

计算机局部网络

— 发展 技术与性能

W·R·Franta

Imrict

Chtamtac

著

汪日康

郑纪蛟

毛德操

译

《电子与仪表技术》编辑部

计 算 机 局 部 网 络

发 展、技 术 与 性 能

W.R.Franta Imrich Chlamtac 著

汪日康 郑纪蛟 毛德操 译

《电子与仪表技术》编辑部

一 九 八 六 年

· 杭 州 ·

译 者 前 言

随着微型机的发展和计算机应用的普及，计算机局部网络技术，已成为目前计算机技术领域中非常引人注目的学科。局部网络结构是微型计算机用于事务管理和过程控制的基本结构形式，国内各有关单位和部门都在组建和开发微型局部网络。所以我们翻译了W.R.Franta Imrich Chlamtac 的“Local Networks—Motivation, Technology and Performance”一书。

该书内容丰富全面，对局部网络的组成、技术、性能和测试等都作了较全面深入的介绍，书中介绍的实例较多，是目前了解局部网络的一本较好的书，全书共八章，第一、二、三章由汪日康同志译；第四、五章及第六章的小部分（实例6A中的6.2~7.2节）由郑纪蛟同志译；第六章的大部分及第七、八章由毛德操同志译、第三章的译稿由毛德操同志校阅，其余各章的译稿由汪日康同志校阅。

由于时间仓促，又加局部网络是一门新兴的学科，书中不妥和错误之处，敬请读者批评指正。

译者 于杭州

1985年 1 月

作 者 前 言

“网络”一词可以不严格地定义为一组单元的互联集。单元的互联是受通信子网影响的。正是由于子网内的各单元间可以互相交换信息，所以它可以支持网络的应用或其他的意图。在过去几年中，已有很多关于“远程”网络的材料发表。在远程网络里，往往用公共载波来支持对地理位置分布很广的，由一台或多台计算机系统所构成的单元间的互联。

最近，人们的注意力在很大程度上已转向局部网络。一般说来，局部网络在地理分布上都很紧凑（即分布在一个房间，一座大楼或一组楼群里）；而且通常使用专用的具有很高带宽的子网，把有源单元（如计算机系统）和无源单元（如大容量的二级存储器）联接起来。另外，局部网络一般是为同一个机构所拥有和使用的。鉴于上述理由，我们说局部网络在特征上是不同于远程网络的。

自从60年代起，就有一些互不相关的局部网络先后投入运行。这些网络一般都使用特定的点到点的子网链路去连接一小批“可兼容的”单元。但近年来，无论是支持局部网络的硬件或软件，都取得了显著的进展。

在本书中，我们首先介绍局部网络的实质，介绍人们对它兴趣日增的原因，以及可以用它们来支持哪些应用。然后我们再转到局部网络的设计方面，并且通过局部网络的模型来检验，如果使用现有的硬件和软件是否能解决设计中所提出的要求。这里所涉及的内容，包括网络拓扑，子网硬件（包括访问规程），单元——单元规程，可靠性和易实现性等方面。

其次，我们还定义了性能的测量，讨论了开发和使用仿真技术，及分析性能的模型等估价局部网络性能的方法，进而再转入对在局部网络中使用的仪器，及正确解释所测得的有效数据的途径进行探讨。然后，再回顾一下若干种已在使用中的局部网络，作为不同设计的实例。

最后，我们讨论与网际互连有关方面的内容。包括局部网络的互联，局部网络与远程网络的联接等。

本书的目的是想尽力描绘出一幅局部网络的画面，并指出它的实现方法。但我们并不自称已找到了尚未为人知晓的更好方法。在本书的内容中，我们尽力做到只谈局部网络，避免扯到远程网络方面去，因为远程网络的内容在其它书上已有很多介绍。

目 录

第一章 局部网络的特性和需求	(1)
§ 1.1 引 言.....	(1)
§ 1.2 一般的局部网络.....	(2)
§ 1.3 技术和经济推动.....	(3)
第二章 局部网络的组织和结构	(5)
§ 2.1 引 言.....	(5)
§ 2.2 拓扑结构.....	(5)
§ 2.3 系统实例.....	(8)
§ 2.4 传输介质.....	(13)
§ 2.5 网络功能层结构.....	(16)
§ 2.6 CIU模型	(25)
§ 2.7 可靠性.....	(27)
§ 2.8 局部网络和分布系统.....	(30)
第三章 规程选择	(39)
§ 3.1 存取规程选择.....	(39)
§ 3.2 链路级规程.....	(61)
§ 3.3 用户级规程.....	(69)
§ 3.4 规程的规范和检验.....	(70)
第四章 网络操作系统	(82)
§ 4.1 单 机.....	(82)
§ 4.2 网 络.....	(82)
§ 4.3 网络模型或分布计算.....	(83)
§ 4.4 网络操作系统的组织和结构.....	(84)
第五章 模型和测试	(110)
§ 5.1 引 言.....	(110)
§ 5.2 性能的测量.....	(111)
§ 5.3 使用仪器的可能性.....	(112)
§ 5.4 性能的测得.....	(112)

§ 5.5 模型和可定量的测量.....	(113)
第六章 部件和系统实例.....	(165)
§ 6.1 引 言.....	(165)
§ 6.2 举例6A Ethernet 网 络.....	(168)
§ 6.3 举例6B HYPER 信道网络适配器.....	(212)
§ 6.4 举例6C 松耦合网络.....	(230)
§ 6.5 举例6D Ringnet	(238)
§ 6.6 举例6E 剑桥式分布系 统	(245)
§ 6.7 举例6F 剑桥数字通信 环	(247)
§ 6.8 举例6G PERQ系统.....	(253)
§ 6.9 举例6H 网络测试系统CHIMPNET	(255)
第七章 网际互连.....	(271)
§ 7.1 引 言.....	(271)
§ 7.2 网际互连问题.....	(271)
§ 7.3 实例7.1	(273)
第八章 结 束 语.....	(289)
§ 8.1 引 言.....	(289)
§ 8.2 IEEE802计划的功能要求 (5.2版).....	(291)
附录: 译名索引.....	(296)

第一章 局部网络的特性和需求

§ 1.1 引言

局部网络是由一组有源单元（例如计算机）和无源单元（例如磁盘）的相互连接组合而成。以相互连接来支持分散单元之间的数字通信，这些单元分散在一个有限的地理区域中，通常是一个直径少于1千米的范围。相互连接的介质是宽频带，约为1—50兆位/秒（Mbps）的范围，基本上是没有误差的。网络是属于一个单位的，通常归一个单位所有和使用，在很多情况下，是由一个单位自己设计和实现。

局部网络和著名的远程网络，例如ARPANET和TELENET，有许多共同的特性，但局部网络和远程网络也有许多不同的地方。在支持网络物理拓扑结构方面他们是相同的（即用通信链路或通路实现单元的相互连接），都是依靠物理连接来支持一个完整的逻辑连接。信息可以从任何一个单元到另一个单元之间传送，从这个观点看，局部网络和远程网络的不同点，仅仅是对某个网络设计变量分配值的不同。例如，局部网络：

1. 使用高频带通路（一般是兆位范围内），而在远程网络中使用低频带通路（通常是千位范围）；
2. 局部网络的传输延迟比远程网络短（主要是因为使用高频带通路）；
3. 以非常低的误码率使用通路，其通路不仅仅比起远程网络的通路是好的，而且从绝对的意义上来讲也是好的；
4. 技术上使用容易，因为它们的结构不受约束，而远程网络通常和公用载体连接在一起；
5. 更容易控制，因为通常是归一个单位所有，并为该单位操作使用。

进一步来看，假定有五类计算机通信的问题，归纳如下：

1. 中心计算机功能问题：把由各自操作的几个主计算机和大型外围设备，组成一个公共可访问（共享）资源的相关组织问题；
2. 卫星或远程计算问题：以小型机为基础的各种各样设备的相互连接，并且把处在从有限的外围区域到几千米距离的外部设备，连接到中心计算机设备的问题（通常称为分布数据处理或局部智能）；
3. 终端存取问题：任意的终端设备（无论是智能终端或非智能终端）到任意计算机系统的一般连接。在中心计算设备中，常常一个卫星计算机同时又是主机。这些终端包括传统的键盘终端及自动化事务设备，数字声音终端及以微型机为基础的其他设备；
4. 标准的计算机网络：一个机构中计算设备的相互连接（通常是中心计算设备），通过一个透明的独立使用的计算机网络，连接到另一组计算机资源，这可以通过一个公共数据网络，或通过一个专用的或包交换网络，也可以通过使用由计算机厂家提供的网络结构及各种另外的策略来实现。

5. 网间通信问题: 把若干个分散和独立的计算机网络, 采用网间连接计算机的办法, 用链路连接在一起。因此, 报文能从一个网络, 经过几个中间网络而到达络点网络。

上面五个问题中的前三个问题是局部网络范畴, 从这三个问题中也就表示了为什么对局部网络有浓厚兴趣的原因。

局部网络允许单元的随机集合, 以构成一个协调的系统, 这种能力允许一个单位独立地扩展设备 (和应用无关), 构成专用单元。例如, 数据库机器或向量处理机。利用另外主机的通用软件进入系统, 并支持专用设备的用户接口。在后一种情况下, 局部网络也能缓和系统过分集中, 避免了对专用设备中的通用软件的开发 (例如编辑程序, 编译程序, 终端处理程序等)。

局部网络促进和方便了资源共享, 并提高了可靠性。由磁盘组组成的网络单元, 则网络中的所有主机单元都可以利用该磁盘组, 以便能够共享文件和盘组上的文件空间。此外, 局部网络通过单元冗余来提高可靠性。

局部网络也可以促进用户存取的均匀性, 这种均匀性是由一个单元来维持。该单元使用一个均匀网间连接器进入网络, 传输用户调配网络中另外单元的特定硬件和软件属性的请求 (在第四章将详述)。

局部网络允许在经典的分时系统中功能分散的特性增强了。因此, 可以是主单元在一个地方, 而一个高速的打印单元在另外一个地方, 激光控制器又在另外一个地方, 一个终端或工作站又在不同的地方等等。

局部网络允许那些传统上属于大型集中式系统的功能, 例如分时系统, 网络将提供连接性的支持, 通过一批小型计算机 (或微型机) 来实现。

上面所述局部网络的功能并非无所不包, 但表明宽频带通信和计算机以这样一种方式结合, 即允许提供传统功能的新方法和提供新功能的方法上结合。

因此, 局部网络支持各种广泛的应用, 并展现出特殊的功能。第二章将给出几个局部网络的实例, 这些局部网络支持应用系统的范围, 从实时控制到综合电子办公室等。

§ 1.2 一般的局部网络

很明显, 对用来构成局部网络的各个单元的物理连接是需要硬件设备的, 我们称这种连接设备为通信接口单元 (CIU)。有关 CIU 功能特性将在下章讨论。一般地说, 一个 CIU 从物理上连接一个单元到宽频通信网络, 其功能取决于该单元所具有的特性、通信信道技术和速率、网络拓扑结构及所使用的通信规程所决定。通常, 一个局部网络有如 图 1—1 所示的结构, 并且其硬件和软件体系结构多半支持如下的功能:

1. 在任意两个单元之间直接传输数据, 不需要在第三个单元上存储转发, 从而使得每次传输时间相等, 而且较短;

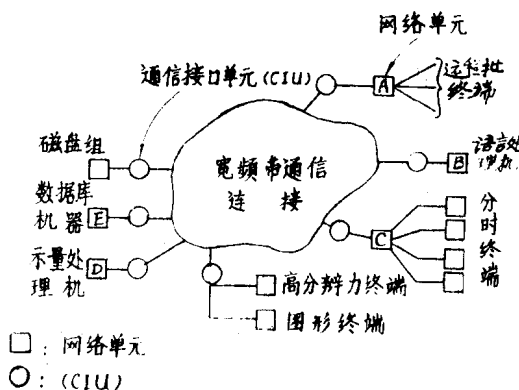


图 1—1 一般局部网络结构

2. 网络能在 4 公里左右距离的两个单元之间, 提供以 1 兆位/秒的数据传输速率来传输数据;

3. 网络组建之后容易改变或扩展, 因此从网络中拆除或接入一个工作单元, 不会导致网络操作的暂时性故障;

4. 每个单元将以这样一种方式接入网络, 即一个单元的失效不致引起多个单元, 甚至是整个网络的失效, 网络能够从暂时失效的影响中修复;

5. 局部网络有可能构成转换设备, 因此, 局部网络将是连接到其它网络或其它载体设备的接口, 而不要求和任意其它通信设备或设备直接相容;

6. 局部网络将具有包括便于网络构造、诊断和服务的特性;

7. 局部网络将遵从有关特别指定的要求功能(当使用卫星、无线电或微波信道时是能够应用的功能);

8. 网络将定义分层的规程;

9. 网络将定义另外一些标准, 例如规程和电标准(物理接口)等。

事实上, 这些方面是和局部网络应用范围的需求相一致的, 已被用作描述标准工作时的功能基础, 并在第二章将详细叙述。

§ 1.3 技术和经济推动

近来在局部网络上的普遍兴趣, 是随着近年来技术和经济发展的需要而兴起的。特别是局部网络的连网是由许多资料证明的[3], 包括超大规模集成数字逻辑成本的迅速下降, VLSI片复杂度迅速增加, 现有廉价的电视、无线电和卫星通信技术的可利用性; 及有希望的光学纤维通信技术的推动等。事实上, 正是依靠数字和通信结合技术的发展, 使得局部网络连网能够存在和发展。

以下各章, 我们将讲述局部连络技术, 包括网络拓扑; 用于单元的物理连接介质; 使用的规程体系、属性和测量的性能等。

我们将补充和推敲在我们前面的论述, 并将介绍几个网络实例, 评价已经商品化的 CIU。我们将讨论 VLSI 对局部连网的影响、对局部网络标准的需求、及对目前和将来密码编码方案和设备的需要。

我们用完整的一章来介绍局部网络的相互连接, 及局部网络到远程网络的连接, 我们也用一章的篇幅介绍局部网络的操作系统软件, 在这一点上, 我们认为局部网络将是朝向分布系统发展的一个革命性的阶段。

参 考 文 献

1. Wilkes, Maurice V. "The Impact of Wideband Local Area Communication System on Distributed Computing." Keynote address, First International Conference on Distributed Computing, Huntsville, Alabama, October 1979.
2. McQuillan, John M. "Understanding the New Local Network Technologies." Report No. 6927, Cambridge, Mass.: Bolt Beranek and Newman, September 1978.

3. Stefferud, Einar. "Economic Background for Computer Mail, A Review of Fundamental Issues." proceedings of COMPCON, 1980. pp.94—97.
4. Evans, Scott, and Herman, Jim. "Fiber Optics Successfully Links Microcomputers." Digital Design, April 1978, pp.36—37.
5. "Growth of the Fiber Optics Market." Digital Design, April 1980, p.16.
6. Martin, James. Communications Satellite Systems. New York, Prentice-Hall, 1978.
7. Abramson, N. "The Aloha System." TR B72-1, University of Hawaii, January 1972.
8. Roberts, L. G., The Evolution of packet Switching, proceedings of the IEEE 66(November 1978); 1307—1313.
9. Thacker, C. P., et al. "ALTO: A Personal Computer. In Computer Structures, Readings and Examples. New York, McGraw-Hill, forthcoming.
10. Graube, Maris. "IEEE to Establish Local Networking Standards." Computer Business News, December 17, 1979, p.3.

第二章 局部网络的组织和结构

§2.1 引言

如图1—1所示,局部网络需要通信接口单元,以支持单元的相互连接与信息传输。所选的通信接口单元设计,通过直接或间接确定能被相互连接的单元种类,从而确定可允许的网络分类。通信接口单元的基本设计参数是:

- (1)传输方式选择,是采用模拟方式还是数字方式;
- (2)可用单元拓扑选择,包括相邻单元之间所容许的间距及整个网络所容许的直径;
- (3)传输介质或介质与频带宽度的选择;
- (4)选择能互连的单元类别;
- (5)可靠性特征选择;
- (6)成本限制选择,既要从每个单元接口考虑,也要从整个的网络考虑。

此外,从考虑这些设计参数作出的决定,必须考虑到第一章所叙述的功能指标,下面将依次讨论各个设计参数的选择方案与论点。

传输方式,是选用模拟还是数字传输方式并不复杂,选用数字方式即可。这一选择不仅与数字音频传输的趋势相适应,也与获得现成可靠的高频带宽度介质和构件相适应。

§2.2 拓扑结构

为简化拓扑结构的特性描述,我们将一个通信接口单元(CIU)及其辅助元件一起称为一个节点,图2—1(a)中表示的即为一个节点。从节点并不是毫不含糊地处理所有可能情况这一意义上讲,图中的节点特性描述并不完整。例如,我们可以把图2—1(b)中所画的情况当作两个节点来看待,当然将其看成一个节点也是完全可以的。

网络拓扑结构主要与节点内部互连的方式有关,图2—2所示的无约束的图形结构,是最普通的一种拓扑结构。无约束的图形拓扑通常是远程网络所采用的。在远程网络中,由于地区性的弥散现象,传输链路一般都采用低频带宽(少于50kb/s)的公用载波线,同样的拓扑结构在局部网络上实现也是可能的,实际上,在劳伦斯列物莫(Laulence Liuvmore)实验室的局部网络中已发展成如图2—3和图2—4所示的这样一种拓扑结构,并已重新设计成如图2—5中所示的拓扑结构网络。

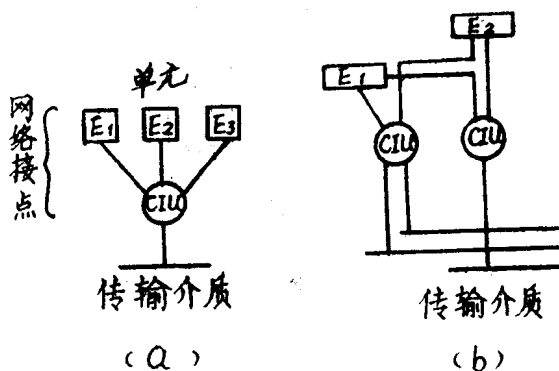


图2—1 网络节点结构

局部网络一般极少采用一种无约束拓扑结构，基本原因是无法实现局部网络某些功能指标，尤其是考虑到第一章所列指标的1，2，

4点时，不可能采用无约束拓扑结构。而要实现第一章中其余各点功能，特别是3，5，6点所要求的功能，采用无约束拓扑结构要比下面将讨论的可控制型的拓扑结构复杂得多。

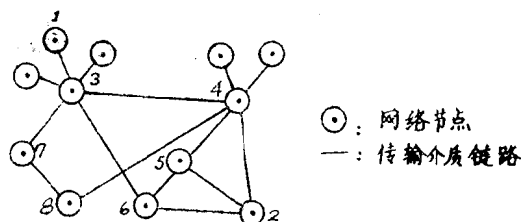


图 2-2 无约束的拓扑结构

在图 2-2 中连接节点的链路是点到点式，也就是说是从一个节点仅仅到一个其它的节点。因此，这样的网络要求有路径选择策略，例如图 2-2 中，把节点 1 的信息，传送到节点 2（终点），则必须由节点 3 收到信息后再传送到节点 4，或者通过节点 6 或节点 7 再传送到节点 2。路径选择策略所指的是：一个节点将所接收到的信息，如何向前传送。一般，这些决策包括：（1）如果接收信息的节点，不是信息传输的终点时，信息必须继续向前传送；（2）如果需要继续向前传送，则要决定继续向前传送信息所通过的链路。

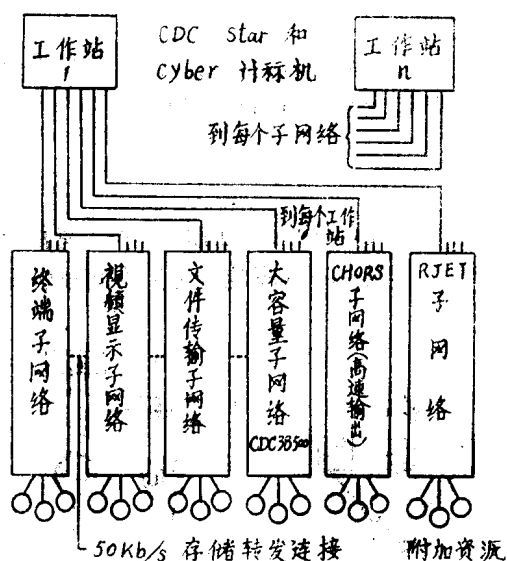


图 2-3 改进型的劳伦斯列物莫尔实验室局部网络功能结构图

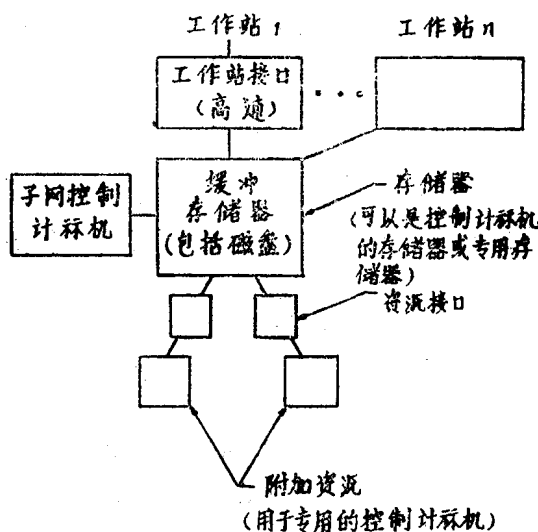


图 2-4 劳伦斯列物莫尔实验室的局部网络典型子网

下面将讨论可控制的拓扑结构，则不需要复杂的路径选择策略，并能更加直接地保证第一章中所列 9 条功能指标的实现，因而为局部网络提供更好地服务。

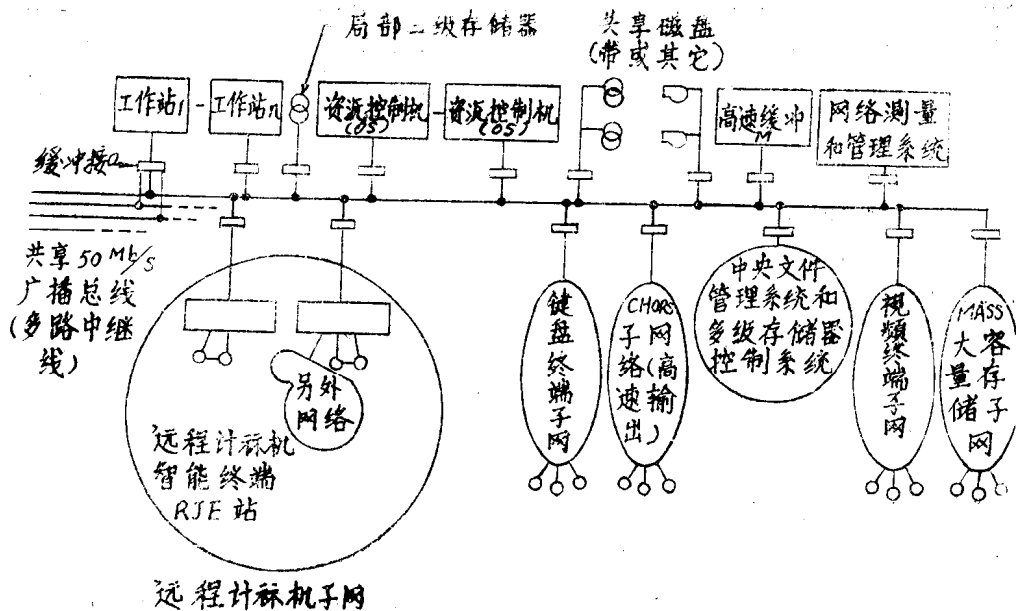


图 2—5 以功能分配为基础的未来的劳伦斯列物莫实验室网络

2.21 星形网络

图 2—6 (a) 和图 2—6 (b) 表示两种不同的星形网络拓扑结构, 星形网络演变成第一种可控制的拓扑结构, 因为这种网络是最简单的。此外, 如果所传送的信息, 主要是在主节点 (中心节点) 和次节点 (周围节点) 之间传输, 则这种拓扑结构是可行的。如果不是这样, 而是以一个外围节点为源节点, 另一个外围节点为终点节点进行信息传输, 则中心节点必须为这种信息传输进行路径选择的功能服务, 这种拓扑结构使人想起中心节点的分时系统, 在这种系统中外围节点是终端、终端群集器、或由点到点链路连接的远程批处理站。

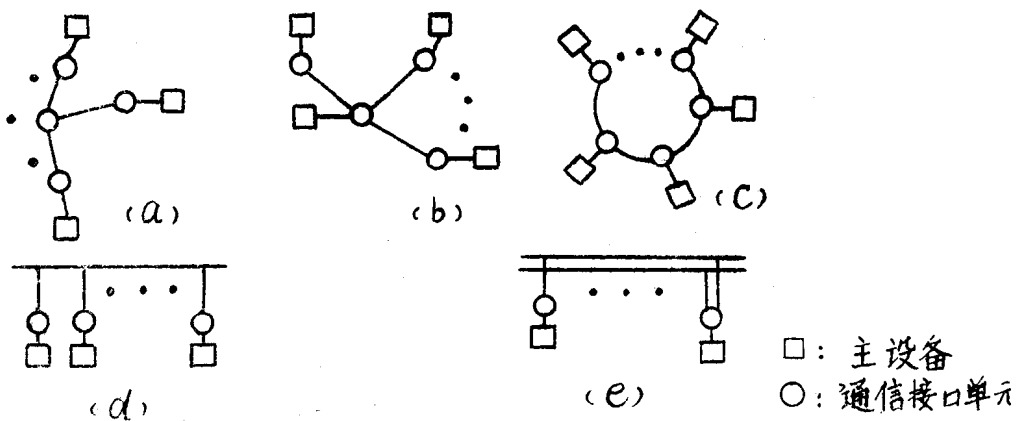


图 2—6 常见的局部网络结构: (a) 中心无源星形; (b) 中心有源星形; (c) 环形 (d) 单总线; (e) 多总线

很显然,网络正确运行首先要求中心节点正确运行,所谓正确指的是中心节点必须可供使用,并且必须具备充分的功能使其不致成为网络响应的瓶颈。总而言之,中心节点唯一代表网络出故障的点,就是说中心节点出故障时,网络也就出故障。这种特性和第一章的网络功能之四不符合。此外,星形网络结构会在某些扩展情况中发生困难。因此,和第一章的网络功能之三不符合。

图2—6中剩下两种有控制的拓扑结构,就不存在象无约束结构或星形结构那样的缺陷,因而,能最有效地保证第一章中所列局部网络功能的全部实现。

2.2.2 环形结构

环形拓扑结构如图2—6(c)所示,在环形结构中,信息为单方向传输(例如按顺时针方向)。通常,传输的信息沿着环路以这种方式循环进行,即由传输节点将信息传输到环上,由每个中间节点接收并朝前传输,由终节点接收信息,因此,和星形拓扑结构相比,就没有路径选择判定问题。与星形结构不同,环形结构支持随机信息传输形式(包括星形网络中所描述的主节点到次节点的传输形式)。

2.2.3 总线拓扑结构

单总线拓扑结构如图2—6(d)所示,所传输的信息借助于总线,沿着两个方向,从源节点流出,任何一个另外的节点均可对从旁边经过的信息内容进行检测,以确定本节点是否就是预定的传输终点。因此,面向总线的网络免除了路径选择(向前传送)的必要。

总线与环形拓扑结构在许多方面呈现出相似的特点。而它们的主要差异是:(1)总线型结构至少从理论上说来,提供了更为可靠的网络,因为在这类网络中不需要朝前转发传输;(2)环型拓扑结构对光导纤维链路来说,要比总线结构更容易实现(本章后面将讨论);(3)环型结构提供了一种称为自动应答的特性,第三章将讨论。

总线型结构之所以占优势有多种原因,包括:(1)由于不需要中继信息,所以单个节点的故障不会影响到整个系统的固有特性;(2)技术上可利用性,例如电视电缆,保证了总线有关的高频带宽局部网络的可靠使用;(3)总线结构容易适应在一个大楼或大楼群内,实现局部网络。非常奇怪,这个因素往往成为结构选择中的决定因素,当支持总线结构的技术也能支持环形结构时,仍然这样。

§2.3 系统实例

在这一部分所介绍的是使用总线结构或环结构的局部网络实例,这里所举的实例都是根据第一章中所提供的一种或数种理由而挑选的。

2.3.1 明尼苏达州立大学网络

明尼苏达州立大学网络结构,如图2—7所示,是一种总线型结构形式。图中虚线是表示局部网络内部相互连接线,实线代表主信道到设备的连接,而点划线表示专用链路连接。由于能允许把Cyber—74所发出的PDP程序输入,支援了局部网络的开发。这种结构形式带有一套用作后端存储的磁盘组,因而被当作一种后端存储网络(BSN)。

这种在明尼苏达州立大学发展起来的网络,显示了后端存储网络方式的威力,也许这是一种尚未被人们充分意识到的威力。若干年来,该大学一直在研究一种远程作业输入系统,利用PDP—11作为前端通信设备使用。通过多个远程作业输入站(RJE),传输和接收

来自PDP—11的数据，前端连接到一个Cyber—74信道接口上，该接口由明尼苏达州立大学设计并被称为LINK。通过接口LINK进行通信，数据通过这一信道到达Cyber外围处理机，然后分别通过Cyber找到磁盘存储器的通路，当作业完成之后，磁盘上的输出信息，经过若干级内部存储传输到Cyber—74，最后到PDP—11，然后到远程作业输入站。这一过程正由图2—7所示的网络操作所代替。

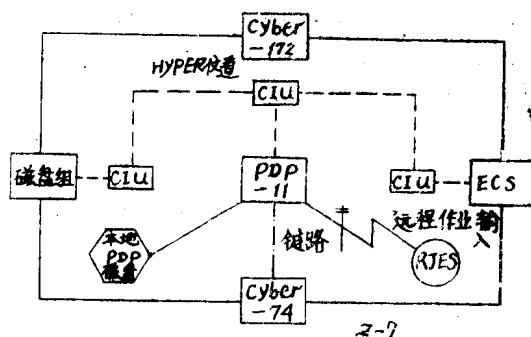


图2—7 明尼苏达州立大学网络

图2—7所示的这种结构形式，不仅减少了PDP到Cyber的大部分数据传输时间，而且还减少了为获得去远程作业输入站，及来自远程作业输入站所需要的全部软件辅助操作。数据将经过局部网络的通信接口部件（CIU），直接从PDP—11传输到适当选择的磁盘，由于Cyber—74主存储器外部的磁盘通道表存储器，产生了额外的好处，即当Cyber—74或Cyber—172功能下降时，磁盘存储器索引并不消失，与RJE的通信仍可继续进行，这种情况表示这种方式的数据传输性能和失效保险的特性，并能在Cyber—74和Cyber—172之间进行负载平衡。最后，作为这种结构形式的特色，无论是通用或专用的，增加的主机均能联接到网络上，以增加整个系统的计算能力。

2.3.2 大容量共享数据库系统

在图2—8中，表示一个复杂的面向总线的拓扑结构，使用多总线和多CIU既可提高网络可靠性，又把网络分解成几段。图2—8表示连接在网络上的工作站，及共享Cyber—203外围处理机和由Cyber—18管理的大容量外存储器系统。

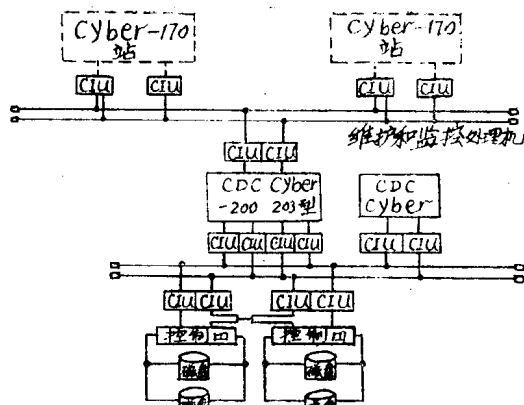


图2—8 支持一个共享的管理数据库网络

2.3.3 劳伦斯、列物莫尔实验室系统
劳伦斯·列物莫尔实验室（LLL）系统，称为octopus，最近14年来一直在发展演变，可以说是最早的一种局部网络实例。原先是设想成一种星形网络，带有一个中心转换节点，但由于种种原因而演变成一种以功能划分为基础的网络。

功能方式的基本概念如图2—3所示，每个功能是一个独立的子网，为工作计算机所共享。图2—4是一个典型子网的一般结构图形，每个子网由一个连接到各个工作站计算机的连接器、一个缓冲存储器和一个子网控制计算机组成。缓冲存储器可以就是控制计算机的存储器，或者也可以是一个单独的高性能、大容量的存储器（也可能包括磁盘）。子网控制计算机和缓冲存储器，均是为了冗余或者增加处理许多附加设备的能力而重复设置，这些附加设备就和终端子网似的。这些重复的系统，根据它们相近的功能而相互连接，从缓冲存储器

到工作站计算机的接口是二进制位并行传送（较老式的接口能以10Mbps速率操作）。新的大容量存储器多路存储系统（MASS）子网到工作站接口，能以40Mbps速率操作。而计算机硬拷贝输出系统（CHORS）子网接口，是一个模拟的磁带驱动器。缓冲存储器的带宽范围，从终端子网的16Mbps到MASS子网的270Mbps，正如图2—3所示，在终端子网中计算机间的相互连接，及在子网中控制计算机间的相互连接，是通过传输速率为50Kbps的串行存储转发的包交换技术实现。

图2—3中所示的各种子网，是在Octopus改进发展的不同时期发展起来的，每个新的子网使用这种技术能以对网络最小的干扰而接入系统。在这种结构中，一个子网中的问题能和网络中的其它部分隔离开，而且通信技术和控制计算机能根据其用途来确定其大小规模。

通过子网的途径提供了一个超过平均带宽的良好安全系数，共享的资源 and 相联控制计算机的功能分离，已经非常成功，并且将不断改进。

功能子网方法的主要问题在于，随着时间的消逝子网功能之间所要求的交叉通信是难于实现的。这是由于硬件的拓扑结构所引起的（网络之间的高速通路仅仅通过工作站计算机才存在）。

工作计算机的中央处理周期和主存储器空间经常是供不应求的，而要将它们作为交换接点来使用是很不方便的。例如，一个较老式的大容量存储系统子网，到一个较新的子网之间是不能直接传送文件。不可能把文件从RJE终端直接传送到大容量存储器，或高速高性能的输出设备，也不能从中央文件的存储器直接传送到高速输出设备。为提供更多的适应性，在终端子网内采用的存储转发技术，如前面已提到的那样，已被引伸到用于控制信息传输的若干子网内连方面。子网之间交叉通信方面更为严格的限制是通信规程体系结构。虽然在一些支网中有某些相似之处，但是对于区分进程间和应用功能的规程设有清晰的分层。一般说来，为了实效，也因为各个子网是由不同的组，在不同的时间开发起来的，所以子网的规程是不完全兼容的（这种调制性与规程体系结构分层设计的缺乏，是当前Octopus网络发展最严重的障碍之一）。一些子网中的硬件和软件设计不对称，也增加了困难。

工作站计算机是通过各子网互相连接的，但是目前仅仅包含工作站之间文件传输软件。这种情况限制了用户为在工作站计算机中间，发展他们的多重处理应用系统。现有结构内部没有简便的方法，使得工作站计算机共享高性能辅助存储器，例如磁盘存储器或其它正在出现的存储器技术。在工作站计算机出故障时，能够访问出故障计算机的辅助存储器这一点是非常有用的，将会使得工作范围更广泛。

当实验室内数以百计的微型计算机和小型计算机，相互连接并连到Octopus网络，各个子网之间交叉通信的必要性将进一步增加，因为这些远程系统企图使用各种中心资源。如果所有高速子网数据相互间通信必须经过工作站计算机，则其基本的计算功能将会严重下降。

除了缺少子网之间高速通信通路和均匀一致的规程以外，使用目前的方法不仅费时费钱，并且难于把新的工作计算机或子网加到系统上去。新的工作站计算机必须具备按要求设计的连接到各子网的接口。反过来，每个新的子网必须具备介于各类工作站计算机和子网缓冲存储器之间及每个附加资源和缓冲存储器之间的接口，例如，CDC star计算机就不能最终地完全被接入网络，从交付时间算起一共拖了3~4年时间，其结果对于那些工作状态和设备要依赖整个网络相互连接，以取得最大效率的用户来说，是相当不方便的。由于前面所推

述的技术问题和人力的局限结果，一些主要的新子网，例如MASS（多存取存储器系统）和CHORS（计算机硬拷贝只输出系统）子网，也需要几年才可操作使用。可以相信，总线结构方式不但可以简化工作站计算机接口，而且使得功能分离容易实现。

根据历史和现实状态，LLL正在将其网络改进成如图2—5所示的总线拓扑结构，在该图中有一个高速缓冲存储部件，它由一个按字随机存取的大容量存储器设备，及一个仅仅起监测网络状态并收集性能数据作用的部件组成（第五章将讨论）。

2.3.4 剑桥式分布系统

剑桥（大学）式分布系统如图2—9所示，是一种环形组织结构，剑桥式分布系统（CMDS）依靠其内部连接的小型计算机和微型计算机，提供类似于分时系统所提供的功能，在CMDS中，通过连接器把称为显示部件（VDU）的终端连接到系统上。在输入时，一个用户从可以使用的一个计算机组合群中指定一个计算机，该用户在他的会话期间里，享有该计算机的专用权。支持分时环境的专用部件也连接在环上，在这些部件中的某些部件，例如打印机和文件服务器，其专用目的是非常明确的。而其他一些设备，例如、名字服务器、时间服务器、资源管理器及主机服务器，则需要解释。

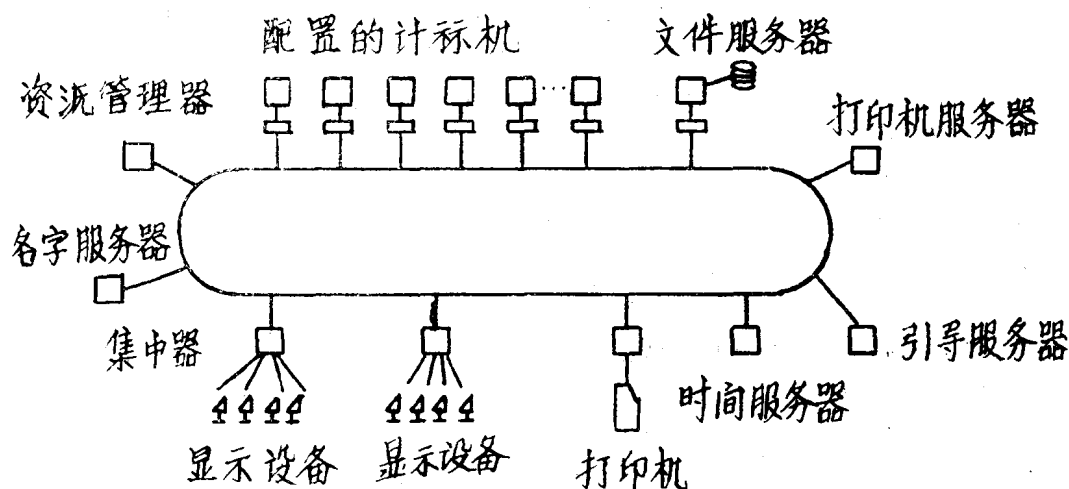


图 2—9 剑桥式分布系统

VDU集中器：VDU集中器和系统的另外部分通信，在VDU集中器中的Z80A微型机中有足够的存储器空间，缓冲将在每个VDU上被打印的一行信息，也缓冲显示器接收到的行信息。VDU程序能响应字符返回，并且也提供局部行编辑功能。

名字服务器：名字服务器在剑桥式分布系统原理中起着重要作用。当系统中任何一个地方的一个服务、一个进程或一个计算机的名字出现时，则名字服务器产生该名字的位置。也能够执行相反的翻译，即知道位置也就知道名字。因此，用户是装配了一个命名的灵活系统，并且无需知道服务、进程等等处在环节上的物理位置。

文件服务器：文件服务提供了一个完整的文件系统，以正常的方法保存着用户文件和系统文件，它也能被用作为一个后备存储器，即能够交换或复盖一个计算机高速存储器的内容。当然，传输速度受环操作速度限制。