

苏联汽車和拖拉机工業部
汽車和汽車發動机科学研究院
汽車專門實驗室

汽車構造的發展

第二冊

К. И. 根 金著

汪仁宇 刘艾平 苏秉彝 譯

人民交通出版社

苏联汽車和拖拉机工业部

汽車和汽車发动机科学研究院

汽車專門實驗室

汽車構造的発展

第二册

(煤气筒汽車)

K. H. 根 金著

汪仁宇 刘艾平 苏秉彝 譯

人民交通出版社

本書系討論汽車利用筒裝煤氣作為燃料時的各種技術問題。主要內容包括：煤氣的來源和蘊藏量、煤氣的分類及特性、汽車煤氣發動機各種工作循環的研究和比較、汽車上的各種煤氣裝置、煤氣筒汽車的結構和使用質量、煤氣的供應、煤氣筒汽車運輸的經濟性及發展方向等。

本書可供汽車運輸及汽車製造部門的工程技術人員參考之用。

МИНИСТЕРСТВО
АВТОМОБИЛЬНОЙ И ТРАКТОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ОСОБАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ при НАМИ

РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

ВЫПУСК 2

Канд. техн. наук К. И. ГЕНКИН

ГАЗОВАЛЮННЫЕ АВТОМОБИЛИ



Государственное научно-техническое издательство
машиностроительной литературы
Москва - 1949

汽車構造的發展

第二冊

汪仁宇 刘艾平 苏秉彝 譯

*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新華書店發行

人民交通出版社印刷廠印刷

*

1959年9月北京第一版 1959年9月北京第一次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張：5 1/2 張

全書：138,000 字 印數：1—1,400冊

統一書號：15044·4286

定價(10)：0.70元

目 录

作者的话	3
序言	4
第一章 導言	6
第二章 筒装煤气的来源和蕴藏量	10
第三章 用作汽车燃料的筒装煤气的分类 及其基本特性	14
筒装煤气的分类及其成份	14
筒装煤气各种成份的物理-化学性能	17
筒装煤气的基本性能	22
筒装煤气基本性能随着压力和温度的不同而产生的 变化	24
第四章 用筒装煤气工作的汽车发动机	32
汽车煤气发动机的工作循环	32
按奥图循环的四冲程汽车发动机的工作	34
按笛塞尔-奥图循环工作的煤气发动机	49
按艾廉循环工作的四冲程煤气发动机	56
按笛塞尔-艾廉循环工作的二冲程煤气发动机	59
高速煤气发动机各种工作循环的比较	60
第五章 汽车煤气装置	63
煤气筒	64
燃料供给机构	72
减压系统	75

混合装置.....	98
合理的煤气混合器.....	106
蒸发器.....	113
附件和管路.....	117
第六章 煤气筒汽車的结构和使用質量	121
第七章 煤气筒汽車的燃料供应	130
压缩煤气充气站.....	131
煤气的干燥和过滤.....	136
中等热量煤气的甲烷化.....	141
煤气筒充气时煤气状态的变化.....	142
压缩煤气流动充气站.....	146
液化煤气充气站.....	148
液化煤气的运输.....	156
第八章 煤气筒汽車运输的經濟性	157
煤气充气站和汽車的投資額与金属需要量.....	157
使用成本.....	159
第九章 苏联煤气筒汽車运输的主要发展方向	161
最近 5 ~ 8 年来的煤气筒汽車.....	161
煤气装置.....	163
煤气供应的組織.....	163
今后工作的方向.....	168
結 論	170

作 者 的 話

本書是在E. A. 楚達可夫院士領導下的蘇聯汽車拖拉機工業部汽車科學研究院汽車專門實驗室所進行的分析汽車構造發展情況的叢書之一。

在專家會議上宣讀了這些著作並進行了辯論，同時還對這些著作提出了要求，其中之一是：根據所進行的分析，在最近幾年內發表這些著作。

本書扼要而集中地記述了蘇聯汽車運輸工作中煤氣筒汽車的發展及其使用遠景的最重要的資料。

撰寫本書時承E. A. 楚達可夫院士、Ю. И. 波克謝爾曼及И. Г. 安那耶夫兩位工程師給予寶貴的協助，作者謹向他們致以深切的謝意。

序 言

发展煤气筒汽车的生产，对于我国（苏联）来说，有着特别重要的意义。采用煤气筒汽车，不仅能够更合理地使用我国的燃料资源，而且可以增加汽车燃料的开采量，从而保证增加汽车运输的货运量。此外，对于某些地区来说，还可以显著地降低汽车燃料的成本。

— 发动机煤气不是汽油的代用品，更不是劣等的代用品。相反，在性能上，发动机煤气有许多地方比汽油好。譬如说，发动机煤气具有很高的辛烷值，能够提高压缩比，从而提高发动机的经济性；用煤气工作时，发动机气缸活塞组零件的磨损，比用汽油时小得多。

在苏联恢复和发展国民经济五年计划的条例中，对发展煤气工业和煤气筒汽车的问题，给予了特别的重视。在条例①中写道：“在开采天然气和精炼煤炭、泥炭和頁岩的基础上大规模地发展新的工业部门——煤气工业。到1950年从煤和頁岩中获取的煤气产量要达到19亿公尺³，天然气要达到84亿公尺³”。

这个数量超过了700万吨汽油的数量。关于发展煤气筒汽车运输的问题，条例中写道：

“保证在汽车运输中广泛使用柴油发动机、高压压缩比汽油发动机、使用当地燃料的煤气筒汽车及煤气发生炉汽车”……

我国发动机煤气的潜在资源是很丰富的：现在已经探查到的天然气的蕴藏量是很大的；煤气在某些工业（石油和炼焦工业）的生产中是一种副产品，只要合理地改进它们的生产，煤气的产量就可以大大地提高。从泥煤和頁岩中提炼煤气的工业正在发展。

目前，摆在我們面前有关发展煤气筒汽车运输方面的主要任务，就是要尽快地生产煤气筒汽车，组织生产为该种汽车所需的各种附件，建立煤气充气站。

在将来，当煤气筒汽车达到了应有的发展的时候，依我們看来，在整个载重汽车总数中可能有10~12%改用煤气。

① 1946~1950年苏联恢复和发展国民经济五年计划的条例、ОГИЗ，国家政治书籍出版社1946年版——著者原注。

可以說，簡裝煤氣的資源及其分布的區域，是完全符合於這種估計的。簡裝煤氣除了用在化學和石油工業方面之外，主要應該用在日常生活及內燃機，尤其是汽車發動機上。用煤氣作鍋爐燃料是不太合算的，若是當地出產煤氣，那還可以說得過去。

汽車發動機使用發動機煤氣的技术，目前還不如用汽油那麼完善。

這說明在煤氣車發動機方面所進行的科學研究工作，比汽油發動機的要少得多。因此現在就更需要來組織這一工作。

第一，必須儘快地設計出適合於煤氣發動機工作規准的加濃裝置。在煤氣發動機上安裝加濃裝置之後，其經濟效果應當大大超過汽油發動機。在科學院和汽車拖拉機工業部汽車實驗室里進行的汽化器發動機的多次試驗證明，在汽油發動機上安裝適合工作規准的加濃裝置之後，其經濟效果並不大，因為空氣過量係數 α 改變的範圍，無論在發動機功率最大或經濟性最大（用稀混合氣工作）時都是很小的。

作為內燃機燃料的煤氣，能保證 α 具有較大的改變範圍，因而也就能夠獲得較大的經濟效果。

第二，應當設計出專門適於用煤氣工作的汽車發動機，這種發動機應具有較高的壓縮比，較低的混合氣的預熱等。在向大量生產煤氣筒汽車過渡的時候，這種發動機的需要量是很大的，還應同時使用原有的汽油發動機。

第三，必須迅速改進壓縮煤氣筒的結構，以便減輕其重量。如用輕金屬做筒身，外面繞上鋼絲，則效果最佳。

第四，應當馬上就開始研究發動機煤氣最合理的濃縮方法（提高熱量），以及清除煤氣中的有害雜質，尤其是去除水分的問題。根據試驗資料證明，水分会縮短煤氣筒的壽命。

要完成上述所有任務，就得加強有關煤氣筒汽車及與其有關的各種問題的科學研究工作。

本書闡述了有關煤氣筒汽車運輸技術發展方面的主要問題，我們希望它能很快地解決蘇聯恢復和發展國民經濟五年計劃條例中給汽車工作人員所提出的任務。

院士E.A. 楚達可夫

第一章 导 言

苏联的汽車工业和汽車，在1946~1950年的五年計劃期間，不仅数量上有显著的增长，而且在質量上也有很大的提高。在汽車总量增加一倍（与战前比較）的同时，1946~1950年苏联恢复和发展国民經济的五年計劃还規定要掌握更完善的新型汽車和发动机的生产。

五年計劃的条例規定要恢复煤气发生炉汽車和煤气筒汽車的生产，并且还規定要在我国的汽車运输业中广泛采用以当地燃料工作的煤气筒汽車。

五年計劃还規定大力发展煤气工业，并在这个基础上发展煤气筒汽車。

达沙瓦—基輔、爱沙尼亞—列宁格勒和薩拉托夫—莫斯科煤气管道敷設工程的完成，使煤气得以在很大的範圍內作为最方便的动力资源加以利用。偉大的学者 Д. И. 門得列也夫說过：“煤气是未来的燃料”，这句话已經被事实証明了。

使用煤气筒汽車，要付出一定的費用：在汽車上添加煤气筒和燃料供应系統，为了以煤气燃料供給汽車，还必須有充气站。在闡明我国煤气筒汽車发展远景的問題时，必須論証这种代价的合理性及其数量。

使用煤气筒汽車的第一个理由，是必須节省液体石油燃料，因为对我国石油工业产品的需要，大大超过了它的增长速度。还应当注意到，現在正越来越多地把石油用作某些材料的化学原料，而这些材料的重要性并不次于发动机燃料。

使用煤气筒汽車的第二理由，是技术經济上的合理性，与其它种类的汽車燃料比起来，筒装煤气有它一定的优点。这个前提正好成为使用煤气車的理由，因为它肯定了使用煤气車在技术上是一个进步的、有前途的措施。

还可以举出一系列应当在研究使用筒装煤气的远景时加以注意的问题：当地燃料的运输和使用问题（这个问题对于我们这个幅员广阔的国家来说，显得特别重要）；这样或那样使用本产品对于我们整个国家来说，是否合理的问题等。

在估量作为汽车燃料的筒装煤气的远景时，应该研究下列几项问题：1. 煤气资源及其销售的可能性，2. 用作发动机燃料的筒装煤气的特性（即决定煤气在汽车发动机中燃烧效果好坏的特性），3. 煤气筒汽车的使用质量，4. 用筒装煤气作汽车燃料的赢利性。

我们的目的是要进一步说明：

1. 我国筒装煤气的资源很充足而且容易开发。这些资源的分布，从汽车运输的观点来看，也是很有利的。

2. 筒装煤气在某些指标方面超过液体燃料，而且可以保证发动机达到比汽油发动机甚至柴油发动机所能达到的还要高的指标。

3. 使用质量优良，改装和使用简单，使用成本低廉，这一切决定了煤气筒汽车具有很高的赢利性。

4. 具有使煤气筒汽车在最近几年内在我国获得广泛使用的一切前提。把汽车总数的8~10%改用煤气工作，大致可以说是现实的，也是合理的。

* *

*

煤气筒汽车由于本身的优点而在汽车运输中占着一个很显著的地位，1944年，这种汽车在全世界约有25万辆。

第一次世界大战末期，就采用了“煤气袋汽车”（当时的叫法）。图1是一辆1917年出品的“煤气袋汽车”，煤气袋是用胶布做成的，装在车顶。袋中煤气的压力总共才几十公厘水柱高，这也就是将煤气直接供给汽车的城市煤气管路中的压力。这种汽车上所贮煤气的行驶里程为25公里。

第一次世界大战结束后，就不再使用这种“煤气袋汽车”了。这种汽车不能看作是新式煤气筒汽车（煤气用金属筒盛装，压力很高）的最初形式。

在停止使用“煤气袋汽车”十五年之后，出现了新式的煤气筒汽车。1932~1936年间在苏联进行了第一批煤气筒汽车的试验。

特种轻便高压煤气筒（图2）重量较轻，容量很大，使汽车备有足够的煤气，它的出现，促进了使用压缩煤气（天然气，炼焦煤气，照明煤气，下水道煤气）工作的新式煤气筒汽车的发展。

煤气筒汽车的试验阶段结束后，苏联于1936年在亚速海沿岸地区一座规模不大的天然压缩煤气充气站开始了工作。



图1 車頂上裝有橡皮袋的汽車正在利用街道上的充气裝置灌充煤气。(英国，1917年)

1937~1938年间在頓巴斯修建了几个炼焦煤气充气站，在莫斯科修建了几个照明煤气充气站，并且把第一批几百辆汽车改用压缩煤气工作。

同时在莫斯科、高尔基、頓河罗斯托夫、巴庫、格罗兹内等地开始在汽车运输业中小规模地使用压缩煤气。

各种煤气资源丰富和在我们这个幅员广阔的国家特别适于使用煤气的这一事实，就成为1939年政府决定草拟一个在苏联推广煤气车的巨大纲领的根据。斯大林汽车厂和高尔基城汽车厂从那时起，开始生产吉斯-80型和格斯-44型煤气筒汽车。

所拟定的推广煤气筒汽车的纲领，由于卫国战争而未能完全实现。可

是在莫斯科、高尔基、巴庫及其它地方使用液化煤气的煤气筒汽車以及在亞速海沿岸地区、頓巴斯和莫斯科等地使用压缩煤气的煤气筒汽車的經驗却很有价值，它們成为战后1946~1950年五年計劃所規定的迅速发展煤气筒汽車的基础。

最近几年来，在为发展苏联煤气筒汽車而采取的措施中，應該提到沿莫斯科—柏林—基輔—莫斯科这条路綫所进行的一次长距离的道路試驗，这次試驗是由苏联科学院汽車實驗室 E. A. 楚达可夫院士倡議并在某些其它机构的协助下进行的。在柏林—基輔—莫斯科（2800公里）这一段路上参加試驗的各种煤气筒汽車共有18輛。这次除了試驗一般的新式結構的煤气車以外，还对某些装有特种二冲程煤气发动机和笛塞尔煤气发动机的实验性汽車进行了試驗。



图2 車頂上裝有鋁制压缩煤气筒（至200个大气压）的中型市区公共汽車

試驗的結果，提供了一系列为使用和发展煤气筒汽車所需的宝贵資料。

煤气筒汽車在德国应用得最普遍。在德国随着人造石油（从煤炭中提炼）生产的发展，出现了大量液化煤气，因为液化煤气是人造石油的副产品。

1934~1943年間德国有大量汽車改用液化煤气以及压缩煤气——炼

焦煤和照明煤气，同时还为这些汽车修建了充气站网。

在其它国家里，煤气筒汽车没有多大发展。例如在英国和法国，虽然在报刊上很注意煤气筒汽车的问题，但实际上只不过是修建了几个充气站，把极少数的汽车改成煤气车而已。

在意大利，1938~1939年间以靠近天然气产地——勃龙尼和米兰为基地，有一部分汽车改用压缩煤气作为燃料。

美国的汽车运输业也没有广泛使用煤气筒汽车。这种情况在一定程度上是由于美国汽车运输的特点所造成的，特别是轻便汽车多于载重汽车这一特点。

捷克斯洛伐克、匈牙利、奥地利、丹麦、瑞典、南斯拉夫、澳大利亚等国在战前和战争时期（1941~1945年），有一部份汽车改用筒装煤气。

第二章 筒装煤气的来源和蕴藏量

表1中列有汽车用的几种主要筒装煤气的获取方法和它们的蕴藏量。

天然气（或称天然气）质地优良，价格便宜，又适于各方面使用。苏联拥有世界上最大的天然气蕴藏量（指已勘测到的）。

在本五年计划中，长距离煤气管道的敷设和五年计划中提出的煤气工业发展的数字，标志着不但要把天然气当作当地的燃料，而且还要把它作为大工业中心的动力资源来加以大量利用，这样，把天然气应用到汽车运输上就有了绝对的可能性。

可以列入天然气资源以内的，还有一种所谓干石油煤气，这种煤气是富石油气经过提炼、裂化、热解及其它石油加工过程之后剩下的一种气体。

按重要性来说，次于天然气的就是炼焦煤气。

虽然炼焦煤气的单位热值差不多要比天然气小些，但对于苏联汽车运输业来说，它的使用前途还是很广阔的。这首先是因为它的蕴藏量非常大：1吨煤在炼焦时能逸出300公尺³的炼焦煤气。逸出的炼焦煤气将近

有一半是用于炼焦设备上，而其余的就可用到汽车上。第二个重要的事实，就是我国那些远离石油产地而汽车运输又频繁的最重要的工业区和石炭产区都有着大量的炼焦煤气。在这些地区如能把炼焦压缩煤气当作当地燃料来使用，这不仅能节省欠缺而且价格昂贵的石油燃料，而且还能减少远距离的运输工作。

在大城市里把净化了的下水道煤气用作作为汽车燃料也是合理的。在充气站上只要备有简单的沉淀过滤器和称为甲烷槽的贮气罐，就可以

筒装煤气的来源、获取方法及蕴藏量

表 1

种 类	来 源 及 获 取 方 法	使用前的 准备工作	蕴 藏 量
压缩煤气： 天然气	经过煤气鑽井直接取自地下	过滤，干燥，由压缩站压缩至350大气压	
石油气	直接取自地下。用密闭石油鑽井的办法与石油一起汲上来，然后再把气体与石油分开		每噸汲上来的石油中含 50~100公尺 ³
下水道煤气	城市下水道充气站；从污水沉淀池吸入贮气罐		平均每一人口每昼夜0.028公尺 ³ （有下水道的城市）
炼焦煤气	用炼焦爐炼焦时的副产品		炼1噸焦逸出300公尺 ³ 炼焦煤气
液化煤气： 从石油气中 提取的煤气	提炼石油气企业的副产品	在工厂——穩定裝置和除硫	占主要产品——輕汽油的 50%
高热分解煤气	高热分解工厂的副产品	用油槽車运输。用普通煤气充气柱（不用高压压缩机）送	占高热分解工厂主要产品的 15%
裂化煤气	裂化工厂的副产品		占主要产品——裂化汽油的 10%
氫化煤气	从煤中提取石油的工厂的副产品		占主要产品——人造汽油的 15%

收集下水道煤气。在过滤和清除了二氧化碳（清除手續并不复杂）之后，下水道煤气的質量与天然气相近。

根据某些研究人員所統計的資料，一个組織得很好的五万居民的下水道系統，可以供应 100 輛載重汽車所需的煤气。另有某些研究人員列举了一个更为簡明的数字：在有下水道的城市每人每晝夜平均可供給 0.028 公尺³ 煤气，从这里所得到的虽然是一个沒有实际意义的天文数字，但却說明了还有大量煤气未被利用。

在我国获取液化煤气的主要来源是：1. 石油气加工企业；2. 裂化工厂；3. 热解工厂；4. 氫化煤气工厂。液化煤气是这些企业的副产品，是用專門的设备提炼出来的。

沒有这些设备的話，这种質量比汽油还好的燃料——液化煤气，就会跟价值不大的煤气一起升燃。

根据下列理由，含有液化餾份的石油气的含量，是值得重視的：馬依柯普石油的石油气中，丁烷-丙烷餾份的含量达 20%（按重量計），在格罗茲內石油中甚至达 30%，在格罗茲內油田中，气体成份占 5%，而馬依阿普油田中占 37%。阿塞拜疆石油的巴庫石油气中总共只有 6.5%（按重量計）的丁烷-丙烷餾份，但就連这个不大的百分数也說明了大量的液化煤气资源可以利用。

在現代化的工厂里提炼石油气时，假如有專門设备的話，那么可以将气体中所含的丁烷-丙烷餾份百分之百地吸出，但若是沒有專門设备，而只是借助一两个精餾塔的話，則只能得到大約一半的丁烷-丙烷餾份。

表 2 中列有中央汽車運輸科学研究所（ЦНИИАТ）关于丁烷-丙烷餾份的含量以及在某些企业提取这些餾份的数据。

假如考虑到裂化煤气是由 7%（按重量計）的待提炼原料和 50% 的液化煤气組合的話，那么可以想像，在石油进行裂化时是能获得大量液化煤气的。質量比主要产品，即裂化汽油（一般是由 30~35%——按重量計——的待提炼原料組成）还要好的燃料——液化煤气，就是在裂化时由 3.5%（按重量計）的待提炼原料組成的。由此可見，在裂化时應該提取全部煤气并保存好。在这种情况下，裂化工厂可以在不增加原料的条件下，只是作进一步的提炼之后，就能提高产量 7~8%，同时，副产

丁烷-丙烷馏份的含量及某些企业提取这些馏份的情况
(根据中央汽车运输科学研究所的资料)

表 2

名 称	单 位	企 业		
		1	2	3
煤气中下列成份的可能含量:				
丙烷.....	克/公尺 ³	81	293	34
丁烷.....	克/公尺 ³	80	241	21
从煤气中提出的下列成份的含量:				
丙烷.....	%	50	21	60
丁烷.....	%	100	82	90
异丁烷.....	%	96	58	—

品(液化煤气)的质量还能超过各种牌号的汽油。

热解煤气含有占热解原料重量25%的丁稀-丙稀馏份。

从煤和泥青中提炼发动机燃料时,丁烷-丙烷液化煤气占主要产品的15%。一个人造液体燃料工厂的生产概算平衡如下:原材料—褐煤—6吨,水200公尺³,电力—850瓦,产量—1吨;其中汽油—55%,柴油—25%,石蜡—12%,液化煤气—8%。

在提炼石油气的企业里和裂化、热解及氢化工厂里提取液化煤气用的压缩吸收装置都是同一类型的,而且结构比较简单。假如不准备进一步提取和分离组份,那么这些装置实际上就是1~2个辅助精馏塔,正确一点说应该是稳定塔。

近年来虽然被用来制造高辛烷值汽油的液化煤气的数量增加了,但仍然有大量液化煤气可作别的用途。

为了说明石油提炼总量中液化煤气所占的比重,我们举出下面两个数字:在德国液化煤气的产量占汽油的7.75%,而在美国则占8%。

第三章 用作汽車燃料的筒裝煤气的分类 及其基本特性

筒裝煤气的分类及其成份

筒裝煤气分为两类:

1. 压缩煤气或称永久性煤气, 一般称为“压缩煤气”。

2. 液化煤气或称液体石油气, 一般称为“液化煤气”。

压缩煤气的临界温度大大低于 0°C 。在一般的温度时, 在任何压力下压缩煤气都保持气体状态。在煤气筒汽車中, 压缩煤气保持 200 个大气压的压力。

液化煤气的临界温度处于 $90\sim 150^{\circ}\text{C}$ 之間。在密闭的器皿中, 当温度接近正常时, 液化煤气具有两种相: 液相和带有蒸汽压力的气相 (形成液相或气相, 决定于气体成份和温度)。在煤气筒汽車中, 液化煤气装在最大工作压力为 16 个大气压的筒中。

用作汽車燃料的筒裝压缩煤气分为:

1. 高热量煤气或甲烷煤气 (低热值 $H_u=7000\sim 11000$ 千卡/公尺³) — 天然气, 石油气, 下水道煤气 (除淨 CO_2);

2. 中等热量煤气或工业用煤气 ($H_u=2500\sim 5000$ 千卡/公尺³) — 炼焦煤气, 照明煤气。

用得比較广泛的还有: 合成气—提炼炼焦煤气的副产品 ($H_u=5200$ 千卡/公尺³), 半焦煤气 ($H_u=6000\sim 6500$ 千卡/公尺³) 和甲烷炼焦煤气 ($H_u=5500\sim 6000$ 千卡/公尺³)。

热值低于 3500 千卡/公尺³ 的煤气 (高炉煤气, 发生炉煤气等) 对于煤气筒汽車來說是不适用的, 因为煤气筒的相对重量很大, 而且压缩的消耗也大。

表 3~7 中列有各种用得最广泛的筒裝煤气的成份。

压缩煤气的主要成份是甲烷, 氫和一氧化碳。高热量煤气中主要是甲烷, 中等热量煤气中主要是氫和一氧化碳。