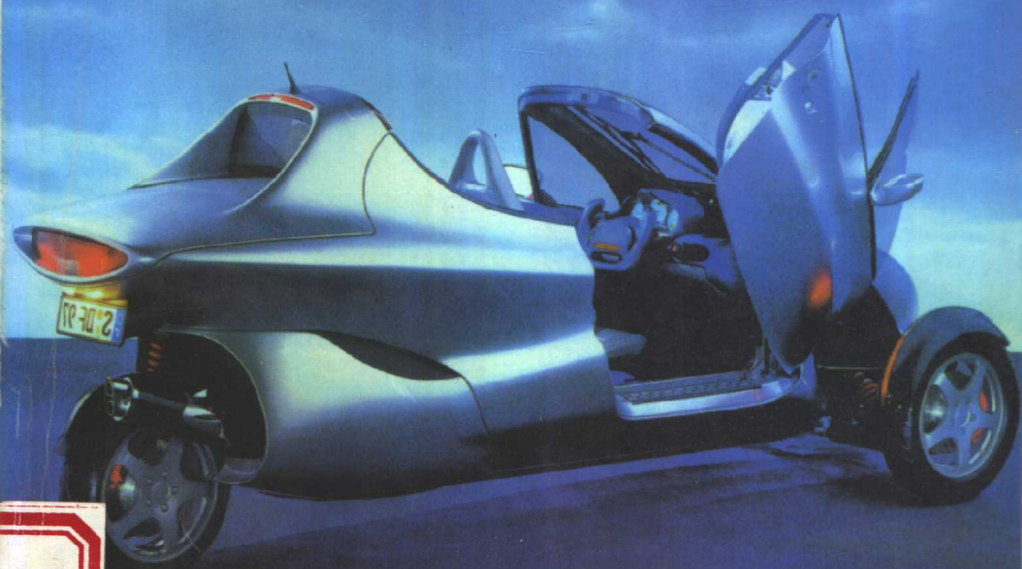


汽车排放装置的 结构与维修

汽车实用
维修技术丛书

李丽 王林超 编



4

国防工业出版社

汽车实用维修技术丛书

汽车排放装置的结构与维修

李 丽 王林超 编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

汽车排放装置的结构与维修/李丽,王林超编. —北京:
国防工业出版社,1998.10

(汽车实用维修技术丛书)

ISBN 7-118-01926-7

I. 汽… II. ①李… ②王… III. ①汽车-活塞式发动机-
排气系统-结构 ②汽车-活塞式发动机-排气系统-车辆维
修 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 13430 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 6 $\frac{3}{4}$ 172 千字

1998 年 10 月第 1 版 1998 年 10 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:10.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

出版者的话

汽车是现代社会的主要交通运输工具之一。随着我国经济的高速发展和人民生活水平的日益提高,汽车的作用越来越重要,无论是公车还是私车的市场保有量都在大幅度上升,而且上升的趋势还在不断继续。

为了促进汽车工业更好地为经济建设和人民生活服务,保证汽车的正常运行,减少事故的发生,如何正确使用、检查、保养、维护汽车,诊断、排除故障、维修汽车,已成为驾驶人员、保修人员的当务之急,特别是一大批汽车驾驶员只会开车,对汽车结构、常见故障的现象与排除等非常陌生,是汽车安全运行的极大隐患。为解决这一问题,我们策划出版“汽车实用维修技术丛书”。

为此,我们拜读了市场上目前已有的多种汽车类书籍,吸取其精华,剔除其不足,对本丛书的分类、写法做了一些包括读者、作者、新华书店在内的社会调查,力求使本丛书能够贴近读者,解决实际问题。确定编写原则后,我们聘请了多位工作在汽车工业第一线的专家、教授来编写本丛书。

本丛书按汽车部件分为15册,书目详见每本书的勒口。

本丛书略去了诸多的汽车理论,内容侧重实践,强调针对性和实用性,图文并茂,语言通俗易懂,具有初中以上文化程度的汽车驾驶人员、汽车维修人员都可阅读。

我们期望,本丛书将成为驾驶人员、维修人员的良师益友,为我国汽车的安全运行做出贡献。

前 言

本书系统地阐述了发动机排放物的形成机理及影响因素,详细讲述了各种排放控制装置的结构、原理及使用维修。由于电子技术对汽车排放性能也有很大影响,因此本书也论述了电控汽油喷射、计算机控制点火系统和电子排污控制等装置的结构原理,并且列举了日、美及我国的排放标准,介绍了排污测量仪器的结构与使用。本书旨在使读者了解汽车有害排放物生成的原理和控制措施,掌握净化装置的构造和维修,知道如何正确测量有害物的浓度,具备汽车排放污染控制的完整知识和技能。

本书内容全面,图文并茂,叙述深入浅出,是汽车维修和汽车检测人员的良师益友,也可作为高等院校汽车专业学生的参考用书。

本书第一至五章、第八章由李丽编写,第六章、第七章、第九章由王林超编写,全书由李丽统审。

由于编者水平有限,难免出现错误之处,恳请读者指正,以便日后修改和丰富本书内容。

作 者

目 录

绪论	1
第一章 汽油机的排放污染	3
第一节 汽油机有害排放物的成分	3
第二节 汽油机有害排放物的毒性	4
第三节 汽车的排放污染源	7
第四节 汽油机排放污染物的形成机理	7
第五节 影响有害物生成浓度的因素	10
第六节 汽油机排放净化的方法	14
第二章 柴油机的排放污染	18
第一节 柴油机的有害排放物及其危害	18
第二节 柴油机排放污染物的形成机理	19
第三节 影响柴油机排污的因素	23
第四节 柴油机排放控制措施	25
第三章 曲轴箱通风装置及其维修	27
第一节 曲轴箱窜气及其危害	27
第二节 强制曲轴箱通风装置	28
第三节 强制曲轴箱通风装置易出现的故障	32
第四节 强制曲轴箱通风装置的检查	34
第五节 强制曲轴箱通风装置的维护保养	36
第四章 燃油蒸发污染控制装置	40
第一节 燃油蒸发污染控制的必要性	40
第二节 燃油蒸发污染控制装置的工作原理	40
第三节 燃油蒸发污染控制装置的组成及结构	46
第四节 燃油蒸发污染控制装置的常见故障及排除	51

第五节 燃油蒸发污染控制装置的检修	52
第五章 化油器上的净化措施	58
第一节 降低怠速污染的措施	58
第二节 防止热怠速污染的装置	59
第三节 低温怠速污染控制装置	61
第四节 海拔高度补偿装置	65
第五节 自动阻风门	69
第六节 防止急减速污染装置	73
第七节 进气恒温装置	75
第八节 防止热起动困难的装置	80
第九节 进气预热装置	82
第十节 防自燃装置	85
第十一节 电控化油器	86
第六章 电子控制汽油喷射系统	91
第一节 电子控制汽油喷射系统概述	91
第二节 进气系统	94
第三节 燃油系统	98
第四节 电子控制系统	106
第五节 ECU 的功能	130
第七章 废气再循环	135
第一节 化油器式发动机上的废气再循环	135
第二节 EFI 发动机废气再循环	140
第三节 用计算机直接控制的废气再循环	143
第四节 废气再循环控制系统的维修	145
第八章 二次空气供给装置	150
第一节 二次空气喷射装置	150
第二节 二次空气吸入装置	156
第九章 废气催化转换器	160
第一节 废气催化转换器概述	160
第二节 废气催化转化器及使用	162

第十章 点火系统的排污控制措施	164
第一节 点火延迟装置.....	164
第二节 点火正时控制装置.....	168
第三节 计算机控制的点火系统.....	169
第十一章 汽车排放标准	174
第一节 国外汽车排放标准介绍.....	174
第二节 我国的汽车排放标准.....	178
第十二章 测量仪器及使用	188
第一节 定容取样器 CVS	188
第二节 非扩散型红外线分析仪 NDIR	189
第三节 氢火焰离子型分析仪 FID	194
第四节 化学发光法分析仪 CLD	195
第五节 过滤式烟度计.....	196
第六节 排放污染控制装置的测试.....	200

绪 论

人类的生活与环境息息相关,日光、空气、水、岩石、土壤、动植物构成了人类的生活环境,如果人类依存的环境遭到破坏,将会危及人类的健康甚至生存。今天生活在大城市的人们,已很少能看到湛蓝的天空和朵朵的白云,登高远望,灰濛濛的烟雾遮住了河流和街道。究其原因,是现代文明生活造成了大气的污染。大气的固定污染源有工厂、热电站、楼房供暖设备等;大气的流动污染源为汽车、飞机和轮船等。汽车是现代文明的产物,它为人们的出行带来了快捷与方便,但它也是造成大气污染的主要罪魁祸首。据有关调查表明,一辆运转良好的汽车在运行中,每天约排出 CO 3kg, HC 0.2~0.4kg, NO_x 0.05~0.15kg。若汽车技术状况不良,火花塞积炭,不能连续点火以及化油器失调,排出的污染物会增多,与技术良好的汽车相比,它的污染物排出量会高出二三倍之多。据不完全统计,在我国大城市市区,汽车排放污染物 CO 和 HC 占汽车排放总量的 60%~70%, NO_x 约占 30%。像东京这样的大城市,1970 年时 CO 、 HC 、 NO_x 的日排放量分别达到 4200t、700t、420t;而在美国的洛杉矶,1968 年上述三种污染物的日排放量分别为 4200t、1000t、433t,可见车辆污染物的排放量是相当惊人的。而且由于汽车是一个流动的污染源,数量又多,到处排放大量有害物质,故其排放污染更具危害性,因此说汽车的排放对大气的污染已构成公害。

历史上汽车的排放污染,曾造成了令人震惊的美国洛杉矶和日本东京等地的“光化学烟雾”事件。由于洛杉矶等地特殊的地理位置,使汽车排出的 HC 和 NO_x 在大气中不能及时扩散稀释,在阳光中紫外线作用下,形成一种有毒的“光化学烟雾”,使人呼吸困

难、眼红、喉痛等,造成中毒。“光化学烟雾”的发生,引起人们高度关注,从此开始认识和重视汽车排放污染对环境的危害。

随着我国国民经济的发展,汽车的应用日趋普及,汽车的保有量直线上升。在某些大中城市由于车辆密集,道路狭窄,交通阻塞,使汽车频繁地起动、停车,使这些地区污染物浓度很高。因此,汽车的排气污染在我国也已经非常严重。为了保护子孙赖以生存的生态环境,保护人民的身体健康,吸取历史的教训,杜绝其危害,我们汽车设计和使用维修人员应从速着手防治汽车的排放污染,严格执行我国的排放法规,采取有效的汽车排污控制措施,熟练掌握汽车排放控制装置的维修技术,使其可靠有效地工作,确保将汽车排放污染降至最低限度。

第一章 汽油机的排放污染

第一节 汽油机有害排放物的成分

汽油由碳和氢组成,汽油正常燃烧时生成二氧化碳(CO_2)、水蒸气(H_2O)和过量的氧(O_2)等物质。但由于燃料中含有其它杂质和添加剂,且燃料常常不能完全燃烧,加上燃料在贮存、运送过程中的蒸发,常排出一些有害物质。汽油机的排放污染物主要有一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化合物(NO_x)、铅化物和硫化物等。汽油机在不同工况下有害物的排放量如表 1-1 所示。这些污染物的总和在汽油机中随工况不同变化较大,有时可达废气量的 5% 左右。随着人们对排放污染认识的进一步深入,有害物的范畴进一步扩展,包括产生大气温室效应的 CO_2 ,破坏地球臭氧层并引起温室效应的制冷剂 CFC12 ,致癌物质石棉等。

表 1-1 汽油机不同工况有害物的排放量

工 况	$\text{CO}/\%$	$\text{HC}/\times 10^{-6}$	$\text{NO}_x/\times 10^{-6}$
怠 速	4.0~10	300~2000	50~1000
加速(0~40km/h)	0.7~5.0	300~600	1000~4000
等速(40km/h)	0.5~4.0	200~400	1000~3000
减速(40~0km/h)	1.5~4.5	1000~3000	5~50

第二节 汽油机有害排放物的毒性

汽车排放污染物中大部分是有毒的,下面我们分别分析各种污染物对生物、人类及环境的影响和危害。

一、CO 的毒性

在城市大气中,大部分的 CO 是由汽车排放的,CO 是汽车排气中浓度最高的有害成分。CO 是无色、无刺激性气味的有毒气体。CO 与血液中血红蛋白的亲合力是与氧的亲合力的 300 倍,因此当它被吸入人体后,极易与血液中的血红蛋白结合,减少了血液的输氧量,使人由于缺氧引起头痛、头晕、恶心等中毒症状,甚至导致窒息死亡。CO 还可造成慢性中毒。大气中各种浓度的 CO 毒性如表 1-2。

表 1-2 各种浓度 CO 的危害

CO/ $\times 10^{-6}$	危 害
10	使人慢性中毒、贫血,使心脏与呼吸道疾病恶化
30	引起麻木或植物神经麻痹
500	移动身体时会引起呼吸急促和头痛
1000	导致死亡

CO 的另一危害是促使 NO 向 NO₂ 转化,使光化学烟雾增加。

由于汽车排气中 CO 浓度最高,而且 CO 在大气底层停留时间较长,其累积浓度常易超过允许值,因此要特别重视汽车排污中的 CO。

二、HC 的危害

燃油是由各种碳氢化合物组成的,各种碳氢化合物总称为烃。

大部分烃类化合物对人体健康无直接明显的影响,但排气中的碳氢化合物中含有少部分醛类(甲醛、丙烯醛)和多环芳香烃(苯并芘)。甲醛、丙烯醛对鼻、眼和呼吸道粘膜有刺激作用,可引起结膜炎、鼻炎等,并且它们还有难闻的臭味。苯并芘是一种强致癌物质,有人曾调查过每天通过 6000 多辆汽车的市镇,其癌症发病率比无汽车排污地区高 9 倍。HC 还是形成“光化学烟雾”的必要物质,因此烃的危害也不可忽视。

三、 NO_x 的危害

氮氧化物 NO 、 NO_2 、 N_2O_3 、 N_2O 、 N_2O_5 、 N_2O_4 及 NO_3 合称 NO_x ,其中汽车排气中排出的主要是 NO 和 NO_2 。 NO 毒性不大,但高浓度的 NO 能引起中枢神经的瘫痪及痉挛。 NO_2 是棕色气体,有特殊的刺鼻臭味,是汽车排气中恶臭物质成分之一,当它被吸入肺部时,能与肺部的水分结合生成可溶性硝酸,严重时会引起肺气肿。各种浓度 NO_2 的危害如表 1-3。 NO_x 在大气中几天内就可扩散,下雨时可被溶解,其累积浓度不会过高,因此 NO_x 的危害不像 CO 那么严重。

表 1-3 各种浓度 NO_2 的危害

$\text{NO}_2/\times 10^{-6}$	危 害
0.5	连续 3~12 个月,支气管炎患者可能恶化为肺气肿
1.0	闻到臭味
2.5	持续 7h 以上,植物和作物的叶子变白
5.0	闻到刺激臭味
50	引起咳嗽、头痛、眩晕
80	3~5min 就会引起胸痛
100~150	30~60min 内因肺气肿死亡

HC 和 NO_x 不仅刺激人的眼粘膜,导致眼疾,还会刺激呼吸器官内壁,引起肺炎、肺气肿,损害人类肺部。HC 和 NO_x 混合在一起时,在强烈的阳光照射下,还会发生一系列的复杂反应,产生各种化合物,主要是臭氧(臭氧 O_3 具有很强的氧化性和毒性,如果空气中 O_3 的浓度为 5×10^{-5} 以上,人在 1h 内就会死亡),此外还有甲醛、丙烯醛、硫酸等,这些化合物会产生毒性较大的浅蓝色烟雾(光化学烟雾)。光化学烟雾会阻碍视线,刺激眼睛,引起咳嗽,并能致癌和使植物枯萎,使受应力的橡胶件开裂。光化学烟雾中的光化学反应是极其复杂的过程,它只有在夏季,并且汽车排放量大的地方,在太阳光照射下,而且大气对流不通畅的特殊地理环境,才有可能发生。

四、铅化物的危害

在汽油中添加四乙铅 $[\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4]$,可提高汽油的辛烷值和减轻发动机的爆燃。经燃烧所产生的铅化物从汽车排气管中排出。铅化物对人体十分有害,铅化物在人体内积累,会影响人的造血功能,使心肺发生病变,刺激消化系统,侵蚀大脑神经系统,使人出现精神病的症状,而且可提高便秘、血管病、脑溢血和慢性肾炎的发病率。

铅化物还会沉积在催化剂表面,堵塞催化剂孔眼,使催化剂因此而丧失催化作用,导致催化装置寿命缩短,增加汽车的使用费用。为消除铅的污染,目前许多国家开始使用无铅汽油或低铅汽油。

五、硫化物的危害

燃油中的硫分燃烧后生成硫化物,主要是 SO_2 。 SO_2 有强烈的气味,会刺激呼吸系统粘膜,引起喉管发炎。 SO_2 通过催化器时变成 SO_3 , SO_3 和空气中的水凝结,随雨雪降落,形成酸雨、酸雾,腐蚀建筑物、车身,还造成土壤与水酸化,破坏农作物与森林,影响自然界的生态平衡。汽油机的排气中 SO_2 含量比柴油机少得多,且

与其它污染源的 SO_2 浓度相比也是很少的,因此 SO_2 的排放对汽车来说不是主要问题。

硫化物对催化装置也有危害,少量的 SO_2 吸附在催化剂表面,会使其劣化,导致催化剂更换次数增加。

在上述的汽车排放有害成分中, CO 、 HC 及 NO_x 是主要的大气污染物,目前汽车的排放净化措施主要是降低这三种成分的含量。

第三节 汽车的排放污染源

汽车排放污染物的来源有三处,一是排气污染,是由排气管中排出的废气引起的,废气中含有 CO 、 HC 、 NO_x 、铅化物、硫化物等污染物;二是窜缸混合气,它是从活塞环与气缸的间隙漏入曲轴箱,再由曲轴箱通风管排出的未燃烧的燃料混合物,主要成分是 HC ;三为汽油蒸发,从汽油箱、浮子室、油管接头挥发的汽油蒸发后进入大气,主要成分也是 HC 。汽车各排放污染源成分如表 1—4。

表 1—4 汽车的排放污染源成分

种类 来源	$\text{CO}/\%$	$\text{HC}/\%$	$\text{NO}_x/\%$
排气	100	55	100
蒸发	—	20	—
窜缸混合气	—	25	—

第四节 汽油机排放污染物的形成机理

知己知彼,百战不殆。要想有效地控制汽车排放污染,除了需弄清排放污染的根源外,还必须熟悉排放污染的形成条件和影响因素,从而寻求解决问题的方法。

从前面叙述中我们知道,对汽油机来说, CO 、 NO_x 、 HC 是主要

的有害成分,本书着重探讨 CO 、 NO_x 、 HC 的净化。

一、 CO 的形成

汽油是几种碳氢化合物的混合物,当汽油完全燃烧时生成 CO_2 和 H_2O ;若氧气不足,汽油不能充分燃烧,因而生成 CO ,也就是说 CO 是燃料不完全燃烧的产物。

可燃混合气的浓度用空燃比 A/F 表示,空燃比是混合气中空气质量(kg)与燃油质量(kg)的比值。理论上 1kg 汽油完全燃烧约需 15kg 空气, $15:1$ (实际为 $14.7:1$) 为理论空燃比,空燃比等于 $15:1$ 的混合气为理论混合气;空燃比大于 $15:1$ (可简写为 15) 是稀混合气;空燃比小于 $15:1$ 是浓混合气。浓混合气不能实现完全燃烧,因此产生 CO ;但即便是理论混合气或稀混合气,完全燃烧也非常罕见,也会产生 CO ,其原因如下。

① CO 是烃燃烧的中间产物, CO 进一步氧化生成 CO_2 的反应很慢。由于燃烧时间极短, CO 来不及完全氧化,因此稀混合气燃烧也会产生 CO 。

② 混合气混合不均匀,使燃烧室内某处混合气浓,某处混合气稀,局部缺氧,混合气燃烧不均匀也产生 CO 。

③ 即使完全燃烧,由于燃烧后的温度很高,已经生成的 CO_2 会被分解成 CO 和 O_2 。 H_2O 也会部分分解成 H_2 和 O_2 ,生成的 H_2 会使 CO_2 还原成 CO 。

所以排气中总会有 CO 存在。

二、 HC 的产生

若燃油不完全燃烧,甚至未燃烧就从燃烧室中排出,就会产生 HC 污染物。排出未燃烃的原因如下。

(一) 空燃比不当

混合气过浓,氧气不足,导致混合气燃烧不完全, HC 排放量增加;混合气太稀, HC 的排放量也开始上升,这是因为燃油缺乏,残余废气相对增多,使火焰传播速度变慢,在某些循环中甚至发生

熄火,燃油在完全燃烧前就被排出缸外。

(二)气门重叠漏气

当进、排气门重叠开启期间,一些未完全燃烧或未燃烧的汽油,经排气门排出缸外,造成 HC 污染。气门重叠角大,HC 的排放量就会增加。

(三)压缩压力低

在发动机处于怠速或减速工况时,气缸的压缩压力较低,再加上节气门全关,混合气较浓,氧气不足,使燃油不能充分燃烧,从而产生 HC。

(四)冷熄现象

在火花塞点燃燃烧室的混合气后,火焰向四周蔓延,当火焰扩散到接近气缸壁、气缸盖下表面,气门下表面、活塞上表面时,由于这些区域温度低,使火焰温度猝然下降,以致火焰在到达这些区域前就熄灭了,因此距离壁面 0.5mm 厚的混合气不能燃烧,而这些冷熄区(见图 1-1)的未燃汽油在排气冲程被上行活塞推出气缸。冷熄现象是排气中未燃烃的主要来源,因此提高气缸壁面温度对降低 HC 的排放量很有必要。

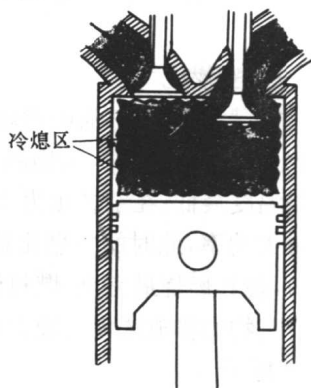


图 1-1 冷熄区

(五)汽油蒸发

汽油在贮存、输送过程中蒸发并逸入大气。

(六)发动机缺火

汽车惯性滑行或用发动机制动时,因为缺火而残留在燃烧室里的未燃气体,直接排出气缸。

三、 NO_x 的产生

NO_x 是各种氮氧化合物的总称。惰性气体 N_2 在正常条件下