

6ES7222-1HF22-0XA8多库发货

产品名称	6ES7222-1HF22-0XA8多库发货
公司名称	浔之漫智控技术-西门子PLC代理商
价格	.00/件
规格参数	
公司地址	上海市松江区石湖荡镇塔汇路755弄29号1幢一层A区213室
联系电话	15221406036

产品详情

6ES7222-1HF22-0XA8多库发货

近年来，钢铁行业竞争日渐激烈，而企业只有不断进行技术改造，提高产品质量，降低生产成本，才能获得进一步的发展。宣钢为适应市场需要，新建了两台机型一致的六机六流连铸机，并在随后的升级改造中，进行了连铸机的增流改造，目前单机年生产能力已超百万吨。本文主要介绍了两台连铸机改造后的自动化系统的网络结构，总线布局及主要功能。

概述

宣钢炼钢厂4#、5#连铸机是宣钢的重点工程项目，其自动化控制水平已达到国内先进水平，系统采用目前流行的三电一体化设计，大量使用现场总线技术，自动化系统软硬件以RockwellAutomation的产品为主，构成三级网络结构，实现连铸机的生产的自动控制和生产调度指挥、产品质量控制。

系统网络结构如图1：

[点击此处查看全部新闻图片](#)

图1控制系统网络结构图

从上图可以看出，连铸机的自动化系统考虑了实际应用的需要，充分利用软硬件的资源特点，构建三层网络结构，即信息层，控制层，设备层。

1信息层

信息层要为连铸机本体的操作、维护及厂级计算机系统提供网络接口，访问车间级的生产及管理数据，为全厂范围内控制系统的数据库、监视提供服务，并接受生产调度指令，协调全厂生产。这

一层的特点是数据量较大，但对实时性无过高要求，同时为便于不同厂商的PLC及计算机系统的互联，进行必要的控制和协调，因而采用符合公共标准的TCP/IP协议的100Mbps速率以太网。

考虑到工业控制对可靠性的要求和工业现场的恶劣环境，以太网采用冗余光线环网构成，两台工业级以太网交换机具备冗余管理功能。连铸机的一台服务器、四台操作站通过以太网卡接入网络，PLC系统每个安装有CPU模块的框架通过以太网接口模块接入。

2控制层

控制层负责在公用PLC系统、各铸流PLC系统及远程FlexI/O之间进行控制数据的传递、交换，协调控制，并且提供网络编程、程序维护、设备组态、故障排除等功能。

这一层的网络不仅要求稳定可靠的连接，而且要确保信息传递的实时性。ControlNet采用总线拓扑结构，通讯速率5Mbps，其特色在于ControlNet是确定性的，这也就意味着网络上的I/O设备和控制器都是在预定的时刻进行通讯的。ControlNet中的每一个部件都已经在组态时提前确定好了通讯时刻和时长，因此它非常稳定和可靠，特别适用于对时间要求较高的工业应用。同时为确保通讯不会出现中断，在这一层我们使用了冗余的通讯介质来进一步提高可靠性。

3设备层

设备层主要用于将主线传动设备，即变频器、软启动器直接连接到所属的PLC系统中，不再通过传统的数字、模拟量连接来实现控制，这样做不仅方便而快速，还可以采集现场设备的数据，对其进行配置、监视和实时控制。这一层采用RemoteIO网。

三层网络结构使得可以根据连铸机系统的具体应用要求选择合适的通讯方式，这种网络架构不仅提供了EtherNet/IP、ControlNet、RemoteIO网络连接，还包含了面向自动控制而优化的软件接口，以保证高效的数据传输。

系统组成及功能

1硬件配置

每台连铸机自动化系统硬件主要由9套RockwellAutomation公司的ControlLogix系列PLC、4台操作站、1台服务器以及远程FlexI/O站组成，传动系统中主生产线设备全部由矢量变频器驱动，水泵使用软启动器，辅助传动设备由MCC控制。仪表系统主要由钢水快速及连续测温系统、大包、中包称重系统、结晶器液面监测及调节系统、结晶器水、二冷水流量检测及调节系统组成。

连铸机公共系统采用一套带扩展机架的PLC系统，用于连铸机本体台上及出坯部分共用设备的检测控制，PLC系统每铸流一套，用于本铸流系统的监测、控制。操作站布置在主控室、切割操作室用于对连铸机设备进行监视、操作、处理报警信息以及必要的人为干预。服务器用于收集生产数据，并进行处理、保存、传输。

2系统功能

连铸机自动化系统采用三电一体化设计，所有电控、仪控信号均接入PLC，安装在现场的热电阻、变送器、流量计及其它检测仪表采集仪表数据，开关、限位等设备收集工艺生产过程数据和设备运行状态，所有数据汇入PLC系统，再结合来自上位操作站的指令，按预先设定程序实现过程回路调节，电气设备顺序控制和传动设备控制。

1)仪表系统

仪表检测主要包括大、中包钢水温度快速及连续测量，大、中包钢水重量测量，结晶器水压力、流量、进出口温差测量，二次冷却水压力、各段流量测量、调节。为了降低操作工人的劳动强度，提高钢坯质量，连铸机还采集结晶器钢水液位，通过电动缸调节中包塞棒开度，使钢水液位保持稳定。

二次冷却水配水系统具有手动和自动控制功能，内容包括水量分配、水表设定、跟踪调节、配水修正量调节、水流量、压力、温度及阀位的显示。PLC实现现场数据采集、跟踪调节，操作站完成水表的设定、水流量的显示和数据记录、数据打印和统计功能。

手动、自动控制:每流分四段配水，即足辊段、一段、二段、三段，每段设手动/自动转换功能。手动方式时，工作人员通过操作站画面上直接设定调节阀阀门开度来改变水量大小；自动方式下，系统将按预先选好的水表根据拉速的快慢自动调节水量，在浇铸过程中，可根据钢坯温度随时修正给水量。二冷水调节流程图如图2所示。

[点击此处查看全部新闻图片](#)

图2二冷水调节流程图

水表的选择与修改:在操作站中预定数十套配水参数可供使用，参数的内容包括：编号、钢种、断面及各段的配水比，操作人员可随时修改参数来改变配水。

2) 电器系统

电器设备的检测和控制主要包括：大包回转台的旋转、包臂升降、大包水口开闭，中间包车行走、对中、升降，结晶器振动、振频调节，拉矫机传动，拉矫辊压下，引锭杆上行、回收跟踪、脱坯、存放，铸坯定尺切割，以及切割前后辊道，输送辊道，翻钢机，铸坯分离机，步进冷床的控制。液压系统、油气润滑系统，干油润滑系统的检测、控制也由PLC完成。

所有主生产线传动设备全部采用了变频器驱动，连铸机从钢包回转台直至横向移钢车等机械设备的传动中共使用了一百多台变频器，功率范围从0.75KW到45KW。所有变频器通过其内置的通讯接口联接Remotel/O通讯适配器，直接挂在由九个RIO接口模块组建的九个Remotel/O网络上，构成了基于Remotel/O网络的传动系统。综合考虑Remotel/O网络的连接距离和系统对实时性的要求，采用115.2Kbps的通讯速率。

Remotel/O网工作在扫描器方式下，PLC处理器通过RIO接口模块和远程I/O适配器建立串行通讯链。变频器的通讯接口为Remotel/O网中的网络设备提供直接、数字的通讯链路，系统通过组态PLC的I/O标签，利用通讯接口建立输入、输出数据链。对PLC而言，每台变频器被看作是一个安装有I/O模块的远程框架，只需要对这些模块进行读写，就可以向与其相连的变频器发送命令，控制设备的运行；又可从变频器读取各项数据，监视设备的运行状态，并将数据实时传送到PLC中。通过画面就可以在主控室的操作站显示器上，为操作人员提供了实时、详细的信息，并可以直接操作设备，甚至在变频器发出报警，出现故障时，可以及时复位变频器来避免因处理不及时而导致事故发生。连铸机的电气系统实现了传动设备的远程网络实时控制，使PLC对变频器的驱动实现了网络化数字式控制，以一条通讯电缆取代了大量的硬接线，与传统的模拟量、开关量控制方法相比，不仅大大提高了系统的实时性、jingque性和可靠性，而且安装、调试、维护的成本也相应得到降低。

3) 操作站

HMI画面软件根据工艺要求，设有主画面、铸流概貌、出坯区概貌、拉矫机及引锭杆、结晶器液面、结晶器振动、大包/中包称重、液压系统、驱动装置运行状态，PLC状态等近20幅画面。操作人员通过对HMI的监控，可以实时观察到设备的运行状况，根据权限修改工艺参数，并及时处理报警事件，

必要时可以人工干预设备运行。

4)指挥调度系统

炼钢是一个复杂的生产流程，连铸坯的质量受到浇铸条件、过程状态的直接影响，即使采用了先进的工艺、设备和技术，但由于连铸生产工艺特点影响，炉次交接、设备故障及操作不稳定等都会不可避免地使生产过程出现波动、产生异常，从而使铸坯质量受到不同程度的损害，对后道轧钢工序和终产品质量的影响不容忽视，给企业造成经济和产品信誉的损失。连铸机需要及时了解上道工序情况，转炉、精炼系统也必须掌握连铸机的浇铸情况，为了便于直观、迅速了解生产全过程状况，连铸机的自动化系统提供网络借口，与转炉、精炼、吹氩站等系统共同接入厂级管理网络，为生产调度统一协调指挥提供数据。

应用效果

宣钢炼钢厂连铸机自动化控制系统综合集成了PLC控制技术、画面监控技术、网络通讯技术以及变频调速技术，三电一体化的设计适应了自动化的发展趋势，实现了连铸机基础生产工艺过程的自动化控制，完成了连铸生产现场设备的自动联锁控制，介质参数的检测调节，数据的通讯处理、故障报警诊断以及生产状况的在线监控等功能。经过三年多的运行验证，系统控制功能先进、稳定可靠，有效地提高了劳动生产率，减轻了工作人员的劳动强度，对顺利投产、达产，增加生产效益以及维护安全生产都起到了积极的作用。

2 . PROFIBUS-DP网络组成

利用S7-300CPU313C-2DP作为主站,逆变器加CBP板、现场触摸屏（TP170A）作为从站，组成一个单主PROFIBUS-DP通信系统。DP适用于数据高速通信的场合，采用RS-485双绞线电缆或光纤电缆，波特率从9.6Kbps-12Mbps,采用点对点（用户数据与传输）或广播（控制指令）方式,支持循环的主从数据传输。

由于PLC主站和所有从站都为SIEMENS公司产品，所以都满足PROFIBUS总线通信协议。在本系统中，采用RS485屏蔽双绞线作为通信介质，通信波特率为1.5Mbps,为PROFIBUS环形网络。PROFIBUS-DP主要使用主-从方式，PLC主站周期性地与传动装置进行数据交换。在PROFIBUS结构中，周期性通道MSCY-C1的可用数据被定义为参数过程对象PPO，可用数据结构分成不同两部分且用报文分别传送：PZD部分（包括控制字，设定值，状态字和实际值）；PKW（用于读、写参数值）。当总线系统启动时，这种用于PROFIBUS主站到传动装置的PPO类型可以被设置，设置那种类型的PPO，取决于在自动化网络中传动装置的功能。

PROFIBUS装置有各种不同特性，为了所有主站系统能正确调用所使用的附加板，必须需要每一个装置的主数据文件GSD。为了能够有效通信，在STEP7中，必须为每一总线设备设定地址，以便主站寻址。在CBP板设置的通信参数有：P918（总线地址），P712（PPO类型），P722（过程数据的报文故障时间）。

本系统采用了PROFIBUS-DP总线，使得系统节省了到机台的大量电缆，增加了可靠性，减少了变频系统的干扰，便于人员操作和维护。

3 . PROFIBUS的诊断功能

PROFIBUS具有强大的诊断功能,当接到从站传到的警报或出错时,主站迅速作出反应中止正常通信,对故障快速定位。这种诊断信息分为三级：本站诊断操作、模块诊断操作、通断诊断操作。故障清除以后，总线恢复正常通信。

四、现场总线技术应用于电力传动系统的前景及优越性

电力传动是工业自动化的一个重要分支领域，电力控制装置随着功率电子学，微电子学和计算机技术的发展，以具有相当水平的自治性和智能化。现场总线技术在电力传动领域中的应用，具有以下优点：

推动电力传动装置全数字化。由于现场总线系统的开发性，各个不同厂家的设备之间可以实现信息交换，用户可以按自己的需要和考虑，把来自不同厂家的设备组成大小随意的系统。使得生产厂家在应用现场总线技术到产品时，将进一步加大装置全数字化。

降低电力传动控制系统的安装成本和维护费用。由于现场总线系统中分散在现场的智能设备能直接执行多种传感控制报警和计算功能，因而可减少变送器的数量等，从而减少系统硬件投资。而且现场总线系统接线十分简单，电缆、端子、槽盒、桥架的用量大大减少，节省了安装费用。由于现场控制设备具有自诊断和处理简单故障的能力，并通过数字通讯将相关的诊断维护信息送往控制室，用户可查询所有设备的运行，诊断维护信息，以便早期分析故障原因并快速解除。充分应用软件功能，提高系统复杂控制的能力。由于现场总线系统设备的智能化、数字化，与模拟信号相比较，它从根本上提高了测量与控制的精度；减少了传送误差。同时由于系统结构简单，减少了信号的往返传输，提高了系统的可靠性。PLC与传动装置之间减少了直接输入输出电缆连接，充分应用软件功能，所有控制量都通过现场总线得以实现，进而提高了系统复杂控制的能力。

五、结束语

生产实践已经证明，此方案具有简单实用、运行稳定可靠、操作维护方便等特点，已成功地应用于化纤涤纶短丝后处理牵伸联合机上，取得了很好的经济效益和良好的社会效益

协议包括物理层、数据链路层和应用层。数据链路层采用面向过程数据的传输方法及集总帧协议，可以传输循环过程数据和非循环数据，帧信息包括一个启动信号、回送信息、数据安全/结束信息。集总帧具有非常高的传输效率，其效率高达52%，尽管INTERBUS通信速率为500Kbps和2Mbps，通信速度和效率很高。应用层服务用于实现实时数据交换、VFD支持、变量访问、程序调用和12个相关的服务。

INTERBUS总线有很强的监视诊断功能，总线监控功能监视整个网络系统的运行状态，同时也提供总线网络的变结构功能，能及时根据设计要求，关断和连接总线的某个子总线段。监控功能是现场安装、调试、诊断和维护的有力工具。具体功能是识别和确定安装错误和部件错误，现场总线模块具有输入/输出的状态显示，在调试时可设置输出状态，以及可以保存某些智能设备的参数。

为了提高工业网络的安全性，以满足制造业和过程工业自动化故障安全通信的要求，特别是在汽车制造业中具有安全总线的功能被放在首位。INTERBUS俱乐部从1999年开始进行INTERBUS安全总线研究，在2001年得到了德国BIA组织EN954-1 KAT.4标准的许可证明，并符合IEC61508安全通信标准。INTERBUS的安全总线由一个Safe Control控制模块和现场分散式智能模块组成，控制模块的唯一功能就是控制安全数据。这种解决方案优于其它方案，它将控制系统与安全总线的功能截然分开，控制系统机构清晰简单，不影响今后的扩展和修改，成本明显降低。这是现场总线的-一个发展方向。

9 Type9 FF H1现场总线

H1现场总线是由FF现场总线基金会负责制定的。FF基金会成员由世界的仪表制造商和用户组成，其成员生产的变送器、DCS、执行器、流量仪表占世界市场的90%，它们对过程控制现场工业网络的功能需求了解透彻，在过程控制方面积累了丰富的经验，提出的现场总线网络架构较为全面，其通信体系结构如图9所示。Type9现场总线是Type1现场总线的子集。

FF H1现场总线协议由物理层、数据链路层、应用层以及考虑到现场装置的控制功能和具体应用而增加的用户层组成。H1总线支持多种传输媒体：双绞线、电缆、光缆和无线媒体。传输速率为31.25Kb

ps，通信距离大为1900米。该总线支持总线供电和本质安全。

图9 Type 9 FF H1现场总线体系结构

数据链路层负责实现链路活动调度、数据的接收发送、活动状态的响应、总线上各设备间的链路时间同步等。这里，总线访问控制采用链路活动调度器（LAS）方式，LAS拥有总线上所有设备的清单，由它负责总线段上各设备对总线的操作。

现场总线应用层由现场总线访问（FAS）子层和现场总线报文规范(FMS)子层构成。FAS子层提供发布者/预订者、客户机/服务器和报告分发三种模式的报文服务。FMS子层提供对象字典（OD）服务、变量访问服务和事件服务等。现场总线用户层具有标准功能块（FB）和装置描述功能。标准规定32种功能块，现场装置使用这些功能块完成控制策略。由于装置描述功能包括描述装置通信所需的所有信息，并且与主站无关，所以可使现场装置实现真正的互操作。

10 Type10 PROFI net现场总线

PNO组织于2001年8月发表了PROFINet规范。PROFINet将工厂自动化和企业信息管理层IT技术有机地融为一体，同时又完全保留了Profibus现有的开放性。

PROFINet现场总线体系结构如图10所示，从图中看出，该方案支持开放的、面向对象的通信，这种通信建立在普遍使用的Ethernet TCP/IP基础上，优化的通信机制还可以满足实时通信的要求。基于对象应用的DCOM通信协议是通过该协议标准建立的。以对象的形式表示的PROFINet组件根据对象协议交换其自动化数据。自动化对象即COM对象作为PDU以DCOM协议定义的形式出现在通信总线上。连接对象活动控制（ACCO）确保已组态的互相连接的设备间通信关系的建立和数据交换。传输本身是由事件控制的，ACCO也负责故障后的恢复，包括质量代码和时间标记的传输、连接的监视、连接丢失后的再建立以及相互连接性的测试和诊断。

图10 Type10 PROFINet 现场总线体系结构

Profibus可以通过代理服务器(Proxy)很容易地实现与其它现场总线系统的集成，在该方案中，通过代理服务器将通用的Profibus网络连接到工业以太网；通过以太网TCP/IP访问Profibus设备是由Proxy使用远方程序调用和Microsoft DCOM进行处理的。

PROFINet提供工程设计工具和制造商专用的编程和组态软件，使用这种工具可以从控制器编程软件开发的设备来创建基于COM的自动化对象，这种工具也将用于组态基于PROFINet的自动化系统，使用这种独立于制造商的对象和连接编辑器可减少15%的开发时间。

结语

10种类型现场总线采用完全不同的通信协议。Type1采用LAS方式和Publisher/Subscriber模式；Type2 ControlNet使用CTDMA方法和Producer/Consumer模式，Ethernet/IP使用Ethernet TCP/IP协议；Type3是令牌环和主站/从站方式；Type4通信采用虚拟令牌传递方式；Type5采用CSMA/CD方式和Ethernet TCP/IP协议；Type6使用TDMA多路存取方式；Type7使用总线裁决方式；Type8采用整体帧协议；Type9采用LAS方式和Publisher/Subscriber模式；Type10使用Ethernet TCP/IP协议。

从以上论述可以看出，十种类型现场总线体系结构和通信协议都不相同，但对Ethernet TCP/IP工业以太网技术用于H2高速现场总线基本达成共识，Ethernet/IP、FF HSE和PROFINet工业以太网技术事实上已成为。

据了解，IEC61158标准的维护期为2007年12月31日，就是说在此之前不会增加新的现场总线，对目前标准内的现场总线也不会做修改。由此可见，现场总线系统的体系结构和格局已经基本确定，工业以太网和现场总线在系统中的定位已经明确，它们两者之间的关系见表1。

表1 工业以太网与现场总线关系

表中列出了当前工业以太网技术的4个主要竞争者，FF HSE、EtherNet/IP和PROFINET现场级都有自己的现场总线，这种格局今后不会改变。Phoenix Contacts公司Type8 INTERBUS采用的IDA工业以太网技术发展很快，并将工业以太网延伸到现场I/O级，同时Modbus TCP/IP协议已被提交国际因特网工程特别工作组（IETF），希望这个协议能成为工业因特网协议标准。为了使此项工作加速推进，MODBUS组织和IDA组织于2003年10月底宣布合并。国内也正在开展工业以太网的开发工作，浙大中控技术有限公司开发的EPA工业以太网已经延伸到现场一级，并在化工厂获得成功试用。

现场总线的长期争论使人们逐渐认识到，数字技术的统一完全不同于模拟技术，现场总线控制系统的统一之路应该充分吸收Internet技术实现统一的成功经验，面向市场，不断创新，建立一个具有互操作性的工业以太网网络，终为工业自动化创建一个统一的信息平台。

5 Type5 FF HSE现场总线

1998年，美国Fieldbus Foundation（FF）基金会决定采用高速以太网（High Speed Ethernet，HSE）技术开发H2现场总线，作为现场总线控制系统控制级以上通信网络的主干网，它与H1现场总线整合构成信息集成开放的体系结构，图5给出了系统结构。HSE网络遵循标准的以太网规范，并根据过程控制的需要适当增加了一些功能，但这些增加的功能可以在标准的Ethernet结构框架内无缝地进行操作，因而FF HSE总线可以使用当前流行的商用（COTS）以太网设备。100Mbps以太网拓扑是采用交换机形成星形连接，这种交换机具有防火墙功能，以阻断特殊类型的信息出入网络。HSE使用标准的IEEE802.3信号传输，标准的Ethernet接线和通信媒体。设备和交换机之间距离，使用双绞线为100米，光缆可达2千米。HSE使用连接装置（LD）连接H1子系统，LD执行网桥功能，它允许就地连在H1网络上的各现场设备，以完成点对点等通信。HSE支持冗余通信，网络上的任何设备都能作冗余配置。

FF HSE的1~4层由现有的以太网、TCP/IP和IEEE标准所定义，HSE和H1使用同样的用户层，现场总线信息规范（FMS）在H1中定义了服务接口，现场设备访问代理（FDA）为HSE提供接口。用户层规定功能模块、设备描述（DD）、功能文件（CF）以及系统管理（SM）。FF规范21种功能模块供基本的和先进的过程控制使用。FF还规定了新的柔性功能模块（FFB），用以进行复杂的批处理和混合控制应用，FFB支持数据采集的监控，子系统接口、事件顺序、多路数据采集、PLC和其他协议通信的网间连接器。

图5 Type5 FF HSE现场总线体系结构

6 Type6 SwiftNet现场总线

Type6 SwiftNet现场总线由美国SHIP STAR协会主持制定，得到美国波音公司的支持，主要用于航空和航天等领域。该总线是一种结构简单、实时性高的总线，协议仅包括物理层和数据链路层。SwiftNet现场总线采用分层总线式拓扑结构，其通信体系结构如图6所示。

图6 Type 6 SwiftNet现场总线体系结构

物理层传送速率为5Mbps，此时每秒传送105个不同的报文。总线使用TDMA（Slotted time division multiple access）槽路时间片多路送取方式，提供专用高速、低抖动同步通道和按要求指定的通道。专用通道适用于自动状态数据的分配或交换；按要求指定的通道则适用于非调度报文。TDMA方式是将总线上的时间分割为相等长度间隔，称作槽路，只有当总线上的站分配到槽路时，它才能监听和发送。每个站还能根据所占的比例，协调总线访问、数据传输和接收数据。

SwiftNet总线的节点（从站）通过I/O通道连接智能传感器，由于航空航天领域对传感器和执行器要求高，该总线开始使用符合IEEE1451.1和IEEE1451.2标准的网络传感器。IEEE1451.2《用于传感器和执行器的智能转换器接口》标准是一个开放的标准，它在控制网络和传感器之间定义一个标准接口，从而使网络传感器成为现场总线系统现场级的数字化传感器，并使用户可以根据自己的需要选择不同厂家生产的智能传感器，实现真正意义上的即插即用。

7 Type7 WorldFIP现场总线

1987年成立的WorldFIP协会制定并大力推广Type7 WorldFIP现场总线。WorldFIP协议是EN50170欧洲标准的第三部分，物理层采用IEC61158.2标准，其产品在法国占有60%市场，在欧洲占有大约25%份额，它广泛应用于发电与输配电、加工自动化、铁路运输、地铁和过程自动化领域。

WorldFIP现场总线体系结构如图7所示，系统分为三级，即过程级、控制级和监控级。它能满足用户各种需要，适合于各种类型的应用结构，集中型、分散型和主站/从站型。用单一的WorldFIP总线满足过程控制、工厂制造加工和各种驱动系统的需要。为了适应低成本的要求，开发了低成本的Device WorldFIP（DWF）总线，它是设备一级网络，能很好适应工业现场的各种恶劣环境，并具有本质安全防爆性能，可以实现多主站与从主站的通信。

图7 Type7 WorldFIP现场总线体系结构

WorldFIP协议由物理层、数据链路层和应用层组成。数据链路层采用总线裁决方式，在任何一个给定瞬间，仅有一个站可以执行总线裁决功能，它使用一个ID-DAT帧在总线上广播一个标识，连接到总线上所有站的链路层同时记录ID-DAT帧，仅有一站被识别为标识的生产者，其它站仅作为使用者。应用层提供MPS和SubMMS服务，MPS是工厂周期/非周期服务，SubMMS则是工业报文的子集。

8 Type8 INTERBUS现场总线

Type8 INTERBUS现场总线由德国Phoenix Contact公司开发，INTERBUS Club俱乐部支持。INTERBUS在全球有1000多家总线设备生产商，提供2500多种产品，到目前为止，INTERBUS在全球自动化领域已有50多万套应用系统得到广泛应用。

INTERBUS现场总线是一种开放的串行总线，可以构成各种拓扑形式，并允许有16级嵌套连接方式。该总线多可挂512个现场设备，设备之间的大距离400米，无需中继器网络的大距离为12.8公里。INTERBUS总线包括远程总线和本地总线，远程总线用于远距离传送数据，采用RS-485传输，网络本身不供电，通信速率为500Kbps和2Mbps。INTERBUS有自己独特的环路结构，环路使用标准电缆同时传送数据和电源。环路可以连接模拟、数字设备甚至复杂的传感器/执行器，也允许直接接入智能终端仪表。

图8 Type8 INTERBUS现场总线体系结构

按照国际电工委员会IEC/SC65C的定义，安装在制造或过程区域的现场装置与控制室内的自动控制装置之间的数字式、串行和多点通信的数据总线称为现场总线。根据使用场合和用途不同，现场总线又分为H1低速现场总线和H2高速现场总线。IEC/SC65C初定义H1总线为用于制造或过程区域的、通过两根传

输线向现场装置供电的低速串行总线，H2总线为无需解决两线制供电，用于装置间传送信息的高速串行总线。H1和H2总线相辅相成构成了完整的工业自动化系统信息通信网络。

经过长达15年的争论，IEC61158用于工业控制系统的现场总线于2000年初终于获得通过，现场总线之争逐渐随之退潮，IEC/SC65C/WG6现场总线标准委员会到此也完成了历史使命。为了进一步完善IEC61158标准，IEC/SC65C成立了MT9现场总线修订小组，继续这方面的工作。MT9工作组在原来8种类型现场总线的基础上不断完善扩充，于2001年8月制定出由10种类型现场总线组成的第三版现场总线标准，它们是：Type1 TS61158 现场总线、Type2 ControlNet 和 Ethernet/IP 现场总线、Type3 Profibus现场总线、Type4 P-NET现场总线、Type5 FF HSE现场总线、Type6 Swift-Net 现场总线、Type7 WorldFIP现场总线、Type8 INTERBUS现场总线、Type9 FF H1现场总线以及Type10 PROFINet现场总线，该标准于2003年4月成为正式。限于篇幅，本文对10种类型总线做概要论述，并简单综述上述总线近三年来的新进展。

1 Type1 TS61158 现场总线

Type1 现场总线标准由以下部分构成：

PhL：IEC61158-2：1993标准的超集（Superset）；

Foundation Fieldbus的超集；

WorldFIP的功能超集；

DLL：IEC TS61158-3，TS61158-4；

Foundation Fieldbus的超集；

WorldFIP的功能超集；

AL：IEC TS61158-5，TS61158-6。

1998年之前，IEC/SC65C只推荐一种类型的现场总线，该总线主要采纳Foundation Fieldbus总线和WorldFIP总线基本技术，并严格按照IEC定义制定现场总线标准，由于各种原因，经过多轮投票未获通过，只能按规定成为技术报告TS61158，以此为基础形成了现在的Type1现场总线。国际电工委员会推荐的通用现场总线网络结构如图1所示，从图中可以看出现场总线系统可以支持各种工业领域的信息处理、监视和控制系统，用于过程控制传感器、执行器和本地控制器之间的低级通信，可以与工厂自动化的PLC实现互连。在这里，H1现场总线主要用于现场级，其速率为31.25Kbps，负责两线制向现场仪表供电，并能支持带总线供电设备的本质安全；H2现场总线主要面向过程控制级、监控管理级和高速工厂自动化的应用，其速率为1Mbps，2.5Mbps和100Mbps。

图1 通用现场总线网络结构

2 Type2 ControlNet和Ethernet/IP现场总线

由ControlNet International(CI)组织负责制定的Type2现场总线标准由以下部分组成：

PhL和DLL：ControlNet；

AL：Control Net和Ethernet/IP。

Type2现场总线系统体系结构如图2所示。ControlNet采用一种新的通信模式，即生产者/客户（Producer/Consumer）模式，这种模式允许网络上的所有节点，同时从单个数据源存取相同的数据，其主要特点是增强了系统的功能，提高了效率和实现jingque的同步。网络的媒体送取，通过限制时间存取算法来控制，即采用并行时间域多路存取（CTDMA）方法，在每个网络shua新闻隔（NUI）内调节节点的传送信息机会。

图2 Type2 现场总线系统体系结构

Ethernet/IP以太网工业协议是一种开放的工业网络，它使用有源星形拓扑结构，可以将10Mbps和100Mbps产品混合使用。该协议在TCP/UDP/IP之上附加控制和信息协议（CIP），提供一个公共的应用层。CIP的控制部分用于实时I/O报文，其信息部分用于报文交换。ControlNet和Ethernet/IP都使用该协议通信，分享相同的对象库、对象和设备行规，使得多个供应商的设备能在上述整个网络中实现即插即用。对象的定义是严格的，在同一种网络上支持实时报文、组态和诊断。为了提高工业以太网的实时性能，ODVA（开放的DeviceNet供应商协会）于2003年8月公布了IEEE1588“用于Ethernet/IP实时控制应用的时钟同步”标准。

3 Type3 Profibus 现场总线

Type3现场总线得到Profibus用户组织PNO的支持，德国西门子公司则是Profibus产品的主要供应商。Profibus系列由三个兼容部分组成，即Profibus-DP、Profibus-FMS和Profibus-PA三条总线构成。为了提高Profibus总线性能，近几年PNO推出了新版本的Profibus-DP-V1和Profibus-DP-V2，同时逐步取消Profibus-FMS总线。扩展的Profibus-DP现场总线体系结构如图3所示，Profibus-DP特别适用于设备级自动控制系统与分散I/O之间高速通信。Profibus-PA专为过程自动化设计，它能够将变送器和执行器连接到一根公共总线，使用两根线就可以完成供电和数据通信，并能实现本质安全性能。以此为基础，扩展的DP功能DPV1进一步完善了Profibus-PA功能；DPV2解决了从站之间的通信与时间同步等重大问题。

图3 Type3 Profibus现场总线体系结构

Profibus-DPV1主要是增加了非循环服务，并扩大了与2类主站的通信。众所周知，Profibus-DP性能的特征是在循环连接（Mscy-C1）的基础上应用数据交换服务，实现一个主站和一系列从站之间集中的数据交换。1类主站指PLC、PC或控制器。2类主站指操作员站和编程器等。DPV1扩展了上述功能，在已有的Mscy-C1连接基础上，增加了非循环服务，利用新的服务可以对从站中任何数据组进行读写。过去，2类主站只能利用DP从站的无连接服务，现在则可通过面向连接的通信对数组进行非循环读写，同时为进入因特网通信扩充了功能。

Profibus-DPV2可以实现循环通信、非循环通信以及从站之间的通信。由于从站之间可直接通信，通信时间缩短1个DP总线周期和主站周期，从而使反应时间缩短60%至90%，同时建立了等时间间隔的总线循环周期，其时间偏差小于 $1\mu\text{s}$ ，即适用于高精度定位控制，又可实现闭环控制。DPV2可根据不同的应用需要开发专用行规（profile），如用于运动控制的ProfiDrive和用于联锁保护的ProfiSafe等。

4 Type4 P-NET现场总线

P-NET现场总线由丹麦Process-Data Sikebory Aps公司从1983年开始开发，主要应用于啤酒、食品、农业和饲养业，它得到P-NET用户组织的支持，在现场大约有5000多个应用系统。

图4 Type4 P-NET现场总线体系结构

P-NET现场总线是一种多主站、多网络系统，图4给出了P-NET系统的体系结构。总线采用分段结构，每个总线分段上可以连接多个主站，主站之间通过接口能够实现网上互连，它允许在几个总线区直接寻址，无需递阶网络结构。该总线通信协议包括1、2、3、4和7层，并利用信道机构定义用户层。通信采用虚拟令牌（virtual token）传递方式，主站发送一个请求，被寻址的从站在 $390\mu\text{s}$ 内立即返回一个响

应，只有存放于站内存中的数据才可被访问。每个站节点都含有一个通用的单芯片微处理机，配套的2 KB EPROM不仅可用作通信，而且可用于测量、标定、转换和应用功能。P-NET接口芯片执行数据链路层的所有功能，第3层和第4层的功能由宿主处理器中的软件解决。该总线物理层基于RS-485标准，使用屏蔽双绞线电缆，传输距离1.2km，应用NRZ编码异步传输