

中国第二重型机械集团公司

客户成功案例

Autodesk® Inventor®

整个产品设计过程中，采用了自上而下的设计流程，大大提高了工程师设计的水平和效率，结构件使用验证优化功能使投入成本减少了10%以上，三维布管功能使得液压管路系统缩短设计周期30%以上。Inventor软件在整个项目的实施加快了产品推向市场销售的步伐，显著提升了产品的经济效益。

—谭仁万

设计研究院教授级高级工程师、  
传动技术研究所传动设计二室  
室主任  
中国第二重型机械集团公司

# 挑战下寻求创新

## ——中国第二重型机械集团公司三维设计 实施纪实



图一、集团公司东大门

作为国资委管理的53家重要骨干企业之一，中国第二重型机械集团公司(简称中国二重)始建于1958年，1971年建成投产，是中国最大的重大技术装备研制基地之一。多年来，中国二重的研发工作始终围绕国家发展装备制造业的方针政策而开展，具有国内领先的冶金、矿山等领域的重型装备，核电、火电和水电机组大型铸锻件，重型压力容器和大型传动装备的技术和产品开发能力，先后为冶金、矿山、能源、交通、汽车、石油化工、航空航天等国民经济各部门和国防建设提供了上百万吨重大技术装备。许多产品填补了国内空白，替代了进口，在国民经济和国防建设中发挥着不可替代的重要作用。出色的业绩使得中国二重成为国家级创新型(试点)企业，四川省高新技术示范企业，国家专利试点先进单位和国家首批知识产权示范创建单位。近年来，中国二重在研发设计方面不断探索、不断创新，极大提高了产品设计效率，在激烈的市场竞争中站稳了脚跟。

### 研发设计的机遇与挑战

中国二重一直将研发设计创新作为集团重要的工作，下属两个国家级研发平台：中国二重国家级企业技术中心和大型铸锻件数值模拟国家工程实验室。技术中心下设七个专业研发院所：重型机械设计研究院、大型铸锻件研究所、工艺研究所、重型压力容器与核电技术研究所、传动技术研究所、信息技术所和计量技术所。中国二重具有雄厚的物质技术基础和强大的产品研发、设计和制造能力。拥有国家级技术中心、工程实验室和博士后工作站，拥有160MN水压机等主要生产设备6600台，具备一次性冶炼900t钢水、浇注600t钢锭、产出500t成品铸件及250t成品锻件的能力，是中国最大的冶金成套设备、核电、水电、火电成套铸锻件、重型压力容器、大型传动件、大型成套航空模锻件等重大技术装备制造基地。



图二、集团公司技术中心大楼

然而，随着业务的开展客户的需求也在发生变化：如今的机械制造业不再是单一的机械设备制造，而是要为用户提供成套装备，这就要求制造商具有更全面、强大的技术支持。目前各重型机械制造业都在积极寻求进一步加强设计能力、改进产品结构、提高产品质量、缩短生产制造周期、降低生产制造成本等项问题的解决方案。有了完善可行的解决方案，才能在当前国际国内激烈的市场竞争中站稳脚跟，长足发展。中国二重也不例外，在科研开发、设计制造等领域都面临着这样的挑战。

### 如何应对挑战？

在高速发展的信息化时代，传统的设计方法已不能满足目前快节奏的生产方式了，更好地应用现代设

计方法和手段，是最好的选择。为此，中国二重在市场开拓、产品研发、生产制造等方面采取了多项改进措施来应对目前的挑战。在科研开发、产品设计方面，提高了CAD/CAE技术的应用深度和范围，制定了多种考核方式来促进工程技术人员尽快提高应用CAD/CAE技术的技巧和能力。

早在十几年前，集团公司就在实施甩图板工作时选用了AutoCAD作为二维CAD工具，如今，无论是推广应用三维CAD/CAE技术还是选择整体解决方案，都离不开已有的二维工程图纸和多年设计经验的积累。因此，选取欧特克解决方案是有效利用已有资源、提升效率的最佳选择。集团公司设计研究院从1993年开始实施甩图板工作，针对AutoCAD软件的应用，先后举办了多期CAD技术培训班，普及推广后陆续购买了欧特克产品：AutoCAD和Inventor，这也是集团公司设计研究院目前主要使用的CAD软件。CAE方面，集团公司目前正在试用欧特克的Algor软件，并不断总结经验 and 需求。不断的发展，不断的创新。中国二重研发设计的下一步计划是将重点放在成套设备的整体应用分析上，以解决整体设备的数字样机制作、整体测试、工况模拟、应力分析等问题。



图三、集团公司部分授权机构

“实践证明，三维技术的应用能够有效地满足企业对新产品快速研发、设计和产品知识积累的需求。不但大大提高设计效率，在优化产品设计方面也效果卓著。”中国二重设计研究院教授级高级工程师、传动技术研究所传动设计二室室主任谭仁万表示。

### 从设计实例看三维设计的应用经验

现在以万向接轴系列化产品的开发为例，对中国二重使用欧特克解决方案的应用情况和经验作一简介。

十字轴式万向接轴是机械行业广泛应用的传动件之一，对于这类具有标准系列的产品，经参数化驱动后，应用Inventor来完成设计工作，更加能够显示出Inventor在产品中的优越性和高效率。

我们利用Inventor对SWC/SWZ/SWP型万向接轴进行了三维参数化设计软件开发，该软件能够快速、准确地生成各系列联轴器的三维零部件实体和完整的装配体，并用优化后的数据修正三维模型，使得这类型号的万向接轴的结构更合理，从而进一步提高产品的承载能力和机械性能特性，有效地提升产品的设计和制造水平。高效率地开发设计出联轴器各种规格的系列化产品，有效缩短设计和制造周期、提高产品技术性能、节约制造成本，产生很好的经济效益和社会效益。

在软件开发中，我们重点考虑和解决了以下几个问题：

- 1) 十字万向接轴参数驱动与强度问题：十字万向接轴不但规格系列较多，并且各系列产品设计中均涉及很多待定尺寸，各尺寸之间又涉及到装配关系和强度之间存在互相影响、相互矛盾的问题，需要多次反复计算校核，才能确定结构型式方案，尽管如此也不能优化的解决装配关系与强度之间的问题。并且该产品使用倾角大，相互运动件容易产生干涉，尤其是SWC型的整体铸造叉头，空间曲面多，形状复杂，强度要求高，是造成干涉的主要零件之一，该件是该类万向接轴的关键零件，也是应力最大的零件，因此，在设计阶段，要提高万向接轴的承载能力，延长其寿命，就必须对其关键零部件进行优化设计和必要的强度分析。该软件解决了联轴器零部件的快速编辑和强度校核问题。
- 2) 工程图生成中存在的问题：由于万向接轴零件较多且结构复杂，空间曲面多，轮廓线绘制困难，且图面尺寸及形位差较多，人为标注尺寸时

容易出现错误和漏洞。为确保图纸的正确性,避免人为绘制工程图出现错误的问题,提高设计效率和质量,我们采用了工程图尺寸标注数据和三维模型驱动数据共用一个数据库的方式,有效地解决了工程图标注数据与三维模型驱动数据一致性的问题。

3) 胀箱导致的干涉问题:由于铸造时胀箱、重要尺寸偏差与图纸给出的偏差产生较大误差等原因的影响,致使整体铸造叉头实体可能与相关件严重干涉或者重要部位的强度减弱的问题,这两种情况都会对产品的生产和质量造成非常严重的影响。在装配时若存在严重干涉问题,无法达到设计倾角要求。只能在反复的修整后才能确定干涉部位及干涉程度,而干涉部位要在机床上切削加工后再进行检查,发现干涉后再上机床加工,如此反复修整才能解决整体铸造叉头干涉的问题。这样既影响到该设备的出产进度,无法保证交货时间,同时又长时间占用机床,严重影响其它产品的进度,造成人力和资源的浪费。利用该软件,可以在Inventor环境下很好地解决上述问题,有效地提高设计效率,缩短了生产制造周期。

软件的开发为设计者提供了良好的操作界面,即使不熟悉Inventor的设计人员,也能利用该软件设计快速地完成十字轴式万向联轴器的设计工作。软件采用了外部执行文件与Inventor交互操作的模式运行,可在Inventor 2010~2012环境下运行。

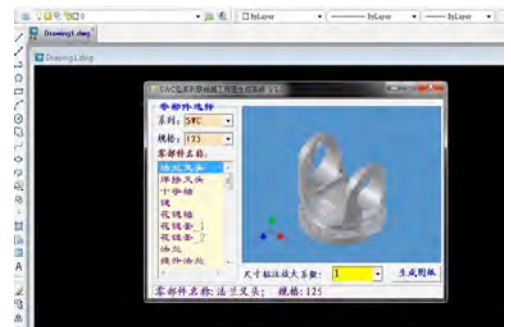
图四~图七是软件运行的主控界面和完成的相应工作结果。

**项目要点: 项目负责人对应用效益的评价**

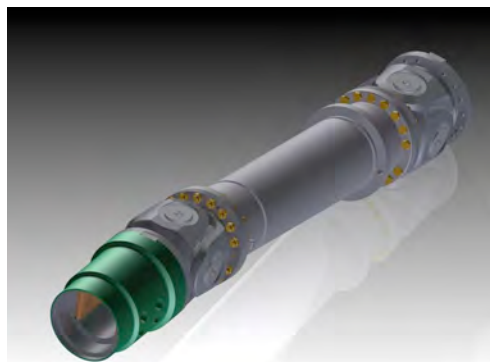
万向接轴系列化产品的开发已在Autodesk Inventor(三维部分)/AutoCAD(工程图部分)平台上成功运行。目前,设计研究院传动所设计的该类万向接轴全部采用该系统进行设计,在通钢1450E1万向接轴、重钢1780 E1万向接轴、柳钢



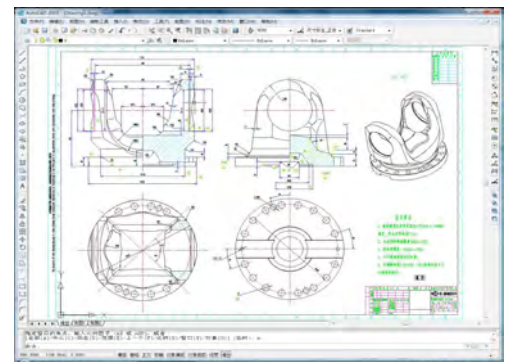
图四、参数化设计程序主控界面



图六、联轴器工程图生成主控界面



图五、完成后的SWC型联轴器接轴装配



图七、生成后的法兰叉头工程图

1450F1E万向接轴、东北特钢小棒万向接轴系列等设计工作中得到深入应用(应用情况见表2),应用情况良好。在设计周期上,以前传统的设计方式设计一套较为复杂的伸缩式SWC型十字万向接轴需要的时间大概为:方案设计(7天)、强度分析(7天)、详细设计及工程图绘制(30天),共需要约44天完成设计工作,而本项目的研究成功,可以在约7天的时间内完成设计工作,仅为原设计时间的16%,大大的提高了设计效率。实践证明,该技术的应用能够有效地满足企业对新产品快速研发、设计和产品知识积累的需求。

在设计十字轴式万向接轴的过程中,使用Inventor二次开发软件快速、准确地生成相应的零部件三维模型,对关键件进行强度分析,万向节倾转干涉分析,然后对其中关键尺寸进行优化、修正,最终生成工程图用于生产。在这一设计周期中,我们使用Inventor二次开发软件后,极大地提高了工作效率,而且经过强度及过盈分析后,零部件的强度及结构都能得到最大的优化,并且能够避免形状复杂的法兰叉头在无法精确控制其倾转时不出现干涉现象。有效缩短了设计和制造周期、提高产品技术性能、节约制造成本,产生了很好的经济效益和社会效益。

欧特克软件(中国)有限公司  
100004  
北京市建国门外大街1号  
国贸大厦2座2911-2918室  
Tel: 86-10-6505 6848  
Fax: 86-10-6505 6865

欧特克软件(中国)有限公司  
上海分公司  
200122  
上海市浦东新区浦电路399号  
Tel: 86-21-3865 3333  
Fax: 86-21-6876 7363

欧特克软件(中国)有限公司  
广州分公司  
510613  
广州市天河区天河北路233号  
中信广场办公楼7403室  
Tel: 86-20-8393 6609  
Fax: 86-20-3877 3200

欧特克软件(中国)有限公司  
成都分公司  
610021  
成都市滨江东路9号  
香格里拉中心办公楼1507-1508室  
Tel: 86-28-8445 9800  
Fax: 86-28-8620 3370

欧特克软件(中国)有限公司  
武汉分公司  
430015  
武汉市汉口建设大道700号  
武汉香格里拉大饭店439室  
电话: 86-27-8732 2577  
传真: 86-27-8732 2891

购买咨询: 400-080-9010

Autodesk®

Autodesk, AutoCAD, Autodesk Inventor和Inventor是Autodesk, Inc.在美国和其他国家的注册商标。所有其他品牌名称、产品名称或商标分别属于各自所有者。Autodesk保留在不事先通知的情况下随时变更产品和服务内容、说明和价格的权利。同时对文档中出现的文字印刷或图形错误不承担任何责任。© 2012 Autodesk, Inc. 保留所有权利。