

# Harmonas 自控系统在大型空分装置中的应用

杨建洛 薛辉 王玉敏 任燕福 陈新民

(安阳钢铁集团有限公司)

**摘要** 介绍了 KDON-3600m<sup>3</sup>/h 空分装置中 Harmonas 协调自动化系统的性能概况、典型配置和控制功能及应用效果。

**关键词** 空分 Harmonas 系统 控制功能 运行效果

近年来,随着计算机控制技术的迅猛发展,特别是 DCS 技术的日益成熟和完善,国产大中型成套空分装置的自动化控制水平也迅速提高。

HanmonasDCS 是日本山武公司的在 TDC300 的基础上推出的一种面向工业现场的中小型控制系统,具有功能强大,可靠性高,组态方便,造价低等优点。2000 年,河南省钢铁企业先后有两套大型空分装置的控制采用 Harmonas 系统。其中,安钢集团信钢 3600m<sup>3</sup>/h 制氧机工程于 2000 年 3 月开始选型设计,5 月正式破土动工,年底建成出氧。

## 1 工艺概况

KDON-3600m<sup>3</sup>/h 成套空分装置是生产液态氧、氮和液态纯氢产品的分子筛增压膨胀流程的大型成套设备,工艺流程采用了当今国际上先进的空分技术,如:高效规整填料塔、全精馏无氩制氩、分子筛吸附、增压透平膨胀机技术等。主要工艺过程和主要设备如下:

(1)空气压缩系统:将原料空气经除尘过滤后压缩成高密度气体,出气端温度达 117℃,压力 0.61MPa,主要设备有空气透平压缩机一台,流量 16000m<sup>3</sup>/h~23000m<sup>3</sup>/h。高压电机 2200kW。

(2)空气预冷系统:对压缩后的空气进行冷却。主要设备有空冷塔、水冷塔各一座,流量为 60m<sup>3</sup>/h 的冷水机组一套,冷却后气体温度 17℃。

(3)分子筛纯化系统:利用吸附原理对空气进行干燥、过滤。主要设备有分子筛纯化器两台附属加热设备。一台吸附时,另一台再生,两台交替工作。分子筛再生和切换过程十分复杂,要求保持工况高度稳定和切换过程绝对可靠。

(4)分馏系统:将低温液化后的空气逐步蒸发分离。主要设备包括低温分馏塔两座,安装在高度近

60m 高的冷箱内,设备工作温度 -170℃ 左右。

(5)产品氧气加压缓冲系统:将产品氧气加压后外送。主要设备:活塞式氧气压缩机两台,电机功率 800kW。

(6)精氩储存输送系统和产品自动分析系统。

## 2 控制系统选型

以往空分装置的 DCS 用户,为确保系统可靠性,往往不惜巨资选用著名公司的大型系统,性能价格比低,系统资源浪费,3600m<sup>3</sup>/h 空分按照工艺要求的 I/O 点数,400 多点即可满足要求,中小规模的 DCS 无疑是首选。而 Harmonas 自动化系统是高性能的 DCS,硬件配置先进,冗余,卡件可热插拔,功能完善,性价比高。和其他系统相比其特点主要有:

(1)控制网络和管理网络均为 IBBB 标准协议的以太网;

(2)HSS 采用了标准的工业 PC 机;

(3)具有自诊断功能 CPU 模板(MSC);

(4)综合工程环境:RTC。RTC 是一种点组态并成批编译生成的综合开发调试工具。每种控制状态(点)都以“点”来定义和表达,方便灵活。如 DI、DO、AI、AO 等;

(5)MIBF ≥ 160000h,时间长,系统软件采用 Windows NT,通用性强,数据开放性好;

(6)自带远传隔离 I/O 端子,接线方便。

## 3 控制系统配置及功能设计

针对 3600m<sup>3</sup>/h 空分的工艺要求和本厂职工的操作经验,DCS 系统要求具有以设备安全为中心,减少人工干预和操作,实现全自动监控运行等功能。设计内容包括硬件配置及组态,供电设计,控制回路,电气连锁等。

### 3.1 控制系统配置

根据生产工艺的特点和要求,系统按冗余性配置,冗余范围包括:HC,点源,网络,I/O模板等。控制系统配置如图1所示。

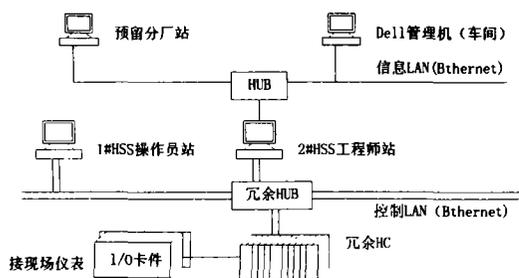


图1 控制系统配置原理图

主要设备包括:管理机一台,OPC服务器兼工程师站一台,操作员站一台,HP激光打印机两台,24交口交换机两台,冗余HC和I/O卡件一套,1000kW瓦的在线式UPS一台(标准时间),机柜、远传端子和双绞线等。

### 3.2 供电设计

空分装置中的控制系统的供电必须考虑其工作的独立性,安全性和可维护性,当控制系统发生意外停电时,供电系统应能持续供电,以便这时能保持现场仪表的工作状态,有充足时间有步骤地进行停机操作。为此,采用了双进线电源外加UPS的供电方式,输出功率10kW,满足了生产需要。

### 3.3 主要控制回路的设计

控制回路的设计对保持工况设备稳定,保证工艺参数的精度和生产的安全高效具有着重要意义。控制回路主要包括以下几各方面:

(1)产品氧气流量开环自动调节系统:本调节是为了确保产品氧气正常送出,以避免压氧系统故障或氧压机异常停车时导致前流程设备过压而损坏,调节系统自动调节氧气放空管道上的气动薄膜调节阀开度,从而保持流量恒定。

(2)粗氩流量调节系统:该控制回路根据粗氩含氧量自动分析出的结果大小,以及粗氩流量值一起参与调节,即若粗氩中含氧量变化,相应的该调节回路的目标值,要进行相应的跟踪变化,该调节回路根据工艺需要设计成分程调节方式。

(3)空压机出口压力调节:为了保证空压机出口压力的相对稳定,DCS系统对空压机出口阀和放空阀进行开环调节,当出口压力超限时,调节放空阀的开度以维持空村机出口压力稳定。

(4)氧气吸入压力和排出压力调节系统:本系统为保证氧压机吸入压力排出压力恒定而设计。DCS

的调节器输出控制氧压机的旁通阀,靠回流量来维持吸入压力的稳定。设计的DCS排气压力控制调节器、与来自吸入压力进行低值比较选择来输出控制上述旁通阀。通过机旁盘上调节器仪表控制放空阀。先打回流,后放空,确保压力安全不超限。

### 3.4 设备连锁保护

为了避免设备运行中震动超标、超压、温度过高、液位超限等引起的重大设备事故和安全事故,Harmonas在上述参数超限时,要进行调节和停车控制。主要有:空压机三级震动的超限保护、防喘震保护、轴温过热保护、润滑和冷却系统故障保护。当震动系数大于 $50\mu\text{m}$ 时,将造成空压机涡轮和轴损伤,因此,报警限设定为 $40\mu\text{m}$ ,当达到和超过 $50\mu\text{m}$ 时,Harmonas系统将自动关闭进气阀,打开放空阀,切断空压机运行。分子筛纯化后的空气进入分馏塔之前的水分含量如果超限,将引起主换热器冻结等严重设备事故。因此,对氦水预冷系统冷却塔内冷却水位的控制要求十分严格,DCS根据实际液位的变化随时调整进水阀开度,一旦超限,将提前关停水泵,控制液位上升。分子筛的顺序切换和加热保护由DCS自动完成,再生加热时温度过高将自动切断加热系统,以免破坏内部化学吸附系统。

其他主要保护过程还有:高速膨胀机运行工况的检测保护。分馏塔氩气纯度保护,氧气压缩机过热保护、润滑和冷却系统故障保护、出口压力超限保护。氩气贮存球罐超压保护。氧气贮存球罐压力超限自动安全放散保护等。

## 4 运行效果分析

控制系统设计了多幅显示流程图、趋势图、数据报表等。工艺参数显示清晰、准确,运行趋势一目了然。

该系统的投用,大大提高了整套装置的工作效率,简化了操作,减少了维护,为整套装置安全高效和全自动化运转提供了可靠保证,深受操作和维护人员好评。一年多来,系统运行稳定可靠,控制精度高,各项生产和设备运行指标均达到了较高水平。控制系统无故障工作时间已超过10000小时,和本厂 $1500\text{m}^3/\text{h}$ 制氧机(分散仪表控制)作业率提高14%,氧气平均产量达 $3280\text{m}^3/\text{h}$ ,纯度99.9%,比设计能力年多产氧进70万 $\text{m}^3$ 。为实现炼钢双炉年产50万吨钢奠定了基础。2001上半年炼钢系统双炉同时生产,钢产量大幅度提高,达到了23万吨,产量比上年同期增长一倍,经济效益十客观。