

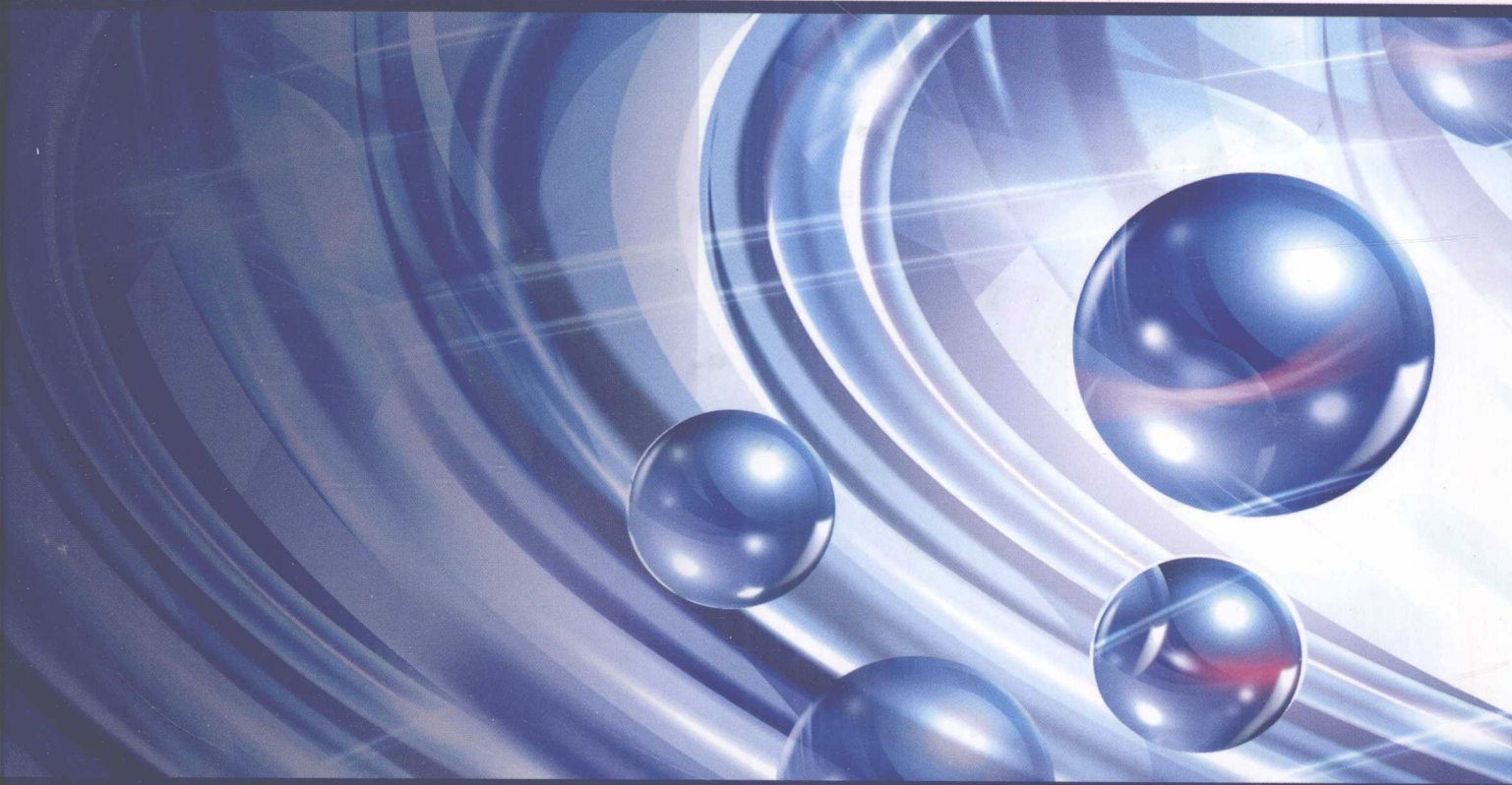


中国汽车工程学会

汽车工程图书出版专家委员会 推荐出版

汽车工程手册 5

底盘设计篇



日本自动车技术会 编
中国汽车工程学会 组译

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车工程手册 5

底盘设计篇

日本自动车技术会 编
中国汽车工程学会 组译

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车工程手册. 5, 底盘设计篇 / 日本自动车技术会编; 中国汽车工程学会组译. —北京: 北京理工大学出版社, 2010. 12

ISBN 978 - 7 - 5640 - 1780 - 4

I. ①汽… II. ①日… ②中… III. ①汽车工程 - 技术手册②汽车 - 底盘 - 设计 - 技术手册 IV. ①U46 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 242590 号

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01 - 2008 - 5495 号

Automotive Technology Handbook by Society of Automotive Engineering of Japan, Inc.

Copyright © 2008 by Society of Automotive Engineering of Japan, Inc.

Transaction right arranged with Beijing Institute of Technology Press.

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京中科印刷有限公司

开 本 / 889 毫米 × 1194 毫米 1/16

印 张 / 18.25

字 数 / 476 千字

责任编辑 / 刘 丹

版 次 / 2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

樊红亮

印 数 / 1 ~ 5000 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 140.00 元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

汽车工程手册

译审委员会

主任 付于武
副主任 李 骏
委员 高 波 于秀敏 张晓艳 杨志坚 樊红亮

翻译委员会

主任 高 波
副主任 黄永和 谢 飞
委员 (按姓氏笔画排序)
王珍英 任世宏 刘璟慧 孙万臣 孙 丽 李云清
李兴虎 何士娟 郑 芬 赵 和 姚为民 殷 悦
彭大庆 程光明

审校委员会

主任 金东瀛
副主任 毛 明 孟嗣宗
委员 (按姓氏笔画排序)
王国力 冯 宇 冯慧华 吕建国 朱 平 朱问锋
刘 忠 安相璧 许 敏 李尔康 李 杰 李彦龙
李炳泉 李晓雷 李淑慧 杨 林 张方瑞 张立军
张建武 陈关龙 罗 勇 殷承良 黄 华 喻 凡
魏春源

汽车产业作为我国的支柱产业，在国民经济中发挥着越来越重要的作用。进入 21 世纪后，中国汽车产业进入了快速发展阶段，现已成为世界第一产销国。中国正在经历从世界汽车生产大国向汽车强国的转变。经过数十年的发展，我国汽车工业的综合技术水平有了很大的提高，但与国际先进水平相比，尚有一定差距。为满足我国汽车工业对国外先进科技信息的需求，缩短与发达国家的差距，中国汽车工程学会与北京理工大学出版社合作，在 2008 年引进了日本《汽车工程手册》的版权，并组织行业专家翻译出版。

《汽车工程手册》是由日本自动车技术会（JSAE）组织专家编写而成。该手册来自 1957 年出版的《自动车工学手册》和《自动车工学概览》，经过 4 次改版，并于 1990 年将两书整理修订并更名为《汽车工程手册》进行出版。为适应世界汽车技术的快速发展，在 2006 年再次重新整理编排，由 4 分册细分为 9 分册。同时在各分册中增加了“汽车诸多形势”和用作参考的“法规、标准”等章节，并将当前最新的汽车技术信息编入手册，使其成为日本汽车工程技术人员的必备工具书。

《汽车工程手册》涵盖了汽车制造的各方面，9 个分册包括《基础理论篇》《环境与安全篇》《造型与车身设计篇》《动力传动系统设计篇》《底盘设计篇》《动力传动系统试验评价篇》《整车试验评价篇》《生产质量篇》《维修保养·再利用·生命周期评价篇》。中文版手册配有丰富的原版插图、表格及大量的图片资料，最大程度地保留了原版手册的编写风格。相信本套手册的出版对我国汽车工程技术人员了解世界汽车最新的发展将有极大的帮助，并为行业技术人员、科研人员提供了一套不可多得的工具书。

中国第一汽车集团公司技术中心、吉林大学、北京航空航天大学、中国汽车技术研究中心、中国北方车辆研究所、中国汽车工程研究院、北京理工大学、军事交通学院等单位为手册的出版给予了鼎力支持。

在此谨向以上单位和个人表示感谢，并向他们表示衷心的感谢！同时，感谢北京理工大学出版社对手册的出版给予的大力支持，特在本书出版之际向他们表示深深的谢意！

中国汽车工程学会 付于武
汽车工程图书出版专家委员会

2010 年 12 月

增强自主创新能力,是提升中国汽车工业水平的关键。学习和吸收国外的先进技术经验无疑可以加快我们的自主研发进程。中国汽车工业虽然比国外落后,但后发优势明显,古人云:“吾尝终日而思矣,不如须臾之所学也”。只要我们认真地向汽车技术更先进的国家学习,一定能在学习中求进步,在进步中求提高,在提高中求创新,变“中国制造”为“中国创造”。

我们深知,科技进步靠的是合力,一万人前进一步的合力,远远大于一个人前进一万步的力量。引领并推动中国汽车工业科技进步,中国第一汽车集团公司有着义不容辞的责任。从知识分享的角度,中国第一汽车集团公司近两年向汽车行业推荐了几本有价值的资料,并受到行业图书出版专家委员会的普遍认可。中国第一汽车集团公司技术中心在组织人员对日文版全套《汽车工程手册》的章节标题及主要内容进行翻译后,发现该书内容翔实、图文并茂、深浅结合,并涵盖了最新技术,内容全面而系统,是一套对中国汽车工业有较强学习与借鉴作用的汽车工程和技术专著。因此我们向中国汽车工程学会推荐引进出版这套手册的中文版,让国内汽车行业的从业人员能够从中受益。

《汽车工程手册》是由日本自动车技术会(JSAE)组织出版。自1957年首次出版后,至20世纪90年代初,历经几次修订,由1册发展为4分册。伴随世界汽车技术的长足发展及环境的变化,2003年开始,日本自动车技术会又对《汽车工程手册》进行了全新改版,历经4年时间完成了9个分册的出版。新版手册不仅囊括了混合动力汽车的产业化、燃料电池车的发展、控制技术的高端化、再利用技术的发展等最新技术信息,每一分册还增加了能够反映汽车发展趋势的法规、标准等相关章节。各分册均由活跃在日本汽车各专业领域研发一线的专家执笔,不仅质量高,而且非常系统。该书对于国内工作在一线的研究和技术人员,以及承担着未来汽车技术开发的年轻人和学生来说都无疑是一本非常好的参考资料。相信该书必然会成为了解和掌握日本汽车技术,以及审视未来技术发展所不可缺少的工具书。

2008年,由中国汽车工程学会牵头,组织行业各单位和专家对《汽车工程手册》的9个分册进行翻译。其中,《造型与车身设计篇》《动力传动系统设计篇》《底盘设计篇》《动力传动系统试验评价篇》4个分册由中国第一汽车集团公司技术中心翻译完成,《基础理论篇》由北京航空航天大学翻译完成,《维修保养·再利用·生命周期评价篇》由中国汽车技术研究中心翻译完成,《环境与安全篇》《整车试验评价篇》《生产质量篇》3个分册由吉林大学和中国汽车工程研究院翻译完成。

本套手册由日本自动车技术会从2004年9月至2006年11月间陆续出版的《汽车工程手册》9个分册的日文修订版直接译成,也是国内首次出版该书的中文版。本分册由殷悦翻译,由陈欣、李栓成审校。在此感谢北京理工大学出版社给予机会翻译这套工具书,更感谢付于武理事长对此书出版的大力支持。译、校者虽在译文、专业内容、名词术语等方面进行了反复斟酌,并向有关专业人员请教,但限于译、校者的水平与对新知识的理解程度,谬误和不当之处恳请读者批评、指正。

中国第一汽车集团公司技术中心主任 李骏

进入汽车高速发展的时代以来，众多汽车行业前辈凭自己的劳动和自己的努力，攻克了汽车的耐用性、可靠性、降低排放、安全性等许多难题，追赶并超越汽车先进国家，造就了日本的汽车工程技术。1990年出版了第一版《汽车工程手册》。在泡沫经济与经济危机之际，国际性的大厂商进行了强强联合，这一时期确立了日本汽车产业在世界的领先地位。《汽车工程手册》在任何时候都以非常重要的基本原理与技术为基础，并涉及了汽车安全、环境、信息化、智能化和全球化等多个领域。

随着汽车技术的进一步发展，《汽车工程手册》搜集和整理了所有最新的汽车技术。日本汽车界专家和编写委员会委员抱着“技术是为人类解决难题”这种坚定的信念，在首次出版14年之后又对手册重新进行修订。这版《汽车工程手册》凝聚了众多先辈的劳动结晶，希望通过汽车研发人员和技术人员的学习和努力造就下一个汽车新时代。

如果本书能够为人们追求汽车生活的便利性，为人们实现梦想发挥一定作用的话，那将会不胜荣幸。

最后，对在百忙之中抽出宝贵时间给予本书的出版以大力帮助各位执笔专家、编写委员会委员和事务局的各位表示深深地感谢和敬意。同时，也祝愿汽车行业更快更好地发展。

日本自动车技术会
会长 萩野道义

日本自动车技术会将汽车技术集大成为目标，编辑出版本套手册和文献。1957年，经过反复修改首次出版了《汽车工学手册》。1990年对其进行了大量的修改，出版了《汽车工程手册》。该手册由《基础理论篇》，《设计篇》，《试验和评价篇》，《生产、质量、维修和保养篇》4个分册构成，总页数达到1758页。

以后的14年里，汽车技术不断发展，汽车工业发生了很大的变化。因此，必须出版一本符合时代要求的手册。2003年，成立了手册编写委员会，对手册的编写内容和分册结构进行了分析和研究。根据分析研究结果，把手册划分为9个分册，成立了相关的编写委员会，并开始进行修订版的编写工作。

《汽车工程手册》的编写特点：①涵盖了混合动力车辆的实用技术、燃料电池车的相关技术、高性能的控制技术、再生利用等最新技术；②由活跃在汽车各个领域从事开发、设计的一线专家执笔，系统而全面地介绍了多个领域的前沿技术；③在各个分册中增加了汽车相关的发展趋势和相关的法律、法规篇章；④增加了摩托车技术等内容。另外，考虑到读者的经济承受能力，细分为9个分册出版，可以按分册销售。

我们相信本套手册能使活跃在一线的研究、技术人员更加受益，使肩负着下一代汽车技术重任的年轻技术人员和汽车专业学生对目前的汽车技术有所了解。

最后，在本套手册出版之际，向给予本套手册大力协助的委员会诸位委员、各位执笔专家深表谢意！

《汽车工程手册》编委会
主任委员 小林敏雄

经过此次时隔 14 年的手册修订，底盘设计篇终于独立成册。借此修订机会，各章大幅增加了过去没有编写的二轮车（摩托车）悬架、车轴、转向、制动等相关内容。增加摩托车相关内容，是为了让读者对四轮机动车设计和摩托车设计的不同之处有更深入的了解。对于像我这样只有四轮机动车底盘开发经验的人来说，这是一本非常有趣的书。

回想 14 年前，当各家公司开始销售从双横臂悬架派生出来的多连杆式悬架时，对多连杆式悬架的定义上存在许多争议。这一时期也正是计算机普及和计算机技术进步极为显著的时期。随着计算机技术在汽车设计上的广泛应用，设计开发周期大幅缩短。同时，设计的精确化对汽车的小型化、轻量化更是功不可没。

计算机技术为汽车设计带来了诸多便利。但由于各种计算“黑盒化”以及采用计算机进行模拟开发，设计者在不知不觉中完成了开发却使其略显不安。

虽然计算机辅助设计不断进步，但设计者仍需在理解基本设计思路的基础上使用计算机进行设计，满足汽车开发技术不断进步的需求。本书对立志成为汽车技术人员的学生和年轻的技术人员有一定的帮助。

最后，借本手册出版之际，向活跃在第一线的各位撰稿人、各章节汇总的编写委员会各位委员以及在百忙之中给予大力支持的各位人士致以衷心的感谢！

《底盘设计篇》编委会
主任委员 铃木 健

目 录

第1章 概 述 / 1	
1.1 前言 / 1	
1.2 底盘与汽车安全 / 2	
1.2.1 汽车概述 / 2	
1.2.2 重型车辆 / 2	
1.2.3 摩托车 / 4	
1.3 底盘与汽车环境 / 5	
参考文献 / 5	
第2章 悬 架 / 7	
2.1 概述 / 7	
2.1.1 悬架的功能 / 7	
2.1.2 基本形式与特征 / 7	
2.1.3 特殊悬架 / 17	
2.2 设计方法 / 19	
2.2.1 前束变化 / 20	
2.2.2 外倾变化 / 20	
2.2.3 转向主销倾角、转向主销偏移距及车轮中心偏移 / 20	
2.2.4 主销后倾角及后倾拖距 / 22	
2.2.5 轮距变化 / 22	
2.2.6 侧倾中心及侧倾轴 / 22	
2.2.7 侧倾刚度 / 23	
2.2.8 车辆侧视时的悬架瞬时中心 / 23	
2.2.9 纵向刚度 / 24	
2.2.10 前后力顺从转向 / 24	
2.2.11 侧向刚度 / 24	
2.2.12 侧向力顺从转向及自动回正力矩顺从转向 / 25	
2.2.13 载荷挠度特性 / 25	
2.2.14 阻尼力特性 / 25	
2.3 缓冲机构 / 26	
2.3.1 弹簧 / 26	
2.3.2 减震器 / 35	
2.3.3 冲击限位块 / 40	
2.4 主要构件 / 41	
2.4.1 转向节 / 41	
2.4.2 臂 / 42	
2.4.3 连杆/拉杆 / 43	
2.4.4 车架横梁及车架 / 44	
2.4.5 衬套 / 45	



- 2.4.6 悬架系统支撑胶垫 / 48
- 2.4.7 球头销 / 48
- 2.5 控制机构 / 50
 - 2.5.1 车身高度调整机构 / 50
 - 2.5.2 阻尼力调整机构 / 55
 - 2.5.3 弹簧刚度调整机构 / 57
 - 2.5.4 侧倾刚度调整机构 / 59
 - 2.5.5 主动悬架 / 60
- 2.6 摩托车悬架 / 67
 - 2.6.1 概述 / 67
 - 2.6.2 设计流程 / 74
 - 2.6.3 前叉及后减震结构^[3] / 75
 - 2.6.4 附加功能 / 83
- 参考文献 / 86

第3章 车桥 / 90

- 3.1 概述 / 90
- 3.2 驱动车桥 / 90
 - 3.2.1 转向驱动桥 / 90
 - 3.2.2 后驱动桥 / 91
- 3.3 从动车桥 / 93
 - 3.3.1 前从动桥 / 93
 - 3.3.2 后从动桥 / 93
- 3.4 轴承与油封 / 94
 - 3.4.1 车轮轴承 / 94
 - 3.4.2 车轮轴承的设计 / 94
 - 3.4.3 油封 / 95
- 3.5 摩托车的车轴 / 96
 - 3.5.1 概述 / 96
 - 3.5.2 车轴 / 96
 - 3.5.3 轮毂 / 97
 - 3.5.4 轴承及油封 / 97

第4章 轮胎^[1] / 99

- 4.1 概述 / 99
 - 4.1.1 轮胎的功能 / 99
 - 4.1.2 轮胎各部位的名称和作用 / 99
 - 4.1.3 轮胎的分类和特征 / 100
- 4.2 轮胎的选择方法 / 103

- 4.2.1 新车用轮胎的选择方法 / 103
- 4.2.2 维修用轮胎的选择方法 / 105
- 4.3 各种轮胎 / 105
 - 4.3.1 汽车与轮胎大小 / 105
 - 4.3.2 气候条件与轮胎 / 105
 - 4.3.3 轿车用轮胎 / 107
 - 4.3.4 轻型载货车用轮胎 / 110
 - 4.3.5 载货车及客车用轮胎 / 110
 - 4.3.6 摩托车轮胎 / 111
 - 4.3.7 非公路用车辆的轮胎 / 113
- 4.4 附件 / 113
 - 4.4.1 轮胎用内胎 / 113
 - 4.4.2 轮胎用气门嘴 / 114
 - 4.4.3 垫带和轮辋带 / 114
- 4.5 其他装置 / 114
 - 4.5.1 气压报警装置 / 114
 - 4.5.2 安全轮胎 / 116
- 参考文献 / 117

第5章 车 轮 / 118

- 5.1 概述 / 118
 - 5.1.1 车轮的功能 / 118
 - 5.1.2 车轮的性能要求 / 118
 - 5.1.3 车轮的分类和特征 / 118
- 5.2 车轮的选择方法 / 121
 - 5.2.1 要求质量的设定 / 121
 - 5.2.2 车辋的选择 / 121
 - 5.2.3 车轮的结构 / 121
 - 5.2.4 车轮强度条件的设定 / 121
 - 5.2.5 车轮材料的选择 / 122
 - 5.2.6 车轮的安全性 / 122
 - 5.2.7 车轮的使用性 / 122
- 5.3 各种车轮 / 122
 - 5.3.1 轿车用车轮 / 122
 - 5.3.2 造型美观的钢板车轮 / 122
 - 5.3.3 镁制车轮 / 122
 - 5.3.4 应急用车轮 / 122
 - 5.3.5 安全轮胎用车轮 / 123
 - 5.3.6 中、重型载货车及客车用车轮 / 123

- 5.3.7 工业车辆和工程车辆用车轮 / 123
- 5.3.8 农业机械用车轮 / 124
- 5.4 其他装置 / 124
 - 5.4.1 连接方法 / 124
 - 5.4.2 关联部件 / 126
- 5.5 摩托车用车轮 / 127
 - 5.5.1 概述 / 127
 - 5.5.2 车轮分类与特征^[8] / 127
 - 5.5.3 车轮结构 / 128
 - 5.5.4 车轮表面处理 / 129
- 5.6 轮辋 / 129
- 参考文献 / 130

第6章 转向系统 / 131

- 6.1 概述 / 131
 - 6.1.1 转向系统的功能 / 131
 - 6.1.2 转向的基本形式和特征 / 134
- 6.2 设计方法 / 135
 - 6.2.1 内外轮转向角 / 135
 - 6.2.2 最小转弯半径 / 137
 - 6.2.3 前束的变化及被动转向 / 137
 - 6.2.4 转向角 / 138
 - 6.2.5 转向力 / 138
- 6.3 输入传动机构 / 139
- 6.4 传动输出机构 / 141
 - 6.4.1 转向器 / 141
 - 6.4.2 各种拉杆及连接臂 / 142
- 6.5 转向助力装置 / 145
 - 6.5.1 液压助力 / 145
 - 6.5.2 电动助力 / 151
- 6.6 控制机构 / 154
 - 6.6.1 车速感应 PS 机构 / 154
 - 6.6.2 四轮转向 / 157
 - 6.6.3 齿轮速比控制系统 / 161
- 6.7 转向辅助机构 / 163
- 6.8 摩托车转向概述 / 163
- 6.9 摩托车转向的设计方法 / 164
 - 6.9.1 前轮定位 / 164
 - 6.9.2 转向的动作及功能 / 166

参考文献 / 167

第7章 制动装置 / 169

7.1 概述 / 169

7.1.1 制动装置的构成 / 169

7.1.2 基本形式和特征 / 170

7.2 设计方法 / 171

7.2.1 制动距离、制动减速度 / 172

7.2.2 制动器制动效能 / 172

7.2.3 制动力分配和抱死 / 172

7.2.4 特殊条件下的制动特性 / 173

7.2.5 制动器的发热和散热性 / 174

7.2.6 制动器操纵感 / 174

7.2.7 摩擦材料的磨损寿命 / 175

7.2.8 驻车制动器效能 / 175

7.3 制动力输入机构 / 176

7.4 助力机构 / 177

7.4.1 真空助力 / 177

7.4.2 液压助力 / 179

7.4.3 气压助力 / 179

7.5 力的传递机构 / 182

7.5.1 制动管路 / 182

7.5.2 制动软管 / 182

7.5.3 接头 / 183

7.5.4 制动液 / 183

7.6 制动力输出机构 / 164

7.6.1 鼓式制动器 / 164

7.6.2 盘式制动器 / 186

7.6.3 摩擦材料 / 189

7.7 控制机构 / 192

7.7.1 控制阀 / 192

7.7.2 ABS / 193

7.7.3 电子制动力分配系统 / 195

7.8 辅助机构 / 196

7.8.1 驻车制动器 / 196

7.8.2 排气制动 / 198

7.8.3 制动助力装置 (BA) / 198

7.9 特殊制动器 / 199

7.9.1 减速器 / 199



- 7.9.2 自动制动器 / 201
- 7.9.3 能量回收制动器 / 202
- 7.9.4 电子控制制动系统 / 203
- 7.10 摩托车制动器 / 203
 - 7.10.1 制动系统构成 / 204
 - 7.10.2 输入机构 / 204
 - 7.10.3 输入力传递机构 / 205
 - 7.10.4 输出机构 / 206
 - 7.10.5 联动制动器 / 207
 - 7.10.6 ABS / 208
- 参考文献 / 211

第8章 控制系统 / 212

- 8.1 概述 / 212
- 8.2 综合控制系统 / 212
 - 8.2.1 综合控制结构 / 212
 - 8.2.2 牵引力控制系统 / 213
 - 8.2.3 稳定性控制系统 / 214
 - 8.2.4 预碰撞系统 / 216
 - 8.2.5 自适应巡航控制系统 / 218
 - 8.2.6 车道保持支持系统 / 219
- 8.3 控制系统的开发 / 221
 - 8.3.1 开发流程 / 221
 - 8.3.2 系统设计 / 221
 - 8.3.3 控制系统设计 / 222
 - 8.3.4 ECU 的开发 (实际植入到 ECU 中) / 224
 - 8.3.5 控制系统验证 / 225
 - 8.3.6 系统验证 / 226
- 8.4 ECU / 227
 - 8.4.1 软件 / 227
 - 8.4.2 硬件 / 229
- 8.5 ECU 间的通信 / 230
- 8.6 装置设计 / 231
 - 8.6.1 传感器 / 231
 - 8.6.2 作动器 / 232
- 参考文献 / 234

第9章 计算机辅助设计技术 / 235

- 9.1 概述 / 235

续表

领域	物理量	SI	可以并用的单位	传统使用单位	SI 换算系数
其他	燃油消耗率	$\text{g}/(\text{MW} \cdot \text{s})$	$\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ ^①	$\text{g}/(\text{PS} \cdot \text{h})$	0.377 672 7 0.277 778
		L/km		gal(UK)/mile gal(US)/mile	2.824 81 2.352 14
	气体常数	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$		$\text{kgf} \cdot \text{m}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	9.806 65
	机械阻抗	$\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}$		$\text{kgf} \cdot \text{s}/\text{m}$	9.806 65

注：① 表示与 SI 单位并用的单位。这些单位不属于 SI 单位，但一直以来广泛使用，而且比较重要；
 ② 表示当前可以与 SI 单位并用的单位。这些单位在 SI 单位之外，但在某些领域正在使用，因此在做出无需继续使用这些单位的决定之前，可以与 SI 单位并用。这些单位不应在至今没有使用过的领域里使用；
 ③ 表示与 SI 单位并用的单位。这些单位不属于 SI 单位，而且很少与 SI 单位并用，但是在特殊领域使用，因此，只限于在特殊领域与 SI 单位并用；
 ④ 表示应力时原则上采用 Pa。N/m² 和 N/mm² 最好在 ISO、IEC 或在计算过程中使用

附表 9 SI, CGS 制以及工学单位制的对照表

量 单位制	长度	质量	时间	温度	加速度	力	应力	压强
SI	m	kg	s	K	m/s^2	N	Pa	Pa
CGS 制	cm	g	s	°C	Gal	dyn	dyn/cm^2	dyn/cm^2
工学单位制	m	$\text{kgf} \cdot \text{s}^2/\text{m}$	s	°C	m/s^2	kgf	kgf/m^2	kgf/m^2
量 单位制	能	功率	黏度	动黏度	磁通量	磁感 应强度	磁场 强度	
SI	J	W	$\text{Pa} \cdot \text{s}$	m^2/s	Wb	T	A/m	
CGS 制	erg	erg/s	P	St	Mx	Gs	Oe	
工学单位制	$\text{kgf} \cdot \text{m}$	$\text{kgf} \cdot \text{m}/\text{s}$	$\text{kgf} \cdot \text{s}/\text{m}^2$	m^2/s	-	-	-	

第 1 章

概 述

1.1 前言

什么是设计？设计技术人员是做什么的？最近在大学中有机会和学生们进行了一次对话，发现有很多设计技术专业的学生不清楚企业中的设计技术人员是在从事什么工作。

假设我们要独立地制作一件东西。首先，我们会在大脑中想象出要制作的东西大致的样子，有时还会根据需要画出草图以便确认是否和自己的想象相符，接下来会考虑怎样去制作，然后开始准备材料和工具，最后制作出实际的东西。

如果将这些过程一分为二的话，在企业中通常分为开发和生产两类部门。这样，企业中的员工就被分成设计和考虑怎样去制造具体产品的人。为此，作为从开发到生产的信息传递手段，图纸变得必不可少。

在与学生们的对话中发现，有很多人误认为企业中的设计技术人员就是画图纸的。确实，开发相对于生产而言，其输出的产品就是图纸，但是，制图并不是设计技术人员的真正职责。

20 世纪 80 年代之前，汽车企业中的设计技术人员对自己头脑中的形象能否转化为实际产品进行过探讨研究，并亲自制图。在那个时代，将设计技术人员称为制图员也不为错。

20 世纪 80 年代后期，计算机辅助设计（CAD）的应用不断扩大，图纸不再需要手绘。同时，伴随信息技术（IT）的迅猛发展，作为向生产传递信息的手段，图纸的形态向着电子化的方向发展，制图变成了另外一项工作。此外，伴随计算机辅助工程（CAE）的发展，以结构分析为代表的使用计算机进行研究讨论的设计研讨方法也分化了出来。如此，随着设计分工的不断细化，再称设计技术人员为制图员就是错误的了。

现代的设计技术人员与独自一人制作东西的时代相同，都是构想一件东西并考虑如何去制作的人。

至此，为了缩短开发周期，引入了“并行工程”的概念。“并行工程”是指将生产技术的意图在开发初期就反映到图纸上，以实现在短时间内开发出工艺性好的产品的目的。归根结底，“并行工程”催生了确认产品是否是按照设计的意图生产出来的工作，也是设计技术人员的职责范围。

处在这样一种分工不断细化的时代，现代的设计技术人员正像交响乐队的指挥一样。也就是说，与以往一个人单独制作东西的时代一样，不仅要在头脑中构思设计，而且要生产出实物，所有的指挥者都可以称为现代的设计技术人员。