

· 经验交流 ·

Profinet 现场总线通信技术在水钢烧结厂的应用

郭朝晖

(昆明有色冶金设计研究院股份公司 电气自动化工程部, 云南 昆明 650051)

摘要:介绍 Profinet 现场总线通信技术在首钢水城钢铁(集团)有限责任公司烧结厂自动控制系统中的应用,此通信网络覆盖整个烧结厂的车间级和现场级。简要描述采用 Profinet 技术的自动控制系统网络结构及组态方法,重点说明在多 CPU 系统中如何采用 CBA 通信方式解决跨工段通信的问题,最后给出使用 Profinet 现场总线的一些经验。

关键词:Profinet; 基于组件的自动化; 现场总线通信; 工业以太网; 烧结

中图分类号:TN915.04; TF124.5 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-7059(2012)03-0071-05

Application of Profinet fieldbus communication technology at Shuisteel Sintering Plant

GUO Zhao-hui

(Electric Automation Engineering Department, Kunming Engineering & Research Institute
of Nonferrous Metallurgy Co., Ltd., Kunming 650051, China)

Abstract: Application of Profinet fieldbus communication technology in automatic control system for Sintering Plant of Shougang Shuicheng Iron & Steel(Group) Co., Ltd. is introduced. The communication network is made up of plant level and field level, and covers all sintering plant. Structure and configuration of Profinet communication network is briefly described. Communication across workshops is achieved by using CBA communication way in multi-CPU system. In the end, practical use experience of Profinet fieldbus is given.

Key words: Profinet; CBA; fieldbus communication; industrial Ethernet; sintering

0 引言

Profinet 是国际组织(PI)推出的基于工业以太网的开放的现场总线,在 IEC 61158 中,称为类型 10,它可以将分布式 I/O 设备直接连接到工业以太网。它吸纳了工业以太网的技术诀窍,采用开放的 IT 标准,与以太网的 TCP/IP 标准兼容,并提供实时功能。能与现有的现场总线系统(例如 Profibus)有机地集成,无需改动现有设备的组态和编程。可以通过工业以太网连接从现场层到管理层的设备,实现从公司管理层到现场层的直接、透明访问^[1]。

由昆明有色冶金设计研究院股份公司总承包

的首钢水城钢铁(集团)有限责任公司 6[#]和 7[#]烧结机技改工程包括新建燃料加工、配料、混料、2 × 265 m² 烧结机、冷却、收尘、成品整粒、余热发电站等工段及车间。本工程所有自动控制系统电控设备均由昆明有色冶金设计院股份公司进行系统集成,完成了从设计、制造、施工、软件编制到调试的全过程。

此次技改工程之前,在由昆明有色院总承包建设的水钢 4[#]和 5[#]烧结机项目中,自动控制系统成功使用了 Profibus 现场总线。但由于新建烧结厂规模更大、设备更多、生产流程更加复杂,特别是企业对设备能源管理功能需求的提升,仅采用

收稿日期:2011-04-08;修改稿收到日期:2012-03-15

作者简介:郭朝晖(1969-),男,辽宁本溪人,高级工程师,主要从事自动化系统设计及调试工作。

Profibus 现场总线已不能满足企业对控制及管理功能的要求,例如,若只采用 Profibus-DP 现场总线形式会导致单一网段的电缆敷设距离过长,增加通信故障率。因此本工程的自动控制系统采用了西门子公司的全集成自动化系统解决方案,使用 Profinet 现场总线(通信速率为 100 Mb/s)并结合其他现场总线(Profibus)的 PLC 分布式网络控制系统,构成一个全集成的自动控制系统,系统具备

“三电一体化”功能,所有电气及仪表设备均能可靠监控。

1 控制系统网络结构

按照控制系统结构,整个系统网络可以分为现场级和车间级,并预留了企业级通信接口,以方便未来与水钢企业级信息系统的联网,其网络结构如图 1 所示。图中现场级现场总线仅示意了配料 PLC1 站的连接,其他 PLC 站连接方式类同。

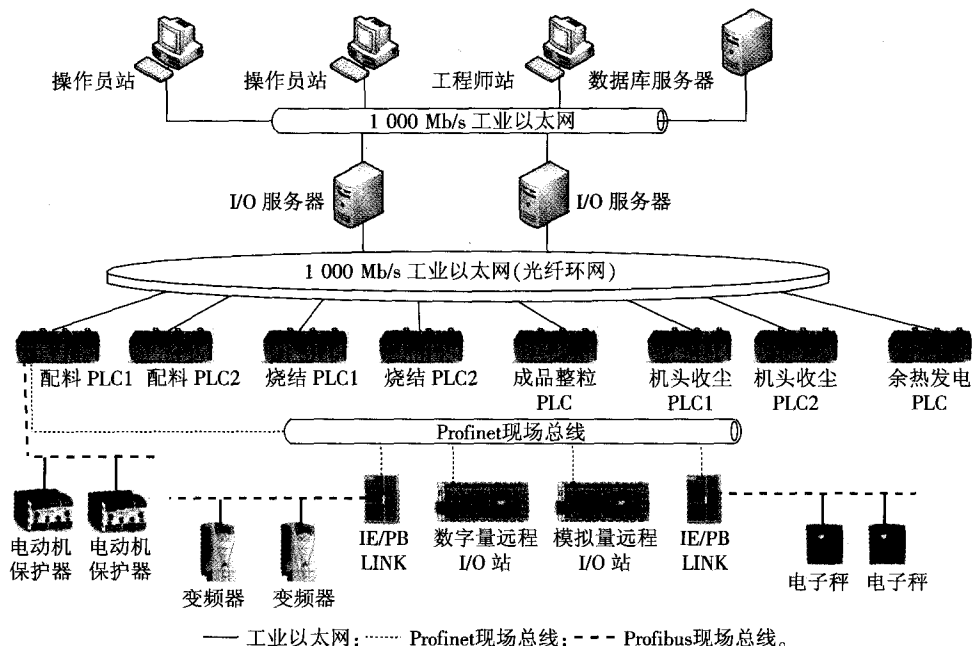


图1 自动控制系统网络结构示意图

Fig. 1 Network topology of automatic control system

(1)现场级网络。现场级网络处于工业网络系统的最底层,直接连接现场的各种设备。现场级按照烧结工艺流程分为5个系统,分别为配料系统、烧结系统、成品整粒系统、机头收尘系统和余热发电系统。由于本项目中两个独立的配料和烧结系统需要分两期建设,所以配料及烧结系统分别使用了2套S7-400,成品整粒系统及余热发电系统各使用1套S7-400,机头收尘系统使用了2套S7-300作为主控PLC站。

现场级网络采用Profinet和Profibus现场总线构成的混和网络。Profinet现场总线利用网络交换机构成星型拓扑结构,可以非常灵活地在现场部署设备。如果设备通信距离超过50 m,则采用光缆连接,尽量减少外界电磁干扰对通信的影响;如果通信距离不超过50 m,则采用以太网电缆进行连接,以便于维护。

根据现场设备的实际情况使用Profibus现场

总线。方法是从主控PLC的CPU模块的DP端口或IE/PB网桥的DP端口引出Profibus现场总线,然后与现场设备连接,IE/PB网桥一般布置在Profibus设备比较集中的场合。

连接在现场级网络上的主要设备有:系统主控PLC站、数字量远程I/O站、模拟量远程I/O站、现场控制站、变频器、电动机保护器、电子秤以及高压配电系统远程I/O站等。

(2)车间级网络。车间级网络介于企业级网络和现场级网络之间,主要任务是解决车间内需要协调的不同工艺段之间的通信,并将所有控制信号传递到中控室,以实现全厂设备的统一监控。

我们采用1000 Mb/s工业以太网将PLC系统互相连接,并通过2台冗余I/O服务器与中控室上位监控系统连接。各系统的数据可以共享,通过CBA(基于组件的自动化)通信方式实现跨工段联锁设备的控制,并受中控室统一控制。所有控

制系统采集及处理过的数据统一存储在数据库服务器上,利用数据分析软件对所有信息进行统计分析。

连接在车间级网络上的主要设备有:系统主控 PLC 站,操作员站,工程师站,I/O 服务器,数据库服务器和网络交换机等。

整个控制系统具有以下特点:

(1)具有高度的开放性,无论是系统的工作平台、系统配置的骨干网络还是 Profinet 现场总线系统都是目前市场的主流和发展方向;

(2)支持客户机-服务器结构,特别是多服务器结构,利于系统的扩展及安全;

(3)能够支持工艺系统的分布实施,本项目建设中 2 个系列烧结机的投产时间间隔为 1 年,因此在系统结构及应用软件设计时都进行了模块化考虑,系统结构及应用软件具备分解与合并功能;

(4)由于本项目建设的烧结机是中型烧结机,采集的信息量很大,所以在配置控制系统时选用了高可靠性的计算机,配备了完善的后台数据库及功能强大的数据分析软件,把整个烧结生产过程中各单个控制回路或控制系统融合为一个智能专家系统,实现了对烧结生产过程的产品质量、产量、能耗和各类技术指标的宏观控制;

(5)留有开放的软、硬件接口,以备将来与公司内部的 MES 和 ERP 系统进行通信。

2 Profinet 系统组态方法

(1) I/O 组态

Profinet 的 I/O 现场设备在网络上有着相同的等级,在网络组态时需要分配给每一个 I/O 控制器一个设备名。现场 I/O 设备的文件描述在 GSD (XML) 文件中定义。Profinet 系统组态过程与 Profibus 系统组态过程完全一致,使用 Step 7 软件就可以完成所有的组态工作,在此不再赘述。

(2) CBA 通信组态

烧结厂的生产是连续性的生产过程,每个系统具有一定的独立性,但整个生产系统又有分支及交叉,同时可供选择的生​​产流程很多,任一环节出现故障都会引起堆料事故或系统停机。因此,烧结控制系统既是一个分布式的控制系统,又需要进行集中统一的控制及管理。

本项目使用了 5 台 PLC 对烧结厂主工艺段设备进行控制,由于各台 PLC 之间有联锁信号以及其他信息需要相互交换,各台 PLC 必须能实现实

时性的信息交换,因此有必要使用 CBA 通信方式来完成此项功能。

CBA 通信方式基于 IEC61499-1 协议定义了一种跨制造商的通信和工程模型,用于实现系统级技术功能模块之间(包含控制器之间)的通信。CBA 除了实现分布式组件对象模型通信外,还采用了优化的软实时通信通道,能够对数据链路的数据帧直接进行控制,通信时间在 10 ~ 100 ms 之间^[2]。

使用 Step7 中简单的菜单命令即可创建 Profinet CBA 组件,CBA 组件集成了硬件组态和用户程序的信息,在外观上有互连和可诊断的接口。CBA 组件的 XML 描述文件定义了组件的工程应用接口,用于在 CBA 工程工具中对组件的调用^[3]。通过工程工具软件——iMap 图形化软件连接组件的接口,完成组件间的数据交换。

以前,用西门子产品组态以太网的通信时,工程人员需要有 PLC 通信的丰富知识,以便编制专门用于 CPU 之间通信的软件,并且对这种通信的在线诊断也需要依靠具有专门经验的人员才能进行。现在,通过采用 CBA 通信方式,工艺模块可以通过软件组件体现并带有清晰的数据接口,实现了通信配置的图形化组态。这意味着工作人员不再需要具备专门的通信知识,组态通信任务时也不需要特殊的编程步骤就可以实现所需要的通信功能,并可在在线诊断。

图 2 给出的是采用 iMap 软件进行的 2 个 PLC 控制站组件连接示意图。在实际工程中,组件数量和连接方法要比示意图复杂得多。

在本项目中,我们为每套主控 PLC 各自创建 1 个 CBA 组件,并在组件中定义与其他 PLC 站连接的数据接口,然后将所有组件导入 iMap 软件后进行互连,并设置每个连接的通信更新速率,最后将整个项目编译后下载到 PLC,实现了多台 PLC 按照需要自动进行的数据交换。经实际使用证明,系统实时性和可靠性完全满足工艺要求。

3 应用经验

(1) 充分利用 Profinet 通信的优势

1) 由于 Profinet 具有组网方式的灵活性,所以可以在配电室及现场距离电气设备或仪表最近的地点布置远程 I/O 站,尤其在本项目中,系统既有大量的逻辑控制信号,又有相当数量的工艺参数需要采集,因此采用分布式 I/O 站极大地减少了

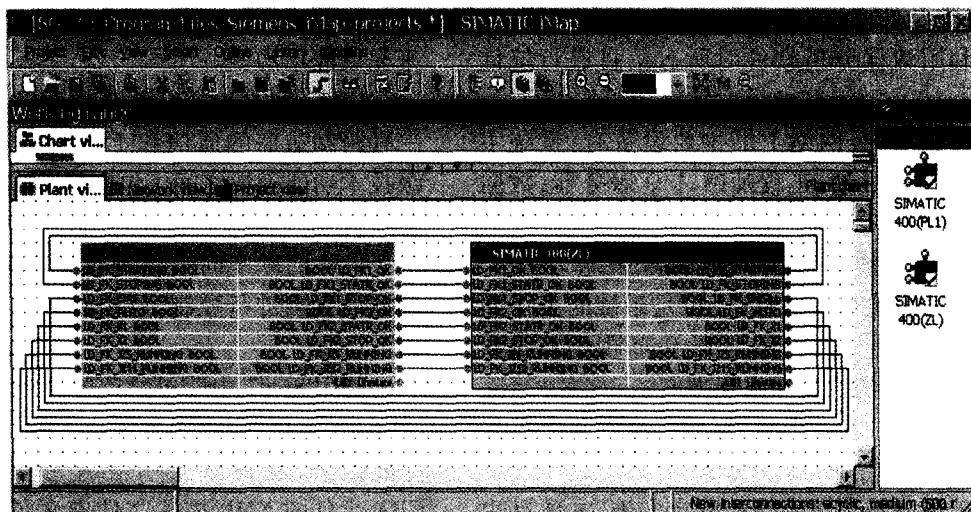


图2 利用 iMap 软件进行组件连接的示意图

Fig. 2 Diagram of components interconnection by using iMap software

控制电缆的敷设量,也便于维护。

2)一般烧结厂的生产流程都需要根据厂区实际情况进行配置,这些流程包括配料流程、混合流程、烧结流程、整粒流程、成品流程、返矿及铺底料流程等,这样就会导致胶带机在厂区内纵横交错。在传统设计中,对这些流程上的电气设备如何供电以及对控制区域如何划分是一项非常困难的工作。采用 Profinet 全集成控制系统后,这些流程上的电动机不再拘泥于属于哪个流程,而是由距离最近的配电所供电,而采集信号的远程 I/O 站也可以就近布置,在节省电缆的同时,为设计和施工带来了便利。

3)在水钢 4# 和 5# 烧结机项目设计中,我们使用了 Profibus-PA 总线来连接仪表,但实际应用后发现 Profibus-PA 总线很难构成完全的树形拓扑结构,对网线的施工质量要求也非常高,导致在实际使用后,PA 总线线路过长,通信可靠性较低。因此在本项目中,我们在仪表较多的地方设置带有 Profinet 通信接口的现场仪表 I/O 站,并采用光纤交换机将信号连接到主控 PLC 站,而现场仪表则采用传统控制电缆连接方式连接到现场仪表 I/O 站的输入输出模块,这样既满足了可靠性的要求,又极大地降低了普通控制电缆的使用量,同时施工及维护人员也很容易接线或查找故障原因。

4)本项目中,利用环冷机废热生产蒸汽的余热锅炉系统必须在项目一期就投入使用,而此时蒸汽的主要用户——余热发电系统还没有建设,因此我们充分利用了 Profinet 系统的特点,先将与

余热锅炉控制有关的远程 I/O 站连接到成品整粒 PLC 站上,由其完成对余热锅炉的控制。而当余热发电站建成后,在硬件配置上将这些远程 I/O 站重新定义,然后连接到余热发电 PLC 站,同时将程序移植过去,就很简单地完成了系统的重新部署,而不需要更改任何硬件。

5)Profinet 系统可以在现场灵活地部署 IE/PB 网桥,可以根据需要在同一区域设置多台 IE/PB 网桥并敷设多条现场总线,减少了同一条总线上连接的设备数量及通信电缆的长度,基本上不再需要使用 Profibus 中继器或有源终端等设备,极大地提高了现场总线的可靠性,对维护及故障诊断也带来了便利。

总之,由于采用了利用 Profinet 通信的控制系统,因此使全厂所有电气设备均能受到监控,整个网络传输的数据量也大为增加。整个项目最终完成时,在中控室可以监控的 I/O 量已近 8 000 点,这为工厂的集中管理及设备维护带来了极大的便利,也极大地扩展了控制系统的性能。

(2) CBA 组件使用中的问题及解决方法

在用 iMap 软件完成组态后,需要对整个项目进行重新编译,并将系统功能块下载到 PLC,但下载系统功能块时 PLC 必须停止运行,这就使工程投产后修改 CBA 组件变得很困难。例如在投产后,根据需求可能要增加一些新的联锁关系,如果前期工作时没有在 CBA 组件中定义这些数据接口,那么重新组态组件后,涉及到这些组件的 PLC 软件都需要重新编译。为了避免此种情况的

发生,在开始进行 CBA 组态时,应该预留有足够的接口空间,也就是在组件中多定义一些变量,这样虽然在增加新功能之前数据符号暂时无法定义,但是在使用 iMap 软件下载新的通信连接后就可以增加新的交互数据,使新的联锁程序投入运行,而无需停机重新下载系统功能块。

(3) 重视项目前期规划

由于项目比较大,而烧结厂控制系统是既分散又统一的整体系统,因此从设计阶段开始就应该详细规划好所有电气设备及 I/O 点的符号名称以及所有以太网设备的 IP 地址和 I/O 设备号。此外,虽然同 1 台 PLC 下处于不同总线段下的 Profibus I/O 设备地址可以相同,但最好也全部设置成不同的地址,以方便利用 Profibus 诊断功能准确地区分是哪个设备出现故障。

我们在设计阶段,所有设计图上的电气设备名称都按照国标项目代号进行统一命名,使设备符号名称既能区分所属系统,在整个工程中也不会重名。而在编程及组态阶段,又将所有设备进行了分类,详细命名了每一种电气设备的输入输出点的符号,与设备的项目代号叠加后形成每一个变量的符号名,在 PLC 程序及上位机组态软件中均使用这样命名的符号名,为项目的顺利实施及数据库数据模型的建立奠定了扎实的基础。

4 结语

随着 IT 技术的高速发展以及企业对信息化要求的不断提高,以太网通信在工业控制领域更大规模地应用并向现场总线一级发展是必然趋势。

(上接第 70 页)

精轧机组都带负荷时,35 kV 变压器进线电压降到 32 kV,使主传动整流变压器二次侧输出电压低于额定值,导致电枢电流下降,系统报故障。我们采取的措施是减慢轧制节奏,即粗轧机和精轧机不同时带负荷,换言之,只有精轧机轧完前一块钢后,粗轧机才能轧制下一块钢。

通过采取以上措施,在当时的生产环境下,R1 粗轧机在轧制运行中系统不再报“两电动机电流

不平衡”故障。

在本烧结项目中,接入以太网的设备节点有 160 多个,接入 Profibus 现场总线的设备节点有 110 多个,此外通过各种网桥接入的 Modbus 及 ASi 现场总线设备也达 60 多个,做到了全集成的自动控制系统,使得以往工业控制中相互独立的“三电”系统成为管理控制一体化的计算机分布式控制系统。2010 年经试车、试生产及正式投产各阶段的考验,证明整个系统运行可靠,便于管理及维护,使水钢 6[#] 和 7[#] 烧结机的自动控制水平提升到国内最高程度的同时,企业管理水平也上升到了一个新的高度。

参考文献:

- [1] 许道林. 基于工业以太网的现场总线[J]. 电工技术, 2009(11): 65, 73.
- [2] Raimond Pigan, Mark Mette. 西门子工业通信指南[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
- [3] 张学东, 谢兴全, 李 潮. Profinet CBA 组件的应用实现[J]. 信息与电子工程, 2010, 8(2): 231-234.
ZHANG Xue-dong, XIE Xing-quan, LI Chao. Implementation of Profinet CBA component [J]. Information and Electronic Engineering, 2010, 8(2): 231-234.

[编辑: 魏 方]

不平衡”故障。

3 结束语

对以上出现问题的处理表明,所采取的方法正确得当,改进后的系统运行更加稳定可靠,为热轧产品的产量和质量打下坚实基础,也为大功率直流电动机两电动机串轴、电枢绕组并联供电带来的负荷不平衡问题的解决提供借鉴,更好地发挥了直流电动机的调速性能。

[编辑: 沈黎颖]

找检测仪器 就上检测仪器网

WWW.QCtester.com