

PDMS 三维设计技术在海洋管网工程中的应用

魏玉珍（中海油能源发展装备技术有限公司设计研发中心，天津，300451）

摘要：以南堡 1-5/NP-129、XJ24-3 等项目为例，详细介绍了 AVEVA PDMS 三维设计技术在海洋管网工程中的应用情况；总结分析了从创建部件库、等级库到三维建模以及多专业协同设计过程中的一些经验和方法；介绍了由于三维设计疏忽而导致建造施工过程中出现的问题并讨论了解决和避免问题发生的方法；此外，文章通过海洋工程建模实例，进行阐述满足客户需求的软件二次开发的基本路径方法。

关键词：AVEVA PDMS；管道元件库；管道等级库；三维建模；多专业协同设计

中图分类号：TE95

文献标识码：B

文章编号：1674-5167（2025）016-0142-03

Application of PDMS 3D design technology in marine pipe network engineering

Wei Yuzhen (Design & R&D Center, CNOOC Energy Development Equipment Technology Co., Ltd., Tianjin, 300451, China)

Abstract: Taking Nanpu 1-5 / NP-129 and XJ 24-3 as examples, introduces the application of AVEVA PDMS 3 D design technology in Marine pipe network engineering in detail; summarizes and analyzes some experiences and methods in the process from creating component library, grade library to 3 D modeling and multi-professional collaborative design; introduces the problems in construction due to 3 D design negligence and discusses the methods to solve and avoid problems; Besides, the article also illustrates the basic methods for secondary software development according to user requirements.

Key words: AVEVA PDMS； pipeline element database； pipeline grade database； three-dimensional modeling； multi-professional collaborative design

PDMS 是英国 AVEVA 公司开发的用于三维布置设计的管理系统，自 1977 年件发布以来，在集成、复杂、大型设计项目广泛应用，它以基础数据库为设计大脑核心，通过简洁高效的三维建模和二维出图模式，准确、直观、方便为客户提供个性化需求，为各企业创建了强大的设计、建模和交流协作平台，能够快速、精准地检查出设计中出现的各种冲突、错误问题，特别是在海洋钻井、海工船舶等设计空间紧张、设计密度高的海洋管网工程行业。在此平台上前期基础支持的基础上，中国石油海洋设计中心得以无限发挥想象，创造适合自己的设计风格，精准建模、高效出图、全面报表，加上多种二次开发的程序和插件，帮助设计研发中心大大提高了设计速度和质量，快捷高效的实现平台总体布置的优化。

中国石油海洋工程公司 2018 年 6 月引入 PDMS 后，对相关专业人员进行短期培训，及时应用到 NP1-5 和 NP1-29 两个项目的基本和详细设计中。这是中国石油集团首在海洋平台设计中使用 PDMS，四个月的时间里，设计人员利用 PDMS 顺利完成了两个项目的详细设计工作并受到了业主的一致好评。

1 PDMS 数据库原理及设计流程

1.1 PDMS 数据库原理

如前所述，PDMS 从以往建造项目中建立基础模型数据库，在设计过程中，PDMS 会对设计中用到的

基本单元如管道、阀门、仪表件、结构钢等等进行记忆存储，在后期设计中进入 Paragon 模式，可以在可视化基础上，配置本项目所需要用到的基本元件单元，也可使用软件本身自带的库或在已有库的基础上进行修改。元件是三维设计的基本单元，存储各种元件的元件库也就成了三维设计得以顺利进行的基础数据库。由于设计所需元件种类繁多、数量庞大，为了引用方便，还需要根据每个项目的需要将所需元件从元件库中引用并组合在一起，即创建等级库。根据各专业规范及相关知识，以“堆积木”的形式对元件进行合理有序的组装，即可得到三维模型，这些模型存储在设计数据库中。可以看到，通过两层引用关系将三维模型和元件库联系在一起，等级库是两者的连接桥梁，其作用就是对庞大的元件库进行选择进化，并进行分类检索，以尽可能缩减三维建模时选择原件范围，提高设计效率。

以配管专业为例，管道元件库包含管线、管件和阀门三大类，而管件又分弯头、三通、大小头、法兰等等，阀门也有球阀、闸阀、蝶阀等多种类型，而且其外形尺寸还与磅级和通径有关。因此，一个完整的海洋管网工程行业的管线元件库可能会有数以万计的记录数目。而在一个项目，可能只用到其中的百余种。将该项目中每一个管线等级中可能用到的管件、阀门等元件按一定的组织结构存入数据库，即建立完成了

该项目所需的配管等级库。通常情况下，管道等级库应依照配管专业的管线材料规格书来创建。材料规格书中规定了每个等级（如：D2、B2、A2E等）所包含的管件、管线、阀门的壁厚、尺寸及磅级等信息。不属于该等级的元件不可加入该等级库，以免设计人员错误使用。

此外，除了上述三种数据库外，PDMS 还包含有系统数据库、特征数据库、二维图形数据库等多种数据库，本文不做赘述。

1.2 PDMS 设计流程

从 PDMS 的工作规则中我们可以看出，在最开始三维建模之前，设计人员需要将项目中所需要的基本元件库和标准等级录入数据库，这项工作耗时长、工程量大，是一项极具挑战性的工作。不过值得庆幸的事，PDMS 软件本身在使用初期会存储量美标、英标等其他常用的国外海洋工程项目所需的基本元件和规范数据库。目前海洋石油工程设计大多数为国际海洋工程客户或国内项目执行国际标准，美标、英标在很多地方都得以运用，通过基础标准库直接引用，大大减少了海工设计人员工作量。在完成基础设计工作后，可以通过相关模块制作工艺流程及和三维动画，帮助客户更好的直观了解设计结构。

2 三维设计要点及问题分析

三维设计虽然具有较好的直观性和空间感，并可进行实时碰撞检查，但是，这也有许多新的问题需要注意，以将三维设计的优势充分的发挥出来。

2.1 元件库和等级库创建要点及问题分析

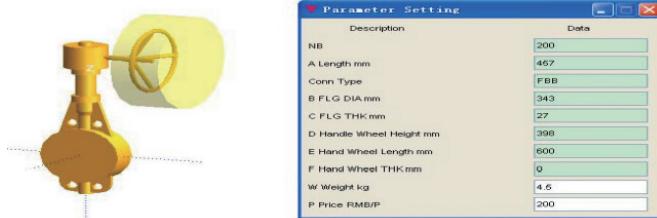


图 1 蝶阀元件模型及参数设置窗口

三维设计最终还是以平面图纸和料单的方式提交施工方，用于建造。而图纸和料单上的许多信息，如阀门的尺寸、材料描述及结构信息等都直接从元件库中提取。因此，建立完整准确的元件模型至关重要。一般来说，元件模型由点集和型集两部分组成，它们包含有一下基本信息：①外形结构及准确的尺寸信息；②连接类型信息；③必要的特征点；④必要的操作预留空间；⑤如果元件为法兰连接，还需要建立相应的螺栓表。此外，还需要分类创建与元件对应的详细描述（如参考标准等）和材料描述。PDMS 允许为元件创建一些附带的用户自定义属性，因此，还可以增加

诸如重量、价格之类的属性。以便于更精确的计算模型重量和工程造价。图 1 为带有手轮操作空间的元件模型及参数设置窗口。

创建元件库及等级库时，还应注意一下问题：①标准件尺寸应参照专业执行标准，非标件应由已确定的供货商提供，以保证数据的准确性，这些数据在元件创建前和创建后都应进行校审；②同一类的元件，比如某一类蝶阀，只需要在 Paragon 模块中创建出点集和型集，元件则可以通过生成宏文件的方法批量录入；③引用 PDMS 自带元件库时，应以数据文件的形式将必要的数据信息（如尺寸、材料描述等）输出，经校审后方可使用；④可以创建一个标准工程，将所有已创建或已确认可以引用的元件数据全部存入该工程中，不断丰富完善。新项目启动时，可以直接从该标准工程中引用数据，以提高设计效率。

2.2 三维设计及问题分析

海洋平台三维设计设计到配管、结构、机械、舾装、电气、仪表以及安全消防等多个专业，是一个协同设计的过程。实际上，该过程也是一个“模拟建造”的过程，其建模过程与平台建造过程基本类似。首先由结构专业完成平台搭建，然后，机械专业就位设备，之后，配管、电仪、暖通等专业开始设计建模。由于海洋平台设计受空间限制较大，而且专业多、系统大。专业内部或专业之间的碰撞冲突经常发生。采用三维设计后，最大不同就是由单一专业设计向多专业协同设计转变。由于 PDMS 可以将各专业模型和数据共享，设计人员能够实时观察到其他专业已建模型，并能方便地获取到其他专业的进展情况，使这一“模拟建造”的过程更加真实。与传统二维设计相比，绝大多数碰撞问题都在“模拟建造”过程中得以避免和解决。像空间冲突较大的管线和电仪桥架，则应加强专业间的沟通协调，做好区域和层次上的划分，注意避让。

进入设计后期，三维模型基本完成并进行了必要的校审后，可以有配管专业牵头，组织各专业会审，对模型进行优化。鉴于三维模型的直观性，如果条件具备还可以邀请业主参加会审，以从操作使用的角度对进行优化。此外，三维设计时还应注意以下问题：①管线和电仪专业在建模前应进行专业间和专业内部的总体规划，规划好管廊和大尺寸管线及桥架的大体位置，特别是在设计人员较多时。这样可以有效避免“各自为战”及碰撞避让所造成的主次不清、兜圈绕弯等现象的发生；②逃生通道、吊货区域等必须保证的“空隙”，在建模时应以实体填充并锁定，以避免被侵占；③三维模型应尽量建全，做到“所见即所得”，特别是需要不利用 PDMS 出图的专业的配合，以避免

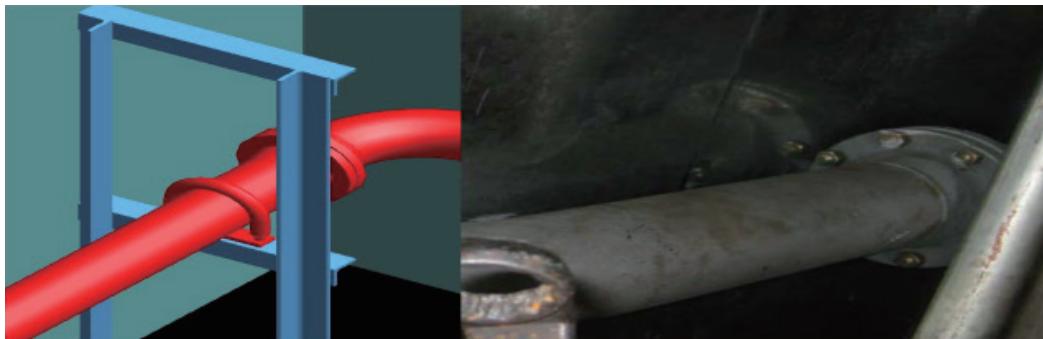


图 2 模型不完整而造成的空间紧张

模型中不存在的物体在建造现场出现,造成碰撞或预留空间被占,如图 2 所示。

图 2 对比了模型和实际中同一位置上的空间差别,由于舾装专业建模不完整,导致建造时出现了模型上不存在的物体,模型里存在的空间实际上已被侵占,致使管支架无法安装。此外,还要注意,无碰撞、通过数据一致性检查,并不代表设计成功,还要考虑到加工设计和施工精度等因素,尽量避免现场建造时出现碰撞、剐蹭等问题。以配管专业为例,在详细设计阶段,可以做到零碰撞,但在加工设计和现场建造时,也会有碰撞问题出现。

4 软件个性化二次升级开发

PDMS 个性化二次升级开发是指结合海洋工程项目的实际需要对软件进一步行改造和升级,主要通过以下两个方面得以实现:一是建立符合工程项目需求的个性化基础单元库。二是制定个性化的出图模式和报表格式。二次个性化开发主要聚焦在 PDMS 现有功能上根据实际需要,拓展开发个性化需求,主要通过以下方法实现。

4.1 通过 Draft 出图 / ISO 图出图辅助工具

PDMS 所采用的 DABACON 数据库支持大多数的接口模块,非常便利的串通相关软件接口,如与模型分析软件接口、项目标准要求接口等。通过读写数据库对基础单元和三维模型进行个性化升级、修改。另外,通过 PDMS 程序语言或者代码来将复杂繁琐的海洋工程基础、详细设计操作简单化。在 PL19-3 项目元件库创建阶段,中海油设计研发中心开发了基础元件批量生成小程序,该程序使用 Excel 程序语言,通过读取基础元件宏代码和 Excel 中的基础元件修正参数,批量生产创建所列基础元件并导入数据库。通过 SZ36-1、LD16-1 等大量的海洋工程设计实例,自开发便捷程序较大幅度降低了设计人员的劳动强度,提工作效率,降低出错率。

4.2 通过开发管理碰撞检查的结果信息

通过开发管理碰撞检查的结果信息,生成表格方

便浏览,不同专业之间交流、修改以及审核。及时了解开发方式的异同以及优缺点及开发实现方式。采用 PDMS 自带 PML 开发工具。可以及时、高效地访问到 PDMS 里的基础元件库并简单快捷地制作出各种窗体和菜单,为 PDMS 的二次个性化开发提供了较大的发挥空间。REVIEW REALITY 作为海洋工程项目各个不同设计阶段的通讯桥梁,包括:基础设计、现场建造、设备安装、设备操作和维护,设计人员在 SZ36-1、LD16-1 项目设计过程中,根据海洋钻井平台管线低点、高点的特殊属性,利用自行开发程序查验、核实,及时定位到设计人员所选择管线系统中的所有低点或高点,并根据设计人员或者甲方客户需求自动加装低点排放或高点放空。

5 结束语

在 SZ36-1、LD16-1、NP1-5 等项目中的应用表明,基于 PDMS 的三维设计能够较好促进设计、建造、维保等专业协同,提高设计效率,降低出现碰撞等设计问题。根据海洋工程建造现场反馈的数据,因基础设计原因导致的碰撞或空间冲突问题均未超过 5 次,取得了较好的设计质效。

参考文献:

- [1] 邹培轩、刘欣玉、台宁宁等, PDMS 模块建库与实际应用 [J]. 山东化工 2018
- [2] 李军民, 在 PDMS 三维设计中常见问题及解决方法 [J]. 化工设备与管道, 2008
- [3] 刘欣玉、邹培轩、姜智文等, 浅析各标准法兰用螺栓长度 [J]. 山东化工, 2019
- [4] 刘璇、韩延峰, PMDS 三维软件在海洋工程中的应用. 中国造船, 2011
- [5] 万金发, PMDS 三维软件在工程设计中的应用. 钢铁技术, 2002

作者简介:

魏玉珍 (1986-), 女, 汉族, 江苏徐州人, 本科, 中级职称, 研究方向: 海洋钻井平台设计。