

云技术及大数据 在高校生活中的应用

李文生 著

 煤炭工业出版社

云技术及大数据 在高校生活中的应用

李文生 著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

云技术及大数据在高校生活中的应用 / 李文生
著. —北京: 煤炭工业出版社, 2016

ISBN 978-7-5020-5366-6

I. ①云… II. ①李… III. ①互联网络—应用—高等学校—科学研究工作 IV. ①G644

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第164376号

云技术及大数据在高校生活中的应用

编 著 李文生
责任编辑 刘少辉
责任校对 郭浩亮
封面设计 晟 熙

出版发行 煤炭工业出版社(北京市朝阳区芍药居 35号 100029)

电子信箱 cciph612@126.com

网 址 www.cciph.com.cn

印 刷 北京市迪鑫印刷厂

经 销 全国新华书店

开 本 710mm×1000mm¹/16 印张 16 字数 360千字

版 次 2018年6月第1版 2018年6月第2次印刷

社内编号 8763 定价 55.00元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

前 言

当前，云计算的应用已经带来了深远的影响，必然彻底改变 IT 产业的架构和运行方式。在云计算变革中，传统互联网数据中心（IDC）已逐渐被成本更低、效率更高的云计算数据中心所取代，绝大多数软件将以服务方式呈现，甚至连大多数游戏都在“云”里运行，呼叫中心、网络会议中心、智能监控中心、数据交换中心、视频监控中心和销售管理中心等架构在“云”中获取高得多的性价比。通过云计算这种创新的计算模式，用户通过互联网可随时获得近乎无限的计算能力和丰富多样的信息服务，它创新的商业模式使用户对计算和服务可以取用自由、按量付费。毋庸置疑，信息技术正在步入一个新纪元——云计算时代。

当前，从全球范围看，科学技术越来越成为推动经济和社会发展的主要力量。物联网、云计算、大数据、移动互联网等新一代信息技术在电子政务和智能高校建设中的应用，将全面提升电子政务的智能化水平和服务能力；进一步促进跨地区、跨部门、跨层级的信息共享和深度挖掘；推动建设更加完善的信息资源服务体系；真正推动数据和业务系统与承载的技术环境分离，实现大集中高效管理；推动转变电子政务建设和服务模式，全面提升电子政务技术服务能力，降低电子政务建设和运维成本。

以智能电子政务创新驱动建设智能型服务型电子高校是全球高校深化改革，真正实现高校重构的大趋势。因此，如何有效科学地将云计算、大数据、移动互联网等新一代信息技术广泛应用到智能高校建设中，是实施中国复兴战略的重要切入点。

本书试图从理论与实践相结合的角度，对云计算、大数据、移动互联网等新一代信息技术在智能高校建设中的应用发展方向及趋势进行了重点阐述，并在智能高校建设中如何应用这些技术进行了较为详细的介绍。希望通过创新理论方法指导工程实践，逐步总结探索出一条具有中国特色的智能高校建设之路。

目 录

第一章 云计算技术的演变过程	1
第一节 云计算技术的兴起	1
第二节 云计算技术的起源与演变	12
第三节 云计算技术的特征与重要意义	17
第二章 高校智能系统的设计方法	24
第一节 复杂系统的传统设计方法	24
第二节 构建智能型高校系统的方法论分析	26
第三节 构建智能型高校中云计算的关键技术	37
第三章 高校智能系统的设计概论	92
第一节 云计算体系架构——基础设施即服务	92
第二节 把绩效作为智能型高校发展的引领性目标	107
第三节 梳理高校业务参考模型	108
第四节 建立高校云服务平台	108
第五节 智能型高校高校的数据治理	109
第六节 建立智能型高校应用程序总库	112
第七节 建立智能型高校协作平面	112
第四章 高校中大数据的重要作用	116
第一节 高校与大数据的关系	116
第二节 高校的大数据如何设计	152
第三节 大数据服务	162
第四节 大数据的标准体系	164
第五章 云技术在高校校务中的应用	166
第一节 校务服务分类探究	166
第二节 校务服务分类表	167

第三节 校务服务单元描述	174
第六章 基于智能型高校的大数据服务	188
第一节 大数据服务分类	188
第二节 大数据服务单元描述	191
第七章 云技术及大数据下的高校智能协作平台	199
第一节 高校应用智能协作平台的目标	199
第二节 高校智能协作平台表现形式	200
第三节 高校智能协作平台服务单元描述	202
第四节 高校智能协作平台的特点及进化	205
第五节 高校智能协作平台的云计算安全	206
参考文献	242

第一章 云计算技术的演变过程

第一节 云计算技术的兴起

一、生产力与云计算

是什么贯穿了上古到云计算？是生产力的进步。

不认识到这一点，你可能是云计算的反对者、怀疑者、旁观者，也可能是云计算的跟风者、投机者，也可能是云计算的从业者，但你绝不可能是云计算的坚定支持者，也不大可能对云计算的本质有深入的理解。

如果对云计算的本质没有深入的理解，如果不是云计算的坚定支持者，无论是公司还是个人，在不可抗拒的云计算浪潮面前，必然只是一个过路人。

生产力的进步贯穿了从上古到今天的人类历史，决定了信息行业发展到云计算是不可避免的。

如果不可避免，那就坦然面对，就像面对明天早上的太阳，就像面对秋天的风、冬天的雪。

如果不可避免，那就做好准备，准备好明天早上需要的面包和牛奶，准备好秋天的外套、冬天的棉袄。

那么，云计算真的是这样不可避免吗？

活在当下，不问往事，不想身后事，自然是洒脱的。但从你拾起这本书，翻开这1页起，显然你不属于洒脱到这么极致的一类人。你的好学或者好奇令你翻开这第1页，在后面你将看到人类如何发展，IT如何进步，云计算如何发展到现在并影响未来。

在生产力发展的四大法则——规模化、专业化、精细化、自助化的铁律下，人类作为自然界最具智慧的生物，经过了农业革命和工业革命，终于到了如今可以用日新月异来形容的信息革命。短短几十年，信息革命经过PC变革、互联网变革、云计算变革，已经对每个人的生活和每个组织的运作产生了巨大的影响。且看，在生产力四大法则对社会进步和信息产业的趋势性引领下，云计算变革是如何不可避免的。

（一）生产力概述

不知道有多少人会有这样的问题：“我从哪里来，要到哪里去？”或者“生命的意义究竟是什么？”，可能只是有些神经质、吃饱了饭没事干的人才会有这样的想法，没有统计，不得而知。但是至少我，以及一些哲学家、思想家，或者真的是有些神经质、吃饱了饭没事干的人想过这样的问题。

不满足于不知道从哪里看到、听到的“从你来的地方来，去你去的地方去”“生命的意义在于经历磨难”这样似是而非的回答，在最青春的那些年华里，在诗一般的校园生活里，我在路边小摊和图书馆里，如饥似渴地搜寻着，看那些哲人是否能给出一个答案。老子、黑格尔、叔本华、尼采，一路下来，却还是没有明确的答案。

直到最近，我才得出最新的结论：每个人，都裹挟在历史的洪流中，促进着人类社会的进步。这不是一个精确而具体的答案，但针对抽象的问题本来就不会有精确而具体的答案。这应该是一个难以被驳倒的答案：每个人，从出生起，无论是伟大还是平庸，善良还是邪恶，英雄还是小人，都扮演着社会需要的角色，跟随或者促进着社会的发展进步。这个过程，似乎不受个人是主动还是被动、意识到还是没意识到而发生改变。

从昨天到今天，从去年到今年，社会进步了吗？这个当然不能仅仅用工资

和 GDP 来衡量，政治法律制度、科学文化发展水平、道德风尚和文学艺术都是衡量社会进步的标准，但是生产力发展水平则是衡量社会进步的根本标准。当然，生产力也不仅仅是进行工业和农业生产的能力，生产力是人类运用各类专业科学技术，制造和创造物质文明和精神文明产品，满足人类自身生存和生活的能力。在某些高中课程中对生产力的定义是“人类改造自然的能力”，该定义显然不够全面。

当然，没有东西是静止不变的，世界万物如此，知识如此，生产力的定义也是如此。通常讲，我们对生产力的认识大致经过 3 个阶段。

第一阶段，生产力是征服和改造自然的能力。

第二阶段，科学技术是第一生产力。

第三阶段，生产力是创造财富的能力，资本是第一生产力。

下面我们回顾一下生产力发展的简史和生产力的概念，体会规模化、专业化、精细化、自助化在其中的应用，并提出“生产力就是满足需求的能力”。其中，规模化的概念在工业革命之后不断深化，直到现在规模化依然是制造业的法宝；专业化等同于分工，而在亚当·斯密于《国富论》一书中强调劳动分工会引起生产的大量增长之后，“分工”一词已被人们广泛认可；精细化和自助化直到最近几个世纪，“服务”一词出现以后才有明显的表现形式。但这只是表面，或者只是我们从理论上和工业化中看到的规模化和专业化，事实上，在工业化之前甚至在人类发展之初，规模化和专业化就已经开始起作用了。特别是规模化，人类依靠群居的生活方式才得以在自然界的残酷竞争中生存下来，群居其实就是一种规模化的表现形式。

（二）生产力简史

人类在漫长的原始社会时期，自身的行为既没有改变自然，也没有造就自然，人类所能控制的只是人类自身。这时的生产力如果存在的话，也只是利用自然的能力，比如找到一棵有果子的树并将果子摘下来的能力。

距今约 260 万年前，人类进入了旧石器时代，第一次有了属于身体以外的工具，用来来自自然界的工具改造自然界。可以说在这时专业化就开始起作用了。手很灵活，能做很多动作，但用手来改造自然界显然效率是很低的；而石斧虽然不那么灵活，却坚硬、锋利，用它来改造自然界显然效率更高。将手和石斧的功能分开来，就是一种专业化：手专门用来制作生产工具，当然也完成其他一些功能；而石斧专门用来做需要很大的力量和更锋利

的刃来处理的事情，比如砍树木、宰杀动物。

旧石器时代只能打制石器。人类在这个阶段还只能叫作能人、直立人、智人。最开始的能人只能使用简单的石器，比如石片、食用腐肉和野生植物。大约 150 万年前，直立人开始出现，可以控制火并制造较复杂的石器如石斧。大约 20 万年前，智人，也就是我们现在人类所属的生物物种，才出现在东非。这时的人类不仅学会了保存天然火，而且学会了人工取火。大约 5 万年前，智人已经基本上和现代人相似了，也可能有了打猎和采矿活动。

距今约 15000 年前，人类进入了新石器时代，可以磨制石器，可以制作表面磨光的石器，这个时代在不同的地方结束于距今 5000 年前到 2000 年前不等。但距今 8000 年前的石头工具大部分还是部分表面磨光，那时是打制石器和磨制石器混合使用，后来逐步过渡到以磨制石器为主，且主要是通体磨光的石器。在这个时期，人类还发明了陶器，出现了原始的农业、养畜业、手工业。在新石器时代末期，人类已经开始使用天然金属，后来学会制作纯铜器。但是由于纯铜的质地不如石器坚硬，不能取代石器，这一时期也被称为金石并用时代。

旧石器时代和新石器时代合称原始社会，也有人将中间磨制石器出现后打制石器和磨制石器混合使用的阶段称为中石器时代。到了公元前 3000—公元前 2000 年左右，人类学会了制造青铜，进入青铜时代。到了公元前 1000 年——公元初年，随着各地铁器的出现，人类进入铁器时代。从金石并用时代到铁器时代，是原始社会的解体时期，也是阶级社会的形成时期。各种矿物质的发现和冶炼，以及各种工具的出现，正是生产工具越来越专业化的发展形态。

有两个成语可以很好地展示科学产生以前的生产力：精卫填海、愚公移山。精卫填海显然停留在精卫利用自己的身体和大自然的阶段，当然，精卫不是人类；愚公移山的主角即，愚公家族，显然有简单的挖掘和运输工具。现在，山体隧道、海底隧道、围海造田已经是成熟的工程了。

科学技术显然比征服和改造自然的能力更近一步，不但主体变成更抽象的知识和技能，而且对象也不仅仅是人与自然的互动了，也包含了对人自身的认

识和改造。科学技术是第一生产力也是大众认可的人人都熟悉的口号。显然对生产力的认识是随着时代的进步而不断发展变化和演进的，后一阶段的认识是建立在前一阶段的基础上的，而不是否定前一阶段的成果。就像工业革命颠覆了农业社会，但不否定了农业社会和农业。云计算也建立在信息产业数十年发展的基础上，应用了此前的很多技术成果。

生产力是征服和改造自然的能力，是在工业革命兴起不久即 18、19 世纪形成的结论，主要是对农业社会的总结。农业社会主要是人和自然的斗争史，所以生产力着重强调自然。科学技术是第一生产力，其实是为了强调科学技术的重要性，而不是为了说明什么是生产力，这是在 20 世纪科技革命风起云涌的背景下总结出来的。生产力是创造财富的能力和资本是第一生产力，是在 20 世纪最后 10 年和 21 世纪兴起的理念，财富和资本对社会的影响力空前强大，在获得追捧的同时被解释成生产力。

“资本是第一生产力”显然是最近才提出的学术口号，尤其是在中国。这里的资本不

仅仅指货币资本或金融资本，它涵盖知识、技能、生产资料等。劳动力密集型和资本密集型产业的存在，同样也是规模化的体现。

（三）满足需求的能力就是生产力

生产力是创造财富的能力，或许可以进一步解释为直接或间接满足自身和他人需求的能力。个人或者组织，如果能满足其他个人或组织的需求，就能创造财富，就是具有生产力的。把马斯洛的需求理论稍微借用一下，人的需求有以下5个层次。

生理需求，最基本的吃饱穿暖、生儿育女。

安全需求，相对安全稳定的免受威胁的生活环境。

社交需求，沟通、友情、爱情。

尊重需求，自尊心、人格尊严。

自我实现需求，自我价值的体现、自我期望的实现。

团体和组织的需求要比这5个层次的需求复杂一些，但也基本能用这5个层次概括。至此，我们可以说，满足个人或组织需求的能力就是生产力。

（四）生产力革命

生产力的发展不仅伴随人类社会发展的始终，更决定了社会进步的过程和速度。在数百万年的人类历史中，生产力发展不断加速。甚至可以说20世纪、21世纪的生产力进步超过了此前200万年的进步，无论从哪个角度评估都是如此。

人类近200年产生的知识总量远超200年前的人类产生的所有知识总量，近200年人类创造的财富和消耗的能量也远超20世纪、21世纪以前的总和。

图1-1展示了东西方生产力发展公元前20世纪—公元19世纪的情况。即使考虑到人类数量的增长，现在人均消耗的能量也远超200年前。图1-2表明，现代人每天消耗的能量是农业时代的20倍。

显然，生产力发展不是匀速进行的，有时会快速发展，有时会停滞，有时甚至会倒退。但总体的趋势是向快速发展的，而且人类的生产力发展可以划分为具有明显特征的几个变革时代：农业革命、工业革命、信息革命。不是说在工业革命之前就没有工业，而是在某个时间内工业快速发展，这个时期就称为工业革命。

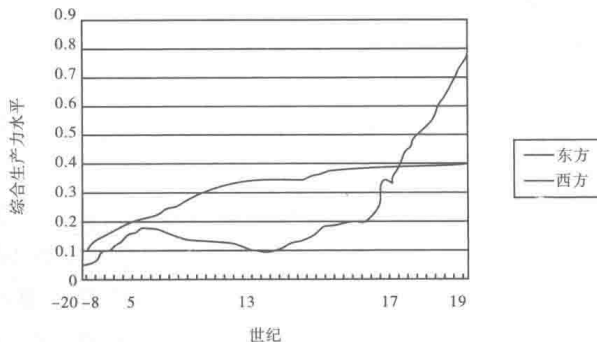


图 1-1 东西方综合生产力历史比较



图 1-2 人类社会人均消耗能量的发展概况

三次生产力革命均从不同方面使人得到解放：人类诞生的初期就因为采用石质工具使手得到解放；农业革命因为畜力的使用使人的手和体力得到进一步解放；工业革命，由于蒸汽机和内燃机的使用，使人的身体得到进一步解放；信息革命，由于电脑和机器人的出现，在进一步解放人身的同时使大脑也得到很大程度的解放。

3次生产力革命使人类群体之间的分工进一步深化，或者说人的技能进一步专业化。在农业社会，绝大部分人都是在农业生产链上进行工作、生活的，大家对动、植物和农业生产都有亲身经历或者实际观察。但在工业革命和信息革命之后，有的人从一出生就生活在城市里，一生中少有的几次看到农作物和农业生产可能也是在出差的路上，而有的人可能一生中除了衣食住行就是与电子产品打交道，一个产业群体的人完全难以理解另一个产业群体的人的生活，更不用说技能了。

1. 农业革命

农业革命发生在新石器时代，它使人类摆脱野蛮走向文明。虽然对于文明有很多定义，但是通常具有文字和城市才能被称为文明。在大约距今 1.1 万年前，即公元前 9000 年左右，最后一个冰期结束，气候渐趋变暖。这时在人类历史上发生了一次重大转折，就是由狩猎和采集时代过渡到定居和农业时代。这一转折在历史上称为农业革命。

为农业革命提供动力的是生产工具的进步，即磨光石器和陶器的出现。经过磨制，石器器形变得更加准确、合用、锋利，还可重复磨制并保持锋利，这为以后的农耕准备了劳动工具。陶器既可用来盛物，也可用来浇水，也是发展农业的条件。在这里，最初的工具和人类技能的专业化和分工开始出现。

但农业革命到来的主要标志不是上述工具的出现，这些工具并不能直接导致农业和畜牧业的兴起。农业革命到来的主要标志为：作物栽培的开始；野生动物的家养；人类由动荡不定的生活方式转向定居。在这之前，人们的食物来源于狩猎和采集，生活地点要随着当地野生植物和野生动物的多少而转移，不可能太稳定。而作物的栽培和动物的养殖，则意味着人类开始用自己生产的食品来代替自然提供的野生食物，从而结束了狩猎和采集时代，开创了一个崭新的时代——农业时代。这时，规模化和专业化明显地发生了，栽培、圈养、供水排水、非农业生产，都体现了专业化和规模化的作用。

农业革命的内在起因还是它能更好地满足人类更稳定地获得更多食物的需求，当然，其生物进化的因素即人类智力的发展和知识的积累为将这种需求变为现实提供了条件。正是世界各地先后经历了农业革命，才有可能产生氏族、城市、阶级、文字、知识、艺术。

2. 工业革命

工业革命开始于18世纪中期,发生在英国,后来扩展到欧洲大陆、北美和其他区域。工业革命在很多国家也是在最近几十年才开始,它带来了生产力的迅猛发展,提高了生产社会化的程度,为资本主义制度战胜封建制度奠定了强大的物质基础,也带来了农业人口的骤减和西方的领先。

工业革命是从棉纺织工业开始的。1733年,英格兰中部兰开夏郡的技工约翰·凯伊发明了飞梭,大大提高了织布的效率。随着哈格里夫斯发明的“珍妮机”纺纱机一次可以织出8根线,水力纺纱机、水力推动的自动卧式织布机的相继出现,大大提高了织布效率。机器的发明浪潮迅速从纺纱机和织布机扩展到其他纺织部门,毛纺和麻纺工业也开始机械化了。机器的相继发明,使动力成为急需解决的问题。用水力推动机器运转是一个进步,但是这样的话工厂只能建在河边,因而受到很大的限制。18世纪初期,英国已经开始使用蒸气泵在煤矿里排水了,但是由于它消耗的热能多而功率较低。1763—1769年,英国格拉斯哥大学的年轻工人詹姆斯·瓦特对蒸汽机进行了重大改进,使蒸汽机的热效提高了8~10倍。

1783年,瓦特又为蒸汽机和工作机之间的连接设计了一套连杆曲柄转动机构,使蒸汽机所提供动力的运动形式从直线往复运动变为旋转运动。这一改进才真正使蒸汽机成为一切生产部门和交通运输部门的“万能的原动机”,并得到广泛应用,从而使英国工业革命取得重大进展,也是近代技术的核心——蒸汽动力技术确立的标志。

蒸汽动力技术的推广和应用,进一步引起了燃料工业、交通工业和机械制造业等一系列工业部门的技术革命,形成了一个以蒸汽动力技术为核心的近代技术体系。

工业革命将规模化和专业化推向了顶峰,也体现了一定程度的精细化。所有可以标准化的产品,都走向了规模化和自动化的生产,包括纺织、制衣、食品加工、机械制造、汽车等。而专业化即分工也到了登峰造极的地步。还记得卓别林的经典电影《摩登时代》吗?影片描写的是人和机器的冲突,背景是当时的美国工业因为转用机器而大量解雇工人所造成的失业浪潮,查里在不断加快的传送带式的作业线上被弄得精神失常,即使在被卷入巨大的机器齿轮中还在用扳手拧着螺丝,他每天的工作就是拿个扳手拧螺丝。影片中描述的专业化虽然残酷,却是事实,想想富士康生产流水线上的年轻的工人们吧。

从工业革命开始主要发生了3次技术革命(也称工业革命、科技革命)。第一次技术革命开始于18世纪早期,以蒸汽机的发明和应用为主要标志。第二次技术革命开始于19世纪30年代,以电力和内燃机的发明应用、新的交通工具、新的通信手段、化学工业的建立为主要标志。第三次技术革命开始于二战后初期,包括原子能、航空航天、计算机、分子生物学、遗传工程和合成材料等,此次革命以电子计算机为主要代表,以信息技术为主要标志,所以又被称为信息革命。

3. 信息革命

工业革命延伸和解放的是人类自然力中的体力,而信息革命延伸和解放的是人类自然力中的脑力。人类社会无处不在进行脑力劳动,信息化也就无处不在,这正是信息化的生命力之所在。而信息革命相对于农业革命和工业革命,经历的时间更短,发展速度和取得的成就却至少不逊于前两次革命。

从广义的信息来讲,迄今为止,人类社会经历了5次信息技术革命,即语言的产生;文字的发明;印刷术的出现;电话、电报、电视的诞生;电子信息技术的普及。现代信息产业以数字化、智能化和网络化为特征的信息革命,产生的生产力甚至远远超越了工业革命。本书所指的信息革命专指电子信息技术革命。

阿尔文·托夫勒(Alvin Toffler)在1980年出版的名著《第三次浪潮》中提出,人类社会的第三阶段为信息化(或者服务业)。美国未来学家约翰·奈斯比特(John Naisbitt)在1982年出版的《大趋势》中提出,人类先后经历了农业社会、工业社会,如今将逐步进入信息社会,并指出我们仍认为我们生活在工业社会里,但事实上我们已经迈入了一个以创造和分配信息为主的经济社会。美国企业家兼经济学家保罗·霍肯(Paul Hawken)在1983年出版的《未来的经济》中提示,未来的经济是所谓的信息经济,指出“物质经济”是工业化时期的经济,它以大规模使用和消耗原料、资源和能源为基础,其特征是机械化,而“信息经济”则是减少产品和劳务中的物质消耗,提高其中智能和信息比重的经济。

电子信息技术革命的核心,在前期是围绕计算机的发展进行的。计算机到目前为止经历了四个时代:电子管计算机、晶体管计算机、通用集成电路计算机、大规模集成电路计算机。电子计算机的诞生和发展毫无疑问是基于工业革命的成果的,同时极大促进了工业的发展。而计算机元器件的集成度和制造,完美诠释了规模化和专业化对制造业的决定性和推动性。

1946年,美国研制成了第一台电子计算机,标志着第一代电子管计算机诞生。与此同时,出生于匈牙利的美国数学家冯·诺伊曼设计了一个“离散变量自动电子计算机”(简称EDVAC)方案。这一设计方案于1949年5月在英国剑桥大学试制成功。这种计算机被称为冯·诺伊曼机,其运行速度每秒达几万次。1952年,美国也制成这种计算机。第一代电子管计算机的主要特点有:使用电子管作为基本逻辑部件,体积大,耗电多,可靠性差,成本高;采用电子射线管作为存储部件,容量小,外存储器后来使用了磁鼓存储信息,扩充了存储容量;没有系统软件,只能用机器语言或汇编语言编程。输入与输出主要用穿孔的纸带或卡片,编程与上机都很费时、费力。世界上第一台计算机用了1.6万只电子管,占地 170m^2 ,重 $3\times 10^4\text{kg}$,耗电 150kW ;看看如图1-3所示的小型电子管计算机吧。

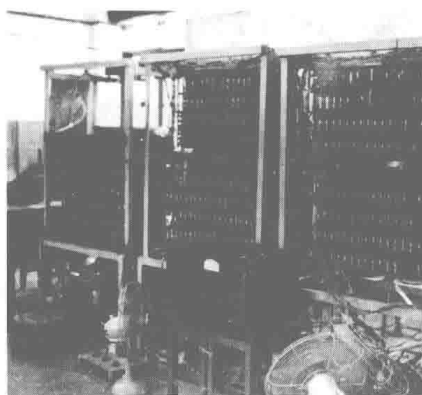


图 1-3 电子管计算机

1954年,美国贝尔实验室研制成功第一台使用晶体管线路的计算机,取名为“催迪克”(TRADIC),装有800个晶体管。1959年美国研制成第一台大型通用晶体管计算机,是第二代晶体管计算机,开始了以晶体管代替电子管的时代。第二代晶体管计算机的主要特点有:用晶体管代替电子管作为基本逻辑部件;具有速度快、寿命长、重量轻、体积小、功耗小等优点。第一代计算机(电子管计算机)使用的是“定点运算制”,参与运算数的绝对值必须小于1;而第二代计算机(晶体管计算机)增加了浮点运算,使数据的绝对值可达2的几十次方或几百次方,计算机的计算能力实现了一次飞跃。同时,用晶体管取代电子管,使得第二代计算机体积减小,寿命大大延长,价格降低,为计算机的广泛应用创造了条件。如图1-4所示是一个晶体管计算机。

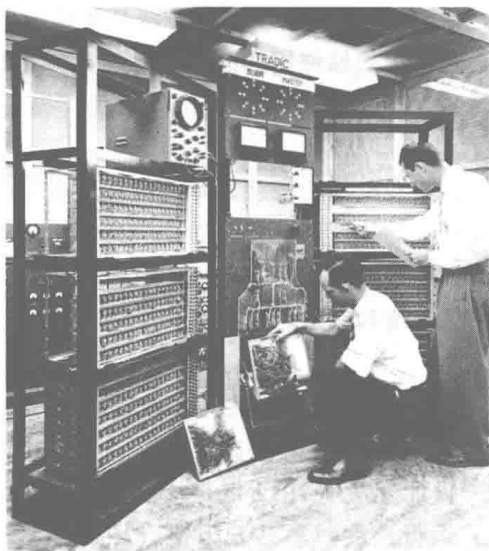


图1-4 晶体管计算机

1964年4月7日,美国IBM公司宣布制成通用的集成电路计算机IBM 360系统,标志着第三代电子计算机的诞生。第三代集成电路计算机的特点主要有:使用中小规模集成电路作为基本逻辑部件,从而使计算机体积更小,耗电更省,成本更低,运算速度有了更大的提高,它的使用使计算机进入了普及阶段;采用半导体存储器作为主存储器,使存储容量和存储速度有了大幅度的提高,增加了系统的处理能力;系统软件有了很大发展,出现了分时操作系统,多用户可共享软硬件资源;在程序设计方法上采用了结构化程序设计,为研制更加复杂的软件提供了技术上的保证。20世纪60年代的集成电路计算机如图1-5所示。

第四代大规模集成电路电子计算机,约诞生于1970年,标志是IBM 370系列。第四代大规模集成电路计算机的特点主要有:基本逻辑部件大规模集成电路,使计算机体积、重量和成本大幅度降低,出现了微型机;作为主存的半导体存储器,其集成度越来越高、容量越来越大,外存储器广泛使用软、硬磁盘,还引进了光盘;使用方便的输入输出设备相继出现;软件产业高速发展,各种实用软件层出不穷;计算机技术与通信技术相结合,计算机网络把世界紧密联系在一起;多媒体技术崛起。



▲新产品：集成电路数字计算机。

图 1-5 集成电路计算机

从电子元器件的属性上讲，计算设备属于大规模集成电路计算机，无论是、台式机、笔记本，还是平板计算机、智能手机。

信息产业中的物理属性当然很好地诠释了规模化和专业化，电子元器件的种类很多，每一个种类都会大规模生产，或者说只有大规模生产才能得到广泛应用并具有性价比上的竞争力，而集成电路上集成的元器件也有成千上万甚至百万的规模。

但是，信息产业又改变了规模化、专业化。信息产业在规模化、专业化中增加了标准化自动化，能将大规模的专业生产工序，采用自动控制的机械或者机械手完成，进一步解放了人类的体力和脑力。在《摩登时代》中查理一天到晚拧螺丝的场景，可以不存在了。当然，使用全自动生产带来的经济上的成本和社会上的失业问题，不是我们这里讨论的主题。

但是从 20 世纪 70 年代起，信息产业经历了三次变革：PC 变革、互联网变革、云计算变革。这三次变革无疑都促进了信息产业和整个社会生产力的发展，同时先后从不同程度上诠释了规模化、专业化、精细化、自助化的魔力。

（五）电子信息产业的三次变革

信息产业的三次变革（PC 变革、互联网变革、云计算变革）并不是串行发生的，大型机仍然在被使用，PC 变革仍在某些领域延续，互联网变革也因移动互联网的兴起远未结束。

个人计算机变革从 20 世纪 80 年代到整个 20 世纪 90 年代，互联网变革发生在 20 世纪 90 年代及 2003~2013 年，云计算变革正在发生（图 1-6）。



图 1-6 三次信息产业变革

个人计算机变革将昂贵的、只在特殊行业中使用的大型主机发展成每个人都可以负担得起、都能使用的个人电脑，提高了个人的工作效率和企业的生产效率。个人计算机变革中诞生了一批伟大的公司：IBM、微软、惠普、戴尔、Oracle、SAP 等。

互联网变革将数以亿计的单个信息孤岛汇集成庞大的信息网络，方便了信息的发布、收集、检索、共享，极大地提高了人类沟通和共享以及协作的效率，丰富了人类的社交和

娱乐。互联网变革成就了另一批伟大的公司：思科、雅虎、Google、亚马逊、EBay 等。

大型机通常用于政府、银行、交通、保险公司和大型制造企业。特点是处理数据能力强、稳定性和安全性又非常高。从 system/360 开始的一系列 IBM 计算机是大型机的典型代表，而 IBM 也是全世界最大的大型机制造商。互联网始于 1969 年，是在 ARPA（美国国防部研究计划署）制定的协定下将美国西南部的大学（加利福尼亚大学洛杉矶分校、斯坦福大学研究学院、加利福尼亚大学和犹他州大学）的 4 台主要的计算机连接起来。此后经历了从文本到图片，到现在的语音、视频等阶段，宽带越来越快，功能越来越强。

从 2008 年起，云计算（Cloud Computing）概念逐渐流行起来，它正在成为一个通俗和大众化（Popular）的词语。云计算开始时被视为“革命性的计算模型”，因为它使得超级计算能力通过互联网自由流通成为了可能。后来业界认识到企业与个人用户无须再投入昂贵的硬件购置成本，只需要通过互联网来购买租赁计算力，用户只用于自己需要的功能付钱，同时消除传统软件在硬件、软件、专业技能方面的花费。云计算让用户脱离技术与部署上的复杂性而获得应用。云计算囊括了开发、架构、负载均衡和商业模式等，是软件业的未来模式。它基于 Web 的服务，也以互联网为中心。

二、云计算的兴起

云计算是一场技术进步、需求推动、商业模式创新共同推动的变革，也是生产力进步和信息产业发展的必然。

1. 虚拟化技术成熟

硬件虚拟化、软件虚拟化、操作系统虚拟化在近几年都已经趋于成熟。这些虚拟化技术已经在多个领域得到应用，并且开始支持企业级应用。

虚拟化技术成熟的另一个标志是虚拟化市场的竞争日趋激烈。虚拟化细分市场目前已经涌入了 VMware、思杰、微软、Red Hat、Oracle 等公司，以及众多的中小企业。

虚拟化技术早在 20 世纪 60 年代就已经出现，而该项技术只能应用在高端系统上。而在 Intel X86 架构体系上，1998 年 VMware 公司将软件虚拟化引入 Windows NT。之后，Xen、KVM、Hyper-V、VMware ESX 的推出，以及 Intel、AMD 在 CPU 等硬件设备中对虚拟化的支持，使得 X86 体系虚拟化越来越成熟，并且以虚拟化为中心的数据中心管理系统也不断出现。

2. 宽带的普及

在互联网应用的快速普及下，以及在宽带设备制造商和宽带运营商的支持下，宽带在 1993—2013 年得到了迅速普及，并且世界各国都在为建设更好的宽带网络做出各种各样的努力。

比如欧盟委员会在 2009 年 9 月推出申请欧盟宽带网络建设政府补助金指引，为投资者提供一个清晰的和可预测的文件框架，帮助成员国加快各自的宽带建设。这份指引还考虑了下一代接入网络部署的特别条款，鼓励公共资金进入这一领域。这份建议还充分考虑了公共咨询阶段的反馈。其他各国也有类似的措施指导本国宽带的发展。

中国的普通家庭带宽已经从十年前的几十 KB 发展到现在的以 4MB 和 10 MB 为主流。而世界上宽带建设领先国家的家庭带宽已经到达 50 MB 以上，并基本上实现光纤到户。

重要的是各个国家已经制定了宽带战略，包括中国。而移动宽带也正在跑步进入 4G 网络时代，通过 WiFi 和 4G 网络看视频已经成为可能。

3. 互联网应用增加

早期的互联网，主要用来发送信件、共享文件，后来发展到共享、浏览新闻和其他信息，而随着互联网使用人数、网络带宽的增加，互联网应用已经渗入到人们工作、生活、娱乐、交友的各个方面。常见的互联网应用已经包括：网络音乐、网络新闻、即时通信、搜索引擎、网络视频、网络游戏、电子邮件、博客应用、论坛/BBS、网络购物、网上支付、网络炒股、旅行预订、社交网络、微型博客、在线办公软件、企业人力资源和供应链在线管理软件等。而且，互联网应用特别是移动互联网应用还在不断增加。

4. 服务器浏览器开发技术的进步

服务器浏览器开发技术是指以 AJAX 和 Web Service 为代表的互联网技术，这些技术的出现和进步，大大提高了用户使用互联网应用的体验，方便了互联网应用的开发。这些技术同时使得越来越多的以前在桌面使用的软件功能转向在互联网上提供，比如传统的 Office 软件，甚至一些绘图软件。

5. IT 基础设施利用率低下

现有的数据中心采用专用模式进行部署，新应用的推出意味着存储、服务器等基础设施的重复投入，企业之间和企业内部部门、业务之间资源之间无法实现有效共享，导致资源利用率低下。另外，为了避免性能不足，必须针对应用的峰值采购部署基础设施。开发、测试等环境的搭建也进一步降低了服务器等资源的利用率。据统计，目前大部分服务器的实际利用率都在 8%~30%。

6. 数据中心能耗问题突出

来自 Gartner 的数据，2008 年全球数据中心年度能源与电力成本已经高达 70 亿美元以上。据估算，在硬件上每花费一美元，就要支出 0.5 美元能源费用。到 2011 年，该数字会飙升至 0.71 美元。

IDC 的一项调查表明，全球数据量在未来 10 年内，将以每年 50.6% 的综合增长率迅速膨胀。而与此对应的是美国节能联盟（Alliance to Save Energy）的另一项调查结论：如果数据中心的能耗以目前的速度继续增长下去，那么数据中心的用电需求和电费将在不到 10 年的时间内翻番，这将使越来越多的企业遭遇“买得起，用不起”的尴尬境地。据 IDC 预测，2008 年 IT 采购成本将与能源成本持平。

惠普公司曾经对亚太区近 300 家企业的节能情况做过一些调查，得出的数据是：包括中国在内，企业数据中心的 IT 设备的能耗基本上占到整个数据中心能耗的 1/3，这只是一个平均的能耗值，这些能量仅仅能维持计算机的正常工作。而在数据中心的散热设备的耗能将占到整个数据中心能耗的 2/3。这两部分能耗成本的总和将占到数据中心设备成本的 33%，如果再将电源和散热设备的折旧成本的 36%（包括发电机）加在一起，这两部分的成本会占到整个数据中心设备成本的 69%。

越来越突出的能耗问题，迫使企业更加慎重地考虑是否自己建立数据中心，或者使用外部的利用率更好的第三方基础设施，甚至是平台服务、软件服务。