

浅析空分制氧技术中 内压缩流程与外压缩 流程优缺点

■安徽 吴平 颜世颖

一、现代空分设备技术的发展

近年来国内外空分设备技术发展迅速,气体应用技术及市场发展也很快,空分设备新技术能使气体成本降低,质量提高,因而促进了气体的应用,而气体应用市场的发展也促进了空分技术发展。国内的空分行业,一方面立足自力更生、不断进取,另一方面借鉴国外的先进技术,吸收消化,已有了长足的进步。已从第一代的高低压流程,铝带盘蓄冷器的空分设备发展到第6代规整填料上塔,全精馏制氩的空分设备。

国外的空分技术,发展更快,在流程及单元机组上不断开发新技术,从用

户要求(设备规模、气体及液体产品的要求,操作弹性等)及制约因素(电费、资金、可用空间、安全性等)为基础来开发新的流程及机组,对单机及单元设备也不断提高,从而使空分设备的技术经济指标不断提高,氧提取率可达99%以上。

作为空分技术工艺流程上开发的新技术,内压缩工艺流程自1978年问世以来,开始应用于化工系统,发展很快,冶金系统新上和即将建设的制氧机组,如国内宝钢60000m³/h空分即为双泵(氧氮)内增压流程,鞍钢2台35000m³/h,本钢20000m³/h首钢35000m³/h,马钢40000m³/h等项目均

采用内压缩流程,目前,空分工艺流程已由单一的外压缩流程,发展到现今的外压缩流程与内压缩流程并存的局面。

二、空分内压缩流程和外压缩流程比较

空分内压缩流程与外压缩流程的区别主要是:产品氧、氮输出的压缩方式不同,以单氧泵内压缩为例:其低压塔液氧由泵压缩至所需压力在主换热器中汽化成气氧送出冷箱至用户管网。而外压缩则是塔内低压氧液体由主换热器汽化后送出冷箱,再由氧压机压至所需压力,送入用户管网。内压缩流程和外压缩流程应取长补短,同时发展,

成为更加完善的空分技术。为达到这个目的,将两者进行比较对比是必要的,下面以马钢 40000m³/h 空分制氧机组为例,从安全性、投资、产液体能力、能耗、占地面积、供氧连续性、操作维护等几个主要环节上对这两种工艺流程进行比较。

1. 空分设备的可靠性、安全性

①在不提取氮、氩的工况下

内压缩流程具有很高的安全可靠性的,这是因为在较高的液氧压力下,随着液氧沸腾温度的升高,烃的挥发度及溶解度也随之提高,液氧的沸腾压力在 3bar 以上时,就可排除烃积累到危险浓度的可能性。内压缩流程氧气产品全量以液氧形式从主冷中排放,即使大气中碳氢化合物骤然增加也难以在液氧中大量积聚。另外,没有了高速运转的氧压机,消除了氧压机事故隐患。

外压缩流程由于液氧压力低,其冷凝蒸发器的安全受环境影响大,且有高速运转氧压机,事故隐患大。

②在提取氮、氩的工况下

提取氮、氩后内压缩流程安全可靠性的下降,但还是优于外压缩流程,这是因为液氧排出冷凝蒸发器的量与进入精馏塔空气的比例大大减少,因而有害物质的积聚可能性增加。同样,由于没有了高速运转的氧压机,消除了氧压机事故隐患。

外压缩流程由于液氧压力低,其冷凝蒸发器的安全受环境影响大,且有高速运转氧压机,事故隐患大。

2. 设备投资方面

内压缩流程比外压缩流程总投资及设备投资皆降低,据初步估算,设备投资节省 4~5%。

总投资及设备投资皆较高,这是因为外压缩流程透平氧压机技术要求高,材质要求严,控制系统要求精密和复杂。而一台氧压机的价格要高于内压缩流程的增压机、液氧泵之和。

3. 生产液体能力

内压缩流程生产液体能力:液氧

3000m³/h、液氮 800m³/h、液氩 1390m³/h、气氩 400m³/h。

外压缩流程生产液体能力:液氧 1550m³/h、液氮 800m³/h、液氩 970m³/h、气氩 400m³/h。

结论是内压缩比外压缩可生产较多的液体产品,其原因是内压缩流程中有空气增压机,因而可采用中压膨胀机的克劳特循环制冷量大大提高,从而可生产更多的液体产品。

4. 节能降耗方面

内压缩流程能耗:

耗电:30800KW

耗水:3900m³/h

蒸汽:平均 950Kg/h

最大 2800Kg/h

外压缩流程能耗:

耗电:30000KW

耗水:3600m³/h

蒸汽:平均 1000Kg/h

最大 3000Kg/h

结论是内压缩比外压缩多 800KW/h,水耗多 300Kg/h,折合运行费用多 442 元/小时,而液体产品每小时多出费用 2130 元/小时,年收入增加 1400 万元。

5. 占地面积

内压缩流程占地面积较小,整个装置占地面积约 12820m²。

外压缩流程由于多一台安全、防护要求高的氧压机,其占地面积较大,据初步估算,整个装置占地面积约 12900m²。

6. 供氧连续性

内压缩流程由于有 2 台液氧泵,1 台处于运行时,另 1 台处于低温待命状态,一旦出现故障,备用一台在 20 秒内正常运行。因而,能保证正常供氧。

外压缩流程由于不可能备 2 台氧压机,一旦氧压机故障就不能保证正常供氧。

7. 操作控制和维护

因内压缩流程机组少,操作人员少,没有了复杂的氧压机,操作方便,维

护工作量少。

外压缩流程由于有了复杂的氧压机,操作复杂,维护工作量大。

8. 调压操作

内压缩流程中为了保证主换热板式能在恒压下工作,所以产品压力是在产品出主换热板式后用调节阀调节。因而,不节能。

外压缩流程调压操作节能。

9. 提氮、氩能力

内压缩流程氮、氩提取率较低,约为 55%,这是因为因为氮氩是含在主冷的液氧中,因内压缩流程的气氧产品是由液氧汽化而得来,故不少氮氩被带走。

外压缩流程氮、氩提取率较高,约为 85%。

三、结束语

通过对内压缩流程和外压缩流程的优缺点的分析和比较,可以得出以下几点结论:

从安全性、投资、产液体能力、能耗、占地面积、供氧连续性、操作维护等几个方面看,内压缩流程与外压缩流程相比,具有明显的优势,其发展远景广阔。

对于氮、氩等稀有气体提取率要求较高的空分装置,应以采用外压缩流程为主。

对供氧连续性要求较高,液氧、液氮等液体副产品产量需求多的行业,应优先选择内压缩流程。

内压缩流程发展时间不长,其性能提高的潜力很大,应在内压缩流程组织上进一步优化,降低能耗,尽快使引进设备国产化,以便降低投资,使其在我国空分行业中得到更好的推广。

(作者单位:马钢设计研究院有限责任公司)