

东北大学
硕士学位论文
首钢三万制氧上位监控通信的研究与改造
姓名：余国平
申请学位级别：硕士
专业：控制理论与控制工程
指导教师：秦树凯;王法伟
2000. 1. 1

摘要

本文对首钢三万制氧机的作用、工艺过程及其自动化系统组成进行了简要介绍，之后提出了其自动化系统中上位监控及网络通信部分现存的问题和缺陷，叙述了对其进行设备改造的现实意义和改造要求。

文中重点对原有基于德国 VIDEO 公司 MICON 系统自动化设备的上位监控和网络通信系统进行了理解和消化。详细叙述了基于 MICON C-200 设备的通信系统的实现机理和特点，并对原上位监控系统的监控软件功能及硬件附属设备进行了一定的描述，对相关的计算机网络技术，如计算机网络接口技术，网络的层次结构和数据链路层的高级数据链路控制协议（HDLC）等进行了详细叙述。

之后，文中提出了用美国 MICON 公司 GPLI（通用目的局域网络接口）设备替代原通信系统中 C-200 设备的改造解决方案，并针对方案实施过程中的几个关键技术问题：网络拓扑结构问题；与原有下位智能控制器 P-200 设备及 HIMA PLC 设备的通信兼容性问题；原有下位智能控制器内部实时控制程序的移植问题等，叙述了相应的解决方案和实施办法。对新旧上位监控系统的监控软件功能和特点进行了比较和分析。

最后，文中还对新上位监控系统的网络通信性能进行了较为详细的分析和叙述。

关键词：制氧机、监控系统、网络通信

ABSTRACT

The paper introduced the function, produce technics and the automatic system for the 30000m³/h oxygen making equipment in Shougang, Indicated the defect and questions for the Upper Monitor and Control Communication System and depicted the mean and requirement for the equipment' s' alteration.

The paper described the Upper Monitor and Control Communication System of the automatic system depends on the MICON automatic equipment of the VIDEO company by Germany. The paper described the know-how and characteristic for the communication system by MICON C-200 equipment and introduced the functions for the monitor software of the Upper Monitor and Control Communication System and its subsidiary equipment. The paper also introduced the related computer communicating technology, such as the computer network interface technology, the layer structure for network and HDLC (High Level Data Link Control Procedure), and so on.

Following, the paper solved the project by exchanging the MICON C-200 equipment using the GPLI (General Purpose LAN Interface) equipment, and described the ways for solving some questions. Such as the network topology structure, the compatible question with the P-200 and HIMA PLC equipment of the old system, and removing the old programs in the P-200 equipment. The paper also compared the functions and characteristic of the new system with the old system.

The last, the paper described capability of the capability of the Upper Monitor and Control Communication System.

Key Words: Oxygen Making Equipment, Monitor and Control System, Network Communication

第一章 概述

首钢三万制氧设备每小时的产氧量为 30000 立方米，其主体设备主要包括：

- 空气压缩机及其附属设备
- 氧气压缩机及其附属设备
- 氮气压缩机及其附属设备
- 空气分离塔及附属设备
- 氧、氮气体发生装置
- 稀有气体发生装置

其中各套压缩机的附属设备主要包括：电机设备，变速箱设备，冷却水系统和油路系统等。

空气分离塔内有两组膨胀机设备，均压设备，若干套分子筛设备以及各种工艺阀门和加热器装置等等，特别是各种调节阀与二位阀有上千个，管路设备极其复杂。

第一节 三万制氧机工艺流程及工作原理

§ 1.1.1 工艺流程图如下图一到图五所示

§ 1.1.2 工艺原理

制氧机是以生产氧气为主、生产氮气和稀有气体为辅的一套设备的统称，按照生产工艺各个环节的顺序依次为空气压缩机、空分设备、氧气压缩机和氮气压缩机等。

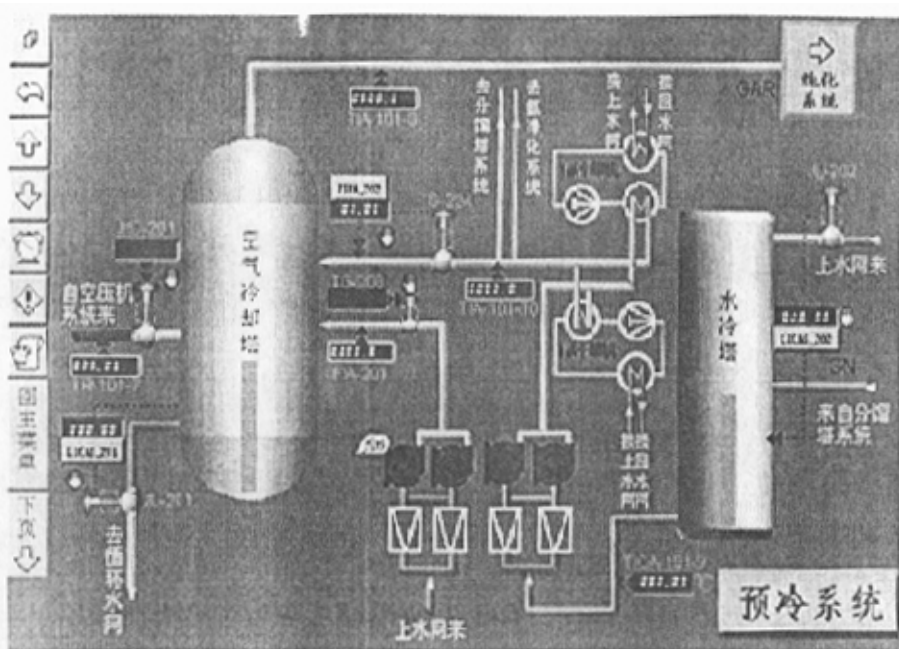
根据空气中各组成成份的沸点不同，可以将液体空气分离成几种不同的产品。为完成空气分离的主要生产工艺如下：

1. 空气的压缩与净化

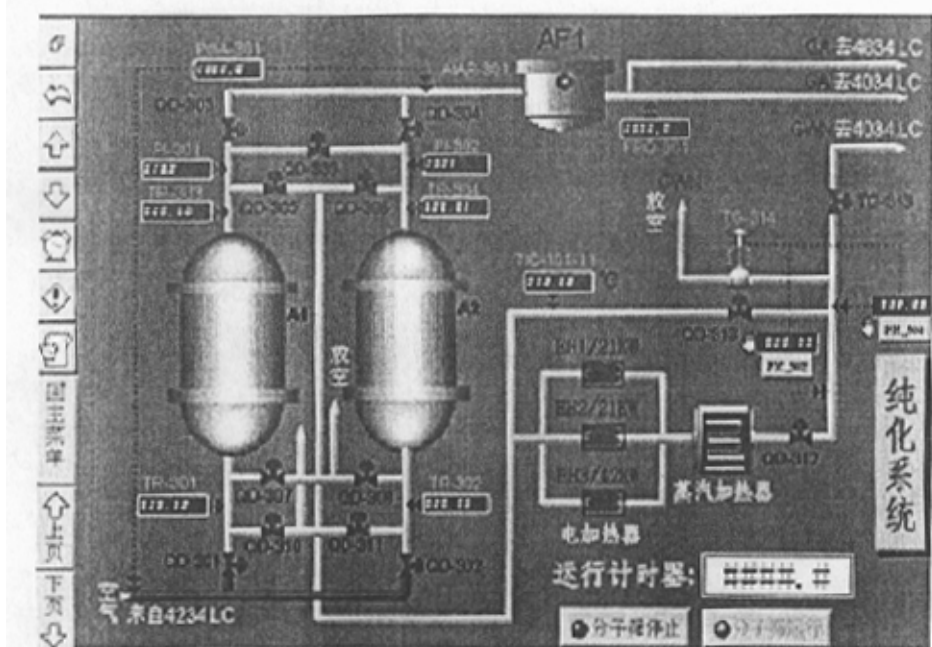
空气由空气过滤器过滤后，经由空压机压缩至 5.5bar，压缩空气经预冷装置冷却（如图一所示）后进入分子筛吸附器进行纯化（如图二所示），空气流经分子筛后其中水份、二氧化碳及乙炔等杂质被吸附，使进入空气分离塔内的空气中水份、二氧化碳的含量小于 1PPm，全部乙炔被吸附掉，达到净化空气的目的。

2. 空气初步分离

被净化后的空气经板式换热器与返流产品气体换热（如图三所示）后，温度降到接近液化进入空分塔下塔内得到初步分离，在下塔顶部取出氖氦不凝缩气体做为最终生产氖气、氦气产品的原料气。



图一 预冷系统流程图



图二 纯化系统流程图

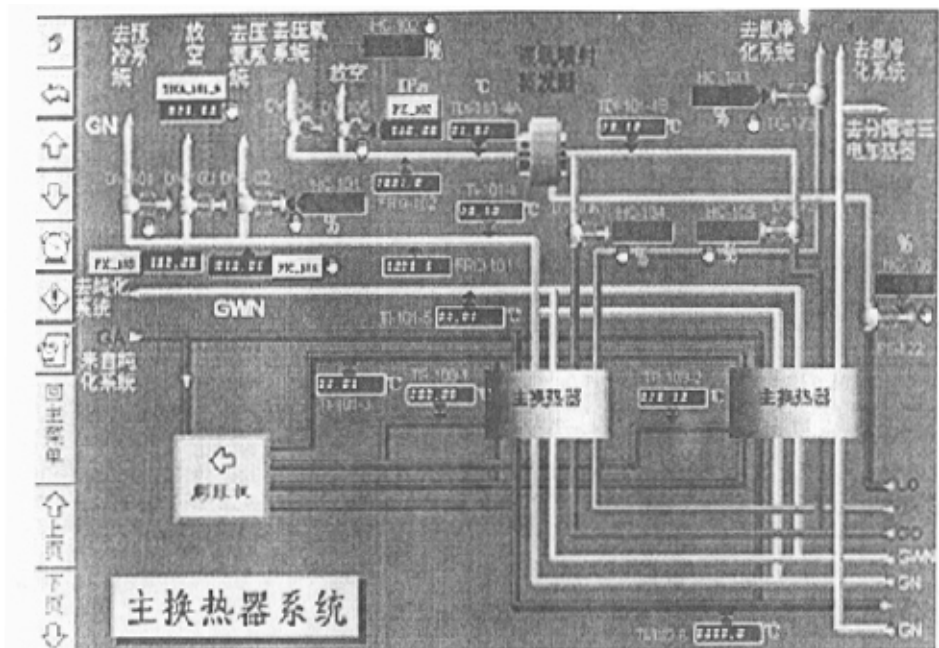


图 三 热交换系统

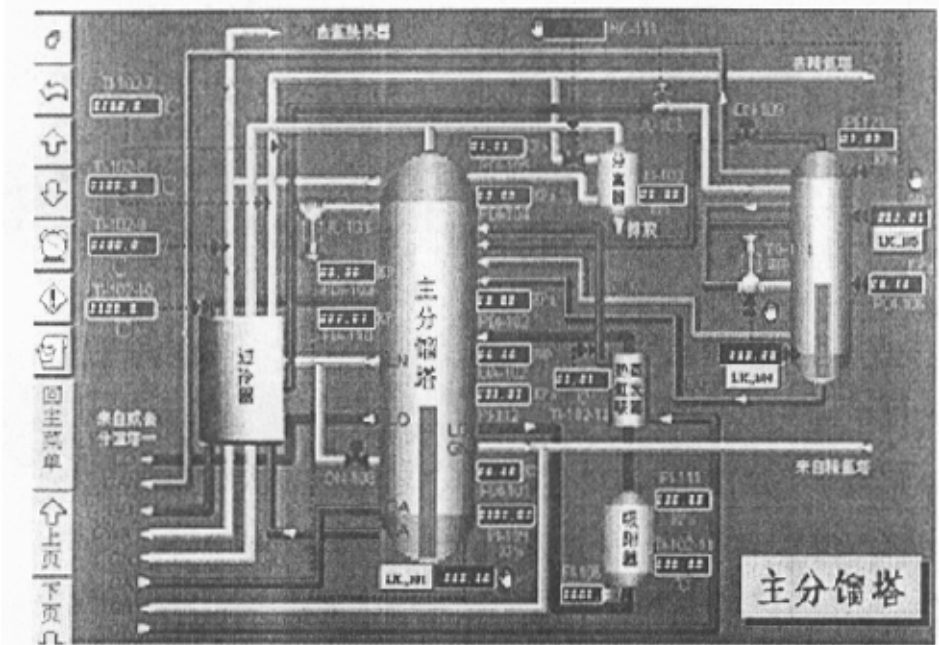


图 四 空分主分馏塔

3. 空气分离

空气在上塔进一步分离，最后从上塔顶部取出纯氮气及纯液氮产品。从主冷取出液氧产品；并从主冷取出的一部分液氧经蒸发塔后压力升到 0.9bar 作为氧气产品，同时氮氩产品的最初原料送到一氮塔。在上塔抽取氩馏份作为生产精氩的原料送入粗氩塔。（如图四所示）

4. 制冷

为了补充空分生产过程中的冷量损失，本套空分设备有两台透平式膨胀机（如图五所示），这两台透平膨胀机采用了较先进的增压机制动方式。

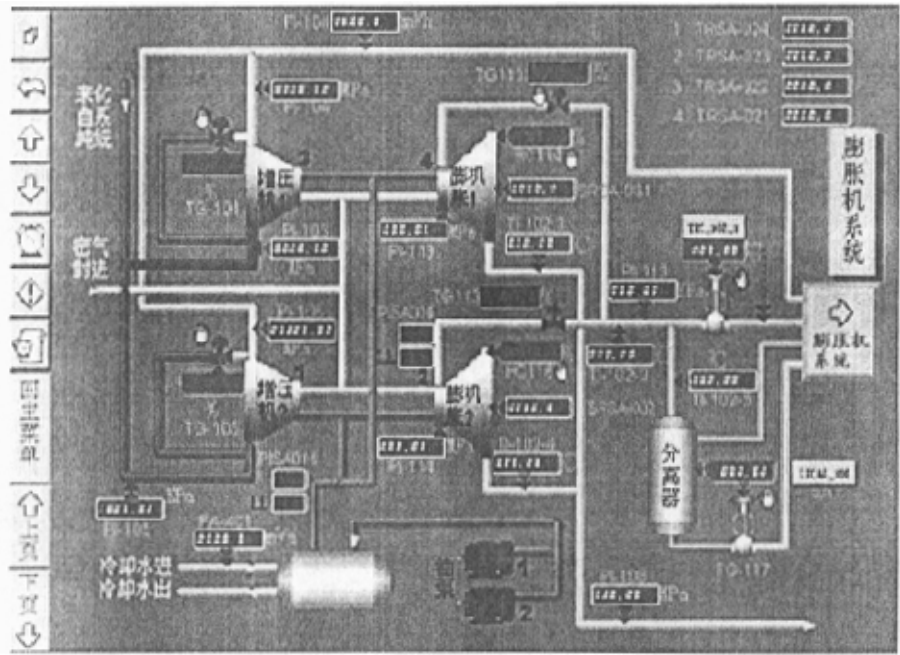


图 五 膨胀机系统工艺流程图

第二节 控制系统综述

§ 1.2.1 控制系统组成

整个设备控制系统的组成如下图六三万制氧原控制系统组成图所示：

系统中各部分设备所控制的工艺对象及相关参数说明如下表 1 控制系统组成的详细说明所示：

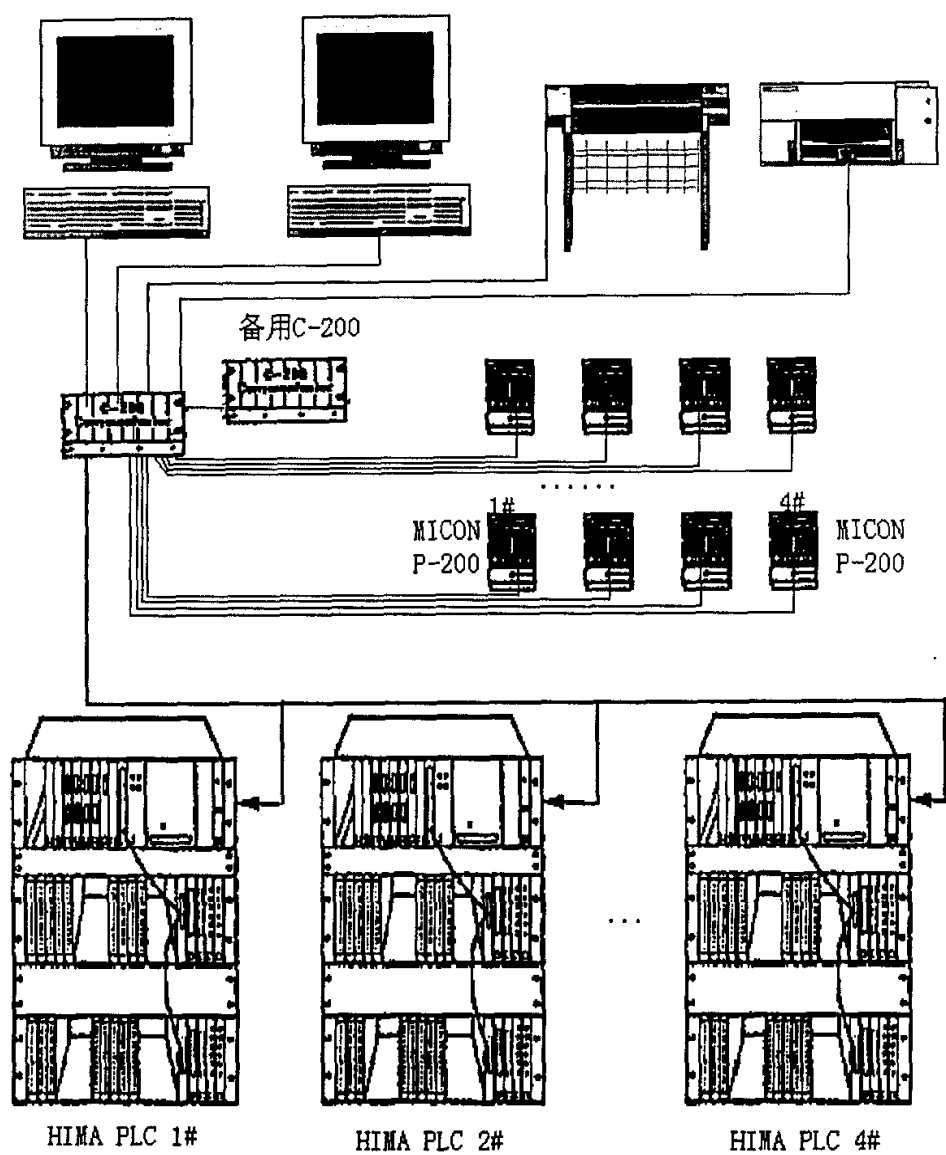


图 六 三万制氧原控制系统组成图

表 1控制系统组成的详细说明

设备名称		控制系统类型	产品属地及公司	系统规模
空气压缩机及其附属设备	空气压缩机, 变速箱水循环和油泵系统	HIMA PLC 系统 1#站	德国Linder公司	模拟量输入 29 点 开关量输入 45 点开关量输出 72 点在线热备式 CPU 的 PLC 处理系统 1 套
	电机设备	SIMENS S5 115U PLC 系统	德国 Simens 公司	
	防喘振阀	H&B 智能调节仪表	德国 H&B 公司	数字式智能调节仪表 1 台, 温度, 压力传感器 5 个, 双路 PID 串级控制
氧气压缩机及其附属设备	氧气压缩机, 变速箱水循环和油泵系统	HIMA PLC 系统 2#站	德国Linder公司	模拟量输入 27 点 开关量输入 45 点开关量输出 74 点在线热备式 CPU 的 PLC 处理系统 1 套
		SIMENS S5 115U PLC 系统	德国 Simens 公司	
		H&B 智能调节仪表	德国 H&B 公司	数字式智能调节仪表 1 台, 温度, 压力传感器 5 个, 双路 PID 串级控制
氮气压缩机及其附属	氮气压缩机, 变速箱水循环和油泵系统	HIMA PLC 系统 3#站	德国Linder公司	模拟量输入 29 点 开关量输入 42 点开关量输出 67 点在线热备式 CPU 的 PLC 处理系统 1 套
		SIMENS S5 115U PLC 系统	德国 Simens 公司	

附属设备		H&B 智能调节仪表	德国 H&B 公司	数字式智能调节仪表 1 台， 温度，压力传感器 5 个 双路 PID 串级控制
空气分离塔	膨胀机及氧氮气体发生装置	HIMA PLC 系统 4#站	德国 Linder 公司	模拟量输入 60 点 开关量输入 40 点开关量输出 55 点
		MICON P-200 智能控制器 1#~16#及 23# 共 17 台	德国 Video 公司	模拟量输入 120 点 模拟量输出 64 点 开关量输入 272 点开关量输出 136 点
	稀有气体发生装置	HIMA PLC 系统 5#站	德国 Linder 公司	模拟量输入 60 点 开关量输入 50 点开关量输出 55 点

正如表中所示在控制系统中，空压机、氧压机及氮压机的控制系统相类似，其中的 HIMA PLC 系统主要监控压缩机、辅助油泵及冷却水系统的起、停车和运行保护系统的联锁控制，它是整个设备运行的核心控制系统。另外，H&B 公司的智能化调节仪表主要控制压缩机的防喘振阀调节系统。西门子的 PLC 系统监控大型电机的稳定运行，这些统一构成了压缩机系统的自动化运行与监控环境，所有的监控信号均进入 HIMA PLC 控制柜实现联锁控制与顺序控制，并在就地控制盘柜上提供了各种报警信号与停车信号指示灯。而且由一台多路信号转换和 LED 显示装置用以将 HIMA PLC 系统采集的温度信号就地显示。

空气分离塔内由分子筛设备、膨胀机设备及热交换设备、加热器和冷吹设备等组成，是制氧机的核心设备，控制系统最为复杂，它除了有一套 HIMA PLC 系统进行检测及各工艺状态的顺序控制和联锁控制之外，另有 17 套 MICON P-200 智能控制器设备对塔上千个模拟量点，开关量点及调节阀等装置进行监测与控制。

§ 1.2.2 计算机通讯网络系统组成

上述控制装置虽各自独立进行系统检测与控制，但整个三万制氧控制系统是有一个中央控制室进行集中监控的，各分立的控制系统通过计算机网络实现集中监控，形成一个完整的 DCS 系统。

各分立的 HIMA PLC 系统与 MICON 设备通过 MICON C-200 系统形成计算机网络，其网络及上位监控设备如表 2 上位监控及网络系统组成所示，

表 2 上位监控及网络系统组成

设备名称	产品属地及公司	功能与应用
21"工业 CRT		工艺参数、组态及流程显示
工业键盘	德国 Video 公司	操作命令与控制参数的输入, MICON P-200 智能控制器控制程序的编辑、修改
VDC-200	德国 Video 公司	MICON 程序与数据的存贮控制, CRT 显示控制, 通讯控制等
MDC-200	德国 Video 公司	完成上位与下位系统的计算机网络通信

§ 1.2.3 上位监控软件功能介绍

整个上位监控系统是建立在网络通信的基础上的, MICON 公司提供的监控软件主要实现了以下功能:

1. 工艺过程监控

在上位监控画面中有若干幅工艺流程画面可通过专用的工业键盘进行切换, 每一幅画面中含有若干个被监控对象以及被监控对象的实时过程监测值、阀位状态等。

2. 程序编辑、修改功能

MICON 控制器程序组态及控制辅助数据输入、修改、程序下装及上装, 程序存储及备份。

3. 在线程序控制参数修改

实现 MICON 控制器在线运行程序部分控制参数及辅助参数的修改

第三节 原系统存在的问题及改造要求

§ 1.3.1 原系统存在的问题

首钢三万制氧设备于 1986 年投产以来, 没有进行过大的设备改造与革新, 设备问题与生产组织问题逐渐暴露出来。存在的主要问题包括:

1. 许多控制设备技术上已经落后, 无法适应现代化企业的生产组织与管理

2. 部分控制设备已经损坏, 如:

- VDC-200 两台中已损坏一台
- 上位机磁盘驱动器已损坏
- 备用 C-200 中已经损坏两块接口板

3. 原有控制设备生产厂家德国 Video 公司对八十年代生产的产品已经不再提供产品支持, 使已经损坏的设备无法购买到备件进行更新。

§ 1.3.2 系统改造要求

根据原系统存在的问题，要求所有的设备改造能有效解决当前设备隐患的同时，最大限度地保护原有在线运行设备的投资。所以，整个设备系统改造要遵循如下几个要求：

1. 保留现有 4 套 HIMA PLC 系统及其附属设备。
2. 保留现有 3 套西门子 S5 115U PLC 系统及其附属设备。
3. 保留现有 17 套 MICON 智能控制器及其部分附属设备。
4. 用新的上位监控系统替代原有上位监控系统。
5. 重新构筑计算机网络通讯系统，替代原有的网络通讯部分。
6. 新的网络通讯系统要能够实现与保留的 HIMA PLC 系统、MICON P-200 控制器完全兼容并不影响保留设备的安全稳定运行。
7. 新的上位监控系统要能够通过网络通讯系统与原有的下位系统实现有效的数据通讯与控制

第四节 本课题研究的意义及主要内容

§ 1.4.1 本课题研究的意义

由于首钢三万制氧每小时产氧量 30000 立方米，是首钢最大的氧气生产设备，而上述设备隐患对三万制氧的安全稳定生产构成了极大的威胁，特别是在设备因各种故障而停产时，损坏的设备将会对系统恢复运行形成很大的威胁。

所以，在无法购到德国 VIDEO 公司的相应备件的情况下，对上述故障隐患设备进行设备改造迫在眉睫，如何有效解决上述设备隐患，同时又能够最大限度地节约资金将是本课题要解决的重点问题。

§ 1.4.2 课题研究的主要内容

1. 理解和消化原有上位监控系统的组成及运行机制
2. 学习并掌握相关的计算机网络通信原理和实现方法。
3. 制定合理而有效的改造方案。
4. 结合改造工程的施工与调试，对改造过程中的具体技术问题进行分析并提出解决方案和实施办法。
5. 对新网络系统的网络通信性能进行分析

第二章 首钢三万制氧上位监控系统

第一节 计算机网络原理及接口技术

§ 2.1.1 计算机网络技术的形成和发展

计算机网络技术的形成和发展一般可分为三个主要阶段：

1. 第一代计算机网络(远程联机系统)

该系统除主计算机外，其余终端均不具备自主处理能力，系统中主要存在终端和主机间的通信。典型系统结构如下图图 七 远程联机计算机网络结构所示：

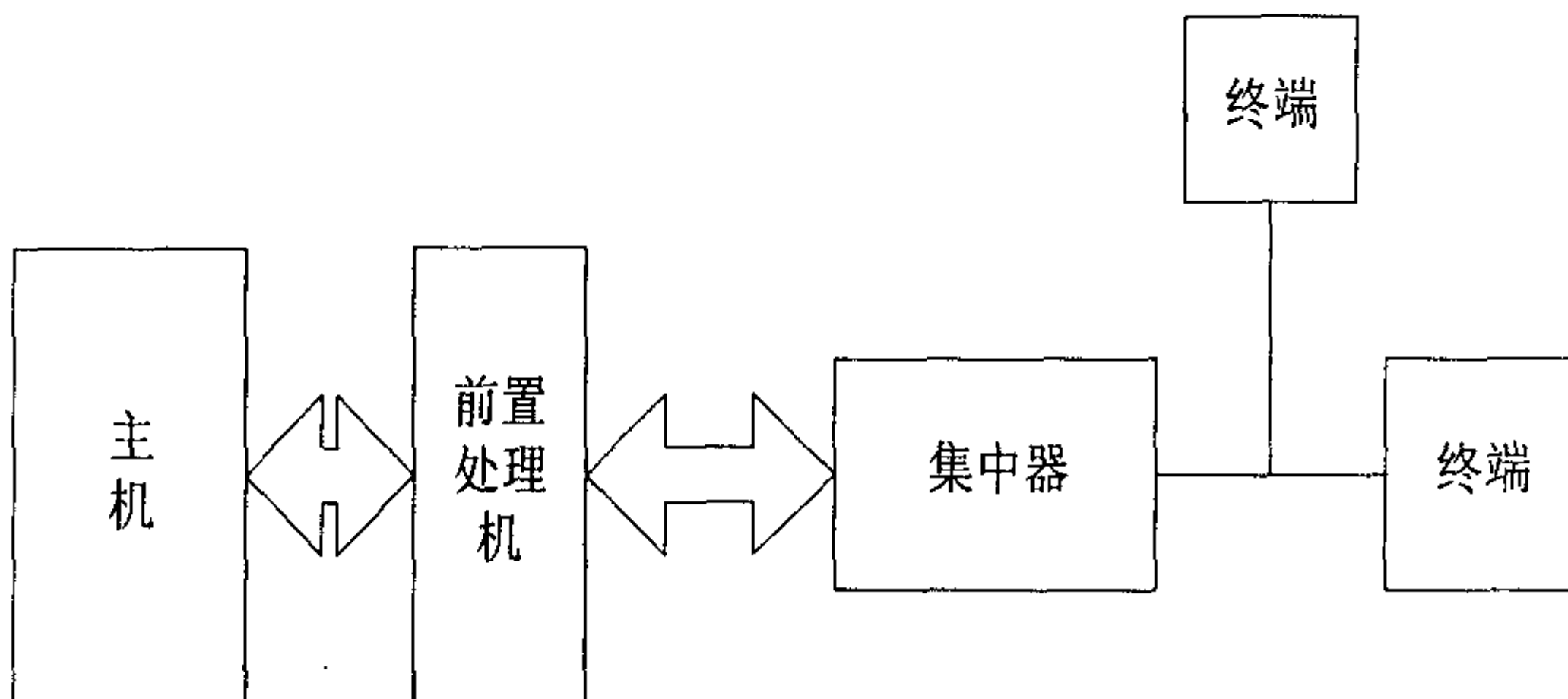


图 七 远程联机计算机网络结构

2. 第二代计算机网络(存贮转发计算机网络)

该系统是由多个具有自主处理能力的主计算机系统通过通信线路互联起来，以为终端用户提供较广泛的服务。其通信形式已发展为端-端通信。如下 第二代计算机网络结构中美国的 ARPANET 网络结构是其典型代表：

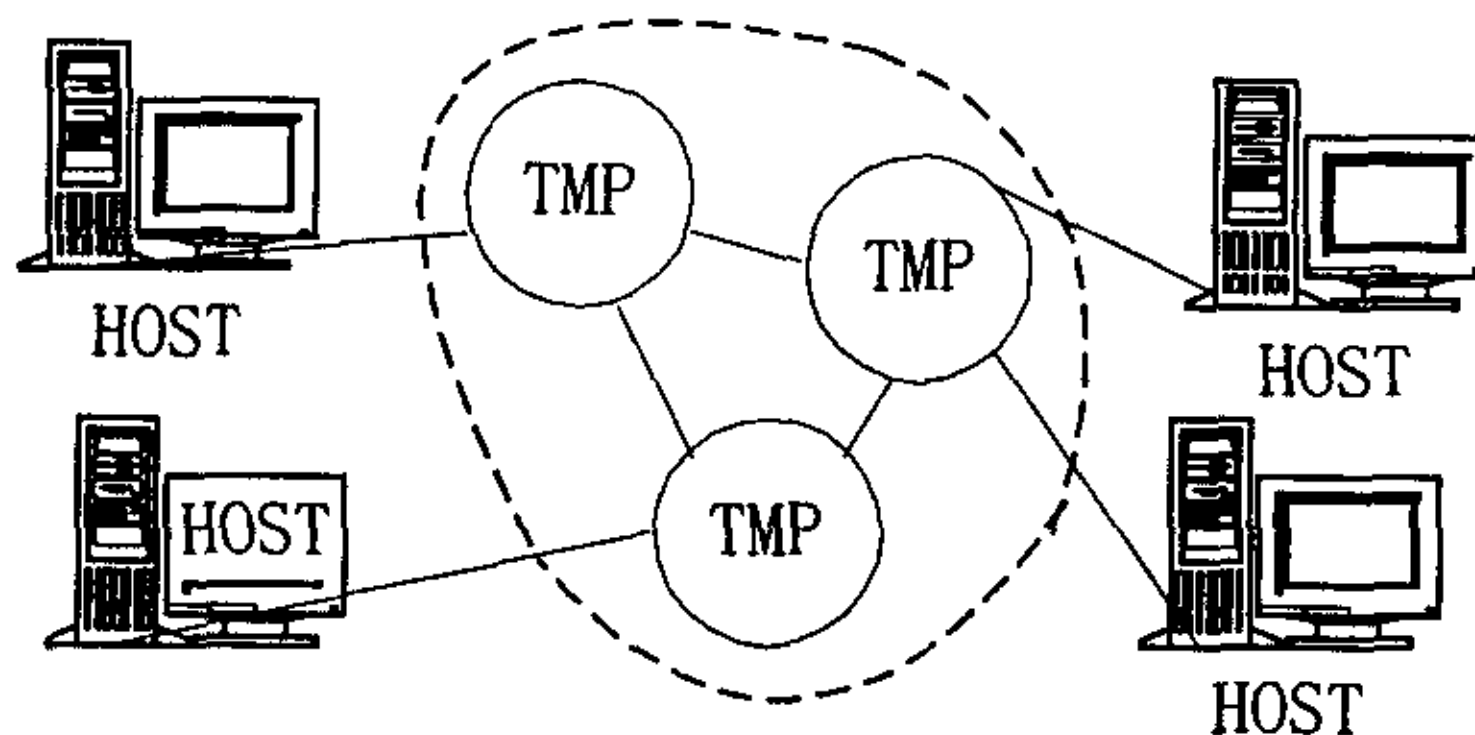


图 八 第二代计算机网络结构

其主要特点是：

- 采用报文分组交换方式
- 整个网络分为通信子网和资源子网

- 实现了层次化结构的网络通信协议如下ARPANET 网络协议结构所示：

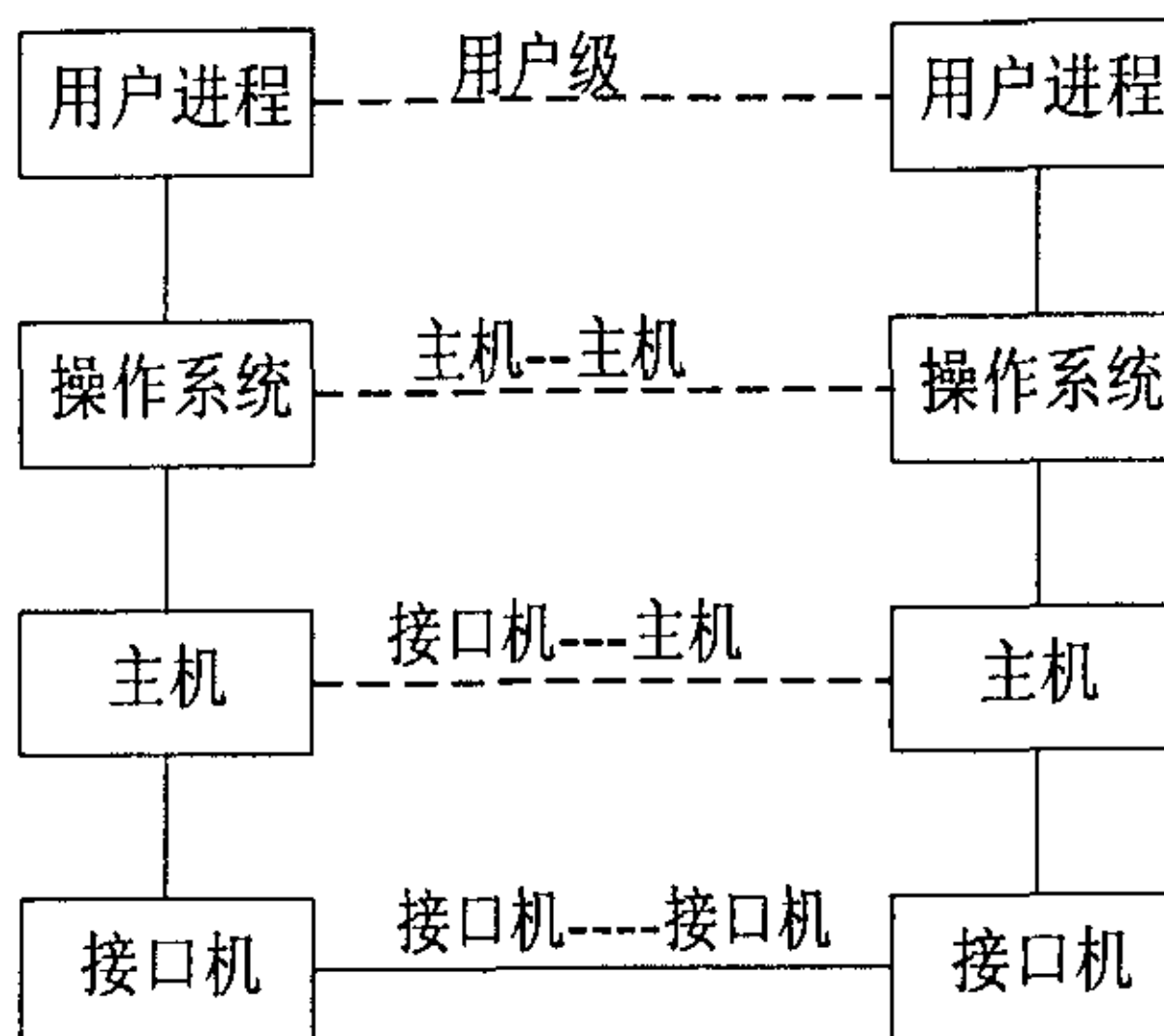


图 九 ARPANET 网络协议结构

3. 第三代计算机网络

该网络具有统一的结构体系，遵循国际标准化协议，所以它是现在广为流行的计算机网络，下面将对其进行详细介绍。

§ 2.1.2 计算机网络体系结构

国际标准化委员会(ISO)所定义的基本标准集为计算机网络的应用和发展奠定了稳定的基础，'它从网络的拓扑结构出发制定了一系列网络标准。

拓扑技术是一种研究与大小形状无关的线和面特性的方法。因此，计算机网络可视为是由一组结点(交换结点、访问结点)和连结结点的链路组成。拓扑结构形式是计算机网络重要的特性之一。

一般将数据通信网分为两大类：

1. 存贮转发子网拓扑形式：主要有星型，树型，回路型，相交回路型以及规则分散型和不规则分散型等等

如下图十 几种存贮转发型网络拓扑结构所示。

2. 广播式子网拓扑形式：主要有总线型，通信卫星型，环型

如下图十一广播式子网拓扑结构所示。

计算机网络技术是复杂的综合性的技术，因此，在设计过程中应采取现代化设计思想。其意义在于能使网络系统的增值简便易行，其主要观点为：

- 除了在物理介质上的通信为实通信外，其余对等层间的通信均为虚通信；
- 对等层间的虚通信须遵循该层协议；

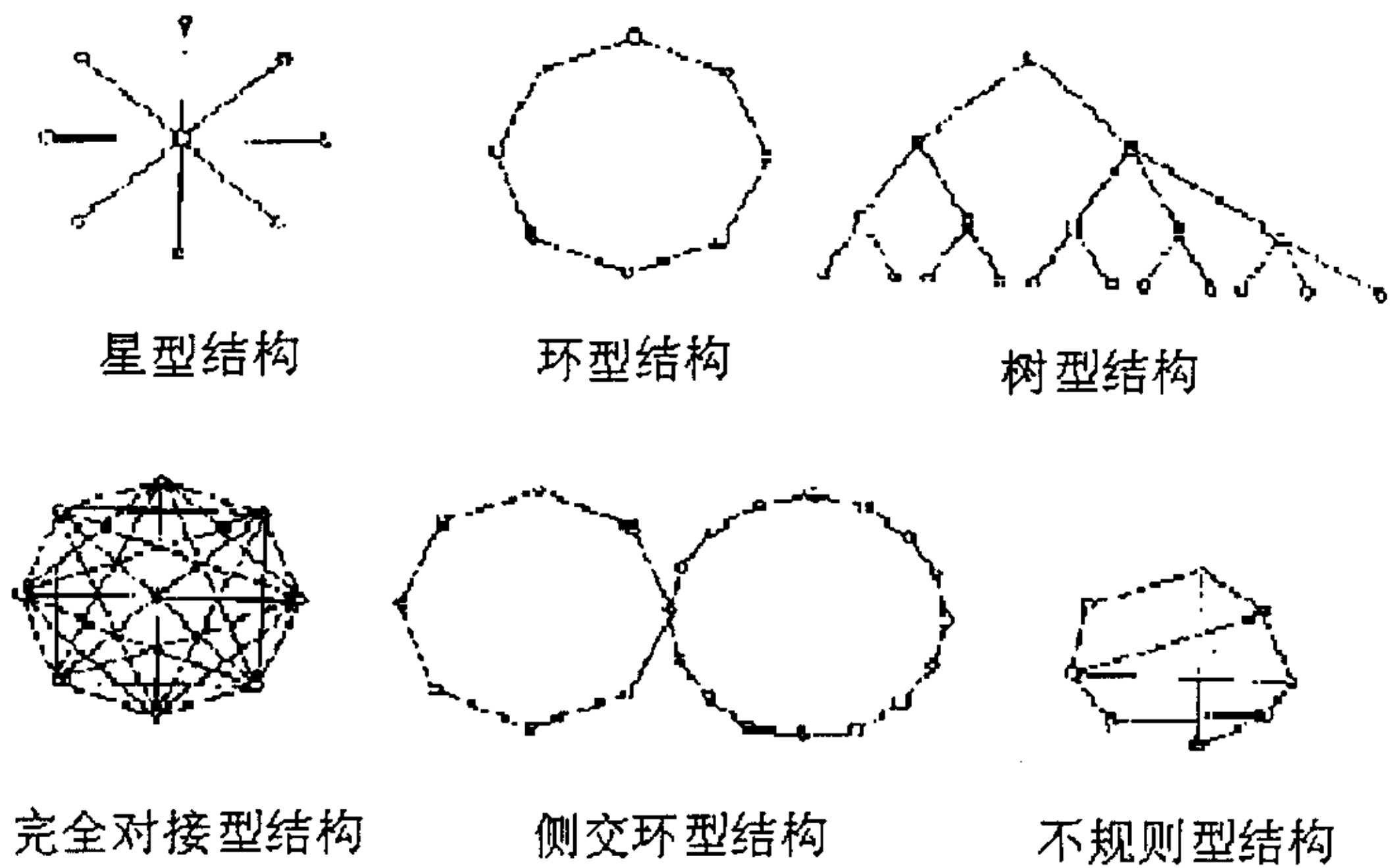


图 十 几种存储转发型网络拓扑结构

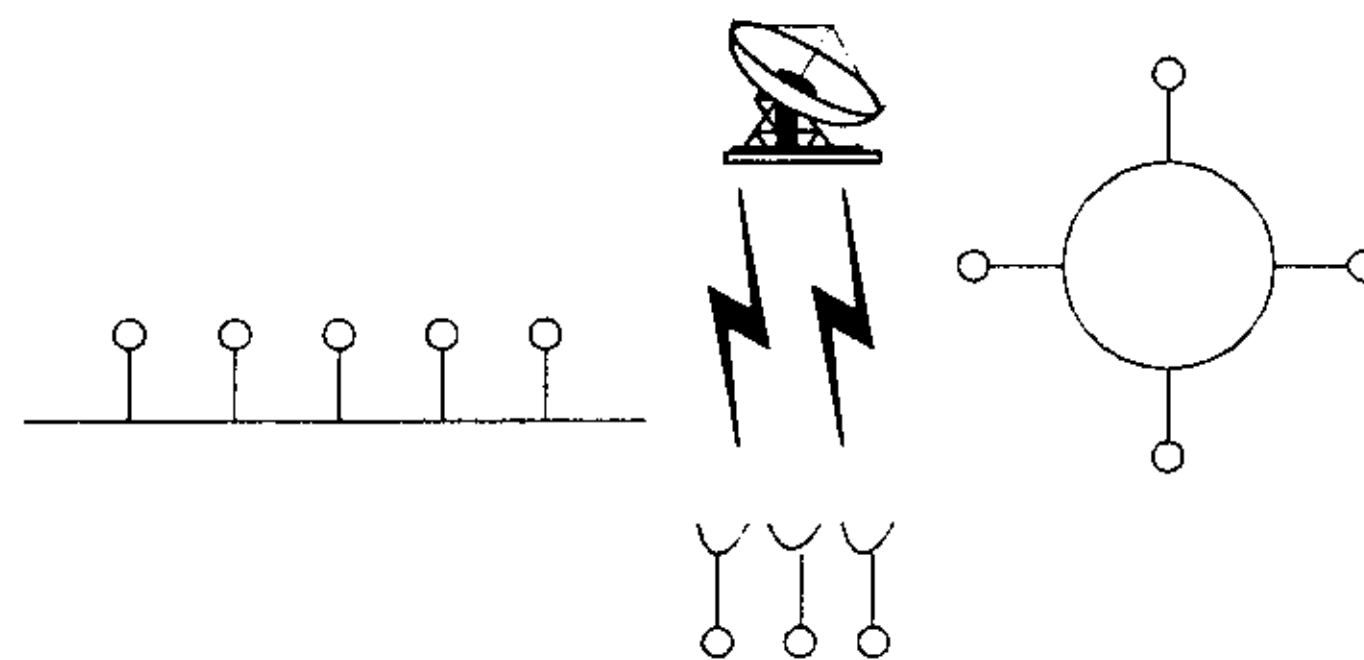


图 十一 广播式子网拓扑结构

● n 层的虚通信是通过 $n-1/n$ 层间接口处提供的服务以及 $n-1$ 层的通信来实现的

层次化体系结构模型如下图十二 层次系统结构所示：

层次化体系结构的分层原则为：

- 每层的功能应清晰明确且相互独立；
- 层间接口清晰跨越接口的信息量尽可能的少；
- 层次适中。

为使各种终端设备之间、计算机网络之间、操作系统进程之间、以及交换信息的过程逐步实现标准化，ISO 制定了开放系统互连参考模型。目前该参考模型业已成为研究、设计、分析、开发网络系统的重要工具。其互连参考模型如下图十三互连网参考模型所

示：

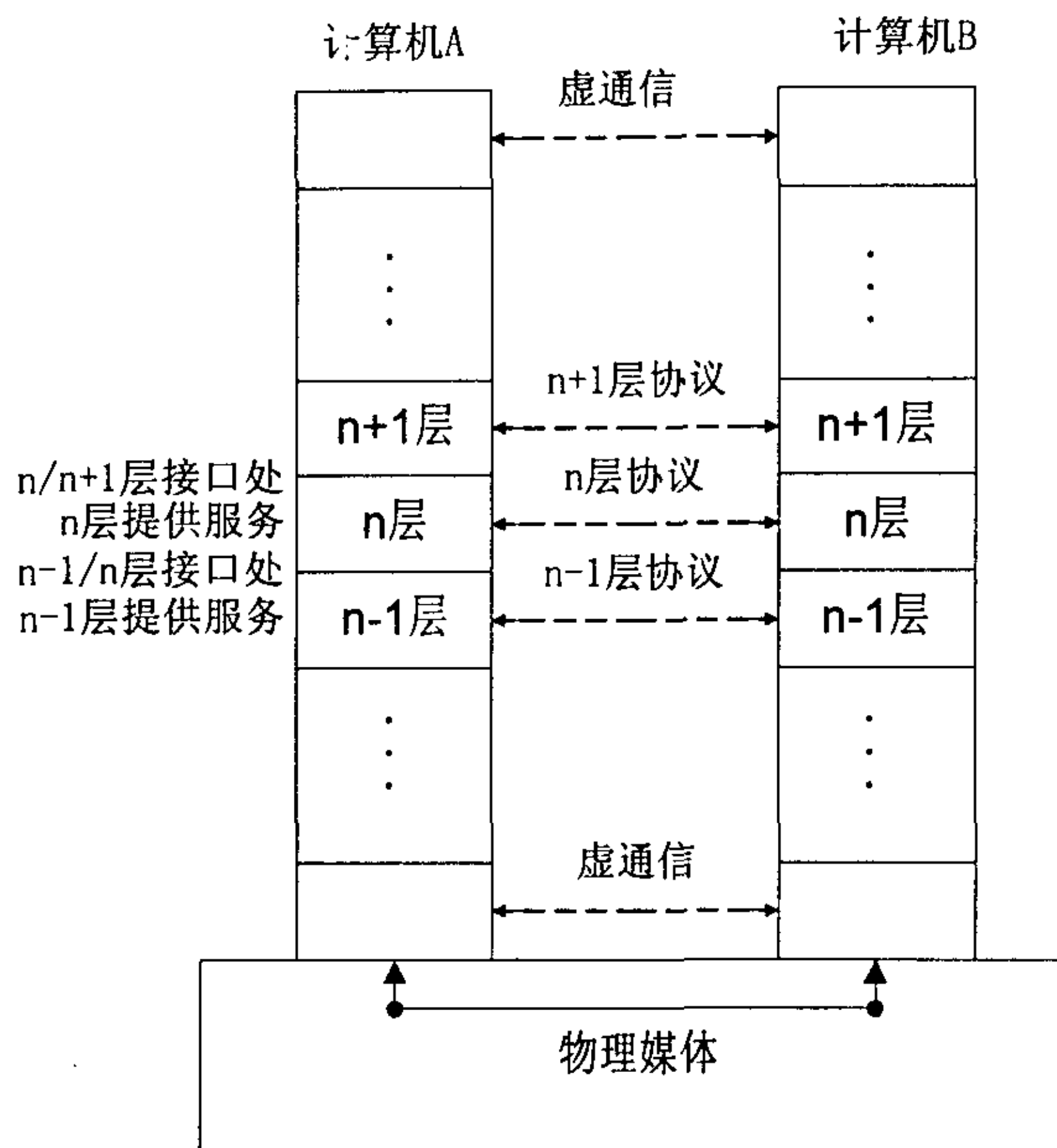


图 十二 层次系统结构

以下是对 ISO 所定义的网络模型的介绍：

1. 物理层

物理层是 ISO 的 OSI RM(开放系统互连)标准中最低一层，其作用是实现结点间的物理连接，为应用实体相互配合提供通信手段，并对数据链路层提供透明的位流传输。物理层具有机械、电气、功能、规程特性等。其能在数据终端设备、数据通信设备、数据交换设备等设备间完成物理连接和传送通路的建立、维持、释放等操作。

2. 数据链路层

数据链路层的主要功能是实现结点间无差错的数据传输及向网络层提供无差错的传输。

其中主要功能有：

- 1) 寻址、存取控制及透明性的实现

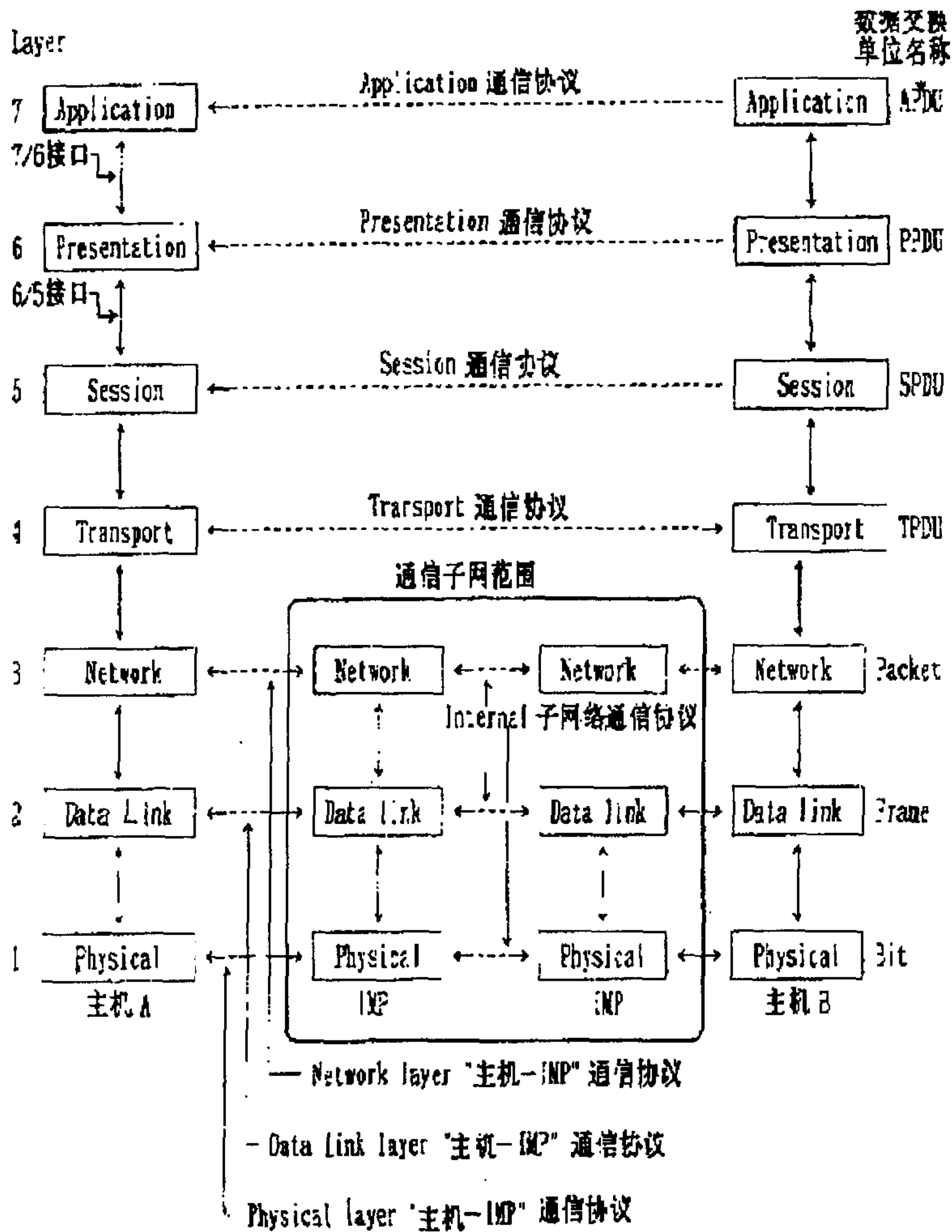


图 十三互连网参考模型

数据链路层协议均可视为对数据传送帧的控制，其重要性可从数据传送帧中所含成分体现。因此，数据传送帧应具有以下具体功能：建立同步；形成传送格式；产生并引入控制信息；对接收帧进行效验等。

传送帧的一般格式如下：

块标志符	带有控制信息的头标	正文	带有差错效验的尾标	块标志符
------	-----------	----	-----------	------

传送帧设计的具体要求应包括：

- 设计传送帧的限制符；
- 设计头标的控制信息；
- 设计尾标的检验内容；
- 确定应采取的检验技术等。

在网络系统中，当多工作站利用同一介质相互通信时，应解决确定优先进行发送的工作站及识别正在发送的工作站等具有普遍性的问题。一般采取以下方法予以解决。

- 自动寻址

在传送帧头标中装入要传送信息的地址，其中包括源地址及目的地址。各接收站通过检验传送帧中的目的地址，以确定是否接收报文

- 存取控制

对于主从式的网络结构，采用主从式通信协议，缺点是费时，对于环型网络结构，采用逐点轮询的协议，对于总线形式的网络结构，采用检测冲突的协议（如 CSMA/CD CSMA/CA）

数据链路层另外一个重要特性，即要对所有传送的信息字符和代码实现透明性传送，一般以所采用的实现透明传输的技术条件对数据链路协议进行分类。

2) 差错控制与数据链路层通信协议

差错控制包括差错检验和差错恢复两方面，差错检验方法一般有：奇偶效验法（如垂直冗余效验法和水平冗余效验法及循环冗余效验法等），目前普遍采用的差错恢复方法是通知对方将出现差错的报文重发一次，如重发的报文再次出现差错，则规定连续出现多少次后，系统应进行报警指示。其优点是节省设备投资，缺点是费时。

数据链路层的另一重要性质是其对网络工作性能的支持，这包括以下几个方面：

- 对通信方式的支持，是半双工还是全双工
- 对网络拓扑形式的支持，是点对点通信还是多点通信，是交换连接方式还

是专线连接方式等

- 对存取方法的支持，是逐点轮询方式还是选择方式，是冲突检测方式还是令牌传递方式等。

数据链路层通信协议一般分为面向字符型协议和面向位型的协议（如 HDLC 和 SDLC 等）。

3. 网络层

网络层控制通信子网的操作。其位置介于传输层和数据链路层之间，它在向传输层提供服务的同时也接受来自数据链路层的服务。网络层向传输层提供的服务类型主要有虚电路形式（适合于信息量大的交互式系统）和数据报形式（适合于信息量较短的独立通信）。

虚电路的数据报的概念模型由如下 虚电路和数据报示意图所示：

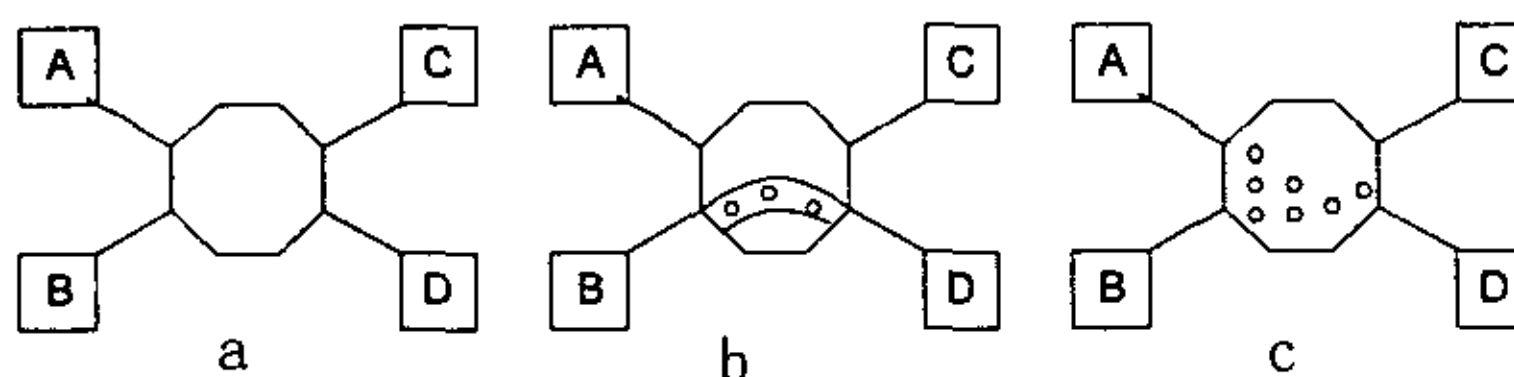


图 十四 虚电路和数据报示意图

a: 通讯子网 b: 虚拟电路的概念表示 c: 六个数据报的概念表示

4. 传输层

传输层是高低层间的接口，其作用是为用户进程间提供可靠、高效、端-端的传输服务，传输层从网络层获取的服务是发送和接收顺序正确的数据块，这些数据块构成传输层数据，在网络层这些数据块被封装成包，提供服务地址，传输层向会话层提供的服务是无差错的报文收发提供传输连接。

在 ISO 的 OSI 体系结构中，传输层之上还有会话层在负责从一主机到另一主机进行原始的报文传输的同时增加了一些面向用户的管理服务功能。在此之上还有表示层用来解释说明应用层送入的命令，应用层是 OSI 参考模型的最后一层，它为用户服务，并为用户提供一个 OSI 的工作环境。

§ 2.1.3 高级数据链路控制规程 HDLC

HDLC (High Level Data Link Control Procedure: 高级数据链路控制规程) 是可靠性高，能高速传输的最先进的传输控制规程，其特点是：

- 可进行任意位组合的传输
- 可不等待接收端的应答，连续传输数据
- 错误控制严密

● 适合于计算机间的通信

HDLC 相当于 OSI 基本参照模型的数据链路层部分的标准方式的一种，对物理层，除能进行位同步通信以外，未作特殊规定，如下图所示：

OSI 基本参照模型	HDLC	
	层	功能
数据链路层	HDLC	数据链路的设置和释放 数据链路的多路化 数据的分隔和同步 顺序控制 错误检测与恢复 流控制
物理层	未规定	

HDLC 中传输的信息有“命令”和“响应”两种，信息以帧为单位进行传输，所有的帧都是命令或响应中的一种信息，在 HDLC 中，所有的信息都是以下图所示的帧为单位进行传输的。

标志 01111110	地址 8位	控制部分 8位	信息部分 (任意)	FCS 16位	标志 01111110
----------------	----------	------------	--------------	------------	----------------

在帧的开头和结尾都附有 8 位的标志序列。标志序列也作为发送、接收信息间获得同步的信息使用。接收端根据该序列的出现来识别帧的开始和结束。帧为连续时，用一个标志序列也可兼作帧的结束和下一帧的开始。

● 在 HDLC 中，由于所有的帧都附有地址，因此，在多点连接时，不是一个终端占用一条线路，从而提高了传输效率。

● 控制部分作为命令使用时是对对方的操作命令，作为响应使用时则用于对其指令的应答，控制部分的格式因帧的种类而异。

● 信息部分放有发送的数据内容。数据是怎样的位模式都没关系。字段大小没有特别限制。

● FCS (Frame Check Sequence: 帧检查序列) 是用于错误控制的序列。用生成多项式: $X^{16}+X^{12}+X^5+1$ 的 CRC 方式检测错误。检测的对象范围为: 地址部分、控制部分、信息部分。通常 FCS 是 16 位。要求更高可靠性时, 预先在发送、接收间进行约定, 可将 FCS 扩充为 32 位。使用 32 位的 FCS 时的生成多项式为:

$$X^{32}+X^{26}+X^{23}+X^{22}+X^{16}+X^{12}+X^{11}+X^{10}+X^8+X^7+X^5+X^4+X^3+X^2+X+1$$

帧是按开始标志、地址部分、控制部分、信息部分、FCS、结束标志的顺序发送的，地址部分和控制部分从低位开始发送 FCS 从高位发送。如下图中的帧的形成所示：

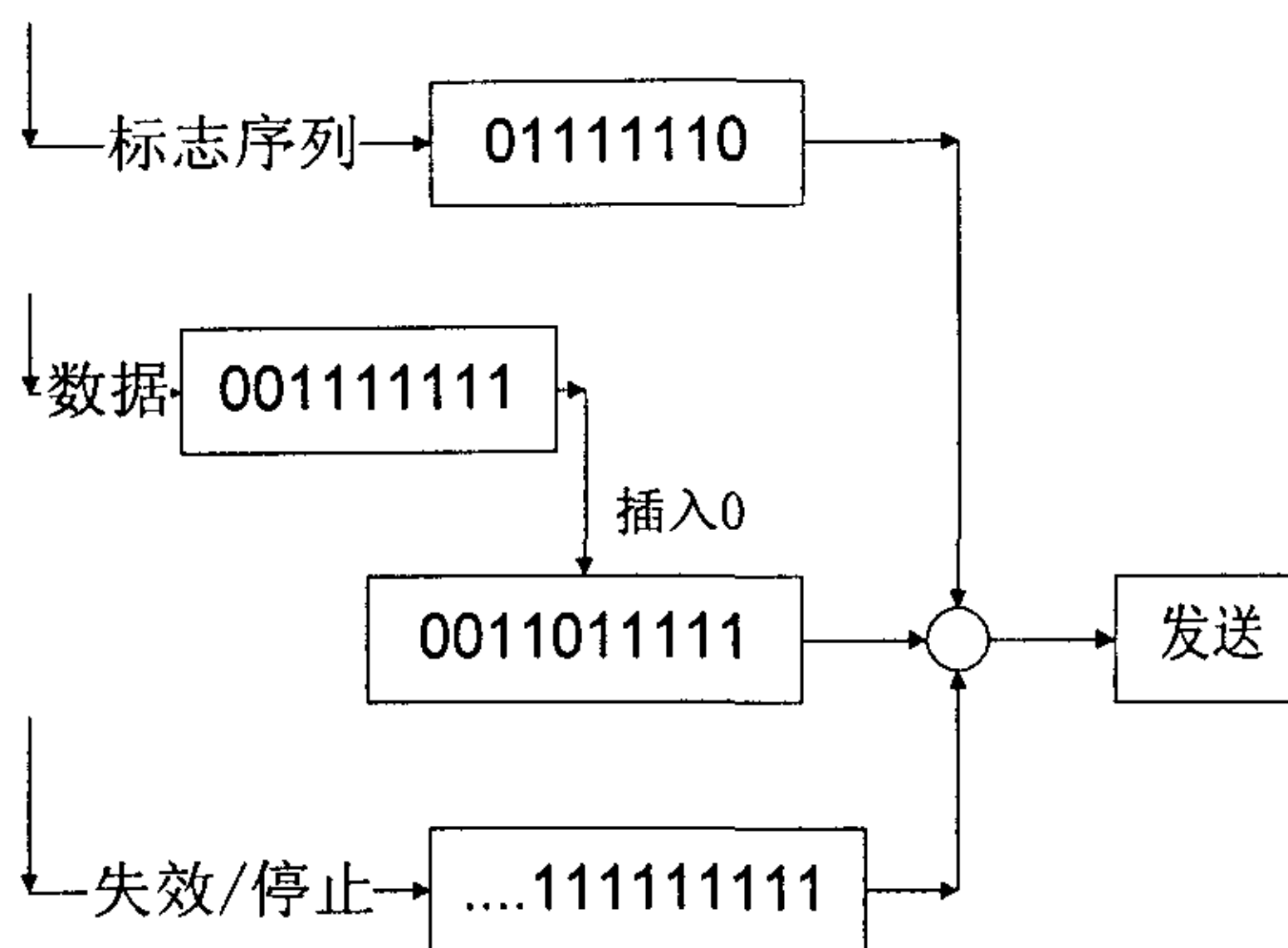


图 十五帧的形成

为保持“帧内容的透明性”，位结构须和标志序列“01111110”相同，在帧内不发生位组合。所以，发送端连续 5 位为“1”的下一位插入“0”。在接收端将连续 5 个为“1”的位之后的“0”去掉，通过这种处理保持帧内容的透明性。FCS 以去掉位“0”的数据为对象进行校验。

开始标志位和结束标志位之间（32 位以下）的帧为“无效帧”，接收方将忽略这样的帧。在帧的发送途中要放弃该帧时，要发送连续 7 个以上的“1”，接收方检测出连续的 7 个“1”时，将忽略该帧。即放弃帧（失效）。

在活动信道状态中，为了维持同步，填充帧间时间的“时间填充”将连续发送标志序列。当检测出连续 15 个以上的“1”时，则认为信道为“暂停状态”，对方已结束发送。

第二节 首钢三万制氧上位监控系统原有网络通信系统的分析

§ 2.2.1 首钢三万制氧上位监控系统原有网络通信系统的组成

原有网络通信系统和网络拓扑结构如下图 原上位通信系统网络拓扑结构图中就可以看到，整个通信系统采用星形结构，系统中以 MICON C-200 为通信系统的中心枢纽设备，将四套 HIMA PLC 系统、17 套 MICON P-200 系统以及两台上位监视 CRT 系统和两台打印机系统连为一体，构成了一个复杂的网络通信系统。

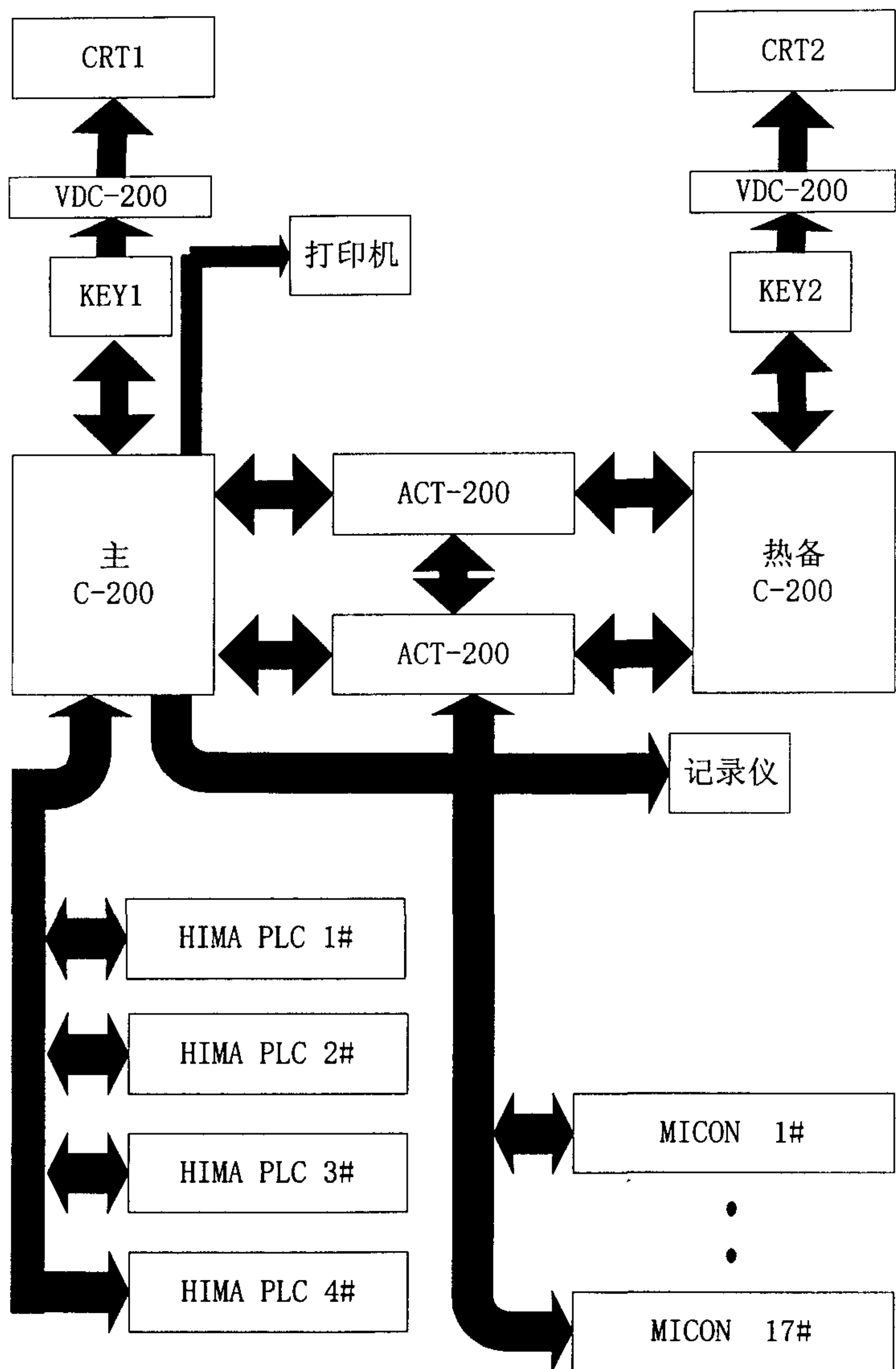


图 十六 原上位通信系统网络拓扑结构图

在通信系统中 ACT-200 是 C-200 设备的端接器，它主要完成如下功能：

- 实现现场 MICON P-200 设备与 C-200 设备间的通信接口功能

每一台 MICON P-200 设备都将通信线接到 ACT-200 的中继端子上，再通过一根独股多芯电缆与 ACT-200 相连，然后 ACT-200 再通过级连的方式连到主、备 C-200 设备上

- 实现了主 C-200 设备与热备 C-200 设备之间的数据通讯与交换

两台 C-200 设备之间并没有直接相接，而是通过两台 ACT-200 才连在一起，实现了通信数据热备及 C-200 设备间的切换功能。

记录仪是三笔的小长图仪。

在 VDC-200 设备中主要提供了 CRT 显示控制器与显示存贮器，并用于接收来自智能工业键盘的显示信息。

其中的两个工业键盘是带微处理器的智能键盘，用于将 C-200 通讯装置与基于 CRT 系统的上位监视器相连接。

§ 2.2.2 HIMA PLC 通信系统

&2.2.2.1 硬件

HIMA PLC 系统以温度模拟量输入及各开关量输入、输出及联锁控制为主要功能，同时为了实现 DCS 系统的集中监视功能，HIMA PLC 系统提供了远程通讯解决方案。在 HIMA PLC 主机架上有一个通信单元 F8612 模块和 F8616 模块，现分述如下：

1. F8612B 具备如下通讯能力：

- 可选的 RS232C 通讯接口及 20mA 电流环接口

RS-232C 接口标准是 EIA(Electronic Industry Association)电气工业协会广泛使用的标准。在 RS-232-C 标准规定了 21 个信号和 25 个引脚用于异步通信的连接器。但在实际使用时，大多数只使用几个驱动/接收引脚。

在本系统 F8612B 模块中有两个接口如下图所示，而且在一个 PLC 机架上可以有多个 F8612B 模块与其它设备相连，接口地址用图中所示拨码开关的方法进行定义。

用两个 25 线的 D 型插头将两台设备相连。其中接口使用信号线及其定义如下表所示：

输入/输出方向	管脚号	信号定义
	1	保护地
←	2	传输数据 (TxD)
→	3	接收数据 (RxD)

←	4	请求发送 (RTS)
→	5	发送就绪 (CTS)
←	6	数据准备就绪 (DSR)
	7	信号地/公共返回地
→	8	数据通道接收到 (DCD)
→	9	当前回路输出 (+)
→	10	当前回路输出 (-)
←	11	当前回路输入 (+)
←	12	当前回路输入 (-)
	15	+5V max -5mA
←	20	数据终端就绪 (DTR)
←	25	+5V max -10mA
→		来自 SPS 的传送信号
←		经由 SPS 的等待信号

接口 A 与 B 配有一个有效的发送、接收器用于本地 20mA 电流回路 (信号), 只能有无源的通讯接口用于此种通讯连接。

在系统配置中 8612B 多用于将 HIMA PLC 与编程器进行连接, 对 HIMA PLC 进行程序监视, 编辑与修改。

2. F8616 电气特性及通讯协议如下:

F8616 模块提供了一个 RS 485 接口, 用 SDLC 通讯协议进行数据通信。

RS -485 标准是 EIA 于 1983 年制定的多点总线驱动电路标准, 其主要功能有:

- 实现了由多至 32 个驱动器和 32 个接收器 (32 个单位负载) 构成的真正多点总线;
- 驱动器可以经受总线争用和总线故障

其主要性能如下:

工作方式	线路上的 驱动器/接收器数目	电缆最大长度 (ft)	数据率最大值 (Kb/s)	变化速率 (V/us)
差分	32/32	4 000	10 000	-

其驱动器和接收器的主要指标如下：

驱动器				接收器		
输出电压最大值 (V)	输出信号电平 (V)		负载阻抗 (Ω)	输出电流最大值 (mA)		输入电阻 ($k\Omega$)
	加载	未加载		电源开	电源关	
-7~+12	± 1.5		± 6	54		-7~+12
					0.1	

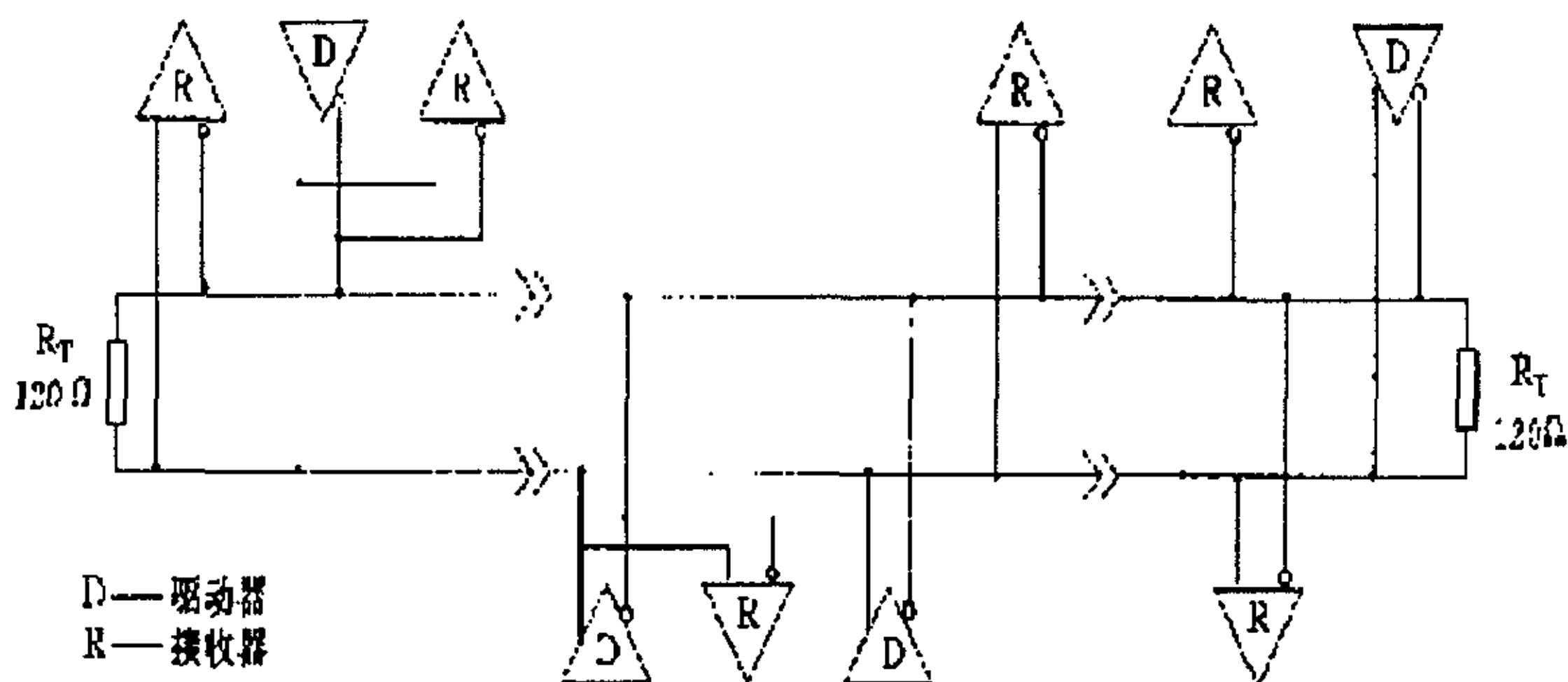


图 十七 RS485 通信驱动、接收器分布图

多点总线线路中各驱动器与接收器分布如上图RS485 通信驱动、接收器分布图所示。

2.2.2.2 通信协议

SDLC 通讯协议分析：

SDLC (Synchronous Data Link Control:同步数据链路控制) 是 IBM 公司制定的协议，并成为 SNA (System Network Architecture:系统网络结构) 的数据链路层协议。SDLC 是 HDLC 的子集。但有以下不同点：

- 在 HDLC 中允许帧的信息部分大小为任意位数，而在 SDLC 中则是以 8 位为单位的。
- 在 HDLC 中对环路操作没有特殊规定，而在 SDLC 中有环路操作的规定，仅在环路结构使用中就有 CFGR (Configure:配置) 命令/响应和 BCN(Beacon:信标)响应。
- 在 SDLC 中，REJ (Reject) 命令/响应只能在双向同时通信时使用。

➤ 其中还有如下附加功能：

功能编号	附加事项	功能概要
1	XID 命令/响应	可进行端标识和特性交换
2	REJ 命令/响应	可及早报告信息帧的顺序错误
4	UI 命令/响应	可在不影响信息帧顺序编号的情况下发送、接收信息部分
5	SIM 命令/响应	提供初始化对方端的功能及请求初始化功能
6	UP 命令	可进行非编号的局部轮询及组轮询
12	TEST 命令/响应	可进行数据链路的测试

● BCN 响应

环路结构中使用的响应：当输入的二次端检测出通信切断时，发送 BCN 响应。根据该响应，一次端应查出环路内的故障所在，并进行适当处理。输入恢复正常状态后，二次端立即停止发送 BCN 响应。

● CFGR 命令

该命令具有一个字节的**信息部分**，信息部分的内容表示功能。信息部分的最高位为“1”表示发送该功能，若为“0”表示清除该功能。其具有如下功能含义：

- 清除功能：解除通过 CFGR 命令所有功能
- 信标测试功能：抑制或重新向二次端开始载波传输
- 监控方式功能：将二次端置为接收专用的监控方式。变为监控方式的二次端不能发送
- 搭接功能：把二次端的传送输出返回连接到接收输入。期间二次端为脱机状态。
- 自测功能：开始对二次端进行内部诊断测试。二次端在测试结束前不进行应答。
- 链路测试限定功能：限定 TEST 命令/响应功能。

● CFGR 响应

CFGR 响应对 CFGR 命令的应答，其信息部分结构与命令相同。

§ 2.2.3 MICON 通信系统

MICON 系统是由美国 POWELL 过程系统股份有限公司生产的产品，八十年代发展成为一套集散型控制系统。它是由两大部分组成的，一是独立控制器、数据采集单元和可编程逻辑控制器；第二大部分是带有彩色 CRT 的中央通讯单元、打印机、音响设备和上位计算机接口。

§ 2.2.3.1 MICON P-200 现场微处理机控制器

1. 硬件实现:

每一个 MICON P-200 控制器可以输入 15 路模拟量、输出 8 路模拟量、输入 16 路开关量、输出 8 路开关量。MICON 控制器能把输入和输出结合成 8 个完全独立的控制回路或有内部耦合的回路。

MICON P-200 控制器是一个独立的过程控制器，以核心部件 M6800 微处理器为基础的 8 位字长的智能控制器，指令周期 500ns，控制器的计算与存贮精度达到 $\pm 0.003\%$ 。控制器中含有 8 位字长 4K 容量的 NMOS EPROM 芯片，还有 8 位字长，容量为 28K 的 PROM。其中软件功能与内部驱动规则存在只读存储器中，内部组成如下图 P-200 系统内部组成框图所示：

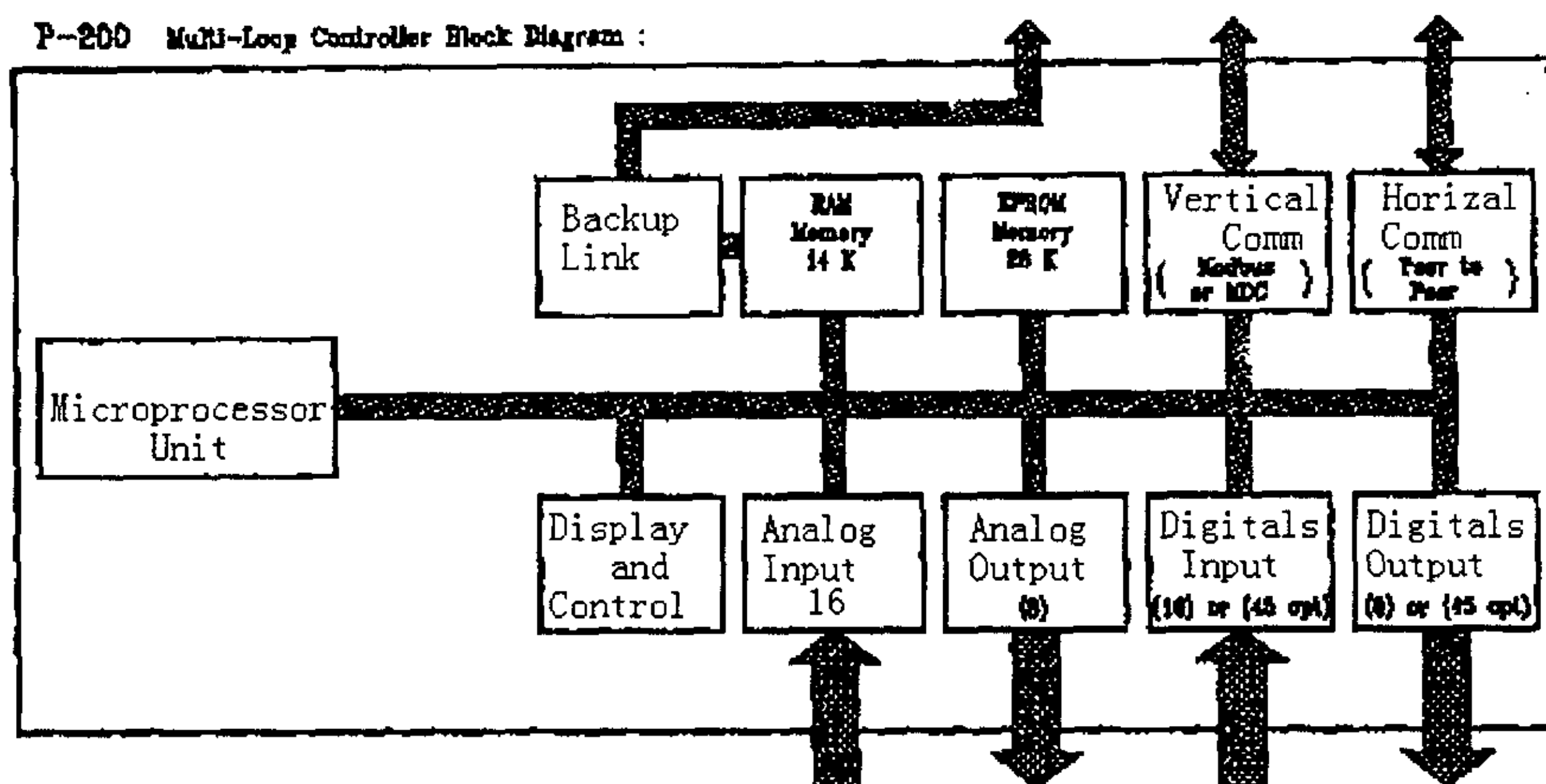


图 十八 P-200 系统内部组成框图

每一个控制器包含一个实时时钟，运行频率是 1 0 0 Hz，时钟精度是 $\pm 0.01\%$ ，用于控制器内部如输入扫描和功能块的执行等功能。

所有输入——输出电路和微处理机电路都是隔离的，输入——输出电路中还有滤波网络，网络时间常数的选择原则是既保证一定的瞬态反应又能滤支尖峰脉冲。

开关量和模拟量的电源是分开的。

每一个控制器都配备两根小型的两头带有插头和能在工业环境下工作的多芯电缆。模拟信号电缆包括模拟输入、模拟输出和横向串行通讯导线。开关量信号电缆包括开关量输入、开关量输出和垂直通讯导线。

核心部分性能:

CPU 类型	位数	指令周期	字长
--------	----	------	----

Motorola 68B00	8bit	500ns	±15bit/ ±7bit
-------------------	------	-------	------------------

2. P-200 控制器的软件:

MICON P-200 控制器是预编程的多回路控制器。控制器的组态是以回路为基础的。每一个回路选择预编程功能的顺序来希望实现的功能。选择功能块的方法简化了控制器路的组态。但仍然能提供先进的控制策略如自适应控制和在系统故障时的撤退控制。

每一个控制器的组态是建立在 8 个控制回路的基础上的。每一回路有 20 步或者说有 20 块功能块。即有 160 块功能块或步可以应用于回路的任意组合。每一步都是选择存在于只读存储器中 90 多块预编程的功能块。每一回路产生一路模拟输出。控制器的 15 路模拟量输入可以用到或耦合到任何一个回路的任何功能块中。16 路开关输入可以应用任意次。

在同一个控制器中,用户可以任意连接模拟或开关输入,任意选择存储器的功能块。8 个控制器连成一个组。通过横向通讯链,这个控制器的回路可以选用另一个控制器中的功能块。

利用从几个现场变送器和分析器来的信号,带有先进策略的过程控制,在本质上是现场仪表发生故障时,能提供退回到简单的控制策略的能力。MICON 利用几个控制器的策略的组态和它们之间的转换、克服复杂性。

3. 设备性能:

MICON P-200 是一个多回路的控制装置,在 P-200 的 ROM 中存有 90 块预编程序的功能块。最佳控制可通过在 P-200 中的指令集的先进功能来实现。(其中包括自适应调整)

P-200 控制器具有两个串行通讯链接口。一个串行接口是横向(MICON P-200 设备到 MICON P-200 设备之间)通讯链,另一个串行接口是垂直(MICON P-200 到以 CRT 为基础的控制台之间)通讯链。其中垂直通讯链不仅能与以 CRT 为基础的控制台通讯,还可以与上位计算机通讯。

4. 通信系统功能

MICON 系统有两种通讯能力,垂直通讯链和横向通讯链。横向通讯链用于控制器和控制器之间的通讯。垂直通讯链用于控制器和 MICON MDC-200 中央操作站、主计算机和其它智能装置之间的通讯。

1. 横向通讯能力:

横向通讯链把 8 个 MICON P-200 控制器连成一个组。以 4800 波特的速率传送。MICON 和 MICON 控制器之间的数据传送是被每一个控制器的组成来实现的。每一个控制

器第一、二步是留组数据伟输用的。8 个控制器中的每一个控制器可以发送 16 个数据变量，所花的时间将近 400ms。如果发送的变量减少或者连接的控制器减少，所花的时间也相应少一些。当控制器中所组态的步要求从其它控制器存取数据，这时的信号参考码必须包括控制器的号数、回路号数、所希望的信号值的功能号数。

MICON 组态时，赋予一个横向通信标识号（标识号从 1-8），一个横向通信组最多包含 8 个 MICON 控制器，它们通过模拟量端子板（ATP）上的端子连接起来。下图所示

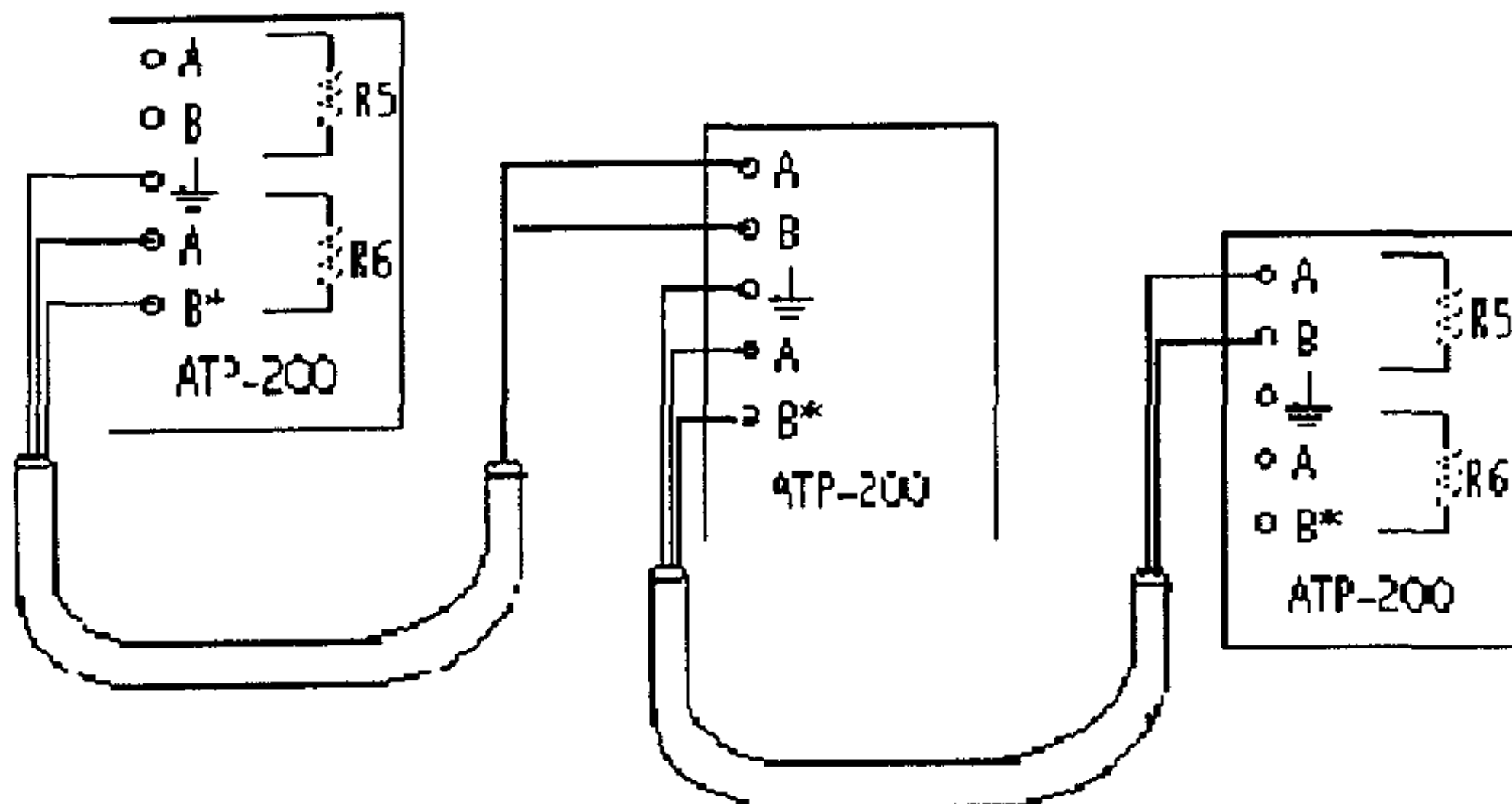


图 十九 MICON P-200 系统的横向通信链

8 个 MICON 控制器用横向通讯系统连成一起后，可完成八个控制器之间的双向数据交换。这些控制器中的一任何一个的数据都可以由其余七个之中一个或全部来处理。

串行通讯接口标准为类 RS-422 驱动器和接收器，信号传输距离 1000 米

MICON 模拟端子板（ATP-200）上有两个横向通信的跨接电阻。在连接成横向通信链之后，只应保留最两端的 ATP-200 端子板上电阻（图中电阻 R5 和 R6），为了防止地线回路信号，信号线的屏蔽层应单端接地。

2. 纵向通讯能力：

MICON 的纵向通信接口允许其作为分布式控制系统中下级控制器来使用。纵向通信系统将 MICON 与用彩色 CRT 的中央操作控制台相连接。垂直通讯链的信道采用两对线或一对光纤。光缆的应用可以避免高速通道所遇到的电子接口、电干扰或电缆槽必须分开等有关问题。不采用中间装置时，最大距离可达 4.8km。

MICON 是通过 I/O 模件实现与小型机或带 CRT 的中央控制台的连接。这个 I/O 模件被称为子通信板（Slaver Communication Board）

5. 低级操作员接口功能

MICON 系统有两级操作员接口。低级操作员接口是独立控制器和数据采集单元的就

地操作员接口，它装在控制器的前面板上。侧面板可以给控制器组态。

控制器操作员站是每一个 MICON P-200 控制器的一部分，控制器把模拟和数字量结合在一起。有 1 个 LED 棒图偏差显示。允许操作员扫描每一个控制回路和设定点的偏差。每一个回路可以按要求的灵敏度独立调整。

§ 2.2.3.2 网络通讯系统 MICON C-200 部件

远方和垂直通讯的完成是通过一个通讯 I/O 模件，它采用主-子结构。主通讯模件可以和 8 个外围设备相接，如 MDC-200 操作站，微型计算机或任何其它智能装置通讯，采用 RS-232 串行通讯。

主/子结构的模件分为 MICON C-200 主通信模件、子通信板 (SC 板)、通用接口板 (UI 板)、打印机子通讯器、模拟量输出模件等。

1. 主通信器和主通信模件

主通讯器和每一个子件 (子通讯器，打印机控制和系统对讲机等) 都有微处理器，PROM 和 RAM，能提供快速数据处理和数据传输。

MICON C-200 通信主模件 (主板) 带有微处理器，PROM 和 RAM 及一个主时基发生器。通过中央通讯单元数据总线与最多 7 个子系统通讯单元连接。子通讯单元的 RAM 可以由主通讯单元采用周期共享的方法进行访问。

另外配有 4 个独立的 RS-232 串行通信接口用于与终端显示装置及键盘通讯。

这种分布式通信系统与数据高速通道相比有着显著的优点：

- 更高的有效数据传送速率

如一个主通信模板最多可带四个子通讯模板，每一个子通信模板又可以带 8 个 MICON P-200 控制器，这样一套 C-200 装置就可以与 32 台 MICON P-200 设备进行数据通信和监控，由于在 MICON 与通信 I/O 系统之间有 32 个独立的双线数据链，实际上大大改进了数据的有效传送速率。以标准 9600 波特率计算则相当于 9600×32 为 307200 波特率，对于一个连接了若干个 MICON 的系统，这样高的通信速率意味着 CRT 屏幕的刷新速度会非常快。

- 消除了使用同轴电缆带来的问题

- 取消了通讯控制器，可实现完全的通信冗余

2. 子通信器 (C-200 系统中的 SC 板)

子通讯器和每一个 MICON 控制器通讯，也和数据采集单元及可编程逻辑控制器通讯。它们能规定数据传输格式、建立数据优先权、控制和存取所需要的过程变量、回路和报警数据。在子通讯器还存贮 8 字母的标签号码，每套 MDC-200 系统能容纳 2816 个标签。

► SC 板

该通信板含有微处理器，并带有 EPROM 和 RAM，另有 8 个电流型通信接口。每个子通信板通过 RS-422 通信接口与用专用的两线纵向通讯链与现场对应 MICON P-200 设备的纵向通讯接口板相连，每一块 SC 板最多可与 8 个 MICON P-200 控制器实现串行纵向通信。

MICON C-200 主通讯模件最多支持 4 块 SC 板，采用硬件编址方式识别，编址号为 0#，1#，2#，3#

➤ UI 板

每个通用接口板包含有微处理器，EPROM、RAM 和 I/O 接口。它可以通过 MODBUS 通讯协议与不同的，支持该通信协议的厂家的 PLC 接口通讯。

本系统中 UI 板与四套 HIMA PLC 系统通过 RS-485 口相连接

MICON C-200 主通讯模件最多支持 7 块 UI 板，也采用硬件编址方式识别，编址号为 5，6，7，3，2，1，0

3. 键盘

面向过程控制的键盘提供直接控制和变量显示。一个键盘连接一个 CRT。主通讯器和键盘采用两对屏蔽线连接。速率为 9600 波特。

4. CRT

以微处理器为基础的 CRT 存贮静态显示数据和响应从键盘或从主通讯器来的信息。

5. 盘存贮单元

图形存贮在盘中。在正常运行时，盘存贮是不进行的。一共有 2 个盘存贮单元，容量为 6.75Mbyte。一个是固定的，另一个是可拆除的，可拆除的中间装置可以实现更换。

盘存贮单元和系统中的某一个 CRT 有关，它用来存贮冗余的组态数据和产生图形。

6. 打印机子通讯器

打印机控制子通讯器可维持数据存储，并对一台或两台打印机提供串行通讯接口。

其被 MICON C-200 主通讯模件识别的硬件编址号为 4#

7. 模拟和报警输出模件

该模件可以为曲线趋势记录仪提供 8 个 1~5VDC 信号，通过软件组态，可以选系统模拟变量中任意一个输出其实时变量值，接记录仪后可保留其历史趋势曲线。

送到曲线趋势记录仪中的所选择的变量要组态到系统中，从键盘送进系统，并和系统的组显示连接起来。在这块板上还有使喇叭响的过程报警

8. 现场信号端子

MICON 系统采用专门设计的端子板作为 MICON 控制器和现场仪表之间的接口。用 50

芯插入式电缆将 MICON 系统和端子连接起来。

- (1) 模拟端子板 给变送器提供分别装有保险装置的电源。包括量程电阻在内。变送器电源必须和控制器分别供电。两个电源在正常情况下由 MICON 机组系统提供。控制器的横向通讯链的端子也在模拟端子板中。
- (2) 开关量端子板 为开关量 I/O 提供端子。除此以外，驱动继电器和其它负载的电源端子板中，并且每路电源都是分别带有保险装置的。不包括一个回态继电器单元的连接端子。垂直通讯链的端子也在开关量端子板中。
- (3) 自动转移板 备用 MICON 在功能和大小规格上和标准 P-200 是完全一样的。带有转移连接器的端子板是自动备用控制转移组态所要求的。

MICON MDC-200 CRT 操作与显示系统如下图所示：

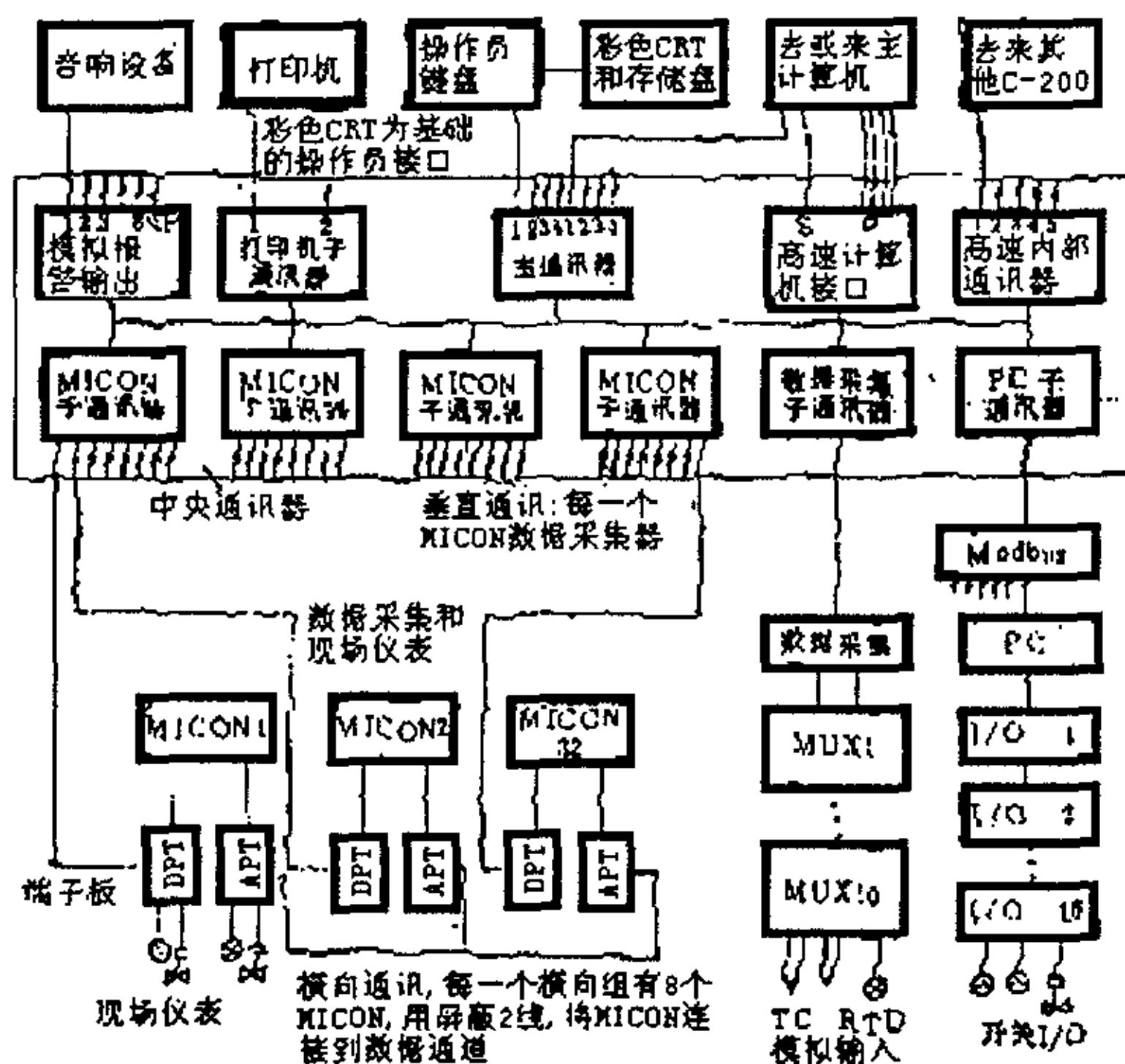


图 二十 C-200 构成的上位系统结构图

§2.2.3.3 自动备用系统分析

1. MICON P-200 备用系统

最多 8 个 MICON P-200 应用一个备用 P-200 控制器。在初级 MICON P-200 出现故障时，自动转移到备用控制器。每一个 MICON 在运行时自动诊断运行情况，发现有故障立即报告给操作员。自动切换开关切换到备用控制器，系统保持连续运行。切换时间只需 0.3s

自动转换所有的输入、输出和通讯数据链。所有存在于故障控制器 RAM 中的信息

都转移到备用控制器中。存贮器数据转移是通过两个控制器之间独立的高速数据链来实现的。两个控制器之间的数据传送完全是透明的。操作员接口或程序都没有改变。

备用 P-200 如下图所示：

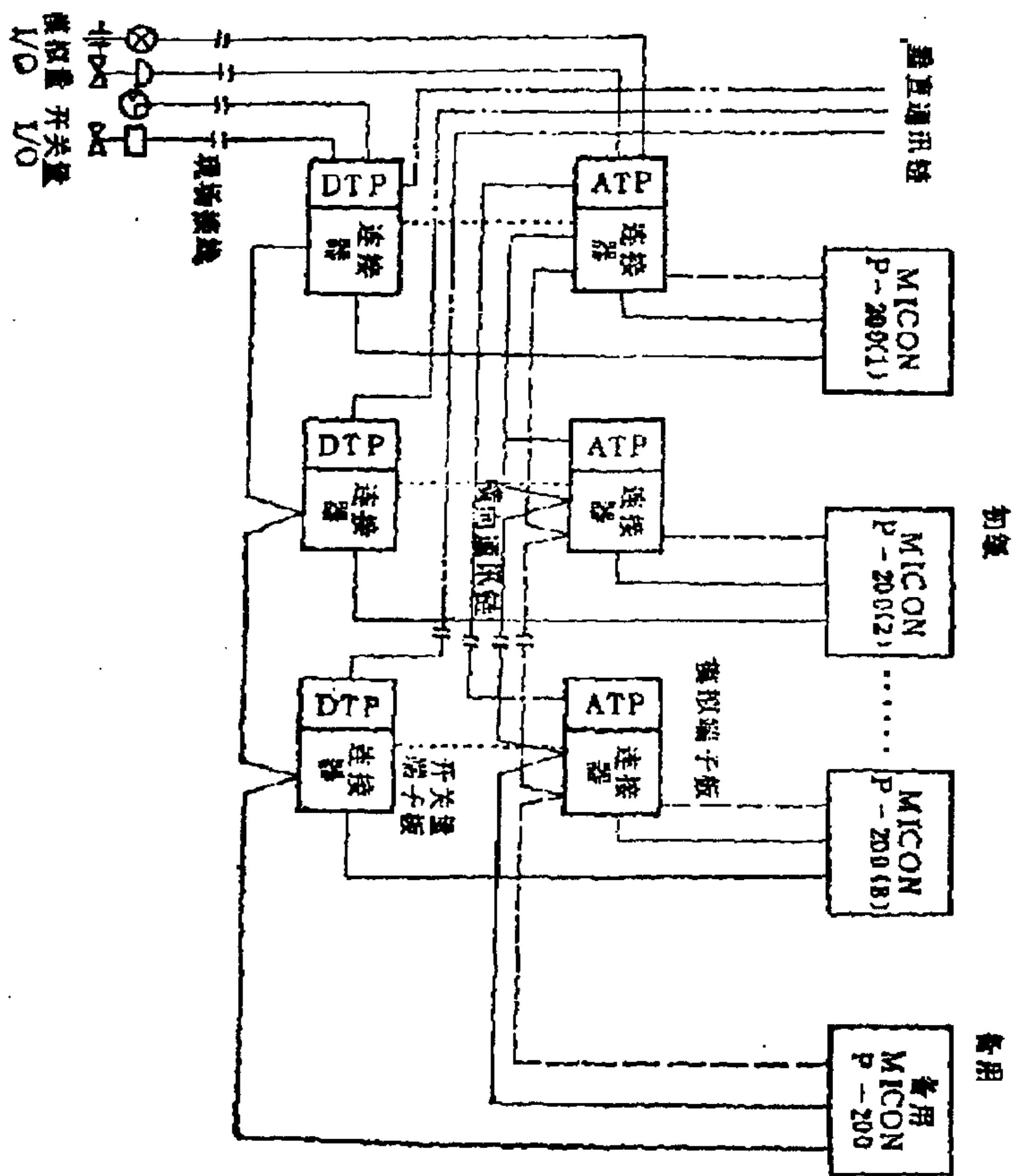


图 二十一 备用 MICON P-200 组成结构图

2. 系统通讯备用

两套 MDC-200 系统通讯部分互为备用，每一个单元都要自诊断自己的运行情况，假如有故障发生，故障的类型会被显示出来，并自动转移到备用通讯器上。专用通讯转移连接器可以把输入、输出自动地转移到备用通讯单元，通讯不会发生中断。

整个系统结构如 原上位通信系统网络拓扑结构图所示：

§2.2.4 上位监控功能

§2.2.4.1 高级操作员接口功能

1) CRT 为基础的操作员接口

操作员控制台是以 19 英寸彩色 CRT 为基础的。中央操作站包括 4 个彩色 CRT。CRT 显示的数据是最新数据，大约每秒刷新一次。显示的画面大致分成 4 种类型：控制显示、辅助显示、索引和跟踪显示、图形显示。

2) 控制显示

- ✧ 组概貌
- ✧ 报警综合
- ✧ 功能值
- ✧ MICON P-200 控制器控制回路
- ✧ MICON P-200 输入
- ✧ 轮廓趋势
- ✧ 报警信号器

3) 辅助显示

辅助显示用来定义 MDC-200 系统的功能并对控制器进行组态。它由下列内容组成：

- ✧ CRT 显示组态
- ✧ MICON P-200 组态
- ✧ 数据采集和可编程逻辑控制器组态

4) 索引和跟踪显示

索引显示功能是为了在相同控制回路时，提高操作员的速度和帮助工程师确定系统中的标签

在系统中有两个索引显示：标签搜索显示、标签列表显示

5) 图形显示

图形显示给用户自己作图的能力

§2.2.4.2 控制显示有关的说明：

1) MICON 概貌显示

控制显示用于系统正常运行时，它有下列显示内容：

MICON 概貌显示：给操作员提供整个装置的运行情况，以偏差的形式给出。在同一时间内能显示 256 个回路。在屏幕上每一方块代表一个 P-200 控制器和控制器的 8 个控

制回路的棒图指示偏差。在屏幕的上部有日期和系统的控制报警状态。

2) MICON 显示

MICON 显示除彩色 CRT 能增强的效果以外，是与控制器前面板上显示的内容是一样的。在画面上显示出 8 个回路，显示包括过程变量，设定点和输出的所有相应数据。

在棒图上还能提供 8 个混合显示，混合显示能提示信号值，如输入和开关状态。它接收来自系统各处的有标志的标签。

屏幕上部有报警信息，最底部有 MICON 运行状态的助记符描述和 MICON 报警的综合。

回路参数和控制器运行方式操作员可从显示画面中改变，也可以变更开关的输出状态。

应用 32 个专用 MICON 按键和 8 个回路或开关选择按键等这两种类型的键，操作员就可以存取任何控制回路和任何开关量。

3) 功能值和输入——输出显示

提供 MICON P-200 控制器中所有变量的瞬时概貌。开关量和模拟量的输入、输出，每一个回路中的所有执行的步中的功能值都可以在屏幕上显示出来。这样操作员很容易跟踪和实验每一个 MICON 的运行状态。

4) MICON 回路显示

操作员能够调出一个回路的详细显示画面。还可以从画面中管理和控制所选的回路的相关数值。

辅助数据和调整参数的显示，用来验证回路的运行是否正常。

屏幕的最上部用来显示 MICON 的混合数据和系统的报警信息，底部显示综合报警。

5) MICON 输入显示

MICON 输入显示给出棒图和所选输入的数字提示。

6) 输入趋势显示

输入趋势显示从调出输入显示开始，直到显示到屏幕左边后离开。时间坐标可选最后 30min 的趋势或最后 60s 的趋势。

7) 趋势显示

系统中最多能有 32 个控制器，总共有 $32 \times 8 = 256$ 条趋势曲线。历史趋势显示有三种类型：每 20s 取一次平均值的 20min 趋势显示；每 3min 取一次平均值的 3h 趋势显示以及每 30min 取一次平均值的 30h 趋势显示。

操作员可以调出 32 个组的趋势显示，增加的趋势变量只要在键盘上输进该曲线所在图形的标签号就可调出。

8) 组概貌显示

组概貌显示在形式上是和 MICON 的概貌显示相似的。每一幅画面包含 32 个组，每一个组用 8 个柱来代表不同的数据，以偏差棒图工以棒图格式。由用户规定颜色来表示开关量是开还是关。显示一条操作员提供系统运行是否偏离正常状态，是否处在报警状态。操作人员确认报警还可以从组概貌显示按钮上 LED 的状态来增强印象。

屏幕最上部显示系统数据和报警状态。

9) 组显示

组显示在形式上和 MICON 显示相类似。显示信息可以是 1 个 MICON 控制器，数据采集单元和可编程逻辑控制器。由于标签是唯一的，所以 MDC-200 信息存取在组的安排上是非常灵活的。任何标上标签的点比如一个回路，一个输入，一个计算的变量或报警状态都可以按排在系统的 16 个组中的任何地方。其它 MDC-200 系统来的信息通过系统间的通讯在该 MICON 系统进行存取。

屏幕最上部显示系统数据和报警条件，主显示中有回路，输入，功能，值和离散状态指示的 8 个位置，格式在 MICON 显示中规定。

上面主棒图显示中的辅助显示，能包括像输入，功能和离散状态的信号。和组有关的从模拟量到开关量的报警状态在各显示画面上指示出来。

把辅助和主显示连接起来的键盘提供回路控制和改变开关状态的能力。

10) 报警信号发生器显示：

警报信号发生器显示是一组与危险装置警点有关的信号发生器灯盒的号码画面。

显示画面由 77 个报警点组成。它与窗户栅格的信号发生器相类似。

在报警信号发生器显示中，警报报警纵使画面显示是把所有新的报警点和任何其它确认的报警点作出标记和加以综合。画面里指示出报警发生的时间如 h、min、s，标签的名字，报警的类型和包含这标签的 MICON 控制器的标志。

报警综合显示一共有三页，每页 44 个报警点，总共最多显示 100 个活动报警。

11) 动态图形显示：

MDC-200 系统有动态图形显示和控制的能力。每一个 CRT 要求固定盘/可活动盘。这种盘可以提供动态图形显示和控制。标准的操作员键盘被用作图形接口。

操作员和系统的对话还包括在屏幕上显示的过程变量。所规定的符号的颜色变化或者变成空格作为开关量状态改变的报警条件。

操作员可以选择所显示的任何数据点和它有关的附加动态值，也可以改变不同的控制参数和观察过程变量。

§2.2.4.3 记录和报警打印

MICON MDC-200 系统可以连接 1…2 台打印机，可以打印如下内容：

- 1) 自动报警记录
- 2) 组态的 MICON 数据记录
- 3) 操作员动作记录
- 4) 辅助记录
- 5) 通用过程数据记录
- 6) 按需要打印（如几分种的内容等）
- 7) 系统状态和组态记录

MDC-200 为了使记录具有灵活性，对组的参数，打印输出的参考值的标签号码的选择都具有标准格式。

§2.2.4.4 打印机和接口硬件功能

在 MDC-200 通讯系统中的打印机电路卡片和电缆组成打印机和 MICON 通讯器的接口。卡片包括一个微处理器、固态存贮器和两个 RS-232 级的打印机数据链。提供管理预制记录格式软件和保留数据在缓冲器中的软件。

打印输出辅助记录提供 MDC-200 的全部功能和组态数据，其中包括：

- 系统状态记录；
- MICON 状态记录；
- 回路辅助数据；
- 输入辅助数据记录；
- 记录；
- 报警综合记录；
- 功能值记录；
- 组态记录；
- 系统标签报告。

打印机-绘图仪可以应用在通常使用打印机的场合。绘图仪提供任何 CRT 显示的黑白拷贝，其中包括图形。

§2.2.4.5 组态显示功能：

利用有效的菜单选择的观念，允许操作员在菜单上选择所需要的画面进行显示。如果发现选择是错误的，便能发出短促的声音提醒操作员注意。操作员通过一组菜单，不

断增加深度，直到所需的项目都呈现出来，而所有规定的符号都校正正确为止。

组态数据存在 MDC-200 通讯存贮器里，冗余部分存贮在盘单元中。

CRT 系统的组态菜单有：

- CRT 组态主模件
- 组态趋势标签
- 系统初始化
- 组态 MICON 标签
- 设定时间数据
- 组态数据采集标签
- 拷贝盘
- 组态 PLC 标签
- 系统标签字典
- 设定指令标签记录
- 组态报警盘
- 打印系统标签
- 组态组标签

MICON 组态菜单有：

- MICON 组态
- 不断刷新的软盘索引
- 回路组态
- 回路辅助数据
- 模拟输入组态
- 数字输入组态
- 给 MICON 加载/卸载

§2.2.4.6 CRT 键盘

操作员键盘是和每一个彩色 CRT 连在一起的。显示的内容很广。预编程在每一个 CRT 中，从键盘能够调出各种画面。

键盘被设计成利用单键就可以调用大部分显示。这是为了能快速调出过程系统的任何部分。

在键盘上的闪光按键用来提醒操作员注意，系统是否有报警状态。

§2.2.4.7 趋势记录

可以用模拟录音机直接与系统相接，长时间的硬拷贝趋势。

第三章 新上位监控系统的设计方案与实施

第一节 局域网（LAN）通信技术协议

§ 3.1.1 以太网及其基本概念

以太网是在个人计算机、工作站、打印机等之间进行高速通信的局域网，它的标准中规定了传输数据的格式，电缆特性和连接器的形式等。以太网的作用是使多个计算机在同一传输线路上协调动作，使计算机相互间进行高速数据通信。

§ 3.1.1.1 以太网的种类

美国电子电器工程师协会的局域网标准化组 802 计划（IEEE802 委员会）制定的以太网种类及相应电气特性如下表所示：

名称	10BASE5	10BASE2	1BASE5	10BASE-F	10BASE-T	100BASE-T
传输速度	10Mbps	10Mbps	1Mbps	10Mbps	10Mbps	100Mbps
传输媒体	同轴电缆	同轴电缆	UTP	光纤	UTP	UTP、STP、光纤
传输方式	基带	基带	基带	基带	基带	基带
MAC 方式	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD
物理形式	总线型	总线型 (级链式)	星型	星型	星型	星型
必须的组成元素	同轴电缆 收发器 AUI 电缆 LAN 磁卡	同轴电缆 同轴电缆 用连接器 LAN 磁卡	UTP 1BASE5 用 集线器 LAN 磁卡	光纤 光耦合器 LAN 磁卡	UTP 10BASE-T 用集线器 LAN 磁卡	UTP、STP、光纤 100BASE-T 用集 线器 LAN 磁卡
网段相当 终端数量	100 台	30 台	2 台	2 台	2 台	1 台
网段最大 长度	500 米	185 米	500 米	500 米	100 米	-
站点间隔	2.5 米以上	0.5 米以上	-	-	-	-

注：1. 站点间隔必须是相应距离的整数倍

2. UTP (Unshield Twisted Paircable) 为无屏蔽双绞线

3. 在 1 BASE5、10BASE-F、10BASE-T、100BASE-T 网络中，由于是星形结

构，网段一端要接集线器，所以该网段所支持的终端数为 1 台，相应网段最大长度也为集线器到终端间的距离。

4. STP 为带屏蔽的双绞线

以太网的核心部分 MAC (Media Access Control:媒体访问控制) 和 MAC 帧都是相同的。MAC 方式是以一条电缆控制数台计算机进行通信的方法。以太网采用的是 CSMA/CP (Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection:具有冲突检测功能的载波检测多址访问) 方式。

以太网最初所制定的 10BASE5 采用的是总线型连接方式,后来使用集线器和双绞线,其物理布线形态就成了星型的。在 10BASE5 以太网中,使用分路收发器 (MAU),再用收发器电缆 (AUI 电缆) 将终端和收发器连接起来;在 10BASE2 以太网中,同轴电缆仅用 T 型 BNC 插头就可以将各终端设备连接到网络中;而 10BASE-T 以太网中必须以多路放大器 (集线器) 为中心,以星型连接终端。

§ 3.1.1.2 以太网与 OSI 基本参考模型

参照 OSI 的基本参考模型,以太网标准的范围相当于物理层和数据链路层内低位子层。如下图中所示:

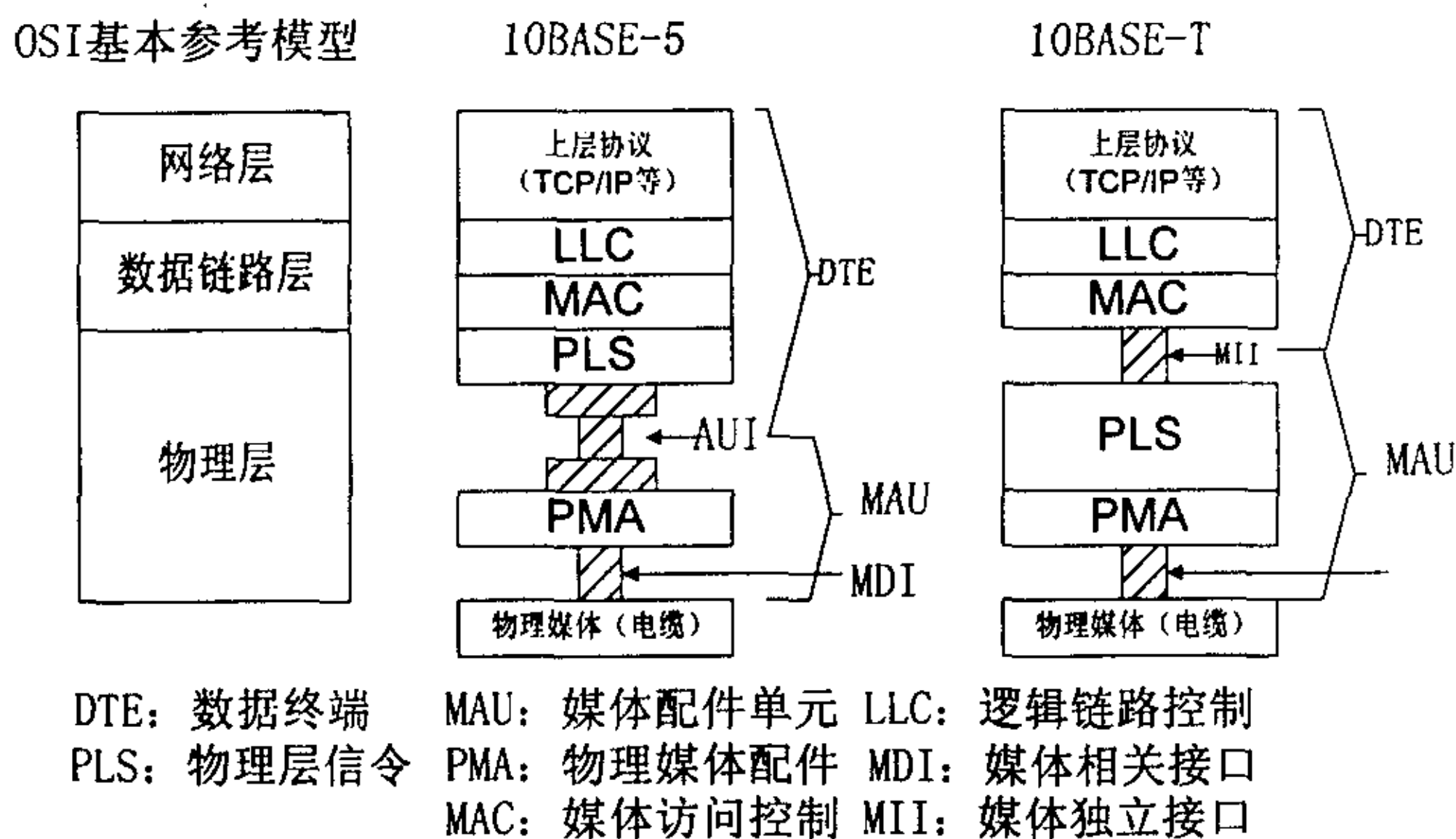


图 二十二 两种以太网的层次结构

● 媒体访问控制 MAC

数据链路层的构成要素是 MAC。MAC 的主要任务是在不影响其它终端的情况下,使用电缆发送数据。具体地说,采用基于 CSMA/CD 的竞争控制,把所接收的数据传给上一层 LLC,同时,把由 LLC 移交的数据输送到物理层上。

● 媒体相关接口和物理媒体配件 PMA

物理层可以细划为以下两层：一个是接受各种传输电缆电气特性，收发传输信号（电气信号与光信号）；另一个是对来往于 MAC 层之间的位串进行编/解码。

最初的工作依赖于传输电缆。用同轴电缆和 UTP 传输信号时，使电压在一定的范围内变化；使用光纤时，使光信号的辉度（亮度）变化。传输信号的机构（如连接器等）也将随着电缆种类不周而异。

在以太网标准中，把与电缆有关的连接部分的标准，作为 MDI (Medium Dependent Interface: 媒体相关接口) 进行个别处理，而其功能本身不依赖于电缆，要采用 PMA (Physical Medium Attachment: 物理媒体配件) 进行抽象/逻辑处理。在 10BASE5 标准中，在同轴电缆上要装分接收发器 (Tap Transceiver)，这是一种实现 PMA 功能的部件。

● 物理层信令 PLS

位于 PMA 上层承担物理层功能（对数据位串进行编码/解码）的逻辑模块是 PLS (Physical Layer Signaling: 物理层信令)。在 PLS 中，被编码的位串通过 AUI (Attachment Unit Interface: 配件单元接口) 的接口送到 PMA。在 10BASE5 标准中，PLS 位于 LAN 卡中，因此，将 LAN 卡和分接收发器连接在一起的收发器电缆，称为 AUI 电缆。

新的逻辑模块

前面所说的以太网逻辑模块，是 10BASE 5 或 10BASE-T 等传输速度在 10Mbps 以下时使用的模块。在建议 100Mbps 以太网 (100BASE-T) 中，现在一起引用着新的逻辑模块。

新的逻辑模块称之为 MII (Medium Independent Interface: 媒体独立接口)。MII 在 MAC 层与 PLS 层之间起着桥梁作用，引用新逻辑模块的目的是，能够对几种 PLS 进行规定。如果有 MII，就可以接受各种 PLS 的结构，向 MAC 层提供物理层功能，所以，即使不对 MAC 这一层进行修改也可以完成。新逻辑模块还考虑了选择编码方式的用法，也就是说，事先准备几种编码方式 (PLS)，从中可选择与电缆种类相适应的编码方式。

另外，在 100BASE-T 标准中，对 MAU (Medium Attachment Unit: 媒体配件单元) 的任务可直接进行工作。在此之间，MAU 仅是实现 PMA 以下功能的模块，但在 100BASE-T 标准中，将使 MAU 成为实现 PLS 以下功能的模块。

§ 3.1.1.3 以太网的适用领域

以太网的使用领域是多方面的，最典型的是 UNIX 工作站间的通信。UNIX 工作站按标准配备了以太网端口（一般为 10BASE2 用的连接器）和 TCP/IP，所以，如果用电缆将 UNIX 工作站相互连接，建立在 IP 网络基础上的各种数据通信立刻就能工作。

§ 3.1.1.4 以太网的基本概念

● MAC 层的作用

从数据通信协议的观点看，MAC 是以太网的核心部分。物理层对每一电缆种类和传输速度是有许多规定的，但 MAC 却全部适用。

MAC 的作用是将 LLC 发送来的 LLC 数据正确地发送到目的工作站。

MAC 向 LLC 提供的服务有两种：一种是 LLC 将数据送入 MAC 时的“MA-DATA”请求，另一种是 MAC 将接收到的数据转交 LLC 时的“MA-DATA”指示。

使用 MA-DATA 请求，能够指定的参数有：目的终端的 MAC 地址 (destination_address)，储存并发送到 MAC 帧中数据内容 (m_sdu)，以及服务种类 (service_class)。使用 MA-DATA 指示，能够指定的参数有：目的 MAC 地址 (destination_address)，发送源 MAC 地址 (source_address)，接收后被储存在 MAC 帧中的数据 (m_sdu)，以及 MAC 自身状态通知 (reception-status)

● CSMA/CD 结构

MAC 的主要功能之一是基于 CSMA/CD 方式的争用控制，这是为了在多数工作站使用同轴电缆而实施的控制。具体实施争用控制过程如下：

当 MAC 得到 LLC 的帧发送请求时，便将各种控制信息附加到 LLC 数据中，形成 MAC 帧。MAC 帧形成后，可以监视 PLS 发出的载波信号，调查是否有其它数据流入同轴电缆。在没有流入的情况下，数据转输给 PLS，并向同轴电缆开始帧发送。

如果其它工作站发送的帧信号流入了同轴电缆，那么在该信号消失之前，将设法监视数据的发送。总之，监视载波是为了避免数据无意义地相互冲突。这就是载波检测方式 (CS)

但是，仅靠这种方法还不能避免数据冲突对数据的破坏，因为几个工作站有可能同时发送帧，因此，MAC 自身边发送帧，边监视载波，检查发送的帧是否与其它工作站发的帧冲突，这就是冲突检测方式 (CD)。

发现有冲突时，MAC 将干扰 (Jam) 信号这一特殊位串输出同轴电缆，为的是通知其它工作站发生了冲突。然后生成随机数，等时间与该随机数相吻合时，重新将帧发送到同轴电缆。

当传输线路数据发生混乱时，由于冲突反复出现，重发频率也高，一旦达到重发的某个预定值，将自动进行差错处理，中止重发。

● MAC 帧

MAC 层生成的 MAC 帧是 64 字节~1518 字节的可变长帧。构成帧的字段如下所示：

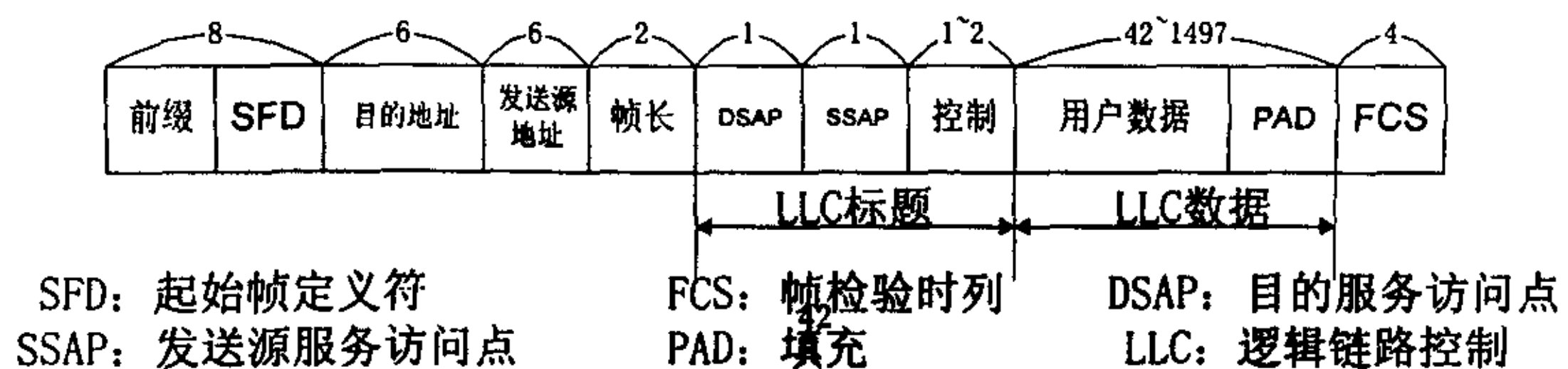
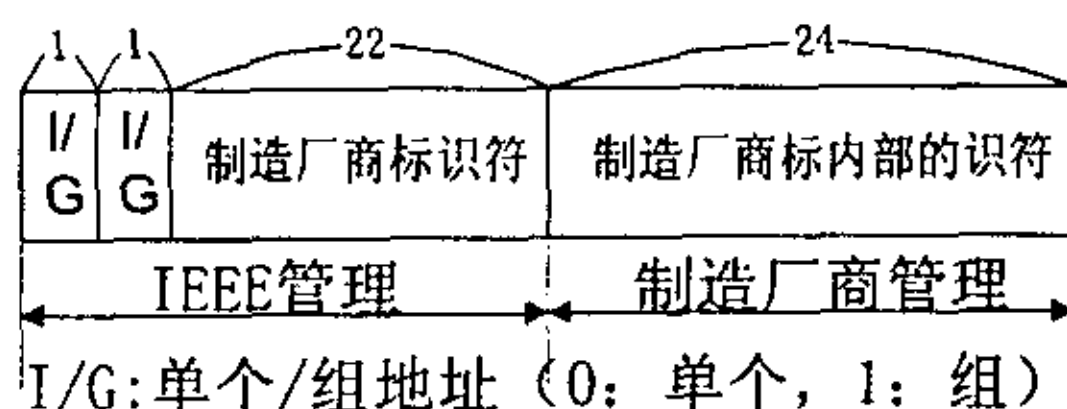


图 二十三 MAC 帧的组成结构

其中的目的地址和发送源地址是分别分配给目的/发送工作站 MAC 层的地址。这种地址一般称为 MAC 地址。

MAC 地址长度是 6 个字节，第 1 位用于识别储存在后面字段里的地址究竟是单个地址（仅被分配到 1 台终端的地址）还是组地址（被分配到网络或多台终端的地址）第 2 位用于识别这个地址究竟是通用地址（全局地址）还是本地（局部）地址。由于具有通用地址的 LAN 卡在世界上仅有一种，因此，LAN 厂家会对其进行分配和编号如下图所示：



在大多数情况下，建立在全局地址上的单一的 MAC 地址已经被复印在 LAN 卡的存储器中，很少看到用户输入 MAC 地址那样地使用局部地址。

IEEE 方式的 MAC 帧没有用于存储上层协议标识符的专用字段。现在许多产品利用 LLC 标题来识别上层协议，这种方法就是 SNAP (Sub-Network Access Protocol: 子网访问协议) 方法，SNAP 宣布，在 LLC 标题中存储了特定的位串并应用了 SNAP，在用户数据的前 5 个字节（3 个字节的协议 ID 和 2 个字节的类型字段）中存储了协议标识符。

● Ethernet 控制策略

Ethernet 的基本工作原理可归结为：分布式控制、广播式信息传输、多向地址访问、竞争发送、冲突检测和无冲突接收。

➤ 工作站送过程

当用户层要求发送数据时，通过工作站和网络通信控制器接口，把用户送来的数据报文的目的地址、类型和报文正文传到网络通信控制器上，然后由网络通信控制器按 Ethernet 帧格式进行封装，并装入发送数据缓冲区中，然后开始发送。

所谓的数据封装就是在发送目的地址字段前，由链路层的硬件部分自动发送 8 字节的同步符序列，在数据字段后边附上 CRC 字段。接着链路层进行链路发送管理，通过检测物理层提供的“载波侦听”信号，一旦发现总线空闲时，延迟 9.1~10.2 微秒的帧间隙，就将包发送至总线上。在发送期间，边发边检测，若发现冲突，则发送几个字节的阻塞码强化冲突，以便使参与突者发现冲突发生，然后终止当前发送，按冲突分解算法（截断二进制指数算法）安排重发。如果重发 15 次仍冲突，则表明总线过忙，放弃发送。

➤ 工作站接收过程

同轴电缆上出现载波时，经收发器进入通信控制器，控制器中载波侦听机构通知控制器接收数据。也就是说，物理层在载波出现后的二个信息位时间内和向链路层请求接收数据。这时物理层通过包前序取得同步找出包的起始位，经曼码译码及串并转换成二进制数，接收信息被送入数据缓冲区。然后，链路层的链路管理部件去判定接收的包是否为本站的包，若是非本站的包，则恢复缓冲区指针并准备接收下一个包。若接收包的地址与本点相符，则将包送往接收数据的拆帧部件去处理，并进行 CRC 校验，检查帧的完整性和帧是否超长。所有检查完后，向工作站报告情况。

§ 3.1.2 令牌环网

由于 IEEE802 委员会的国际标准化和许多厂商的支持，令牌环局域网和以太网一样也就成为了一种典型的局域网结构的方式。它和主机的连接的紧密性，高使用效率以及故障自动恢复功能等都以标准设置，所以其特性是具有很高的可靠性。

1. 物理层

- 令牌环的布线系统称为星形环路，在物理上为星型，在逻辑上为环型的布线形式。它是一种在物理上采用容易进行管理的星型集中布线系统；而在软件上采用易于实现的环路开放式，具有两方面的优点的系统。各个终端可通过电缆接在集线器 (Hub) 上。传送媒体可用屏蔽式双绞线 (STP) 或非屏蔽式双绞线 (UTP)，集线器的干线电缆也可以采用光纤。
- 当前主流产品为 16Mbps。同时在其中增加初始令牌释放的功能，从而进一步提高了利用率
- 令牌环是一种用令牌传递访问方式的基带型局域网，是一个令牌可以连接最大 260 个终端的环形局域网技术。由于采用令牌传送访问方式，在环路上不会发生数据冲突，其最大特点是，由于终端站点数的增加不会降低响应时间。
- 各个终端用 PLL (Phase Lock Loop: 锁相环) 电路可以再生数据信号中的时钟成份信号，采用基于该时钟的数据发送同步信号的结构进行工作，为了 PLL 电路锁相易于实现，所以采用了可靠性高的差分式曼彻斯特编码方式。该编码方式所用的结构有四种：2 进制的 0, 1 和非数据 J、K (非法代码，以便于识别帧的开始和终止状态)。

2. 数据链路层

- 协议概念

令牌环的协议概念如下图所示：

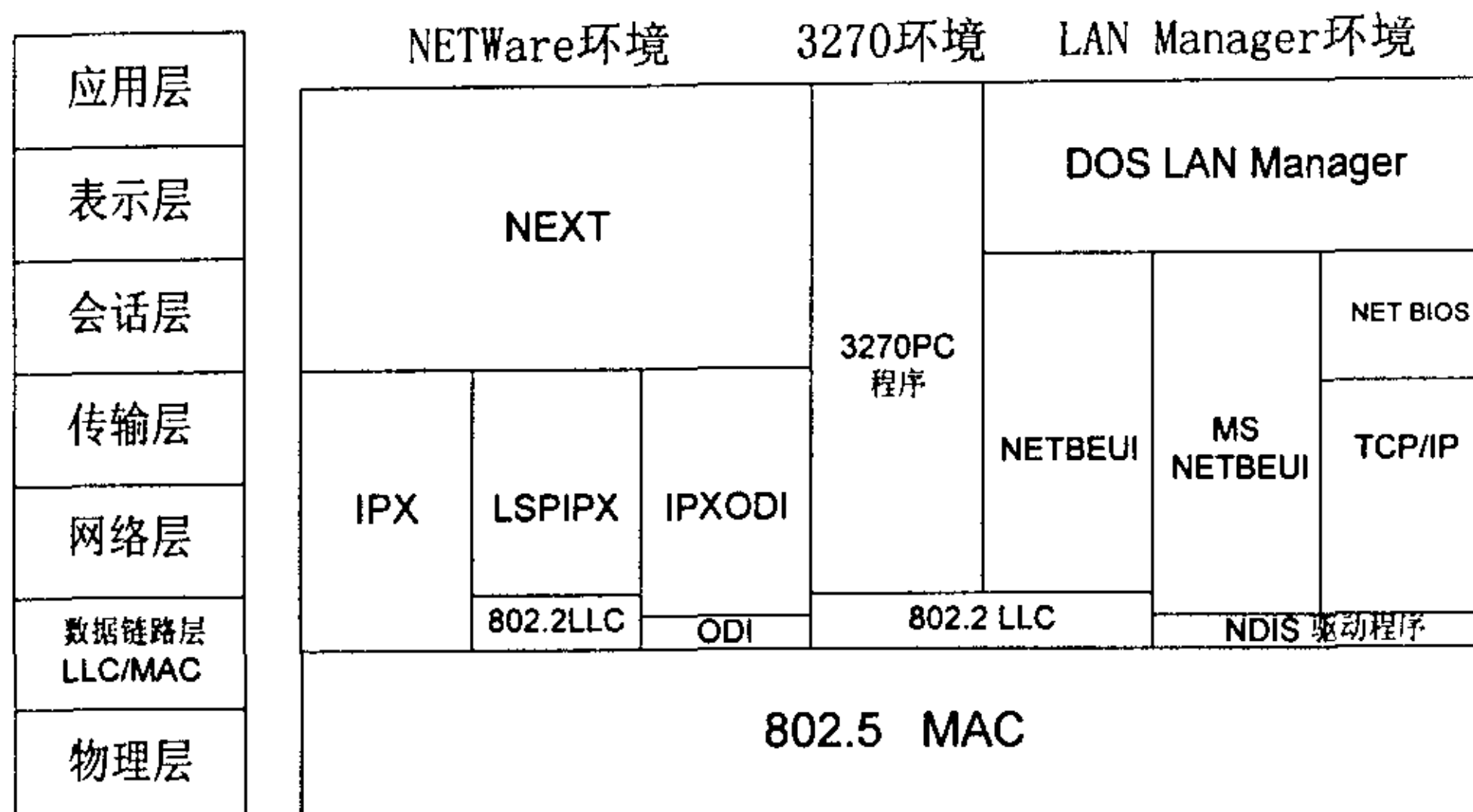


图 二十四 令牌环网协议层次图

- 令牌环的帧格式被分为两大块：一个是被称为令牌的特殊访问控制帧，另一个是标准帧。标准帧中又分数据传输用帧和系统管理用帧（MAC 帧）

➤ 令牌

令牌是由 3 个字节组成的访问控制用帧，当该控制用帧处于自由令牌状态时，各终端都可以得到自由令牌，对网络进行访问。当控制用帧处于占用令牌（帧发送或接受）状态时，数据或 MAC 帧只能在环上循环，各终端都不能将数据帧发送到网络中。这种令牌传送访问控制结构使网络干线不会发生冲突。

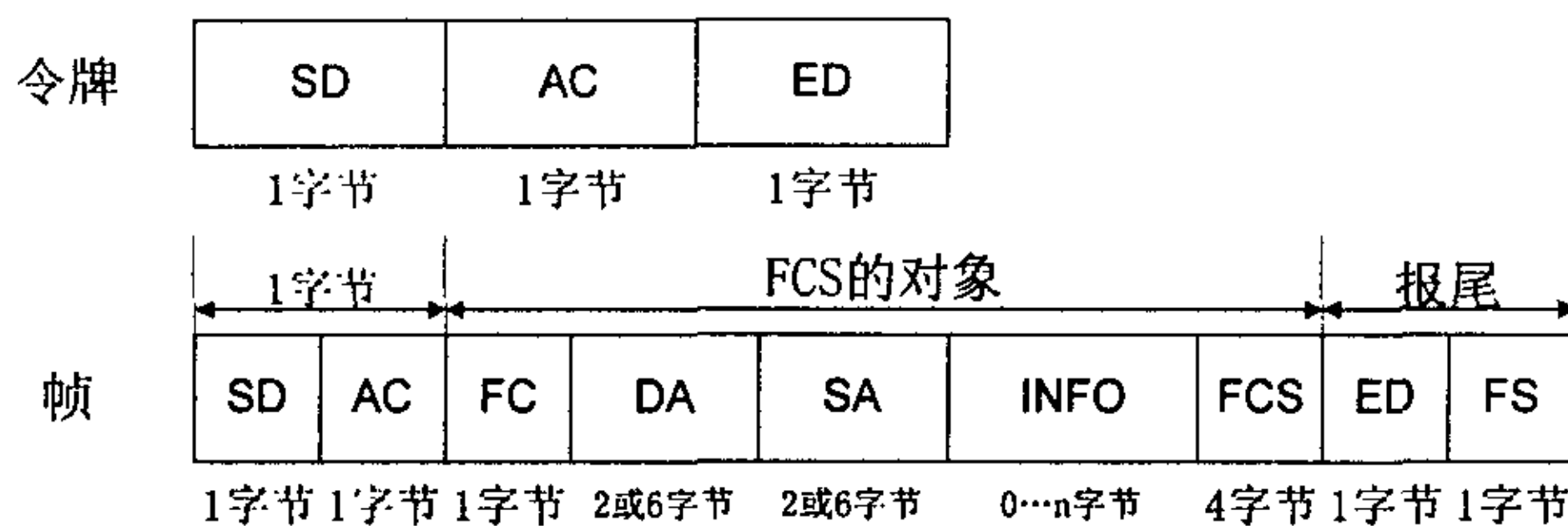


图 二十五 令牌与帧的组成

其中：

SD (Starting Delimiter) :起始定界符

FCS(Frame Check Sequence):帧校验序列

DA(Desr. Address):目的地址

INFO(Information):LLC/MAC 信息字段

FC (Frame Control):帧控制

FS (Frame Status):帧状态

AC (Access Control):访问控制

ED (Ending Delimiter):结束定界符

SA (Source Address):源地址

- 在 MAC、LLC 以及其它数据传输使用的帧中，含有发送工作站（源）地址信息、目的工作站地址信息、指定路由（信源路由）网桥信息以及其它通信时必要的各种信息，从 FC 字段到 FCS 字段，都是由 32 位 CRC 校验来保证传输内容正确性的。

可应用的最大帧长取决于环路速度。4Mbps 速度为 4.5K 字节长，6Mbps 速度则为 16K 字节长，这是受令牌环的协议定时器值所限制的，就连网络操作系统所支持的最大帧长也受到限制。

➤ 地址

在 IEEE802.5 标准中，SA 和 DA 均为 2 个或 6 个字节，因 IBM 仅支持 6 个字节，所以在令牌环中也仅用了 6 个字节，令牌环的地址共有以下三大类：

单个地址/组地址

通用（全局）地址/本地（局部）地址

功能性地址

对特定组来说，同播（同时向多个终端传播信息）时，就要指定组地址

通用地址是由 IEEE 分配给各个厂家的世界唯一的地址，提供通用地址的形式（ROM）是写入令牌环 NIC 上的 IC 之中。相对而言，局部地址（LAA）是由使用者决定的任意地用 4 开始的 12 位数的 16 进制地址，与主机连接时使用这个局部地址。

功能性地址是传呼装有特定功能的终端或装置时使用的地址，如下图表所示：

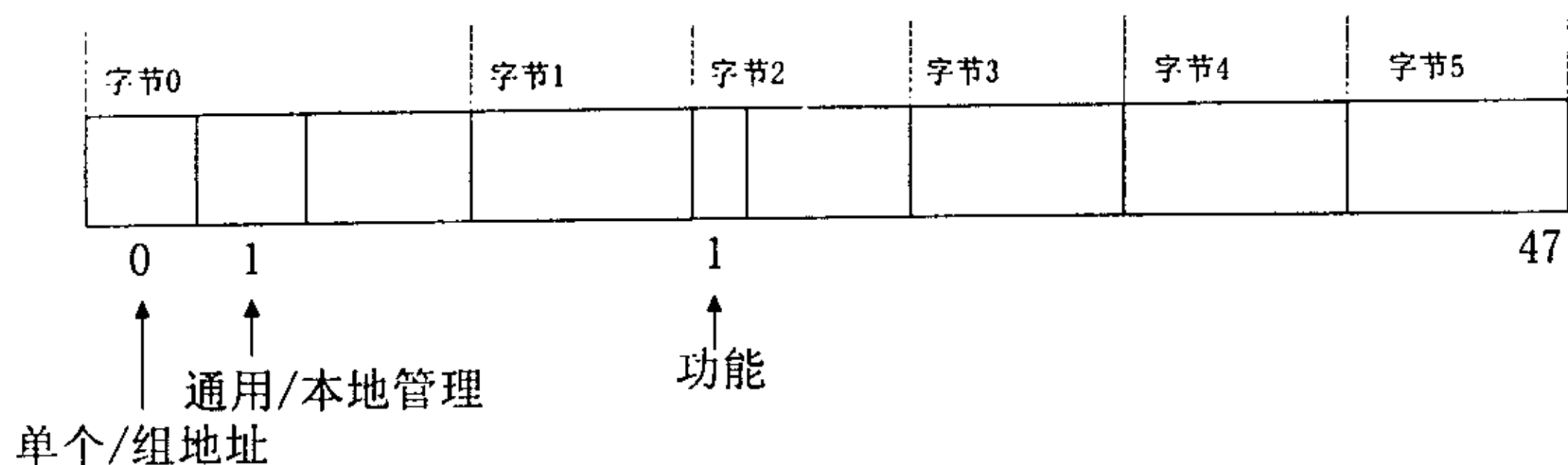


图 二十六 功能性地址说明

功能地址种类如：

工作监视器： C000 0000 0001

环参数服务器： C000 0000 0002

NETBIOS： C000 0000 0080

....

用记任先： C000 0008 0000 ~ C000 4000 0000

➤ MAC 帧（媒体访问控制帧）

MAC 帧是应用于系统管理的特殊帧的总称，是全部令牌环终端用后台处理定期进行交换的帧。发生故障时，查出故障的终端可以自动发出修复故障的 MAC 帧，使网络中产生的故障自动消除。各终端按标准安装了 MAC 帧，使 LAN 大幅提高了预防故障的可靠性。

➤ LLC 帧（逻辑链路控制帧）

令牌环的 LLC 是按 IEEE802.2 标准化了的协议，在工作站之间实现连接型通信控制，也称报告链接或 LLC 会话等，生成基于网络层数据的数据报，发生差错时，自动进行重发。这种协议不受 LAN 方式（令牌环、以太网等）的影响，可以通用，不过，采用该标准协议的 LAN 目前仅有令牌环网。

第二节 新上位监控系统方案与实现

§ 3.2.1 新的上位监控通信系统设计方案

由于要保留原 P-200 现场控制器部分，所以在新的上位监视系统中选用美国 MICON 公司的网络通讯产品来使新的上位系统与原下位控制器进行数据通讯。而 MICON 公司在网络通讯系统支持上功能很强，完整的 MICON 公司系统解决方案如下图所示：

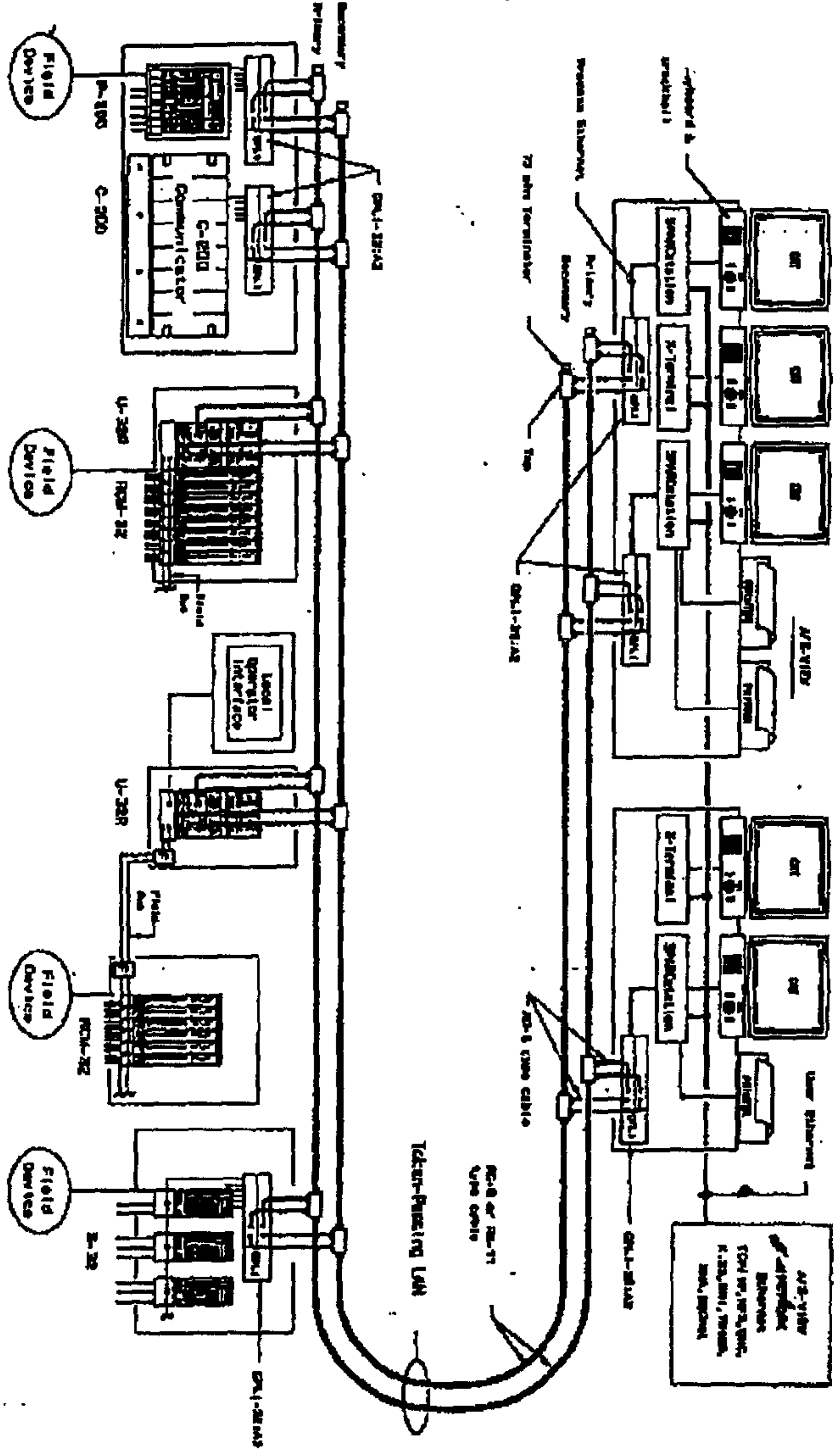


图 二十七 一种完整的系统解决方案

- 在 M'CON 的这一结构中,过程数据网络使用的是冗余的 IEEE802. 4 TOKEN-PASSING 载波网络

- 控制台(上位)部分采用的是 IEEE802. 3 协议, CSMA/CD 类型的 10BASE 以太网。

由于本系统改造项目中上数据通讯网络上挂接的设备类型只有两种,网络拓扑结构较为简单,所以可以采用 MICON 公司的子网通讯系统解决方案, MICON 子网通讯系统结构如下所示:

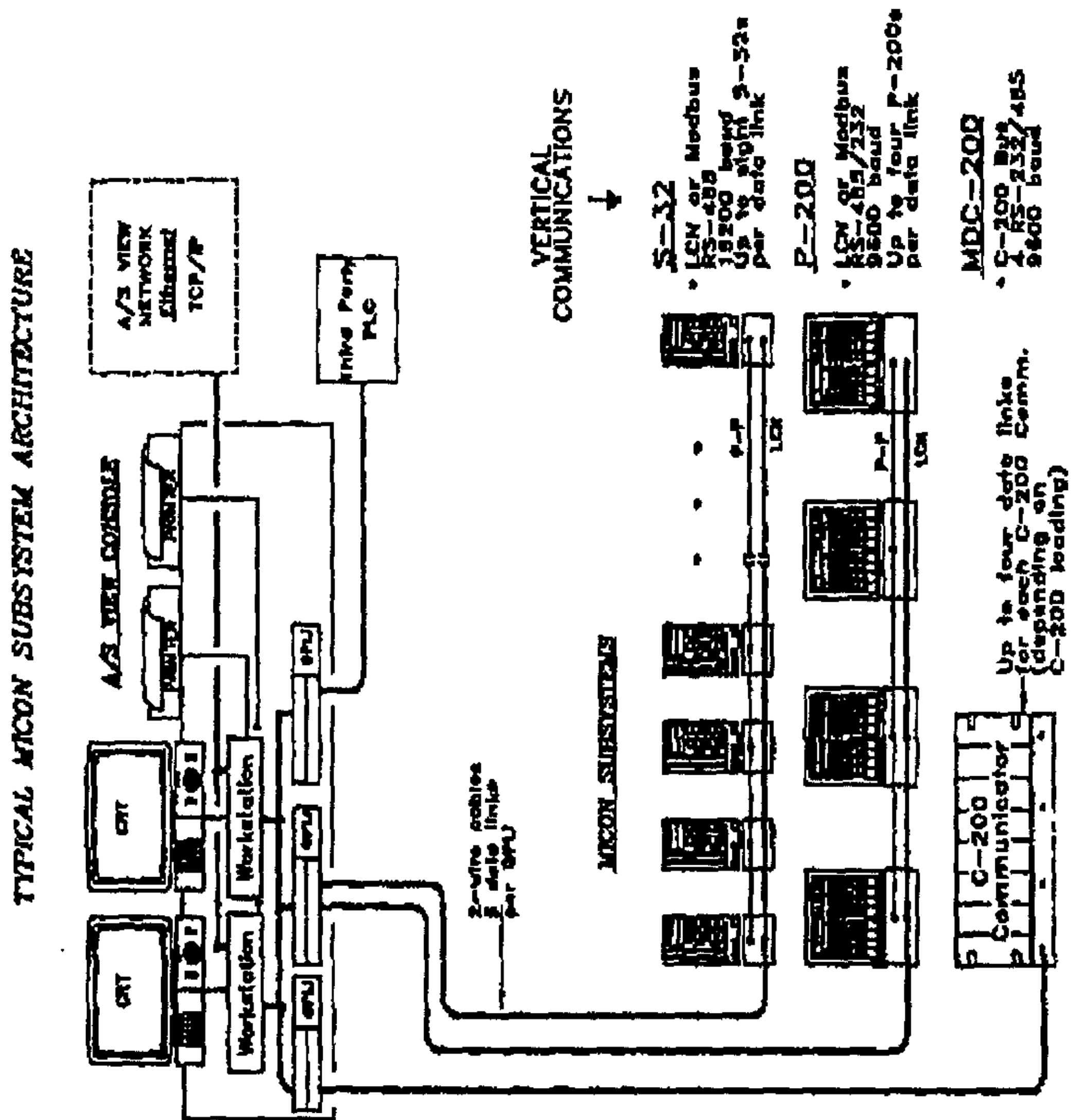
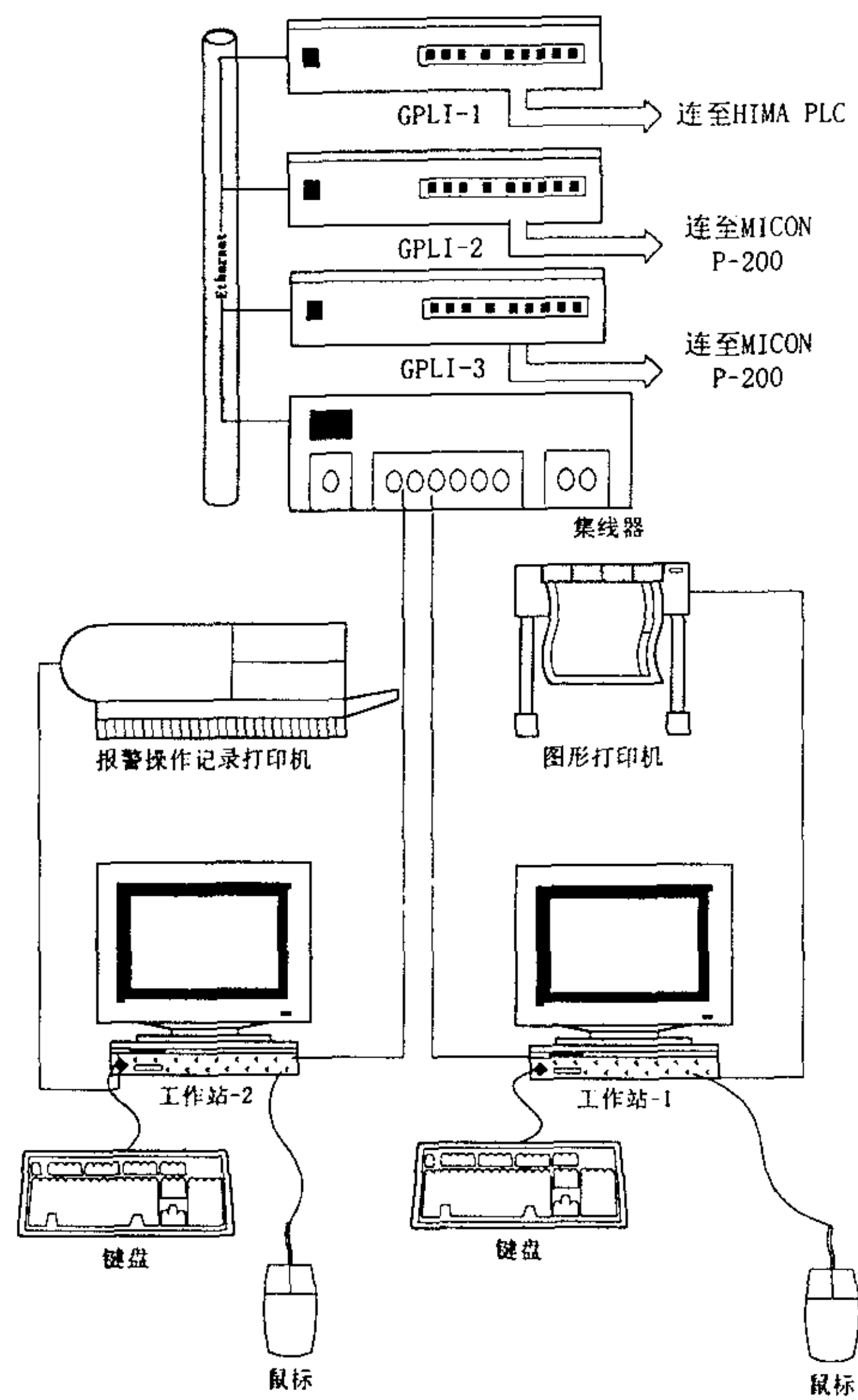


图 二十八 MICON 子网通信系统结构图

系统中采用了 MICON 公司的 GPLI (General Purpose LAN Interface) 通用目的局域网接口设备作为上位计算机网络与下位控制器之间的数据通讯接口设备,系统结构简单而紧凑,功能上完全满足了本次系统改造的要求,对原有系统的改动也很小,所以这次改造项目采用了此方案。

新的上位监控系统结构如下图所示：



图二十九 新的上位监控系统结构图

系统中两台 CRT 工作站与集线器、三台 GPLI 设备共同组成了上位计算机通讯系统，采用 IEEE802.3 以太网协议互连，上位机计算机网络与下位各 MICON P-200 之间的数据通讯以及对 HIMA PLC 之间的数据采集则由通用目的局域网络接口设备相连。

§ 3.2.2 GPLI 设备

GPLI 设备是美国 MICON 公司为照顾其原有设备通讯能力并适应新的工业控制领域中对集散型系统对通讯设备的要求而设计的一种通用目的局域网络接口设备 (General Purpose LAN Interface)，其中内含微处理器电路、内存芯片以及通讯接口等。

GPLI 设备主要具有如下主要电气特性与功能：

主要特性		参数
微处理器	微处理器类型	CMOS, Motorola MC68302

	数据总线宽度	16 位
	时钟频率	14.7456MHz
内存	PROM	1 CMOS EPROM 256k*16
	RAM	4 CMOS SRAMs 128k*8 (含两天电容数据保存, 最高可支持 512k*8 CMOS SRAMs)
冗余		使用插入式自动后备设备能实现 100%的冗余能力
电源	输入电压	18-30Vdc
	输入功率	40W
	冗余	双路电源
	输入电压纹波	最大 0.5V
就地接线端子	电源	夹紧式终端块 12AWG 2.5mm ² 金属线
	UART 通讯	夹紧式终端块 12AWG 2.5mm ² 金属线
	Token Passing LAN	F-串联同轴电缆
	Ethernet LAN	BNC 式同轴电缆
UART 通讯接口	本地通讯能力	5 个通道
	行接口能力	带开关选择的 5 个通道, 三线制双向的 RS-485 半双工或 RS-232 可全双工的通讯接口
	通讯速率	可设置最高标准为 19.2Kband
以太网通讯接口	局域网通讯	IEEE802.3 协议, 10BASE2 通讯载体
	通讯速率	10Mbaud
	通讯电缆	细缆, 50 欧姆同轴电缆

- GPLI 设备内部整合的通讯接口丰富, 主要有: 以太网络通讯接口 (Ethernet), 令牌环局域网络接口 (Token-passing LAN) 以及 5 个 RS-232/485 通讯接口。其内部模块及结构如下图所示:

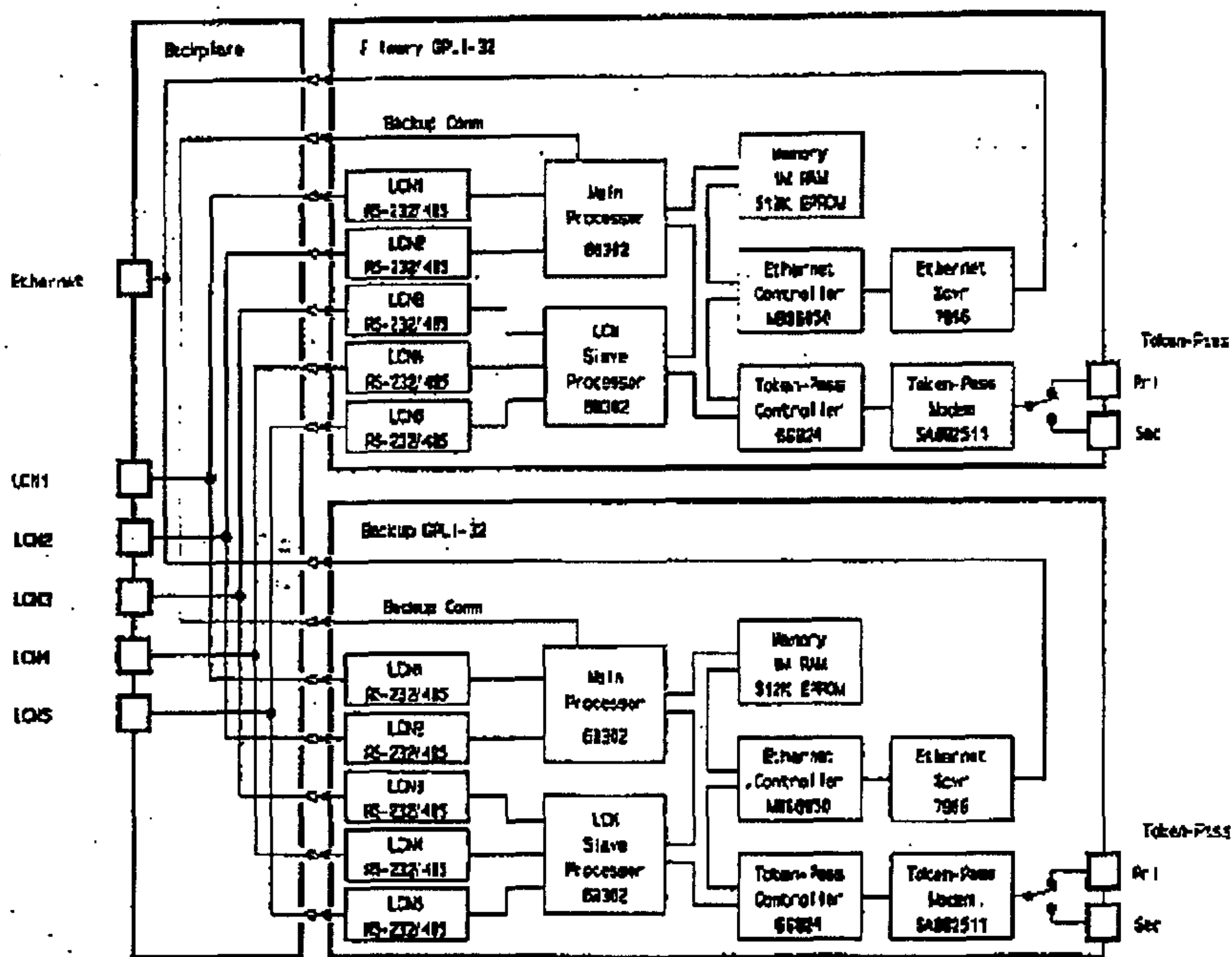


图 三十 GPLI 内部结构图

- 在 GPLI 内部微处理器的监控下，GPLI 设备能够完成如下功能：
 - 充当令牌环数据高速通道和以太局域网间的网桥设备
 - 提供令牌环数据环路与 RS-232/485 串行通讯接口
 - 提供以太网与 RS-232/485 串行通讯接口
- 具有在线自诊断功能和双路冗余通讯能力

GPLI 设备内部不停地运行着一个基本的自诊断程序，它不断地监视着自身的工作状态，一但发现有设备故障将提供报警信息并将故障设备的组态信息和配置信息传送到备用 GPLI 设备中，备用 GPLI 设备立即接替主 GPLI 设备而继续完成数据通讯工作。

- GPLI-32 采用单印刷电路板设计，主从电路板是分别独立的。
- 结构上主要由四部分组成：GPLI 模块、模板背面板，电源，19#机架。使用冗余配置的话，可以带 2 个 GPLI-32 模板和 2 个电源。如下图所示：

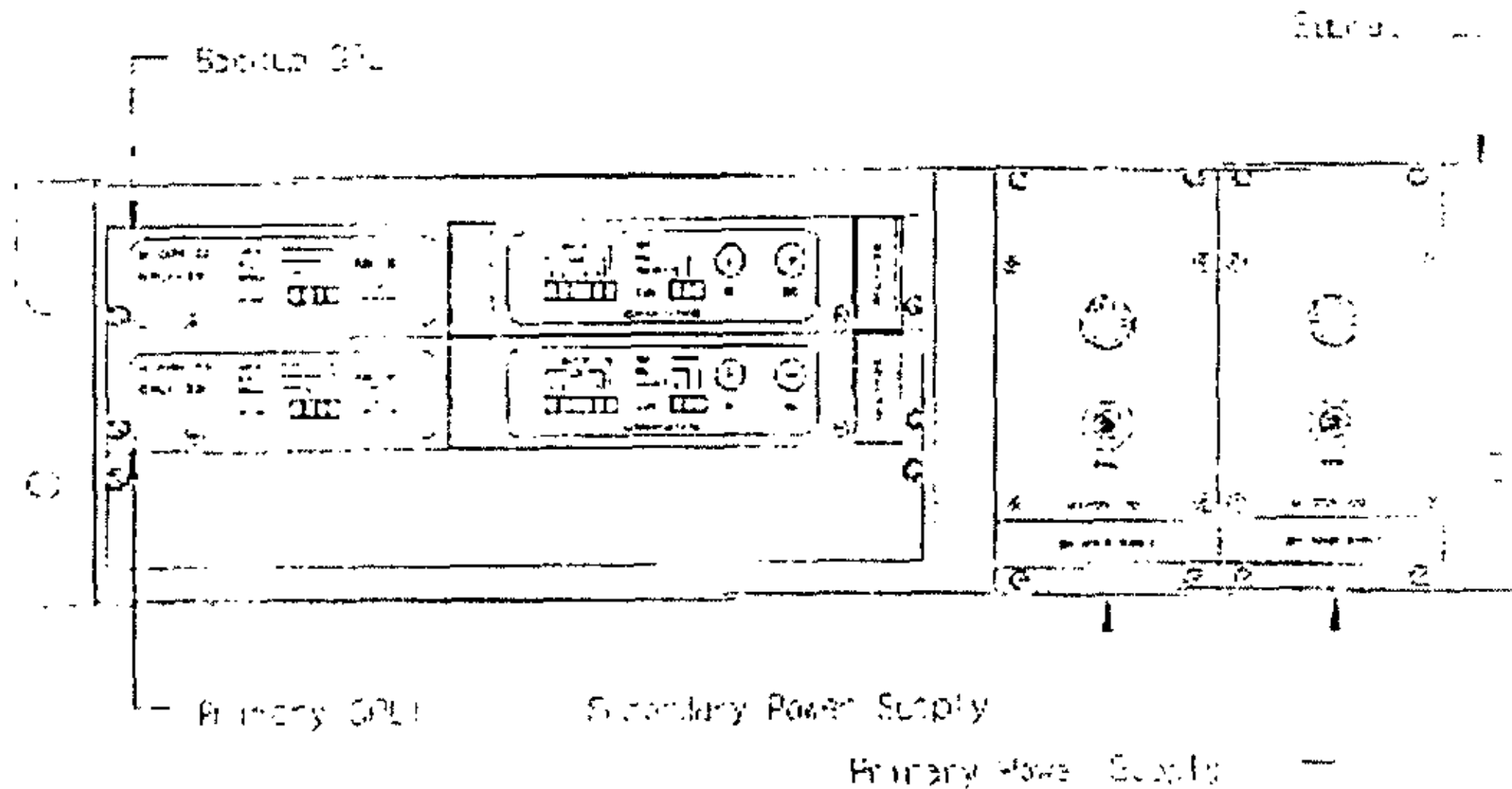


图 三十一 带热备的 GPLI 设备

§ 3.2.3 工作站（上位监控程序载体）

基于 CRT 的上位监控用工作站包括：高清晰度的彩色监视器、多端口的集线器、操作键盘、工作站主机以及数据通讯接口单元、打印机等

工作站在 MICON 的开放式自动化系统（MICON A/S OPEN）中提供的主要功能有：

- 数据库组态的通用用户界面
- 监视并控制连续的或非连续的操作
- 过程管理功能
- 报表、日志打印功能
- 对整个系统过程控制参数进行集中监控

1. Sun Sparcstation20 工作站主机的主要构成特点

- 工作站的 CPU 系统与 GPLI 的 CPU 结合成一对高效的 CPU 处理系统，整体性能与大型主机系统相当；
- Sparc20 RISC 单处理器，增强型 RISC 微处理器带有快速图形处理功能和窗口系统加速能力；
- 一台 128M, 另一台 64M SDRAM；
- S-BUS 总线槽；
- SCSI 接口硬盘及 3.5-inch 软驱；
- SCSI 接口；
- 以太网接口(可选接口方式:粗缆、细缆、双绞线)；

- 集成、音频输入输出设备；
- 串口(双串口 A/B)可接串口工业键盘和一台串行打印机；
- 并行口；
- 20-inch 显示器；
- 1280*1024 分辨率；
- SUN 专用键盘和鼠标；
- 可接外部存储器(如外置 SCSI 光驱)；
- 工作电源 100—240V 交流电 47—63HZ；
- 具备开放式的计算机结构，便于进行扩展。

基于精简指令集的工作站系统适合于从小型大型各种控制系统的应用，MICON 的系统监控软件 A/S VIEW 在其上运行时与在大型主机上运行时的性能相当。另外，基于精简指令集的工作站能够运行基于 UNIX 操作系统的 A/S VIEW 监控程序并同时兼容运行 DOS 应用操作。

2. D-LINK 10BASE-T DE-809TC 以太网小型集线器 (HUB)

- 该集线器提供 9 个口, 其中八个 UTP 口 (RJ-45 头) 和一个 BNC 口, 其中两个 UTP 口用于同本系统中的两台 SUN APARC 工作站中的以太网卡相连, 如下图所示:

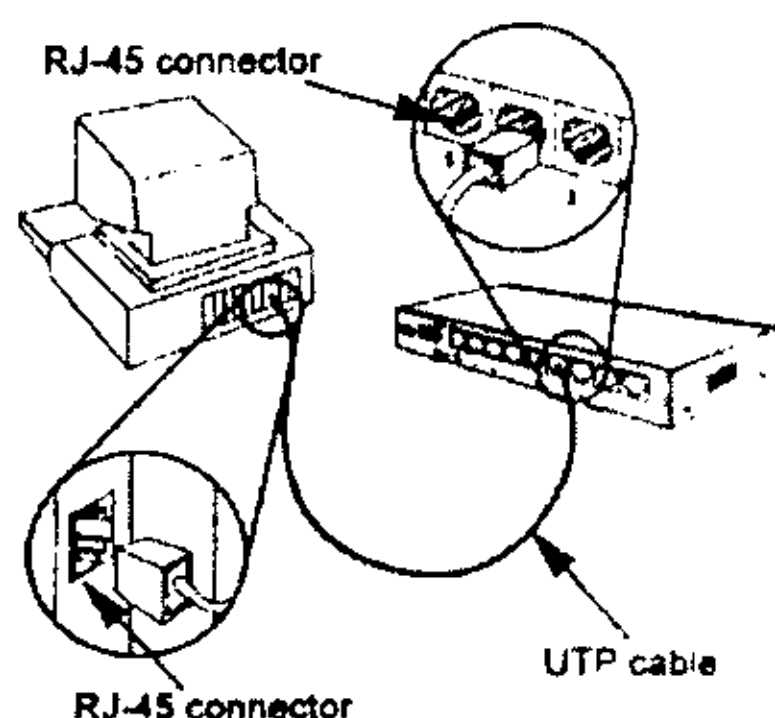


图 三十二 工作站与 HUB 的端接方式

- 级连: DE-809TC 上的 BNC 口允许连接到同轴主干网上作为更大网的一部分。
- 灵活安装: 这种小型集线器是为 9 个或更少节点的网络设计的。可以通过级连的方式扩充到 32 个节点或更多。
- 集线度匀, 重量轻。
- 由于此集线器是同轴电缆的一端设备, 所以要在同轴电缆连接到集线器上后, 在其一端加装 50 欧的终端匹配电阻如下图所示

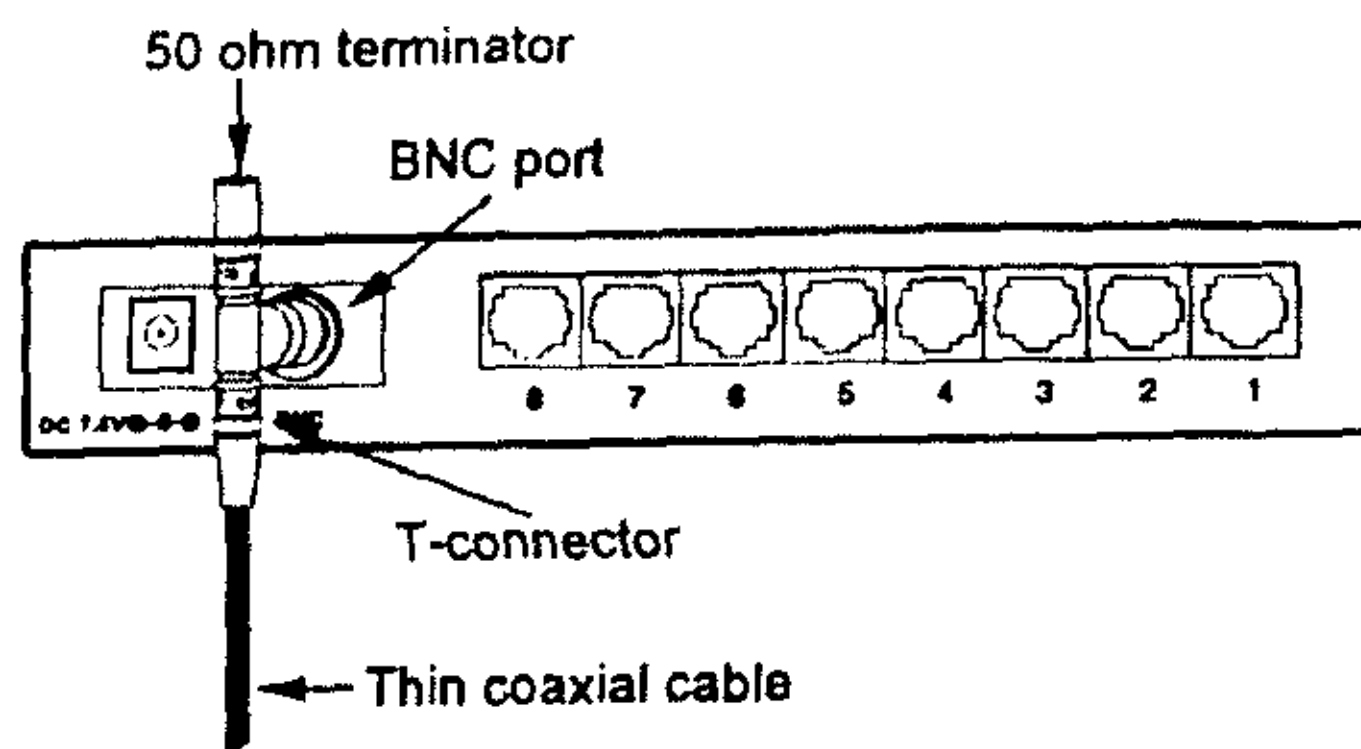


图 三十三 同轴电缆的连接

3. 连接电缆

- 10BASE-T 无屏蔽双绞线 (UTP)

用于集线器与 SUN 工作站以太网卡间的连接

电缆 0.4~0.6mm (22~26AWG) 8 线, 这里只用其中四根线

最大段长度 100 米

连接头: RJ-45 TELCO-50

- 10BASE2 连接

用于三台 GPLI 设备间、集线器 (HUB) 间的数据通讯连接

电缆 0.2inch 50Ω 细同轴电缆

最大段长度: 185 米

两节点间最近距离: 0.5 米

每段最多节点数量: 30 个

GPLI 与 MICON (P200) 通信实现

本控制系统由三个 GPLI 与 17 个 MICON P-200 和四个 HIMA 通信, 通过以太网与工作站传输数据。每个 GPLI 有 5 个 LCN 通信接口, 第一、二个 GPLI 与 17 个 MICON P-200 通信, 第三个 GPLI 与四套 HIMA PLC 设备通信

- 第一个 GPLI 中四个 LCN 接口分别与 MICON 设备进行通信, LCN1 接 MICON1, MICON2, MICON3。LCN2 接 MICON4, MICON5, MICON6。LCN3 接 MICON7, MICON8。LCN4 接 MICON9, MICON10, 如下图所示。
- 第二个 GPLI 中有三个 LCN 接口与 MICON 通信, LCN1 接 MICON11, MICON12, MICON13。LCN2 接 MICON14, MICON15, MICON16。LCN3 接 MICON23。

- 第三个 GPLI 中的四个 LCN 接口与 HIMA 通信，LCN1 接分子筛 PLC 设备，LCN2 接空压机 PLC 设备，LCN3 接氧压机 PLC 设备，LCN4 接氮压机 PLC 设备
- GPLI 的接线端子 RX (+)，TX (—) 通过通信电缆分别与 17 个 MICN 的 D (+)，DN (—) 和 HIMA 的 DATA (A+)，DATA (A—) 相接。
- 所有 GPLI 设备与下位 HIMA PLC 设备间及 MICON P-200 智能控制器间的通信端口均选为 RS-485 通讯方式。

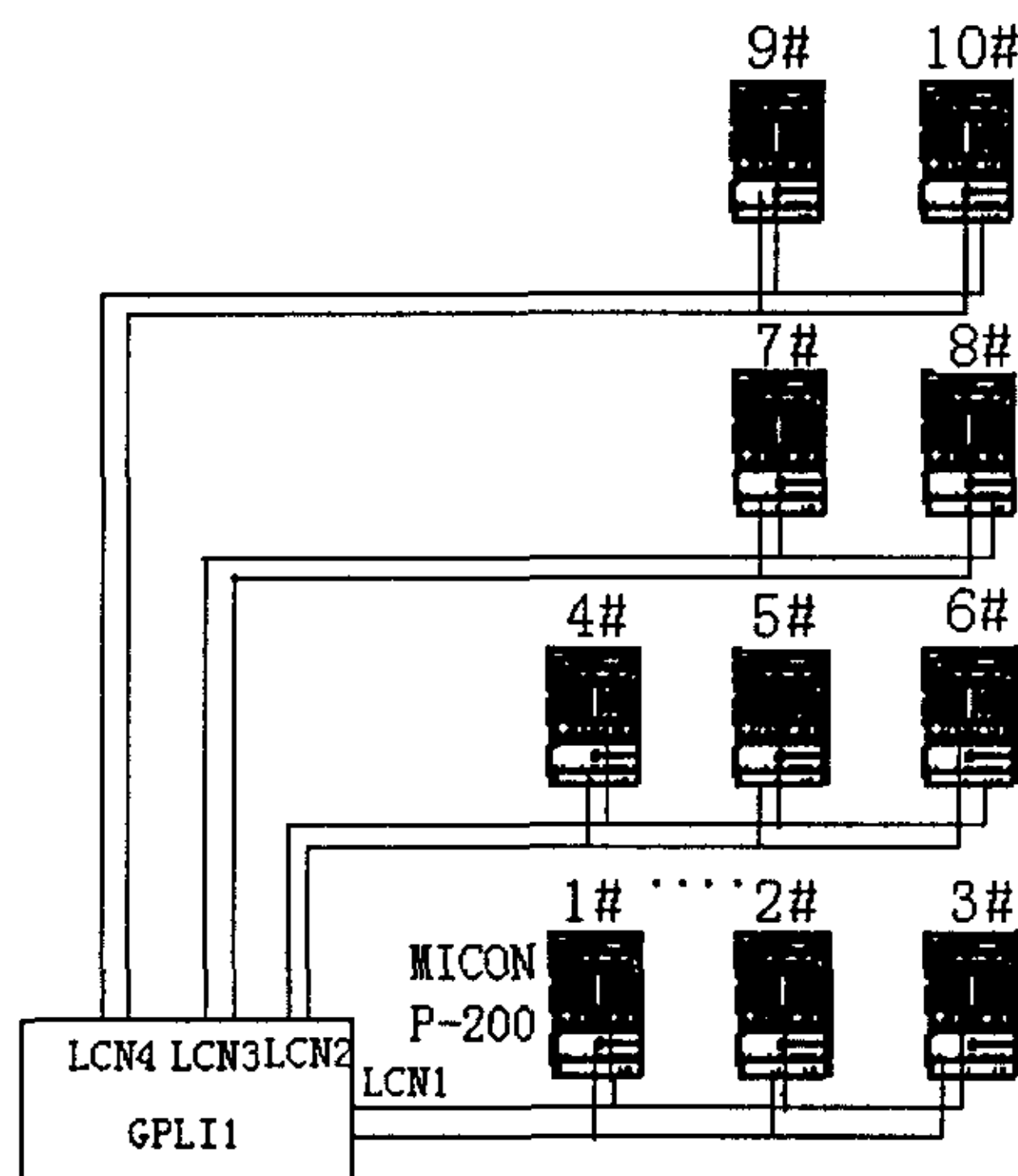


图 三十四 第一个 GPLI 与 MICON P-200 的网络连接

§3.2.4 上位监控系统的软件

新的上位监控软件是基于 UNIX 操作系统平台的，由于我们选用了 SUN 工作站，所以采用了 SUN 公司的 UNIX 系统 SUN OS 操作系统，它是一套基于 BSD UNIX 一套优秀的操作系统平台，SUN 公司最新的 UNIX 操作系统是 SUN Solaris 7.0，但价格极其昂贵，而且我仅使用 UNIX 操作系统中极其基础而且少的一部分功能，所以，我们选用了 SUN 公司的早期 UNIX 版本 OS 4.4，这对我们来说价格能够接受而且功能上完全满足了系统监控软件的要求。

由于我们仍然要采用 MICON P-200 智能多回路调节器做现场控制器，而为了在上位机中能够对 P-200 进行程序编制、修改与参数设定等，我们选用了美国 MICON 公司的 AS / VIEW 上位监控系统软件。

其主要功能如下：

- 系统组态
- 数据库组态
- 变量处理
- 报警处理
- 事件和信息日志
- 彩色图形人-机界面
- 预定义图形和报表
- 预定义时间触发的事件和任务
- 动态趋势曲线
- 历史数据记录
- 第三方厂家的数据库输入/输出接口
- 系统安全管理

通过在 A/S VIEW 系统中嵌入的 P-200 接口驱动程序模块，可以实现在变量处理功能菜单中提供了上位机对下位 P-200 智能控制器过程变量进行显示和操作功能如下：

- 输入模拟量设定
- 中间变量设定
- 控制回路组态
- 输出模拟量设定
- 输入开关量设定
- 输出开关量设定

采用 A/S VIEW 集成上位系统开发环境，使上位系统工艺流程图与显示、报警标签等功能实现非常容易，开发周期大为缩短。

新的上位监控系统主要完成了如下工作：

1. 新的上位监控系统建立了集中式数据库，将所有监控量集中在一个开放式数据库系统中，便于进行功能扩展和管理。
2. 在原有的基础上重画工艺流程图 35 幅，工艺状态组显示 200 多组，合计监控点数达到了 1600 多个。
3. 新的上位监控系统取消了原系统中的小长图记录仪，由 SUN 工作站实现电子模拟量记录趋势曲线 14 个（比原来多 5 个）
4. 在保留原报警打印和操作记录打印功能的基础上，新增加了定时产量记录

(P-200 中累积器值) 的打印功能。

5. 改原上位系统中键盘单一操作模式为鼠标键盘结合操作模式, 提高了工作效率。

第三节 改造实施过程中的问题与解决办法

§3.3.1 改造实施过程中的几个问题

在本次改造任务的实施过程中主要有如下几个问题需要解决:

1. 由于每台 MICON P-200 设备含有 8 个模拟量回路和 24 个数字量控制, 每一个模拟量回路可以有 20 个步进行应用程序编制, 其间还包括各回路间数据相互引用以及控制回路的辅助参数等等信息, 所以下位 17 台 MICON P-200 中的应用程序量很大, 而且由于十几年生产工艺状况变化等原因已导致许多控制参数与原有设计参数不同, 人为将 17 台 P-200 程序在下位 P-200 智能控制器的操作面板上重新输入或利用新的上位计算机重新编制每台 P-200 的程序后再进行核对是不可取的; 又因为原上位系统的磁盘驱动器与新的上位计算机系统的任何外部存贮介质都不具有兼容性, 无法通过中间磁盘等将 P-200 程序从原系统中读出再复制到新的上位计算机中。

2. 下位 17 台 MICON P-200 智能控制器中固化的系统运行与功能块程序版本为 MICON 公司 G 版本, 它所提供的纵向通讯接口为 RS-422 方式, 不支持美国 MICON 公司 GPLI 设备所提供的 RS485 通讯协议。

3. 由于首钢公司生产形势的要求, 全部上位系统改造和调试工期只有 3 天。

§3.3.2 问题解决方案及实施步骤

针对上述问题我们统一制定了解决方案如下:

1. 首先对下位 MICON P-200 控制器进行固化程序的升级, 将原 G 版本升级为 H 版本, 使智能调节器中的系统应用程序和功能块支持 GPLI 所提供的 RS485 通讯。

2. 更换下位 MICON P-200 智能控制器中有关纵向通信电路中的通信接口芯片, 使通信接口支持 RS-485 通信。

3. 利用下位 MICON P-200 设备作为中转介质将在线运行的应用程序转移至新的上位监控系统之中, 并做永久性保存。

上述方案的具体实施步骤是这样的:

1. 检查下位智能调节器中的程序保护电池是否需要更换, 对不能提供控制器掉电后程序及过程控制参数保护功能的调节器立即更换新的锂电池, 使之对调节器内 RAM 芯片中的应用程序和数据具有掉电保护功能。
2. 通过原 C-200 系统将原上位系统磁盘中最新的调节器控制应用程序和控制参数传至下位 P-200 智能控制器中。
3. 将下位 P-200 智能控制器下电, 取出 CPU 板, 对其系统程序进行升级, 用 H 版本的

固化 EPROM 芯片替代原 G 版本的固化 EPROM 芯片，使新的 CPU 系统应用程序中支持 RS485 通信协议。

4. 更换智能控制器中的纵向通信接口芯片，使其支持 RS485 通讯电气特性。
5. 将 GPLI 设备与上位 SUN 工作通过以太网线连接起来。
6. 将升级后的智能控制器通过纵向通信接口板连至 GPLI 设备。
7. 下位智能控制器上电。
8. 在上位 SUN 工作站中运行 AS / VIEW 监控软件，通过 GPLI 设备读取下位智能控制器中的应用程序，并保存至工作的硬盘之中。
9. 对每台 MICON P-200 设备都重复上面第 1 至第 8 步骤

当所有的 P-200 设备都做完之后，再将四套 HIMA PLC 设备的通信线从 C-200 设备拆至 GPLI 设备上，至此，原 C-200 通信系统就可以完全拆除了。新的上位监控系统投入运行。

第四章 网络性能

第一节 计算机网络的主要性能指标

计算机网络的主要性能指标有速率、效率、可靠性、模块性、稳定性和公平性等。

1. 速率 局域网的首要性能是速率，可由时延（delay）和吞吐量（throughput）来计算。
 - 网络时延是指一个信息帧从信源传送到信宿所需的时间。定义为报文第一位由信源发出直到目的点收到报文最后的时间。通常由排队时延、访问时延、发送时延和传播时延四部分组成。
 - 排队时延。当一个报文准备好要发送时，它必须排在等待发送的其它报文帧后面。显然，这一时间是系统负载的函数，负载越重，队列也越长。
 - 访问时延。通常，排在队首的帧也不一定能立即发送，它必须等待网络空闲或者允许该站发送。访问时延包括了处理时延，处理时延由开关节点和存储转发所引起。
 - 发送时延。它是发送一个完整的报文帧所需的时间。它取决于网络速率，正比于帧的长度，反比于传输速率。
 - 传播时延。电脉冲在网络上从发送站传播到接收站，大约以 $3/4$ 光速传播，因而产生时延。传输线路越长，时延也越大。当一个报文通过网络时，时间是不可预定的，主要问题在排队时延和访问时延上。当发送站能高速产生报文时，或者网络拥塞时，排队时延是主要的。访问时延受网络拥塞与网络传输技术的影响。有的通信应用要求低时延，以便满足响应时间的要求。这此应用有：与远程计算机通信的交互式终端，各种实时数据应用。这时，数据产生以后，必须在短时间内能被接收。
 - 吞吐量：定义为传送的位数除以发送第一位到接收最后一位的时间。吞吐量是系统的有效信息率，单位为 bit/s。系统的总吞吐量由有效带宽决定，包括处理设备的有效带宽和传输介质有效通信带宽。吞吐量在性质上是一种速率，取决于整个系统中最慢部件的速率。此部件即为“瓶颈”。正如某些应用要求实时性（低时延）一样，有些通信应用要求高吞吐量，如文件传送。
2. 效率 效率是批网络与信道的利用率，可以用可用性和信道利用率来计算。可用性是指给定时间内网络处理设备正确服务时间的百分比。信道利用率是实际传输速率与信道带宽之比。在局域网中，数据传输速率一般为 10Mbit/s，实际上这是超过计算机的输入/输出能力的。而且，在输出时还要将数据成帧，输入时要分析报文。此外，由于各种时延，实际传输速率还要低，点到点的典型数据传输速率 1Mbit/s。

可靠性 在可靠性要求中，首要的是网络的差错特性。最常用的差错特性是误码率，局域网要求比较严，一般在 10^{-9} 左右，以报文帧为单位考虑差错时，称为报文丢失率。

如果报文传输到非目的站，也是不安全的。

健壮性是分布式系统的另一种重要特性，是系统的容错能力的体现，用来衡量网络对介质设备或收发器/中继器的故障的响应性。其要求是单个节点的故障不会影响整个系统中是非常重要的，但对于光纤来说，就没有影响。

网络的故障模式会对使用网络的系统有重大影响。如果连接故障使整个网络不能工作，这对大多数用户是不能接受的。对于其他故障，如果只是增加时延或者减少传输机会，则还是可以接受的。

3. 模块性 模块性也是网络的一个重要特性。包括位置模块性、价格模块性与连接灵活性。位置模块即可重构性，指的是模块在系统内可以改变位置，价格模块性指的是系统费用随模块的增加而增加的程度。连接灵活性即可扩充性，可以用网络的最大节点数与每个节点连接的信道来计算。在局域网中，这种模块指的就是网络接口，其数目与位置可以根据用户需要来变化。

4. 其他性能 影响整个网络的因素还有稳定性、公平性等。

网络稳定性可以用成功发送一帧的时间来衡量。在某种条件下。如果无法计量这一时间，即为不稳定。网络稳定性取决于采用的连网技术。

公平性由每站成功发送的概率来计量。一个公司的网络应满足下列条件：平均帧访问时延与一个站网络中的位置无关站间传输时延不因站传播时延的不同在不同环境下；在过载的情况下，每个站都能分到大致相同的网络带宽。公平性不一定是必要的。但在正常条件下，网络应该是公平的，现时也应允许用户支分配优先权，使网络能够按照用户指定的方式操作，以便满足用户的实际需要。

总之，在设计网络时，必须考虑这些性能因素的，以便给用户提供服务。

第二节 影响性能的主要因素

1. 网络的带宽 即局域网的传输速率，主要由网络接口的结构决定。一般来说，网络带宽越宽，则吞吐量越大，传输速率的提高仅影响发送时延，而在分组交换网中，排队时延往往是主要的。

2. 网络的物理长度 即局域网的传输介质长度，由网络覆盖的范围决定。网络的长度对时延有影响。但评价网络性能时，应排除长度对时延的影响，因为传播时延的增加并不意味着网络性能的下降。

3. 网络的帧长度 即一个信息帧的位长度，由网络所采用的协议决定。帧的长短对网络性能的影响往往是性能分析和测试所关心的总是，对帧长的研究能得到网络运行时的最佳帧长。

4. 网络的输入负载 网络所有工作站所要求传输的数据量之和，称为输入负载。网络上能传输的数据量总和，称局域网容量。通常网络容量大于输入负载，这是由于传

输误差或碰撞引起的重传所照成的。输入负载的增加引起信道拥挤，时延增加，严重的还会因为碰撞加剧或缓冲溢出引起重发而阻塞信道。因此，时延和吞吐量随输入负载的变化曲线是性能分析和测量经常遇到的问题。

5. 网络节点数 网络节点数首先要受总输入负载容量的限制。对总线型网，节点数不能太多，以免冲突频翻；对环网，节点数要受循环时间的限制；对星型网，节点数受网络中央复杂性的限制；对树型网络，节点数所受限制比较少，但一般只有公共网才采用树型结构。因此，网络节点数对性能的影响也是网络性能评价中要求回答的问题。
6. 网络的各种内部开销等。

第三节 传播时延和数据传输率对性能的影响

对网络性进行分析时，最重要的因素是数据速率 R 和站间传播时延。传播时延反应了传输介质的长度 d 。人们常常用介质长度 $R*d/v$ 作为衡量局域网络性能的重要参数。过去人们用信道利用率时延分布来测量网络性能，在 $R*d/v$ 相同时，所得的结果是一样的。

一般将介质的比特长度与信息帧长度的比值命名为参数 a ，有： $a=Rd/vL$ 。式中 L 为帧长度； d/v 为介质传播时延（最坏情况下）； L/R 为工作站交一帧完全发送致电介质上所需时间，即发送时延。所以 $a=(d/v)/(L/R)=\text{介质上传播时间}/\text{信息帧的发送时间}$ 。 a 的范围一般是从 0.01 到 0.1。参数 a 决定了局域网利用率的上限。考虑一个很有效的访问机制，当一帧发送完成后，另一帧紧接着被发送，且发送的且是数据，没有额外开销。那么网络的最大利用率 U 可用相同的吞吐量与带宽表示为：

$$U = \frac{\text{吞吐量}}{R} = \frac{L/(\text{传播时间} + \text{发送时间})}{R} = \frac{L/(d/v + L/R)}{R} = \frac{1}{1+a}$$

可见：不论采用何种介质访问协议，LAN 的利用率上限是 $1/(1+a)$ 。

第四节 网络性能的简要分析

1. CSMA/CD 的特性

根据工作原理可推导出网络的利用率为

$$U = \frac{GT_F e^{-G}}{1 + (T_F + 1)G e^{-G} + (T_c + 1)(1 - e^{-G} - G^{-G})}$$

式中， G 为通信量， T_F 为帧长， T_c 是碰撞监测时间

作出 U 与 G 的关系曲线可知，从 $G=0$ 开始，随着网络负载的增加，网络的利用率不

断提高直到峰值 $U_{\max}$; 从 $U_{\max}$ 开始随 G 的增大, 碰撞现象越来越严重, 现象帧难以正常传输, 利用率开始下降直到下降到 0, 这时通信被阻塞, 网络完全不能工作。

CSMA/CD 网络的传输时延不是固定的, 它和当时争用总线及缓冲器中的排队情况有关, 要用一个精确的公式来表示比较困难。通过模拟和测量可知; 当 U 较小, 时延随利用率增加缓慢上升; 利用率接近 $U_{\max}$ 时, 时延迅速上升且没有上限。

2. Token Bus 的特性

假设 N 个工作站均匀地分布在总线上, 令牌帧传输时间很短, 可忽略。

令牌总线网的最大利用率为:

$$U_{\max} = \frac{1}{1 + \frac{2a}{N}}$$

令牌总线网的最大传输时延为 $TD_{\max} = (N + 2a - 1)TF$

可见, 利用率达到饱和值后保持不变, 不存在不稳定区; 最大时延有一个上限, 不会无限上升, 实时性较好。

3. 两网络的性能分析

将上述三种局域网的利用率特性和传输时延分别画在同一 $U-G$, $TD-G$ 关系曲线中, 如下图所示:

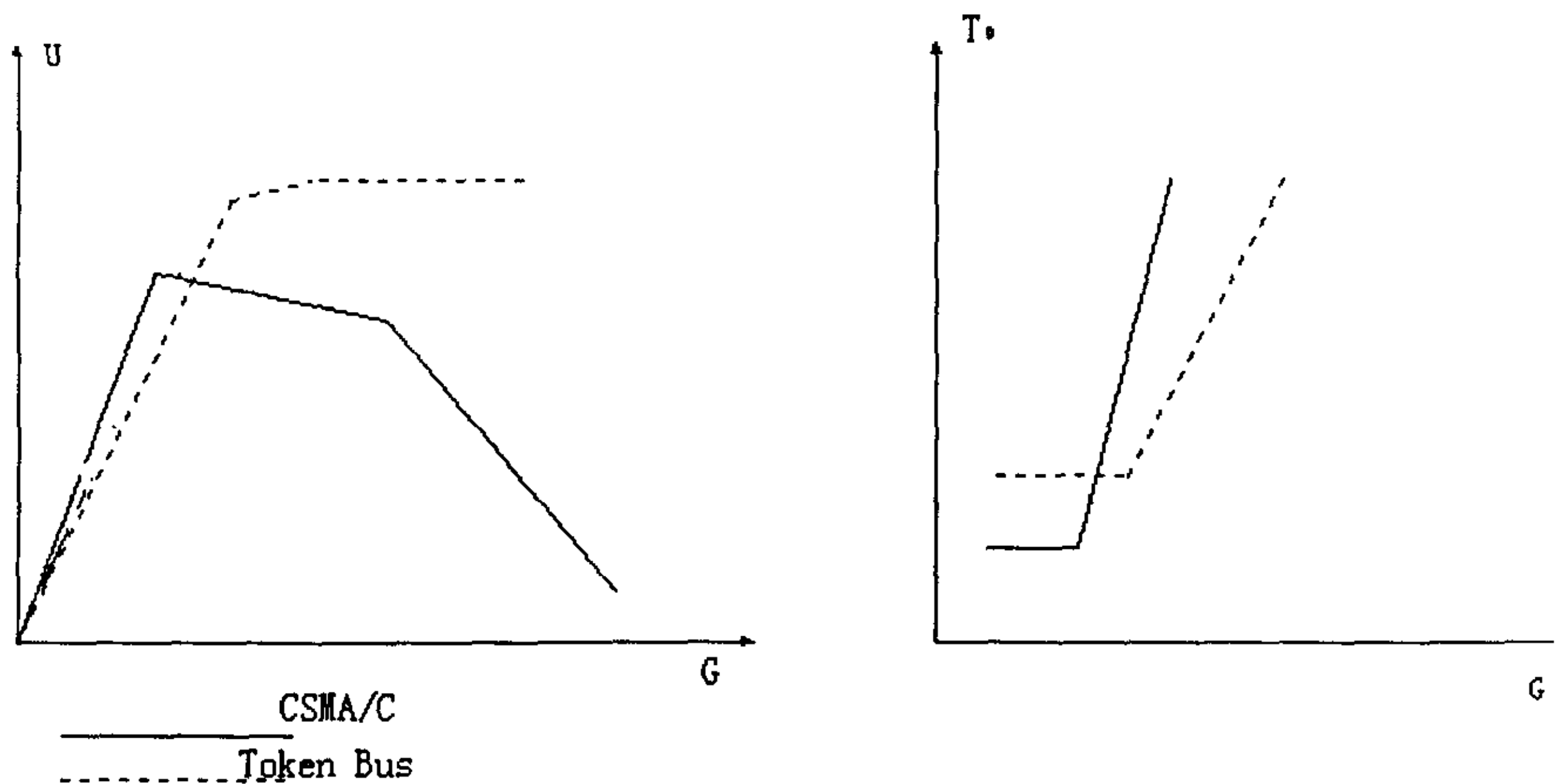


图 三十五 网络性能分析

- 利用率特性：由图可见，令牌环网的负载特性最好。在重负载时，以太网的效率最差；在轻负载时，令牌总线网的利用率最差，而以太网和令牌环网的性能相近
- 传输时延特性：由图可见，在轻负载时，以太网的时延性能比令牌环网略好，令牌总线网络的时延特性最差。

由于本系统中负载种类较少，负载较轻，网络性能较佳

第五章 结 论

首钢三万制氧控制系统所采用的MICON系列现场控制器与上位监控系统在国内有多家，目前普遍存在类似的技术改造问题，首钢是国内第一个将上位监控及网络通信系统全部进行改造，并保持原有下列智能控制器和 PLC 设备不做大的改动就能达到较好的兼容性。以改造后设备运行情况来看，新的上位监控系统网络通信能力和功能都很好，特别是操作人员可以在两台工作站上可同时用 8 个窗口监视工况，大大地提高了操作人员的工作效率。同时，由于新上位工作站中数据库系统是开放的，利用以太网的联网能力，很容易进一步实现工厂自动化，将 SUN 工作站与工厂，甚至是企业内的网络系统相连，为企业的自动化管理工作奠定了坚实的基础。改造是成功的，这为我国其他类似的自动化系统的改造获取了一定的经验。

致 谢

经过几个月来的努力，这篇论文终于将要完成了。回忆几个月来的工作和学习生活，我首先要感谢我的论文指导老师秦树凯教授，正是他对我无私的关怀和帮助才使我的论文得以顺利完成。同时，我也要感谢毛志忠教授和学科主任王健副教授，他们对我给予了很大的关心和支持，使我能够不断地去完善我的论文。我也要感谢我在首钢的副指导老师王法伟高级工程师，以及和我一起为首钢三万制氧改造工程而共同奋斗过许多日日夜夜的同事们，他们都对我给予了无私的关心和帮助，并共同为此项改造工程的顺利完成而付出了自己辛勤的劳动和心血。

参考文献

1. A/S OPEN The OPEN Automation System
SYSTEM DESCRIPTION MICON Co.
2. 单片机外围器件实用手册
数据传输接口器件分册 邬宽明 北京航空航天大学出版社
3. GPLI-32: A1/A2/A3 General Purpose LAN Interface
USER MANUAL MICON Co.
4. HIMA Automatic System H50
5. UNIX 网络原理与应用 欧宗生 清华大学出版
6. MICON C-200 CRT 操作与显示 MICON Co.
7. MICON P-200 MICON Co.
8. 集散系统手册 张新微等 机械工业出版社
9. 最新网络通信协议手册 陆玉库等译 电子工业出版社
10. UNIX 技术——网络应用篇 沈芝慎 电子工业出版社
11. 微机通信原理与实用技术 马宏杰等 清华大学出版社