

52

IS-IS 网络设计解决方案

[美] Abe Martey, CCIE 著

凡 璇 侯志荣 译



A1008568

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

IS-IS 网络设计解决方案 / (美) 马托依 (Martey, A.) 著; 凡璇, 侯志荣译.
—北京: 人民邮电出版社, 2002.9

ISBN 7-115-10544-8

I. I... II. ①马...②A...③王...④侯... III. 计算机网络—设计 IV. TP393.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 060119 号

版权声明

Abe Martey: IS-IS Network Design Solutions

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。

IS-IS 网络设计解决方案

◆ 著 [美] Abe Martey, CCIE
译 凡 璇 侯志荣
责任编辑 陈 昇

◆ 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 010-67180876
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: 19.75

字数: 474 千字

2002 年 9 月第 1 版

印数: 1-4 000 册

2002 年 9 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01-2001-4080 号

ISBN 7-115-10544-8/TP · 3030

定价: 42.00 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

本书是一本非常好的关于 IS-IS 协议的设计、部署和故障排除的书。全书共分为 3 个部分和 2 个附录。第一部分讲述了 IP 路由选择技术和 IS-IS 协议的理论基础知识，包括 IS-IS 协议的基本概念、特性、特殊实现、协议机理、计时器、度量值以及其他参数。第二部分基于第一部分的知识，阐述了在 IP 网络设计中使用 IS-IS 协议相关的高级知识，同时本部分还通过案例的形式来阐述 IS-IS 网络设计原理。第三部分教给您使用 Cisco 路由器配置和排查 IS-IS 网络故障的知识。附录中收集了 IS-IS 数据包格式和分析器俘获信息。

本书的读者对象是网络专业人员，特别是需要了解 IS-IS 协议的专业人员。

序 言

随着 Internet 的持续发展，我们越来越意识到需要用坚固而灵活的 IP 路由选择协议来支撑不断扩张的网络。在随着 Internet 的演化而出现的所有 IP 路由选择协议中，只有 3 种路由选择协议经受住了时间的考验并且被广泛部署。这就是用于自治系统间路由的 BGP 协议和用于自治系统内路由的 OSPF 和 IS-IS 协议。

除 OSPF 协议以外，IS-IS 路由选择协议是另一个被广泛接受和部署的内部网关协议（Interior Gateway Protocol, IGP）。BGP 路由协议仍然是事实上的用于自治系统间路由寻址的外部网关协议（Exterior Gateway Protocol, EGP）。由于现实的和历史的原因，IS-IS 路由选择协议成为大多数层 1 和层 2 ISP 使用的 IGP 协议。协议初始制定者的智慧和洞察力以及随后 IETF 务实的工作证明，IS-IS 路由选择协议易于适应众多当今涌现的应用程序，例如 MPLS 流量工程和 IPv6 等。正是由于 IS-IS 路由选择协议的可扩展性，我几年前指导设计和部署一个 IP 骨干网时，IS-IS 路由选择协议显而易见地成为 IGP 的选择。我们高度的自信心和缓解压力的能力使得我们能够在单一的 IS-IS 网络中同时实现 IP 和 ISO 路由。

长期以来，许多网络专家一直希望得到关于 IS-IS 协议的易于理解的教程和设计指南。然而，对希望掌握 IS-IS 协议基本原理的读者来说，IS-IS 协议的原始文献 ISO10589 是一本糟糕的教程。另外，一些对 ISO10589 的改进文献，包括 RFC1195，许多最新的相关 RFC 和 IETF 草案等，感兴趣的读者很难从一个地方全部找到。

本书由在设计、部署 IS-IS 网络和故障排除方面具有多年丰富实践经验的并仍然工作在高级路由系统的网络领域的专家写作和修订。本书提供了关于 IS-IS 路由选择协议覆

盖面十分广泛的第一手资料，拥有第一线的部署和使用 IS-IS 路由选择协议的经验。带着充分利用 IS-IS 协议特性的挑战和兴趣的我只希望本书能够带给您及时的帮助。

Abe Martey 编写的《IS-IS 网络设计解决方案》一书毫无疑问将成为网络互联技术方面的优秀参考书之一。这些由 Cisco 出版社出版的，面向全球各地众多网络专家的书籍实现了一个主要目标——分享 Cisco 的网络技术！对于对 IGP 部署和扩展感兴趣的任何读者来说，本书是一本非常重要的参考书。

思科系统公司

Internet PoP 系统商务部

Tony Bates, 副总裁/总经理

前言

中间系统-中间系统 (Intermediate System-to-Intermediate System, IS-IS) 协议是一种得到广泛应用的、功能强大的路由选择协议。它既适合于 IP 网络,又适合于 CLNP(ConnectionLess Network Protocol, 无连接网络协议)网络。实践证明,在 IP 世界里,IS-IS 路由选择协议是应用于 ISP 网络中的 IGP 协议 OSPF 唯一的可替代协议。IS-IS 路由选择协议是当今许多层 1 ISP 网络的 IGP 的选择,并且它的重要意义在一定程度上揭示了为什么它在 CCIE 路由与交换考试和 CCIE IP 再认证考试中占据主要位置。尽管在 IP 网络中 IS-IS 协议占据重要地位,然而很少有关于 IS-IS 协议的技术文章和资料。大多数用户和网络专家依赖从 Cisco 出版社和其他主要的路由器供应商得到的配置手册和少量的文献来学习 IS-IS 协议。Cisco 出版社以前出版的许多路由协议书籍往往只是粗略地介绍了 IS-IS 协议,而对 OSPF 协议做了大量篇幅的介绍。本书打破了以往粗略介绍 IS-IS 的传统,而着重介绍 IS-IS 路由协议的相关问题。《IS-IS 网络设计解决方案》一书采用广受读者喜爱的 Cisco 出版社模式,把实现 Cisco 路由环境所需要的理论和实践知识合二为一介绍给读者。本书还包含了与它的对手 OSPF 协议的详尽的对比。

本书目标

本书的主要目标是希望能够给广大不同水平的 IP 网络专业人士带来关于 IS-IS 路由选择协议的综合知识。本书包含关于 IS-IS 协议的基本概念和复杂的高级知识。和大多数 IP 路由选择协议一样,人们正在研究 IS-IS 路由协议的增强特性,并且 IETF 正在形成新的 RFC 文件。本书综合了这些关于 IS-IS 协议的 RFC,包括最初用于 ISO CLNP 网络的 IS-IS 协议 (RFC10589,译者注),以及最新的所有 IP 相关的特性。Cisco 开发设计的功能强大的 IOS 操作系统给您提供了使用和配置

IS-IS 路由选择协议的工具。根据计划, 本书将提供给您在 IP 网络中理解、设计和使用 IS-IS 作为 IGP 协议所必需的高级技能。为数众多的表格、注释和故障排查信息使本书成为一本优秀的参考书。

读者对象

本书的读者对象是具有不同水平的网络专业人士。本书是为对 IS-IS 协议一无所知或者一定程度上熟悉和有经验的路由选择协议专业人士而作。我们希望读者具有 TCP/IP 协议栈和 IP 路由的基本概念。本书第 1 章简要介绍了 IP 路由, 并阐述了 IP 路由器如何工作, 这部分知识是任何一个网络专家都感兴趣的。虽然本书用了相当的篇幅介绍 IS-IS 协议的基础知识, 但本书绝大部分章节聚焦于故障排查、设计、部署和维护 IS-IS 网络相关的高级知识。高级知识部分对网络专家备考 CCIE 路由和交换实验室考试, CCIE IP 再认证考试和类似的专项认证考试是十分有用的。

章节结构

本书分为 3 个部分和 2 个附录。第一部分讲述了 IP 路由技术和 IS-IS 协议的理论基础知识, 包括 IS-IS 协议基本概念、特性、特殊实现、协议机理、计时器、度量值、以及其他参数。

第二部分基于第一部分的知识, 阐述了在 IP 网络设计策略中使用的 IS-IS 协议相关的高级知识。同时本部分还通过案例的形式来阐述 IS-IS 网络设计原理。

第三部分教给您使用 Cisco 路由器配置和故障排查的 IS-IS 网络的知识。

附录 A 收集了 IS-IS 数据包格式和分析器俘获信息, 这一部分资料作为帮助理解第一部分知识的辅助材料和参考知识。本部分知识对研究和深入理解错综复杂的 IS-IS 问题(例如实现和互操作问题)也是有用的。

下面是各个主要部分的章节列表:

第一部分: IS-IS 协议: 设计规范和特性

- 第 1 章: IP 路由选择概述。
- 第 2 章: IS-IS 路由选择协议入门。
- 第 3 章: 集成 IS-IS 路由选择协议概念。
- 第 4 章: 集成 IS-IS 寻址。
- 第 5 章: IS-IS 链路状态数据库。
- 第 6 章: 最短路径优先算法。

第二部分: 基于 IP 网际协议的集成 IS-IS 网络设计

- 第 7 章: 一般网络设计问题。
- 第 8 章: 网络设计方案。

第三部分: 集成 IS-IS 的配置和故障排除

- 第 9 章: 在 Cisco 路由器上配置 IS-IS IP 路由选择。
- 第 10 章: IS-IS 路由选择协议故障排除。

第四部分: 附录

- 附录 A: IS-IS 报文格式。
- 附录 B: 复习题答案。

如何使用本书

本书按照从基础到高级的逻辑顺序编写，同时本书也是十分灵活的。读者可以根据自己 IS-IS 协议的知识水平或者协议的关联性阅读感兴趣的部分或者章节。高级用户可能会快速浏览第 1 章来回忆 IP 路由的基础知识，而花费大量时间在第一部分其余章节上来学习 IS-IS 协议的高级知识。一些读者可能会把第一部分讲述的理论和第二部分讲述的设计和方案实施知识综合起来学习。感兴趣于故障排查的读者会关注于第三部分知识，同时也复习第一部分知识来了解 IS-IS 协议是如何工作的。对于后一种类型的读者，在定期的故障排查和承担相关维护责任时，第一部分的参数表和附录 A 的数据包格式和分析仪俘获信息是很好的参考资料。

本书同时给出了大量的参考资料和相关资料的 Web 链接，由于篇幅或者本书讲述范围的限制，这些知识没有详解。我们鼓励读者去参阅这些参考资料，以获得更多的本书的补充信息。

本书中的命令格式

本书使用的命令语法遵从如下惯例：

- 命令、关键字和参数实际数值用粗体字表示。
- 需要用实际数值替换的参数用斜体字表示。
- 可选的关键字和参数（或者可选关键字，可选参数）放置在中括号[]中。
- 必选的关键字或参数放置在大括号{}中。
- 这些惯例仅对命令语法有效，实际配置和案例并不遵循这些惯例。

目 录

第一部分 IS-IS 协议：设计规范与特性

第 1 章 IP 路由选择概述	5
1.1 IP 路由选择与转发	5
1.2 IP 寻址	8
1.2.1 有类寻址和无类寻址	9
1.2.2 私有地址空间	10
1.2.3 子网划分与变长子网掩码	10
1.2.4 无类域间路由	11
1.3 IP 路由选择协议的分类	12
1.3.1 有类路由选择协议与无类路由选择协议	13
1.3.2 域内路由选择协议与域间路由选择协议	13
1.3.3 距离矢量路由选择协议与链路状态路由选择协议	14
1.4 单播路由选择与组播路由选择	16
1.4.1 单播路由选择	16
1.4.2 IP 单播转发示例	17
1.4.3 最长匹配路由选择	18
1.5 Cisco 分组交换机制	19
1.5.1 进程交换	19
1.5.2 快速交换	19
1.5.3 Cisco 快速转发	20
1.6 关于 IPv6 的讨论	21
1.7 本章小结	22
1.8 复习题	23
1.9 参考资料	23
第 2 章 IS-IS 路由选择协议入门	27
2.1 ISO 无连接网络服务	27
2.1.1 CLNP	29

2.1.2 ES-IS	29
2.1.3 IS-IS 路由选择协议	30
2.1.4 集成 IS-IS	30
2.2 本章小结	30
2.3 复习题	31
2.4 参考资料	31
第 3 章 集成 IS-IS 路由选择协议概念	33
3.1 IS-IS 路由选择域	34
3.2 IS-IS 区域和路由选择层次	34
3.3 IS-IS 数据包	36
3.4 IS-IS 协议功能	39
3.4.1 子网依赖功能	39
3.4.2 ES-IS 邻接	40
3.4.3 IS-IS 邻接	41
3.4.4 形成 LAN 邻接	46
3.4.5 伪节点	46
3.4.6 IS-IS 路由选择引擎	48
3.4.7 路由选择信息库	48
3.5 集成 IS-IS 协议寻址概念	49
3.6 安全	50
3.7 本章小结	50
3.8 复习题	51
3.9 参考资料	51
第 4 章 集成 IS-IS 寻址	53
4.1 OSI 网络地址	54
4.2 NSAP 格式	55
4.3 获取全局唯一的 NSAP 地址	58
4.4 定义 SysID	60
4.5 为单个 IS-IS 进程配置多个 NET	62
4.5.1 区域合并	63
4.5.2 区域分离	64
4.5.3 NSAP 地址重编址	64
4.6 NSAP 选择符值	65
4.7 NSAP 地址到主机名的映射	66
4.7.1 静态主机名映射	67
4.7.2 动态主机名映射	67
4.8 本章小结	68

4.9 复习题	68
4.10 参考资料	69
第 5 章 IS-IS 链路状态数据库	71
5.1 IS-IS 链路状态数据包	74
5.2 LSP 的各类 TLV 字段	82
5.2.1 层 1 路由 LSP 的 TLV 字段	82
5.2.2 层 2 路由 LSP 的 TLV 字段	85
5.2.3 IS-IS 度量信息	87
5.3 IS-IS 度量扩展	89
5.3.1 扩展的中间系统可达性 TLV (类型 22)	89
5.3.2 扩展的 IP 可达性 TLV (类型 135)	90
5.4 序列号数据包	91
5.4.1 完全序列号数据包	92
5.4.2 部分序列号数据包	93
5.5 路由选择信息扩散与链路状态数据库同步	94
5.5.1 SRM 标志与 SSN 标志	95
5.5.2 路由选择信息扩散	96
5.5.3 NBMA 网络中的路由选择信息扩散	99
5.6 协议定时器以及其他 IS-IS 数据库参数	102
5.6.1 最大生存时间	102
5.6.2 LSP 代间隔	102
5.7 IS-IS 链路状态数据库的其他方面	103
5.7.1 IS-IS 链路状态数据库与网络稳定性	103
5.7.2 LSP 序列号	105
5.7.3 System ID 的复制	105
5.8 本章小结	106
5.9 复习题	106
5.10 参考资料	107
第 6 章 最短路径优先算法	109
6.1 SPF 算法概述	110
6.1.1 图论基础	110
6.1.2 SPF 算法运算	111
6.1.3 运行 SPF 算法的开销	112
6.1.4 内存需求	112
6.1.5 SPF 计算示例	113
6.2 用 SPF 算法计算 IS-IS 路由	114
6.3 在 Cisco 路由器上实现 IS-IS SPF	115
6.4 本章小结	117

6.5 复习题	118
6.6 参考资料	118

第二部分 基于 IP 网际协议的集成 IS-IS 网络设计

第 7 章 一般网络设计问题	123
7.1 IP 网络设计原则	124
7.1.1 核心层	124
7.1.2 汇聚层	124
7.1.3 访问层	124
7.2 使用 IS-IS 作为内部网关协议	132
7.2.1 需要考虑的协议限制	132
7.2.2 IS-IS 与 BGP 的交互	138
7.2.3 使用超载位与 BGP 交互	139
7.3 IS-IS 扩展问题——网络稳定性与收敛性	141
7.3.1 可扩展性	141
7.3.2 稳定性	142
7.4 系统资源	142
7.4.1 不断改进的收敛性能	143
7.4.2 指数退避	146
7.4.3 指数退避参数	147
7.4.4 指数退避实例	148
7.4.5 邻接关系建立的快速收敛	149
7.5 集成 IS-IS 与 OSPF 的比较	150
7.6 简单历史回顾	150
7.7 术语	152
7.7.1 共同之处	153
7.7.2 重要区别	153
7.8 IS-IS 与 OSPF——深入探讨	154
7.8.1 封装	155
7.8.2 报文类型与编码问题	156
7.8.3 邻接路由器的发现与邻接关系的维持	158
7.8.4 路由选择信息分发	160
7.8.5 路由特征与度量信息	161
7.8.6 健壮性与可靠性	162
7.8.7 网络体系结构	163
7.8.8 稳定性、收敛性与可扩展性	165
7.8.9 IS-IS 区域与 OSPF 区域能为多大	167
7.8.10 安全性	167
7.8.11 操作：配置、维护与故障排除	168

7.8.12 结论: 哪个协议更好	168
7.9 本章小结	169
第 8 章 网络设计方案	171
8.1 案例研究: 区域移植	171
8.2 案例研究: 从窄度量移植到宽度量	172
8.2.1 方法 1	173
8.2.2 方法 2	173
8.3 在 ISP 网络中运行 IS-IS	174
8.3.1 点对点连接: PoS	174
8.3.2 多点连接: 帧中继、ATM 与 IS-IS 全通网络解决方案	175
8.3.3 从其他内部网关协议移植到集成 IS-IS	180
8.3.4 从一个无类别 IGP 移植到集成 IS-IS	180
8.3.5 集成 IS-IS 协议与其他内部网关协议的共存	193
8.4 在双重环境中运行 IS-IS	194
8.4.1 案例研究 1: 混合 ISO 与 IP	195
8.4.2 案例研究 2: 混合 ISO 与 IP	196
8.5 本章小结	196
8.6 复习题	197

第三部分 集成 IS-IS 的配置与故障排除

第 9 章 在 Cisco 路由器上配置 IS-IS IP 路由选择	201
9.1 点对点串行链路配置	203
9.2 在广播多点广播链路上配置 IS-IS	207
9.3 在 NBMA 网络中配置 IS-IS	208
9.3.1 ATM 配置	209
9.3.2 帧中继配置	210
9.3.3 ISDN 配置	211
9.4 配置 IS-IS 操作	211
9.4.1 在 IS-IS 中通告 IP 默认路由	211
9.4.2 路由引入	213
9.4.3 IP 路由汇总	217
9.4.4 辅助地址、无编号接口以及隧道配置	219
9.4.5 验证	222
9.4.6 域范围前缀分发 (层 2 到层 1 路由泄漏)	224
9.4.7 多区域配置	226
9.5 IS-IS 优化配置	227
9.6 本章小结	231
9.7 参考资料	232

第 10 章 IS-IS 路由选择协议故障排除	235
10.1 重要 show 命令的输出信息说明	236
10.1.1 show clns 命令	238
10.1.2 show clns protocol 命令	239
10.1.3 show clns neighbors 命令	240
10.1.4 show clns interface 命令	241
10.1.5 show isis database 命令	243
10.1.6 show isis topology 命令	245
10.1.7 show isis spf-log 命令	246
10.2 其他 IS-IS 故障排除命令	247
10.3 IS-IS 路由选择故障排除	254
10.3.1 IS-IS 邻接关系问题	255
10.3.2 IS-IS 路由维护问题	263
10.3.3 认证问题	269
10.4 IS-IS 错误日志	269
10.5 本章小结	270
10.6 复习题	270
10.7 参考资料	271

第四部分 附录

附录 A IS-IS 报文格式	275
A.1 IS-IS 报文字段	275
A.2 Hello 报文	276
A.3 链路状态报文	280
A.4 序列号报文	285
附录 B 复习题答案	291
第 1 章	291
第 2 章	292
第 3 章	292
第 4 章	293
第 5 章	295
第 6 章	297
第 8 章	298
第 10 章	298

第一部分

IS-IS 协议：设计规范与特性

第1章 IP 路由选择概述

第2章 IS-IS 路由选择协议入门

第3章 集成 IS-IS 路由选择协议概念

第4章 集成 IS-IS 寻址

第5章 IS-IS 链路状态数据库

第6章 最短路径优先算法