

环保标准下的“漏网之鱼”——氨逃逸

雾霾，这个 2013 年的年度关键词，自发布以来就紧抓人们视线，深深地刺痛着全社会的神经，秋冬季的大气污染也必定少不了它的出场。

为了加强大气环境治理，近年来国内水泥行业不断升级大气污染物排放标准。特别是今年，国内不少省市相继出台差异化错峰生产计划，满足超低排放的水泥企业可以不用参加或减少错峰生产，水泥企业环保升级步伐大大加快。据中国水泥网报道，目前包括河南在内的不少地区水泥企业均表示已经完成超低排放改造。

然而，众所周知，水泥行业三大污染物“粉尘、二氧化硫、氮氧化物”中，氮氧化物超低排放治理难度最大。目前氮氧化物治理主要分为“脱硝技改+SNCR”以及 SCR 两种方案，其中 SCR 技术虽有国内案例，但运行时间尚不足一年，使用效果有待进一步验证。故而，国内现有水泥企业多数采用“脱硝技改+SNCR”控制氮氧化物排放量，但是 SNCR 技术也存在一大弊端，就是笔者今天要提到的“氨逃逸”问题。

不同于 SCR（选择性催化还原）技术 90%以上的脱硝效率，SNCR（非选择性催化还原）脱硝效率通常在 40%-60%之间，氨逃逸问题不可避免，而氨本身无论是生产还是排放到大气中都会对环境造成污染。另外，需要指出的是，在实现超低排放就可不用参加错峰生产的“诱惑”下，不排除部分水泥企业为了让氮氧化物排放量达到超低排放要求，过量甚至大幅超量喷氨水的情况出现。如此不但造成巨大的资源浪费，更会大大增加水泥厂氮氧化物治理过程中的“氨逃逸”问题。

有意思的是，有消息称，国内北方某推行超低排放的省区，目前氨水用量大增，部分地区甚至出现断货局面，产生水泥行业与农业争氨的情况。若此传言为真，笔者对于可能存在的片面追求氮氧化物超低排放，造成氨逃逸问题表示担忧。

那么，水泥行业超洁净排放在治理雾霾过程中扮演的是什么角色？除了氮氧化物，还有哪些忽视的因素值得咱们水泥人重视？接下来，笔者为大家一一解答，希望能够引起相关部门重视，在制定超低排放政策的同时，还应考虑水泥企业实施难度，并且真正重视起“氨逃逸”问题，尽快出台相关标准，对水泥厂“氨逃逸”量提出限定指标。

雾霾问题被忽视的“凶手”——氨气

雾霾的源头多种多样，比如汽车尾气、工业排放、建筑扬尘、垃圾焚烧，甚至火山喷发等等，雾霾天气通常是多种污染源混合作用形成的，但各地区的雾霾天气中，不同污染源的作用程度各有差异。

然而，这不是中国空气污染答案的全部。



研究表明，还有一个重要污染源，一直被社会忽视，却是中国空气污染拼图中极重要的一块，更是 PM2.5 指数被持续推高的重要密码--氨气污染。

氨，NH₃，无色气体，恶臭，极易溶于水，是制造化肥、炸药的重要原料。氨与酸反应生成的铵盐，其质量浓度是科学家衡量氨对空气以及 PM2.5 影响的方法之一。

最主要的两种铵盐--硫酸铵、硝酸铵，在 PM2.5 中的占比能有多高？多年从事 PM2.5 源解析研究的专家解释：从全国平均水平来看，在轻污染天气中，两者的质量浓度总和大约占 PM2.5 的 20%以下，但在重污染天里，则剧升至 40%以上。

更多学者的研究支持这一看法：重污染天气中，硫酸铵、硝酸铵的质量总和约占 PM2.5 的 40%-60%，越严重的污染天气，比例越高。

作为大气中唯一的碱性气体，氨气可以同水及酸性物质反应。正是这种独特

的化学特性，使氨气扮演了“坏空气推手”的角色。对此，有专家表示，1 体积水能溶解 700 体积的氨，这意味着当大气湿度增高时，氨更容易与水进行反应，水又吸收了二氧化硫和二氧化氮，变成液相的亚硫酸和亚硝酸。在合适的氧化反应条件下，亚硫酸、亚硝酸就会转化成硫酸、硝酸，与氨发生中和反应，生成颗粒态的硫酸铵、硝酸铵，成为了 PM2.5。

硫酸铵、硝酸铵等的形成，需要空气中有足够多的氨气。问题由此而生：中国空气中大量的氨气从何而来？

研究发现，我国区域氨气排放源上升快、影响大，可能来源于近海养殖、畜牧业、农业、汽车（三元催化过量）、工业脱硝（还原剂用氨水或尿素过量）等。我国在近 20 年时间里，一直是全球最大的氨排放国。

更严重的问题在于，尽管中国近年开始走上环境治理之路，但氨污染并不在治理之列。在我们所熟知的水泥行业，虽然对氮氧化物排放量提出了越来越严格的指标，但是对脱除氮氧化物的主要原料——“氨水”造成的“氨逃逸”却至今未出台明确的标准，此问题让笔者甚是担忧。

水泥行业的氮氧化物减排 VS 氨气污染

由于对水泥窑烧成系统的研究还处在较为粗放的状态，当前国内水泥行业对窑内工况和氮氧化物的生成机理，仍然存在很多的不足。氮氧化物的来源是多方面的，影响因素众多，在氮氧化物减排技术领域，现有主要技术包括 SCR、SNCR、分级燃烧等方式。

SCR 选择性催化还原技术，是目前世界上的脱硝主打技术。以氨水或尿素为脱硝剂，在吸收塔内的催化剂作用下作催化选择吸收，脱硝率可达 90% 以上。

SNCR 技术是利用分解炉内合适的温度空间（900°C~1100°C），向其内喷入氨水混合物，在此温度下，氨（NH₃）与烟气中 NO_x 反应生成 N₂ 和 H₂O。脱硝率一般为 40%-60%，氨水消耗量巨大，NH₃ 的逃逸率较高，可达 SCR 的 3 倍以上。

当前国内水泥企业基本上已经完成 SNCR 脱硝建设，该技术采用大量氨水作为氮氧化物还原剂，氨水在生产、运输、储存和使用过程中都极易造成泄露，对大气环境带来严重污染。

故而，当前的水泥行业其实面临一个相对矛盾的问题，利用氨水脱硝可以减少氮氧化物排放量，但是“氨逃逸”问题难以解决，且氨水的生产本身就是高耗能、

高污染过程，运输、储存和使用也会造成“氨逃逸”。

基于这样的问题，水泥企业应该加强对氨水运输、储存的管理，同时提升氨水利用效率，减少“氨逃逸”。

氨逃逸将何去何从？

在当前的环保形势下，水泥企业降低污染物排放是外在环境的必然要求；同时，随着水泥工业技术的迭代，更低的能耗和排放标准也是行业升级的必然趋势。

对于水泥企业而言，从经济角度分析，SCR 技术仅改造成本预期就高达 3000 万以上，另外还有催化剂的耗费，远远高于“SNCR+源头治理”费用。其次，在低氮燃烧和分级燃烧的基础上，结合 SNCR，在稳定的窑况下部分企业也可满足当前的氮氧化物排放标准。综合上述原因，目前国内不少水泥企业选择通过“SNCR+源头治理”的方式来实现降低氮氧化物排放的要求，但由此带来的弊端则是，氨逃逸问题可能加重。

为何在环保标准日益严苛的如今，氨气污染尚未引起水泥企业的警觉？

一方面，标准缺失。水泥窑烧成系统本身的结构差距，以及工况环境，原燃料差异、治理难度差异甚至操作人员水平等因素都影响了氨逃逸量的不同，而目前国家以及地方政府也尚未出台水泥行业氨逃逸量检测的具体标准。

另一方面，据业内人士透露，当前不少水泥企业氨逃逸量在 8mg/m³-10mg/m³ 之间，相对于粉尘、氮氧化物的大排放，氨逃逸似乎显得有些“小儿科”，这或许也是水泥企业忽视它的原因之一。

但需要引起重视的是，在国家“蓝天保卫战”、环保督察等一系列环保举措不断全面深化，超低排放成为行业大趋势的背景下，水泥企业对待氨逃逸问题应提前布局，未雨绸缪。

首先，水泥企业应加强自身对于氨逃逸问题的重视度，在氮氧化物减排方面，选择合理有效的方式，譬如脱氮效率更高、氨逃逸率更低的 SCR 技术，而不是一味地通过大量喷氨水的方式来达到“拆东墙补西墙”的效果。

其次，协会及行业龙头企业应起到引导作用，并建议相关部门出台符合实际的氨逃逸检测标准，并将标准列入环保考核条目之一，通过对“氨逃逸”的实时监测分析，降低氨污染问题。

然后，通过水泥行业的整体努力，将氨气污染上升至国家大气污染治理的高

度，推动我国大气污染迈入一个全新台阶，这不仅是改善行业面貌的重要举措，也是治理“雾霾”，还子孙后代一片蓝天白云的必由之路。

最后，笔者要指出的是，氮氧化物超低排放固然值得推广，但是背后隐藏的风险更应注意，本着实事求是的态度，业内及相关部门应该将解决“氨逃逸”问题提上议事日程了。