

普通高校“十三五”规划教材

材料成型模拟仿真 —— 创新实践

◎ 陈泽中 主编

INNOVATIVE
Practice

- ★ 来自企业生产一线的丰富案例
- ★ 涵盖金属体积成形创新实践、金属板料成形创新实践、塑料注塑成型创新实践、材料微成形创新实践4部分内容
- ★ 掌握材料成型与先进制造领域的CAD/CAE/CAM专业技能



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

非外借

普通高校“十三五”规划教材

材料成型模拟仿真——创新实践

主编 陈泽中

参编 江 鸿 李晓燕 陈 晨 张璐璐
谢洪昊 赵 娜 程志龙 李雪源
单 良

主审 刘 芳

机械工业出版社

材料成型及控制工程是先进制造学科的重要组成部分,开展该领域的创新和实践教学是近年来兴起的卓越工程师教育的重要内容。本书是作者多年教学经验的总结。主要内容包括:金属体积成形模拟仿真创新实践、金属板料冲压成形模拟仿真创新实践、塑料注射成型模拟仿真创新实践和材料微成形模拟仿真创新实践四个部分。每一部分均以数个来源于企业生产一线的实际案例为载体,指导学生掌握材料成型与先进制造领域的CAD/CAE/CAM专业技能,并进行相关的创新和实践尝试,探索解决相关技术问题的新方法。

本书可供国内高校材料成型类、模具设计类、材料工程类、机械制造类本科和研究生专业教学使用,也可作为材料、先进制造领域科研人员和工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

材料成型模拟仿真:创新实践/陈泽中主编. —北京:机械工业出版社, 2017.9

ISBN 978-7-111-57765-2

I. ①材… II. ①陈… III. ①工程材料-成型-自动控制 IV. ①TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 200815 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 王春雨 责任校对:郑 婕

封面设计:张 静 责任印制:李 昂

北京宝昌彩色印刷有限公司印刷

2018 年 01 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·8.75 印张·197 千字

0001—2500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-57765-2

定价:39.00 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

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金 书 网:www.golden-book.com

前 言

材料成型及控制工程暨材料加工工程,是国民经济发展的支柱之一,是先进制造和智能制造技术的重要依托。它以成形技术为手段、以材料为加工对象、以过程控制为质量保证措施、以实现产品制造为目的,研究塑性成形及热加工改变材料的微观结构、宏观性能和表面形状过程中的相关工艺因素对材料的影响,解决成型工艺开发、成型设备、工艺优化的理论和方法;研究模具设计理论及方法,模具制造中的材料、热处理、加工方法等问题。

目前,国内各相关高校正在大力开展材料成型及控制工程专业的“卓越工程师”教育,推进专业国际认证。开展“卓越工程师”教育,需要大力推进相关的创新和实践教学,培养和提升学生的专业创新和实践技能。

作者根据多年的专业创新和实践教学经验及素材积累编写了本书。内容主要包括:金属体积成形模拟仿真创新实践、金属板料冲压成形模拟仿真创新实践、塑料注射成型模拟仿真创新实践和材料微成形模拟仿真创新实践四个部分。每一部分均以数个来源于企业生产一线的实际案例引导学生学习和掌握相关领域的 CAD/CAE/CAM 专业技能,并进行相关的创新和实践尝试,探索解决相关技术问题的新方法。

本书第1章由江鸿、赵娜、李雪源、程志龙编写,第2章由陈泽中、谢洪昊编写,第3章由李晓燕、单良编写,第4章由陈泽中、陈晨、张璐璐编写。全书由陈泽中统稿,刘芳主审。研究生李响、李文传、李鑫完成了全书的文字编辑校对工作。

本书的编写出版得到了上海理工大学“精品本科”教材类建设项目和上海理工大学研究生课程建设项目的支持,在此一并致以衷心的感谢。

本书可供国内高校材料成型类、模具设计类、机械制造类专业本科、研究生数值模拟仿真、案例教学和创新实践类课程使用。

由于作者的水平有限,书中定有疏漏和错误,敬请广大读者批评指正,并欢迎国内外同行、学者、学生对本书提出宝贵建议。E-mail: zzhchen@usst.edu.cn。

编 者

目 录

前 言

第 1 章 金属体积成形模拟仿真创新

实践 1

- 1.1 概述 1
- 1.2 刚塑性有限元法 1
- 1.3 DEFORM 软件简介 3
- 1.4 H62 黄铜 LED 灯具散热底座芯棒挤压成形 4
 - 1.4.1 问题描述 4
 - 1.4.2 模拟设置 5
 - 1.4.3 模拟计算 14
 - 1.4.4 后处理 14
 - 1.4.5 模拟结果分析 15
- 1.5 套管头四通多向模锻成形 19
 - 1.5.1 问题描述 19
 - 1.5.2 模拟设置 20
 - 1.5.3 模拟计算 29
 - 1.5.4 模拟结果分析 29
- 1.6 钢材孔型轧制成形 30
 - 1.6.1 问题描述 30
 - 1.6.2 模拟设置 32
 - 1.6.3 模拟计算 41
 - 1.6.4 模拟结果分析 41

第 2 章 金属板料冲压成形模拟仿真

创新实践 48

- 2.1 三维建模 48
- 2.2 模型导入与编辑 49
 - 2.2.1 导入模型文件 49
 - 2.2.2 编辑零件层 49
- 2.3 模拟设置 50
 - 2.3.1 初始设置 50
 - 2.3.2 定义板料 51
 - 2.3.3 定义凹模 52
 - 2.3.4 定义凸模 55

- 2.3.5 定义压边圈 55
- 2.3.6 模具初始定位及摩擦参数设置 56
- 2.3.7 板料冲压工艺设置 56
- 2.3.8 运动规律动画模拟演示 57
- 2.3.9 求解运算 58
- 2.4 后处理与结果分析 59
- 2.5 小结 63

第 3 章 塑料注射成型模拟仿真创新

实践 64

- 3.1 电子词典壳体塑件注射成型 64
 - 3.1.1 三维建模 64
 - 3.1.2 模具三维分型 72
 - 3.1.3 模流分析 79
- 3.2 手机曲面前盖板注射成型 93
 - 3.2.1 三维建模 93
 - 3.2.2 模具三维分型 97
 - 3.2.3 模流分析 99

第 4 章 材料微成形模拟仿真创新

实践 108

- 4.1 概述 108
 - 4.1.1 引言 108
 - 4.1.2 微成形的特点 108
 - 4.1.3 关键技术 108
- 4.2 微圆柱阵列的微注射成型 109
 - 4.2.1 创建微圆柱阵列基底 109
 - 4.2.2 创建微圆柱 110
 - 4.2.3 创建微圆柱阵列 110
 - 4.2.4 网格划分 111
 - 4.2.5 材料选择 112
 - 4.2.6 浇口位置选择 113
 - 4.2.7 创建一模两腔 113
 - 4.2.8 创建浇注系统 113
 - 4.2.9 模拟和后处理 115
- 4.3 微圆棒的微挤压成形 118

4.3.1 软件简介	118	4.3.7 定义表面和相互作用	126
4.3.2 模型简介	118	4.3.8 定义边界条件	127
4.3.3 三维建模	119	4.3.9 网格划分	128
4.3.4 零件组装	121	4.3.10 提交运算	130
4.3.5 定义分析步	123	4.3.11 结果分析	130
4.3.6 创建 ALE 自适应网格	124		

第1章

金属体积成形模拟仿真创新实践

1.1 概述

金属塑性成形，是指金属在外力作用下产生塑性变形，以获得具有一定形状、尺寸和力学性能的零件或半成品的加工方法。金属塑性成形可分为体积成形和板料成形两大部分，前者的成形对象主要是金属块料，成形温度多为中温或者高温；而后者的成形对象一般是金属板料，成形温度通常为室温。二者在数值模拟过程中遵循的材数模型（本构方程）也有所不同。

本章介绍的有关金属塑性成形数值模拟的基本知识不针对冲压成形，仅指锻造、轧制、挤压、拉拔等以体积成形为主要对象的金属塑性成形。

1.2 刚塑性有限元法

有限元数值模拟方法可用于求解金属变形过程的应力、应变、温度等的分布规律，进行模具受力分析，及预测金属的成形缺陷。根据金属材料的本构方程不同，有限元法可分为两大类：弹塑性有限元法和刚塑性有限元法。

刚塑性有限元法忽略了金属变形中的弹性效应，以速度场为基本量，形成有限元列式。刚塑性有限元法由于不考虑弹性变形问题和残余应力问题，因此计算量大大降低。在弹性变形较小甚至可以忽略时，采用刚塑性有限元法可达到较高的计算效率。

刚塑性有限元法是在 1973 年提出来的，这种方法虽然也基于小应变的位移关系，但忽略了材料塑性变形时的弹性变形部分，而考虑了材料在塑性变形时的体积不变条件。它可用来计算较大变形的问题，所以近年来发展迅速，现已广泛应用于分析各种金属塑性成形过程。刚塑性有限元法的理论基础是变分原理，它认为在所有动可容的速度场中，使泛函取得驻值的速度场是真实的速度场。根据这个速度场可以计算出各点的应变和应力。

对于大变形金属塑性成形问题，将变形体视为刚塑性体，即把变形中的某些过程理想化，便于数学上处理。此时，材料应满足下列假设：

- 1) 不考虑材料的弹性变形。
- 2) 材料的变形流动服从 Levy-Mises（列维-米塞斯）流动法则。
- 3) 材料是均质各向同性。
- 4) 材料满足体积不可压缩性。
- 5) 不考虑体积力与惯性力。

6) 加载条件 (加载面) 给出刚性区与塑性区的界限。

在满足上述基本假设的前提下, 刚塑性材料发生塑性变形时, 必须满足下列基本方程。

微分平衡方程或运动方程:

$$\sigma_{ij,j} = 0 \quad (1-1)$$

式中 $\sigma_{ij,j}$ ——作用在任一质点 j 上的应力分量。

速度-应变速率关系方程:

$$\dot{\varepsilon}_{ij} = \frac{1}{2}(v_{i,j} + v_{j,i}) \quad (1-2)$$

式中 $\dot{\varepsilon}_{ij}$ ——应变速率;

$v_{i,j}$ ——速度分量。

Levy- Mises 应力-应变速率关系方程:

$$\dot{\varepsilon}_{ij} = d\lambda s_{ij} \quad (1-3)$$

式中 $d\lambda$ ——瞬时非负比例系数。

假设材料符合 Mises 屈服准则, 即:

$$\frac{1}{2}s_{ij}s_{ij} = \kappa^2 \quad \frac{3}{2}s_{ij}s_{ij} = \bar{\sigma}^2 \quad (1-4)$$

式中 $\bar{\sigma}$ ——材料的流动应力。

体积不可压缩条件:

$$\dot{\varepsilon}_{ij}\delta_{ij} = 0 \quad (1-5)$$

边界条件:

力学边界条件

$$\sigma_{ij}n_j = F \quad (1-6)$$

位移边界条件

$$v_i = \bar{v}_i$$

变分原理是刚塑性有限元法构建和求解的基础, 它根据力能泛函驻值时确定的真实速度场求解场变量。该理论可表述为: 设塑性变形体体积为 V , 表面积为 S , 变形体表面 S 分为受力表面 S_F 和速度已知表面 S_V 。 S_F 上给定面力 F_i , S_V 上给定速度 V_i , 则在满足几何条件、体积不可压缩条件和边界条件的所有许可速度场中, 使泛函:

$$\Pi = \int \bar{\sigma} \dot{\varepsilon} dV - \int_{S_F} F_i V_i dS \quad (1-7)$$

式中 $\bar{\sigma}$ ——等效应力;

$\dot{\varepsilon}$ ——等效应变速率。

泛函取极小值所得的速度场必须为满足要求的精确解。因此, 对泛函取变分, 并令其等于 0, 则有:

$$\delta \Pi = \int \bar{\sigma} \delta \dot{\varepsilon} dV - \int_{S_F} F_i \delta V_i dS \quad (1-8)$$

式 (1-8) 是一个有约束的泛函极值问题。利用该式, 理论上可以求解金属塑性成形问题, 但在实际塑性变形问题中, 选择初始的运动学许可的速度场时, 速度边界条件和几何条件容易满足, 而体积不可压缩条件则难以满足。为此, 人们采用各种方法将体积不可压缩这一约束条件引入泛函中, 构造一个新的泛函, 从而将上述有约束的泛函极值问题变成一个无约束的泛函极值问题, 这就是刚塑性材料的广义变分原理。

根据处理方法的不同,刚塑性有限元法可分为罚函数法、拉格朗日 (Lagrange) 乘子法、体积可压缩法、泊松比接近 0.5 法和流函数法等,其中最常用的是前两种方法。

罚函数法是用一个大的正数 α 附加在体积不可压缩条件式上,作为惩罚项引入泛函,这样构成的泛函为:

$$\Pi = \int \bar{\sigma} \dot{\varepsilon} dV - \int_{S_F} F_i V_i dS + \frac{\alpha}{2} \int (\dot{\varepsilon}_V)^2 dV \quad (1-9)$$

式中 α ——惩罚因子;

$\dot{\varepsilon}_V$ ——体积应变速率。

其中惩罚因子 α (一般为 $10^5 \sim 10^7$) 是一个很大的正数,用来表示对变形体体积变化的惩罚的强弱,它的取值是否合适直接影响到收敛速度,一个大的、正的 α 值可以保证体积应变率接近于零,从而得到一个高精度的解,但 α 值太大,会影响迭代的收敛,甚至得不到收敛解;而 α 值太小,又难以限制变形体的体积变化,产生不能接受的体积损失,必然会降低数值模拟的精度甚至使模拟结果完全失真。一般地,可以将体积应变速率限制在平均等效应变速率的 $10^{-4} \sim 10^{-3}$ 倍之内,这样对应的 α 为 $10^5 \sim 10^7$ 。同时,从应力方面考虑,惩罚因子 α 的合理取值范围在数值上大约等于材料流动应力的 $10^3 \sim 10^4$ 倍。罚函数法的未知数个数和方程都比拉格朗日法少,因此计算时占用的内存小,计算效率高,收敛速度快。罚函数法只能计算应力偏量 S_{ij} ,无法求得静水压应力 σ_m ,但可以证明:

$$\sigma_m = \lambda = \frac{\alpha}{V} \int \dot{\varepsilon}_V dV \quad (1-10)$$

拉格朗日乘子法是应用条件变分的概念,利用拉格朗日乘子将体积不可压缩条件引入泛函,得到一个无约束条件的新泛函,其形式为:

$$\Pi = \int \bar{\sigma} \dot{\varepsilon} dV - \int_{S_F} F_i V_i dS + \lambda \dot{\varepsilon}_V dV \quad (1-11)$$

式中,拉格朗日乘子 λ 等于静水压应力 σ_m ,这样就可以通过式 (1-12) 计算应力场。

$$\sigma_{ij} = S_{ij} + \lambda \delta_{ij} \quad (1-12)$$

利用拉格朗日乘子法可以很方便地求出应力分布,但在求解时每一个单元都要取一个拉格朗日乘子作为未知数,随着未知数个数和方程增加,计算时间变长,占用内存增大。

数值模拟软件 DEFORM-3D 中采用的方法为罚函数法,惩罚因子取 10^6 。

1.3 DEFORM 软件简介

20 世纪 70 年代后期,位于美国加州伯克利的加利福尼亚大学小林研究室在美国军方的支持下开发出了有限元软件 ALPID,1990 年在此基础上开发出 DEFORM-2D 软件。该软件的开发者独立出来成立了 SFTC 公司 (Scientific Forming Technologies Co.),并推出了 DEFORM-3D 软件。DEFORM-3D 是集成了原料、成形、热处理和切削加工的软件。

DEFORM 的理论基础是经过修正的拉格朗日定理,属于刚塑性有限元法,其材料模型包括刚性材料模型、塑性材料模型、多孔材料模型和弹性材料模型。DEFORM 还提供了三种迭代算法:Newton-Raphson (牛顿-拉夫森法)、Direct (直接迭代法) 和 Explicit

(显式算法)，根据不同的材料性能可以选择不同的计算方法。同时该软件提供了丰富的材料库，包含了许多常用材料的弹性变形数据、塑性变形数据、热能数据、热交换数据、晶粒长大数据、材料硬化数据和破坏数据。

DEFORM 软件主要应用在金属体积成形的分析上，包括挤压、镦粗、锻造、轧制、弯曲等金属加工过程，允许自定义材料模型、压力模型、断裂准则、边界条件、有限元网格数和网格大小，必要时还可以进行局部细化。通过模拟可以提供金属流变的应力场、应变场、速度场和温度场，另外，该软件还可以对淬火、退火、正火、回火蠕变等过程进行热传导耦合分析。

DEFORM 主要由三个模块构成：前处理器、求解器和后处理器。

前处理器的主要功能是调入模拟几何数据，设定模拟环境，划分有限元网格，选择物体材料，设定模拟控制参数，选择求解器和迭代方法。前处理器的设置直观重要，直接关系到模拟能否顺利进行，以及模拟结果的真实性和可靠性。求解器是有限元数值模拟计算的核心模块，DEFORM-3D 软件模拟计算时，首先通过有限元离散化将几何方程、运动方程、本构方程、屈服条件和边界条件转化为非线性方程组，然后通过求解器进行迭代求解。后处理器主要作用是通过图片、曲线或数字的形式显示模拟结果，在后处理器中能够提供以下模拟结果：变形过程的载荷曲线、试样每一步的变形情况。还可以以等值线或云图的形式显示试样变形过程中每一步应力、应变、应变速率的大小和分布。

1.4 H62 黄铜 LED 灯具散热底座芯棒挤压成形

1.4.1 问题描述

图 1-1 所示是某型号 LED 灯具散热底座芯棒设计简图，为杯杆类零件，芯棒材料为 H62 黄铜，采用挤压的方法热塑性成形芯棒半成品，再经切削加工至设计尺寸。研究任务：①确定合理的坯料尺寸；②确定合理的凹模倾角。

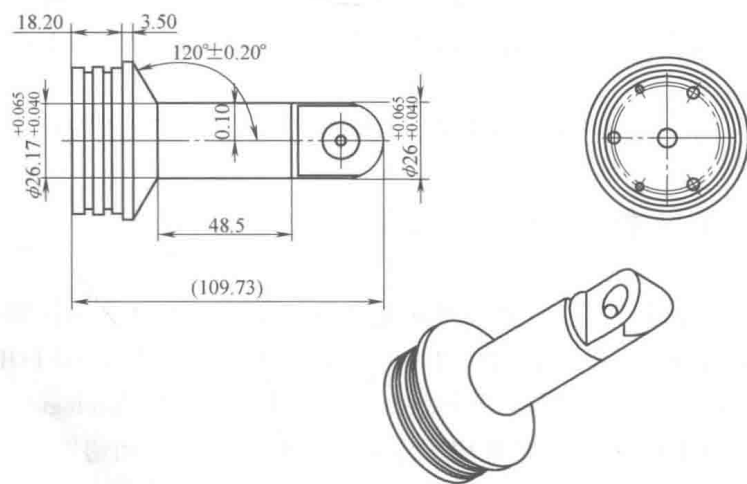


图 1-1 LED 灯具散热底座芯棒设计简图

该 LED 灯具散热底座芯棒零件图如图 1-2 所示，与挤压件最大外径接近的常用铜棒主要有三种： $\phi 50\text{mm}$ ， $\phi 56\text{mm}$ ， $\phi 58\text{mm}$ 。根据体积不变原则，坯料下料尺寸为 $\phi 50\text{mm} \times 54\text{mm}$ ， $\phi 56\text{mm} \times 43\text{mm}$ ， $\phi 58\text{mm} \times 40\text{mm}$ ，因此本次工艺参数模拟分为三组。根据生产实际，拟定芯棒挤压成形工艺方案见表 1-1，以确定合理的坯料尺寸。坯料温度为 450°C ，实验前预热模具。坯料的加热采用箱式电阻加热炉，加热温度为 $440^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，保温 $30\text{min} \pm 5\text{min}$ 。实验过程中采用动物油润滑。实验设备为 Y32-200 型万能四柱液压机。

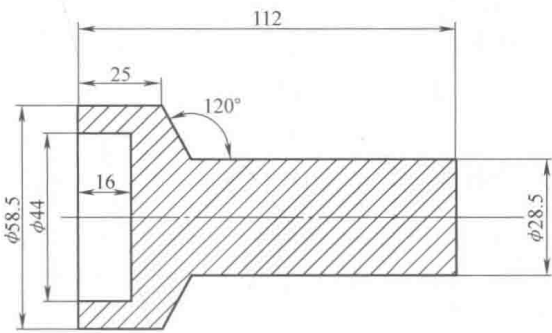


图 1-2 LED 灯具散热底座芯棒零件图

表 1-1 芯棒挤压成形工艺方案

坯料尺寸 /mm	坯料长度 /mm	凸模运动速度 /(mm/s)	第一阶段	第二阶段	第三阶段	说明
$\phi 50$	54	0.5	镦粗	芯棒头部的反挤压	芯棒杆部的正挤压	
$\phi 56$	43	0.5	镦粗	芯棒头部的反挤压	芯棒杆部的正挤压	
$\phi 58$	40	0.5	芯棒头部的反挤压	芯棒杆部的正挤压		

采用标准挤压模架，凸凹模设计简图如图 1-3 所示（凸凹模挤压圆角为 0.5mm ），复合挤压凸凹模选用了 Cr12MoV 制造，热处理后硬度为 $58 \sim 62\text{HRC}$ ，应力圈采用 45 钢制造，热处理硬度为 $38 \sim 42\text{HRC}$ 。模具的凸凹模表面全部抛光。预应力配合角度为 0.5° ，必须保证配合面积达到 80% 以上。

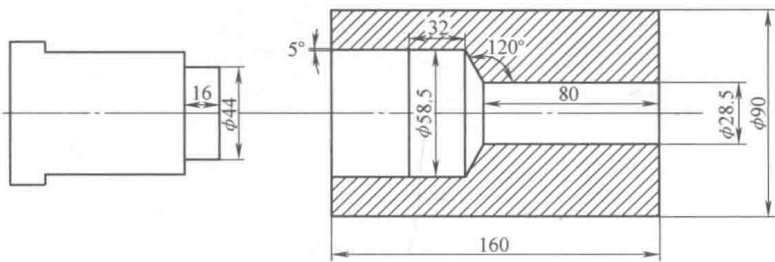


图 1-3 复合挤压凸凹模简图

根据生产实际，此案例采用温锻成形工艺。在有限元模拟时，采用圆柱形坯料，坯料材料选择 CuZn37 [$1100 \sim 1500^{\circ}\text{F}$ ($600 \sim 800^{\circ}\text{C}$)]，模具材料为 H13（美国牌号，对应我国牌号为 4Cr5MoSiV1）；模具和坯料间的传热系数设为 $11\text{kW}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；采用剪切摩擦模型，设置摩擦因数为 0.25；坯料预热温度为 450°C ，模具预热温度为 150°C 。

1.4.2 模拟设置

通过查阅文献或者自行设计获得所需模具以及详细尺寸，利用 UG 或其他造型软件画出模具实体模型，并保存为 .stl 格式。现基于 DEFORM-3D V10.2 版本对 $\phi 50\text{mm} \times 54\text{mm}$ 坯料在凹模倾角为 120° 时进行数值模拟，并演示主要操作步骤。其他尺寸坯料及其他凹

模倾角的模拟过程读者请参考演示自行完成,最后确定合理的坯料尺寸和凹模倾角。成形时坯料与模具的装配关系如图 1-4 所示。

(1) 创建一个新的问题 如图 1-5 所示。

1) 在开始菜单中单击 DEFORM V10.2, 选择 DEFORM-3D 并进入 DEFORM-3D 主窗口;

2) 单击 File→New Problem 或单击  按钮;

3) 在弹出的窗口中接受默认选项,单击 Next 按钮;

4) 在弹出的窗口中选择 “Other Place”, 选择工作目录然后单击 Next 按钮;

5) 在弹出的窗口中输入文件名,单击 Finish 按钮进入前处理操作界面。

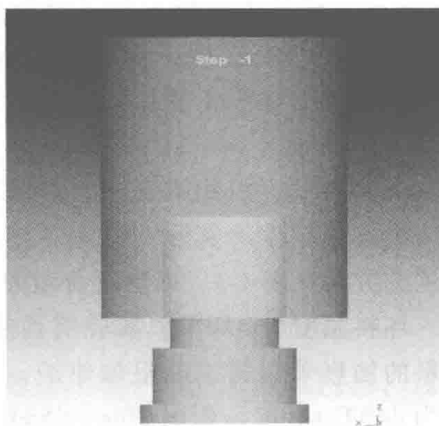


图 1-4 坯料与模具的装配关系

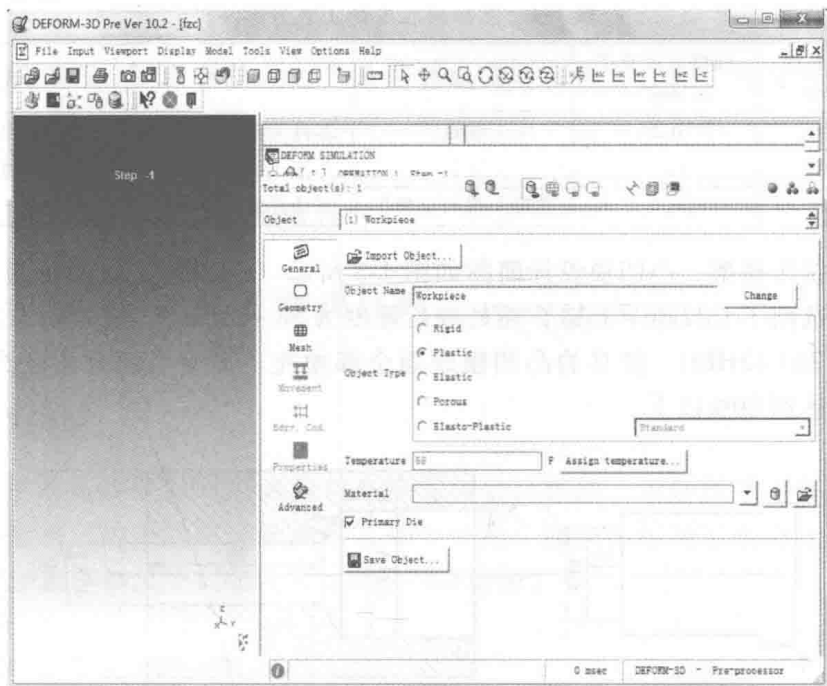


图 1-5 创建新问题界面

(2) 设置模拟参数 如图 1-6 所示。

1) 在前处理操作界面中单击  按钮进入模拟控制参数设置窗口;

2) 在 Simulation Title 一栏中把标题改为 BLOCK;

3) 设置 Units 为 SI, 模拟类型 Deformation, 并勾选 Heat Transfer。单击 OK 按钮, 回到前处理操作界面。

(3) 工件坯料设置 如图 1-7 所示。

1) 坯料的导入。

① 单击  和 Geo Primitive ... 按钮, 进入工件坯料参数设置界面, 所需工件坯料参数设置完成后, 单击 Create 按钮, 在操作界面生成工件坯料, 单击 Close 按钮, 回到前处理操作界面。

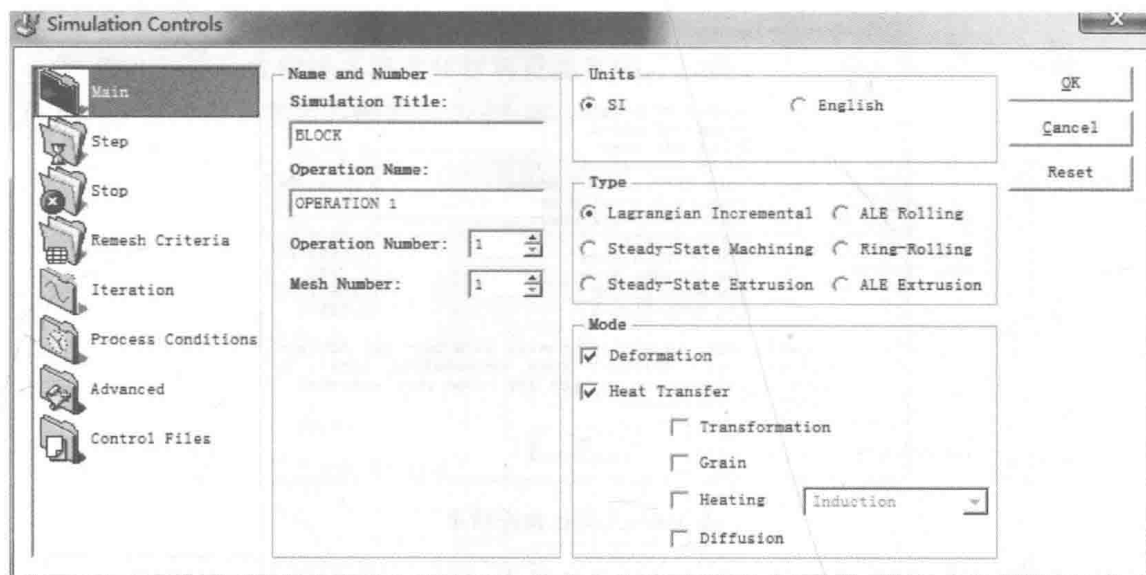


图 1-6 设置模拟参数

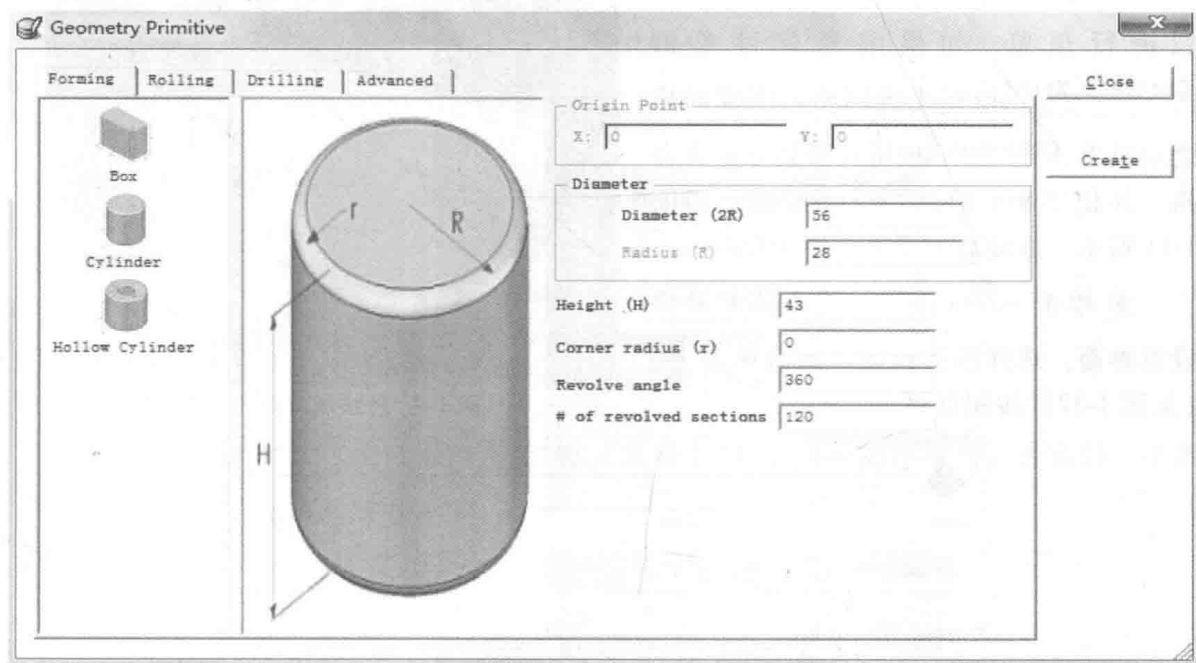


图 1-7 工件坯料设置

② 输入几何体后要检查输入对象是否有问题，检查方法如下：

单击 **Check GEO** 按钮，查看弹出的窗口。对于一个封闭的几何体，必有 1 个面，0 个自由边，0 个无效的实体。如果正确单击 **OK** 按钮，回操作界面，如图 1-8 所示。

外法线方向的检查，如图 1-9 所示。单击 **Show/Hide Normal** 按钮，查看对象的外法线是否指向对象外。如果方向反了，单击 **Reverse GEO** 按钮。

2) 划分网格、体积补偿。

① 单击图 1-5 中的 **Mesh** 按钮，进入网格划分，如图 1-10 所示。

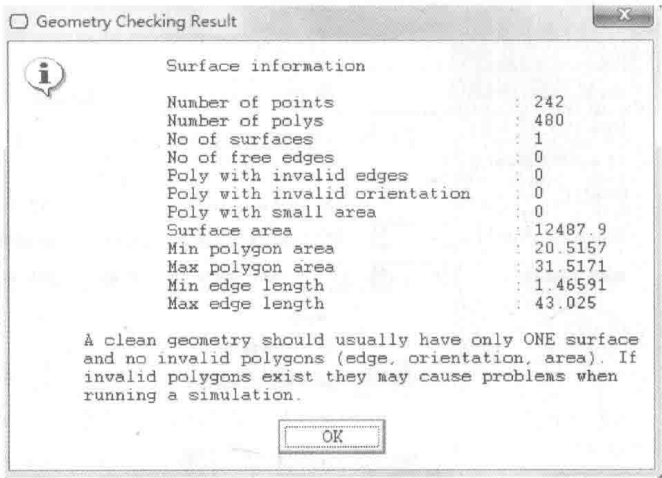


图 1-8 几何体检查结果

② 在网格输入框中输入单元数或通过滑块设定。

③ 设定完成后可单击 **Preview** 按钮进行预览，如果满意就可单击 **Generate Mesh** 按钮生成网格。生成网格之后单击 **Check Mesh** 按钮查看划分是否合格。并记下 Min Edge Length 的值，如图 1-11 所示，以便后面用来设置步长。

④ 单击 **Properties** 按钮，进入体积补偿设置界面，选择激活种类，然后单击 **OK** (见图 1-12) 按钮即可。

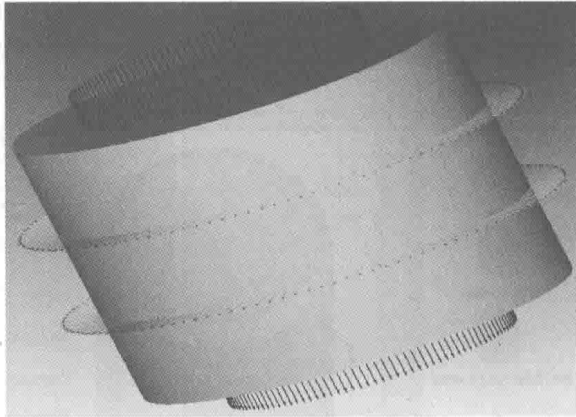


图 1-9 外法线方向的检查

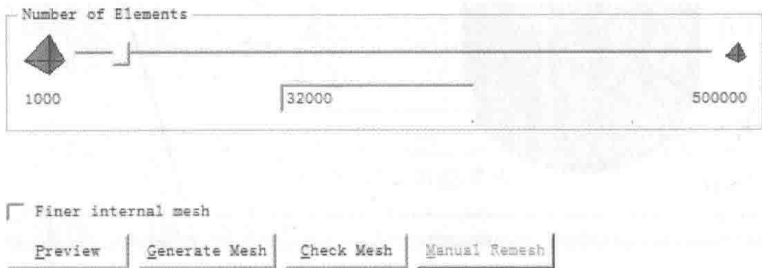


图 1-10 “网格划分”对话框

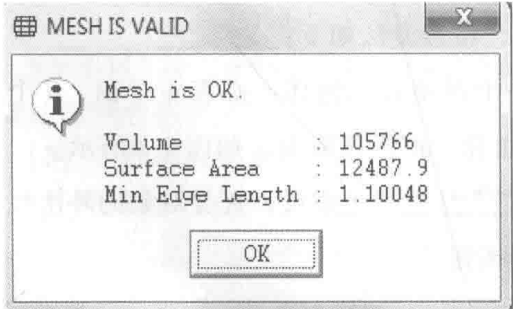


图 1-11 “网格划分合格”对话框

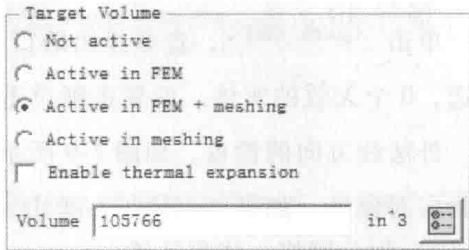


图 1-12 选择激活种类

3) 设置工件加工温度和材料。

① 单击  按钮进入温度和材料设置界面, 如图 1-13 所示, 因为第一个输入的为工件坯料, 所以物体类型系统默认为 Plastic;

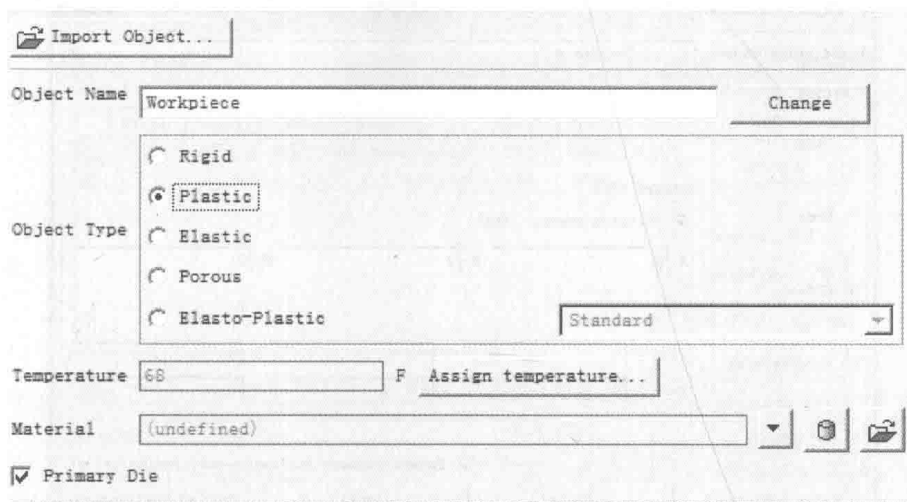


图 1-13 温度和材料设置界面

② 单击 Assign temperature... 按钮进行温度设置, 如图 1-14 所示。

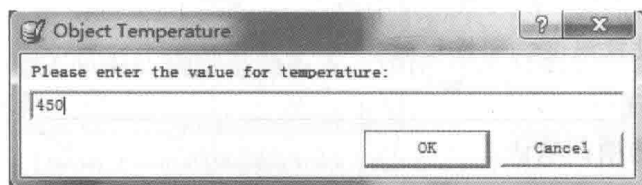


图 1-14 “物体温度设置”对话框

③ 单击 Material 输入框右侧的  按钮 (见图 1-13), 选择物体材料, 选定后, 单击 Load 按钮, 如图 1-15 所示。

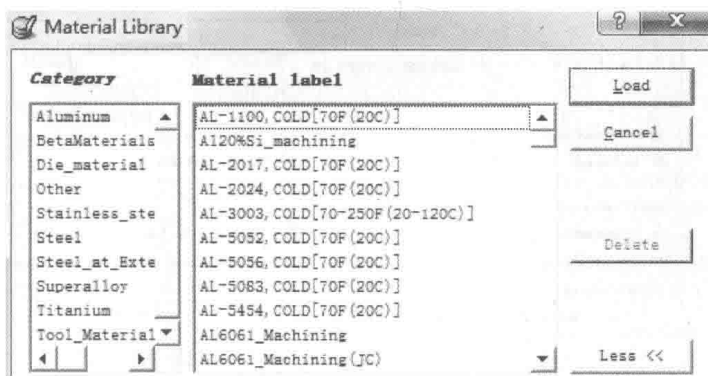


图 1-15 “材料库”对话框

(4) 模具的设置

1) 凸模的导入。单击图 1-5 中  按钮, 然后依次单击按钮  和 .

从模具所在位置导入。

2) 定位模具。有时导入的模具和工件位置需要调整,调整方法如下:

① 单击  按钮进入调整界面,如图 1-16 所示。

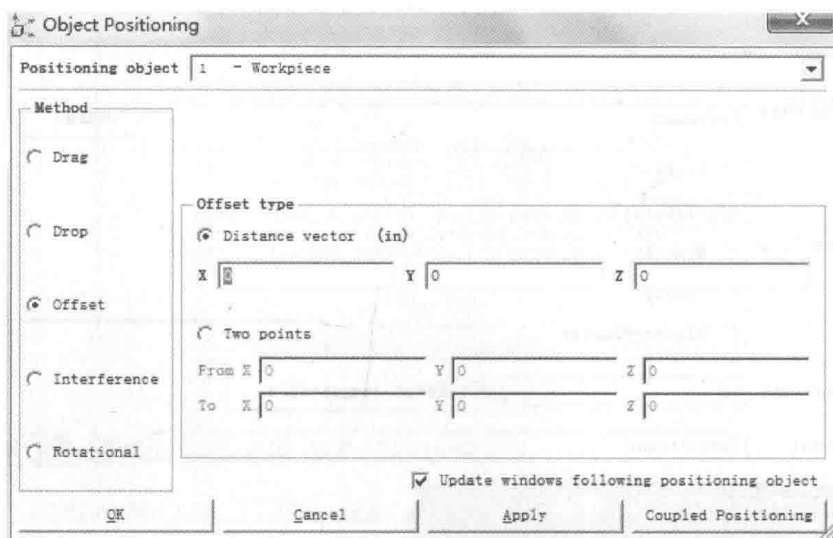


图 1-16 “模具和工件位置调整”对话框

② 选择调整方式并填写相关数据后单击 。

3) 划分网格、设置温度、属性设置。

① 设置凸模运动速率。单击  按钮 (见图 1-17), 类型选择 speed、方向选择 -Z、常数值改为 1, 其他选项都默认。

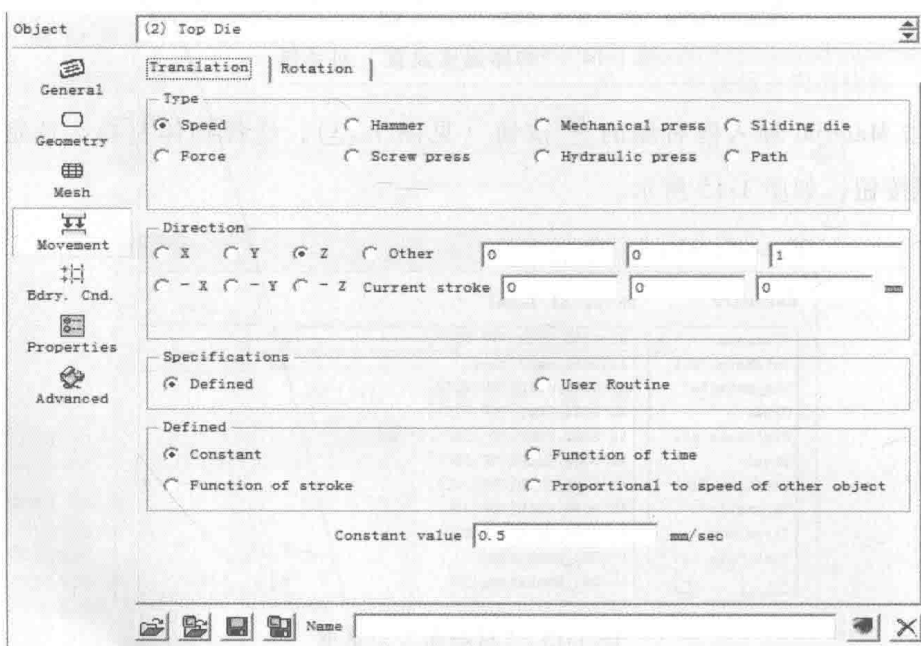


图 1-17 设置凸模运动速率

② 凹模的导入、定位和设置。可参照凸模的上述操作进行。

(5) 定义模具和工件坯料之间的关系

1) 单击  按钮 (见图 1-5), 在弹出的窗口中单击 “Yes” 按钮进入 “Inter-Object” 对话框, 如图 1-18 所示。系统默认将前面的物体和后面的物体定义为 Master-Slave 关系, 即硬的物体设为 Master, 软的物体设为 Slave。

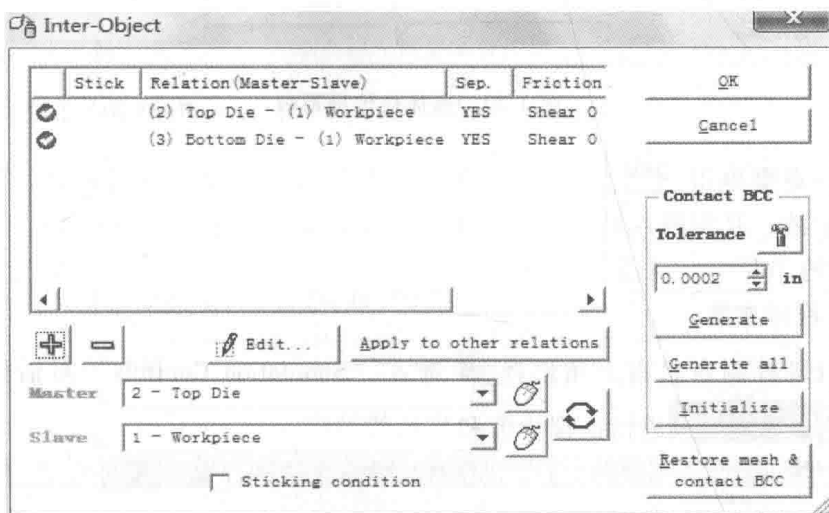


图 1-18 “Inter-Object” 对话框

2) 选择第一组, 单击  Edit... 按钮进入新的窗口, 选择剪切摩擦方式 Shear, 根据成形方式选择摩擦因数 Constant 或者手动输入, 如图 1-19 所示。

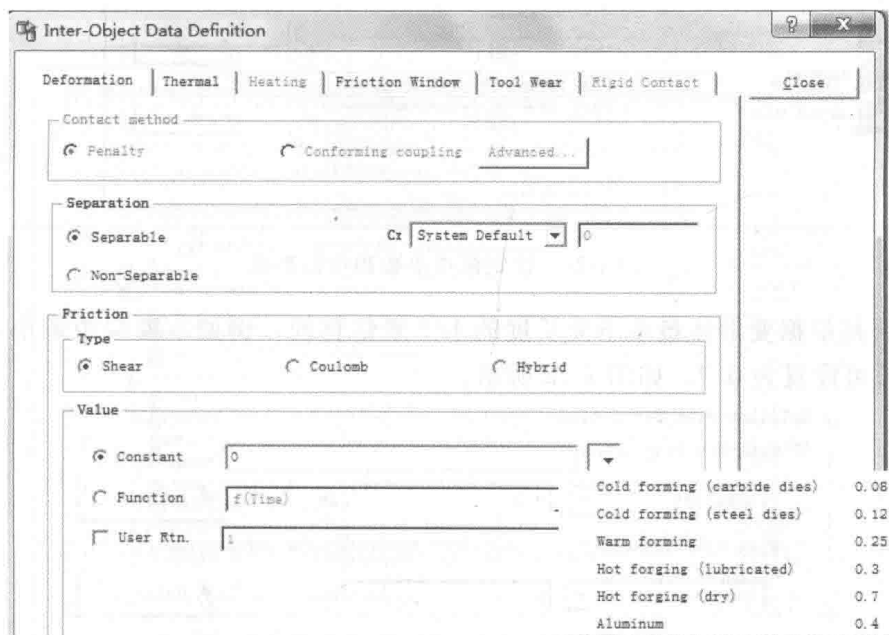


图 1-19 选择摩擦方式和摩擦因数

然后单击 **Thermal** 标签 (见图 1-20), 选择热传导系数 Constant 或者手动输入, 单击 **Close** 按钮回到 “Inter-Object” 对话框。

3) 选择第二组, 单击 **Apply to other relations**。