

浅析某公司液氨储罐的清洗原因、方法及效果

王波慧

(大连发电有限责任公司,辽宁大连 116035)

摘要:详细论述了某公司氨站液氨储罐清洗前的运行状况、清洗的原因及清洗后的效果,并分析了液氨储罐清洗后对脱硝系统运行的影响。

关键词:液氨储罐;堵塞;杂质;清洗;投运

Abstract: This paper introduces in detail the operation status of a liquid ammonia storage tank in a company ammonia station before cleaning, discusses the cleaning reasons and the effect after cleaning, and then analyzes the impact on the operation of the denitration system after liquid ammonia storage tank cleaning.

Key words: ammonia storage tank; blocking; impurity; cleaning; operation

中图分类号:TQ053.2

文献标识码:A

文章编号:1674-1021(2014)09-0051-03

1 引言

大连发电有限责任公司共装设 2×300 MW 亚临界一次中间再热抽汽机组,配 2 台 1 035 t/h 亚临界自然循环煤粉锅炉,采用静电除尘器、石灰石—石膏湿法脱硫形式、低氮燃烧技术,选用选择性催化还原(SCR)脱硝装置,预留后期提高效率的 SCR 脱硝装置空间。1 号、2 号机组分别于 2010 年 12 月 2 日、12 月 30 日相继完成 168 h 试运。本工程采用 SCR 脱硝系统进行锅炉烟气脱硝,脱硝效率 75%,2 台机组公用 1 套液氨储存和供应系统。液氨储存、制备、供应系统包括 2 台液氨卸料压缩机、2 台 60 m³ 常温液氨卧罐、2 台蒸汽加热液氨蒸发器、2 台氨气缓冲罐、1 台氨吸收罐、1 台压缩空气储罐、1 个废水池、2 台废水水泵等,SCR 反应器区主要设备有 6 台稀释风机、4 台氨/空气混合器。

2 工艺方案

2.1 主系统工艺流程

液氨的供应由液氨槽车运送,利用液氨卸料压缩机将液氨由槽车输入储氨罐内,储槽中的液氨输送到液氨蒸发槽内蒸发为氨气,经氨气缓冲槽控制一定的压力及其流量,然后与稀释空气在混合器中混合均匀,再送到脱硝系统。氨气系统紧急排放的氨气则排入氨气稀释槽中,经水的吸收排入废水池,再经由废水泵送至工业废水车间进行处理后,回收再利用^[1]。主系统工艺流程见图 1。

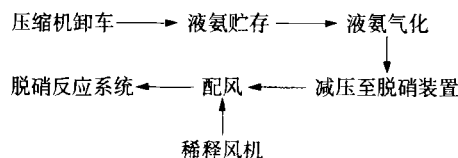


图 1 主系统工艺流程

2.2 液氨设计用量

2 台机组公用 1 套液氨储存和供应系统,机组锅炉在 B-MCR 工况下运行,液氨设计值总用量为 210.9 kg/h。

2.3 液氨储罐参数

该公司液氨储罐设计压力为 2.16 MPa,最高工作压力为 1.7 MPa;设计温度为 50 ℃;全容积为 60.7 m³;耐压试验压力为 2.7 MPa;由菏泽市花王高压容器有限公司生产;制造许可证编号为 TS2210136-2013;设计批准书编号为 TS1210441-2012;产品编号 R2010Ⅲ-187;制造完成日期:2010 年 8 月 13 日。

3 氨站供氨系统运行现状

该公司脱硝系统(氨站)自 2011 年 4 月投入运行,一直运行正常,但从 2012 年 11 月 12 日开始到 2013 年 10 月期间,液氨供氨管路多次出现堵塞现象,主要表现为:

- (1)蒸发器前、后管道外部结霜(白色结晶颗粒)严重。
- (2)液氨蒸发器前气动调节阀阀芯经常卡死,氨

收稿日期:2014-07-15;修订日期:2014-09-05。

作者简介:王波慧,女,1972 年生,技师,主要从事电厂化学工作。

缓冲罐压力最低降至 0.15 MPa 以下(正常运行供氨压力应在 0.18~0.2 MPa 之间)。

(3)压力不足造成供氨量满足不了 SCR 系统氨量需求,直接造成氮氧化物的排放浓度超标。

(4)现场检修人员每次处理此堵塞现象时,脱硝设备均得停运(因液氨出口管采用母管制)。近一年时间里,因供氨管路堵塞原因,造成脱硝系统多次不能连续正常运行,严重影响了脱硝系统的投运率、NO_x 合格率^[2]。

4 液氨储罐堵塞原因分析

(1)怀疑采购的液氨中杂质含量超标。该公司实验室不具备实验条件,目前各个电厂化学均没有对液氨进行全分析。

(2)基建期间,初步设计的原因。液氨储罐出氨管即供氨管道出口管与储罐底部在同一水平面,未高出液氨储罐底部一部分,致使液氨储罐罐内底部长期积存杂质,供氨时,夹带杂质一并进入供氨管道内。

(3)液氨储罐底部积存有杂质。每次液氨卸车时,底部杂质可能被重新搅动起来,运行时,杂质也会进入供氨管道。

(4)现场管路弯头部分堵塞物为灰白色结晶产物,怀疑是液氨在运行过程中,管道中的微量铁离子(因初设管道未采取任何防腐措施)或者液氨中含的铁离子超标,发生反应,生成铵盐(如硫酸铵、硫酸亚铁铵、氯化铵、碳酸氢铵等)^[3]。

(5)自氨站投运以来至 2012 年上半年,生产现场供氨一直是固定一家提供液氨。由于某种原因,后来多家液氨厂家交错供货,储罐内的液氨是几家生产的液氨混合在一起使用,由于各生产厂家的液氨中的杂质成分不一,有可能互相反应生成微量阴离子,再与氨发生反应生成某种络合物。

(6)该公司液氨储罐是卧式的,长 11 m,而排污管却设计在储罐最边侧。排污管的设计位置存在问题,不起排污作用。

(7)液氨储罐长期运行,产生腐蚀产物^[4]。

5 液氨储罐的具体清理措施

根据分析结果,造成供氨管路堵塞的主要原因是:液氨储罐内底部的杂质多,杂质随液氨进入管道内,堵塞调整阀门,致使供氨量满足不了 SCR 区域氨量需要。为了彻底解决液氨底部积存的杂质,决定对液氨储罐系统进行全面彻底清洗,工期 10 d。

5.1 罐体清洗方法

采用物理清洗和化学清洗相结合法。

5.2 清洗流程

准备工作—退氨—氮气置换—蒸汽清洗—喷淋清洗—自然通风—气体检测—人工清理—检测验收。

5.3 清洗步骤^[5]

(1)首先将 A 液氨储罐内液氨液位使用到最低点,剩余部分排至氨站废水池内,进行中和处理。

(2)液氨储罐排空后,进行充氮气置换工作,充至压力到正常储罐运行压力 0.2 MPa 时,打开气相阀,对外排空。

(3)打开储罐顶部安全阀向储罐内注入干净水;当储罐液位计显示为 2.20 时,注水完毕。

(4)将储罐内水排净后,再通入蒸汽;边通蒸汽边排污,当储罐温度显示为 40 ℃,停止通蒸汽(此时保证储罐温度不能超过报警温度)。

(5)储罐温度降至 20 ℃,可以再次通蒸汽,直至储罐温度显示为 40 ℃时,关闭蒸汽。通蒸汽的同时打开排污门,将罐内污物排至废水坑内,在池内进行中和处理。

(6)开启人孔门,安装风机通风,降低储罐内液氨浓度。采用便携式氨气浓度仪检测罐内氨气浓度为零时,清洗人员方允许进入罐进行人工清理。最终清理出油泥、沉淀物 24 桶,每桶大约 15 kg,合计 360 kg。如图 1 所示。

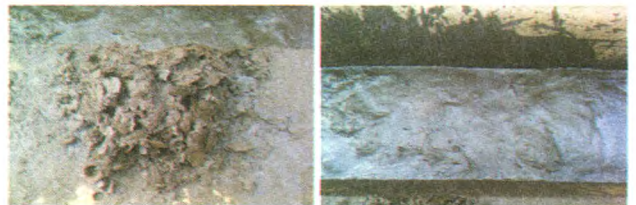


图 1 清理出的油泥、沉淀物

(7)再用水进行冲洗,冲洗完毕后开启风机通风。当罐内氨气浓度检测值为零时,人工入罐内进行机械加手工除锈。人工清理出铁锈、粉尘等固态物质 3 桶,每桶大约 15 kg,合计 45 kg。如图 2 所示。



图 2 清理出的铁锈、粉尘等固态物质

(8)清洗、清扫完毕后,双方进入罐体内进行验收,合格后方允许清洗人员恢复储罐各个出口,进行封罐处理。

(9)充氮气打压,同时进行密封试验:当罐内温度为 18 ℃、压力为 0.42 MPa(此时氮气已无法充入)时,停止充氮气。保持 5 h 后,罐内温度为 18.5 ℃、压力为 0.41 MPa,期间同时进行现场阀门等部位找漏。

(10)12 h后,罐内温度为 19.1 ℃、压力为 0.42 MPa,试压结束,双方验收合格,共同确认此罐清洗完毕,可以投入生产。

6 清洗效果评价

自2013年10月15日开始,从液氨储罐清洗前的安全准备工作,到储罐的真正清洗完成,工期共计 10 d,于 2013 年 10 月 26 日正式投入运行。运行至今氨站供氨管路未发现堵塞、管路外部结晶现象,也未发现因为压力低、氨量不满足脱硝系统运行而使氮氧化物等指标超标现象,完全保证了脱硝系统正常运行,同时也使脱硝系统环保指标完全达到国家标准,清洗效果显而易见。

(上接 47 页)

止二次污染。硝化反应每氧化 1 mol NH_4^+ 耗氧 2 mol,而在厌氧氨氧化反应中,每氧化 1 mol NH_4^+ 只需耗氧 0.75 mol 氧,耗氧下降 62.5%(不考虑细胞合成时),所以可使供氧能耗大为降低。传统的硝化反应每氧化 1 mol NH_4^+ 可产生 2 mol H^+ ,反硝化还原 1 mol NO_2^- 或 NO_3^- 将产生 1 mol OH^- ,而厌氧氨氧化的产物产酸量大为下降,为传统的硝化反应产酸量的一半,产碱量降至为零,可以节省中和所需的化学试剂,降低运行费用,也可减轻二次污染。

厌氧氨氧化及其工艺技术很有研究价值和开发前景,但由于存在温度等问题还需进一步的研究和探索。

参考文献

[1] Van de Graaf A. A., de bruijn P, Robertson L. A. Metabolic pathway of anaerobic ammonium oxidation on basis of ^{15}N -

7 结论

经过清洗发现,由于各种原因,脱硝系统氨区的液氨罐底部产生的污垢、油泥、腐蚀产物等沉淀物较严重,如不及时清洗,将造成供氨管路堵塞,不仅仅是造成检修工作量大,而且直接影响整个脱硝系统的正常运行、影响氮氧化物的排放浓度。故建议有脱硝系统的电厂,液氨储罐的清洗工作必不可少,每年应对液氨储罐进行一次清洗,避免类似该公司的事件再次发生,造成不必要的经济损失。

参考文献

- [1]大连发电有限责任公司甘井子热电项目 2×300MW 亚临界供热机组. 烟气脱硝工程液氨储存和供应系统协议[Z]. 2010.
- [2]董润莲,丁飒,李洁,等. 火电厂 SCR 脱硝液氨泄漏事故风险及防范措施[J]. 环境科学与技术,2010,33(6E).
- [3]饶国宁,陈网桦,彭毅亭,等. 液氨泄漏事故危险性的定量分析研究[J]. 安全与环境学报,2004(5).
- [4]大连发电有限责任公司. 化学脱硝氨站运行规程[Z]. 2011.
- [5]张杰,赵明. 液氨泄漏事故的定量风险评价研究[J]. 安全与环境工程,2012,19(1).

studies in a fluidized bed reactor[J]. Microbiology,1997,143: 2415-2421.

- [2]Shaima B.,Alert R. C. Nitrification and nirogen removal[J]. Wat. Res.,1997,11(10):897-925.
- [3]Chong-jian Tang, Ping Zheng, Qaisar Mahmood. Start-up and inhibition analysis of the Anammox process seeded with anaerobic granular sludge[J]. Microbiol Biotechnol,2009,36(11): 1093-1100.
- [4]王宝贞,王琳. 水污染治理新技术——新工艺、新概念、新理论[M]. 北京:科学出版社,2004:14-16.
- [5]贾振杰,杨清香,刘如钢. 厌氧氨氧化菌的研究进展[J]. 微生物学杂志,2006,26(6):74-79.
- [6]Dexiang Liao, Xiaoming Li, Qi Yang. Enrichment and granulation of Anammox biomass started up with methanogenic granular sludge[J]. World J. Microbiol Biotechnol,2007,23: 1015-1020.
- [7]郑平,胡宝兰. 厌氧氨氧化菌混培物生长及代谢动力学研究[J]. 生物工程学报,2001,17(2):193-198.