

载货汽车设计

〔日〕武田信之 著

方泳龙 译

陈家瑞 校



人民交通出版社

Zaihuo Qiche Sheji

载货汽车设计

[日]武田信之 著

方泳龙 译

陈家瑞 校

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

载货汽车设计/(日)武田信之著;方泳龙译. —北京:人民交通出版社,1997.8

ISBN 7-114-02784-2

I. 载… II. ①武… ②方… III. 货车-设计
IV. U469.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 19456 号

大形テックの 設計

武田信之 著

山海堂 1992

载货汽车设计

[日]武田信之 著

方泳龙 译

陈家瑞 校

责任印制:孙树田 版式设计:刘晓方 责任校对:张莹

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本:850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张:7.25 字数:179 千

1998年5月 第1版

1998年5月 第1版 第1次印刷

印数:0001-1000册 定价:18.00元

ISBN 7-114-02784-2

U · 01982

041-105
内 容 提 要

本书共分七章,主要内容有:动力性能、冷却装置、驱动装置、制动装置、运动性能、强度和噪声等,可供从事载货汽车设计、制造以及使用的工程技术人员学习参考。

译者的话

本书是日本五十铃汽车公司武田信之先生根据自己长期从事载货汽车开发设计所积累的经验而编写的。该书理论阐述、分析推导严谨,并列举了许多试验数据和图表,还指出了在设计中要注意解决的主要问题等。可见,该书具有较高的实用价值,而且在某种程度上也反映了日本载货汽车的设计和研究水平。为适应我国汽车工业发展形势的需要,本人在日本留学期间翻译了这本书,想对我国从事载货汽车设计、制造以及使用的工程技术人员会有一定的参考价值。

本书共分七章,在每一章开头都阐述了该章的设计要点,并提出了开发设计时必须注意的事项。

翻译该书时,为了尊重原书原貌,书中公式未作改动。对某些未采用国际标准单位的,也未予修订,如力的单位仍采用 kgf,功率单位仍采用 PS(马力)等。原书中某些印刷错误,经与作者核对后,已作了改正。此外,本书的书名译为《载货汽车设计》,未按原文直译成《大型货车设计》,其原因是为符合我国的标准名词术语。

该书的出版得到了作者武田信之先生和日本山海堂出版社八木国夫先生,国内人民交通出版社有关领导和编辑的大力帮助和支持,在此深表衷心谢意。

由于时间和译者水平有限,翻译中难免有错误和欠妥之处,敬请读者批评指正。

方泳龙

1996年4月于长春

前 言

日常使用的纸和笔,穿的、吃的、建筑材料、建筑机械等一切东西,全部用汽车(货车)来进行运输。

如今社会,如果我们生活中没有汽车(货车),那么会是怎样的呢?

目前在国内对汽车的货物运输依赖度,在重量 $\times$ 距离基准上达到 50%,在重量基准上可达到 90%。

我国的汽车潮流(高潮)是在 60 年代开花的,并克服了排气和噪声公害,70 年代采取了节省燃料措施,80 年代高功率、高性能技术竞争等各种重要问题上技术人员日夜奋战取得了一定成绩。然而,进入 90 年代国际化、安全环境措施的时代,仍然面临着许多必须解决的问题。如,面临着石油燃料的有限而要开发的代用燃料,作为节省燃料措施而使车辆的轻量化、减少空气阻力;作为安全措施要改进安全带、冲撞安全用空气袋和防滑装置的高性能化,为减轻驾驶员的疲劳要改进并提高驾驶室空间舒适性,以及还要解决由于排气而破坏地球环境等问题。

开发汽车时必须考虑诸如节省能量、安全性、对环境的适应性,再加上要考虑汽车的物资流动系统的变化,并作为公共运输手段来进行开发。

围绕物资运输环境需要充实比现在更为机动的通信机能,计划扩大高速公路网。

从 1963 年全长仅为 71.1km 的名神高速公路开始以来,在不足 25 年的时间里已具有全长 4400km 的高速公路,并还计划着完善和扩建。

为适应高速化,要在目前的基础上,对振动、噪声采取有效的

措施,并提高操纵稳定性和制动性能等。

活鱼送到住宅、艺术品等的高价值商品的运输越来越多,还有把舞台架设在汽车上进行音乐、演剧的流动剧场,以及利用移动汽车商店等进行和顾客们的经常联系。因此,有必要开发新悬架和新车箱等。

虽然如此,对未来的汽车来说“跑”、“转弯”、“停止”的基本性能和耐久可靠性的提高还是最重要的,不会有变化。

必须缩短设计开发时间的今天,希望年轻技术人员尽早要掌握货车设计基础知识。为此不顾本人的浅学非才就写了这本书。

特别希望各位读者的批评指正。

本书有如下的特点:

①各章的开头阐述了设计重点、进行设计开发时必须研讨的项目。

②主要技术公式尽量以基础式为主引深推导。

③本书所选择的内容是作者以在长年设计开发中所积累的最主要的经验为基础的内容。

④希望这本书对从事设计开发汽车的年轻技术人员,甚至对从事制造汽车各种总成的老资格技术人员,有效地应用和总结经验起到一定的作用。

另外,理工科学生们有利于了解在大学、高专里所学到的知识在实际工业上如何应用。

最后,向出版时给予帮助的山海堂的八木国夫先生表示深厚的感谢。

作 者

1992 年 9 月

目 录

第一章 动力性能	1
1.1 动力性能设计的要点	1
(1) 发动机	1
(2) 柴油发动机的特点	1
(3) 柴油发动机的心脏部位	2
(4) 热效率	2
(5) 发动机输出力传递路线	2
1.2 行驶阻力	3
1.2.1 动力性和行驶阻力	3
1.2.2 行驶阻力的分类	3
(1) 滚动阻力	4
(2) 空气阻力	4
(3) 上坡阻力	6
(4) 加速阻力	7
1.2.3 行驶阻力功率和驱动功率	10
(1) 行驶阻力功率	10
(2) 驱动功率	10
1.3 动力性能	11
1.3.1 动力性的分类	11
(1) 最高车速	11
(2) 上坡性能	11
(3) 加速性能	12
1.4 燃油经济性	15
1.4.1 燃油经济性的分类和计算	15

1.4.2 油耗和输出功	17
(1)鱼钩式	17
(2)根据发动机性能曲线求油耗量	17
(3)等油耗曲线	17
第二章 冷却装置	23
2.1 发动机冷却系设计的要点	23
(1)散热器	23
(2)水泵	23
(3)散热器的散热量	24
(4)冷却系的噪声	24
(5)风扇离合器	24
(6)冷却水的供给	24
(7)调温器	24
(8)储水罐和压力盖	25
2.2 发动机的冷却	26
2.2.1 散热器	26
2.2.2 发动机冷却系的构造	26
2.3 散热器的性能	28
2.3.1 散热器的基本性能	28
2.3.2 ϵ -NTU 法	29
2.3.3 热通过率 K	30
2.3.4 散热器冷却设计计算例	31
2.3.5 散热器的散热量和气水温度差	35
2.3.6 发动机转速和发热量	36
2.4 冷却风扇	36
2.4.1 冷却风扇的驱动方式	36
2.4.2 大气温度对感温型风扇离合器的影响	36
2.5 冷却回路的压力	39
2.5.1 压力盖	39
2.5.2 气蚀特性	40

第三章 驱动装置	42
3.1 驱动系装置设计的要点	42
(1) 驱动系装置	42
(2) 离合器	42
(3) 变速器	43
(4) 主减速齿轮	44
(5) 润滑油	44
3.2 离合器	45
3.2.1 离合器构造	45
3.2.2 离合器的传递转矩	45
3.2.3 摩擦离合器的同步时间	47
3.2.4 摩擦离合器滑转引起的滑磨功	50
3.2.5 离合器紧急接合时的冲击转矩	50
3.3 变速器	54
3.3.1 变速器的构造	54
3.3.2 同步接合机构	55
(1) 同步接合机构	55
(2) 变速操作时同步器的工作过程	55
(3) 同步转矩(T_c)、锁销转矩(T_P)、齿圈转矩(T_G) 的计算	56
(4) 有关同步器的三种运动	58
3.4 传动轴	62
3.4.1 传动轴构造	62
3.4.2 万向节的角速度和转矩变化	63
3.5 主传动器	65
3.5.1 主传动器的构造	65
3.5.2 齿轮的强度	66
(1) 齿轮的强度	66
(2) 爬坡能力	67
第四章 制动装置	69

4.1	制动装置设计的要点	69
(1)	制动装置和制动感觉	69
(2)	两系统之间的压力差	69
(3)	制动器的热容量	70
(4)	制动力分配	70
(5)	制动器的振动现象	71
(6)	安全法规	71
4.2	制动	71
4.2.1	何谓制动	71
4.2.2	制动装置	75
4.3	制动力分配	78
4.3.1	制动力的理想分配	78
4.3.2	制动力理想分配曲线	78
4.3.3	车轮抱死界限线	80
(1)	前轮抱死界限线	80
(2)	后轮抱死界限线	81
4.3.4	车轮开始抱死时的减速度	81
(1)	车辆的制动力分配为 ρ_1 时(前轮抱死时)	82
(2)	车辆的制动力分配为 ρ_2 时(后轮抱死时)	82
(3)	前后轮同时抱死的时候	83
(4)	车轮抱死后车辆的不规则旋转	83
4.4	当量能量	84
4.5	由于制动而发热和放热	85
4.5.1	运动能量和发热量	85
4.5.2	发热量和温度	86
4.5.3	放热量和温度	87
4.5.4	一定时间间隔内制动模型的温度	87
4.6	制动力矩	88
4.6.1	内扩张型鼓式制动器的制动力矩图解法	88
(1)	固定销式领从蹄式制动器	88

(2)浮动蹄式制动器	92
4.7 制动运动	95
4.7.1 制动力和制动距离、制动时间	95
4.8 制动蹄的衬片材料	96
第五章 运动性能	99
5.1 运动性能设计的要点	99
(1)操纵装置	99
(2)悬架干涉	100
(3)轴转向	100
(4)前轮定位	100
(5)侧偏力和转向特性	101
(6)平顺性	101
(7)悬架	102
(8)减振器	102
(9)振动	102
5.2 操纵稳定性	103
5.2.1 操纵稳定性	103
5.2.2 前轮定位	103
5.2.3 转向性能	104
5.2.4 最小转弯半径	105
5.2.5 转弯时的轮胎特性	106
5.2.6 不足转向,过多转向	108
(1)何谓 US、OS、NS	108
(2)静态储备系数的大小和位置	109
(3)轴转向的大小	111
5.2.7 转弯时的动特性	111
5.2.8 转向响应特性	112
(1)瞬态响应	112
(2)频率响应	114
5.2.9 侧倾时的最大离心加速度	115

5.2.10 转向力的减轻	116
5.2.11 前轮摆振	116
5.3 平顺性	119
5.3.1 平顺性	119
5.3.2 车辆的振动特性	120
(1)振动的分类	120
(2)车辆的垂直振动分析	120
(3)车辆前后弹簧的相关振动分析	125
(4)实际车辆振动的测定	128
5.3.3 车轮上的激振力	131
5.3.4 平顺性的评价	132
第六章 强度	135
6.1 强度件设计要点	135
(1)路面输入力	135
(2)驱动反力	135
(3)应力强度模型	136
(4)应力的预测	136
(5)收集市场信息	136
(6)FMEA、FTA	137
(7)车架的应力	137
6.2 应力—强度模型	137
6.2.1 关于应力—强度模型	137
6.2.2 可靠度的具体计算	140
6.3 疲劳累积模型	140
6.3.1 何谓疲劳累积模型	140
6.3.2 疲劳寿命的计算方法	141
(1)应力频率	142
(2)金属构件的疲劳寿命计算方法	142
(3)凹凸路面的输入力	143
(4)估价疲劳强度的应力波形分析法	144

6.4 构件的强度	148
6.4.1 各种强度构件	148
6.4.2 车架	148
(1)车架的垂直方向弯曲力矩	148
(2)车架的断面系数	152
(3)车架的垂直方向弯曲应力	154
(4)车架的挠度	154
(5)车架的扭转刚性	158
6.4.3 钢板弹簧	161
(1)钢板弹簧上的输入力	161
(2)钢板弹簧的应力和挠度	163
(3)重叠板簧的扭转	167
6.4.4 转向系统	168
(1)转向系统上的输入力	169
(2)由转向盘操作力引起的输入力	169
(3)行驶坏路时从轮胎的输入力	170
6.4.5 发动机的支承	171
(1)发动机支承的弹簧刚度	171
(2)发动机支承在动力装置重心面上时的运动	174
(3)发动机支承在动力装置重心面下边时的运动	177
(4)关于转矩侧倾轴	178
(5)发动机机体前后的支承位置	179
6.4.6 其他强度构件	179
(1)在平衡悬架上对推力杆的输入力	179
(2)作用在车架上的横向弯曲力	180
(3)作用在减振器上的力	180
(4)盘式车轮,轮毂上的输入力	181
第七章 噪声	182
7.1 降低噪声的设计要点	182
(1)噪声	182

(2)降低噪声措施	182
(3)噪声的测定	184
7.2 关于声	184
7.2.1 何谓声	184
7.2.2 正弦波形	184
7.2.3 声的强度	185
(1)声的强度和声压级	185
(2)噪声级	186
(3)噪声的和与差	187
7.3 汽车的噪声	188
7.3.1 噪声的概要	188
7.3.2 传动系的噪声	190
(1)传动轴夹角的影响	190
(2)传动轴的扭转振动和共振	191
(3)传动轴弯曲振动的相关振动	192
(4)齿轮的啮合噪声	196
(5)齿轮的轮齿接触不良噪声措施	196
(6)齿轮齿数的1次振动	199
(7)变速器在发动机怠速时的敲击声	201
7.3.3 进气噪声	202
(1)进气噪声的分类	202
(2)降低进气噪声措施	203
(3)进气阻力	204
7.3.4 排气噪声	204
(1)排气噪声的分类	204
(2)降低排气噪声措施	204
7.3.5 轮胎噪声	206
(1)轮胎噪声的分类	206
(2)降低轮胎噪声的措施	207
7.3.6 冷却系噪声	207

(1)冷却系噪声的分类	207
(2)降低冷却系噪声的措施	207
参考资料	209
参考文献	211
结束语	212

第一章 动力性能

1.1 动力性能设计的要点

(1) 发动机

动力性能是汽车的基本机能，是“行驶”、“转弯”、“停止”中的“行驶”性能。为了“行驶”作为动力源需要有发动机。

发动机又称引擎。发动机是把热能、水能、电能等的能量连续地转换成机械能的动力装置。利用热能方式的发动机称为热力发动机。热力发动机里有燃烧发动机、地热发动机等。

燃烧发动机可分为内燃烧发动机和外燃烧发动机。内燃烧发动机里有电点火式发动机（汽油发动机）、压燃式发动机（柴油发动机）。

(2) 柴油发动机的特点

安装在载货汽车上的发动机一般都是四冲程柴油发动机。

柴油发动机同汽油机相比有，运动部件的质量大、转速低。因而，每气缸容积的输出力只有汽油机的一半。尤其是由于气缸内的爆发力大，导致振动大。虽然如此，柴油发动机有气缸内压缩比大、热效率高、燃油消耗量少等优点。

另外，柴油作为柴油发动机的燃油价格便宜，作为商用车的发动机是经济的。还有，不需要有发动机的点火装置，从而不必进行电系维修，提高了可靠性。

柴油发动机的燃烧方式，有燃油消耗较少的单室式的直接喷射式，氮氧化合物（ NO_x ）排量较少的副室式的预燃烧室式、涡流