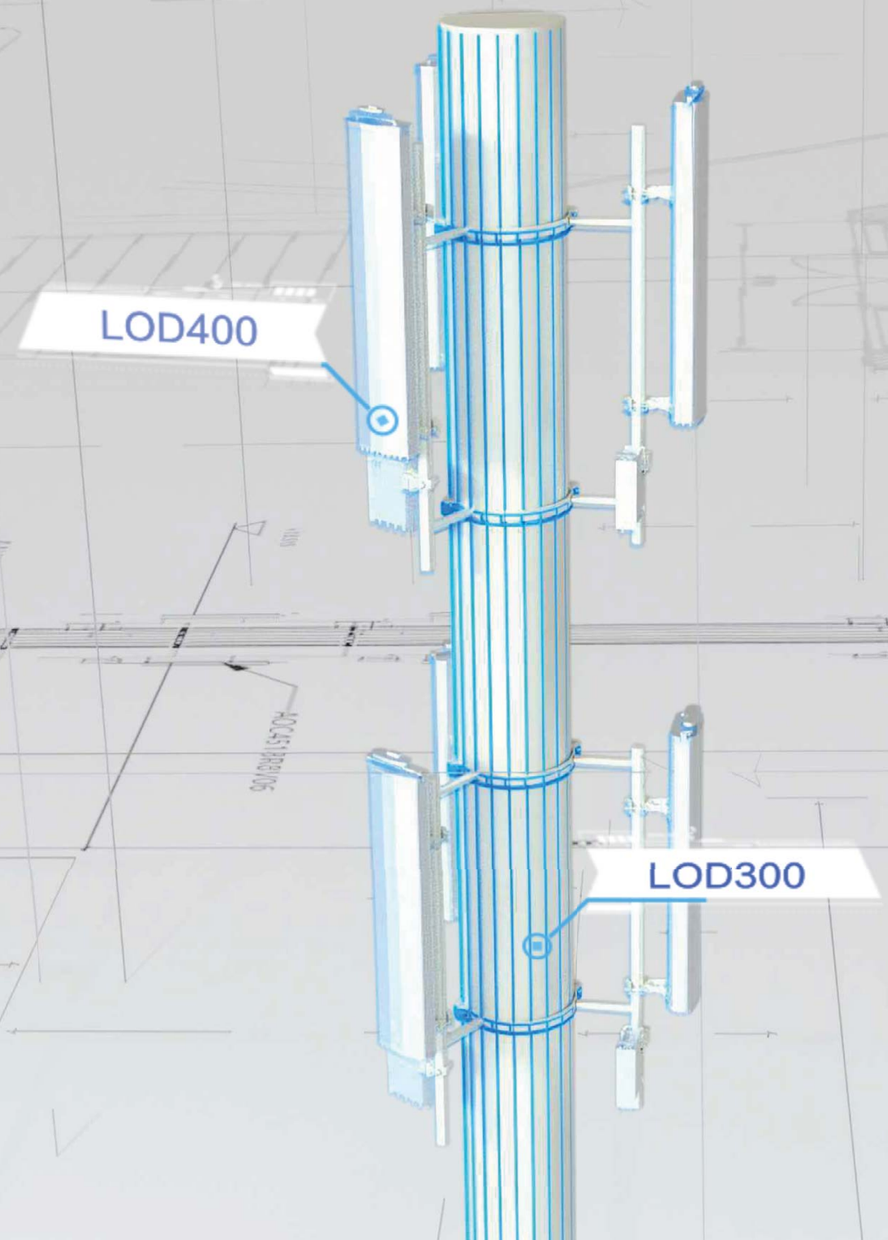
华为技术有限公司
深圳龙岗区坂田华为基地
电话：+86 755 28780808
邮编：518129
www.huawei.com

通信站点信息化模型 T-BIM 技术白皮书



商标声明
HUAWEI, HUAWEI, 是华为技术有限公司商标或者注册商标，在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其它商标，产品名称，服务名称以及公司名称，由其各自的所有人拥有。

免责声明
本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺，华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

版权所有© 华为技术有限公司 2021。保留一切权利。
非经华为技术有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

前言

在数字化浪潮席卷全球的大背景下，各行业的信息化、网络化、智能化布局在各个国家、企业的发展战略中愈加显性化。掌握底层网络能力和通信基础设施的运营商，在整个数字经济体系中，被要求发挥着基础性、先导性的作用，而通信服务提供商、设备商也相应地被要求为运营商提升数字化服务供给能力提供助力。

全球运营商不断深化数字化转型，其内涵包括业务转型、网络升级、运营变革、营销优化，而网络建设运维方式的创新则是网络升级的重点课题之一。华为首次提出数字化站点解决方案，建立通信站点的数字化孪生，支持生产运维的升维管理，激发站点经济效益，助力通信基础设施的所有者释放资产潜力，向价值链的上游发展。

华为数字化站点解决方案，借鉴建筑行业 BIM 的理论，在通信业首推通信站点信息化模型 T-BIM(Telecom-Building Information Modeling)，由业务驱动整合不同精细度的站点七大类资产要素信息（通信系统、温控系统、防雷接地系统、电气系统、基础设施系统、机房系统、铁塔系统）。通过通信站点信息化模型可视可触的特点，最大限度保持信息在跨系统、跨专业协作中保持完整性和有效性，牵引工程建设的规范化，提升资产运营管控效率。

目 录

1 通信领域正在进行的数字化转型概览与启示 02

2 BIM 等信息数字化技术在建筑行业掀起变革 04

3 运营商建网投资持续加大，网络建设运维方式的创新意愿持续增强 05

4 网络建设运维数字化要解决的主要问题 06

5 华为通信站点信息化模型 T-BIM 规范 08

5.1 华为数字化站点的信息模型体系 08

5.2 华为通信站点信息化模型 T-BIM 规范 10

5.3 T-BIM 带来的业务流程改变 20

6 T-BIM 数字化应用 23

6.1 设计出图与资产信息管理 23

6.2 天线风载预评估 23

6.3 站点 EMF 评估 24

6.4 安装空间评估 26

7 结束语 27

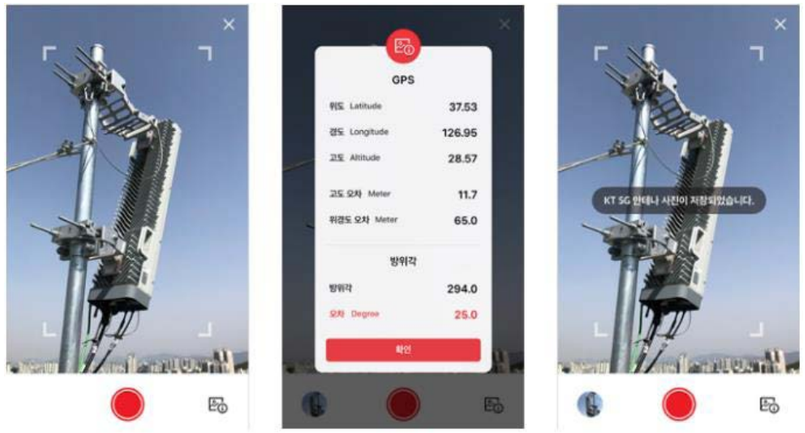
1 通信领域正在进行的数字化转型概览与启示

目前，很多全球领先的运营商已经开始探索借助多种技术，实现现场作业模式的数字化改变，所采用的技术多为跨行业引入并适配通信站点的作业规范和采集要求。

基于 AR 技术的无接触作业，实时测量并存储结构化信息：

韩国 KT 与 VIRNECT 跨界合作，开发 AR 技术应用来获取 5G 天线的方位角、下倾角和挂高 [1]。现场采集后信息可自动回传到后台服务器，解决无线基站网优或巡检过程中的天线信息采集效率问题，提高工作人员的安全性。

(1) Electronics] 5G antenna maintenance using AR technology, KT Base Station Twin



采用无人机代替人工爬塔，将铁塔及塔上设备安装信息进行数字化存储，进行铁塔站点勘察：

针对巴西 TIM 运营商站点信息数字化转型的诉求，Smart Sky 公司向 TIM 提供了无人机简易勘测方案，一方面解决传统站点准入难的问题，可以实现资产管理的规范化，以及与塔商结算核实问题；另一方面，通过无人机、全景照片拍摄及倾斜摄影技术，还可以更方便地查看基站周围环境，距离测量，对于塔体腐蚀、松动等异常情况实现免爬塔巡检。同时，Esri 和 Aerodyne SML 公司向印尼 Telkomsel 也提供了类似的无人机方案。

结合无人机、激光扫描设备采集高精度数据，通过 3D 建模进行站点的数字化还原，为工程安装设计提供必要输入：

丹麦 TDC NET 与爱立信合作塑造丹麦未来数字化，提出使用最新的无人机、3D 建模、人工智能和机器学习技术来推出他们的新 5G 网络，称之为智能站点工程方案。

现场作业如何简单、快速、有效地采集站点信息，是运营商在网络建设运维转型首先考虑的问题。由于采集技术都是跨界引入，采集的数据是否符合通信站点应用的要求，是否存在冗余数据，是否只适用于特定场景，是否还要引入其他数字化技术以满足站点全生命周期的模式升级，运营商需要有清晰的数字化作业规范来牵引，从而确保数字化转型方案的经济有效。新形态数据的引入，运营商需要数字化平台承载，以便于数据的存储、查询、编辑、共享、转换。因此，数字化的先决条件将是一套符合工程建设和资产运营的数据标准和管理方法。

2 BIM 等信息数字化技术在建筑行业掀起变革

在建筑行业，从手工到工业化再到信息化，生产模式经历了图板、CAD(Computer Aided Design, 计算机辅助设计）、BIM（Building Information Modeling, 建筑信息模型）的设计变革。BIM 的引入使得设计不再是单纯的建筑工程设计，而是构建出参数化的建筑 3D 几何模型并在其中承载建筑或工程的数据，帮助实现建筑信息的集成，从建筑的兴建、营运直至建筑全生命周期的终结，设计团队、施工单位、设施运营部门和业主等各方人员可以基于 BIM 进行协同工作。

以华为松山湖园区的有轨电车线路项目为例 [(2)]，该项目工程设计团队将 GIS 数据整合到 BIM 规划软件中以对真实现场进行模拟。在仿真过程中，详细的路线设计、平面和垂直属性以及横截面均使用 BIM 规划软件完成，之后将路线数据导出 BIM 浏览器中进行审阅和优化。每个设计元素都引用了其他设计系统中的数据，数据联动同源，数据流在每个设计环节同步。同时设计团队在 GIS 基础上开展设计并与整体工作组共享模型，从而显著改善了沟通和决策制定过程。该项目直接在 BIM 平台上报告，省去了很多重复工作，人工和资源浪费由此减少将近 50%。

BIM 这一建筑行业的成熟理念，对于通信领域能否有所启发和帮助，能否为铁塔运营商和通信网络运营商所用呢?

(2) BIM + GIS：华为智慧园区有轨电车设计中对 BIM 的应用

3 运营商建网投资持续加大，网络建设运维方式的创新意愿持续增强

据 GSMA 的预测，未来 5 年，全球运营商在网络建设投资将超过 $1.1T，而 80% 将用于 5G 基础网络建设。Vodafone 集团在 2020 年成立 Vantage Towers 负责 10 个国家 82,000 个站点的运营，未来 5 年新增 1,200 个站点，数字化站点被纳入六大战略，希望通过资产数字化加速网络 TTM 及降低运维成本。中国铁塔作为全球最大的铁塔运营商，成立 6 年（至 2019 年）的建设总量超过行业过去 30 多年的建设总量，站址增幅 125%，在 2020 年总经理会议上提出“一体两翼”的战略发展方向，面向行业内的塔类与室分业务为主体，以基于站址资源的社会化共享业务与面向社会的专业化备电保障服务为 " 两翼 "，力求降综合成本，统筹资源，优化服务，强化资产运营。

从网络建设到运维的生产模式改变，采用数字化手段保持通信站点基础设施持续健康的发展，已经纳入到运营商集团的战略高度。BIM 技术依靠数据库技术为基础，如果引用 BIM 这一理念，将各方整合到一个统一的 BIM 平台上，设计方、建设方、承包方、维护方、营运方可以从不同的角度审核生产过程和资产资源状态，是否能够将建网过程规范化、线上化、透明化，实现资产全生命周期的可视可交互，做到设计什么就运营什么，驱动运营商向站点精益化生产和资产价值管理的方向发展。

4 网络建设运维数字化要解决的主要问题

我们在近几年的调研中，总结了当前塔商和运营商在网络建设运维中主要面临的三个问题：

哑资产管理：除了在网的通信设备，无线通信基站还有不少基础设施，如天线抱杆、机房、电池等，处于哑状态。这些设备设施的形态、位置、状态等信息，难以管理。仅根据站点竣工图纸，无法直观地了解站点现状。

信息不统一：规划设计部门、工程管理部门、运维部门使用各自的平台管理站点信息数据，信息共享或更新不畅，导致各部门之间可能存在信息差异，对比校验工作量大，信息流动和传递不通畅，无效工作量多。

手工作业效率低：传统通信站点工勘方式，需要带上测量工具，去现场收集尺寸和位置信息；设计出图，需要基于现场草图，使用绘图软件，由专业设计人员设计出图。以人拉肩扛的手工作业方式，效率低且成本高。

华为针对前述问题提出的数字化站点解决方案，其服务内容涵盖了数字化采集及数据处理、3D 组件及站点建模、BIM 平台方案设计及集成、价值应用开发。传统作业模式下，数据管理基于表单模式，高成本低效率，已经很难适应当前大规模 5G 部署、行业外资源共享和主动拓展的趋势。数字化站点的作业模式转变基础就是通信站点信息化模型 T-BIM(Telecom-Building Information Modeling) 规范，包含站点资产对象模型和数据标准，以此为基础的数据管理模式，能够代替传统表单模式的数据管理，实现运营要素网络化连接，对站址运营、生产类资产运营、人员、代维资源、运维投入、客户服务质量等要素形成八大类数据的结构化存储。相对传统表单管理，体现出两大优势：

引入站点信息化模型，带来高效管理

- 以资产为数据管理最小单元
- 以站点为生产建设和运营管理最小单元
- 关联资产、站点和运营数据

完善数据标准及规范，实现互联互通

- 资产要素进行标准化定义
- 支持跨专业、跨系统的数据流转
- 支持基于业务应用的数据模型建立

站点信息化模型强调基于空间管理数据以及建立数据之间的关联关系，从而更加灵活地分析并制定方案，支撑科学决策。

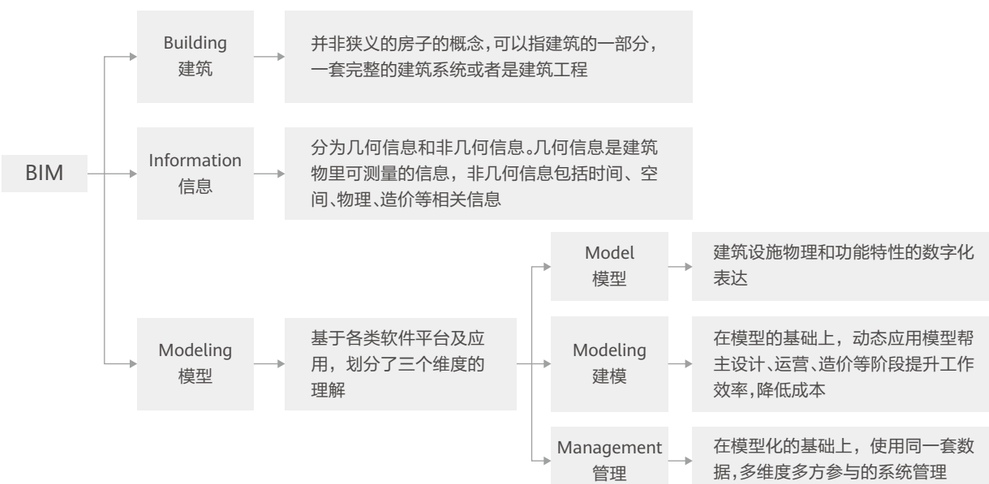
5 华为通信站点信息化模型 T-BIM 规范

5.1 华为数字化站点的信息模型体系

5.1.1 与建筑信息模型 BIM 的关系

建筑信息模型 (BIM, Building Information Modeling) 是指在建设工程及设施的规划、设计、施工以及运营维护阶段全生命周期创建和管理建筑信息的过程，全过程应用三维、实施、动态的模型涵盖了几何信息、空间信息、地理信息、各种建筑组件的性质信息及工料信息。业界 BIM 的概念，由 Autodesk 公司在 2002 年提出，应用在建筑工程产业，国家也在定制相应的标准和规范。

在 BIM 的定义中，将建筑模型理解为一般基础设施的模型，其定义同样也可以适用于其他行业。



华为在建筑行业 BIM 概念基础上，结合自身对于通信产业的理解，在 2019 年提出了 T-BIM(Telecom-BIM) 概念，作为华为数字化站点信息模型的理论基础。华为 T-BIM 的建立，是以无线基站工程的特点为基础，结合三维 GIS 时空数据管理和多尺度建模的经验，提出构建通信站点信息化模型的概念和方法，实现对通信站点的规划、设计、施工、运营维护过程中的几何实体、属性信息和关系信息进行的综合性表达，成为通信行业信息模型系统的首个规范体系。

5.1.2 数字化站点信息模型体系划分

参照行业标准，华为定义了数字化站点信息模型的三个层次，分别是统一标准、应用标准和执行标准。标准及层级的说明如下：

统一标准: 数字化站点信息模型应用规范，作为信息模型底层，即通信站点信息化模型 T-BIM 数据标准，在上层发展应用标准和执行标准后，将能够形成一套完整的信息模型体系规范。通信站点信息化模型 T-BIM 是无线通信基站工程实体对象几何、属性、关系特性在计算机中的表达，记录物理世界存在的实体对象的几何（包括形状和纹理）、属性等信息，并描述实体对象之间的连接、安装、组合、空间附属等关系信息。

应用标准：对齐数据结构、分类、存储和管理要求，基于数据管理规范，建立数字化平台，通过规范来统一模型信息数据及平台标准，基于同样的数据源和格式，实现数据的流动和信息共享。

执行标准：顶层的规范，用于模型交付和平台应用的标准，对准客户流程中的业务节点，建立可直接被操作和执行的规范。能够帮助客户实现业务流程化、平台化，帮助客户改善业务流程，提升管理能力，同时降低成本。

5.2 华为通信站点信息化模型 T-BIM 规范

参照国家《建筑工程信息模型应用统一标准》，结合通信行业应用的特点以及华为深耕通信市场多年的经验，制定了《通信站点信息化模型规范 T-BIM》（以下简称《T-BIM》）。

作为纲领性的统一标准，T-BIM 定义了通信站点信息化模型的建模对象、划分模型精细度、制定建模规范，提高通信站点信息化模型应用水平，规范建筑信息模型在无线通信基站中的使用，实现通信站点信息化模型的标准化应用。T-BIM 适用于无线通信基站工程端到端作业流程，包含选址规划、勘察设计、基建施工、设备安装、工程维保等应用场景。

《T-BIM》的主要技术内容包含：

- 站点信息化模型的基本规定
- 模型对象的颗粒度和层级
- 通信站点对象组成
- 几何、属性、关系对象
- 模型精细度的定义
- 模型的应用场景

5.2.1 T-BIM 基本规定

- 无线通信基站工程包含规划设计、概要设计、详细设计、施工、运维等生命周期，各生命周期的通信站点信息化模型建模交付成果应满足下一生命周期应用的要求。
- 通信站点信息化模型由模型对象组成，交付全过程以模型对象作为信息承载体。
- 通信站点信息化模型交付准备过程中，应根据交付要求、交付物形式、交付协同要求等确定建模对象内容粒度和选取适宜的模型精细度。
- 通信站点信息化模型的模型对象由几何信息、属性信息和关系信息共同描述，可用二维图形、文字、文档、多媒体等方式补充，进行信息表达。
- 通信站点信息化模型的模型对象的几何信息与属性信息中描述精度不一致时应优先采用属性信息。

5.2.2 通信站点对象组成

在《T-BIM》中，华为建立了实体对象模型层级的体系，梳理了实体对象的结构清单。从站点级别开始，逐步展开，以一个树状结构，呈现构成站点对象和元素的合集。不同层级对象的颗粒度不同，各级实体对象之间为包含和嵌套的管理。这样的模型结构，不仅有利于对象的索引，也能更加方便的展示对象层级与关系。

几何、属性、关系对象是模型最基础的特性，站点信息化模型本身作为数据，直接由这些特性所定义。模型数据结构、信息处理逻辑、平台应用等上层结构，也将以部分的定义为基础。在华为《T-BIM》中，针对这部分内容作了详尽的定义与解释。

5.2.3 几何、属性、关系对象

通信站点信息化模型的几何对象

· 通信站点信息化模型的几何对象用于描述模型对象的非结构化信息，由形状和纹理两方面组成，应符合表 5.2.3.1 规定。

表 5.2.3.1 通信站点信息化模型几何信息内容表

名称	内容	说明
几何对象	形状	描述了模型对象的轮廓，是对现实世界对象空间占位信息的视觉重建。
	纹理	描述了模型对象的材质，是对现实世界对象视觉效果及材质特征信息的视觉重建。

· 形状通过三维空间的点、线、面、体要素进行描述。

· 纹理通过颜色和图片进行描述，分为两种类型，应符合表 5.2.3.2 规定。

表 5.2.3.2 纹理材质分类表

名称	类型	说明
纹理	分类纹理	用以统一替代真实影像的纹理，用来区分实体类型、实体状态。
	真实纹理	用以还原现实世界中实体的外立面的颜色的纹理。

通信站点信息化模型的属性对象

· 通信站点信息化模型的属性对象用于表达模型对象所携带的结构化语义信息。

· 属性对象由基本属性和扩展属性两个部分组成。基本属性是模型对象基本的信息的描述集合，在模型的整个生命周期过程中，保持不变；扩展属性是根据工程不同应用阶段的特殊需要，所扩展出来的信息集合。

· 属性维度是模型对象所包含的属性信息范围的衡量指标。在基本属性和扩展属性的基础上，根据属性语义的不同特征，将属性集合分解为不同的属性维度。属性维度的分解应符合表 5.2.3.3 和表 5.2.3.4 的规定。

· 基本属性中包含的属性集合应符合表 5.2.3.3 规定。

表 5.2.3.3 无线通信基站工程基本属性集合

属性集合的类型		属性集合说明
识别属性	实体识别	用于标记唯一的对象的编码。
	类型标识	用于标记类型的属性。
位置属性	地理位置	描述物体在地球表面上占据的物理空间中的位置或点的属性，属性元素应包括经度、纬度、海拔、GPS 位置、WGS84、指南针方向、地方坐标系位置。
	生产位置	描述与对象或资源的生产和分配有关的位置的属性，属性元素应包括制造商的地理坐标、组装位置地理坐标、仓库位置地理坐标。
	行政位置	描述与国家，国家区划的属性，属性元素应包括国家、地区、州\省、县\郡、街道等。
	安装位置	描述实体对象安装的空间位置，属性元素应包括空间附属属性。

· 扩展属性中包含的属性集合应符合表 5.2.3.4 规定。

表 5.2.3.4 无线通信基站工程扩展属性集合

属性集合的类型		说明
时间费用属性	时间和调度属性	描述顺序，交付和成本活动，寿命，时间段和其他时间值的属性，属性元素应包括生产日期、购买日期、安装开始日期、安装结束日期、现场检查日期、验收日期、调试日期、停用日期、拆卸日期、回收日期、项目阶段、折旧时间表、维护时间表等。
	成本属性	描述主要与产品和材料有关的货币价值的属性，属性元素应包括货币类型、单价、批发价格、零售成本、安装成本、购买条款。

资源属性	制造商属性	描述与对象（主要是产品）的创建者和发行者有关的属性，属性元素应包括制造商名称、制造商生产率、制造工艺等。
	产品属性	描述与收获 / 开采，制造和设计有关的商品和材料的属性，属性元素应包括产品名称、型号、库存、配件、产品功能、出厂设置、产品构造、颜色、涂层类型。
	保修属性	描述保修相关的信息，属性元素应包括制造商保修类型、制造商保修条款、保修期限。
	安装属性	与安装和创建工作结果中的产品使用相关的属性，属性元素应包括安装配置、表面处理、安装方法、固定方法、紧固件类型。
物理属性	单一尺寸	量化特定 1 维距离的属性，属性元素应包括标准或自定义尺寸、长度、宽度、距离、深度、厚度、半径、间距
	面积尺寸	用于量化具有 2 维边界的空间范围的属性，属性元素应包括角度、面积、空间面积等。
	体积属性	用于量化具有 3 维边界的空间范围的属性，属性元素应包括体积、比容、体积流量等。
	相对属性	量化一个度量相对于另一个度量，根据其他变量的值而变化的属性，属性元素应包括频率、速度、功率、加速度、相对值。
	温度特性	适用于温度的属性，属性元素应包括温度、温度类型。
	结构载荷属性	与施加到零部件上的外力有关的属性，属性元素应包括恒载、活载
	质量属性	适用于物质的重量和数量的属性，属性元素应包括质量、密度等
	力属性	导致质量改变速度或方向的属性，属性元素应包括力、力矩、惯性矩、扭矩。
	电气属性	描述实体对象的电气信息，属性元素应包括电压、电流、电源、配电盘属性等。
性能属性	功能和使用属性	定义特定服务对象的功能和特性方面的属性，属性元素应包括功能效率、功能限制、功能能力、适用性、可加工性等。
	配置属性	描述对象因内部配置对其外观、功能、性能产生影响后所具有的属性，属性元素应由下层对象属性中筛选并映射而来。
	连接属性	描述对象的外部连接特性，属性元素应包括本端的端口类型、对端端口需求、线缆类型和接口
其他属性	其他属性	提供属性集合的扩展

· 根据不同生命周期，将部分基本属性与扩展属性组合，构成针对于具体应用的属性集合，以支持特定工程的评估、分析及应用。

· 应在不改变基本属性集合和扩展属性集合类型的基础上进行基本和扩展属性元素的扩展，同时保证组成属性维度的属性元素与属性元素表的定义保持一致性。

通信站点信息化模型的关系对象

· 关系对象用于表达模型内部与模型对象之间的关联。通信站点信息化模型的关系类型应有连接关系、组合关系、安装关系、空间附属关系。

· 通信站点信息化模型的关系对象包含的内容应符合表 5.2.3.5 规定，每一类关系对象的示例参照附录 B 定义

表 5.2.3.5 通信站点信息化模型的关系对象内容表

名称	内容	说明
关系对象	类型	表示关系对象的类型。
	实现介质	定义实现实体对象间关系的元素。
	关联对象	记录一组相互关联的对象。
	关系类型属性集	用于记录特定属性类型对应的属性。

· 连接关系定义了站点内或站点与站点之间的两个对象，通过对象的物理特性与相关对象建立起来的物理通道

· 模型对象间的连接关系应根据连接双方对应的实体对象内容粒度分类设置。

· 连接双方的实体对象内容粒度相同时，将连接关系分为五种。

· 连接双方对应的实体对象内容粒度不同时，连接关系的类型应遵守就低原则。

· 组合关系定义了多个同等级的实体对象组成一个高一级实体对象的关系，允许高一级实体对象叠加低一级实体对象的部分属性。

· 组合关系定义后实体对象的属性叠加应符合下列规定：

i. 高一级实体对象的属性应根据低一级实体对象属性综合得到，并保持属性的一致性。

ii. 低一级实体对象应定义自身属性是否允许被叠加到高一级实体对象属性中。

· 安装关系定义了一个对象通过安装介质附着到另一个固定位置对象上的关系，安装关系不组成新的对象而是两种对象的紧固方式。安装关系要表示一个对象安装到另一个对象上的具体位置和接口类型，从而确定站点内不同对象之间的相对位置并形成稳定的结构。

· 空间附属关系定义了实体本身通过放置、安装等行为与其他实体（被附属实体）形成的一种依附性空间关系。当被附属实体的空间位置发生改变时，若能影响到实体本身的空间位置，则二者形成了空间附属关系。空间附属关系通过基本属性元素集合中的空间附属属性来记录。

5.2.4 模型精细度的定义

模型精细度是指通信站点信息化模型中所容纳的模型对象丰富程度发展的不同阶段。通信站点信息化模型应根据生命周期和应用场景确定建模对象内容粒度和选取适宜的模型精细度。模型精细度 (level of development) 应通过几何精细度 (level of development geometry)、关系精细度 (level of development relationship) 来描述。

随着生命周期的发展，几何精细度 (level of development geometry) 的发展阶段应由形状精细度 (level of detail shape) 和纹理精细度 (level of detail texture) 二者来表达。关系精细度应选取适宜阶段的关系对象内容来表达。

几何精细度

· 模型对象的几何对象表达应符合下列规定：

i. 应选取适宜的几何精细度呈现模型对象的几何信息；

ii. 在满足设计和应用需求的前提下，应选取较低等级的几何精细度；

iii. 不同的模型对象可选取不同的几何精细度。

· 形状精细度的等级划分应符合表 5.2.4.1 规定。

表 5.2.4.1 形状精细度等级划分

等级	英文名	代号	形状轮廓精细度要求
100 级形状精细度	Level of Detail Shape 100	LODS 100	简称白模，采用单一的简单几何体（球、长方体、圆柱体、棱台体、棱锥体、圆锥体等）的几何描述，表现对象的占位信息。
200 级形状精细度	Level of Detail Shape 200	LODS 200	简称简模，采用多个简单几何体（球、长方体、圆柱体、棱台体、棱锥体、圆锥体等）的组合完成建模，该类模型反映实体对象的占位信息以及关键特征信息。
300 级形状精细度	Level of Detail Shape 300	LODS 300	简称精模，对于实体的主体结构进行精细几何建模表现，体现外立面的特征信息。

· 纹理精细度的等级划分应符合表 5.2.4.2 规定。

表 5.2.4.2 纹理材质精细度等级划分

等级	英文名	代号	纹理材质精细度要求
100 级纹理精细度	Level of Detail Texture 100	LODT 100	运用分类纹理，用颜色差异表示到系统级对象。
200 级纹理精细度	Level of Detail Texture 200	LODT 200	运用分类纹理，用颜色差异表示到子系统级对象。
300 级纹理精细度	Level of Detail Texture 300	LODT 300	运用分类纹理，用颜色差异表示到设备级对象。
400 级纹理精细度	Level of Detail Texture 400	LODT 400	运用真实纹理，用真实照片表现对象。

· 几何精细度的基本等级划分应符合表 5.2.4.3 规定。

表 5.2.4.3 几何精细度等级划分

等级	英文名	代号	几何精细度要求
100 级几何精细度	Level of Development Geometry 100	LODG 100	LODS 100，不表现纹理材质，满足空间占位的几何精细度
200 级几何精细度	Level of Development Geometry 200	LODG 200	LODS 200+LODT 100，满足设计、布置等流程的识别需求的几何精细度
300 级几何精细度	Level of Development Geometry 300	LODG 300	LODS 200+LODT 200，满足初步的安装、施工加工等流程的识别需求的几何精细度
400 级几何精细度	Level of Development Geometry 400	LODG 400	LODS 300+LODT 300，满足完整的安装、施工加工等流程的高精度识别需求的几何精细度
500 级几何精细度	Level of Development Geometry 500	LODG 500	LODS 300+LODT 400，满足完整的运维需求、反映真实情况的几何精细度

关系精细度

· 模型的关系精细度应符合下列规定：

i. 应选取适宜的关系精细度体现模型对象的关系信息；

ii. 在满足设计和应用需求的前提下，应选取较低等级的关系精细度；

iii. 不同等级的关系精细度通过关系类型和关系表达方式的不同来区别。

· 连接关系划分为两种不同的表达方式：逻辑连接、物理连接。

表 5.2.4.4 连接关系表达的精细度分级

表达方式	说明
逻辑连接	只表达了连接的实体间的逻辑连接关系，不表达实现连接关系的线实体。
物理连接	表达了实现连接关系的线实体的走向，比如反映出线实体通过的走线设施、馈线窗、出线孔等。

· 安装关系、组合关系不区分表达方式，只需要规定是否应该在某一等级的关系精细度中表达它们。

· 模型对象关系精细度等级的划分应符合表 5.2.4.5 的规定。

表 5.2.4.5 模型对象关系精细度等级划分

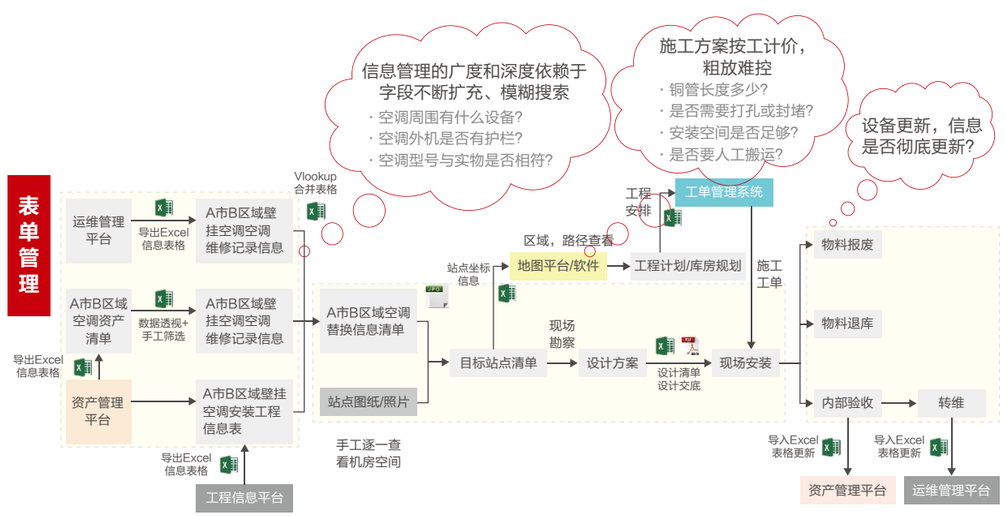
等级	英文名	代号	等级要求
100 级关系精细度	Level of Development Relationship 100	LODR 100	宜包含组合关系、逻辑连接的 CREL1（站点间的连接关系）。
200 级关系精细度	Level of Development Relationship 200	LODR 200	宜包含和补充 LODR 100 等级信息，增加组合关系、物理连接的 CREL2（系统间的连接关系）
300 级关系精细度	Level of Development Relationship 300	LODR 300	宜包含和补充 LODR 200 等级信息，增加物理连接的 CREL3（子系统间的连接关系）
400 级关系精细度	Level of Development Relationship 400	LODR 400	宜包含和补充 LODR 300 等级信息，增加安装关系、物理连接的 CREL4（设备间的连接关系）
500 级关系精细度	Level of Development Relationship 500	LODR 500	宜包含和补充 LODR 400 等级信息，增加物理连接的 CREL5（零件间的连接关系）

5.2.5 模型的应用场景

- 无线通信基站生命周期划分为规划设计阶段、概要设计阶段、详细设计阶段、施工阶段、运维阶段。
- 通信站点信息化模型的应用场景可以分为新建站点项目和设备安装项目。
- 新建站点项目是指从站点建造需求开始，从选址，到规划设计，再到土建施工再到设备安装调测全阶段的项目。
- 设备安装项目是指已有站点基础设施，对通信及其配套设备的安装、升级、改造、扩容、替换等操作的项目。
- 在实际模型应用过程中，使用者可以根据不同的模型应用场景和应用要求对于每个模型对象选择不同的内容粒度、模型精细度和属性维度。

5.3 T-BIM 带来的业务流程改变

站点信息化模型强调基于空间管理数据以及建立数据之间的关联关系，从而在设计阶段能够更加灵活地分析并制定方案。以机房空调替换为例，机房内的壁挂空调如使用超过 5 年，替换为立柜空调；换下来的空调，如有维修记录，直接由相应的安装方报废，剩余的退库处理。除非对每个站点进行专项上站勘察，表单管理的局限性，无法提供足够的数据在实施前进行决策，将成本控制的决策留给了现场施工方；竣工数据同样受表单的限制，无法扩展并支撑后续运营改进。



站点信息化模型由 T-BIM 的关联计算可以得出空调改造的三种场景：

基于设计更新的站点信息模型将用于实施，并在竣工环节要求按模型进行验收，来确保数据的完整性和有效性，减少数据流转错误，达到设计什么就运营什么的目的。

可视化浏览代替表格管理

《T-BIM》定义了站点对象建模的规范，将原先表格化管理的哑资产，通过一定的标准，建立起对应的模型。在平台或者软件上，浏览站点 3D 模型，可以了解想要的对象的形态、尺寸、属性、位置等信息，相对于传统的资产管理模式，更加直观和形象。

办公室作业代替现场作业

在通信工程信息模型应用规范（T-BIM）的指导下，能够建立起数字化孪生站点，相当于现场真实站点环境的镜像，可通过计算机进行各种模拟和仿真操作。T-BIM 规范了模型的精细度和对象属性值，使我们通过模型，能直接读取对象的位置、姿态、状态、属性能信息。原先很多需要现场作业，如资产盘点、信息收集、尺寸测量等，可以转移到办公室进行，直接通过模型获取，减少不必要的上站次数，降低运营成本、提高日常业务管理效率。

模型对象化管理代替松散管理

《T-BIM》提出了站点数据结构，规范了站点模型和以模型为载体的数据存储管理方式，能够方便的实现站点数据的采集、管理、修改、传递和应用，基于底层同样的站点结构数据，能够建立数字化站点应用平台，实现数据在线共享和业务有序流动，提升塔商和通信运营商数字化运营能力，实现信息共建共享。

自动化代替手工操作模式

基于《T-BIM》定义的信息模型规范，将实体站点信息数字化后，建立了模型的实体和属性信息，从而建立实体对象的数字孪生。借助 AI 技术，利用计算机强大的处理能力，原先很多手工操作的业务，如空间评估、设计出图、物料信息统计等，全部可以由计算机辅助运算完成。减少手工操作，减少人力投入。对于批量场景，能够极大地提升工作效率。

6 T-BIM 数字化应用

6.1 设计出图与资产信息管理

传统工程业务中，安装与竣工图纸都是由分包商或设计院手工绘制，费时费力。而站点基础设施做为哑资产，管理起来难度大，传统数据库管理的模式，资产条目与实物，难以建立直观的连接，容易出现账实不一致的情况。

通过站点 3D 模型的特定平面或立面视角，加入尺寸和标注以后，能够直接导出图纸，用于基础设施施工和设备安装。无须熟悉专业绘图软件的，也可通过站点 3D 模型，生成想要的图纸。模型本身信息数据是准确的，所导出的图纸，也完全能用于指导一般的施工。

由于3D模型是参数化的，作为信息化模型的载体，在站点实物、实物模型、实物信息之间可以建立链接，现场的变化可以通过图纸、模型、数据环环相扣，对接资管系统后，能够很方便的对现场资产进行管理。

6.2 天线风载预评估

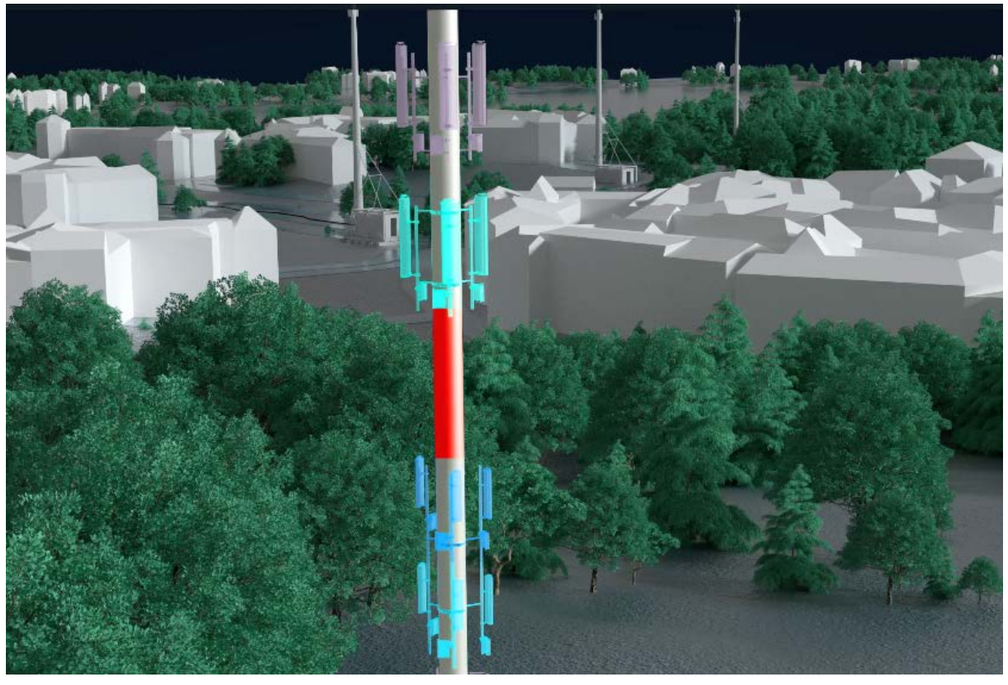
天线风载预评估是作为铁塔可靠性评估的一个重要参考，一般需要获取铁塔和天线的各项参数，如塔高、设计风载、天线尺寸、重量，以及天线的位置姿态信息，如挂高，安装位置和方位角等信息。

传统工程业务模式下，这些信息通过图纸、竣工资料和现场采集的方式获取。但各种信息缺失，信息之间不一致和现场塔上天线姿态采集困难，导致计算模型与现场差异大，评估结果不可用，按照此结果进行铁塔可靠性评估风险较大。

通过 T-BIM 建立铁塔和天线 /RRU 等塔上对象的模型，能够支撑天线风载的快速评估。T-BIM 中定义了天线的长、宽、高和重量等信息，风载评估所需要的天线挂高、方位角、安装位置等信息，也可以通

过模型直接获取，免去了上站和查看图纸的工作，基于模型确保了，数据一致性，这正是基于 BIM 的应用管理工具的优势。

通过模型建立的评估工具，更能够提供实时的计算和显示。通过拖动天线 /RRU 等对象到塔上，实时显示天线对铁塔的作用力以及铁塔可靠性状态，对于一般操作人员来说，这种评估方式能够带来更方便的操作和更直观的评估结果。通过模型视图转换，能够直接生成铁塔的荷载分布图，方便查看。



6.3 站点 EMF 评估

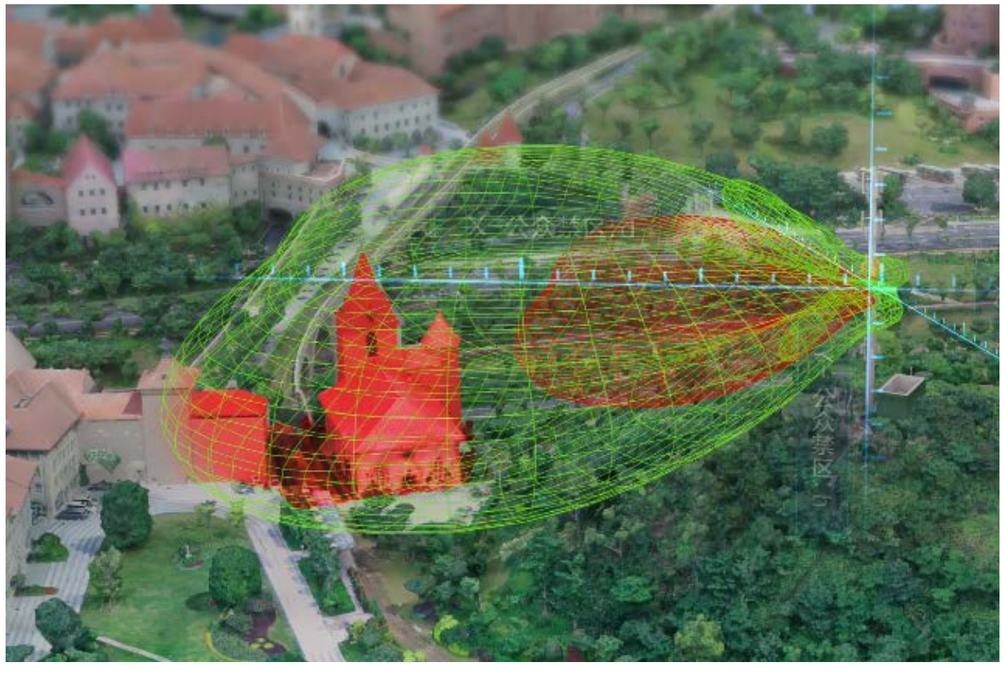
随着时代的发展，人们变得越来越离不开手机，与此同时，无线通信基站所带来的电磁辐射，也越来越受到关注。特别在一些发达国家，民众对电磁辐射的担心、运营商对发射功率和频谱的关注、以及政府对电磁辐射强度的审批要求，催生了 **EMF** 评估的需求。

传统 **EMF** 评估，需基于专业的软件进行测算，最终生成专业而又复杂的报告，用于获取市政审批。由于公众无法直观地了解电磁辐射对周边环境的影响，始终无法解除疑惑，导致各地抵制行为时有发生。

华为根据天线的特性，基于 ICNIRP 规范或其他本地规范，将看不见摸不着的电磁波瓣，具象为 3D 的网格状波瓣形状，在加入站点信息和环境信息后，就能模拟出电磁辐射对周边环境的影响情况，由于 3D 可视化的结果显示，也更容易被公众理解和接受。

波瓣形状作为一个 3D 模型，做了参数化设置。当输入参数，如方位角、下倾角、挂高、发射功率等发生变化时，波瓣形状能实时相应改变形状，能帮助客户快速评估 EMF，并选择相对合适的天线公参数值。

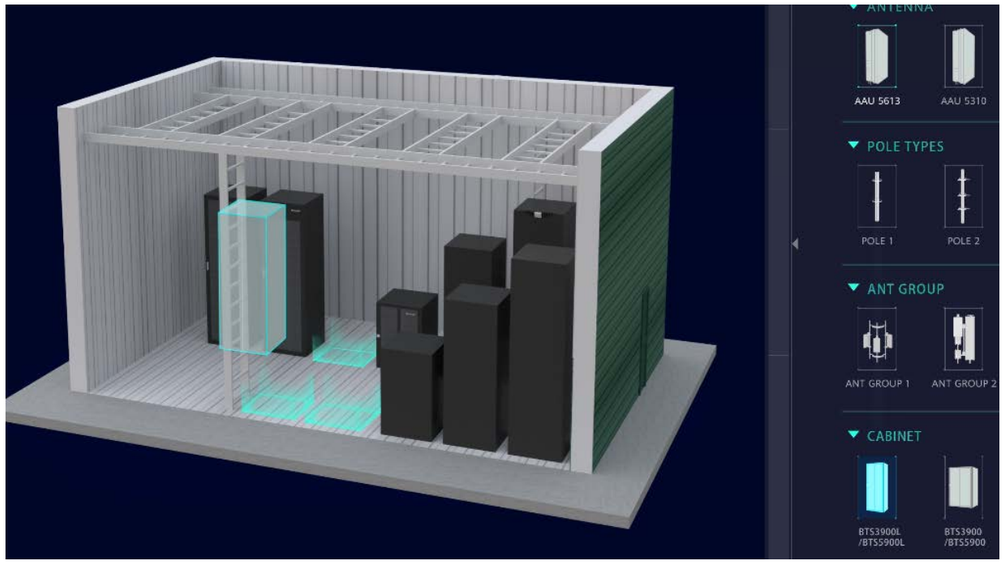
与此同时，3D 模型也能够通过某一平面高度或者剖切面，来生成 EMF 数据，可用于专业的 EMF 评估报告。可视化的操作方式，减少了操作难度，为生成报告提供便利。



6.4 安装空间评估

由于政府对资源利用率的要求，产生了越来越多的共享站。塔商的产生，也使得单一基站出现了多家运营商共建共享的情况。机房和铁塔，不管对于塔商还是运营商来讲，都是属于哑资源，很难了解机房和铁塔空间是否得到有效利用，对于新的设备，是否还有空间可以去安装。竣工图纸信息往往并不是最新的，在这种情况下，往往只能去现场勘察。

华为基于 3D 站点模型，提供了安装空间评估功能。所有运营商基于同一套站点数据，更新站点模型，能够确保站点信息准确。华为基于模型碰撞的原理，能够快速准确的帮助客户评估空间，给出安装位置建议。基于一定的评估规则，能够批量评估站点安装空间，减少客户不必要的上站次数，节省客户评估的时间与成本。



7 结束语

华为《T-BIM》形成一套完整的信息模型应用体系规范，指导运营商客户构建孪生站点数据，并基于数字化站点平台，助力客户应对挑战与数字化转型。T-BIM 对站点信息进行整合，体现在作业规范中是站点数据化、数字化对采集手段和输入数据质量的要求，从有源设备到无源设备，使得站点资产具备远程运维、持续更新、增值挖潜的能力。

附录：参考文档

1 《建筑信息模型设计交付标准》GBT 51301-2018.

2 《建筑工程设计信息模型制图标准》JGJT 448-2018.

3 《城市三维建模技术规范》CJJ/T 157-2010.

4 《OmniClass》ISO 12006-2:2001.

5 《Industry Foundation Classes (IFC)》ISO 16739-2013.