

汽车环境保护学

朱崇基 周有平 何文华 编著

浙江大学出版社



汽车环境保护学

朱崇基 周有平 何文华 编著

浙江大学出版社

内 容 提 要

本书全面地论述了汽车有害气体排放及噪声污染与环境保护之间的关系,深入分析了汽车排放的有害物质和噪声的成因及其影响因素,综合论述了当代国内外关于防治污染的净化措施与最新技术,并对汽车排放标准、试验工况、取样方法、检测仪表和计算方法等基本内容作了较系统的介绍。

本书为高等院校的汽车、拖拉机、内燃机、船舶、内燃机车及工程机械专业学生的教材和主要参考书,亦可供以上专业从事研究、设计、制造、使用等项工作的技术人员参考,对环境监测和交通管理部门也有较大的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

汽车环境保护学/朱崇基,周有平,何文华编著.
2版. —杭州:浙江大学出版社,2001.1

ISBN 7-308-00113-X

I. 汽... II. ①朱... ②何... ③周... III. ①汽车
排气-污染防治-高等学校-教材②汽车噪声 噪声控制-
高等学校-教材 IV. ①X734.201②U491.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 42226 号

出版发行 浙江大学出版社
(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)
(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)
(网址 <http://www.zjupress.com>)

责任编辑 李桂云
排 版 浙江大学出版社电脑排版中心
印 刷 德清第二印刷厂印刷
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 15.5
字 数 394 千字
版 印 次 2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷
印 数 0001—2000
书 号 ISBN 7-308-00113-X/X·007
定 价 20.00 元

修 订 版 前 言

本书原名《内燃机环境保护学》，由朱崇基、周有平、王仁泉编写。该书于1988年9月出版后，承蒙兄弟院校同行的厚爱，于1992年获第二届高等院校机电类优秀教材二等奖。

近10余年来，该书所涉及的许多内容有了较大的变动和发展，许多院校也希望我们对原书进行修订。鉴于原书重点论述了汽车及其发动机的噪声与排气公害对环境的污染与控制，故将修订版更名为《汽车环境保护学》。

本次修订再版，对原书作了较大篇幅的调整与改写，删去了与汽车及其发动机无关的部分，充实了不少新的内容，力求反映当代相关学科理论研究成果和汽车净化技术的最新资料与发展，以满足培养新世纪建设人才的需要。

本书此次改编由朱崇基、周有平、何文华、吴锋共同承担全书的改编任务，邵千钧讲师给了大力支持和帮助，许多同行、专家也提供了不少宝贵意见，在此一并表示谢意。编者也十分感谢浙江大学出版社对本书出版所给予的支持。

由于编者水平有限，不妥之处敬请批评指正。

作 者

2000年9月

前 言

在高等院校设置《内燃机环境保护学》选修课,是当代环境保护的需要,也是深入研究内燃机工作过程的需要。本书就是为了适应这个需要而编写的,旨在使读者认识内燃机排气污染和噪声污染对环境的危害及防止污染保护环境的紧迫性和重要性,掌握内燃机噪声和有害排放物形成和变化的基本理论,获得防治内燃机污染的基本知识和方法,提高分析问题、解决问题的能力,为保护环境、造福子孙后代作出有益的贡献。

本书是在作者多年来教学和科研实践的基础上写成的。第一稿写于1981年,第二稿写于1984年,经过浙江大学八届学生使用和一些院校试用,反映良好。此次出版,又根据科学技术的发展和当代环境保护对内燃机净化的要求,对全书内容作了必要的修饰、增删和提高。

本书由浙江省交通科学研究所原所长俞曾善高级工程师主审。

本书第二稿,有幸得到大连工学院内燃机研究所所长胡国栋教授和上海内燃机研究所江厚渊高级工程师的评审和鼓励;在编写过程中,又得到湖南大学段东利老师、同济大学动力教研室和许多内燃机同行的许多宝贵意见,还得到浙江大学马元骥教授的热情关怀,在此一并表示谢意。

本书内容广泛,涉及许多学科和科技领域,限于作者水平,书中错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

1987年10月

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 我国环境保护的原则和政策	(1)
1.2 生态平衡与环境污染	(2)
1.2.1 环境问题与生态系统	(2)
1.2.2 自然界的调节和净化功能	(4)
1.2.3 环境污染与破坏	(5)
1.3 汽车及内燃机污染与危害	(6)
1.3.1 汽车及内燃机污染的主要表现	(6)
1.3.2 内燃机排气组成与有害物质	(6)
1.3.3 污染物计量单位	(7)
1.3.4 主要有害成分的危害	(8)
1.4 本课程的任务	(10)
思考题	(10)
第二章 大气污染与汽车公害	(12)
2.1 大气污染	(12)
2.1.1 大气的正常组分与污染物质	(12)
2.1.2 大气净化的尺度与质量标准	(13)
2.1.3 大气污染的来源	(15)
2.1.4 严重大气污染事件	(15)
2.1.5 对流层逆温现象与大气污染	(17)
2.1.6 二氧化碳的温室效应	(17)
2.2 光化学烟雾形成机理	(18)
2.2.1 光化学烟雾的组成与产生条件	(18)
2.2.2 哈根·斯密特(Haagen Smit)O ₃ 形成理论	(18)
2.2.3 卡普兰(Caplan)反应图形	(19)
2.2.4 烟雾室模拟试验	(21)
2.3 汽车排气公害	(22)
2.3.1 汽车公害的严重性	(22)
2.3.2 我国汽车排放现状及其对大气的影响	(23)
2.4 汽车和内燃机排放标准	(25)
2.4.1 汽车怠速排放标准	(26)
2.4.2 汽车行驶排放标准	(27)
2.4.3 曲轴箱及蒸发物排放标准	(29)
2.4.4 柴油机烟度及微粒排放标准	(29)

思考题	(30)
第三章 城市环境噪声与交通噪声	(32)
3.1 噪声的性质、来源与分类	(32)
3.1.1 噪声的定义和特点	(32)
3.1.2 噪声的来源与分类	(32)
3.2 与噪声有关的声学基本知识	(33)
3.2.1 声场的类型	(33)
3.2.2 声压级,声强级,声功率级	(33)
3.2.3 噪声级计算	(34)
3.2.4 噪声的频谱与分析	(35)
3.3 评价环境噪声的基本方法	(37)
3.3.1 响度级	(37)
3.3.2 计权声级和 A 声级	(37)
3.3.3 统计声级	(38)
3.3.4 等效声级	(39)
3.3.5 交通噪声指数	(39)
3.4 噪声的危害与控制标准	(40)
3.4.1 噪声的危害	(40)
3.4.2 环境噪声容许标准	(41)
3.5 城市环境噪声与交通噪声	(43)
3.5.1 我国城市环境噪声水平	(43)
3.5.2 交通噪声	(44)
3.5.3 汽车噪声	(46)
思考题	(49)
第四章 汽车发动机噪声与控制	(50)
4.1 汽车发动机噪声分类	(50)
4.2 燃烧噪声	(52)
4.2.1 燃烧噪声的形成	(52)
4.2.2 燃烧噪声的影响因素	(52)
4.3 机械噪声	(56)
4.3.1 机械噪声的形成	(56)
4.3.2 机械噪声的影响因素	(57)
4.4 气体动力噪声	(58)
4.4.1 进气噪声	(58)
4.4.2 排气噪声	(59)
4.4.3 冷却风扇噪声	(60)
4.4.4 废气涡轮增压器噪声	(62)
4.5 发动机噪声的估算	(62)
4.6 发动机噪声的控制	(63)

4.6.1	对气体动力噪声的控制	(63)
4.6.2	对燃烧噪声的控制	(63)
4.6.3	对机械噪声的控制	(64)
4.7	发动机噪声限值标准	(64)
思考题		(65)
第五章	汽油机排气污染	(66)
5.1	概述	(66)
5.2	化学平衡时燃烧产物各组分的求法	(67)
5.3	一氧化碳的生成机理与影响因素	(70)
5.3.1	表观理论分析	(70)
5.3.2	CO ₂ 和 H ₂ O 的高温离解反应	(71)
5.3.3	化学动力学浓度冻结现象对 CO 消失反应的限制	(72)
5.3.4	影响一氧化碳排放的因素	(73)
5.4	未燃烃生成机理与影响因素	(75)
5.4.1	未燃烃生成机理	(75)
5.4.2	影响未燃烃排放的运行因素	(79)
5.4.3	燃烧室面容比及与其有关的结构因素对未燃烃排放的影响	(82)
5.5	氮氧化物的生成机理与影响因素	(84)
5.5.1	捷尔杜维奇链反应	(84)
5.5.2	NO 的平衡浓度	(85)
5.5.3	非平衡过程	(85)
5.5.4	NO 的分解	(87)
5.5.5	影响 NO 生成的因素	(88)
5.6	发动机的典型排放特性	(90)
5.6.1	等速排放特性	(90)
5.6.2	负荷排放特性	(91)
5.6.3	运转工况排放特性	(92)
思考题		(93)
第六章	车用汽油机排气污染的控制	(94)
6.1	概述	(94)
6.1.1	前处理净化	(94)
6.1.2	机内净化	(95)
6.1.3	后处理净化	(96)
6.2	废气再循环(EGR)	(96)
6.2.1	EGR 作用及基本原理	(96)
6.2.2	EGR 率计算公式	(96)
6.2.3	EGR 控制要求	(97)
6.2.4	EGR 系统的基本类型	(98)
6.2.5	EGR 率对汽油机净化与性能的影响	(99)

6.3	燃油掺水	(100)
6.3.1	掺水方法与净化原理	(100)
6.3.2	乳化燃料的净化特性	(101)
6.4	分层充气燃烧系统	(102)
6.4.1	分层充气燃烧的基本设想	(102)
6.4.2	分层充气燃烧系统的基本类型	(102)
6.4.3	分层充气燃烧系统的排放特性	(106)
6.5	均质稀燃技术	(107)
6.5.1	丰田扰流发生罐方式	(108)
6.5.2	日产双火花塞急速燃烧方式(即 Z 方式)	(109)
6.5.3	三菱的喷射阀方式	(109)
6.5.4	东洋工业的 SCS 方式	(111)
6.6	改善化油作用,精确控制空燃比	(111)
6.6.1	起动和冷态运转时混合气控制	(112)
6.6.2	怠速时混合气控制	(113)
6.6.3	减速时混合气控制	(113)
6.6.4	进行 EGR 时的混合气控制	(114)
6.6.5	提高和改进化油器产品质量	(114)
6.6.6	采用新式化油器	(114)
6.7	汽油喷射	(115)
6.8	改进汽油机点火系统	(117)
6.8.1	对点火系统性能参数实现最佳调节	(117)
6.8.2	改革现用的点火系统	(118)
6.8.3	采用电子点火系统	(120)
6.9	其他机内净化措施	(120)
6.9.1	采用多气门结构	(120)
6.9.2	缩小汽油机挤气间隙区	(120)
6.9.3	合理选用发动机常用工况	(121)
6.10	排气后处理	(121)
6.10.1	空气喷射	(121)
6.10.2	热反应器	(121)
6.10.3	氧化催化转化器	(123)
6.10.4	还原催化转化器和三元催化转化器	(124)
6.10.5	防止燃油蒸发排放的措施	(126)
6.11	车用发动机排气净化的前景与展望	(128)
	思考题	(129)
	第七章 柴油机排气污染与控制	(130)
7.1	概述	(130)
7.2	直喷式柴油机有害排放物的生成机理	(132)
7.2.1	燃油喷注	(132)

7.2.2	燃油喷注分区模型	(133)
7.2.3	喷注中有害排放物的生成	(135)
7.3	直喷式柴油机有害气体排放物的浓度变化与影响因素	(136)
7.3.1	未燃烃	(136)
7.3.2	一氧化碳	(139)
7.3.3	氮氧化物	(142)
7.3.4	其他有害排放物	(147)
7.4	球形油膜燃烧系统的工作特点与排放性能	(148)
7.5	非直喷式柴油机的排放性能与主要影响因素	(149)
7.6	柴油机微粒排放	(151)
7.6.1	概述	(151)
7.6.2	排气微粒的组成与特征	(152)
7.6.3	柴油机微粒生成机理	(153)
7.6.4	影响微粒排放的主要因素	(156)
7.7	车用柴油机废气净化措施	(159)
7.7.1	废气再循环	(159)
7.7.2	改进柴油机燃烧系统	(161)
7.7.3	应用柴油机电控喷射技术	(163)
7.7.4	采用一系列可变化技术和多气门结构	(163)
7.7.5	微粒净化	(163)
7.7.6	合理选用发动机常用工况	(165)
7.7.7	燃油掺水	(166)
7.7.8	其他措施	(168)
思考题		(169)
第八章 其他发动机的排气污染与净化途径		(170)
8.1	LPG 和 CNG 发动机	(170)
8.1.1	LPG 和 CNG 的理化特性	(170)
8.1.2	低污染的原因与存在问题	(171)
8.1.3	发动机排放特性与净化途径	(172)
8.2	氢发动机	(173)
8.2.1	氢发动机的燃烧特点	(173)
8.2.2	氢发动机的排放特性与净化方法	(174)
8.2.3	汽油、氢气混合燃烧的新尝试	(175)
8.3	三角旋转活塞式汽油机	(175)
8.3.1	转子机的原始排放特性	(176)
8.3.2	影响排放性能的主要因素	(176)
8.3.3	怠速和低负荷排放性能分析	(178)
8.3.4	减少排污的方法与措施	(179)
8.3.5	转子机的分层充气燃烧系统	(180)
8.4	甲醇发动机	(183)
8.4.1	甲醇的理化特性	(183)

8.4.2 甲醇发动机工作方式与净化性能	(183)
思考题	(185)
第九章 汽车发动机排污的监测技术	(186)
9.1 排气成分测定的试验工况	(186)
9.1.1 汽车怠速试验规范	(186)
9.1.2 汽车行驶试验规范	(186)
9.1.3 柴油机烟度测定试验工况	(194)
9.1.4 燃料蒸发排放测定工况	(196)
9.2 排气分析的取样方法	(197)
9.2.1 直接取样法	(197)
9.2.2 全量取样法	(198)
9.2.3 比例取样法	(199)
9.2.4 定容取样法	(200)
9.3 排气成分分析仪	(202)
9.3.1 NDIR 分析仪	(202)
9.3.2 FID 及 HFID 检测器	(204)
9.3.3 CLA 分析仪	(205)
9.3.4 气相色谱分析装置	(207)
9.4 烟度测定方法与仪表	(208)
9.4.1 波许(Bosch)式烟度计	(209)
9.4.2 哈特立奇(Hartridge)式烟度计	(209)
9.4.3 冯布兰德(Von Brand)式烟度计	(210)
9.4.4 林格曼(Ringelman)比色法	(210)
9.4.5 PHS 式烟度计	(211)
9.4.6 重量式烟度计	(212)
9.5 微粒排放测定	(212)
9.6 噪声测量仪	(213)
9.6.1 声级仪	(213)
9.6.2 频率分析仪	(214)
9.6.3 噪声记录仪	(215)
9.7 排气成分计算	(215)
思考题	(220)

参考文献

附录

附录1 国外汽车排放标准

附录2 国外柴油机烟度排放标准

附录3 国外汽车噪声标准

附录4 我国汽车排放污染物与噪声限值标准及测量方法—览

第一章 绪 论

1.1 我国环境保护的原则和政策

环境保护是我国的一项基本国策,是社会主义现代化建设的重要组成部分,是关系到保护生产力、保护生态环境、造福中华民族和子孙后代的重要问题。

《中华人民共和国环境保护法》自 1979 年 9 月 13 日颁布试行,至 1989 年 12 月 26 日经七届全国人大十一次会议通过实施,标志着我国环境保护法已正式成为我国的一项大法。其目的在于“保护和改善生活环境与生态环境,防治污染和其他公害,保障人体健康,促进社会主义现代化建设的发展”。我国为了有效地保护环境,又先后制定了《大气污染防治法》、《环境噪声污染防治法》、《水污染防治法》、《固体废物污染环境防治法》、《海洋环境保护法》等重要法规以及一系列环境质量和污染物排放标准。至此,我国已发布了 28 件环境法规和 70 余件环境规章,并签署和加入了 18 项国际环境条约,我国地方环境法规已达 900 余件。这一切说明我国环境保护的法制体系已经形成,从而为环保工作提供了可靠的保证。

我国的环保法明确规定:“国家制定的环境保护法规必须纳入国民经济和社会发展规划,国家采取有利于环境保护的经济、技术政策和措施,使环境保护工作同经济建设和社会发展相协调。”又规定:“建设项目中防治污染的设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。”其主要精神是在国家统一领导下,坚持经济建设、城乡建设和环境保护的同步规划、同步实施和同步发展,实现经济效益、社会效益和环境效益的统一。这就是我国首创的“三同步”和“三统一”原则。我国环保工作还执行谁污染、谁治理的原则和奖励与惩罚相结合的政策,对实行综合利用、化害为利的工矿企业给予奖励,对违反环保法规造成污染和破坏的单位,坚决实行限期治理和关、停、并、转、迁等行政措施,对违反环境保护法的责任人要追究行政责任、经济责任,直至依法追究刑事责任。这些原则和政策的确立从宏观上理顺了经济建设与环境保护的相互关系,在社会主义现代化建设中给环境保护增添了新的活力,对于预防和治理环境污染起了促进作用。

建国 50 年来,我国环境保护工作取得了重大进展。1973 年 8 月,在第一次全国环境保护会议上通过了“全面规划、合理布局、综合利用、化害为利、依靠群众、大家动手、保护环境、造福人民”的 32 字方针。此后,从中央到地方迅速建立起环保科研、监测、监督、检查和执法机构,从而把环保工作提高到重要的地位。1978 年 2 月通过的《中华人民共和国宪法》对环境保护作出的明确规定和同年 12 月党的十一届三中全会召开后党中央批准的《环境保护工

作汇报要点》，使我国环保工作开始了新的篇章。1983年12月和1989年4月，国务院相继召开了第二次、第三次全国环境保护会议，除确立“三同步”和“三统一”原则外，还积极推行了环境保护目标责任制、城市环境综合整治定量考核制、排放污染物许可证制、污染集中控制、环境影响评价、排污收费等规章制度和措施，使我国环境保护工作进入发展阶段，走上科学化、制度化的轨道。1995年，环境保护工作又被提到保证改革开放和可持续发展的高度。1996年7月第四次全国环境保护会议通过的《关于加强环境保护若干问题的决定》，明确了跨世纪环境保护工作的目标、任务和措施，确定了坚持污染防治和生态保护并重的方针，推出《污染物排放总量控制计划》和《跨世纪绿色工程规划》两大举措，在全国展开了大规模的重点城市、流域、区域、海域的污染防治及生态建设和保护工程，使环保工作进入了快步发展的崭新阶段。

然而，我国环境形势依然严峻。七大水系部分湖泊和近岸海域污染的趋势没有得到有效遏制；大气污染仍十分严重；全国大部分城市交通噪声污染、汽车尾气污染、水污染和固体废物污染有逐年加重趋势。我国已经制定新世纪的环保目标，目前力争使环境污染和生态破坏加剧的趋势得到控制，使部分城市和地区的环境质量有所改善。到2010年，基本改变生态环境恶化的状况，使城乡环境质量有比较明显的改善，建成一批经济快速发展、环境清洁优美、生态良性循环的城市和地区。我国环境保护工作必将为人类作出重大的贡献。

1.2 生态平衡与环境污染

1.2.1 环境问题与生态系统

自然环境是自然界所固有的环境，亦即单纯地由空气、日光、水、温度、土壤、岩石等自然因素构成的环境。自然环境是包括人类在内的一切生物赖以生存和发展的物质基础。

而环境保护学所指的环境^①，是人类的生存环境，是“大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生植物、野生动物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等”^①作用于人类的所有外界事物的总称。

人类与环境的关系是对立统一的，且人类是主导因素，在处理这一关系中占主导地位。人类能以自己的劳动来改造环境，使之转变为新的生存环境。反过来，环境也能作用于人类，对人类的生产和消费活动起着适应、制约甚至报复的作用。然而，人类总能通过自身的调节功能来适应环境的变化，即使在自然环境对人类报复时，人类也能从中吸取教训，用科学的方法来治理环境，使之适应人类的生存。

众所周知，人类对自然资源的不合理开发和工农业生产对环境造成的污染，严重地影响了某些生物物种的正常生长和繁殖，并已直接或间接地危及到人类本身，出现了人为的环境问题。因此，科学家在论及环境污染时常常和生态系统的平衡受到破坏联系起来，在研究环

^① 见《中华人民共和国环境保护法》关于环境的规定。

环境保护问题时常常提到生态学方面的问题。

生态学是研究生物与其生存环境之间相互关系的一门学科。生态系统是生态学研究的基本内容。生态系统是生物与环境的综合体,是指自然界一定空间的不同营养级生物与环境间相互作用、相互制约、不断演变,通过物质循环和能量交换而达到动态平衡和相对稳定的统一整体,是具有特定结构和功能的系统。

生态系统在自然界中的规模有大有小,大至地球上所有生物都在其中生活的整个生物圈,在生物圈内部又包含着无数个大大小小的生态系统,甚至小到一片山林、一个池塘。每一个小的生态系统都是自然界的基本活动单元。

生态系统的类型多种多样,就生态类型来说,有淡水生态系统、海洋生态系统和陆地生态系统等;按人为影响来分,有自然生态系统、半自然生态系统、人工生态系统等。无论多么小的生态系统,都有如图 1-1 所示的基本结构和功能。

生态系统由生产者、消费者、分解者和无生命物质(营养库)四个部分构成一个有机的统一整体,相互之间沿着各组分之间的营养关系和各生物之间的食物链关系所确定的途径,不断地进行物质与能量的交换。

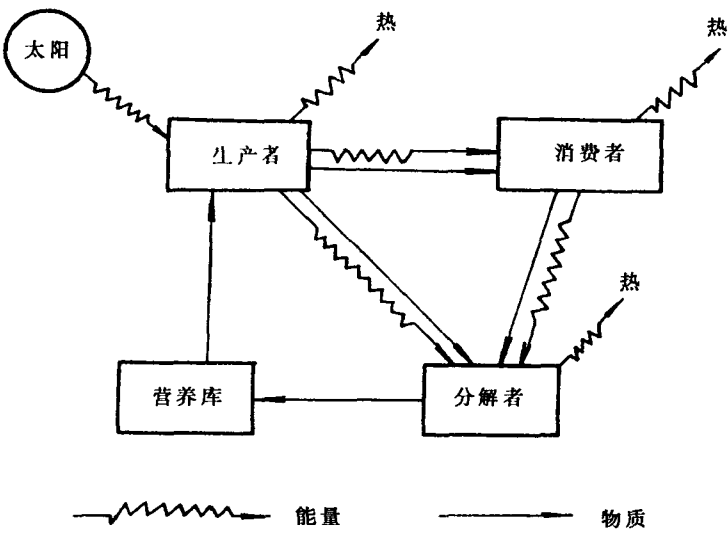


图 1-1 生态系统基本结构和功能

物质循环和能量交换是一切生命存在的基本条件。太阳能是生态系统中进行能量交换的根本能源。能量在生态系统中的流动是一种由集中到分散、由高位到低位的单向传递过程。在传递过程中只有一部分能量为生物用来作为运动和生长的动力,相当多的能量则以无用的热量形式散失掉。而构成水、大气、各种无机物和有机物的无生命营养物质在生态系统中的流动是一种循环运动。它们在任何情况下都没有减少,只是反复地循环和再循环。

生产者主要为含叶绿素植物,它通过光合作用变无机物为有机物(淀粉),将太阳能转变为化学能,除供给自身生长需要外,还以食物和能量的形式供给人类及其他生物类群所需。但是,绿色植物的生产效率有限。据介绍,在约 1m^2 的叶片上,如一天投射的辐射能为 $12\,560\text{kJ}$,其中约有一半作为辐射热而散失,剩下的一半虽可利用,但真正以淀粉等有机物质将能量固定下来的只占 1%。全世界绿色植物通过光合作用制造的有机物质每年可达 15

~20)×10¹⁰t。

消费者,主要是动物。草食动物是以植物固定的潜能为食物而维持生命的消费者群体,叫做一级消费者;一级肉食动物是以草食动物为食物的消费者群体,叫做二级消费者;二级肉食动物是以一级肉食动物为食物的消费者群体,叫做三级消费者;……其中植物所固定的能量,只有10%为草食动物所利用;草食动物所固定的能量,也只有10%为一级肉食动物所利用;……自然界各营养级之间能量转移的效率一般为10%,故有“10%规律”之说。能量就是通过各种营养级组成的食物链的一系列活动进行转移的。显然,低位营养级的生物数量的增减,必使高位营养级生物数量受到影响;反之,高位营养生物数量的增减,也必使低位营养级生物数量受到影响,这就是著名的食物链反馈机理。

分解者,主要指各种有分解能力的微生物。它既可将消费者的排泄物或尸体分解成简单的可溶性化合物和元素,也能将某些已死亡绿色植物的腐败物进行分解。在分解时释放的化学能被分解者用以维持生命,释放的营养物质则被送到大自然的营养库中,以完成物质循环。

自然界每个生态系统都有其自身的物质循环。地球上的物质,都通过生态系统经常保持着循环。由于自然界里最基本的元素是碳、氢、氮、磷、硫等,包括人类在内的一切生物也主要是由这些元素构成的,因此生态系统中最主要的物质循环也就是这些物质的循环,其中水循环、碳循环和氮循环与环境污染关系较为密切。观察物质在生态系统的各个组分之间如何进行转移,可以深入了解物质循环对于生物生存和发展的重要性。

研究物质环境可以发现,绿色植物是实现物质转移的基础,食物链是进一步完成物质转移的必要条件,微生物是最后完成物质循环起决定作用的要素。事实上,自然界各个物质通过生态系统的循环过程是异常复杂的,至今仍有很多在定性上尚未弄清和在定量上属于未知的领域等待着人们去探索。

1.2.2 自然界的调节和净化功能

任何一个正常的生态系统,在一定时间内其组分之间保持着相对的平衡状态,生物的种类和数量、能量流动和物质循环都保持着相对的稳定,这就是生态平衡。总之,这种平衡不是永久的、绝对的,而是暂时的、相对的。

调节和净化是自然界自发地维持生态系统动态平衡的两大功能。食物链的反馈机理体现了自然界的调节功能。当自然界发生一定状态的变化时,食物链的反馈机理便发挥作用,以恢复原来的动态平衡,这一点,非常明显地体现在绿色植物、草食动物、肉食动物之间互相影响、互相制约的关系上,其结果必然使它们之间保持着微妙的平衡。

自然界的调节功能还表现在生物通过新陈代谢与周围自然环境进行物质交换上。这种交换正是一切生物在适应其周围环境变异时得以生存和进化的重要条件。一切生物都是地壳物质发展到一定阶段的产物,它们通过交换和地壳物质保持一种自然的平衡关系,这是另一种生态系统的平衡。人类通过新陈代谢与周围环境进行物质交换的结果,使体内各种化学元素的平均含量与地壳的平均含量相适应(据分析,人体血液中60多种化学元素含量和岩石中这些元素含量的分布规律是一致的)。自然界在不断变化,人类总是从内部调节自己的适应性,与地壳物质保持着平衡关系。

大自然的净化功能表现在各个生态系统对进入其中的化学物质均有一定的净化能力。当毒物数量还较少时,生态系统能通过物理的、化学的和生物的净化作用,降低其浓度或使其完全消除,因而不致造成危害。

扩散迁移是物理净化作用的重要表现。如气体污染物在大气中的扩散,水污染物在水体中的扩散就是这方面的实例。大气的扩散净化功能是很明显的,气体污染物一旦进入大气,立刻被风所输送,同时由于大气湍流运动的交换作用,很快便扩散于大气之中。这种净化作用只是使有害排放物通过稀释扩散大大降低了浓度,从本质上并未减少有害排放物的数量,甚至反而使其扩散至更广的空间。

物理化学的净化作用是大自然净化功能最重要的表现形式。对无机污染物而言,是指污染物以简单离子、络离子和可溶性分子在环境中通过一系列物理化学作用(如水解作用,氧化还原作用,沉淀溶解作用,络合、螯合和吸附作用等)所实现的低害和无害转化;对有机污染物,除上述转化外,还包括污染物的化学分解、光化学分解和生物分解等转化过程。

生物净化是大自然所固有的一种功能,现在已被广泛地用来防治环境污染。目前,人类已成功地利用生物净化对水进行治理,氧化塘生物净化污水方法就是这方面的一个实例,它主要利用藻菌共生系统净化原理对污水进行净化。因为在藻菌共生系统中,细菌能将有机物氧化为二氧化碳、氨和水,藻类能利用太阳能和水中的二氧化碳、氨合成藻体,并放出氧气供细菌分解有机物之用,污水就是通过这样的循环过程实现净化的。

1.2.3 环境污染与破坏

自然界的调节与净化功能是有限的,人和生物对环境变化的适应性的调节过程是缓慢的,当环境物质突然急变而生物的适应性跟不上环境变化时,或者当有害排放物的数量增加到生态系统净化能力不能忍受的极限时,生态平衡就会受到破坏,生态系统的结构和机能也将因此造成破坏,从而使人类与生物的健康和生存受到威胁。环境科学所谓的环境污染和破坏正是主要指这一点而言的。造成环境污染和破坏的问题有二:其一,由自然界的某些变化或变异(如火山爆发、地震、台风以及水旱虫灾等自然灾害)造成的环境问题,称为原生循环或第一循环问题;其二,由人类在改造自然和征服自然斗争中由于对自然规律认识不足以及社会制度方面的原因而造成的环境问题,称为次生循环或第二循环问题。

目前,人类对于抗击自然灾害的能力已经有了很大的加强,但人类各种活动按几何级数不断扩大的结果,则又给自然界的平衡恢复能力以巨大的冲击和破坏。随着现代化大工业的发展,进入自然环境的废气、废水、废渣等有害物质的数量往往大大超过自然界本身的稀释和净化能力,如不加以控制和治理而任其污染环境,其结果必然造成更大的危害。当代环境科学的发展和环境保护工作的加强必将为人类创造出更加理想、更加美好的环境。

1.3 汽车及内燃机污染与危害

1.3.1 汽车及内燃机污染的主要表现

汽车及内燃机污染的主要表现形式是有害排放物质和噪声,前者是造成大气污染的主要来源之一,后者是城市环境噪声的主要发生源。

汽车及内燃机的有害排放物包括燃料在汽缸内燃烧后排出的废气、曲轴箱窜气、机油蒸发排放、燃料箱和化油器的燃油蒸发排放等。内燃机的噪声包括燃烧噪声、机械噪声、进排气动力噪声以及由传动系统和其他使用因素构成的噪声等等。

此外,由于汽车及内燃机周期性地高速工作,其有关部分因承受动载荷而发出的高次方谐波,会对邻近地区的无线电波产生一定的干扰。这是污染的另一表现形式,其影响要比以上两种污染小得多。

本节仅就排气污染与危害作些必要的叙述,有关噪声污染方面的内容,将在第三、四章讨论。

1.3.2 内燃机排气组成与有害物质

根据燃料燃烧的热化学基本知识,由碳、氢、氧组成的液体燃料在内燃机气缸内完全燃烧的产物有二氧化碳、水以及未被利用的氧气和氮气。但是,燃烧过程并非如此简单,何况所用的燃料往往含有其他有害杂质和添加剂,且燃料燃烧总是不完全的,加上内燃机工作过程中的许多复杂原因,使得内燃机的排气成分还有一氧化碳、碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO_x)、二氧化碳、微粒(铅化物、黑烟、油雾、有机物)、臭气(甲醛、丙烯醛)等有害排放物。

表 1-1 各类内燃机有害排放物比较

排放物 机 型		CO	HC	NO_x	SO_2 ^①	微 粒 ^①			臭 气
						铅化物	碳烟	油雾	
汽油机	四冲程	多	中	多	很少	多	少	少	中
	二冲程	多	多	少	很少	多	少	多	多
柴油机		少	少	中	少	无	多	少	多
LPG [®] 、CNG 发动机		少	中	中	无	无	少	无	少 ^②
氢发动机		无	无	多	无	无	无	无	无
旋转活塞汽油机		多	多	少	很少	中	少	中	中
甲醇发动机		少	少	少	无	无	无	少	少

①在使用含铅汽油及中国的燃油含硫量较低的条件下所做的比较。

②液化石油气(LPG)燃料本无臭味,为安全计,常掺入微量臭气,以引起使用者对漏气的注意。