

# 液氨汽化器进口母管冻结原因分析和处理

李世东

(华能南京金陵发电有限公司, 江苏 南京 210034)

**摘 要:** 烟气脱硝是燃煤电厂一项新的生产工艺和设备。随着“十二五”期间脱硝设施的建设, 对采用 SCR 脱硝工艺中的液氨设备运行管理, 无论电厂将液氨及其汽化设备的运行管理划归哪一个专业或部门, 安全、足量的供应脱硝氨气, 更是一项前所未有的工作。本文通过一个脱硝氨站的事件及其分析、处理, 提请脱硝氨站在建设、运行管理中要引起注意避免问题重复发生。

**关键词:** 火电厂; 烟气脱硝; 氨站; 液氨汽化器

华能南京金陵发电有限公司(以下简称华能金陵电厂)二期工程 2×1030MW 超超临界燃煤机组锅炉同步建设烟气脱硝系统。脱硝系统采取选择性催化还原(SCR)法来达到去除烟气中 NO<sub>x</sub> 的目的。

华能金陵电厂烟气脱硝有两部分组成, SCR 反应装置和脱硝氨站。SCR 反应装置在每台锅炉省煤器与空预器之间各安装一台, 两台锅炉烟气脱硝系统共用一套液氨储存与供应系统—脱硝氨站。在氨站, 储存的液氨通过液氨汽化器加热转化成氨气, 供锅炉 SCR 反应装置。氨气供应量为 901Nm<sup>3</sup>/h(683.8 kg/h), 系统设计供氨量为在连续运行时锅炉 MCR 状况下用氨量的 120%。液氨的储存容量按照 2 台锅炉 BMCR 状况下, 每天运行 24h, 连续运行 7 天的消耗量设计。

华能金陵电厂脱硝氨站的运行管理划归电厂化学专业。

## 1 脱硝氨站的建设和运行

### 1.1 氨站建设情况

脱硝氨站于 2009 年 4 月开始基建动工。2009 年 11 月 21 日开始进行水压试验, 水压试验的压力为工作压力的 1.5 倍(3.24MPa)。11 月 23 日结束水压试验, 开始放除系统设备内的存水。11 月 25 日用压缩空气进行空气吹扫。11 月 26 日进行气密性试验, 气密性试验的压力为工作压力的 1 倍(2.16MPa)。12 月 2 日气密性试验结束后进行了氮气置换工作; 12 月 5 日氮气置换结束后系统处于备用状态。

### 1.2 氨站运行及故障处理情况介绍

氨站的调试和运行大致分为 4 个阶段, 主要故障及处理见表 1。

表 1 氨站的调试和运行主要故障及处理表

时间	运行情况	分析及处理
第一阶段	2010.2.21 开始试运行氨站系统, 没有发现问题。2010 年 3 月 1 日氨站系统正常投入运行。	经过初步分析, 有以下几个原因: 一方面为氨汽化器质量问题; 另一方面为进蒸汽的压力过高。采取了始终向氨汽化器内补水, 保证氨汽化器内的水位始终处于高液位的临时处理方法, 经处理后系统运行正常。
	2010.4.4 检查发现氨汽化器本体有漏水现象	
第二阶段	2010.4.11 4 月 11 日晚值班人员发现氨汽化器出口压力迅速下降, 现场检查发现氨汽化器进口母管部分管道表面有冻结。	由于处于摸索阶段, 加之此次事件是发生在晚班, 值班员只是将整套系统停运, 让其自然化冻。(当值运行人员都是第一次碰到这种问题, 没有处理过此类事情的) 12 日白班, 进一步对受冻管道用热水进行冲洗。氨汽化器进口母管化冻后, 重新投运氨汽化器又能够正常运行
第三阶段	2010.5.5 三台氨汽化器漏水十分严重, 已经不能够正常运行	三台氨汽化器同时返厂进行检修
	2010.6.30 经过修复的氨汽化器重新安装投运, 整个氨站系统设备正常运行	
第四阶段	2010.7.14 氨汽化器进口母管再次发生冻结现象。经过处理后, 系统能够恢复运行。但是间隔时间不长, 氨汽化器进口重新发生冻结现象	每次处理按照停运液氨汽化系统, 关闭汽化器进口门, 等待管道内的压力上升, 利用液氨的物理特性自然化冻的方法处理
	2010.8 月 汽化器不能运行	

## 2 液氨汽化器冻结原因分析

针对液氨汽化器重复发生的冻结问题，从分析系统运行的历史曲线着手，对比分析汽化器运行、发生冻结现象时冻结的位置、缺陷处理后的氨气进、出口压力变化情况，查找原因。

### 2.1 汽化器出口压力的变化

图1是第一次发生氨汽化器冻结现象时氨汽化器出口压力的变化。

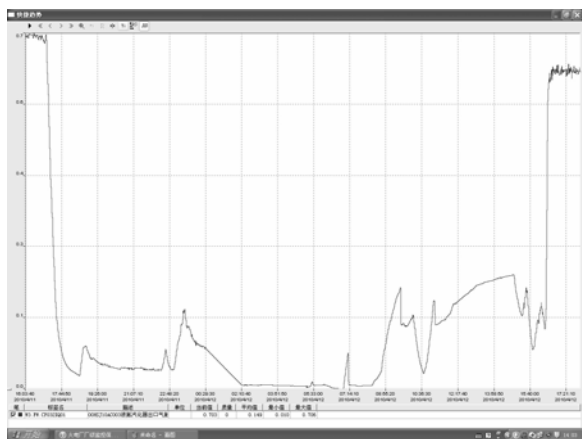


图1 第一次发生冻结现象时氨汽化器出口压力的变化

从图1中压力曲线变化看，汽化器正常工作中液氨蒸发后能维持出口氨气压力；出现氨汽化器氨气出口压力下降的原因可能是汽化器加热不足或来液氨量不足，在排除汽化器加热量没有问题，确认从液氨储存罐到汽化器的管路上的阀门已经开关无误的情况下，考虑是液氨流通不畅。

### 2.2 冻结发生的位置

每次液氨汽化器进口母管出现冻结时的位置完全一样，都是从汽化器进口母管靠近汽化器侧5m的地方开始，在这之前靠近氨储存罐的管道表面一点冻结的现象都没有，而靠近汽化器的管道一直延伸到汽化器进口，表面都结满了冻结。并且冻结开始的位置从管道表面上看比别的管道表面有些稍微凸起。

### 2.3 运行中的处理

在发现汽化器进口母管有冻结现象后，停运整套供氨气系统。将氨汽化器的进口门或者出口门关闭，氨汽化器进口母管内的压力慢慢升上来后，冻结会慢慢消失。但是在氨汽化器进口母管化冻后重新投入运行时，只要稍微开启液氨汽化器的出口门，氨汽化器进口母管又会重新出现冻

结的现象。

综合分析，认为液氨在汽化器的进口母管管路内流通不畅是汽化器进口母管冻结的原因。因为由于管道内的截面在此发生突变，液氨在此处压力下降，进行了汽化，开始大量吸热，由于此处没有相应的热源进行补充，造成管内温度下降直至出现冻结。

## 3 检修处理

在#1 燃煤机组停运检修时，对汽化器进口母管液氨管道进行了割管检查。割管检查的位置就是从每次开始冻结的位置进行的（即从管道表面看有稍微凸起的地方进行割管的）。管道在割开后发现割开的管道两边都被东西分别堵住，中间只留下一圈环形的缝隙。经过去除管道内的异物后发现是一段螺栓，并且割管时正好割在了螺栓的中间。见图2、3、4。



图2 汽化器进口液氨管割管断面



图3 堵住管道螺栓割断后的一段



图3 堵住管道螺栓割断后的另一段

## 4 处理后运行情况

取出液氨管中的螺栓，恢复系统后，重新投入脱硝氨站运行，液氨汽化器运行至今正常，再也没有发生上述冻结现象。

## 5 问题讨论

(1) 针对这段管道中为什么会有这样的一段螺栓在里面？放在这起什么作用？是设计要求还是别的原因？

为此专门咨询了设计人员，答复是根本没有设计这样的结构。从螺栓的结构来看，和管道如此的配合，根本不像是基建垃圾。

(2) 为何在试压、氮气吹扫过程中没有发现？

虽然管道中有如此一段螺栓，但是管道中还是有一圈环形的缝隙，在试压过程中，压力是缓慢上升的，所以一开始并没有发现。

(3) 为什么一开始投运没有发现此类现象和开始发生此类现象时处理后就能够恢复正常运行？

估计是由于一开始螺栓并没有完全将管道给

堵住，管道中存在的间隙还是能够让部分液氨通过；在后来运行中，由于液氨的流动、液氨的压力及液氨汽化器进口母管发生冻结时，处理过程中的敲敲打打使螺栓移位，将管道中的间隙完全堵住，所以造成几乎不能正常运行。

## 6 结论

(1) 氨站内所有管道焊接而成，出现问题后不方便检查和检修，因此，在安装过程中一定要确认管道的清洁度，特别是小口径，确保管系干净无垃圾。

(2) 在进行系统验收时，不仅仅是要求设备管道的气压试验、水压试验合格，应对小口径管道进行通球试验。

(3) 液氨汽化器本身只是一个热交换器，用蒸汽作为加热源，运行中一要控制好液氨汽化器蒸汽进口端的压力，防止超压运行；二要蒸汽母管疏水要畅通，防止管路水击导致氨汽化器损坏。