

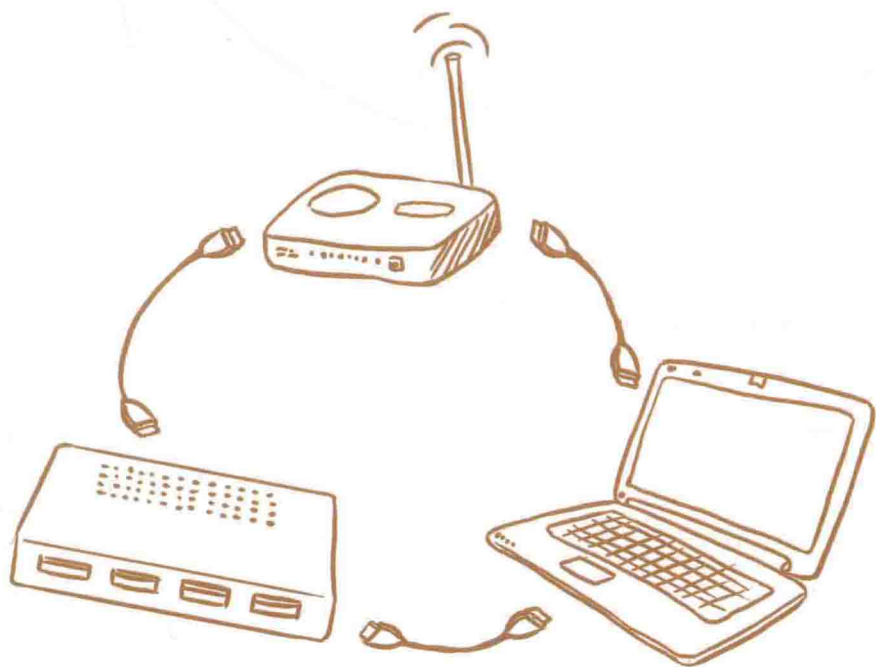
TURING

图灵程序
设计丛书

图解网络硬件

[日] 三轮贤一 著

盛荣 译



234张图 + 196个表 = 网络硬件全掌握

深度讲解 ▶ 交换机/路由器/防火墙/无线LAN/网络硬件的采购和运维



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

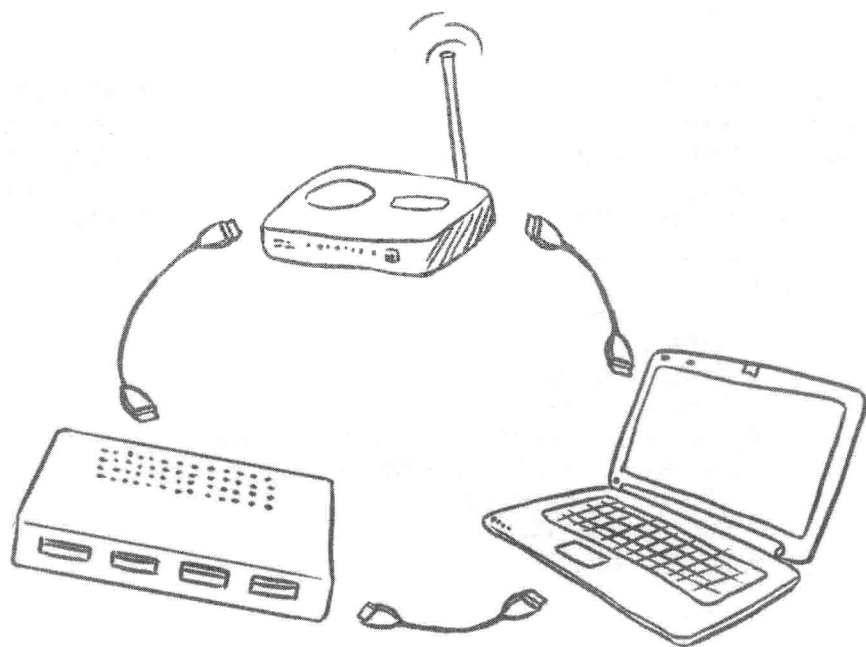
TURING

图灵程序
设计丛书

图解网络硬件

[日] 三轮贤一 著

盛荣 译



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

图解网络硬件 / (日) 三轮贤一著; 盛荣译. --
北京: 人民邮电出版社, 2014.8
(图灵程序设计丛书)
ISBN 978-7-115-36036-6

I. ①图… II. ①三… ②盛… III. ①计算机网络—
硬件—图解 IV. ①TP393-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第127302号

PURO NO TAMENO ZUKAI NETWORK KIKI NYUMON by Kenichi Miwa

Copyright © 2012 Kenichi Miwa

All rights reserved.

Original Japanese edition published by Gijyutsu-Hyoron Co., Ltd., Tokyo

This Simplified Chinese language edition published by arrangement with

Gijyutsu-Hyoron Co., Ltd., Tokyo in care of Tuttle-Mori Agency, Inc., Tokyo

本书中文简体字版由 Gijyutsu-Hyoron Co., Ltd. 授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有, 侵权必究。

内 容 提 要

本书详细介绍了网络硬件的相关知识。在对硬件设备、相关技术及规范详尽考据的同时, 侧重实践, 重点介绍了在实际网络建设工程中使用的硬件设备, 辅以丰富的图例, 使网络硬件的真实情况一目了然, 并深入浅出地解释了复杂的网络术语, 因此对于想了解实际网络设备的读者来说是不可或缺的参考资料, 也可作为大学课程《计算机网络》的扩展读物。本书还介绍了大量非思科设备和数据通信领域的知识, 对于学习 CCNA、CCIE 等的读者和相关工程技术人员也很具有参考价值。

◆ 著 [日] 三轮贤一

译 盛 荣

责任编辑 乐 馨

执行编辑 高宇涵

责任印制 焦志炜

◆ 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>

北京天宇星印刷厂印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 23.5

字数: 522千字

2014年8月第1版

印数: 1-5 000册

2014年8月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2013-4379号



定价: 69.00元

读者服务热线: (010)51095186 转 600 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

译者序

众所周知，IT 行业是一个变化非常快的行业，计算机网络作为其中的一个分支尤为明显，这一点从业内赫赫有名的思科公司网络工程师认证有效期只有短短两年便可见一斑。正是这飞速变化的特性，导致网络硬件设备的更新换代也日新月异、千变万化，从而让很多初学者在学习了基本网络原理后，对实际的计算机网络依然是一知半解，尤其是对其中各类网络硬件设备的认识更是犹如浮光掠影，这同初学者深入掌握计算机网络技术的殷切期望形成了巨大的矛盾。

学习技术的道路上没有所谓的银弹，相信本书能够在很大程度上解决这个矛盾，帮助读者扫清学习计算机网络技术时遇到的某些障碍。

技术无国界，本书作者三轮贤一曾从事 ATM 交换设备中 TCP/IP 模块的开发，长期在硅谷网络设备公司日本分公司任职，是一名资深的业内人士。同其他介绍计算机网络知识的图书相比，本书在谋篇布局上以 OSI 网络七层模型中各层所涉及的硬件设备为主线，依次介绍了在实际组网工程中使用的各个硬件设备——交换机、路由器、防火墙等，还使用了一个章节的篇幅介绍了网络硬件设备在采购、运维方面的注意事项，层次分明、具体真实，不再“故弄玄虚”；在叙述的方式方法上，本书不但通过大量实物照片、详实参数、图表等充分还原了那些在计算机网络原理中提到的种种“理论”网络设备，而且在其中大量穿插介绍了各类设备所涉及的进阶网络基础知识和概念，如 VPN、QoS、OSPF、RIP、MPLS 等，理论结合实践，不再“纸上谈兵”；除此之外，本书还有一个特色是作者在对每一类硬件设备展开介绍之前，总会用相当的篇幅来回顾一下该类设备的发展历史，不惜笔墨地介绍该类设备的技术沿革和所涉及的重要人物、公司及标志性历史事件，在帮助读者了解计算机网络技术发展来龙去脉的同时，也让读者慢慢体会到本书在非技术角度所反映出的历史人文底蕴，同单纯刻板介绍计算机网络设备的认证教材、快速建网指南等书籍有着本质的不同。

综上所述，本书适合以下读者群体：

1. 对于学习了计算机网络原理，想了解计算机网络真实设备情况的读者来说是不可或缺的参考资料，也可作为大学课程《计算机网络》的扩展读物。
2. 对于学习 CCNA、CCIE 等的读者来说是锦上添花的辅助读物。
3. 对于从事计算机网络设备开发、测试、采购等相关工作的工程技术人员而言，也非常具有参考价值。

译者在从事了多年网络设备的开发和测试工作后，非常有幸能够翻译这么一本書籍。与此同

时也由衷感叹，我国在计算机网络工程实践的技术方面，尤其在我国计算机网络硬件设备已经颇具国际竞争力的今天，非常缺乏本书这类的书籍。由于原作者的局限性，本书对我国现网中普遍使用的华为、中兴、H3C 等公司生产的计算机网络硬件设备几乎只字未提，这一点不得不说非常遗憾，不过译者也相信在不久的将来会有类似的书籍能够弥补这一空缺。

译者能力、精力有限，本书若有错误之处，望各位读者及时指出，不胜感激。

最后，译者非常感谢在翻译本书过程中，妻子所给予的默默支持！

盛荣

2014 年 5 月

前言

随着互联网的普及，在企业的 IT 部门以及系统集成商中专门从事计算机网络工作的工程师越来越多。

目前，市面上介绍计算机网络技术的书籍，几乎都是类似《简单的计算机网络入门》这种适合那些对网络一无所知的初学者的入门书，或者是《深入学习 TCP/IP 网络》这种介绍 TCP/IP 技术及协议规范的书籍。这类书有助于初学者从网络用户或管理员的视角来思考，建立必要的知识体系，因此一般被用作学校教材或自学读本。

但是在企业中实际使用计算机网络时，除了需要掌握基础知识以外，还需要进一步了解计算机网络硬件的采购、配置、设置、使用管理等相关知识。在过去的 10~20 年里，计算机网络硬件不断地更新换代，研发、支持的功能越来越多，产品操作手册也越来越厚，但术语的解释说明却仍旧匮乏，读者仅靠听课或自学是很难读懂这些手册的。

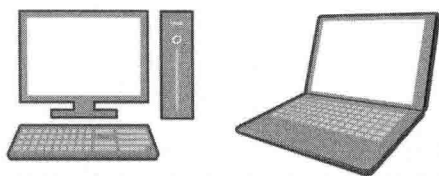
因此，为了让那些有一定计算机网络基础的工程师掌握更加具有实践性的产品知识，本书将重点介绍作为网络构成要素的节点，即具体的网络设备。

因为网络硬件应用于不同的领域，所以本书将围绕以下要点来介绍各个产品的规格及功能：在该领域存在怎样的硬件产品、为什么需要这些硬件产品、这些产品的结构如何、这些产品有哪些规格和局限性等。

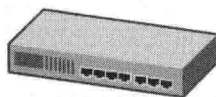
三轮贤一

2012 年 10 月

本书出现的信息与通信硬件一览



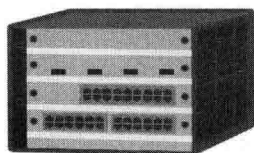
客户端



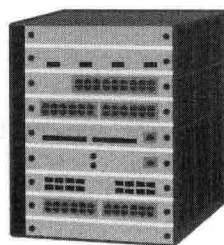
集线器



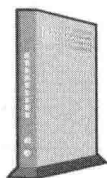
交换机



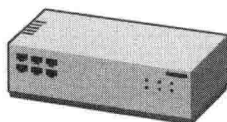
分布式交换机



核心交换机



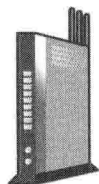
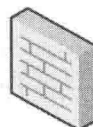
家用路由器



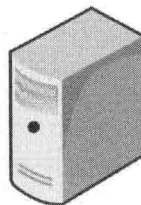
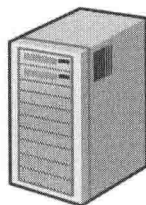
路由器



防火墙



无线 LAN 接入点



服务器

目录

第1章 网络硬件通用基础知识 1

01.01	网络的构成要素	2
01.01.01	网络有哪些构成要素	2
01.01.02	OSI参考模型复习	4
01.02	LAN和以太网	7
01.02.01	LAN的标准	7
01.02.02	以太网	10
01.03	以太网标准的数据处理	15
01.03.01	以太网上的数据	15
01.03.02	10BASE-T	16
01.03.03	100BASE-TX	17
01.03.04	1000BASE-T/1000BASE-TX	19
01.03.05	1000BASE-SX/LX	21
01.04	网络设备的构成要素	22
01.04.01	通用服务器与专用设备	22
01.04.02	分门别类的网络设备	23
01.04.03	CPU	24
01.04.04	存储设备	24
01.04.05	存储器	25
01.04.06	HDD/SSD	26
01.04.07	硬件芯片	28
01.04.08	接口	30
01.04.09	信号转换器	36
01.04.10	LED指示灯	38
01.04.11	操作系统(内核)	39
01.04.12	电源	40
01.04.13	PSE (电气用品安全法)	46
01.04.14	UPS	47
01.04.15	风扇	47
01.05	线缆与周边设备	50
01.05.01	双绞线缆	50
01.05.02	STP与UTP	50
01.05.03	光纤	51
01.05.04	机架	56

第2章 彻底理解L2交换机 61

02.01	中继器和网桥的不同点	62
-------	------------------	----

02.01.01	什么是中继器	62
02.01.02	什么是网桥	62
02.01.03	共享式集线器	64
02.01.04	交换式集线器	65
02.01.05	学习 MAC 地址	66
02.01.06	使用交换机的优点	67
02.02	交换机是如何诞生的	68
02.02.01	以太网的历史	68
02.02.02	世界上最早的交换机	69
02.03	交换机中使用的数据帧及其传输方式	71
02.03.01	以太网数据帧的种类	71
02.03.02	交换机数据帧的传输方式	71
02.03.03	自适应交换	73
02.04	全双工和半双工	74
02.05	如何描述交换机的处理能力	76
02.06	交换机如何分类	77
02.06.01	按照交换机的功能分类	77
02.06.02	按照设备外形分类	78
02.06.03	根据用途分类	82
02.07	成为交换机性能指标的端口种类与数量	83
02.07.01	快速以太网(10/100)端口	84
02.07.02	千兆以太网端口(10/100/1000)端口	84
02.07.03	光纤专用端口(SFP/SFP+)	84
02.07.04	PoE 端口	84
02.07.05	上行链路端口数	86
02.07.06	下行链路端口数	86
02.07.07	交换机堆叠	87
02.08	交换机搭载的其他功能	88
02.08.01	MAC 地址数	88
02.08.02	巨型帧	88
02.08.03	生成树功能	89
02.08.04	链路聚合	96
02.08.05	VLAN	97
02.08.06	端口镜像	97
02.08.07	QoS 优先级队列	98
02.08.08	MAC 地址过滤	99
02.08.09	基于端口的认证	100
02.08.10	网络管理	102
02.09	交换机架构	112
02.09.01	网络控制器(LAN 控制器)	113
02.09.02	PHY 模块	113
02.09.03	MAC 模块	115
02.09.04	AUI 与 MII	116

第3章 路由器和它庞大的功能..... 119

03.01	何为路由器.....	120
03.01.01	路由器的必要性.....	120
03.01.02	什么是路由选择.....	120
03.01.03	转发.....	121
03.01.04	路由器的功能.....	122
03.02	路由器是如何诞生的.....	123
03.02.01	世界上最早的商用路由器.....	124
03.02.02	路由器性能的进化.....	127
03.03	路由器的分类.....	128
03.03.01	路由器设备.....	128
03.03.02	根据性能分类.....	129
03.03.03	面向电信运营商的路由器产品分类.....	132
03.03.04	面向企业的路由器产品分类.....	133
03.04	路由器产品目录说明.....	137
03.05	IP路由选择的基础知识.....	139
03.05.01	IP地址管理.....	139
03.05.02	IP路由选择.....	144
03.05.03	路由表.....	145
03.05.04	最长匹配与默认网关.....	145
03.05.05	静态路由选择.....	147
03.05.06	动态路由选择.....	147
03.05.07	IP隧道与VPN.....	154
03.05.08	IP多播.....	158
03.06	了解路由器搭载的各种附加功能.....	161
03.06.01	路由器功能的分类.....	161
03.06.02	支持TCP/IP以外的协议簇.....	161
03.06.03	LAN交换.....	162
03.06.04	支持LAN以外的物理层和数据链路层协议.....	163
03.06.05	拨号接入.....	168
03.06.06	冗余.....	169
03.06.07	认证.....	174
03.06.08	QoS.....	175
03.06.09	虚拟路由器.....	180
03.07	用于管理路由器的各种功能.....	181
03.07.01	用户界面.....	181
03.07.02	日志.....	182
03.07.03	确认CPU使用率.....	183
03.07.04	告警.....	183
03.07.05	设置时间.....	184
03.07.06	故障排查.....	184
03.07.07	文件传输控制.....	185
03.07.08	其他工具包.....	185

03.08	路由器的架构	186
03.08.01	路由器的构成要素	186
03.08.02	启动路由器的流程	191
03.08.03	路由器的一般架构	192
03.08.04	路由器的内部冗余	198
03.09	设置操作系统时使用的命令和模式	201
03.09.01	初始化	201
03.09.02	通过CLI设置	202
03.09.03	保存设置的方法	204
03.09.04	恢复出厂设置的重置方法	204

第4章 理解L3交换机的性能与功能 207

04.01	何为L3交换机	208
04.01.01	L3交换机与路由器的不同	209
04.01.02	多层交换	213
04.02	L3交换机是如何诞生的	217
04.03	L3交换机的分类	219
04.03.01	根据形状和用途分类	219
04.03.02	根据性能分类	219
04.04	L3交换机搭载的特殊功能	221
04.04.01	L3交换机功能的分类	221
04.04.02	VLAN	222
04.04.03	VLAN环境中的数据流向	230
04.04.04	VLAN之间的路由选择	231

第5章 防火墙功能与防范威胁的对策 233

05.01	防火墙是怎样的网络硬件	234
05.02	防火墙是如何诞生的	235
05.03	防火墙如何分类	238
05.03.01	软件型防火墙	238
05.03.02	硬件型防火墙	241
05.04	防火墙技术类型	242
05.05	什么是防火墙的网络接口模式	244
05.06	防火墙能够预防的威胁	245
05.07	防火墙中搭载的各种功能	247
05.07.01	会话管理	247
05.07.02	分组结构解析	254
05.07.03	安全区域	256
05.07.04	安全策略	258
05.07.05	NAT	262

05.07.06	VPN	266
05.07.07	DoS 防御	278
05.07.08	防范基于分组的攻击	281
05.07.09	基于内容的扫描	282
05.07.10	监视、报告功能	289
05.07.11	分组捕获	290
05.07.12	虚拟路由器	290
05.07.13	虚拟防火墙	291
05.08	决定防火墙性能的要素	291
05.08.01	同时在线会话数	291
05.08.02	NAT 表数目	291
05.08.03	每秒新建的会话数目	292
05.09	同信息安全范畴相关的标准	292
05.09.01	ISCA	292
05.09.02	FIPS	293
05.09.03	ISO/IEC 15408 (公共标准)	293

第6章 高速普及的无线 LAN 及其基础知识 295

06.01	无线 LAN 是如何诞生的?	296
06.02	理解无线 LAN 所需的基础知识	298
06.02.01	CSMA/CA	298
06.02.02	无线 LAN 的架构	298
06.02.03	无线 LAN 的拓扑结构	299
06.03	各种各样的无线 LAN 标准	301
06.03.01	IEEE 802.11	303
06.03.02	IEEE 802.11a	303
06.03.03	IEEE 802.11b	304
06.03.04	IEEE 802.11g	304
06.03.05	IEEE 802.11n	304
06.03.06	IEEE 802.11ac	305
06.03.07	IEEE 802.11ad	305
06.03.08	Wi-Fi	305
06.04	无线 LAN 搭载的各种功能	306
06.04.01	关联	306
06.04.02	接入点的接入控制	307
06.04.03	接入点的认证	309
06.04.04	无线 LAN 通信的加密	310
06.04.05	自治型接入点	313
06.04.06	集中管理型接入点	313
06.04.07	无线 LAN 的桥接	314
06.04.08	中继器连接	314
06.05	无线 LAN 通信速率与覆盖范围的要点	315
06.05.01	无线 LAN 的最大通信速率	315

06.05.02	覆盖范围	315
06.05.03	干涉	320
06.05.04	无线 LAN 信道	321
06.05.05	接入点的最大通信范围	324
06.06	无线 LAN 的接入点产品	326
06.06.01	产品规格书的阅读方法	326
06.06.02	无线 LAN 硬件的制造厂商	327

第7章 网络硬件设备的选购要点 329

07.01	选择产品的类别	330
07.02	基于功能需求汇总备选设备型号	331
07.03	网络硬件的采购流程	332
07.03.01	RFI 与 RFP	332
07.03.02	RFQ	334
07.04	根据性能选择产品的型号	335
07.04.01	收集同网络延迟相关的信息	335
07.04.02	网络设备产品性能的测量方法	338
07.04.03	交换机性能的考量方法	341
07.04.04	路由器性能的考量方法	344
07.04.05	防火墙性能的考量方法	344
07.04.06	无线 LAN 性能的考量方法	347
07.05	根据物理需求选择产品	349
07.05.01	交换机的选择	349
07.05.02	路由器的选择	352
07.05.03	防火墙产品的选择	353
07.06	确认网络设备的互操作性	353
07.07	高可用性的考量方法	354
07.08	价格相关的考量方法	355
07.08.01	端口单价	355
07.08.02	比特单价	356
07.08.03	学习成本	356
07.08.04	支持的费用	358
07.09	达到采购条件	359
07.09.01	绿色采购	359
07.09.02	符合 RoHS 要求	359
07.09.03	加密出口管理相关	360
07.10	售后支持相关的基础知识	360
07.10.01	网络硬件的维护	360
07.10.02	厂商保修	361
插图	参考/引用文献	363
照片	出处和提供方	364

第 1 章

网络硬件通用基础知识

本章将介绍所有网络^①硬件通用的物理层标准——以太网的历史、标准种类及其实现方法。另外，还将进一步介绍CPU、硬盘、电源、线缆等组成网络设备所需部件的相关知识。

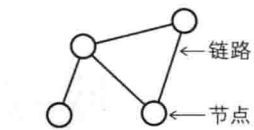
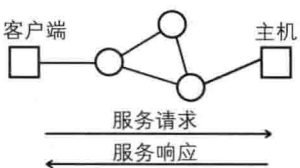
^① 网络是一个很大的概念。本书所指的网络特指计算机网络，需要和传统的电信网络加以区分。下文中若无特别说明，网络均指计算机网络。——译者注

01.01 网络的构成要素

01.01.01 网络有哪些构成要素

构建网络所需的硬件一般包括交换机、路由器等网络硬件，以及个人计算机、服务器等计算机硬件，这些硬件统称为节点，节点之间可以通过链路进行连接（表 1-1）。

表 1-1 网络的构成要素

节点（node）	计算机、交换机、路由器等构成网络的硬件均可称为通信节点	
链路（link）	泛指将各个节点进行连接的逻辑线路，物理上可以使用有线线缆或者无线电波	
主机（host）	通过网络为其他机器提供服务的计算机，也称为服务器	
客户端（client）	指从主机处获得服务的计算机（如个人计算机等），也称为终端或者 Terminal	

■ 客户端服务器型与点对点型

根据主机和客户端承担角色的不同，可以将网络分为客户端服务器型和点对点型（表 1-2）。

表 1-2 客户端服务器型与点对点型

客户端服务器型	一种严格区分服务提供方和服务接受方的架构。客户端向服务器请求服务，而服务器响应客户端的服务请求。也称为垂直分布或功能垂直分布系统 例如：HTTP 通信
点对点型	一种不严格区分服务提供方和服务接受方的架构。参与网络的计算机可能成为网络中的服务器，也可能成为网络中的客户端。也称为水平分布或功能水平分布系统 例如：Skype 通信

■ LAN 和 WAN

在公司或学校内构建的 LAN（Local Area Network，局域网）与通信服务供应商提供的 WAN（Wide Area Network，广域网）有很大的不同（表 1-3）。

在大部分情况下，LAN 可以使用以太网帧格式的以太网（Ethernet）协议标准进行通信，在网络中还能够使用支持该标准的交换机和路由器。而使用线缆连接的 LAN 时，用户的个人计算

机则可以通过以太网线（双绞线）连接交换机，然后由交换机连接路由器，最终在路由器处理跨越异构子网和发送至互联网的通信。

而 MAN（Metropolitan Area Network，城域网）和 WAN 是在地理位置相距较远的各点间建立起的计算机通信网络。比如，一个大型企业的总部与各个分部的连接就会使用 WAN。WAN 服务如表 1-4 所示，有很多种类。使用方可以根据连接组网的地点能否使用该服务、通信速度、可靠性、租用资费等情况进行选择。

可以将互联网理解为全世界范围内 WAN 的互联。家庭或者企业在连接互联网时，需要与供应商（ISP，互联网服务供应商）签订合同，通过供应商提供的接入点来完成连接。而接入点的连接则需要通过电信运营商^①提供的承载服务来完成，承载服务包括光缆线路、ADSL、移动通信网、公共无线 LAN 等。

表 1-3 LAN/MAN/WAN

名称	英语全称	说明
LAN	Local Area Network	用于机构内部通信与信息传递。常使用以太网技术在公司或学校等局部的地理范围内构建网络。LAN 分为使用线缆的有线 LAN 和使用电波的无线 LAN。一般在 LAN 内部使用私有 IP 地址
MAN	Metropolitan Area Network	使用光缆在相距较远的校园园区或城市内建立通信的网络，比 LAN 的范围要广
WAN	Wide Area Network	范围比 LAN 和 MAN 都要广，用于跨地区或国家间远程通信。一般由电信运营商建设。在 WAN 中可以使用全局 IP 地址进行通信

表 1-4 WAN 服务的种类^②

用途	WAN 服务	电信运营商
最后一公里接入	光纤	NTT 东日本、NTT 西日本、KDDI、软银、电力公司
	ADSL	NTT 东日本、NTT 西日本、KDDI、软银、电力公司
移动通信	WiMAX	UQ WiMAX
	3G	NTT DoCoMo、KDDI (au)、软银、E-mobile
	公共无线 LAN	NTT DoCoMo、KDDI (au)、软银、NTT 通信
VPN	广域以太网	NTT 东日本、NTT 西日本、NTT 通信
	IP-VPN	NTT 通信
	以太网 VPN	NTT 通信
专线	ATM	NTT 东日本、NTT 西日本
	数据专线	NTT 东日本、NTT 西日本

① 在中国，一般 ISP 和电信运营商是同一家公司，如中国电信、中国联通等。ISP 中较为著名的有歌华宽带、长城宽带等。——译者注

② 在中国，三大运营商（中国移动、中国联通、中国电信）提供表格中所述的业务。——译者注

01.01.02 OSI 参考模型复习

■ OSI 参考模型

在 20 世纪 70 年代,部分企业为了降低成本、提高生产效率而引入了当时最新开发出的以太网技术和 TCP 协议等。但当时使用的网络协议主要有 IBM 公司的 SNA、Apple 公司的 AppleTalk、Novell 公司的 NetWare、美国 DEC 公司的 DECnet 等。它们使用的网络硬件也因不同的生产厂商而大相径庭,因此出现了不同网络之间不能互联以及扩容困难的问题。

为了解决这一问题,使得任何厂商生产的网络硬件之间都能够互联互通,从 1977 年开始,ISO (国际标准化组织)与 CCITT (国际电报电话咨询委员会,现在的 ITU-T^①)逐步展开了制定异种网络系统结构标准的工作,当时完成的标准化的协议簇称为 OSI (Open Systems Interconnection, 开放系统互联)。到了 1983 年,两大标准组织在该问题上达成一致^②,制定了称为 OSI 基本参考模型 (Basic Reference Model for Open Systems Interconnection, OSI 参考模型或 OSI 模型)的分层网络模型。该标准最终成文于 ISO 的 ISO7498 与 CCITT 的 X.200。

准确地说,OSI 参考模型是仅对应 OSI 协议簇的分层模型,TCP/IP 等其他协议簇也会多次提及该标准。如 L3 交换机中的 L3 表示该交换器处理到 OSI 参考第 3 层 (Layer 3) 为止。类似这样,将 OSI 模型的术语作为网络术语使用的例子非常普遍。

使用分层结构模型具有以下优点。

- ① 根据网络实际处理过程,按功能分类,从而便于理解和掌握。
- ② 能够定义标准接口,使不同厂商制造的硬件之间可以互联。
- ③ 工程师在设计与研发网络硬件时,可以把思维限定在一定范围内。
- ④ 当某层内部发生变化时,不会给其他层带来影响。

由于 OSI 参考模型是 ISO 制定的,因此所有的内容均用英语表述。该模型中的 7 层分别表示为 L1 (Layer 1= 物理层)、L2 (Layer 2= 数据链路层)……(表 1-5)。

① 即国际电信联盟远程通信标准化组织,是制定通信网络标准的最高组织。——译者注

② 最初,两大标准化组织关注的领域不同,国际电报电话咨询委员会侧重传统电信网络的标准制定,ISO 则制定更高层面的网络互联互通标准。但后来随着网络技术的发展,在网络规范的部分二者界限越发模糊,出现了二者互融的情形,最终该模型以两大组织颁布不同的文件来确认而收尾。——译者注