

西门子 PCS7 V8 系统在太钢 4350 高炉中的应用

摘要：该论文主要介绍了西门子 PCS7 V8 系统及其丰富的选件在太钢 4350m³ 高炉 DCS 项目中的应用，并着重从系统稳定性，安全性，和先进性几个方面描述了整个高炉自动化系统的具体亮点。

关键词：PCS7，高炉 DCS，自动控制系统

一、项目简介

1.山西太钢 4350m³ 高炉 DCS 项目，是西门子 PCS7 系统及 AS 产品在全球范围内 4000 m³ 以上大型高炉的第一个应用业绩，对太钢和西门子都有着非常重要的意义。本项目是太钢建设的第二座 4350m³ 高炉。项目立项之初，用户倾向于照搬原来的横河控制系统。为了能够在没有业绩的情况下击败强大的竞争对手，西门子工厂自动化工程有限公司从 2009 年项目立项开始做了大量的技术准备工作并积极与用户沟通。组织了多次的技术交流，并给用户进行西门子产品的培训，使习惯使用横河系统的用户逐渐接受了西门子的产品和方案。项目开标后又积极组织德国的专家与用户交流，介绍西门子最新的技术和解决方案，从技术上努力满足客户的需求，最终赢得了订单。

2.太钢 4350m³ 高炉自动化装备水平，技术先进性，功能完善度，生产能力都达到了国内最高水平，使用了多项西门子的典型先进技术：

- 星型光纤 Profibus 网络
- 智能 MCC 柜
- 带环网的 PA 仪表及过程设备管理软件 PDM
- 过程故障安全系统
- 诊断维护站
- PH 历史归档服务器

3.该项目的主要规模如下：

- PCS7 V8 SP1 SOFTWARE
- IO 点数：13466 点
- 10 套冗余 CPU417-2-4H
- 2 套工程师站
- 3 对冗余 I/O 服务器
- 1 对冗余历史归档服务器（PH）
- 1 套资产管理维护站（AMS）
- 417 块 PA 仪表

二、系统构成

1.该项目细分为 10 大工艺环节，每个工艺环节由一套 PLC 负责进行控制和数据采集这 10 个工艺环节如下：

- CPU01:供料系统
- CPU02:矿焦槽及上料系统
- CPU03:炉顶系统
- CPU04:高炉本体
- CPU05:热风炉
- CPU06:西水渣
- CPU07:东水渣
- CPU08:干法除尘
- CPU09:湿法除尘
- CPU10:高炉循环水系统

为了减少服务器的负担，整个一级系统共设置 3 对冗余服务器（IBM X3650 M3），第一对冗余服务器负责供料系统、矿焦槽及上料系统、炉顶系统；第二对冗余服务器负责热风炉系统、干法除尘系统、湿法除尘系统；第三对服务器负责高炉本体、循环水和东西水渣系统。其中热风炉工艺、干法除尘和湿法除尘系统使用了故障安全 PLC。整个系统的网络结构图如（图 1）

2.智能 MCC 柜

现场的电机，电动阀门等电动执行机构均采用智能 MCC 柜进行控制，每个抽屉单元内安装西门子 SIMOCODE 电机智能控制装置，由 Y-LINK 将冗余的 Profibus 网络转换成 Profibus 单网，再跟 SIMOCODE 网络进行连接，为了提高系统的可靠性，Y-LINK 之后并不直接连接 SIMOCODE，而是先连接到安装在智能 MCC 柜小母线隔室内的 RS-485 中继器，由中继器组成星型网络，中继器的出线端再连接内的一串 SIMOCODE，每个中继器可以连接 1-2 面智能 MCC 柜的 SIMOCODE。连接的方式如下图所示：

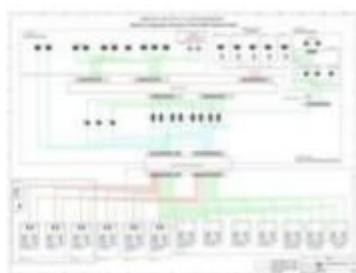


图 1

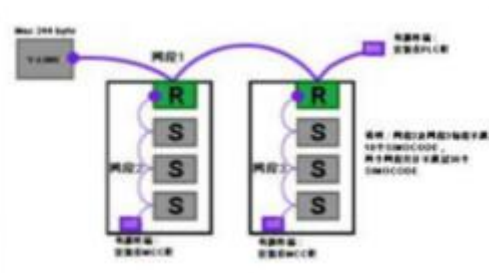


图 2

3.PA 仪表

CPU04 高炉本体的压力、流量检测及气动调节阀均用到了带 PA 总线接口的仪表。在连接 PA 仪表时采用了 PA 仪表 RING 冗余技术,在这种方案中,如果其中一个 PA COUPLER(FDC157-0)故障或 AFD4 的任意一端总线短路或断路,则不影响整个 PA 总线的正常运行,在太钢高炉方案中每个 Profibus PA 环最多组态了 4 个 AFD4 (实际可以组态 8 个),因此每个环中最多连接了 16 块 PA 仪表。每个环上所有 PA 仪表的总线电流消耗还必须线制在 1A 的范围之内。在使用 PDM 过程设备管理软件进行 PA 仪表参数化时需要注意,需要将系统的 PG/PC 接口设置成 PC internal local,并在 SCE 中组态 CP1623 网卡。PA 总线仪表的连接方案如(图 3)所示:

4.诊断维护站

在整个系统中配置了一台诊断维护站,如图 1 所示,诊断维护站通过 CP1623 连接到工厂总线,通过普通以太网卡连接到终端总线,这台诊断维护站在工程师站上组态,作为独立的站使用,即作为诊断维护站的服务器,整个系统并不设置诊断维护站的客户端,操作诊断维护站直接在诊断维护站服务器上执行。诊断维护站上的 CP1623 需要激活 NDIS 功能,通过勾选从工厂层级继承诊断层级和生成/更新诊断画面即可自动生成系统的诊断层级及诊断画面。

由于诊断维护站的原理是将 CPU 编译上来的诊断信息保存在一级服务器中,然后诊断维护站再通过 OPC 服务器读取一级服务器中的诊断信息,因此在诊断维护站运行之前还需要类似客户端一样,加载服务器数据包才能正常采集诊断数据。而不是直接从 PLC 采集诊断数据。

三、系统完成的功能

高炉工艺复杂,主要分为核心工艺及辅助工艺,核心工艺包括槽下,炉顶,热风炉,高炉本体。

1.槽下大致工艺流程:矿槽、焦槽采取并列式布置,上料设备采用布置灵活而上料能力大的皮带上料。设置有 7 个焦炭槽,焦槽下设有双向给料机、竖直环保筛、焦炭及碎焦胶带机等设备。焦炭由焦炭筛筛分后,筛上块焦排放到(新)Y-601 焦炭胶带机经(新)Y-602 焦炭胶带机及转换溜槽送入焦炭称量斗内。筛下碎焦排放到(新)Y-603 碎焦炭胶带机上,再经过(新)Y-604D,(新)Y-605A 或(新)Y-605B 送至碎焦筛分站进行分级处理。小块焦回收时,碎焦经碎焦电液翻板、碎焦振动筛后,将碎焦中 $\geq 10\text{mm}$ 的小块焦排入小块焦仓,再由小块焦仓下振动给料机(新)Y-603F 和小块焦称量斗排料至(新)X-602 矿石胶带机送入中间台架的矿石中间称量漏斗。筛下 $< 10\text{mm}$ 的粉焦落入粉焦仓;当碎焦筛需要检修或小块焦不回收时,将电液翻板打到另一侧,碎焦直接排入粉焦仓;粉焦采用汽车外运。矿槽为双排料槽,共设有 22 个料槽。大矿槽侧为 11 个烧结矿槽(1A~11A),小矿槽侧为 6 个球团矿槽(1B~6B)、3 个块矿槽(7B~9B)、2 个杂矿槽(10B~11B)。槽下设有液压及手动闸门、电机振动给料机,振动筛,称量漏斗及闸门和胶带机等,并且所有原料均过筛入炉。入炉料按预先设定的排料程序由称量斗排放到(新)X-601 矿石胶带上,再经(新)X-602 矿石胶带机及矿石转换溜槽进入中间台架矿石中间称量斗;槽下各种物料筛分后产生的粉矿经(新)X-603、(新)X-604、(新)X-605 粉矿胶带机、(新)X-605D、(新)X-606A 或(新)X-606B 大倾角胶带机送至粉矿筛分站进行分级处理。小粒矿回收时,粉矿经电液翻板流入粉矿筛分分级,将筛上 $\geq 4\text{mm}$ 的小粒矿排入小粒矿槽,再由小粒矿槽下振动给料机(新)X-609F、给料至(新)X-609 胶带机送入中间台架的小粒度矿称量漏斗。筛下 $< 4\text{mm}$ 的粉矿落入粉矿

仓；当粉矿筛需要检修或小粒矿不回收时，将电液翻板打到另一侧粉矿直接排入粉矿仓。粉矿定期经粉矿仓下给料机（新）S411F 排放到返矿系统（新）S411 胶带机上外运。当返矿系统需检修时，可用汽车外运。槽下大致流程画面如（图 4）。

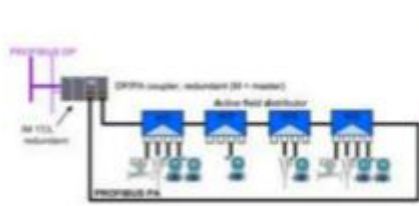


图 3

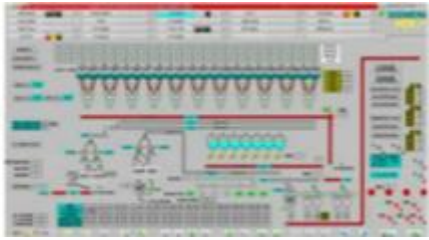


图 4

2.炉顶大致工艺流程：炉顶装料系统的功能是将原料系统配好的物料，按预先设定的装料程序装入炉内,以保证高炉的连续生产。炉顶系统控制范围包括：无料钟炉顶（无料钟料罐容积为 85m³，各阀采用液压驱动，定位监测采用位置传感器和位置编码器），均排压设备（均压分为二步进行），炉顶探料尺，炉顶液压站，集中润滑站，布料溜槽传动齿轮箱及其水冷设施，炉顶框架结构以及检修设施等。炉顶仪表主要完成高炉炉顶压力检测、均排压控制、炉顶放散阀控制等。

炉顶的主要控制功能包括：炉顶系统设备的运转控制包括：无料钟炉顶装料设备，均排压设备，探尺，炉顶液压站，集中润滑站及齿轮箱冷却系统设备等。

装料系统设备的时序控制

炉顶布料方式控制，包括布料模式设定，排料控制方式等

料流调节阀的自学习

炉顶料罐的均排压、称量及压力补偿控制

炉顶探尺对炉喉物料的跟踪、记录与监视

装料系统装料制度、装入待的设定、料线设定、装料循环周期的处理

装料操作参数的设定、实际装入操作的数据收集、处理

炉顶大致流程画面如下（图 5）。

3.热风炉系统大致工艺流程：热风炉的任务为燃烧燃料蓄热、加热鼓风，连续将高炉生产所需的热风送往高炉。本高炉热风炉系统设计配置 4 座 KALUGIN 顶燃式热风炉，呈一列式布置。设计单烧高炉煤气实现年平均风温 1300℃。配置整体板式换热器，利用热风炉系统烟气，将燃烧用高炉煤气和助燃空气预热到≥180℃；再配置二座顶燃式小热风炉（预热炉），采用一烧一送基本工作制度，将空气从 180℃预热到 400～600℃。大热风炉采用二台大助燃风机热并联集中供风（兼检修时逆吹功能）；小热风炉配置二台小助燃风机单独供风（兼检修时烟气引风机），一用一备。热风炉除大、小热风阀，倒流休风阀，混风阀、助燃空气燃烧阀等大型闸阀采用气动，其余均采用电动。热风炉系统设置有干油润滑站。由于热风炉系统无液动阀门，故热风炉系统未设置液压站。本系统的二次仪表、紧急操作台及热风炉 HMI 画面操作均设在高炉控制室内。热风炉自动控制包括燃烧控制、送风温度控制、换炉时各阀门的顺序控制、送风湿度控制、助燃风机吸风口调节阀（设备带）压力调节、监测温度、压力、流量控制。助燃风机区、助燃空气一级预热系统、煤气预热系统各设备不参与热风炉

本体设备联动控制。热风炉大致流程画面如（图 6）。



图 5



图 6

4.高炉本体大致工艺如下：高炉本体设有 38 个风口，4 个铁口，1 套十字测温装置，1 套炉顶洒水设施等，高炉冷却设备形式为冷却壁加新型冷却板复合式结构。炉缸、炉身上部为冷却壁；炉腹、炉腰、炉身中下部为铜冷却板，炉喉设 2 段钢砖；炉底设有冷却水管。冷却系统分软水密闭循环系统和高压工业水系统。炉体系统还设有炉身静压监测，冷却设备温度监测，冷却水系统监测及耐火材料温度监测设施等。

炉体三电控制系统的主要功能如下：

炉顶温度控制

炉喉十字测温

炉身差压、静压监测

风口、冷却壁、冷却板漏水监测

炉体各部温度监测

炉体冷却水系统的监测

高炉本体概览画面如（图 7）。



图 7

四、项目运行

该项目已于 2013 年底顺利完成调试，至今用户反映良好。