

外部设备之间的通信，远程I/O系统尤为合适。它允许高速度周期性的小批量数据通信，适用于对时间要求苛刻的自动化控制系统中。Profibus-DP现场总线系统可使许多现场设备(如PLC、智能变送器、变频器)在同一总线进行双向多信息数字通讯，因此可方便地使用不同厂家生产的控制测量系统相互连接成通讯网络。济钢鲍德彩板有限公司是济钢集团总公司2003年投资兴建的年产20万吨大型彩板生产基地，其生产线中的固化炉、导热油炉、煤气制氢中的煤气系统必须对煤气通过煤气加压机进行二次加压才能满足生产工艺要求，煤气加压机控制系统采用Profibus-DP过程现场总线通讯技术方案，自动化控制单元与变频器采用不同厂家的产品，分别采用西门子的S7-300 PLC和ABB公司的ACS600变频器。

2 系统配置及通讯协议 PLC资料网(1) 系统配置 该系统以西门子公司和ABB公司的相关产品来实现全数字交流调速系统在Profibus-DP网中的通讯及控制原理。附图为该系统的Profibus-DP网的网络配置图，其中PLC为西门子公司的SIMATIC S7-315-2DP，变频器为ACS600系列，NPBA-12为与变频器配套的通讯适配器。编程软件为STEP7 V5.2软件，用于对S7-300 PLC编程和对Profibus-DP网进行组态和通讯配置。上位机画面操作采用WinCC5.1进行画面编程和操作，与PLC通讯采用以太网通讯方式。

附图 系统网络配置图

(2) 通讯协议在本系统中，S7-300 PLC作为主站，变频器作为从站时，主站向变频器传送运行指令，同时接受变频器反馈的运行状态及故障报警状态的信号。变频器与NPBA-12通讯适配器模块相连，接入Profibus-DP网中作为从站，接受从主站SIMATIC S7-315-2DP来的控制。NPBA-12通讯适配器模块将从Profibus-DP网中接收到的过程数据存入双向RAM中，的每一个字都被编址，在变频器端的双向RAM可通过被编址参数排序，向变频器写入控制字、设置值或读出实际值、诊断信息等参量。PLC变频器现场总线控制系统若从软件角度看，其核心内容是现场总线的通讯协议。Profibus-DP通讯协议的数据电报结构分为协议头、网络数据和协议层。网络数据即PPO包括参数值PKW及过程数据PZD。参数值PKW是变频器运行时要定义的一些功能码；过程数据PZD是变频器运行过程中要输入/输出的一些数据值，如频率给定值、速度反馈值、电流反馈值等。Profibus-DP共有两类型的网络PPO：一类是无PKW而有2个字或6个字的PZD；另一类是有PKW且还有2个字、6个字或10个字的PZD。将网络数据这样分类定义的目的，是为了完成不同的任务，即PKW的传输与PZD的传输互不影响，均各自独立工作，从而使变频器能够按照上一级自动化系统的指令运行。

3 STEP7项目系统组态及通讯编程(1) 使用STEP7V5.2组态软件，进入Hardware Configure完成S7-300 PLC硬件组态；(2) 选定S7-315-2DP为主站系统，将NPBA-12的GSD(设备数据库)文件导入STEP7的编程环境中，软件组态NPBA-12到以S7-315-2DP为主站的DP网上，并选定使用的PPO类型，本设计使用PPO4，设定站点网络地址。在变频传动装置Profibus的结构中，ABB变频器使用Profibus-DP通信模块(NPBA-12)进行数据传输，主要是周期性的：主机从从站读取输入信息并把输出信息反送给从站，因此需要在PLC主程序中调用两个系统功能块SFC14和SFC15来读写这些数据，实现到变频器的通信控制；PLC(3) 在主PLC程序中建立一个数据块，用于变频器的数据通信；建立一变量表，用于观测实时通讯效果。

4 变频器运行设置变频器与PLC应用Profibus-DP现场总线连成网络后，除在PLC自动化系统中进行编程外，在每个变频器上也要进行适当的参数设置。通讯电缆连接后，启动变频器，完成对变频器通讯参数的4.1 基本设置。(1) 51.01—模块类型，本参数显示由传动装置探测到的模块型号。其参数值用户不可调整。如果本参数没有定义，则不能在模块与传动之间建立通讯。(2) 51.02—本参数选择通讯协议，“0”为选择Profibus-DP通讯协议。(3) 51.03—本参数为Profibus连接选择的PPO类型，“3”为PPO4，但变频器上的PPO类型应与PLC上组态的PPO类型一致。(4) 51.04—本参数用于定义设备地址号，即变频器的站点地址，在Profibus连路上的每一台设备都必须有一个单独的地址。本次设计中两台变频器分别为2、3号站。[1]4.2 过程参数的连接过程参数互联完成NPBA-12双端口RAM连接器与变频器相应参数的定义和连接，包括主站(PLC)到变频器的连接和变频器到主站(PLC)的连接两部分。在变频器上设定下列连接参数。(1) 从PLC发送到传动装置变频器的PZD值I PZD1—控制字，如变频器的启动使能、停止、急停等控制命令；I PZD2—变频器的频率设定值。(2) 从传动装置变频器发送到PLC的PZD值I PZD1—状态字，如报警、故障等变频器运行状态；I PZD2—变频器的速度实际值、电

流实际值等。

5 结束语变频器控制系统采用了Profibus-DP现场总线控制模式后，不但整个系统可靠性强，操作简便，而且可根据工艺需要进行灵活的功能修改。该系统在济钢鲍德彩板有限公司应用以后，运行效果良好，为今后总公司的自动化设备(不同厂家的网络通讯)提供了一个成功

一、现场总线控制系统的概念（FCS）

现场总线控制是工业设备自动化控制的一种计算机局域网络。它是依靠具有检测、控制、通信能力的微处理芯片，数字化仪表（设备）在现场实现彻底分散控制，并以这些现场分散的测量，控制设备单个点作为网络节点，将这些点以总线形式连接起来，形成一个现场总线控制系统。它是属于底层的网络系统，是网络集成式全分布控制系统，它将原来集散型的DCS系统现场控制机的功能，全部分散在各个网络节点处。为此，可以将原来封闭、专用的系统变成开放、标准的系统。使得不同制造商的产品可以互连，是DCS系统的更新换代，大大简化系统结构，降低成本，更好满足了实事性要求，提高了系统运行的可靠性。不同通信协议的现场总线控制系统一般通过工业PC机内总线插槽的PC接口板与现场总线网段连接。图中所示为具有PC1接口卡的现场总线系统，每个接口板可带4条总线网段，为了系统可靠安全，冗余设置了两台相同的PC机。图中PLC为用于联锁系统开关量控制的程序控制器。

二、现场总线控制系统的组成

现场总线控制系统由测量系统、控制系统、管理系统三个部分组成，而通信部分的硬、软件是它有特色的部分。

1、现场总线控制系统：

它的软件是系统的重要组成部分，控制系统的软件有组态软件、维护软件、仿真软件、设备软件和监控软件等。首先选择开发组态软件、控制操作人机接口软件MMI。通过组态软件，完成功能块之间的连接，选定功能块参数，进行网络组态。在网络运行过程中对系统实时采集数据、进行数据处理、计算。优化控制及逻辑控制报警、监视、显示、报表等。

2、现场总线的测量系统：

其特点为多变量高性能的测量，使测量仪表具有计算能力等更多功能，由于采用数字信号，具有高分辨率，准确性高、抗干扰、抗畸变能力强，同时还具有仪表设备的状态信息，可以对处理过程进行调整。

3、设备管理系统：

可以提供设备自身及过程的诊断信息、管理信息、设备运行状态信息（包括智能仪表）、厂商提供的设备制造信息。例如Fisher—Rosemount公司，推出AMS管理系统，它安装在主机计算机内，由它完成管理功能，可以构成一个现场设备的综合管理系统信息库，在此基础上实现设备的可靠性分析以及预测性维护。将被动的管理模式改变为可预测性的管理维护模式AMS软件是以现场服务器为平台的T型结构，在现场服务器上支撑模块化，功能丰富的应用软件为用户提供一个图形化界面。

4、总线系统计算机服务模式：

以客户机/服务器模式是目前较为流行的网络计算机服务模式。服务器表示数据源（提供者），应用客户机则表示数据使用者，它从数据源获取数据，并进一步进行处理。客户机运行在PC机或工作站上。服务器运行在小型机或大型机上，它使用双方的智能、资源、数据来完成任任务。

5、数据库：

它能有组织的、动态的存储大量有关数据与应用程序，实现数据的充分共享、交叉访问，具有高度独立性。工业设备在运行过程中参数连续变化，数据量大，操作与控制的实时性要求很高。因此就形成了一个可以互访操作的分布关系及实时性的数据库系统，市面上成熟的供选用的如关系数据库中的Oracle, sybas, Inbbbbix, SQL Server；实时数据库中的Infoplus, PI, ONSPEC等。

6、网络系统的硬件与软件：

网络系统硬件有：系统管理主机、服务器、网关、协议变换器、集线器，用户计算机等及底层智能化仪表。网络系统软件有网络操作软件如：NetWarc, LAN Manager, Vines, 服务器操作软件如Lenix, os/2, bbbbbb NT。应用软件数据库、通信协议、网络管理协议等。

三、现场总线控制系统的特点

1、在功能上管理集中，控制分散，在结构上横向分散、纵向分级。

2、要有快速实时响应能力，对于工业设备的局域网络，它主要的通信量是过程信息及操作管理信息，信息量不大，传输速率不高在1MPS以下，信息传输任务相对比较简单但其实时响应时间要求较高为0.01—0.5S。所谓实时性是在网络通信过程中能在线实时采集过程的参数，实时对系统信息进行加工处理，并迅速反馈给系统完成过程控制，满足过程控

制对时间限制的要求。除了控制管理计算机系统的外部设备外，还要控制管理控制系为统的设备，并具有处理随机事件能力。实际操作系统应保证在异常情况下及时处置，保证完成任务，或完成重要的任务，要求能及时发现纠正随机性错误，至少保证不使错误影响扩大，应具有抵制错误操作和错误输入信息的能力。实现现场总线控制系统实时性的主要措施为：

(1) OSI协议中7层都是提供高度的功能性服务，为此降低了通信流量和增大传输时间，因而影响实时响应能力。因此将OSI七层通信协议，采取不同程度的简化，减少由于层间转换的复杂性，而影响实时响应能力。现场总线控制系统的通信协议一般为物理层、链路层、应用层，再增加一个用户作为网络节点，互连成底层总线网。如PRUFIBUS总层的四层结构。

(2) 把基本控制功能下放到现场具有智能的芯片或功能块中，使控制功能彻底分散，直接面对对象，接口直观简、结。把同时具有控制、测量与通信功能的功能块，与功能块应用进程，作为网络节点，互连成底层总线网。如PRUFIBUS总线系统，按照主站、从站分，把底层的通信及控制集中在从站来完成。各公司厂商提供较齐全的各类主站与从站列芯片，实现起来简单又便宜。有如LONWORKS虽然通信协议与OSI相同为七层，但全部固化在一个神经芯元片中，不需要经网络传输，同样可加快实时响应能力，同时应用程序定义一个特殊对象；网络变量存在于神经元芯片ROM中，它是在节点代码编译时确定，将不同节点。同类型的网络变量连接起来进行自控，大大简化了开发和安装分布系统过程。

(3) 介质访问协议：一般采用令牌传递总线访问方式（TOKEN BUS）既可达到通信快速的目的，又可以有较高的性价比，对于多路访问冲突检测（CSMA/CD）方法，虽然通信管理上较为简单，但并不能完全避免碰撞现象，实现冲突检测比较复杂，此外在线路中常态干扰与差错往往和碰撞难以区别，因此对现场总线控制系统实时性要求较高的场合，并不十分适合。所以大部分总线控制系统均为令牌传递访问。只有LONWORKS采用改进型的，即带预测P的CSMA访问方式。当一个节点需要发送信息时，先带预测P测一下网络是否空闲，有空闲则发送，没有空闲则暂时不发，这样就避免了碰撞减少了网络碰撞率，提高了重载时的效率。并采用了紧急优先机制，以提高它的实时性与可靠性。

(4) 通信方式：一般分调度通信和非调度通信多数为调度通信，用于设备间周期性传输，控制的数据预先设定。非调度通信用于参数设置、设备诊断报警处理。从其功能上分，有主站与从站区分。从站仅对收到信息时确认或当主站发出请求时向它发信息，所以只需总线协议一小部分，既经济，实时性也强。

3、产品要具有互操作性

各制造商产品要通过所属各类总线制协议符合其规定的OSI标准一次性测试，及互操作性测试，并以专门测试中心认证。为了提高其可靠性，还要经过在恶劣环境下鲁棒测试。接

口技术采用了OEM集成方法构成产品，可以实现数据开放式传输。

因此，对于同一类型协议的不同制造商产品可以混合组态与调用为一个开放系统，使它具有互操作性。

4、要求具有较高可靠性措施：

(1) 硬件经过严格挑选，采用专用芯片（ASIC）和表面安装技术（SMT）。

(2) 系统软件选用成熟适合实际需要的简单易用软件，及好的工具软件。应用软件采用功能模块化设计，定义清晰明确。

(3) 可通过在线可快速排除故障，强化硬件可修复性，如I/O模板可带电插拔，且诊断故障显示，故障时部件自动隔离等

(4) 软件上分离化体系结构及各过程站有地域上各自独立的局部数据库。并经过通信网络在逻辑上形成全局数据库。

(5) 有多级安全措施，采用容错技术与冗余技术。

四、现场总线控制系统（FCS）代表性通信协议标准

从80年就开始制订统一标准。83年IEC/SC65B/WG6国际电工委员会生产过程计算机系统分会的通信分会，制订了PROWAY通信协议，主要是将ISO的OSI参考模型由原来七层改为五层。此时同时不同行业还陆续出现了许多总线标准，其中有影响的有以下几种：基金会现场总线 LONWORKS Profibus CAN HART .