

网络与通信系列丛书(二)

自学 TCP/IP 十四日通

Master the
fundamentals
of TCP/IP

Discover
what an
open system
is and how it
handles
networking

Find out more
about
gateways,
bridges and
routers,
internetwork-
ing, routing,
and installing
TCP/IP

Timothy Parker, Ph.D.

SAMS
PUBLISHING

Explore the
Basics of
TCP/IP
from the
Ground
Up!

希望

学苑出版社

网络与通信系列丛书(二)

Teach Yourself TCP/IP in 14 Days

自学 TCP/IP 十四日通

——最佳培训班读物

Timothy Parker 著

曹 康 李增民 译

曹 锋 李志诚

燕卫华 审校

学苑出版社

(京)新登字 151 号

内 容 简 介

TCP/IP 随着 Internet 和 UNIX 操作系统的发展而逐渐成为相当流行的网络互
联协议集。尽管有关 TCP/IP 的书籍很多,但本书是最适合于网络初学者的入门书
籍。针对初学者循序渐进的需要,本书由浅入深,分十四天讲解 TCP/IP。自学者每天
可掌握本书中的一天,这样在十四日时间内即可基本掌握 TCP/IP 的使用,因此本书
是一本最优秀的 TCP/IP 自学用书。

需要本书的读者,请与北京海淀 8721 信箱书刊部联系,邮码 100080,电话
2562329。

版 权 声 明

Authorized translation from the English language edition published by Sams
Publishing Copyright © 1994.

Chinese language edition published by Beijing Hope Computer Company & Xue
Yuan Press/Simon & Schuster (Asia) Pte Ltd © 1994.

本书英文版名为《Teach Yourself TCP/IP in 14 Days》,由 Sams Publishing 公司
出版,版权归 Sams Publishing 公司所有。本书中文版由 Simon & Schuster(Asia) Pte
Ltd 授权出版。未经出版者书面许可,本书的任何部分不得以任何形式或任何手段复
制或传播。

网络与通信系列丛书(二)

自学 TCP/IP 十四日通

著 者: Timothy Parker
译 者: 曹 康 李增民 曹 锋 李志诚
审 校: 燕卫华
责任编辑: 陆卫民
出版发行: 学苑出版社 邮政编码: 100036
社 址: 北京市海淀区万寿路西街 11 号
印 刷: 双青印刷厂
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 18.25 字 数: 411 千字
印 数: 15000 册
版 次: 1994 年 11 月北京第 1 版
1996 年 2 月北京第 3 次
ISBN7-5077-0973-6/TP·32
本册定价: 27.80 元

学苑版图书印、装错误可随时退换

作者简介

本书作者 Tim Parker 早在 20 年前就开始计算机编程工作,五年之后开始编写程序。从那时起,他已发表了 500 多篇这方面的论文和九部专著。他一直作为专栏作家和编辑负责某些最流行的计算机杂志和期刊通讯。

他从多伦多大学和渥太华大学毕业后,又在渥太华—卡勒顿学院获化学博士学位。此后,计算机成了他的主要研究课题。带着揭开计算机科学神秘世界的愿望开始了他的写作生涯。虽然自由写作和编程的工作不是最稳定的职业,但他从未因此而减少工作量。

Tim 曾是“计算机语言杂志”的创始专栏作家和评论家,“UNIX 评论杂志”的专栏作家,并为其他数十家杂志投稿,如“UNIX 世界”、“数据库顾问”、“计算机”和“微系统月刊”等。当前他是“SCO 世界杂志”的技术编辑和 UNIQUE 期刊通讯“UNIX 系统信息源”的编辑,并经常为“UNIX 评论杂志”投稿,还是“MacLean-Hunter 刊物”的专栏作家,其所写的内容覆盖了 UNIX, DOS 和 Macintosh 平台。他的关于 UNIX 的著作一直深受欢迎,并被世界各地选为教材。

他在自己开办的咨询公司担任经理,专门从事技术写作和培训,软件开发和软件质量检测。他还是一位飞行员、潜水员和划艇手。现在 Tim 家住 Ontario 的 Kanata,并装有可调节网络,其中连有大量的 PC 机和工作站。

致 谢

著书似乎比实践容易些。本书是笔者的第九部著作,虽然笔者不再为语法或写作风格绞尽脑汁,但是本书还是存在着独特的问题。这些问题主要集中在一个十分简单的事实上,即如果不深入研究到一定的细节,就无法透彻解释 TCP/IP,这些细节大部分是简单的列举,所以相当乏味。

TCP/IP 不是单一协议,而是一系列执行专门任务的相关协议集。解释这些协议需要深入研究细节,而又不能使读者迷惑不解,这正是需要把握分寸的微妙所在,笔者希望本书的处理能使读者满意。对于 TCP/IP 的初学者,本书介绍的内容完全满足了读者的需要,并也为深入研究深层次的内容提供了足够的信息。从此,细节层次可以加深,并且原始设计文档也是最好的信息源。

本书的完成付出了很大努力,部分原因在于它缺少实践材料。Sams 出版公司的许多人为此也做了大量工作,为使本书的出版具有可读性,Sams 出版公司的编辑们做了许多艰苦的工作,笔者在此对他们所付出的努力表示感谢和祝贺。

在本书编写期间,有几家销售商为本人提供了应用软件,在此非常感谢 Santa Cruz Operation,ftp Software,NetManage 和 Microsoft 公司。

在个人方面,笔者感谢我的父母对我不能常去看望他们的理解,感谢 Yvonne 原谅了我把所有的夜晚和周末都花在了计算机屏幕前,而冷落了她们。本书的出版是所有这些努力的结果,笔者为此感到自豪并希望能使读者受益。

序 言

本人十几年前才第一次接触到 TCP/IP, 当时一个客户领我走进一个房间, 里面有一大批基于 UNIX 的计算机、大量网络卡、一卷同轴电缆和一堆软盘。我的指令非常简单: 安装一个 TCP/IP 网络使其工作。遗憾的是, 这些卡或软件都没有相应文档说明。为此本人马上去大学图书馆查阅, 结果发现几乎没有这方面的书籍, 这种情况必须改进。通过试验和失败, 笔者终于使得这一系统运行。在此过程中, 笔者学到了很多有关 TCP/IP 和 UNIX 的稀奇古怪的东西。

TCP/IP 包括一系列协议, 它可执行各种各样的任务, 这些协议在某种程度上都相互渗透和关联。随着 Internet 和 UNIX 操作系统二者的日益普及, TCP/IP 网络的数量已有稳定的增加。从该协议开发初期, UNIX 和 TCP/IP 就已交织在一起, 这表明该协议本身包含大量的配置文件和 TCP/IP 的体系结构。最近几年已经发现, 几乎每个硬件平台和可用的操作系统都有 TCP/IP 的实施。幸运的是, 它们几乎都兼容。

虽然还没有真正满足初学用户需要的书籍, 但已出版了关于 TCP/IP 的多本书籍, 并且也有一些优秀的 TCP/IP 参考书, 它们详细解释了这些协议, 但仍未按初学者容易理解的术语给出扎实的概括。本人终于有机会编写 TCP/IP 这本书, 早在 10 年前本人就很想做这项工作了。现在读者手上的这本书就是本人努力的结果。

引 论

如果用户刚被告知其正处在 TCP/IP 网络中,用户就是一个新的 TCP/IP 系统管理员,或必须安装一个 TCP/IP 系统,但用户对 TCP/IP 又知之甚少,这就是本书所针对的读者。用户不必掌握任何编程技术,假设也不熟悉操作系统,即使用户以前从未接触过计算机,也应该能够掌握这些材料。

本书内容意在为中等程度的用户初学之用,它包含了 TCP/IP 中所包含的全部协议。每个协议都要进行详细分析,以表明它如何工作以及如何与 TCP/IP 系列中的其他协议交互作用。为此,本书为用户介绍了安装、配置和维护 TCP/IP 网络所需要的各种基本工具,并且还向读者介绍了大多数可用的用户实用程序。

因为 TCP/IP 的性能复杂并缺少友好的用户界面,所以需要介绍很多信息。贯穿全书,分别介绍了每个协议的作用,这也是针对各种大小网络的工作方法。书中还介绍了它与大型交互网络(如 Internet)的关系。

本书每天的课文都逐渐深入到系统的复杂内容中,这些内容都建立在前天内容的基础上。虽然有些天初看上去似乎与 TCP/IP 无关,但所有内容在整体上都涉及到 TCP/IP 协议系列。最后几天介绍了网络的安装和故障排除。

读者学完本书后,就会理解 TCP/IP 系统的各个不同部分以及所使用的复杂的黑体缩写术语。按照本书提供的实例,用户应该能够为任何操作系统和硬件平台安装和配置完整的 TCP/IP 网络。

目 录

第一天 开放系统、标准及协议	1
1.1 开放系统	1
1.2 术语与符号	6
1.3 标准	11
1.4 协议	13
1.5 小结	16
1.6 问题(Q)与答案(A)	17
1.7 Workshop	18
第二天 TCP/IP 和 Internet	19
2.1 TCP/IP 成员概述	20
2.2 TCP/IP 发展史	22
2.3 Berkeley UNIX 的实施和 TCP/IP	23
2.4 OSI 和 TCP/IP	23
2.5 TCP/IP 和以太网	25
2.6 Internet	25
2.7 互联网地址	29
2.8 IP 地址	32
2.9 地址解析协议	33
2.10 域名系统	37
2.11 小结	38
2.12 问题(Q)与答案(A)	38
2.13 Workshop	39
第三天 TCP/IP 协议	40
3.1 Internet 协议	40
3.2 网际控制报文协议(ICMP)	45
3.3 网关到网关协议	48
3.4 不同环境下的 IP 支持	51
3.5 小结	55
3.6 问题(Q)与答案(A)	55
3.7 Workshop	56
第四天 TCP/IP 细节	57
4.1 什么是 TCP	57
4.2 报文的跟随	58

4.3	端口和插口	59
4.4	用上层进行 TCP 通信	62
4.5	被动端口和主动端口	64
4.6	TCP 计时器	64
4.7	传输控制块和流控制	65
4.8	TCP 协议数据单元	66
4.9	TCP 和连接	68
4.10	建立连接	68
4.11	数据传送	69
4.12	关闭连接	70
4.13	用户数据报协议(UDP)	71
4.14	小结	72
4.15	问题(Q)与答案(A)	72
4.16	Workshop	72
第五天	Telnet 和 FTP	74
5.1	Telnet	74
5.2	文件传输协议(FTP)	80
5.3	简单邮件传输协议(SMTP)	89
5.4	Berkeley 实用程序	90
5.5	小结	94
5.6	问题(Q)与答案(A)	94
5.7	Workshop	94
第六天	TCP/IP 管理程序	95
6.1	配置文件	95
6.2	符号计算机名:/etc/hosts	95
6.3	网络名:/etc/networks	96
6.4	网络协议:/etc/protocols	97
6.5	网络服务:/etc/services	97
6.6	回送驱动器	98
6.7	通信端点	101
6.8	网络接口统计	102
6.9	数据缓冲存储器	102
6.10	路由表信息	103
6.11	协议统计	103
6.12	小结	106
6.13	问题(Q)与答案(A)	106
6.14	Workshop	107
第七天	网关协议	108
7.1	网关、桥接器和路由器	108

7.2	网关协议	109
7.3	路由守护程序	110
7.4	路由	111
7.5	最少跳跃路由	112
7.6	服务路由类型	113
7.7	更新网关路由信息	113
7.8	网关到网关协议(GGP)	114
7.9	外部网关协议(EGP)	117
7.10	EGP 状态变量和计时器	120
7.11	EGP 报文	121
7.12	内部网关协议(IGP)	123
7.13	小结	131
7.14	问题(Q)与答案(A)	132
7.15	Workshop	132
第八天	域名服务	133
8.1	域名服务(DNS)	133
8.2	DNS 结构	134
8.3	名字服务器	134
8.4	资源记录	135
8.5	IN-ADDR-ARPA	138
8.6	报文	139
8.7	名字解析器	142
8.8	BOOTP 协议	143
8.9	BOOTP 报文	144
8.10	网络计时协议(NTP)	145
8.11	小结	146
8.12	问题(Q)与答案(A)	147
8.13	Workshop	147
第九天	网络文件系统	148
9.1	网络文件系统(NFS)	148
9.2	NFS 协议	149
9.3	远程过程调用(RPC)	150
9.4	端口映像程序	152
9.5	外部数据表示(XDR)	153
9.6	网络文件系统协议	153
9.7	装载协议	155
9.8	文件锁定	155
9.9	远程执行服务(REX)	156
9.10	网络信息服务(NIS)和黄页(YP)	157

9.11	RPC 和 NFS 管理	158
9.12	小结	161
9.13	问题(Q)和解答(A)	161
9.14	Workshop	161
第十天	TCP/IP 和网络	162
10.1	TCP/IP 和其他协议	162
10.2	LAN 层	163
10.3	NetBIOS 和 TCP/IP	165
10.4	XNS 和 TCP/IP	165
10.5	IPX 和 UDP	166
10.6	ARCnet 和 TCP/IP	167
10.7	FDDI 网络	168
10.8	X.25 和 IP	168
10.9	ISDN 和 TCP/IP	169
10.10	交换多兆位数据服务和 IP	169
10.11	异步传输模式(ATM)和 BISDN	169
10.12	可选 TCP/IP 服务	170
10.13	小结	172
10.14	问题(Q)与答案(A)	172
10.15	Workshop	173
第十一天	配置样本 TCP/IP 网络:UNIX 主机	174
11.1	样本配置	174
11.2	配置 TCP/IP 软件	175
11.3	UNIX TCP/IP 配置	178
11.4	伪标准终端设备	183
11.5	用户等价	184
11.6	匿名文件传输协议	185
11.7	SLIP 和 PPP	186
11.8	BIND	187
11.9	远程打印	188
11.10	配置 SNMP	189
11.11	配置 NFS	190
11.12	配置 NIS	191
11.13	小结	192
11.14	问题(Q)和答案(A)	192
11.15	Workshop	193
第十二天	配置样本 TCP/IP 网络 DOS 客户	194
12.1	基于 DOS 的 TCP/IP;ftp 软件的 PC/TCP	194
12.2	基于 Windows 的 TCP/IP;NetManage 的 Chameleon	207

12.3	测试 Chameleon	212
12.4	小结	214
12.5	问题(Q)和回答(A)	214
12.6	Workshop	214
第十三天	TCP/IP 管理和故障排除	215
13.1	网络管理标准	215
13.2	网络拓扑	216
13.3	配置网络	219
13.4	监视和基本故障排除实用程序	221
13.5	网络接口的故障排除	225
13.6	网络(IP)层的故障排除	225
13.7	TCP 和 UDP 的故障排除	226
13.8	应用程序层的故障排除	226
13.9	安全性	227
13.10	小结	227
13.11	问题(Q)和答案(A)	228
13.12	Workshop	228
第十四天	插口编程接口	229
14.1	插口服务	230
14.2	小结	238
14.3	问题(Q)和答案(A)	239
14.4	Workshop	239
附录 A	缩写词	240
附录 B	词汇表	244
附录 C	命令	259
附录 D	著名端口号	260
附录 E	RFC	262
E.1	访问 RFC	262
E.2	用一般种类进行排序的有用的 RFC	263
附录 F	答案	271
F.1	第一天	271
F.2	第二天	271
F.3	第三天	272
F.4	第四天	272
F.5	第五天	272
F.6	第六天	273
F.7	第七天	274
F.8	第八天	274
F.9	第九天	275

F. 10	第十天	275
F. 11	第十一天	276
F. 12	第十二天	276
F. 13	第十三天	277
F. 14	第十四天	277

第一天 开放系统、标准及协议

本天介绍一些重要信息,具体包括以下内容

- * 什么是开放系统,它是如何处理联网的
- * 为什么需要标准,它们是如何开发的
- * 协议概述及 OSI 协议细节

1.1 开放系统

这是一本关于 TCP/IP 协议的书。为什么要花时间去考察开放系统和标准呢?这是因为 TCP/IP 协议的产生来自开发标准化通信过程的需要,而这些过程将不可避免地应用到各种平台中。因此,了解一点背景知识有助于更为清楚地认识 TCP/IP 的设计。

更为重要的是,开放系统在当前市场竞争中已成为必不可少的东西。“开放系统”一词作为解决各种问题的方法已盛行于世。理解开放系统的真正含义,有助于更好地了解 TCP/IP 的作用。

同样道理,标准的使用能保证诸如 TCP/IP 之类的协议在各种系统中的一致性。制订标准并非是个简单的过程,它涉及到许多不同协议之间的相互关系。了解 TCP/IP 与通信系统中其他各组成层之间的相互作用,对于正确配置和优化是十分重要的。

如果读者急于开始进入正题,可跳过这些天。但如果这样做,可能会漏过赖以支撑 TCP/IP 的某些基本概念和一些重要专业术语,而这些在后续天中遇到后又必须回头查看,反而麻烦。

1.1.1 什么是开放系统

开放系统有多种定义,但远还没有一个可接受的简明扼要的定义。对于大多数人,开放系统的最佳定义是其体系结构不再成为秘密。关于体系结构的描述可能已公开发布,或对于希望构建平台产品的其他人都很容易得到。这种定义同样适用于硬件和软件。

当多家单一销售商开始生产平台产品时,客户就有了选择余地。用户不是特别喜欢 Nocrash Software 的网络监视软件吗?毫无问题,因为 FaultFree Software 的产品在 Nocrash 硬件上运行,用户一定非常喜欢它的美丽夺目的界面。当然,主要目的是脱离专利平台而走向多家销售商的平台。

十几年前,开放系统实际上还未出现。每个硬件制造商都有自己的产品生产线,用户特别容易限制在所有软件和硬件所需要的制造商上。有些公司利用可捕获的市场,暴利出售,迫使客户接受不希望的配置。反感情绪逐渐膨胀,以致客户开始重视这一问题。

UNIX 是开放软件平台的一个古典实例,它已问世约 30 年。它的源代码不难理解,可用于希望使用它的任何人。UNIX 可以移到许多硬件平台上运行,从而消除了专利的限制。UNIX 的诱人之处并不是操作系统本身特性,而只在于 UNIX 用户可运行其他 UNIX 平台上

的软件,文件是兼容的(除了磁盘格式),并有各种不同的销售商在出售 UNIX 产品。

UNIX 的发展促使大型硬件制造商转向开放系统原理,致使大多数制造商许可为它们自己的硬件生产 UNIX 系列产品。这一步使客户把不同的硬件系统结合到大型网络上,都运行 UNIX 并一起工作。用户在计算机之间可以几乎透明地移动,而不必考虑他们所在的实际硬件平台。这种开放系统联网最初只是对于最大的公司和政府机构相当重要,现在甚至已成为最小公司的计算机决策的关键考虑因素。

注意:尽管 UNIX 版权现归 X/Open 所有,但已经公布了其操作系统细节。所有想用 UNIX 操作系统来开发应用软件或硬件的开发者都可容易地获得这些细节。UNIX 在这方面是独一无二的。

开放系统联网一词有诸多含义,可谓仁者见仁,智者见智。但很容易看出的一点是,为什么人们需要开放系统联网。有三种广泛使用的服务,它们在网络通信中占有最高的份额:即文件传输、电子邮件及远程登录。

文件传输使用户能快速、有效地共享文件,而不用多余复制或关心传输方法。网络文件传输要比昼夜兼程的通信员要快得多,而且通常要比把文件复制到磁盘上然后把它带出屋子还要快。文件传输还极为方便,这不仅使用户心情愉快,而且也减少了等待材料的时间。

不仅在单个事务领域而且在全球范围内,电子邮件已广泛应用。Internet 承载着政府部门、私人企业、科研院所及私人的成千上万的报文。电子邮件既廉价(不用纸、信封或邮票),又迅捷(60 秒左右可跨越全球)。它是我们工作所在的基于计算机的世界的明显的扩充。

远程登录能使基于一个系统的用户,通过某个网络与将接受其为用户的任何其他系统建立联系。其他用户可能处于另一个工作组、另一个州或另一个国家。远程登录可使用户充分利用另一地方的特定硬件及软件,并可在另一台计算机上运行应用程序。

1.1.2 体系结构

为了理解联网协议,最好先了解一些有关网络的知识。在阅读本书稍后天中有关路由的内容时,浏览一下此处介绍的最常见的网络体系结构会大有裨益。术语“网络”通常指一组计算机和外围设备(打印机、调制解调器、绘图仪和扫描仪等),它们通过某种媒介连接在一起。这种连接可以是直接的(通过电缆),也可以是间接的(通过调制解调器)。网络上的不同外设通过事先定好的一套规则(协议)彼此通信。

所有设备可以放置在同一间房内,也可以分散布置在一栋楼里。通过使用专用电话线路、微波或类似系统,它们甚至可以彼此隔开数里路之远或散布在全球各地,当然,要通过长途通信媒体进行连接。网络的布局(实际设备及它们彼此连接的方式)称为网络拓扑结构。本书着重介绍三种重要的拓扑结构:总线、环及中枢。

总线网络最为简单,它由一条主通信信道及各种设备构成,这些设备在某一处与主通信信道相连。总线网络的一个例子如图 1.1 所示。通路中的每个设备都有特定的编号或地址,其作用是使设备知道进入的信息是针对该设备的。典型的通路是电缆,每台计算机和外设通过连接器连接在电缆上。这样,电缆上的信号就可通过连接器到达设备,而在连接器软件认定报文不是给自己(根据设备的地址)时,信号沿着电缆传输到下一个设备。

总线网络实际上很少是直线电缆,通常要沿着墙壁和建筑物相应地弯曲。从一端到另一端的确只有单一通路,每端都以某种方式结束。图 1.1 说明了网络的逻辑表示,其中把网络

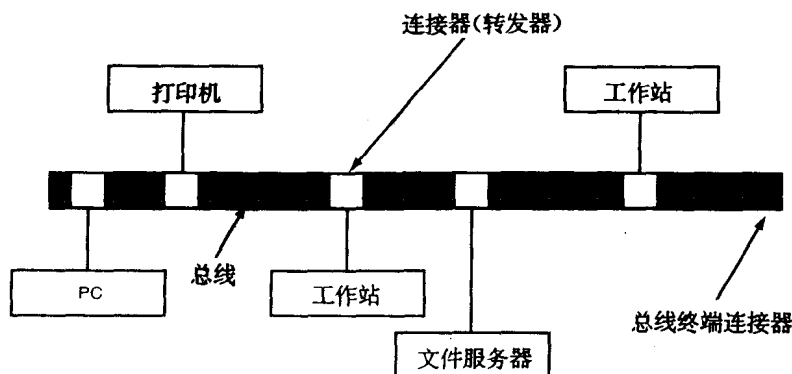


图 1.1 总线网络示意图

的实际物理外形作了简化,用直线连接且未给出连接的实际尺寸,而网络的物理表示将显示出网络如何穿过墙壁,围绕工作台布线等等。总线网络上的大部分设备可以把信息与接收地址结合起来,沿总线发送或接收数据。

环网拓扑顾名思义其形状类似环。典型的环网如图 1.2 所示。术语“环”实际上并不恰当,因为环形网络并不是把总线网络电缆两端连接在一起。相反,环指的是处理网络报文传递的中央单元的设计。

读者以前可能听说过令牌环网,现在发现并没有实际的环形电缆体系结构,可能会有所失望。在令牌环网中,中央控制单元称为媒体访问单元或 MAU。MAU 内部有一环形电路(网络拓扑由此得名)。MAU 内部的环充当设备的总线获取报文。

注意:尽管人们都自然而然地认为环网有一个由两端相连的电缆形成的环形骨架,但实际上电缆环根本就不存在。取名为环源于中央控制单元的结构。

中枢网络使用了一条十分类似于总线网络的主电缆,这条主电缆称为底板。中枢拓扑如图 1.3 所示。从底板引出一套接头至一系列接口,设备藉以安插接头。通至连接点的电缆通常称为“引线”,因为这些电缆从底板引至接口。

中枢网络现在越来越流行,原因之一是它们容易安装和维护。另外的原因是,在许多系统中它是最便宜的。和总线网络一样,底板可以延伸至很远的一段距离,同时,接口或连接点通常组合放在机箱内或面板上。底板上可连接许多面板或连接盒。

1.1.3 层

编写单个软件包去完成不同计算机之间通信所需的每一项任务,是一件骇人听闻的工作。除了不得不处理不同的硬件体系结构外,单为所需要的应用软件编码就会导致程序过长,以致不能执行或维护。

把所有的要求分成组是一个明智的方法,正如程序员把代码分解成逻辑块一样。有了开放系统通信,组是相当明了的。一个组可以处理数据传输,而另一个组可以处理报文的组合,再一个处理终端用户应用程序等等。一组相关的任务就称为“层”。

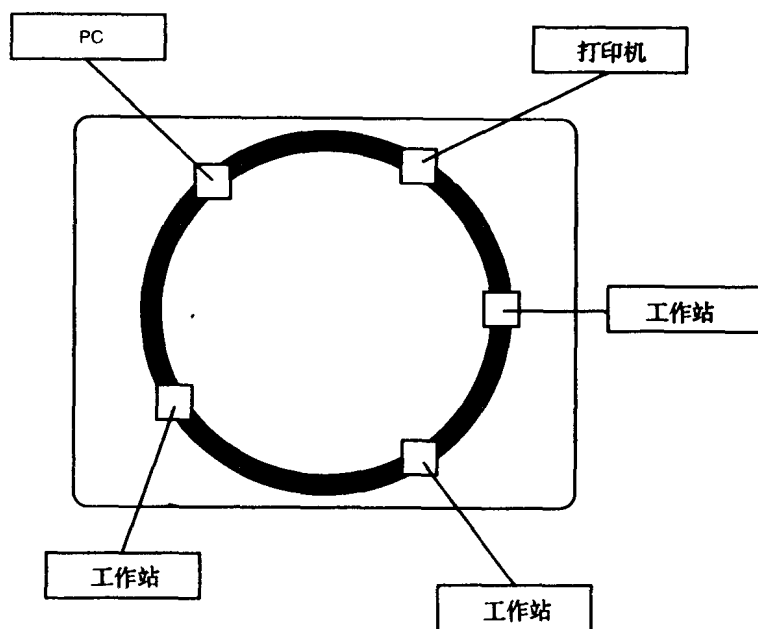


图 1.2 环网示意图

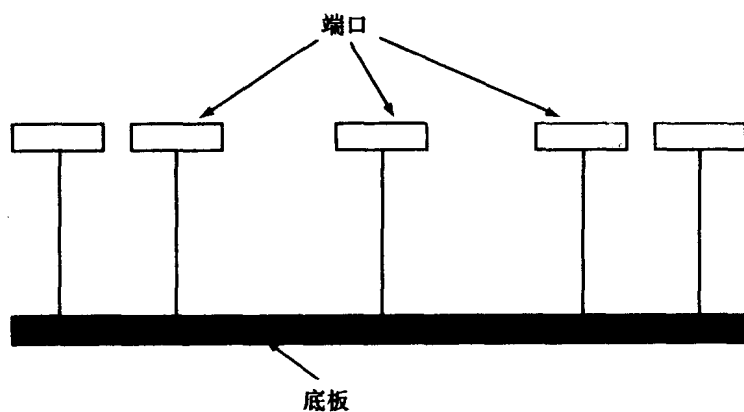


图 1.3 中枢网络示意图

注意：体系结构的各个层都是相对独立的实体，如果不与其他层相互作用，它们通常不能执行任何看得到的任务，但从编程观点看，它们是自包含的。

当然，可以想象到层之间的功能会出现交叉。划分层有几种不同方法，其中可采纳作为标准的是开放系统互联参考模型，在后面的天中将详细讨论。OSI 参考模型(OSI-RM)使用七个层，如图 1.4 所示。TCP/IP 体系结构与此相似，但由于它把某些 OSI 功能进行了压缩，