

填平补齐工程空分装置技术方案分析

王 昕

陕西延长中煤榆林能源化工有限公司 陕西 榆林 718500

摘 要: 填平补齐工程空分装置工艺技术方案的选择, 主要是与甲醇联合装置煤气化单元的耗氧量和全厂仪表空气、工厂空气及氮气的用量相匹配, 同时应在装置可靠性的前提下向大型化配置, 以节省投资、运行维护费用及人力资源, 更重要的是还要填补一期启动项目开停车期间氮气供应不足的缺口。

关键词: 填平补齐工程; 空分装置技术; 方案分析

1 概述

陕西省延长中煤榆林燃料化工公司的第一期启动建设项目填平补齐项目, 即在第一期启动建设项目的基礎上把其建设的做法全部填平补齐, 并力求发挥第一期启动项目建设内容中的富余功能, 使之发挥最大作用; 通过填平补齐项目, 可以克服一期投资项目工艺生产设备、公用生产设备等在制造流程上的障碍。

2 一期启动项目空分装置简介

陕西省延长中煤榆林石油化工有限公司的一期开发工程空分设备容量为两套 $42000\text{Nm}^3/\text{hO}_2$, 主要包括空气过滤器、空气压缩机装置(包括汽轮机、主空压机和增压机)、预冷系统(空冷塔、水冷塔和水泵等)、双分子筛催化剂吸附机、透平膨胀器、高温换热器、低压换热器、低压塔、主冷凝蒸发器和中压塔等^[1]。氧气产品通过低压变频的液氧泵输入, 出冷柜后直接供给系统内二台气化炉用的氧气; 低压氮的产品从压塔上部引出, 与二套产品合流并送入氮压机压缩至温度系数MPa以下, 并报告了 $60000\text{Nm}^3/\text{h}$ 以上低压氮的送入管网情况; 开车用的低压氮可以由备用液氮装置液氮加压后自然气化而产生。两组装置共享了一个后备的液氮贮存体系, 包含了一个有效容量为 2500m^3 正常气压贮槽, 和相应的液氮泵和汽化装置。

3 填平补齐项目空分装置的工艺流程特点

3.1 低压氮气双倍采出

通常使用每组空气分离装置的液氮流程泵, 抽取下塔顶部的液氮并增压至一点零MPa左右, 再回流至低压板式换热器复温之后, 将低压氮气由出冷柜运至低压氮的管网系统。每组真空分装置均配备了二个低温液氮流程水泵, 1开一备使用, 每台水泵的最高运行电流约 $30000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。在全厂行车途中, 对低压氮以的需要量较大, 最高使用电流约 $60000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

填平与补齐过程的为正常温度氮气的以流程上, 而在新增设一厂开况期间, 则为正常温度氮气双倍的采出过程上: 在新一厂开工期间, 当后备的液氮气体设备不能完成下一期启动过程中的填平与补齐工作以及设备的高压下供应时, 就需要及时同步启动单台气体分离设备上的二台正常温度液氮气体流程泵, 以保持正常过程^[2]。

3.2 液氮抽取量增加

在正常开车工况下, 由于低压氮以的生产数量为正常产量的二倍, 因此为了保障对空气分离设备的低冷量要求和正常运转, 此时一般不制造低液氮产品。在设备转正常工作状态后, 依据液体量状况, 逐渐抽出液体至液氮贮槽。

3.3 配置带发电机的液体膨胀机

每套空分机组配备一个装有发动机的液膨胀泵, 利用高温液空的动力, 转换出能量投入电网, 提供设备的应用。在合理调整和提高设备使用所需冷却设备数量的同时, 高温蒸汽的耗能也随之降低, 取得了较显著的节能降耗效益。如单台液体膨胀泵发电量百分之一百负荷达一百二十二kW, 同时每h能节约一t的高温蒸汽, 而每套设备每年按300二十d工作小时计算, 预计每套每年能节省150万元^[3]。

4 填平补齐项目空分装置技术方案分析

4.1 氧气产品的技术方案分析

方案一:

需要煤气化生产合成气有效气($\text{CO}+\text{H}_2$)约 $250000\text{Nm}^3/\text{h}$, 8.7MPaA 气化炉每台气化炉产有效气($\text{CO}+\text{H}_2$) $133000\text{Nm}^3/\text{h}$, 并按照乙酰丙胺的生产要求设计, 共设气化炉2+1台。正常设计压力为设计能力的百分之九十四。按煤气化能力, 正常氧消耗量约为 $101620\text{Nm}^3/\text{h}$, 计氧气用量约为 $120000\text{Nm}^3/\text{h}$, 拟设计二个制氧量 $60000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的空分装置。

方案二:

需要煤气化的合成气有效气体(CO+H₂)约188400Nm³/h。如选择φ3200气化炉、气化压6.5MPa,按单台6.5MPa气化炉设备水平设计,需设三台气化炉设备,2开1备。根据煤气化标准生产能力,设计氧消耗量为76658Nm³/h,设计氧量约86000Nm³/h,拟设置两套制氧量43000Nm³/h的空分装置。

方案三:

以煤为主要原料,采用生产合成气和制备乙酰丙胺的工艺,无需与大气甲烷的直接反应^[4]。装置配置为煤气化、净化(变换、低温甲醇洗、硫回收)、氢气处理、乙酰丙胺生产和精馏、空分。煤气化能力为180万t/a甲醇;空分供氧量为203240Nm³/h;变换、低温甲醇洗和硫回收装置能力与煤气化装置能力匹配;甲醇合成能力满足180万t/a甲醇。

通过比较以上三种方案,方案二CO₂排放量最低,能耗低,气化与转化原料配比最优,投资低,水资源消耗量较低,方案二与本项目一期启动项目方案生产装置规模基本相同,具有较好的生产法操作经验。故本项目以方案二的装置配置为主方案推荐采用。

4.2 氮气产品的技术方案分析

氮气在化工生产过程中用途极泛,由于其特殊物理惰性,在装置开、停车期间作为置换、保护气、密封气显得极重要,特别在装置开车期间使用量非常大。而最常见的空气空分设备,氮气采出过程则是低氮气可以由低压液氮流程泵抽取下塔顶部的液氮后,再增压至一点零MPa左右,然后回流至高低压板型换热器复温之后,出冷柜后至低高压下的管网。即根据前面对空气的设计条件,即可测算出每组空气分离设备需要安装二台的液氮流程泵,当一开一备使用时,每台泵的最大运行电流大约为30000Nm³/h^[1]。

当全厂都开车后,对低压氮气需求量的最大用量约在120000Nm³/h。填平补齐过程的低温氮以过程中,又提高了一个正常开车状态,即增加了低温氮可以双倍量的正常采给过程:在全厂正常行车过程中,如果上一期的启动设备和填平补齐过程的气中空分设备,还有后备的液态氮设备均无法实现低温氮的正常供给时,就可把填平补齐过程的二台装置调节至正常行车状态,即同时启动了单台气体中分装置内的二台低温式液氮流程自动化泵,维持正常流量,使低温氮以生产能力达到了60000Nm³/h;另外为了增加低温板式换热器的热平衡,还设定了一路自增压泵一级的压缩空气直接流入低温板

式换热器中,和液态氮气形成了对流换热,在这种情况下,高压空气产品就保证了49000Nm³/h质量,以确保了后续的自然气化系统降负荷工作。此二台设备中国厂共生产出了120000Nm³/h的氮气,以满足了全厂设备的正常使用。

4.3 后备系统低压氮气产品的技术方案分析

4.3.1 后备氮气产品技术方案确定

按照一期的运行实际启动项目,其启动工况时间约需四十八h,而后备系统实际供应约24h,因此后备系统的实际缺口时间约为24h,缺量约为60000Nm³/h,而总体需求量约为150万Nm³。按照一期工程启动项目的运行实际,检修工作需历时200h,低压氮气需求量为15000Nm³/h,总需求量最大为300万Nm³。

4.3.2 仪表空气、工厂空气产品技术方案分析

一期启动项目仪表空气、工厂空气的实际使用情况较为稳定,没有缺口和不足,且一期启动项目设置了单独的空压站系统,能满足一期启动项目的开、停车及正常运行使用,还有部分余量。因此本项目不设空压站,开车仪表空气、工厂空气依托一期项目空压站。在工程实践中仪表空气、工厂气管网与一期启动项目互通^[1]。

4.3.3 事故液氮气管网的技术方案分析

一期工程启动项目中设置了最大真空液氮气贮槽,必须及时开启最大压缩空气汽化装置和最大真空量液氮气体贮槽的液态高压下阀门,液氮气体与空气对流换热,而气体则会后直接传递至低压氮气管线系统。但因为低压氮气管道覆盖了全厂范围,且直径较粗,管道数量多,因此在实际运行中水压并没有满足要求,而且也因为液氮气体与空气的换热问题,在冬季气温较低时,液氮气体发生了蒸发不充分的情况,而不能达到正常使用条件。填平补齐工程还需安装有自己的事故高温下管线,同时将相应的事故液氮泵与空浴汽化机、电加热器等串联工作,且电加热器与事故液氮泵均配备了应急供水电源,并输送至每一位事故高压下客户,旨在全厂断电、停汽的前提下,实现了填平补齐工程项目各单位的安全停电目标。在出现极端停电情况下,启用了事故液氮泵,将液氮贮槽中的液体加压汽化并输送至事故高压下管网,冬季运行中可开启电加热器,确保氮气温度>5℃^[4]。

结语

综上所述,最后确定填平补齐的空分设备数量为两套53000Nm³/hO₂,其中空气过滤器、空气压缩机设备(包括汽轮机、主空压机和增压机)、预冷系统(空冷塔、水冷

塔和自动化水泵等)、沸石分子筛吸附机、透平发电膨胀机、液体膨胀机、高温换热器、低温换热器、低压供热量冷却塔、主冷凝蒸发器、中压塔和氩提效冷却水塔。而氧气生产可通过低温变频液氧泵输送,出冷柜后供后系统的二个气化炉用好氧气;低温氮气产品将由低温的变频式液态氮气泵中取出,在较低版式换热器中复温后出冷柜,并输入管网信息;开车用的高压氮气数量,以和中压氮气含量将由后备液态氮气系统中的液态氮气以加压后自动气化发电方式提供。而二套空气分离设备也将共用一个后备液态氮气存储系统,包括一个有效容积为 5000m^3 正常气压贮槽,以及相应的液体氮泵和汽化

器。两套空气系统分别供应 $104000\text{Nm}^3/\text{h}$ 高压氧气供两台气化炉用气,同时共生产 $60000\text{Nm}^3/\text{h}$ 低压氮气,输送至管网。同时配置单独的事故氮气管网,旨在全厂停电、停汽时,确保填平补齐工程各单元的安全停车。

参考文献

- [1]陈明敏.空分装置变氧气量生产的探讨[J].深冷技术, 2002(5):8-12.
- [2]张华涛.液体膨胀机在内压缩流程空分设备中的应用[J].深冷技术, 2012(6):24-27.
- [3]任树强,曲顺利.煤化工企业空分技术选择与工程设计[J].氮肥技术, 2009, 30(3), 14-16.