

为工业厂区设计的结构化网络布线系统

周晓农

(交通部广州信息技术研究所)

摘要 根据工业厂区网络布线系统的设计要求, 本文介绍了一种结合光纤和非屏蔽双绞线的工业布线系统。

关键词 计算机网络; 工业结构化网络系统

分类号 TP11

0 引言

计算机网络是计算机系统资源的关键一环, 是信息传输的基础, 为科研、军事、生产、商业活动中不可缺少的部分。在日益开放的世界里, 上网能力是任何信息系统所必须考虑的。近年来, 由于计算机的普及和光纤技术的发展, 计算机网络已越来越深入, 我国许多大型企业已成功运用了IBM的令牌环网以及DEC的DECNET, 现代社会已经以进入了高度信息化的阶段, 那些基于点到点结构的通用布线方式, 已很难有足够的能力和灵活性来适应90年代数据传输的需求了, 要在日益扩展的全球市场竞争中站稳脚跟, 交流和支配信息的能力变得越来越重要, 特别对于那些成功的制造商、装配厂、维修厂等。事实上, 拥有一套先进的工业通讯网络是战胜竞争对手的“金钥匙”。

1 工业网络布线系统的需求

一套先进的工业网络系统运用生产完善体系、自动控制设备、车间应用软件包以及通讯和数据处理及服务系统来把人、机器和过程联结和统一起来, 一旦实施, 它就能大大增加产品的设计、生产及销售等方面的能力。

1.1 系统完整性

一个完整的工业网络需要连接起工厂内的各个系统及各种设施, 包括直接的过程控制设备、传感控制工作站、工程设计工作站和用于管理的电脑终端等。

1.2 信息共享

收稿日期: 1994-11-14. 周晓农, 女, 1969年生, 助工。

共享信息意味着完整的生产过程。因为全厂范围的电脑系统直接连接到全厂的各主要部位，有关的信息可以共享，这样就可以完全有效地管理和控制生产流程，一个完整的工厂网络能提供信息给生产计划系统、工程设计和管理中心。

1.3 环境独特

工业网络需要适合独特的环境。一套工业网络和商业的要求不一样，除了工业网络在信息传递中范围很广的设备和功能外，在工业系统内，还有一些特种的功用。例如，一家钢铁厂可能有几英里长，有几座城镇大，布线系统就和“标准”的环境不一样，一家工厂可能有10—50甚至更多的分系统网络用于车间和班组管理，线路和网络通路就成了“瓶颈”。因此工业网络需要连接全厂范围内的主要部位，并要最有效的支持工厂的各个网络。

1.4 安全可靠

产品、实验室和生产过程常常要严格的管理和控制措施，它们如果不能紧密地连接在一起，至少会出现次品，严重的还会引起环境和机械损害。由于这个原因，在工厂中，可靠性是一个主要考虑的因素，要求确保在苛刻的环境及工厂中各种复杂的情形下所要求的数据传输。

2 结构化网络布线系统的特点

2.1 结构化网络系统的定义

鉴于工业网络的特殊需求，国外出现和采用了工业结构化网络，并生产出与之相关的配套产品，结构化网络布线系统是一组完整的复合技术，具有开放式分布结构；提供与通信、计算机、网络和自动控制领域多厂家产品的兼容性，并具有模块化的扩展性及面向用户的特点，结构化网络布线系统将非屏蔽双绞线（UTP）和光纤媒质混合布线，连接厂房、办公楼等建筑物以及建筑物间的各种网络，包括各厂家生产的话音、数据通信设备、电子交换机、图文传真、网络管理实体（NME）、监测监控和环境工况监控网络。

其作用是将企业和工厂的各种信息的收集、传递集中在统一、高效的数据信号传送网中，包括计算机数据、各种传感器的开关信号、设备监测及控制等方面，该网络必须具有传输速度快、传送信息量大、传递距离长、抗干扰性强、工作稳定、安装简单等特点。结合光纤和UTP介质的IDS（Industry Distribution System）网络布线系统就是这样的一种结构化网络系统。

2.2 IDS的结构说明

IDS是由光纤媒质、光纤终端包括数据分流设备如集中器、光纤路由器/网桥、光电中继器、光电转换器等，以及用于UTP线束的集中、分流、走向控制的分线设备等组成，其主干网结构分为垂直干线和水平干线。

垂直干线贯穿所有楼层，是IDS的“骨架网络”，采用FDDI标准，由结点中继器（集中器、桥、路由器等）和光纤链路串接成闭合环路。结点中继器视其类型不同可分别挂接计算机/工作站、以太网、令牌环网、帧中继网或X.25分组交换网等。为达到高可靠性，FDDI标准定义了一种光纤网络拓扑结构，采用两个物理环路反方向传送数据，每个环速率为100Mb/s，跨越距离可达100km，站间距离采用多模光纤时为2km，采用单模光纤时为30km。

最多可接 500 个结点,平时只使用一个方向上的环路,称为主环,一旦出现故障,即可启用反方向的冗余链路即副环,从而提高了网络通信系统的可靠性、灵活性和信息吞吐能力。

垂直干线通过每一个楼层的配线箱分流,形成水平干线,水平干线贯穿单个车间或办公室楼层平面,可视具体环境采用光纤或 UTP。水平干线通过分线设备可分别挂接计算机/工作站、以太网和令牌环网及生产监测和控制设备等。

2.3 IDS 结构化网络的特点

结合了光纤和 UTP 的 IDS 网与电缆网相比具有很多优点,首先,主干网采用光纤媒质,光纤的通信速度高达 100Mb/s~155Mb/s,从而保证数据信息在主干中的传送速度,信号不受干扰且安全可靠。在光纤中传送的是光信号不存在导电性,因而,不会产生电磁干扰危害其它电气设备;光纤通信可避免受高频电磁场、静电放电、接地点间电压瞬变等电磁干扰,也不受高压电和雷电等电磁感应的影响;光纤传输频带宽,传输损耗小,传输容量大,距离远(见表 1);保密性好,耐水耐热耐腐蚀,且便于铺设。

表 1 传输频带、损耗和距离对照表

介质类型		频带	损耗(DB/KM)	无中继距离
电 缆	细同轴电缆	1MHz	5.24	185M
		30MHz	28.70	
	粗同轴电缆	1MHz	2.42	500M
		30MHz	18.77	
光 纤	0.85um 多模	200~1000MHz	≤3	4KM
	1.3um 多模	≥1000MHz	≤1.0	30KM
	1.55um 单模	10~1000GHz	0.2	100KM

其次在网络连线末端及部分水平干线,采用受网络用户欢迎的无屏蔽双绞线(UTP)及其最常用的终端 RJ-45 连接器,从而使网络费用较 FDDI 网大为减低,而且随着网络技术的发展,UTP 线束已经能传送高达 16Mb/s 的数据流,当加之其他电子装置,它就可以支持 100~155Mb/s 的数据传输速度。

由于 IDS 网络采用结构化设计,兼容通信、网络、计算机、自动化领域内的众多厂家产品,采用模块化方式,以光纤为主干外接各分系统和水平子系统,在水平子系统中又以双绞线连接各末端系统,使厂房及办公室形成一个完整的网络。

鉴于以上特点,IDS 结构化网络可以完全满足工业生产及管理的各种需求,可将其思想用于工业网络布线系统的设计之中。

3 工业网络布线系统的设计

基于工业厂房的特殊需求,我们运用一套两层网络结构(two layer network architecture)来连接起工厂内的各个系统,成为一个完整的结构化网络。由光纤为主干来连接全厂范围的分系统,而用双绞线连接各分系统,出于可靠性的考虑,光缆能够有效可靠地

排除电磁波和无线电发出的信号干扰。其次，由于光缆不通过电流，工厂可以避免很大的危险。另外，布线系统运用环形的而不是星形的拓扑结构来提高稳定性，这种环形拓扑的物理性质允许外接分系统，同时进行双向交换而互不影响。此外，在主干上增加子系统，很容易实现调整路由的变化，由于子系统是连接在光纤主干上，从而保证了在工程设计、库存控制、生产、维修等运行操作之间共享数据。

以此为基础设计的一套通用的工业布线系统模型图示如下：

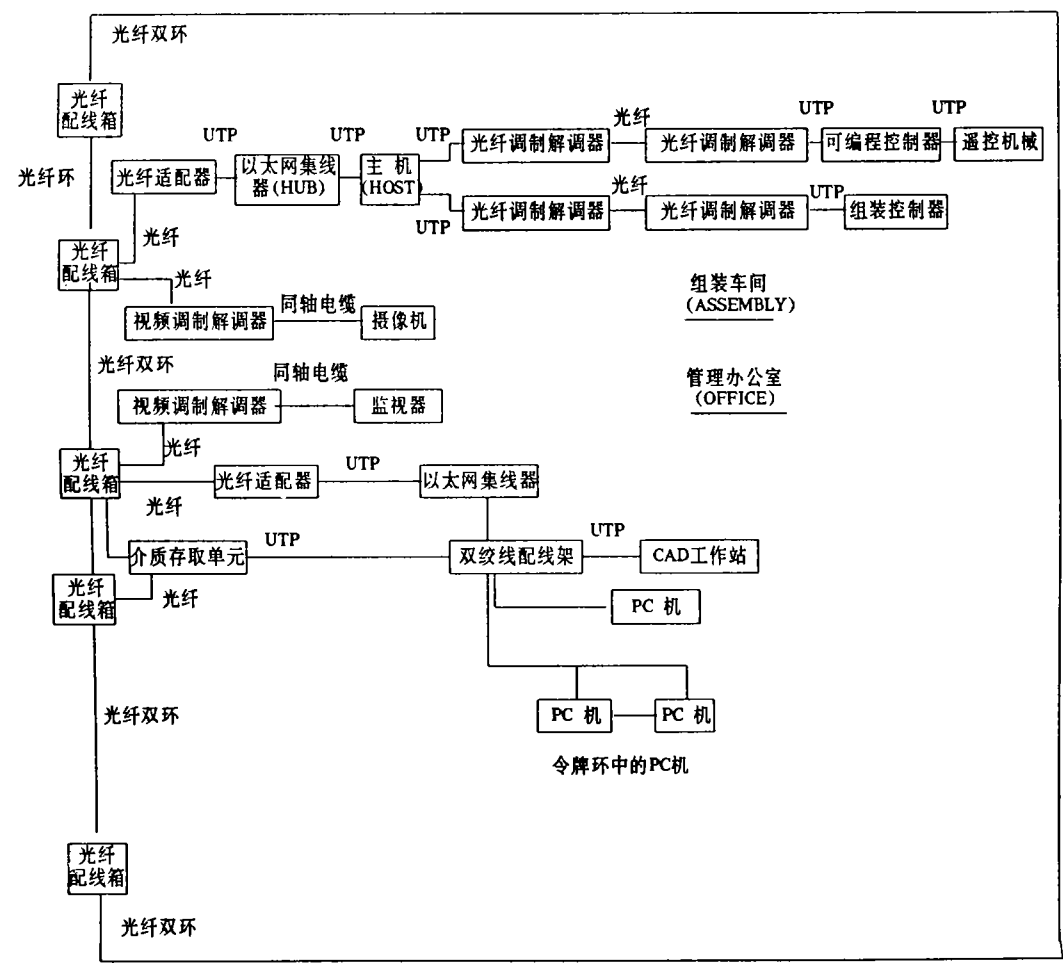


图1 工业网络结构化布线系统

在上图中，光纤主干用来将各子网连接在一起，子网再次依次连接到过程控制设备、传感控制器、管理工作站以及其它的工业通讯设备，利用该种工业网络可以对一个仓库、组装生产线、维修车间以及其它工业厂房或厂区环境中的任何操作来定时地存取数据和即时地访问共享数据。

该网络实现生产和管理之间的信息传输，其适用的生产范围包括：分立的产品生产、连

续的过程生产、组装厂(或车间)、实验室、仓库、原始材料加工、造船厂及飞机制造与修理等。管理部分包括整个工厂的生产管理及控制、数据的采集和查询如生产管理子系统、过程控制子系统、材料管理子系统、过程调度子系统、保安子系统、工时及出勤管理子系统、数据采集子系统、资料查询子系统、内部通讯子系统等。

该网络采用结构化设计,其数据处理设备兼容世界各大计算机公司产品如 IBM, DEC, HP, NCR, UNISYS 等。其遵从的协议有以太网(Ethernet)、令牌环(Token Ring)、异步(Asynchronous)、同步(Synchronous)、光纤数据分布接口(FDDI)、视频(VIDEO)等,遵从的工业标准有 IEEE802.3 802.5、10BASE-T、FDDI(100Mb/s)、TPDDI(100Mb/s)等。

4 工业布线网络的应用

在实际的应用中,设计工业网络需要灵活的、模块化的、能适应快速变化的工业通信要求,图 2 示例,为广州某汽车电器厂设计的工厂结构化布线网络系统的结构框图。

4.1 工厂环境及需求

该工厂为生产汽车电器的专业工厂,其管理部门和生产厂房集中在一栋六层大楼内。管理系统需要支持生产过程控制、工程及产品设计、生产管理、企业内部管理(包括人事、经营、财务等方面)。其工厂环境包括了分立的产品生产和连续的过程生产,以及试验、质检和各产品的在线检测。生产环境的改善需要从污染、噪音、电磁干扰等几个方面着手,建立环境自动监控系统,以确保产品质量,保证安全生产。

整个系统为实现以上需求,需要建立一个合理的网络体系包括公司管理、生产控制、环境监控和电话系统,实现数据、图象、话音以及各传感控制设备的连接。

4.2 系统结构说明

工厂的网络设计参考 IDS 进行结构化的网络布线设计,根据用户需求,设计有企业管理子系统、生产计划和控制子系统、环境监测监控子系统和电话子系统,各系统即有联系又可以相互独立运作,全部数据传输在同一垂直管道中实现,通过各楼层水平干线分流,传送到终端设备和控制设备。垂直主干由于数据流量大及传送速度的要求,选用多模光纤 62.5/125,并采用双重环形结构,以确保数据安全传送,避免网络瘫痪。水平干线及各支线采用高速 UTP 线束(如 AT&T 新生产的 SYSTIMAX SCS LAN 线缆,型号 1061/2061 均支持 100Mb/s 的数据传输速率)。除了光缆和 UTP 之外,系统元件还包括连接器、适配器、调制解调器、跳线、交叉分线箱、信息出口等。

企业管理子系统用于工厂管理人员进行企业管理,包括人事管理、产品经营管理、财务管理、市场预测及其它常务管理,采用小型计算机系统,数据经光纤主干、水平干线,通过智能集线器(HUB)连接到各管理办公室的服务器、微机和终端,可方便的进行查询和管理。

生产计划和控制子系统用于车间生产控制、试验质检和产品在线检测,实行数据自动采集,控制各传感器、机械设备、电气控制装置的运作。根据企业管理子系统传送来的市场预测数据,制订相应的生产计划。使用工作站进行工程和产品设计,并将产品设计数据通过车间网桥同生产控制设备相连接,直接用于车间生产。生产车间局域网(LAN)包括生产数据库服务器、试验数据库服务器、质检数据库服务器、分电器在线检测、高压线圈在线检测、点

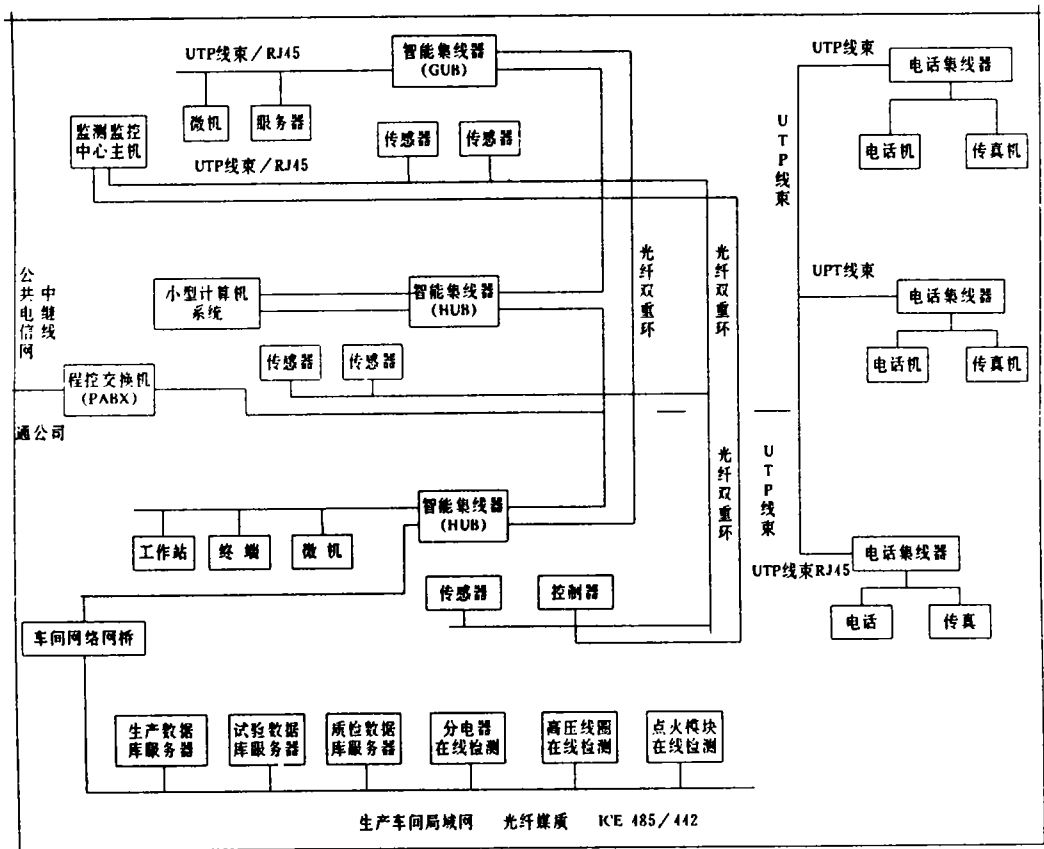


图2 工厂结构化布线网络结构

火模块在线检测等，车间 LAN 通过网桥、垂直主干与小型机相连，车间干线采用光纤媒质，能有效排除电磁波信号干扰，确保数据传送的可靠性。

环境监测监控子系统采用自动控制系统，对工厂环境进行监测和控制，确保生产环境的安全和数据采集传送的可靠性。该系统包括采暖、通风、空调自控（HVAC）、低压装置（设备传感器等）、时钟、保安系统、能源监测与控制、照明、消防（FLS）、感光传感器、移动传感器、公共广播、防火墙、模块墙、传呼系统等。监测监控主机通过水平干线和光纤主干与各传感器相连接。

电话系统实现工厂内部的通讯，并通过公共电信网与公司总部联系。其设备包括程控交换机（PABX）、UTP 线束及 RJ45 插座等。

该工厂网络采用结构化设计，支持各厂家系统和设备的集成，遵从数种操作系统和协议（Netware、VINES、LAN Manager、LANtastic 等），各系统之间的互连规程采用 TCP/IP（传输控制协议和网间协议）可实现。

5 工业网络与 CIMS 的关系

一般说来,工厂内的每一个部门都需要操作和处理与其职能和活动有关的信息和数据流. 这些活动可以包括: 市场销售、设计、工艺、生产计划、生产调度、制造、原材料及零配件供应、生产流程控制、仓储、测试、发运等. 由于所有这些信息和数据都相互关联且安排相当复杂, 没有中央数据库和计算机网络系统, 要想使各部门之间互通信息并实施有效的监督控制是十分困难的.

计算机综合制造技术是一个先进的制造管理概念. 利用一个具有中央数据库的计算机网络, 将所有的信息, 由计算机控制的操作和各种设备控制装置联结起来, 工厂的内部各个职能部门都可以通过数据库方便地直接联结起来, 这些部门包括财会、市场销售、设计和工艺、模具设计及制造、质量监督等. 这样做的目的在于监督控制工厂内部所有活动和运作情况, 以期获得更高的生产效率, 更好的质量, 并增强企业管理的灵活性, 以适应迅速变化的市场.

企业成功的关键在于, 达到更高的生产效率, 加速新产品的开发以尽快推向市场, 通过结合 CIMS, 可以有效地实施并行式工程管理, 这不仅能够强化企业内部管理和运作效能, 而且能够改进产品质量, 提高生产效率和对市场变化的反应, 这些功能都建立在一个公用数据库上, 充分利用计算机网络技术, 并紧密结合其他先进的制造技术和设备而达到.

6 小 结

在今天充满竞争的时代里, 信息网络布线需要面对灵活性、智能化及容量等诸多方面的挑战, 必须满足众多用户对不同技术和服务的要求; 同时还要遵从数种操作系统及标准协议. 工业结构化布线系统是用来解决工业厂房中特种信息的传输问题, 是支持工业环境中数据传输的平台, 它兼容众多厂家设备, 将先进的双绞线及光缆技术完美地结合起来, 采用积木块结构化设计, 能将声音、数据、视频设备、传感信号及网络管理有机地组合起来, 以适应当前的和未来的工业发展大量数据信息的传送, 满足工业生产的更高层次的需求.

参 考 文 献

- [1] 谭献海, 潘启敬. 光纤计算机网络. 计算机应用, 1994, (4)
- [2] 李志蜀. 几种 FDDI 网络拓扑浅析. 计算机应用研究, 1994, (5)
- [3] 张芳兰, 田立生, 徐时新译. 计算机互连大全. 北京: 电子工业出版社, 1993
- [4] 周建良. 高速双绞线网络的现状及发展趋势. 计算机世界, 1993
- [5] 吕新荣, 雷致行, 李利发. 结合快速原型制造技术以强化 CIM 技术的工业应用. 见: 94 国际电脑综合制造技术研讨会会议论文集, 1994
- [6] AT&T SYSTIMAX IDS SYSTIMAX PDS 技术资料

Structured Network Designed for Factories

Zhou Xiaonong

Abstract According to the requirement of factory network cabling system, the article introduce a factory structured cabling system combined fiber and UTP.

Key words Computer network; Industry structured network system