

燃气汽车 结构原理 与维修

黄海波 主编



机械工业出版社
China Machine Press

● ISBN 7-111-09783-1/U·442

封面设计 / 电脑制作 : 姚毅

ISBN 7-111-09783-1



9 787111 097839 > 定价: 28.00 元

地址: 北京市百万庄大街22号

联系电话: (010) 68326294

邮政编码: 100037

网址: <http://www.cmpbook.com>

E-mail: online@cmpbook.com

燃气汽车结构原理与维修

黄海波 主编



机械工业出版社

本书从使用的角度介绍了车用压缩天然气和液化石油气的燃烧特性,影响压缩天然气汽车和液化天然气汽车的动力特性和排放特性的汽车发动机基本原理和因素;重点介绍了燃气汽车专用装置的类型、构造、工作原理,燃气汽车改装基本技术要求,各级维护保养技术要求以及燃气汽车的维修技术。本书主要以从事燃气汽车生产、销售、维护等方面工作的技术人员、维修技工为对象编写而成,既可作为相关技术人员的培训教材,也可用作相关专业院校师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

燃气汽车结构原理与维修/黄海波主编. —北京:机械工业出版社, 2002.3
ISBN 7-111-09783-1

I. 燃... II. 黄... III. ①液化石油气-燃料-汽车-构造
②天然气-燃料-汽车-车辆修理 IV. U469.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 097820 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:杨民强 王正琼 版式设计:冉晓华

责任校对:张媛 封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·9.125 印张·352 千字

0 001—4 000 册

定价:28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

序

从 20 世纪 70 年代开始,国际上燃气汽车技术逐渐进入较快的发展时期,除了从经济发展的需要和能源安全战略考虑外,解决和控制大中城市机动车排放污染也是一个重要的原因。当前,燃气汽车以其排放清洁、技术成熟、资源丰富等特点在世界范围内已得到广泛应用。

从 1999 年 4 月全国清洁汽车行动协调领导小组召开“空气净化工程—清洁汽车行动”会议以来,全国启动了第一批 12 个试点示范城市和地区的清洁汽车推广应用工作。由于燃气汽车以其排放清洁、技术成熟、资源丰富等特点,各试点示范城市和地区的政府均给予高度重视,并把发展燃气汽车作为落实“清洁汽车行动”的重要举措,同时把发展燃气汽车作为调整能源结构、改善大气质量、实现环保要求的重大举措给予积极推广。

目前,各试点示范城市和地区的政府在成功试点的基础上,工作重点从改装车辆为主转为以建设燃气汽车应用环境为主,加快了加气站的成网建设;同时,通过加强技术监督和行业管理,确保燃气汽车的规范发展及技术可靠性,确保燃气汽车降低尾气排放的可靠性,实现清洁汽车真正的环保价值,已规划建立了 5 个清洁汽车生产基地,直接生产可以达到欧洲 II 号排放法规要求的两用燃料燃气汽车及单一燃料燃气汽车。

据统计,截止 2001 年底,我国燃气汽车保有量已超过 11 万辆,仅四川省 CNG 汽车就超过 28000 辆。目前,各示范城市根据自身资源状况,还在进一步要求出租车和公共汽车尽快实现燃气化,预计直到 2005 年,燃气汽车保有量每年都将以较大的幅度增加。四川省作为全国清洁汽车试点示范的重点地区,在取得试点经验的基础上,把安全管理、技术进步作为发展燃气汽车的工作重点,制定了一系列的技术规范、管理办法,并要求二类以上的汽车维修企业中从事燃气汽车维修作业的维修工,必须经过专门的燃气汽车维修技术培训,以确保燃气汽车的安全运行,对燃气汽车驾驶员的安全驾驶培训也提出了相应要求。

目前,系统介绍燃气汽车实用技术方面的资料还很少,黄海波教授于 1999 年编写的《压缩天然气汽车改装与维修》一书,作为天然气汽车改装技术培训班的教材,以其实用性强的特色,受到了改装、维修技术人员的好评,现在我又很高兴地读到 he 主编的《燃气汽车结构原理与维修》一书。这本书的内容更充实、更丰富,对燃气汽车专用装置叙述更系统,特别加强了电喷车改装以及燃气汽车维修检查部分的内容介绍。我认为该书出版对进一步普及燃气汽车技术,对燃气汽车的推广和安全使用将发挥积极重要的作用。

朱以庄

前 言

目前,有关系统介绍燃气汽车实用技术方面的资料还很少,为此我们编著了《燃气汽车结构原理与维修》一书。本书从使用的角度介绍了车用压缩天然气和液化石油气的燃烧特性,影响压缩天然气汽车和液化天然气汽车的动力特性和排放特性的汽车发动机基本原理和因素。重点介绍了燃气汽车专用装置的类型、构造、工作原理、燃气汽车改装基本技术要求、各级维护保养技术要求以及燃气汽车的维修技术。

在收集本书资料过程中,得到了四川省天然气汽车工作协调领导小组办公室、四川省天然气汽车专家组和四川南方天然气汽车检测中心的大力帮助和支持,四川省天然气汽车工作协调领导小组朱以庄副组长还为本书撰写了序言,在此表示衷心的感谢。

本书共分6章,由四川工业学院汽车与交通工程系黄海波主编,参加编写人员有黄海波(绪论、第一、二、四章)、赵作志(第三章)、周廷萱(第五、六章)、李治贤(附录)。研究生蹇明、席海峰、李海风为本书文稿打印和整理作了不少工作。全书由吉林大学汽车工程学院孙济美教授主审,对其提出的许多很好的建议,在此深表感谢。

本书编写中引用文献资料较多,除了书末参考文献列出的外,还包括一些专家出国考察的有关报告和近几年国家清洁汽车技术研讨会交流资料,以及国内外一些厂商的技术资料。为此,谨向在本书编写中引用过的各种文献资料的作者深表谢意。

由于我们的学识、水平所限,书中难免有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

编著者

目 录

前言

绪论	1
一、燃气汽车分类	1
二、燃气汽车术语	1
三、燃气汽车发展历程	2
第一章 燃气汽车总体布置及燃供系统	11
第一节 燃气汽车总体布置	11
一、上海别克天然气汽车	11
二、天津夏利改装天然气汽车	12
三、北京天然气公交客车	12
四、中巴车改装天然气汽车	12
五、天然气载货汽车	12
六、神龙富康 LPG 两用燃料轿车	14
七、福特 F-700 型 LPG 单燃料汽车	16
第二节 燃气汽车燃气供给系统	16
一、CNG 汽车燃供系统	16
二、液化石油气汽车燃供系统	23
第二章 天然气和液化石油气	30
第一节 天然气	30
一、天然气物化特性	30
二、车用天然气技术要求	33
三、压缩天然气的沃泊指数及燃气类别	33
第二节 液化石油气	34
一、液化石油气 (LPG) 的物化特性	34
二、车用液化石油气技术要求	37
第三章 燃气汽车发动机的结构及原理	40
第一节 四冲程发动机的工作原理	40
一、进气过程	43
二、压缩过程	50

三、燃烧膨胀过程	51
四、排气过程	58
第二节 发动机的总体构造	59
一、曲柄连杆机构	59
二、配气机构	61
三、燃料供给系	62
四、冷却系	70
五、润滑系	71
六、起动系	73
七、点火系	74
第三节 发动机主要性能指标与特性	81
一、发动机动力性能指标	81
二、发动机的经济性能指标	83
三、提高发动机动力性能与经济性能的途径	84
第四节 发动机的工作特性	87
一、发动机的速度特性	87
二、发动机的负荷特性	92
三、发动机的万有特性	94
第五节 混合气成分对发动机工作的影响	97
一、混合比与着火界限	97
二、发动机的调整特性	99
三、发动机各种使用工况对可燃混合气成分的要求	100
第六节 点燃式发动机混合气的形成及对各工况的适应性	103
一、简单化油器特性及其校正	104
二、CNG—汽油两用燃料发动机混合器混合特性	106
第七节 发动机的排放与净化	108
一、排放污染物的计量单位和排放指标	109
二、发动机有害排放物的生成与控制	111
三、影响发动机有害排放物生成的主要因素	113
四、发动机排气污染物的机外处理技术	118
第四章 燃气汽车专用装置	127
第一节 储气装置	127
一、CNG 储气瓶	127
二、车用液化石油气钢瓶及组合部件	136
三、车用液化天然气储罐	138
第二节 减压调节器	139
一、CYTZ—100 型 CNG 减压调节器	140

二、R89/E 型 CNG 减压调节器	142
三、RP76M 型 CNG 减压调节器	146
四、BOREG95 LPG 蒸发调压器	149
五、R901E LPG 蒸发调压器	152
六、其他型号的减压调节器	155
第三节 混合器	159
一、文丘里式混合器	159
二、比例式混合器	161
第四节 功率调节装置	163
一、功率调节阀	163
二、步进电机功率阀	164
三、占空比功率阀	165
第五节 加气口	165
一、压缩天然气汽车加气口	165
二、液化石油气汽车加气口	169
第六节 燃气汽车各种截止阀及高压管路	169
一、CNG 车用气瓶瓶口阀	169
二、手动截止阀	170
三、高压管线及高压接头	172
四、过滤器	173
第七节 燃气汽车油气转换显示装置	174
一、燃气储量显示装置	174
二、油/气转换开关	174
第八节 电磁阀及电动汽油泵	177
一、电磁燃气截止阀	177
二、汽油电磁阀和电动燃油泵	179
三、回油单向阀	179
第九节 LPG 气瓶上的阀件	180
一、LPG 气瓶阀件	180
二、阀件的功能	183
第十节 两用燃料汽车的燃气电控装置	187
一、燃气 ECU 应具有的功能要求	187
二、CNG 电控系统的组成	188
三、典型的 CNG 电控系统	188
四、模拟器	192
五、点火提前角调节器	193
第十一节 气体燃料喷射器	194
一、HSV 常开型电控气体燃料喷射器	195

二、DDEC 天然气—柴油喷射器	196
三、盘式衔铁气体燃料喷嘴	196
四、多点 CNG 燃料喷射系统	197
五、LPG 多点喷射器	197
六、天然气气口顺序喷射装置	198
第五章 两用燃气汽车的制造与改装	200
第一节 两用燃气汽车制造与改装的管理	200
一、制造与改装单位	200
二、在用车辆改装手续与规定	200
第二节 燃气汽车改装的基本工艺流程	200
第三节 改装入厂审查、检测	201
第四节 改装技术设计	206
一、改装设计的主要内容	206
二、改装方案确定的基本原则	206
三、储气瓶总体布置设计	207
四、CNG 减压调节器混合器与 LPG 蒸发调节器选用	211
五、高压管路布置设计	211
六、电控线路布置设计	212
七、相关工艺设计	214
第五节 两用燃料汽车供给系统主要外购件的采购验收	215
一、CNG 汽车主要部件采购验收要点	215
二、LPG 汽车主要部件进货验收规程	215
第六节 燃气汽车安装工艺要点	216
一、CNG 系统安装工艺要点	216
二、LPG 系统安装要点	218
三、两个选装附件的安装	220
第七节 两用燃料汽车改装后的检验与调试	221
一、CNG 汽车改装后的检验	221
二、CNG 改装车辆调试	222
三、LPG 改装车辆的检验与调试	224
第八节 改装车竣工出厂检验	226
第六章 燃气汽车维修	228
第一节 汽车维修的基本原则与相关规定	228
一、汽车维修制度	228
二、汽车维修的工艺过程与质量保证期	230
第二节 普通型轿车、轻型客车一级维护作业内容与技术要求	231

一、一级维护作业内容	231
二、一级维护竣工检验技术要求	233
第三节 普通型轿车（含旅行车）二级维护内容及技术要求	233
一、二级维护前检测诊断与附加作业项目确定	233
二、普通型轿车（含轻型客车）二级维护作业的基本内容 & 要求	235
三、二级维护施工过程中检验的主要内容 & 要求	237
四、二级维护竣工检验项目 & 技术要求	237
第四节 电控车维护新增项目	238
一、一级维护	238
二、二级维护	239
第五节 两用燃料汽车燃气系统的维护	240
一、维护分类 & 周期	240
二、CNG 汽车燃料系统的维护作业内容	241
三、LPG 汽车燃料系统维护作业内容	247
第六节 两用燃料汽车常见故障分析与排除	251
一、故障形成的基本原因 & 故障诊断基本原则	251
二、CNG 汽车常见故障分析与排除	252
三、LPG 汽车常见故障分析与排除	269
附录 A 两用燃料汽车改装作业记录	273
附录 B CNG 汽车改装生产、检验流程表	274
附录 C 关键工序作业记录表	275
附录 D 压缩天然气汽车改装竣工检测规程	277
附录 E 压缩天然气汽车的外购件入厂检测规程	279
主要参考文献	280

绪 论

一、燃气汽车分类

根据其使用燃料不同、燃料的使用形态不同和使用方法不同，燃气汽车可按图 0-1 所示分类。

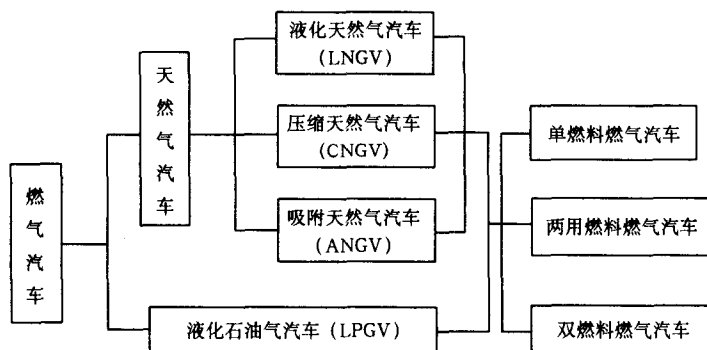


图 0-1 燃气汽车的分类

二、燃气汽车术语

CNG——压缩天然气的英语单词 Compressed Natural Gas 的缩写。压缩天然气一般指经多级加压到 20MPa 左右，可供车辆发动机作为燃料使用的气态天然气（甲烷为主要成分）。

CNGV——压缩天然气汽车的英语单词 Compressed Natural Gas Vehicles 的缩写。压缩天然气汽车是指以经多级加压压缩到 20MPa 左右并储存在车载高压气瓶中的气态天然气作为燃料的汽车。

LNG——液化天然气的英语单词 Liquefied Natural Gas 的缩写。液化天然气一般泛指经 -162℃ 左右低温液化后，可供车辆发动机作为燃料使用的液态天然气。

LNGV——液化天然气汽车的英语单词 Liquefied Natural Gas Vehicles 的缩写。液化天然气汽车是指以经 -162℃ 左右低温液化并储存在车载绝热气瓶中的天然气作为燃料的汽车。

LPG——液化石油气的英语单词 Liquid Petrel Gas 的缩写。液化石油气是一种在大气温度条件下，只要稍加压力（1.6MPa 左右）便成为液态的烃类（丙烷和丁烷为主要成分）混合物。

LPGV——液化石油气汽车的英语单词 Liquid Petrel Gas Vehicles 的缩写。液化石油气汽车是指以储存在车载气瓶中的液化石油气作为燃料的汽车。

ANG——吸附天然气的英语单词 Adsorbed Natural Gas 的缩写。吸附天然气是指利用某些金属对天然气的吸附效应，以常压状态储存在其载体中的天然气。

ANGV——吸附天然气汽车的英语单词 Adsorbed Natural Gas Vehicles 的缩写。吸附天然气汽车是指利用以中压状态储存在吸附罐内活性炭中的天然气作为燃料的汽车。

单燃料燃气汽车 (Mono-fuel Vehicle) ——仅使用 CNG 或 LPG 中的一种作为发动机的燃料，不再使用其他燃油或代用燃料的汽车。此类车辆的发动机在燃料供应系统、工作循环参数、配气机构参数等方面一般都针对 CNG 或 LPG 的物化特性进行了专门设计，因此燃烧热效率较高、经济性好。

两用燃料燃气汽车 (Bi-fuel Vehicle) ——一般是指具有两套燃料供应系统 (其一为使用 CNG 或 LPG)，使用中可以在两种燃料之间进行灵活切换的一类车辆。此类车辆在燃用汽油时，不能同时使用 CNG 或 LPG 作为发动机的燃料；反之，燃用 CNG 或 LPG 时，也不能混烧汽油。此类汽车同单一燃料汽车相比，由于要兼顾两种燃料的物化特性，发动机结构参数几乎不做改造，因此燃烧热效率不高、经济性较差。

双燃料燃气汽车 (Dual-fuel Vehicle) ——是指燃用 CNG (或 LPG) 与柴油混合燃料的汽车。此类车辆燃用 CNG (或 LPG) 为主燃料，柴油起引燃作用。此类发动机结构参数也几乎不做改动，可以在单纯燃烧柴油和 CNG 与柴油同时混烧两种工况灵活切换。

三、燃气汽车发展历程

1. 能源危机与发展燃气汽车

自从 1872 年发明了奥托循环发动机开始就有了天然气发动机。早在第一次世界大战期间天然气就开始用在汽车上，后来主要由于其贮存、携带极不方便才让位于液体燃料中的汽油和柴油。从 20 世纪 60 年代以来，全世界经历了三次大的能源危机，这里，既有经济方面的诱因，又有石油资源出现枯竭兆头的动因。这就警示人们，石油资源十分宝贵！随着人类消费的增长，石油资源便会越来越少。

随着世界经济的迅速发展，车用燃料的需求量在不断增加，世界性石油资源日益枯竭的形势将更为严峻。与此同时，全球性的污染加剧，环境日趋恶化，这不仅严重影响了发达国家，也严重影响到发展中国家。因此，能源和污染已经从人们偶发的惊呼变成了人类社会日常的议题。

汽车是现代经济社会必不可少的交通工具，也是人类文明的重要标志之一。随着社会经济的不断发展，汽车数量将会不断增多，车用汽油和柴油的消耗量越

来越大。据统计,当前世界各种类型汽车总共约有七亿多辆,至1999年底,我国民用机动车保有量已有1453万辆,预计到2010年将增至4900万辆。按现在汽车增加的速度测算,预计到2030年,世界汽车总保有量将达到10亿辆。按目前人类消耗石油的速度,全球已探明的石油资源仅能支撑40~50余年。因此,众多国家都在为汽车寻求新的替代燃料,寻求各种清洁能源。

就当前人类消耗能源的比重来看,煤炭仍居第一能源,石油是第二能源。但随着石油资源日益枯竭和天然气气田的不断发现和探明,天然气的应用将越来越显示出重要地位。世界上探明的天然气储量也是逐年增加的,如1990年为119万亿立方米,1993年为142万亿立方米,1996年为139.9万亿立方米,……。以1000立方米天然气相当于1吨石油计,世界天然气的储量与石油的储量是在同一数量级上。而且,天然气的用量也呈逐步增加的趋势。从1950年到1970年,天然气占世界一次能源总消费的比重从9.8%增长到19.9%;20世纪70年代以来,天然气比重继续上升,1995年达到23.3%。1997年上半年,英国一家权威研究机构经过大量资料考证和研究分析指出,2020年以后,世界天然气消费将赶上并超过石油,跃居各种能源之冠,天然气将成为21世纪的第二大能源。

天然气作为汽车燃料于20世纪30年代初由意大利人率先采用,到1939年意大利就有1万辆汽车燃用天然气。前苏联早在1938年就研制出两种压缩天然气汽车,战后从1947~1948年开始批量生产吉斯—156和格斯—51B型压缩煤气汽车。但20世纪50~60代发展都较缓慢,只在某些特定地区、特定用途的车辆上小规模地使用,如在贫油地区以气代油。直到1973年第一次石油危机之后,人们逐步认识到使用天然气代替传统的石油产品作为汽车燃料具有经济、清洁的突出优点,于是纷纷加快了天然气汽车的发展。在天然气资源丰富的俄罗斯、意大利、阿根廷、新西兰、巴西、印度尼西亚等国家和地区,以及受到环保法规和国家政策制约的美国、日本等国家,天然气汽车的发展非常迅速。许多国家都分别制定了研究与发展计划:

俄罗斯:天然气储量和产量均居世界首位。原苏联从1938年开始用天然气作为汽车发动机燃料。20世纪50年代初,天然气作为车用燃料得到更进一步的发展。当时有25000辆汽车改用天然气燃料,加气站网覆盖了伏尔加地区和乌克兰南部。1981年是天然气作为发动机燃料第三阶段的开始,当时苏联政府通过了天然气汽车运输发展规划。由于这项计划的大规模实施,1996年统计资料显示,独联体国家天然气汽车已达47万辆。

美国:NGV改装系统是在1969年引入美国的,由于加气网络和服务体系不健全,当时主要局限于在天然气公司的内部车队中使用。直至1984年,天然气汽车技术开发和市场开发工作才得以正式展开。福特汽车公司在那一年生产出了该公司的第一辆原装单燃料天然气概念车,这是一种Ranger型皮卡车,福特公

司将 27 辆这种车分配给北美的 24 个燃气公司进行试验，其中一辆还参加了 1984 年全美举行的一次主题为节约燃料的赛车会。组织此次赛车会的另一位合伙人——美国铝材公司在会上发布了该公司取得的一项突破性进展，即铝合金内衬/玻璃纤维缠绕的轻质 CNG 气瓶。1984 年被认为是美国 NGV 工业史上很重要的一年。1988 年 5 月由 21 个美国燃气公用公司组成了第一个全国性的 NGV 协会——美国天然气汽车联合会 (NGVC)。在 1990 年颁布的美国《清洁空气法案修正案》中，有很多包含 NGV 的条文，使得天然气汽车的发展列入法制日程。1992 年，美国 NGV 联合会又筹集了 100 万美元，用于游说政府，最终使得 1992 年颁布的《能源政策法》中对 NGV 的发展给予了更多的支持。到 1994 年底，在美国本土上有大约 4.1 万辆天然气汽车在使用，CNG 充气站也以每周三座的速度在兴建。美国为发展清洁燃料汽车采取了一系列促进措施。设在奥斯汀的天然气汽车 (NGV) 技术中心编制的规划指出，美国在 2010 年使用 CNG 的车辆将增加到 200 万辆。

日本：在战后汽油供应不足的时代，日本天然气产地——新潟用作交通工具的天然气汽车曾达到 545 辆。近几年来，以日本燃气协会为中心全力推进天然气汽车的研究和开发。到 1998 年，日本全国共有 LPG 汽车 45 万辆，其中 70% 的出租车为 LPG 车。在东京，96% 以上的出租车都是 LPG 汽车；加气站遍布全市，且与加油站连在一起。东京的 LPG 加气站有 115 个，车辆 74500 辆。

加拿大：从 1982 年开始发展 NGV。加拿大主管科教部的部长 Padck Mcgeer 是加拿大第一个将白手帕放在由柴油车改装成的 NGV 汽车排气管上，以显示 NGV 比普通柴油车碳烟排放少的人（今天看来，那辆车采用的改装技术还很简单），这种方法现在仍常常使用。加拿大政府于 1986 年建立了 NGV 研究与开发基金，到 1994 年已为各类 NGV 项目提供了 1500 万加元的资金。借助加拿大天然气工业界的支持，该国的 NGV 项目取得了良好的开端。

意大利目前已有 30 万辆天然气汽车，到 2000 年达到 50 多万辆；阿根廷是一个天然气汽车大国，数量也超过 30 万辆，还计划把城市客车的 50% 改为天然气；新西兰、印度尼西亚等国的天然气汽车也都已发展起来。

1986 年召开加拿大能源展览会期间，大约 30 个燃气企业在渥太华成立了国际天然气汽车协会 (IANGV)。NGV 工业界在 1992 年开始讨论全球性的 NGV 发展战略，从这时起很多大的汽车生产商开始大规模投资，进行 NGV 的开发与试验工作。此外还成立了一些国家和地区性的 NGV 协会；1991 年日本成立了 NGV 论坛，1994 年成立了欧洲天然气汽车协会 (ENGVA)，近年英国、法国、澳大利亚和俄罗斯也分别成立了自己的 NGV 协会。

与此同时，各国十分重视与 NGV 发展密切相关的技术标准和规范工作。美国、新西兰、意大利、澳大利亚、荷兰、俄罗斯等国对 CNG 汽车的改装、建站

等一系列相关技术均有相应的标准和规范。尤其是美国已正式颁发了 NGV 的一系列专业标准。不仅开发 NGV 的国家重视, ISO 国际标准化组织也十分重视, 1995 年 4 月 5 日~7 日, ISO/TC22 在法国巴黎召开年会, 会议形成关于成立天然气车辆分委会 (ISO/TC22/SC25) 的决议, 这进一步促进了世界范围内 NGV 事业的向前发展。

近年来, 世界各国对天然气的燃烧和排放特性、天然气供给的计量和控制系统、理想配比发动机技术、稀薄燃烧技术、柴油—天然气双燃料发动机技术、天然气喷射发动机技术以及轻质储气瓶等, 开展了大量的试验研究。对天然气液化技术及低温储存容器的研究也取得了进展, 这些使天然气汽车应用技术得到了很大提高。例如: 俄罗斯研制的利用轻金属内壳, 外面用纤维缠绕并涂以复合材料的车用储气瓶, 其自身质量与容积之比已降低至 0.55kg/L。一个容积为 50L 20MPa 的气瓶只有 28kg。美国通用公司在轻型载货车上装用 3 个铝制气瓶, 储备里程达 322km, 而气瓶总质量只较 129L 的汽油油箱重 68kg, 相当于车上多了一位乘客。目前, 在意大利、英国等汽配市场上可以买到可根据车辆行驶阻力和车辆要求自动调节供气量和点火提前角, 从而达到额定的空燃比, 满足汽车动力经济性及排放要求的电子控制装置。近年来, 国外天然气和液化石油气汽车技术发展较快, 不仅在动力性和燃料经济性方面有显著提高, 而且在排放性能方面已列入“绿色汽车”行列。

最近日本本田汽车公司推出的 CIVIC 系列天然气汽车的 CO、NO_x 和 THC 排放量比 1997 年美国联邦政府制定的标准低 60%, 比当今世界最严格的加州标准低 10%, 而且仍保持良好的汽车性能。美国已经实现了电控缸内喷气技术, 如西南研究院研制的 HDDGE 重型天然气发动机以及 CUMMINS 的 C 系列电控进气道单点喷气增压中冷天然气发动机。又如哥伦比亚大学将底特律柴油机公司 (D.D.C) 的 DDEC 电控泵喷嘴改制成天然气—柴油双燃料喷射的电控缸内喷气系统等。在预混合供气系统中也已采用电控技术, 如美国天然气和汽油两用燃料发动机、D.D.C. 公司的 50G 天然气发动机等。俄罗斯已研制成功新型天然气—柴油预混合双燃料供气系统, 达到良好的使用性能, 使柴油机排放性能更加改善。

2. 大气环境保护推动燃气汽车发展

1999 年 9 月, 世界自然保护基金会公布了 1999 年度全球环境指数。报告显示, 从 1970 年到 1995 年, 全球环境指数下降了 30% 左右, 这就意味着在短短的 25 年间人类拥有的自然资源减少了 30%, 消耗量相当于过去几个世纪的总和。CO₂ 排放骤增也是人类生存环境恶化的主要原因之一。据统计, 从 1960~1996 年, 全球 CO₂ 排放量从每年 100 亿 t 增加到 230 亿 t, 大气中 CO₂ 含量达到近 16 万年来的最高水平, 造成全球天气变暖, 两极冰川融化, 南极上空臭氧层出现空

洞, 北极上空臭氧急剧减少。其中北美地区人均 CO_2 排放量是全球平均水平的 5 倍, 是发展中国家平均水平的 10 倍。

在大气污染中, 汽车尾气排放所造成的污染占大气污染的 60% ~ 70%。汽车排放的污染被公认为重大公害之一。据研究资料统计, 在 70 年代, 全世界的人为污染源一年间向大气排放的 CO 总量为 3.59 亿吨, 其中由汽车尾气排放的 CO 为 2.25 亿吨, 占 CO 总量的 63%, 由此可见, 汽车尾气排放对环境污染的严重性。

据 1997 年 7 月份的资料显示, 目前, 我国的 640 座城市中, 大气质量符合国家一级标准的不足 1%。根据世界卫生组织在该组织所监测的城市圈内, 定期公布全世界有 10 个大城市大气污染是最严重的。1991 年度, 我国占 3 个, 即沈阳、西安和北京; 1995 年度, 我国占 2 个, 即北京和上海。据 1999 年 6 月 26 日召开的九届全国人大常委会第 10 次全体会议上, 公布了我国空气污染最严重的十大城市, 依次为: 太原、北京、乌鲁木齐、兰州、重庆、济南、石家庄、青岛、广州、沈阳。另据 1998 年国际卫生组织公布的一项报告表明, 全球空气污染最严重的 10 城市依次为: 太原、米兰、北京、乌鲁木齐、墨西哥城、兰州、重庆、济南、石家庄、德黑兰。全球污染严重的十大城市中我国占了 7 个。1998 年, 在全国 322 个环境统计的城市中, 89 个城市空气质量达到国家二级标准, 占 27.6%; 93 个城市空气质量处于国家三级标准, 占 28.9%; 140 个城市空气质量超过国家三级标准, 占 43.5%, 属于严重污染型城市。

另据中国社会科学院前不久公布的一项报告表明, 1995 年我国环境污染造成的经济损失达到 1875 亿元, 占当年 GDP 的 3.27%。其中大气污染造成的经济损失占总损失的 16.1%, 因总悬浮颗粒物影响导致的人体健康损失估算为 171 亿元。这就说明, 大气污染对人体健康造成了极大的危害。以北京市为例, 全年平均大气污染物中 63% 的 CO, 74% 的 HC, 22% 的 NO_x 是机动车的尾气排放造成的。如在非采暖期, 情况还要严重, 其大气污染物 CO 和 HC 的 80% 是由机动车尾气排放造成的。我国国产车的 HC、CO 和 NO_x 排放量分别是 1992 年美国新车排放量的 14.5 倍、11.8 倍、3.3 倍。大气污染已严重影响城市市民特别是少年儿童和交通干警的身体健康。据大量统计资料显示, 我国的交通干警是受机动车尾气排放直接污染最严重的人群。尾气造成的危害, 使交通干警平均寿命在各行各业中为最低。

我国的能源短缺问题与环境污染问题一样严重。随着经济和社会的发展, 我国已成为能源消费大国。1993 年起, 我国已成为石油净进口国, 预计 2010 年缺口 8000 万 t 以上。而我国是天然气资源比较发达的国家, 据评价我国天然气总资源量为 38 万亿立方米, 已探明储量是 1.53 万亿立方米, 探明程度仅为 4.02%。目前天然气年产量已达 300 亿立方米, 2010 年预计将达 1000 亿立方米。