

现代汽车铝铸件

XIANDAI QICHE LUZHUJIAN

第二汽车制造厂工厂设计研究院

李应堂 余风伦 李庆春 主 编

上海科学技术出版社



现代汽车铝铸件

第二汽车制造厂工厂设计研究院

李应堂 余风伦 李庆春 主编

上海科学技术出版社

编委会主任 沈宁吾
副主任 程鸿余 于顺贞
编写 李应堂 余风伦
李庆春等
审阅 张坤山

现代汽车铝铸件

李应堂 余风伦 李庆春主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 常熟市文化印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 18.75 字数 385,000

1990 年 12 月第 1 版 1990 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—1,000

ISBN 7-5323-2257-2/U·21 定价: 13.20 元

序

现代汽车的结构材料以金属为主,辅以塑料、橡胶、玻璃等非金属材料。金属材料以钢、铁黑色金属为主,适当采用铝、铜、锌、铅、镁等有色金属,并加入硅、锰、镍、铬、钼、钒、硼、钛、锡、锑、钨和稀土等合金元素。

近十多年来,由于汽车轻量化技术的发展,轻金属铝的应用广为汽车制造业重视,逐步取代了一部分钢、铁零件。因此,在有色金属中,铝占主导地位。

材料的选用主要决定于其性能。对于多种材料均可适用的情况下,则取决于资源条件和价格。钢铁之所以迄今仍是主要材料,不仅是由于其使用性能和工艺性能兼优,更由于其资源特别丰富和价格特别低廉,为其他金属所不及。

青铜的出现奠定了人类文明的基础,从此进入了使用金属的时代。自二三千年前开发出了铁以后,铁(钢)便雄居第一金属的位置。密度仅为铁的三分之一的轻金属铝在本世纪60年代产量超过了铜,成为第二金属。它是制造现代汽车零件很理想的材料。

汽车运行需要耗用大量的燃油。而油耗与汽车的总重量密切相关。汽车的总重量由两个因素组成,即载荷和车辆自重。其中,载荷是目的,即有效重;车辆自重是无效载荷,可依据条件而变更。为了降低燃油消耗、提高车辆的使用效益,除了进一步改进发动机之外,还希望降低汽车自重与总重之比。

自从1973年发生第一次世界石油危机后,汽车减轻自重问题便突出地提到议事日程上来了。市场竞争又注入了新的催化剂。在汽车制造业中,一个新的观念已逐步形成,即汽车轻量化技术,于是,出现了以轻质铝和塑料取代一部分钢铁材料的大趋势。同时,也加速了以高强度钢、铁取代传统钢铁材料的局面。例如,扩大低合金钢、碳素高强度钢、球墨铸铁或蠕墨铸铁的使用。

金属来源于地球表层的矿藏。科学家对地表以下35公里以内的地壳化学成分作过多次测算。根据较新的预测结论,最富有的四种金属元素按降序排列为:铝、铁、镁、钛。其中,前三者各占地壳总重的1~10%数量级,而钛处于0.1~1%的数量级。但是,工业上可实际利用的矿藏还要求相对富集,才能采矿、分选和冶炼,以降低成本,保证金属产品价格低廉。

我国幅员辽阔,地形地质复杂,拥有丰富的矿产资源。国家已发表的数字为:铁矿保有储量497.31亿吨,仅次于苏联、巴西,居世界第三位;铝矿15亿吨,居世界名次前列。此外,青海的察尔汗盐湖有特大的镁矿资源。四川攀枝花铁矿中伴生的钛矿特别丰富,在世界上实属罕见。中国这四种基本金属的储量得天独厚,为我国工业化提供了良好的物质基础。

自然资源仅仅提供了可能性,将其变成物质财富仍需要靠技术手段。人类对金属矿藏的利用程度可以用各种金属的年产量来衡量。全世界主要金属的年产量为:生铁近5亿吨,铝约1400万吨,铜约800万吨(以上为1987年水平),镁约38万吨(1980年水平),钛约5万吨(1974年水平)。以上数量均为人类从矿石中提炼的新生金属,不包含再生金属。例如,铜的年产量约7亿吨,除以生铁为原料外,还重熔了大量的废钢。铜和铝每年也有大量回用的再生材料。

按重量计,铝的产量已远远超过了铜,达到了铁产量的3%左右。如按容积计,铝的产量相当于铁的8%。

我国的情况也基本如此。1988年生产铁5624万吨,电解铝71.8万吨,电解铜51.7万吨,镁3175吨,钛材千余吨。根据以上数字可知,在近期内,我国汽车的材料构成不能脱离以钢铁为主的局面,但已可努力扩大轻金属和塑料的使用。因为我国不仅有丰富的铝、镁、钛资源,而且已建立和开发了工业生产体系,其中铝的条件最好。

铝的冶炼要耗用巨大的电能。每生产一吨铝约耗电1.3~1.5万度,因此,发展铝的生产必须同步建设廉价大电厂。

可喜的是,我国铝矿资源又集中在水力和煤炭资源特别丰富的山西、河南、贵州、广西、四川和山东六省。目前已建成山西、山东、河南、贵州四大铝生产基地近十个厂,还有遍布全国的三十多个中、小铝冶炼厂。我国根据自己的矿石特点开发的冶炼方法,也达到了较好的技术经济水平。

镁的资源除内陆盐湖外,还有沿海盐场高产的苦卤。此外,还有辽宁、山东的菱镁矿和各省皆有的白云石。现已建成两个镁生产厂(车间),生产能力均为数千吨。钛材生产在60年代已经起步。

综上所述,汽车工业扩大铝合金应用是切实可行的。汽车用镁、钛合金不妨积极列入研究、探索的课题。铝、镁两种金属(合金)等体积地代用生铁,仍可能提高零件的材料费用。但是,轻金属有两个突出的优点,在使用中应进行综合评价。第一,由于重量轻所带来产品性能上的利益,例如:目前汽车发动机所用的活塞百分之百地用铝制造,结束了早期沿用铸铁制造活塞的历史。铝活塞较铁活塞轻,惯性小,并可减小曲轴平衡块重量。有的汽车厂家正在研制和开发铝连杆,将其用于轿车发动机。以铝代铁,每采用一公斤铝大约可减轻汽车自重两公斤。积少成多,对节约燃油效果明显,因而,提高了汽车使用的经济性。第二,铝及镁合金的熔点低,可采用先进的金属模成型工艺,生产效率高,尺寸精确、表面光洁,特别是压铸件,加工余量很小,有的零件甚至无需切削加工。轻金属的切削速度也可为铁的几倍。因此,轻金属铸造和加工的综合成本均低。此外,用铸铁生产壁厚太薄的零件难于成型,只好靠机械加工的方法切除多余的金属来实现,这样,材料利用率有时很低,而用压铸生产薄壁轻金属零件则可改变这种情况。

总之,以铝代铁的社会效益是巨大的。我国工业上广泛使用铝合金材料的行业还有航空、电工、民用器皿和建筑,其中,航空工业用铝优于其它一切行业。应当宣传汽车工业宜具有仅次于航空工业的优先地位,为汽车工业实现产品轻量化提供必要的铝材资源。

为了提高我国汽车制造业水平,采用轻金属铝减轻车辆自重深远的意义。我们应推进对汽车轻量化的认识,促使汽车行业采取积极态度,合理扩大铝合金在汽车上的应用。

我国汽车上目前使用铝合金仍较少,与世界水平相比差距较大。这既有历史原因,又有

装备和技术等方面物质条件的限制。当1956年长春汽车厂生产出第一辆国产汽车时,按原产品设计,CA10型解放牌货车仅有两种铝铸件,即发动机活塞和驾驶室车门把手。每辆汽车使用铝合金仅5.8公斤。1965年筹建第二汽车厂时,积极考虑多采用铝零件。现在生产的EQ140-1汽车已用铝铸件24种,包括铝基钢带轴瓦零件在内的铝轧材件为28种,每车共用铝约16公斤(不包括电器、开关、电机等协作件的铝制零件)。

现在看来,扩大铝合金的应用步伐仍太小。因为二汽每年所用的黑色金属已占国家产量的1%,而铝的用量仅占0.3%。其他各汽车厂使用的量更少。原因主要是思想观念不够进步,技术上、物质上缺少准备。

二汽曾在1965年考虑要用铝代替铸铁开发应用几个较大的零件,但由于众所周知的原因,未能如愿。后来一再失去时机。目前二汽卡车上最大的铝铸件是变速箱上盖,重量为2.36公斤,采用压铸成型。如在建厂初期实现原计划的设想,安装较大合模力的压铸机,并具有远见性的建设开发其他铝铸造工艺的生产车间,如低压铸造,便能取得经验,培训较多的技术工人和技术人员队伍,为在新车型上扩大铝合金应用储备实力。北京内燃机厂早已建成了铝合金低压铸造车间,大量生产Q492汽车发动机缸体、缸盖等铸件。

我国汽车工业扩大轻金属铝应用的契机是当前轿车的起步和发展。为使国产轿车尽快达到当代世界水平,每辆轿车使用铝零件的份量必须增加。要使国产轿车每辆应用40公斤以上的铝件,如何实施和建设从毛坯铸造到机械加工的生产阵地是中国汽车制造业面临的一个重大课题。第二汽车厂工厂设计研究院从1987年8月开始进行30万辆轿车“工程课题研究”时,敏锐地注意到了这个难点。为此作了大量的资料收集整理工作。本书作者结合工作实际本着“适应新发展,接受新观念,探索新方法,消化新技术”的指导思想,研究了这一难点,并大胆选择了对汽车轻量化具有潜在优势的铝铸件为内容,编写了《现代汽车铝铸件》一书,拟出版贡献给汽车界。这一点实属难能可贵。

我从材料资源和汽车材料的结构趋势点滴,把自己对于铝的一些考虑缕述如上。与其说是给本书提供一点背景材料,不如说是抛砖引玉,就教于本行业众多的同志。

中国汽车工程学会材料分会理事长
中国第二汽车制造厂原总冶金师

麦培珍

一九八九年八月二十五日
于湖北·十堰

编者的话

汽车工业是国家实力和技术水平的主要标志之一。

70年代以来,主要汽车生产国为争夺世界市场开展了全方位技术竞争,汽车工业领域的技术竞争日趋激烈。特别是轿车生产方面,其技术进步更是日新月异。

现代汽车为了节约能源,提高使用的经济性,保护环境,必须减轻车辆自重。轻量化使欧洲车辆在石油危机中巧妙地保持了竞争优势,之后便成为全世界主要汽车生产厂十分关切的问题。

在轻量化技术发展过程中,轻金属铝的特点和它在汽车材料中具有的优势很快地为人们所认识。而扩大铝合金在轿车发动机、传动系统应用实际获得的好处,又为轿车的市场竞争注入了新的活力。从另一方面看,轿车产量增加,对其结构材料中铝材(主要是铝铸件)的需求也大幅度增长,又极大地推进了铝合金铸造技术的发展。全世界大约70%的铝铸件用于汽车工业,足以说明铝和汽车之间的关系。铝合金铸造技术在我国未来汽车制造业中的前景也是不言而喻的。

由于众所周知的原因,我国汽车工业中的铝铸造技术水平目前还不高,同兴起的轿车发展形势很不适应。为了使国产轿车尽快达到世界先进水平,使用铝零件的份量及其制造技术也是衡量汽车工业水平的因素之一。因此,在国产轿车大量生产起步的同时,宣传提高铝铸造技术水平的意义,了解发达国家目前汽车铝铸件铸造技术水平很有必要。

为此,我们根据工作中积累的国内外文献和报导资料,结合轿车工程项目的课题研究,选择了对轿车、轻型车辆轻量化具有潜在意义的铝铸件为内容,编写了这本《现代汽车铝铸件》,以抛砖引玉,与汽车界的同行们共同探讨。

由于经验和水平不足,资料也有限,时间仓促,谬误之处在所难免,我们热情期望专家和同行批评指正。

全书共七章,主要介绍了铝铸件在现代汽车工业中的应用及发展前景,概述了汽车铝铸件常用的铸造工艺及技术和设备发展趋势。同时,以产品为例,着重介绍了现代汽车使用的主要铝铸件——气缸盖、气缸体、变速器壳及车轮盘的铸造技术。为了加深对汽车铝铸造技术的认识,简介了若干生产汽车铝铸件车间(工厂)的“模式”。根据工程设计的常用习惯,汇集了某些生产汽车铝铸件车间的指标和数据。

本书编写过程中,得到了二汽厂长陈清泰、副厂长沈宁晋、科委主任杨立贵、于顺贞、工厂设计研究院院长何华柱等领导的关怀、鼓励和支持。程鸿余副院长亲自组织了编写工作。二汽科委文献检索室、工厂设计研究院技术室、技档室等提供了大量资料和实施手段,二汽

工厂设计院铸锻冲室的同志也给予了大力的协助。

在此还要感谢中国汽车工程学会材料分会主任，国内知名的材料专家，二汽总冶金师支德瑜同志为本书撰写序言。感谢二汽科委编辑室主任张坤山高级工程师对书稿进行了审阅。

“中汽联”领导在听取编者汇报和审阅书稿目录后，对本书表示了赞赏和肯定。

在本书即将出版的时候，仅向他们表示由衷的敬意和真诚的感谢。

编 者
1990年5月

目录

第一章 铝铸件在现代汽车上的应用

第一节 现代汽车的材料构成	1
一、现代汽车的主要特征	1
二、现代汽车的材料构成	2
三、铝铸件在汽车轻量化中的潜在优势	3
四、未来汽车材料构成的预测	5
第二节 铝铸件在现代汽车上的应用	6
一、汽车铝铸件的应用与发展	6
二、欧洲主要汽车生产国铝铸件的应用与发展	7
三、日本汽车轻量化及发展	8
四、美国汽车铝铸件的应用与发展	9
五、苏联汽车工业推广应用铝铸件的情况	12
第三节 主要工业发达国家汽车铝铸件的生产状况	13
一、铝铸件的产量	13
二、汽车铝铸件用量	13

第二章 汽车铝铸件合金与熔化

第一节 现代汽车铝铸件用合金	17
一、汽车铝铸件对合金的要求	17
二、汽车主要铝铸件用合金	19
第二节 提高铝合金性能的现代处理技术	23
一、铝合金熔炼过程中的除气和除渣	23
二、变质处理及热分析控制	26
三、铝合金净化技术的新发展	28
第三节 铝合金熔炼	31
一、汽车铝铸造用熔铝炉现状	32
二、熔铝炉的选择	36
三、现代熔铝炉快速加热系统与新型炉衬材料	38
四、新型塔式熔铝炉及其应用效果	41

第三章 现代汽车铝铸件铸造技术

第一节 金属型铸造	44
一、概述	44
二、金属型的结构与设计	46
三、金属型涂料的选择	48
四、金属型温度控制和热平衡调节	48
五、金属型的清理与维修	49
六、金属型铸造设备	50
七、金属型铸造自动化	55
第二节 压力铸造	56
一、压力铸造的发展	56
二、压力铸造工艺	57
三、压铸模的结构与设计	60
四、压铸模涂料	65
五、采用工业机械手的自动化压铸	67
六、压铸设备工艺过程	71
第三节 金属型低压铸造	81
一、发展过程	81
二、工艺过程及特点	91
三、金属型低压铸造设备	92
第四节 砂型低压铸造	102
一、概述	102
二、砂型低压铸造工艺	102
三、砂型低压铸造工艺的特点和发展前景	106
第五节 气化模铸造	107
一、气化模铸造工艺发展	107
二、气化模铸造工艺	107
三、气化模铸造设备	110
第六节 铝铸件的后续处理	113
一、表面处理	113
二、浸渗处理	116
三、铝铸件焊补	122
第七节 铝铸件质量控制	130
一、概述	130
二、渗漏检测	130
三、超声波检测	134
四、X射线检测	135

第四章 铝气缸盖(与进气管)的铸造

第一节 概述	138
一、铝气缸盖的工作特点	138

二、铝气缸盖的结构特点	139
三、铝气缸盖用材的选择原则	141
四、铝气缸盖铸造方法选择	142
五、国内外铝缸盖用材及铸造方法概况	147
第二节 本茨汽车公司铝气缸盖的金属型铸造	148
一、金属型铸造机	148
二、铸造工艺	148
三、模具热平衡控制	152
第三节 苏联风冷柴油机铝气缸盖金属型铸造	154
一、气缸盖材料选择	154
二、气缸盖铸造工艺	154
第四节 雷诺汽车公司铝气缸盖的金属型低压铸造	155
一、金属型低压铸造工艺与设备	155
二、雷诺低压铸造技术在大量生产中的应用	158
第五节 考斯沃斯铸造公司铝气缸盖的砂型低压铸造	161
一、铸造工艺	161
二、合金选用及机械性能	162
三、质量水平	162
第六节 铝气缸盖的铸造技术经济分析	163
一、雷诺汽车公司对金属型铸造与金属型低压铸造的技术经济分析	163
二、本茨汽车公司对金属型铸造设备的选型分析	166
三、砂型低压铸造、金属型铸造、金属型低压铸造成本比较	167

第五章 铝气缸体的铸造

第一节 概述	169
一、铝制气缸体在轻量化中的优势	169
二、铝气缸体生产和使用的情况	170
三、铝气缸体的铸造方法和缸体用新型铝合金	170
第二节 铝气缸体、变速器壳的压铸	177
一、本田汽车公司铝气缸体压铸	177
二、本茨汽车公司自动变速器壳的压铸	179
三、发动机铝压铸件压铸技术的发展	181
四、气缸体、变速器壳大型压铸模的冷却与润滑	185
第三节 其他方法铸造铝气缸体	189
一、Q492 汽油发动机铝气缸体低压铸造	189
二、波尔舍、本茨汽车发动机铝气缸体低压铸造	191
三、使用组合模具的金属型铸造	191

第六章 铝车轮盘的铸造

第一节 概述	194
一、铝车轮盘发展概况	194

二、铝车轮盘的优点	195
三、铝车轮盘材料	196
第二节 铝车轮盘铸造工艺	197
一、铝车轮盘金属型铸造	197
二、铝车轮盘金属型低压铸造	203
三、铝车轮盘压铸	206
四、铝车轮盘离心铸造	208
五、铝车轮盘铸造工艺比较	208

第七章 汽车铝铸件生产车间(厂)简介

第一节 联邦德国大众汽车公司汉诺威新铸铝车间	210
一、概述	210
二、生产工艺	210
三、动力系统	211
四、物流运输	212
五、车间工艺平面布置图	212
第二节 意大利菲亚特汽车公司 Teksid 铸铝厂及其在美国的 TFA 铸铝厂	214
一、菲亚特汽车公司 Teksid 铸铝厂	214
二、Teksid 集团在美国的铸铝厂	21
第三节 苏联阿尔泰发动机厂的铸铝车间	216
一、概况	216
二、主要工艺和设备	217
三、暖通、动力系统	218
四、车间区划及平面布置	219
第四节 苏联吉尔联合企业的压铸车间	219
一、概述	219
二、熔化工部	221
三、压铸工部	221
四、清理工部	222
五、辅助部门	222
六、后续处理工部	223
第五节 桑塔纳轿车铸铝车间	224
一、桑塔纳轿车铝铸件特征	224
二、设计生产纲领	224
三、主要工艺概况	225
四、车间组成和面积	225
五、主要数据和指标	227
第六节 其他汽车铸铝车间	228
一、苏联的汽车铸铝车间	228
二、美国的汽车铸铝车间	232
三、日本的汽车铸铝车间	233
四、联邦德国的汽车铸铝车间	233

	5.
五、法国的汽车铸铝车间.....	234
六、英国的汽车铸铝车间.....	234
第七节 部分铸铝车间(厂)的数据和指标汇总资料.....	234
附录.....	237
一、各国铸造铝合金对照表.....	238
二、美国 AA 铝业协会铸造铝合金	240
三、日本铸造铝合金.....	242
四、联邦德国铸造铝合金.....	243
五、英国铸造铝合金.....	246
六、法国铸造铝合金.....	247
七、苏联铸造铝合金.....	249
八、中国铸造铝合金.....	251

铝铸件在现代汽车上的应用

第一节 现代汽车的材料构成

一、现代汽车的主要特征

80年代初,专家们测算,全世界商业用车辆大约有8500万辆,轿车30000万辆。预计到1990年每年仍可能增加商用汽车400万辆,轿车1000万辆。全世界汽车总保有量大约为5.25亿辆,大部分分布在北美、西欧和日本,其余地区仅占17%左右。由于大部分车辆需要更新,预计在十年内平均每周生产100万辆,比70年代末增长30%。以后对车辆数量的需求将趋于缓和,并接近平衡状态。

因此,现在和今后一段较长时间内,汽车工业技术进步的主要方向是提高车辆使用的经济性和减轻对环境的污染。

1. 现代汽车技术进步的基本估计

从目前对汽车生产相关因素的全面分析来看,汽车专家们认为,现在和今后一段较长时间内,轿车产品在三个主要方面不可能产生重大突破。

(1) 大量生产轿车的材料构成仍以金属材料为主。非金属的轻质材料虽然在未来车辆中应用的比例将会增加,但不可能占主导。

(2) 尽管以内燃机作为车辆动力源目前仍有不足之处,但普遍认为还没有更好的方式取而代之。电能或核能一类的动力装置具有发展前途,但在短期之内没有大量生产和普及应用的条件。

(3) 汽车用车轮转动行驶的方式难以改变。如果更新车辆行驶系统,涉及面比动力系统更多、更复杂。有人设想是否可用气垫或其他脱离地面的特殊系统来代替车轮行驶系统,如果可以实现,这将是汽车技术乃至整个科技领域的重大革命。

这意味着目前和今后一段较长时间内,尽管我们必须更新观念,推进汽车工业的技术进步,但不可能脱离以金属材料为主、内燃机作动力源和以车轮方式行驶的“模式”来探求未来汽车的材料构成。

2. 现代轿车发展的主要特征

80年代以来,轿车结构的变化主要方向是以提高使用的经济性为目标,降低燃油消耗。特别是普通型轿车。因此,实现轻量化和小型化是现代轿车最显著的特征之一。

汽车专家们估计:到本世纪末,自重1100~1500 kg之间的轿车在美国市场上约有60%,自重800~1000 kg的轿车在日本和欧洲市场占有率将达到70%左右。目前,从争

夺轿车市场的战略考虑,世界各主要汽车公司在改进车辆性能,注意外形美观的同时,着重提高其使用的经济性。轿车轻量化的结果会缓和能源需求的紧张状况,减轻环境污染,降低综合费用。这是汽车工业发展的趋势。于是自70年代以来,轿车材料的构成产生了显著的变化,主要是开发和应用了轻金属铝和塑料、合成材料等轻质材料来代替轿车的传统用材。

随着汽车技术追求更高的效益,轿车轻量化技术还会继续发展,并且会扩大到商业用车辆。根据目前国内外发展动态,预计汽车工业的用材将进一步变化。在金属材料中,高强度钢材、轻金属铝合金的比例还会有所提高。轿车、轻型车用铸件中,铝铸件占有主导地位,大多数的铸铁件将被铝铸件所代替。

二、现代汽车的材料构成

1. 大量使用轻金属

70年代中期以来,主要工业发达国家从石油危机中看到了轻合金在机械制造业中具有广泛的应用前景,特别是在汽车制造中存在着潜在的优势。欧洲和日本从节能、减少污染等方面考虑,大量制造和使用轻金属零件。法国用轻合金制造的零件占轻金属的75%,其中92%用于汽车制造;联邦德国这两个比率分别为59%和72%;意大利为53%和69%;英国为51%和57%;美国为55%和90%;日本为77%和80%。由此可以看出,汽车制造用轻合金占有相当的比例。从70年代初到80年代初,世界轻金属铸件产量增长大约36%。意大利增长约60%,日本增长了43%,法国约40%,联邦德国20%。

2. 现代轿车的材料构成

轻合金的发展及其在汽车工业中的应用,逐步影响到现代轿车的材料构成。据80年代初统计,由于扩大了轻金属和塑料的应用,欧洲轿车用铸铁件由20%下降到15%,美国由18%下降到14%。以美国通用汽车公司为例,1985年与1977年相比,每辆轿车用的铸铁件减少约49%,钢材减少26%,而铝合金增长近60%。世界轿车材料总的构成比例约为:钢材62.5%,铸铁7.5%,铝合金3.75%,塑料及合成材料10%,其他16.25%。像日本这样缺乏原材料和受到电能价格上涨限制的国家,铝合金的应用更是在不断增长。

表 1-1 美国、日本、意大利和法国的轿车材料构成及变化

国 别	年 份	材 料 构 成 比 例 (%)					车辆自重 (kg)
		钢材	铸铁	铝合金	塑料	其他	
美 国	1983	54	16	4	6	20	1500
	1985	55	12	5	8	20	1320
	1990*	56	10	8	12	14	1180
日 本	1973	61.2	13.8	3	3.6	18.4	1020
	1978	61.7	10.8	4.2	5.0	18.3	1120
	1980	60.6	10.8	4.5	6.1	18.0	1090
	1984	65.9	9.8	4.4	6.8	13.1	1242
意 大 利	1980	56.0	14.8	3.6	11.0	14.6	—
法 国	1982	76		3.5	5	16	—

* 是预测比例

尽管各国轿车用材比例差异较大,但总的看来,轻质材料呈增长趋势,轿车平均自重减轻。表 1-1 反映了美国、日本和欧洲轿车材料构成的变化。

由此可以看出,轻质材料在轿车上的应用日益增加,主要是轻金属铝和塑料。在铝合金材料中,由于铝气缸体、变速器壳体等大型铸件在汽车铝零件中重量比例很大,故目前所说的铝零件基本上是指铝铸件。据估计,现代汽车上用的铝铸件约占汽车铝材的 80% 左右。

三、铝铸件在汽车轻量化中的潜在优势

1. 减轻自重的意义和实际效果

现代轿车所用的内燃发动机尽管在燃料消耗方面还有不足之处,但采用内燃发动机重量轻,并且还可进一步使用轻质铝和塑料减轻发动机、车身和行驶系统的重量,提高车辆使用的经济性——轿车油耗指标大幅度下降。表 1-2 是通用、福特、丰田、大众等世界主要汽车公司 1985 年生产的各种车辆比 1975 年生产的车辆每百公里油耗指标平均减少的比率。

表 1-2

生 产 厂 家	每百公里油耗减少(%)	生 产 厂 家	每百公里油耗减少(%)
通用汽车公司	39.0	丰田汽车公司	33.0
福特汽车公司	40.6	马自达汽车公司	41.0
克莱斯勒汽车公司	45.0	日产汽车公司	14.9
美国汽车公司	43.8	本田汽车公司	7.0
大众汽车公司	10.3	沃尔沃汽车公司	30.0

据意大利菲亚特汽车公司计算,车辆自重减轻 10%,燃油消耗减少 6~7%。联邦德国资料统计,重量减轻 100 kg,平均行驶 12 万 km 节省燃油 1000l。法国根据经验推测,车辆自重减轻 100 kg,省油率为 0.5 l/100 km。图 1-1 为一辆法国轿车的油耗量与铝铸件重量关系的曲线。

1980 年,法国轿车产量增加了 80 万辆,而化油器系统的燃料消耗却没有增加。从前每辆车平均每 100 km 耗油 8.5 l,新车型平均降低到 6 l,减少油耗 30%。

为了降低油耗,轿车必须减轻自重,这在工业化国家已被人们广泛接受和采纳。80 年代中期以来,世界油价趋于下降,但迹象表明这只是暂时现象。用户普遍认为,从长远利益考虑,购置低油耗车辆仍然保险。汽车专家们根据过去 20 多年来两次石油危机及近几年来各国对能源需求的预测,90 年代石油供需矛盾将会重新突出。因此,减轻车辆自重的意义应是不容忽视的。

2. 铝合金制造汽车零件的潜在优点

用铝合金制造汽车零件有两个突出的优点,特别是用于发动机中的零件。其一是重量轻。克莱斯勒汽车公司和通用汽车公司采用压铸方法生产的铝气缸体代替铸铁气缸体,4缸

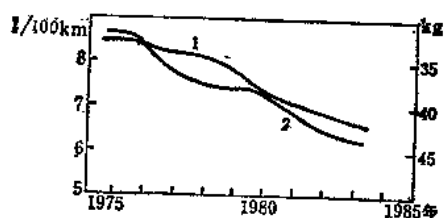


图 1-1 一辆法国轿车的油耗量与铝铸件重量的关系

1. 油耗量; 2. 铝件重量

汽油发动机缸体的重量减少 42.7 kg, 6 缸发动机缸体可减轻 58 kg, 而 V8 发动机缸体大约可减轻 65~69 kg。苏联汽车工业采用铝铸件代替铸铁件, 根据生产经验, 两者之间重量比例范围如表 1-3。因而, 用铝铸件代替铸铁件可大大减轻轿车自重。铝合金的第二个特点是它的导热性比铸铁好。因此特别适合制造发动机缸体、缸盖等零件。根据发动机工作原理, 使用铝制气缸盖可以改善发动机的工作状态, 提高其热效率。对于同等结构的发动机, 意味着可提高发动机功率。于是, 铝合金气缸盖在轿车发动机中推广应用得非常快。

表 1-3

零 件 名 称	铸铁件零件重量(kg)	铝合金零件重量(kg)	重 量 比 铸铁:铸铝
进气管	3.6~18	1.8~9	2:1
气缸体	80~120	13.5~32	3.8~4.4:1
气缸盖	18~27	6.8~11.4	2.4~2.7:1
主制动缸	1.4~2.3	0.5~0.9	2.6~2.8:1
制动鼓	5.5~9	1.8~3.6	2.5~3.1:1
转向操作机构壳体	3.6~4.5	1.4~1.8	2.5~2.6:1
水泵壳体	1.8~5.5	0.7~2.3	2.4~2.6:1
传动箱	13.5~23	5~8.2	2.7~2.8:1
油泵壳体	1.4~2.3	0.5~0.9	2.6~2.8:1
活塞	1.4~2.3	0.3~0.7	3.3~4.6:1

在谈及铝合金的优点时, 也还有另外一些引起人们关注的问题。由于全世界不断扩大铝合金在车辆上的应用, 今后 10 年内, 铝合金资源可能产生短缺。此外, 生产铝消耗的电能比生产铸铁多得多, 每生产 1 t 铝消耗的电能大约为 1.3~1.5 万 kWh。尽管如此, 在过去 10 年中, 铝铸件的增长率仍在 7% 左右。80 年代以来, 西欧市场铝材短缺, 但增长速度从未低于 4%。

法国标致汽车公司通过对制造发动机排量为 0.9~2.5 l 轿车进行投资评估和对发动机制造成本、生产费用、质量及机械性能比较, 认为扩大铝合金的应用, 能使产品具有更强的竞争能力。苏联有关专家根据目前生产“铝制发动机”的经验断言, 生产“铝制发动机”的综合成本与铸铁发动机差不多。美国著名的铝铸件生产厂——雷诺金属公司(Reynolds)根据目前生产的轻量化产品推算, 铝铸件成本相当于使用钢材的 1.9 倍。考虑各种综合因素, 汽车轻量化使用的零部件综合成本只相当于使用钢材的 1.3 倍。

美国 ALOAN 公司曾经以通用汽车公司的 X 车型为模拟, 用同一型号的轿车, 最大限度地分别使用高强度钢材、塑料及合成材料、铝合金进行对比和论证。推算出轿车的材料结构与经济效果的关系如表 1-4 所列(费用的节省是同标准车相比)。从表中看出, 费用的节省主要是由燃油构成。对比时, 考虑了结构材料费用、生产和使用中的动力消耗、材料二次利用的可能性、汽车制造费用和使用费用等一系列因素。计算时规定, 车辆使用期限在 10 年内或相当于行驶 16 万 km。汽油价格按 1982 年价格计算。