

变压吸附制氧技术的发展和应

张自峰

(河南省安阳市安阳钢铁股份有限公司制氧厂 河南 安阳 455004)

[摘要] 变压吸附制氧技术较其他制氧技术具有消耗成本少, 技术较为简单, 操作方法灵活等优势, 在很多领域中被人们使用。但该技术在我国的应用时间较短, 一些重要技术暂时落后于国外企业, 需要在生产中总结很多经验, 研发出更多有用的专利, 才能让变压吸附制氧技术与国际接轨。下面作者分析该技术在我国的进展和应用, 总结了该技术在国内外的发展前景, 希望更多企业在生产过程中使用相关技术, 响应国家节能生产号召。

[关键词] 变压吸附制氧技术; 操作便捷; 维修方便; 发展前景

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.09.183

氧气在生产中的应用非常广, 尤其是一些大型生产工业中, 需要企业自己制取氧气, 从而降低生产成本。变压吸附制氧法由于资源消耗相对较少, 被广泛应用。企业在应用该技术制取氧气时, 要结合实际情况, 做好维护工作, 记录相关制取数据, 对制取过程进行合理调整, 通过不同方法, 提升氧气制取效率。

1 国内变压吸附制氧技术进展

从20世纪初至中叶起, 变压吸附制氧技术得到了充分地发展。美国、日本在20世纪80年代初期相继实现了工业化。20世纪末, 美国Praxis(实际应用)公司开发的一种新型的氧气吸附材料。设备产能极限为3000立方每小时, 耗能为 $0.35\text{kW}/\text{m}^3$, 这为变压吸氧制氧技术的快速发展奠定了基础。近年来, 由于永磁电机的不断发展和制氧技术的不断改进, 国外的变压吸氧制氧技术已经达到了 $0.3\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ 以下。双塔工艺最大产能可达6000立方米/小时, 可进一步降低变压吸氧法的生产成本, 并逐步扩大产能。

从80年代末开始, 我国一直在进行变压吸附制氧机的研制, 到1990年代初期, 小规模工业化生产设备已经出现。原来的制氧设备所使用的吸附剂是CAA型分子筛吸附剂, 采用PSA法, 由原来的20立方米/小时、50立方米/小时、100立方米/小时、90年代末, 国内最大的变压吸附量是1.000立方米/小时, 纯氧耗量在 $0.5\text{kW}/\text{h}/\text{m}^3$ 以上。国内最开始发展的时候, 有的产品有较大噪声, 容易损坏, 切换阀更换频繁, 分子筛时常粉化等各类情况。国内一些企业, 尤其是钢铁及相关产业公司, 将PSA仪器用于短期工作中, 但是工作量大, 维护支出多, 又改用了深冷分离装置, 造成了设备无法长期运行、维护量过大、无法大型化等不利因素, 与国内同类产品存在着较大的差距。本世纪初, 北京大学先锋科技股份有限公司已成功地在国内成功地制备了高效锂离子吸附剂, 并应用于变压吸附制氧法。国内变压吸附制氧技术普及和应用较快, 北京一高校附属研究所已经组建出两套每小时产能为6000的制氧设备, 纯氧耗量也接近 $0.3\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ ^[1]。

2 变压吸附制氧技术的特点

2.1 成本低

开展制氧工作中, 电耗量在9成上下, 变压工艺的不断优化下, 耗氧由20世纪末的 $0.45\text{kW}/\text{h}/\text{m}^3$ 降至现在的 $0.31\text{kW}/\text{m}^3$, 再大一些深冷制氧设备的纯氧电耗也降至 $0.42\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ 左右。

与深冷制氧技术比较, 在不需氮气、不需要用氧化工艺的情况下, 采用变压吸氧法在生产过程中的成本优势是显而易见的。

2.2 操作便捷

变压吸附制氧法跟超低温制氧方法相比, 具有便于操作、压力在 $-0.05\sim 0.05\text{MPa}$ 的特点, 其主要的驱动装置是罗茨鼓风机、罗茨真空泵, 操作简单, 维护方便。因为变压吸附制氧设备的停机没有冷却和加热的过程, 所以一开始只需要30分钟就能生产出合格的氧气, 而在短暂的停机后, 几分钟就能生产出足够的氧。而装置停车就比较容易了, 只要关闭电源和控制系统就行了, 与深冷制氧相比, 变压吸附制氧技术开停车更容易, 而且还能节省运行成本^[2]。

2.3 建设工期短

变压吸附制氧装置操作起来比较方便, 设备中只有动力源、吸附模块、阀结构构成, 有设备较小、投入不多、运作设备数量较少等特点; 同时, 该设备占地面积较小, 可降低设备的建造费用和土地费用。而生产设备的生产周期却比较短, 主要设备的生产周期不会超过4个月, 平均6个月即可满足生产需求, 相比于深冷制氧近1年的建设周期, 大大缩短了项目的工期。

2.4 维修方便

该工艺所需的风机、真空泵、程控阀等设备全部国产化, 备品备件更换容易, 降低了生产成本, 缩短了工期。此外, 该装置维护简便, 售后方便, 用户无须额外投入大量的维护, 也无须聘请专业的维护人员。

2.5 其他特点

和以往低温液氧法相比, 在用氧不多的时候, 变压技术能快速改变氧气产量和氧纯度。通常可以在30%~100%范围内调整, 纯度可达70%~95%, 特别是多组变压吸附式制氧机并联后, 可以方便地调整负荷。由于变压吸附法是在常温下进行的, 在低压下无液氧、乙炔富集等问题, 因而比低温制氧更安全^[3]。

3 变压吸附制氧技术的主要应用范围

在改进、再改进的发展中, 变压吸附制氧技术的应用变得越来越成熟, 与之有联系的使用情况也在变多。随着应用能力增加, 企业相关技术经验也会随之增加, 制氧材料消耗量也会不断降低。该技术具有操作简便, 各类调节方法简单, 能量

消耗较少, 生产线建设周期短, 技术应用成熟后安全性高等特点。在需要控制氧浓度的生产中, 变压设备能替代以前的低温仪器, 拓宽应用场景。近年来, 该方法在钢铁生产, 有色冶金工业, 各类化工产业, 炉窑环保, 水泥回转炉, 玻璃行业和造纸等领域中得到了广泛的应用。

3.1 高炉富氧

富氧工艺已发展成钢铁生产中比较重要的氧源。富氧技术初期采用高炉, 可起到全厂供氧的调节作用, 当氧气较多时, 富氧速率较高, 而氧气含量较少时, 富氧速率较低。高炉富氧工艺在炼铁生产中的作用日益突出, 因此, 稳定富氧是低成本、高效率炼铁的关键操作指标。炼钢厂用氧工艺复杂, 氧气使用比较多, 每天的用量都会发生波动, 而深低温制氧技术, 由于负载调整能力较弱, 需要长时间开机或待机, 当氧气消耗较少时, 剩余的氧气必须液化储存, 以备紧急情况。由于高炉富氧的氧压力低、氧纯度要求低, 因此, 很多钢厂都可以在高炉旁设置变压吸附制氧设备, 以满足高炉的需要。同时, 它还能起到全高炉供氧的作用, 当全厂深冷空分有一定的氧或缺氧时, 它可以随时打开和关闭, 以保证高炉的氧供应。在我国钢铁企业中, 由于采用了变压吸氧制氧技术, 使得企业的氧消耗大大减少。目前, 炼钢厂普遍认为, 高炉采用变压吸附制氧是富氧的主要途径^[4]。

3.2 电炉炼钢

以往, 国内大部分钢厂普遍认为, 采用低温空气分离技术生产纯氧是电炉炼钢的必然选择。理论上, 电炉冶炼的主要原料是电弧炉, 氧只是辅助, 93%的氧可以用于电炉冶炼。现在, 我国好多老牌企业应用吸附型的变压制氧设备, 新兴企业也开始关注该技术的应用, 可以说应用前景十分宽广。根据我国电炉炼钢生产的现状, 采用变压吸附式氧气系统进行生产, 不会对钢材质量造成影响。此外, 利用变压吸附法生产氧气, 可使制氧费用降至0.3元以下, 从而大大降低了电炉冶炼的成本^[5]。

3.3 有色冶金

在过去十多年里, 在铜、铅、锌等冶炼企业中, 变压吸附法已得到广泛地普及和应用。大部分有色金属冶炼过程中, 氧气的纯度通常在24%~90%之间, 氧气负荷变化较大。变压吸附法是一种操作简单、能耗低的新工艺, 尤其适合在有色金属冶炼中效果非常明显。我国好几个企业在应用中掌握了许多生产要领, 均在该技术的应用中总结了很多应用经验, 包头华鼎铜业有限公司由于铜产量不断提高, 炼铜技术水平不断改进, 现已建成四套变压吸附制氧装置, 使其耗氧量超过25000立方米/小时。云南楚雄铜冶炼厂在生产规模不断扩大的情况下, 先后建成3个变压吸附制氧装置, 使其耗氧量达到3万立方米/小时^[6]。

3.4 化工

目前我国一些中小氮肥企业已将富氧连续生产技术改造成传统的间歇式生产, 但富氧主要来自变压吸附制氧技术。富氧连续气化工工艺适用于煤炭, 可大大提高生产设备的生产能力,

是一种非常有前途的技术。

3.5 造纸

在造纸过程中, 氧气的应用是为了进行脱氧反应, 减少纸浆中木素等物质, 增加纸的色度和亮度等。由于造纸过程中氧含量不高, 又不需氮, 所以国内外许多造纸厂都采用了变压吸附技术^[7]。

3.6 其他领域

变压吸附制氧技术的使用也早已不限于传统产业, 被应用到更多生产场景中。比如玻璃工业中的纤维法, 一些玻璃生产中的富氧燃烧, 环保型垃圾处理法, 新型污水处理工艺, 与臭氧进行混合应用工艺等。

4 变压吸附制氧技术的发展前景

变压吸附制氧技术是近20年来发展迅速的一种新型制氧技术, 它的技术水平不断提高, 应用范围也越来越广, 越来越受到各行业的重视。为了减少氧气消耗, 研制出一种新的吸附剂, 并试图将其与膜分离或深冷工艺相结合, 从而实现其优势互补, 扩大其应用范围。比如, 将该方法与膜分离技术进行整合, 能够得到九成九纯度的氧气, 在有的偏远甚至需要移动设备的应用环境中, 较低温分离法优势明显。一些技术前沿厂家, 都着手于改进这一技术, 以期扩大优势, 进一步推动相关产业发展。随着该技术的不断成熟, 制氧技术将会有更大的发展空间, 将会被应用到更多领域当中^[8]。

结束语

综上所述, 企业在使用变压吸附制氧技术时, 要了解相关技术的发展规律, 了解技术特点, 结合自身领域优化制取技术, 推进该技术在不同领域内的发展。企业要扬长避短, 发挥变压吸附制氧技术的优势和潜力, 实现可持续的环保生产。

参考文献

- [1] 钱宏青. 浅析变压吸附制氧系统的选择及维护[J]. 中国科技纵横, 2021(6): 62-63.
- [2] 钱宏青. 浅谈变压吸附制氧设备的配置选择[J]. 中国化工贸易, 2021(13): 139-140.
- [3] 张轶, 闵文博, 薛正良, 等. 变压吸附制氧在高炉富氧喷煤中的应用[J]. 炼铁, 2021, 40(5): 56-59.
- [4] 刘志猛, 邓橙, 詹宁波, 等. 基于响应面法的微型变压吸附制氧机工艺参数优化研究[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2020, 15(12): 1439-1441.
- [5] 刘显杰, 窦群康, 闵文博, 等. 变压吸附制氧及其在电弧炉炼钢中的应用[J]. 炼钢, 2020, 36(2): 6-9, 28.
- [6] 李红, 段伟, 王华金, 等. 真空变压吸附制氧工艺设备选型及设计[J]. 四川化工, 2020, 23(1): 42-44.
- [7] 吴传淑, 尹吉庆, 王卫国. 变压吸附分子筛制氧技术研究进展[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2020, 15(2): 240-242.
- [8] 杨哲哲. 小型变压吸附制氧工艺技术研究[J]. 商品与质量, 2019(38): 92.