参数化建模在空调研发中的应用

撰文／英格索兰亚太研发中心　徐佳

摘要：介绍一种参数化的建模方法，以及这种方法对空调研发流程的优势。

关键词：参数化模型

0 问题的提出

随着越来越多的新产品面世，过长的研发周期显然已经不能满足日趋白热化的市场竞争，产品很容易陷入“未上市，已淘汰”的尴尬局面。与此同时，人们越来越关注环境问题，制冷剂更新换代的周期变得越来越短，由此引发的设计变更也越来越多。如何缩短研发周期，如何在短期内完成设计，提交产品，对空调的研发工作来说是一个急需解决的问题。图 1 所示是目前的研发流程。

图 1 目前的研发流程

在目前的研发流程中，建立产品的三维模型需要花费大量的时间。如果需要测试几种不同的方案，建立产品三维模型所需要的时间会更多。在开发产品的过程中，零件三维模型的建立速度是决定整个产品开发效率的关键之一。理想的解决方案是在保证正确率的情况下，缩短建模时间，同时提高模型的易修改性。

产品开发初期，零件的外观形状和尺寸有一定的不确定性，需要通过整机装配验证、性能分析和加工设备编程之后才能确定。如果三维模型具有易于修改的特性，就会为后期工作节省很多时间。这种情况下，参数化建模是一个比较好的方法。

1 参数化建模

1.1 参数化建模的概念

参数化建模就是将模型中的定量信息用变量替代，使之成为可以任意调整的参数。在模型的后续使用中，只要赋予参数不同的数值，就可得到不同大小和形状的三维零件模型。参数化建模可以大大提高模型的生成和修改速度，在产品的系列设计、相似设计和专用 CAD 系统开发方面，都具有较大的应用价值。

参数化设计中的参数化建模方法主要包括变量几何法和基于结构生成历程的方法，前者主要用于平面模型的建立，而后者更适合于三维实体或曲面模型。参数化建模就是把零件尺寸定义成变量，配合一定的关系式创建参数化模型。参数化建模可用于创建多种不同的部件模型。可以这样来理解，参数化模型建好之后，通过更改参数即可生成不同尺寸的零件，从而形成系列化的产品。

在参数化建模过程中，设计人员会根据工程关系和几何关系来满足最终的设计要求。要满足这些设计要求，不仅需要考虑尺寸或工程参数的初值，并且需要保证每次变更这些设计参数时，参数之间的基本关系不变。因此可将参数分为两类：各种尺寸数值，称为可变参数；几何元素间的各种连续几何关系，称为不变参数。

参数化建模的本质是在可变参数的作用下，系统自动维护所有的不变参数。因此，设计人员会在参数化模型中建

收稿日期：2015-10-16

立各种约束关系，以此来体现了设计人员的设计意图。需要注意的是，参数化模型表示了零件图形的几何约束和工程约束。几何约束包括结构约束和尺寸约束。结构约束是指几何元素之间的约束关系，例如平行、垂直、相等和同心等。尺寸约束则是通过尺寸标注数值所表示的约束，如直线尺寸、角度尺寸和半径尺寸等。工程约束是指尺寸之间的约束关系，通过定义尺寸变量，以及它们之间的数值和逻辑关系来表示。

1.2 参数化建模流程

图 2 展示了参数化建模的流程。

图 2 参数化建模的流程

1.3 创建参数化模型示例

参数化模型可以大幅度地提升工作效率，因此如何在 Creo 中创建合理的参数化模型是关键。在开始参数化建模之前，首先需要考虑下面三个方面。

◎ 找出影响三维模型建立的关键尺寸；

◎ 分析关键尺寸是否可以用参数变量替代；

◎ 参数之间的相互关系。

下面以微通道换热器为例，详细介绍运用 Creo 软件创建参数化模型的流程。

图 3 微通道换热器模型

1.3.1 分析模型，列出参数及关系式

对于一个微通道换热器的模型而言，长、宽、高以及集流管的管径是决定模型外形所需的关键尺寸，这些尺寸可以用参数替代。通过进一步的分析，长、宽、高这几个关键尺寸可以经由翅片数量、扁管数量、单片翅片高度及单根扁管厚度计算得出，至此，可以写出上述几个关键参数的关系式。

例如，微通道换热器总高＝（翅片数量 × 单片翅片高度）＋（扁管数量 × 单根扁管厚度），集流管高度＝微通道换热器总高。

通常在性能模拟分析中，翅片数量和扁管数量是最容易取得的直接数据，所以提前写出这些关系式会为后续的建模工作带来很大的便利。

1.3.2 创建模型

◎ 添加参数

单击菜单“工具”，选择“参数”，打开参数对话框，即可添加参数。

添加完参数后，可以为参数设置一个初始值，该值可以在后续的设计中更改。也可以在“权限”一组下选择“锁定”功能，确保该参数不能被修改。通常，需由关系式计算出结果的参数会选择“锁定”功能，防止误操作。

图 4 参数对话框

◎ 添加关系式

单击菜单“工具”，选择“关系”，打开关系对话框，即可为参数添加关系式。关系式是自定义的等式，用以捕获特征之间、参数之间或组件之间的设计关系。前文所列举的两个关系式可在此输入。

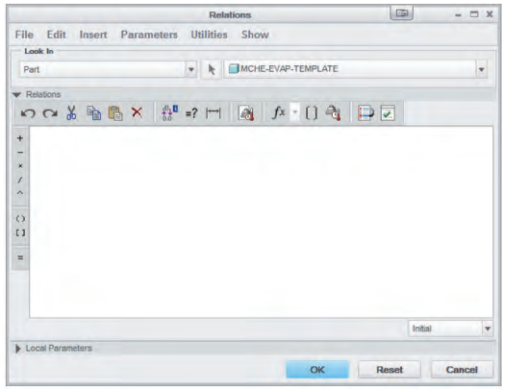

图 5 关系对话框

投稿邮箱 | cadcam@idnovo.com.cn
IMCHINA@idnovo.com.cn

◎ 创建模型

使用 Creo 软件创建出一个模型，影响模型最终成型的尺寸都需由之前分析所得的参数替代。首先如图 6 所示，创建草图。在创建过程中，“30”与“15”这两个尺寸可以用参数“FINNED_LENGTH”与“OVERALL_HEIGHT”替代。在后续的建模过程中，影响模型建立的关键尺寸都应用参数替代。

在创建草图的过程中，应尽量使用结构约束代替尺寸数值，避免发生未将尺寸替换为参数的情况，降低后期模型报错或生成错误模型的概率。

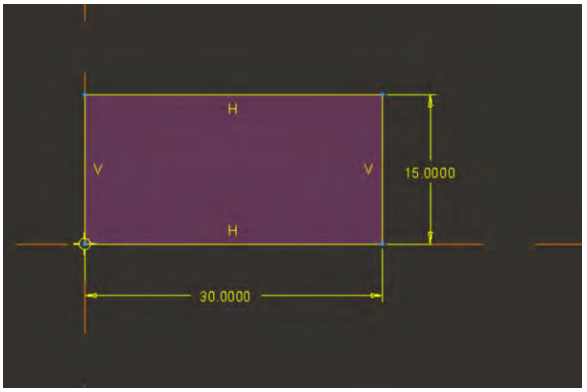

图 6 创建草图

在模型的创建过程中，有时也会发现之前分析过程中遗漏了一些可以使用参数代替的尺寸，这时只需再次打开参数页面，添加新的参数就可以了。

◎ 附加功能

在模型的创建过程中，通常会结合 Creo 的自带功能对输入参数的界面做出一些调整，使参数修改界面更直观。

单击“工具”，选择“模型意图”>“程序”>“编辑设计”。

如图 7 所示，在“INPUT”与“END INPUT”之间输入参数的名字，保存文件并退出。如需添加多个参数，分行输入参数名即可。

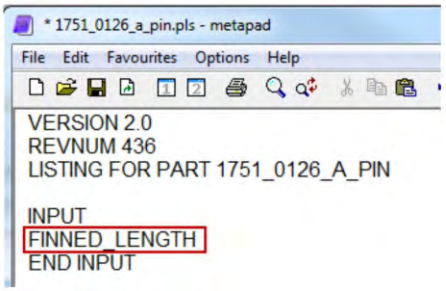

图 7 编辑界面

当参数对话框中的参数数量非常多的时候，该功能还可帮助设计人员过滤掉不需要修改的参数。具体使用方法会在下文中介绍。

1.4 参数化模型的日常使用

研发人员在日常使用中，只需打开参数页面，修改具体数值，一个完整的微通道换热器就会自动生成。

如果在建立模型时使用了附加功能，则不需要打开“工具”菜单下的“参数”界面。只需单击“模型”下的“重新生成”，在弹出的参数选择对话框中选择需要修改的尺寸“FINNED_LENGTH”，就会弹出如图 8 所显示的参数输入的窗口。如果选中的参数有初始值，该初始值会显示在图 9 所示参数名的右边。如没有初始值，则如图 9 所示为空白。

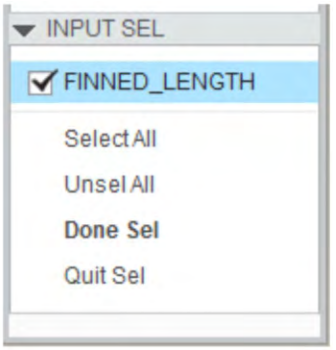

图 8 参数选择界面

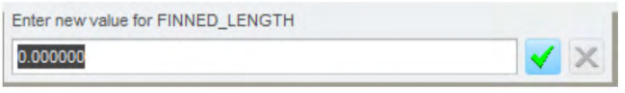

图 9 参数输入界面

1.5 参数化模型的日常维护

参数化模型不需要特殊的维护。如果有多名设计人员同时使用该模型，为了防止误操作，可以将服务器上的基础模型文件设置为只读。设计人员每次使用时，另存该文件为一个可修改的文件即可。

2 优势分析

2.1 效率的提高

目前空调整机的三维模型通常都由多个组件组成，各个组件会根据不同的设计要求而使用不同的型号。对于三维模型而言，不同型号组件的差别多数在于外形尺寸。参数化建模能够减少重复建模和出图纸的工作，设计软件代替人工可以降低设计人员的枯燥感。设计人员只需输入特定的尺寸，

结合设计软件就能创建模型，能够大幅缩短设计时间，从而加快产品设计。

表 1 是对于现有的多个空调整机产品，使用微通道换热器参数模型前后，建立整机三维模型所需工作时间的比较。

表 1 参数化设计引入前后，空调整机三维建模工作时间对比

编号	项目名称	原始建模所需时间（小时）	现在建模所需时间（小时）	参数模型应用次数	节省时间（小时）
1	项目一	16.00	0.5	10	155
2	项目二	16.00	0.5	20	310
3	项目三	16.00	0.5	10	155
4	项目四	16.00	0.5	6	93
5	项目五	16.00	0.5	6	93
6	项目六	16.00	0.5	6	93
7	项目七	16.00	0.5	6	93

例如，项目一创建微通道换热器需要 16 小时，相当于一位研发人员两天的工作时长。现在使用了参数化模型，单个微通道换热器的建模时间缩短至半小时。而这个项目一共需要 10 个不同的微通道换热器，所以整个项目在微通道换热器建模时间上节省了 155 小时，相当于一位研发人员二十天的工作时间。

由此可见，参数化模型可以大幅减少工作量，提高工作效率。若用于产品范围跨度大或选项复杂的产品，其优势更为明显。

2.2 多种备选方案

使用参数化模型不仅能够帮助产品开发人员提高工作效率，减少重复性工作。同时，它还能帮助研发人员在现有的基础设计上快速改变设计，生成多个产品方案，从而选择最优方案，以满足客户的需求。变更设计的灵活性不仅能应用在产品的研发设计阶段，在非标准订单的生产过程中发挥着更重要的作用。

2.3 优化设计

参数化模型由可变参数及关系式代替了尺寸的具体数值，因此可以通过设计软件 Creo 的运算满足一些特定要求，找到一组最合理的设计。在合理的范围内，使所设计的产品结构最合理、性能最好、质量最高和成本最低，更具市场竞争力。

例如，我们经常会遇到为一个已建立三维模型的零件设计外包装箱的工作。我们可以将外包装箱的长、宽、高设置为参数，列出关系式。通过 Creo 的运算，就可以分别求出长、宽、高的具体数值，实现包装箱原材料最少的目标。

2.4 结构分析

就目前的空调整机而言，搭建样机进行测试是检测其各方面指标的一个常用方法。这个方法相对耗时，而且测试成本很高。我们可以使用分析软件进行参数化模型的模拟分析，代替部分的整机实测，从而缩短测试时间，降低测试成本。

参数化模型是由参数（变量）而不是具体数值建立的模型，通过改变模型参数值就能建立新的模型。参数化模型中的参数不仅可以是几何参数，也可以是温度、材料和密度等属性。在参数化模型的几何造型过程中，几何参数的作用范围是几何模型。如果希望以几何模型中的设计参数作为形状优化的设计变量，可将设计参数的作用范围延拓至有限元模型，使有限元模型能够根据设计变量的变化，实现有限元模型的参数化，这样就能为仿真分析软件所用。本文篇幅有限，在此不再赘述。

3 结束语

本文主要阐述了参数化模型在空调产品开发设计中的应用，实施快速设计和变更设计，以满足日趋个性化和多元化的市场需求。

参考文献

[1] 黄恺，李雷，刘杰等 . ProE 参数化设计高级应用教程 [M]. 化学工业出版社，2008.

[2] 沈铁敏，熊建武 . ProE 参数化设计的应用研究 [J]. 中国西部科技，2008(18)：42-43.

[3] 刘艳，郑添，曹关荣，参数化设计的优势与劣势研究 [J]，城市建设理论研究（电子版），2012(9).

投稿邮箱 | cadcam@idnovo.com.cn IMCHINA@idnovo.com.cn