

双加压硝酸技术改进的建议

肖 诚 王文年

陕西兴化化学股份有限公司

在我国硝酸行业大发展的形势下,我公司硝酸产能和技术水平也得以迅速提高。现有双压法硝酸装置 27 万吨和 10.5 万吨各一套,中压法硝酸装置 8 万吨、9 万吨各一套,高压法硝酸装置 10 万吨一套,共 64.5 万吨产能,还有 10 万吨浓硝酸装置两套。随着兴化集团公司大项目的建成,硝酸还需扩能。目前国内双压法硝酸装置不断建成,都有各自优点,国内各化工单元设备的技术不断进步性能稳步提高,可采用的先进技术越来越多。双加压法硝酸装置投入运行后逐步暴露出一些问题,我们对各类型的装置进行比较,提出一些建议供同行参考。

1 氧化废锅热回收系统

1.1 提高氧化率

1.1.1 加强气氨和空气过滤

在气氨预热器前增加聚结式或膜式超滤过滤器,现有装置和新建装置都可考虑。根据空气中所含杂质量的多少来决定一次过滤还是两次过滤。如厂区空气质量差,可在三级空气过滤器前增加一级呢袋过滤器或海绵过滤,效果会更好,使空气经过三级过滤后 $0.3\mu\text{m}$ 灰尘去除率达到 95%,对 $>0.5\mu\text{m}$ 粒子净化效率达 99.5%以上。

1.1.2 合理使用铂网

使用好氨辅助蒸发器,及时排油污。还要防止系统内产生的腐蚀污染,保护铂网不被杂质毒害。由于国内环境空气和液氨质量普遍较差,原料气净化后杂质仍然较多,所以铂网的燃氨强度应取小一点,实际使用铂网面积可比设计大 10%~20%,以达到铂网的使用周期,否则就要根据氨耗增高的情况缩短铂网使用周期。

1.2 氧化炉点火通氨方法

可先配氨空比放空,点火后关放空氨气入炉

一下点着;也可先点着火,再开调节阀通氨气入炉点着。采用何种方法看操作习惯,从快冷酸的铵盐含量上看差别并不明显。

1.3 氧化炉氨空比调节方式

是采用氨空比氨流量串级调节系统,还是氨空比单回路自动调节系统,或是炉温氨空比串级调节系统都可以,看操作习惯。前 2 种是氨空比为主参数进行氨流量调节,保持氨空比恒定,偏离炉温时人工进行调整;后一种是炉温设定好自动跟踪调节氨空比,保持炉温恒定。

1.4 工艺设备设计改进

应采取热回收多的流程,提高综合热能回收利用效率,增加副产蒸汽产量,增设水平锅炉和提高省煤器效率,使省煤器出口 NO_x 气体温度在 140°C 左右,在不产生腐蚀的情况下,既尽可能回收了热能,又节省了低压反应水冷凝器的冷却水用量,使冷却水消耗或电耗降低。

1.5 氧化炉中触媒筐变形、蒸汽过热器爆管和锅炉换热效率等问题

这些问题解决起来需从设计上改进,使能量回收合理化,如采用目前使用效果较好的拉蒙特锅炉、高温气气换热器改为两段增加卧式自循环水平锅炉、过热蒸汽温度调节不喷水采用汽包表面冷却式(可避免过热器降温因喷水产生结垢过烧损坏)、锅炉用水加大回收系统热量、触媒筐采用扇形结构形式等措施。设计制造上整合国内资源,改进氧化炉和废热锅炉的设计和制造(注意过热器面积不宜过大),由国内专业制造厂根据拉蒙特锅炉的特点进行创新设计制造,以满足配置不同规模的装置使用。随着双加压硝酸装置和相关产业的不断进步,采用新技术、新材料、新方法,不仅满足生产要求,同时使消耗有所降低。采用合理的大型高效换热器使装置回收能力增强,在满足自身使用的同时,向外输出更多蒸汽。

1.6 尾透气体出口增加脱氧槽用水换热器,回收低位热能,包括二次空气冷却器用脱氧槽水换热回收低位热能,减少低压蒸汽使用量。

1.7 脱氧槽采用电厂推广使用的旋膜式除氧器,提高除氧效果,降低除氧水残氧 <15ppb,节省蒸汽,节约化学除氧剂。旋膜式除氧器分为旋膜除氧段和深度除氧段,其传热传质将已有的液柱式、雾化式和泡沸式溶为一体。脱盐水首先进入除氧器的水室,水由进水孔射入膜式喷管,沿内壁旋流而下,在喷管出口端形成中空的旋转水膜裙,水膜裙两面与加热蒸汽充分接触,瞬间水被加热至饱和温度,绝大部分的非冷凝气体被迅速析出,旋膜式除氧器初步除氧约 90%。初步除氧的脱盐水经集水锥均匀地将水分配至填料层形成水膜状,使水的表面张力大大降低,并有足够的停留时间与加热蒸汽接触,水中残余氧在填料层被进一步析出。适当增大水箱,增加水停留时间,利于残氧进一步解析。还可在水箱增设再沸管,进行深度除氧,使除氧器出水含氧量 <15 μ g/l (一般除氧器出水含氧量 40 μ g/l 或更高)。

1.8 要注意回收使用的硝酸蒸汽冷凝液不允许含有硝酸,蒸汽冷凝液中的硝酸会在废热锅炉汽包内受热分解,氨随蒸汽带出会腐蚀蒸汽和冷凝液系统的铜质材料,硝酸留下会腐蚀锅炉汽包。

1.9 改进氧化炉点火器,如采用脉冲式电子点火器。

2 吸收系统

2.1 为提高酸浓度(>60%)和吸收率,在保证吸收压力达到设计压力的前提下,通过对筛板吸收塔的合理设计,可适当增大吸收塔容积和塔板数,增加吸收比容积,增加冷却面积。国内陆续建成的装置中,有的吸收比容积从原 1.305 $\text{m}^3/\text{t}\cdot\text{d}$ 已增至 1.99 $\text{m}^3/\text{t}\cdot\text{d}$,塔板从 32 层增至 37 层,有利于吸收反应。加上采取提高入吸收塔 NO_2 浓度、吸收塔增加氧化塔盘采用湿法氧化技术、吸收塔上部塔板设冷却盘管使用低温溴化锂冷冻水这些措施(包括吸收液降温),制造浓度为 65%~68%的硝酸并使尾气中 NO_x <200ppm 是可以实现的,再加上氨还原法尾气处理措施可实现排放尾气中 NO_x <50ppm。

不同类型吸收塔的参数

生产能力 t/d	规格尺寸 直径×塔高 m	塔板层数	质量 t	容积 m^3	盘管面积 m^2	比容积 $\text{m}^3/\text{t}\cdot\text{d}$
350	$\phi 3.4 \times 58.64$	32	148.0	531	446	1.511
450	$\phi 4.4 \times 57.00$	37	262.2	866	446	1.925
500	$\phi 4.6 \times 63.10$	37	237.6	955	650	1.990
902	$\phi 5.2 \times 58.54$	32	288.0	1242	953	1.377

吸收塔筛板孔径 $\phi 2.0\text{mm}$,孔间距 $\Delta 11.2\text{mm}$,为提高吸收率和生产能力而增加开孔率要慎重,可适当增加塔径、塔板数和塔容积。

2.2 从实践看,吸收塔使用前期吸收率好,几年后下降,除冷却水量、温度和吸收压力影响外,还要考虑冷却盘管结垢和泥沙生物粘泥等影响换热效率。

2.3 吸收塔氯离子积存和排放要定时定量,及时查清和排除来源,防止对吸收塔造成严重腐蚀。

2.4 整体布置上借鉴新的经验,将开工酸槽放在吸收塔旁,则装置区内酸管线布置大为改观,消除很多管线碰头拌脚的现象。

2.5 入 NO_x 压缩机的气体氧化度约 45%,加压后氧化速度加快,在压缩机与吸收塔之间的设备管线中迅速氧化,要利用加压降温的有利条件,在设备确定的情况下,增长加粗 NO_x 压缩机出口管线,达到工艺要求的入塔气体氧化度。

2.6 设备改进主要表现在提高防腐能力上,如新装置低压反应水冷凝器改用钛材,或改为两段,前段钛材,后段不锈钢;现有装置改造更新可改用钛材,也可在原设备前增加一个钛材冷却器,面积选择时,要考虑出口温度降至硝酸不再对原低压反应水冷凝器产生或大大减轻热酸腐蚀,位置不够时省煤器可改为立式布置。

2.7 尾气预热器改为两个,增大换热面积,前面

温度高的一个采用不锈钢,减少钛材使用量。

2.8 为克服高压反应水冷凝器上近管板处列管腐蚀问题,增设的水侧排气旁通管不能去掉(排出高于水出口管上部管间存气,保证冷却,避免腐蚀)。

2.9 有的吸收塔阻力和氨还原尾气处理器阻力偏大,要从结构制造和触媒的选择上加以改进。

2.10 B 台氨蒸发器改为不锈钢管板和列管,既防腐又防冻。即使在夏季,A、B 两台氨蒸发器也要采取防冻措施防止冻坏设备。蒸汽伴管材质最好改用不锈钢,防止腐蚀堵塞或泄漏。

2.11 尽量降低尾气中含氧量,一般控制 2%~3%,从而降低空压机的能量消耗。

2.12 冷量合理利用,如将硝酸系统蒸发氨的冷量用于吸收塔降温。

3 四合一机组

3.1 陕鼓国产化“四合一”机组制造进步很快,现在多套硝酸装置顺利投产,运行达到预期的设计指标,尾透的气动性能有了质的突破,整个机组机械性能提高,升速过临界比较稳定,运行振动值普遍降低,安装时采用激光找正技术,更加提高了整个机组的机械性能。

3.2 将机组控制系统调速功能改在机组 PLC 控制系统中实现,效果很好。

3.3 针对目前不足陕鼓提出:两压缩机串联匹配设计和变负荷压力分配要改进,提高整个机组运行效率,减少蒸汽消耗;深入研究尾透结构,减少漏气,进一步提高气动效率,实际效果正在逐步变好。

3.4 补充建议以下各条:合理选用轴承,改进油封结构,消除漏油(有的厂家稍加改进就消除了漏油)。

3.5 提高油封、气封效果,防止 NO_x 、尾气、蒸汽漏入油中使油的酸值增加,颜色很快变黄变红酸值超规定值而过快报废。

3.6 提高机械加工制造质量,避免尾透静叶承

缸变形初次停车转子被夹,不断解决 NO_x 压缩机中分面泄漏等问题。

3.7 尾透静叶角度确定要合适,不宜太小,既要保证系统压力和尾透膨胀比,提高能量回收效率,又要让用户在不同季节不同负荷时有调节余量,不影响加满负荷和安全生产,如加满负荷需开尾透旁通来调压保证安全生产,则不合算,还是要从提高尾透气动效率着手来提高热效率。

3.8 针对有的厂循环水质量差,凝汽器铜管易产生脱锌腐蚀泄漏,污染锅炉水质的问题,可将铜管改为不锈钢管,换热面积需增大 15%~20%,实际使用效果很好,真空度维持很高,保证了高效生产。

3.9 尾气透平和 NO_x 压缩机轴端密封气源有的使用仪表气,从实际看使用仪表供气受限,有的入密封的仪表气气压比轴流机气压低,设置内部空气密封气冷却器,轴承箱、尾气透平和 NO_x 压缩机轴端密封均可使用经冷却后的轴流机空气, NO_x 压缩机内密封使用合适温度的尾气密封即可。

3.10 NO_x 压缩机喷蒸汽洗铵盐,根据铵盐情况可减至每天或每周一次,延长压缩机使用寿命。

4 其他

4.1 注意学习消化吸收国外先进经验技术,探索国内相关技术在硝酸领域的成功应用,及时推广,使硝酸行业整体技术不断提升。

4.2 在追求硝酸装置规模大型化,技术指标先进化时,选择规模要合理。中小型规模双压硝酸装置已趋成熟,日产 1000 吨以上的大型双压硝酸装置正在发展。新上大型双压硝酸装置的厂家要认真分析,从投资、设备制造和运行管理等方面进行综合比较,是上一个大型双压装置有利,还是两个中型双压装置有利。对缺少开车蒸汽和下游加工需要蒸汽的厂家,也可考虑选用一台电动机四合一机组和一台汽轮机四合一机组结合的中型双压硝酸装置。

欢迎刊登广告