

PDMS数字化交付在化工项目中管道设计的应用

王松

中国中轻国际工程有限公司，北京

收稿日期：2023年11月23日；录用日期：2024年1月10日；发布日期：2024年3月26日

摘要

随着设计技术的不断进步、软件性能的提升，工厂数字化交付已成为企业提升管理水平和竞争力的重要手段。数字化交付是建设数字化工厂的核心，确保实现设计、采购、施工和调试及运维等工程全生命周期各个阶段的数据信息共享和安全管理。目前主流设计院都在主推工厂数字化交付，工厂数字化交付作为现在设计的主流作用越来越明显。我们公司工厂数字化交付主要的三维设计软件是PDMS，这款三维设计软件在项目中得到了应用，鉴于本人对PDMS应用比较多，现对PDMS在项目设计上的应用进行具体的说明。

关键词

数字化交付，PDMS，三维管道设计

Application of PDMS Digital Delivery in Pipeline Design in Chemical Projects

Song Wang

China Light International Engineering Co., Ltd., Beijing

Received: Nov. 23rd, 2023; accepted: Jan. 10th, 2024; published: Mar. 26th, 2024

Abstract

With the continuous advancement of design technology and the improvement of software performance, digital delivery of factories has become an important means for enterprises to improve their management level and competitiveness. Digital delivery is the core of building a digital factory, ensuring data information sharing and security management at all stages of the entire

project life cycle, including design, procurement, construction, commissioning, and operation and maintenance. At present, mainstream design institutes are mainly promoting digital delivery of factories, and digital delivery of factories plays an increasingly obvious role as the mainstream of current design. The main 3D design software for digital delivery of our company's factory is PDMS. This 3D design software has been used in the project. Since I have used PDMS a lot, I will now give a detailed explanation of the application of PDMS in project design.

Keywords

Digital Delivery, PDMS, Three-Dimensional Pipeline Design

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

数字化、智能化是现代工业信息发展的方向，数字化交付是工厂数字化发展的必由之路，它为数字化工厂提供了结构的数据，将实体工厂转化为数字化模型。以前传统的二维技术在工业领域曾占据重要的技术地位，特别是对于化工管道的设计，其举足轻重的作用一直受到各专家和技术工人的青睐[1]，可是随着技术的革新，数字化工厂在数据整合、探索、提取等方面优势逐渐体现出来，对于企业的后期运行、维护也有很大帮助[2]。数字化交付三维设计已经成为管道工厂设计的首选技术。PDMS 三维设计软件全比例三维实体建模，而且以所见即所得方式建模，通过网络实现多专业实时协同设计、真实的现场环境，多个专业组可以协同设计以建立一个详细的 3D 数字工厂模型，每个设计者在设计过程中都可以随时查看其它设计者正在干什么，并且在交互设计过程中，实时三维碰撞检查，PDMS 能自动地在元件和各专业设计之间进行碰撞检查，在整体上保证设计结果的准确性。

2. PDMS 在项目管道设计中的具体应用

一般工程项目管道设计包括管道、管件、阀门、仪表阀门、支吊架等。PDMS 软件在项目管道设计上的应用过程可以分为项目信息收集、数据库建立、基础建模、管道建模、材料统计、ISO 出图等几部分。

2.1. 项目信息收集

PDMS 项目的建立首先要收集涉及项目相关的各专业资料，并保证资料的准确性，根据资料内容创建相应的 PDMS 三维基础模型，如建筑物模型、设备模型等，最终在这些基础模块中进行管道建模，完成管道设计。在设计过程中，如果前期的资料提供不准确，模型建立后将会反复修改，大大的增加了工作量。针对这一问题，我们完善了 PDMS 项目设计中提资及受资的基本要求，大概可分为四个阶段：第一阶段是建模配管前期准备，我们要有明确的项目信息、项目所涉及的管道等级表，方便我们以 PDMS 为平台建立一个参加人员都可访问的项目文件，并将创建设备、配管、支吊架、生成单线图等等以数据库的形式建立在建立起的项目里，这些准备工作完成后方才可以进行下一阶段；第二阶段导入结构组应用盈建科软件所设计的结构模型，主要为了配管过程中穿插楼板的管道与结构干涉的问题。根据设备样图、设备布局图建立等比例模型并根据布局图进行三维设备布置(对于设备的管口方位图，前期如果都能确定下来，那将会使后面的配管工作相对容易些，但如果没有确定好，这就要设计人员根据实际配管过程中

所需要的方位来进行更改，主要以实用性方便操作人员操作、尽可能的节省材料为主，其次是走管道的美观性)。第三阶段也是相对来说很复杂的一个阶段，我们要在前期准备的基础上，根据工艺流程图，配制出整个项目所需要的管线，在配管过程中，我们会自我检查出设备布置不合理的、设备管口方位不合理的问题等，要即时反馈给结构组、设备组讨论并更改，以保证各专业之间的统一性。再配管前，我们还要和仪表电气专业进行沟通，预留出仪表桥架和电气桥架的空间，最大可能的减少施工过程中管道和桥架碰撞的问题。第四阶段是配管完成后，我们要反馈给其他专业仪表的坐标位置、管道穿楼板开孔位置、结构预埋板位置方便做二次支架支撑管道、材料表、施工管道平面布置图、施工单线图。前期项目信息的完整性和准确性是保证项目交付的准确性的一个很重要的前提。

2.2. 数据库建立

PDMS 数据库包括元件库和等级库。首先针对项目建立专属元件库，包括管道、阀门、法兰及紧固件等管件。每一个元件都有属性保存它的详细信息，不同类型的元件属性也不同。这些信息将为设计人员开展管道设计时提供依据，并可根据需要在图纸中抽取部分信息，如名称、规格、压力等级、重量等，并按要求汇总，以达到管道的加工及安装要求(我们经过长期的项目积累，元件库是相对来说较完善的，接下来的主要工作就是调取元件库里的元件生成等级库，为了可以在 PDMS 的 DESIGN 模块下进行配管、材料统计和出图等)。元件库建好后就是等级库的建立，所谓等级库，就是根据不同材质不同压力的管道、管件等安装件进行分组配置，其所涉及到的元件及其详细的信息描述都是从元件库中调取过来的，为后续项目的管道建模做准备。管道等级是联系元件库和设计数据库的纽带，将生成的元件在元件库中定义生成等级并放在等级库中，才能在设计师从庞大的元件库中方便准确地选择管道元件[3]，所以务必要保证等级库和等级表的一致性，这样才能保证后期生成的材料表和施工图的准确性。

数据库中还包括设备管口数据、管道保温壁厚数据、与盈建科软件相匹配的钢结构数据、支吊架数据等，这里不做详细说明。

2.3. 基础建模

基础建模主要包括建筑物(建筑轴网、建筑外形、梁、板、柱)、设备等三维建模，为后期管道设计做好准备。电缆桥架的建模，如果在配管前期能拿到相关资料，我们是可首要考虑其位置的，后期配管将会很好的让管道做出避让。

PDMS 软件一般不会和其他软件相兼容性，但是我们可以通过一些插件进行格式的转换，我们就可以把建筑结构专业应用盈建科软件绘制的三维模型导入到 PDMS 项目中去，省去了重新创建结构、建筑模型的工作。

项目表活车间结构整体是由盈建科软件导入进去的，节省了很多建结构模型的时间并且为后面的配管工作奠定了一定的基础，可以很好的避开管道与结构干涉的问题。设备建模是在 Equipment 模式下建立设备的等比例 3D 实体模型，建模采用基本体(Primitive)搭积木的方式拼接而成，软件自身也有一些成型的设备，只需要输入我们手里设备资料的尺寸就可以很快的建好设备模型并应根据工艺提供的车间设备布置图，将设备准确定位。

在设备建模过程中要注意设备管嘴的建立，管口建立要在模块中(Nozzles)选取相应的管嘴等级及其公称直径，并定义管嘴属性。精确定位管嘴在设备上的位置，以保证后期管线的准确敷设。

2.4. 管道建模

管道建模就是设备间物料走向的桥梁，根据前期设计的工艺流程图并按照流程图里管线号所提供的信息(介质代号、公称直径、管道等级、保温、伴热等)再结合一些规范要求对管道进行建模。管道有流向

的，这在 PDMS 里面很好的做到了这一点。每一个分支下都有首尾连接即“首”为介质流向的起始点、“尾”为介质流向的终点，然后并根据管道走向依次添加我们所需的管件(弯头、三通等)直至头尾闭合，直观的显现出管道的模型，那么此管道的建模算是完成。

同样以项目管线为例，管道编号 LPR-20201a-80-SS1 (ST40)，为了将来方便快速的在三维模型中查找此管线，创建此管道模型也以此命名，根据管线号我们可以得知：物料代号 LPR (成品)、管道编号为 20201a、管道公称直径为 DN80、等级为 SS1、蒸汽伴热保温 40 mm 厚，同时根据流程图确认管线的首尾位置分别连接后处理釜 R2020A 和转子泵 P2020A，选中首尾位置后，根据工艺要求和操作实用性综合考虑阀门等操作元件的安装位置并以法兰、弯头、三通等元件连接完成管道的建模。

采用 PDMS 三维设计软件可以使设计人员更加直观地对管道进行布置设计，并能够根据空间中各种模型的相对位置关系对管道布置的合理性进行正确判断，这一点在项目的管线设计中得到很好的体现。特别注意的是，再配管前我们要尽可能熟悉物料的特性，是否粘稠有颗粒、是否容易结晶等，这就就要求我们的管线是否要有一定的坡度来保证在生产中不出现管线堵塞等情况的发生，管道坡度这些比较容易忽略的问题都会体现在后期生成的施工单线图上从而在降低了安装造成的失误，提高现场施工效率。软件设计成果与现场实际安装效果对比如图 1 所示：



Figure 1. Comparison between PDMS model and on-site installation effect
图 1. PDMS 模型与现场安装效果对比

模型设计完成后，进行数据一致性检查和管道碰撞检查。数据一致性检查功能就是通过检查角向对齐、轴向对齐、管径、连接形式、最小直管段这五个方面来检查所连接的管道是否有问题；碰撞检查功能是用来检查生成的管道是否与其他管道或设备模型相撞。避免了由于一些疏忽导致管线与设备或者结构产生干涉，从而会对后期施工造成无法安装的影响。

2.5. 材料统计

PDMS 的管道设计模块具有快速生成材料报告的功能，能将用户需要的信息以 EXCEL 的文件形式快速、准确的输出。可以自动生成材料清单，避免了人工统计时出错，同时节省了时间，提高了材料统计的准确性。PDMS 的材料统计部分有其原生的 MTO-Tool 工具，统计出来的材料后期还要经过一些整理，但随着软件开发技术的发展，我们引进了材料统计插件，很好的节省了出材料做统计的时间，另外应用 Python 编程语言，更加快捷方便的对材料表进行规范化的一键操作并生成我们设计的独有格式，减少了材料整理这块的很大工作量。

2.6. ISO 出图

根据已建立的模型, PDMS 可在 Isodraft 模块进行管道单管图抽取。抽取 ISO 图时, 首先进行项目的图框设置, 根据项目要求定制抽图标准, 然后就是对抽取 ISO 图的详细设定, 比如生成材料清单、切管信息等。选择要抽取的管道即可生成 ISO 图纸供施工单位施工用。

同时 PDMS 也能在 DRAFT 模块下根据业主的需要生成管线布置的平面图、剖面图和轴测图; 但是当抽取管道数量过多时生成管线图图面比较复杂, 图纸很难直接用于施工, 只能将图纸进一步在 CAD 中进行调整。随着 PDMS 的普及, 国内已有公司针对这一问题开发了切图辅助软件(比如达美盛的 eZOrhto), 相较原有切图模块的复杂操作, 辅助软件只需简单的参数设置就可以根据自定义要求进行标注, 大幅减少了设计人员在后续出图方面的工作量。

那么如何能让现场施工人员可以无卡顿的漫游预览我们所设计的三维管道模型呢? Navisworks Manage 可以实现实时的可视化, 支持漫游并探索复杂的三维模型以及其中包含的所有项目信息, 而无需预编程的动画或先进的硬件加载 PDMS 中的模型, 做到了很好的漫游效果。方便了现场施工单位的工作内容, 可以很直观的通过三维模型结合 ISO 图进行施工。

3. 结语

项目设计引入 PDMS 三维设计软件, 三维设计软件缩短了工程设计的周期, 优化了工艺管道专业设计, 极大地减少了现场碰撞, 并为业主提供了准确的管道材料表, 为业主采购、施工提供了很大帮助。

在项目中, 从设计到施工, 由于周期过于地紧张, 并不是所有专业都应用上了 PDMS, 尤其是仪表电气的桥架, 导致现场施工时存在管道与桥架碰撞的问题, 各专业间还要加强对数字化交付的深入了解, 并应用到实际项目中来, 使得项目能顺顺利利地进行下去, 避免一些完全不必要的错误, 提高施工的质量和美观性, 尽可能地降低现场返工的工作量。总之, PDMS 三维设计软件, 在各工程项目的管线设计中有着广阔而光明的应用前景。

参考文献

- [1] 郑重. PDMS 在化工管道设计中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2013(20): 14-14, 15.
- [2] 寿海涛. 数字化工厂与数字化交付[J]. 石油化工设计, 2017, 34(1): 44-47.
- [3] 刘锡文. PDMS 软件在海水淡化工程中的应用[J]. 计算机应用于软件, 2013, 30(7): 104-107.