

· 系统与装置 ·

宝钢 1[#]连铸机及 KIP/CAS 三电系统改造

章建雄, 朱 杰, 周建平

(宝山钢铁股份有限公司宝钢分公司 炼钢厂, 上海 200941)

摘要:针对宝钢 1[#]连铸机及 KIP/CAS 三电系统原有设备老化、备件无法供应、维护与故障分析处理困难等问题进行改造。改造采用了离线仿真、并行运行等技术, 解决了共用系统在线改造、不同系统间通信协议以及新旧系统共存等难题。本次改造由宝钢自主完成三电控制系统的系统集成、调试与热负荷试车, 并取得了系统改造投运后当月达产的良好效果。

关键词:连铸机; 三电系统; 在线改造; 网关; 通信网络

中图分类号: TF341.6 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-7059(2009)01-0021-05

Revamping of EIC system for No. 1 CCM and KIP/CAS in Baosteel

ZHANG Jian-xiong, ZHU Jie, ZHOU Jian-ping

(Steelmaking Plant, Baosteel Branch of Baoshan Iron & Steel Co., Ltd., Shanghai 200941, China)

Abstract: For EIC system of No. 1 CCM and KIP/CAS in Baosteel, the original system equipment is aging, no more spare parts can be supplied, and maintenance of system and analysis treatment of fault were difficult, so that revamping should be carried out. Off-line simulation and parallel operation techniques were adopted in this revamping. Difficult problems including common system on-line revamping, communication protocol between different systems, and integration of old devices and new control system after revamping etc. have been solved. System integration, commission and startup of EIC control system were independently achieved by Baosteel. After revamping, No. 1 CCM reaches output target in the first month.

Key words: continuous casting; EIC system; online revamping; gate way; communication network

0 引言

宝山钢铁股份有限公司宝钢分公司炼钢厂于 2006 年 10 月完成了 1[#] 1 930 mm 连铸机及精炼 KIP 与 CAS 三电系统的改造, 其改造范围涉及 1[#] 连铸机、精整线、热送线、KIP 与 CAS 的现场设备级 (L0)、基础自动化级 (L1)、过程控制级 (L2) 的网络通信系统以及相关系统的接口。

上述三电控制系统改造从初步设计开始至停机改造投运仅用一年的时间, 2006 年 9 月 15 日完成 KIP/CAS 三电系统热负荷运行, 2006 年 10 月 2 日 1[#] 连铸机再次投产, 标志着 1[#] 连铸机及 KIP/CAS 三电系统改造的顺利结束。整个工程改造项

目主要依靠宝山钢铁股份有限公司内部技术力量进行系统结构的方案设计, 硬件设备和基本软件的订货采购, 系统的集成, 应用软件的设计编程、调试和投运。

1 改造前后三电系统构成

1.1 改造前三电系统构成

宝山钢铁股份有限公司宝钢分公司炼钢厂 1[#] 连铸机及其精整线与热送线部分的电气控制 PLC 共同挂在安川的 CP-240 网络上, 由日本横河电机供货的仪表 DCS 则挂在横河的 HF-BUS 网络上, 两个网络通过 Modem 进行通信。现有 KIP/CAS 的 PLC 共同挂在安川 CP-225 网络上, 其仪表控制

收稿日期: 2008-05-07; 修改稿收到日期: 2008-09-22

作者简介: 章建雄 (1963-), 男, 浙江上虞人, 高级工程师, 主要从事电气自动化系统现场维护工作。

系统 DCS 则共同挂在横河的 HF-BUS 网络上,两系统间联锁控制信号则通过 PI/O (过程输入/输出) 硬接线进行相互通信。KIP/CAS 的 L2 计算机采用的是日本富士通 Facom U-1500 小型机,通过 Modem 使用已经淘汰的 PLCA 通信协议与 L1 进行通信;1[#]连铸、精整的 L2 系统使用的是 Alpha 4100,通信协议为标准的 TCP/IP,与 L1 通过 Modem 和 PLCA + G/W 进行通信。

原连铸三电系统经过 17 年的运行,系统设备已严重老化,故障率不断上升,基础自动化系统属淘汰产品,备品备件无法买到,对连铸设备的正常运转与生产顺行构成严重的威胁;原系统电气、仪表、计算机相互独立,相互间通信方式落后、速度慢,很难满足连铸自动控制要求;原系统开放性

差,无法与其它品牌 PLC 进行通信,不利于工艺改造和自动化水平提高;另外,从宝钢最近投产的连铸机新工艺来看,原系统配置已不能满足生产工艺及设备维护发展的需要。

1.2 改造后的三电系统构成

由于 2[#]连铸机的 L1 和 L2 已经完成改造,改造后的 1[#]连铸机三电系统使用 2[#]连铸机三电系统结构,即采用 EI+C 的结构。改造后,新的安川 PLC 和横河的 DCS 共同挂在 V-net 网络上。L1 电气采用日本安川公司的 CP-3550 PLC、仪表采用横河公司的 Centum CS3000 DCS,构成完整的基础自动化系统,完成相应的控制功能;L1 与 L2 通过 OPC 的方式进行数据通信。改造后的三电系统结构见图 1。

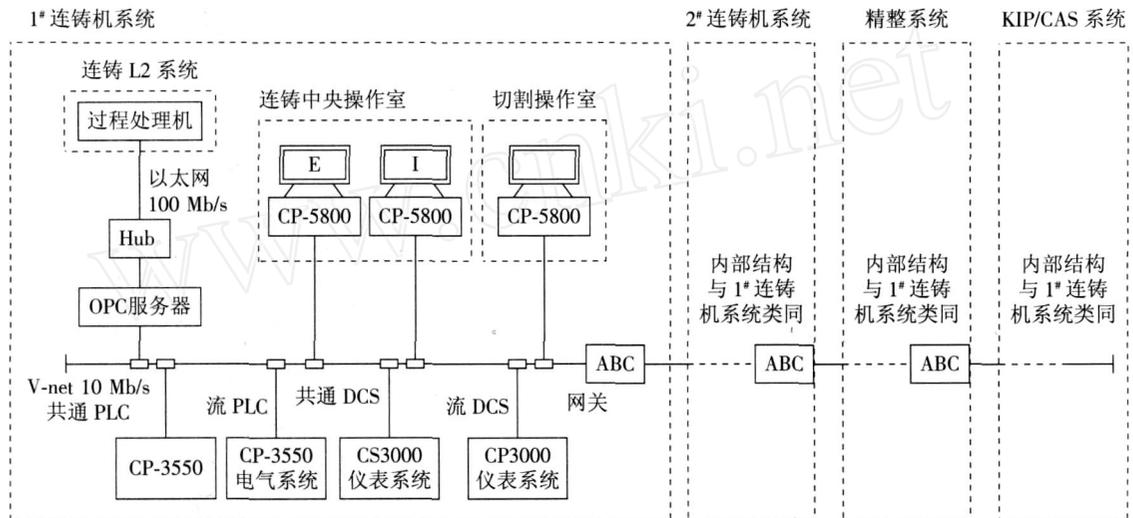


图 1 改造后三电控制系统

Fig. 1 E/C system after revamping

2 改造技术难点

宝钢分公司一炼钢 1[#]连铸机是世界上工艺和操作流程最复杂的连铸机之一,是宝钢分公司的物流中心,其生产设备容量大、生产节奏快、产量高、物流复杂。这样的三电控制系统要进行在线大规模改造有如下技术难点。

(1) 系统接口:本次改造范围从 KIP/CAS 系统到 1[#]连铸机再到热送、精整线,从专业来划分从 L0 到 L2,相互间及相关系统的接口相当复杂。

(2) 系统整合:为了配合工艺设备改造及设备利旧,1[#]连铸机的铸机部分及精整线的传动设备暂时不进行改造,因此新老系统整合是一个难题。

(3) 生产保证:精整、热送线是 1[#]、2[#]连铸机共用的,而在停机改造期间必须保证 2[#]连铸机的正

常生产,所以要找到在不停机情况下完成精整、热送线改造的方法。

(4) 网络结构:KIP/CAS、1[#]连铸机、2[#]连铸机、精整区域既要相对独立、互不干扰,又要进行信息交换,这对网络结构配置及软件编程开发来说有相当的难度。

(5) 通信协议:硬件设备不同,系统网络结构不同,通信协议不同,但要保证能进行相互间的正常数据通信。

(6) 新旧系统共存:在系统改造中要进行新老两种系统的剥离和切换,因此必须考虑新老系统的切换问题,不能相互影响。而且改造过程中存在边改造边生产的情况,新老控制系统在改造期间需同时运行。

3 在线三电改造技术解决方案

3.1 系统网络结构设计

考虑到改造后的三电系统网络不同通信层次对实时性的不同要求,因此工程师站、数据站及辅助网络采用工业标准以太网和 TCP/IP 协议,而在控制网络中则采用以日本横河电机和安川电机共同开发的 V-net 专用网络,确保信号、数据的实时性、安全性。控制器的数据交换通过现场总线来完成,以获得更高的响应速度。

改造后系统网络与总线配置见图 2。本系统共有 3 条以太网 (100 Mb/s) 总线。第 1 条连接主

系统各 PLC 和 CP-trace (安川 PLC 数据跟踪系统);第 2 条连接工程师站 (EWS)、主系统各 PLC 和打印机;第 3 条连接连铸电气室、连铸中央操作室、KIP/CAS 操作室和切割操作室的 HMI 和打印机。由 V-net 实时通信总线构成冗余总线结构,连接电气 PLC、仪表 DCS 和 HMI。L1 与 L2 之间通过 OPC 服务器连接通信。由系统总线连接起来组成的局域网主要进行设备及装置的顺序控制和过程控制、现场信号的采集及处理、以及各种信号的趋势和报警管理。

连铸机共通部分共有 2 条更新的现场总线,

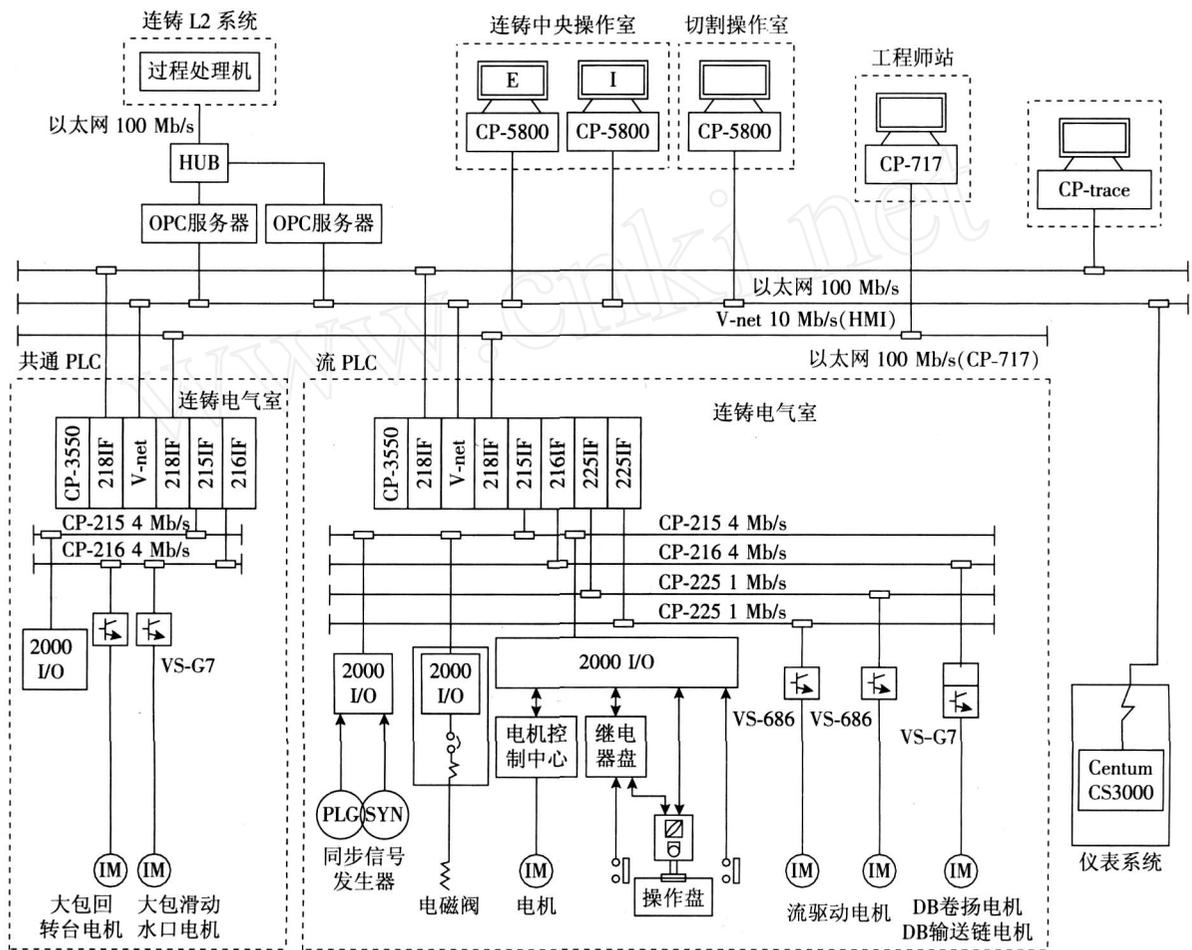


图 2 L1 网络及现场总线组成

Fig. 2 L1 network and field bus

分别为 CP-215 (4 Mb/s) 现场总线,连接改造后的 PLC 和 2000 I/O (远程 I/O); CP-216 (4 Mb/s) 现场总线,连接改造后的 PLC 和变频器 (VS-G7)。

连铸机铸流部分为了保留与原有铸机变频器通信共设置了 4 条现场数据总线,增设 CP-3550 的 CP-225 IF 卡,实现与原现场总线的通信,即保留原有 2 条 CP-225 (1 Mb/s),用于改造后 PLC 与原

变频传动柜的通信。新增 1 条 CP-215 (4 Mb/s) 现场总线连接改造后的 PLC 和 2000 I/O;新增的第 2 条 CP-216 (4 Mb/s) 现场总线连接改造后的 PLC 和变频器 (VS-G7)。

精整、KIP/CAS 区域网络、总线与上类同。

改造后三电系统网络横向采用 V-net 主干控制总线,贯穿 1[#]连铸机、2[#]连铸机、精整、KIP/CAS

的 L1(电、仪主干控制器)以及 L2(过程计算机),是各区域内控制站间和控制站与操作站数据传送的主通道,也可通过该总线监控区域间信号。纵向使用现场总线来完成区域内的 L1 与 L0 之间的信号、数据交换,而通过 V-net 实现 L1 与 L2 的数据通信。这样,在各区域的控制系统中,网络层次分明,分工明确。

在新主干控制器 CP-3550 中增加 CP-225 IF 卡,保留了原有现场总线功能,在对 1[#]连铸机铸流变频器、精整线变频器以及精整远程 I/O 设备未作改造的情况下,实现了新老系统整合。

3.2 并行运行技术应用

1 930 mm 连铸机精整、热送线为 1[#]和 2[#]连铸机共用的生产线,由于在该生产线定修日停机结束之后,热送线 PLC 新系统必须投入运行,除了设备安装、I/O 检查和试运转的时间外,根本没有调试时间,因此在对精整三电系统改造时开发应用了一种并行运行改造方案。具体方法为:提前建立并行运行系统,即由老系统的 PLC 进行控制,新系统的 PLC 只读入数据,不输出信号,并不断地与老系统的信号作比较,在比较中发现新程序的问题。经过 1~2 个月并行运行后,拆除老系统,在不停机情况下,完成新老系统无差错切换。本次改造于 2006 年 9 月 7 日并行运行在线测试完毕,在确保 2[#]连铸机正常生产的前提下,使用并行运行改造技术,成功地完成了系统改造切换。

3.3 分网和并网

增设 V-net 网关使系统的通信更灵活,将网络分成调试网与整合的生产网并使之隔离,按 1[#]连铸机、2[#]连铸机、KIP/CAS、精整区域设置 V-net 网关 ABC,分隔成 4 个小系统,以便满足调试和试生产时软件测试需要,同时不影响其他区域的生产调试,也为以后设备维护、改造创造互相独立的条件,调试结束后,由于相互间数据信息需要进行监视,可通过 V-net 工程师站(服务器)的设置,实现并网,很方便地整合成大区域内操作监视,即可在 1[#]连铸操作室操作或监视 KIP/CAS、2[#]连铸机的 HMI,以达到特殊操作监视功能的需要,确保了生产区域的安全可靠。

3.4 不同厂商 PLC 的通信

连铸基础自动化系统主系统 CP-3550 和 CS3000 与过程计算机、机电一体化 PLC、其他区域的 PLC 通信接口都有数据交换,由于这些 PLC、计算机由不

同厂商供货,硬件设备不同,系统网络结构不同,通信协议不同,无法通过 V-net 进行数据通信,因此根据控制器类型和通信数据量,分别采用了不同的通信方式。与主干 PLC 通信数量较少的机电一体化 PLC,采用了点对点通信方式;对通信数量较多的水处理 PLC 采用增设标准现场总线的方式,与过程计算机的通信采用增设网关的通信方式。

水处理是连铸机重要的共用系统,与连铸主系统相对独立,但通信数据量较多,控制系统使用的西门子 S7-400 系统,无法通过 V-net 进行数据通信,而安川电机的 CP-3550 可通过不同的接口支持多种通信协议,其中 CP-261 卡支持 Profibus-DP 通信,但一般只作为主站连接标准的从站设备。因此将西门子 S7-400 设置成 CP-3550 的从站(采用 CP443-5 网卡)实现通信。

涉及本次改造的 L1 与 L2 的通信接口有:1[#]连铸机、精整、KIP/CAS 三电系统。为实现改造后 L1 与 L2 的通信,取消了原日方提供的 PLC GateWay,同时将使用 PLCA 通信协议的日立设备改造为可以使用标准 OPC 通信的横河设备,取消原日方提供的 PI/O GateWay,PI/O 设备的信号由 L1 统一管理,利用 L1 的 OPC Server 实现数据交换。增加两台 OPC Server 挂在 L1 网上,互为热备份。每台 OPC Server 都插有两张网卡,一张网卡与 L1 网络相连,另一张网卡与 L2 计算机相连,在 OPC Server 上实现两种通信协议的转换,从而实现 L1 与 L2 的数据交换。通过本次改造,L1 与 L2 的数据更新周期由原来的 4 min 缩短到 10 s,完全满足工艺需要。

3.5 离线仿真和在线调试技术

针对停机改造时间短的 KIP/CAS 和精整区域,结合各自的特点,分别采用离线仿真和在线调试技术。

对于 KIP/CAS 区域,停机改造时间短,且受电气室空间的限制,基础自动化部分无法采取新旧设备并行运行的方式,而有效利用离线调试,将大大提高在线调试的准确率、节省停机改造时间。对这一部分的改造采用仿真技术,编制仿真测试程序模拟现场设备的 I/O 信号连接和设备的动作信号,大大减小了对生产的影响。

离线仿真系统的实现思想为:在新系统中编制仿真程序,模拟原系统的工艺流程,并在 HM 画面上显示。通过与原系统状态进行比较,判断新

系统的准确性与完整性。离线仿真系统实现方法如下:根据工艺流程,通过编制程序模拟现场设备的 I/O 状态,新系统根据仿真程序输出模拟现场设备的 I/O 状态运行,并在 HM 画面上显示。

离线仿真调试的难点在于根据工艺流程编制程序模拟现场设备 I/O 的状态。编制程序时必须考虑到不同工艺状态时各 I/O 的动作顺序与动作状态,同时必须考虑每个工艺流程的设备详细动作状态,编制的仿真程序要如实再现整个工艺流程,不遗漏每个 I/O,因此编制仿真程序的工作量很大。

系统改造过程中离线调试替代大部分在线调试,由 L1 模拟信号发生系统不间断模拟完整的 L1 过程,并且在停机改造及定修日,完成了与 L3 及相关接口的调试。

对于精整区域的改造,由于停机改造时间仅限于 24 h,没有时间更新 A1~A15 变频器,为了完成精整热送线的改造,又要保证 2[#]连铸机的正常生产,因此开发出新老系统共存的在线调试技术,根据新老变频器不同的通信方式编制两套程序。

(上接第 20 页)

进一步降低实际生产中的误报以及漏报率,进一步提高系统的精度,并且可为今后的研究提供数据的保障,完成向漏钢预报人工智能化方向的升级。

3 结论

由于不同温度信号模式在传播速度以及温度变化趋势上存在着明显的差异,因此可以以此为基础来区分缺陷模式和漏钢模式。

作者提出的漏钢预报系统通过调整预报参数可以大幅提高系统的预报精度,在 100% 成功报出的基础上进一步降低误报率。该系统的特点在于:温度数据显示采用纵向热电偶分组,增强了温度数据曲线显示的典型性。

三层逻辑判断较复杂的逻辑判断而言简单、快捷,在数据预处理的基础上能够更快地对当前数据做出判断。

通过 VC++ 开发的系统具有界面友好,与现场设备易于连接的优点。

参考文献:

- [1] Emling W H, Dawson S. Mold instrumentation for breakout detection and control[C]. ISS Steelmaking Conf. Proc. Washington: Iron and Steel Society, 1991: 197-217.

在 9 月 7 日热送线投入运行时,新的热送线 PLC 控制原来老的变频器。最后在精整线设备投入运行之后分步对老的变频器进行更换。

4 结束语

宝山钢铁股份有限公司宝钢分公司 1[#]连铸机及 KIP/CAS 三电系统改造后,新系统自 2006 年 10 月投入生产至今运行稳定。本次改造的成功实施,虽难以计算直接经济效益,但有助于使 1[#]连铸机自动化设备达到国际先进水平,彻底解决了三电系统的硬件老化、备品备件无法解决并随时可能严重影响生产的隐患,保证了炼钢厂生产的正常顺行,同时为炼钢厂采用世界最先进技术、使操作管理自动化水平赶上世界一流水平打下了良好基础。

本次改造的成功实施还体现了宝钢各参加单位在大规模技改方面的工程管理能力,并在连铸精整区域这个特定共用系统的不停机改造技术方面开创了前所未有的高效成功范例。

[编辑:夏宁]

- [2] Blazek K E, Saucedo I G. Characterization of the formation, propagation, and recovery of sticker/hanger type breakouts[J]. ISIJ Int, 1990, 30(6): 435-443.

- [3] Itoyama S, Yamanaka H, Tanaka S, et al. Prediction and prevention system for sticking-type breakout in continuous casting[C]. ISS Steelmaking Conf. Proc. Warrendale: Iron and Steel Society, 1988: 97-102.

- [4] Emling W H, Thiel R P, Baker H D, et al. Practices and statistical methods used to increase caster productivity and enhance steel quality for demanding customer applications [C]. 4th International Conference on Continuous Casting. Brussels: Verlag Stahleisen, 1988: 49-64.

- [5] Tsuneoka A, Ohashi W, Ishitobi S, et al. Measurement and control system of solidification in continuous casting mold[C]. ISS Steelmaking Conf. Proc. Detroit: Iron and Steel Society, 1985: 3-10.

- [6] 兰若. 避免拉漏系统——BASYS [J]. 钢铁, 1999, 34(11): 76-77.

- [7] 胡志刚, 毕学工, 陈崇峰, 等. BP 网络在漏钢模式识别中的应用研究 [J]. 武汉科技大学学报(自然科学版), 2000, 23(2): 121-124.

- HU Zhi-gang, B I Xue-gong, CHEN Chong-feng, et al. Study on the application of breakout pattern recognition by BP network [J]. Journal of Wuhan Yejin University of Science and Technology, 2000, 23(2): 121-124.

[编辑:夏宁]