

汽车柴油机 NO_x 与 CO_2 减排的方法研究

王德云

常德职业技术学院 机电系 415000

作者简介:王德云 1964.8 男 汉 湖南 大学本科 高级工程师 研究方向:汽车节能与减排

DOI:10.18686/jxgc.v2i2.21262

【摘要】随着社会经济的进一步发展,汽车持有量与日俱增,为人们生活带来便捷的同时,汽车排放污染物对人类生存环境产生了巨大的影响。为了控制汽车排放污染物的影响情况,我国相继制定了严格的排放法规,实现对汽车排放污染物的优化控制。在《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》的方针指导下,我国即将在 2021 年实施第六阶段的机动车污染排放标准。在背景下,实现对汽车柴油机性能改造迫在眉睫。对汽车柴油机污染物排放而言, NO_x 与 PM 减排并不能够满足“国六”标准。本文作者综述了现有汽车柴油机尾气排放技术,并指出了其局限性,提出了改进的技术措施,探索了对汽车柴油机 CO_2 排放的处理方法。

【关键词】汽车柴油机; NO_x 排放; CO_2 排放;措施

柴油机经过百年的研发已经广泛应用于社会行业基础动力。在交通运输行业中,柴油机凭借自身的热效率高、适应性好、功率范围宽等优势成为汽车主要动力设备。根据相关调查可知,柴油机汽车占全球汽车总量的比例同比快速增加,但是随着生态环保型社会理念的提出以及贯彻实施,汽车柴油机排放物总量过高,所采用的减排技术有限,因此进入 2010 年之后,柴油机汽车在运作时出现的大排量废气俨然成为其市场接受度不断下降的重要因素,因此,车用柴油机产量呈现出明显下降趋势。通过汽车柴油机的优势和不足可知,当前只有做好对汽车柴油机的减排方法的优化升级,才能够大大开拓柴油机市场份额,推动柴油机汽车企业的可持续性发展。更重要的是,在能源节约型社会的发展背景下,柴油机使用寿命较长,油耗较低的优势更是要求能够在交通运输行业中大力推广应用柴油机汽车。

1 汽车柴油机 NO_x 减排的现状

汽车柴油机的排放污染物主要包括氮氧化物(全文简称 NO_x)、二氧化碳(全文简称 CO_2)、颗粒物(PM)、一氧化碳(CO)和碳氢化合物(HC)。它们对人体健康以及生态环境都会产生不良的影响。

1.1 汽车柴油机 NO_x 的减排现状

柴油机内部燃烧结构导致汽车在运作过程中会产生过量的空气,因此汽车排放的 CO 和 HC 同比低于汽油机。但是反之,它在排放过程中 NO_x 的含量大于汽油机。因此,对于柴油机汽车而言,其排放控制的重点在 NO_x 上。根据 NO_x 的排放机理可知,柴油燃烧过程中燃烧温度、过量的空气以及停留在高温空气中的时间等因素对于氮氧化物 NO_x 的生产量具有直接影响。控制汽车柴油机 NO_x 的排放措施主要有三种:第一种是展开前处理净化,通过对柴油的性能优化,促使其充分燃烧等来达到降低 NO_x 的排放目的;第二种是展开机内净化,即从 NO_x 的生成机理入手,对柴油机汽车燃烧中 NO_x 的生成所需要的因素进行限制和阻隔,从根本上减少 NO_x 的生成;第三

种是机外净化,即采用 NO_x 催化净化剂等方式,将 NO_x 变废为宝。机外净化所达到的减排的效果是最佳的,受到柴油机汽车生产企业的青睐。如采用催化还原(SCR)方式来实现对 NO_x 的净化,SCR 借助氨基类还原剂将排气中的 NO_x 还原为氮气和水。催化还原反应速率受到温度、 NO_x 的各个原子成分比重的影响。如,当温度在 $300 \sim 400^\circ\text{C}$ 之间,则催化还原反应速率较高,而温度低于 300°C 时,反应速率较低。标准的 SCR 反应中,氨气同 NO 的最佳摩尔比例为 1:1,但是在实际的汽车柴油机 NO_x 污染物排放中,排放物中的各种元素比例不定,直接影响着标准的 SCR 反应发生。所以在一般的反应使用中,会采取尿素喷射计量策略,将汽车柴油机 NO_x 的排放物的相关标准模拟到标准反应。总之,SCR 还原反应是柴油机汽车 NO_x 至今应用最为广泛的减排方法。

1.2 汽车柴油机 NO_x 减排的局限性

采用 SCR 反应实现汽车柴油机 NO_x 的减排已经成为趋势,但在国内的柴油机尿素 SCR 反应系统应用过程中,会因为低温处理以及尿素 SCR 系统沉积

物堵塞排气管的问题,导致实际的催化效率不高。导致低温处理现象是因为大城市的交通枢纽并不顺畅,柴油机汽车拥堵以及车速都不高,汽车排气温度也较低,因此无法达到 SCR 系统反应所需要的最佳温度。

2 进一步降低汽车柴油机 NO_x 排放的方法与措施

根据上述可知,SCR 系统处理柴油机汽车 NO_x 排放是效率与性价比最高的方法,根据其存在的温度和排气管道堵塞问题可以对症下药,集中展开对 SCR 系统的优化升级。第一,研发创新 SCR 催化剂的低温活性的方式,由此降低产生反应所需要的核定温度 300~400℃。如,采用分子筛型催化剂。第二,可以通过提高排气温度的方式,在汽车设计生产中加装一些电加热装置或是 DOC,从而提高缓慢运行的柴油机汽车的排放温度。第三,针对排气管道堵塞的问题,可以定时定期对排气管路喷入氨气,对 SCR 反应起到加速作用,也可以减少副反应沉积物的产生。

3 汽车柴油机 CO₂ 排放的现状与危害

汽车柴油机 CO₂ 的排放量直接影响着城市的整体空气质量,CO₂ 的状态不够稳定,在空气中能够停留 2~3 年,且当人们吸入过量的 CO₂ 后,会发生中毒反应。另外,CO₂ 给生态环境也带来严重的影响。如引发温室效应,破坏地球生态环境。在一项针对温室效应的研究中,汽车柴油机 CO₂ 的排放含量较高,一千克柴油完全燃烧排放的 CO₂ 达到 3.186 3 kg。

按行业部门划分的温室气体排放量如图 1 所示。

按行业部门划分的温室气体排放量

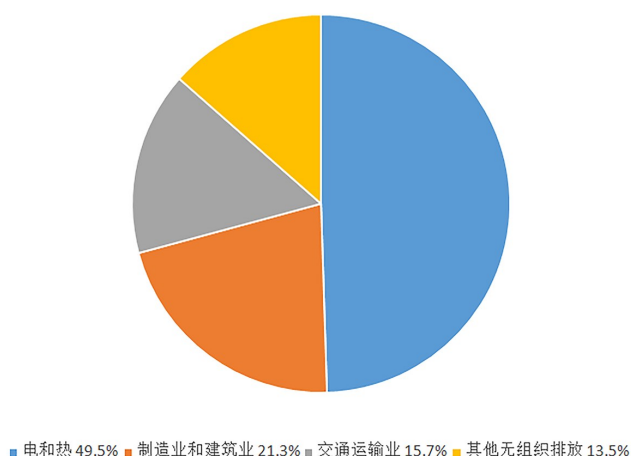


图 1 按行业部门划分的温室气体排放量

4 解决 CO₂ 排放的可实现技术措施

碳氢化合物燃烧过程中 CO₂ 根本无法消除,对此想要彻底消除汽车柴油机 CO₂ 的排放仍旧是技术

短板。对此,可以通过其他的技术措施来减少 CO₂ 的排放总量。第一,可以通过对汽车发动机内部的调试和设计,从总量上减少尾气排放量。如,改善柴油机的喷油器的质量,实现燃料的完全燃烧,并且提高燃料燃烧的速率,由此减少 CO₂ 的排放量。第二,做好柴油机汽车的 CO₂ 的后净化处理技术,通过吸收法,利用对 CO₂ 具有较大的溶解度的有机溶剂充当吸收剂,通过对柴油机汽车尾气排气管路中添加吸收剂(甲醇、乙醇等),对 CO₂ 进行分离,完成 CO₂ 的分离回收。第三,采用 CO₂ 的资源回收利用技术,CO₂ 可以用来合成尿素、碳酸氢铵等化学肥料,也可以用来生产纯碱、小苏打等化工材料。因此在汽车 CO₂ 的排放中,实现对这些 CO₂ 的资源的回收利用具有重要意义。

5 汽车柴油机减少 NO_x 与 CO₂ 排放的可行措施

总体上来说,减少柴油机汽车 NO_x 与 CO₂ 的排放量的技术措施正处于不断的研发创新中,当前除了通过技术层面来实现 NO_x 与 CO₂ 的排放量的减少和污染范围的降低之外。还可以通过行政手段,将 NO_x 与 CO₂ 的排放总量进行合理的控制,使汽车的排放污染物能够从总量上实现有效控制。

5.1 技术层面上开发绿色汽车,减少汽车尾气排放

第一,实现对柴油机汽车柴油性能的研发创新。柴油在燃烧过程中所需要的燃烧时间、燃烧速率等都会对其产生的废气含量、种类等带来影响。对此若是能够实现对柴油燃料的稳定性,确保燃料能够在任何时间、任何温度以及任何的环境下能充分燃烧,则将在一定程度上降低 CO₂、NO_x 等的产生,如,在柴油中添加吸收剂等。另外柴油机动力控制系统的内部性能营造的燃烧环境也可以实现优化控制。例如,添加适当的润滑添加剂,改善柴油机的控制汽缸内部的密封性,提高摩擦性能,由此增加汽缸内部的压力,让柴油能够实现完全燃烧,而随之,排放的尾气中 CO₂ 和碳元素含量会大幅度降低。柴油作为碳氢化物,其在燃烧中必不可少的会产生硫化物、碳氢化合物污染气体。而实现对绿色柴油的研发,能使柴油中的甘油(硫化物等的主要来源)降低,由此大大提高减排的效果。例如,美国当前研发了利用豆油和甲醇、烧碱混合而成的“大豆柴油”。第二,实现对汽车的动力控制系统的优化。在柴油汽车运行中,汽车发动、加速等过程中消耗的能源较多,带排放的尾气也较多。当前

可以通过对汽车的动力系统的优化,采用计算机控制点火系统等技术手段,对于发动机的工作状况展开快速的反应,从而在减少燃料燃烧的过程中提升发动机动力性能。在完成发动机反应时间的技术优化之后,还可以实现对发动机内部调试管理,降低发动机工作时的温度,改变柴油发动机的燃烧环境。例如,通过减少喷油嘴提前减角,降低发动机工作时的最高温度;调整喷油泵的供油量,降低发动机的功率,让燃料在燃烧过程中拥有足够的氧气完全燃烧。第三,对柴油机汽车的尾气净化设备的技术处理。柴油机汽车的尾气系统是 NO_x 处理的最后环节。例如,采用催化还原的方式,实现对 NO_x 的催化还原反应,使其成为对环境不产生影响的氮气和水。还可以通过对排气管道的再循环设计,实现发动机排气口上的控制阀同气歧管相连接,让尾气能够实现再次循环。

5.2 采取行政管理,减少和消除 NO_x 与 CO_2 的污染

第一,加强对柴油汽车的报废管理。柴油机汽车使用时间越长,柴油机在燃烧过程中就越无法实现充分燃烧,它产生的 NO_x 与 CO_2 总量越多。同时旧款的柴油机汽车在减排的功能设计上未能够达到新时代的“国六”的排放标准。对此要求对一些黄标车等进行淘汰报废处理。第二,展开对柴油机汽车的柴油标准控制。不同燃油所带来的燃烧效果是不同的,当前为了控制汽车柴油机 NO_x 与 CO_2 的排放量,要求

按照“国六”标准,剔除不合格的燃油。第三,展开对交通运输的统筹管理。随着汽车数量的增多,其产生的 NO_x 与 CO_2 会积少成多地影响生态环境和人体健康。因此若是能够从根本上减少不符合排放标准的汽车上路,则能够从源头减少污染物排放。当前可以从加强行政管理的角度入手,实现车辆分流行驶,一方面为交通减流缓解交通压力,提高柴油机汽车的燃料的燃烧率;另一方面能够降低该区域汽车尾气对于大气环境的污染程度。

6 结语

综上所述,汽车柴油机减排方法的探索研究不仅仅对柴油机汽车的可持续发展,更对于能源节约型、生态环保型社会建设具有重要意义。目前,汽车柴油机主要的排放污染物中 NO_x 含量远远高于汽油机汽车的排放量,对此着重展开对 NO_x 的减排方法措施探索具有现实意义。与此同时 CO_2 作为汽车运作中主要的排放污染物,虽然柴油机汽车所产生的 CO_2 同其他汽油机的排放量相当,但碳排放量仍旧比较高。对此要求提出减少汽车 CO_2 的排放量的可实现的技术手段,通过对柴油机的排放控制系统的优化升级,实现对 CO_2 的排放量的优化控制。可以说单纯依靠技术手段对汽车柴油机 NO_x 与 CO_2 的减排虽具有一定的成效,但在现实社会发展过程中,更需要导入行政手段、法律手段等来协调辅助完成汽车柴油机 NO_x 与 CO_2 的减排管理。

【参考文献】

- [1]杨辉,张兆明. EGR+DPF 系统降低柴油机的排放[J]. 柴油机设计与制造,2013,1902:5-9,23.
- [2]刘纯,朴世文,刘晓舫,等. 基于 AHP 的重型柴油车节能减排综合评价方法研究[J]. 汽车科技,2017,04:61-65.
- [3]田静. 创新引领节能减排技术革命——记同济大学汽车学院教授、博士生导师董尧清[J]. 海峡科技与产业,2015,02:108-110.
- [4]范明强. 发动机小型化是节能减排的有效途径(二)[J]. 汽车维修与保养,2015,11:104-107.
- [5]王德云. 基于满足汽车柴油机国 VI 排放标准的新方法讨论[J]. 时代汽车,2019,10:28-30.