

# 天然气脱硫过程的胺液污染问题及胺液净化技术研究

杨 涛 (宁夏哈纳斯液化天然气有限公司, 宁夏 银川 750021)

**摘要:** 天然气在开采之后, 须尽快落实脱硫工艺, 防止对设备仪器造成腐蚀。同时, 在天然气脱硫过程通常借助胺法脱硫技术, 该技术虽然具备一定的应用优势, 但是常常伴随着胺液污染的问题, 如降解类问题、腐蚀类问题等, 加之胺液的更换费用高昂, 在工艺生产阶段为避免胺液污染问题, 一般采用胺液净化技术, 以此保障脱硫工艺的可靠性。鉴于此, 本文依据天然气脱硫过程为入手点, 着重探究了几类胺液污染问题与应对策略, 并提出了当前解决胺液污染问题的几种胺液净化技术, 旨在延长胺液的使用寿命全周期, 提高天然气脱硫过程的技术工艺。

**关键词:** 天然气脱硫; 胺液污染; 胺液净化; 胺液降解

## 0 引言

目前, 天然气经过初步开采环节后, 会存在较多的酸性化学物质, 如硫化氢、有机硫化物等, 而这些酸性化学物质的存在, 即腐蚀设备和仪器, 对后续的提纯等处理工艺造成限制, 又会对生态环境造成污染。为解决此问题, 须开展天然气的脱硫工艺。但是在天然气脱硫过程中采用胺液, 如甲基二乙醇胺, 可实现针对性的排除酸性化学物质的目的, 已经占据天然气脱硫阶段的一席之地。但是, 甲基二乙醇胺在脱硫过程中, 会存在诸多的污染问题, 如发泡问题、腐蚀问题等, 如若不加以干预将影响天然气脱硫的正常进行。故此, 文章介绍了胺液污染的常见类型与应对方法, 以此得出污染问题的特点, 为后续的胺液净化技术提供参考价值。

## 1 概述天然气脱硫过程的胺液污染问题与应对策略

为研究天然气脱硫过程的胺液污染问题之前, 须着重对胺液脱硫净化工艺作出分析。由于天然气经过初步开发环节之后, 会伴随着一些化学试剂, 如发泡剂等, 以及混有一些固体杂质、液体杂质等。在初步脱硫工艺过程时, 须将混有的一些固体杂质、液体杂质等物质, 经过分离器设备中予以去除。当执行胺液脱硫净化操作环节时, 会面临着胺液氧化降解、腐蚀等问题, 下面将对常见的胺液污染问题作出分析。

### 1.1 胺液脱硫系统的腐蚀污染问题

胺液污染的来源多为在天然气原料中存在的一些高矿物度游离水类物质, 该类物质在早期的预先处理环节中尚未完全去除, 以至于在进行胺液脱硫工艺时, 以微小液滴的方式附着在脱硫溶液中, 并与胺液物质相互之间构成胶状层, 致使溶液出现发泡问题。同时, 产生的泡沫会引起吸收塔拦截处理液体, 势必会限制胺液脱硫设备的继续工作。

### 1.2 胺液脱硫系统的降解污染问题

#### 1.2.1 热降解污染问题

热降解问题, 一般不会产生较大的限制因素。原因在于, 甲基二乙醇胺类胺液物质的热稳定性较好, 只要保证重沸器设备内部温度为最佳状态, 则很少会产生热降解污染问题。但是, 采用二乙醇胺类胺液物质的热稳

定性较差, 须着重考虑此热降解问题。故此, 解决热降解问题的最佳手段, 便是使用多种复合的胺液, 以此防止发生热降解问题<sup>[1]</sup>。

#### 1.2.2 化学降解污染问题

正所谓化学降解问题, 多半与其天然气原料中存在的一些二氧化碳物质、有机硫化物物质有关, 该类物质会与胺液发生化学反应, 继而产生一些碱性化学物质。例如, 二乙醇胺与二氧化碳之间发生化学反应, 产生诸多的降解化学物质, 如乙基乙二胺类复合物。据参考相关文献以及工厂研究实例得出, 降解产物的含量多少与二氧化碳的含量多少具有直接的关联。故此, 可采用甲基二乙醇胺类胺液物质, 该物质因不含有与碳原子相连的氢原子结构, 所以不会与二氧化碳物质之间存在直接的化学反应<sup>[2]</sup>。

#### 1.2.3 氧化降解污染问题

天然气原料中还会涵盖一些微量氧元素或者在配置胺液溶液的阶段, 因不注意或工作人员的失误, 使其混入一定含量的氧元素。氧元素的存在会与胺液之间发生化学反应, 即生成酸性盐物质, 该类物质具备较难的降解性质。据查询工厂实例, 得出目前最为常见的酸性盐物质的种类有亚硫酸盐、硫氰酸盐等, 均与胺液脱硫系统中混入的氧元素有关。此外, 氧元素的存在会与硫化氢物质发生氧化还原反应, 继而产生部分单质硫元素, 同时硫元素又会在高温的条件下与胺液产生酸性盐物质, 加剧了酸性盐物质的存在含量。在这一点上甲基二乙醇胺类胺液物质与二乙醇胺类胺液物质并未存在明显的预防优势。故此, 热稳定性盐类的出现势必会对设备仪器造成严重的腐蚀问题, 特别是与硫化亚铁之间反应造成的影响。

氧化降解污染问题的应对方式: 一是, 可以定期排除污染过的胺液, 并及时更换胺液物质。但是该应对方式仅能实现暂时的应对操作, 无法从根本上解决热稳定盐的问题; 二是, 可以定期检修脱硫设备, 如脱硫塔、过滤器等设备, 将一些腐蚀的锈迹等固体污染物质去除, 但是当继续从事天然气脱硫工艺生产环节中, 还会重新生成热稳定盐物质, 继而出现仪器设备的腐蚀问题。

### 1.3 胺液脱硫系统污染问题的特点

根据以上对胺液脱硫系统污染问题的来源因素探究,得出天然气原料中存在的物质,如硫化氢物质、二氧化碳物质、氧气物质等,会造成诸多的污染问题。例如,缓蚀剂等一些活性剂是构成泡沫膜的主要成分,同时也是造成胺液发泡的主要原因;二氧化碳、氧气等含氧物质的存在会极易与胺液发生氧化还原反应,继而引发设备腐蚀和胺液降解类污染问题。鉴于此,氧化降解造成的污染问题,通过一些常见的措施无法从本质上解决问题,而是需要加强天然气原料的早期处理工作,尽可能的降低原料中的二氧化碳和氧气类物质,以此保障设备的正常运行,提高胺液的脱硫工艺可靠性<sup>[3]</sup>。

## 2 分析天然气脱硫过程的胺液净化技术

目前,在天然气脱硫过程中会涉及多种胺液净化技术,如传统工艺环境下的胺液净化方式和胺液净化复活技术。本文将主要以胺液净化复活技术为核心研究课题,着重探究了湿法脱硫液在线复活工艺、胺液净化中和工艺、胺液净化的电渗析工艺以及胺液净化的离子交换工艺等。

### 2.1 胺液净化的传统工艺

现阶段,在胺液脱硫系统的生产环节中,为了进一步预防和解决胺液发泡以及胺液降解类问题,可通过以下四个环节作出一一落实。一是,在前期的预防环节中,因为天然气原料物质存在一些液体、固体类杂质,可在执行胺液脱硫工艺之前,将原料中的固体杂质除去,并将胺液放于配套的密闭罐内,同时使用氮气保护;二是,在添加剂的适量添加环节中,可以使用一些较好的添加剂,如缓蚀剂等;三是,在过滤的强化环节中,须借助多级过滤机制,提高过滤的效果;四是,在更换胺液环节中,虽然该环节会造成一定的资金成本投入,但是能起到较好的效果,通常更换含有甲基二乙醇胺类的胺液。第一个环节虽然作为前期的预防措施,但是该预防环节的优良性将关乎着整个胺液脱硫系统的可靠性。后面的三个环节,在使用过程中同样会存在一定的弊端。

## 2.2 胺液净化复活技术

### 2.2.1 湿法脱硫液在线复活工艺

湿法脱硫液在线复活工艺作为一套成熟的配套技术,其在线复活设备构成较为复杂,如精密过滤器设备、吸附罐设备等。各个设备之间通过配备的连接管道构接而成,其中进料管和出料管直接通过胺液罐的接口实现相互之间的连接。甲基二乙醇胺类胺液经过胺液罐,由胺液进料泵进入在线复活装置,首先在系统的除油泵中进行处理,之后引入到精密过滤罐装置,实现固体杂质的过滤操作,然后处理过的胺液物质经过依次一、二级吸附罐,将胺液中存在的一些热稳定盐类物质除去,最后得到在线复活净化的胺液物质。使用湿法脱硫液在线复活工艺的优势在于,其净化工艺过程不会对整个胺液脱硫系统的运行造成限制,而且整个过程方便快捷以及

去除污染物的效率较高。

### 2.2.2 胺液净化的中和工艺

在胺液脱硫系统产生的热稳定盐作为一种有机盐类物质,若将有机热稳定盐转化为无机热稳定盐,将能够解决热稳定盐类的降解问题。基于此,胺液净化中的中和工艺便涉及该方面的研究,可以添加苛性钠物质,使其与有机稳定盐发生化学反应,继而转化为无机热稳定盐。虽然该方式可以提高胺液脱硫的基本能力,但是热稳定盐并不会消失,而是继续沉积,在一定程度上还会腐蚀仪器和设备。

### 2.2.3 胺液净化的电渗析工艺

上述中谈到中和工艺只能解决暂时的问题,而不能实现热稳定盐的去除。胺液净化的电渗析工艺,其原理为借助电渗析法实现阴阳粒子的模块分布。简言之,在胺液中添加碱类物质进行中和,重复中和的基本工艺,并通过外加电场的作用,实现溶液中阴离子与阳离子所带电荷的不同作出定向移动,以此将阴阳离子分析出来,继而去除热稳定盐。电渗析工艺的缺点在于膜会造成污染和提高成本的问题,而且在去除非离子类杂质时尚且不作用。

### 2.2.4 胺液净化的离子交换工艺

胺液净化的离子交换工艺的原理在于,即利用离子交换树脂的选择性特点,达到吸附溶液中阴阳离子的目的。与前面的工艺对比,该工艺无需进行中和反应,即可实现循环利用的基本要求,同样在会面临着无法去除非离子类杂质的问题。现阶段,胺液净化的离子交换工艺,侧重于选择离子交换树脂。由于离子交换树脂具备抗污染性、容易再生性等特点。国内众多的研究学者均引用离子交换工艺,达到了去除或降低热稳定盐含量的目的。故此,在胺液净化工艺中,须进行多重高效的过滤与吸附处理工序,将胺液中存在的固体杂质去除,之后采用离子交换工艺除去热稳定盐。

## 3 总结

综上所述,经过系统分析与介绍,造成天然气胺液脱硫系统污染问题的因素较多,如酸性物质、液体杂质、固体杂质以及热稳定盐等,其中胺液降解问题和热稳定盐的除去问题是脱硫系统中最需要解决的问题。而采用胺液净化复活技术的离子交换工艺是目前最为主流的研究手段。希望在未来的胺液净化工艺的研究过程中,不断优化净化在线复活工艺,提高天然气脱硫系统的可靠性。

### 参考文献:

- [1] 刘倩玉,杨超江,唐建峰,等.天然气选择性脱硫胺液配方发泡特性分析[J].天然气化工(C1化学与化工),2020,v.45;No.251(02):85-93.
- [2] 张宁峰.MDEA脱硫胺液发泡原因分析及对策[J].石油化工应用,2020,039(003):116-118.
- [3] 崔同样.电渗析法净化胺液的应用与改进[J].硫酸工业,2019,000(007):26-28.