

智能型低压开关柜在首钢热轧工程中的应用

传统的MCC电动机控制中心采用常规的电动机控制元件实现对电动机的起动、停止控制以及电动机的保护，但是没有将硬件、软件和网络有效地结合在一起。本文将首钢迁安钢铁基地2 160 mm热轧项目设计中，对所采用的智能型低压开关柜(智能型MCC)的特点，尤其在网络通信及智能化保护方面的应用体会做一简要介绍。

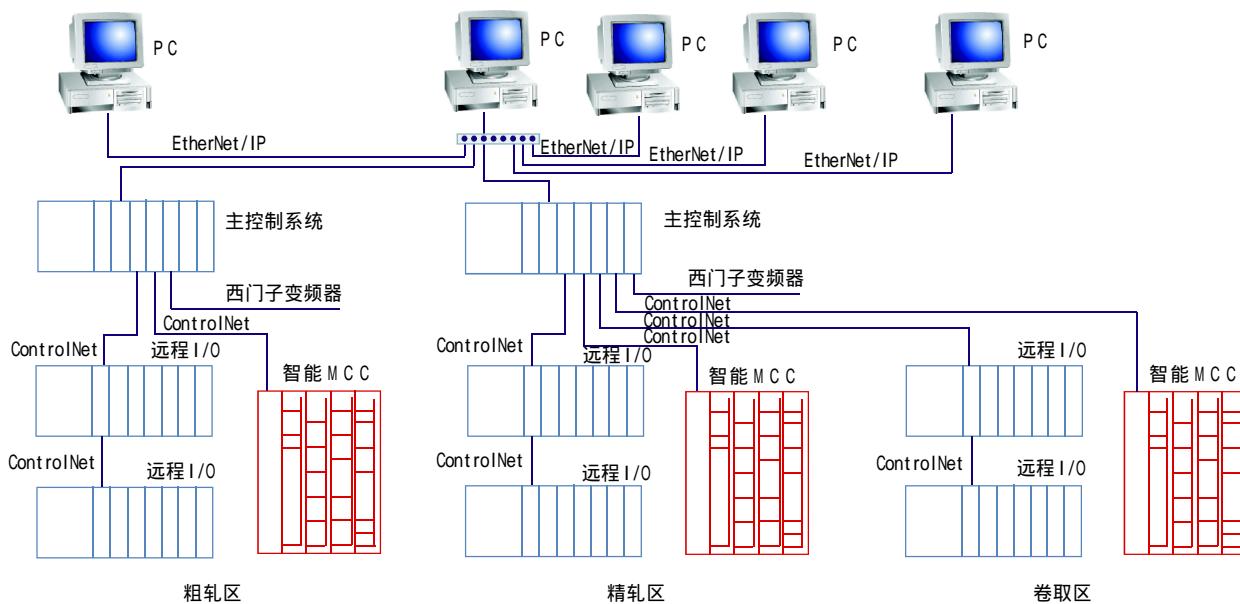
在

冶金控制过程中有很多辅助类电动机的控制，从工艺要求和节能的角度出发，通常需要集中式的MCC控制和变频控制。作为控制系统的重要组成部分，电动机控制设备及控制系统在冶金工业自动化领域发挥着举足轻重的作用。通过对电动机控制设备的不断优化，使其具备出色的性能和可靠性，有助于提高工厂的整体生产效率，降低运作成本。

传统的MCC只是将各主回路单元简单地集成到MCC柜中，将可编程序控制器PLC集中到控制柜中，控制系统与主回路单元分别放在不同的电气室内。电动机的控制和保护，与PLC控制系统的信号交换多数采用硬接线方式，电缆敷设量较大，而且所采集的信号也有限。目前已有许多设备生产厂家将网络化技术引入到MCC中，大大简化了系统的接线，更

好地实现了系统的监控和诊断功能，但随之也带来一些新的问题，如网络的灵活性和可靠性不足。无论是增加新的单元，还是上游链中的链路以外断开，都会影响到下游联网设备的运行，甚至会造成设备的停机，骨干网络线缆容易损伤，初始通信组态工作较为困难等。

针对以上问题，在首钢迁安钢铁基地2160热轧建设项目建设中，介质系统的供电、传动及自动化系统采用了罗克韦尔自动化公司的智能型MCC及可编程序控制器等。它主要由智能电动机控制元件、软起动器、变频器、电力质量监控器、Control Logix可编程序控制器及内置的通信介质(Device Net)和MCC监视软件组成(见附图)，将硬件、软件、网络三者紧密地集成在一起。其设计简化了安装、起动和变更的各个环节，实现



附图 首钢迁钢2160热轧项目介质系统结构图

了MCC的实时监控和与全厂网络的紧密集成。

系统组成及控制

1. 主要工艺设备情况

首钢迁钢热轧项目轧区介质系统主要设施包括主厂房及主电室的通风机组、排风机、车间污水泵、各区域的液压站、稀油润滑站、干油站、集中加排油站及输送泵站等。主要用设备为风机、水泵、油泵及各种阀门等。

2. 控制系统组成

根据工艺要求，我们对首钢迁钢热轧项目轧区介质系统的电气传动及自动化系统做出了以下的控制系统方案。

2160热轧项目介质系统主要有粗扎区、精轧区和卷曲区三部分组成，从控制系统来分，各分系统包括以下内容。

1) 主PLC柜 粗扎区采用一套PLC控制系统，精轧区和卷曲区共用一套PLC控制系统。PLC控制系统主要由处理器、电源模块、Control Net通信模块、以太网通信模块及Profibus—DP网通信模块组成，实现对I/O信号和MCC的任务处理。

2) 机旁控制箱 内置远程I/O，完成信号的采集和设备的机旁控制等。采用Control Net现场总线与可编程序控制器进行通信。

3) L2系统 包括工程师站、HMI服务器和HMI操作员站，安装有相应的编程软件，实现对所有PLC控制器的编程组态、网络的规划以及现场设备状态的监视和控制。计算机监控系统分别安装在粗轧操作室(HMI操作员站)、精轧操作室(HMI操作员站)、卷取操作室(HMI操作员站)及主电室过程站(HMI服务器，工程师站)等。

4) 网络系统，使用三层网络结构 信息网络层(Ether Net/IP)，通过工业交换机将所有上位机和PLC控制器连接在Ether Net/IP网上，实现对系统的配置、数据采集和监控。通信速率为100 Mbit/s。

控制网络层(Control Net)，所有远程I/O站和MCC柜通过Control Net和控制器站连接，通信速率为5 Mbit/s。

设备网络层(Device Net)，MCC柜内设备通过Device Net连接，与外部的通信通过将Device Net转换为Control Net转换器连接到控制系统。Device Net通信速率为512 Kbit/s。

另外，由于液压润滑系统的变频器采用的是西门子6SE70系列变频器，因此采用了Profibus—DP现场总线系统完成与PLC系统之间的网络通信，最大通信速率为12 Mbit/s。

5) 智能电动机控制中心(MCC)柜 主要单元包括：主进线及母联单元，采用框架式施耐德高性能的断路器，其短路分断能力65 kA。计量单元采用电力监控数字仪表，同时检测和记录电压、电流、有功功率、无功功率、kW·h等参数，通

过Device Net网络传输至上位机。馈电单元为热磁型断路器。电动机起动及保护单元主要有：断路器、接触器、电动机保护器、软起动器等。变频器控制单元采用西门子的6SE70系列变频器，配置人机操作面板。本地MCC柜内的HMI单元为操作员界面，可以对MCC柜内元器件进行参数设置、监控。

3. 各区域控制的电动机数量

如表1所示。

表 1

区域	电动机功率 / kW	电压 / VAC	数量 / 台	备注
粗扎			99	132 kW电动
精扎	0.75~132	380	128	机采用软起动
卷曲			92	

4. 采用智能型MCC控制系统与传统控制方案的比较

如表2所示。

表2 PLC 输入 / 输出点方案比较

信 号	类 型	传 统 控 制 方 案	智 能 MCC 方 案	说 明
运行返回	DI	1	0	通过DeviceNet采集
过载	DI	1	0	通过DeviceNet采集
合闸返回	DI	1	1	
机旁起动按钮	DI	1	1	
机旁停止按钮	DI	1	1	
转换开关—机旁	DI	1	1	
转换开关—集中	DI	1	1	
起动	D0	1	0	通过DeviceNet控制
机旁运行信号灯	D0	1	0	通过DeviceNet控制
机旁停止信号灯	D0	1	0	通过DeviceNet控制
缺相 / 相间不平衡	DI	无	有	
失速	DI	无	有	
堵转	DI	无	有	
零序接地故障	DI	无	有	

智能型MCC柜的主要优势

1) 系统采用完整的现场总线方式 传统的MCC解决方案，只是实现了对电动机的集中控制和监视，但是与PLC系统的信号传输，需要通过硬接线来实现，比如电动机的起动、停止、手/自动切换、运行指示、故障指示等，所有的电缆都必须连接至PLC控制柜，系统的布线和接线非常繁琐，容易造成接线故障，不同信号的电缆间存在相互干扰的问题，影响工期及日后的维护。

在该项目中，粗扎、精扎和卷曲的PLC控制柜放置在不同的控制室，MCC柜在低压配电室。在该工程中，采用传统的控制方案，电缆敷设所增加的工作量如表3所示。

采用智能MCC柜的方案后，原有硬接线中80%由现场总线来替代，MCC柜内内置Device Net通信电缆，通过转接模块，将Device Net转换为Control Net，与Control Logix控

表 3

区域	电缆	长度 / m	造价(包括材料及施工费用) / 万元	总线方式
粗扎	KYJV	17 320	34.65	
精扎	- 500	25 600	51.2	
卷曲		16 100	32.2	DeviceNet/ ControlNet

制器进行通信。在 MCC 柜中，布有 Device Net 通信电缆的主干线和分支线。并且所有通信电缆均位于隔离板后面，这样就消除对通信电缆的电气干扰和机械损伤，柜间的主干线都是通过连接插头连接。MCC 柜到达现场后，只需将柜间的插头与插座连接，就可方便地实现所有柜子中的 Device Net 主干线的连接。Device Net 分支线遍布柜子的每个角落。Device Net 网络端口位于垂直走线槽中，各单元可方便地连接到 Device Net 网络中。

2) 增强的保护功能延长了电动机的使用寿命，减少了维护时间。控制设备由电动机保护器替代原来的元器件(如中间继电器等、热继电器等)，简化系统结构的同时，系统的保护功能得到进一步的完善。电动机保护器是一种带有Device Net 通信功能的智能化热继电器，其主要功能有：电动机的过载、缺相 / 相间不平衡、失速、堵转及零序接地故障等。

通过丰富的数据信息和主动式诊断功能迅速处理故障，原有设计方案中信号的采集采用硬接线方式，即由继电器辅助触点硬接线连接到 PLC 的开关量输入输出模块，电流互感器硬接线到 PLC 的模拟量输入模块，系统只能采集到有限的信号；采用智能 MCC 方案后，由于电动机保护器、电动机软

起动器等设备自带 Device Net 通信接口，通过总线方式可以将所有回路参数、运行状态等传送到 PLC 中，如电动机的负载电流、跳闸或复位所需要的时间，电动机跳闸和报警的次数、时间等。

电动机保护器还具有 4 路开关量输入和 2 路开关量输出，常规的电动机保护设备虽然也具有输入输出端子，但信号的处理必须先传送到 PLC，PLC 经过逻辑运算后在将输出命令传送到输出端子，这样增加了网络负担和 PLC 的 CPU 负担。电动机保护器还可以直接实现本地的 I/O 逻辑处理，具有快速的输入输出的反应时间、提高本地控制的效率、减低网络通信问题、减低对中心控制器扫描时间、增加运行的可靠性。

3) 通过采用电力监控数字仪表，可以同时检测和记录电压、电流、有功功率、无功功率、kW·h 等参数，通过 Device Net 网络传输至上位机。供电系统参数一目了然。

4) 通过采用智能 MCC 柜可以减低库存、备品备件的采购、减少 PLC 模块。

5) 利用内置的状态监视和预报警功能缩短设备停机和维修时间，智能化监控软件，操作界面清晰直观。在智能 MCC 中，还配有对智能 MCC 所控制的设备进行有效监控和管理的系统组态软件。可显示每台电机控制单元所控制的设备的实时状态、趋势图、事件记录、柜面布置图及每个电动机控制单元的控制回路图、主要器件的用户手册等。EA

(收稿日期 2006.07.28)

2006 年施耐德电气自动化有奖征文

稿件范围

论述施耐德电气自动化产品的相关应用案例，目前包含 PLC (Unity、Quantum、Momentum、Concept、Premium、PL7 Micro、Twido、Zelio logic、Advantys 等)、人机界面产品 (XBT 触摸屏、IPC、Vijeo Designer、Monitor Pro、Vijeo Citect 等)、继电器和开关电源等。

征稿要求

a) 稿件需具有创新性、新颖性、采用的技术对产业发展具有积极的意义；

b) 文章言简意赅，2 000~5 000 字左右，图文并茂，通俗易懂，并具有一定的学术价值。稿件中所有文字符号、公式、图形符号要使用国家最新标准。

c) 为了格式上的统一，应用案例应征稿件必须包含的内容：

① 题目(如“施耐德电气 Quantum PLC 在火电辅控中的应用”)。② 摘要。③ 概述或引言，(公司背景介绍、项目背景介绍等，行业动态及新技术等等) 及功能描述。④ 应用总结，需包含使用施耐德解决方案后给客户带来的利益。⑤ 参考文献(文献条目不超过 15 条，格式为：序号. 作者名. 书名. 版次. 出版社. 出版年)。

d) 应征稿件应有作者简介(出生年月、性别、学历、所属单位、职务职称) 以及详细通讯方式(包括邮政编码、通讯地址及联系电

话、传真及 E-mail)。

投稿说明

A. 作者必须对稿件内容的真实性及思想观点负责。

B. 来稿请注明“有奖征文”字样

C. 稿件可以是未在全国公开发行的刊物上发表过的，也可以是发表过的(请注明发表的刊物名称、期号和页数)

D. 来稿一经通过审核并确定录用，即发书面录用通知书。对未采用的稿件恕不退还，请投稿者自留底稿；所有获奖论文和优秀论文的第一作者，将被收录到施耐德自动化专家库中，将于第一时间收到施耐德电气自动化的各种新产品、新技术、新培训、新市场活动的信息。

E. 优秀的稿件将被推荐给国内知名的专业期刊(一级刊物)和行业知名网站发表。

* 我们将邀请行业专家对来稿进行评审，稿件一经录用后将收集在施耐德产品应用文集，并给出证书和奖励。

Email 地址 Aut.ADSS@cn.schneider-electric.com

CD 邮寄：地址：上海市宜山路 1009 号创新大厦 15 层

施耐德电气公司

收件人：陶艺(021-24012547) 邮编：200233