

# 基于 Windows 平台的焊接工装夹具三维参数化 CAD

王政<sup>1</sup>, 高全学<sup>1</sup>, 皮涛<sup>2</sup>, 文劲松<sup>3</sup>

(1. 甘肃工业大学, 兰州 730050; 2. 重庆市水利电力局, 重庆 630000; 3. 华中科技大学, 武汉 430074)

**摘要:** 基于 Windows 平台, 以 AutoCAD for Windows 为支撑软件, 利用其 ADS 开发系统, 针对焊接工装夹具的多样性, 采用模块化、渐增式开发方式和三维参数化设计以及面向对象程序设计方法, 建立了焊接工装夹具 CAD (WFCAD) 系统。系统具备能完成从焊件原始信息处理到夹具的基本尺寸、结构尺寸的设计与计算、三维模型图生成和三维动态结构模拟以及由三维模型图生成装配图和零件图的功能。WFCAD 系统具有扩充性好和开放性的特点, 并采用标准的 Windows 人机对话界面, 直观、简洁。

**关键词:** 焊接工装夹具; 三维; CAD; 参数化; 模块化; 动态模拟

**中图分类号:** TG431 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-360X(2000)04-69-04



王政

## 0 序 言

焊接工装夹具随焊件的结构形式和尺寸以及焊接方法和工艺而异。国内外焊接工装夹具设计基本处于手工设计阶段<sup>[1]</sup>, 开发一套焊接工装夹具 CAD (WFCAD) 系统是实现焊接结构柔性制造 (FM) 乃至计算机集成制造 (CIM) 所必须的, 也是实现产品敏捷制造、提高市场快速反应能力所必备的条件。

## 1 系统的设计思想及方法

焊接工装夹具类型很多, 结构繁杂, 因此 WFCAD 系统设计为一广义上的大系统, 包括了焊接工装夹具中的各种类型的夹具。在工作进行的初期, 则以手动杠杆-铰链焊接工装夹具为研究对象。

在此前提下, WFCAD 系统的设计思想是, 采用渐增式开发方式以保证 CAD 系统的开放性、扩充性和继承性 (图 1)。采用此种方式, 开发者在开发过程中可以根据用户的要求不断改进和完善 CAD 系统。采用二次开发方法, 利用图形支撑软件完成图

形生成及与其它图形系统的数据交换功能。在 Windows 环境下, 采用面向对象的程序设计方法, 建立一套窗口化 CAD 系统。应用该系统, 用户在对话框提示下, 能按用户要求, 交互式地进行二维设计。在此基础上, 利用图形支撑软件提供的三维造型功能完成三维设计。

## 2 系统配置

WFCAD 系统包括硬件系统和软件系统两部分, 硬件系统采用微机系统模式<sup>[2]</sup>, 以单用户为使用对象, 其硬件配置如图 2 所示, 软件配置如图 3 所示。

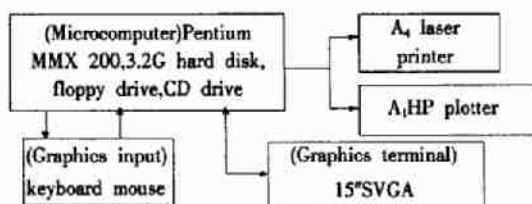


图 2 WFCAD 系统硬件配置

Fig. 2 System's hardware configuration

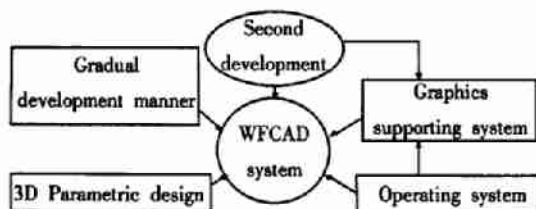


图 1 WFCAD 系统建立思想原理图

Fig. 1 Theory of WFCAD system

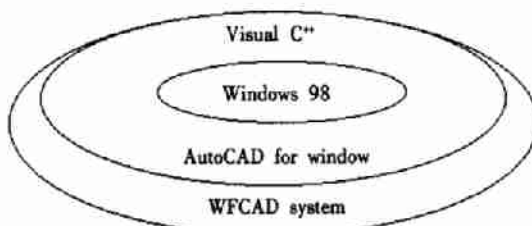


图 3 WFCAD 系统软件配置

Fig. 3 System's software configuration

### 3 系统的功能模块设计

在结构设计上,系统采用模块化设计准则和面向对象的模块分解方法<sup>[3]</sup>。即系统在主控界面控制下,控制二维参数化设计模块、三维参数化设计模块、设计评价模块和系统服务模块,各分模块又包括一些子模块或实用程序,每个模块或实用程序都能实现一定的设计功能(图4)。采用该系统可在主控界面下按用户要求一次完成焊接工装夹具的方案设计、参数设计以及装配图、零件图设计和夹具设计评价。分模块和实用程序可单独运行,完成用户的局部需要。

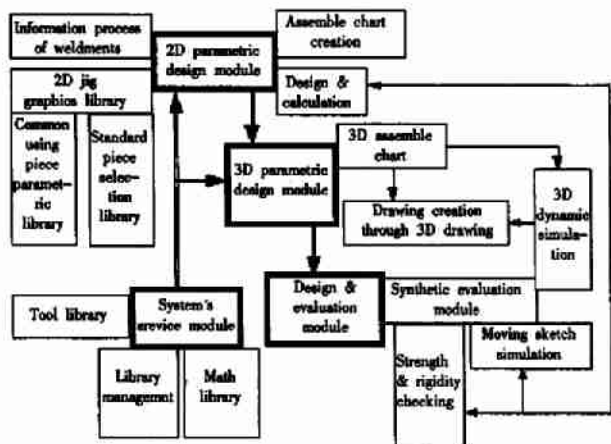


图4 WFCAD 系统功能模块图

Fig.4 Function modul of WFCAD

各主要模块功能说明如下。

(1) 二维参数化设计模块:完成原始焊件信息的处理,得到夹具的一些基本参数;完成夹具二维参数化设计计算,得到夹具的结构尺寸;完成二维装配图生成。该模块还包括了夹具零件二维图形库子模块。

(2) 三维参数化设计模块:完成将二维图形三维化,生成三维装配图,以及从三维立体图生成二维三视图。

(3) 设计评价模块:包括夹具零件刚度、强度校核;夹具二维运动简图模拟;夹具三维动态模拟等子模块。

(4) 系统服务模块:含有绘图工具库,图库管理和数学辅助工具等子模块。

### 4 系统功能的软件集成

WFCAD 系统功能的软件集成是指将系统的各模块集成到一起,采用统一的操作界面,使系统真正

软件化。本系统采用 Visual C++ 完成 WFCAD 主控界面设计(图5)。主控界面窗口包括系统启动、功能查看、使用帮助等分窗口系统。其实现过程结构图如图6所示。系统启动窗口进行焊接工装夹具参数化 CAD 设计时,采用动态调用的方法,即启动 WFCAD 系统后,首先调用 AutoCAD for Windows 绘图环境,借助其绘图工具以及其 ADS 开发系统在程序控制下,通过一系列的对话框完成焊接工装夹具的参数化 CAD,并充分利用 AutoCAD 的图形及数据交换功能,完成 WFCAD 系统与其它 CAD 系统或图形系统的动态数据交换。设计结束,返回 WFCAD 主控界面。夹具设计采用两种方式完成,一是下拉菜单式选择设计,即在 AutoCAD for Windows 环境下定义自己的夹具菜单,选择夹具设计菜单对夹具进行分步设计;二是将所有应用程序集成到一起,采用对话框形式,与用户进行对话设计,程序一气呵成,避免了设计思路的断续。

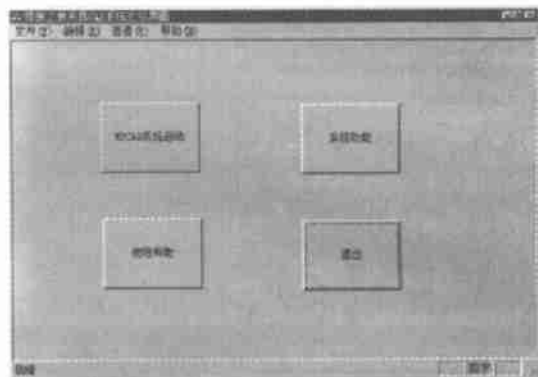


图5 主控界面图

Fig.5 Main-control interface

功能说明窗口能查看 WFCAD 系统各模块和实用程序的功能。

使用帮助分问题解答和在线帮助,完成用户在使用过程中遇到问题的解答。

图7为夹具设计中对话框的一个实例。采用对话框交互地完成 WFCAD 系统参数化 CAD 设计,继承了 Windows 程序的良好人机界面的特点,使用户能在友好的对话中进行夹具设计,这是现代程序设计的潮流。

### 5 WFCAD 系统设计的两个关键问题

#### 5.1 夹具尺寸确定

夹具尺寸的确定包括基本尺寸确定和结构尺寸确定两个部分。以手动杠杆-铰链焊接工装夹具<sup>[4]</sup>为例。首先运用双摇杆机构原理和强度理论

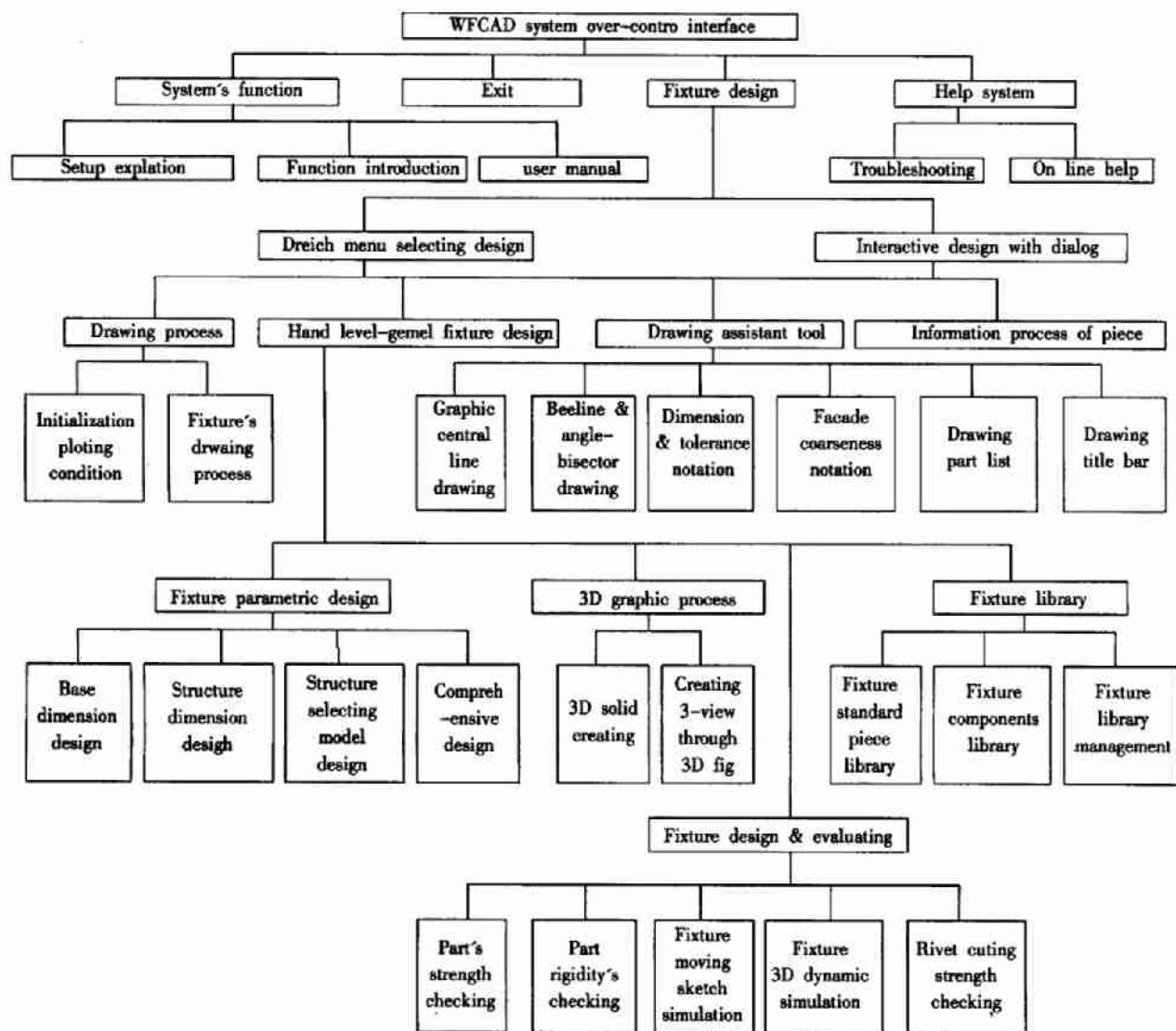


图6 WFCAD 系统功能实现过程结构图

Fig.6 Structure of system's function process

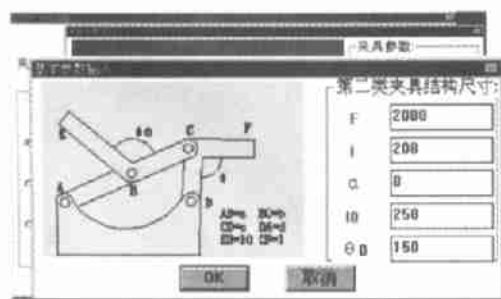


图7 对话框实例

Fig.7 A example of dialog

对夹具的基本尺寸和结构尺寸进行数学建模,得到夹具各零件的具体结构尺寸。然后编制 Windows 环境下的夹具结构尺寸设计及计算程序,在对话框提示下交互地完成尺寸计算。

## 5.2 夹具三维功能的实现<sup>[5,6]</sup>

夹具三维功能包括夹具三维立体图生成、三维动态模拟和三维立体图生成二维装配图三个方面。

三维立体图的生成采用体素布尔运算的方法。系统除使用 AutoCAD for Windows 定义的六个基本体素外,还开发了焊接工装夹具的三维体素库。库中的元素是由六个基本体素组成的经过拆分大量的夹具零件得到的简单实体。图8是根据夹具结构尺寸,用三维立体图生成模块,调用自建的三维体素库

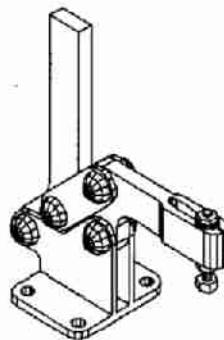


图8 夹具三维立体图实例

Fig.8 A example of fixture three - dimension module

生成夹具三维立体图的实例。

夹具在夹紧和松夹过程中应动作灵活,不能有卡死和干涉现象;在夹紧和松夹两个极限位置,不能妨碍生产作业。三维动态模拟解决了手工设计时的这个难题。模拟时,手柄杠杆匀速转动,夹紧杠杆和连接板在程序作用下转动相应的角度,夹头移动相应的距离。模拟可以从夹紧位置连续到松夹位置,并且可选择平面模拟或立体模拟。模拟过程中,系统随时检查夹具各零件是否相互干涉;在夹紧位置时是否影响焊接作业;在松夹位置时是否影响工件的装卸作业等。模拟结束后,自动报告夹具各零件的转动角度,并建议是否采用止动销和挡销。

夹具三维动态模拟通过后,以其三维立体图为依据生成二维视图,从而得到经过消隐处理后的装配图和零件图。图 9 就是根据图 8 调用三视图生成模块完成的夹具装配图实例。

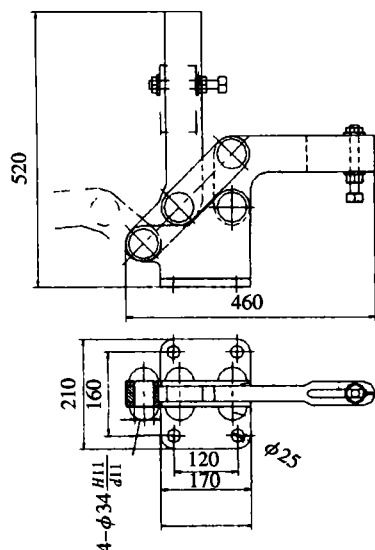


图 9 夹具装置示意图

Fig. 9 Fixture's assemble drafting

## 6 结 论

(1) 在 AutoCAD for Windows 上用 ADS 开发的 WFCAD 系统可缩短焊接产品设计周期,提高焊接质量,适应敏捷、时效性的需要。

(2) 采用模块化、渐增式系统开发方式和面向对象的三维参数化程序设计方法建立的 WFCAD 系统具有扩充性好和开放性的特点,并具有良好的人机界面。

(3) 夹具三维动态模拟的实现,提高了设计可靠性,确保设计一次成功。由三维立体图生成二维三视图,缩短了设计的时间,减少了设计错误。

## 参考文献:

- [1] 朱耀祥,融亦鸣,朱剑,等. 夹具设计自动化的现状及发展趋势[J]. 机械科技,1993,(10):14~17.
- [2] 童秉枢,李学志,吴志军,等. 机械 CAD 技术基础[M]. 北京:清华大学出版社,1996.
- [3] 冯玉琳,赵保华. 软件工程[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,1992.
- [4] 王政,刘萍. 焊接工装夹具及变位机械图册[M]. 北京:机械工业出版社,1992.
- [5] 方铁. AutoCAD C 语言高级编程[M]. 北京:清华大学出版社,1995.
- [6] 王福军. AutoCAD R12/13 应用 C 程序设计[M]. 北京:电子工业出版社,1995.

**作者简介:** 王 政,男,1938 年 9 月出生,教授,硕士生导师,焊接学会第 xv 专业委员会委员,中国焊协辅机委专家组成员。主要从事焊接结构及焊接机械装备的教学与科研工作。在国内外发表论文 20 余篇,出版专著 2 部,与他人合作出版译著 1 部,编撰了《焊接手册》(第一、二版)第三卷《焊接结构生产用设备》一章。

(责任编辑:董卫国)

### 国际著名检索系统简介

## 日本《科学技术文献速报》(CBST)

日本《科学技术文献速报》是由日本科技集团编辑出版的一种世界著名的检索系统,它有 12 个分册,共收录世界上 60 多个国家、20 多种文字出版的 1 万多种出版物,其中收录期刊约 12 000 余种(7 000 种日本期刊,5 000 种国外期刊)。主要报道科学技术全领域内的文献。

## 俄罗斯《文摘杂志》(PЖ)

俄罗斯《文摘杂志》是由全俄科学技术情报所编辑出版的一套完整的综合性检索刊物,它收录约 130 个国家和地区 66 种文字出版的 2.2 万种期刊和 6 千多种连续出版物,每年还收录 1 万多种图书,15 万件专利及科技报告、会议文献、各种标准、收录内容遍及自然科学、应用科学和工业经济等。