

降低 600MW 机组脱硝液氨单耗的方法探讨

阳善福（华润电力登封有限公司）

摘 要：近年来，随着我国 NO_x 排放标准的提高，促使各电厂均陆续安装了烟气脱硝系统，脱硝系统的运行成为了一个新的研究课题，而如何降低液氨的消耗量也是其中之一，本文通过对我司在实际运行中试验数据的分析总结，简要的阐述了在一定的设备条件下从燃烧调整、系统维护等方面来降低脱硝系统液氨单耗的一些方法，使得在保障脱硝系统安全运行的同时尽可能的减少液氨用量，提高经济性。

关键词：脱硝、液氨单耗、NO_x 含量、燃烧调整。

1 前言：

我司锅炉型号为 HG-1970/25.4-PM18 超临界参数变压运行直流炉,采用前后墙四层对冲燃烧方式，共四台磨煤机，每台磨煤机对应一层燃烧器。脱硝系统采用 SCR 技术。由于设备的固定性，决定了现有条件下降低脱硝系统喷氨量只能通过日常燃烧调整、低负荷时设备运行方式的选择等方法来降低脱硝入口 NO_x 含量，并加强脱硝系统维护等方面来实现。

2 名词解释：

液氨单耗：我司规定为在发电过程中每发电 1kwh 所消耗的液氨质量，单位为 g/kwh

燃料型 NO_x：燃烧过程中由燃料中含氮有机化合物的氧化而生成的 NO_x；

热力型 NO_x：由大气中的氮生成，主要产生于原子氧和氮在高温下生成的 NO_x。

3 降低 SCR 反应器入口 NO_x 含量的几种方法尝试：

从脱硝反应的原理来看，在保证净烟气排放 NO_x 合格的条件下，要减少喷氨量，就必须降低脱硝反应器入口的烟气 NO_x 含量，经我司长期的运行摸索，尝试了有以下几方面的方法。

3.1 选择合适的配风方式

a.运行中保持尽可能低的氧量，并根据不同的煤种不断调整。由 NO_x 的生成机理可知，氧量即过量空气系数对整个燃烧过程对 NO_x 的生成量起着决定性的作用，富氧燃烧下，燃料型和热力型 NO_x 生成量都大幅增加，而从实际运行情况来看也印证了这一点，所以，为了控制 NO_x，应在保证燃烧充分的情况下尽可能低的控制氧量。但在实际运行中，低氧量情况下，极易造成炉内各部不同程度的结焦，所以，在低氧运行中应经常检查渣斗落焦及炉膛结焦情况，以调整氧量达到一个最佳值。对于 600MW 机组，负荷从 300-600MW 对应经验氧量值一般为 4.5-2.5 为最佳，最低不宜低于 2.0。

b.采用分级配风的方法可有效降低 NO_x 含量。配风可主要从燃尽风开度和四层燃烧器对应的二次风门配比来实现，理论和实践证明，燃尽风对 NO_x 的排放量影响较大，随着燃尽风风量的增加，下层燃烧器的风量将减小，这样煤粉前期燃烧处于贫氧燃烧状态，而后期燃尽期相对富氧，从而大幅度降低烟

气 NO_x 含量。四层二次风的配比同样可以参照上述原理，以下为运行中满负荷下四层燃烧器二次风配风变化与烟气 NO_x 含量对应关系表：

表一

ABCD 层二次风门开度 (%)	反应器入口 NO _x 含量 (mg/m ³)
50-50-50-50	855
40-45-55-60	833
35-45-60-75	800
35-40-55-90	760

从表中可以看出，当上层二次风门开大，下层关小时，NO_x 含量明显减少。但是，燃尽风量过大或下层二次风量过小时，会引起一次燃烧区严重缺氧而出现结渣和高温腐蚀等异常，所以，当采取这种极端的配风方式时应严密注意炉膛结焦情况，异常时及时调整配风方式。

3.2 选择最佳的磨煤机运行方式

对于哈锅 1970T 的典型四层对冲直流炉型来说，在相同负荷和氧量水平下，保持下三层燃烧器运行所产生的 NO_x 含量要远小于上三层（相同氧量水平下约能减少 30%）。所以在其余条件允许的情况下，应尽量保持下三层磨运行，同时在上煤方式上始终把最劣质煤上在最上层磨上，以使得下三层磨的带负荷能力大大提高，在最大限度的降低 NO_x 含量的同时兼顾了燃烧安全和带负荷能力。另外一点需要注意的是，在这种运行方式下，经过试验，开大最上层停运磨的二次风门可进一步减少 NO_x 的生成量，一般为开大 30%以下效果明显，NO_x 含量可降低约 20%。

基于以上现象，即使在满负荷需要启动全部制粉系统投入运行时，也可以采用保持最上层磨较小出力的方法来尽可能的降低 NO_x 含量以降低液氨单耗。但选择这种压低火焰中心的燃烧方式可能会降低主再热汽温度，损失一定的经济性，而这时为了提汽温必须加大总二次风量提高氧量，抬高了 NO_x 含量，所以在汽温和液氨单耗之间应通过不断调整找到一个最佳点。

3.3 煤质和一次风率的双重影响。

一般来讲，燃煤挥发分的大小决定了燃烧所产生的 NO_x 含量水平的大小，无烟煤为最大，高挥发分的褐煤俗称长焰煤燃烧所产生的 NO_x 含量最小，经试验可知，把长焰煤掺烧比例由 5%提高到 20%并上煤平均热值提高 500 大卡后，SCR 入口 NO_x 含量大幅降低约 300mg/m³，因现在绝大部分电厂均采用多煤种掺烧，降低标煤单耗的压力迫使不太可能长期使用这种上煤方式，所以在现有条件下，只有通过合理配置上煤方式，保证上煤平均热值不过低，在标煤单耗与液氨单耗之间找到平衡点。

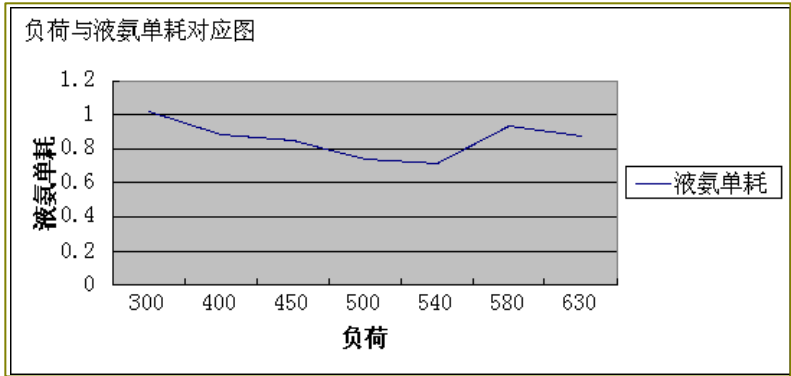
另外，由于直吹式制粉系统的特点，在煤质较差时，一次风压较高，即一次风率相应提高了，使得燃烧初期的氧量更充足，也会一定程度的提高 NO_x 含量，所以此时可适当开大上层二次风，关小下层二次风，从而抵消部分此种负面作用。

3.4 负荷因素的影响

对于大部分炉型来说，随着锅炉负荷的增加，炉内氧量都有大幅度的降低，所以有降低燃料 NO_x

形成的趋势，另一方面随着入炉煤量的增加，炉内温度的升高，热力型 NOx 产生量明显升高，综合实际运行情况，升负荷的过程中，NOx 含量特别是液氨单耗会走出一个逐渐降低再升高的过程。

表二



从表二中可以看出，负荷从 300MW 升至 550MW 过程中，由于氧量的下降，液氨单耗不断下降，而负荷升至 550MW 启动上层磨后液氨单耗骤然上升，而随着负荷升至 630MW，氧量的下降又使得液氨单耗逐渐下降，所以对于液氨单耗来讲，540MW 三台磨运行是该机组的最佳运行方式，所以对于两台机组来说，综合上述特性及磨煤机运行方式的特性来合理调度两台机组的负荷可有效降低总液体氨单耗。

3.5 保证合适的煤粉细度

煤粉细度对于 NOx 的影响往往容易被忽视，理论上来说，煤粉越细，燃烧就越提前，即燃烧初期的过量空气较少，可有效抑制 NOx 的生成。从实际运行经验来看也可以印证这一点，但其影响的数值较小。

4 脱硝系统的维护对液氨单耗的影响

在入口烟气 NOx 含量一定的情况下，脱硝系统的运行状况就完全决定了液氨的用量，一旦系统异常导致液氨与烟气不能充分反应，不但增加了液氨的消耗，还增大了液氨的逃逸率，对脱硝系统的下游设备如空预器、引风机的安全运行造成威胁。脱硝系统主要需做好以下几个方面。

4.1 做好催化剂活性的监视和维护。

催化剂安装过程中，加强对施工工艺的监视，防止催化剂模块间距过大或密封不好的现象。利用机组停运机会，对催化剂试验样进行化验，针对催化剂的活性，必要时加装备用层催化剂。

4.2 做好稀释风机运行的规范。

稀释风机是保证脱硝系统喷氨良好的重要设备，正常情况下启动风烟系统前启动稀释风机，机组风烟系统停运后停运稀释风机，防止喷氨喷口堵塞。另外，稀释风机的风量、风压测点应经常检查，确保风量准确、足够。

4.3 加强脱硝系统吹灰，保证催化剂表面的清洁度，利于反应器的充分反应。

从运行经验来看，应保证最少每 24 小时对脱硝系统进行一次吹灰，在吹灰前后，液氨单耗有较明显差异。在机组燃烧劣质煤、油煤混烧或液氨单耗不正常升高时应根据情况增加吹灰次数。对于蒸汽吹

灰的系统，吹灰前应充分疏水，防止将水喷入催化剂表面。

4.4 加强喷氨系统阀门的维护。

主要是通过维护保证喷氨调门需要良好的调节线性，随着机组负荷的升降，喷氨量会发生较大变化，如喷氨调门线性不好，低开度时漏量大，在入口烟气 NO_x 含量较低所需喷氨量极小时，就必然造成液氨逃逸率极高，从运行经验来看，该调门最少能保证喷氨量在 20-300kg/h 范围内能良好调节。

4.5 做好脱硝系统各处压力测点的监视能很好的掌握脱硝系统的运行状况。

一般来说，反应器进出口差压和喷氨管路压力是主要的监视参数，反应器进出口差压能反映其清洁度，从喷氨管路压力可看出喷口是否有堵塞现象。所以，此参数都应列为日常维护定期检查项目，保证准确可靠。

4.6 完善脱硝出口的 NO_x 含量的精确控制可有效降低液氨的单耗。

在可预见的入口烟气 NO_x 含量会大幅波动的情况下，应提前做好喷氨调阀的调整。喷氨调阀应遵循提前调整、勤调细调的原则，做到喷氨量实时的与 NO_x 匹配，需要注意的是，从喷氨量的增减到反应器后 NO_x 数据的变化有一个约 2 分钟左右的反应时间，做好提前操作有利于 NO_x 的平稳控制。另外要做好净烟气出口 NO_x 与 SCR 后 NO_x 的比对分析，由于净烟气出口 NO_x 排放值为环保考核值，但是喷氨调阀自动调节的是 SCR 后 NO_x，两者由于距离较远，会存在偏差，正常运行中应注意监视两者偏差在正常范围，同时适当提高 SCR 后控制值（建议 SCR 后控制值设定在 60 ppm -130 ppm，保证净烟气出口小时平均值不超过 100 ppm 即可）可在保证环保排放达标的同时将液氨单耗降至最低。

【结束语】：

通过对典型 600MW 机组运行中影响脱硝系统液氨单耗的各种运行方式的试验，从降低反应器进口 NO_x 含量和脱硝系统运行维护两大方面各种影响液氨单耗的各项因素进行分析，在燃烧调整、配风方式、配煤方式、做好脱硝系统的维护等方面总结出了一些行之有效的降低液氨单耗的方法，使得在一定设备条件下尽可能的节省了液氨的消耗量，提高了机组的经济性和安全性。

【参考文献】：

- 1、《脱硝运行维护常见异常及对策》 杨召伟 2013 全国电力大机组竞赛论文
- 2、《火电厂氮氧化物控制技术》 刘建民 薛建明 王小明等编著 中国电力出版社
- 3、《火电厂 SCR 烟气脱硝技术》西安热工研究院编著 中国电力出版社