宏华石油：突破来自石油钻探行业的设计挑战

——数字化整合提升产品设计规范，规范带来效益

撰文／齐健

“欧特克软件为我们的设计部门提供了很大的帮助和支持。就整个企业来说，通过应用Inventor和Vault，订单交付周期缩短了，新品上市速度加快了，企业效益自然也就提高了。”接受电话采访时，四川宏华石油设备有限公司产品研究所设备室助理机械工程师李玺如是说。

石油钻探设备的设计生产在机械设计领域中是比较复杂的，石油钻探机结构复杂、类型多变且功能需求很多，对设备的设计与生产的要求很高。在设计过程中，整机需要涉及到井架、底座等大型钢结构件的设计，绞车、泥浆泵等涵盖了链条、齿轮等机械传动的设计，同时还需要部署自动化程度相当高的石油钻具处理装置，例如：顶驱、液压猫道和铁钻工等机电液一体化产品。这一系列的设计过程包括了普通建模、钣金、焊接件建模、结构件分析以及运动分析等多种设计手段，几乎覆盖了传统机械设计领域的所有应用。这不仅是对设计人员、制造企业的挑战，也是对设计软件的挑战。

四川宏华石油设备有限公司（以下简称宏华石油）是一家专业从事石油钻采设备研究、设计、制造、成套和技术服务的高新技术企业。产品涵盖 1000 至 12000 米的陆地钻机，包括 DBS 交流变频数控电动钻机、直流电驱动钻机、机械驱动钻机、复合驱动钻机、拖装钻机和转盘独立电驱动钻机，以及新研制的连续管钻机等 20 余种型号规格，还有各种与之配套的直驱顶驱、直驱泵、游吊系统、固控系统及电控系统等产品。

宏华石油十分注重对技术研发与设计软实力的投入。在设计软件应用方面，以 AutoCAD Mechanical 为基础软件，Inventor 为升级软件，并在大量新产品中试点应用了 Vault 设计协同平台。自 1997 年公司成立以来，相继开发研制出连续管钻机、超级单根钻机、五缸泵、压裂泵及直驱顶驱等一批具有完全自主产权的新产品，近年来申请 389 项专利，其中发明专

利 147 项，获得授权 25 项，申请实用新型专利 222 项，获得授权 201 项。

在整体数字化设计平台建设过程中，宏华石油经历了相当长的设计软件考察期。宏华石油的产品设计主要集中在结构件设计方面，对曲面设计的要求有限，因此在购买软件时，设计部门将关注点放在了简单易用、运行快捷且性价比较高的设计软件上。同时，为了完成企业整体数字化设计平台的建设，宏华石油选择的设计软件还需要良好适配整套分析、产品发布以及数据管理等相关产品。

早在 2002 年，宏华石油就采购了 Inventor 5.3，在企业内部开展相关的试行设计工作。经过了一段时间的试用，并多方对比了其他设计软件在行业内的应用情况，结合企业自身的设计工作和生产施工特点，最终宏华石油决定全面采用 Inventor 完成对企业设计平台的升级，并通过欧特克设计套件完成了企业内部统一的通用设计平台建设。利用欧特克设计套件，宏华石油完成了很多新产品的开发工作，例如顶驱、铁钻工、液压猫道以及海洋钻井包等高难度机电液一体化产品。

通过应用 Inventor 三维设计软件，使新产品设计过程中容易出现的干涉、投影、不合理布局以及结构冗余等情况得到了规避。标准件库功能在日常的设计工作中也发挥了很大的作用，通过建立企业自有的标准化零件库、材料库和图库，零件的设计重用率有了大幅提高。参数化和模块化的设计方式使工程师有了更多的选择，参数化设计保证了设计的可修改性，大幅减少了设计修改和改型设计的建模时间，而模块化设计则在新产品的设计过程中很好地保证了产品的准确性和可维护性。

大多数石油钻探机械都是结构复杂，零件数过万的大型装配体，在设计过程中，由于硬件条件有限，造成的模型运行过慢，大大地降低了设计效率。Inventor 的提取包覆面功能帮助宏华石油实现了大装配的设计轻量化，解决了这部分问题。通过合理规划大装配设计，对各个子装配提取包覆面、从子模块开始轻量化，建立上万个零件的大装配也变得轻而易举。

Inventor 的应用对宏华石油的设计效率提升起到了很大的帮助作用，井架、底座等钢结构部件的设计质量明显改善，绞车、泥浆泵等系列化产品的设计周期大幅缩短。同时，Inventor 还帮助宏华石油建立了钢结构上面的骨架线理念，实现了相似零件的参数化设计，并在系列化产品的零件重用方面起到了至关重要的作用。骨架线的理念使设计变更更加方便，在新产品修改和老产品改型的设计过程中节省设计时间超过 40%。在系列化零件的设计中应用的参数化设计理念，可以把设计修改的时间压缩到原来的 30%。

在一些工况已知，载荷情况不复杂的新产品研发项目中，Inventor 还能帮助完成一部分结构件分析和有限元分析工作，有效地提升了这些项目的工作效率。

在 Vault 应用方面，欧特克为宏华石油定制了一套基于 Vault 和 Inventor 的二维和三维数据的共同管理和图纸查询系统。基于 Vault 进行二维、三维设计数据统一管理，通过 Inventor 完成 BOM 表的处理并传递给工艺。并利用基于 Inventor 的 BOM 表序号处理工具完成相关的数据管理与工艺信息交互。

Vault 也为宏华石油提供了全新的协同设计方案，用 Vault 进行数据交换、文件管理以及协同设计等。在宏华石油的很多新产品开发项目中，设计部门以项目组为应用单位，基于 Vault 服务器建立起了一套用草图完成主要数据传递的协同方案，通过 Vault 的复制设计功能避免了重复设计相似零部件，大大减少了设计工作量。

宏华石油利用欧特克设计套件建立了自己的完整数字化设计平台，并不断在这个平台上摸索出更新、更好的设计模式与应用方法。李玺表示，对于欧特克软件，宏华石油的设计部还有很多的期望。他们希望 Inventor 能够不断丰富自己的标准件库，集成更多的标准件，特别是液压管路附件部分的标准件。在软件功能方面，他希望软件内部的模型特征继承和图样传递能有突破进展，并在分析方面提供更多的功能，提高运动学分析和结构件分析的精度和操作性。希望有更好的软件帮助宏华石油突破更多来自产品设计的挑战。