

冲裁模智能 CAD 系统的研究

王 睿

(安徽农业大学工学院, 合肥 230036)

摘 要: 为实现冲裁模设计的高效化与智能化, 以 Pro/E 为开发平台, 结合范例推理技术, 对智能冲裁模 CAD 系统进行了研究, 设计了系统的整体框架, 并对组成系统模块的关键技术进行了详细的论述。系统能获得冲裁件的尺寸和公差并进行工艺性检验; 能获得最佳的排样方案; 系统以编码的方法来反映范例的特征, 结合相似性系数计算, 能检索到最相似的模具范例; 范例改写后, 能将符合相似性系数要求的范例进行存储, 并能生成模具工程图。

关键词: 冲裁模; 基于范例推理; Pro/E

中图分类号: TP391.72

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2011)06-0987-05

Research on intelligent punching die CAD system

WANG Rui

(School of Engineering, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract: In order to improve the efficiency and intelligence of punching die design, we take Pro/E as developing platform, combining the case-based reasoning technique, to research the intelligent punching die CAD system. The whole frame of the system is designed, and the key techniques of the system modules are discussed in detail. The sizes and tolerance classes of blanking parts can be acquired by the system. Formability check for blanking parts can be acquired and a good blank layout scheme of blanking parts is defined by the system. The features of case are depicted by coding method and the most similar punching die case is confirmed by calculating similarity coefficient. The rewritten case, meeting similarity coefficient demands, can be stored and then the engineering drawing of punching die can be generated by the system.

Key words: punching die; case-based reasoning; Pro/E

冲裁模具设计是一个建立在设计专家的经验 and 知识基础上的创造性思维过程, 其规则获取困难, 难以实现简单地算法化。目前在冲裁模设计中, 广泛采用的 CAD 软件有 Unigraphics NX, Pro/E, Catia 等, 但是这些都是通用的系统平台, 没有将以往的设计经验收集到系统中以便充分利用。随着模具技术的快速发展, 模具设计智能化程度已成为模具 CAD 系统发展的瓶颈。由此作者采用基于范例推理 (Case based reasoning, CBR) 的方法进行知识处理, 通过改写过去相类似的模具方案来完成现在的模具设计, 从而将专家设计的经验引入 CAD 系统中, 提高了冲裁模设计的智能化水平, 达到快速设计模具的目的。作者以 Pro/E Wildfire 4.0 为软件平台, 采用 Visual Studio 2005 的 VisualC++ .net 建立 Pro

/Toolkit 应用程序来进行开发, 使系统具有自我学习、自动判断、自动设计的能力。

1 冲裁模智能 CAD 系统的整体方案

根据冲裁模 CAD 系统要实现的功能及智能化的要求, 在传统冲裁模设计流程的基础上, 结合 CBR 思想重新设计的系统框架见图 1 所示。系统主要包括图形处理模块、工艺分析模块、毛坯排样模块、冲裁件编码模块、相似范例检索模块、范例改写模块、冲裁模结构信息编码与范例存储模块、模具工程图生成模块。

设计者首先输入三维冲裁件模型, 系统自动获得其尺寸信息并进行工艺合理性判断。接着系统进行排样, 获得最佳排样方案。为便于对范例的表达、

检索和改写,需对冲裁件进行编码以反映冲裁件的特征。冲裁件的编码和对应的模具结构编码要一一对应,以保证通过检索该冲裁件可以检索到其对应的模具结构。冲裁件编码后,进行相似范例检索以获得最相似范例,并根据它对应的模具信息码得到模具结构与零件的信息。由于检索到的模具仅仅是类型、结构形式相同,具体的零件形状与尺寸并不一定相同,因此需要进行范例改写。改写完后,若符合相似性要求,冲裁模结构信息重新编码再与冲裁件编码一起存储到范例库中,最后系统生成较为合理的工程图。

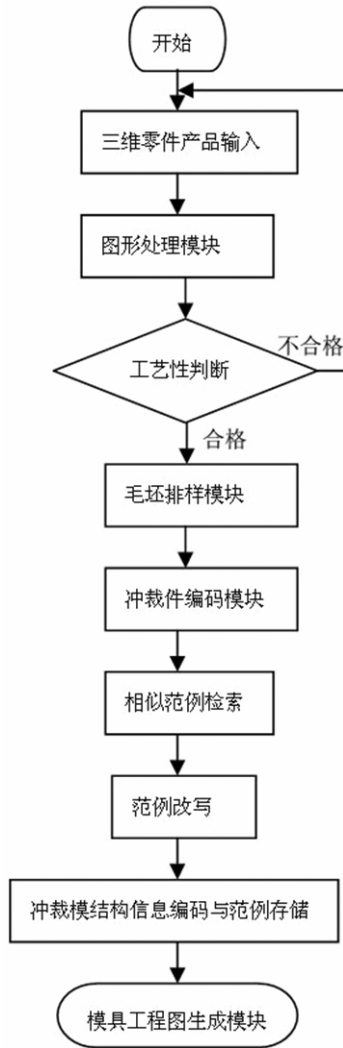


图 1 系统框架

Figure 1 System framework

2 关键技术及其解决方案

2.1 图形处理与工艺性分析的解决方案

在 Pro/Toolkit 应用程序中,获取当前冲裁件模

型,得到尺寸对象的数目,并将每个尺寸的名和值存入数组中,接着查询数据库进行工艺分析,以对话框的方式给出分析结果。冲裁件工艺性分析包括:最小圆角半径检验、悬臂与凹槽检验、最小冲孔尺寸检验、孔边距和槽边距检验。例如材料为 20 钢,连接角度 $\alpha=120^\circ$,料厚 $t=4\text{ mm}$,圆角半径 $R=2\text{ mm}$ 的冲裁件进行最小圆角半径检验,系统根据图形处理获得信息流查询数据库判断 $R>0.3t$,给出满足要求提示,并进入下一个工艺检验。

2.2 毛坯排样的解决方案

设计者确定排样方式,系统确定此种排样时条料的宽度和进距,转动排样的方位角,使之由 0° 变为 90° ,系统计算它的材料利用率,并从中选出材料利用率最大的方案,即得到排样的最佳方案,其流程图如图 2。

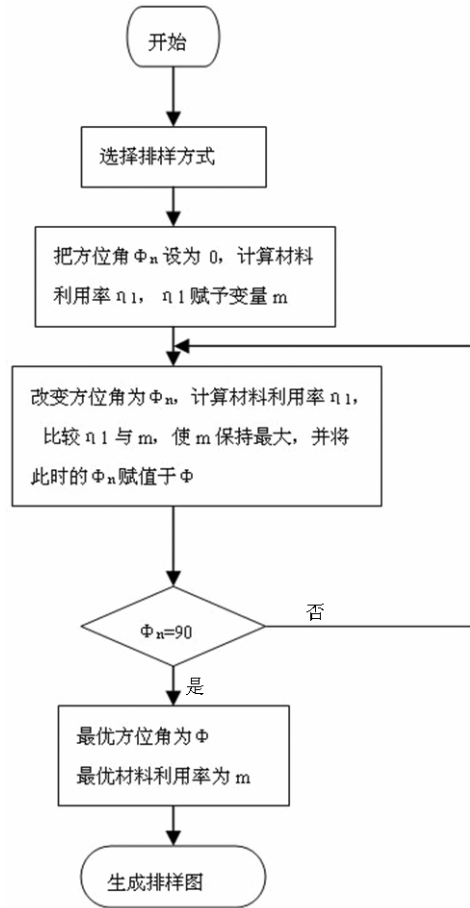


图 2 排样方案

Figure 2 Blank layout scheme

2.3 冲裁件编码的解决方案

冲裁件的编码要反映冲裁件的所有特征,即要包括几何特征和非几何特征。冲裁件的几何特征码可在工艺分析模块完成后由系统给出编码。非几何

特征码由设计者通过人机界面输入后由程序完成。冲裁件的编码信息共 16 位,其中缺少的属性用 Null

表示。例如冲裁件的特征信息码见表 1。

表 1 冲裁件的特征信息码
Table 1 The characteristic information code of blanking part

位置 Location	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14~15	16
意义 Meaning	类型	孔数	孔径	孔间 距	孔边 距	悬臂	凹槽	圆角 半径	轮廓 尺寸	尺寸 公差	断面 质量	批量	毛坯 外形	材料 类型	料厚

具体的编码方案: 类型包括落料件, 冲孔件和复合冲裁件, 分别用 0、1、2 代表; 孔数分无孔、单孔和多孔, 分别用 0、1、2 表示; 孔径, 孔间距, 孔边距, 悬臂, 凹槽, 圆角半径若满足工艺要求, 以 1 表示, 若不满足工艺要求, 以 0 表示; 轮廓尺寸分较大、适中、较小, 分别用 0、1、2 表示; 尺寸公差和断面质量若普通冲裁可以满足要求时, 以 1 表示; 若不能满足要求时, 以 0 表示; 批量分大批量、中批量、小批量, 分别以 0、1、2 表示; 材料类型码值用 00~99 的两位数表示具体材料, 如 00 表示 Q195 钢, 01 表示 Q215 钢; 料厚大于或等于 0.8 mm 的用 1 表示, 其余料厚用 0 表示。

2.4 相似范例检索的解决方案

获得冲裁件的编码后, 可进行相似范例检索。如果检索到范例库中的某个范例的编码与冲裁件的编码相同, 则该范例就是最相似范例, 检索结束, 否则要计算其与冲裁件的相似性系数。所谓相似性系数是用于衡量冲裁件与某一个范例相似程度的参数。对冲裁件的每个特征赋予一个权值, 要求重要的特征赋予较大值, 反之取较小值, 并且所有权值之和为 1。若范例某特征的编码与冲裁件的相应位的编码相同, 即意味它们具有相同特征 (如孔数相同), 则该特征的匹配值赋予 1, 否则取 0。相似性系数即为该范例的所有特征的权值与相应的匹配值

$$S = \sum_{i=1}^n w_i q_i$$

乘积之和。其表达式如下: S 为相似性系数, w_i 为第 i 个特征的权值, a_i 为第 i 个特征的匹配值。把计算出的相似性系数与相似性阈值 (如阈值设置为 0.7) 进行比较, 大于阈值的即为相似范例。然后对多个相似范例排序, 相似性系数最大者为最相似范例。最后根据最相似范例对应的模具信息码, 得到模具的结构与零件的信息。其流程图见图 3。

2.5 范例改写的解决方案

范例改写包含工作零件、标准件、非标准件的改写以及装配结构的调整。由于范例改写很难构造出相对通用的改写方法, 因此本系统要求设计者根

据经验及设计规则对范例进行人机交互修改, 以达到设计的要求。

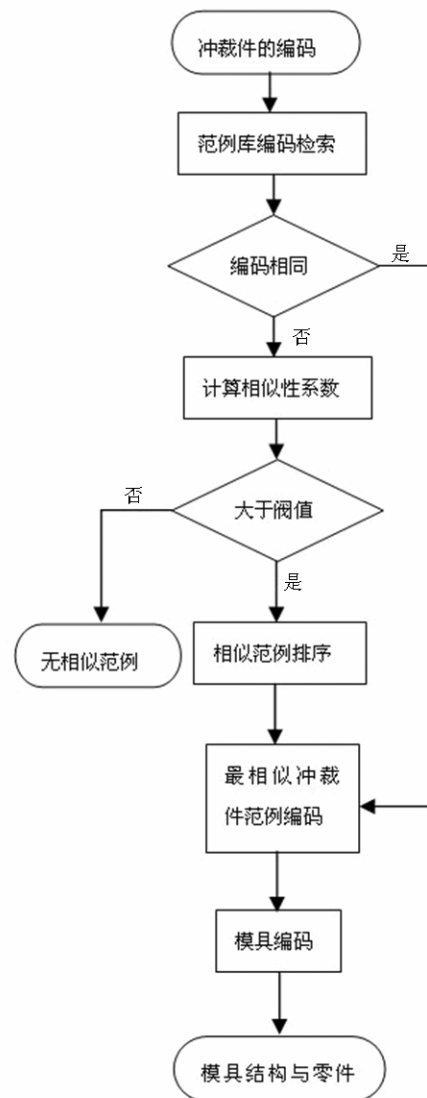


图 3 相似范例检索

Figure 3 Search for similar case

2.5.1 工作零件的改写 首先进行冲压力计算, 再进行压力中心计算, 最后进行凸、凹模设计。冲压力计算由设计者在对话框内选择冲裁方式后, 系统

查询数据库进行计算。压力中心计算根据冲裁件的质心与几何中心重合,把求压力中心的问题转化为求质心的问题。由于 Pro/E 具有计算实体质心的功能,所以把零件图的二维轮廓图进行薄壁拉伸,再调用 Pro/Toolkit 提供的接口函数求出质心,即为压力中心。凸、凹模设计首先由系统查询凸、凹模间隙并确定磨损系数,计算出凸、凹模刃口尺寸;接着由用户选择凹模形式,系统根据零件图和国家标准生成凹模;再根据凹模尺寸,查询数据库确定凸模尺寸。凸、凹模设计流程图见图 4。

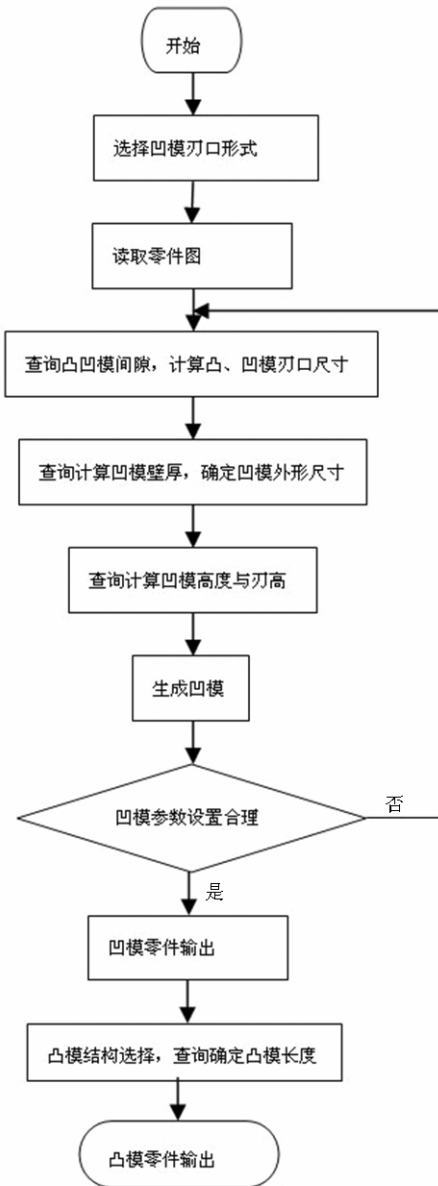


图 4 凸模和凹模设计
Figure 4 Punch design and die design

2.5.2 标准件的改写 为提高系统对标准件的改写

效率,可将标准件存入参数化设计的标准件库中以便选用。其流程图见图 5。

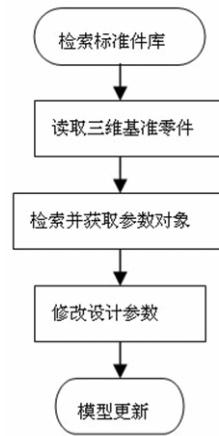


图 5 标准件改写
Figure 5 Rewrite standard parts

2.5.3 非标准件改写 冲模中的非标准件,进行人工改写。

2.5.4 装配结构调整 模具结构添加或删除一个零件,会导致装配的配合与约束关系发生变化。因此当添加或删除一个零件时,需将相应的配合、约束关系进行调整,以得到一个新的装配结构关系。其流程图见图 6。

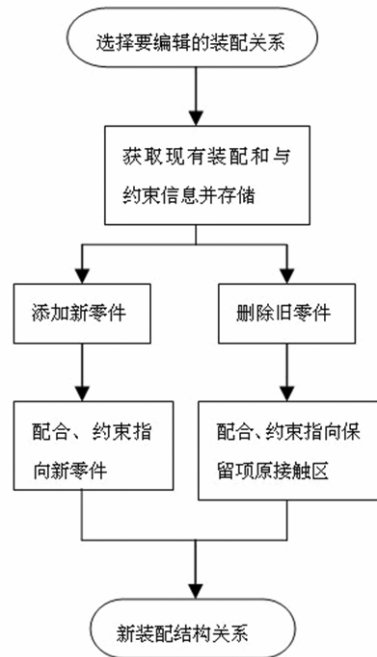


图 6 装配结构调整
Figure 6 Adjust assembly structure

2.6 冲裁模结构信息编码与范例存储的解决方案

冲裁模结构信息编码应反映工作零件, 定位零件, 出件零件, 导向零件和固定及支撑零件的典型组合, 可用 12 位码来表示。若检索到范例的相似系数小于某一预先设定阈值(如阈值设置为 0.95), 则由设计者通过界面输入信息, 由系统完成冲裁模编码, 并将其与对应的冲裁件一起存储到范例库中。若检索到范例的相似系数大于设定阈值, 则不用将该冲裁件与对应的冲裁模存储到范例库中, 以避免范例库的无限膨胀。

2.7 模具工程图生成的解决方案

在 Pro/Toolkit 程序中, 把整个图纸分成视图区、表格区。然后根据所确定的区域大小及位置, 调节视图比例, 生成较为合理的三视图。

3 结论

在 Pro/E 环境下进行二次开发, 利用基于范例推理的技术对冲裁模 CAD 系统进行了研究, 设计

了具有一定智能化的冲裁模 CAD 系统。该系统将专家优秀的设计经验引入 CAD 系统中, 使设计者摆脱繁琐的简单劳动, 而将精力留在创造性的劳动中, 这符合设计人员的思维过程, 具有较强的实用性。系统降低了模具设计的周期和成本, 提高了设计的质量, 促进了企业经济效益的提高, 具有较好的市场前景和社会效益。

参考文献:

- [1] 柯旭贵, 张佑生. 面向冲裁模设计的 CBR 系统的实例表示[J]. 中国机械工程, 2002, 13(22): 1944-1947.
- [2] 杨化林, 童水光, 吴荣仁. 基于范例推理的注塑模具设计自动化技术[J]. 中国机械工程, 2008, 44(10): 288-293.
- [3] 于芳芳, 黄翔, 廖文和. 实例推理在冲模设计中的应用[J]. 机械制造与自动化, 2005, 34(1): 11-13.
- [4] 袁建新, 朱敬超, 康连吕. 基于 CBR 的模具数字化设计方法研究[J]. 机械设计与制造, 2009(6): 239-240.