



21st CENTURY
规划教材

面向21世纪高职高专计算机系列规划教材

COURSES FOR VOCATIONAL HIGHER EDUCATION, COMPUTER

计算机网络工程 设计与实施

杨文安 编著



科学出版社

www.sciencep.com



面向21世纪高职高专计算机系列规划教材
COURSES FOR VOCATIONAL HIGHER EDUCATION: COMPUTER

计算机网络工程设计与实施

杨文安 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书针对网络工程设计与实施的全过程,从网络工程设计基本知识、系统集成、网络工程规划与逻辑网络设计、成熟主流产品技术、工程实施与安装实践等角度,阐述网络工程设计与实施的原理、技术与方法。重点介绍网络需求分析与工程方案设计、网络设备选型及安装、综合布线系统设计,以及如何实现网络工程项目招投标、如何提供一份完整的校园网络工程投标书和典型网络工程解决方案等。

本书适合作为高等职业院校信息技术、计算机网络等专业的教材,也可作为网络工程技术人员与管理人员的技术参考工具书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络工程设计与实施/杨文安编著. —北京:科学出版社,2004
(面向 21 世纪高职高专计算机系列规划教材)

ISBN 7-03-014719-7

I. 计… II. 杨… III. 计算机网络—高等学校:技术学校—教材
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 130155 号

责任编辑:李佩乾 陈砺川/责任校对:马伟科

责任印制:吕春珉/封面设计:飞天创意

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

世界知识印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 12 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2004 年 12 月第一次印刷 印张:18

印数:1—3 000 字数:394 000

定价:26.00

(如有印装质量问题,我社负责调换〈世知〉)

出版前言

随着世界经济的发展,人们越来越深刻地认识到经济发展需要的人才多元化、多层次的,既需要大批优秀的理论型、研究型的人才,也需要大批应用型人才。然而,我国传统的教育模式主要是培养理论型、研究型的人才。教育界在社会对应用型人才需求的推动下,专门研究了国外应用型人才教育的成功经验,结合国情大力度地改革我国的“高等职业教育”,制定了一系列的方针政策。联合国教科文组织 1997 年公布的教育分类中将这种教育称之为“高等技术与职业教育”,也就是我们通常所说的“高职高专”教育。

我国经济建设需要大批应用型人才,呼唤高职高专教育的崛起和成熟,寄希望于高职高专教育尽快向国家输送高质量的紧缺人才。近几年,高职高专教育发展迅速。目前,各类高职高专学校已占全国高等院校的近 1/2,约有 600 所之多。教育部针对高职高专教育出台的一系列政策和改革方案主要体现在以下几个方面:

- “就业导向”成为高职高专教育的共识。高职高专院校在办学过程中充分考虑市场需求,用“就业导向”的思想制定招生和培养计划。
- 加快“双师型”教师队伍建设。已建立 12 个国家高职高专学生和教师的实训基地。
- 对学生实行“双认证”教育。学历文凭和职业资格“双认证”教育是高职高专教育特色之一。
- 高职高专教育以两年学制为主。从学制入手,加快高职高专教学方向的改革,充分办出高职高专教育特色,尽快完成紧缺人才的培养。
- 开展精品专业和精品教材建设。已建立科学的高职高专教育评估体系和评估专家队伍,指导、敦促不同层次、不同类型的学校办出一流的教育。

在教育部关于“高职高专”教育思想和方针指导下,科学出版社积极参与到高职高专教材的建设中去,在组织教材过程中采取了“请进来,走出去”的工作方法,即由教育界的专家、领导和一线的教师,以及企事业从事人力资源工作的人员组成顾问班子,充分分析我国各地区的经济发展、产业结构以及人才需求现状,研究培养国家紧缺人才的关键要素,寻求切实可行的教学方法、手段和途径。

通过研讨认识到,我国幅员辽阔,各地区的产业结构有明显的差异,经济发展也不平衡,各地区对人才的实际需求也有所不同。相应地,对相同专业和相近专业,不同地区的教学单位在培养目标和培养内容上也各有自己的定位。鉴于此,适应教育现状的教材建设应该具有多层次的设计。

为了使教材的编写能针对受教育者的培养目标,出版社的编辑分不同地区逐所学校拜访校长、系主任和老师,深入到高职高专学校及相关企事业,广泛、深入地和教学第

一线的老师、用人单位交流,掌握了不同地区、不同类型的高职高专院校的师生、学生和教学设施情况,清楚了各学校所设专业的培养目标和办学特点,明确了用人单位的需求条件。各区域编辑对采集的数据进行统计分析,在相互交流的基础上找出各地区、各学校之间的共性和个性,有的放矢地制定选题项目,并进一步向老师、教育管理者征询意见,在获得明确指导性意见后完成“高职高专规划教材”策划及教材的组织工作:

- 第一批“高职高专规划教材”包括三个学科大系:经济管理、信息技术、建筑。
- 第一批“高职高专规划教材”在注意学科建设完整性的同时,十分关注具有区域人才培养特色的教材。
- 第一批“高职高专规划教材”组织过程正值高职高专学制从3年制向2年制转轨,教材编写将其作为考虑因素,要求提示不同学制的讲授内容。
- 第一批“高职高专规划教材”编写强调
 - ◆ 以就业岗位对知识和技能需求下的教材体系的系统性、科学性和实用性。
 - ◆ 教材以实例为先,应用为目的,围绕应用讲理论,取舍适度,不追求理论的完整性。
 - ◆ 提出问题→解决问题→归纳问题的教、学法,培养学生触类旁通的实际工作能力。
 - ◆ 课后作业和练习(或实训)真正具有培养学生实践能力的作用。

在“高职高专规划教材”编委的总体指导下,第一批各科教材基本是由系主任或从教学一线中遴选的骨干教师执笔撰写。在每本书主编的严格审读及监控下,在各位老师的辛勤编撰下,这套凝聚了所有作者及参与研讨的老师们的经验、智慧和资源,涉及三个大的学科近200种的高职高专教材即将面世。我们希望经过近一年的努力,奉献给读者的这套书是他们渴望已久的适用教材。同时,我们也清醒地认识到,“高职高专”是正在探索中的教育,加之我们的水平和经验有限,教材的选题和编辑出版会存在一些不尽人意的地方,真诚地希望得到老师和学生的批评、建议,以利今后改进,为繁荣我国的高职高专教育不懈努力。

科学出版社

2004年6月1日

前 言

随着通信技术和信息产业的飞速发展,计算机网络已经成为现代社会重要的基础设施。各行业都在规划、建设和推广应用计算机网络,迫切需要大批规划、设计和实施网络系统的人才,同时也需要大批管理网络和应用网络的人才。本书是针对高等职业院校相关专业的学生编写的教材,同时也可作为网络工程技术人员与管理人员的技术参考书。

本书可分为5个部分。第1、2章介绍网络工程的基础知识,主要包括网络工程设计基础及其系统集成;第3~5章主要介绍逻辑网络设计,内容包括网络工程规划与需求分析、逻辑网络设计、设备及系统选型、网络接入方式等;第6章详细介绍了物理网络设计;第7章研讨了如何进行网络测试、运行维护和管理;第8章介绍网络工程的招标投标。

本书的内容具有如下特点:

(1)突出系统集成观点

从工程总体的策略出发,讨论设计与实施网络系统的高效途径,并用系统科学理论来分析计算机网络系统的组成、功能、结构及其本质特性,用系统集成方法来研究各种具体网络应用系统的构建。

(2)先进性与稳定性的结合

计算机网络系统与技术发展非常快,本教程的内容尽可能反映最先进的网络系统和跟踪网络技术的新发展,在深入分析各种先进网络系统、技术和产品的基础上,概括和发掘其本质内涵及发展趋势。

(3)逻辑性强,注意分析问题能力的培养

本教材在对计算机网络系统分析的基础上构成系统的逻辑框架,并通过对本质问题和基本概念的分析,使学生不仅学到有关知识,而且学到分析问题的方法。

(4)工程与应用相结合,理论联系实际

根据计算机网络系统综合技术与广泛应用的特点,网络系统的功能最终将通过各种具体网络应用来体现。该课程是实践性很强、工程与应用紧密结合的课程。因此在内容安排上,应重视网络工程构建和网络应用问题的分析,使理论与实际更好地结合在一起。

(5)吸收国内外先进经验,并有自己的独创性

计算机网络系统是一个全球开放的大系统,许多通信标准、应用标准都需遵循统一的国际标准。本教材学习和吸收了国内外有关教材和专著内容的精髓,但不是完全照搬、照抄,也总结了一些自己的东西。

(6)采用研究型课程体系

研究型课程体系克服了单纯的学科本位(以单科分段为主的职教课程体系)或活动本位(以职业岗位技能为主的能力本位课程体系),树立“多元整合”的新体系。“多元”在这里指的是组成课程的诸单位,即知识、方法、能力和素质,“整合”指的是将教学方法、培养能力和提高素质灵活地融入到教学过程中,形成一个有机的整体。

另外,在本书的编写过程中还参考了大量国内外文献、资料和工程案例,这里一并向有关的专家、学者和工程技术人员表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在错误和疏漏之处,敬请读者批评指正。

杨文安

2004年9月

目 录

第 1 章 网络工程设计基础	1
1.1 网络工程基本知识	2
1.1.1 网络工程的概念	2
1.1.2 网络工程的特点	3
1.1.3 网络工程的要素	3
1.1.4 网络工程的内容	3
1.2 网络工程方法的研究	4
1.3 网络工程过程模型	4
1.3.1 基本概念	4
1.3.2 网络工程过程模型	5
1.3.3 网络设计的系统集成模型	6
1.4 网络应用模式	7
1.4.1 网络应用模式的发展	7
1.4.2 网络应用模式的开发环境及其特点	8
1.4.3 网络应用模式的开发技术	10
1.5 Intranet/Extranet 技术	13
1.5.1 企业网	13
1.5.2 Intranet 技术	13
1.5.3 Extranet 技术	16
1.6 虚拟专用网 VPN	16
1.6.1 VPN 的含义	16
1.6.2 VPN 的类型	17
1.6.3 VPN 的隧道协议	18
1.7 网络工程相关标准化组织及其标准	21
1.7.1 国际标准化组织	21
1.7.2 国内标准化组织	23
1.7.3 国内其他有关标准	26
第 2 章 网络工程系统集成	28
2.1 网络工程系统集成的概念	28
2.2 网络信息集成的层次	29
2.3 系统集成的实现	30
2.4 系统集成的原则	31

2.5 系统集成的具体工作	33
2.6 系统集成设计标准	34
2.7 系统集成的优点	34
第3章 网络工程的规划与需求分析	36
3.1 网络工程的规划	36
3.1.1 网络工程规划的基本原理及其作用	36
3.1.2 网络规划的内容	37
3.2 网络工程的需求分析	39
3.2.1 分析网络应用标准	39
3.2.2 分析网络应用约束	40
3.2.3 网络分析的技术指标	41
3.2.4 确定网络的规模	47
3.2.5 网络拓扑结构分析	48
3.2.6 分析网络通信特征	48
3.3 接入网与接入技术	48
3.3.1 接入网基础	48
3.3.2 接入网的分类	49
3.3.3 HomePNA 接入技术	53
3.4 网络规划与需求分析实例	53
3.4.1 某校园网的规划与需求分析	53
3.4.2 某企业网应用需求分析	56
3.4.3 政务网络需求分析	58
第4章 网络设计	59
4.1 网络总体设计	59
4.2 网络逻辑设计	61
4.2.1 确定逻辑设计目标	61
4.2.2 网络拓扑结构设计	62
4.3 地址的分配与聚合设计	65
4.3.1 聚合	65
4.3.2 地址分配的策略	67
4.3.3 地址分配的一般性原则	70
4.4 冗余设计	70
4.4.1 冗余设计要求	71
4.4.2 冗余设计要点	71
4.5 安全设计	73
4.5.1 网络安全的基本概念	74
4.5.2 网络安全所面临的威胁	76
4.5.3 总体安全解决方案的分层方法	77

4.5.4	OSI 安全服务	77
4.5.5	OSI 安全机制	78
4.5.6	网络信息安全系统的设计原则	79
4.5.7	网络信息安全系统的设计和实现步骤	81
4.5.8	制定严格的安全管理措施	82
4.5.9	加密技术	82
4.5.10	防火墙	85
4.5.11	防火墙系统组成及实例	88
4.6	编写逻辑设计文档	92
4.7	逻辑网络设计举例	94
4.7.1	TCP/IP 网络设计	94
4.7.2	3Com 千兆以太网解决方案	99
第 5 章	网络设备及系统选型	110
5.1	网络设备及系统选型	111
5.1.1	网络技术选型	111
5.1.2	传输介质选型	113
5.1.3	网卡选型	115
5.1.4	集线器选型	116
5.1.5	交换机选型	118
5.1.6	路由器选型	120
5.1.7	服务器选型	122
5.1.8	网络防火墙选型	127
5.1.9	网络数据库管理系统选型	130
5.2	选择上网方式	130
5.2.1	PSTN 公用电话网拨号上网	131
5.2.2	DDN 专线上网	131
5.2.3	ISDN 方式上网	131
5.2.4	ADSL 上网	132
5.3	选择网络服务提供商	132
第 6 章	网络工程实施	134
6.1	物理网络设计	134
6.1.1	结构化布线系统	134
6.1.2	工作区子系统	142
6.1.3	水平子系统	143
6.1.4	干线(垂直)子系统	146
6.1.5	设备间子系统	151
6.1.6	管理子系统	153
6.1.7	建筑群子系统	156

6.1.8 编写物理网络设计文档	159
6.2 机房电源、防护、接地及相关标准	160
6.2.1 电源	160
6.2.2 防护及接地	161
6.2.3 环境保护	168
6.2.4 安装工艺要求	168
6.3 网络工程的组织方式和组织机构	170
6.4 工程方案	171
6.5 网络工程监理	175
6.5.1 网络工程监理的含义	175
6.5.2 网络工程监理的实施步骤	176
6.5.3 网络工程监理的组织结构	178
6.5.4 工程验收及优化	178
6.5.5 网络工程验收	181
6.6 物理网络设计举例	182
6.6.1 物理网络设计说明书	182
6.6.2 工程实施及管理	191
6.6.3 测试和验收	192
第7章 网络测试、运行维护和管理	195
7.1 网络测试	195
7.1.1 测试原型网络系统	196
7.1.2 建立和测试原型网络系统	196
7.1.3 网络测试工具	197
7.2 故障定位	198
7.2.1 故障定位的基本步骤	198
7.2.2 故障恢复	201
7.3 性能优化	205
7.3.1 服务质量	206
7.3.2 资源预留协议	207
7.3.3 服务模型	207
7.3.4 信令	209
7.3.5 报文分类	209
7.3.6 拥塞管理	210
7.3.7 流量监管与流量整形	216
7.3.8 物理接口总速率限制	219
7.3.9 多协议标记交换(MPLS)	219
7.3.10 IP组播	221
7.4 网络监控	223

7.5	网络归档	224
7.6	网络管理	224
7.6.1	网络管理的基本概念	224
7.6.2	网络管理的主要功能	225
7.6.3	网络管理系统的逻辑模型	227
7.6.4	简单网络管理协议(SNMP)	228
第8章	网络系统集成工程的招标投标	231
8.1	招标与投标	231
8.1.1	招标的概念	231
8.1.2	招标的特点	232
8.1.3	招投标程序	232
8.1.4	招标文件的概念及构成	234
8.2	网络系统集成工程招标中的律师监督机制	234
8.2.1	律师应具备的条件	235
8.2.2	律师服务的范围	235
8.3	网络系统集成项目招标过程中的公证制度	237
8.3.1	招标公证制度的主要内容	237
8.3.2	招标公证的方式	237
8.3.3	招标公证的程序	238
8.4	网络集成系统中的采购招标	244
8.5	招标公告发布暂行办法	245
8.6	投标	247
8.6.1	投标书的编制	247
8.6.2	网络系统集成投标书的主要内容	248
8.7	投标书实例	248
8.7.1	网络布线投标方案	248
8.7.2	网络集成方案	257
8.7.3	校园网络系统	261
8.7.4	如何书写校园网方案标书	269
主要参考文献		273

第 1 章 网络工程设计基础



知识点

- 网络工程的概念
- 网络工程方法的研究
- 网络工程过程模型
- 网络设计的系统集成模型
- 网络应用模式 (C/S、B/S 的概念、发展、演变及应用)
- Intranet / Extranet 技术
- VPN 的含义、类型、隧道协议
- 网络工程相关标准



难点

- 网络设计的系统集成模型
- VPN 隧道协议



实践技能

- 了解某个企业网或校园网的构建和应用情况, 写一份调查报告
- 设计一个 C/S 或 B/S 模式的小型应用软件

计算机网络是一个非常大的概念。以分组交换技术为核心的计算机网络自 20 世纪 70 年代以来得到了飞速发展, 采用 TCP/IP 体系结构的 Internet 在近几年更是取得了爆炸式发展。目前, 世界上规模最大的采用纯 IPv6 技术的下一代互联网主干网——CERNET 2 试验网在北京正式开通并提供服务, 由此, IPv6 再次成为我国业界热点。IPv6 技术的先进性、标准、产业化价值以及对我国技术创新的意义等问题被广泛关注。计算机网络已经或正在成为企业、国家乃至全球的信息基础设施。

例如, 中国科学院研究生院校园网络方案的出发点是: 以先进的前沿数字网络技术为依托, 以现代化数字教育理念为指导, 采用数字网络手段, 整合研究生院丰富的教育资源, 实现先进的远程教育环境, 提供新型的丰富的媒体教学应用, 创造高水平的科研实践支持平台。中国科学院研究生院的网络结构既有局域网, 也有广域网。网络方案及应用的主要特点是覆盖面广, 科技含量高, 以及规模发展迅速等。根据校园网的实际需求, 通过市场调查和产品选型, 最后确定采用业界领先的 3Com 产品, 形成了如图 1.1 所示的方案。

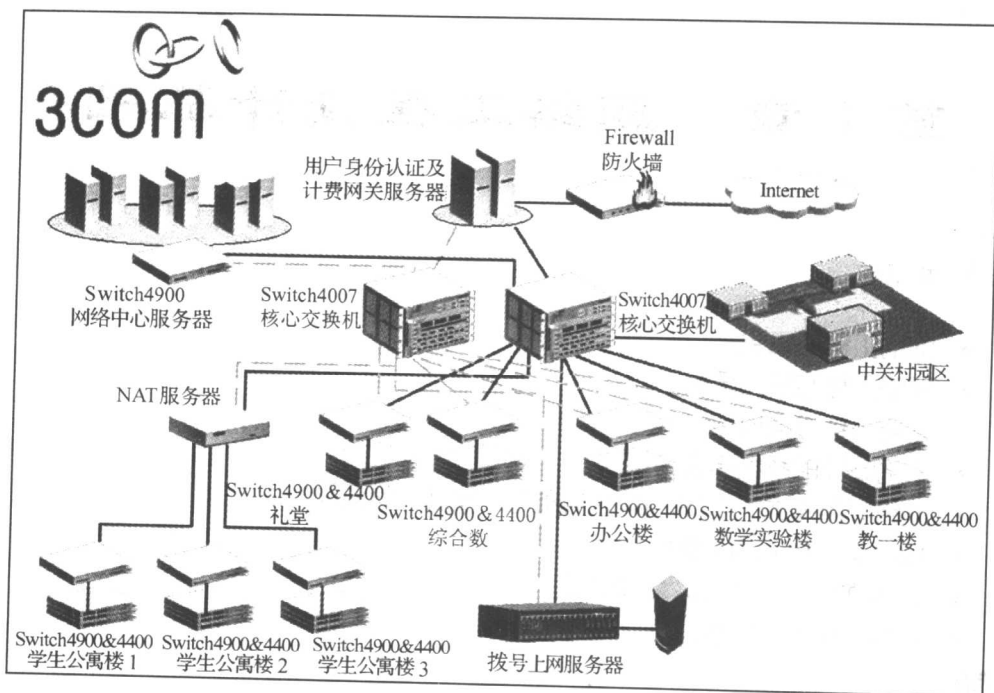


图 1.1 中国科学院研究生院校园网拓扑结构图

由图 1.1 可以看出,网络主干采用 3Com Switch4007,接入层交换机采用 3Com SuperStack 3 Switch4400。整个网络采用两层结构,保证了数据的快速交换;同时,网络主干全部使用光纤,桌面全部实现百兆接入,保证了校园网对多媒体数据流的需求。

为了适应基于网络的多种多样的服务在带宽、可扩缩性和可靠性等方面不断增长的需求,网络工程必须解决好网络规划设计、实施、管理和维护等一系列的问题。

1.1 网络工程基本知识

1.1.1 网络工程的概念

随着计算机网络技术的发展,出现了光纤及高速网络、多媒体和智能网络,这给网络工程的设计与实施造成了一定的困难。那么,什么是计算机网络工程?下面给出计算机网络工程的描述性定义。

计算机网络工程是指为了达到一定的目标,根据相关的标准和规范,通过详细的分析、规划和设计,按照可行的设计方案,将计算机网络技术、系统和管理高效地集成到一起的工程。

也可简单地描述为:计算机网络工程是指将系统化的、规范的、可度量的方法应用于网络系统的设计、建造和维护的过程之中,即将工程化应用于网络系统之中。

1.1.2 网络工程的特点

由计算机网络工程的描述性定义可知计算机网络工程具有一般工程的特点。

1) 计算机网络工程具有非常明确的目标。该目标在工程开始之前就确定好,工程实施过程中不能轻易更改。

2) 计算机网络工程要有详细的规划。规划一般包括总体方案和实施计划等。

3) 计算机网络工程必须依据国际、国内、行业及地方等正规标准。

4) 计算机网络工程要有完备的技术文档,如可行性论证报告、总体技术、设计方案、实施方案以及各子系统(模块)的相关文档等。

5) 计算机网络工程要有法定的或固定的责任人,要有完整的组织实施机构,如项目经理、承包商或领导小组、指挥部等。

6) 计算机网络工程要有客观的监理和验收标准。

1.1.3 网络工程的要素

计算机网络工程的要素包括:

1) 工程设计人员要全面了解计算机网络的原理、技术、系统、协议、安全、系统布线的基本知识,计算机网络的发展现状和发展趋势。

2) 总体设计人员要熟练掌握网络规划与设计的步骤、要点、流程、案例、技术设备选型以及发展方向。

3) 工程主管人员要懂得网络工程的组织实施过程,要能把握网络工程的方案评审、监理和验收等关键环节。

4) 工程开发人员要掌握网络应用开发技术、网站 Web 技术、信息发布技术和安全防护技术。

5) 工程竣工后,网络管理人员要使用网管工具对网络实施有效的管理和维护,以使网络工程发挥应有的效用。

1.1.4 网络工程的内容

工程是指按计划进行的工作,一项工程要具备以下几项内容:

1) 要有明确的目标。

2) 要有详细的规划。

3) 要有正规的依据(标准)。

4) 要有完整的技术文档资料。

5) 要有固定的责任人。

6) 要有可行的实施计划和方法。

7) 要有客观的监理和验收标准。

8) 要有让客户满意的后期服务。

1.2 网络工程方法的研究

网络工程是一种层次化的技术,网络工程的层次如图 1.2 所示。

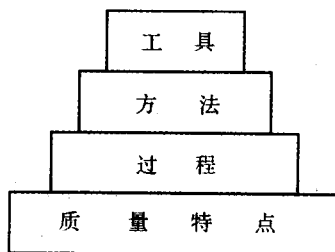


图 1.2 网络工程层次图

网络工程的基础是过程层。网络工程的过程是将网络技术结合在一起的凝聚力,它使得计算机网络能够被合理及时地设计完成。过程定义了一组过程区域框架,它对计算机网络工程技术的有效应用是必需的。关键过程区域构成了网络项目的管理控制的基础,确立了上下各区域间的关系,并且规定了技术方法的采用、工程产品的产生、质量的保证及变化的适应管理等。

网络工程的方法层定义了建造网络在技术上需要“如何做”。方法包括了一系列任务,如需求分析、设计、编程、测试和维护等。网络工程方法依赖于一组基本原则,这些原则控制了每一个技术区域,网络工程方法包含建模活动和其他描述技术。

网络工程的工具层对过程和方法提供了自动或半自动的支持。当这些工具被集成起来,使得一个工具产生的信息能够被另一个工具所使用时,就建立了一个支持网络开发的系统。

1.3 网络工程过程模型

工程是对技术实体进行分析、设计、建造、验证和管理的过程。我们所关注的技术实体是基于各种协议和标准的计算机网络系统。

1.3.1 基本概念

从一般性考虑,与网络工程有关的工作可分为 3 个阶段:定义阶段、设计阶段和测试阶段。

1. 定义阶段

该阶段集中于“做什么”,即在定义阶段,设计者试图弄清楚网络系统要支持的业务,它要具备什么样的功能和性能,希望它有什么样的系统行为,有什么样的约束,以及确认一个系统成功的标志是什么。

虽然在定义阶段采用的方法取决于使用的网络工程过程模型(或组合),但在某种程度上主要针对 3 个任务:分析网络应用目标,分析网络应用约束和分析网络通信特征。

2. 设计阶段

该阶段集中于“如何做”,即在设计阶段,设计者首先要建立一个逻辑模型。系统的逻辑模型允许用户、设计者和实现者看到整个系统是如何工作的,为大家提供参照物。

设计的方法虽不尽相同,但一般都针对这样3个任务:确定网络拓扑形式,规划网络地址和选择适当的路由协议。另外,一般还包括网络管理和网络安全的设计。接下来是为所设计的逻辑网络选择技术和设备,也就是物理设计。物理设计主要包括结构化布线系统、机房和电源的考虑、为 LAN 或园区网选择技术和设备等。

3. 测试阶段

该阶段集中于“做得如何”,此时要编写并实现测试计划,建立原型系统或实验系统,验证网络设计,并编写网络设计文档。如果测试结果表明存在性能问题,则要进一步更新设计。更新设计由上述过程构成了逐步精确的循环过程。

1.3.2 网络工程过程模型

能够覆盖 1.2 节所述过程、方法和工具 3 个层次的策略称为网络工程过程模型。

所有的网络工程都可看成一个问题的循环解决过程,此过程包含 4 个截然不同的阶段:状态描述、问题定义、技术开发和方案综述,如图 1.3 所示。

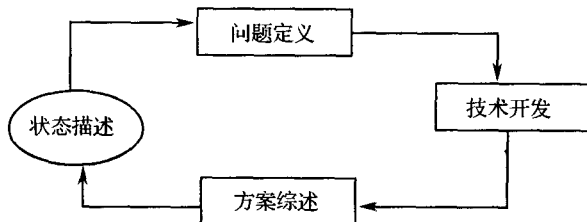


图 1.3 网络工程过程模型图

如图 1.3 所示的问题‘循环解决过程可应用于网络工程的多个不同开发级别。问题循环解决的每个阶段可包含有一个相同的问题循环解决过程,一个问题还可再包含另一个问题循环解决过程。

循环解决过程的 4 个阶段的含义分别如下:状态描述表示了事务的当前状态;问题定义标志了要解决的特定问题;技术开发指示了应用哪些技术来解决问题;方案综述提交结果(如文档、程序、数据、新的应用功能或新的系统)给需要方案的人。

这 4 个阶段在某个细节上可以同时存在。此 4 个阶段既可以用于一个完整网络系统的设计,又可用于一个网络部件的测试。问题循环解决过程的阶段图如图 1.4 所示。