

《数字孪生模型评估规范》（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本标准 2022 年由广州广电计量检测股份有限公司向中国信息协会提出立项，协会于 2022 年 6 月 20 日正式下达立项计划，计划编号为：P2022-19。

本标准由中国信息协会提出并归口。

本标准由广州广电计量检测股份有限公司为牵头单位的起草小组组织起草。

（二）标准制订的目的

数字孪生作为实现数字化转型和促进智能化升级的重要便捷途径，一直备受各行各业关注，已从理论研究走向了实际应用阶段。目前，已推广应用于航空航天、汽车制造、轨道交通、船舶航运、城市管理、电力、医疗、农业、油气等多个领域，形成了数字孪生卫星、数字孪生车间、数字孪生医疗、数字孪生城市等一批具有发展活力和韧性的新业态。国内很多工业科技企业在数字孪生技术上都有所布局，其中包括树根互联、研华科技、软通动力等；国内互联网巨头公司的相关业务也涉及到智慧城市和数字孪生的结合，如腾讯、阿里、科大讯飞等。

全球最具权威的 IT 研究与顾问咨询公司 Gartner 在 2019 年十大战略科技发展趋势中将数字孪生作为重要技术之一，其对数字孪生的介绍为：数字孪生是现实生活中的物体、流程或系统的数字镜像。大型系统，如发电厂和城市也可以创建其数字孪生模型。

数字孪生模型构建是实现数字孪生落地应用的前提，横向来看，在模型维度上，从模型需求与功能的角度，一类观点认为数字孪生是三维模型，是物理实体的复制，或是虚拟样机。在数据维度上，一些认识认为数据是数字孪生的核心驱动力，侧重了数字孪生在产品全生命周期数据管理、数据分析与挖掘、数据集成与融合等方面的价值。在连接维度上，一类观点认为数字孪生是物联网平台或工业互联网平台，这些观点侧重从物理世界到虚拟世界的感知介入、可靠传输、智能服务。对于服务来说，一类观点认为数字孪生是仿真，是虚拟验证，或可视化。模型是数字孪生的基础和核心，而传统数字孪生三维模型已无法满足现阶段技术发展与应用需求。在此背景下，为推动数字孪生技术在相关领域和行业进一步引用，北航数字孪生技术研究小组在数字孪生车间研究过程中，提出了数字孪生五维模型的概念，以适应新需求。尽管当前对数字孪生存在多种不同认识和理解，目前尚未形成统一共识的定义，但可以确定的是，物理模型、虚拟模型、连接、数据和服务是数字孪生的核心要素。

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、多概率的仿真过程，在虚拟空间中完成映射，从而反映相对应的实体装备的全生命周期过程。数字孪生是一种超越现实的概念，可以被视为一个或多个重要的、彼此依赖的装备系统的数字映射系统。

数字孪生是个普遍适应的理论技术体系，可以在众多领域应用，在产品设计、产品制造、医学分析、工程建设等领域应用较多。在国内应用最深入的是工程建设领域，关注度最高、研究最热的是智能制造领

域。

数字孪生作为实现数字化、智能化、服务化等管理理念的重要赋能技术，以及助力数字经济与实体经济融合发展的有效手段，受到各行各业的广泛关注。随着数字孪生逐渐从理论到实践，在实际应用对数字孪生模型的要求更加多元的同时，对数字孪生模型性能的透明度也提出了更高的要求。但是，通过近几年的理论研究与应用实践，数字孪生模型还存在诸多不足和需求，因数字孪生模型在构建、运行管理、重构优化、迁移复用、流通交付等阶段缺乏系统评价理论和方法指导，难以分析和量化数字孪生模型的质量和价值，严重阻碍数字孪生的深入推广应用。因此，亟待制定有效的数字孪生模型评估方法标准，以提高数字孪生模型的质量水平和应用价值，其中质量水平是其应用价值的基础，也是构建数字孪生模型的根本所在。

（三）主要工作过程

（1）项目立项评估会

2022年5月31日上午，由中国信息协会主办、北京蓝象标准咨询服务有限公司承办的《数字孪生模型评估规范》团体标准立项评审会以线上视频会议形式成功召开。中国信息协会副秘书长刘燕华、标准化项目负责人段小莉等40余人出席了会议。会议由北京蓝象标准咨询服务有限公司标准化工程师马建红主持。

标准立项申请单位广州广电计量检测股份有限公司航空信息化咨询经理王向章向专家组汇报了标准的立项背景、目的意义、已有研究基础、研制思路、结构框架和核心技术内容等情况。随后，专家组对标准草案进行了认真、细致、严谨的审议，并提出具体的专业修改意见。在讨论、质询和答疑的基础上，经过反复论证标准内容的必要性、可行性、协调性、创新性和紧迫性等，与会专家一致同意《数字孪生模型评估规范》团体标准通过立项评审。

（2）项目启动及首次研讨会

2023年1月5日，由中国信息协会主办、北京蓝象标准咨询服务有限公司承办的《数字孪生模型评估规范》团体标准启动会暨首次研讨会在北京顺利召开。中国信息协会领导李红、中国标准化专家委专家（中国机械科学研究总院研究员）强毅出席会议并讲话，来自70余家企业、高校、科研院所120余名代表以线上线下的方式参加了会议，会议由北京蓝象标准咨询服务有限公司标准化工程师马建红主持。主编单位航空信息化咨询经理王向章代表标准编制组介绍标准草案和意见处理情况，各参编单位参与研讨。同时，强毅教授从标准化角度对标准进行了专业点评。主编单位代表对各参编单位代表所提建议和意见进行了详细的记录和解答。

会后，起草组针对启动会前和会上，各单位和专家提出的101条修改建议进行了处理，并对相应的标准文本进行修改，并于2023年2月16日将标准工作组讨论稿和意见处理表发送给相关单位，开始新一轮意见征集。

（3）第二次研讨会

2023年3月2日，《数字孪生模型评估规范》等团体标准第二次研讨会在北京顺利召开。中国标准化专家委专家王志强出席会议并讲话，来自50家企事业单位80余名代表参加了会议，会议由北京蓝象标准

咨询服务有限公司首席数据官张德保主持。主编单位广州广电计量检测股份有限公司代表标准编制组介绍标准草案和意见处理情况，各参编单位参与研讨。同时，王志强教授从标准化角度对标准进行了专业点评。主编单位代表对各参编单位代表所提建议和意见进行了详细的记录和解答。

会后，工作组针对各单位和专家提出的 46 条修改建议进行了处理，并对相应的标准文本进行修改，并于 2023 年 3 月 13 日将标准工作组讨论稿和意见处理表提交给中国信息协会。

（四）主要参加起草单位和工作组成员所做的工作

本标准起草工作组由广州广电计量检测股份有限公司为牵头单位组成。起草组承担了标准起草的组织、标准文本的编制、重点企业意见征求、标准编制说明的撰写和内审等工作。

二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

（一）标准编写原则

本标准按照 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》的规定起草。

（二）确定标准主要技术指标的基本原则

（1）适用性：既不要让标准所涵盖的领域过宽，使编制的标准没有实际技术内容；也不要让标准所涵盖的领域过窄，造成对标准的肢解，无谓地增加标准项目。

（2）先进性：编写标准草案时在充分调查研究的基础上，认真分析国内外同类技术标准的技术水平，在预期可达到的条件下，积极把先进技术纳入标准，提高产品技术水平。

（3）协调性：编制过程中注意符合法律法规的规定以及与相关标准协调，避免与法律法规、相关标准之间出现矛盾，给标准的实施造成困难。

三、国外相关法律、法规和标准情况的说明

国际标准化组织近年来相继开展了数字孪生相关标准的研究工作，ISO/TC 184/SC 4 Industrial data 标准工作组目前推进了两项数字孪生标准的研究，分别围绕数字孪生体的可视化组件和数字孪生系统框架。国际电信联盟 ITU-T-SG17 标准工作组主要围绕智慧城市领域，分别在数字孪生系统安全机制和智慧社区安全机制方面开展相关工作。IEEE 标准化协会成立数字孪生标准工作组 P2806 和 P2806.1，分别负责研究智能工厂物理实体的数字化表征和连接线要求。ISO/IEC JTC1 围绕数字孪生概念术语和应用案例展开研究。IEC/ISO/JWG21 拟围绕制造领域中数字孪生参考模型架构等方面展开相关标准研究。

综上，国外对数字孪生技术研究主要侧重于智能制造领域，还未开展数字孪生评估评价方面的研究。

四、我国有关现行法律、法规和其他强制性标准的关系

目前国内关于数字孪生方面的相关标准不多，团体标准发布了一部分。有两项国家标准计划，主要侧重于数字孪生通用要求和复杂产品数字孪生体系架构方面。此外，由北航编制、中国机械工业联合会归口的数字孪生车间相关 3 项团体标准已进入征集意见环节，但侧重于数字孪生模型构建方面，不涉及数字孪生评估方法。数字孪生体联盟提出《数字孪生体概念和术语体系》，目前已经发布，该标准建立了数字孪生体相关概念体系，规定了数字孪生体的相关术语定义。

北航陶飞教授在数字孪生领域有深入研究，发布有《数字孪生模型评价指标体系》论文，为构建数字孪生模型评价指标体系提供了参考。该论文主要从数字孪生模型构成方面建立的指标体系，侧重点在数字孪生构建过程中的评价及数字孪生各类模型的评价。本项团体标准主要从数字孪生互操作性、可扩展性、

实时性、保真性、闭环性等特点及应用领域所产生的价值的角度考虑，提取通用的数字孪生价值共性，侧重点在于数字孪生应用产生的应用减值方面，与论文方向和思路不同。

五、重大意见分歧的处理结果依据

本标准在标准起草过程中，对标准中的技术内容没有发生重大分歧。

六、数据验证

本标准通过收集、整理当前数字孪生相关国内外文献 59 篇，查阅数字化相关现行国家、行业标准 12 项，并调研涉及数字孪生应用的企业 7 家，最后设计并确定数字孪生模型评估指标 27 项。为确定指标权重，邀请 5 名专家采用 G1 法计算得到各个指标权重，并对某单位进行了应用试点，完成实际评估。

七、预期的社会经济效果

数字孪生是实现数字化、智能化、服务化等管理理念的重要使能技术，也是助力数字经济与实体经济融合发展的有效手段。随着数字孪生逐渐从理论研究迈向落地实施，在实际应用时，对数字孪生模型的要求更加多元，对数字孪生模型的质量、性能、价值等也提出了更高的要求。因此，通过制定有效的数字孪生模型评估方法规范标准，对提高数字孪生模型的质量水平和应用价值具有重要意义。

本文件通过规定数字孪生模型评估原则、评估内容，规范评估流程和可操作实施的评估方法，为数字孪生模型构建者、使用者以及第三方评估机构等提供一套规范化的评估依据，有助于提升数字孪生模型质量水平和应用价值，助力数字孪生推广应用实施。

八、贯彻标准的要求、措施建议及设立标准实施过渡期的理由；根据国家经济、技术政策需要和本标准涉及的产品技术改造难度等因素提出标准的实施日期的建议

建议本标准在审定、报批后尽快颁布，标委会及时组织宣贯和实施。因本标准首次制定，但执行起来难度不大，建议本标准发布即实施。

九、废止现行有关标准的建议

本标准为首次制定。