

团 体 标 准

变电站数字孪生系统集成技术导则

(征求意见稿)

编制说明

2024-10-14

《变电站数字孪生系统集成技术导则》 (征求意见稿) 编制说明

一、概述

1.1 项目背景

数字孪生技术的出现，为变电站的智能化管理提供了新的解决方案。数字孪生变电站是指利用数字技术模拟和复制实际变电站的各个组成部分和运行状态的一种技术，它通过数学建模和仿真技术，将实际变电站的物理设备、电气参数、运行状态等信息数字化，形成一个与实际变电站完全一致的虚拟模型。

随着电力系统的复杂性增加，传统的运维方式已经难以满足高效、安全、经济的运行要求。变电站作为电力系统的重要组成部分，其运行状态和性能直接关系到电力系统的稳定性和可靠性。近年来，电网数字化转型升级需求不断增加，变电站作为电网的重要物质基础，需要实现设备运维检修的数字化转型，诸多变电站进行了数字转型，搭建了数字孪生变电站，通过设备模型和传感器采集的动态数据，在虚拟空间搭建与物理设备实时映射的“孪生”个体，并充分利用数据指导实际设备的精准运维检修。在此情形下，数字孪生变电站的建设已成为电力行业数字化转型的重要方向，为能够更好地指导建设数字孪生变电站，因此开展变电站数字孪生系统集成技术导则的编制显得尤为重要。

制定本标准旨在推动数字孪生系统与实际变电站的紧密融合，通过集成技术的规范与指导，实现数字模型与实际运行系统之间的有效连接与交互。本标准的制定将大幅提升变电站数字孪生系统建设的规范性、科学性，通过提供统一的系统架构、数据采集接口和状态量采集要求等，解决变电站数字孪生系统在推广使用时存在的系统架构不兼容、接口对接不顺畅等问题；推动技术框架和通信协议的标准化，降低项目集成和对接的复杂性，为变电站数字孪生系统在不同站点的标准化、规模化推广提供规范化指导，最终促进电力行业的数字化转型，提升电力系统的运维效率和可靠性，满足社会对高质量电力服务的需求。

1.2 任务来源

本标准由江苏省电力行业协会（JSEPA）提出并归口，列入江苏省电力行业协会2024年度团体标准立项安排，项目编号：JSEPA202403，项目名称为《变电站数字孪生系统集成技术导则》。

1.3 标准起草单位及主要起草人

牵头单位：国网江苏省电力有限公司苏州供电分公司。参编单位：国网江苏省电力有限公司、国网江苏电力科学研究院、国网江苏省电力有限公司泰州供电分公司、

上海交通大学、苏州科技大学、南京南瑞信息通信科技有限公司、齐丰科技股份有限公司、深圳市嘉博瑞企业管理有限公司。

1.3.1 编制单位情况

序号	起草单位	简介
1	国网江苏省电力有限公司苏州供电分公司	国网苏州供电公司是国家电网公司所属的大型供电企业之一，担负着苏州地区全社会电力供应和保障的重大任务。服务营业户数 656.97 万户。近年来，苏州全社会用电量、企业供电量、售电量、工业电量先后突破千亿大关，最高调度负荷突破 2800 万千瓦。建成全省首座 220 千伏全景感知数字孪生变电站，在国内率先落地数字人民币光伏结算等应用场景，迈出了数字电网转型的坚定步伐。
2	国网江苏省电力有限公司	国网江苏省电力有限公司是国家电网有限公司系统规模最大的省级电网公司。公司现有 13 个市、59 个县（区）供电分公司和 17 个科研、检修、施工等单位，服务全省 5077 万户电力客户。江苏电网拥有 35 千伏及以上变电站 3342 座、输电线路 11.08 万公里，形成“一交四直”特高压混联、“七纵七横”500 千伏输电网的坚强网架。
3	国网江苏电力科学研究院	国网江苏省电力有限公司电力科学研究院成立于 2011 年 4 月，致力于电力系统自动化、交直流高电压技术、水利水电工程测控、通信与信息工程、一次设备及其智能化、电力电子、轨道交通及工程控制技术的研发、开发和应用。研究院拥有一支由国家电网公司首席专家、江苏省 333 工程培养对象、江苏省科协首席专家等高级别人才组成的智库专家团队。研究成果丰硕，为电力行业及相关领域提供了重要的技术支持和解决方案，为推动电力科技进步和社会发展做出了显著贡献。
4	国网江苏省电力有限公司泰州供电分公司	国网江苏省电力有限公司泰州供电分公司成立于 1996 年 12 月。泰州供电分公司在服务当地经济社会发展中发挥着重要作用，致力于提供优质的电力服务，确保电力供应的可靠性和安全性。公司还积极推动综合能源服务、节能管理服务，以及电动汽车充电基础设施的运营等新兴业务领域的发展。
5	上海交通大学	上海交通大学是中国“双一流”建设高校之一，也是“211 工程”和“985 工程”重点建设的大学。上海交大拥有一支强大的教师队伍，包括众多中国科学院和中国工程院院士，以及国家级教学名师。上海交通大学电子信息与电气工程学院数字孪生等前沿方向取得了显著进步，并在技术研发、产业升级等方面与合作伙伴开展深层次交流与合作。
6	苏州科技大学	苏州科技大学拥有 17 个硕士学位授权一级学科，14 个硕士专业学位授权类别。学校有 2 个学科在全国第四轮学科评估中获评 B 档，“工程学”学科跻身 ESI 前 1%。此外，有 6 个学科入选省优势学科建设工程项目，4 个学科入选“十三五”省重点学科。
7	南京南瑞信息	南京南瑞信息通信科技有限公司隶属于南瑞集团，是国网电力

序号	起草单位	简介
	通信科技有限公司	科学研究院为促进科研成果产业化而创立的企业之一。南京南瑞信息通信科技有限公司依托南瑞集团强大的科研实力和产业背景，致力于信息通信技术的研发和应用，为客户提供全面的技术解决方案和服务。公司在智能电网、电力自动化、工业控制等领域拥有显著的技术优势和市场竞争力。
8	齐丰科技股份有限公司	齐丰科技股份有限公司成立于 2014 年 12 月。公司的业务领域广泛，涉及视频监控系统、安防系统、电力辅助设备监控系统、输配电在线综合监测系统、电缆隧道在线监测系统、综合能源管理系统、楼宇智能化弱电系统、综合监测系统的研发、销售及相关技术服务。公司在电力领域提供前瞻性的创新理念、深厚的技术积累、高效的管理方案和强大的团队协作，以支持其业务发展。齐丰科技股份有限公司致力于提供整体解决方案、技术创新、专项设计和贴心运维服务，以确保客户利益最大化和全程无忧的服务体验。
9	深圳市嘉博瑞企业管理有限公司	深圳市嘉博瑞企业管理有限公司成立于 2013 年 12 月。自成立以来，一直推广企业管理解决方案，已经从战略实施、组织管控、流程优化、人力资源管理、卓越绩效管理、认证和标准化服务等方面，为 800 多家企业提供了全过程的咨询服务。公司以客户需求和产品发展理念为驱动力，帮助企业迈入标准化时代，引领行业发展。联合百余位各行业标准化工程师合全国性行业协会合作伙伴，为客户提供制定标准的全方位服务，助力企业全面提升影响力，发挥竞争优势。

1.3.2 标准主要起草人及项目分工

序号	姓名	工作单位	项目分工
1	吴志坚	国网苏州供电公司	负责标准总体框架结构的搭建等。
2	潘志新	国网江苏省电力有限公司	负责标准具体章节的设置及安排等。
3	陆汇文	国网苏州供电公司	负责第四章编制
4	黄国栋	国网苏州供电公司	负责第五、六章编制
5	陈斌	国网苏州供电公司	负责第八章编制
6	周涛	国网苏州供电公司	负责第五、十章编制
7	郝宝欣	国网江苏省电力有限公司	负责第三、九章编制
8	吴军	国网苏州供电公司	负责第五、六章编制
9	钱雪峰	国网苏州供电公司	负责第四、六章编制
10	杨翔宇	国网苏州供电公司	负责第六、七章编制
11	肖国华	国网苏州供电公司	负责七章编制
12	郭晋超	国网苏州供电公司	负责第七章、附录编制
13	杨海舟	国网苏州供电公司	负责第七、八章编制
14	邵剑	国网江苏电力科学研究院	负责第九章编制
15	周建良	国网苏州供电公司	负责第四章、附录编制
16	周翼	国网苏州供电公司	负责附录编制

序号	姓名	工作单位	项目分工
17	于泳	国网江苏省电力有限公司	负责第四、九章编制
18	潘建亚	国网江苏省电力有限公司	负责第九、十章编制
19	周游	国网苏州供电公司	负责第四章、附录编制
20	李博	国网苏州供电公司	负责附录编制
21	徐国栋	国网苏州供电公司	负责项目总体协调推进及标准内容的编制。
22	戴红波	国网泰州供电公司	负责第九章编制
23	唐衍	国网苏州供电公司	负责第七、八章编制
24	严旻	国网苏州供电公司	负责第四、九章编制
25	贺兴	上海交通大学	负责附录编制
26	陈珍萍	苏州科技大学	负责第四章、附录编制
27	范松丽	苏州科技大学	负责第九、十章编制
28	吴堃铭	国网苏州供电公司	负责资料收集整理，标准内容修改，协助推进项目实施。
29	孙元存	国网泰州供电公司	负责附录 A、B 编制
30	马斌	南京南瑞信息通信科技有限公司	负责第七、八、九章、附录编制
31	朱云凯	齐丰科技股份有限公司	负责第九、十章、附录编制

1.4 主要工作过程及工作内容

本项目于 2024 年 4 月开始策划，6 月经江苏省电力行业协会批准立项，随后国网苏州供电公司组织成立标准编制工作组，开展标准草案编制工作，并邀请相关单位及专家对变电站数字孪生系统集成技术进行了研讨和意见交换，编制工作组在进一步修改完善后，现完成了征求意见稿的编制。项目研究过程经历以下几个主要阶段：

1.4.1 启动阶段（2024 年 6 月-7 月）。

2024 年 6 月，本标准获得立项后，立即成立了标准编制工作组，对《变电站数字孪生系统集成技术导则》的总体框架、主要章节设置进行了广泛深入的讨论。标准工作组确定了标准内容的主体框架，制定了标准项目编制计划，按模块进行编写人员分工，并确定了其它参编单位的具体实施内容。

1.4.2 标准初稿编制阶段（2024 年 7 月-9 月）。

2024 年 7 月初，工作组集中学习团体标准编制流程步骤及标准文件的结构、编写要求，并通过实际案例了解标准编制思路、方法及注意事项。7 月中下旬-8 月，按照各模块分工，团体标准工作组进行标准内容的撰写形成标准草案初稿。8 月中旬，标准编制工作组组织相关单位及专家，召开线上研讨会，对《变电站数字孪生系统集成技术导则》标准草案进行了讨论和修改。

1.4.3 标准征求意见稿编制阶段（2024 年 8 月-9 月）。

2024年8月下旬-9月上旬，标准编制牵头单位国网苏州供电公司组织参编单位及人员多次对《变电站数字孪生系统集成技术导则》标准草案进行了讨论和修改，并初步形成征求意见稿。9月27日，项目组邀请江苏省标准化协会、江苏省电力行业协会、国网江苏省电力公司等专家、领导等召开研讨会，对征求意见稿进行研讨，会后项目组根据研讨会议意见建议再次对标准内容进行修改完善后，形成本征求意见稿。

二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

2.1 标准编制原则

本标准的编制工作遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则编写。

1) 统一性：本标准的编制确保变电站数字孪生技术要求、术语定义、接口协议等方面的统一，以便不同系统和设备之间能够无缝集成和交互，确保标准的普遍适用性。

2) 协调性：本标准的编制与其他相关变电站、数字孪生标准和规范协调一致，避免出现冲突和歧义。在编制过程中充分考虑与行业标准、国家标准之间的衔接和配合。

3) 适用性：本标准编制是为了满足当前和未来一段时间内变电站数字孪生系统集成实际需求，能够适应技术发展的趋势，同时对现有技术进行规范和引导，以具备实用性和前瞻性。

4) 一致性：本标准中变电站数字孪生的技术要求和指标保持一致，在逻辑上严密，技术上可行，以确保标准的权威性和可信度。

5) 规范性：本标准编制严格按照标准编写要求进行编制，在文本结构、术语使用、技术要求等方面以符合标准化工作导则的要求，各项工作开展严格按照国家法律法规等要求进行，确保标准编制工作的规范性。

同时，我们在标准编制过程中保持开放的态度，积极与相关机构、专家学者进行交流探索，广泛开展意见征求活动，听取各方意见建议，确保标准内容的严谨性、科学性，不断提升标准编制的质量和水平。

2.2 确定标准主要内容的依据

本标准的技术内容围绕变电站数字孪生系统集成基本规律和要求，以解决系统集成架构，统一区域内大量变电站的数字化建设；优化数字孪生系统各个组件之间的协作与集成，提高集成效率，确保系统运行的一致性和稳定性；加快变电站运营管理智能化，实现数据流、控制流和能量流的无缝衔接，提高运营决策的准确性和效率等目标，确定标准编制的主要框架。

同时，基于对变电站数字孪生系统集成的实际操作、实际运行的分析和研究，以及对现有变电站运维数据的挖掘、数字孪生模型的仿真验证以及行业专家意见建议，编制标准主要内容，并综合考虑变电站数字孪生系统的技术发展趋势和行业需求，以确保技术内容的前瞻性和实用性。

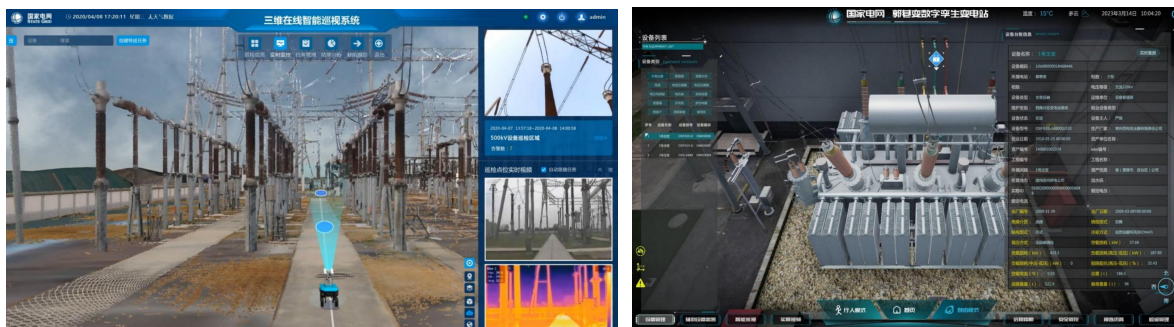
三、主要试验（或验证）分析、综述报告、技术经济论证、预期的经济效果

3.1 主要验证分析

本标准的系统集成验证主要依托国网苏州公司郭巷变电站。首先郭巷变电站完成了三维模型构建，实现了数字空间实时映射物理实体。对变电站主、辅、消以及隐蔽工程进行 1:1 数字还原，并依托企业级实时量测中心、数据中台、电网业务资源中台，贯通调度自动化、PMS、辅控等八类变电站站端系统，统一数据规范和接入，以一个平台动态呈现全站设备电气量、状态量、告警等重要信息。实现运维人员在一个平台上，可以远程总览全站设备动态信息，避免频繁切换系统查阅数据。



其次，利用数字孪生系统，规范各信息化平台数据传输和要求，运用数据中台、实时量测中心、PMS 系统、视频监控系统以及电力北斗、气象技术中台等的资源和能力，融合站内各类系统数据，来支撑变电巡视、安全管控的核心业务智能替代。通过数据融合，强化了各数据之间的印证关系，提升了数字孪生系统挖掘和分析设备的能力，提升对设备未来运行状态和趋势预测的准确性，从而更好的为运维管理人员提供更加智慧化的决策支持，实现变电站运维的智慧化、高效率，最大程度保障变电站的安全性和稳定性。



另外，细化应用要求，强化作业现场安全管控。数字孪生系统自动生成勘察计划

自动比对安全风险管控图，并仿真现场安措布置，对校核现场作业面，通过构建吊车、斗车等特种车辆三维模型，开展起吊、斗臂伸展范围和安全距离测算，生成行进路线和起吊方案，助力大型复杂作业现场管控，从而切实提高运维检修准备环节的工作质量和效率。运用动态行为分析算法，实现作业人员未佩戴安全帽、擅自翻越围栏、擅自变更安措、安全监管擅自离场等违章行为智能识别。



3.2 综述报告

随着智能电网技术的快速发展，变电站数字孪生技术已成为提升电网智能化水平的关键。本文件的制定，正是为了适应这一发展趋势，通过系统集成技术的应用，推动变电站管理向更高效、更智能的方向发展。本标准的主要内容已经通过在苏州郭巷变电站中进行实际运用，并在其数字孪生系统集成项目中顺利的通过了实地测试和验证。试验结果表明，本标准提出的技术要求和集成策略能够有效提升系统的集成质量和运行效率，验证了导则的科学性和有效性。

3.3 技术经济论证和经济效果

在技术方面，苏州国网郭巷变电站在进行数字孪生系统建设和集成后，项目已顺利通过各方验收并投入使用，成为全省首座数字孪生变电站。其变电站高清视频巡视点位验收效率提升 80%以上，事故异常确认效率提升 90%及以上，实现了变电站人工例行巡视 100%全面替代，运维人员只需要 3 分钟即可安排高清视频、机器人开展远程巡视，较人工巡视时间压缩约 90%。可以实现约 75%的现场踏勘替代，变电站作业现场安全管控效率至少提升 50%以上，违章行为发现率提升 25%及以上。同时，根据项目实施，国网苏州供电公司发表核心期刊论文 5 篇，变电数字孪生相关建设成果和做法获得了中国信息协会 2023 年能源企业信息化管理创新奖、国网省公司双创大赛一等奖等荣誉。

在经济效益方面，如变电多源异构数据接入工作量由 30 人·天减少至 3 人·天，单站数据接入开发成本由 4.5 万元将至 0.45 万元，若推广至全省开发费用可节约 4804 万元；远程智能巡视单站每年可节约人工巡视费用约 7.82 万元。推广至全省约 1000 座 220kV 变电站，每年可节约人工巡视成本约 7820 万元。

后期，随着本标准的发布实施将为企业带来包括降低运维成本、提高设备利用率、

减少非计划停电等直接经济效益外，还能够持续提升变电站的智能化水平，增强电网的稳定性和安全性，间接促进电力行业的可持续发展，为社会经济的稳定增长提供支持，为实现能源结构优化和环境保护做出贡献。



四、标准中涉及专利的情况

本标准暂未识别出可能涉及的专利、软著等。

五、采用国际标准和国外先进标准的程度

本团体标准采用了 ISO/IEC 27001 及 IEC 61850 关于数据安全和电力系统自动化领域的通用标准，采用程度仅涉及数据安全和数据格式的相关要求。

六、与有关的现行法律法规和强制性标准及有关标准的关系

本标准与相关法律法规、规章及强制性标准协调一致，没有冲突。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准编制过程中未出现重大分歧意见。

八、作为推进性标准的建议

建议本团体标准作为江苏省内变电站数字孪生系统集成的主要标准文件，并对拟建设数字孪生集成系统的变电站进行贯标，为省内变电站数字化建设的统一规范夯实标准基础。

九、贯彻团体标准的要求和措施建议

建议本团体标准在批准发布 3 个月 after 实施。

本团体标准发布后，建议进行出版，并向江苏省电力行业协会会员单位进行宣传、贯彻，向电力行业运行管理、变电站数字化建设相关组织推荐执行本标准。

十、废止现行有关标准的建议

无。

十一、其他应予说明的事项

本团体标准为变电站相关的数字孪生系统集成技术标准，在具体实施过程中如有新的意见建议或者相关的政策变化、技术进步，建议反馈至江苏省电力行业协议或主

编单位，以便及时更新和优化标准内容。