

PDMS 在橡胶工厂设计中的应用

栾和栋

(中化环境科技工程有限公司, 北京 100160)

摘要:本文探讨了 PDMS 三维软件在橡胶工厂设计中的应用。通过对 PDMS 软件的介绍及其在橡胶工厂设计中的具体应用案例分析,本文展示了 PDMS 在提高设计效率、优化工厂布局和降低设计成本方面的优势。研究表明,PDMS 软件能够显著提升橡胶工厂设计的精确度和效率,简化了应力计算建模的工作,为橡胶工厂的设计和建设提供了强有力的技术支持。本文的研究成果对于橡胶工厂设计领域具有重要的参考价值和实践意义。

关键词:PDMS; 橡胶工厂; 工厂设计; 动力管道; 工程设计

中图分类号:TQ330.44

文献标识码:B

文章编号:1009-797X(2025)12-0073-05

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2025.12.015

随着工业技术的不断发展,橡胶制品的需求日益增长,橡胶工厂的设计和建设也面临着更高的要求。在目前节能和环保的要求逐步提高的情况下,橡胶工厂内各种介质回收及再利用的系统、管道逐步增加,管道系统复杂程度逐步提高。传统的二维设计方法已经难以满足现代橡胶工厂设计的复杂需求,三维设计软件的应用成为行业发展的必然趋势。PDMS (Plant Design Management System) 作为一款专业的三维工厂设计软件,在化工、石油、电力等行业得到了广泛应用,其在橡胶工厂设计中的应用也逐渐受到重视。

本研究旨在探讨 PDMS 三维软件在橡胶工厂设计尤其是在动力管道中的应用,分析其在提高设计准确度、优化设计效率和降低施工成本方面的优势。本研究将为橡胶工厂设计领域提供有价值的参考。

1 橡胶工厂中的管道设计

橡胶工厂中的管道主要分为动力管道、消防管道及通风管道,本文主要介绍 PDMS 在动力管道应用的情况,在动力管道、消防管道及通风管道共架及可能产生干涉时,会将通风管道在 PDMS 模型中一并表示。

橡胶工厂中的管道在新厂设计及旧厂改造时均有涉及。需要通过设计人员分析生产装置的介质需求及节能的要求,制定合理的动力系统,并确保系统的合理性、先进性、可靠性和经济性,同时相应的配置相应的设备、管道、阀门及仪表。

目前橡胶工厂中动力管道主要输送的介质有压缩空气、仪表空气、定型氮气、硫化氮气、外温蒸汽、

内温蒸汽、过热水、低温循环水、常温循环水、低压水、内冷水、真空管道以及回收的蒸汽凝液和氮气。上述管道会根据硫化工艺的不同有所选取。其中部分管道的温度 $\geq 200^{\circ}\text{C}$,部分管道的压力 $\leq 3.2 \text{ MPa}$ 。

1.1 橡胶工厂管道设计的意义

橡胶工厂作为高能耗型传统生产企业,其主要能量介质均通过管道输送,合理的管道设计与布置,在减少工程投资,便利工程安装、操作、维修,降低管道系统运行费用,降低介质损耗,保证生产安全,提升车间、地沟、地坑布局的合理性、美观性等方面均有重大意义。

1.2 橡胶工厂管道设计要点

在橡胶工厂中,动力管道分为架空管道及地沟管道,在橡胶工厂的密炼、压延、成型及成品检测工段大多采用架空管道,其中成型工段的车间根据是否采用吊顶的建筑设计又分为管道在吊顶内布置及吊顶下布置两种。在硫化车间动力管道采用地沟内布置。

硫化车间地沟内的管道,是为硫化机供应硫化介质并接收其排放的蒸汽凝液及氮气等介质。硫化机介质的使用及排放根据其运行特点均为间歇供应或间歇排放,且供应与排放大多在时间轴上为交错进行。但因同一条硫化地沟中安装的硫化机数量较多,根据生产轮胎规格的不同,在半钢生产的地沟内可达 32~44 台,故硫化地沟内管道内流体为波动较小的周期性脉

作者简介:栾和栋 (1984-),男,本科,中级工程师,主要从事橡胶工厂工艺、动力及环保方向的工作。

动流。硫化地沟内管道直管段长度较大，可达到约100 m。硫化地沟与动力地沟的连接节点约24 m一个，硫化地沟与动力地沟内管道受力相互作用，受力情况较为复杂，需对管道应力仔细分析后确定管道布置方案及支架布置方案。

动力站内的管道，在目前节能和环保的要求逐步提高的情况下，橡胶工厂内各种介质回收及再利用的系统、管道逐步增加，有原有不到100个管道激增至300条以上，且上管道均布置在地坑及地沟内，在地坑内大量空间用于设备布置以后，可用于管道布置的空间狭小，且因现代动力站内调节阀及过滤器等需考虑操作空间的阀门管件数量也快速上升，也提升了动力站内管道布置的难度。

1.3 橡胶工厂管道设计的挑战

橡胶工厂的管道不同于化工厂的管道，橡胶工厂的管道不涉及易燃易爆、有毒有害、强腐蚀，仅涉及高温高压及窒息性气体。但橡胶工厂管道根据架空及地沟敷设与化工厂的管道均有不同。橡胶工厂架空管道的特点为车间内均有大型机械设备，管道无法在地面设置支架，通常需在屋面设置由屋架梁生根的吊架，且通常有大尺寸的电缆桥架及通风管道共架，在布置时需充分考虑上述情况并设置π形补偿器，对管道设计的准确度要求极高。在部分轮胎工厂要求管道在屋面的网架内穿行，此时更加提高了管道设计的难度。橡胶工厂地沟管道的特点为通常硫化地沟及动力地沟内除照明线缆外仅有动力管线敷设，但地沟内空间狭窄，动力地沟内可设置π形补偿器，但硫化地沟内仅可设波纹补偿器^[2]，硫化地沟与动力地沟的连接节点间距约24 m。上述问题带来管系应力计算复杂，固定架及导向架设施要求较高。

传统的橡胶工厂设计方法主要依赖二维图纸，存在设计效率低、各专业协调困难、设计错误难以发现等问题。特别是在处理复杂的空间关系和工艺管线布置时，二维设计的局限性更加明显。这些挑战促使橡胶工厂设计向三维化方向发展。

2 PDMS 软件概述

PDMS（Plant Design Management System）是由英国 AVEVA 公司开发的一款专业三维工厂设计软件^[3]。它集成了三维建模、设备布置、管道设计、电缆桥架设计、暖通设计等多个功能模块，广泛应用于化工、石油、电力、制药等行业的工厂设计领域。

PDMS 软件的主要特点包括：

2.1 全比例三维实体建模

PDMS 允许设计师以全比例、真实尺寸进行三维实体建模，这使得设计师能够更直观、更准确地模拟工厂的实际布局和设备安装情况。

所见即所得：在 PDMS 中，设计师可以直接在三维环境中进行设计，实时查看设计结果。这种“所见即所得”的设计方式大大提高了设计的效率和准确性。

2.2 实时三维碰撞检查

PDMS 具备强大的三维碰撞检查功能，能够在设计过程中自动检测并标记出潜在的碰撞问题。这有助于设计师在设计早期阶段发现并解决问题，减少后期修改和调整的工作量。

2.3 独立的数据库结构

PDMS 采用独立的数据库结构来存储设计数据，确保了数据的安全性和完整性。同时，数据库还支持版本控制、权限管理等高级功能，使得设计数据的管理更加灵活和高效。

2.4 丰富的设计工具和组件库

PDMS 提供了丰富的设计工具和组件库，包括各种设备、管道、阀门、仪表等，以满足不同设计需求。这些工具和组件库不仅大幅度的提高了设计效率，还确保了设计的标准化和一致性。

2.5 开放性和可扩展性

PDMS 具有良好的开放性和可扩展性，可以与其他软件和系统进行集成和扩展。这使得 PDMS 能够适应不同的设计需求和项目规模，提高设计的灵活性和适应性。橡胶工厂设计中通常使用插件将模型导出至 CII 软件进行应力计算。

3 PDMS 在橡胶工厂设计中的具体应用

本文以动力系统为例，辅以暖通系统说明 PDMS 在橡胶工厂设计中的具体应用。动力站做为橡胶工厂硫化车间的动力装置供应和能源回收的核心站房，内部介质情况复杂，有压力流的介质供应管道及重力流的介质回收管道，管道众多，走向复杂，对坡度要求较高，且不能有袋形等情况。对于动力站的设计可遵循如下步骤：

3.1 创建管道元件库

在项目启动时，根据建设方的要求，初步选定管道所需的标准，例如 GB 系列、ANSI 或者是 SH 系列的管道、管件、阀门等，在 PDMS 的 Paragon 模块中，

建立管道元件数据库^[4]。并将调节阀、补偿器等需根据设备厂家、管件厂家、阀门厂家的不同，外形尺寸有变化的管件的相关参数设置为可变参数的管件、特殊管件、阀门等。在此步骤，因重复性工作较多，可将输入的内容写为脚本，采用批量的方式录入以节约时间并提高录入的准确性。螺栓长度的计算方法需根据建设方螺栓剩余长度的要求（例如螺栓与螺母齐平，螺栓露出螺母三扣等要求），针对性的编写螺栓长度计算规则。

3.2 创建管道等级库

根据动力站内的管道介质的情况，参考化工管道的设计方法，将管道划分为不同的等级^[1]，并根据介质的物性及温压情况，选择计算管道的壁厚参数，确定管道环焊缝时候是否需要打坡口，选择法兰、法兰垫片的材质及压力等级，选择法兰螺栓的形式及材质，根据管径及压力等级选择管件的连接形式为对焊或承插焊，选定阀门的形式压力等级及材质，选定波纹补偿器的连接形式及压力等级并将波纹补偿器的长度参数设为可变。在此步骤，管道及管件的壁厚有2种做法，一种是直接在描述文件中写入壁厚参数，另外一种为在等级库中建立壁厚表，并将同等级的管道、管件等均引用此壁厚表。笔者在实际操作中均采用第二种方法，此方法虽在录入时编写脚本较为复杂，但是在后续壁厚调整时，所有管件的壁厚参数均自动同步调整，避免了最终统计材料时错误的发生。

3.3 空间初步划分

根据创建的管道等级库，将设备在PDMS内建模并进行设备布置，根据设备布置情况首先初步确定平台、梯子、门窗的位置，其次与电气专业，自控专业，暖通专业初步在空间上划分各自的通行空间。在此阶段还会对建筑及结构专业提出设计条件。

3.4 管道初步布置

根据管道的介质及温压情况，确定需进行应力计算的管道清单，同时根据设备布置情况及各专业的划分情况，首先布置需进行应力计算管道，在设备模型中同步布置连接需应力计算的管口方位，在需进行应力计算管道初步布置完成后，根据管道的路由情况，初步布置固定架、导向架、滑动架的位置，初步确定π形补偿器的尺寸及位置。

3.5 应力核算

将初步布置的管道及初步布置固定架、导向架、滑动架由PDMS经设计插件导出至CII软件进行应力

计算，并根据应力计算的结果，调整管道的走向、π形补偿器的尺寸及位置、确定波纹补偿器的位置及长度。根据上述调整情况，调整管道固定架、导向架、滑动架的位置并对结构专业提出准确支吊架条件。

3.6 管道详细布置

在应力计算结果的指导下，将应力管道的布置调整后，布置其余非应力管道及调整设备与非应力管道连接管口的管口方位。在非应力管道布置完成后根据非应力管道的走向情况，补充管道支吊架，整合电气专业，自控专业，暖通专业、建筑专业及结构专业反馈的资料进行碰撞检查。在碰撞检查后如有碰撞会各专业协商解决。根据各专业协商结果调整设计模型确保设计模型中无碰撞处。

3.7 设计输出

动力专业最终的设计成果，需要以管道平面布置图、管口方位图、管道单线图、管道材料表、管道支吊架表等设计文件以图纸及表格的形式展现，此时采用PDMS的Draft及ISO Draft模块进行图纸的输出，并采用第三方插件输出管道材料表、应力计算书等设计文件。

4 PDMS 应用案例分析

在某轮胎厂项目中，局部采用PDMS对动力系统进行三维设计后，产生了如下的优势：

(1) 因创建了管道等级库，在设计基本完成时，因建设方上级单位的要求，建设方提出管道材质及法兰垫片的形式及材质的要求，上述修改仅需在等级库中统一修改，采用PDMS设计的部分即可全部修改完成，避免了设计的遗漏，大量节省了统计材料的时间。

(2) 在应力计算建模方面，因采用第三方插件将设计模型导入CII进行应力计算，大量的节省了应力建模的时间。做到了只在PDMS内建一次模型，即可完成管道设计、各专业碰撞检查、管道材料统计、CII模型建立的工作。应力计算模型见图1应力计算模型。

(3) 本项目需由设计方对建设方聘请的钢结构设计公司深化的钢结构模型进行会签，钢结构设计公司采用了Tekla进行建模并深化钢结构设计，在其它采用传统二维设计的单体中，需钢结构设计公司截取大量的平面及剖面后，由设计人员逐个核对，平均每次会签需花费3~4天的时间。采用三维设计后，采用将PDMS导出的模型及Tekla导出的线模在Navisworks进行合模，并采用软件自带的碰撞检查功能，几分钟

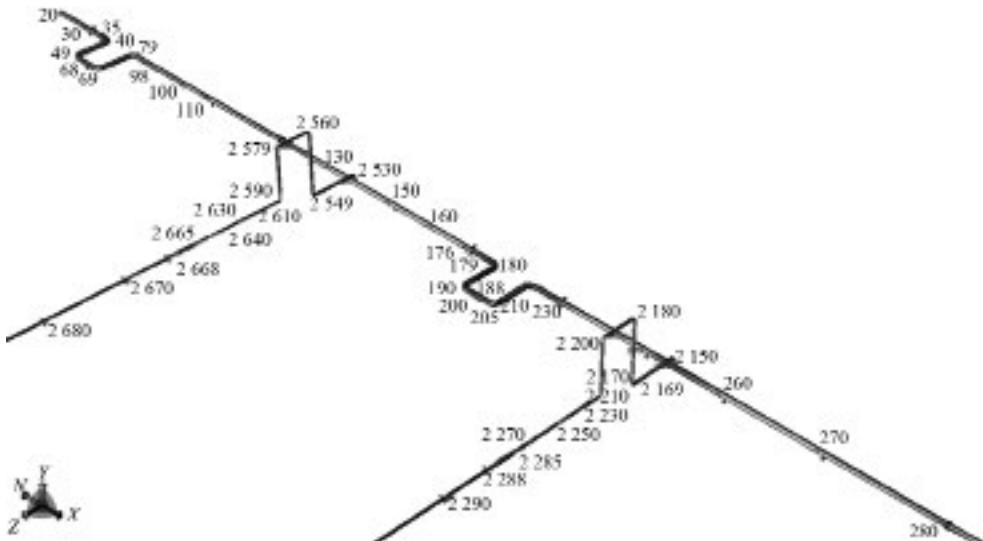


图 1 应力计算模型

即可得出会签结果。在项目实际实施后，采用 PDMS 设计的部分无任何因碰撞产生的现场修改。合模会签模型见图 2 合模会签模型。

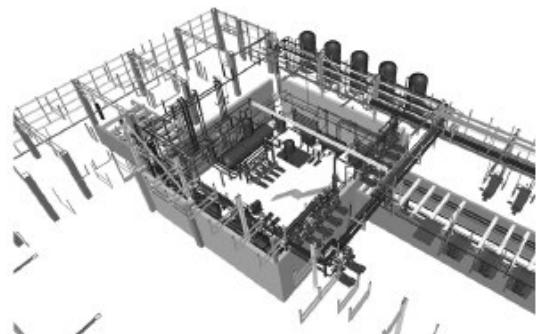


图 2 合模会签模型

(4) 本项目在建模时，因地坑内管网众多，可供通风管道布置的空间狭窄，因此在设计模型中同步建立了通风管道的模型，将通风管道与动力管道协同布置。此项节省了 2 个设计专业的反复沟通管道布置的时间，提高了管道布置的准确率，在项目实际实施时，虽通风管道及动力管道走向复杂，但未发生管道干涉的时间。

在此项目三维设计过程中，设计人首先建立了完整的设备模型库和管道元件库，然后进行各专业的三维建模工作。在设计过程中，利用 PDMS 的碰撞检测功能发现了多处设备与动力管道、动力管道与通风管道之间的干涉问题，利用 Navisworks 发现了多处管道与建筑结构之间的干涉问题，并及时进行了调整。通过对此项目采用 PDMS 及二维设计的实际对比，

在 PDMS 设计单体的管道系统走向更复杂的情况下，PDMS 设计的管道综合整体出图时间、材料表统计的精细程度、设计准确率均优于二维传统设计。项目建成后，工厂的布局合理，工艺流程顺畅，充分证明了 PDMS 在橡胶工厂设计中的实用价值。

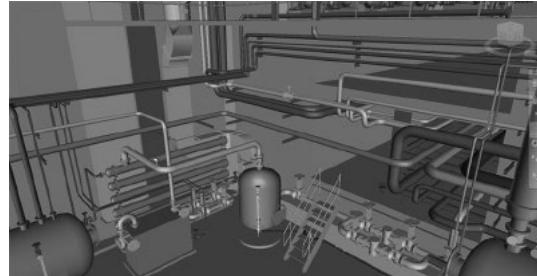


图 3 通风管道与动力管道协同设计典型

5 PDMS 应用的优势与局限性

PDMS 在橡胶工厂设计中的应用带来了诸多优势。首先，三维可视化设计使设计结果更加直观，便于各方沟通和理解；其次，多专业协同设计提高了工作效率，减少了设计错误；再次，精确的材料统计和工程量计算有助于控制项目成本；最后，设计数据的数字化为工厂的后续运营维护提供了便利。

然而，PDMS 的应用也存在一些局限性。软件的学习曲线较陡，需要专业的培训；硬件要求较高，对计算机配置有一定要求；软件 license 费用较高，可能增加项目成本。此外，PDMS 在橡胶工厂特定设备建模方面可能存在标准库不足的问题，需要用户自行补充完善。

6 结论

PDMS 三维软件在橡胶工厂设计中具有重要的应用价值。它能够有效解决传统设计方法的不足，提高设计质量和效率，降低工程成本。尽管存在一定的局限性，但随着技术的不断发展和软件的持续完善，PDMS 在橡胶工厂设计中的应用前景将更加广阔。建议橡胶工厂设计单位加强对 PDMS 等三维设计软件的引进和应用，同时注重相关人才的培养，以提升整体设计水平。

参考文献：

- [1] 车向前, 闫飞, 李凤娇, 等 .PDMS 软件在化工设计中的应用 [J]. 石化技术, 2024,8:188–190.
 - [2] 王媛 .轮胎厂热力管道补偿器选用 [J]. 橡塑技术与装备, 2014,16:49–50.
 - [3] 李向东 .谈 PDMS 三维配管在化工工程设计中的应用 [J]. 化工管理, 2016(20):244.
 - [4] 徐娟 .PDMS 三维设计软件在化工工程设计中的运用 [J]. 化工管理, 2018(33):68–69.

The application of PDMS in rubber factories design

Luan Hedong

(Sinochem Environment Holding Co. LTD., Beijing 100160, China)

Abstract: This article explores the application of PDMS 3D software in rubber factory design. Through an introduction to PDMS software and an analysis of specific application cases in rubber factory design, this article demonstrates the advantages of PDMS in improving design efficiency, optimizing factory layout, and reducing design costs. The research shows that PDMS software can significantly enhance the accuracy and efficiency of rubber factory design, simplify the work of stress calculation modeling, and provide strong technical support for the design and construction of rubber factories. The research results of this article have important reference value and practical significance in the field of rubber factory design.

Key words: PDMS; rubber factory; factory design; power pipeline; engineering design

(R-03)

50亿元轮胎厂，发布重整计划清偿方案

5 billion yuan tire factory released restructuring and repayment plan

11月4日，山东中创轮胎股份有限公司管理人，正式发布重整计划清偿方案之执行计划，标志着这家深陷债务危机的轮胎企业在司法重整进程中迈出关键一步，正式进入债务清偿与资产盘活的实质阶段。

作为曾规划 50 亿元投资、年产 1 820 万套的大型轮胎企业，中创轮胎因担保互保、融资成本高企及疫情等多重因素，陷入严重经营困境。截至 2024 年 11 月基准日，其总资产仅 3.39 亿元，负债却攀升至 32 亿元，其中确认债权达 20.64 亿元，涵盖有财产担保债权、税款债权及 227 笔普通债权等多种类型。其重整过程历经波折，2025 年 5 月的首次方案遭全组否决，二次方案虽获担保债权组、税款债权组及出资人组支持，但普通债权组因支持率未达三分之二未能通过，最终由法院依据《中华人民共和国企业破产法》强制批准重整计划。此次发布的执行计划明确了资金来源与分配路径。资金主要来自两部分：一是土地、厂房、设备等资产拍卖所得 1.737 3 亿元，二是投资人支付的壳资源补偿款 2 800 万元，合计资金规模达 2.017 3 亿元。分配顺序上，440 万余元破产费用将优先从拍卖款中列支，剩余 1.69 亿元用于债权人清偿，其中职工债权 4 023 万余元实现全额清偿，充分保障了劳动者权益，税款债权与普通债权也将按方案进行分配，所有款项预计于 12 月 8 日前完成支付。

值得关注的是，据业内消息，意向投资人或为轮胎企业与地方基金组成的联合体，计划保留原有技术团队，并对核心的半钢胎生产线进行升级改造。

摘编自“聚胶”

(R-03)