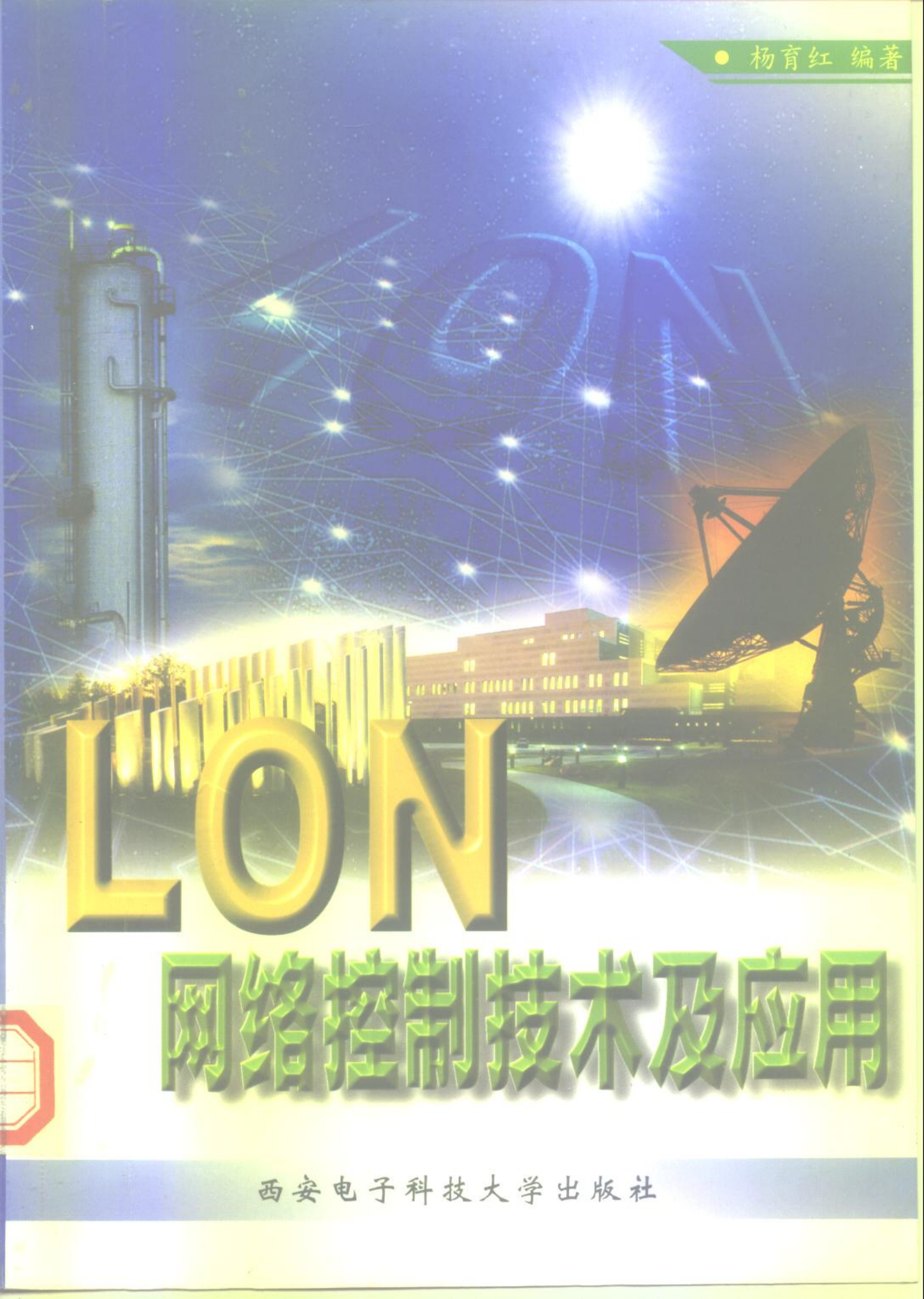


● 杨育红 编著



LON

网络控制技术的应用

西安电子科技大学出版社

TP393.1

Y301

LON 网络控制技术及应用

杨育红 编著

西安电子科技大学出版社

1999

内 容 简 介

LON(Local Operating Network)是美国 Echelon 公司于 1991 年最新推出的局部操作网络技术。由于它的高可靠性、开放性、互操作性等优点已使其在航空/航天、工业过程控制、楼宇控制、电力系统自动化、医疗仪器、交通工具、军事/防卫控制等诸多方面获得了最为广泛的应用。

本书对 LON 网的原理、Neuron 芯片、LonTalk 协议、应用编程和网络安装以及网络监控等进行了详细、系统的论述,并针对不同的情况给出了许多例子程序。本书既可以供大专院校有关专业作为参考教材和教学参考用书,也可供 LON 网络技术开发及应用人员参考。

TS219/22

图书在版编目(CIP)数据

LON 网络控制技术及应用/杨育红编著. —西安:西安电子科技大学出版社, 1999. 4
ISBN 7-5606-0720-9

I. L… II. 杨… III. 电子计算机—局部网络. Lon—控制技术 IV. TP393.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 07780 号

责任编辑 杨兵 叶德福

出版发行 西安电子科技大学出版社
(西安市太白南路 2 号)

邮 编 710071

电 话 (029)8227828

经 销 新华书店

印 刷 陕西省富平印刷有限责任公司

版 次 1999 年 4 月第 1 版

1999 年 4 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 21.5

字 数 509 千字

印 数 1~4 000 册

定 价 22.00 元

ISBN 7-5606-0720-9/TP·0364

*** 如有印制问题可调换 ***

前 言

目前,现场总线技术正以前所未有的速度在工业控制领域推广和应用,成为一种新型的现场控制技术。现场总线是用于现场仪表与控制系统和控制室之间的一种全分散、全数字化的,智能、双向、多变量、多点、多站的分布式通信系统,按 ISO 的 OSI 标准提供网络服务。其可靠性高,稳定性好,抗干扰能力强,通信速率快,造价低,维护成本低。该技术的出现解决了传统的现场控制技术自身存在的无法克服的缺陷,使得构成一高性能、高可靠的分布式工业控制、监测系统成为现实。

LON 网(Local Operating Network 局部操作网络)是由美国 Echelon 公司在 1991 年推出的网络控制系统。与当前已有的几种现场总线技术相比,LON 网以其特有的突出特点:统一性、开放性以及互操作性,成为实际上的现场总线推荐标准。LON 网络的核心是 Neuron 芯片,它既能管理通信,同时具有输入/输出以及控制等能力。芯片内部的三个 CPU 分别管理网络通信以及处理用户应用程序。此外,芯片附有固件,该固件实现 LonTalk 通信协议和所有的任务调度。由于节点间的通信以及任务调度由固件自动实现,故用户无需把时间用在低层通信以及控制上,同时 Echelon 公司还为网络的开发提供了强有力的开发工具、控制模板以及网络服务工具等,从而能很方便地组成智能节点,并将这些节点应用到 LON 控制网络中,或与异构网络互联,极大地缩短了开发周期。至今,全世界已有 56 个国家和地区的 2000 多个公司在使用 LONWORKS 技术及其产品,我国也有十几家公司推出了自己的基于 LONWORKS 的产品。为了更好地推广 LONWORKS 技术,由世界十几个国家和 140 多个公司,如:IBM、HP、Motorola 等组成了一个独立的行业协会,负责定义、发布、确认产品的互操作性标准。LON 网的应用不仅仅局限于某个特殊领域,它已应用于各行各业。

编写本书的目的是希望能为 LON 测控网络技术在我国的开发以及应用,起一定的促进作用。

本书第一章主要论述了现场总线技术的产生及发展,比较了几种目前流行的现场总线产品,提出了现场总线发展方向。第二章概述性地论述了 LONWORKS 网络控制技术,以给读者一个整体的认识。第三章、第四章以及第五章详细地介绍了 Neuron 芯片的硬件结构以及芯片附带的固件。第六章简单地介绍了 Neuron C 编程语言,而把重点放在编程技巧上,列举了完成各种功能的例子程序。第七章重点介绍了利用 NodeBuilder 开发工具开发基于 Neuron 芯片的节点的过程步骤,以及使用 LonMaker 工具安装、测试 LON 网的过程,并列出了使用 DDE 服务器开发网络监控程序的过程的例子。

本书编写过程中本着理论与实际的紧密结合,内容深入浅出,因而不仅可以作为大专院校有关专业的参考教材和教学参考用书,也可作为 LON 网络技术开发及应用的人员参考。

要特别提出的是,在本书编写过程中,得到曲保章教授、尹正经副教授、郑帮维副教

授以及沈建华高工的热情支持，四位前辈对全书进行了审校，曲保章教授还为本书提供了许多宝贵的资料。

由于作者水平有限，书中会存在不尽人意之处，敬请读者批评指正，作者将致意感谢！此外，由于某种原因，有些内容，如基于主机的节点的设计开发、LON 网的 LONMARK 对象以及 SNVT 等都未详细地给予论述。此外，网络安装也不仅仅限于使用 LonMaker，如自安装等读者若感兴趣可来信询问，本人将很愿意与各位同行共同探讨有关问题。

通信地址：河南郑州 1001 信箱 29 号。

Email: liyiyuci@public2. zz. ha. cn

编著者

1998 年 6 月于郑州信息工程学院

目 录

第一章 现场总线技术的产生及发展	1	3.6 Neuron 芯片内部网络通信端口、 时钟、复位及服务引脚	40
1.1 早期控制技术	1	3.6.1 通信	40
1.2 现场总线技术	4	3.6.2 通信端口	41
1.2.1 现场总线的产生历程	4	3.6.3 收发器	45
1.2.2 现场总线的实质	6	3.6.4 时钟信号产生	48
1.2.3 现场总线的发展	8	3.6.5 休眠/唤醒电路	49
1.2.4 现场总线的变革	10	3.6.6 看门狗定时器	50
1.3 LONWORKS 技术的异军突起	11	3.6.7 复位	50
1.3.1 LONWORKS 的开放性 互操作性	11	3.6.8 服务引脚	56
1.3.2 LONWORKS 网络特性	12	3.7 定时器/计数器	57
1.3.3 LONWORKS 与 CIMS 系统	14	3.8 Neuron 芯片的电气特性	58
1.3.4 LONWORKS 的本征安全性	14		
1.3.5 LONWORKS 技术的未来	14		
第二章 LONWORKS 技术	16	第四章 Neuron 芯片应用 I/O 对象	60
2.1 LON 网络控制技术	17	4.1 Neuron 芯片 I/O 对象类别	60
2.1.1 Neuron 芯片及通信协议	17	4.2 I/O 定时问题	62
2.1.2 LONWORKS 产品	18	4.2.1 与调度程序有关的 I/O 定时信息	62
2.2 LONWORKS 应用	19	4.2.2 与固件及硬件有关的 I/O 定时信息	64
2.2.1 节点	19	4.2.3 同步	64
2.2.2 I/O 设备	20	4.3 I/O 对象	64
2.2.3 网络变量及显式消息	21	4.3.1 直接 I/O 对象	64
		4.3.2 并行双向 I/O 对象	69
第三章 Neuron 芯片的硬件结构	25	4.3.3 串行 I/O 对象	77
3.1 Neuron 芯片主要性能特点	25	4.3.4 定时器/计数器的输入对象	84
3.2 Neuron 芯片内部总体结构	27	4.3.5 定时器/计数器的输出对象	93
3.3 Neuron 芯片的 CPU 结构	29		
3.4 Neuron 芯片内部存储器配置	31	第五章 Neuron 芯片固件	101
3.5 3150 芯片外接存储器	33	5.1 存储映象	101
3.5.1 3150 芯片外部存储器接口	33	5.1.1 系统映象	101
3.5.2 3150 芯片与外部存储器 接口设计	35	5.1.2 应用映象	101
3.5.3 3150 芯片与外存接口 设计举例	36	5.1.3 网络映象	102
		5.1.4 片内 E ² PROM 的分配	103
		5.1.5 RAM 的分配	104
		5.2 Neuron 芯片的数据结构	105

5.2.1 固定只读数据结构	105	6.4 如何使用显式消息	209
5.2.2 域表	109	6.4.1 显式消息概述	210
5.2.3 地址表	110	6.4.2 显式消息的构造	210
5.2.4 网络变量表	116	6.4.3 发送消息	213
5.2.5 配置结构	119	6.4.4 接收消息	214
5.3 LonTalk 协议	123	6.4.5 举例	216
5.3.1 物理通道	124	6.4.6 如何使用显式寻址	217
5.3.2 命名、寻址以及路由	126	6.4.7 如何使用应答服务发送消息	218
5.3.3 通信服务	131	6.4.8 占先方式和消息	220
5.3.4 MAC 子层协议	134	6.4.9 如何使用异步以及直接 事件处理	221
5.3.5 LonTalk 协议定时器	136	6.4.10 如何使用请求/响应机制	222
5.3.6 网络消息(管理、诊断消息 服务)	139	6.5 应用缓存器的显式分配	226
5.3.7 其它	162	6.6 Neuron C 其它功能	228
第六章 Neuron C 编程及技巧	166	6.6.1 Neuron 芯片固件调度程序	228
6.1 Neuron C 简介	166	6.6.2 调度程序复位机制	229
6.1.1 Neuron C 与 ANSI C 的差别	166	6.6.3 旁路方式	230
6.1.2 Neuron C 变量类型	167	6.6.4 看门狗定时器	230
6.1.3 Neuron C 存储类别	168	6.6.5 其它的预定事件	231
6.1.4 变量的初始化	169	6.6.6 睡眠方式	232
6.1.5 整型常数	169	6.6.7 错误处理	235
6.1.6 Neuron C 定义	170	6.7 存储器管理	236
6.1.7 编译指令	170	6.7.1 分配缓存器	236
6.2 Neuron C 编程及技巧	174	6.7.2 使用芯片的存储器	240
6.2.1 调度程序	175	第七章 应用开发	251
6.2.2 定时器	180	7.1 基于网络的开发工具 LonBuilder	251
6.2.3 输入/输出对象	182	7.1.1 开发工具的主要特点	252
6.2.4 举例	187	7.1.2 LonBuilder 软、硬件	252
6.2.5 输入时钟频率以及定时器的 精确度	190	7.1.3 使用方法	254
6.3 如何使用网络变量	191	7.2 基于节点的 NodeBuilder 开发工具	257
6.3.1 网络变量概述	191	7.2.1 主要特点	258
6.3.2 网络变量消息的构造	192	7.2.2 NodeBuilder 软、硬件	258
6.3.3 网络变量定义	193	7.2.3 使用方法	260
6.3.4 网络变量连接	196	7.3 NodeBuilder 应用开发	262
6.3.5 网络变量事件	198	7.3.1 NodeBuilder 硬件安装	263
6.3.6 同步网络变量	203	7.3.2 NodeBuilder 软件安装	265
6.3.7 处理网络变量的完成事件	204	7.3.3 NodeBuilder 软件的启动 与使用	268
6.3.8 轮询网络变量	205	7.3.4 验证安装	275
6.3.9 网络变量的显式传播	206	7.4 开发 LONWORKS 应用	276
6.3.10 监视网络变量	208	7.4.1 定义应用应实现的功能	276
6.3.11 网络变量的鉴别服务	209	7.4.2 标明设备并分配应完成	

的功能	277	7.7.1 输出外部接口文件	295
7.4.3 为每个设备定义外部		7.7.2 Profiler 操作	296
接口文件	277	7.7.3 输出组件目录给 LonMaker	302
7.4.4 为每个设备编写应用程序	278	7.7.4 定义网络各组件	303
7.4.5 构造、调试以及测试		7.7.5 安装设备过程	307
各个设备	279	7.7.6 LON 网络测试	309
7.4.6 集成网络并测试	280	7.8 DDE 服务器的使用	310
7.5 开发 LONWORKS 的操作过程	280		
7.5.1 如何定义一个 LONWORKS		附录 I Neuron C 库函数	316
设备	281	附录 II 保留字	321
7.5.2 如何构造并下载应用映象	287	附录 III 汽车应用的完整例子程序	325
7.5.3 如何测试一个 LONWORKS 节点		主要参考资料	335
设备	290		
7.6 LON 网安装	293		
7.7 使用 LonMaker 工具安装网络	295		

第一章

现场总线技术的产生及发展

本章主要内容:

- 早期的控制技术及其存在的问题
- 现场总线技术
- LONWORKS 全分布式、互操作性的控制网络技术异军突起

1.1 早期控制技术

20 世纪 50 年代前,第一代过程控制体系结构(直动式或 PCS)是基于(3~15) psi* 的气动信号标准。随后的 25 年,第二代过程控制体系结构(模拟式或 ACS)使用的是(4~20) mA 的模拟信号。到了 70 年代,人们在测量、模拟和逻辑控制领域率先使用了数字计算机,从而产生了集中式控制,即第三代过程控制体系结构(CCS)。所谓集中控制是以计算机为基础加上扩展 I/O 接口而构成的。中心控制是一台计算机,当然,它可以是单片机,也可以是个人计算机,或者是通用型工业控制机。其扩展的 I/O 接口模板按不同的适用总线分成不同的系列,从最初的 S-100 总线、PC 总线到后来被广泛采用的 STD 总线和 MULTIBUS 总线标准,等等。其基本结构见图 1-1。

这种结构如同主从式计算机网络一样有着与生俱来的缺点,也就是由集中式控制机制带来的缺点。这些缺点是:

- (1) 集中式的计算机控制降低了系统的可靠性,风险高度集中。
- (2) 模拟信号数字化的工作在计算机端,使得太多太长的现场连线通过各类干扰环境到达现场,这些连线各自传递着不同性质的信号,有微弱电流、电压信号,也有大功率的脉冲、开关信号,加上环境干扰,使系统抗干扰的设计和实现都十分困难。
- (3) 开发大范围的系统比较困难。到了 80 年代,由于微处理器被嵌入到各种仪器设备,仪器设备的智能化从而产生了分布式控制,即第四代过程控制体系结构(DCS)。在这种体系结构中,多台微处理器分散在现场,它们之间利用高速数据通道(DHW)连接在一起

* 1 psi=0.068 大气压力=6.89 Pa。

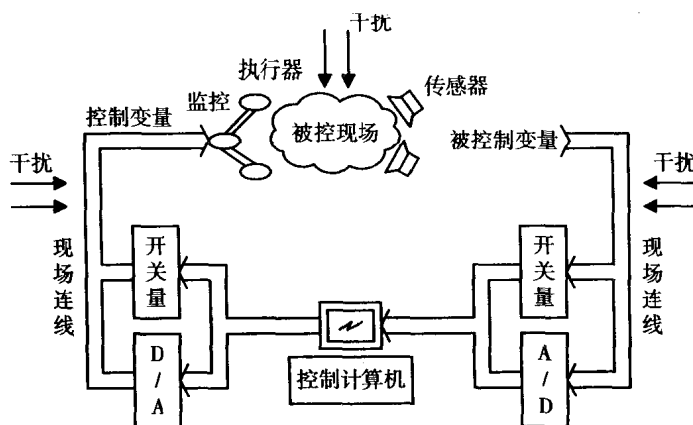


图 1-1 集中控制结构示意图

构成分布式网络控制系统。它的结构示意图见图 1-2。

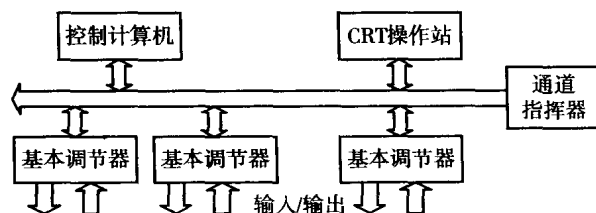


图 1-2 DCS 结构示意图

分布式网络控制系统的多个基本调节器(BC)是以微型计算机为核心加上扩展 I/O 接口电路而组成的，担负着系统的基本控制任务。由于多台微型计算机分散在现场进行控制，避免了集中式控制系统风险高度集中的缺点。另外，由于基本调节器可以靠近现场，使得现场连线大大缩短，便于实现大范围的系统控制。数据通信、CRT 显示、监控计算机及其它外设的加入使得系统成为一个整体，可实现集中操作、管理、显示以及报警，克服了常规仪表控制过于分散、人机交互困难的问题。这就是人们常说的“分散控制、集中管理”的分布式控制系统的特点。

DCS 技术的发展，出现了多种系统联网方式。其中有专用 DHW 高速通道组网方式，如：HONEYWELL 的 TDC3000，YOKOGAWA 的 CENTUMCS，Westinghouse 的 WDPFI，ABB/Taylor 的 MOD300 等。然而，分布式控制系统仍然存在如下问题：

(1) 以微处理器为核心的调节器硬性地被指定一组特定的任务，在绝大多数情况下，通信由一个具有“网关”的专用网络来完成，而且网关的大部分程序是由用户编写的，所以开发技术相当复杂。

(2) 有着特定任务的基本调节器使得组网手段及网络结构不灵活、开发系统费用也相当高。

(3) 对于通信网络中的控制站或输入输出单元，现场仪表依旧是一对一的模拟信号传输。其中的一个原因是，工业生产现场环境十分恶劣，既有各种电磁场干扰，又有各种酸、

碱、盐等腐蚀性有害物质，还有高温、低温、高湿度以及各种粉尘，仅采用一般的通信网络很难克服恶劣环境对网络系统的影响。

有人曾尝试把成熟的 LAN 技术用于分布控制系统的联网，实验证明，它存在性能不匹配的问题，而且以传递大量数据、文件为目的的 LAN 并不适合用作以传递控制信息为目的的中、低传输速率网，另外还有一点是它不能适应恶劣的工作环境。所以可以说，DCS 体系结构仍然有许多不尽人意的地方，比如各公司都有各自的标准，不能互联，所谓分散控制也不是完全彻底的，而所谓的数字化也仅是半数字化而已，等等。尽管这些年来，人们在 DCS 的框架内做了很多使系统开放的努力，最终只能取得有限的改良效果，因此迫切需要有更佳的控制系統以实现真正意义上的全数字、开放、互联以及高可靠性。

任何新技术的实现无不是建立在相关的技术的发展之上的。正是伴随着微电子技术的不断发展，特别是微处理技术和网络技术的快速发展以及智能化仪表的发展和广泛应用，加之工业自动化程度不断提出高要求，DCS 快速地向两个方向发展：一个是计算机控制系统向高层次发展，使面向过程控制的 DCS 和面向生产管理与生产调度系统的 MIS 集成，组成了计算机集成制造系统(CIMS: Computer Integrated Manufacture System)和计算机集成过程控制系统(CIPS: Computer Integrated Process System)；二是计算机控制系统向生产的过程低层次渗透，将系统中的过程级工作站下沉到工作现场。到了 80 年代中期，CIMS/CIPS 技术成为制造行业里人们竞相开发和实施的生产方略，成为不同国家中大大小小的企业在激烈的市场竞争中走向成功的新型生产模式。CIMS/CIPS 技术的发展及其在许多企业中的成功实施，证明了专家学者们的预言：CIMS/CIPS 是制造业/过程工业发展的必然趋势，并将不可逆转地成为 21 世纪占主导地位的新型生产方式之一。

我国从 1995 年 2 月开始在部分省市推广 CIMS。但要成功地实施 CIMS/CIPS 还要解决一个关键的问题，这就是最低层的网络通信问题。图 1-3 给出的是 CIMS 的典型网络模型。现在 Ethernet、TOP、MAP 等网络能够支持实现工厂级全面管理及工程设计的信息交换，MAP 网将车间的各种机床设备连接起来，从而完成任务下载、状况上传以及监督协调各类自动设备的任务。最低层的设备主要是诸如传感器、执行器或传动装置之类的仪器、仪表设备，用来完成具体的生产以及任务协调等。

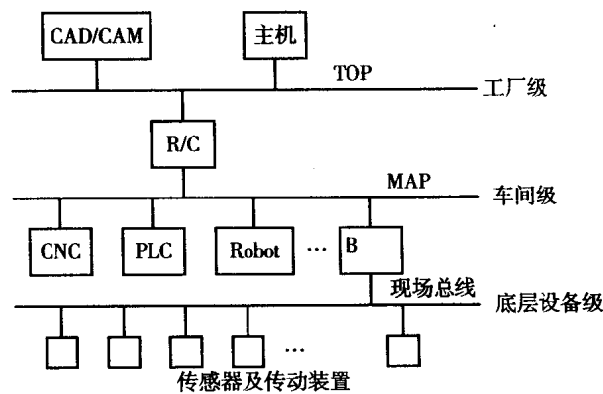


图 1-3 CIMS 的典型网络模型

被控现场的网络问题一直是困扰传统的 DCS 的问题,也是长期以来无法解决的问题之一。分析其原因,除了受被控现场环境制约外,还有就是被控现场为生产的“前沿”,要求数据响应时间是几毫秒到零点几秒,而工厂级网络响应时间要求在几分钟,车间级网络响应时间要求在几秒内。目前, CIMS 系统是如何解决这个问题的呢?由图可见,在被控现场, CIMS 系统采用了一项新技术,即现场总线技术,它的采用使现代 CIMS 网络体系结构简化为三级网络,即计划层、监控层和传感器层。

现场总线的实时、可靠、低成本、使用方便等特点使其在被控现场层得到广泛的应用,它很好地解决了上几代控制系统中遗留的问题,从信号标准、通信标准到系统标准,从体系结构、设计方法、安装调试到产品结构都有革命性的变革。它实际上是控制技术、仪表工业技术和网络技术三者结合的产物。换句话说,当制造和过程控制由分立设备发展到共享设备、工业仪器由简单电子仪表进化到智能仪表、计算机网络由 MAP/TOP 网络延伸到传感器和执行器时,它即成为这几大技术分支结合的历史必然。以现场总线为核心的现场总线控制系统(FCS)必将成为未来工业生产,即 CIMS 和 CIPS 网络层次中的重要组成部分,必将取代传统的 DCS 系统,成为第五代过程控制体系结构。

1.2 现场总线技术

在 80 年代中期,国外就提出现场总线。原始的现场总线思想非常简单,它只是针对传统的 DCS 的问题试图用一个开放的、独立于产品厂家的多回路通信系统来取代(4~20) mA 的电流标准。现场总线由于各种各样的原因,研究工作开展得比较缓慢,实现起来并非想像的那么简单,因而经历了十几年的发展历程。而这期间由于飞速发展的电子技术以及计算机技术,不断地扩展着现场总线技术的内涵。到 90 年代,实现现场总线技术的所有条件都已具备。目前,现场总线的发展相当迅速,人们预言它将成为 21 世纪的开放式控制系统。

1.2.1 现场总线的产生历程

现场总线的重要性为越来越多的人所重视,掀起了一股现场总线的热潮。现在有很多厂家出于各自利益的考虑,都在研究并开发出各种各样的现场总线产品,期望能占领这个市场。这就使得现场总线产品五花八门,失去统一的标准。先后有多种现场总线的企业标准、集团标准以及国家标准。下面列举部分国家及国际组织研究制定现场总线标准的经过,从中可以了解现场总线的产生历程。

1. ISA/SP50

1984 年,美国仪表学会(ISA: Instrument Society of America)下属的标准实施(Standards and Practice)第 50 组,简称 ISA/SP50 开始制定现场总线标准。

1992 年,国际电工委员会 IEC 批准了 SP50 物理层标准。

SP50 的最大特点是物理层使用双绞线,该双绞线用于传输数字信号,也用于为现场供电。这是利用“两相曼彻斯特编码”技术实现的。SP50 的数据链路层为(LAS: Link Active Scheduler)协议,是一种集中调度管理机制。其工作是按令牌的循环传递进行的。最高传输速率可达到 2.5 Mb/s,最大传输距离是 2 km。每条双绞线可连接节点 32 个。

2. PROFIBUS

1986 年, 德国开始制定过程现场总线(Process Field Bus)标准, 简称 PROFIBUS。

1990 年, 完成了 PROFIBUS 标准的制定, 在德国标准 DIN19245 中对其进行了论述。

1994 年, PROFIBUS 用户组织又推出了用于过程自动化的现场总线 PROFIBUS-PA (Process Automation), 通过总线供电, 提供本质安全。

PROFIBUS 是一种多主多从的令牌网络。物理层使用 EIA485, 数据链路层为分布式令牌协议, 每个系统最多为 4 个网段(segment), 每个网段可接 32 个节点。其通信速率最高可达到 500 kb/s, 最远通信距离是 1.2 km。

3. ISP 和 ISPF

1992 年, 由 Siemens、Foxboro、Rosemount、Fisher、Yokogawa、ABB 等公司成立了 ISP(Interoperable System Project, 可互操作系统规划)组织, 以德国的 PROFIBUS 为基础制定现场总线标准。

1993 年, 成立了 ISP 基金会 ISPF(ISP Foundation)。

4. World FIP

1993 年, 由 Honeywell、Bailey 等公司牵头, 成立了 World FIP, 约有 120 多个公司加盟, 以法国标准(FIP: Factory Instrumentation Protocol)为基础制定现场总线标准。World FIP 只是一个高层协议, 不包括物理层以及链路层的规范(这一部分同 ISP), 而高层协议称为 FIP。

5. HART 和 HCF

1986 年, 由 Rosemount 提出 HART(HART: Highway Addressable Remote Transducer, 可寻址远程传感器数据通路)通信协议。它是一种将模拟信号调制成数字调频信号, 利用双绞线实现数字调频信号的传输协议。虽然 HART 协议本身还不构成现场总线, 但可以说它已是现场总线的雏形。其具体的情况是, 在现场安装一种被称之为“Smart Field Instruments”的特殊仪表设备, 其中包括一个调制解调器, 可以将(4~20)mA 的信号调制成为符合 Bell 202 标准的 FSK 信号。Smart 仪器可以用一对传输线同时送出(4~20)mA 和 FSK 信号。如果按标准仪表接法, 可以用(4~20)mA, 这时的接线是点对点的; 如果将多个 Smart 仪表共线连接, 则应使用 FSK 数字信号并通过 Bell 202 标准的调制解调器 MODEM 将信号送至计算机。

1993 年, 成立了 HART 通信基金会(HCF: HART Communication Foundation), 约有 70 多个公司加盟, 如: Siemens、Rosemount、Yokogawa、E+H、Fisher 等。

6. FF(现场总线基金会)

国际标准的制定过程是: 首先编制企业标准, 然后过渡到企业集团标准, 最后提交给具有世界性影响的权威学术组织批准。基于各自利益的考虑, 使得现场总线标准化工作进展缓慢。目前的现状是现场总线的市场前景相当好, 现场总线技术已成熟, 而任何一个集团不可能也不允许垄断市场, 为此, 各大仪表和 DCS 的制造商为了能早点获利, 不想维持僵局。在这种情况下, 1994 年 ISPF 和 world FIP 握手言和, 成立了现场总线基金会 FF(Fieldbus Foundation), 其总部设在美国 Texas(得克萨斯)州的 Austin(奥斯汀)。

1.2.2 现场总线的实质

1. 现场总线的定义

由于标准实质上并未统一,所以对现场总线的定义也是各有各的定义。下面给出的是现场总线的两种有代表性的定义。

(1) ISA SP50 中对现场总线的定义。现场总线是一种串行的数字数据通信链路,它沟通了过程控制领域的基本控制设备(即场地级设备)之间以及与更高层次自动控制领域的自动化控制设备(即车间级设备)之间的联系。

这里的现场设备指最底层的控制监测、执行和计算设备,包括传感器、控制器、智能阀门、微处理器和存储器等各种类型的仪表产品。

(2) 根据国际电工委员会 IEC 标准和现场总线基金会 FF 的定义:现场总线是连接智能现场设备和自动化系统的数字式、双向传输、多分支结构的通信网络。现场总线的本质含义表现在以下 6 个方面:

① 现场通信网络:用于过程以及制造自动化的现场设备或现场仪表互连的通信网络。

② 现场设备互连:现场设备或现场仪表是指传感器、变送器和执行器等,这些设备通过一对传输线互连,传输线可以使用双绞线、同轴电缆、光纤和电源线等,并可根据需要因地制宜地选择不同类型的传输介质。

③ 互操作性:现场设备或现场仪表种类繁多,没有任何一家制造商可以提供工厂所需的全部现场设备,所以,互相连接不同制造商的产品是不可避免的。用户不希望为选用不同的产品而在硬件或软件上花很大气力,而希望选用各制造商性能价格比最优的产品,并将其集成在一起,实现“即接即用”;用户希望对不同品牌的现场设备统一组态,构成他所需要的控制回路。这些就是现场总线设备互操作性的含义。现场设备互连是基本的要求,只有实现互操作性,用户才能自由地集成 FCS。

④ 分散功能块:FCS 废弃了 DCS 的输入/输出单元和控制站,把 DCS 控制站的功能块分散地分配给现场仪表,从而构成虚拟控制站。例如,流量变送器不仅具有流量信号变换、补偿和累加输入模块,而且有 PID 控制和运算功能块。调节阀的基本功能是信号驱动和执行,还内含输出特性补偿模块,也可以有 PID 控制和运算模块,甚至有阀门特性自检验和自诊断功能。由于功能块分散在多台现场仪表中,并可统一组态,供用户灵活选用各种功能块,构成所需的控制系统,实现彻底的分散控制。

⑤ 通信线供电:通信线供电方式允许现场仪表直接从通信线上摄取能量,对于要求本征安全的低功耗现场仪表,可采用这种供电方式。众所周知,化工、炼油等企业的生产现场有可燃性物质,所有现场设备都必须严格遵循安全防爆标准。现场总线设备也不例外。

⑥ 开放式互连网络:现场总线为开放式互连网络,它既可与同层网络互连,也可与不同层网络互连,还可以实现网络数据库的共享。不同制造商的网络互连十分简便,用户不必在硬件或软件上花太多气力。通过网络对现场设备和功能块统一组态,把不同厂商的网络及设备融为一体,构成统一的 FCS。

2. 现场总线的协议

因为没有统一的标准,目前各种现场总线采用的通信协议不尽相同。各厂家制定其产

品协议的依据是国际标准化组织(ISO)的开放系统互联(OSI)协议。OSI 协议是为计算机联网而制定的 7 层参考模型,只要网络中所有要处理的要素都是通过共同的路径进行通信的,那么,不管它是不是计算机网都可以使用该协议。

当然,各厂家在实际制定自己的通信协议时,并非都在产品中实现了这 7 层协议,而往往依据侧重点的不同,仅仅实现该 7 层协议的子集。比如:侧重通信的数据链路的产品,它们的通信协议标准中只实现了 OSI 的物理层、数据链路层以及应用层等。而对注重网络功能的产品,在其通信标准中除实现了 OSI 的物理层、数据链路层和应用层外,还实现了网络层甚至更多层。

3. 系统组成

从物理结构来看,现场总线系统有两个主要组成部分(见图 1-4):一是现场设备;二是形成系统的传输介质。现场设备由现场微处理芯片以及外围电路构成。现场总线系统使用最多的传输介质是双绞线。

现场总线系统的拓扑结构有很多种,如:总线型、环型、树型、星型以及混合型等,这里不再赘述。

4. 现场总线的优点

(1) 一对 N 结构:一对传输线, N 台仪表,双向传输多个信号。这种一对 N 结构使得接线简单,工程周期短,安装费用低,维护容易。如果增加现场设备或现场仪表,只需并行挂接到电缆上,无需架设新的电缆。

(2) 可靠性:数字信号传输抗干扰性能强、精度高,无需采用抗干扰和提高精度的措施,从而降低了成本。

(3) 状态可控:操作员在控制室既可了解现场设备或现场仪表的工作状况,也能对其进行多次调整,还可预测或寻找故障,始终处于操作员的远程监视与可控状态下,提高了系统的可靠性、可控性和可维护性。

(4) 互换性:用户可以自由选择不同制造商所提供的性能价格比最优的现场设备或现场仪表,并将不同品牌的仪表互连。即使某台仪表出现故障,换上其它品牌的同类仪表可照常工作,实现“即接即用”。

(5) 互操作性:用户把不同制造商的各种品牌的仪表集成在一起,进行统一组态,构成他所需的控制回路。用户不必绞尽脑汁,为集成不同品牌的产品而在硬件或软件上花费力气或增加额外投资。

(6) 综合功能:现场仪表既有检测、变换和补偿功能,又有控制和运算功能。实现一表多用,不仅方便了用户,也节省了成本。

(7) 分散控制:控制站功能分散在现场仪表中,通过现场仪表可构成控制回路,实现了彻底的分散控制,提高了系统的可靠性、自治性和灵活性。

(8) 统一组态:由于现场设备或现场仪表都引入了功能块的概念,所有制造商都使用

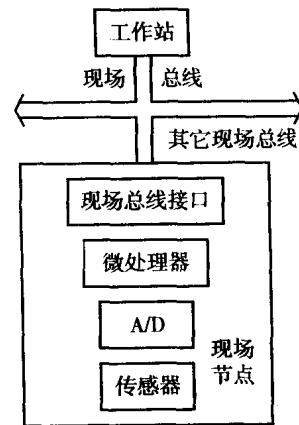


图 1-4 现场总线系统图示

相同的功能块,并统一组态方法。这样,使组态变得非常简单,用户不需要因为现场设备或现场仪表种类不同带来组态方法的不同,而进行培训或学习组态方法及编程语言。

(9) 开放式系统:现场总线为开放式互连网络,所有技术和标准全是公开的,所有制造商都必须遵循。这样,用户可以自由集成不同制造商的通信网络,既可与同层网络互连,也可与不同层网络互连。另外,用户可极其方便地共享网络数据库。

总之现场总线是高可靠性、低成本、组态简单、可互换、可互操作、分散控制、方便运行、数据库一致的开放式系统。

1.2.3 现场总线的发展

由于技术和利益的原因,目前国际上还存在着多种现场总线标准,比较流行的主要有以下几种:

1. CAN(Controller Area Net,控制局域网络)

CAN 是主要用于各种过程监测及控制的一种网络。它是由德国 Bosch 公司为汽车的监测和控制而设计的,目前它已逐步应用到其它工业部门的控制应用中并已成为 ISO—11898 国际标准。

CAN 的技术特点:

(1) CANBUS 接口芯片支持 8 位、16 位 CPU,可做成 ISA 与 PCI 总线的插卡任意插在 PC、XT、AT 兼容机上,也可置于温度、压力以及流量等物理量的变送器中,构成智能化仪表。

(2) CANBUS 的国际标准是 ISO—11898, CANBUS 的规范是 2.0PART A, PART B。

(3) CAN 可以是对等结构,即多主工作方式,网络上任意一个节点可以在任意时刻,主动地向网络上其它节点发送信息,而不分主从,通信方式灵活。利用这一特点,可以很方便地构成多机备份系统。

(4) CAN 网络上的节点,可分成不同的优先级,以满足不同的实时要求。

(5) CAN 采用非破坏性总线仲裁技术,当两个节点同时向网络上传送信息时,优先级低的节点主动地停止数据发送,而优先级高的节点可不受影响地继续传输数据,有效地避免了总线冲突。

(6) CAN 可以点对点、点对多点以及广播式发送及接收数据。通信距离最远为 10 km (5 kb/s),通信速率最高可达到 1 Mb/s(40 m),节点数目实际可达 110 个。

(7) CAN 采用短帧结构,每一帧的有效字节数为 8 个。这样短的帧传输时间短,受干扰概率小,重发时间短。每帧信息都有 CRC 校验及其它检错措施,保证了数据的出错率极低。

(8) CAN 节点在错误严重的情况下,具有自动关闭总线的功能,切断它与总线的联系,避免影响总线上的其它节点操作。

(9) 通信介质采用廉价的双绞线,无特殊要求。开发系统价廉,OEM 用户易操作,用户接口简单、编程方便,很容易构成用户系统。

2. PROFIBUS(过程现场总线)

过程现场总线 PROFIBUS(Process Field Bus)是德国标准,1991 年在 DIN19245 中公布

了此标准。PROFIBUS 有几种改进型,分别用于不同的场合。例如:

(1) PROFIBUS-PA(Process Automation)用于过程自动化,通过总线供电,提供本质安全型,可用于危险防爆区域。

(2) PROFIBUS-FMS(Fieldbus Message Specification)用于一般自动化。

(3) PROFIBUS-DP 用于加工自动化,适用于分散的外围设备。

PROFIBUS 引入功能模块的概念。不同的应用需要使用不同的模块,在一个确定的应用中,按照 PROFIBUS 规范来定义模块,写明其硬件和软件的性能,规范设备功能与 PROFIBUS 通信功能的一致性。PROFIBUS 为开放系统协议,为了保证产品质量,在德国建立了 FZI 信息研究中心,对制造厂商和用户开放,对其产品进行一致性检测和实验性检测。

3. 可寻址远程传感器数据通路(HART)

可寻址远程传感器数据通路 HART 是美国 Rosemount 研制的。HART 协议参照 ISO 的 OSI 模型的第 1、2、7 层,即物理层、数据链路层和应用层。它主要有以下特性:

(1) 物理层:采用基于 Bell 202 通信标准的 FSK 技术,即在(4~20)mA(DC)模拟信号上叠加 FSK 数字信号,逻辑 1 为 1 200 Hz,逻辑 0 为 2 200 Hz,波特率为 1 200 b/s,调制信号为 ± 0.5 mA 或 0.25 V(250 Ω 负载)。用屏蔽双绞线单台设备距离为 3 000 m,而多台设备互连距离为 1 500 m。

(2) 数据链路层:数据帧长度不固定,最长 25 个字节。寻址范围为 0~15,当地址为 0 时,则处于(4~20)mA(DC)与数字通信兼容状态;当地址为 1~15 时,则处于全数字通信状态。通信模式为“问答式”或“广播式”。

(3) 应用层:规定了三类命令,第 1 类是通用命令,适用于遵守 HART 协议的所有产品;第 2 类是普通命令,适用于遵守 HART 协议的大部分产品;第 3 类是特殊命令,适用于遵守 HART 协议的特殊产品。另外,为用户提供了设备描述语言(DDL: Device Description Language)。

4. 现场总线基金会(FF)现场总线

现场总线基金会(FF)是国际公认的惟一不附属于某企业的公正的非商业化的国际标准化组织,其宗旨是制定单一的国际现场总线标准,无专利许可要求供任何人使用。FF 现场总线主要有如下特性:

1) FF 体系结构

除参照 ISO/OSI 模型的第 1、2、7 层,即物理层、数据链路层和应用层外,另外增加了用户层。

2) 物理层 PL(Physical Layer)

H1 为用于过程自动化的低速总线,波特率为 31.25 kb/s 已传输距离(200~1 900)m(取决于传输媒介)。总线供电,提供本质安全型。

H2 为用于制造自动化的高速总线,波特率为 1.0 Mb/s(750 m)或 2.5 Mb/s(500 m)。传输媒介为双绞线、同轴电缆、光纤和无线。

H1 每段节点数最多为 32 个,H2 每段节点数最多为 124 个,H1 与 H2 之间通过网桥(Bridge)互连。