

《汽车工程手册》编辑委员会

汽车 工程手册

AUTOMOTIVE
ENGINEERING
HANDBOOK

● 制造篇



夏利[®]
中国驰名商标

 **天津夏利**

人民交通出版社

QICHE GONGCHENG SHOUCHE

汽车工程手册

制造篇

《汽车工程手册》编辑委员会

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是由汽车界上千名技术专家、教授花费多年精力编写的我国汽车行业第一部工具书。本套书共分五册——基础篇、设计篇、试验篇、制造篇、摩托车篇。

本册为制造篇，共分七章，分别是材料、加工技术、零部件加工、汽车装配、生产管理系统、质量管理和可靠性。

图书在版编目(CIP)数据

汽车工程手册.制造篇 / 《汽车工程手册》编辑委员会.
北京:人民交通出版社, 2001.5
ISBN 7-114-03783-X

I.汽... II.汽... III.①汽车工程-技术手册
②汽车制造-技术手册 IV.U46-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第029186号

11/11/27/08

汽车工程手册

制造篇

《汽车工程手册》编辑委员会

版式设计:刘晓方 责任校对:张莹 责任印制:张凯

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

深圳当纳利旭日印刷有限公司印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张:57 字数:1930千

2001年5月 第1版

2001年5月 第1版 第1次印刷

印数:0001—5000册 定价:130.00元

ISBN 7-114-03783-X

U·02740

序 言

由汽车界上千名技术专家、教授花费四年多的精力编写的我国汽车行业第一部工程技术工具书——《汽车工程手册》终于在世纪之交问世了,这是我国汽车工业发展中的一项重大技术基础建设。

我国汽车工业从无到有、从小到大历经四十余年,产量已居世界第九位,但在产品技术开发水平方面还处于落后状态。面对国际化市场的严峻挑战,唯一的出路只能是加强开发能力建设,提高工程技术人员的创新能力。一部先进、实用、系统、科学,既总结我们自己的经验,结合我国实际,又广泛吸收国外先进技术并具前瞻性的技术工具书,对于提高我国汽车行业技术水平具有格外重要的意义。

希望这部手册不仅能为工程技术人员、高等院校师生所欢迎,也能对汽车界的经营、管理人员有所帮助,使读者系统地了解当前汽车工业国内外技术水平和发展方向。

这部手册的编著和出版既反映了汽车行业的期盼,又凝聚了主编单位、参编单位以及全行业的心血。这部近 1000 万字巨著的高质量顺利完成也显示了我国汽车行业的技术力量与协同能力。在此我谨代表编审委员会和国家机械工业局向参加编审工作的全体工作人员致以衷心的感谢,并向支持本手册编著出版工作的各个单位致以诚挚的感谢。

作为中国汽车行业第一部工程手册,在编写过程中由于多方面原因,不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。希望这部手册今后还能不断地修订完善,作为全行业的一项重要基础性工作持续下去。

张燮

2000年3月

《汽车工程手册》编审委员会

主任委员：张小虞

委员：(按姓氏笔划为序)

叶平	田炜	朱正林	安庆衡	吕振华
任晓常	孙敏	吴云	陈林	陈永强
陈铁群	何世斌	张兴业	张应吉	宋延光
李家本	赵航	徐仁根	徐兴尧	郭孔辉

《汽车工程手册》编辑委员会

主任委员：冯超

副主任委员：邬惠乐

委员：余志生 康展权 顾柏良 姚贵升 李德宽

《汽车工程手册》编辑办公室

主任：高和生

委员：武兆迁 高瑛

《汽车工程手册》主要编写单位

企 业：中国第一汽车集团公司
东风汽车公司
上海汽车工业(集团)总公司
跃进汽车集团公司
中国汽车工业总公司
天津汽车工业(集团)有限公司

高等院校：清华大学
原吉林工业大学
原武汉汽车工业大学
同济大学
江苏理工大学
原西安公路交通大学

研究院所：中国汽车技术研究中心
长春汽车研究所
东风汽车工程研究院
重庆汽车研究所
南京汽车研究所
上海汽车技术中心
天津摩托车技术中心
重型汽车集团公司技术中心
长沙汽车电器研究所
长春汽车材料研究所
机械部第九设计研究院
机械部汽车规划设计(天津)研究院

《汽车工程手册》编辑说明

编著出版一部中国自己的汽车工程手册的酝酿工作由来已久。1995年6月,机械部汽车司以机汽科[1995]093号文指示立项编辑出版中国汽车工程手册,将其列为“九五”汽车行业重点课题。在批文中提出:“手册的编辑出版是我国汽车行业的一项十分重要的基础性工作,对贯彻汽车工业产业政策,促进我国汽车工业的自主开发,提高行业整体技术水平具有重要意义。”

1995年7月召开了有21个汽车行业主要企事业单位和高校代表参加的汽车工程手册筹备工作会议,与会代表一致表示积极支持“手册”的编辑出版工作。人民交通出版社参与了筹备工作并承担出版任务。

经过近一年时间的筹备,1996年8月在北戴河召开了“汽车工程手册第一次编撰工作会议”。会上讨论通过了包括“汽车工程手册编写方针、要求和措施”、“汽车工程手册编写大纲及控制字数”、“汽车工程手册组织机构”、“汽车工程手册主要编写单位”等文件,确定了“手册”的主要结构、各篇的设置和主要内容、控制字数,特别是确定了各篇的主编、副主编;明确提出了“手册”的目标是为形成自主开发能力和加速科技进步服务。

由于组织和经费等原因,在1997年到1998年初的一年多时间内,“手册”的编写工作受到了较大的影响。1998年6月在北京召开了有国家机械局领导参加的“汽车工程手册第二次编撰工作会议”。会议再次强调:“编辑出版一套技术新、内容实用、使用方便的汽车工程手册是全行业的一件大事,具有十分重要的意义”;要求抓紧编辑出版工作,一定要在“九五”期间,即本世纪末与读者见面。这次会议成了一次再动员大会,大大推进了“手册”编撰工作的进展。又经过了约两年的努力,于2000年上半年完成了全部稿件的初稿工作。

为了达到上述目标,我们用以下四个方面来概括对“手册”内容的要求,即:先进;实用;系统;科学。

先进:要能反映、体现当代汽车技术发展的现状,反映先进实用的技术发展趋势,要有高、新的技术含量。

实用:要能有助于形成自主开发能力,有助于提高技术创新能力,有助于提高行业的整体技术水平。总之,是要立足于对中国汽车工业有用、好用,适用。

系统:这是一部大型工具书,要全面系统地包含汽车技术的主要方面,五册书之间要有合理的联系,使读者通过这部手册能掌握全面情况。

科学:在内容和形式上都要体现科学的编著。要有手册的特点,内容简洁,便于使用。所引用的资料数据尽量可靠、权威。

汽车工程手册分为基础篇、设计篇、试验篇、制造篇(含材料)和摩托车篇共五册。在编撰工作中贯彻了以下方针:

(1)依靠行业力量,集体编写:

这是“手册”编撰中的主要原则。在组织编写队伍时,强调了产、学、研各个领域专家相结合。特别注意请长期处在第一线,有丰富实践经验的专家参加编写。集体编写的重要意义还

在于“手册”的著作权为行业所有,这样也就可能依靠全行业的力量继续修订、更新。参加本“手册”五篇编著审校工作的专家总共近 1000 人。

(2)实行各篇主编负责制。“手册”编撰工作的组织结构为:

编审委员会→编辑委员会→各篇编委会→各章负责人→参加编写的专家

各篇编委会由主编、主审和数名副主编组成。主编即为编委会主任,负责该篇的质量和进度,包括决定该篇具体结构和各章的编写人选,对稿件的完成情况和质量负责。为明确文责,采用在各章、节、段后将主要编著人员署名的方式。参编单位则统一列于手册各篇前页。

编写中对各篇之间的相关章节进行了必要的协调,同时注意了保持各篇的相对独立性和系统性。

(3)增加行业专家审稿程序:

除了正常的校、审、定稿程序外,为确保质量,在每篇稿件完成一审校样后,由编审委员会主持,组织行业中未参加“手册”编著工作的该领域专家审稿,并召开审稿会,对稿件的先进性、实用性、系统性和科学性提出评价和修改意见,各篇编委会据此再对稿件进行必要的修改完善。

在整个编写过程中,我们一直探索的几个问题是:如何结合我国的实际情况,做好先进性与实用性的结合;如何编出“手册”应有的特点;如何既能保证统一的要求又要允许不可避免的作者风格的差异;以及如何在时间、条件的限制下处理好“从无到有”与“精益求精”的关系。

“手册”的编著和出版是我国汽车界全行业共同努力的结果。几年来,从酝酿筹备、编著校审直到付印出版都是在行业各单位的关心和支持下才得以完成。作为行业“九五”重点课题,这项工作自始至终是在机械部汽车司(现为国家机械局)的直接领导和支持下进行的。许多大企业以广告费的方式给予了至关重要的经济支持。特别是担任主编、副主编和参加编审工作的上千名专家教授,其中许多人已经退休,为本书做了大量艰辛的努力,使得这部“手册”终于如期呈现在中国汽车界读者的面前。这一切都是因为大家有一个共同的愿望,就是为振兴中国汽车工业做一点切实的贡献。

国外同类手册已有几十年的历史,并经过多年不断地更新、完善。而我们刚刚迈出第一步,这部汽车工程手册显然在一定程度上也反映了当前我国汽车工业和作者们的综合水平,加上在时间和条件方面所受的限制,肯定有许多不足之处,殷切期望读者批评指正。汽车技术的进展日新月异,我们期待汽车行业能将这部手册的更新、修订工作继续下去,使它更好地为 21 世纪中国汽车工业的大发展服务。

冯 超

2000 年 7 月

《汽车工程手册·制造篇》编委会

主 编:姚贵升

主 审:韩云岭

副主编:敖炳秋 刘炎生 朱伟成 陈毅夫 薛永纯 林 锋

《汽车工程手册·制造篇》评审专家

支德瑜 李龙天 顾永生 张禾丰 康来明

《汽车工程手册·制造篇》

编写人员名单

(按姓氏笔划为序)

丁 卫	丁 圆	于俊旭	于洪涛	马汝成	马鸣图	马香生	尹 平
卞 岩	王春祥	王野青	王志超	王介康	王定国	王树春	王 枫
王诗恩	王 珏	王建兴	王延正	王志煌	王 平	王恩荣	方伟荣
毛志强	冯云翔	冯 超	卢 岚	田 东	叶连祥	叶钜舜	安宝祥
刘士功	刘英海	刘靖平	刘 勇	刘国山	刘玉堂	刘炎生	刘运长
刘纪伦	刘云旭	江 梅	庄永明	阮曼仙	孙智义	仲继明	朱强劲
朱伟成	权仁泽	向兴球	陈毅夫	陈湘一	陈勉已	陈丽萍	陈延祥
陈 熙	陈志鑫	陈贤章	陈慈平	陈美美	李凤国	李树生	李玉峰
李树廷	李尹熙	李绍忠	李成国	张元纯	张锦国	张连玉	张英才
张 东	张 俊	吴 涛	吴琦瑾	吴旭初	吴立岚	吴 可	许嘉平
宋建兴	余月初	邹孝元	邬美华	汪恩荣	汪兆华	杜 华	沈文君

沈周	励周	林周	社喜	允生	林杨	锋春	林杨	刚文	周文	亮萱	周志	宏毅	周建	忠大	周恒	悦治
周杨	周金	周宝	周喜	周生	周金	周春	周金	周文	周念	周萱	周志	周毅	周建	周大	周恒	悦治
俞恒	金平	宝姜	喜剑	生虹	金姜	春文	金胡	文海	念晓	萱春	志国	毅辉	建光	大强	恒乔	悦荣
赵启	平华	姜赵	盖汕	汕华	姜施	文龙	胡南	金芳	家农	春升	松准	准亨	嘉鼎	邦明	永彬	彬松
顾闻	华闻	赵顾	锡华	峰德	施候	范茂	南秋	阳秋	贵序	弟昌	姚培	姚伟	姚逸	邦明	陶齐	松诚
倪锋	岭生	徐韩	明峰	德国	徐宝	庆伟	徐宏	纲远	袁国	弟昌	袁景	雍生	康春	明新	倪传	森强
韩云	岭生	韩黄	建江	玲国	翁松	和干	钱琳	远琳	根玉	龙山	章元	亨明	高荫	新峰	奚国	杰强
黄鸿	生征	黄雁	江雁	玲国	谢董	亚平	谢筱	琳琴	谢玉	山哲	彭志	亨明	黄彭	峰九	黄董	杰强
董长	征明	蒋黄	雁涛	涛善	董解	威永	童缪	筱幼	靳蔡	晓培	程志	明帆	傅鹏	九军	董蒋	杰强
蒋嘉	明卿	蒋善	涛善	涛善	薛永	薛永	薛亚	薛亚	魏晓	魏晓	蔡若	蔡若	蔡若	蔡若	樊启	晟晟
樊惠	卿卿	谭善	善善	善善	薛永	薛永	薛亚	薛亚	魏晓	魏晓	蔡若	蔡若	蔡若	蔡若	樊启	晟晟

《汽车工程手册·制造篇》 编写说明

我国汽车工业的发展已经有将近半个世纪的历史,年产量已经达到 180 万辆左右,居世界第 9 位,但是还没有一本根据我国汽车工业情况由国人编写、国内出版发行的汽车工程手册,实属憾事。因此组织国内专家编写一本“汽车工程手册”很有必要。

为了编辑出版《汽车工程手册》,原机械工业部汽车司于 1996 年 8 月在北戴河召开了“手册”第一次编撰会议,成立了“手册”编辑委员会,确定了“手册”共分基础篇、设计篇、试验篇、制造篇和摩托车篇等五篇。并落实了各篇的主编、副主编、主审单位及人选。

1998 年 11 月在上海召开了“制造篇”编写讨论会,讨论了编写原则;要突出实用性、指导性和先进性的内容特征,进一步落实了编写单位和进度要求。

1999 年 5 月在天津召开了“制造篇”的审稿会,会上审查了已经编写完的稿件,提出了修改意见,讨论了尚未编写部分(如零部件)的编写原则和要求并进一步明确了编写进度。

1999 年 12 月在北京召开了“制造篇”的专家审定会,到会的 12 位专家对稿件进行了审定,肯定了该书编入了我国多年积累的经验,内容结合实际,有很强的实用性;书中还介绍了国外当前各类制造技术的发展趋势,对行业的技术人员有一定的指导性;将我国自行开发的研究成果和引进轿车的生产技术消化吸收的成果写入书中,使书的内容具有先进性,认为该书的出版,对我国汽车生产和零部件生产有参考价值。

制造篇共分四大部分,即材料(主要由中国第一汽车集团公司与东风汽车公司编写)、生产制造工艺(主要由中国第一汽集团公司与东风汽车公司、上海汽车工业(集团)总公司汽编写)、重要零部件的生产技术(主要由上海汽车工业(集团)总公司编写)和生产技术及质量管理(主要由中国第一汽车集团公司与中国汽车技术研究中心编写)。每部分的特点如下:

1. 材料部分介绍了钢铁、有色金属、非金属材料、涂料和粘结剂的特点、选用原则、国内外用料情况,并列出了常用各类材料的性能数据,对技术人员选用材料很有参考价值。

2. 制造技术部分介绍了汽车生产的主要工艺(如铸造、机械加工、冲压、焊接……等十余种工艺)的特点,选用的设备和工艺装备,质量控制与检测情况,着重介绍了国内大型汽车厂所用的工艺、先进的生产线和典型的车间平面布置。书中还有选择地介绍了一些从国外引进的先进技术和在国内的消化吸收及推广情况。

书中所写的关于切削加工、冲压和铸造等加工工艺内容,均属国外最近的先进技术,使手册包含了非常先进的生产工艺水平,对新企业的建设和老企业的技术改造将有很大的实用价值。

3. 汽车零部件制造部分叙述了汽车主要零部件如发动机中缸体、曲轴、连杆等零件,传动装置的离合器、变速器和等速万向节等零件,转向机构零件、悬架机构的减振器、弹簧等零件,制造系统的零件,车轮与轮胎,车身部分的车身本体、内外饰件以及汽车附件的空调和仪表及其它部件共 40 多种零部件的制造技术,反映了我国近 10 多年来引进技术和合资生产轿车零部件的生产方法、质量控制和工装设备情况。其中发动机零部件(如曲轴的车拉加工、连

杆的涨断工艺和凸轮轴的高速点磨铣削等工艺)的生产技术反映了当代最新的水平。撰写的内容结合我国轿车工业的特点,体现了我国消化吸收引进技术的成果,书的内容既使读者了解到轿车零部件制造技术的发展趋势,又可对我国企业的技术创新起到参考借鉴。

4. 管理方面包括生产管理、质量管理和可靠性。这部分涉及管理科学的三个章节,对多年以来汽车企业生产管理方式的几次变革以及目前我国普遍采用的生产管理方式作了简述,并较为系统地介绍了起源于日本和美国并为世界主要汽车制造企业广泛采用的现代管理方式、ISO9000族标准质量管理思想以及可靠性管理工程等。理论部分准确、精炼,并用大量篇幅介绍了当代汽车生产管理的方式、手段、工具和数据等,对当前我国汽车企业加强科学管理、提高产品可靠性和劳动生产率、降低生产成本、增强产品竞争能力都有参考价值并有较强的实用性。

由于编写人员众多,制造篇由50多个单位共约200位专家参加编写,各人的写法不同,全书的写作风格难于一致;再加上部分内容涉及专有技术,不便于公开发表;而且编写进度紧和作者水平所限,有错误和不当之处,敬请读者原谅并请提出宝贵意见。

姚贵升

1999年11月



跃进汽车集团公司



NJ2045 越野车



优尼柯 NJ6400GHA 高顶旅行客车

目 录

1 材 料

1.1 钢材	1
1.1.1 钢板	1
1.1.2 钢管	33
1.1.3 汽车用结构钢	39
1.1.4 特殊用途钢	78
1.1.5 粉末冶金用粉	108
1.2 铸铁	116
1.2.1 灰铸铁	116
1.2.2 球墨铸铁	125
1.2.3 蠕墨铸铁	143
1.2.4 可锻铸铁	149
1.2.5 特种铸铁	155
1.2.6 铸钢	183
1.3 有色金属材料	184
1.3.1 铝合金	184
1.3.2 铜合金	202
1.3.3 锌合金	212
1.3.4 镁合金	212
1.3.5 轴承合金	216
1.4 非金属材料	225
1.4.1 橡胶	225
1.4.2 塑料	237
1.4.3 涂料	265
1.4.4 纤维	271
1.4.5 粘结密封材料	274
参考文献	283

2 加工技术

2.1 铸造	287
2.1.1 概述	287
2.1.2 铸造工艺及设备	287
2.1.3 铸造模具(模样、芯盒)的设计与制造	305
2.1.4 铸件热处理	305
2.1.5 铸作品质(质量)	307
2.1.6 计算机在铸造生产中的应用	310
2.1.7 先进制造技术在铸造上的应用	311
2.2 锻造	312
2.2.1 概述	312

2.2.2 锻造加工工序及相应设备	314
2.2.3 冷锻	319
2.2.4 温锻	322
2.2.5 特殊锻造	323
2.2.6 锻模	328
2.2.7 锻件的精度及质量	334
2.2.8 锻造新技术	336
2.2.9 各锻造工序的关键设备应用一览表	337
2.3 粉末冶金	339
2.3.1 概述	339
2.3.2 粉末冶金汽车零件制造	340
2.3.3 烧结材料及其标准	353
2.3.4 新粉末冶金工艺、技术和材料	357
2.4 热处理	363
2.4.1 概述	363
2.4.2 锻坯热处理	363
2.4.3 传动件热处理	370
2.4.4 汽车零件的感应热处理	378
2.4.5 汽车紧固件热处理	384
2.5 加工部分	391
2.5.1 机械加工基础	391
2.5.2 机械加工方法与设备	400
2.6 冲压	423
2.6.1 冲压工艺	423
2.6.2 冲压模具	429
2.6.3 冲压材料	436
2.6.4 冲压设备	440
2.6.5 冲压车间的平面布置	450
2.7 塑料成形	452
2.7.1 概述	452
2.7.2 加工方法	454
2.7.3 模具制造	462
2.7.4 二次加工	463
2.7.5 塑料零部件精度和质量保证	465
2.8 陶瓷	465
2.8.1 概述	465
2.8.2 主要陶瓷的种类和性质	465
2.8.3 陶瓷制备工艺	467
2.9 电镀	469
2.9.1 概述	469
2.9.2 电镀设备与工艺	469
2.10 涂装	478
2.10.1 概述	478
2.10.2 涂装前的车身	478

2.10.3	前处理	479
2.10.4	电泳 (底漆)	482
2.10.5	密封及车底防护	487
2.10.6	中涂	489
2.10.7	面漆	493
2.10.8	修补	495
2.10.9	涂蜡	496
2.10.10	涂装节能、环保新技术	497
2.10.11	涂装技术的发展趋势	501
2.11	焊接	502
2.11.1	概述	502
2.11.2	焊接工艺及设备	502
2.11.3	焊接质量检验	526
2.12	联接	528
2.12.1	联接的分类	528
2.12.2	螺纹联接	528
2.12.3	过盈联接	531
2.12.4	粘接	536
2.12.5	压接工艺——一种新的联接技术	537
2.13	其他加工	539
2.13.1	喷丸处理	539
2.13.2	热喷涂	544
2.14	无损检测	549
2.14.1	概述	549
2.14.2	无损探伤	549
2.14.3	材质检测	554
2.14.4	无损检测方法的比较	555
2.15	快速成形	555
	参考文献	556

3 零部件加工

3.1	发动机	558
3.1.1	气缸体、气缸盖	558
3.1.2	活塞	564
3.1.3	连杆	567
3.1.4	曲轴	570
3.1.5	轴承	572
3.1.6	凸轮轴	577
3.1.7	气门	580
3.1.8	燃料供应装置	584
3.1.9	进气歧管、排气歧管	590
3.1.10	触媒转换器	591
3.1.11	增压器	616
3.1.12	蓄电池	618

3.1.13 火花塞	620
3.1.14 散热器	623
3.1.15 发动机装配	632
3.2 动力传动装置	634
3.2.1 离合器	634
3.2.2 手动机械变速器	638
3.2.3 自动变速器装配	641
3.2.4 传动轴	642
3.2.5 等速万向节	644
3.2.6 减速装置	647
3.2.7 液力变矩器	648
3.3 转向机构	653
3.3.1 转向盘	653
3.3.2 转向柱	654
3.3.3 转向器	657
3.4 悬架	660
3.4.1 悬架螺旋弹簧	660
3.4.2 减振器	663
3.4.3 球铰链接头总成	668
3.4.4 下摇臂	668
3.5 制动	670
3.5.1 制动钳	670
3.5.2 制动防抱死装置 (ABS)	671
3.5.3 制动摩擦片	673
3.5.4 制动主缸、真空助力器	675
3.6 车轮、轮胎	678
3.6.1 车轮	678
3.6.2 轮胎制造	685
3.6.3 车轮装配	688
3.6.4 维修站的轮胎装配	690
3.7 车身	691
3.7.1 副车架	691
3.7.2 车身体本	692
3.7.3 车身外部饰件	703
3.7.4 车身内饰	705
3.8 附件	717
3.8.1 汽车空调系	717
3.8.2 仪表	721
3.8.3 电子门锁	726
3.9 电子设备	729
3.9.1 集成电路	729
3.9.2 安装	731
3.9.3 检查	733
参考文献	733