

数字孪生技术在智能燃气场站管理中的应用与创新

靳志军¹ 任立英² 李瑞鑫¹ 黄宗杰¹ 张印秋¹

1. 北京航天拓扑高科技有限责任公司 北京 100176

2. 北京航天万源科技公司 北京 100176

摘要: 本文深入研究了数字孪生技术在智能燃气场站管理的应用与创新,通过构建数字孪生平台模拟场站运行状态,使数字孪生技术在场景建设、目标任务明确和智能调度调控应用上展现深度创新。通过这些深层探讨和应用,为燃气行业提供全面的理论指导和实践经验,致力于推动数字孪生技术在能源领域的创新应用,促进燃气场站的安全、高效运行。

关键词: 数字孪生; 燃气场站; 运维管控

随着数字化和人工智能技术的飞速发展,工业领域迎来了工业数字孪生的时代,数字孪生是充分利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据,集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真,从而反映相对应的实体的全生命周期过程。

本研究旨在通过数字孪生技术的深入运用,构建智能燃气场站管理系统,形成基于一站式全面监控的场站平台,通过对各类运行状态的细致数据汇集、建模和深度分析,助力实现智能化管理,强化场站风险防范,为燃气场站管控迈向更高水平提供切实的支持。

1 燃气场站管理现状分析

目前,随着城市规模的扩大,燃气场站涉及的设备 and 系统逐渐增多。燃气场站作为燃气管网的重要组成部分在能源的安全输配工作中起到了至关重要的作用。在过去的10年,得益于自动化技术的普及,大多数燃气场站配备了DCS、PLC等自动化控制系统,同时拥有视频安

防、设备管理、调度运行等信息化系统辅助场站运行。但由于自动化领域相对封闭的环境,燃气场站在信息化智能化上远远落后于其他领域,从信息化智能化的角度来看,现有燃气场站站控系统在具备优质工艺及自动化设备、成熟控制逻辑、遵循行业严谨建设规范等条件下,还要很大程度上依赖操作人员的技术和经验才能保证场站的安全运行,无法向供能企业及用户提供完全足够的“智能化+安全感”。如何解决场站智能化控制、运维、管理的问题成为接下来的重要课题^[1]。

2 智能场站系统构建

数字孪生技术通过综合运用感知、计算、建模等信息技术,通过软件定义,对燃气智能场站物理空间进行描述、诊断、预测、决策,进而实现燃气智能场站物理空间与赛博空间的交互映射,在燃气智能场站建设中提供几何、物理、行为、规则、数据驱动模型的建模、验模、数据映射及3D拟真交互体验。



图1 数字孪生技术智能场站多维模型应用

数字孪生技术在智能燃气场站管理中的成功应用取决于其系统体系架构的设计。

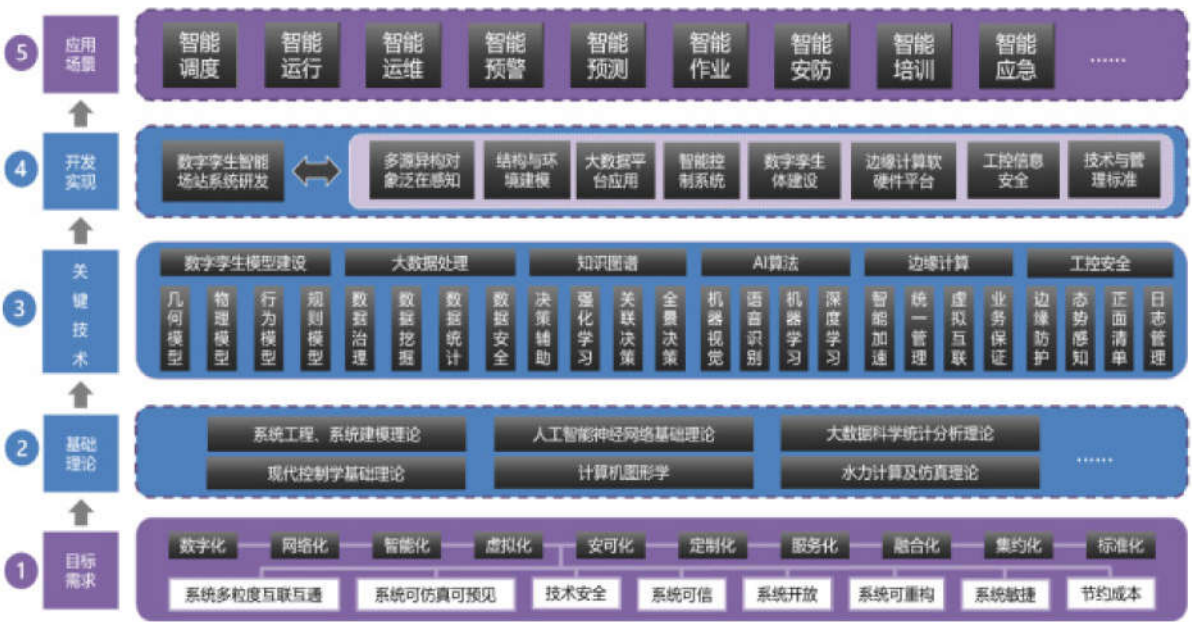


图2 智能场站系统体系架构

如图2所示，智能场站系统的构建通过先进的数字孪生技术，对燃气场站进行了多维建模，为监控系统提供了更为真实、准确的场景感知，也为后续的智能控制和视觉场景检测奠定了坚实基础。

而对于各个局域之间的智能控制，设计借助机器学习算法，开发了智能控制策略，使监控系统能够根据实时数据进行自动优化调整。这包括对能源管网区域计量、调控，以及柔性供能的实现。通过边缘计算技术，成功实现了能流平衡的优化，从而提高了系统的效率和稳定性。

通过建立自诊数据预警系统，实时监测和分析燃气场站各项运行指标，提前发现潜在问题并进行预警。数

字孪生技术与边缘计算的融合进一步提高了预警系统的准确性和可靠性。

最后，可以充分利用边缘计算技术，将计算能力推向监控现场，构建AI智能识别运算平台，减轻了云计算的压力，同时提高了监控系统的响应速度。通过边缘计算，成功实现了能流平衡的优化，进一步提升了柔性供能的效果。

3 数字孪生智能燃气场站功能创新设计与应用

3.1 智慧运行

与原有SCADA系统相比，本系统重点设计智能化功能应，包括孪生监视、数字巡检、智能运行、运行优化、运行操作辅助、智能场景回放、等功能。



图3 系统孪生模型

3.2 AI智能调度

在燃气调压输配方面，数字孪生技术呈现出独特的动态感知和反应灵敏的创新应用。首先，数字孪生系统通过实时模拟场站调压分配任务，准确还原设备运行状态和管道网络状况，实现对燃气流动的动态感知，这使系统能够即时捕捉压力、流量等参数的波动，为实时调整提供可靠数据支持。其次，数字孪生技术的运用使得燃气场站调压系统能够更加灵敏地应对外部变化。通过对任务执行过程的模拟和分析，数字孪生系统能够预测潜在问题，如需求波动或管道故障，从而迅速调整调压设备，维持系统稳定运行。这种实时的反应机制使得燃气调压分配更加灵活、高效^[1]。

此外，数字孪生技术与AI算法的结合使得系统具备智能感知和自适应优化的能力。如图4所示，系统通过对实时数据分析，可以预测燃气需求变化，并采取智能调控策略，保障燃气供应的连续性和稳定性。数字孪生技术的这些创新应用使得燃气调压分配系统不仅能够适应动态变化的环境，还能够更加灵敏地满足调度需求，提高整体运行效能。



图4 智能燃气场站调度预测

3.3 智慧运维

数字孪生技术的引入同样为燃气场站与燃气管网的平稳运行带来了一系列创新。通过高度还原的数字孪生模型，对场站工艺设备的运行状态监测实现优化设备维护周期、降低维护费用、保证生产安全^[2]。



图5 智能燃气场站智慧运维

结束语

随着燃气行业的发展趋势向智慧化方向迈进，数字孪生技术展现出在燃气场站管理中的显著应用与创新。系统通过多维建模、平台建立、智能调控等方面的综合应用，实现了燃气场站智能化运行、用量智能化调配、管网智能化调度等目标。我们将进一步完善数字孪生智慧燃气系统的理论基础，深入研究关键技术，同时致力于开发、部署和完善各项应用服务子系统，并将智能场站与智能视觉服务相结合、智能调控与机器学习相

结合，在视觉和算法双重效果下不断推动数字孪生技术在燃气行业的创新发展。

参考文献

[1]肖石.数字孪生技术在天然气站场建设中的应用[J].中国高新科技,2022(23):65-67
[2]张小琴,李彬.数字孪生技术在智慧机场建设中的应用[J].智能城市,2022,8(11):34-36.
[3]刘君武,陈岳飞,陈川.数字孪生技术在智慧能源行业的应用[J].中国检验检测,2022(002):030.