# 智能化能源计量系统的构建

高士臣,刘 军,涂智辉

(内蒙古包钢钢联股份有限公司计量中心,内蒙古 包头 014010)

**摘 要**:能源数据作为钢铁生产过程消耗与产出的重要数据,影响钢铁企业生产过程中的投入和收入,能够做到将这些动力介质合理分配、合理供给、最优消耗及最低排放。针对现有能源系统的不足,采用更为先进的南瑞系统进行升级,构建满足现在生产需求的智能化能源计量系统。

**关键词**:智能化计量;能源系统;PCS-9000

**中图分类号**:TP273 **文献标识码**:B **文章编号**:1009-5438(2020)04-0074-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.04.020

## Build of Intelligent Energy Measurement System

*Gao Shi-chen, Liu Jun, Tu Zhi-hui*

(*Measurement Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

**Abstract**: As the important data of consumption and output in production process of iron and steel, energy data affects the input and income in production process of iron and steel enterprises as well as the reasonable distribution and supply, optimal consumption and minimum emission of these dynamic medium can be achieved with it. In view of the shortcomings of existing energy system, the more advanced Nari system is used to upgrade and build an intelligent energy measurement system to meet the current manufacture requirements.

**Key words**: intelligent measurement; energy system; PCS-9000

现有能源计量系统自2007年建成以来未进行过任何改造,目前由于接入点数不断增多,系统的报表和发布功能已处于崩溃边缘,不能满足日常生产需要,制约着信息化系统的发展,与当今一体化应用开发平台和应用集成平台技术严重脱节,借系统升级契机应用先进的技术使系统既能满足当前的需要,又能适应未来发展不断提出的新需求[1],构建一套智能化的能源计量系统。

## 1 系统功能

能源计量系统技术方面集多功能一体化技术是其最主要的特点,在功能层次方面可以将能源中心分为三层结构,分别为:信息采集层、实时数据处理层和应用管理层。这三层结构的特点分别为:仪表、无纸记录仪、PLC等一些自动化采集设备构成了信息采集层,实现了数据采集和运算的功能;数据处理层完成采集层和应用管理层相关协议的转换并承

**收稿日期**:2020-03-09

**作者简介**:高士臣(1967-),男,河南省汤阴县人,硕士,正高级工程师,现从事自动化仪表研究与应用工作。

中国知网 https://www.cnki.net

担着数据续传的功能。应用管理层实现决策支持技术是通过一些硬件设施和软件来实现的，硬件设施譬如工程师站、SCADA 服务器、防火墙等；软件技术包括一些数据采集、智能计算等现代化智能处理技术[2]。

## 2　网络总体规划

能源计量系统采用分层分布式网络结构，自下而上共分为三层：接入层、汇聚层和核心层。其中，接入层布局在工业控制现场，比如智能仪表、无纸记录仪等；汇聚层是维系过程控制网和系统运行网的纽带，布置于各个过程控制现场和能源中心机房之间；核心层是能源中心各服务器、工作站、数据库之间进行数据交互的网络载体。此前能源计量系统将现有的计量仪表通过 57 套 PLC 接入到 24 个子站中形成了采集的网络[3]，此次计量系统改造的采集网络复用已有的采集网络，优化路由节点采用 22 个网关机将 24 个子站数据接入。能源计量系统系统网络总体架构如图 1 所示。

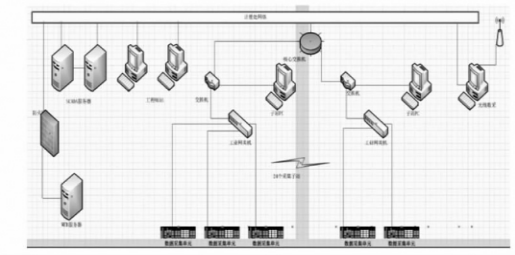


图 1　系统网络架构

### 2.1　接入层

接入层负责基础数据的采集和运算，此次改造将底层的 57 套 PLC 全部升级为 AB 公司的 CompactLogix L30ER 系列并预留后续增补仪表接口，后续新增仪表可以通过新增 PCS9110 数据采集网关，将现场仪表通过 PLC 和采集网关，进而接入能源计量系统。

### 2.2　汇聚层

通讯汇聚层是联系设备接入层和系统管理层的纽带，本次项目的汇聚层复用现有能源计量系统的相关采集网络，在优化网络节点后由 22 台网关机承担汇聚层的作用。

### 2.3　核心层

核心层设备均部署在计量中心机房内，其中采集交换机用于连接现场采集网络，可以复用现有的采集交换机；后台交换机用于能源计量中心数据交换；防火墙配置用于能源计量系统网络与公司网络的隔离，可复用现有防火墙。

## 3　数据采集层

现有能源计量系统下位机选用的是浙大中控的早期产品 GCS－G1 系统。经过多年的运行在后期的维护过程中发现较多的问题，比如：防雷效果差、室内温度稍高容易死机、在掉电的情况下容易丢失参数、无纸记录仪通讯的程序繁琐难读、备品备件无法更换等等。以上的问题不仅影响到计量数据的准确性，也给后期的维护带来一定的困难。为了更好的发挥能源计量系统的作用，提高能源计量的准确与可靠性，本次改造对 GCS－G1 系统进行全部升级改造。并且在无纸记录仪选择方案时，考虑与后期即将改造上位机平台的兼容性，此次改造选择 AB 公司的 CompactLogix L30ER 控制产品，其融合了最新的现场总线技术和网络技术，可连接符合 EtherNet/IP、DeviceNet 等国际标准的各种智能设备和仪表，支持多种异构系统的综合集成。由于其不能够直接和现有的无纸记录仪通讯，所以采用增加 PLC31－EIP－MBTCP 网关实现协议转换后再和 PLC 通讯。

### 3.1　数据采集层架构

数据采集流为 CPU 通过 AI/RTD 卡件和 PLX31 网关读取现场仪表和无纸记录仪的数据后进行运算处理[4]，并通过网关机将最终的结果上传 scada 服务器上最终实现能源数据结算。如图 2 所示。

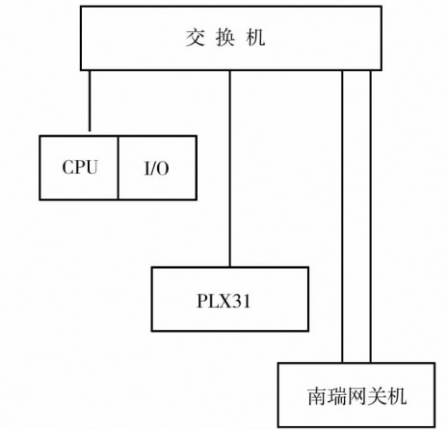



图 2　数据传输网络图

### 3.2　与无纸记录仪通讯

CompactLogix L30ER 系统不支持直接通过

中国知网　https://www.cnki.net

MODBUS RTU 方式与无纸记录仪实现通讯，所以通过 PLX31 – EIP – MBS 网关实现 EtherNet/IP 与 MODBUS RTU 协议转换后再进行通讯。通讯前需要对无纸记录仪和网关的通讯参数进行设置，参数正确设置后才能够实现双方通过 CompactLogix L30ER PLC 与无纸记录仪的通讯。无纸记录仪通讯参数设置好以后，通过 RS485 信号线与 PLX31 – EIP – MBS PORT 口相连，在有信号的情况下，正负信号线之间的电压要在 4.1 V 以上。无纸记录与和 PLX31 – EIP – MBS 网关接线如图 3 所示。

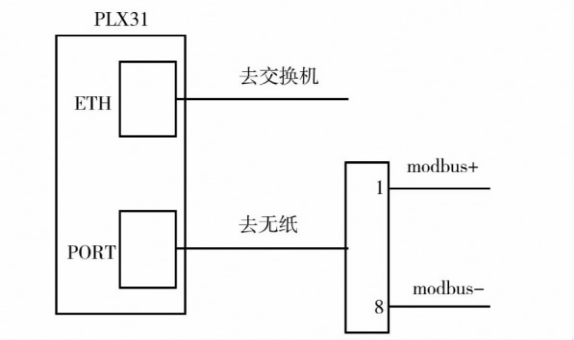



图 3 无纸记录仪采集图

## 4 数据汇聚层

### 4.1 基本功能

PCS9110 网关机是位于核心层和采集层之间的数据汇聚层，数据汇聚层负责与各个 PLC 子站、SCADA 服务器通讯，进行设备的数据采集和数据通讯，是整个系统和外部实时信息通讯的桥梁。其主要功能是管理各种采集通道、解释各种采集规约，根据后台各种应用的采集数据需求，将采集到的数据信息分发给各种应用。同时对设备间的通讯进行监视，及时掌握设备的运行状态。

### 4.2 数据补齐

网关机在上传数据的同时还承担着数据续传的功能，在检测到与 SCADA 服务器通讯中断后网关机会将中断期间的数据存储到本地，待通讯正常后将中断期间的数据从本地补全到 SCADA 的数据库当中，保证数据的完整性.

## 5 系统集成

能源计量管理系统硬件设备本着安全、稳定可靠的原则，系统由服务器/工作站系统、网络系统、存储系统组成。系统采用双冗余结构，配置多应用分布式节点，不同安全分区通过防火墙进行隔离，保证系统运行的安全可靠。

### 5.1 硬件配置

根据系统功能和可靠性需要，并考虑冗余的需要，能源管理中心系统主站配置前置/SCADA 服务器 2 台，Web 服务器 1 台，工作站 2 台。网络上利用计量中心现有后台主干交换机 2 台，将各服务器和工作站等设备进行连接。由于系统需要和采集网连接进行监视和控制，此外还要和企业办公网连接进行数据 Web 发布，从信息安全考虑，部署 1 台硬件防火墙，实现系统网络与企业办公网隔离。

### 5.2 软件功能设计

此次改造我们采用南瑞继保自主研发的 PCS – 9000自动化产品，该产品基于统一软件平台开发，实现了应用功能模块化设计和集成化运行，以保证系统的可移植性、可伸缩性、互用性、连通性，从而保证系统的开放性。统一应用支撑平台遵从操作系统、数据库、图形用户界面和网络通信协议的相关国际和工业标准。

### 5.3 系统功能

能源计量系统将实现对包钢老体系全厂能源系统进行全面监控[5]，便于能源系统的整体管理。SCADA 系统的主要功能见表 1。

表 1 SCADA 系统的主要功能

| 应用功能 | 应用功能简要描述 |
|---|---|
| 能源数据采集与基本处理 | 数据的完整性、准确性、实时性、独立性、安全性，必要的温压补偿、数据归档及追溯，满足监视和管理要求。 |
| 能源系统的监控与调度 | 对涉及与能源平衡调度关系密切的重要站所，实现远程设备状态监控，设计足够的安全技术措施和管理措施。 |
| 能源信息的归档和管理 | 安全的短时和长时数据归档，人性化的查询和管理，各类信息记录归档，故障信息归档。 |
| 能源系统事件及故障记录 | 事件顺序记录，故障记录，操作记录等。 |

中国知网 https://www.cnki.net

5.3.1 前置数据采集

PCS-9000系统前置应用负责与各个PLC子站与SCADA服务器通讯,进行设备的数据采集和数据通讯,是整个系统和外部实时信息通讯的桥梁。其主要功能是管理各种采集通道、解释各种采集规约,根据后台各种应用的采集数据需求,将采集到的数据信息分发给各种应用。

(1)多路通讯通道之间的冗余通讯。系统为了保证通讯的可靠性往往采用了多路通道同时通讯的方式,相应的前置系统也具有多路通道同时采集功能。通道间互为主备(传送完全相同的数据内容,即具有完全相同的通讯上下文),前置系统采用了双机双通道切换装置来保证通讯质量最佳的通道数据被采集。

(2)多通讯节点备用。前置通讯节点之间会互相监视,通过通讯资源调度协议,将故障通讯节点的工作重新分配到剩余的通讯节点中去。

(3)采用双网冗余方式和终端服务器通讯。前置通讯网段采用AB网冗余通讯的方式,这样,即便是前置通讯网段的交换机其中一台产生故障后,也不会对通讯产生影响。

5.3.2 数据采集和监视

系统提供多种方式的数据查询(如:按子站、介质、二级单位),用户可以通过不同的登陆权限查看与自己有关的能源数据,这样既保证了数据的实时性更有利于数据的安全性。

5.3.3 曲线查询

曲线是系统人机界面中常用的一种数据描述方式和分析工具,曲线的优点是能直观地展现某项数据随着时间变化的走势。有助于用户掌握数据的变化规律,并对统计信息进行分析。能源计量系统对采集的有关能源实时数据、重要生产工艺数据按时序保存在系统的短时/长时数据库中,并统计最小/最大值、平均值、累计值等,借助SCADA系统的用户查询界面,可根据信号内容、起止时间、时间粒度等提供历史数据曲线。

5.3.4 告警

系统报警信息包括分级报警和多媒体报警。对重要的现场设备的故障信号、能源系统报警参数越限、与能源生产相关的重要生产单元运行状态等进行报警,如温度、压力、流量超限,数据死值,设备运行状态,系统的操作记录等,根据故障程度、重要性,将报警信号进行多级分类,并提供画面、音响、语音等多种报警方式。对于告警记录,用户可以进行单条确认和全部确认。

系统提供手动确认方式来确认报警事件,可以同时确认单个报警、某类报警、全厂报警和系统全部报警。当报警被确认后,音响和闪烁被消除,即音响报警声音关闭、停止闪烁,确认的作用范围可以设定,如只消除音响、告警条目变色、停闪等单项或多种作用。

报警可按事件所在区域进行查询。报警的过滤通过区域进行过滤,如蒸汽区域如果设置为A(A可以修改为中文的蒸汽),则只显示A(蒸汽系统)区域的报警。筛选报警的时候,可以通过过滤来进行筛选,如报警出现的时间段,某一个具体变量的报警等条件。

排序采用报警出现的时间的降序进行排序,使最新的报警出现在最上方。还可以设置报警出现的时候背景的颜色,以及不同优先级的颜色。

5.3.5 事件查询

系统提供历史事件查询画面,供调度人员查询历史事件。这些事件来自于历史数据库,调度员可以不同条件来查询历史事件,这些条件包括查询点、区域、起始时间和结束时间等。

5.3.6 生产能源报表

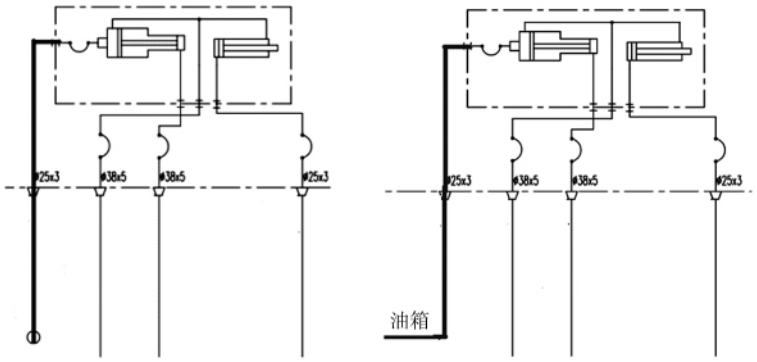
能源数据报表彻底改善老系统报表的缺陷,原能源系统采用单一组态软件报表不能够按照用户的要求生产结算报表,中间需要通过转储软件定时的把每小时的累计值插入到ORACLE数据库中,由于增加了中间环节经常会出现数据的中断给结算带来不便。此次改造有效地避免了这一弊端,将应用开发平台和应用集成平台一体化,所有应用来源于同一平台,所有数据来源于同一个数据库。在时间上以日、周、月为间隔,在子站、用能介质、二级单位级别上进行各项能源报表的输出。数据支持Excel格式导入/导出。PCS-9000系统采用实时库与历史库相统一管理的模式,以满足实时应用对数据库实时性、一致性、完整性和开放性的特殊要求。系统通过历史库模式定义工具,可保证历史库与实时库模式定义的一致性;通过通用、统一访问接口,可实现跨实时、历史的透明数据访问,从而将实时库和历史库很好地融合为一个整体。

5.3.7 Web发布

数据发布是系统的很重要的功能,原系统分为

(下转第83页)

中国知网 https://www.cnki.net




（a）优化前　　（b）优化后

图 2　旋转给油器泄油管优化前后示意图

## 4　结束语

卷取机旋转给油器是冷轧线出口段的关键设备，卷取机旋转给油器的使用情况直接关系到机组生产是否顺利，避免旋转给油器漏油尤为重要。优化后的卷取机旋转给油器经长期使用未发生漏油现象。

## 参　考　文　献

[1] 徐俊. 冷态厚板带卷取机卷筒钳口结构设计选型[J]. 现代冶金，2018，(1)：1－2.

[2] 田敬刚. 液压旋转接头的应用研究[J]. 科技传播，2012，(10)：98－99.

(上接第 77 页)

两部分完成，一方面实时数据的发布：通过计量中心门户网站服务器上安装的 PIMS 软件自带WebServer 进行 Web 发布，数据来源于不同地址段两台服务器间远程调用；另一方面报表的发布：报表的发布通过计量中心网页链接进行发布，数据来源于后台的 Oracle 数据库，这种两种方式发布会带来设备节点多，数据不同步等缺陷，本次改造通过部署在信息中心的 Web 服务器通过 B/S 架构来实现所有应用的统一发布，完全消除了以往的缺陷。

## 6　结束语

能源计量系统结合包钢用于生产的能源种类多，分布广的特点，借助现代化的技术手段和管理思想，利用先进的计算机技术、网络通信等技术实现包钢计量中心网络化、信息化管理，最终为生产管理提供技术保障，同时也可以为企业的节能降耗管理提供基础数据支持。最终提高企业的竞争力和管理水平，使企业效益达到最大化。包钢能源计量系统采取自主设计研发方式，大大节约了项目开支。在量值核算方面，提高了生产效率，降低了劳动强度。系统建立后，具有一定的扩展能力，为其他重要工艺参数的数据采集提供了可能。

## 参　考　文　献

[1] 鄂勇，伞成立. 能源与环境效应[M]. 北京：化学工业出版社，2006.

[2] 王毅. 智慧能源[M]. 北京：清华大学出版社，2012.

[3] 张继军，侯君. 计算机能源检测控制系统[J]. 河南纺织高等专科学校学报，1999，(4)：22－24.

[4] 程贺. 流量测量及补偿技术[M]. 北京：化学工业出版社，1995.

[5] 傅咏红. 现代企业的能源计量监控与管理系统的设计[J]. 计量管理，2005，(3)：46－47.

中国知网　https://www.cnki.net