



## 天然气车辆

分册4d

可持续发展的交通:发展中城市政策制定者资料手册



## 资料手册简介

### 可持续发展的交通:发展中城市政策制定者资料手册

#### 本套资料手册是什么?

本书是一套关于可持续城市交通的资料手册,阐述了发展中城市可持续交通政策框架的关键领域。目前共有二十三本分册。

#### 供什么人使用?

本书的使用对象,主要是发展中城市的政策制定者及其顾问。它提供了适宜于一定范围发展中城市使用的政策工具。书中各项内容,均反映了本书是针对上述对象编制的。

#### 应当怎样使用?

本书有多种使用方法。因此本套手册应当保存在一起,各个分册应该分别提供给参与城市交通工作的相关官员。本书还可以方便地改编,供正式短期培训班使用;并可以用作城市交通领域编制教材或开展其他培训课程的指南——这就是德国技术合作公司(GTZ)寻求的方法。

#### 本书有哪些主要特点?

本书的主要特点包括以下各项:

- 方向切合实际,集中讨论规划和协调过程中的最佳做法,并尽可能地列举发展中城市的成功经验。
- 本书的撰写人员,都是各自领域中顶尖的专家。
- 采用彩色排版,引人入胜;内容通俗易懂。
- 采用非专业性的通俗语言,在必须使用专业术语的地方,提供详尽的解释。
- 可以通过互联网更新。

#### 怎样才能得到一套资料手册?

您可以在以下网站下载资料手册:

<http://www.sutp.org>或<http://www.sutp.cn>。

#### 怎样发表评论,或是提供反馈意见?

我们欢迎广大读者对本套资料手册的任何部分发表意见或提出建议。可以发送电子邮件至:

[sutp@sutp.org](mailto:sutp@sutp.org),或是邮寄到:

Manfred Breithaupt  
GTZ, Division 44  
P. O. Box 5180  
65726 Eschborn, Germany(德国)

#### 各分册及撰写人

资料手册概述及与城市交通相关的问题(德国技术合作公司GTZ)

## 机构及政策导向

- 1a. 城市发展政策中交通的作用  
(安里奇·佩纳洛萨Enrique Penalosa)
- 1b. 城市交通机构(理查德·米金Richard Meakin)
- 1c. 私营公司参与城市交通基础设施建设  
(克里斯托弗·齐格拉斯Christopher Zegras, 麻省理工学院)
- 1d. 经济手段(曼弗雷德·布雷思奥普特Manfred Breithaupt,GTZ)
- 1e. 提高公众在可持续城市交通方面的意识  
(卡尔·弗杰斯特罗姆Karl Fjellstrom,GTZ)

## 土地利用规划与需求管理

- 2a. 土地利用规划与城市交通(鲁道夫·彼特森Rudolf Petersen, 乌普塔尔研究所)
- 2b. 出行管理(托德·李特曼Todd Litman, VTPI)

## 公共交通,步行与自行车

- 3a. 大运量公交客运系统的方案  
(劳伊德·赖特Lloyd Wright, ITDP; GTZ)
- 3b. 快速公交系统  
(劳伊德·赖特Lloyd Wright, ITDP)
- 3c. 公共交通的管理与规划  
(理查德·米金Richard Meakin)
- 3d. 非机动车方式的保护与发展  
(瓦尔特·胡克Walter Hook, ITDP)

## 车辆与燃料

- 4a. 清洁燃料和车辆技术(迈克尔·瓦尔什Michael Walsh; 雷恩哈特·科尔克Reinhard Kolke, Umweltbundesamt —UBA)
- 4b. 检验维护和车辆性能  
(雷恩哈特·科尔克Reinhard Kolke, UBA)
- 4c. 两轮车与三轮车(杰腾德拉·沙赫Jitendra Shah, 世界银行;N. V. Iyer, Bajaj Auto)
- 4d. 天然气车辆(MVV InnoTec)
- 4e. 智能交通系统(Phil Sayeg, TRA; Phil Charles, University of Queensland)
- 4f. 节约型驾驶(VTL;Manfred Breithaupt, Oliver Eberz, GTZ)

## 对环境与健康的影响

- 5a. 空气质量管理(戴特里奇·施维拉Dietrich Schwela, 世界卫生组织)
- 5b. 城市道路安全(杰克林·拉克罗伊克斯Jacqueline Lacroix, DVR; 戴维·西尔科克David Silcock, GRSP)
- 5c. 噪声及其控制  
(中国香港思汇政策研究所;GTZ;UBA)

## 资料

6. 供政策制定者使用的资源(GTZ)

## 其他分册与资料

预计其他分册将涉及以下领域:城市交通的融资;使用中汽车的更新;交通诱导;性别与城市交通。这些资料正在准备过程之中,目前可以提供的是一张关于城市交通图片的CD光盘。

# 天然气车辆

本书中所述的发现、解释和结论,都是以GTZ及其顾问、合作者和撰稿人从可靠的来源所收集的资料为依据。但是GTZ并不保证本书中所述资料的完整性和准确性。对由于使用本书而造成的任何错误、疏漏或损失,GTZ概不负责。

## 致谢

MVV Inno技术公司已经非常友好地授权给GTZ公司,可以在这套资料手册中引用其在2000年3月出版的《天然气车辆决策者指南》中的内容。我们还要特别感谢Renate Lemke先生。

德国联邦环境机构的Reinhard Kolke先生审阅了资料手册中的内容,并且建议对书中所引用的原始材料不做任何修改,虽然原始材料是2000年出版的,但在2002年这些内容在技术上仍处于领先水平。

本手册中增加了一些以发展中国家为对象的研究案例。

## 原书的致谢

原书中包含以下的致谢内容:

本报告是由欧洲能源与交通指导委员会在1999年初联合资助完成。

本报告由欧洲天然气车辆协会(ENGVA)、MVV Inno 技术公司、科隆市欧洲城市办公室和斯德哥尔摩市欧洲城市办公室共同完成的。

报告中需要的大量重要的数据和技术是由许多机构组织提供的,这些机构包括:TNO(荷兰)、天然气车辆协会(英国)、奥格斯堡城市发展技术研究中心(芬兰)。

## 作者:

MVV Inno技术公司  
欧洲天然气车辆协会(ENGVA)  
科隆市欧洲城市办公室  
斯德哥尔摩市欧洲城市办公室  
欧洲能源与交通指导委员会 资助

## 编辑:

德国技术合作公司(GTZ)  
Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH  
P. O. Box 51 80  
65726 Eschborn, Germany (德国)  
<http://www.gtz.de>

第44部,环境与基础设施  
部门项目“交通政策咨询服务”

## 委托人:

德国联邦政府经济合作与发展部  
Bundesministerium für wirtschaftliche  
Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ)  
Friedrich-Ebert-Allee 40  
53113 Bonn, Germany (德国)  
<http://www.bmz.de>

## 经理:

Manfred Breithaupt

## 编辑组成员:

Manfred Breithaupt, Karl Fjellstrom, Stefan Opitz,  
Jan Schwaab

## 封面图片:

Karl Fjellstrom提供  
布里斯班公交车道上的新型天然气车辆,2003年1月

## 排版:

Klaus Neumann, SDS, G.C.

Eschborn, 2002



## 原书序言

这套《天然气车辆决策者指南》是一个欧洲基金项目，它是随同《天然气车辆设备指南》一起出版的。这本《决策者指南》的基本作用在于它为大众官员，或者为那些准备考虑使用天然气车辆作为其车队一部分车辆的商业运输公司提供基本的、必要的信息。

本书作者本来试图为一些与天然气车辆相关的最基本问题提供答案。但是最后决定，还是为读者提供一些与问题相关的、基本的、易于阅读的信息：

- 车辆属性，包括天然气车辆改造企业和生产企业。
- 天然气车辆最好的应用模式。
- 天然气车辆的经济与可行性分析。
- 加油方法和技术。
- 对加油站设施设置的具体考虑。
- 车辆安全，加油以及运营（例如地下停车场的位置）。
- 可以为天然气车辆决策提供详细指导和建议的各方面援助。
- 可用的专业信息和普通信息来源。

当要选择某种具体的设备——车辆和加油站时，那么这本《天然气车辆设备指南》是非常有用的，可以帮助我们更好地理解哪些设备是可用的，以及从哪里购买这些设备。这两本资料手册足以为用户使用提供完全的指导，来决定是否继续采用天然气车辆方案。

一旦作出决定，就要同信息或产品来源公司建立联系以便创建详细的天然气车辆项目方案。这可以帮助你了解具体的经济状况，减少尾气排放的潜力，以及建立必需的加油站所涉及的各方面的问题。

2002. 3

## 与原始文本相关的信息

如果需要进一步的信息、要求以及建议，请联系下面的公司：



MVV InnoTec GmbH  
Renate Lemke 先生  
Kurfürstendamm 199,  
D-10719 Berlin, Germany  
Tel.: +49-30-8823432  
Fax: +49-30-8854433  
lemke@euwcb.de



Stichting ENGVA  
Jeffrey Seisler 博士  
Spaklerweg 28, NL-1096 BA Amsterdam The Netherlands  
Tel.: +31-20-5973100  
Fax: +31-20-5973000  
engva@euronet.nl

<b>1. 车队概述及应用</b>	<b>1</b>	<b>6. 进入市场</b>	<b>23</b>
1.1 原装设备生 产商和车辆改造商	1	6.1 天然气公司的支持	23
1.1.1 城市公交车	2	6.1.1 加油站的建立	24
1.1.2 微型公交车	3	6.1.2 服务	24
1.1.3 垃圾车	4	6.2 政府的支持	24
1.1.4 卡车	4		
1.1.5 配送服务车	5	<b>7. 现有的标准</b>	<b>25</b>
1.1.6 叉式起重车	5		
1.1.7 出租车和公用小汽车	5	<b>8. 案例研究</b>	<b>26</b>
1.1.8 小汽车	6	8.1 Entire案例	26
1.2 租赁方案	6	8.2 欧洲城市天然气车辆以及它 们与城市交通管理的整合	26
1.3 二手市场	7	8.3 ZEUS- 城市中零排放和低排放车辆	27
<b>2. 天然气车辆加油站</b>	<b>7</b>		
2.1 简介	7	<b>9. 信息来源</b>	<b>28</b>
2.1.1 快速加油	8		
2.1.2 慢速加油	10	<b>参考文献</b>	<b>30</b>
2.1.3 快慢结合加油方案	10		
2.2 经济性	10		
2.2.1 投资与资金成本	11		
2.3 基础设施投资	12		
2.4 加油站土地利用规划	13		
<b>3. 天然气车辆的尾气排放</b>	<b>13</b>		
<b>4. 天然气车     辆运营的经济分析</b>	<b>19</b>		
4.1 柴油、汽油和天然气的成本	19		
4.2 天然气车辆的投资回收期	20		
<b>5. 使用指南</b>	<b>21</b>		
5.1 室内停车场	21		
5.2 天然气车 辆在意外事故中的安全性	22		
5.3 加油的安全性	23		

## 1. 车队概述及应用

有大量车辆的公司,也就是车队,每晚都会回到一个中心基地,有着传统的车辆组织形式,天然气对这样的车队有很好的经济吸引力。在大多数国家,天然气车辆(NGV)加油基础设施远远落后于汽油、柴油加油基础设施的发展,因此,建立早期的加油基础设施是车队运营者的最重要的目标。大众化加油站建立得越多,天然气成为整个车队和通勤车辆燃料的吸引力就越大。在许多国家,例如意大利,就是发展的这种模式,意大利有320000多辆车辆,320个加油站,而在阿根廷,车辆数超过420000,加油站超过400个。

许多城市也对地方生产的生物气作为车辆燃料感兴趣。生物气是有机废物通过污水处理而产生的副产品,很长时间以来一直用于家庭加热燃料。纯净的生物气可以用于设计为燃烧甲烷气体的任何车辆。

### 1.1 原装设备生产商和车辆改造商

#### 原装设备生产商

越来越多的原装设备生产商(OEMs)正在建立不同类型的NGV车辆生产基地。实际上,现在世界上有40多家NGV车辆生产商。这些车辆或者是专一燃料车辆(只能使用天然气),或者是一种双燃料车辆,既可以使用天然气,也可以使用汽油作为燃料。这些专一燃料车辆非常适用于天然气,可以利用其高辛烷率,大约是130,而汽油的辛烷率是80~95。这些车辆完全由生产商设计生产,能够最好地体现生产商的标准,这同汽油或柴油车辆是一样的。这些车辆完全由厂家担保,如果发生意外,车辆可以返回到厂家进行维护和修理服务。

一些OEMs已经计划同那些将车辆改造成天然气车辆而确保其出厂质量的公司合作,但是车辆仍然以厂家生产的名义销售。这些车辆经过处理,仍然像从厂家生产线上生产的一样,在生产商的售后服务期

内,提供完全的担保。

#### 改造成天然气车辆

现在道路上跑的大多数天然气车辆都是由私有公司从车辆一离开生产厂家就把汽油车辆改造成天然气车辆或双燃料车辆。当要把车辆改造成天然气车辆(请参看第7部分)时,需要满足许多国内和国际标准。如果改造公司遵循这样的标准,那么就可以保证几乎没有什么问题会发生。如果是由于改造公司的行为而发生某种故障,这同样也可为消费者提供某种形式的保障。

**将汽油车辆改造成双燃料车辆:**在现有汽油车辆的基础上添加改造系统以及高压燃料罐。这种车辆既可以使用汽油,也可以使用天然气作为燃料。当天然气用完的时候,驾驶者轻触开关(有些系统是自动的),这样车辆就可以转换成以汽油作为燃料的状态。这可以在车辆运行时或空转时进行。如果车辆需要转售或者返回原来的汽油车辆运营状态,也可以将天然气设备从车辆上卸掉。

**将柴油车辆改造成双燃料车辆:**将柴油车辆改造成双燃料车辆,即以天然气和柴油的混和物为燃料。当发动机空转时,它100%地使用柴油作为燃料。当车辆一启动,以及加速时,天然气就会立即喷射到发动机,达到80%的天然气、20%的柴油。在柴油发动机里,燃料是通过燃烧热来点燃的(而不是通过火花塞点燃),柴油燃料像一个“领航员”一样将发动机里的天然气点燃。

双燃料车辆的性能和尾气排放是不同的,这依赖于它们的运行条件以及控制系统的复杂程度。二十世纪八十年代发展的系统试图通过空气吸入集合管来“熏蒸”进入发动机的天然气燃料。后来发展的系统使用柴油喷射替换装置,可以将天然气喷射到汽缸,因而改善了车辆性能和尾气排放。新型的双燃料车辆系统是计算机控制的、所谓的直接喷射系统。这种系统克服了以

#### 现有最好的CNG技术

出于对环境的考虑,现有最好的CNG车辆技术是装有催化剂转换器装置的单一燃料CNG车辆技术。这实现了最乐观的燃料消耗和排放。相对于柴油发动机(氮氧化物减少85%,没有颗粒物排放)来说,化学理念可以允许最低的尾气排放。这种单一燃料理念可以进一步降低燃料的消耗量。为了实现清洁燃烧这一理念,生产商应该保证减少氮氧化物排放量,提供有效的氧化物催化剂转换器来实质减少碳氢化合物排放量。

\*) [G1%:2002年该数据是由500000辆车和超过800个加油站统计得来的]

## 巴基斯坦正在扩大CNG在交通部门的使用

巴基斯坦是CNG燃料的主要使用者,目前,它正在迅速扩大CNG的使用范围。

前发动机中的技术问题。然而,这种系统还局限于少数的车辆和发动机生产商。依靠技术和生产厂家,这种双燃料柴油/天然气发动机成为一种更经济的替代品,可以购买新的车辆或者替换现有柴油车辆。

### 考虑改造车辆的实用提示

#### ■ 哪种车能够改造成天然气车辆?

几乎所有的汽油车辆都能够改造成天然气车辆,大多数可以改造成双燃料车辆,既可以使用天然气,也可以使用汽油。这些车辆包括客车、出租车、警车、小公共汽车、有篷货车和运输车辆。道路之外的车辆包括机场小型牵引机、叉式起重机、除冰机械,甚至是船和火车也在考虑之列。

许多柴油车辆可以改造成天然气车辆,但是这种改造要比汽油车辆复杂许多。大多数柴油改造车辆都是大型车,例如垃圾车或者公交车(参见上面的部分:双燃料改造车辆)。

#### ■ 改造新车要比改造旧车好。

考虑到你每年的旅行公里数以及你所消耗的燃料的量,回报期大概是2~5年(参见第4部分)。这对新车的改造非常有利。有时候我们优先推荐旧车大修,而不是改造,这样可以保证车辆总是在良好的工作状态。记住,一个以汽油为燃料的车辆工作性能很差,那么以天然气为燃料工作性能依然很差。

#### ■ 改造年行驶公里数很大的车辆。

天然气系统的投资回报期依赖于天然气和汽油/柴油的价格差异。那些年行驶公里数很大的车辆要比那些年行驶公里数不大的车辆所获得的回报要更快一些。

#### ■ 在改造之前要仔细考虑车辆的使用方法。

每天行驶距离超过160~175km的车辆需要一个额外的油箱来增大行驶范围。因此车辆的尺寸要足够大以便能够携带第二个油箱。

汽油发动机改造成天然气发动机会损失大约8%~10%的功率。这是因为天然气是以气态进入汽缸的,替换了汽缸顶部8%~10%的氧气,因而减少了功率。大型发动机(至少超过1L)改造成天然气发动机损失的功率要比小型发动机少。



图1: 德国奥格斯堡正在运营的MAN天然气公交车

缺乏完整的加油基础设施,改造车辆每晚都会返回到一个基地,这样似乎是一个很经济的做法。

#### 1.1.1 城市公交车

城市公交车辆是天然气运营车辆的最适宜的候选者(美国和法国25%的新公交车都是天然气公交车)(见图1、图2)。

■ 城市公交车消耗大量的燃料,大部分的柴油燃料可以用天然气来替代,从而能够获得更快的回报期。

■ 城市公交车在高密度、拥挤(人口和建筑物)的城市地区运行。在城市中心区域,更多的人受到车辆尾气颗粒物和其他排放物的影响,而那些公交车



图2: 法国波瓦第尔法市运营的雷诺天然气公交车

在人口较少、更开阔的地区运行,受到尾气影响的人也会较少。

- 公交车停止和启动会增加潜在的污染物,因此天然气可以帮助减少可见烟雾、烟灰和颗粒物。
- 大型高压压缩的公交车发动机的行驶性能很好,这是由于天然气的辛烷率是130。

许多公交车完全使用天然气作为燃料。世界上大多数的公交车生产商都生产天然气公交车,因此按照个人需求来订购一辆公交车相对很容易。公交车(以及其他柴油车辆)可以改造成天然气车辆。这些改造车辆一部分是改造成双燃料车辆。

当作出决定要使用天然气公交车时,我们需要特别考虑的问题有哪些?

- 天然气汽缸(见图4)的重量:当车辆装满燃料时,将占到车辆载重量的大约17%。如果车辆太重,将会减少站着的乘客数量。
- 天然气公交车的燃料效率并不像柴油车辆那样好。有报告指出天然气车辆的燃料效率普遍会减少10%~15%。当车辆表现出消耗的天然气很高(25%~40%),那么驾驶者应该接受检查,并且进行重新培训,以便他们不会过分驾驶车辆和减少燃料效率。
- 汽修厂通常是用来处理柴油燃料和车辆的。因为天然气比空气轻,易于消



图4：  
位于公交车  
顶部的燃料罐

散,因此在工作车间天花板顶部要保证足够的通风。有时候还需要安装防爆灯。

- 许多公交车运营者需要和柴油车辆一样快的加油设施。天然气公交车可以和柴油车辆同时加油,但是需要大型压缩机以保证足够的流量和容量。有些公交公司采用慢速加油(夜间)和快速加油相结合的加油方式。这种可能性依赖于公交车运营者和其车队引进天然气公交车后的适应能力(参见第二部分)。

### 1.1.2 微型公交车

典型微型公交车是用作少部分不需要大型城市公交车服务的人的往返车辆(见图5)。

旅馆和车辆出租公司都可以提供这种微型汽车的短期驾驶、短程(但是可以连续的)服务。这些车辆也是应用天然气的最好的候选车辆,因为如果这些车辆持久使用,它们所消耗的燃料也是相当大的。生产商会生产出不同类型的微型汽车,许多这样



图3：  
MAN型CNG发动机,可用容量是170kW和228kW(清洁燃烧技术)



图5：  
意大利罗马运营的奔驰微型汽车

图6:

伊克塞勒运营的ERF垃圾车,型号: EC 12.30 TMU 6×2, 26英吨。伊克塞勒致力于推广应用Perkins天然气发动机,型号: Eagle 340 T&Si



的生产商都应用其他公司生产的标准天然气发动机,并且将其安装在他们自己汽车的底盘和微型公交车的轴上。

### 1.1.3 垃圾车

垃圾车也是一种适宜使用天然气的车辆(见图6、图7)。它是一种高污染、高能耗和高噪声的车辆,并且都在中心地带加油。天然气辛烷率使得天然气车辆的噪声要比柴油车辆小得多。由于大多数垃圾车都是在早晨出发,因此噪声污染是一个很重要的因素。

车辆上燃料罐的重量大约减少了车辆装载重量的17%,这引起了垃圾管理工厂的关注。经验表明考虑载重和轴宽来选择适合的车辆是非常困难的。因此大多数的天然气垃圾车都是特别制造的车辆,这样引起了一些维护和修理问题。例如,伦敦萨顿自治州的垃圾车就面临这样的修理问题,经常抛锚而不能满足服务需求。目前正在发展改进重载车辆,各个城市都在期待着结果。

有些垃圾车使用生物气体燃料,这些燃料产生于一些废弃物(人类、农业等等)。



图7:

荷兰哈勒姆市运营的DAF垃圾车,这种车辆由瑞典斯堪尼亚汽车改造而来

这为“环保”型垃圾车的出现提供了很好的机会,由此,通过废弃物的燃烧来获得天然气或生物气体,转而,这些燃料又供垃圾车来使用。

斯德哥尔摩运营的生物燃料垃圾车是这种“循环能量圈”的一个很好的范例。斯德哥尔摩最初发展生物燃料设施是为了减少从垃圾厂和污水处理厂产生的温室气体的排放。现在某些生物气体经过纯化可以用作车辆燃料,每年可替代大约360000L汽油。从斯德哥尔摩污水处理厂产生的生物气体可以为两辆Volvo生物气体垃圾车提供动力,而这两辆垃圾车每天可以收集12~15t的垃圾。

这种垃圾车不仅产生很小的尾气排放,而且要比以前使用的车辆安静许多,使得它们非常适合在斯德哥尔摩密集而敏感的旧城区运营。未来,斯德哥尔摩垃圾管理局SKAFAB计划建造一个工厂,将从各个餐馆收集的食品废物转化成生物燃气和肥料,目标是实现100%的燃料自给。

### 1.1.4 卡车

商业卡车有许多型号和尺寸。大多数都可以改造成天然气车辆(见图8)。在同一城市内部和周边运营的卡车非常适合使用压缩天然气燃料。这种车辆在市区和拥挤的城市中心地带行驶性能很好,但是消耗的燃料很多。人们已经认定它是城市污染的一个来源。



图8:

比利时布鲁塞尔市运营的MAN型空中台式万能装卸机

在城市内行驶距离较长的卡车可能不适合使用天然气燃料，这是因为它们的行驶范围在两个城市之间，除非为了这种用途而建造了很好的加油站网络。在英国和美国，大量的城市内部卡车被改造成使用液体天然气 (LNG) 车辆。LNG 是一种低温储存燃料，其能量密度要比压缩天然气高大约60%，因而可以为大量在两个城市中心之间运营的卡车提供更长距离的运营服务。



图9：德国 City Cargo 大科布伦茨地区运营的 Ford 药品运输车

### 1.1.5 配送服务车

在城市中心区域运行的送货卡车成为天然气车辆的主要目标 (见图9)。一些公司，例如联合邮政服务公司 (UPS) 和美国邮政服务公司都使用这种车辆来运送邮件和包裹。它们在市区非常常见，构成了大都市地区车辆污染的重要部分。同样，这种车辆有足够的空间存放 CNG 燃料罐，或者装在车上 (通常安装在驾驶者后面)，或者经常安装在一个大的架子里。许多城市也使用 CNG 有篷送货车来为城市服务，例如英国萨顿市较早就有篷送货车。

### 1.1.6 叉式起重车

室内运营车辆，空气污染是一个严重的问题，经常引起人们的关注。由于担心室内空气污染，在很多国家，叉式起重车市场正在以较快的速度向天然气车辆发展。叉式起重车 (见图10) 可以直接从某些生产商



图10：荷兰阿姆斯特丹市运营的叉式起重车

处购买，或者可以很容易以相对便宜的价格经过改造而来。这种车辆一天就可以消耗整整一罐燃料，并且从来都是这样 (它们被分类为道路之外的车辆)。CNG 燃料罐可以很方便地安装在驾驶者后面，或者依靠车辆的起重设计，可以将其安装在车顶特别建造的架子上。

给叉式起重车加油要比给那些路面运营车辆加油容易许多，因为它们使用的燃料少，因而只需要很小的压缩机来支持这种操作。一个非常流行的加油方案就是使用小型车队或家用压缩机，这种压缩机每小时大约可以加 4L 燃料。它们同样也可以在室内或室外的小型 CNG 燃料罐处用几分钟加好油。相对于电力叉式起重机来说，它们需要很长时间来给体积庞大的电池充电，而天然气叉式起重机在这一点上要优越许多。

### 1.1.7 出租车和公用小汽车

一些 OEMs 已经特别为那些需要出租车的人设计了车辆 (见图11)。相对柴油出租车 (在世界上许多城市流行) 来说，天然气车辆在燃料价格和污染方面有着主要的竞争优势。例如在布宜诺斯艾利斯，1986年就禁止使用柴油出租车，而用极短的时间



图11：瑞典 Eslöv 运营的 Volvo 生物燃料出租车

来替换成天然气车辆。现在阿根廷有400000多辆天然气车辆,它们大多数都是布宜诺斯艾利斯的出租车。

瑞典的哥德堡市,是沃尔沃(Volvo)的家乡,已经在城市中央车站引进了一条特殊的线路,为清洁出租车提供了一个优先候车位置。这个措施对哥德堡市引进天然气出租车产生了非常好的影响。

CNG也可用于公共俱乐部的小汽车,这些汽车有着和似的能量使用模式。不来梅正在使用几种CNG汽车,既用于出租车,也用于公用小汽车。

在北美的其他主要城市,欧洲,中国,日本,埃及和其他地方,正在转向使用天然气出租车,使其成为改善空气质量的主要贡献者。

出租车驾驶员关心的是旅行箱和行李箱的空间以及加油设施的可用性。他们每天驾驶八个小时,有时候会更长,因此,寻找燃料的时间和在加油站加油的时间一定要最少。双燃料车辆解决了这个问题,因为有汽油可以作为替补支持燃料。在改造车辆中,燃料罐通常位于行李箱里,驾驶员最关心带有行李的乘客能否有足够的空间。除非出租车是专门分派用来为接送机场乘客服务,不然出租车接送的主要乘客都没有行李,因此行李箱的空间大小应该不是一个主要问题。

对于机场出租车来说,可以有其他的方案:工厂可以生产一种油箱位于底盘的出租车,或者使用一种小型的有篷货车,通常这种车辆都有足够的空间容纳CNG燃料罐,并且一般都安装在下面。

### 1.1.8 小汽车

欧洲、北美和日本许多主要汽车生产商都生产不同类型的天然气小汽车(许多这些车辆都用于警车和出租车)。一些OLEMs车辆(见图12)已经在汽油车辆之前通过最严格的加利福尼亚尾气排放标准检测。OLEMs已经开始详细考虑提高这种车辆的行驶范围,并且很多车辆已经在内部



图 12:  
Multipla Fiat Blupower, 1.6L, 4 汽缸, 4 气门  
发动机车辆

安装了天然气燃料罐,因此行李箱的空间并没有受到威胁。

OLEM车辆刚刚投放市场,比如说Fiat Multipla Blupower。大多数客车都是经过改造的。最新的电脑控制的燃料喷射车辆可以改造成使用复杂改造系统的车辆,直接与车辆计算机相连,这样使得很难辨别车辆是使用汽油还是天然气在运行。

地方政府、能源公司、警察局和出租车公司都使用小客车来装备他们的车队,这些车集中在城市中心地带,使得它们成为使用天然气的理想车辆。

一些最新建立的汽油车辆生产厂已经在改善尾气排放方面有了很好的提高。因此在排放方面它们成为双燃料车辆的有力竞争者。这是因为双燃料车辆不能确定优先使用哪一种燃料。由于这个原因,现在一些人对天然气车辆提出批评,因为天然气车辆不再比那些白天仍然使用含碳燃料车辆清洁50%~80%。然而如果车辆被改造成天然气车辆,就没有任何汽油或柴油车辆可以用来比较尾气排放标准了。一些天然气车辆比电车污染还要小,如果电车的电力是通过煤或石油发电而来。

## 1.2 租借方案

一些OLEM天然气车辆经营商可以很容易地将天然气车辆以如汽油或柴油车辆的形式一样租赁出去。只要这些车辆能够保

\* [GIZ,2002 该数据是  
500000辆车]

证在那些国家允许运营,那么再租赁一辆新的天然气车辆就不存在任何具体问题。

现在一些短期租赁公司只在有限的地区提供服务。大多数的公司都有大量的商业车辆出租给合作顾客,但是都还没有提供出租天然气车辆的服务。然而,由于天然气改造系统可以从车辆上卸掉,车辆可以重新返回普通的汽油服务状态(有时候天然气系统可以安装在其他车辆上),因此,如果顾客需要,那么公司提供出租天然气车辆的服务应该没有什么主要问题。随着加油设施的扩大,毫无疑问,租赁公司将会扩展它们提供天然气车辆服务的方案。

### 1.3 二手市场

目前,还没有建立完善的加油设施网络系统,寻找使用二手天然气车辆的买家是个问题。一个典型运输车队的运营周期是3~5年,然后退出服务(通常是由于高运费),解体或是转售出去。这些车辆的合作使用者都有自己固定的服务期和维护期,因此,车辆都是以比较合适的二手车辆形式转售出去。

有几个创造性的解决方案值得人们去借鉴。

- 地方政府是购买能源公司二手天然气车辆的候选者。由于第一次改造成天然气车辆的较高费用已经由能源公司承担,因此地方政府可以以一个合适的价格买进车辆,以较便宜的燃料来运营,第一次成本同二手汽油车辆比较来说非常具有竞争力。
- 天然气客车车队或货车车队可以将他们的车辆卖给雇员,当雇员来上班的时候,在其上班时间内,可以使用共同合作的加油设施,或者是快速加油站,或者是慢速加油站。
- 天然气车辆协会可以成为二手天然气车辆的广告来源。他们的网站正在扩大,许多人正在访问网站以获得更多信息(参见部分9)。

## 2. 天然气车辆加油站

### 2.1 简介

加油站设施的缺乏是更广范围内推广使用天然气车辆的一个主要障碍。然而,近年来在所有的欧盟国家都有大量的加油站出现,例如意大利有300个,德国有130个。加油站的位置可以从天然气车辆协会处获得,并且这些加油站位置通常都会在该组织的主页上出现(参见部分9)。

一个压缩天然气加油站由天然气输入管线构成,输入管线的压力是1~3bar。加油站的主要部分是压缩机,气体干燥机,储存体系(快速加油站)的高压系统(200~250bar),电子测量和控制仪器,气泵和附属设施(外罩,建筑物)。现在市场上有两种可用的加油体系:快速加油体系和慢速加油体系。

#### 慢速加油还是快速加油?

如果车队在白天运营而在晚上停在基地(或者相反),那么慢速加油是可行的。在停运期间,压缩机可以直接给车辆加油。如果需要在几分钟之内就要给车辆加油,例如要给外面的顾客提供服务,那么就需要快速加油(见图13)。大量的天然气需求会导致较高的投资成本。

#### 怎样找到合适的加油体系?

加油站的能力可以根据每单位时间压缩天然气的需要量来设计。起初需要考虑下面的一些因素:

#### 车队参数

- 车辆数。
- 每辆车的运营里程。
- 每公里的燃料消耗量。
- 车载燃料罐体积。
- 每单位时间加油量(快速加油)。
- 加油持续时间(慢速加油)。

\* (G17:2002年该数据自200个加油站统计得来)

图13:  
多尔斯滕市  
鲁尔地区的快速加  
油站  
(Ruhrgas AG)



图14:  
打开的车辆  
燃料罐  
(Ruhrgas AG)



图15:  
装有塞子  
的高压管  
(Ruhrgas AG)



图16:  
安装在后部  
的燃料罐  
(Ruhrgas AG)



### 位置参数

- 位置, 车道。
- 车辆特性 (重量, 转向半径)。
- 气体连线 (位置, 设计, 内部过压)。
- 电线 (位置, 设计)。

### 前期可行性

- 模块尺寸。
- 加油站容量。
- 必要的存储体积。
- 分配器数量。
- 其他设施设计。
- 加油过程描述。
- 标准可扩展系统的设计。
- 替代产品的研究。

- 经济分析。
- 安全供给讨论。

### 投资量估计

- 粗略估计框架。
- 所有组件、机件和发动机标准件购买价格的确定。
- 不同替代产品的评估。

### 2.1.1 快速加油

天然气快速加油时间不能超过传统燃料汽油和柴油的加油时间。当车辆必须要在一个时间期限内加油时, 那么就需要快速加油, 这同给小汽车和轻载卡车在3~7min内加汽油是一样的。

在快速燃料加油站, 天然气需要通过压缩机压缩并且储存在高压存储系统内, 例如气体储存罐“cascades”。当车辆加油时, 储存系统内供给燃料的压力下降, 压缩机自动运转, 将储存罐内的天然气补满。其他系统同液压活塞一起工作保证储存罐内的压力处于同一水平。然后分配器输送并测量进入车辆储存罐的天然气。详细来说, 需要下面一些设备:

### 压缩机

要应用在快速加油系统, 保持固定高压、高容积的储油体系能够带来良好的工作条件。为快速加油系统服务的压缩机能够提供至少250bar的压力。可用的压缩机流量从0.8L/s到每秒数百升不等。压缩机控制系统保证了安全的操作。关键压力和温度都由关闭装置监控。

通常用可见的指示器来指示运转或者关闭状态。

### 控制系统

所需的控制系统依赖于具体的加油站的类型。基本的控制系统决定了流入和流出压缩机、气体恢复系统和分配器的气体流量。大多数压缩机有自己的启动/停止、监控以及安全运转的控制系统。当安装了

高压 cascade 储油系统时，那么必须安装一个高级别的控制系统以决定流入和流出燃料罐或油库油罐的气体流量。



图 17：  
侧视：车下的高压油罐  
(Ruhrgas AG)

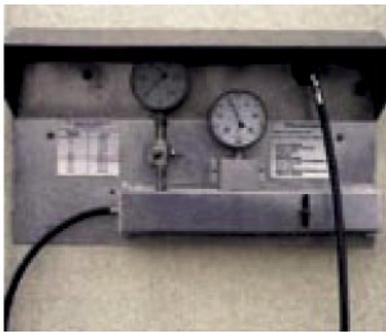


图 18：  
压力和加油量测量仪  
(Ruhrgas AG)



图 19：  
法国波瓦第尔市的慢速加油站

靠压缩空气阀门控制系统或电子阀门控制系统，也就是所谓的优先系统，直接决定着从压缩机流入燃料罐的天然气是高压、中压还是低压气体。

这种控制系统是一级一级从燃料罐到燃料罐之间进行的，直到所有设备都充满最大储油压力。然后压缩机自动关闭。

顺序阀门系统控制着从储油系统到车辆的气体流量。只有在车辆和储油系统之间压力相等时，每一个储油库只有一部分可用。在加油过程中，随着车辆和储油系统之间压力差别的减小，流量也会减小。为了获得最大的加油效率，顺序阀门控制系统关闭，转而使用下一个储油库。储油库中可用部分随着生产商的不同而不同，范围在 25%~60%之间，平均估计可以达到 30%。随着储油压力的增大，这种比例也会变化。这一点非常重要，因为它影响了所需储油系统的总量，并且也会影响压缩机的大小。

### 储油系统

关于储油系统有许多不同的同义词说法存在。通常指的是瓶子、接受器、罐、库以及 cascades 和压力容器、汽缸等。最常见的 cascade 储油系统分为高压、中压和低压燃料罐或库。尽管每一个燃料库的工作压力相同，但是高、中、低压指的是一旦加油开始压力所能减少到的水平。有些系统仅使用两种不同的压力水平。

例如，假设一个系统有三个储油库，都充满了 300bar 的压力。一旦加油开始，储存的天然气就会流向车辆，直到最低的燃料罐的压力减少到 70bar，然后控制系统打开中间燃料罐，天然气仍然继续流向车辆，直到车辆和燃料罐的压力相等达到 140bar。最后，最高的燃料罐将会把车辆的储油罐压力提高到 250bar。当任何一个储油库的压力低于压缩机所设定的关闭压力时，控制系统将会开始给储油库补充燃料，当所有的储油库压力再次达到最大压力时，就停止补充燃料。

### 分配器系统 / 测量系统

所有的加油站都必须有一个分配器以便给

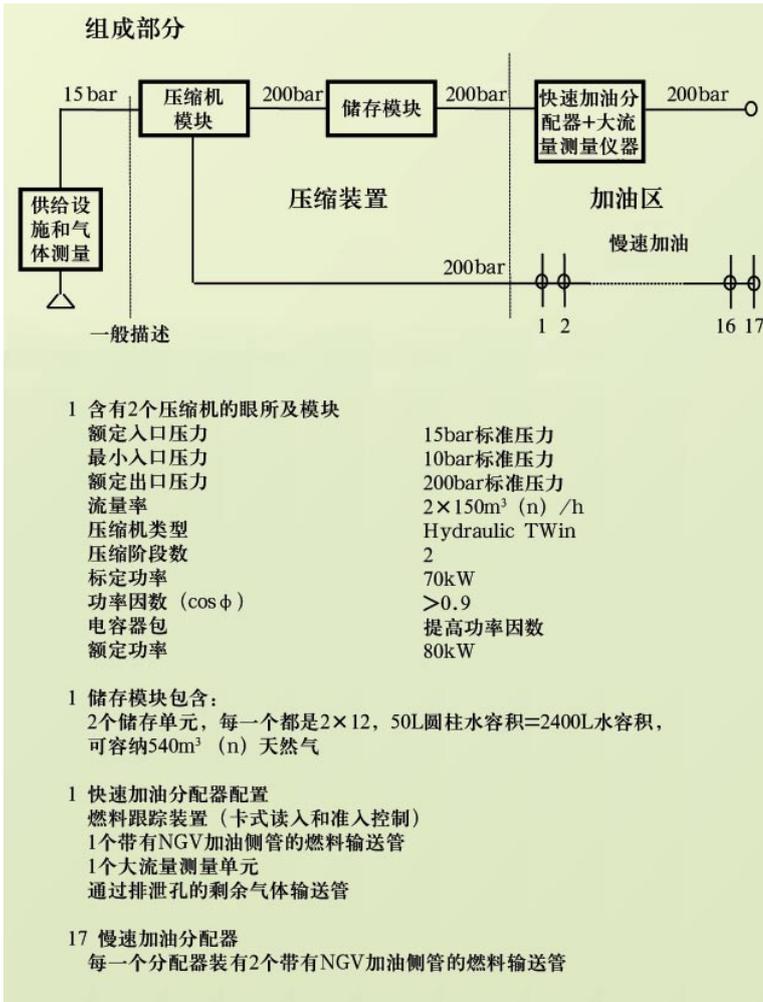


图 20: 给 34 辆废物回收车辆加油的快慢组合型天然气加油站

汽车加油。这就像用水管或喷嘴补充器一样简单, 或者它可以由一个程式化的带有显示器的双管测量分配器和卡式锁闭系统组成, 这与汽油泵相似。通常需要一个关闭装置来阻止在行驶状态下气体的流动。

目前所用的两种测量装置分为大流量管和声速喷管。这两种装置都内置了分配器, 以便考虑、记录或计算天然气使用量。如果需要安装测量装置, 那么就要仔细阅读说明书来决定。

分配器内的温度补偿器通常也要特别说明。这种温度补偿器可以通过压力感应阀和参考圆柱来进行电算或电控。它非常重要, 因为车辆储油罐会出现过压。相反, 可以通过使用温度补偿器来减小没有给车辆充满油的无用功。

另一方面, 同慢速加油相比, 在相同类型的燃料罐和在相同的压力下, 快速加油会轻微减少车辆的储油能力。原因是, 随着

气体迅速增多和压缩, 燃料罐中原来已有气体的温度会提高, 从而降低了气体密度。如果用慢速加油方法, 就不会遇到这种情况, 因为在加油过程中温度要低得多。

### 2.1.2 慢速加油

在慢速加油站给车辆加油是直接从压缩机通过特别的慢速加油分配器而实现的。这消除了高压储存体系的成本费用, 但是把每一辆车辆的加油时间延长到几个小时。慢速加油压缩机只需要把压力提高到比车辆燃料罐压力稍微高一点点。通常对于那些每天工作 6~8h 都要返回一个中心地区进行休息的车队, 或者可以整夜在家加油的私家车来说, 推荐使用慢速加油方式。

慢速加油站的组成:

- 进入天然气管道系统通道。
- 压缩机。
- 慢速加油分配器。

### 2.1.3 快慢结合加油方案

同样, 快慢组合型加油站也是可能的方案, 对于那些大型运营车队来说, 当只有一部分车辆需要快速加油由此来减少所需的现场储油体系以节省投资成本时, 那么这种组合型加油站将是一个很有吸引力的解决方案 (NG 车辆联盟, 1995)。

如果在开展 NGV 项目的一开始, 我们不能预测这种需求增长得有多快, 那么也建议应用快慢组合型加油方案。加油站可以在任何时候进行扩展。建造一个随着天然气车队增长而能够逐步扩展的加油站可以把投资风险降到最低。快慢组合型加油站也可为不同的使用者服务, 例如外部车辆可以在快速加油站加油, 而公司车辆可以整晚在慢速加油站加油。

## 2.2 经济性

根据服务站的设计类型, 它的储油需求以及要加油的车辆数, 一个慢速加油站的投资成本在 3500 欧元到 10000 欧元之间, 只可以为很少的车辆提供服务, 而大型快速加油站的投资需要几十万欧元, 可以为

几百辆车辆加油。然而对于一个普通车队来说，所期望的一般投资成本是建造一个加油站使每辆车的费用在 1000~2000 欧元 (IANGV 主页)。

加油站的收入必须至少包含投资和运营成本，同时还有借贷资金所需要的偿还利息。加油站的收入依赖于燃料销售量和销售价格。为了达到回报点，“汽油泵”的燃料价格必须是：购买天然气的成本 (参见部分 4.1)

- + 石油税 (参见部分 4.1)
  - + 投资成本
  - + 能源成本
  - + 运营成本
- 
- 汽油泵燃料最低价格

### 2.2.1 投资与资金成本

加油站的成本包括压缩机成本，中间储油器成本，分配器和建造成本。在可能的最好情况下，压缩机应该选用每天能够达到15h最乐观利用率的压缩机。中间储油器的能力能够为所有车辆每天补充大约 50% 的燃料。下面的成本中所有值都代表平均值。考虑10年的运营期和40年的建筑物使用期，通过应用一个资金恢复因子，将投资成本转化成成年资金成本，利率是 7%。

表 1：加油站平均投资成本

日加油车数 (辆) *	抽油泵流量 (m³/h)	抽油泵压力 (巴)	投资成本 (欧元)	压缩操作次数**
4	3	1.013	5000	20
10	10	1.013	50000	15
20	20	1.013	60000	15
40	45	1.013	80000	13.3
100	114	1.013	185000	13.1
150	160	1.013	200000	14.1
200	240	1.013	210000	12.5
150	170	16	165000	13.2
200	350	16	200000	8.6

\* 一辆小汽车 (储油体积 80L) 必须加 15 立方英尺天然气，一辆货车代表相应于 2 辆小汽车，一辆公交车或一辆卡车代表相应于 10 ~ 15 辆小汽车；  
\*\* 每天加油的最大次数 (h)。

表 2：中间储油器投资成本

储油量	成本 (欧元)	服务能力
640L (8 × 80L)	8000	4cars
800L (10 × 80L)	9000	10cars
960L (12 × 80L)	10000	20cars
2000L (25 × 80L)	15000	40cars
2 × 3200L (40 × 80L)	2 × 70000	100cars
8400L (4 × 2100L)	120000	150cars
+ 储量控制	5000	
+ 紧急锁闭	5000	

压缩机投资成本包括天然气气体干燥器成本，噪声与雨水防护设施成本，天然气控制系统成本，备用件成本，运费和包装成本，装配成本以及投入运营成本 (见表 1)。

中间储油器的大概投资成本在表 2 中给出。每天给 200 辆小汽车加油，一个 960L 的储油罐已经足够，因为压缩机的吸入流量很大，足够在几分钟内直接给车辆加满油。

带有一个管的分配器 (每天足够给 40 辆车加油) 的投资成本是 25000 欧元，带有两个管口的分配器是 40000 欧元，包括数据收集系统和记录打印机。

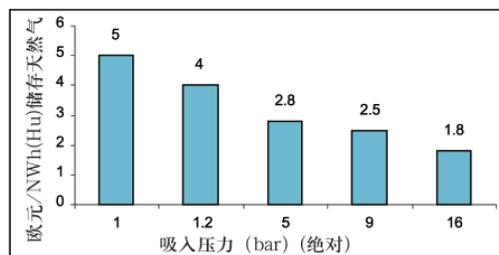
建造成本包括防碰撞保护设施，分配器屋顶覆盖设施，电力和气体网络连接线设施，估算如下：

- 25000 欧元 (每天 4 辆小汽车)
- 50000 欧元 (每天 10 辆小汽车)
- 100000 欧元 (每天至少 20 辆汽车)

运营成本也就是加油站的维护成本，据估算大概是压缩机投资成本的 5%。

能源成本主要是由压缩机电力发动机的运转而引起的。这些成本可以通过生产商提供的性能数据估算出来。图 21 给出了平均成本。

粗略来讲，从经济上分析，使用 5 个吸



### 德国正在推进 CNG 项目

德国联邦环境署自 1993 年以来就同德国联邦环境机构共同资助了在德国开展的 4 个 CNG 项目。大约 3700 辆 CNG 车辆的附加成本，以及 CNG 加油站成本都整个或部分包含在项目投资之内。2002 年，德国政府决定，到 2020 年以前，按欧盟成员国的要求，将 CNG 车辆燃料税减少到最低。

图 21：N G 加油站的具体能源投资成本

表 3：加油站运营总成本  
【包括天然气供应成本大约是 15 欧元/MW·h (Ho)】

每天加油车辆数 (辆)	吸入流量 (m³/h)	储存量 (L)	NG 消耗量, 100%使用率 [MW·h (Ho) /a]	100%/50% 使用率下的总成本	能源成本 [欧元/MW·h (Ho)]	100%/50% 使用率下必须的燃料价格
4	3	640	153	6.1/12.2	5	8.1/14.2
10	10	800	382	5.3/10.5	5	7.3/12.6
20	20	960	764	3.7/7.4	5	5.7/9.4
40	45	2000	1530	2.1/4.3	5	4.2/6.3
100	114	6400	3820	1.6/3.2	5	3.6/5.2
150	160	8400	5730	1.2/2.5	5	3.3/4.5
200	240	960	7640	0.8/1.5	5	2.8/3.6
150	170	8400	5730	1.1/2.2	2.5	2.9/4.0
200	350	960	7640	0.7/1.3	2.5	2.5/3.1

入压力是 1bar 或者 16bar 的 2.5 欧元/MW·h (Ho) 的压缩机是最好的。

随着压缩机的规模越来越大以及加油站发展的前景越来越好，贷款以及运营成本都会大幅度减少。这个成本在 6 欧元/MW·h (Ho) 到 3 欧元/MW·h (Ho) 之间，随着加油站规模的扩大，这个成本还会继续下降到 0.7 欧元/MW·h (Ho)。天然气供应成本加上能源消耗成本，一个加油站的燃料成本总和在 8.1 欧元/MW·h (Ho) 到 2.5 欧元/MW·h (Ho) 之间。

对更小的加油站，投资成本对燃料价格有着重要影响，这意味着减少投资成本可以降低燃料价格。而在大型加油站，情况正好相反。天然气供应成本和能源成本对燃料价格起着决定性作用。能源成本可以通过将加油站与一个高压的网络系统连接起来，来降低能源成本。例如，一个每天可为 150 辆小汽车加油的加油站，吸入压力达到 16bar，燃料价格将会从 3.3 欧元/MW·h (Ho) 降低到 2.9 欧元/MW·h (Ho)。

### 2.3 基础设施投资

基础设施投资大多数是由天然气企业负担的。对于小型车队和私人用户来说，传统的综合石油加油站网络系统是非常重要的。

对天然气车辆感兴趣的车队运营者应该与地方天然气供应商联系以获得天然气加油站位置信息。考虑到车队对天然气的需要，天然气供应商应该大力投资加油站。天然气加油站的优势在于天然气的需求不

会因为时期的季节而不同，例如过热的 NG 市场而改变。

一般来说，天然气供应商应当和车队运营商在天然气最小供应量方面达成共识，形成固定的天然气燃料价格，这是根据天然气的销售总量来决定的。

在 ZEUS 项目中（参见部分 8.3），大多数情况下，使用天然气的市政府至少会提供一部分基础设施、服务以及维护的成本。特别是当能源或燃料供应商是市属公司时，这一点更确信无疑。然而，在许多情况下，如果市政府能够保证天然气的购买量，那么天然气供应商宁愿自己承担基础设施费用。

■ **雅典的 CNG 加油体系：**由市政府购买压缩机，而天然气供应商 DEPA 提供标准的储油室，校准仪和测量仪。同时 DEPA 还负责监督所有的压缩机与管道网络连接的建筑工程。

■ **不来梅的 CNG 两个公用加油站**由 Shell 和 Esso 公司运营，第三个私人加油站由天然气供应商 Enordia 公司资助并且为自己的车队服务。

■ **默顿和萨顿的 CNG 快速加油站：**在同意运营十年的基础上，加油站由 British Gas 公司建造。

■ **斯德哥尔摩的双燃料加油站：**斯德哥尔摩有 4 处双燃料加油站，分别与四家燃料供应商合作，即 OK, Q8, Statoil 和 Shell 公司。天然气产自地方污水处理设施。

## 2.4 加油站土地利用规划

在任何一个基础设施立项之前,都要仔细考虑任何可能影响基础设施位置的土地利用法规。在大多数情况下,这些规定本身都是针对汽油或柴油基础设施而定的,要获得许可需要相当长的时间和精力。在规划基础设施的时候,安全是最值得关注的了,特别是当油箱或其他设备要安装在房屋地下,或者有特别的挥发性要求。

土地利用规划也可成为选择最佳基础设施位置的一个工具。例如,地理信息系统(GIS)分析能够帮助决定哪些地方可以最好地为某一车队服务,或者计算出车辆的市域“覆盖面积”。

### 发展中国家对 CNG 感兴趣

许多发展中国家正在对扩大 CNG 的使用表现出浓厚的兴趣,都是作为“清洁空气”或者“燃料安全”问题来考虑的,特别是在那些天然气储备丰富的国家。因为 CNG 尾气排放特性与超低硫柴油燃料相类似,所以未来人们对 CNG 的兴趣会更大,这样对国内供应商来说会大大减少进口石油的成本。

■ 2002年12月,德里有7400辆CNG公交车,45000辆CNG三轮车,10350辆私人CNG小汽车,4000辆CNG微型公交车,15000辆CNG出租车。

■ 北京,将主办2008年奥运会,在2002年初有1630辆CNG公交车。另外,该城市还有38000辆改造的CNG车辆,大多数是出租车(路透社商业简报,2002年4月12日)。

■ 达卡在2003年1月开始禁止两冲程三轮车。在2003年初,政府就允许5000辆CNG自动人力车运营,以此来鼓励扩大CNG的使用。

■ 由德国政府与私人公司合作资助的“提高公共汽车质量项目”于2002年11月在雅加达进行,包括雅加达市、戴姆勒克莱斯勒公司以及运营商 Damri (公家)公司和 Bianglala 公司(私人)之间的合作。现在,在一个一年期小规模试验计划中,欧洲0号公交车与欧洲2号柴油车和CNG公交车是一样的。

## 3. 天然气车辆的尾气排放

天然气车辆以其比汽油或柴油车辆更能够全面清洁空气和降低尾气排放而为人所知。

### 与汽油车辆尾气相比

天然气一氧化碳(CO)排放量很低,不直接排放颗粒物,而且减少了挥发性有机混合物(VOC)的排放量。每单位能量的天然气包含的碳要比其他任何矿物燃料要低,从而导致每单位车辆行驶公里数所排放的二氧化碳(CO<sub>2</sub>)低。天然气车辆冷启动排放量也很低,因为并不需要很多次的冷启动,同时也减少了非甲烷碳氢化合物(NMHC)和CO的排放量。与汽油车辆相比,天然气车辆尾气排放量减少情况如下:

- CO, 60%~80%。
- 非甲烷有机碳氢化合物(NMHC), 87%。
- NO<sub>x</sub>, 50%~80%。
- CO<sub>2</sub>, 大约20%。
- 臭氧反应物, 80%~90%。

以上数据随着所比较车辆的不同而不同。

### 加油时所产生的挥发排放

另一个对减少排放量的好处是在给天然气车辆加油时获得的。汽油车辆在加油和行驶时都会产生挥发性排放。这种排放量大约占到车辆总的碳氢化合物排放量的50%,天然气车辆由于车辆系统是密封的高压体系,因而没有挥发性排放。

### 与柴油车辆尾气相比

柴油发动机有许多不同的尺寸,分别用于不同的用途。当使用柴油燃料时,这些发动机会产生“压缩热”效应。柴油燃料在汽缸顶部压缩,然后在高压下“自动点火”。而柴油发动机使用100%的天然气燃料,只有当使用火花塞时才会有这种热效应,这是因为天然气的点火温度是柴油的两倍多。因此,柴油发动机在其初期设计时就是为了长时间承担重载,但是现在已经转化成奥托循环发动机(类似于汽油发动机)。尽管在双燃料技术上还有一些问题需要突破,天然气发动机仍然能够带来最好的尾气排放结果。

## 巴基斯坦正在扩大CNG在交通部门的使用

巴基斯坦是使用CNG的主要国家之一,近年来,已经在交通部门快速发展了CNG的使用。像其他发展中国家一样,最主要的动机是CNG可以降低尾气排放,并且也是基于对燃料安全问题的考虑。

到2002年8月,已经有超过280000辆车辆改造成CNG车辆,有333家CNG加油站正在运营,另外还有300家CNG加油站正在全国各地不同的地方兴建(巴基斯坦Hydrocarbon Devt.学院, www. hdiip.com.pk / hydrocarFSUB.htm)。1991年的数据表明有200000辆改造的CNG车辆每天消耗的天然气大约是0.3亿ft<sup>3</sup>,每年节省替代的汽油是292000t,增加外汇储备6千万美元(The News, 2001年6月30号, www.jang.co.pk)。

### 政策支持

巴基斯坦使用CNG的快速扩展是政府大力推进天然气使用政策的结果,这些政策包括与天然气价格和汽油价格相关的一些政策。

\*\* 这两个专家报告是:

● Frank Dursbeck, Christopher Weaver, Lemart Erlarsson, 2001, 德里城市公交车实施CNG燃料战略的重要意义, 科学与环境中心, 新德里, 5月23日

● Lemart Erlarsson, Christopher Weaver, 2002, 德里CNG公交车的安全性, 科学与环境中心, 8月

## CNG 城市: 德里\*

(\*Anamita Roychowdhury, 联络人, Right to Clean Air Campaign, 印度新德里科学与环境中心)

### 德里的CNG委托合同

1998年7月28日, 印度最高法院在关于德里空气污染影响公众利益的诉讼中裁决, 到2001年4月1日, 德里的公交车将达到10000辆, 到那时, 所有的公交车, 还有三轮车和出租车都必须改造成CNG车辆。

客观目标是提高德里尾气排放标准, 排放水平要超出当时采用的标准即欧洲0号标准, 而到2005年执行欧洲II号标准。在德里, 天然气已经用于工业和家庭。这个委托合同将天然气引入交通部门, 以解决这个世界上最污染地区之一的高尾气颗粒物排放问题。

德里的推广CNG的命令执行得并不好。阻力来源于受到保护的柴油公交公司, 缺乏政府政策支持, 对项目的可行性表示怀疑, 这些都阻碍了CNG前进的步伐。尽管如此, 印度最高法院在2002年4月5日最终裁决, 法院关于CNG的命令和指示不能被任何政府决策而改变, 并且解除了反对这个项目的所有异议。在法院的命令下, 这个城市的CNG车辆大大增加。

尽管困难重重, 扩大CNG车辆项目仍然取得令人佩服的进步。在这个城市大约有75000多辆CNG车辆运营: 7400辆公交车, 4000辆微型公共汽车, 45000辆三轮车, 15000辆出

租车以及10350辆小汽车。在2002年12月1日, 德里所有的公交车都不使用柴油, 可能是世界上使用CNG公交车最多的城市。CNG加油站网络系统的扩展也在有序进行。在所有的103家CNG加油站之中, 有60个(包括46个母加油站)联机加油站, 30个子辅助加油站, 还有13个联机子加油站。CNG的销售量已经从2001年3月的每天9.9万户比公斤急剧增加到2003年1月的每天65万户比公斤。

### 主要挑战

CNG项目是作为一种消除车辆尾气颗粒物排放的紧急战略来执行的, 从而揭开了在大范围应用新技术运动的序幕。德里实施CNG项目的经验给亚洲其他国家以及计划实施该项目的发展中国家带来许多教训、启示。

■ **为新项目制定合适的制度:** 毫不奇怪, 缺乏经验, 无力的排放和安全法规, 不充分的安全与排放检测体系, 糟糕的加油站基础设施设计, 以及临时性的将旧公交车改造成CNG车辆的决策, 都会削弱新项目的进行。

■ **解决新的运营问题的制度能力:** 在这个项目中, 预计的运营问题包括新技术在大范围应用。但是这需要及时的纠正措施, 通过对技术、加油站基础设施以及安全与排放标准的执行等的持久监测和评估来解决。2001~2002年间, 共报告了12起12辆CNG公交车起火事故, 暴露出制度能力的软弱无力。

■ **独立的技术评估和对改进措施的监督:** 在面对制度上的虚弱无力时, 这种责任转换到全民安全小组和司法部门上来。新德里科学与环境中心(CSE)分别在2001年5月和2002年6月组织了两次独立的对CNG项目的评估, 以提供正确的政策方向。\*\*这两个评估的主要建议也成为环境污染(预防与控制)局(EPCA)提交的关于CNG公交车安全与排放标准的报告的基础。环境污染(预防与控制)局是新德里关于污染控制问题向印度最高法院提出建议的法定委员会。这些报告导致了2001年11月对CNG车辆安全与尾气排放标准进行了修订并通告全国。在2002年8月, 新的安全监测体系建立起来。

图 22: 德里的CNG 公交车列队



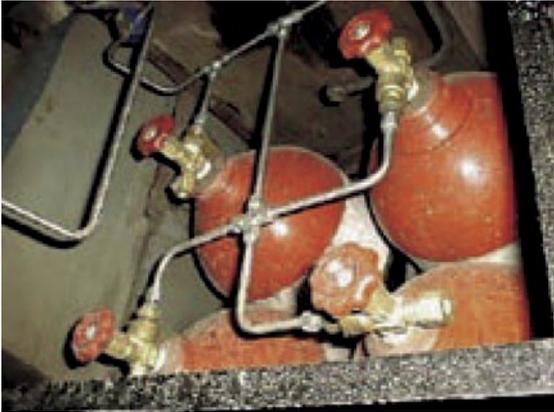


图 23：  
改造公交车中设有压力释放环的 CNG 管道  
(科学与环境中心，Erlandsson 和 Weaver，2002)

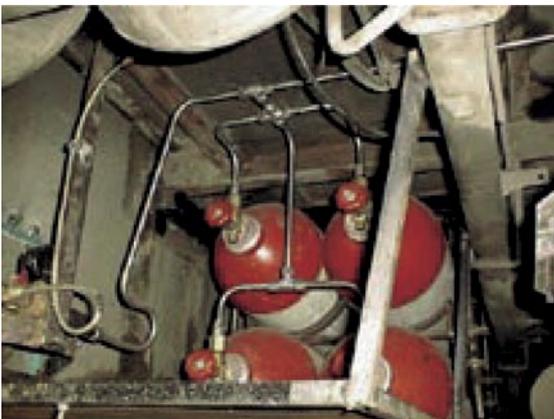


图 24：  
改造公交车中设有压力释放环和气压不足报警装置的 CNG 管道  
(科学与环境中心，Erlandsson 和 Weaver，2002)

技术评估确定了几个必须的改进措施，包括建立更好的协调制度框架，有规律地检查以确保安全法规的应用以及为后续储备进行的培训措施。

为了确保目前和未来能够快速发现、解决安全问题，并执行相关措施，印度最高法院于 2002 年 7 月 29 日发布了一项命令，强制实行修订过的 CNG 车辆安全法规以及特殊检查体系，该项目命令在新德里即时生效。

### 制度框架

■ 新德里政府已经建立了一个独立的安全委员会来处理与 CNG 相关的安全问题，并且对引起 CNG 安全问题的根源进行评估，找出解决办法，确保实施。这也期望用来改进类型审批机构和城市中信息回馈和持久监测中心之

间的关系。

■ 与现有的适合于所有车辆的年检体系不同的，独立的第三方 CNG 公交车检测体系已经开始运行。被检查出有缺陷的公交车要送回去重新纠正。只有通过对其发动机和高压燃料储存体系进行严格的预检项目的检测才能发现不足之处。这些检测项目包括：从汽缸到气管的压力环漏气检测；不是根据说明书对连接汽缸的管道尺寸的检测；在几个不同位置对气管进行密闭不足性检测；汽缸和尾气消声器之间足够距离的检测，以及有无热力屏障的检测；进气管道有无灰尘保护帽的检测；高压管道柔韧性不足的检测。

■ 建立政府批准的 CNG 改造工厂是必须的。但是政府批准的技术和法律需求还没有明确定义。毫不相关的认证资格证明书，以及相互不一致的资格证，都是普遍存在的现象。因此专家建议，为了避免安全上的失误，如果不遵守有关规定，在非强制时期，资格认证应该取消。

■ 最近已经开始进行定期的仪器检验员培训和试验员培训。更新仪器和试验设备是在专家评估报告中出现的另一个问题。

### 项目内容上的问题

2001 年 5 月进行的技术评估表明，排放标准是非常无力的，特别是那些改造公交车的规范更是如此。为了与最初的规范相一致，改造后的公交车只需要满足生产该车辆的当年正在执行的柴油排放标准即可。这意味着以前制造的满足欧洲 I 标准的柴油公交车经过改造成 CNG 车辆后只需要满足欧洲 0 号标准。这种软弱无力的排放标准只会促使对车辆只进行最基本的、毫无提高的改进和糟糕的系统改造，从而导致路面车辆不稳定的排放量。与这相似的是，在用车辆空载试验所限定的 CO 排放量最大值 3% 似乎太大，因为人们希望，装有功能正常的空气-燃料比率控制系统和催化剂转换器的 CNG 公交车，其 CO 排放量不超过 1%。然而研究发现，空载试验中，检测中心检测出有 18% 的 CNG 公交车 CO 排放量都超过 3% 的最大限值。

在这项研究发现之后，出台了一些法律修订措施，如下：

■ 新 CNG 公交车强制执行欧洲 II 尾气排放标准，改造 CNG 车辆执行欧洲 I 尾气排放标准。

■ 修改了安全排放标准以适应内燃发动机车辆，



图 25:  
德里 CNG 三  
轮车和出租车晚间  
在加油站加油  
(科学与环境中心)



采用国际上 CNG 内燃发动机车辆通用的安全标准。除满足 AIS 024 安全标准和 AIS - 028 安全使用压缩天然气的实际需要外,也能适应 AIS 024 发动机改造成的也适合 CNG 车辆的安全使用要求。

- 对所有 CNG 公交车强制执行预先注册检验制度。
- 每一种柴油发动机都要有一个改造模型,而且这个模型必须是通过审批的新型车辆。

德里加速引进大量 CNG 车辆也需要检验设施和类型审批能力继续扩大和提高,以减少整个类型审批时间,达到一个合理的国际上可以接受的时间模式。

经验表明,对于消费者来说,还存在着一种附加管理风险,越来越让人费解。例如在如下情况时就可能产生这种风险:必须为每一

个柴油发动机提供可参考的模型以便使在用柴油车辆改造成 CNG 公交车。这使人们感到迷惑,不知道是否所有不同的车辆模型都要通过整个检测过程。因此认证机构建议应该出版一本说明书,来解释类型审批规则以及关于试验过程的相关文献,特别是改造过程中的文献。

### 自愿修理厂的作用

德里的经验涉及到许多不同的规定,并且包括一些工厂自愿提供与安全相关的发动机技术问题来提高改进措施。公交车辆火灾事故暴露了发动机技术上存在许多安全隐患,这些只有车辆在道路上运营时才能表现出来。这些隐患包括:高压输气管线缺乏足够的弹性,因而导致一些高压输气管线在车辆运行时从固定位置脱落;“脉冲圆盘”(一种压力释放装置或 PRDs)通常在车辆加油时有很高的失败率;由于高压输气管线的损坏而引起的事故;以及其他一些发动机安全问题。

公交车生产商已经开始致力于解决这些问题,并且正在寻找解决方法(改变管线,用一种可熔的热压释放装置来替换脉冲圆盘,改变设计以保证在漏气时气体能正确地排出等等)。但是持续监测仍然是必需的,因为这些研究表明,在高压管线的选材,底盘上的管线安装,联结装置的紧密性,排气管的压力释放阀以及改进点火系统等方面都有进一步改进的空间。

## CNG 的分配问题

在德里, CNG是由法院管理的市场, 在短期内必须建立完整的计划。但是满足预期需求增加的加油站设施却没有规划。这导致了加油延迟以及等待很长时间的问题。高级法院通过技术评估及时干预, 从而出现了许多正确的变化, 这些措施包括:

- 延长管线以增加在线加油站的数量, 降低子加油站的数量。
- 出于安全原因安装的气味分辨系统。
- 安装先进的喷嘴装置以缩短气体补充时间。
- 其他措施。

## 结论

还有几个问题需要解决, 但是在德里最迫切的和最重要的问题是消除燃料转换方面的问题。德里对汽油管线和柴油技术进行保护, 会增加很长的改进时间。德里经验证明, 其他城市在引进替代燃料和技术以改善空气质量时要面对多少挑战和压力。



图 26:  
德里 CNG 公交车加油站  
(科学与环境中心)

## 印度尼西亚苏腊巴亚市的 CNG

### 背景

1999 年 GTZ 开展了一项可行性研究, 将三辆汽油微型公交车改造成 CNG 车辆。

苏腊巴亚大约有 5000 辆微型公交车, 是印度尼西亚有 CNG 设施的几个大城市之一。印度尼西亚有丰富的天然气资源。该城市最大的出租车运营商从 1996 年就开始运营 CNG 出租车, 目前大约有 800 辆 CNG 出租车在运营。几乎有近 3000 个微型汽油公交车在现有气体管线 200m 范围内有运行线路, 在这些车辆中大约有 275 辆公交车投入运营不超过 5 年 (这是被认为改造车辆的最可行的车龄限制)。

### 研究发现

这项研究在印度尼西亚官方网站 [www.sutp.org](http://www.sutp.org) 上有详细说明。研究发现苏腊巴亚微型公交车使用 CNG 燃料在技术上、经济上、环保要求上以及社会效益上都是可行的, 这些公交车的运行线路都在气体加油站附近。以 1999 年燃料价格计算, 一辆微型公交车每天消耗平均 23L 汽油, 等同于每天所消耗的 CNG 量, 将会在 2 年内达到偿还 CNG 改造费用的盈亏平衡点 (BEP)。一辆平均每天只消耗 13L 汽油的微型公交车, 等同于每天所消耗的 CNG 量, 将会在 3 年内达到盈亏平衡点。随着这项研究的完成, 使用 CNG 的经济可行性进一步增加, 这是因为汽油价格从 2000 年 10 月开始上涨了 75%, 然而在同一时期, CNG 的价格只有稍微的上涨。

### 工作组以及意识的提高

苏腊巴亚方法的一个成功特点在于“工作组”机制的应用, 这包括在发展计划中有几个风险承担人。CNG 策略、基础设施以及资金支持等所有方面的关键分项都有各自独立的工作组。风险承担者包括微型公交车厂商、国有天然气公司、国有燃料公司、相关机构的官方部门、所有者或驾驶者协会以及其他一些部门。提高公众对使用 CNG 燃料的意识也是这场广泛运动的一个组成部分。

### 未来发展方向

尽管有地方强大的支持, 但是目前 CNG 的使用仍然没有一个很大的扩展。主要障碍在于国家对 CNG 变频设备和加油站基础设施投资缺乏强大的政策支持 (包括价格政策)。然而苏腊巴亚市政府将会在 2003 年有选择地资助官方车辆进行改造, 目的是为城市人民提供一个表率, 表明政府对清洁空气的关注。



CNG tank



苏腊巴亚 3 辆微型公交车试验表明, 尽管存在一些障碍, 包括只有很少的加油站设施, 以及中央政府对使用 CNG 燃料缺乏足够的认识, 但是使用 CNG 燃料在苏腊巴亚仍然是可行的。

\* 噪声测量是同欧盟 70/157 EWG 相一致的。

\*\* 排放量减少数据来源于欧洲汽车/汽油 II 项目和美国联邦政府关于替代燃料的报告数据。

重载车辆使用天然气作为燃料，其尾气排放减少量主要在于以下几个方面：

- CO, 70%~90%。
- 非甲烷有机气体, 40%~60%。
- NO<sub>x</sub>, 80%~90%。
- 颗粒物 (PM10), 90%~95% (注释: 大部分排放颗粒物来源于活塞头内部发动机润滑油超出正常界限, 并非是由于天然气燃烧所引起的) (能源信息部, 主页)。

### 天然气车辆对全球变暖的作用

许多人关注 NGVs 对全球变暖的影响 (GWP), 这是因为这些车辆排放出来的未燃烧的甲烷气体 (一种非臭氧形式的碳氢化合物) 总量已经超过了现有汽油车辆总碳氢化合物 (THC) 排放量的标准。实际上, 甲烷是一种温室气体, 但是同汽油车辆相比, 再来考虑 CO<sub>2</sub> 和甲烷, 不难发现, NGVs 的全球变暖效应 (GWP) 要比汽油车辆低 20%, 同时与柴油车辆相同或者稍微低一些。甲烷排放物的天然来源, 包括家畜棚、稻田、白蚁等等, 它们所产生的甲烷气体要比道路上行驶的成千上万的 NGVs 产生的甲烷气体高出很多。

例如, 德国环境部估计, 如果 10% 的柴油燃料被天然气所取代, 那么德国总的甲烷排放量将会在 0.0004%~0.17% 之间, 变化不同之处主要在于所使用的车辆类型的不同。

### 噪声排放

车辆产生的噪声给人类带来了严重的污染问题。特别的是, 天然气驱动车辆运行

起来要比柴油车辆安静许多。当车辆是作为公共交通工具运营时, 这一点就特别重要。柏林的天然气公交车项目记录了以柴油和天然气作为燃料的不同类型公交车的噪声排放情况。\*

图 27 表明了外部噪声记录的结果。这些测量值记录的是柴油和 CNG 车辆从公交车站加速运行直到车辆持续运行速度是 30km/h 和 50km/h 的噪声值, 所产生的噪声值差异大约为 1dB (A)。加速超车过程中有显著的不同, 天然气车辆的噪声值更大一些, 是 3.3 dB (A)。增加的 3 dB 等同于两倍的噪声效果 (柏林天然气公交车项目, 1998)。

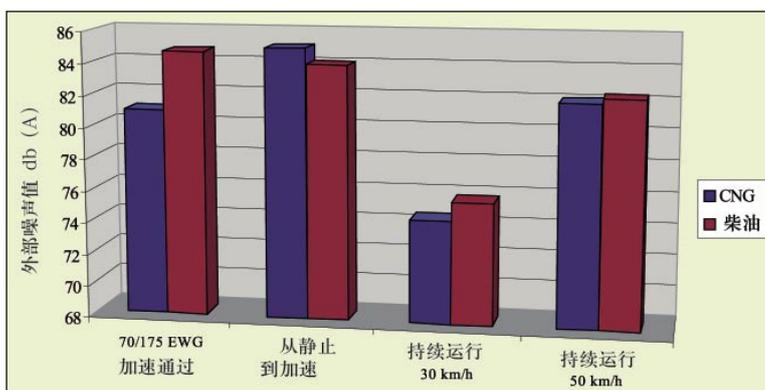
### 基于减少排放量的决策

许多政策制订者把 NGVs 看作是解决城市污染的一个办法, 其基础在于到底能够减少多少吨排放物。这可以通过成本/效益进行分析, 并且可以通过对比不同方法减少排放物的效果来作出比较。然而, 虽然减少排放量是政策决策者在制订决策时所考虑的一个因素, 但是在一个中型车队, 大多数 NGV 使用者都只看到经济利益, 而很少关注污染物排放。

倡导汽油和柴油车辆的支持者声称, 新型技术的出现, 伴随着清洁汽油和柴油的使用, 否定了使用天然气等替代燃料的可能性。他们认为:

- 新一代汽油车辆比以前任何一代都要更清洁。计算机控制技术、新的催化剂装置、低硫汽油都可以与某些但不是全部的轻载双燃料 NGVs 相媲美, 这是因为 NGVs 体系必须要平衡满足两种燃料的不同特性。而精心改造的 NGVs, 其尾气排放量很难降低, 即使是对那些电动车辆, 如果考虑完整的燃料循环过程所产生的排放量的话。
- 新一代柴油车辆, 特别是重载车辆, 也要比以前的柴油车辆更清洁。许多这种安装有新型催化剂装置和持续再生收集器装置的柴油车辆都需要使用低硫燃料, 而且, 许多这种车辆还没有经过长时间的耐久性和有效性测试。\*\*\*

图 27: 外部噪声对比: CNG 和柴油车辆



## 4. 天然气车辆运营的经济分析

### 4.1 柴油、汽油和天然气的成本

天然气价格与汽油和柴油价格的差异是决定改造 NGVs 经济性的最关键因素。另外一个重要因素是使用天然气的不同车辆它们所消耗的燃料总量。因为天然气通常要比其他燃料更便宜一些，所以一辆车消耗的燃料越多，那么当考虑 NGV 项目的经济性时它所带来的经济回报就越好。从通常的经验来说，如果天然气和柴油或者汽油的价格差异是30%（天然气更便宜），那么一个比较典型的车队可以在3~5年偿还改造费用，但是也有可能更长。当柴油或者汽油的价格比天然气价格高出50%时，那么回报期就会和传统的可接受的投资额度的回报期相同，大约在2~3年。但是这是一个非常宽广的一般性认识，因为在计算一个具体的项目的成本与效益的时候，还有许多因素需要考虑。

在一些国家，由于对天然气税收的减少，使得天然气比汽油甚至柴油有着更明确的价格优势。这种利益导致了NGVs的投资回报期大大缩短。

#### 欧洲燃料价格

由于税收，燃料价格有很大的不同。在整个欧洲，汽油税收率范围大约是64%~81%；柴油大约是54%~85%；天然气大约是0~65%（ENGVA，1996）。

- 三种燃料的售价清楚地表明，汽油是费用最高的燃料，随着辛烷含量的不同而不同；柴油是另一种高价燃料，天然气最便宜。
- 私人的中心供给燃料车队会直接从批发公司处购买大量燃料，这样燃料价格会比通常的公共加油站燃料价格低一些。
- 公共交通公司通常会从特殊的柴油税收优惠上获益。
- 然而和相对于汽油价格，柴油燃料的价格会发生改变，这是因为考虑到公众健康和柴油颗粒物之间的潜在的联系，一些

国家已经开始改变他们的燃料税收政策。

相对燃料价格，特别是税率，在不同的国家，由于政府环境政策倾向于所谓的“清洁”燃料或者“环保”燃料的不同，也是有所不同的。例如（在公布时期）在瑞士，如果天然气不是由再生生物气体资源生产而来，那么其价格要比柴油或者汽油都要高，而由再生生物气体资源生产出来的天然气，没有燃料税，其价格要比柴油或者汽油便宜。在德国，在2009年以前，天然气燃料税被限制在汽油燃料税的15%以内。

#### 天然气价格

天然气作为车辆燃料，其价格有很大的不同，甚至是在一个国家内也有所不同。这是由许多因素造成的：

- 不同的天然气公司售价不同。
- 一般来说，很少有天然气公司会建立“天然气车辆比例”，将天然气卖给交通部门。
- 传统的天然气公司是按照“下降块率”来出售天然气的。也就是说，一个顾客使用的天然气越多（以“块”来计算消耗率），那么天然气的单位售价就会越低。因此，居民顾客倾向于支付最高的单价，而消耗大量燃料的大企业客户其支付的天然气单价要低一些。

然而许多天然气公司都正在以大多数顾客都能接受的最好的价格把天然气作为车辆燃料来出售，以便在与汽油和柴油的竞争中更具优势，因此，为NGV顾客带来了最高的经济利益。同样，天然气公司不像柴油和汽油公司那样，它很愿意签订长期的燃料合同（2~5年）。这可以改善和进一步稳定天然气价格。对于大型车队，例如城市公交车队，这可以提供强大的经济动力，相比而言，柴油价格易于随着不同的经济条件而产生波动。

因此对于车辆顾客，重要的是要与地方天然气供应商保持紧密联系和磋商，以便获得相对于柴油和汽油来说最好的天然气单价。

## 4.2 天然气车辆的投资回收期

除了燃料价格，投资成本也是决定天然气车辆回报期的一个关键因素。现在，由于天然气车辆生产数量很少，NGVs的售价

相对于柴油或汽油车辆来说要高。表4列举了购买NGVs所需要的额外成本。

投资NGVs的回报期是通过应用额外投资、维护和燃料成本模式来计算的。

表4：NG 车辆的额外成本（不完整）

生产商	车辆类型		额外净成本（欧元）
	b = 双燃料车辆	m = 单一燃料车辆	
原装设备生产商			
BMW	316g 小型车 (b)		3000
Daimler Chrysler	跑车 (m)，不同的改装版		5000~7500
FIAT	Marca (b), Multipla (b), Multipla (m)		1500
Honda	Civic GX (m)		1750
Iveco	消耗35.11CNG (m) 消耗49.11CNG (m) 重载卡车 MH 260 E CNG (m)		5000
MAN	低底盘链接公交车 NG232CNG (m)		40000
	低底盘链接公交车 NG313CNG (m)		57500
	低底盘标准公交车 NG232CNG (m)		37500
	重载卡车 LT 38 K 06 CNG (m)		37500
授权制造商			
Ford, GFI Mainz	Ford Ka		3300
	Ford Fiesta Limousine, 60 l 油箱		3350
	Ford Fiesta Limousine, 80 l 油箱		3400
	Ford Mondeo Turnier		3350
	Ford Galaxy		3450
	Ford Fiesta Courier		3050
	Ford Transit van, 80 l 油箱		2950
	Ford Transit van, 2 × 80 l 油箱		3850
	Ford Transit Pick-up		4500
Volkswagen, IVA Berlin	VW polo 1.4		4400
	VW polo Variant 1.6		4450
	VW Caddy 1.4/1.6		4250
	VW Golf IV 1.4/1.6		4500
	VW Golf III Variant 1.6		4300
	VW Passat, VW Passat Variant 1.6		4850
	VW T4/2.0		4650
	VW LT II 2.3		5700

表5：德国天然气车辆回报期决定因素

		Multipla 天然气车	Multipla 汽油车	Multipla 柴油车
额外车辆成本，含VAT		1750 欧元	—	1750 欧元
燃料价格，含VAT		0.58 欧元/kg	0.97 欧元/l	0.76 欧元/l
消耗		5.6kg/100km	8.60l/100km	7.90 l/100km
燃料成本		3.25 欧元/100km	8.34 欧元/100km	6.00 欧元/100km
燃料节约成本	* 相对于柴油	2.75 欧元/100km		
	* 相对于汽油	5.09 欧元/100km		
回报：	* 相对于柴油	0km		
	* 相对于汽油	34381km		

燃料成本依赖于两个因素，燃料价格和燃料消耗量，这由发动机效率所决定。与柴油车辆能量消耗相对比，汽油和天然气车辆的一个共同的必要的基础在于用  $\text{kW} \cdot \text{h}$  表示的燃料热量利用值低。表5表示了FIAT Multipla车型的回报期计算过程。另外一个同样的计算天然气公交车回报期过程的例子需要用到以下一些重要参数：

- MAN 标准车辆：柴油消耗量为  $40\text{L}/100\text{km}$ ，天然气消耗量 ( $11\text{u}10\text{kW} \cdot \text{h}/\text{Nm}^3$ ) 为  $55 \text{ N} \cdot \text{m}^3/100\text{km}$ 。
- MAN 小型车辆：柴油消耗量为  $52\text{L}/100\text{km}$ ；天然气消耗量：( $11\text{u}10\text{kW} \cdot \text{h}/\text{Nm}^3$ )：  $72 \text{ N} \cdot \text{m}^3/100\text{km}$ 。

结论是，NGV Multipla 车辆在低于  $35000\text{km}$  下就可以达到回报期。对于其他车辆来说，也可达到相似的回报期数值，这依赖于额外投资成本的总量，例如Honda Civic车辆是  $53000\text{km}$ 。

天然气车辆的初期维护费用预计要比传统的车辆稍微高一点，这是由天然气发动机和燃料箱的高技术效应所引起的“学习曲线”效应而产生的后果。过了初期之后，维护费用甚至会比传统车辆低，因为使用天然气只会造成很小的汽缸、线圈以及火花塞磨损降低。然而，有两个或者更多的因素会使换油间隔增长，因为天然气车辆更重，预计轮胎摩擦会更严重，特别是对公交车来说。

对于小汽车和轻载车辆，维护费用估计是改造成本（不包括贮藏瓶的费用）的  $5\%$ 。高压罐的年检费用总量大约是  $50$  欧元（BGW，1997年）。

车辆税也会影响回报期。一些国家减少“清洁”车辆的车辆税，例如德国，满足欧洲3排放标准的车辆是不征收车辆税的。另一方面，当车辆税是以车辆重量为基础时，天然气车辆在投资上就处于劣势。

另外，根据国家经济情况，由于降低排放从而减少了外部成本，这一点也应考虑在内。

## 5. 使用指南

### 5.1 室内停车场

天然气车辆可以安全地停放在室内停车修理厂吗？如果发生漏气怎么办？会发生爆炸吗？

因为天然气比空气轻，如果发生泄漏，天然气会分布在上部。天然气有相对较低的燃烧范围，和空气相比天然气的燃烧范围在  $5\% \sim 15\%$ ，这使得在完好的通风状况下天然气很难被点燃。通风系统需要和修理厂的屋顶相配套，允许泄漏的天然气能安全地排出室外。

#### 两种类型的修理厂

虽然停车修理厂有很广泛的设计形式和不同的建筑管理法规，但是它们都具有两个共同的要求，即开放的停车空间和排出车辆释放出来的CO的通风。有两种典型的通风系统可以使用，即四面敞开建筑物的自然循环通风系统和非开敞建筑物的动力循环通风系统。这些特征都可以排除天然气泄漏所带来的影响。

#### 权威研究表明使用CNG是没有问题的

一项划时代的有关天然气使用的权威研究已经在纽约完成，并且已经在许多大都市地区应用，以鼓励城市管理者像对待汽油和柴油车辆那样来对待天然气车辆。这项研究应用了非常复杂的模型和试验测试，发现：

“如果发生小部分气体泄漏，除了泄漏点周围几厘米范围内，其他地方是没有任何危险的，在修理厂的任何地方也没有聚集的气体。在最坏的状况下，天然气汽缸完全漏气，确实会在修理厂内导致易燃的气体混合物，但是这种状况会很快改变，因为气体会很快通过通风系统从通风口处排放到外面开敞的空间。在任何时候，只有一小部分泄漏的天然气存在于易燃区域，在修理厂内不会有持久的聚集气体存在。修理厂内气体最大浓度总是几秒钟几秒钟波浪式的起伏，在达到最大

浓度后,即迅速下降。

一辆 CNG 车辆不会给停车修理厂带来任何的特别危机;也就是说,CNG 车辆带来的危机等同于或者小于汽油车辆所带来的危机。这个结论对自然循环通风设计修理厂和动力循环通风设计修理厂都是同样有效的,并且对我们通常所碰到的每一种类型的公共停车修理厂都是适用的。某些特殊情况并不包括在内,例如修理厂没有通风设备,没有屋顶排气设施或者修理厂安装了低流量 CO 探测器。总的来说,在公共修理厂停车并不是 CNG 车辆安全性的一个主要问题。”(Ebasco Services Incorporated, 1991)

## 5.2 天然气车辆在意外事故中的安全性

天然气驱动车辆,携带有高压汽缸,经常被认为需要对其在交通意外中的安全性给予更多的关注。通过对许多不同交通事故数据的系统分析,清楚地表明压缩天然气车辆和传统汽油燃料与柴油燃料驱动车辆一样安全,甚至更安全(DNV 技术报告,附件9,1992年)。

所有燃料,包括液体和气体燃料的安全法规一般都会保证在正常运营条件下发生火灾事故的危险都是最小的。因此一般来说只有在发生碰撞或者设备损坏情况下才会发生危险情况。

美国对从1987~1990年累计交通里程达到2亿7千8百万英里的超过8000辆车辆所作的一项调查发现,NGVs单位交通里程(VMT)的损坏率要比汽油车辆的损坏率低37%,比所有注册的汽油车辆的损坏率低34%。除了低的损坏率,在调查中发现NGVs没有人员伤亡记录。调查中发现汽油车队人员死亡率达到了每一亿VMT中有1.28个人死亡。美国所有汽油车辆平均死亡率是每一亿VMT2.2人(1ANGV主页)。

NGV有如此优越的安全记录有两个基本原因:NGV燃料系统结构的完整性和天然气燃料的物理特性。

NGVs的燃料储存罐要比汽油燃料箱坚固得多。例如,在美国NGV储存罐的设计要经过许多必需的“严格的不良使用试验”的测试,

比如热量和压力极限测试,炮火、碰撞以及火灾测试。

加厚铝制汽缸、钢制汽缸或者100%合金材料汽缸都可用作天然气燃料的储存罐。这些汽缸都是在严格的规定下进行生产和测试的,并且都能承受要比汽油燃料罐严格许多的不良测试试验。NGVs在每小时52英里的速度下进行碰撞试验,车辆会发生完全的损坏,但是压缩天然气汽缸几乎没有一点损坏。大火和炸药试验会使汽缸的温度和压力超出具体极限值,试验表明压缩天然气汽缸仍然能够经得住考验并且保证安全。而且,燃料系统的组成部件都会经过物理保护和固定以便将在碰撞情况下发生损坏的可能性降低到最小。当然,对于整个燃料系统来说,这种汽缸并不是不可破坏的,应该进行定期检测以确保不会发生表面损坏。

天然气汽缸安装有压力释放装置和关闭阀,可以在管道破裂或者发动机熄火(例如在交通事故中)时切断天然气的供应。为了避免在火灾中发生爆炸的危险,防爆隔膜和保险丝能够确保在由于过热而发生破裂之前有控制地释放并且燃烧高压气体(DNV技术,附件10,1992年)。

虽然天然气燃料储存罐要比汽油燃料储存罐坚固得多,但是包裹在燃料箱外部的合金材料仍然要比那些在不良试验条件下测试的金属材料更容易遭受物理损坏。由于这个原因,NGV汽缸上的合金材料必须经过正确处理。经过几次由于某种类型的化学作用或者包裹在汽缸外部的合金材料发生损坏从而导致的天然气汽缸发生破裂的意外事件之后,现在已经开发了一种新型材料,可以减少发生损坏的危险,因而提高了安全性。

另外,NGV燃料系统是“密封”的,这可以阻止气体逸出或挥发损失。即使在NGV燃料系统发生泄漏的情况下,天然气也会散布在空气中,这是因为天然气比空气轻,而且它不会像液体燃料那样汇集在地面。天然气还是一种有气味的的气体,因此任何泄漏都会及时被发现。天然气不是一种有毒和腐蚀性气体,而且不会污染地下水。天然气燃烧后不会产生大量

的乙醛或者其他有毒物质和挥发性有机混合物，而这些对于许多其他燃料来说都是一个问題。

### 5.3 加油的安全性

天然气是通过设计的密封系统注入到车辆中的，这种密封系统可以使天然气进入车辆而没有丝毫的泄漏。分配器使用 ANSI NGV1 型喷嘴，如果喷嘴没有连接到车辆上的接受器插口上，天然气是不会流动的。

在车辆开走而喷嘴仍然连接的情况下，这时安装在加油管内部的内嵌式断开装置会切断这种连接。从压缩机流出的天然气也会在瞬间被一个单向阀阻断，这样就避免了对加油站的损坏。同时，车辆上的单向阀也会自动关闭，停止进一步向油箱内输入燃料 (Stäubli, 1998)。

## 6. 进入市场

### 6.1 天然气公司的支持

进入 NGV 市场的天然气能源公司，其客户也有稍微的不同。有些客户是极其热心和有益的。其他的可能还没有进入 NGV 市场的计划，其作用也会小一些。如果一个公司不是非常热衷于车辆市场，那么当你去寻找天然气公司帮助的时候，就会感到失望。向任何一个天然气公司下属的运输公司咨询一下也许会有所帮助。另一种方法是，从国家天然气协会或者 NGV 协会寻求帮助。

#### 你在寻找什么？

当你进入天然气公司时，你可能在寻找下列信息：

- 车辆信息。
- 加油站信息。

### 当燃料分配器不工作的时候

#### 芬兰赫尔辛基市的经验

在2000年1月一个周六的清晨，HKL Ruskeasu CNG加油站的压缩机出现故障不能工作。通常这个加油站会为大约30辆CNG公交车服务，其中有22辆是属于赫尔辛基市公共交通公司HKL的车辆。一些就地修理的尝试失败之后，证实这个加油站要停业大约2个星期，因为损坏的部件必须运送到意大利去修理。

CNG公交车在投标竞争中就被指定用来运营特殊的线路。如果运营商不能在这些线路上运营指定的车辆，那么就会受到处罚。同时，在非常短的时间内找到22辆公交车的临时替代车辆也并非易事。因此，目标就是使CNG公交车尽可能快地运行起来。

Ruskeasu CNG加油站为了避免这种由于CNG加油站损坏而造成的运营中断，计划在Pirkola建造一个小容量加油站（每天15辆公交车），它将时刻保持运营状态。然而，在Pirkola加油站给前11辆HKL公交车加油的时候，在其CNG油箱内发现了一些油料沉淀物，因此HKL事先已经加油的11辆新的公

交车不能在Pirkola加油站加油。所以这11辆公交车没有其他办法只能暂时退出服务，等Ruskeasu加油站修理好。

糟糕的是，第一次在Pirkola加油站给剩余车辆加油时失败了。突然之间，所有22辆公交车由于缺乏燃料而不能运营。经过几个小时的维修和两天的CNG燃料短缺之后，在星期天的晚上终于在Pirkola加油站可以补充燃料了。为了保证较旧的至少11辆公交车正常运营，决定整晚加油，因为加油站每一个加油循环过程要历时45min。这意味着有一位加油站工作人员必须上两周的夜班给这11辆公交车加油。

当新部件从意大利运送到Ruskeasu加油站开始再次工作的时候，这件事情也就最终结束了。因为是在担保期内发生故障，所有的修理费用都由加油站设备生产商支付。而其他由于公交车不能运营造成的时间和费用损失由CNG加油站承包商支付，这是在HKL签订的加油站承包合同中规定好的。虽然这件事以令人愉快的结局而告终，但是它却启示我们必须重视所有部件的备用工作，必须有良好的后备支持系统和良好的维护工作，在与燃料供应商签订合同时要考虑到一旦燃料供应暂时中断，不要让公交车运营商陷入麻烦之中。

- 天然气价格信息。
- 来自于地方或国家政府的 NGV 计划和补贴信息。

天然气公司能够帮助你决定车队“规模”的大小；也就是说，决定你所需要的压缩机的大小以帮助你给车辆加油。这是由许多因素决定的，包括：车辆总的燃料储存量、日行驶距离、燃料消耗量以及加油模式，是一天加一次油还是加多次油。另外，天然气公司还可以帮助你决定最好的车辆改造方式，如果这由你来选择的话。或者，许多公司与原装设备生产商 (OEMs) 签订合同，由它们提供相关的 NGVs 信息以及将车辆改造成 NGVs 的公司的信息。

### 6.1.1 加油站的建立

不同的天然气公司有不同的安装方法，也会有不同的资金资助方案。这里列举一些当你在讨论加油站设备安装时所能看到的例子：

- **用你自己的资金来安装。**如果车队是集中补充燃料并且通常是你自己负责加油操作（例如在大型车队里），那么最可能的方法就是你自己投资来安装压缩机。
- **创造性的方案也是有可能的。**只要天然气公司主要是由 NGV 部门来推动运行的。实际上一些车队允许其他公司的车辆在自己的加油站加油（你应该咨询一下是否自己的车队同样也可以这样）。有时候在你公司范围之外的地方安装一个燃料分配器是有可能的，这样以便其他车队可以加油。在这种情况下，如果需要，天然气公司可以安装电脑系统，从而可以使天然气公司按月给客户开出账单。
- **公共加油站。**一些国家非常积极地建立加油站。因此使用公共加油站的设想，就像柴油和汽油加油站那样，就有着特别的吸引力，而且这并不需要 NGV 客户支付额外的任何费用。

如果你想投资建立自己的加油站系统，那么天然气公司会在法规、安全标准以及加油站的准备和建设等所有方面为你提供帮助。另外，它们还可以直接引导你同任意数量的同样可以

帮助你的私人承包商接洽。在这种情况下，天然气公司能够帮助你建立标书，提供给不同的承包商以使你获得最有竞争力的投资预算。

建立加油站系统的复杂性是各不相同的，这依赖于加油站的规模，你所处位置的特点以及是快速加油，还是慢速加油，或者两者都有。与天然气管线必要的连接设施以及电力设施同样也需要在现场安装好。同样，地方天然气公司或者承包商会再一次向你提供帮助。

停车修理厂的类型也会影响工程的执行和人员成本。例如在赫尔辛基市，柴油公交车有自动的室内加油站，而 CNG 加油站都在室外，并且需要人员进行维护。这意味着加油站员工不能在加油时间清洗车辆或者检查油箱、补充其他液体等等。而柴油加油站就可以这样做。天然气公交车必须首先在室外补充燃料，然后再向其他地方调动行驶，这也需要额外的时间。在潮湿阴冷的天气，这也会影响维护人员，不愿意接受对这些车辆的维护工作。

### 6.1.2 服务

天然气公司或者它的一个地方承包商都应该为你的加油站提供服务。为保证你的车辆在道路上正常运行，加油站的稳定运营非常关键，预先同天然气公司或者其服务公司建立服务期限和条款是非常重要的。每一个人都应该意识到，机械装置肯定要损坏或者需要修理。像加油站这样的重要设施，重要的是出现问题后，服务都应该及时跟上。对于一个庞大的车队来说，后备支持系统是很关键的。可以向天然气公司寻求那样的技术支持。

## 6.2 政府的支持

现在在不同的国家，有越来越多的项目为 NGV 客户提供资金以及其他鼓励措施。这包括税收激励政策（贷款、减免等等），其他资金激励政策例如授权购买车辆或者建造加油站。在某些情况下，清洁燃料车辆在某些地方应该允许免费停放，或者可以驶进通常只为出租车和公交车专用的交通车道上。地方天然气公司代理机构或者国家天然气（或 NGV）协会应该对你所在领域的相关激励项目有明确的了解，可以建议你到哪里去寻求更多的信息（参见部分 9：你能得到更多信息的有用的信息源）。

## 7. 现有的标准

标准是系统地开发一项新技术的非常重要的指导文件。早期的标准是为了协调NGV技术保持一致，方便货物交换，增加安全性和/或保护个人、货物和环境，这也正是欧洲的服务目标，保障消费者利益（低价，更多的选择余地）。

一个好的标准会给出安全的设计，定义工艺过程，用文字形式给出随后的安全和可靠性水平。

天然气车辆技术为了满足这一要求，欧洲标准委员会 CEN (Comité Européen de Normalisation) 和国际标准化组织 ISO 共同合作建立了欧洲水平的天然气车辆技术标准。

### 已获批准的国际标准

- ISO ISO/DIS 11439: 天然气车辆车载高压燃料储存汽缸标准

### 正在审批的国际标准

- ISO TC22/SC25/WG1: 加油连接器标准 (CEN 技术委员会, SC 下属委员会, WG 工作组)。
- ISO TC22/SC25/WG2: 车辆燃料系统的设计原则和安装方法。
- ISO TC22/SC25/WG3: NGV 燃料系统组成。
- ISO TC58/SC3/WG11: 合金天然气汽缸。
- ISO TC58/SC3/WG17: 车载高压天然气储存汽缸。
- ISO TC193: 天然气用作车辆压缩燃料的组成设计。
- CEN TC23/SC1: 车载高压天然气储汽缸。
- CEN TC326/WG1: 加油站安全。
- CEN TC326/WG2: NGV 燃料体系。
- CEN TC326/WG3: 天然气加油操作安全。

CEN 技术委员会 326 是欧盟负责制定 NGV 设备标准的主要组织。它包括制定欧洲加油站系统、车辆燃料系统、天然气车辆改装的天然气安全标准的工作组 (WG)，WG1 主要负责室内和室外加油站的关键的安全问题，设计和建设问题，以及建立室内和室外加油站的相关规程。

WG2 主要负责制定与 NGV 燃料体系相关的从加油喷嘴到发动机改造系统等的安全、设计以及结构标准。这包括车载燃料储存体系，压力释放装置，汽缸阀门以及汽缸安装的相关法规的制定。

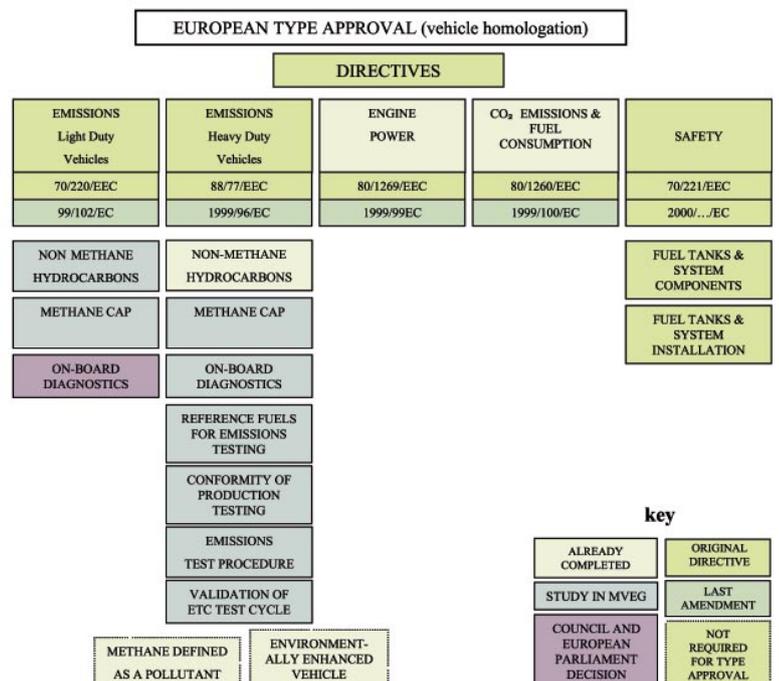
WG3 主要负责运营过程中所出现的问题：

- 加油过程中消费者质量保证，特别是安全的加油条件和乐观的加油费用。
- NGV 改造技师、故障诊断技师和修理技师的认证。
- 为 NGV 修理厂和车间推荐所需要的服务。

关于 NGV 标准的更详细、更新的信息请参看 IANGV 的主页：[www.iangv.org/sources/standards.html](http://www.iangv.org/sources/standards.html)。

另外，欧洲委员会还制定了几个指导文件，以管理欧洲车辆认证标准（见图 28）。

图 28: 欧洲车辆认证分类审批



## 8. 案例研究

### 8.1 Entire 案例

欧盟工程项目 ENTIRE，是由 DG TREN 的 THERMIE 项目资助的，这个项目是用来证明减少污染会带来多少经济效益以及如何提高城市地区公共交通能量利用效率的。ENTIRE 项目涉及到 7 个欧洲伙伴城市和地区，12 个应用项目以及关于可持续城市交通系统关键技术的整合。在这些城市和地区之间，通过互相的技术和信息交流，由此带动其他地区的发展。

这个项目的一个合作伙伴城市是科隆市。在科隆，有许多不同的替代燃料，这些燃料正在接受它们作为传统石油燃料的替代品潜力的检验。在这些替代燃料中，压缩天然气 (CNG) 是目前最成熟的一项技术。然而，在竞争激烈的燃料市场中，由于现有天然气车辆数量很少，因而大量引进这种极具前景的技术，经济上受到一些不利因素的阻碍。NGVs 的示范项目，也是为建立地方市场，进一步便利这种技术应用的一个很好的工具。

科隆示范项目是在同临近城市 Brühl 和 Irüth 以及联合邮包服务商业公司 (UPS) 的紧密合作下进行的。Irüth 引进了一种单一燃料的 CNG 垃圾车，而 Brühl 引进了两种单一燃料的垃圾车，用于各自的废物收集工作。这些卡车在地方公用事业公司下属的两个天然气快速加油站加油。

UPS 将其四辆 Citroën P 36 型邮车从柴油型转换成单一的天然气型车辆。这些改造车辆主要为邮政快递服务，并且利用公共的 NGVs 加油站。所有的车辆都在统一管理模式下运行，以比较它们与柴油车辆的不同。

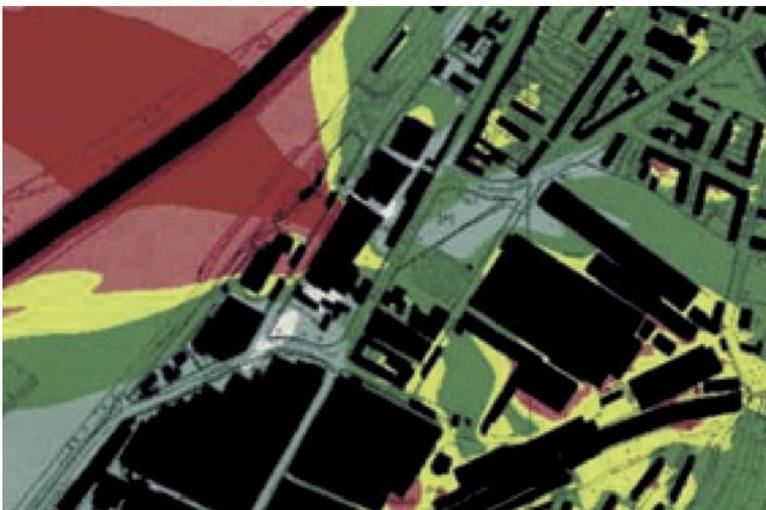
这个应用项目的客观目标是建立地方能源消费者和污染排放源头的综合信息框架，为提高能源利用率和减少空气污染的城市规划项目提供详细的内容。用户团体由地方和地区政府以及公共事业公司组成。除了简单的环境监测外，这个概念还包括开发和实现一种合适的平台，以建立能源平衡机制以及实现可靠的环境变化仿真，同时为阻止那些对城市环境和公众健康造成威胁的能源消费者以及污染源提供决策工具。

为了这个目的，将大量的使用者信息综合成一个包含有不同数据的网络系统，即综合环境信息与管理信息系统，为每一个使用者提供它们所需要的服务和程序的公共实用平台。在这个关系中，最关键的任务就是实现先前孤立的数据源和不同环境领域的能源利用及污染物扩散的仿真模型同步之间的相互联系。更多信息可以从该项目的主页上获得：[www.entire.org](http://www.entire.org)。

### 8.2 欧洲城市的天然气车辆以及它们与城市交通管理的整合

欧洲 NGV 项目涉及了 7 个欧盟成员国中的 14 个城市中的 300 多辆不同类型的天然气车辆，包括传统的链接公交车、出租车、垃圾车、邮政车、小汽车、服务车以及卡车等。这个项目是由欧洲委员会、DG

图 29：  
微型排放模  
拟图



XVII 合作资助的。

所有的300辆车主要来自于欧洲原装设备生产厂(OEMs),都采用了先进的天然气车辆生产技术,现在它们即将进入市场或在投入使用的初期阶段。NGVs这些NGV车辆应用最新的清洁燃烧重载发动机技术,其自我适应重载和轻载系统的设计能够满足欧洲天然气组成范围广泛的要求。

欧洲NGV项目包括首次在欧洲将生物气体用于重载和轻载OEM车辆以及瑞典的Göteborg和Eslöv的示范项目。这个项目证明,农业和城市垃圾都可用来生产作为清洁燃烧车辆燃料的天然气。这种“环保型闭合圈”通过将废弃物转化成低污染物排放的垃圾收集车的燃料,为我们提供了一种解决废弃物管理问题的方案。

其他的合作伙伴证明了NGVs的多方面用途,集中在:

- 在德国的奥格斯堡、法国的科尔玛和波瓦第尔、意大利的罗马和爱尔兰的都柏林,应用清洁的安静的公共交通工具。
- 在德国的科布伦次,瑞典的哥德堡,比利时的梅希兰以及荷兰的哈勒姆、阿姆斯特文和费尔森,进行私人车辆的成本-效益分析。
- 在比利时的伊克塞勒、根特和梅希兰,以及荷兰的费尔森,评估了垃圾车的最佳运输方案。

欧洲NGV项目为天然气技术长期的实际应用提供了经验,证明了乘客和使用者的接受程度,同时也提供了天然气车辆的操作和维护经验。对NGVs的经济活力也进行了仔细评估。

欧洲NGV排放量检测综合项目是为了获得减少潜在排放量的数据而设计的。它的目标是为官方提供能够用于证明不同的燃料,特别是NGVs和天然气车辆成本-效益的排放量数据。这要收集许多车辆的排放量对比数据,包括小汽车、出租车、小货车、公交车和垃圾处理车。这个项目的结论

量化决定了NGVs同传统汽油和柴油车辆相比而具有的环保优势。在评估过程中,车辆生产商提供的排放量数据也考虑在内。这个项目还对天然气清洁燃烧发动机技术和工作时 $\lambda = 1$ 的天然气发动机技术进行对比。另外,寿命周期分析也为确保对环境逆向影响以及交通系统成本分析提供了工具(从开始到结束的路径)。

最后,这个项目给出推荐结论,在不同条件下,究竟应用哪一种天然气车辆和检测技术以及使用哪一种运营系统,都要由交通结构和出行需求决定。

### 8.3 ZEUS-城市中零排放和低排放车辆

激发ZEUS的动力是想提高交通工具的能量利用率,减少交通污染物排放量。这需要一个宽广的途径,包括各种不同的替代燃料车辆的应用,城市出行规划,公众意识的提高以及所有的优势合作。

ZEUS的合作伙伴有斯德哥尔摩(协调人)、亚琛、阿莫卢索、不来梅、考文垂、哥本哈根、赫尔辛基、卢森堡、巴勒莫和卡姆登的伦敦自治区、默顿、索斯韦尔以及萨顿。这个项目从1996年后期开始,一直持续到2000年6月。

ZEUS致力于消除阻碍零排放和低排放车辆市场的障碍,这些障碍包括车辆的高成本,缺乏加油站和维护基础设施,技术发展不足,缺乏市场激励。把应用天然气车辆和有远见的城市出行措施结合起来的的城市能够提供更好的出行方式,这种出行可能会更清洁、更高效,从长远来看,可能会更便宜。

#### ZEUS项目中的CNG和生物气体

ZEUS项目中包括超过350辆的CNG和生物气体\*车辆:客车,货车,公交车,垃圾车,城市车队车辆,公共交通工具以及公用小汽车等。这些车辆总共节约了至少600000L的汽油和柴油,并且减少了大约

\* Stockholm也使用由污水处理生产的生物气体燃料。生物气体燃料运输车将气体运送到几个为小汽车和垃圾车加油的地方加油站。ZEUS中积极推行生物气体的经验推动了几个新建生物气体加油站计划的实施。

## ZEUS 参考指南

ZEUS 为那些执行替代燃料车辆的城市出版了一本参考指南, 以及一系列专题问题报告, 在深层次上覆盖了诸多课题。可以通过 ZEUS 项目主页与项目组领导取得联系: [www.zeus-europe.org](http://www.zeus-europe.org)。更多信息参见部分 9。

400t 的 CO<sub>2</sub> 排放物。通过购买天然气燃料, 使得市政当局说服了 CNG 供应者, 让他们来承担相关基础设施的部分费用, 从而为政府降低了成本支出。在巴勒莫市, 由于 CNG 加油站的兴建, 使得地方交通部门又购买了另外 27 辆公交车。ZEUS 还促使建设了另外几个新的加油站。在执行 ZEUS 项目期间, 不来梅市的 CNG 消耗量翻了两翻。在 Stockholm, 生物气体的销售量翻了 3 倍多, 达到每年 180000Nm<sup>3</sup>。ZEUS 的经验给那些有兴趣使用 CNG 和其他替代燃料的城市提供了许多建议:

1. 通过大量购买来减少和控制零排放和低排放车辆的高额边际成本。充分利用现有的购买补贴, 平衡考虑长期和短期因素。
2. 通过直接投资基础设施或部分投资、规划选址、监测使用等方式在提供加油服务和提供更多的加油机会中发挥积极作用。
3. 当监测车辆时, 待检车辆应该处于“绝对真实”的状态, 人工记录其自动补充系统。
4. 在城市服务车辆或公用小汽车中应用非常成熟的替代燃料技术。双燃料车辆应该是一种过渡车辆; 它们的效率不高, 但是可以建立一个专有的天然气车辆市场。
5. 一次只采用一种类型的燃料, 以避免在向清洁车辆过渡时产生混乱。考虑单一的燃料供给合同, 简化服务和维护规划。
6. 对替代燃料车辆的服务和维护进行规划。在征购前期就要确保维护、培训支持以及备用零件等问题得到很好的解决。在过渡期内允许有时间超出, 并且对所有的技师、驾驶员以及安全人员进行培训。
7. 将增加使用者的认可程度, 通过市场调查、对示范的车辆和基础设施张贴清洁、传授有关替代燃料车辆或示范车辆的直接使用经验。

## 9. 信息来源

### 清洁燃料基金会

清洁燃料基金会是世界上第一个、公共会员性质的慈善组织, 它的唯一目标就是致力于在美国推广先进的清洁替代燃烧的生产: 1730 K Street, Suite 304, NW Washington D.C.,

Tel: +1 202 508 3887;

Fax: +1 202 337 3759;

E mail: [all@cleanfuels.org](mailto:all@cleanfuels.org)



图 30:

ZEUS 项目采购并且投入了 1000 多辆零排放和低排放机动车和 600 辆自行车。ZEUS 涉及到的车辆有小汽车、货车、公交车、卡车以及大量的使用替代燃料的车辆。

### 清洁燃料网

清洁燃料网在其网站上提供了能源生产企业新闻、天气情况、股市报价和价格数据等信息。提供了与大量在线企业出版社的链接, 以及与大量的正在不断增加的能源生产企业网站的链接。网站未来的发展内容和特点是服务于终端用户, 能够让企业参与者同那些登录能源公司网站的客户开展电子商务业务。网址: [www.naturalgas.com](http://www.naturalgas.com)。

### 欧洲标准委员会 (CEN)

CEN 的任务是提高欧洲非官方技术同世界团体以及欧洲合作伙伴之间技术的协调性。这种协调性减少了贸易壁垒, 提高了安全性, 允许产品、系统以及服务和互间通用, 提高了技术的共用性。在任何可能的地

方, CEN都与其他欧洲团体以及国际标准化组织 (ISO) 合作。网址: [www.cenorm.be](http://www.cenorm.be)。

#### Erdgas Mobil

这是由德国 BGW, Bundesverband der deutschen Gas und Wasserwirtschaft e.V. 主办的网页。BGW 代表德国天然气公共公司、水厂和污水处理厂, 解决所出现的政治、经济、经济技术和法律方面的问题。德国加油站的位置可以从以下网站获得: [www.erdgasmobil.de](http://www.erdgasmobil.de),

E mail: [info@erdgasfahrzeuge.de](mailto:info@erdgasfahrzeuge.de)。

#### 欧洲汽车生产协会 (ACEA)

ACEA 成立于1991年, 它是一个先于EU和其他国际机构成立的保护和代表欧洲汽车工业13个成员利益的专业团体。Rue du Noyer 211, B 1000 Brussels,

Tel.: +32 2 7325550,

Fax: +32 2 7387310,

网站: [www.acea.be](http://www.acea.be)。

#### 欧洲天然气车辆协会 (ENGVA)

欧洲天然气车辆协会 (ENGVA) 是一个非赢利组织, 它的目标是通过创建良好的政治和经济环境, 在整个欧洲建立可持续的赢利的天然气车辆市场, 鼓励发展天然气车辆技术以及兴建天然气加油站基础设施。Spaklerweg 28, NL 1096 BA Amsterdam, Tel.: +31 20 5973100,

Fax: +31 20 5973000,

Email: [info@engva.org](mailto:info@engva.org),

网址: [www.engva.org](http://www.engva.org)。

#### FordonsGas

FordonsGas 的网页提供了瑞典天然气加油站的位置信息: [www.fordonsgas.se](http://www.fordonsgas.se)。

#### 天然气研究机构 (GRI)

GRI 管理着天然气工业的综合研究、发展以及商业计划工作。GRI 的任务是为天然气市场和相关的能源市场提供高质量的技术、信息

和技术服务。网址: [www.gri.org](http://www.gri.org)。

#### 国际天然气车辆协会 (IANGV)

该协会成立于1986年, 其任务是开展国际 NGV 企业论坛, 倡导 NGVs。现在, 它拥有 200 个合作者和个人成员, 分布在 35 个国家。IANGV 为其成员和非成员提供信息。

网址: [www.iangv.org.nz](http://www.iangv.org.nz)。

#### 国际天然气联合会 (IGU)

IGU 支持和推广天然气技术的发展, 天然气技术可以进一步改善环境, 比其他燃料更有利于环境。IGU 鼓励支持天然气车辆的政策, 这为解决由于城市交通带来的空气污染问题找到了光明的前景: Office of the Secretary General, c/o N V Nederlandse Gasunie, P. O. Box 19, NL 9700 MA Groningen, The Netherlands,

Tel.: +31 50 5212999,

Fax: +31 50 5255951,

E mail: [Secr.IGU@Gasunie.nl](mailto:Secr.IGU@Gasunie.nl),

Website: [www.igu.org](http://www.igu.org)。

#### 国际标准化组织 (ISO)

国际标准化组织 (ISO) 是世界上 130 个国家的标准化团体的联盟。ISO 的任务是提高标准化发展水平, 在世界范围内开展活动, 以方便国际性货物和服务的交流, 在全球范围的智力、科学、技术和经济活动上开展互相合作。ISO 的工作导致了国际协定的出现, 并且作为国际标准 1 而出版。de Varembe é, Case postale 56, CH 1211 Genève 20, Switzerland,

Tel.: +41 22 7490111,

Fax: +41 22 7333430,

E mail: [central@iso.ch](mailto:central@iso.ch),

Website: [www.iso.ch](http://www.iso.ch)。

#### 国际公共交通联合会 (UITP)

UITP 成立于1985年, 是一个关于城市和地区客车公共交通运营者、管理者和提供者的全球性质的协会, 最初将近有 80 个国家 2000

多个成员参加。UITP 旨在提高对公共交通潜在的理解意识。

E mail: [administration@uitp.com](mailto:administration@uitp.com)  
网址: [www.uitp.com](http://www.uitp.com)。

#### 天然气车辆联合会 (NGVC)

NGVC是一个国际性组织,致力于发展联合性的、可持续的、逐步增长的、赢利的天然气车辆市场。NGVC包括200多个有兴趣扩大天然气燃料在交通中应用的天然气公司、发动机、车辆和设备生产商以及服务提供者,还有环保部门和政府组织。1515 Wilson Boulevard, Arlington, VA 22209, USA,

Tel: +1 703 5273022;  
Fax: +1 703 5273025,  
网址: [www.ngvc.org](http://www.ngvc.org)。

#### SNAM

SNAM是意大利天然气供给、运输和分配的Eni集团公司。意大利天然气加油站的位置可以从以下网站获得: [www.eni.it/snam/italiano/target/automobilista/automobilista.html](http://www.eni.it/snam/italiano/target/automobilista/automobilista.html)。

#### 欧洲Zeus

联系地址: Gustaf Landahl,  
Tel: +46 8 50828916, Mats Svensson,  
Tel: +46 8 50828915, Environmental and Health Protection Administration Stockholm, 信箱 38024, S 10064 Stockholm, Sweden,  
Fax: +46 8 50828993,

Website: [www.zeus-europe.org](http://www.zeus-europe.org)。

关于欧洲Zeus项目的更多信息,参见部分8.3。

#### 1998 OEM 替代燃料车辆

关于美国1998 OEM 替代燃料车辆的信息。网址: [www.afdc.doe.gov](http://www.afdc.doe.gov)。

## 参考文献

- BGW: Wirtschaftlichkeit von Erdgas-Tankstellen aus Sicht der Betreiber, 1996
- BGW: Wirtschaftlichkeit erdgasbetriebener PKW und Kleintransporter aus Sicht der Flottenbetreiber, 1997
- DNV Technical Report No 92-3537: Safety Assessment of Methane-operated Vehicles, for the nordic natural gas bus project, Annex 9: NGVs and Safety, 1992
- DNV Technical Report No 92-3537: Safety Assessment of Methane-operated Vehicles, for the nordic natural gas bus project: Annex 10: Fire in the bus garage of the central Netherlands transport company, 1992
- Ebasco Services Incorporated: Hazard Assessment of Natural Gas Vehicles in Public Parking Garages, July 1991, New York. This study is available through the European Natural Gas Vehicle Association
- Energy Information Administration, homepage: [www.fleets.doe.gov](http://www.fleets.doe.gov)
- ENGVA: Fuel Price & Tax Survey, 1996. This study is available through the European Natural Gas Vehicle Association GTZ, Sustainable Urban Transport Project in Surabaya (SUTP), CNG Feasibility Study, April 2001, [www.sutp.org](http://www.sutp.org) [added by GTZ]
- IANCV homepage: [www.iancv.org/sources/qa.html](http://www.iancv.org/sources/qa.html)
- InnoTec Systemanalyse GmbH et al.: The Natural Gas Bus Project Berlin, a project cofinanced by the European Commission within the framework of the THERMIE Programme (DGXVII), Berlin, 1998
- MAN, G.Lexen: Erdgasantrieb für Stadtbusse und Kommunalfahrzeuge, München, Germany, January 2000, Natural Gas Vehicle Coalition: NGVs: the decision starts here. Las Vegas, Nevada, 1995
- Naturalgas home page: [www.naturalgas.org](http://www.naturalgas.org) NGVBASIC.HTM
- NGVeuropa, 4<sup>th</sup> Technical Report: The Belgian project, Electrabel, 1999
- Ruhrgas Aktiengesellschaft: Ruhrgas macht Erdgas zu Kraftstoff, Essen, Germany Stadtwerke Augsburg, Roland Bartosch: Erdgas für Kraftfahrzeuge, Augsburg, Germany, 2000
- Stäbli: NGV: Refuelling connections-NGV 1 design, 1998.





Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH  
德国技术合作公司

地址:  
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
P. O. Box 5180  
65726 Eschborn / Germany

电话: +49-6196-791303 (德国)  
传真: +49-6196-79801357  
网址: <http://www.gtz.de>  
电子邮件: [transport@gtz.de](mailto:transport@gtz.de)

