

基于辅助线滞生法的 Auto CAD R12 参数化设计系统*

郭启全 周克绳

(北京理工大学 北京 100081)

摘要 本文提出了一种在 Auto CAD R12 环境下,用 C 语言(基于 ADS)开发二维图形参数化设计的新方法——辅助线滞生法。解决了辅助线滞生法与 ADS 具体结合中的技术难题;阐述了实元素悬挂到辅助元素上的新思想,实现了尺寸驱动;为用户众多的 Auto CAD R12 增加了新功能。基于该方法的 Auto CAD R12 参数化设计系统(Auto CAD R12 Parametric Design System——APDS)已用于悬挂输送机、管道阀门及半挂自卸车的设计绘图。
关键词 参数化设计, 辅助线滞生法, 实元素悬挂, 尺寸驱动

1 引言

参数化设计(Parametric Design)亦称变量化设计(Variation Design),是麻省理工学院 Gossard 教授提出的,它是 CAD 领域里的一大研究热点。参数化设计通常是指软件设计者为设计、绘图及修改图形提供一个软件环境,工程设计人员利用这个环境构造参数化模型,修改模型中的任一尺寸,均可引起形状、大小或位置的变化,实现尺寸驱动。

二维图形与三维图形在参数化设计方法上有较大差异,前者的重点是构造几何约束,以实现尺寸驱动,后者的重点在于构造 3D 模型。

近几年国内开发的参数化设计系统,其支撑环境有些是独立开发的,有些是以流行的 CAD 软件作为开发环境^[1-2]。

2 辅助线滞生法

国内独立开发的具有参数化设计功能的 VCAD 系统,是基于辅助线法开发的,具有许多显著特点,借鉴该方法,本文提出参数化设计的辅助线滞生法。其含义是:用户在已绘制完的图形上选取水平和垂直基准,系统以尺寸为线索,由基准出

发,根据已知尺寸构造相应辅助元素,并确定辅助元素之间的关系,之后将图中的实元素悬挂到辅助元素上,以实现尺寸驱动。辅助线滞生法与辅助线法的区别在于,前者在绘制完的图形上由系统自动构造辅助元素,后者是在绘图过程中人工构造辅助元素。

下面分析如何利用辅助线滞生法生成辅助元素,悬挂实元素实现尺寸驱动。

(1) 在 Auto CAD R12 环境下绘制一二维图形 [图 1 (a)], 该图由 5 个尺寸确定。

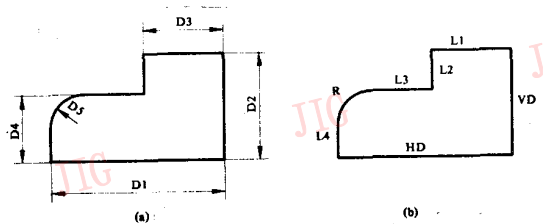


图 1
Fig. 1

(2) 用户选取尺寸基准(水平及垂直) [图 1 (b)], 水平基准为 HD, 垂直基准为 VD。

(3) 由 HD 和 VD 构造两条相应的辅助线 F1 和 F2 [图 2 (a)]。

* 收稿日期:1996,03,30;收到修改稿日期:1996,05,13

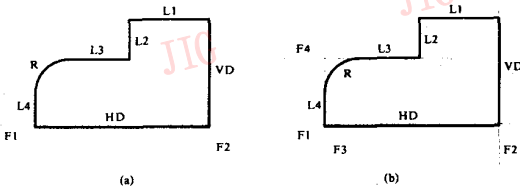


图 2

Fig. 2

(4) 分析图 1 (a) 中全部尺寸, 根据垂直基准 VD、尺寸 D1 和 D3 分别确定各自的垂直等距约束。根据水平基准 HD、尺寸 D2 和 D4 分别确定各自的水平等距约束。尺寸 D5 确定的是一圆弧半径, 该圆弧的圆心未定位, 因此可认为 D5 是悬空的, 不能唯一确定一个径向约束, 是未知尺寸。为了使 D5 有确定的径向约束, 可根据 D1 构造垂直等距辅助线 F3, 根据尺寸 D4 构造水平等距辅助线 F4。

(5) 由构造的辅助线 F3 和 F4, 可以判断出圆弧 R 与 F3、F4 相切, 因此尺寸 D5 可唯一确定一个径向约束。根据这些条件, 可以构造出辅助圆 F5, 半径为 D5, 且均与辅助线 F3、F4 相切 [图 3 (a)]。

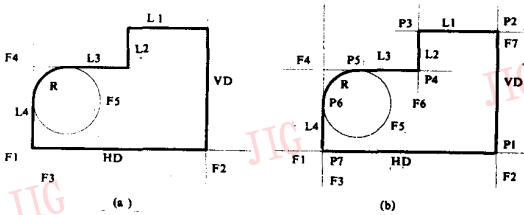


图 3

Fig. 3

(6) 为了实现尺寸驱动, 必须将图中实元悬挂到辅助元素上。如图 3 (b) 所示, 线段 HD 的两端点 P1 和 P7 是由辅助线 F1 与 F2、F3 相交而得。同理构造出其余辅助点 P2 至 P6。于是, 图中的所有实元素均与辅助元素建立起唯一确定的关系, 即实现了实元素的悬挂。由于绘图基准 (HD 和 VD) 的确定, 在构造辅助元素时, 各个尺寸也记录了所驱动的辅助元素, 如尺寸 D1 驱动辅助线 F3, 当尺寸 D1 增大时, 则 F3 左移, 导致辅助点 P5, P6 和 P7 的左移, 从而线段 HD 增长, 线段 L4 和圆弧 R 左移, 实现了尺寸驱动。

3 辅助线滞生法与 ADS 结合

ADS (Auto CAD Development System) 是 Au-

to CAD 为开发者提供的一个函数库。在开发 APDS 时, 辅助线滞生法与 ADS 如何结合是程序设计中的关键。ADS 提供的 116 个库函数中, ads-entsel, ads-ssget, ads-entmod 和 ads-buildlist 极为重要。

利用 ADS 库函数, 通过下列步骤实现辅助线滞生法设计:

(1) 利用 ads-ssget 由用户选取绘图基准, 通过 ads-buildlist 构造相应辅助元素的数据结构, 并用 ads-entmod 生成相应的辅助元素。

(2) 利用 ads-ssget 构造尺寸选择集 DIMSEL 和辅助元素选择集 AUXSEL, 依次从 DIMSEL 中取出尺寸与 AUXSEL 中的辅助元素作判断, 构造所约束的辅助元素。

(3) 利用 ads-ssget 从实体选择集 ENTSEL 中取出实元素悬挂到相应的辅助元素上。

(4) 利用 ads-entsel 选择欲修改的尺寸赋新值, 找到被其约束的辅助元素并更新, 实现尺寸驱动。

4 APDS 中的关键技术处理

4.1 关于约束问题

工程图纸中的尺寸约束有两类, 一类是在图上标注的尺寸; 另一类是某些尺寸间存在的内在联系, 例如齿轮的分度圆直径, 齿顶圆直径均与齿轮的齿数、模数有关。

对于第一类约束, 当图中出现欠约束时, 有些实元素不能被悬挂, 但不影响图纸的参数化、欠约束的实体会以颜色加以区分, 用户可重新添加尺寸约束后再对图形参数化, 当图中出现过约束时, 系统会根据作图顺序搜索到与某实体相关的所有约束, 构造选择集, 从选择集中取出使约束对象唯一确定的约束进行处理, 过约束会被系统忽略。

对于第二类约束, 系统采用尺寸约束表达式的方法来解决 (详见另文)。

4.2 关于多视图问题

多视图尺寸驱动, 是参数化设计中的难点之一, 但采用辅助线滞生法, 这个问题就变得容易了。

图 4 是一个支架的三视图, 为了实现多视图的尺寸驱动, 用户只需添加两个尺寸约束 d1 和 d2, 即建立了主视图与俯视图, 主视图与左视图之间的联系。这两个尺寸可隐藏于某一层中。尺寸 d3 和 d4 是相等的, 应用表达式约束 $d4 = d3$, 并将尺寸 d4 隐藏, 即可实现对支架上方的凸台进行尺寸驱动。

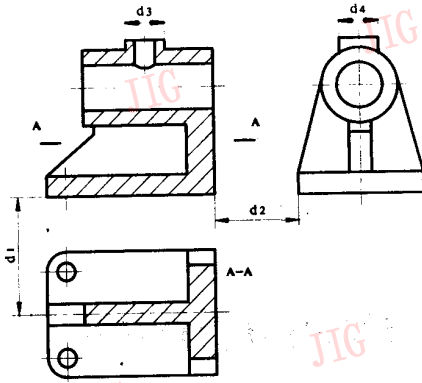


图 4
Fig. 4

4.3 关于求解的唯一性问题

参考文献[3]中对基本几何元素及其方向进行了定义,APDS 采用了这种定义形式,保证了求解的唯一性。

4.4 数据结构

APDS 有效地利用了 ADS 的扩充实体数据结构,在 Auto CAD 图形数据纯几何信息的基础上增加了拓扑信息,但二者是相对独立的,以保证 Auto CAD R12 在绘图过程中获得所必须的几何信息。图 5 为 APDS 的程序框图。

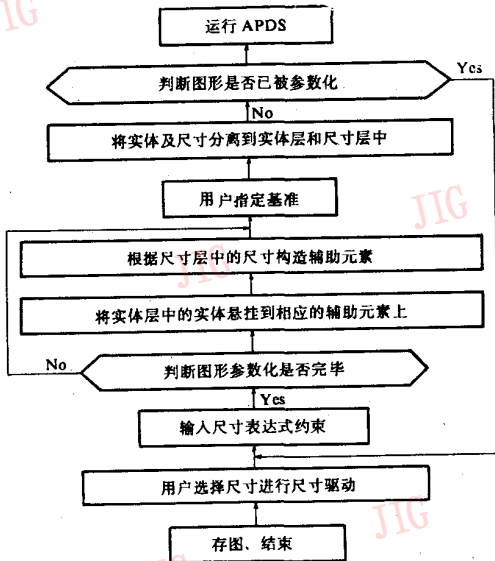


图 5
Fig. 5

5 结 论

APDS 的特点是:它只关心图形的最后结果而不管用户采用什么样的方法和步骤绘图;它对新旧图形均可作参数化处理,这样可充分利用以往在 Auto CAD 下完成的设计成果;它使用简单,有限的几个命令如同 Auto CAD 命令一样;它还有很好的软件继承性,开发者可在其基础上增加功能。

下面给出一个实际应用图例,其中图 6 为草图系在 Auto CAD R12 下生成的原始图形。图 7 为驱动图,系利用 APDS 对图 6 进行尺寸驱动后的图形。

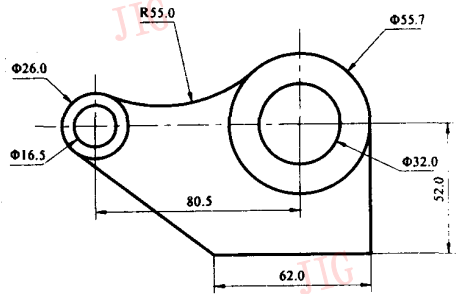


图 6
Fig. 6

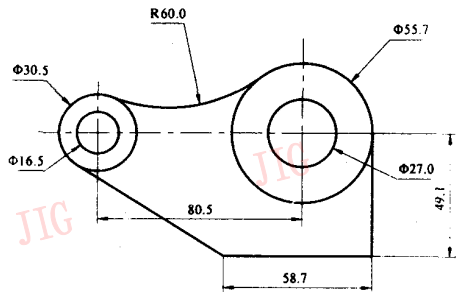


图 7
Fig. 7

参 考 文 献

- [1]冯秀娟等. VCAD——一种基于作图辅助线的二维参数化系统. 工程图学报,1994,(1):15—21.
- [2]林峰等. 基于图形数据的图形参数化方法. 计算机辅助设计与图形学学报,1993,5(3):184—190.
- [3]何援军. 计算机图形学算法和实践. 长沙:湖南科学技术出版社, 1990. 79—89, 237—291.



郭启全, 承德石油高等专科学校讲师。1996 年 3 月获北京理工大学工学硕士。主要从事计算机辅助设计与制图、多媒体 CAI 软件、Auto CAD 等的教学、科研和开发工作。出版有专著《Auto CAD R10-R12 基础教程》、《Turbo C 计算机图形学》。

Auto CAD R12 Parametric Design System Based on the Detained Auxiliary Line

Guo Qiquan

(Beijing Institute of Technology, Beijing, 100081)

Abstract This paper proposes a new parametric design method which is based on the detained auxiliary line. An Auto CAD R12 Parametric Design System—APDS, A number of technical problems related to the combination of the method of detained auxiliary line with ADS(Auto CAD Development system). This paper describes a new idea on entity-elements hanged in auxiliary-elements. APDS realized dimension-driven of 2D drawing and added an important function to Auto CAD R12.

Keywords Parametric design, Detained auxiliary line, Entity-elements hanged, Dimension-driven

成果报导

科学计算可视化软件平台 GIVE

科学计算可视化软件平台——GIVE(General Interactive Visualization Environment)是浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室历时三年开发完成的一个通用可视化应用构造工具,于 1993 年底通过浙江省科委科技成果鉴定。该项成果设计思想先进,填补了国内空白。作为国内第一个拥有自主知识产权的可视化软件开发平台,GIVE 的研制完成标志着我国可视化软件的开发达到了国际 90 年代的先进水平,使我国在这一新兴的图形学高技术上的研究开始从理论走向应用。

科学计算可视化作为一项高技术,受到国际上的广泛重视,成为当今图形学研究的热点之一。它在许多科学研究和工程应用领域有着广泛的应用前景,如机械、流体仿真、气象、地质、空间探测、医学、土木、建筑等领域。大量复杂的数据集可以通过可视化技术重现其真实的空间分布和结构,对于当今信息时代处理大量复杂数据,进行科学交流,可视化提供了一个非常有效的工具。目前,国际上可视化算法理论的研究正开展得如火如荼,可视化平台则在可视化理论与应用之间架起了一座桥梁。

GIVE 采用国际上流行的数据流模型为体系结构,提供了鼠标操作的交互方便的可视编程界面,用户以“搭积木”的模块级编程方式从模块库中选取所需的合适模块,直接构造其具体的可视化应用实例,而无须编写代码,有效地提高了软件生产率。GIVE 的可视编程界面上还引入了 IF-THEN-

ELSE、COUNT-LOOP、WHILE-LOOP 等控制结点以实现循环和分支功能,因此能胜任复杂的可视化应用程序设计。

GIVE 的模块库内容丰富,目前提供了有限元数据分析和医学图像处理两大类可视化模块,还包括了自行研制的“散射体光照模型”和“X 光线跟踪”等体绘制算法。

除了使用现有模块库中的模块外,GIVE 还提供了方便的模块封装工具,供用户将自己开发的模块加入模块库中,用户自定义的数据类型也能经封装后进入 GIVE 的数据流中。因此,GIVE 具有良好的开放性和通用性,可要对其模块库进行适当的扩充,GIVE 具有良好的开放性和通用性,只要对其模块库进行适当的扩充,GIVE 就能在不同的可视化应用领域内发挥作用。

目前,在 GIVE 上已与浙江大学土木系合作开发了“大坝优化结果显示”的可视化应用实例,与杭州汽车发动机厂合作开发了“X6130 发动机机身模态分析”的可视化应用实例,均取得满意效果。

GIVE 的运行环境为带 GL 或 OpenGL 的 UNIX 工作站(SGI,HP,IBM,SUN 等),并具有良好的可移植性,可向配置 UNIX 或 Windows NT 操作系统及 OpenGL 的微机平台移植,获得更广泛的应用前景。

(浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室
葵文立 杨旭波 石教英)