

应用 NX 软件进行协同设计的规范性问题

撰文 / 中车贵阳车辆有限公司 光旭东

大型产品的研发必须采用协同设计的方式。在进行协同设计之前，必须要制定统一的规范。本文以铁路货车的设计为例，介绍了应用 Siemens PLM Software NX 软件进行协同设计要做的准备工作和制定的规范。执行这些规范，对方便查找文件，控制模型中的要素，优化数据结构等能起到重要作用，使得设计处于可控状态，保证设计质量。

一、协同设计的要求

完成一项大型产品的研发，必须采用协同设计的方式。

按产品的特点、专业分工和工作量等情况组织设计团队。负责人根据工作要求和各自的业务熟悉情况给成员安排不同的

摩擦力矩随填脂量的增多呈现增大趋势，当填脂量达到 60mg 时，其启动摩擦力矩出现较大增幅。

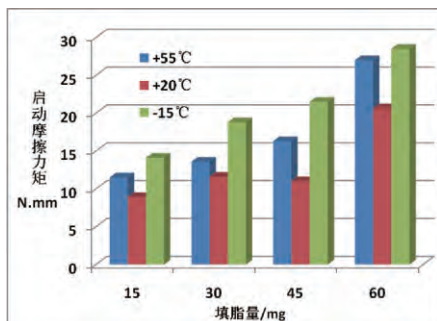


图 7 跑合前各脂量在不同温度下的启动摩擦力矩

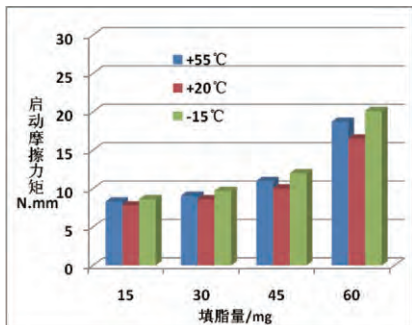


图 8 跑合后各脂量在不同温度下的启动摩擦力矩

图 7 和图 8 为四种方案跑合前后启动摩擦力矩随温度的变化情况，从图中可以看出跑合后各填脂量在不同温度下的启动摩擦力矩明显小于跑合前状态，启动摩擦力矩随填脂量的增加而增大。跑合前后四种方案下启动摩擦力矩随温度的变化趋势基本相同，都随温度的降低先减小后增大，但跑合后启动摩擦力矩随温度的变化更趋于平缓，尤其是填脂量为 15mg 和 30mg 时，高、低温与常温启动摩擦力矩值的差异不大，说明这两种填脂量下轴承组件的冷热启动能力更好，符合主机提出的摩擦力矩小而均匀的要求。

五、结论

本文根据空间油气的散逸模型分析确定了试验填脂量的方案，并进行轴承组件的性能对比试验与分析，得出如下结论：

- (1) 综合试验表明，基于工况，当填脂量为 30mg，约占轴承内部空腔容积的 1% 左右时，轴承滚道表面油膜形成均匀，轴承组件的运转稳定性最好；
- (2) 跑合后各填脂量在不同温度下的启动摩擦力矩明显小于跑合前状态，启动摩擦力矩随填脂量的增加而增大。

设计任务。在这种情况下，必须做到以下几点：

- (1) 对软件应用做出统一的规范，以保证设计数据的统一、完整和正确；
- (2) 对建模各要素实行有效管理，使得建模结构正确且优化；
- (3) 对设计过程进行有效监控，使制定的规范始终得到执行；
- (4) 对设计数据进行有效管理，使之得到合理利用。

本文以应用 Siemens PLM Software NX 软件进行铁路货车产品设计为例，介绍为协同设计所做的工作。

铁路货车产品是大型的机械产品，主要特点为：整车装配后数据量大，已有较多的技术积累，有一系列成熟零部件可供选用，有多年形成的设计惯例，大部分车型没有电控部分。

按目前我国相关企业的研发、制造和营销的需要，设计数据主要用于：

(1) 产品设计。主要工作包括建模、装配、形成工程图和重要零部件的有限元分析、设计及工业仿真等；通过技术积累，逐步形成本产品设计所需的常用零部件、标准件库；设计数据要满足形成系列产品的要求。

(2) 产品制造。目前，还是以工程图指导生产为主，有条件的企业，正在探索用三维标注的方式指导生产。部分有条件的企业可应用 PDM 系统实现设计数据与制造过程的衔接。

(3) 人员培训。将设计过程形成的三维模型用于对制造人员和使用人员的培训，主要培训内容是：产品功能和结构的介绍，各工序的操作要求和方法等。

(4) 产品推介、宣传等。将设计过程形成的三维模型用于产品介绍、广告和宣传图片等，一般要对原始设计模型进行外观修饰。

根据上述要求，为协同设计所做的工作主要有：

(1) 设计前的准备工作：根据本企业产品设计的要求制定软件的应用规范和进行二次开发、人员培训等。在制定规范时，可根据本企业的情况，学习和借鉴机械产品三维建模通用规则等国家标准，在使用中检验并完善后，可将其作为本企业标准。根据应用规范和提高设计效率的要求，对软件进行必要的二次开发。

(2) 设计过程的控制：对设计模型和工程图的审查、

修改和完善。

(3) 设计数据的管理和利用。

二、为协同设计所做的工作

1. 制订软件应用规范

(1) 初始环境设置

要对软件的基本量纲进行设置，通常包括模型的长度、质量、时间、力和温度等，其余的量纲可在此基础上进行推算，例如，当长度单位为毫米（mm）、时间单位为秒（s）、力的单位为牛顿（N）时，可以推算出速度的单位为毫米每秒（mm/s）、弹性模量单位为兆帕（MPa）。

可根据不同产品的建模和装配特点使用相对坐标系和绝对坐标系，坐标系的使用在产品的设计前进行统一定义。

应将不同的设计要素（如实体、草图、曲线、曲面、基准和注释等）放在规定的层中，以便对其进行有效管理。

可定制本企业的模板文件，在模板文件中完成相关设置，替换软件原来的模板文件。

(2) 零件建模

制定零件建模规范重点要体现设计的正确性和数据结构的优化，不同用途的模型在建模要求上是有差异的。

对于本企业制造或提供完整技术资料委托其它企业制造的零件，应完整造型，保留所有参数，以便于作参数化修改和衍生为系列产品。

外购件产品的模型可由供应商提供。用户可根据需要进行数据格式的转换和修改。转换前的原始模型应予以保留，并伴随装配模型一起归档。对无法从供应商处获得外购件的三维模型，可由用户自行建立。允许根据使用要求对外购件模型进行简化，但简化模型应包括外购件的最大几何轮廓、安装接口、极限位置及质量属性等影响模型装配设计的基本信息。

对产品质量质心影响可以忽略的单个零部件可以直接修改密度将其计算重量调整至接口图纸中的质量值，不可忽略的外购件必须按接口图纸资料设置重量及重心位置。

在满足应用要求的前提下，尽量使模型简化，使其数据量减至最少。建模的优化程度体现在特征数量上，在保证模型完整、正确的前提下，一般来说，特征数越少越优化。

建模草图尺寸标注应充分体现零件设计意图。特征原则上全约束，不得欠约束，另有约定的除外；优先使用几何约束，例如平行、垂直或重合，其后才使用尺寸约束。

零件建模的坐标系方向应尽可能与所属装配或整车装配坐标系相一致。

为减少文件间链接产生的出错现象，零件建模应严格控制外部参照使用，应尽可能减少模型特征引用零件自身之外的参照信息。

(3) 装配建模

要保证装配结构的清晰，按层次管理，如整车、大部件、小部件和零件。

为了保证被装配件（包括组件）用于不同产品，减少文件间链接可能发生的错误，除非有特殊需要，不建议过多采用部件间的表达式链接、Wave 几何链接器功能。

产品的装配建模一般采用两种模式：自顶向下设计模式和自底向上设计模式。两种设计模式各有特点，应根据不同的研发性质和产品特点选用合适的流程。根据不同的设计类型及其设计对象的技术特点，可分别选取适当的装配建模设计模式，也可将两种模式相结合。对于产品结构较简单或相对成熟度较高产品的改进设计，宜采用自底而上设计模式。对于新产品研发或需要曲面分割的产品宜采用自顶而下的设计模式。两种设计模式并不互相排斥，在实际工程设计中，也常将两种设计模式混合使用。

要进行零件间的干涉检查分析。对于具有相对机械运动的装配，推荐每一级装配模型都应进行静、动态干涉检查分析，必要时，按实际生产情况进行装配工艺性分析和虚拟维修性分析。

(4) 工程图

应规定企业内执行的图框、标题栏、明细表等的统一格式和模板。

视图表达、线型、比例、字体、尺寸标注、尺寸公差标注、几何公差标注、焊缝标注和注释等要符合国标的要求。

因整车设计属于大系统设计，为加快装配模型调用下级模型的速度，采用工程图与三维模型分离的方法。

(5) 三维标注

需要作出规定的内容有：尺寸标注、尺寸公差与配合标注、几何公差标注、表面粗糙度标注、焊缝标注、指引线和基准的标注、装配模型中零部件序号及其编排方法、剖视图和断面图的表示方法、模型简化表示法，总体要求是符合相关国家标准的要求。

(6) 文件命名

为了适应三维数字模型的建模、文件管理、存储、发放、传递和更改等方面要求，模型文件应按 GB/T 24734.2 中第 4 章的规定，采用统一规则进行命名。

三维数字模型文件的命名应遵循以下原则：

① 唯一性原则：使模型文件得到唯一的存储标识，例如，可以采用文件名使之唯一，亦可通过其他属性使之唯一。

② 精简性原则：文件名应尽可能精简、易读，便于文件的共享、识别和使用。

③ 相关性原则：同一零部件的不同类型文件名称应具有相关性，例如同一零部件的三维模型文件与其工程图文件名称之间应具有相关性。

(7) 设计更改

更改后的 CAD 文件应正确、完整、统一，确保设计数据的一致性。符合有关标准和规定。

更改应包括三维模型、三维图、二维工程图更改以及与其相关联的设计文件的更改。更改前的原 CAD 文件应保留备查。

在产品制造阶段，为不影响生产进度允许进行紧急更改，紧急更改完成后应转入正式更改。

CAD 文件的更改方法分为带更改标记的更改和升版两种，可根据企业的情况采用。

应按产品设计的要求和本企业的条件（是否应用 Teamcenter 系统）制定设计更改流程。

2. 软件的二次开发

(1) 工程图

用 NX 开发工具 Grip 语言编制图纸初始化程序，主要内容有：用图样调入的方法在空白的标准图幅上调出标准图框和标题栏，填写图名、图号、材质、重量等文字，如图 1 所示。

做好明细表模板，确定明细表内容的输入和读取方式，做好明细表模板，如图 2 所示。

做好工程图中常用的表格模板，可在设计时调用，如图代号、齿轮参数表等，如图 3、图 4 所示。

(2) 确定软件初始环境设置方法和做好相关模板

修改 NX 软件 UGII 文件夹中的 ugi_env.dat 和 ugi_env_ug.dat，加入定制的内容，如指定图样模板文件存放的路径等，将修改的文件存在二次开发目录中，安装软件后替换同名文件。

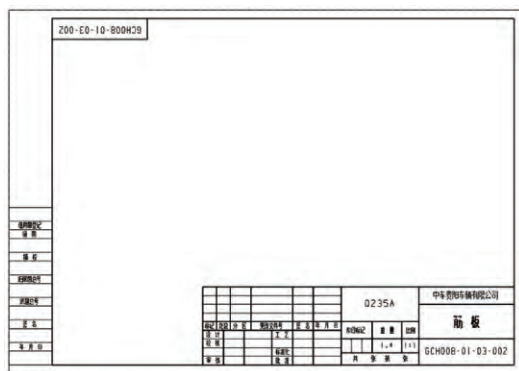


图 1 图框和标题栏示例 (未插入视图)

序号	代号	名称	数量	材料	重量	备注
5	F994275-01-02-002/04	夹具体右侧板	1	45	19.22	19.22
4	F994275-01-02-002/03	夹具体顶板	1	45	23.05	23.05
3		板 500X65X20	1	45	5.07	5.07
2	F994275-01-02-002/02	夹具体前板	2	45	2.20	4.40
1	F994275-01-02-002/01	夹具体左侧板	1	45	19.22	19.22

图 2 明细表

F994275-01-02-000	1	7	2	2
装 配 图 代 号	序 号	每 组	每 台	数 量

图 3 图代号

模 数	m	4
齿 数	Z	45
齿形角		20°
螺旋方向		
螺旋角		0°
精度等级		8-FL
公法线长度	W	67.468
跨测齿数	K	6

图 4 齿轮参数表

根据国标要求和本公司设计的需要在建模环境中做好用户默认设置,导出 dpv 文件,可在其它计算机运行的软件中导入。

修 改 某 盘 : \Program Files \UGS\NX 7.5\LOCALIZATION\prcsimpl_chinese\startup\ 中的 .prt 模板文件 (以 NX7.5 版为例),如在其它计算机上安装软件,可将修改过的所有模板文件拷贝到相应位置,替换原有文件。修改的内容包括:部分初始变量、明细表输入的属性变量以及实体颜色等。NX 中文版中原模板的默认设置为公制,各单位的默认设置均符合国标要求,如:长度单位为 mm、重量单位为 kg、压强的单位为 MPa 等。

为避免替换文件时出错,可将被替换的文件改名保存。

(3) 建立标准件和常用零部件库

标准件库模型优先采用具有参数化特点的一系列族表方法建立。对于无法参数化的零件,亦可建立非系列化的独立模型。为了满足快速显示和制图的需要,标准件按 GB/T 24734.11 规定的方法采用简化级表示。变形标准件一般以其原始状态建模。标准件库主要有:常用紧固件、轴承、皮带轮、链轮、齿轮和弹簧等。

部分铁路货车常用零部件也采用部件族的方式建模,非系列零部件采用参数化设计方法建模。

(4) 软件安装后的定制

将二次开发系统文件夹拷贝到计算机中,按说明文件的要求,替换模板及配置文件,完成用户默认设置。

分别做好软件各应用模块的配置,包括下拉式菜单和工具条,使得在设计时能快速找到常用的工具条和菜单。

3. 人员培训

培训对象以设计人员为主,除了软件应用方法的培训外,还要培训针对设计任务的规范化要求。将制定的软件应用规范作为培训资料,结合设计案例讲解。

在配备了教师机和学员机的情况下,采取教师讲解后学员实作的方式效果较好。可安排作业,按规范的要求完成一个小部件的零件建模、装配建模和工程图,教师随时指导和检查。可进行建模优化的训练,如针对某一零件的建模,在保证正确的前提下,谁的特征数少则更优化。培训后,应安排测试,也可安排比赛活动,对学员加深印象有明显的作用。

4. 设计审查

要将审查责任落实到人,从设计人自审,到部件负责人审查、工艺审查、设计总负责人审查。审查内容包括:产品功能的实现、可靠性、工艺性、建模的正确性、标注及设计规范的符合性等。

5. 数据管理

对于设计数据,有的企业应用 Teamcenter 系统管理,对设计文件和物料编码等有一整套的管理方法。没有条件应用 Teamcenter 系统的企业,应对设计文件建立明细表,明细表的内容包括:文件名、图号、零部件名称、数量、材质和备注等,这样才能有效的查找各文件的作用和所属的装配层级。

应建立数据安全权限管理机制,定时对数据进行备份。对于所有涉及三维数字模型日常工作进程的数据、文档资料,

都应当实行多机备份、多种存储介质（至少两种）备份，以避免因自然或人为因素而造成的灾难性数据、资料损失。

建立统一的材料库、外购件及标准件库，由专人负责维护。

三、协同设计案例

1. 产品介绍

下面以一种铁路货车车型的设计为例，分析该类产品的特点和要求，根据这些要求制定出统一的规范。

图5为铝粉罐车，由（1）车钩缓冲装置（2套）、（2）1位牵枕装置（1套）、（3）手制动装置（1套）、（4）标记（1套）、（5）1位转K2型转向架（1套）、（6）罐体组成（1套）、（7）上料装置（4套）、（8）侧梯及走台组成（1套）、（9）卸料装置（2套）、（10）风制动装置（1套）、（11）底架附属件（1套）、（12）2位转K2型转向架（1套）、（13）2位牵枕装置（1套）等部件组成。

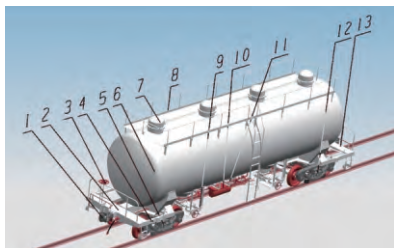


图5 铝粉罐车三维模型

2. 针对产品特点对设计作出筹划

对于整车制造厂，有大量的零部件是外购的，其中有很大一部分是成熟的模块化零部件，对于这些零部件，完整的设计由零部件制造厂家完成，在整车设计调用时并不需要完整的设计信息，如内腔形状等，整车制造厂更关心其外部结构与相邻零部件的空间关系。对这部分零部件，在做整车设计时，可以根据整车装配等需要做较大的简化。这样做的好处是：减少整车设计时的工作量已节省设计时间，减少整车设计的数据量，有利于计算机快速运行。

根据以上考虑，对铁路货车各部件建模作出如下规定：

车体部分（包括罐体、1位牵枕装置、2位牵枕装置、栏杆、上料装置、底架附属件）和卸料装置各零件主要为整车制造厂制造，均采用详细造型，采用参数化设计。

风制动系统、手制动系统、车钩缓冲装置的专用件，如管件、车钩提杆等，作详细造型，采用参数化设计。外购

件作简化造型。简化造型表达外形、与装配相关的结构，重点表达与其它零件的关系及空间干涉情况，为了正确反映部件及整车的质量分布情况，模型重量应等于实际重量，质心应与未简化模型接近，可通过修改模型比重和对内腔作简化造型实现。

转向架为行走部分，整体采用成型品种，故采用简化造型，重点表示与其它部件的装配及空间关系，转向架整体的质量分布要基本正确。对其中难度较大的零部件，如摇枕、侧架、基础制动装置、交叉支撑装置和旁承等，可作较大的简化。同样要保证质量分布的正确性。

简化造型可采用参数化方法，也可导入DWG文件的线条造型。

用于有限元分析的模型（包括零件或组件）应另存为副本文件，将副本文件存放在做分析用的另外文件夹中，该副本文件可根据分析的需要做去参数、简化等操作。这样，进行有限元分析的相关操作就不会对设计模型造成不必要的破坏。

3. 产品设计的统一规定

（1）坐标系

车辆坐标系见图6，定义如下：

原点O：位于轨面上车辆纵、横向中心线的交点；

纵轴X：车辆纵向方向，1位端方向为X轴负向；

横轴Y：车辆横向方向，2位侧梁所在侧为Y轴负向；

竖轴Z：垂直于轨面方向，向上为Z轴正向。

整车装配模型及各大部件装配模型（如1位和2位牵枕装置等）坐标系符合上述规定。

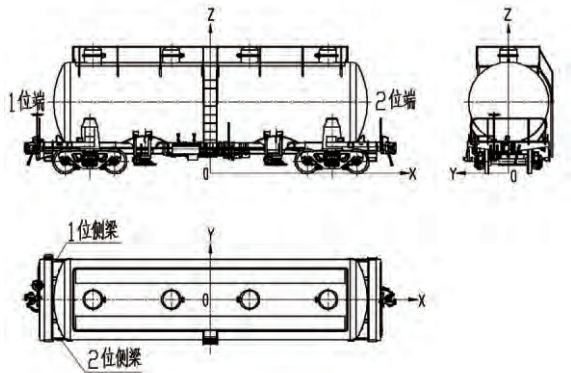


图6 车辆坐标系

下级零部件模型的坐标系方位与车辆坐标系尽量统一。

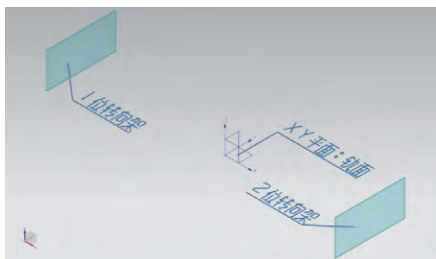


图7 新建转向架中心平面

在建立车辆总图后，新建2个平面，分别为1位和2位转向架的中心平面（图7）。

(2) 层设置

对图层的设置做出如下统一规定：

1 ~ 20: 实体 (Model)，优先选择1层。

21 ~ 40: 草图 (Sketch)，优先选择21层。

41 ~ 50: 曲线 (Curves)，包括辅助线，优先选择41层。

51 ~ 60: 曲面 (片体) (Sheet)，优先选择51层。

61 ~ 80: 基准 (Datum)，优先选择61层。

81 ~ 100: 注释: 尺寸与文字、图样等，优先选择81层。

171 ~ 180: 工程图中的注释，优先选择171层。

其它层: 备用。

四、结论

上述规定及为协同设计所做的工作，主要有以下作用：

(1) 对设计数据实现有效管理，如对车辆坐标系的规定、对各类要素归属图层的规定、文件管理的规定。按照这些规定设计，可以方便的查找所需文件，在设计模型中可以有效且快速对各类要素进行显示与否等控制，在装配操作中能快速定位，使整个设计更加规范，始终处于可控状态。

(2) 使设计图纸符合 GB 等技术标准，符合本企业的统一规定，使一个企业设计出的图纸以一种统一的面貌出现，如对图框和标题栏、明细表、图代号和典型零件数据表（如齿轮和链轮参数表等）作出的统一格式规定等。

(3) 使建模和装配结构优化，如对建模和装配作出的规定。建模结构优化主要表现在完整体现零件结构的情况下，特征数更少，这样最有利于对特征管理，且尽量减少文件容量。对装配结构要做到层次清晰、配合关系正确和文件间链接可靠。

(4) 尽量加快计算机运行的速度，如优化建模和装配结构，以及在装配环境中采用引用集来控制要素等。

(5) 在目前国内大多数企业仍主要采用工程图指导生产的情况下，三维标注更多的用于操作指导、培训、演示和宣传等方面，三维标注的效果要求清晰、美观等。

(6) 通过对软件的二次开发，大大提高了设计效率，如运行图纸初始化程序、明细表的生成方法、应用设置文件和模板文件以及调用修改参数化标注零件等。

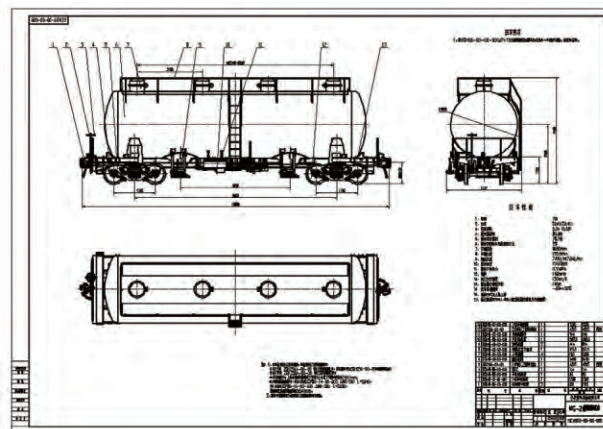


图8 铝粉罐车总图

采取这些措施后，协同设计能更加有序进行，始终处于可控状态，同时加快了设计速度。图8为铝粉罐车总图。铝粉罐车设计完成后，很快就能进入试制、批量生产环节。