



钢结构建筑技术系列思创会（第三期）



2023上海钢结构BIM技术高峰论坛

—— 暨第三届上海市钢结构行业Bim技术大赛颁奖大会 ——

数字图形介质在BIM、数字孪生 及GPT中的实质作用

魏群

中国建筑金属结构协会钢结构数字化技术委员会主任
河南省钢结构协会名誉会长





主题报告：数字图形介质在BIM、数字孪生及GPT中的实质作用

报告人：中国建筑金属结构协会
钢结构数字化技术委员会主任

河南省钢结构协会名誉会长



The core value of digital graphics media in
bim, digital twin and chatgpt



数字图形介质在BIM,数字孪生及GPT中的核心价值



华北水利水电大学
魏群 二级教授/博导

2023年03月20日





1

什么是元宇宙

2

什么是数字孪生

3

什么是BIM

4

数字图形介质是图形图像最本质载体

5

数字图形介质理论助推MDB创新发展

6

总结与展望

1

什么是元宇宙

元宇宙就是一种科学技术的集合体。那么元宇宙具体是哪些技术的集合呢？在科学技术高速发展的背景之下，不同的技术类型有着不同的技术发展目标，更多地呈现出互为不同、互不通约、难以进行技术交流的状态，而元宇宙的提出便致力于对这一众科学技术进行通约与整合，统摄于一。

如果我们把具体的某一项科学技术当做一个点或一条线、一个面，那么元宇宙就是由这些点、线、面构成的一个立方体。从技术整合方面来说，元宇宙是伴随着具体的技术发展从量变到质变的过程，融合了一众的科学技术，它基于头戴式全身沉浸的计算机（VR/AR）设备、区块链、数字孪生、大数据、物联网、人工智能、5G等科学技术实现虚拟与现实的融合。元宇宙的虚实交互逻辑在于，通过计算机对人的行为和意识进行感应，通过感应的结果作用于数字孪生物上，最后输出人的意识或指令到外端的人工智能设备上，这是元宇宙打通物理世界和虚拟世界的重要技术基础，即人机交互的问题。元宇宙首先需要解决的问题是开发出适用的用户意识输入设备，机器若能便捷高效地理解用户意识，就能更快地在虚拟或现实世界中作出反映。目前现有的输入设备是鼠标、键盘、感应手套等，它们的缺点是不能解放用户的双手并准确地反映他们的身体运动。更高端的输入技术有计算机人工智能感应和脑机接口。目前计算机人工智能感应仅停留在给出指令让人做动作来判断（如许多人脸识别系统要求人们做出左右转和张闭口的动作以进行核验）和对人的声音、表情的情绪识别，还尚未达到通过人的动作表情判断人行为意图的程度。。

《元宇宙三生万物的哲学原理》

数字孪生：映射

数字原生：真正的元宇宙

虚实相生：纠缠态

Coin：数字货币

Token：数字资产

NFT：数字通证

物理层：AR、VR、MR、分布式存储服务器

数据层：互联网之上

算法层：AIGC、隐私计算

治理层：DAO

激励层：经济系统与金融模式

应用层：内容创作



2022年3月2日 18:32



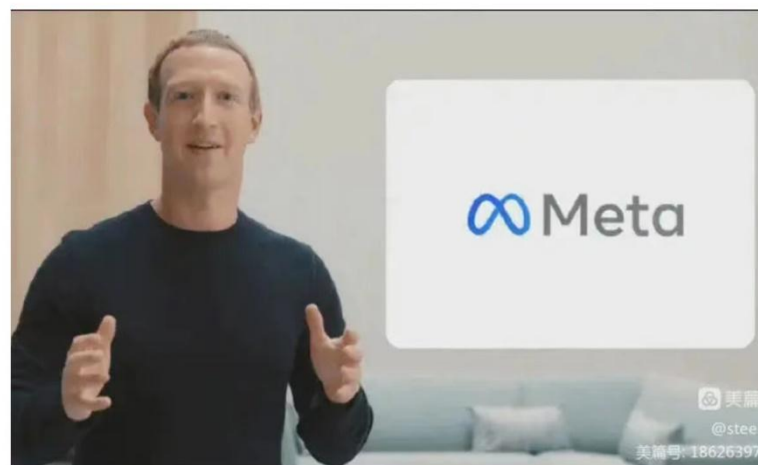
关键核心点主要是在于元宇宙中(虚拟时间)构建一个真实世界，这其中就要用到大量的数字仿真技术、数字孪生技术和数字工厂的大量构建，这就是为何美股相关表现一路向上的核心逻辑。

多个企业致力于5G核心领域的自主研发及投入，在一众复杂的环境以及各类竞争对手中脱颖而出，将5G、AR、VR、AI等技术充分融入构建元宇宙底层技术壁垒。制作的优质内容接近5000项，完善了全息仿真内容需求。

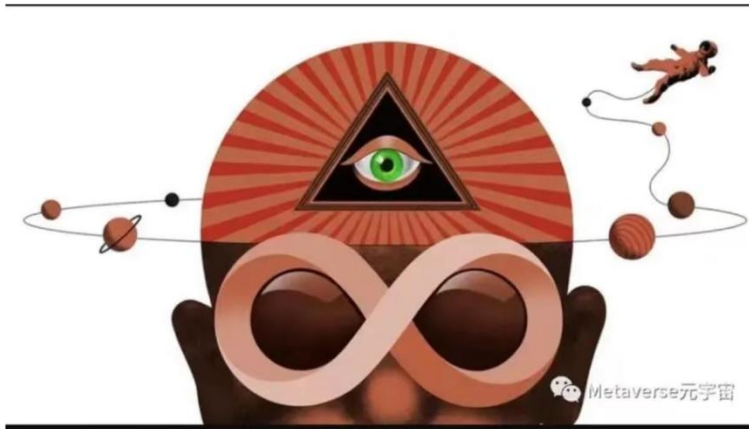


元宇宙英文原词“Metaverse”，出自尼尔·斯蒂芬森1992年的科幻小说《雪崩》，在这部小说中讲述了大量有关虚拟化身、赛博朋克等场景。

而 Metaverse 一词则是由 Meta + Verse 组成而成，Meta指超前，Verse由Universe演化而来，泛指宇宙、世界。

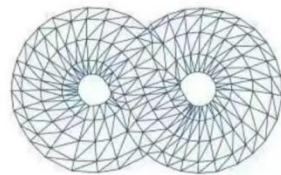


马克·扎克伯格

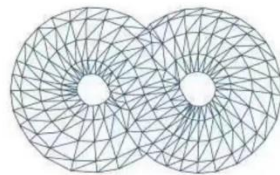


01——V1.1

3#字体：思源黑体blod



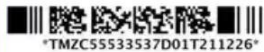
数字图形介质
Digital Graphics Medium



数字图形介质
Digital Graphics Medium



这个商标含义可解释为：在自然界无穷 ∞ 空间内，任何复杂形体均可由三角形包络网格显示形状，称为数字图形。而每一图形元素内包含相关的信息，即信息附着于图形之中。形体与信息结合，成为结构物在计算机空间的载体，做为“数字图形介质”遵从物理方程进行仿真模拟，是BIM技术最基层的实质解析。

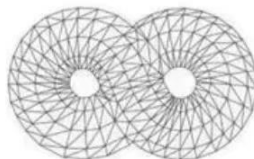


TMZC55533537D01T211226

第 55533537 号



商标注册证



核定使用商品/服务项目（国际分类：42）

第 42 类：计算机硬件设计和开发咨询；质量控制；计算机软件设计；计算机编程；计算机软件咨询；质量评估（截止）

注册人 河南奥斯派克科技有限公司

注册人地址 河南省郑州高新开发区樱花街5号

注册日期 2021年12月07日 有效期至 2031年12月06日

局长



申长雨


发证机关



2

■ 什么是数字孪生

数字映射的宇宙：数字孪生技术（Digital Twins） 数字孪生技术是一种集成多物理、多尺度、多学科属性的技术，具有实时同步、忠实映射、高保真度特性。耶鲁大学计算机科学家David Gelemter曾在1991年描述了“镜像世界”的样子：“将一些巨大的结构性的运动的真实生活，像镜像图景一样嵌入到电脑中，通过它你能看到和理解这个世界的全貌。”

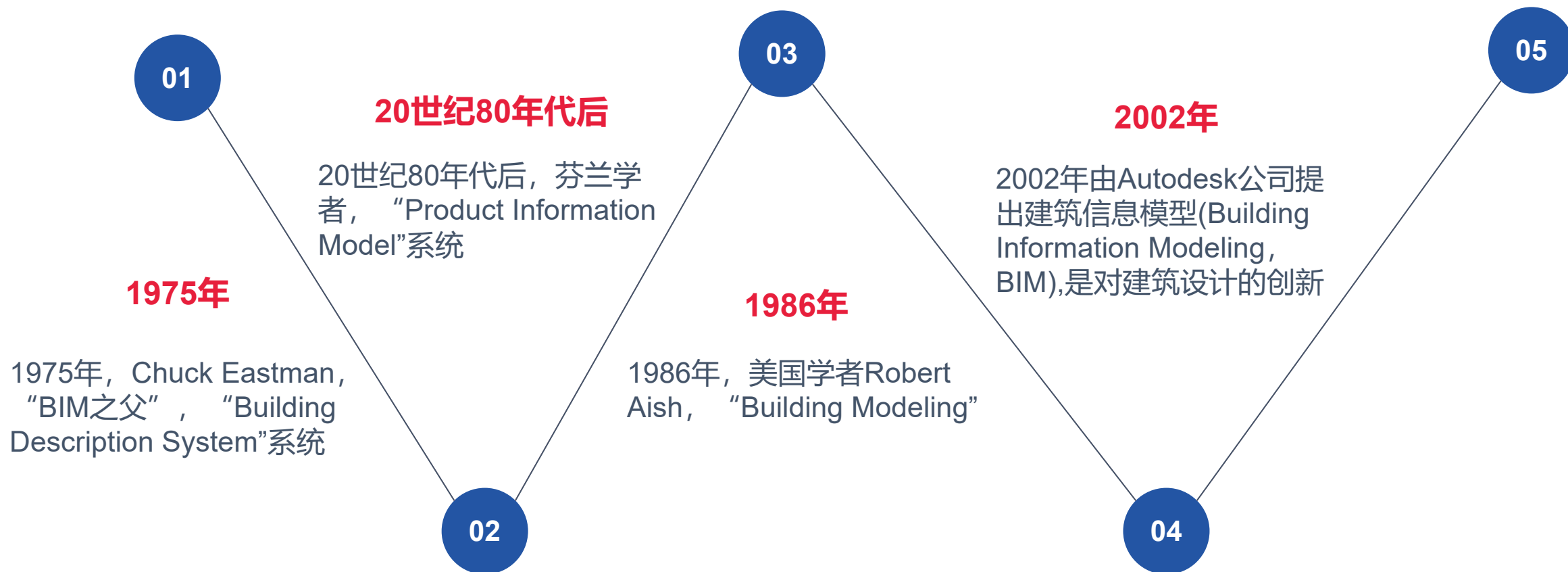


"利用数字孪生技术可以将现实中的物的各项数据实时地记录下来，再“拷贝”到元宇宙中通过3D建模技术显示出来。由于数字孪生的数据是实时反映的，因此元宇宙中虚拟物的形象参数也能忠实地反映其现实的状况。目前，数字孪生技术已广泛应用于航天监测、高铁运营调度、工业实验、智慧家居终端和健康监测手环等领域。在国内，由于成本与传感器数量的限制，行业应用数据孪生技术收集的参数类型有一定的局限性，显示的形式也只停留在计算机3D建模下的关键参数提取。在国外，宝马(BMW)集团通过英伟达的Omniverse平台在计算机中创建数字孪生工厂，利用数据参数的反馈对生产配置进行优化。美国联邦森林服务局则利用英伟达Omniverse平台，通过数字孪生技术预测火灾动向，制定防灾减灾方案

3

什么是BIM

- BIM兴起
- BIM定义
- BIM深入理解
- BIM应用流程
- 支持IFC标准的BIM软件
- BIM现状
- BIM误区
- BIM作用
- BIM标准



01

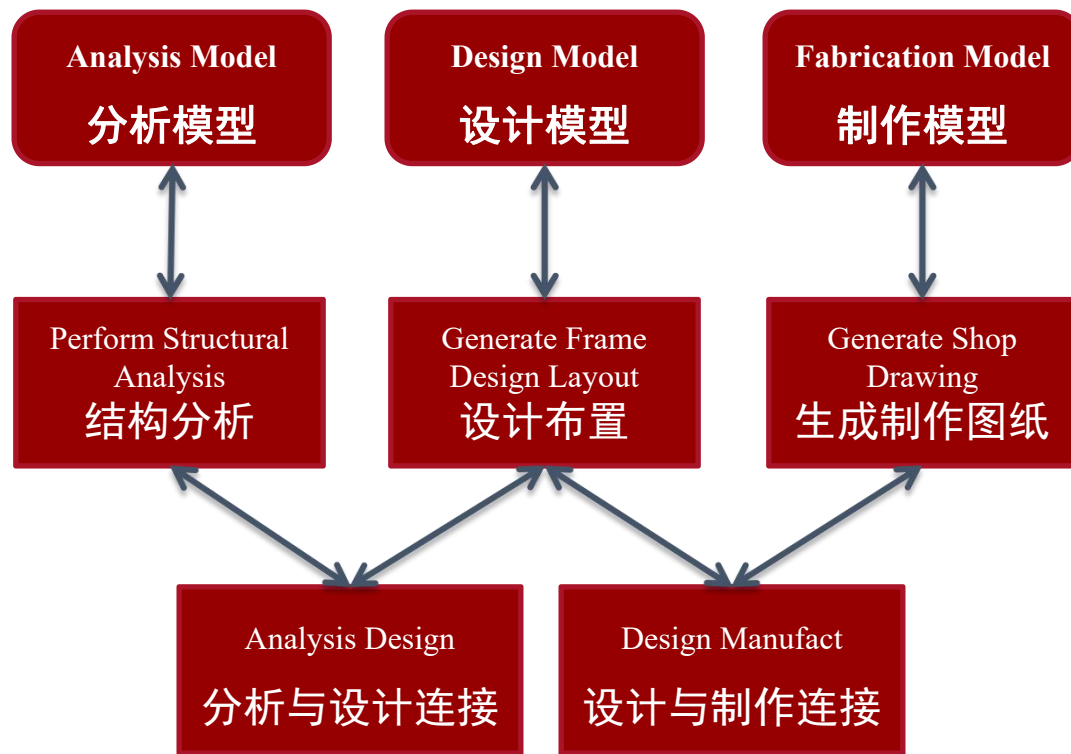
1975年

1975年, Chuck Eastman, “BIM之父”, “Building Description System”系统

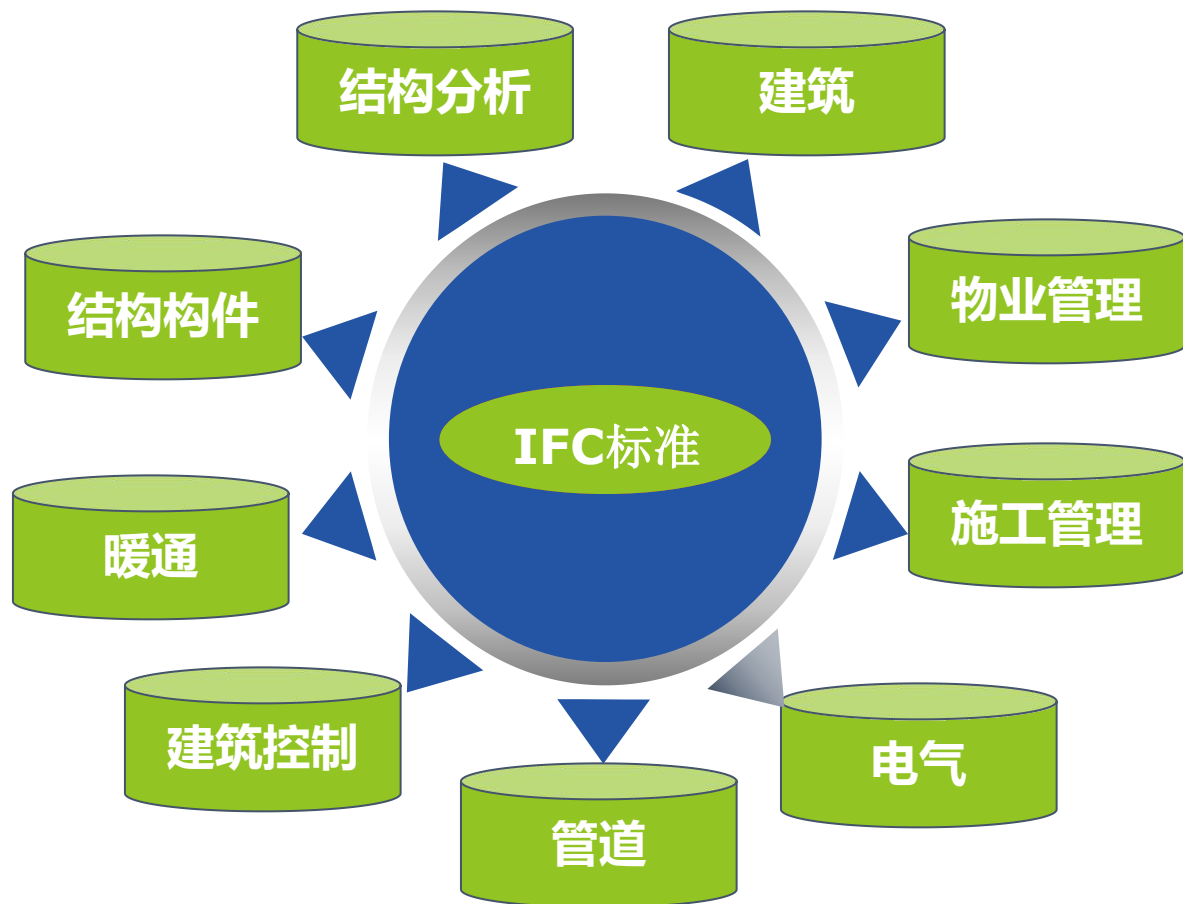
早期的BIM数据标准

- CIS/2包括的主要内容都在Schema, LPM5、LPM6中定义;
- 包括了600多个数据基本类型和分类描述的方法, 确定了60多个功能函数。

02



CIS/2中三个模型的相互关系



2002年

2002年由Autodesk公司提出建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM),是对建筑设计的创新

05

04

国外行业现状



英国政府要求强制使用BIM

2011年5月，英国内阁办公室发布了政府建设战略文件并明确要求，到2016年，政府要求全面协同的3D BIM；

英国BIM标准

英国建筑业BIM标准委员会已于2009年11月发布了英国建筑业BIM标注。



韩国公共采购服务中心发布BIM路线图

2010年，在1~2个大型工程项目应用BIM；

2011年，在3~4个大型工程项目应用BIM；

2012~2015年，超过50亿韩元大型工程项目都采用4D•BIM技术（3D+成本管理）；

2016年前，全部公共工程应用BIM技术。



BIM的使用率不断攀升

2012年同比2009年BIM使用率整理明显上升，平局有71%的建筑相关企业在试用BIM，预计2014年58%的客户将深度应用BIM；

美国BIM标准

美国国家BIM标准目前已经推行至第三版。



日本国国产解决方案软件联盟

多家日本BIM软件商，成立了日本国国产解决方案软件联盟，进行软件配合和数据集成；

日本BIM的应用情况

BIM的知晓度从2007年的30.2%提升至2010年的76.4%；33%的施工企业已经应用BIM。



新加坡建设局

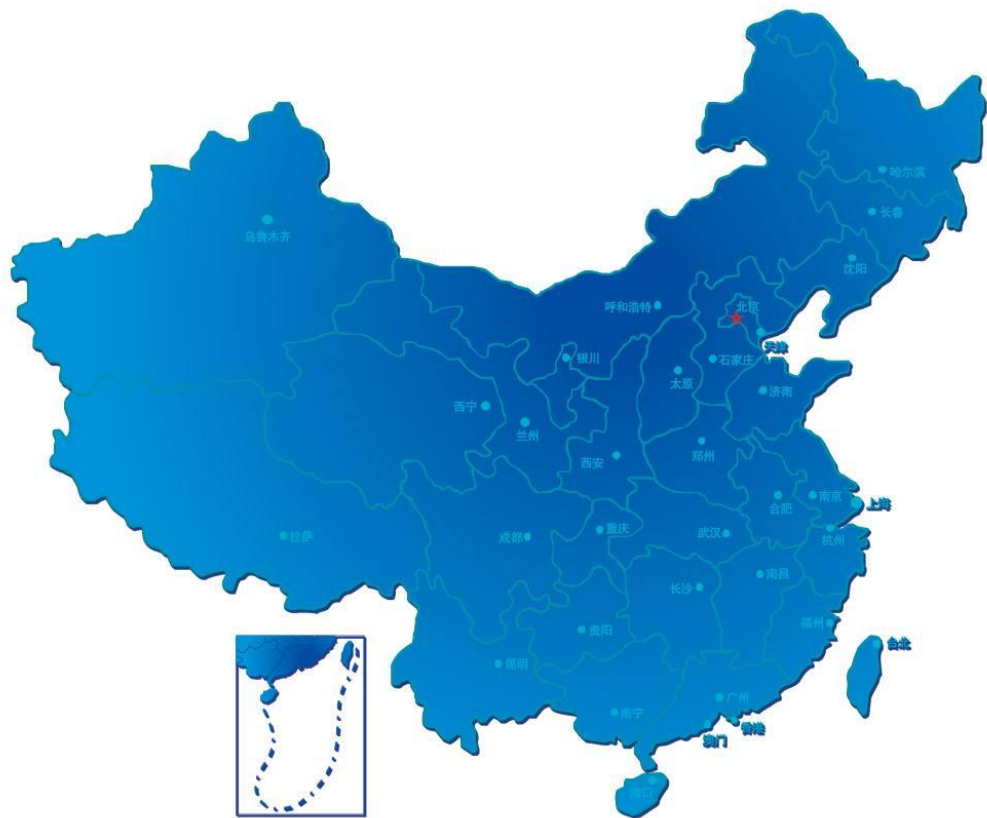
已经开始通过CORENET进行BIM审批；

将BIM作为公建项目采购的一部分；

2015年，新建项目BIM审批>5000平米。

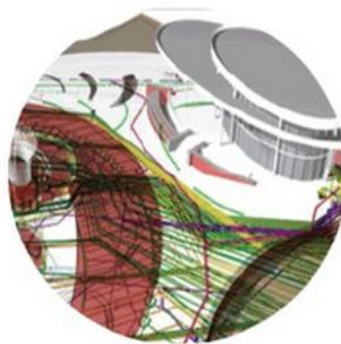
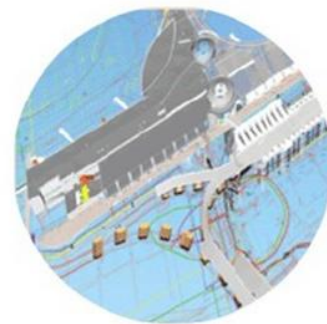


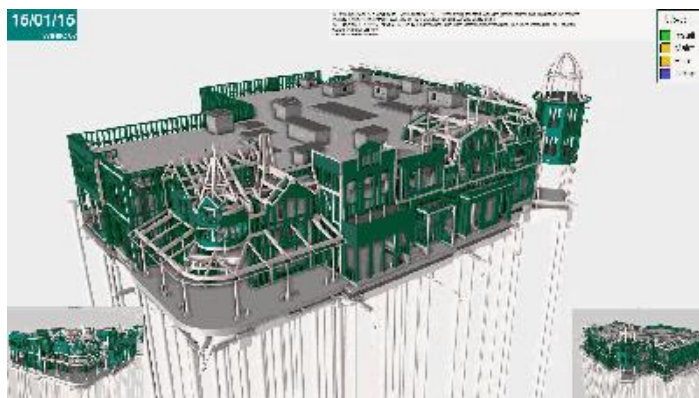
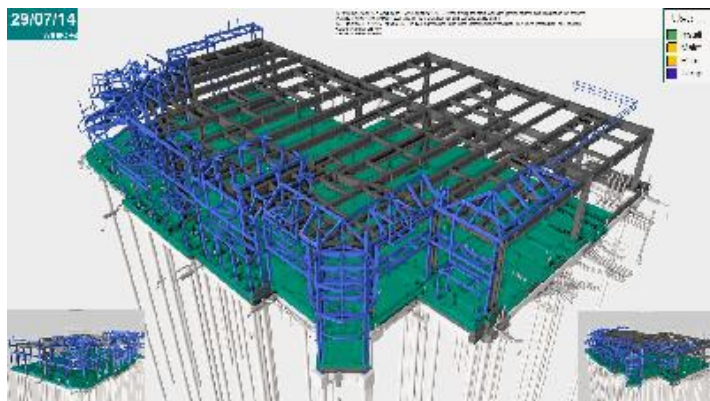
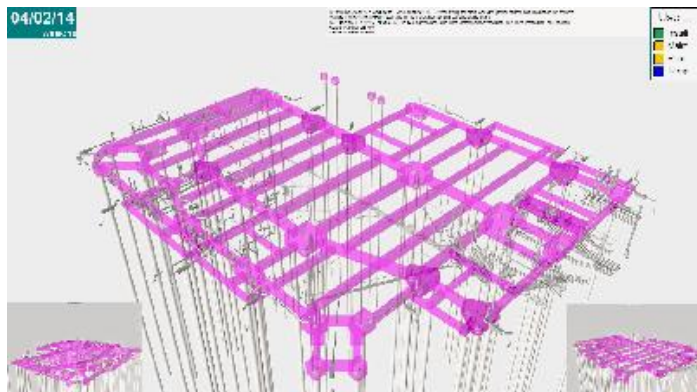
国内行业现状



BIM在各个领域的全民应用

不仅是应用最广泛的民用商用建筑方面，BIM在国内已经应用到建设行业的各个领域，如公路、水利、机场、市政等建设。





国内行业现状



建筑业信息化发展目标



工程设计类企业

在工程项目设计企业，普及应用BIM进行设计方案的性能和功能模拟分析、优化、绘图、审查，以及成果交付和可视化沟通。



勘察设计类企业

勘察设计类企业推广基于BIM的协同设计，开展多专业间的数据共享和协同。



施工类企业

施工类企业普及项目管理信息系统，开展施工阶段的BIM基础应用。



工程总包类企业

工程总包类企业基于BIM的多参与方成果交付标准，实现从设计、施工到运行维护阶段的数字化交付和全生命期信息共享。



工程建设监管企业

工程建设监管企业推进基于二维图的、探索基于BIM的数字化成果交付、审查和存档管理，探索基于BIM的工程竣工备案模式。

BIM的基本概念

建筑信息模型（Building Information Modeling），是利用数字模型对项目进行设计、施工和运营的技术过程。

BIM的 四个层次含义

1

数字表达

BIM是一个设施（建设项目）物理和功能特性的数字表达

2

知识资源

BIM是一个共享的知识资源

3

工程过程

一个分享有关信息，为该设施从概念开始到全生命周期的所有决策提供可靠依据的工作过程

4

协同作业

在项目不同阶段不同利益相关方通过在BIM中插入、提取、更新和修改信息以完成协同作业

BIM的 五大特点

模拟
(Simulation)



协调
(Coordination)



优化
(Optimization)



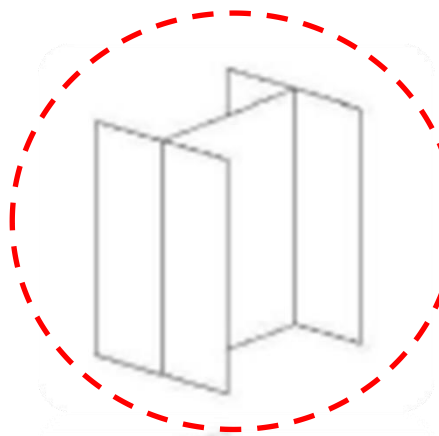
可视化
(Visualization)



出图
(Documentation)

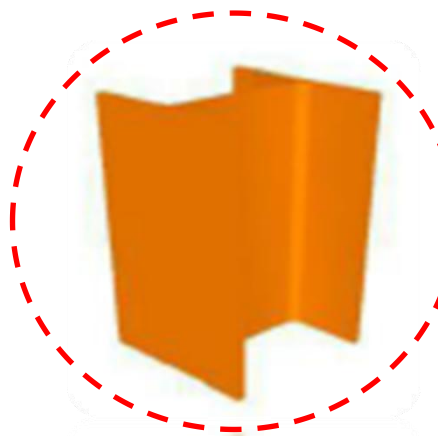


BIM模型精细度



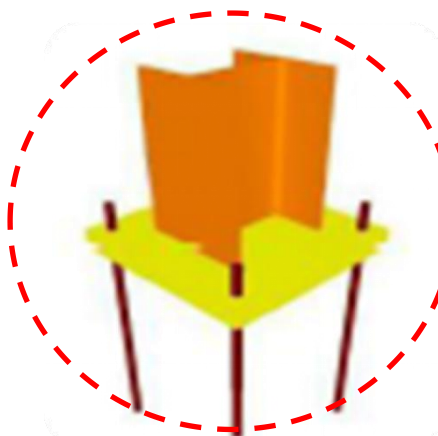
Level 1

几何信息



Level 2

材料和几何信息



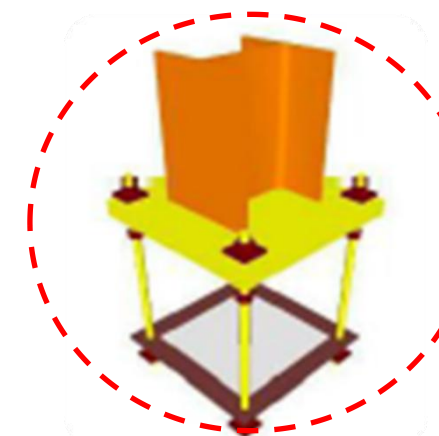
Level 3

规格、供应商、
价格



Level 4

工艺工法、施工
规范



Level 5

运营规范、养护
信息

扩展信息更丰富的Level

BIM实施的核心支撑技术

三维数字化技术

建模方法

信息集成平台

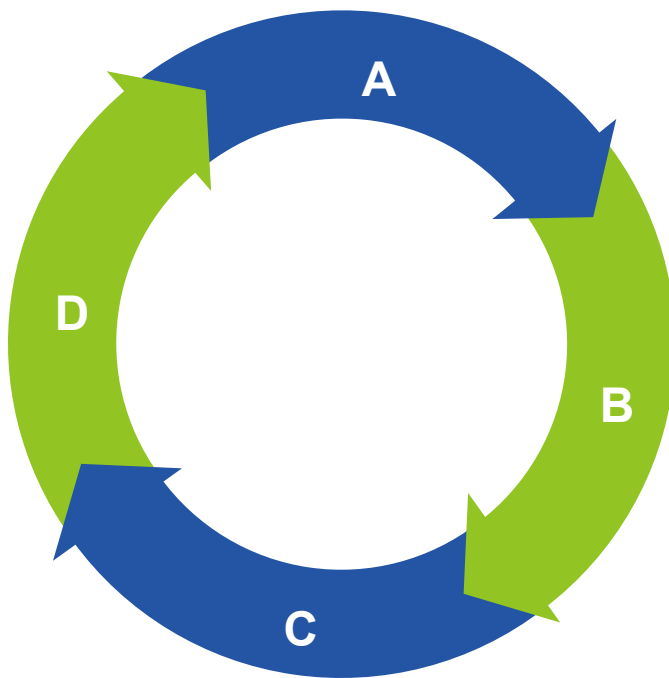
满足应用服务的BIM平台

数据存储及访问技术

基于云的多格式数据存储、访问

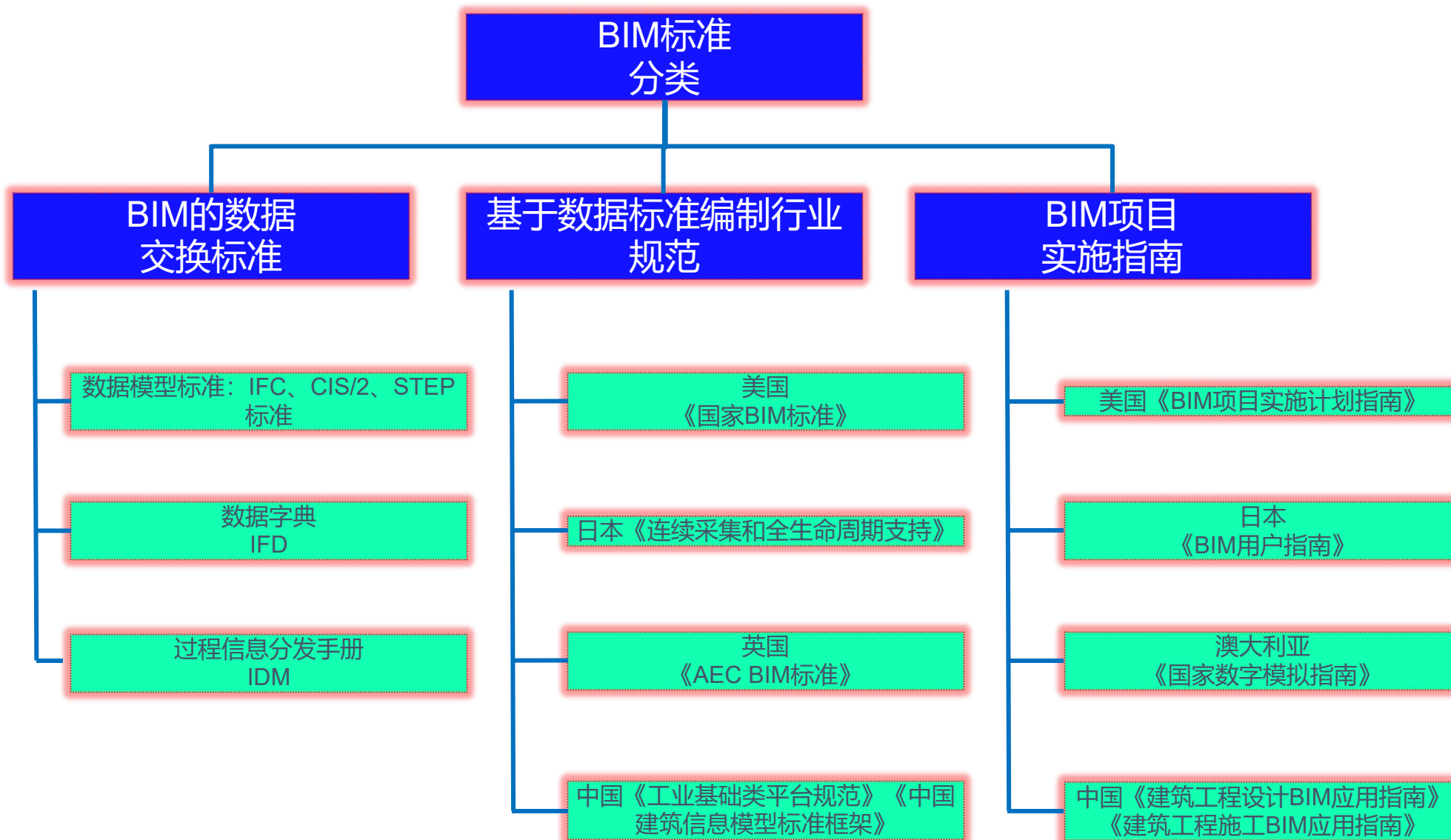
信息交换标准

IFC、CIS2、GML等数据交换标准



- 创建各阶段的BIM模型
- 搭建各阶段的BIM协调环境
- 提供各阶段的BIM模型数据的插入与提取功能
- 分析模拟各阶段的BIM模型数据





协作方式变革



网状的沟通方式

沟通效率低、问题理解难
决策效率低、信息不对称



BIM协同平台

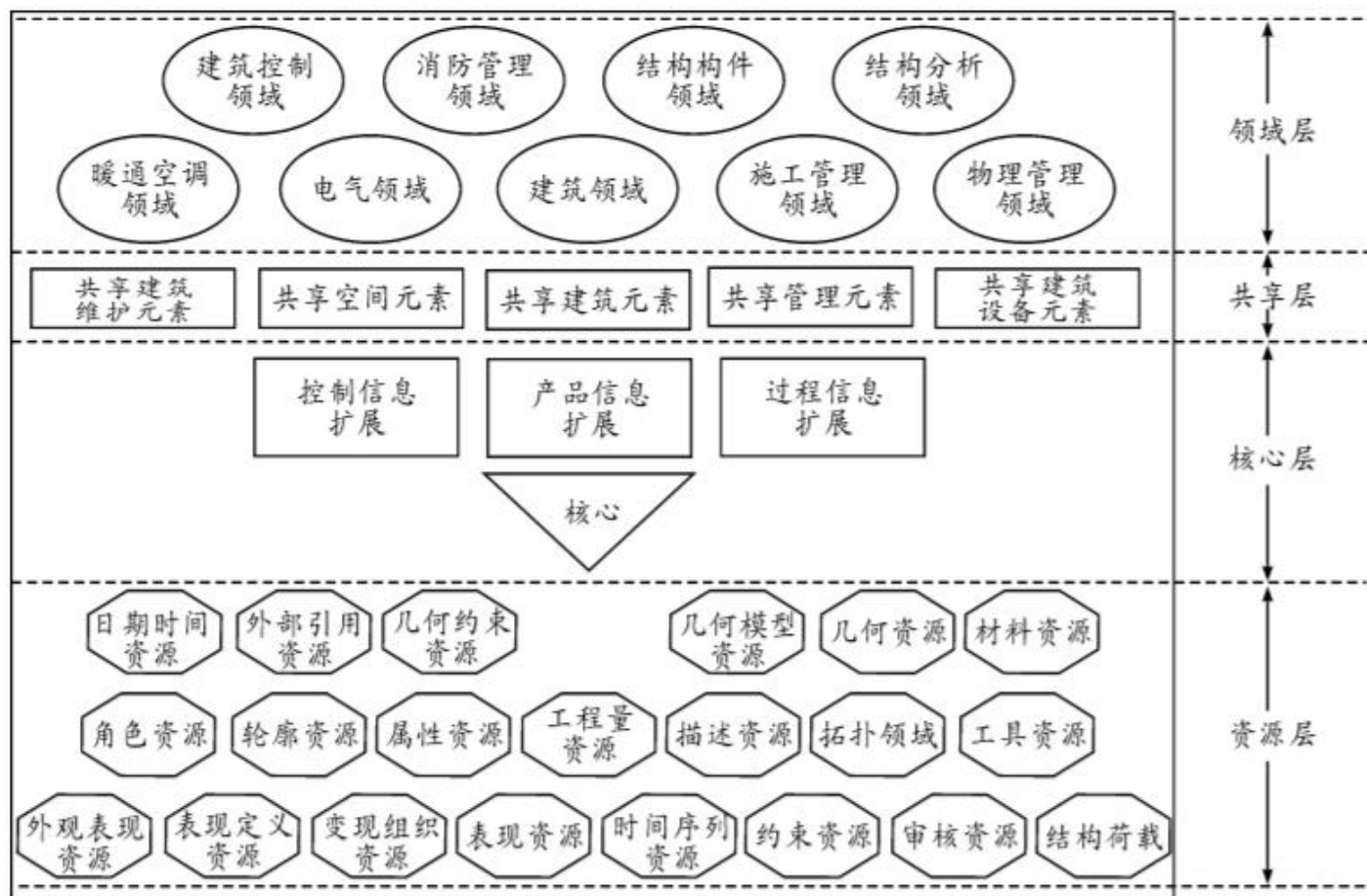
通过BIM可视化平台将信息统一起来，沟通便捷、多方协作、问题更容易处理

- **IFC (Industry Foundation Classes)** 工业基础类的缩写。是国际协同联盟建立的标准名称。

IFC是包含工程项目中要使用的所有“东西”，对象的范围包括：

- a) 实际构件或部件：例如门、窗、管道、阀门、量、灯具等**
- b) 空间：例如房间、楼层、建筑、场地、其他外部空间等**
- c) 在设计、施工和运营维护中进行的流程**
- d) 参与的人和组织**
- e) 对象之间存在的关系**

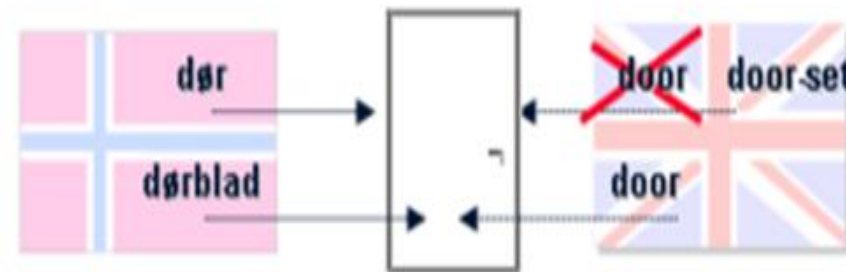
- IFC是一个包含各种建设项目设计、施工、运营各个阶段所需要的全部信息的一种基于对象的、公开的标准文件交换格式。



IFC架构示意图

- **IFD确定交换的信息和你要的信息是同一个东西**
- ◆ **IFD (ISO 12006-3) 是国际框架字典的缩写，它是一个关于概念和术语的开源数据库。**

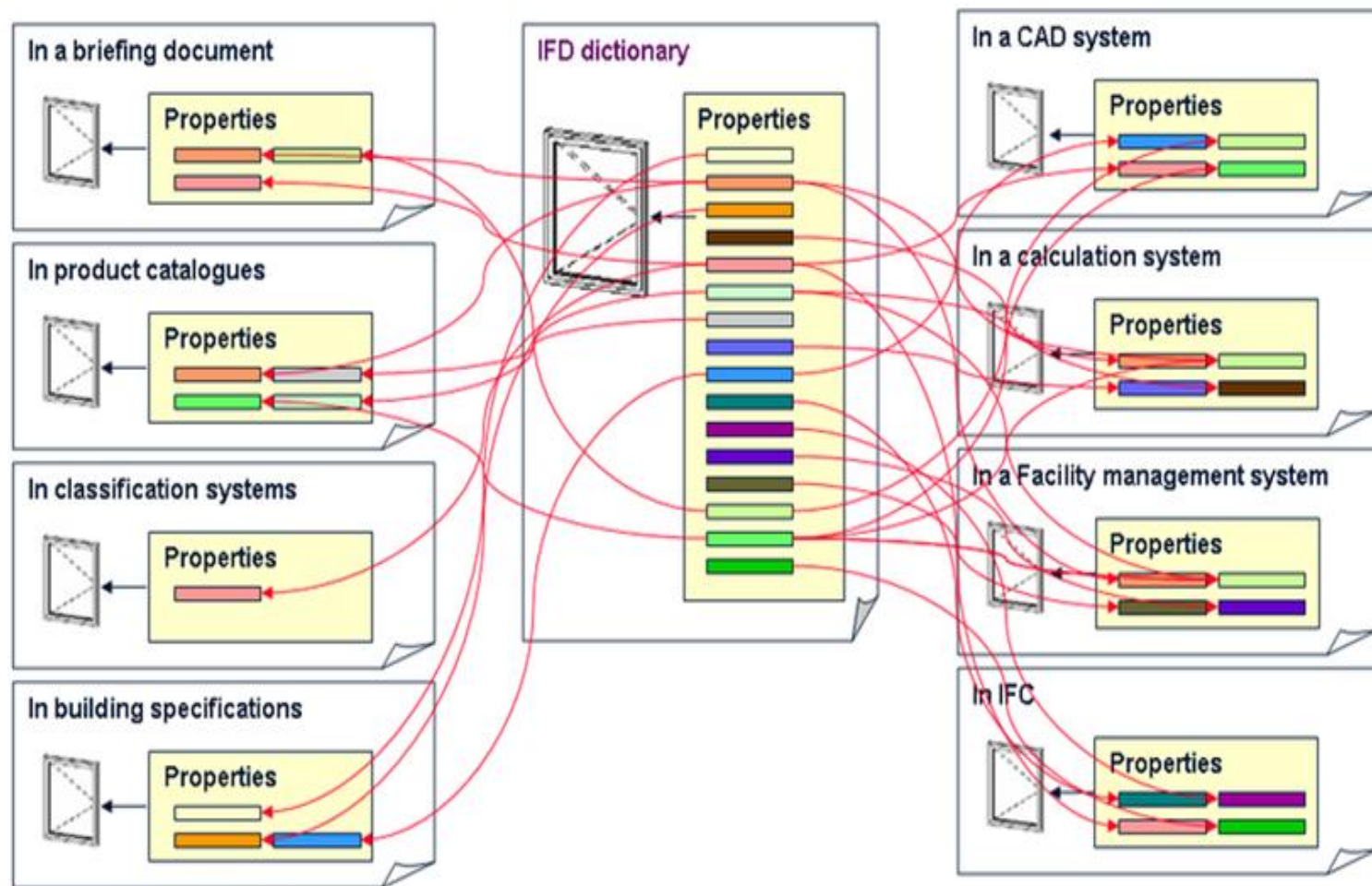
IFD的官方资料有一个这样的例子，在普通的语言字典里面，挪威语的“dør”被翻译成英语里面的“door”，都是“门”的意思，这样做作为非技术的语言交流没有任何问题。但是实际上挪威语里的“dør”是“门框”的意思，应该对应英语的“door set”，而英语里面的“door”指的是“门扇”，对应挪威语的“dorblad”。



- **IFD如何解决对象描述不一致的问题？**
- ◆ IFD采用了概念和名称或描述分开的做法，引入类似人类身份证号码的GUID（Global Unique Identifier 全球唯一标识）来给每一个概念定义一个全球唯一的标识码，不同国家、地区、语言的名称和描述与这个GUID进行对应，保证每一个人通过信息交换得到的信息和他想要的那个信息一致。

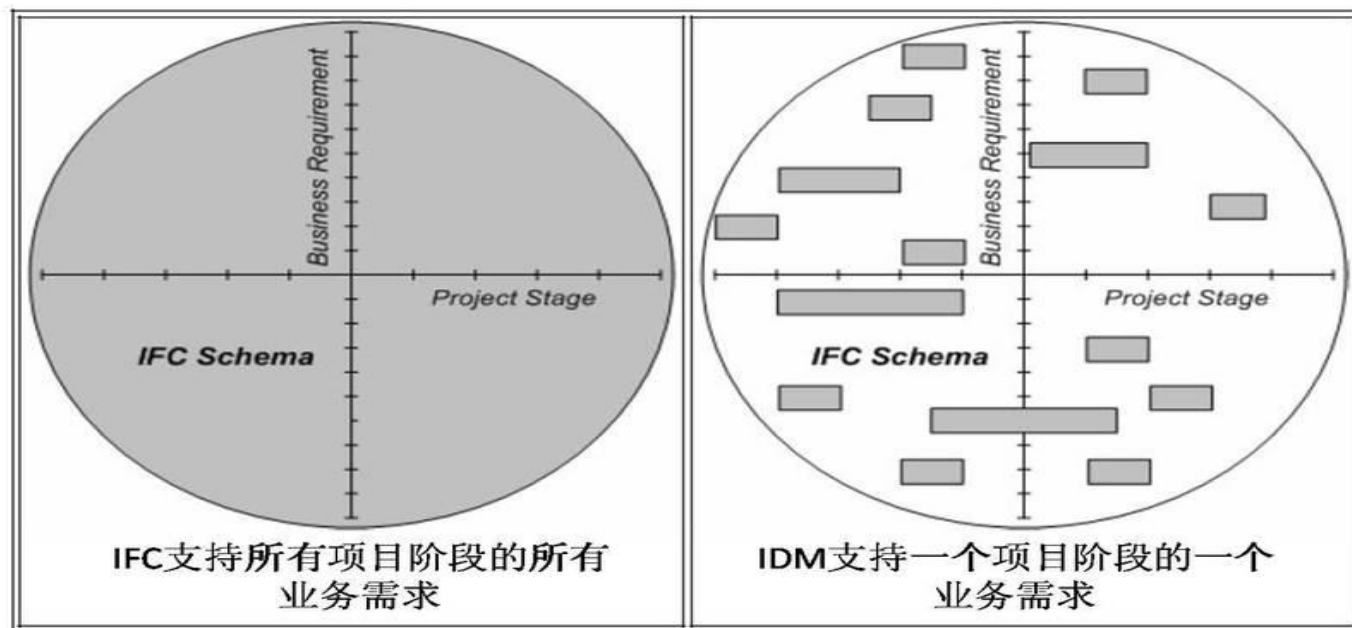


- ◆ 例如以窗为例：IFD记录 and 汇集所有不同信息来源关于窗的性质，从而形成了一个包含所有可能窗的性质的一个最一般意义上的“窗”的概念，同时记录每一种窗的性质的初始信息来源，一个跟窗有关的最完整的“字典”就形成了。

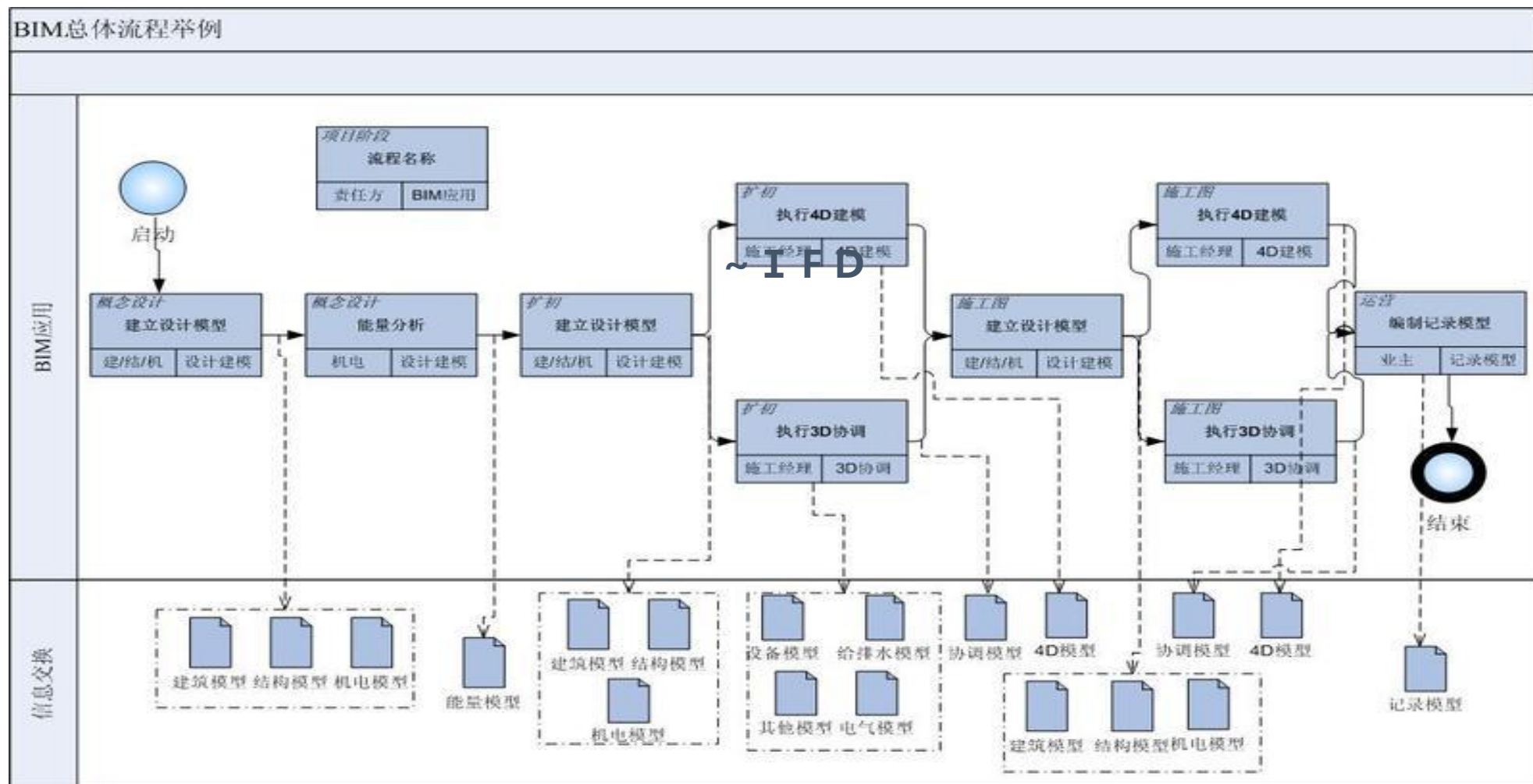


● 为什么需要IDM?

- ◆ IDM的全称是Information Delivery Manual, 信息交付手册;
- ◆ 从事某一个具体项目、某个具体工作的参与方使用IDM定义他的工作所需要的信息交换内容, 然后利用IFC标准格式进行实施。

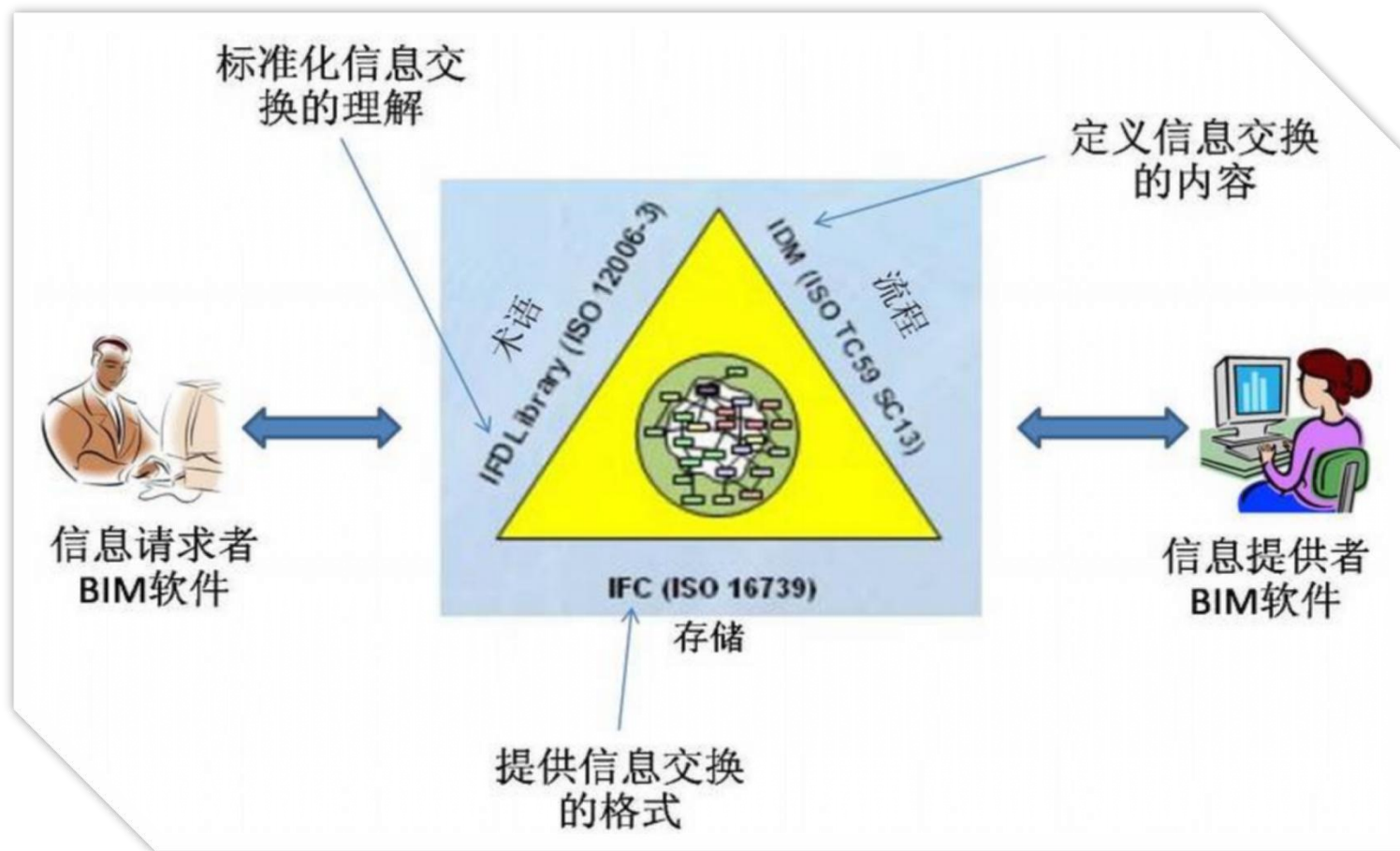


● IDM满足BIM用户和软件供应商要求的业务流程图

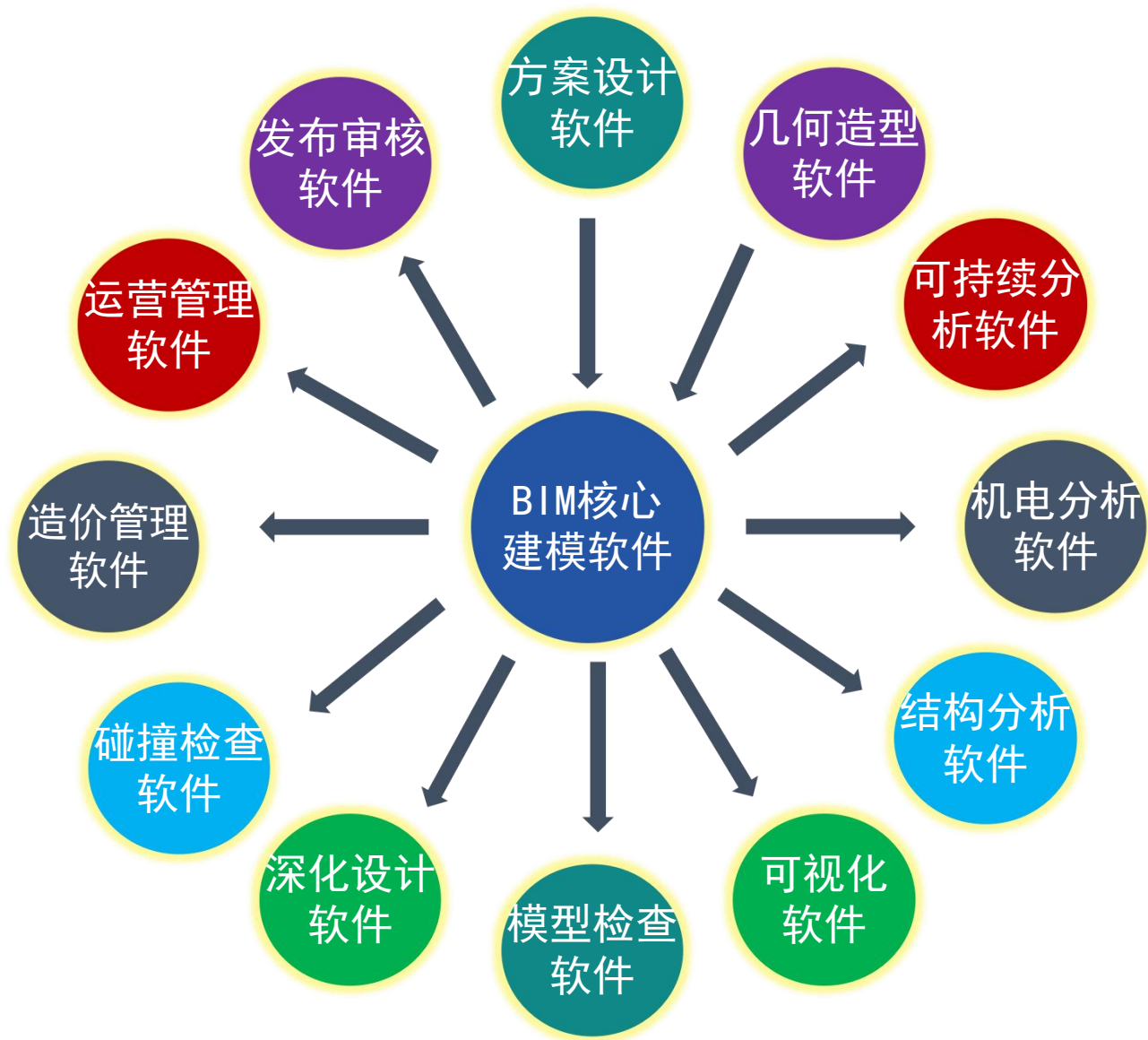


IFC、IFD、IDM三者之间的关系如下图所示。

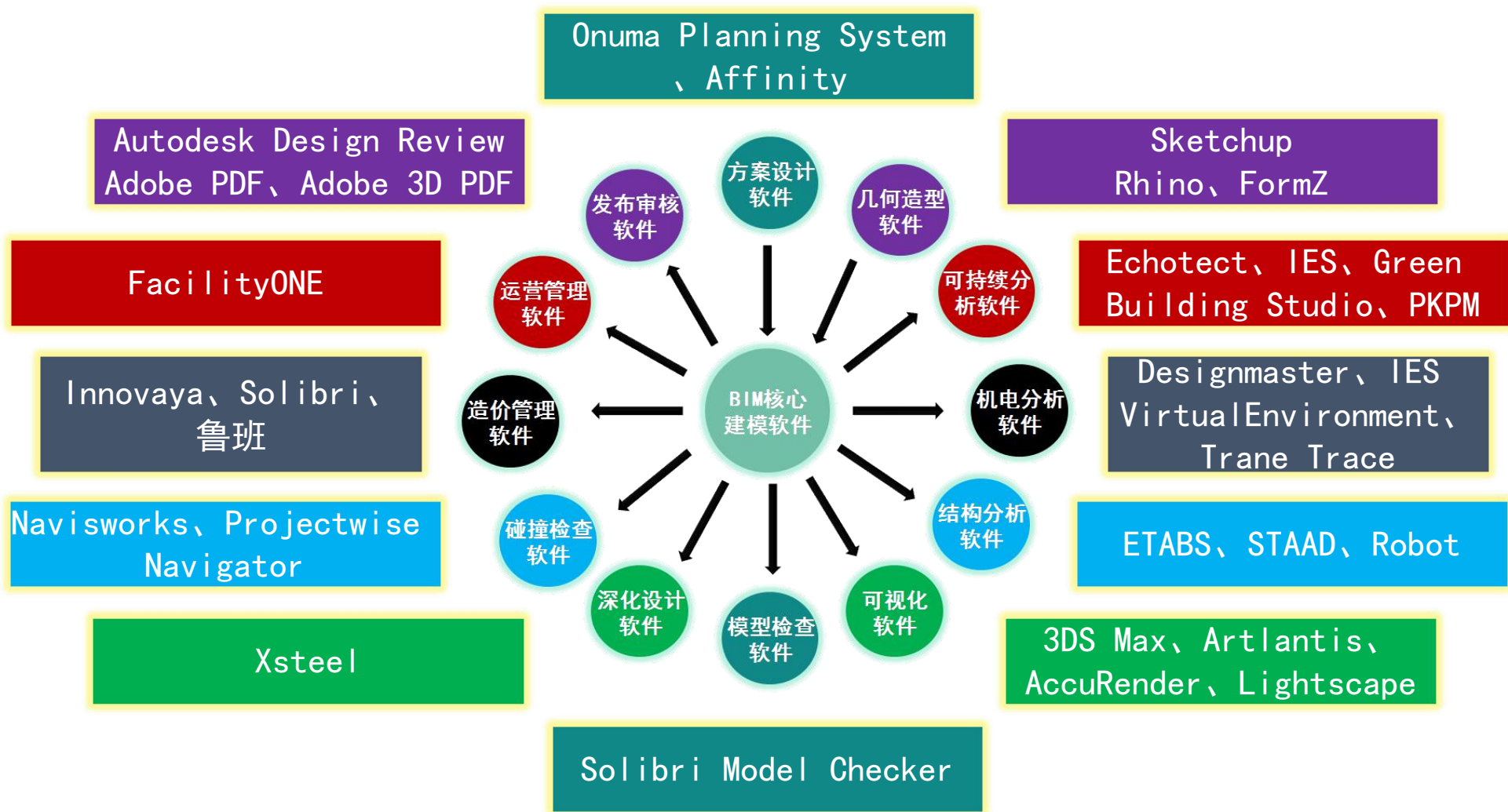
- IFC确定如何分享数据
- IFD定义分享的数据是什么
- IDM确定分享哪些数据和在什么时间分享



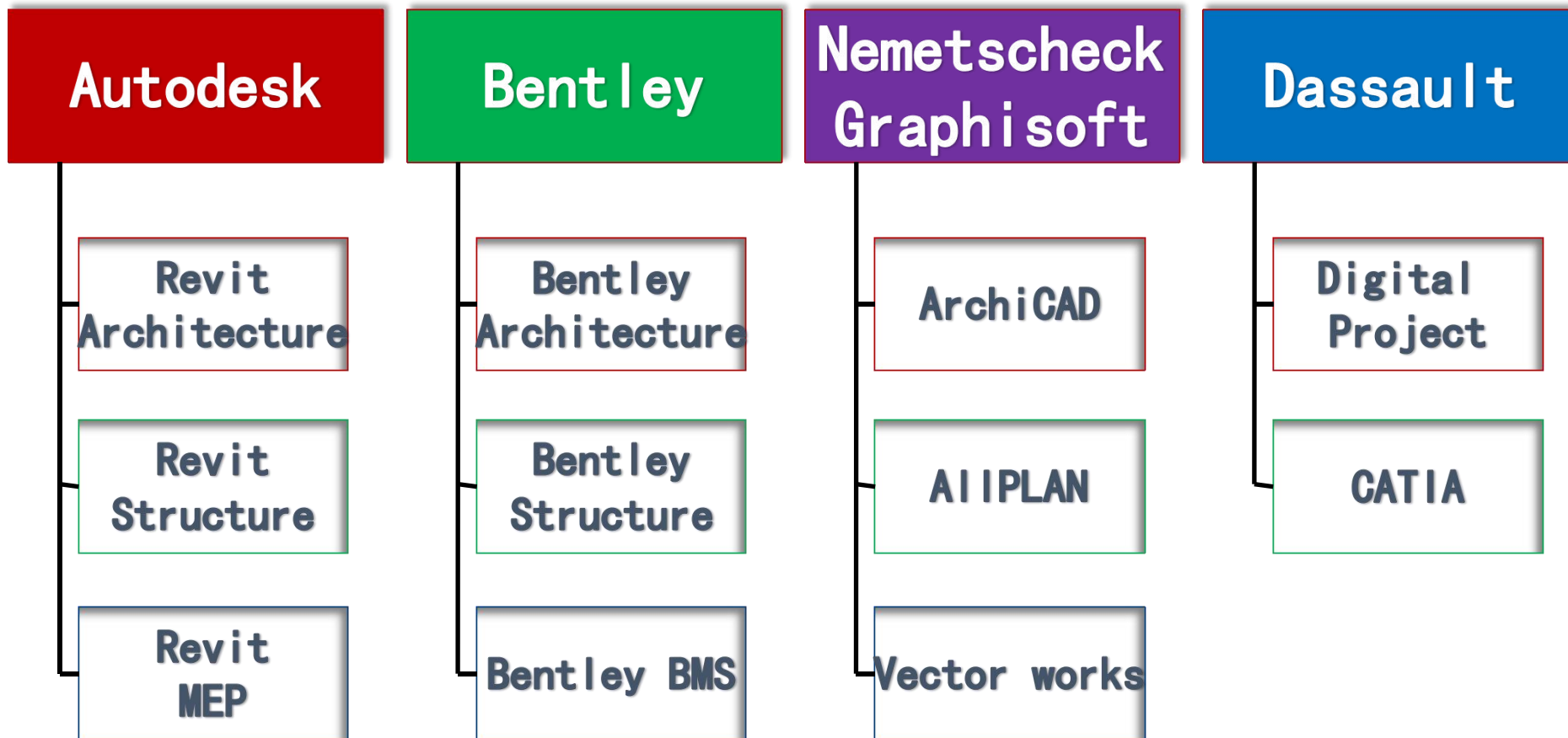
支持IFC标准的BIM软件



支持IFC标准的BIM软件



BIM核心建模软件



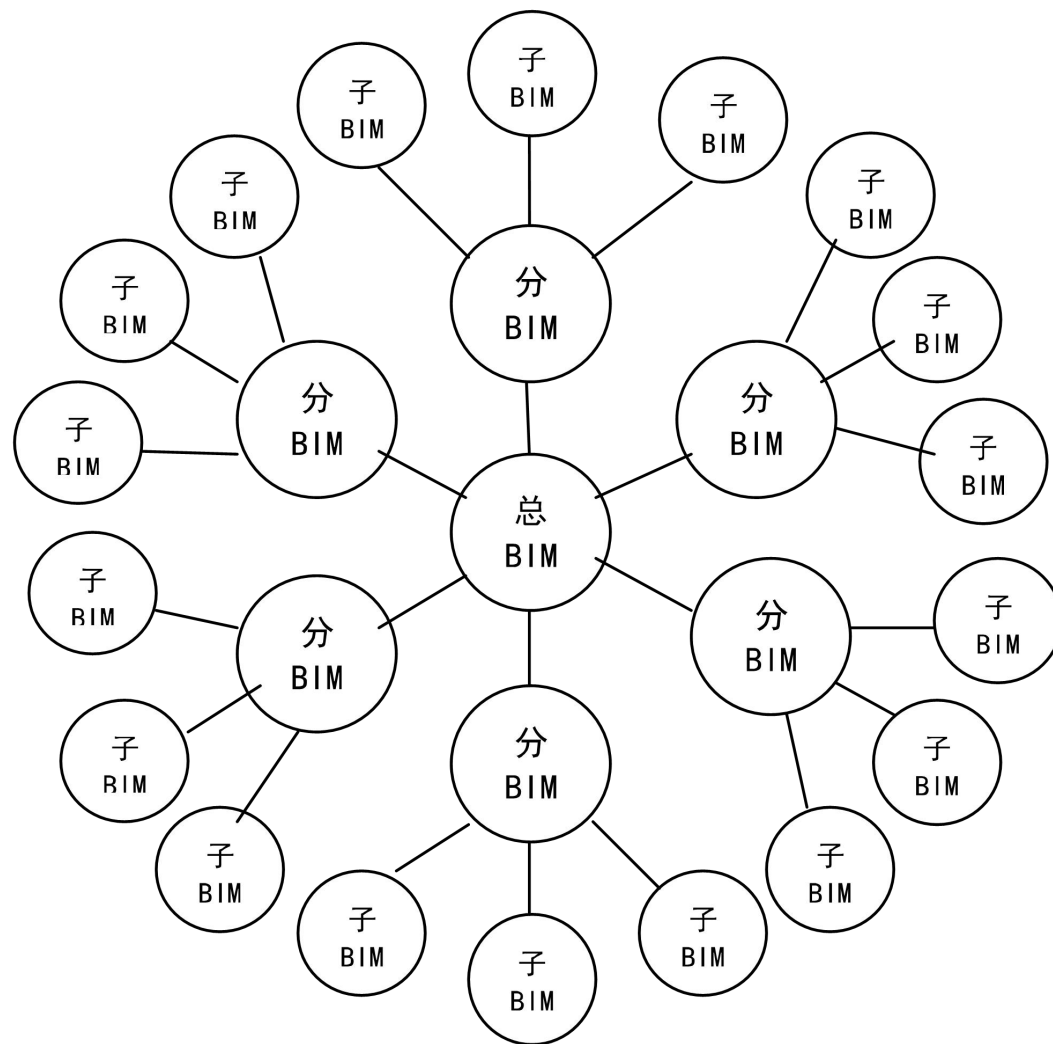


2

BIM技术的发展

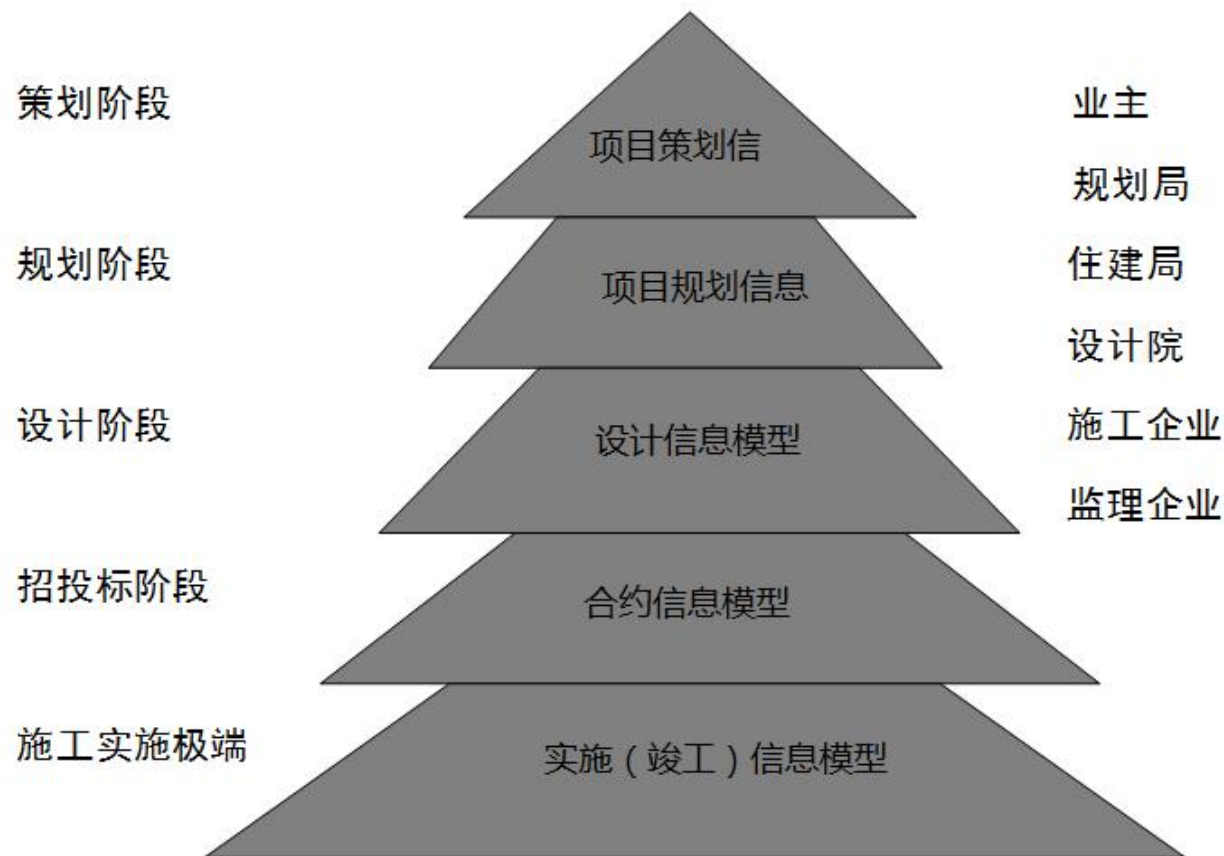
- 国内P-BIM
- 基于云的BIM
- CIS2 CAD

➤ 建筑信息模型数据库应采用分阶段流程信息模型并以分布式数据库表达，由**总BIM**，**分BIM**及**子BIM**三层数据库组成。



分布式建筑信息模型数据库示意图

➤ 建筑信息模型粒度应根据不同阶段工作需要确定，分为五个阶段信息流程模型，各阶段信息流程模型应严格区分，分别存储，一旦确认后将作为基准不被修改。



信息流程模型分级示意图

- 建筑工程P-BIM软件数据互用文件应采用方阵表达，主对角线上元素为完成项目全生命期工作任务所使用的P-BIM软件及其完成任务的数据库名称。

P-BIM 建筑软件 信息交换子矩阵	P-BIM 辅助建模软件交付 P-BIM 建模软件信息矩阵	P-BIM 平台管理软件交付 P-BIM 建模软件信息矩阵
P-BIM 建模软件交付 P-BIM 辅助建模软件信息矩阵	P-BIM 辅助建模 软件信息交换子 矩阵	0
P-BIM 建模软件交付 P- BIM 平台管理软件信息矩阵	0	P-BIM 平台管理软 件信息交换子矩阵

➤ BIM建模软件信息交换子矩阵由策划，规划，设计，合约、实施（竣工）阶段的子矩阵等组成。

策划阶段 P-BIM 建模 软件信息交 换子矩阵	规划反馈策划建 模信息	设计反馈策划建 模信息	合约反馈规划建 模信息	实施（竣工）反 馈策划建模信息
策划交付规划建 模信息	规划阶段 P-BIM 建模 软件信息交 换子矩阵	设计反馈策划建 模信息	合约反馈规划建 模信息	实施（竣工）反 馈规划建模信息
策划交付设计建 模信息	规划交付设计建 模信息	设计阶段 P-BIM 建模 软件信息 付子矩阵	合约反馈设计建 模信息	实施（竣工）反 馈设计建模信息
策划交付合约建 模信息	规划交付合约建 模信息	设计交付合约建 模信息	合约阶段 P-BIM 建模 软件信息交 付子矩阵	实施（竣工）反 馈合约建模信息
策划交付实施 （竣工）建模 信息	规划交付实施 （竣工）建模 信息	设计交付实施 （竣工）建模 信息	合约交付实施 （竣工）建模 信息	实施（竣工） 阶段 P-BIM 建 模软件信息交 付子矩阵

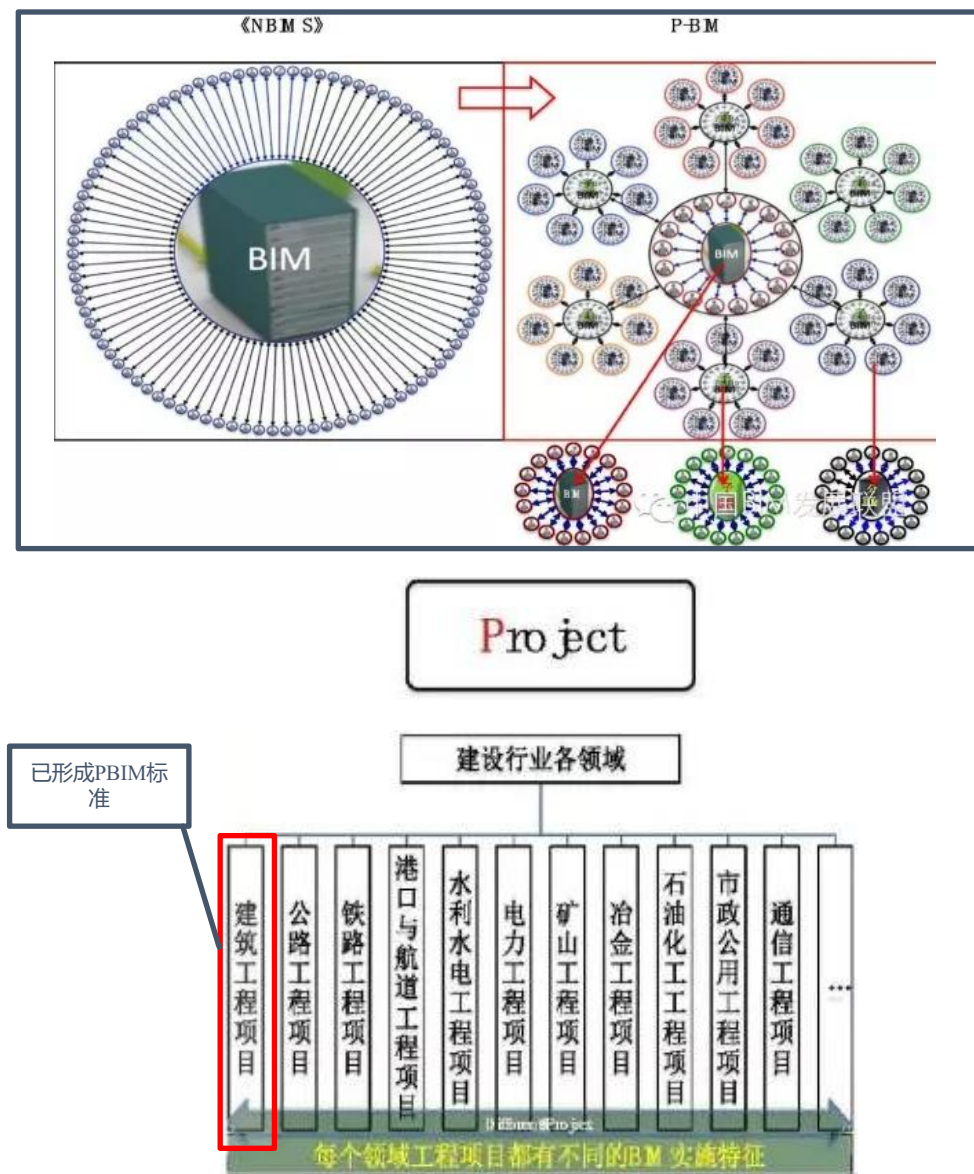
P-BIM建模软件信息交换子矩阵

国内P-BIM

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T		
		1000项目策划 总BIM建模软 件	2000项目规划 总BIM建模软 件	2001修建性详 细规划总图规 划子BIM建模 软件	2002修建性详 细规划建筑规 划子BIM建模 软件	3000项目设计 总BIM建模软 件	3001总图子 BIM建模软件	3002建筑设计 子BIM建模软 件	3100地基设计 分BIM建模软 件	3200结构设计 分BIM建模软 件	3300机电设计 分BIM建模软 件	3400室内设计 分BIM建模软 件	3500外装设计 分BIM建模软 件	3600室外设计 分BIM建模软 件	3101岩土工程 勘察子BIM建 模软件	3102基坑工程 设计子BIM建 模软件	3103地基处理 设计子BIM建 模软件	3104基础工程 设计子BIM建 模软件	3105边坡工程 设计子BIM建 模软件	3106地下水防 水工程设计子 BIM建模软件	3201地下结构 设计子BIM建 模软件	
1																						
2	1000项目策划总BIM建模软件	1000a	2000a2000a	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	2000项目规划总BIM建模软件	2000a1000a	2000a	2000a2001a	2000a2002a	2000a3000a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	2001修建性详细规划总图规划子BIM建模软件	0	2001a2000a	2001a	2001a2002a	0	2001a3001a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	2002修建性详细规划建筑规划子BIM建模软件	0	2002a2000a	2002a2001a	2002a	0	0	2002a3002a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	3000项目设计总BIM建模软件	0	3000a2000a	0	0	3000a	3000a3001a	3000a3002a	3000a3100a	3000a3200a	3000a3300a	3000a3400a	3000a3500a	3000a3600a	0	0	0	0	0	0		
7	3001总图子BIM建模软件	0	0	3001a2001a	0	3001a3000a	3001a	3001a3002a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	3002建筑设计子BIM建模软件	0	0	0	3002a2002a	3002a3000a	3002a3001a	3002a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9	3100地基设计分BIM建模软件	0	0	0	0	3100a3000a	0	0	3100a	3100a3200a	3100a3300a	0	0	0	3100a3101a	3100a3102a	3100a3103a	3100a3104a	3100a3105a	3100a3106a		
10	3200结构设计分BIM建模软件	0	0	0	0	3200a3000a	0	0	3200a3100a	3200a	3200a3300a	3200a3400a	3200a3500a	0	0	0	0	0	0	0	3201	
11	3300机电设计分BIM建模软件	0	0	0	0	3300a3000a	0	0	3300a3100a	3300a3200a	3300a	3300a3400a	3300a3500a	3300a3600a	0	0	0	0	0	0		
12	3400室内设计分BIM建模软件	0	0	0	0	3400a3000a	0	0	0	3400a3200a	3400a3300a	3400a	3400a3500a	3400a3600a	0	0	0	0	0	0		
13	3500外装设计分BIM建模软件	0	0	0	0	3500a3000a	0	0	0	3500a3200a	3500a3300a	3500a3400a	3500a	3500a3600a	0	0	0	0	0	0		
14	3600室外设计分BIM建模软件	0	0	0	0	3600a3000a	0	0	0	0	3600a3300a	3600a3400a	3600a3500a	3600a	0	0	0	0	0	0		
15	3101岩土工程勘察子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	3101a3100a	0	0	0	0	0	3101a	0	0	0	0	0	0	
16	3102基坑工程设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	3102a3100a	0	0	0	0	0	0	3102a	0	0	0	0	0	
17	3103地基处理设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	3103a3100a	0	0	0	0	0	0	0	3103a	0	0	0	0	
18	3104基础工程设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	3104a3100a	0	0	0	0	0	0	0	0	3104a	0	0	0	
19	3105边坡工程设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	3105a3100a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3105a	0	0	
20	3106地下水防水工程设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	3106a3100a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3106a	0	
21	3201地下结构设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	0	3201a3200a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	3202混凝土结构设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	0	3202a3200a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	3203砌体结构设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	0	3203a3200a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	3204钢结构设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	0	3204a3200a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	3205铝合金结构设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	0	3205a3200a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	3206木结构设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	0	3206a3200a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	3207竹结构设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	0	3207a3200a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	3208混合结构设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	0	3208a3200a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	3209装配式混凝土结构子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	0	3209a3200a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	3301建筑给排水设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3301a3300a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	3302采暖通风与空调设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3302a3300a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	3303建筑电气设计子BIM建模软件	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3303a3300a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

最终形成P-BIM的广义矩阵

国内P-BIM

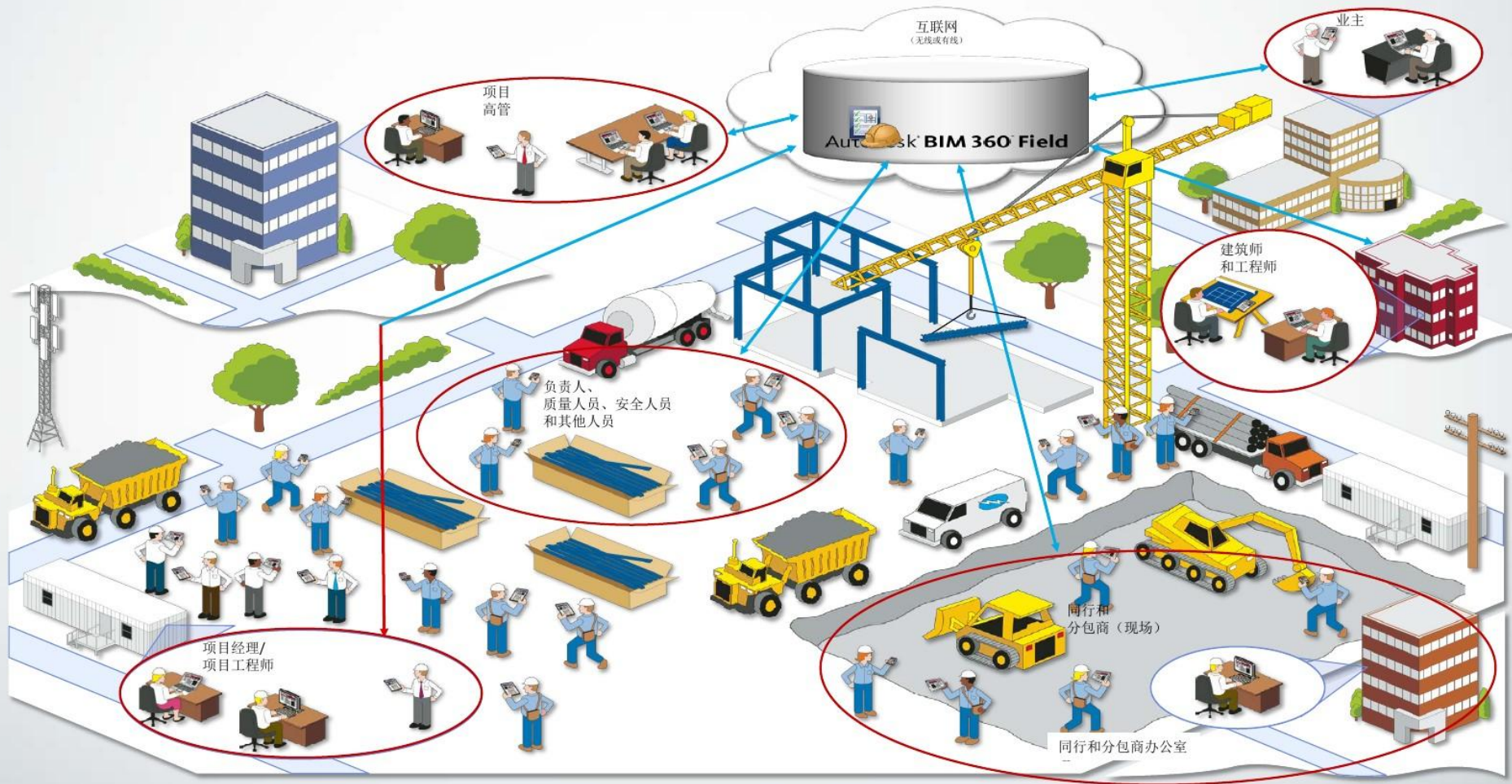


住房和城乡建设部关于印发《建筑业企业资质标准》的通知（建市[2014]159号）中规定，施工总承包序列设有12个类别，分别是：建筑工程施工总承包、公路工程施工总承包、铁路工程施工总承包、港口与航道工程施工总承包、水利水电工程施工总承包、电力工程施工总承包、矿山工程施工总承包、冶金工程施工总承包、石油化工工程施工总承包、市政公用工程施工总承包、通信工程施工总承包、机电工程施工总承包。这些不同领域（序列）的工程建设项目具有不同的BIM实施方式。



然而，BIM适用于BIM的不同阶段，不同用户的独立请求，对于全生命周期的协同共享没有明确的解决方案。

从任何地方进行现场管理...

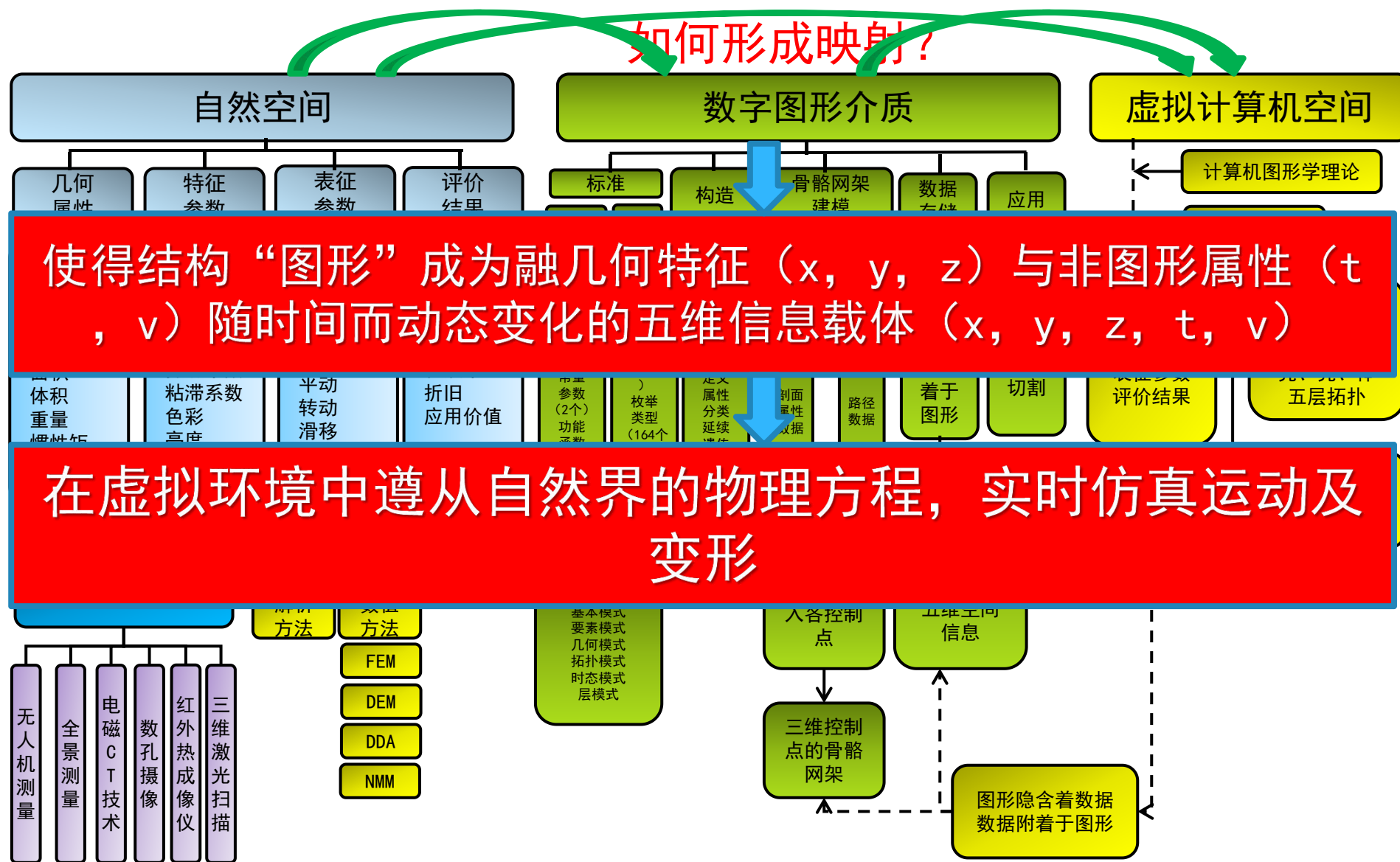


BIM的实质

数字图形介质理论

- 定义
- 标准
- 构造方法
- 建模方法

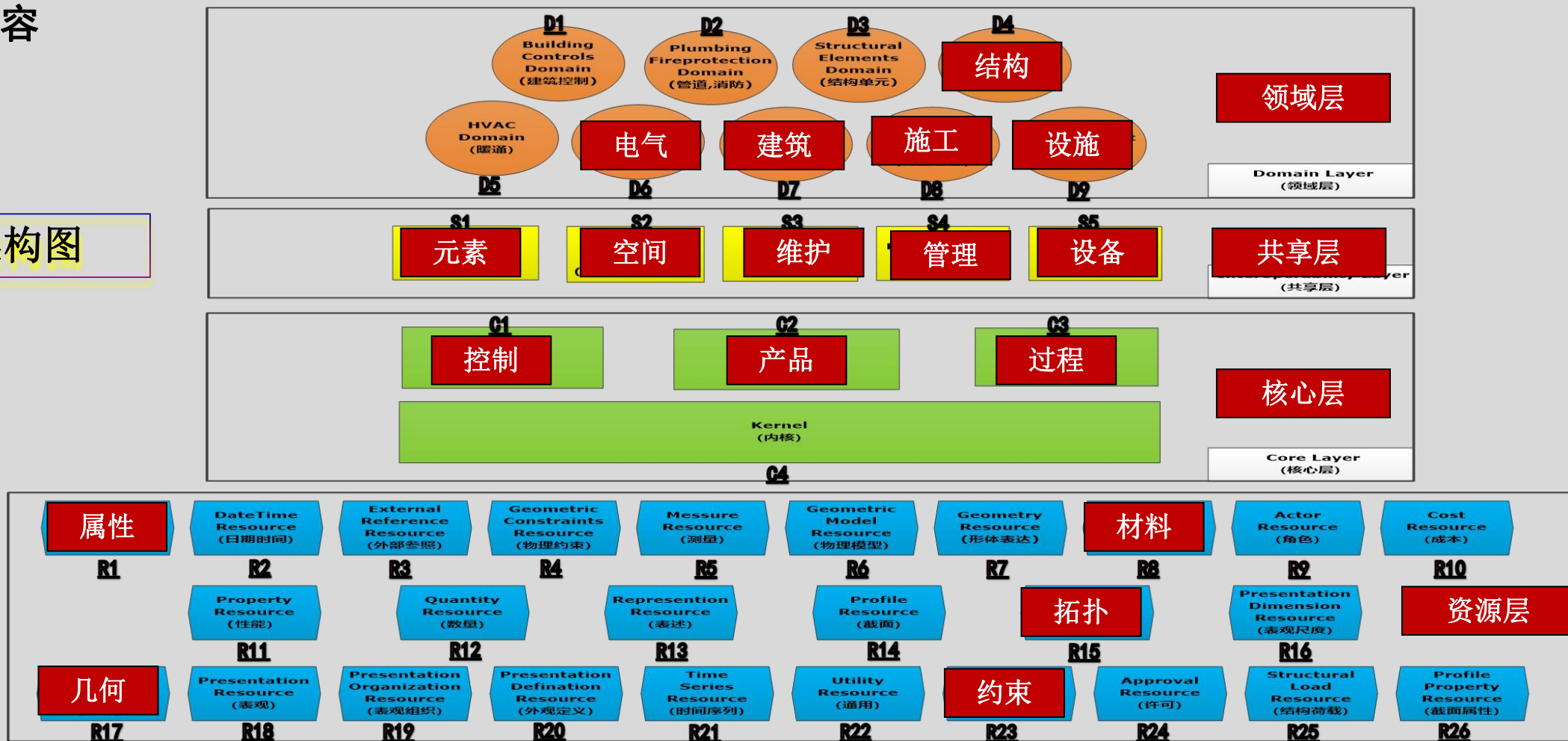
定义





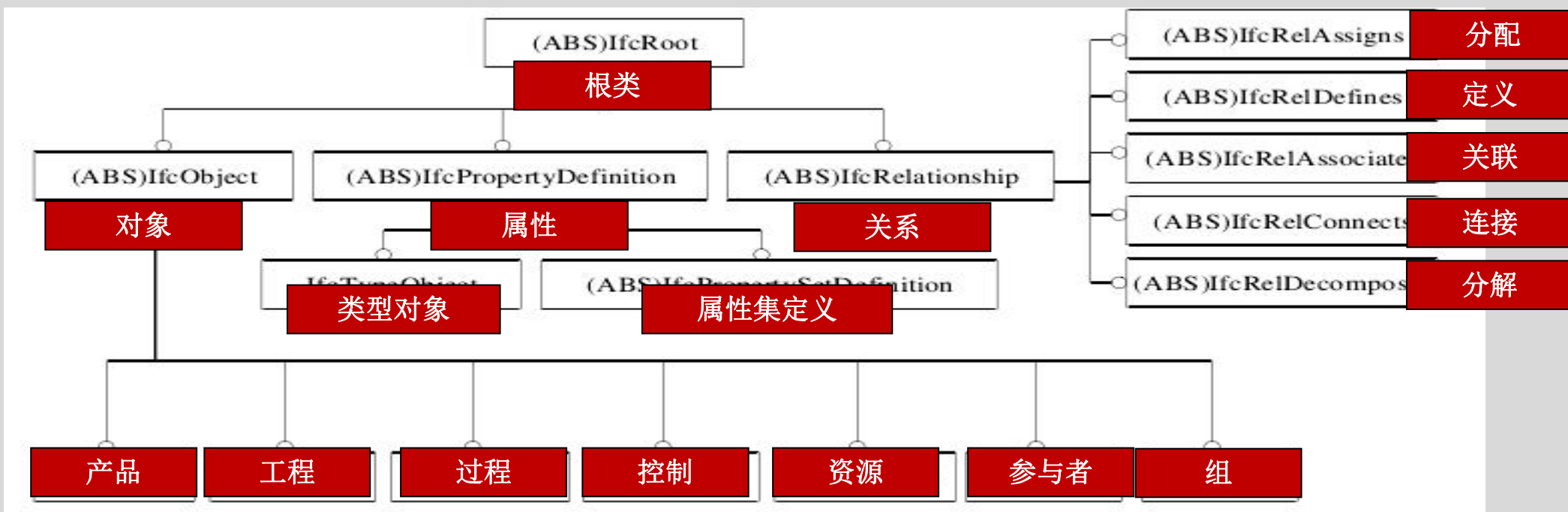
➤ IFC的内容

IFC 架构图

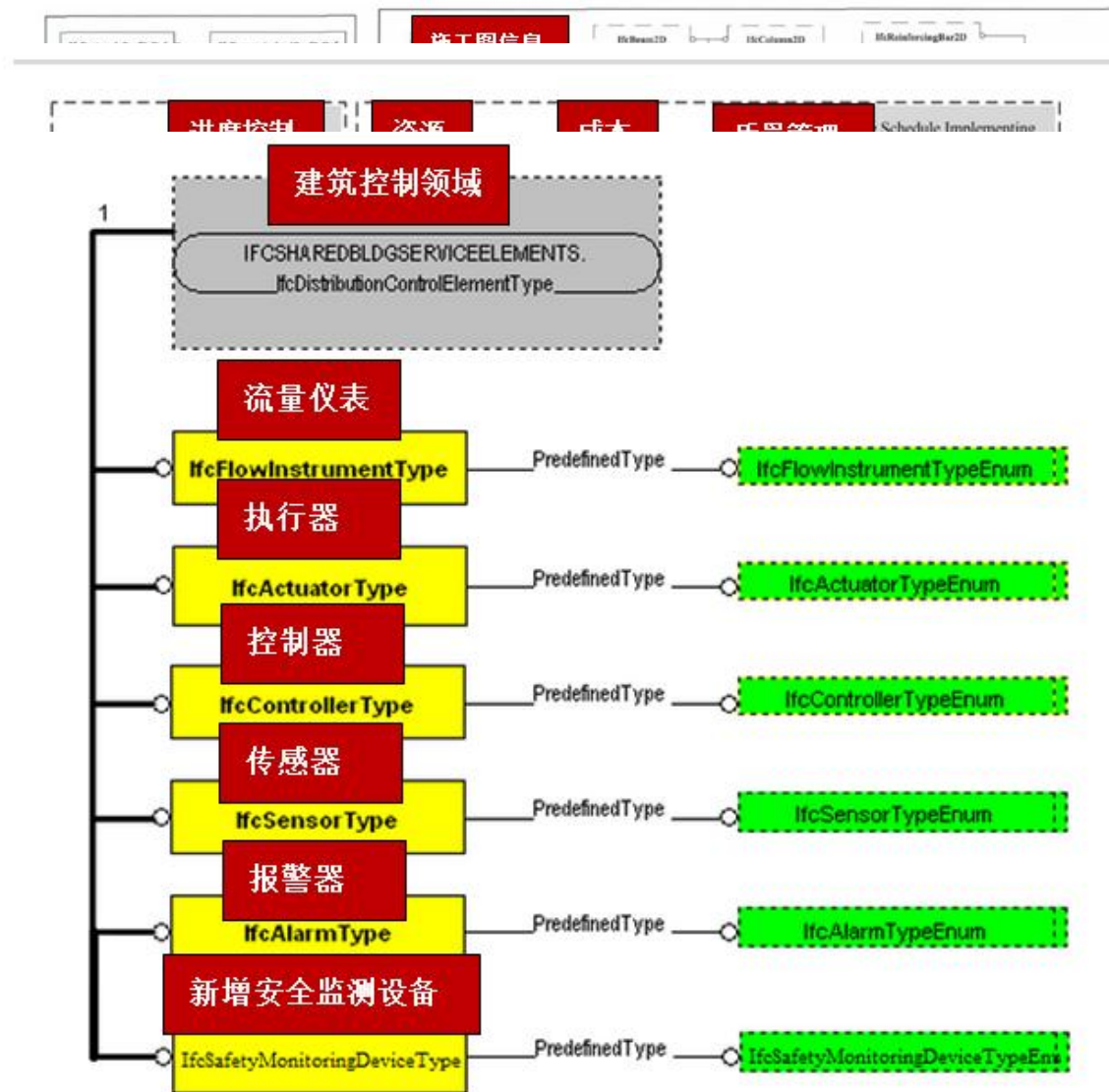
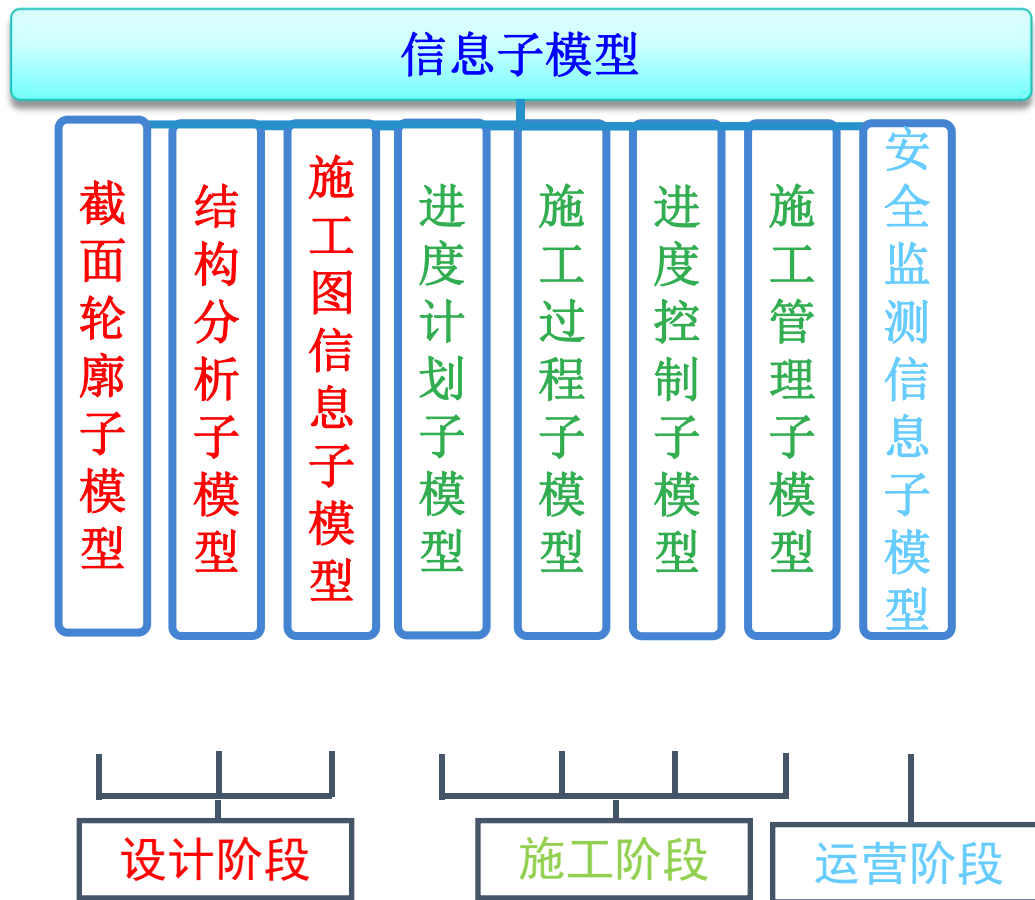


➤ IFC的应用

◆ IFC用EXPRESS-G图表示的EXPRESS语言通过对对象、关系和属性的定义来描述信息模型。

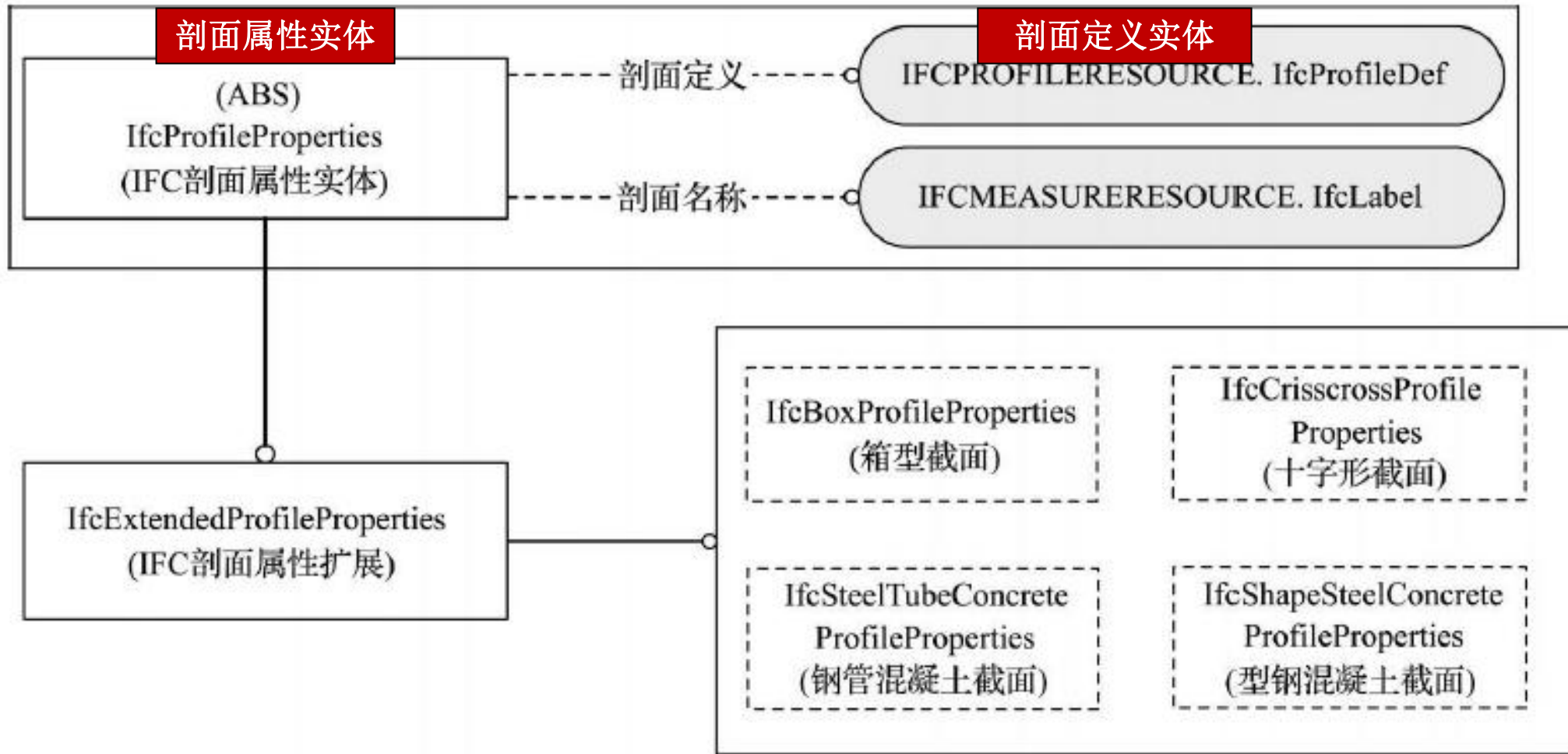


◆ 截面轮廓子模型

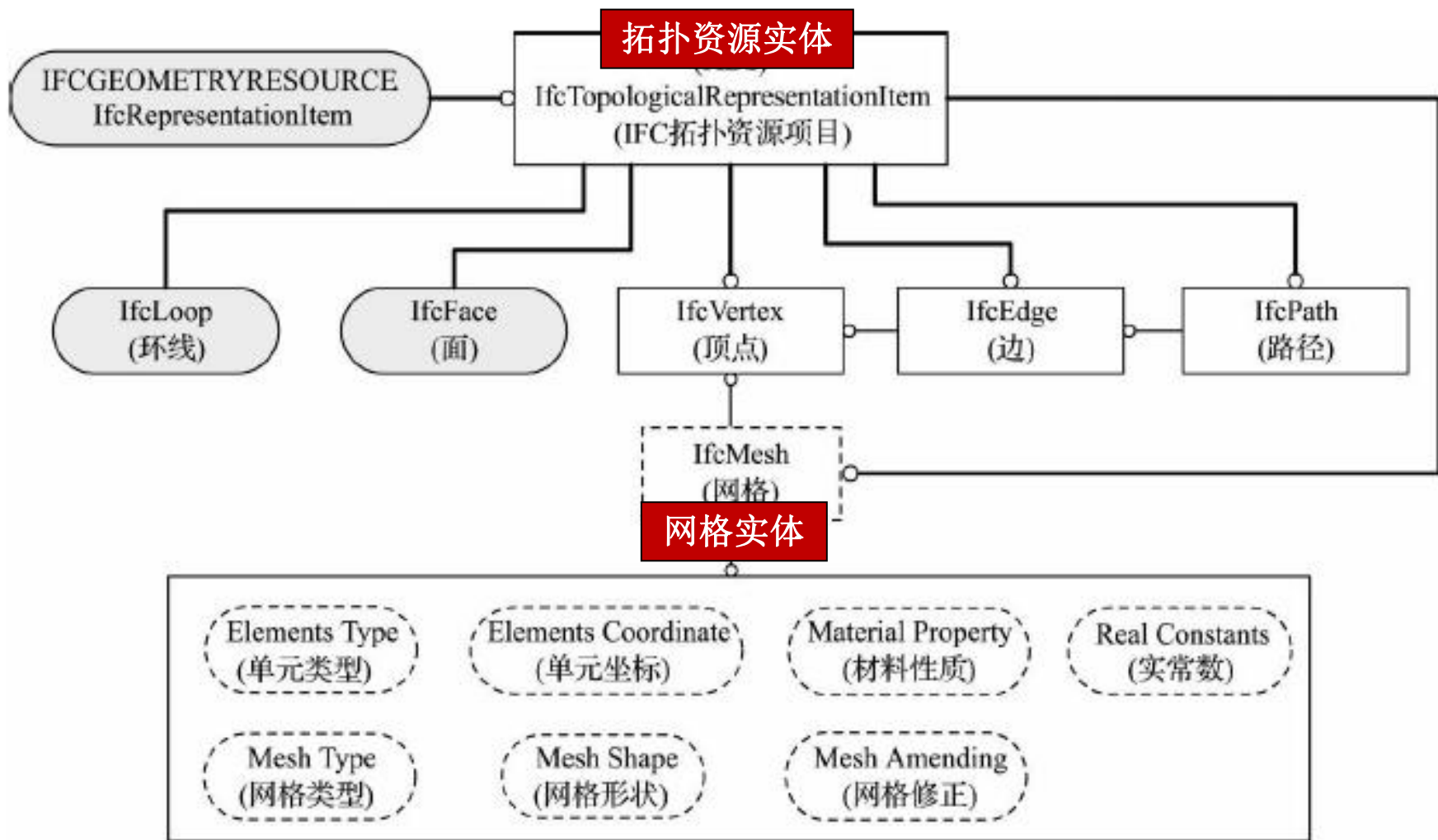


安全监测信息子模型

◆ 截面轮廓子模型



◆ 结构分析子模型

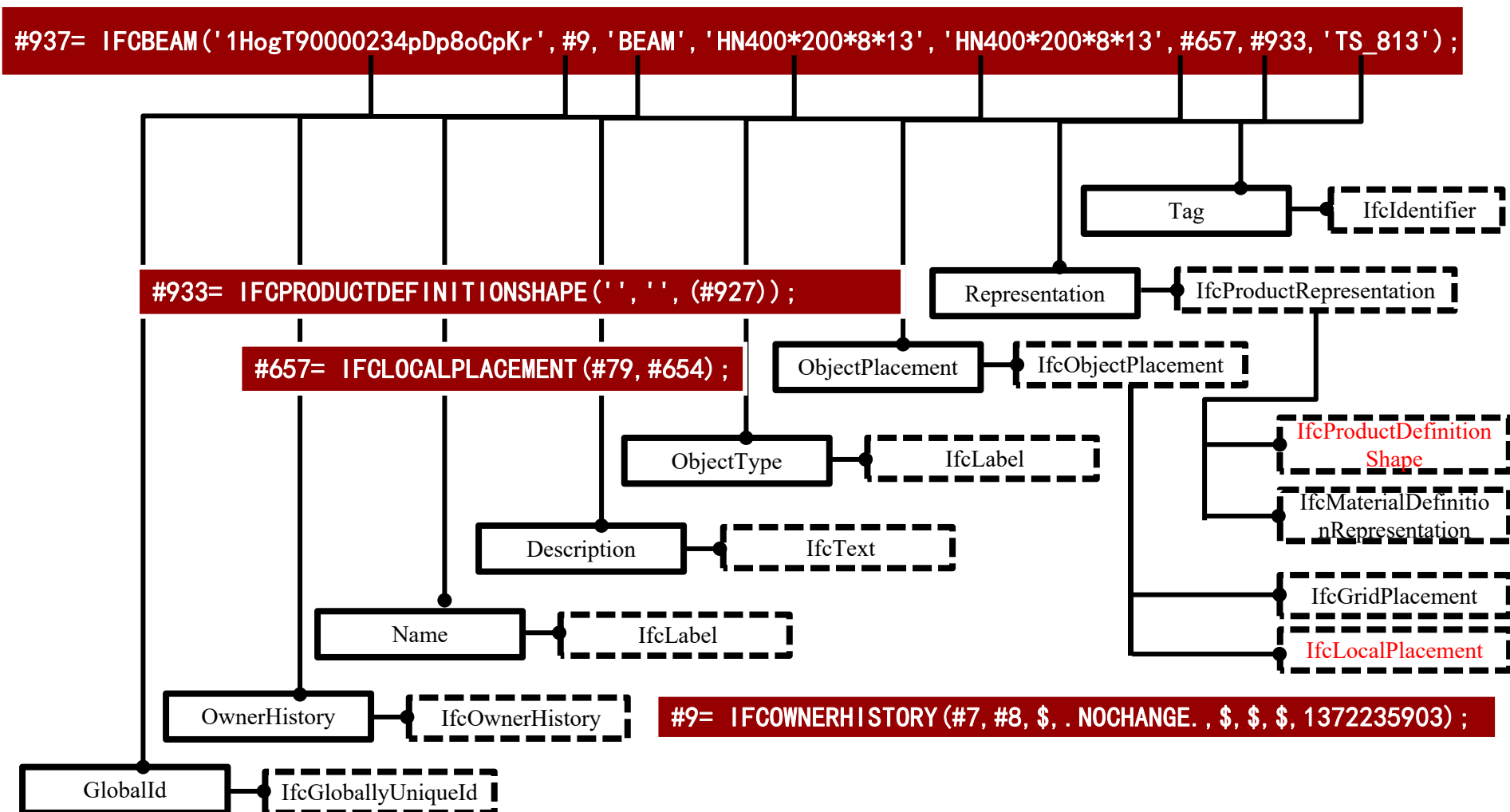


中性文件 (*. ifc) 是一种纯文本文件格式，用普通的文本编辑器就可以查看和编辑。以下用包含Beam的IFC文件进行分析：

```
ISO-10303-21:..
HEADER:..
FILE DESCRIPTION(' ViewDefinition [PresentationView, QuantityTakeOffAddOnView]', '2:1'):..
FILE NAME(' D:\TEKLA\1111.ift', $, $, $, $, $, $, $):..
FILE SCHEMA(' IFC2X3'):..
ENDSEC:..
DATA:..
#1= IFCPERSON(' Yinweb-PC/Yinweb', 'Undefined', $, $, $, $, $):..
#3= IFCORGANIZATION($, ' Tekla Corporation', $, $, $):..
#7= IFCPERSONANDORGANIZATION(#1, #3, $):..
#8= IFCAPPLICATION(#3, 'Next', ' Tekla Structures', 'Multi material modeling'):..
#9= IFCOWNERHISTORY(#7, #8, $, .NOCHANGE., $, $, $, 1372235903):..
#10= IFCARTESIANPOINT((0., 0., 0.)):..
.....
#686= IFCFACEOUTERBOUND(#682, .T.):..
#689= IFCFACE((#686)):..
#693= IFCARTESIANPOINT((0., 4., -187.)):..
#697= IFCARTESIANPOINT((7200., 4., -187.)):..
#701= IFCPOLYLOOP((#670, #693, #697, #674)):..
.....
#916= IFCCLOSEDSHELL((#689, #708, #727, #746, #765, #784, #803, #822, #841, #860, #879, #890, #901, #916)):..
#920= IFCFACE TEDREP(#916):..
#927= IFCSHAPE REPRESENTATION(#29, 'Body', 'Brep', (#920)):..
#933= IFCPARAMETERIZATION(1, 1, {root}):..
#937= IFCBEAM(' 1HogT90000234pDp8oCpKr', #9, 'BEAM', 'HN400*200*8*13', 'HN400*200*8*13', #657, #933, 'TS_813'):..
#978= IFCPARAMETERIZATION(1, 1, {root}):..
0, #424, #428, #974, #436)):..
.....
#1123= IFCRELDEFINESBYTYPE(' 0uG2emPv6Wg0zJZc17KY', #9, $, $, (#602, #379), #398):..
#1125= IFCRELDEFINESBYTYPE(' 0uBoluQh5ElvWskRUr3faa', #9, $, $, (#937), #956):..
#1127= IFCRELASSOCIATESMATERIAL(' 3SLIMeqn17GAtwrgduHZE', #9, $, $, (#937, #602, #379), #579):..
#1129= IFCRELASSOCIATESMATERIAL(' TS_1 \SW\SW\4\SW\SW_1', $, $, (#927, #592, #369), $):ENDSEC:..
END-ISO-10303-21:..
```

其中#937为Beam的定义

◆ Beam的IFC格式分析



◆ Stp部分文件示意图

```
ISO-10303-21;
HEADER;
/*****
 * Generated by software with PDE/Lib inside
 * PDElib Version v51a, created Tue 01/15/2008
 * International Technegroup Inc. (www.iti-oh.com)
 *****/
FILE_DESCRIPTION(('','2;1');
FILE_NAME('C:\\Documents and Settings\\aus\\X2\\684C9762\\X0\\X2\\96F64EF6\\X0\\1.stp','2011-02-
24T23:45:17',('aus'),('','Autodesk Inventor 2009','Autodesk Inventor 2009',''));
FILE_SCHEMA(('AUTOMOTIVE_DESIGN { 1 0 10303 214 1 1 1 1 }'));
ENDSEC;
DATA;
#5=APPLICATION_CONTEXT('automotive design');
#6=APPLICATION_PROTOCOL_DEFINITION('International Standard','automotive_design',2001,#5);
#7=PRODUCT_CONTEXT('',#5,'mechanical');
#8=PRODUCT('\\X2\\96F64EF6\\X0\\1','\\X2\\96F64EF6\\X0\\1',$,(#7));
#9=PRODUCT_RELATED_PRODUCT_CATEGORY('part',$,(#8));
#10=PRODUCT_DEFINITION_FORMATION('',#8);
#11=PRODUCT_DEFINITION_CONTEXT('part definition',#5,'design');
#12=PRODUCT_DEFINITION('',#10,#11);
#18=(NAMED_UNIT(*)PLANE_ANGLE_UNIT()SI_UNIT($,.RADIAN.));
#19=DIMENSIONAL_EXPONENTS(0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0);
#20=PLANE_ANGLE_MEASURE_WITH_UNIT(PLANE_ANGLE_MEASURE(0.017453292500000),#18);
#24=(CONVERSION_BASED_UNIT('DEGREE',#20)NAMED_UNIT(#19)PLANE_ANGLE_UNIT());
#28=(NAMED_UNIT(*)SI_UNIT($,.STERADIAN.)SOLID_ANGLE_UNIT());
#32=(LENGTH_UNIT()NAMED_UNIT(*)SI_UNIT(.MILLI.,.METRE.));
#34=UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT(LENGTH_MEASURE
(0.0100000000000000),#32,'DISTANCE_ACCURACY_VALUE','');
#36=(GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT(3)GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT((#34))
```

◆WRL部分文件示意图

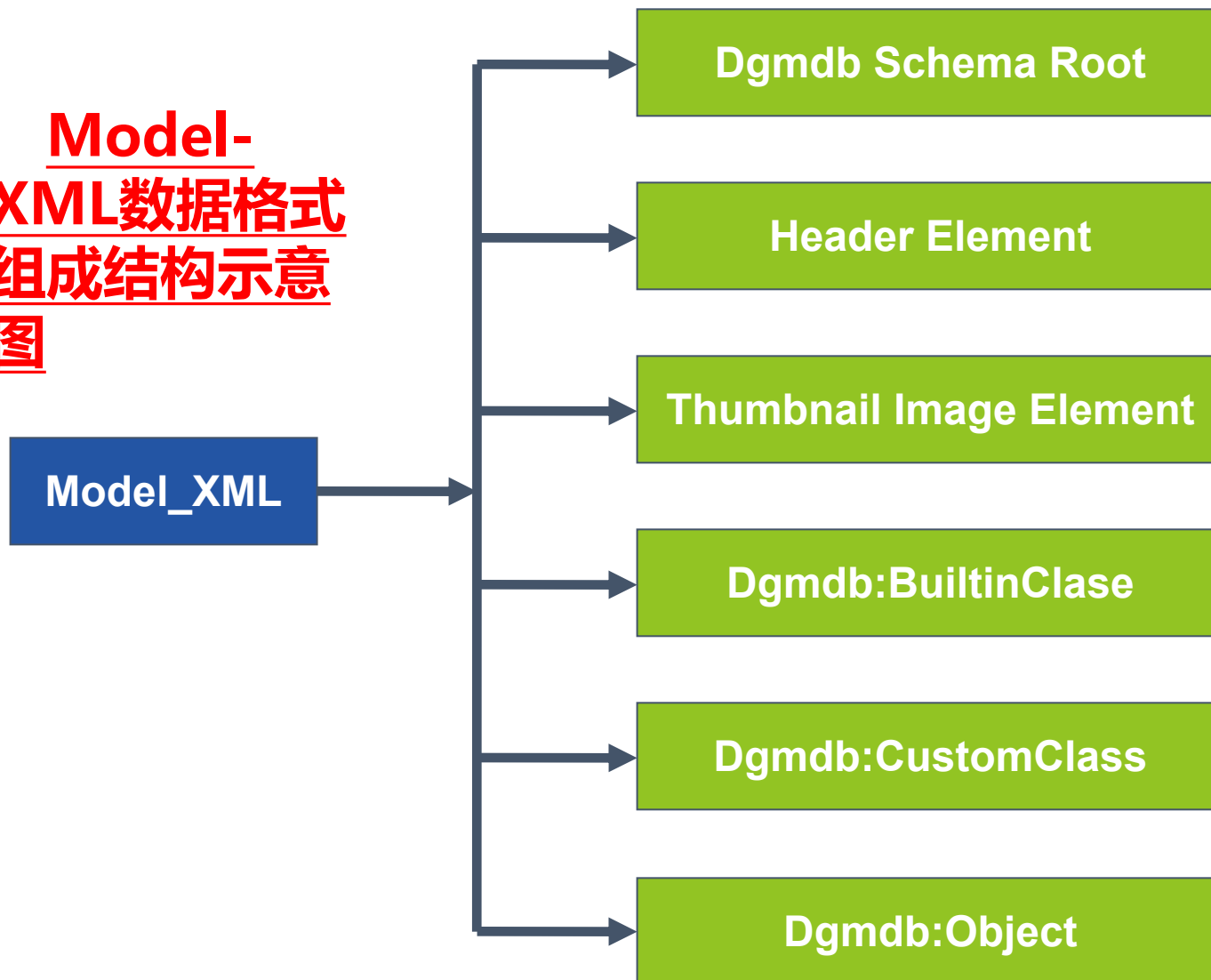
```
#VRML V2.0 utf8
# Produced by 3d Toolbox 1.0 (Pierre Alliez, CNET / DIH / HDM)
# Mesh : 42 vertices, 80 faces // 网格: 42 个顶点, 80 个面
DEF Mesh-ROOT Transform { // 定义 网格-根部 变换
translation 0 0 0 // 平移 0, 0, 0. 也就是不平移
rotation 0 0 0 // 旋转 0, 0, 0. 也就是不旋转
scale 2 2 2 // 缩放 2, 2, 2. 也就是坐标三个轴放大 2 倍
children [ // 变换子结点
Shape { // 外形
appearance Appearance {
material Material { // 材质
diffuseColor 0 0 0 // 颜色: 黑色
}
}
geometry DEF Mesh-FACES IndexedFaceSet { // 定义网格面索引集
ccw TRUE // ccw 为 TRUE. 也就是只渲染顶点为顺时针的顶点
solid TRUE // SOLID 为 TRUE. 也就是实心
coord DEF Mesh-COORD Coordinate { point [ // 以下是网格的各个顶点的坐标.
-0.0378297 0.12794 0.00447467, +
```

基于XML的Model-XML构造文件

- Model-XML文件可提供不同软件 and 不同应用系统之间的数据表示和交换功能。
- Model-XML文件可以在计算机网络上方便的传递和共享。
- Model-XML中元素类型由用户自己定义，可以方便的扩展。
- 可以方便的把由STEP 表示的建筑产品数据转化为Model-XML文档
- Model-XML到STEP 的逆向转换也十分便利。

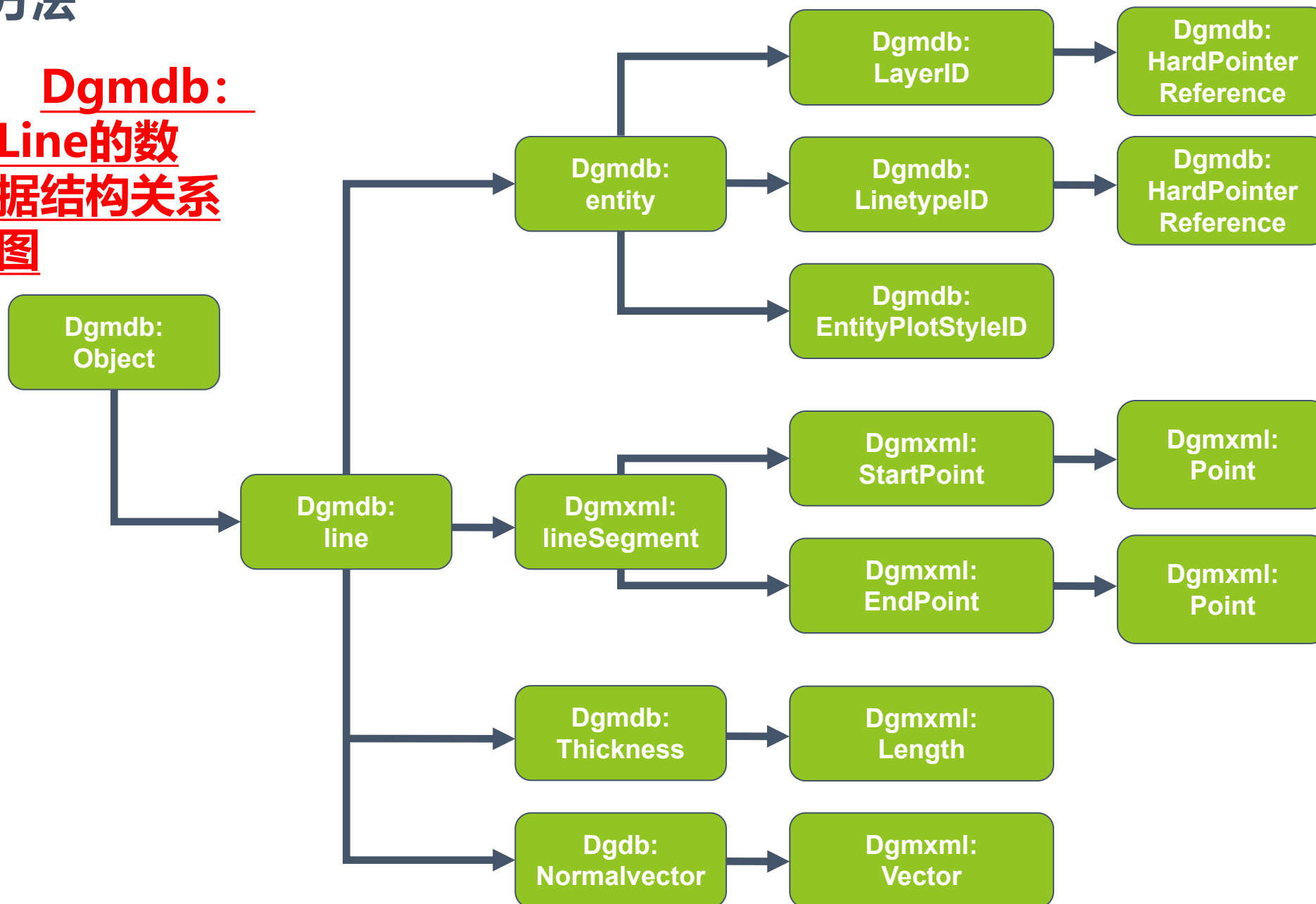
采用XML可扩展置标语言，定义各模型的定义、属性、分类、延续、遗传及关联

Model-XML数据格式组成结构示意图



构造方法

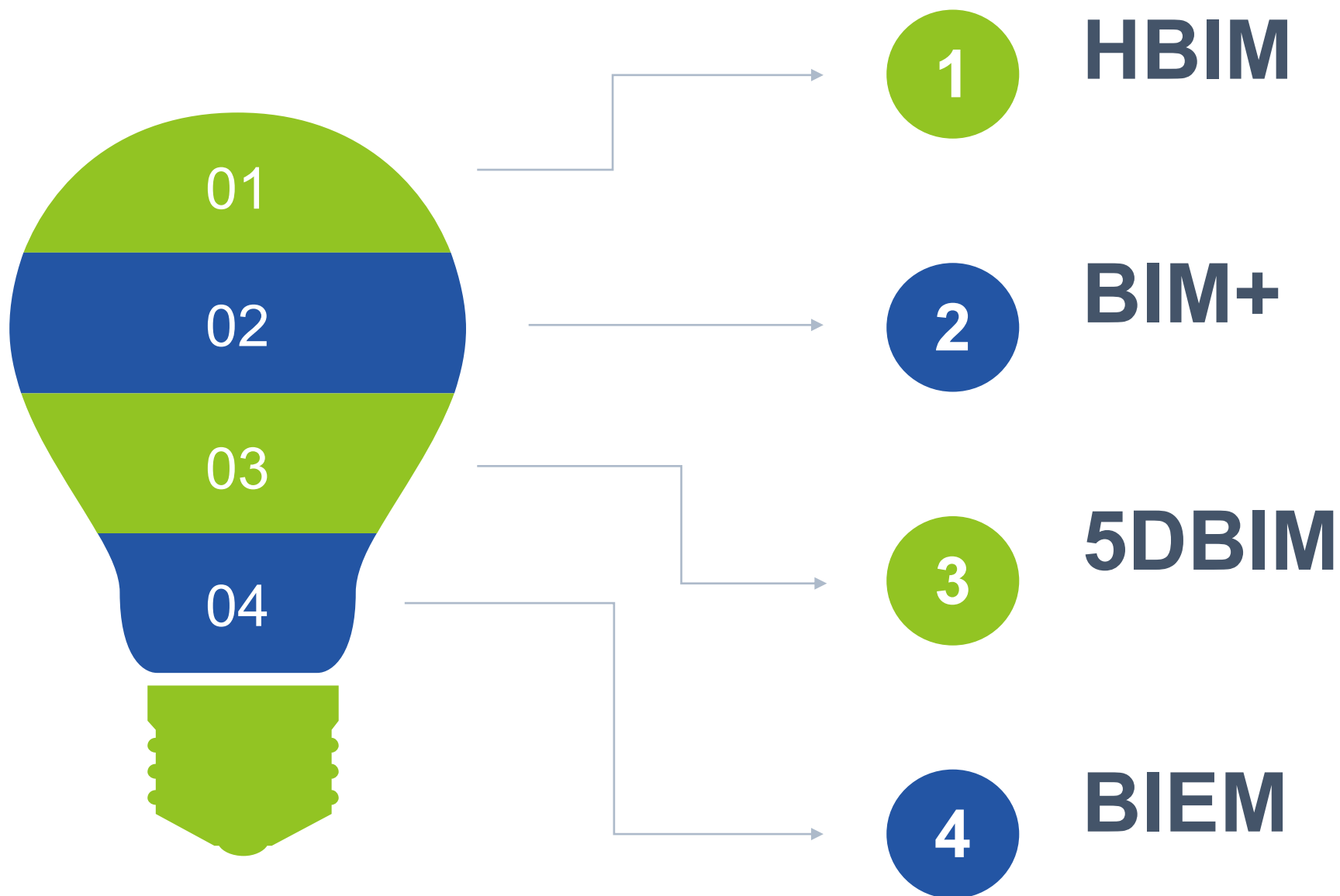
Dgmdb: Line的数据 结构关系 图





5

数字图形介质理论 助推BIM创新



1

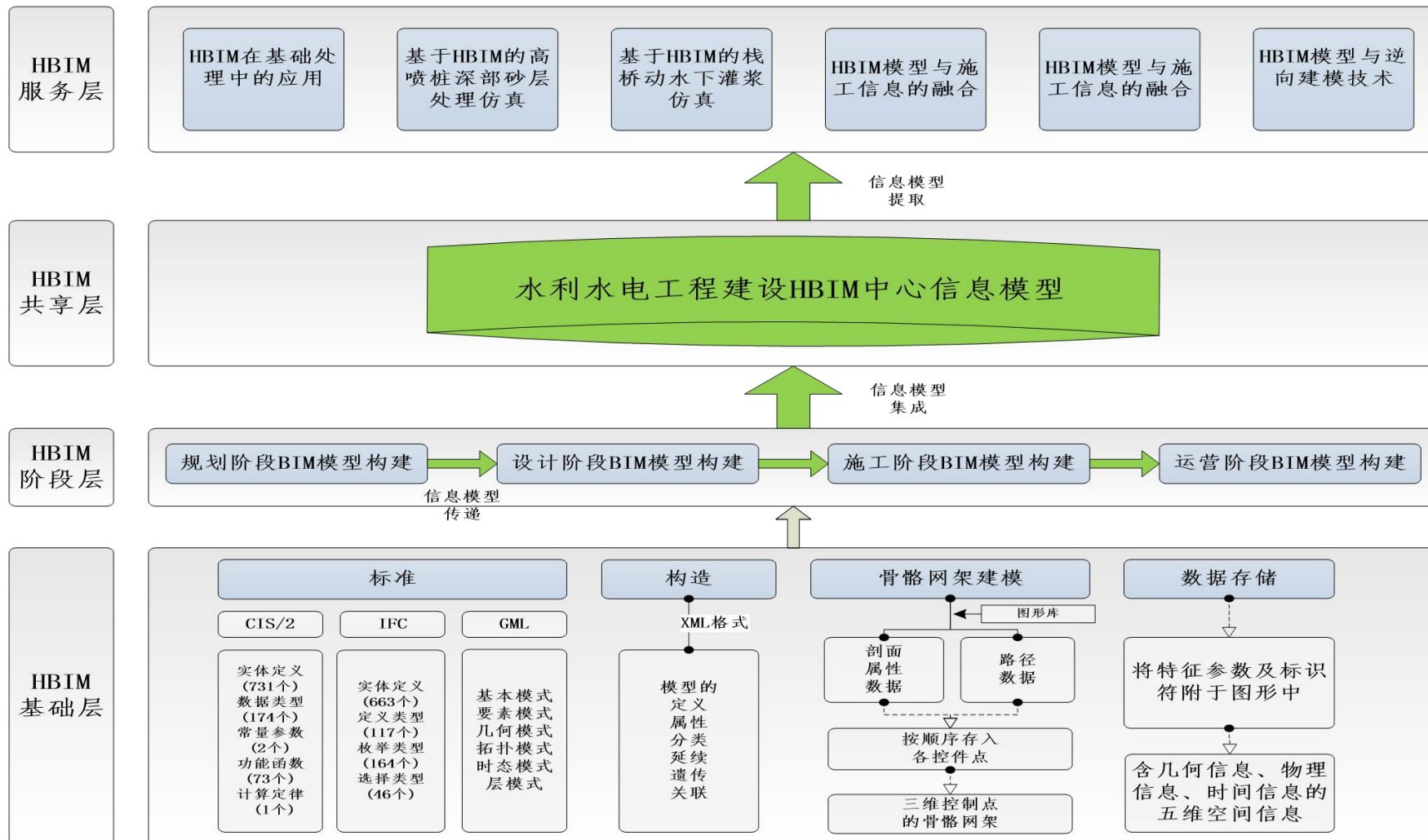
HBIM

01

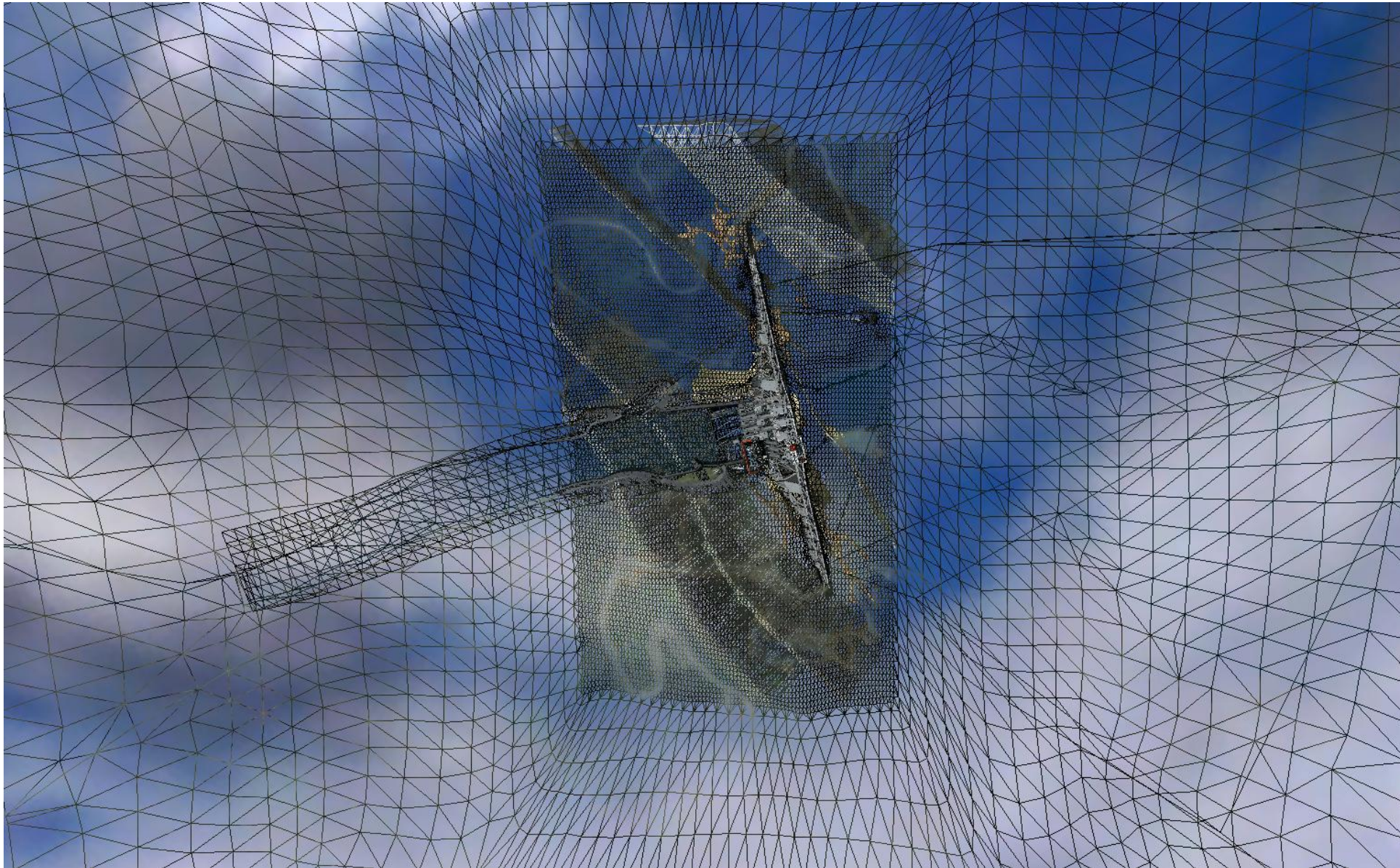
02

03

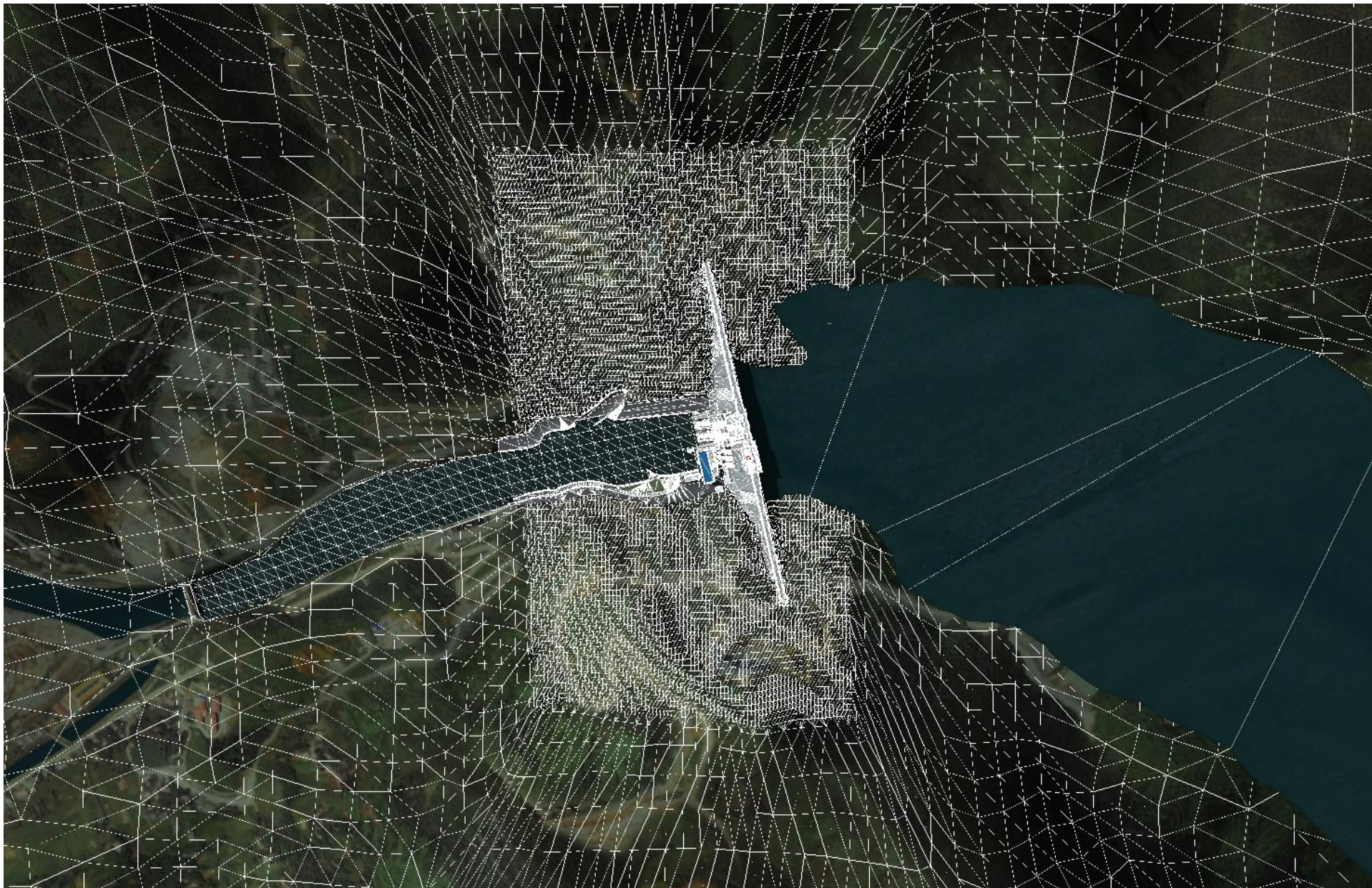
04



数字图形介质理论助推BIM创新



数字图形介质理论助推BIM创新



数字图形介质理论助推BIM创新

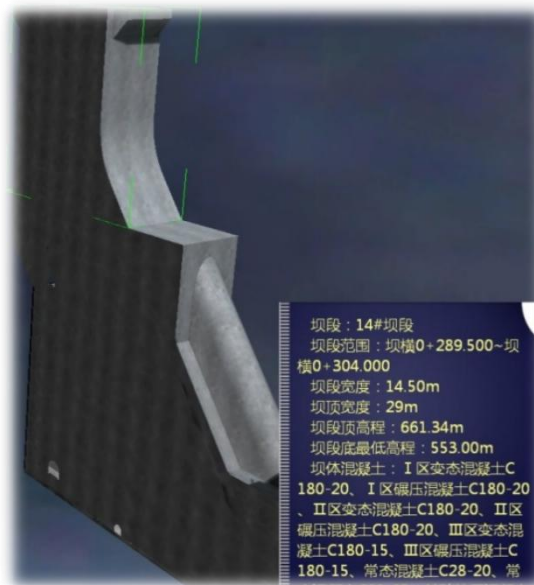


数字图形介质理论助推BIM创新

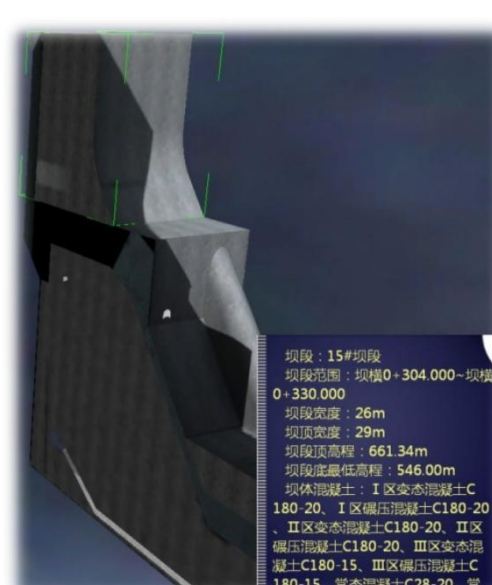
信息模型



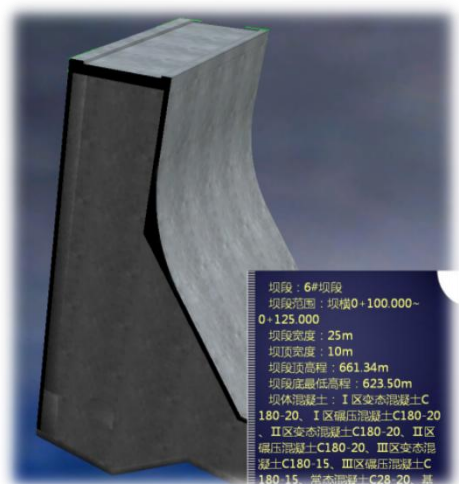
11#坝段信息模型



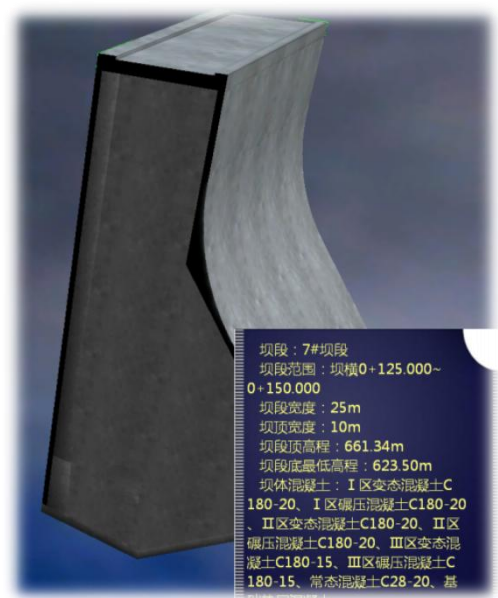
14#坝段信息模型



15#坝段信息模型



6#坝段信息模型

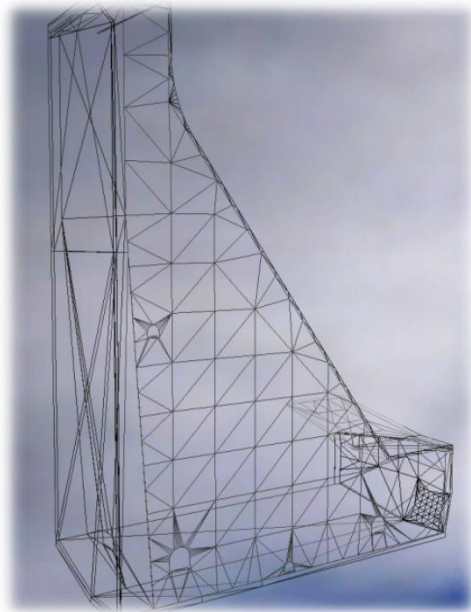


7#坝段信息模型

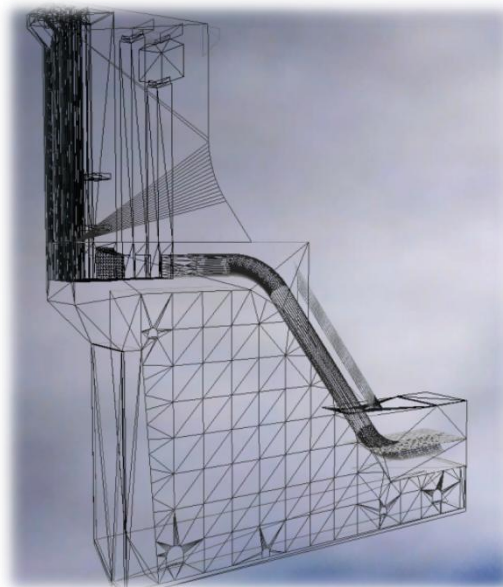


8#坝段信息模型

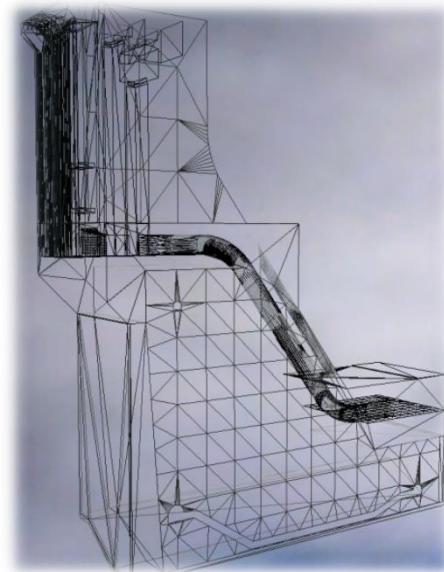
网格模型



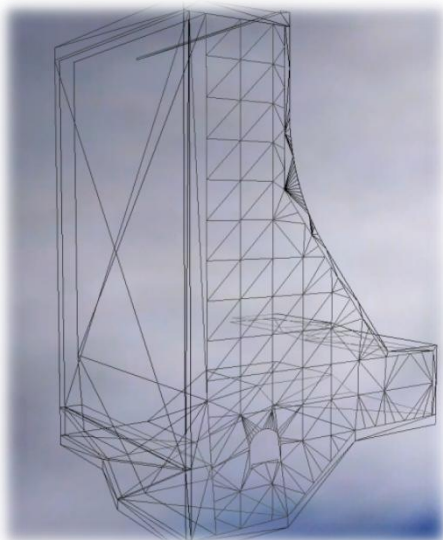
11# 坝段网格模型



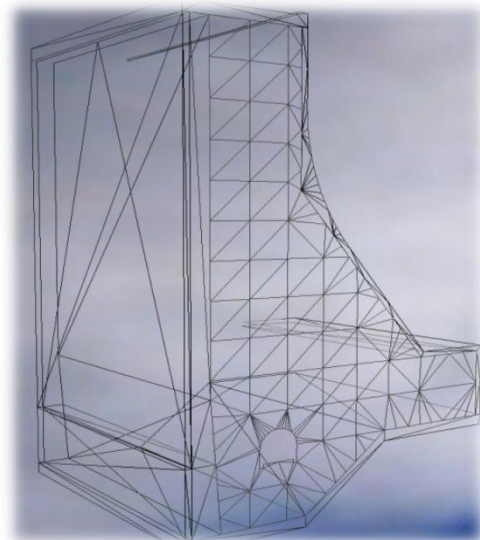
14# 坝段网格模型



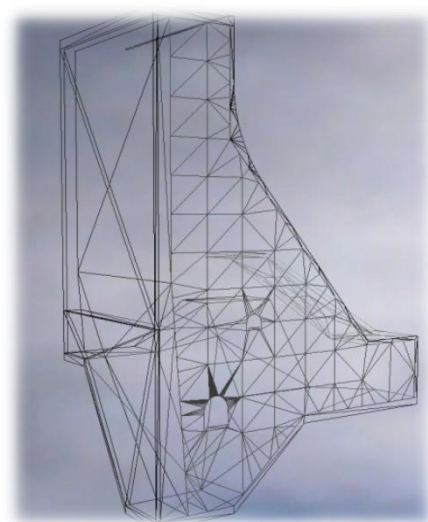
15# 坝段网格模型



6# 坝段网格模型



7# 坝段网格模型

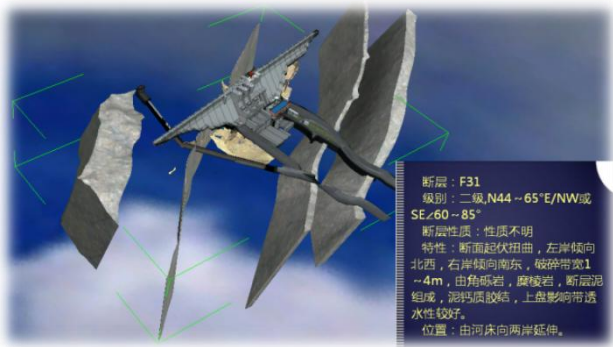


8# 坝段网格模型

角点模型



数字图形介质理论助推BIM创新



断层F31信息模型



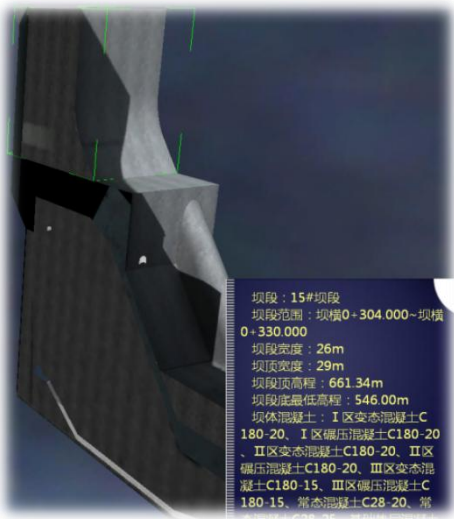
断层F11信息模型



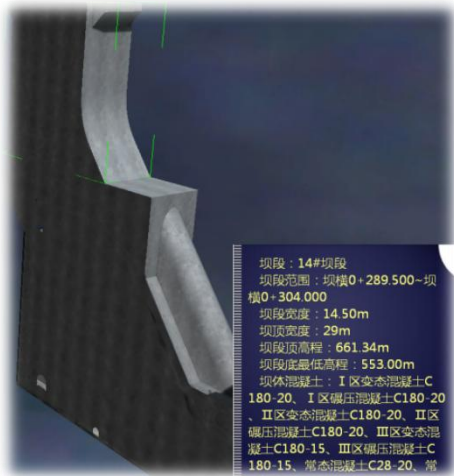
11#坝段信息模型



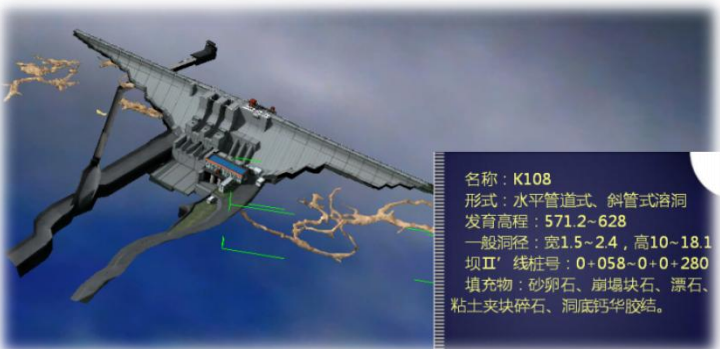
溶洞K111信息模型



14#坝段信息模型

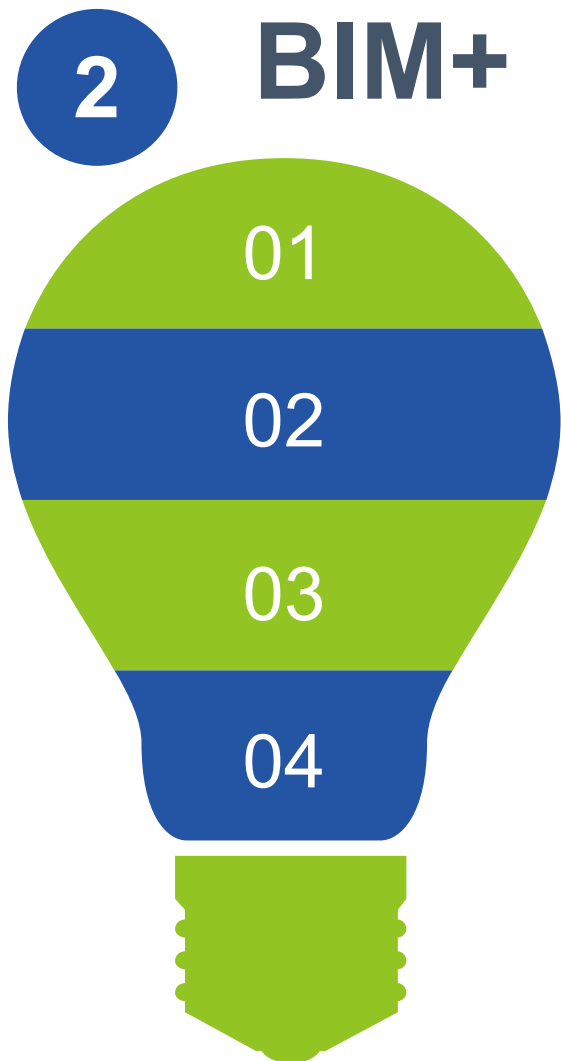


15#坝段信息模型

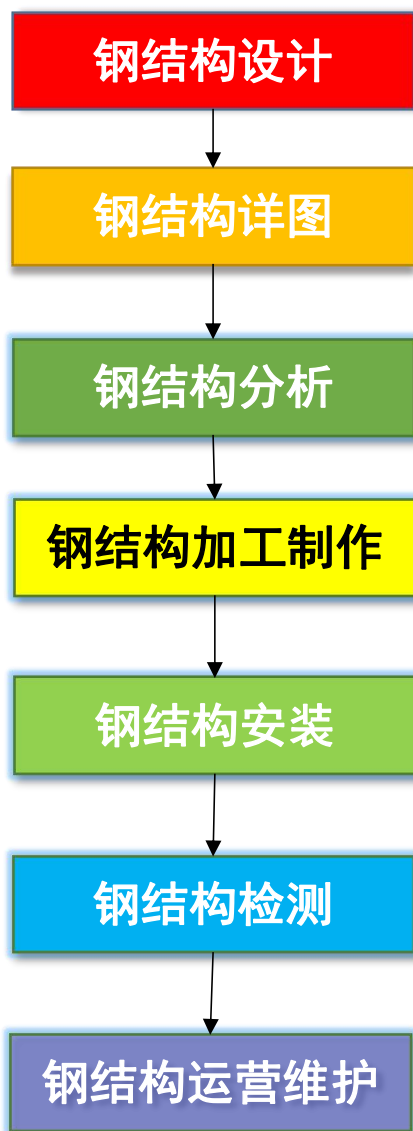


溶洞K108信息模型

数字图形介质理论助推BIM创新



钢结构全生命周期



BIM理论创新

数字图形介质理论方法
(2013年成果)

钢结构虚拟现实与可视化仿真
(2014年成果)

钢结构BIM+数字图形数据库

标准(CIS/2,IFC,GML)

构造(定义,属性,分类,关联)

造型(骨骼网架)

存储(数据图形互相依附)

共性参数截面

分类分级模板

信息传递方法

构件关联技术

钢闸门智能系统

BIM+应用创新

BIM+物联网

编码技术(二、三维码)

信息传递(扫码、RFID)

信息保护(激光打码,贴片)

BIM+信息定位

传统详图升级改造

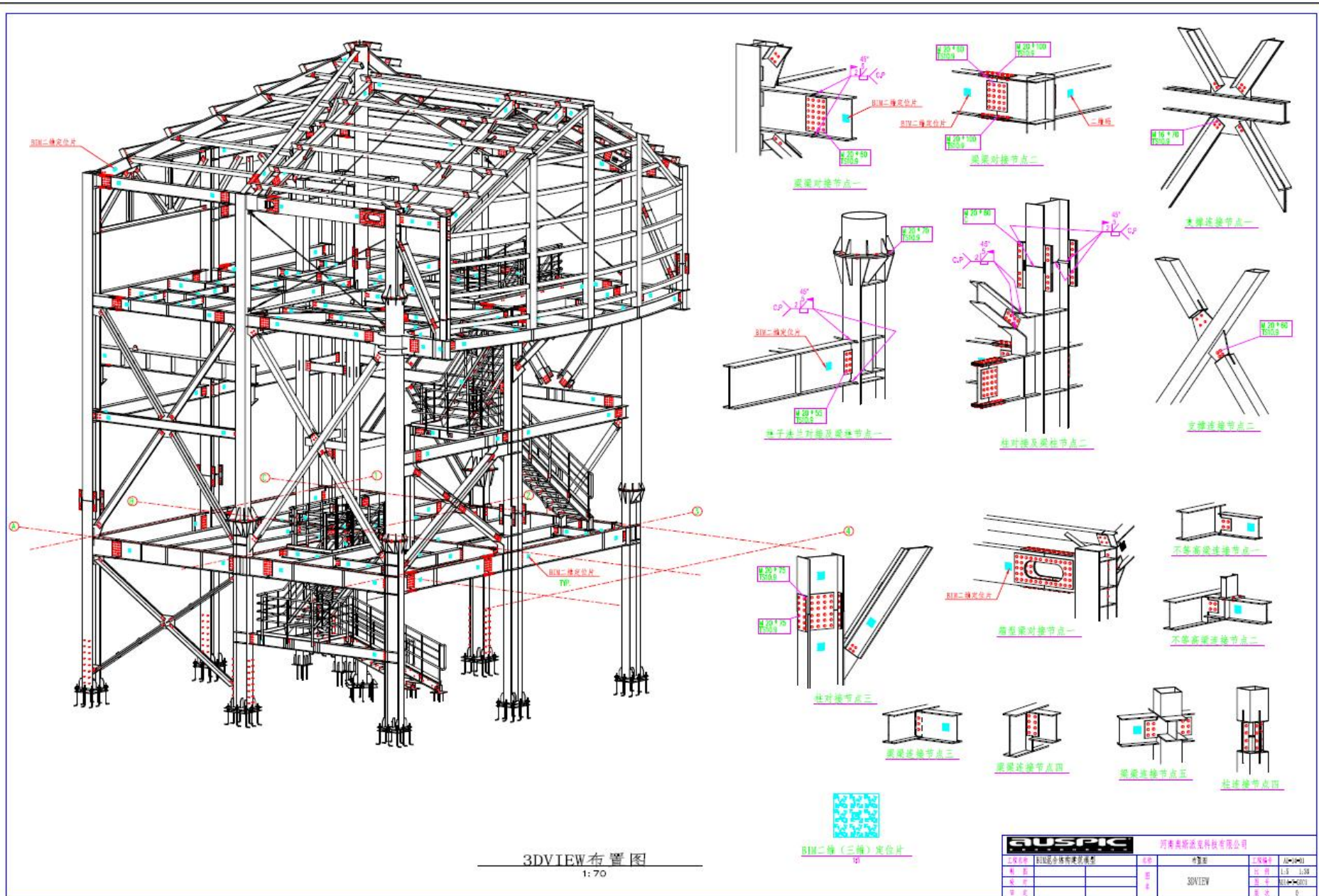
定位装置、智慧制造

BIM+全景测量

照片成像与软件系统

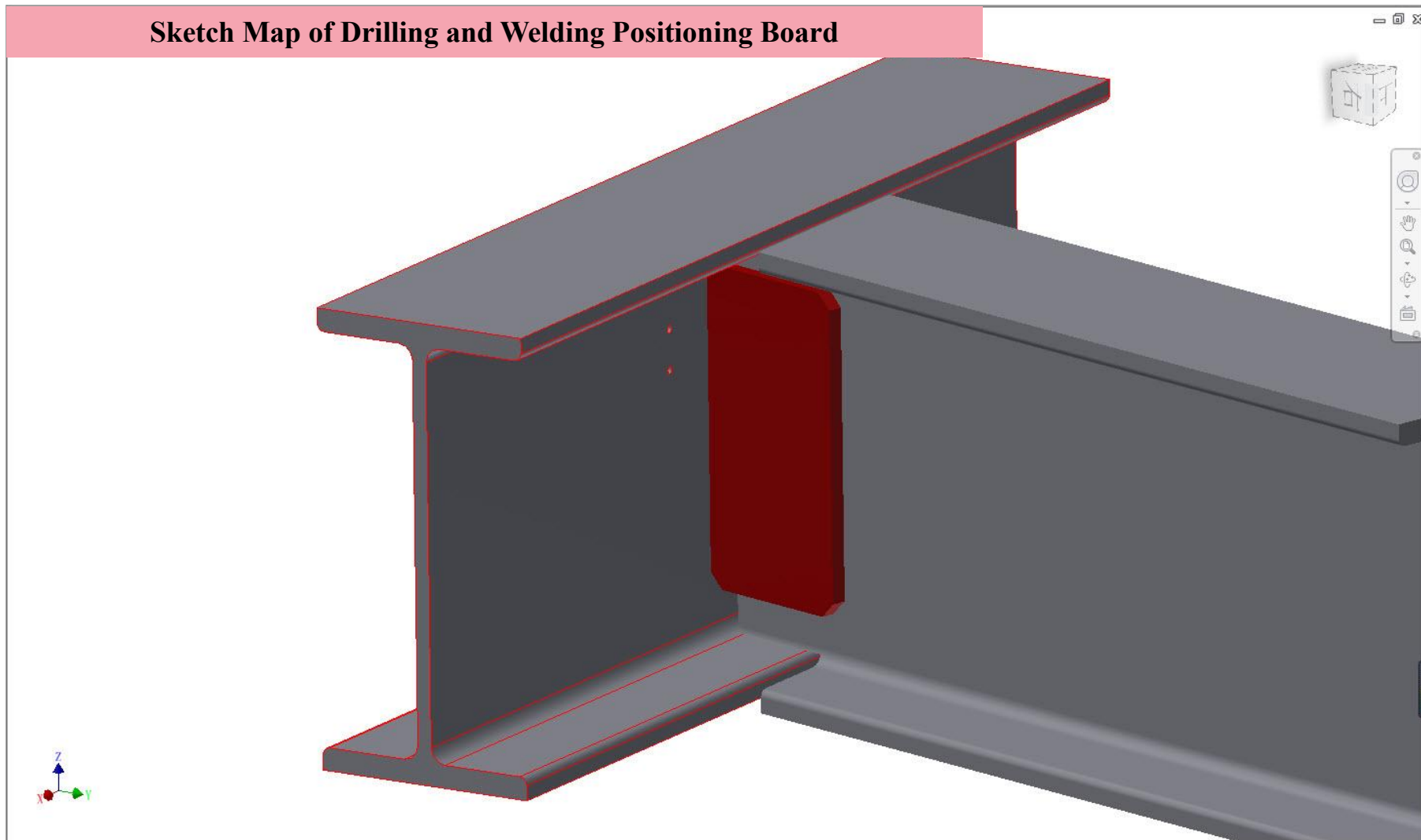
无人机航拍与软件系统

数字图形介质理论助推BIM创新

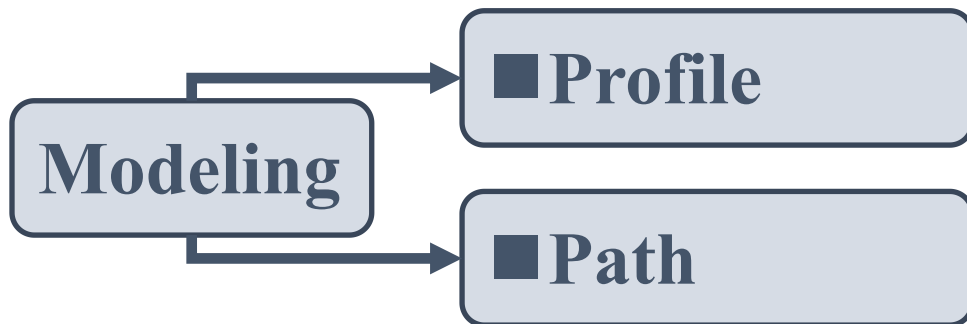


Positioning Device Of BIM

Sketch Map of Drilling and Welding Positioning Board

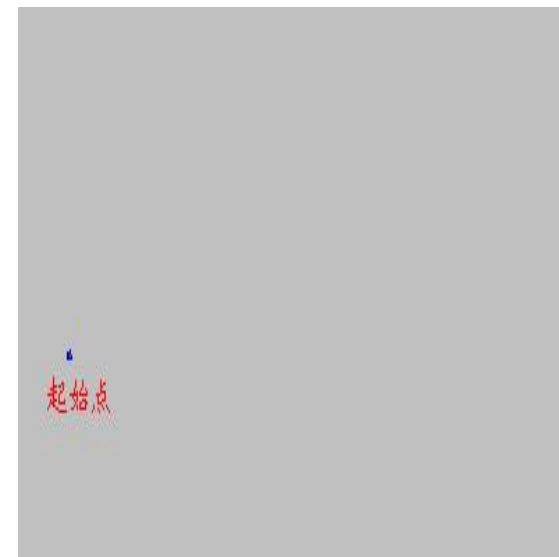
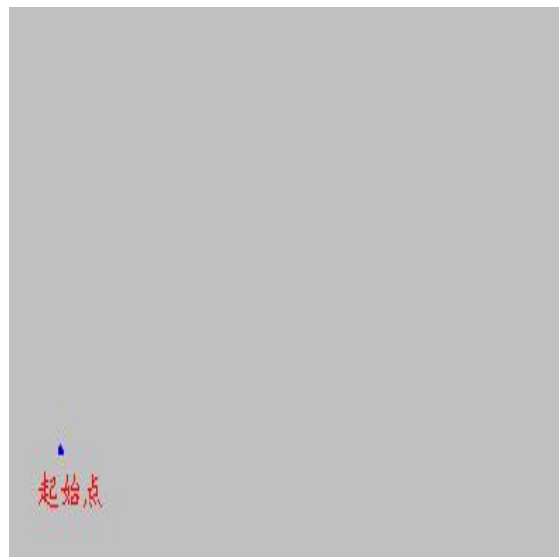
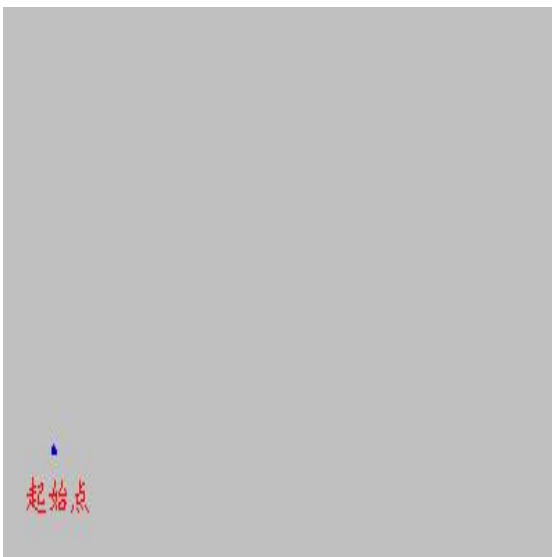


Modeling Method Of BIM

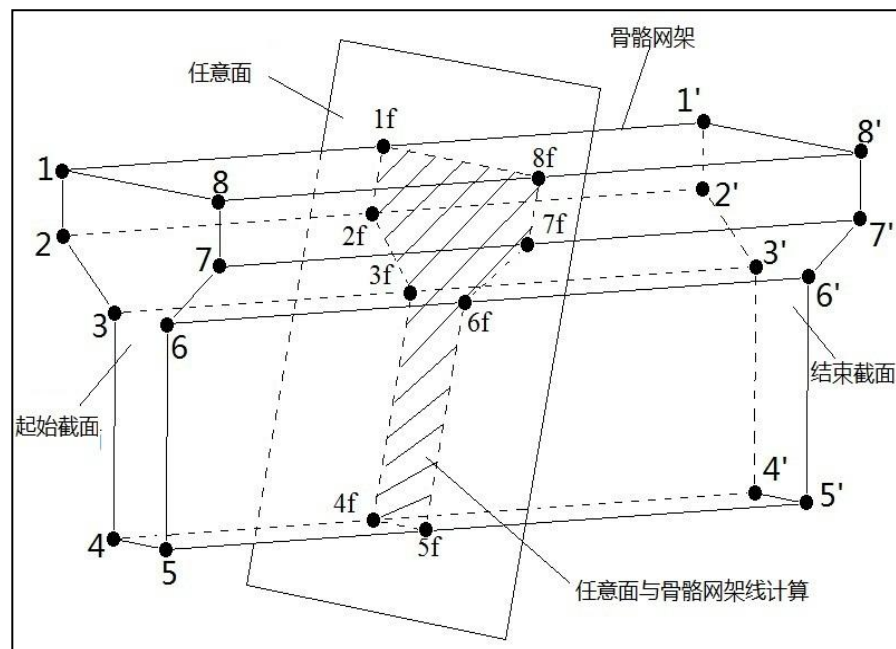
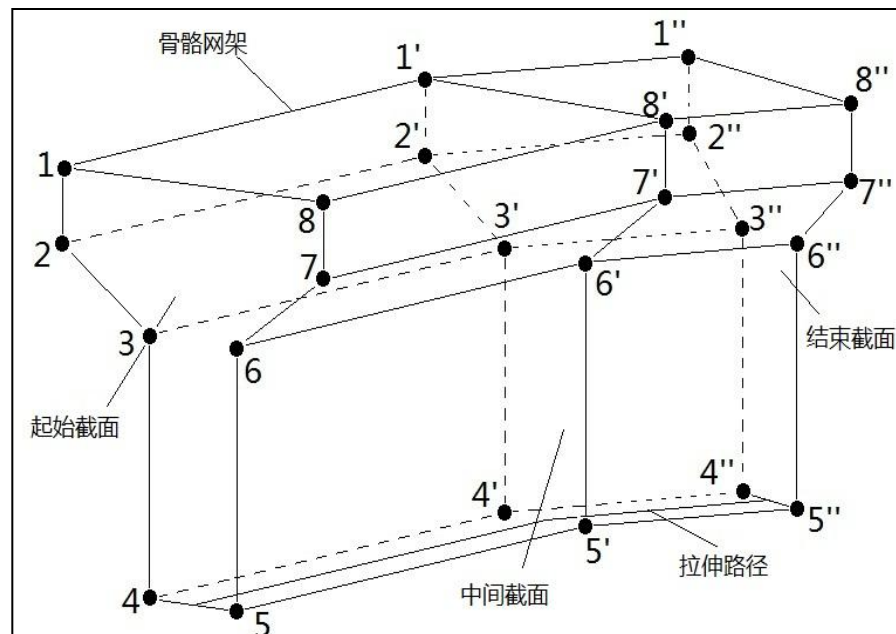
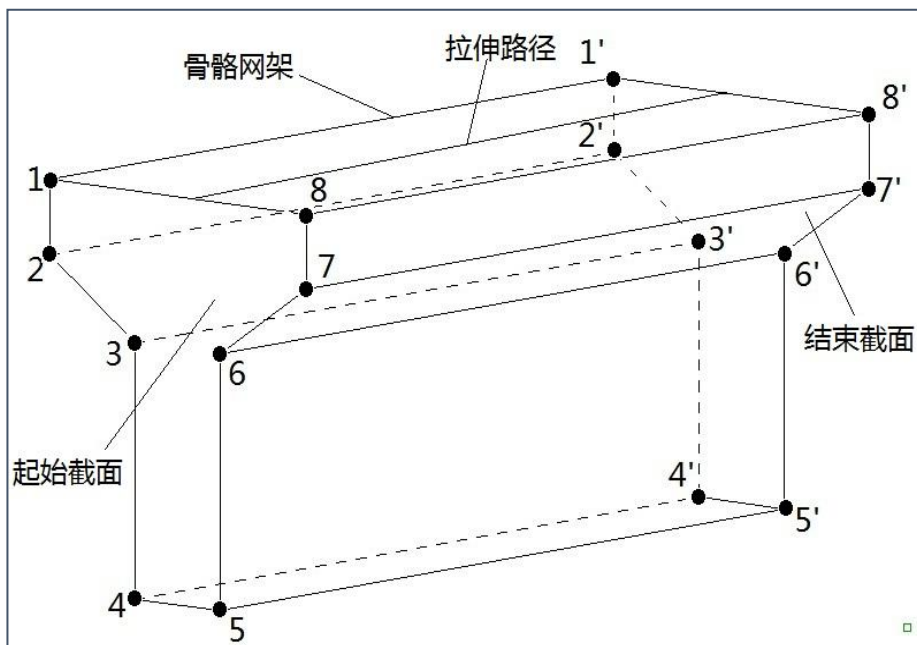


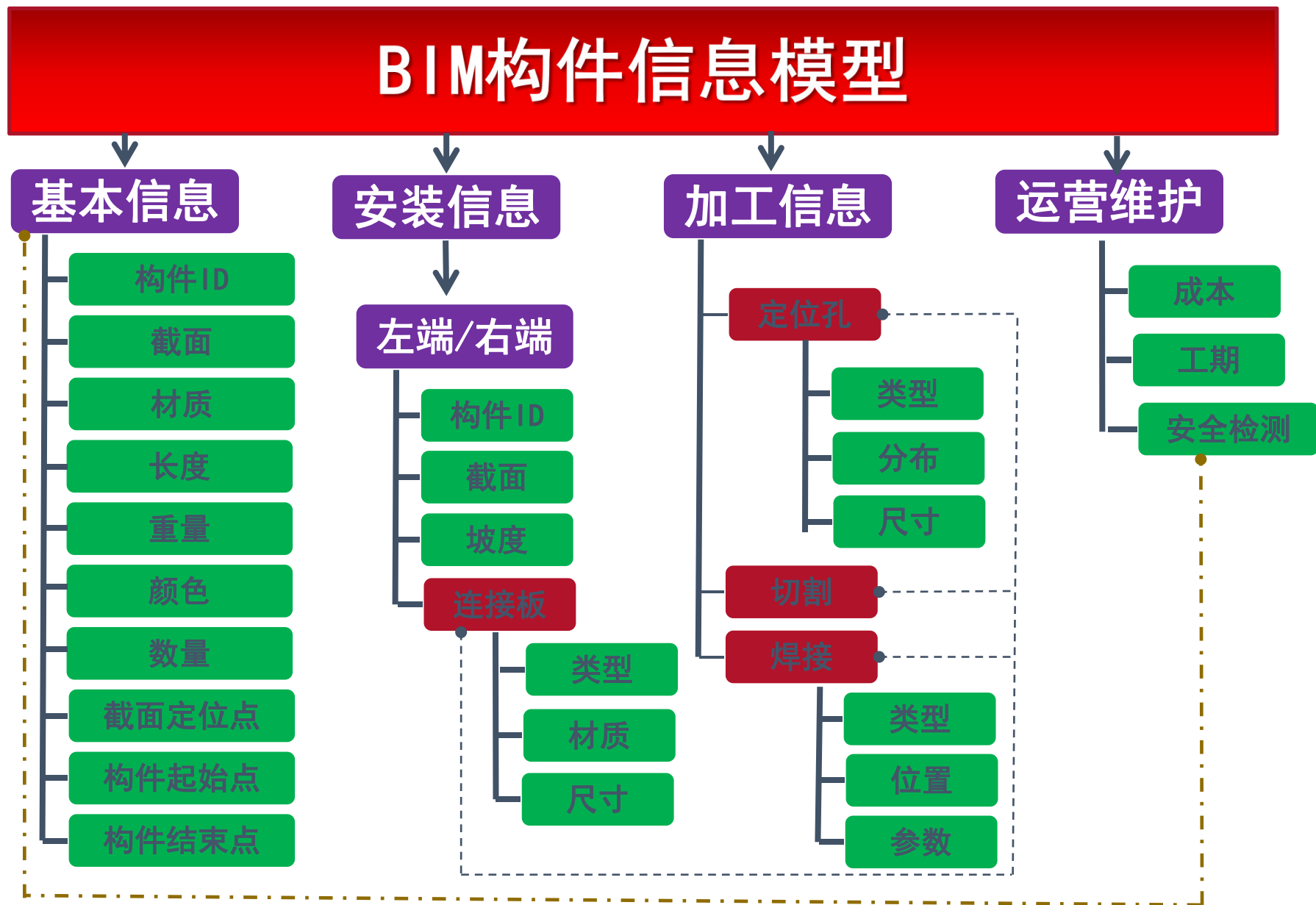
The Shape Information and The Physical Properties of The Solid Are Recorded.

Geometric Information (Starting Point, Ending Point, Local Coordinate System, or Drawing Path)

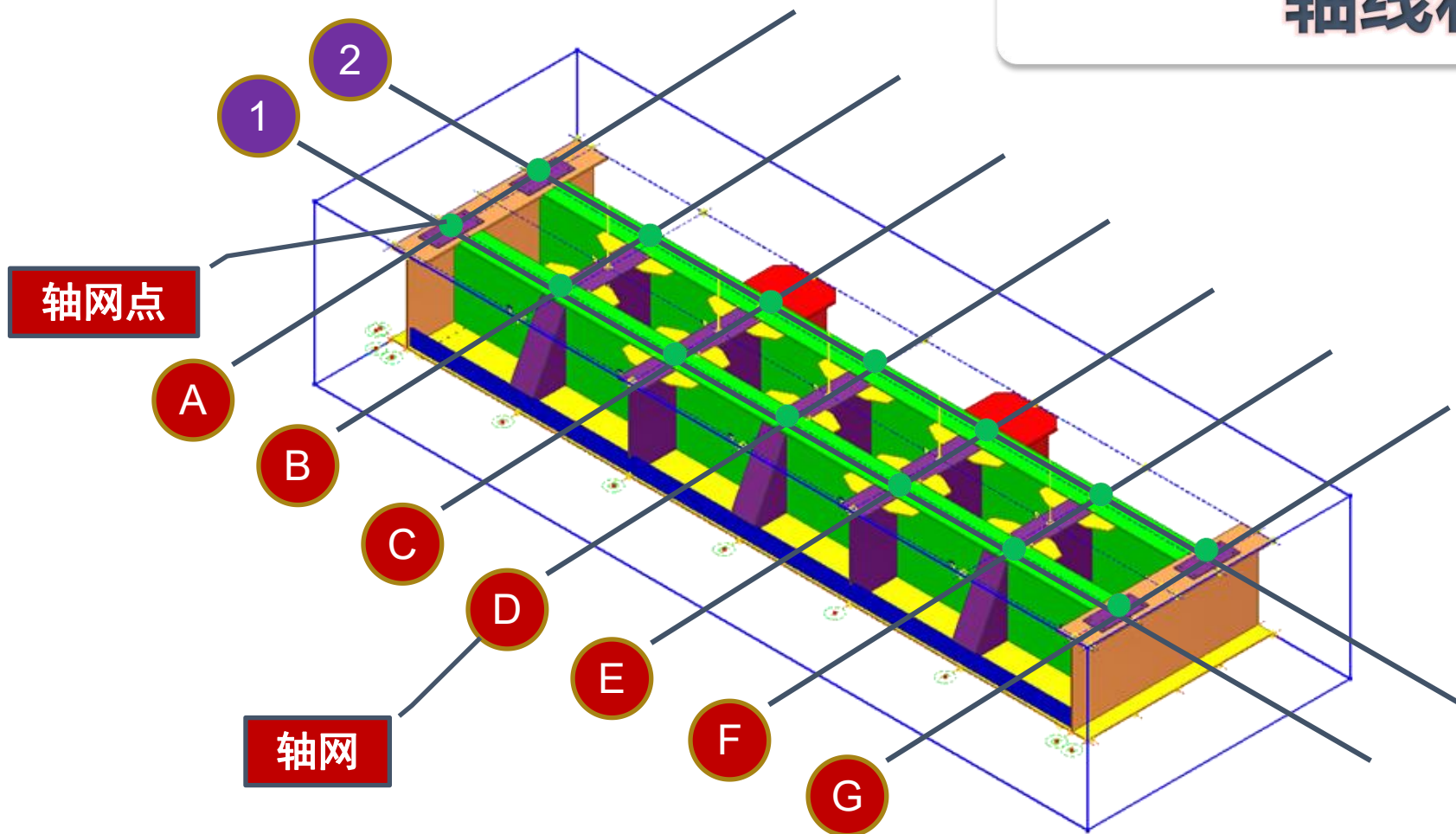


- The Key Points Modeling of Cross Section
- Skeleton Grid Modeling of Key Points Connection



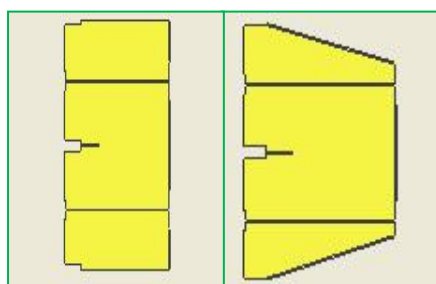
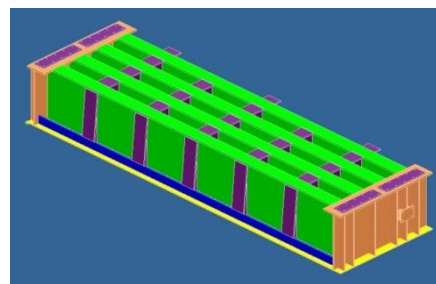
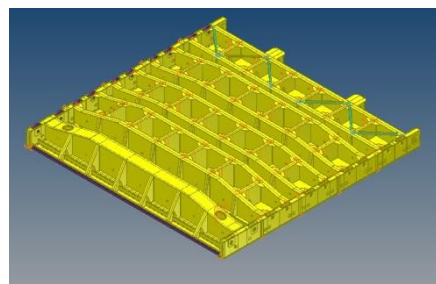
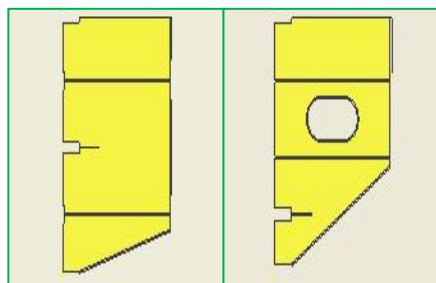
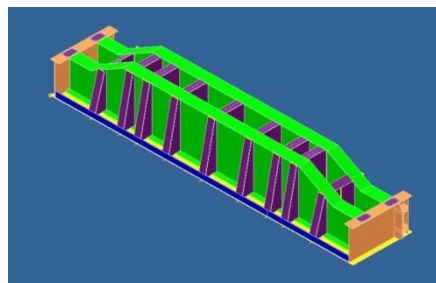
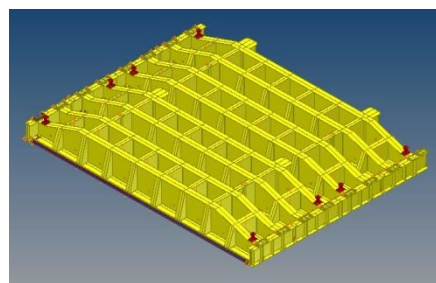
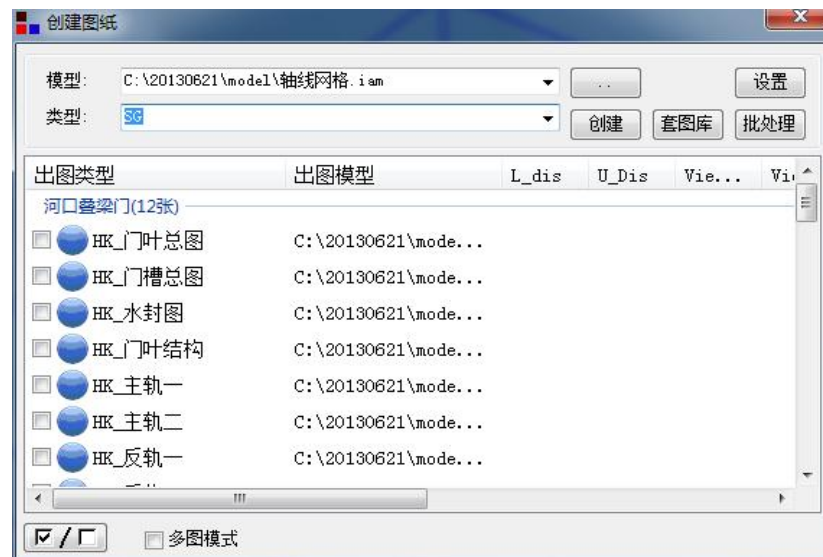


轴线和构件的关联



➤ 构件具备截面、起始点和结束点等关键特征；构件的起点、终点和轴线进行绑定；轴线改变驱动构件改变。

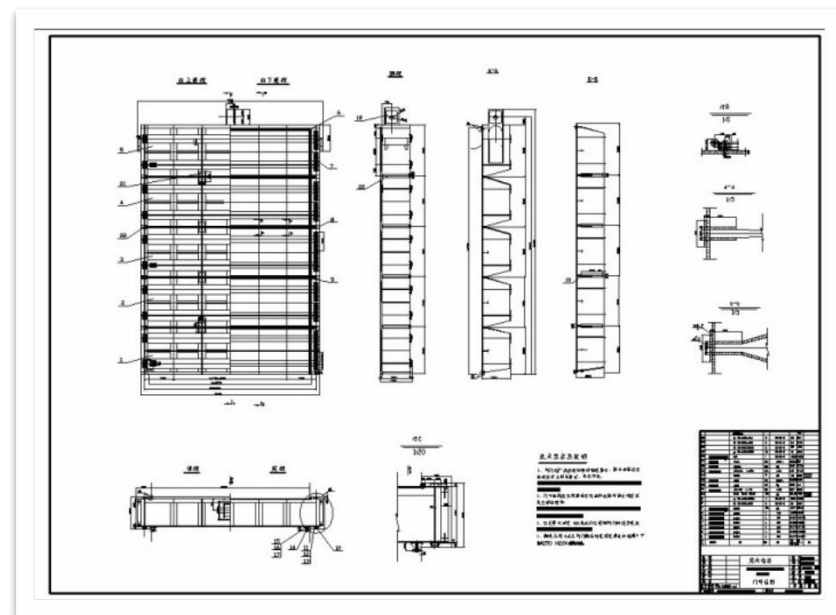
数字图形介质理论助推BIM创新



模板族

部件族

零件族



3

5DBIM

01

02

03

04

主要内容

工程快速数据信息采集和信息反馈的方法

工程施工空间属性信息模型的技术

BIM模型快速构建方法

5D
BIM数字建模与过程管理的图形关联方法

工程施工过程管理信息模型的技术

设计开发

主要功能

施工管理信息实时采集

施工管理信息高效管理与可视化

施工进度、成本分析

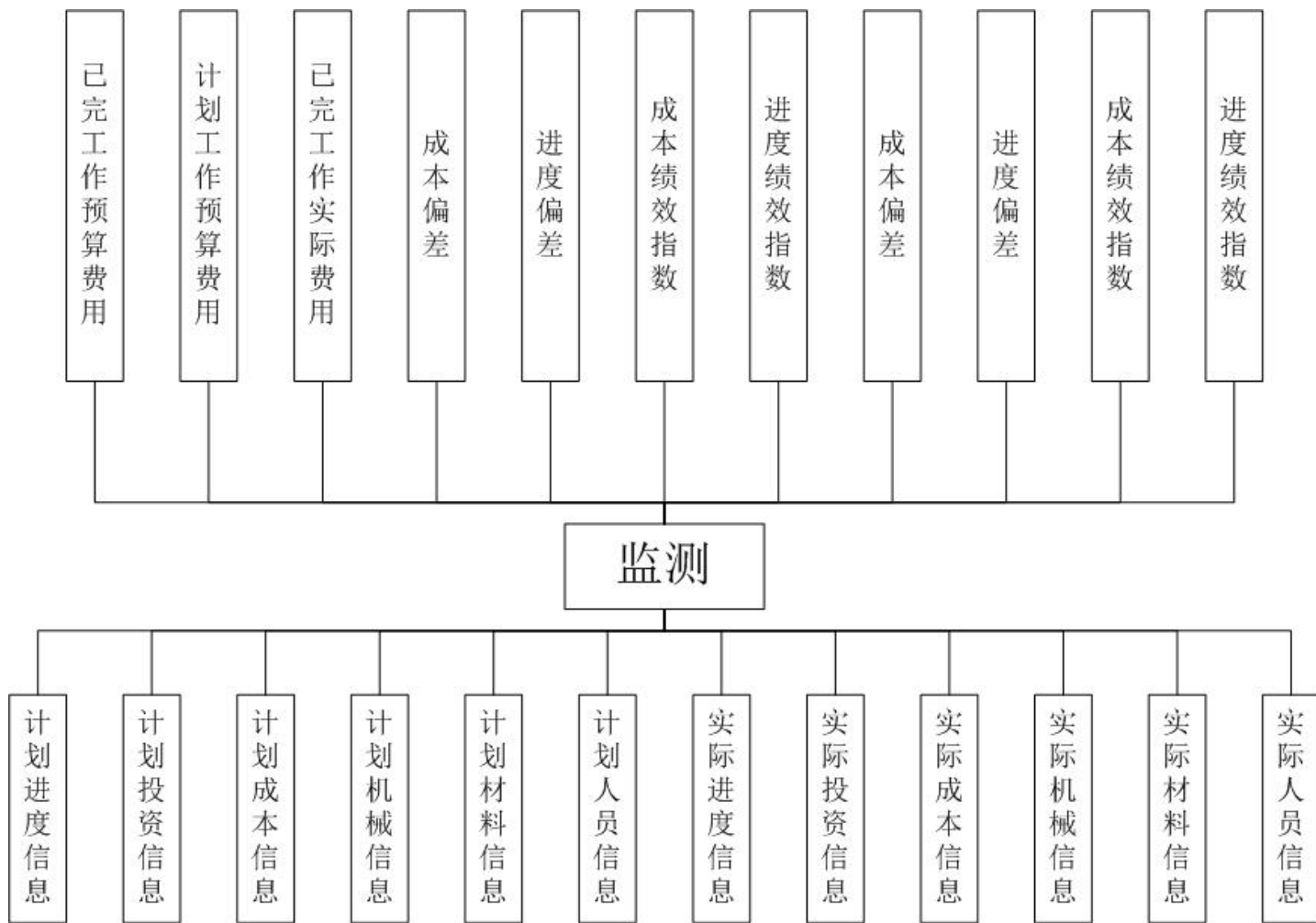
基于实测信息与分析预警

基于实测信息与分析预测

系统集成与改进

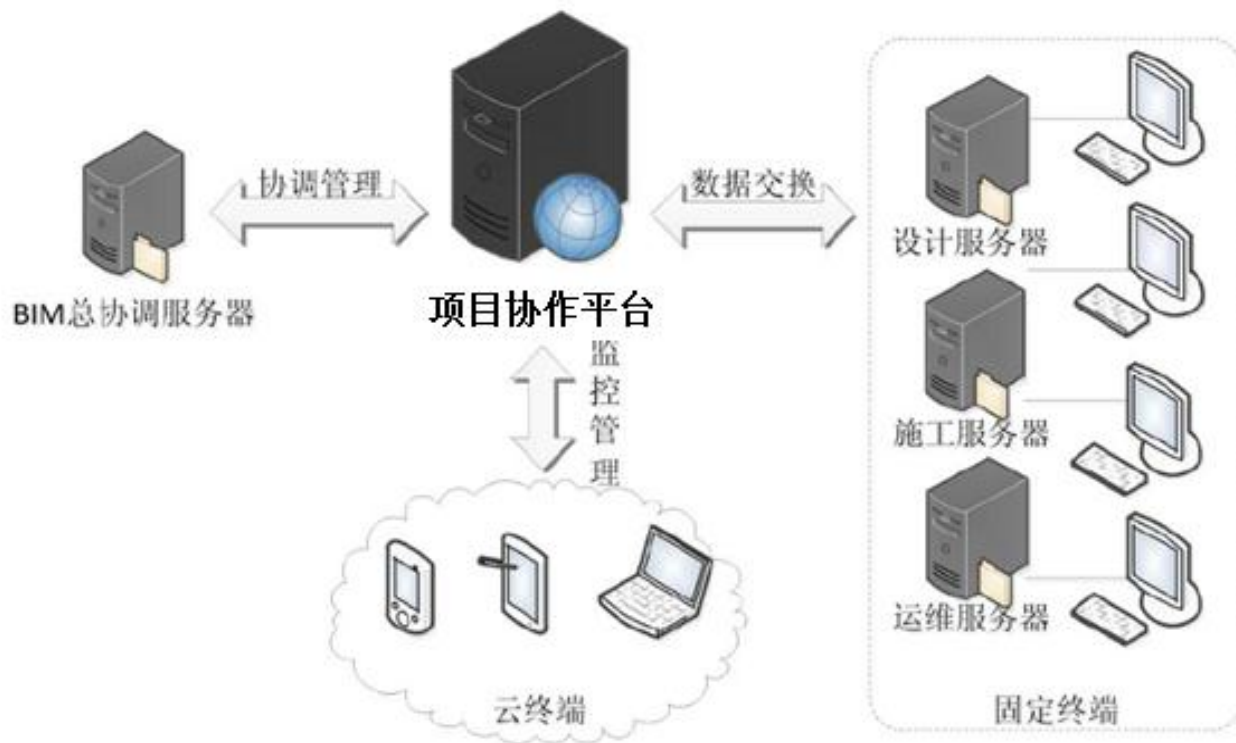
按照预测调整施工管理

(1) 监测—全过程监测23个管理要素指标



(2) 互联

通过信息化的多种技术，实现城市高架桥管理的**进度、成本、材料、人员、设备**等生命周期内各种管理数据的**实时采集、共享、分析、及反馈**



(3) 分析决策-三大关键模型

①**个性化理想进度成本控制曲线模型**，即：在一定建设管理标准条件下，考虑不同城市高架桥建设特点和建设里程碑的不同，按照成本控制偏差最小的原则从**已完工作预算费用**、**计划工作预算费用**、**已完工作实际费用**等因素制定个性化进度成本控制曲线，按照控制曲线调整施工计划以及人员、材料、成本的投入满足控制曲线要求，最终达到理想状态的建设管理控制。

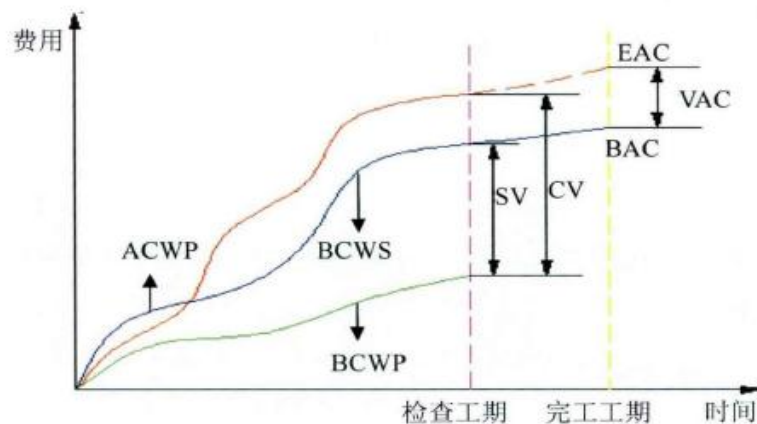
模型确立四大关键指标

建设里程碑

已完工作预算费用

计划工作预算费用

已完工作实际费用



个性化理想进度成本控制曲线

BIM期待

BIM技术的出现，
使企业管理手段能
达到**制造业的精细
程度**

BIM技术使行业
实现透明化，各
企业赚的是**管理
的钱，增值服务
能力的钱，品牌
的钱**

BIM技术实现**广域
网的协同和共享**

企业级BIM系统将
大型企业上千个项
目的构件级基础数
据集成管理

A decorative graphic consisting of a thick red line forming a large 'L' shape on the left side, and a thick blue line forming a horizontal bar across the middle. A small blue square is positioned between the red line and the main title.

7

什么CHATGPT

见另一ppt资料

图形介质属性扩展方法研究
实体与抽象客体的数字图形介质理论与方法
用企业家的战略眼光看待BIM技术的发展
用科学家的逻辑思维梳理BIM技术的脉络
用计算机图形学方法传递信息
用高性能计算做数值仿真分析