

汽车覆盖件 冲压成形 技术

崔令江 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车覆盖件冲压成形技术

崔令江 编著



机械工业出版社

本书通过对汽车覆盖件的结构特点进行分类,分析不同类型结构的变形特点,探讨成形的基本规律及常见质量问题,进行系统分析,找出原因和影响因素,制定针对性的解决措施。

全书共分十章,其内容包括:汽车覆盖件材料及性能,冲压变形分析,拉深件设计,拉深筋设计,成形工艺,拉深模设计,修边模设计,翻边模设计,常见质量问题及控制等。每部分均列有应用实例,具有很强的实用性。

图书在版编目(CIP)数据

汽车覆盖件冲压成形技术 / 崔令江编著. —北京:机械工业出版社, 2003.6

ISBN 7-111-12044-2

I. 汽... II. 崔... III. 汽车—车体覆盖件—冲压—成形
IV. U463.820.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 029384 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:刘彩英

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·11.125 印张·432 千字

0 001—3 500 册

定价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

自世界上第一辆汽车问世以来,已历经了一个多世纪的发展过程。汽车已从简单的代步工具发展到今天的集时间观念(高速度)、绿色观念(低排放)、娱乐观念(多功能)、艺术观念(整车造型)等于一身的综合型现代高科技产品,已成为人类社会活动的必要条件,超豪华智能型轿车甚至成了人们社会地位的象征。可以说,汽车是20世纪高速发展的产业之一,许多国家都把汽车工业作为国家的支柱产业。之所以如此,是因为汽车的发展对机械、电子、材料、计算机、通信、自动控制等领域的发展起到了重要的促进作用。

车身是汽车重要组成部分,也是引起人们消费欲望的第一要素。而汽车覆盖件质量对车身质量起着最重要的影响,这就促使人们千方百计地为提高汽车覆盖件的质量而不断地去探索研究,也使板材冲压成形理论和成形技术的研究不断深化。但由于汽车覆盖件大都是三维空间型面、质量要求高,其冲压成形中的变形复杂,变形规律不易把握,影响质量问题的原因错综复杂,很难定量地给出工艺设计和模具设计的参数值,设计人员要大量地依靠设计经验进行设计工作。

在现有的汽车车身制造或冲压成形技术的著作中,都涉及到部分关于汽车覆盖件冲压成形的内容,但尚没有专门探讨汽车覆盖件冲压成形技术的著作。因此,从事汽车覆盖件冲压成形技术的研究人员和工程技术人员都只能阅读一些不系统的有关读物。从某种程度上来说,这与我国汽车工业发展的要求是不相适应的。如果本书能给读者带来一些启发,甚至有益于工作,那将是作者最大的欣慰。

作者长期以来热衷于汽车覆盖件冲压成形理论与成形技术的研究工作,在汽车生产工作中也积累了一些实践经验。本书力求通过对汽车覆盖件的结构特点进行分类,分析不同类型结构的变形特点,探讨汽车覆盖件冲压成形的基本规律,对汽车覆盖件冲压成形中的常见质量问题分门别类地进行分析,找出原因和影响因素,制定针对性的解决措施,从而为进行工艺设计和模具设计提供参考。但由于汽车覆盖件的复杂性,以及本人水平所限,不可避免地会存在缺陷甚至谬误,诚请广大读者提出宝贵意见,共同探讨科学真知,为我国的汽车工业的发展作出不懈的努力。

本书由哈尔滨工业大学杨玉英教授主审。

作者

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 汽车车身制造过程	1
一、汽车车身制造过程	1
二、汽车覆盖件在车身上的位置	2
三、汽车覆盖件冲压是冲压技术的重要组成部分	5
第二节 汽车覆盖件冲压成形特点	6
一、汽车覆盖件的质量要求	6
二、汽车覆盖件结构特点	7
三、汽车覆盖件成形特点	7
第三节 汽车覆盖件冲压生产设备	9
一、拉深工序多采用宽台面双动压力机	9
二、广泛采用单动宽台面多点压力机	9
三、广泛采用冲压生产线	9
四、冲压生产线的自动化	11
五、废料处理方式	16
第四节 汽车覆盖件冲压技术发展方向	19
第二章 汽车覆盖件材料及性能	22
第一节 汽车覆盖件常用板材	22
一、加磷铝镇静钢板	24
二、加磷铝镇静烘烤硬化钢板	25
三、超深冲 IF 冷轧钢板	27
四、镀锌钢板	28
第二节 板材性能及试验方法	30
一、拉伸试验	32
二、拉深成形试验	36
三、胀形成形试验	37
四、拉胀复合性能试验	39
五、成形极限图	40

六、起皱试验	42
第三节 板材性能参数与成形性的关系	44
一、拉伸试验性能参数与冲压成形性的关系	45
二、LDR、 I_E 和 CCV 值与冲压成形性的关系	48
三、FLD 与冲压成形性的关系	48
四、冲压成形类别与板材性能指标	49
第三章 汽车覆盖件冲压变形分析	55
第一节 汽车覆盖件的结构特征	55
第二节 覆盖件冲压成形的变形特点	59
第三节 变形分析方法	61
一、“分解-综合”分析法	61
二、坐标网分析方法	63
第四节 汽车覆盖件变形趋向性控制	71
一、变形区域与变形方式控制	71
二、塑性变形性质和变形量控制	72
三、实现变形趋向性控制的措施	74
四、汽车覆盖件冲压成形中变形趋向性控制实例	75
第五节 变形过程计算机数值模拟	76
一、汽车覆盖件成形过程模拟的计算方法	77
二、模拟过程中的人机结合	79
三、计算机模拟实例	80
四、计算机模拟的前景展望	80
第四章 拉深件设计	82
第一节 拉深方向的设计	82
一、拉深方向对拉深成形的影响	82
二、选择拉深方向的原则	82
第二节 压料面的设计	85
一、压料面的作用与对拉深成形的影响	85
二、压料面设计原则	86
第三节 工艺补充部分的设计	88
一、工艺补充的作用与对拉深成形的影响	88
二、工艺补充设计原则	89
三、常见工艺补充类型	92
四、工艺补充实例	94

第五章 拉深筋设计	97
第一节 压料面作用力	97
一、覆盖件结构形状对压料面作用力的要求	97
二、毛坯的材料性能对压料面作用力的要求	100
三、模具结构参数与压料面作用力	100
四、冲压条件对压料面作用力的影响	100
第二节 拉深筋在覆盖件拉深成形中的作用	101
一、拉深筋的作用力	101
二、拉深筋产生的附加拉力	102
三、拉深筋的作用	104
四、拉深筋对成形性的影响	105
第三节 常用拉深筋	108
一、拉深筋的种类及其用途	108
二、拉深筋的固定方式	110
三、拉深槛结构	111
第四节 拉深筋设计	112
一、拉深筋形式的设计	112
二、拉深筋几何参数的设计	113
三、拉深筋的布置	114
四、拉深筋布置实例	115
第六章 覆盖件冲压成形工艺	117
第一节 覆盖件冲压工艺设计	117
一、覆盖件冲压成形基本工序	117
二、工艺设计前的准备工作	117
三、冲压工艺方案设计	118
四、冲压工艺设计的内容和程序	119
五、典型覆盖件冲压工艺实例	124
第二节 冲压毛坯形状和尺寸的确定	129
一、毛坯形状和尺寸的确定	129
二、合理毛坯材料的选择	131
第三节 拉深成形	134
一、判断拉深成形的难度	134
二、汽车覆盖件拉深成形工艺的设计原则	134
三、工艺孔和工艺切口	136

四、落料预成形	138
五、拉深方向的标注	138
六、冲压设备选择	139
第四节 拉深件修边	139
一、修边制件图	139
二、拉深件修边	140
三、拉深件的切断	141
四、修边与切断工序的工艺设计	142
第五节 修边件翻边成形	145
一、翻边变形特点	145
二、汽车覆盖件翻边件图	153
三、选择翻边方向	153
四、对模具结构的考虑	154
五、冲压设备选择	155
第六节 内部形状成形	155
一、内部形状成形时的变形特点	155
二、内部形状成形工序安排	159
第七节 冲孔	159
一、冲压方向的选择	159
二、冲孔废料处理	160
三、冲孔工序的安排	161
四、冲压设备选择	162
第七章 拉深模设计	163
第一节 拉深模常见典型结构	163
一、单动拉深模	163
二、双动拉深模	166
第二节 工作零件	169
一、拉深凸、凹模结构	169
二、凸、凹模及压边圈结构尺寸	171
第三节 导向零件	172
一、单动拉深模的导向	173
二、双动拉深模的导向	176
第四节 压边零件	177
一、单动拉深模的压边	177

二、双动拉深模的压边	178
第五节 覆盖件拉深模设计	179
一、拉深模设计前的准备工作	179
二、拉深模设计的主要内容和设计要点	179
第六节 拉深模材料及拉深模制造	182
一、拉深模常用材料	182
二、拉深模制造要点	183
第七节 拉深模调试	186
一、拉深模调试应解决的问题	186
二、调试程序	187
三、建立模具调试档案	193
第八章 修边模设计	194
第一节 修边模典型结构	194
一、修边线的空间形状	194
二、修边方向	196
三、确定定位方式	199
四、修边模典型结构	199
第二节 斜楔机构	208
一、斜楔机构与斜楔图	208
二、斜楔受力分析	209
三、斜楔的设计程序	211
四、斜楔机构形状设计	213
五、滑块复位机构	215
六、常见斜楔滑块结构举例	217
第三节 修边镶件	220
一、确定修边模镶件	221
二、修边镶件的布置与交接	227
三、修边模镶件材料	229
第四节 修边废料的处理	229
一、废料分块与废料刀配置	229
二、修边废料刀结构	232
三、冲孔废料的排除方式	233
四、废料处理注意事项	233
第五节 修边模设计	234

一、修边模设计前的准备工作	234
二、修边模设计的主要内容与设计要点	234
第六节 修边模制造与调试	235
一、修边模制造要点	235
二、修边模调试	236
第九章 翻边模设计	238
第一节 翻边模典型结构	238
一、翻边模的类型	238
二、翻边凸模的扩张结构	238
三、修边件翻边时的定位	238
四、翻边时的压料	239
五、翻边模的导向	239
六、翻边模的出件	240
七、翻边模典型结构示例	241
第二节 翻边镶件	248
一、翻边轮廓	248
二、镶件的分块	249
三、凸、凹模镶件尺寸	249
四、凹模镶件的交接	250
五、凸、凹模镶件材料	251
第三节 翻边模设计	252
一、翻边模设计前的准备工作	252
二、翻边模设计的主要内容与设计要点	252
第四节 翻边模制造与调试	253
一、翻边模制造要点	253
二、翻边模调试要点	253
第十章 覆盖件冲压质量控制	256
第一节 覆盖件常见质量问题	256
第二节 塑性拉伸失稳	258
一、塑性拉伸失稳的类型	259
二、单向拉应力下的塑性拉伸失稳	259
三、双向拉应力下的塑性拉伸失稳	260
第三节 破裂及其控制	269

一、汽车覆盖件破裂分类	269
二、针对破裂的成形难度评价	272
三、破裂问题的控制技术	282
四、破裂控制对策实例	285
第四节 起皱及其控制	291
一、起皱的机理	292
二、汽车覆盖件起皱的分类	294
三、各类起皱的特点及判别	302
四、影响起皱的因素	306
五、消除起皱的措施	310
第五节 面畸变问题及其控制	314
一、面畸变的分类	315
二、面畸变的测定法和评价法	316
三、面畸变的发生机理及对策技术	323
第六节 尺寸精度控制	331
一、尺寸精度不良的分类	331
二、尺寸精度不良的影响因素	333
三、尺寸精度不良的对策技术	337
第七节 汽车覆盖件刚度控制	339
一、覆盖件刚度的表示方法	339
二、影响刚度的主要因素	340
三、提高覆盖件刚度的措施	341
参考文献	343

第一章 概 述

随着社会的快速发展，汽车已成为人类社会活动中不可缺少的工具，汽车工业已成为许多工业发达国家的支柱产业。我国的汽车工业也在迅猛发展，轿车进入家庭已不再是梦，预计在中国达到中等发达国家水平时多数家庭将拥有私家车。汽车工业生产水平是一个国家的技术发展水平的重要标志之一。

汽车覆盖件的生产是汽车制造的一个重要生产过程。汽车覆盖件组成驾驶室后不仅要具有设计所规定的使用功能，而且在很大程度上要体现整车的艺术性、个性风格，所以在质量要求（如尺寸精度要求、形状精度要求、刚度要求等）、冲压成形工艺、冲压模具、冲压设备、生产自动化等方面都有其与一般小型冲压零件不同的特点。因此，在板材冲压成形技术中，以汽车覆盖件为主要代表的大型薄板零件的冲压成形技术已发展成为一个很重要的组成部分。

随着汽车工业的迅猛发展，使新型冲压材料的开发、新的冲压材料性能参数的研究、汽车覆盖件冲压成形理论与成形技术的研究、新型冲压成形设备的开发以及冲压过程的计算机模拟等方面都已得到了很大的发展，从而使板材冲压成形理论与成形技术得到了进一步的丰富与完善。但由于汽车覆盖件的形状复杂，生产过程中许多工艺参数和模具参数还不能进行定量化设计，尚有大量的理论与技术问题需要进行更深入细致的研究工作。

第一节 汽车车身制造过程

一、汽车车身制造过程

在汽车构成中，车身和底盘、发动机一起被称为汽车的三大部件，已越来越受到人们的重视。其原因在于：从质量分析上来看，轿车车身占整车的40%~60%，载重车车身（又称驾驶室）占整车的20%~30%；从制造成本上来看，轿车车身占整车的50%~70%，载货车车身占整车的15%~30%，且豪华档次越高的车，车身成本占的比例越大；从汽车发展趋势来看，人们对汽车的安全性、舒适性、新颖性以及豪华档次等特色的要求将越来越高，而这些特色很多要通过汽车车身来体现。

汽车车身是一个形状复杂的空间薄壁壳体。它的主要零部件均由钢板冲

压焊接而成，然后进行涂漆以增加美观和防蚀性，最后装上各种内饰件，形成完整的车身。

轿车、微型车、小型客车以及载货汽车的驾驶室等都属于无骨架车身。它是以冲压成某种形状的冲压件或几个冲压件焊接后具有某种截面形式而作为骨架，以增加车身刚性和强度。无骨架车身的生产流程如图 1-1。

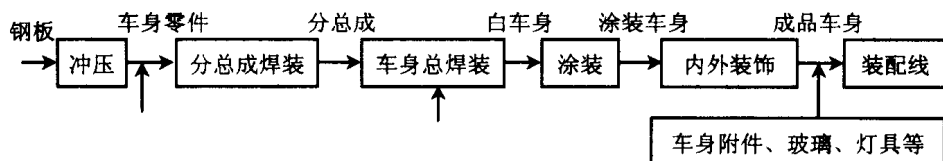


图 1-1 无骨架车身生产流程图

二、汽车覆盖件在车身上的位置

汽车覆盖件主要是指构成驾驶室和车身的表面零件，也包括覆盖发动机和底盘的某些表面零件。它包括外覆盖件和内覆盖件，外覆盖件是指人们能直接看到的汽车车身外部的裸露件，如车门外板、顶盖、前围外盖板、后围外盖板、侧围外板、长头载重车发动机罩等；内覆盖件是指车身内部的覆盖件，它们被覆盖上内饰件或被车身的其它零件所挡住而一般不能被直接看到，如车门内板、前围内盖板、后围内盖板、侧围内板、地板、仪表板、平头载重车发动机盖板等。图 1-2 和图 1-3 分别是载货车长头驾驶室覆盖件和轿车白车身结构及覆盖件的示意图。

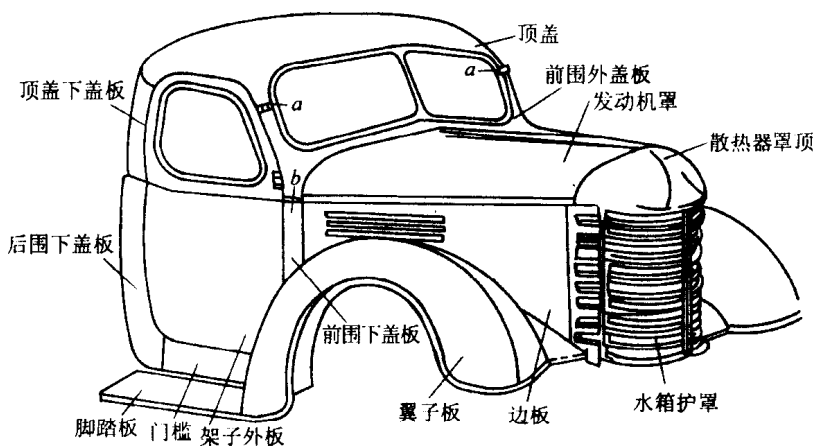


图 1-2 解放牌载货车长头驾驶室覆盖件

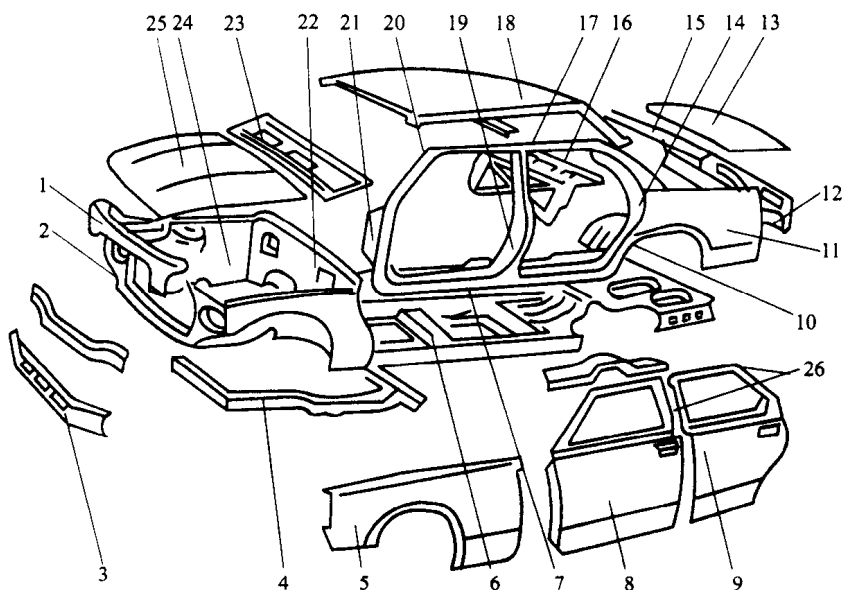


图 1-3 轿车白车身结构及覆盖件

- 1—发动机罩前支撑板 2—固定框架 3—前裙板 4—前框架 5—前翼子板
 6—地板总成 7—门槛 8—前门 9—后门 10—车轮挡泥板 11—后翼子板
 12—后围板 13—行李舱盖 14—后立柱 15—后围上盖板 16—后窗台板
 17—上边梁 18—顶盖 19—中立柱 20—前立柱 21—前围侧板 22—前围板
 23—前围上盖板 24—前挡泥板 25—发动机罩 26—门窗框

由于汽车覆盖件的形状多是三维曲面形状，用一般的平面图样难以准确表达其形状和尺寸。因此，在制造汽车覆盖件时，不仅要有覆盖件图，同时还要有主模型（或数据、样件）以及根据主模型制造出来的各种工艺模型（铸造模型、仿型模型等）和样架来作为制造和检验的依据。图 1-4 是某载货汽车外覆盖件主模型组合装配图。

在汽车覆盖件图上，为了表示其在汽车上的位置和便于标注尺寸，通常每隔 100mm 或 200mm 画出三个方向的坐标线，如图 1-5 所示。三个坐标的基准为：

前后方向 —— 以前轮中心为零，向后为正，向前为负；

上下方向 —— 对于轿车：以前轮中心为零，向上为正，向下为负；对于载货车：以纵梁上表面为零，向上为正，向下为负；

左右方向 —— 以汽车对称中心为零，左右不分正负。

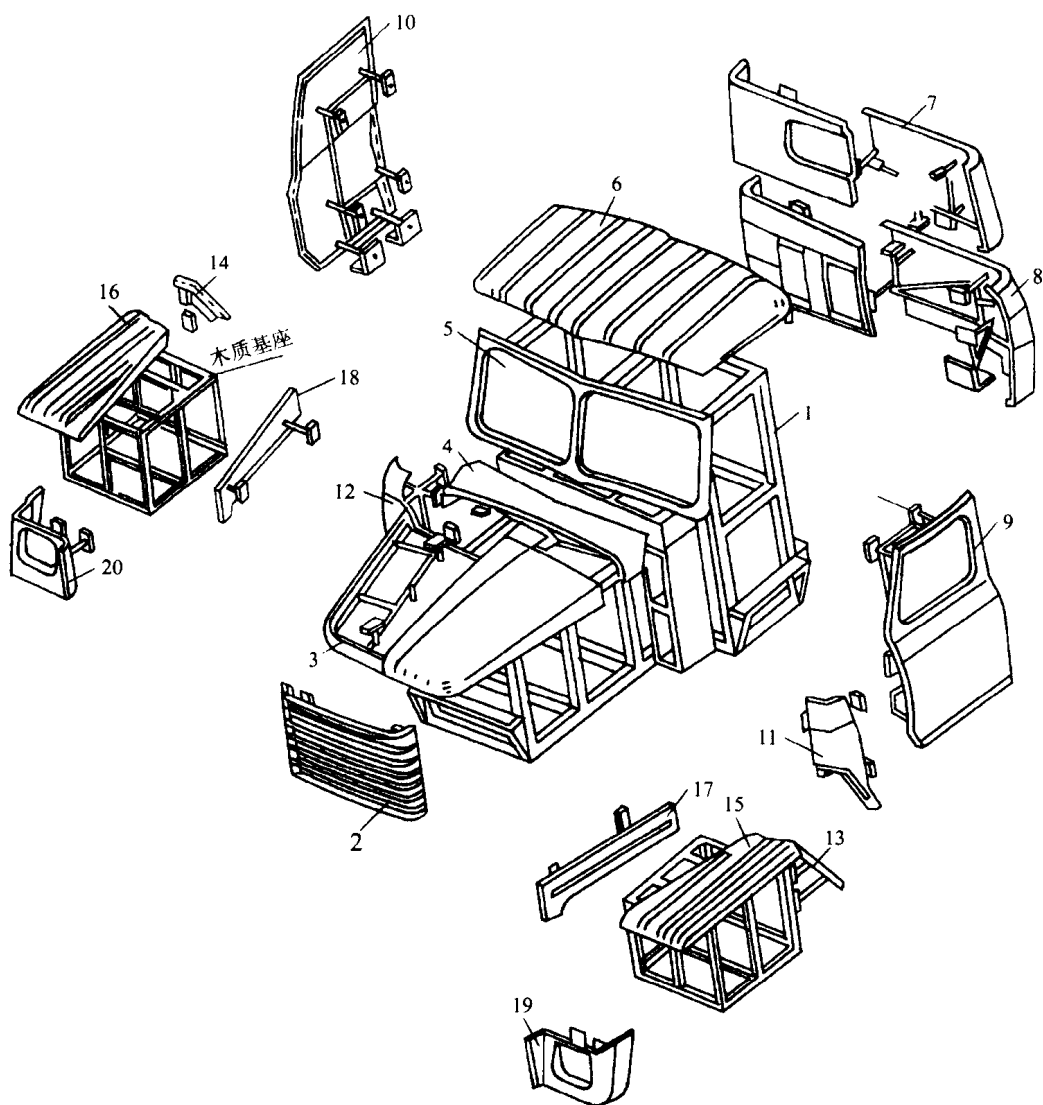


图 1-4 某载货汽车外覆盖件主模型组合装配图

1—木质主架 2—散热器面罩 3—发动机罩 4—前围

5—风窗玻璃 6—顶盖 7—后上围 8—后下围

9、10—左右车门 11、12—左右外侧板 13、14—翼子板

15、16—翼子板 17、18—发动机边板 19、20—前大灯

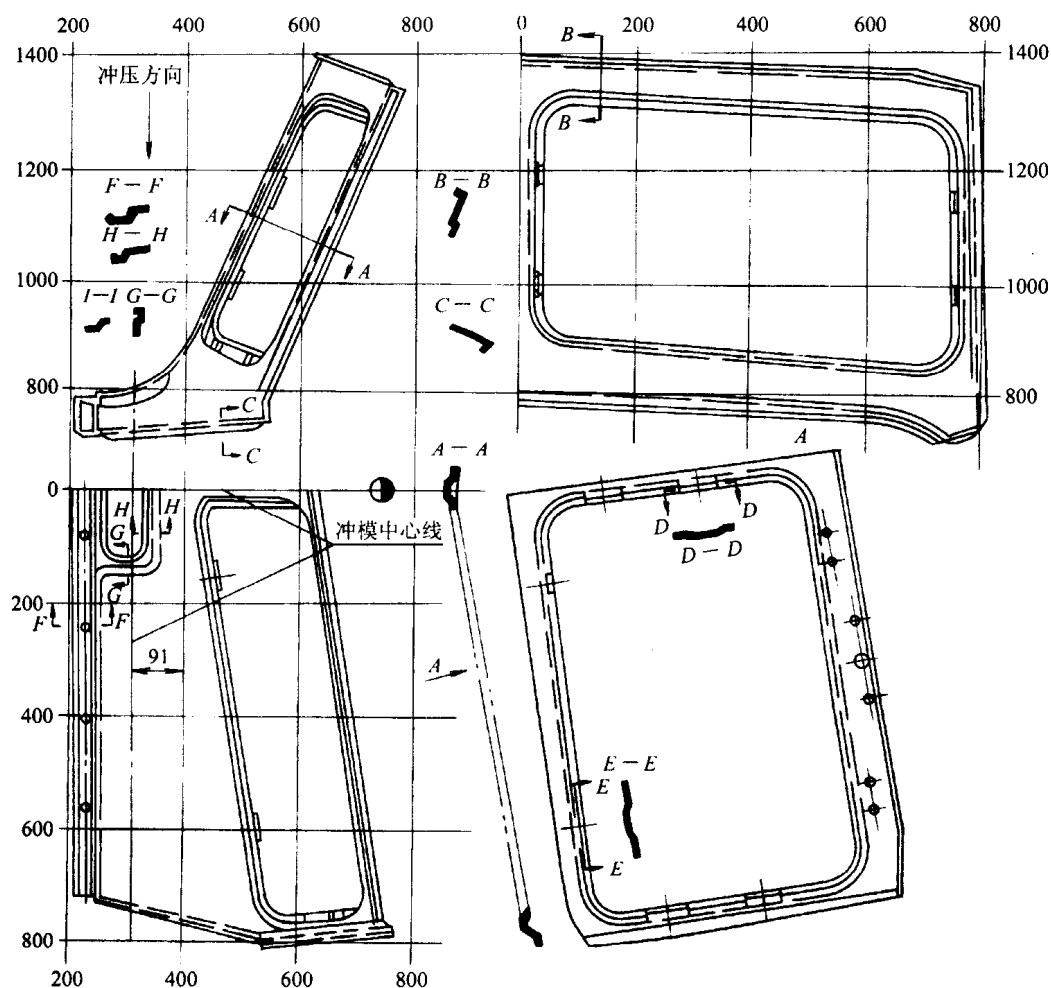


图 1-5 汽车覆盖件图例

三、汽车覆盖件冲压是冲压技术的重要组成部分

汽车覆盖件多是尺寸大、形状复杂的三维曲面，不能用简单的数学解析来表达，它不仅外观质量要求高，以满足汽车造型的要求，而且要求配合精度高、形状和尺寸的一致性好及互换性要求高，以保证其焊接和装配质量。因此，生产汽车覆盖件所用的冲压设备、模具和原材料都与一般冲压件生产有所不同。

汽车覆盖件冲压成形技术在冲压成形领域中占有重要地位。汽车工业发展百余年来，人们对汽车的要求从实用性、可靠性已经提高到对舒适性、美观性、安全性、实用经济性等方面的要求，从而对汽车车身也提出了许多新的要求。在 20 世纪 50 年代到 70 年代，人们对轿车车身的要求开始逐步提高，从普通型到舒适型、豪华型、超豪华型；到了 20 世纪 70 年代之后，载

货车的车身也逐步得到重视,从基本的遮风避雨要求,发展到防噪、防撞、防驾驶员疲劳以及外表美观、流线型、降风阻、轻量化等的综合性高品质要求。对车身的这种不断增加的新要求,促使车身的外形不断改进,覆盖件的冲压成形技术也不断得到新的发展,使汽车覆盖件冲压成形技术在冲压成形领域中占有越来越重要的地位。

汽车工业的发展还大大促进了钢板制造技术的发展,如汽车用高强度钢板、超高强钢板、IF 钢板、烘烤硬化钢板、镀锌钢板等不断得到开发并在汽车工业中应用。与此同时,这些新型钢板的出现,也促使从事冲压领域的学者不断地研究它们的各种冲压成形性能,使冲压成形理论和技术得到不断发展,如关于高强度钢板的冲压性能的研究、板面内变形比与成形极限的关系的研究、不均匀拉应力下起皱和剪应力起皱问题的研究、形状冻结性的研究、塑性变形与刚度的关系的研究等都是围绕汽车覆盖件的冲压成形技术而开展的。因此,关于汽车覆盖件冲压成形的理论和冲压技术已成为冲压成形理论和技术的一个极重要的组成部分,受到人们的高度重视。

第二节 汽车覆盖件冲压成形特点

由于汽车覆盖件大都是空间曲面结构、形状复杂,从而决定了在冲压成形中的变形复杂性,变形规律不易被掌握,出现的质量问题也比较多。因此在拉深件的设计、冲压工艺的设计、模具的设计中不能象轴对称零件那样可以较容易地计算出主要工艺参数、模具参数等,在工程实践中还要大量应用经验类比和运用冲压变形趋向性分析来进行冲压工艺设计和模具设计。

汽车覆盖件冲压成形之所以能成为冲压成形领域的一个重要组成部分,是因为汽车覆盖件不仅有多方面的很高的质量要求,而且具有其本身的结构形状特点及冲压成形特点。

一、汽车覆盖件的质量要求

一般来说,汽车覆盖件应满足以下要求:

1) 尺寸精度。汽车覆盖件必须有很高的尺寸精度(包括轮廓尺寸、孔位尺寸、局部形状的各种尺寸等),以保证焊装或组装时的准确性、互换性,便于实现车身焊装的自动化和无人化,也保证车身外观形状的一致性和美观性。

2) 形状精度。特别是对外覆盖件,要求具有很高的形状精度,必须与主模型相符合。否则将偏离车身总体设计,不能体现车身的造型风格。

3) 表面质量。外覆盖件(尤其是轿车)表面不允许有波纹、皱纹、凹