

第二章：BIM体系架构及相关标准



清华大学土木工程系 胡振中 副教授

huzhenzhong@tsinghua.edu.cn <http://www.huzhenzhong.net>

2017年9月24日

第二章：BIM体系架构及相关标准

- 2.1 支撑BIM的四个要素
- 2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构
- 2.3 国际BIM标准
- 2.4 中国BIM标准

第二章：BIM体系架构及相关标准

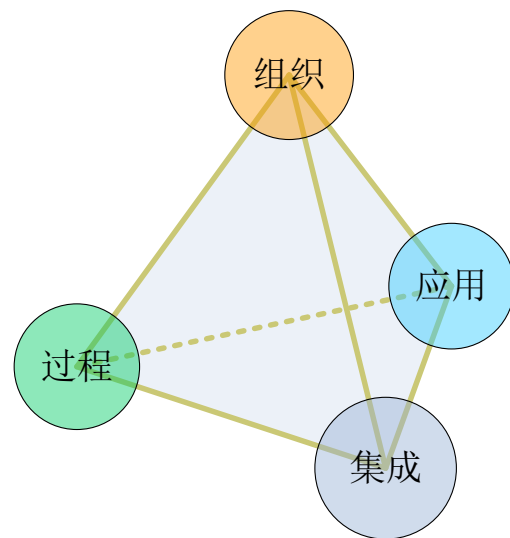
- 2.1 支撑BIM的四个要素
- 2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构
- 2.3 国际BIM标准
- 2.4 中国BIM标准

2.1 支撑BIM的四个要素

■ BLM体系的四面体模型

- **组织要素**：实现BLM的组织管理模式及组织内的成员角色
- **应用要素**：支持BIM信息创建的专业软件系统
- **过程要素**：在建筑生产过程中的工作流和信息流
- **集成要素**：将不同阶段不同应用产生的BIM信息进行集成，形成面向建筑生命期的BIM信息

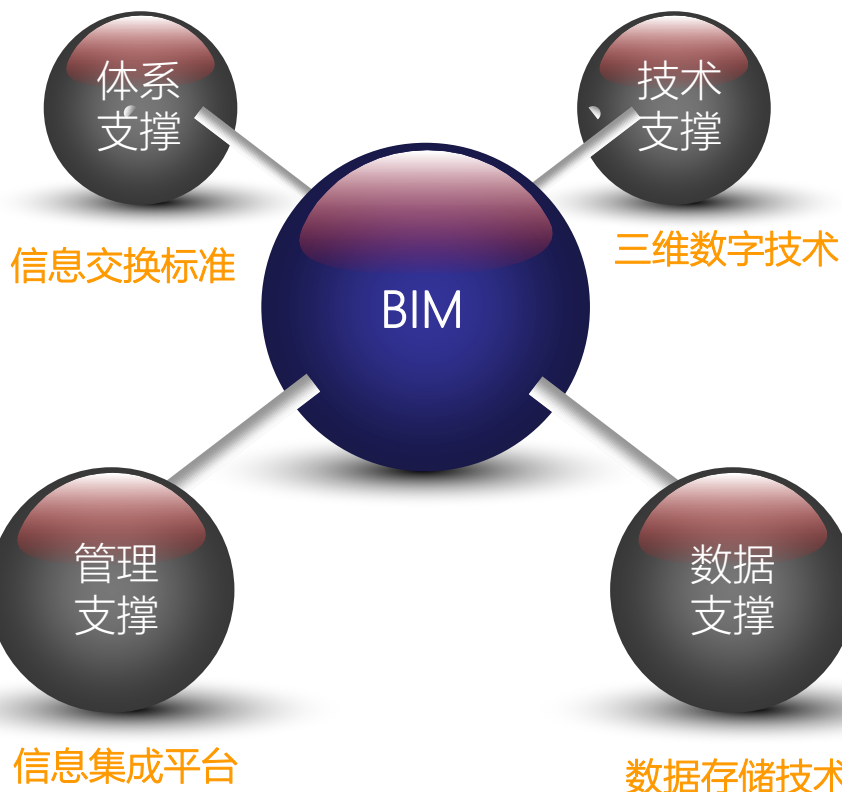
四个要素之间相互关联，互相影响



2.1 支撑BIM的四个要素

体系支撑

- BIM的重要特性就是信息的交换与共享，其基本条件就是对信息标准化表达，使信息交换双方对数据的语义信息的理解达成一致。IFC是当前主导的BIM技术标准



技术支撑

- BIM的创建必须基于3D模型的设计方式，建立3D建筑模型与工程信息的集成机制

管理支撑

- BIM具有单一工程数据源特征，随着工程进展不断扩展、集成数据，最终形成完整的信息模型，必须建立一个BIM数据集平台，实现模型数据的保存、提取、集成、跟踪和扩充

数据支撑

- BIM具有数据类型复杂、数据量大、数据关联多等特点，需要研究基于IFC的数据存储技术，建立基于多维数据结构的BIM数据库

第二章：BIM体系架构及相关标准

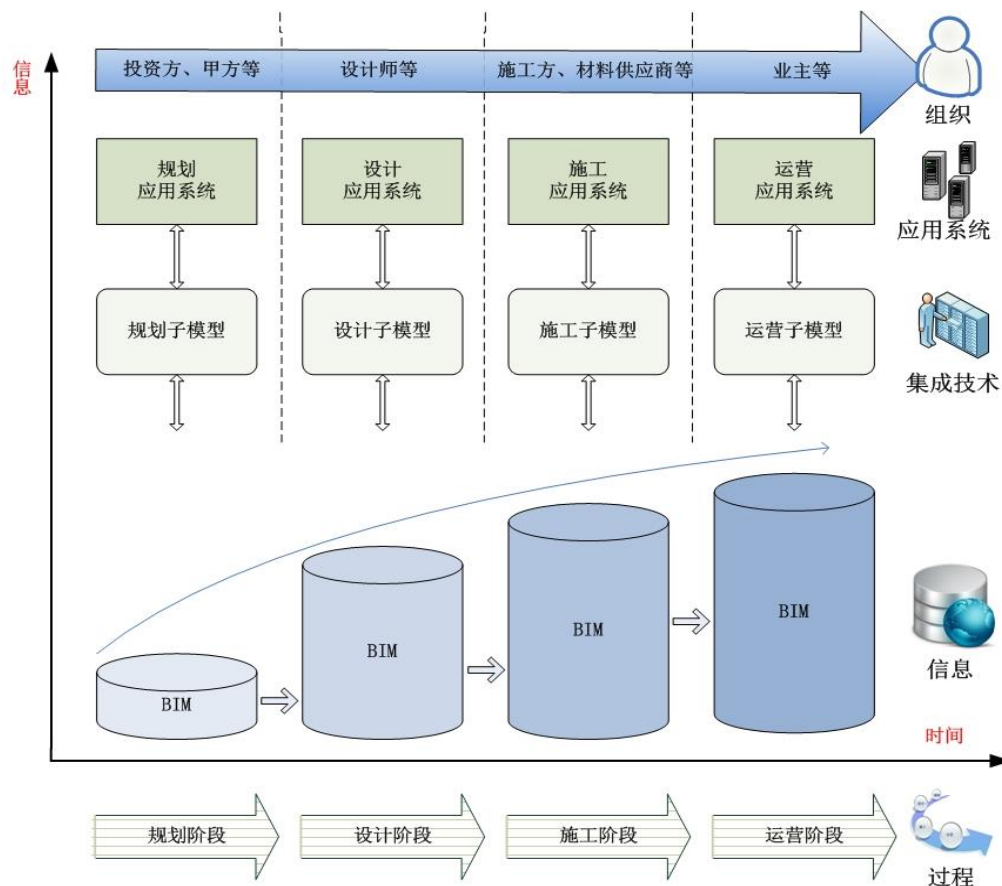
- 2.1 支撑BIM的四个要素
- 2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构
- 2.3 国际BIM标准
- 2.4 中国BIM标准

2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构

- BIM的建立实际上是对建筑生命期工程数据的积累、扩展、集成和应用过程

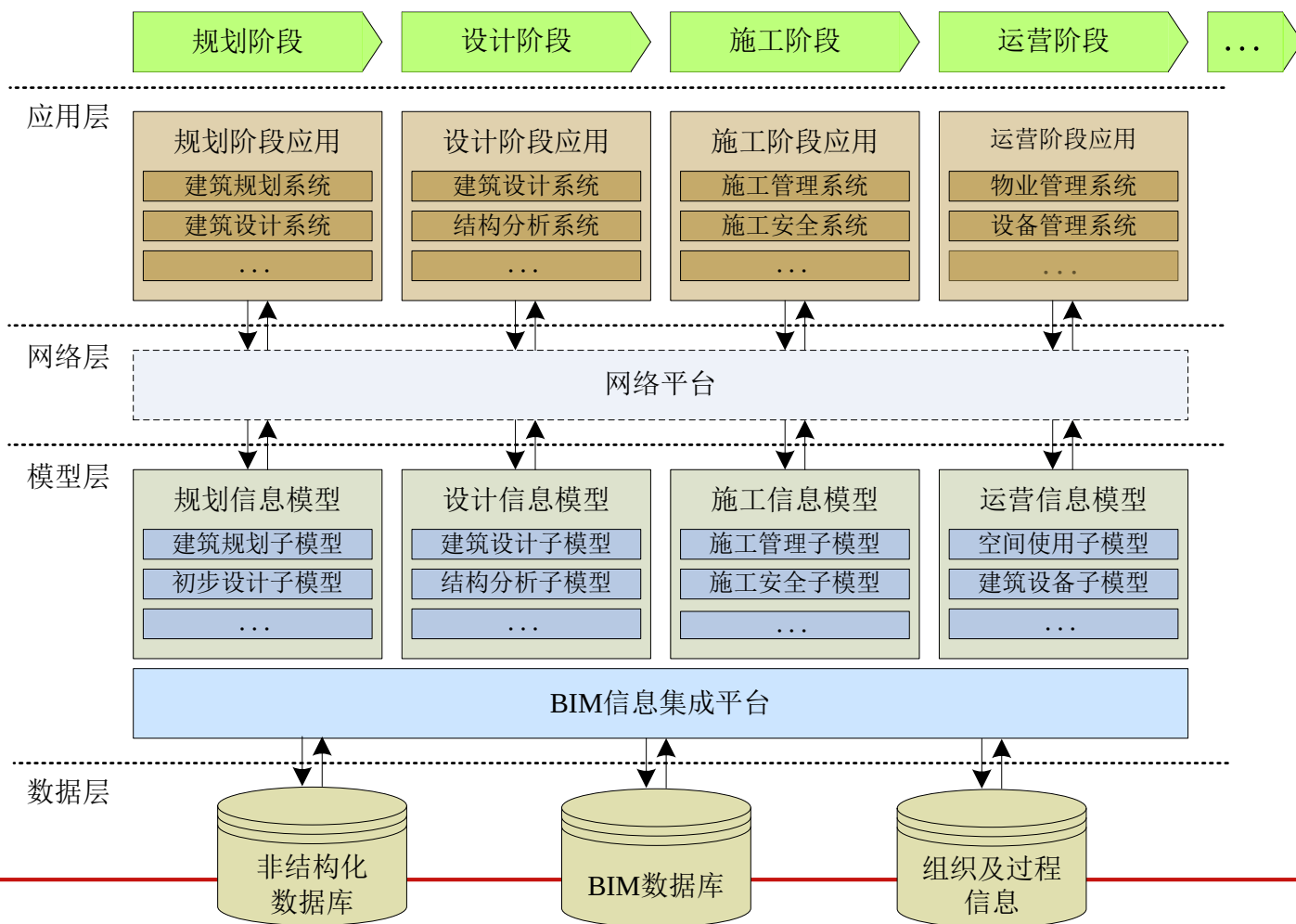
基本思路

- 是随着工程项目的进展和需要分阶段创建BIM，即从不同阶段，针对不同的应用建立相应的子信息模型
- 各子信息模型能够自动演化，通过对上一阶段模型进行数据提取、扩展和集成，形成本阶段信息模型，最终形成面向建筑生命期的完整信息模型



2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构

■ 基本架构



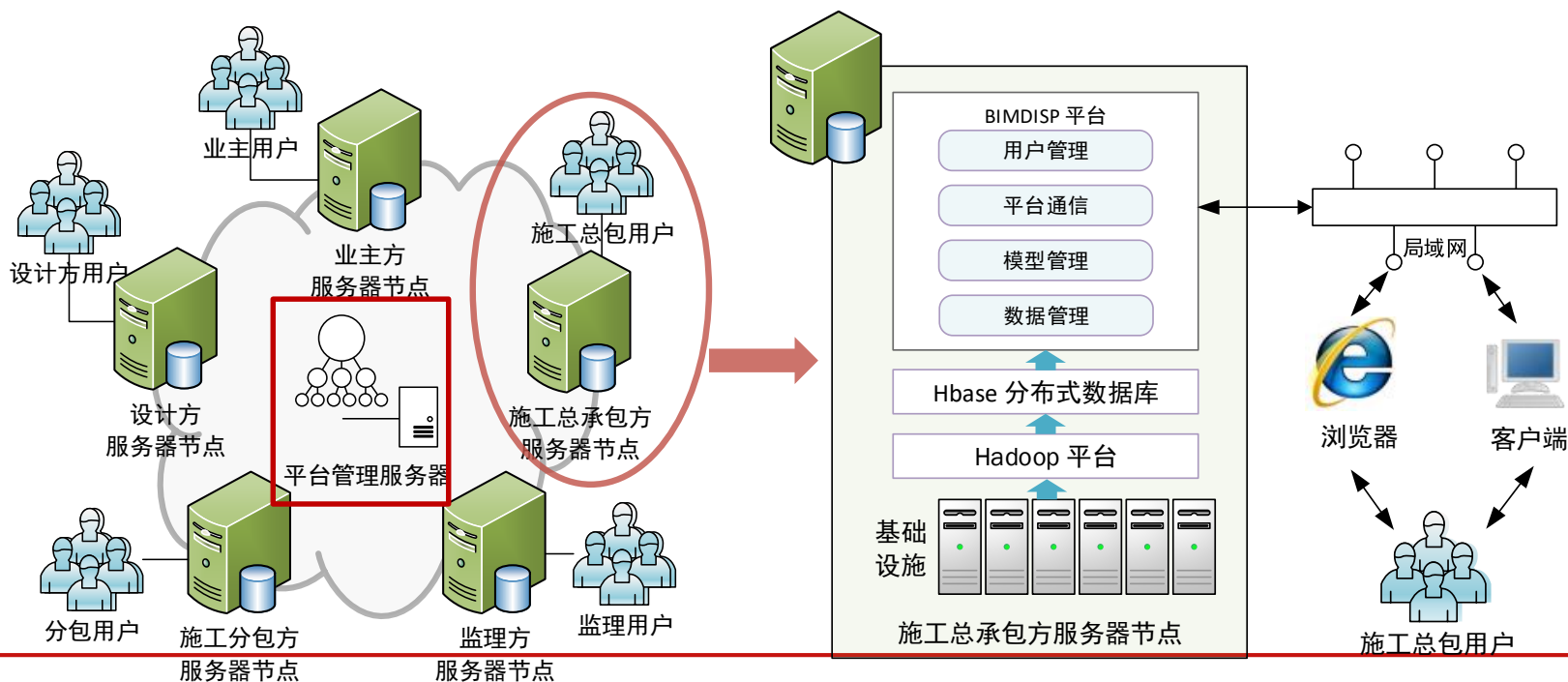
2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构

- **数据层**：数据层利用工程数据库存储和管理所有BIM数据，数据库可利用Oracle 或SQL Sever等关系型数据库创建
 - BIM的信息描述是基于对象模型，而关系型数据库则用二维表的数据结构存储数据。通过建立对象数据模型与关系型数据模式的映射关系，实现从对象模型到关系型数据之间的转换
- **模型层**：通过BIM数据集成平台，实现BIM模型数据的保存、提取、集成、跟踪和扩充，针对建筑生命期不同阶段和应用，生成相应的子信息模型
 - 子信息模型可以是面向阶段层面的阶段信息模型
 - 也可以是针对某个应用主题的子信息模型
- **应用层**：通过网络技术支持项目各参与方分布式的工作模式，基于相应的阶段信息模型或应用子信息模型，获取所需要的模型数据，支持基于BIM技术的各种应用系统的运行和数据共享

2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构

■ 基于云计算技术的BIM集成平台：结构

- 各参与方建立数据节点，分布存储其所需的BIM数据
- 所有节点通过互联网连接，形成私有云平台
- 通过BIM子模型的集成和数据融合，按其逻辑结构集成各参与方分布存储的模型，形成完整BIM



2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构

■ 基于云计算技术的BIM集成平台：关键技术

建模技术

- 分阶段递进式BIM建模技术

子模型技术

- 子模型视图
- 基于规则集的MVD定义方法
- 子模型提取
- 子模型集成

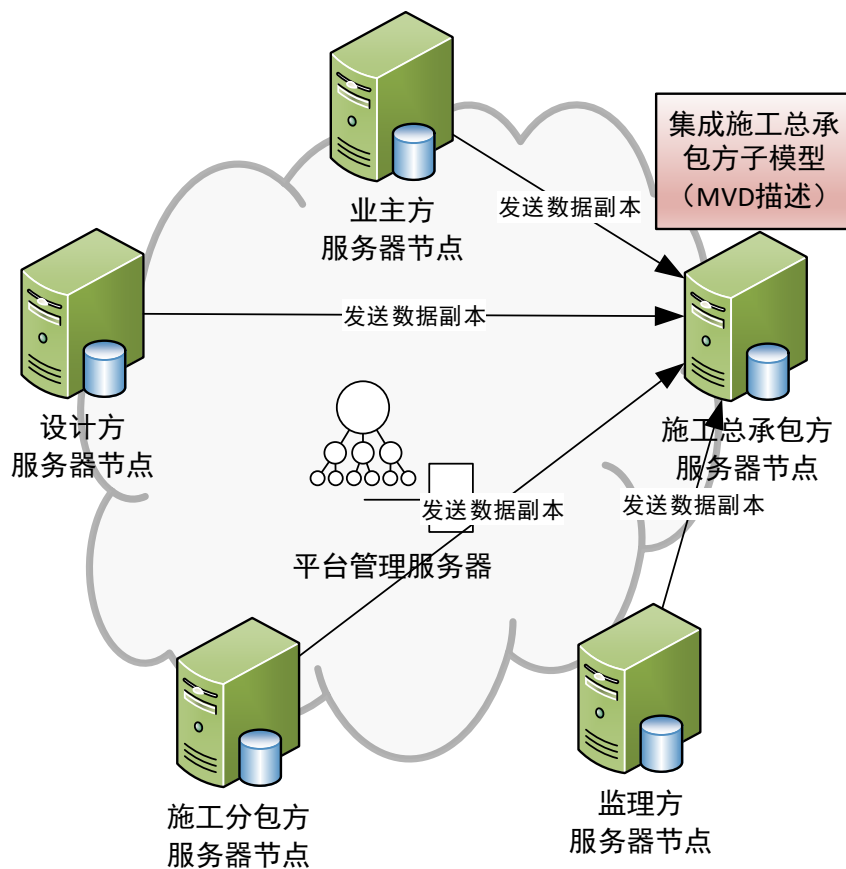
分布式存储技术

- 基于Hbase的分布式数据库
- 半结构化BIM模型存储技术

云BIM集成技术

2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构

■ 多参与方共享模式



- 参与方**产生的**数据存储**本方**服务器节点中
- 系统预定义共享模型MVD，规定共享模型的范围
- 参与方可以增大本方数据共享的范围
- 各参与方共享的模型构成**全局共享模型**
- 参与方节点还存储其他参与方共享的数据中**符合本方需求 (MVD)** 的数据，形成参与方子模型
- 参与方子模型通过节点之间的**数据推送**机制实现**集成和更新**

2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构

□ 数据一致性机制

- 多参与方间数据一致性

关于一致性的一般规定

协议1：数据的生产方拥有该数据的HOST权限，可以进行写操作

协议2：一项数据的HOST权限只有一个，其余为GUEST权限，不能进行写操作

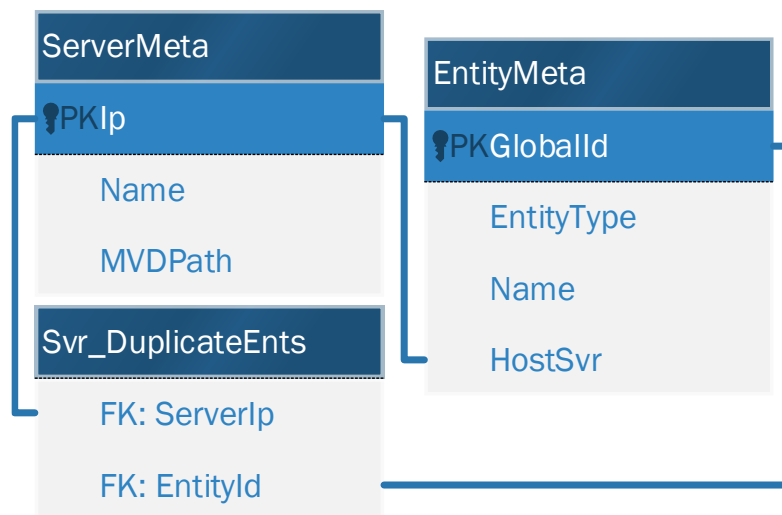
协议3：HOST权限对数据的错误负全部责任，数据的HOST权限可以转移给其他参与方

上述协议框架保证了对象级别的IFC数据（可交换IFC实体）在多服务器-分布式环境中的**数据源唯一性**，通过控制对象的读写权限以及建立更新机制，可保证数据的**最终一致性**

2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构

□ 全局数据索引

- 在平台管理服务器上建立**全局索引服务**，通过记录与维护模型对象的**元数据**，**存储位置**和**权限**，实现对象级别的全局数据索引
- 对于多参与方共享的模型对象，在系统中存在多个副本，全局索引服务同时记录对象的主，副本位置，进而为数据的一致性维护提供支持



● 模型元数据

- 全局唯一标识：
GlobalId
- 实体类型：
EntityType
- 实体名称：
Name

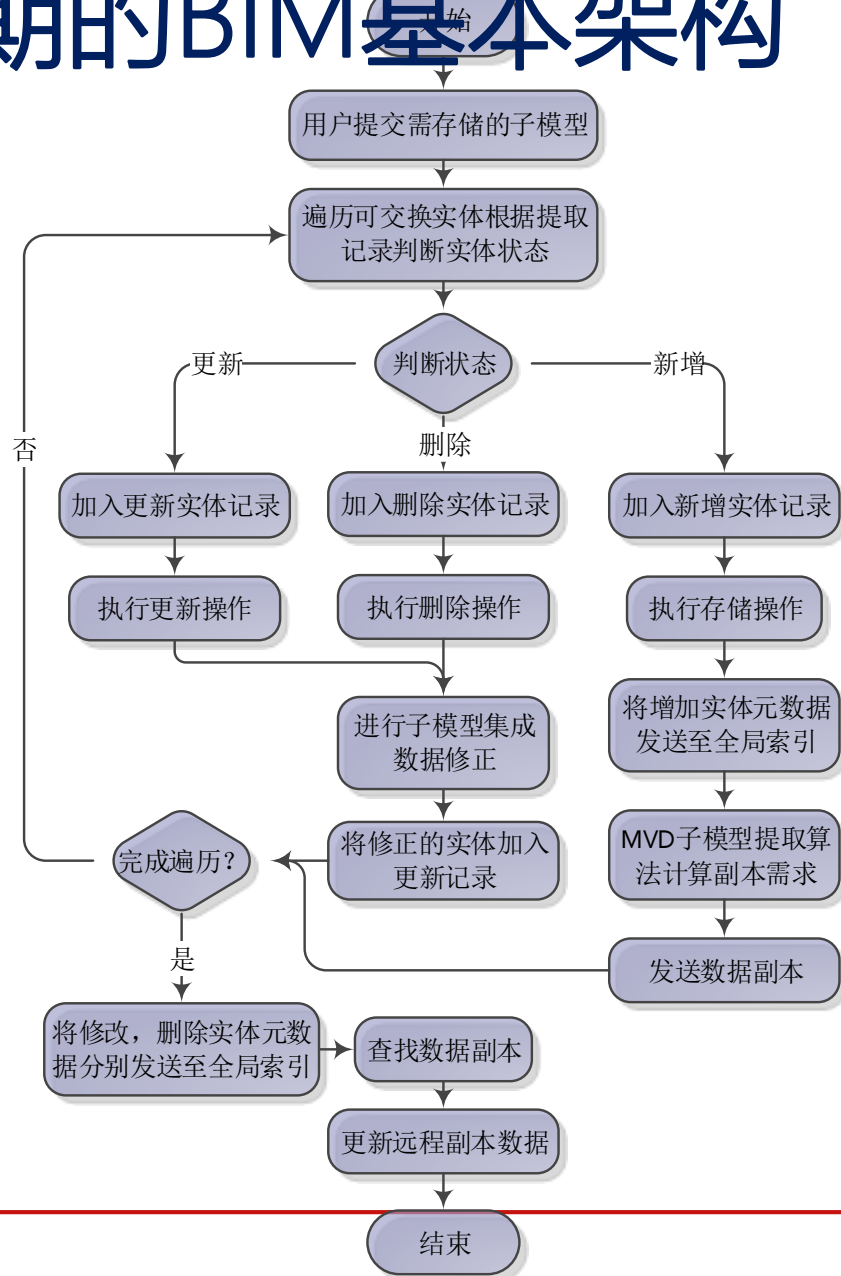
● 服务器元数据

- 地址：Ip
- 名称：Name
- MVD存储位置：
MVDPath

2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构

□ 数据推送逻辑

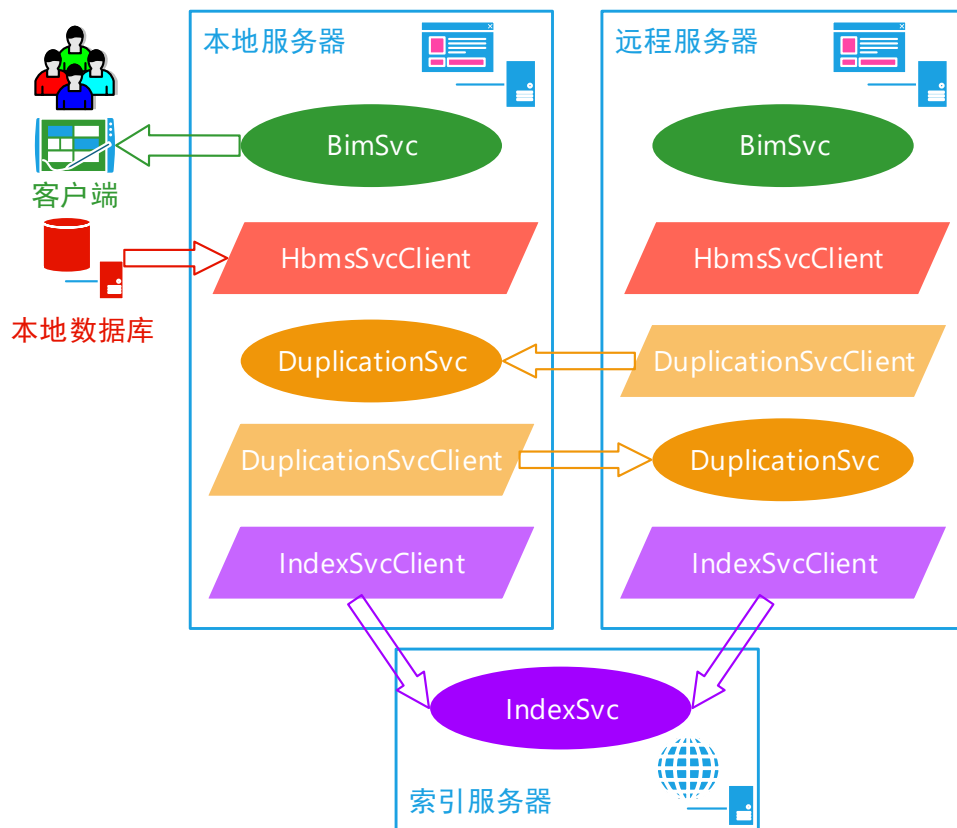
- 模型存储过程分析
- 新增实体处理
- 更新、删除实体处理
- 更新实体索引信息
- 副本位置获取
- 数据发送与接收
- 远程数据更新



2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构

□ 数据推送服务

● 服务部署及调用方式



<<Interface>>

IBimSvc (用户服务)

UploadData(FileMsg)
SaveWithoutShare
SaveAndShare

UploadMvd(FileMsg)
Version

FileMsg DownLoadData(FileMsg)
ExtractModel

<<Interface>>

IDuplicationSvc(副本推送服务)

SendTRows(TRowMsg)
Add
Update
Delete

<<Interface>>

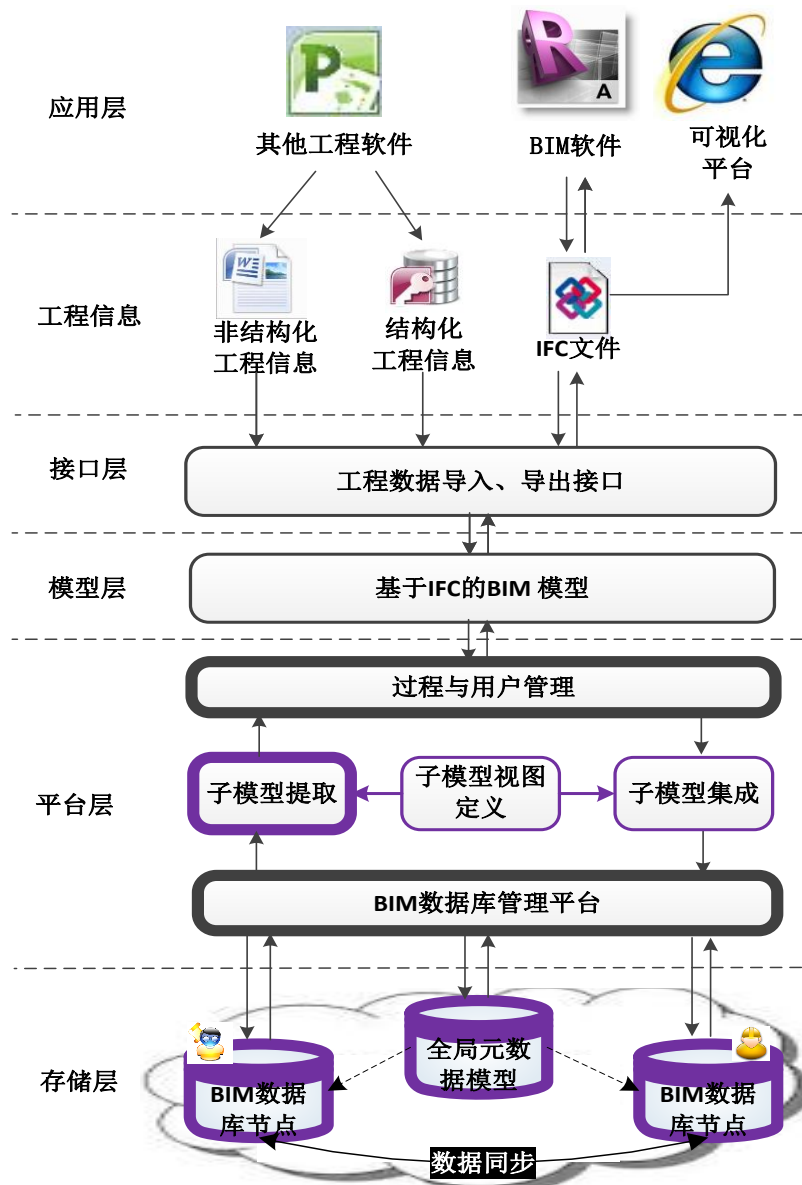
IIdxSvc (全局索引服务)

AddNewSvr(string)
UploadMvd(FileMsg)
Version
AddMetaAsHost(MetaMsg)
AddMetaAsDuplicate(MetaMsg)
DuplicateIdxMsg
UpdateMeta(MetaMsg)
DuplicateIdxMsg DeleteMeta(Ids)

2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构

□ BIMDISP平台架构

- 应用层
- 工程信息
- 接口层
- 模型层
- 平台层
- 存储层

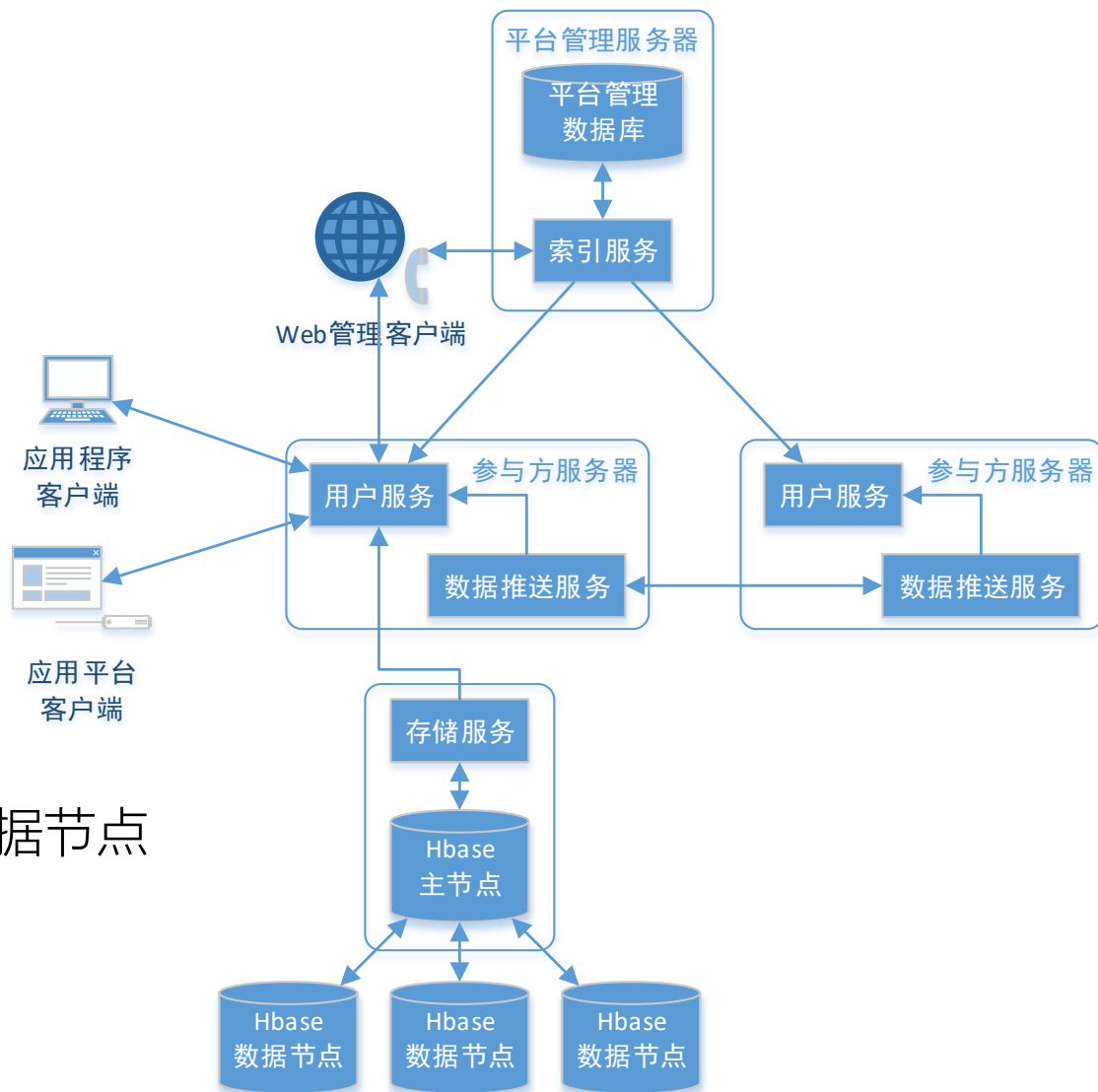


清华大学

2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构

□ BIMDISP平台部署

- 平台管理服务器
 - 索引服务
 - 平台管理数据库
- 参与方服务器
 - 用户服务
 - 数据推送服务
- 参与方存储集群
 - 存储服务
 - Hbase主节点、数据节点

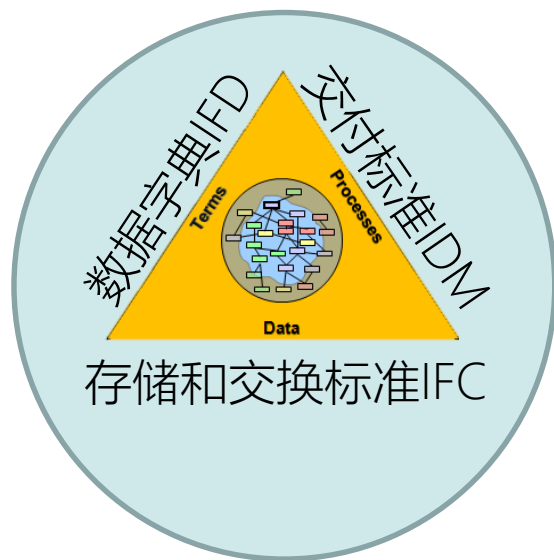


第二章：BIM体系架构及相关标准

- 2.1 支撑BIM的四个要素
- 2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构
- 2.3 国际BIM标准
- 2.4 中国BIM标准

2.3 国际BIM标准

基础标准



国际ISO标准

应用标准



2012年，美国国家BIM标准(NBIMS)第二版



2012年，英国建筑业BIM协议第二版



2010年，韩国建筑领域BIM应用指南



2012年，启动3部国家基础标准

2012、2013年分别启动2部国家应用标准

2.3 国际BIM标准

□ BIM基础标准

目的：对所需要交换信息的格式规范；对所交换信息的准确定义；对信息交换过程的描述

- 。 **建筑产品数据表达与交换标准：** IFC (Industry Foundation Classes)
 - 1997年，IFC最初由国际协同工作联盟IAI (International Alliance for Interoperability) 发布1.0版
 - 2012年，buildingSMART 发布了 IFC 4版本 (ISO 16739)
- **国际数据字典框架：** IFD (International Framework for Dictionaries)
 - IFC标准的建筑行业术语体系，建立不同语种、不同词汇的信息表述与IFC类型之间的映射关系，支持BIM信息准确的交换与共享
 - 更名为bsDD (buildingSMART Data Dictionary)
- **信息交付手册：** IDM (Information Delivery Manual)
 - 面向特定的业务流程和信息交换需求，指导BIM数据的交换过程信息 (ISO 29481)，目前各国组织编写了大量IDM以适应应用需求

2.3 国际BIM标准

■ 建筑业国际工业标准IFC

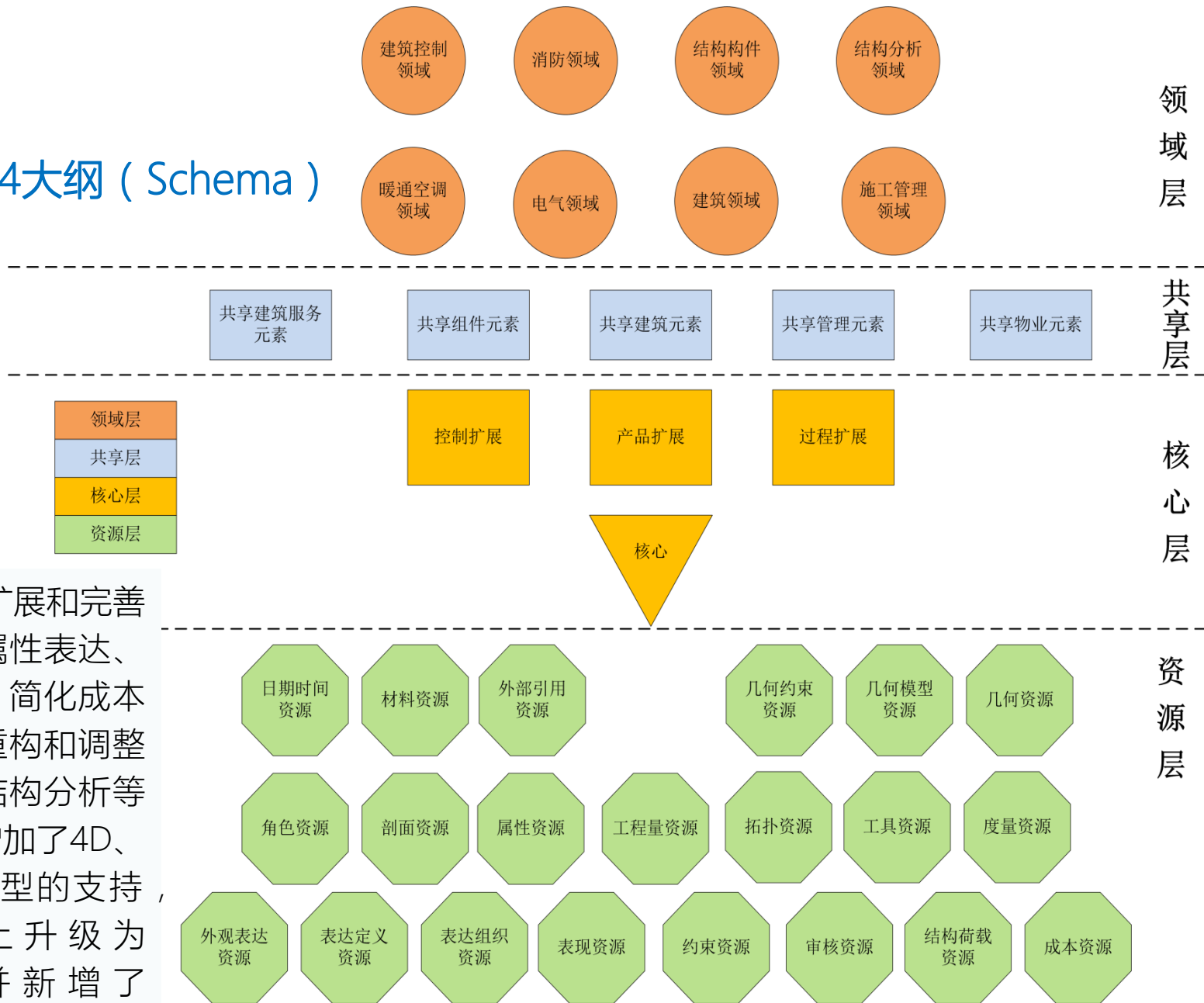
- 提供一个不依赖于任何具体系统的，适合于描述贯穿整个建筑项目生命周期内产品数据的中性机制，可以有效地支持建筑行业各应用系统之间的数据交换和建筑物全生命周期的数据管理
 - 统一的数据表达和传输标准
 - 不同系统之间实现数据交换
- IFC标准的描述
 - 提供建筑项目工程实施过程所处理的各种信息的描述和定义的规范
 - 使用“实体”（ ENTITY ）作为数据定义的基本元素
 - 通过实体对象的实例组成共享的工程模型，允许不同系统和人员共享模型中的数据

2.3 国际BIM标准

■ IFC大纲 (Schema)

- IFC大纲是IFC标准的主要内容，其中给出了IFC标准中各种实体的具体数据结构定义
- 组成——分为四个层次
 - **信息资源层**：定义模型的基本信息，如人员、属性、几何和拓扑信息等。将作为信息描述的基础应用于整个信息模型
 - **信息核心层**：定义了IFC模型的基本框架和扩展机制。在IFC模型中，除资源层类型外，所有实体类型均由核心层实体IfcRoot继承而来。核心层主要定义了各类模型元素的抽象父类型
 - **信息共享层**：表达模型的共享信息，可用于不同应用领域之间的信息交互
 - **领域层**：针对建筑行业不同领域的特点，定义各领域的专业信息。如建筑、暖通空调、电气、施工管理、物业管理等

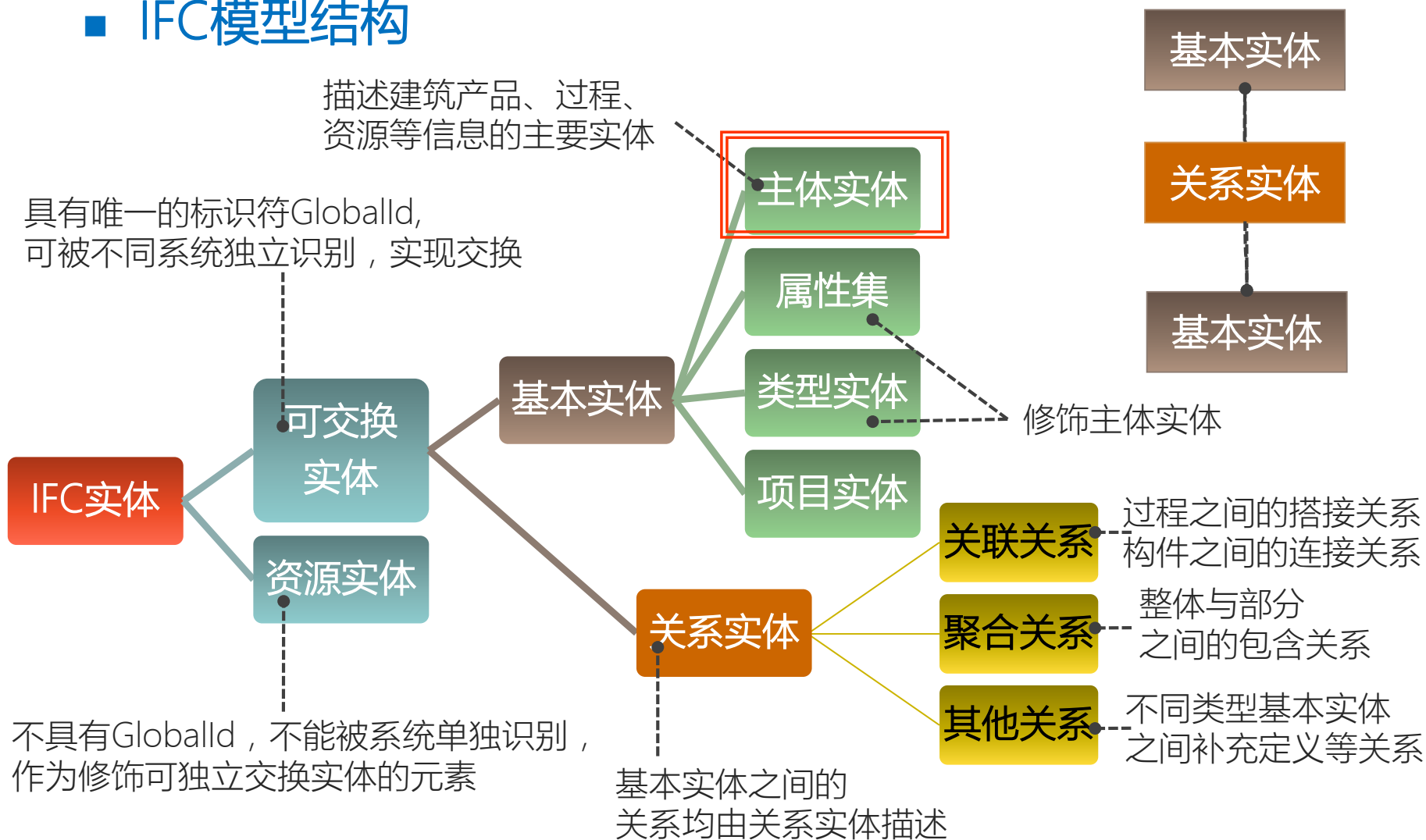
• IFC 4大纲 (Schema)



IFC 4版本：扩展和完善构件类型、属性表达、过程定义等；简化成本信息定义；重构和调整施工资源、结构分析等信息描述；增加了4D、GIS等应用模型的支持，数据格式上升级为 ifcXML4，并新增了 mvdXML

2.3 国际BIM标准

■ IFC模型结构



2.3 国际BIM标准

□ IFC研究

■ IFC模型解析

- 目的：BIM应用软件之间的IFC模型的导入和导出
- 研究：IFC模型结构、数据描述方式及扩展机制等
- 成果：
 - Autodesk、Bentley、Dassault、Trimble、广联达等厂商相关软件导出IFC格式文件
 - 清华大学：“**基于IFC标准的BIM数据集成与交换引擎**”，可将流行软件的IFC及非IFC的模型导入到自主开发的4D-BIM平台，形成施工BIM或运维BIM，并可导出其IFC模型

2.3 国际BIM标准

■ IFC的信息描述与关联机制

□ 1、基于属性集的信息描述与关联机制

➤ 属性集的概念

- 属性集，顾名思义是属性的集合，对事物及概念的描述可以通过一条条属性存放于属性集中。属性集提供了一种扩展信息描述的灵活方式

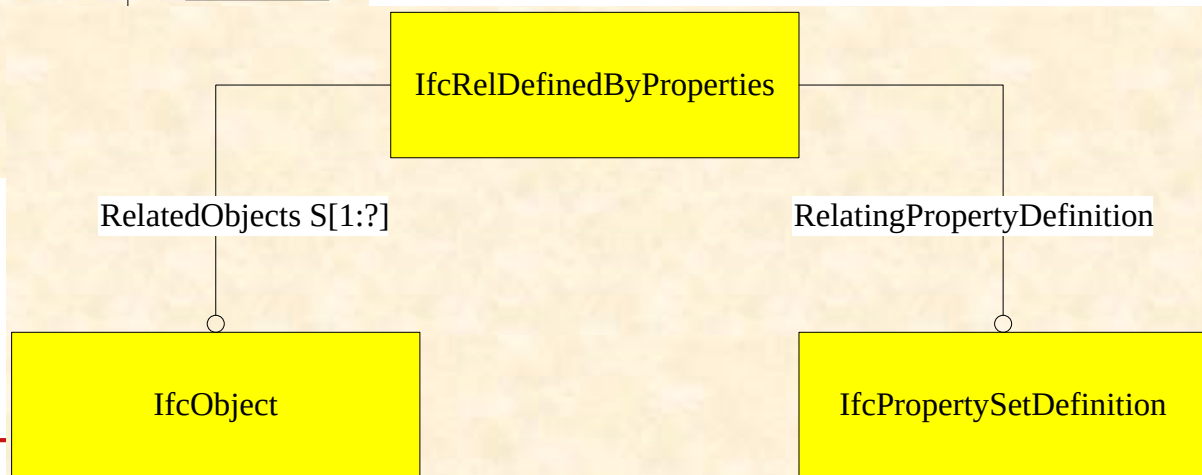
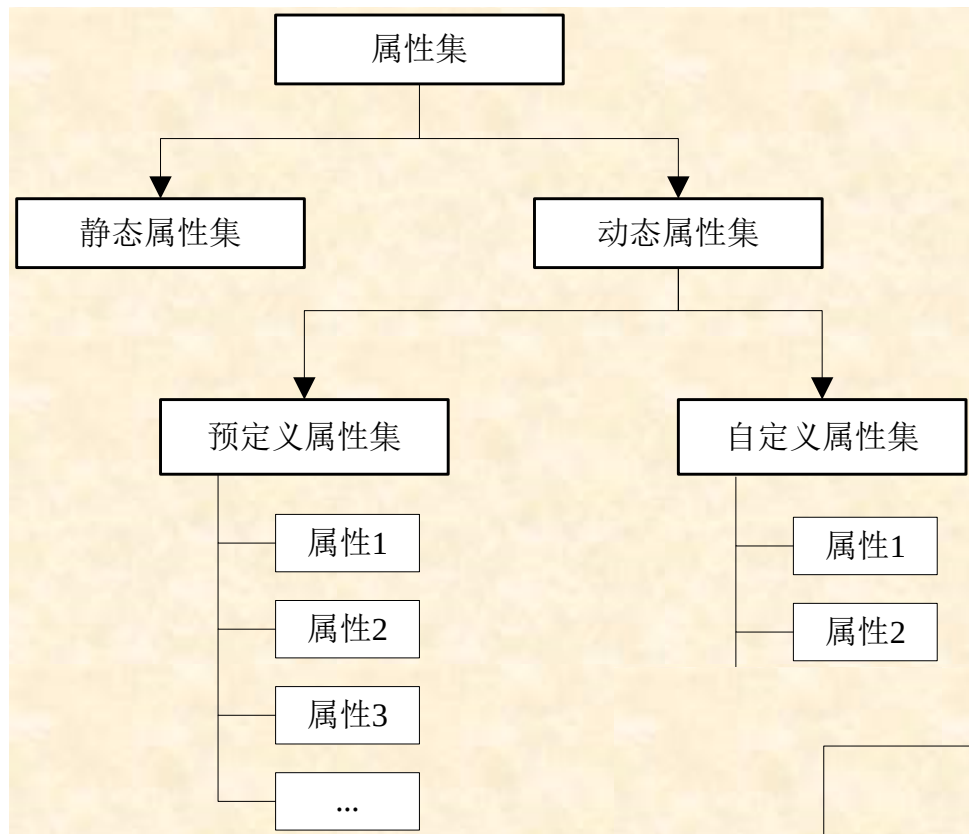
➤ 信息描述与关联机制

- 通过IfcRelDefinedByProperties关系实体将IfcPropertySetDefinition描述的信息与IfcObject关联

➤ 适用范围及特点

- 按需集成
- 动态扩展
- 辅助信息描述
- 易冲突、不易识别

2.3 国际BIM标准



2.3 国际BIM标准

■ 2、基于类型实体的信息描述与关联机制

➤ 类型实体的概念

- 类型是具有共同特征的事物所形成的种类。类型实体则是用来存储类型信息的实体

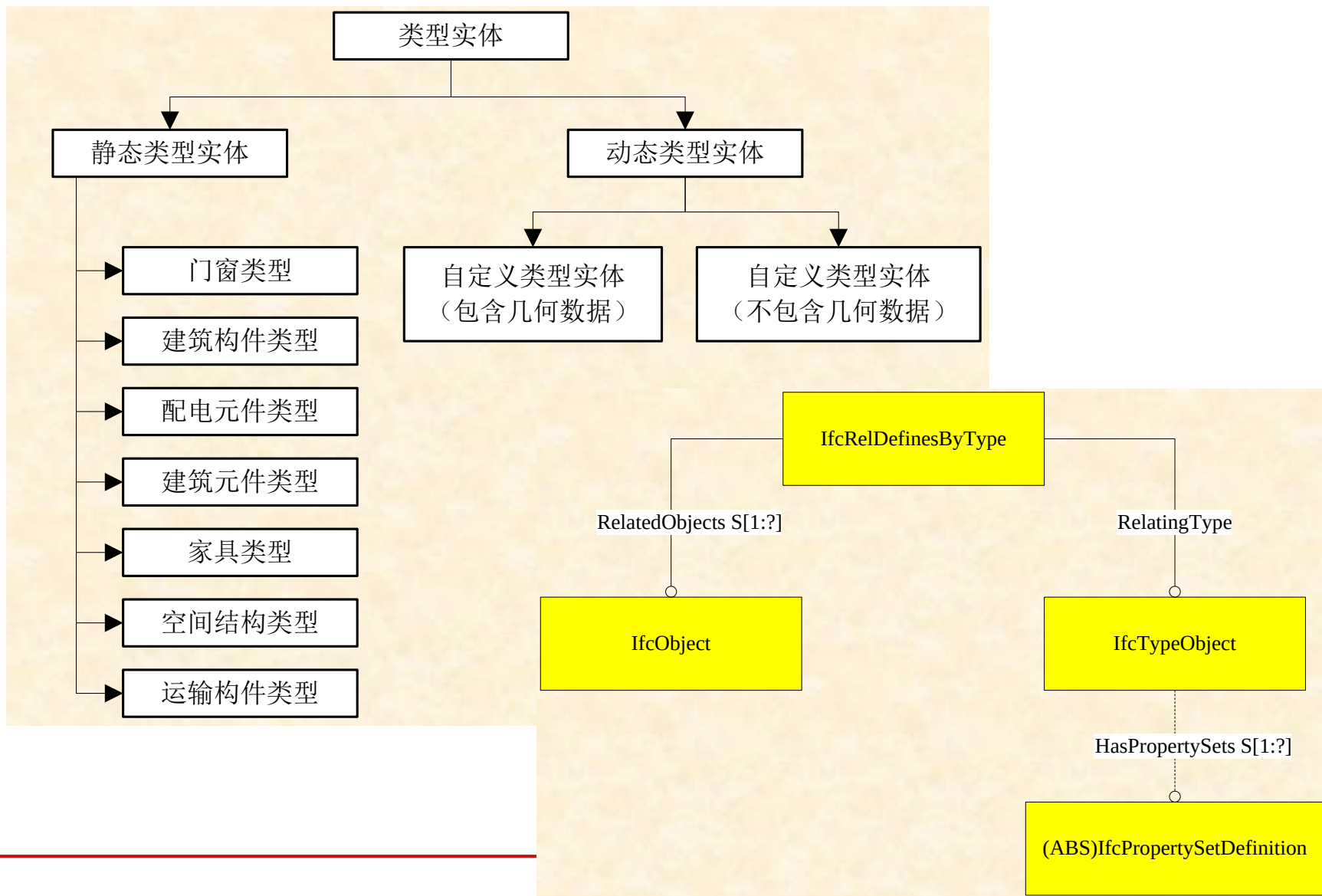
➤ 信息描述与关联机制

- 通过[IfcRelDefinesByType](#)关系实体将类型信息与IfcObject关联

➤ 适用范围及特点

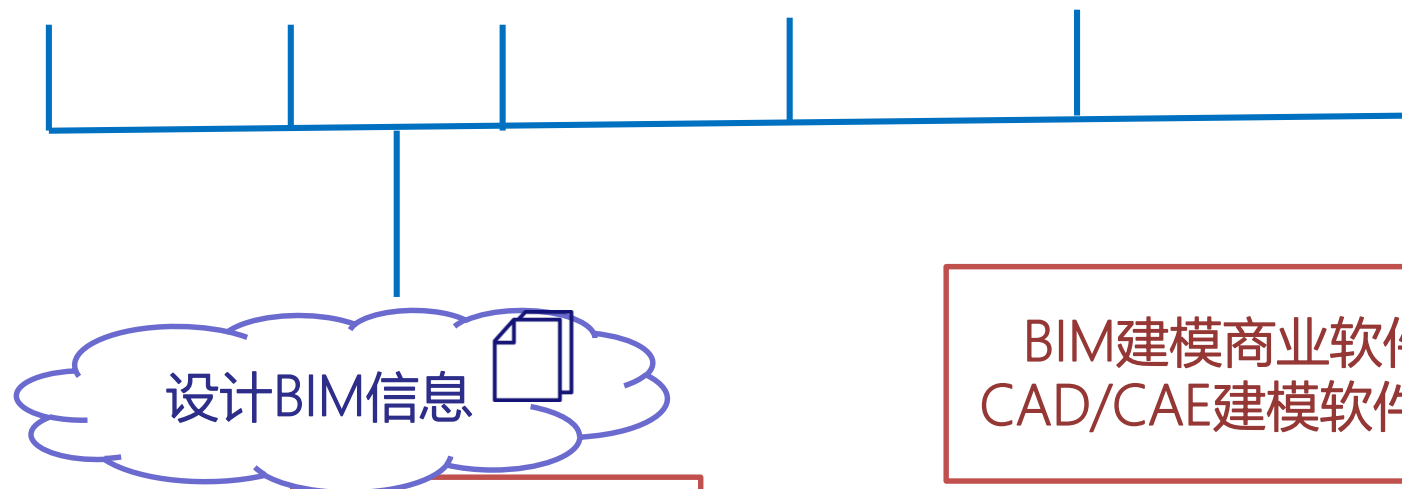
- 继承属性集的信息集成特点
- 动态定义
- 单一入口
- 可独立使用

2.3 国际BIM标准



2.3 国际BIM标准

广州地铁施工BIM应用：设计BIM集成（多个设计方和施工方BIM建模）



BIM建模商业软件、
CAD/CAE建模软件众多



均占有一定的市场份额

2.3 国际BIM标准

各主流建模软件



...



IFC

3dxml

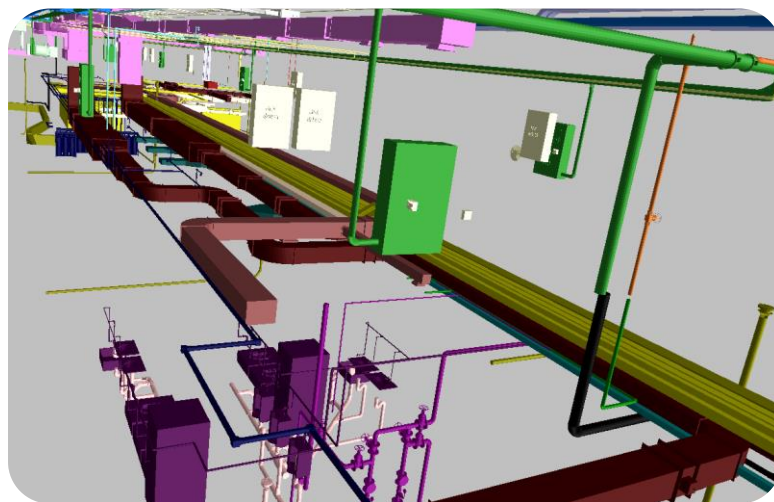


建筑信息文件

广州地铁BIM
施工管理平台



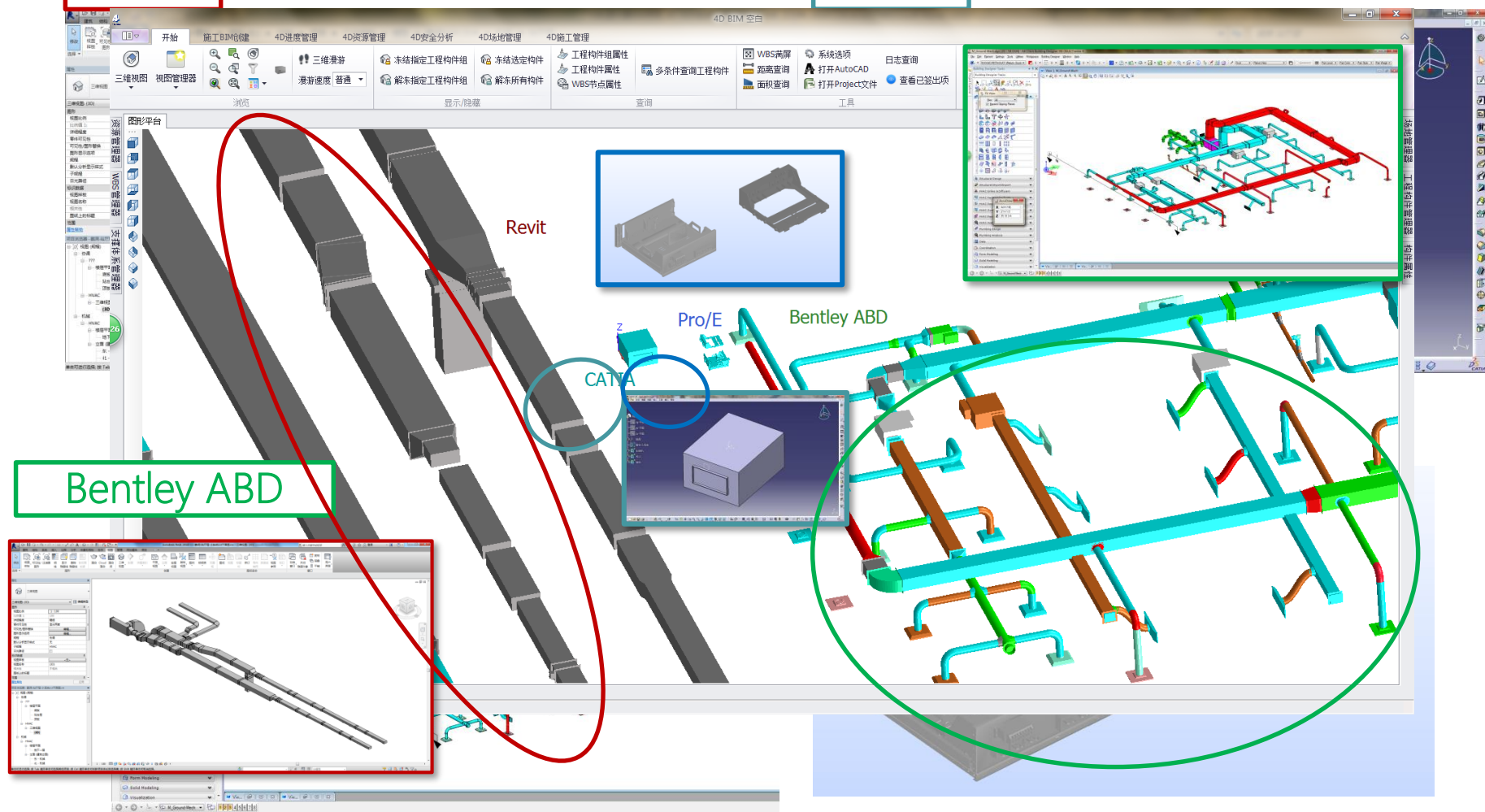
4D-BIM



2.3 国际BIM标准

Revit

CATIA



2.3 国际BIM标准

□ IFC研究

■ IFC扩展

- 目的：扩展IFC实体及信息描述，拓展应用范围和领域。
- 研究：IFC的模型信息的扩展机制
 - 实体扩展机制
 - 基于IfcProxy实体的扩展、通过增加实体定义的扩展
 - 属性集扩展机制
 - 静态属性集以IFC实体属性的方式定义、动态属性集则是通过IfcPropertySet实体表示
- 成果：
 - 《建筑施工IFC数据描述标准》：扩展建筑施工IFC实体91个、IFC属性集126条
 - 中国铁路联盟正在编制《铁路工程IFC数据描述标准》
 - 成都勘探设计院正在编制《基于IFC的水电工程基础信息数据标准》

2.3 国际BIM标准

- IFC-Based Graphic Information Model
- IFC-based Unified Information Model for structural analysis
- IFC-based MEP Information Model

INDUSTRIAL APPLICATION

Development and Implementation of an Industry Foundation Classes-Based Graphic Information Model for Virtual Construction

Jianping Zhang, Fangqiang Yu & Ding Li

Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing, China

&

Zhenzhong Hu*

Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing, China; Graduate School at Shenzhen, Tsinghua University, Shenzhen, Guangdong Province, China

Abstract Virtual Construction (VC) applications encounter difficulty in sharing and exchanging information with one another due to the long periods of interoperability limitation. To address these issues, an Industry Foundation Classes-based graphic information model (IFC-GIM) is developed according to the exchange requirement of VC, and using the representations of three models in the IFC schema and its extension by defining the dynamic property set and properties for annotation. The three models include the physical object model, the construction information model, and the realistic model. An OpenGL-based VC platform is developed and applied to a 440-m-high building to implement the IFC-GIM. The results demonstrate that the proposed IFC-GIM lays the foundation for data sharing and exchange among VC systems and other IFC-compliant applications, which, in turn, significantly reduces the modeling effort for VC and increases the value of VC results. Furthermore, animation is applied to simulate construction activities by the VC platform in addition to color and transparency, enhancing realistic feelings in 4D applications.

1 INTRODUCTION

Virtual Construction (VC) is a computer-aided construction and management approach that allows partic-

ipants to perform construction processes virtually using simulation technology (Lai and Kang, 2009). With VC, practitioners can identify problems that may occur in actual construction processes, enabling them to avoid these problems during actual construction (Ning and Tsai, 2010). VC helps construction managers improve efficiency, reduce costs and risks, and shorten the construction period (Waly and Thabet, 2003). However, due to its interoperability (Lu et al., 2009), VC applications encounter difficulty in sharing information with one another or with other applications in the architecture, engineering, construction, and facility management (AEC/FM) industry. As such, massive and professional modeling efforts are a challenge of applying VC, and VC results cannot be used directly in other applications. Data exchange uses a point-to-point conversion interface that entails a heavy workload and is difficult to extend to other applications. Thus, this article proposes a neutral interface for information sharing among VC platforms and other AEC/FM applications based on the Industry Foundation Classes (IFC) standard.

IFC is a neutral data format typically used within the AEC/FM industry to describe, exchange, and share information (BuildingSMART, 2011). It is widely adopted as a specification for product models in the AEC/FM industry, especially for building information modeling (BIM) (Fu et al., 2006). IFC presents building information by a set of predefined classes, including entities and types. For example, physical

Improving interoperability between architectural and structural design models: An industry foundation classes-based approach with web-based tools

Zhen-Zhong Hu^{a,*}, Xiao-Yang Zhang^a, Heng-Wei Wang^a, Mohamad Kassem^b

^a Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing, China
^b Technology Future Institute, Trent University, Midland, Ontario, Canada

ARTICLE INFO

Article history:
Received 25 March 2015
Received in revised form 16 December 2015
Accepted 5 February 2016
Available online 5 March 2016

Keywords:
BIM
Data Model
IFC
Model Conversion
Structural Analysis
Model

ABSTRACT

Medium and large construction projects typically involve multiple structural consultants who use a wide range of structural analysis applications. These applications and technologies have inadequate interoperability and there is still a dearth of investigations addressing interoperability issues in the structural engineering domain. This paper proposes a novel approach which combines an industry foundation classes (IFC)-based Unified Information Model with a number of algorithms to enhance the interoperability: (a) between architectural and structural models, and (b) among multiple structural analysis models (bidirectional conversion or round tripping). The proposed approach aims to achieve the conversion by overcoming the inconsistencies in data structures, representation logics and syntax used in different software applications. The approach was implemented in both Client Server (CS) and Browser/Server (BS) environments in mobile central and remote collaboration among geographically dispersed users. The platform was tested in four large real-life projects. The testing involved four key scenarios: (a) the bidirectional conversion among four structural analysis tools; (b) the comparison of the conversion via the proposed approach with the conversion via direct links among the involved tools; (c) the direct export from an IFC-based architectural tool through the Application Program Interface (API); and (d) the conversion and visualization of structural analysis results. All these scenarios were successfully performed and tested in four significant case studies. In particular, the conversion among the four structural analysis applications (ETABS, SAP2000, ANSYS and MIDAS) was successfully tested for all possible conversion routes among the four applications in two of the case studies (i.e., Project A and Project B). The first four steps of natural mode shapes and their natural vibration periods were calculated and compared with the converted models. They were all achieved within a standard deviation of 0.1 s and 0.2 s in Project A and Project B, respectively, indicating an accurate conversion.

© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

The multitude of disciplines, technologies and teams and the multi-phased and temporary nature of project in the construction industry make them very challenging environments for construction management and collaboration. Inadequate integration and interoperability are still affecting an economic burden and are often considered key factors inhibiting the diffusion of innovation systems in the design, construction and operation (DCO) industry. Within the structural engineering domain, building projects typically involve several consultants and engineers performing structural analysis utilizing different techniques and software applications. Structural analysis processes require them to

share very diverse set of information and data models. In the absence of integration solutions between various structural analysis technologies, this task is very challenging, time and resource consuming due to the amount of manpower required for re-modeling and resolving inconsistency and incompatibility issues. Therefore, it is of paramount importance to develop approaches and tools that can provide an efficient conversion of data models between such technologies with adequate quality and fidelity levels. Building Information Modeling/Model (BIM) technologies and workflows are increasingly adopted in the DCO industry. A BIM is a digital, parametric, intelligent and object-based representation of the physical and functional characteristics of a building creating a shared database and knowledge resource for project and building information (1). With the emergence of BIM, open and neutral data schemas were developed to enhance interoperability (2). Interoperability is considered a key factor in streamlining information flows between different disciplines and influencing the value proposition of BIM in industry (3).

* Corresponding author. Tel.: +86 18627892225.
E-mail addresses: hu@sem.tsinghua.edu.cn (Z.-Z. Hu),
zhangxyang@sem.tsinghua.edu.cn (X.-Y. Zhang), whw@sem.tsinghua.edu.cn (H.-W. Wang), mkassem@trentu.ca (M. Kassem).

Construction and facility management of large MEP projects using a multi-scale building information model

Zhen-Zhong Hu^a, Jian-Ping Zhang^{a,*}, Fang-Qiang Yu^a, Pei-Long Tian^a, Xue-Song Xiang^b

^a Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China
^b The Office of Kunming Changshui Airport Construction, Kunming 650211, China

ARTICLE INFO

Article history:
Received 30 March 2016
Received 1 June 2016
Accepted 17 July 2016

Keywords:
Construction management
Facility management
MEP
BIM
Multi-scale

ABSTRACT

Several challenges have been found in the current applications of building information modeling/model (BIM) technology in large-scale mechanical, electrical and plumbing (MEP) projects, such as the huge modelling workloads of MEP models and details, untapped potential in supporting cooperative construction management with multiple participants and insufficient functions for intelligent facility management. This paper proposes a multi-scale solution to address the insufficiencies of the current applications in the construction and facility management of MEP projects. Particularly, a practical multi-scale BIM consisting of several macro-, micro- and schematic-scale information models is described in detail with the required information of the MEP components according to the schema of industrial foundation classes. Based on this model, the paper presents a BIM-based construction management system to provide virtual construction series with appropriate scales for various participants to communicate and cooperate, as well as a BIM-based facility management system to share information delivered from previous phases and improve the efficiency and safety of MEP management during the operation and maintenance period. The application in a real-world airport terminal illustrates that the proposed model and two systems can support collaborative construction management and facility management with multi-scale functionalities among participants. This paper proposes a series of feasible models and techniques to promote BIM application in large MEP projects.

© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Mechanical, electrical and plumbing (MEP) engineering represent a substantial part of a building and directly influence operating efficiency, safety and energy utilization (1). MEP engineering may consist of more than 10 subsystems, including heating, ventilation and air conditioning (HVAC), power distribution, telecommunications, automatic control, fire protection, water supply and drainage. Each system is a complex combination of several components, such as equipment, pipes and wires, as well as a number of logic relationships among these components. Particularly for large public buildings such as airport terminals and railway stations, the installation of MEP systems accounts for 20%–30% of the total construction cost and covers more than 50% of the total duration during the construction process (2). In addition, MEP construction includes many interactive and parallel activities of multiple participants; thus, smooth communication and cooperation among these participants are essential for construction

management (CM). Compared with the construction process, the operation and maintenance period takes most of the time within the lifecycle and consequently incurs the highest cost. Among the maintenance tasks, the operation management of MEP components has a critical role, and the cost could account for up to 80% of the total cost (3). Building information modeling/model (BIM) systems provide all of the participants with a shared information source and several visualization platforms. BIM systems effectively assist managers in conducting collaborative CM. Furthermore, the application of BIM can provide managers with structured information to support the rapid querying of required information on MEP assets and 2D/3D virtual scenes for facility management (FM) (4).

Although the BIM concept has been proposed for many years, several studies on their applications to the CM and FM of large-scale MEP projects point out some deficiencies in the current practices. For example, inconsistent/time-consuming manual modelling is one of the deficiencies to limit BIM Model development (5) and

* Corresponding author.
E-mail address: zhangjp@tsinghua.edu.cn (J.-P. Zhang).

2.3 国际BIM标准

■ IFC的模型信息的扩展机制

□ 实体扩展

➤ 扩展机制

- 基于IfcProxy实体的扩展
- 通过增加实体定义的扩展

➤ 适用范围及特点

项目	基于IfcProxy实体扩展	通过增加实体定义扩展
易用性	容易	困难
版本兼容性	好	不宜保证
类型安全	类型不安全	采用早联编方式可以提供类型安全
工具箱支持	多数工具箱支持	少数工具箱支持
运行效率	略低	高

● 通过增加大量IFC实体来扩充IFC标准的应用范围。新增实体与原有实体建立关联的方法：

- 可以通过新扩展实体作为已有实体的子实体
- 通过关联实体建立实体

● 实体扩展按照如下步骤进行：

- 整理、归纳出所需扩展的实体对象
- 定义实体及相关属性信息
- 在IFC2x3检索实体对象相关的信息
- 建立新增实体对象的派生关系
- 建立该实体的关联关系

2.3 国际BIM标准

□ 属性集扩展

- 属性集扩展是IFC模型扩展的一种灵活、有效的方式
 - 静态属性集以IFC实体属性的方式定义，其属性通过IFC大纲静态的定义在属性集中，特定的静态属性集只能应用于特定的IFC实体
 - 动态属性集则是通过IfcPropertySet实体表示。动态属性集又可分为预定义属性集和自定义属性集。预定义属性集是IFC标准中已经存在的属性集，属性集的名字以“Pset_”为前缀
- 自定义属性集为用户根据信息交换的需求自行创建的属性集，在使用过程中需要定义方给出属性集相关信息的约定
- 属性信息需要同IFC实体建立关联才能实现信息的描述。属性集通过IfcRelDefinedByProperties关系实体实现与IfcObject建立关联

2.3 国际BIM标准

■ 基于IFC的BIM数据存储和管理

- 目的：解决基于IFC的BIM应用
- 研究：基于IFC的BIM数据库
- 成果：
 - IFC Model Server：基于关系数据库和IFC标准的BIM服务器，采用数据查询语言PMQL提取和修改信息
 - 清华大学4D-BIM数据库：通过研究IFC对象数据模型与关系数据库的映射关系，研发基于关系数据库和IFC的BIM数据库
 - 清华大学基于Hbase的分布式BIM数据库

2.3 国际BIM标准

■ IFD (International Framework for Dictionaries)

□ IFD的提出

- IFC中基于属性集的信息描述与关联机制具有易冲突、不易识别的缺点，其根源是属性集采用字符串作为标识。字符串是语义信息的表达，在描述同一概念时由于不同语种和不同表达而具有不确定性
- 当计算机处理属性集信息时，首先要通过属性集的名称识别属性集。由于属性集名称的不确定性，会出现即使属性集存在，计算机也无法确定的困境，进而影响计算机的自动化处理，造成数据的丢失、冲突

□ IFD的开发

- 1999年，IAI对信息交换中的术语规范开始了相应标准开发，形成建筑领域面向对象的信息组织框架，标准号ISO 12006-3

2.3 国际BIM标准

- ISO 12006-3定义了一个语言无关的数据模型，利用该模型可以开发用于存储和提供建筑工程信息的字典，并提供了将信息与分类系统、信息模型、对象模型和过程模型相关联的机制
- 2006年，正式启动的IFD是基于ISO 12006-3标准建立的术语库。IFD面向全球建筑工程领域，具有开放性、国际化和多语言的特点，作为对IFC的补充和扩展

□ IFD提供的功能

- 多种语言的翻译功能
 - 对任何概念的全局唯一标识
 - 对IFC模型扩展，包括属性集、属性的扩展
 - 存储术语和定义的数据库
- IFD库通过Web Services提供服务，应用程序可以调用API函数实现对IFD库的访问

2.3 国际BIM标准

□ IFD研究

- IFC 2x4a 版本开始全面支持IFD的使用。目前，美国、加拿大、挪威、荷兰及日本已经开始针对本国情况建立 IFD 库
- 我国可采纳 IFD 现有的技术框架，并基于该技术框架进行内容开发
- 目前我国的BIM编码标准，并没有针对建筑工程领域信息化的专门术语定义及属性集定义，这些信息尚未被整合归纳，形成规范标准

2.3 国际BIM标准

■ IDM (Information Delivery Manual)

□ IDM的提出

- BIM模型的构建贯穿于建筑工程的全生命期，是对建筑生命期工程数据的积累、扩展、集成和应用过程，时间跨度长、参与方众多、信息交换复杂
- 对这个过程的有效管理是实现BIM信息集成和应用的重要基础。IDM是针对信息提取与集成过程而提出的一种方法

□ IDM开发

- 2006年IAI组织提出了IDM，用于描述信息交换的过程信息
- IDM规范了信息交换过程项目参与方之间的信息流，提高了信息交换的质量，支持更加可靠和有效的IFC应用

2.3 国际BIM标准

□ IDM组成

- 过程图 (PM , Process Map) : 对过程的概述 , 包括实现过程的目的 , 与之相关的项目阶段以及过程包含的子过程
- 交换需求 (ER , Exchange Requirement) : 以自然语言描述过程需要的信息及信息源 , 以及过程的输出结果
- 功能单元 (FP , Functional Part) : 提供过程的技术实现细节 , 例如采用子模型视图MVD技术按交换需求提取或集成子模型

□ IDM研究

- 目前各国组织编写了大量IDM , 以适应应用需求
- 我国的BIM交付标准尚未涉及IDM内容
- 清华大学采用IDM和MVD技术 , 在自主开发的BIM集成管理平台中 , 实现了子模型的定义、提取、集成

2.3 国际BIM标准

□ BIM应用标准

- **美国**：2012年5月，美国建筑科学研究院NIBS (National Institute of Building Science) 发布了美国国家BIM标准第二版 (NBIMS v2)，较第一版，形成了较为完整的BIM标准体系
- **英国**：2012年，英国建筑业委员会 (AEC (UK) Committee) 发布了“英国建筑业BIM协议第二版” (AEC (UK) BIM Protocol v2.0)，规定了BIM实施方针。并基于该规范分别发布了针对Autodesk Revit、Bentley ABD、GRAPHISOFT ArchiCAD等BIM软件的具体版本
- **芬兰**：2012年3月，芬兰buildingSMART发布了“通用BIM需求” (Common BIM Requirements)
- **挪威**：2013年12月，挪威公共建筑机构Statsbygg 发布了“Statsbygg BIM手册1.21版” (Statsbygg - BIM Manual 1.21)

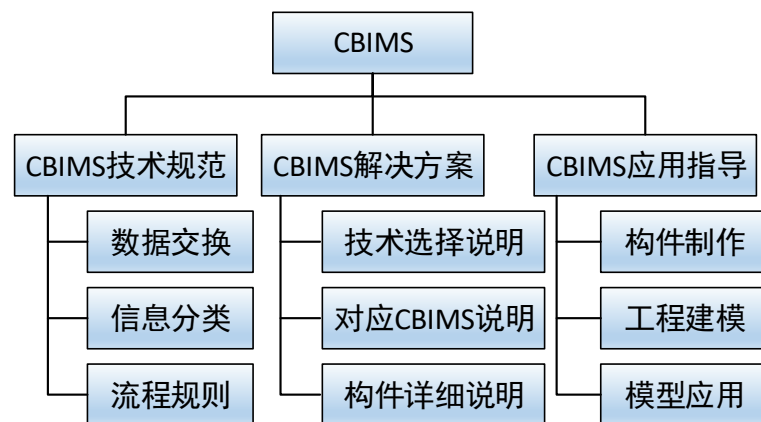
2.3 国际BIM标准

- **荷兰**：2013年2月，荷兰政府大楼署RGD (Rijksgebouwendienst) 发布了“Rgd BIM 标准1.1版” (Rgd BIM Norm)
- **加拿大**：2012年10月，加拿大BIM委员会CanBIM (Canada BIM Concill) 发布了“加拿大建筑业BIM协议1.0版” (AEC (CAN) BIM Protocol v1.0)
- **澳大利亚**：2011年9月，建设信息系统有限公司NATSPEC (Construction Information Systems Limited) 发布了“NATSPEC国家BIM指南” (NATSPEC National BIM Guide)
- **新加坡**：2013年8月，新加坡建筑管理署BCA (Building and Contruction Authority) 发布了“新加坡BIM指南第二版”

第二章：BIM体系架构及相关标准

- 2.1 支撑BIM的四个要素
- 2.2 面向建筑生命期的BIM基本架构
- 2.3 国际BIM标准
- 2.4 中国BIM标准

2.4 中国BIM标准



- 2007年，中国建筑标准设计研究院提出《工业基础类IFC平台规范》
- 2008年，中国建筑科学研究院、中国标准化研究院等单位共同起草了《工业基础类平台规范》
- 2010年，清华大学提出CBIMS中国建筑信息模型标准框架

基础标准

- 《建筑工程信息模型存储标准》（已通过评审）
- 《建筑工程信息模型分类和编码标准》（征求意见）
- 《建筑工程设计信息模型交付标准》（征求意见）

应用标准

- 《建筑工程信息模型应用统一标准》（已正式颁布）
- 《建筑工程施工信息模型应用标准》（已正式颁布）



2.4 中国BIM标准

■ 《建筑工程信息模型应用统一标准》

1 总则

2 术语

3 基本规定

4 模型结构与扩展

4.1 一般规定

4.2 模型结构

4.3 模型扩展

5 数据互用

5.1 一般规定

5.2 数据交付与交换

5.3 编码与存储

6 模型应用

6.1 一般规定

6.2 BIM软件

6.3 模型创建

6.4 模型应用

6.5 组织实施

本标准用词说明

附：条文说明

2.4 中国BIM标准

■ 《建筑工程施工信息模型应用标准》

1. 总则
2. 术语与符号
3. 基本规定
4. 施工BIM应用策划与组织管理
5. 施工BIM模型与数据共享
6. 深化设计BIM应用
7. 施工组织设计与施工模拟BIM应用
8. 数字化加工BIM应用
9. 进度管理BIM应用
10. 造价管理BIM应用
11. 质量与安全管理管理BIM应用
12. 工程监理BIM应用
13. 竣工交付BIM应用

结语

- 知识层面

- BIM的架构体系和支撑要素
- IFC标准的意义和基本描述方法

- 科学方法论层面

- 如何做BIM基础研究
- 如何将BIM基础研究成果上升为标准

谢谢！



清华大学土木工程系

胡振中 副教授

Email: huzhenzhong@tsinghua.edu.cn

个人网站: <http://www.huzhenzhong.net>
