

教育部-IBM高校合作项目
精品课程系列教材



现代大型主机系统导论

黄晓涛 吴驰 彭娅婷 党朝志 编著



清华大学出版社

教育部-IBM高校合作项目
精品课程系列教材

现代大型主机系统导论

黄晓涛 吴驰 彭娅婷 党朝志 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

大型主机在现代大型企业 IT 基础设施中扮演着非常重要的角色。本书的主要内容包括大型主机概述、主机硬件系统、大型主机关键技术、主机基本操作、大型主机网络连接、大型主机系统安全、主机应用系统开发和现代主机系统应用与展望。通过本书,不仅可以了解到更多的有关大型主机系统的基本概念、体系结构和重要技术等,而且能够了解主机操作使用的基础知识,熟悉主要的主机操作系统 z/OS,同时还可以较为系统全面地认识和掌握大型主机系统的应用以及应用的开发实施过程。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

现代大型主机系统导论 / 黄晓涛等编著. —北京:清华大学出版社, 2010.1

(教育部-IBM 高校合作项目精品课程系列教材)

ISBN 978-7-302-20048-2.

I. 现… II. 黄… III. 大型计算机—高等学校—教材 IV. TP338.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 064686 号

责任编辑:焦虹 李玮琪

责任校对:时翠兰

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京嘉实印刷有限公司

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:18

字 数:448 千字

版 次:2010 年 1 月第 1 版

印 次:2010 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.00 元



本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。
联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:032689-01

序 言

从早期的人类登月计划到现今繁荣的银行业,大型主机都是不可或缺的功臣。

从 360 时代“360 度全方位服务”的大型机,到 390 年代“面向企业”的大型服务器,直至如今电子商务时代的“不中断、不宕机的 z”主机,IBM 在其主机发展的历史长河中,始终秉承了 On Demand(按需应变)的宗旨,以“虚拟化、开放与创新”为指导,以超乎想象的能力面对各种严峻的挑战,甚至是生存危机,从而不断焕发出新的生命力。这就是大型主机永葆青春的秘诀。

当今,大型主机在降低基础设施复杂性,降低数据中心占地空间,确保信息安全以及降低数据中心能源和电力成本方面又有新的创新与发展,它已成为全新企业级数据中心的理想引擎,大型主机的用户数量也在不断增多。大型主机的应用不仅在传统的政府、金融、海关、税务、铁路等领域继续发挥着威力,而且在保险、医疗、制造、物流、网络、手机、游戏娱乐等领域也展现了新的魅力。

我们已经看到,市场对那些有能力承担大型主机开发、编程或创新任务的学生有着巨大的需求。对这些学生而言,大型主机俨然已成为他们职业生涯的基础。

1997 年,IBM 公司与国家教育部签署了捐赠四台大型主机的协议,并选择北京大学、复旦大学、华中科技大学(原华中理工大学)和华南理工大学作为受赠高校。四所高校在获得了当时最先进的计算机系统后,借鉴国外高校的经验,在国内高校的计算机学院设置了大型主机专业方向,并在大型主机的人才培养和科研上进行了探索。在课程体系的建設上,四所高校根据各自的特点,编写了相关教材,对本科生、研究生开设了专业课程。

随着 IBM 技术的创新发展、全球经济化的持续深入以及我国软件产业和全球外包业的发展,需要更多的大型主机专门人才,教材更新的需求也越来越明显。2005 年,IBM 再次与华中科技大学、同济大学、华南理工大学、成都电子科技大学、四川大学、大连理工大学、大连交通大学及北京大学等八所高校的计算机学院与软件学院联合启动了新的大型主机人才培养合作项目,并在上海、广州、成都、大连和武汉设立了五个区域性的系统教育中心,配备

了先进的大型主机和配套设备,从而使我国大型主机教学环境紧跟大型主机技术的发展前沿;2008年又新发展了云南大学、重庆大学、东北大学、东南大学及深圳大学等五所大学。预计今后两年,该项目将推广到20所大学。另外,参加合作项目的高校共同成立了“大型主机专业方向教学指导工作组”,定期开展大型主机教学交流活动,推进大型主机专业方向的教学改革。

令人高兴的是,IBM大学合作部组织各校教学骨干教师编写、出版了该套系列教材,其特色如下:

系统性: 该套教材针对大型主机的基本概念、硬件体系结构、主机系统管理基础、主机应用系统开发工具及环境等几个主要方面进行较为系统、全面的阐述,并对最新的大型主机技术进行了详细的介绍,同时也介绍了主机操作的基本知识和主机操作系统的相关概念。

适用性: 大型主机代表着一种信息处理方式,因此,大型主机技术不仅是计算机专业的研究方向,也是金融信息工程专业的研究课题。该套教材紧密结合当今大型主机应用的现状,紧紧围绕大型主机的最新关键技术进行重点介绍,同时注重系统操作实践,在向读者阐明相关基本概念和理论的同时,也介绍了主机操作的基本知识和操作实例。因此它不仅适于作为高校计算机专业课程的教材,而且是大型主机系统操作、管理人员和程序设计人员不可缺少的学习资料,对于从事主机外包业务的专业人员来说,也有很好的指导意义。

时代性: 随着网络的发展,大型主机也在不断发展。现今的时代是知识经济时代,是信息爆炸的时代,更是大型主机推陈出新的时代。随着大型主机的发展,越来越多的新技术、新方案、新名词层出不穷。该套教材紧随时代发展的潮流,将大型主机相关的新技术、新概念、新方案融合在教材中,使读者能够快速了解目前大型主机的最新发展态势,成为时代的弄潮儿。

本套教材包括了学习大型主机技术的一些基础和入门课程,可以满足高等院校及企事业单位的开发工程师和维护管理人员教学与自学的需要。

我们相信,这套教材的出版,将进一步推动大型主机系统的产学研互动,提升大型主机从业人员的专业技能,提高大型主机的推广应用水平,为我国各项社会事业的繁荣发展做出更大的贡献。

中国计算机用户协会常务理事

中国计算机用户协会 IBM 用户大会组委会主席

中国机械工业联合会副会长

国家机械工业局经济信息中心主任



前言

大型主机无与伦比的强大能力使其可以管理多达数十亿的交易量,这些交易正是当今社会全球顶尖企业客户的核心业务。随着大型主机的不断发展及其在世界范围内应用的不断深入,全球已有超过 400 所高校正在积极传授和开发大型主机课程。目前 IBM 正在同全球许多著名大学合作,力争在 2010 年实现培训 2 万名大型主机技术人员的目标。近年来,我国 IT 服务外包业的兴起与外包收入的持续强劲增长,也为国内大型主机方面的人才提供了新的发展机遇,因此,从现实和长远的发展来看,培养和造就一批大型主机方面的专业人才显得尤为重要。然而,国内高校传统的计算机专业学科在大型主机方面开设的课程较少,而且较系统全面介绍大型主机系统的基本概念、硬件体系结构与设备、主机系统网络与安全、主机应用系统开发和主要应用等方面的专业书籍也非常匮乏,这正是编写本书的目的所在。

本书共分 8 章,具体内容组织如下:

第 1 章“大型主机概述”主要讲述 S/360 及大型主机的演进历程、大型主机基本概念、使用者及其使用原因、主要工作类型、使用者角色以及除 z/OS 外的其他大型主机操作系统。

第 2 章“大型主机硬件系统”介绍大型主机早期和现代主机硬件体系结构,并对系统处理单元、多处理器系统和输入输出系统分别进行简要介绍;对目前主要的主机辅助存储系统进行了阐述;列举了 3 个典型的主机系统配置。

第 3 章“大型主机关键技术”介绍主机连通性技术(通道)、共享技术(集群)和虚拟存储技术,并对逻辑分区(LPAR)及其重要概念进行了重点介绍。

第 4 章“主机基本操作”以主机操作系统 z/OS 为基础,讲述 z/OS 交互式工具和主机数据基本操作及数据集相关概念;介绍通过 JCL 和 SDSF 来提交作业并查看作业执行的结果,并列举基本 JCL 语句和参数;介绍批处理与 JES 来阐明如何用 JES 和启动程序来配合完成批处理工作;最后介绍软件产品的安装和修改跟踪管理工具 SMP/E。

第 5 章“大型主机网络连接”简要讲述网络发展简史,对 IBM SNA 和 TCP/IP 协议及体系结构进行介绍,特别介绍 IBM SNA 参考模型及其主要

网络组件和 SNA 链路层协议;在此基础上介绍 SNA 网络与 IP 网络的融合技术;并对主要产品(通信服务器)和主要组件 VTAM 进行了重点介绍。

第 6 章“大型主机系统安全”介绍大型主机面临的安全威胁和作为企业安全性管理中心的大型主机的安全策略、设施和角色;随后对 IBM 安全服务器的主要组件和接口进行介绍;分别对主机安全管理实施、操作员控制台安全管理和完整性保护进行了相应的阐述。

第 7 章“主机应用系统开发”讲述了基于 z/OS 系统的软件程序设计与开发生命周期流程;概述 z/OS 应用开发的程序设计语言,并对 z/OS 上使用的汇编语言、COBOL 和 PL/I 等其他语言分别进行了简要介绍;以 COBOL 为例,讲述将一个源程序转换成一个可执行加载模块并执行这个加载模块的过程。

第 8 章“现代主机系统应用与展望”对大型主机系统应用成本与特征优势作详尽的分析;列出并简要说明大型主机典型应用;列举当前大型主机的行业应用案例;简要介绍现代大型主机的发展前景。

大型主机代表着一种信息处理方式,因此,大型主机技术不仅是计算机专业的研究方向,也是金融信息工程专业的研究课题。本书适合作为高校、高职计算机专业课程和金融信息专业课程的教材,也是大型主机系统操作、管理维护人员和程序设计开发人员不可缺少的学习资料。

通过本书的学习,读者可以了解到更多的有关大型主机的基本概念、体系结构和重要技术,以及主机操作使用的基础知识,并且可以系统全面地认识和掌握大型主机系统应用以及应用开发实施过程。本书各章节概要地介绍了大型主机的基本概念和主要技术,在编排上注重覆盖大型主机的硬件和软件关键技术,并没有就所涉及的技术作深入细致的阐述,每章后面的小结和思考题供读者对各章内容进行总结和复习回顾。在学习中要注意大型主机各主要技术与微型计算机技术的异同,以便对计算机技术和发展有更深入的认识。

本书在编写过程中,经历了近 3 年的时间,从立项、资料收集到撰写整个过程中,得到了 IBM 大学合作部的邱晓平女士、李晶晖女士、陈君先生、万泽春先生、黄小平先生,IBM 资深专家朱国燊先生、付毓勤博士,以及 IBM 中国开发中心伍纬先生、陈娟小姐等二十多位工程师的大力支持;还有华中科技大学教务处、计算机学院、软件学院以及 IBM 技术中心的领导和老师的配合和鼓励,并有计算机学院研究生李莎同学、洪霞同学、李志勇同学、周木林同学、邓在超同学、王威同学、张纬同学、蔡亮同学以及计算机学院本科生黄雅斌同学、王海同学、许英春同学、曹寅同学和 IBM 技术中心工作人员陈超、刘松等作了大量的翻译工作;IBM 技术中心的王芬老师提了中肯的意见,借此机会向所有支持和参与此项工作的同志们表示衷心的感谢。该书还获得了“IBM 大学合作项目书籍出版资助计划”的资助。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免存在不足之处,望读者就书中存在的问题随时向编者提出指正,我们不胜感激!

编 者

2009 年 8 月于

华中科技大学

参 考 文 献

- [1] Mike Ebbers, Wayne O'Brien, Bill Ogden. Introduction to the New Mainframe: z/OS Basics[M]. International Technical Support Organization. 2007.
- [2] z/OS Concepts—z/OS Basic Skills Information Center [M]. International Business Machines Corporation. 2007.
- [3] David Raften. Parallel Sysplex Cluster Technology Overview[M]. 2002.
- [4] Jordi Alastruéi Soler, Mak Anders, Karl Bender, et al. Parallel Sysplex Application Considerations [M]. International Technical Support Organization. 2004.
- [5] Paul Rogers, Alvaro Salla, Livio Sousa. ABCs of z/OS System Programming Volume 10 [M]. International Technical Support Organization. 2004.
- [6] Franck Inje, Per Fremstad, Wolfgang Fries, et al. IBM System z10 Enterprise Class Technical Guide[M]. International Technical Support Organization. 2008.
- [7] Bill White, Franck Inje, Greg Chambers, et al. IBM System z9 Enterprise Class Technical Guide [M]. International Technical Support Organization. 2007.
- [8] Bill White, Mario Almeida, Dick Jorna. IBM zSeries 990 Technical Guide[M]. International Technical Support Organization. 2004.
- [9] 龙涛, 王晓冬. IBM S/390 系统管理基础[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2000.
- [10] 徐拾义, 萧幕岳, 陈晋隆. 新时代大型计算机—IBM S/390 系列[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1999.

目 录

第 1 章 大型主机概述	1
1.1 IT 业的发展机遇与挑战	1
1.2 S/360 及大型主机演进	2
1.2.1 S/360	4
1.2.2 S/370	6
1.2.3 S/390	6
1.2.4 zSeries	7
1.2.5 IBM System z	8
1.3 大型主机的概念	10
1.4 大型主机的使用者	12
1.5 使用大型主机的原因	12
1.6 大型主机典型负载	14
1.6.1 批处理	14
1.6.2 在线交易处理	16
1.7 大型主机的角色	17
1.8 z/OS 与其他操作系统	21
1.8.1 z/VM	21
1.8.2 VSE	21
1.8.3 zSeries 上 Linux 的运用	22
1.8.4 z/TPF	23
1.9 小结	23
1.10 思考题	24
第 2 章 大型主机硬件系统	25
2.1 早期系统的设计	25
2.2 现代主机系统的设计	27
2.2.1 I/O 连接与配置	27

2.2.2	系统控制与分区	29
2.2.3	LPAR	30
2.3	系统处理单元	30
2.4	多处理器系统	31
2.5	输入输出系统	32
2.6	辅助存储设备	33
2.6.1	DASD 设备类型	33
2.6.2	传统的 DASD	34
2.6.3	冗余磁盘阵列(RAID)	34
2.6.4	企业存储服务器(ESS)	36
2.6.5	虚拟磁带服务器(VTS)	40
2.7	典型的主机系统	42
2.7.1	小型系统配置	42
2.7.2	中型系统配置	43
2.7.3	大型系统配置	43
2.8	小结	44
2.9	思考题	45
第3章	大型主机关键技术	46
3.1	通道	46
3.1.1	通道子系统	46
3.1.2	主机连通性概览	47
3.1.3	逻辑通道子系统	48
3.1.4	通道命令字与通道的种类	49
3.1.5	ESCON 通道	51
3.1.6	通道到通道的适配器	53
3.1.7	FICON 通道	54
3.1.8	快速开放系统适配器	57
3.1.9	硬件配置定义	61
3.2	集群	61
3.2.1	共享 DASD	62
3.2.2	CTC 环	62
3.2.3	并行系统综合体	64
3.3	虚拟存储技术	68
3.3.1	物理存储器	69
3.3.2	虚拟存储器与地址空间	69
3.3.3	z/OS 存储管理	75
3.4	逻辑分区	76
3.4.1	操作环境的历史	76

3.4.2	基础模式下的处理器	77
3.4.3	LPAR 模式下的处理器	77
3.4.4	共享的逻辑 CP 实例	78
3.4.5	LPAR 调度与共享 CP	80
3.4.6	智能资源导向器	81
3.4.7	WLM LPAR CPU 管理	82
3.4.8	工作负载管理器	83
3.4.9	动态通道路径管理	85
3.4.10	通道子系统 I/O 优先级队列	85
3.5	小结	87
3.6	思考题	88
第 4 章	主机基本操作	89
4.1	主机操作概述	89
4.2	z/OS 交互式设施	90
4.2.1	TSO/E	90
4.2.2	ISPF 概述	93
4.2.3	z/OS UNIX 交互界面	102
4.3	数据基本管理	107
4.3.1	数据集命名	107
4.3.2	数据集的类型	108
4.3.3	数据集的存储方式	109
4.3.4	数据集记录格式	110
4.3.5	z/OS 中数据集的管理	111
4.3.6	数据的访问和存储	112
4.3.7	数据的查找	113
4.3.8	z/OS UNIX 文件系统	115
4.4	使用 JCL 和 SDSF	117
4.4.1	JCL 概述	117
4.4.2	JCL 语句参数	118
4.4.3	续行和数据集并置	121
4.4.4	z/OS 符号文件名	122
4.4.5	保留 DDNAME	123
4.4.6	JCL 过程 (PROC)	124
4.4.7	SDSF 概述	125
4.4.8	实用程序与系统库	129
4.5	批处理与 JES	130
4.5.1	批处理概述	130
4.5.2	作业进入子系统	130

4.5.3	批处理场景举例	132
4.5.4	作业处理流程	137
4.5.5	JES2 与 JES3	138
4.6	使用 SMP/E	138
4.6.1	SMP/E 概述	138
4.6.2	从 SMP/E 角度看系统	139
4.6.3	更改系统元素	140
4.6.4	跟踪系统元素	143
4.6.5	SMP/E 工作原理	144
4.6.6	SMP/E 操作	145
4.6.7	SMP/E 使用的数据集	151
4.7	小结	152
4.8	思考题	154
第 5 章	大型主机网络连接	155
5.1	网络发展简史	155
5.2	IBM SNA	156
5.2.1	SNA 模型	156
5.2.2	SNA 网络组件	157
5.2.3	SNA 链路层协议	158
5.3	TCP/IP	160
5.4	SNA 网络与 IP 网络的融合	162
5.5	z/OS 通信服务器	164
5.6	VTAM 概述	164
5.7	小结	168
5.8	思考题	168
第 6 章	大型主机系统安全	169
6.1	大型主机的安全威胁	169
6.2	企业安全性管理中心	171
6.3	IBM 安全服务器	174
6.3.1	资源访问控制工具	174
6.3.2	系统授权工具	176
6.4	主机安全管理实施	177
6.5	操作员控制台安全管理	177
6.6	完整性保护	178
6.6.1	授权程序	178
6.6.2	存储保护	180
6.6.3	跨内存通信	180

6.7 小结	181
6.8 思考题	181
第7章 主机应用系统开发	183
7.1 z/OS 应用程序设计与开发	183
7.1.1 应用程序设计员和程序员	183
7.1.2 z/OS 应用程序设计准备	184
7.1.3 应用程序设计时的需求收集	185
7.1.4 应用程序开发生命周期概述	186
7.1.5 主机应用程序开发	188
7.2 z/OS 编程语言	193
7.2.1 编程语言概述	193
7.2.2 z/OS 上使用汇编语言	194
7.2.3 z/OS 上使用 COBOL	194
7.2.4 z/OS 上其他语言的使用	200
7.2.5 编译型语言 and 解释型语言	203
7.2.6 语言环境概述	203
7.3 z/OS 上应用程序开发	204
7.3.1 开发过程概述	204
7.3.2 源程序库	205
7.3.3 在 z/OS 上编译程序	205
7.3.4 目标模块与加载模块	214
7.3.5 为可执行程序创建加载模块	218
7.3.6 从编译到运行过程回顾	221
7.4 小结	222
7.5 思考题	223
第8章 现代主机系统应用与展望	224
8.1 大型主机系统应用成本与特征优势	224
8.1.1 评估费效比的标准	224
8.1.2 计算机的真正成本	226
8.1.3 隐含成本与其他因素	229
8.1.4 部分小型化和增量陷阱	231
8.1.5 大型主机的 Linux 解决方案	232
8.1.6 将来的成本趋势	232
8.2 大型主机典型应用环境	233
8.2.1 交易管理系统	233
8.2.2 数据库管理工具	237
8.2.3 HTTP 服务器	246

8.2.4	WebSphere 企业应用服务器	249
8.2.5	MQ	257
8.3	行业应用案例	260
8.3.1	韩国某航空公司	260
8.3.2	基于 zSeries 大型主机的网上银行解决方案	261
8.3.3	德国某电信公司	263
8.4	现代大型主机系统展望	264
8.5	小结	265
8.6	思考题	265
附录 A	名词中英文对照表	266
附录 B	EBCDIC-ASCII 字符表	272
参考文献		274

大型主机概述

计算模式由集中计算到分布计算,再到整合计算的发展过程,正是大型机从辉煌到沉沦,到再次注入活力的一个曲折漫长的过程。随着经济不断快速发展,企业的业务客观上需要在企业内部、合作伙伴、供应商和客户之间实现端到端的业务流程整合,以便快速响应客户的要求,抓住市场机遇,以应对外部世界的挑战。在企业迈向按需应变的时代,业务的飞速发展急需一个整合的运作环境来支撑,在这种情况下,整合计算将成为今后企业计算模式发展的方向。为顺应按需应变时代的到来,大型主机从封闭走向了开放,并把开源技术 Linux 也引入到大型机,使得这个计算机世界的恐龙再次焕发出青春活力。

1.1 IT 业的发展机遇与挑战

众多 IT 业界专家坚信“人类对高性能计算的需求永远没有止境,受其驱动的大型机的发展,也永远不会停息……”。随着科技的进步与发展,人类登上了月球,信用卡代替了纸币,网上购物几乎可以获得任何东西……而这些改变都可以追溯到 1964 年 4 月 7 日,正是那一天诞生的“大型机”(IBM System/360,S/360),启动了计算机迅速发展的历程,为人类敲开了“信息时代”的大门。

20 世纪 60 年代到 80 年代,信息处理主要是以“主机系统+哑终端”为代表,即大型机的集中式数据处理方式,那时,需要使用大型机来存储和处理数据的企业也是寥寥可数。进入 20 世纪 80 年代以后,伴随电子计算机技术的发展,特别是微电子技术的发展,计算机系统小型化(Downsizing)曾风行一时,大型机一下子失去了原来的光芒。随着 PC 性能的极大提高和网络技术的普及,客户机/服务器(C/S)技术得以飞速发展,这种 C/S 模式使信息处理的难度大大降低,并很快在全球普及开来;而大型机却在每况愈下,甚至有人曾预言:大型机就要从地球上消失了!

而进入 20 世纪 90 年代后,随着企业规模的扩大与信息技术的发展,很多采用分布式计算模式的企业突然发现,其服务器的数量已经到了令人吃惊的地步,由此带来的复杂的管理模式、计算营运成本失控和关键应用难以实现等诸多问题迫使它们用大型机服务器来整合业务,实现对数据的再次集中。

大型机四十几年的发展并不是一帆风顺,但影响力却极为强大。20 世纪 80 年代的 PC 风潮、互联网的崛起以及现代商业的繁荣,在很大程度上都由大型计算机所触发。目前,一台普通个人计算机的性能,已能和最早的大型机——S/360 相媲美,大型机追求“更高、更快、更强”的理念曾几度受到质疑,但它终于再次走出了“成长的烦恼”。大型机在很多大公

司的日常运作中起着举足轻重的作用,包括《财富》前 1000 名的许多公司都是以各种形式的计算方式将大型机广泛应用于不同行业,即使在电子商务这样的新领域中,大型机也占据了绝对优势。在银行、证券、医疗保障、保险、公共设施和政府等许多国有和私人企业中,大型机一直牢固地保持着现代商业的基础地位。

大型机能维持长时间旺盛的生命力在信息技术领域是史无前例的。世界经济发展瞬息万变,信息时代持续剧烈的变幻,使得许多曾经引人注目的革新在无情的技术推进中沦为了牺牲品。然而,大型机及其计算模式却能统治着大规模商业计算领域四十几年,为什么这种形式的计算模式能在国际大型企业中稳固扎根、历经风雨,而依然屹立不倒呢?原因就是创新,永不停顿的创新!

四十多年来,IBM 大型机领业界之先,推出了一项项改变历史的突破性技术。例如多层陶瓷封装技术、热传导模块、编程领域的流水线技术、多处理器技术、并行系统综合体等。其中,多处理器技术、逻辑分区技术以及按需容量升级(CUoD)等现在已经被应用到 IBM 的各类服务器平台中,“大型主机技术下移”已经成为服务器先进技术与否的一个重要标志。可以说,IBM 大型机技术的创新,始终是推动计算机发展的动力源泉。

IBM 大型机产品与时俱进,从原来的 S/360, S/390 到 eServer zSeries,以及演变为现今的 System z™。IBM 公司最新推出的 System z10 企业级服务器(z10 EC)更是为满足当今 IT 业界关键业务需求而设计的世界一流的企业级服务器,它所提供的技术不仅满足了当今企业的需要,而且也是推动未来业务发展的基础。

大型机被称为计算机世界中的“恐龙”,而恐龙是在逐渐不适应环境后,经历了非常漫长的年代才最终灭绝的。现在来看,大型机在商用领域中不会像恐龙那样消亡,人们可以期待,在未来的较长时期内,大型机仍将会不断改进,为用户提供更为卓越的运算性能。

1.2 S/360 及大型主机演进

对于从过去到现在都是世界上最大的计算机硬件和软件公司之一的 IBM 公司来说,它的历史包含着整个前半部的计算机发展史,也是现代计算机工业发展的缩影和化身。以电子器件划分的 4 代计算机,前 3 代都明白无误地以 IBM 公司的计算机作为“代际”产品标志。

第一代电子计算机以电子管作为基本电子元件,称为“电子管时代”。主存储器使用延迟线或磁鼓,这时主要用机器语言进行程序设计,并用于数值计算。IBM 公司于 1947 年研制出一种“最好、最新和最大的超级计算机”,耗资 100 万美元。然而,这台机器属于传统与创新的“大杂烩”,名叫“选择顺序控制计算机(SSEC)”,12 500 只电子管和 21 400 只继电器不协调地组装在一起,全长足有 180 英尺。它虽然代表着 IBM 从制表机行业迈向计算机领域,但业界却称它是“巨大的科技恐龙”,它甚至不是储存程序的计算机。1952 年,IBM 公司大胆启用年轻人,他们提出一项大胆的计划:制造一种具有全用途的科学计算机,仅设计和制造样机就花去了至少 300 万美元;这台机器就是 IBM701 大型计算机,IBM 公司从此放弃了穿孔卡制表机,代之以电子管逻辑电路、磁芯存储器和磁带机。1953 年,IBM 揭开了新的一页,他们请来 150 名美国商界领袖和科学泰斗,出席 IBM701 的揭幕仪式,“原子弹之父”奥本·海默把这台计算机称作是“对人类极端智慧的贡献”。IBM701 是第一代电子管计算

机的标志产品,继 IBM701 大型机一炮打响后,IBM 继续着手开发价格较便宜的中型计算机 IBM650。1954 年,IBM650 一经上市就立即成为工业标准,第一个 5 年就卖出了 180 台,后来的销售量竟达到千台。1955 年,IBM 推出另一款用于科学计算的大型机 IBM704,首次配备了 FORTRAN 高级程序设计语言。在此前后,还有 IBM702,IBM705 等一系列计算机相继问世,刮起了强劲的“IBM 旋风”。1958 年 11 月,IBM 再次推出 IBM709 大型计算机,这是性能最好的,也是 IBM 公司最后一款电子管计算机产品。随着技术的发展,晶体管先声夺人,闯进了电子管计算机的传统领域。3 年后,IBM 公司在它的 700 系列计算机产品后加上了一个 0,全面推出晶体管化的 7000 系列计算机。以晶体管为主要器件的 IBM7090 型计算机,换下了诞生不过一年的 IBM709 电子管计算机,从 1960 年到 1964 年一直统治着科学计算的领域,并作为第二代电子计算机的典型代表,被永远载入计算机史册里。

第二代电子计算机以晶体管作为基本元器件,称为“晶体管时代”。主存储器以磁芯存储器为主,辅助存储器开始使用磁盘;软件开始使用高级程序设计语言和操作系统。由于晶体管比电子管平均寿命长数千倍,耗电却只有电子管的十分之一,体积比电子管小一个数量级,机械强度也较高,所以晶体管很快取代了电子管,使计算机的体积和耗电量大大减小,价格降低,计算速度加快,可靠性提高。计算机的应用也得到了进一步扩展,除应用于科学计算外,已开始使用计算机进行数据处理和过程控制,这一期间的程序设计已初步采用 FORTRAN,COBOL 等高级语言编程。

第三代电子计算机以中小规模集成电路作为基本电子元件,称为“集成电路时代”。计算机的主存储器开始使用体积更小、可靠性更高的半导体存储器代替磁芯存储器,机种开始多样化、系统化,外部设备不断增加,操作系统进一步发展和完善,计算机的运行效率在不断提高,也更加方便使用。由于集成电路是通过半导体集成技术将大量的分离电子元件集成在只有几平方毫米大小的一块硅片上,从而使计算机的体积和耗电量进一步减小,可靠性更高,运算速度进一步加快。由于小规模和中规模集成电路的大量使用,第三代电子计算机的总体性能比第二代电子计算机提高了一个数量级,这时电子计算机在科学计算、数据处理和过程控制方面得到更加广泛的应用。1964 年,IBM 推出了新的计算机系统架构,这个新计算机系统用 360 命名,表示一圈 360 度,既代表着计算机 360 度从工商业到科学界的全方位应用;也表示 IBM 的宗旨:为用户提供全方位服务。IBM 提出了一种全新的思路:IBM360 必须是一种“兼容性”的产品,意味着大中小型 360 系统计算机,都能用相同方式处理相同的指令,享用相同的软件,配置相同的外部设备,而且能够相互连接在一起工作。“兼容性”是一个伟大的观念变革,它给现代计算机发展带来的技术进步,至今还在发挥巨大作用。IBM360 共有 6 个型号的大、中、小型计算机和 44 种配套设备,从功能较弱的 360/51 型小型机,到功能超过 51 型 500 倍的 360/91 型大型机,都是清一色的“兼容机”。IBM360 系统取得了令人难以置信的成功,成为第三代计算机的标志性产品。5 年内,IBM360 系统共售出 32 300 台,创造了计算机销售的奇迹,此后不久,与 360 计算机兼容的 IBM370 相继问世,其中最高档的 370/168 机型,运算速度已达到每秒 250 万次。

从 20 世纪 60 年代的“大铁锚”开始,每一代大型机都在一个或多个方面进行改进。比如更多更快的处理器、更大的物理内存和更强的内存寻址能力,加上更强的软硬件升级能力、更精密的自动硬件错误检测和恢复。在输入输出设备上也进一步增强,特别是加强输入输出设备与处理器之间的通道,并配以精密的输入输出附件装置,譬如附加局域网适配器;