

Profibus 在三炼钢 3#CCM 仪表 控制系统中的使用

李琦
(武钢计控公司)

摘要 武钢三炼钢 3#CCM 是目前世界上最先进、自动化程度最高的直弧型宽坯高速连铸机组，于 2003 年 8 月 28 日正式投产，目前已完成功能考核。该项目的仪表控制系统是由计控公司自行承包，计控三炼钢站独立完成该项目的硬件组态、软件编程、系统调试工作。此次仪表控制系统广泛采用了 Profibus 总线技术，总线设备种类之多，数量之大，应用领域之广泛，在国内并不多见。但该系统从 2003 年 8 月投运至今，系统运行正常稳定，在国内创造了总线系统成功实践的一个样板工程。本论文将就总线技术的特点，3#CCM 总线的拓扑结构、控制过程等方面的问题进行详细阐述。

关键词 Fieldbus Profibus DP Profibus PA Industrial Ethernet

一、Profibus 的基本特点

现场总线(Field bus)技术是指将安装在现场的智能设备(包括 PLC、智能仪表、执行器及智能采集前端等)用通信总线连接起来形成全数字、双向、串行多节点数字通信网络,以实现现场级设备数字化通信的一种工业现场层网络通信技术。Field bus 充分发挥智能设备功能的基础,是信息集成的通道,它允许高流量的信息传送,服务于设备的监控、诊断、控制;它提供现场智能设备多站点通信能力,从而获得互操作性;过程变量显示

直接带有工程单位，同时附带状态信息，允许设备支持多参量功能，允许将控制功能分布到各智能设备上。

做为 Field bus 家族的一个成员，Profibus 是主要应用于过程自动化现场总线标准，并且基于 Profibus 的自动化系统主要有以下优点：

1. 增强了现场级信息集成能力

Profibus 可从现场设备获取大量丰富信息，能够更好地满足工厂自动化和 CIMS 系统的信息集成要求。Profibus 是数字化通信网络，它不但取代 4-20mA 信号，还可实现设备状态、故障、参数信息传递。系统除完成远程控制外，还可以完成远程参数化工作。

2. 开放性、互操作性、互换性、可集成性

不同厂家产品的只有使用同一总线标准，才具有互操作性和互换性，从而使系统具有了很好的可集成性。另外很多总线产品的制造厂商将自己专长的控制技术，如控制算法、工艺流程、配方等集成到通用系统中，使市场上出现了许多面向行业特点的监控系统，增强了系统的开放性。

3. 系统可靠性高，可维护性好，利于资产优化

基于 Profibus 的自动化监控及信息集成系统采用总线连接方式替代 I/O 连线，对大规模 I/O 系统来说，减少了由接线点造成的不可靠因素。同时，系统具有现场级设备的在线故障诊断、报警、记录功能，可完成现场

设备的远程参数设定、修改等参数化工作, 也增强了系统的可维护性并优化资产管理。

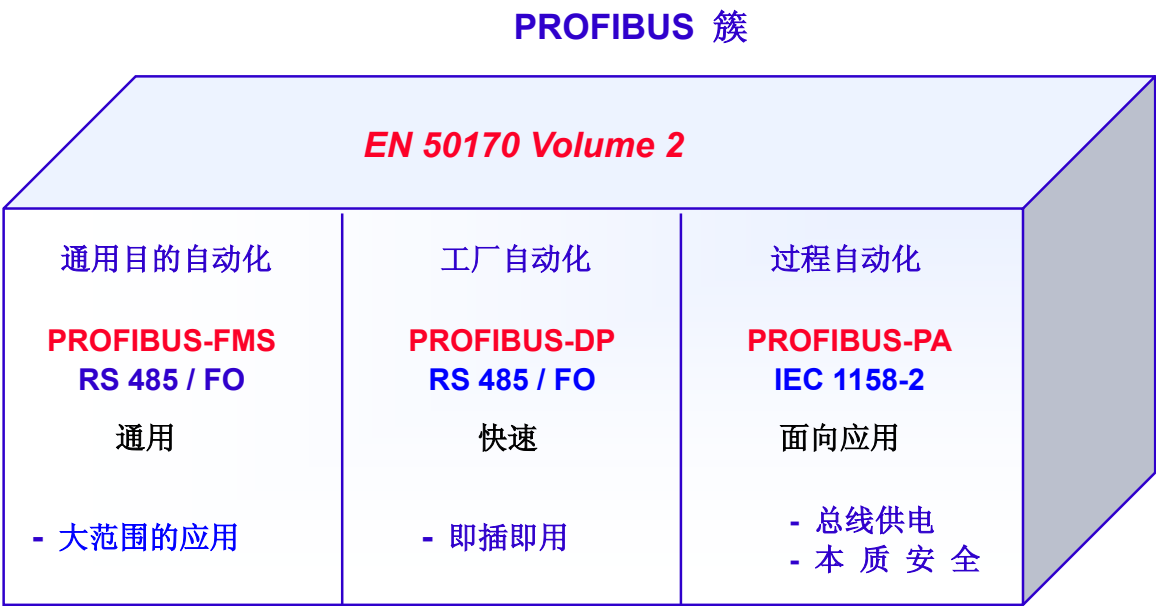
4. 降低系统及工程成本

对大范围、大规模 I/O 的 DCS 系统来说, 节省了大量的电缆、I/O 模块及电缆敷设费用, 降低了系统及工程成本, 在线组态功能, 也使运行、维护等成本大大降低。

二、Profibus 的基本组成

Profibus 由 FMS、DP、PA 三种标准组成, 具体适用范围见下图。

图 1: Profibus 族简介图



1. PROFIBUS-DP 的特点

- 代替 PLC/PC 与 I/O 之间昂贵的电线；
- 快速，传输 1 千字节的输入数据和 1 千字节的输出数据所需时间 <2 ms；
- 具有强有力的工程工具，减少组态和维护费用；
- 被所有主要的 PLC 制造商支持；
- 有广泛的产品：PLC、PC、I/O、驱动器、阀、编码器等；
- 允许周期性和非周期性的数据传输；
- 单主和多主网络；
- 每个站的输入和输出数据最多可达 244 字节。

2. PROFIBUS-PA (PA = Process Automation) 的特点

- 基于扩展的 PROFIBUS-DP 协议和 IEC 1158-2 传输技术；
- 适用于代替现今的 4...20 mA 技术；
- 仅用一根双绞线进行数据通信和供电；
- 通过串行总线联接仪器仪表与控制系统；
- 适用于本质安全 EEx 及非本质安全的应用区域；
- 可靠的串行数字传输；
- 通过一根双绞电缆进行控制、调节和监视；
- 对所有设备只需一个工程工具；
- 由于 PROFIBUS-PA 行规，保证了互操作性和互换性；
- 仪器仪表提供丰富的维护和诊断信息。

3. PROFIBUS-FMS 的特点

- 最佳适用于车间级智能主站间通用的、面向对象的通信；
- 提供一个 MMS-功能子集（MMS 即 Manufacturing Message Specification ISO9506）；
- 主要应用区域：大数量的数据传输，例如程序、数据块等等；若干个分散过程部分集成到一个公共过程中；智能站间的通信。

三、Profibus 在三炼钢 3#CCM 仪表控制系统中的使用

1. 三炼钢 3#CCM 概述

三炼钢 3#CCM 是武钢为实现成为国内桥梁钢、优质汽车面板、优质管线钢、高品质硅钢片生产基地而进行的一系列战略性改造工程中的一个关键工程。

3#CCM 使用了由奥地利 VAI 公司提供设计的板坯宽度 1600~2150mm，厚度 210~250mm 的宽坯高速直弧型双流铸机，同时具备结晶器在线调宽，与后工序的二热轧实现板坯热装热送等多项世界先进技术。另外，在生产控制上实现了规范的四级计算机管理，即对从生产计划到基础自动化控制的全过程都由各级计算机系统进行监管，各级计算机通过网络进行数据交换。可以说，三炼钢 3#CCM 是目前世界上装备最先进，自动化程度最高的连铸机之一。

2. 3#CCM 上的仪表控制系统

为了适应 3#CCM 的要求，我们在计控分包的仪表控制系统上广泛使用了 Profibus 技术。在控制系统上，我们选用的是 SIEMENS 的 S7400，其中，主 CPU 为 SIMATIC S7 417—4，与 Industrial Ethernet 通讯为 SIMATIC CP443—1，远程 I/O 为 SIMATIC ET200，PA 连接采用的 SIEMENS 的 DP Link+PA Coupler 方式。在现场仪表上，对于总线仪表，我们选用了 ABB 公司的总线型电磁流量计，总线型温度变送器，总线型压力变送器，总线型差压变送器，总线型阀门定位器以及 SIEMENS 公司的总线型阀门定位器；对于非总线仪表，我们选用了 SIEMENS 公司的非总线型电磁流量计，非总线型温度变送器，非总线型压力变送器。

从上面的描述中可以看出，本次在 3#CCM 上使用的总线型设备的类型是非常全面的。而在应用领域上，总线仪表集中在最为关键的结晶器冷却水和二次冷却水上。

网络应用情况如下：

✦Industrial Ethernet

用于 PLC 与 Level II 之间的通讯；

用于 PLC 与 PLC 之间的通讯；

用于 PLC 与 HMI 之间的通讯。

✦PROFIBUS DP

用于分布式 I/O（SIMATIC IM153）与 CPU 间的通讯；

用于带 DP 接口的特殊仪表与 CPU 间的通讯；

用于 LINK（SIMATIC IM157）与 CPU 间的通讯。

✦PROFIBUS PA

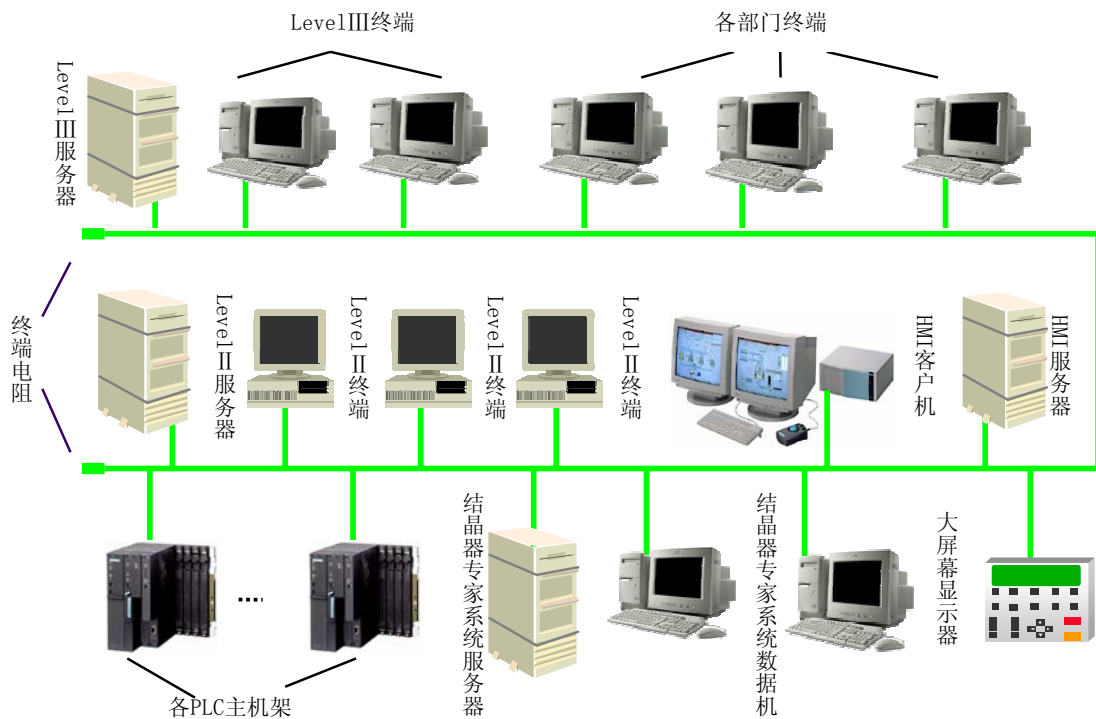
用于 COUPLER 与 LINK 间的连接；

用于现场总线式仪表（智能型阀门定位器、电磁流量计、压力变送器、差压变送器、温度变送器）与 COUPLER 之间的连接。

3. 各网络拓扑结构

➤ 3#CCM 的 Industrial Ethernet 网络拓扑

图 2：3#CCM Industrial Ethernet 网络拓扑

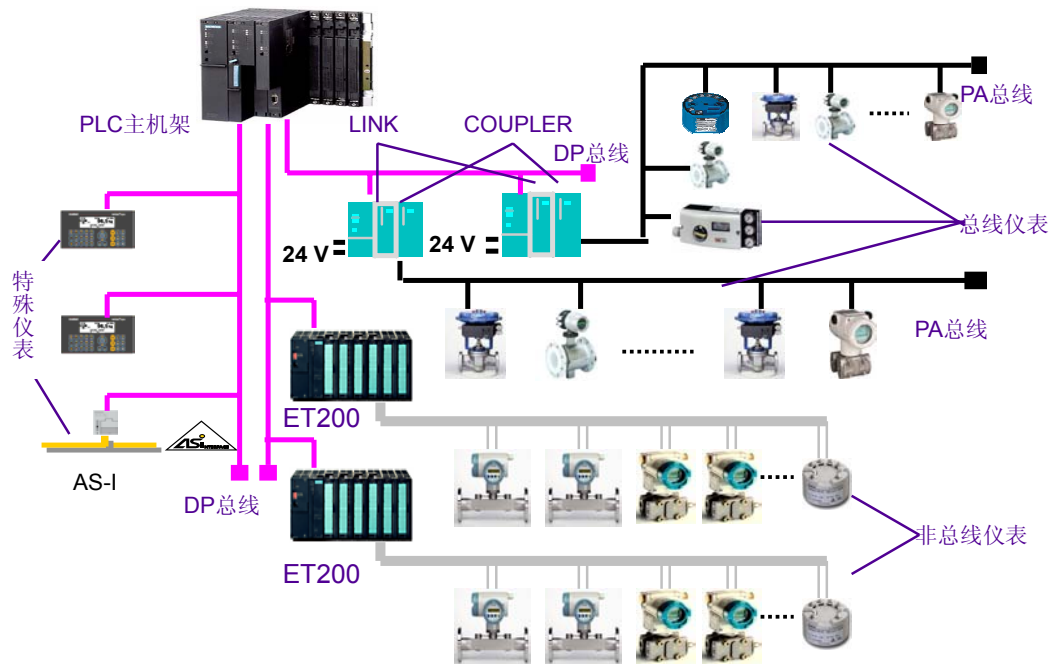


本次 3#CCM 的生产控制系统采用的是 Industrial Ethernet，可以将 3 级生产管理计算机系统，2 级过程控制计算机控制系统，1 级基础自动化控制系统以及一些需要将数据在网络上传递的特殊仪表（如结晶器专家系

统、大屏幕显示器等)连成一个整体控制系统。需要时,还可以通过 Internet 将相关信息发送给各国的设备制造商, 直接通过网络寻求快速技术支持。

➤ 3#CCM 的仪表控制系统 PROFIBUS DP/PA 网络拓扑

图 3: 3#CCM 仪表控制系统 PROFIBUS DP/PA 网络拓扑 (五流)



在 3#CCM 的每一流仪表系统中, 均有两段 DP 网 (DP1 和 DP2), 另外在五流仪表控制系统中还有一段特殊表的 DP 网 (DP3)。上图为五流仪表控制系统的网络拓扑, 其中 DP1 连接两组 SIMATIC ET200 远程 I/O 站, 所有的非总线仪表通过仪表电缆联入 ET200, 再由 ET200 上的 IM153 接口模板通过 Profibus 与 CPU 实现通讯。DP2 连接三组 SIMATIC IM157 (Link), 所有的总线仪表通过 Profibus PA 专用电缆联入 SIMATIC Coupler, 再由 Link 采集 Coupler 上的信号后, 通过 Profibus 与 CPU 实现通讯。Coupler 与总

线仪表连接的网络成为 Profibus PA 网，Coupler 的作用是将总线仪表传出的 IEC 1158—2 协议转换成标准的 Profibus DP 协议，而 Link 作为 PA 网络的主站，负责与 CPU 进行数据交换。DP3 连接的是连铸平台上的大中包称重和大中包测温仪表，称重表配有专用的 DP 输出口，而测温表则使用的是 DP 通用的 AS—Interface 接口。所有的 DP 网络都由 DP 专用电缆连接。

四、应用情况及经济效益

3#CCM 于 2003 年 8 月一次投产成功，目前已通过功能考核阶段。3#CCM 的仪表控制系统在功能考核中，完全满足三炼钢厂提出的各项工序控制要求。从投产至今，仪表控制系统运行稳定，没有出现过程引系统故障造成的生产中断或设备事故，运行情况良好，得到了工程总包方奥地利 VAI 公司的赞扬以及三炼钢厂的认同。

另外，根据武汉钢铁设计院依照原国家计划委员会、建设部颁布的《建设项目经济评价方法与参数（第二版）》『计投资（1993）530 号』有关规定进行的测算，以产品销售价参照目前武钢实际情况按钢水综合价为 1530 元/t 计算：

3#CCM 投产后，正常年新增销售收入为 260100 万元，正常年税后利润为 142586 万元/年。

3#CCM 的仪表控制系统对 3#CCM 的正常生产起着重要作用，对 3#CCM 的经济效益有着明显的影响。