



高级 MPLS 设计与实施

Advanced MPLS Design and Implementation

An in-depth guide to understanding advanced MPLS implementation, including packet-based VPNs, ATM-based VPNs, Traffic engineering, and quality of service

[美] Vivek Alwayn, CCIE #2995 著
刘兴初 黄智 余恬 姜威 译
沈平 杨俊 柏林 李逢天

高级 MPLS 设计与实施

[美] Vivek Alwayn, CCIE #2995 著

刘兴初 黄 智 余恬 姜 威 译
沈 平 杨 俊 柏林 李逢天

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

高级 MPLS 设计与实施/(美)奥尔韦 (Alwayn, V.) 著; 刘兴初等译.

—北京: 人民邮电出版社, 2003.10

ISBN 7-115-11166-9

I. 高... II. ①奥... ②刘... III. 宽带通信系统—综合业务通信网 IV. TN915.142

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 071474 号

版权声明

Vivek Alwayn: Advanced MPLS Design and Implementation

Authorized translation from English language edition published by Cisco Press.

Copyright © 2002 by Cisco Press.

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 Cisco Press 出版公司授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

高级 MPLS 设计与实施

- ◆ 著 [美]Vivek Alwayn, CCIE #2995
- 译 刘兴初 黄 智 余 恬 姜 威
- 沈 平 杨 俊 柏 林 李逢天
- 责任编辑 李 岚

- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
- 邮编: 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
- 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
- 读者热线 010-67132705
- 北京汉魂图文设计有限公司制作
- 北京顺义振华印刷厂印刷
- 新华书店总店北京发行所经销

- ◆ 开本: 787×1092 1/16
- 印张: 24.5
- 字数: 588 千字 2003 年 10 月第 1 版
- 印数: 1-4 000 册 2003 年 10 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01 - 2001 - 2476 号

ISBN 7-115-11166-9/TP · 3379

定价: 50.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

内 容 提 要

本书讲述高级 MPLS 的设计与实施。全书包括 10 章和 4 个附录，详细论述 MPLS 的技术问题及其相关协议，包括基于包的 MPLS、基于 ATM 的 MPLS、MPLS 流量工程、MPLS QoS、MPLS 设计以及高级 MPLS 体系结构，内容涵盖 MPLS 理论知识、MPLS 设计与配置，以及各种案例研究。本书可以作为设计、实现和维护 MPLS 网络的参考指南。

本书主要面向负责设计、实现和维护服务提供商或企业 MPLS 骨干网络的工程师和管理人员。

关于作者

Vivek Alwayn, CCIE #2995, 他是 BNETSYS 公司 (www.bnetsys.net) 的 CTO (首席技术官), 该公司是一个专注于提供 MPLS 服务的网络公司。他在数据通信技术和协议方面拥有超过 14 年的丰富经验, 并且为世界范围内的网络服务提供商和企业用户设计并实施了数量众多的大规模的广域网交换、局域网交换和路由型网络。最近, 他加入到了 MPLS 体系结构的设计和implement中, 并且领导了 AT&T 在南美的 MPLS 骨干网络的实现工作。这是最早在生产性 MPLS 环境中成功实施 BPX WAN 交换机和 LSR (标签交换路由器) 的案例之一。另外, 他拥有电子工程的学士学位, 并正在攻读通信专业的硕士学位。他还是 IEEE 和 IETF 的活跃成员。我们可以通过电子邮件地址 valwayn@bnetsys.net 和他取得联系。

关于技术审稿人

Ibrahim Bac, CCIE #4452, 是 Salomon Smith Barney 公司的一个高级顾问工程师。此前他曾在美国和加拿大的几个 Cisco 金牌合作伙伴公司中工作过。他在设计、移植、部署大规模 IP 网络和服务方面有丰富的经验。Ibrahim 现正在专注于为大企业/服务提供商客户提供高级的 BGP 部署。

Brian Beck, 在网络/电信业界有 16 年经验。他目前同时拥有 CCNP 路由和交换认证, 以及 CCNP 广域网交换认证。Brian 喜爱阅读并且不断努力扩大他在这个飞速变化的产业领域中的知识。

Matthew J. "Cat" Castelli, 在通信网络业界有超过 13 年的工作经验, 其技术生涯是从在美国海军作为一名密码技师开始的。从那时起 Cat 就为 Cisco 的一家专业服务合作伙伴做首席顾问工作, 并为一个全球电信集成商做高级技术顾问/企业级网络设计工程师。他对面向服务提供商和各种规模企

业网络的局域网/广域网、因特网和替代技术（例如 VoX）都有比较广的涉猎，包括具体实现、应用配置和集成、网络管理和安全解决方案。Cat 拥有 CCNA、CCDA、CCNP、CCDP 认证，他还编写了 Cisco Press 出版的另一本书 *Network Consultant Handbook*。Cat 目前是 Global Crossing 公司的一位网络架构设计工程师。可以通过电子邮件地址 mjcastelli@earthlink.net 与 Cat 联系。

Mark Gallo 是美国在线 (American Online) 公司的一名技术经理。他的网络证书包括 Cisco 的 CCNP 和 CCDP。他已经领导过负责设计和实现企业局域网和国际 IP 网络的几个工程项目组。当在为一家大型国际电信公司工作时，他的小组对于开发基于 Cisco MPLS 解决方案的业界领先的服务起了很重要的作用。他拥有匹兹堡大学的电子工程学士学位。Mark 与他的妻子贝齐和儿子保罗居住在北佛吉尼亚。

Brian Melzer, CCIE #3981, 是 ThruPoint 股份有限公司 Raleigh, NC 办事处的一位互联网络解决方案工程师。他从 2000 年 9 月起就开始作为顾问为 ThruPoint 公司工作了。ThruPoint 公司是一家全球性的网络服务公司，并是少数几个被选择作为 Cisco Systems 公司战略合作伙伴的公司之一。在为 ThruPoint 公司工作以前，他为 AT&T Solutions 公司工作了 5 年，负责设计和管理的涉及财富 500 强客户的企业外包服务。作为一名 Wolfpack 的成员，Brian 本科念的是电子工程，并在北卡罗来纳州立大学得到了他的管理学硕士学位。

David Rosedale, 曾做过电信运营和现场服务工程，在局域网/广域网环境里工作过 14 年，专长于路由器、交换机和利用多路复用器和宽带接入设备进行局域网和广域网之间的连接。David 在技术、数据通信、现场服务、系统工程和管理环境中拥有比较丰富的经验，同时，在多种网络体系结构和在多厂商、多协议环境里成功管理、开发、实施、测试、维护和现场服务网络操作方面有着日益增加的责任和成就。

致谢

这本书是多方面支持和合作努力的结果。因此，我要感谢帮助我完成这本书的所有人。

Cisco Press 团队——John Kane, Cisco Press 的总编辑，他负责了这本书从提议阶段到成书出版过程的计划和开发工作。Andrew Cupp, Cisco Press 的开发编辑，感谢他小心翼翼的开发编辑，这帮助建立了高质量、无错误的原稿。我还想要感谢 Cisco Press 的编辑和出版团队，感谢他们为本书付出的努力。

技术审稿人——感谢所有的技术编辑，Cat Castelli、Ibrahim Bac、Brian Beck、Mark Gallo、Brian Melzer 和 David Rosedale，你们宝贵的技术反馈和批评意见帮助本书原稿逐步改进成为一份覆盖 MPLS 技术的所有相关方面的综合资料。

BNETSYS 公司的工程师——感谢 Mohit Chauhan (CCNP) 和 BNETSYS 公司的顾问们，他们帮助我在实验室里完成了 MPLS 配置的原型构造和测试，没有他们的帮助，这个项目不可能完成。

目 录

第 1 章 多协议标签交换简介	1
1.1 一种新的转发模式	1
1.2 什么是 MPLS	2
1.2.1 MPLS 的发展历程	3
1.2.2 MPLS 的优点	3
1.2.3 MPLS 与 Internet 体系结构	4
1.3 小结	5
第 2 章 广域 (WAN) 技术和 MPLS	7
2.1 网络云图之内	7
2.1.1 电路交换和时分多路复用 (TDM)	8
2.1.2 包交换和信元交换	12
2.2 第 3 层路由选择	24
2.2.1 转发部分	24
2.2.2 控制部分	25
2.2.3 转发等价类	25
2.3 标签交换	26
2.4 IP 和 ATM 的集成	27
2.4.1 MPLS 和传统的 ATM 上的 IP 的比较	30
2.5 服务提供商所面临的挑战	31
2.6 小结	32
第 3 章 MPLS 体系结构	35
3.1 MPLS 的操作	35
3.2 MPLS 节点结构	36
3.2.1 转发平面	37
3.2.2 控制平面	40
3.3 MPLS 组件	42
3.3.1 标签交换路由器 (LSR)	42
3.3.2 标签交换路径 (LSP)	47

3.3.3 标签分配协议 (LDP)	51
3.4 MPLS 中的环路生存期、检测和预防	53
3.4.1 路由选择环路对 MPLS 的影响	54
3.4.2 MPLS 中的环路控制	54
3.5 小结	58
第 4 章 虚拟专用网	61
4.1 虚拟专用网概述	61
4.2 面向连接的 VPN	62
4.2.1 第 2 层面向连接的 VPN	63
4.2.2 第 3 层面向连接的 VPN	67
4.3 无连接的 VPN	69
4.3.1 第 3 层无连接的 VPN	69
4.3.2 传统的 IP VPN	69
4.3.3 MPLS VPN	70
4.4 VPN 技术的比较	71
4.5 MPLS VPN 的优势	72
4.5.1 可扩展性	72
4.5.2 安全性	72
4.5.3 VPN 创建的方便性	72
4.5.4 灵活的寻址	73
4.5.5 基于标准	73
4.5.6 灵活的体系结构	73
4.5.7 端到端的优先级服务	73
4.5.8 融合	73
4.5.9 流量工程	73
4.5.10 集中化的服务	74
4.5.11 综合的服务等级 (CoS) 支持	74
4.5.12 迁移	74
4.5.13 通过 CSM 的集中化管理和配置	74
4.6 小结	74
第 5 章 基于数据包的 MPLS VPN	77
5.1 MPLS VPN 的操作	78
5.1.1 VPN 路由选择和转发	79
5.1.2 VPN 路由目标共用体	80
5.1.3 VPN 路由选择信息的发布	80
5.1.4 MPLS 转发	81
5.1.5 配置基于路由器的 MPLS VPN	82
5.2 验证 VPN 的操作	91

5.3 MPLS VPN 设计和实现的案例学习	91
5.3.1 提供商路由器配置	93
5.3.2 提供商和用户路由器配置	97
5.4 BGP 路由反射器	113
5.5 自治系统间的 MPLS VPN	115
5.5.1 自治系统间的 MPLS VPN 的体系结构	116
5.6 Carrier-over-Carrier MPLS VPN	131
5.6.1 为用户运营商 (ISP) 提供骨干网	132
5.6.2 为用户运营商 (MPLS VPN 服务提供商) 提供骨干网	133
5.7 MPLS VPN 上的 Internet 接入	133
5.7.1 通过外部 ISP 的 Internet 连接	134
5.7.2 使用静态默认路由的 Internet 连接	135
5.7.3 使用 BGP 会话的 Internet 连接	137
5.8 使用 HSRP 实现 MPLS 冗余备份	140
5.9 Trace Route 的增强功能	141
5.10 使用 Cisco VPN 解决方案中心进行 MPLS VPN 管理	142
5.10.1 Cisco VPN 解决方案中心的优点	143
5.10.2 Cisco VPNSC 的关键功能	144
5.11 小结	145
第 6 章 基于 ATM 的 MPLS VPN	149
6.1 基于 ATM 的 MPLS VPN 的介绍	150
6.2 MPLS 和标签交换的术语	151
6.3 在 ATM 上基于数据包的 MPLS	153
6.4 基于 ATM 的 MPLS	153
6.4.1 转发部分	154
6.4.2 控制部分	155
6.5 信元的交错操作	156
6.6 VC 合并	157
6.7 标签虚电路 (Label Virtual Circuit, LVC)	158
6.7.1 信令标签虚电路	159
6.7.2 普通标签虚电路	159
6.8 标签交换控制器 (Label Switch Controller, LSC)	159
6.8.1 标签交换控制器的实现	160
6.8.2 LSC 对交换机的控制	161
6.9 虚交换接口 (Virtual Switch Interface, VSI)	162
6.10 IP+ATM	163
6.10.1 IP+ATM 交换机的结构	164
6.10.2 IP+ATM 网络	166
6.11 ATM VPN 上的基于包的 MPLS	167

6.12	ATM VPN 上基于包的 MPLS 案例学习	168
6.13	基于 ATM 的 MPLS VPN	174
6.14	基于 ATM 的 MPLS VPN 的案例学习	189
6.14.1	提供者边缘的配置	190
6.14.2	标签交换机控制器配置 (LSC)	193
6.14.3	BPX 交换机配置	196
6.15	小结	202

第 7 章 MPLS 流量工程 205

7.1	因特网上流量工程的必要性	206
7.2	通过度量控制(Metric Manipulation) 进行不等价负载均衡	207
7.2.1	OSPF 不等价负载均衡	208
7.2.2	EIGRP 不等价负载均衡	209
7.2.3	度量控制和 MPLS 流量工程的比较	210
7.3	MPLS 流量工程的优点	210
7.4	MPLS 流量工程的要素	211
7.4.1	LSP 隧道	211
7.4.2	基于约束的路由选择信息的发布	211
7.4.3	将流量指派到隧道	213
7.4.4	重路由选择	213
7.5	MPLS 流量工程的配置	215
7.5.1	为支持 MPLS TE 隧道配置设备	215
7.5.2	为支持 RSVP 信令和 IGP Flooding 配置接口	215
7.5.3	配置 MPLS 隧道	216
7.5.4	显式路径配置	216
7.5.5	为 IGP 使用配置 MPLS TE 隧道	217
7.5.6	为 MPLS TE 配置 IS-IS	217
7.5.7	为 MPLS TE 配置 OSPF	219
7.5.8	配置 MPLS 隧道不等价负载均衡	219
7.5.9	验证 MPLS 流量工程操作	220
7.6	MPLS 流量工程网络(IS-IS)的配置案例学习	224
7.6.1	R1 流量工程策略	224
7.6.2	R1 配置(IS-IS)	225
7.6.3	R3 流量工程策略	227
7.6.4	R3 配置(IS-IS)	228
7.6.5	R8 流量工程策略	229
7.6.6	R8 配置(IS-IS)	231
7.6.7	R2 配置(IS-IS)	234
7.6.8	R4 配置(IS-IS)	236
7.6.9	R5 配置(IS-IS)	238

7.6.10 R6 配置(IS-IS)	239
7.6.11 R7 配置(IS-IS)	241
7.7 MPLS 流量工程网络(OSPF)的配置案例学习	243
7.7.1 R1 配置(OSPF)	243
7.7.2 R3 配置(OSPF)	245
7.7.3 R8 配置(OSPF)	246
7.8 小结	249
第 8 章 MPLS 服务质量	253
8.1 服务质量	254
8.2 综合服务	255
8.2.1 IntServ 服务类别	255
8.2.2 RSVP	256
8.2.3 IntServ 的 MPLS 实现	257
8.3 IP 优先级	259
8.4 区分服务	260
8.4.1 每跳行为(PHB)	260
8.4.2 区分服务体系结构	262
8.4.3 DiffServ 机制	263
8.4.4 PHB 实施	264
8.5 模块化 QoS CLI	264
8.6 DiffServ 的 MPLS 实现	265
8.7 MPLS VPN 对 QoS 的支持	267
8.7.1 MPLS VPN QoS 管道模型	267
8.7.2 MPLS VPN QoS 软管模型	269
8.8 MPLS QoS 的实现	270
8.8.1 MPLS 实验字段	271
8.8.2 数据包优先级	271
8.8.3 入口 PE 路由器配置	271
8.9 为 MPLS VPN 配置 QoS	271
8.9.1 流量类别配置	272
8.9.2 服务策略配置	273
8.9.3 配置服务策略以附加到一个接口	275
8.9.4 验证模块化 QoS CLI 配置	276
8.9.5 入口路由器的 CAR 配置	276
8.10 MPLS QoS 案例学习	278
8.10.1 步骤一: 创建流量类别	278
8.10.2 步骤二: 创建服务策略并且把它们和流量类别相关联	281
8.10.3 步骤三: 把服务策略附加到输入接口	284
8.11 小结	286

第 9 章 MPLS 设计和迁移	289
9.1 MPLS VPN 设计和拓扑结构	290
9.1.1 基于数据包的 MPLS VPN	290
9.1.2 基于 ATM 的 MPLS VPN	290
9.1.3 混合 ATM 和基于数据包的 MPLS VPN	292
9.2 将 MPLS 迁入 ATM 网络	292
9.3 ATM MPLS 设计标准	296
9.3.1 选择 ATM 边缘 LSR 设计标准	296
9.3.2 选择 ATM LSR 设计标准	296
9.4 设计 MPLS 网络	296
9.4.1 PoP 设计	297
9.4.2 确定 MPLS 骨干链路的规模	300
9.4.3 第 3 层路由选择设计	306
9.4.4 确定 MPLS LVC 的规模	308
9.4.5 对演进网的精调	316
9.5 MPLS 设计其他考虑事项	317
9.5.1 Internet 路由选择表	317
9.5.2 流量工程约束	317
9.5.3 虚路径隧道约束	317
9.5.4 LVC 耗尽	317
9.6 小结	318
第 10 章 高级 MPLS 体系结构	321
10.1 光网络	322
10.2 光传送网络元素	325
10.2.1 光放大器	325
10.2.2 波长转换器	325
10.2.3 光分插复用器 (OADM)	326
10.2.4 光交叉连接	326
10.2.5 光网关	326
10.3 多协议 λ 交换	326
10.4 光 UNI	328
10.5 统一控制平面	329
10.5.1 UCP 管理和控制体系结构	330
10.5.2 UCP 覆盖模型	331
10.5.3 UCP 对等模型	332
10.5.4 部署选项	332
10.6 小结	336
附录 A MPLS 命令参考	339

附录 B MPLS 设备设计规范	349
附录 C MPLS 术语表	355
附录 D MPLS 参考文献	371

第 1 章

多协议标签交换简介

本章介绍下列内容：

- **一种新的转发模式**——本节讨论了相对于常规技术的多协议标签交换（MPLS）技术，该项技术正在被逐渐应用于运营商和服务提供商的网络中。MPLS 技术将会驱动未来的 IP 网络，包括 Internet 网络。MPLS 为 Internet 提供了一种新的转发模式，这将会影响到流量工程和 VPN 的实施。
- **什么是 MPLS**——本节讨论了 MPLS 将会作为一种改进的方式，利用包含在 IP 数据包中的标记信息，通过网络转发数据包。本节还讨论了 MPLS 的发展历程和它的优点，比如第 3 层 VPN、流量工程、服务质量（QoS），以及 IP 和 ATM 的集成。

1.1 一种新的转发模式

从技术的角度来看，Internet 在本世纪中给我们的生活所带来的冲击是其他事件不能相比的。今天，我们可以在 Internet 上看到无线手持设备，网络设备，IP 电话，网络电视，个人电脑，主机，甚至是大型主机的网络流量。这种飞速的发展归功于万维网的出现，它把 IP 技术推到了数据通信的最前沿。

运营商和服务提供商一直在稳步扩增骨干网络容量。就在最近，密集波分多路复用（Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM）技术已经应用在核心网络上了，它把不同波长的光波放在同一根光纤中传输，使现有光纤的吞吐量增长了数倍。Internet 核心网络的巨大带宽使一种以共享公

其网络资源的企业虚拟专用网的技术出现了。这种新的技术可以应用在语音服务上，并最终会代替并行时分多路复用（TDM）语音技术。

传统的基于第 2 层链路的企业虚拟专用网是在帧中继网络、ATM 网络的专用虚拟电路（VC）基础上构建的部分网状互联结构。

在选择并实现下一代网络的问题上，经济因素扮演了重要的角色。无论一项新的技术多么有前景，拥有 ATM 骨干网的运营商和服务提供商一般也不会打算立即为之进行网络的整个升级。在可以预见的一段时间内，许多服务提供商还将在骨干网上保留 ATM 网。因此，许多新的网络技术的实现要充分利用现有的设备和技术，例如 ATM 和 IP。

近几年，人们在多协议标签交换（MPLS）方面进行了很多努力，MPLS 技术的许多方面在某程度上都影响到了 IP 网络。不少运营商和服务提供商已经在网络上实现了 MPLS，并导致了其骨干网的逐渐演进。MPLS 是一项可以推进包括 Internet 在内的、未来 IP 网络发展的技术。MPLS 为 Internet 提供了一种新的数据包转发模式，并影响了数据流量工程和 VPN 的实现。

作为网络业界的技术人员，我们对任何一项可能影响到网络结构的重新调整和实施的技术都需要进行彻底的理解和把握。

1.2 什么是 MPLS

MPLS 是一项利用绑定在 IP 包中的标记（或叫标签）通过网络进行数据包转发的技术。在数据帧交换模式下，标记被插入到第 2 层包头和第 3 层包头之间；在信元交换模式下（如 ATM），标记被包含在虚拟路径标识符（VPI）和虚拟信道标识符（VCI）字段之中。

MPLS 把第 2 层交换技术和第 3 层路由技术结合在了一起，其主要目标是建立一个具有更好性能更高稳当性的灵活和易于扩展的网络架构。在 MPLS 上可以实施流量工程和建立 VPN，并能通过多种服务类型（CoS）来提供服务质量保证（QoS）。

在一个 MPLS 网络中（见图 1-1），入口边界标签交换路由器（LSR）为入流量数据包分配标签。每个数据包被沿着标签交换路径（LSP）转发，每个标签交换路由器独立地根据标签的内容做出如何转发数据包的决定。在每一跳上，标签交换路由器去掉数据包中已有的标签并为之绑定一个新的标签，这个新的标签指明数据包被转发的下一跳。在出口边界 LSR 上，数据包中的标签被去掉，并被按一般的方式转发到它的目的地。

注意：术语多协议是指 MPLS 可以适用于网络的任何一层协议。然而，本书特指用于 IPv4 的网络层协议。

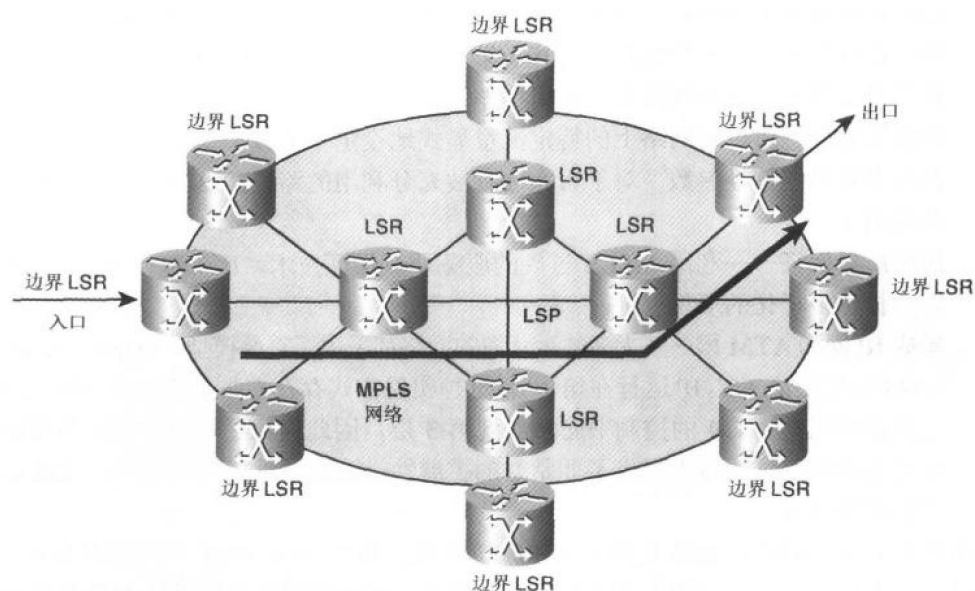


图 1-1 MPLS 网络拓扑结构

1.2.1 MPLS 的发展历程

标签交换的最初目的是把第 2 层交换的速度带入第 3 层。然而，这个最初用于评判诸如 MPLS 之类技术的标准已经不再被看作是这项技术的主要优点了，因为新的三层交换技术应用了专用集成电路（Application-Specific Integrated Circuit, ASIC）技术，这项技术可以在大多数类型的接口上支持快速路由查找。

1997 年 IETF 的 MPLS 工作小组开始对标签交换产生兴趣。

MPLS 是从许多原有的技术上发展上来的，包括厂家私有的标签交换技术，例如 Cisco 的标签交换技术、IBM 的基于聚合路由 IP 交换技术（Aggregate Route-Based IP Switching, ARIS），Toshiba 的信元交换路由器，Ipsilon 的 IP 交换技术以及 Lucent 的 IP 领航器（IP Navigator）。

标签交换是由 Cisco 发展的技术，于 1998 年 3 月给用户开放使用。由于标签交换的发布，Cisco 参与了 IETF 的 MPLS 标准的制定，并把许多标签交换的特性和优点并入到标准之中。Cisco 最近发布的 12.x 版本的 IOS 支持 MPLS。

Cisco 在小型交换机、ATM 交换机和基于路由器的 MPLS 上都实现了多协议标签交换功能。

1.2.2 MPLS 的优点

标签交换可以在路由器、支持标签交换的 ATM 交换机上，仅仅根据一个简单的标签的内容进行数据包转发，而不必执行基于目的 IP 地址的复杂的路由查找算法。这项技术给 IP 网络带来了许多好处：

- **虚拟专用网络 (VPN)**——利用 MPLS 技术,服务提供商可以利用其通常的体系结构,在骨干网上为多个客户创建基于第 3 层技术的虚拟专用网络,而不需要用户端再另外实施加密技术或特别的应用程序。
- **流量工程**——可以对网络上的特定流量显式地设定一条或多条路径。也可以为某类流量设定性能特性参数。对于带宽没有被充分利用的路径,这个特性可以优化带宽的利用率。
- **服务质量保证**——利用 MPLS 过硬的服务质量保证技术,服务提供商能对 VPN 的客户 provide 多样化的质量保证。
- **集成 IP 网和 ATM 网**——大多数运营商的网络都采用了重叠模型 (Overlay Model): ATM 运行在第 2 层,IP 运行在第 3 层。这种实现方式存在着扩展性问题。利用 MPLS,运营商可以把 ATM 的控制平面移入到第 3 层,因此简化了网络的控制管理以及网络的复杂性。这项技术提供了非常好的扩展性,消除了承载 IP 流量时 ATM 信元标识的额外负载。

服务提供商和运营商已经认识到了 MPLS 较传统的基于 ATM 的 IP 网络所具有的优势。当前那些建立在第 2 层公共 ATM 网络之上的大型企业网络应该是最先能从 MPLS 技术中受益的。

MPLS 结合了第 2 层 (数据链路层) 交换的速度、性能和第 3 层 (网络层) 路由选择的可扩展性。MPLS 使服务提供商能应对现代网络的爆炸性增长所带来的挑战,在不牺牲现存网络基础结构的前提下提供差异服务。MPLS 体系结构可以结合第 2 层技术灵活的使用。

MPLS 支持所有的第 3 层协议,并且其可扩展性超越了现今的典型网络。MPLS 可以在 ATM 交换网络上有效的运行 IP 服务。MPLS 可以在一个基于路由器的 Internet 骨干网上对一个给定的源地址和目的地址创建不同的路由。通过集成 MPLS 到网络体系中,许多服务提供商降低了成本,增加了利润,提供了差异服务,在与没有提供 MPLS 服务的,如没有提供基于三层的 VPN 或没有提供流量工程的运营商的竞争中取得了优势。

1.2.3 MPLS 与 Internet 体系结构

从当今 Internet 网络的先驱——ARPANET 网的出现开始,Internet 网络的体系结构就处在不断的变化当中。先进的网络技术、网络规模的增加和新网络服务的出现都促进了网络的发展。截至今日,Internet 网络体系结构中最新的变化就是引入了 MPLS 技术。

自从 ARPANET 网出现后,Internet 网络的转发机制一直是基于目的地址的路由选择方式。其最主要的变化是外部网关协议 (EGP) 向边界网关协议版本 4 (Border Gateway Protocol Version 4, BGP4) 的转移,无类域间路由选择 (classless interdomain routing, CIDR) 的实现,线路带宽和终端设备的不断升级,例如更加强大路由器的应用等。

MPLS 已经影响到了 IP 数据包的转发机制和路径选择 (数据包在穿过 Internet 时所选择的下一跳)。这就导致了 Internet 基础网络结构的重新构造。

MPLS 可以简化 IPv6 的部署,因为 MPLS 为 IPv4 所应用的转发算法可以被直接应用在对支持 IPv6 的路由选择协议中。

开发 MPLS 的原因是它能够直接给 Internet 网络带来好处。最直接的优点是可以利用 MPLS 在 Internet 服务提供商的骨干网上实施流量工程。流量工程可以使服务提供商把拥塞链