



Cisco 专业技术丛书



Cisco

网络互连

与故障排除

Cisco Internetworking & Troubleshooting

(美) Cormac S. Long 著

前导工作室 译



机械工业出版社
China Machine Press



McGraw-Hill

Cisco专业技术丛书

Cisco网络互连与 故障排除

(美) Cormac S.Long 著

前导工作室 译



机械工业出版社
China Machine Press

本书覆盖了当今主要的LAN和WAN技术,包括帧中继与ISDN、串行线路、X.25、TCP/IP(EIGRP、OSPF、BGP)、Novell网络、AppleTalk网络以及IBM网络等技术。在简单介绍这些技术的原理基础上,本书着重讲解了Cisco路由器上的配置、故障诊断命令和工具。在每一章的末尾还包含了大量富有挑战性的故障诊断示例。

本书覆盖面广、结构清晰,包含了当前网络工程师迫切需要掌握的技术;同时,本书还包含了故障诊断与排除工具、方法以及示例研究,展示了如何从设计、配置和故障诊断等方面有效地管理网络,因此本书是网络管理员必备的技术参考手册。

除此之外,本书包含了大量富有挑战性的故障诊断示例。对于那些准备参加CCIE考试的读者,本书是一本不可多得的参考书。

Cormac S.Long: Cisco Internetworking & Troubleshooting (ISBN: 0-07-135598-7).

Original edition copyright © 2000 by The McGraw-Hill Companies. All rights reserved.

Chinese edition copyright © 2001 by China Machine Press. All rights reserved.

本书中文简体字版由美国麦格劳-希尔公司授权机械工业出版社独家出版,未经出版者书面许可,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。

本书版权登记号: 图字: 01-2000-1718

图书在版编目(CIP)数据

Cisco网络互连与故障排除/(美)龙恩(Long, C.S.)著;前导工作室译.-北京:机械工业出版社, 2001.3

(Cisco专业技术丛书)

书名原文: Cisco Internetworking & Troubleshooting

ISBN 7-111-08617-1

I. C… II. ①龙… ②前… III. 计算机网络-路由选择 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第82965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: 徐江红

北京昌平第二印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001年3月第1版第1次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 32.5印张

印数: 0 001-5 000册

定价: 65.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换

译者序

作为网络工作者，我们非常清楚目前国内网络业的发展现状。作为发展中的一个过程，国内许多网络的运行现状停留在一个“可用”的阶段。一个网络是否“健康”地运行，并不是说从一个结点可以ping到另一个结点就够了。一个设计良好的网络应该能够满足带宽要求、运行稳定、能够抗拒一定的安全攻击。

目前，国内从事网络维护的人员很多。对他们而言，单单依靠查询网络设备随机文档恐怕远远不够。当前，许多进行网络维护的人员都是依靠自己在多次网络故障中摸爬滚打来得到一些经验，没有一定的理论指导，不能吸收他人的经验，这远远不能满足现实的需要。而本书恰恰是理论与实践相结合的产物。

网络互连是一项充满诱惑的工作，但同时它也是十分复杂而艰巨的工作。故障诊断与排除是一项重要的Internet网络技术。对于Internet网络工程技术人员来说，没有任何一项技术测试比短时间内应用综合能力解决复杂而关键的网络问题更困难。技术人员需要掌握多项技术，同时还需要了解这些技术之间的关系，以便有效地解决各种网络故障。精通网络互连技术需要时间积累，没有捷径可走。本书的作者根据其深厚的技术功底和丰富的实践经验为广大读者详细阐述了当前主要的联网技术，以及网络配置、管理和故障诊断与排除方法。

本书主要面向使用Cisco路由器和交换机所连接的网络，书中几乎包含了当前所有的联网技术：帧中继、ISDN、X.25、串行链路、TCP/IP（EIGRP、BGP、OSPF）以及Novell网络、AppleTalk网络、IBM网络等。虽然本书主要讲解故障诊断与排除方法，但是对于每一种技术，书中都做了简单的概括，并对必要的细节进行了详细的阐述。本书中包含大量富有挑战性的故障示例，在解决这些故障的同时，读者将会对书中讲解的故障诊断与排除方法以及工具有更清晰的认识。

本书由前导工作室组织翻译，前导工作室的全体共同完成了本书的翻译、录入、校对、统稿等工作。由于时间仓促，加之译者水平有限，不妥之处请批评指正。

2000年9月9日

前言

背景资料

故障诊断与排除是一项重要的Internet网络技术。对于Internet网络工程技术人员来说,没有任何一项技术测试比短时间内应用综合能力解决复杂而关键的网络问题更困难。在这一领域中,掌握这些技能的技术人员十分短缺。网络互连是一项充满诱惑的工作,同时它也是一项十分复杂而艰巨的工作,它包含多种技术。技术人员需要对这些技术有充分的了解,以便于解决网络中的问题,同时更重要的是清楚地理解这些不同技术之间的关系。精通网络互连技术需要时间积累,没有捷径可走。我所认识的这一领域所有的高层职员都对这些技术有着很强的兴趣并且善于从实践中学习。虽然在这一领域有很多人仅仅能够“说一说”,但仍然有很多人能够应用这些技术解决实际问题。当然对那些希望最终掌握这些技术的人,这既是机遇,也是挑战。

这就是笔者写这本书的背景。笔者所面临的巨大挑战是怎样确定本书的结构和内容以满足读者的需要。笔者将重点放在解决实际问题的方法上,同时,每一章还包含一定量的理论知识,但主要还是讲解网络中的实用技术。如果笔者从每项技术的基础讲起,同时包含实用的技术,那么这本书将变得十分厚重。事实上,许多章节的理论知识讲解很简单,但它对于本书的示例已经足够。虽然涉及的理论不多但是也包含着一些细节。在许多示例中,笔者都假设读者已经理解这一技术的基本知识。这是一个合理的假设,因为故障诊断与排除并不是一个在读者掌握技术基础之前就要涉及的领域。

将重点放在应用的另一个原因是这一类的信息相对来说难以获得。在我们所生活的信息时代,许多局域网和广域网协议的理论知识可以通过文档或者互连网获得。但是,获得实用的知识要相对困难一些。笔者写本书的目的是希望它能填补这一空白。

读者对象

本书的目的是帮助网络互连专业人员提高技能。书的内容详细程度以及复杂程度足够为网络的专业人士提供工作上的帮助,尤其是那些经常配置和管理网络的人员。本书假设读者在Cisco网络互连环境中至少有一年的工作经验,尤其是实际的工作经验。同时,读者还应该理解协议层的内容,对于OSI模型的前四层有相当的了解。

本书所有故障诊断与排除的示例都符合CCIE的标准。每章所列举的示例以及提示对于CCIE报考人员来说非常有用。然而,本书的目的在于解决实际问题而不仅仅是作为报考任何特定的证书的参考。因此,对于IPX报文和OSPF虚链路的调试工具,本书仅作简单讲解。这是因为它们仅用于特定的网络环境,然而对于那些准备报考CCIE的人员,则需要掌握上述知识。而本书较详细地介绍了IP和IPX客户服务器互连方面等被广泛应用的内容。

读者还希望从本书中获得哪些其他内容呢？如果说本书包含用户希望知道的所有关于Cisco网络互连和疑难解答的知识，这是不切实际的。但是笔者仍然尽最大努力与读者分享笔者的技术经验，以便于帮助读者解决在网络互连中碰到的实际问题。笔者希望本书能够打开读者使用不同Cisco工具的思路，同时希望教会读者尽可能多的网络互连知识。

读者在阅读本书时，会发现网络的设计、配置和故障诊断与排除是互相关连的整体。因此，虽然本书重点在于故障诊断与排除，事实上它也是一本关于网络互连设计的书。

在笔者撰写本书时，尽了自己最大的努力以保证它叙述准确。因此对于任何反馈本书意见的读者，笔者将非常感激。笔者将在互连网上维护一个关于本书勘误表的主页(www.cornaclong.com)。这一主页还包括路由器的配置、网络互连提示和更多的网络故障示例，并可以自由的下载。

目 录

译者序	
前言	
第1章 Cisco故障诊断与排除结构化方法	1
1.1 简介	1
1.2 故障诊断与排除策略	1
1.2.1 网络互连的复杂性	1
1.2.2 问题解决模型	2
1.2.3 信息和文档列表	6
1.3 Cisco故障诊断与排除资源	7
1.3.1 Cisco Connection Online	7
1.3.2 技术支持中心	7
1.3.3 其他Cisco资源	7
第2章 网络测试、管理与分析	9
2.1 简介	9
2.2 物理层测试设备	9
2.3 数字接口测试	11
2.4 网络管理及其作用	12
2.4.1 SNMP概览	13
2.4.2 Cisco路由器和交换机上的SNMP	14
2.5 网络监视	15
2.6 网络分析	16
2.6.1 协议分析	16
2.6.2 报文分析与Sniffer	18
2.7 网络管理软件包和平台	24
2.7.1 CiscoWorks网络管理软件	24
2.7.2 CiscoWorks for Switched Internetworks	25
复习思考题	25
第3章 Cisco诊断工具	26
3.1 简介	26
3.2 路由器的功能特性和体系结构	26
3.2.1 路由功能	26
3.2.2 交换功能	26
3.2.3 Cisco 7000系列路由器体系结构	27
3.2.4 Cisco 7500系列路由器体系结构	28
3.2.5 Cisco 4000/2500系列路由器 体系结构	29
3.3 Cisco 7000系列路由器交换过程 的报文流	29
3.4 快速交换与缓存技术	30
3.4.1 快速交换	30
3.4.2 自治交换	30
3.4.3 硅交换	31
3.4.4 先进的交换技术	31
3.5 路由处理器的特殊功能	31
3.6 Cisco 7000系列路由器的队列和缓冲区	33
3.6.1 缓冲区参数	33
3.6.2 接口缓存队列	34
3.6.3 接口缓冲区	34
3.6.4 show buffers命令	34
3.7 Cisco 4000/2500系列路由器的 队列与缓存	36
3.8 故障诊断与排除命令	36
3.8.1 show命令	36
3.8.2 debug命令	58
3.8.3 ping命令	64
3.8.4 trace命令	70
3.9 理解Cisco错误消息	72
3.9.1 错误消息格式	72
3.9.2 Traceback Report	73
3.10 错误消息和事件信息的日志	73
3.11 核心转储	75
3.12 小结	75
复习思考题	76

第4章 WAN介质 (I) 串行线路和X.25	
故障诊断与排除	80
4.1 简介	80
4.2 HDLC串行链路故障诊断与排除	80
4.2.1 show interface命令	80
4.2.2 CSU/DSU返回测试	84
4.2.3 show controllers命令	86
4.2.4 show buffers命令	87
4.2.5 debug serial interface命令	88
4.3 调制解调器的连通性	89
4.4 X.25连通性故障诊断与排除	91
4.4.1 show命令	92
4.4.2 debug x25 events命令	98
4.5 X.25 动态路由故障的诊断与排除	102
复习思考题	104
第5章 WAN介质 (II) 帧中继故障诊断与排除	107
5.1 简介	107
5.2 基础知识	107
5.2.1 封装类型	107
5.2.2 LMI类型	108
5.2.3 DLCI映射	108
5.3 帧中继子接口	110
5.4 点到点与点到多点	111
5.5 基于帧中继的路由	112
5.5.1 水平分割	112
5.5.2 非广播介质引发的问题	113
5.6 帧中继show命令	113
5.6.1 show interface命令	113
5.6.2 show frame-relay命令	114
5.6.3 show frame-relay pvc命令	115
5.6.4 show frame-relay map命令	116
5.7 帧中继调试命令	117
5.7.1 debug frame-relay lmi命令	117
5.7.2 debug frame-relay events命令	118
5.7.3 debug frame-relay packet命令	119
5.8 拥塞控制和流量整形	119

5.8.1 允许丢弃清单	121
5.8.2 广播队列	123
5.8.3 DLCI优先	124
5.9 帧中继故障诊断与排除示例	125
5.9.1 示例1: 参数不匹配	125
5.9.2 示例2: 多点与逆向ARP	141
5.9.3 示例3: 基于帧中继的路由	144
复习思考题	148
第6章 ISDN连接的故障诊断与排除	151
6.1 简介	151
6.2 ISDN配置问题	151
6.2.1 ISDN交换类型	151
6.2.2 服务配置标识	151
6.2.3 拨号映射语句	152
6.2.4 拨号列表	153
6.2.5 PPP与多链路PPP	155
6.2.6 使用ISDN备份	156
6.2.7 与ISDN相关的路由问题	157
6.2.8 ISDN配置实例	158
6.3 ISDN Show命令	160
6.3.1 Show Interface——D信道	160
6.3.2 Show Interface——B信道	160
6.3.3 Show ISDN status命令	162
6.3.4 Show dialer命令	162
6.3.5 show isdn memory命令	163
6.4 ISDN Debug命令	164
6.4.1 debug isdn q921命令	164
6.4.2 debug isdn q931命令	165
6.4.3 debug isdn events命令	166
6.4.4 debug dialer命令	168
6.4.5 debug ppp authentication 命令	170
6.4.6 debug ppp negotiation命令	171
6.5 ISDN 故障诊断与排除小结	173
复习思考题	174
第7章 IP (I): 静态路由、RIP、IGRP、EIGRP	177
7.1 简介	177

7.2 TCP/IP诊断命令	177
7.2.1 ping和trace命令	177
7.2.2 ping命令	177
7.2.3 trace命令	180
7.2.4 show 命令	183
7.2.5 debug命令	183
7.3 TCP/IP故障解决方案	184
7.4 局域网连通性问题	185
7.4.1 设置IP地址	185
7.4.2 ARP	186
7.4.3 IP名字解析	187
7.5 广域网连通性问题	188
7.5.1 缺省网关	188
7.5.2 静态和动态路由选择	189
7.5.3 代理ARP	189
7.6 IP访问列表	189
7.6.1 标准访问列表	190
7.6.2 扩展访问列表	191
7.7 Internet控制消息协议	193
7.8 RIP故障诊断与排除	195
7.8.1 老版本的RIP和新版本的RIP	195
7.8.2 show命令	196
7.8.3 debug命令	199
7.8.4 RIP故障诊断与排除示例—— 第一部分	200
7.8.5 RIP故障诊断与排除示例—— 第二部分	203
7.9 IGRP故障诊断与排除	208
7.9.1 show命令	208
7.9.2 debug命令	210
7.9.3 IGRP故障诊断与排除示例	211
7.10 IP EIGRP故障诊断与排除	218
7.10.1 EIGRP特性	219
7.10.2 IP EIGRP Show命令	223
7.10.3 IP EIGRP的调试	227
7.10.4 EIGRP故障诊断与排除示例	228
复习思考题	240

第8章 IP (II): OSPF和BGP故障 诊断与排除	241
8.1 简介	241
8.2 OSPF故障诊断与排除	241
8.2.1 OSPF的特征	241
8.2.2 OSPF show命令	247
8.2.3 调试OSPF	252
8.2.4 OSPF故障诊断与排除示例	253
8.3 BGP故障诊断与排除	271
8.3.1 BGP的特性	271
8.3.2 BGP Show命令	279
8.3.3 BGP的调试	281
8.3.4 BGP故障诊断与排除示例	282
8.4 重新分发	303
8.4.1 修改路由距离	303
8.4.2 应用分发列表	303
8.4.3 路由映射语句的功能	304
第7、8章复习思考题	305
第9章 Novell连通性故障诊断与排除	311
9.1 简介	311
9.2 Novell客户-服务器的连接序列	311
9.3 Novell路由器诊断工具	312
9.3.1 ping命令	312
9.3.2 show命令	313
9.3.3 debug命令	318
9.4 IPX封装不匹配	322
9.5 SAP、路由和访问过滤	326
9.5.1 SAP过滤	326
9.5.2 控制GNS响应	327
9.5.3 路由过滤器	329
9.5.4 IPX访问过滤器	329
9.6 客户-服务器远程连接故障诊断	332
9.7 SAP带宽消耗	333
9.8 IPX EIGRP	333
9.8.1 IPX EIGRP诊断工具	334
9.8.2 EIGRP分发列表	336
9.9 基于IPX的NetBIOS	337

9.10 广域网环境中的IPX	337	11.5.1 关于RIF终止	407
9.10.1 基于帧中继IPX	337	11.5.2 基于帧中继的DLSW	408
9.10.2 基于ISDN的IPX	341	11.5.3 DLSW和以太网	408
9.11 IPX故障诊断与排除示例	343	11.5.4 搜索和流量过滤	409
复习思考题	350	11.5.5 DLSW的先进特性	410
第10章 AppleTalk连通性故障诊断 与排除	354	11.5.6 DLSW中的Cisco诊断工具	413
10.1 简介	354	11.6 DLSW 故障诊断与排除示例	419
10.2 AppleTalk客户-服务器的连接序列	354	复习思考题	426
10.3 AppleTalk路由器诊断工具	355	第12章 交换式以太网故障诊断与排除	429
10.3.1 ping命令	355	12.1 简介	429
10.3.2 NBP测试命令	356	12.2 Catalyst 5000/5500交换机上的故障 诊断与排除工具	429
10.3.3 show命令	357	12.2.1 ping命令	430
10.3.4 debug命令	360	12.2.2 Cisco发现协议	430
10.4 局域网中的AppleTalk故障 诊断与排除	364	12.2.3 show和clear命令	431
10.4.1 AppleTalk 阶段I和阶段II	364	12.2.4 日志记录	442
10.4.2 AppleTalk过滤和访问控制	365	12.2.5 SPAN分析仪端口	444
10.5 广域网中的AppleTalk故障 诊断与排除	368	12.2.6 Catalyst 5000上的SNMP	445
10.5.1 基于帧中继的AppleTalk	368	12.3 VLAN故障	446
10.5.2 基于ISDN的AppleTalk	370	12.3.1 缺省VLAN	446
10.5.3 AppleTalk EIGRP	371	12.3.2 隧道	448
10.5.4 IP隧道	372	12.3.3 Inter-VLAN通信	450
10.6 AppleTalk故障诊断与排除 示例	376	12.4 解决与IP相关的问题	451
复习思考题	387	12.4.1 IP交换机的配置	451
第11章 IBM网络互连故障诊断与排除	390	12.4.2 路由和RSM模块	456
11.1 简介	390	12.5 生成树协议及其相关问题	458
11.2 远程信源路由桥接	390	12.5.1 配置生成树参数	458
11.2.1 RSRB的流量控制	390	12.5.2 Portfast属性	462
11.2.2 RSRB故障诊断与排除工具	393	12.6 高带宽特性	462
11.2.3 LNM命令	398	12.6.1 全双工传输	462
11.2.4 SRB调试	400	12.6.2 快速以太网信道和G比特 以太网信道	464
11.3 SRB环境中的NetBIOS	400	12.7 交换机安全	465
11.4 SRB故障诊断与排除示例	402	12.7.1 端口安全性	465
11.5 数据链路交换	407	12.7.2 telnet限制	467
		12.8 以太网故障诊断与排除示例	469
		复习思考题	471

第13章 实验室练习	475	13.5 练习4: BGP路由故障示例	486
13.1 简介	475	13.6 练习5: DLSW+故障示例	490
13.2 练习1: 路由器崩溃后的恢复	475	13.7 练习6: IPX RIP/EIGRP故障示例	495
13.3 练习2: IGRP/EIGRP路由故障示例	476	附录 复习思考题答案	500
13.4 练习3: RIP/OSPF路由问题	482		

第1章 Cisco故障诊断与排除 结构化方法

1.1 简介

文章内容包括：

- 故障诊断与排除结构化方法的重要性。
- 网络故障的诊断与排除问题解决模型的应用。
- 用户可以从Cisco System公司获得的支持资源。

为了能顺利地诊断并排除网络故障，网络工程技术人员必须掌握两种基本的技能。首先是对网络技术和协议要有清楚的理解，它是诊断与排除网络故障的基础。没有适当的知识和经验，故障诊断与排除工具(比如路由器诊断命令和网络分析仪)就不能被正确地使用。本书的绝大部分章节将集中讨论当前正在使用的技术。它将帮助读者应用各种诊断工具，包括但是不局限于可以运行于Cisco设备上的工具和命令。

网络工程技术人员必须掌握的第二种技能是将所掌握的知识有条理的方式应用于诊断和排除网络故障的过程中。本章将讨论故障诊断与排除结构化方法的重要性以及实现方式。有许多工程技术人员认为故障诊断与排除计划不如研究和应用技术本身重要。事实上，正确的计划在故障诊断与排除过程中往往起决定性的作用。在故障排除过程中，一个偶然的行为可能使故障得以顺利解决，但是它不能替代结构化的故障诊断与排除方法。有一小部分故障可以通过这种方式解决，但是考虑自己曾经碰到的网络故障，我们可以发现周密计划和结构化的方法才是解决网络故障的正确途径。

1.2 故障诊断与排除策略

1.2.1 网络互连的复杂性

网络互连是通信技术中十分广阔和复杂的领域。在这一领域可以预见的将来，它的复杂性将不断地增长。因此，对于设计、安装和维护网络的工程技术人员来说，这既是一种机遇，也是一种挑战。

在故障诊断与排除的过程中，网络工程技术人员首先必须对网络应用程序的协议和技术有清楚的了解。同时，在碰到网络故障时，还应该能将这些知识有条理地加以使用。随着网络的日益复杂，网络工程人员的知识也必须随时更新。现代网络技术支持更广泛的应用程序，并且这些应用程序的集成度更高，数字、音频和多媒体可同时在网络上传输。新应用程序的不断

出现刺激着带宽的需求，反过来又促进新技术的不断出现。例如，在很短的时间内，10MB共享式以太网就发展成了GB交换式以太网。同时，新技术还必须支持传统的系统。譬如，系统网络体系结构（Systems Network Architecture，SNA）仍然被使用，数据链路交换（Data Link Switching，DLSW）技术也被有效的集成到了现代网络体系结构中。传统的系统与不断更新的应用程序并存，使局域网和广域网变得十分复杂，因为它们必须支持多种不同的桌面和路由协议，以使不同的应用程序可以正常地运行。

面对日益复杂的网络，工程技术人员解决网络故障的能力日益减弱，其原因往往是在碰到十分复杂的问题时，他们不能够按照他们解决简单问题的步骤来解决复杂问题。这种状况与年青人学车类似，年青人在相对平静的郊区练习时，能够很仔细地操作和顺利地驾驶；然而，当他们第一次驶入市区，复杂的状况使他们精神紧张，以致不能完成最基本的操作从而可能引发交通事故。虽然我们不愿意承认，但工作于技术领域的人有时也犯这种错误。当我们第一次碰到十分复杂的问题时，往往忽略了结构化方法的作用。在处理表面上复杂的问题时，采用有条理的故障排除方法是十分有效的。读者将会发现，当问题以一种结构化的合理的方式被分解时，正如我们下面将要描述的方法一样，问题的复杂程度将会迅速下降。

1.2.2 问题解决模型

图1-1显示了问题解决模型的流程图，它可被应用于解决网络互连问题。下面我们以基于Cisco网络互连环境为基础来讨论模型的每一个步骤：

定义问题 对于任何一个问题，尤其是复杂的网络问题，这一步骤可能是问题解决过程中最关键的步骤，它也是大多数人在解决问题时最容易忽略的步骤。在通常情况下，网络工程师往往跳过这一步而开始解决他们认为的故障。这在解决影响到关键网络资源、十分紧迫任务时经常发生。在这种情况下，网络工程师和管理人员必须认识到，越是关键紧迫的问题越需要采用有条理的方法来解决。

在定义网络互连问题时，网络工程师必须首先回答以下问题（部分或全部）：

- 问题是连续出现还是间断出现？
- 问题使服务的性能下降还是使服务彻底崩溃？
- 哪个或哪些局域网服务器受到了影响，它们的地址是什么？
- 那些客户端访问这些服务器时发生问题，这些客户端访问的是本地访问服务器还是访问远程访问服务器？

下面是一个问题定义的示例：

在网络204.210.10.0中的用户不能够连接地址为208.11.1.18的邮件服务器。

上述问题如果定义为：大多数用户在使用邮件时碰到问题，则是不准确和不完善的问题定义。

搜集事实 这一阶段应该为问题的定义提供更多的事实和信息。许多方法被用于收集信息，用户应首先考虑采用最简单和最快速的方式。要询问报告问题的用户尽可能多的问题，但必须记住用户提供的答案并不总是绝对准确的。在信息收集阶段，信息的准确性十分关键。用户必须准确区分事实和假设，并且能够从大量信息中找到相关信息，这一点对于处理从多个不同的地方收集到大量的信息时尤其有用。

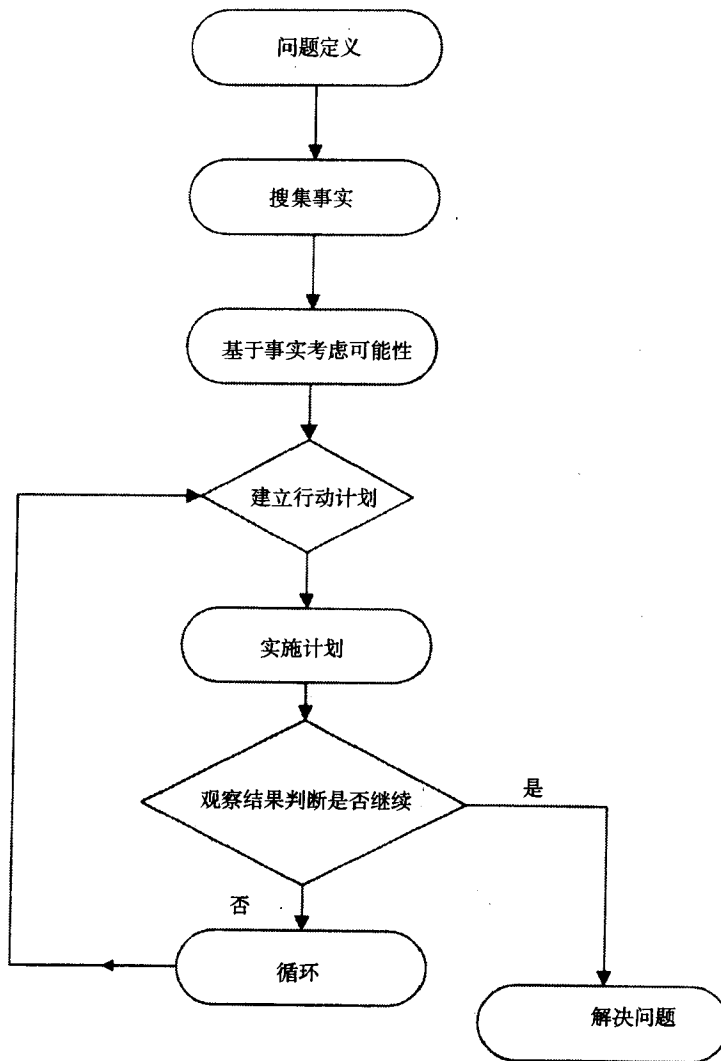


图1-1 问题解决模型流程图

在信息收集阶段，应该问网络用户和管理员以下问题：

- 问题是何时被发现的？
- 是否有用户在访问受到影响的服务器时没有问题？
- 问题的出现是否与网络的变化有关？
- 如果仅仅是服务性能下降，而不是服务完全崩溃，能否评估服务性能下降的程度？即所谓的网络基线(network baseline)，我们将在本章后半部分详细讨论这个问题。网络基线定义了网络在正常运行时的性能。网络性能应该是可以评估的，基线以网络管理员周期性的工作为基础评估网络性能。基线的定义使解决问题的工程师能够根据受影响的程度判断

引发网络故障原因。

从网络管理员和用户中获得事实后，网络管理员可以使用网络诊断工具进一步获取信息。同样，也可以从最简单的工具开始，比如，网络管理工作站、路由器和交换机的show和debug命令以及根据需要所使用的分析仪。对这些工具的讨论以及它们的使用方法将贯穿本书的所有章节。

在信息收集阶段，需要完成的一个十分关键的任务是使用路由器和交换机上的工具建立准确的网络拓扑图。在碰到用户不是十分熟悉或者网络不在管理范围内时，这一点尤其关键。详细的网络物理和逻辑图对于分析网络连通性、信息流量和路由问题十分有用。不要轻信可以获得的文档和信息（通过询问网络管理员或其他方式）。在一个组织严密的网络中，网络设备的配置和网络图表都应该进行实时更新并保存。不幸的是，在现实生活中，大多数网络都没有做到这一点，因此网络管理员必须重新获得这些信息。

根据上面提到的问题定义的示例，管理员可以进一步获取以下信息：

- 在网络209.21.11.0中的用户可以正常使用地址为208.11.1.18的服务器上的邮件服务。
- 在网络204.210.10.0中的用户在前一天晚上在局域网操作系统上运行了一些程序，然而，这并不会影响到服务。
- 使用适当的Cisco路由器命令(将在后续章节详细讲解)建立的网络拓扑图如图1-2所示。

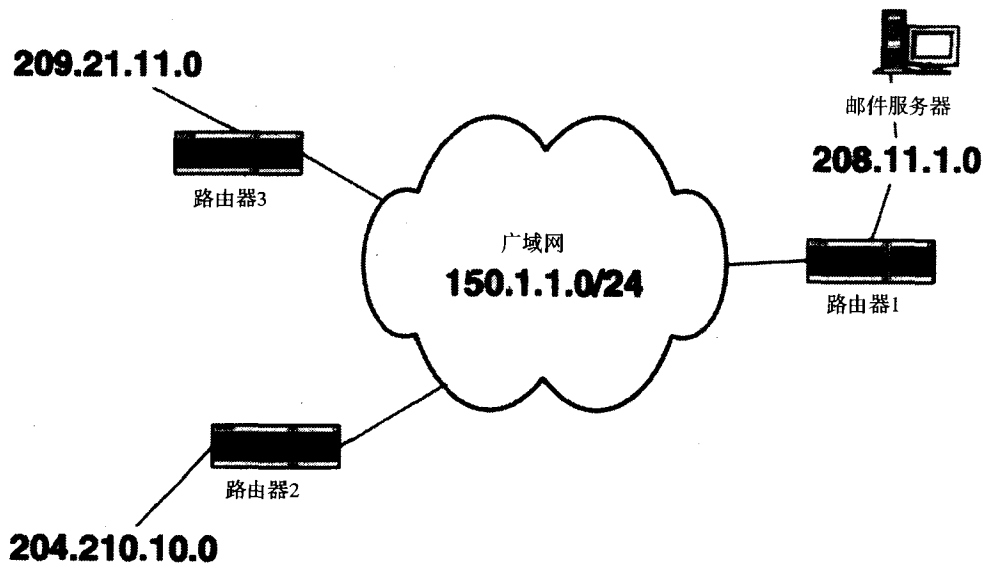


图1-2 网络拓扑图

基于事实考虑可能性 最重要的是事实。用户必须以事实为基础，而不是假设！如果一个复杂的问题间断地出现，我们就可以认为95%的时间能够正常运行的假设不再成立。我们需要100%的准确性。如果不能完全肯定，那么一条信息就应该是假设而不是事实。另外，对于网络工程师来说，搜集到完备的事实是不可能的。因为在某些情况下，用户和网络管理员很难提供有用的信息，或者没有有效的方法使用管理和诊断工具获取信息。

回到上一个示例，根据获得事实推出的可能性如下：

1) 可能是服务器或者路由器1不能够正常路由到网络204.210.10.0。但是，我们首先还应该考虑更多不同的可能性。

2) 路由器2的局域网连接和广域网连接异常。

3) 网络204.210.10.0中的用户在本地局域网中路由不正常。

建立行动计划 在图1-1中，用户可能注意到在第一次努力不能排除故障时将会返回到这一步。因此计划应尽可能在实验环境中模拟，以判断是否可以排除故障。实施阶段以及观察结果也可以在试验环境中进行模拟。这一方法由于受到时间和资源的限制并非总是可行的。但是，它通常是最令人满意的方法，因为在模拟环境中可以使用一些在实际环境中不能使用的工具，比如debug命令。

用户需要清楚地了解排除故障所需要的时间周期。这一点对于较差的网络设计所引发的问题尤其重要。对于时间和任务关键的应用程序，由于网络设计的问题而导致故障将没有时间通过重新设计来排除问题。相反，如果时间上允许修正错误的设计，那么重新设计比临时打补丁要有效得多。对于解决示例所提出的可能性，最容易检测也最可能的是第二种。在大多数情况下，应首先检查路由器2，用户可以使用相关的诊断工具提供更为详细的信息。

计划中应该首先检测路由器1到2的连通性。在检查路由器1时，同时需要检查是否有到网络204.210.10.0的路由。如果一切正常，则telnet到路由器2，检查局域网接口，然后再采用其他适当的路由器诊断方法。

实施计划 在这一阶段，网络管理员通过使用Cisco路由器诊断工具、网络管理工具和其他测试方法来执行计划。在实施故障诊断与排除计划中所需要的工具和技术将在本书后续章节进行详细的讲解。

观察结果 我们再回到示例。假设计划实施后结果如下：

- 路由器1到2的广域网连接工作正常。同时，路由器1包含到网络204.210.10.0的路由。
- 当通过telnet访问路由器2时，所有接口协议都能正常启动，没有发现与接口或者路由器操作有关的错误。路由器也包含了到208.11.1.0/24的路由。

从结果看来，计划的实施并没有找到故障的原因，但是它排除了很多可能性。根据问题解决模型，必须循环建立一个新的计划。

循环过程 新的计划必须以新的事实为基础。假设路由器1到2通过IP协议互连，那么应首先考虑第三种可能性。即在网络204.210.10.0/24中的用户能否访问到其他网络？有可能局域网操作系统更改了本地工作站IP地址的配置。例如，它们可能失去了静态路由或者缺省网关等信息。在通过事实推出的可能性中，我们曾提及局域网用户的一些操作没有影响到服务，但这仅仅是假设，而不是事实。

在循环过程中，下一步是建立计划测试在网络204.210.10.0中用户的IP路由功能。然后实施计划并观察结果，不断重复上述过程直到找到故障的原因并排除故障为止。

上述的模型是标准的问题解决模型，在许多商业和技术文档中读者可以发现许多这一模型的变种。这并非是什么新奇的事情，上面提到的模型只提供了一种思路而不是教条。用户不必也不需要逐字逐句遵守任何一种模型的每一个步骤，而应该是在解决问题时应注意采用结构化

的方法。例如，采用上述模型来解决问题就是一种结构化方法。

1.2.3 信息和文档列表

在诊断和排除任何严重或复杂的网络故障之前，用户应编撰下述文档：

详细和准确的网络图表 我们已经强调过拥有详细的网络物理和逻辑图表的重要性。如果读者管理着一个网络，那么不应该在解决问题时才完成这一工作。整个网络的设备配置和网络图表应及时备份并在修改时及时更新。在第2章网络管理中我们仍然会讨论这些问题。在本书的其他章节中，排除各种网络故障时我们还将使用到这些图表。在大多数情况下，网络图表将在问题描述时给出。但在实际应用中，用户应时刻注意编写这些信息文档。

理解基本网络技术 如果用户不理解网络中应用到的技术和协议，诊断和排除网络中出现的故障是不可能的。下面列出了许多的基本问题，用户应该尽可能的理解这些问题。但是，这仅仅是一个起点，我们并没有举出所有的问题。经验和直觉将会使用户进一步掌握更多的细节。

- 局域网和广域网使用的传输介质是什么？
- 桌面协议有哪些，在局域网和广域网中实现了哪些协议？
- 路由协议是什么？
- 哪些协议可以通过网桥和交换机？
- 哪些应用程序和客户服务器通信需要使用网络？
- 网络的安全策略是什么？也许一个客户不能够连接服务器是因为客户没有访问服务器的权限而不是网络故障。

连接商业伙伴的文档 大多数网络并不是一个自治的单元，他们通常与不同的商业伙伴或直接与Internet相连。在本地网络没有实现的技术可能在与其他商业伙伴或Internet相连时需要用到。在收集基本的网络技术信息时，这一点不应被忽略。例如，读者可能使用了防火墙。通常，工程师可能因为防火墙路由器不响应Internet消息控制协议(ICMP)的PING报文而认为发生网络故障。然而，这有可能是防火墙的安全策略导致的结果。再比如，外部网关协议仅在与商业伙伴联接时才使用。用户还需要理解缺省路由问题，因为缺省路由可能导致路由循环。

必须注意的一点是在与Internet和其他商业伙伴连接时需要访问超过本地网络管理范围的路由器。当需要与第三方进行协作时，准确地编辑网络信息文档显得更为重要。

网络基线 网络性能基线的评估应该是网络管理员的一项周期性任务。如果在网络故障发生以后再试图建立网络基线，则可能为时已晚。建立基线的作用在于可以通过与正常网络性能的比较了解故障的严重程度。

确定基线有许多方法。其中包括使用网络管理应用程序测量ICMP ping的响应时间来建立网络基线。

在正常的网络条件下，对服务能力的正确评估十分重要。例如，响应速度慢等问题可能是由于网络设计不合理，而不是由于特定的故障导致。在共享式以太网中，多个客户同时以56Kbps的速度向多个服务器传输文件。如果用户报告响应速度慢，那么这并非由特定的网络故障而是网络设计导致的。设计严重的影响局域网和广域网的资源利用。建立基线可以判