

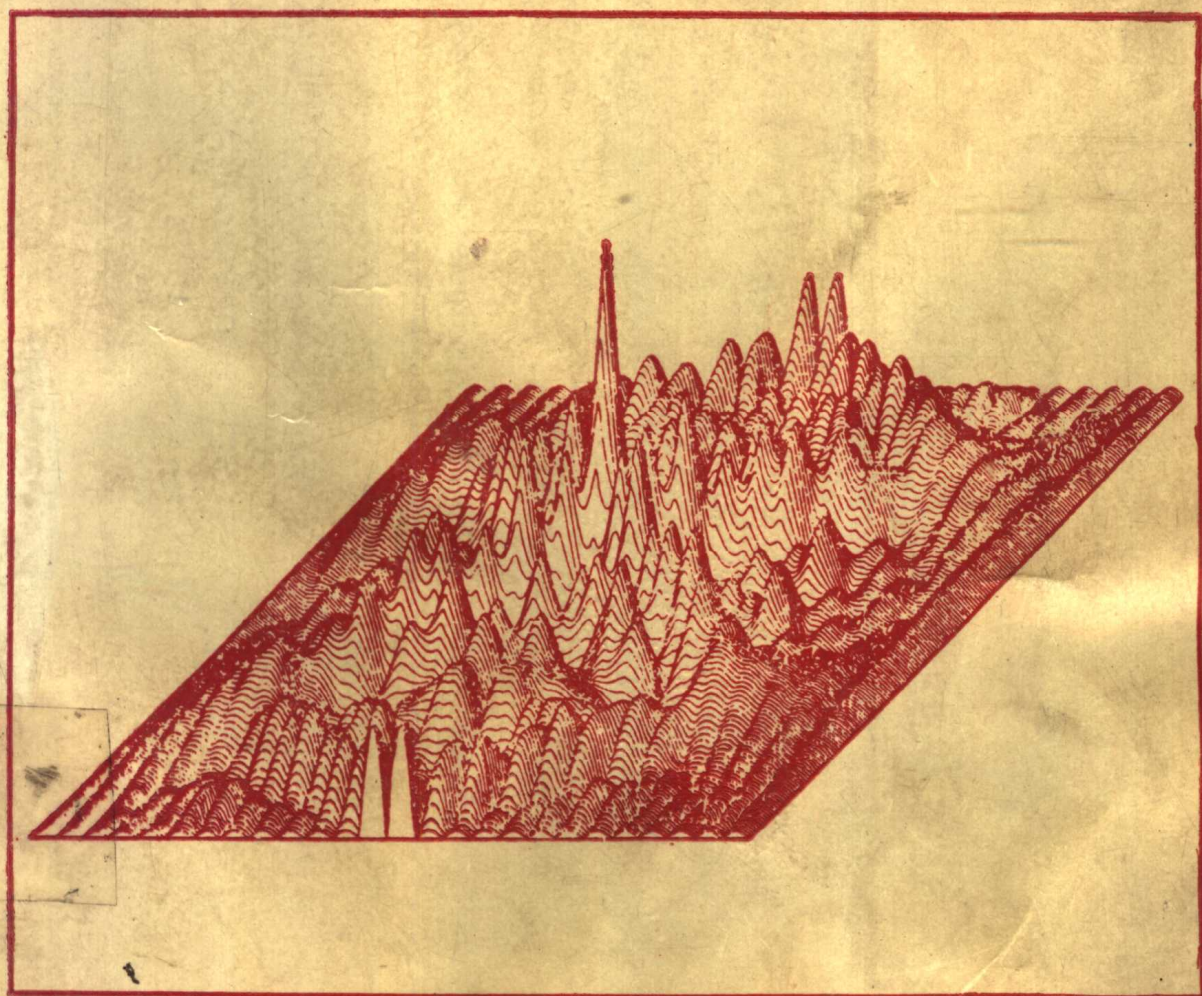
DECnet

计 算 机 网 络 的 结 构 与 实 现

DECnet-VAX

网络软件分析

中国电子设备系统工程公司研究所 编著



电子工业出版社

DECnet 计算机网络的结构与实现

—DECnet-VAX 软件分析

中国电子设备系统工程公司研究所 编著

電子工業出版社

内 容 提 要

本书系统地论述了 DECnet 网络及其体系结构 DNA, 以及最有代表性的一个实现 DECnet-VAX 网络软件的功能、结构、特点。全书分为五篇, 分别详述了网络软件的总体结构、通信服务层分析、网络服务层分析、用户服务层(网络应用和网络管理)分析。本书对于从事计算机网络研究、开发、管理、使用的工程技术人员是一本很好的参考书。

DECnet 计算机网络的结构与实现 —DECnet-VAX 软件分析

中国电子设备系统工程公司研究所 编著
责任编辑: 杜振民 陈爱民

*

电子工业出版社出版发行(北京海淀区万寿路)

北京艺辉胶印厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 47.75 字数 1156 千字

1990年 9月第一版 1990年 10月第二次印刷

印数: 1060 册—2360 定价: 40.00 元

ISBN7-5053-0737-1/TP·118

《DECnet 计算机网络的结构与实现》

编 审 人 员

编写组组长	王苏滨				
第一篇主编	王苏滨				
第二篇主编	李 江				
第三篇主编	林 海				
第四篇主编	陈爱民				
第五篇主编	张志钢	张 洪			
编写组成员	李 江	宋自林	林 海	陈爱民	张志钢
	张 洪	徐甲同			
参加写作人员	栾 京	邱士伟	张 杰	曾小平	马 超
	朱海宏	严隽永	赵丽君	王希全	余少波
	林伟国	黄志军	刘 珂	田 忆	
编审组组长	倪鹏云				
编审组成员	李树人	蒋晓原	张功方	高耀清	高 云
	费爱国				
责任编辑	杜振民	陈爱民			

序

中国电子设备系统工程公司研究所同有关的大学、研究所合作编写了《DECnet 计算机网络的结构与实现》一书。据我了解，为了高质量地完成该书的编写工作，参加工作的全体同志，艰苦奋战，两年如一日，付出了巨大的劳动，充分地体现了“求实献身协作创新”的精神和高尚的爱国主义思想。

近年来，计算机网络技术在我国的应用范围迅速扩大，不少全国性的计算机网络正在运行或建设中，这对科学技术和国民经济的发展将起重大推动作用。随着计算机网络技术和理论的发展，国内出版、发表了许多有关的著作、文献，但是还缺少象这样全面、深入地讨论一个实际的计算机网络的体系结构、工作过程的书。这本书通过对 DECnet 计算机网络最具有代表性的实现——DECnet-VAX 软件——进行分析，揭示了 DECnet 网络软件的内部结构和工作原理，说明了网络的功能及其实现的方法，这不仅有助于 DECnet 计算机网络在我国的建设、开发和维护，也将为我国自行研制计算机网络软件的工作提供借鉴。

参加编写工作的同志认真贯彻了“引进消化开发创新”的方针，查阅了大量参考资料，反复地上机实验，深入地分析了各个层次的网络软件，并逐级抽象，经过仔细地归纳综合，整理出本书的内容，做了一件非常及时而有意义的工作。我相信从事计算机网络工作的同志们一定能够从本书中得到启发、有所收益。

慈云桂

一九八九年十月十二日

前 言

物质、能量和信息被称为现代社会三大资源。如果说，在农业社会里人们仅对物质有比较深刻的认识，在工业社会里人们才逐渐认识到能量的利用可以创造巨大财富，那么现在，高度工业化的国家开始进入以计算机为标志的信息社会，人们已经认识到信息技术的广泛应用对社会生产力的发展产生着巨大的推动作用。现代农业、现代工业、商业、交通运输、医疗卫生、经济管理……，都离不开信息技术。在很多场合，掌握了充分的信息，就获得了行动的主动权，从而取得生产活动、经济活动及其他工作的胜利。信息技术，信息的产生、收集、存贮、传输、处理、显示、控制和利用的技术，以计算机、通信和控制技术为核心。计算机网络则是计算机和通信技术高度发展和密切结合的产物。它的建立和发展，给经济、国防、科学和社会生活带来深刻的影响。

DECnet 网络是美国数字设备公司 DEC (Digital Equipment Corporation, 有时简称为 Digital) 推出的计算机网络。1976 年，它首先在 PDP-11 上实现。到了 1987 年 9 月，各个 DECnet 网络的 CPU 节点总数已超过十二万个。DECnet 网络在我国也得到广泛的应用，它是 PDP、VAX 系列计算机连网的基本手段，国内许多计算机网络系统采用了 DECnet 网络的体系结构 DNA (Digital Network Architecture)，其中一些网络系统在国民经济建设中起着越来越重要的作用。

为了更好地使用 DECnet 网络，有必要全面了解它的功能、配置和发展情况，深入了解它的内部结构和实现过程。

本书对 DECnet 网络、DECnet 网络的体系结构 DNA 和 DNA 最有代表性的一个实现——VAX / VMS 系统中的 DECnet 网络软件——DECnet - VAX 作了比较全面的描述，重点说明了 DECnet-VAX 的环境、模块结构、协议和接口的实现情况、主要的工作过程。

本书分为五部分：

第一篇 DECnet 网络和 DECnet-VAX 网络软件的总体描述

第二篇 DECnet-VAX (Phase IV) 通信服务层分析

第三篇 DECnet-VAX (Phase IV) 网络服务层分析

第四篇 DECnet-VAX (Phase IV) 用户服务层（网络应用）分析

第五篇 DECnet-VAX (Phase IV) 用户服务层（网络管理）分析

第一篇是总体描述，介绍了 DEC 公司的计算机和网络情况，介绍了 VAX / VMS 操作系统和 DECnet-VAX 各模块之间的关系，讨论了 DECnet-VAX 通信服务层、网络服务层、用户服务层（网络应用和网络管理）的实现过程，并且讨论了 DECnet 网络的性能和开发利用的有关问题，介绍了 DECnet 五型网的体系结构 DNA (Phase V)。

第二篇 DECnet-VAX 通信服务层分析，包含了 DECnet-VAX 数据链路层几个典型驱动程序的分析报告。

第三篇 DECnet-VAX 网络服务层分析，包含有 DECnet-VAX 中的 NETACP、

NETDRIVER、NDDRIVER 等模块的分析报告。

第四篇 DECnet-VAX 用户服务层（网络应用）分析，包含远程文件访问功能、远程命令终端功能、MAIL 实用程序、PHONE 实用程序、以及 OPCOM 中 Security 模块等的分析报告。

第五篇 DECnet-VAX 用户服务层（网络管理）分析，包含网络控制程序 NCP、网络管理收听程序 NML(含 NMLSHR)、事件登录程序 EVL、以及网络配置、测试等模块的分析报告。

为了给不同的读者提供方便，本书采用从全局到局部循环深入的叙述方法。读者还可在需要时查阅有关资料。

第一篇的第三章由李江编写；第四章由林海编写；第六章由张志钢、张洪编写；第八章由陈爱民编写；其余各章由王苏滨编写，并由王苏滨进行了统一整理和修改。

第二篇的第一、四章由李江编写，参考了宋自林、王希全、余少波等编写的有关分析资料；第二、三章由宋自林编写；李江统一整理和修改。

第三篇的第一、四章由林海编写，参考了刘珂写的资料；第二、五章由栾京编写；第三章由林海、刘珂编写；由林海统一整理和修改。

第四篇的第三、四、五章由陈爱民编写，参考了徐甲同、邱士伟、朱海宏写的分析资料；第一章由曾小平、马超编写；第二章由严隽永、赵丽君、黄志军等编写；由陈爱民统一整理和修改。

第五篇第一章由张洪、徐甲同编写；第二章由邱士伟、张洪编写；第三章由张志钢编写；第四章由徐甲同、张志钢编写；第五章由邱士伟、张洪编写；第六章由张洪、严隽永编写；张志钢、张洪统一整理和修改。

参加本书编写的同志来自中国电子设备系统工程公司研究所、北方交大计算所、南京通信工程学院、西安电子科技大学和其他有关单位。

国防科技大学倪鹏云、高耀清、朱和、刘晓敏对我们的工作提供了帮助。

西安电子科技大学、国防科技大学、华北计算技术研究所、南京通信工程学院、北方交大计算所以及有关单位的同志组成的审查组对本书的内容进行了认真的审查。李树人同志对全书的内容、技术用语作了统一处理，并对语言、文字以及标点符号系统地进行了修改。张功方同志在组织合作、软件分析、资料编写、直至本书出版过程中做了大量事务性工作。

中国科学院学部委员慈云桂教授关心本书的编著工作，并在百忙中亲自为本书作序，作者们对此深表谢意！

谨向大力支持这项工作的各单位的同志们致谢！

书中难免有错误，欢迎读者给予批评指正。

总 目 录

序言

前言

第一篇	DECnet 网络和 DECnet-VAX 网络软件的总体描述	(1)
1	DECnet 网络概述	(7)
2	DECnet-VAX 总体结构概述	(23)
3	DECnet-VAX 的通信服务层	(42)
4	DECnet-VAX 的网络服务层	(65)
5	用户服务层: 网络应用	(88)
6	用户服务层: 网络管理	(108)
7	DECnet 网络的性能评价和开发利用	(129)
8	DECnet 网络体系结构的新阶段 (DNA Phase V)	(142)
第二篇	DECnet-VAX(Phase IV)通信服务层分析	(161)
1	以太网接口设备 DEUNA 驱动程序 XEDRIVER 分析	(167)
2	软件 DDCMP 模块分析	(205)
3	异步类驱动程序 NODRIVER 分析	(236)
4	同步线路通信接口设备 DMP11 驱动程序分析	(287)
第三篇	DECnet-VAX(Phase IV)网络服务层分析	(317)
1	NETACP 主控过程及网络管理	(323)
2	路由层软件分析	(342)
3	端通信层软件分析	(377)
4	会话控制层软件分析	(400)
5	NDDRIVER 模块分析	(415)
第四篇	DECnet-VAX(Phase IV)用户服务层(网络应用)分析	(435)
1	远程文件访问分析	(439)
2	远程命令终端分析	(470)
3	MAIL 实用程序分析	(522)
4	PHONE 实用程序分析	(541)
5	(OPCOM) SECURITY.LIS 分析	(559)
第五篇	DECnet-VAX(Phase IV)用户服务层(网络管理)分析	(573)
1	网络控制程序 NCP 分析	(579)

2	网络管理侦听程序 NML 分析	(623)
3	事件登录程序 EVL 分析	(666)
4	维护操作模块 MOM 分析	(708)
5	环路反馈程序 MIRROR 分析	(727)
6	以太配置模块 NICONFIG 分析	(730)

第 一 篇

DECnet 网络和 DECnet-VAX 网络软件的总体描述

主编 王苏滨

第一篇 目 录

1	DECnet网络概述	(7)
1.1	DEC的计算机发展情况	(7)
1.2	DECnet网络的发展情况	(9)
1.3	DNA(Phase IV)各层协议简介	(14)
1.4	DECnet网络配置和功能简介	(17)
1.5	DEC网络产品分类	(19)
2	DECnet-VAX总体结构概述	(23)
2.1	VAX/VMS简介	(23)
2.2	VAX/VMS V4.4静态结构简介	(30)
2.3	DECnet-VAX各模块间的关系	(35)
3	DECnet-VAX的通信服务层	(42)
3.1	通信控制器及其物理连接	(42)
3.1.1	DECnet-VAX使用的通信控制器	(42)
3.1.2	以太网连接	(43)
3.2	通信控制器的驱动程序	(45)
3.2.1	驱动程序的结构	(45)
3.2.2	I/O操作的一般过程	(47)
3.3	DDCMP协议	(51)
3.3.1	DDCMP协议(4.0版)的特点和接口	(51)
3.3.2	报文格式	(52)
3.3.3	协议操作	(53)
3.3.4	维护方式与出错记录	(54)
3.3.5	DECnet-VAX中软件实现的DDCMP	(55)
3.4	以太网协议	(57)
3.4.1	以太网的结构	(57)
3.4.2	以太网的节点地址和帧格式	(59)
3.4.3	DNA以太网	(60)
3.4.4	配置测试协议	(62)
4	DECnet-VAX的网络服务层	(65)
4.1	路由层的功能和协议	(65)
4.1.1	路由选择	(65)
4.1.2	拥塞控制和包的生命期控制	(67)
4.1.3	初始化和电路监控	(68)
4.1.4	路由层处理的报文和路由层的特性	(69)

4.2	端通信层(ECL)功能和协议	(70)
4.2.1	ECL层处理的报文和逻辑链路的建立、撤销	(70)
4.2.2	流量控制、差错控制和报文的分段、组装	(71)
4.3	会话控制层功能及协议	(72)
4.3.1	会话控制状态及转换	(73)
4.3.2	会话控制层的操作过程	(74)
4.4	网络服务层的模块结构	(75)
4.4.1	NETACP和NETDRIVER	(75)
4.4.2	NETDRIVER的简要工作过程	(76)
4.5	网络服务层为用户提供的任务间通信功能	(80)
4.5.1	透明的任务间通信	(80)
4.5.2	非透明的任务间通信	(81)
4.5.3	网络目标和任务间通信的访问控制	(85)
5	用户服务层: 网络应用	(88)
5.1	DECnet-VAX的用户接口	(88)
5.1.1	终端用户功能与程序接口功能	(88)
5.1.2	程序接口的实现	(90)
5.2	终端用户访问网络的过程	(91)
5.2.1	可用于网络操作的DCL命令	(91)
5.2.2	DCL命令的实现过程	(92)
5.3	RMS、FAL与远程文件访问	(95)
5.3.1	RMS为用户程序提供的服务	(95)
5.3.2	RMS的网络操作	(97)
5.3.3	DAP协议	(99)
5.4	远程命令终端的实现	(102)
5.4.1	网络虚拟终端协议	(102)
5.4.2	远程命令终端在VAX/VMS中的实现	(104)
6	用户服务层: 网络管理	(108)
6.1	DNA的网络管理	(108)
6.1.1	网络管理的主要功能	(108)
6.1.2	DNA网络管理模型	(111)
6.2	DNA网络管理协议	(114)
6.2.1	NICE协议	(114)
6.2.2	环路反馈协议	(115)
6.2.3	事件接收协议	(116)
6.2.4	MOP协议	(117)
6.3	DNA网络管理在VAX/VMS下的实现	(120)
6.3.1	DECnet-VAX网络管理软件功能模块	(120)
6.3.2	DECnet-VAX网络管理软件界面	(123)

7	DECnet网络的性能评价和开发利用	(129)
7.1	DECnet网络的性能	(129)
7.1.1	网络运行对资源的需求	(129)
7.1.2	DECnet-VAX网络的主要性能及影响它们的主要因素	(132)
7.1.3	网络配置的几个问题	(134)
7.2	网络系统建设应考虑的几个全局性问题	(136)
7.2.1	网络系统应达到的基本目标	(136)
7.2.2	DECnet网络的设计目标与网络建设中的几个全局性问题	(137)
7.3	DECnet网络开发改造的途径	(139)
8	DECnet网络体系结构的新阶段 (DNA Phase V)	(142)
8.1	DNA Phase V 概述	(142)
8.1.1	DNA Phase V 的层次结构	(142)
8.1.2	DNA Phase V 与OSI和DNA Phase IV的关系	(144)
8.2	各层功能的实现	(146)
8.2.1	物理层	(146)
8.2.2	数据链路层	(147)
8.2.3	网络层	(149)
8.2.4	对X.25的支持	(150)
8.2.5	运输层	(151)
8.2.6	会话控制层	(152)
8.2.7	命名服务	(155)
8.3	网络管理与DNA、OSI应用	(156)
8.3.1	网络管理	(156)
8.3.2	DNA应用	(158)
8.3.3	OSI高层和应用	(159)

1 DECnet 网络概述

DECnet 网络是由 DEC 公司推出的功能很强、配置灵活、规模可大可小、不断向前发展同时向后兼容的分布式计算机网络。它有着广泛的应用范围, 为用户提供了良好的开发环境, 使用户能根据自己的需要建设网络应用系统。了解 DEC 计算机和网络的发展, 了解 DNA 的功能、结构和协议, 有助于我们使用 and 开发 DECnet 网络。DECnet-VAX 是 DNA 最有代表性的一个实现, 在 DEC 的全部网络产品中, 它的功能最全, 体现了 DECnet 网络的优点和特色。

1.1 DEC 的计算机发展情况

1957 年, Kenneth H. Olsen, Harlan Anderson 和 Stan Olsen 三人在美国麻省成立了 DEC 公司。1987 年, 拥有约十一万职工的 DEC 以总销量 76 亿美元居全美最大公司的第 44 位, 在计算机制造商中排位第二。1988 年其销售量又有增长。1988 财政年度九个月营业额已超过 81 亿美元。销售规模上, DEC 只是 IBM 的六分之一弱。机器性能上, 可参看图 1.1.1。图中把 DEC 和 IBM 的计算机作了一个简单的比较, DEC 的 VAX8000 系列相当于 IBM3090 系列的低档机。当然 DEC 自己不用 MIPS(百万指令/秒)来衡量机器性能, 可是一些专家把 VAX 11/780 作为 1 MIPS 的机器。IBM 在个人计算机市场上领先, 在大型机方面接近垄断, 然而在中间产品范围内, DEC 咄咄逼人, 迫使 IBM 不得不认真对付, 这无疑是有原因的。

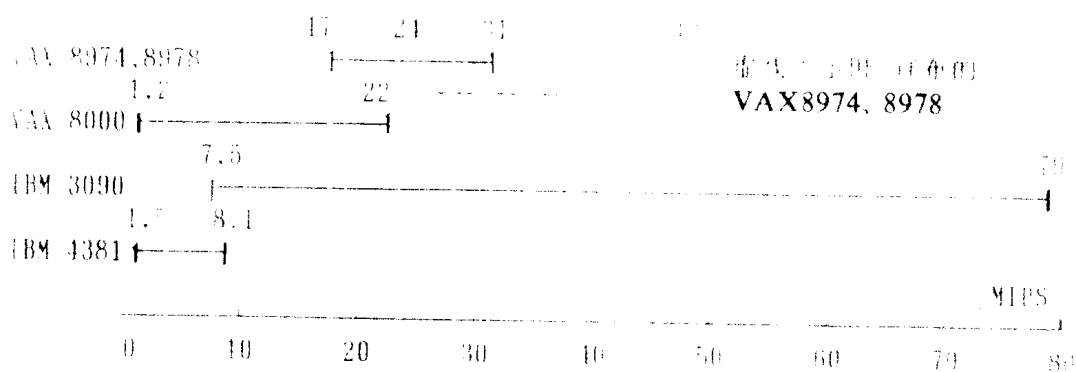


图 1.1.1 DEC 与 IBM 计算机性能的比较

DEC 的产品总的说来, 形成了比较完整的产品系列, 产品具有扩充能力和兼容性, 采用单一的结构, 有开放式的网络。

以 VAX8000 系列为例, 它的扩充能力可以分为几个层次: 总线互连 BI(BUS Interconnect), 计算机互连 CI(Computer Interconnect), 网络互连 NI(Network Interconnect)。VAXBI 是一个高性能的 32 位总线, 传输速率最大为 13.3Mb/s。VAX8000 系列和 VAX6200 系列计算机都围绕着它展开。一条 BI 总线可连接最多 16 个

节点。这里的 BI 节点是 20.32cm×23.32cm 的多层插件板，可以是三种基本选件类型(处理机、存贮器、适配器)的混合。VAX8000 系列中高档机和 VAX6200 系列机器有多条 BI 总线，一些产品能通过机柜内增加处理机板实现升格，如 VAX8250 升格成为 VAX8350，VAX6210 升格成为 VAX6220、VAX6230 或 VAX6240，而 VAX8974、VAX8978 分别采用了 4 个或 8 个 8700 处理机。图 1.1.2 画出了部分 VAX 机器的性能比较图。

VAXCI 把计算机连成 VAX 簇 (Cluster)。DEC 声称 CI 是 8000 系列和以后 VAX 的方向，新的 VAX 将能加入到 Cluster 中。通过星耦合器 (Star Coupler)，CI 可连接最多 16 个节点。这里的 CI 节点是 VAX750，78X 或 8000 系列、6200 系列机器(78X 表示 780、782、785)，智能磁盘控制器等。机间最大距离 90 米，用于机房内连接。Cluster 允许多个处理机共享大容量存贮器，可利用分布式锁管理系统保证不同机器之间同步，存取同一大型数据库。它可以通过硬件冗余设置成无单一故障点的配置 (参见图 1.1.3)，使任一部件故障时能保证 VAX 簇对用户服务的连续性，从而提高系统的可靠性。它允许用户陆续增添新的机器和磁盘，加入到 VAX 簇中，不断扩充系统资源。CI 总线的传输速率为 70Mb/s，接入 CI 的 VAX 机器都要使用 DECnet 软件。VAX 的低档机可以利用以太网 (Ethernet) 建立起局域 VAX 簇 LAVC (Local Area VAX Cluster)。

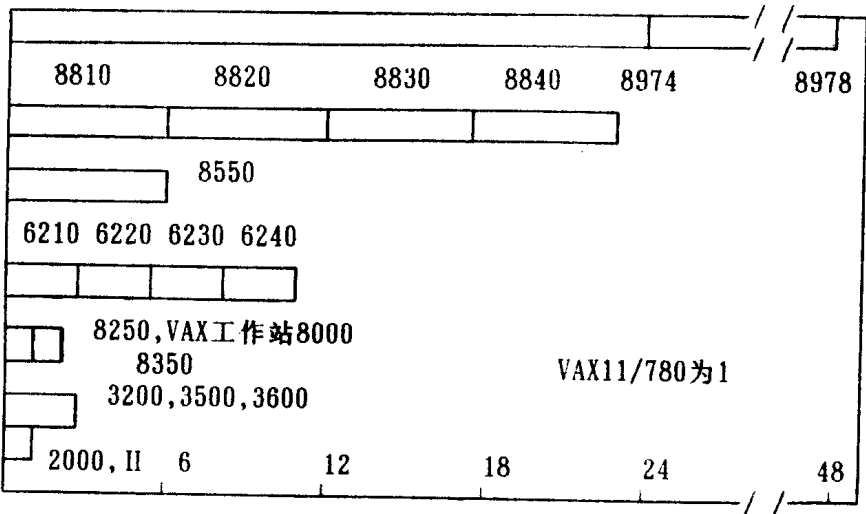


图 1.1.2 VAX 系统比较图

NI 是指以太网互连。以太网是 DEC 的局域网 LAN (Local Area Network)，它具有可靠的高速通信通道，传输速率 10Mb/s。它的设计简单，扩展灵活，安装时不影响网络其他节点，布线少，传输速率和响应比广域网优越。以太网络同轴电缆可长至 500 米，通过中继器可以扩展，节点之间最大距离 2.8 公里(包括以太网同轴电缆、收发器电缆、中继站电缆光缆等的长度)，可支持 1023 个节点。这里 NI 节点是有网络软件的机器。通过 LAN BRIDGE100，节点数可扩展至 8000 个，节点间最大距离达 22.4 公里。