

人机界面设计与应用

李方园 编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

人机界面设计与应用/李方园编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 2

ISBN 978-7-122-01401-6

I. 人… II. 李… III. 人-机系统 IV. TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 167110 号

责任编辑: 刘 哲 宋 辉

文字编辑: 高 震

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 379 千字 2008 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

前 言

人机界面是系统和用户之间进行交互和信息交换的媒介，它实现了生产或生活信息的内部形式与操作人员之间的可以接受的形式转换。凡参与人机信息交流的领域都存在着人机界面，在工业企业中尤其如此。人机界面主要包括触摸屏、编程面板和组态软件，在现代化的科学技术、工农业生产和人类日常生活中起着不可替代的作用，在国民经济中具有极其重要的作用。因此，在各行各业中，使用者有必要了解常用人机界面的工作原理以及应用技术的基本知识，以便更好地为生产或生活服务。

根据预测，近年来中国的人机界面产值年增幅达 10%~20% 左右。正是基于人机界面快速增长的前景，有必要为各行业人机界面的用户、生产者、自动化研究所和设计院、高校架起一个产、学、用、研四方相互沟通的桥梁。

作者长期从事人机界面等自动化系统的设计、应用和科研工作，通过不断跟踪国内外人机界面技术的最新应用案例，已经在人机界面的设计和应用方面获得了一定的经验。作为自动化产品应用的实践者和推广者，作者一直希望能将此方面的文章和案例结集成册，编写一本人机界面在自动化工程中的应用实践图书，为广大从事人机界面产品的代理商和经销商、厂矿企事业单位的自动化技术人员和相关院校的师生提供实用的技术参考，拓展在人机界面自动化和工程应用中的一些思路和视野。

为方便读者了解人机界面的一些应用案例，本书共分九章。第一章介绍了人机界面的产生、原理、设计法则和发展趋势。第二章主要介绍了专用人机界面，阐述了触摸屏和操作面板的编程软件、多功能接口和参数设置、一机多屏与一屏多机、网络与通讯连接，最后介绍了专用人机界面的安装和使用方法。第三章主要介绍开放式人机界面——组态软件的组态过程、脚本程序、配方过程、远程监控等功能。第四章~第八章主要介绍人机界面在轻工业、机械工业、流程工业、公用设备和电子仪器上的应用案例，内容涵盖了冶金、石油、石化、天然气、电力、能源、采矿与金属加工、造纸、印刷与包装、纺织、印染、医药、食品、塑料、橡胶、水泥建材、水工业和智能建筑等行业。最后在第九章进行了人机界面的技术答疑，内容包括 EView、西门子、台达和三菱人机界面的技术问题和调试案例。

本书最大的特点就是突出实践和工程案例，并对生产工艺等人机界面应用背景进行了详细介绍，以方便用户理解。本书在编写过程中，得到了张永惠、陈隆慈教授的大力支持。深圳人机、西门子、中达电通、富士、MCGS 等厂家提供了相当多的典型案例和调试经验。作者在此表示一并致谢！

由于作者水平有限，在编写过程中难免存在不足，希望广大读者能够给予批评、指正。

编著者

目 录

第一章 绪论	1	第二节 人机界面在压力机械中的应用	108
第一节 人机界面的产生	1	第三节 人机界面在橡胶机械中的应用	117
第二节 人机界面的主要产品	3	第六章 人机界面在流程工业中的	
第三节 人机界面的十大设计法则	7	应用	131
第四节 人机界面的选型	10	第一节 触摸屏在全自动灌装封尾机上的	
第五节 人机界面产品的发展趋势	11	应用	131
第二章 专用人机界面	14	第二节 人机界面在炼铁轧钢流程中的	
第一节 专用人机界面的编程软件	14	应用	134
第二节 多功能接口与参数设置	18	第三节 人机界面在建材工业中的应用	144
第三节 一机多屏与一屏多机	25	第七章 人机界面在公用设备中的	
第四节 通讯与网络连接	30	应用	154
第五节 安装与使用	31	第一节 人机界面在水工业中的应用	154
第三章 开放式人机界面	35	第二节 触摸屏在智能化可控硅整流装置中的	
第一节 组态软件介绍	35	应用	167
第二节 组态过程	41	第三节 人机界面在暖通空调中的应用	171
第三节 组态脚本程序	46	第八章 人机界面在电子与仪器产品中	
第四节 组态配方处理	50	的应用	176
第五节 MCGS 远程监控	54	第一节 人机界面在电子生产中的应用	176
第六节 组态网络功能	60	第二节 人机界面在试验仪器中的应用	196
第四章 人机界面在轻工业中的应用	70	第三节 人机界面在医疗电子设备中的	
第一节 人机界面在印刷工业中的应用	70	应用	211
第二节 人机界面在造纸工业中的应用	75	第九章 人机界面故障处理及使用	
第三节 人机界面在塑料工业中的应用	81	技巧	219
第四节 人机界面在纺织印染中的应用	87	第一节 EView 触摸屏	219
第五节 人机界面在其他轻工业中的		第二节 西门子人机界面	223
应用	93	第三节 台达人机界面	229
第五章 人机界面在机械工业中的应用	100	第四节 三菱人机界面	233
第一节 人机界面在电工机械中的应用	100	参考文献	236

第六章

人机界面在流程工业中的应用

第一节 触摸屏在全自动灌装封尾机上的应用

1. 全自动灌装封尾机的组成

全自动灌装封尾机广泛适用于化妆品、牙膏、制药等生物、日化行业，其特点是具有自动上管、定位、无管不灌和自动出管功能。

该机主要由料斗、上管、对色标、灌装、封合加热及落料六部分构成。

(1) 料斗部分 主要控制上料，搅料及原料保温。

上料：当上料开关打开后，PLC 将根据液位信号实时添加灌装原料，满足要求后自动关闭。

搅料：料斗中的原料必须充分搅拌以保证灌装原料的均匀性及质量。

原料保温：灌装的原料温度必须恒定在一定的值。温度高了原料容易变质，温度低了容易结块，在这部分采用 DELTA 的 DTC 系列温控表，严格控制其原料温度。

(2) 上管部分 主要由两个上管阀控制两路上管执行机构。

上管：两路上管由用户自由选择是否打开。在打开的条件下，控制部分将根据信号盘的信号自动执行上管动作。

(3) 对色标部分 主要由两个色标电机及两个色标光电开关组成。

色标电机的动作主要和信号盘联锁（有信号时整个环形生产线是不动的），并与当前对标位置有关，整个传送带一次移动两个工位，每个加工工位动作再根据色标光电开关进行自动对标，再根据色标光电开关进行自动对标。

(4) 灌装部分 主要控制两个灌装头。

灌装头的动作主要和信号盘联锁（有信号时整个环形生产线是不动的），以及当前灌装位置灌装阀是否关闭，若关闭即可打开灌装阀执行灌装动作，若没有则关闭灌装阀不执行灌装动作。

(5) 封合加热部分 主要由四个封合加热头组成。

封合加热部分的四个封合加热头主要用于灌装的后处理，即每个产品都要经过两次热烫封尾和修剪尾部工作。四个封合加热部分对温度也有较高的要求，温度低了可能导致无法封合或封合不密实，温度高了可能会使产品尾部变形，影响到产品的外观。此四个加热头应用 DELTA 的 DTC 对其温度进行精准控制，产品尾部封合密实美观。

(6) 落料部分 如果有料将会被自动顶出落料。

2. 系统架构

本机采用触摸屏+PLC+温控器的方式，即 DOP-A57BSTD+14SS+16SP+VFD022M+DTC1000R*1+DTC2000R*5，图 6-1 为系统网络架构图。由图可知 DOP 触摸屏通过 RS-

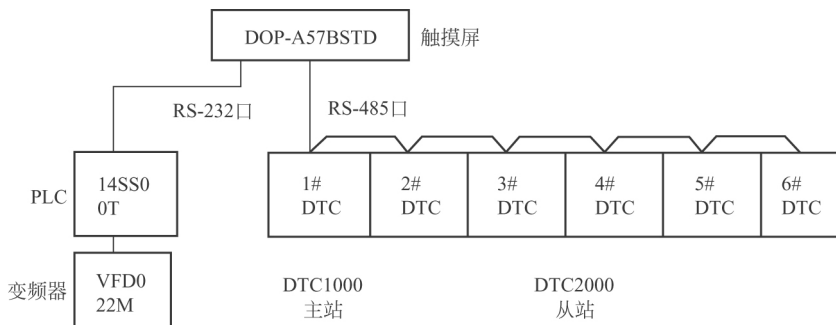


图 6-1 系统网络架构

485 口与 DTC1000 主机联机，一台主机至多可再扩充 7 台 DTC2000 从机；通过 RS-232 口与 PLC 相连，由 PLC 来控制变频器的运行与停止。

(1) PLC 部分 PLC 是整个控制系统的核心，进行信号、资料处理，它的性能决定了整个系统的品质。系统选用了 DELTA 的 14SS 型设备，此机型具有强大的逻辑处理和数据处理能力以及丰富的周边指令集。它是具有相当高性价比的一款机型。

(2) 触摸屏 触摸屏用于参数的输入和控制命令的发出。系统选用了 DOP-A57BSTD，其 CPU 的高速处理能力可以实现在线/离线仿真，给用户一个真正友好、可规划的输入界面。

触摸屏上可以调整设备速度（即调整变频控制的主机速度来实现）、当前产量温度显示及设置、时间显示等功能。可以实现手动调整，自动工作（包括上管、对色标、灌装、封尾及自动落料等工作）。

(3) 主机变频调速 主机采用低噪声迷你型台达 M 系列变频器，整个机器生产效率的提升对其有很大的依赖性，该系列变频器调速方便，显示直观，性能稳定，运行可靠。用户可根据配套机器的要求自由调整整机的运行速度。

3. 触摸屏温控部分编程画面

整个系统的整体系统配置工作由 DELTA 的 DOP-A57BSTD 型触摸屏完成。

本机尤为突出的是：6 台温控器的调机工作可以通过 DOP 触摸屏的直观、友好、方便、快捷调机画面迅速简单完成，这样极大地方便调机人员的操作，与传统意义上的温控表相比有着相当大的优势。

图 6-2 为在触摸屏中组态温控表调机画面。

在此画面中我们明显可以看出温控表的调试相当方便。图 6-2 中，“PID”框可以任意选择温控的控制方式；“AT-OFF”框用于选择 PID 控制方式时， K_P 、 K_I 、 K_D 三个参数自行整定，DTC 的 P、I、D 自整定功能大大节省调试时间，并大大降低了对调试人员的技术要求；“传感器类型”框可以自由选择传感器的类型，即使当最终用户端的传感器损坏时，用户选择了不同类型的传感器也没有关系；“温度误差调整值”框在温度传感器发生漂移误差或线路损耗时可以通过此参数进行修正，这也充分体现 DTC 对于工业现场的实际环境有着较强的适应性。其他 5 块温控类似。

4. 触摸屏与温控器的通讯设定

DTC 温控器是模块化的硬件设计，所以在 DTC 上并没有按键与显示。因此使用软件设

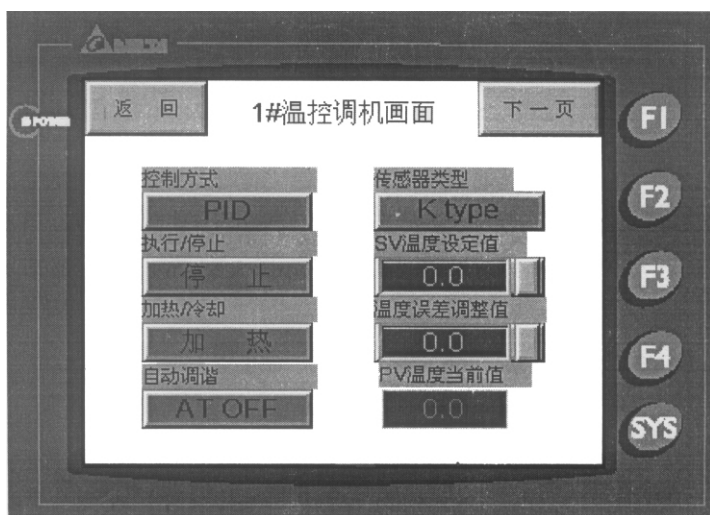


图 6-2 触摸屏中组态温控表调机画面

定通讯格式是必要的，DTC 软件除了有计算机与温控器的通讯格式设定功能，更增加控制器通讯格式自动侦测功能，在软件的主画面中点选 **SET** 之后显示通讯设定画面，如图 6-3 所示。如果你已经知道 DTC 所设定的通讯格式，则可在画面中直接设定，如果不知道，则可利用侦测通讯协议的功能自动侦测。使用软件自动侦测功能，“侦测通讯协定”如图 6-4，选择预侦测的站号范围（16 进制），例如 11H~20H，为站号 17~32，传输格式 ASCII/RTU 等。选择条件愈多，侦测时间愈短。侦测成功后，通讯地址与格式显示于表格中，若有 5 台，则显示 5 个账号与格式，用鼠标点侦测成功的账号（例如：H15），“设定”则显示设定按钮，按“设定”按钮一次后，主机的通讯格式则写入计算机与温控器通讯格式的默认值，再按“关闭”一次，回到前一画面，点选“储存”即可。DTC 出厂预设通讯协议为 9600、7、E、1，通讯地址 1。



图 6-3 温控器的联机设定

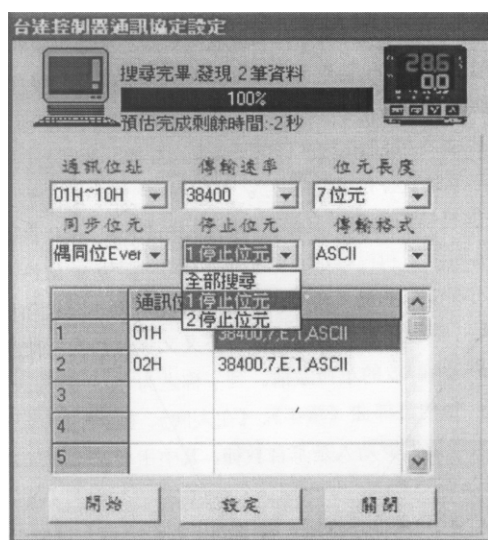



图 6-4 自动侦测通讯设定

如果要修改温控器的通讯格式与站号，点击之后显示画面如图 6-5 所示，将欲修改的站号与格式填入变更通讯协议的表格中，按下“设定”按钮，当数据传输条显示为 100% 表示设定完成。在此应用案例中我们将通讯协议设定为 RS-485，波特率 38400。

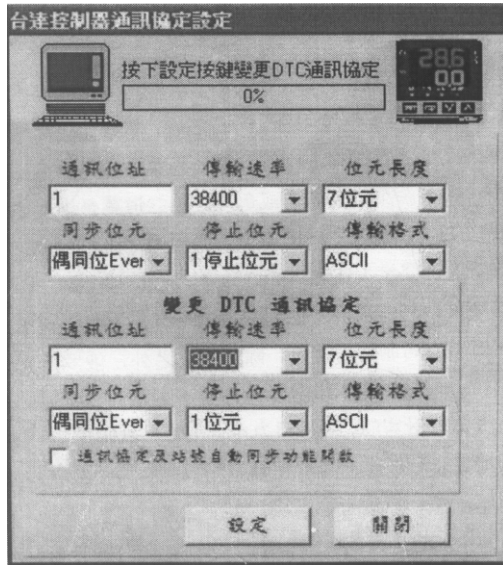


图 6-5 变更 DTC 通讯设定

采用触摸屏控制的灌装封尾机的效率比起老机型有了大幅度的提升。同时，通过系统化的解决方案为客户解决了实际问题。

第二节 人机界面在炼铁轧钢流程中的应用

一、概述

1. 冶金铁矿流程

从冶金行业近年的演变来看，炼铁到轧钢的连续作业是必然选择，全装备的自动控制要求越来越高。但是，炼钢和连铸连轧的工序复杂，存在多元不可控因素，实现连续炼钢和连铸连轧的全自动化控制的难度相当大。

炼铁到轧钢控制内容主要完成生产过程优化控制、操作指导、作业管理、模型控制、数据处理和储存、与上级矿区管理计算机以及其他计算机之间的数据通讯，包括原料料仓数据处理、称量和装入数据处理、热风炉数据处理及模型、出铁渣数据处理、工艺设备管理、高炉本体数据处理、喷煤过程数据处理、报表处理、画面显示及输入处理、系统外部数据通讯处理、过程数据输入输出处理、高炉数学模型、日以上数据处理和人工智能等子系统及计算式集、系统应用公用子程序集和各子系统公用子程序集。

2. 人机界面的应用特点

在炼铁到轧钢系统配置人机界面的主要特点如下。

① 需要满足工艺要求，包括常规工艺，还包括特殊工艺，如大剂量喷煤、脱硅、TRT 等要求。

② 需要实现新一代三电一体化。人机界面系统将通过高性能、大容量的人机接口

装置及使用统一通讯网络，将人机界面和计算机系统连接在同一条以太网上以进行数据和画面的高速传送，使操作工能在一幅画面上同时了解 E(电气控制)、I(仪表控制)和 C(计算机网络)的信息，提高了集成度，精简了人机界面的台数，实现了三电一体化。

③ 方便的 CRT 显示操作方法。可利用操作键或触摸画面的操作来达到多窗口画面显示，并可采用大屏幕显示装置，灵活醒目，方便操作。

④ 能大量采用网络技术。能方便连接过程级、基础自动化级与外部通讯。

⑤ 包含具有 AI(人工智能)专用开发工作站功能。为完善高炉操作指导专家系统、冶金连铸连轧专家系统提供条件。

二、人机界面在连铸板坯称量中的应用

1. 工艺简介

在线板坯称量装置是连铸轧机工程上料辊道区工程的一部分，设置在上料区称量辊道上，用于逐块板坯质量计量后入炉，并将板坯信息传送至中控室，配置该装置可达到板坯精确计量、有序输送、减少工序差错、提高生产效率、有效实行成本核算的目的。在线板坯称量装置由机械结构、称量控制系统、重量检测系统、液压系统四大部分组成。

(1) 主流程 在线板坯称量装置用于板坯质量测量，可显示和打印板坯信息，监控设备状态，并与 L1 级计算机(工厂基础自动化)实现相互之间的数据共享。当板坯从推钢区辊道运到称量辊道上停止后，称量机上升，称量板坯。称量完毕后，称量机下降，板坯落在辊道上。然后发出信号，称量辊道启动将板坯送走，等待下一次称量信号。在线称量装置与称量辊道联锁，即在线称量装置升降时，称量辊道不能转动。称量辊道转动时，在线称量装置不能升降。操作方式有自动、半自动、手动三种。

其主要参数指标如下。

型式：顶升式；称量范围：5~35t；显示分度：10kg；准确度： $\pm 10\text{kg}$ ；最短运坯节奏：1.2min；计量时间：17s(上升：7s；计量：3s；下降：7s)；板坯表面最高温度：1000℃；称量辊道速度范围：0~90m/min。

(2) 称体结构 称体由上称台、下称台、限位装置、板坯墩、称量传感器部件、和算箱、位置检测装置等组成。其结构图如图 6-6 所示。

其中称量传感器数量为 4 个。它为整个装置的关键件之一，因此选用 YAMATO CC21-24T 应变柱式传感器，具有高精度、全密封冲氮、双弧自动复位摇杆、压力自补偿、易安

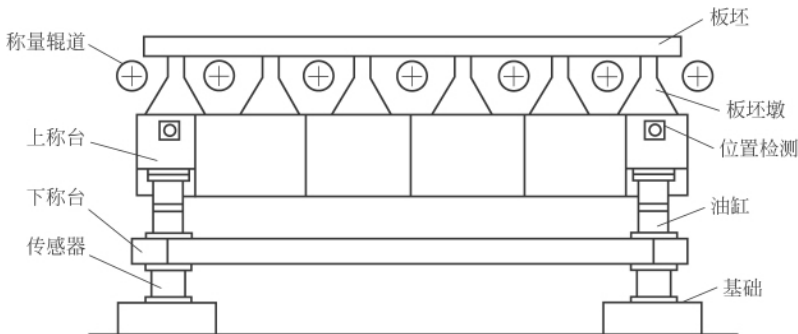


图 6-6 在线板坯称量装置结构图

装、高可靠性等特点。其主要参数指标如下。

额定输出：1.8mV/V（输入 1V，输出 1.8mV）；综合误差：0.02% R.O.；重复性：0.01% R.O.；蠕变：0.02% R.O.；极限过载率：300%；标准等级：C3 级；防护等级：IP67。

整个称量装置受力于 4 个 CC21 传感器上，并配有防水水平位移措施，确保了液压缸升降动作时整个称台保持平稳无晃动，使外界因素（位置、油管、冲击等）影响降至最低，从而使板坯得到精确的计量。

（3）液压系统 在线板坯称量装置液压系统主要包括主泵装置、油箱装置、循环过滤冷却装置、阀站等。本液压系统共有 3 台泵，主泵装置为 2 台恒压变量泵，其中 1 台为备用，循环装置为 1 台齿轮泵，整个装置可对油箱内的液压油进行过滤及冷却控制。

液压装置还包含换向阀、节流阀、减压阀、四联同步马达及液控单向阀，其各阀门作用分别是控制油缸运行方向、速度、下降压力、保持 4 个油缸同步速度和压力保持等。油缸位置检测采用 IFM 电感接近开关，每个油缸配有上下两个定位检测装置。

2. 系统构成

整个板坯称量装置控制系统主要由称量检测控制系统、液压控制系统两大部分组成。它们之间通过 Profibus-DP 总线组成板坯称量监控系统，再通过工业 Ethernet 连接 L1，完成人机交互、数据监视、记录和报表统计等工作。

控制系统网络结构图如图 6-7 所示。

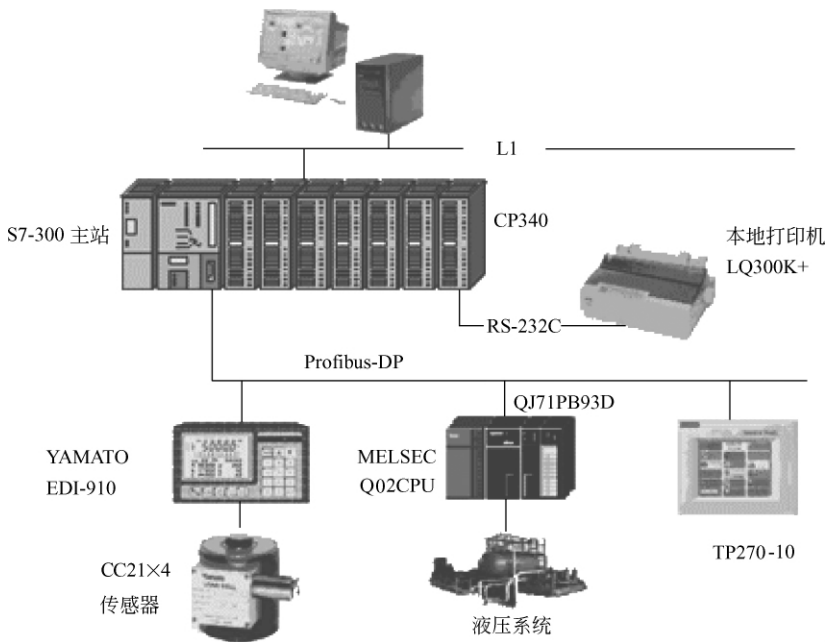


图 6-7 板坯称量控制系统网络结构图

控制系统主要配置如下。

（1）称量检测与控制系统部分 选用 SIEMENS 公司 S7-300 系列中的 S7-315-2DP CPU、若干块数字量 I/O 模块 SM321/SM322、打印通讯模块 CP340 及 YAMATO 公司 EDI-910 重量显示器来控制。

（2）液压系统控制部分 选用三菱公司 MELSEC Q 系列 PLC 及若干块 I/O 模块 QX42/

QY42P 来控制。

(3) 称量液压工艺段人机界面 (HMI) 配置 SIMATIC TP270-10 真彩触摸屏。

3. 控制系统设计

(1) 主控称量系统 SIMATIC S7-315-2DP CPU 自带有一个 Profibus-DP 接口和一个 MPI 通讯接口, 作为 Profibus-DP 主站 (简称 DP 主站), MELSEC Q02PLC、EDI-910 重量显示器分别作为 DP 的从站, TP270 触摸屏为 DP 二类主站, 从而组成一个数据共享、稳定、易于扩充的控制系统。

YAMATO EDI-910 重量显示器代表了当今世界称重控制的发展方向, 具有性能超群、功能齐全、应用广泛的特点, 并适用于复杂的工业现场和恶劣的工况环境。

EDI-910 经其网关扩展板以 DP 从站形式接入 Profibus-DP 网络, 按主/从模式与 S7-315-2DP CPU 交换重量及状态数据。

(2) 液压系统 液压控制 PLC 为三菱新一代 Q 系列 MELSEC Q02CPU, 它实现了超小型、高运算速度、高总线速度的性能。Profibus-DP 从站模块 QJ71PB93D 用来连接 MELSEC-Q 系列 PLC 和 DP 现场总线网络, 使之成为 DP 网络中的一个从站接点。

数据在模块之间的流程如图 6-8 所示。

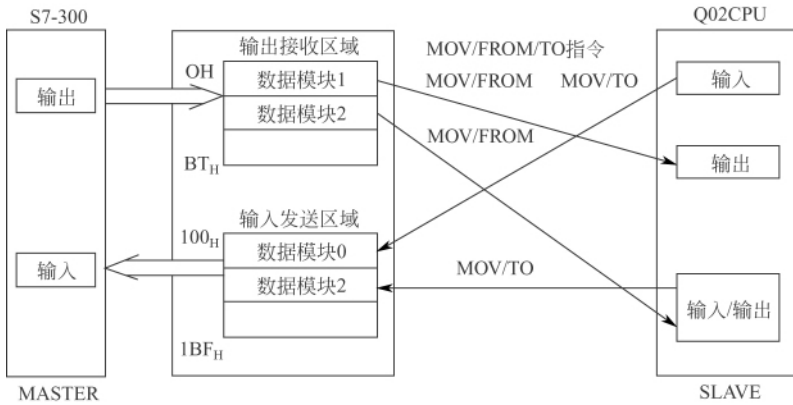


图 6-8 DP 数据交换流程图

(3) 人机界面 称量液压工艺段使用 TP270 触摸屏。它是基于 Windows CE 的控制面板, 为现场盘式安装, 由 SIMATIC PROTOOL 组态。它通过 Profibus 协议与 S7-300 主机同级通讯, 使主控、称量与液压系统构成一体, 实现该工艺段的数据/状态监视、控制、测试、参数及密码设置, 并具有故障诊断记录及显示报警功能。工艺段人机界面画面之一如图 6-9 所示。

根据工艺特点及现场环境, 连铸板坯称量人机界面选择 TP270 操作面板。它属于 SIMATIC 人机界面产品系列中文本图形触摸式操作面板, 在性能上有以下特点: 简单快速设置, 设置数据是可以恢复的; 可用标准 Windows 工具进行设置; 使用软键、功能键或触摸控制, 简化了操作, 也保障了操作的安全性, 易于使用; 和西门子 PLC 完美结合, 使整个称量系统在硬件和软件均达最优化。

三、人机界面在电石炉中的应用

1. 系统设置原理分析

某电石厂 13500kV·A 电石炉需要在成套电气上配置 LEODO 人机界面等智能化单元,



图 6-9 工艺段人机界面画面之一

以提升整套电气系统的自动化程度和系统可靠性。下位机 PLC 完成所有电气联锁动作，以保证电气系统的正常运行，LEODO 人机界面完成各种电气参数的远程数据采集、数据存储、数据运算、趋势拟合分析和数据输出等功能。

该系统包含的控制有电极控制、电极压放控制、液压系统控制、高压联锁控制、变压器调挡联锁控制、报警保护控制、远程数据采集输出、上位人机动态显示及交互等功能，如图 6-10 所示。

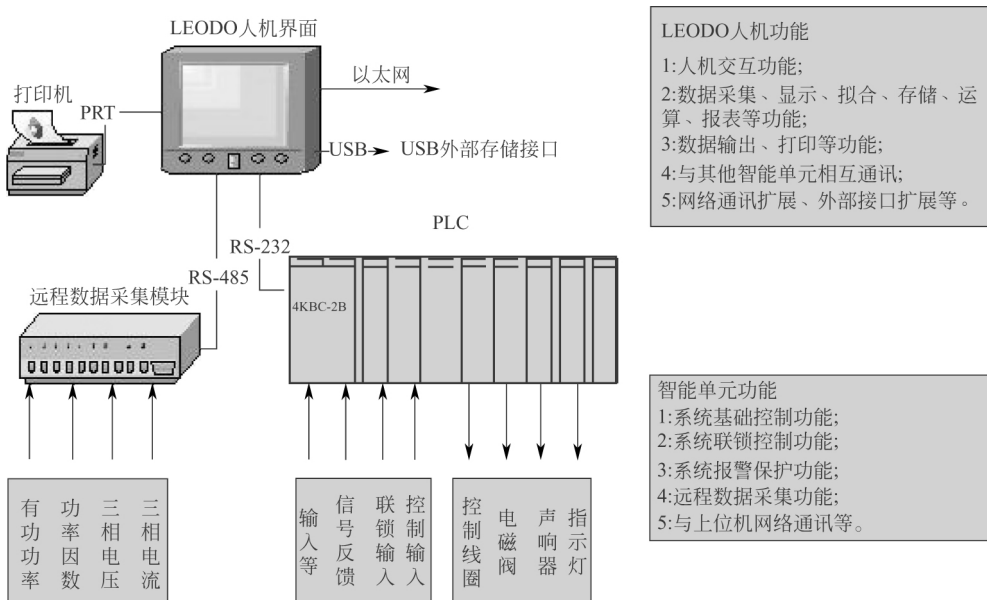


图 6-10 小型 PLC 基本系统配置

2. 系统特点

LEODO 人机界面具有丰富的网络和通讯接口。一对标准 RS-232 和 RS-485 串行总线通讯接口, 根据外接智能单元通讯形式的不同, 可以连接 RS-232 或 RS-485, 通过 RS-485 总线可以扩展连接更多的智能设备。一个标准的并行输出接口, 可以外接打印等输出设备。一个 Ethernet 接口可上传下载工程文件, 并可以扩展多台以太网网络设备, 实现数据共享。一个 USB 接口支持标准 USB 协议的外接设备, 实现数据输入输出交换功能。还有其他 VGA、AV、AUDIO 等多种接口, 丰富设备连接和扩展。

LEODO 人机界面屏幕触摸功能, 节省了硬键盘, 又节约了空间。64M 真彩色液晶显示屏, 使得工程界面更加柔和、鲜明。

经实践应用, LEODO 人机界面外壳虽然采用了工程塑料, 抗干扰性却能胜任矿热炉恶劣工作环境。PLC 选用 OMRON CJ1M, 远程数据采集模块选用研华 ADAM 4000 系列。PLC 通过 RS-232 与 LEODO COM1 相连, ADAM 通过 RS-485 与 LEODO COM2 相连, LEODO 人机界面设定数据更新频率 500ms 时, 采样数据的快捷性、准确性, 既满足了生产数据需要, 又保证了各个通讯设备的稳定。

3. 画面功能介绍

(1) 主界面 人机监控运行后首先进入主界面 (图 6-10 所示), 主界面由窗口切换栏、标题栏和子窗口显示区三部分组成。左侧为窗口切换栏, 内容显示当前日期、当前时间、系统加电日期和时间、运行累计时间、单炉累计运行时间、累计运行时间等; 其他监视窗口切换标识按钮, 由电气系统、电极调节、实施报警、历史报警、电气历史数据监视、数据记录窗口六个子窗口组成, 在任何时候窗口切换栏均显示在整个界面的最左侧。标题栏显示本项目工程名称, 动态显示各子界面的名称、系统关键的高压通断状态和系统故障状态显示。子窗口显示区用来显示各子界面的动态内容。

(2) 电气系统界面 电气系统界面系统显示了设备运行的关键参数 (见图 6-11)。多数



图 6-11 电气系统画面

情况下，通过监视该界面即可完成系统控制的正常运行。内容包含了系统功率、功率因数、三相电压、三相电流、三相电导、变压器挡位及额定输出电压、三相电流变化趋势、功率趋势、功率因数变化趋势、电极调整状态、影响设备正常运行关键故障报警状态等。该界面在子窗口显示区内切换显示。

(3) 电极调节 当某电极调节时，切换显示电极调节子界面，监视整个电极的调节过程。电极调节分为手动和自动两种方式，当手动控制调节时，仅显示各执行机构的状态，只有在自动调节时，随着调节顺序动作执行，界面显示各个执行机构的顺序工作状态。

(4) 实时报警 实时报警子界面中显示系统所有实时报警参考信息，包括开关量报警、模拟量报警信息。当然，还有历史报警子界面显示系统设定产生过的报警信息。还有电气历史子界面，通过选择需要显示的时间段，更新显示所选时间段内的三相电流、功率因数、功率、电导等电参数曲线。

(5) 数据记录 数据记录子界面包含工程文件存储位置显示、文件名显示、文件容量大小显示、数据记录时间间隔及设定、数据记录触发控制、数据记录溢出报警控制、数据移动控制、数据删除控制、记录历史数据查询和打印等功能。数据记录时间间隔设定为 10s 到 10min，并且可在线更改设定。当数据记录存储容量超出 10K 字节大小，自动弹出“文件记录已满”的窗口报警信息，提醒操作者对数据记录文件处理的可选操作。可以选择删除按钮进行删除文件数据记录，新的数据重新开始记录并存储；可以选择数据移动按钮进行数据的外设储存，此时，可以更改数据移动目标文件名，更改后再实施移动操作，也可以直接进行移动操作。按历史数据查询按钮后，后台会执行打开记录文件，对数据进行浏览察看，并可打印操作。

整套电气系统进行调试后经过了现场生产考验，结果是功率因数达到 0.85 以上，能耗控制在 $3000\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$ 左右，生产量稳定在大于 $100\text{t}/\text{天}$ ，各项效能指标均达到优良，达到了预想目的，比传统设备具有更大的优越性。

① 该系统在矿热炉行业应用可行，完全不存在设备技术上的障碍。

② 由于 LEODO 人机界面的应用，既节省了成本、空间布置，提高了系统的稳定性、可靠性，又方便了用户的人机交互可操作性。

③ LEODO 人机界面为用户提供了数据的存储、曲线显示、报表分析、数据打印等强大功能。

④ LEODO 人机界面提供了丰富的外设和网络通讯接口，灵活的二次开发编程有利于较大工程的智能化网络搭建。

⑤ PLC 的应用，使得设备更加简洁，提高了系统的可靠性、可维护性。

⑥ 该系统还可扩展，实现更完善、更智能、更优化的网络控制方式。

⑦ 人机界面，配合其他智能控制技术，应用在工业场合完全可能。

四、人机界面在 2000m^3 高炉生产中的应用

1. 系统介绍

2000m^3 高炉包括高炉及热风炉本体、水处理、煤粉喷吹、环保除尘等岗位。从性价比综合指标考虑，高炉采用了大量性能优良的施耐德电气产品。高炉热风炉本体基础自动化控制系统 PLC 选用了 TSX QUANTUM 系列产品，风机变频器选用了 Altivar 产品，低压电

器选用施耐德软启动器，梅兰日兰开关、断路器、接近开关、光电开关等产品。炼铁是在高炉内进行还原反应过程。炉料、矿石、燃料和熔剂从炉顶装入炉内，从鼓风机吹来的冷风经热风炉后，形成热风从高炉风口鼓入，随着焦炭燃烧，产生热煤气由下向上运动，而炉料则由上而下运动，互相接触，进行热交换，逐步进行还原反应，最后到炉子下部还原成生铁，同时形成炉渣。积聚在炉缸的铁水和炉渣分别由铁口和出渣口放出。

高炉自动化的目的主要是解决高炉操作的四个主要问题，即正确的配料并以一定的顺序及时装入炉内；控制炉料均匀下降；调节料柱中炉料分布及保持与煤气流良好的接触；保持合适的热状态。

现代高炉自动化主要是涉及仪表检测及控制系统、电气控制系统和过程及管理用计算机。仪表控制系统和电气控制系统通常由 DCS 或 PLC 构成。由于高炉在钢铁厂处于咽喉位置，需及时和稳定地供给炼钢工序合格的铁水，故其生产稳定性是很重要的。近年来，高炉向大型化方向发展，稍有不正常，损失就很大，因此其生产稳定性就显得愈加重要。高炉自动化的控制性能是决定高炉稳定运行的一个至关重要的因素。

2. 系统控制内容及功能要求

高炉生产要求控制系统能够保证生产过程的连续性和实时监控性，而且要求数据量多，所有设备的自动化程度要高。同时要求数据采集周期短，刷新速率快。特别对通讯网络而言，数据传输速率、网络的稳定性和正确性尤为重要。

(1) 高炉部分

① 炉顶、炉喉、炉身、炉腰、炉缸、炉底、炉基的温度、压力、差压、流量、料位、重量的检测。要求数据采集精确度小于等于 0.2%，采集速率小于等于 0.8s。

② 炉顶压力控制：这是高炉生产中最重要、必须投入自动运行的控制。正常情况下，高炉顶压为 $250\text{kPa} \pm 3\text{kPa}$ 。2000m³ 高炉顶压调节采用了比肖夫环缝洗涤塔专利技术，串联方式的上下两级喉口一个投入自动，一个投入手动。

③ 炉身静压校正：在高炉不同高度测量炉身静压力，可以较早得知炉况变化，较准确判断局部管道和悬料位置，以便及时采取措施。2000m³ 高炉在 4 个水平面上装设 4 个取压口以测量炉身静压力。

④ 炉体冷却壁热负荷检测：冷却壁热负荷检测属于重点监控和维护内容。分析该处实时曲线和历史趋势，可以帮助高炉工长正确判断炉况，采取相应措施延长高炉炉龄。

⑤ 煤气分析：分析高炉煤气中 H₂、N₂、CO、CO₂ 含量，可以了解炉内反应、风口或冷却系统漏水等情况。

⑥ 水冷系统控制：通过膨胀罐、接受罐、水泵、气密箱、密闭循环水系统、炉顶打水的连锁与阀门控制保护炉顶设备。

⑦ 氮风系统控制：通过送风阀、送氮阀、风机连锁控制保护齿轮箱、阀箱等炉顶设备。

(2) 热风炉部分

① 炉体温度、压力、差压、流量参数的检测。

② 热风温度控制：通过自动调节混风切断阀开度，将适当配比的冷风掺入热风管道中，控制送往高炉热风围管的热风温度在 $1200^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ 内。

③ 废气温度与煤气支管流量的串级控制：废气温度与煤气支管流量组成串级调节回路，废气温度调节器的输出作为煤气支管流量调节器的外给定值（见图 6-12）。

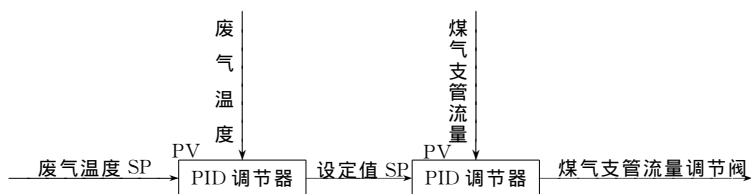


图 6-12 废气温度与煤气支管流量串级控制原理图

3. 系统配置

(1) 硬件组成 图 6-13 所示为高炉 PLC 硬件配置简图。元器件列表见表 6-1。

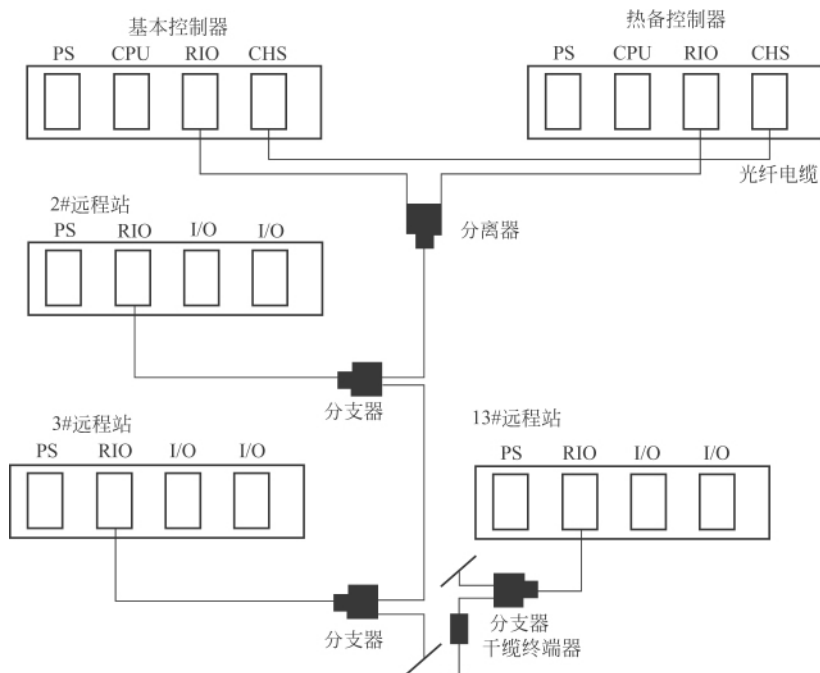


图 6-13 高炉 PLC 硬件配置简图

表 6-1 元器件列表

序号	设备名称	型号	数量
1	底板 10 槽		32
2	电源模板	140CPS11100	16
3	电源模板	140CPS11400	15
4	CPU 模板	140CPU53414	4
5	以太网通讯模板	140NOE77100	4
6	热备模板	140CHS11000	4
7	远程通讯模板	140CRP93100	4
8	本地通讯模板	140CRA93100	20
9	模拟量输入模板	140ACI03000	42
10	热电阻输入模板	140AVI03000	22
11	热电偶输入模板	140ATI03000	28
12	模拟量输出模板	140ACO02000	12

续表

序号	设备名称	型号	数量
13	数字量输入模板	140DDI35300	17
14	数字量输出模板	140DDO35300	21
15	分支器	MA-0185-100	22
16	分离器	MA-0186-100	2
17	变频器	Altivar	2
18	接近开关、断路器等	梅兰日兰	230

注：1. 高炉、热风炉 PLC 部分采用远程 I/O (RIO)，配置成单缆方式。

2. 高炉部分 PLC 共有 13 个远程站。热风炉部分 PLC 共有 8 个远程站。

(2) 软件组成

① 工程师站组态软件包选用了 Concept 编程软件，它易于使用，功能丰富，具有 5 种符合 IEC1131-3 标准的编程模式。特别是软件仿真测试功能最受用户欢迎，大大缩短了在线调试时间。

高炉及热风炉根据控制流程不同，采用了梯形图 (LD)、功能块 (FBD) 两种编程方式。

煤气支管流量与冷风支管流量的比值控制：煤气支管流量与助燃风支管流量组成配比调节回路，以煤气支管流量作为比值器的输入，比值器的输出作为助燃风支管流量调节器的外给定值。图 6-14 所示为煤气支管流量与冷风支管流量比值控制原理图。

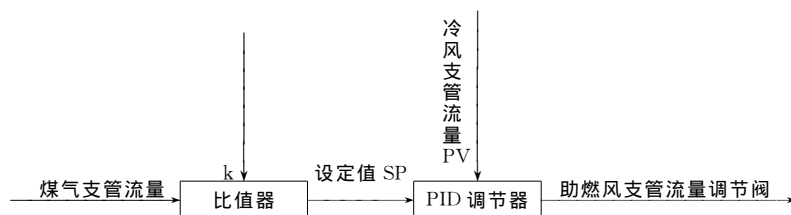


图 6-14 煤气支管流量与冷风支管流量比值控制原理图

开始燃烧时，废气温度调节器、煤气支管流量调节器及助燃风支管流量调节器均切换到手动状态，使废气温度调节器的输出为零，使煤气支管流量及助燃风支管流量调节阀处于小开度状态。当延时几秒后或废气温度达到 350℃ 时，调节器自动切换到自动调节状态。当炉子退出燃烧时，煤气及助燃风支管流量调节阀均切换到手动状态，且两阀全关闭。

② 操作员站监控软件包选用了 Monitor Pro。它是基于实时数据库核心的软件系统，其工业现场数据采集实时性好。基于 Server/Client 结构的上位监控软件，集 HMI、SCADA、MES 三大功能于一身。

高炉利用 Monitor Pro 软件，实现了实时、历史趋势、数据报表、数据采集、报警记录、动态显示等功能。

③ 网络构成：图 6-15 所示为网络拓扑结构。

4. 解决方案

① 计算机控制系统选用施耐德公司 Quantum 自动化平台，分为高炉本体、热风炉 2 套 PLC 系统 (CPU 为热备)，4 台上位工作站，共有 1500 余个 I/O 点。其中模拟量 900 点，数字量 600 点，控制回路 60 个。