



实现代码
操作视频

王鹏 著

走近云计算

Cloud Computing



- 全面讲解云计算起源、发展、现状和未来
- 详尽剖析云脑系统的组成结构与实现方法
- 提供云脑系统的实现代码和关键操作视频



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



王鹏 著

走近云计算

Cloud Computing

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

走近云计算 / 王鹏著. —北京: 人民邮电出版社,
2009. 6
ISBN 978-7-115-20931-3

I. 走… II. 王… III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第073559号

内 容 提 要

本书分为两大部分, 第一部分对云计算的起源、发展以及现状进行了详细的介绍, 使读者对云计算这一新的技术有一个全面的认识; 第二部分通过一个云计算系统实例——云脑系统的实现过程, 介绍了如何在现有技术条件下完成一个简单云计算系统的设计和开发, 在这一部分我们选取了云计算系统的界面设计、云文件系统、云存储、并行数据处理等有代表性的功能作为重点。

本书可以作为对云计算技术感兴趣的读者以及云计算系统的设计开发人员的技术参考资料, 也可以作为大学本科高年级同学和研究生相关课程的参考书, 希望本书能带领大家进入奇妙的云计算世界。

走近云计算

-
- ◆ 著 王 鹏
责任编辑 黄 焱
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 19.5
字数: 424千字
印数: 1-3500册
- 2009年6月第1版
2009年6月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20931-3/TP

定价: 49.00元(附光盘)

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

本书写作团队

主任 王 鹏

委员 郭本俊 谢千河 张海波 魏志华

王焕新 徐伟鑫 冯 兵 夏 波

前 言

走进云计算

进入 21 世纪后，许多技术都出现了突破性的进步。电子计算机这个 20 世纪最伟大的技术发明在走过了几十年的发展历程后，随着云计算的出现将面临巨大的变革，互联网的高度发达是这场变革的原动力。正如一首歌中所描述的：“我是一片云，天空是我家”，云计算为计算技术的发展插上了翅膀，突破了所有的桎梏，必然会飞向天空。

几十年来人们已经适应了单机的工作模式，习惯于自己购买软件和硬件，互联网的发展特别是云计算概念的出现，使软件和硬件都隐没于云端，实现了诗人贾岛所描绘的“只在此山中，云深不知处”的意境，用户在这种技术意境下面所对的将全部是服务。SaaS 实现了软件即服务的理念，而云计算则更为彻底地实现了软硬件都是服务的变革，今后用户需要购买的东西只有一种——服务，这些服务包括：计算能力的服务、软件功能服务、存储服务等等。用户的个人终端将退化成为一个信息交互的工具，实现用户与云的沟通，利用云计算技术，用户的普通终端甚至掌上终端就能完成现在大型机才能完成的功能，互联网在云计算时代承载的将不仅仅是信息，它同时在向用户传送服务、传送计算能力，从而大大拓展了计算机的应用空间。

云计算的出现不仅仅是改变计算机的使用方法，它也将影响人们的日常生活。在云计算时代，也许我们所有家电控制将由云端完成，而不用在每一个系统中植入电脑芯片，系统功能的升级和定制将通过云端的服务器完成，因此家电的智能将得到进一步的提高。我们认为浏览器并不是云计算所必须的，许多非浏览器设备同样可以享受云计算系统的服务。

可以预见今后几年内会有越来越多的技术人员参加到云计算系统的开发中来，然而现在介绍云技术的书籍还相当少，很多读者都无法找到相应的参考书籍。本书是我们在云计算系统实际开发工作的基础上完成的，通过实现简单的云计算系统使读者了解云计算开发的基本方法。由于实现云计算系统的方案非常多、涉及的技术非常广，本书所介绍的内容可以为读者提供参考、开阔思路，希望读者在书中所介绍的方法基础上做出更好的云计算系统，这才是本书的根本目的。

本书主要内容

本书在写作过程中力求普及与开发实践相结合，尽可能照顾到不同层次、不同专业的读者。全书分为两个大的部分。

第一部分包括1~6章，主要讲解云计算发展历程、基本概念、现有云计算系统的体验、云浏览器等基础内容，读者通过这一部分的学习可以了解云计算的基本知识，感受云计算的魅力，学习这一部分对读者计算机水平没有特殊要求。

第二部分包括7~13章，通过一个云计算系统实例——云脑，向读者介绍云计算系统的具体实现方法和思路，并重点对云计算界面设计技术、云存储技术、并行计算技术等具有代表性的云计算功能做相应的介绍，根据书中的介绍以及本书所提供的源代码和视频，读者可以自己完成一个简单的云计算系统，阅读这一部分需要具备计算机科学本科高年级的水平。

参与本书写作的人员

本书由王鹏主笔并负责组织、协调工作，在本书的写作过程中魏志华和他的开发团队成员王焕新、徐伟鑫、冯兵、夏波为示例系统的开发、验证付出了艰苦和富有创造性的劳动，在没有资料可以借鉴的情况下顺利地完成了开发和本书的写作工作。张海波、朱兴华、张坤、何子俊、张瑶、黎岑熙、郭志赛、丁睿、魏大鹏为本书文字撰写做出了贡献，董静宜也为本书的并行计算程序部分提供了帮助。

特别感谢我的博士后合作导师电子科技大学李建平教授对我们工作的支持和帮助；感谢成都信息工程学院余万伦副校长对我们的长期关心、鼓励和帮助；感谢曙光信息产业（北京）有限公司曹连雨先生对我们的无私帮助。

致谢：本文的写作受到国家自然科学基金（60702075）、中国博士后科学基金（20070410385），四川省青年科学基金（09ZQ026-068）、四川省教育厅自然科学重点项目（07ZA014）和成都信息工程学院基金（KYTZ200819）的资助。

由于云计算技术是一项全新的技术，各主要企业都没有全面公布自己的技术细节，我们是抱着探索的心态来完成这本书的。本书所介绍的内容受作者本身水平和认识能力所限，一定有许多不足甚至是错误的地方，读者可以通过发送 E-mail 到 huangyan@ptpress.com.cn 与本书责任编辑联系。

王 鹏

成都信息工程学院并行计算实验室
电子科技大学计算机科学与工程学院

2009年5月

目 录

第一篇 云计算基础

第 1 章 从历史中走过来的云计算	2	1.5.1 单机计算时代	16
1.1 朴素的计算机	2	1.5.2 并行计算	16
1.1.1 算筹	2	1.5.3 分布式计算	16
1.1.2 象形文字民族的计算 工具——算盘	3	1.5.4 网格计算	17
1.1.3 符号文字民族的计算 工具——计算尺	4	1.5.5 SaaS——软件就是服务	17
1.2 计算技术的第一次触电	5	1.5.6 云计算——软硬件都是 服务	18
1.2.1 第一台电子计算机的 诞生	5	第 2 章 云计算思想的萌发	20
1.2.2 计算机的特效减肥药—— 晶体管	7	2.1 并行计算	20
1.2.3 现代计算机腾飞的翅 膀——集成电路	9	2.1.1 并行计算的思想	20
1.3 计算机飞入寻常百姓家	10	2.1.2 并行计算的硬件基础	21
1.3.1 破茧而出的新生—— 微机	10	2.1.3 并行机体系基础结构	21
1.3.2 给计算机嵌入灵魂—— 软件	10	2.1.4 并行计算软件的开发	23
1.3.3 操作系统的诞生	12	2.1.5 并行计算与分布式计算 的异同	23
1.4 世界触手可及——互联网	14	2.1.6 并行计算与云计算	25
1.4.1 第一次信息传递—— 以太网的出现	14	2.2 网格计算	25
1.4.2 世界因此而变小——因特 网的出现	15	2.2.1 网格计算的思想	25
1.5 云计算的婴儿时期	15	2.2.2 网格计算的特点	26
		2.2.3 网格的应用	27
		2.2.4 网格的现状	28
		2.2.5 网格计算与云计算	29
		2.3 SaaS 时代	29
		2.3.1 SaaS 的思想	29
		2.3.2 SaaS 的安全技术	30
		2.3.3 SaaS 的优势与劣势	31

2.3.4	SaaS 与云计算	33	4.3	我们期待的浏览器	61
第 3 章	云端漫步	35	第 5 章	云应用初步介绍	62
3.1	云计算基础	35	5.1	云应用平台	62
3.1.1	云计算基本原理	35	5.1.1	Google 云应用平台	62
3.1.2	云计算的兴起及发展	36	5.1.2	Amazon 基础架构平台	64
3.1.3	云计算的优点	39	5.2	Google 文档	65
3.2	云计算模式下的网络	40	5.2.1	初识 Google 文档	65
3.3	云计算基础架构	41	5.2.2	Google 文档的功能	66
3.3.1	云计算体系结构	42	5.2.3	Google 文档初体验	67
3.3.2	云计算服务层次	43	5.2.4	按需选择办公软件	70
3.3.3	云计算技术层次	43	5.3	Google App Engine	72
3.4	典型云计算平台	44	5.3.1	初识 App Engine	72
3.4.1	MapReduce 分布式处理 技术	45	5.3.2	App Engine 的框架	73
3.4.2	Hadoop 架构	45	5.3.3	App Engine 初体验	74
3.4.3	Google 云计算执行过程	46	5.4	Amazon 网络服务	79
3.5	云计算应用	47	5.4.1	初识 Amazon 网络服务	79
3.6	与云计算零距离	49	5.4.2	弹性计算云	80
3.6.1	云计算对个人的影响	49	5.4.3	简单存储服务	83
3.6.2	云计算对企业的影响	50	5.4.4	简单数据库	84
第 4 章	云计算的“大门”——浏览器	53	5.4.5	云端	87
4.1	Google 的 Chrome 浏览器	53	5.4.6	简单队列服务	89
4.1.1	揭开 Chrome 浏览器的 神秘面纱	53	5.4.7	AWS 应用案例	90
4.1.2	领略 Chrome	54	5.5	AWS 与 App Engine 的比较	91
4.1.3	Chrome 浏览器的魅力 所在	56	5.6	其他云应用简介	92
4.1.4	Chrome 浏览器的不足 之处	56	5.6.1	Force.com 软件平台	92
4.1.5	Chrome 在“云”中独领 风骚	57	5.6.2	微软 Azure 操作系统	93
4.2	火狐浏览器	58	5.6.3	IBM “蓝云”平台	93
4.2.1	火狐浏览器的应运而生	58	5.6.4	Adobe AIR 平台	93
4.2.2	火狐浏览器的发展历程	59	5.7	云应用的未来	93
4.2.3	Firefox 的特色	59	第 6 章	云计算界面交互技术简介	95
4.2.4	Firefox 的缺点	60	6.1	界面交互技术的发展历程	95
			6.2	RIA 技术概述	95
			6.3	界面交互技术的比较	96
			6.4	Flex 技术简介	97
			6.5	Flex 开发环境的搭建	99
			6.5.1	如何获取	

Flex Builder 3	99	6.6.3 应用程序工具栏	104
6.5.2 Flex Builder 3 安装	99	6.6.4 二级页面——开始菜单 的制作	105
6.6 类 Windows 云窗口的 Flex 实现	101	6.6.5 用户交互——云窗口 图标拖动的实现	110
6.6.1 桌面背景和图标的 实现	102	6.6.6 动态效果——窗口旋转 的实现	114
6.6.2 生成任务栏	103		
第二篇 一个云计算系统实例——云脑			
第 7 章 云脑系统概述	122	8.3 云登录的客户端的实现	154
7.1 云脑系统理念的产生	122	8.3.1 注册与登录的实现	155
7.1.1 传统计算机体系回顾	122	8.3.2 业务订制的实现	160
7.1.2 本书的云计算体系	123	8.4 主服务器端的实现	164
7.2 云脑系统设计	125	8.4.1 数据模型的抽象	164
7.2.1 云脑系统整体架构	125	8.4.2 主服务器逻辑的实现	167
7.2.2 云脑系统功能分析	126	8.4.3 主服务控制器的实现	173
7.2.3 云脑系统工作流程	127	第 9 章 云脑系统的云文件系统实现	177
7.3 云脑系统预览	129	9.1 云文件系统实现前的技术 准备	177
7.3.1 云登录界面	129	9.1.1 Flex 与 Java 间的中文 转换	177
7.3.2 云文件界面	131	9.1.2 MySQL 中的中文问题	178
7.3.3 云存储界面	133	9.2 云文件系统功能分析	178
7.3.4 云应用界面	134	9.3 云客户端的实现	181
7.3.5 云监控界面	137	9.3.1 云文件夹的制作	182
7.4 云脑系统机群的搭建	137	9.3.2 创建云文件系统的树 目录	187
7.4.1 机群系统概览	138	9.3.3 云文件系统后的后退与 前进的实现	189
7.4.2 并行集群的搭建	139	9.3.4 云文件列表及其操作	191
7.5 Linux 下 JDK 的搭建	144	9.3.5 新建云文件夹功能的 实现	195
7.6 Linux 下 HTTP 服务器的 搭建	144	9.3.6 其余功能的实现	197
7.7 Linux 下 MySQL 的搭建	145	9.4 主服务器端的实现	199
第 8 章 云脑系统的云登录实现	148	9.4.1 数据模型的抽象	199
8.1 云登录实现前的技术难点	148	9.4.2 主服务器逻辑的实现	204
8.1.1 Java 与 XML 的转换	148		
8.1.2 XML 数据交互问题	150		
8.1.3 共享数据的实现	151		
8.2 云登录的功能分析	152		

9.4.3	主服务控制器的实现	211	系统实现系统监控	256	
第 10 章	云存储系统的云存储的实现	217	11.3	基于 Linux 的云监控系统的实现	257
10.1	云存储模块技术难点	217	11.3.1	云监控系统界面布局的实现	259
10.1.1	客户端的文件操作	217	11.3.2	云监控系统数据监测的实现	271
10.1.2	Ajax 实现异步传输	219	11.3.3	云监控系统阈值设置的实现	277
10.1.3	Flex 与 JavaScript 交互	221	11.3.4	云监控系统设备参数采集的实现	277
10.2	云存储的功能分析	221	11.3.5	云监控系统节点控制的实现	279
10.3	文件并行上传	223	第 12 章	云存储系统的云计算器实现	280
10.3.1	并行上传的工作流程	223	12.1	云计算器实现前的技术准备	280
10.3.2	并行上传客户端的处理	224	12.1.1	Java 与 C 的通信	280
10.3.3	并行上传主服务器的处理	230	12.1.2	并行处理中的 MPI 函数	283
10.3.4	并行上传存储节点的处理	240	12.2	云计算器功能分析	284
10.4	文件并行下载	241	12.3	云计算器功能实现	286
10.4.1	并行下载的工作流程	242	12.3.1	云计算器的界面实现	286
10.4.2	并行下载客户端的处理	242	12.3.2	云计算器的 Java 服务器端实现	288
10.4.3	并行下载主服务器的处理	248	12.3.3	云计算器的 C 服务器端实现	291
10.4.4	并行下载存储节点的处理	250	12.3.4	云计算器的 π 并行程序实现	293
第 11 章	云存储系统的云监控实现	252	第 13 章	云计算技术展望	296
11.1	云监控简介	252	13.1	云计算技术发展所面临的问题	296
11.1.1	本地化云监控介绍	252	13.2	手机上的云计算	297
11.1.2	网络化云监控介绍	254	13.3	云计算时代资源的融合	297
11.2	基于 Linux 的云监控的介绍	255	13.4	云计算的商业发展	298
11.2.1	使用现有的工具实现云监控	255	参考文献		300
11.2.2	利用内核模块实现云监控	255			
11.2.3	读取 /proc 虚拟文件				

第一篇

云计算基础

第 1 章 从历史中走过来的云计算

第 2 章 云计算思想的萌发

第 3 章 云端漫步

第 4 章 云计算的“大门”——浏览器

第 5 章 云应用初步介绍

第 6 章 云计算界面交互技术简介

第 1 章

从历史中走过来的云计算

人类计算工具从最原始的算筹发展到现在的超级计算机，从体积庞大的 ENIAC 发展到现在的手提电脑，计算模式从单机计算到云计算，计算技术的发展贯穿了人类几千年的文明史，是人类文明进程的一个缩影。进入 21 世纪，互联网的高速发展使“云”进入了我们的视野，人类的计算技术在走过几千年以后，终于得到了飞翔的翅膀，走向云端。人类的计算工具是如何从原始的小竹棍发展到当今的超级计算机的呢？计算技术是如何从实体走向服务的？“云计算”是怎样走过它的婴儿时期的？读史可以明智，我们将顺着历史的脉络来端详已逐渐向我们走近的云计算。

1.1 朴素的计算机

在电子计算机出现以前，人类就采用了多种工具来进行计算，由于东西方不同的文化背景，各民族的人都按照自己朴素世界观和审美情趣设计了计算工具。东方象形文字民族设计出了充满象形特色的算筹和算盘，西方符号文字民族设计出了极富符号抽象特点的计算尺。

1.1.1 算筹

当我们幼年摆弄小竹棍时，也许没有想过就是这小小的竹棍在人类文明的历史中扮演了重要的角色，创造了我国辉煌的历史。我国古代人民在长期的生活中发现，将一些小竹棍按照一定的顺序摆放，就可以表示交换货物数量。这些小竹棍长为 13~14cm，径粗约为 0.2~0.3cm。通过摆放这些竹棍来计算交易金额，使得货物交易变得更轻松，计算也变得更加容易。经过一段时间的发展与改良，人们将 270 根左右的小棍子分为一束，放在一个小袋子里随身携带，当需要计算时，就拿出来使用，这就是算筹（如图 1-1 所示）。正是这些不起眼的小棍子，为中国

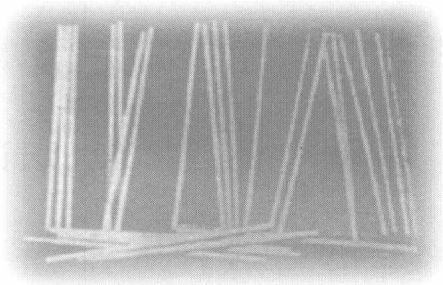


图 1-1 古代算筹

的数学发展奠定了基础。当古人写下“运筹帷幄”这句话时，也许没有想到“决胜千里”在当今互联网的帮助下已成为一件相当容易的事情。

算筹的发明就是在以上这些记数方法的历史发展基础上逐渐产生的。它最早出现的时间已经不可查了，但正是因为它的出现，才有了最初的算法。

相信现在的人们对圆周率并不陌生，但是你知道第一个圆周率的出现，就是祖冲之用算筹计算出来的吗？祖冲之从小就很热爱数学，熟读了刘徽所著的《九章算术》。于是，他利用割圆来求圆周率的方法，使用算筹进行运算，通过近万次切割，终于求得了人类史上第一个圆周率。他从圆内接六边形开始，逐次增加边数，一直到九十六边形，求得圆周率为 $3.1415926 \sim 3.1415927$ 之间，这一记录直到 15 世纪才由阿拉伯数学家打破。即使今天让我们采用计算器来完成这项工作也是相当不容易的。

人们通过改变算筹小棍子的形状，来进行加减乘除、乘方、开方及其他代数运算。那么为什么要有横式和纵式（如图 1-2 所示）两个摆放方式呢？这就是十进制的需要了。通过这种摆放模

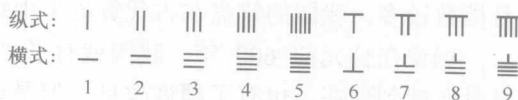


图 1-2 算筹记数摆法

式，我们也已经可以见到算盘的雏形。但是每一步的计算，都需要更改算筹的形状，有时候一些简单的步骤，答案显而易见，但是算筹却还得通过改变形状，逐次摆放才能得到，这让人觉得效率很低。有没有一种计算器能够继承算筹的优点但是又不这么麻烦呢？通过算筹的启发，与其算法基本同理的另一种计算器诞生了，这就是算盘。

1.1.2 象形文字民族的计算工具——算盘

算盘像算筹一样，携带非常方便，并且都能直观地显示计算结果，可以看作是古代的台式计算机了（如图 1-3 所示）。它继承了算筹的基本算法，自己也革新了一些计算方式，例如，它规定了上面一颗珠子代表 5，下面 5 颗每一颗都代表 1，这是最早的五进制计算器的诞生。

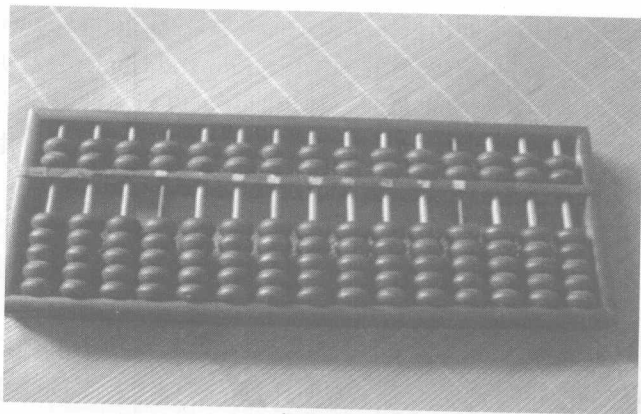


图 1-3 算盘

“算盘”这一称呼并不是专指我国的算盘。据文献记载，在许多国家都出现过各自不同形态的“算盘”。根据这些算盘的不同形式，大致可分为：沙盘类、算板类、穿珠算盘类。我国的算盘属于穿珠算盘类。

沙盘是指：在一些平板上铺上细沙，然后人们用小棍子在上面计算、写字、绘图等。

后来，人们慢慢地不铺沙子了，而是在平板上刻上一些平行的小纹线，然后将一些小石子有规律地放在这些线上，通过对石子的位置改变来实现计算。这就是最早的算盘，和算筹有异曲同工之妙，都是通过改变形状来取得结果，这已经和算盘很接近了。在19世纪中叶，在古希腊发现了一块一米多长的大理石算板，现存于雅典博物馆中。

穿珠算盘指的就是中国、日本、俄罗斯的算盘。通过一根棍子，穿上算珠，通过五进制或十进制的原理进行计算。日本的算盘叫“十露盘”，其算珠形态与我国的不同，尺寸较小，且档数较多。我国的算盘在古代算盘史中算是最先进的了。

据说在公元前600年，我国就有了“算板”。但是算盘是由谁发明的已经无法考证了。算盘发展到现在，也有了稍许改良，但是计算方法基本相同，同时因为它的灵活、准确的优点，直到现在不但没有被废弃，很多国家反而对其青睐有加。算盘的使用在小学教科书中也有很详细的讲解，很多地方也开展了珠心算比赛，算盘在我们现在的生活中，也占有非常重要的地位。

随着算盘的使用，人们从计算经验中总结出了很多口诀。人们将这些口诀整理成书籍，这样就方便了大家的计算使用。其中影响最大的是程大位（1533~1606）的《直指算法统宗》。

按现在的说法，算盘就是台式机，算筹就是便携机，古代的计算技术发展和现代的计算技术发展历程刚好相反，是先有便携机后有台式机。

1.1.3 符号文字民族的计算工具——计算尺

计算尺大约在1620~1630年间出现（如图1-4所示），在John Napier对数概念发表后不久，它是国外最早的计算机。牛津的埃德蒙·甘特（Edmund Gunter）发明了一种使用单个对数刻度的计算工具，当和另外的测量工具配合使用时，可以用来做乘除法。1630年，剑桥的William Oughtred发明了圆算尺，1632年，他组合两把甘特式计算尺，用手合起来成为可以视为现代的计算尺的设备，就形成了计算尺。

计算尺的计算功能相对于算筹和算盘要强大一些。除了乘除，复杂的算尺可以进行平方根、指数、对数以及三角函数的运算。但是计算尺也有一个非常致命的缺点，那就是它不能进行加法和减法运算，通常运算时还要借助其他工具进行加减运算。

因为它计算能力强，计算精确度高并且小巧便于携带，所以得到很广泛的使用。在这些使用中，又得到了更好的改进与发展。为了方便计算，一些工程系的学生和工程师都随身携带一把10英寸的计算尺，若是要做更精确的计算，则不能仅仅只靠一把计算尺解决问题，还

需要一本厚厚的八位数对照表。

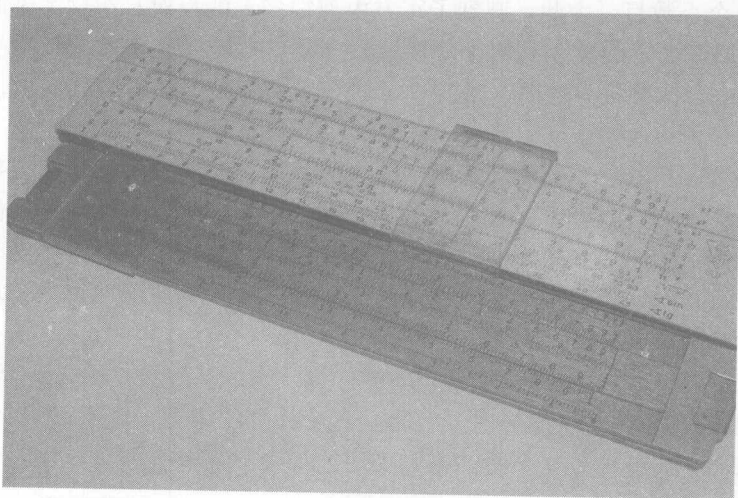


图 1-4 计算尺

计算尺的精度一般都精确到 3 位，这和很多工程公式所需要的数据精度是相符的，但是计算尺必须进行数位估算，例如 $1.5 \times 30 = 45$ ，与 $1500000 \times 0.03 = 45000$ 的结果在计算尺算出来的都是相同的，具体的数位还是要靠计算者的经验来进行评估。

1.2 计算技术的第一次触电

20 世纪中叶电子科学的发展，为计算技术的革命提供了可能，计算技术正孕育着一场翻天覆地的变化，人类将从此进入一个崭新的时代。计算机与电子科学相结合，就像发生了核聚变一样，产生了巨大的能量。计算工具从此结束了手动时代，计算速度也出现了飞跃，从机械速度进入光速时代！

1.2.1 第一台电子计算机的诞生

在第一台真正意义上的数字电子计算机 ENIAC 诞生之前，人们在电磁学、电工学、电子学领域不断取得重大发展，在麦克斯韦、弗莱明等科学家的努力下，我们有了完备的电子技术知识，为电子计算机的出现奠定了基础。

在第二次世界大战期间，美军为了研制新型武器，在马里兰州的阿伯丁设立了“弹道研究实验室”。但是研制新型机所需的计算量让研究人员大为头疼，200 名计算快手不停地计算，但是效率还是很低，他们迫切需要一种新型的计算器来完成这些繁复的计算。当他们正在为这一问题头疼的时候，宾夕法尼亚大学莫尔电机学院的莫克利博士提出了试制第一台电

子计算机的设想。但是制造一台这样的新型计算机，最初的预算达到了 15 万美元，在当时，15 万美元并不是个小数目，由此，遭到了军方内部很多人的反对！在这关键时刻，当时著名的数学家宾夕法尼亚大学的莫克利博士毅然地站在了支持者的队伍里，最终说服了美国军方，同意研制开发第一台计算机。在研制过程中，研究经费不断追加，直到问世，所用经费达到了 48 万美元。

在 1946 年 2 月 15 日，人类收到了一个庞大的情人节礼物。这个体内安装了 18000 个电子管、占地 170 平方米，重达 30 吨的大怪物发出耀眼的光芒，它骄傲地为人们演示了它的高计算能力，它在 1 秒内能进行 5000 次加法运算或者 500 次乘法运算，这比当时最快的计算器的计算速度快了 1000 多倍。它的出现，使人眼前一亮，让人们深深地记住了这个计算机时代的航母 ENIAC。

ENIAC 给当时的美方部队提供了高效率的计算，它的计算量是手工计算的 20 万倍，继电器计算机的 1000 倍。美方庆幸当时没有阻止这个计划的进行，由于 ENIAC 的诞生，原来需要 200 个计算快手一起计算 2 个月的炮弹弹道，如今只需要 3 秒钟。但是让人头疼的是，这个家伙的耗电量超过了 $174\text{kw} \cdot \text{h}$ ，而且它的电子管平均 15 分钟就要烧坏一只，科学家们不得不马不停蹄地更换，并且得 24 小时有人值班。但是尽管如此，ENIAC 也成为了当时科学研究必不可少的一部分，在第一颗原子弹的研制过程中也发挥了十分重要的作用。图 1-5 所示就是当年 ENIAC 庞大身躯的照片。

说到 ENIAC，不得不提一下为计算机发展奠定坚实基础的约翰·冯·诺依曼。他与 ENIAC 的碰撞，迸出了计算机发展的火花。如果没有冯·诺依曼，计算机的发展也许是另外一个模样，也许我们现在使用的仍是一个计算效率不高的计算器。历史总是会安排一个天才来推动社会发展与进步。

1944 年夏天，正在候车的诺依曼巧遇了美国弹道实验室军方负责人戈尔斯坦，在与他的交谈中了解到美军正在研制 ENIAC，戈尔斯泰告诉了诺依曼 ENIAC 的研制情况。诺依曼马上被这个研究计划所吸引，他意识到这项工作的深远意义。但是当时的诺依曼已是功成名就，若是加入到 ENIAC 的研制队伍，一旦 ENIAC 失败，他的名誉与地位必定会受到影响，但是他并没有被这些身外之物所羁绊，毅然地投入了研究工作。正是他的加入，为计算机的发展点亮了一盏明灯，指引着未来的发展道路。

在当时 ENIAC 的计算过程中，输入和修改程序的工作是十分繁琐的，在输入和修改数据之前，都要将程序重新编写再输入，不仅浪费了研究人员的时间，也降低了 ENIAC 的运

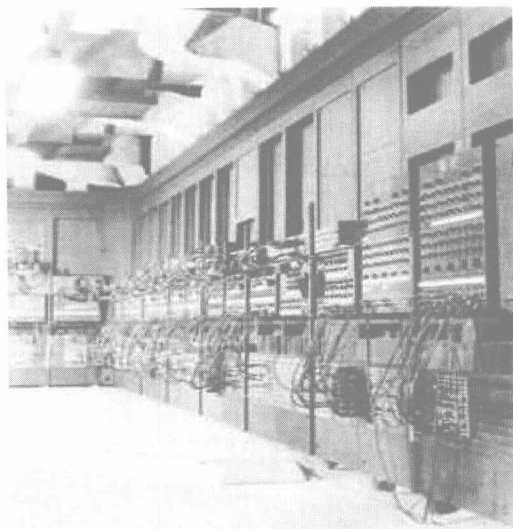


图 1-5 埃尼阿克 (ENIAC)

算效率。如果能有一个存储载体来存储这些常用的程序与数据，那就可以大大增强计算效率。经过短短 10 个月，诺依曼提出了一个全新的存储程序通用电子计算机方案——EDVAC 方案。报告广泛而具体地介绍了制造电子计算机和程序设计的新思想。报告明确规定，EDVAC 计算机由计算器、逻辑控制装置、存储器、输入和输出五大部分组成，并阐述了这五大部分的职能和相互关系。

1954 年，他提出了更加完善的设计报告“电子计算装置逻辑结构初探”，报告中明确指出了计算机的两大设计思想。第一，他建议在电子计算机中采用二进制；第二，他提出了将运算程序存在机器的存储器中，当需要运用这个运算指令的时候，可以直接在存储器中寻找，这样，机器就可以自动运算，而不必每次需要时都重新编程，从而大大地加快了运算速度。冯·诺依曼扫除了计算机发展道路上的障碍，并且在计算机总体配置和逻辑设计上做出了卓越的贡献，他无愧于“计算机之父”的称号。

但是也有另外一种说法。1997 年在英国伦敦泰晤士河南岸的帝国战争博物馆开始举办一个展览，展览出现一台名叫“科洛萨斯”的“计算机”，并标明“世界上第一台电子计算机”。由于“科洛萨斯”在战争结束后被秘密销毁了，所以没有实体展出，但据称，“科洛萨斯”比 ENIAC 早出现两年多，在二战期间为英方破译了大量德军机密。

据“科洛萨斯”当年的服役地点布莱奇利园区的现任基金会主任托尼·塞尔先生介绍，在二战时期，英军从德军手里缴获了“洛伦茨”加密机，研制“科洛萨斯”的目的就是破译这台加密机。“科洛萨斯”在 1943 年 3 月开始研制，于 1944 年 1 月 10 日开始运行。在一处不起眼的建筑中，存放着“科洛萨斯”尚未完工的复制品。塞尔先生出示了照片、图表等有关资料，由于属于军事机密，“科洛萨斯”一直没有被公布，直到 20 世纪 70 年代“科洛萨斯”才慢慢被人知道，在二战期间研制的 10 台同类计算机在战争结束后被秘密销毁。尽管第一台电子计算机诞生在英国，但是英国没有抓住由计算机引发的技术和产业革命的机遇。所以现在世界上基本上都认为第一台数字电子计算机是“ENIAC”。

1.2.2 计算机的特效减肥药——晶体管

ENIAC 实在是有点太庞大了，30 吨的体重简直让人生畏。1947~1959 年间，半导体产业在探索中前进，晶体管也开始踏入它的光辉岁月。晶体管有寿命长、体积小、重量轻、速度快、功耗低、性能稳定等优点，用它来代替传统庞大的电子管，电子线路的结构大大优化，电子设备的体积迅速减小，减得既健康又漂亮。

1954 年，第一台采用晶体管的电子计算机“催迪克”在美国贝尔实验室诞生了，它身上装载有 800 个晶体管。1955 年，美国在阿塔拉斯洲际导弹上装备了以晶体管为主要原件的小型计算机。1958 年，第一台全部使用晶体管的计算机 RCA501 型由 IBM 公司制成。它不仅使用了晶体管技术，也采用了快速的磁芯存储器，“催迪克”的计算速度达到了每秒几十万次，存储量达到了 10 万以上，计算机从 ENIAC 到“催迪克”，不管是外型还是计算速率都发生