
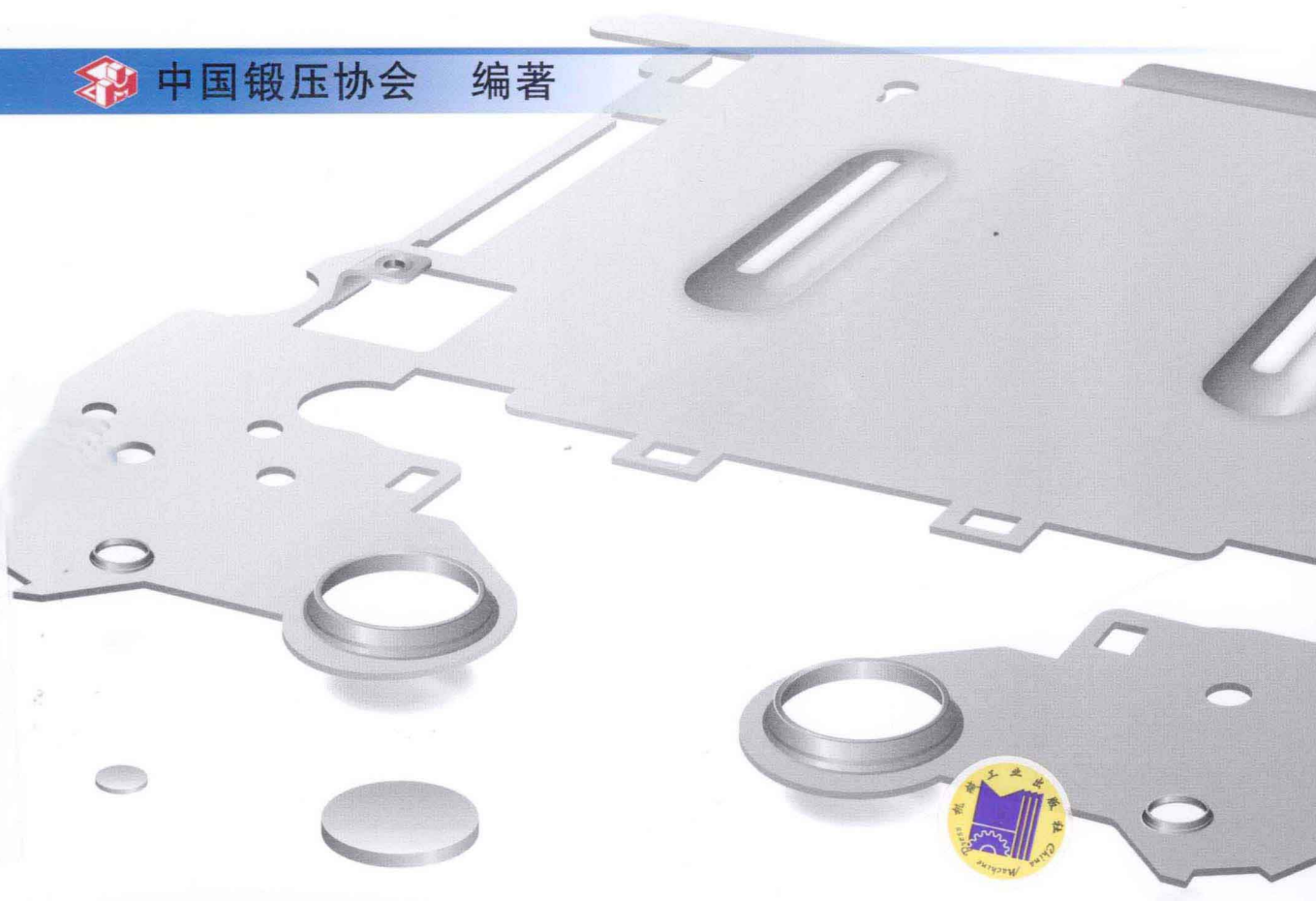


冲压技术丛书

汽车冲压件 制造技术

 中国锻压协会 编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



冲压技术丛书

汽车冲压件制造技术

中国锻压协会 编著

主 编 宋拥政

参 编 (按姓氏笔画排序)

王洪俊	王野青	邓素锐	石 磊	任运来	刘春伟
祁三中	杜贵江	李凤华	李海明	杨 兵	张正杰
陈新平	罗 锋	罗付国	罗爱辉	单汝钿	赵彦启
徐 锋	徐成林	徐伟力	高 军	高永生	郭 敏
郭瑞泉	唐 薇	阎 启	彭 群	蒋浩民	韩 非
解廉康	颜正钊				



机械工业出版社

本书介绍汽车行业典型冲压件的现实制造技术，内容涉及冲压的材料、工艺、模具、设备和生产实例，及其相互关系和发展趋势。重点介绍汽车中小件冲压技术、汽车精冲件制造技术、汽车覆盖件成形工艺与模具、汽车覆盖件成形设备与车间规划、汽车冲压同步工程与质保体系、汽车车架件冲压技术、汽车车轮冲压技术、汽车桥壳冲压成形技术、汽车拉弯件成形技术、汽车车身轻量化新工艺新技术。

本书可供汽车行业冲压领域的工程技术人员参考，也可作为理工科中高等院校教学或培训教材，还适合机械制造与材料工程方向的研究生作为拓展性学习材料。同时，还可作为政府部门、行业协会、科研院所和高等院校了解行业现状、制订发展规划、探究科研项目等的参考文献。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车冲压件制造技术/中国锻压协会编著. —北京: 机械工业出版社, 2013. 8

(冲压技术丛书)

ISBN 978-7-111-43876-2

I. ①汽… II. ①中… III. ①汽车—冲压—生产工艺
IV. ①U463. 820. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 204665 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: 孔 劲 责任编辑: 孔 劲 版式设计: 霍永明

责任校对: 申春香 封面设计: 姚 毅 责任印制: 李 洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2013 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 32.5 印张 · 802 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-43876-2

定价: 158.00 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

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

冲压技术丛书

出版委员会

主任 张 金
委员 齐俊河 韩木林 朱继美 高丽红

顾问委员会

名誉主任 何光远 李社钊
主任 缪文民
副主任 王仲仁 周贤宾
委员 (按姓氏笔画排序)
王红旗 卢险峰 阮雪榆 孙友松 李志刚 李硕本 宋玉泉
宋宝蕴 苑世剑 周开华 周永泰 荣惠康 俞新陆 涂光祺

编写委员会

主编 宋拥政
编委 (按姓氏笔画排序)
王野青 任运来 祁三中 许发樾 苏娟华 李光瀛 李继贞
宋拥政 张 一 张 琦 陈 军 赵 军 赵升吨 赵彦启
侯英玮 徐伟力 舒鑫源 管延锦

丛书序一

继“锻件生产技术丛书”出版后，锻压行业另一套大型技术文献“冲压技术丛书”也与广大同仁见面了。编辑出版“冲压技术丛书”是中国冲压行业一项具有里程碑意义的重要工作！

锻压是人类发明的最古老的生产技术之一。人类发现和使用金属已有数千年，锻压生产技术随之不断发展。锻压技术对人类具有宝贵的实用价值。迄今人类生产的大部分金属材料，都是用锻压方法加工成成品零件。锻压产品无处不在。


锻压加工是指通过设备和模具，使材料受力变形获得要求的成品零件。锻压加工材料大部分为金属材料，金属材料受力变形在学术上称为塑性成形，可分为体积成形和板材成形，有冷、温、热多种成形方式。锻压加工分为锻造、冲压和钣金三大领域。

冲压加工主要针对金属板材的冷态成形，所以被称之为冷冲压或板料冲压，简称冲压。冲压生产与冲压行业在制造业中占有重要地位，冲压制造技术是现代制造技术的重要组成部分。

我国的冲压生产几乎遍布制造业的各个领域，涉及方面广泛，工艺内容繁杂，生产布局分散，且企业群体众多，同时受“工艺性”行业观念的影响，一直没有受到制造业界的应有重视。虽然改革开放以来，尤其是随着汽车制造业的发展，我国冲压行业整体水平明显提高，但与先进工业国家相比，仍有很大差距。从总体上看，冲压行业内的相互交流与合作明显不够，发展不平衡且较为缓慢，这不但影响了冲压行业自身的发展，也影响到与之紧密相关产业的发展与进步。

中国锻压协会本着服务行业、推动进步与发展的宗旨，历时3年多，组织了110余位行业专家、学者和工程技术人员编撰了这套共6个分册的“冲压技术丛书”，它对我国冲压行业的生产技术状况进行了系统的梳理、归纳和总结，内容涉及冲压件的材料、工艺、模具、装备、生产实例，及其相互关系与各自的发展趋势，有基础应用理论，更有实践经验总结，还有对沿革的概述和对未来的展望，是从事冲压技术研究、教学和生产实践者的必不可少的学习资料，也是培养年轻冲压技术人员的重要教材，将有助于冲压行业企业取得更大的进步和发展。

在这套丛书出版之际，请允许我代表中国锻压协会，代表冲压行业的同仁们，向所有参加编撰辛勤工作的专家、学者和工作人员，致以衷心的祝贺和感谢！

中国锻压协会秘书长  于北京

丛书序二

冲压成形是应用广泛、历史悠久的产品制造工艺，是汽车、飞机、农机、机车、电子产品等的基本制造方法，几乎没有一种现代工业装备上不采用冲压成形零件。全世界约70%以上的金属材料要通过变形加工制成产品，其中大部分零件又要以板材、管材或型材作为原材料或半成品进行冲压加工成形。所以，发展冲压制造技术对于发展制造业具有十分重要的意义，冲压行业在国民经济中占有重要的地位。

我国的冲压行业和冲压制造技术经历了六十余年的发展历程。尤其是改革开放三十多年来，冲压行业从小到大、从旧到新、由内向外不断发展壮大，为我国制造业和各行各业的快速发展起到了重要的支撑作用。冲压制造技术随着发展制造业和先进制造技术而不断发展，尤其在汽车工业迅猛发展的推动下，冲压制造技术在深度和广度上取得了前所未有的进展，正在朝着与高新技术结合，用信息技术、计算机技术、现代测控技术和先进适用技术与装备，改造提升传统冲压技术的方向迅速迈进。同时，也为我国冲压行业逐步走上专业化道路，与汽车工业、航空航天工业、装备制造业和材料工业的协调发展，与国际冲压行业和市场接轨奠定了基础。

面对我国冲压行业和冲压制造技术的巨大进步，中国锻压协会秉持服务行业、推动进步和发展的宗旨，历时3年多，组织110余位行业专家、学者和工程技术人员，编撰大型技术文献“冲压技术丛书”，旨在对国内代表性行业的冲压制造技术现状进行系统的梳理、归纳和总结及展望，以满足冲压行业发展的需要，为冲压业界各方面的读者都带来阅读价值。

“冲压技术丛书”共分六册，包括《冲压技术基础》《汽车冲压件制造技术》《航空航天钣金冲压件制造技术》《农业机械工程机械冲压件制造技术》《轨道机车车辆冲压件制造技术》和《电机电器电子高速精密冲压件制造技术》。

《冲压技术基础》分册，介绍冲压制造技术中新的综合性的共性基础内容。重点介绍冲压变形基础理论、冲压用金属板材、冲压工艺、冲压模具、冲压数值模拟与模具数字化制造、省力与近均匀冲压技术、冲压设备和冲压生产设施。

《汽车冲压件制造技术》分册，重点介绍汽车中小件冲压技术、汽车精冲件制造技术、汽车覆盖件成形技术、汽车冲压同步工程与质保体系、汽车车架件冲压技术、汽车车轮冲压技术、汽车桥壳冲压成形技术、汽车拉弯件成形技术、汽车车身轻量化新工艺新技术。

《航空航天钣金冲压件制造技术》分册，重点介绍飞机的蒙皮类零件、框肋类零件、型材类零件、弯管类零件、旋压类零件及其他成形零件的冲压制造技术。

《农业机械工程机械冲压件制造技术》分册，重点介绍农业机械工程机械的中小件冲压技术、覆盖件成形技术、管材件成形技术、钣金件制作技术。

《轨道机车车辆冲压件制造技术》分册，重点介绍机车、客车、货车和城际机车的分离件、弯曲件、拉深件、胀形件、翻边件和校平件的冲压制造技术。

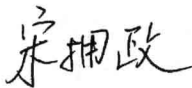
《电机电器电子高速精密冲压件制造技术》分册，重点介绍电机铁心件、换热器翅片、电子引线框架、电连接器和精密微薄件的冲压制造技术，高效精密压力机及其自动化周边设备。

在“冲压技术丛书”编撰过程中，中国锻压协会与丛书主编始终坚持从企业中来，到企业中去的“企业路线”，从丛书的分册与架构，到章节设置与内容安排等，一切遵循从冲压生产实际出发，满足行业发展需要的原则，尤其重视来自冲压生产一线技术专家的参与和意见；始终贯穿以代表性冲压制造业的典型冲压件制造技术为主线，内容涉及冲压成形的材料、工艺、模具、设备和生产实例，及其相互关系与各自的发展趋势，并注重综合性、典型性、纲目化、实用性和新颖性。这些理念、做法、要求和目标，得到了冲压行业参编单位及其专家、学者、工程技术人员的大力支持和一致赞同，丛书的编辑出版工作也受到机械工业出版社的高度重视并列入重点出版项目。大家为了这个共同的目标，积极努力，不畏艰辛，甘于奉献，终成正果。

应该说，这套凝结着我国冲压行业的专家、学者和工程技术人员心血与智慧的丛书，是国内外冲压业界首套基于冲压生产现状，跨行业、多学科、综合性的技术文献。它的问世，是在我国当今市场经济下，唯有行业协会才能运作完成的具有里程碑意义的大事，它凝聚了我国冲压行业冲压制造技术的精华，体现了我国冲压行业的技术软实力，将为我国冲压行业薪火相传、永续发展做出贡献！

在此，我谨代表丛书编写委员会向所有参与丛书编撰出版的专家、学者、工程技术人员和工作人员表示衷心感谢！在丛书编写过程中，得到了哈尔滨工业大学王仲仁先生、北京航空航天大学周贤宾先生、南昌大学卢险峰先生、华中科技大学李志刚先生、广东工业大学孙友松先生、中国模具协会周永泰先生等老一辈学者、专家的热情帮助，在此深表谢意！

这套丛书由于涉及的业务面广，专业类多，内容浩繁，加上时间仓促，经验有限，错误与不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。丛书出版后，随着时间的推移和技术的发展，未来还要再进行修订，以求进一步更新、完善和提高。

中国锻压协会“冲压技术丛书”主编  于北京

前言

本书根据中国锻压协会“冲压技术丛书”主编提出的丛书编撰规划和《汽车冲压件制造技术》编写大纲，由丛书主编组织国内汽车行业代表性企业、科研院所的专家和工程技术人员进行编撰。

参编单位有：中国汽车工业工程公司、一汽解放汽车有限公司、北京机电研究所、上海大众汽车有限公司、东风模具冲压技术有限公司、中国第一汽车集团公司、东风汽车公司技术中心、神龙汽车有限公司、东风商用车公司、一汽富维汽车零部件股份有限公司、中国第一汽车股份有限公司、秦皇岛燕大汽车零部件制造有限公司、宝钢股份研究院汽车用钢研究所等。

本书介绍汽车行业典型冲压件的现实制造技术，内容涉及冲压的材料、工艺、模具、设备和生产实例，及其相互关系与各自的发展趋势。

本书共分11章。重点论述汽车冲压技术概况（第1章）、汽车中小件冲压技术（第2章）、汽车精冲件制造技术（第3章）、汽车覆盖件成形工艺与模具（第4章）、汽车覆盖件成形设备与车间规划（第5章）、汽车冲压同步工程与质保体系（第6章）、汽车车架件冲压技术（第7章）、汽车车轮冲压技术（第8章）、汽车桥壳冲压成形技术（第9章）、汽车拉弯件成形技术（第10章）、车身轻量化新工艺新技术（第11章，其中包含激光拼焊板冲压成形技术、内高压成形技术、激光焊管技术、高强钢辊压成形技术、高强钢热冲压技术、变厚度钢板（VRB）成形技术）。

第1章由中国汽车工业工程公司王野青撰写，第2章由一汽解放汽车有限公司李凤华、东莞瑞辉机械公司邓素锐撰写，第3章由北京机电所赵彦启、彭群、杜贵江、高军撰写，第4章由上海大众汽车公司王洪俊、东风模具冲压技术有限公司唐薇、中国第一汽车集团公司张正杰撰写，第5章由张正杰、王洪俊撰写，第6章由东风汽车公司徐锋、神龙汽车有限公司颜正钊、罗锋撰写，第7章由东风商用车公司祁三中、解廉康、罗付国撰写，第8章由一汽富维汽车零部件股份有限公司单汝钿撰写，第9章由一汽解放汽车有限公司刘春伟、郭敏、李海明、中国第一汽车股份有限公司徐成林撰写，第10章由秦皇岛燕大汽车零部件制造有限公司任运来撰写，第11章由宝钢股份研究院汽车用钢研究所徐伟力、郭瑞泉、蒋浩民、陈新平、阎启、石磊、韩非、罗爱辉、高永生、杨兵撰写，由徐伟力统稿。全书由中国锻压协会宋拥政审定和统稿。

在此谨向参与本书编撰的全体专家、工程技术人员和出版工作人员表示衷心感谢！

编者

目 录

丛书序一

丛书序二

前言

第 1 章 概论	1	系统	32
1.1 概述	1	1.6.4 汽车冲压装备的发展趋势	33
1.1.1 汽车冲压件产品特点	1	1.7 汽车冲压生产技术的现状与展望	34
1.1.2 汽车冲压生产技术特点	3	1.7.1 汽车冲压生产技术现状	34
1.1.3 汽车冲压件制造涵盖的内容	4	1.7.2 汽车冲压生产技术展望	36
1.1.4 冲压技术在汽车生产中的地位和作用	5	参考文献	38
1.2 汽车结构的类型与沿革	6	第 2 章 汽车中小件冲压技术	39
1.2.1 汽车的分类	6	2.1 汽车中小冲压件的特点	39
1.2.2 汽车结构类型	6	2.2 汽车中小冲压件的分类	41
1.2.3 汽车结构的沿革	8	2.2.1 按在整车中的位置分类	41
1.2.4 汽车冲压件的分类与演进	9	2.2.2 按工艺分类	41
1.3 汽车冲压材料及其发展	10	2.2.3 按功能分类	42
1.3.1 汽车冲压常用材料种类	10	2.3 汽车中小冲压件材料及其发展	42
1.3.2 汽车冲压材料的基本技术条件	12	2.3.1 汽车中小冲压件材料种类	42
1.3.3 汽车冲压材料的选用	14	2.3.2 汽车中小冲压件材料发展趋势	42
1.3.4 汽车冲压材料的发展趋势	15	2.4 汽车中小件冲压工艺及其发展	44
1.4 汽车冲压工艺及其发展	16	2.4.1 汽车中小冲压件工艺特点	44
1.4.1 汽车冲压工艺技术概述	16	2.4.2 汽车中小冲压件工艺性一般要求	44
1.4.2 汽车冲压特种技术	19	2.4.3 汽车中小冲压件工艺设计方法	46
1.4.3 汽车冲压工艺技术的发展趋势	21	2.4.4 汽车中小冲压件工艺发展趋势	50
1.5 汽车冲压模具及其发展	23	2.5 汽车中小件冲压模具及其发展	50
1.5.1 汽车冲压模具的分类及等级	23	2.5.1 高强度钢板零件模具的特点及要求	50
1.5.2 汽车冲压模具设计与制造	24	2.5.2 多工位级进模分类与特点	51
1.5.3 汽车冲压模具材料	26	2.5.3 汽车中小冲压件模具发展趋势	52
1.5.4 汽车冲压模具技术发展趋势	27	2.6 汽车中小件冲压设备及其发展	53
1.6 汽车冲压设备及其发展	28	2.7 汽车中小件冲压生产实例	55
1.6.1 汽车冲压设备概述	28	2.7.1 轿车底盘零件级进模生产实例	55
1.6.2 新型汽车冲压设备	31	2.7.2 货车驾驶室加强板零件生产	
1.6.3 汽车冲压生产线自动化输送			

实例	56	3.8.1 在简易精冲设备上生产精冲件	130
2.7.3 轿车油箱口盖铰链支架生产		3.8.2 在自动精冲设备上生产精冲件	132
实例	57	3.9 汽车零件精冲生产工艺装备发展	
参考文献	58	趋势	133
第3章 精密冲裁技术	59	参考文献	135
3.1 概述	59	第4章 汽车覆盖件成形工艺与模具	136
3.1.1 汽车精冲件的特点	59	4.1 概述	136
3.1.2 精冲件的主要应用领域	59	4.1.1 汽车覆盖件的定义	136
3.1.3 汽车精冲件生产的基本条件	60	4.1.2 汽车覆盖件的特点	136
3.2 汽车精冲件的种类与演进	60	4.1.3 汽车覆盖件需要满足的要求	136
3.2.1 汽车精冲件的种类	60	4.1.4 对覆盖件质量的影响因素	137
3.2.2 汽车精冲件的演进	68	4.1.5 汽车覆盖件冲压生产技术所涵盖	
3.3 汽车精冲件材料及精冲润滑	69	的内容	138
3.3.1 精冲材料的基本要求	69	4.2 汽车覆盖件的分类与演变	139
3.3.2 汽车精冲件常用材料的种类与		4.2.1 汽车覆盖件的分类	139
精伸性能	73	4.2.2 汽车覆盖件的演变	139
3.3.3 汽车精冲件材料及其供应状态		4.3 汽车覆盖件材料及其发展	140
选择	76	4.3.1 汽车覆盖件用材料的特点	140
3.3.4 精冲过程中的摩擦、磨损与		4.3.2 汽车覆盖件常用材料分类	140
润滑	80	4.3.3 不同板材的性能差异	141
3.4 汽车零件精冲工艺及其发展	84	4.3.4 目前国内汽车厂的板料应用	
3.4.1 平板类汽车零件精冲工艺	84	情况	141
3.4.2 精冲复合工艺	86	4.3.5 汽车覆盖件材料的发展趋势	141
3.4.3 汽车零件精冲工艺实例	97	4.4 汽车覆盖件成形工艺及其发展	145
3.4.4 汽车零件精冲工艺发展	97	4.4.1 汽车覆盖件成形工艺的特点和	
3.5 汽车零件精冲模具及其发展	104	设计要点	145
3.5.1 汽车零件精冲模具典型结构	105	4.4.2 汽车覆盖件成形工序类型	145
3.5.2 模具设计注意事项	109	4.4.3 当前汽车覆盖件成形通常采用的	
3.5.3 提高模具寿命的主要途径	110	工艺流程	146
3.5.4 模具设计与制造技术的发展		4.4.4 汽车覆盖件典型工艺特点	
趋势	112	介绍	146
3.6 汽车零件精冲设备及其发展	113	4.4.5 汽车覆盖件成形工艺设计方法和	
3.6.1 精冲工艺对设备的基本要求	113	流程	147
3.6.2 精冲设备的类型及其适用范围	116	4.4.6 汽车覆盖件成形工艺发展	
3.6.3 精冲压力机自动化生产的配套		趋势	147
装置	120	4.5 汽车覆盖件成形模具及其发展	155
3.6.4 精冲设备发展趋势	123	4.5.1 汽车覆盖件成形模具类型	155
3.7 汽车零件精冲后续工序	126	4.5.2 常用的模具材料	159
3.7.1 去毛刺	126	4.5.3 模具的设计与制造	161
3.7.2 热处理	128	4.5.4 汽车覆盖件成形模具的发展	
3.7.3 表面处理	129	趋势	165
3.8 汽车零件精冲生产案例分析	130	参考文献	168

第5章 汽车覆盖件成形设备与车间

规划	169
5.1 概述	169
5.1.1 汽车覆盖件冲压生产工艺的基本流程	169
5.1.2 汽车覆盖件冲压生产设备	169
5.2 汽车覆盖件成形设备及其发展	170
5.2.1 汽车覆盖件成形设备的发展历程	170
5.2.2 汽车覆盖件成形设备类型及特点	171
5.2.3 汽车覆盖件成形设备的结构	172
5.3 汽车覆盖件冲压生产线类型及发展	177
5.3.1 汽车覆盖件冲压生产线的发展历程	177
5.3.2 汽车覆盖件冲压生产线的类型	177
5.4 汽车覆盖件冲压辅助设备	182
5.5 汽车覆盖件成形设备及冲压生产线发展趋势	188
5.5.1 汽车覆盖件成形设备的发展趋势	188
5.5.2 汽车覆盖件冲压生产线的发展趋势	188
5.6 汽车覆盖件冲压生产线案例	189
5.6.1 传统冲压生产线的技术改造	189
5.6.2 全新自动化冲压生产线	191
5.7 汽车覆盖件冲压车间规划	193
5.7.1 概述	193
5.7.2 汽车覆盖件冲压车间工艺设计分析	193
5.8 汽车覆盖件冲压车间管理	209
5.8.1 主要运行指标、计算方法及影响因素	209
5.8.2 冲压车间自动化冲压生产线主要运行指标举例	212

第6章 汽车冲压同步工程与质保

体系	213
6.1 汽车冲压同步工程概述	213
6.2 产品材料冲压工艺性分析同步工程	215
6.2.1 汽车件冲压常用板材简介	215
6.2.2 产品设计中选择板材的一般方法	215

6.2.3 按产品选材确定冲压方式	216
6.2.4 被选板材的冲压工艺性调整	216
6.2.5 板材冲压工艺性同步工程实例	217
6.2.6 被选板材的成本调整	218
6.3 产品造型冲压工艺性分析同步工程	219
6.3.1 产品造型工艺性分析	219
6.3.2 产品造型的质量稳定性分析	226
6.3.3 产品造型的生产稳定性分析	228
6.3.4 产品造型对自动化生产方式的适应性分析	228
6.3.5 产品造型的经济性分析	229
6.4 汽车冲压同步工程发展趋势	230
6.5 汽车冲压质保体系概述	230
6.6 影响汽车冲压件质量的因素	230
6.7 汽车冲压件质量控制体系	231
6.7.1 汽车冲压件质量控制流程	231
6.7.2 汽车冲压件几何尺寸质量控制	231
6.7.3 汽车冲压件外观质量控制	239
6.7.4 提高冲压件几何尺寸及外观质量的方法与途径	244
6.7.5 汽车冲压件质量控制的发展趋势	246
6.8 与汽车冲压件质量相关的部门及其职责	247
参考文献	249

第7章 汽车车架冲压生产技术

7.1 概述	250
7.1.1 车架总成结构	250
7.1.2 车架总成的作用	251
7.1.3 车架总成的技术要求	251
7.2 车架纵梁、横梁的分类与材料	252
7.2.1 车架纵梁的结构、作用及技术要求	252
7.2.2 车架横梁的结构、作用及技术要求	255
7.2.3 车架纵梁、横梁的材料	258
7.3 车架纵梁、横梁冲压工艺及质量控制	260
7.3.1 车架纵梁冲压工艺及质量控制	260
7.3.2 车架横梁冲压工艺及质量控制	268
7.4 车架纵梁、横梁冲压模具及其发展	269
7.4.1 车架纵梁模具	269

7.4.2 车架横梁模具	276	8.4.3 旋压车轮合成冲压工艺及其 发展	323
7.5 纵梁与横梁加工设备及其发展	277	8.5 辊压成形车轮冲压工艺及其发展	324
7.5.1 纵梁加工设备	277	8.5.1 辊压成形车轮轮辋冲压工艺及 其发展	324
7.5.2 横梁加工设备	285	8.5.2 辊压成形车轮轮辐冲压工艺及 其发展	324
7.6 纵梁生产线案例分析	285	8.5.3 辊压成形车轮合成冲压工艺及 其发展	330
7.6.1 纵梁生产线适应产品特征及工序 内容	286	8.6 车轮冲压装备及其发展	331
7.6.2 单工序工艺方法的确认	286	8.6.1 轮辋冲压装备及其发展	333
7.6.3 纵梁加工平面布局	294	8.6.2 轮辐冲压装备及其发展	335
7.6.4 纵梁生产线优点、缺点及难点 ..	294	8.6.3 合成冲压装备及其发展	338
7.7 车架横梁、纵梁工艺装备发展趋势 ..	295	8.7 车轮冲压生产线案例分析	339
7.7.1 超高强大梁钢板的应用	295	8.7.1 轮辋冲压生产线案例分析	339
7.7.2 横梁、纵梁热处理技术的应用 ..	296	8.7.2 轮辐冲压生产线案例分析	339
7.7.3 变断面纵梁辊压成形技术	296	8.7.3 合成冲压生产线案例分析	340
7.7.4 激光切割在纵梁、横梁外形 加工中的应用	297	8.8 车轮冲压生产工艺装备发展趋势 ..	341
7.7.5 柔性化工艺设备与批量化工艺 设备的相互补充	297	参考文献	341
7.7.6 纵梁加工生产线全自动控制	298	第9章 汽车桥壳冲压成形技术	342
7.7.7 横梁、纵梁标准化设计	299	9.1 汽车桥壳的冲压成形工艺及其发展 ..	342
参考文献	299	9.1.1 汽车冲焊式桥壳冲压成形工艺 ..	342
第8章 汽车车轮冲压技术	300	9.1.2 汽车冲焊式桥壳冲压成形工艺的 发展	344
8.1 概述	300	9.2 汽车桥壳冲压成形模具及其发展	346
8.1.1 汽车车轮初期与现状	300	9.3 汽车桥壳成形设备及其发展	348
8.1.2 汽车车轮的发展趋势	301	9.4 冲焊式桥壳生产线案例分析	348
8.2 汽车车轮的分类与材料	303	9.5 汽车桥壳未来的发展	351
8.2.1 汽车车轮的分类	303	参考文献	352
8.2.2 型钢车轮产品结构与材料	304	第10章 汽车拉弯件成形技术	353
8.2.3 旋压车轮产品结构与材料	305	10.1 概述	353
8.2.4 辊压成形车轮产品结构与材料 ..	307	10.1.1 汽车拉弯件的种类及其发展	353
8.3 型钢车轮冲压工艺及其发展	309	10.1.2 汽车拉弯件材料及其发展	353
8.3.1 型钢车轮轮辋冲压工艺及其 发展	309	10.1.3 型材拉弯研究现状	353
8.3.2 型钢车轮轮辐冲压工艺及发展 ..	312	10.2 拉弯的定义及机理	354
8.3.3 型钢车轮合成冲压工艺及其 发展	315	10.2.1 拉弯的定义及与弯曲的区别	354
8.3.4 弹性挡圈冲压工艺及发展趋势 ..	316	10.2.2 型材拉弯的加载方法	355
8.4 旋压车轮冲压工艺及其发展	316	10.3 型材拉弯过程及有关参数	357
8.4.1 旋压车轮轮辋冲压工艺及其 发展	316	10.3.1 一次拉弯法	357
8.4.2 旋压车轮轮辐冲压工艺及其 发展	321	10.3.2 二次拉弯法	357
		10.3.3 预拉力、补拉力、伸长率的 计算	358

10.3.4	剖面尺寸收缩的核算	360	11.1.2	车身轻量化实施途径	393
10.3.5	坯料长度的确定	361	11.2	激光拼焊板冲压成形技术	394
10.4	型材拉弯的回弹分析	361	11.2.1	激光拼焊板冲压成形基本 原理	394
10.4.1	拉弯成形回弹	361	11.2.2	激光拼焊板冲压件在车身中的 典型应用	395
10.4.2	有限元数值模拟软件介绍	367	11.2.3	激光拼焊板冲压成形的优势	397
10.5	几种特殊形状零件的拉弯法	369	11.2.4	激光拼焊板冲压成形性及其模具 设计制造关键技术	398
10.5.1	曲率方向变化零件的拉弯	369	11.2.5	激光拼焊板冲压件可制造性 分析	402
10.5.2	变斜角零件的拉弯	370	11.2.6	激光拼焊板零件优化设计	404
10.5.3	变切面型材的拉弯	371	11.3	内高压成形新工艺新技术	406
10.5.4	具有下陷零件的拉弯	372	11.3.1	管件内高压成形基本原理及 特点	406
10.5.5	环形件、空间弯曲件的拉弯	372	11.3.2	内高压成形适用管材	410
10.6	拉弯零件的缺陷及解决方法	373	11.3.3	内高压成形设备	412
10.6.1	塌肩现象	373	11.3.4	内高压成形模具	415
10.6.2	剖面收缩	374	11.3.5	内高压成形工艺仿真	418
10.6.3	剖面挠曲及畸变	375	11.3.6	内高压成形案例分析	424
10.7	型材拉弯模具及其现状与发展	376	11.3.7	内高压成形技术发展趋势	425
10.7.1	拉弯模的典型结构	376	11.4	激光焊管技术	426
10.7.2	拉弯模补偿后的合理型面计算 方法	376	11.4.1	激光焊管基本原理	426
10.7.3	拉弯夹头典型图	379	11.4.2	激光焊管技术优势	426
10.7.4	转台拉弯机侧压滚轮设计	379	11.4.3	激光焊管在汽车行业的典型 应用	427
10.8	拉弯机的种类及其现状与发展	381	11.4.4	激光焊管关键技术	428
10.8.1	转台式拉弯机	381	11.4.5	不等厚激光焊管技术	428
10.8.2	张臂式拉弯机	382	11.5	高强度钢辊压成形技术	429
10.8.3	直进台面式和通用张臂式 拉弯机	382	11.5.1	高强度钢辊压成形基本原理	429
10.8.4	A14CNC型数控拉弯机	382	11.5.2	高强度钢辊压成形在车身中的 典型应用	430
10.9	汽车拉弯件专用三维拉弯工装 案例分析	385	11.5.3	高强度钢辊压成形的技术 特点	432
10.9.1	加载方式	385	11.5.4	高强度钢辊压成形的关键 技术	435
10.9.2	截面畸变及解决方法	386	11.5.5	高强度钢辊压成形装备	437
10.9.3	回弹计算	386	11.5.6	高强度钢辊压成形前沿技术	439
10.9.4	成形模具几何尺寸的确定	388	11.6	高强度钢热冲压技术	441
10.10	拉弯生产工艺装备发展趋势	389	11.6.1	高强度钢热冲压基本原理	441
10.10.1	型材拉弯成形亟待解决的 问题	389	11.6.2	热冲压钢板材料	443
10.10.2	型材拉弯成形研究工作未来 发展趋势	389	11.6.3	热冲压零件典型应用	446
参考文献		390			
第11章 车身轻量化新工艺新技术 391					
11.1 概述 391					
11.1.1 车身轻量化的客观描述 392					

11.6.4	高强度钢热冲压关键技术	452	11.7.2	柔性轧制技术基本原理	485
11.6.5	高强度钢热冲压关键装备	474	11.7.3	变厚度钢板技术应用的优点	488
11.6.6	复杂热冲压技术	479	11.7.4	变厚度钢板成形关键技术	492
11.7	变厚度钢板 (VRB) 成形技术	483	11.7.5	变厚度钢板在汽车行业的典型 应用	499
11.7.1	变厚度钢板应用技术基本 原理	484	参考文献		501

第1章 概论

1.1 概述

1.1.1 汽车冲压件产品特点

1. 汽车冲压件

汽车冲压件种类繁多，结构多样，不同类型冲压件材质、规格尺寸、技术要求差别很大。汽车冲压件大体可分为车身、车架、车厢、车桥、车轮及其他零部件，其结构包括外形和尺寸两部分。

汽车车身是由钢板冲压成形的冲压件焊接而成。汽车覆盖件是指覆盖汽车的发动机、底盘，构成驾驶室和车身的表面零件。汽车覆盖件通常采用薄钢板，具有形状复杂（多为空间曲面）、轮廓尺寸大、材料薄、表面质量高（不允许有波纹、皱纹、凹痕、划伤、擦伤、压痕等缺陷）等特点。

图 1-1 所示为三厢式轿车车身冲压件结构图。

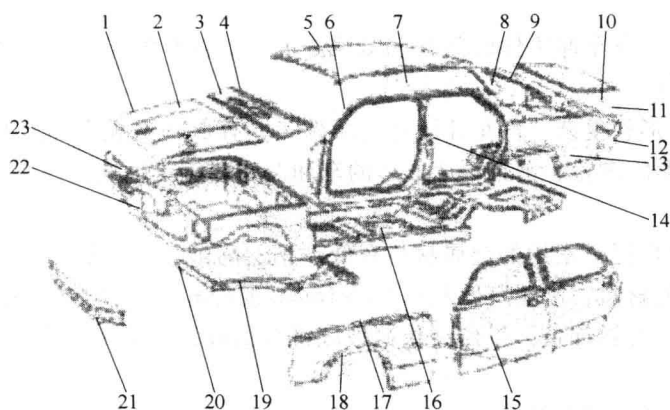


图 1-1 三厢式轿车车身冲压件结构图

- 1—发动机盖 2—前挡泥板 3—前围上盖板 4—前围板 5—顶盖 6—前立柱（A柱）
7—顶盖边梁 8—顶盖侧板 9—后围上盖板 10—行李箱盖 11—后立柱（C柱） 12—后围板
13—后翼子板 14—中立柱（B柱） 15—车门 16—下边梁 17—地板 18—前翼子板
19—前纵梁 20—前横梁 21—前裙板 22—散热器框架 23—发动机盖前支撑板

车架的作用是承受载荷，包括汽车自身零部件的重量和行驶时所受的冲击力、扭曲力、惯性力等。重型、中型、轻型货车，大客车及 MPV 等都有车架总成。

货车的车厢构件大量采用钢带辊压成形，这些辊压件断面属异型断面，包括边框、底板、边板等。

车轮结构形式多种多样，从材质上分为钢车轮和铝车轮。通常钢车轮结构形式大体分两类：型钢制造的车轮和钢板辊压成形的车轮，前者主要用于重、中、轻型货车，后者主要用于轿车、轻型客车等乘用车。

客车的车身是由骨架及内外蒙皮构成，绝大多数车身骨架是由矩形断面的钢管加工制作的，少数骨架构件使用薄板冲压而成，矩形管构件在胎具上焊接成车顶、左侧、右侧、前围、后围五大片骨架，五大片骨架再组焊成完整的车身骨架。车身外蒙皮一般使用 0.8 ~ 1.0mm 厚的薄钢板通过电加热使之膨胀后迅速用点焊方法与内架焊在一起。

客车底盘按结构划分有两大类：格栅式和车架式。目前我国 80% 以上的客车底盘为车架式，它的结构与货车底盘相近，是由矩形管组焊成空间桁架结构。

还有多种汽车零部件采用冲压工艺制造。精密冲裁的零件，如玻璃升降器、轿车变速器拨叉、制动系统齿板和棘爪、座椅调角器等。内高压成形主要用于制造各种底盘（转向臂、副车架等）、排气管等零件。

其他冲压件多数为加强板、连接件等形状简单的零件，车身上的中小冲压件多为薄钢板，车架、车厢上的冲压件多为中厚钢板。它们大多采用弯曲、冲孔、成形、翻边等冲压工艺加工。

2. 汽车冲压件的特点

(1) 汽车冲压件的一般特点 汽车冲压件是汽车重要的组成部分，具有品种多样、尺寸大、形状复杂、使用材料广泛、配合精度及互换性要求高、外观质量要求高、成本较低等特点。

1) 品种多样。汽车冲压件的品种和规格非常多，汽车的车身、底盘、车轮、车厢、散热器等都是冲压件。

2) 尺寸大、形状复杂。汽车冲压件形状繁多，有形状不规则的车身覆盖件、长达十几米的车架、圆盘形的车轮、钢带辊压成形的车厢及弯曲钢管做成的座椅骨架等，还有刚性要求高的结构件。

3) 使用材料广泛。常用的金属材料有低碳钢、高塑性合金钢、铝合金及镁合金等。钢板是使用量最大的材料，涵盖厚度从 0.05 ~ 16mm 的冷轧钢板到热轧钢板，如车身用的含磷高强度冷轧钢板、镀锌钢板、烘烤硬化钢板、拼焊钢板，车架用的热轧钢板及车轮用的辊压成形钢板等。

4) 精度高、表面质量优。冲压是无切削加工，采用精密模具生产出的冲压件精度可达微米级，且重复精度高、尺寸一致性好，可以冲压出孔、凸台等。冲压制造出带有加强筋、肋、起伏或翻边的冲压件，具有很高的刚性，这是其他加工手段难以实现的。

5) 成本低。冲压是高效的生产方法，在大批量生产中采用全自动冲压生产线或多工位压力机将多道工序一次连续完成，还可利用复合模具在一台压力机上完成多道工序，实现由带料开卷、校平、落料（或剪切）到成形的全自动生产，工艺过程较简单，生

产效率高。在大批大量生产规模情况下，原材料消耗低，生产成本低。

(2) 汽车覆盖件的特点 在汽车冲压件中，汽车覆盖件无论是从数量上，还是在制造工艺上，无疑都具有极其重要的地位。同一般冲压件相比，覆盖件具有材料薄、形状复杂、结构尺寸大和表面质量要求高等特点。覆盖件的工艺设计、冲模结构设计和冲模制造工艺都具有特殊性。覆盖件的特点决定了对其冲压制造的特殊要求。

1) 表面质量。汽车覆盖件不仅要满足汽车结构上的功能要求，还要满足车身表面装饰的美观要求。覆盖件表面不允许有波纹、起皱、凹痕、划伤、边缘拉痕和其他破坏表面美感的缺陷。

2) 尺寸形状。覆盖件的形状多为空间立体曲面，其形状很难在覆盖件图上完整准确地表达出来，因此覆盖件的尺寸形状常常借助主模型来描述。

3) 刚性。覆盖件拉深成形时，由于其塑性变形的不均匀性，往往会使某些部位刚性较差。刚性差的覆盖件受到振动后会产生空洞声，用这样的零件装车，汽车在高速行驶时就会发生振动，造成覆盖件早期破坏。

4) 工艺性。覆盖件的结构形状和尺寸决定工件的工艺性。覆盖件一般都采用一次成形法，其工艺性关键是拉深工艺性。为了创造一个良好的拉深条件，通常将翻边展开，窗口补满，再添加上工艺补充部分，构成一个拉深件。拉深工序以后的工艺性仅仅是确定工序次数和安排工序顺序的问题。

1.1.2 汽车冲压生产技术特点

冲压工艺广泛应用于汽车工业领域，是一种适合大批量生产，具有其他制造工艺所不能比拟的加工方法。汽车冲压生产由冲压设备、冲压模具和金属板材三个基本要素构成。在大批量生产条件下，冲压生产的优势体现得更加明显。

- 1) 可制造形状复杂的零件，废料较少，材料利用率高。
- 2) 借助冲模，在压力机的作用下，可获得强度高、刚性大而质量轻的零件。
- 3) 工件一般不需后续机械加工，尺寸精度高，保证装配的互换性。
- 4) 冲压制造过程劳动量小，加工时间短，无切屑，工具消耗量低。
- 5) 冲压制造操作简单，制造过程便于实现机械化和自动化，生产率高。
- 6) 在大批量生产中，显著降低零件制造成本。

冲压工艺方式是衡量冲压制造水平的重要标志，是确定冲压设备选型、生产组织、机械化和自动化程度的主要依据。确定冲压工艺方式要考虑的主要因素有以下几个。

- 1) 生产纲领。
- 2) 产品与要求。轿车、货车、客车的零部件，其结构形状与几何尺寸、板材厚度与性能、相关技术要求（包括质量、制造精度和使用要求等）。
- 3) 投资的经济性。
- 4) 国民经济发展规划。
- 5) 专业化协作。
- 6) 厂家现有工艺装备水平和原材料技术状态及供应条件。
- 7) 生产准备的周期。