

全国高等院校“十五”计算机规划教材
Text-Book for 21th Century on Network Technology

新世纪网络技术系列教材 (2)

711392 01
c46d

陈 鸣 编著

Network

Design

网络工程设计教程

系统集成方法

Net

ngine



内 容 简 介

本书是“新世纪网络技术系列教材”之一，该系列教材由网络技术主干课程教材组成，分别是《网络原理与技术教程》、《网络工程设计教程》、《网络程序设计教程》、《网络管理技术教程》、《网络安全技术教程》、《网络分布式计算》和《网络协议工程》。本系列教材可供本科、高职高专网络专业、计算机专业和相关专业IT专业根据网络课程的设置情况选用。

本书介绍了一种从系统集成角度设计计算机网络的方法。作者从多年从事计算机网络教学和设计大、中、小型网络实践经验出发，注重本书的系统性和实用性，合理组织有关各种网络工程设计的内容。作者不仅介绍了许多网络设计方面的知识技巧，而且力求从原理上提炼出适合网络工程设计规律性的东西，使读者易于接受抽象的概念和深奥的知识，能够满足目前读者对网络工程设计教材的强烈需求。本书分为五个部分：网络工程的概念；网络需求分析；网络设计的基本构件：设备、广域网和接入网；逻辑网络设计：拓扑、地址、选路、网络管理和网络安全；物理网络设计；以及网络测试、排错和性能优化。

本书可作为普通高校、职业学校网络课程本科学生的教材和教学参考书，部分内容还可作为研究生教材，同时也可以作为广大网络编程人员的指导书。

- 系 列 书：新世纪网络技术系列教材（2）
书 名：网络工程设计教程——系统集成方法
总 策 划：北京希望电子出版社
文 本 著 者：陈 鸣 编著
责 任 编 辑：马宏华
出 版、发 行 者：北京希望电子出版社
地 址：北京市海淀区知春路 63 号（100080）
网 址：www.bhp.com.cn E-mail: lwm@hope.com.cn
010-62520290,62521724,62528991,62630301,62524940,62521921,82610344（发行）
010-82675588-202（门市） 010-82675588-501,82675588-201（编辑部）
经 销：各地新华书店、软件连锁店
排 版：希望图书输出中心 全卫
文 本 印 刷 者：北京广益印刷有限公司
开 本 / 规 格：787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.375 印张 528 千字
版 次 / 印 次：2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷
本 版 号：ISBN 7-900101-51-9
印 数：0001-5000
定 价：29.00 元

说明：凡我社产品如有残缺，可执相关凭证与本社调换。

新世纪网络技术系列教材

编 委 会

主 编：谢希仁（教授 博士生导师）

副主编：王元元（教授 博士生导师）

编 委：（以姓氏笔划排序）

王元元（教授 博士生导师）

齐望东（博士 副教授）

吴礼发（博士 副教授）

陈 鸣（博士 教授 博士生导师）

胡谷雨（博士 教授 博士生导师）

谢希仁（教授 博士生导师）

前 言

生产社会化和全球经济一体化使得计算机网络成为现代社会的基础设施。一方面，社会对网络系统的强烈需求已经形成了一个巨大的网络建设市场；另一方面，缺乏系统地培养网络工程设计领域人才的经验，也缺乏这方面合适的教材，合格的网络设计专业人才仍然十分匮乏。

如何科学地规划、设计和实施一个网络系统呢？如何控制、保证和管理该系统的工程建设质量和进度呢？如何使网络系统既能满足当前各种不同的应用和技术需求，又能适应不断增长的带宽、可伸缩性和可靠性需求，使其符合较长期的发展需要呢？网络系统根据结构、规模和用途的不同，其差异可能很大。这就是一个网络系统的解决方案可能并不适用其他场合的原因。然而，网络工程作为一门科学，是有规律可循的，总有一些经验教训可供利用。本书从探讨网络系统的基本概念和建设网络信息系统的基本方法出发，力图从工程实践的经验教训中总结出一些反映网络设计领域的客观规律。这些规律和经验教训构成本书的主要内容，这是本书作者在这方面的探索，希望能使读者从中得到教益和启迪。

“系统集成”是本书的一个重要出发点。从系统集成的观点出发，我们首先需要根据系统的应用需求，关注系统的总体功能和特性，再选用各种合适的部件来构造或定制所需要的网络信息系统。换言之，根据系统对网络设备或部件的要求，选用具有最为合适的工作机制的设备；同时我们仅需要关注各种设备或部件的外部特性即接口，而忽略这些设备或部件的内部技术细节。我们假定读者已经在有关的课程(如计算机网络等)中学习过这些技术细节。从教学完整性和便于读者理解的角度，本书仅对网络设计所涉及到的网络知识作了概念性介绍，而不去讨论它们的数学原理或定量关系。读者可根据自己情况，自行查阅其他优秀读物或跳过本书的有关章节内容。应注意到设计新型网络工作机制的问题，不属于系统集成的范畴。为了适合充当教材，本书着重讲解用系统集成方法进行网络工程设计的原理和基本方法，尽可能不涉及厂商的具体产品，但读者根据原理不难选择出符合自己最大利益的具体产品。为了跟上 Internet 时代的步伐，本书提出的网络工程设计方法都是以 TCP/IP 网络为蓝本进行的。本书的目标是提供一本运用系统集成的方法来分析、设计和管理网络系统的教科书，读者则是企业或机构的信息技术主管或网络系统设计师或这样角色的候选者。

本书大体可分为五个部分：第 1 章介绍网络工程的概念；第 2 章较为详细地讨论了网络需求分析意义和方法，这部分内容对网络设计工作是不可或缺的一部分；第 3、4 章的内容作为网络设计的基础知识，从概念和原理的角度介绍了网络设计所需的各种基本设备、广域网和接入网；第 5、6、7 章详细地研究了逻辑网络设计问题，如拓扑、地址、选路、网络管理和网络安全等，第 8 章详细研究了物理网络设计问题，这 4 章内容构成了本书的核心；第 9 章探讨了网络测试、排错和性能优化等问题。

本书内容可提供本科高年级学生的“网络设计”课程 60 学时教学之用，学生如果已经上过计算机网络等则前期课程效果会更好。如果教学课时较少或开设了其他相关课程的话，可以根据教学要求和学生情况有选择地略去第 3、4、6、7 以及第 9 章中的部分内容。对于工程性较强的大学本科、专科相关专业，也可以用本教材的适当内容作为“网络计算”或“计算机网络”课程的教材。本书可供网络、通信和计算机专业的本科、研究生作为网络工程设

计课程的教材和自学参考资料，也可供有关专业工程技术人员参考和学习进修使用。如果用于网络设计和维护或培养网络管理员的短训班，则可选择本书的第2、3、5和8章等的部分内容。

本书的出版使我几年来付出的心血换来了一本能够用于网络工程教学的教科书，同时本书也是自己对网络工程设计的原理和方法的总结。在此，我谨向妻子、儿子及父母、岳父母致谢，感谢他们的耐心和多方面支持；向出版社的编辑们，表示我的谢意。在博士生周晓使用本书初稿为解放军理工大学通信工程学院98级本科生授课及本人在多期各类短训班或研讨班上使用了本书部分内容授课过程中，学员们提出了不少建议；解放军理工大学的谢希仁教授对本书规范用词提出了许多很好的意见；李兵副教授、博士研究生周晓、赵金、宋丽华、蒋序平、仇小锋和李拥新对本书初稿提出了很好的意见，这些都对提高本书质量有益。本书的写作参考了大量国外、国内文献和资料及工程案例，本人在工作和学习过程中也从这些资料中受益匪浅，这里一并向有关专家和作者致谢。

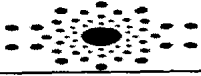
限于本人学识，加上本书写作只能在紧张工作之余进行，错漏难免。由于本书的不少观点来自本人参与的多项计算机网络设计和实现的工程实践，从事的计算机网络等多门课程的教学，以及相关科研活动的总结和心得体会，若属管窥之见，望识者见教。如果读者发现书中的错误或对本书有任何建议，欢迎通过mingchen@public1.ptt.js.cn告知，谢谢。

陈鸣

于解放军理工大学指挥自动化学院，南京

目 录

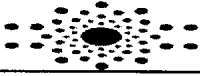
第 1 章 计算机网络工程设计概述	1
1-1 网络工程概念	1
1-2 网络工程过程模型	2
1-2-1 基本概念	2
1-2-2 网络设计的系统集成模型	3
1-2-3 企业网	5
1-3 系统集成	6
1-3-1 定义	6
1-3-2 网络信息系统集成的层次	7
1-3-3 系统集成的特点	8
1-3-4 系统集成的原则	10
1-4 ISO 9000 国际标准	13
1-4-1 质量管理	13
1-4-2 ISO 9000 标准简介	14
1-4-3 系统集成要建立质量保证体系	14
1-5 网络设计文档管理	15
1-5-1 文档的作用和分类	15
1-5-2 文档的质量要求	18
1-5-3 文档管理和维护	19
1-6 用 Microsoft Project 98 管理项目	19
1-6-1 Project 98 简介	20
1-6-2 制定项目的基本步骤	21
1-6-3 Project 98 视图	22
1-7 网络工程设计应注意的几个问题	28
1-8 小结	29
1-9 习题与思考题	30
第 2 章 网络需求分析	32
2-1 分析网络应用目标	32
2-1-1 工作步骤	32
2-1-2 明确网络设计目标	33
2-1-3 明确网络设计项目范围	33
2-1-4 明确客户的网络应用	33
2-2 分析网络应用约束	35
2-2-1 政策约束	35
2-2-2 预算约束	35
2-2-3 时间约束	35



2-2-4	应用目标检查表.....	36
2-3	网络分析的技术指标.....	36
2-3-1	影响网络性能的主要因素.....	36
2-3-2	网络性能参数.....	37
2-3-3	可用性(Availability).....	45
2-3-4	可扩展性(Scalability).....	47
2-3-5	安全性 (Security).....	48
2-3-6	可管理性(Manageability).....	49
2-3-7	适应性(Adaptability).....	50
2-3-8	可购买性(Purchasability).....	50
2-3-9	技术目标检查表.....	51
2-4	分析网络通信特征.....	52
2-4-1	Internet 流量的特点.....	52
2-4-2	绘制网络结构图.....	54
2-4-3	确定流量边界.....	58
2-4-4	分析网络通信流量特征.....	59
2-5	小结.....	65
2-6	习题和思考题.....	65
第 3 章	理解网络设计：基本构件	68
3-1	基本概念.....	68
3-1-1	术语.....	68
3-1-2	结点.....	69
3-1-3	链路.....	69
3-1-4	结点与链路.....	70
3-1-5	Internet 层次结构.....	72
3-2	网络基本互连设备和概念.....	73
3-2-1	中继器.....	73
3-2-2	集线器.....	73
3-2-3	网桥.....	74
3-2-4	LAN 交换机.....	77
3-2-5	广域网交换机.....	81
3-2-6	虚拟 LAN(VLAN).....	83
3-2-7	路由器.....	90
3-2-8	多层交换.....	94
3-2-9	防火墙.....	99
3-2-10	VPN 设备.....	102
3-2-11	访问服务器.....	105
3-2-12	调制解调器.....	105
3-4	小结.....	109



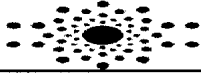
3-5	习题和思考题	109
第4章	理解网络设计：广域网和接入网技术	112
4-1	广域网技术	112
4-1-1	X-25 公用数据网	112
4-1-2	帧中继(FR)	113
4-1-3	综合业务数字网(ISDN)	114
4-1-4	多兆位数据服务(SMDS)	116
4-1-5	异步传递方式(ATM)	117
4-1-6	点对点协议	118
4-1-7	租用线路	120
4-1-8	E1 信道	121
4-1-9	同步数字系列(SDH)	122
4-2	接入技术	123
4-2-1	拨号接入	123
4-2-2	xDSL 接入	124
4-2-3	光纤同轴混合网接入	126
4-2-4	光纤接入	129
4-2-5	无线接入	131
4-3	小结	134
4-4	习题和思考题	134
第5章	逻辑网络设计：拓扑、地址和选路	136
5-1	网络拓扑结构设计	136
5-1-1	平面拓扑结构	136
5-1-2	层次型网络结构设计	138
5-1-3	网络结构冗余设计	141
5-1-4	园区网拓扑结构设计	144
5-1-5	企业网拓扑结构设计	148
5-1-6	网络拓扑结构安全性考虑	150
5-2	IP 地址规划	150
5-2-1	网络地址基本概念	151
5-2-2	网络层地址分配原则	159
5-2-3	使用层次模型分配地址	161
5-2-4	名字空间设计	165
5-3	选路协议的选择	169
5-3-1	路由器选路	169
5-3-2	选路协议的特征	170
5-3-3	IP 选路	174
5-4	小结	179
5-5	习题和思考题	179



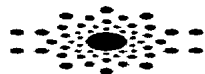
第 6 章 逻辑网络设计: 管理	182
6-1 网络管理的概念与发展	182
6-1-1 网络管理基本概念	183
6-1-2 管理系统发展趋势——分布化、综合化、动态化和智能化	185
6-1-3 网络即插即用技术	190
6-1-4 综合管理的概念	195
6-1-5 基于策略的网络管理	199
6-2 网络管理功能	204
6-2-1 配置管理	205
6-2-2 故障管理	206
6-2-3 性能管理	207
6-2-4 账户管理	208
6-2-5 安全管理	209
6-3 选择网络管理协议	210
6-3-1 简单网络管理协议	210
6-3-2 公共管理信息协议 CMIP	213
6-3-3 电信管理网 TMN	215
6-4 远程监视(RMON)	216
6-5 网络管理工具	218
6-5-1 管理工具的分类	218
6-5-2 测试设备和接口测试仪	221
6-5-3 协议分析仪	223
6-5-4 Internet 环境的工具	224
6-6 网络管理平台	225
6-6-1 网络管理平台的体系结构	226
6-6-2 管理应用	232
6-6-3 选择准则	233
6-6-4 HP OpenView	234
6-6-5 SUN SEM	235
6-6-6 IBM Tivoli	236
6-6-7 CA Unicenter TNG	236
6-6-8 其他网管产品	237
6-7 设计举例: 综合网络管理系统	239
6-7-1 实现 INMS 的方式及比较	240
6-7-2 数据综合: 用于综合符合厂商专用标准的网管系统	241
6-7-3 完全综合: 用于综合符合 SNMP 标准的网管系统	242
6-8 小结	243
6-9 习题和思考题	244
第 7 章 逻辑网络设计: 安全	247



7-1	网络安全性设计过程.....	247
7-1-1	信息安全性的3个方面.....	248
7-1-2	网络风险评估.....	250
7-1-3	分析安全性的折衷方案.....	251
7-1-4	开发安全方案.....	251
7-1-5	开发安全策略.....	252
7-1-6	开发安全过程.....	252
7-2	网络安全性机制设计.....	252
7-2-1	数据加密和数字签名.....	253
7-2-2	鉴别.....	256
7-2-3	消息完整性协议.....	258
7-2-4	公开密钥分发.....	260
7-2-5	访问控制(授权).....	261
7-2-6	审计.....	262
7-2-7	恶意软件防护.....	262
7-2-8	防火墙.....	264
7-2-9	入侵检测.....	266
7-2-10	物理安全性.....	268
7-3	数据备份和容错设计.....	268
7-3-1	数据备份.....	269
7-3-2	系统容错技术.....	269
7-3-3	廉价冗余磁盘阵列技术.....	271
7-3-4	存储区域网络.....	272
7-3-5	Internet 数据中心.....	273
7-3-6	异地容灾系统.....	273
7-3-7	容错电源.....	275
7-4	选择网络安全解决方案.....	276
7-4-1	Internet 连接安全性.....	276
7-4-2	拨号安全性.....	277
7-4-3	网络服务安全性.....	278
7-4-4	用户服务安全性.....	278
7-4-5	网络物理隔离.....	279
7-5	网络安全设计举例.....	279
7-5-1	某政府部门网络的安全体系结构设计.....	279
7-5-2	某办公系统安全性设计.....	282
7-6	小结.....	284
7-7	习题和思考题.....	285
第8章	物理网络设计.....	288
8-1	结构化布线系统.....	288



8-1-1	基本概念	288
8-1-2	结构化布线系统组成	290
8-1-3	结构化布线系统的设备部件	293
8-1-4	工程设计	297
8-2	网络机房和电源	298
8-2-1	机房	298
8-2-2	电源	301
8-3	基于以太网技术设计 LAN	307
8-3-1	以太网原理	308
8-3-2	半双工和全双工以太网	309
8-3-3	快速以太网	310
8-3-4	千兆比以太网	310
8-3-5	千兆以太网	311
8-3-6	以太 LAN 的设计	312
8-3-7	升级到千兆比以太网	317
8-4	为企业网选择技术和设备	319
8-4-1	选择网络互连设备	319
8-4-2	构建广域企业网	320
8-4-3	选择远地访问设备	321
8-4-4	选择 WAN 路由器和交换机	323
8-4-5	选择 WAN 服务提供商	324
8-5	物理网络设计举例	324
8-6	小结	326
8-7	习题和思考题	327
第 9 章	网络测试、排错和性能优化	329
9-1	网络测试	329
9-1-1	测试原型网络系统的内容	329
9-1-2	建立和测试原型网络系统	330
9-1-3	网络测试工具	331
9-2	故障定位	331
9-2-1	故障定位的基本技术	332
9-2-2	确定问题的性质	332
9-2-3	分析该症状	333
9-2-4	形成一个假设	334
9-2-5	隔离问题的原因	334
9-2-6	测试假设	334
9-2-7	得出结论	335
9-2-8	解决问题	335
9-3	故障排除	335



9-3-1	以太网排错	335
9-3-2	网络接口连接排错	339
9-3-3	Internet 连接排错	339
9-3-4	主机到主机连接排错	340
9-4	网络性能优化	340
9-4-1	服务质量(QoS)	341
9-4-2	标记(IEEE 802-1Q、IEEE 802-1p).....	341
9-4-3	通信量管理	341
9-4-4	资源预留协议(RSVP)	342
9-4-5	区分服务(DiffServ)	343
9-4-6	流量工程	345
9-4-7	IP 多播	346
9-4-8	服务等级协定(SLA).....	348
9-4-9	ATM	348
9-4-10	多协议标记交换(MPLS).....	349
9-5	小结	350
9-6	习题和思考题	350
参考文献		352

第 1 章 计算机网络工程设计概述

本章的目的是对用系统集成方法进行计算机网络工程设计所涉及的一些基本概念进行定义和讨论。首先，我们在 1-1 节中将探讨一下计算机网络工程的概念，因为网络工程设计是网络工程中一个非常重要的部分，是用系统化的、规范的、可度量的方法设计计算机网络的过程；在 1-2 节中，我们将简要地讨论网络工程过程模型。由于本书强调的是用“系统集成”的方法设计计算机网络，因此我们在 1-3 节中将较为详细地讨论系统集成的概念。为了保证网络设计质量，我们必须有质量管理的概念，为此我们将在 1-4 节中对 ISO 9000 国际标准的基本概念进行介绍，并在 1-5 节和 1-6 节中将分别介绍网络设计中的文档管理和利用 Microsoft Project 93 管理网络工程设计项目的方法。最后，在 1-7 节中，我们讨论了当前在我国进行网络工程设计时应注意的几个问题。

1-1 网络工程概念

网络是一个非常大的概念，本书中的网络主要是指计算机网络。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 在近年来更是有了指数型的爆炸式发展。这使得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。

为了使得网络能够适应基于网络的多种多样服务在带宽、可扩缩性和可靠性等方面不断增长的需求，网络工程必须应付这些挑战，解决好网络的设计、实施和维护等一系列技术问题。作为一门学科，网络工程必须总结并研究与网络设计、实施和维护有关的概念和客观规律。从而使无论是刚刚涉足该领域的新手，还是久经沙场的老将，都能够根据这些概念和规律来设计和建造满足客户需求同时跟得上 Internet 发展步伐的计算机网络来。

本书对网络工程的定义：

(1) 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，即将工程化应用于网络系统中。

(2) 对(1)中所述方法的研究。

任何工程方法必须以有组织的质量保证为基础。全面的质量管理和类似的理念刺激了过程的不断改进，正是这种改进导致了更加成熟的网络工程方法的不断出现。网络工程的核心就是对于质量的关注。

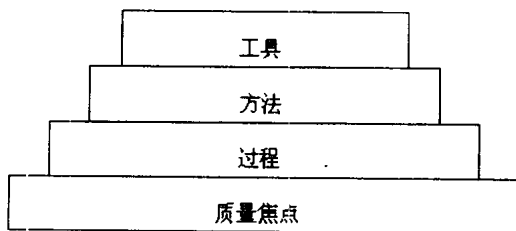
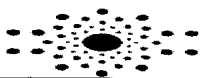


图 1.1 网络工程层次图



网络工程是一种层次化的技术(参见图 1.1)。它的基础是过程层。网络工程过程是将技术层结合在一起的凝聚力,它使得计算机网络能够被合理地及时地设计完成。过程定义了一组过程区域的框架,这对于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,确立了上下各区域之间的关系,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当管理。

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:需求分析、设计、编程、测试和维护。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,且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外一个工具使用时,就建立了一个支持网络开发的系统。

1-2 网络工程过程模型

工程是对技术实体的分析、设计、建造、验证和管理。本书关注的技术实体是基于TCP/IP的计算机网络系统。

1-2-1 基本概念

从一般性考虑,与网络工程有关的工作可分为三个阶段:问题定义、技术开发和方案综述。

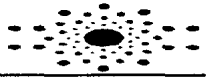
定义阶段集中于“做什么”。即在定义过程中,网络系统的设计者试图弄清楚网络系统要支持的业务,它要完成什么样的功能和性能,希望有什么样的系统行为,有什么样的约束,以及确认一个系统成功的标志是什么。虽然在定义阶段采用的方法取决于使用的网络工程过程模型(或组合),但在某种程度上均有三个主要任务:分析网络应用目标(2-1节),分析网络应用约束(2-2节),分析网络通信特征(2-4节)。

设计阶段集中于“如何做”。即在设计过程中,网络设计者首先建立一个逻辑模型。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。设计的方法可以有所不同,但一般具有三个共同的任务:确定网络拓扑形式(5-1节),规划网络地址(5-2节),选择适当的选路协议(5-3节)。以及包括网络管理(第6章)和网络安全(第7章)的设计。接下来,是为所设计的逻辑网络选择技术和设备。其中包括结构化布线系统(8-1节)、机房和电源(8-2节)的考虑,为局域网或园区网选择技术和设备(8-3节),为企业网选择技术和设备(8-4节)。注意到在我们所述的网络设计方法中,网络设计所用的基本构件(第3章)是基于通用的市售网络设备,而不是自行研发的,即采用系统集成的工程方法来实现系统。

测试阶段集中于“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,那么则要进一步更新设计。更新设计由上述过程构成了逐步求精的循环过程。

为了解决网络工程中的实际问题,一个或一组网络设计师必须综合出一个开发策略,该策略能够覆盖上述过程、方法和工具三个层次。这个策略就被称为网络工程过程模型。

所有网络工程都可看成一个问题的循环解决过程,其中包含四个截然不同的阶段:状



态描述、问题定义、技术开发和方案综述。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；技术开发通过应用某些技术来解决问题；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)给那些从一开始就需要方案的人。

上述的问题循环解决过程可以应用于网络工程的多个不同开发级别上。它可以用于考虑整个系统的宏观阶段，设计系统的中级阶段，甚至是某个设备的测试阶段。因此，可以先定义一个模式，然后在连续的更小规模上递归地应用它，来提供关于过程的理想化视图。在图 1.2a 中，问题循环解决的每个阶段包含有一个相同的问题循环解决过程，该循环还可以再包含另一个问题循环解决过程。

实际上，要想像图 1.3 那样清楚地划分活动是很困难的，因为阶段内部和阶段之间的活动常常是交叉的，但这个简化的视图产生了一个重要思想：对于一个网络工程项目，不管使用了什么样的过程模型，所有的阶段——状态描述、问题定义、技术开发和方案综述，在某个细节的级别上都是同时存在的、给出了递归性质的图 1.2b，上面讨论的四个阶段既可以用于一个完整网络系统的设计也可以用于一个网络部件的测试。

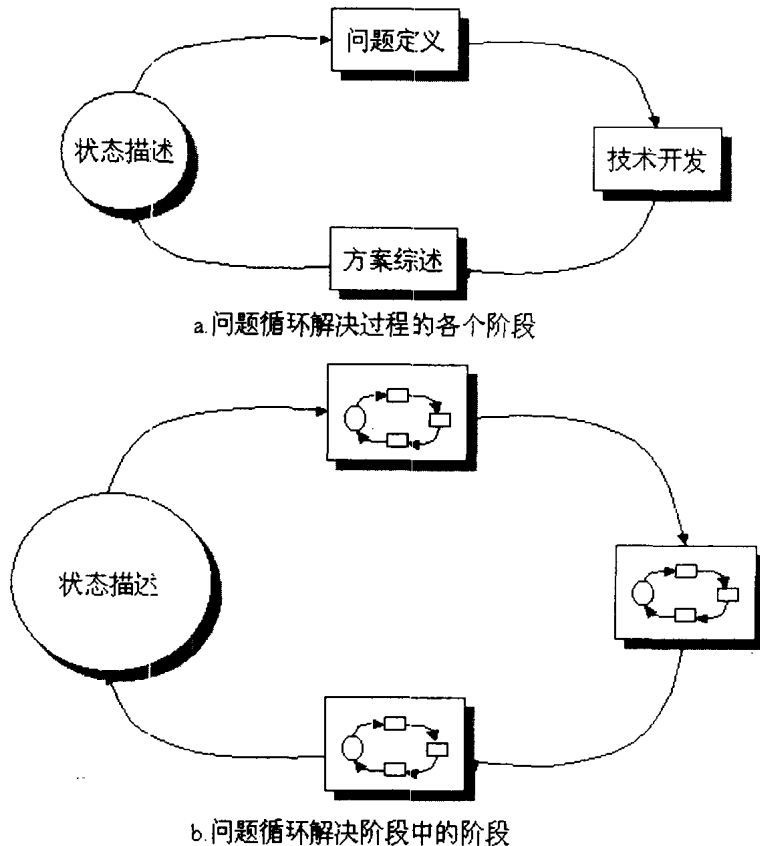
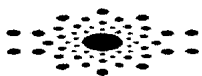


图1.2 问题循环解决过程

1-2-2 网络设计的系统集成模型

图 1.3 给出了网络设计的系统集成模型。该模型提出了网络系统的系统化的、顺序的方法。虽然该模型支持带有反馈的循环，但将该模型视为严格线性关系可能更易于处理。该模型从系统级开始，接着是用户需求分析、逻辑网络设计、物理网络设计和测试。由于



在其中的物理网络设计阶段，网络设计者通常是采用系统集成方法来设计实现物理网络的，因此将该模型称为网络设计的系统集成模型。

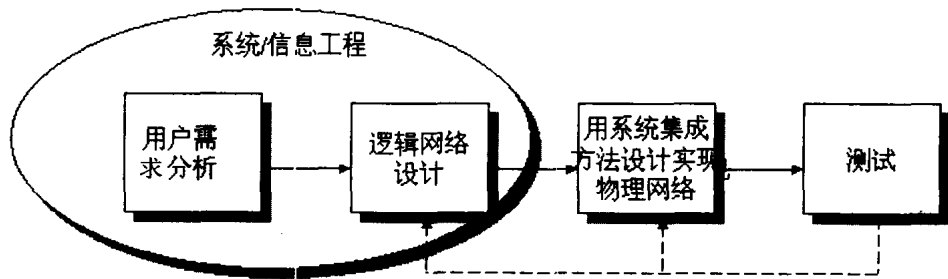


图1.3 网络工程的系统集成模型

在这种方法的第一步——用户需求分析阶段中，设计者将重点考虑客户的需求、约束和目标。因为一个好的网络设计必须清楚客户需求，并且将这些需求转换为商业和技术目标如可用性、可扩展性、可购买性、安全性和可管理等。这一步是非常重要的，如果网络设计者认为已经明确客户应用要求，而当网络安装完毕才发现他们实际并未认识到客户最重要的要求，将可能随着用户数量的增加产生可扩展性和性能的问题。该过程包括搞清部门和用户组的结构，明确网络将向谁提供服务，并从何处获取有用信息。当然，如果对客户的需求及要达到的目标十分明确，并且客户希望对网络设计有一个快速响应，则可以直接进入网络逻辑设计阶段。

该设计方法是可以循环反复的。为避免从一开始就陷入细节陷阱中，应先对客户需求有一个全面的了解，以后再收集更多有关协议行为、可扩展性需求、优先级等技术细节信息。本设计方法认为，逻辑设计和物理设计的结果可以随着信息收集的不断深化而变化，螺旋式地深入到需求和规范的细节中来。

系统集成设计方式同时强调，逻辑设计必须充分考虑到可选用的厂商设备有档次型号的限制，以及客户需求会不断变化和发展，因此不必过分拘泥于客户需求的指标细节，应当在设计方案经济性、时效性的基础上具有一定前瞻性。

在网络设计中使用该模型是有效的，但可能会遇到如下一些问题：

(1) 用户常常难以给出所有的网络应用需求，而该模型却要求如此，使得它难以处理项目开始阶段存在的不确定性。

(2) 网络系统的性能一直到项目开发晚期的测试阶段才能得到，如果发现错误，后果可能是灾难性的。

(3) 开发者常常被不必要地耽搁。传统生命周期的线性特征会导致“阻塞”状态，其中某些项目组成员不得不等待组内其他成员先完成其依赖的任务。事实上，花在等待上的时间可能会超过花在开发工作上的时间，而阻塞状态经常发生在线性过程的开始和结束。

这些问题在某些场合是真实存在的。但无论如何，传统的生命周期过程在网络工程中仍占有非常重要的位置。它提供了一个模板，使得分析、设计、安装、测试和维护方法可以在该模板的指导下展开。尽管这种模型还有许多缺点，但显然它要比网络工程中的随意状态要好得多。由于供网络设计的网络设备的类型和型号是有限的以及用户的要求可以归类，设计出来的网络具有的共性可能较多，同时可能有许多成功设计的网络系统范例可供



参考, 因此在实际网络设计的实践中运用网络工程的系统集成模型是十分有用的。

此外, 网络工程的系统集成模型非常强调在物理网络设计中采用系统集成的方法。这就要求我们首先要关注系统的总体功能和特性, 再选用(而不是制造)各种合适的部件来构造或定制所需要的网络系统。换言之, 根据系统对网络设备或部件的要求, 仅需要关注各种设备或部件的外部特性即接口, 而忽略这些设备或部件的内部技术细节。这种方法使得开发网络系统的周期大大缩短, 成本大大降低, 从而减少了系统实现的风险。

1-2-3 企业网

从一般意义上讲, 企业网是为企业提供信息传递和资源共享的计算机网络, 它通常包括若干局域网(LAN), 有人甚至将企业网看作互连的 LAN。用系统集成方法设计的网络基本对象或参照物通常为企业网。国际电气电子工程师协会(IEEE)的通信学会下属的“企业网技术委员会(TCEN)”对企业网的定义:

企业网是为互连公司、部门、本地和远地的计算和通信资源所构建的一个共享通信和资源的基础结构, 以便在整个企业机构中协调人们之间的行动。也可以更加明确地定义为, “企业网是一个连接企业通信、处理和存储资源的企业范围的网络, 它使得这些资源对于分布于企业范围内的用户可用”。

对企业网的研究范围包括:

- 围绕计算机和通信技术, 重组企业内部的业务处理过程。
- 端到端网络设计和系统集成。
- 企业网所有部分的互连和互操作, 包括 LAN、广域网(WAN)和 Internet、光纤接口、异步传递模式(ATM)、SONET/SDH 和客户/服务器。
- 企业范围的计算, 包括分布式应用和计算。
- 专用、公用和混合型连网技术。
- 类似于视频会议和多媒体数据库的应用。
- 企业网的管理。

本书中与企业网相联系的“企业”一词, 不仅包括从事生产、运输、贸易等经济活动的部门, 如工厂、矿山、铁路、公司等, 而且包括具有相当规模的任何部门, 如学校、政府机关等。因此, 与其相联系的“商业”一词, 除了经济利益的涵义以外, 还可包括相应的社会效益或军事效益之意, 希望读者注意其中涵义的变化。

企业网与企业本身组织结构和业务结构的发展相关, 是 Internet 技术在企业发展到一定规模时与之密切结合的必然产物。企业网有其自身的发生、发展的历程。时至今日, 企业网已经成为 Internet 的重要组成部分, 或者说, Internet 技术因企业网的发展而注入了旺盛的活力。将 Internet 的标准和技术应用于企业网, 就形成了(内联网)Intranet。而与 Intranet 相对应的是外联网(Extranet), 它是对内联网的扩展和外延。

我们知道, Intranet 是用于企业内部的专用网络, 但对一个企业的发展来说, 不仅要求企业信息网络能对内部实现信息共享、信息交流, 还要与外部的贸易合作伙伴或客户共享企业信息, 充分地交流信息, 保持密切的协作关系, 这就必须引入 Extranet 的思想, 即把 Intranet 扩展到贸易合作伙伴。Extranet 仍可看成企业网的一部分, 只是使用了不同的安全技术来隔离企业的保密信息。企业的一些重要客户和贸易合作伙伴通过 Extranet 获取企