

《国外机械工业基本情况》参考资料

机 械 工 程 材 料

第一机械工业部上海材料研究所主编

第一机械工业部科学技术情报研究所

出版说明

党中央向全国人民提出了新时期的总任务，全国从上到下一心一意搞四个现代化。机械工业要适应“四化”的要求，必须为国民经济各部门提供现代化的技术装备。为此，需要机械工业的先进技术和经验。在这种形势下，我们编写了一套《国外机械工业基本情况》参考资料。这项工作从1973年，1975年基本完成。这次是第二轮，在内容和范围上都比上次有所充实和扩大。

这套参考资料按专业分册出版。本书为机械工程材料部分。

各章分别由下列单位的有关同志提供初稿

- | | | | |
|-----|--------------|---------------|---------|
| 第一章 | 汽车用钢 | 一机部长春汽车研究 | 洪锦钧 |
| | | 一机部重庆重型汽车研究所 | 羊秋林、吴正凡 |
| | | 南京汽车制造厂(工艺科) | 张 恪 |
| | | 南京汽车制造厂(试验室) | 毛志强 |
| | | 农机部上海内燃机研究所 | 徐嘉懋、陈沂闻 |
| 第二章 | 机床用钢 | 一机部机床研究所 | 张魁武 |
| 第三章 | 压力容器用钢 | | 秦晓钟、吴恒春 |
| | | 一机部合肥通用机械研究所 | 沈行道、肖有谷 |
| 第四章 | 低温用钢 | 一机部上海材料研究所 | 薛侃时 |
| 第五章 | 电站、轧钢设备大锻件用钢 | | |
| | | 第二重型机器厂大锻件研究所 | 王 立、杨正汉 |
| 第六章 | 农机具用材料 | | |
| | | 中国农机院工艺材料研究所 | |
| | | 吉林工业大学 | 岳钟英 |
| | | | 刘文泉 |
| 第七章 | 工、模具材料 | | |
| | | 一机部成都工具研究所 | 唐学友 |
| | | 一机部上海材料研究所 | 陆智方 |

第八章 工程机械用结构材料和耐磨材料

一机部天津工程机械研究所 吴恩华
抚顺挖掘机制造厂 陈长民

第九章 锅炉、汽轮机、燃气轮机用耐热材料

一机部上海发电设备成套设计研究所 周顺深
上海汽轮机厂 汪曾祥

第十章 石油、化工用耐腐蚀材料

一机部石油机械研究所 朱洪宝
一机部合肥通用机械研究所
(腐蚀组) 黄嘉琥等

第十一章 机械工业用铸铁和铸造合金

一机部郑州机械研究所 黄 循

第十二章 机械工业用球墨铸铁

无锡球墨铸铁研究所 张荣华、吴重庆
吴德海
清华大学 柳百成、盛 达

本书由一机部上海材料研究所负责主编,参加编写工作的人员有:章文伦、瞿家骅、姚维廉、顾家梁、范淑芝、邢柏如、葛宁远、殷志祥、桑修义、易少娴等同志。张广中、王三因二同志也协助提供部分资料,最后经吴民达同志全面审阅。

第一机械工业部科学技术情报研究所

目 录

前 言	(1)
第一章 汽车用钢	(3)
一、概述	(3)
二、结构钢	(6)
(一) 各国合金结构钢情况	(7)
(二) 轴类用调质钢	(21)
(三) 齿轮用渗碳钢	(26)
(四) 氮化齿轮钢	(35)
(五) 弹簧用钢	(38)
三、易切削钢	(44)
(一) 常用的易切钢	(45)
(二) 易切削钢的应用	(50)
(三) 研究发展(复合系易切钢)	(52)
四、钢板	(53)
(一) 普通低碳钢板	(53)
(二) 表面处理钢板	(54)
(三) 低合金高强度钢板	(55)
五、冷锻压钢	(59)
(一) 常用的冷锻压钢	(59)
(二) 应用与发展	(62)
六、阀门用钢	(64)
(一) 阀门材料的性能要求	(64)
(二) 各国阀门用钢	(65)
(三) 阀面堆焊合金	(72)
(四) 阀门材料应用实例	(72)
七、废气涡轮增压器用钢(合金)	(81)
(一) 增压器用耐热钢(合金)	(82)
(二) 涡轮增压器的发展	(84)
参考文献	(87)
附表1~6近年来各国汽车用钢铁材料	(90)
第二章 机床用钢	(111)
一、机床用钢概况	(111)
二、机床导轨材料	(113)
(一) 普通导轨材料	(113)

(二) 滚动导轨.....	(119)
三、主轴材料.....	(120)
四、齿轮材料.....	(125)
(一) 各国机床齿轮材料情况.....	(125)
(二) 其他齿轮用钢.....	(129)
五、丝杠付材料.....	(130)
(一) 普通丝杠.....	(130)
(二) 滚珠丝杠付材料.....	(134)
六、蜗轮付材料.....	(137)
(一) 蜗轮付材料.....	(137)
(二) 各国机床蜗轮付材料应用实例.....	(140)
七、机床其它零件材料.....	(141)
(一) 标准件.....	(141)
(二) 摩擦片.....	(142)
(三) 机床附件.....	(142)
参考文献.....	(143)
第三章 压力容器用钢.....	(146)
一、概述.....	(146)
(一) 压力容器用钢的标准化情况.....	(146)
(二) 各国压力容器用钢的特点.....	(152)
二、各类压力容器的用钢情况.....	(155)
(一) 一般压力容器用钢.....	(155)
(二) 球形压力容器用钢.....	(159)
三、基础技术研究和用材发展动向.....	(173)
(一) 断裂韧性研究.....	(173)
(二) 冷裂缝研究.....	(174)
(三) 再热裂缝研究.....	(176)
(四) 层状撕裂研究.....	(177)
(五) 用材发展动向.....	(181)
四、有关压力容器用钢的研究机构和学术交流简况.....	(183)
参考文献.....	(185)
第四章 低温用钢.....	(188)
一、概况.....	(188)
二、-40~-100℃用的低温钢和发展趋势.....	(189)
(一) 利用热处理充分发挥钢材的性能.....	(190)
(二) 细化晶粒.....	(190)
(三) 临界区热处理.....	(190)
三、-160~-196℃用的低温材料及发展趋势.....	(199)

四、-253~-269℃用的超低温材料及发展趋势·····	(199)
(一) 贮存和运输液氢和液氮容器用的超低温结构材料·····	(199)
(二) 超导电机等超导装置用的结构材料·····	(200)
参考文献·····	(201)
第五章 大锻件用钢 ·····	(203)
一、概述·····	(203)
二、大锻件用钢·····	(204)
(一) 汽轮机转子和发电机转子用钢·····	(204)
(二) 发电机护环用钢·····	(217)
(三) 轧辊用钢·····	(219)
三、大锻件制造工艺的进展·····	(222)
(一) 冶炼方面·····	(222)
(二) 注锭工艺·····	(224)
(三) 电渣重熔工艺·····	(225)
(四) 锻造工艺·····	(226)
(五) 护环的形变强化方法·····	(227)
(六) 热处理工艺·····	(228)
四、大锻件测试与质量控制的进展·····	(231)
五、大锻件生产设备·····	(232)
六、国际大锻件会议·····	(237)
参考文献·····	(237)
第六章 农机具用材料 ·····	(241)
一、概述·····	(241)
二、农机具用高强度钢·····	(241)
三、农机具用耐磨材料·····	(242)
(一) 农机具用耐磨钢·····	(242)
(二) 耐磨双层金属·····	(243)
(三) 铸铁·····	(244)
四、农机用耐蚀钢·····	(245)
(一) 农机具用不锈钢·····	(245)
(二) 耐腐蚀双层钢材·····	(247)
五、农机具用耐磨堆焊材料·····	(247)
六、耐磨材料的选择·····	(249)
(一) 材料成份、组织对土壤耕作部件耐磨性的影响·····	(250)
(二) 选材的原则·····	(251)
七、提高零部件寿命的强化途径·····	(251)
参考文献·····	(252)

第七章 工模具材料	(254)
一、概况	(254)
二、工模具钢的标准化情况	(255)
(一) 美国AISI-SAE 标准	(255)
(二) 英国 BS 标准	(255)
(三) 日本JIS标准	(256)
(四) 西德钢铁协会标准	(256)
(五) 苏联ГОСТ标准	(257)
(六) 工具钢标准化动向	(257)
三、刀具材料	(258)
(一) 高速钢	(259)
(二) 铸造合金	(262)
(三) 硬质合金	(262)
(四) 陶瓷刀具	(265)
(五) 难熔化合物	(267)
(六) 金刚石、聚晶人造金刚石和聚晶立方氮化硼	(267)
四 冷作模具钢	(268)
(一) 常用冷作模具钢	(268)
(二) 冷作模具钢的选择和应用	(271)
(三) 几种新型的冷作模具用钢	(274)
五、热作模具钢	(277)
(一) 常用的热作模具钢	(278)
(二) 热作模具钢的选择和应用	(282)
(三) 几种新型的热作模具钢	(285)
六、压铸模用钢	(288)
(一) 有色金属压铸模具用钢	(289)
(二) 黑色金属压铸模具用材	(291)
(三) 压铸模具用新材料	(292)
七、塑料模具用钢	(293)
(一) 常用的塑料模具钢	(294)
(二) 各类塑料模具钢的特性及用途	(295)
八、硬质合金模具材料	(298)
(一) 硬质合金模具牌号、性能及其使用范围	(298)
(二) 硬质合金模具寿命对比	(301)
九、模具表面强化工艺	(303)
(一) 氮化	(304)
(二) 硫化	(304)
(三) 渗硼	(304)
(四) TD 工艺	(305)

(五) 气相表面沉积	(305)
(六) 表面离子注入	(305)
参考文献	(305)
第八章 工程机械用结构材料和耐磨材料	(309)
一、概述	(309)
(一) 工程机械用材的要求	(311)
(二) 用材比例分析	(311)
二、焊接结构用钢	(312)
(一) 高强度结构用钢	(312)
(二) 寒冷地区结构用钢	(314)
三、行走机构和工作装置用耐磨材料	(317)
(一) 各类易损件用钢	(317)
(二) 高锰钢的强韧化	(325)
(三) 耐磨堆焊材料	(328)
四、动力传动机构用钢	(333)
五、工程机械用材的试验研究	(337)
(一) 工程机械行业中材料试验研究机构	(337)
(二) 有关材料磨损试验的研究	(339)
(三) 有关磨料磨损的学术会议和专业杂志	(340)
参考文献	(340)
第九章 锅炉、汽轮机、燃气轮机用耐热材料	(344)
一、概况	(344)
二、锅炉用耐热钢	(346)
(一) 锅炉蒸汽参数的发展和用钢的关系	(346)
(二) 锅炉管子用耐热钢的现状和发展趋势	(347)
(三) 原子锅炉用结构材料	(352)
三、汽轮机用耐热钢	(353)
(一) 叶片	(353)
(二) 高中压气缸	(355)
(三) 转子	(356)
四、燃气轮机用材料	(359)
(一) 燃气参数与材料的关系及用材特点	(359)
(二) 燃气轮机主要零件用材	(364)
五、耐热材料研究的发展动向	(370)
(一) 发展抗热腐蚀合金及高温涂层以提高材料抗腐蚀性能	(370)
(二) 发展新工艺进一步挖掘材料潜力	(371)
(三) 发展新型材料满足更高要求	(373)
参考文献	(376)

第十章 石油、化工用耐腐蚀材料	(379)
一、概述	(379)
(一) 金属腐蚀的危害性	(379)
(二) 材料研究和正确选用的意义	(380)
二、耐腐蚀金属材料	(380)
(一) 不锈钢生产概况	(381)
(二) 不锈钢和耐蚀合金的进展	(383)
(三) 钛材的进展	(395)
三、耐蚀材料在化工通用机械中的应用	(399)
(一) 合成氨设备用材	(401)
(二) 尿素设备用材	(401)
(三) 强酸与化肥设备用材	(402)
(四) 氯碱与造纸设备用材	(403)
(五) 醋酸与化纤等设备用材	(403)
四、耐蚀材料在石油机械中的应用	(404)
(一) 酸性油、气井设备用材	(405)
(二) 海洋钻采设备用材	(405)
(三) 输油、输气管线用钢	(409)
(四) 石油炼制设备用材	(412)
五、耐蚀材料研究	(426)
(一) 研究机构与学术团体	(426)
(二) 专业教学与出版物	(430)
(三) 材料试验、检验标准	(431)
(四) 腐蚀研究技术进展	(433)
参考文献	(435)
第十一章 铸造合金	(438)
一、概况	(438)
二、铸铁	(441)
(一) 灰铸铁	(449)
(二) 球墨铸铁	(451)
(三) 白口铸铁	(451)
(四) 可锻铸铁	(451)
(五) 合金铸铁	(453)
1. 耐热合金铸铁	(453)
2. 耐磨合金铸铁	(458)
3. 耐蚀铸铁	(460)
三、铸钢	(462)
四、有色金属	(464)

(一) 铸造铝合金.....	(467)
(二) 铸造铜合金.....	(475)
(三) 铸造镁合金.....	(479)
(四) 铸造钛合金.....	(482)
(五) 铸造锡合金.....	(487)
(六) 铸造锌合金.....	(487)
(七) 铸造镍合金.....	(489)
参考文献.....	(490)
第十二章 机械工业用球墨铸铁.....	(492)
一、概述	(492)
二、球铁标准及化学成份	(497)
三、球墨铸铁常温机械性能和物理性能.....	(506)
四、球墨铸铁高、低温机械性能.....	(508)
(一) 球铁的高温机械性能.....	(508)
(二) 球铁的低温机械性能.....	(510)
五、球铁使用性能	(512)
(一) 耐磨性.....	(512)
(二) 耐热性.....	(512)
(三) 耐蚀性.....	(514)
(四) 减震性.....	(514)
(五) 许容应力.....	(514)
六、球铁的生产工艺	(516)
(一) 球铁生产的造型工艺.....	(516)
(二) 球化剂和球化处理工艺.....	(516)
(三) 孕育处理工艺.....	(518)
(四) 球铁的热处理和表面强化工艺.....	(519)
(五) 球铁的合金化.....	(521)
(六) 铸态球铁的生产.....	(526)
七、球铁的焊接和质量快速检测	(527)
参考文献	(530)
附录一 西德联邦材料试验研究所 (BAM) 机构简介	(532)
附录二 日本科学技术厅金属材料技术研究机构简介.....	(535)

前 言

在实现工业、农业、国防和科学技术现代化的过程中，机械工业担负着艰巨的任务，必须为国民经济各部门提供大量的、先进的机械设备。

一项先进的机械产品或成套设备，除了设计先进外，在很大程度上取决于所选用的工程材料的质量。材料质量不好，不仅产品笨重，基础零部件寿命也不高，整机质量就更难保证。至于有些先进的设计参数，更有赖于特殊性能的材料才能实现。所以各工业发达国家，在发展先进机械产品的同时，都非常重视材料科学技术的研究和发展。

目前世界上在资本主义国家注册的材料，据统计有25万种之多，大致分为金属材料、无机非金属材料和高分子合成材料三大类，还有二者结合的复合材料。就机械工业来说，包括各种机床、农业机械，矿山机械、冶金设备、发电设备、石油化工设备、交通运输设备以及其他机械设备，其中金属制品约占80~90%，而且都是主要结构件和关键零部件。所以本书将主要介绍国外机械工程材料中的金属材料部分。（工程塑料将另外介绍）

人类使用金属虽已有几千年的漫长历史，然而只是随着近代工业和冶金技术的发展，才获得飞跃的进展。近百年间，从碳素钢发展到低合金钢、又发展到具有各种特殊性能的高合金钢和合金材料。生产规模日益扩大，至今世界钢的年产量超过了7亿吨^①。就世界范围来说，钢号就有6000多个^②，钢材的品种规格更是数以十万计，金属材料的产品十分可观。面对如此浩瀚的材料世界，如何正确的选择材料和充分发挥材料的性能特长，使之最佳化，做到既经济又合理，这已成为材料科学研究的课题之一。这方面工业发达国家积累了不少经验和教训，值得我们借鉴。各国在努力发展新材料的同时，也加强对现有钢铁材料进行科学的归类，进一步标准化、系列化。

机械工业通常是消耗金属材料最多的一个部门。据报道，苏联机械制造和金属加工工业每年消耗的钢铁占国民经济总消耗量的60%。在苏联，机械工业的生产费用中，材料费占65%以上。据苏联自己推算，由于铸件占的比重高、板材尤其是薄板材比重低、机加工量就大，苏联机械制造业的金属比耗，比美国高25%~30%^③。所以，研究机械工业各部门的材料构成比和单位消耗，对提高材料利用率、节约材料和降低机械产品的成本有很大意义。国外，近十年来，大力发展工模具材料和特殊工艺性材料（如易切削钢、冷锻压钢，易焊接钢等，使劳动生产率大大增长，又提高了机械工业的材料利用率，降低了产品成本。

近年来，材料研究已发展成为一门独立的材料科学，在基础理论、加工工艺和测试技术等方面，都有显著的进步。一批超高强度、耐高温、耐腐蚀的材料相继研制成功，以适应机械产品向高速、高效、高参数和精密、大型化、轻量化方向发展。其中，加工工

① 日刊铁钢新闻 1979 年 1 月 18 日报道：1978 年世界钢产量 712200 吨。

② 世界各国钢号手册机械工业出版社 1970。

③ 苏联机械工业金属材料消耗与利用率，国外机械工业消息 1979, 1, 20。

艺的改进亦有很大作用。像冶炼、锻轧、热处理和冷加工的改善,都将明显提高金属材料性能,发挥了材料的潜力。如4340超高强度钢,真空精炼后,在相同强度等级下($\sigma_b = 186$ 公斤/毫米²),比普通法冶炼的,截面收缩率提高20%,延伸率提高12%,V型缺口冲击值提高15%。同样用真空精炼的钢制造的轴承,疲劳寿命将提高2倍^①,可见效果十分明显。过去真空精炼设备比较昂贵,应用范围有限。目前已扩大到工业规模,广泛应用。据报道,1976年日本真空脱气装置已能生产500吨的钢锭,苏联的电渣重熔钢每年能生产将近100万吨。所以精炼后的钢材,不仅应用于轴承之类精密零件,也应用于其他方面,如制造机床齿轮等零件。还有各种热处理新技术,如可控渗碳、气体软氮化、离子氮化、感应淬火、电子束热处理和激光表面淬火、离子注入等,亦能显著提高零件的性能,尤其是耐疲劳、耐磨和耐腐蚀性有很大改善。所以国外也有人认为,可以用普通碳素钢通过各种表面热处理,将能够代替相当部分的高合金钢而同样使用。

由于金属材料的大量消耗,带来了合金资源的紧张。例如镍,大部分用于生产镍基合金,在航空工业中十分重要。所以节镍代镍是近年来国外合金结构钢发展的共同趋势。美国历来主张采用镍钢,但1975年美国镍产量占世界2%,而消耗量占世界23.8%,所以近年积极提倡发展节约镍的Ex型结构钢。苏联1975年镍产量占世界的16.6%,但是也未放松合金结构钢的节镍研究^②。在其他钢类,各国也都注意节约镍、铬元素。另外,在国际上,钨资源紧张,钨的价格高于钼,所以在工模具钢中,就出现了以钼代钨的动向。

还有一些新型材料,虽未大量应用,但已初露头角。如碳纤维增强铝合金的金属基复合材料,具有高的比强度和比刚度,已开始应用于航空工业。这类晶须或纤维增强的金属基复合材料,就是正在被人们大力研究和扩大生产的新材料之一。还有像七十年代初,由于“骤冷”工艺的进步而有可能从液态金属直接获得非晶质金属(又称金属玻璃),它由于没有通常的晶体结构,没有晶界、枝晶等缺陷,也完全避免偏析,而具有高的强度、硬度和一定的韧性、优异的耐腐蚀性和特殊的磁性能,同时还能制成一些非合金相的金属材料。正因为如此,国外有人认为,这将会出现一整套的新合金、新结构和新性能金属材料。目前,美国联合化学公司已出售这种非晶质金属薄带,强度可达367.5公斤/毫米²,适用于做轮胎、软管和各种聚合物的增强材料^③。国外还正在研究把非晶质薄膜“粘接”起来的工艺,以扩大非晶质金属材料的应用范围。

国外的经验表明,为了加快工业的发展,必须大力发展材料科学技术。除了建立专业材料研究机构外,还在高等院校里增设“材料科学和材料工程系”,培养材料科学专门人材。美国每年都举办各种材料的报告会和展览会,讨论交流经验。各研究中心还纷纷建立材料数据库,为设计科研服务。还有研究人员正在探讨用电子计算机进行“合金设计”的新课题,如能实现,无疑将使材料研究水平大大推进一步。

总之,机械工业和其他科学的发展,促进了材料技术的发展。而材料科学的进步,又促进了机械工业和整个国民经济的高速度发展。

①P.J.Guichelear, 《Gear Manufacture and Performance》1974,U.S.A.

②《Metal and Materials》1977,No.4.

③美刊《Iron Age》1977,12.

第一章 汽车用钢

一、概 述

世界上第一辆汽车于1886年在德国诞生以来^[1]，汽车工业已发展成为主要的工业部门之一。近十年来汽车数量激增。1972年西方各国生产的汽车达到2600万辆以上（其中：美国1151.2万辆，日本620万辆，西德380万辆，英国231万辆，意大利189万辆。^[2]），至1978年世界汽车产量已超过4153万辆^[3]。（其中美国1289.2万辆，日本926.9万辆，西德418.6万辆，法国350.8万辆，苏联216万辆，加拿大181.7万辆，意大利165.7万辆，英国160.7万辆）。

随着数量的增加，品种质量有很大发展。汽车制造技术也有极大的提高，广泛采用了各种新技术，新工艺。从设计方面，不断要求减轻自重和提高行驶速度，又要保证安全可靠，提高大修里程；从制造方面要满足高速自动化大量生产的要求以及适应各种新工艺的采用。所以汽车用材料必须强度高、工艺性好、资源普遍、质量稳定。汽车材料种类很多，消耗量大，合理使用材料和最大限度的利用材料也是各国汽车制造业重视的问题之一。

（一）国外汽车用钢消耗量与总消耗量的比例

钢材是汽车主要结构材料（约占重量的60%以上），汽车制造与钢铁生产密切相关。各主要汽车生产国家，每年大约有总产量的10~20%的钢材用于汽车制造，例如，1972年美国消耗于汽车工业的钢材为1821.7万吨，占其全部原钢产量的15%^[4]，1973年日本汽车工业消耗的钢材，占其国内特殊钢^[註]消耗总数的17.7%^[5]；在西德每年约有11.7%的原钢消耗于汽车工业；法国则为原钢的12%^[6]。

表1—1所示是美国1974年汽车用钢消耗量与全国消耗量的关系。表1—2中列出美国历来汽车用钢量占全国用钢量的比例^[7, 8]，表1—3列出了日本1974年汽车生产中各种钢材用量及其占全国用量的比例^[9]。

表1—1 美国1974年汽车用钢消耗量与全国消耗量的关系

钢 材 分 类	美国全国消耗量（吨）	汽车用量（吨）	比 例（%）
合金钢（不包括不锈钢）	10,179,098	1,803,140	17.7
不锈钢	1,344,694	164,985	12.3
热轧棒钢	11,061,385	2,608,090	23.6
冷轧棒钢	2,250,668	261,788	11.6
棒钢合计	13,312,053	2,869,878	21.6

注：日本的特殊钢指二次再加工用，并非专指合金钢，而包括一部分碳素钢在内。

续表

钢 材 分 类	美国全国消耗量 (吨)	汽车用量 (吨)	比 例 (%)
热轧带钢	1,405,124	533,303	38.0
冷轧带钢	1,575,084	199,903	12.9
带钢合计	2,980,207	733,206	24.6
热轧板	15,774,023	5,271,210	33.4
冷轧板	18,275,305	7,339,474	40.2
板材合计	34,049,328	12,611,184	37.2
电工钢薄板带钢	6,105,019	852,136	14.0
总 计 (包括其他钢材)	109,471,569	18,928,237	17.3

表1—2 美国历年来汽车用钢量与全国用钢量的比例

年 份	汽车用钢量占全国 用钢量的比例 %	年 份	汽车用钢量占全国 用钢量的比例 %
1961	19.1	1968	21.0
1962	21.5	1969	19.5
1963	22.3	1970	15.9
1964	21.6	1971	20.1
1965	21.7	1972	19.8
1966	20.0	1973	21.2
1967	19.7	1974	17.3

表1—3 1974年日本汽车生产中各种钢材用量及其占全国用量的比例

钢 材 名 称		全国用钢量, (吨)	汽车用钢量, (吨)	比例 (%)
普 通 钢	热 轧 钢 材	58,190,000	4,480,000	8
	热 轧 薄 板	5,740,000	380,000	7
	冷 轧 薄 板	6,410,000	2,640,000	42
	钢 管	4,870,000	210,000	4
特 殊 钢	热 轧 钢 材	9,150,000	1,680,000	18
	碳 素 钢	2,770,000	730,000	26
	合 金 结 构 钢	1,750,000	520,000	30
	弹 簧 钢	480,000	290,000	60
	轴 承 钢	460,000	100,000	22

由表可见，美国历来汽车用钢约占全国用钢量的20%左右，近年来有所下降，这与汽车零件大量采用少无切削工艺有关（另外报导）。

1974年法国汽车工业用钢370万吨，占全国钢总量17%，在370万吨中，优质钢、特殊钢为92万吨（占19%，其中优质碳钢46%，合金结构钢15%，不锈钢9%。）^{〔10〕}

(二) 国外汽车用材料构成比

随着冶金工业和化学工业的发展，汽车用材料的品种有所扩大，轻金属和工程塑料的使用量有所增加。目前美国轿车用钢材约占重量的61%，铸铁约为16%，铝为3%，工程塑料约4%^{〔11〕}，表1-4为1974年美国和日本汽车所用材料的构成比例^{〔7〕}，表1-5为日本汽车用特殊钢用量的比例^{〔12〕}，表1-6美国1968~1980年标准型号汽车钢材料的构成比例(%)。

表1—4 1974年美国和日本汽车材料的构成比例 (%)

材料种类	美 国			日 本
	小 型 车	中 型 车	大 型 车	
钢 铁	74.3	75.8	75.7	74.1
铝	2.3	2.3	1.9	2.2
锌	0.9	0.5	0.6	0.9
铜	0.8	0.8	0.7	0.6
铅	1.1	1.0	0.7	0.6
玻 璃	2.5	2.4	2.5	2.5
橡 胶	5.9	6.0	5.1	5.2
塑 料	2.5	2.2	3.4	3.7
其 它	12.0	9.0	8.9	6.8
合 计	100.0	100.0	100.0	100.0

表 1—5 日本汽车用特殊钢的比例

特 殊 钢 种 类	轿 车		载 重 车		大 客 车	
	占全车重量 的比例%	占全车特殊钢 用量的比例%	占全车重量 的比例%	占全车特殊钢 用量的比例%	占全车重量 的比例%	占全车特殊钢 用量的比例%
C 钢	13.5	43.1	14.5	39.5	22.5	4.5
Cr 钢		11.0		7.3		5.2
Cr-Mo 钢		15.2		18.8		20.8
Ni-Cr 钢		0.16		0.15		0.98
Ni-Cr-Mo 钢		2.1		1.4		1.3
易切削钢		7.0		1.9		0.32
高强度钢		1.1		0.1		0
耐热钢		0.46		0.3		0.32
弹簧钢		10.6		26.5		19.2
不锈钢		1.6		0.45		1.96
轴承钢		6.7		3.6		2.2
合 计	17.2	100.0	21.5	100.0	29.4	100.0

表 1—6 美国1968~1980年标准型号汽车钢材的构成比

年 份 \ 钢 种 %	碳素钢和高强度 低合金钢	镀 锌 钢	复 铝 钢	合 金 钢	不 锈 钢
1968	89.7	3.2	1.0	5.6	0.5
1973	91	3.1	1.2	4.1	0.6
1975	89.5	3.7	1.8	3.6	1.4
1980 (估计)	86.8	4.2	2.5	4.4	2.3

以日本为例,制造汽车用材,普通钢占3/5—4/5,特殊钢占1/5—2/5,小客车二者比例为77.5%与22.5%,载重车为72.8%与27.2%,大客车则59.5%与40.5%〔13〕,普通钢中,汽车用得最多的为冷轧钢板,它在小客车中约占全部普通钢重量的70%,载重车和大客车中则占普通钢的40%以上。

汽车用结构钢,目前以碳素钢为主,约占40~45%,其余为合金结构钢,弹簧钢,轴承钢,不锈钢耐热钢等,载重车上合金结构钢的比例要高一些。

进入七十年代以来,易切削钢的应用,不再局限于要求不高的标准件、某些载荷大的结构零件也开始采用。如曲轴、连杆、传动齿轮等,亦有采用,易切削钢已占汽车结构钢用量的10%。〔14〕

不锈钢以前只用于汽车车身装饰零件代替镀铬零件,平均每辆汽车消耗不到1公斤。1976年以来,一些国家由于要全面实行排气净化的规定而在客车上加设排气净化装置,因此不锈钢耐热钢的使用量陆续增加,其使用量目前大约平均每辆汽车4—5公斤〔15〕,由于不锈钢和耐热钢用量的增多,使得汽车上镍、铬的消耗增加了。

低合金高强度钢原来只在载重汽车底盘架方面应用,近年来一些国家相继制定了限制汽车燃油消耗的法律,这就必须进一步降低汽车重量,因此使用低合金高强度钢板显得十分优越。预期在汽车承载结构件方面的应用将日益增多。

由于汽车用材料中钢铁占绝大部分,而且重要的结构件均用钢材制造,所以本章将着重介绍汽车用钢情况,汽车用铸铁由铸铁章中介绍。

二、结 构 钢

结构钢在汽车制造中约占全部材料的15%,却遍及汽车发动机,传动,转向,行驶等各个部位,均是汽车上的重要零件,对提高汽车的质量极为密切。自从1904年美国福特汽车公司开始采用钒钢,即第一个在汽车上采用热处理的合金钢以来,合金结构钢曾获得广泛应用,近年来,随着人们对汽车零部件应力状态和材料强度特性的日益充分掌握,随着制造和热处理工艺的创新以及制钢技术的不断发展,碳素钢和普通低合金钢的性能已有明显的提高,同时为了节约镍等合金元素,所以目前碳素钢愈来愈多地取代了合金钢。合金钢本身也是从高含量向低含量过渡,贵重合金元素被廉价的元素所替