# [研究・设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2019.06.005

# 基于 Top-Down 的静压箱参数化设计

袁 飞,吕彦明,王 康,刘东帅,杨 华

(江南大学 江苏省食品先进制造装备技术重点实验室, 江苏 无锡 214122)

摘 要:针对风机静压箱设计难度大、柔性差和图形难修改等问题,课题组采用自顶向下(top-down)设计方法,建立静压 箱 3D 骨架模型,借助该模型实现对静压箱各零件的装配约束。并以 SolidWorks 的宏录制功能为二次开发工具,利用 Visual Basic 语言开发集静压箱三维装配模型与二维工程图于一体的交互式参数化设计系统,实现了静压箱的设计自动 化。实验证明,该系统可根据工程实际需求方便快捷地对风机静压箱进行设计与修改,极大地提高了开发效率。该方法 也将为众多领域的产品研发设计提供参考。

关 键 词:静压箱;参数化设计;自顶向下;3D 骨架模型;SolidWorks 二次开发
 中图分类号:TP391 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2019)06-0021-05

# Parametric Design of Static Pressure Box Based on Top-Down

YUAN Fei, LÜ Yanming, WANG Kang, LIU Dongshuai, YANG Hua

(Jiangsu Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment Technology, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract: In view of the problems of difficult, poor flexibility and difficult modification of graphics of fan static pressure box, the top-down design method was used to establish the 3D skeleton model of the static pressure box, and the parts of the static pressure box were constrainted by the model. With the macro recording function of SolidWorks as the secondary development tool, the interactive parameterized design system integrating the three-dimensional assembly model of static pressure box and two-dimensional engineering drawing was developed by using Visual Basic language, and the design automation of static pressure box was realized. The experiment proves that the system can design and modify the static pressure box of the fan conveniently and quickly according to the actual needs of the project, which greatly improves the development efficiency. At the same time, this method will also provide reference for product development and design in many fields.

Keywords: static pressure box; parametric design; top-down; 3D skeleton model; SolidWorks secondary development

风机静压箱是送风系统中的必要配件,用来减少 动压、增加静压、稳定气流和减少气流振动,使送风效 果更加理想<sup>[1]</sup>。常见的静压箱尺寸差异较大。静压 箱尺寸一般都是根据工程实际需要来确定,如车间面 积大小、对应的风机功率、风机数量要求等。因静压箱 主体结构往往相似,所以借助 SolidWorks 三维制图软 件,采用参数化设计方法来实现就显得十分方便、 快捷。

常用的装配建模方法一般可分为自底向上 (bottom-up)和自顶向下(top-down)2种。目前主要采 用传统的自底向上的装配建模方法进行产品设计。相 较于自底向上,自顶向下参数化设计具有显著的优势, 已广泛运用于各类 CAD 软件中,比如 SolidWorks,Pro/ E,UG NX 和 CATIA 等,能否实现 top-down 参数化设 计,已成为评价 CAD 软件的一个重要指标<sup>[2]</sup>。

### 1 自底向上和自顶向下设计原理

自底向上主要思路简单、清晰,是传统的设计方法。首先设计好各个零件,然后再将设计好的零件进行装配约束。在装配过程中难免会存在某些零件不符合要求,比如零件之间的干涉、零件无法定位和安装

收稿日期:2019-06-11;修回日期:2019-08-09

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61409230303)。

**第一作者简介:**袁飞(1994),男,安徽合肥人,硕士研究生,主要研究方向为数字化设计与制造。通信作者:吕彦明(1966),男, 陕西晋中人,博士,教授,主要研究方向为数字化设计与制造。E-mail:lvyanming126@126.com

等,都需要重新对各零件进行设计,再次进行装配,若 再发现问题,则再行修改,如此反复,直至通过产品分 析。大致流程如图1所示。由于自底向上过程繁琐, 难以实现产品的快速设计与修改<sup>[34]</sup>。



图1 自底向上装配建模方法

Figure 1 Bottom-up assembly modeling method 目前基于自顶向下的参数化设计已经成为计算机 辅助设计行业的主流方向,大大地提高了产品设计的 柔性<sup>[5]</sup>,其大致流程如图2所示。



图2 自顶向下装配建模方法

Figure 2 Top-down assembly modeling method Top-down 设计方法强调在整个设计过程中从全 局入手,大致可分为功能设计、概念设计和详细设计3 个主要阶段<sup>[6]</sup>;预先设计好的一个统一的模型,再由 该模型自顶向下传递总体的设计信息,最后在此模型 的约束下对各个零部件进行详细设计。在设计过程 中,可结合工程实际需求方便快捷地对整个设计进行 修改,设计信息自顶向下传递到各个零件。

综合分析 bottom-up 和 top-down 设计方法,后者具 有显著优点:

Top-down 可以更加充分地考虑产品的整体性能。在进行产品设计时,首先是功能设计,分析产品要实现的功能,再具体考虑所需的几何结构,是从抽象概念到具体结构设计的渐进过程。

2) Top-down 多个设计小组或者设计人员之间可 以实现高效的并行设计。在初始的功能和概念设计阶 段,其设计意图、主要结构关系和关键约束等信息就已 明确,各小组设计人员在这些信息的统一控制下并行 完成各自分配到的零部件的详细设计工作。

 Top-down 实现参数化设计,极大地增加了设计 柔性,方便用户修改等。

# 2 静压箱自顶向下参数化设计

风机静压箱主体结构一般如图 3 所示,主要由顶板、左右侧板和前后侧板等共5 块板构成。



图3 静压箱主体结构

Figure 3 Main structure of satic pressure box

# 2.1 静压箱参数化设计

SolidWorks 二次开发有 2 种形式:①基于自动化 技术,开发 EXE 应用程序;②基于对象组建模型 (COM),使用 SolidWorks 应用程序开发接口 (SolidWorks API),生成 SolidWorks 动态链接库(.dll 文件)<sup>[78]</sup>。

SolidWorks的二次开发工具较多,用户可以根据 自身的条件选择一种合适自己的开发工具。常用的 SolidWorks 二次开发工具有:Visual C++ 6.0,Delphi, VBA 和 Visual Basic 6.0等。由于 Visual Basic 编程语 言具有不可替代的简单易用性以及真正的"所见即所 得特性",一直以来都受到较多工程设计人员的 青睐<sup>[9]</sup>。

课题组基于 SolidWorks 二次开发平台,借助 Visual Basic 编程语言开发 EXE 应用程序,对风机静压 箱实现设计自动化的大概流程为:

- 1) 创建风机静压箱 3D 骨架模型;
- 2) 建立三维模型以及工程图样板文件;
- 3) 宏录制基本程序框架;
- 4) 宏程序修改;
- 5) 建立用户操作界面;

6) 生成 EXE 文件,与 SolidWorks 软件集成。 静压箱参数化设计流程如图 4 所示。



图4 静压箱参数化设计流程



#### 2.2 3D 骨架模型与尺寸约束设计

因工程实际需求不同,静压箱尺寸差别较大。主体结构看似较简单,但若各零件每次都重新绘制、装配,将耗时耗力。基于 top-down 设计思想,建立风机静压箱 3D 骨架模型,可实现静压箱的快速装配,如图5 所示。选用的风机型号,决定了顶板大小,以风机孔直径大小为全局变量,顶板尺寸与其对应关系如表1 所示。



图 5 静压箱 3D 骨架模型 Figure 5 3D skeleton model of static pressure box

|--|

Table 1 Relationship between top plate

#### size and fan hole diameter

尺寸名称	数值/方程式	备注
风机孔直径	"D1@草图3"	全局变量
顶板长	"D1@草图3" +104	西托头工大亚
顶板宽	"D1@ 草图 3" +104	坝极为止力形

#### 2.3 程序优化与参变量赋值

通过 Visual Basic 6.0 开发出集三维装配模型与 二维工程图于一体静压箱设计主界面如图 6 所示。在 程序编写时,以 SolidWorks 软件中提供的宏录制功能 为工具,生成对应操作的宏程序代码,然后对其进行适 当的编辑修改。通过宏操作和交互式窗口,不仅可以 提高编程效率,而且方便工程设计人员理解与使用。 目前这种开发方式已成为 SolidWorks 二次开发的主要 方式。



#### 图6 静压箱设计主界面

Figure 6 Main interface of static pressure box design 不同工程实际要求下的风机孔直径、静压箱长宽高等均不相同,将其做参数化处理,主要程序如下:
Dim myDimension As Object
Set myDimension = Part. Parameter("D1@草图 3")
Part. Parameter("D1@草图 3"). SystemValue = Val (TextBox1. Text / 1000)

Set myDimension = Part. Parameter("D2@ 草图 1") Part. Parameter("D2@ 草图 1"). SystemValue = Val(TextBox2. Text / 1000)

```
. . . . . .
```

· 24 ·

Set myDimension = Part. Parameter("D1@ 草图 1") Part. Parameter("D1@ 草图 1"). SystemValue =

Val(TextBox3. Text / 1000)

. . . . . .

Set myDimension = Part. Parameter("D1@3D 草图4") Part. Parameter ("D1@3D 草图 4"). SystemValue = Val(TextBox4. Text / 1000)

结合工程实际需要,可利用宏程序对已绘制好的 样板文件进行调用,风机孔直径、静压箱长宽高等参变 量值将根据实际输入进行自动修改,调用静压箱装配 图程序如下,调用各零件图程序与之类似。

Dim swApp As Object

Dim Part As Object

Dim boolstatus As Boolean

Dim longstatus As Long, longwarnings As Long

Sub main()

Set swApp =\_

Application. SldWorks

Set

Part = swApp. OpenDoc6 ( " C: \ Users \ Administrator \ Desktop \ jingyaxiang \ 静压箱. SLDDRW", 3, 0, "",

longstatus, longwarnings)

swApp. ActivateDoc2 "静压箱-图纸1", False, longstatus

Set Part = swApp. ActiveDoc

Set Part = swApp. ActiveDoc

Dim myModelView As Object

Set myModelView = Part. ActiveView

myModelView. FrameLeft = 0

myModelView. FrameTop = 0

Set myModelView = Part. ActiveView

myModelView. FrameState = swWindowState e. swWindowMaximized

Set myModelView = Part. ActiveView

myModelView. FrameState = swWindowState e.

swWindowMaximized

# End Sub

# 2.4 设置 SolidWorks 插件

上述已实现静压箱的设计自动化,为实现更加便 捷的应用,将其生成 EXE 插件,与 SolidWorks 集成。 调用 EXE 插件的程序如下:

Sub main()

 $MyAppID = Shell ("C: \setminus Users \setminus Administrator \setminus$ Desktop\jingyaxiang\静压箱设计.exe", 1)

AppActivate MyAppID

End Sub

在"工具一自定义一命令"中,单击"宏",将出现 "新建宏按钮",拖动至任意工具栏位置,弹出"自定义 宏按钮"对话框,如图7所示。生成的菜单栏图标,如 图8所示。

自定义宏技	æ ×
操作(A) 宏(M):	[
方法(E):	~
- 外观(A)	
图标	选择图像(C)
上具提 <sub>刁</sub>	下(1):
提示(P):	
	确定(O) 取消(C) 帮助(H)

自定义宏按钮 图 7

Figure 7 Custom macro button



# 图8 静压箱设计菜单栏

Figure 8 Design menu bar of static pressure box

#### 结语 3

1) 课题组基于 top-down 设计思想,建立风机静压 箱 3D 骨架模型以及三维装配图、二维工程图等样板 文件,借助 SolidWorks 二次开发平台实现风机静压箱 的设计自动化,根据工程实际需求可对静压箱进行快 速的编辑和修改。

2) 以风机静压箱为例,笔者阐述了基于 top-down 设计思想的 SolidWorks 二次开发方法,针对不同工程 实际需求,建立专用功能模块,极大地提高了设计自动 化程度,可为系列化产品的设计研发提供参考。

# 参考文献:

[1] 徐水军.静压箱性能特点及设计实例[J].建筑,2014(16):85 -86.

(下转第31页)