

南钢 20000m³/h 内压缩流程空分设备 调试及运行特点

林 知 望

(南京钢铁联合有限公司气体供应公司, 江苏省南京市大厂区 210035)

摘要: 简介南钢 20000m³/h 内压缩流程空分设备的工艺流程、技术参数和设备配置特点, 介绍了调试过程中遇到的问题和经验, 分析空分设备的运行特点。

关键词: 大型空分设备; 内压缩流程; 运行; 调试

中图分类号: TQ116.11 **文献标识码:** B

Commissioning and operation characteristics of Nangang's 20000m³/h internal compression air separation unit

Lin Zhi-wang

(Gas Producing Company, Nanjing Iron & Steel United Co., Ltd., Dachang District, Nanjing 210035, Jiangsu, P. R. China)

Abstract: The process flow, technical parameters and configuration features of a 20000m³/h internal compression air separation unit at Nangang are briefly introduced. The problems encountered during commissioning process as well as the corresponding experiences are introduced, and the operation characteristics of the air separation unit are also analyzed.

Keywords: Large scale air separation unit; Internal compression process; Operation; Commissioning

近年来,随着生产规模不断扩大,南京钢铁联合有限公司(以下简称:南钢)氧气、氮气和氩气的需求量不断增大,空分设备规模也相应增大。2003年、2005年先后投产了2套外压缩流程20000m³/h空分设备(1[#]、2[#]20000m³/h空分设备)。按照南钢的发展规划,2007年又新建了1套内压缩流程20000m³/h空分设备(3[#]20000m³/h空分设备),于2008年2月调试成功,顺利投产。

1 空分设备工艺流程和技术参数

3[#]20000m³/h空分设备采用分子筛吸附净化、增压透平膨胀机、规整填料塔、全精馏无氢制氮技术以及DCS控制系统,氧气内压缩流程,用液氧泵和空气增压机代替了氧压机,操作维护简便,安

全可靠,且液体产品量大。

3[#]20000m³/h空分设备技术参数见表1。

表1 南钢3[#]20000m³/h空分设备技术参数

产品名称	产量/(m ³ /h)			纯度	出冷箱压力	备注
	工况1	工况2	工况3			
氧气	20000	15000	21000	99.6%	3MPa	内压缩
液氧	1600	1120	0	99.6%	7kPa	—
氮气	40000	37000	40000	5 × 10 ⁻⁶ O ₂	7kPa	—
液氮	0	0	1000	2 × 10 ⁻⁶ O ₂	—	—
氩气	400	400	400	2 × 10 ⁻⁶ O ₂ , 3 × 10 ⁻⁶ N ₂	3MPa	内压缩
液氩	410	150	410	2 × 10 ⁻⁶ O ₂ , 3 × 10 ⁻⁶ N ₂	—	—

收稿日期: 2008-03-26

作者简介: 林知望(1952—),男,工程师,1977年东南大学动力系制氧专业毕业,现为南京钢铁联合有限公司气体供应公司制氧车间主任。

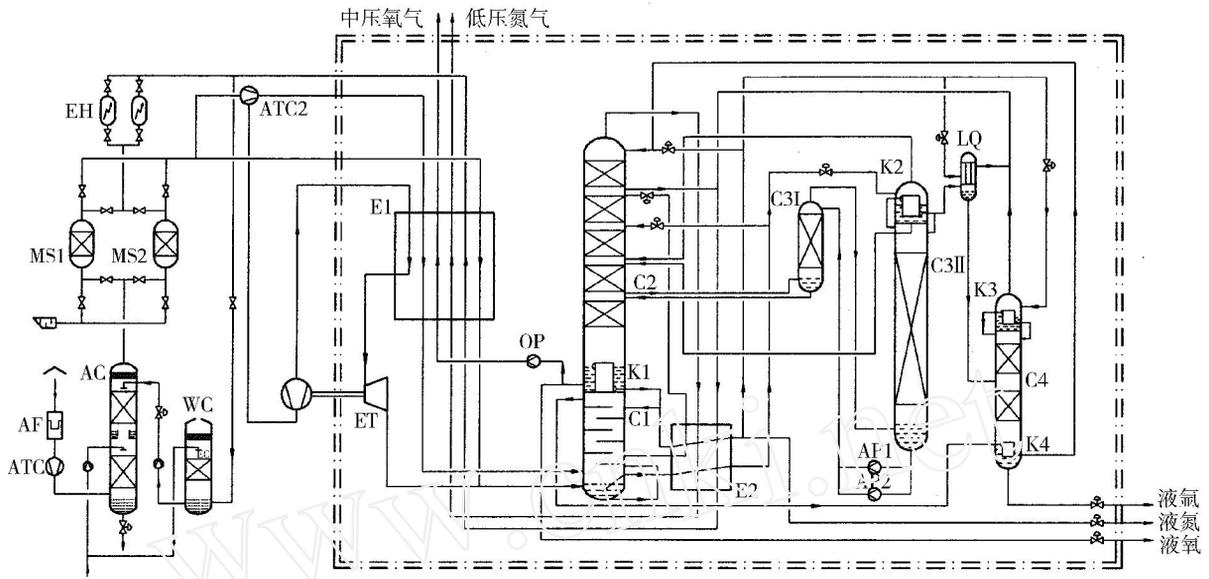


图1 南钢3[#]20000m³/h空分设备流程示意图

AF—空气过滤器 ATC—空压机 WC—水冷塔 AC—空冷塔 MS1、2—分子筛吸附器
 EH—电加热器 ATC2—增压机 ET—增压透平膨胀机 E1—主换热器 C1—下塔
 C2—上塔 K1—主冷 E2—过冷器 C3—粗氩塔 C3I—粗氩塔 C3II—粗氩塔 LQ—粗氩液化器
 C4—精氩塔 AP1、2—粗氩泵 OP—液氧泵

3[#]20000m³/h空分设备流程如图1所示。

2 主要设备配置特点

2.1 空气过滤系统

空气过滤系统采用国内某公司生产的ZKG-4000型自洁式过滤器，处理空气量240000m³/h，过滤效率99%（对于2μm以上），过滤器阻力0.45~0.65kPa，过滤器有240个滤筒，上下双层设置。该过滤器具有定时、定压、自动喷吹功能及使用中维护、检修工作量小的特点。

2.2 空压机和空气增压机

空压机采用国外某公司生产的GT098型离心压缩机，3级压缩，2级中间冷却，呈“H”形布置。空压机设计排气压力0.605MPa（A），流量107000m³/h，进气温度设计点为25℃。可由用户DCS控制系统进行恒压或恒流控制，自带防喘保护调节系统。配置电机电压为10kV，功率9600kW。

空气增压机采用国外某公司生产的GT040L2K1/021L2K1型离心压缩机，呈“H”形布置，4级压缩，分2段。设计一段排气压力为2.2MPa，排气量为57300m³/h；二段排气压力为5.8MPa，排气量为28700m³/h。自带防喘保护调

节系统，可由用户DCS控制系统进行恒压或恒流控制，配置电机电压为10kV，功率5700kW。从空气增压机的一段出口抽出约28600m³/h的气体，去增压透平膨胀机系统膨胀后进入下塔；二段28700m³/h的气体经高压板翅式换热器后节流进入下塔。

2.3 增压透平膨胀机

20000m³/h空分设备配置国外某公司生产的ETB170型增压透平膨胀机1台，另配1个转子总成作备件。增压机进气压力2.17MPa，排气压力2.89MPa；膨胀机进气压力2.8MPa，排气压力0.47MPa，转速24300r/min，进口温度-124℃，出口温度-173℃，流量28600m³/h。透平膨胀机的调节通过增压机端的旁通回流阀和膨胀机喷嘴控制，膨胀后的气体直接进入下塔。

2.4 氮压机

配置国外某公司生产的HMq型中压氮压机和ZH10000-6型低压氮压机各1台。HMq型中压氮压机进气压力7kPa，排气压力2.5MPa；ZH10000-6型低压氮压机进气压力7kPa，排气压力1MPa。

2.5 高效规整填料塔

在南钢3[#]20000m³/h空分设备中，除下塔采用筛板塔外，上塔、粗氩塔、粗氩塔和精氩塔

均为新型高效规整填料塔。从设备运行情况看, 规整填料塔操作弹性大、精馏效率高, 调节范围在 75% ~ 105% 之间可以稳定运行。由于采用规整填料上塔, 上塔阻力低 (只有 5kPa), 降低能耗的效果明显。在减负荷情况下, 即使空压机排气压力只有 0.44MPa, 精馏塔也能稳定运行。

2.6 DCS 控制系统

DCS 控制系统采用国外某公司的 PKS 集散控制系统, 自动化程度高, 操作灵活方便。所有的联锁 (启动联锁和保护联锁) 及控制均由 DCS 控制系统完成, 以确保整个系统可靠、先进。

3 空分设备调试过程中出现的问题和经验

3.1 增压透平膨胀机前过滤器内压紧螺帽脱落

进口增压透平膨胀机没有跑合的要求, 膨胀机在高温运行时产生的振动明显大于低温运行时, 且越接近设计工况, 运行越平稳。

增压透平膨胀机在裸冷后首次开车时, 机前过滤器内压紧过滤筒的螺帽掉入增压机叶轮处, 造成转子动平衡破坏, 振动增大, 无法开机。更换转子后, 成功开机。

异物进入增压机叶轮的原因主要是增压机前过滤器设计存在问题。机前过滤器内压紧过滤筒的螺帽靠近出口侧, 且离出口管只有 10 多厘米, 未采取任何防振、防松措施, 在气流的冲击振动下, 逐渐松开、脱落, 被气流带入增压机叶轮处。

将靠增压机叶轮侧固定过滤筒的螺帽全部焊死, 消除了隐患。

3.2 不按规程活化分子筛, 以节约大量电能

分子筛吸附器采用卧式双层床设计, 分别装有活性氧化铝和 13X 型分子筛, 以净化空气中水分、二氧化碳以及碳氢化合物等杂质。因为在分子筛出厂前生产厂家已对其进行了活化处理并密封运输, 在首次投用时, 只是将加温温度提高了一点, 并未按规程对分子筛进行活化。而实际运行中, 分子筛吸附器出口空气中二氧化碳含量的分析值一直在允许的范围内。因为空分设备首次投用时分子筛净化后的空气只是作为常温下精馏塔内的吹扫用气体, 不存在堵塞冻结的可能。由于没有进行分子筛活化, 节约了大量电能。

3.3 粗氩泵出口压力降低、流量下降

在主塔开车中, 可以同时冷却制氩系统, 以缩短提氩时间, 并且有利于减少制氩系统各设备的应

力, 保护设备, 而且冷损也很有限。在投用粗氩泵一段时间后, 发现粗氩泵出口压力降低, 满足不了工艺要求。切换另一台粗氩泵运行, 运行一段时间后, 同样出现粗氩泵出口压力降低、流量下降的现象。对粗氩泵进行加温处理, 也不能解决问题。即判断粗氩泵进口过滤器堵塞。扒砂拆开检查, 果然在粗氩泵过滤网上有少许铝屑等细小杂质附着, 处理后粗氩泵正常工作。

在设备配管安装中, 若处理不好, 难免会有细小杂物进入管道。而粗氩泵属于正加温流程, 只能带走堵塞、冻结的水分和干冰, 无法带走机械杂质。设备在吹扫过程中, 由于压力低、气体流速低, 吹除效果也很有限, 这对管道安装提出了很高的要求。

4 开车过程

2008 年 2 月 20 日 10 50, 开启增压透平膨胀机; 2 月 21 日 00 15, 上、下塔出现液体, 排液后重新积液; 2 月 21 日 08 00, 主冷液氧液位 1500mm, 上塔氧纯度达到 99.6%; 16 00 启动液氧泵, 因密封气管线进出口接反, 多次启动不成功。调整后于 20 48 正式送氧。2 月 22 日, 氮气纯度达标, 调试氮压机; 2 月 23 日, 开启 2 台氮压机正式送氮; 2 月 26 日 08 00, 氩气纯度达标, 氧含量 1.7×10^{-6} , 氮含量 2.4×10^{-6} , 正式送氩。在开车过程中曾停车 14 小时, 处理高压节流阀 (V15) 阀杆变形问题。

5 运行特点

(1) 南钢 3[#] 20000m³/h 内压缩流程空分设备工艺先进、配置合理, 运行稳定, 可在较大范围内变负荷生产, 氧气产量可以在 15000 ~ 21000m³/h 之间平稳调节, 变负荷时产品纯度全部达标。在低负荷 (氧产量 15000m³/h) 运行时, 空压机排气压力能降至 0.44MPa; 在满负荷生产时, 液体量可达 2400m³/h 液氧 (折合气态)。内压缩流程空分设备对冶金企业氧气管网压力波动大、用氧量不均等特点有很好的调节、平衡作用, 有利于减少放散、降低能耗。

(2) 南钢 3[#] 20000m³/h 内压缩流程空分设备液体产量大, 满负荷运行时可生产 2400m³/h 的液氧和 400m³/h 的液氩。液体总量为 2800m³/h, 达气氧设计产量 20000m³/h 的 14%, 而一般外压缩

流程空分设备的液体总量不超过设计产量的 8%。

(3) 在相同加工空气量的情况下,空分设备氧气供应量相同,2[#] 20000m³/h 空分设备的膨胀空气中有 8000m³/h 未进塔参与精馏而直接排入污氮管道,而 3[#] 20000m³/h 空分设备可将这部分膨胀空气中的氧变成液氧,约 1500m³/h。2 套空分设备所配空压机供水冷却系统用电相当。2[#] 20000m³/h 空分设备空压机用电 3800kW,3[#] 20000m³/h 空分设备增压机电用 5150kW,液氧泵用电 50kW,两套空分设备用电相差 1400kW。3[#]

20000 m³/h 空分设备每小时多耗电 1400kW·h,得到了 1500m³/h 液氧和 50m³/h 精氩(内压缩流程的氩气产量比外压缩流程多 50m³/h),液体产品单耗只有 0.94kW·h/m³。

6 结束语

南钢 3[#] 20000m³/h 内压缩流程空分设备变负荷能力强,液体生产量大,运行安全可靠,制氩系统的运行工况也更稳定,内压缩流程空分设备不但适用于化工企业,也适用于冶金企业,对冶金企业的节能、降耗作用明显。□

大型低温乙烯球罐研制成功

据《中国化工报》2008 年 4 月 11 日报道,合肥通用机械研究院等单位经过 3 年研究攻关,最近首次成功研制并建造了具有自主知识产权的大型低温乙烯球罐。

乙烯球罐是乙烯裂解装置中关键的存储设备,使用时操作压力高,温度低,安全性要求高,需设置可靠的保冷装置。这使乙烯球罐在设计、选材、制造、施工等方面存在诸多技术难题。合肥通用机械研究院等单位攻克了大型

低温乙烯球罐在设计建造中成型、焊接、热处理等加工和施工关键技术及工艺难题,自主开发了使用 -50 低温钢制造压力容器的成套应用技术,成功研制建造了我国首台完全国产化的 2000m³ 低温乙烯球罐,打破了我国大型低温乙烯球罐依赖进口的局面。截至目前,该院已与中国石油独山子石化、九江石化、天津石化等公司签订了合作协议。

本刊

开封空分承接国内最大规模空分设备合同

2008 年 4 月 19 日,开封空分集团有限公司(以下简称:开封空分)与天津荣程联合钢铁集团有限公司(以下简称:天津荣程)签订 83000m³/h 空分设备供货合同。这是首套国产化最大规模的空分设备。

该空分设备用于天津荣程熔融还原炼铁技术。熔融还原炼铁又称直接还原炼铁,与传统炼铁技术相比,具有工艺流程短、能量消耗少、环保节能的特点,目前国家正在冶金行业大力推广此项技术。此项技术对氧气需求量相对较大,每 1t 铁需要 500m³ 氧气。

从山东华鲁恒升 40000m³/h 空分设备到龙宇煤化工 53000m³/h 空分设备,从绿色煤电 46000m³/h 空分设备到天津荣程 83000m³/h 空分设备,短短几年间,开封空分已成为国内气体分离行业唯一在煤化工、绿色循环发电、熔融还原炼铁三大领域均有建树的公司。

开封空分集团历来重视技术储备,于 2007 年 3 月设立“60000~80000m³/h 特大型空分设备的研发及产业化”项目,并得到了河南省政府的专项资金支持。

本刊