

IT 先锋系列丛书

# IP 网络设计

Cormac Long 著

北京超品技术有限责任公司 译

人民邮电出版社

## 致 谢

本书历经 6 个多月的辛勤努力工作而成，没有许多方面付出的劳动将不可能完成本书。

我要感谢 McGraw-Hill 再次对我的工作给予信任。Steve Elliot 的输入工作和支持确保了本书能够及时出版。另外，Alex Corona 提供了行政方面的支持。MacAllister Publishing Services 的 Beth Brown 帮助我完成最后阶段的制作工作。

在几个方面要特别感谢我的妻子 Sarah。她不仅在这项耗费几个月的艰辛工作中给予了巨大支持和理解，而且她尽力帮助我完成校对工作。

## 前 言

一个好的设计是建立任何网络必须的基础。随着网络规模的扩大和复杂性的增加，可靠网络设计的重要性变得越来越明显。由于 IP 作为行业中桌面协议而逐渐流行，本书主要以 IP 网络设计为中心进行讨论。

网络设计需要很强的技术、逻辑和组织技能。本书的目的和意图就是逐一阐明这些技能。本书的大部分内容是为了让读者更好地理解包括基于 IP 技术的不同技术问题。若要从事网络设计，一名工程师需要丰富的实际经验同时地需要对这些技术及它们的关系的理论理解。本书当然不主张取代对网络经验的需要，其目的主要是对网络经验的补充。

本书主要讨论的内容是有关 IP 因特网技术及其如何将网络设计原理应用于其中。我特意以技术本身而不是以技术特性为中心内容进行阐明。网络设备的特性在不断变化并且在任何青况下可以很方便地获取这方面的信息。理解设计原理并掌握该技术的应用才是具有极大挑战的。在第 1 章归纳的原理中提供了一个贯穿全文的连续主题。

第 1 章中的原理列表是完全基于我个人经验编写的。为了充分地设计任意一个网络，必须遵循一个逻辑过程，其顶点是网络设计计划的构成。该过程的其他要素也将进行说明。这些要素之一就是设计网络必要的专门技术。听起来也许很明显，但是不管设计过程理论上有多好，如果没有必要的技术技能也不能设计网络。当然不能低估了这些技能水平。设计工程师必须有支持、配置网络和排除故障的丰富实际经验，并对相关的因特网理论有一个正确的理解。在一些机构中，他们把设计部门的地位和重要性看成比网络支持团队都要高。这反映了网络设计作为成功的网络实施基础的重要性。但是所谓的设计部分的较高“地位”必须是名副其实的。从事设计的工程师必须为其任务做好充分的准备。该准备包括获取对技术必要的理论理解，并需要在实践中与丰富的实际经验相结合。

设计不是一个没有首先获取支持和网络实施经验的工程师可以进入的角色。从来没有建立或支持过网络技术的人也不能胜任设计网络的工作。换句话说，如果没有从理论和实践的角度清楚地了解网络技术，只是基于复杂混合技术的人不能从事设计网络的工作。可以或至少可以将网络支持人员看成是学徒身份，它肯定比网络设计毕业人员要强。这种比较可以用于在这一点上。但是我个人不喜欢这种比较，因为它无疑破坏了重要的网络支持作用。

一致的设计过程和适当有素的技术人员是一个令人满意的网络设计首要必需的条件。这些元素使一个设计计划的构成和最初实施得以执行。为了获取持久的利益，必须确保最初设计并不能与网络寿命折衷。系统地设计网络而不是简单地“拼凑在一起”的整个关键就是提共可预测性。一个好的设计网络是带有性能可预测性、弹性可预测性和可量测性可预测性的特性的。如果最初设计重复地折衷，那么它将最后磨损为不存在。其直接结果就是丧失可预

则性。该网络可能就以不稳定性为特征。诸如故障解决和添加新节点等任务可能变成其自身中的小项目。这里强调在网络设计周期中最后的挑战，那就是为了“快速固定”，避免折衷最初的设计计划。因此设计应该适应大多数情况中的扩容和改变，而无须根本改动。

就技术内容而言，前面的章节强调了 WAN 基础设施的重要性。并且详细地研究了诸如 HCLC、帧中继、ISDN 和 ATM 等技术的使用。

第 4 章研究了随着 IP 网络的增加而出现的问题。在应用和局限性方面阐述了比较基础的路由技术，如静态路由和距离矢量 IP 路由。也阐述了如路由概要和变量长度子网掩码 (VLSM) 等概念。跟随本章后面三章，讨论了适用于大规模网络的特殊的 IP 路由协议。

第 5 章到第 7 章阐述了三种可升级的 IP 路由协议。在第 5 章提供了优先开放最短路径 (OSPF) 的详细技术描述。并研究了 OSPF 的复杂性和伴随该协议出现的设计问题。还研究了高级内部网关路由协议 (EIGRP) (由于该协议供应商在网络市场内的大规模进入)。

接下来主要内容从企业网络转移到第 7 章中的因特网的路由，它涉及了边界网关协议 (BGP)。由于 BGP 的复杂性，在研究必须在 BGP 上解决的设计问题之前，首先阐述了其操作内容。

第 8 章和第 9 章是有关大规模校园 LAN 的设计内容。并从个人的观点和设计的角度讨论了扩展树协议和虚拟 LAN (VLAN)。

有一种正在渐增的朝不同种类的网络发展的行业倾向，它将传统的数据应用和实时应用结合起来，如声音、视频和多媒体。基于该原因，我总结了一个小节，其中包括了有关 IP 多播和服务质量 (QoS) 规定的内容。

最后一章研究了 IP 网络的安全性。首先阐述了确保高水平网络安全性的方法学。然后讨论了可以用来帮助取得 IP 网络上安全性目标的工具和技术。

这是一本关于设计而不是关于配置的书。对于业内的每一个供应商来说，设备配置和软件特性总是在不断变化的。这就是我没有对特定供应商的有关配置进行详细讨论的原因之一。本书讨论了最先进的 IP 网络的各种不同的要素，而不是特殊供应商的实施方案。本书大多数涉及的技术是独立于供应商的，尽管贯穿本书中有适当的特殊供应商实施的例子。

网络设计的方法总是有可能引起人们争议的。作为读者，如果您愿意向我提供本书的反馈，那么请您通过我的 Web 站点 <http://www.cormaclong.com> 给我发电子邮件。该站点也提供了各种因特网技术支持信息。我希望读者能从本书中获得乐趣和信息。

Cormac Long

## 图书在版编目(CIP)数据

P 网络设计 / ( ) 朗 (Long,C.) 著; 超品公司译. —北京: 人民邮电出版社, 2002.9  
(IT 先锋系列丛书)  
SBN 7-115-10570-7

I. I... II. 朗... 超... 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 062899 号

## 内 容 提 要

本书是一本关于 IP 网络设计的书, 书中涉及了 IP 网络状态的各种不同要素。主要内容包括: IP 网络的设计原则、WAN 的设计、有关的 IP 路由协议、大规模校园 LAN 的设计及 IP 网络的安全性等。

本书主要读者对象: 从事网络通信的设计人员, 网络工程师及大专院校相关专业的师生。

IT 先锋系列丛书

IP 网络设计

- 
- ◆ 著 Cormac Long
  - 译 北京超品技术有限责任公司
  - 责任编辑 梁 凝
  - ◆ 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@ pptph.com.cn  
网址 <http://www.pptph.com.cn>  
读者热线: 010-67180876  
北京汉魂图文设计有限公司制作  
印刷厂印刷  
新华书店总店北京发行所经销
  - ◆ 开本: 800 × 1000 1/16  
印张: 20.75  
字数: 477 千字 2002 年 9 月第 1 版  
印数: 1- 500 册 2002 年 9 月北京第 1 次印刷  
图字: 01-2001-4499 号  
ISBN 7-115-10572 7/TN · 1917

---

定价: 35.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)67129223

# 目 录

第 1 章 网络设计原则	1
1.1 设计目标	1
1.2 了解网络环境	5
1.3 达到设计目的	6
1.4 可预见性的重要性	8
1.5 基本设计原则	8
第 2 章 广域网 (WAN) 设计	11
2.1 广域网 (WAN) 布局设计	11
2.2 平面布局与分级布局	11
2.3 平面 WAN 布局	12
2.4 平面设计的局限	16
2.5 分级网络	20
2.6 PVC 和租用线路集结	21
2.7 WAN 中的广播控制	24
2.8 灾难恢复	24
2.9 与分级设计有关的问题	25
2.10 分级层	27
2.11 WAN 设计参数	34
第 3 章 选择广域网技术	39
3.1 串行链路的设计注意事项	39
3.2 在帧中继上设计 IP	41
3.3 ISDN 上的 IP 设计问题	52
3.4 设计 ATM 上的 IP	58
3.5 语音和数据集成	65
第 4 章 基础 IP 路由设计	70
4.1 设计 IP 寻址计划	70
4.2 对 IP 路由协议进行分类	80

4.3	选择路由协议	82
4.4	路由信息协议	94
第 5 章	可伸缩性 IP 路由 I—OSPF	98
5.1	优先开放最短路径 (OSPF)	98
5.2	OSPF 如何操作	100
5.3	OSPF 会聚	105
5.4	OSPF 网络类型	106
5.5	在分层结构中设计	111
5.6	可变长度子网掩码 (VLSM)	128
5.7	OSPF 中的路由汇总	129
5.8	OSPF 和 ISDN	131
第 6 章	可伸缩的 IP 路由 II—EIGRP 和协议重新分配	135
6.1	EIGRP 的操作特点	135
6.2	EIGRP 收敛	141
6.3	EIGRP 的负载平衡	147
6.4	VLSM	148
6.5	路由汇总	149
6.6	NBMA 网络上的 EIGRP	152
6.7	多协议环境中的 EIGRP	154
6.8	从 IGRP 迁移	159
6.9	EIGRP 迁移的案例研究	161
6.10	EIGRP 和 OSPF	162
第 7 章	BGP 和因特网路由	166
7.1	BGP 的操作与特点	166
7.2	BGP 路径选择和操作	177
7.3	BGP 恢复能力和冗余	186
7.4	可伸缩的 AS 路由	190
第 8 章	局域网的设计 I 校园网	198
8.1	校园网的设计目的地	198
8.2	了解校园网	203
8.3	设计局域网拓扑结构	210
8.4	校园网分层设计	220

---

第 9 章 局域网的设计 II—VLAN、多播和 QoS	236
9.1 VLAN 规划	236
9.2 VLAN 网关和恢复能力	241
9.3 生成树协议 (STP)	247
9.4 IP 多播	259
9.5 QoS 和 RSVP	276
第 10 章 网络安全	285
10.1 开发安全策略	285
10.2 安全工具	288
10.3 防火墙	301
10.4 安全设计和实现	311

# 第 1 章 网络设计原则

本章是此书最重要的一章，不同人可能对此有不同看法。不过，可以肯定的是本章的内容绝不会过时。由于不太遵守本章所讨论的主题内容和原则，导致了业界大多数主要网络问题的发生。

在进行任何网络设计之前，设计者至少应用一张达到目标的总体蓝图。本章的第一节概述要取得满意网络设计结果的总体目标。该节描述制订网络规范所要参照的参数。按照规范进行网络设计的关键问题和推动因素将随后描述。

在最后也是最重要的是，概述了达到设计目标应该遵循的关键原则。这些原则对一般和特定的网络设计问题都适用。已经经过编辑整理的这些原则的列表都是根据实际经验获得的。一些原则看起来像是普通常识，但在实际应用中却很少被遵循。正是由于不太遵守这些相当简单的原则，从而导致了大多数不完善和难于实现的网络设计。

## 1.1 设计目标

在着手进行任何网络设计项目之前，弄清楚构成一个满意的网络设计的因素很重要。网络设计者的目标是什么？他们要达到的效果是怎样？因此一开始就需要一张蓝图，这张蓝图概述了性能参数，衡量网络设计和运行的质量将以这些参数作为参照。当制订网络规范时，第一个问题是识别要被规定的参数。将要进行讨论的这些参数非常重要，因为这些参数为设计工程师在项目开始时以及设计全过程中提供了设计重点。

### 性能

首先，必须确定判断网络性能所要参照的参数。下面讨论的性能参数适用于大多数网络。应该设置这些参数的目标值，他们受具体应用的要求和预算的限制所支配。

- *应用响应时间*：应用驱动设计。如果网络应用的用户并未感觉到响应时间，整个网络的响应时间就不必很快。对于像多媒体和 IP 语音传输 (VoIP) 等对延迟敏感或实时的应用，响应时间非常有关系。许多传统的应用，如系统网络体系结构 (SNA) 或 LAT，也都对时间很敏感。

应用响应时间的目标集决定网络中可以接受的数据包等待时间或延迟。例如，在评估设计选择时，这可以用作蓝图来确定与传统路由器中继段有关的等待时间是否可以忍受。

- *应用共存*：IP 网络正日益成为众多不同种类的应用的“熔炉”，而事实上这些应用的数量在不断增加。对数据包丢失敏感的传统数据应用正在被集成到语音、视频和多媒体等对

延迟敏感的实时应用的网络中。这给设计工程师提出了更多的挑战。不仅必须在同一网络上支持多个应用，而且要支持具有相当不同特征和要求的應用。所有的网络设计必须充分满足每个应用在延迟和数据包丢失方面的要求，而不损害其他应用的性能。这涉及到 *服务质量* (QoS) 领域，在本书的最后将对此进行阐述。

- *可用性*：网络应用的可用性要求规定了应用发生故障的可忍受的停机时间。停机时间可以由应用本身的故障或网络的故障所造成。对网络和应用的设计应该能使其停机时间减少到最低程度。

即使设计具有弹性，但当网络或应用之一正在利用备份路径或设备时仍会产生应用的停机时间。这称为 *会聚时间* 并可以导致对时间敏感的应用的会话丢失。

除了由于网络链路或设备故障导致的完全的服务丢失以外，还可能由于网络或设备上的阻塞而导致服务的降级。对于敏感的应用，有时这会最终导致服务的丢失。

应用的可用性要求还可以以纯网络性能参数来表示，如网络设备上丢失数据包的百分比。

### 冗余和弹性

由于应用可用性要求的驱使而促成了对网络弹性的需要。确定了每个应用的可用性要求后，必须作出有效的计划以确保能够提供该可用性。一个富有弹性的设计方案必须使沿客户机到服务器数据路径十分具有弹性。为此，必须达到以下要求：

- 客户机的网络接入富有弹性；
- 从客户机到服务器的数据路径具有后备链路；
- 从客户机到服务器的路径具有后备网络设备；
- 服务器的网络接入富有弹性；
- 应用中具有弹性。

大多数网络设计都具有在成本和可用性之间寻找平衡点的特征。如果在网络设计中的各个方面都要求具有很好的弹性，这在许多情况下会超出网络的预算。所以网络设计要有所侧重并确定适当的弹性级别，使每个应用和网络中的各个部分刚好具有相应的弹性级别。

不过您得先确定弹性的定义。字面上的弹性并不总是表示发生故障时具有恢复正常的能力。一个好的例子就是本地环路中的弹性问题。不大可能将一条租用的线路作为另一条租用线路的后备线路（如果这两条线路都在连接到中心局的同一本地环路电缆中）。

另外一个问题是如何将针对降级服务或阻塞的弹性并入网络中。此问题再一次与应用可用性要求和延迟与丢失数据包的敏感性有关系。

会聚的速度是确定恢复到备份路径或设备是否会导致任何会话丢失的另一个关键问题。例如，会聚速度的规范可确定 IP 路由协议的选择。

---

主意：网络设计的典型特征是在可用性和成本之间寻求平衡。

---

### 适应增长和变化

网络的基础平台设计一旦确定，就不易更改。网络设计必须具有可扩展性以满足网络上应用、用户或网站数量的增长。只有在网络的特征发生根本性变化（如需要添加一个比现有应用对带宽更加敏感的新应用）情况下，才有可能对网络进行重新设计。另一个例子可能是需要与具有不同策略和配置的新商务合作伙伴的连接。后者是一个小型设计项目的例子，该项目可能需要改变网络的特征。

为了对增长和变化进行计划，应该确立一个网络寿命期望值。对该期望值的估计要切合实际一些。您的观察能力只能看到此领域中不远的将来，应该不会超过 10 年吧。但是，如果期望网络能在此年限中正常发挥效用，想想在组网技术、应用和用户要求与期望等方面，与 10 年前相比网络有什么不同，那么您就会清楚地意识到所有的网络应能承受变化和发展。

网络设计应该做到勿需进行太大或根本的重新设计就能适应未来的变化。应该考虑到用户数量的增长和新应用的实现。尽管在此领域中不太可能对增长或变化作出准确的估计，但获得至少定性的估计是很重要的。达到这一点，网络就能够顺应增长的要求，而不是推倒原设计重来。

当然，也确实可能发生不可预见的事件而需要对网络进行根本上的重新设计。公司的经营策略可能发生改变（这可能会影响到网络的要求），企业可能与另一家公司合并。若发生这些情况，设计工程师就有可能“重新回到设计桌前”。

基础网络设计只是一个起始点，但是在以后设计中一般不能偏离此起始点。有些业界评论家低估了网络设计的重要性，并选择将网络设计与网络支持合并为一个进程。网络设计确实是一个进程，但应该是一个改进和修正的过程，而不是一个持续的重新设计过程。没有人能够准确预测未来，但将有根据的预测考虑到设计中是设计人员首要考虑的部分。为了使用类推逻辑，请假想一下一个人对其退休金所作的计划。在退休之前存在着许多不可预见的变数，但这并不意味着一个人没有任何计划，或该计划必须随着每次股票市场的涨跌而持续作出相应的大变化。

可扩展性是一个关键问题，这在随后的各章节中都将进行讨论。在广域网(WAN)技术、P 路由协议以及设备部署和网络拓扑等方面都将涉及到可扩展性问题。

### 管理和可管理性

应当将网络管理考虑到设计中。将网络管理作为后来的考虑因素是不够的。支持通常是运营网络的第二大单项成本。通过计划周全的网络管理可以将该成本降到最小。

下面每一个网络管理的传统因素都应该作为初始设计过程中考虑的一部分：

- **故障管理**：在设计阶段，应该确定处理故障以减少停机时间的方法。例如，制订一

个清晰的站点和设备命名约定这么一个简单的工作就可以提高故障处理的效率。

- **配置管理**：应在设计完成前决定在网络上改变配置和执行更改的安全和有效的策略。
- **计费**：在设计开始时就应分清计费的重要性。某些网络设备自己支持计费功能，并且如果优先考虑计费，则可能会影响到对设备和技术的选择。
- **性能管理**：对于任何中到大型网络，都应该主动对性能参数进行监控。俗话说：“获得第一手材料才能干好”，尽管有些俗套，但用在此却恰当不过了。有些网络可能只需要定期对性能数据进行监控。

设计者应该对预算内所要求的和可行的性能管理的类型和水平十分清楚。必须把它考虑到设计中，因为这会对需要在网络设备上支持的功能产生影响。

- **安全性**：安全性管理的问题将在下一节单独叙述。

### 安全性

本书的最后一章——“网络安全性”将分析 IP 网络的安全性。在该章中，明白地阐述了将公司的安全性策略合并到网络设计中的要求。在网络设计阶段必须重视安全方面的风险和弱点。用来确保网络安全的工具和步骤也是设计中不可缺少的一部分。

### 灾难恢复

任何重大的网络设计或重新设计，都应该制订出灾难恢复计划。不同的公司和它们的网络对灾难的确切定义各有不同。所有核心资源发生完全和彻底的故障就是灾难情况的一个例子。不应将此灾难混淆于对通信链路或中央路由器的普通故障有恢复力的网络的设计。

如果未将灾难恢复考虑到初始的设计中，那么结果可能是最终的灾难恢复解决方案将过于昂贵，或恢复的范围非常有限。在网络设计期间，至少应先回答下列问题：

- 网络灾难的定义是什么？
- 发生灾难后必须恢复什么资源？换句话说，所要求的网络恢复范围是什么？
- 这些资源应该按照什么规范进行恢复？例如，需要在何时恢复？在灾难发生期间，可以承受的降级服务级别是什么？
- 灾难恢复的预算是多少？
- 网络设计如何能够支持灾难恢复要求？

### 成本

无论人们怎样说，成本都始终是网络设计中需要考虑的基本因素。如前面所述，网络设计的特征就是在成本和可用性之间寻找一个最佳平衡点。在提出更多设计方案之前，准确量化与网络设计每个元素相关的成本非常重要。下面列出的是构成企业网成本的一些主要因素：

- **WAN**：广域网技术和带宽的成本通常是网络成本中最大一块。在随后的两章中将详

细叙述 WAN 的成本。

- **支持**：支持通常是拥有网络的第二大成本构件。不像 WAN 成本那样，支持成本的问题在于它非常难于量化。资金有限的管理信息系统需要对支持成本实施量化，确实，如果不进行量化，支持成本就容易失控。下一次您参加一个老生常谈的网络问题的会议时，请环顾四周并询问下面的问题：会议开了多长时间？与会者人数是多少？与会者的平均薪金是多少？您参加了多少次类似这样的会议？这些会议都表现为网络支持成本的增加。

支持成本对网络拓扑、技术和实现的方式有着决定性的影响。例如，为了减少 WAN 成本，可能就会决定使用*专用异步传输模式*（ATM）实现。专用 ATM 网需要非常熟练的支持人员，而要雇佣和留住这些员工则需要不菲的开支。如果不使用非常熟练的人员，则由于人员的不胜任而导致的支持成本可能会更大。为了评估专用 ATM 网的经济高效性，任一种方案的支持成本都必须进行谨慎量化。

- **投资保护**：当产品（如网络设备）接近其使用寿命周期极限时，需要将所有的设备全部更换吗？当设备需要升级或更换时，对设备供应商提供的投资保护级别进行量化很重要。

## 1.2 了解网络环境

在着手进行设计前，必须充分了解网络环境的性质。应该评估的关键因素是应用的性质和要求，因为网络停机时间也要进行量化以作为平衡成本和可用性的基础。

### 网络应用

应用决定着全部设计要求。从上到下的设计是与此原则经常关联的常规方法。

网络设计工程师对应用的行为、特点和要求的了解应该达到一个合理的详细程度。所有服务器的物理和逻辑位置，以及客户机的分布应当记录在案。为了预测客户机到服务器的流量，这样做很重要。

为了评估网络上的吞吐量要求，必须对每个应用的带宽要求进行量化。也应当注意每个应用对延迟或数据包丢失的敏感性。对时间有严格要求的应用（如 SNA 和 LAT）仍然到处使用并有可能在可预见的未来一段时间内继续使用。所以，它们必须与新的对延迟敏感的多媒体应用共存。

在管理的帮助下，应该对未来增加的应用范围进行估计。这是为网络的可扩展性要求提供一个必要的基准。

还应该对提高网络效率的方法和应用所需占用的带宽进行研究。这是个经常被忽视的大问题。因为它不是网络工程师的明显职责，也不是应用工程师的明显职责，因此会被忽视。

例如，若将本地备用域控制器（BDC）置于某些战略性站点，在 Windows NT 环境下的 WAN 业务量将大幅减少。在 IP 环境的 SNA 中，使用本地逻辑链路控制（LLC）的本地确认、代理资源管理器和 RIF 缓存可以提高性能。

网络协议 清楚地了解每个应用所用的协议和这些协议如何工作很重要。了解这些技术后，将可以减少感知的网络要求并提高性能。

在多协议环境中，可能会产生一些特别问题。例如，这些问题可能包括使用 IP 传输其他协议，如 SNA、Novell、AppleTalk 和语音业务量。必须了解每个协议的不同性质，如与协议运行有关的带宽消耗量、广播和多点传送的协议使用、对延迟和延迟变化的敏感性以及对丢失数据包的敏感性。必须了解诸如 QoS 技术和协议优先等功能在实际应用中的工作状况。第 9 章“设计 LAN II — VLAN 多播和 QoS”将对这所有的方面进行详细论述。

### 停机时间的成本

由于公司业务性质的不同，一小时停机时间的损失可能从零至数十万美元不等。与网络的设计和支持有关的工作人员对网络停机时间成本有个清楚的概念很关键。

当进行网络设计时，成本和可用性之间的平衡点更突出了量化停机成本的重要性。若没有一个估计的停机成本，那么成本和可用性的平衡点分析将无法准确进行。

## 1.3 达到设计目的

网络设计要求具有广泛的实践经验，还要具有技术理论知识以及二者的结合。动手经验非常关键，但却经常被忽视。在我看来，一个没有大量网络支持经验的工程师是不具备网络设计能力的。

使您能够达到设计目标的工具其实就在技术本身中蕴藏着。您需要对可扩展路由协议、经济高效的 WAN 传输技术和网络管理等方面具有丰富的知识和良好的理解。

不要相信网络设计模型。无论哪一家供应商的销售工程师告诉您，您都不应相信市场上的网络设计工具或模型能够解决实际中的除了简单的网络之外的任何设计问题。为此，建议您在实验室做一些试验并进行一些概念测试。必须在实验室进行设计，而不光是纸上谈兵。若不是根据实际的试验测试，那么将很难检验种类繁多的技术和它们之间的相互作用。

图 1-1 显示了一个提供大体指导原则的网络设计流程图，可以使用该指导原则取得设计过程中要遵循的基本步骤：

(1) 确定能最佳说明每个设计目标的性能参数，如应用的响应时间、丢失数据包百分比、等待时间和应用的可用性。

(2) 确定所有设计约束因素。最明显的约束因素是预算。其他约束可能包括实施完成的时间、对原有设备的支持以及需要具有特殊的网络规范和策略的专门部门的通力协作。

(3) 通盘考虑这些约束因素后，为相关的网络性能参数设置目标值。

(4) 开始高水平设计。这主要是为解决一些主要问题，如 WAN 技术的选择、使用路由而不是交换设备等等。

(5) 然后, 该高水平设计应当与约束因素进行比较。如果未满足约束条件, 则需要重新进行设计。满足约束条件后, 就可以继续进行设计。

(6) 现在可以开始制定特定网络设计方案了。这一步将要解决设计的所有技术细节问题和设计的候选方案。

(7) 技术解决方案的每个主要方面应当经过实验室的测试。在实验室还应对应用响应和可用性特征进行测试。这使技术解决方案得到不断改进。

(8) 当技术设计全部改进完毕后, 该设计就完成了。某些情况下, 最终的实验室测试可能说明基本的性能目标或约束条件不符合实际情况, 因此可能需要重新修改和进行折衷处理。不过, 可以期望在高级别设计阶段试验性地确定这些参数。

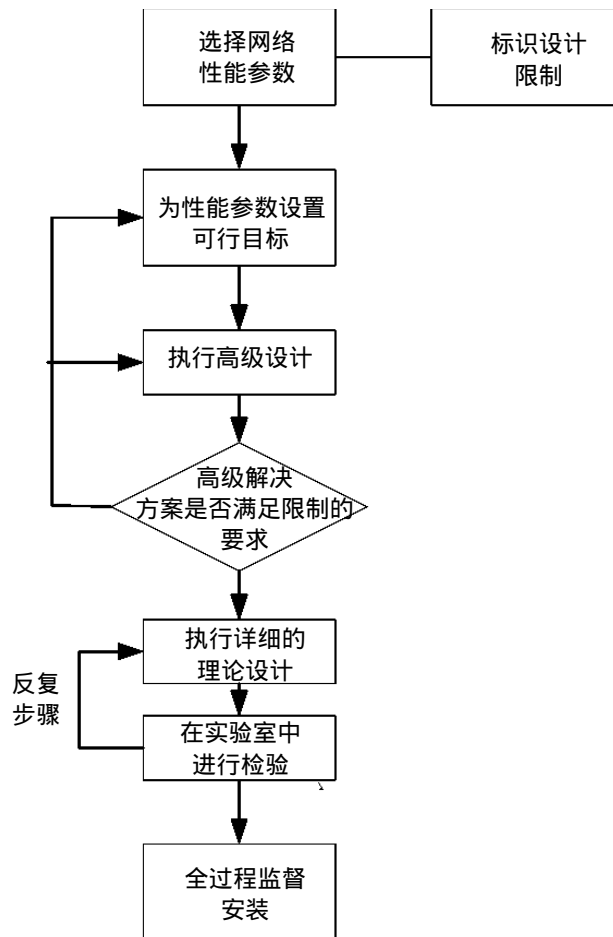


图 1-1 设计过程的流程图

## 1.4 可预见性的重要性

设计完善的网络与简单拼凑在一起的网络的不同点就是可预见性。一个设计完善的网络在下列方面表现出可预见性：

- **性能**：满足性能参数且一致性高。
- **弹性**：链路或设备的故障不会导致过多的应用停机时间。
- **可扩展性**：新站点、用户甚至新应用的增加会在网络运行方面导致可预见的反应。

也就是说，为了恢复性能，不须进行彻底的重新设计。对设计完善的网络升级就像在原有的建筑物上添砖加瓦一样。

一致性和可预见性应当是一个设计完善和良好实现的网络的特征。常常发生网络初次安装完毕时就表现出这些特征。然而，为了权宜之计，逐渐改变了原始的设计规则。

如果多次对设计规则折衷且折衷的程度较深，则整个设计将名存实亡。没有任何网络设计所造成的后果是将丧失全部可预见性。性能上的可预见性、弹性和可扩展性将不再是网络的特征。这当然是将计划网络设计放在首要位置的全部原因所在。

请考虑这样一个情况：为了权宜之计，在网络的不同部分加入了静态路由和接入过滤器。如果随后要进行某些更改，如添加服务器，则由于早期某些特定更改的结果将必须对整个网络进行重新评估。为了使服务器运行，可能不得不修改过滤器和静态路由。因此，所要进行的任务不是使用新的服务器并可预见它会正常工作，而是设计一个小型设计项目。这将导致所谓的“设计一次网络或设计它 100 次”。如果开始时未正确地设计一个网络，或者如果该设计被折衷，则一些日常事件，如故障修复和将设备添加到网络等本身将变成设计新项目。

---

注意：一个设计完善的网络的特征应该具有性能、弹性和可扩展性的可预见性。一旦设计被严重折衷，则该设计本身将不存在，并且可预见性将丧失。所以，您或许只设计网络一次，或许要设计它 100 次。

---

## 1.5 基本设计原则

通过总结一些基本设计原则，来结束这一介绍性的章节。本章已经谈到了不少这些原则，并且将在本书随后的章节中继续提到。有时在具体设计项目时迷失了方向，设计工程师应该重新关注这些原则：

- **了解环境，包括所有的设计目标**。首先，在试图达到某个目标前您必须清楚所要取得的目标。
- **应用是驱动设计要求的动力**。网络是协助应用实现的基础结构。不了解应用的特点和它的要求，将无法设计网络。
- **必须同时具有理论和实践经验**。网络设计需要具有广泛的实践经验，并且要具备技

术的理论基础以及理论和实践如何联系。动手经验尤其重要，但却经常被忽视。在我看来，一个没有广泛网络支持经验的工程师还不具备网络设计的能力。

一个设计者具有广泛的实践经验应视为必要的先决条件。在不太知道网络如何运行的情况下，您是不可能进行网络设计的。在某些公司中，设计工程师看不起支持人员，这令人迷惑，尤其是因为负责网络支持的人员的水平经常更高（在那里人员很难滥竽充数）。

- **不要相信网络设计模型。** 互联的网络需要使用众多复杂的技术，这些技术之间必须能够进行顺利交互。依我之见，大型或复杂网络设计是不可能模型化的。这样的模拟仅对高水平设计适用。当要解决特定技术细节问题时，需要在实验室进行。

- **设计工作应该在实验室进行，而不是在白板上。** 出于同样的原因（即不应相信网络模型技术），实验室才是唯一的最重要的设计工具。若要进行更加高级的复杂互联网络设计，在经过实验室验证之前该设计是无效的。

还有，不要相信设备性能统计数据。供应商的测试通常都是不切实际的。自己在试验台上测试路由器、交换机和服务器的。改变某些参数，如数据包大小，测量延迟和吞吐量。

- **网络设计经常需要进行某些折衷权衡。** 成本相对于性能和可用性而言，通常是网络设计取舍的根本因素。

- **不要低估支持成本。** 这是除了 WAN 成本之外的第一大单项成本。由于支持成本更不易进行量化，因此其重要性经常被淡化。良好的设计可以有效地降低支持成本。不要低估保持合格支持人员的费用。

- **不要试图照搬公共的结构。** 网络设计和布局经常可以效仿某个机构的网络结构。尽管没有必要反对这种效仿结构的企图，但网络设计者永远不要沉溺于此。因为这种方法在根本上将会给设计带来缺陷。请记住，设计目标才是设计背后的唯一基本驱动力。

- **不要依赖供应商。** 尽可能小心地避免使用专有的解决方案。当市场中有其他合适的经销商时，一项设计不应只将公司与某个供应商挂钩。但当然也不能因此而低估专有的解决方案。专有解决方案可能代表了最好的短期和长期的解决方案。实际情况中，某个供应商有对确实就是提供某种仅有的可行解决方案的垄断者。

- **在没有能带来明确效益的前提下，不要增加复杂性。** 此原则对于网络设计和设备配置二者来说均适用。增加的复杂性有可能增加支持成本并使网络更加难于管理。再者，每次部署一个没有必要那么复杂的解决方案时，将有可能使用另外的软件，而此软件中可能存在程序错误。应当总是实施最简单的可行解决方案。仅在结果会带来效益或满足需要时才有理由增加复杂性。

- **按网络自身的特点来设计网络。** 不要按照一套死板的和可能过于常规化的设计规则来设计网络。按照每个网络自身的特点来设计网络。

- **采取直接路径，除非...通信总是尽可能选取源点和目的地之间的最短的路径。** 构成最短路径的因素取决于采用的技术。

- **避免不成熟技术。** 对网络上的所有设备只使用成熟的和经过良好测试的软件和硬件。