

陈健, 董则奉, 郭湧, 秦琳, 任国乾. 基于开放数据模式的植物信息模型应用与扩展[J]. 风景园林, 2026, 33 (6): 101-109.

基于开放数据模式的植物信息模型应用与扩展

陈健 董则奉 郭湧 秦琳 任国乾*

摘要: 【目的】建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 技术发展的核心是信息的互通共享, 但现有 BIM 数据模式主要面向建筑工程, 难以表征中国风景园林建设中植物要素的专业特征与工程需求。本研究将以风景园林核心要素——植物为研究对象, 针对当前风景园林信息模型中植物信息组织缺失、语义表达不统一的问题, 提出植物信息模型数据模式构建与标准化表达方法。【方法】通过调研分析对植物单体进行数字化定义, 建立由 2 个大类、7 个子类以及核心属性字段所构成的植物信息模型标准化数据清单, 并在 Revit 软件中进行标准数据集内置应用; 在此基础上制定植物属性数据映射规则, 依托数据整理、扩展配置与文件导出, 实现植物参数向数据模式结构化转换。【结果】在前湾公园景观工程的应用中, 该方法实现了原生模型到工业基础类 (Industry Foundation Classes, IFC) 的植物属性扩展与导出, 标准化植物数据清单可直接驱动建模与自动校核, 生成的植物参数满足物种清单、养护要点和碳汇测算等基础数据需求。【结论】研究成果有助于提升植物信息模型的数字化表达, 增强园林生态资产的标准化属性, 为各阶段园林工程生态数字化管理提供技术支撑。

关键词: 风景园林信息模型; 植物信息模型; 工业基础类; 数据字典; 属性集扩展

基金项目: 上海建工集团股份有限公司课题 “碳汇背景下的城市绿地生态数字资产构建关键技术研究” (编号 24JCSF-25); 国家自然科学基金青年科学基金项目 “基于 BIM 底层数据模式和语义网的建筑智能评估方法研究: 以绿色机场为例” (编号 52308031); 中央高校基本科研业务费专项资金 (编号 22120250202)

中图分类号: TU986

文章编号: 1673-1530(2026)06-0101-09

收稿日期: 2025-09-29

文献标识码: A

DOI: 10.3724/j.fjyl.LA20250598

修回日期: 2026-05-04

建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 作为建筑工程领域的重要技术工具, 通过数字化手段实现了项目全生命周期的信息集成与协同管理, 显著提升了设计效率、施工质量及运维水平。为规范 BIM 技术应用, 推动工程建设的数字化成果交付, 近年来, 中国相继出台《“十四五”建筑业发展规划》《2025 年数字化绿色化协同转型发展工作要点》等政策文件, 明确提出到 2025 年基本形成 BIM 技术框架和应用体系, 制定符合中国建筑业特点的 BIM 数据交换规范, 推动数据标准化与开放共享。BIM 技术发展的核心要义在于信息互通, 工业基础类 (Industry Foundation Classes, IFC) 作为支持多类型 BIM 文件的开放式数据模式, 是实现信息模型数据交换的有效途径, 在城市数据应用体系构建中发挥着基础性作用。然而, 现行 BIM 数据模式应用主要集中于建筑工程

领域, 缺乏风景园林行业的专业数据模式, 风景园林信息模型 (Landscape Information Modeling, LIM) 的 IFC 深化研究仍处于空白状态。这一局限性导致现有 BIM 模型无法满足园林工程的精细化管理需求, 且在跨专业协作与数据共享方面存在障碍。构建科学系统的 LIM 标准化体系, 实现模型规范化表达与高效交付, 已成为风景园林领域 BIM 技术深化应用的迫切需求。基于此, 本研究以风景园林核心要素——植物为研究对象, 构建数据集和数据应用模式, 探讨植物信息模型的标准化表达与应用机制, 以支撑园林工程全生命周期的数字化管理。

1 研究背景

1.1 国际风景园林信息模型发展现状

从国际数据模式标准的视角看, BIM 作为贯穿规划、设计、施工、运维的协同信息

文章亮点:

- 1、构建了植物信息模型标准化数据, 实现了植物要素从定义到建模、校核的一体化驱动。
- 2、提出了以数据字典为语义源的规则驱动映射机制, 在不新增工业基础类 (Industry Foundation Classes, IFC) 实体边界的前提下扩展属性集, 实现植物专业语义可计算、可核验、可追溯交付。
- 3、以前湾公园为例, 完成原生模型到 IFC 的植物属性扩展与导出, 交付参数可直接支撑物种清单、养护要点与碳汇测算等多场景工程管理需求。

交互体系, 本质上是集几何与属性于一体的智能数据模型, 具备三维表达、参数驱动与信息集成能力, 并逐步成为数字孪生与城市治理的重要数据底座^[1]。LIM 是在 BIM 理念上的行业化表达, 旨在支撑风景园林工程设计、建造与运营阶段的信息无损交换, 并回应造型复杂、环境多变与跨专业协同等行业痛点^[2-3]。可将 LIM 视为包含地形、植物、水体、构筑物、园路、管线与设施的数字生态系统。其中植物信息模型以多维动态数据整合生物学特性、生态习性与养护要点, 成为园林全生命周期管理的关键数据载体^[4]。IFC 作为中立开放的数据模式, 统一了几何与属性的数据交换机制。现有 IFC 实体和属性集对建筑、结构、机电专业具有较为完备的描述, 但对于以植物为代表的园林特色要素描述仍显不足, 这也是 LIM 推进中亟须解决的核心问题^[5]。

当前, 国际 BIM 数据研究主要聚焦于数



据模式、应用规范与应用机制等,并呈现跨领域协同的技术特征^[6]。在风景园林方向,部分国家已探索面向园林对象的数据标准化体系:例如,英国政府委托英国风景园林学会制定园林工程产品数据模板(Product Data Template, PDT),集成园林构件参数^[7];挪威公共建筑和财产局开发了“景观对象信息模型清单”,以标准化参数库方式定义景观对象及其组件^[8]。上述进展虽提供了重要参照,但植物等园林要素的领域语义在开放数据模式下仍缺乏可计算与可核验的统一表达,在工程实践中部分条目还存在数据采集难度较高、实际需求有限等问题^[9]。这成为本研究的切入点:需要结合本土工程需求,对植物数据进行适配性分类,在开放数据模式框架下开展本土化扩展与映射,实现模型要素与交付需求的有效对接。

1.2 中国风景园林信息模型发展现状

从中国 BIM 与园林行业标准和应用实践的角度看,近年来,国家持续推进 BIM 标准化体系建设,通过发布多项政策文件与规范,逐步构建 BIM 应用规范框架^[10]。《建筑信息模型应用统一标准》(GB/T 51212—2016)作为中国首部 BIM 国家标准,明确了 BIM 通用规则与数据管理原则,为建筑全流程信息集成奠定了技术基础。随后,相继发布的设计、施工与软件等一系列配套标准,进一步细化了 BIM 分类体系与交付要求。

现有 BIM 应用大多未明确界定园林专项技术要求。以上海市《房屋建筑施工图信息模型(BIM)交付要求》为例,虽然将园林景观纳入 IFC 模型的总图专业构件表,但鉴于园林专业的独特性,其构件信息条目与建筑工程存在结构性差异,直接套用建筑标准体系存在局限性。深圳市工程建设地方标准《园林工程信息模型交付标准》(SJG155—2024)作为中国首部园林 BIM 技术标准,系统规定了模型构建要求、交付原则以及单元属性类型等内容,为中国 LIM 标准化体系建设奠定了重要基础。中国勘察设计协会发布的团体标准《风景园林信息模型(LIM)设计应用导则》也为园林领域在工程实践中的建模、协同与交付等环节提供依据。然而,现行标准

在园林实体属性的覆盖范围上仍有拓展空间:以乔木类构件为例,现有条目多集中于身份、技术与采购信息,对生长特性、生态功能与养护要点等运维参数支撑不足,限制了模型数据与工程需求的深度衔接。

当前国内外 BIM 数据应用体系大多以建筑或市政构件为主体,风景园林要素常被纳入从属范畴^[11]。现有方法体系在信息维度、属性定义及交互机制等方面均难以匹配中国风景园林建设的专业特点与工程管理需求。近年国内关于植物信息模型的研究逐渐从几何形态呈现转向参数化、算法化表达,并强调以物种、单株个体和植物群落等多尺度结构化数据驱动设计表达、性能评估与管理应用。如一类相关研究提出植物信息模型的整体构建流程,围绕形态参数、分枝规则与生长阶段,建立可在不同细节层级复用的参数集,并据此开展三维绿量度量与情景对比,体现从“模型外观”到“指标联动”的范式转向^[12]。另一类研究也从三维数字植物入手,探索面向工程应用的物种级建模范式与平台化复用,为后续属性挂载与信息交换奠定数据骨架^[13]。在项目绩效评估方面,相关研究通过将三维点云应用于乔木参数提取与群落生态绩效评价中,以可测度指标串联模型到绩效的证据链,为将碳汇、热岛缓解、空气净化等生态功能直接映射到模型属性提供了实证基础^[14]。在知识应用方面,面向历史公园保护管理的景观遗产和植物等知识层级信息模型和本体方法也被提出,将知识、属性的关联纳入模型框架,使植物与场景语义可被结构化承载^[15]。在工程侧感知与核验方面,无人机航测等技术在风景园林中的应用研究,也为后续树木参数提取与群落绩效评价提供了稳定的数据获取路径^[16-17]。在植物生态资产化管理需求方面,相关研究开始系统化梳理数据逻辑与要素清单,提出由空间几何和属性关联组成的结构,用于支撑植物碳汇、遮阴等指标的可计算与可追溯^[18]。在“双碳”目标牵引下,综述性与方法性研究也进一步指出需将本土参数与监测、评估闭环到模型应用中,构建碳汇能力评价框架与数据库,推动植物参数从身份、采购信息向生长、生态功能与养护要

点扩展,并与全生命周期管理对接^[19]。

1.3 风景园林信息模型数据表达与标准化研究进展

从信息科学角度,属性建模、语义约束与数据本体研究为 LIM 提供了重要的理论与技术支撑。一方面,面向建筑数据互操作性的研究表明,现有数据模式架构(如 IFC)在实体与属性层面虽已覆盖建筑、结构与机电等专业,但在适配细分领域语义方面仍存在不足,需要通过模式扩展、附加属性集与关系建模等方式表达新类型构件和参数^[20]。在此基础上,基于领域层实体与属性扩展方法,在既有 IFC 框架上增加特定专业的实体类型与属性集,可完善模型在构件类型和属性粒度上的表达能力^[21]。另一方面,ISO 23386:2020 标准提出了在互联数据字典中定义和治理属性的统一方法^[22],相关研究在此基础上进一步引入语义丰富化和知识图谱技术,通过属性补全、语义关系重构、本体建模与规则表达,将 BIM 模型中的属性数据转化为可计算、可校验的语义信息,从而支撑自动合规性检查与质量管理^[23-24]。在风景园林与植物信息领域,历史公园知识层级信息模型、城市绿地信息模型等相关研究通过对象、属性和关系的本体化结构,将场地、植物及管理知识纳入统一信息框架,为园林语义建模和规则表达提供了重要参照。

构建面向风景园林的植物信息模型标准化体系具有明确的理论与实践价值。一体化的数据模式与交互规则可实现跨软件的数据共享与处理,提升园林生态数字资产的质量与互通性,并为城市碳汇等关键指标的精确测算提供可靠支撑。因此,本研究聚焦如何构建可计算、可核验的植物信息领域语义以支撑跨平台一致交互这一关键问题,据此构建植物信息模型标准化数据集,提出基于 BIM 数据模式扩展与映射机制,并完成方法验证。

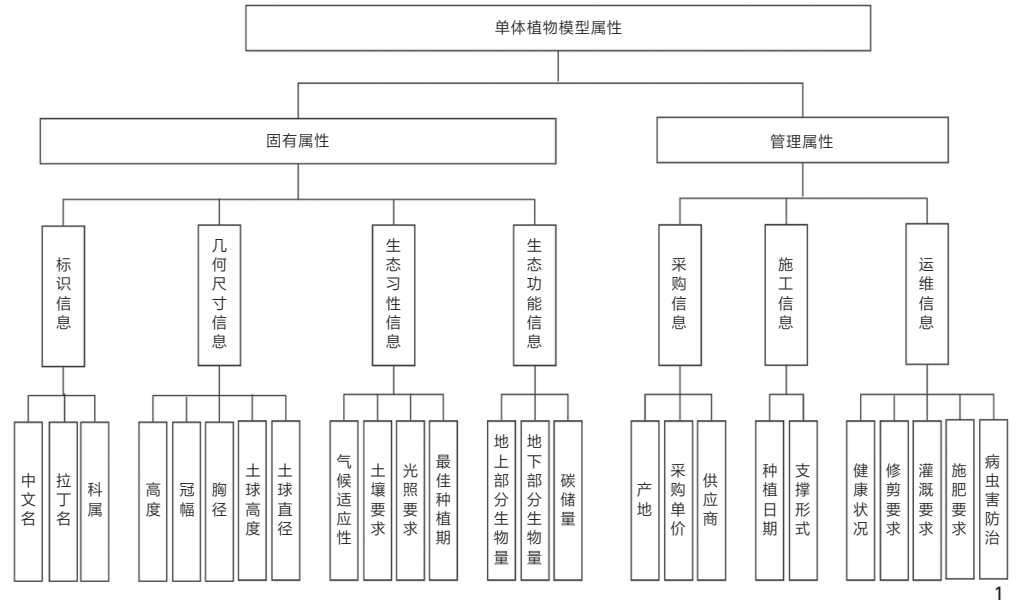
2 植物信息模型数据集的语义框架与标准化方法

2.1 标准化数据模板

植物是风景园林信息模型体系中的重要

数据载体,并构成实现全要素 LIM 标准化与场景复用的基础。本研究首先基于数据字典概念,构建面向场景的语义基础^[25],嵌入工程建设、运维与碳汇测算等数据要素,支撑多场景的一体化信息集成。与传统建筑构件相比,植物模型既具有空间属性,又拥有生命体特有的动态生长特性^[26],其数字化定义需实现 2 项目标:一是精准表征形态学特征及其随生长周期的变化趋势;二是嵌入工程建设、运维管理及碳汇测算所需的数据要素,形成面向多场景应用的信息集成框架,为项目数字交付后的长期管理提供支撑。

本研究通过调研、访谈等方式整合园林工程各工作阶段的专业需求,采用分级分类的机制建立覆盖植物全属性的数字化表达体系(图1)。首先将单体植物模型所需附加信息分为固有属性和管理属性两大类。固有属性指植物与生俱来、不因外部项目或人为干预而改变的本质特性,包含标识信息、几何尺寸信息、生态习性信息、生态功能信息4个子类及其核心属性字段,相对客观稳定,主要依据测量记录与生态研究成果。其中,标识信息是植物构件的基础分类依据,确保项目流通时的可识别性;几何尺寸信息描述植物构件在数字空间中的物理占位,可用于空间分析、碰撞检测和碳计量;生态习性信息描述植物的生境需求,用于判断立地条件是否适宜种植;生态功能信息主要为绿地生态效益评估提供量化数据。管理属性通常与外部活动过程关联,涵盖植物从市场流通、施工落地到长期养护等一系列人为管理活动产生的信息,包含采购信息、施工信息、运维信息3个子类及其核心属性字段。其中,采购信息用于追溯苗木的来源信息,为后续苗木更新提供数据参考;施工信息记录了现场施工技术要点,为植物养护提供重要的原始数据;运维信息描述了为满足植物健康生长需要采取的养护活动,保障种植后的植物能进行持续有效管理。将这些信息按照统一分类(图2)存储于植物信息模型中,便于项目信息交互处理与绿色资产的可持续维护。该结构使语义边界清晰,为后续的属性扩展与校核奠定了基础。



植被的生态习性 (Ecological Habit) 属性集

```
{
  "classType": "GroupOfProperties",
  "referenceCode": "Pset_LandscapePlant_EcologicalHabit",
  "name": "Property Set: Ecological Habit",
  "code": "Pset_LandscapePlant_EcologicalHabit",
  "definition": "Properties describing ecological habit/preferences  
for landscape plants used in design, construction and O&M contexts.",
  "status": [],
  "countriesOfUse": [],
  "subdivisionsOfUse": [],
  "replacedObjectCodes": [],
  "replacingObjectCodes": [],
  "hierarchy": [
    {
      "level": 1,
      "name": "Property Set: Ecological Habit",
      "code": "Pset_LandscapePlant_EcologicalHabit"
    }
  ]
}
```

植被的气候适应性 (Climate Adaptability) 属性集

```
"name": "Climate Adaptability",  
"definition": "Climatic suitability indicator for the plant, typically expressed by a standardized hardiness zone or an enumerated climate class.",  
"dataType": "Label",  
"propertyValueKind": "Single",  
"units": [],  
"qudtCodes": [],  
"status": "Active",  
"connectedPropertyCodes": [],  
"constraints": {  
    "enumeration": [""],  
    "allowFreeText": true,  
},  
"ifMapping": {  
    "recommendedIcType": "IfLabel",  
    "pset": "Pset_LandscapePlant_EcologicalHabit",  
    "property": "Climate Adaptability"  
}  
}
```



```
{  
  "name": "Soil Requirement",  
  "code": "SoilRequirement",  
  "definition": "Qualitative description of soil preferences,  
required for healthy growth (e.g., texture, drainage, pH range, fertility).",  
  "dataType": "Text",  
  "propertyValueKind": "Single",  
  "units": [],  
  "qudtCodes": [],  
  "status": "Active",  
  "connectedPropertyCodes": [],  
  "guidance": {  
    "optionalSubfields": {  
      "soilTexture": { "datatype": "Label", "enum": ["sand","loam","clay","sandy loam","clay loam"] },  
      "soilDrainage": { "datatype": "Label", "enum": ["poor","moderate","well-drained"] },  
      "soilPHrange": { "datatype": "Text", "pattern": "[^\\(\\.\\|\\/\\:\\/\\\\?\"']*" }  
    },  
  },  
  "ifMapping": {  
    "recommendedIcType": "IfText",  
    "pset": "Pset_LandscapePlant_EcologicalHabit",  
    "property": "Soil Requirement"  
  }  
}
```



植被的土壤要求 (Soil Requirement) 属性集

1 植物信息模型标准化数据属性

Standardized data attributes of the Plant Information Model

2 JSON 表达的植物信息模型数据属性集与属性

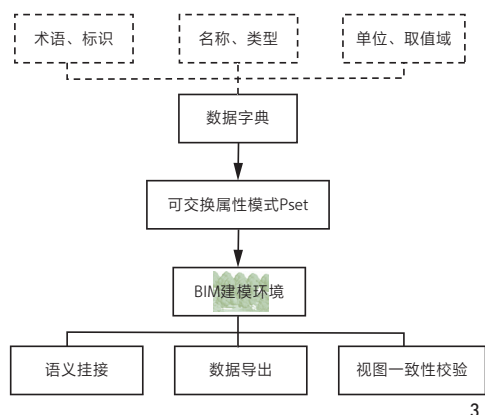
JSON-based representation of property sets and properties in the Plant Information Model

2.2 面向 BIM 环境的数据集内嵌与交换

为验证所构建的数据字典在建筑设计交付环境中的可用性,本研究进一步开展植物信息模型数据集的嵌入与交换实验^[27]。具体而言,以数据字典作为统一语义源,将字段命名、数据类型、单位约束与映射关系固化为可移植的配置资源,从而支撑模型创建、参

数传递与跨平台交换过程中的语义一致性。

1) 基于数据字典的语义锚定与可交换模式。在 BIM 环境中, 依据植物信息模型标准化数据字典, 将属性子类与核心字段信息按“组一名”的层级, 序列化为独立的可交换属性模式 (图 3)。该模式作为统一命名与类型约束, 保证标识、数据类型与单位体系的



3 基于数据字典的植物信息交换与校验
Plant information exchange and validation based on data dictionary

一致性。

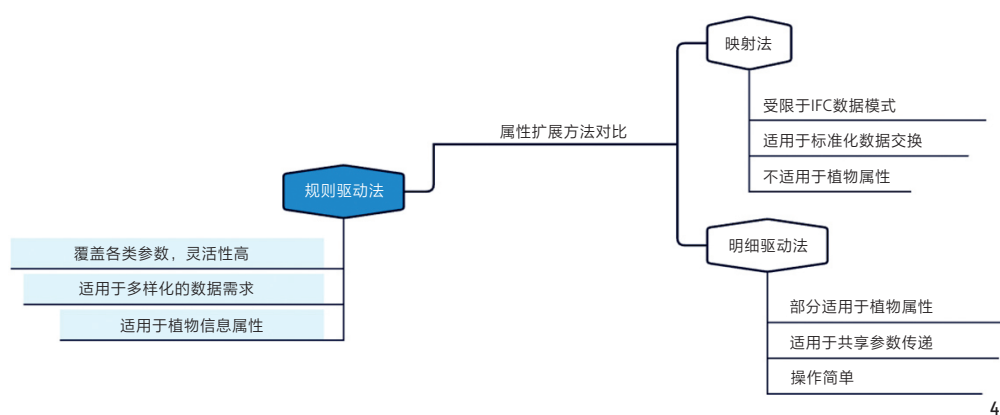
2) 语义对齐与映射。在 BIM 信息的族级表达层面，以专业相关性将数据字典与模型属性对齐，对几何强关联属性（如高度、冠幅、胸径）采用实体内生耦合；对描述与治理属性（如气候适应性等）采用项目级语义与跨模型共享，实现统一检索与交付。

3) 全生命周期语义维护。植物信息模型面向设计、施工与运维各阶段，由相应专业角色开展语义项的持续维护与更新，并按数据字典要求记录元数据，形成可追溯的数据谱系，确保植物信息模型的数据时效性与准确性。

3 植物信息模型的数据模式应用

3.1 植物对象的数据模式

尽管 IFC 数据模式持续演进与完善，在工程场景中其对象覆盖与信息交互仍存在边界。本研究采用开放数据模式，承载植物领域语义，并与数据字典保持严格对齐。作为开放式数据模式，IFC 在领域应用通常采用三类机制：新增实体类型、代理实体表达、属性集扩展，以满足特定领域的信息流通需求^[28]。新增实体类型继承既有实体并定义子类型，适用于新构件类型的标准化描述^[29]；代理实体主要用于表达 IFC 标准中尚未明确定义的对象类别，可依托代理类型与标签字段进行对象标识；属性集扩展则通过预定义属性集或自定义属性集承载附加信息，其中预定义属性



4 属性扩展方法比较
Comparison of property extension methods

集由 IFC 规范明示，自定义属性集由用户根据领域需求扩展。相较于新增实体和代理实体，属性集扩展能够在不改变实体边界的前提下表达领域特征数据，因此更适合植物属性信息的兼容性表达。

在建筑工程实践中，植物通常被界定为环境构成要素而非核心建筑构件，现行体系未设置专用实体，多以 IfcBuildingElementProxy 类表示。以 IfcBuildingElementProxy 进行植物对象映射虽可完成对象映射，但通用属性集（如 Pset_IfcBuildingElementProxy）多为基础标识条目，难以覆盖植物关键特征。基于此，本研究不新增植物专用 IFC 实体，以数据字典为统一语义来源，通过自定义属性集扩展承载植物的物种、形态、生态习性与养护管理等领域属性，并在类型、单位、取值约束、来源与版本等维度与字典保持一致。由此，植物对象的关键语义在不改变实体边界的条件下获得可计算、可核验的表达与交付支撑。

3.2 植物领域属性模式扩展

3.2.1 扩展路径

在 IFC 的属性扩展实践中，普遍采用 3 种技术路径（图 4）。

1) 映射法：将建模环境中的属性与 IFC 预定义属性对应，完成转换^[30]。受限于预定义体系与类型匹配约束，对未设专用定义的植物对象适配性不足。

2) 明细驱动法：以模型内部明细结构承

载新增属性，并外导为 IFC，对于复杂关系与跨项目共享的支持有限。

3) 规则驱动法：以外部映射规则定义建模属性到 IFC 属性的对应关系，突破预定义约束，支持全类型扩展与冗余抑制，可精细控制导出内容及其一致性，作为本研究植物数据属性扩展的方法。

3.2.2 实现过程

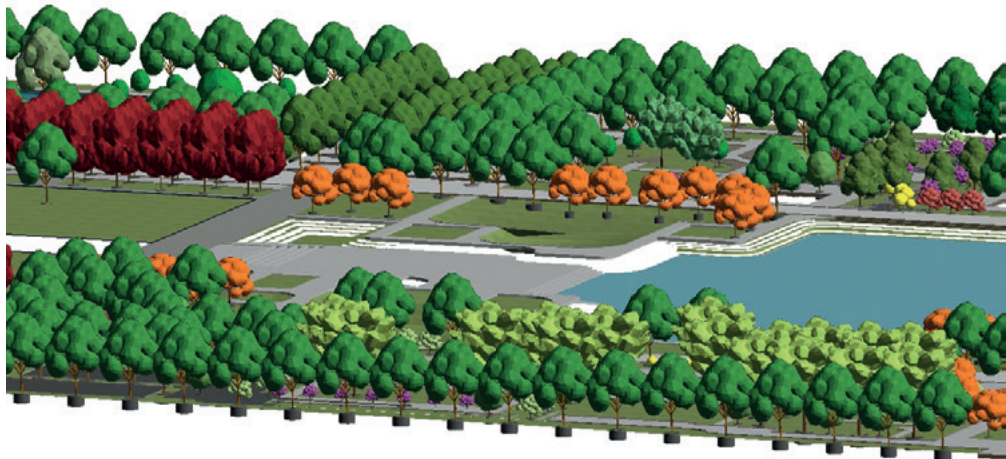
规则驱动的实现包括 4 个环节。

1) 数据治理。基于 2.1 节形成的植物信息模型标准化数据模板，确定参与交换的信息字段及其定义、类型、单位、取值约束与版本；对接 IFC 语义，明确属性集名称与分组及 IfcBuildingElementProxy 的承载关系，形成可复用的三元对照表（表 1）。

2) 映射规则制定。在结构化规则文件中，声明属性集合名称、作用域、适用对象；规定 IFC 属性名、值类型、单位与对应字段名，以数据字典为约束，确保命名、类型、单位与取值域一致。

3) 生成。按映射关系完成属性到 IFC 的对齐与输出，遵循最小充分、无冗余的生成原则，确保与字段清单一致并完成类型/单位校准。

4) 核验。对输出实施结构化一致性校验，覆盖字段完整性、类型、单位、取值域等，确认在不改变实体边界的前提下实现规范承载、传递与共享，达到植物信息可计算、可核验与一致交付的要求。



5 前湾公园风景园林信息模型
Landscape Information Model of Qianwan Park

6 前湾公园植物信息模型参数一栏（部分）
Partial parameter panel of the Plant Information Model in Qianwan Park

4 案例验证

为验证方法可行性和适用性并体现其应用价值，选取前湾公园景观工程（一期）作为应用场景。案例位于上海市闵行区，总面积约 10 hm²，兼具城市公共开放空间与滨水绿地的复合特征，植物配置覆盖行道树、群落景观与重点景点 3 类典型情境（图 5）。案例以 35 个树种的异质性集合来检验研究框架可行性，这些品种能够代表常见的园林工程物种谱系与尺度特征，为检验属性体系的覆盖度与实用性提供了基础（图 6）。

数据准备方面，依据数据字典，分别从识别、几何、生态、管理 4 个维度为每个植

物族建立并赋值 25 项核心属性。为评估数据构建质量，本研究对 35 个植物品种的核心属性填充情况进行核查与统计。结果显示，所有品种均完成了 25 项属性的完整赋值，整体属性填充率达到 100%。这一实证结果有效验证了本研究所构建的植物信息模型标准化数据字典具备高度的工程适用性与可操作性。数据字典所纳入的各项参数属于中国园林工程的常规数据采集范畴，数据获取渠道成熟，可行性高。同时，数据字典内容构成紧密契合本土园林工程从设计、施工到运维的全流程需求，体现了与现行工程建设的良好适配性。案例应用中属性字段的完整写入，也从

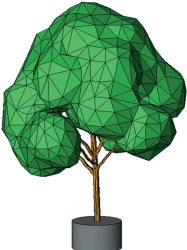
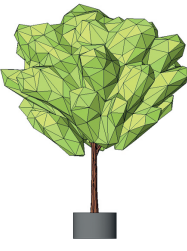
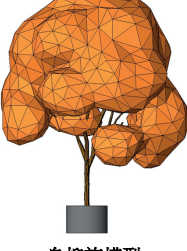
表1 属性数据整理一览表

Tab. 1 Summary of attribute data organization		
属性集名称	参数名称	数据类型
1_标识信息	中文名	Text
	拉丁名	Text
	科属	Text
2_几何尺寸	高度	Length
	冠幅	Length
	胸径	Length
	土球高度	Length
	土球直径	Length
3_生态习性	气候适应性	Text
	土壤要求	Text
	光照要求	Text
	最佳种植期	Text
4_生态功能	地上部分生物量	Text
	地下部分生物量	Text
	碳储量	Text
5_采购信息	产地	Text
	采购单价	Text
	供应商	Text
6_施工信息	种植日期	Text
	支撑形式	Text
	健康状况	Text
7_运维信息	修剪要求	Text
	灌溉要求	Text
	施肥要求	Text
	病虫害防治	Text

实践层面证明了该标准化数据体系在中国园林工程语境下的实用价值。

在模型表达与交付方面，参照既定的映射规则在 Revit 软件环境中生成交换文件 IFC，

表2 植物信息模型视图、建模数据、IFC 字段及属性集一览（部分）
Tab. 2 Partial list of Plant Information Model views, modeling data, IFC fields, and property sets

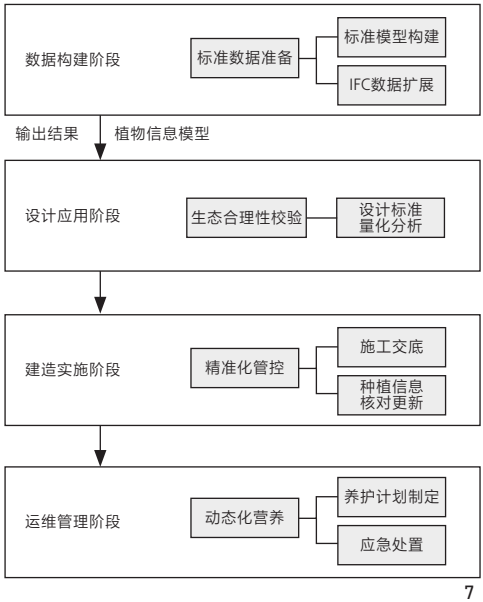
植物信息模型视图（部分）	BIM建模环境数据（部分）	IFC字段及属性集
	中文名：樟；高度：10 000 mm；冠幅：5 500 mm；胸径：250 mm；土球高度：1 200 mm；土球直径：2 000 mm；种植日期：2023年10月，最佳种植期：春季和秋季；土壤要求：酸性至中性沙质壤土、轻砂壤土或冲积壤土；科属：樟科樟属；碳储量：412 kg C；地上生物量：660 kg；地下生物量：165 kg；支撑形式：三角支撑；健康状况：良好	标识信息；几何尺寸；施工信息；生态习性；生态功能；运维信息
	中文名：榉树；高度：10 000 mm；冠幅：4 500 mm；胸径：180 mm；土球高度：864 mm；土球直径：1 440 mm；种植日期：2023年1月；最佳种植期：春季和秋季；土壤要求：喜肥沃湿润土壤，不耐水湿；科属：榆科榉属；碳储量：181 kg C；地上生物量：290 kg；地下生物量：72 kg；支撑形式：三角支撑；健康状况：良好	标识信息；几何尺寸；施工信息；生态习性；生态功能；运维信息
	中文名：乌桕；高度：5 766.7 mm；冠幅：3 000 mm；胸径：150 mm；土球高度：720 mm；土球直径：1 200 mm；种植日期：2023年11月，最佳种植期：晚秋；土壤要求：土壤适应性较强；科属：大戟科乌桕属；碳储量：171 kg C；地上生物量：274 kg；地下生物量：68 kg；支撑形式：三角支撑；健康状况：良好	标识信息；几何尺寸；施工信息；生态习性；生态功能；运维信息

对模型对象进行检查。以香樟、榉树、乌桕等植物族为例（表2），其名称、类型与数值，与原始族参数面板保持一致；同类字段在不同品种之间亦呈现稳定的结构，未出现缺项、错位或单位混用等问题。由此可见，25项关键属性实现了结构化、可追溯的承载，模型在BIM构建环境、数据交换、校验视图均达成语义一致，在不新增数据实体的条件下，通过数据字典与属性扩展实现植物信息的表达与交换。

基于前湾公园案例，本研究进一步构建了植物信息模型的数字化应用路径（图7）。该路径依托数据字典与IFC扩展机制，实现了植物信息模型在园林工程全生命周期的标准化传递与数字化管理。数据构建阶段基于植物信息模型标准化数据模板，在BIM平台中完成植物模型的参数化构建与IFC属性扩展，确立统一的数据结构与交换标准，为后续应

用提供可靠数据源；设计应用阶段聚焦方案的生态合理性校验，依托模型实体与属性数据开展多维度量化分析，为植物配置方案的系统优化提供决策依据；建造实施阶段利用模型进行施工交底与现场核对，实时记录苗木种植和更新情况，实现施工进度的可视化管控，保障设计意图的准确落实；运维管理阶段依托最终交付模型构建绿地资产信息库，用于制定个性化养护策略，支撑园林资产的长期健康监测与效能维护。该应用路径在不改变既有实体边界与行业工作流的条件下，完成了植物专业信息的规范表达与全过程数字化管理，具备在同类园林工程项目中推广应用的可复制性。

本研究构建的植物信息模型方法，其应用价值不仅在于单体植物的数字化表达，更体现在项目各实施阶段的数字化应用及相关业务流程的数字化管理。在设计阶段，通过



7 植物信息模型数字化应用流程
Digital application workflow of the Plant Information Model

在IFC模型中将植物群落关系进行空间组群与属性语义的深度关联，可对植物配置合理性进行量化评估。以郁闭度分析为例，系统自动调用模型中植物的冠幅、树高、胸径等几何属性，结合种植点位的空间坐标，精准计算特定区域在植物栽植期和成熟期的垂直投影面积与占地面积的比率，从而验证郁闭度是否满足规范要求。这一过程将传统的经验性判断转化为基于数据的客观分析，为植物配置的生态适宜性评估提供了有力支撑。在运维阶段，植物信息模型的价值进一步延伸至园林资产的精细化管养。例如，当主景树乌桕需要紧急更换时，管理人员可在模型中快速检索其原始种植规格、采购来源等关键信息，高效筛选符合要求的替代苗源。同时，调取该树种的修剪周期、灌溉需求、施肥计划等养护信息，为新植树种的后续养护提供指导。基于模型的数据流转也使更换、巡查、养护等运维流程从纸质台账转变为可追溯的数字化闭环记录，这一流程有效提升了园林运维的响应速度与管理精度。

5 结论与展望

当前数据标准体系在风景园林信息表达方面存在不足，在分类体系、数据模式上均

难以全面满足风景园林工程的专业需求。本研究基于 BIM 数据模式,针对风景园林信息建模中植物对象的计算机可读表达与交互需求,提出并验证了植物信息模型标准化数据集的落地路径,在不改变实体边界的前提下,实现植物对象在 BIM 环境中的表达与交互,在实践中体现出良好的工程适配性与复用性。从工程设计、建设与管理的视角来看,本研究将植物的生物学特征与运维管理要素统一为可计算、可交付的数据资产,为长期监测、健康管理、碳计量与生态价值评估提供了可靠的数据底座,以支撑园林生态资产的数字化交付与持续运维。

本研究的案例验证主要基于乔木对象开展实验,但在标准化数据字典构建阶段已统筹考虑灌木、地被、藤本等不同植物类型,多数字段可在同一数据结构下通过类型标识与取值范围实现复用,少量差异化需求可通过可选字段进行补充。这为后续在同一框架内扩展多类植物信息模型、覆盖不同植被层次提供了基础。随着园林工程应用场景的持续拓展,植物对象的属性体系仍有进一步细化与完善的空间。后续研究可从 3 个方面展开:1)在现有几何属性基础上,补充植物重量、土球重量、冠幅荷载等关键数值属性,并探索与结构专业荷载核算流程的对接;2)考虑同一树种在不同地域条件下的形态与生长表现差异,补充地域适应性、气候分区、产地来源等属性,为区域化养护策略提供依据;3)增加苗龄、生长阶段、季相变化等时间维度信息,使模型能够支撑生长模拟、更新替换周期判断、修剪策略制定。

本研究中的属性集及方法主要适用于植物实体,后续研究将拓展研究对象范畴,逐步将地形、铺装、水体、构筑物及设施等典型园林要素纳入应用体系,建立统一兼容的数据架构,形成覆盖全要素的风景园林信息模型标准框架。在行业层面,本研究提出的应用路径可作为 LIM 标准体系中植物类构件条目和属性集合的基础原型,为后续标准在细化园林专业章节、完善植物信息条目时提供可直接采用或调整的字段清单与数据组织方式。在系统集成层面,标准化植物信息模

型还可与城市数字孪生、碳汇核算和生态监测平台建立数据接口,作为多源监测与评估系统中关于植物要素的结构化数据来源,支撑区域尺度的生态绩效评估和碳汇核算,进一步深化本研究成果与国际标准的对接机制,通过应用与实践验证,填补当前风景园林领域数据模式应用空白。

参考文献 (References):

- [1] RAMAJI I J, MESSNER J I, MOSTAVI E. IFC-Based BIM-to-BEM Model Transformation[J]. Journal of Computing in Civil Engineering, 2020, 34(3): 04020005.
- [2] 王兆辰, 舒斌龙, 孙明峰. 行业信息化趋势的下风景园林信息模型 (LIM) 应用价值思考[J]. 中国园林, 2021, 37 (S1): 188-192.
- [3] WANG Z C, SHU B L, SUN M F. Research on the Application Field of Landscape Information Modeling (LIM)[J]. Chinese Landscape Architecture, 2021, 37(S1): 188-192.
- [4] FERNÁNDEZ-ALVARADO J F, FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ S. 3D Environmental Urban BIM Using LiDAR Data for Visualisation on Google Earth[J]. Automation in Construction, 2022, 138: 104251.
- [5] 舒斌龙, 王忠杰, 王兆辰, 等. 风景园林信息模型 (LIM) 技术实践探究与应用实证[J]. 中国园林, 2020, 36 (9): 23-28.
- [6] SHU B L, WANG Z J, WANG Z C, et al. Research on Practice and Application of Landscape Information Modeling (LIM)[J]. Chinese Landscape Architecture, 2020, 36(9): 23-28.
- [7] STRELETS K, ZABOROVA D, KOKAYA D, et al. Building Information Modeling (BIM)-Based Building Life Cycle Assessment (LCA) Using Industry Foundation Classes (IFC) File Format[J]. Sustainability, 2025, 17(7): 2848.
- [8] NOUR EL-DIN M, PEREIRA P F, POÇAS MARTINS J, et al. Digital Twins for Construction Assets Using BIM Standard Specifications[J]. Buildings, 2022, 12(12): 2155.
- [9] 周梁俊. 英国建筑信息模型 (BIM) 战略及其在风景园林行业落实情况的分析[J]. 风景园林, 2016, 23 (4): 122-128.
- [10] ZHOU L J. Analysis of UK Building Information Modeling Strategy and Its Implement in Landscape[J]. Landscape Architecture, 2016, 23(4): 122-128.
- [11] 曹翥伦. 浅析欧洲部分国家园林BIM标准化现状及对我国的启示[J]. 智能建筑与智慧城市, 2020 (9): 20-24.
- [12] CAO X L. A Brief Analysis of the Standardization Status of Landscape BIM in Some European Countries and Its Implications for China[J]. Intelligent Building & Smart City, 2020(9): 20-24.
- [13] 黄邓楷, 赖文波. 风景园林信息模型 (LIM) 发展现状及前景评析[J]. 风景园林, 2017, 24 (11): 23-28.
- [14] HUANG D K, LAI W B. A Review of Studies on the Present Situation and Prospect of Landscape Information Modeling[J]. Landscape Architecture, 2017, 24(11): 23-28.
- [15] 周丽娜, 周庆旭. BIM技术在中国应用现状与发展趋势研究[J]. 工程建设与设计, 2024 (1): 141-144.
- [16] ZHOU L N, ZHOU Q X. Research on the Status and Development Trend of BIM Technology Application in China[J]. Construction & Design for Project, 2024(1): 141-

144.

- [17] 郭湧. 论风景园林信息模型的概念内涵和技术应用体系[J]. 中国园林, 2020, 36 (9): 17-22.
- [18] GUO Y. On the Concept and Technology Application System of Landscape Information Modeling[J]. Chinese Landscape Architecture, 2020, 36(9): 17-22.
- [19] 张炜, 郝佳雪. 基于L-system算法的植物信息模型构建和三维绿量分析[J]. 风景园林, 2023, 30 (3): 96-104.
- [20] ZHANG W, HAO J X. Construction of Plant Information Model and Analysis of 3D Green Quantity Based on L-System Algorithm[J]. Landscape Architecture, 2023, 30(3): 96-104.
- [21] 王婉颖, 冯潇. 园林植物三维数字模型的构建与应用探索[J]. 风景园林, 2019, 26 (12): 103-108.
- [22] WANG W Y, FENG X. Exploration on Modeling and Application of 3D Digital Model of Landscape Plants[J]. Landscape Architecture, 2019, 26(12): 103-108.
- [23] 来昕, 刘喆, 李昊冉, 等. 基于LiDAR三维点云数据的乔木群落生态绩效评价研究[J]. 中国园林, 2022, 38 (11): 122-127.
- [24] LAI X, LIU Z, LI H R, et al. Ecological Performance Evaluation of Arbor Communities Based on LiDAR 3D Point Cloud Data[J]. Chinese Landscape Architecture, 2022, 38(11): 122-127.
- [25] 戴代新, 郑梦琳, 陈敏思. 面向保护管理的城市历史公园知识层级信息模型构建与应用[J]. 风景园林, 2023, 30 (5): 91-99.
- [26] DAI D X, ZHENG M L, CHEN M S. Construction and Application of Level of Knowledge Information Model for Conservation and Management of Urban Historical Park[J]. Landscape Architecture, 2023, 30(5): 91-99.
- [27] 韩炜杰, 王一岗, 郭巍. 无人机航测在风景园林中的应用研究[J]. 风景园林, 2019, 26 (5): 35-40.
- [28] HAN W J, WANG Y L, GUO W. Application Research of UAV Aerial Survey in Landscape Architecture[J]. Landscape Architecture, 2019, 26(5): 35-40.
- [29] 程文宇, 冯潇. 低空多旋翼无人机航测在风景园林规划设计前期现场观测中的应用[J]. 中国园林, 2018, 34 (11): 97-101.
- [30] CHENG W Y, FENG X. The Application of the Aerial Photogrammetry of Low-Flying Multi-rotors UAV on the On-Site Topographic Survey in Landscape Architectural Design[J]. Chinese Landscape Architecture, 2018, 34(11): 97-101.
- [31] 张炜, 颜雅涵. 城市绿地信息模型研究进展[J]. 风景园林, 2025, 32 (5): 62-70.
- [32] ZHANG W, YAN Y H. Research Progress on Information Model of Urban Green Space[J]. Landscape Architecture, 2025, 32(5): 62-70.
- [33] 张桂莲, 仲启铨, 张浪. 面向碳中和的城市园林绿化碳汇能力建设研究[J]. 风景园林, 2022, 29 (5): 12-16.
- [34] ZHANG G L, ZHONG Q C, ZHANG L. Research on Carbon Sink Capacity Construction via Urban Landscaping for Carbon Neutrality[J]. Landscape Architecture, 2022, 29(5): 12-16.
- [35] KARIMI S, IORDANOVA I. Integration of BIM and GIS for Construction Automation, a Systematic Literature Review (SLR) Combining Bibliometric and Qualitative Analysis[J]. Archives of Computational Methods in Engineering, 2021, 28(7): 4573-4594.
- [36] SÖBKE H, PERALTA P, SMARSLY K, et al. An IFC Schema Extension for BIM-Based Description of Wastewater Treatment Plants[J]. Automation in Construction, 2021, 129: 103777.

- [22] ISO. Building Information Modelling and Other Digital Processes Used in Construction: Methodology to Describe, Author and Maintain Properties in Interconnected Data Dictionaries: ISO 23386:2020[S/OL]. [2025-12-01]. <https://www.iso.org/standard/75401.html>.
- [23] XUE F, WU L, LU W S. Semantic Enrichment of Building and City Information Models: A Ten-Year Review[J]. Advanced Engineering Informatics, 2021, 47: 101245.
- [24] SEIB S, ZHENG Y, MELZNER J, et al. Ontology-Based Representation of Quality Assurance and Inspection Planning in Construction[J]. Automation in Construction, 2025, 177: 106268.
- [25] CAVKA H B, STAUB-FRENCH S, POIRIER E A. Developing Owner Information Requirements for BIM-Enabled Project Delivery and Asset Management[J]. Automation in Construction, 2017, 83: 169-183.
- [26] 林婧. 基于BIM技术的高速公路园林植物构件BIM数据库构想[J]. 西部交通科技, 2019 (4): 191-193.
- LIN J. Conception of BIM Database for Expressway Garden Plant Components Based on BIM Technology[J]. Western China Communications Science & Technology, 2019(4): 191-193.
- [27] 李亮, 马智亮, 朱洪钢, 等. 建筑信息模型标准研究综述[J]. 科学技术与工程, 2025, 25 (20): 8347-8363.
- LI L, MA Z L, ZHU H G, et al. Review of Research on BIM Standards[J]. Science Technology and Engineering, 2025, 25(20): 8347-8363.
- [28] YU Y, KIM S, JEON H, et al. A Systematic Review of the Trends and Advances in IFC Schema Extensions for BIM Interoperability[J]. Applied Sciences, 2023, 13(23): 12560.
- [29] 陈立春, 赖华辉, 邓雪原, 等. IFC标准领域层实体扩展方法研究[J]. 图学学报, 2015, 36 (2): 282-288.
- CHEN L C, LAI H H, DENG X Y, et al. Study on the Method of Expanding Entities of Domain Layer of IFC Standard[J]. Journal of Graphics, 2015, 36(2): 282-288.
- [30] 李恒, 李红豫. 基于IFC标准的实体扩展研究[J]. 建筑技术开发, 2020, 47 (1): 7-8.
- LI H, LI H Y. Entity Extension Research Based on IFC Standard[J]. Building Technique Development, 2020, 47(1): 7-8.

图表来源(Sources of Figures and Tables):

图 1、4、6 根据《园林绿化工程项目规范》(GB55014—2021)、《城市绿化碳汇计量与监测技术规程》(DB33/T 2416—2021)、《城市公园管理办法》(住建部令第 59 号)、《上海市城市公园实施分类分级管理指导意见》等资料和所制定的数据模板等绘制; 图 2、5 基于软件应用所截取绘制; 图 3、7 由作者绘制。表 1 由作者根据前文所制定的标准化数据模板绘制; 表 2 基于软件应用所截取绘制。

(编辑 / 王—兰)

作者简介:

陈健 / 女 / 硕士 / 上海园林 (集团) 有限公司第一分公司技术中心专员 / 研究方向为景观规划设计

董则奉 / 男 / 硕士 / 上海园林 (集团) 有限公司第一分公司技术经理 / 研究方向为园林数字化技术

郭湧 / 男 / 博士 / 清华大学建筑学院副教授 / 研究方向为风景园林规划设计、风景园林信息技术应用、风景园林信息模型理论与技术

秦琳 / 女 / 同济大学建筑与城市规划学院在读硕士研究生 / 研究方向为建筑设计及理论、建筑技术科学、建筑信息模型

任国乾 / 男 / 博士 / 同济大学建筑与城市规划学院特聘研究员 / 研究方向为建筑技术科学、建筑信息模型、数字孪生、数字化交付、参数化设计
通信作者邮箱: rengq@tongji.edu.cn

CHEN J, DONG Z F, GUO Y, QIN L, REN G Q. Applications and Extensions of Plant Information Models using Open Data Schema[J]. Landscape Architecture, 2026, 33(6): 101-109. DOI: 10.3724/j.fjyl.LA20250598.

Applications and Extensions of Plant Information Models using Open Data Schema

CHEN Jian, DONG Zefeng, GUO Yong, QIN Lin, REN Guoqian*

Abstract:

[Objective] The core objective of Building Information Modeling (BIM) development is interoperable information sharing. However, existing BIM data schemas are mainly oriented toward building assets and are not sufficiently adapted to the professional characteristics and engineering requirements of landscape architecture, especially in the representation of plant elements in

China's landscape engineering. To remedy the absence of a domain-ready data schema in the landscape field, this study takes plants—the core ecological elements of landscape systems—as its object, and develops an application framework from two tightly coupled dimensions: 1) the construction and platform internalization of a standardized plant dataset, and 2) the practical use of the Industry Foundation Classes (IFC) to achieve cross-platform,

semantics-preserving exchange of plant objects in landscape engineering. Beyond addressing a modeling gap, the objective is to articulate clear, computable semantics for living vegetation that capture species identity, spatial morphology, ecological habit, and lifecycle management needs in ways existing building-focused schemas do not. The study aims to clarify the scope and granularity of plant information required for design coordination and long-term stewardship, reduce ambiguity in terminology and units across stakeholders, and establish a consistent basis for ecological asset representation within broader urban digital ecosystems toward digital twins and city information models.

[Methods] Plant instances were first digitally defined through literature review, project investigation, and analysis of landscape engineering workflows. A standardized plant data checklist was established, consisting of 2 categories, 7 subcategories, and 25 core attribute fields. These fields cover identification, geometric dimensions, ecological habits, ecological functions, procurement information, construction information, and operation and maintenance information. The dataset was embedded into the Revit software platform so that field identifiers, value types and units, and value-domain constraints could be enforced at the point of modeling, enabling direct authoring and downstream validation. On this basis, a user-defined attribute mapping method was adopted to carry plant semantics in IFC without altering existing entity boundaries. The procedure comprised four steps: attribute curation, mapping-rule authoring, configuration-based export, and post-export verification. In practice, Revit parameters were aligned one-to-one with IFC properties and quantities via an external configuration file that records, for each field, the target IFC property name and value type (with units) together with its source parameter. This design ensures structural conversion of plant parameters into IFC while maintaining semantic fidelity across tools. Consistency checks were conducted before and after export to verify presence, type, unit correctness, value-domain validity, and equivalence between authoring and exchange layers.

[Results] The proposed method was applied to the Qianwan Park Phase I landscape project in Minhang District, Shanghai, with a project area of approximately 100,000 m². The application enabled the extension and export of plant attributes from the native Revit model to IFC, while retaining the selected plant semantic information. With the standardized dataset internalized, the platform directly drove modeling and subsequent checking, and the exported IFC files provided structured storage of the 25 key plant attributes for representative plant species. In the viewer-based inspection workflow, attribute panels for representative species displayed identification information such as Chinese name, botanical name, family, and genus; geometric information such as height, crown spread, diameter at breast height (DBH), rootball depth, and rootball diameter; ecological information such as climate adaptability, soil requirements, and light requirements; and management information such as procurement items, planting date, and maintenance notes. Cross-species spot checks found no missing items, misplacements, or unit inconsistencies, as evidenced by semantic equivalence among the family parameter panels, the IFC property sets, and the viewer displays. Beyond technical fidelity, the normalized fields enabled immediate downstream use: species lists could be compiled programmatically; maintenance guidance could be filtered and scheduled from O&M attributes; and carbon-related estimates could use the geometric and ecological parameters as inputs with minimal manual preprocessing. The end-to-end validation artifacts further supported auditability and reproducible deliveries across design–construction–operations handoffs.

[Conclusion] The findings enhance the digital expression of plant objects and

strengthen the standardized, computable attributes of landscape ecological assets, thereby providing technical support for ecological, data-driven management of landscape projects. Concretely, the study demonstrates that a dictionary-led standardized dataset (2 classes, 7 subcategories, 25 fields) can be internalized in mainstream BIM authoring to unify semantics at source; and that a configuration-based IFC application method—maintaining current schema entities while conveying rich semantics through property/quantity groupings—can deliver cross-platform, traceable and verifiable plant information without modifying the IFC entity landscape. In a real-world park project with 35 tree species, the approach produced structured datasets that remained semantically equivalent across authoring, exchange, and viewing environments, and proved directly useful for species registers, construction communication, O&M planning, and carbon-awareness workflows. Strategically, this positions plants as first-class ecological assets within Landscape Information Modeling (LIM), enabling lossless information exchange across the lifecycle and facilitating integration with digital twins and city information modeling ecosystems. Future work will extend the dictionary and mapping pattern to additional landscape elements—terrain, pavements, water bodies, small structures, and site furnishings—under a unified, compatible data architecture; establish case repositories and sharing platforms to consolidate best practices; and explore generative algorithms to reduce manual authoring while better representing plant growth dynamics and seasonal change.

Keywords: Landscape Information Modeling; Plant Information Modeling; Industry Foundation Classes; data dictionary; property set extension

Authors:

CHEN Jian, Master, is a technical specialist in the Technical Center of the First Branch, Shanghai Gardens (Group) Co., Ltd. Her research focuses on landscape planning and design.

DONG Zefeng, Master, is manager of the Technical Center of the First Branch, Shanghai Gardens (Group) Co., Ltd. His research focuses on digital landscape technology.

GUO Yong, Ph.D., is an associate professor in the School of Architecture, Tsinghua University. His research focuses on landscape planning and design, the application of information technology for landscape architecture, and the theory and technologies of landscape information modeling.

QIN Lin is a master student in the College of Architecture and Urban Planning, Tongji University. Her research focuses on architectural design and theory, architectural science and technology, and building information modeling.

REN Guoqian, Ph.D., is a specially appointed researcher in the College of Architecture and Urban Planning, Tongji University. His research focuses on architectural science and technology, building information modeling, digital twins, digital delivery, and parametric design.

Corresponding author Email: rengq@tongji.edu.cn