

天然气低氮燃烧技术的发展历程

燃气低氮燃烧(器)工业应用技术分为以下四个阶段:

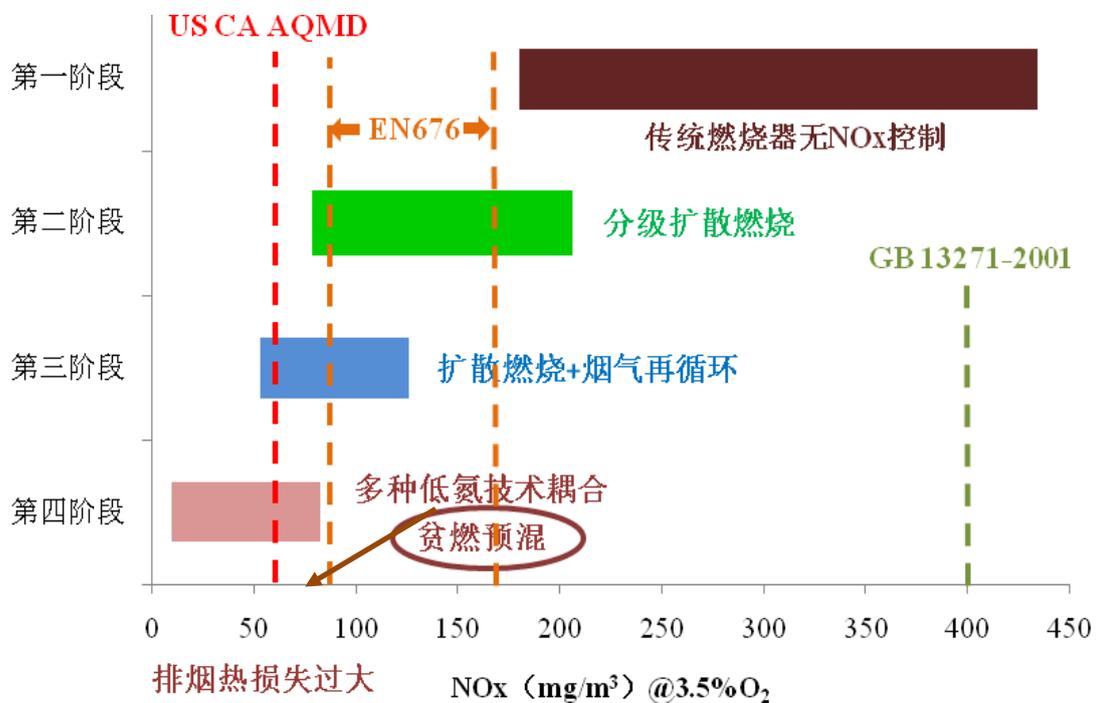
第一阶段,早期燃烧技术的特点是在稳定燃烧的前提下提高燃料的燃尽率,对NO_x的生成和危害认识程度则不高。

第二阶段,随着燃烧控制技术工业化水平的提高以及环保部门对NO_x控制要求的提出,工业界开始认识到采用冷却火焰面温度的方法可有效降低NO_x的生成。在这一阶段以分级燃烧为代表的低氮燃烧技术开始了大规模的应用,很好地应对了当时的NO_x排放标准。由于分级燃烧不仅可以有效降低NO_x生成,CO的排放水平也较低,因此该项技术直今在欧洲、中国、日本、南美仍被广泛使用。但是,分级燃烧对NO_x生成量的控制水平差异较大,以EN676为例,根据燃烧技术装备水平的不同,NO_x排放可分为三级:170mg/m³、120mg/m³和80mg/m³,分别适用于不同的排放标准。我国目前燃气锅炉NO_x排放标准为400mg/m³,分级燃烧技术是目前国内普遍使用的NO_x控制技术。

第三阶段,迫于环境空气质量改善的压力,美国南加州最先将NO_x的排放标准提高至60mg/m³,燃烧器工业界开始采用烟气再循环(FGR)对在用的燃烧器进行改造,这时经典的分级燃烧和烟气再循环组合技术开始得到广泛应用,并在一段时间内解决了NO_x标准加严的问题。

第四阶段,2003年美国南加州再次发布了调高燃气NO_x排放标准的计划,工业界初期的解决方案普遍采用贫燃预混燃烧控制思路,即通过鼓入大量的过剩空气来降低火焰区温度,以实现NO_x超低排放。在一段时间内燃烧器企业纷纷效仿,贫燃预混系列产品开始普及。但

随着能源价格的上涨，排烟热损失和风机能耗过大的问题逐渐凸显，致使燃烧器工业界不得不继续开发业主接受度高、兼顾NO_x排放和能源效率的新技术。基于这种考虑，分级燃烧、烟气再循环、贫燃预混、催化燃烧、无焰燃烧、高温空气燃烧等基于某种低氮燃烧技术的深度再开发和技术耦合成为目前超低氮燃烧技术发展的大趋势，但截止目前美国工业界尚未对最优耦合技术给出一致的答案。商业低氮燃烧应用技术发展趋势及排放水平对比见下图。



燃气低氮燃烧技术发展历程及NO_x排放水平比较