

文章编号:1006-2343(2005)03-062-03

基于通用 CAD 平台的检具设计方法

姚兴军

(华东理工大学 石油化工学院,上海 201512,E-mail:yxjshcn@126.com)

摘要:在分析了检具设计的特点和要求的基础上,提出了在通用 CAD 软件平台上进行检具设计建模的一般方法。以 Pro/E 的通用模块为例,归纳了利用面组功能来生成检具体成型面的 3 种方法:拉伸到面组、加厚面组、用面组修改实体;描述了利用族表功能来建立和使用检具规则零件库的步骤。这些方法对于一般夹具的设计也有一定的参考价值。

关键词:检具;CAD;建模;面组;零件库
中图分类号:TH12 **文献标识码:**A

Designing Methods of Testing Fixture Based on Conventional CAD

YAO Xing-jun

(Petrochemical College, East China University of Science and Technology, Shanghai 201512, China)

Abstract: According to the analysis for the feature and requirement of testing fixture design, the general designing and modeling methods of testing fixture based on conventional CAD software is presented. Under the general module of Pro/E as an example, 3 methods of creating form surfaces of testing fixture bodies are concluded by utilizing the quilt function: extrude up to quilt, thicken quilt, modify solid by quilt. The process of establishing and using regular parts catalog for testing fixture is also described with the family table function. These methods are referible for general fixture designing.

Key words: testing fixture; CAD; modeling; quilt; parts catalog

检具是一种检测用平具,利用它可以快捷地检验工件的合格性,甚至测出关注要素的误差值。检具已经成为控制产品质量的重要工具。

由于检具的专用性,要求检具的开发必须要跟上产品推阵出新的节奏。随着产品周期的缩短和产品形状的不规则化,对检具的设计提出了更高的要求。基于这样的要求和目前产品设计已经广泛使用 CAD 技术的现状,直接根据产品的数模用 CAD 技术设计检具是大势所趋,这也为后续的检具 CAM 作好了准备。从这个意义上讲,检具的开发和模具的开发有很多类似之处。但是,主流的 CAD 软件都已经有了较为成熟的模具模块,而专门的检具模块还没有,这也说明了检具开发的复杂性。尽管如此,还是可以根据检具的特点和要求,在通用 CAD 平台的基础上归纳出比较适合检具并具有规律性的设计建模方法。

1 检具零件的分析

检具应该具有对工件的定位、夹紧和检测功能。定位主要用检具体和各种定位销零件实现,夹紧主要用各种快速夹及其支撑件实现,检测主要通过各种量具(如极限量规)、量仪(如千分表)来实现。图 1 所示为一套板料冲压件检具。根据外形的规律性,这些检具零件可以分成 2 类:具有成型面的零件(主要是检具体)和规则零件(如各种快速夹、量规等)。下面分别对检具体的成型面和规则零件进行分析:

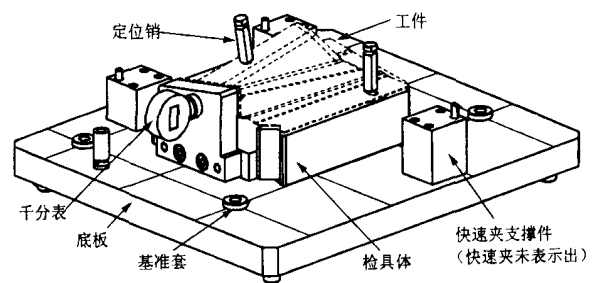


图 1 一套板料冲压件检具

1.1 关于检具体成型面

检具体的成型面有的是工件的定位基准,有的是工件的检测基准。这就要求检具体的成型面和工件的成型面之间有一定的对应关系,其分布一般可以分成 5 种情况,如图 2 所示。图 2a 中检具定位基准面是和工件表面相贴合的;图 2b 中检具检测基准面和工件表面之间的偏移距离 3mm;图 2c 中检具检测基准面和工件表面之间的偏移距离 3mm,检测基准面和工件边缘线相对于工件表面的法向对齐;图 2d 中检具检测基准面和工件表面对齐,检测基测面和工件边缘线相对于工件表面的切向偏移距离 3mm;图 2e 中检具检测基准面和工件表面之间的偏移距离 3mm,检测基准面和工件表面对齐。

从图 2 可以看出,检具体的成型面和模具的型腔表面有所不同:检具体的成型面一般不是全形的;除了定位用成型面是和工件表面相贴合的以外(图 2a 中的面),其他检测用成型面一般是工件表面的偏移面、法向延长面或切向延长面。

收稿日期:2005-01-04

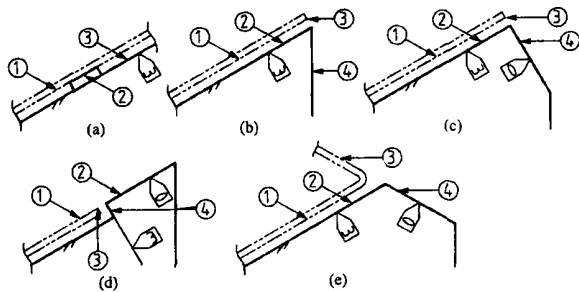


图 2 检具体成型面和工件成型面之间的关系示意图

1.2 关于规则零件

检具中的规则零件又可以分成 2 类:一类是可以直接外购的零件,如各种螺钉、快速夹等。这类零件往往已经系列化、标准化,无需自行详细设计和制造,而且可以通过第三方得这些零件的数模。另一种是需要自行设计制造或定制的零件,如各种定位销、量规等。由于这类零件所具有的专用性,一般无法直接外购,但是这些零件也有很强的规律性,只有少量尺寸会变动,所以认为这类零件建立规则零件库是可能的。零件库的使用可使检具的设计制造更加快捷和经济。

2 通用 CAD 平台设计检具的一般流程

这里以应用广泛的 Pro/E 软件为例,介绍在通用 CAD 平台上检具的设计建模方法。综合应用 Pro/E 通用模块的曲面建模、实体建模和装配功能就可以实现检具的设计建模。

因为检具是针对被检测工件的,应该根据工件的数模来进行设计。在 Pro/E 的装配环境中将工件作为第一个元件装配进来,这样就可以将它作为参考对象用“自顶而下”的方式设计检具了,其一般流程如下:

三基准面的建立; 检具体的设计; 定位销和检测销等零件的设计; 其他零件的设计; 生成装配工程图和零件工程图。

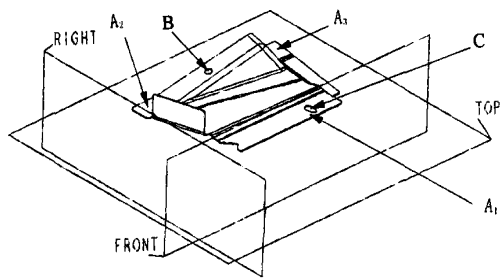


图 3 装配环境下的工件和三基准面

在检具的实体建模之前,应该先建立检具的三基准面,如图 3 所示。将要生成的基准块测量面(或基准套的基准端面)必须和该三基准面相重合。底板、检具体等零件也将在该三基准面的基础上产生。三基面应该和工件的基准坐标系相平行,例如车用零件一般用车身坐标系作为该零件的基准坐标系,三基面就应该和该车身坐标系相平行,并且和原点的偏移距离应该为整数。在三基面的水平基准面基础上再偏移出一平面(称为放置平面),将要生成的底板上平面将与之重合。

3 检具体成型面的建模方法

根据以上分析,检具体的成型面形式多样,这就决定了其不宜简单地用 Pro/E 装配模块中的“切除”(CutOut)方法或模具模块中的型腔生成方法来生成,而是应该充分利用面组功能,根据检具的定位和检测的具体要求来生成检具体的成型面。

检具体成型面生成的一般过程是:复制出和工件的成型面相贴合的面组;对复制出的面组进行适当处理(偏移、延伸、修剪等);用处理过的面组生成检具体的成型面。

3.1 面组的生成和处理

贴合面组实质是和工件的对应成型表面相重合的,可以用“复制-粘贴”的方法生成。先选择所需的工件表面,如图 2b 中的 (可以根据需要同时选择多个连续的曲面),在编辑菜单中执行“复制”命令,再执行“粘贴”命令,贴合面组就生成了。应该注意的是:在装配环境中应该先将检具体零件激活,再执行“粘贴”命令,只有这样生成的贴合面组才是属于该检具零件的特征;在执行“粘贴”命令时一般要将孔填充,生成完整的面组,这有利于后续处理。

选择刚生成的贴合面组,执行“偏移”命令,就可以生成偏移面组了。要注意选择正确的偏移方向和距离。还可以根据需要对贴合面组和偏移面组进行进一步的“延伸”和“修剪”处理。例如,在图 2e 中,面 可以由面 法向偏移产生,面 可以由面 切向延伸产生,两者再进行修剪生成整体的 - 面组,由该面组就可以生成检具体的成型面。

3.2 由面组生成检具体成型面

检具体成型面是实体的表面,由面组生成实体表面有多种方法,可以根据实际情况选用。

3.2.1 拉伸到面组生成检具体实体

以放置平面为草绘平面,拉伸实体到面组,从而生成检具体,该检具体的上表面是和面组相重合的。要注意的是,草绘图形不能超过面组在草绘平面上的投影范围,否则拉伸会失败。一般将面组的边缘环线投影到草绘平面上作为草绘图形的一部分或全部。面组边缘款线可能比较复杂,逐个选择边缘线段生成投影草绘容易出错。为了避免这样的问题,可以先利用 Pro/E 的“智能”选择方式选择偏移面组的边缘环线(先选择其中一个线段,轻移鼠标,边缘环线就会被预选,再用左键正式选择该环线);再用“复制-粘贴”方式将该边缘环线生成独立的曲线特征;这样在做拉伸特征的草绘时就可以直接以“环”的方式将该曲线投影生成草绘图形。这样生成的检具体侧面(图 2b 中的)和工件的边缘(图 2b 中的)相对于工件表面的法向不一定是对齐的。当对工件边缘轮廓没有严格的检测要求时,这样的设计是允许的,而且加工工艺性好,实例如图 4 所示。

3.2.2 对厚面组生成检具体实体

对面组(图 2c 中的),执行“加厚”命令就可以生成加厚实体了。由于是朝面组的法向加厚的,所以侧面(图 2c 中的)和工件边缘线(图 2c 中的)相对于工件表面的法向就自然对齐了。该加厚实体和检具底板之间的实体可以用拉伸到加厚体下表面(也应该事先复制出完整的面组)的方法生成,这和“3.2.1”所述方法类似,实例如图 5 所示。

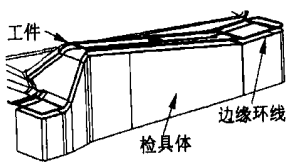


图 4 拉伸到面组
生成检具体

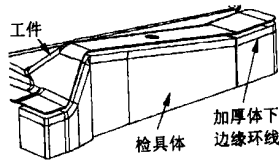


图 5 加厚 + 拉伸到
面组生成检具体

3.2.3 用面组修改已有实体生成检具体

利用生成的面组对已有的实体进行适当修改,从而生成具有所需成型面的检具体。常用的修改方法有“替换”和“实体化”。“替换”方法是指在将已有实体的某一表面进行偏移时,选择了“替换”选项,并用面组来替换实体的这一表面,从而形成检具体的成型表面;“实体化”方法是指用面组将已有实体分割开,留下合适的实体作为检具体。同样,这两种方法所用的已有实体截面不能超过面组的范围。

4 规则零件库的建立和使用

利用 Pro/E 的参数化和族表功能可以方便地建立和使用检具的规则零件库

4.1 规则零件库的建立

建立检具的规则零件库步骤如下:

(1) 分析检具常用的规则零件,进行适当的归类,并找出各类零件的规律性,特别要明确其中的关键尺寸以及其他尺寸和关键尺寸的关系。例如对于圆柱检测销,其关键尺寸就是检测部分和导向部分的公称直径。图 6 列出了部分可以建立零件库的规则零件。

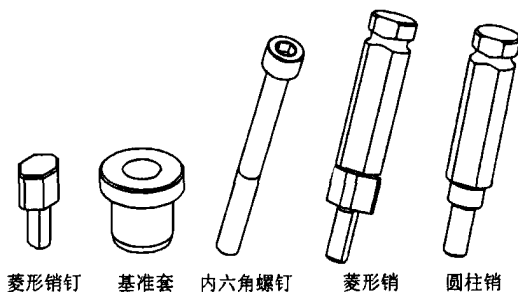


图 6 部分可以建立零件库的规则零件

(2) 为各系列建立模板零件。在建立模板文件时要兼顾其兼容性和简单性,不要试图使模板零件能衍生出过多的不同形状的零件,避免零件再生失败。例如定位用和检测用圆柱销可以用 1 个模板零件,但是圆柱销和圆锥销应该分别用 2 个模板零件。要充分利用 Pro/E 的变量关系式功能,并将关键尺寸作为基础变量,建立其他可变尺寸和关键尺寸之间的关系式。

(3) 在模板零件中,利用 Pro/E 的族表功能建立参数列表,一般将基础变量放入参数列表中。图 7 表示用族表建立圆柱检测销的参数列表,其中 d_{12} 、 d_{13} 分别表示检测销检测部分和导向部分的公称直径。不同的实例名对应一组参数(该例中就是 d_{12} 和 d_{13}),也就对应一个可以生成的实例零件。保存该模板文件后对应的零件库就生成了。

4.2 规则零件库的使用

在检具的装配环境中就可以从规则零件库中调用指定参数的零件并装配到合适的位置。调用零件库的操作就如同将具有族表的模板零件装配进来,



图 7 圆柱检测销的族表

和一般零件装配不同的是需要选择实例名。这样装配进来的是模板零件的一个实例零件(而不是模板零件本身)。对于具有标准尺寸的零件,如螺钉、基准套、销用导向套等,一般能通过选择合适的实例名就可以得到所需尺寸的实例零件。而对于关键尺寸为非标准尺寸的零件,很难找到尺寸完全对应的实例,例如检测销检测部分的公称尺寸取决于被测孔的分称尺寸、尺寸公差和形位公差,在模板零件的族表中不可能穷尽所有可能的尺寸,只能列出部分尺寸,对于这种情况,一般就选择尺寸相近的实例来装配,然后再根据需要把相应尺寸修改到位。

4.3 规则零件工程图的生成

在设计检具时,可能需要生成规则零件的工程图,如果从头生成工程图工作量较大。其实可以利用已有模板零件的工程图来快速生成实例零件的工程图。在建立三维模板零件后应制作相应的工程图,当产生实例零件后将模板零件对应的工程图文件复制到实例零件的相同目录下,并将文件名改成和实例零件文件名相同(扩展名不变)。这样,该工程图就是该实例零件的工程图了,并且它们之间具有了互相驱动的关系。

5 应用实例

图 1 所示为应用本文所介绍的方法在 Pro/E 的通用模块上设计的一套检具。被测工件如图 3 所示,是汽车用冲压件。该检具的设计要点如下:

5.1 工件的定位

该工件的检测基准的典型的 1 面 2 孔,如图 3 所示,1 面被分解成分散在工件周边的 3 个平行小平面 A_1 、 A_2 、 A_3 ; 2 孔为 B 和 C。为了定位工件,体现工件的检测基准,在检具体上就应该设计出和工件的 3 个基准面对应的平面,情况如图 2a 所示; 2 孔的定位可以通过 2 个定位销来实现,如图 1 所示。

5.2 工件的检测

该工件的主要检测要素是工件周围成型面的轮廓度: 1mm,而对工件边缘的轮廓要求较低: 3mm。所以可以参考图 2b 所示的方案来设计用于检测的检具体成型面,工件被测表面和检具体成型面之间的偏移距离为 3mm。通过使用通止规来检测工件表面和检具体成型面之间的距离是否在 3 ± 0.5 mm 范围内,从而判断其合格性。

对于定位销、通止规、基准套等规则零件可以通过零件库来快速设计。

(下转第 82 页)

3.2.4 罐桨径比为 3.5:1



图 27

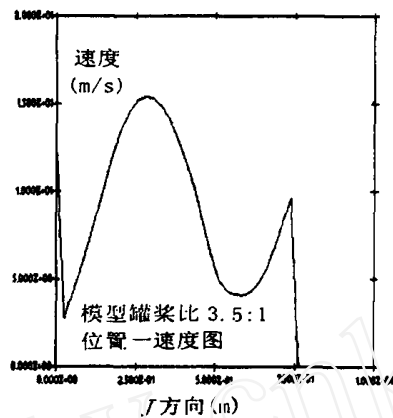


图 28

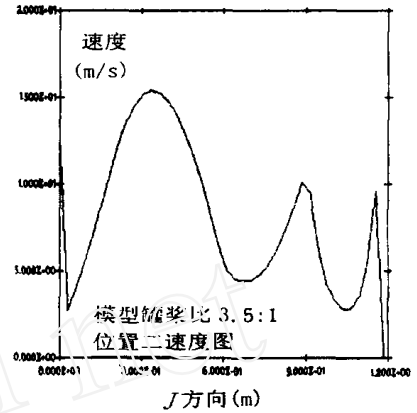


图 29

的处理能力和效率。

参考文献:

- [1] 何时兴,徐南南,何安西. 钢板盐酸洗液制取三氧化二铁及应用研究[J]. 功能材料与器件学报,2002,8(3):17~19.
- [2] 陈家荪,张胜建. 由钢铁酸洗废液制备高档氧化铁的技术概述[J]. 无机盐加工业,1995,(3):52~53.
- [3] 郑隆鳌. 钢铁酸洗废液的处理技术评价[J]. 钢铁研究,1997,(1):58~60

- [4] 陈乙崇,衣军,王尚武. 搅拌设备设计[M]. 上海:上海科学技术出版社,1983.
- [5] Fluent Application Examples. Fluent. Inc.
- [6] Unigraphics,UG/Open MenuScript User's Guide,Version 18.0,2001.
- [7] Fluent Application Handbook. Fluent. Inc.

作者简介:侯权(1976-),上海市华东理工大学机械与动力工程学院硕士研究生,主要从事计算流体力学(CFD)和有限元分析方面的研究,已发表论文2篇。

(上接第 64 页)

6 结束语

检具设计建模的关键是检具体成型面的生成和规则零件库的建立和使用。在生成检具体成型面时要灵活使用面组功能,同时也要协调检测要求和加工工艺性之间的关系;在建立规则零件库时要注意分析各系列零件的规律性,找出合适的尺寸。大部分中高端 CAD 软件都具有类似 Pro/E 的面组功能、族表功能和装配功能,本文归纳的方法也可以在这些软件中使用。这些检具的设计建模方法,对于一般的夹具开发也有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 刘海芳. 基于 Pro/E 的机械设计标准件库的建立[J]. 机械设计

与研究,2004,20(2):43~44.

- [2] 朱正德. 汽车覆盖件检具的原理及应用[J]. 工具技术,2002,(1):30~34.
- [3] 展学舜. 互换性与测量技术基础[M]. 北京:轻工业出版社,1990.
- [4] 花国梁. 精密测量技术[M]. 北京:中国计量出版社,1990.
- [5] 叶伟昌. 刀量模具设计简明手册[M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- [6] 初利宝,陆劲昆. Pro/ENGINEER Wildfire 模具设计[M]. 北京:北京大学出版社,2003.
- [7] 林清安. Pro/ENGINEER Wildfire 零件设计基础篇(下)[M]. 北京:中国铁道出版社,2004.

作者简介:姚兴军(1968-),男,华东理工大学,讲师,副主任,研究方向:CAD\CAE\CAM 技术、精密测量技术、数控技术,发表论文5篇、专著2部。

(上接第 74 页)

- [11] Morison J R, O'Brien M P, Johnson J W, Schaaf S A, The Force Exerted by Surface Waves on Piles[J]. Petroleum Transaction (英文). AIME,1950,189:149~154.
- [12] Hapel K H, Köhl M. Statische Festigkeitsberechnungen und Dynamische Untersuchungen an Drilling-Risern zur Erdölexploration bei 2000m Meerestiefe[J]. Meerestechnik (德文),1982,13,Nr. 1: S. 13~18.
- [13] Hapel K H, Köhl M. Erzwungene Transversalschwingungen langer Drilling Riser der Dämpfungsparemeter der linerisierten Widerstandskraft (Offshore-Technik) [J]. Stahlbau (德文),1980,49,Nr. 11, S. 335~341.
- [14] Owen D G, Qin K. Model Trsts and Analysis of Flexible Riser Systems[J]. Offshore Mechanics and Arctic Engineering (英

文),1986,3:354~362.

- [15] Ghadimi R. A Simple and Efficient Algorithm for the Static and Dynamic Analysis of Flexible Marine Risers[J]. Computers & Structures (英文),1988,29,(4):541~555.
- [16] 肖林京. 深海采矿场矿管运动学和动力学特性研究[D]. 北京:北京科技大学,2000.
- [17] Shaojun Liu, Gang Wang, Li Li. Virtual Reality Research of Ocean Polymetallic Nodule Mining Based on COMRA's Mining System[A]. Proc 11 th Int Offshore and Polar Eng Conf [C], Beijing, China, 2002 261~264.

作者简介:徐海良(1965-)男,副教授,博士,主要研究方向为海洋采矿、矿山机械,发表论文20余篇。