

汽 / 车 / 先 / 进 / 技 / 术 / 译 / 丛

载货汽车技术

(德) Erich Hoepke 著
朱思洪 缪小红 译

(原书第2版)



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车先进技术译丛

载货汽车技术

(原书第2版)

(德)Erich Hoepke 著
朱思洪 缪小红 译



机械工业出版社

本书是汽车先进技术译丛中的一本,书中全面介绍了载货汽车的相关技术,包括载货汽车底盘和车架的设计技术、驱动装置技术、特性变矩器、电气和电子设备技术等,同时介绍了发动机和汽车制造技术的最新发展趋势。本书层次清晰、技术全面,是从事载货汽车设计人员的重要参考书,也可供相关技术人员学习使用。

Nutzfahrzeugtechnik(2. Auflage)

Erich Hoepke

Original ISBN: 3-528-13898-X

Originally published in the German language by Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, 65189 Wiesbaden, Germany.

© Friedr. Vieweg & Sohn Verlag GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2002

Authorized Simplified Chinese Edition is published by CMP.

All Rights Reserved.

本书中文简体版由德国 Vieweg 出版社授权机械工业出版社独家出版发行。

版权所有,侵权必究。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2004-4549

图书在版编目(CIP)数据

载货汽车技术:第2版/(德)霍佩克(Hoepke,E.)著;朱思洪,缪小红译. —北京:机械工业出版社,2009.8

(汽车先进技术译丛)

ISBN 978-7-111-27813-9

I. 载… II. ①霍…②朱…③缪… III. 载重汽车—基本知识
IV. U469.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 124367 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:连景岩 责任编辑:杜凡如 版式设计:霍永明

责任校对:陈延翔 封面设计:鞠 杨 责任印制:李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2009 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·26.75 印张·521 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-27813-9

定价:78.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前言

长期以来,一直没有一本关于论述中型和重型载货汽车及其性能特点的专著,本书的出版正好填补了这一空白。载货汽车技术水平高、载货量大的这一特点是其他运输工具难以企及的。此外,载货汽车也是一个政治话题,来自不同渠道的信息和知识有助于平衡和对相关政治问题进行实质性讨论。

除了传统的设计计算、行驶力学和热力学外,本书还介绍了发动机和汽车制造的最新发展趋势。因为载货汽车的发展一直受到法律和法规的影响,本书还对有关的法律基础、法规和标准进行了讨论。当然,我们处在一个快速发展的时代,一切瞬息万变,本书的内容也只是一个发展阶段的总结。在当今的发动机制造中,电子技术起着决定性的作用,通过发动机电子控制技术,可以降低发动机的尾气排放。将发动机控制技术和传动系中的各种电子控制技术结合起来,还可以改善整车的经济性和环保性能。但要说明的是,发动机的外围设备较发动机自身占据的空间还要大,且要求的开发成本高、周期长。通常极少提及和出现的轴的径向密封环对汽车无故障运行起着非常重要的作用,其与汽车电子控制技术密切相关,因为密封系统也可以起到汽车电子控制系统中转速传感器的作用。

为了适合广泛的读者群,本书不仅包含了汽车制造相关的核心内容,而且还对越来越复杂的分支学科进行了介绍。除了车身外,还对汽车理论和与汽车相关的高科技进行了详细的阐述。这样的内容结构深受读者欢迎,并很快提出了出版第2版的要求。本版中广泛吸纳了各方面的意见,并欢迎读者进一步提出宝贵的建议。书中很多细节的改进和插图得到了企业和研发部门的大力支持。第2版中还增加了一章,主要介绍载货汽车及其驱动技术的发展趋势。

感谢出版社 Ewald Schmitt 先生在本书出版过程中的大力支持。正是 Ewald Schmitt 先生的通力合作,本人才得以将载货汽车技术领域的信息呈现给读者。

Erich Hoepke
Weinheim, a. d. Bergstrasse

目 录

前言

第1章 基础理论和知识 1

- 1.1 发展历史 1
- 1.2 总体问题 8
- 1.3 驱动和行驶功率 11
- 1.4 法律基础、法规和标准 38
- 1.5 市场上供应的载货汽车 47
- 1.6 发展重点和趋势 53

第2章 载货汽车和挂车底盘 56

- 2.1 载货汽车底盘 56
- 2.2 挂车底盘 73
- 2.3 轮胎和车轮 84
- 2.4 制动器 89
- 2.5 牵引连接装置 100
- 2.6 主动和半主动安全 109

第3章 载货汽车总体设计 113

- 3.1 尺寸和质量限值 113
- 3.2 汽车和货箱的方案设计 117
- 3.3 轴荷、货箱长度和有效
载荷分布 145
- 3.4 汽车和汽车列车组合的曲线
行驶特性 151

第4章 载货汽车支承装置 及其货箱 160

- 4.1 材料和型材 160
- 4.2 支承装置的设计 172
- 4.3 承载装置的尺寸确定 177
- 4.4 货箱 190
- 4.5 货物的安全防护 205
- 4.6 防腐 207

第5章 驱动 210

- 5.1 载货汽车发动机的设计
任务书要求 211
- 5.2 柴油发动机工作过程的
热力学基础 214
- 5.3 发动机特性参数和工作
参数 221
- 5.4 喷射、混合气形成和燃烧 224
- 5.5 废气有害物质 244
- 5.6 柴油机的废气净化 258
- 5.7 增压 269
- 5.8 发动机构成 274
- 5.9 机油循环和冷却循环 287
- 5.10 空气供给、起动辅助装置、
增压空气管道和排气管道 ... 293
- 5.11 燃油和润滑剂 299
- 5.12 载货汽车发动机数据及
概况 310

第6章 特性变矩器 322

- 6.1 功率供给 322
- 6.2 发动机及传动系的作用 324
- 6.3 液力耦合器和变矩器 329
- 6.4 离合器 332
- 6.5 变速器基本结构 335
- 6.6 结构设计图例 343

第7章 电气设备和电子设备 ... 351

- 7.1 引言 351
- 7.2 概述 351
- 7.3 功能 356
- 7.4 系统 366
- 7.5 其他设备 374
- 7.6 前景 382

第 8 章 载货汽车传动系的 径向轴密封环	383	9.2 传动系发展	404
8.1 相关问题	383	9.3 未来的载货汽车列车技术	405
8.2 轴密封环的结构和功能	384	9.4 无人驾驶	406
8.3 对轴表面的要求	389	9.5 电子技术和遥控技术在安全和 通信方面的应用	406
8.4 传动系中的密封位置	390	9.6 行驶系统和驾驶室的发展	407
8.5 故障原因和范围分析	401	9.7 未来载货汽车上的发动机	409
8.6 总结和展望	401	参考文献	411
第 9 章 对未来汽车的展望	404	附录 常用英制—米制单位 换算表	421
9.1 技术水平	404		

1.1 发展历史

载货汽车的发展起源于19世纪20年代。当时,在一些比较大的城市创建了工业企业,并提供了就业岗位,运输和交通就成了迫切需要解决的问题。企业必须将原材料和半成品长途运输到外地继续加工,并将产品运到外地销售。需要为聚居在工业中心的工人供应食品和日常生活用品。数百年来作为最重要的交通工具的马车显然难以完成这样的新任务,船舶运输无论从运输能力,还是从运输范围都受到了极大的限制,而此前一百年迅速建立起来的铁路网存在结构性问题,即铁路只铺到了一些重要的工业城市。当时缺乏一种交通工具将那些边远的区域与快速发展的城市连接起来。在工业化的早期,除了马以外,蒸汽机是最重要的动力源,当时英国主要用自走式蒸汽汽车^[1-1]。

早在1828年,伦敦的城市交通中就已经出现了由Sir Goldsworthy Gurney公司生产的六轮蒸汽机公共汽车,这种汽车与现在的鞍式牵引车结构相同,采用后轮驱动。与此同时,第一辆自驱动的载货汽车投入农用物资的商业运输中。在英国和法国,这两种运输工具上采用的是小型蒸汽机。在英国的矿山,人们将这种巨大的蒸汽车小型化,当然也想到用这种小型蒸汽机来驱动马车。这种蒸汽机公共汽车行驶非常缓慢,速度与路边的行人差不多。1836年为了规范其与城市轨道车的竞争,颁布了所谓的机车法令,根据该法令,在每辆蒸汽机动车前面必须有一名手持红旗者领跑,驾驶员要将车辆的行驶速度与挥旗者的速度保持一致,这样一来自然就对旅客失去了吸引力。大约1910年蒸汽机时代宣告结束,蒸汽机被小巧的内燃机代替^[1-2]。

与此同时,人们也在计划将电能用于车辆的驱动,遇到的问题是如何储存电能。1882年电之父Werner Von Siemens展示了世界上第一辆电驱动公共汽车,他用木电线杆架设了一段500m长的电线给车辆的两个电动机供电。

现代载货汽车的祖先是内燃机驱动的运输车。随后,Eugen Langen(1833—1895)、Nikolaus August Otto(1832—1891)、Gottlieb Daimler(1834—1900)、Wilhelm Maybach(1846—1929)和Carl Benz(1844—1929)都为载货汽车

的发展作出了贡献。1864 年科隆商人 Langen 和食品加工企业主 Otto 建立了 N. A. Otto & Co. 公司, 该公司在巴黎世界博览会上展示了用煤气驱动的燃气发动机, 并获得了金奖。1872 年他们将公司更名为 Deutz 燃气发动机厂, 将其开发的燃气发动机改进后投入批量生产。工厂的技术工作由军械制造工人、斯图加特综合技术学校的毕业生 Daimler 负责, 其老朋友设计师 Maybach 同在该厂工作。由于煤气的燃烧特性难以控制, 他们开始尝试用汽油作燃料, 并共同研制成功第一台汽油机, 其工作原理一直沿用至今。

10 年后 Deutz 燃气发动机厂与 Daimler 和 Maybach 分道扬镳。Daimler 在今斯图加特市的 Bad Canstatt 买了一幢别墅, 在这个巨大的庄园里的一间花房从此被用作制作车间。1885 年, 历史上称作“站立钟”的发动机研制成功, Daimler 将发动机装在宫廷车辆制造商 Wimpf 提供的马车上, 并与其儿子及 Maybach 一道进行了第一次试行驶, 汽车终于诞生了。1889 年, Daimler 开发的装配二缸四冲程发动机的载货汽车“Phoenix”(功率为 4PS)(PS 为德制单位马力, 1PS = 735.499W)引起了轰动。在巴黎世博会上两名法国人 Rene Panhard 和 Emile Levassor 对 Daimler 的铁轮汽车产生兴趣, 经许可在法国开始制造 Daimler 发动机和汽车。1891 年第一辆 Panhard 汽车投入批量生产, 当专利持有人 Daimler 在德国一辆车都没有卖出去时, Levasseur 已经找到了他的第一位顾客。1894 年, 有几年蒸汽机汽车制造经验的法国企业主 Armand Peugeot 开始生产小型载货汽车, 该车采用 Daimler 的汽油机作为动力。

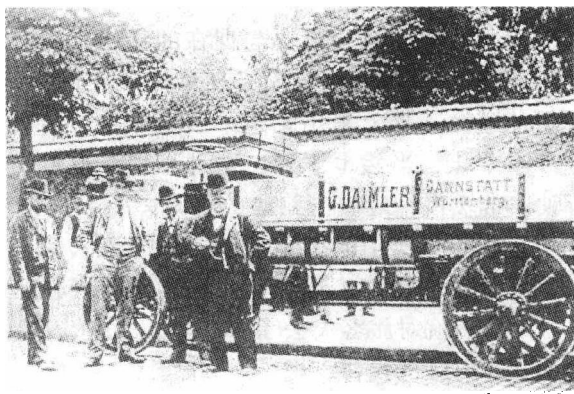


图 1-1 1889 年巴黎汽车博览会上展出的 5t 双缸发动机载货汽车
(最右边为 Gottlieb Daimler, 右起第二为 Wilhelm Maybach)

作为世界上的第一个汽车制造商, Daimler 于 1890 年在 Cannstatter 创建了 Daimler 发动机制造厂, 在 1896 年的汽车首场展出后就推出了第一个载货汽车系列(图 1-1)。该系列共有四种车型(分别为 4PS、6PS、8PS 和 10PS), 载质量分别为

1200kg、2500kg、3750kg 和 5000kg。载质量最小的车当时售价为 4600 德国马克, 装载质量 5t 的汽车价格高达 7730 德国马克, 在当时这是一大笔钱。该车采用带式变速器, 其工作原理是利用变速杆并通过张紧轮控制传动带带传动。经带传动后, 动力经齿轮传到转向轮和驱动轮上的齿圈。车的行驶速度为 3~12km/h。

与此同时, Carl Benz 在其位于 Mannheim 的 Rheinische 燃气发动机制造公司致力于汽车的开发。1884 年售出了他的第一辆小型载货汽车, 1885 年共销售了 135 辆, 1886 年他的燃气发动机获得德国专利。1898 年面向德国汽车爱好者的专业杂志“Motowagen”问世。

Daimler 和 Benz 并不是当时唯一的载货汽车制造者。除了 Panhard & Levassor 及 Peugeot 以外, 1897 年 DeDietrich 公司在法国推出了 3t 载货汽车, 1899 年 Albert de Dion 和 Georgeo Buton 公司为其三轮机动车提供了一个小型货箱, 用作零售商的供货运输工具, 1898 年 Delahaye 展示了用于轿车的载货汽车车厢, 德国的 Duerkopp 公司也推出了用于轿车的载货汽车车厢及第一辆载货汽车^[1-2]。

在英国除了根据 Daimler 的许可生产汽车外, 还是像以前那样主要生产蒸汽机驱动的汽车。一些著名的公司, 如 Aveling & Barford、Foden、Burrell、Clayton 和 Mann 大量生产销售蒸汽机驱动的载货汽车, 其前端像火车的机车头, 其后端是宽敞的装载车厢。在德国这种载货汽车已经不流行^[1-1]。

酿酒厂是最先开始利用载货汽车进行运输的, 他们用载货汽车运输瓶装和桶装啤酒(图 1-2)。1903 年 Daimler 公司提供的载货汽车功率最大达到 25PS, 车轮为铁轮或实心橡胶轮。装载质量达到 750kg 的小型载货汽车行驶速度达到 20km/h。1905 年南德汽车制造厂(SAF)在巴登-符腾堡州的 Gaggenau(在 Mannheim 附近)开始生产载货汽车和公共汽车, 装载质量达到 6t, 相应的功率为 45PS。邻近的 Benz 公司则不受其影响, 原因是其位于 Mannheim 的工厂轿车订单不断。但当 SAF 进入 Geldnot 时, Benz 的管理者开始做出反应, 1911 年将位于 Mannheim 的工厂更名为“Benz Werk Gaggenau”, 专门从事载货汽车的生产。



图 1-2 1903 年 Daimler 在英国酿酒厂

当时企业家们对铁道的建设一直很热心,但是在该领域似乎有饱和的迹象。而作为新型交通工具的载货汽车至少在短途运输方面有机会,与载货汽车相关的产业开始繁荣起来,许多机械制造厂和汽车制造厂介入载货汽车的生产:1903年 Heinrich Buessig 在 Braunschweig 创建了自己的载货汽车生产厂,1903年在柏林成立了新汽车公司(NAG),1910年在法兰克福成立了 Adler 汽车制造厂,1903年成立了德国载货汽车—汽车制造厂(DAAG)^[1-2]。

很快工业化国家的军方对载货汽车在战争中应用的可能性产生兴趣。载货汽车非常适合于部队供给的运输。很快通过公告和规定对战争用途的载货汽车技术性能进行了规范。为了使运输企业能够购买这种昂贵的载货汽车,直到1913年国家对其进行了财政补贴,售价20000马克的载货汽车补贴达到约9000马克,共有十多个企业生产的汽车享受国家补贴。到1913年共制造了825辆军事用途的汽车。战争与载货汽车之间的历史关系显然并不总是那么幸运,许多在和平时期享有盛誉的公司,如 Hansa Lloyd、Vomag、Magirus 等,在第一次世界大战期间开始生产载货汽车。

几乎20年前由鲁道夫·狄塞尔(1858—1913)研发的自燃式发动机在那时还不成熟。当活塞将吸入的空气压缩并加热时,压缩机将燃料准确地喷入燃烧室。那时使用的燃料比今天的柴油还轻,类似煤油。早在1893年自点火装置的专利就已授予狄塞尔,但直到30年后才在一辆柴油发动机载货汽车上得以运用。自1923年 Benz 在载货汽车上第一次引入柴油发动机以来,柴油发动机逐渐取代汽油发动机。1909年 Benz 公司在工程师 Prosper l'Orange 的领导下开始研制带预燃室的发动机。当时面临的最大问题是用来向燃气室压入空气和燃料的压缩机,采用新的专利技术后,燃料被压入预燃室并在活塞压力作用下点燃,燃烧最终在主燃烧室扩展开来。与此同时,MAN 公司在纽伦堡的制造厂致力于四缸柴油发动机的制造,该发动机没有预燃室,只有一个圆盘形的前燃烧室(直接喷油器),后来演变成活塞顶部的球形预燃室。

1924年,Daimler 发动机制造厂与 Benz & Cie 的 Rheinische 汽车和发动机制造厂决定联合从事汽车和发动机的制造,1926年两家企业合并,自1927年开始以 Mercedes Benz 的名称向销售商供应载货汽车,装载质量1~5t不等。此后,新成立的 Daimler-Benz 股份公司将载货汽车制造集中在 Gaggenau 的制造厂,采用 l'Orange 的预燃室发动机作为动力。1933~1968, Krupp 汽车制造厂(Krawa)向市场供应带柴油发动机的载货汽车(采用 Jungers 公司提供的带直流扫气的对置活塞二冲程柴油发动机)。用于公共事业的载货汽车和专用车如散粒体运输车、垃圾车和长木料运输车也相继问世。1919年 MAN 开始开发自己的载货汽车,其第一辆载货汽车是第一次世界大战期间由瑞士的 Saurer 制造厂授权生产的。稍后,Magirus 同样采用 Deutz 柴油发动机。1937年 Humboldt—Deutz 接管

Ulmer 的 Magirus 公司。在根据战争需要推进的工业集中过程中, Deutz 公司由钢铁康彩恩 Kloeckner 接管。自 1926 年起, Borgward 公司的 300 名工人开始批量生产人们自嘲为“大力士”的小矮人车, 到 1928 年, 德国街道上行驶的载货汽车中每四辆就有一辆是这种“大力士”^[1-2]。

在载货汽车生产中引入流水线要比轿车晚。一方面, 载货汽车在数量上不如轿车多; 另一方面, 载货汽车很少有一模一样的。客户对从垃圾车到双层公共汽车的各种车辆的要求不尽相同, 制造商总是想满足所有的这些要求。所以直到 20 世纪 50 年代, 在载货汽车生产中熟练的车架和货箱制造工人起着不可替代的作用, 而大批量生产仅限于底盘和发动机。同时, 装配过程的合理化也很少考虑到。不同制造商生产的汽车车型大同小异, 几乎所有的制造商都生产 2 ~ 5t 的汽车, 技术上也没有什么差异, 发动机几乎全是四缸或六缸水冷式发动机, 都采用后桥驱动。有几位设计师注意到传统的载货汽车上货箱容积与发动机及其总成的安装空间比例失调, 特别是在大城市, 人们感觉到安装发动机的车头部分是一个累赘(图 1-3), 车头及驾驶室所占空间与货箱不相上下的载货汽车并不鲜见。在这一时期人们提供的解决方法是将驾驶室直接置于前轴的上方, 如 1929 年的 Goliath express、1932 年的 Magirus Ilo-Motor。

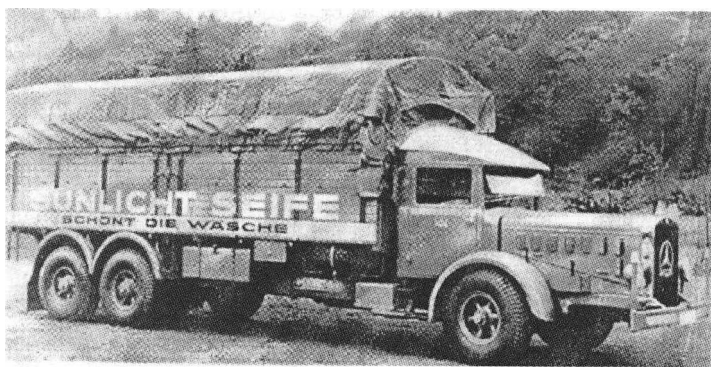


图 1-3 20 世纪 30 年代最大的载货汽车之一 Mercedes L 10000(功率 150PS, 载质量 10t)

自 1936 年起, 当时的政府开始推动 6.5t 载货汽车的制造。不幸的是, 此前德国载货汽车长时间限制在 5t 以内。政府当权者的重点不在载货汽车车型的拓展。考虑到将要发生的军事冲突, 他们将重点放在标准化上。他们建立了严密的经济组织, 根据 1934 年的德国经济组织建设准备法, 在第 II 帝国工业组下设了汽车工业组, 而第 II 帝国工业组直接属于帝国经济协会领导, 公司必须是经济小组的成员。1937 年根据帝国经济部的要求, 德国汽车工业代表递交了对汽车型号进行严格限制的建议, 要求将装载质量限制在几个等级。1939 年, 法律只允许生产 19 种型号的载货汽车。

20 世纪 30 年代, 载货汽车制造商们一直致力于用煤气作为燃料的实验。在战争期间由于液体燃料的缺乏, 煤气动力驱动突然热门起来。由国家控制向 3000 个木材添加站供应用于气化的木材, 从而保证 200000 辆国内汽车的运行。从 1942 年起, 液体燃料只供应军用飞机、坦克和前线的军用运输车。

1945 年第二次世界大战结束后, 载货汽车的生产立即恢复。1946 年, 军事管理当局核准允许在三个西部占领区生产 40000 辆载货汽车, 但不准生产大于 150PS 的发动机。1955 年 MAN 生产了德国第一台涡轮柴油发动机。

战后载货汽车列车的运输应用越来越多, 而载货汽车本身及道路状况则不尽人意, 这引起了联邦议会的关注。1952 年联邦议会决定载货汽车列车的总长度不得超过 20m, 自 1953 年起只允许挂一节挂车。此外, 总质量超过 7.5t 的载货汽车或者功率超过 55PS 的牵引车应装备行驶记录仪。1955 年规定, 载货汽车驾驶员每天开车时间不得超过 9h, 而且每驾驶 4.5h 应休息 0.5h。最高行驶速度低于 40km/h 的车辆不得在高速公路上行驶。1955 年联邦议会规定, 自 1958 年开始载货汽车的宽度不得超过 2.5m, 高度不得超过 4m, 长度不得超过 14m。

1951 ~ 1954 年, 德国载货汽车工业的旗舰是图 1-4 所示的 Krupp Titan, 其由 210PS 的六缸二冲程柴油发动机驱动。伺服操纵开始得到应用, 而同步变速器则还没有采用。中途挂接和中途加油则是驾驶员每天的日常工作。20 世纪 50 年代德国有几个公司批量生产载货汽车, 包括 Krupp、MAN、Büssig、Mercedes、Magirus-Deutz 和 Hentschel^[1-2]。

20 世纪 60 年代, 长头载货汽车被逐渐淘汰。1965 年分开式风窗玻璃的新型长平头和短平头驾驶室问世。所有功率的发动机均可布置在驾驶室下方。60 年代前轮转向技术迅速普及后, 这种载货汽车结构紧凑得多。驾驶室下面发动机维护的问题也很快得到解决, 即将驾驶室向前翻转(图 1-5)。驾驶室内饰则一直与同时代的轿车驾驶室同步发展。

目前, 载货汽车驾驶室和货箱都要经过风洞试验进行优化。立法者要求载货汽车制造商满足废气和噪声排放的限值要求。

过去 10 多年以来, 载货汽车的发展经历了由生产厂家众多到极少数制造商集中的变化趋势, 这种发展趋势到



图 1-4 Krupp Titan(60 年代德国最大的载货汽车, 装有两个相互连接的三缸发动机)

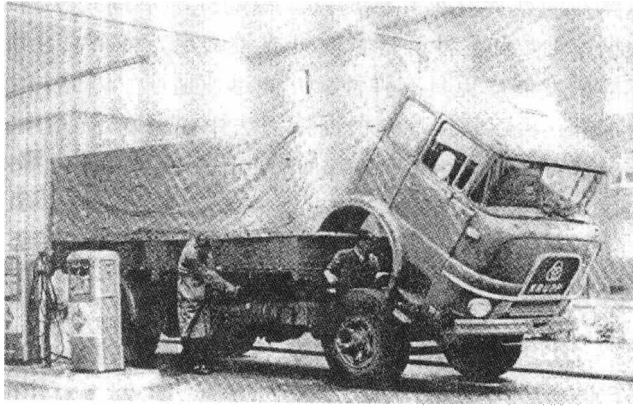


图 1-5 Krupp Cummins 载货汽车的可翻转驾驶室

目前为止尚未停止。15 年前,世界范围内还有 35 家相互独立的载货汽车和公共汽车制造厂,到 1999 年则只剩下 14 家,估计到 2005 年只剩下 10 家。表 1-1 所列为 1998 年全世界载货汽车制造商总质量超过 6t 的载货汽车年产量(有些数据为估计值)。

表 1-1 各制造商载货汽车年产量

制 造 商	产量/辆	在西欧的市场份额(包括运输车和轻型载货汽车)(%)
Daimler-Chrysler	242200	24.2
Navistar	108100	—
Volvo	84400	14.7
Paccar/DAF	84200	7.9
RVL/Renault	73600	10.9
Isuzu	66900	—
Fiat/Iveco	62700	14.6
Ford	53200	—
Mitsubishi	52600	—
MAN	51700	13.8
Scania	47300	8.3
General Motors	43000	—
Toyota/Hino Motor	38000	—
Nissan Gruppe	29400	—
其余		6.2

2001 年 10 月,联邦政府向议会提出了法律草案,规定重型载货汽车使用联邦高速公路按路段收取费用。

法律草案规定,自 2003 年起载货汽车按里程收取过路费,代替目前按时间收取的方法。总质量超过 12t 的载货汽车高速公路使用费将按行驶里程收取。与此同

时,需要缴纳过路费的载货汽车其载货汽车税的标准下调到欧洲最低标准以下。过路费的高低根据车轴数和各种有害物质排放量确定。将来,过路费会随着有害物质排放环保标准的发展应更具有弹性,并能迅速适应。因此,该法律草案不含具体的公共收费标准,授权联邦政府根据特别法律规定确定。过路费标准必须根据欧洲宪法与修路费对应,过路费归联邦所有,用于交通基础设施的改善(如防堵车计划 ASP,从 2003 年到 2007 年投资总额达到 74 亿德国马克)。

1.2 总体问题

1.2.1 运输作业

车辆参与日常生活用品和生产资料的水路、陆路(轨道和马路)或者航空运输。究竟采用何种运输工具则取决于运输的距离、时间要求、运输系统的结构、货物的质量和体积以及运输成本,其中运输成本最重要。根据具体情况运输委托人或者承包商可能选择一种运输工具或者几种运输工具的组合。

对于体积大、质量重的货物,考虑到能耗和运输成本宜采用水路运输。水路运输的行驶速度低,所以运输时间长。由于水上通道(如海洋、江河和沟渠)受地理条件的限制,水路运输一般要求转运。

轨道车辆运输需要有铁轨网络。只有少数运输作业(通铁轨的公司)采用这种运输方式。有些区域,如山区则很少通铁路。有关运输物品尺寸的限制由铁路转运规定 C22 规定。由于经济的原因铁路运输采用大型运输单元(火车车厢)。尽管其速度较道路运输高,但调度和向道路车辆转载需耗费时间。

公路运输首先得益于广阔密集的公路网络。与铁路运输相比,公路运输具有运输时间短和可以“及时”运输的优点。高速公路和联邦公路上密集的车辆(主要由专业的长途运输车引起)、尾气排放、环境破坏和占用大量地面等都对人类和环境造成负担。

飞机的特点是运输时间短、距离长,但只适合于运输货物价值与成本相适应或者由于易变质而要求快速运输的货物。对于特别重和体积特别大的货物,气船将来是一种非常有用的交通工具。

公路和铁路联运在德国所占的比重略低于 10%。为了使这种联运方式更具吸引力,开发了一种专门的技术和方案。图 1-6 所示为“Cargo Roo 挂车”转运系统。该系统由带活动架的铁轨车作为转运装置,用半挂车作为公路运输车。鞍式牵引车上的转运装置由一根轨道和双侧导轨代替。

对载货汽车的具体要求取决于所运输的货物(见 3.2.2.1)。载货汽车发动机总成的状态、形式和布置决定了货箱(行李箱、圆形料仓、油罐……)的形式及其大小。为

了提高货物运输的经济效益,载货汽车的货箱尺寸根据标准化货运集装箱(货板、圆柱容器、可变货箱、ISO 标准集装箱)确定。此外,货箱的设计方案还应考虑到外部环境因素(粉尘、温度、光、热、震荡、损伤和偷窃)对所运输货物的影响。

与此相反,必须通过合格的安全措施,例如,通过系牢、警示标志、押运车、防抱死制动系统(ABS)、防滑转驱动系统(ASR)和被动安全装置,保证所运输的货物(大质量货物、燃料、化学物品等)不对周围环境造成损坏。



图 1-6 Cargo Roo 挂车

1.2.2 经济性

为了能与其他运输工具竞争,载货汽车必须尽可能降低运输成本。

图 1-7 为汽车运输成本的计算过程。表 1-2 为由上述计算过程得到的汽车各部分的成本组成。上述过程也可以通过计算机程序实现。

从汽车设计的角度看,当有效载荷容积一定时,采用适当的结构形式,选用轻量化的材料可以提高有效载荷率,从而提高载货汽车的经济性(见 3.2.4)。此外,还要充分考虑到载货汽车相关尺寸的法律规定:长途运输车总质量限值(载货汽车列车和鞍式牵引车的限值为 40t)、总长度限值(载货汽车列车:18.75m,鞍式牵引车:16.5m)和宽度与高度限值(宽 2.55m,高 4m)。

为了提高加速度和平均行驶速度,德国车辆登记技术要求条例第 35 章 (§ 35 StVZO)中规定的最小比功率为 4.4kW/t,该值显然不能满足要求,实际设计中达到 11kW/t。由于燃油在载货汽车运输的成本中占有很大的比重,因此,载货汽车几乎都采用涡轮增压中冷式柴油发动机,其比油耗最好可降至 190g/(kW·h)。增大变速器档位的密度,采用发动机和变速器集中式电子控制系统可将发动机的运行保持在低油耗区。此外,减小车辆行驶阻力可达到降低功耗并进而减小油耗的目的,主要方法有:通过车身造型设计减小车辆行驶时的空气阻力,采用滚动阻力小的轮胎,空载或半载时将车轴提升起来。

提高拆装维修的方便性,采用免维修零件或者增大检修时间间隔都有助于降低维修成本。此外,提高汽车底盘的生产数量、采用组合式货箱都有助于降低载货汽车制造成本,进而降低运输成本。

汽车参数

A 产品类型/型号	MAN 19.364 FLS	F 发动机类型	R6
B 汽车种类	半挂牵引车	G 驱动类型	柴油机
C 允许总质量/净载质量	C ₁ 18 /C ₂ 11.5	H 轮胎数量和大小	6×295/80 R 22.5
D 功率/排量	360/12.000	I 第一次许可	1.6.1999
E 运输类型	长途运输	G 牵引类型	牵引车

计算基础

(1) 净标价 / DM	247435	(7) 按时间 (P _Z) 和里程 (P _L) 折旧的折旧费分配比例	a) P _Z =30% b) P _L =70%
(2) 实际制造成本 / DM	173204	(8) 每年运行天数	240
(3) 轮胎价格 / DM	5600	(9) 装载程度 (%)	100
(4) 油耗 /(L/100km)	38.96	(10) 以月计的运行时间	60
(5) 燃油价格 /(DM/L)	1.05	(11) 年行驶里程 /km	200000
(6) 计算利息 (%)	8.0	(12) 轮胎行驶里程 /km	145000
(13) 可变成本			
(14) 按里程的折旧费 / 年			

$$\left[(2) 173204 - (3) 5600 \right] \times (7b) 70 \div 100 \div (10) 60 \div (11) 200000 \times 12 \times 100 = 11.73$$

$$(15) \text{ 燃油成本 } / (DM / 100km) \quad (4) 39.96 \times (5) 1.05 = 41.96$$

$$(16) \text{ 润滑油成本 } / (DM / 100km) \quad (15) 41.96 \times 3\% = 1.26$$

$$(17) \text{ 轮胎成本 } / (DM / 100km) \quad (2) 5600 \div (12) 145000 \times 100 = 3.86$$

$$(18) \text{ 维修保养成本 } / (DM / 100km) \quad \text{每年: } 19000 \div (11) 200000 \times 100 = 9.50$$

$$(19) \text{ 可变成本小计 } / (DM / 100km)$$

$$(14) 11.73 + (15) 41.96 + (16) 1.26 + (17) 3.86 + (18) 9.50 = 68.31$$

$$(20) \text{ 固定成本}$$

$$(21) \text{ 按时间的折旧费 / 年 } \left[(2) 173204 - (3) 5600 \right] \times (7a) 30 \div 100 \times 12 \div (10) 60 = 10056.24$$

$$(22) \text{ 计算利息 } (2) 173204 \div 12 \times (6) 8 \div 100 = 6926.16$$

$$(23) \text{ 汽车税 } / (DM / \text{年}) \quad 1300 \quad (24) \text{ 赔偿保险 } / (DM / \text{年}) \quad 8840 \quad (25) \text{ 运输工具保险 } / (DM / \text{年}) \quad 7500$$

$$(25a) \text{ 其他运行成本: } 1000$$

$$(26) \text{ 固定成本小计 } / DM$$

$$(21) 10038.24 + (22) 69281.6 + (23) 1300 + (24) 8840 + (25) 7500 + (25a) 1000 = 35624.40$$

$$(27) \text{ 固定成本 } / (DM / \text{天}) \quad (26) 35624.40 \div (6) 240 = 148.44$$

$$(27a) \text{ 固定成本 } / (DM / 100km) \quad (26) 35624.40 \div (11) 200000 \times 100 = 17.81$$

$$(28) \text{ 固定和可变成本 } / (DM / 100km) \quad (27a) 17.81 + (19) 68.31 = 86.12$$

$$(29) \text{ 成本 } / (DM / 100t \cdot km) \quad (26) 86.12 \div (C_2) 11.5 \times (9) 100 \div 100 = 7.49$$

$$(30) \text{ 每年总成本 } / (DM / \text{年}) \quad (24) 86.2 \times (11) \div 100 = 172246.58$$

$$(31) \text{ 使用期间的总成本 } / DM \quad 36(172246.58) \times (14) 60 \div 12 = 861232.89$$

图 1-7 汽车运输成本计算流程图(Heinrich Vogel 有限责任公司出版社/TUEV Bayern-Sachsen)

表 1-2 根据图 1-7 计算数据得到的载货汽车各部分的成本

可变成本	功率折旧	11.73DM/100km	13.6%
	燃料	41.96DM/100km	48.7%
	润滑油	1.26DM/100km	1.5%
	轮胎	3.86DM/100km	4.5%
	维修保养	9.50DM/100km	11.0%
固定成本	时间折旧	5.03DM/100km	5.8%
	计算利息	3.46DM/100km	4.0%
	汽车税	0.65DM/100km	0.8%
	主强制保险	4.42DM/100km	5.1%
	车船强制保险	3.75DM/100km	4.4%
	其他成本	0.50DM/100km	0.6%
总计		86.12DM/100km	100.0%

译者注：DM 为德国马克

1.3 驱动和行驶功率

对无轨车辆而言，驾驶员可以任意选择行驶路径，包括急转弯和越过路障。所要求的比驱动功率较有轨车辆高，这就给设计、制造和使用带来了困难。因此，应仔细地分析各种工况下的行驶功率，优化发动机和传动系统的设计。前提条件是要计算出实际行驶中各种工况下行驶阻力的大小。下面将分析行驶阻力和根据行驶阻力计算功耗的方法，其中应特别注意载货汽车的轮胎。

1.3.1 行驶阻力和功耗

行驶阻力分为车轮阻力、空气阻力、爬坡阻力和变速行驶时出现的加速阻力。

1.3.1.1 车轮阻力

车轮阻力为车轮滚动过程中各种阻力之和，包括滚动阻力、侧偏阻力、曲线行驶阻力、轴承滚动阻力和挤水阻力。

当车轮行驶在塑性路面上时，例如行驶在松软的农田中，还会产生附加的行驶阻力：

土壤压实阻力、推土阻力和轨迹内摩擦产生的阻力。

直线行驶时滚动阻力在车轮阻力中占的比重最大。在硬路面上滚动阻力主要由车轮的变形产生。在松软或塑性路面上，包括砂地路面，滚动阻力还包括