

缩短空分设备启动时间的优化操作

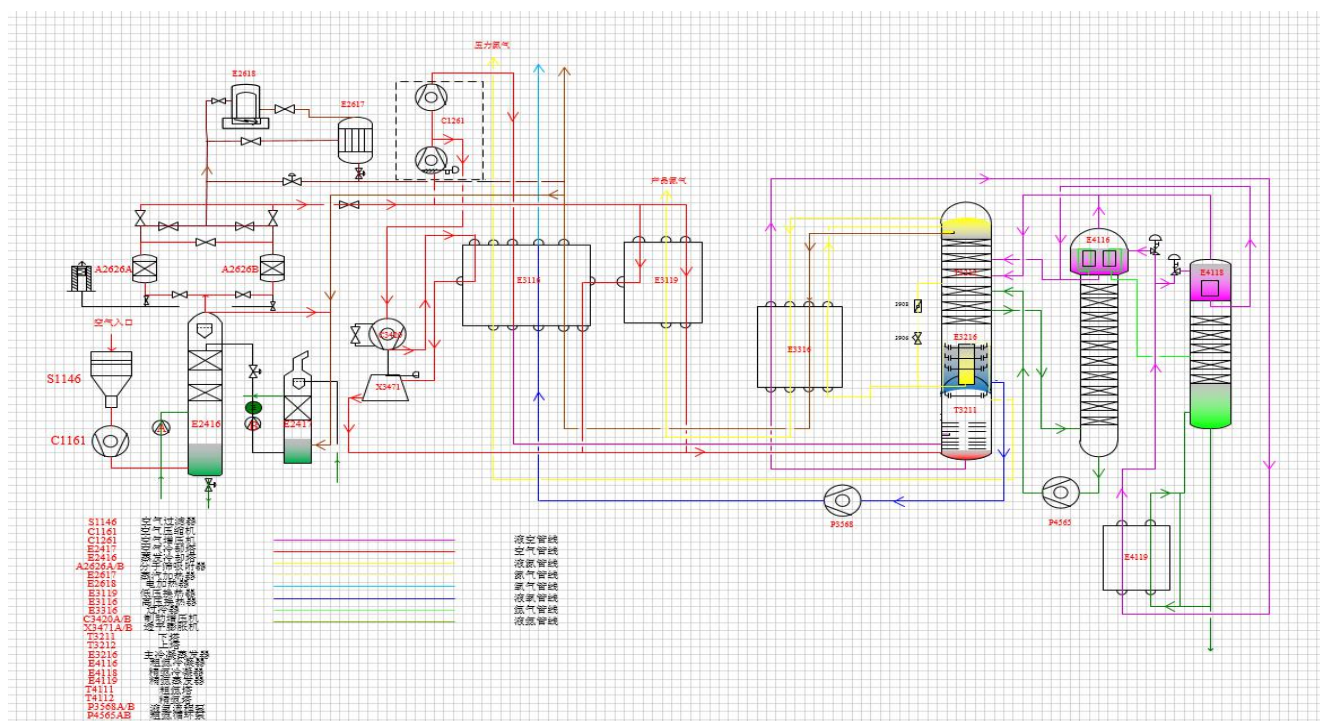
魏仲华

本钢板材股份有限公司能源总厂 辽宁 本溪 117000

【摘要】采用分子筛吸附净化的内压缩空分设备，在大加温或临时停车后的启动操作过程中，改变以往传统的，复杂的操作方法，进一步简化，优化一些主要的操作方法，大大缩短了空分设备的启动时间，降低了启动能耗；节约了生产成本。详细介绍空分设备充气升压，冷却与积液，制氮系统中，粗氩塔两种投运方法及粗氩塔同步投运的方法和优势。

【关键词】空分设备；分子筛净化；内压缩流程；启动优化；启动时间；缩短

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.09.1577



本钢板材股份有限公司（以下简称：本钢）能源总厂从德国林德公司引进的一套60000m³/h空分设备，采用立式分子筛吸附净化，增压透平膨胀机制冷，全精馏制氮内压缩流程，于2010年9月投产运行至今，通过认真学习掌握设备工作原理、积累操作管理经验，从空分设备充气升压、冷却与积液、制氮系统投运操作等方面形成了较为系统的优化操作方法。下面结合图1所示的60000m³/h制氧机流程进行介绍。

1 优化空分系统充气升压操作

空分设备的启动主要分为，启动循环水系统，启动空压机空冷塔升压，启动氨水预冷系统，分子筛吸附器升压，下塔充气升压，低压系统充气（加温），精馏塔系统吹扫，冷却积液，工况调节等步骤。

60000m³/h空分设备采用的充气升压操作方法：

(1)在空压机启动前，打开一组分子筛吸附器进、出口阀，关闭下塔充气阀HV2615。

(2)启动空压机，使空冷塔，分子筛吸附器，HV2615阀前管线与空压机一起升压操作

(3)待空压机排气压力达到工艺要求时，启动氨水预冷系统，待其运行正常后打开HV2615阀给精馏塔系统充气升压。

(4)下塔充气升压结束后，吹扫精馏塔系统，当露点 $\leq -50^{\circ}\text{C}$ 时，启动增压机，膨胀机。

60000m³/h空分设备的充气升压改进前后没有太大的区别，只是在开HV2615时有所不同。以往是开HV2615时逐渐开大，直至全开，而改进后是在开HV2615时，在开到一定的开度，如：15-18%时不开了，让下塔压力逐渐缓慢升高，直到与空压机出口压力一致时，再快速开HV2615阀，直至全开。这样，可以避免空压机出口压力波动，也可以避免气体对下塔造成冲击而损坏设备。从时间上看，改进后的操作能缩短10到15分钟。同时，可避免对下塔塔板造成冲击。

2 改进与优化空分设备冷却与积液操作

在空分设备启动过程中，冷箱内的容器，管道等设施的冷却与液体的积累所耗的时间，占据了整个过程的大部分时间。所以，对这两个阶段的操作方法进行改进与优化，可以大大缩短空分设备的启动时间。

2.1 冷却阶段

在冷却阶段最关键的操作就是尽可能地提高空压机的工作压力，充分发挥膨胀机的制冷效率，合理分配冷量，对冷箱内各容器、管道进行全面冷却。^[1]但是，如果操作人员没

有及时精心调节操作,不但不能缩短空分设备的冷却时间,反而会使空分设备冷却不充分,冷却时间延长,从而使空分设备的启动时间延长。针对60000m³/h空分设备的特性,进行了一些操作优化。

(1)尽可能将空压机工作压力控制在0.5Mpa以上(以空压机额定电流为限),一方面可以最大限度地将空气量输送到冷箱内,扩大冷箱内容器、管道的冷却范围;另一方面可以提高增压膨胀机的进口压力,从而提高膨胀机的制冷效率,使其制冷效率最大化。

(2)在控制膨胀机的负荷时,尽可能使膨胀机达到满负荷运行,使其转速、膨胀量均达到额定量。

(3)打开通往上塔的启动管线阀门和冷却管线阀门(3906.3908)。3906全开,3908开至管道震动最小的位置。

(4)在整个冷却阶段必须时时关注膨胀机的运行状况,始终使膨胀机处于高效运行状态^[2],及时调节好膨胀机的进口压力、进口温度、出口温度,特别是在积液阶段前期,将膨胀机出口温度控制在-173℃左右,以大大缩短积液时间(注意膨胀机出口不能带液)。

(5)在冷却,吹扫冷箱各吹除管道时,将其吹除阀冷却至结霜时,即可逐渐关闭吹除阀,尽可能地减少冷箱内的冷量损失;仅打开粗氩塔、精氩塔底部吹除阀或排液阀,粗氩放空阀和精氩塔余气放空阀进行冷却,其余的冷量通过产品氧、氮、污氮管经主换热器换热后排入大气,以达到冷却所需要的效果。

(6)根据各反流通道进出主换热器的温度情况,合理分配好各返流通道的气量,进而调节好主换热器的热端、冷端温差,减少主换热器的换热损失,使冷箱内各容器、管道匀速、同步冷却^[3]。

(7)当主换热器冷端空气温度达到-172℃时,冷却阶段结束,转为积液阶段,当下塔阻力和上塔阻力逐渐增加,塔板上和填料内滞留了一定量的液体,精馏工况将逐渐建立,根据启动管线温度TI3274的变化逐步关闭启动管线阀门3908.3906。

(8)在空分设备启动过程中要更加重视制氩系统容器、管道的冷却。曾经有单位发生过制氩系统的容器、管道在冷却阶段未冷却到位,再用下塔液空进行冷却,导致粗氩冷凝器损坏的事故。在冷却阶段初期,制氩系统就随主塔系统进行冷却,各阀门尽可能全部打开,尤其是粗氩冷凝器与精氩冷凝器的冷源调节阀,粗氩塔和精氩蒸发器底部的排液阀以及粗氩冷凝器氩侧吹除阀在开始冷却时就打开,直到主塔积液之前将其关闭,使粗氩塔与精氩塔冷却透彻。

在主塔转入积液阶段前,尽量将粗氩冷凝器液空侧、氩侧的温度降低到-165℃,此时要关小液空至粗氩冷凝器的调节阀LV4112,将该温度控制得相对稳定或有缓慢下降,以免温度回升过高不利于积液操作。

2.2 积液阶段

当主冷氧侧有液体产生时,说明主塔系统已冷却透彻,可以进入积液操作。按照空分系统正常启动方法进行自然积液,积液时间一般需要13小时左右,调纯时间需要4小时。而现在空分行业中有许多单位都采用对主冷氧侧进行液氧返灌的方法,可以大大缩短主冷积液、调纯时间。目前60000m³/h空分设备就采用这种操作方式。采用液氧直接返灌到主冷氧侧的方法,一般只需3-4小时,是正常积液到调纯所消耗时间的四分之一。

3 制氩系统投运操作的改进与优化

制氩系统是空分设备不可分割的重要组成部分,空分设备从开机到全面正常生产是否达产达标,最终取决于制氩系统的工况^[4],粗氩塔投运方法一般分两种:一种是与主塔同步投运,一种是主塔工况稳定后再投运粗氩塔。

3.1 粗氩塔同步投运

(1)粗氩塔同步投运是在空分设备开车过程中对主塔的氧气氮气和氩馏分中氩含量进行调节时,同时投运粗氩塔,即在空分设备氧气纯度上升至99%,氩馏分中氩含量低于12%时,投运粗氩塔。同步投运粗氩塔是将粗氩塔工况与主塔工况同步建立。通过上塔提馏段抽取的氩馏分、进入粗氩冷凝器的下塔液空、输入上塔提馏段的粗氩塔釜液体,将粗氩塔的投运与主塔工况的建立耦合在一起。在氧气和氮气纯度合格、产量接近正常运行值时,粗氩塔阻力与氩馏分流量已达到正常运行值,使粗氩塔工况建立与主塔工况正常同时完成,粗氩塔投运时间较短。

同步投运粗氩塔是将主塔与粗氩塔作为一个精馏系统整体,同时达到物料、冷量、组分平衡,避免粗氩塔投运过程中主塔工况波动,使粗氩塔投运时间延长。

(2)液氧泵启动后,液氧经主换热器汽化复热后出冷箱放散,对空分设备主塔的氧组分,氮组分与氩馏分中氩含量进行调纯。

逐步关小纯液氮节流阀,增大下塔回流比^[5],调节氮气纯度,调节污液氮节流阀,将下塔液空中氧含量调至36%O₂,不使液空中氧含量偏高,以增大粗氩冷凝器热负荷,同时满足上塔提馏段负荷需求。

排放部分纯液氮,使氩馏分富集区上移,降低氩馏分中氮含量,提高氧气纯度。同时,根据物料组分平衡原理调节污氮气、氮气与氧气流量,提高其纯度。

正流空气:调节中压膨胀空气量,保持主冷工况稳定。调节高压空气量,保持下塔液空液位与下塔阻力稳定。调节低压空气量,逐步增大主冷热负荷,使下塔回流比增大,上塔提馏段回流比减小,提高氧气、氮气纯度。

(3)粗氩塔同步投运分为两个阶段操作。

第一阶段:粗氩塔工况建立。逐步开打粗氩冷凝器液空进液阀,将下塔液空送入粗氩冷凝器,逐步增大粗氩冷凝器热负荷。同时开打粗氩放空阀,排放粗氩冷凝器冷凝侧氮组分,增大粗氩冷凝器热负荷。随着氩馏分流量与粗氩塔阻力

增加,粗氩塔工况已经建立。当粗氩塔塔釜液位大于低报警值时,启动循环粗氩泵,将液体送入上塔提馏段。

第二阶段:粗氩塔调纯。粗氩塔调纯阶段就是降低气态粗氩中氧含量,即增大粗氩冷凝器热负荷。同时减少气态粗氩放散量,以增大粗氩塔回流比。同时,调节主塔工况,提高氩馏分中氩含量。

3.2主塔工况稳定后投运粗氩塔

(1)主塔工况稳定后投运粗氩塔,是在空分设备开车过程中,在氧气,氮气纯度合格,氧气与氮气产量接近正常运行值,精馏系统冷量满足的条件下,投运粗氩塔。主塔工况稳定后投运粗氩塔是将主塔物料、组分、冷量平衡状态过渡至主塔与粗氩塔物料、组分、冷量平衡状态。在主塔工况稳定后投运粗氩塔的过程中,随粗氩冷凝器热负荷逐步增加,下塔液空液位与主冷液位降低,同时氩馏分流量波动较大,主塔工况出现波动。

(2)在启动循环粗氩泵后,进入上塔提馏段的液体量增加,使上塔提馏段回流比增大,影响已合格的氧气纯度与氩馏分中氩含量,造成主塔工况波动大。

因主塔工况波动大,氩馏分中氩含量大于12%,粗氩冷凝器热负荷降低或粗氩冷凝器不换热,粗氩塔工况因波动未能建立,同时,从上塔提馏段抽取氩馏分流量与下塔液空进粗氩冷凝器流量降幅大,加剧主塔工况波动。

以上粗氩塔投运过程,使主塔工况从稳定状态变为波动状态,同时,粗氩塔工况也未能建立。

在此状态下,为使主塔工况从波动状态转为稳定状态并建立粗氩塔工况,操作人员只能边调节主塔工况,边根据主塔工况变化逐步投运粗氩塔,将主塔与粗氩塔工况逐步建立。最后使主塔与粗氩塔作为一个精馏系统整体达到物料、

冷量、组分平衡,造成粗氩塔投运时间过长。

所以,内压缩流程空分设备粗氩塔同步投运,在较短时间内,精馏系统的物料、组分与冷量达到平衡。这种方法耗时短,氧气、氮气的产量和纯度达标以及液氩输入贮槽的时间短,空分设备工况较为稳定。

4 结论

在空分设备启动过程中,不同的操作方法直接影响到空分设备启动所消耗的时间,先进的操作方法不但可以缩短空分设备启动时间,降低生产成本;还可以降低员工的劳动强度,减少生产过程中设备故障、事故的发生,所以,要在以往的操作方法、经验、事故教训中进行总结,不断优化、改进空分设备精馏工况的操作和调节方法,使空分设备安全、稳定、经济运行。

参考文献

- [1]毛绍融、朱朔元、周智勇,现代空分设备技术与操作原理[M]杭州:杭州出版社,2005
- [2]李化治 制氧技术 北京:冶金工业出版社,2005
- [3]吴琦,深冷技术:挖潜改进,杭州:杭州出版社 2014:(5)5-9
- [4]高显杰、陈智浩,空分设备制氩系统优化操作理论依据和经验[J],深冷技术,2005(4):22-24
- [5]汤学忠、顾福民,新编制氧工问答[M]北京:冶金工业出版社,2006

作者简介:

魏仲华(1966-),男,辽宁省本溪市,制氧技师,现为本钢板材股份有限公司能源总厂制氧一车间,8#空分设备机长。

