

12 000 m³/h 空分装置调优

杨清强

(黑龙江黑化集团有限公司, 黑龙江 齐齐哈尔 161041)

[中图分类号] TQ 116.11 [文献标识码] B [文章编号] 1004-9932(2007)04-0033-02

近年来, 采用生产调优寻求装置的最佳优化操作参数越来越受到我公司的重视。现将我公司对 12 000 m³/h 空分装置的调优情况介绍如下。

1 生产过程及特点

1.1 生产过程

原料空气从吸风塔吸入, 经空气过滤器清除灰尘和机械杂质后, 再经吸入消音器进入空气透平压缩机进行压缩。空气经三级压缩、三级冷却后, 终压为 0.5~0.6 MPa, 送入空气预冷系统。在空气冷却塔中, 空气由下往上通过, 被从上往下的水冷却和洗涤。空气冷却塔下段采用常温水冷却, 上段采用经冷水机组冷却后的冷冻水冷却。空气温度由 92 冷却到 8, 然后进入分子筛纯化器, 最后进入下塔。

1.2 装置特点

(1) 空气透平压缩机为 GK750/3 型蒸汽透平驱动的整体齿轮式压缩机, 排气量 65 000 m³/h (0.1 MPa、0, 干燥空气), 操作压力

0.5~0.6 MPa, 最高排气压力 0.71 MPa。

(2) 流程复杂, 各个单元之间的关系极为密切, 整个系统中的物流和能量相互影响。

(3) 对各组分气的产量和纯度要求都很高。

(4) 无提氩装置。

2 原来的运行状况

12 000 m³/h 空分装置由四川空分设备(集团)有限责任公司生产, 其空压机的汽轮机部分由德国巴高克公司生产, 压缩机部分由西门子公司生产。该装置精馏塔设计工作压力为 70 kPa, 生产的氧气从塔内取出后直接送往造气炉。

该装置 1998 年投产, 1999 年 5 月氧气产量为 8 000 m³/h, 氮气产量为 18 000 m³/h, 空压机放空阀有部分放空, 空分上塔工作压力为 68 kPa, 下塔工作压力为 0.55 MPa。由于后系统氧气不够用, 因此把放空阀慢慢关死, 上塔压力仍控制在 68 kPa。放空阀关死后, 空气流量仍为 65 000 m³/h, 部分没有进塔的空气送进塔内参与精馏, 空压机出口压力升至 0.6 MPa, 氧气产量提高到 12 000 m³/h, 氧气纯度 99.6%; 氮气

[收稿日期] 2006-12-05

[作者简介] 杨清强(1966-), 男, 山东平度人, 助理工程师。

这与理论的 36.8 熔点相差甚远, 故而我厂除蜡不宜用“热带”方法。

(2) “蒸汽煮蜡”法, 我厂一般采用该法。由于我厂甲醇水冷器在原流程上没有设计专门的煮蜡流程, 不能实现在线煮蜡, 往往是系统切气后, 将甲醇水冷器上水管通入蒸汽, 或将水冷器封头卸开, 逐根列管通蒸汽进行煮蜡。由甲醇水冷器上水管通蒸汽煮蜡操作方便, 但煮蜡耗时长, 且熔化的石蜡有时不能全部流出, 停蒸汽后在列管外表面冷凝形成一层石蜡薄膜, 一定程度上影响了水冷器的换热效果。这种现象在 2006 年前 2 次煮蜡中出现过。随后的煮蜡中, 我厂采用对水冷器列管逐根通蒸汽的方法, 效果很好,

出蜡速度快, 对设备影响较小, 只是卸封头、通蒸汽操作不太方便。我厂计划将甲醇水冷器气相进出口分别加一道阀门, 可以在系统减负荷情况下分别对 2 台水冷器进行在线煮蜡。

4 结束语

对于 C307 铜基催化剂合成甲醇工艺, 结蜡是不可避免的, 能做的工作就是尽量减少结蜡的发生以及在系统结蜡后进行有效的处理。从我厂 2006 年 5 次停车煮蜡的时间间隔不难看出, 我厂所做的工作是有效的, 从 2006 年最后一次煮蜡到笔者发稿为止, 已近 4 个月系统未停车煮蜡了。

产量提高到 24 000 m³/h, 氮气纯度 99.5%, 污氮气纯度 95%。空分装置产量达到设计值。

3 潜力分析及调优

(1) 找到入上塔膨胀空气量的最佳值

全低压空分装置精馏系统正常生产时需要有一部分膨胀空气直接进入上塔, 但是入上塔膨胀空气量过多会使精馏工况恶化, 过少则会导致主冷液面下降。由于主冷液面最佳值为 2 700 ~ 2 800 mm, 所以入上塔最佳膨胀空气量以控制主冷液面在 2 700 ~ 2 800 mm 为准。

(2) 进一步提高污氮气纯度

实际生产中, 污氮气纯度已达到 95% 左右, 基本符合设计要求, 但仍有部分氧气被污氮气带出。如果能进一步提高污氮气纯度, 氧气产量也可随之提高。但污氮气纯度不可能无限制地提高。通过分析, 在上塔, 提馏段主要进行氧和氩的分离, 而精馏段则是进行氮、氩、氧 3 种组分的分离。由于氩的沸点介于氧和氮中间, 且接近于氧 (在 0.09 MPa 下, 氮的沸点是 77.36 K, 氩的沸点是 87.29 K, 氧的沸点是 90.08 K), 所以污氮气中氧和氩的含量存在一定的比例关系。若采取极端措施使污氮气中氧含量降低, 则会导致部分氩随同氧一起洗涤下来, 这样, 产品氧中的氩含量会增加, 导致产品氧纯度降低。因此, 应在不影响氧纯度的前提下, 最大限度地提高污氮气纯度。可通过调节打入上塔的污液氮量 (V₂ 阀控制) 和打入上塔的精液氮量 (V₃ 阀控制) 来提高上塔污氮气的纯度。具体调节方法是: 在保证下塔液空纯度 36% 的情况下尽量关小 V₂ 阀, 在保证下塔精液氮中氧含量 < 10 × 10⁻⁶ 的情况下尽量开大 V₃ 阀。

(3) 产品氧纯度的控制

产品氧纯度越高, 氧产量越低。产品氧纯度要求 99.6%, 可由氧气取出阀来控制, 原则是在保证氧纯度 99.6% 的前提下尽量开大取出阀。

(4) 减少不凝气在主冷中的积聚

空气中含有少量的氖、氦, 由于它们的液化温度比氮低, 所以在下塔氖、氦气上升至主冷凝蒸发器冷凝侧的上部时冷凝不下来, 氖、氦气占据了冷凝蒸发器的部分蒸发空间, 使主冷换热面积不能充分利用。当主冷传热面积不足时, 要保证一定的热负荷, 势必会提高下塔的压力。根据

空压机的特性, 随着排气压力的升高, 气量就会减少, 从而影响到氧产量。为此, 我公司在操作中适当排放主冷凝蒸发器中的不凝性气体, 以减少不凝性气体在主冷中的积聚。

(5) 控制好主冷凝蒸发器的温差

主冷凝蒸发器的工艺指标要求温差 < 3 °C, 最佳值为 1.6 ~ 1.8 °C。主冷温差大, 工况反映出的是下塔压力升高, 下塔压力升高势必造成空压机排气压力升高, 气量就会减少, 从而影响氧产量, 所以控制好主冷温差存在一定的潜力。

由于主冷温差与下塔纯液氮纯度及气氮纯度有关, 而实际生产中气氮纯度是 99.5%, 偏低, 所以在操作中可将气氮纯度进一步提高。由于通过控制氮气取出量及 V₃ 阀可控制气氮纯度, 所以操作中可适当关小氮气取出阀及调节好 V₃ 阀开度以提高气氮纯度。

(6) 最大限度地发挥空压机打气量

提高压缩机级间冷却器冷却效果

压缩机长时间运转后, 在冷却水温及水量不变的情况下, 级间冷却器冷却效率变差, 使下段空气温度升高, 流量下降。分析为冷却器挂有淤泥所致。停车清洗后, 空压机打气量升高。

降低压缩机出口压力

原空分装置运行时, 空压机出口压力为 0.6 MPa, 设计指标为 0.5 ~ 0.6 MPa。根据压缩机流量特性曲线, 压力下降时, 流量增大, 这说明可进一步降低空压机出口压力以增加压缩机的打气量。我公司通过把产品氧气、氮气按比例取大及污氮气放空加大, 使上塔压力由原来的 68 kPa 降至 55 kPa, 下塔压力由原来的 0.6 MPa 降至 0.54 MPa, 空气流量由原来的 65 000 m³/h 上涨至 72 000 m³/h。在保证氧气往后系统 (造气炉) 能直接送出的压力前提下, 实行上塔压力卡边操作, 取得了较好的效果。

4 调优结果

我公司在对 12 000 m³/h 空分装置进行以上调优后, 氧气、氮气产量及纯度, 污氮气纯度都有不同程度提高 (氧气产量为 14 100 m³/h, 纯度为 99.6%; 氮气产量为 28 000 m³/h, 纯度为 99.999 9%; 污氮气纯度为 97%), 降低了设备能耗; 同时使压缩机远离了高压低流量喘振区, 运行更稳定。