

计算机实用技术教材丛书

计算机通信网络 实用技术

王汉新 编著

科学出版社

计算机实用技术教材丛书

计算机通信网络实用技术

王汉新 编著

科学出版社

2000

内 容 简 介

本书从实用的角度出发,全面、系统地介绍了计算机网络系统的软件核心技术,及广域网和局域网的应用操作与管理。

全书共分为 12 章,其内容包括:概貌、数据通信、网络体系结构、局域网技术、Novell 网管理、Windows NT 的使用及 IIS 管理、广域网技术、Internet 的使用及网站的设计与管理、网络互连技术、网络系统集成、网络管理与应用及应用案例。

本书内容翔实、结构清晰,适合于广大计算机网络的读者,尤其适合于作为各类大中专院校相关专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机通信网络实用技术/王汉新编著. —北京:科学出版社, 2000

(计算机实用技术教材丛书)

ISBN 7-03-008715-1

I. 计... II. 王... III. 计算机通信网-基本知识-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 40218 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

北京双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2000 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
2000 年 8 月第一次印刷 印张: 19
印数: 1—5 000 字数: 425 000

定价: 23.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

编 委 会

主 编：王俊峰

执行主编：陈红英

编 委：(按姓氏的笔画顺序)

王力虎	王汉新	王俊峰	王 颖
邓中亮	付孟若	老松扬	刘振华
宋京民	陈元琰	陈红英	赵保华
胡 凯	郭克希	屈玉贵	唐春林

序

21世纪是经济全球化、信息社会化、产业知识化高速发展的新纪元。计算机技术在新纪元中,将在各行各业大展宏图。在上世纪末、本世纪初的短短3年中,其硬件存储性能便提高了10倍左右,计算机三维动画设计的性能增加了100倍以上。

在此大趋势下,科学出版社根据计算机应用领域的需要,着眼于解决教师繁重的板书劳动问题;着眼于当代技术发展与教材更新的同步,解决现行教材或是多数仍停留在DOS平台上的操作,或是编程可用数学模型太少,或是计算机代替手工操作设计课程教材未更新等问题;着眼于学生毕业后还需较长的时间去学习新技能才能胜任工作,所学知识与走上社会参加工作所需掌握的知识存在的差距。配合教育改革,推出《计算机实用技术教材丛书》,使高等院校的计算机应用教育从应试教育转为素质教育,学而所用。

在清华大学、中国科学技术大学、国防科技大学、北京邮电大学、广西师范大学、河北经贸大学、北京航空航天大学、长沙电力学院等全国十几所高等院校的教授们不懈努力下,丛书得以与读者见面。在此,对他们表示衷心的感谢并致以崇高的敬意!同时也感谢读者对此套丛书的厚爱!

丛书特色

► 专业应用 全

本丛书所涉及的内容为计算机网络、高级语言编程、可编程逻辑控制器应用、接口技术、计算机辅助设计等。

► 软、硬件版本 新

本套丛书将紧密跟踪当前最新技术的发展,及时为读者更新版本。

► 应用实例 丰富

本丛书在阐述原理及功能的基础上提出问题,以明确的出发点及设计思路,通过例子的操作进一步理解其功用,并通过可模仿和可移植的实例设计流程,来提高读者的应用设计能力。具有很强的针对性。

► 内容叙述 通俗易懂

丛书在风格上力求文字精练,叙述循序渐进。

► CAI 课件 免费下载

每一本书均配有可供教师采用电化教育的课件下载软件, 其中包含板书内容、例题, 例题有的是书中所举, 有的是作者精心制作的不包含在书本中的实例。

课件下载网址: <http://www.jdsd.com.cn>

编委会

2000年8月

前 言

网络已步入了千家万户，正在影响着人们的生活。不论大街上人们的议论，还是电视、报纸和杂志上的新闻及广告，都离不开网络这一话题。如果一个人的名片上没有 E-mail，一个公司的广告下面没附上网址，就好像早已落伍于这个时代。

何谓网络？对于广大用户来说，网络就是应用，如电子邮件、网上电话、电子商务等等。对于大学生来说，网络则是 OSI 或 OSI+TCP。为了让更多的人掌握网络的使用技术，快速成为网络大军中的成员；同时也为广大学生在掌握基本理论的基础上，能够结合实际应用，成为一名网络设计和管理者。本书以此为出发点，全面介绍了计算机网络的原理、管理、应用和工程。

全书共分为十二章。第一章介绍计算机网络的发展与组成。第二章介绍有关数据通信的基础知识，包括介质、编码等。第三章介绍 OSI 的网络体系结构，这既是计算机网络的基础理论，也是各种网络标准的源泉，作为普通网络用户可以对其简单了解，而大学生们则需完全掌握理解。第四章介绍局域网技术，包括以太网、令牌环网与 FDDI 的组成原理。第五章介绍 Novell 网的使用及管理，内容涉及 NetWare 3.x、4.x 及 NetWare 5。第六章介绍目前最为流行的局域网操作系统 Windows NT，包括网络的使用、管理及 IIS 的设置与管理。第七章介绍广域网技术，主要介绍常用的广域网技术，如 X.25、帧中继、ATM 等，还包括 TCP/IP 协议、Internet 服务与应用。第八章介绍 Internet 的使用与管理，主要包括网上浏览、收发电子邮件、网站管理及网页制作。第九章介绍网络互连技术，包括互连协议及各种设备的介绍。第十章介绍网络系统的集成。第十一章介绍了网络管理、网络安全及 Intranet 等企业普遍关心的问题。第十二章列举了五个实用案例。

由于作者水平有限，加之计算机网络技术的发展很快，本书中难免存在一些缺点或错误，恳请广大读者批评赐教。

最后，感谢我的同学赵树桓硕士及陈红英女士，为本书的出版所做出的不懈努力。

作者

2000 年 6 月

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
第 1 节 回顾与发展	1
1.1.1 回顾	1
1.1.2 Internet 的发展	3
1.1.3 日新月异的网络技术	4
第 2 节 网络的基本概念	8
1.2.1 计算机网络的定义	8
1.2.2 计算机网络的组成	9
第 2 章 数据通信	11
第 1 节 数据通信基础	11
2.1.1 基本概念	11
2.1.2 数据通信系统	12
第 2 节 数据传输	14
2.2.1 基带传输技术	14
2.2.2 频带传输技术	15
2.2.3 多路复用技术	16
第 3 节 传输介质	18
2.3.1 双绞线	18
2.3.2 同轴电缆	18
2.3.3 光纤	18
2.3.4 无线传输	19
第 4 节 数据交换技术	20
2.4.1 电路交换	20
2.4.2 报文交换	21
2.4.3 分组交换	22
第 5 节 差错控制与编码	22
2.5.1 差错控制	22
2.5.2 奇偶校验码	23
2.5.3 CRC 码	24
2.5.4 海明码及其他	24
练习与思考	25

第3章 网络体系结构	26
第1节 概述	26
1.3.1 协议的层次结构	26
1.3.2 OSI 参考模型	28
第2节 物理层	31
3.2.1 物理层接口特性	31
3.2.2 常用物理层标准	33
第3节 数据链路层	35
3.3.1 基本功能	35
3.3.2 滑动窗口协议	37
3.3.3 高级数据链路层控制(HDLC)	39
第4节 网络层	41
3.4.1 虚电路与数据报	41
3.4.2 路由选择算法	42
3.4.3 拥塞控制算法	45
第5节 传输层	47
3.5.1 传输服务	47
3.5.2 传输层协议机制	49
第6节 高层协议	52
3.6.1 会话层	52
3.6.2 表示层	53
3.6.3 应用层	55
练习与思考	57
第4章 局域网技术	59
第1节 局域网概述	59
第2节 局域网体系结构	60
4.2.1 LAN 参考模型	61
4.2.2 LLC 子层	62
第3节 以太网	64
4.3.1 争用协议	64
4.3.2 以太网的组成	67
4.3.3 802.3 标准	67
4.3.4 快速以太网	68
4.3.5 交换式以太网	69
第4节 令牌环网	70
4.4.1 令牌环介质访问方式	70
4.4.2 802.5 标准	72
4.4.3 令牌总线局域网	73

第 5 节 FDDI 与其他局域网	76
4.5.1 FDDI	76
4.5.2 城域网	79
4.5.3 无线局域网	81
第 6 节 网络操作系统	82
练习与思考	83
第 5 章 Novell 网	85
第 1 节 Novell 网概述	85
5.1.1 NetWare 的发展过程	85
5.1.2 NetWare 的主要特性	86
第 2 节 NetWare 安装	88
5.2.1 服务器安装	88
5.2.2 工作站的连接	90
第 3 节 Novell 目录服务	91
5.3.1 NDS 结构	91
5.3.2 NDS 权限	95
5.3.3 对象管理	97
第 4 节 Novell 文件服务	99
5.4.1 目录结构	99
5.4.2 访问权限	100
5.4.3 属性	102
第 5 节 网络环境的设置	104
5.5.1 注册正本	104
5.5.2 打印服务	106
5.5.3 服务器的维护	108
实验与思考	110
第 6 章 Windows NT	113
第 1 节 Windows NT 综述	113
6.1.1 Windows NT 特点	113
6.1.2 基本概念	114
6.1.3 Windows NT Server 的安装	117
第 2 节 用户管理	122
6.2.1 用户账号管理	122
6.2.2 域与委托关系	131
6.2.3 客户管理	131
6.2.4 工作环境管理	135
第 3 节 资源管理	137

6.3.1	共享目录	138
6.3.2	资源保护	139
6.3.3	目录复制	141
6.3.4	网络打印	143
6.3.5	服务器的管理	144
第 4 节	IIS 管理	145
6.4.1	微软 Internet 信息服务器	145
6.4.2	DHCP 服务器	147
6.4.3	WINS 服务器	149
6.4.4	DNS 服务器	150
6.4.5	邮件服务器	152
实验与思考		153
第 7 章	广域网技术	154
第 1 节	TCP/IP 协议	154
7.1.1	概述	154
7.1.2	IP 协议	156
7.1.3	互联网控制协议	159
7.1.4	TCP/UDP 协议	161
第 2 节	数据通信网	163
7.2.1	X.25	163
7.2.2	DDN	164
7.2.3	帧中继	165
7.2.4	ISDN 与 ATM	166
7.2.5	SLIP 和 PPP	170
第 3 节	Internet 服务和应用	171
7.3.1	E-mail(SMTP)	171
7.3.2	FTP	172
7.3.3	Telnet	174
7.3.4	WWW	175
练习与思考		177
第 8 章	Internet	179
第 1 节	概述	179
第 2 节	IE 的使用	181
8.2.1	浏览 Web	181
8.2.2	使用 Outlook Express	186
8.2.3	Microsoft Chat 及其他	192
第 3 节	网页制作	193

8.3.1	HTML 简介.....	193
8.3.2	FrontPage 98/2000.....	196
第 4 节	网站维护与管理.....	205
8.4.1	网站创建与管理.....	205
8.4.2	网站应用设计.....	213
	实验与思考.....	214
第 9 章	网络互连.....	215
第 1 节	概述.....	215
9.1.1	网络接入技术.....	216
9.1.2	调制解调器.....	218
9.1.3	网卡.....	218
第 2 节	中继器.....	219
9.2.1	中继器的工作原理.....	219
9.2.2	集线器.....	220
第 3 节	网桥.....	220
9.3.1	网桥的工作原理.....	220
9.3.2	交换机.....	222
第 4 节	路由器.....	224
9.4.1	路由协议.....	224
9.4.2	Cisco 路由器.....	227
	练习与思考.....	228
第 10 章	网络集成.....	229
第 1 节	系统集成框架.....	229
10.1.1	概述.....	229
10.1.2	体系框架.....	230
10.1.3	网络规划与设计.....	232
第 2 节	综合布线.....	234
10.2.1	概述.....	234
10.2.2	综合布线系统组成.....	235
10.2.3	综合布线设计实例.....	239
第 3 节	实战网络集成.....	241
	练习与思考.....	246
第 11 章	网络管理与应用.....	247
第 1 节	网络管理.....	247
11.1.1	网络管理的基本概念.....	247
11.1.2	SNMP.....	249

11.1.3	网管实例	250
第 2 节	网络安全	251
11.2.1	安全层次的化分	252
11.2.2	防火墙	254
11.2.3	数据加密技术	256
第 3 节	Intranet	259
11.3.1	Intranet 的服务	260
11.3.2	Intranet 的构成	260
11.3.3	Intranet 网络实施	261
11.3.4	典型 Intranet 分析	262
	练习与思考	266
第 12 章	应用案例	267
第 1 节	组建以太网	267
第 2 节	Novell 网管理	269
第 3 节	Windows NT 管理	274
第 4 节	LIgardening.com 网站设计	279
第 5 节	一个学生宿舍的主页设计	280
	参考文献	286

第1章 计算机网络概述

在近 3 个世纪中,每个世纪都以一项技术而主导了人类时代的发展。18 世纪,机械工业的发展导致了工业革命;19 世纪是蒸汽机的时代;而 20 世纪起主导作用的技术是数字信息的组织、处理与传播。在 21 世纪,计算机网络,尤其是 Internet 技术将成为主导世纪发展的重要因素。

第 1 节 回顾与发展

1.1.1 回顾

早在 1952 年,当计算机还处于第一代——电子管技术的时期,美国就建立了一套 SAGE 系统,即半自动地面防空系统。该系统将远距离的雷达和其他设备的信息,通过通信线路汇集到一台旋风型计算机上,第一次实现了计算机远距离的集中控制和人机对话。SAGE 系统的诞生被誉为计算机通信发展史上的里程碑,从此计算机网络开始逐步形成,日益壮大。

计算机网络是计算机应用技术与通信技术逐步发展并紧密结合的产物。它的形成和发展大致分为 4 个阶段:具有通信功能的单机系统阶段;具有通信功能的多机系统阶段;以共享资源为主的计算机网络阶段;以局域网络及其互连为主要支撑环境的分布式计算机阶段。

1. 具有通信功能的单机系统

该系统又称终端-计算机网络,是早期计算机网的主要形式。它将一台计算机经通信线路与若干台终端直接相连。美国 20 世纪 50 年代建立的半自动地面防空系统(SAGE)就属于该类网络。

随着计算机在军事、工业和商业等部门应用的深入,加之计算机批处理软件的出现,用户对分散在各地的数据进行集中处理的要求越来越强烈,进而出现了远程批处理作业站。这些工作站通过通信线路连到一台主计算机上,即为联机系统。在此之前,往往是通信装置和远程终端相连。通信装置以脱机方式先接收远程终端的原始数据和程序,在操作员的干预下送入计算机进行处理,再将处理后的结果送回远程终端。由于脱机系统的输入输出需要人的干预,因此效率较低。若在计算机上增加通信功能,则构成具有联机通信功能的批处理系统。

在联机系统中,随着所连远程终端数目的增加,一方面使计算机负担加重,系统实际效率下降;另一方面,系统中每一台远程终端都通过一条通信线路与主计算机相连,这样不仅线路利用率低,而且费用增加,于是出现了多终端共享通信线路的结构。

2. 具有通信功能的多机系统

在上述简单的“终端-通信线路-计算机”系统中,主计算机负担较重,既要进行数据处理,又要承担通信控制。为减轻主机负担,20世纪60年代出现了在主计算机和通信线路之间设置通信控制处理机(CCP)或前端处理机(FEP),用低速线路将各终端汇集到集中器,再通过高速线路与计算机相连。其结构是终端群-低速通信线路-集中器-高速通信线路-前端机-主计算机。由于前端机和集中器在当时一般选用小型机担任,因此这种结构也称为具有通信功能的多计算机系统。

在网络技术发展的第二阶段,网络在军事、银行、铁路、民航和教育等部门得到了推广和应用。20世纪60年代初,美国建成了全国性航空公司飞机订票系统(SABRE)。它用一台主计算机连接遍布全国各地的2000多个终端。1970年,美国商用分时系统(TYMNET)在60个城市设立了终端,除商用外,还可供所有终端检索国立医药图书馆的资料。美国通用电气公司的GE网,其主计算机与7个中心集中器连接,每个集中器又分别与分布在23个地区的75个远程集中器相连,成为当时世界上最大的商用数据处理网。

3. 计算机网络

计算机网络是20世纪60年代中期发展起来的。它利用通信线路将多台计算机连接起来,进行计算机之间的通信。该网络有两种结构形式:主计算机通过通信线路直接互连的结构,这里主计算机同时承担数据处理和通信工作;通过通信控制处理机间接地把各主计算机连接的结构。通信处理机和主计算机的分工是:前者负责网络上各主计算机间的通信处理和通信控制;后者是网络资源的拥有者,负责数据处理。它们共同组成资源共享的计算机网络。

20世纪70年代,美国国防部高级研究计划局所研制的ARPA网成为计算机网络的典型代表。最初,该网仅由4台计算机连接而成。发展到1975年,已有100多台不同型号的大型计算机连于网内。ARPA网第一个完善地实现了分布式资源共享,为计算机网络的发展奠定了基础,显示了计算机网络的优越性,促使许多国家组建规模较大的网络。例如美国的CYBER网、欧洲EIN网、英国国家物理研究所的NPL网络、法国的CYCLADES网和日本的JIP网等。这些网络与ARPA网都有相似之处。

4. 局域网的兴起和分布式计算机的发展

局域网是继远程网之后发展起来的。它继承了远程网的分组交换技术和计算机的I/O总线结构技术。由于远程网技术不能全部适用于局域网,所以局域网作为网络的一个独立分支,必须具有结构简单、经济、功能强且灵活等特点。自20世纪70年代开始,随着大规模集成电路技术和计算机技术的飞速发展,硬件价格急剧下降,局域网技术也随之得到了迅速发展。特别是自20世纪80年代以后,更是迎来了局域网腾飞的年代。这期间,为适应办公自动化的需要,各机关和企业部门,迫切要求将自己拥有的为数众多的微机、工作站、小型机等连接起来,以达到资源共享和互相传递信息的目的。而且要求连网费用越来越低,数据传送速度越来越高。在这种背景下,局域网技术发展呈日新月异之势。

局域网的发展导致了计算机模式的变革。早期的计算机网络以主计算机HOST为中

心, 由于主计算机资源丰富、价格昂贵, 所以特别强调对主计算机资源的共享。大型主计算机在计算机网络系统中处于绝对的支配地位, 计算机网络控制和管理功能都是集中式的, 故也称为集中式计算机模式。

微机是构成局域网的基础。随着个人计算机功能的增强, 用户一个人就可以在微机上处理自己所需要的作业。PC 方式呈现出的计算机能力已发展成为独立的平台, 这就导致了一种新的计算结构——分布式计算模式(C/S)的诞生。这种新的计算模式对计算机网络的发展产生着决定性的影响。

1.1.2 Internet 的发展

Internet 是一个全球的、开放性的信息互连网络。它的前身是美国国防高级研究计划局(ARPA)于 1969 年主持研制的用于支持军事研究的计算机实验网络 ARPANET。

1. 诞生与发展

溯本求源, 具有讽刺意义的是 Internet 的开始竟然与“冷战”有关。1957 年, 苏联发射了第一颗人造卫星 Sputnik, 这在美国人心里产生了极大的震动。因此, 为了确定可用于军事的科学技术方面在全球的领导地位, 美国国防部成立了高级研究项目署 ARPA, 开始研究“分时计算机的合作网络”。

但一直到 1966 年, 才由 Larry Roberts 出版了第一份关于 ARPANET 的设计文件。两年之后, 也就是 1968 年 10 月, 首次进行了点对点的信息传送, 由 UCLA 的 Charley Kline 将信息传送到 Stanford Research Institute。结果有点出人意料, 由于误传了一个 Login 的 g 字母, 使得对方的系统产生了崩溃。系统以一种令人吃惊的方式宣告了连接与沟通的喜悦: Internet 诞生了!

1983 年, 原先的 ARPANET 一分为二: 一个是 MILNET, 这是 DDN 的非机密部分; 另一个是新的、较小的 ARPANET。这时, “Internet”这个词开始得到了广泛使用, 当时它代表着由 MILNET 和 ARPANET 构成的整个网络。1984 年, 美国国家科学基金会开始计划建设超级网络中心与高速网, 随后几年内在全美各地建立了若干个超级网络中心。1988 年底, 采用 TCP/IP 协议的 NSFNET 在全美得到了广泛使用后, 开始成为 Internet 最主要的成员网。1993 年, 美国政府的 NII 计划在全球范围内掀起了信息高速公路热, 同时也标志着 Internet 的发展进入了成熟与提高的阶段。1995 年 4 月 30 日, NSFNET 完成了其历史使命, 代替它的是由美国政府指定的 3 家私营企业: Pacific Bell, Ameritech Advanced Data Services and Bellcore 以及 Sprint。

2. @之眼

从 Internet 诞生到现在, 最受欢迎的网络应用当属 E-mail 无疑。E-mail 发明在 1971 年, 当时在 BBN 公司服务的 Ray Tomlinson 发现虽然网络已经连接上了, 但还缺少一种简单方便的交流工具, 于是他开发了一个可以在网络上分发邮件的系统(SendMsg)。该软件分为两个部分: 一个是内部机器使用的电子邮件软件; 另一个部分是用于文档传送的软件(CpyNET)。

电子邮件的符号为@, 即为“at”的意思。也就是说, 不论你“at”在什么地方, E-mail 都可以发送到。1972 年 7 月, 大名鼎鼎的 Larry Roberts 开发了第一个 E-mail 管理软件。该软件的功能包括: 列表、选读、转发和回复, 这种邮件管理系统同现在的邮件系统几乎没什么区别。

到了 1973 年, ARPA 的研究表明 ARPA 网 75% 的流量是 E-mail 带来的, E-mail 开始成为 ARPA 网研究人员之间主要的交流工具。1976 年 2 月, 英国女王伊莉莎白二世发出一封电子邮件, 让 E-mail 走到了面向普通用户的门槛上。1987 年 9 月 20 日, 钱天白教授发出我国第一封电子邮件“越过长城, 通向世界”, 揭开了中国人使用 Internet 的序幕。

E-mail 是一种普遍的交流方式, 但它不是一种唯一的交流方式。1979 年使用 UUCP 协议建立起来的 USENET 就是一种非常著名的应用, 并且逐渐发展成了全球最大的讨论组。讨论内容从早期的同计算机技术相关的论题, 到现在成为一个无所不包的全球社区。另一种交流方式就是实时聊天, 最著名的应用是 1988 年由 Jarkko Oikarinen 开发的 IRC 软件, 该软件可以让用户通过 Internet 进行实时聊天。但是最早的网上聊天行为, 却发生在 1972 年的斯坦福大学神经科的病人 Parry, 他当时通过 ARPA 网同位于 BBN 的医生进行交谈。

3. Web 之门

1991 年, NSF 宣布取消网络上的商业限制。同年, Brewster Kahle 研究完成了 WAIS 系统; Paul Lindner 和 Mark P McCahill 研究成功了 Gopher; BreTim Berners-Lee 研究出了 WWW; Philip Zimmerman 研究出了 PGP 加密技术。在这 4 项重要的发明中, WWW 的发明无疑是最重要的, 它具有划时代的意义。

BreTim Berners-Lee 是通过自己的使用习惯来设计 WWW 的, 所以在使用上非常方便。WWW 出现之后, 一些主要机构纷纷上线, 例如 1992 年世界银行上线; 1993 年美国总统府白宫上线、联合国上线, 同年企业和媒体开始关注 Internet。1994 年 5 月 15 日, 中国科学院高能物理研究所设立了国内第一个 Web 服务器, 推出中国第一套网页。

到了 1995 年 4 月, WWW 的数据流量已经超过了 FTP, 成为 Internet 最大的服务项目。而且 WWW 的商业也在如火如荼地展开, 1995 年 8 月 9 日, Netscape 上市成为 IPO 市值第三高的厂商。

4. 电子商务

1996 年, IBM 公司总裁首次提到“电子商务”这个词, 并发表了题为“电子商务不是梦”。这是电子商务在中国媒体的首次出现。

自 1997 年, 当外经贸部推出虚拟“广交会”后, 电子商务就一直是媒体的焦点, 但真正体会到电子商务的魅力还是从 1999 年 8848 和北京图书大厦的出现而开始的。而当时在美国等发达国家, 电子商务已经发展得相当不错了。IBM 的电子商务收入达到了 200 亿美元, Intel 的电子商务收入达到了 150 亿美元。

1.1.3 日新月异的网络技术

网络技术的发展可谓是日新月异, 下面我们列出在网络发展史上的 5 大技术。