基于PLM系统的三维工装参数化设计与应用

吴昊，张建锋，包鹏，刘煜
杭州汽轮机股份有限公司　浙江杭州　310022

摘要：结合实例介绍了杭州汽轮机厂利用SolidWorks与PLM系统实现三维工装参数化模板设计与应用的过程。实际应用表明，三维工装参数化模板的使用能够提高工作效率，降低生产成本。

关键词：智能制造；PLM系统；三维工装；参数化

1　序言

智能制造是未来制造业的发展方向，其主要特点是数字化、信息化、网络化和智能化。数字化设计与制造是智能制造的核心技术，是搭建工业互联网平台的关键。因此不管是零部件产品还是工装，模型的三维数字化都将成为趋势。与传统的二维纸质工装相比，三维工装具有如下优点。

1）以可视化的形式直接呈现模型的尺寸、结构、几何公差和加工面等，减少了加工者的图样阅读时间。

2）工装设计后都需进行强度校核，与带入一些计算公式相比，三维工装可直接应用有限元软件分析，大大节约校核时间，且保证了校核的准确性。

3）未来数控机床将会普及，传统的普通机床加工方式将会被数控加工所替代，有了三维模型即可用专业的三维编程软件进行数控编程，极大地减少了手动编程的时间。

4）数控程序在实际使用前需进行仿真验证，验证时带入实际所使用的工装，更能确保程序的安全可靠性，避免实际加工时出现干涉或者刀具与工装、机床的碰撞问题。

5）将三维零件模型与工装模型进行装配，可验证工装的可使用性，避免干涉。

工业汽轮机的非标定制会导致加工或者装配汽轮机各零部件时所用到的工装种类繁多，例如有内外缸水压试验工具、液压套装工具、动平衡连接法兰及试车法兰等，大多数情况下都需要重新设计相应的工装。本文主要以某一类工装为例介绍杭州汽轮机厂基于PLM系统的三维工装参数化设计与应用的过程。

2　三维工装参数化设计

2.1　创建三维工装及参数化模板

动平衡连接法兰是转子动平衡试验时连接动平衡机与转子的专用工装，针对不同转子，都需重新

刀具轨迹吻合。在正俯视图中观察，刀具轨迹的走动方向与桨叶剖面平行，与水流方向一致，与轮毂同心，符合设计要求。而且刀具运动方向的精度完全由操作者控制，绘制的流曲线越密、精度越高，刀具轨迹的可控程度就越高，越符合设计理念。

4　结束语

刀具轨迹得到精确控制后，在实际加工中经试切验证，满足零件各项技术要求，证明该方法正确可行。文中所述质量理念、数学计算、产品性能分析以及工艺分析方法，在解决同类零件的加工难题时也可推广应用。

参考文献：

[1] 胡健．螺旋桨空泡性能及低噪声螺旋桨设计研究[D]．哈尔滨：哈尔滨工程大学，2006．

MW 20210305

设计法兰。因为与动平衡机相连的结构固定，故只需设计与转子相连部分的结构，且每个工装的大多数尺寸是固定的，只改变了若干个特征尺寸，例如外圆、内孔孔径、连接孔的个数和大小等。若是每个工装都重新建模、出工程图，将费时费力，所以创建一个三维工装的参数化模板可提高模型的设计效率。

首先以某一个已有动平衡连接法兰为基础利用SolidWorks创建三维模型，然后建立参数化数据表。其中，参数化数据表由Excel表建立，表中各参数已与三维模型对应尺寸相链接，且表中含有工装物号、需变化的参数及相对应参数的图示说明。

2.2 创建有限元分析模板

工装设计后进行强度校核，启动SolidWorks Simulation，设置动平衡连接法兰材料、夹具、转矩后，划分网格进行静力学分析。分析后得到图1所示结果并保存。当参数表中输入新数据后将重新生成新的三维模型，刷新模型后，有限元分析会自动生成新工装的校核结果，以校核结果来判断工装设计的可行性，必要时返回参数表更改某些尺寸。

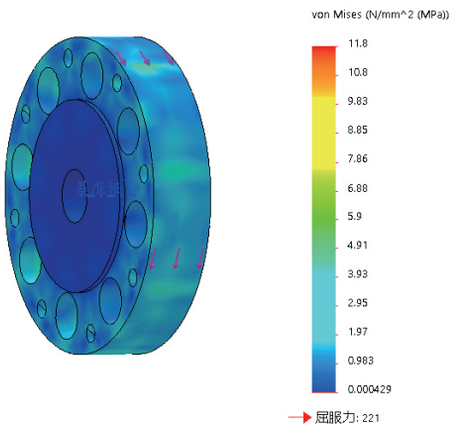

图1 动平衡连接法兰静力学分析模板

2.3 创建三维标注模板

三维工装校核通过后需进行三维标注，三维标注的存在可降低加工者的识图时间。

三维标注一般有两种方法，一种是利用SolidWorks MBD插件进行标注，另一种是直接显示模型的特征尺寸。使用一种方法往往不能达到完全标注的效果，所以通常需要两种方法相结合。与有限元模板一样，三维标注结果也可随着模型的改变而自动更改。

2.4 创建二维工程图模板

目前三维标注还未普及，车间仍需二维CAD图样，在SolidWorks中根据公司企标创建二维CAD图样样式。二维工程图模板中材料、质量、零件名称、物号及制图时间与三维模型各属性链接，图样上标好第一个三维模型的所有尺寸，并保存。当生成新的三维模型后，工程图中模型尺寸以及上述的材料、质量等属性都会相应更改。因为没有进行软件的二次开发，所以图样生成时会存在一定的尺寸错位，需手动微调。

2.5 创建数控编程模板

工装结构确定后，下一步在加工前创建数控编程模板。目前市场上较流行的数控编程软件主要有Mastercam、SolidCAM、UG和PowerMILL等。为了避免在不同模型之间转换时特征的缺失，采用了在SolidWorks软件上安装Mastercam for SolidWorks插件的方式，利用插件创建动平衡连接法兰的数控编程模板，部分编制过程如图2所示。至此，三维工装及所有的参数化模板建立完毕。

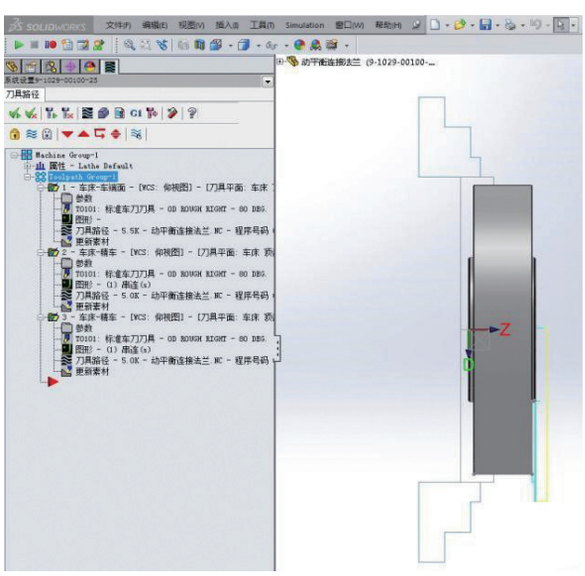

图2 创建数控编程模板示意

3 三维工装的应用

制造业企业实现智能制造通常需要基于三大系统，即PLM系统、ERP系统和MES系统。PLM系统可实现各部门之间对零部件、图样、程序和任务等信息的传递。早在几年前杭州汽轮机厂已引进PTC公司的Windchill系统代替原有的PDM系统。使用Windchill系统后工作效率有了明显的提高。

目前工艺部门已创建了动平衡连接法兰、内外缸水压试验工具、液压套装工具和镗孔模板等工装模板，并把这些模板上传到了PLM系统中。当工艺人员需要重新设计工装时，只需在SolidWorks软件中打开三维工装参数化模板，输入所需的新参数，验证有限元分析结果后，刷新生成三维标注模型、数控程序及二维工程图样即可。其中二维工程图样另存为pdf版本，含三维标注的三维模型保存为3D.pdf版本。然后将程序、二维图样、三维图样按图3所示流程上传到PLM系统中，签审批准后，入库到PLM中，各部门即可进行图样、程序的传阅和使用，减少图样的传递时间。

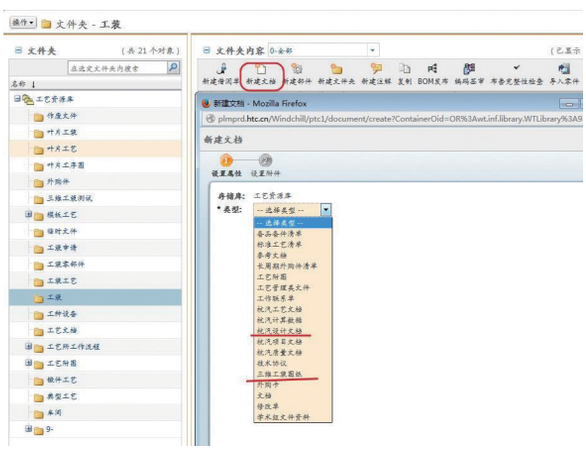

图3　PLM系统中上传流程示意

4　结束语

基于PLM系统的三维工装参数化设计及应用可提高从设计到工艺再到生产制造的工作效率，降低生产成本，为公司带来极大的经济效益，也是顺应智能制造的趋势所在。

参考文献：

[1] 李清，唐骞璘，陈耀棠，等．智能制造体系架构、参考模型与标准化框架研究[J]．计算机集成制造系统，2018，24（3）：539-548.

[2] 孟凡生，赵刚．传统制造向智能制造发展影响因素研究[J]．科技进步与对策，2018，35（1）：66-72.

[3] 范玉斌，刘闯，吴红兵，等．全三维模型驱动的复杂产品智能制造[J]．计算机集成制造系统，2017，23（6）：1176-1186.

[4] 王政，高全学，皮涛，等．基于Windows平台的焊接工装夹具三维参数化CAD[J]．焊接学报，2000，21（4）：69-72.

[5] 李汶龙，田锡天，刘书暖．基于三维CAD的智能化工装设计与管理系统研究[J]．机械设计与制造，2005（9）：114-116.

[6] 汪林，杜玉祥，何雪浤．大型装配体的SolidWorks参数化建模方法[J]．机械设计与制造，2018（10）：173-179.

[7] 闫恩刚．基于PLM信息化平台的产品数据管理创新体系的构建与研究[J]．制造技术与机床，2017（11）：141-146.

[8] 曾富洪，徐宗俊．PLM和BOM核心技术的研究[J]．制造技术与机床，2004（3）：50-53.

[9] 张伟，王宗彦，秦慧斌，等．面向PLM的SolidWorks模型与工程图批量出入库方法研究[J]．计算机工程与应用，2016，52（18）：252-256.

[10]陆长学，宫涛，胡传朋，等．基于PLM系统的工程机械行业工艺装备管理研究[J]．现代制造工程，2015（7）：113-119.

MW 20210312

2021年一季度机械工业经济运行情况

国家统计局数据显示，2021年一季度机械工业增加值在2020年低基数的基础上大幅增长43.5%，比2021年1—2月回落20个百分点。与2019年相比，一季度机械工业增加值增长16.2%，两年平均增速为7.8%。增加值同比增速大幅反弹，年均增速恢复正常水平。

主要大类行业快速增长。2021年一季度，通用设备、专用设备、汽车、电气机械和器材制造业同比分别增长39.9%、37.2%、55.1%和45.3%；与2019年相比，几大行业分别增长15.8%、18.7%、14.8%和26.6%；两年平均增速分别为7.6%、8.9%、7.1%和12.5%。

（来源：中国机械工业联合会统计信息部）