

企业 BIM 平台架构研究与设计

林佳瑞¹，杨 铭²，周 一¹，张云翼¹，张晓洋¹，张建平¹

(1. 清华大学土木系，北京 100084；

2. 中铁四局集团有限公司，安徽 合肥 230000)

【摘 要】随着 BIM 技术的不断发展与普及，采用 BIM 的工程项目日益增多，企业亟需一个平台统一跟踪、管控所有工程项目，实现数据沉淀、知识积累与科学决策。本文通过分析企业信息化建设现状与问题，总结形成了企业 BIM 平台应满足的基本功能要求，并以此为指导建立了企业 BIM 平台的逻辑架构与物理结构。同时，研究针对工程项目地域分散、环境复杂的特点，对平台数据分布存储策略进行了分析。有关研究为基于云的企业 BIM 平台设计、研发与实现奠定了基础。

【关键词】BIM；平台框架；企业；云计算

1 引 言

工程建设行业长期存在着应用系统割裂、数据碎片化存储等“信息孤岛”现象^[1]，难以实现不同应用系统、参与方之间的信息集成与共享。建筑信息模型（Building Information Model, BIM）是“以三维数字技术为基础，集成了建筑项目各种相关信息的产品信息模型，是对工程项目设施实体与功能特性的数字化表达”^[2]。BIM 技术可有效解决工程项目不同阶段的“信息断层”和“信息孤岛”问题，实现各阶段不同参与方、不同应用软件之间的信息共享、集成和管理，从而减少浪费，提高效率，提升管理水平，实现建设过程的增值^[3]。

近年来，BIM 技术相关的研究与应用迅速发展，国际上形成了开放、中性的 BIM 数据标准 IFC^[4]（Industry Foundation Classes），为 BIM 数据交换和共享奠定了基础。同时，一系列商业 BIM 软件也日渐成熟，各大企业均从不同侧面展开了深入的 BIM 应用。统计表明，2014 年我国六成以上企业认可 BIM 的应用价值，BIM 的应用范围覆盖了成本、进度、质量、物料、资料管理等方面^[5]，部分大型企业已展开全面、深入的 BIM 应用。在可预见的未来，大多数工程建设企业将全面展开 BIM 技术的普及与应用。随着应用 BIM 技术的工程项目的不断增多，企业将面临此类项目统一跟踪、管理的需求，也将面临与其他既有信息化系统整合、集成的需求。因此，有必要对企业 BIM 平台的功能需求、平台特征及框架结构进行研究与探索，为企业未来全面展开 BIM 应用，积累工程大数据，实现基于数据的科学管理与决策奠定基础。

基于以上背景，本研究以我国工程建设行业的典型企业为研究对象，通过分析企业信息化现状，梳理总结企业 BIM 平台需求及架构特征，以此建立基于云技术的企业 BIM 平台架构，为企业构建 BIM 云平台奠定基础。

2 企业 BIM 平台需求分析

2.1 企业信息化建设现状及问题

本研究以中铁四局集团为主要调研对象，对大型工程建设企业信息化现状、BIM 应用现状、实际工程应用需求进行了深入调研与分析。调研结果表明当前企业 BIM 应用存在着如下问题：

【基金项目】国家 863 高技术项目（2013AA041307）；国家自然科学基金（51278274）；清华大学—广联达 BIM 中心（RCBIM）

【作者简介】林佳瑞（1987-），男，博士。主要研究方向为 BIM，建设领域信息化，云计算。E-mail: jiarui_lin@foxmail.com

(1) 数据格式多样, 异构数据整合难: 数据来源广泛多样, 包括成本、进度、安全质量、物资管理、ERP、预算管理等各专业信息化系统以及前端数据采集感知系统, 大多数数据目前仍存储于各类私有格式的文件中, 种类繁多, 因此对大量异构数据的整合和管理是突出难点。

(2) 各系统割裂、分散: 企业各信息化系统大多是相互独立的, 各系统间无法直接进行数据交换。同时, 由于企业负责的工程项目往往位于不同的地点, 各参与人员也处在不同环境中, 因此系统割裂、分散的问题亟待解决。

(3) 数据冗余、重复、冲突: 由于各系统之间的数据无法直接共享, 项目人员在业务处理时, 就不得不人工重复输入大量的冗余数据, 这不仅增加了工作负担, 造成冗余存储, 也容易由于操作失误或数据并行修改导致数据冲突。

(4) 信息化管理及决策水平低: 尽管企业已经拥有若干信息化系统, 但其应用范围仍以单个专业的应用为主, 严重依赖现场人员的经验, 项目和项目之间的共性需求难以发现, 各项目间的共性知识和规律无法积累, 难以有效积累工程知识、提高信息化管理和智能决策的水平。

2.2 企业 BIM 平台的关键需求

通过以上调研分析, 研究认为, 企业 BIM 平台应重点满足以下关键需求:

(1) 信息共享: 工程建设过程中信息来源广泛多样, 存储位置也各异。BIM 平台应该能够支持灵活、便捷的信息共享, 实现各类信息高度整合, 形成面向工程建设全过程的信息模型, 避免数据的冗余、重复和冲突问题。同时, 平台应实现项目部、分公司以及集团公司之间的数据流动与集成共享, 如公司层面应该能够获知项目的进度、质量、安全等信息, 而项目也应可依托 BIM 平台获取企业通用的工法、作业指导等信息。

(2) 系统集成: 企业当前均已在项目、公司层面运用了若干信息化系统, 实现了一定程度的信息化。为了减少人员工作负担, 避免数据的重复录入, 简化业务流程, 保证数据的一致性, BIM 平台应该能够实现与既有信息化系统的业务整合, 以及与前端数据采集感知系统的数据融合, 实现不同信息来源和不同信息化系统的集成。从而, 实现企业各部门跨区域的系统集成与信息共享, 服务未来数据沉淀、知识积累与大数据挖掘等。

(3) 数据资产管理: 随着企业的不断发展, 其自身积累了大量工程项目数据, 以及不同项目通用的工程经验和知识, 包括各类 BIM 族库、标准模型库、工序工法库、作业指导等, 这些数据是企业成长、发展的重要资产, 为企业完成和管理各类工程项目提供了有力的支撑。BIM 平台应具有此类数据资产的管理功能, 实现工程项目数据的归档、沉淀, 以及工程经验、知识的高效共享, 为企业工程知识积累、工程数据资产管理提供基础支撑。

(4) 基于大数据的管理与决策: 随着物联网技术的普及应用, 企业可积累愈加庞大的数据, BIM 平台通过不同信息系统的集成也为企业大数据积累提供了有力的支撑。因此, 未来企业将可获取众多工程建设的巨量数据, 据此可以应用大数据技术, 对隐藏在数据背后的规律进行挖掘, 辅助科学决策。

2.3 企业 BIM 平台架构的基本特征

为适应企业子分公司不同组织结构的管理需求, 以及企业不同工程项目协作模式、流程的差异, 同时, 考虑企业未来发展及业务拓展, 企业 BIM 平台架构应满足以下特征:

(1) 通用性: 为不同类型工程项目管理模式以及子分公司不同组织结构管理流程, 提供统一、文档的基础平台, 为未来企业发展、业务拓展奠定坚实的平台基础。

(2) 扩展性: 平台可面向不同工程项目、子分公司特点, 对平台功能、业务流程进行定制开发与功能扩展。平台扩展过程中应保证平台的稳定性和各模块的独立性, 降低各模块的相互影响。

(3) 灵活性: 平台的数据管理应具有一定的灵活性, 即可以根据企业不同分公司和项目的业务需要, 对数据存储、数据权限进行方便的定制和调整; 此外平台的接口、服务、流程配置等也应具有一定的灵活性, 实现不同功能、业务流程的调整和定制, 服务不同的管理需求及业务流程。

3 企业 BIM 平台架构设计

3.1 逻辑架构

基于上述需求及平台特征,研究综合应用云计算、面向服务架构等技术,提出如图 1 所示的企业 BIM 平台逻辑架构。该架构共分为数据层、服务层、接口层、应用层四层,各层的主要功能如下:

(1) 数据层:数据层采用基于云的分布式数据库进行企业 BIM 数据存储,可整合各过程项目的数据,也可以面向企业及其子分公司,统一存储与管理既有系统及集团数据库信息。所有工程数据可分为结构化数据和非结构化数据两类。其中,前者是指系统业务数据、模型数据以及其他关联数据,包括轻量化后的模型集合信息、属性信息、关联的批注信息、进度信息、质量信息等,此类数据可关系型数据库储存,支持多用户的并发访问、大数据的处理分析以及数据备份和一致性校对等;后者主要指文档、图片、视频等,包括标准族文件、模型文件、图纸文档等,此类数据可通过文件系统进行存储和管理,支持文件的历史版本管理、修改查询权限控制以及加密等。

(2) 服务层:主要面向企业不同应用和业务逻辑的共性需求,提供各类标准化的服务,支持各类前端程序的开发和运行,满足用户的实际功能需求服务。具体包括可注册配置的数据转换、数据分析、日志管理、接口管理、分析规则配置等服务模块,不同服务模块可分别部署于不同的虚拟计算集群或云计算节点。当前工程项目应用涉及的模型轻量化、模型格式转换、碰撞检测等功能均可视为不同的服务模块统一部署在服务层,便于不同子分公司和工程项目直接调用。

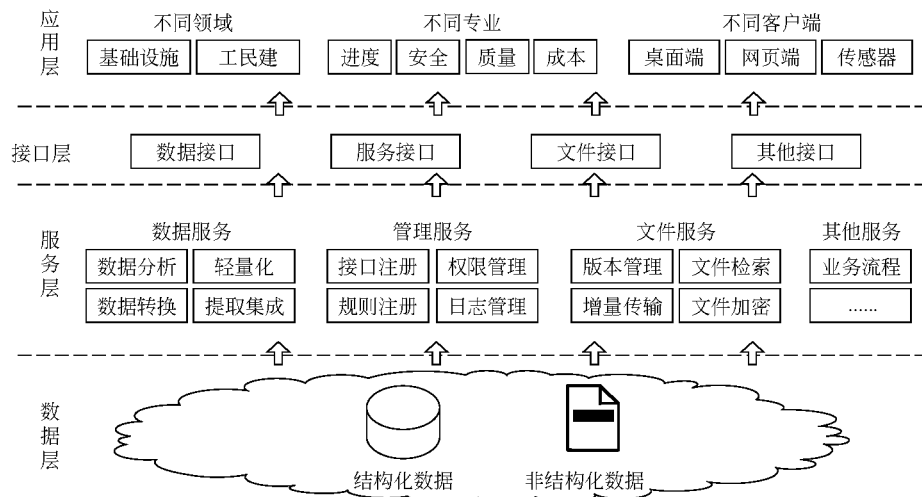


图 1 逻辑结构设计

(3) 接口层:接口层主要布置在云服务上的应用服务器中,以数据接口的形式为应用层调用服务层的服务提供标准化的调用策略。一方面支持各个应用的协作,同时也为与外部的既有业务系统提供数据、图形和业务支持。

(4) 应用层:应用层体现基于云的企业 BIM 平台集成的各类实际功能需求,通过调用接口层中的各类接口,在前端为用户提供各类功能应用。应用层可从领域、专业、客户端类型上进行划分,领域方面可涵盖或支持铁路、公路、市政、住宅、公共场馆等不同领域和类型的应用;专业上则可针对质量、安全、进度、成本等管理需求的支持不同的应用软件和管理流程;客户端类型上则可涵盖桌面端软件、网页端应用、手机端应用,甚至传感器数据采集、感知等应用。从而,从不同角度、层面构建支持不同应用的统一 BIM 平台。

3.2 物理架构

基于上述逻辑架构,研究基于云技术构建了如图 2 所示平台物理架构。架构由企业层级、子分公司层级和项目部级阶段通过互联网构成一个统一的云平台。需要说明的是,可根据不同层级所需功能不同,

部署不同的数据存储节点和数据服务节点，并可根据网络特点将服务节点部署在不同的物理位置。

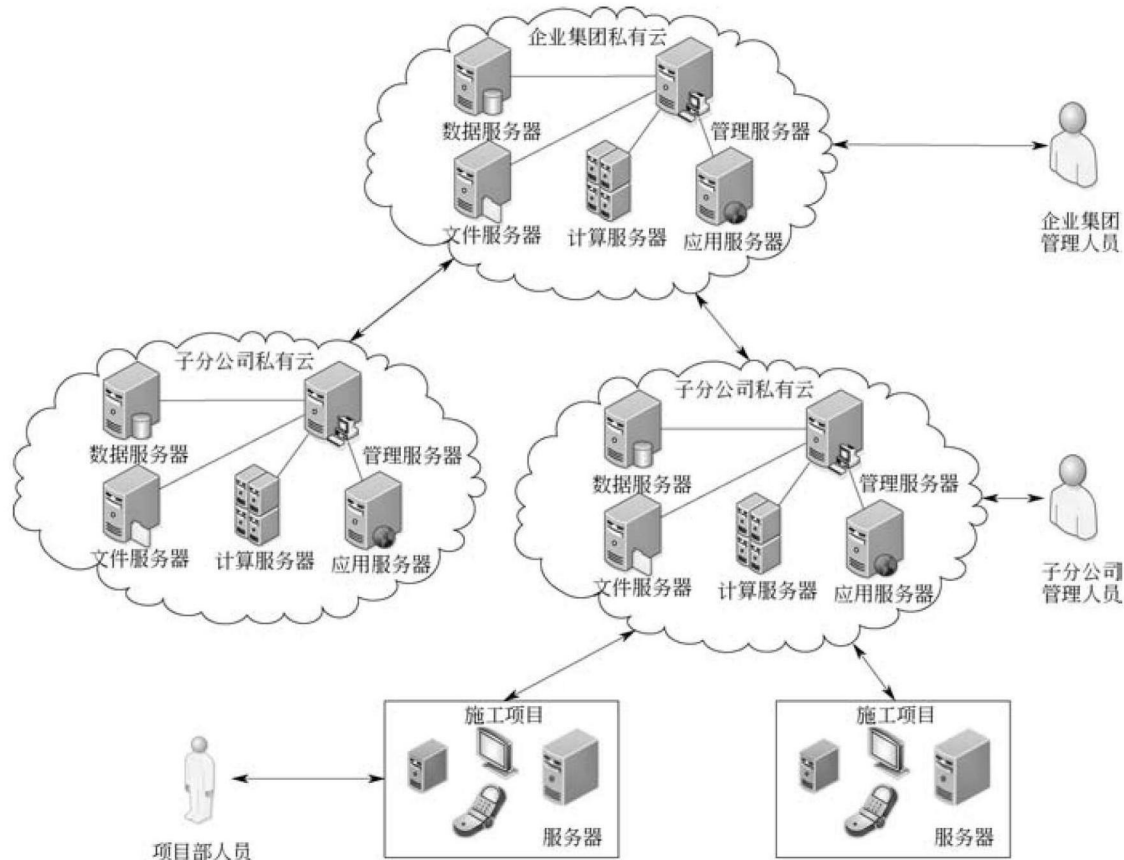


图2 物理结构设计

(1) 企业集团和子分公司可自行在虚拟计算机集群中搭建应用服务器、文件服务器和虚拟机计算集群，采用管理服务器统一调配部署在各地的应用服务器，对用户访问和数据存储、通信进行统一调配和管理。

(2) 企业集团节点主要集成各子分公司数据，对各分公司进行统一管控，实现统一的数据集成、沉淀与大数据分析挖掘，为智能化决策管理奠定基础。

(3) 子分公司可根据子分公司管理需求，建立子分公司节点，实现子分公司自有数据和上报企业集团数据的统一管控，从而既可保证在分公司对项目的统筹管理，也可以方便地控制数据访问权限，确保数据安全。

(4) 施工项目节点可根据项目需求直接采用子分公司节点，还是建立项目级服务器，以保证每日现场模型变更、数据缓存分析等功能的实时快速响应。施工现场人员可通过手机端、Web端等与项目服务器交互，施工项目节点通过因特网与子分公司节点实现相互集成。

3.3 数据分布存储的影响因素

本研究 BIM 平台采用多层次云节点的物理结构，为保证数据安全和使用方便，需从以下方面对数据分布存储策略进行分析和考虑，结合实际需求选择相应的存储策略。

(1) 数据量与传输效率：当项目部网络环境不佳，传输数据速度较慢时，若将工程数据全部存储于子分公司，由于网络传输效率限制，项目部可能无法及时获取数据，因而可能影响日常管理。

(2) 数据安全：每个项目均有部分涉密数据，此类数据必须通过权限设置和加密的策略保证其数据安全。相对而言，项目部人员流动大，安全性差，因此易流失、保密要求高的数据宜存储于子分公司节点。

(3) 数据访问频率：对实时采集、动态监测类的的数据，其写频率非常高，且子分公司对其关注度较

低,可存储在项目部节点,定期传输至子分公司。对各项目间的共性数据,若使用频率不高,则也没有必要在项目部保存副本,使用时向上级节点请求即可,而对项目部需高频访问的子分公司数据,则需在项目部保留副本。

4 总结与讨论

工程建设企业具有项目分部地域广、项目现场条件恶劣等特点,使得数据集成、共享困难,同时各企业均已建立和使用着大量的信息化系统,基于 BIM 与云计算技术实现企业各类信息系统的集成以及各子分公司及项目部的数据交换、共享,可为企业大数据积累、工程经验知识积累提供有力支撑,实现基于数据的科学管理和决策。本文通过分析典型工程建设企业的信息化建设现状及问题,总结归纳了企业 BIM 平台的基本需求和架构特征,并建立了企业 BIM 平台架构,为企业研发和建立基于云的 BIM 平台奠定了坚实基础。

参 考 文 献

- [1] 张洋. 基于 BIM 的建筑工程信息集成与管理研究 [D]. 北京: 清华大学, 2009.
- [2] National Institute Of Building Sciences. United States National Building Information Modeling Standard Version 1 - Part 1: Overview, Principles, and Methodologies [EB/OL]. [2013.10.17] http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSv1_pl.pdf.
- [3] 李永奎. 建设工程生命周期信息管理 (BLM) 的理论与实现方法研究 [D]. 上海: 同济大学, 2007.
- [4] Laakso M, Kiviniemi A O. The IFC standard: A review of history, development, and standardization, information technology [J]. Journal of Information Technology in Construction, 2012, 17 (9): 134-161.
- [5] 赵昕, 马智亮, 张建平, 等. 中国建筑施工行业信息化发展报告 (2014) BIM 应用与发展 [M]. 北京: 中国城市出版社, 2014.