

基于 CATIA 超级副本的交互式参数化建模

撰文 / 中航工业贵州贵航飞机设计研究所 姚旭 赵荣

本文主要叙述了一种基于 CATIA 超级副本的交互式参数化建模方法，其主要内容是通过人机对话的方式，在可视化交互的界面中进行设计输入，软件自动对用户输入的尺寸、几何元素等类型参数进行处理，得到完整模型的建模方法。通过该方法，可以免去枯燥、乏味的建模过程，极大地提高设计效率。

一、引言

对于大型复杂产品，设计过程中经常会遇到“相似零件”的重复建模问题。所谓“相似零件”就是构造特征相同，但参数不同，例如飞机结构中机身的钣金隔框、长桁，机翼的肋等零件，其构造特征相同，但构造参数随着外形及站位变化而变化，零件也各不相同。大型复杂产品一般会有大量的“相似零件”，“相似零件”必须进行单独建模，也就是重复建模。建模时除输入的数据不同外，其余的操作都是相同的，重复操作的比重很大，这种重复操作不仅枯燥乏味，而且效率低。CATIA 软件提供了一种叫做“超

级副本”的功能，使用超级副本功能，可剔除上述重复操作，大大提高设计效率。

二、用 CATIA 软件中的超级副本建模

1. 超级副本功能实质

CATIA 的超级副本功能是参数化设计技术的拓展，实质是参数化和“宏”的有机结合。即在交互式环境中输入“相似零件”的参数，“宏”调用输入的参数，批处理建模操作过程，自动生成零件模型。

CATIA 软件中的超级副本功能，由于介绍该功能的资

#4003=#8011（恢复编程方式）
M99

六、结语

数控机床正向着多功能、多主轴和多通道等方向发展，数控仿真技术日益重要，VERICUT 越来越得到广大机床用户的认可。本文通过对华中世纪星 HNC-21T 数控车系统部分指令和功能的配置，介绍了在 VERICUT 中自定义数控控制文件的一般步骤和方法，并通过对 VERICUT 宏、子程序等方法的应用，配置循环指令 G80。通过对一个能够覆盖本文所有配置功能的零件进行虚拟加工，如图 6 所

示，验证了配置的正确性。

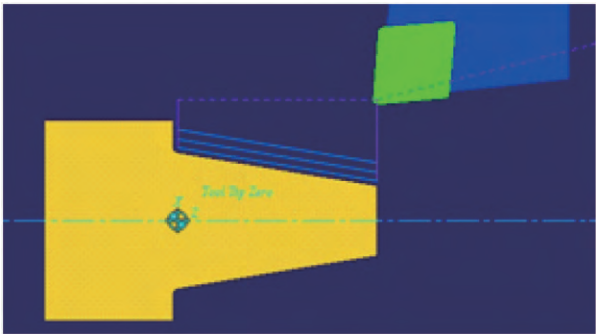


图 6 虚拟加工实例

料较少，掌握和使用这个功能的设计人员也较少。而在实际应用中这种基于参数化的功能在某些复杂产品建模中可发挥巨大的作用，极大地提高建模效率。在大型复杂产品设计中，“相似零件”很多，传统的做法就是重复单独建模，设计效率大打折扣。改良的做法是应用标准件库、零件库以及参数化设计技术来解决重复性建模问题。随着计算机软件在结构设计中的普及，参数化建模问题日益突出，如果能更好地做到全参数化控制模型，将会给设计工作带来极大的便利，大大提高工作效率。

2. 超级副本操作及原理介绍

CATIA 的超级副本功能适用于“相似零件”建模。因此，首先要分析“相似零件”的构造逻辑关系，以确定其输入参数结构，参数可以是尺寸、点、直线、曲线、平面和曲面等几何参数、矢量参数等元素或信息。其次，是预制强壮模型，预制强壮模型是一个具有建模过程简洁、拓扑合理、数据量小且适应范围广的 Part 文件。第三，调用超级副本功能，在 CATIA 软件的“零件设计”状态，打开“产品智能模板工具栏”，工具栏中包含：“创建超级副本”、“创建用户特征”和“创建文档模板”等创建副本的命令；“从文档实例化”和“从选择实例化”执行副本的命令。超级副本在接收设计输入数据后，通过事先设计好的建模顺序和逻辑关系自动生成模型——“宏”处理。超级副本的原理参如图 1 所示。

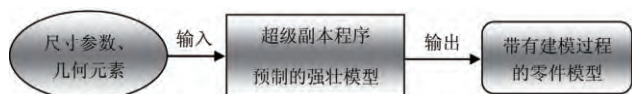


图 1 超级副本原理

有几点值得注意：（1）在使用超级副本时，设计输入必须符合零件要求，不得超过副本程序所允许的范围，针对副本程序输入信息必须合理，否则软件会报错或无法得到正确结果。（2）在使用超级副本时，应在当前设计环境中，引用外部种子模型，系统会根据副本模型的输入输出对当前设计环境的输入元素进行逻辑运算，得到和副本相同类型的输出数据。（3）超级副本程序是通过对“相似零件”的构造进行分析、优化而预先精心构建的强壮模型，强壮模型是指运用易于系统识别的运算法则所建的模型。通常建模的手段和途径很多，不同建模方法可以得到相同的结果，但不是所有的运算方法都容易被系统识别。在使用不易识别的操作，如草图中的偏移、投影，提取实体的曲面、曲线等操作时会导致系统识别错误，在模型输入元素替换

时无法更新。

三、应用实例

某射电望远镜反射面根据主动控制规律的使用要求将反射面分割为上千个三角形单元，每个三角形单元边长约 12 米，同时，在每个三角形单元内部又分割为若干个小三角形单元，小三角形单元种类繁多、数量巨大。笔者在参与该项目的设计工作中，用户给定了反射面的小三角形单元的顶点位置，需要对所有三角形单元建模绘图。若单纯从以尺寸变量来驱动参数化建模，需要对相关尺寸进行计算并整理，且需一一对应，对于成千上万个模型来说，该建模工作很单调，且容易造成尺寸混淆，因此需要形成新的有效率的建模思想。

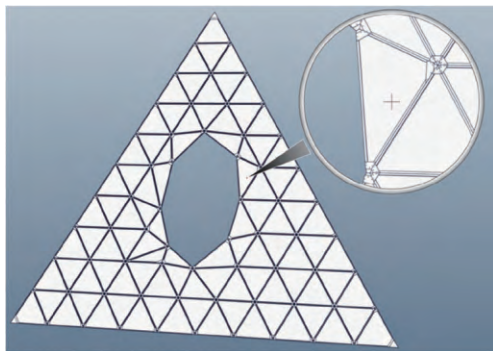


图 2 某项目模型示意

图 2 为众多三角形单元中的一块，内部共包含 91 个三角形小单元，共 28 种类型，如果针对每一个小板块进行手动建模，会耗费大量的时间，操作过程中容易出错，模型质量难以保证。

利用软件的设计输入“替换”原理可以提高建模速度和模型质量。经分析，这些三角形板块有四种结构构型：（1）大三角形顶点的三个小板块；（2）大三角形三条边上的小板块；（3）内部的三角形板块；（4）内部临孔处的三角形板块。针对这四种构型分别制作 4 套超级副本，在已给出的点上“克隆”操作。

以第 4 类小三角板的超级副本制作为例，介绍超级副本的制作和使用。首先判断模型基于哪些几何元素和参数，本案例中三角板是由 3 个顶点和临孔处的边决定的，此外在对连接带板建模时还需要取基准轴线的相对夹角作为变量。

围绕这几个元素进行建模，模型对于上述几个变量必须是强壮模型，根据输入的不同可以自动更新结果。

将所建模型生成超级副本，在超级副本定义框中选择设计输入元素及想要输出的元素，如图 3 所示。



图 3 超级副本输入输出信息

除了需要 3 个点和 2 条边线作为设计输入几何元素外，还需要发布参数以方便在使用时更改参数满足各种情况要求。发布参数如图 4 所示。该项目根据需要发布三个角度值。



图 4 发布参数示意

设定完参数和几何信息后，超级副本图标将会显示在零件树上，如图 5 所示，超级副本制作完成。



图 5 零件树

超级副本的运行是系统通过人机对话的交互性将副本内的输入元素进行替换、并重新生成模型的过程。在当前

设计环境中，使用  图标调出已有的超级副本文件。

运行后的设置框如图 6 所示。在“输入”/“选定”栏中对照要替换的元素逐一进行选取，应当注意的是在选取曲线时应保证矢量方向相同。在“参数”栏中设定需要更改的参数，参数输入框中显示的 3 个角度就是制作脚本时发布的 3 个参数。运行完毕后将在当前设计环境中生成带完整步骤的“零件几何体”和“几何图形集”，并且可以对模型进行单独的更改操作。



图 6 超级副本设置

对于上述项目案例，手工建模的工作量是难以想象的，经过比较，使用零件几何元素“替换”功能进行操作比手工建模提高 70% 的效率；使用超级副本进行建模比使用“替换”功能提高 60% 以上。可见在一些重复性建模的项目中，超级副本功能可极大地提高工作效率，缩短设计周期。

四、结语

CATIA 超级副本易学、易用，在很多领域都可以借助超级副本节省大量的人工成本。在汽车、船舶、航空、航天及其他工业领域，设计制造已陆续进入全数字化阶段，需要对系统中所有零件和连接件在数字模型中进行表达。大量的结构数模并不是毫无规律的，例如一些长桁、隔框、液压作动筒等零件，其结构形式简单、结构类型相同，在建模时可以借助超级副本来完成。在重复性操作中巧妙运用超级副本对缩短建模周期、控制模型质量有巨大帮助。 