



汽车先进技术译丛

日本汽车技术协会·汽车技术经典书系

第5分册

汽车材料技术

[日] 林 直义 主编
熊飞 译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车先进技术译丛

日本汽车技术协会·汽车技术经典书系

汽车材料技术

[日] 林 直义 主编
熊 飞 译



机械工业出版社

《汽车材料技术》集成了汽车行业、材料行业和其他相关行业众多技术人员的研究成果。本书针对大量的实际需求,沿着汽车材料技术的发展轨迹,以直接影响当前技术、将来的发展动向的重点技术为中心,对将来的发展趋势加以阐述。其研究与试验方法贴近工程实际,非常值得国内技术人员阅读借鉴。

Translation from Japanese language edition: 自動車の材料技術, 自動車技術会編集

Copyright © Originally published in Japan in 1996 by Asakura Publishing Company, Ltd.

Chinese translation rights arranged with Asakura Publishing Company, Ltd. through TOHAN CORPORATION, TOKYO.

All Rights Reserved.

版权所有, 侵权必究。

This title is published in China by China Machine Press with license from Asakura Publishing Company, Ltd. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR, Macao SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体版由 Asakura Publishing Company, Ltd. 授权机械工业出版社在中国境内(不包括香港、澳门特别行政区及台湾地区)出版与发行。未经许可之出口, 视为违反著作权法, 将受法律之制裁。

北京市版权局著作权合同登记 图字: 01-2015-0545 号。

图书在版编目(CIP)数据

汽车材料技术/(日)林直义主编;熊飞译. —北京:机械工业出版社, 2019. 1

(汽车先进技术译丛. 日本汽车技术协会·汽车技术经典书系)

ISBN 978-7-111-61889-8

I. ①汽… II. ①林… ②熊… III. ①汽车-工程材料 IV. ①U465

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第018475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:孙鹏 李军 责任编辑:孙鹏

责任校对:肖琳 封面设计:鞠杨

责任印制:孙炜

北京玥实印刷有限公司印刷

2019年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·10印张·236千字

0 001—3 000册

标准书号: ISBN 978-7-111-61889-8

定价: 60.00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

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

序

本丛书是日本汽车技术协会主编的汽车技术经典书系，书系共 12 册。本系列丛书旨在阐述汽车相关的焦点技术及其将来的发展趋势，由活跃在第一线的研究人员和技术人员编写。

日本汽车技术协会的主要责任是向读者提供最新技术课题所需要的必要信息，为此我们策划了本系列丛书的出版发行。本系列丛书的各分册中，相对于包罗万象的全面涉及，编者更倾向于有所取舍地选择相关内容，并在此主导思想下由各位执笔者自由地发表其主张和见解。因此，本系列丛书传递的将是汽车工程学、技术最前沿的热点话题。

本系列丛书的主题思想是无一遗漏地包含基础且普遍的事项，与本协会的“汽车工学手册”属于对立的两个极端，“汽车工学手册”每十年左右修订一次，以包含当代最新技术为指导思想不断地进行更新，而本系列丛书则侧重于这十年当中的技术进展。再者，本系列丛书的发行正值日本汽车技术协会创立 50 年之际，具有划时代的意义，将会为今后的汽车工学、技术，以及工业的发展发挥积极的作用。

在本系列丛书发行之际，我代表日本汽车技术协会向所有为本系列丛书提供协助的相关人员，以及各位执笔者所做出的努力和贡献表示衷心的感谢。

社团法人 日本汽车技术协会
汽车技术经典书系出版委员会
委员长 池上 询

前 言

日本的汽车工业在战后较短的时期内取得了飞速的发展，这不仅仅给汽车产业、也给日本整体工业带来了良好的发展效果，将为今后日本的经济繁荣带来巨大的原动力。材料技术的进步给汽车产业的发展提供了强大的支持。随着汽车设计、工艺技术的进步，日本汽车的高性能、高品质、高可靠性在全世界范围内获得了高度的认可。

本书集成了汽车行业、材料行业和其他相关行业众多技术人员的研究成果。近年来，随着汽车数量的急剧增加，各种环境的摩擦问题不断地涌现，而这些问题都是无法回避的。进入 21 世纪以来，材料技术的发展将直接影响汽车产业将来的发展。

本书针对大量的实际需求，沿着汽车材料技术的发展轨迹，以直接影响当前最新技术和将来的发展动向的重点技术为中心，对将来的发展趋势加以阐述。从这个观点出发，针对汽车上使用的每一种材料，从活动在技术第一线的专家、学者们的视角来加以叙述，虽然在整体一致性上略有欠缺，但是我们的重点在于传递最新的技术情报信息。在阅读本书时有可能会遇到一定的困难，但是本书中介绍的今后汽车材料的重点内容，或者说将来的发展方向，如果对于从事汽车行业的同仁们能够有所帮助，将是编者们莫大的荣耀。

最后，对参与执笔的各位编者们表示深深的谢意。

林 直义

编辑的话

本书是由日本汽车技术协会组织编写的“汽车技术经典书系”的第5分册《自動車の材料技術》翻译而来的。本丛书的特点是对汽车设计、测试、模拟、控制、生产等技术的细节描写深入而实用，所有作者均具备汽车开发一线的实际工作经验，尤其适合汽车设计、生产一线的工程师研读并应用于工程实践！本丛书虽然原版出版日期较早，但因为本丛书在编写时集聚了日本国内最优秀的专家，使本丛书具有极高的权威性，是日本汽车工程技术人员必读图书，故多次重印，目前仍然热销。非常希望这套丛书的引进出版能使读者从本丛书的阅读中受益！本丛书由曾在日本丰田公司工作的刘显臣先生推荐，也在此表示感谢！

日本汽车技术协会 “汽车技术经典书系” 出版委员会

委员长	池上 询	京都大学工学部
副委员长	近森 顺	成蹊大学工学部
编辑委员	安部正人	神奈川工科大学工学部
	井上惠太	丰田汽车
	大沢 洋	日野汽车
	冈 克己	本田技术研究所
	小林敏雄	东京大学生产技术研究所
	城井幸保	三菱汽车
	芹野洋一	丰田汽车
	高波克治	五十铃工程技术有限公司
	迁村钦司	新 ANSYS 有限公司
	農沢隆秀	马自达汽车
	林 直义	本田技术研究所
	原 田宏	防卫大学校
	东出隼机	日产柴油发动机有限公司
	间瀬俊明	日产汽车
	柳瀬徹夫	日产汽车
	山川新二	工学院大学工学部

主 编

林 直义

本田技术研究所株式会社

参 编

林 直义

本田技术研究所株式会社

小山一夫

新日本制铁株式会社

宫坂明博

新日本制铁株式会社

上原纪兴

大同特殊钢株式会社

杉本繁利

丰田汽车株式会社

吉田英雄

住友轻金属工业株式会社

保田哲男

日本聚烯烃株式会社

中岛一义

日本瑞翁株式会社

桥本欣郎

日本瑞翁株式会社

平野 明

旭硝子株式会社

柳田 茂

日本石油精制株式会社

池本雄次

日本石油株式会社

加贺谷峰夫

日本石油株式会社

牛尾英明

本田技术研究所株式会社

船曳正起

日本 Na Metal Craft 株式会社

竹中 修

日本电装株式会社

川崎辉夫

日产汽车株式会社

目 录

序

前言

编辑的话

1 汽车的构成材料	1
1.1 汽车的发展和材料	1
1.2 结构材料的变迁	4
1.2.1 钢板和钢管	4
1.2.2 特殊钢和结构钢	5
1.2.3 铝合金	6
1.2.4 树脂	7
1.2.5 橡胶	7
1.2.6 玻璃	8
1.3 汽车材料的课题	8
2 汽车材料的现状和将来	10
2.1 钢铁	10
2.1.1 钢板和钢管	10
2.1.2 结构用钢、特殊用途钢	21
2.2 铸铁	31
2.2.1 铸铁材料的变迁	31
2.2.2 铸铁及铸钢材料的种类和特征	32
2.2.3 部件和材料的种类	34
2.2.4 铸铁材料的课题和对应技术	37
2.2.5 铸铁、铸钢材料未来的课题	40
2.3 铝合金	42
2.3.1 汽车铝合金化的进展和现状	42
2.3.2 车身板件	43
2.3.3 铝合金冲压件的应用	48
2.3.4 热交换器	50
2.3.5 其他部件	55
2.3.6 铝合金系新材料	57

2.3.7 今后的发展方向	60
2.4 树脂材料	63
2.4.1 概述	63
2.4.2 内饰材料	66
2.4.3 外板件、外饰材料	72
2.4.4 功能（结构）部件材料	77
2.5 橡胶材料	84
2.5.1 概述	84
2.5.2 汽车用橡胶材料的分类	84
2.5.3 热可塑性高弹体	85
2.5.4 汽车零部件和橡胶材料	86
2.5.5 汽车主要橡胶零部件材料的动向	87
2.5.6 小结	94
2.6 无机材料（玻璃）	94
2.6.1 汽车用玻璃的变迁	94
2.6.2 汽车材料的要求特性和玻璃的基本特性	94
2.6.3 汽车用玻璃的分类、工艺及商品开发	96
2.6.4 近期技术开发概述	98
2.6.5 今后汽车用玻璃的发展方向	100
2.7 油脂、燃料	101
2.7.1 汽车用燃料	101
2.7.2 内燃机用润滑油	103
2.7.3 齿轮油和自动变速器油	107
2.7.4 等速转向节用润滑脂	109
2.8 新材料	110
2.8.1 概述	110
2.8.2 陶瓷材料	110
2.8.3 金属间化合物	112

2.8.4	复合材料	113	3.2.3	发泡剂	130
2.8.5	钛合金	114	3.2.4	洗涤对策	132
2.8.6	非结晶金属	116	3.2.5	将来的发展方向	135
2.8.7	高性能表面处理	116	3.3	资源、环境和车辆设计	135
3	材料与环境问题	118	3.3.1	与汽车相关的资源和环境动向 (循环的必要性)	135
3.1	废气排放对策	118	3.3.2	汽车的循环利用和废弃 现状	136
3.1.1	概述	118	3.3.3	法规动向	138
3.1.2	排放法规和催化装置	118	3.3.4	再循环汽车	139
3.1.3	催化剂的基本特性	119	3.3.5	清洁汽车	143
3.1.4	与催化器相关的问题	123	3.3.6	销售、服务环节产生的 废弃物和再循环	145
3.1.5	小结	126			
3.2	应对臭氧层破坏物质对策	126			
3.2.1	概述	126			
3.2.2	汽车空调制冷剂对策	127			

1 汽车的构成材料

根据所处的时代背景和对汽车的各种需求，汽车上所使用的材料处于不断地变化、发展中。

本章首先从汽车的发展历程和材料的变迁过程来加以阐述；其次，针对上述过程，对材料的变化加以整理；最后，针对目前面临的巨大变化，对汽车材料的要求和将来的发展趋势加以叙述。

1.1 汽车的发展和材料

初具规模的汽车登上历史舞台，可以追溯到很久以前。17 世纪后半期，法国人佛鲁比斯特神父供职于中国的宫廷时，制成了全长 60cm 的四轮蒸汽驱动车，虽然当时没有载人，但是它是自身动力驱动的，被认为是初具规模的汽车雏形。

现在路面上行驶的汽车原型，是 1769 年居纽（Nicolas Joseph Cugnot）大尉制作的驶过巴黎的三轮大炮牵引车。它的蒸汽机是由巨大的铜制蒸汽锅炉、两个精密加工的气缸、活塞、连杆以及曲轴构成的。

19 世纪初，制作了更多的蒸汽驱动汽车，同时，内燃机的研究也在进行中。使用内燃机的原型汽车是 1885 年德国的 G. 戴姆勒制造的汽油发动机两轮汽车以及 C. 本茨制造的汽油发动机三轮汽车。19 世纪末到 20 世纪初，进入了大规模开发和制造汽车的时代，关于汽车比赛的活动也很活跃，在这种环境下研究开发出了非常多的新技术，有些技术一直沿用到今天的汽车上。另外，还有一些非常具有挑战性的技术，如铝制曲轴箱和充气轮胎。这是一个当代汽车的开始时期或者技术开发期。

1908 年，美国的 H. 福特发明了 T 型福

特汽车，该种汽车以流水线方式生产，成功地实现了低价格汽车的量产化，在这之后的 18 年间，大约生产、销售了 1500 万辆。它是借鉴了美国的军工产业和自行车产业发展起来的零部件规格化、标准化和高效生产方式，将移动组装方式应用于汽车组装工序，确定了大规模生产流程，结果使生产效率大幅提高，同时产品价格大幅降低。同一时期，钒钢的开发为汽车发展提供了很大的辅助，基于该成果开始了汽车工业化和大众化。福特汽车的高耐久性、低故障率、驾驶容易等特点，不使用多余的装饰而突显功能的低价格汽车，得到了普通大众的喜爱，推进了汽车的大众化进程。

接下来，战争中的汽车多用于武器和士兵的运输。不管什么时候，不管到哪里，作为速度快、自由度高的运输手段，汽车的有效性得以充分发挥，实用性价值得以确认，进一步加速了汽车工业化和大众化发展进程。在材料方面，1919 年合成树脂作为电气绝缘材料开始应用。但是，在汽车急速发展的 1920 年下半年，市场接近饱和，进入了产品更新换代时期。还有另外一个原因使汽车进入了换代时期，即带轧机带来的薄钢板批量生产和挤压工艺带来的车身加工技术的进步，全钢板制顶盖轿车等封闭式汽车问世，使汽车性能大幅提高。针对这些变化，通用（GM）公司以市场战略为基础推出了大量的车型，终于超越福特占据了市场第一的位置。这一点即使在现在也是适用的，大众化时代的汽车发展，并不是单单依靠低价格，尽早了解顾客的需求，以这些需求为指向，通过工业化生产实现规模化，同时对普通顾客加以意向引导，并不时推出新车型。



第二次世界大战结束后，美国的汽车需求急剧增加，同时高级化（大型化、高功率、造型美观、配置豪华）的车型需求量也大增。面对这些过度竞争，普通消费者转而形成一种新的潮流，追求能够体现汽车本来特性，即实用性和经济性的高度紧凑车型，对两厢车、三厢车的需求进入

了一个崭新的扩张时期。图 1-1 所示是汽车产量和大致时代的对应关系。另外，日本的汽车产量和大致年代对应关系如图 1-2 所示。

日本汽车虽然在战前就已经占据了一定程度的领先地位，但实质上是在战后随着一些相关政策的实施而迅速发展的。

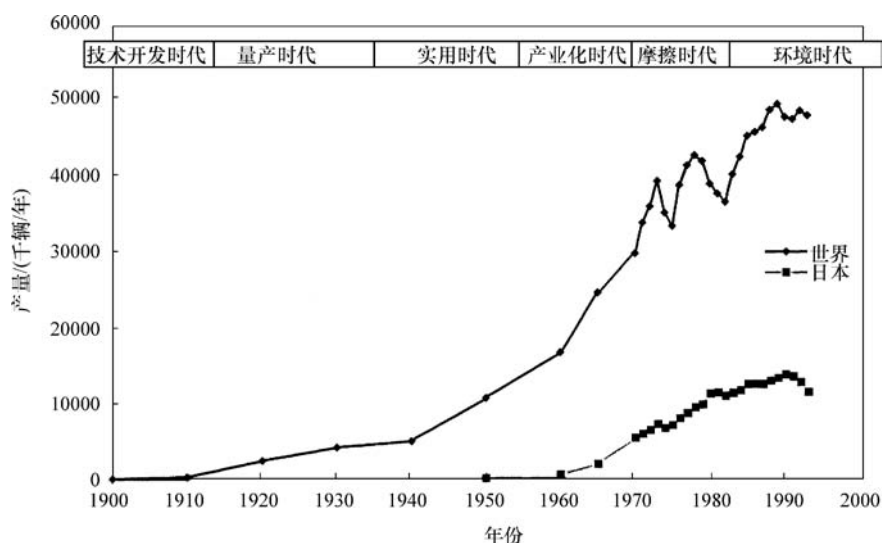


图 1-1 汽车产量的变迁

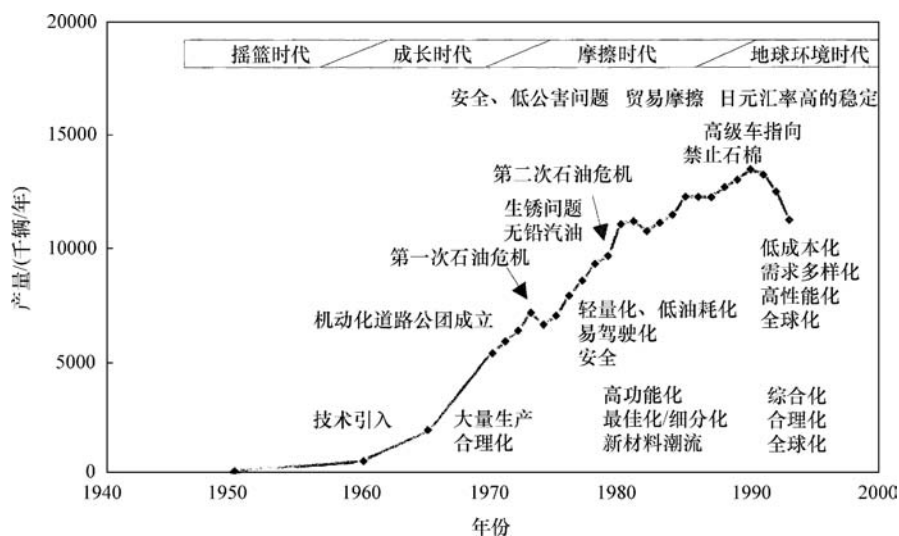


图 1-2 日本汽车产量的变迁



战后，汽车被视为高实用性的公共及私人运输手段，随着大量的基础资源及相关零部件的发展，汽车产业占据了支柱位置，汽车行业制定了自立扶持政策，在产业成长的同时，包含道路建设在内的汽车普及化开始推进，汽车工业化时代终于来临了。在这些扶持措施当中，钢铁、机械、化学、石油等重工业和化学工业部门也进行了改革。从钢铁产业来看，滚压工艺的现代化、炼铁制钢的大规模化接续发展，钢铁持续量产化和产品的高品质化，在国际上具有一定的竞争力，对汽车产业的发展做出了重大的贡献。随着基础产业的夯实和汽车普及化的推进，日本的汽车开始飞速普及。

但是，由于汽车保有量急速增加，在现实社会中引起了各种各样的摩擦和冲突。例如，交通堵塞增加、交通事故增加等交通安全问题，另外还有如振动、噪声和大气污染等环境问题，以及以两次石油危机为代表的能源问题也暴露出来。总之，进入了汽车和社会的摩擦时代。

针对上述问题，为了缓和社会矛盾，积极地开展了“低公害汽车”“低油耗汽车”等的大规模开发。在材料领域也一样，不断地进行着新材料的开发和改进。例如，能够削减碳氢化合物、一氧化碳、氮氧化物等废气排量的热交换器用耐热钢的开发，目前仍然为流的高强度钢板的开发，铝合金及树脂材料的应用扩大技术开发，以节能为目的的 Ni、Cr、Mo 等低合金钢的开发等，在非常宽的领域内持续推进并取得了显著效果。另外，从原材料到汽车生产的各个工序的合理化、节能技术也飞速发展。例如，从铅切削钢到三维切削钢的进化，解决了铅的问题，并且提高了切削速度。基于铸造技术以及极低碳素钢板的低成本、高加工性钢板和非调质钢的开发，铸铝及聚合物生产技术也取得了显著进展。

上述支持汽车产业领域的进展和汽车

设计技术的进步，使得日本汽车的性能、品质、可靠性显著提高。像这种汽车相关产业的综合性水平提升，成为日本汽车高性能、高品质和高可靠性提高的原始动力。

国际竞争力的上升促进了汽车的出口，而这也成为之后的贸易摩擦问题的原因之一。本地化、现地采购化等全局统筹的必要性被提到了较高的层面上。

在日本国内，针对高性能、舒适性及多样化价值观等多方面需求，迎合顾客的感受来制造汽车成为最重要的主题。在这期间，不断追求新的可能性，迎来了一个材料研发高潮。对陶瓷、CFRP、MMC 等复合材料、急速冷冻粉末冶金等高机能材料进行了大量的研究开发，但是仅有一部分实际案例，还没有实现大范围推广应用。

正是由于新材料技术的经济性引入具有很多未知因素，具有一定的难度，另外在技术领域内确保产品质量，必须确定适合于规模生产的方法，不仅仅是材料技术的开发，还要在更宽的领域内弄清楚各种重要影响因素，今后这将是一个值得期待的研究领域。

DOHC、涡轮增压等高新技术实现了商品化，大力推进了汽车高功率化、高级化发展。但是随着泡沫经济的破灭，人们对前期冒进的行为进行了反省，在巴西召开的“地球环境首脑会议（92.6）”上，对酸雨、臭氧层破坏、地球温暖化等地球规模的大气污染问题取得了共识，制定了面向 21 世纪应该采取的具体行动计划，地球环境问题成为关注的主题，从此以后的汽车生产活动，将进入无法回避环境问题的时代。在这些问题当中，有些是根源性的，需要考虑的领域非常大，这就是人们经常提起的地球环境问题。也就是说这是一个非常棘手的问题，在更大范围内进行材料开发，是值得期待的挑战。从迄今为止的发展历史中可以了解到，

从原材料到汽车产业，以及这些技术的应用，有时还借助顾客的协助，克服了一个又一个障碍。

1.2 结构材料的变迁

日本汽车工业协会对日本的汽车结构材

料进行了系统的整理，从其中可以了解到汽车结构材料的变迁历史。图 1-3 所示为原材料构成比图表，表中展示了从 1972 ~ 1992 年之间的资料。

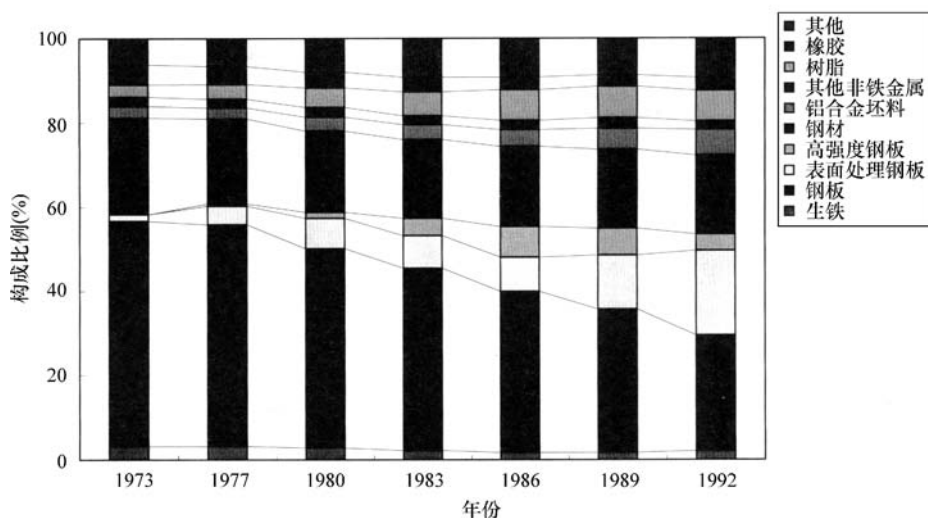


图 1-3 汽车原材料构成比例的变迁

从整体上来看，铁系材料从 81% 变为 72%，降低了 9%；相反，铝系材料则由 2.8% 变为 6%，上升了 3.2%；树脂材料由 2.9% 变为 7.3%，上升了 4.4%。这些材料构成比例的变化是由于第二次石油危机发生后，为了改善燃油消耗率而实行了轻量化设计，推进了树脂材料、铝合金材料在汽车上的应用范围。下面将对材料的变迁进行详细的介绍。

1.2.1 钢板和钢管

钢板主要是以成形板材的状态应用于汽车车身结构上，以成形加工性为中心进行了研究开发。在汽车生产的初期阶段，由于钢板制造技术还不很成熟，深度拉伸性较好的钢板多是依靠从美国进口。在那之后，钢铁行业开展了大量的研究和开发，由于 IF 钢

的发明，极低碳素钢成为核心技术，连续铸造、连续退火、制造工艺的大幅进步，到目前为止，反而在世界上处于领先地位，为日本汽车工业的发展做出了重大贡献。图 1-4 所示中显示的是不同规格钢板的比率变化情况，从图中可以得知，不同的时代背景下，随着汽车需要的变化，所使用的钢板的种类也一直是变化的。

首先，在 1970 年代初期，加拿大等北美地区及北欧寒冷地区，因散布在道路上的积雪而引起的车身腐蚀现象成为较大的社会问题，因此提高车身的耐蚀性能成为主要课题。在车身涂装工艺改进的同时，随着电镀锌钢板、热浸镀锌钢板的开发，以及汽车防腐性能目标的提升，钢板材料使用量得以大幅增加。

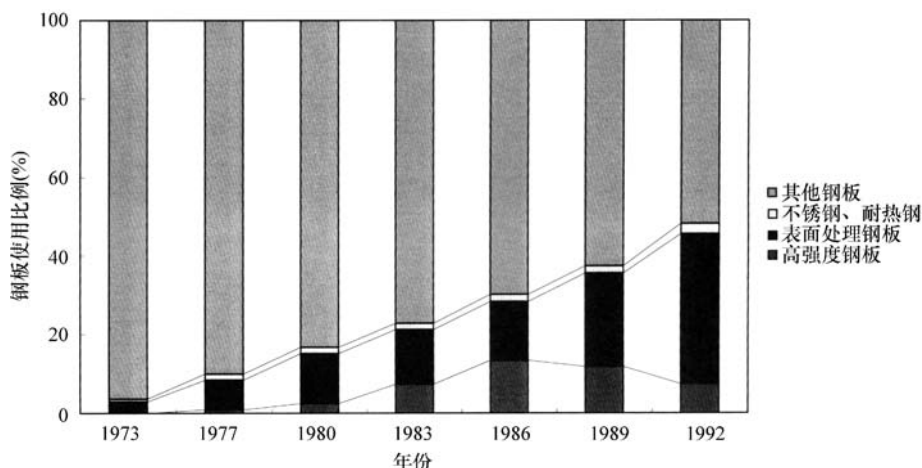


图 1-4 汽车用钢板的使用比例

两次石油危机的冲击带来了汽车轻量化需求，引起了人们对高强度钢板的关注，研究人员不断向强度高且成形性好的材料发起挑战，包含材料制造技术在内的研究不断取得成果，各种高强度钢板不断地被开发出来。BH（Bake - Hardening）钢板、DP（Dual Phase）钢板等各具特色的钢板，一经问世就被大量采用。

但是，随着泡沫经济的崩溃，人们对汽车的大型化、高级化追求重新进行了评估。虽然在轻量化技术的汽车上，通过尺寸优化等手段，使高强度钢板的使用率有下降的趋势，但随着燃油消耗方面越来越严格的限制，在将来高强度钢板的使用量一定会不断地增加。

从 1975 年开始，随着排放法规的强化，为了加强排放气体的后处理而采用的热交换器、催化剂转化器，致使不锈钢板的用量不断增加。

20 世纪 80 年代中期，三元催化器成为处理排放废气的主流技术，排气通路的腐蚀环境越来越严厉，因此耐蚀性好的不锈钢板和管开始使用。不锈钢板还在其他方面，如极薄钢板制成的缸盖密封垫，以及催化剂载体保持架等不同领域都发挥了重大的作用。

1.2.2 特殊钢和结构钢

特殊钢、结构钢一般是以棒状或者线材状态供货的，通过锻造、切削等方法加工成零部件，相对于原材料制造技术的进步和不同的应用对象，不仅仅是原材料，还包括零部件制造完成为止的整个过程，一直都是以“到底怎么样才最合适”为出发点来进行原材料开发的。

在碳素钢中添加铅能够显著提高切削效率，但是会造成工作环境的污染，为了改善作业环境而采用了低铅化。另外三维易切削钢及其改善手法的钙长石化和改良技术不断取得进步，因此碳素钢的使用量有了大幅增加。

特殊钢材中，原材料的制造工艺不断改良，应用了精练技术的超清洁钢，具有高品质且均质化特征，这些基本技术已经被广泛使用。

20 世纪 70 年代末，零部件制造工序中的调质热处理工艺停止使用，反而转向非调质钢的开发。在那之后，这种钢材有韧度低的缺点，该缺点通过高强度、高韧性、非调质等工艺得以改善，应用范围不断扩大。

从 1970 年开始，针对 Ni、Mo 等金属的资源短缺问题，合金钢领域的发展方向是

低合金化。

除了上述内容以外，还有如净尺寸成形且生产效率高的冷锻造钢、急速氮化钢等在大范围内开展了研究。

1.2.3 铝合金

在汽车构成材料中，铝合金的比例一直

在增加。自从第二次石油危机以来，为了改善燃油消耗率而采取的轻量化设计中，铝合金做出了较大的贡献。接下来对铝合金加以详细的介绍。

图 1-5 所示为在汽车上使用的铝合金用量及其分布。

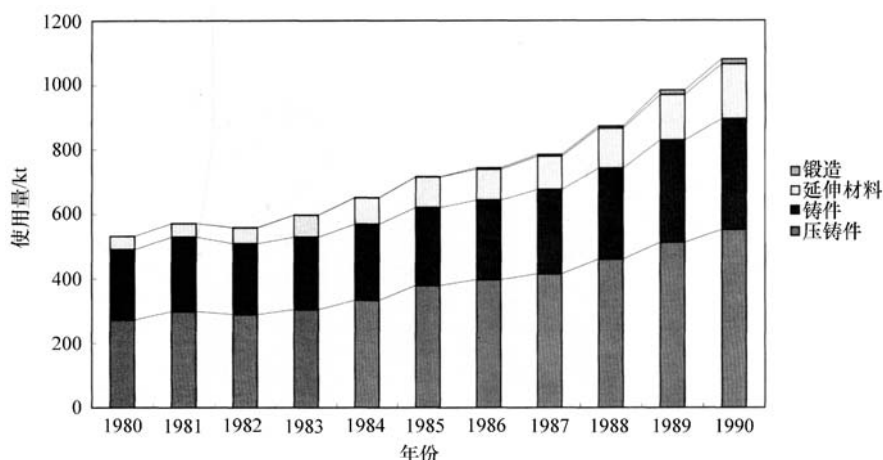


图 1-5 汽车用铝合金使用量的变迁

汽车上所使用的铝合金以铸造铝合金为主，1980 年时约占总铝合金量的 90%，到 1990 年时约占 80%。虽然所占比例在下降，但是从总量上来看，从 1980 年到 1990 年约增加了 1.8 倍。即使考虑到汽车生产辆数的增加、大型化发展，铝合金的使用量约增加了 35%，铝合金的使用范围在不断地扩大，其中批量生产性高、薄壁形状的铸造产品的增加量尤为明显。这是随着制造过程的大型化，大件物品的应用、生产过程自身的批量生产效率以及品质保障技术提升，使得其应用范围被不断地扩大。

虽然铝合金总量还很少，但是从板材、挤压材料发展而来的延伸材料在汽车上的应用从 1980 年代中期开始急剧增加，这是由于在汽车轻量化发展方向中，空调的蒸发器、冷凝器的铝合金化及空调的安装率增

加，同时还有散热器的铝合金化而引起的。散热器的铝合金化，在普通空气环境中即可以生产，另外随着防锈性能较高的钎焊剂焊接技术的开发，其应用范围不断地增加。另外，挤压材料具有制造成任意形状的特征，因此被应用在保险杠和燃油管道等新的用途上，使得该种材料的用量急剧增加，今后预计还将进一步增加。

20 世纪 80 年代后半段属于汽车高性能化、高级化发展时期，锻造材料由于其良好的材料特性而被应用于地板附近，但是在最近严厉的经济环境下，其实用性被重新评估。作为将来的轻量化技术重点内容，应该在今天积累下来的技术技巧的基础上开发新的技术。

在其他铝合金领域，如复合纤维强化铝合金、过共晶急冷粉末铝合金等新产品，旨



在改善铝合金耐热性差和刚度低的弱点，作为构造材料，以更进一步的技术革新为目标开展了大量的研究开发，但遗憾的是仅在耐磨性改善这一小范围内取得了实际性进展，今后还必须加大研究开发的力度。

1.2.4 树脂

树脂材料具有多种优良特性，多用于与乘员直接接触的车内装饰部件。

汽车上树脂材料的使用率变迁情况如图

1-6 所示。以第一次石油危机为契机，轻量化技术被大力推进，树脂材料的使用量也大大增加。特别是聚丙烯材料，在其抗冲击性提升的同时，刚度化技术、其低廉的价格和易循环性使得应用范围不断扩大。另外，树脂具有优良的加工性能，所制成的零部件重量轻且成本低，通用性工程塑料的作用不断扩大，到 1992 年已经占据了树脂材料的 15%。

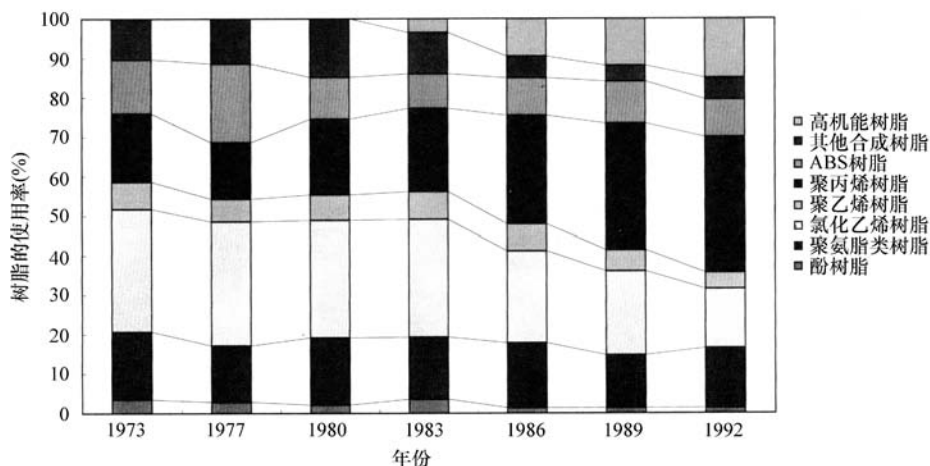


图 1-6 汽车用树脂材料使用比例变迁

树脂加工成形性好、材质轻，可以根据其用途进行订制化开发，在汽车上已经使用了种类繁多的树脂材料零部件。但是，在资源循环再利用和全球化经济环境中，所面临的是一个需要对树脂材料重新进行评估的时期。最近的产品制造工艺开发进展飞速，合理化设计及材料规格统一化取得了显著成果，而最重要的一点是从材料、工艺和汽车制造商三方面共同努力，迎接挑战。

1.2.5 橡胶

橡胶是固体材料中最为柔软的一种，

多用于密封、垫片、传动带和防振悬置类零部件等处，一般都是要求在相互连接的零部件之间具有缓冲功能，因此使用环境复杂。另外，在橡胶零部件的使用环境中可能包括高温、润滑油、燃料等多种复杂因素，因此提高其使用可靠性是开发的基本指标。图 1-7 所示为橡胶材料改进的经历，从图中可以知道，多种类型的橡胶材料都是根据使用目的而开发出来的。合理地使用这些橡胶材料能够对提升汽车的可靠性做出重大的贡献。