

金昌冶炼厂制氧空分设备改造效果浅析

王学良

(金昌冶炼厂 铜陵 244101)

摘 要 分析制氧空分系统板式切换流程的缺点和分子筛的优点,介绍金昌冶炼厂制氧空分设备的可逆切换板式流程改造为分子筛流程后,生产运行状况;制氧工况较稳定;粗铜、硫酸产量增长;焦耗、电耗降低;改善制氧指标,提高了经济效益,改善了环境。

关键词 制氧 空分 设备改造 板式切换 分子筛

金昌冶炼厂采用密闭鼓风炉富氧熔炼工艺。该工艺是提高铜冶炼密闭鼓风炉生产能力、减少烟气量、提高烟气中 SO_2 含量、改善炉况和烟气制酸条件的有效途径。如停氧一天,平均少生产粗铜约 20t, 硫酸 100t, 且焦耗、电耗等都将上升。同时,鼓风炉空气熔炼炉子难操作,烟气难平衡,低空无组织排放难以控制,致使环境污染严重。因此,延长制氧运行周期,稳定制氧生产,提高制氧与鼓风炉生产同步率意义重大。

1 空分设备改造前状况

金昌冶炼厂 KDON-3200/3200-II 制氧空分设备是开封空分设备厂设计、制造的早期产品,它使用的是全低压可逆切换板式流程。由于设计、制选的先天不足,主要运行参数偏离,原设计生产周期从未达标。近年来,由于设备腐蚀,老化严重,运行周期只能达到 2 至 3 个月,甚致有一个月停修过三次,不能正常供氧,严重地影响了铜酸系统的生产。

1.1 板式切换系统故障率高 切换板式换热器在设计、制造时,其通道排列不合理,对 CO_2 的清除能力差;由于环境污染严重,其内部结垢严重,清除能力更差,造成过量的 CO_2

不断进入精馏塔,堵塞精馏塔板,精馏工况不断恶化,迫使停车加温吹扫,加温吹扫一次需 5 至 7 天。换热器的切换时间也达不到 4min/ 次的设计指标,而是 40~50s 一次,切换蝶阀故障率高。1994 至 1995 年切换蝶阀故障 10 余次,更换蝶阀 10 多台,资金达 10 万元以上,同时造成制氧短时间停车。由于温差存在,停车过程中,温度将趋于平衡,势必破坏空分系统的温度梯度,在复车过程中,将造成过量的 CO_2 颗粒进入塔内,从而加速缩短生产周期。

1.2 管道腐蚀、老化,泄漏率增高 近几年,空分系统停修治漏时,发现冷箱内的管道、设备、材料已明显减薄,在氩弧焊焊补时,附近会出现裂缝现象,有的管壁一点焊就会出现小孔。还有就是在开车前经裸冷查漏,无泄漏的空分系统,当充填珠光砂后,刚转入生产,塔内管道、膨胀节等又发生泄漏。泄漏在制氧生产中是不允许的,因而又要扒装 800m^3 的珠光砂,处理一次要 10 天时间。

1.3 仪表控制系统故障率增高 由于腐蚀、老化、仪表指示不准确,且仪表控制系统失灵现象时而出现,造成制氧操作只能凭经验,因而工况极难保证。如喷雾冷却塔水位

指示仪控制报警失灵,已造成三次板式带水。1994 年一次带水,管道冻结,造成制氧停氧一周。

2 空分设备主工艺改造

2.1 空分设备主工艺改造的必要性 如前所述,空分系统生产周期只有二三个月,氧气产量只能达到 $3000\text{m}^3/\text{h}$,氧纯度只有 $90\% \sim 95\%$ 。制氧带病维持生产,操作难度大,且影响铜酸系统生产。现换一台换热器需 40 多万元。其余三台换热器由于老化随时有可能被气流将管道冲破。更换一台换热器的时间,要少产粗铜 600t,硫酸 3000t,同时将加重环境污染。因此,原制氧主工艺必须改造。

2.2 分子筛流程的主要优点

2.2.1 可靠性优良 (1) 分子筛流程主要是利用分子筛吸附水分、 CO_2 及碳氢化合物的性能来净化空气,保证深度冷冻法分离设备的正常稳定运行。分子筛纯化器代替原切换板式流程中的换热器热端,碳氢化合物等去除彻底,运行周期长。(2) 主换热器只起换热作用,切换时间长达 4h/次。主换热器不受交变应力作用,对塔的扰动小,设备使用寿命长。(3) 分子筛吸附器出口是干燥空气,对管道和换热器无腐蚀。

2.2.2 流程简化,管道、阀门减少 原切换板式流程必须分 4 个阶段来进行操作,工况难以控制。而分子筛流程可以一步到位,易操作,工况易调整,原切换板式流程板式冷箱内有 4 台换热器,4 台自动阀箱和 2 台液氧泵,现只用 1 台主换热器代替,管路、阀门减少,泄漏点减少,操作、维修相应减少。且避免了过去经常扒珠光砂处理漏点的问题。

2.2.3 能耗降低。采用增压膨胀机代替透平式膨胀机气体回路,有效地减少了膨胀气量,提取率提高从而降低了能耗。

2.2.4 操作方便。(1) 没有象可逆式换热器的空分装置那种通过水分和 CO_2 造成冻

结的问题;(2) 主换热器不需要进行精确的温度控制;(3) 可以迅速地进行负荷变动调节,因为不用考虑象可逆式换热器那样的温度梯度及由此引起的再升华问题;(4) 自动化程度较高,可以简单地实现装置的冷态或热态启动。

改为分子筛流程,空气中氧的提取率有显著的提高,氧产量约增产 $600\text{m}^3/\text{h}$,这将有效地缩短鼓风炉的熔炼时间,提高粗铜、硫酸的产量,节约焦炭。

3 改造效果

空分系统改造后,截止 1997 年 9 月已供氧一年,从运行情况看,工况比较稳定,供氧数量、质量都达到了设计要求。

3.1 制氧指标改善 (1) 氧产量从 $3200\text{m}^3/\text{h}$ 提高到 $3800\text{m}^3/\text{h}$,纯度达 99.6% ,一年多产氧气 520 万 m^3 。(2) 氧气电耗从 $0.74\text{kwh}/\text{m}^3$ 下降到 $0.61\text{kwh}/\text{m}^3$,一年节约约 420 万 kwh 。

3.2 提高了经济效益 改造后粗铜和硫酸增产、节约焦炭情况见表 1,经济收益见表 2。

表 1 粗铜、硫酸增产情况及
焦炭节约情况

项目	改造前	改造后	一年情况(t)
粗铜(t/d)	147	156	增 3200
硫酸(t/d)	352	408	增 20000
焦炭(kg/t)	718	680	减 2000

表 2 经济效益情况(一年对比)

项 目	改造后增长数量及价格	经济效益(万元)
增产氧量	520 万 m^3 , 0.5 元/ m^3	260
节电	420 万 kwh , 0.315 元/ kwh	132
节焦炭	2000t, 510 元/t	102
提高硫利用率	3.5%, 340 元/t 酸	180
合计		674

上述表中的粗铜、硫酸产量增长,焦耗降低不能全部归功于分子筛改造的效果,因此
(下转至第 5 页)

的窑中温度试验, 结果为:

窑中温度(℃)	380	420	460	500	550
氧化钴品位(%)	71.41	71.87	72.41	73.60	74.90

长期的生产实践表明, 煅烧温度对产品粒度及品位都有影响, 温度过高, 氧化钴颗粒容易长大, 且品位也有所增高。为了产出品位为 72% 左右的氧化钴, 生产上窑中温度宜控制在 420~ 460℃ 之间, 此时, 窑头温度为 600~ 650℃, 窑尾为 280 ~ 320

℃。

4 处理量及产品质量

目前, 该回转窑处理烘干料能力为 550 ~ 600kg/d, 产出氧化钴 250 ~ 270kg。产品氧化钴由窑头接料桶收集料和收尘器的捕收料两部分组成, 其成分列于表 1。生产过程中, 只有极少的物料飞扬损失, 钴的直收率为 99.9% 左右。

表 1 产品氧化钴成分(%)

产品名称	Co	Zn	Ni	Mn	Cu	Pb	As	Cd	Fe
窑头氧化钴	72.50	0.16	0.25	0.030	0.0026	0.0057	0.002	0.0017	0.017
布袋氧化钴	72.18	0.18	0.28	0.031	0.0026	0.005	0.0035	0.002	0.014
T-2 级氧化钴	70.0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.006	0.005	0.006	0.4

从表 1 看出, 氧化钴的杂质含量均小于国标 T-2 级标准, 主金属钴的含量大于 72%。通过粒度分析, 布袋氧化钴全部 - 61 μ m, 松装密度为 0.61~ 0.69g/cm³; 窑头氧化钴全部 - 147 μ m, 98% 为 - 104 μ m, 松装密度为 0.66~ 0.75g/cm³。氧化钴的钴品位、杂质含量及粒度均能达到客户要求。

5 结论

(1) 用烧焦炭的外热式回转窑生产氧化

钴的主要技术条件为: 窑中温度 420 ~ 460℃, 窑内负压 29.4~ 49.0Pa 干草酸钴加料量 25kg/h。控制好这些条件, 即可产出品位为 72% 左右的氧化钴。

(2) 回转窑煅烧生产氧化钴, 具有操作方便、技术条件易于控制、生产成本低、金属回收率高等优点, 是一种较为经济、有效的方法。

(上接第 7 页)

表中未列出粗铜、硫酸增产所获得的经济效益, 如果加上这部分的效益, 制氧空分改造的效果更加明显。

3.4 环境效益 改造后硫利用率从 72.5% 提高到 76%, 超出了公司及市环保的计划指

标, 减少了污染, 改善了环境。氮气产量由 3200m³/h 提高到 9000m³/h。其中 6000m³/h 用于空分系统再生, 还有 3000m³/h 的氮气用于阳极炉的脱氧还原, 这将大大减少阳极炉还原时的烟害, 保护了大气。