

西宁特钢高炉机前富氧技术的应用与实践

蔡丽平 陈 春

青海省西宁特殊钢股份有限公司 青海 西宁 810005

摘 要：高炉机前富氧技术，在建龙企业应用广泛。是一项技术非常成熟的项目，节能效果显著。不仅满足了高炉生产需求，同时也有效的降低空分系统设备电耗，使制氧有备机，消除生产隐患。

关键词：机前富氧；节能；高炉

1 高炉机前富氧项目可行性

随着高炉技术的发展，减少高炉炼铁对焦炭的依赖，目前，高炉大多采用喷煤工艺，以煤代焦，减少焦炭的用量，缩小炼焦的规模，降低炼焦对环境的污染。为加大喷煤量势必要给高炉热量补偿，目前热补偿主要依靠提高高炉鼓风风温，但提高高炉鼓风风温非常困难，而采用高炉机前富氧工艺简单易行，且效果较佳，富氧率每提高1%可以使煤粉喷吹率增加6%，较提高高炉鼓风风温更经济、简单、可靠。

目前，西宁特钢股份有限公司对现生产的450m³高炉、1080m³高炉进行机前富氧改造，结合建龙子公司成功经验，将机前富氧运用到实际生产中。

2 推行高炉机前富氧技术的必要性

西宁特钢于2000年建设6000Nm³/h制氧机1套，2005年安装建设12000Nm³/h制氧机1套，2011年建设15000Nm³/h制氧机1套，主体冶炼设施为：1座450m³高炉、1座1080m³高炉、2台110吨康斯迪电炉、1台65吨转炉，按目前产能需求平衡，启动12000Nm³/h制氧机和15000Nm³/h制氧机机组满足公司用氧需求。高炉合计富氧13800m³/h，现高炉富氧方式为机后富氧，整体氧电单耗达到1.03kwh/m³高于同行业水平，为此推行高炉机前富氧技术势在必行。

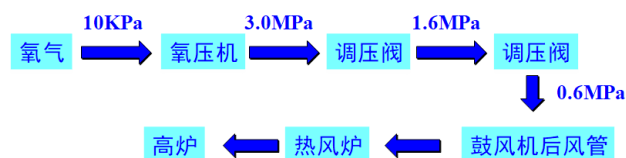
改造后，中压氧气用量12500m³/h，考虑转炉生产期

间用氧瞬时量达到19000m³/h以上，造成中压氧气管网持续下降，为保证中压氧气管网压力和用户正常用能，停12000Nm³/h制氧机氧透；两台高炉鼓风机通过由现机后富氧改为机前富氧，富氧由两座制氧机组主塔低压氧供两座高炉使用，15000Nm³/h制氧机氧透供炼钢厂两台电炉、钢轧厂转炉生产用氧及检修辅助用氧。

3 高炉机前富氧技术原理

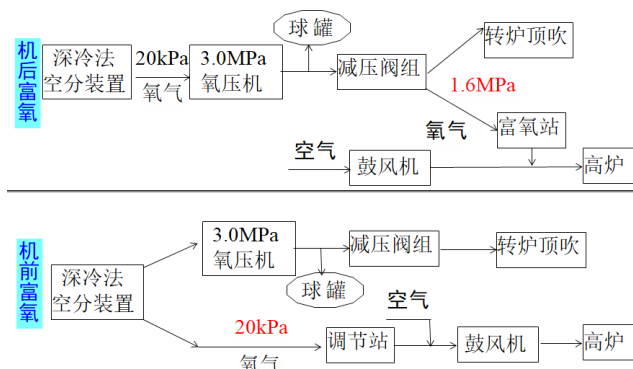
3.1 机后高压富氧原理

目前多数钢铁企业采用机后高压富氧，即以P = 3.0MPa的氧压机加压送氧气，经过调压至P = 1.6MPa送往高炉，再经过调压至P = 0.6MPa送入高炉鼓风机机后风管，对高炉风进行富氧（图）。



3.2 机前低压富氧原理

从制氧装置出来的低压氧气（大约20KPa）直接送入高炉鼓风机吸入侧，从而使鼓风中的含氧量增加，达到高炉富氧鼓风。机前混合，用鼓风机代替了氧压机，进而提高压缩效率，降低高压氧气的产出，有效节约电能，减少循环冷却水新水补充量（图）。



4 应用高炉机前富氧技术的可行性

根据国家标准GB16912-2008在低压输送氧气时,管道内流速根据管系压降确定。

现西宁特钢2#450 m³高炉和3#1080 m³高炉富氧总量约15500m³/h,总管进口压力按23kPa。

4.1 其中12000Nm³/h制氧到主管道DN600/DN500/DN500变径三通管道直径为DN500mm,管道长度150m,氧气管道流量考虑最大为12000m³/h,设计流速 $v = 15.1\text{m/s}$,设计理论压损 $\Delta P = 1495\text{Pa}$ 。

4.2 15000Nm³/h制氧到主管道DN600/DN500/DN500变径三通管道直径为DN500mm,管道长度50m,氧气管道流量考虑最大为15000m³/h,设计流速 $v = 18.8\text{m/s}$,设计理论压损 $\Delta P = 2214\text{Pa}$ 。

4.3 主管道DN600/DN500/DN500变径三通到DN600/DN500/DN400变径三通前主管阻火器管道直径为DN600mm,管道长度640m,氧气管道流量考虑最大为15500m³/h,设计流速 $v = 13.8\text{m/s}$,设计理论压损 $\Delta P = 4929\text{Pa}$ 。

氧气总管总阻力损失合计: $\Delta P = 8638\text{Pa}$ 。

4.4 主管道DN600/DN500/DN400变径三通至3#1080 m³高炉富氧混合器支管管径为DN500mm,管道长度250m,计氧气总管流量考虑最大为10000m³/h,设计流速 $v = 13.8\text{m/s}$,设计理论压损 $\Delta P = 3909\text{Pa}$ 。

4.5 主管道DN600/DN500/DN400变径三通至2#450 m³高炉富氧混合器支管管径为DN400mm,管道长度720m,计氧气总管流量考虑最大为5500m³/h,设计流速 $v = 13.8\text{m/s}$,设计理论压损 $\Delta P = 5706\text{Pa}$,

根据以上计算结果可以看出:

① 制氧塔到3#高炉富氧混合器处的总阻力损失合计为12.55KPa,即3#高炉鼓风机前低压氧气压力为23kpa-12.55kpa = 10.45kpa,达到5kpa以上,满足高炉的富氧要求。

② 制氧塔到2#高炉富氧混合器处的总阻力损失合计为14.3KPa,即2#高炉鼓风机前低压氧气压力为23kpa-14.3kpa = 8.7kpa,达到5kpa以上,满足高炉的富氧要求。

5 应用高炉机前富氧技术的经济效益

按现有两座高炉用氧量计算,共需用氧量在15000m³/h左右,通过机前富氧的改造可停掉一套12000Nm³/h空分的氧气压缩机,配套功率为3000KW/h,2座高炉通过机前富氧改造后,可有效降低制氧电单耗,经测算,立方

米氧气耗电可由目前1.03Kwh/m³降至0.91Kwh/m³;节省耗电1005.05万元/年;

6 高炉机前富氧自动化控制水平

机前富氧系统自动化仪表装备水平主要体现在控制系统以及现场检测控制装置的综合技术水平。

富氧自动控制系统拟采用西门子系列PLC作为控制站,以研华工控机作为上位机对系统进行检测及控制,PLC采用西门子专用软件进行编程以太网通讯,上位机采用WIN10系统WINCCV 7.5软件进行编程,在系统编程软件的基础上进行二次开发,其主要检测对象为:

- 1) 阀门阀位(控制输出阀位,阀位反馈)
- 2) 氧气流量(设定流量、反馈流量)
- 3) 氧气压力
- 4) 氧气温度
- 5) 含氧量分析
- 6) 高炉风机运行状态

富氧控制是将掺入高炉送风中的氧量维持在生产所要求的数值上,根据操作人员设定的富氧流量、富氧率和检测到的富氧流量、氧气含量,通过PID闭环控制该氧气流量调节阀的开度和手动控制调节阀的开度,以达到富氧流量或者富氧率的要求值。

在风机流量偏小含氧量偏高时,PLC自动控制系统紧急切断氧气供应,保护风机的安全;

在高炉鼓风机停止时,PLC自动控制系统紧急切断氧气供应,并充入氮气;

在氧气流量过高时,PLC自动控制系统调节阀完全关闭;

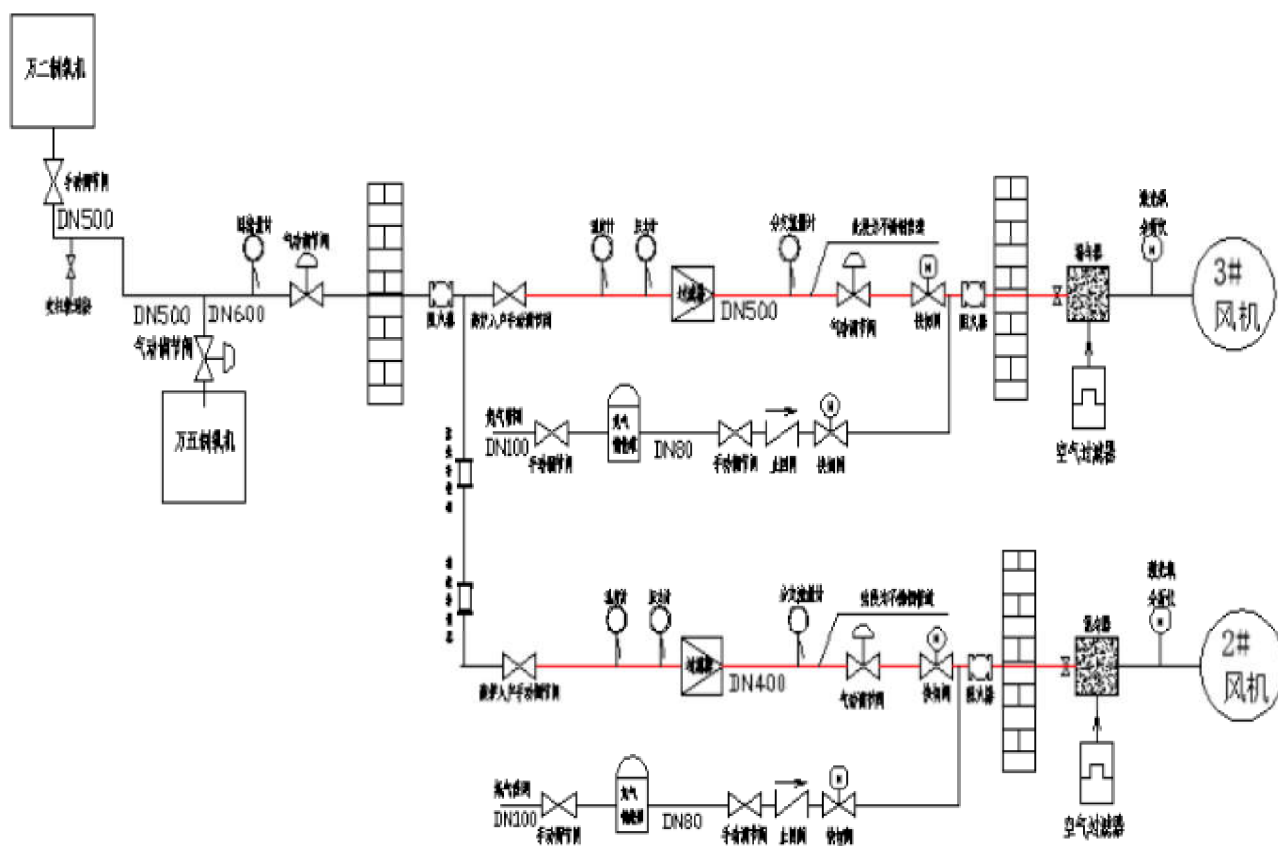
氧气系统发生故障时,由PLC根据所检测到的参数,自动迅速关断气动快速切断阀并打开保安氮气切断阀;

以上设定的安全参数连锁均可以投入和切除;

自动控制系统可实时记录流量曲线,以便于生产人员根据实际需要进行调整。

7 高炉机前富氧技术改造

氧气通过氧气混合器进入空气系统,氧气混合器装设在鼓风机吸风管道上,空气过滤器和鼓风机之间。在进入氧气混合器之前设气动切断阀、流量调节阀,以调节富氧量;设置快速切断阀,在紧急情况下迅速关闭,切断氧气来源,并在氧气混合器与快速切断阀之间接入氮气管道,设置氮气储罐和快开阀,在紧急情况下迅速开启,向系统内充氮,以保证设备的安全(图)。



8 结论

虽然高炉机前富氧技术改造一次性投资较高,但可以在短时间内收回投资成本,并且长期节约能耗,经济效益显著。且高炉机前富氧技术能有效降低成本,提升生产效率,值得钢铁企业内推广。

参考文献

[1]纪建国,杜宏辉,丁岐,袁福荣,《宁夏建龙特

钢有限公司高炉机前富氧调试大纲》,2021.4

[2]陈春,《西宁特钢深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》,2018.7

[3]陈春,赵强,蔡丽平,《西宁特殊钢股份有限公司空分系统操作规程》,2017.9

[4]《氧气站设计规范》GB50030-2013

[5]《工业金属管道设计规范》GB50316-2000