



Cisco 专业技术丛书

附 赠



(美) Michael Satterlee Stephen Hutnik 著
詹文军 周光亮 程名华 等译

CCIE

实验实例分析

Cisco CCIE Lab Practice Kit



机械工业出版社
China Machine Press



Education

Cisco专业技术丛书

CCIE实验实例分析

(美) Michael Satterlee 著
Stephen Hutnik

詹文军 周光亮 程名华 等译



机械工业出版社
China Machine Press

本书介绍了CCIE考试中增加的最新技术。包括ATM LANE、IPSec、Voice over IP等技术,并包含了所有主要的路由协议(例如:BGP、OSPF、EIGRP、IS-IS、RIP和IGRP协议)的有关配置。本书包含了6个完整的CCIE实验室示例考试案例,并对每个考试题都进行了详细解释。随书光盘中包含了许多实际配置代码。本书内容全面、讲述详细,适合那些希望通过Cisco CCIE认证资格考试的人员阅读,并可为其他网络专业人员进行Cisco网络配置提供参考。

Michael Satterlee and Stephen Hutnik: Cisco CCIE Lab Practice Kit(ISBN 0-07-212766-x).

Copyright © 2001 by the McGraw-Hill Companies, Inc.

Authorized translation from the English language edition published by McGraw-Hill, Inc.

All rights reserved. For sale in the People's Republic of China.

本书中文简体字版由机械工业出版社和美国麦格劳-希尔国际公司合作出版。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有,侵权必究。

本书版权登记号: 图字: 01-2001-3950

图书在版编目(CIP)数据

CCIE实验实例分析/(美)萨特利(Satterlee, M.), (美)哈特尼克(Hutnik, S.)著;
詹文军等译. -北京:机械工业出版社, 2001.10

(Cisco专业技术丛书)

书名原文: Cisco CCIE Lab Practice Kit

ISBN 7-111-09345-3

I. C… II. ①萨… ②哈… ③詹… III. 计算机网络-水平考试-自学参考资料
IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第066791号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:李冬冬 张鸿斌

北京第二外国语学院印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001年10月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·29.5印张

印数:0 001-5 000册

定价:72.00元(附光盘)

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换

译者序

本书作者Michael Satterlee和Stephen Hutnik都是资深网络工程师，其中Michael Satterlee是一位CCIE，Stephen Hutnik是Pace University的电信专业副教授，他们曾经编写过一本《All-in-one CCIE Lab Study Guide》，受到许多网络专业人员的好评，本书是该书的补充，其中包含了一些更详细、更复杂的配置案例，这些配置案例和实际的考试十分接近。本书的宗旨是使那些有志于CCIE实验室考试的人员在研读本书后具有足够的自信去参加富有挑战性、为期两天的实验室考试。

如果用户准备参加Cisco CCIE认证资格考试，毋庸置疑你需要本书作为考试准备指南。本书包含6个完整的示例考试案例，并对其中的每个考试题都进行了详尽的解释，本书覆盖了实验室考试中增加的最新技术，包括ATM LANE、IPSec、Voice over IP等技术，另外，本书还包含了实际配置代码，并解释了每一个配置是如何建立的。同时本书还提供了随书光盘。本书的每章都包括技术概述、设备需求、物理连接图、问题、问题解答指导，便于读者阅读。

本书由詹文军、周光亮、程名华、赵博力、李岩、王雷、黎阳、卢陈思、高军、白于飞、王晓周、刘东、王建军、张维建、高一昂、盛显平、付婷、李丹、刘阳等参与翻译，由詹文军负责统校。对于书中的一些不足之处，希望读者批评指正。

2001年8月

11/1506/03

目 录

译者序	
第1章 概述	1
1.1 CCIE实验室考试	2
1.2 CCIE实验室位置	2
1.2.1 路由和交换实验室	2
1.2.2 ISP拨号实验室	2
1.2.3 WAN交换实验室	2
1.3 本书的格式	3
1.4 如何使用本书	3
1.5 光盘	4
第2章 BGP案例研究	5
2.1 简介	6
2.2 技术概述	6
2.3 BGP术语	7
2.4 技术概述	9
2.5 案例研究1: BGP	9
2.5.1 IOS需求	9
2.5.2 设备需求	9
2.6 物理连接图	10
2.7 问题	11
2.8 问题解答指导	14
2.9 完整的网络视图	63
2.10 路由器配置	65
2.10.1 R1的配置	65
2.10.2 R2的配置	67
2.10.3 R3的配置	68
2.10.4 R4的配置	70
2.10.5 R5的配置	72
2.10.6 R6的配置	73
2.10.7 R7的配置	74
2.10.8 帧中继交换机的配置	76
2.11 BGP技术附录	78
2.11.1 BGP报文格式	78
2.11.2 OPEN报文格式	78
2.11.3 UPDATE报文格式	79
2.11.4 KEEPALIVE报文格式	83
2.11.5 NOTIFICATION报文格式	83
第3章 桌面协议案例研究	85
3.1 简介	86
3.2 技术概述	86
3.3 DECnet协议	86
3.3.1 寻址方式	86
3.3.2 路由级别	87
3.4 IPX协议	87
3.4.1 IPX寻址方式	87
3.4.2 IPX协议集	87
3.5 AppleTalk协议	89
3.5.1 AppleTalk术语	89
3.5.2 AppleTalk寻址方式	91
3.5.3 AppleTalk地址结构	91
3.5.4 AppleTalk协议集	91
3.5.5 AppleTalk路由协议	92
3.5.6 AppleTalk地区	92
3.6 案例研究2: 桌面协议	93
3.6.1 IOS需求	93
3.6.2 设备需求	93
3.6.3 获得ISDN链路	93
3.7 物理连接图	93
3.8 问题	93
3.9 问题解答指导	98
3.10 完整的网络视图	152
3.11 路由器配置	156
3.11.1 R1的配置	156
3.11.2 R2的配置	158

3.11.3 R3的配置	160	4.11.4 区域	195
3.11.4 R4的配置	161	4.11.5 骨干区域0	196
3.11.5 R5的配置	162	4.11.6 指定路由器	196
3.11.6 R6的配置	164	4.11.7 OSPF协议数据包	196
3.11.7 R7的配置	167	4.11.8 链路状态通告	197
3.11.8 FrameSwitch的配置	168	4.11.9 路由器链路	198
3.12 Adtran Atlas 800 ISDN交换机配置	170	4.11.10 网络链路	198
第4章 IGP案例研究	173	4.11.11 汇总链路	198
4.1 简介	174	4.11.12 外部链路	198
4.2 技术概述	174	4.11.13 OSPF的工作机制	198
4.3 静态路由	175	4.11.14 邻接关系如何形成	199
4.4 动态路由协议	175	4.11.15 OSPF网络类型	201
4.5 路由信息协议	177	4.12 综合的IS-IS	204
4.5.1 RIP的工作原理	178	4.12.1 IS-IS术语	204
4.5.2 路由回环	178	4.12.2 IS-IS寻址	205
4.5.3 无限计数问题	179	4.12.3 IS-IS区域	205
4.5.4 水平分割	180	4.12.4 IS-IS的工作机制	205
4.5.5 逆向毒化	181	4.13 案例研究3: OSPF	207
4.5.6 抑制	181	4.13.1 IOS需求	207
4.5.7 触发更新	181	4.13.2 设备需求	207
4.5.8 RIP报文格式	181	4.14 物理连接图	208
4.6 内部网关路由协议	182	4.15 问题	209
4.6.1 路由回环	183	4.16 问题解答指导	211
4.6.2 闪烁更新	183	4.17 完整的网络视图	254
4.6.3 IGRP路由	183	4.18 路由器配置	255
4.6.4 IGRP尺度值	183	4.18.1 R1的配置	255
4.6.5 IGRP报文格式	184	4.18.2 R2的配置	258
4.7 增强内部网关路由协议	186	4.18.3 R3的配置	259
4.8 技术概述	188	4.18.4 R4的配置	260
4.8.1 EIGRP尺度值	188	4.18.5 R5的配置	261
4.8.2 EIGRP报文格式	191	4.18.6 R6的配置	262
4.9 链路状态协议	193	4.18.7 R8的配置	264
4.10 开放最短路径优先	193	4.19 案例研究4: IS-IS	267
4.11 技术概述	194	4.19.1 IOS需求	267
4.11.1 链路状态路由协议	194	4.19.2 设备需求	267
4.11.2 扩散	195	4.20 物理连接图	268
4.11.3 Dijkstra算法	195	4.21 问题	269

4.22 问题解答指导	270	6.2.1 IPSec	392
4.23 完整的网络视图	293	6.2.2 认证报头	392
4.24 路由器配置	294	6.2.3 封装安全有效载荷	392
4.24.1 R1的配置	294	6.3 IPSec操作模式	393
4.24.2 R2的配置	295	6.3.1 传输模式	393
4.24.3 R3的配置	296	6.3.2 隧道模式	394
4.24.4 R4的配置	297	6.4 IPSec工作原理	394
4.24.5 R5的配置	299	6.5 LANE	395
第5章 DLSW和桥接案例研究	301	6.6 NAT	396
5.1 简介	302	6.7 话音技术	397
5.2 技术概述	302	6.7.1 VoIP技术	398
5.2.1 透明桥接	302	6.7.2 语音压缩	398
5.2.2 数据链路交换	302	6.7.3 压缩语音质量	398
5.2.3 集成的路由和桥接	302	6.7.4 语音数据包延迟和抖动	399
5.2.4 组播路由	303	6.7.5 回声	399
5.3 案例研究5: DLSW和桥接	303	6.7.6 语音接口卡	399
5.3.1 IOS需求	303	6.8 服务确认代理(SAA)	399
5.3.2 设备需求	303	6.9 约定的访问速率	401
5.3.3 获得ISDN链路	304	6.10 排队	402
5.4 物理连接图	304	6.11 案例研究6: IPSec、VoIP和	
5.5 问题	305	ATM LANE	403
5.6 问题解答指导	305	6.11.1 IOS需求	403
5.7 完整的网络视图	377	6.11.2 设备需求	403
5.8 路由器配置	378	6.12 物理连接图	403
5.8.1 R1的配置	378	6.13 问题	405
5.8.2 R2的配置	379	6.14 问题解答指导	407
5.8.3 R3的配置	380	6.15 完整的网络视图	452
5.8.4 R4的配置	381	6.16 路由器配置	452
5.8.5 R5的配置	383	6.16.1 R1的配置	454
5.8.6 R6的配置	385	6.16.2 R2的配置	455
5.8.7 Catalyst交换机的配置	386	6.16.3 R3的配置	456
5.8.8 终端服务器的配置	388	6.16.4 R4的配置	459
5.9 Adtran Atlas 800 ISDN交换机配置	388	6.16.5 R5的配置	460
第6章 IPSec、VoIP和ATM LANE		6.16.6 R6的配置	462
案例研究	391	6.16.7 R7的配置	463
6.1 简介	392	6.16.8 LS1010的配置	464
6.2 技术概述	392		

第1章

概 述

在编写完《All-in-one CCIE Lab Study Guide》一书后，我们收到了许多网络专业人员在他们准备CCIE实验室考试的学习过程中所提出的一些建议，这些人很喜欢在第一本书中所介绍的有关内容，但是希望得到更详细、更复杂的一些配置案例。

因此我们决定编写一本包含六个CCIE配置案例的实验室考试手册，这些配置案例和实际的考试十分接近，同时也不违反Cisco的保密协议。我们相信，那些有志于CCIE实验室考试的人员在研读本书后，应当能够具有足够轻松自在的心态去参加富有挑战性、为期两天的实验室考试。

1.1 CCIE实验室考试

CCIE实验室考试是对考生的网络技能所进行的一个富有挑战性的动手实践评估，该考试的考试费用在美国需要花费1000美元，为期两天。在用户申请报名实验室考试之前，必须通过CCIE资格考试。和计算机管理的考试不同，CCIE实验室考试只在由Cisco指定的地点进行，准备CCIE路由和交换考试的考生可以选择不同的考试地点，CCIE实验室考试的内容在各个考试地点之间都实现了标准化，选择考试地点只是基于地理位置上的考虑而已。

1.2 CCIE实验室位置

1.2.1 路由和交换实验室

San Jose, California, USA, (800) 553-NETS或 (408) 526-8063, ccie_ucsa@cisco.com

Research Triangle Park, North Carolina, USA, (800) 553-NETS或 (408) 527-7177, ccie_ucsa@cisco.com

Halifax, Nova Scotia, Canada, (800) 553-NETS或 (902) 492-8811, ccie_ucsa@cisco.com

North Sydney, New South Wales, Australia, +61 2 9935 4128, ccie_apr@cisco.com

Brussels, Belgium, +32 2 778 46 70, ccie_emea@cisco.com

Beijing, China, +86 1 0648 92398, ccie_apr@cisco.com

Tokyo, Japan, +81 3 5219 6409, ccie@cisco.co.jp

Capetown, South Africa, +32 2 778 46 70, ccie_emea@cisco.com

1.2.2 ISP拨号实验室

Halifax, Nova Scotia, Canada, (800) 553-NETS或 (902) 492-8811, ccie_ucsa@cisco.com

San Jose, California, USA, (800) 553-NETS或 (408) 526-8063, ccie_ucsa@cisco.com

1.2.3 WAN交换实验室

San Jose, California, USA, (800) 553-NETS或 (408) 526-8063, ccie_ucsa@cisco.com

Stockley Park, United Kingdom, +32 2 778 46 70, ccie_emea@cisco.com

根据CCIE课程的技术负责人Jeff Buddemeier的介绍，实验室中包含五个路由器和一个Catalyst交换机，每一个考生都具有各自的机架和插线板，同时还会收到Cisco所提供的一组在考

试过程中使用的文档，此外考生不能将任何其他的文档和笔记带入到考场中。

实验室考试总分是100分，为通过该考试，考生必须获得80或80以上的得分。而且考生必须获得考试过程中每一部分的及格分数，才能进入到下一部分的考试，例如，在第一天考试中的最高得分为45分，考生必须得到其中的至少30分，才能允许参加第二天的第一部分考试，表1-1列出了考试得分分类。

表1-1 CCIE实验室考试得分分类表

考试日期	考试任务	得分	到该部分总得分	继续下一部分考试所必须的最低得分
第1天	建立配置	45	45	30
第2天（第一部分）	建立配置	30	75	55
第2天（第二部分）	故障排除	25	100	80或高于80算通过

CCIE实验室考试的开始时间根据不同的考点而定，但一般是每天的上午8:00到9:00，实验室开放7个半小时，将会提供给考生半小时的休息和一顿午餐。在考场中通常有一个监考人负责解答考生的一些问题，并处理可能发生的紧急情况，但基本上是由考生自理。

CCIE实验室考试的不及格率很高，根据Buddmeier的介绍，只有大约20%的考生能够在第一次考试中通过，一般来说，CCIE考生需要经过四到五次实验室考试才能获得一个及格的分数。因此考生不妨将第一次考试作为学习考试经验的热身，如果第一次就通过该考试，则可以认为是一个意外的惊喜和收获。另外，对于考生来说，重复参加该考试的次数是不受限制的。

和其他资格考试一样，CCIE实验室考试的内容和结构是会变化的，因此当考生准备参加实验室考试时，最好能够从Cisco获取最新的信息，Cisco的Web站点包含了有关如何准备CCIE实验室考试和其他资格考试的专门指导。

如果考生希望通过该考试，则必须经过大量的动手实践操作，这一点是毋庸置疑的。如果没有进行实际操作的设备，则应当建立一个家庭实验室或寻求其他的方法来获得相关的设备。

1.3 本书的格式

本书的每一章都遵循相似的格式，并包含以下主题：

- 技术概述。
- IOS需求。
- 所需设备的详细清单。
- 测试问题。
- 详细的问题解答指导。
- 在本章最后和光盘上提供的完整配置。

1.4 如何使用本书

在本书每章的结尾部分都提供了测试案例，用户应当将它们看作是实际的考试，并且只使用一张Cisco光盘来作为指导，即使对于某个主题不是很清楚，也要继续后面的内容，然后在测试案例的结尾，使用问题解答指导来对照以修正自己的答案。其中有一些主题在每一个测试案

例中都有涉及，例如子网化。这些主题是用户需要了解的基本内容。我们相信如果用户理解了本书所覆盖的内容，将能够通过实验室考试，另外，在用户遇到困难的情况下，可以加载光盘上提供的完整配置。

1.5 光盘

本书提供的光盘包含了本书中出现的所有配置，用户可以将这些配置粘贴和复制到路由器中，以此来节省时间，每一章都在光盘上具有相应的目录，光盘中所使用的文件命名约定为 `router_name.txt`。

第2章

BGP案例研究

2.1 简介

边界网关协议（Border Gateway Protocol, BGP）是一种自治系统间路由协议，其基本功能是和其支持BGP协议的设备交换网络路由信息。以下的案例研究提供了一个复杂的BGP配置实践，来帮助那些准备CCIE实验室考试的学生。

2.2 技术概述

BGP是一种路径向量（path vector）的AS间路由协议，它基于距离向量算法（在本章中，间（inter）意味着实体之间的路由，内（intra）则意味着实体内的路由），一个自治系统（AS）是几个路由器或终端节点的集合，这些路由器或终端节点位于同一个管理控制区域，并被看作单一实体。BGP被称为路径向量协议，原因是BGP路由信息包括一系列AS编号，它们表示了网络路由所经过的路径。该信息用于架构一个AS连接图，以消除路由回环现象。

内部网关路由协议（RIP、OSPF、IGRP、EIGRP）运行于单个AS中，AS位于同一个管理控制区内。BGP用于在AS之间交换路由信息以避免路由回环，同时通过无类别域间路由协议（CIDR, Classless Inter-Domain Routing）来控制路由表的扩展，并通过使用AS来提供一个因特网的结构化视图。

在某种意义上，因特网可以成为一个大型的开放最短路径优先（OSPF）网络，如果是这样，则其中的所有的组织机构都必须使用相同的管理策略。通过将因特网分割为多个AS，可以创建一个包含多个易于管理的小型网络的网络所组成的大型网络。在这些小型的网络或AS中，可以应用每个组织机构的各自管理规则和策略。因特网注册机构为每个AS分配一个唯一的编号。

图2-1显示了两个因特网服务提供商（ISP），Xnet和Ynet，两个都由多个运行多种内部网关协议（IGP）的网络所组成，每个ISP都由因特网注册机构分配一个表示整个网络的AS编号。当Xnet和Ynet公司希望交换路由信息时，它们将使用BGP协议来实现这一点。

Ynet公司将网络2.0.0.0和3.0.0.0通告给Xnet公司，并且路由被标记为来自AS 200，Xnet公司既不需要对rnet公司的网络具有一个完整的拓扑视图，也不需要理解Ynet的内部路由或策略，它只需要知道网络2.0.0.0和3.0.0.0位于AS 200即可。

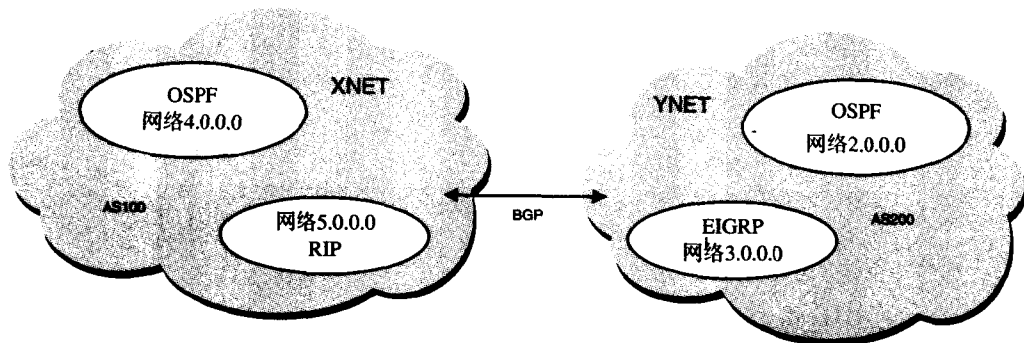


图2-1 自治系统（AS）

2.3 BGP术语

在深入了解BGP之前，有必要先了解一下其中的关键术语和概念，其中一些术语是可以相互替代使用的。

外部BGP (EBGP, External BGP) 和 **内部BGP (IBGP, Internal BGP)** 虽然BGP被设计在AS之间 (EBGP) 使用，但它通常在AS中 (IBGP) 用于将运行EBGP，从而在边界路由器之间将信息传输到其他AS，这使得所有的BGP路径属性能够跨AS进行维护。

根据定义，EBGP邻居是一个接受AS之外的管理和策略控制的路由器，而IBGP邻居则是一个接受相同管理和策略控制的路由器 (参见图2-2)。

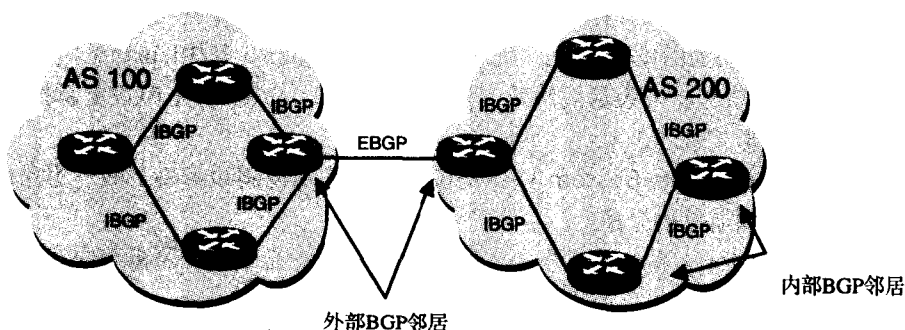


图2-2 EBGp和IBGP

无类别域间路由 (CIDR, Classless Interdomain Routing) 该技术用于解决目前因特网路由器的路由表中IP地址的爆炸性增长，以及IP地址空间面临耗尽的问题。CIDR是一种地址分配方案，取消了BGP中网络类的概念，在CIDR中，IP网络由一个IP前缀 (IP Prefix) 来表示，IP前缀是一个IP地址和一个表明地址最左边的连续有效比特位的数字，例如，在图2-3中，在服务提供商A的网络上具有256个C类网络，如果没有CIDR，服务提供商必须单独通告每个网络；而使用CIDR，服务提供商A可以通过无类别通告 (200.10.0.0/16) 来通告所有网络，如图2-4所示。

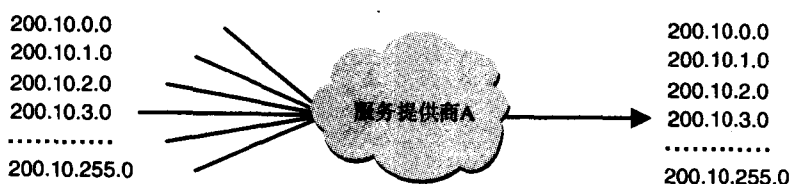


图2-3 不带CIDR的网络通告

超网 (Supernet) 超网是一种网络通告，其前缀边界包含的位数少于网络的自然掩码位数。例如，在图2-4中，C类网络200.10.1.0的自然网掩码为255.255.255.0，但是，如果将它表示为200.10.0.0，则掩码为16位，少于24位，因此，它被称为超网通告 (supnet advertisement)。

IP前缀 (IP Prefix) IP前缀是一个IP网络地址和一个描述组成网络地址位数的数字，例如

10.0.0.0/8是一个IP前缀。

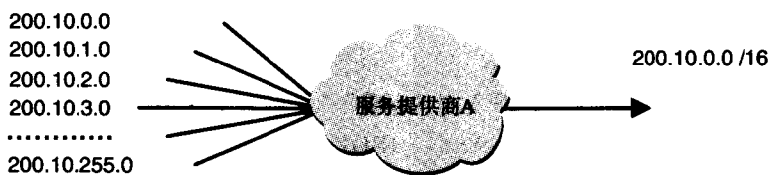


图2-4 带CIDR的网络通告

网络层可达信息 (NLRI, Network Layer Reachability Information) 这是BGP如何支持无类别路由 (CIDR) 的诀窍所在, NLRI是BGP更新报文的一部分, 用于列出一系列可到达的网络地址。BGP更新报文中的NLRI字段包含两个元组: $\langle \text{length}, \text{prefix} \rangle$, 其中length是掩码中的位数, prefix是IP地址, 这两者结合起来表示网络数, 例如网络10.0.0.0/8在一个BGP更新报文的NLRI字段中以 $\langle 8, 10.0.0.0 \rangle$ 的形式被通告。

自治系统 (AS, Autonomous System) AS是位于同一管理控制和策略下的一组路由器或主机, AS的编号由因特网注册机构分配。

同步 (Synchronization) 在BGP通告一个路由之前, 路由必须在IP路由表中存在。换句话说, BGP和IGP必须在网络被通告之前进行同步。Cisco可以通过命令no synchronization来使BGP绕过同步需求, 这可以允许BGP通告那些借助BGP协议已知但还未出现在路由表中的路由。没定这条规则是因为对于AS来说, 和它所通告的路由保持一致是很重要的。

在图2-5中, 只有RouterA和RouterB是运行BGP协议的路由器, 如果在RouterB上禁用同步功

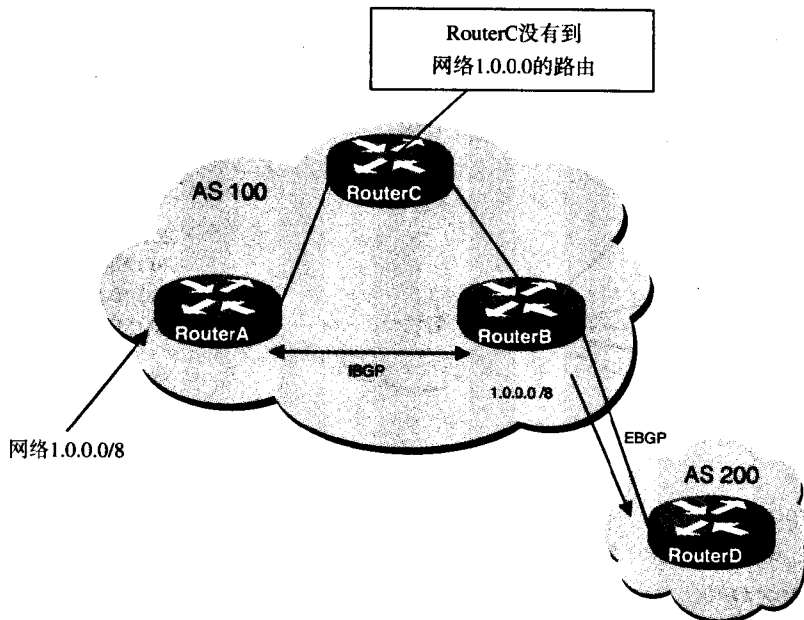


图2-5 一个AS中的同步

能, 则它将把网络1.0.0.0/8通告给AS 200。当RouterD想把数据包发送到网络1.0.0.0时, 它却将数据包发送到RouterB, RouterB在其路由表中进行递归查询并将数据包转发到RouterC。由于RouterC未运行BGP, 因此它看不到网络1.0.0.0, 就会将数据包丢弃, 这正是BGP需要在BGP和IGP之间进行同步的原因。禁用同步功能时必须谨慎。如果AS是一个作为过渡的AS (transit AS), 那么在禁用同步功能之前所有的路由器都必须运行完全网状化的IBGP协议。

2.4 技术概述

BGP是一种AS间路由协议, 其基本功能是和其他BGP设备 (任何使用BGP的设备即为BGP设备) 之间进行网络可到达信息的交换。BGP使用传输控制协议 (TCP) 作为其传输协议 (端口179), 它可以在BGP设备之间提供可靠的数据传输。

两个BGP路由器之间可形成一个传输协议连接。此时, 两个路由器被称为邻居 (neighbor) 或同伴 (peer)。一旦传输连接形成, 同伴路由器将交换信息打开并确认连接参数。在这一阶段, 路由器将交换有关BGP版本号、AS编号、持续时间、BGP标识符和其他可选参数信息。如果同伴之间对其中任何参数协商不一致, 则发送一个错误通告, 并且将不再建立连接。

如果同伴路由器协商参数一致, 则使用UPDATE报文来交换整个BGP路由表。UPDATE报文包含借助每个系统 (NLRI) 可到达的目的地址路由列表, 以及每条路由的路径属性。路径属性包含路由起点和执行程度等信息, 后面将详细介绍路径属性。

在BGP连接期间, BGP表对于每一个同伴都是有效的, 如果任何路由信息发生改变, 则邻居路由器将使用增量更新 (incremental update) 来传输这些信息。BGP不要求这些路由信息定期更新。如果路由未发生变化, 则BGP同伴之间只发送存活 (keepalive) 数据包, 这些数据包是定期发送的, 以确保连接处于活动状态。

2.5 案例研究1: BGP

2.5.1 IOS需求

BGP-4最早在IOS 版本10.0中提供, 不过本案例使用的是IOS 11.2。

2.5.2 设备需求

进行这个案例研究需要下列设备:

- 一个Catalyst 1900以太网交换机。
- 一个具有一个以太网端口和串行端口的终端服务器。
- 一个具有一个串行端口和以太网端口的Cisco路由器。
- 三个Cisco路由器, 每个路由器具有两个串行端口和一个以太网端口。
- 一个具有三个串行端口和一个以太网端口的Cisco路由器。
- 一个具有一个以太网端口和四个串行端口的Cisco路由器。
- 一个外围路由器, 它具有一个以太网端口和三个串行端口。这个路由器 (R8) 被用作帧中继交换机, 同时也用于BGP邻居 (学生不必配置该路由器, 应当使用CD光盘上所提供的

