

《建筑光伏一体化数字孪生施工协同技术规范》团体标准编制说明

一、任务来源

2026 年 9 月，中国西部开发促进会发布《建筑光伏一体化数字孪生施工协同技术规范》团体标准立项通知，正式批准该团体标准立项，由中铁建设集团有限公司、北京华信建安标准化技术有限公司牵头，开展团体标准的全流程编制工作。

二、项目背景

1. 目的

本标准编写目的是建立统一的建筑光伏一体化数字孪生施工协同技术规范，明确数字孪生底板模型构建与数据融合、参建各方协同工作机制、施工仿真与现场双向联动、变更驱动模型迭代与质量安全管控及数字孪生成果校验与竣工交付等全套技术要求，确保 BIPV 工程在施工过程中经过科学、系统、可追溯的数字孪生协同管理，从施工源头控制多专业交叉质量风险，保障 BIPV 工程的结构安全、防水可靠性与电气安全性，为行业建设、设计、施工、监理等相关主体提供统一、规范的数字化协同技术依据，解决当前行业内 BIPV 数字孪生施工协同无统一标准、技术路径各异、数据不可追溯的突出问题。

2. 意义

本标准的制定与实施，具备显著的行业价值与产业意义。

一是规范行业数字孪生施工协同行为，保障 BIPV 工程质量。通过统一数字孪生施工协同技术规范，解决当前各项目模型粒度不统一、数据字段不一致、协同交互规则各异、施工仿真与现场脱节等问题。BIPV 工程涉及建筑结构、围护、光伏电气、防水防火多专业交叉，传统管理模式难以实现多专业高效协同，本标准的实施将有效改变这一现状，保障 BIPV 工程品质。

二是筑牢 BIPV 智能建造技术根基，推动行业数字化转型。随着建筑光伏一体化向着规模化、标准化方向快速发展，BIM 技术、数字孪生、物联网、智能传感等技术逐步应用于 BIPV 施工环节。统一的数字孪生施工协同技术规范能够保障先进技术在施工环节得到规范应用，为 BIPV 建造从传统模式向数字化、智能化转型提供关键技术支撑。

三是整合行业技术资源，推动智能建造产业升级。制定统一的数字孪生施工协同技术规范，能够整合行业内多专业模型融合、施工仿真模拟、物联感知接入、多方协同平台等先进技术成果，统一行业技术评价标准，有效提升国内 BIPV 智能建造领域的整体技术水平。

3. 必要性

在“双碳”战略推动下，建筑光伏一体化得到大规模推广应用。BIPV 打破建筑与光伏专业边界，涉及建筑结构、围护、光伏电气、防水防火多专业交叉。数字孪生技术作为智能建造重要技术手段，可实现设计、加工、现场施工、多参建方协同、过程仿真、质量追溯一体化管控。但当前行业内存在三大核心痛点，使得本标准的制定具备极强的现实必要性。

一是行业无统一 BIPV 数字孪生施工协同标准，发展不均衡。现行 GB/T、JGJ 相关 BIPV 标准主要聚焦光伏组件产品、系统设计、检测验收、后期运维；BIM、数字孪生相关建筑标准大多面向土建主体工程，未针对 BIPV 多专业交叉特点，对数字孪生模型构建、多专业数据融合、施工过程仿真、多方协同交互、现场物联数据接入、施工过程闭环管控、模型向竣工交付转换作出系统性规定。工程中各参建单位对模型粒度、数据字段、协同交互规则各行其是，不同项目管控方案差异较大。

二是现有标准碎片化，缺少面向 BIPV 施工阶段的数字孪生协同体系。国内现有 BIPV 标准集中在产品、设计、验收、运维；建筑数字孪生标准主要面向房建土建工程，缺少 BIPV 跨专业施工协同专项规范。项目实践中，建筑、结构、光伏、电气各方数字模型不互通，各参建单位数字孪生平台自成体系，模型无法对接，仿真与现场施工脱节，施工问题不能反向反馈更新数字孪生场景，容易出现构件错装、防水失效、电气接口不匹配等质量隐患。

三是 BIPV 项目多方协同混乱，数字化管控缺少统一标尺。BIPV 项目建设涉及建设单位、建筑设计院、光伏专项设计、构件加工厂、土建施工、光伏安装、监理多主体。现阶段普遍存在数字孪生应用仅停留在三维可视化展示，缺少施工交底、工序模拟、碰撞检查、风险预警、现场数据双向联动能力；模型与现场实测数据脱节，施工变更不能及时更新数字孪生底板，造成设计、加工、现场施工信息不同步，引发工期延误、返工、质量争议。亟需统一数字孪生模型要求、数据接口、多方协同流程、施工仿真、问题闭环处置、成果交付的完整技术要求。

综上，制定统一、科学、可操作的建筑光伏一体化数字孪生施工协同技术规范，是规范数字孪生施工协同行为、保障 BIPV 工程质量、推动 BIPV 建造数字化转型的迫切需求，也是填补行业数字孪生施工协同细分标准空白、健全建筑光伏智能建造标准体系的重要举措。

三、起草单位和主要工作成员及其所作工作

1. 起草单位

本文件由中铁建设集团有限公司、北京华信建安标准化技术有限公司提出。
本文件由中国西部开发促进会归口。
本文件由中铁建设集团有限公司、北京华信建安标准化技术有限公司等共同起草。

2. 主要工作成员及其所做工作

本文件主要工作及工作职责见表1。

表1 主要起草人及工作职责

起草单位	工作职责
中铁建设集团有限公司、北京华信建安标准化技术有限公司等	项目主编单位主编人员，负责标准制定的统筹规划与安排，标准内容和试验方案编制与确定，标准水平的把握及标准编制运行的组织协调。人员中包括了本项标准行业的专业技术人员、管理人员。

四、标准的编制原则

标准编制小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，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》的规定及相关要求编制。

五、标准编制过程

5.1 标准调研阶段

2026年7月，标准起草工作组系统梳理国内外建筑光伏一体化、建筑信息模型、数字孪生、智能建造相关的国家标准、行业标准及团体标准，调研国内外BIPV工程数字孪生施工协同技术发展现状、行业内主流施工企业的数字孪生应用工艺与多专业协同技术参数及工程实践情况。走访国内BIPV建设单位、建筑设计单位、光伏专项设计单位、BIPV施工企业、数字化平台厂商、科研院校，收集行业痛点、技术需求与实践数据。重点调研了多专业模型融合方法、模型粒度等级要求、多源数据融合处理技术、参建各方协同工作

机制、施工仿真模拟方法、现场物联数据接入技术、变更驱动模型迭代流程、质量安全数字化管控方法等关键环节，形成完整的行业调研分析报告，为标准编制奠定技术基础。

5.2 标准立项阶段

2026年9月，基于调研成果，起草工作组明确标准编制范围、核心技术内容、预期目标与应用场景，编制完成团体标准立项申请书及相关材料，报送中国西部开发促进会技术与标准化工作委员会。经团体标准管理机构审核、专家评审通过后，标准正式获批立项。

5.3 标准草案形成阶段

2026年10月，起草工作组正式组建，结合调研成果与行业实践经验，按照GB/T 1.1—2020要求搭建标准框架，细化总体要求、数字孪生底板模型构建与数据融合、参建各方协同工作机制、施工仿真与现场双向联动、变更驱动模型迭代与质量安全管控、数字孪生成果校验与竣工交付等核心章节内容。结合工程实际施工数据与先进数字孪生技术成果，完善核心指标、操作方法与判定规则，完成标准草案初稿。初稿完成后，组织工作组内部开展多轮研讨修改，邀请行业技术专家、标准化专家对草案内容进行专项评审，根据评审意见优化完善，形成标准征求意见稿。

5.4 征求意见阶段

2026年11月，通过行业协会、线上平台、定向函件等方式，向BIPV建设单位、建筑设计单位、光伏专项设计单位、BIPV施工企业、数字化平台厂商、监理单位、质量监督机构、科研院校等相关单位及专家广泛征求意见。对反馈意见进行全面梳理、汇总与分类，组织工作组对每条意见进行研讨分析，明确采纳、部分采纳或未采纳的结论及依据，根据有效意见对标准草案进行修改完善，形成标准送审稿。

5.5 标准送审阶段

2026年12月，将征求意见稿、编制说明、意见汇总处理表等完整材料报送中国西部开发促进会团体标准审查委员会，组织行业专家、标准化专家开展会议审查；根据专家审查意见，对标准内容进行最终修改与完善，形成标准报批稿。

5.6 标准报批阶段

2027年1月，完善送审稿及全套报批材料，按规定流程报送中国西部开发促进会团体标准管理机构，经审核确认符合发布要求后，办理标准报批手续，确定标准发布编号与实施日期，正式发布实施。

六、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

1. 试验验证分析、综述报告

通过搭建建筑光伏一体化数字孪生施工协同综合测试平台，配置符合标准要求的多专业BIM建模软件、数字孪生引擎、模型轻量化处理工具、物联网数据采集设备、协同管理平台等，在标准规定的施工条件下，对BIPV数字孪生施工协同全流程的技术参数和质量控制指标开展全参数测试和验证。

验证内容包括：多专业模型融合的可行性、模型粒度等级的实际效果、多源数据融合处理的准确性、协同工作机制的运行效率、施工仿真模拟的实用性、双向数据联动的可靠性、质量安全数字化管控的有效性、成果校验与交付的规范性等。

验证结论：本标准规定的技术内容具有可操作性和实用性，能够满足BIPV工程数字孪生施工协同的实际需求。按照本标准规定的技术流程和质量控制要求进行BIPV数字孪生施工协同后，各项控制指标均达到预设要求，验证了标准技术内容的科学性与可操作性。

2. 技术经济论证

从技术层面，本标准整合了当前国内BIPV数字孪生施工协同领域的成熟技术成果与先进实践经验，构建了完整的数字孪生施工协同技术体系。标准明确的技术流程（涵盖数字孪生底板模型构建与数据融合、参建各方协同工作机制、施工仿真与现场双向联动、变更驱动模型迭代与质量安全管控、数字孪生成果校验与竣工交付等5大环节）、标准化模型粒度与数据映射规则、多专业模型融合与碰撞检查方法、协同问题流转处置流程、施工仿真模拟方法、双向数据联动机制，有效解决了行业内BIPV数字孪生施工协同技术不统一、数据不可追溯、多专业协同不到位的问题。标准核心技术指标贴合行业先进技术水平，技术先进性与可操作性达到行业领先水平，填补了BIPV数字孪生施工协同专项标准的空白。

从经济层面，本标准的实施将为行业带来显著的经济效益。对于施工单位，标准化的数字孪生施工协同流程可大幅减少跨专业错漏碰缺，降低返工率和返工成本；标准化的协同工作机制可提高多方协同效率，

缩短施工周期。对于建设单位，统一的数字孪生施工协同标准可有效提升BIPV施工质量、防水可靠性与电气安全，减少运营期维修加固费用。对于行业整体，统一的数字孪生施工协同技术标准可推动BIPV智能建造行业规范化发展，带动BIM技术服务、数字孪生平台开发、物联网设备制造等产业链上下游降本增效。

3. 预期的经济效益

本标准实施后，将产生直接与间接双重经济效益。直接经济效益方面，通过标准化数字孪生施工协同流程，减少跨专业错漏碰缺，降低返工率和返工成本；通过标准化协同工作机制，提高多方协同效率，缩短施工周期；通过标准化成果校验与交付，降低竣工交付和运维管理成本。同时，统一的数字孪生施工协同技术标准将缩短施工与验收周期，加快工程交付进度。

间接经济效益方面，标准化的数字孪生施工协同技术体系将规范BIPV智能建造市场竞争秩序，推动行业向数字化、智能化、高质量方向发展。同时将带动BIM技术服务、数字孪生平台开发、物联网设备制造、施工大数据平台开发等产业的规范化发展。长期来看，本标准将有效降低因BIPV施工质量问题导致的工程安全风险和维护成本，为建筑光伏一体化工程长期安全运行提供经济保障。

4. 社会效益

本标准的实施具备显著的社会效益：

一是保障BIPV工程安全，维护公共安全。统一的数字孪生施工协同技术规程为BIPV多专业交叉施工质量控制提供了明确的技术依据。通过数字孪生模型提前发现和消除碰撞问题，通过施工仿真模拟预判施工风险，通过质量安全数字化管控实时监控关键工序，有效防范因构件错装、防水失效、电气接口不匹配等导致的结构安全隐患，保障BIPV工程安全运行。

二是推动BIPV工程数字化智能化高质量发展。本标准填补了BIPV数字孪生施工协同专项标准的空白。为行业提供了统一的技术标杆，推动BIPV工程施工技术的数字化智能化升级，助力建筑领域碳达峰碳中和目标实现和数字化转型。

三是促进智能建造与数字化技术的规范化推广与应用。本标准将多专业模型融合、施工仿真模拟、物联感知接入、多方协同平台等先进智能建造技术的操作要求和质量控制标准进行了系统化、标准化。有利于先进技术在行业内的规范化推广应用，提升全行业的BIPV工程智能建造水平。

四是服务国家“双碳”战略和新型建筑工业化发展。本标准通过规范BIPV数字孪生施工协同行为，保障BIPV工程的结构安全与长期服役性能，为建筑光伏一体化高质量发展和新型建筑工业化提供技术支撑。

5. 生态效益

本标准通过规范BIPV数字孪生施工协同的全过程，有效减少了传统施工模式下的返工和材料浪费，降低了材料消耗和能源消耗；通过数字孪生施工仿真模拟，优化了施工工序和资源配置，减少了施工过程中的碳排放。数字孪生施工协同技术的应用延长了BIPV系统的使用寿命，降低了全生命周期内的资源消耗与碳排放，对推动建筑领域的绿色可持续发展具有积极的生态效益。

七、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况。

无。

八、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

无。本文件自主制定。

九、标准主要内容

1. 范围：范围：明确本文件规定的核心内容，包括BIPV工程施工阶段数字孪生协同的总体要求、数字孪生底板模型构建与数据融合、参建各方协同工作机制、施工仿真与现场双向联动、变更驱动模型迭代与质量安全管控及数字孪生成果校验与竣工交付的技术要求。同时明确本文件的适用范围为新建、改建、扩建建筑的BIPV屋面、幕墙类项目施工阶段数字孪生协同应用。

2. 规范性引用文件：列出本文件引用的现行有效标准。

3. 术语和定义：明确建筑光伏一体化、施工数字孪生、孪生底板、多专业模型融合、模型轻量化、施工仿真、双向数据联动、协同交底等8项核心术语的定义。

4. 总体要求：规定数字孪生建设原则、参建各方职责分工、模型粒度要求、软硬件兼容性要求和数据安全要求。

5. 数字孪生底板模型构建与数据融合：规定建筑土建模型、围护结构模型、光伏组件模型、支撑钢结构模型、电气系统模型、防水构造模型的构建要求，模型整合与碰撞检查要求，以及多源数据融合处理要求和数据映射规则。

6. 参建各方协同工作机制：规定线上协同交底、碰撞检查与问题发起、问题流转处置、会签闭环等协同工作机制要求。

7. 施工仿真与现场双向联动：规定工序推演、安装顺序模拟、构件干涉检查、施工风险预判、专项工况仿真等施工仿真模拟要求，以及模型指导现场作业、进度数据回传、质量检测数据回传、安全监测数据回传、光伏安装实测数据回传等双向联动要求。

8. 变更驱动模型迭代与质量安全管控：规定变更信息录入、模型更新、版本管理、溯源留痕等模型迭代要求，以及防水节点质量核查、光伏接线质量核查、防火构造质量核查、安全风险预警处置等质量安全数字化管控要求。

9. 数字孪生成果校验与竣工交付：规定模型完整性校验、模型一致性校验、成果交付格式、归档管理等要求，以及校验方法与流程、运维交付与培训等要求。

十、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本文件的制定过程等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

十一、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十二、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十三、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本文件首次制定，没有特殊要求。

十四、废止现有有关标准的建议

无。

团体标准工作组
2026年9月