

汽车工程手册

第二分册

〔日〕自动车技术会 小林 明等 编

汽车工程手册编译委员会 译

机械工业出版社

译者序

汽车是一种用途最广泛的现代化交通运输工具,它与人类的生活、生产活动有密切关联。从国民经济、国防的运输到城、乡的交通,都离不开汽车。汽车和汽车工业对劳动生产率的提高,人民生活的改善起着相当重要的作用。汽车的品种、数量由于需要已得到巨大的发展,截止目前,全世界的汽车保有量已达到3.6亿辆,平均每11人就有一辆汽车;工业发达国家每1.5~3.6人就有一辆汽车,汽车的年产量从数百万辆到一千二百万辆,汽车工业已形成了各工业国的经济支柱。

汽车的使用面广、车型多、产量大,因此汽车的设计、研制、试验和制造有其特殊要求;对环境卫生、安全保护、能源及材料消耗等都有举足轻重的影响;对系列化、标准化、专业化的大量生产特别适宜;对成本、质量的控制特别严格;此外汽车不限于一个地区或一个国家内使用,它对不同的地理、气候条件和道路交通情况必须适应。

汽车是一个复杂的综合整体,汽车设计、研制、试验、制造和使用维修涉及各个科学技术领域,从业科技人员需要不同学科和专业技术的知识,诸如工程力学、热机、流体力学、土壤力学、机构学、金属非金属材料、计算数学、电子学、自动化控制、人体工程、生物控制论、医学、工业美术、工业企业管理以及国内国外的汽车标准等等。

汽车工程包括的范围如此之广,科技人员的分工不得不细,分工既细,综合的要求也必须加强。汽车工程中的专业书籍和文献虽较丰富,但综合性书籍的出版仍较少。当前在各国出版的汽车工程手册中,日文《自动车工学手册》是比较完整的一本,它包括了汽车设计、研制、试验、制造和使用维修各方面的基本知识,可以为汽车从业人员提供全面的综合资料,为各个专业之间的结合提供桥梁。

有鉴于此,组织了我国汽车行业的部分技术力量将日文《自动车工学手册》译成中文,定名为《汽车工程手册》,供我国汽车从业人员及专业院校师生参考。日文《自动车工学手册》的版本较早,在译文中增加了日文《自动车工学便览》(1976年版)的部分内容。当然,手册的内容不可能包罗万象,要想利用这本书去解决深入的技术问题,也是困难的。不过,它对全面地了解汽车工程以及沟通各个专业之间的联系必将有所贡献。

本手册将分四个分册陆续出版,内容见简介。由于水平所限,译文中难免有不妥或错误之处,敬希读者批评指正。

本书内容包括汽车发动机结构, 动力传递装置, 制动装置, 悬架系, 轮胎和车轮, 转向系和车身及其附件各篇。

本书可供汽车专业的技术人员, 大专院校师生参考。

新編

自動車工学ハンドブック

Automotive Engineers' Hand Book

社団法人 自動車技術会編

Society Of Automotive
Engineers Of Japan

図書出版社 1970年版

*

汽车工程手册

第二分册

日本自动车技术会 小林 明等 编

汽车工程手册编译委员会 译

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 36³/₄·插页 2·字数 1135 千字

1984年4月北京第一版·1984年4月北京第一次印刷

印数 0,001—7,200·定价 6.10元

*

统一书号: 15033·5372

目 录

第一篇 汽车用发动机	
第一章 内燃机的基本理论和性能	1
1-1 决定发动机功率的因素	1
1-2 热效率	2
1-3 压缩、膨胀冲程中的多变指数	4
1-4 名义压缩比和有效压缩比	5
1-5 点火时间和燃烧所需要的时间的长短对有效压缩比的影响	6
1-6 把放气过程也考虑在内的有效压缩比	7
1-7 机械效率	7
1-8 燃料消耗率	11
第二章 汽油发动机	13
2-1 发动机设计	13
2-1-1 发动机和车辆	13
2-1-2 汽油机与柴油机的比较	13
2-1-3 冷却方式的比较	13
2-1-4 总排量、气缸数和冲程/缸径的决定	13
2-2 发动机本体	14
2-2-1 缸体	14
2-2-2 缸盖	18
2-2-3 燃烧室	22
2-3 运动部分	24
2-3-1 曲轴	24
2-3-2 轴承	26
2-3-3 活塞	30
2-3-4 连杆	38
2-3-5 气门机构	40
2-4 进、排气管装置	47
2-4-1 进气歧管	47
2-4-2 空气滤清器	49
2-4-3 排气歧管	50
2-4-4 排气消声器	51
2-5 燃料供给装置	53
2-5-1 化油器	53
2-5-2 燃料泵	56
2-5-3 汽油喷射	60
2-6 润滑装置	61
2-6-1 润滑系统	61
2-6-2 油泵	63
2-6-3 机油滤清器	63
2-7 冷却装置	66
2-7-1 风冷式	67
2-7-2 水冷式	68
2-7-3 机油冷却器	71
参考文献	72
第三章 柴油发动机	73
3-1 燃烧室	73
3-1-1 概述	73
3-1-2 直接喷射式	73
3-1-3 预燃室式	75
3-1-4 涡流室式	77
3-2 性能	77
3-2-1 概述	77
3-2-2 燃烧	79
3-2-3 热效率和机械效率	80
3-3 喷油装置	80
3-3-1 概述	80
3-3-2 喷油泵	80
3-3-3 喷油器	82
3-3-4 整体式喷油器	84
3-3-5 调速器	84
3-3-6 喷油时期调整装置	85
3-3-7 供油泵及其它	86
3-4 汽车用柴油机的结构	86
3-4-1 概述	86
3-4-2 小型高速柴油机	87
3-4-3 各部分结构	88
3-5 增压发动机	93
3-5-1 概述	93
3-5-2 增压器	93
3-5-3 发动机结构	95
3-6 风冷发动机	96
3-6-1 概述	96
3-6-2 冷却	97

VI 目 录

3·6·3 发动机结构	98	6·1·3 发动机的运转、程序和控制系統	132
3·7 工程机械用发动机	99	6·1·4 台架耐久运转試驗	132
3·7·1 概述	99	6·2 发动机测试方法	133
3·7·2 发动机结构	100	6·2·1 转速	133
参考文献	101	6·2·2 扭矩和功率	134
第四章 二冲程发动机	102	6·2·3 流量、空气、燃料	137
4·1 二冲程发动机	102	6·2·4 排烟浓度	140
4·1·1 二冲程发动机的换气	102	6·2·5 混合比	140
4·1·2 二冲程发动机的进气	102	6·2·6 压力	141
4·1·3 二冲程发动机的扫气	103	6·2·7 温度	143
4·1·4 二冲程发动机的排气	105	6·2·8 磨损	144
4·2 二冲程汽油机	106	6·2·9 扫气效率	145
4·2·1 发动机性能	106	6·2·10 遥測	146
4·2·2 润滑	108	6·2·11 气体分析	146
4·2·3 发动机结构	110	6·2·12 P_i 計	147
4·3 二冲程柴油机	113	6·2·13 取樣閥	147
4·3·1 概述	113	6·2·14 噴油率	148
4·3·2 各种扫气方式的利弊	116	6·3 统计量測定	150
4·3·3 扫气泵	116	6·3·1 利用比较仪和环形计数器的 波高分析法	150
4·3·4 排气系統	116	6·3·2 利用可逆计数器工作的统计 量分析器	150
4·3·5 燃料系統	117	6·3·3 PHA(脉冲高度编址)系統	150
4·3·6 气门机构	118	6·3·4 计算机系统	151
4·3·7 气缸排列, 平衡	118	参考文献	151
4·3·8 活塞及其他	119	第二篇 动力传递装置	
4·3·9 二冲程柴油机的设计探討	119	第一章 离合器	152
参考文献	119	1·1 概述	152
第五章 特种发动机	120	1·2 摩擦式离合器	152
5·1 转子活塞发动机	120	1·2·1 摩擦式离合器的一般构造	152
5·1·1 结构和作用	120	1·2·2 摩擦式离合器的容許	153
5·1·2 主要尺寸的确定方法	122	1·2·3 摩擦式离合器的设计	155
5·1·3 性能	123	1·2·4 离合器从动盘	156
5·2 燃气轮机	124	1·2·5 操纵装置	157
5·2·1 汽车用燃气轮机的优、缺点	124	1·3 液力偶合器	157
5·2·2 汽车用燃气轮机的型式	124	1·4 自动离合器及其应用	160
5·2·3 汽车用燃气轮机的性能	125	1·4·1 自动离合器	160
5·2·4 汽车用燃气轮机的结构	127	1·4·2 自动离合器的应用	162
5·2·5 汽车用燃气轮机的实例	129	参考文献	163
第六章 发动机試驗方法和测试方法	132	第二章 变速器	164
6·1 发动机試驗法	132	2·1 概述	164
6·1·1 JIS 标准	132		
6·1·2 各国标准	132		

2.2 齿轮变速器.....164	5.2.2 强度及设计.....202
2.2.1 变速比的选择.....164	5.3 独立悬架的驱动桥.....202
2.2.2 结构及作用.....164	5.4 车轮轴承.....204
2.2.3 变速操作装置.....167	5.4.1 车轮轴承的种类.....204
2.2.4 同步啮合装置.....168	5.4.2 车轮轴承的设计.....204
2.2.5 其它.....169	5.4.3 半浮式后桥向心球轴承的选择.....205
2.3 液力变扭器.....170	参考文献.....207
2.3.1 工作原理及特性.....170	第六章 齿轮.....208
2.3.2 与发动机共同工作时的性能.....174	6.1 齿轮概述.....208
2.4 自动变速器.....176	6.1.1 符号及名称.....208
2.4.1 液力自动变速器.....176	6.1.2 齿形.....208
2.4.2 其它.....183	6.2 直齿圆柱齿轮, 斜齿圆柱齿轮及 内啮合圆柱齿轮.....209
2.5 动力输出装置及分动器.....183	6.2.1 直齿圆柱齿轮的设计.....209
2.5.1 动力输出装置.....183	6.2.2 直齿圆柱齿轮的强度.....212
2.5.2 分动器.....183	6.2.3 斜齿圆柱齿轮设计.....215
参考文献.....184	6.2.4 斜齿圆柱齿轮的强度.....217
第三章 传动轴.....185	6.2.5 内齿轮.....218
3.1 概述.....185	6.2.6 螺旋圆柱齿轮.....220
3.2 传动轴.....185	6.3 圆锥齿轮与准双曲面齿轮.....221
3.3 联轴节.....186	6.3.1 直齿圆锥齿轮.....221
3.3.1 万向节.....186	6.3.2 螺旋锥齿轮.....223
3.3.2 滑动联轴节.....188	6.3.3 准双曲面齿轮.....223
3.4 中间轴承.....188	6.4 蜗轮.....225
第四章 主减速器和差速器.....189	6.4.1 蜗轮的效率.....225
4.1 概述.....189	6.4.2 蜗轮的齿形.....226
4.2 一般结构.....189	6.5 关于齿轮的一般问题.....226
4.2.1 主减速器.....189	6.5.1 齿轮的材料.....226
4.2.2 差速器.....190	6.5.2 热处理及表面处理.....227
4.3 其它结构.....190	6.5.3 加工方法及精度.....229
4.3.1 大型车辆用的双速主减速器 和双级减速的主减速器.....190	6.5.4 齿轮的噪声.....231
4.3.2 各型轿车主减速器的结构.....191	第七章 花键, 三角花键.....233
4.3.3 差速限制装置(diff lock).....192	7.1 花键.....233
4.4 主要部件的设计.....194	7.1.1 矩形花键.....233
4.4.1 主减速器.....194	7.1.2 渐开线花键.....234
4.4.2 差速器.....198	7.2 三角花键.....236
参考文献.....199	7.2.1 齿线齿三角花键.....236
第五章 驱动桥.....200	7.2.2 渐开线齿三角花键.....236
5.1 概述.....200	第三篇 制动装置
5.2 非独立悬架的驱动桥.....200	第一章 总论.....258
5.2.1 驱动桥的种类.....200	

目 录

1.1 制动性能的要求.....258	4.2.1 防滑装置.....299
1.1.1 制动能力.....258	1.2.2 安全装置.....303
1.1.2 对人的适应性.....258	1.2.3 自动调整装置.....306
1.1.3 衰退.....260	4.2.4 加力装置.....308
1.1.4 方向稳定性.....261	4.3 其他制动装置.....310
1.1.5 可靠性.....263	4.3.1 电磁制动器.....310
1.1.6 对舒适性的影响.....263	4.3.2 惯性式自动制动器.....310
1.1.7 维修.....264	4.3.3 飞轮制动器.....312
1.1.8 警示装置.....264	4.3.4 档板式制动器.....312
1.2 制动效能的计算.....264	第五章 减速器.....313
1.2.1 概论.....264	5.1 概述.....313
1.2.2 鼓式制动器.....265	5.2 排气制动器.....313
1.2.3 盘式制动器.....267	5.2.1 结构及工作原理.....313
1.2.4 带式制动器.....268	5.2.2 性能和特点.....314
第二章 分类和特性.....269	5.3 电涡流式减速器.....314
2.1 按用途分类.....269	5.3.1 构造、原理和配置.....314
2.1.1 常用制动装置.....269	5.3.2 装用电涡流式减速器车辆的 减速性能.....315
2.1.2 停车制动装置.....269	5.4 流体式减速器.....315
2.1.3 辅助制动装置.....269	5.4.1 结构、原理和配置.....315
2.1.4 紧急制动装置.....269	5.4.2 装用流体式减速器车辆的 减速性能.....316
2.2 按制动方式分类.....269	第六章 试验方法.....317
2.2.1 无动力制动装置.....269	6.1 试验类别.....317
2.2.2 加力制动装置.....270	6.2 摩擦片的试验方法.....317
2.2.3 动力制动装置.....270	6.3 制动器的单体试验方法.....320
第三章 制动力输出部分的结构.....271	6.4 实车试验方法.....323
3.1 鼓式制动器.....271	6.4.1 停车距离.....323
3.1.1 制动蹄的结构.....271	6.4.2 道路行驶试验.....324
3.1.2 鼓型夹持式制动器.....276	6.4.3 试验室试验.....331
3.1.3 带式制动器.....277	6.5 制动检查设备和检查方法.....331
3.1.4 带·盘式制动器.....277	6.5.1 踏板式制动试验装置.....331
3.2 盘式制动器.....277	6.5.2 滚筒驱动式制动试验装置.....331
3.2.1 单置分泵型盘式制动器.....279	
3.2.2 对置分泵型盘式制动器.....280	
3.2.3 分泵分立型盘式制动器.....282	
3.2.4 离合器型盘式制动器.....282	
3.2.5 盘·鼓混合式制动器.....282	
第四章 制动系元件.....283	
4.1 主要部件.....283	
4.1.1 液压制动器.....283	
4.1.2 空气制动系.....295	
4.1.3 油压动力制动系.....298	
4.2 辅助装置.....299	

第四篇 悬架系

第一章 悬架机构.....333	
1.1 概述.....333	
1.1.1 悬架系的作用与性能.....333	
1.1.2 悬架机构的基本型式及主要特点.....335	
1.2 车轴式悬架.....339	
1.2.1 纵置钢板弹簧式.....339	

1·2·2 使用螺旋弹簧的车轴式	341	3·2·1 筒式减震器	379
1·2·3 半独立式(迪多翁式)悬架	342	3·2·2 摆臂式减震器	379
1·2·4 其他型式	342	3·2·3 山衰减力发生阀所产生的压力 (图3-7)	379
1·3 独立悬架	343	3·3 减震器的选定	380
1·3·1 横置拉杆型	343	3·4 减震器的试验方法	381
1·3·2 纵置拉杆型	349	3·5 具有特殊机能的减震器	381
1·3·3 斜拉杆型	350	3·5·1 带挡块的减震器	383
1·3·4 其他型式	351	3·5·2 衰减力可变的减震器	383
1·4 流体悬架	353	3·5·3 高度调整式减震器	383
1·4·1 空气弹簧	353	3·5·4 抗侧摆减震器	384
1·4·2 液力悬架装置	355	3·5·5 滑柱连杆式悬架构件	384
1·5 附加机构、其他	356	3·5·6 气体——油压弹簧、橡胶——油 压弹簧	384
1·5·1 稳定器	356	3·5·7 摩擦减震器、动力减震器	384
1·5·2 前后关连悬架	357	3·5·8 转向系减震器、发动机悬架 减震器	384
1·5·3 柔软性	357	参考文献	384
第二章 弹簧	359	第五篇 轮胎和车轮	
2·1 概述	359	第一章 轮胎概述	386
2·2 叶片弹簧	359	第二章 轮胎的结构和使用材料	387
2·2·1 叶片弹簧的构造	359	2·1 轮胎各部分的名称及其说明	387
2·2·2 叶片弹簧的附件	360	2·1·1 胎体	387
2·2·3 叶片弹簧的计算公式	360	2·1·2 胎面和胎侧	387
2·2·4 材料和使用应力	365	2·1·3 缓冲橡胶层和加强层	387
2·2·5 规格	366	2·1·4 胎圈	387
2·3 螺旋弹簧	367	2·2 轮胎的主要材料和制造工艺	388
2·3·1 螺旋弹簧的形状	367	2·2·1 纤维材料	388
2·3·2 螺旋弹簧的计算公式	367	2·2·2 橡胶材料	388
2·3·3 材料和使用应力	369	2·2·3 轮胎的制造工艺	389
2·3·4 规格	371	2·3 轮胎的主要结构和特点	390
2·4 扭杆	371	2·3·1 斜交线轮胎	390
2·4·1 扭杆的计算公式	371	2·3·2 子午线轮胎	390
2·4·2 材料及使用应力	372	2·3·3 带束斜交轮胎	390
2·4·3 规格	372	2·3·4 特种轮胎	390
2·5 橡胶弹簧	372	2·4 胎面设计	390
2·5·1 承压杆橡胶弹簧	373	第三章 轮胎种类概述	392
2·5·2 承压型橡胶弹簧	373	3·1 轿车用轮胎	392
2·5·3 橡胶弹簧的实例	373	3·2 小型货车用轮胎	395
2·6 空气弹簧	375	3·3 货车、客车用轮胎	395
2·6·1 空气弹簧的种类	375	3·4 特种轮胎	397
2·6·2 空气弹簧的计算	375		
第三章 减震器	378		
3·1 减震器的种类和性能	378		
3·2 减震器的构造	378		

目 录

3-1-1 工程机械用轮胎	397	5-3 热带	414
3-1-2 工业用车用轮胎	397	5-4 无内胎轮胎	414
3-1-3 农业机械用轮胎	398	5-5 雪地上用的轮胎	415
第四章 轮胎的性能	399	5-6 镶钉轮胎	416
4-1 轮胎的负荷能力	399	第六章 轮胎使用注意事项	417
4-2 静态特性	399	6-1 一般使用注意事项	417
1-2-1 径向弹性系数	399	6-2 高速行驶时的注意事项	417
1-2-2 切向弹性系数	400	6-3 安全标准	418
4-2-3 横向弹性系数	401	第七章 车轮	419
1-2-4 扭转弹性系数	401	7-1 概述	419
1-2-5 接地压力分布	401	7-2 按材料分类	419
1-2-6 静止转向扭矩	401	7-2-1 钢板制的盘式车轮	419
4-3 对路面的特性	402	7-2-2 轻合金车轮	419
4-3-1 对路面的特性试验法	402	7-2-3 钢丝车轮	419
4-3-2 对路面的特性理论	402	7-3 轮胎的标记	419
(1)橡胶的摩擦特性	402	7-1 轮胎的种类	420
(2)制动、驱动特性	403	7-4-1 轮胎的主要种类和特点	420
(3)转向特性	404	(1)对开夹紧式轮胎	420
(4)制动、驱动时的转向特性	405	(2)深槽轮胎	420
4-4 振动噪声特性	406	(3)深槽宽轮胎	420
1-4-1 轮胎的均一性	406	(4)半深槽轮胎	421
(1)刚度均一性	406	(5)平底宽轮胎	421
(2)尺寸的均一性	407	(6)15°深槽轮胎	422
(3)轮胎的振摆	407	(7)斜底轮胎、宽斜底轮胎	422
(4)平衡度	407	7-5 车轮的安装	422
(5)均一性和振动	407	7-5-1 安装方法和有关尺寸	422
1-4-2 振动特性	407	7-6 车轮的试验	422
(1)动态弹性系数	407	7-6-1 车轮的应力	422
(2)包容特性	407	7-6-2 弯曲力矩耐久试验	423
(3)无限自由度的振动	408	(1)弯曲力矩	423
1-4-3 花纹噪声	409	(2)试验装置	423
4-5 高速性能	410	(3)评价标准	423
1-5-1 发热	410	(4)再试验及其它	424
1-5-2 驻波	410	7-6-3 径向负荷耐久试验	424
1-5-3 水滑效应	411	(1)负荷	424
4-6 轮胎的耐久性	412	(2)试验装置	424
4-6-1 磨损	412	(3)试验条件	424
4-6-2 疲劳和破坏	413	(4)评价标准	424
1-6-3 磨损指示器	413	(5)再试验及其它	424
第五章 轮胎内胎、垫带和特种轮胎	414	7-6-4 冲击试验	424
5-1 轮胎内胎	414	(1)负荷	424
5-2 气门嘴	414	(2)试验装置	425

(3) 试验条件	425
(4) 评价标准	425
(5) 再试验及其它	425
7·6·5 轮辋与轮辐连接部分的强度试验	425
7·6·6 螺母座紧固试验	425
7·7 车轮的静态不平衡度	425
参考文献	425

第六篇 转向系

第一章 转向机构	428
1·1 转向系的构成	428
1·2 转向系的理论	428
1·2·1 内外轮的转角	428
1·2·2 转向节臂的布置	430
1·2·3 有两根前轴情况下的转向节臂 的布置	431
1·2·4 前轮的定位	431
1·2·5 转弯半径	433
第二章 转向系的构造	434
2·1 方向盘和方向盘轴	434
2·1·1 方向盘	434
2·1·2 方向盘轴	435
2·2 转向器	435
2·2·1 螺杆螺母型	436
2·2·2 蜗杆扇齿型	437
2·2·3 蜗杆销子型	437
2·2·4 齿条齿轮型	438
2·2·5 复合型(滚珠螺母+蜗杆销子型)	439
2·3 转向拉杆装置	439
2·3·1 车轴悬架式的拉杆装置	439
2·3·2 独立悬架式的拉杆装置	440
2·4 前车轮转向轴的支承方式	442
2·4·1 主销方式	442
2·4·2 球形逐轴节方式	443
2·4·3 其他	443
第三章 转向性能	444
3·1 转向力	444
3·1·1 绕主销轴的力矩	444
3·1·2 方向盘力	445
3·2 影响转向系性能的因素	446
3·2·1 转向系的刚度	446
3·2·2 转向系的减速比和方向盘的	

惯性矩	447
第四章 动力转向系	448
4·1 概述	448
4·2 构造和机能	448
4·2·1 液压式动力转向系	448
4·2·2 气压式动力转向系	453
4·3 其他	453
4·3·1 减速比变化的转向系	453
4·3·2 静液压传动的转向系	454
参考文献	455

第七篇 车身及其附件

第一章 车身设计	456
1·1 概述	456
1·2 设计的演变	456
1·2·1 车身设计的演变	456
1·2·2 车身型式的种类	457
1·2·3 社会倾向和外形	458
1·2·4 汽车和环境	458
1·3 车身设计(外形)	458
1·3·1 设计规划	458
1·3·2 基本设计计划	459
1·3·3 设计程序	460
1·4 车身设计(内部)	465
1·4·1 室内设计计划	465
1·4·2 仪表板及其他	467
1·4·3 室内设计和材料	467
1·4·4 内部模型	469
1·5 色彩设计	470
1·5·1 汽车色彩概要	470
1·5·2 色彩的基础知识	470
1·5·3 色彩调查	474
1·5·4 着色程序	476
第二章 轿车车身结构	478
2·1 车架和车身概述	478
2·1·1 车架和车身的交迭	478
2·1·2 有车架的非承载式结构	478
2·1·3 承载式结构	478
2·1·4 空间车架	479
2·1·5 无骨架式结构	480
2·2 车架种类	480

2-2-1	箱型车架	480	2-11-2	密封条(防水、防尘)	506
2-2-2	X型车架	480	2-11-3	防震和隔声	507
2-2-3	边梁型车架	481	2-11-4	防寒和防暑	508
2-2-4	脊柱梁式车架	481	2-11-5	居住性	510
2-2-5	平台式车架	481	2-11-6	耐腐蚀性	511
2-2-6	短车架	482	2-11-7	安全性	512
2-3	车架构造	482	2-11-8	工艺性	513
2-3-1	纵梁	482	2-12	座椅	513
2-3-2	横梁	482	2-12-1	概述	513
2-3-3	斜梁	482	2-12-2	种类	513
2-4	车身总置	482	2-12-3	结构	514
2-5	车架设计时应考虑的问题	483	2-12-4	静压感	519
2-6	车身的各种形式和分类	484	2-12-5	动压感	520
2-6-1	根据车身形状的分类	484	2-12-6	鉴定方法	521
2-6-2	根据使用材料的分类	484	2-13	内饰	521
2-7	车身各部的名称及其结构	484	2-13-1	概述	521
2-7-1	根据车身结构形式的分类	484	2-13-2	顶棚	522
2-7-2	车前板制零件	485	2-13-3	车门的内饰	524
2-7-3	底板	486	2-13-4	汽车地毯	527
2-7-4	侧围与顶盖	487	2-13-5	仪表板覆面	528
2-7-5	前围盖板与仪表板	489	2-13-6	其它装备部件	529
2-7-6	车后板制零件	489	2-14	外部附件	534
2-7-7	车门	489	2-14-1	概述	534
2-8	车门附件	490	2-14-2	水箱面罩	534
2-8-1	门锁和锁机构	491	2-14-3	保险杠	538
2-8-2	门锁手柄	493	2-14-4	饰条类	538
2-8-3	玻璃升降器	494	2-14-5	标牌类	539
2-8-4	门铰链	496	参考文献	539	
2-9	密封条	498	第三章	货车车身结构	540
2-9-1	概述	498	3-1	货车的形式和分类	540
2-9-2	前后风窗密封条	498	3-2	货车车架构造	540
2-9-3	车门密封条	501	3-2-1	主要形式	541
2-9-4	行李箱盖密封条	502	3-2-2	构件形式	543
2-9-5	三角窗密封条	502	3-2-3	构件连接法	544
2-9-6	车门窗玻璃导槽	502	3-2-4	材质	544
2-9-7	其它	503	3-2-5	标准	544
2-10	燃料箱	503	3-3	货车车架强度	545
2-10-1	燃料箱结构	503	3-3-1	弯曲计算	545
2-10-2	燃料箱的安装位置	504	3-3-2	扭转计算	546
2-10-3	设计时的注意事项	504	3-3-3	开孔对车架的影响	547
2-11	车身应具备的条件	505	3-3-4	弯曲试验方法	547
2-11-1	强度和刚度	505	3-3-5	扭转试验方法	548

3.4 车架制造.....548	4.1 客车的分类.....558
3.4.1 压床.....548	4.1.1 根据形状分类(图 4-1).....558
3.4.2 车架的制造工艺.....548	4.1.2 根据用途分类.....558
3.5 驾驶室的形式与分类.....549	4.1.3 根据发动机的位置分类(图 4-2).....558
3.5.1 主要形式(图 3-26).....549	4.1.4 根据车门位置分类.....558
3.5.2 按材质分类.....549	4.1.5 根据座椅布置分类(图 4-3).....558
3.6 驾驶室结构.....549	4.1.6 根据结构分类.....559
3.6.1 金属驾驶室.....550	4.2 结构.....559
3.6.2 其他驾驶室.....550	4.2.1 概述.....559
3.6.3 驾驶室在底盘上的装配方 法(图 3-29).....550	4.2.2 车架式结构.....559
3.6.4 风窗(图 3-30).....551	4.2.3 无车架式结构.....560
3.6.5 车门(图 3-31).....551	4.2.4 轻合金车身结构.....560
3.6.6 座椅(图 3-32).....552	4.2.5 发动机悬置与车身结构.....561
3.6.7 内饰.....552	4.2.6 窗.....561
3.6.8 通风装置.....552	4.2.7 车门.....562
3.6.9 附件.....552	4.2.8 通风装置.....563
3.7 驾驶室的各部分名称(驾驶室各部 分名称如图 3-35, 图 3-36 所示).....553	4.2.9 暖风、冷气装置.....563
3.8 车箱的形式和分类.....553	4.3 生产方式及加工方法.....564
3.8.1 车箱的形式(图 3-37).....553	4.3.1 生产方式.....564
3.8.2 车箱按材质分类.....554	4.3.2 加工方法.....565
3.8.3 边板形式(图 3-38).....554	4.4 附件.....565
3.9 车箱结构.....554	4.4.1 座椅.....565
3.9.1 底板总成结构(图 3-39).....554	4.4.2 车外附件.....567
3.9.2 边板构造(图 3-38).....555	4.4.3 车内附件.....567
3.9.3 保险架结构(图 3-40).....555	4.4.4 电气.....567
3.9.4 车箱总成在底盘上装配方 法(图 3-39).....555	4.5 设计资料.....568
3.10 车箱各部分名称(图 3-41, 3-42).....556	4.5.1 有关规定.....568
3.11 特殊货车车箱.....556	4.5.2 客车车身标准.....569
参考文献.....557	4.6 轻量化客车.....571
第四章 客车车身结构.....558	4.6.1 轻量化效果与轻量化成本.....571
	4.6.2 通过更换材料实现轻量化.....572
	4.6.3 不更换材料的轻量化.....573
	参考文献.....574

第一篇 汽车用发动机

第一章 内燃机的基本理论和性能

1.1 决定发动机功率的因素

热力发动机的功率，一般由单位时间内所供给的热量和热效率及机械效率的乘积来决定。为了求出发动机的热效率，设：

Q —— 在气缸中单位时间内实际发生的热量 (kcal/s)；

ΔQ —— 主要由于燃烧和膨胀过程中冷却而损失的热量 (kcal/s)；

η_{ik} —— 实际循环热效率；

N_i —— 指示功率；

A —— 热功当量 $\approx \frac{1}{426.9}$ (kcal/kg·m)；

则指示功率

$$N_i = \frac{(Q - \Delta Q) \eta_{ik}}{75 A} \quad (1.1)$$

又设：

q —— 1 kg 空气和燃料的混合气燃烧所发生的热量 (kcal/kg 混合气)；

W_f —— 单位时间内所供给的混合气重量 (kg/s)；

Δq —— 1 kg 混合气在燃烧和膨胀中由于冷却而损失的热量 (kcal·kg 混合气)；

则单位时间内发生的热量 Q 和损失热量 ΔQ ，将分别为：

$$Q = qW_f \quad (\text{kcal/s})；$$

$$\Delta Q = \Delta qW_f \quad (\text{kcal/s})。$$

代入 (1.1) 式，

$$N_i = \frac{(q - \Delta q)W_f \eta_{ik}}{75 A} \quad (1.1')$$

为了把 N_i 作为供给空气量的函数来表示，

设：

W_a —— 单位时间内所供给的空气量 (kg/s)；

W_f —— 单位时间内所供给的燃料重量 (kg/s)；

Y —— 空气和燃料的重量比 = W_a/W_f ；

$$W_f = \frac{Y+1}{Y} W_a$$

则 (1.1') 式变为：

$$N_i = \frac{Y+1}{Y} \cdot \frac{(q - \Delta q)W_a \eta_{ik}}{75 A} \quad (1.1'')$$

式中假定燃料的低热值为 h ，则燃料所供给的热量等于 $\frac{hW_f}{Y+1}$ ，它和气缸内实际发生的热量 ($Q = qW_f$ kcal/s) 的比值称为燃烧效率 η_k ，

$$\eta_k = \frac{Q}{hW_f} = \frac{q(Y+1)}{h} \quad (1.2)$$

又冷却引起的热损失系数称为 η_c ，

$$\eta_c = \frac{q - \Delta q}{q} \quad (1.3)$$

将 (1.2) (1.3) 式中的 η_k 和 η_c 的关系代入 (1.1'')，得到：

$$N_i = \frac{h}{Y} \frac{W_a}{75 A} \eta_c \eta_k \eta_{ik} \quad (1.4)$$

由于 $Y = W_a/W_f$ ，得到：

$$\eta_c \eta_k \eta_{ik} = \frac{N_i 75 A}{h W_f}$$

上式中 hW_f 为单位时间内燃料所供给的热量， $N_i 75 A$ 为单位时间内指示功所消耗的热量。

将指示热效率称为 η_i ，由于

$$\eta_i = \eta_c \eta_k \eta_{ik}$$

(1.4) 式变为：

$$N_i = \frac{h}{Y} \frac{W_a}{75 A} \eta_i \quad (1.4')$$

从 (1.1'') 可知功率与每 kg 混合气的发热量

2 第一篇 汽车用发动机

η 成比例, 并 η 值随混合比 Y 而变化。设:

λ —— 过量空气系数;

L_{min} —— 完全燃烧 1 kg 燃料所需要的最小空气重量

则

$$\eta = \frac{\eta_b h}{1 + \lambda L_{min}}$$

当 $\lambda \geq 1$ 时为完全燃烧, 燃烧效率 $\eta_b = 1$; 当 $\lambda < 1$ 时为不完全燃烧, 燃烧效率 $\eta_b < 1$ 。图 1-1 示出普通汽油从燃烧计算结果得出的 η_b 值。在不发生热分解、比理论混合比稀时, $\eta_b = 1$; 在发生热分解时刻如图中的粗线所示。运用这一 η_b 值来求出 η 值如图 1-2。图 1-2 和图 1-1 相同, 细线表示没有热分解, 粗线则有热分解。

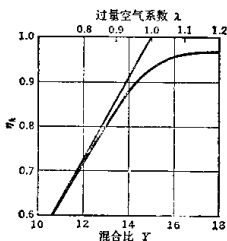


图 1-1

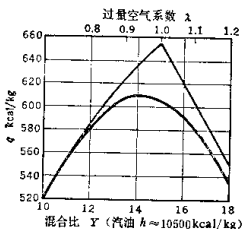


图 1-2

循环热效率 η_{th} 和理论空气循环热效率 同样取决于压缩比 ϵ , 大致如式 (1.5) 所示。在实际的发

动机情况下, 指数 n 值随混合比和残余废气重量 的变化而有所不同。根据试验测得的结果来看, 在多数情况下汽车用汽油发动机的 n 值在 1.25~1.30 范围内。图 1-3 示出压缩比 ϵ 和循环热效率 η_{th} 的关系。燃烧中由于气缸等的冷却而损失的热损失系数 η_c 值, 因燃烧室形状、冷却方式和压缩比等不同而多少有所不同, 大致可以定在 0.90~0.95 的范围内。图 1-4 示出, 从 $\eta_{th} = \eta_c \eta_b \eta_{th}$ 的关系中, 取图 1-1 所示的 η_b 值和取 $\eta_c = 0.9$ 、 $n = 1.25$ 而计算出的 η_{th} 值。

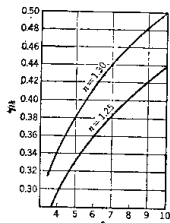


图 1-3 压缩比和循环热效率的关系

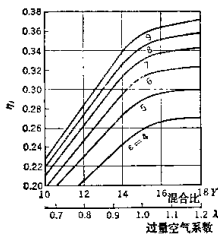


图 1-4

1-2 热效率

四冲程汽油发动机的工作循环可以用图 1-5 的 $P-V$ 模型图来表示。在进气冲程 ($6 \rightarrow 1$) 中, 往气缸里吸入空气和燃料的混合气。在通过压缩冲程 ($1 \rightarrow 2$) 的终点附近点火, 使混合气在上止点前后被燃烧, 结果使压力急剧上升 ($2 \rightarrow 3$)。这一过程结束后, 在膨胀冲程 ($3 \rightarrow 4$) 中由于燃烧气体膨胀,

热能变成机械能。在膨胀冲程终点附近排气门打开，气缸内的燃烧气体被排出到大气中(4→5')中。气缸内的压力下降到大气压力左右。然后在排气冲程(5'→5)中除了残留在间隙容积中的残余废气外，将全部的废气排出，以后又重复开始进气冲程。此时(5→6)的压力下降是由于混合气通过化油器的节气门和进气门时产生的阻力所导致。

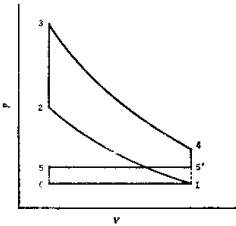


图 1-5

在实际的发动机中，进、排气冲程是发生气体交换的，而对热力学的循环来说则仅考虑工作气体的热的输出和输入，因此和实际发动机的循环完全不同。在实际的发动机中，需要特别考虑气体交换所耗费的功，就有效率和热效率来说，有必要进一步摆脱热力学循环来加以讨论。特别是涉及循环中气体温度的情况下，更有必要把考虑到进、排气冲程的气体交换的实际循环来加以分析^[1]。

在考虑循环的有效率和热效率时，有必要对图 1-5 中的面积 1-2-3-4-1 进行讨论。

在这种情况下，压缩开始状态时 1 的压力 P_1 ，大致由进气管压力，即节气门后的压力来决定。它的温度 T_1 则在很大程度上受到吸入混合气温度和吸入量，以及前一循环残余废气重量和温度的影响。在 1→2 的压缩冲程中，吸入的空气和燃料的混合气，和残余废气一起所形成的气体被压缩，其间由于气缸内气体和气缸内壁等的温度差，发生了热的相互交换。在压缩初期一般从气缸壁传热给工作气体，随着压缩的进行，气体温度升高，在后半期即相反地从气体向气缸壁传热。

2→3 的燃烧过程，一般需要以上止点为中心前后各曲轴转角 10° 的时间。其间由于气体温度高，热传给气缸壁。这一燃烧过程根据燃料的种类、混

合比、燃烧室形状、点火时间和发动机运转状态而变化。

在以后的 3→4 的膨胀冲程中，工作气体变为燃烧生成气体。由于膨胀，气体温度下降 $1500 \sim 2500^\circ\text{C}$ ，并且在高温下气缸壁和气体的接触时间长，通过气缸壁等传导的热损失量是很大的。而且在膨胀冲程的初期，由于气体温度非常高，产生了 $2\text{CO} \rightarrow 2\text{CO} + \text{O}_2$ ， $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ 等的热分解现象。和没有考虑分解的情况相比较，由于温度、压力下降，热效率也随之下降了，这就有必要考虑燃烧中工作气体的克分子数的变化和比热的变化。

然后是 4→5' 的过程，这一过程由于排气门打开了，工作气体在几个大气压力的程度下排出到大气压力中，通常被称为“排气”过程 (Blow-down)。

然后是 5'→5 的过程，也就是由于活塞的作用而排出的过程。5 的压力主要取决于排气管的压力。在进气门关闭角度小的发动机上，由于活塞对残余废气进行压缩，形成相当的压力致使吸入空气量下降。类似这种实际循环的各种性质的分析，一般当作燃料—空气循环，利用空气和燃烧气体的熵—焓 (Entropy—Enthalpy) 曲线图来求出循环的温度和压力而计算出热效率。在简化分析时，很多的情况下是将工作气体当作是具有在常温下空气性质的完全气体，这样同理想空气循环来对比。即在表明压力 P 和比容 v 的关系的图 1-6 中，工作气体 1→2 压缩，2→3 加热，3→4 膨胀，4→1 冷却，取这样一个过程作为一个完整的循环。如前所述，在这种热力学的循环中，如果对压缩、膨胀时的指数和加热的过程加以适当选择的话，就有功和热

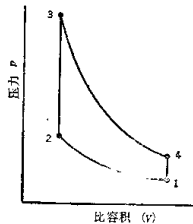


图 1-6

- ① 原文误为 $4 \rightarrow 1$ ，已改正——译者注。
② 原文误为 $5 \rightarrow 1$ ——译者注。

效率来说,是可以与实际的发动机循环十分近似的。但是从这种代用循环的分析不能获得与循环开始点1的温度有关的知识。

现在假设取实际循环的压缩和膨胀的多变指数的平均值各为 n ,而且把2→3和1→1'看作是等容变化,压缩比为 ϵ ,则循环的热效率 η_{th} 为:

$$\eta_{th} = 1 - \left(\frac{1}{\epsilon}\right)^{n-1} \quad (1.5)$$

但是实际循环的燃烧时间,如前所述一般相当于曲轴转角 25° 左右(分),同时在放气过程中气缸内的气体比容积在增加,即如图1-6中所示,如果横坐标取为工作气体的比容积,则实际发动机的放气过程与图1-6中的4→1'是完全不同的。如果横坐标取为气缸内容积 V ,与压力的关系如图1-5所示,则4→5'的过程大致近似于等容变化。在表示面积时,4、5'和1'的连接是垂直线,它对循环的热效率来说,就可能与等容循环进行对比分析。

如果实际的指示曲线用图1-5那样的 $p-V$ 线来表示,象汽车用发动机那样的高速发动机与等容循环很近似。从近似程度来说,混合循环虽然有一些好处,但是如前所述,如果用热力学循环来代替分析,可以不失去实际循环的热效率的性质,而简单化了,这是具有很大意义的。所以一般用等容循环,近似程度虽有一定的恶化,而分析最为简单。普通实际循环的热效率为与其压缩比相当的理想空气循环的数值的 $2/3$ 。

1.3 压缩、膨胀冲程中的多变指数

理想循环的压缩或膨胀冲程,它的指数都是常温下空气的比热比1.40。但是实际发动机的指数,在压缩和膨胀时都必须分别考虑下列的影响。

首先分析压缩冲程。

(1) 压缩冲程时工作气体是由空气、燃料蒸汽和前一循环遗留下来的残余废气所组成的混合气体。在仅有空气和燃料蒸汽的情况下,如图1-7所示,当混合气越浓时比热比 κ_1 越小,温度越高时也越小。一般压缩开始时的温度 $T_1 \approx 400^\circ\text{K}$,压缩终了时的温度 $T_2 \approx 700^\circ\text{K}$,在理论混合比附近时压缩中的平均比热比可以取为 $\kappa_1 = 1.32$ 。

(2) 由于混合气体和气缸壁之间的温度差而发生热的相互变换。如果在压缩中有热损失的话,多变指数就较比热比 κ_1 值小。但是工作气体在压缩

冲程中的热的相互变换量从平均来看是不大的。在高速运转时,这种热传导所需要的时间很短,近似于绝热变化;另一方面要考虑到由于边界层的扰流大,传热系数加大,而不能一概而论,例如,就1000 rpm以下的低转速来说,多认为压缩冲程中有热的损失。

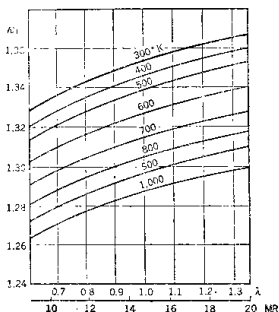


图1-7 混合气的比热比

(3) 气缸和活塞环之间发生摩擦热,高速运转时产生很大的热量,在多数情况下对工作气体加热。

(4) 在压缩冲程中通过气缸和活塞的间隙等处有气体泄漏。尤其是低速运转时气体泄漏量较多,起到缩小指数的作用。

这些影响也受到气缸温度、吸入空气温度、负荷和压缩比等的影响,因而是很复杂的。但是如果能够正确地分析指示图的结果,不管压缩比和负荷的变化,这一指数值仍大致可以取为1.30^[2]。

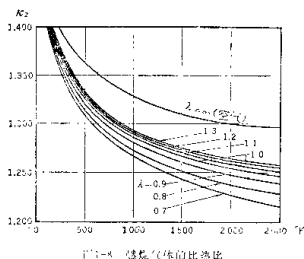
下面分析膨胀冲程中的主要影响。

(1) 工作气体变为燃烧气体,其成分也发生了变化,即由燃烧生成的 CO_2 、 H_2O 等原子气体和 N_2 、 CO 、 O_2 等气体所组成。成分的比例随混合比而改变,因而比热比 κ_2 受混合比的影响。

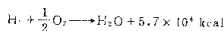
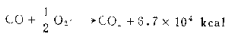
如图1-8所示,较理论混合比稀时,比热比 κ_2 增大,浓时减小。此外,膨胀冲程初期和后期的温差很大,因而比热比的变化也很大, κ_2 值在1.2~1.3的范围内。

⊙ 前述为 20° 左右。——译者注

(2) 工作气体温度高, 与气缸壁之间的温差很大, 因而产生相当多的热损失。在这种情况下多变指数 n_2 即较比热比 κ 为大。



(3) 由于燃烧产生热分解现象, 通过吸热反应而使膨胀冲程中温度下降, 变为放热反应, 使气体总克分子数减少。膨胀开始时的温度达 2000~2500°C, 燃烧生成气体中的 CO_2 和 H_2O 的一部分即分解成为 CO 和 O_2 、 H_2 和 O_2 。随着膨胀冲程的进行, 温度逐步下降, 到冲程终了时温度下降到 1500°C 左右, 此时热分解现象事实上已经消失。在膨胀冲程开始时所产生的热分解的部分, 随着膨胀冲程的进行而产生以下的放热反应:



这样在膨胀冲程中工作气体被加热, 而使多变指数减小; 但是随着向上列反应式的右端进行反应, 气体的总克分子数减少, 而对多变指数又有增大的作用。由此可见, 热分解现象也受到混合比的影响, 在理论混合比时最强, 过浓或过稀时都显著减弱。

(4) 由于膨胀冲程中压力高和润滑油的气封作用小, 气体的泄漏量要比压缩冲程中多, 因而多变指数也小。

综上所述, 决定膨胀冲程中多变指数的因素是很复杂的, 例如在进气压力和压缩比高时, 气体温度也高, 热分解度也加大; 但是从另一方面热损失也增大了, 这样有关多变指数值的作用从两个方面相互抵消, 结果就没有很大的变化。在示功图上,

即使压缩比、负荷及混合比改变, 多变指数值仍可大致取为 1.30。

1-4 名义压缩比和有效压缩比

对实际的发动机的示功图进行细致的分析, 可以看到它的形状和热力学上等容循环的形状不同, 即混合气在上止点附近燃烧, 一般需要曲轴转角 25° 左右的时间。图 1-9 示出在这一燃烧期间内压力 P 和曲轴转角 θ 的关系。从火花塞开始飞出火花, 需要有一段着火延迟时间, 以后混合气的实质性燃烧才开始, 压力也开始上升, 其上升的形态直到燃烧终了时所对应的曲轴转角为止大致成为直线。如果点火提前角适当, 而使上止点大致位于压力上升直线部分的中央时, 功率最大, 着火延迟时间所对应的曲轴转角随发动机的转速而成比例地增减, 同时也受到混合比、进气温度和压缩比等一些影响。在发动机转速增加的同时, 燃烧速度受扰动的影响而加快, 因而燃烧时期对应于曲轴转角大致保持一定值, 不受发动机转速的影响。在混合比较理论混合比浓到一定程度时, 所对应的曲轴转角最小, 较这个程度过浓或过稀, 曲轴转角都将增大。

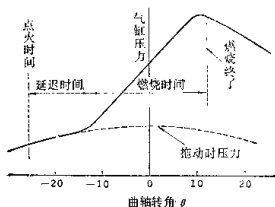


图 1-9 在上止点附近气缸内压力和曲轴转角的关系

在下止点附近接近膨胀冲程终了时, 排气门打开, 排气过程开始, 即在活塞到达下止点前实质性的膨胀冲程业已结束。因此, 和通过上、下止点所求出的一般压缩比相比较, 考虑到上述的上止点附近的燃烧时间和下止点附近的排气状态, 由完成实际有效功的冲程所得出的压缩比 (或膨胀比) 是比较小的。这从热力学上来看是合理的, 因而称作有效压缩比, 以后即予采用。又实际上有效压缩比和有效膨胀比仍有若干差别, 这里取两者的平均值为有效压缩比。