准文件的人，在任何特定情况下，都应依赖有能力的专业人士的建议来确定是否采取了合理的谨慎措施。

解释：有时，标准中某些部分的含义可能与具体应用有关，因此可能会出现问题。当 IEEE 注意到需要解释时，该协会将采取行动准备适当的回应。由于 IEEE 标准代表了相关利益的共识，因此确保任何解释也得到利益平衡的认可非常重要。因此，IEEE 及其协会和标准协调委员会的成员无法立即回应解释请求，除非该问题之前已得到正式考虑。

欢迎任何感兴趣的人士对 IEEE 标准修订提出意见，无论其是否是 IEEE 会员。对文件更改的建议应以拟议的文本更改形式提出，并附上适当的支持意见。有关标准的意见和解释请求应发送至：

IEEE-SA 标准委员会秘书 445 Hoes
Lane
邮政信箱 1331
美国新泽西州皮斯卡塔韦
08855-1331

注意：请注意，实施本标准可能需要使用受专利权保护的主题。发布本标准时，不表明与此相关的任何专利权的存在或有效性。IEEE 不负责识别 IEEE 标准可能需要许可的专利，也不负责调查引起其注意的专利的合法性或范围。

IEEE 是唯一可以授权使用认证标志、商标或其他名称来表明符合此处所述材料的实体。

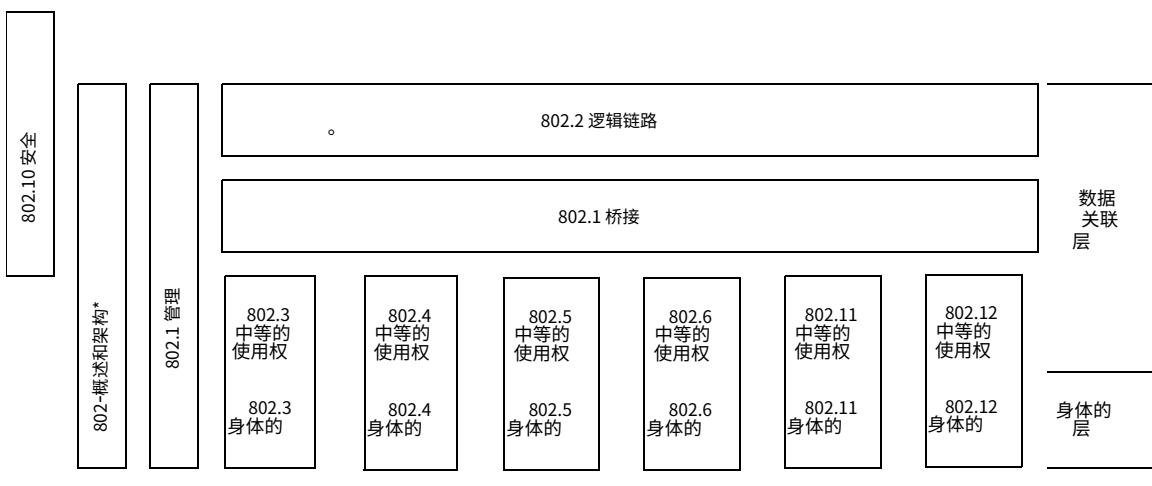
电气和电子工程师协会授权将任何单个标准的部分内容复印用于内部或个人用途，但必须向版权许可中心支付相应费用。要安排支付许可费，请联系版权许可中心客户服务部，地址：222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA；电话：(978) 750-8400。也可以通过版权许可中心获得将任何单个标准的部分内容复印用于教育课堂用途的许可。

介绍

[本介绍不是 IEEE Std 802.1w-2001、IEEE 局域网和城域网标准 - 通用规范 - 第 3 部分：媒体访问控制 (MAC) 桥接器：修订版 2 - 快速重新配置的一部分。]

IEEE 标准 802.1D 1998 版 (ISO/IEC 15802-3:1998) 的这一修正案定义了 MAC 桥接器操作所需的更改，以提供快速生成树重新配置功能。这些更改以 IEEE 802 修正案的常用形式记录标准；即作为一组明确的编辑指令，如果正确应用于 IEEE Std 802.1D、1998 年版 (ISO/IEC 15802-3:1998) 的文本，将创建一个修正文档。

此标准是局域网和城域网标准系列的一部分。该标准与该系列其他成员之间的关系如下所示。（图中的数字指的是 IEEE 标准编号。）



该系列标准涉及国际标准化组织 (ISO) 开放系统互连基本参考模型 (ISO/IEC 7498-1:1994) 定义的物理层和数据链路层。访问标准定义了几种类型的介质访问技术及相关物理介质，每种类型均适用于特定应用或系统目标。其他类型正在研究中。

定义上述技术的标准如下：

- IEEE 标准 802.1: **概述和架构。** 本标准概述了 IEEE 802 标准系列。本文档构成了 802.1 工作范围的一部分。

1802 架构和概述规范（最初称为 IEEE 标准 802.1A）已重新编号为 IEEE 标准 802。这样做是为了适应在一系列标准中对基础标准的认可。对 IEEE 标准 802.1A 的引用应视为对 IEEE 标准 802 的引用。

• ANSI/IEEE 标准 802.1B 和 802.1K [ISO/IEC 15802-2]:	<i>局域网/城域网管理.</i> 定义开放系统互连 (OSI) 管理兼容体系结构以及用于在 LAN/MAN 环境中执行远程管理的服务和协议元素。
• ANSI/IEEE 标准 802.1D	<i>媒体访问控制 (MAC) 桥梁.</i> 为 [ISO/IEC 15802-3] 指定一种架构和协议：MAC 服务边界以下的 IEEE 802 LAN 的互连。
• ANSI/IEEE 标准 802.1E [ISO/IEC 15802-4]:	<i>系统加载协议.</i> 为与 IEEE 802 LAN 上的系统加载有关的管理方面指定一组服务和协议。
• ANSI/IEEE 标准 802.1F	<i>IEEE 802 管理信息的通用定义和程序。</i>
• ANSI/IEEE 标准 802.1G [ISO/IEC 15802-5]:	<i>远程媒体访问控制 (MAC) 桥接.</i> 使用非 LAN 系统通信技术，指定在逻辑链路控制协议级别以下地理上分离的 IEEE 802 LAN 的互连扩展。
• ANSI/IEEE 标准 802.1H [ISO/IEC 11802-5]	<i>IEEE 802 局域网中以太网 V2.0 媒体访问控制 (MAC) 桥接的推荐做法。</i>
• ANSI/IEEE 标准 802.1Q	<i>虚拟桥接局域网.</i> 定义虚拟桥接局域网的架构、虚拟桥接局域网中提供的服务以及提供这些服务所涉及的协议和算法。
• ANSI/IEEE 标准 802.2 [ISO/IEC 8802-2]:	<i>逻辑链路控制.</i>
• ANSI/IEEE 标准 802.3 [ISO/IEC 8802-3]:	<i>CSMA/CD 访问方法和物理层规范。</i>
• ANSI/IEEE 标准 802.4 [ISO/IEC 8802-4]:	<i>令牌总线访问方法和物理层规范。</i>
• ANSI/IEEE 标准 802.5 [ISO/IEC 8802-5]:	<i>令牌环访问方法和物理层规范。</i>
• ANSI/IEEE 标准 802.6 [ISO/IEC 8802-6]:	<i>分布式队列双总线访问方法和物理层规范。</i>
• ANSI/IEEE 标准 802.10:	<i>可互操作的 LAN/MAN 安全性.</i> 目前已批准：安全数据交换 (SDE) 。
• ANSI/IEEE 标准 802.11: [ISO/IEC 8802-11]	<i>无线局域网介质访问控制 (MAC) 子层和物理层规范。</i>
• ANSI/IEEE 标准 802.12: [ISO/IEC 8802-12]	<i>需求优先级接入方法、物理层和中继器规范。</i>
• IEEE 标准 802.15:	<i>无线介质访问控制 (MAC) 和物理层 (PHY) 规范：无线个人区域网络。</i>

- IEEE 标准 802.16: 固定宽带无线接入系统的标准空中接口。
- IEEE 标准 802.17: 弹性分组环接入方法和物理层规范。

除了这一系列标准之外，以下是针对常见物理层技术的推荐做法：

- IEEE 标准 802.7: *IEEE 宽带局域网推荐规范*。

建议本标准的读者熟悉完整的标准系列。

一致性测试方法

已建立了一个附加标准系列，编号为 1802，用于标识 802 系列标准的一致性测试方法文档。因此，802.3 的一致性测试文档编号为 1802.3，802.5 的一致性测试文档编号为 1802.5，依此类推。同样，ISO 将使用 18802 来编号 8802 标准的一致性测试标准。

參與者

当 IEEE 802.1 工作组批准该标准时，其成员如下：

托尼·杰弗里，主席兼编辑
尼尔·贾维斯，副主席
米克·西曼，互通任务组主席

莱斯·贝尔
艾伦·钱伯斯
马克·科克伦
保罗·康登
希沙姆·埃尔·巴库里
诺曼·W·芬恩
沙拉姆·哈基米
鲍勃·霍特
加藤豊之

哈尔·基恩
丹尼尔·凯利
基思·克拉姆
乔·劳伦斯
比尔·利丁斯基
亚龙·纳赫曼
勒罗伊·纳什
小原聰
吕克帕里索
阿尼尔·里辛加尼

约翰·J·罗斯
特德·施罗德
本杰明·舒尔茨
罗斯玛丽·V·斯莱格
安德鲁·史密斯
米歇尔·索伦森
罗宾·塔斯克
马诺伊·瓦德卡
罗伯特·威廉姆斯

投票委员会的以下成员就此标准进行了投票。投票者可能投了赞成票、反对票或弃权票。

雅各布·本·阿里
詹姆斯·T·卡洛
琳达·T·郑
周凯斯
罗伯特·克劳德
古鲁·杜特·丁格拉
托马斯·J·迪宁
克里斯托斯·杜利格里斯
苏拉夫·K·杜塔
菲利普·H·恩斯洛
范长新
约翰·W·芬德里希
迈克尔·A·菲尔舍尔
理查德·A·弗罗克
罗伯特·加利亚诺
高塔姆·加莱
阿里雷扎·加齐扎赫迪
蒂姆·戈弗雷
罗伯特·M·格罗
克里斯·G·盖伊
约瑟夫·M·格温

西蒙·哈里森
石田治
拉杰·贾恩
卡姆兰·贾马尔
尼尔·A·贾维斯
安东尼·A·杰弗里
杰克·R·约翰逊
斯图尔特·J·克里
丹尼尔·R·克伦特
史蒂芬·巴顿·克鲁格
约瑟夫·库伯勒
大卫·J·劳
威廉·利丁斯基
兰道夫·S·利特尔
罗纳德·马哈尼
彼得·马蒂尼
贝内特·迈耶
戴维·S·米尔曼
詹姆斯·F·莫伦瑙尔
约翰·E·蒙塔古

罗伯特·莫顿森
罗伯特·奥哈拉
小原聪
罗杰·潘丹达
维克拉姆·普尼
加里·S·罗宾逊
爱德华·Y·罗歇
詹姆斯·W·罗姆莱恩
弗洛伊德·E·罗斯
贾迪普·罗伊
里奇·塞弗特
利奥·辛托宁
约瑟夫·斯科鲁帕
大卫·所罗门
弗雷德·J·施特劳斯
乔纳森·R·撒切尔
马克·雷内·内田
斯科特·A·瓦尔考特
约翰·维亚普拉纳
保罗·A·威利斯
袁奥伦

当 IEEE-SA 标准委员会于 2001 年 6 月 14 日批准该标准时，其成员如下：

唐纳德·N·海尔曼，椅子
詹姆斯·T·卡洛，副主席
朱迪思·戈尔曼，秘书

查克·亚当斯
马克·鲍曼
克莱德·R·坎普
理查德·德布拉西奥
哈罗德·E·爱泼斯坦
H·兰迪斯·弗洛伊德
杰伊·福斯特*
霍华德·M·弗雷泽

詹姆斯·H·格尼
雷蒙德·哈佩曼
理查德·J·霍勒曼
理查德·H·休利特
洛厄尔·G·约翰逊
约瑟夫·L·科普芬格*
彼得·H·利普斯

保罗·J·门奇尼
Daleep C. Mohla
罗伯特·F·蒙兹纳
罗纳德·彼得森
马尔科姆·V·萨登
杰弗里·O·汤普森
东条昭夫
霍华德·沃尔夫曼

* 名誉会员

还包括以下无投票权的 IEEE-SA 标准委员会联络员：

Satish K. Aggarwal, 核管理委员会代表
艾伦·H·库克森, NIST 代表唐纳德
· R·沃尔兹卡, TAB 代表

Jennifer McClain 朗文 IEEE
标准项目编辑

商标“电气电子工程师学会”和“802”是 IEEE 的注册商标。当使用这些商标来指代电气和电子工程师协会时，802 标准或其他标准，标记应当采用粗体字体，并在正文中至少使用一次注册商标符号“_”。

内容

1. 概述.....	1
1.1 简介.....	1
1.2 范围.....	2
2. 参考文献.....	3
4. 缩写.....	3
5. 一致性.....	4
5.1 静态一致性要求.....	4
5.2 选项.....	5
6. 对 MAC 服务的支持.....	6
6.3 服务质量维护.....	6
6.4 MAC桥内提供的内部子层服务.....	8
6.5 特定MAC程序对内部子层服务的支持.....	9
8. 生成树算法和协议.....	10
9. 桥接协议数据单元 (BPDU) 的编码	10
9.1 结构.....	10
9.2 参数类型的编码.....	11
9.3 BPDU 格式及参数.....	13
12. 通用属性注册协议 (GARP)	18
12.7 GARP 协议操作概述.....	18
14. 桥梁管理.....	19
14.2 管理对象	19
14.8 桥接协议实体.....	19
17. 快速生成树算法和协议 (RSTP)	24
17.1 要求.....	24
17.2 MAC 网桥的要求.....	25
17.3 概述.....	26
17.4 有源拓扑计算.....	26
17.5 港口国家	29
17.6 拓扑示例.....	31
17.7 传送生成树信息.....	35
17.8 更改生成树信息.....	35
17.9 更改端口状态.....	36
17.10 更新已学习的站点位置信息.....	38
17.11 RSTP 和点对点链路	42
17.12 STP 兼容性	42

17.13 快速生成树状态机.....	42
17.14 状态图中使用的符号约定.....	45
17.15 状态机定时器	46
17.16 状态机性能参数	47
17.17 每个桥的变量.....	48
17.18 每个端口的变量.....	49
17.19 状态机程序	54
17.20 端口定时器状态机.....	59
17.21 端口信息状态机.....	59
17.22 端口角色选择状态机	61
17.23 端口角色转换状态机.....	62
17.24 端口状态转换状态机.....	67
17.25 拓扑变化状态机.....	68
17.26 端口协议迁移状态机	70
17.27 端口发送状态机	71
17.28 性能.....	73
附件 A (规范性) PICS 形式.....	77
附件 B (信息性) 计算生成树参数.....	93
附件 F (信息性) 目标拓扑、迁移和互操作性.....	101
附件 G (资料性) 参考书目.....	108

IEEE 标准
局域网和城域网—
通用规格

**第 3 部分：媒体访问控制 (MAC) 桥接器—
修正案 2：快速重新配置**

编辑注释

IEEE 标准 802.1D 1998 版 (ISO/IEC 15802-3:1998) 和 IEEE 标准 802.1t-2001 的此修正案定义了 MAC 桥接器操作所需的更改，以提供快速重新配置功能。这些更改定义为对通过将 IEEE 标准 802.1t-2001 中包含的编辑说明应用于 IEEE 标准 802.1D 1998 版的文本而生成的组合文本的一系列添加和修改；因此，此修正案假定所有材料，包括 IEEE 标准 802.1D 1998 版和 IEEE 标准 802.1t-2001 中定义的参考、缩写、定义、程序、服务和协议。文本显示在**粗斜体**本修正案定义了将修改和添加纳入基本文本所需的编辑说明。使用了三条编辑说明：**改变**，**删除**，和**插入**。**改变**用于对现有材料进行更改。编辑指令指定更改的位置，并使用删除线（删除旧材料）或下划线（添加新材料）。**删除**移除现有材料。**插入**添加新材料而不改变现有材料。插入内容可能需要重新编号。如果需要，编辑说明中会给出重新编号说明。编辑说明将不会延续到 IEEE Std 802.1D (1998 年版) 的未来版本中。

1. 概述

更改简介和范围，如下所示：

1.1 简介

IEEE 802 所有类型的局域网（或 LAN；参见 3.4）都可以使用 MAC 桥接器连接在一起。每个单独的 LAN 都有自己独立的 MAC。创建的桥接 LAN 允许将连接到不同 LAN 的站互连，就像它们连接到单个 LAN 一样，尽管它们实际上连接到具有各自 MAC 的不同 LAN。MAC 桥接器在 MAC 服务边界以下运行，并且对于在逻辑链路控制 (LLC) 子层或网络层 (ISO/IEC 7498-1: 1994) 中运行在此边界之上的协议是透明的¹。一个或多个 MAC 桥接器的存在可能导致 MAC 子层提供的服务质量的差异；正是由于这样的差异，MAC 桥接器的操作才不是完全透明的。

¹关于参考的信息可以参见第 2 条。

桥接 LAN 可以提供

- a) 不同MAC类型LAN上的站之间的互连；
- b) 有效增加局域网的物理范围、允许的附件数量或总体性能；
- c) 出于管理或维护原因对物理局域网进行分区；
- d) 验证局域网访问。当桥接 LAN 的组件重新配置或出现故障时，MAC 服务的可用性得到提高。

注 1—与源路由透明桥接操作有关的范围、定义、参考和一致性要求可在附件 C.1 中找到。

注 2—当此标准与 IEEE 标准 802.1X-2001 中指定的基于端口的访问控制机制结合使用时，支持对 LAN 访问的验证。

1.2 范围

为了使使用 IEEE 802 MAC 服务的数据处理设备在使用不同或相同媒体访问控制方法的互连 IEEE 802 LAN（见 3.4）的支持下实现兼容互连，本标准规定了 MAC 桥接器操作的通用方法。为此，它

- a) 将桥接功能定位在 MAC 子层的架构描述中。
- b) 从 MAC 服务的支持和保存、服务质量的维护等方面定义 MAC 桥的运行原则。
- c) 指定各个 LAN 向网桥中提供帧中继的媒体访问方法独立功能提供的 MAC 内部子层服务。
- d) 识别桥接器要执行的功能，并根据提供这些功能的流程和实体提供桥接器内部操作的架构模型。
- e) 建立桥接局域网中网桥之间的协议要求以配置网络，并指定生成树活动拓扑的分布式计算。
- f) 指定网桥协议数据单元 (BPDU) 的编码。
- g) 建立桥接局域网中桥接管理的要求，识别管理对象并定义管理操作。
- h) 建立了桥接局域网中网桥之间配置多播过滤信息的协议要求，并指定了通过 GARP 多播注册协议 (GMRP) 注册和分发多播过滤信息的方法。
- i) 指定 GMRP 协议数据单元的编码。
- j) 指定性能要求并推荐桥梁操作参数的默认值和适用范围。
- k) 规定了符合本标准的设备必须满足的要求。
- l) 指定使用 MAC 特定桥接方法的标准。
- m) 指定对生成树协议操作的增强，以及对支持物理和过滤连接重新配置的其他机制的增强，以便支持桥接 LAN 连接的快速重新配置。

此标准规定了直接连接到 IEEE 802 LAN 的 MAC 桥接器的操作，如所实施的 MAC 技术或技术的相关 MAC 标准中所规定的那样。

本标准中，第 e) 项中提到的生成树活动拓扑的分布式计算所需的配置协议和相关算法以两种形式出现。第 8 条规定了与 IEEE Std 802.1D 1998 版中的规范一致的生成树算法和协议版本；第 17 条规定了快速生成树算法和协议；当物理拓扑或其配置参数发生变化时，此版本可显著缩短重新配置桥接 LAN 的活动拓扑所需的时间。算法和协议的两个版本能够在同一桥接 LAN 内互操作；因此，实现无需支持生成树算法和协议的两个版本。

鉴于所提供的改进的性能，建议在新的 MAC Bridge 实现中优先支持快速生成树算法和协议，而不是原始版本。

注 1—本标准保留了生成树算法和协议的原始版本，以允许快速生成树算法和协议推出之前的实现继续声称符合 IEEE 标准 802.1D。

远程网桥的规范超出了本标准的范围，远程网桥使用广域网 (WAN) 介质将 LAN 互连以便在网桥之间传输帧。

笔记 2—远程 MAC 桥接在 ISO/IEC 15802-5: 1997 [ANSI/IEEE Std 802.1G, 1997 版] 中有规定 ANSI/IEEE 标准 802.1G, 1998 年版 (ISO/IEC 15802-5:1998) [B1] 2。

2. 参考文献

按现有参考文献的字母顺序添加以下参考文献：

IEEE Std 802.1t-2001, ISO/IEC 15802-3 补充 (IEEE Std 802.1D) 信息技术 - 系统间电信和信息交换 - 局域网和城域网 - 通用规范 - 第 3 部分：媒体访问控制 (MAC) 桥：技术和编辑更正。

IEEE Std 802.1X-2001, IEEE 局域网和城域网标准：基于端口的网络访问控制。

ISO/IEC 14882:1998, 信息技术 — 编程语言 — C++。

4. 缩写

按正确的排序顺序插入以下缩写：

冗余环路传输协议 快速生成树算法和协议
生成树协议 (STP) 生成树算法和协议
恢复BPDU 快速生成树算法和协议
中继神经网络

2括号中以字母 B 开头的数字与附件 G 中的参考书目数字相对应。

5. 一致性

5.1 静态一致性要求

替换项 h) 至 j) 如下：

h) 按照 8.7 的规定实现第 8 章描述的生成树算法和协议。

i) 以下参数不得超过 8.10.2 中给出的值：

1) 最大桥接传输延迟

2) Maximum Message Age 增量估计过高

3) BPDU最大传输延迟

j) 对以下参数使用表8-3中给出的值：

1) 保持时间

h) 实施以下之一：

1) 第 8 条描述的生成树算法和协议，如 8.7 中规定的那样，或

2) 第 17 条描述的快速生成树算法和协议，具体规定见
17.13.

l) 如果实现了生成树算法和协议：

1) 下列参数不得超过 8.10.2 中给出的值：

我) 最大桥接传输延迟

ii) 最大消息年龄增量估计过高

iii) 最大 BPDU 传输延迟

2) 对下列参数使用表8-3给出的值：

我) 保持时间

十) 如果实施快速生成树算法和协议：

1) 以下参数不得超过 17.28.2 中给出的值：

我) 最大桥接传输延迟

ii) 最大消息年龄增量估计过高

iii) 最大 BPDU 传输延迟

2) 对以下参数使用表17-5中给出的值：

我) 保持时间

3) 按照 IEEE Std 802.1t-2001 第 18 条的定义，在网桥的所有端口上实现 adminEdgePort 和 operEdgePort 参数以及网桥检测状态机的操作。

4) 按照 6.4 中这些参数的定义以及 6.5 中定义的任何相关特定 MAC 程序，在桥接器的所有端口上实现 adminPointToPointMAC 和 operPointToPointMAC 参数。

5.2 选项

将 e) 至 i) 项修改如下：

e) 提供为以下参数分配值的能力，以允许配置生成树活动拓扑：

- 1) 桥接优先级
- 2) 端口优先级
- 3) 每个端口的路径成本

提供此功能的网桥应实现 8.10.2 和表 8-4 和表 8-5 中规定的值范围如果实施了生成树算法和协议，则应实施 17.28.2 和表 17-6 和表 17-7 中规定的值范围（如果实施了快速生成树算法和协议）。

f) 提供设置生成树算法和协议的以下参数值的能力：

- 1) 桥梁最大年龄
- 2) 桥接问候时间
- 3) 桥接转发延迟

提供此功能的桥接器应实现 8.10.2 和表 8-3 中规定的值范围如果实施了生成树算法和协议，则应实施 17.28.2 和表 17-5 中指定的值范围（如果实施了快速生成树算法和协议）。

g) 支持桥的管理。声称支持管理的桥应支持第 14 条中定义的所有管理对象和操作。

h) 支持使用远程管理协议。声称支持远程管理的网桥应

- 1) 说明支持哪些远程管理协议标准或规范。
- 2) 说明远程管理协议支持使用哪些管理对象定义和编码的标准或规范。

i) 支持禁用拓扑变化检测的功能，如 8.5.5.10 所述，只有当生成树算法和协议实现时。

注意——快速生成树算法和协议不支持禁用拓扑变化检测的功能；在 RSTP 中，此功能已被 Admin 和 Oper Edge Port 参数取代。

添加以下内容作为项目 p 和 q)：

对) 按照 8.7 的规定，实现第 8 条中描述的生成树算法和协议，以及第 17 条中描述的快速生成树算法和协议。
17.13. 实现在任何给定时间都应在所有桥接端口上仅支持两种算法中的一种。

q) 支持将学习到的 MAC 地址信息从退役根端口传输到新的根端口的能力，如 17.10 中所述。

6. MAC 服务支持

按照提示修改第 6 条的以下子条款：

6.3 服务质量维护

6.3.1 服务可用性

服务可用性是按提供 MAC 服务的总时间比例来衡量的。网桥的运行可以提高或降低服务可用性。

通过自动重新配置桥接 LAN 可以提高服务可用性，从而避免在数据路径中使用故障组件（例如中继器、电缆或连接器）。桥接器本身发生故障、桥接器拒绝服务或桥接器进行帧过滤可能会降低服务可用性。
由于组件故障、组件的添加或移除或者管理变更而引起的拓扑变化可以通过以下方式检测和报告：

一个对组件故障进行物理检测并通过内部子层服务发出故障信号（6.4 和 6.5）；

- b) 通过生成树算法和协议的运行检测组件故障；
- c) 通过生成树算法和协议的操作明确地发出重新配置事件的信号。

在检测到物理拓扑变化时可以快速实现自动重新配置（见第 17 条），从而最大限度地减少因重新配置而导致的服务拒绝。

当自动重新配置发生时，桥接器可能会拒绝服务并丢弃帧（6.3.2），以保留 MAC 服务的其他方面（6.3.3 和 6.3.4）。可能会拒绝向未从重新配置中受益的终端站提供服务；因此，这些终端站的服务可用性会降低。桥接器可能会过滤帧，以便将桥接 LAN 中的流量本地化。如果终端站移动，则它可能无法从其他终端站接收帧，直到桥接器保存的过滤信息更新为止。

为了尽量减少因重新配置事件导致的服务拒绝的影响，可以在自动重新配置发生时或为未来的重新配置事件做准备时修改动态学习的过滤信息（第 17 条和第 17.10 条）。但是，静态配置的过滤信息不能以这种方式修改。

网桥可以拒绝服务并丢弃帧，以防止未经授权的设备访问网络。

为了最大限度地提高服务可用性，网桥不应导致服务丢失或服务提供延迟，除非是由于桥接 LAN 组件发生故障、移除或插入，或由于终端站移动，或由于试图执行未经授权的访问。这些都被视为异常事件。因此，维持 MAC 服务质量所需的任何附加协议的运行都仅限于桥接 LAN 的配置，并且与服务提供的单个实例无关。

注：这仅在不存在准入控制机制的情况下才适用，即网桥提供“尽力而为”服务。网桥中准入控制机制的规范和适用性不在本标准的范围内。

6.3.2 帧丢失

MAC 服务不保证服务数据单元的交付。源站传输的帧完好无损地到达目标站的概率很高。网桥的操作导致的额外帧丢失最少。

源站发送的帧可能无法到达目的站，原因是

- a) 物理层传输或接收期间的帧损坏。
- b) 桥接器丢弃帧，因为
 - 1) 它无法在某个最大时间段内传输该帧，因此必须丢弃该帧，以防止超过最大帧寿命 (6.3.6)。
 - 2) 由于帧到达的速率不断超过其传输速率，因此内部缓冲容量耗尽，无法继续存储帧。
 - 3) 该帧携带的服务数据单元的大小超出了该帧将中继到的 LAN 上所采用的 MAC 程序所支持的最大值。
 - 4) 桥接 LAN 的连接拓扑结构发生变化时，必须在有限的时间内丢弃帧，以维持服务质量的其他方面 (见 8.3.3 和 17.9)。
 - 5) 连接到端口的设备未被授权访问网络。
 - 6) 过滤数据库 (7.9.1) 中的静态过滤条目配置不允许在特定端口上转发具有特定目标地址的帧。
 - 7) 由于静态过滤条目与特定端口或端口组合相关联，因此静态过滤条目的错误配置可能会导致在桥接 LAN 自动重新配置期间或之后意外丢弃帧。

6.3.3 帧乱序

MAC 服务 (ISO/IEC 15802-1第9.2条) 不允许允许微不足道的根据给定的目标地址和源地址组合对具有给定用户优先级的帧进行重新排序。与 MA_UNITDATA.request 原语相对应的 MA_UNITDATA.indication 服务原语，如果具有相同的请求优先级，并且具有相同的目标地址和源地址组合，则按照与处理请求原语相同的顺序接收。

笔记1 — 网桥中的转发过程 (7.7) 的操作使得 MAC 服务的帧排序特性得以保留。

当桥接 LAN 中的桥接器能够以某种方式连接各个 MAC，使得任何源站 - 目标站对之间存在多条路径时，需要协议的操作来确保使用单一路径。

注 2 — 使用 STP 时 (见第 8 条)，正常运行期间不会发生帧乱序。使用 RSTP 时 (见第 17 条)，由于桥接器可以缓冲等待通过其端口传输的帧，因此通过桥接 LAN 传输的帧乱序的可能性会增加。由于此类事件而发生乱序的概率取决于实施选择，并与生成树重新配置事件相关。一些已知的 LAN 协议 (例如 LLC Type 2) 对帧重复很敏感；为了允许在使用敏感协议的环境中使用 RSTP 桥接器，可以使用 forceVersion 参数 (17.16.1) 强制 RSTP 桥接器以与 STP 兼容的方式运行。有关 RSTP 乱序的更详细讨论，请参阅 F.2.4。

6.3.4 帧复制

MAC 服务 (ISO/IEC 15802-1第9.2条) 不允许允许微不足道的帧重复。Bridges 的操作不会引入引入了可忽略不计的用户数据帧重复。

桥接 LAN 中帧重复的可能性源于以下原因：在桥接器内后续传输时，接收到的帧可能重复，或者源端站和目标端站之间可能存在多条路径。

桥接器不得复制用户数据帧。如果桥接 LAN 中的桥接器能够以任何源站-目标站对之间存在多条路径的方式连接各个 MAC，则需要协议的运行来确保使用单条路径。

注意：在使用 RSTP 时（参见第 17 条），由于桥接器可以缓冲等待通过其端口传输的帧，因此生成树重新配置事件导致通过桥接 LAN 传输的帧被复制的可能性增加。由于此类事件导致发生复制的可能性很小，并且生成树重新配置事件的频率也很小，因此由此帧复制源导致的 MAC 服务属性的下降被认为是可以忽略不计的。有关 RSTP 中帧复制的更详细讨论，请参阅 F.2.4。

6.4 MAC 桥接器内提供的内部子层服务

增加新的第6.4.3条如下：

6.4.3 点对点 MAC 参数

除了上述单元数据服务原语之外，MAC 实体向桥接器内的 MAC 中继实体提供的内部子层服务还提供一对参数，允许 MAC 中继实体检查和控制 MAC 实体彩点对点状态的管理和操作状态。这些参数定义如下：

操作点对点MAC地址：该参数可以取两个值，如下：

一个真的该值表示 MAC 连接到点对点 LAN 段；即，最多有一个其他系统连接到该 LAN 段。

b) 错误的该值表示 MAC 连接到非点对点 LAN 段；即，可以有多个其他系统连接到 LAN 段。

管理员点对点MAC地址表：该参数可以取三个值，如下：

一个力真该值表示管理员要求将 MAC 视为连接到点对点 LAN 段，而不管 MAC 实体生成的任何相反指示。

b) 强制虚假该值表示管理员要求将 MAC 视为连接到非点对点 LAN 段，而不管 MAC 实体生成的任何相反指示。

c) 汽车该值表明管理员要求 MAC 的点对点状态按照 6.5 中定义的具体 MAC 规程来确定。

如果 adminPointToPointMAC 设置为 ForceTrue，则 operPointToPointMAC 也应设置为 True。如果行政-PointToPointMAC 设置为 ForceFalse，则 operPointToPointMAC 应设置为 False。

如果 adminPointToPointMAC 设置为 Auto，则 operPointToPointMAC 的值将根据为相关 MAC 实体定义的具体程序确定，如 6.5 中所述。如果这些程序确定 MAC 实体连接到点对点 LAN 段，则 operPointToPointMAC 设置为 TRUE；否则设置为 FALSE。如果没有关于如何确定 MAC 是否连接到点对点 LAN 段的具体定义，则 operPointToPointMAC 的值应为 FALSE。

operPointToPointMAC 的值是动态确定的；即，每当 adminPointToPointMAC 的值改变时，以及每当为 MAC 实体定义的特定程序评估其点对点状态的变化时，都会重新评估该值。

6.5 特定 MAC 程序对内部子层服务的支持

6.5.1 IEEE 标准 802.3 (CSMA/CD) 支持

在本款末尾添加下列文字：

从确定 operPointToPointMAC (6.4.3) 的值的角度来看，如果下列任一条件为真，则认为该 MAC 已连接到点对点 LAN 段：

一个有关的 MAC 实体包含链路聚合子层，并且与聚合器关联的物理 MAC 集合都是可聚合的；或者

- b) 有关的 MAC 实体支持自动协商 (IEEE 标准 802.3 第 28 条)，并且自动协商功能已确定 LAN 段将以全双工模式运行；或者
- c) MAC 实体已通过管理手段配置为全双工操作。

否则，MAC 被认为连接到非点对点的 LAN 段。

8. 生成树算法和协议

修改表8-3中Hold Time的定义，如下：

表 8-3—生成树算法计时器值

范围	推荐或默认值	固定值	范围
桥接问候时间	2.0	—	1.0–10.0
桥梁最大年龄	20.0	—	6.0–40.0
桥接转发延迟	15.0	—	4.0–30.0
保持时间	—	任何 2 秒内传输的 BPDU 不超过 3 个 第二间隔没有更多比 TxHoldCount (17.16.6) BPDU 以任何方式传输 HelloTime (17.16.3) 间隔	—

所有时间均以秒为单位。—不适用。

子条款 8.10.2 限制了桥接最大年龄和桥接转发延迟之间的关系。

注意——符合 IEEE Std 802.1D, 1998 版中保持时间定义的实现也符合本表中修订的保持时间定义。

9. 桥接协议数据单元 (BPDU) 的编码

将第 9 条的文字修改如下：

本节规定了生成树协议的 BPDU 的结构和编码（第 8 节）和快速生成树协议（第 17 条），在桥接协议实体之间交换。

9.1 结构

9.1.1 八位字节的传输和表示

所有 BPDU 都应包含整数个八位字节。BPDU 中的八位字节从 1 开始编号，并按照它们放入数据链路服务数据单元 (DLSDU) 的顺序递增。八位字节中的位从 1 到 8 编号，其中 1 是低位。

当使用八位字节内的连续位来表示二进制数时，较高位数具有最高有效值。

当使用连续的八位字节来表示二进制数时，较低的八位字节数具有最高有效值。

所有桥接协议实体都遵守这些位和八位字节排序约定，从而允许进行通信。

9.1.2 组件

协议标识符被编码在所有 BPDU 的起始八位字节中。本标准保留指定 单个协议标识符值用于 BPDU。所有其他协议标识符值均保留供将来使用

标准的使用。 本标准不对其他标准协议中具有不同协议标识符字段值的 BPDU 的结构、编码或使用（如果存在）施加进一步的限制。

桥接协议实体使用的 BPDU 按照第 8 条规定的生成树算法和协议运行以及第 17 条规定的快速生成树算法和协议使用保留的指定的协议标识符值并具有以下结构。

9.2 参数类型的编码

9.2.1 协议标识符的编码

协议标识符应以两个八位字节进行编码。

9.2.2 协议版本标识符的编码

协议版本标识符应编码为一个八位字节。如果两个协议版本标识符被解释为无符号二进制数，则较大的数字将与最近定义的协议版本相关联。

9.2.3 BPDU 类型的编码

BPDU 的类型应编码为单个八位字节。八位字节中包含的位模式仅用于区分类型；不同类型的 BPDU 之间不存在任何顺序关系。

9.2.4 标志的编码

标志应编码为单个八位字节中的位。因此，可以在单个八位字节中编码多个标志。如果八位字节中的相应位取值为 1，则设置标志。八位字节中与为给定类型的 BPDU 定义的标志不对应的位位置将被重置，即应取值为 0。不会为给定协议版本和类型的 BPDU 定义其他标志。

9.2.5 桥标识符的编码

桥接标识符应编码为八个八位字节，表示无符号二进制数。两个桥接标识符可以进行数字比较，较小的数字表示桥接器具有较高的更好的优先事项。

注 1 — 使用术语“更高”和“更低”来描述生成树优先级信息的相对数值和相对优先级可能会引起混淆，因为数字越小，优先级越高。在本节和第 17 节（快速生成树）中，相对数值被描述为“最小”、“较小”、“相等”和“大于”，它们的比较被描述为“小于”、“等于”或“大于”，而相对生成树优先级被描述为“最佳”、“更好”、“相同”、“不同”和“更差”，它们的比较被描述为“优于”、“相同”、“不同”和“更差”。第 8 节保留了术语“更高”和“更低”。此外，在第 17 节中，引入了术语“优越”和“劣等”，用于比较，而不仅仅是基于优先级组件的严格有序比较。第 8 节中不需要这种区别。

桥接标识符最高八位字节的四个最高有效位构成可设置的优先级组件，允许管理桥接的相对优先级（8.5.3.7 和第 14 条）。桥接标识符的下一个最高有效十二位（最高八位字节的四个最低有效位加上第二个最高有效八位字节）构成本地分配的系统 ID 扩展。六个最低有效八位字节确保桥接标识符的唯一性；它们应根据以下程序从全局唯一桥接地址（7.12.5）派生而来。

笔记 2 — 此版本的标准中被视为系统 ID 一部分的位数（60 位）与 1998 年及之前的版本不同（以前，优先级组件为 16 位，系统 ID 组件为 48 位）。进行此更改是为了允许许多生成树（P802.1s，IEEE Std 802.1Q 的补充）的实现利用 12 位系统 ID 扩展作为生成每个桥接标识符的一种方式

VLAN，而不是强制此类实现分配最多 4094 个 MAC 地址作为桥接标识符。为了保持与旧实现的管理兼容性，优先级组件在管理方面仍被视为 16 位值，但可以设置的值仅限于最低有效 12 位为零的值（即，只有最高有效 4 位可设置）。

第三最高有效八位字节来自 MAC 地址的初始八位字节；八位字节的最低有效位（位 1）被分配桥接地址第一位的值，下一个最高有效位被分配桥接地址第二位的值，依此类推。在使用 48 位 MAC 地址的桥接 LAN 中，第四到第八个八位字节同样被分配桥接地址第二到第六个八位字节的值。

9.2.6 根路径成本的编码

根路径成本应编码为四个八位字节，表示无符号二进制数，任意成本单位的倍数。第 8.10.2 节包含有关根路径成本增量的建议，以便可以在此参数上放置一些通用值，而无需对桥接 LAN 中的桥进行管理安装实践。

9.2.7 端口标识符的编码

端口标识符应编码为两个八位字节，表示无符号二进制数。如果对两个端口标识符进行数字比较，则较小的数字应表示具有较高更好的 优先级。端口标识符中较高的 4 位是可设置的优先级组件，允许管理同一桥上端口的相对优先级（8.5.5 和第 14 条）。较低的 12 位是以无符号二进制数表示的端口号。值 0 不用作端口号。

注意：此版本的标准中被视为端口号一部分的位数（12 位）与 1998 年版及之前的版本不同（以前，优先级组件为 8 位，端口号组件也是 8 位）。此更改是考虑到现代交换式 LAN 基础设施要求在单个网桥中支持越来越多的端口。为了保持与旧实现的管理兼容性，出于管理目的，优先级组件仍被视为 8 位值，但可以设置的值仅限于最低有效 4 位为零的值（即，只有最高有效 4 位可设置）。

9.2.8 计时器值的编码

计时器值应编码为两个八位字节，表示无符号二进制数乘以 1/256 秒的时间单位。这样可以表示 0 到 256 秒（但不包括）范围内的时。

9.2.9 端口角色值的编码

端口角色值应编码为两个连续的标志位，表示为无符号整数，如下所示：

- a) 值 0 表示未知。
- b) 值 1 表示替代或备份。
- c) 值 2 表示 Root。
- d) 值 3 表示已指定。

有效实施无法生成端口角色的未知值；但是，在接收时会接受此值。

注意——如果收到端口角色参数的未知值，状态机将有效地将 RST BPDU 视为配置 BPDU。

9.2.10 长度值的编码

长度值应以两个八位字节编码，表示无符号二进制数。

9.3 BPDU格式及参数

9.3.1 配置BPDU

配置 BPDU 的格式如图 9-1 所示。每个传输的配置 BPDU 应包含以下参数（8.5.1），不得包含其他参数。如果本小节中指明了特定参数值，则该参数值应在所有传输的配置 BPDU 中进行编码：

- a) 协议标识符编码在 BPDU 的八位字节 1 和 2 中。其值为 0000 0000 0000 0000，用于标识第 8 条中规定的生成树算法和协议以及第 17 条规定的快速生成树算法和协议。
- b) 协议版本标识符编码在 BPDU 的八位字节 3 中。其值为 0000 0000。
- c) BPDU 类型在 BPDU 的八位字节 4 中编码。此字段应采用需要 值 0000 0000。这表示配置 BPDU。
- d) 拓扑改变确认标志被编码在 BPDU 的第 5 个八位字节的第 8 位中。
- e) 拓扑改变标志被编码在 BPDU 的第 5 个八位字节的第 1 位中。
- f) 其余标志，即八位字节 5 的第 2 位至第 7 位未使用，且取值 0。
- g) 根标识符在 BPDU 的第 6 个八位字节至第 13 个八位字节中编码。
- h) 根路径成本在 BPDU 的第 14 到 17 个八位字节中编码。
- i) 桥接标识符被编码在 BPDU 的第 18 个八位字节到第 25 个八位字节中。
- j) 端口标识符编码在 BPDU 的第 26 和 27 个八位字节中。
- k) 消息年龄计时器值编码在 BPDU 的第 28 和 29 个八位字节中。
- l) 最大年龄计时器的值被编码在 BPDU 的第 30 个八位字节和 31 个八位字节中。
- m) Hello Time 计时器值编码在 BPDU 的第 32 个八位字节和 33 个八位字节中。
- n) 转发延迟计时器值编码在 BPDU 的第 34 个八位字节和 35 个八位字节中。

消息年龄（八位字节 28 和 29）应小于最大年龄（八位字节 30 和 31）。



图 9-1 — 配置 BPDU 参数和格式

9.3.2 拓扑变化通知BPDU

拓扑改变通知 BPDU 的格式如图 9-2 所示。每个传输的拓扑改变通知 BPDU 应包含以下参数（8.5.2），并且不包含其他参数。如果本小节中指明了特定参数值，则该参数值应在所有传输的拓扑更改通知 BPDU 中进行编码：

- a) 协议标识符编码在 BPDU 的八位字节 1 和 2 中。其值为 0000 0000 0000 0000，用于标识第 8 条中规定的生成树算法和协议以及第 17 条规定的快速生成树算法和协议 本标准。
- b) 协议版本标识符编码在 BPDU 的八位字节 3 中。其值为 0000 0000。

- c) BPDU 类型在 BPDU 的八位字节 4 中编码。此字段应采用需要值 1000 0000（其中第 8 位显示在序列的左侧）。这表示拓扑更改通知 BPDU。

	八位字节
协议标识符	1
协议版本标识符	2
BPDU 类型	3
	4

图 9-2 — 拓扑变化通知 BPDU 参数和格式

9.3.3 快速生成树 BPDU (RST BPDU)

RST BPDU 的格式如图 9-3 所示。每个传输的 RST BPDU 应包含以下参数，不得包含其他参数。如果本小节中指明了特定参数值，则该参数值应在所有传输的 RST BPDU 中进行编码：

一个协议标识符编码在 BPDU 的第 1 个和第 2 个八位字节中。其值为 0000 0000 0000 0000，用于标识第 8 条中规定的生成树算法和协议以及第 17 条中规定的快速生成树算法和协议。

- b) 协议版本标识符编码在 BPDU 的八位字节 3 中。其值为 0000 0010。
- c) BPDU 类型编码在 BPDU 的八位字节 4 中。此字段的值为 0000 0010。这表示快速生成树 BPDU。
- d) 拓扑改变标志被编码在 BPDU 的第 5 个八位字节的第 1 位中（参见 17.19.16）。
- e) 提议标志被编码在 BPDU 的第 5 个八位字节的第 2 位中（参见 17.19.16）。
- f) 端口角色在 BPDU 的第 5 个八位字节的第 3 位和第 4 位中编码（参见 17.19.16）。
- 七) 学习标志被编码在 BPDU 的第 5 个八位字节的第 5 位中（参见 17.19.16）。
- h) 转发标志编码在 BPDU 的第 5 个八位字节的第 6 位中（参见 17.19.16）。
- 我) 协议标志编码在 BPDU 的第 5 个八位字节的第 7 位中（参见 17.19.16）。
- 十) 拓扑改变确认标志在 BPDU 的第 5 个八位字节的第 8 位编码为零（参见 17.19.16）。
- k) 根标识符在 BPDU 的第 6 个八位字节到第 13 个八位字节中编码（参见 17.18.17、17.19.16）。
- 十) 根路径成本在 BPDU 的第 14 个八位字节到第 17 个八位字节中编码（参见 17.18.17、17.19.16）。
- m) 桥接标识符编码在 BPDU 的第 18 个八位字节到第 25 个八位字节中。（参见 17.18.17、17.19.16）
- n) 端口标识符编码在 BPDU 的第 26 个八位字节和第 27 个八位字节中（参见 17.18.17、17.19.16）。
- o) 消息年龄计时器值编码在 BPDU 的第 28 个八位字节和第 29 个八位字节中（参见 17.18.18、17.19.16）。
- 对) 最大年龄计时器的值编码在 BPDU 的第 30 个八位字节和 31 个八位字节中（参见 17.18.18、17.19.16）。
- q) Hello Time 计时器值编码在 BPDU 的第 32 个八位字节和 33 个八位字节中（参见 17.18.18、17.19.16）。
- r) 转发延迟计时器值编码在 BPDU 的第 34 个八位字节和 35 个八位字节中（参见 17.18.18、17.19.16）。
- s) 版本 1 长度值编码在 BPDU 的第 36 个八位字节中。其值为 0000 0000，表示不存在版本 1 协议信息。

注意—版本 1 的长度值为 0（表示不存在版本 1 的信息），这在版本 2 BPDU 中是必需的，这样才能定义该协议的后续版本，这些后续版本可以携带除为该协议版本 1 定义的参数之外的其他参数（在 IEEE Std 802.1G 中定义）。

消息年龄（八位字节 28 和 29）应小于最大年龄（八位字节 30 和 31）。



图 9-3—RST BPDU 参数和格式

9.3.4 收到的 BPDU 的验证

桥接协议实体应按照 8.7 中的规定处理收到的 BPDU 和 17.13 当且仅当 BPDU 至少包含四个八位字节，且协议标识符具有为 BPDU 指定的值（9.3.2），并且

- a) BPDU 类型表示配置 BPDU，且该 BPDU 至少包含 35 个八位字节，并且收到的 BPDU 中的桥标识符和端口标识符参数与从此端口发送的 BPDU 中的值不匹配；或者

注 1 — 如果桥接标识符和端口标识符都与从此端口传输的 BPDU 中的值匹配，则丢弃该 BPDU，以防止处理端口自己的 BPDU；例如，如果这些 BPDU 是因环回条件而由端口接收的。如果存在环回条件，则通过端口中继的数据帧的环回可能会对桥接操作产生其他不良副作用。

- b) BPDU 类型表示拓扑更改通知 BPDU；或者
- c) BPDU 类型表示快速生成树 BPDU，并且 BPDU 至少包含 36 个八位字节，并且接收的 BPDU 中的桥标识符和端口标识符参数与从此端口在 BPDU 中传输的值不匹配。

注 2 — RSTP 端口信息状态机的操作（参见 17.21）将检查 BPDU 的消息年龄参数的值是否小于其最大年龄参数的值，如果不小于，则将立即使接收到的信息老化。

在情况 a) 中，就根据本标准进行处理而言，超出八位字节 35 的任何八位字节都将被忽略。同样，在情况 b) 中，超出八位字节 4 的任何八位字节都将被忽略。

注 — 为了将来有可能对生成树协议进行扩展规范，并且通过协议版本标识符的不同值来标识新版本，因此在接收时不检查协议版本标识符。

以下规则适用于 BPDU 的验证和解释，以确保该协议各版本之间保持向后兼容性。

对于支持协议版本 A 的实现，接收的携带协议版本号 B 的给定类型的 BPDU 将被解释如下：

- d) 当 B 大于或等于 A 时，BPDU 应被解释为带有支持的版本号 A。具体来说：
 - 1) 所有在版本 A 中定义的 BPDU 类型、参数和标志都应按照针对给定 BPDU 类型的协议版本 A 所指定的方式进行解释。
 - 2) 对于给定的 BPDU 类型，版本 A 中未定义的所有 BPDU 类型、参数和标志都应被忽略。
 - 3) BPDU 中出现的超出给定 BPDU 类型的版本 A 定义的最大编号八位字节的所有八位字节都应被忽略。
- e) 如果 B 小于 A，则应按照 BPDU 中携带的版本号 B 来解释 BPDU。具体来说：
 - 1) 所有 BPDU 参数和标志应按照针对给定 BPDU 类型的协议版本 B 指定的方式进行解释。
 - 2) 对于给定的 BPDU 类型，版本 B 中未定义的所有 BPDU 参数和标志都应被忽略。
 - 3) BPDU 中出现的超出给定 BPDU 类型的版本 B 定义的最大编号八位字节的所有八位字节都应被忽略。

注 3 — 换句话说，如果实施的协议版本与 BPDU 中携带的协议版本号不同，则实施将仅解释在编号较小的协议版本中指定的 BPDU 类型、参数和标志（根据编号较小的协议版本的规范），并且不会尝试解释在编号较大的协议版本中可能指定的任何其他 BPDU 类型、参数和标志。在 STP（版本 0）和 RSTP（版本 2）的特定情况下，由于版本 2 中仅定义了一种 RST BPDU 类型，并且 RST BPDU 类型在版本 0 中未定义，因此版本 0 实施将忽略所有 RST BPDU。但是，版本 2 实施可以识别和处理版本 0 和版本 2 BPDU。由于版本 2 对版本 0 定义的 BPDU 类型没有任何更改（并且始终以 0 作为版本标识符传输此类 BPDU 类型），因此版本 0 BPDU 始终由版本 2 实现根据其版本 0 定义进行解释。

12. 通用属性注册协议 (GARP)

12.7 GARP 协议操作概述

添加新的子条款 12.7.10：

12.7.10 在点对点 LAN 中使用 GARP

完整的 GARP 参与者状态机设计为在共享媒体环境中正确运行。在此类环境中可能有三个或更多活跃的 GARP 参与者，这是被动成员和观察者状态背后的动机；结果是在多个参与者有兴趣注册特定属性值的共享媒体 LAN 上减少了流量。

在基于系统间点对点连接的 LAN 中，即可以肯定任何给定 LAN 上最多只能有两个 GARP 参与者，完整申请人状态机的额外复杂性是多余的。因此，建议在此类环境中优先实现简单申请人状态机，而不是完整申请人状态机。点对点 MAC 参数（见 6.4.3）提供了一种确定给定 MAC 是支持共享媒体 LAN 段还是点对点 LAN 段的方法。

确定状态机中传输机会的时间的方法（使用在 0 到 JoinTime 秒之间随机分配的计时器值）也是为了适应在共享媒体环境中使用 GARP，从而避免在配置更改期间发生多播风暴的风险而选择的。在点对点 LAN 中，这些考虑并不适用。更具体地说，在支持 RSTP 的 LAN 中，希望在发生快速生成树配置更改的情况下允许传输机会无延迟地发生，以便最大限度地缩短拒绝的时间段由于注册变更传播延迟，服务可能会中断。因此，

点对点
点局域网，建议定义何时传输机会
(发送-
PDU！—见 12.8) 可以发生，重新定义如下：

传输 PDU！ 出现了传输 GARP PDU 的机会。在任何 1.5 * JoinTime 秒的时间段内，最大传输速率不得超过三次此类传输机会。

14. 桥梁管理

修改 14.2，管理对象，内容如下：

14.2 管理对象

管理对象为管理操作的语义建模。对对象的操作提供有关该对象相关流程或实体的信息，或促进对该流程或实体的控制。

MAC 桥接器的管理资源是 7.3 和 12.2 中建立的进程和实体的资源。具体来说

- a) 桥梁管理实体（14.4 和 7.11）。
- b) 与每个桥接端口相关的单独 MAC 实体（14.5、7.2、7.5 和 7.6）。
- c) MAC 中继实体的转发过程（14.6、7.2 和 7.7）。
- d) MAC 中继实体的过滤数据库（14.7 和 7.9）。
- e) 桥接协议实体（14.8、7.10 和第 8 条）以及第 17 条。
- f) GARP 参与者（第 12 条）。
- g) GMRP 参与者（14.10，IEEE 标准 802.1D 第 10 条）。

下面根据管理对象和操作来描述每种资源的管理。

注：本条款中指定的值作为管理操作的输入和输出，是抽象的信息元素。格式或编码问题属于传达或以其他方式表示此信息的特定协议的问题。本标准在第 15 条款中规定了一种这样的协议编码（用于可选的远程管理）。

修改 14.8 桥接协议实体及其子条款如下：

14.8 桥接协议实体

桥接协议实体在 7.10 中描述，及第 8 条以及第 17 条。组成此托管资源的对象是

- a) 协议实体本身和
- b) 其控制下的港口。

14.8.1 协议实体

协议实体对象模拟了可以执行的操作，或查询生成树算法和协议的操作。每个网桥都有一个协议实体；因此，它可以被识别为协议实体资源的单个固定组件。

协议实体上可以执行的管理操作有读取桥接协议参数和设置桥接协议参数。

14.8.1.1 读取桥接协议参数

14.8.1.1.1 目的

获取有关桥接协议实体的信息。

14.8.1.1.2 输入

没有任何。

14.8.1.1.3 输出

- a) 桥接标识符—如 8.5.3.7 中定义和 17.17.3。
- b) 自拓扑改变以来的时间——在 STP 网桥中，自桥接器 (8.5.3.12) 的拓扑变化标志参数上次为 True 以来经过的时间（以秒为单位）或者在 RSTP 桥接器中，自任何端口的 tcWhile 计时器 (17.15.7) 非零以来的时间计数（以秒为单位）。
- c) 拓扑变化计数—在 STP 网桥中，自 Bridge 通电或初始化以来，Bridge 的拓扑变化标志参数被设置的次数（即从 False 变为 True）或者在 RSTP Bridge 中，至少有一个非零 tcWhile 计时器的次数 (17.15.7)。
- d) 拓扑变化—在 STP 网桥中，拓扑变化参数的值 (8.5.3.12) 或者在 RSTP 桥中，如果任何端口的 tcWhile 计时器 (17.15.7) 非零，则断言。
- e) 指定根 (8.5.3.1 和 17.18.17)。
- f) 根路径成本 (8.5.3.2) 和 17.18.17)。
- g) 根端口 (8.5.3.3) 和 17.17.5)。
- h) 最大年龄 (8.5.3.4) 和 17.18.18)。
- i) 问候时间 (8.5.3.5) 和 17.16.3)。
- j) 转发延迟 (8.5.3.6) 和 17.16.2)。
- k) 桥梁最大年龄 (8.5.3.8) 和 17.17.4)。
- l) 桥接问候时间 (8.5.3.9) 和 17.17.4)。
- m) 桥接转发延迟 (8.5.3.10) 和 17.17.4)。
- n) 保持时间 (8.5.3.14) 或传输限制 (17.16.6 中的 TxHoldCount)。
- o) forceVersion——桥的强制协议版本参数的值（仅由 RSTP 桥提供；参见 17.16.1）。

14.8.1.2 设置桥接协议参数

14.8.1.2.1 目的

修改桥接协议实体中的参数，以强制配置生成树和/或调整重新配置时间以适应特定的拓扑。在 RSTP 实现中，此操作会导致为网桥的所有端口设置这些值。

14.8.1.2.2 输入

- a) 桥最大年龄——新值 (8.5.3.8 和 17.17.4)。
- b) 桥接问候时间——新值 (8.5.3.9 和 17.17.4)。
- c) 桥接转发延迟——新值 (8.5.3.14) 和 17.17.4)。
- d) 桥优先级——桥标识符优先级部分的新值 (8.5.3.7 和 17.17.3)。
- e) forceVersion (可选) ——强制协议版本参数的新值 (仅由 RSTP 桥提供; 参见 17.16.1)。

14.8.1.2.3 输出

- a) 操作状态。可采用下列值之一:
 - 1) 由于桥接优先级值无效而拒绝操作 (14.3) ; 或
 - 2) 操作已接受。

14.8.1.2.4 程序

检查输入参数值是否符合 8.10.2 (STP 网桥) 或 17.28.2 (RSTP 网桥) 如果不符合, 或者 Bridge Max Age 或 Bridge Forward Delay 的值小于表 8-3 中规定的范围的下限 (STP 桥接器) 或表 17-5 (RSTP 桥接器), 则不对任何提供的参数采取任何措施。如果 Bridge Max Age、Bridge Forward Delay 或 Bridge Hello Time 中的任何一个值超出表 8-3 中指定的范围 (STP 桥接器) 或表 17-5 (RSTP 桥接器), 则 Bridge 无需采取行动。

否则, 将桥的桥最大年龄、桥问候时间和桥转发延迟参数设置为提供的值。设置桥优先级程序 (8.8.4) 用于将桥标识符的优先级部分设置为提供的值。

否则:

一个桥接器的桥接最大年龄、桥接问候时间以及桥接转发延迟参数设置为提供的值。

- b) 在 STP 桥接器中, 设置桥接器优先级过程 (8.8.4) 用于将桥接器标识符的优先级部分设置为所提供的值。
- c) 在 RSTP 桥接器中, 桥接器标识符 (17.17.3) 的优先级组件使用提供的值进行更新。对于桥接器的所有端口, 重新选择参数 (17.18.29) 设置为 TRUE, 选定参数 (17.18.31) 设置为 FALSE。

14.8.2 桥接端口

桥接端口对象模拟与生成树算法和协议操作相关的单个桥接端口的操作。每个桥接都有一组固定的桥接端口; 因此, 每个端口都可以通过永久分配的端口号来标识, 作为协议实体资源的固定组件。可以在桥接端口上执行的管理操作包括读取端口参数、强制端口状态和设置端口参数以及强制 BPDU 迁移检查。

14.8.2.1 读取端口参数

14.8.2.1.1 目的

获取有关桥接协议实体内特定端口的信息。

14.8.2.1.2 输入

- a) 端口号——桥接端口的编号。

14.8.2.1.3 输出

- a) 正常运行时间——自端口上次重置或初始化以来经过的时间（以秒为单位）。
- b) 状态——端口的当前状态（即禁用、侦听、学习、转发或阻塞）（8.4, 和 8.5.5.2和 17.5）。
- c) 端口标识符——唯一端口标识符，由两部分组成：端口号和端口优先级字段（8.5.5.1和 17.18.16）。
- d) 路径成本（8.5.5.3）和 17.16.5）。
- e) 指定根（8.5.5.4和 17.18.17）。
- f) 指定成本（8.5.5.5和 17.18.17）。
- g) 指定桥梁（8.5.5.6和 17.18.17）。
- h) 指定端口（8.5.5.7和 17.18.17）。
- i) 拓扑改变确认（8.5.5.8和 17.18.37）。
- j) adminEdgePort (18.3.3). 存在于支持边缘端口识别的实现中。
- k) operEdgePort (18.3.4). 出现在支持边缘端口识别的实现中。
- +) MAC Enabled——MAC Enabled 参数的当前状态（IEEE Std 802.1t-2001 的 6.4.2）。如果实施支持 MAC Enabled 参数，则显示。
- m) MAC 操作——MAC 操作参数的当前状态（IEEE 标准 802.1t-2001 的 6.4.2）。如果实施支持 MAC 操作参数，则显示。
- n) adminPointToPointMAC——adminPointToPointMAC 参数的当前状态（6.4.3）。如果实施支持 adminPointToPointMAC 参数，则显示。
- o) operPointToPointMAC - operPointToPointMAC 参数的当前状态（6.4.3）。如果实现支持 operPointToPointMAC 参数，则存在。

14.8.2.2 强制端口状态

14.8.2.2.1 目的

强迫放这管理桥端口状态（见 17.5）指定端口处于禁用或阻塞状态已启用。 —————

14.8.2.2.2 输入

- a) 端口号——桥接端口的编号。
- b) 状态——禁用或阻塞（8.4 和 8.5.5.2）已启用。————

14.8.2.2.3 输出

没有任何。

14.8.2.2.4 程序

在支持 STP 的网桥中，如果如果选定的状态为禁用，则对指定端口使用禁用端口程序（8.8.3）。如果选定的状态为阻塞已启用，使用启用端口程序（8.8.2）。

在支持 RSTP 的网桥中，更改此参数的效果在 17.5 中定义。

14.8.2.3 设置端口参数

14.8.2.3.1 目的

修改桥接协议实体中端口的参数，以强制配置生成树。

14.8.2.3.2 输入

- a) 端口号——桥接端口的编号。
- b) 路径成本——新值（8.5.5.3 和 17.16.5）。
- c) 端口优先级——端口标识符优先级字段的新值（8.5.5.1 和 17.18.17）。
- d) adminEdgePort——adminEdgePort 参数的新值（18.3.3）。在支持边缘端口识别的实现中存在。
- e) MAC Enabled——MAC Enabled 参数的新值（IEEE Std 802.1t-2001 的 6.4.2）。如果实施支持 MAC Enabled 参数，则可能存在。
- f) adminPointToPointMAC——adminPointToPointMAC 参数的新值（6.4.3）。如果实施支持 adminPointToPointMAC 参数，则可能存在。

14.8.2.3.3 输出

- a) 操作状态。可采用下列值之一：
 - 1) 由于端口优先级值无效（14.3），操作被拒绝；或者
 - 2) 操作已接受。

14.8.2.3.4 程序

这在 STP 网桥中，设置路径成本过程（8.8.6）用于设置指定端口的路径成本参数。设置端口优先级过程（8.8.5）用于将端口标识符（8.5.5.1）的优先级部分设置为提供的值。

在 RSTP 桥接器中，端口的路径成本（17.16.5）和端口优先级（17.18.17）参数使用提供的值进行更新。端口（17.18.29）的重新选择参数设置为 TRUE，端口（17.18.31）的选定参数设置为 FALSE。

插入新条款 14.8.2.4, 强制 BPDU 迁移检查**14.8.2.4 强制 BPDU 迁移检查**

此操作仅在支持 RSTP 的网桥中可用，如第 17 条所述。

14.8.2.4.1 目的

强制指定端口传输 RST BPDU（参见 17.26）。

14.8.2.4.2 输入

一个端口号——桥接端口的编号。

14.8.2.4.3 输出

没有任何。

14.8.2.4.4 程序

如果 forceVersion 变量（17.16.1）的值大于或等于 2，则指定端口的 mcheck 变量（17.18.10）设置为值 TRUE。

插入新的第17条如下：

17. 快速生成树算法和协议（RSTP）

本条款中描述的配置算法和协议将桥接 LAN 拓扑简化为单个生成树。此处描述的配置算法和协议取代了条款 8 中描述的生成树算法和协议，并提供了更快的重新配置。本标准保留了条款 8，以便使现有的生成树算法和协议实现保持一致，并且基于任一规范的桥接器都可以成功互操作。但是，建议在未来的 MAC 桥接器实现中采用快速生成树算法和协议 (RSTP)。

17.1 要求

快速生成树算法和协议的运行旨在支持、保存和维护 MAC 服务（6.1、6.2 和 6.3）的质量，并满足以下要求：

- a) 从任意物理拓扑的桥接局域网中选择一个简单且完全连接的主动拓扑，消除数据环路（6.3.3 和 6.3.4）。
- b) 它通过在 LAN 组件发生故障时自动重新配置生成树拓扑来提供容错功能，并可以自动适应添加到桥接 LAN 的任何桥接或桥接端口，而不会形成瞬态数据环路（6.1）。
- c) 活动拓扑将以很大的概率在一个短的、已知的有界间隔内稳定下来，以尽量减少任何一对终端站之间通信服务不可用的时间（6.1）。

- d) 活动拓扑将是可预测和可重复的，并可通过算法参数管理进行选择，从而允许在流量分析之后应用配置管理，以满足性能管理的目标（6.1 和 6.3.10）。
- e) 它对终端站透明地运行，使得终端站在使用 MAC 服务（6.2）时不知道它们连接到单个 LAN 还是桥接 LAN。
- f) 在任何特定的 LAN 上，网桥在建立和维护生成树时所消耗的通信带宽始终只是总可用带宽的很小一部分，并且与桥接 LAN 支持的总流量无关，而不管网桥或 LAN 的总数是多少（6.3.10）。

此外，该算法和协议满足以下目标，从而限制了网桥及其配置的复杂性：

- g) 与每个桥接端口相关的内存要求与桥接 LAN 中的桥接器和 LAN 的数量无关。
- h) 除了通过正常程序分配 MAC 地址外，网桥在添加到桥接 LAN 之前不必进行单独配置。
- i) 在正常运行中，配置桥接 LAN 的活动拓扑所需的时间与协议的计时器值无关。

注：因此，所使用的计时器的值可以大大放宽。这与第 8 条中规定的生成树算法和协议的操作相反，其中配置所花费的时间对计时器的值很敏感。

17.2 MAC 桥的要求

为了使桥接协议正常运行，需要满足以下条件：

- a) 一个唯一的 MAC 组地址，由桥接 LAN 内的所有桥接器识别，用于标识连接到单个 LAN 的所有桥接器的桥接协议实体。
- b) 每个桥接器的标识符，在桥接 LAN 内是唯一的。
- c) 每个桥接端口有一个不同的端口标识符，该标识符可以独立于其他桥接器中使用的值进行分配。

每个桥应提供这些参数的值或为它们分配值的机制。对于使用 48 位通用管理地址的 MAC 桥，标识桥协议实体的唯一 MAC 地址是桥组地址（7.12.3）。

此外，为了管理生成树活动拓扑的配置，需要满足以下要求：

- d) 为桥接 LAN 中的一组桥接器分配每个桥接器的相对优先级的方法。
- e) 在单个桥接器的端口集内分配每个端口的相对优先级的方法。
- f) 为每个端口分配路径成本组件的方法。

当支持桥接管理时，这些参数可以由管理层设置。

17.3 概述

快速生成树算法是一种分布式算法，它选择一个网桥作为完全（“生成”）和简单（“树”）连接的活动拓扑的“根”，并为桥接 LAN 中每个网桥上的单个端口分配端口角色（17.4.1）。端口角色的分配取决于端口是作为将网桥连接到根网桥（根端口）的活动拓扑的一部分，还是通过网桥将 LAN 连接到根网桥（指定端口），还是作为备用端口或备份端口（在其他网桥、网桥端口或 LAN 发生故障或被移除时可提供连接）。

与端口角色相关状态机维护和更改端口状态（7.4、17.5），这些端口状态控制 MAC 中继实体（7.3）对帧的处理和转发。端口状态（17.5）被指定为丢弃、学习或转发，以支持（6.1）并维护 MAC 服务的质量（6.3）。特别是，为了将数据循环和帧重复及乱序的可能性降低到可忽略的水平，可以延迟到转发端口状态的转换，直到知道网桥之间的端口角色分配一致为止。

注——快速生成树算法和协议无法防止由网桥（例如 LAN 中继器）以外的设备互连两个 LAN 段所引起的临时环路，这些设备对于网桥的 MAC 内部子层服务的支持是不可见的。

RSTP 的操作可在网桥、网桥端口或 LAN 发生故障后快速恢复连接。新的根端口可以快速转换为转发端口状态，并且网桥之间使用显式确认允许指定端口快速转换为转发端口状态。RSTP 使用的计时器定义最坏情况延迟，仅用作协议正常运行的备份。

RSTP 允许对桥接端口进行配置，使其在桥接重新初始化时直接转换为转发端口状态。当已知特定桥接端口连接到桥接 LAN 边缘的 LAN 段时，即无法通过该 LAN 段访问其他桥接时，这可能很合适。

17.4 有源拓扑的计算

17.4.1 端口角色分配

快速生成树算法为每个桥接端口分配以下端口角色之一：根端口、指定端口、备用端口或备份端口。第五个角色是禁用端口，表示端口在生成树操作中没有任何角色。桥接局域网中端口的端口角色分配由以下因素决定：

- a) 与每个桥梁相关联的唯一桥梁标识符
- b) 与每个桥接端口相关的路径成本
- c) 与每个桥接端口关联的端口标识符

具有最佳桥接标识符的桥接器被选为根桥接器。每个桥接器的唯一桥接标识符部分来自桥接器地址（7.12.5），部分来自可管理优先级组件（9.2.5）。桥接器的相对优先级由唯一标识符的数值比较确定，数值越低，标识符越好。

每个网桥都有一个与之关联的根路径成本。对于根网桥，该成本为零。对于所有其他网桥，该成本是每个网桥端口在从根网桥到该网桥的最低成本路径上接收帧的路径成本之和。与每个端口关联的路径成本可能是可管理的。此外，17.28.2

建议对与特定 MAC 类型和速度的 LAN 连接的端口相关的路径成本采用默认值。

每个桥接器上的桥接端口，如果从根桥接器接收帧的最低成本路径，则该端口将被指定为该桥接器的根端口（根桥接器没有根端口）。如果桥接器有两个或多个端口从根桥接器获得的路径成本总和相同，则将选择具有最佳端口标识符的端口作为根端口。端口标识符的一部分是固定的，并且对于桥接器上的每个端口都是不同的，另一部分是可管理的优先级组件（9.2.7）。端口的相对优先级由唯一标识符的数值比较确定，数值越低，标识符越好。

桥接局域网中的每个 LAN 也具有关联的根路径成本。这是成本最低的桥接器的根路径成本，该桥接器具有连接到该 LAN 的桥接端口。此桥接器被选为该 LAN 的指定桥接器。如果有两个或多个桥接器的根路径成本相同，则将具有最佳优先级（最小数值）的桥接器选为指定桥接器。连接到 LAN 的指定桥接器上的桥接端口被指定为该 LAN 的指定端口。如果指定桥接器有两个或多个端口连接到 LAN，则将具有最佳优先级端口标识符（最小数值）的桥接端口选为指定端口。

在物理拓扑稳定的桥接局域网中，即快速生成树算法已在整个网络内传达了一致的信息，每个 LAN 都有且仅有一个指派的指定端口，并且除根桥之外的每个桥都有一个与 LAN 相连的根端口。

如果任何未分配根端口或指定端口端口角色的操作桥接端口是所连接 LAN 的指定桥接端口，则该桥接端口为备份端口，否则为备用端口。

备用端口在根桥方向上提供一条与桥自身根端口提供的路径不同的备用路径，而备份端口则充当指定端口在生成树叶方向上提供的路径的备份。备份端口仅在给定桥与给定 LAN 之间有两个或多个连接的情况下存在；因此，它们（以及它们备份的指定端口）只能存在于两个端口通过点对点链路以环回方式连接在一起的情况下，或者桥与共享媒体 LAN 段有两个或多个连接的情况下。

注——第 8 章描述的生成树算法和协议中没有出现备用端口角色和备份端口角色之间的区别。在 RSTP 中引入这种区别是为了能够描述在根端口发生故障时快速将备用端口转换为转发端口的可能性。

如果端口的 MAC_Operational 参数（参见 IEEE Std 802.1t-2001 中的 6.4.2）为 FALSE，无论是由于管理操作还是因为端口不可操作，桥接端口都会被分配一个禁用端口的端口角色。如果端口的 MAC_Operational 参数变为 TRUE，桥接端口最初会被分配一个指定端口的端口角色，因为它不知道连接到同一 LAN 的任何其他桥接器。

17.4.2 生成树优先级向量

17.4.2.1 定义

RSTP 网桥在配置消息（见 17.7）中相互发送信息，以分配端口角色。为此目的发送的信息称为生成树优先级向量。生成树优先级向量为 RSTP 计算活动拓扑的简明规范提供了基础，既包括整个桥接 LAN 的分布式计算，也包括每个桥接器的操作以支持整体分布式算法。每个生成树优先级向量包含以下组件：

- a) 原始根桥的桥标识符 (17.4.1)
- b) 传输网桥的根路径成本 (17.4.1)
- c) 传输桥的桥标识符
- d) 传输消息的端口标识符 (17.4.1)
- e) 接收消息的端口的端口标识符 (此信息可用且相关)

生成树优先级向量的前两个组件在整个桥接 LAN 中都很重要，它们会沿着活动拓扑中的每条路径传播和更新。接下来的两个组件是本地重要的，逐跳分配给每个 LAN 或网桥，用作在前两个组件相等的生成树优先级向量之间做出决定的决胜局。第五个组件从未在配置消息中传达，但会逐跳分配给每个 LAN 或网桥，用作在本地生成树优先级向量之间做出决定的决胜局。

所有生成树优先级向量的集合都是完全有序的。通过比较生成树优先级向量来决定给定端口的角色。对于所有组件，数值越小越好，上面列表中越靠前的组件越重要。当每个桥接端口从更靠近根的端口接收优先级向量信息时，会对一个或多个优先级向量组件进行添加以产生更差的优先级向量。接收信息、添加信息并传递信息的过程可以用在配置消息中接收的消息优先级向量和一组优先级向量来描述，这些优先级向量用于促进为每个端口保存的优先级向量信息的计算，或者在进一步的配置消息中传输到离根更远的其他桥接器。

17.4.2.2 生成树优先级向量类型定义

这端口优先级向量是在 BPDU 接收和任何待处理的信息更新完成后为端口保留的生成树优先级向量：

$$\text{端口优先级向量} = \{\text{根桥ID:根路径成本:指定桥ID:指定端口ID:桥端口ID}\}$$

这消息优先级向量是收到的配置消息中传送的生成树优先级向量。对于网桥乙在端口上接收配置消息，从指定端口声明根标识符 $R_{\text{德}}$ 根路径成本为 $RPC_{\text{德}}$ ：

$$\text{消息优先级向量} = \{R_{\text{德}}: RPC_{\text{德}}: D : P_{\text{德}}: \text{对乙}\}$$

该消息优先级向量优于端口优先级向量当且仅当消息优先级向量优于端口优先级向量，或者指定桥梁 ID 和指定端口 ID 组件相同，在这种情况下，消息是从与先前收到的上级消息相同的指定端口传输的，即，如果以下情况为真：

$$\begin{aligned} & ((R_{\text{德}} < \text{根桥ID})) || \\ & ((R_{\text{德}} == \text{根桥ID}) \&\& (RPC_{\text{德}} < \text{根路径成本})) || \\ & ((R_{\text{德}} == \text{根桥ID}) \&\& (RPC_{\text{德}} == RootPathCost) \&\& (D < DesignatedBridgeID)) || ((R_{\text{德}} == \\ & \text{根桥ID}) \&\& ((RPC_{\text{德}} == \text{根路径成本}) \\ & \&\& (D == DesignatedBridgeID) \&\& ((P_{\text{德}} < \text{指定端口ID})) || \\ & (D == DesignatedBridgeID) \&\& (P_{\text{德}} == \text{指定端口ID})) \end{aligned}$$

如果在有效 BPDU 中收到的消息优先级向量更优，它将替换当前端口优先级向量。

一个根路径优先级向量可以通过添加接收端口的路径成本，从接收端口优先级向量计算端口的优先级 $PPC_{\text{根}}$ 到根路径成本组件，并包括接收端口的端口 ID 作为最终组件。

$$\text{根路径优先级向量} = \{R_{\text{德}}: RPC_{\text{德}} + PPC_{\text{根}}: D : P_{\text{德}}: \text{对乙}\}$$

这桥梁优先权向量为一座桥梁乙是优先级向量，指定端口 ID 设置为等于发送端口 ID，作为 Bridge 上传输的配置消息中的消息优先级向量 B 的指定端口乙被选为根桥。

$$\text{桥优先级向量} = \{B: 0: B: 0: 0\}$$

这根优先级向量用于桥梁乙是桥优先级向量加上所有根路径优先级向量组成的优先级向量集合中的最佳优先级向量，其 DesignatedBridgeID 德不等于乙在桥优先级向量是这组优先级向量中最优的情况下，桥乙已被选为根。假设此集合的最佳优先级根路径优先级向量为端口磷乙以上，则：

$$\begin{aligned} \text{根优先级向量} &= \{B: 0: B: 0: 0\} && \text{如果乙优于 } R_{\text{德}}, \text{ 或者乙} \\ &= \{R_{\text{德}}: RPC_{\text{德}} + PPC_{\text{根}}: D : P_{\text{德}}: \text{对乙}\} && \text{比 } R_{\text{德}} \end{aligned}$$

这指定优先级向量对于端口向上传送乙是根优先级向量 B 的桥梁识别符 乙代替指定桥梁 ID 和向端口标识符 乙代替指定端口 ID 和桥接端口 ID 成分。

$$\begin{aligned} \text{指定优先级向量} &= \{B: 0: B: Q_{\text{乙}}: \text{向乙}\} && \text{如果乙优于 } R_{\text{德}}, \text{ 或者} \\ &= \{R_{\text{德}}: RPC_{\text{德}} + PPC_{\text{根}}: B : Q_{\text{乙}}: \text{向乙}\} && \text{如果乙比 } R_{\text{德}} \end{aligned}$$

如果指定优先级向量优于端口优先级向量，则该端口将成为所连接 LAN 的指定端口，并且端口优先级向量将被更新。端口发送的 RST BPDU 中的消息优先级向量始终包含该端口的端口优先级向量的前四个组件，即使该端口是根端口也是如此。

17.5 港口国家

桥接端口在桥接 LAN 的活动拓扑中扮演或可能扮演的角色在端口状态 (7.4) 中进行了总结。这反映了与桥接端口关联的 MAC 实体的运行状态、对桥接端口参与活动拓扑的管理控制、活动拓扑的选择以及端口参与此拓扑的受控转换，从而避免了临时循环。

MAC 实体的运行状态由 MAC 操作参数表示 (IEEE Std 802.1t-2001 的 6.4.2)。

对大桥港口参与的行政控制体现为行政桥梁港口国。此控件可以设置为已启用或者已禁用管理层 (14.8.2.2)。

活动拓扑的选择是通过 RSTP 分配端口角色来完成的。根或指定端口角色包括活动拓扑中的端口。备用或备份端口角色将端口排除在活动拓扑之外。如果管理桥接端口状态为禁用，则端口将从活动拓扑中排除并分配禁用端口角色。

这港口国（桥接端口的 7.4 控制转发和学习过程（7.7 和 7.8）的操作，并在 RSTP 中采用以下值丢弃、学习、或者转发与每个端口角色关联的状态机为每个桥接端口分配一个端口状态：丢弃、学习或转发。

表 17-1 显示了 STP 所识别的端口状态值之间的关系（禁用、阻止、聆听、学习、和转发）和 RSTP 端口状态值。

表 17-1—STP 和 RSTP 中端口状态值之间的关系

STP 端口状态	行政 桥梁港口国	苹果 操作	RSTP 端口 状态	主动拓扑（端口角色）
已禁用	已禁用	错误的	丢弃	排除（禁用）
已禁用	已启用	错误的	丢弃	排除（禁用）
封锁	已启用	真的	丢弃	排除（替代、备份）
聆听	已启用	真的	丢弃	包含（根，指定）
学习	已启用	真的	学习	包含（根，指定）
转发	已启用	真的	转发	包含（根，指定）

注意——表 17-1 中表示的条件是管理端口状态为“启用”，MAC 操作为 FALSE，而随之而来的 STP 端口状态为“禁用”，在当前 IETF 桥接 MIB (IETF RFC 1493) 中则表示为“中断”状态。

桥接协议实体应在其活动拓扑计算中包括一个管理桥接端口状态为已启用且 MAC 可运行的端口。该端口上收到的 BPDU 应按照快速生成树算法和协议的要求进行处理。管理桥接端口状态为已禁用或其 MAC 不可运行的端口被分配了禁用端口的端口角色。被分配了禁用端口角色的端口不可运行，不受生成树算法的控制，并且不接收或传输 BPDU。

桥接局域网的活动拓扑由 LAN 和网桥通过指定为转发端口状态的端口互连而成。帧通过这些端口双向转发。

在桥接局域网中，其生成树信息已完全分布且稳定，即整个网络已分配一致的端口角色，快速生成树协议的状态机确保每个根端口和指定端口都转换为转发端口状态。每个备用端口和备份端口始终处于丢弃端口状态。因此，通过任何桥接器的连接都位于其根端口和其指定端口之间，并且由于每个 LAN 都有且只有一个分配的指定端口，并且除根桥接器外的每个桥接器都有一个连接到 LAN 的根端口，因此此连接将连接所有 LAN（即，连接是“生成”）并且不会产生环路（即，活动拓扑是“树”结构）。

当正在传播的配置信息发生变化，并且分配的端口角色在整个网络中不一致时，快速生成树协议的状态机可以为根端口或指定端口选择丢弃端口状态或学习端口状态，以防止出现临时数据循环，直到知道这些端口可以参与活动拓扑。在丢弃端口

状态中，站点位置信息不会添加到过滤数据库中，因为当活动拓扑稳定时，端口角色的进一步变化可能会导致获取的信息不正确。在学习端口状态中，信息被添加到过滤数据库中，期望端口角色选择得到确认。这允许在帧中继之前获取站点位置信息，以减少不必要的泛洪的帧数。

当端口处于转发端口状态时，转发进程可以转发从该端口收到的帧，并可以提交转发的帧以传输到该端口。当端口处于丢弃端口状态或学习端口状态时，转发进程应丢弃收到的帧，并且不应提交转发的帧进行传输。

当端口处于转发端口状态或学习端口状态时，学习过程应将站点位置信息合并到过滤数据库中。

当端口处于丢弃端口状态时，学习过程不得将站点位置信息添加到过滤数据库中。

17.6 拓扑示例

本节中显示的示例利用了图 17-1 中所示的图表约定。

网桥和 LAN 之间的连接通过其端点符号表示端口角色和端口状态，在某些示例中，可以通过箭头显示 BPDU 从端口到 LAN 的传输，如表所示。

MAC 桥接器，显示桥接器标识符 (BBB)、根桥接器标识符和根路径成本 (RRR,C)、其端口标识符 (p) 及个人电脑 屏障 个人电脑 成本 (RRR,C)、其端口标识符 (p) 及个人电脑 屏障 个人电 端口成本 (c)。桥接器标识符、根桥接器标识符、根路径成本和/或端口成本在不相关的情况下可以省略。

局域网

端口角色	港口国	传奇
指定的	丢弃 学习 转发	● ●+ ●—
& 操作边缘	转发	●◇—
根端口	丢弃 学习 转发	O O+ O—
备用	丢弃 学习 转发	++ +— —
备份	丢弃 学习 转发	+++ >+ >
已禁用	-	—
传输的 Bpdu		
指定的 指定提案		→
根 根协议		→ → →>

图 17-1 — 图表约定

注——这些图表约定允许表示处于学习或转发状态的备用端口和备份端口；由于在将角色从指定或根更改为备用或备份的端口上关闭学习和/或转发时存在与实施相关的延迟，因此这种情况可能会作为暂时情况发生。

图 17-2 显示了桥接 LAN 的物理拓扑示例。该示例显示了一个简单的、冗余连接的、结构化的布线配置，通过点对点链路将桥接器互连，形成点对点 LAN A 至 N。为清楚起见，仅显示了桥接器和 LAN，未使用的桥接端口（桥接器 555 至 888 的端口 3 和 4）可用于将其他设备连接到网络。

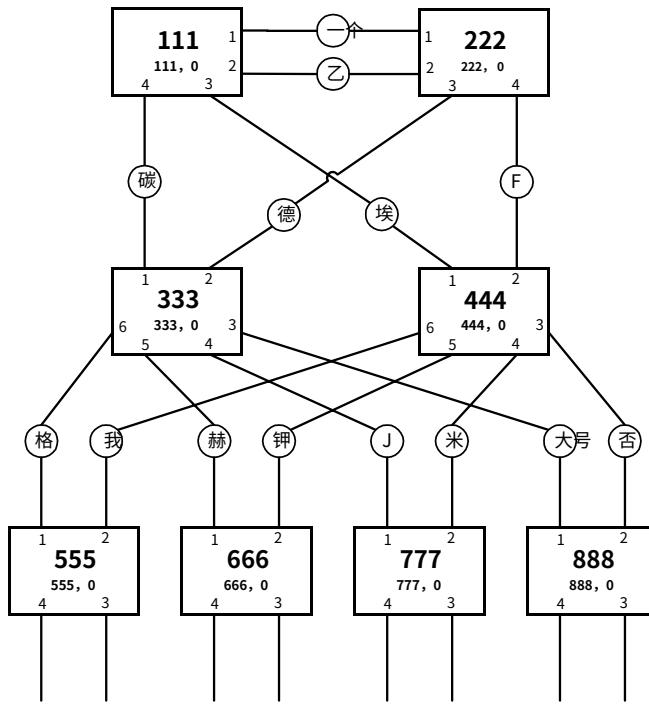


图 17-2 — 物理拓扑示例

图 17-3 显示了通过建立生成树启用端口和配置后，同一桥接 LAN 的活动拓扑，即逻辑连接。桥 111 已被选为根 (尽管仅通过查看活动拓扑无法判断哪个桥是根)。

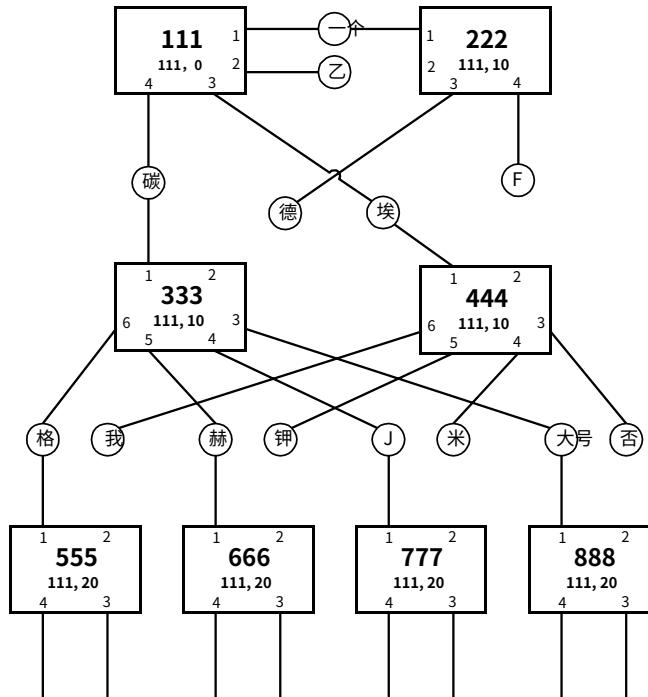


图 17-3 — 主动拓扑示例

图 17-4 显示了此桥接 LAN 配置中每个桥接端口的端口角色和端口状态。从该图中可以看出，桥接器 111 是根，因为其端口都是指定端口，而其余桥接器都有一个根端口。

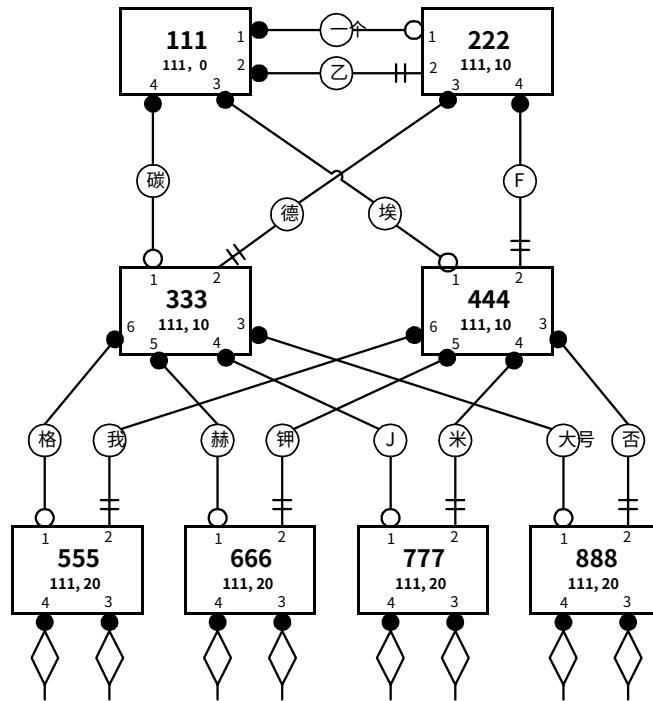


图 17-4 – 端口角色和端口状态

图 17-5 显示了将桥接器 888 的两个端口连接到同一 LAN（例如同轴 802.3 段）的结果。由于桥接器 888 的端口 4 的优先级低于端口 3，并且两者提供相同的根路径成本，因此端口 4 将被分配备份端口角色，因此将处于丢弃端口状态。如果端口 3 或其与 LAN O 的连接发生故障或被禁用，端口 4 将被分配指定端口角色，并将继续转换到转发端口状态。

图 17-6 显示了由点对点链路构成的“环形”拓扑，可用于某些弹性主干配置。与前面的示例一样，网桥 111 是根。

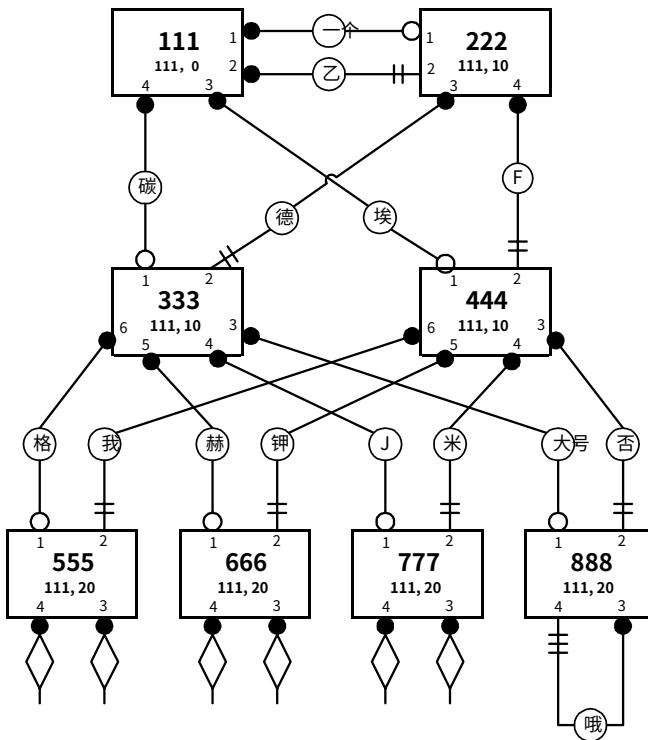


图 17-5 – 备份端口示例

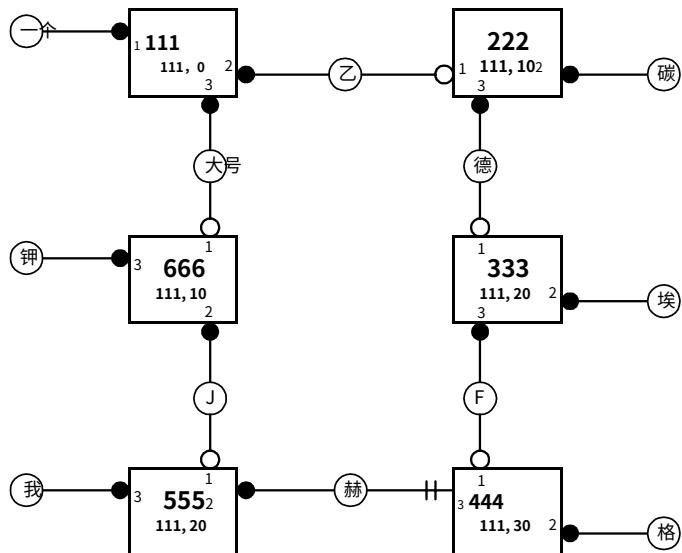


图 17-6 – “环形主干网” 示例

17.7 传送生成树信息

网桥发送和接收 MAC 帧，每个帧都包含一个网桥协议数据单元 (BPDU — 参见第 9 条)，用于传递生成树消息。传送 BPDU 的 MAC 帧在目标地址字段中携带网桥组地址，并由连接到传输帧的 LAN 的所有网桥接收。网桥组地址是少数几个用于标识不由网桥直接转发的帧的地址之一 (7.12.6)，但网桥可以使用 BPDU 中包含的信息来计算其自己的 BPDU 以进行传输，并可能刺激该传输。

BPDU 用于传达以下两种类型的生成树消息：

- a) 配置消息
- b) 拓扑变化通知 (TCN) 消息

配置消息可以编码并传输为配置 BPDU (9.3.1) 或 RST BPDU (9.3.3)。TCN 消息可以编码为 TCN BPDU (9.3.2) 或 RST BPDU (9.3.3)，并设置 TC 标志。用于编码生成树消息的 BPDU 格式的选择由端口协议迁移状态机 (17.26) 的状态决定。

除了其他参数外，每条配置消息还包含一个消息优先级向量 (参见 17.4.2.2)，该向量由发送桥认为是根的桥的唯一标识符、从发送桥到根的路径成本、发送桥的标识符以及发送端口的标识符组成。此信息足以让接收桥确定发送端口是否比当前被认为是指定端口的任何其他端口更有资格成为接收配置消息的 LAN 上的指定端口，并确定接收端口是否应成为桥的根端口 (如果尚未成为根端口)。

如果指定端口要传输的信息发生变化，则会传输配置消息。此外，指定端口会定期传输配置消息，以防止丢失并帮助检测故障组件 (LAN、网桥或网桥端口)。在这两种情况下，消息传输都受最大传输速率的限制 (请参阅 17.28.2 中的传输限制)。

每个桥接端口都会从其所连接的 LAN 上的指定桥接器接收信息，并将消息优先级向量记录在端口优先级向量中 (17.4.2.2)，如果收到的向量更好，则替换从任何以前的指定桥接器记录的信息。当尚未从任何其他桥接器收到任何信息时，以及当其指定优先级向量优于从收到的 BPDU 记录的端口优先级向量时，端口本身会更新端口优先级向量并最初成为 LAN 的指定端口。

17.8 更改生成树信息

向桥接区域网络添加新的桥接或 LAN 连接可导致传播更优的生成树信息，从而改变整个或部分网络的端口角色。如果信息的消息优先级向量优于接收端口的端口优先级向量，或者如果生成树信息已由与端口的端口优先级向量中记录的相同的指定桥接和指定端口传播，并且消息优先级向量或计时器信息与端口的记录不同，则认为信息更优。新信息将快速地从桥接传播到桥接，取代先前的信息并刺激新的配置消息传输，直到到达由新配置定义的生成树的叶子。当这些新的配置消息通过网络中的冗余路径到达已收到新信息的指定端口时，信息的即时刺激和传输将停止，或者

到达非冗余连接的 LAN。配置消息传输将再次定期从选定为指定端口的端口进行。

桥接局域网组件的移除或故障，或决定拓扑的参数管理，都可能导致传播更坏的信息，每个桥接器都会从连接到其根端口的 LAN 的先前指定桥接器接受新信息。与每个桥接端口相关的 MAC_Operational 参数（参见 IEEE Std 802.1t-2001 的 6.4.2）可以在某些 MAC 中发出故障信号；但是，并非所有组件故障情况都可以以这种方式发出信号。为了确保旧信息不会无休止地通过网络中的冗余路径循环，从而阻止新信息的有效传播，根桥发起的配置消息信息与消息年龄和最大年龄相关联。在接收配置消息时，消息年龄会增加不小于最大年龄的指定分数。如果消息年龄超过最大年龄，则丢弃收到的信息，并将端口设为指定端口。因此，信息在被丢弃之前能够遍历的网桥数量是有限的，并且如果无法通过 MAC_Operational 参数检测到网络组件的丢失，则可以通过生成树信息的老化来检测网络组件的丢失。

如果桥的根端口的 MAC_Operational 参数变为 FALSE，则该端口将成为禁用端口，并且收到的生成树信息将立即被丢弃。如果存在备用端口，则将选择该端口作为新的根端口，或者桥本身将成为新的根桥。如果桥有指定端口，则将传输和传播更改的生成树信息。这可以快速重新分配桥中的端口角色，这些端口角色取决于先前信息所表示的物理拓扑的连接性。

17.9 改变端口状态

每个网桥端口的端口状态由状态机控制，其目标是最大化连接性，而不会在网络中引入临时数据循环。它会尝试尽快将根端口和指定端口转换为转发端口状态，并将备用端口和备份端口转换为丢弃端口状态。

可以简单地转换到丢弃端口状态，而不会产生数据循环风险。要将端口转换为转发端口状态，此转换需要与分配给网络区域中其他端口的端口角色一致，包括此端口，并以未处于转发端口状态的端口或仅连接到一个桥接端口的 LAN 为界。

如果满足以下条件，网桥便知道可以转换到转发端口状态：

- a) 端口角色已作为根端口或指定端口很长时间，使得支持此角色分配的生成树信息已到达网络中的所有网桥，并且在生成树信息发生变化（首次导致此端口被分配根端口或指定端口角色）之后，从任何网桥接收到矛盾的信息，或者
- b) 该端口现在为根端口，而桥上任何最近才成为根端口的端口，以致生成树信息可能尚未到达网络中的所有桥接器，或者在必要时已被驳斥，在该时间过去之前，不会且不会置于转发端口状态（下文 c) 除外），或者
- c) 该端口是指定端口，连接到最多连接一个其他桥接器的 LAN，并且该桥接器的端口角色分配与该桥接器一致，并且已知它们的端口状态不是转发（如果它们连接到与端口角色与该桥接器不一致的桥接器连接的 LAN），或者
- d) 该端口是指定端口，连接到已知没有其他桥接端口连接的 LAN。

上述条件 a) 使用转发延迟作为确定已经过足够时间以允许转换到转发的基础。

注意：在 STP（第 8 条）中，条件 a) 是用于确定端口是否可以转换为转发的唯一条件。条件 b) 至 d) 仅适用于 RSTP。

条件 b) 和 c) 可参考图 17-7 进行说明。由于管理层更改了桥接器 222 中的端口优先级，因此发生了拓扑变化；结果，桥接器 222 的旧替代端口成为其新的根端口，而其旧根端口成为替代端口。假设图中所示的初始配置已稳定了相当长的时间，并且桥接器 B 的旧根端口的端口状态已设为丢弃，则桥接器 222 可以通过应用条件 b) 立即使其新的根端口的端口状态设为转发。

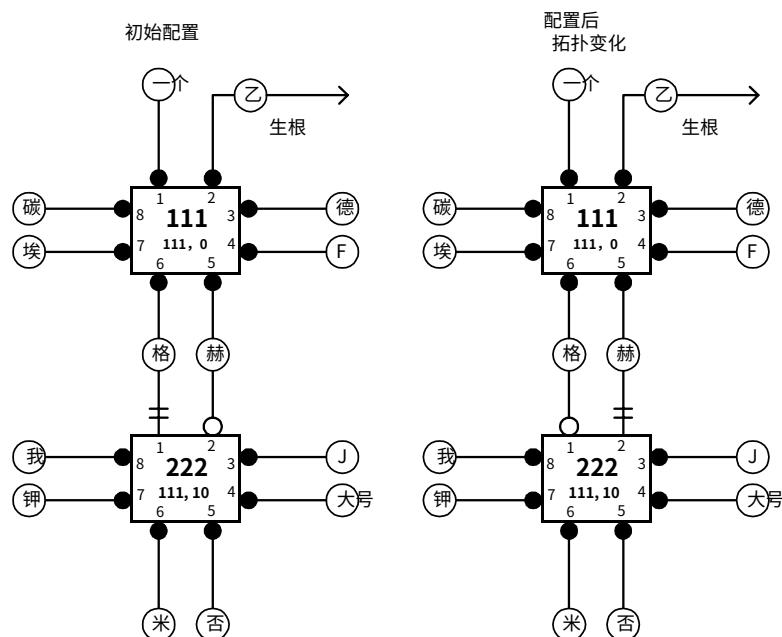


图 17-7 – 根端口转换示例

如果初始配置已经稳定一段时间，则连接到 LAN G 的网桥 111 的指定端口将处于转发状态，因此无需更改网桥 111 的指定端口状态。但是，如果此端口由于其他原因（例如，最近从管理禁用转换为启用）未处于转发状态，则网桥 111 将采取措施使此指定端口的端口状态变为转发状态。为此，它需要知道网桥 B 的端口分配以及主动连接到网桥 222 的所有网桥的端口分配与网桥 111 使该指定端口的端口状态变为转发状态一致，如条件 c) 中所述。这通过 LAN G 上的网桥 111 和 222 之间的明确握手来实现；如果网桥 111 收到对握手的肯定确认，则可以将此指定端口的端口状态变为转发状态。

条件 d) 适用于已知位于桥接 LAN 边缘的端口；即端口的 operEdgePort 参数 (17.18) 的值为 TRUE。

将指定端口快速转换为转发所涉及的网桥之间的握手涉及端口角色转换状态机使用以下状态机变量：

- e) **提议 (17.18.20)**。此变量由当前未转发的指定端口断言，并通过 RST BPDU 的提议标志传递到相邻桥的根端口（参见 9.3.3）。
- f) **提议 (17.18.19)**。当在点对点链路上接收到具有指定端口角色的 RST BPDU 并且 BPDU 中的 Proposal 标志被置位时，此变量被置位。提议变量向根端口指示连接到同一 LAN 的指定端口希望快速进展到转发。
- 七) **同步 (17.18.34)**。当提出建议时，根端口将依次为桥的所有其他端口主张同步；这具有请求桥的指定端口（非边缘端口）恢复为丢弃的效果。
- h) **已同步 (17.18.35)**。一旦指定端口恢复为丢弃状态，它就会断言其同步变量。备用端口和备份端口以及作为边缘端口的指定端口会立即断言其同步变量。根端口监控桥中所有其他端口的同步变量；一旦所有其他端口都已断言同步，根端口就会断言同步并将 RST BPDU 传输回指定端口，同时断言 BPDU 中的协议标志。
- l) **同意 (17.18.1)**。当收到 RST BPDU 时，此变量被置位，并且 BPDU 携带 Agreement 标志和根端口的端口角色。当 Agreement 被置位时，指定端口知道其相邻的桥已确认它可以立即进入转发状态。

下游桥的指定端口可以依次请求其相邻桥的许可，以快速转换为转发。此握手的效果是，活动拓扑中的“切口”从原始指定端口传播到其下方子树上的所有桥（沿远离根的方向），直到切口到达桥接 LAN 的边缘。

17.10 更新已获知的站点位置信息

在正常稳定运行中，过滤数据库中保存的已学习站点位置信息仅需因站点物理重新定位而改变。因此，过滤数据库中的动态过滤条目可能需要较长的老化时间 (7.9.2)，尤其是当许多终端站在重新定位后通电后传输帧时，这将导致重新学习站点位置信息。

但是，当桥接 LAN 的活动拓扑重新配置时，从网络中的桥接器的角度来看，终端站似乎发生了移动。即使该桥接器上的端口状态没有改变，情况也是如此。即使只有部分桥接 LAN 重新配置，也有必要在活动拓扑发生变化后重新学习站点位置。

对于除边缘端口之外的所有端口（即，对于 operEdgePort 参数为 FALSE 的所有端口；参见 17.18），如果根端口或指定端口变为备用端口、备份端口或禁用端口，则站点不再可通过该端口访问。因此，该端口的动态过滤条目将从过滤数据库中删除。相反，如果备用端口变为根端口或指定端口，则以前可通过该桥上的其他端口访问的站点可能可通过该端口访问。因此，其他端口的动态过滤条目将从过滤数据库中删除。

此外，对于除边缘端口之外的所有端口，快速生成树协议状态机确保传输 TCN 消息以传达上述信息。快速生成树协议状态机确保传输 TCN 消息以通知其他网桥，先前的站

可以通过其他桥接端口访问的端口现在可以通过传输桥接端口访问。因此，在一个桥接端口上接收 TCN 消息的桥接器会从其过滤数据库中删除其他端口的动态过滤条目。

边缘端口（即 operEdgePort 参数为 TRUE 的端口；参见 17.18）的状态变化不会导致向其他桥接器发送拓扑变化通知，因为边缘端口的状态变化不会影响桥接 LAN 其余部分的连接或站点位置信息。同样，具有一个或多个边缘端口的桥接器不会因边缘端口的状态变化或从另一个桥接器接收 TCN 消息而从其边缘端口的过滤数据库中删除动态过滤条目。

注意 — 所述刷新规则定义了需要刷新的最小端口集，以确保从桥接 LAN 中一组桥接器的过滤数据库中删除不再有效的学习信息。但是，如果出于实施原因证明这是可取的，桥接器刷新比严格必要的端口更多的端口是有效的；例如，桥接器可能选择从其过滤数据库中刷新所有学习到的地址，而不是选择性地刷新在指定端口集上学习到的地址。这不会导致桥接器操作不正确，因为它只是将过滤数据库返回到学习任何站点位置信息之前的初始状态；但是，它可能导致比正确操作严格必要的更多的具有未知目标地址的帧泛滥。

当拓扑变化涉及快速根端口转换时，可以对刷新算法进行进一步的可选优化；即，拓扑变化中现有根端口变为丢弃，现有备用端口可以立即变为转发。将退出的根端口的状态更改为丢弃具有将生成树划分为两棵树的（临时）效果，如下所示：

- a) 包含根和所有可通过即将退休的根端口访问的网桥和 LAN 的主树
- b) 包含即将退休的根端口的桥接器以及该根端口下游的所有其他 LAN 和桥接器（即，在桥接 LAN 边缘的方向上）的子树

在图 17-8 中，将桥接器 888 的端口 1 置于丢弃状态将（暂时）将桥接 LAN 划分为由桥接器 888 以及连接到其端口 3 和 4 的任何 LAN 和系统组成的子树，以及由所有其他桥接器及其连接的 LAN 和系统组成的主树。根据定义，在退役根端口（桥接器 888 的端口 1）上学习到的所有地址都是驻留在主树某处的地址（相反，这些地址都不能驻留在子树上）。因此，当备用端口（桥接器 888 的端口 2）成为新的根端口并转换为转发时，它会提供从子树到根的新路径，因此根据定义，它是可以到达主树上所有地址的路径。因此，过滤数据库中在退役根端口上学习到的所有 MAC 地址都可以移动到新的根端口；即，过滤数据库被修改，就好像在新的根端口上学习了这组 MAC 地址一样。如果帧的目的地是主树上的已知地址，则使用这种优化可以减少将帧泛洪到子树上的端口的需要。

图 17-9 和图 17-10 说明了拓扑变化后刷新地址的需要，以及所涉及的事件序列。

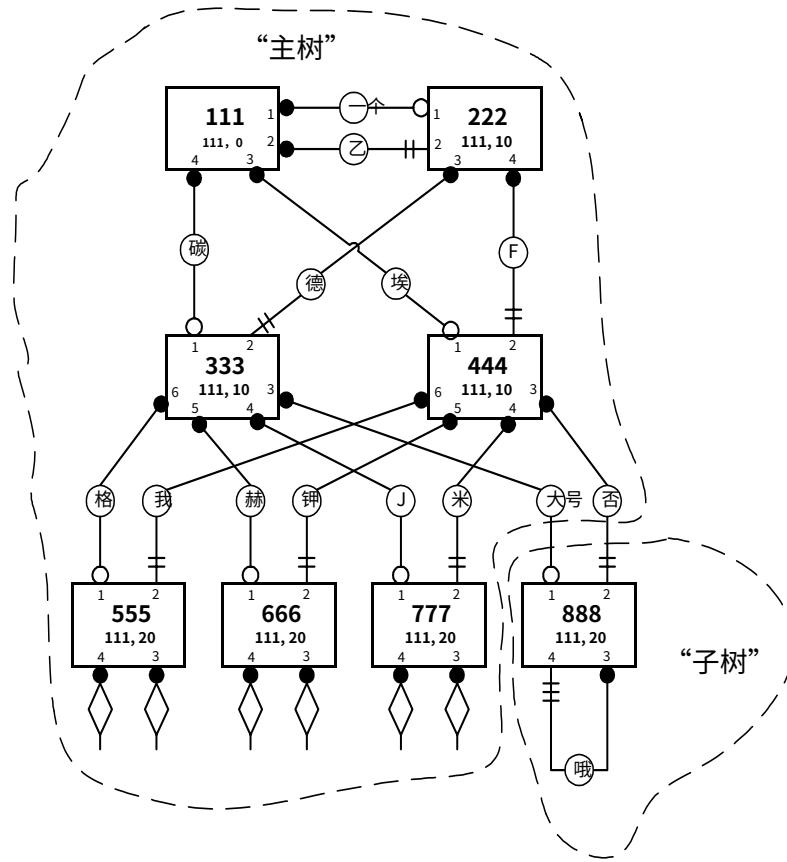
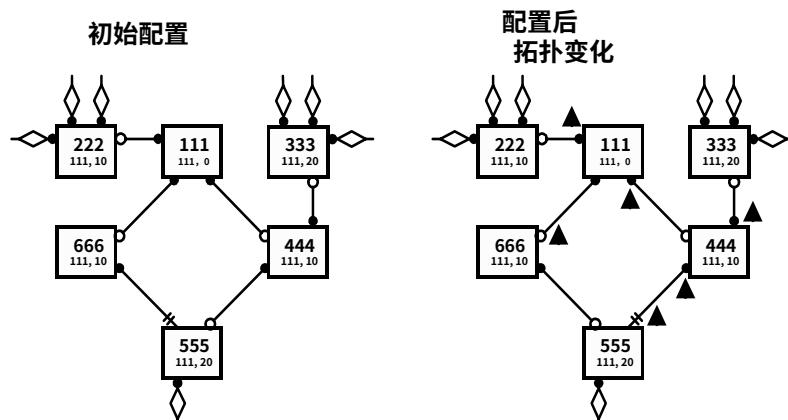


图 17-8 – 根端口转换 - 树分区



▲ 这些端口上学习到的地址需要被清除。注意——`operEdge == TRUE` 的指定端口不需要被刷新。

图 17-9 – 地址刷新示例

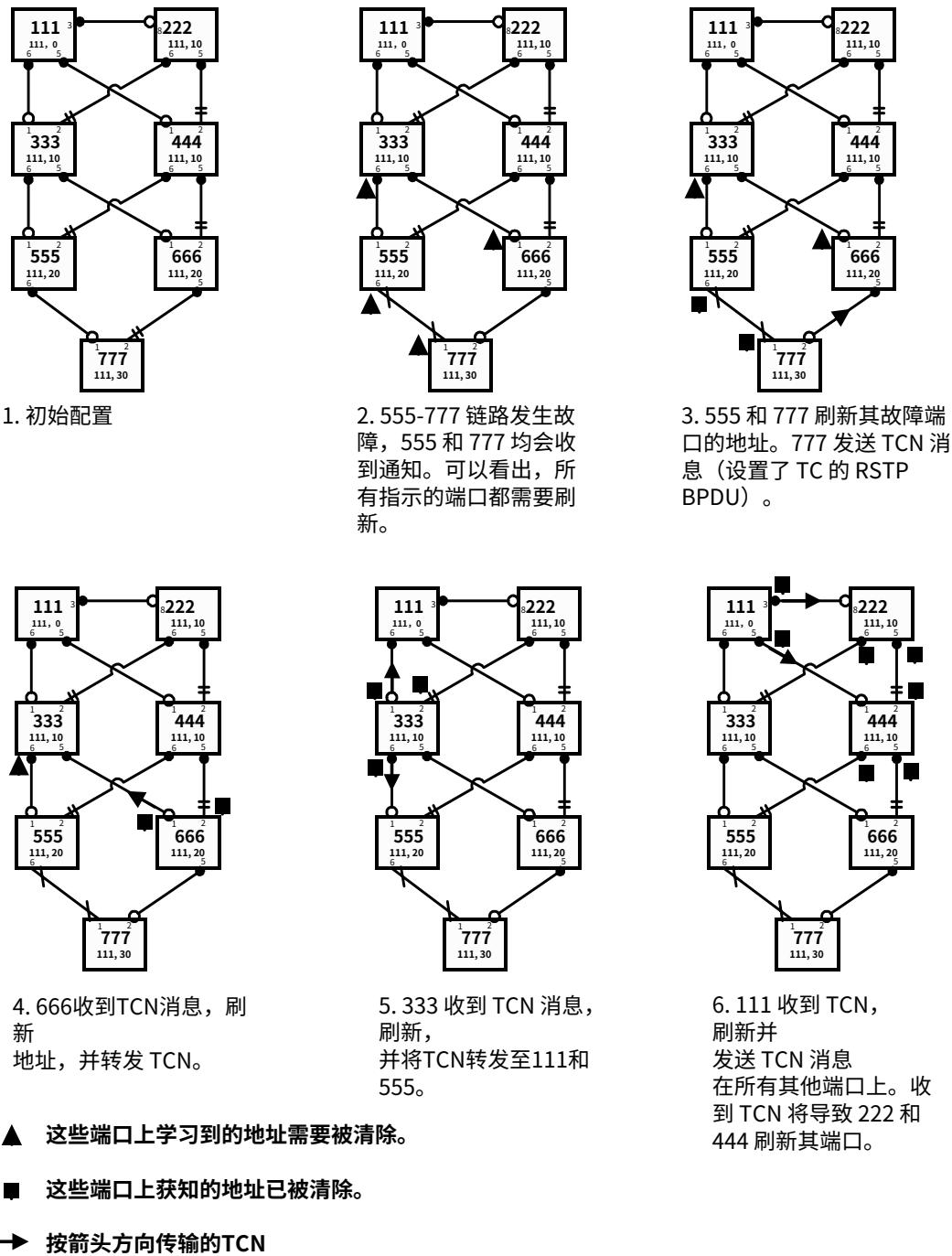


图 17-10 — 地址刷新——示例

在图 17-9 中，网桥 555 将其一个端口从备用端口角色转换为根端口角色，从而使使其从丢弃状态转换为转发状态。以前的根端口变为备用端口，因此变为丢弃状态。在以前的根端口上学习到的任何地址都必须刷新。其他网桥的任何端口，如果可以从网桥 555 通过其以前的根端口转发的帧中学习到地址，则必须刷新其学习到的地址。对于接收 TCN 消息的给定网桥，可以确定不需要刷新的唯一端口如下：

- a) operEdgePort 参数为 TRUE 的任何端口
- b) 接收 TCN 消息的端口

因此，桥接器过滤数据库中包含所有不满足这两个条件的端口上的信息的任何动态过滤条目都将被删除。由于图 17-9 中的桥接器 222 和 333 的指定端口都是边缘端口，因此无需从这两个桥接器中删除任何过滤数据库条目。

在图 17-10 中，结构化布线配置用于显示网络外围链路丢失后的事件顺序。此示例假设所有网桥都是 RSTP 网桥，因此所有 TCN 消息都作为设置了 TC 标志的 RST BPDU 传输（参见 17.7）

17.11 RSTP 和点对点链路

RSTP 中可能出现的一些快速状态转换取决于相关端口是否只能连接到另一个桥接器（即，由点对点 LAN 段提供服务），或者是否可以连接到两个或多个桥接器（即，由共享介质 LAN 段提供服务）。 adminPointToPointMAC 和 operPointToPointMAC 参数（6.4.3）允许对链路的点对点状态进行管理操作，并将操作状态发信号通知 RSTP 状态机。

从备用端口角色到根端口角色的快速转换不受端口的 operPointToPointMAC 值的影响；但是，只有当 operPointToPointMAC 为 TRUE（即与端口关联的 LAN 段是点对点）时，指定端口才能快速转换为转发，除非该端口已定义为边缘端口（即 operEdgePort 为 TRUE）。因此，对于指定端口，如果 operPointToPointMAC 和 operEdgePort 均为 FALSE，则从丢弃到学习以及从学习到转发的转换只能在转发延迟后进行。

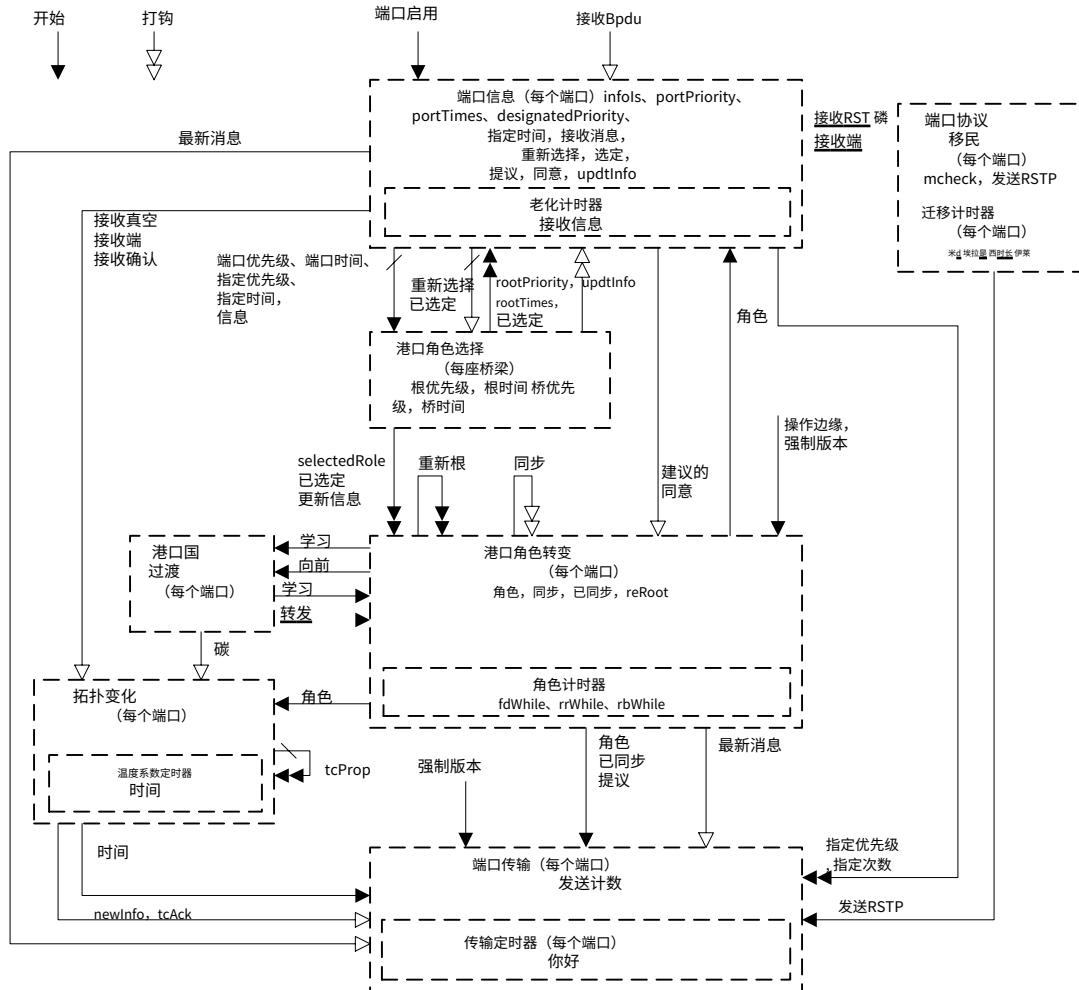
17.12 STP 兼容性

在某些情况下，RSTP 所采用的快速状态转换可能会导致桥接 LAN 中的帧重复和乱序率增加，如 F.2.4 中所述。为了允许 RSTP 桥接器支持可能对帧重复和乱序敏感的应用程序和协议，由管理控制的强制协议版本参数允许在禁用快速转换的情况下运行 RSTP（参见 17.16.1）。此参数的值适用于桥接器的所有端口。

17.13 快速生成树状态机

每个桥接端口的操作由一组状态机表示。图 17-11 说明了状态机、它们的状态变量以及状态机之间的通信。此概览图本身不是状态机，但用于说明用于在各个快速生成树状态机之间进行通信的主要变量以及每个机器的本地变量。

除端口角色选择状态机外，每个桥接端口都应实现每个快速生成树状态机的一个实例。每个桥接端口都应实现一个端口角色选择状态机。

**符号：**

变量既可以在机器内部显示，它们主要用于机器内部，也可以在机器之间显示，它们用于传递信息。在后一种情况下，它们以各种箭头样式显示，从一台机器运行到另一台机器，概述了变量的典型使用方式：

→ 未被目标机器改变。当状态机都是每个端口时，此变量会在同一端口的机器实例之间进行通信。

→ 由原始机器设置（或清除），由目标机器清除（或设置）。当状态机都是每个端口时，此变量在同一端口的机器实例之间进行通信。

→ 如上所述，除了起源的每个端口机器实例与多个端口机器实例通信（通过设置或清除这些端口拥有的变量）。

→ 如上所述，但每个端口的多个实例与其他实例通信（通过设置或清除原始端口拥有的变量）。

缩写：

无源互连 (PIM) : 端口信息机器
公共利益研究委员会 (PRC) : 端口角色转换机器
省中继子网: 端口状态转换机器
拓扑变化机器: 端口协议迁移机器
端口传输机器: 太平洋标准时间:

百万分之一英寸 (PPM) :
点对点广播 (PTX) : 港口计时器
已禁用连接请求:

注 1：为了方便起见，所有计时器都集中到一个状态机中。

注 2：该概览图本身不是状态机，而是用于说明用于在各个 RST 状态机之间进行通信的主要变量以及每台机器的本地变量。

图 17-11 – RSTP 状态机 - 概述和相互关系

除了本节中定义的状态机和相关变量和过程之外，RSTP 的操作还利用 operEdgePort 参数 (14.8.2)，以便允许在桥接 LAN 的边缘发生快速状态转换。因此，支持 RSTP 的实现还应支持以下内容：

- a) adminEdgePort 和 operEdgePort 参数的使用
- b) 管理层修改adminEdgePort参数 (14.8.2)
- c) 桥接检测状态机的操作，如 IEEE Std 802.1t-2001 第 18 条所定义

BPDU 传输过程（由端口传输状态机表示）和 BPDU 接收过程（由端口信息状态机表示）通过设置标志变量（在接收的情况下）或重置它们（在传输适当的 BPDU 时）与其他状态机交互。传输过程负责其自身的速率限制，以强制执行每个 hello 时间段内最少传输一次、最多传输三次。

注意：桥接器的整体操作可以通过指定的桥接器端口之间的交互以及存储在“端口 0”中的桥接器参数来表示。这样就无需任何“每个桥接器”规范元素，并有助于确保桥接器端口之间的最小依赖性。这反过来又支持了随着桥接器端口数量的增加而扩展的实现的开发。RSTP 将重点转移到“每个端口操作”这一转变得到了生成树算法和协议（第 8 条）的底层技术变化的支持。

BPDU 的传输由以下因素引起：

- d) 指定端口从当前根端口派生的信息发生变化
- e) 基于端口的 Hello Timer

端口协议迁移状态机确定传输的 BPDU 是否使用 RST BPDU 格式（在仅存在 RSTP 桥接器的 LAN 上进行通信）或配置 BPDU 和 TCN BPDU 格式（在存在一个或多个 STP 桥接器的 LAN 上进行通信）。

拓扑更改通知的生成和传播由拓扑更改状态机执行。拓扑更改和拓扑更改通知通过在每个要传播更改或通知的端口上设置“tcWhile”计时器来传播。这反过来会导致通过根端口发送常规 TCN 消息（在 tcWhile 计时器的持续时间内，或直到收到拓扑更改确认）。

端口定时器是简单的减计数器，每秒“滴答”一次递减，直到达到零。端口定时器状态机为 17.15 中定义的定时器集提供此功能，并使用 17.18 中定义的滴答变量。

端口状态转换状态机将根端口和指定端口移至转发端口状态，并将备用端口和备份端口移至丢弃状态。

每个桥接端口角色选择状态机都会向桥接所有端口的端口转换机发出转换到新端口角色的需要的信号。每当收到任何端口的新信息，或由于消息年龄超过最大年龄而导致端口的当前信息过期时，端口角色选择状态机就会计算可能需要的任何角色更改。由于选择计算可能在收到更多新信息之前无法完成，因此在端口角色选择状态机和端口转换状态机之间使用信号，以允许向端口角色选择状态机发出新信息的信号，并在端口角色选择状态机产生的计算结果被视为有效时发出信号。这种联锁允许在收到新信息时重新启动选择过程，而不会使端口转换状态机过早地重新分配临时角色。

17.14 状态图中使用的符号约定

状态图用于将函数的操作表示为一组相互连接、相互排斥的状态。在任意给定时间，函数只能有一个状态处于活动状态。

每个状态在状态图中都表示为一个矩形框，由一条水平线分成两部分。上部包含状态标识符，以大写字母书写。下部包含进入状态时执行的任何程序。

所有允许的状态间转换都用箭头表示，箭头表示可能转换的方向。箭头上的标签表示转换必须满足的条件。全局转换（即，如果满足箭头上的条件，则从任何可能状态发生的转换）用开放箭头表示；即，没有将特定状态标识为转换的起点。

进入某个状态时，为该状态定义的程序（如果有）将按照它们在页面上出现的顺序执行一次。每个操作都被视为原子的；即，一个程序的执行在下一个顺序程序开始执行之前完成。状态块之外不会执行任何程序。完成状态内的所有程序后，将连续评估该状态的所有退出条件（包括与全局转换相关的所有条件），直到满足其中一个条件为止。所有退出条件都被视为布尔表达式，其值为 TRUE 或 FALSE；如果条件的计算结果为 TRUE，则满足该条件。当满足与全局转换相关的条件时，它将取代包括 UCT 在内的所有其他退出条件。标签 UCT 表示无条件转换（即，UCT 的计算结果始终为 TRUE）。标签 ELSE 表示当从该状态转换的其他条件均不满足时发生的转换（即，如果从该状态退出的所有其他可能条件的评估结果为 FALSE，则 ELSE 的评估结果为 TRUE）。

当两个或多个具有相同优先级的退出条件同时变为 TRUE 时，选择哪个退出条件导致状态转换发生是任意的。

在状态块中设置为特定值的变量将保留该值，直到后续状态块执行修改该值的过程为止。

当需要将状态机描述分割到多个图中时，出现在不同图中的两个状态之间的转换用虚线绘制的退出箭头以及包含目标状态的图的引用来表示。同样，在目标图上使用虚线箭头和虚线状态框来显示到目标状态的转换。在以这种方式分割的状态机中，任何可能导致进入其中一个图中定义的状态的全局转换都被视为状态机所有状态的潜在退出条件，无论状态框出现在哪个图中。

如果状态图的解释与相应的全局转换表或与状态机相关的文本描述之间存在冲突，则状态图优先。

状态图中使用的特殊符号和运算符的解释如表 17-2 所定义；这些符号和运算符源自“C++”编程语言 ISO/IEC 14882 的符号。

表 17-2 – 状态机符号

<u>象征</u>	<u>解释</u>
()	用于强制布尔表达式中的运算符的优先级，并在状态框内界定动作的参数。
;	用作状态框内操作的终止分隔符。当状态框包含多个操作时，执行顺序遵循阅读文本的正常英语语言惯例。
=	赋值操作。将运算符右侧表达式的值赋给运算符左侧的变量。此运算符用于定义多个赋值，例如 $a = b = X$ 该操作导致最右边赋值运算符后面的表达式的值被分配给最右边赋值运算符左侧出现的所有变量。
!	逻辑非运算符。
&&	逻辑“与”运算符。
	逻辑或运算符。
如果...那么...	条件操作。如果 if 后面的布尔表达式计算结果为 TRUE，则执行 then 后面的操作。
!=	不等式。如果运算符左侧的表达式的值不等于右侧的表达式的值，则计算结果为 TRUE。
==	相等。如果运算符左侧的表达式的值等于右侧的表达式的值，则计算结果为 TRUE。
*	算术乘法运算符。
-	算术减法运算符。

17.15 状态机计时器

为 RSTP 操作定义的计时器是针对每个端口定义的。

17.15.1 fdWhile

转发延迟计时器，其初始值为转发延迟（在状态图中缩写为 FwdDelay）。

17.15.2 helloWhen

此变量导致 BPDU 的定期传输。在需要定期传输的情况下，它确保在每个 HelloTime 周期内至少进行一次传输。

17.15.3 mdelayWhile

“迁移延迟”计时器。此计时器强制在端口协议迁移状态机的状态下发送 RST BPDU 和配置 BPDU 的最短时间。这为同一 LAN 上的另一个 RSTP 桥接器提供了时间，以便在收到 BPDU 之前将其迁移状态与此端口同步，否则此端口可能会更改其传输的 BPDU 类型。计时器初始化为常量 MigrateTime 的值。

17.15.4 rbWhile

如果此端口是或最近曾是备份端口，则此“最近备份期间”计时器不为零。此计时器的初始值为HelloTime 的两倍。当端口成为备份端口时，计时器设置为其初始值，并且当端口继续作为备份端口时，此值保持不变。

17.15.5 rcvdInfoWhile

此端口保存的信息过期之前剩余的时间；即，在消息年龄等于或超过此端口接收信息的最大年龄之前。

17.15.6 rrWhile

如果此端口是或最近曾是根端口，则此“最近根延迟”计时器不为零。此计时器的初始值是转发延迟，由根桥传达。当端口成为根端口时，计时器设置为其初始值，并且当端口继续作为根端口时，此值保持不变。如果端口变为丢弃，则计时器设置为零。

17.15.7 tcWhile

通过根端口发送 TCN 消息的时间间隔以及发送设置了拓扑更改标志的配置消息的时间间隔。
newTcWhile 过程 (17.19.7) 确定此计时器的起始值。

17.16 状态机性能参数

这些参数被状态机视为常量；它们的值只能通过管理操作来修改。

17.16.1 强制版本

ForceVersion 等于 Bridge 的“Force Protocol Version”变量的值（见 17.12）。在 RSTP Bridge 中，此变量可以取值 0（表示 RSTP 状态机运行在“STP 兼容”模式下）或 2（默认值，表示 RSTP 状态机正常运行）。

在“STP 兼容”模式下，备用端口到根端口的快速转换以及指定端口到转发的快速转换均被禁用，并且 RSTP 算法仅传输配置 BPDU 和 TCN BPDU。任何收到的 RST BPDU 都将被丢弃。

在正常 RSTP 操作 (ForceVersion == 2) 中，会传输 RST BPDU，除非端口检测到旧式系统并由端口协议迁移状态机的操作指示，在这种情况下，将在该端口上传输版本 0 配置 BPDU 和 TCN BPDU。

该值仅可由管理层修改。

17.16.2 转发延迟

FwdDelay 等于 BridgeTimes (17.17.4) 的 Bridge Forward Delay 组件。

17.16.3 你好时间

HelloTime 等于 BridgeTimes (17.17.4) 的 Bridge Hello Time 组件。

17.16.4 迁移时间

MigrateTime为常数，作为定时器mdelayWhile的初始值，MigrateTime的值为3s。

17.16.5 端口路径成本

当该端口为根端口时，通过此端口的路径对此桥到根的路径总成本的贡献。

当网桥不是根时，此参数被用作网桥传输的所有配置消息中提供的根路径成本参数的值，并将其添加到根端口的指定成本参数的值中。

当支持桥接管理时，该参数可以通过管理操作来更新。

17.16.6 发送保持计数

TxHoldCount 是端口传输状态机用来限制最大传输速率的值。该常数的默认值如表 8-3 所定义。

17.17 每个桥的变量

17.17.1 开始

此变量由系统初始化过程控制。值为 TRUE 会导致所有状态机（包括每个端口状态机）转换到其初始状态。值为 FALSE 允许所有状态机根据相关状态机定义执行从其初始状态转换。

17.17.2 桥接标识符

BridgeIdentifier 是分配给此桥的唯一桥标识符。

网桥标识符的优先级组件可由管理层修改（见 9.2.5 和 14.8.1.2）。

17.17.3 桥接优先级

BridgePriority 是网桥优先级向量的值，如 17.4.2.2 中定义。第一个 (RootBridgeID) 和第三个 (DesignatedBridgeID) 组件均等于网桥标识符的值（17.17.2）。此变量的其余元素均设置为零。

UpdtRolesBridge() 使用 BridgePriority 来确定 rootPriority 变量的值（参见 17.19.21）。

17.17.4 桥时代

BridgeTimes 有以下四个组成部分：

- a) Bridge Forward Delay（见表 8-3）、Bridge Hello Time（见表 8-3）和 Bridge Max Age（见表 8-3）的当前值。这些参数值仅由管理层决定。
- b) 消息年龄值为零。

updRolesBridge() 使用 BridgeTimes 来确定 rootTimes 变量的值（参见 17.19.21）。

17.17.5 rootPortId

这是根端口的端口标识符，构成根优先级向量的第五个组成部分，如 17.4.2.2 中所定义。

17.17.6 rootPriority

rootPriority 变量包含 Bridge 的根优先级向量的前四个组件，如 17.4.2.2 中定义。

17.17.7 rootTime

rootTimes 变量包含 Bridge 的计时器参数值（消息年龄、最大年龄、转发延迟和 Hello Time）。这些计时器的值来自根端口的 portTimes (17.18.18) 中存储的值。最大年龄、转发延迟和 Hello Time 设置为等于根端口所持有的值，而消息年龄是根端口所持有的值，加上 (1/16 最大年龄) 和 1 中的较大者，四舍五入到最接近的整秒（参见 17.19.21）。

17.18 每个端口的变量

每个端口的变量有以下类型：

- a) 与生成树计算有关的优先级向量和相关计时器信息
- b) 从传入 BPDU 的参数派生的变量
- c) 影响一个或多个状态机操作的外部产生的信号
- d) 用于状态机之间通信的变量
- e) 用于每个状态机内各种管理任务的变量

17.18.1 同意

如果 ForceVersion 参数的值大于或等于 2，并且与该端口关联的 operPointToPointMAC 参数 (6.4.3) 的值为 TRUE，且已收到 RST BPDU，且 BPDU 中的 Port Role 字段指示值 Root Port，并且设置了 Agreement 标志，则此变量设置为 TRUE。

该变量由端口角色转换和端口信息状态机设置为 FALSE。

17.18.2 指定优先级

指定优先级变量由端口指定优先级向量值的前四个部分组成，定义见 17.4.2.2。指定优先级向量值的第五个部分是 portId (17.18.16)。

17.18.3 指定时间

指定时间变量包含一组计时器参数值（消息年龄、最大年龄、转发延迟和问候时间），用于在设置 updInfo 时更新端口时间。

`specifiedTimes` 通过 `updtrRolesBridge()` 过程的操作从 `rootTimes` 参数 (17.17.7) 复制而来。

17.18.4 前进

这是桥接中继实体为此端口提供的数据包转发功能的管理状态。端口角色转换状态机将其设置为 TRUE，以指示端口状态转换状态机启用数据包转发。端口角色转换状态机将其设置为 FALSE，以指示端口状态转换状态机禁用数据包转发。

17.18.5 转发

这是数据包转发功能的运行状态。当启用数据包转发时，端口状态转换状态机将其设置为 TRUE。当禁用数据包转发时，端口状态转换状态机将其设置为 FALSE。

17.18.6 信息

这是一个变量，其值为 `Mine`、`Aged`、`Received` 或 `Disabled`，用于指示该端口保存的端口生成树信息 (`portInfo`) 的来源/状态，如下所示：

- a) 如果 `infols` 是已收到，端口已从所连接 LAN（点对点桥接链路是 LAN 的一种特例）的指定桥接器接收到当前（未老化）信息。
- b) 如果 `infols` 是矿，端口信息已从桥接器的根端口派生而来（添加了根端口成本信息）。这包括根端口是“端口 0”的可能性，即桥接器是桥接局域网的根桥接器。
- c) 如果 `infols` 是老年，来自根桥的信息已过期。与“重新选择”一样（见 17.18.29），状态机正式不允许“`Aged`”状态持续存在。但是，如果重新计算新的根端口有延迟，则指定正确处理收到的 BPDUs。
- d) 最后，如果端口被禁用，`infols` 为已禁用。

17.18.7 初始Pm

这是端口协议迁移状态机使用的变量，用于防止在端口禁用时重复重新进入 INIT 状态。

17.18.8 学习

这是桥接中继实体为此端口提供的源地址学习功能的管理状态。它由端口角色转换状态机设置为 TRUE，以指示端口状态转换状态机启用源地址学习。它由端口角色转换状态机设置为 FALSE，以指示端口状态转换状态机禁用源地址学习。

17.18.9 学习

这是源地址学习功能的运行状态。当源地址学习启用时，端口状态转换状态机将其设置为 TRUE。当源地址学习禁用时，端口状态转换状态机将其设置为 FALSE。

17.18.10 m检查

这是一个布尔值，可以通过管理操作将其设置为 TRUE，以强制端口协议迁移状态机进入 SEND_RSTP 状态。进入 SEND_RSTP 状态时，其值设置为 FALSE。以这种方式强制状态机发送 RST BPDU 可用于测试给定 LAN 上的所有旧式网桥是否已被移除。如果 ForceVersion (17.16.1) 的值小于 2，则不能将 mcheck 的值设置为 TRUE；即，如果网桥设置为在“STP 兼容”模式下运行，则 mcheck 功能无效。

17.18.11 消息优先级

msgPriority 变量包含在接收的 BPDU 中传送的消息优先级向量值的前四个分量，如 17.4.2.2 中定义。

17.18.12 消息时间

msgTimes 变量包含接收到的 BPDU 中传达的计时器参数值（消息年龄、最大年龄、转发延迟和 Hello 时间）。

17.18.13 新信息

这是一个布尔变量，如果要传输 BPDU，则设置为 TRUE。其值由端口传输状态机设置为 FALSE。

17.18.14 操作边缘

这反映了 operEdgePort 参数的值，该参数由桥接检测状态机的操作定义（IEEE Std 802.1t-2001 的第 18 条）。指定端口使用此参数的值来确定其转换到转发端口状态的速度（请参阅 17.23，端口角色转换状态机）。桥接检测状态机在初始化时将此参数设置为 adminEdgePort 的值（IEEE Std 802.1t-2001 的第 18.1.3 条），如果在端口上收到任何 BPDU，则强制将其值设置为 FALSE。

17.18.15 端口已启用

此变量反映支持桥接端口的 MAC 服务的运行状态。如果端口的 MAC_Operational 参数（参见 IEEE Std 802.1t-2001 的 6.4.2）为 TRUE，则其值为 TRUE，否则为 FALSE。

17.18.16 端口ID

这是此端口的端口标识符。此变量构成 17.4.2.2 中定义的端口优先级和指定优先级向量的第五个组成部分。

17.18.17 端口优先级

portPriority 变量包含端口的端口优先级向量值的前四个组件，如 17.4.2.2 中定义。

17.18.18 港口时间

portTimes 变量包含端口的计时器参数值（Message Age、Max Age、Forward Delay 和 Hello Time）。这些计时器值用于从端口传输的 BPDU。

17.18.19 提议

当在点对点链路上收到配置消息，表示指定端口希望接收其角色确认和快速转换到转发的许可时，此设置为 TRUE；即，与端口关联的 operPointToPointMAC 参数 (6.4.3) 的值为 TRUE，并且消息带有 Proposal 标志。由端口角色转换状态机设置为 FALSE。

17.18.20 提议

如果要传输配置消息，表明指定端口希望接收其角色的确认和快速转换到转发的许可，则端口角色转换状态机会将此设置为 TRUE；即，当端口角色为指定、端口状态不是转发且提议标志为 FALSE 时，将其设置为 TRUE。该消息将在下一次传输机会时传输（即，尽快传输该消息，但要遵守传输限制对传输速率的限制；请参阅 17.28.2）。端口传输状态机使用此变量来设置传输的 RST BPDU 中的提议标志的值。端口信息状态机的操作会将此变量设置为 FALSE。

17.18.21 rcvdBPDU

在下列情况下，此变量的值被设置为 TRUE：

- a) 此端口上接收到配置 BPDU 或 TCN BPDU；或者
- b) ForceVersion 变量的值大于或等于 2，并且在此端口上接收到 RST BPDU。

它被端口信息状态机 (17.21) 设置为 FALSE。

17.18.22 接收消息

此项设置为 rcvBPDU 过程的结果。其值可以是 SuperiorDesignatedMsg、RepeatedDesignatedMsg、ConfirmedRootMsg 或 OtherMsg。

17.18.23 rcvdRSTP

这是一个布尔变量，当端口收到 RST BPDU 时，该变量的值设置为 TRUE。端口协议迁移状态机将该变量的值设置为 FALSE。

17.18.24 rcvdSTP

当端口收到配置 BPDU 或拓扑更改通知 BPDU 时，此变量的值设置为 TRUE。端口协议迁移状态机将其值设置为 FALSE。

17.18.25 rcvdTc

这是一个布尔变量，当收到带有拓扑更改标志的配置消息时，该变量设置为 TRUE。拓扑更改状态机将其值设置为 FALSE。

17.18.26 rcvdTcAck

这是一个布尔变量，当收到带有拓扑更改确认标志的配置消息时，该变量设置为 TRUE。拓扑更改状态机将其值设置为 FALSE。

17.18.27 rcvdTcn

这是一个布尔变量，当收到 TCN BPDU 时设置为 TRUE。其值由拓扑更改状态机设置为 FALSE。

17.18.28 重新根源

这是由根端口控制的信号。如果设置为 TRUE，它将指示任何其他仍在运行 rrWhile 计时器的端口（最近的根）恢复到 Discarding 状态。对于此类端口，rrWhile 计时器一旦恢复到 Discarding 状态就会停止。当除根端口之外没有其他端口正在运行 rrWhile 时，reRoot 变量设置为 FALSE。

17.18.29 重新选择

如果端口角色选择状态机要重新计算端口角色，则端口信息状态机将此变量设置为 TRUE。在计算开始时，端口角色选择状态机将此变量设置为 FALSE。如果在端口角色选择状态机计算期间将此变量设置为 TRUE，则重复计算。

17.18.30 角色

角色是分配的端口角色。端口可以是 DisabledPort、RootPort、DesignatedPort、AlternatePort 或 BackupPort。

17.18.31 已选择

当 reselect 设置为 TRUE 时，端口信息状态机会将此变量设置为 FALSE。如果 reselect 为 FALSE，则在计算完成后，端口角色选择状态机会将此变量设置为 TRUE。

17.18.32 selectedRole

selectedRole 是该端口新计算的角色。

17.18.33 发送RSTP

如果要发送 RST BPDU，则将其设置为 TRUE；如果要发送配置 BPDU 和/或 TCN BPDU，则将其设置为 FALSE。

17.18.34 同步

sync 是由根端口控制的信号。如果设置为 TRUE，它将指示任何指定端口（其 operEdge 参数为 FALSE，且与当前生成树信息不一致）恢复到 Discarding 状态，从而与当前生成树信息建立一致性。其值由 Port Role Transitions 状态机的操作设置为 FALSE。

17.18.35 已同步

如果端口与当前生成树信息一致，则为 TRUE；否则为 FALSE。此变量由端口传输状态机用来设置传输的 RST BPDU 中的 Agreement 标志的值。

17.18.36 tc

这是一个布尔变量，可以由端口状态转换状态机设置为 TRUE，以指示发生了拓扑变化。其值由拓扑变化状态机设置为 FALSE。

17.18.37 tcAck

这是一个布尔变量，如果要传输带有拓扑更改确认标志的配置消息，则设置为 TRUE。该消息将在下一次传输机会时传输。其值由端口传输状态机设置为 FALSE。

17.18.38 tcProp

这是一个布尔变量，可以由任何其他端口的拓扑变化状态机设置为 TRUE，以指示拓扑变化应通过此端口传播。其值由拓扑变化状态机设置为 FALSE。

17.18.39 刻度

该变量每隔一秒被设置为 TRUE，由状态机定义之外的系统时钟操作完成。该变量由端口定时器状态机设置为 FALSE。

此时钟功能的提供是特定于实现的。

17.18.40 txCount

这是端口传输状态机用来限制最大 BPDU 传输速率的计数器。

17.18.41 updт信息

端口角色选择状态机将此变量设置为 TRUE，以指示端口信息状态机应将 specifiedPriority 复制到 portPriority，将 specifiedTimes 复制到 portTimes。端口信息状态机将其值设置为 FALSE。

注意——如果收到的 BPDU 携带的信息与之前收到的信息相同，则状态机的操作不会调用重新选择。

17.19 状态机程序

修改多个变量（单个端口的多个变量或多个端口的变量）的过程的名称使用以下命名约定：

- 一个)放：** 该过程将变量的值设置为 TRUE。
- b) **清除：** 该过程将变量的值设置为 FALSE。
- c) **更新：** 该过程以其他方式设置变量的值。

后缀“Bridge”用于表示可以修改 Bridge 所有端口中的变量的过程。例如，**设置同步桥()** 是为所有桥接端口设置变量 TRUE 的过程的名称。

当使用过程来确定单个变量的值时，过程的返回值被明确分配给相关状态机中的变量。

17.19.1 clearReselectBridge()

此过程为桥的所有端口设置 reselect = FALSE。

17.19.2 disableForwarding()

此过程采取必要步骤来禁用此端口的转发功能。在禁用转发功能之前，此过程不会完成。

17.19.3 disableLearning()

此过程采取必要步骤来禁用此端口的学习功能。在禁用学习功能之前，此过程不会完成。

17.19.4 启用转发 ()

此过程采取必要步骤来启用此端口的转发功能。在启用转发功能之前，此过程不会完成。

17.19.5 启用学习 ()

此过程采取必要步骤来启用此端口的学习功能。在启用学习功能之前，此过程不会完成。

17.19.6 flush()

此过程将刷新（即删除）过滤数据库中包含有关此端口了解的信息的所有动态过滤条目，除非此端口是边缘端口（即 operEdge 为 TRUE）。

17.19.7 newTcWhile()

此过程将 tcWhile 的值设置为点对点链路（即 operPointToPointMAC 参数为 TRUE 的链路；参见 6.4.3）上 HelloTime 的两倍，其中合作伙伴桥接端口具有 RSTP 功能，否则设置为 rootTimes 的最大年龄和转发延迟组件的总和（不具有 RSTP 功能的合作伙伴或共享媒体）。

17.19.8 rcvBpdu()

如果接收到的 BPDU 是具有指定端口角色的 RST BPDU 或配置 BPDU，并且接收到的消息优先级向量（参见 17.4.2.2）严格优于端口的端口优先级向量，或者接收到的消息优先级向量的指定桥和指定端口分量与端口优先级向量和整个消息优先级向量的分量相同，或者任何接收到的计时器参数值（msgTimes - 参见 17.18.12）与 portTimes（17.18.18）中已保存的值不同，则此过程返回 SuperiorDesignatedMsg。

如果接收到的 BPDU 是具有指定端口角色的 RST BPDU 或配置 BPDU，并且消息优先级向量（msgPriority；参见 17.18.11）和接收到的计时器参数值（msgTimes；参见 17.18.12）与 portPriority（17.18.17）和 portTimes（17.18.18）中已保存的值相同，则此过程返回 RepeatedDesignatedMsg。

注 1—根据 17.4.2.2 中的定义，重复指定消息中携带的消息优先级向量优于端口优先级向量。但是，收到重复指定消息时唯一要采取的措施是更新端口的接收信息超时计时器（rcvdInfoWhile；参见 17.15.5）；因此，优先指定消息和重复指定消息之间存在区别。

如果接收到的 BPDU 是在点对点链路上接收到的，并且该 BPDU 是具有根端口角色的 RST BPDU，并且接收到的消息优先级向量的前四个组件与端口优先级向量的前四个组件相同（参见 17.4.2.2），并且 BPDU 中的 Agreement 标志已设置，则此过程返回 ConfirmedRootMsg。

注 2 — 由于 rcvdBpdu 的定义考虑了 ForceVersion 的值，并且如果 ForceVersion 的值大于或等于 2，则会阻止端口信息状态机处理 RST BPDU，因此除非 ForceVersion 大于或等于 2，否则此过程不会处理 RST BPDU。

否则，该过程将返回 OtherMsg（收到的 BPDU 包含劣质信息，或者是 TCN BPDU）。

17.19.9 记录建议 ()

如果 BPDU 是具有指定端口角色的 RST BPDU，且 BPDU 中设置了 Proposal 标志，并且连接的 LAN 是点对点链路，则 recordProposed() 返回 TRUE。否则，返回 FALSE。

注：由于 rcvdBpdu 的定义考虑了 ForceVersion 的值，并且如果 ForceVersion 的值大于或等于 2，则会阻止端口信息状态机处理 RST BPDU，因此除非 ForceVersion 大于或等于 2，否则此过程不会处理 RST BPDU。

17.19.10 设置SyncBridge()

此过程将桥接器的所有端口的同步设置为 TRUE。

17.19.11 设置ReRootBridge()

此过程为桥的所有端口设置 reRoot TRUE。

17.19.12 设置选定的桥 ()

如果所有端口的 reselect 为 FALSE，则此过程将桥接器所有端口的 selected 变量设置为 TRUE。如果任何端口的 reselect 为 TRUE，则此过程不采取任何措施。

17.19.13 设置TcFlags()

如果在 ConfigBPDU 或 RST BPDU 中分别设置了拓扑更改或拓扑更改确认标志，则此过程将 rcvdTc 或 rcvdTcAck 设置为 TRUE。如果 BPDU 是 TCN BPDU，则将 rcvdTcn 设置为 TRUE。

17.19.14 设置TcPropBridge()

此过程将除调用此过程的端口之外的所有端口的 tcprop 设置为 TRUE。

17.19.15 txConfig()

此过程传输配置 BPDU。BPDU 中传送的消息优先级向量 (17.4.2.2) 的前四个组件设置为此端口的 portPriority (17.18.17) 的值。如果 (tcWhile != 0)，则设置端口的拓扑更改标志。拓扑更改确认标志设置为端口的 TcAck 值。BPDU 中传送的消息年龄、最大年龄、转发延迟和 Hello Time 参数的值设置为端口的 portTimes (17.18.18) 中保存的值。

17.19.16 txRstp()

此过程传输 RST BPDU。BPDU 中传送的消息优先级向量 (17.4.2.2) 的前四个组件设置为此端口的 portPriority (17.18.17) 的值。BPDU 中的端口角色 (9.3.3) 设置为传输端口 (17.18.30) 的角色变量的当前值。BPDU 中的 Agreement 和 Proposal 标志分别设置为传输端口的 synced (17.18.35) 和 proposing (17.18.20) 变量的值。如果 (tcWhile != 0)，则为端口设置拓扑更改标志。BPDU 中的拓扑更改确认标志从未使用过，并且设置为零。BPDU 中传达的消息年龄、最大年龄、转发延迟和 Hello Time 参数的值设置为端口的 portTimes (17.18.18) 中保存的值。

17.19.17 txTcn()

此过程传输 TCN BPDU。

17.19.18 updtpBPDUVerson()

如果收到的 BPDU 是版本 0 或版本 1 PDU (TCN 或配置 BPDU)，则此过程将 rcvdSTP 设置为 TRUE。如果收到的 BPDU 是 RST BPDU 且 (ForceVersion >= 2)，则此过程将 rcvdRSTP 设置为 TRUE。

17.19.19 updtpRcvdInfoWhile()

此过程将 rcvdInfoWhile 设置为在端口上接收的生成树信息在通过收到进一步的配置消息进行刷新或过期之前将保留的秒数。

端口信息 (portPriority 和 portTimes) 的有效年龄取为收到的 BPDU 中携带的 Message Age 参数的值，以 (1/16 最大年龄) 和 1 秒中的较大者为增量，并四舍五入到最接近的整秒。此计算中使用的 Message Age 和 Max Age 的值取自 portTimes 变量 (17.18.18)。

如果此有效年龄不超过最大年龄，则分配给 rcvdInfoWhile 的值是以下两个值中较小者：

- a) 最大年龄减去有效年龄
- b) 三倍的 Hello Time

如果此有效年龄超过了最大年龄，则分配给 rcvdInfoWhile 的值为零。

17.19.20 updtpRoleDisabledBridge()

此过程将桥接器的所有端口的 selectedRole 设置为 DisabledPort。

17.19.21 updtpRolesBridge()

此过程计算以下生成树优先级向量 (17.4.2.2) 和生成树计时器值，如下所示：

- a) 根路径优先级向量对于每个未禁用且具有端口优先级向量 (portPriority 加 portId；参见 17.18.16 和 17.18.17) 已从收到的消息中记录下来且尚未过期
- b) 根路径时间 (与每个根路径优先级向量关联的 portTimes 值 (参见 17.18.18))

c) 桥梁的根优先级向量，被选为构成网桥自身的生成树优先级向量集合中的最佳向量**桥梁优先权向量** (BridgePriority；见 17.17.3) 加上所有计算出来的根路径优先级向量，这些向量的 DesignatedBridgeID 分量不等于 Bridge 自己的桥优先级向量的 DesignatedBridgeID 分量 (见 17.4.2.2)

d) 桥梁的根时间，确定如下：

1) 如果所选的根优先级向量是桥优先级向量，**根时间**等于BridgeTimes (见17.17.4)。

2) 如果所选的根优先级向量不是桥优先级向量，**根时间**等于**根路径时间**与所选的根优先级向量相关联，其中消息年龄分量以 (最大年龄分量的 1/16) 和 1 中的较大者为增量，四舍五入到最接近的整数秒。

e) **指定优先级向量**对于每个端口。

f) **指定时间**对于每个端口 (等于**根时间**)。

根优先级向量的前四个分量记录在 Bridge 的 rootPriority 变量 (17.17.6) 中。根优先级向量的第五个分量记录在 Bridge 的 rootPortId 变量 (17.17.5) 中。

根时间记录在 Bridge 的 rootTimes 变量 (17.17.7) 中。

每个端口的指定优先级向量的前四个组成部分记录在该端口的designatedPriority变量(17.18.2)中。

每个端口的指定时间记录在该端口的 specifiedTimes 变量 (17.18.3) 中。

为每个端口分配端口角色，并更新其端口优先级向量和生成树计时器信息，如下所示：

g) 如果端口已禁用 (infols = Disabled) ，则 selectedRole 设置为 DisabledPort。否则：

h) 如果端口优先级向量信息已老化 (infols = Aged) ，则设置updInfo，并将selectedRole设置为 DesignatedPort。

i) 如果端口优先级向量来自桥上的另一个端口或作为根桥的桥本身 (infols = Mine) ，则 selectedRole 设置为 DesignatedPort。此外，如果端口优先级向量与指定优先级向量不同或端口的相关计时器参数与根端口的不同，则设置 updInfo。

j) 如果在配置消息中接收到端口优先级向量且该向量未老化 (infols = Received) ，并且现在从中派生出根优先级向量，则将selectedRole设置为RootPort，并重置updInfo。

k) 如果端口优先级向量是在配置消息中收到的并且未老化 (infols = Received) ，根优先级向量现在不是从中派生出来的，指定优先级向量不高于端口优先级向量，并且端口优先级向量的指定桥和指定端口组件不反映此桥上的另一个端口，则selectedRole设置为AlternatePort，并且 updInfo被重置。

l) 如果端口优先级向量是在配置消息中收到的并且未老化 (infols = Received) ，根优先级向量现在不是从中派生出来的，指定优先级向量不高于端口优先级向量，并且端口优先级向量的指定桥和指定端口组件反映此桥上的另一个端口，则selectedRole设置为BackupPort，并且updInfo被重置。

17.20 端口定时器状态机

给定端口的端口定时器状态机负责每秒减少该端口的定时器变量。状态机在初始化时进入 ONE_SECOND 状态，并将 tick 变量设置为 FALSE。由外部系统时钟函数生成的常规一秒 tick 信号会导致转换到 TICK 状态；在该状态中，所有非零计数器都减一。然后状态机退出到 ONE_SECOND 状态以清除 tick 变量并等待下一个 tick。

使用给定计时器变量的状态机负责将该变量设置为其初始值。

端口计时器状态机应实现图 17-12 中的状态图和 17.15 中的附带定义所指定的功能。

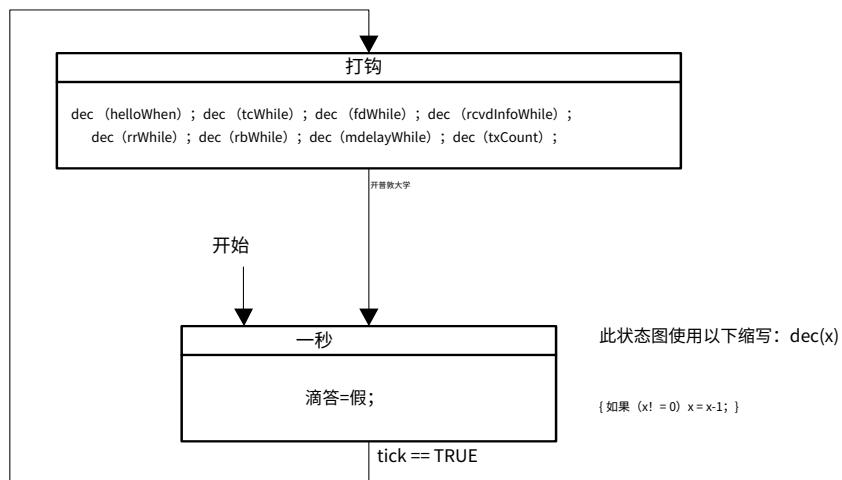


图 17-12 – 端口定时器状态机

17.21 端口信息状态机

端口信息状态机应实现图 17-13 中的状态图以及 17.15 至 17.19 中包含的伴随定义所指定的功能。

此状态机负责记录此端口当前正在使用的生成树信息，如果该信息来自传入的 BPDU，则将其老化，并在 infols 变量中记录信息的来源。此变量以及 reselect 变量、selected 变量、portPriority 变量和 portTimes 变量由状态机导出，供端口角色选择状态机使用，以确定何时需要重新计算端口角色。

DISABLED 状态在初始化时进入，或者在端口无法操作（portEnabled 为 FALSE）且 infols 不等于 Disabled 时进入。除了在此状态下执行的变量初始化功能外，infols 还设置为 Disabled、selected 设置为 FALSE 以及 reselect 设置为 TRUE，以使端口角色选择状态机重新计算网桥的端口角色。在此状态下收到的任何 BPDU 或更新端口生成树信息的请求都将被丢弃。一旦端口可操作且初始化完成，机器就会转换为 AGED 状态。

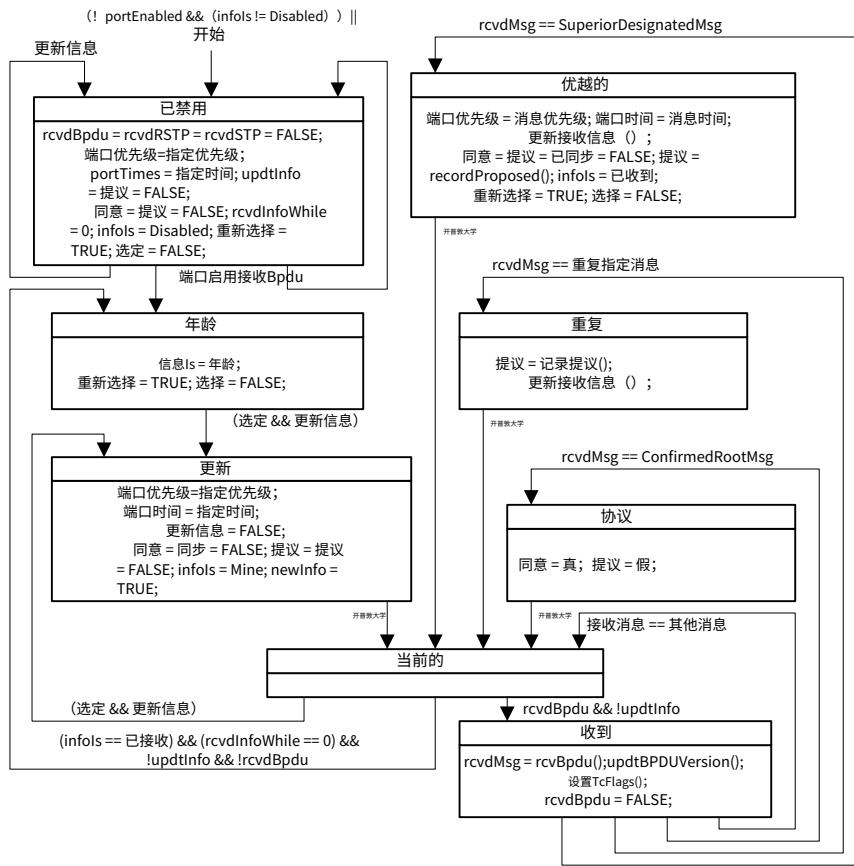


图 17-13 — 端口信息状态机

如果端口的当前生成树信息 (portPriority 和 portTimes) 源自收到的 BPDU，并且 `rcvdInfoWhile` 已过期，也可以从 CURRENT 状态进入 AGED 状态；即，在与信息关联的老化计时器过期之前，尚未使用来自同一来源的信息刷新信息。在 AGED 状态下，`infols` 变量设置为 Aged，并且 `reselect` 设置为 TRUE 以指示需要重新计算生成树角色。一旦端口角色选择状态机完成其角色的重新计算，状态机就会退出到 UPDATE 状态。

当端口角色重新计算完成时，也可以从 CURRENT 状态进入 UPDATE 状态，并且端口角色选择状态机需要端口信息状态机从指定优先级和指定时间更新端口的 portPriority 和 portTimes。`infols` 变量设置为 Mine，`newInfo` 设置为 TRUE。状态机从此状态退出到 CURRENT。

在 CURRENT 状态下，端口保存的生成树信息是最新的。状态机正在等待处理三种类型的事件：传入 BPDU 信息、旧 BPDU 信息超时或更新端口的 portPriority 和 portTimes 的请求。如果收到 BPDU，状态机将转换到 RECEIVE 状态。

在 RECEIVE 状态下，将分析 BPDU 以确定其类型，并相应地设置 `rcvdMsg` 变量。`updtnfoVersion` 函数确定 BPDU 是 Config 或 TCN BPDU，还是 RST BPDU。端口协议迁移状态机使用此信息来确定端口传输状态机将生成的 BPDU 类型。将记录 BPDU 中包含的任何拓扑更改信息。如果收到的 BPDU 包含

来自新指定桥的消息优先级向量，或来自当前指定桥的已更改消息优先级向量。如果 BPDU 携带来自当前指定桥的未更改信息，则状态机退出到 REPEAT 状态。如果收到的消息表示同意此端口可以转换为 Forwarding，则状态机退出到 AGREEMENT 状态。否则，状态机转换回 CURRENT 状态。

在 SUPERIOR 状态下，BPDU 中的消息优先级向量 (msgPriority) 记录在 portPriority 中，BPDU 中传达的计时器信息 (msgTimes) 记录在 portTimes 中，使用 BPDU 中携带的消息年龄更新 rcvdInfoWhile 计时器，并将 infols 设置为 Received。reselect 变量设置为 TRUE，以表示需要重新计算端口角色。如果 BPDU 带有 Proposal 标志，则将 suggested 设置为 TRUE。状态机转换回 CURRENT 状态。

在 REPEAT 状态下，将记录与信息相关的消息年龄，如果 BPDU 带有 Proposal 标志，则将 suggested 设置为 TRUE。使用 BPDU 中携带的消息年龄更新 rcvdInfoWhile 计时器。状态机转换回 CURRENT 状态。

在 AGREEMENT 状态下，同意设置为 TRUE，提议设置为 FALSE，并且状态机转换回 CURRENT 状态。

17.22 端口角色选择状态机

端口角色选择状态机应实现图 17-14 中的状态图以及 17.15 至 17.19 中包含的伴随定义所指定的功能。

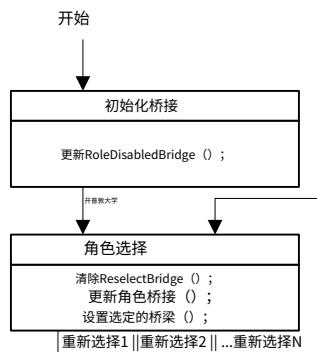


图 17-14 – 端口角色选择状态机

该状态机负责计算桥的所有端口的端口角色。

初始化时，进入 INIT_BRIDGE 状态，将 Bridge 的所有 Port 的 Port 角色设置为 Disabled Port，状态机转换为 ROLE_SELECTION 状态。

只要任何 Bridge Port 的重新选择变量变为 TRUE，就会重新进入 ROLE_SELECTION 状态，这表明需要重新计算端口角色。进入该状态时，Bridge 的所有端口的重新选择变量都设置为 FALSE。然后，updRolesBridge 函数（参见 17.19.21）通过将每个端口的 selectedRole 变量的值设置为适当的值（DisabledPort、RootPort、DesignatedPort、BackupPort 或 AlternatePort）来计算端口角色。计算完成后，每个端口的选定变量都设置为 TRUE。

在计算开始之前清除重新选择变量可确保如果在计算过程中有新的信息可用，则在计算完成时将立即重新进入 ROLE_SELECTION 状态。

17.23 端口角色转换状态机

端口角色转换状态机应实现图 17-15、图 17-16 和图 17-17 中的状态图以及 17.15 至 17.19 中包含的伴随定义所指定的功能。

由于图 17-15、图 17-16 和图 17-17 是同一状态机的组成部分，因此与所有三个图相关的全局转换都是从这三个图中任意一个所示状态的可能退出转换。

该状态机使用两个变量，学习和转发（参见 17.18.4 和 17.18.8）向端口状态转换状态机发出需要更改端口状态的信号。当端口状态转换实际发生时，使用另外两个变量，学习和转发（参见 17.18.5 和 17.18.9）向该状态机发回信号。因此，在该状态机中，依赖于实际端口状态的状态转换由学习或转发变量的当前值限定。与请求更改端口状态有关的状态转换由学习或转发变量的当前值限定，以避免在端口状态转换状态机正在执行先前的请求时重复请求更改为同一端口状态。

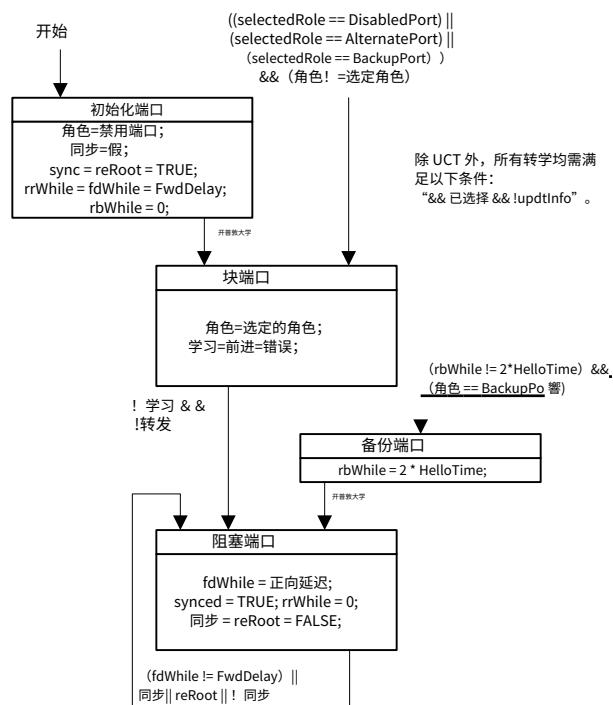
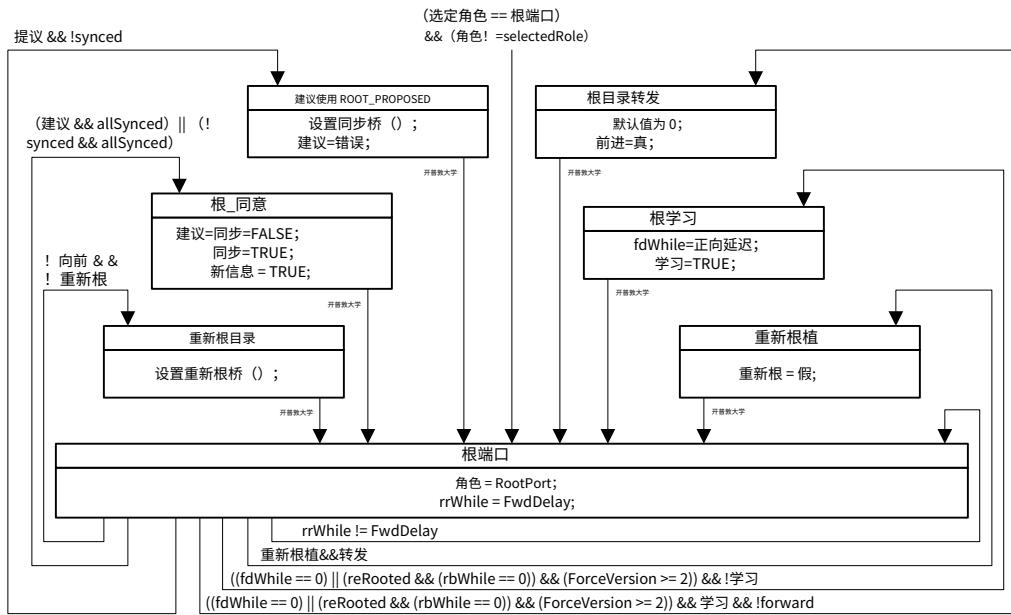
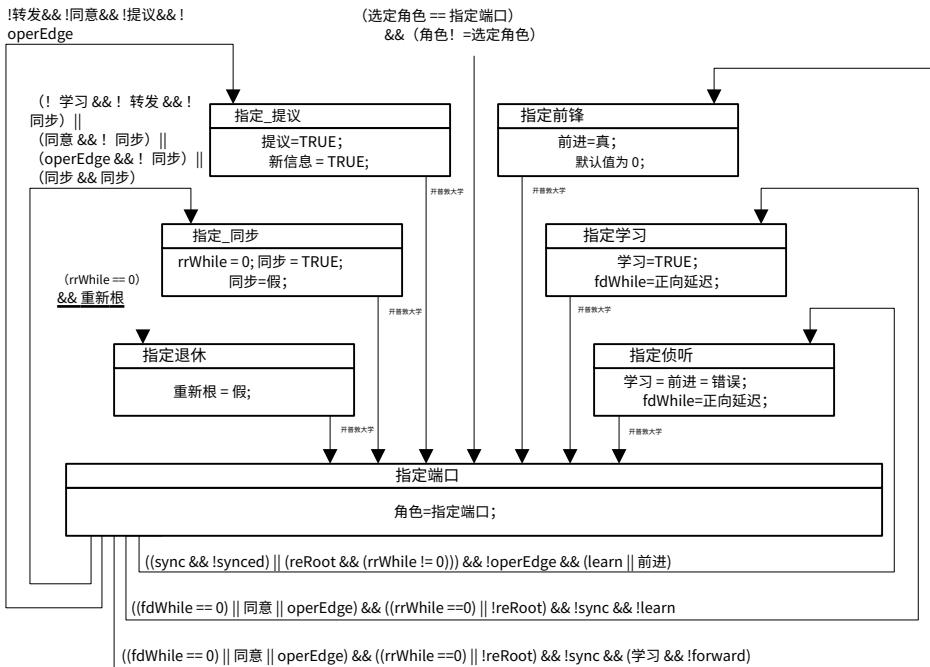


图 17-15 - 端口角色转换状态机 - 第 1 部分：已禁用，
替补和后备角色



除 UCT 外，所有转换都符合“**&& selected && !updInfo**”的条件。此图使用了以下缩写：
全部同步: $(synced1 \&\& synced2 \&\& \dots \& syncedN)$ 对于除此根端口之外的所有端口。**重新扎根**: $((rrWhile1 == 0) \&\& (rrWhile2 == 0) \&\& \dots \& (rrWhileN == 0))$ 适用于除此根端口之外的所有端口。

图 17-16 - 端口角色转换状态机 - 第 2 部分：根端口角色



除了 UCT 之外的所有转换都符合“**&& selected && !updInfo**”的限定。

图 17-17 - 端口角色转换状态机 - 第 3 部分：指定端口角色

17.23.1 禁用、替代和备份端口角色转换

图 17-15 显示了端口角色转换状态机的初始化以及禁用、替代和备份角色及其相关状态。

初始化时进入 INIT_PORT 状态。角色变量（端口的当前角色）设置为 DisabledPort。将 synced、sync、reRoot、rrWhile、fdWhile 和 rbWhile 变量设置为其初始状态后，状态机将转换到 BLOCK_PORT 状态。

注意——初始化操作还将导致端口信息状态机将 infols 设置为 Disabled，这反过来将导致端口角色选择状态机将端口的 selectedRole 设置为 DisabledPort。

如果状态机理解的当前角色 (role) 与端口角色选择状态机选择的角色 (selectedRole) 之间存在差异，并且 selectedRole 是 DisabledPort、AlternatePort 或 BackupPort，则进入 BLOCK_PORT 状态；即，任何应将端口永久置于丢弃端口状态的状态。将 role 设置为 selectedRole 的值，并将 learn 和 forward 设置为 FALSE，以禁用学习和转发。一旦学习和转发都被禁用，状态机就会转换为 BLOCKED_PORT 状态。

BLOCKED_PORT 状态将 sync 和 reRoot 设置为 FALSE，并将 synced 设置为 TRUE。rrWhile 计时器被清除，fdWhile 设置为 FwdDelay。如果 sync 或 reRoot 变为 TRUE，或者 synced 变为 FALSE，则重新进入此状态。如果 fdWhile 不等于 FwdDelay，也会重新进入该状态；这确保如果随后发生角色更改以使其成为根端口或指定端口，则 fdWhile 的值等于 FwdDelay。

如果 rbWhile 的值不等于 HelloTime 的两倍并且端口角色为 BackupPort，则会发生从 BLOCKED_PORT 到 BACKUP_PORT 的转换；这可确保在发生角色更改为 RootPort 或 DesignatedPort 时，rbWhile 的值将达到最大值。

17.23.2 根端口角色转换

图 17-16 显示了与根端口角色相关的关系。

如果端口角色选择状态机计算端口角色导致 selectedRole 更改为 RootPort，则可从图 17-15 和图 17-17 中的任意状态进入 ROOT_PORT 状态。也可以通过 UCT 从图 17-16 中所示的任意其他状态进入此状态。如果先前的角色是 DisabledPort、AlternatePort 或 BackupPort，则进入此状态时 fdWhile 的值将等于 Fwd-Delay。如果先前的角色是 DesignatedPort，则进入此状态时 fdWhile 可以取 0 到 FwdDelay 之间的任意值，具体取决于端口为 DesignatedPort 时朝向转发端口状态的进展情况。进入此状态时，角色变量设置为 Root-Port，rrWhile 设置为 FwdDelay。如果 rrWhile 不等于 FwdDelay，则重新进入 ROOT_PORT 状态。

如果尚未请求将端口状态更改为转发状态，并且尚未指示网桥的任何最近根端口恢复到丢弃端口状态，则从 ROOT_PORT 状态进入 REROOT 状态。所有网桥端口的 reRoot 变量均设置为 TRUE。

如果已请求将端口状态更改为转发，但 reRoot 请求仍未完成（reRoot 为 TRUE），则从 ROOT_PORT 状态进入 REROOTED 状态。reRoot 变量设置为 FALSE。

如果 learn 为 FALSE，则从 ROOT_PORT 状态进入 ROOT_LEARN 状态，并且：

- a) fdWhile 定时器已经过期；或者
- b) 此端口的 rbWhile 计时器为零，除此根端口之外的所有端口的 rrWhile 都为零，并且 ForceVersion 选择的协议版本为 2 或更高版本。

这些条件意味着端口状态可以从丢弃状态转换为学习状态；要么自端口状态变为丢弃状态以来，一个转发延迟时间已经到期，要么没有与任何桥接端口相关联的历史状态会阻止状态转换发生（桥接中的其他端口最近都没有成为根端口，并且该端口最近也没有成为备份端口）。将 learn 变量设置为 TRUE，以向端口状态转换状态机指示端口状态应设置为学习状态，并且 fdWhile 计时器将使用值 FwdDelay 重新启动。

如果 learn 为 TRUE，且 forward 为 FALSE，并且满足以下任一条件，则从 ROOT_PORT 状态进入 ROOT_FORWARD 状态：

- c) fdWhile 定时器已经过期；或者
- d) 此端口的 rbWhile 计时器为零，reRooted 为 TRUE，并且 ForceVersion 选择的协议版本为版本 2 或更高版本。

这些条件意味着端口状态可以从学习状态转换为转发状态；要么是自端口变为学习状态以来转发延迟时间已到期，要么是没有与任何桥接端口相关联的历史状态会阻止状态转换发生（桥接中的其他端口最近都没有成为根端口，并且此端口最近也没有成为备份端口）。forward 变量设置为 TRUE，以向端口状态转换状态机指示端口状态应设置为转发状态，并且 fdWhile 计时器被清除。

如果从 LAN 上的指定网桥接收到 Proposal 标志，并且端口与当前生成树信息不一致，则从 ROOT_PORT 状态进入 ROOT_PROPOSED 状态。同步变量针对网桥的所有端口设置为 TRUE，以强制任何非边缘端口的指定端口恢复为 Discarding，并且建议的变量被清除。

如果所有其他端口都同意当前生成树信息（对于所有其他端口，synced 为 TRUE），但此端口仍将 synced 设置为 FALSE，或者如果从 LAN 上的指定网桥接收到 Proposal 标志并且端口已经同意当前生成树信息，则从 ROOT_PORT 状态进入 ROOT AGREED 状态。proposed 和 sync 变量设置为 FALSE，synced 设置为 TRUE，newInfo 变量设置为 TRUE，以强制端口传输状态机向指定网桥发送必要的确认。

17.23.3 指定端口角色转换

图 17-17 显示了与指定端口角色相关的关系。

如果端口角色选择状态机重新计算端口角色导致 selectedRole 更改为 DesignatedPort，则从图 17-15 和图 17-16 中的任意状态进入 DESIGNATED_PORT 状态。也可以通过 UCT 从图 17-17 中所示的任意其他状态进入此状态。如果先前的角色是 DisabledPort、AlternatePort 或 BackupPort，则进入此状态时 fdWhile 的值将等于 FwdDelay。如果先前的角色是 RootPort，则进入此状态时 fdWhile 可以取零到 FwdDelay 之间的任意值，具体取决于端口为 RootPort 时朝向转发端口状态的进展情况。进入此状态时，角色变量设置为 DesignatedPort。

如果 reRoot 变量设置为 TRUE 并且 rrWhile 计时器未运行，则从 DESIGNATED_PORT 状态进入 DESIGNATED_RETired 状态；即，当前根端口已请求最近的根端口退出，但此端口不是最近的根端口。reRoot 变量设置为 FALSE。

如果 learn 或 forward 为 TRUE，且端口不是边缘端口，则从 DESIGNATED_PORT 状态进入 DESIGNATED_LISTEN 状态，并且：

- a) rrWhile 计时器正在运行，并且当前根端口已请求最近的根端口恢复到丢弃端口状态；或者
- b) 该端口与当前生成树信息不一致，并且当前根端口已指示与当前生成树信息不一致的指定端口恢复到丢弃端口状态。

learn 和 forward 变量设置为 FALSE，以向端口状态转换状态机指示端口状态应设置为 Discarding，并且 fdWhile 计时器设置为等于 FwdDelay。

如果 learn 和 sync 都为 FALSE，并且 rrWhile 未运行或根端口没有未完成的退出最近根端口的请求，并且满足以下任一条件，则从 DESIGNATED_PORT 状态进入 DESIGNATED_LEARN 状态：

- c) 转发时延已到期；或
- d) 该港口为边缘港口；或
- e) 已从连接到 LAN 的桥接器的根端口收到 BPDU 中的协议 (agreed == TRUE)。

这些条件意味着端口状态可以从丢弃状态转换为学习状态；没有与根端口相关联的状态会阻止状态转换的发生（根端口不会因任何原因请求此端口恢复为丢弃状态），并且自端口变为丢弃状态以来，一个转发延迟时间已到期，或者端口已与当前生成树信息一致，或者另一个网桥已将其端口状态与当前生成树信息同步。将 learn 变量设置为 TRUE，以向端口状态转换状态机指示端口状态应设置为学习状态，并使用值 FwdDelay 重新启动 fdWhile 计时器。

如果 forward 和 sync 都为 FALSE，且 learn 为 TRUE，并且 rrWhile 未运行或根端口没有未完成的退出最近根端口的请求，并且满足以下任一条件，则从 DESIGNATED_PORT 状态进入 DESIGNATED_FORWARD 状态：

- f) 转发时延已到期；或
- g) 该港口为边缘港口；或
- h) 已从连接到 LAN 的桥接器的根端口收到 BPDU 中的协议 (agreed == TRUE)。

这些条件意味着端口状态可以从学习状态转换为转发状态；没有与根端口相关联的状态会阻止状态转换的发生（根端口不会因任何原因请求此端口恢复为丢弃状态），并且自端口变为丢弃状态以来，一个转发延迟时间已到期，或者端口已与当前生成树信息一致，或者另一个网桥已将其端口状态与当前生成树信息同步。forward 变量设置为 TRUE，以向端口状态转换状态机指示端口状态应设置为转发状态，并且 fdWhile 计时器已清除。

如果端口不是边缘端口，且 forward 为 FALSE，端口与当前生成树信息不一致，并且端口尚未向其所连接的 LAN 上的网桥发送 Proposal 标志，则从 DESIGNATED_PORT 状态进入 DESIGNATED_PROPOSE 状态。proposal 变量设置为 TRUE 以指示要发送 Proposal 标志（并防止生成多个 Proposal），newInfo 变量设置为 TRUE 以向端口传输状态机指示有新信息要传输。

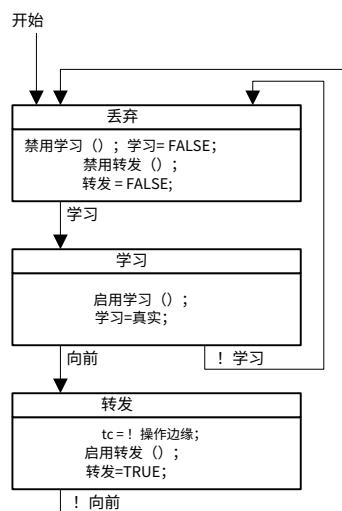
如果以下任一情况为真，则从 DESIGNATED_PORT 状态进入 DESIGNATED_SYNCED 状态：

- i) 端口既未学习也未转发，但是端口未表明它与当前生成树信息一致（同步变量为 FALSE）。
- j) 已从端口所连接的 LAN 上的网桥收到响应，表明端口可以进入转发端口状态，但端口未表明它与当前生成树信息一致。
- k) 该端口是边缘端口，但是该端口未表明它与当前生成树信息一致。
- l) 根端口已请求此端口与当前的生成树信息达成一致，并且该端口已经与当前的生成树信息达成一致。

换句话说，端口现在与当前生成树信息一致，但需要更新一个或多个与协议相关的变量以反映这一事实。synced 变量设置为 TRUE，sync 设置为 FALSE，rrWhile 计时器停止。

17.24 端口状态转换状态机

端口状态转换状态机应实现图 17-18 中的状态图以及 17.15 至 17.19 中包含的伴随定义所指定的功能。



注意：所示的每个转换都可能出现轻微的系统相关延迟。

图 17-18 — 端口状态转换状态机

该状态机模拟端口状态 (17.5) 在丢弃、学习和转发之间的变化。这些状态变化由端口角色转换状态机通过学习和转发变量发起；一旦状态机完成了这些变量状态所要求的状态转换，就会通过学习和转发变量发回信号。这允许对以下情况进行建模：在请求端口开始学习或转发和实际发生状态变化之间可能存在系统相关的延迟。disableLearning、disableForwarding、enableLearning 和 enableForwarding 函数模拟了执行这些状态变化所需发生的系统相关操作；这些函数只有在实现所需的学习或转发行为变化后才会完成其操作。

状态机在 DISCARDING 状态下初始化；学习和转发均被禁用，并且学习和转发变量设置为 FALSE。如果学习变量设置为 TRUE，则从此状态退出到 LEARNING。

进入 LEARNING 状态后，学习功能将启用，然后学习变量将设置为 TRUE。如果 learn 变为 FALSE，则状态机将转换回 DISCARDING，如果 forward 变为 TRUE，则转换到 FORWARDING。

在 FORWARDING 状态下，如果端口不是边缘端口，则 tc 变量设置为 TRUE；这会向拓扑更改状态机发出信号，表示应传播拓扑更改信息，因为此端口已添加到活动拓扑中。启用转发，然后转发变量设置为 TRUE。如果转发变为 FALSE，状态机将恢复到 DISCARDING 状态。

注意—仅当连接性增加（即，端口进入 FORWARDING 状态）时，tc 变量才设置为 TRUE；这是对 STP 操作的刻意改变，在 STP 中，连接性丢失时也会生成拓扑更改通知（即，端口从 FORWARDING 转换为 DISCARDING）。

17.25 拓扑改变状态机

拓扑改变状态机应实现图 17-19 中的状态图以及 17.15 至 17.19 中包含的伴随定义所指定的功能。

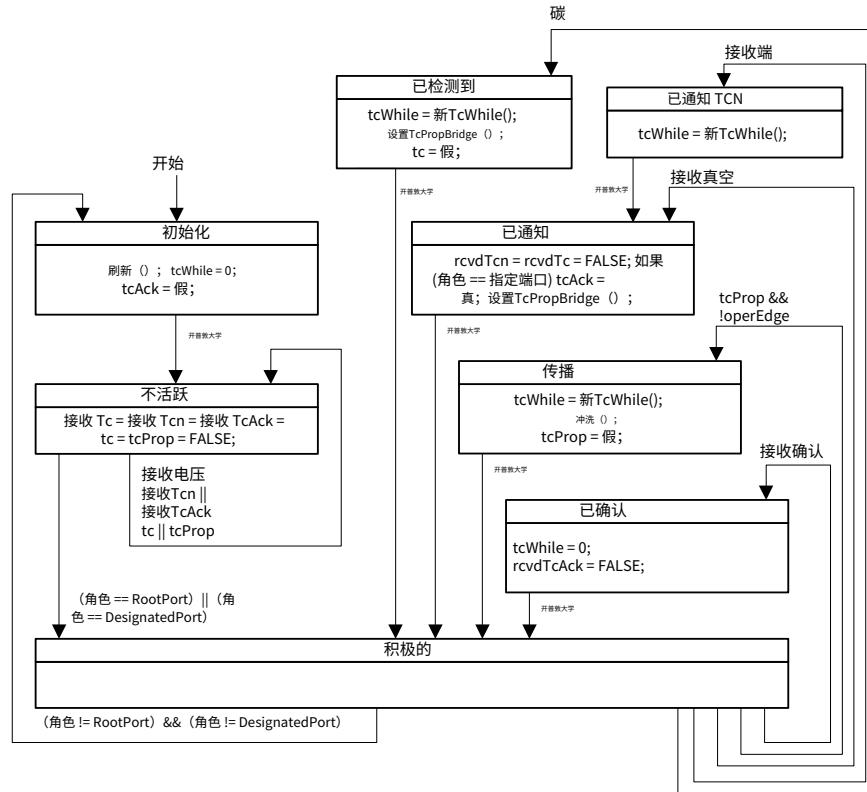


图 17-19 — 拓扑变化状态机

该状态机负责拓扑变化检测、通知和传播，以及过滤数据库刷新。

状态机在初始化时进入 INIT 状态。刷新过滤数据库以删除在此端口上学习到的信息。tcAck 变量设置为 FALSE。状态机转换为 INACTIVE 状态。

在 INACTIVE 状态下，tc、tcProp、rcvdTc、rcvdTcn 和 rcvdTcAck 变量设置为 FALSE；如果这些变量中的任何一个变为 TRUE，则重新进入该状态以强制它们再次变为 FALSE。这确保不会尝试在处于备份或备用角色的端口上传播 TC 信息。状态机将保持 INACTIVE 状态，直到端口角色变为 DesignatedPort 或 RootPort，这会导致转换为 ACTIVE。

也可以通过 UCT 从 DETECTED、NOTIFIED、PROPAGATING 和 ACKNOWLEDGED 状态进入 ACTIVE 状态。状态机保持 ACTIVE 状态，直到以下情况发生：

- a) 端口角色恢复为备用或备份，从而转换到 INIT；或
- b) tc 变量变为 TRUE，导致转换为 DETECTED；或者
- c) 收到 TCN BPDU，导致转换至 NOTIFIED_TCN；或者
- d) 收到设置了 TC 标志的 BPDU，导致转换到 NOTIFIED_TC；或者
- e) 该端口不是边缘端口，并且 tcProp 变量设置为 TRUE，从而导致转换到 PROPAGATING；或者
- f) 收到设置了 TC 确认标志的 BPDU，导致转换至 ACKNOWLEDGED 状态。

当此端口检测到拓扑变化时，将进入 DETECTED 状态。设置 tcWhile 变量（参见 17.19.7），并将桥的所有其他端口的 tcProp 设置为 TRUE，如果它们是活动拓扑的一部分并且不是边缘端口，则会导致它们传播 TC 信息。在转换回 ACTIVE 之前，会清除 tc 变量。

如果端口收到传入的 TCN 信息（即，源桥正在运行 STP），则进入 NOTIFIED_TCN 状态。为端口设置 tcWhile 计时器，以确保拓扑更改传播到此端口下游的所有桥。然后状态机转换为 NOTIFIED_TC。

如果端口接收到传入的 TC 信息，或者作为从 NOTIFIED_TCN 的无条件转换，则进入 NOTIFIED_TC 状态。如果端口角色为 DesignatedPort，则 tcAck 变量设置为 TRUE。rcvdTC 和 rcvdTCN 变量被清除，并且桥的所有其他端口的 tcProp 设置为 TRUE，如果它们是活动拓扑的一部分并且不是边缘端口，则导致它们传播 TC 信息。

如果端口不是边缘端口，并且其 tcProp 变量由桥接器的其他端口设置，则进入 PROPAGATING 状态，表示需要传播拓扑更改。设置 tcWhile 计时器（参见 17.19.7），将 tcProp 设置为 FALSE，并刷新过滤数据库以删除在此端口上学习到的信息。当 tcWhile 计时器非零时，如果端口是根端口，则端口传输状态机将以 Hello Time 间隔向根传播 TCN 消息。

如果接收到设置了 TC 确认标志的 BPDU，则进入 ACKNOWLEDGED 状态。tcWhile 变量被清除，rcvdTcAck 被设置为 FALSE。

17.26 端口协议迁移状态机

端口协议迁移状态机应实现图 17-20 中的状态图以及 17.15 至 17.19 中包含的附带定义所指定的功能。

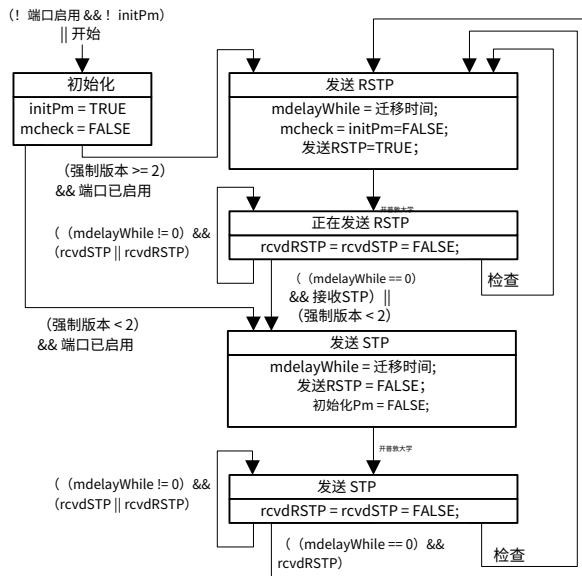


图 17-20—端口协议迁移状态机

第 9 款指定了三种 BPDU 类型，如下所示：

- a) 配置BPDU
- b) 拓扑变化通知 BPDU
- c) 快速生成树 BPDU

配置和拓扑更改通知 BPDU 是第 8 条中定义的生成树算法和协议唯一识别和传输的 BPDU 类型。快速生成树算法和协议能够识别和传输所有三种类型的 BPDU。RSTP 使用这些不同的 BPDU 类型如下：

- d) 在没有收到配置或拓扑变化通知 BPDU 的端口上（即边缘端口或仅连接到支持 RSTP 的网桥的端口），如果 ForceVersion 变量设置为 2 或更大，则只使用快速生成树 BPDU，利用拓扑变化通知标志在必要时发出拓扑变化信号。
- e) 在已收到配置或拓扑改变通知 BPDU 的端口上（即，连接到一个或多个不支持 RSTP 的网桥的端口），或者如果 ForceVersion 变量设置为小于 2，则使用配置 BPDU 和拓扑改变通知 BPDU，而不使用 RST BPDU。

为了实现这一目标，支持 RSTP 的系统必须对它们所连接的任何 LAN 上仅支持生成树算法和协议（见第 8 条）的网桥的存在保持敏感，并注意 ForceVersion 参数值，并相应地调整其对 BPDU 的使用。图 17-20 中的端口协议迁移状态机定义了如何在给定端口上使用三种类型的 BPDU。当此状态机处于 SEND_RSTP 或

SENDING_RSTP 状态，仅传输 RST BPDU，这是 RSTP 操作的要求；当此状态机处于 SEND_STP 或 SENDING_STP 状态时，仅传输配置 BPDU 和拓扑更改通知 BPDU。状态机通过 sendRSTP 参数的值将传输格式传达给端口传输状态机。mcheck 变量提供了一种方法，可以强制状态机重新检查要发送的适当 BPDU 格式（但前提是 ForceVersion 为 2 或更大）；此变量可以由管理层设置为 TRUE。

INIT 状态在初始化时或端口被禁用时进入。如果进入的原因是端口被禁用，则 initPm 变量设置为 TRUE 以防止重复重新进入此状态。当初始化完成（BEGIN 为 FALSE）且端口可操作时，如果 ForceVersion 设置为小于 2（“STP 兼容”模式），则转换到 SEND_STP 状态；否则，转换到 SEND_RSTP 状态。

也可以从 SENDING_RSTP 或 SENDING_STP 状态进入 SEND_RSTP 状态。sendRSTP 变量设置为 TRUE，导致端口传输状态机开始传输 RST BPDU。mcheck 变量设置为 FALSE，并使用常量 MigrateTime 启动 mdelayWhile。initPm 变量设置为 FALSE，以允许状态机在端口被禁用时转换到 INIT。

SENDING_RSTP 状态通过来自 SEND_RSTP 的 UCT 进入。当 mdelayWhile 运行时（非零），状态机将忽略所有收到的 BPDU；如果 rcvdRSTP 或 rcvdSTP 变为 TRUE，则重新进入状态并将变量设置为 FALSE。使用 mdelayWhile 计时器提供了一个滞后期，可避免在使用两种类型的 PDU 之间出现不必要的振荡。如果 mcheck 变为 TRUE，表示管理层已请求重新检查要发送的适当 BPDU 类型，则状态机将返回到 SEND_RSTP。一旦 mdelayWhile 计时器到期，在端口上收到配置或 TCN BPDU（rcvdSTP 为 TRUE）会导致转换到 SEND_STP。如果 ForceVersion 更改为小于 2 的值，则会发生到 SEND_STP 的转换。

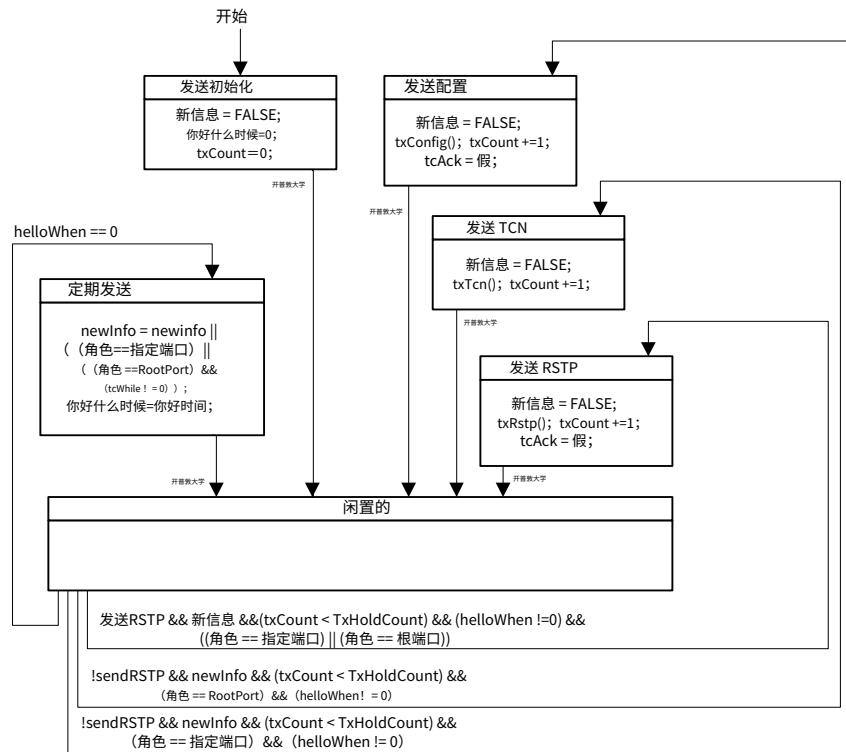
在 SEND_STP 状态下，使用 MigrateTime 重新启动 mdelayWhile，并将 sendRSTP 设置为 FALSE，从而导致端口传输状态机开始传输配置和 TCN BPDU。将 initPm 变量设置为 FALSE，以允许状态机在端口被禁用时转换到 INIT。

SENDING_STP 状态通过来自 SEND_STP 的 UCT 进入。当 mdelayWhile 运行时（0），状态机忽略所有收到的 BPDU；如果 rcvdRSTP 或 rcvdSTP 变为 TRUE，则重新进入状态并将变量设置为 FALSE。使用 mdelayWhile 计时器提供了一个滞后期，可避免在使用两种类型的 PDU 之间出现不必要的振荡。如果 mcheck 变为 TRUE，表示管理层已请求重新检查要发送的适当 BPDU 类型，则状态机返回到 SEND_RSTP。一旦 mdelayWhile 计时器到期，在端口上收到 RST BPDU（rcvdRSTP 为 TRUE）会导致转换到 SEND_RSTP。

注意：当 ForceVersion 设置为小于 2 时，变量 mcheck 和 rcvdRSTP 不能设置为 TRUE。因此，如果 ForceVersion 小于 2，则无论收到的 BPDU 类型如何，此状态机都无法转出 SENDING_STP 状态，并且管理层尝试将 mcheck 设置为 TRUE 将会失败。

17.27 端口发送状态机

端口发送状态机应实现图 17-21 中的状态图以及 17.15 至 17.19 中包含的附带定义所指定的功能。



除了 UCT 之外的所有转换都符合 “`&& selected &&!updtnfo`” 的限定。

图 17-21 — 端口发送状态机

当 newInfo 变量指示有新信息时，端口传输状态机负责以 sendRSTP 变量指示的格式传输 BPDU。状态机对 BPDU 的传输施加速率限制；每次传输时，变量 txCount 都会递增，如果 txCount 达到 TxHoldCount，则不再进行传输。端口计时器状态机的操作每秒都会减少 txCount 的值；因此，每秒都会“信用”一次进一步的传输，最多为 TxHoldCount。这样做的结果是，每个 HelloTime 周期内可以传输至少一个 BPDU，但不能超过 TxHoldCount 个 BPDU。

此状态机利用 sendRSTP 变量（由端口协议迁移状态机管理）来确定是否要传输 RST BPDU 或配置和 TCN BPDU。BPDU 中传输的实际信息有所不同，具体取决于 sendRSTP 的值，如 txConfig 和 txRstp 函数的描述中所示（参见 17.19.15 和 17.19.16）。

初始化时进入 TRANSMIT_INIT 状态。helloWhen 计时器和 txCount (HelloTime 周期内的传输次数) 被清除，newInfo 标志被设置为 FALSE。

状态机通过 UCT 从任何其他状态进入 IDLE 状态。如果发生以下任一情况，则退出此状态：

- a) 如果 helloWhen 过期，状态机将转换到 TRANSMIT_PERIODIC。
- b) 如果 sendRSTP 为 TRUE，且 newInfo 为 TRUE，且 txCount 小于 TxHoldCount，且 helloWhen 非零，并且端口是指定端口或根端口，则状态机转换到 TRANSMIT_RSTP。

- c) 如果 sendRSTP 为 FALSE, 且 newInfo 为 TRUE, 且 txCount 小于 TxHoldCount, 且端口是根端口, 并且 helloWhen 非零, 则状态机转换到 TRANSMIT_TCN。
- d) 如果 sendRSTP 为 FALSE, 且 newInfo 为 TRUE, 且 txCount 小于 TxHoldCount, 且端口为指定端口, 且 newInfo 为 TRUE, 且 helloWhen 非零, 则状态机转换到 TRANSMIT_CONFIG。

TRANSMIT_PERIODIC 状态将 helloWhen 设置为 helloTime, 并在以下情况下设置 newInfo TRUE:

- e) 该港口是指定港口; 或
- f) 该端口是根端口并且 tcWhile 正在运行。

TRANSMIT_RSTP 状态导致 RST BPDU 被传输。txCount 变量递增, newInfo 被清除, tcAck 被设置为 FALSE。

TRANSMIT_TCN 状态导致 TCN BPDU 被传输。txCount 变量增加, newInfo 被清除。

TRANSMIT_CONFIG 状态导致传输配置 BPDU。txCount 变量递增, newInfo 清除, tcAck 设置为 FALSE。

17.28 性能

本小节对桥接 LAN 中的网桥性能和 RSTP 参数设置提出了要求。这些对于确保算法和协议正常运行是必要的。

它建议使用性能参数的默认操作值。指定这些值是为了避免在操作之前设置值, 并且选择这些值是为了最大限度地提高桥接 LAN 组件互操作的便利性。

它规定了性能参数的绝对最大值。规定了适用值的范围, 以协助选择操作值并为实施者提供指导。

此处显示的值基于最初为 STP 指定的值。由于 RSTP 的操作对这些计时器的值相对不敏感, 并且在许多情况下, 这些值现在代表应对异常情况的备用计时器, 因此没有理由偏离这些计时器的推荐值。因此建议在正常运行中不要更改这些计时器的值。

注意: 在仅包含支持 RSTP 的桥接 LAN 中, 无需更改参数值, 使其与推荐值或默认值不同。但是, 为了使 RSTP 桥接能够集成到包含未实现 RSTP 的传统桥接的 LAN 中, 显示的值包括最初为第 8 条中定义的生成树算法和协议定义的允许值范围。

17.28.1 要求

为了正确运行, 桥接 LAN 中的桥接器的参数和配置应确保以下几点:

- 如果不需要, 网桥不会启动重新配置。这意味着除非发生故障, 否则网桥协议消息在其后继者到达之前不会超时。

- 重新配置后，新的活动拓扑上不会转发帧，而最初在前一个活动拓扑上转发的帧仍然在桥接 LAN 中。这确保了帧不会重复。

通过对以下内容施加限制来满足这些要求：

- 这最大桥梁直径桥接 LAN 数：**任意两个终端站连接点之间的桥接器的最大数量。
- 这最大桥接传输延迟：**网桥接收和传输转发帧之间的最大时间，超过此限制的帧将被丢弃。
- 这最大BPDU传输延迟：**在需要传输此类 BPDU 之后，传输桥接协议数据单元之前的最大延迟，如 17.7 中所述。
- 这最大消息年龄增量估计过高**这可能与传输的 BPDU 中的消息年龄参数的值或存储的桥接协议消息信息的年龄有关。
- 的价值观桥接问候时间，桥梁最大年龄，桥接转发延迟， 和 传输限制参数。**

此外，桥梁不得

- 低估了传输的 BPDU 中的消息年龄参数的增量
- 低估转发延迟
- 高估 Hello Time 间隔

17.28.2 参数值

表 17-3 至表 17-7 指定了建议的默认值、绝对最大值和参数范围。

表 17-3—最大桥梁直径

范围	受到推崇的 价值
最大桥梁直径	7

表 17-4 — 中转和传输延迟

范围	受到推崇的 价值	绝对 最大限度
最大桥接传输延迟	1.0	4.0
BPDU 传输最大延迟	1.0	4.0
最大消息年龄增量估计过高	1.0	4.0

所有时间均以秒为单位。

表 17-5 – 快速生成树算法计时器值

范围	推荐或默认值	固定值	范围
桥接问候时间	2.0	—	1.0–10.0
桥梁最大年龄	20.0	—	6.0–40.0
桥接转发延迟	15.0	—	4.0–30.0
传输限制 (TxHoldCount-参见 17.16.6)	3	—	—

所有时间均以秒为单位。—不适用。

17.28.2 子条款限制了桥接最大年龄 (Bridge Max Age) 和桥接转发延迟 (Bridge Forward Delay) 之间的关系。

表 17-6 – 桥接和端口优先级参数值

范围	推荐或默认值	范围
桥梁优先权	32,768	0–61 440 以 4096 为步长
端口优先级	128	0–240 以 16 为步长

表 17-7—路径成本参数值

范围	链接速度	受到推崇的价值	受到推崇的范围	范围
路径成本	<=100 千比特/秒	2亿*	20 000 000–200 000 000 2	1–200 000 000
路径成本	1兆位/秒	20 000 000*	000 000–200 000 000 200	1–200 000 000
路径成本	10 Mb/秒	2 000 000*	000–20 000 000 20 000–2	1–200 000 000
路径成本	100 Mb/s	20万*	000 000	1–200 000 000
路径成本	1 Gb/秒	20 000	2 000–200 000	1–200 000 000
路径成本	10 Gb/s	2 000	200–20 000	1–200 000 000
路径成本	100 Gb/s	200	20–2 000	1–200 000 000
路径成本	1 Tb/秒	20	2–200	1–200 000 000
路径成本	10 Tb/秒	2	1–20	1–200 000 000

*符合 IEEE Std 802.1D、1998 版的网桥（即仅支持 16 位路径成本值的网桥）在与支持 32 位路径成本值的网桥结合使用时，应使用 65 535 作为这些链路速度的路径成本。

如果值桥接问候时间，桥梁最大年龄，和桥接转发延迟可由管理层设置，桥应能够使用表 8-3 中规定的参数范围的全部值，分辨率为 /秒，其中 $0 < r \leq 1$ 。

桥应使用传输限制如表8-3所示。

桥接器应强制执行以下关系：

$$2 - (\text{桥接转发延迟} - 1.0 \text{ 秒}) \geq \text{桥梁最大年龄}$$

$$\text{桥梁最大年龄} \geq 2 - (\text{Bridge_Hello_Time} + 1.0 \text{ 秒})$$

建议使用默认值**路径成本**每个桥接端口的参数基于表 17-7 所示的值，这些值根据每个端口所连接的 LAN 段的速度进行选择。

如果由于聚合了两个或多个速度相同的链路而产生了中间链路速度（请参阅 IEEE Std 802.3, 2000 版），则可能需要修改表 17-7 中所示的建议值以反映链路速度的变化。但是，由于路径成本的主要目的是建立网络的活动拓扑，因此路径成本可能不适合过于紧密地跟踪此类链路的有效速度，因为生成的活动拓扑可能与网络管理员的预期不同。例如，如果网络管理员选择了利用聚合链路来实现弹性（而不是提高数据速率）的活动拓扑，则由于聚合中的一条物理链路发生故障而导致生成树拓扑发生变化是不合适的。同样，对于可以自动协商其数据速率的链路，将此类数据速率变化反映在路径成本变化中可能并不合适，这取决于网络管理员的意图。因此，作为默认行为，数据速率的这种动态变化不会自动导致相关端口的路径成本的变化。

注 1—表 17-7 中所示的值适用于全双工和半双工操作。所示推荐值和范围的目的是尽量减少需要管理路径成本的桥接器数量，以便控制桥接 LAN 的拓扑结构。

如果**桥梁优先权**和**端口优先级**每个端口的优先级都可以由管理层设置，网桥应能够使用表 17-6 指定的参数范围中的全部值，其中网桥优先级的粒度为 4096，端口优先级的粒度为 16。

注 2—桥接优先级和端口优先级的规定范围和粒度与 IEEE 标准 802.1D-1998 和本标准的早期版本中的等效文本和表格不同。这些更改的理由可以在 IEEE 标准 802.1t-2001 的 9.2.5 和 9.2.7 中找到。分别以 4096 和 16 的步长表示这些值范围（而不是以 0 到 15 范围内的 4 位值表示），允许在本标准的新旧实现中一致地管理这些参数；所选的步长值确保已重新分配的低位不能被修改，但优先级值的大小可以直接与基于标准以前版本的值进行比较。

如果值**路径成本**可由管理层设置，桥接器应能够使用表 17-7 中指定的参数范围的全部值，粒度为 1。

注 3—BPDU 能够携带 32 位路径成本信息；但是，IEEE 标准 802.1D, 1998 年版及此标准的早期修订版将路径成本参数的范围限制为 16 位无符号整数值。表 17-7 中显示的建议值利用了 BPDU 中可用的完整 32 位范围，以扩展协议支持的链路速度范围。任何中间链路速度的建议值都可以计算为 $20\ 000\ 000\ 000 / (\text{链路速度, 单位为 Kb/s})$ 。将路径成本参数的范围限制为 1-200 000 000 可确保在 20 跳的串联中累积路径成本不能超过 32 位。在使用 IEEE 标准中定义的建议值的网桥的 LAN 中。802.1D 1998 版和使用此表所示推荐值的网桥需要互通，要么需要重新配置旧网桥以使用所示路径成本值，要么需要重新配置新网桥以使用与旧网桥使用的值兼容的路径成本值。旧网桥中可配置的路径成本范围不足以容纳可用的数据速率范围。

附件 A

(规范性)

PICS 形式³

A.3.4.2 谓词

添加以下内容作为 A.3.4.2 中的 c) 项，并将后续项重新编号：

- c) 谓词名称，对于定义为布尔表达式的谓词，通过使用布尔运算符 AND 组合项引用而构成：如果所有项都标记为支持，则谓词的值为真；

更改 PICS Proforma 的表格，并添加新表格，如下所示：

A.4 ISO/IEC 15802-3 的 PICS 形式 IEEE 标准 802.1D

A.4.1 实施标识

供应商	
有关 PICS 的疑问联系点	
实施名称和版本	
全面识别所需的其他信息——例如机器名称和版本以及/或操作系统名称	
注 1—所有实施方案仅需要前三项；其他信息可根据需要填写，以满足完整识别的要求。 注 2—术语“名称”和“版本”应进行适当解释，以与供应商的术语相对应（例如，类型、系列、型号）。	

³PICS 形式的版权发布：本标准的用户可以自由复制本附件中的 PICS 形式，以便将其用于预期目的，并可进一步发布完整的 PICS。

A.4.2 协议摘要, ISO/IEC 15802-3 IEEE 标准 802.1D

协议规范识别	ISO/IEC 15802-3, 信息技术—电信 及系统间信息交换—局域网和城域网通用规范 第 3 部分: IEEE Std 802.1D, 局域网和城域网标准: 媒体访问控制 (MAC) 桥接器	
识别已作为 PICS 一部分完成的 PICS 表格的修正和更正	补充。 : 纠正。 :	补充。 : 纠正。 :
是否要求任何例外项目? (参见 A.3.3: 答案“是”表示实施不符合 ISO/IEC 15802-3 IEEE 标准 802.1D。)	不 []	是的 []

声明日期	
------	--

A.5 主要功能和选项

物品	特征	地位	参考	支持
(1a)	通讯支持 桥接端口支持哪些符合相关 MAC 标准的媒体访问控制类型?		6.5	
(1a.1) *	CSMA/CD, IEEE 标准 802.3	0.1	是的 []	不 []
(1a.2) *	令牌总线, ISO/IEC 8802-4 IEEE 标准 802.4 令牌环,	0.1	是的 []	不 []
(1a.3) *	ISO/IEC 8802-5 IEEE 标准 802.5 光纤数据接口	0.1	是的 []	不 []
(1a.4) *	(FDDI)、ISO 9314-2	0.1	是的 []	不 []
(1a.5) *	DQDB, ISO/IEC 8802-6 IEEE 标准 802.6	0.1	是的 []	不 []
(1a.6) *	冰岛, ISO/IEC 8802-9 IEEE 标准 802.9	0.1	是的 []	不 []
(1a.7) *	ISLAN 16-T, IEEE 标准 802.9a	0.1	是的 []	不 []
(1a.8) *	需求优先级, ISO/IEC 8802-12 IEEE 标准 802.12 (IEEE 标准 802.3 格式)	0.1	是的 []	不 []
(1a.9) *	需求优先级, ISO/IEC 8802-12 IEEE 标准 802.12 (ISO/IEC 8802-5 格式)	0.1	是的 []	不 []
(1a.11) *	无线局域网, ISO/IEC DIS 8802-11 IEEE 标准 802.11	0.1	是的 []	不 []
(1b)	是否所有桥接端口均支持符合 ISO/IEC 8802-2 的 LLC 类型 IEEE 标准 802.2 ?	米	7.2, 7.3, 7.12, ISO/IEC 8802-2 IEEE 标准 802.2	是的 []
(1c)	任何桥接端口是否支持源路由透明桥接操作? (如果声称支持, 还应填写附件 D 中详述的 PICS 形式表格)。	哦	附件 C	是的 [] 不 []
(1d) *	实施是否支持在任何端口上使用 adminEdgePort 和 operEdgePort 参数?	哦	5.2、14.8.2	是的 [] 不 []
	说明哪些桥接端口支持 adminEdgePort 和 operEdgePort 参数			港口 _____

A.5 主要功能和选项（持续）

物品	特征	地位	参考	支持
(1e)	该实现是否支持任意端口上的桥接检测状态机的操作? 说明哪些桥接端口支持桥接检测状态机的操作	1天： M	5.2、14.8.2、18.2 港口_____	是的 [] 不 []
(2)	帧的中继和过滤 (A.6)	米	7.5, 7.6, 7.7	是的 []
(2a)	Bridge 是否支持基本过滤服务?	米	6.6.5, 7.7.2	是的 []
(2b) *	Bridge 是否支持扩展过滤服务? 如果不支持第 (2b) 项，则标记“N/A”并继续第 (2e) 项	哦	6.6.5, 7.7.2 不适用[]	是的 [] 不 []
(2c) *	网桥是否支持动态组转发和过滤行为?	2b: M	6.6.5	是的 [] 不 []
(2d) *	网桥是否支持针对单个 MAC 地址的静态过滤信息的功能，以指定根据动态过滤信息做出转发或过滤决策的端口子集?	2b: 哟	6.6.5	是的 [] 不 []
(2e)	桥接器是否支持其任何端口上的加速流量类别?	哦	7.1.2, 7.7.3	是的 [] 不 []
(4) *	Bridge 是否支持中继帧的优先级管理?	哦	6.5、7.5.1、 7.7.3, 7.7.5, 表 7-1, 表 7-2、表 7-3	是的 [] 不 []
(5)	过滤信息的维护 (A.7)	米	7.8, 7.9	是的 []
(7a)	管理层可以读取过滤数据库吗?	哦	7.9	是的 [] 不 []
(7c) *	静态过滤条目可以创建和删除吗?	哦	7.9.1	是的 [] 不 []
(7克)	可以在永久数据库中创建和删除静态过滤条目吗?	哦	7.9.6	是的 [] 不 []
(7小时)	是否可以为给定的 MAC 地址规范创建静态过滤条目，并为每个入站端口提供不同的端口映射?	哦	7.9.1	是的 [] 不 []
(7—)	GMRP 可以动态创建、更新和删除组注册条目吗?	2c:M	7.9.3, 10	是的 [] 不适用 []
(10)	寻址 (A.8)	米	7.12	是的 []
(9a) *	可以将网桥配置为使用 48 位通用地址吗?	O.3 <u>2</u>	7.12	是的 [] 不 []
(9b) *	可以将网桥配置为使用 48 位本地地址吗?	O.3 <u>2</u>	7.12	是的 [] 不 []
(13) *	生成树算法和协议 (A.9)	米O.3	8、9	是的 [] 不 []
(第—) *	<u>快速生成树算法和协议 (A.10)</u>	O.3	9、17	是的 [] 不 []

A.5 主要功能和选项（持续）

物品	特征	地位	参考	支持
<u>(两个都)</u>	<u>在任意时刻，桥接器的所有端口上仅支持生成树算法或快速生成树算法之一</u>	两人均：M	5.2	是的 [] 不适用 []
<u>(边缘)</u>	<u>实现 adminEdge 和 operEdge 以及 Bridge Detection 状态机</u>	第一名：M	5.1、17.13、IEEE 标准 802.1t-2001 第 18 条	是的 [] 不适用 []
<u>(点对点)</u>	<u>实施 adminPointToPointMAC 和 operPointToPointMAC 以及相关的 MAC 程序</u>	第一名：M	6.4, 6.5	是的 [] 不适用 []
(16) *	网桥是否支持生成树拓扑的管理？	哦	8.2, 17.2	是的 [] 不 []
(17) *	Bridge 是否支持协议计时器的管理？	哦	8.10, 17.28	是的 [] 不 []
(19) *	桥梁管理运营	哦	14	是的 [] 不 []
(20a) *	桥梁管理操作是否通过远程管理协议支持？	19: O.4	5	是的 [] 不 [] 不适用 []
(20b) *	是否通过本地管理接口支持桥梁管理操作？	19: O.4	5	是的 [] 不 [] 不适用 []

谓词：

两者 = 13 且 rst

A.6 帧的中继和过滤

物品	特征	地位	参考	支持
(2f)	接收到的带有媒体访问方法错误的帧会被丢弃吗？	米	6.4, 7.5	是的 []
(2克)	正确接收的帧是否提交至学习过程？	米	7.5	是的 []
(2小时)	用户数据帧是唯一经过中继的帧类型吗？	米	7.5	是的 []
(2一)	没有响应的请求帧是唯一中继的帧吗？	米	7.5	是的 []
(2j)	所有发往桥接协议实体的帧是否都提交给了它？	米	7.5	是的 []
(2千)	用户数据帧是唯一传输的帧类型吗？	米	7.6	是的 []
(2升)	是否只传输没有响应帧的请求帧？	米	7.6	是的 []
(2分钟)	中继帧是否仅在 7.7.3 中的条件下排队传输？	米	7.7.3, 8.4	是的 []
(2n)	中继帧的顺序是否按照转发过程的要求保留？	米	7.7.3, 7.1.1	是的 []
(2o)	中继帧是否仅提交给 MAC 实体进行一次传输？	米	7.7.4, 6.3.4	是的 []

A.6 帧的中继和过滤（持续）

物品	特征	地位	参考	支持
(2页)	是否对中继帧强制实施最大桥接传输延迟？	米	7.7.3	是的 []
(2q)	如果端口离开转发状态，排队的帧会被丢弃吗？	米	7.7.3	是的 []
(2号)	中继帧的用户优先级是否尽可能保留？	米	6.4	是的 []
(2秒)	否则，用户优先级是否设置为接收端口的默认用户优先级？	米	6.4	是的 []
(2吨)	是否通过用户优先级再生表来再生用户优先级？	米	7.5.1, 表 7-1	是的 []
(2单位)	再生用户优先级到流量类别的映射是否通过流量类别表执行？	米	7.7.3, 表 7-2	是的 []
(2v)	访问优先级是否源自网桥支持的每种出站媒体访问方法的表 7-3 中的值定义的再生用户优先级？	米	7.7.5, 表 7-3	是的 []
(2周)	该实现是否会导致未检测到的帧错误率高于通过保留 FCS 可实现的帧错误率？	十	7.7.6, 6.3.7	不 []
(2倍)	在同一 MAC 类型的端口之间中继的帧的 FCS 是否被保留？	哦	7.7.6	是的 [] 不 []
(2岁)	在接收到桥接端口的本地 MAC 实体传输的有效帧时，桥接器是否会生成 M_UNITDATA.indication 原语？	MS1: X	6.5.4, ISO 9314-2	不 [] 不适用 []
(2z)	是否仅使用异步服务？	MS1: M	ISO 9314-2 第 8.1.4 条	是的 [] 不适用 []
(2aa)	在从 FDDI 环接收到要转发的帧时，网桥是否设置 C 指示器？	MS1: 哟	6.5.4, ISO 9314-2 第 7.3.8 条	是的 [] 不 [] 不适用 []
(2ab)	当从 FDDI 环接收到一个帧并进行转发时，网桥是否保持 C 指示器不变？	MS1: 哟	6.5.4, ISO 9314-2 第 7.3.8 条	是的 [] 不 [] 不适用 []
	如果第 4 项不受支持，则标记“N/A”并继续第 (4d) 项			不适用 []
(4a) *	每个端口的默认用户优先级参数是否可以设置为 0 至 7 范围内的任意值？	4: 0..5	6.4	是的 [] 不 []
(4b) *	每个端口的用户优先级再生表中的条目是否可以设置为表 7-1 所示的全部值范围？	4: 0..5	7.5.1, 表 7-1	是的 [] 不 []
(4c)	每个端口的流量类别表中的条目是否可以设置为表 7-2 所示的所有值？	MS2: 哟	7.7.3, 表 7-2	是的 [] 不 [] 不适用 []
	如果支持第 4 项，则标记“N/A”并继续第 (4g) 项			不适用 []
(4d)	网桥是否支持每个端口的默认用户优先级参数的推荐默认值？	¬ 4:M	6.4	是的 []

A.6 帧的中继和过滤（持续）

物品	特征	地位	参考	支持
(4e)	网桥是否支持表 7-1 中定义的每个端口接收用户优先级和再生用户优先级之间的推荐默认映射？	¬ 4:M	7.5.1, 表 7-1	是的 []
(4f)	网桥是否支持表 7-2 中所示的每个端口的推荐默认 user_priority 到流量类别映射？	三叉戟	7.7.3, 表 7-2	是的 [] 不适用 []
(4克)	在确定所示媒体访问方法的访问优先级时，网桥是否可以使用表 7-3 中所示值以外的任何值？	+	7.7.5, 表 7-3	不 []

谓词：

MS1 = 1a.4 与非 (1a.1 或 1a.2 或 1a.3 或 1a.5 或 1a.6 或 1a.7 或 1a.8 或 1a.9) MS2 = 2d 与

4

MS3 = 2d 且不为 4

A.7 过滤数据库中过滤条目的维护

物品	特征	地位	参考	支持
(5a)	当且仅当港口国允许时，才会创建和更新动态过滤条目吗？	米	7.8、7.9.2、8.4	是的 []
(5b)	在收到具有组源地址的帧时是否会创建动态过滤条目？	+	7.8, 7.9.2	不 []
(5c)	过滤数据库是否支持静态过滤条目？	米	7.9.1	是的 []
(5d)	是否可以创建与现有静态过滤条目冲突的动态过滤条目？	+	7.8, 7.9, 7.9.1, 7.9.2	不 []
(5e)	过滤数据库是否支持动态过滤条目？	米	7.9.2	是的 []
(5f)	创建静态过滤条目是否会删除动态过滤条目中针对同一地址的任何冲突信息？	米	7.9.1, 7.9.2	是的 []
(5克)	每个静态过滤条目是否指定一个 MAC 地址规范和一个端口映射？	米	7.9.1	是的 []
(5小时)	如果在老化时间内没有更新，动态过滤条目是否会从过滤数据库中删除？	米	7.9.2	是的 []
(5—)	每个动态过滤条目是否指定一个 MAC 地址规范和一个端口映射？	米	7.9.2	是的 []
(5j)	过滤数据库是否使用永久数据库中包含的条目进行初始化？	米	7.9.6	是的 []
	如果不支持第 (2c) 项，则标记 N/A 并继续第 (6a) 项			不适用 []
(5千)	每个组注册条目是否指定一个 MAC 地址规范和端口映射？	2c:M	7.9.3	是的 []

A.7 过滤数据库中过滤条目的维护（持续）

物品	特征	地位	参考	支持
(5升)	组注册表项中的 MAC 地址规范可以代表所有组、所有未注册的组还是特定组的 MAC 地址？	2c:M	7.9.3	是的 []
(5分钟)	组注册条目是否按照 GMRP 的规范在过滤数据库中创建、更新和删除？	2c:M	7.9.3, 10	是的 []
(5n)	除了通过 GMRP 操作之外，是否还可以通过其他方式在过滤数据库中创建、更新和删除组注册条目？	2c:X	7.9.3, 10	不 []
(6a)	说明过滤数据库的大小。	米	7.9	_____ 条目
(6b)	说明永久数据库的大小。	米	7.9	_____ 条目
	如果第 (7c) 项不受支持，则标记 N/A 并继续第 (8a) 项			不适用 []
(7d)	可以为单个 MAC 地址创建静态过滤条目吗？	7c: 米	7.9.1	是的 []
(7e)	可以为组 MAC 地址创建静态过滤条目吗？	7c: 米	7.9.1	是的 []
(7f)	可以为广播 MAC 地址创建静态过滤条目吗？	7c: 米	7.9.1	是的 []
(8a)	是否可以将网桥配置为使用表 7-4 中推荐的老化时间默认值？	哦	7.9.2, 表 7-4	是的 [] 不 []
(8b)	网桥是否可以配置为使用表 7-4 中指定的老化时间值范围中的任意一个？	哦	7.9.2, 表 7-4	是的 [] 不 []

A.8 寻址

物品	特征	地位	参考	支持
(10a)	每个端口都有单独的 MAC 地址吗?	米	7.12.2	是的 []
(10b)	所有 BPDU 是否都传输到同一个组地址?	米	7.12.3, 8.2	是的 []
	如果不支持第 (9a) 项，则标记 N/A 并继续第 (10d1) 项			不适用 []
(10分)	当使用通用地址时，所有 BPDU 是否都会传输到桥接协议组地址?	9a: 米	7.12.3, 8.2	是的 []
(10天)	BPDU 的源地址是发送端口的地址吗?	9a: 米	7.12.3	是的 []
(10d1)	BPDU 的 LLC 地址是否是生成树协议识别的标准 LLC 地址?	米	7.12.3, 表 7-8	是的 []
(10e)	桥接地址是通用地址吗?	米	7.12.5, 8.2	是的 []
(10f)	网桥中继的帧是否发往任何保留地址?	+	7.12.6	不 []
	如果第 (13) 项不支持，则标记 N/A 并继续第 (11c) 项			不适用 []
(11a)	是否可以使用端口的 MAC 地址和分配的 LSAP 通过每个端口进行桥接管理?	13: 哟	7.12.4	是的 [] 不 []
(11b)	是否可以使用所有 LAN 桥接管理组地址通过所有端口访问桥接管理?	13: 哟	7.12.4	是的 [] 不 []
(11c)	桥地址是端口1的地址吗?	9a: 哟	7.12.5	是的 [] 不 [] 不适用 []
(11d)	永久数据库中预先配置的保留地址之外是否有组地址?	哦	7.12.6	是的 [] 不 []
	如果第 (11d) 项不受支持，则标记 N/A 并继续第 (12a) 项			不适用 []
(11e)	可以删除过滤数据库中的附加预配置条目吗?	11天: 哟	7.12.6	是的 [] 不 []
(12a)	是否可以分配一组 MAC 地址来识别桥接协议实体?	9b: 米	8.2	是的 [] 不适用 []
(12c)	每个桥梁端口是否都有一个独特的标识符?	米	8.2、8.5.5.1	是的 []

A.9 生成树算法

物品	特征	地位	参考	支持
	<u>如果第(13)项不受支持，则标记 N/A 并从 A.10 的开始继续。</u>			不适用[]
(13a)	以下所有桥梁参数是否均得到维护?	米	8.5.3	是的 []
	指定根		8.5.3.1	
	根成本		8.5.3.2	
	根端口		8.5.33	
	最大年龄		8.5.3.4	
	你好时间		8.5.3.5	
	转发延迟		8.5.3.6	
	桥梁识别符		8.5.3.7	
	桥梁最大年龄		8.5.3.8	
	桥接问候时间		8.5.3.9	
	桥接转发延迟		8.5.3.10	
	检测到拓扑变化		8.5.3.11	
	拓扑变化		8.5.3.12	
	拓扑变化时间		8.5.3.13	
	保持时间		8.5.3.14	
(13b)	以下所有桥接计时器是否均已维护?	米	8.5.4	是的 []
	你好定时器		8.5.4.1	
	拓扑改变通知定时器		8.5.4.2	
	拓扑改变定时器		8.5.4.3	
(13c)	每个端口是否都维护以下所有端口参数?	米	8.5.5	是的 []
	端口标识符		8.5.5.1	
	状态		8.5.5.2, 8.4	
	路径成本		8.5.5.3	
	指定根		8.5.5.4	
	指定费用		8.5.5.5	
	指定桥梁		8.5.5.6	
	指定端口		8.5.5.7	
	拓扑改变确认		8.5.5.8	
	配置待定		8.5.5.9	
	已启用变更检测		8.5.5.10	
(13d)	是否为每个端口维护以下所有计时器?	米	8.5.6	是的 []
	消息年龄定时器		8.5.6.1	
	转发延迟定时器		8.5.6.2	
	保持定时器		8.5.6.3	
(十三)	是否按照下列每个事件的要求维护协议参数和计时器并传输 BPDU?	米	8.7, 8.9, 8.5.3, 8.5.4, 8.5.5, 8.5.6	是的 []
	收到的配置 BPDU		8.7.1	

A.9 生成树算法（持续）

物品	特征	地位	参考	支持
	收到拓扑变化通知 BPDU		8.7.2	
	Hello 定时器到期		8.7.3	
	消息年龄定时器到期		8.7.4	
	转发延迟定时器到期		8.7.5	
	拓扑变化通知定时器到期		8.7.6	
	拓扑变化计时器到期		8.7.7	
	保持定时器到期		8.7.8	
(13f)	以下操作是否会修改协议参数和计时器，并按要求传输 BPDU？	米	8.8, 8.9, 8.5.3, 8.5.4, 8.5.5, 8.5.6	是的 []
	初始化		8.8.1	
	启用端口		8.8.2	
	禁用端口		8.8.3	
	设置桥接优先级		8.8.4	
	设置端口优先级		8.8.5	
	设置路径成本		8.8.6	
(13g)	实现是否支持将“更改检测已启用”参数的值设置为“已禁用”？	哦	8.5.5.10	是的 [] 不 []
(14a)	网桥是否低估了传输的 BPDU 中的消息年龄参数的增量？	十	8.10.1	不 []
(14b)	桥接器是否低估了前向延迟？	十	8.10.1	不 []
(14c)	Bridge 是否高估了 Hello Time 间隔？	十	8.10.1	不 []
(15a)	桥接器是否使用指定的保持时间值？	米	8.10.2, 表 8-3	是的 []
(15b)	作为默认行为，端口的路径成本是否不受端口数据速率的任何动态变化的影响？	米	8.10.2	是的 []
	如果第 (16) 项不支持，请标记 N/A 并继续第 (17a) 项			不适用 []
(16a)	可以设置 Bridge 的相对优先级吗？	16: 米	8.2、8.5.3.7、 8.8.4	是的 []
(16b)	可以设置端口的相对优先级吗？	16: 米	8.2、8.5.5.1、 8.8.5	是的 []
(16c)	可以设置每个端口的路径成本吗？	16: 米	8.2、8.5.5.3、 8.8.6	是的 []
	如果第 (17) 项不支持，请标记 N/A 并继续第 (18a) 项			不适用 []
(17a)	Bridge Max Age 是否可以设置为指定范围内的任意值？	17: 米	8.10.2、8.5.3.8、 表 8-3	是的 []
(17b)	桥接问候时间 (Bridge Hello Time) 是否可以设置为指定范围内的任意值？	17: 米	8.10.2、8.5.3.9、 表 8-3	是的 []
(17c)	桥接转发延迟是否可以设置为指定范围内的任意值？	17: 米	8.10.2, 8.5.3.10, 表 8-3	是的 []

A.9 生成树算法（持续）

物品	特征	地位	参考	支持
(18a)	所有 BPDU 都包含整数个八位字节吗？	米	9.1.1	是的 []
(18b)	以下所有 BPDU 参数类型是否均按规定进行编码？	米	9.1.1, 9.2	是的 []
	协议标识符		9.2.1	
	协议版本标识符		9.2.2	
	BPDU 类型		9.2.3	
	标志		9.2.4	
	桥梁标识符		9.2.5	
	根路径成本		9.2.6	
	端口标识符		9.2.7	
	计时器值		9.2.8	
(18c)	配置 BPDU 是否具有以下格式， <u>参数</u> 和 <u>参数价值</u> 指定了吗？	米	9.3.1	是的 []
(18d)	拓扑更改通知 BPDU 是否具有以下格式， <u>参数</u> 和 <u>参数价值</u> 指定了吗？	米	9.3.2	是的 []
(18e)	收到的 BPDU 是否按照规定进行验证？	米	9.3.4	是的 []

A.10 快速生成树算法

物品	特征	地位	参考	支持
	<u>如果不支持项目（RST），则标记N/A并从 A.11 的开始继续。</u>			<u>不适用 []</u>
<u>（备份）</u>	<u>提供桥梁和港口的标识符</u>	米	<u>17.2</u>	<u>是的 []</u>
<u>（第 1 段）</u>	<u>不超过 17.28.2 中的最大桥接传输延迟、最大消息年龄增量估计和最大 BPDU 传输延迟的值</u>	米	<u>5.1、17.28.2</u>	<u>是的 []</u>
<u>（第 2 段）</u>	<u>使用表 17-5 中给出的传输限制值</u>	米	<u>5.1、表17-5</u>	<u>是的 []</u>
<u>（增加）</u>	<u>在计算活动拓扑时包含活动端口</u>	米	<u>17.5</u>	<u>是的 []</u>
<u>（赞成）</u>	<u>处理在活动拓扑计算中包含的端口上收到的 BPDU</u>	米	<u>17.5</u>	<u>是的 []</u>
<u>（dis）</u>	<u>丢弃处于 Discarding 状态的接收帧</u>	米	<u>17.5</u>	<u>是的 []</u>
<u>（学习）</u>	<u>将站点位置信息纳入学习和转发状态下的过滤数据库</u>	米	<u>17.5</u>	<u>是的 []</u>
<u>（近端）</u>	<u>未将站点位置信息纳入处于丢弃状态的过滤数据库</u>	米	<u>17.5</u>	<u>是的 []</u>
<u>（左）</u>	<u>将学习到的 MAC 地址从即将淘汰的根端口转移到新的根端口</u>	哦	<u>17.10</u>	<u>是的 [] 不 []</u>

A.10 快速生成树算法（持续）

物品	特征	地位	参考	支持
(小說)	<u>每个网桥有一个端口角色选择状态机的实例，每个端口有所有其他状态机的实例</u>	米	<u>17.13</u>	是的 []
(ptmr)	<u>端口定时器状态机支持</u>	米	<u>17.15、17.20</u>	是的 []
(pism)	<u>端口信息状态机支持</u>	米	<u>17.15、17.21</u>	是的 []
(prssm)	<u>端口角色选择状态机支持</u>	米	<u>17.15、17.22</u>	是的 []
(prtcm)	<u>端口角色转换状态机支持</u>	米	<u>17.15、17.23</u>	是的 []
(pstsm)	<u>端口状态转换状态机支持</u>	米	<u>17.15、17.24</u>	是的 []
(tcsm)	<u>拓扑改变状态机支持</u>	米	<u>17.15、17.25</u>	是的 []
(百万分率)	<u>端口协议迁移状态机支持</u>	米	<u>17.15、17.26</u>	是的 []
(ptsd)	<u>端口传输状态机支持</u>	米	<u>17.15、17.27</u>	是的 []
(CDE)	<u>不支持 Change Detection Enabled 参数</u>	米	<u>5.2</u>	是的 []
(预计)	<u>不是： 低估了传输的 BPDU 中的消息年龄参数的增 量。 低估前向延迟。 当作为 Root 时，高估 Hello Time 间隔。</u>	米	<u>17.28.1</u>	是的 []
(htim)	<u>传输限制的使用</u>	米	<u>表 17-5</u>	是的 []
(前)	<u>参数关系的执行</u>	米	<u>17.28.2</u>	是的 []
(pcst)	<u>不默认使用自动路径成本变化</u>	米	<u>17.28.2</u>	是的 []
(上一页)	<u>优先级值的范围和粒度</u>	米	<u>17.28.2</u>	是的 []
(多播抑制综合符)	<u>路径成本值的范围和粒度</u>	米	<u>17.28.2</u>	是的 []
	<u>如果项目 (16) 不受支持，则标记 N/A 并继续 (tmr1)</u>			<u>不适用 []</u>
(管理1)	<u>可以设置 Bridge 的相对优先级吗？</u>	<u>16:</u> 米	<u>17.2、17.4、 17.13</u>	是的 []
(管理2)	<u>可以设置端口的相对优先级吗？</u>	<u>16:</u> 米	<u>17.2、17.4、 17.13</u>	是的 []
(毫克3)	<u>可以设置每个端口的路径成本吗？</u>	<u>16:</u> 米	<u>17.2、17.4、 17.13</u>	是的 []
	<u>如果不支持第 (17) 项，则标记 N/A 并继续 (pdu1)</u>			<u>不适用 []</u>
* (tmr1)	<u>Bridge Max Age 是否可以设置为指定范围内的任 意值？</u>	<u>17:</u> 米	<u>17.2、17.13、 表 17-5</u>	是的 []
(tmr2)	<u>桥接问候时间 (Bridge Hello Time) 是否可以设置为指定范 围内的任意值？</u>	<u>17:</u> 米	<u>17.2、17.13、 表 17-5</u>	是的 []
(第三天)	<u>桥接转发延迟是否可以设置为指定范围内的 任意值？</u>	<u>17:</u> 米	<u>17.2、17.13、 表 17-5</u>	是的 []
* (pdu1)	<u>所有 BPDU 都包含整数个八位字节吗？</u>	米	<u>9.1.1</u>	是的 []
(pdu2)	<u>以下所有 BPDU 参数类型是否均按規定进 行编码？</u>	米	<u>9.1.1, 9.2</u>	是的 []
	<u>协议标识符</u>		<u>9.2.1</u>	
	<u>协议版本标识符</u>		<u>9.2.2</u>	
	<u>BPDU 类型</u>		<u>9.2.3</u>	

A.10 快速生成树算法（持续）

物品	特征	地位	参考	支持
	<u>标志</u>		<u>9.2.4</u>	
	<u>桥梁标识符</u>		<u>9.2.5</u>	
	<u>根路径成本</u>		<u>9.2.6</u>	
	<u>端口标识符</u>		<u>9.2.7</u>	
	<u>计时器值</u>		<u>9.2.8</u>	
<u>(pdu3)</u>	<u>配置 BPDU 是否具有指定的格式、参数和参数值？</u>	<u>米</u>	<u>9.3.1</u>	<u>是的 []</u>
<u>(pdu4)</u>	<u>拓扑改变通知 BPDU 是否具有指定的格式、参数和参数值？</u>	<u>米</u>	<u>9.3.2</u>	<u>是的 []</u>
<u>(pdu5)</u>	<u>快速生成树 BPDU 是否具有指定的格式、参数和参数值？</u>	<u>米</u>	<u>9.3.3</u>	<u>是的 []</u>
<u>(pdu6)</u>	<u>收到的 BPDU 是否按照规定进行验证？</u>	<u>米</u>	<u>9.3.4</u>	<u>是的 []</u>

A.11 桥梁管理

物品	特征	地位	参考	支持
	如果第 (19) 项不支持, 请标记 N/A 并继续第 (20c) 项			不适用 []
(19a)	探索桥	19: 米	14.4.1.1	是的 []
(19b)	阅读桥	19: 米	14.4.1.2	是的 []
(19c)	设置桥名称	19: 米	14.4.1.3	是的 []
(19d)	重置桥	19: 米	14.4.1.4	是的 []
(19e)	读端口	19: 米	14.4.2.1	是的 []
(19f)	设置端口名称	19: 米	14.4.2.2	是的 []
(19g)	读取转发端口计数器	19: 米	14.6.1.1	是的 []
(19h)	读取过滤数据库	19: 米	14.7.1.1	是的 []
(19i)	设置过滤数据库老化时间	19: 米	14.7.1.2	是的 []
(19j)	读取永久数据库	19: 米	14.7.5.1	是的 []
(19k)	创建过滤条目	19: 米	14.7.6.1	是的 []
(19l)	删除过滤条目	19: 米	14.7.6.2	是的 []
(19m)	读取过滤项目	19: 米	14.7.6.3	是的 []
(19n)	读取过滤条目范围	19: 米	14.7.6.4	是的 []
(19o)	读取桥接协议参数	19: 米	14.8.1.1	是的 []
(19p)	设置桥接协议参数	19: 米	14.8.1.2	是的 []
(19q)	读取端口参数	19: 米	14.8.2.1	是的 []
(19r)	强制港口状态	19: 米	14.8.2.2	是的 []
(19s)	设置端口参数	19: 米	14.8.2.3	是的 []
(19t)	读取端口默认用户优先级	第四章: M	14.6.2.1	是的 [] 不适用 []
(19u)	设置端口默认用户优先级	第四章: M	14.6.2.2	是的 [] 不适用 []
(19v)	读取端口用户优先级再生表	5. MS5: M	14.6.2.3	是的 [] 不适用 []

A.11 桥梁管理（持续）

物品	特征	地位	参考	支持
(19 周)	设置端口用户优先级再生表	5. MS5: M	14.6.2.4	是的 [] 不适用 []
(19倍)	读取端口流量类别表	第七章: M	14.6.3.1	是的 [] 不适用 []
(19岁)	设置端口流量类别表	第七章: M	14.6.3.2	是的 [] 不适用 []
(19z)	读取出站访问优先级表	第六章: M	14.6.3.3	是的 [] 不适用 []
(19AA)	读取 GARP 计时器	第八章: M	14.9.1.1	是的 [] 不适用 []
(19ab)	设置 GARP 计时器	第八章: M	14.9.1.2	是的 [] 不适用 []
(19ac)	阅读 GARP 申请人控制	第八章: M	14.9.2.1	是的 [] 不适用 []
(19)	设置 GARP 申请人控制	第八章: M	14.9.2.2	是的 [] 不适用 []
(19ae)	读取 GARP 状态	第八章: M	14.9.3.1	是的 [] 不适用 []
<u>(19AF)</u>	<u>强制 BPDU 迁移检查</u>	<u>九代目:</u>	<u>14.8.2.4</u>	<u>是的 [] 不适用 []</u>
	如果不支持第 (20a) 项，则标记 N/A 并继续第 (20e) 项			不适用 []
(20条)	支持哪些管理协议标准或规范？	20A: 米	5.	
(20天)	支持哪些管理对象和编码的标准或规范？	20A: 米	5.	
	如果不支持 (20b) 项，则标记 N/A 并继续 A.12			不适用 []
(20e)	支持什么规格的本地管理接口？	20b: 米	5.	

谓词：

MS4=19 且 4a

MS5=19 且 4b

MS6=19 且 4

MS7=19 且 4c

MS8=19 且 2b

MS9=RST 和 19

A.12 性能

物品	特征	地位	参考	支持
(21a)	指定保证端口过滤率以及相关的测量间隔。针对每个桥接端口，采用下面指定的格式。	米	16.1	
(21b)	指定保证桥接中继速率以及相关的测量间隔。补充信息应清楚地标明港口。	米	16.2	

保证桥接中继速率	贸易
每秒 _____ 帧	_____ 秒

A.12 性能 (持续)

端口号或 其他身份证明	保证端口过滤率 (指定所有端口)	电视F (指定所有端口)
	每秒 _____ 帧	_____ 秒
	每秒 _____ 帧	_____ 秒
	每秒 _____ 帧	_____ 秒
	每秒 _____ 帧	_____ 秒
	每秒 _____ 帧	_____ 秒
	每秒 _____ 帧	_____ 秒
	每秒 _____ 帧	_____ 秒
	每秒 _____ 帧	_____ 秒

A.13 GARP 和 GMRP

物品	特征	地位	参考	支持
	如果不支持第 2b 项，则标记 N/A 并继续第 (22j) 项。			不适用 []
(22a)	GMRP 应用程序地址是否在所有 GMRP 协议交换中用作目标 MAC 地址？	2b: M	10.4.1, 表 12-1	是的 []
(22b)	GMRP 协议交换是否通过 LLC 类型 1 程序实现，并使用生成树协议的 LLC 地址？	2b: M	12.4、12.5、 表 7-8	是的 []
(22c)	GMRP 协议交换是否使用 GARP PDU 格式实现，以及为 GMRP 定义的属性类型和值编码的定义？	2b: M	10.3.1、12.4、 12.5、12.11	是的 []
(22d)	该实现是否支持申请人、注册商和全部离开状态机的操作？	2b: M	12.8, 13	是的 []
(22e)	网桥是否仅在属于基本生成树上下文活动拓扑的端口上传播 GMRP 注册信息？	2b: M	12.3.3, 12.3.4, 十三	是的 []
(22f)	处于转发状态的端口上接收到的 GARP PDU 是否根据处理 GARP 应用程序地址的要求进行转发、过滤或丢弃？	2b: M	7.12.3, 12.5	是的 []
(22g)	GMRP 应用程序是否按照第 10 条的定义运行？	2b: M	10、10.3	是的 []
(22h)	收到的、对于所支持的 GARP 应用程序来说格式不正确的 GARP PDU 是否会被丢弃？	2b: M	10.3.1、12.4、 12.5、12.10、 12.11	是的 []

A.13 GARP 和 GMRP (持续)

物品	特征	地位	参考	支持
(22—)	实现是否支持每个端口使用限制组注册参数?	2b: 哟	5.2、10.3.2	是的[] 不[]
(22j)	所有 GARP PDU 是否 (a) 在处于转发状态的端口上接收，并且 (b) 用于 Bridge 不支持的 GARP 应用程序， 在所有其他处于转发状态的端口上进行转发?	米	7.12.3, 12.5	是的[]
(22k)	是否有任何 GARP PDU (a) 在 任何端口上接收，并且 (b) 用于 Bridge 不支持的 GARP 应用程序， 提交给任何 GARP 参与者?	+	7.12.3, 12.5	不[]
(22l)	是否有任何 GARP PDU (a) 在任何未处于转发状态的端口上接收，并且 (b) 用于 Bridge 不支持的 GARP 应用程序， 是否转发至该桥的任何其他端口?	+	7.12.3, 12.5	不[]
(22分钟)	是否有任何 GARP PDU (a) 在处于转发状态的任何端口上接收，并且 (b) 发往网桥支持的 GARP 应用程序，在网桥的任何其他端口上转发?	+	7.12.3, 12.5	不[]
(22n)	所有 GARP PDU 是否: (a) 在任何端口上接收，并且 (b) 发往 Bridge 支持的 GARP 应用程序，并 提交给适当的 GARP 参与者?	米	7.12.3, 12.5	是的[]
22度	在禁用端口上接收的所有 GARP PDU 都会被丢弃吗?	米	12.2	是的[]

附件 B

(信息性)

计算生成树参数

按照图示更改附件 B 的内容。

本附件描述了计算基本生成树算法性能参数的推荐值和操作范围的方法和原理。

本材料最初是为了提供确定生成树算法和协议（第 8 条中的 STP）正确运行所需参数值的基本原理而开发的。由于 RSTP（第 17 条）的运行在很大程度上不受计时器值选择的影响，因此 RSTP 使用这些值作为协议正常运行的“后盾”；即确保在因丢失消息或无法检测到硬件状态变化而导致的异常情况下协议正常运行，并允许在同一桥接 LAN 中无缝集成 STP 和 RSTP 桥接器。

B.1 概述

计算过程分为几个步骤。每个步骤都会确定一些参数的值，这些参数的值将作为后续步骤的基础。

给出的描述和公式适用于同构桥接 LAN，即其中所有单个 LAN 和桥接器的类型和速度都相同。很容易将其扩展到异构桥接 LAN。

解释以 IEEE 802 LAN 的推荐值为例。所有时间均以秒为单位。

B.2 缩写和特殊符号

直径	最大桥梁直径	最大限度帧寿
生活	命	
时间	平均帧运输延误	平均的介质访问
疯狂的	延迟	最大介质访问延迟
<i>mma_d</i>	接传输延迟	决议消息时代
<i>BT_D</i>		
时间单位		
<i>msg_aio</i>	最大消息年龄增量	高估最大消息年龄高估
消息		
普杜	最大BPDU传输延迟	
丢失的消息	重新配置前允许的最大丢失桥接协议消息数	最大桥接协议消息传播时间 Hello Time
消息属性		
你好		
<i>hold_t</i>	保持时间	
最大年龄	最大年龄	
转发延迟	转发延迟	

B.3 计算

B.3.1 寿命、直径和传输延迟

B.3.1.1 步骤

选择桥接 LAN 的最大桥直径和最大桥传输延迟。请注意，如果各个 LAN 支持一系列传输优先级，则桥传输延迟可能会根据优先级而变化。

B.3.1.2 选择依据

帧的生存期等于最大桥直径乘以最大桥传输延迟加上初始传输的最大介质访问延迟，即

$$\text{生存} = (\text{直径} \cdot BT_D) + mma_d \quad (1)$$

平均帧传输延迟桥接 LAN 中端系统之间的通信量比单个 LAN 中端系统之间的通信量大，其平均值之和转发延迟和帧传输延迟端系统之间的路径上的桥梁。这些桥梁的顺序如下：介质访问延迟对于负载较轻的 LAN。因此，对于桥接 LAN 两端的系统，将有以下情况：

$$\text{时间} >= (\text{直径} \cdot 疯狂的) + 疯狂的 \quad (2)$$

这限制了任何坚持低桥梁通行最大延误和最大桥梁直径高。

B.3.1.3 IEEE 802 桥接局域网的推荐值

$$mma_d \geq 0.5$$

$$\text{生存} \leq 7.5$$

$$\text{直径} \leq 7$$

$$BT_D \leq 1.0$$

B.3.2 BPDU 的传输

B.3.2.1 步骤

选择 BPDU 的传输优先级以及最大BPDU传输延迟。

B.3.2.2 选择依据

一般情况下，会选择较高的传输优先级，因为桥接 LAN 的持续运行取决于 BPDU 的成功传输和接收。在某些情况下，单个 LAN 的其他本地流量可能更重要。

可以选择的最低值最大BPDU传输延迟那么最大介质访问延迟对于该优先级的框架。考虑到在尝试实现该数字时可能出现的实施困难，选择等于该值似乎更合理最大桥接传输延迟对于以该优先级传输的帧。

$$\text{普杜} = BT_D \quad (3)$$

B.3.2.3 IEEE 802 桥接局域网的推荐值

并非所有 IEEE 802 媒体访问方法都支持优先级传输。因此，我们选择了以下方法：

$$\text{普杜} = BT_D \\ = 1.0$$

当有关媒体访问方法中支持优先传输时，建议使用最高可用传输优先级。

B.3.3 消息年龄的准确性

B.3.3.1 步骤

为最大消息年龄增量估计过高。

这是对传输的桥接协议数据单元中消息年龄参数值的增量的最大高估。此参数允许接收协议消息的桥接在消息太旧时丢弃其中的信息。传输桥接不应被允许低估此字段的值。

计算最大消息年龄估计过高，这是任何桥接器对收到的桥接协议消息信息的年龄做出的最大高估。

B.3.3.2 选择依据

选择最大消息年龄增量估计过高受以下条款管辖：

a) 时间单位—在配置消息中携带消息年龄参数的分辨率。

b) Bridge 中计时器的粒度和准确性。

c) 最大BPDU传输延迟。

假设网桥定时器不一定与收到的 BPDU 同步，假设它们是准确的，并且它们的粒度为时间单位，我们将尽最大努力做到以下几点：

$$msg_aio = \text{普杜} + \text{时间单位} \quad (4)$$

注：由于 time_unit 较小，在 B.3.3.3 所示的 msg_aio 和 msg_ao 的推荐值中，公式 (4) 中的该项已近似为零。

该值应四舍五入为最接近的倍数时间单位。这里值得注意的是，任何 Bridge 都会始终将值增加至少一个单位。

对于桥接器接收和存储桥接协议消息信息的计时器，最大消息年龄估计过高将等于最大消息年龄增量估计过高乘以最大桥梁直径减一：

$$\text{消息} = msg_aio - (\text{直径} - 1) \quad (5)$$

B.3.3.3 IEEE 802 桥接局域网的推荐值

<i>msg_aio</i>	= 1.0
消息	= 6.0

B.3.4 你好时间

B.3.4.1 步骤

暂时选择一个 Hello Time 的值。

B.3.4.2 选择依据

选择 Hello Time 是基于其对最大桥接协议消息传播时间的贡献（参见下一步）。

以高于**最大BPDU传输延迟**在最坏的情况下，当试图保证正确操作时，这些消息就会相互碰撞。

临时价值为**最大BPDU传输延迟建议**。

你好=2 -普杜 (6)

B.3.4.3 IEEE 802 桥接局域网的推荐值

你好=2.0

B.3.5 桥接协议消息传播时间

B.3.5.1 步骤

计算**最大桥接协议消息传播时间**。

B.3.5.2 选择依据

这**最大桥接协议消息传播时间**是桥接协议消息信息从桥接到桥接穿越桥接 LAN 所花费的最大时间。它由以下部分组成：

- a) 单个桥接协议消息穿过桥接 LAN 的最大传播时间，
IE，**最大BPDU传输延迟乘以最大桥梁直径减一**。
- b) 津贴**你好时间**可容忍的连续丢失桥接协议消息的最大数量的倍数（请注意，即使丢失一条消息也是很少见的）。
- c) 进一步允许**你好时间**，因为我们不应该假设与根桥同步，并且我们可能需要等待很长时间才能传输下一个 BPDU。

消息属性= ((丢失的消息+1) -你好) +普杜-(直径- 1) (7)

B.3.5.3 IEEE 802 桥接局域网的推荐值

假设丢失的消息=3、

消息属性=14.0

B.3.6 保持时间

B.3.6.1 步骤

选择一个值**保持时间**。

B.3.6.2 选择依据

如果**保持时间**大于**最大BPDU传输延迟**，然后**最大桥接协议消息传播时间**在最坏的情况下，将**延迟保持时间**每座桥的延误**最大BPDU传输延迟**。这将使上文 B.3.5 中的结论无效。因此，选择以下内容：

$$hold_t \leq = \text{普杜} \quad (8)$$

B.3.6.3 IEEE 802 桥接局域网的推荐值

在任何 Hello Time 间隔内传输的 BPDU 不得超过 3 个不超过 TxHoldCount (17.16.6)
在任何 HelloTime (17.16.3) 间隔内传输的 BPDU

B.3.7 最大年龄

B.3.7.1 步骤

计算下限**最大年龄**用于桥接 LAN。

B.3.7.2 选择依据

在稳定条件下（即没有发生故障、移除或插入网桥和其他 LAN 组件），桥接 LAN 外围的网桥不得使根超时。否则将导致暂时的本地拒绝服务。

这意味着**最大年龄**必须足以应对最坏情况的传播延迟和协议消息年龄不准确性，如下所示。

如果在任何时候，桥接器依赖于协议消息信息，而该信息的年龄被最大程度地高估，那么

- a) 从根节点接收到的下一个协议消息的传输与当前正在使用的协议消息信息的原始传输之间的间隔，
- b) 高估当前信息的年龄，以及
- c) 下一个要接收的协议消息的传播时间

必须小于最大年龄，否则网桥将使协议消息信息超时并尝试自己成为根。

$$\text{最大年龄} = ((\text{丢失的消息} + 1) - \text{你好}) + \text{消息} + (\text{普杜} - (\text{直径} - 1)) = \text{消息} + \text{消息属性}$$

B.3.7.3 IEEE 802 桥接局域网的推荐值

最大年龄=20.0

B.3.8 转发延迟

B.3.8.1 步骤

计算转发延迟。

B.3.8.2 选择依据

当端口的转发延迟计时器到期并且网桥开始转发该端口上收到的帧时，必须确定系统中不再有任何在先前的活动拓扑上转发的帧。如果有，则存在重复帧的风险，或者，如果在建立新拓扑时旧活动拓扑的残余仍然存在，则存在创建数据循环的风险。

因此，前向延迟计时器运行的监听和学习周期必须涵盖以下连续周期：

- a) 从第一个进入监听状态的桥接端口（并在后续的重新配置中保持该状态）到桥接 LAN 中的最后一个桥听到状态变化。**主动拓扑**。
- b) 让最后一个网桥停止转发在前一个拓扑上接收到的帧，并让最后一个转发的帧消失。

在上述 a) 中，可能存在高达**最大消息年龄估计过高**在 Bridges 超时旧 Root 信息并准备成为或听取新 Root 的时间。在此之后，它可能需要**最大桥接协议消息传播时间**将新拓扑的消息从新的根传播到所有网桥。

对于上述 b)，停止转发的时间将是**最大传输停止延迟**，该延迟受最大桥接传输延迟（对于所有优先级）的限制；随后，该帧将在帧生命周期内消失。

因此有以下内容：

$$2 - \text{转发} \geq \text{消息} + \text{消息属性} + BT_D + \text{生活} \quad (9)$$

B.3.8.3 IEEE 802 桥接局域网的推荐值

转发=15.0

B.4 参数范围的选择

B.4.1 绝对最大值

可能需要配置具有更大**最大介质访问延迟**比上述推荐值计算中假设的要多。这可能是 LAN 承载的流量类型或 Bridge 实现的特定方面造成的，旨在最大限度地提高

例如，吞吐量。然而，**最大桥接传输延迟，最大BPDU传输延迟，和最大消息年龄增量估计过高**为了实现互操作性，必须遵守本标准。

使用这些参数的绝对最大值运行的网桥应能够使用桥接 LAN 中的推荐值进行配置**桥梁直径至少为 3**。以下情况满足此标准：

$BT_D \leq 2.0$
 $普杜 \leq 2.0$
 $msg_aio \leq 2.0$

这些限制被认为涵盖了比 B.3 中推荐值更大的参数值的要求。

B.4.2 保持时间

减少**保持时间**低于建议值**最大BPDU传输延迟**，也不会在减少 Bridge 的带宽使用或处理能力方面达到任何目的，通过增加**保持时间**。因此，将该参数的值固定为常数是适当的：

hold_t = 1.0 在任何 HelloTime (17.16.3) 间隔内传输的 BPDU 数量不得超过 TxHoldCount (17.16.6) (10)
 \downarrow

B.4.3 问候时间的范围

不要求**你好时间**小于**保持时间**。同样，设置**你好时间**超过绝对最大值的两倍**最大BPDU传输延迟**。因此，我们选择了以下内容：

$1.0 \leq 你好 \leq 4.0$

B.4.4 最大年龄和转发延迟的最大要求值

最大要求值**最大年龄**和**转发延迟**使用 B.3 中的方程式计算，参数值如下：

$直径 = 7$
 $mma_d \leq 2.0$
 $BT_D = 2.0$
 $普杜 = 2.0$
 $msg_aio = 2.0$
 $你好 = 4.0$
 $丢失的消息 = 3$

其结果如下：

$最大年龄 = 40.0$
 $转发延迟 = 30.0$

尽管这些被认为是所需的最大值，但并不希望阻止使用更大的值。

B.4.5 最大年龄和转发延迟的最小值

最低现实价值**最大年龄**和**转发延迟**使用 B.3 中的方程式计算，参数值如下：

```

直径= 2
mma_d<= 0.5
BT_D= 0.5
普杜= 0.5
hold_t=1.0在任何 HelloTime (17.16.3) 间隔内传输的 BPDU 数量不得超过 TxHoldCount (17.16.6)
↑
msg aio= 1.0
你好= 1.0
丢失的消息= 3

```

其结果如下：

```

最大年龄<= 6.0
转发延迟= 4.0

```

建议 Bridge 实现不允许较低的**最大年龄**和**转发延迟**为了防止出现荒唐的设置。

B.4.6 最大年龄和转发延迟之间的关系

为了进一步防止参数设置不当影响生成树算法和协议的正确性，建议网桥加强以下关系：**最大年龄**和**转发延迟**按照 B.3.8 给出的方法确保

2--- (**转发延迟**-1.0) >= **最大年龄**

附件 F

(信息性)

目标拓扑、迁移和互操作性

插入新的顶级子条款标题 “*F.1 GARP、GMRP 和扩展过滤服务*”，以涵盖本附件中的所有现有材料，将所有现有子条款重新编号为 “*F.1.XXX*” 。例如，“*F.1 目标拓扑*” 变为 “*F.1.1 目标拓扑*”，等等。

插入第二个顶级子句，如下所示：

F.2 RSTP 考虑事项

F.2.1 协议变更概述

第 17 条中出现的 RSTP 规范明确设计为与生成树算法和协议 (STP) 兼容，如 IEEE Std 802.1D 1998 年版第 8 条和该标准的先前修订版中所述。STP 和 RSTP 之间的生成树计算相同。协议更改包括以下方面：

- a) 定义用于 RSTP 的新协议版本号（版本 2）。
- b) 定义一种新的 BPDU 类型（BPDU 类型 2）以区分 RST BPDU 与配置和拓扑改变 BPDU。
- c) 在计算端口状态（丢弃、学习和转发）时，包含端口角色（根端口、指定端口和备份端口）。特别是，新的根端口会快速转换为转发。
- d) 向邻近桥发出信号，告知桥端口希望被指定和转发，并由点对点链路上的邻近桥明确确认。这样，端口状态就可以转换为转发状态，而无需等待计时器到期。
- e) 接受来自先前指定桥的消息，即使它们传达的信息“较差”。此外，还指定了消息年龄的最小增量，以便以这种方式传播的消息不会长时间“绕圈子”。
- f) 改进拓扑变化信息的传播，使得信息不必一直传播到根桥并返回，然后才将不需要的学习源地址信息从过滤数据库中清除。
- g) 逐个端口地发送 BPDU，而不是在从根接收信息后在指定端口上传输。

除了第 17 条中描述的状态机更改之外，还需要以下内容来支持这些更改：

- h) 修订了计时器值的规范，以适应相邻桥不支持 RSTP 且转发延迟计时器确实运行完成的情况下的行为变化。默认计时器值选择得很好；然而，在计时器已调整到其最小值的环境中可能需要小心。

i) 检测点对点链路（见 6.4.3），允许选择指示“指定希望成为转发”的程序（在状态机中称为“提议”和“建议”）和“是，继续”（在状态机中称为“同意”和“同意”）。
 adminPointToPointMAC 和 operPointToPointMAC 参数（6.4.3）允许识别点对点链路。

j) BPDU 消息格式的规范，其中包括发送指定指示和确认信号所需的信息。

F.2.2 BPDU 格式

IEEE Std 802.1D 1998 版和该标准的早期版本中使用的原始 BPDU 格式的设计意图是允许轻松扩展协议。预期向后兼容的基础是，对于协议版本 X 的实现，实现应将版本 $>X$ BPDU 解释为版本 X，忽略较新版本添加的任何参数和/或标志，并完全按照相关版本的规定解释版本 $\leq X$ BPDU。为了实现这一点，新版本的协议可以添加新参数和/或标志，但不能重新定义以前版本中存在的任何参数和标志的语义或编码。采用这种方法会导致正确实现的版本 0 设备完全忽略协议版本字段，并忽略不属于版本 0 协议规范的任何参数和/或标志。

不幸的是，虽然 IEEE Std 802.1D 的 1998 年版及之前的版本在这方面有正确的规定，但标准中对这些词语的解释并不一致；因此，IEEE Std 802.1D 的某些实现会丢弃不携带协议版本 0 的 BPDU，或者丢弃携带了版本 0 之外的额外标志的 BPDU。第 9 条中的措辞也更加明确了协议版本处理的要求，以确保在未来的实现中不会重复出现此问题。

因此，为了确保版本 2 (RSTP) 网桥和版本 0 网桥之间能够正确互通，不仅需要定义新的协议版本号和与之配合的其他参数，还需要允许版本 2 网桥检测其端口上是否存在版本 0 网桥，并在检测到此类网桥时使用版本 0 BPDU（请参阅 17.26 中的 BPDU 迁移状态机）。如果检测到版本 0 设备，则无法交换允许请求和确认指定端口转换为转发所需的信息；但是，快速将新根端口转换为转发的关键要素得以保留。

为 RST BPDU 选择的协议版本是版本 2；版本 1 BPDU（定义为用于远程桥接 - IEEE 802.1G）通过零长度的占位符来容纳版本 1 协议信息，从而适应版本 2 格式。

BPDU 迁移状态机的操作如下。如果将新网桥添加到 LAN，它将首先传输版本 2 (RSTP) BPDU。在最初的 3 秒内，它将接受并处理任何 BPDU 格式，但接收版本 0 BPDU 不会导致它更改将使用的 BPDU 格式（当算法需要传输时）。如果连接到该 LAN 的所有其他网桥都是版本 2 网桥，那么它们将看到版本 2 BPDU 并自行发送版本 2 BPDU（如果它们需要传输任何内容）。但是，如果存在版本 0 网桥，它可能会在 3 秒过后继续发送版本 0 BPDU。在 SEND_NEW 状态下的最初 3 秒后收到的任何版本 0 BPDU 都会导致机器转换到 SEND_OLD 状态。在此状态下，算法所需的任何 BPDU 传输都使用版本 0 BPDU，并且状态在三秒内不会改变。如果在 3 秒后看到版本 2 BPDU，则状态机将恢复到 SEND_NEW 状态。在初始化和明确管理请求时，它也将恢复到此状态。

一种可能的情况是，剩余的旧式桥接端口将成为根端口或备用端口。在这种情况下，当新式指定端口检查旧式桥接是否已从 LAN 中移除（通过开始发送版本 2 BPDU）时，旧式桥接将保持沉默，直到它们使现有根超时并尝试成为指定端口。但是，这将驱动版本 2 桥接发送版本 0 BPDU，并且旧式桥接端口将被迫返回到阻塞状态，然后才能进入学习或转发状态。

所选方法的一个微妙之处在于，对于仅基于对 Flags 字段的分析而丢弃 BPDU 的传统系统，RST BPDU 中的静态“Agreed”情况会设置一个新标志（版本 0 中未定义的标志）。这将导致此类传统网桥尝试成为指定网桥，就像在之前的场景中一样，从而允许版本 2 网桥检测到其存在并恢复到早期发送版本 0 BPDU。这比发现仅在发生重大网络变化时丢弃版本 2 BPDU 更可取。

值得注意的是，所选方法允许基于每个端口确定 BPDU 类型，从而允许任何给定网桥在某些端口上使用版本 0 BPDU，而在其他端口上使用版本 2。

F.2.3 RSTP 性能

通过使用端口角色（“根端口”、“指定端口”、“备用”或“备份”）来选择转发状态转换，RSTP（第 17 条）极大地改善了 STP（第 8 条）的重新配置时间。在 STP 中，这些转换完全由当前和所需的转发状态（阻塞或转发）决定。

如果先前选定的根端口已设为阻塞状态，则新选定的“根端口”可直接从阻塞状态移至转发状态。无环路拓扑得以维持。

RSTP 转换可在网络设备和链路更改期间适应任意重新配置。但是，一个重要的应用是将冗余连接自动配置为备份“弹性链路”。假设已预先计算“次优”根端口（备用端口），并且该备用端口所连接的指定端口处于转发状态，则可以在物理介质发出链路故障信号（通过“链路节拍”或“光损失”指示）所需的时间内恢复物理连接。这可能只有 10 毫秒，并且不需要在相关网桥之间交换任何 BPDU。

如果链路丢失，但所涉及的桥接器之一没有预先计算的备份端口，则在检测到链路故障后，可以在剩余活动端口之一上交换两个 BPDU（每个方向一个）所需的时间内恢复连接。这是在两个桥接器之间执行“握手”所必需的，其中一个桥接器请求将其指定端口置于转发状态，另一个桥接器（根端口或备用端口）响应，指示其端口状态是否与请求的状态更改一致。如果其桥接器的其他端口处于与状态更改一致（即它们都“同意”）的状态，则根端口将给出肯定响应（即允许指定端口转换为转发）；否则，并且如果端口是备用端口，则响应为否定。

上面提到的指定端口和根端口或备用端口之间的“握手”具有将网络中的一个切口移到更靠近桥接 LAN 边缘的一个桥接器（即，一个远离根端口的桥接器）的效果，因为一旦其桥接器的所有指定端口都已设置为丢弃，根端口就可以发出“同意”信号。这些指定端口依次请求下游根端口允许将状态更改为转发，依此类推，直到到达桥接 LAN 的边缘。

最坏情况的重新配置（基于桥接 LAN 的最大直径 7）将涉及在重新配置从原始切割点传播到 LAN 边缘（即整个网络重新配置）之前按顺序进行六次这样的握手所需的时间。

如此快速的恢复与缓慢的（约 50 秒）STP 重新配置时间形成鲜明对比。它为基于冗余低成本网络设备的高可用性连续网络运行提供了基础，恢复时间与容错电信设备相当。使用校园数据网络进行语音应用，并采用拟议的改进，故障和恢复可能只会导致丢失一些语音样本——线路上出现“咔嗒”声，而不是通话中断。

尽管 RSTP 改变了 STP 的动态效果（桥接端口在特定时间变为转发或阻塞），但在 RSTP 桥接器和 STP 桥接器之间发送的 BPDU 并没有变化。网络中的所有桥接器也不必改变其行为。那些确实改变行为的桥接器受益于大大减少的重新配置延迟，并且可以任意引入现有网络。

注意：如果 RSTP 桥检测到该端口上存在 STP 桥，则 RSTP 桥将恢复使用 STP BPDU 和 TCN。只有检测到仅存在 RSTP 桥时，才会使用新的 RST BPDU 格式。

F.2.4 RSTP 桥接器中的乱序和重复

F.2.4.1 背景

在使用 STP 的 IEEE 标准 802.1D 1998 版（及更早版本）网桥中，STP 在端口转发之前施加的固有延迟可确保在重新配置事件之前“传输中”的对话帧在因重新配置事件而转发的端口上传输任何帧之前都已传送或丢弃。在根据 IEEE 标准 802.1D 1998 版中所述的限制配置的网络中，乱序或重复帧的唯一来源是两个网桥之间的“神奇修复”连接，例如，由于共享媒体集线器之间的意外互连。此故障机制在 STP 和 RSTP 中都很常见；但是，RSTP 引入了一种新的方式，可以发生乱序和重复。

RSTP 的本质和意图是将端口转发前的延迟减少到非常小的值；在根端口转换的情况下，延迟可以短到硬件可以管理的程度，或者在指定端口转换的情况下，延迟可以短到单个段上的两个帧传输时间。因此，可以想象，重新配置事件可以发生，并且端口因此被转发，而对话的先前帧仍在传输中。

本文试图研究这些问题并评估可能发生问题的情况。

F.2.4.2 帧复制

对于单播帧，如果帧的目的地址已被可能需要转发该帧的网桥获知，则该帧一次只能在一个网桥的一个端口上进行缓冲传输。因此，在这种情况下似乎不可能发生帧重复。

如果尚未学习单播地址，则该帧将在所有出站端口上泛洪（因此被缓冲）；因此，重新配置事件可能会导致泛洪帧重复。图 F-1 说明了这种情况。该图显示了桥接 LAN 的一个片段，由三个三端口桥组成。假设根桥位于桥 A 的端口 1 之外的某个地方；与这三个桥的各个端口相关的路径成本导致所示的配置，其中桥 B 端口 3 处于阻塞状态，其余端口全部处于转发状态。

如果配置稳定，则到达端口 A1 并发往可通过端口 B2 到达的未学习单播目的地的单播帧将由网桥 A 泛洪到其端口 2 和 3，由网桥 C 泛洪到其端口 2 和 3。但是，由于端口 B3 被阻止，因此只有到达端口 B1 的帧将通过 B2 继续传输。因此，可通过 B2 到达的站点只能看到该帧的单个副本。

如果配置不稳定，则可能会发生以下一系列事件：

- a) 网桥 A 通过 A1 接收帧，并将帧排队在 A2 和 A3 上。
- b) 桥 A 通过 A2 和 A3 传输帧。
- c) 桥 B 和 C 通过 B1 和 C1 接收帧，并将帧排队在 B2、C2 和 C3 上传输。
- d) 桥 B 通过 B2 传输帧。
- e) 网桥 B 检测到链路 A2-B1 发生故障，并立即将 B3 置于转发状态作为其新的根端口。
- f) 桥 C 通过 C2 传输帧。
- g) 桥 B 通过 B3 接收该帧的第二份副本，并将其排队等待通过 B2 进行传输。
- h) 该帧的第二份副本通过 B2 传输。

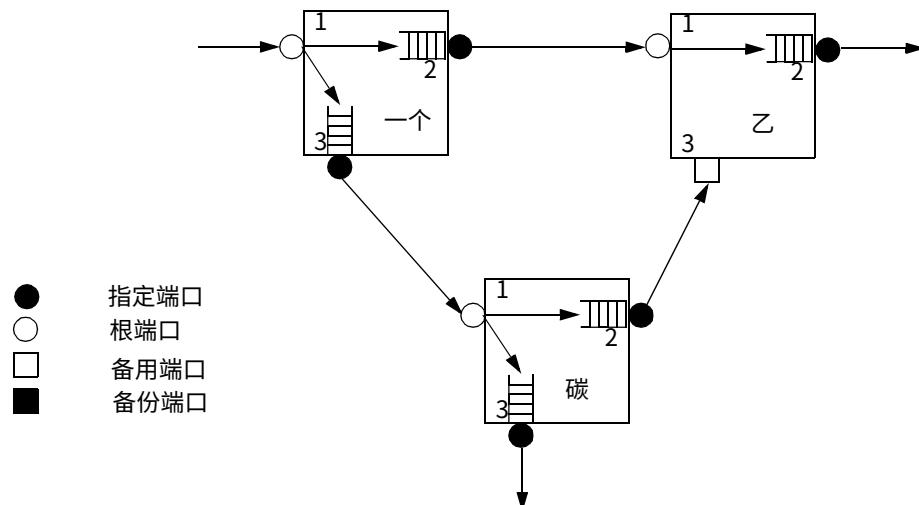


图 F-1—帧重复场景

从上文可以看出，B2 下游的任何站点都看到过两次相同的帧。但是，由于来自目标站点的任何后续响应都会导致地址被学习，对于本标准审阅者所知的 LAN 协议而言，最坏的情况是目标机器看到两个连接请求，因为对话的所有后续组件都将基于学习到的地址。

由于重新配置事件本身会导致 LAN 中网桥的过滤数据库中的地址被刷新，并且刷新将在重新配置事件期间重复，因此这种影响导致单播帧重复的可能性可能会有所增加。但是，如果 TCN 传输的频率与网桥中帧缓冲的典型时间段相当，则重复刷新的影响将最为明显。

多播帧在重新配置事件中都可能被复制，因为这些帧通常在多个出站端口缓冲。对于本标准审阅者所知的多播 LAN 协议，帧复制不会引起任何问题。

F.2.4.3 重复——结论

RSTP 引入了在重新配置事件中未学习的单播帧和多播帧重复的额外风险。风险取决于 LAN 的配置，以及当重新配置事件发生时，配置为帧在缓冲存储器中“传输”到目的地（多个目的地）的备用路径的机会。由于重新配置事件而发生帧重复的概率取决于网络中重新配置事件的频率、所选的网络拓扑以及所用设备的实施细节。因此，如果不参考特定桥接 LAN 的参数，就无法量化发生重复的概率。

据该标准的审阅者所知，没有 LAN 协议对帧重复敏感。由于“神奇修复”连接而出现重复的可能性是一个众所周知的问题，因此这种评估并非仅仅基于缺乏信息。

F.2.4.4 帧乱序

可以设想这样一种情况：在重新配置事件之前，需要进行端到端对话以传输桥接 LAN 的最大直径，而在重新配置之后，相同的对话仅传输单个桥接器。例如，当桥接器具有连接到 LAN “直径”一端的根端口和连接到“直径”另一端的备用端口时，就会发生这种情况，如图 F-2 所示的稳定配置。在此配置中，连接到 A1 的站点与连接到 B2 的站点之间正在进行对话；由于 A2 是阻塞的备用端口，因此这两个站点之间的所有流量都通过桥接器 C 中继。阻塞根端口并进行备用端口转发，并且该桥接器下游的终端站点几乎立即发生位置切换，从 LAN 的一端切换到另一端。由于在重新配置之前可能存在正在传输的帧，因此在重新配置之后立即传输的帧可能会先于正在传输的帧到达目的地，从而导致接收方看到的帧顺序错误。以下事件序列说明了这一点：

- a) 对话的第 1 帧通过 A1 接收，通过 A3 缓冲并传输，通过 C1 接收并通过 C2 缓冲等待传输。
- b) 链路 A3-C1 发生故障；网桥 A 立即将 A2 置于转发状态作为其新的根端口。
- c) 同一对话的第 2 帧通过 A1 接收，通过 A2 缓冲并传输，通过 B1 接收并通过 B2 缓冲等待传输。
- d) 网桥 C 通过 C2 传输帧 1，网桥 B 通过 B2 传输帧 2。
- e) 帧 1 通过 B3 接收，通过 B2 缓冲传输，并通过 B2 传输。

显然，连接到 B2 的接收站看到的帧的顺序与原始站发送的顺序相反。

F.2.4.5 错误排序——结论

与帧复制一样，在重新配置事件中，单播和多播帧还存在乱序的风险。风险取决于 LAN 的配置，以及当重新配置事件发生时，配置为帧在缓冲存储器中“传输”到目的地（目的地）的备用路径的机会。由于重新配置事件而发生帧乱序的概率取决于网络中重新配置事件的频率、所选的网络拓扑以及所用设备的实施细节。因此，如果不参考特定桥接 LAN 的参数，就无法量化发生乱序的概率。

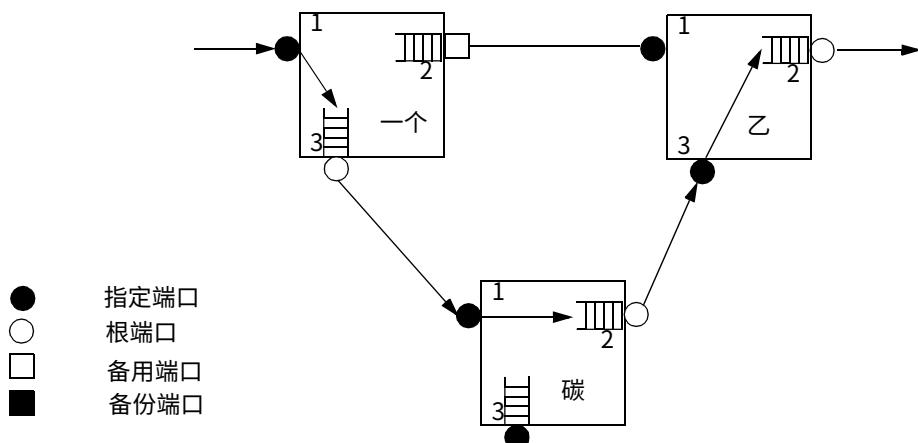


图 F-2—帧乱序场景

某些 LAN 协议（例如 LAT、LLC2 和 NETBEUI）对乱序很敏感，因此即使发生率很低的乱序也会导致支持这些协议的网络中出现明显问题。在快速生成树的运行中，没有明显的解决方案可以消除这种残留的乱序。第 17 条定义了一种“STP 兼容模式”（参见 17.16.1），其中禁用了快速转换到转发；建议使用此模式来支持此类协议的使用。

F.2.4.6 其他考虑

重新配置完成后，帧可能会在旧路由上“传输中”存储，这意味着地址也可能被错误学习，从而导致相关地址存在拒绝服务的风险。因此，有必要在重新配置后的一段时间内运行较短的老化计时器，以允许此类帧被传送或丢弃。

IEEE Std 802.1D/IEEE Std 802.1w 中描述的桥接模型不包括对端口输入进行排队的概念；但是，实际的桥接设计通常包括一些输入排队。虽然这不是解决上述影响的办法，但桥接应该刷新与变为禁用的端口相关联的任何输入队列。此行为与桥接模型一致；如果帧在输入队列中，就桥接端口而言，它尚未被接收，因此在端口变为禁用后不应被接收。

插入新的附件 G。

附件 G

(信息性)

参考书目

[B1] IEEE Std 802.1G, 1998 年版 (ISO/IEC 15802-5:1998) IEEE 信息技术标准 - 系统间电信和信息交
换 - 局域网和城域网 - 通用规范 - 第 5 部分：远程媒体访问控制

(MAC) 桥接。