

高效的设计要与思维“互动”

——中国电子科技集团公司第十二研究所（北京真空电子技术总公司）

撰文 / 中国电子科技集团公司第十二研究所（北京真空电子技术总公司） 崔宏达

Inventor软件开发了大量的简单使用功能，这些功能与设计者的设计思想相辅相成。这些实用的功能可以大大简化设计中的建模步骤，Inventor软件的知识驱动模式更是减轻的设计者的劳动强度，提高设计效率。

——中国电子科技集团公司第十二研究所（北京真空电子技术总公司）
副总经理张吉峰

不断发展的十二所

成立于1957年的中国电子科技集团第十二研究所，是我国成立最早、规模较大、体系完备的国家骨干研究单位。其研究方向以微波电真空器件为主，产品广泛应用于军事工业和民用产品。十二所拥有完整的科研生产体系，下设完备的器件和基础研究室、机械加工工厂和科研条件保障部门，拥有国内先进水平的微波测试分析系统、精加工设备和精密测量设备，以及国家级大功率微波电真空器件技术重点实验室，是国务院首批批准有权授予博士学位的单位之一。

五十年来，十二所始终致力于国防工业和国民经济建设，在电真空领域不断探索和研究，已成为我国具有自行设计、自行研发和自主知识产权的门类齐全的微波电真空器件研制和生产单位，建所至今共取得科研成果800余项，其中获国家级科研成果奖50余项，获部级科研成果奖170余项。同时，作为现代化科研单位，十二所的信息化建设工作也一直走在行业前列，对专业分析及三维设计软件的应用经验非常丰富，目前所采用的Inventor软件也有十余年的应用历史了。

发展中的大难题

十二所在设计生产方面主要倾向于功率器件和开关器件，功率器件包括行波管、速调管、磁控管及微波三、四极管；开关器件有天线开关管、触发管及闸流管等。多种类的产品带来多样化的用户，遍及航空、航天、兵器、电子、船总、医疗及核工业的密集用户体系支撑了十二所的蓬勃发展。

然而，更快的发展就意味着更大的压力。由于产品类别多、应用广，加之行业水平与用户需求的提升，设计产品的质量要求越来越高，供货周期越来越短，只有优质高效的设计才能保证企业高速稳定的发展。这就给企业出了一个大难题，如何既提高设计效率又保证设计质量呢？

让设计模型与设计者“互动”

二维设计向三维设计的转型，是十二所设计效率提高的重要一步。随着设计产品和设计水平的进步，传统的二维设计很难满足设计工作的需求，常常给设计思维带来很大的局限，设计人员的大部分精力都放在了制图上面。

三维设计的引入大大改善了这种现象，设计师省去了将设计构想转化为二维图纸的过程，直接以三维概念开始设计。这样一来，可以说是建立起了设计模型与设计者之间的“互动”：软件中建立的模型可以直接将产品的全部几何参数反馈给设计师，同时，整个设计

过程也可以完全在三维模型上进行讨论,设计效率的提高就很容易扩大到设计的整个流程。从而达到优化整个设计流程,缩短设计时间,提高设计效率的目的。

设计实例中的 Inventor 应用

在三维软件的选择过程中,十二所尝试了众多品牌,最终选用了欧特克解决方案,其产品在众多实用功能上的突出表现,使设计效率有了更进一步地提高。下面就以超高真空程控排气台为例,简要介绍一下欧特克解决方案在十二所的应用中是如何提高设计效率,优化产品质量的。

首先,对超高真空程控排气台做一个简短的介绍。超高真空程控排气台主要用于电真空器件真空排气及处理。真空系统主要由机械泵、分子泵、硅管、连接管道及各个阀门组成。真空系统的极限真空度为 $\leq 6 \times 10^{-6}$ Pa,工作的真空度为 $\leq 5 \times 10^{-5}$ Pa。每套真空系统的外部伴有烘箱加温烘烤;整个烘箱采用自动升降。整套设备利用工控机实现人机交互及运行参数记录,全工艺过程可实现自动控制。产品完成后的实物图,如图1所示。



图1 超高真空程控排气台

本设计采用自上而下的设计方式,根据真空设备的特点,机械泵、分子泵、硅管、连接管道及各个阀门均为标准件,因此各个部件的位置布局是设计中重点考虑的问题。本产品的三维数字样机是在 Autodesk Inventor 软件环境中完成设计的。采用数字样机可以在生产加工之前对产品进行仿真和分析,提前了解设计产品的功能在真实条件下是否可能达到预期设计效果。Inventor 提供了用于创建零件和部件的数字建模设计环境,在设计中 Inventor 对智能零部件的自动创建功能发挥了很大的作用。主体装配结构,如图2和图3所示。

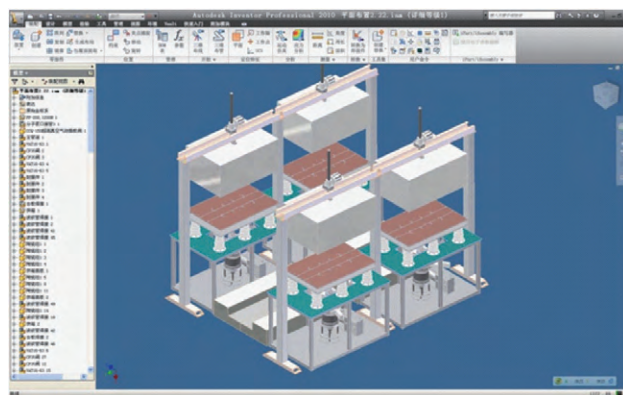


图2 结构图

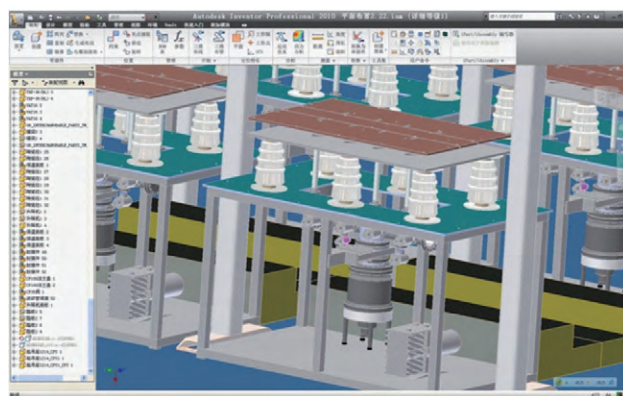


图3 局部结构

使用 Inventor 软件的结构件生成器设计结构框架,结构件生成器使用方便,操作简单,用结构件生成器为机器创建内部结构件和外部结构件部件。可以在部件环境或焊接件环境中使用结构件生成器。要一个“骨架”零件以在其上面插入结构件。具体操作步骤这里不一一介绍了。框架设计完成后,接下来的工作就是机械泵、分子泵的位置排布。

在设计过程中,由于方案的调整,更换了机械泵的型号,使用零部件替换功能,很容易地实现了装配的调整。如图4所示。

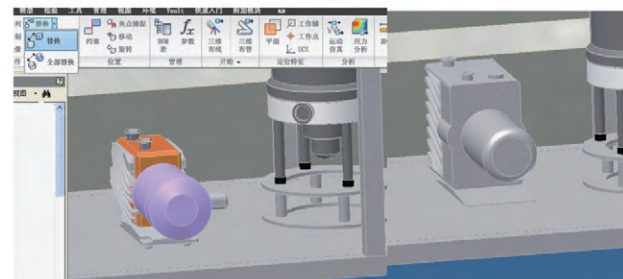


图4 替换命令的使用结果

在 Inventor 软件中,设计加速器的使用大大提高了设计效率。设计中有大量的螺栓连接结构,螺栓联接零部件生成器的使用,及强度计算、螺栓联接校核该计算,可以

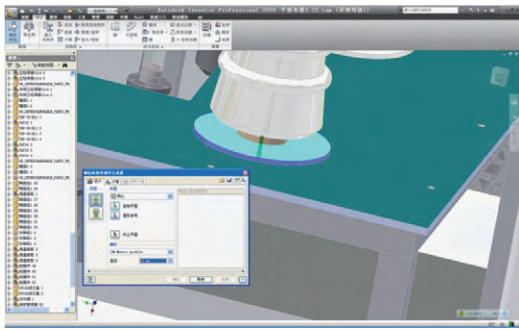


图 5 螺栓连接零部件生成器

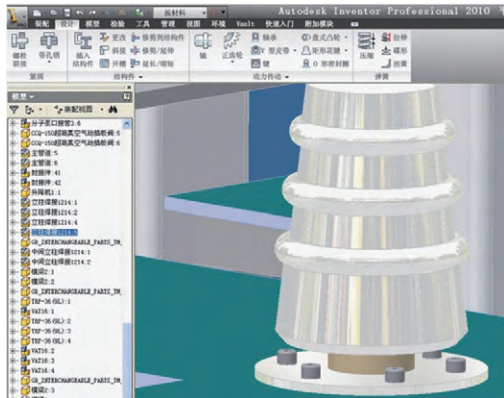


图 6 螺栓连接零部件生成器

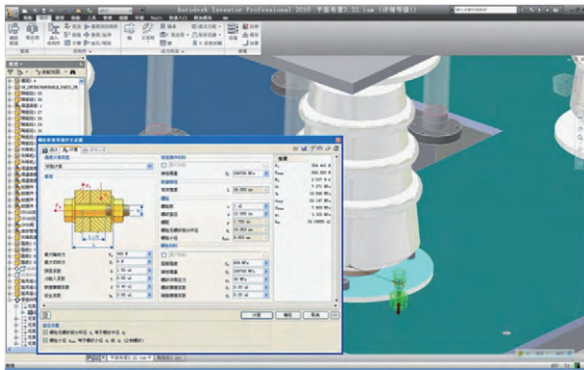


图 7 校验计算

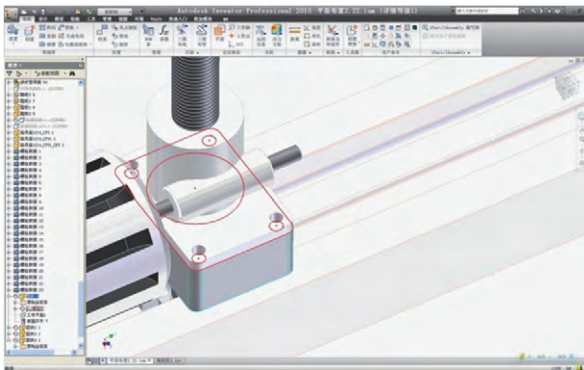


图 8 传动电机的垫块

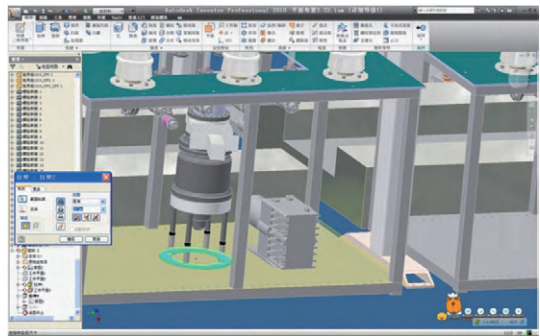


图 9 分子泵的支架

使设计者轻松应对繁琐的螺栓联接及配合孔设计，如图 5 和图 6 所示。该设计计算的目的是在指定要求的工作载荷后选择适当的螺栓联接，如图 7 所示（如连接紧固和操作过程中螺纹的压力和螺栓应力）。传动电机的垫块设计，分子泵的支架设计等都使用了 Inventor 软件在位零部件设计功能，自适应功能的应用使结构设计中的事实变化调整成为可能，如图 8 和图 9 所示。

Inventor 软件的 iPart 也是设计当中必不可少的功能。设计部门把经常使用的标准泵、阀、连接件等零部件建成自己的自定义零部件库，作为公共库放置在网络平台上，设计时只需按型号调用即可。iPart 库的使用为建模设计节省了大量的时间。

Inventor 软件还可以直接从三维模型快速正确地输出可立即用于生产的 GB 标准的工程图纸。这对于依靠图纸加工的加工部门是非常重要的。笔者在多年的使用过程中发现 Inventor 软件的强大的二维工程图输出功能更是优于其他的三维设计软件。Inventor 软件的渲染和动画功能也为设计者提高数字样机的可视性给予很大的帮助。

Inventor 与 Autodesk 数据管理应用程序紧密集成在一起。这样便使得数字设计数据可以高效安全地交换，并且促使设计工作组和制造工作组之间更早地开始了协同合作。不同工作组可使用 Autodesk Design Review 软件来管理和跟踪数字样机的所有零部件。该软件以全数字方式检查、测量、标记和跟踪设计更改。

在本设计中只结合了较为具体的应用案例来说明 Inventor 软件的实用性，并未对整个设备的设计过程进行详细介绍。但是这些设计方法的使用都是基于一个设计思想之上的——“自上而下”的设计理念。通过正确的设计思想引导，结合对设计软件的深入了解，选择最适合设计者的方法，便可以最大限度地发挥软件的 CAD 作用，达到提高设计效率的目的。