

数据驱动智慧建造可持续发展

中国建筑科学研究院有限公司 王静 研究员



数据驱动智慧建造可持续发展

一 背景及现状

二 智慧建造的数据

三 数据协同管理平台

四 预期与展望



一. 背景及现状

国家政策

十九大报告指出要建设科技强国、质量强国、航天强国、网络强国、交通强国、**数字中国、智慧社会**，与建筑行业的工作任

一是以创新为驱动，以数据为依托，以市场为主导，开放数据，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合；

二是推进国家治理体系和治理能力的现代化，规范和深化政府信息公开化；

三是用数字驱动整个经济体系，包括全供应链、全价值链的资源配置。



2019年3月19日，《关于促进人工智能和实体经济深度融合的指导意见》指出要把握新一代人工智能发展的特点，深化改革创新，优化制度环境，激发企业创新活力和内生动力，**构建数据驱动、人机协同、跨界融合、共创分享的智能经济形态**。“智能经济形态”是第一次出现在国家级政策文件中，“智能经济形态”相较于“互联网+”引领的新经济形态，不仅强调新模式的创



“十三五”时期，全面提高建筑业信息化水平，着力增强BIM、大数据、智能化、移动通讯、云计算、物联网等信息技术集成应用能力，建筑业数字化、网络化、智能化取得突破性进****

数字化是信息化的基础，数字化技术正在引发一场范围广泛的产品革命，走向数字化是高技术的一个应用本质，是对科学技术的一种认可。

数字化是将许多复杂多变的信息转变为可以度量的数字、数据，在以这些数字、数据建立起适当的数字化模型把它们转变为一系列二进制代码成为可计算的对象。

一. 背景及现状

建筑行业数字化发展阶段

信息化

数字化

智能化

三个阶段的特征与应用场景的比较

可以分为信息化、数字化、智能化三个阶段，但这三个阶段不是三个递进的发展阶段。而是因为智能传感和人工智能技术进步，过去想做却做不

	体系架构	内容	作用	价值
信息化	业务信息系统	数据/信息	信息处理	业务流程自动化
数字化	业务信息系统/管理系统/信息系统	数据/信息/知识/决策(局部)	信息管理/信息管理/知识管理	业务流程自动化/管理流程自动化
智能化	业务信息系统/管理系统/信息运营系统	数据/信息/知识/决策/执行	信息管理/知识管理/决策管理/运营管理	业务流程自动化/管理流程自动化/运营自动化、智能化

了的，现在能做到



一. 背景及现状

建筑行业数字化现状-科研

国家“十五”科技攻关计划项目 《城市规划、建设、管理与服务的数字化工程》		
课题编号	课题名称	课题负责单位
1	城市数字化标准规范研究	哈尔滨工业大学
2	城市数字化工程发展战略与政策研究	清华大学
3	城市数字化系统集成关键技术研究	武汉中地信息工程 有限公司
4	城市规划综合信息管理系统	中国城市规划 设计研究院
5	市政公用业务管理系统	哈尔滨工业大学
6	建筑市场与交易管理信息系统	中国建筑科学研 究院
7	住宅与房地产管理系统	建设部信息中心
8	建筑企业信息化应用软件开发	中国建筑工程总 公司
9	建设领域应用软件测评	建设部科技发展 促进中心
10	城市数字化示范应用工程研究	建设部科技发展 促进中心

“十五” “建筑”	
课题编号	课题名称
1	建筑业信息化关键技术与示范
2	基于国际标准 IFC 的建筑设计及施工管理系统研究
3	基于... 的... 研究
4	建筑业... 研究
5	建筑业... 研究

课题任务书编号: 2004BA209B02 密级: 公开

国家科技攻关计划 课题任务书

项目名称: 建筑业信息化关键技术与示范
 课题名称: 基于国际标准 IFC 的建筑设计及施工管理系统研究
 项目组织单位: 建设部科技司
 课题承担单位: 中国建筑科学研究院
 课题负责人: 李云贵 王静
 起止年限: 2004年07月 至 2005年12月

科学技术部
二〇〇四年七月

《城市数字化工程应用技术》丛书

《建筑业信息化研究与应用案例》
丛书



一. 背景及现状

建筑行业数字化现状-科研

“十二五” 国家科技攻关计划项目

“十三五” 国家重点研发计划

“建筑行业设计 服务 共性技术集成平台研发与应用”

编号	课题名称	课题负责单位
1	建筑行业在线服务模式与BIM支撑技术研究	北京建设数字
2	建筑与工程设计平台构架技术与服务平台研发	建研科技
3	建筑行业设计服务共性技术集成平台研究与应用	中国建筑科学研究院
4	基于BIM服务建筑工程设计的共性平台技术研究	中国建筑设计研究院
5	建筑材料行业科技集成服务平台	中国建材院

“基于BIM的预制装配建筑体系应用技术”

编号	课题名称	课题负责单位	编号	课题名称	课题负责单位
1	预制装配建筑产业化全过程自主BIM平台关键技术的研究开发	中国建筑科学研究院	6	基于BIM的信息化绿色施工技术与示范	中国建筑科学研究院
2	装配式建筑分析设计软件与预制构件数据库的研究开发	建研科技	7	绿色施工与智慧建造集成技术与示范	中国建筑工程总公司
3	基于BIM模型的预制装配式建筑部件计算机辅助加工（CAM）技术及生产管理系统的研究开发	中建科技			
4	基于BIM的空间钢结构预拼装理论技术和自动监控系统的研究开发	中建钢结构公司			
5	基于BIM和物联网的装配式建筑建造过程关键技术研究与示范	浙江省建工集团			

数字化经济发展背景下，依靠政策推动，依托前沿信息技术，建筑行业正在对全业务过程、全管理要素、全参与方进行协同。构建**数字化、在线化**进而**智能化**的项目、企业和产业的平台生态新体系，推动以**新设计、新建造、新运维**为代表的产业转型升级。

- **新设计**，在实体项目建设开工之前，基于协同设计平台展开多方协同设计并实现三维虚拟交付，优化设计，保障大规模定制生产和施工建造的可实施性。
- **新建造**，场外构件及设备生产商与施工现场实时交互并智能协同，进行工业化建造，施工现场的作业指导、工序工法标准化，建造过程安排精益求精，可穿戴设备、智能标签、物联网采集模块使得现场人材机管理更加高效，现场作业更加智能。
- **新运维**，即智慧化运维，承接建造方交付的虚拟建筑，通过嵌入的传感器和各种智能感知设备实时感知建筑运行状态，实现建筑的温度、湿度、亮度、空气质量、新风系统的主动调控，为人们提供舒适健康的建筑空间和人性化服务。



一. 背景及现状

建筑行业数字化转型中BIM的价值

国际（美国、日本、新加坡、台湾、香港）BIM标准

对BIM价值的认定：

- 性能：更好理解设计概念，各参与方共同解决存在的问题
- 效率：更少信息转换错误和损失，更快的建设周期
- 质量：更少错误和遗漏；减少浪费，减少重复劳动、材料和时间
- 可预测性：更好预测建设成本和时间
- 节省：更低的运维费用

- 提高设计的合理性，减少设计错误的机率
- 协同工作提高20%~30%的工作效率
- 降低5%~10%的经济成本
- 消除20%预算外变更
- 造价估算耗费时间缩短60%
- 在施工计划安排上节约5%~10%的时间
- 通过发现和解决冲突，合同价格降低10%

——以上数据采自美国斯坦福大学整合设施工程中心

举例：一个总投资**200**亿人民币的公共建筑，采用**BIM**技术后，节约投资**15**亿元（**7.5%**）；

通过**BIM**技术节约预算外变更**200*10%*20%**，合**4**亿元。

一. 背景及现状

国内公众建筑BIM技术应用点

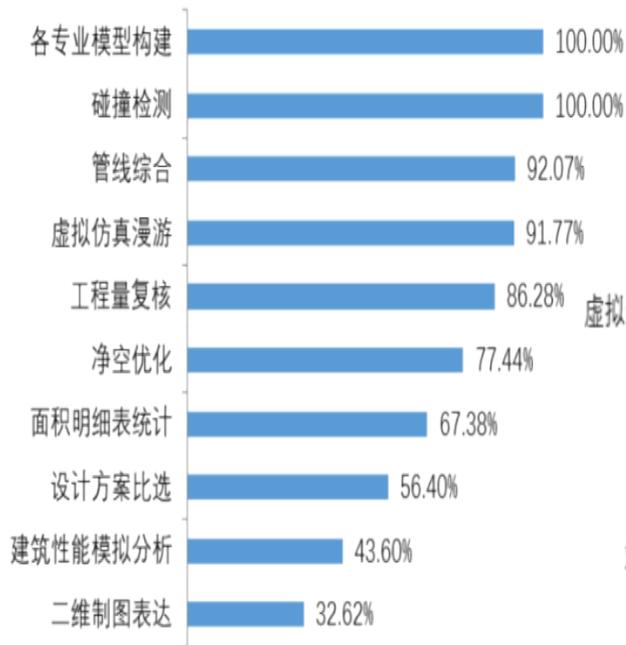


图2-19 公共建筑设计阶段BIM技术应用情况

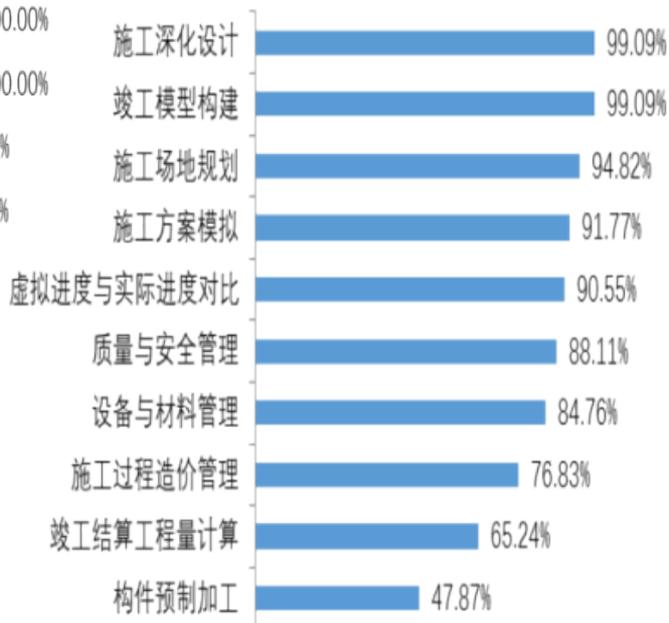


图2-20 公共建筑施工阶段BIM技术应用情况

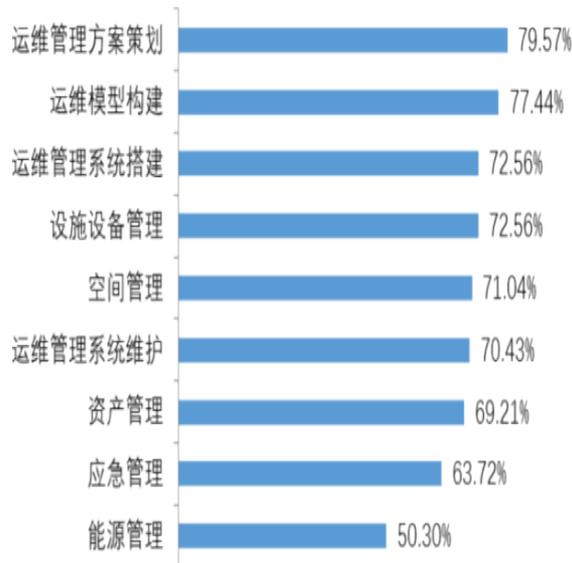


图2-21 公共建筑运维阶段BIM技术应用情况

源自：上海市建筑信息模型技术应用与发展报告2019

一. 背景及现状

智慧一般包含感知、识别、传递、分析、决策、控制、行动等，通过软硬件平台及系统来实现智慧功能。

智慧建造涵盖建设工程的设计、生产和施工3个阶段，利用物联网、大数据、BIM等先进的信息技术，实现全产业链数据集成，为全生命周期管理提供支持。

智慧建造

设计

生产

施工

一. 背景及现状

我国每年在建项目**60-70万个**，开展智慧建造应用的项目超过2万个。每年参加各协、学会BIM大赛项目至少**4000多个**。应用点从深化设计进一步延伸到与各专业应用的结合。从单项应用向综合应用。

每个项目应用产生了大量中间过程数据和结果数据。这些数据的再分析利用性较低，使得每个项目在推进BIM、物联网、大数据等技术在智慧建造的应用成本较高。

设计阶段智慧建造主要体现



一. 背景及现状

我国每年在建项目**60-70万个**，开展智慧建造应用的项目超过2万个。每年参加各协、学会BIM大赛项目至少**4000多个**。应用点从深化设计进一步延伸到与各专业应用的结合。从单项应用向综合应用。

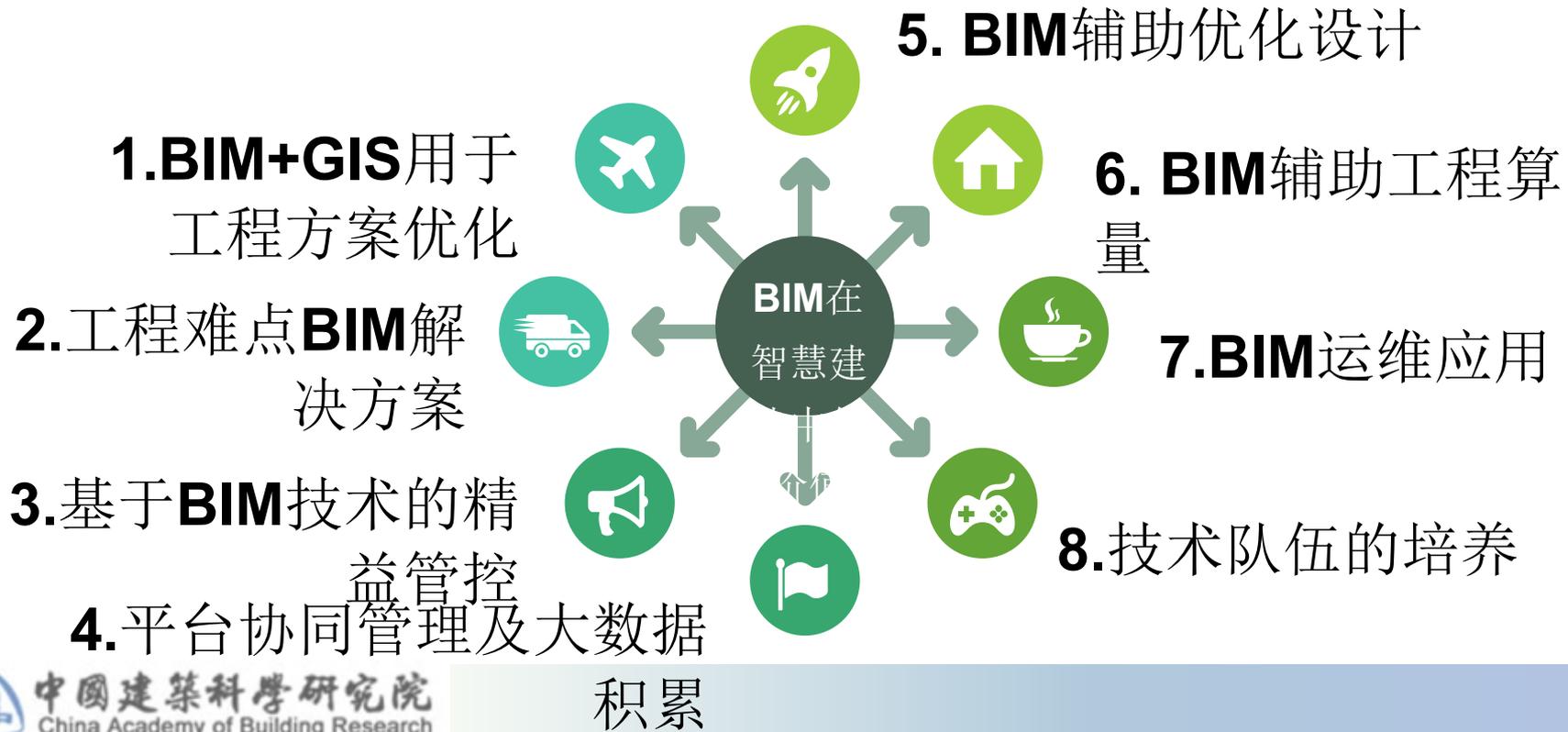
每个项目应用产生了大量中间过程数据和结果数据。这些数据的再分析利用性较低，使得每个项目在推进BIM、物联网、大数据等技术在智慧建造的应用成本较高。

施工阶段智慧建造主要体现：



一. 背景及现状

BIM在智慧建造中的价值



数据驱动智慧建造可持续发展

一 背景及现状

二 智慧建造的数据

三 数据协同管理平台

四 预期与展望

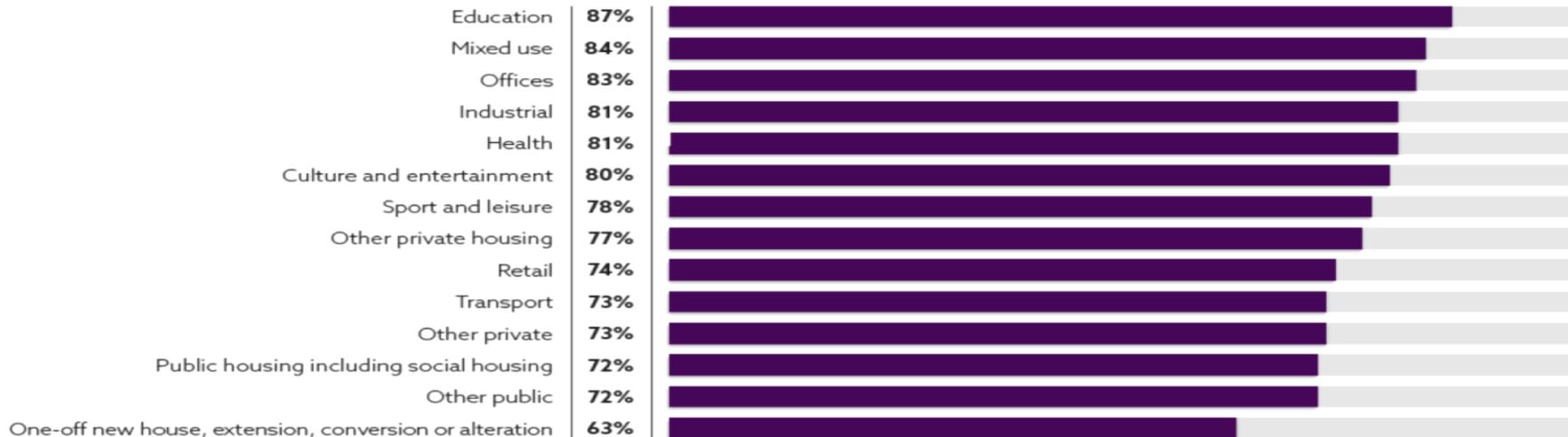


二. 智慧建造的数据

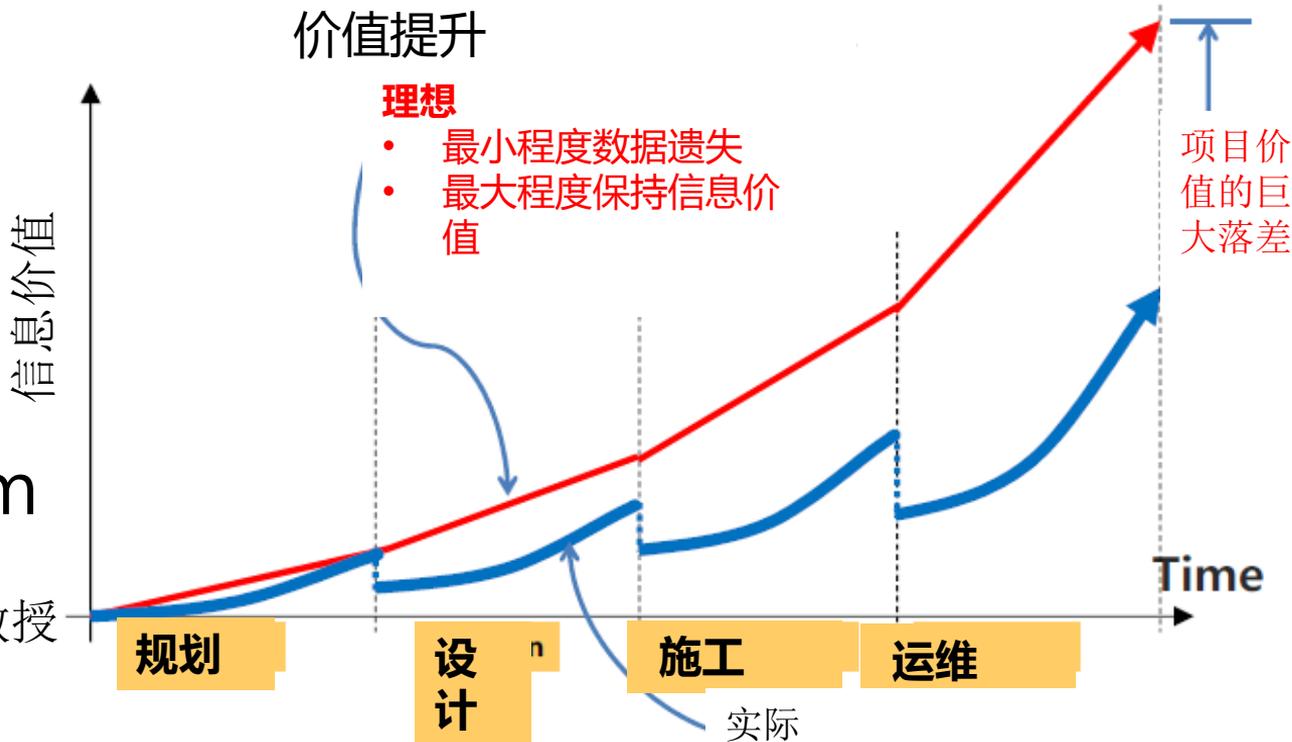
欧美BIM技术应用情况

源自：英国建筑师协会BIM报告2019

Which of these project types have you used BIM on?



- ◆ 国内外都首先把BIM技术应用于设计优化及可视化
- ◆ 2016年起英国所有政府投资**公众建筑设施**的建造必须应用BIM技术



Inhan Kim

金仁汉

韩国庆熙大学教授

一年内互操作性导致的信息遗失
150亿美元

二. 智慧建造的数据

你的全部数据

我们完全理解
并可充分利用的数据

黑暗数据

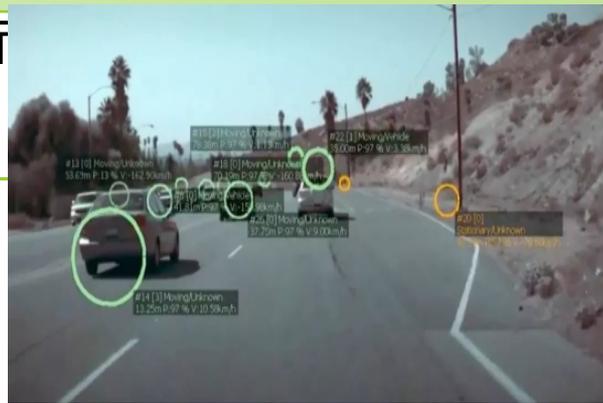
二. 智慧建造的数据

数据公司特斯拉

特斯拉正在搭建全世界最复杂最先进的神经网络每一辆出厂上路的特斯拉汽车，都是特斯拉的数据收割机，这些数据被用于「投喂」自家算法，升级后的算法又会特斯拉真正的竞争力在于对数据、AI 和 ML 的熟练整合与运用，而它们凝聚成了

华尔街分析师相信，自动驾驶带来的市场潜力是**万亿级**的超级系统。特斯拉已经将命运牢牢掌握在自己手上，而

特斯拉最可怕之处在于：特斯拉的数据都来自现实世界；车主们每天开车通勤，他们在不知不觉中训练了特斯拉的 AI/ML 引擎。



二. 智慧建造的数据



GE
Energy

GE Predix云应用平台

- Predix是一个面向云应用的软件平台，负责将各种工业资产设备和供应商**相互连接并接入云端**，并提供资产性能管理和运营优化服务。
- Predix每天将监控和分析来自1万亿设备资产上的1000万个传感器发回的5000万条数据，其终极目标是帮助客户实现100%的**无故障运行**。
- 如果将Predix延伸到各行各业，像GE预想的一样将有超过500亿机械

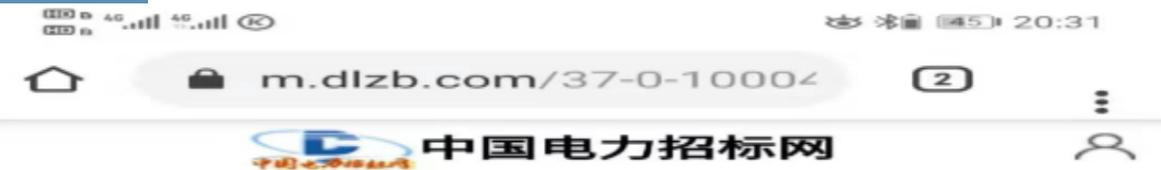
设备连入工业互联网，几乎整个工业体系都将能够通过Predix梳理分析、测算、调整自己的运行数据、运行周期，提高运行效率。

- 建立面向中国建筑的**“Predix云应用平台”**



China Academy of Building Research

二. 智慧建造的数据



2018:

雄安新区规划建设BIM管理平台一期项目中 标公示

今年:

添加时间: 2019-09-12 来源: 中国电力招标网

一、中标候选人单位:

第一中标候选人: 阿里云计算有限公司、中国城市规划设计研究院联合体; 投标报价: 40220000元; 质量: 合格; 工期: 自合同签署之日起, 60天内完成项目初验, 试运行30天, 5天内完成终验; 综合得分91.12, 排名第一。

第二中标候选人: 江苏达科信息科技有限公司、天津市城市规划设计研究院联合体; 投标报价: 38796000元; 质量: 合格; 工期: 自合同签订之日起60天内完成系统初验, 实现系统试运行; 综合得分60.83, 排名第二。

第三中标候选人: 湖南建工集团有限公司、广东省建筑设计研究院联合体; 投标报价: 39220000元; 质量: 合格; 工期: 自合同签订之日起60天内完成系统初验, 实现系统试运行; 综合得分58.1, 排名第三。

近年来我国**建筑业**界预计, 2019年中国延33.05万亿元左右。

反弹。业
达到

二. 智慧建造的数据

设计阶段的数据

二十一世纪的信息是数据驱动的并以数据为基础的。

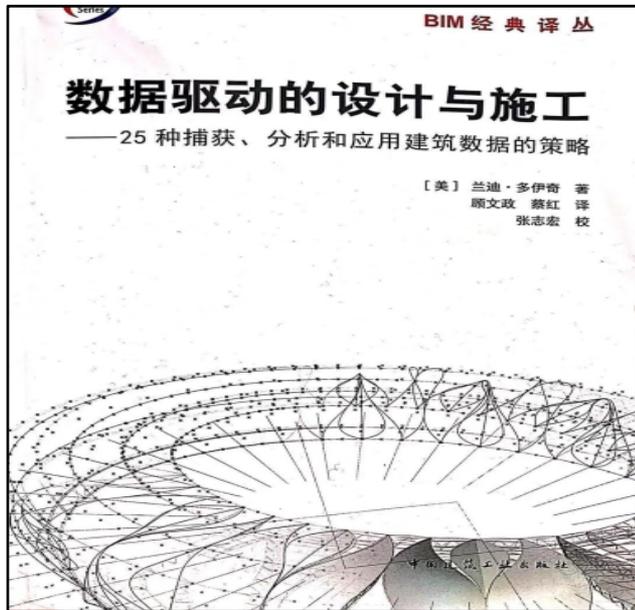
建筑可以通过对数据的收集、分析和操纵所获得的信息变得更好。它将在更多

James Timberlake

美国建筑师协会会员、KieranTimberlake建筑事务所合伙人

初设计和施工图设计阶段，其提高设计的程度是明显的、可度量的，而不仅仅是凭直觉的。最后，数据不随着概念和

设计停止，数据的影响是一个完整的图



二. 智慧建造的数据

施工阶段的



图：施工行业历史上对过往经验和实践的依赖高于可靠的数据

© R Deutsch

数据驱动的设计和施工

Randy Deutsch,
AIA,

一般来说，在施工过程中，我们自己能清晰表达出的目标是与生产力和质量相关的。但缺乏历史数据的积累，在管理上没有做到按节点分步骤管理，在采购、加工生产、运输、施工等环节中不可避免的出现拖延、返工等情况。



中国

China Academy of Building Research

国内行业协会BIM大赛

“创新杯” BIM大赛 “中国勘察设计协会”

举办了九届，800+个项目

“龙图杯” BIM大赛 “中国图学学会”

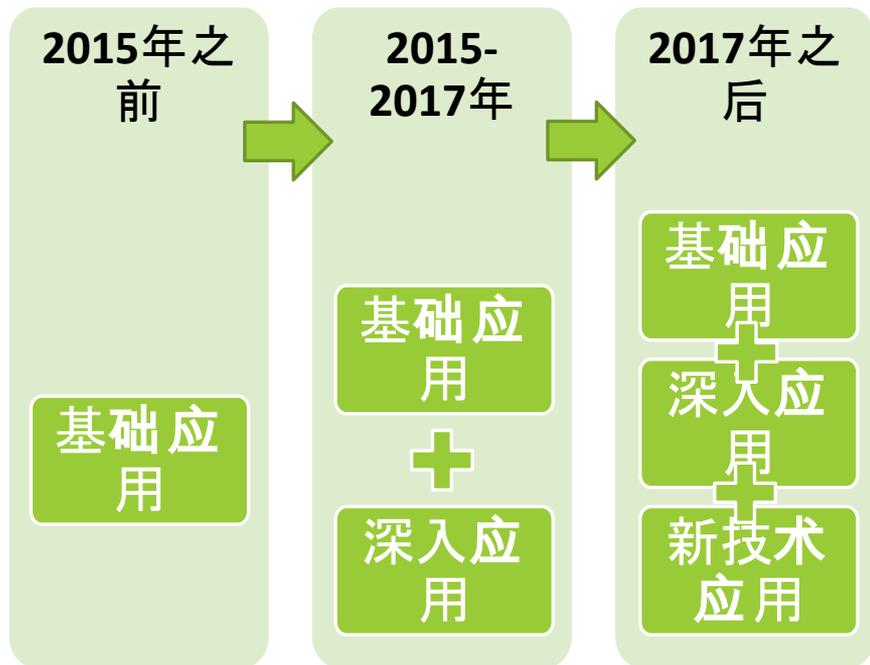
举办了八届，1800+个项目

“中国建设工程BIM大赛” “中国建筑业协会”

举办了四届，800多个项目

二. 智慧建造的数据

国内BIM应用



模型建立
碰撞检查
三维漫游
管线综合

基础应用

模型分析
净高分析
设计优化
施工深化
精装模拟
模型统计
医疗分析

深入应用

平台管
运维管
理

无人机
三维扫

360全
3D打印

AR

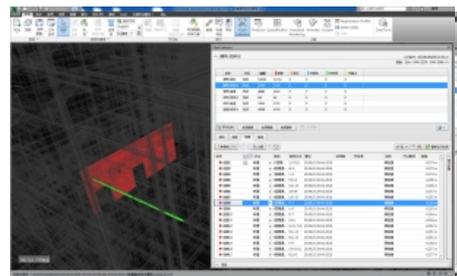
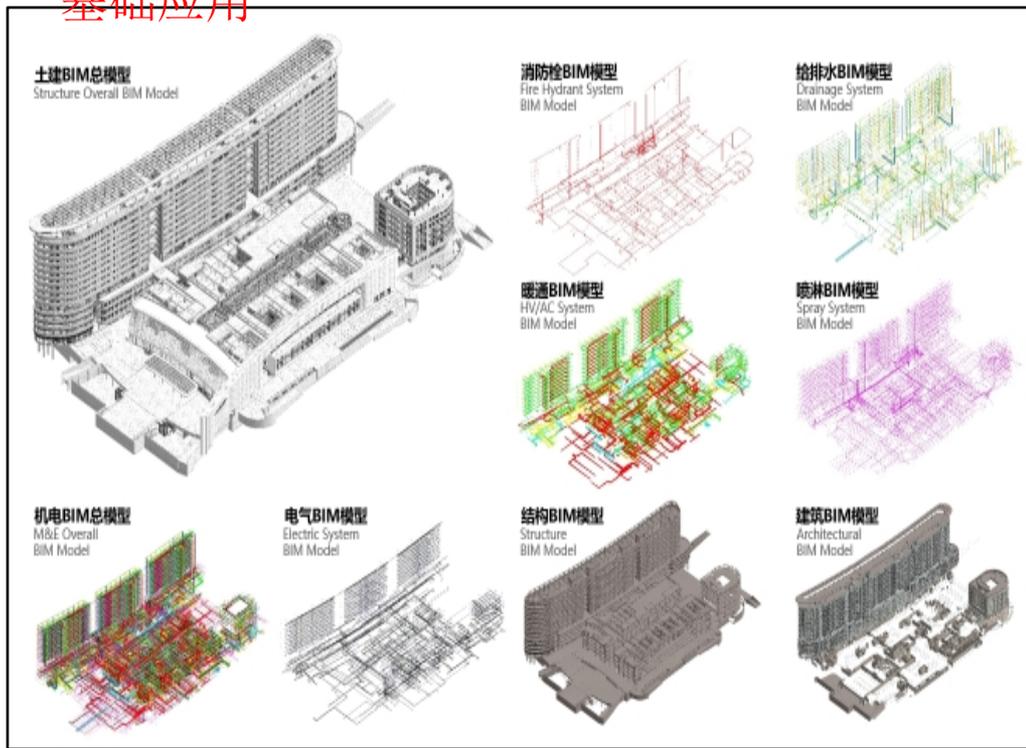
VR

新技术应用

二. 智慧建造的数据

国内BIM应用

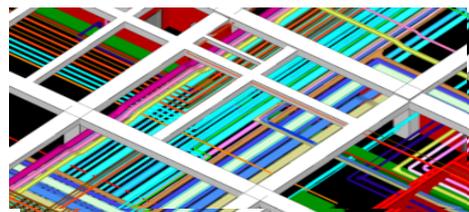
基础应用



碰撞检查



三维漫游



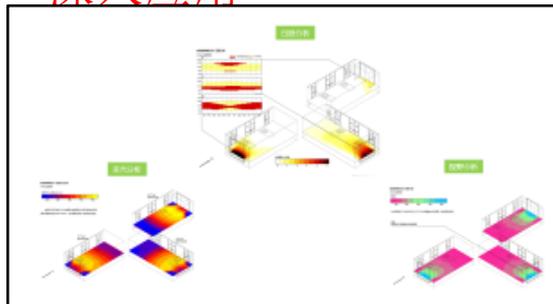
管线综合

模型建立

二. 智慧建造的数据

国内BIM应用

深入应用



模型日照、光线、视



设计优化



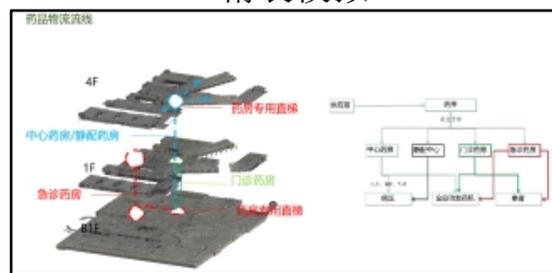
精装模拟



净高分析



施工深化



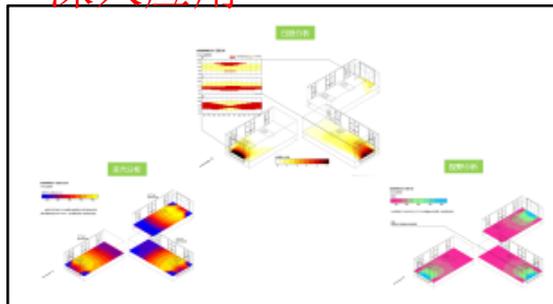
医疗分析

(人员动线、药物流线、电梯停靠等)

二. 智慧建造的数据

国内BIM应用

深入应用



模型日照、光线、视



设计优化



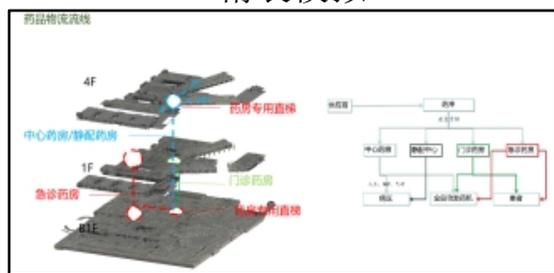
精装模拟



净高分析



施工深化

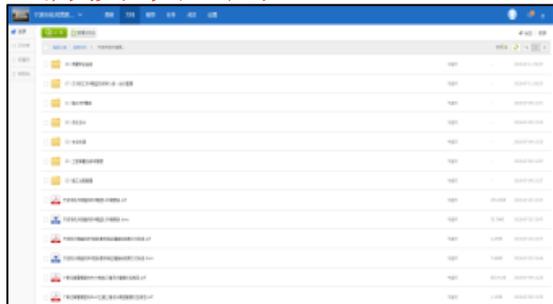


医疗分析
 (人员动线、药物流线、电梯停靠等)

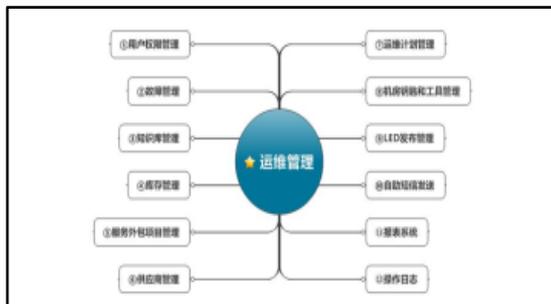
二. 智慧建造的数据

国内BIM应用

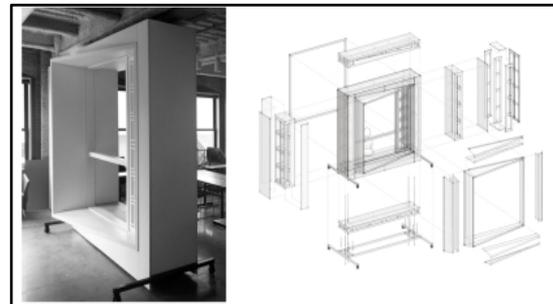
新技术应用



平台



运维



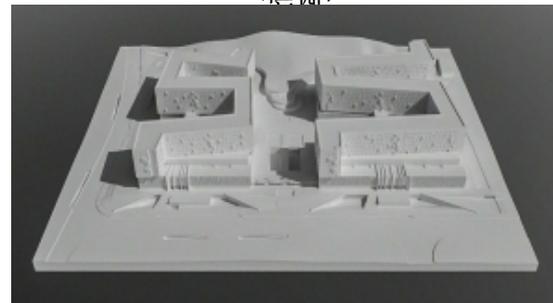
装配



无人机倾斜



360°全



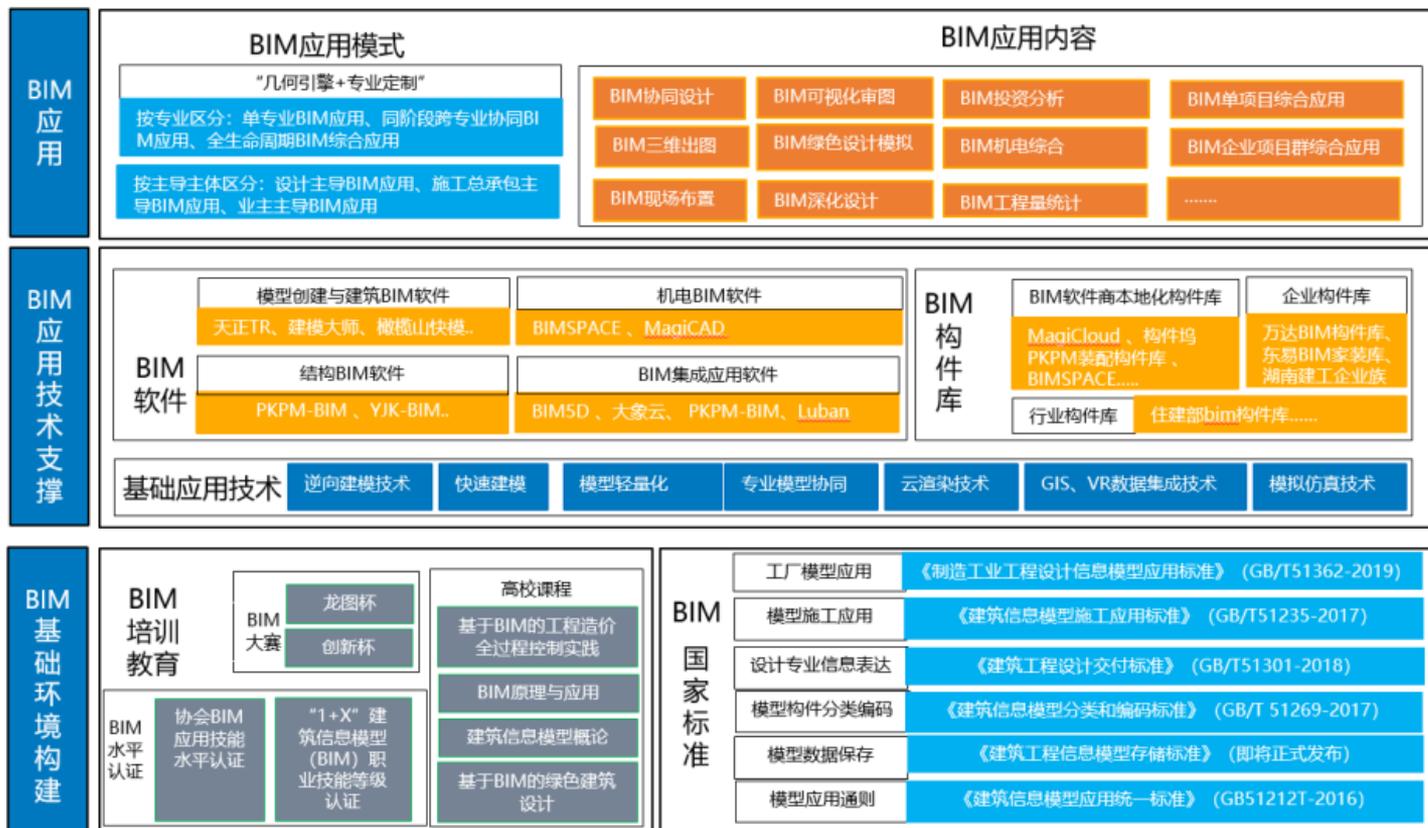
3D打印

摄影

景

二. 智慧建造的数据

国内BIM应用



二. 智慧建造的数据

设计阶段的BIM 应用及数据



方案设计
初步设计



施工图设计



绿建设计



专项设计



管线及综合
碰撞



工程量



漫游、构件节点模拟



生产管理



ERP+BIM



VR、AR可视化应用



二. 智慧建造的数据

施工阶段的BIM应用及数据



碰撞检查



质量+BIM



安全+BIM



4D、5D模拟



进度+BIM



现场监控+BIM



漫游、工艺工法模拟



PM+BIM



ERP+BIM



VR、AR可视化应用

二. 智慧建造的数据

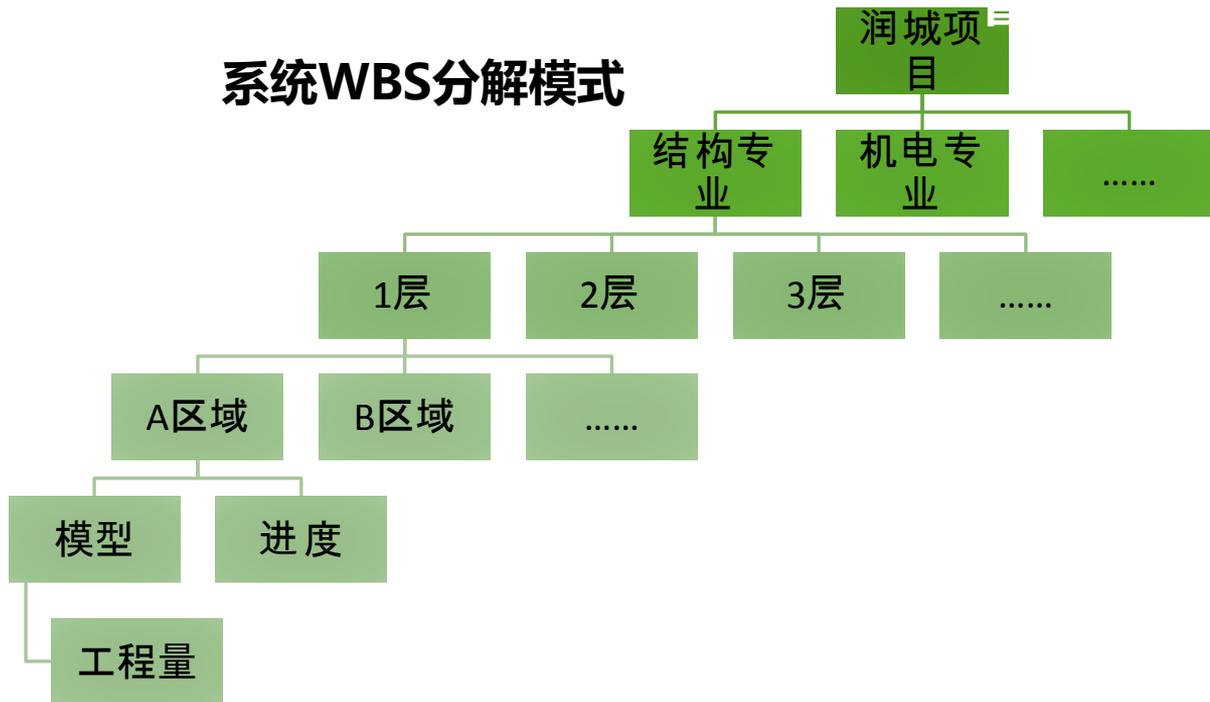
基于BIM的项目管理



二. 智慧建造的数据

基于BIM的项目管理

系统WBS分解模式



二. 智慧建造的数据

基于BIM的项目管理

实际进度填报

The screenshot displays the PKPM Construction Management Platform (PKPM 施工综合管理平台) interface. The main window is titled "模型管理" (Model Management) and includes a toolbar with various icons for navigation and management. A central panel shows a 3D BIM model of a building structure. On the left, a task list table is visible, and a dialog box titled "信息更新" (Information Update) is open, allowing for the entry of actual progress data for a specific task.

Name	StartTime	FinishTime	Complete
地下部分施工	2013/9/18	2014/1/13	0
地下四层柱钢...	2013/9/18	2013/9/29	0
地下四层柱模板	2013/9/30	2013/10/1	0
地下四层柱混...	2013/10/2	2013/10/6	0
地下四层脚手...	2013/10/7	2013/10/8	0
地下四层梁板...	2013/10/9	2013/10/13	0
地下四层梁板...	2013/10/14	2013/11/14	0

任务树 | 计划任务列表 | 实际任务列表 | 时间表 | 属性 | 资源

选择一行进行任务滚动

名称: 地下四层柱混凝土浇筑
开始日期: 2013年10月 2日
结束日期: 2013年10月 6日
完成度 (0%):

2013年10月

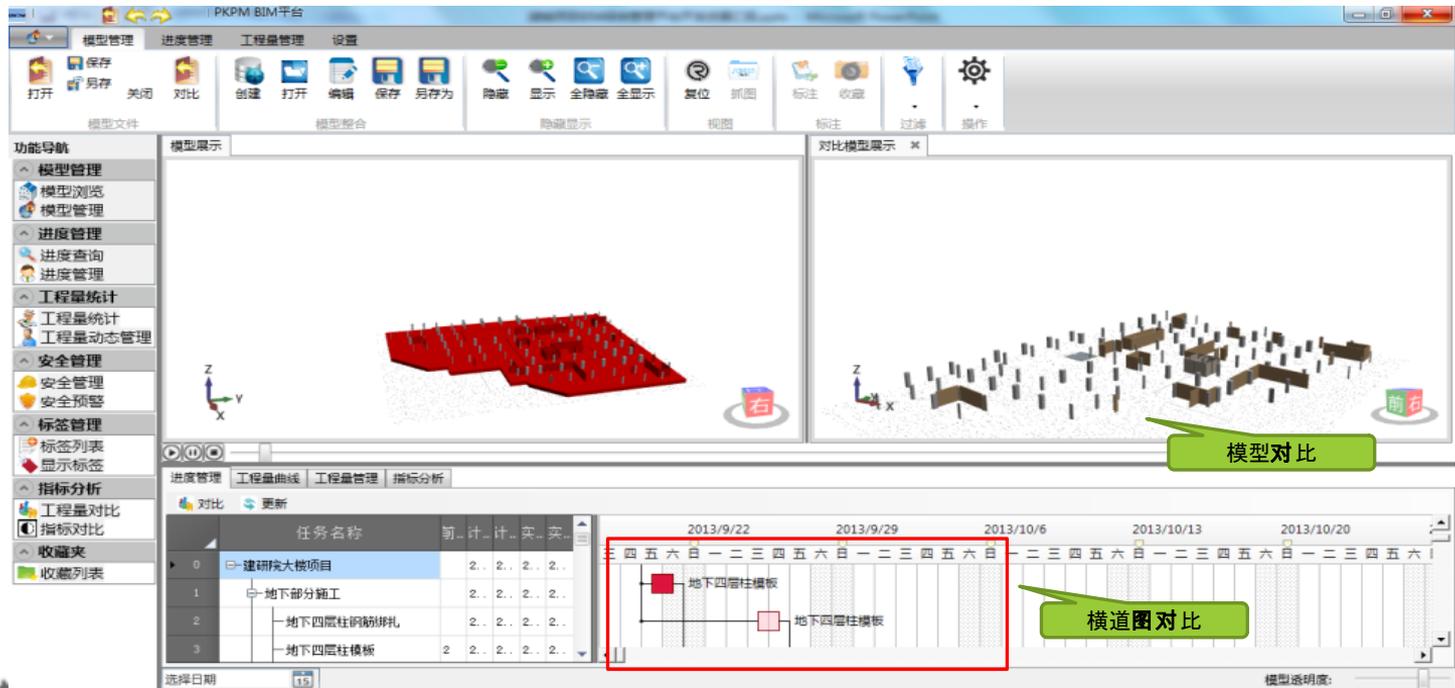
今天: 2014/5/5

工程统计报表

二. 智慧建造的数据

基于BIM的项目管理

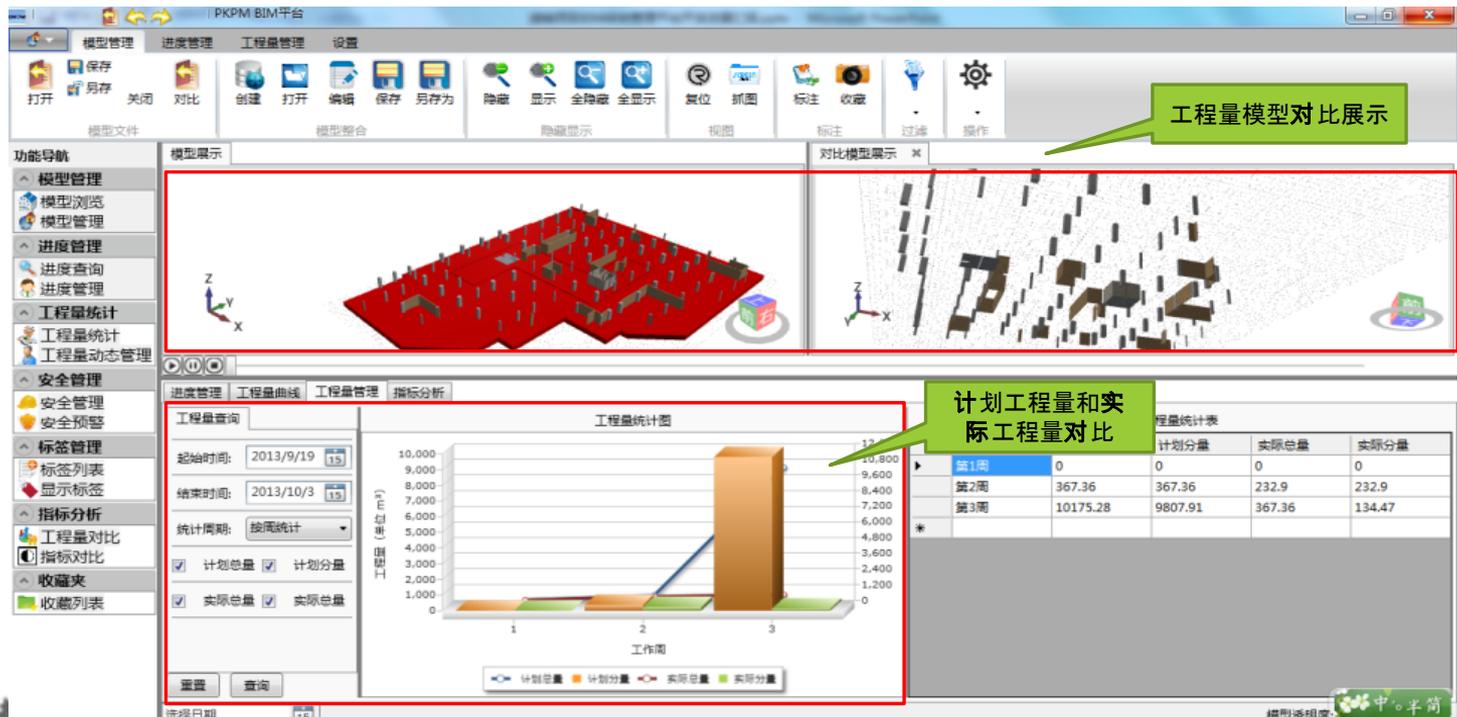
计划和实际进度对比



二. 智慧建造的数据

基于BIM的项目管理

多维工程量对比分析



二. 智慧建造的数据

数据种类繁多:

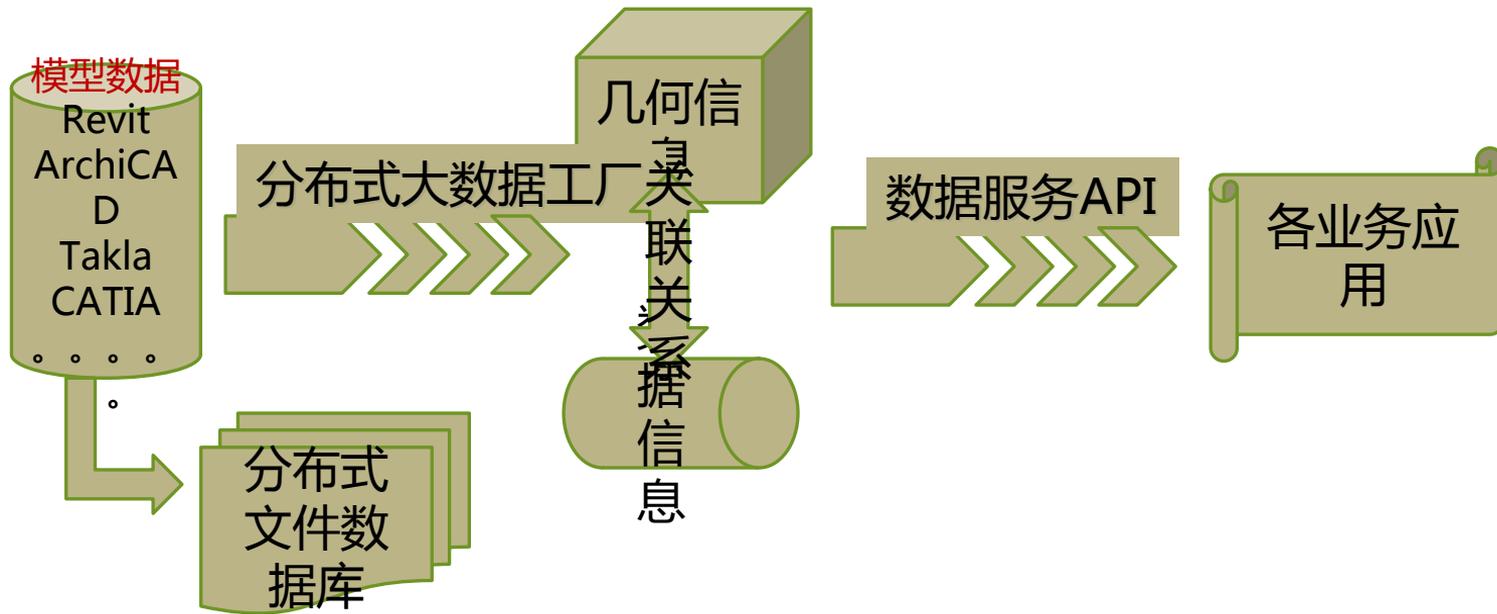
数据的格式是多样化的，如文字、图片、视频、音频、地理位置信息等，也可以是不同的数据类别，也可以有不同的来源，如传感器、互联网。

在我们的行业，交付方式将从 **“以文档为中心”** 变为 **“以数据为中心”** 这是一个根本性的转变

应用卓越建设效益理论通过数据流实现工程的精细化管理，**用标准数据作为控制凭据，缩短管理链条，增强关键点控制，通过监控与计算有效预演工程结果**，从而将效益风险控制于未然。

二. 智慧建造的数据

BIM模型数据轻量化应用流程



数据驱动智慧建造可持续发展

一 背景及现状

二 智慧建造的数据

三 数据协同管理平台

四 预期与展望



三.数据协同管理平台

智慧建造面临的问题



版本管理混乱



查找检索困难



无法进行多维度
关联



三.数据协同管理平台

数据收集中面临的典型挑战

如何做

如何准备和收集数据：BIM是否能从足够的几何内容导出数据？MEP系统被连接？如何建立各项内容之间的关系？

做什么

需要什么样的数据：是怎样的资产类型、属性、文档类别、系统级别和区域类型？为资产、空间和系统等的命名规则是什么？

何时做

什么是数据检查的节点、激励和惩罚？

何人做

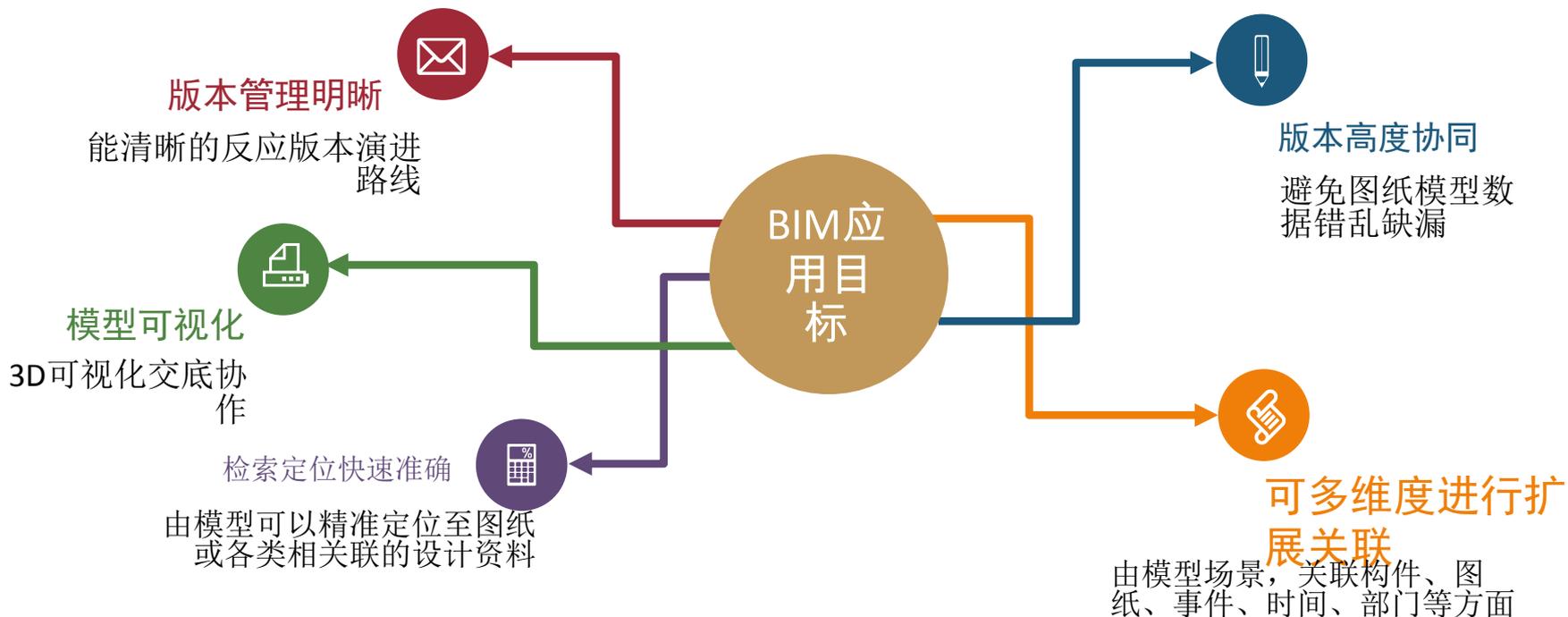
谁提供数据以及谁来检测和验证数据（责任矩阵）？谁来更新3D模型？谁来收集现场数据？

做在哪

数据在哪里管理：在协同管理平台？还是Excel？Revit？

三.数据协同管理平台

BIM模型及数据管理应用目标



三.数据协同管理平台

BIM数据协同管理平台



整合建造过程的信息



BIM数据管理平台



管理应用为目标的工程
数据输出

三.数据协同管理平台

BIM数据协同管理平台



01 设计阶段

02 施工过程

03 现场管理

04 交付运维

三.数据协同管理平台

BIM数据协同管理平台

- 专注于**BIM应用的数据服务平台**
- 充分借助互联网与云计算可持续创新的服务能力，立足于行业的大数据分析服务的业务需求，按着“**大平台、轻应用**”的设计目标，打造行业BIM应用生态服务的支撑数据服务平台。
- 平台基于云计算架构特点，并针对BIM模型的几何数据结构化应用方面进行了技术上的突破，实现BIM模型应用的数据化服务，而不只是可视化服务。

数据驱动智慧建造可持续发展

一 背景及现状

二 智慧建造的数据

三 数据协同管理平台

四 预期与展望



建筑行业转型发展的展望

BIM的核心是数据，协同是关键，价值发挥的前提是标准；

从软件应用向数据层面的应用转变，强化数据管理，学习制造业成熟的PDM系统（管理模式）；

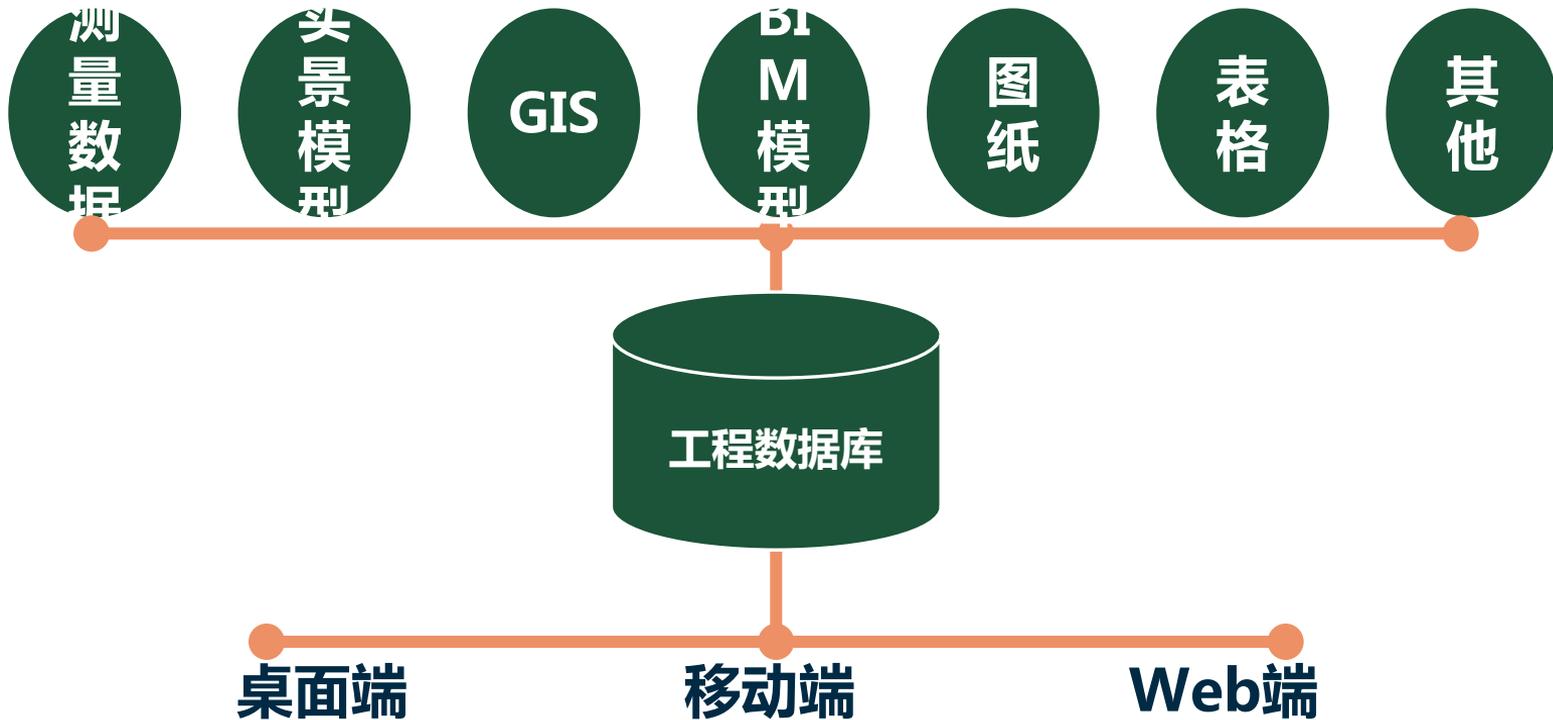
基于BIM+GIS大数据，与物联网、云计算、智能化等新技术的集成应用，以及多元数据融合，为行业转型发展提供支撑；

数据金字塔，采集、加工、应用、挖掘、共享，“数据驱动”转型发展，大数据智能化应用能力，为社会提供服务，5G推行更有利于数字建造的发展。



四. 预期与展望

建筑工程全生命期数据存储



四.预期与展望



IFC用于描述建筑与行业的数据，它具有平台无关性，采用开放的文件格式，为施工、建筑物和行业配套服务的智能建设过程提供协同工作能力。

COBie是一种公开的数据格式，属于建筑模型信息的子集，用于传递建筑信息和非几何建模流程，它与BIM密切相关，通常是使用XML交换格式。

可利用COBie数据格式，建立数据管理平台，打通设计、生产和施工，通过以任何软件都可以使用的文式分发信息，将成

智慧建造数据管理平台



数字化、平台化、智能化

支撑管理决策的可追溯可度量

数字化: 利用BIM技术，实现工程管理基于模型场景的数据组织

平台化: 支持基于云计算的海量数据整合及输出、统一协同应用

智能化: BIM大数据应用，行业及生态级BIM应用

BIM数据的信息化，实现工程管理的可视化。基于BIM网状关联事件时间资源，实现管理决策可追溯。基于平台统一规则的BIM应用，实现工程管理的可度量。

四.预期与展望

香港行业公共数据

公共数据（Data for the public good）：基础设施、地理信息等

2018年建立了香港地理数据站（HONG KONG GEODATA STORE）。**下载**地理数据是开放的格式。

2023年建立香港的数字模型。

政府的举措

用数字孪生实现智慧香港

主管 / 中国科学技术协会 主办 / 中国力学学会 承办 / 中国建筑科学研究院

土木工程信息技术

JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY
IN CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

国内统一刊号: CN 11-5823/TU ISSN 1674-7461

《中国学术期刊网络出版总库》及CJFD系列数据库收录期刊 | 《万方数据——数字化期刊群》收录期刊 | 维普资讯《中文科技期刊数据库》收录期刊

中国力学学会期刊工作委员会

社长: 孙殿广 副社长: 张黎明 李华 王静 张黎明
委员: (以姓名笔画为序) 冯达清 高洪屯 刘建平 刘西平 谭建荣
谢荣皓 田俊 董军政 汪国平 王国位 魏文都 魏小静 苏平 张强

土木工程信息技术第二编辑委员会

荣誉委员: 陈明 陈烈杰 程志勇
主任委员: 余新苗 副主任委员: 孙林夫
编委: (以姓氏字母顺序为序) 崔宏芝 高洪勇 赵明 何天达 金朝阳
Jerry Lussere (美国) 雷振庚 李云贵 李恒(香港) 吕建德 楼文娟
马智勇 王文魁 孙林夫 王雪峰 王丹 王静 王新 郑伦 曹卫 杨高春
杨志勇 张建宇 张其林 曹春莉

期刊编辑出版单位

编辑出版: 中国建筑工业出版社 上海现代建筑设计(集团)有限公司

责任编辑: 崔宏芝 主审: 王静 副主审: 魏文都 王国位

责任编辑: 樊毅飞 英文编辑: 王静

编辑出版: 《土木工程信息技术》编辑部

地址: 北京市北三环东路30号中国建筑科学研究院 建研科技股份有限公司

邮编: 100013

编辑部电话: 010-64517910 传真: 010-64276825

投稿邮箱: Itinfo@163.com 订购发行: 010-64517910



2019
谢谢