



普通高等教育“十三五”机电类规划教材

精品力作



MACHINERY



金属塑性成型CAE技术

DYNAFORM 及 DEFORM

孔凡新 吴梦陵 李振红 王辛 主编
王鑫 黄英娜 参编

- 快速提升DYNAFORM及DEFORM软件操作能力。
- 主要章节配有范例的分析项目方案及视频，读者可登录
华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）注册后免费下载。

“五”机电类规划教材

金属塑性成型 CAE 技术

——DYNAFORM 及 DEFORM

孔凡新 吴梦陵 李振红 王 辛 主编

王 鑫 黄英娜 参编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书为读者学习金属塑性成型 CAE 技术快速入门提供了良好的平台。本书共分 10 章，板料成型 CAE 技术主要包括 DYNAFORM 软件的主要特色和模块、DYNAFORM 软件的基本操作、模面工程和坯料排样技术、盒形件拉深成型过程分析、V 形件弯曲回弹过程分析，以及单动拉延成型技术。体积成型 CAE 技术主要包括 DEFORM 软件介绍及刚黏塑性有限元法基本原理，DEFORM-3D 软件的前处理、模拟计算及后处理，DEFORM-3D 模拟分析流程及分析案例。

本书适合于高等工科院校（含高职）材料成型及控制工程、汽车工程、机械设计制造及其自动化本、专科学生使用，也可供机械类其他专业选用，同时可作为模具企业有关工程技术、产品设计人员的参考书。本书主要章节配有范例的分析项目方案及视频文件，读者可登录华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）注册后免费下载。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

金属塑性成型 CAE 技术：DYNAFORM 及 DEFORM/孔凡新等主编. —北京：电子工业出版社，2018.2
普通高等教育“十三五”机电类规划教材
ISBN 978-7-121-33461-0

I. ①金… II. ①孔… III. ①金属压力加工—塑性变形—计算机辅助分析—应用软件—高等学校—教材
IV. ①TG301-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 002758 号

策划编辑：李 洁

责任编辑：康 霞

印 刷：涿州市京南印刷厂

装 订：涿州市京南印刷厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1 092 1/16 印张：13.5 字数：345 千字

版 次：2018 年 2 月第 1 版

印 次：2018 年 2 月第 1 次印刷

定 价：45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：lijie@phei.com.cn。

前 言

金属塑性成型就是利用金属材料的塑性，在工具及模具的外力作用下加工制件的少切削或无切削的工艺方法。金属塑性成型过程非常复杂，是一种典型的非线性问题，不单包含材料非线性，也有几何非线性和接触非线性。金属塑性成型 CAE 技术是以现代计算力学为基础，利用有限元法、有限差分法和（或）其他数学方法在计算机上仿真（虚拟实验）金属材料的成型过程。对未来模具的工作状态和运行行为进行模拟，及早发现设计缺陷。金属塑性成型 CAE 分析技术已经成为产品开发、模具设计及产品加工最有效的方法。

eta/DYNAFORM 是由美国工程技术联合公司（ENGINEERING TECHNOLOGY ASSOCIATES, INC.）开发的基于 LS-DYNA 的板料成型模拟软件包。是 LS-DYNA 求解器与 ETA/FEMB 前后处理器的完美结合，是当今流行的板料成型与模具设计的 CAE 工具之一。DYNAFORM 专门用于工艺及模具设计涉及的复杂板成型问题，如弯曲、拉深、成型等典型板料冲压工艺，液压成型、滚弯成型等特殊成型工艺，并可以预测成型过程中板料的裂纹、起皱、减薄、划痕、回弹，评估板料的成型性能，从而为板成型工艺及模具设计提供帮助。

DEFORM 系列软件是基于工艺过程模拟的有限元系统（FEM），可用于分析各种塑性体积成型过程中的金属流动以及应变、应力、温度等物理场量的分布，提供材料流动、模具充填、成型载荷、模具应力、纤维流向、缺陷形成、韧性破裂和金属微结构等信息，并提供模具仿真及其他相关的工艺分析数据。

全书共分 10 章。在介绍板料成型 CAE 技术和体积成型 CAE 技术的发展、国内外水平、发展趋势的基础上，详细介绍 DYNAFORM 软件和 DEFORM 软件的基本操作，网格前处理及实例分析。DYNAFORM 软件重点突出模面设计和毛坯尺寸估算。体积成型 CAE 技术主要介绍 DEFORM 软件及刚黏塑性有限元法基本原理，DEFORM-3D 软件的前处理、模拟计算及后处理，DEFORM-3D 分析案例。该书重点突出，在第 3、4、5 章详细介绍盒形件拉深成型分析过程、V 形件弯曲回弹分析过程以及单动拉延成型技术，第 10 章详细介绍 DEFORM-3D 分析案例。

本书内容全面，实例丰富，讲解详细，条理清晰。根据金属塑性成型软件 DYNAFORM 和 DEFORM 的实际操作界面，直接截取软件中的对话框、操作面板和按钮，使读者能直观、准确地操作软件、进行学习。

本书作者均具有一定的金属塑性成型 CAE 理论和实践操作能力。本书由南京工程学院孔凡新、吴梦陵、李振红和哈尔滨理工大学王辛担任主编。南京工程学院王鑫、黄英娜老师也参与了编写。同时，李柏男、陈静、谢亚晴等同学参与了本书的校稿工作，在此表示感谢。

在编写本书的过程中，得到电子工业出版社和 ETA 美国工程技术联合公司的关心和帮助，在此谨表谢意。同时也得到了南京工程学院及兄弟院校、有关企业专家，特别是南京康尼机电股份有限公司谢斌先生、陈有华先生，南京志翔科技有限公司张廷军先生的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。感谢所引用文献的作者，他们辛勤研究的成果也使得本书增色不少。

本书部分章节范例零件、项目方案和部分范例的视频可在电子工业出版社华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）免费注册下载，或可联系主编吴梦陵老师索取，索取邮箱：wmlzl@sina.com。

由于编者水平有限，书中难免有不当和错误之处，恳请使用本书的教师和广大读者批评指正。

编 者

2017年10月

目 录

第 1 章 DYNIFORM 软件	(1)
1.1 DYNIFORM 软件概述	(1)
1.2 DYNIFORM 软件界面介绍	(7)
1.3 DYNIFORM 软件的菜单	(8)
1.3.1 文件管理	(8)
1.3.2 零件层控制	(10)
1.3.3 前处理	(12)
1.3.4 模面设计	(15)
1.3.5 坯料工程	(17)
1.3.6 模拟设置	(19)
1.3.7 回弹补偿模块	(20)
1.3.8 模具系统分析	(21)
1.3.9 工具	(21)
1.3.10 选项菜单	(22)
1.3.11 辅助工具	(23)
1.3.12 视图选项	(24)
1.3.13 分析	(25)
1.3.14 后处理	(25)
1.3.15 帮助	(30)
1.4 DYNIFORM 软件的图标	(30)
1.5 DYNIFORM 软件的其他功能	(32)
1.5.1 显示控制选项	(32)
1.5.2 鼠标功能	(34)
1.5.3 规格	(34)
1.5.4 几何数据	(34)
1.5.5 推荐命名规范	(34)
1.5.6 对话框	(35)
1.5.7 属性表	(36)
第 2 章 模面工程和坯料排样	(37)
2.1 模面工程	(37)
2.1.1 导入零件几何模型并保存	(37)
2.1.2 划分网格	(38)
2.1.3 检查并修补网格	(39)
2.1.4 冲压方向调整	(39)
2.1.5 镜像网格	(40)
2.1.6 内部填充	(41)

2.1.7	外部光顺	(42)
2.1.8	创建压料面	(42)
2.1.9	创建过渡面	(44)
2.1.10	切割压料面	(46)
2.1.11	展开曲面	(48)
2.2	毛坯的排样	(49)
2.3	工具的设定	(52)
2.4	实例分析	(54)
第 3 章	盒形件拉深成型过程分析	(58)
3.1	创建三维模型	(58)
3.2	数据库操作	(67)
3.3	网格划分	(68)
3.4	快速设置	(71)
3.5	分析求解	(75)
3.6	后置处理	(77)
第 4 章	V 形件弯曲回弹过程分析	(79)
4.1	弯曲回弹概述	(79)
4.2	V 形件弯曲回弹的工艺分析	(83)
4.2.1	创建三维模型	(84)
4.2.2	数据库操作	(84)
4.2.3	网格划分	(85)
4.2.4	快速设置	(88)
4.2.5	分析求解	(90)
4.2.6	回弹计算	(91)
4.2.7	回弹结果分析	(93)
第 5 章	单动拉延成型	(95)
5.1	创建 eta/DYNAFORM 数据库	(96)
5.1.1	启动 eta/DYNAFORM 5.7	(96)
5.1.2	自动设置	(97)
5.1.3	板料定义	(97)
5.1.4	板料材料及其属性定义	(99)
5.2	工具定义	(99)
5.2.1	工具定义设置	(99)
5.2.2	工具定位	(103)
5.2.3	工序定义	(105)
5.3	控制参数	(106)
5.3.1	定义拉延筋	(106)
5.3.2	动画显示	(108)
5.3.3	添加重力工步	(109)
5.3.4	工具定义	(110)

5.3.5 工序定义	(111)
5.4 任务提交	(111)
5.5 应用 eta/POST 进行后处理	(113)
5.5.1 读入结果文件 d3plot 到 eta/Post	(113)
5.5.2 多工步控制选项	(114)
5.5.3 变形过程	(114)
5.5.4 成型极限图	(115)
5.5.5 录制 AVI 电影文件和 E3D 文件	(117)
第 6 章 DEFORM 软件介绍	(118)
6.1 DEFORM 软件简介	(118)
6.1.1 DEFORM 软件的特色	(119)
6.1.2 DEFORM 软件的功能概览	(120)
6.1.3 DEFORM 软件的主要模块	(121)
6.2 DEFORM-3D 的主界面及基本操作	(122)
6.2.1 DEFORM-3D 主界面简介	(123)
6.2.2 模具及坯料模型的建立	(124)
第 7 章 DEFORM-3D 软件的前处理	(126)
7.1 DEFORM-3D 前处理主界面	(126)
7.2 文件菜单	(127)
7.3 输入菜单	(128)
7.3.1 Simulation Controls: 模拟控制	(128)
7.3.2 Material: 材料设置	(139)
7.3.3 Object Positioning: 对象位置定义	(143)
7.3.4 Inter-Object: 物间关系定义	(144)
7.3.5 Database: 数据库生成	(146)
7.4 视区菜单	(148)
7.5 显示菜单	(148)
7.6 模型菜单	(148)
7.7 选项菜单	(149)
7.8 对象设置区	(151)
第 8 章 DEFORM-3D 软件的模拟计算及后处理	(152)
8.1 模拟计算	(152)
8.2 DEFORM-3D 后处理主界面简介	(155)
8.3 模拟步菜单	(156)
8.4 分析工具菜单	(157)
8.5 显示属性设置区	(162)
第 9 章 DEFORM-3D 模拟分析流程	(166)
9.1 创建新项目	(166)
9.2 设置模拟控制初始参数	(167)
9.3 创建对象	(167)

9.3.1	坯料的定义	(167)
9.3.2	上模具的定义	(169)
9.3.3	下模具的定义	(169)
9.4	网格划分	(169)
9.5	对象位置定义	(171)
9.6	定义材料	(173)
9.7	定义模具运动方式	(174)
9.8	定义物间关系	(174)
9.9	设置模拟控制信息	(175)
9.10	生成数据库	(176)
9.11	分析求解	(177)
9.12	后处理	(177)
第 10 章	DEFORM-3D 分析案例	(179)
10.1	方环锻造模拟	(179)
10.2	钉状物锻造——坯料取出后热传导模拟	(184)
10.3	钉状物锻造——坯料在下模上停留模拟	(189)
10.4	钉状物锻造——第一次锻打成型	(195)
10.5	钉状物锻造——换模第二次锻打成型	(198)
10.6	齿轮托架锻造模拟	(200)
	参考文献	(205)

第 1 章

DYNAFORM 软件

1.1 DYNAFORM 软件概述

eta/DYNAFORM 是由美国工程技术联合公司 (Engineering Technology Associates INC.) 开发的一个基于 LS-DYNA 的板料成型模拟软件包, 是 LS-DYNA 求解器与 eta/FEMB 前、后处理器的完美结合, 是当今流行的板料成型与模具设计的 CAE 工具之一。在其前处理器上可以完成产品仿真模型的生成和输入文件的准备工作。eta/DYNAFORM 采用 LIVERMORE 软件技术公司 (LSTC) 开发的 LS-DYNA 作为核心求解器。LS-DYNA 作为世界上最著名的通用显式动力分析程序, 能够模拟出真实世界的各种复杂问题, 特别适合求解各种非线性的高速碰撞、爆炸和金属成型等动力冲击问题。目前, LS-DYNA 已经被应用到诸如汽车碰撞、乘员安全、水下爆炸及板料成型等许多领域。后处理器通过 CAD 技术生成型象的图形输出, 可以直观地动态显示各种分析结果。

DYNAFORM 软件基于有限元方法建立, 被用于模拟钣金成型工艺。DYNAFORM 的模块包含冲压过程仿真 (Formability)、模面设计模块 (DFE)、坯料工程模块 (BSE)、精确求解器模块 (LS-DYNA), 几乎涵盖冲压模模面设计的所有要素, 包括定最佳冲压方向、坯料的设计、工艺补充面的设计、拉延筋的设计、凸凹模圆角设计、冲压速度设置、压边力的设计、摩擦系数、切边线的求解、压力机吨位等。DYNAFORM 软件可应用于汽车、航空航天、家电、厨房卫生等不同行业。DYNAFORM 软件具有良好的工具表面数据特征, 可以预测成型过程中板料的裂纹、起皱、减薄、划痕、回弹、成型刚度、表面质量, 评估板料的成型性能, 从而为板料成型工艺及模具设计提供帮助。DYNAFORM 软件设置过程与实际生产过程

一致，操作上手容易。可以对冲压生产的全过程进行模拟：坯料在重力作用下的变形、压边圈闭合过程、拉延过程、切边回弹、回弹补偿、翻边、胀形、液压成型、弯管成型。

在板料成型过程中，一般来说模具开发周期的瓶颈往往是对模具设计的周期难以把握。eta/DYNAFORM 恰恰解决了这个问题，它能够对整个模具开发过程进行模拟，从而大大减少了模具的调试时间，降低了生产高质量覆盖件和其他冲压件的成本，并且能够有效地模拟板料成型过程中四个主要工艺过程，包括压边、拉延、回弹和多工步成型。这些模拟让工程师能够在设计周期的早期阶段对产品设计的可行性进行分析。

1. DYNAFORM 软件的主要特色

(1) 集成操作环境，无须数据转换，完备的前、后处理功能，实现无文本编辑操作，所有操作在同一个界面下进行。

(2) 求解器采用业界著名、功能最强的 LS-DYNA，是动态非线性显式分析技术的创始和领导者，解决最复杂的金属成型问题。

(3) 工艺化的分析过程，囊括影响冲压工艺的 60 多个因素，以 DFE 为代表的多种工艺分析模块有好的工艺界面，易学易用。

(4) 固化丰富的实际工程经验。

2. DYNAFORM 的功能介绍

1) 基本模块

DYNAFORM 软件提供了良好的与 CAD 软件的 IGES、VDA、DXF、UG 和 Catia 等接口，以及与 NASTRAN、IDEAS、MOLDFLOW 等 CAE 软件的专用接口，以及方便的几何模型修补功能。

IGES 模型导入，自动消除各种孔，DYNAFORM 的模具网格自动划分与自动修补功能强大，用最少的单元最大限度地逼近模具型面，比通常用于模具网格划分的时间减少了 99%。初始板料网格自动生成器可以根据模具最小圆角尺寸自动确定最佳的板料网格尺寸，并尽量采用四边形单元，以确保计算的准确性。

Quick Set-up（快速设置）能够帮助用户快速地完成分析模型的设置，大大提高了前处理的效率。

与冲压工艺相对应的方便易用的流水线式模拟参数定义包括模具自动定位、自动接触描述、压边力预测、模具加载描述、边界条件定义等。用等效拉延筋代替实际的拉延筋，大大节省了计算时间，并可以很方便地在有限元模型上修改拉延筋的尺寸及布置方式。

多工步成型过程模拟、网格自适应细分可以在不显著增加计算时间的前提下提高计算精度。

eta/DYNAFORM 允许用户在求解不同的物理行为时在显式、隐式求解器之间进行无缝转换，如在拉延过程中应用显式求解，在后续回弹分析中则切换到隐式求解。三维动态等值线和云图显示应力应变、工件厚度变化、成型过程等，在成型极限图上动态显示各单元的成型情况，如起皱、拉裂等。

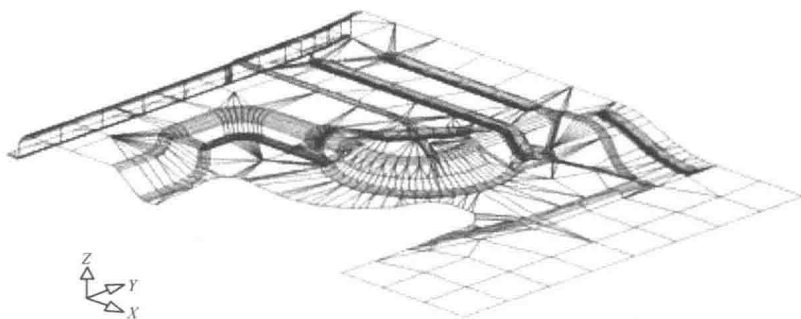
2) Formability Simulation（成型仿真模块）

成型仿真模块可以仿真各类冲压成型：板料成型、弯管、液压胀形，可以对冲压生产的全过程进行模拟：坯料在重力作用下的变形、压边圈闭合过程、拉延过程、切边回弹、回弹补偿、翻边、胀形、液压成型、弯管成型，还可以仿真超塑性成型过程、热成型等。适用的设备有单

一动压力机、双动压力机、无压边压力机、螺旋压力机、锻锤、组合模具和特种锻压设备等。成型仿真模块在世界各大汽车公司、家电、电子、航空航天、模具、零配件等领域得到广泛应用。通过成型仿真模块，可以预测成型缺陷起皱、开裂、回弹、表面质量等，可以预测成型力、压边力、液压涨形的压力曲线、材料性能评估等。

本模块的主要功能特色如下。

(1) 可以允许三角形、四边形网格混合划分，可以用最少的单元最大限度地逼近模具的形状，并可方便地进行网格修剪，如图 1-1 所示。



工具网格

图 1-1 网格划分

(2) 等效拉延筋的定义。

通过拾取凹模（或下压边圈）上的节点（线）生成拉延筋（多种截面），可以方便分段、合并、修改拉延筋及其阻力，同时可以参数化生成多种形状的拉延筋，自动生成配合的凸凹筋。

(3) AutoSetup 建立分析模型。

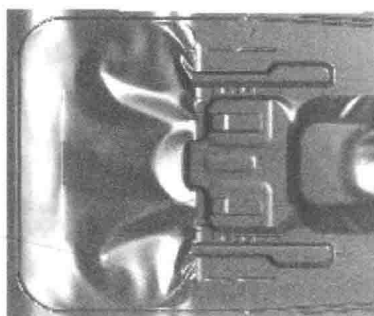
在一次 AutoSetup 中，可以建立从自重、拉延、切边、翻边到回弹的整个过程。

(4) 弯管成型分析快速建模。

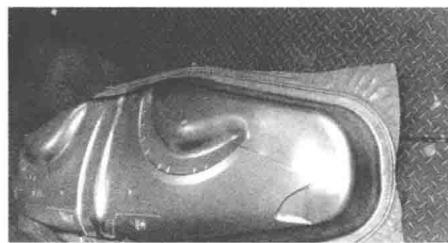
可视化的操作界面、复杂的弯管成型工艺一目了然，建模方便快捷。

(5) 准确分析起皱过程及最终起皱现象。

DYNIFORM 的求解器可以准确地分析起皱和叠料的过程，并在后处理中真实再现起皱过程与最终结果。如图 1-2 所示。



成型过程起皱



成型结束材料折叠

图 1-2 起皱与折叠

(6) 回弹量计算及回弹补偿。

DYNIFORM 的求解器可以准确地计算回弹量。

(7) 求解器 LS-DYNA。

LS-DYNA 的求解器为业界功能最强的 LS-DYNA，是动态非线性分析的领导者，实现无文本编辑操作，解决最复杂的金属成型问题。网格自适应划分功能可以由用户控制（重划分等级及间隔），能够提高求解的精度，而在回弹分析之前可以对网格进行粗化处理。

LS-DYNA 允许用户在求解不同的物理行为时，在显式、隐式求解器之间进行无缝转换，如在拉延过程中应用显式求解，在后续回弹分析中则切换到隐式求解。LS-DYNA 支持 140 余种金属及非金属材料的本构方程，对高强度钢成型、热成型等有专门的材料本构方程。

(8) DYNAFORM 支持体积单元的求解及分析、超塑性成型、热成型、液压涨形、拼焊板成型。

(9) 后处理功能。

后处理中除了提供常规的厚度、应力应变、FLD 等动画功能分析外，还提供了专业分析工具，如材料流动分析、栅格分析、表面光照、石条分析、模具磨损分析等。

2) Die-Face-Engineer (DFE, 模面工程模块)

模面工程模块的主要功能是：根据产品数模设计拉延模。求解最佳冲压方向，内外孔的填充、面的修补；拉延深度与负角检查；参数化的设计压料面，工艺补充面，拉延筋设计布置；对称设计，一模两件等。为产品工程师快速提供拉延模，进行产品成型性评估，为模具工艺设计师快速提供模面，以确定冲压工艺方案。DFE 整个过程生成的面都是 NURBS 曲面，不仅可以生成面以 IGES 和 VDA 等通用格式输出，还可以直接以各种主流三维 CAD 软件（UG、Catia 等）的格式输出。

本模块的重要特色：压料面的多种编辑功能，可以方便地参数化修改压料面到用户所需的形状；参数化的工艺补充生成功能，可以设计出最复杂的工艺补充面，如汽车零件中的翼子板和侧围的工艺补充面。整个模面设计都有网格和几何曲面两套信息。所有曲面为 NURBS 曲面，可以以 IGES、VDA 及 UG、Catia 格式输出/输入。

3) Blank-Size-Engineer (BSE, 坯料尺寸工程模块)

坯料尺寸工程模块的主要功能是：零件展开、精确求解下料尺寸、排样、模具报价；快速预估零件的成型性；零件局部展开、展在任意曲面上、专业的求解修边线功能。本模块可以减少废料，提高材料的利用率，可以进行模具报价，在模具工艺设计工程中，提取修边线，产品可行性分析。

该功能的主要特色：快速分层产品，一步算法可以展开复杂产品，可以分多步展开，获得每步的边界线、应力应变分布、厚度分布。

4) Die-System-Analysis (DSA, 模具系统分析模块)

DSA 模块主要包含三个子模块：模具结构疲劳强度分析 (Die Structure Integrity)、冲压线产品移动及运输分析 (Sheet Metal Transferring & Handling)、废料去向分析 (Scrap Shedding & Removal)。

(1) DSI 模块分析模具的结构强度及疲劳寿命。通过显式和隐式的方式分析结构上的载荷及载荷次数，分析结构的完整性，结构的强度，以及结构的疲劳寿命。

(2) SSR 模块分析冲压系统中切边或冲孔后的废料去向。在自动冲压线中，导致冲压线停止的原因大多数来自于废料去向不正确，导致冲压不能顺利进行。在切边模具结构设计阶段，引入仿真方法，可以预测设计不合理。通过 SSR 模块，用户可以在冲模具结构中方便地分出废料、切边模具、流道、切边产品。在本模块用户界面下，切边操作及废料分析建模方便快捷。

(3) SMTH 模块主要分析板料或产品在运动过程中的变形状态及这些状态对产品本身、运输系统造成的影响。

5) 材料库介绍

DYNAFORM 软件中的材料库有美国、日本、欧洲、中国的常用金属板材,共 350 余种,模拟分析时,可以直接调用。用户也可以在库中添加自己的材料,建立自己的材料库。

DYNAFORM 软件的材料库提供了丰富的编辑、修改功能,如可以直接导入应力/应变曲线,直接编辑曲线、各种不同的应力/应变公式等。

DYNAFORM 软件可以对复合材料进行分析,如不等厚拼焊板成型分析、不同材料重叠冲压成型分析等。

6) 数据接口

DYNAFORM 软件能够直接导入绝大部分主流 CAD、CAE 数据格式,如 IGES、STL、UG、Catia、Pro/E、AutoCAD、DAT 等。

同时也能将在 DYNAFORM 中产生的 CAD 数据导出成 IGS、UG、Catia、DAT 等格式,供其他 CAD、CAE 软件读取。

3. eta/DYNAFORM5.7 新增功能

本教材以 eta/DYNAFORM 5.7 版本为讲解内容。eta/DYNAFORM 5.7 新增功能主要包括以下几方面。

1) 面向实际工艺过程的自动设置模块

自动设置 (AutoSetup) 模块中的多工步模拟设置为解决工程问题提供了一套完整的方案,用户可以在自动设置用户界面一次性将所有工步设置完毕,然后进行提交计算。多工步设置友好的用户界面、简洁的设计风格、全面的功能等都会令用户耳目一新。此模块从实际工艺过程出发,帮助用户快速、简单地设置各种类型的成型分析。自动设置模块既具有传统设置功能强大的优点,又具有快速设置简单易用的优点,而且它克服了传统设置复杂难用、快速设置功能单一的缺点,使功能和操作达到了完美的结合。

自动设置模块允许用户自定义冲压方向、拼焊板成型模拟、液压成型模拟、简单的多工序模拟及修边操作。此外,超塑性成型模拟和热成型模拟也增加到自动设置模块中。自动设置模块中改进的材料库更加方便、易用,更符合 Windows 用户的使用习惯,它允许用户增加企业内部的标准材料库到程序界面中,方便用户选择常用材料。

2) 回弹补偿模块 (SCP) 模块

回弹补偿模块是用于零件回弹补偿计算的模块。回弹问题已经越来越成为板料成型相关工业所面临的一个重要课题。基于有限元技术的回弹补偿技术可以较好地解决这一难题,它从计算得到的回弹量中反过来修改原始模具的形状,从而使回弹后的零件更加接近初始设计零件。eta/DYNAFORM 提供了方便、实用的工具帮助用户快速对补偿后的模面进行修改,提高了模面设计的效率。

3) 拉延筋模块

拉延筋模块是 eta/DYNAFORM5.7 中改进较大的一个模块,包括等效拉延筋和真实拉延筋,等效拉延筋和真实拉延筋之间可以非常方便地相互转换。在 eta/DYNAFORM5.7 版本中,重新设计了等效拉延筋的用户界面,整个界面风格简洁明了,用户可以通过选择、导入及创建的方式定义拉延筋曲线,可以通过三种方式定义拉延筋的锁定阻力,其中通过几何截面形状计算拉

延筋阻力的方式非常方便，定义的截面形状与真实拉延筋相关联，等效拉延筋可以导入导出，使用方便。定义等效拉延筋的所有操作，包括拉延筋属性定义、拉延筋修改、投影等功能，都非常方便易用。真实拉延筋用于根据定义的截面形状创建真实的拉延筋网格。真实拉延筋会自动读取等效拉延筋的信息用于创建真实的网格模型，当然用户也可以直接导入曲线定义真实拉延筋。真实拉延筋在生成网格模型的同时能够生成高质量的曲面。

4) 更加强大的模面工程模块 (DFE)

eta/DYNAFORM5.7 对模面工程模块进行了较大的改进，为用户提供了更简洁、更易操作的用户界面。此外，增加了许多新功能，大大地满足了用户对模面设计的要求。通过 DFE 模块，用户可以导入产品零件的数模，快速完成一个完整的工艺设计过程。更新的内容包括如下几个方面。

(1) 改进了准备界面。将准备界面中的功能进行了重新整合，并增加了许多功能，更加符合工艺操作流程。

(2) 全新的网格导圆角 (Fillet Mesh) 功能，满足各种倒圆角的需求。

(3) 全新的冲压方向调整 (Tipping) 功能，支持一般零件冲压方向的调整 (General Tipping) 和一模两件冲压方向的调整 (Double Attach Tipping)，增强了自动调整冲压方向 (Auto Tipping) 的功能，并能够记录调整冲压方向的全部操作过程。

(4) 改进了局部光顺 (Local Smooth) 功能，允许用户编辑局部光顺的区域，并通过添加控制线修改光顺的结果。

(5) 增加了一模两件间隙填充 (Double Fill) 功能。通过在填充区域添加控制线，用多张曲面来填充一模两件的间隙，保证了填充的质量。

(6) 全新的端头补充 (Side Step) 功能。允许用户延长零件的边界，做出台阶状的特征，并通过编辑控制线的形状，创建出复杂形状的端头补充。

(7) 增强了压料面修改功能 (Binder Modify)。对于对称零件，此功能支持在压料面上对称同步添加控制线 and 对称同步修改控制线。

(8) 增加了裁剪零件 (Die Trim) 功能。此功能一方面用于多次拉延时为不同的工步设计不同的拉延深度；另一方面，当设计的压料面穿过零件时，裁剪压料面以下的零件区域，保留压料面以上区域，有利于拉延工艺补充面的创建。

(9) 增加了接触检查 (Contact Check) 功能。此功能将压料面等同于板坯，检查在拉延过程中，该参考板坯与凸模的接触情况，从而在未进行模拟计算前，修改压料面，使压料面的设计更加符合实际工艺要求。

(10) 增强了工艺补充面模块。通过设置控制截面线 (Control Profile)，用户可以更方便地编辑工艺补充面，并对工艺补充面算法进行改进和优化，使用户可以设计出各种形状的工艺补充面。

5) 增强的坯料工程模块 (BSE)

在 eta/DYNAFORM5.7 中，新增了快速展料、批量展料和批量排样模块，方便用户对多个零件进行快速批量处理，并提供了输出报告的功能。改进了一步法求解器 (MSTEP)，使用户能够在得到轮廓线的同时，在零件设计阶段就可以评估成型性能。增强了修边线求解模块，能够快速得到复杂零件的修边线。增强了排样功能，并对排样结果进行了优化，用户界面更加友好，操作更加方便。对于一些复杂的零件，程序自动排样计算出来的结果更加符合实际，同时得到的材料利用率会更高。

6) 弯管模块

弯管模拟设置是用于管材弯曲分析的快速设置模块。该模块完全按照实际工艺过程进行分析设置。软件界面友好，同时具有强大的建模功能，用户可以直接在该模块中快速得到管坯和各种工具的网格模型，自上而下即可完成整个分析设置并提交计算。

1.2 DYNAFORM 软件界面介绍

图 1-3 为 DYNAFORM 的主界面，包含 7 个区域：标题栏、菜单栏、工具栏、对话框显示区、图形显示区、显示控制选项和消息提示区。

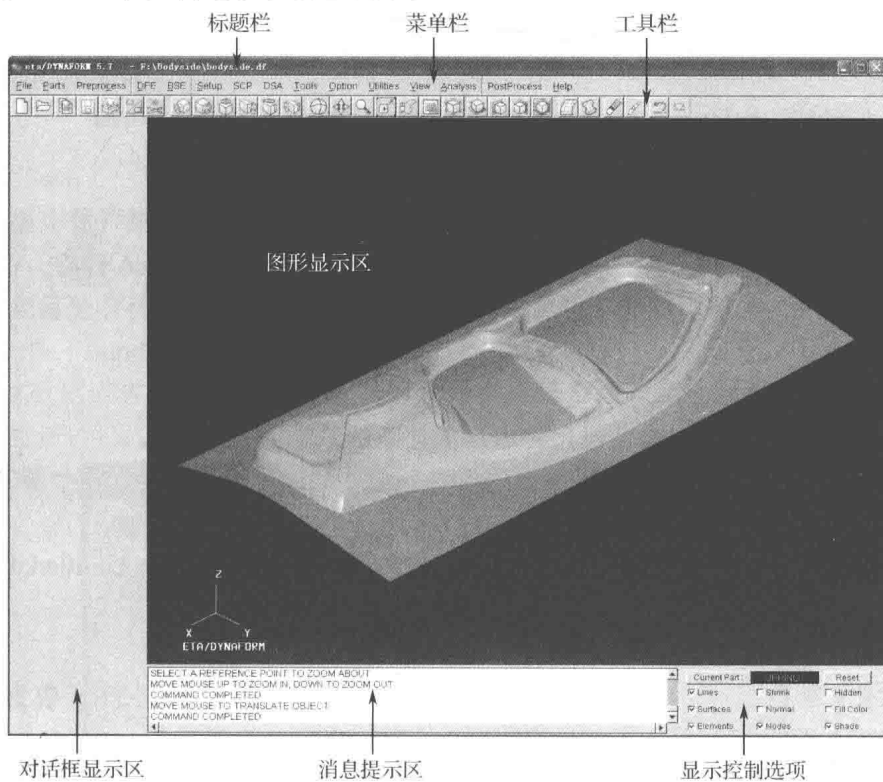


图 1-3 DYNAFORM 用户界面

(1) 标题栏：为该软件图标，其后文字指明了当前所用软件版本信息为 eta/DYNAFORM 5.7，以及当前项目的位置和名称。

(2) 菜单栏：包含文件管理、零件层的控制、前处理、模面设计、坯料工程、成型模拟设置、回弹补偿、模具系统分析、工具定义、选项、辅助工具、视图选项、分析、后处理和帮助菜单。菜单栏是我们和 DYNAFORM 交互操作的主要方式。

(3) 工具栏：包含菜单选项中一些常用的操作命令，如模型的显示方式、图形视区的变换、坯料生成器等命令。用户只要单击图标就能激活这些功能，而不用在菜单中查找。

(4) 图形显示区：显示所用分析模型、网格划分情况等信息。

(5) 对话框显示区：用户一旦选择了菜单栏里的命令，相应的对话框就会显示出来，对话框里有各种相应功能。

(6) 消息提示区：显示当前操作命令的提示信息、操作命令结果等信息。

(7) 显示控制选项：用来控制图形显示区中线、曲面、单元和节点的显示隐藏和模型的渲染等。

使用 eta/DYNAFORM 对产品进行模拟分析，主要通过菜单栏、图标栏和对话框显示区的操作来完成，而对话框的显示与菜单的选择相关。下面对这两部分内容进行详细讲解。

1.3 DYNAFORM 软件的菜单

图 1-4 所示为 DYNAFORM 菜单栏。用鼠标单击菜单可以实现大部分 DYNAFORM 的功能，下面简要介绍 DYNAFORM 的功能。



图 1-4 DYNAFORM 菜单栏

1.3.1 文件管理

文件管理 (File) 菜单中的选项可用来打开、保存、导入、导出和打印当前文件，如图 1-5 所示。

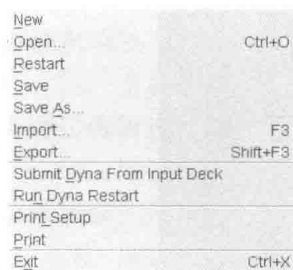


图 1-5 文件管理

1) 创建新文件 (New)

本功能允许用户创建新的数据库文件。如果用户已经打开了一个数据库文件，在创建新的数据库文件前，将会有警告对话框提示用户保存文件，如图 1-6 所示。

保存完当前数据库文件后，一个新的名为 Untitled.df 的空数据库文件被自动创建。

2) 打开文件 (Open)

本功能用于打开数据库文件。如果已经打开数据库文件，则 eta/DYNAFORM 将会提示用户保存当前数据库文件，如图 1-7 所示。

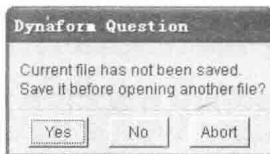


图 1-6 新文件提示



图 1-7 保存文件提示对话框

用户在打开的文件对话框中选择文件名来打开 eta/DYNAFORM 数据库文件。打开的数据库对话框如图 1-8 所示。

3) 重新开始 (Restart)

本功能允许将当前数据库文件更新到该文件最近的保存点，DYNAFORM 将会提示用户保存当前的数据库文件，如图 1-9 所示。

单击“Yes”按钮，以另一个文件名保存当前数据文件；单击“No”按钮，不保存当前数据文件，任何未保存的数据将会丢失；单击“Abort”按钮，取消重新开始操作。