

Designing TCP/IP Internetworks

TCP/IP

互联网络的规划与设计

[美] Geoff Bennett 著

王岚波 李龙珍 于政军 等译



VNR

ITP



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

URL: <http://www.phei.co.cn>

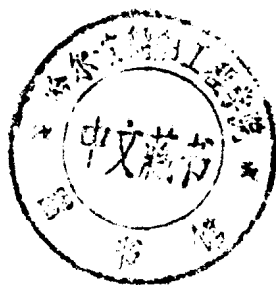
403532

Designing TCP/IP Internetworks

TCP/IP 互联网络的规划与设计

〔美〕 Geoff Bennett 著

王岚波 李龙珍 于政军 等译



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 提 要

近年来计算机网络异常迅猛地发展,特别是Internet和Intranet的发展,使TCP/IP网络体系结构及其设计实现成为人们最关心的热点。本书是TCP/IP网络设计方面的经典之作,它全面阐述了网络的发展历程、各种网络方案的优劣以及评测标准;它详尽而具有权威性地解释了各种网络术语和概念,例如网络协议、会话、广播、子网掩码、网桥、路由器、多目传输、隧道、套接字、防火墙等等,为网络的开发、设计者澄清了许多易混淆的概念。同时,还介绍了许多具有实用价值的实例。作为资深的网络专家,本书作者严谨的学术作风和责任心,加之翻译者的认真努力,使本书不愧为网络书籍中的精品,具有很高的保留价值。

本书适合于从事网络开发、管理和使用的中高级技术人员及大专院校相关专业的师生。

I(T)P Copyright©1995 by Van Nostrand Reinhold, a Division of International Thomson Publishing Inc.

All rights reserved. No part of this work covered by the copyright hereon may be reproduced or used in any form or by any means—graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, recording, taping, or information storage and retrieval systems—without the written permission of the publisher.

本书英文版由美国ITP集团公司的子公司出版,ITP公司已将本书的中文版独家版权授予中国电子工业出版社和北京美迪亚电子信息有限公司。未经许可,不得以任何形式和手段复制或抄袭本书内容。

书 名: **TCP/IP互联网络的规划与设计**

著 者: [美] Geoff Bennett 著

译 者: 王岚波 李龙珍 于政军

责任编辑: 林 晶

排版制作: 北京美迪亚电子信息有限公司

印 刷 者: 北京顺义颖华印刷厂

装 订 者: 三河金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社出版、发行

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036 发行部电话: 68279077

北京市海淀区万寿路甲15号南小楼三层 邮编: 100036 发行部电话: 68215345

URL: <http://www.phei.co.cn>

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 25.375 字数: 650 千字

版 次: 1997年6月第1版 1997年6月第1次印刷

书 号: ISBN 7-5053-3708-4/TP·1562

定 价: 42.00元

著作权合同登记号 图字: 01-96-0614

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换
版权所有·翻版必究

译 者 序

近年来计算机网络技术的发展异常迅猛，特别是随着Internet/Intranet的发展，网络更贴近大家的生活。国外的Internet/Intranet市场在短短的时间里已经热起来，甚至可以说是火起来了。美国幸福杂志的世界前500家大企业中，许多已经建立了自己的企业内部网（Intranet）。可以预测，在今后的几年中国内的Internet/Intranet也将极大地发展，企业内部网在国内的企业中即将得到广泛的应用。然而，无论是Internet，还是Intranet，它们都是以TCP/IP网络体系结构和协议为基础组建的。TCP/IP成为当今计算机网络环境中“既成事实”的开放系统平台。

如何按照TCP/IP协议设计自己的企业内部网？如何最佳地使用租用线路的宝贵带宽？应该安装哪种LAN技术？这些LAN如何与广域网（WAN）接口？路由器与网桥的区别是什么？如何在不同的环境中正确地使用路由器和网桥？以及如何清晰地定义企业内部网的服务水平级？这些问题是在互联网设计中经常遇到的问题。本书作者以其丰富的经验用实例深入浅出地回答了所有这些问题。除此之外，作者也深入地介绍了网络管理，网络安全，网络可恢复性等内容。

本书作者，Geoff Bennett，是Bay Networks公司欧洲总部的产品经理。他在设计和调试企业互联网方面具有丰富的经验，曾参加高档路由器，网桥和其它企业级联网设备的设计工作。

由于本书原作者的技术水平高，介绍的内容覆盖网络技术的各个方面，使用的某些新的网络术语目前尚无统一译法，并在每章的开头引入富有哲理的名言，因而增加了翻译本书的难度，我们在尊重原著的基础上，力求准确，严谨地翻译本书。但由于时间仓促，加之译者水平有限，书中难免有错误或欠妥之处，敬请读者批评指正。

参加本书翻译的有王岚波，李龙珍，于政军，宁宏晖，杨卫东，李霏，王一波，高奎波。译者感谢李永峰先生、丁红女士和美迪亚公司的员工给予的巨大支持和帮助。

1997年1月于北京

目 录

第一篇 设计和技术回顾	1
第1章 设计概要	2
1.1 设计是什么	2
1.2 设计过程	3
1.3 什么类型信息?	8
1.4 网间网的具体设计问题	15
1.5 设计文档回顾	15
1.6 小结	18
1.7 参考文献	19
第2章 建网概要	20
2.1 引言	20
2.2 IP历史	21
2.3 Internet的发展	22
2.4 管理	24
2.5 OSI模型	26
2.6 如此之多的地址	31
2.7 连接和通信	33
2.8 小结	35
2.9 参考文献	36
第3章 通过IP网络通信	38
3.1 引言	38
3.2 应用程序编程接口	38
3.3 Internet协议 (IP)	44
3.4 IP分组格式	52
3.5 地址转换协议 (ARP)	54
3.6 网间网控制报文协议 (ICMP)	55
3.7 小结	57
3.8 参考文献	58
第4章 IP通信的机制	59
4.1 引言	59
4.2 IP传输算法	59
4.3 通过一条电缆的IP通信	60
4.4 通过中继器或电缆集线器的IP通信	62
4.5 通过本地网桥的IP通信	63

4.6 通过路由器的IP通信	64
4.7 IP隧道技术 (tunneling)	68
4.8 小结	71
4.9 参考文献	71
第二篇 网络基础设施	73
第5章 LAN技术	74
5.1 LAN概述	74
5.2 LAN帧格式	74
5.3 布线方案	79
5.4 增加LAN的带宽	86
5.5 交换以太网概要	86
5.6 全双工以太网概要	89
5.7 快速以太网概要	90
5.8 ATM LAN概要	91
5.9 非物理介质 (无线LAN)	94
5.10 应该安装哪种LAN	96
5.11 小结	96
5.12 参考文献	97
第6章 WAN技术	98
6.1 引言	98
6.2 租用线路	100
6.3 N-ISDN	107
6.4 帧中继	116
6.5 X.25	120
6.6 X.32异步分组方式连接	122
6.7 SMDS	124
6.8 ATM	124
6.9 最后关于安全性	127
6.10 小结	127
6.11 参考文献	128
第7章 桥接技术概要	129
7.1 网桥的定义	129
7.2 在MAC层的互连	129
7.3 我们为什么使用网桥	130
7.4 单目和杂凑方式	132
7.5 桥接的定义	133
7.6 何时用网桥终止扩展	134
7.7 网桥何时不是网桥	136
7.8 网桥的互操作性	136
7.9 小结	136
7.10 参考文献	137

第8章 传统桥接	138
8.1 什么是传统桥接	138
8.2 学习过程	140
8.3 在网上移动主机	141
8.4 网桥拓扑结构	143
8.5 生成树网桥	144
8.6 封装网桥	149
8.7 网桥/路由器相互作用	152
8.8 小结	154
第9章 令牌桥接	155
9.1 为什么令牌网桥有所不同	155
9.2 令牌环桥接方法	156
9.3 源路由网桥	157
9.4 多端口令牌环源路由网桥	167
9.5 SRB/路由器相互作用	169
9.6 源路由透明桥接	171
9.7 SRT网桥/路由器相互作用	174
9.8 小结	175
9.9 参考文献	175
第10章 转换桥接	176
10.1 什么是转换网桥	176
10.2 以太网FDDI转换	177
10.3 以太网/令牌环桥接: IBM 8029	180
10.4 小结	185
10.5 参考文献	185
第11章 路由原理	186
11.1 引言	186
11.2 路由收敛	191
11.3 再访问路由表	192
11.4 路由协议	194
11.5 填充路由表	197
11.6 路由层次	200
11.7 路由取代过程	203
11.8 报文尺寸与分片	204
11.9 主机到路由器的路由选择	205
11.10 路由器结构	207
11.11 小结	215
11.12 参考文献	216
第12章 网络管理	217
12.1 引言	217

12.2	SNMP概述	218
12.3	实用SNMP	230
12.4	SNMP的缺点	232
12.5	SNMP2	234
12.6	CMIS/CMIP	236
12.7	NetView的状况	237
12.8	小结	238
12.9	参考文献	238
第三篇 设计技巧		241
第13章 IP设计		242
13.1	引言	242
13.2	理解IP层次结构	242
13.3	设计命名系统	243
13.4	登记的还是专用的寻址	245
13.5	地址和子网分配	249
13.6	主机配置	252
13.7	小结	257
13.8	参考文献	258
第14章 路由协议设计		259
14.1	什么是路由协议	259
14.2	IGP和EGP	259
14.3	距离向量路由协议	261
14.4	链路状态协议, OSPF	269
14.5	外部网关协议	276
14.6	BGP和CIDR	277
14.7	小结	279
14.8	参考文献	280
第15章 SNA的设计		281
15.1	概要	281
15.2	SNA网的物理连接	282
15.3	SNA设备的作用	285
15.4	SNA路由	287
15.5	集成SNA通信类型	290
15.6	支持SDLC通信	290
15.7	支持LLC2通信	295
15.8	DLSw的范围	296
15.9	在SNA上加载IP	300
15.10	以太网支持	301
15.11	将来的SNA-APPN和HPAPPN	303
15.12	共享主干网	305
15.13	小结	305

15.14 参考	306
第16章 网络的弹性设计	307
16.1 什么是弹性	307
16.2 故障分析	307
16.3 弹性的WAN服务	309
16.4 双LAN服务	312
16.5 电源和供电	314
16.6 路由器的弹性	317
16.7 末端系统弹性	321
16.8 小结	323
16.9 参考文献	324
第17章 安全性设计	325
17.1 引言	325
17.2 威胁分析	326
17.3 威胁和对策	329
17.4 计算机病毒	329
17.5 口令	332
17.6 加密与验证	335
17.7 防火墙	339
17.8 安全策略	348
17.9 小结	348
17.10 参考文献	349
第18章 性能设计	351
18.1 选择服务水平定义	351
18.2 测量工具	352
18.3 了解限制性处理(瓶颈)	354
18.4 共用(sharing)的影响	355
18.5 保护WAN带宽	361
18.6 调整WAN的主机应用程序	364
18.7 按要求分配带宽	364
18.8 优化LAN网间网	366
18.9 增加LAN带宽	369
18.10 性能的收费	370
18.11 小结	370
18.12 参考文献	371
第19章 面向未来的设计	372
19.1 引言	372
19.2 IP地址的紧迫	372
19.3 变化中的Internet	376
19.4 ATM所扮演的角色	379

19.5 多协议或同一化	380
19.6 参考文献	381
第四篇 附录	383
附录A 词汇表	384
附录B 磁盘教程	394
购盘说明	395

第一篇 设计和技术回顾

第1章 设计概要

对于任何项目，我们可以用三个主要变量标识：成本，范围和交货时间。确定其中任何二个变量将导致第三个发生变化。

海森堡扩展测不准原理

1.1 设计是什么

建网和网间互联（**Internetworking**）是充满生机的事物，尽管它们能达到科学家称谓的“稳定状态”，但实际上它们绝对不是一成不变的。当开始设计过程时，你可能认为它可以达到终点。实际上并没有，因为系统只是从设计阶段转变为另一个阶段。这样的例子如图1.1所示。

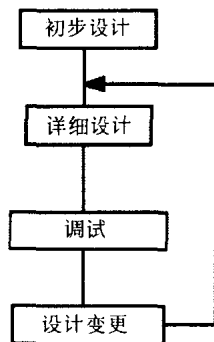


图1.1 不断深化中的设计

本章介绍一种设计方法。在参考文献中，我列出了两个文献〔1,2〕。作为比较阅读，这两篇报告可能非常有趣。

1.1.1 用户和提供商

要记住的一个重要的观点是，网间网（**Internetwork**）与企业的大楼，计算机和办公家具一样都是公司的资源。网络供货商向网络用户提供下列服务：网络设计及设备的选择、安装和维护。在一开始就要明确这个过程需要一个群体的工作。本章的其余部分将介绍该设计过程中使用的方法和文档。然而，每个阶段都需要决策。你必须决定对某个特定问题是你进行决策，还是把它提交给管理小组（**Management Team**）进行决策。记住：如果你向监督委员会说明了明确的原因，监督委员会进行技术决策。要提前想好理由。如果你对某个特定的决策没有明确的理由，不要期望说服其他人。

使管理小组作为你（网络提供商）和网络用户之间的仲裁委员会。记住，使用系统化的方法对你非常有利。

1.1.2 使用文档作为工具

对于某些人，制作文档是一项不喜欢做的工作，它像文件归档或起草会议纪要一样。

对大多数人，问题在于他们不知道写什么，因此，他们在错误的时间记录了错误的东西。他们的记录包含了太多无用信息，却遗漏了重要的内容。优秀的网络文档读起来更像一部兴趣盎然的小说，而不像IEEE标准那样（注：这里我的推理是当你阅读IEEE标准时，在你学到任何东西之前，由于枯燥乏味而睡着了，而在阅读小说“Red Storm Rising”后，我可能会成为一名非常合格的枪手）。

我讨厌日常的文书工作。然而，问题是许多大的项目如果没有文档和相关的过程根本不能实施。作为一名设计人员，你有一个简单的选择。你能够完成大量的文档工作，或使文档工作的数量最少而系统正确运行。在本章中，我建议你建立和维护如下文档：

- 网络建议书（Network Proposal）
- 建议请求书（RFP）或信息请求书（RFI）
- 服务水平定义和协议（Service Level Definition and Agreements）
- 网点和网络日记（Site and Network Logs）
- 网络图（Network Maps）

所有这些都由讨厌文书工作的人员做吗？有两件事情你需要考虑。首先，对所有可能的网络，并非都需要建立所有这些文档。较小的网络不需要正规的RFP或RFI。大型网络按照法律要求必须具有这些文档。网络图（Network Maps）可能简单，也可能复杂。服务水平定义和协议（Service Level Definition and Agreements）是争论的焦点。我的经验表明它们是清晰说明网络功能和它是否真正完成这些功能的最好方法。这些文档是网络设计人员的最佳保护神。

网络建议书（Network Proposal）最终能够减少我们的文书工作。对于小型网络，建议书可能只有二页。然而，这个过程创新使我们在网络的生命周期内保存原始建议书，并把它构造到网络中。通过在开始时建立这个文档，我们可以在网络的生命周期内避免重复的备忘录和说明。在线保存该建议书是非常高效率的。通过简单的引用文档的特定部分，或通过电子邮件中剪切和粘贴功能，我们能节省大量时间。

1.1.3 结构化的方法

虽然网间网经验日益增加，但是仍然不能出版一本网间网窍门的书。我可以提供一种正规的方法，在设计过程中，你可以按照这个方法进行。这个方法是基于软件系统设计所使用的标准系统分析方法，这个方法已被修改为满足网间网的需要。你可能认为这个过程中的一些阶段对你的具体问题太正规。网间网项目越大，这个过程应该越正规。对大型的网间网，我介绍的过程可能太宠统，因此，需要特殊的项目规划和管理方法。

在图1.1中，我画出了一个标有“初步设计”的框。图1.2示出了这个框的详细说明。现在我将比较详细地介绍设计过程（Design Process）中的步骤。在各个阶段，我将说明以上介绍的文档。

1.2 设计过程

本节实际上是图1.2所示的流程的扩展。

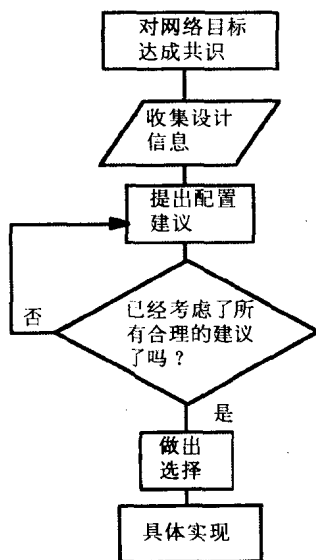


图1.2 设计过程

1.2.1 确定网间网的目标

网间网的综合设计目标是进行电子通信。对于一定资金的一个特定应用，网间网必须提供最高水平的服务、可靠性和安全性。然而，网间网由许多人使用，因此，确定网间网的真正目标要求一点研究。应询问下列问题。

- 谁是网间网的最终用户
- 必须支持什么应用程序
- 网间网替代现存的通信系统吗？如果是这样，必须考虑如何移植？
- 各个公司如何影响网间网？（例如，公司地点、合并公司、网间网是企业的核心部分吗？）
- 性能要求是什么？可以按照每天的不同时间对网间网的不同部分，不同的应用程序和小组的组合说明这些要求。
- 可靠性目标是什么？这些要求可以按照性能要求那样说明。
- 谁将负责管理网间网？由于管理的目的，把网间网分成不同部分合理吗？
- 网间网的生命周期多长？
- 最后，也是最重要的，预算资金多少？

在网络设计过程中，你可以制定许多要实现的抽象目标，某些目标，诸如性能、能力、安全性和可靠性，可以用更定量化的术语表示。换句话说，这些目标是我们可以测量的服务。

1.2.2 定义服务

任何路由器可以被描述为“高性能”，任何路线可以被认为是“高容量”，任何系统可以说为“高可靠性”。我们的期望随着时间变化，销售艺术的一部分是以最佳言辞说明你自己设备的规格。当我们开始设计网络时，我们每天都将遇到不一致和惊奇。因此，无论我们做什么，制定一些参考点可能是一件非常好的事情。

我们能测量网络的许多不同指标。我们甚至能用许多不同方法测量相同指标。在网络

设计中，非常有用的管理工具之一是服务水平定义（Service Level Definition）。某些人可能更熟悉术语规程（Procedure）。在管理术语中，规程是一种文档记录的方法，它描述在一个定义明确的场合中做什么。在办公室环境中，我们周围有许多规程，例如，防火训练说明、急救练习。在某人被聘用或解雇时，我们有规程。

为了提供一个一般概念，服务水平定义应该说明：

- 测量什么
- 应该如何测量它

换句话说，服务水平定义的是一个规程，这个规程允许我们定义一个指定网络的特性的服务质量测试，例如，性能、可靠性或响应时间。不良服务水平定义的例子包括：

- 网络将来是安全可靠的
- 网络将来能提供全部高性能

这些定义不仅对设计无用，而且如果你是网络管理员，它们对你来说也非常危险。如果网络的性能低于平均水平，那么这些定义对确定问题是如何严重无济于事。另一方面，如果网络性能超过设计目标，在薪水提升期间，你不能使用这些定义向老板说明你作的工作如何好！

在本章后面，我提供一些更特定的服务水平定义的例子。

1.2.3 服务目标协议

当你建立服务水平定义时，不应指定服务水平。更精确地说，你只定义要测量什么和如何测量它。服务水平协议（Service Level Agreements）是你和网络用户之间质量合同的文档。

词“协议”（agreement）在这里非常重要。作为网间网的“技术专家”，你应该对服务水平定义拥有控制权。你能选择要测量的参数和测量技术，使性能和资源在你的控制之下。

但是，必须对实际的质量水平达成协议。

服务水平协议是“活的文档”。随着用户需求和网络提供商能力的变化，服务水平协议应该不断完善。通过使用服务水平协议，你能防止对网络的过多要求。例如，你以前同意在某个特定网点上25个用户条件下网络的特定质量。现在用户数增加到50，然后他们开始抱怨不良的响应时间。你知道，该网点与中心网点连接的租用线路过载。你现在可以用两种方法进行谈判。首先，远程网点的用户必须接受较低的质量，因为他们已经违反了原始的服务水平协议。另一种方法，他们再花一部分资金购买数据压缩设备，或一个ISDN过载连接。或增大租用线路的带宽。如果没有服务水平协议的文档支持，你将需要一个政治家的口才去争辩是非。

防御攻击

你可能认为我在没有必要地大肆空谈服务水平协议的形式。但是，我想，一旦你经历了第一次重新设计委员会会议，你就会同意我的观点。网间网在第一年内是新颖和奇妙的公司资源。它在其生命周期中经过下列阶段：

1. 规格说明和设计过程中来自各方面的兴趣。
2. 在安装和调试过程中网络管理员的混乱。
3. 它工作时初始的欣喜感。

4. 某些部门抱怨自从这个网间网安装后其部门中的某些设备工作不正常。这些问题通常是由于应用软件或硬件配置不当而产生的。网间网会使存在的问题暴露出来。
5. 当网间网工作时进入成熟阶段。你现在已经知道网间网是如何工作的。你已经熟悉了安装的产品，你可能在集线器/网桥/路由器/NMS代码中遇到最令人讨厌的问题（如果可能删掉的）。
6. 日益增加的感觉：网间网过载，被更新的技术所取代，或不能支持新的应用程序。

在到达第4阶段，你可能发现有最合理的原因修改服务水平协议或定义。错误可能被宽恕（假设它们不能造成公司大型机崩溃）。因此，到达这一点，你的服务水平协议文档可能包括许多问题。对网间网很难进行科学测试，因此你需要不断地逐步精化服务水平定义。重新谈判服务水平协议可能非常困难。因此，如果你必须这样做，你必须知道你是正确的，并且有足够的证据支持它。然而，从心理学角度讲，在此阶段你具有主动权。

在第5阶段结束进入第6阶段时，当用户理所当然接管网络时，你需要建立你的位置。你的服务水平定义和协议应该放在应放的位置。你也应该有信心确保实现为网间网制定的标准。

如果你正确地控制了局面，你现在应该期望进入第6阶段，通过正确的会话，网间网用户的不满情绪能促进你的工作前进（即，更多的职员，更多的资源）。这里我想表达愤世嫉俗的现实主义态度。在理想世界中，企业应接受这样的论点：经验丰富的网络管理员能证明网间网的扩展是值得的。在实际中，我曾目睹了有些企业在他们接受网络扩展的财政论点前网络几乎到了崩溃的边缘。服务水平协议的形式可以向你提供证据：在危机爆发前你需要作出扩展的决定。

如果你是一名高级经理，正在浏览本书，你应该记住优秀的网络管理员是宝贵的财富。他们许多不只为金钱所驱使，他们还追求自身价值。如果你不欣赏成功地管理网间网的人，那么肯定其它公司会欣赏其价值。

1.2.4 收集信息

尽管我们把确定设计目标作为设计过程的最关键阶段，收集信息形成目标当然是最困难的任务。在收集过程中我们面临如下挑战：

信息的准确性

我们使用两个术语描述数据的质量：准确性（accuracy）和精确性（precision）。准确性是描述我们获得实际答案的近似度。如果我们在常温下测量1升纯水的重量，我们应该发现它重1公斤，我们的测量越接近1公斤，它越准确。相反，如果我们让一个班的学生都进行这个测量（可能用不同的天平），我们得到的答案可能在0.9公斤到1.1公斤的范围内。平均测量可能是1公斤，这样我们仍然取得了准确的结果。如果另一个班第二天进行相同的测量，并且得到的值在0.5公斤到1.5公斤之间，他们仍然获得相同的平均答案，并且与第一班一样准确。但是，他们的精确性低，因为他们读数的范围太宽。记住重要的规则：网络设计人员应该把通信量增加预测精确到两位小数点，证明他们的高智商。

信息格式

假定我们能够得到需要的信息，它将以正确的格式提供吗？通常，获得的任何数据

永远以最不方便的单位表示，并且参考框架也可能不同（在基准测试行业中，最常用的变量之一是分组（packet）大小）。假设测量过程和单位是标准的，表示格式可能不同。如果你是Lotus 123的用户，你可能不喜欢Macintosh磁盘上Excel格式的网络负荷数据。类似地，在Wellfleet公司的客户服务实验室中，我们使用Sniffers和W&G LAN分析器，这样我们能使用网络上各个机器解释用户的分组踪迹。

作为政策制定者，你至少有三个选择：

- 由你自己收集所有信息，这样你能保证一致性和正确的格式
- 你能限制数据格式范围，使之作为设计建议书文档的一部分
- 在较大的网络中，或计划对现有网间网进行扩展的情况下，你可能有一支专业的NOC（网络操作中心Network Operations Center）小组。NOC工作的一部分可能是对来自公司资源的数据重新确定格式。更实际一些，NOC小组应该复印一组对指定数据类型所支持的格式。

调查的资源

最容易低估的事情之一是测试必须花费的时间。如果我们打算扩展现存的网间网，我们可能在网间网的不同部位进行测试看看应该在什么部位提供更大的带宽或增加连接。在这种情况下，我们的工作相对比较简单，我们只要把分析器接上，并且在几天内记录通信量负荷。

但是，过了一段时间，某人建议我们测试网络的过载和故障，这样我们开始增加一些测试（已经构造或获得了正确的分组类型）。经过几周的研究后，我们仍然在一个具有20个网段的网络的第一个网段上，并且我们仍然没有得到想要的数！

在一个全新网络的规划阶段，任务是非常复杂的。在这种情况下，我们需要对网络建立模型，这样我们能确定可能的带宽瓶颈问题的位置，或设计更加具有弹性的路由。带宽数据是非常容易的，因为现代客户机/服务器网络中采用的唯一可接受的策略是支持最差负荷水平。这意味着大多数带宽计算可以在简单的电子表格上进行。

对于路由设计，我们可能需要求助于模型技术。模型程序允许我们输入各个网络部件（像路由器和网桥）的特性，然后在产生的系统上进行动态测试。大多数模型软件包用于确定电话交换能否支持足够的用户扩展。它们所做的许多假设对于像IP这样的无连接，分组交换系统来说并不直接有效。要模型化几秒钟真正LAN的通信量可能要求快速PC上几个小时的处理。然而，我发现模型软件包最令人头痛的问题是它们对IP路由器的特性作了一些假设，这些假设即使制造商也不能猜测出来。与具有64kbps信道的PABX运行不一样，高性能的路由器没有“无阻塞底板”（non blocking backplane），并且根本不知道下一帧将包含多少数据。我自己的感觉是如果选择ATM LAN技术，那么模型软件包可能还有用，并且对固定长度的信元（cells）能取得高性能的寻径，但是还要等待一段时间。

用文件记录假设

在设计过程中，你要做许多假设。在任何情况下，我特别地建议，你应该用文件记录这些假设，说明它们的重要性，并在委员会成员之间对这些假设达成共识。对你来说，这有三个可能的益处。首先，如果你做出了不正确的假设，在某个特定领域具有丰富经验的人可能及时地纠正你的错误。记住你是网间网的“总设计师”，并且你不应该期望具有与数据处理部门经理常常具有的有关最终用户应用程序相同的详细知识。其次，在最坏的情况下，你