



工业和信息化普通高等教育“十三五”规划教材

21世纪高等学校计算机规划教材



# 网络规划与设计 实用教程

Network Planning and Design

■ 何利 主编

■ 曹启彦 钱志成 姚元辉 袁征 编著

理论知识全面系统，讲解简明扼要

案例丰富多样，涵盖多种场景

面向应用，全方位提升网络技能



中国工信出版集团



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化部普通高等教育“十  
21世纪高等学校计算机

# 网络规划与设计 实用教程

Network Planning and Design

■ 何利 主编

■ 曹启彦 钱志成 姚元辉 袁征 编著



人民邮电出版社

北京

网络规划与设计实用教程 / 何利主编. — 北京 :  
人民邮电出版社, 2018. 4  
21世纪高等学校计算机规划教材  
ISBN 978-7-115-47748-4

I. ①网… II. ①何… III. ①计算机网络—网络规划—高等学校—教材②计算机网络—网络设计—高等学校—教材 IV. ①TP393.02

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第011180号

## 内 容 提 要

本书全面而详尽地介绍了计算机网络规划与设计的全过程。包括需求分析、逻辑设计、IP 地址规划、设备选择、交换机配置、路由器配置、网络工程测试与验收,以及网络系统集成内容和方法、网络故障检测与排除、网络性能管理等网络规划与设计的内容,此外还涵盖了存储网络规划方面的内容,并且在每章末都配有习题与思考及相应的网络实训。

本书可作为高等院校智能科学与计算机类专业的教材,也可作为 IT 行业和网络系统集成公司工程技术人员参考书。

- 
- ◆ 主 编 何 利
  - 编 著 曹启彦 钱志成 姚元辉 袁 征
  - 责任编辑 张 斌
  - 责任印制 沈 蓉 彭志环
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
三河市潮河印业有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 15.25 2018 年 4 月第 1 版  
字数: 387 千字 2018 年 4 月河北第 1 次印刷
- 

定价: 49.80 元

读者服务热线: (010) 81055256 印装质量热线: (010) 81055316  
反盗版热线: (010) 81055315

网络作为计算机技术与通信技术相结合的产物，已经成为计算机应用系统中无可替代的一部分。网络规划是网络建设的基础，是对用户的网络应用需求进行分析，然后构思、设计出满足用户日常生产需求的计算机网络的过程。大数据时代的来临更加需要网络相关从业人员重视网络规划。健壮网络依赖于优秀的网络规划与设计。因此，任何一个网络设计人员都必须了解网络规划的具体内容。

本书是一本面向网络规划、设计和实施的指导教材，阅读本书需要有一定的计算机网络基础。因此，本书更适合网络相关专业的大学二年级以上本科生和研究生，以及有类似背景并对网络规划感兴趣的读者阅读和使用。为方便读者，本书在涉及相关基础知识时会有简单介绍。

本书旨在全面系统地介绍网络规划，深入浅出地对网络规划的各个环节进行剖析。内容上尽可能涵盖网络规划的基础知识点，力求详尽地介绍网络规划的学习方法。在叙述方式上，每章内容独立，各章相呼应。同时采用统一框架对全书进行规划，使全书各章独立的同时不失系统性，读者可以选择全文通读，也可以选择单个章节精读。

为使读者易于掌握网络规划的基本内容，增强读者的阅读兴趣，每个章节还设计了相应的网络实训内容，将实践与理论相结合，使读者在学习枯燥的理论知识的同时也能亲自动手做仿真实验，增强本书的趣味性，这也是本书的亮点之一。

作为网络规划的入门读物，考虑到授课时长有限，有部分前沿的技术在本书没有覆盖，即使覆盖到的部分也只是管中窥豹，后续的进阶仍需读者进一步探索和学习。

本书共 12 章。建议理论 48 学时，实验 24 学时。各章的主要教学内容和参考学时见下表。

章	重点内容	学时
第 1 章	网络系统生命周期与网络开发过程	4
第 2 章	子网划分和变长子网掩码设计，IP 地址故障诊断与排除	4
第 3 章	网络规划需求分析的相关指标	4
第 4 章	网络服务的评价指标，网络技术指标和网络结构设计	4
第 5 章	网络设备的选取策略和指标	4
第 6 章	交换机简单配置、VLAN、Trunk 和 VTP 配置	4
第 7 章	RIP、OSPF、EIGRP 路由器配置和 MPLS 网络原理及配置	4
第 8 章	网络工程的测试与验收，网络测试与信息安全等级	4
第 9 章	网络系统集成的内容与方法	4
第 10 章	网络故障的检测与排除	4
第 11 章	网络性能优化方法和服务器资源优化方法	4
第 12 章	网络存储技术、规划方案以及光纤存储区域网络技术	4

本书编写时参阅了大量国内外有关图书和认证培训教材，还参考了许多公司的招投标方案，特别是从思科网络学院获取了许多好的思路和素材，在此对相关作者表示诚挚感谢。

网络规划与设计是一项庞大的系统工作，作者虽有对网络规划科研的一腔热血，但自认才疏学浅，且时间和精力有限，书中错误在所难免，望读者与专家不吝指正，不胜感激。

编者

2017年11月

序号	名称	作者	出版社
1	网络规划与设计	...	...
2	网络工程	...	...
3	网络管理	...	...
4	网络故障排除	...	...
5	网络路由	...	...
6	网络交换	...	...
7	网络存储	...	...
8	网络虚拟化	...	...
9	网络无线	...	...
10	网络应用	...	...
11	网络案例	...	...
12	网络实训	...	...

# 目 录 CONTENTS

## 第1章 网络规划概述 ..... 1

- 1.1 网络规划的内容 ..... 1
- 1.2 网络系统生命周期 ..... 1
- 1.3 网络开发过程 ..... 3
- 1.4 网络设计的约束因素 ..... 4
- 1.5 以太网网络标准 ..... 5
- 习题与思考 ..... 6

## 第2章 IP地址规划 ..... 7

- 2.1 IP地址规划内容 ..... 7
- 2.2 IP地址分类 ..... 7
- 2.3 子网划分 ..... 9
- 2.4 VLSM设计 ..... 11
- 2.5 IP地址故障诊断与排除 ..... 14
- 2.6 案例分析 ..... 17
- 习题与思考 ..... 18
- 网络实训 ..... 19

## 第3章 网络规划需求分析 ..... 20

- 3.1 网络需求分析的内容 ..... 20
- 3.2 建网目标分析 ..... 20
- 3.3 应用需求分析 ..... 21
- 3.4 网络性能分析 ..... 22
- 3.5 网络流量分析 ..... 24
- 3.6 安全需求分析 ..... 25
- 3.7 网络冗余及灾难恢复分析 ..... 26
- 3.8 案例分析 ..... 27
- 习题与思考 ..... 28
- 网络实训 ..... 28

## 第4章 逻辑网络设计 ..... 29

- 4.1 网络逻辑结构设计 ..... 29

- 4.2 逻辑网络设计目标 ..... 29

- 4.3 网络服务 ..... 30

- 4.3.1 网络管理服务 ..... 30

- 4.3.2 网络安全 ..... 30

- 4.4 技术评价 ..... 31

- 4.5 逻辑网络设计的工作内容 ..... 32

- 4.5.1 网络结构设计 ..... 32

- 4.5.2 网络冗余设计 ..... 35

- 4.5.3 网络接入设计 ..... 36

- 4.5.4 路由选择协议设计 ..... 41

- 4.5.5 逻辑设计文档 ..... 43

- 4.6 案例分析 ..... 43

- 习题与思考 ..... 46

- 网络实训 ..... 47

## 第5章 网络设备选择 ..... 48

- 5.1 网络设备选择的内容 ..... 48

- 5.2 网卡及设备选型 ..... 48

- 5.2.1 网卡分类 ..... 49

- 5.2.2 网卡的性能指标 ..... 49

- 5.2.3 网卡的选择 ..... 50

- 5.2.4 网卡的主流品牌及特点 ..... 50

- 5.3 服务器及其选型 ..... 51

- 5.3.1 服务器简介 ..... 51

- 5.3.2 服务器分类 ..... 52

- 5.3.3 服务器性能指标 ..... 56

- 5.3.4 服务器选购 ..... 56

- 5.4 交换机的工作原理及其选型 ..... 56

- 5.4.1 交换机简介 ..... 56

- 5.4.2 交换机分类 ..... 57

- 5.4.3 交换机主要性能标准 ..... 60

- 5.4.4 交换机工作过程 ..... 61

- 5.4.5 交换机的选择指标 ..... 62

<b>5.5 路由器的工作原理及其选型</b> .....	<b>63</b>	6.4.3 交换机之间传输多个 VLAN 信息.....	94
5.5.1 路由器工作原理 .....	63	<b>6.5 VTP 协议</b> .....	<b>94</b>
5.5.2 路由器分类 .....	63	6.5.1 VTP 域 .....	94
5.5.3 路由器的性能指标 .....	64	6.5.2 VTP 运行模式 .....	94
<b>5.6 防火墙及其选型</b> .....	<b>65</b>	6.5.3 VTP 通告 .....	95
5.6.1 防火墙简介 .....	65	6.5.4 VTP 裁剪 .....	95
5.6.2 防火墙分类 .....	66	<b>6.6 案例分析</b> .....	<b>96</b>
5.6.3 防火墙的选购 .....	69	习题与思考 .....	105
<b>5.7 负载均衡器及其选型</b> .....	<b>70</b>	网络实训 .....	106
5.7.1 负载均衡器简介 .....	70	<b>第 7 章 路由器配置</b> .....	<b>108</b>
5.7.2 负载均衡实现方式 .....	71	7.1 路由器配置的内容 .....	108
5.7.3 负载均衡器的选择 .....	71	7.2 路由器工作原理 .....	108
<b>5.8 不间断电源的工作原理及其选型</b> .....	<b>74</b>	7.3 路由器的配置模式 .....	110
5.8.1 不间断电源工作原理 .....	75	7.4 静态路由的配置 .....	110
5.8.2 不间断电源的分类 .....	75	7.4.1 静态路由配置格式 .....	110
5.8.3 不间断电源的选择方法 .....	76	7.4.2 静态路由配置示例 .....	110
<b>5.9 案例分析</b> .....	<b>77</b>	7.4.3 默认路由配置 .....	113
习题与思考 .....	80	7.5 RIP 的配置 .....	113
网络实训 .....	80	7.5.1 距离矢量协议的适用情形 .....	113
<b>第 6 章 交换机配置</b> .....	<b>83</b>	7.5.2 RIP 配置格式 .....	114
6.1 交换机配置的内容 .....	83	7.5.3 配置实例 .....	114
6.2 交换机的简单配置 .....	83	<b>7.6 OSPF 的配置</b> .....	<b>115</b>
6.2.1 用户配置模式 .....	84	7.6.1 OSPF 介绍 .....	115
6.2.2 特权用户配置模式 .....	84	7.6.2 基本 OSPF 配置 .....	117
6.2.3 全局配置模式 .....	84	7.6.3 OSPF 度量 .....	117
6.2.4 交换机基本配置 .....	85	7.6.4 OSPF 与多路访问网络 .....	119
<b>6.3 VLAN 技术</b> .....	<b>85</b>	7.6.5 OSPF 配置 .....	120
6.3.1 VLAN 概述 .....	85	<b>7.7 EIGRP 的配置</b> .....	<b>121</b>
6.3.2 VLAN 结构 .....	86	<b>7.8 MPLS 原理及配置</b> .....	<b>123</b>
6.3.3 VLAN 协议 .....	86	7.8.1 MPLS 网络原理 .....	123
6.3.4 使用 VLAN 分割广播域 .....	87	7.8.2 MPLS 工作过程 .....	124
6.3.5 VLAN 的访问链接 .....	88	7.8.3 MPLS 的实际应用 .....	125
6.3.6 VLAN 内通信 .....	89	7.8.4 MPLS 的配置 .....	126
<b>6.4 Trunk 技术</b> .....	<b>90</b>	<b>7.9 案例分析</b> .....	<b>126</b>
6.4.1 VLAN 间的通信 .....	91	习题与思考 .....	131
6.4.2 使用 VLAN 的局域网中网络 构成的变化 .....	93	网络实训 .....	133

## 第 8 章 网络工程的测试与验收 ..... 135

8.1 网络工程测试与验收的内容.....	135
8.2 网络工程测试.....	135
8.2.1 网络设备测试.....	137
8.2.2 测试方法.....	137
8.2.3 网络测试的安全性.....	138
8.2.4 测试结果的统计.....	138
8.2.5 网络测试工具.....	138
8.3 网络测试与信息安全.....	139
8.3.1 网络测试前的准备.....	139
8.3.2 硬件设备检测.....	139
8.3.3 子系统测试.....	140
8.3.4 网络工程信息安全等级划分.....	141
8.4 综合布线系统的测试.....	141
8.4.1 综合布线系统测试种类.....	142
8.4.2 综合布线系统链路测试.....	143
8.4.3 施工后测试.....	145
8.5 网络系统工程验收.....	146
8.5.1 初步验收.....	146
8.5.2 竣工验收.....	147
8.6 局域网测试与验收.....	148
8.6.1 系统连通性.....	148
8.6.2 链路传输速率.....	148
8.6.3 吞吐率.....	148
8.6.4 传输时延.....	149
8.6.5 分组丢失率.....	150
8.7 案例分析.....	151
习题与思考.....	158
网络实训.....	158

## 第 9 章 网络系统集成的内容和方法 ..... 159

9.1 网络系统集成.....	159
9.2 系统集成的原则和特点.....	160
9.3 网络系统集成内容.....	161
9.4 几个典型的网络系统集成架构.....	168

9.4.1 共享平台逻辑架构.....	168
9.4.2 一般性技术架构设计案例.....	169
9.4.3 整体架构设计案例.....	170
9.5 应用软件设计与开发.....	172
9.6 系统测试.....	173
9.6.1 系统测试的含义与特性.....	173
9.6.2 测试方法的分类.....	173
9.6.3 测试的基本原则.....	174
9.6.4 系统测试过程.....	174
9.6.5 系统测试内容.....	175
9.6.6 系统测试方法.....	177
9.6.7 系统测试工具.....	178
9.7 案例分析.....	178
习题与思考.....	180
网络实训.....	181

## 第 10 章 网络故障的检测与排除 ..... 182

10.1 网络故障检测与排除的内容.....	182
10.2 网络故障管理方法.....	182
10.3 连通性故障检测与排除.....	183
10.4 网络整体状态统计.....	191
10.5 本机路由表检查及更改.....	196
10.6 路由故障检测与排除.....	198
10.7 使用 Sniffer Pro 诊断网络.....	200
10.8 案例分析.....	204
习题与思考.....	205
网络实训.....	205

## 第 11 章 网络性能管理 ..... 207

11.1 网络性能及指标概述.....	207
11.1.1 网络性能管理的定义.....	207
11.1.2 网络性能管理工具.....	208
11.1.3 网络性能指标.....	209
11.2 性能测试类型与方法.....	211
11.2.1 性能测试的类型.....	211
11.2.2 测试方法.....	212
11.3 网络性能优化.....	213



11.4 案例分析 .....	214
习题与思考 .....	217
网络实训 .....	217
<b>第 12 章 存储网络 .....</b>	<b>218</b>
12.1 网络存储技术 .....	218
12.1.1 直连存储技术 .....	218
12.1.2 网络存储技术 .....	219
12.1.3 存储区域网络 .....	221
12.1.4 存储架构比较 .....	223
12.2 存储网络规划 .....	225
12.3 案例分析 .....	227

12.3.1 系统现状 .....	227
12.3.2 系统需求 .....	228
12.3.3 系统建设目标 .....	230
12.3.4 项目总体规划方案设计 .....	230
12.3.5 方案 1: 双活存储系统方案 说明 .....	231
12.3.6 方案 2: 本地备份系统方案 .....	232
习题与思考 .....	233
网络实训 .....	233

<b>参考文献 .....</b>	<b>235</b>
-------------------	------------

# 第1章 网络规划概述

## 教学目的

- 理解网络系统生命周期、网络开发过程
- 了解网络设计的约束因素，知道如何选择网络标准。

## 教学重点

- 网络系统生命周期
- 网络开发过程

## 1.1 网络规划的内容

网络规划是网络建设的基础，是对用户的网络应用需求进行分析，然后构思、设计出满足用户日常生产需求的计算机网络的过程。因此，任何一个网络设计人员都必须了解网络规划的具体内容，具体如下。

- 网络系统生命周期。
- 网络开发过程。
- 网络设计的约束因素。
- 以太网网络标准。

## 1.2 网络系统生命周期

一个网络系统从构思开始到最后被淘汰的过程称为网络系统生命周期。一般来说，网络系统生命周期至少包括网络系统的构思和计划、分析和设计、运行和维护的过程。网络系统的生命周期是一个循环迭代的过程，每次循环迭代的动力都来自网络应用需求的变更，每一个迭代周期都是网络重构的过程。常见的迭代周期构成方式主要有3种：四阶段周期、五阶段周期和六阶段周期。

### 1. 四阶段周期

四阶段周期能够快速适应新的需求变化、强调网络建设周期中的宏观管理。4个阶段分别是构思与规划阶段、分析与设计阶段、实施与构建阶段、运行与维护阶段，这4个阶段之间有一定的重叠，保证了两个阶段之间的交接工作。图1.1展示了四阶段周期中各个阶段之间的关系。

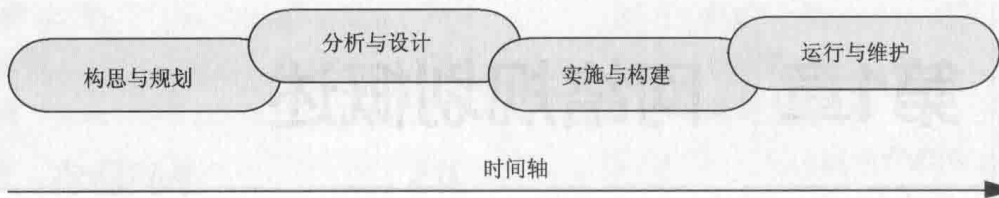


图 1.1 四阶段周期

- (1) 构思与规划阶段：明确网络设计的需求，同时确定新网络的建设目标。
- (2) 分析与设计阶段：根据网络设计的需求进行设计，形成特定的建设方案。
- (3) 实施与构建阶段：根据设计方案进行设备购置、安装、调试，建成可试用的网络环境。
- (4) 运行与维护阶段：提供网络服务，并实施网络管理。

## 2. 五阶段周期

五阶段周期的 5 个阶段分别是需求规范阶段、通信规范阶段、逻辑网络设计阶段、物理网络设计阶段、实施阶段。每个阶段都是一个工作环节，每个环节完毕后才能进入下一个环节，一般情况下，不允许返回到前面的阶段。五阶段周期适用于网络规模较大，需求较明确，需求变更较小的网络工程。图 1.2 展示了五阶段周期的各阶段之间的次序关系。

## 3. 六阶段周期

六阶段周期是对五阶段周期的补充，是对其缺乏灵活性的改进，通过在实施阶段前后增加相应的测试和优化过程来提高网络建设过程中对需求变更的适应性。六阶段周期由需求分析、逻辑设计、物理设计、设计优化、实施及测试、检测及性能优化 6 个阶段组成。图 1.3 展示了六阶段周期的迭代关系。

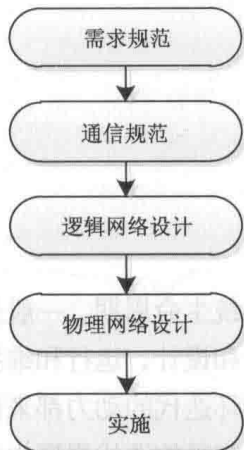


图 1.2 五阶段周期

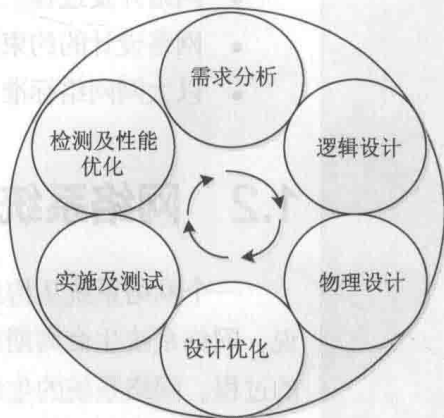


图 1.3 六阶段周期

(1) 需求分析：网络分析人员通过与用户进行交流来确定新系统（或系统升级）的商业目标和技术目标，然后归纳出当前网络的特征，分析当前和未来的网络通信量、网络性能、协议行为和服务质量要求。

(2) 逻辑设计：主要完成网络的拓扑结构、网络地址分配、设备命名规则、交换及路由协议选择、安全规则、网络管理等设计工作，并且根据这些设计选择设备和服务提供商。

(3) 物理设计：根据逻辑设计的结果选择具体的技术和产品，使得逻辑设计成果符合工程设计规范的要求。

(4) 设计优化: 完成工程实施前的方案优化, 通过召开专家研讨会、搭建实验平台、网络仿真等多种形式找出设计方案中的缺陷, 并进一步优化。

(5) 实施及测试: 根据优化后的方案购置设备, 进行安装、调试和测试, 通过测试和试用发现网络环境与设计之间的偏差, 纠正其中的错误, 并修改网络设计方案。

(6) 检测及性能优化: 通过网络管理、安全管理等技术手段, 对网络是否正常运行进行实时监控, 如果发现问题, 则通过优化网络设置参数来达到优化网络性能的目的, 如果发现网络性能无法满足用户的需求, 则进入下一个迭代周期。

### 1.3 网络开发过程

网络系统生命周期为网络开发过程提供了理论模型, 一个网络工程项目从构思到最终退出应用, 一般会遵循迭代模型, 经历多个迭代周期。例如, 在网络建设的初期, 网络规模较小, 宜采用四阶段周期模型, 随着网络规模越来越大, 则更适合采用五阶段或六阶段模型。由于中等规模网络较多且应用范围较广, 下面主要介绍五阶段周期模型。根据五阶段周期模型, 网络开发过程可以划分为 5 个阶段, 如图 1.4 所示。

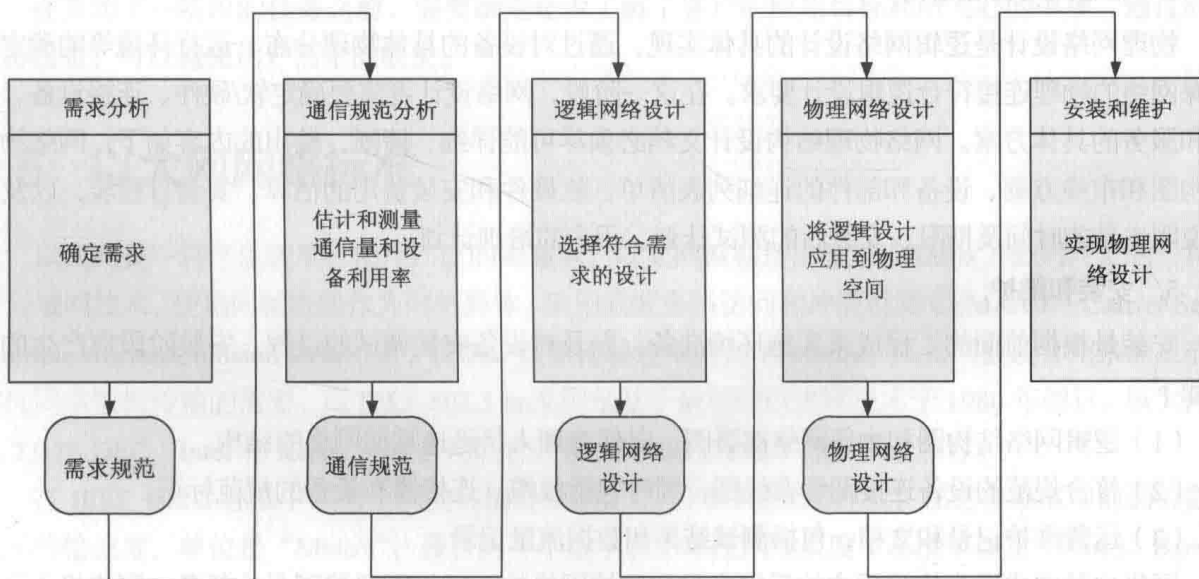


图 1.4 五阶段网络开发过程

#### 1. 需求分析

需求分析是开发过程中最关键的阶段。不同的用户有不同的网络需求, 需求调研人员应与不同的用户进行交流, 归纳总结得出明确的需求, 确保以此设计出符合用户要求的网络。需收集的需求范围包括业务需求、用户需求、应用需求、计算机平台需求、网络通信需求。需求分析的输出是产生一份需求说明书, 也就是需求规范。网络设计者必须清晰而细致地记录单位和个人的需求意愿并记录在需求说明书中, 网络工程设计人员还必须与网络管理部门就需求的变化建立起需求变更机制, 明确允许的变更范围。

## 2. 现有网络系统分析

如果当前的网络开发过程是对现有网络的升级和改造,则必须开展对现有网络系统的分析工作,此项工作的目的是描述资源分布,以便在升级时尽量保护已有投资。在这一阶段,应给出一份正式的通信规范说明文档作为下一个阶段的输入。网络分析阶段应该提供的通信规范说明文档包含下列内容:现有网络的拓扑结构图、现有网络的容量,以及新网络所需的通信量和通信模式、详细的统计数据,直接反映现有网络性能的测量值、因特网(Internet)接口和广域网提供的服务质量报告、限制因素列表,例如使用线缆和设备清单等。

## 3. 确定网络逻辑结构

网络逻辑结构设计是体现网络设计核心思想的关键阶段,在这一阶段根据需求规范和通信规范选择一种比较适宜的网络逻辑结构,并实施后续的资源分配规划、安全规划等内容;网络逻辑结构要根据用户需求中描述的网络功能、性能等要求来设计,逻辑设计要根据网络用户的分类和分布,形成特定的网络结构。在这个阶段最后应该得到一份逻辑设计文档,输出的内容应该包括以下几点:网络逻辑设计图、IP地址分配方案、安全管理方案,以及具体的软硬件、广域网连接设备和基本的网络服务、招聘和培训网络员工、对软硬件费用、服务提供费用及员工培训费用的初步估计。

## 4. 确定网络物理结构

物理网络设计是逻辑网络设计的具体实现,通过对设备的具体物理分布、运行环境等的确定来确保网络的物理连接符合逻辑设计要求。在这一阶段,网络设计者需要确定软/硬件、连接设备、布线和服务的方案。网络物理结构设计文档必须尽可能详细、清晰,输出的内容如下:网络物理结构图和布线方案、设备和部件的详细列表清单、软硬件和安装费用的估算、安装日程表,以及详细说明安装的时间及期限、安装后的测试计划、用户的培训计划。

## 5. 安装和维护

安装是根据前面的工程成果实施环境准备,以及对设备安装调试的过程。安装阶段应产生的输出如下。

- (1) 逻辑网络结构图和物理网络部署图,以便管理人员迅速掌握网络的结构。
- (2) 符合规范的设备连接图和布线图,同时包括线缆、连接器和设备的规范标识。
- (3) 运营维护记录和文档,包括测试结果和数据流量记录。

网络安装完成后,接受用户的反馈意见和监控网络的运行是网络管理员的任务,网络投入运行之后,需要做大量的故障检测、故障恢复,以及网络升级和性能优化等维护工作,网络维护也是网络产品的售后服务工作。

# 1.4 网络设计的约束因素

网络设计的约束因素是网络设计工作必须遵循的一些附加条件,一个网络设计如果不满足约束条件,将导致该网络设计方案无法实施。所以在需求分析阶段,确定用户需求的同时,也应明确可能出现的约束条件。一般来说,网络设计的约束因素主要来自政策、预算、时间和应用目标等方面,如图1.5所示。

### 1. 政策约束

了解政策约束的目的是为了发现可能导致项目失败的政策要求，以及因历史因素导致的对网络建设目标的争论意见。政策约束的来源包括法律法规、行业规定、业务规范和技术规范等。政策约束的具体表现是法律法规条文，以及国际、国家和行业标准等。

### 2. 预算约束

预算决定是网络设计的关键因素，很多满足用户需求的优良设计因为超过用户的预算资金而不能实施。对于预算不能满足用户需求的情况，应该在统筹规划的基础上将网络建设划分为多个迭代周期，阶段性地实现网络建设目标。

### 3. 时间约束

网络设计的进度安排是需要考虑的另一个问题。通常，项目进度由客户负责管理，但网络设计者必须就该日程表是否可行提出自己的意见。在全面了解了项目之后，网络设计者要对安排的计划和进度表的时间进行分析，对有疑问之处及时与用户进行沟通。

### 4. 应用目标约束

在开始下一阶段的任务之前，需要确定是否了解了客户的应用目标和所关心的事项。通过应用目标检查，可以避免用户需求的缺失。

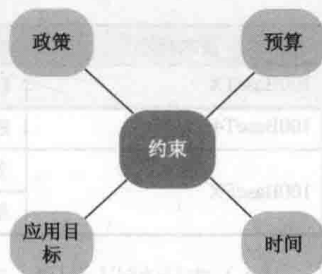


图 1.5 约束因素

## 1.5 以太网网络标准

以太网是一种产生较早、使用广泛的局域网。以太网最初是由施乐（Xerox）公司开发的一种基带局域网技术，使用同轴电缆作为网络媒体，采用载波多路访问和冲突检测 CSMA/CD（Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection）机制，数据传输速率达到 10Mbit/s。以太网被设计用来满足非持续性网络数据传输的需要，而 IEEE 802.3 标准则是基于最初的以太网技术于 1980 年制订。以太网版本 2.0 由 DEC、Intel 和 Xerox 三家公司联合开发，与 IEEE 802.3 标准相互兼容。

在 IEEE 802.3 标准中，为不同的传输介质制定了不同的物理层标准，在这些标准中前面的数字表示传输速度，单位是“Mbit/s”，最后的一个数字表示单段网线长度（基准单位是 100m），Base 表示“基带”的意思，Broad 代表“宽带”。

（1）标准以太网：只有 10Mbit/s 的吞吐率，使用 CSMA/CD 访问控制机制的早期以太网称为标准以太网。表 1.1 所示为标准以太网的相关技术指标。

表 1.1 标准以太网的相关技术指标

名称	电 缆	最大区间长度
10BASE-5	粗同轴电缆	500m
10BASE-2	细同轴电缆	200m
10BASE-T	双绞线	100m
10BASE-F	光纤	2000m

（2）快速以太网：快速以太网（Fast Ethernet）是一种局域网（LAN）传输标准，它提供每秒 100Mbit/s

的数据传输率 (100BASE-T)。表 1.2 所示为快速以太网的相关技术指标。

表 1.2 快速以太网的相关技术指标

技术标准	线缆类型	传输距离
100BaseTX	EIA/TIA5 类 (UTP) 非屏蔽双绞线 2 对	100m
100BaseT4	EIA/TIA3、4、5 类 (UTP) 非屏蔽双绞线 4 对	100m
100BaseFX	多模光纤 (MMF) 线缆	550m ~ 2km
	单模光纤 (SMF) 线缆	2 ~ 15km

(3) 吉比特以太网: 吉比特以太网是对 IEEE 802.3 以太网标准的扩展, 在基于以太网协议的基础上, 将快速以太网的传输速率 100Mbit/s 提高 10 倍, 达到 1 Gbit/s。标准为 IEEE802.3z (光纤与铜缆) 和 IEEE802.3ab (双绞线)。表 1.3 所示为吉比特以太网的相关技术指标。

表 1.3 吉比特以太网的相关技术指标

技术标准	线缆类型	传输距离
1000BaseT	铜质 EIA/TIA5 类 (UTP) 非屏蔽双绞线 4 对	100m
1000BaseCX	铜质屏蔽双绞线 (STP)	25m
1000BaseSX	多模光纤, 50/62.5 $\mu$ m 光纤, 使用波长为 850nm 的激光	550m/275m
1000BaseLX	单模光纤, 9 $\mu$ m 光纤, 使用波长为 1300nm 的激光	2 ~ 15km

(4) 10 吉比特以太网: 传输速率达到 10Gbit/s, 工作在全双工模式, 因此不存在争用问题, 也不使用 CSMA/CD 协议。表 1.4 所示为 10 吉比特以太网的相关技术指标。

表 1.4 10 吉比特以太网的相关技术指标

技术标准	线缆类型	传输距离
10GBASE-SR	0.85 $\mu$ m 的多模光纤	300m
10GBASE-LR	1.3 $\mu$ m 的单模光纤	10km
10GBASE-ER	1.5 $\mu$ m 的单模光纤	40km
10GBASE-CX4	4 对双芯同轴电缆 (twinax)	15m
10GBASE-T	4 对 6A 类 UTP 双绞线	100m

## 习题与思考

1. 网络规划的内容是什么?
2. 网络系统的生命周期是什么? 有几种分类? 每一类别有什么特点?
3. 网络系统的开发过程是什么?
4. 网络设计的约束要素是什么?
5. 10BASE-T 是什么以太网? 其中“10”“BASE”“T”分别代表什么意思?

### 教学目的

- 熟练掌握子网划分
- 变长子网（VLSM）掩码设计
- 诊断并排除 IP 地址故障

### 教学重点

- 子网划分
- 变长子网掩码设计

## 2.1 IP 地址规划内容

IP 地址规划是在充分考虑网络建设规模、开展业务内容和将来的网络发展方向等问题的基础上进行的逻辑网络设计。IP 地址规划应该与网络拓扑结构相适应，既要有效地利用地址空间，也要体现出网络的可扩展性和灵活性，同时也要考虑网络地址的可管理性。在该阶段，需要明确以下内容和目标。

- IP 地址分类。
- 子网划分。
- VLSM 设计。
- IP 地址故障诊断与排除。

## 2.2 IP 地址分类

标准 IP 地址的分类有其遵循的规律，主要是根据 32 位地址的前 8 位地址段的不同，将地址空间分为 5 类，其中 A、B、C 类为基本类，D 类用于组播传输，E 类保留，供 IETF（Internet Engineering Task Force，Internet 工程任务组）科研使用。

### 1. A 类地址

A 类地址是网络中最大的一类地址，它使用 IP 地址中的第一个 8 位组表示网络地址，其余 3 个 8 位组表示主机地址。A 类地址是为巨型网络（或超大型网络）设计的。A 类地址的第一个 8 位组的第一位总是被设置为 0，这就限制了 A 类地址的第一个 8 位组的值始终小于 127，也就是说仅有 127 个可能的 A 类网络，如图 2.1 所示。



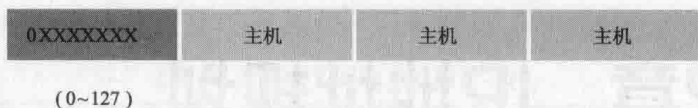


图 2.1 A 类地址

## 2. B 类地址

B 类地址使用前两个 8 位组表示网络地址，后两个 8 位组表示主机地址。设计 B 类地址的目的是支持中到大型网络。B 类地址的第一个 8 位组的前两位总是被设置为 10，所以 B 类地址的范围是从 128.0.0.0 到 191.255.0.0，如图 2.2 所示。

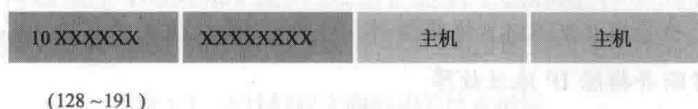


图 2.2 B 类地址

## 3. C 类地址

C 类地址使用前三个 8 位组表示网络地址，最后一个 8 位组表示主机地址。设计 C 类地址的目的是支持大量的小型网络，因为这类地址拥有的网络数目很多，而每个网络所拥有的主机数却很少。C 类地址的第一个 8 位组的前三位总是被设置为 110，所以 C 类地址的范围是从 192.0.0.0 到 223.255.255.0。如图 2.3 所示。

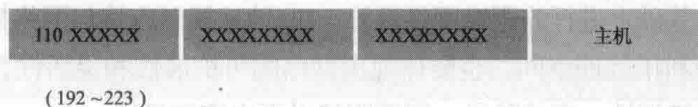


图 2.3 C 类地址

## 4. D 类地址

D 类地址用于 IP 网络中的组播。它不像 A、B、C 类地址有网络号和主机号，一个组播地址标识了一个 IP 地址组。因此可以同时把一个数据流发送到多个接收端，这比为每个接收端创建一个数据流的流量小得多，它可以有效地节省网络带宽。D 类地址的第一个 8 位组的前四位总是被设置成 1110，所以 D 类地址的范围是从 224.0.0.0 到 239.255.255.255，如图 2.4 所示。

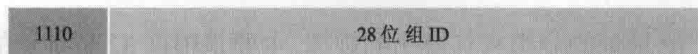


图 2.4 D 类地址

## 5. E 类地址

E 类地址虽然被定义，但被 IETF 保留作研究使用，因此 Internet 上没有可用的 E 类地址。E 类地址的第一个 8 位组的前 4 位恒为 1，因此有效的地址范围从 240.0.0.0 到 255.255.255.255，如图 2.5 所示。



图 2.5 E 类地址