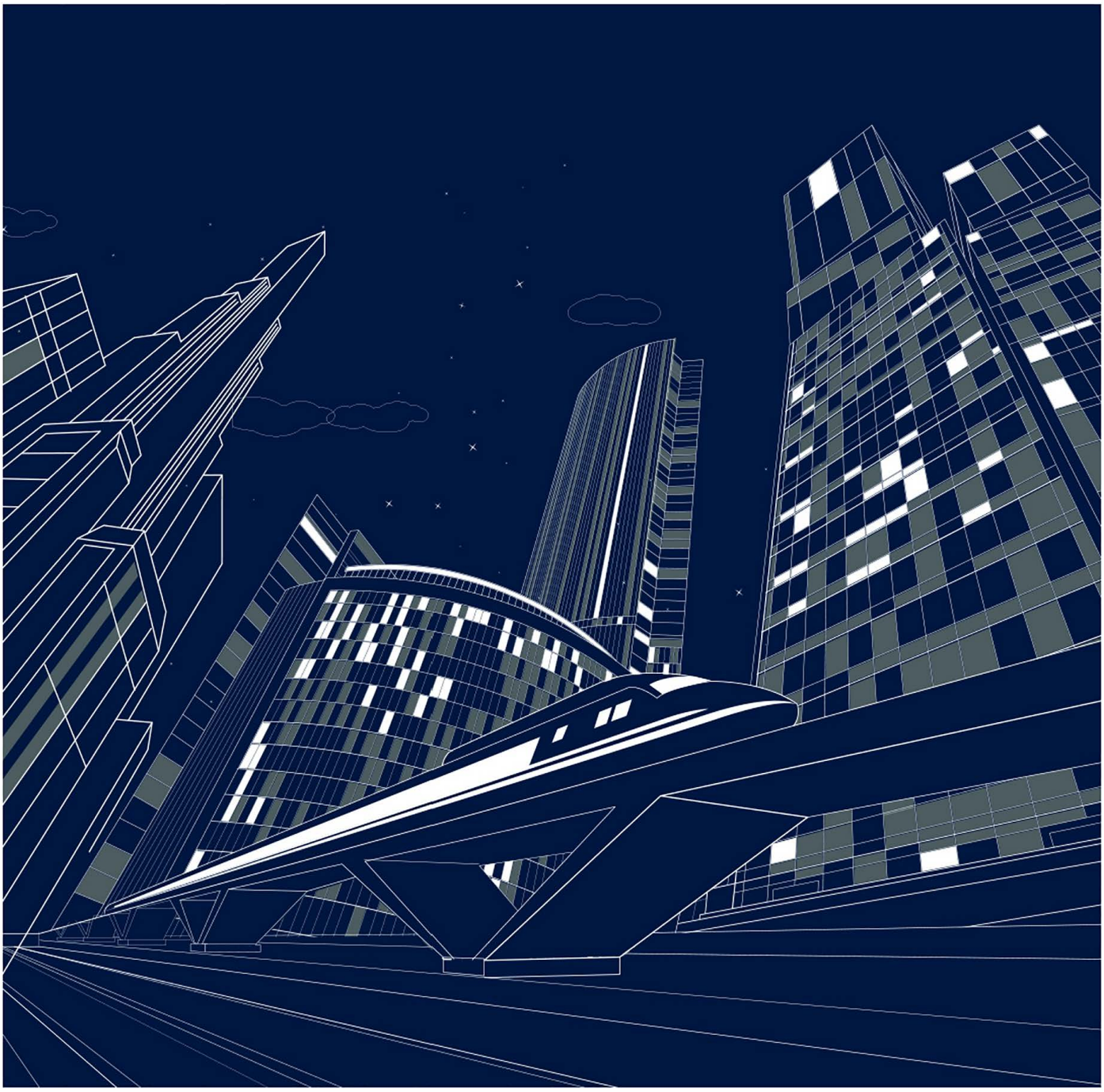
专栏

思想午餐期刊 第3季

CONCEPTION LUNCH



Contents 目录

一 01

《思想午餐》第三季第一期

2021 年中国建筑行业碳达峰碳中和研究报告解读

特邀嘉宾 \ **陈金文**

二 04

《思想午餐》第三季第二期

新洞见、新趋势——以人为本城市设计的数字化呈现

特邀嘉宾 \ **王建国院士**

三 12

《思想午餐》第三季第三期

偕同低代码进入建筑业数字化时代
让建筑企业数字化触手可及

特邀嘉宾 \ **王　超**

四 17

《思想午餐》第三季第四期

浅谈工业数据质量及其标准化

特邀嘉宾 \ **王志强**

五 22

《思想午餐》第三季第五期

「可持续，向未来」
—— 解密“绿色办奥”背后的可持续性管理

特邀嘉宾 \ **王珍琪**
Florian J. BERANEK

六 27

《思想午餐》第三季第六期

新加坡、马来西亚 BIM/IDD 发展历程及南洋公司工程应用

特邀嘉宾 \ **韦科武**
钟　琳
邓铁新

七 33

《思想午餐》第三季第七期

WELL 共创健康人居

特邀嘉宾 \ **高　岩**

八 39

《思想午餐》第三季第八期

智能制造标准体系与 BIM 的“跨界”联系

特邀嘉宾 \ **张公明**

九 43

《思想午餐》第三季第九期

新形势下的 BIM 建筑智能化技术

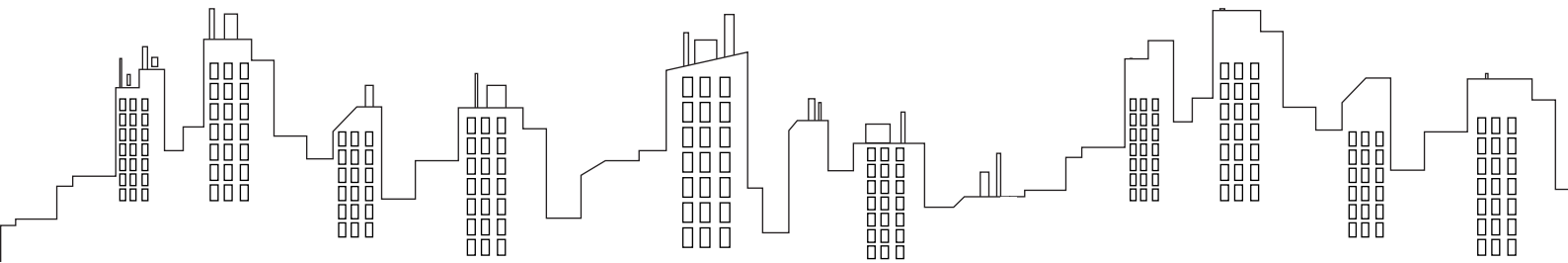
特邀嘉宾 \ **周　琛**

十 49

《思想午餐》第三季第十期

智慧运维技术与融科案例分享

特邀嘉宾 \ **刘魁星**



2021 年中国建筑行业碳达峰碳中和研究报告解读

陈金文 / 特邀嘉宾

现任北京中建协认证中心有限公司研发部能源项目经理，东华大学应用化学专业毕业，获工学硕士，讲师 / 工程师，福建省清洁生产审核师、能源管理体系高级审核员、CCAA 温室气体课程备案讲师。

从事绿色低碳相关工作逾 8 年，包括碳核查、碳盘查、碳足迹评价、低碳社区创建、能源管理体系审核及辅导、绿色制造、用能权审核、清洁生产审核、节能量审核等，熟悉国家环保、能源相关法律法规；熟悉建筑、建材、钢铁、化工、水泥、造纸、纺织等行业生产；善于根据行业特点提出有针对性的改进建议，如推动企业节能环保工作的规范化，挖掘企业节能节水空间，帮助提高能源绩效，以及降低企业的突发环境风险等；具备丰富的培训教学经验。

《2021 年中国建筑行业碳达峰碳中和研究报告》（以下简称《研究报告》）为我中心 2021 年 12 月所编制的一份专业建筑研究报告。《研究报告》结合国内外相关机构研究成果，就国内外碳达峰碳中和发展背景、我国建筑能耗及碳排放现状、国内外绿色建筑发展现状进行分析，提出建筑行业全生命周期各阶段的降碳路径；同时列举国内外典型的绿色建筑案例，如丹麦“绿色灯塔”、威卢克斯主动式办公楼等，为绿色、低碳建筑的设计、建造提供了样本及发展方向。

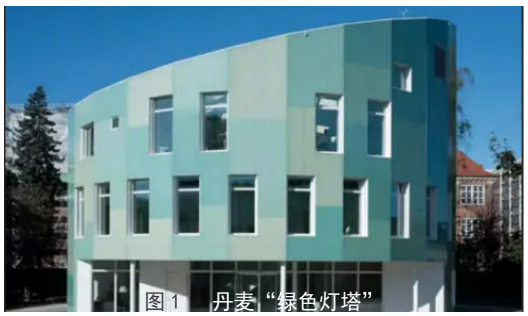


图 1　丹麦“绿色灯塔”

图 2　威卢克斯主动式办公楼

一、我国建筑行业能耗及碳排放现状

《研究报告》中将建筑全生命周期分为建材生产、建筑施工、建筑运行、建筑拆除及回收 4 个阶段。根据中国建筑节能协会研究结果，2018 年建筑全生命周期碳排放量占全社会总排放量的 51%。其中，碳排放量最大的阶段为建材生产阶段，占比 28%；其次为建筑运行阶段，占比 22%。建材阶段涵盖了我国几大高排放行业：钢铁、水泥、铝材的生产制造，而建筑运行阶段排放周期长，由此也造成两个阶段碳排放量居高不下。

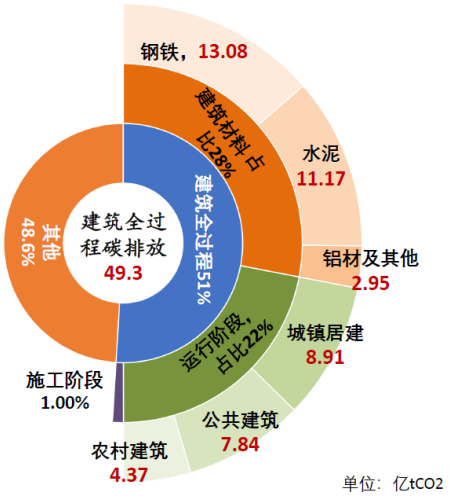


图 3　2018 年全国建筑全生命周期各阶段碳排放占比

数据来源：中国建筑节能协会《2020 年中国建筑能耗研究报告》

二、建筑全生命周期各阶段降碳路径

《研究报告》从建材生产、建筑施工、建筑运行、建筑拆除及回收的全生命周期 4 个阶段分别说明我国建筑行业的降碳路径。以下就各阶段降碳路径作简要说明。

（一）建材生产阶段

构成建材生产阶段碳排放量的主要环节为传统建材的生产制造，因此降低传统建材，如钢铁、水泥的碳排放为重中之重。对于钢铁生产，实施的降碳路径包括开展短流程炼钢、推广氢能炼铁、消除当前过剩产能等；水泥生产可通过石灰石原料替代、化石燃料替代、水泥窑余热利用等措施进行降碳。碳捕集、利用与储存在钢铁、水泥中同样具备应用前景。

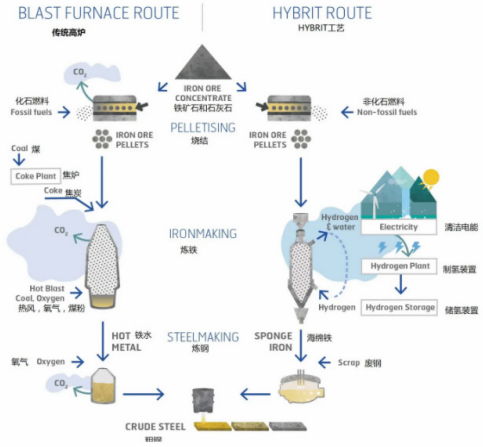


图 4　瑞典钢铁 HYBRIT 突破性氢能炼铁技术

低碳建材的推广应用为该阶段降碳的另一重要路径。诸如天然木制建材、低碳混凝土、固碳材料等低碳及负碳建材对传统建材的替代，将大大减少建材生产导致的碳排放。而开展绿色建材产品认证，则为建材生产企业提供了低碳建材信任度。

建材运输降碳可通过推广新能源运输工具实现。2021 年 TESLA 投产的电动卡车 Semi，其相比燃油汽车每英里运行成本可节约 17%，为电动货车应用的标志性里程碑。氢燃料因具备续航里程长等优点可为飞机、货船等长途运输工具提供能量。但目前新能源技术仍存在着成本、安全等方面问题，大规模的应用仍有待于时间及技术的积累。

（二）建筑施工阶段

施工阶段采用“四节一环保”可减少现场资源能源消耗，保护环境。数字化及智能化技术应用将有效提高施工生产效率，助力低碳化施工。此外，

图 5　特斯拉电动卡车 Semi

较之传统施工方式，装配式施工避免了噪声、粉尘污染，缩短了施工周期，为一种低碳环保施工技术。有研究表明，装配式施工较现浇施工碳排放量可降低 20%-30%。

图 6　装配式施工建筑

（三）建筑运行阶段

光伏电力、风电、地热能等可再生能源应用是实现建筑低碳运行的关键举措。在此基础上通过全面推行电气化，提升照明、空调机组、水泵等设备能效，并实现智能化控制将有效减少建筑运行能耗及碳排放。导入能源管理体系促使建筑在运维过程中形成 PDCA 的循环自纠机制，可持续有效降低能耗及碳排放。

此外，采用被动式设计也将减少建筑运行阶段碳排放，设计手段包括：自然通风、日照采光、保温隔热、遮挡阳光、建筑绿化。

图 7　北京南站光伏屋顶

（四）建筑拆除及回收阶段

建筑拆除及回收阶段中拆除的方式至关重要。采用拆解而非拆毁方式，拆除后的构件仍然可以加以利用，减少下一个建筑周期的碳排放。对于拆除后的旧建筑材料，通过直接利用或者再生利用同样达到减少碳排放目的。另外低碳拆除设计，如设计过程考虑易拆卸性，使用可回收材料等，亦是该阶段降碳的有效措施。

图 8　由废旧木材、砖石建成的
中国美术学院象山校区

三、专家视角

《研究报告》给与会专家带来了热烈反响，会上专家们纷纷提出了各自的专业见解，充分碰撞，形成诸多共识，同时也提及了降碳过程亟待解决的问题。

（一）专业见解

建筑行业实现碳达峰碳中和目标需要各方的共同努力，其中业主扮演着至关重要的“支点”作用。该“支点”体现在对上承接政府以及社会需求，对下牵头引导设计、施工及运维各方完成各自的降碳任务。

对业主而言，降碳主观能动性取决于自身认知觉悟的提升，政策的引导，更重要的是出于自身经济性考虑。如何激发业主的降碳积极性，进而引导建筑全产业链各方迎头推进降碳，将是建筑行业实现碳达峰碳中和的重要一环。

（二）存在问题

在开展建筑全生命周期碳排放核算中，建筑本身使用的各种建材给核算工作带来了难度，需要花费大量时间和精力。此外核算过程需溯源各种建材的碳足迹，需要数据库做支撑，但目前我国并没有国家统一的碳足迹数据库，核算过程不免捉襟见肘。

数字孪生技术对于建筑运行能耗的模拟、预测将起到重要作用。但由于缺乏大量的实际数据积累和预测建模，该技术的应用尚需时日。

四、结语

建筑行业是关乎我国国计民生的重要行业，碳排放量占比达全社会一半以上，如何在保持建筑行业正常发展下实现碳达峰碳中和将是今后建筑行业发展必须要面对的重要议题。《研究报告》为我国建筑行业实现双碳目标提供了路径参考，而目标的达成最终取决于建筑全领域各方的共同努力。

新洞见、新趋势
——以人为本城市设计的数字化呈现

王建国 院士
/ 特邀嘉宾

1989 年获东南大学博士学位，现任东南大学城市设计研究中心主任。兼任中国建筑学会副理事长、中国城市规划学会副理事长，Frontiers of Architectural Research 主编。

长期从事城市设计和建筑学领域的科研、教学和工程实践并取得创新成果。在中国首次较为系统完整地构建了现代城市设计理论和方法体系，从技术层面揭示了城市空间形态的建构机理，初步破解了城市建设中有关高度、密度和风貌优化和管控等方面的城市设计难题。成果获教育部自然科学奖一等奖 1 项，教育部科技进步奖一等奖 1 项、二等奖 3 项。主持完成广州总体城市设计、南京总体城市设计、郑州中心城区总体城市设计、牛首山游客中心等数十项重要工程实践，获全国优秀设计一、二等奖 5 项，省部级优秀设计一等奖 8 项、国际奖 2 项。出版论著 7 部，发表论文 200 余篇，授权发明专利 4 项。曾获全国百篇优秀博士学位论文奖（导师），国家“万人计划”领军人才（教学名师）等称号。

2015 年当选中国工程院院士。

一、什么是“以人为本”？

“以人为本”的科学内涵，主要从两个方面来把握：一是“人”的概念。“人”在哲学上常常和两个东西相对，一个是神，一个是物。因此，提出以人为本，要么是相对于以神为本，要么是相对于以物为本。西方早期的人本思想，主要是相对于神本思想，主张用人性反对神权，强调人的首要价值。中国历史上的人本思想，主要是强调人贵于物，“天地万物，唯人为贵”。近年中国提出“以人民为中心”的核心发展理念，认识到物的现代化只是有限目标，我们必须要同时实现“以人为本”的现代化。

二是尊重发展规律，中国工程院“中国城市建设可持续发展战略”重大课题研究结论中指出，中国城镇化正在进入从规模外延扩张到存量为主和内涵品质提升的历史新阶段。新时代的中国城市建设可持续发展必须尊重城市发展规律，以中华智慧为引领，以生态、平衡、永续、法治、人民为发展观念，以新一代数字技术为理性支撑，追求人与自然的和谐发展。

二、城市设计的“以人为本”

城市设计几乎与城市文明的历史同样悠久。人类聚居首先是为聚落划分不同的功能和土地的权属，其次是为建立不同用地的联系。最初的以人为本，即围绕人类生存需求的聚落建设，这大致构成了城市设计的历史原点。

春秋时期郾城遗址

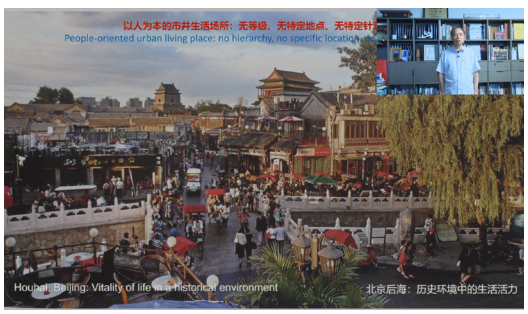
数千年来，除了少数国家首都、军事城市和宗教城市，绝大多数城镇聚落在最初形成和自由生长的阶段，基本汇聚了社区大众人群的环境营造集体意愿。虽然神权和统治者高高在上，但由于城市中数量和用地面积占比最大的是住宅（通常会达到 70%-80%），因而总体上并没有严格的“自上而下”的预设规划安排，而是通过“自下而上”、若干个体在聚落社区宗教、法规、文化和约定俗成引导下，

建设起他们的家园。

中国“以人为本”的市井生活大致从宋代开始，商品经济发展，社会富庶，包括中秋等习俗也是在这一时期兴盛，诗情画意的城市活力逐渐萌生，如古典小说中描绘的京城看灯、茶棚献艺、法场劫人等。

传统城镇空间环境场所营造从来就与“以人为本”密切相关。下图为大理古城十字街场景。

下图是北京后海看到的钟鼓楼附近的一些生活场景。以人为本的市井生活场所具有三个特点：无等级、无特定地点、无特定针对性，这是活力存在的最重要特点。



下图是西安钟鼓楼广场，夏天的夜晚有很多人在这里聚集活动，也有些文艺表演，这些构成了城市丰富的活力场景，这与“以人为本”有很大关系。

当科技发展日新月异、社会发展出现转型、城市规模也不断变大后，这种经由无数个体局部累积而产生的城镇就因不适合现代发展需求遭到空前挑战。历史上的城镇规模范围主要建立在“熟人社会”基础上，社会交往的人数大致服从“邓巴数”的原理（个人熟识的约 150 人的人群常数，赫拉利称之为由八卦传播的 150 人人际交往圈），和步行体力可达的适宜尺度，例如前工业时期的中国县城大约在 2-5 平方公里，步行半个小时可达范围内。

由于现代城市功能发展变化，现代城市规划和治理中就有了尺度和规模变大的过程。上图是 80 年代由塞尔达做的巴塞罗那城市规划，可以看到是在过去历史城区的基础上，延展出以格网为主构成的新城市布局，格网尺度大约是 100-110 米见方。这一规划极具远见，今天的巴塞罗那基本上就是由这样的城区构成。（如上图）

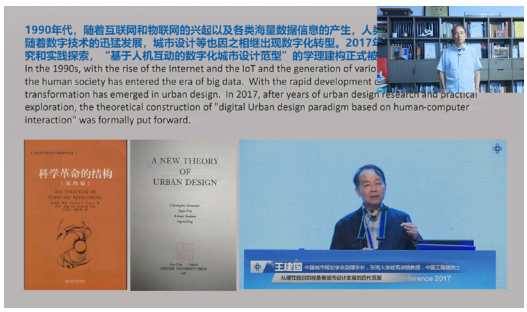
后来，现代主义的规划师和建筑家认识到城市发展的功能非常重要，在 1933 年把生活、生产、交通、游憩作为城市四大功能，并于 1943 年正式发表了《雅典宪章》。

在此基础上城市得到不断发展，但《雅典宪章》存在一个较大问题，即把所有人看作“抽象的人”，或者说是“人以群分”中的“群”为对象的人，而不是“活的人”或“具体的人”。因此，按照这样规划出来的手笔往往比较大。上图阿姆斯特丹郊区，从设计场景来看效果并不是非常好。

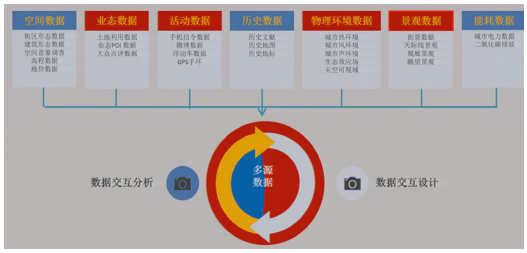
三、“以人为本”城市设计的数字化呈现

1980 年代后，中国城市设计崛起。特别是 2013 年中央城镇化工作会议和 2015 年城市工作会议召开后，城市设计正在成为落实新时代“以人民为中心”城市发展理念的重要技术支撑。

上图表达了中国城市设计与西方城市设计发展的两条不同曲线。棕红色代表中国的曲线，一直往上发展，而西方的高潮是在上世纪 70 年代、80 年代。1990 年代，随着互联网和物联网的兴起以及各类海量数据信息的产生，人类社会进入大数据的时代。随着数字技术的迅猛发展，城市设计也因之相继出现数字化转型。2017 年，我在中国城市规划年会上提出了“基于人机互动的数字化城市设计范型”的学理建构。



数字化城市设计基于多源大数据的捕捉、治理、交互和集成应用，针对城市多种尺度，特别是大尺度城市空间的识别认知，突破了以往人们感知体验和理性评判的认知瓶颈，特别是在尺度方面的放大。“以人为本”的科学意义就在于此。



“以人为本”就是要让人们主动参与城市发展并具有“获得感”，为此必须要解决“个体即主体”的核心问题，今天“人人互联”、“万物互联”（IoT）的数字技术发展为此提供了新的可能。

城市设计的优势究竟是什么？城市设计如何实现以人为本？其层次性的空间载体又是什么？今天的数字化城市设计改变了什么？有哪些是以往城市设计想做而做不到的事？

我个人理解，城市设计的突出优势是对城市多重尺度的全链空间体验性把握，其中“人”的因素最重要。一是，关乎人对空间的认知、识别和使用；二是，人们能够感悟城市设计表达的场所文化内涵和意义；三是，城市设计应该能够有效保证人和社会活动在空间形态中的合理交织。

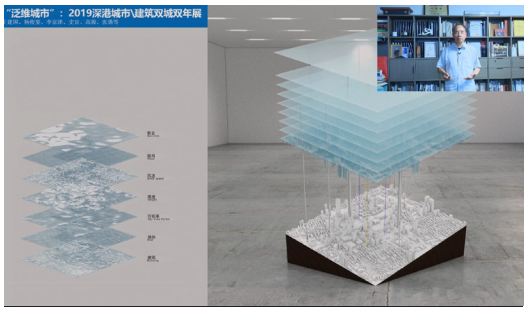
“以人为本”城市设计的数字化呈现主要包括三个方面：一是，数字化如何帮助做到城市总体层面上的城市规划和设计决策的“以人为本”；二是，数字化如何让“公众参与”真正成为城市设计实现“以人为本”的社会基础？三是，数字化如何帮助人们更加便捷感知和科学认识城市风貌特色和形象。

（一）数字化如何帮助做到城市总体层面上的城市规划和设计决策的“以人为本”

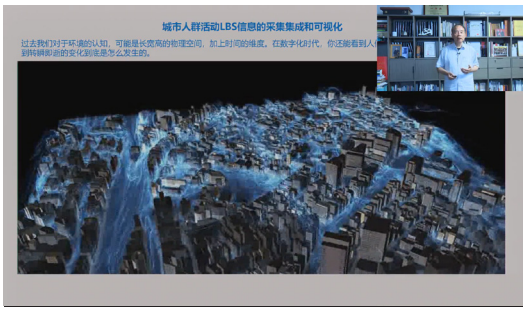
今天城市面对的主要是“陌生人社会”及其有效的交往互动。随着机动车交通，特别是公交捷运系统的发展，城市市域范围较之历史城镇有数倍乃至百倍的扩大，现代主义规划师和建筑家认识到现代城市的规模扩大将带来人际关系的根本性改变，通过设置功能和效率的主导需求，同时将人及人群需求的“抽象”概括，建构了以《雅典宪章》功能分区理论为基础，以“人以群分”中的“群”作为认知精度的城市设计范型。显然，这对众多个体构成的真实城市场景还差得很远。

事实上，基于个体精度的需求非常复杂和多样，彼此的关注维度也常常不同，不仅经常是“千人千面”，而且有可能是“一人千面”。例如，人在不同时序切片断面上的选择和互动偏好会发生不同，加之需求信息的有效获得、计量测度和概率判断，当年的科技水平和计算能力对此是无解的，也完全不是当时的规划和设计可以应对的。

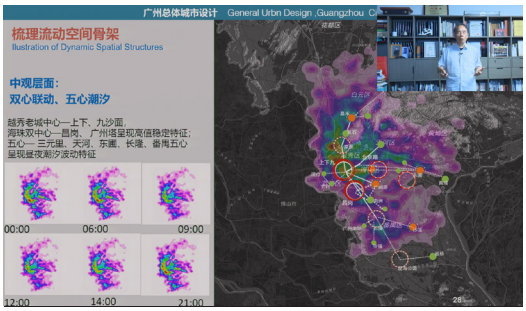
今天，我们有效捕捉、采集、处理并集成处理和把握城市全尺度、全空间、全时序的人群流动、逗留、锚定及其空间分布的大数据信息已经成为可能。所以，城市设计可以部分做到具有个体精度的“以人为本”的特点，我们进行捕捉和处理个体颗粒精度的能力发生了重大变革。多维大数据及其交叉验证，加上概率论、统计学的学理判断，就可以帮助我们做出城市设计的科学决策。



上图是我和团队在 2019 年参加的深圳香港双年展的模型。下面部分的内容主要是我们平常可以感知和看到的实体三维模型，上面有 8 片透明的玻璃，每一层玻璃包含的信息，比如有功能业态信息、交通数据信息、POI 数据信息以及人群 LBS 数据流动信息、气候信息、风速信息等等。这样，城市形态“一果多因”的关系就可以揭示出来，很多层信息在大数据时代都有可能捕捉到，并投射到物理空间形态上，由此形成有效互动，真正实现城市设计的“以人为本”。



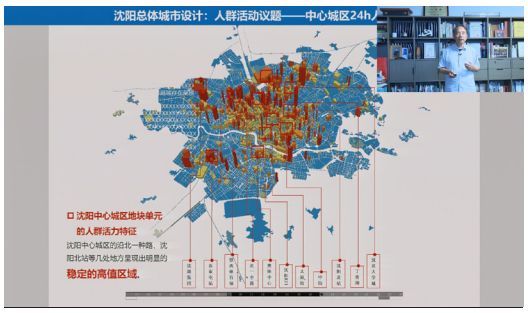
过去我们对于环境的认知，可能是长宽高的物理空间，加上时间维度。在数字时代，我们能看到的空间或形态不仅仅是物理上怎么存在，还可以看到人群是怎么使用的，人是怎么分布的，流动的原因是什么。

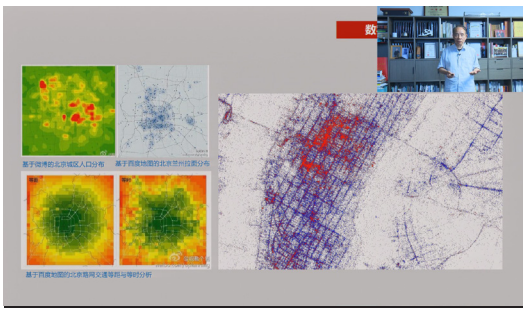


我们在做广州总体城市设计的时候对市域范围的手机信令 LBS 数据进行捕捉，可以看到城市中时间不同切片上潮汐流动的现象，包括逗留锚定的区域、热点区域等都能够划定识别出来。

这是我们做的南京总体城市设计，研究南京老城、江北新区、河西、南部新城、大学城之间的人群关系，从而可以从更深层面捕捉到城市中人和空间形态之间的关系，只有这样“以人为本”才能真正做到有依据、有科学支撑。

这是最近刚刚完成的沈阳总体城市设计。通过中心城区 24 小时时间信令数据的追踪，可以找到其中明显的稳定区域，这为下一步的城市设计的重





点设定，包括空间设计对策研究提供了很好的依据。此外，这一总体城市设计是和沈阳市国土空间规划同步编制，这样就与更宏观的决策以及管理联系起来了。

（二）数字化如何让“公众参与”真正成为城市设计实现“以人为本”的社会基础

公众参与由来已久。从上世纪 60 年代开始，“公众参与”、“公众聆听”和“倡导性规划”等在西方国家城市规划设计中相继问世，中国现在普遍采用方案公示（图纸、图表、效果图、模型等及今天的线上）来听取公众意见。今天，城市设计的“公众参与”的数字化手段近年来有了突飞猛进的发展阶段，1990 年代缘起、21 世纪开始流行的大数据技术很大程度上颠覆了传统的公众参与和调研方式。

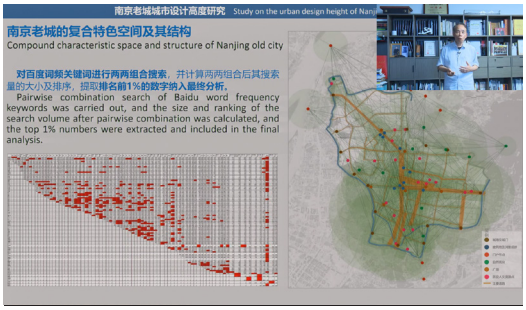
通过百度数据公众偏好度和基于谷歌地图偏好度研究，比如通过 Panoramio 或 Flickr 拍照上传社交网站分享，将信息汇聚就可以看到大众在空间中的偏好性的选择，并且这种偏好是个体真实意愿为基础的，而不是通过问卷访谈被动得到的，这与以往传统的公共参考调研方式有很大不同。我想，如果先有大数据的海量信息获取，然后在此基础上再做针对性、分门别类的问卷和访谈就会事半功倍，“以人为本”的城市设计的目的就更容易实现。

常用的还有百度地图和高德地图对于实时交通和业态 POI 数据以及无人机的延时摄影，重要场地连续摄像等城镇空间环境和人群活动聚集度的数据采集方式，这些都会为我们提供多人参与的对城市空间的体验、认知和评价，将这些数据聚集在一起就可以成为今天城市设计的重要基础。

例如，后图右侧显示的是曼哈顿的脸书用户分布，左侧是北京兰州拉面店的分布。今天，大家更多的是用手机通过大众点评等去找寻想去的咖啡馆、奶茶店等，这样的公众参与方式就与以往完全不同。

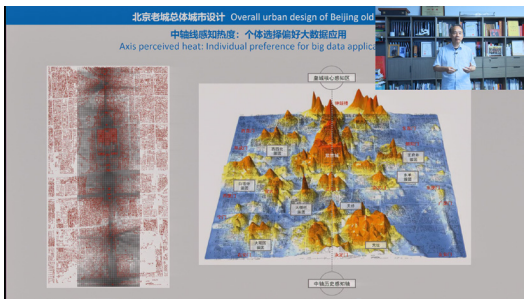
我们在广州总体城市设计中运用了 Flickr 的图像信息上传技术，发现大家对广州珠江新城的关注度反而超过了对老城中心的关注度，这是非常出乎意料的发现。

在南京老城城市设计高度研究中，我们对百度词频关键词进行两两组合搜索，并计算两两组合后其搜索量的大小及排序，提取排名前 1% 的数字纳入最终分析，由此对公众的南京兴趣资源景观点有了整体认知，画出了下图右侧的老城图，揭示出南京老城兴趣点的空间结构。



我们在做北京老城总体城市设计时也通过热度来表达公众对北京老城和中轴线的认知，从下图可以看到紫禁城、天坛以及雍和宫地块具有较高的关注度。这些工作可以帮助公众参与达到一个新层面、新高度。

（三）数字化如何帮助人们更加便捷感知和科学认知城市风貌形象

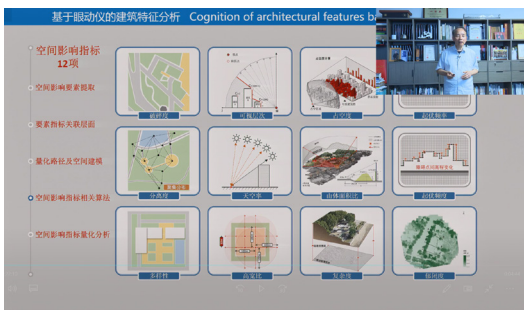


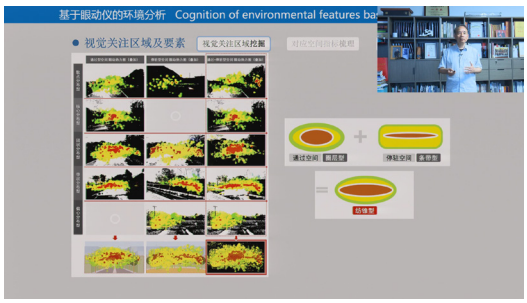
城市风貌形象通常包含山水格局、地形地貌、植被林相、空间结构、天际线、街道建筑等。这些要素主要通过视觉感知途径决定着城市形象优劣及人们在城市发展建设中的美学追求。在城市发展史上，人们曾拥有不少定性为主、定量为辅的分析表述城市形象塑造和评价的方法手段，但却没有形成可以完整认知、识别、分析及可以针对优化进行风貌形象管理的方法。以数字化为重要代表的科技新时代的到来，为我们科学应对并处理城市风貌形象这一棘手的“千年难题”带来希望。

今天，人工智能（AI）已经可以把那些过去看似需要人脑推理的计算问题，特别是群组判断的问题变成今天基于大数据计算的概率胜算问题，如 Alpha Go 和 Alpha Zero 下围棋。

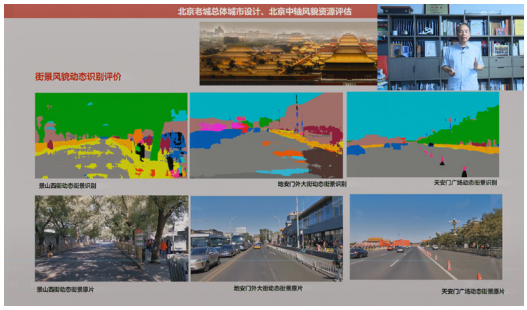
例如，我们可以通过科学遴选城市视点、通过 GPS、街景识别的机器学习、眼动仪、VR、AR 等配合主观评价的方法来评价城市特色景观、划定视线廊道及天际线，使主观评价更加科学；结合网络摄影平台数据（Flickr,Panoramio, 百度热搜等）校核，对城市重要景观点、景观区域及天际线景观进行定位与保护。基于 GIS 的 DEM 数字地形相关分析工具可以对城市的自然环境要素进行较为全面的分析，进而依据结果明确基于生态优先的城市设计的要点。

下图是通过眼动仪对城市的海量信息进行捕捉。在基于眼动仪的建筑特征分析中，我们概括出 12 项空间影响指标，例如密度、高度、对人的吸引度等等。通过眼动仪观察分析，这是过去没有的。

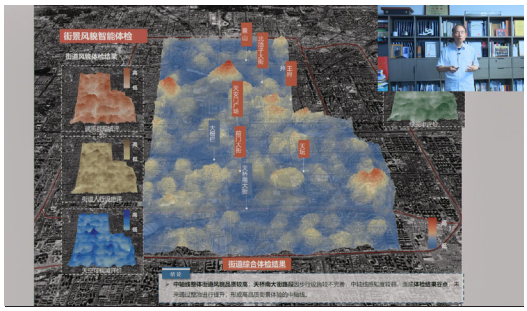




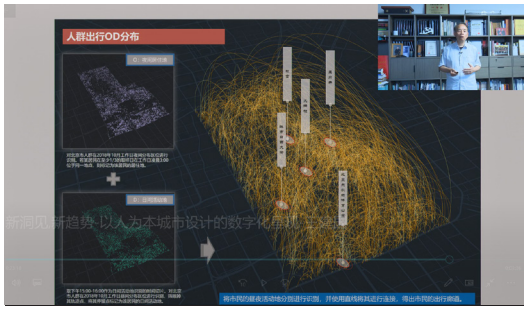
眼动仪也应用到了实际项目中，例如扬州中国大运河博物馆周边区域环境及重点地区城市设计。



此外，北京老城总体城市设计、北京中轴风貌资源评估中，通过街景识别较快捕捉采集到主要街道信息，从而加深了对北京老城和中轴线地区景观的认知。



在此基础上我们做了老城热度的研究，通过交通 OD 分析得到人群在老城中是如何分布活动的，拓展了对北京老城城市设计如何真正做到“以人为本”的认识。



此外，我们还做了观览价值评价。这些研究都

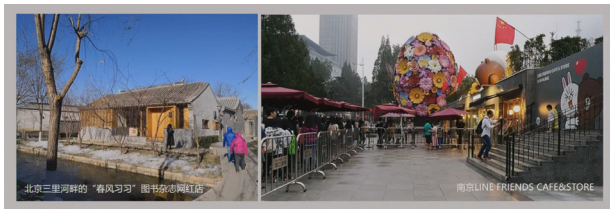
是基于数字技术得到的，而不仅仅是通过肉眼观察获得的。最后，我们形成了大国轴线，展示出老城的精华。

四、结语和讨论

对万千个体“自由意愿”的数据进行捕捉、采集、识别、治理和集成，通过数据可视化呈现方式，便有可能进入主客观结合、并以多维数据信息综合处理，逐渐消除不确定性为主的城市设计决策方式，突破以往主观经验为主的物理空间形态设计，使得城市设计中“一果多因”建构的内在机理成为可能。于是，“以人为本”城市设计在数字化时代获得了新生，并且涵盖到物理空间以外的社会空间和虚拟空间。

今天，各类数字化、可开放搜索信息的电子地图、移动数字通讯设备、各种可滚动播放的公共电子信息屏幕以及数字艺术影像正在对传统的“熟人社会”的具身人际交往构建活力的方式产生“颠覆性”影响，开始影响过去常常由影视、美术、文学等作品描述的人际美好邂逅和具身感情交往体验。

以人为本的城市设计还与当今的城市活力和时尚密切相关。激发城市活力的网红打卡场所是今天信息流量中心为特征的新产物，它们并不与可达性和区位价值直接相关，而是与数字时代的以人为本相关。



现在有人用传感器的方式进行人机互动的建筑和构筑物的设计。下图是美国康涅狄克 Stradford 的市集广场数字顶棚（KLF），其中使用了大量传感器技术。

总体而言，基于“置信度”“冗余度”“多维度”“交叉验证”“新数据”“全体数据”等大数据原理，通过结果递归导向、经由多维度强相关性，找寻因果关系等大数据思维的模式，今天的城市设计和规划管理就会“见物见人”，城市设计及其对城市形态演进的影响更具“以人为本”的目的性、合理性和正向性。

在“个体即主体”的数字时代，离散的个体（个人）具有了某种主体性。于是，历史上城市自由生长中的决策个体在数字时代重新找到了新的契机。“以人为本”“以人民为中心”不再是居高临下的口号，而是一种需要实实在在的、人民群众自下而上的意愿传达并转化为真正的城市设计基础的“以人为本”。

魏　来 / 常驻嘉宾

王院士在建筑行业的学术造诣非常深厚，同时王院士对于数字化新技术和新工具的追求精神非常值得我们学习。

今天的分享中王院士讲述了如何将数字化引入城市规划当中，这于我们来说是非常具有启发性。我们做数字化的目的是什么？我们在做 BIM 时候经常被问到设计院做 BIM 能不能正向设计，或者是被问 BIM 能否出图。我已经多次在不同场合阐述过，BIM 不是用来出图的，甚至是哪怕最后无法用 BIM 出图也不那么重要，重要的是在形成设计的过程中

是否采用了数字化的手段。正如王院士所分享的，我们需要关注的是：是否采用了数字化的手段？是否用科学推演的方式研究了设计本身？设计是否合理？是否采用了客观的数据模型观察了设计？是否充分反映了设计师的思维？是否充分反映了城市规划的要求？是否充分反映出了甲方的意志或者各参与方的意志？……这些我统称为设计的科学性，也叫设计的合理性。

王院士的分享中提到了数据的采集与分析，这是数字化当中非常重要的两个环节，如果缺失了这两个环节，最后很难得出结论，甚至得出错误结论。王院士所提到的方法手段是非常精确的，“个体即主体”——通过个体的行为参与到整个数字化采集的过程，使更加丰富的数据让数据质量更加真实可靠，也更具广泛性与代表性。

而我们现在做数字化，包括企业的数字化转型，都忽视了数据源本身的广度和深度。很多企业更多地是从一种想象的角度出发——从自身出发，想象数字化转型应该是怎么样，而缺乏了对于当下的理解。我们对于当下的理解一定是基于大量的数据统计与分析，强调数据源本身的价值。我们在关注企业数字化转型的时候，无论是项目的状态还是组织结构、人员的状态等等，都是需要数据采集来帮助我们分析和评判数字化转型的路径。而现实情况中，我们可能看到企业请了咨询团队到企业进行调研，对于管理层和基层员工进行访谈等等，这些都是传统的做法，并不符合当下我们对数字化的要求。我们还是要强调需要有充分的数据源给数字化提供支撑。

万黎明 / 常驻嘉宾

城市的设计规划对于未来需要很强的预见性，对于一个城市的未来，城市设计改如何满足群体需求呢？传统的方法和技术是不可能实现的。个体的需求在形成群体之后，所展现出来的信息量巨大且形式多种多样，这对于数字化里的数据要求极高。只有采用今天的数字化设计手段才有可能实现对于群体数据的采集、分析与应用。

数据的采集和分析，以及数据质量的广度和深度，在目前阶段主要取决于两个方面。一方面，取决于人的认知——我想采集什么。另一方面取决于技术的进步——我能采集什么东西。

作为一个普通的个体，我们可能无法通过五官观察或者直观地感受数字化带来的效用。数字化其实是一个升维的概念，BIM 或者 CIM 也好，其实是站在一个上帝视角，看穿各种楼梯结构，看到一座城市历史运行情况，以及对于未来的预测情况，在空间和时间上打破原有的认知，提升到一个新的维度来看待发展。无论是城市也好，建筑物也好，数字化的进程其实是通过技术手段实现人类突破自我认知、升维的过程。

那数字化的目的到底是什么？作为一个非专业人员，在我看来，如果能通过提升维度来看待事物，那么我们所做的决策，或是对于未来的设计与规划将更具有远瞻性。俗话说，站得高看得远，当我们换一个视角，站在更高的维度来看待问题时，我们才能更好地满足城市发展的目的性、设计性、功能性以及经济性的需求。仅跟从眼前的经验和想法，大概率是不准确的。

偕同低代码进入建筑业数字化时代
让建筑企业数字化触手可及

深圳奥哲网络科技有限公司建筑行业首席专家，10 年企业信息化建设工作经验，在精益建造、项目管理、IT 信息化规划等领域有丰富的产品规划和咨询实施工作经验，先后为中建三局、福建电建、中南设计院、华东勘测设计院、中交二航院等多家大型企业，在企业数字化、业务流程管理、项目管理等领域提供咨询与实施服务。

王　超 / 特邀嘉宾

一、什么是低代码？

低代码平台是指通过可视化，无需或少量编写代码，即可快速搭建各种应用系统的数字化平台。低代码本质是缩短业务和数字化的距离，终局是实现业务数字原生，所有业务员即数字化人员。

近年来，企业业务应用需求爆发式增长催生对低代码的巨大需求。低代码不仅是工具，更是企业数字化的智能引擎，通过连接企业现有的业务和生态来构建更多创新场景，从而支撑企业数字化落地。

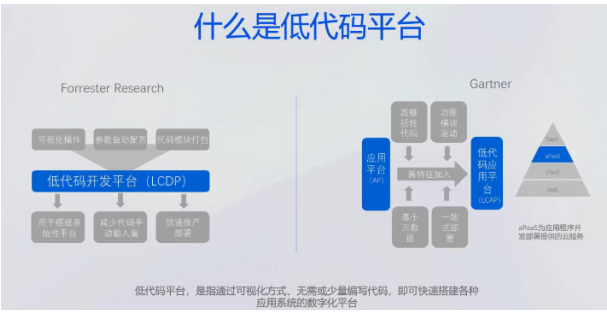


图 1　什么是低代码平台

二、 低代码数字化核心引擎

目前，低代码作为全新的设计模式，可以通过少代码的方式甚至无代码的方式帮助企业快速构建各类业务系统，为企业实现业务数字化提供了新的可能。

从企业整体的数字化结构来看，低代码在很多企业里的定位为 PaaS(Platform as a Service, 平台即服务)。在 PaaS 的前端通过结合一些技术，敏捷地构建企业的管理思想。从技术上面低代码还能赋予企业更多的能力，比如说可以通过连接企业现有的业务后台，帮助整合企业资源。同时，还可以结合“数据银行”“财务 / 财税云”等平台服务，以及结合 BIM、IoT、AI 等新兴技术，为企业创造更多的智能化场景。

总体来说，低代码不仅是工具，更是企业数字化的智能引擎，通过连接企业的业务与生态构建更多的创新场景，支撑企业数字化落地。

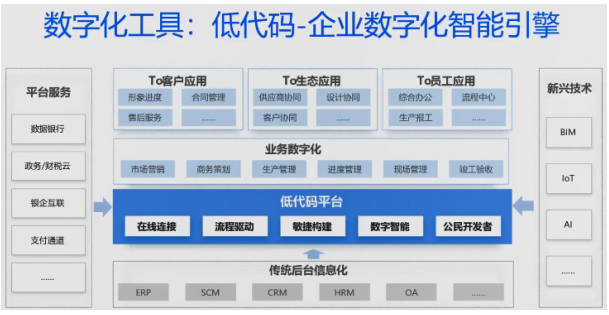


图 2　低代码 – 企业数字化引擎

另外，就平台的核心引擎能力来说，低代码在

企业数字化落地过程中发挥着重要作用。从技术上来看，低代码的应用构建屏蔽了很多技术细节。以往做开发的时候，人们可能需要熟悉一门开发语言。而现在应用构建就显得更简单，只用通过前端页面可视化交互的方式，就可以组装各类需要的业务系统。同时它的响应方式也比较简单，组装完成后即可直接发布，并且可以实现多终端接入进行业务访问与操作。

低代码的核心能力还体现在其中台的能力。一方面，从技术层面上，它可以承载企业技术平台的引擎、组件和开发模式。另一方面，从业务层面来看，它能帮助企业沉淀相对标准和对外输出的业务能力。

图 3　低代码平台的核心能力

低代码的应用场景主要分为以下三种类型：

1. 以用户为中心的灵动应用：通过更加低成本的方式帮助企业快速构建各类业务应用场景。

2. 以运营为导向的业务中台：快速搭建数字业务中台，联通前后端各类系统数据。

3. 企业个性化业务系统：简化企业个性业务系统的开发模式，帮助企业个性化场景快速落地。

三、个性、协同、敏捷，低代码在建造行业应用

那么，低代码在建筑行业有哪些应用特色呢？首先，我们简单来看一下新时代建筑行业发展环境的现状。

随着社会、经济、环境、技术等外部因素的变化，工程建设行业面临着全新的挑战：行业面临经济下行、行业利润率下降、人口红利消失、成本质量安全的高要求、企业内部管理要求……

建筑行业正面临数字化转型，企业管理与信息化存在诸多难点：

1. 管理体系有待升级重塑

在数字化新技术浪潮之下，传统工程建筑企业现有的管理体系、业务流程、信息系统无法满足业务发展的实际需要，难以支撑建筑企业不断发展的数字化需求。

2. 业务和管理个性化

不同企业在管理思路或方式上都存在一定的个性化、差异化，需要根据企业业务和管理模式进行灵活构建，标准产品难以支撑企业创新模式的落地。

3. 系统与业务“两张皮”

信息系统与业务流程分离，信息系统之间相互割裂，存在“两张皮”或“多张皮”现象，同一业务线上线下需重复执行、重复录入，数据在跨部门、跨层级、跨领域之间无法有效流通或共享，为准确执行带来较大困难。

4. 管理粗放、信息断层

建筑业内各参与方各自为政，目标不同信息管理模式不同，业务数据难以在产业链之间协同，很难实时管理要素（进度、成本、质量、安全）及生产要素（人、机、料、法、环）的把控。

根据整个建筑行业管理信息化的现状，我们可以发现建筑企业的数字化具有以下几个明显的数字化特色：个性化、协同化与敏捷化。

个性化特点主要体现在每个企业的管理和经营模式都存在个性化与差异化，这也是企业的核心竞争力所在。根据不同企业的业务流程和管理的特色，我们需要在传统的应用模块上做个性化的扩展与调整。

协同化主要体现在企业管理协同、产业链协同和生产经营协同三方面的协同，让企业管理决策与生产管理实时高效。

企业管理协同：在集团、分公司、项目部多个层级，贯彻落实经营目标与管理决策，统筹经营和生产资源。

产业链协同：实现全产业链上业主方、设计方、分供方等参与者的协同，从而使整个行业资源配置得到优化。

生产经营协同：生产和现场人员系统管理，打通数据与流程，实时反馈项目现场情况。

敏捷化主要表现在业务的快速构建和敏捷变更，以及根据企业需求定制的创新应用设计，让管理实现随需而变。

四、建筑企业数字化解决方案

数字化的核心不在于某个应用本身，而是在于如何通过数字化技术快速支撑企业不断开发的数字化需求，基于“强中台＋灵动应用”的数字化平台

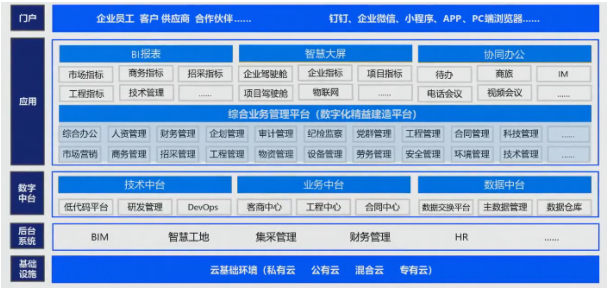


图 4　建筑企业数字化整体架构蓝图

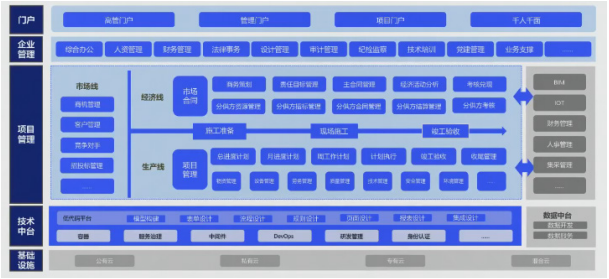


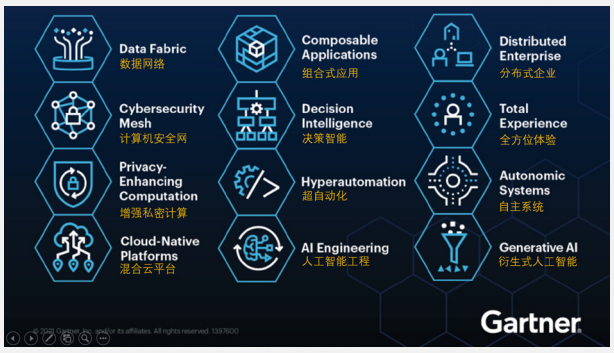
图 5　建筑企业精益建造管理平台蓝图

战略，可以帮助建筑行业实现数字化快速转型。

低代码所提供的数字中台能力可以帮助企业屏蔽一些技术细节，来构建整体技术、研发、管理体系。在技术中台之上，还可以帮助企业输出一些面向业务和数据的管理中台。

魏　来 / 常驻嘉宾

低代码这个话题对于建筑行业来说可能些许陌生，但低代码这项技术对于将来的 BIM 发展以及建筑业企业的数字化转型将产生一定影响。目前，在整个 IT 行业，以低代码为标志的新技术逐渐出现在人们的视野中，在很多行业分析报告当中也可以看出，将来的技术发展趋势主要体现在两个方面，一是自动化或者说 AI 化，另一方面就是全民参与的发展趋势。针对低代码这项技术，我个人也做了一点小研究，请看下图：



这张图是美国的 Gartner 公司今年发布的技术报告，主要公布了 12 种计算机领域的技术趋势。这些术语可能看起来有些陌生，但事实上，我们在企业数字化转型过程中或多或少都会涉及这 12 种技术趋势。

第一个是 Data Fabric，我把它翻译为“数据网络”，可以理解为将数据交织在一起。目前，我们行业内，企业之间或是项目与项目之间，数据孤岛的情况比较严重，阻碍了共享和数据价值的产生。如果想要这些数据产生 1 ＋ 1 ＞ 2 的价值，就需要将数据组织起来形成数据网络。

第二个是 Composable Application，指组合式应用。如果我们关心企业数字化转型，或者关心 BIM 解决方案的时候，会发现很多应用之间没有关联，也就是说应用与应用之间还存在一定的壁垒，这是存在问题的。今天奥哲所提出的低代码和强中台的解决方案，实际上是说依托强中台，使上面的应用具有可组合关系，并且相互支撑。

再看到第三个分布式企业。当前受疫情影响，全世界的企业组织形态也在发生改变，企业将不会像往常一样集中办公，更多地是分布式的组织形式。这就要求信息能实现跨部门、跨领域、跨时空分享。

计算机安全网无需多说，这也是科技发展的关键所在。

决策智能指的是依托数据来为决策做支撑。这其中涉及到借助计算机的数据收集能力、分析能力以及运算能力，通过计算机的运算过程将数据转化

为决策依据。

Total Experience 指的是，一个企业在运行的时候，不仅要考虑到客户的体验，同时还要兼顾到企业自身的体验、员工的体验，在工程中项目的体验甚至是行业的体验，这就是我们所说的“全方位体验”。在数字化转型的过程中，我们看到很多企业要么偏重于决策端，要么侧重在项目方面。对此，我们需要一个平衡点，同时兼顾好各方的利益。

增强私密计算也是我们常谈的信息保护问题。

Hyperautomation 指的是超自动化。今天我们讨论的“低代码”或者说“零代码”都正在朝着超自动化方向发展。现在很多企业都在做数据平台、业务分析平台等等，但是并没有实现全员数字化能力的发展。比如现在企业的 OA 系统做的很好，但实际上终端客户，可以是一个部门或者一个员工，都有强烈的自我定制化需求。因此，我们可以想象一个场景，企业的底层需要的是一个刚性、安全、稳定的平台，而往上的业务端是柔性且多种多样的。如何兼顾统一性和多样性是我们需要考虑的问题。今天所谈论的“低代码”或者“零代码”在这其中发挥着重要作用。

最后一列的混合云平台和人工智能也是目前大家比较熟悉的内容，这里不再展开讨论。

再看到下面第二张图，最外一圈都是低代码平台的特点。

俗话说隔行如隔山，如果让我们工程建设行业人员用计算机敲代码的方式设计出一个软件或者一个应用是非常困难的。不过现在有很多衍生式软件能够帮助我们实现这些。比如视觉建模工具能帮助我们以视觉建模的方式将计算机化的思维体现出来。低代码的开发相对比较柔性，既满足多样性需求，又不影响底层的数据安全与数据稳定性。

总体来说，当编程不再是完全专业化的时候，低代码和零代码可以给整个行业提供一个有力的支撑。

万黎明 / 常驻嘉宾

从用户角度或者说需求端的角度来看，低代码的使用体验是非常友好的，主要体现在其开发周期短、成本低、效率高等优点。此外，低代码对于使用者的门槛降低了，不需要专业的计算机语言，而是通过可视化模式以及成熟的模块帮助不懂技术的非专业人员或者是介于业务与技术之间的人员更好地参与到产品研发的工作中。

问题 1：低代码这项新技术要如何与企业已有的业务体系衔接？

王超：从技术手段来看，现在很多技术系统都相对比较开放，其实是非常好衔接的。如果遇到企业原有的技术架构和业务体系都不再符合需求的情况，则需要从技术角度进行重构，其中，企业需要考虑落地成本和投入周期等问题。从业务层面来看的话，可以在面向业务的前端做一些个性化的呈现，以此解决原有业务系统里体验感较差的操作等问题。总体来说，解决方案有很多选择，但是在数字化转型过程中，企业需要从时间、周期还有管理成本等方面考虑是否值得投入。

问题 2：建筑企业的数字化在操作过程中是不是受到整个行业产业链完整性的影响？数字化的推进在设计单位和施工单位有何不同？

王超：从数字化整体的发展来说，个人认为是必然的。从近几年的国家方针和政策大背景来看，

数字化及其工具的发展是必然趋势。从技术上来看，整个行业也就发展得相对成熟。至于设计单位和施工单位数字化进程的区别，其实从建筑行业的整个生态来看，这两者的业务形态差异很大。设计单位更多地关注的是施工图纸的质量，其中反复的校验和审核的业务相对偏多。而对于施工单位来说，他们更加关注的是参与各方的协同问题以及施工现场的管理。不过从整体的信息化的推进方式来说，个人认为还是相对类似的。

魏　来 / 常驻嘉宾

个人认为数字化的发展必然要考虑整个产业链的协同问题。整个工程建筑行业其实是一个比较散的行业，既不像制造业那么严谨，又不像其他的服务业有明确的产业链。在做数字化的时候，无论是设计企业还是施工企业，都在困惑如何考虑上下游的问题。一方面企业需要考虑数据是否要输入，如果保护自身的知识产权和数据安全。另一方面需要考虑数据输入问题，即别人的数据能不能为我所用。这些也是 BIM 当中常见的情况。目前我们还是缺乏一定的研究，专业化的数据要如何进行管理和组织，整个管理和组织的流程是否能按照数字化的方式来推动，这些都是我们需要考虑的问题。我们也期待着低代码、零代码等技术能尽快在行业里推动与普及，让我们这些业务人员、非软件开发人员能更加便捷地使用相关的工具软件。

浅谈工业数据质量及其标准化

中国标准化研究院高新所副所长，全国自动化系统与集成标委会工业数据分委会（SAC/TC159/SC4）秘书长，全国科技平台标准化技术委员会（SAC/TC486）副秘书长。在标准化理论，标准体系，综合标准化，标准一致性测试；智能制造、制造业基础数据、产品数据质量、制造资源共享信息、数字孪生、模块化设计；科技资源管理、科技资源开放共享，科技资源服务、科学数据、种质资源与实验材料；以及政务信息资源开发利用，电子政务管理与应用等方面的标准化有较深研究。主持起草了 40 余项国家标准，参与起草 40 余项国家或行业标准，参与起草 4 项国际标准。

王志强 / 特邀嘉宾

一、引言

党的十九大明确做出了我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段的论断，推动社会经济高质量发展是当前和今后一个时期确定发展思路、制定经济政策、实施宏观调控的重要任务。在此背景下，以新发展理念为导向，以数据质量提升为落脚点生产真实准确、完整及时的高质量数据推动高质量发展，具有重大而迫切的现实意义。

在工业生产中，无时不刻不在产生数据。生产机床的转速、能耗，食品加工的温湿度，火力发电机组的燃烧和燃煤消耗，汽车的装备数据，物流车队的位置和速度等，都是在生产过程中形成的数据。迈入工业 4.0 时代，制造业的主要特征转向智能和互联，企业的运营越来越依赖信息技术，制造业整个价值链、制造业产品的整个生命周期都涉及到诸多的数据，数据量的暴涨成了许多行业共同面对的严峻挑战和宝贵机遇。在德国的工业 4.0 中，工业大数据被认为是物理与信息融合中的关键技术。在美国 GE 提出的工业互联网中，大数据分析作为联机数据处理分析的核心，被认为是重构全球工业、激发生产力的关键技术。在我国提出的《中国制造 2025》中，云计算、物联网和大数据作为新一代的信息技术，成为两化融合的关键技术。无论是工业 4.0、工业互联网还是《中国制造 2025》，智能制造是共同目标，工业互联网是基础，工业大数据是引擎。

在工业互联网和工业大数据环境下的智能制造，需以数据的方式反映在企业的信息系统中，企业用数据做分析，做决策，都必须建立在高质量数据基础之上。没有准确的数据做基础，数据分析和数据挖掘就不可靠，企业决策就会受到重大影响。通过工业数据质量标准的研制，可以强化我国工业企业的全面数据质量管理意识，推动《中国制造 2025》工业制造数据标准体系框架建设，提高我国制造产品质量和工业企业的国际市场竞争能力。

二、工业数据及其数据质量管理

不管是工业自动化、还是工业智能化（工业 4.0）、或者是工业互联网概念，它们的基础都是工业数据。从企业经营的视角来看，工业数据可以按照数据的用途分成三类：第一类是经营性数据，比如财务、资产、人事、供应商等基础信息数据，这些数据在企业信息化建设过程中陆陆续续积累起来，表现了一个工业企业的经营要素和成果。第二类是生产性数据，这部分是围绕企业生产过程中积累的数据，包括原材料、研发、生产工艺、半成品、成品、售后服务等。随着数字机床、自动化生产线、SCADA 系统（数据采集与监视控制系统）的建设，这些数据也被企业大量记录下来。这些数据是工业生产过程中价值增值的体现，是决定企业差异性的

核心所在。第三类是环境类数据，包括布置在机床的设备诊断系统，库房、车间的温湿度数据，以及能耗数据，废水废气的排放等数据。这些数据对工业生产过程中起到约束作用。从目前的数据采用情况看，经营类数据利用率最高，生产性数据和环境类数据相比差距比较大。从未来数据量来说，生产性数据在工业企业数据中的占比将越来越大，环境类数据也将越来越多样化。

随着信息系统的广泛应用，人们在获得海量信息的同时，越来越被数据的质量问题所困扰。数据质量问题及其研究由来已久，特别是伴随着计算机为主的信息技术的发展，数据质量逐渐成为被广泛关注的研究热点。虽然如此，至今业界仍然没有就数据质量的概念达成共识，在不同时期，数据质量有着不同的概念和标准。20 世纪 80 年代以来，国际上对数据质量的标准基本上是以提高数据准确性为出发点。但随着质量含义的不断延伸，对数据质量的概念也从狭义向广义转变，准确性不再是衡量数据质量的惟一标准。20 世纪 90 年代美国麻省理工学院 (MIT) 开展的全面数据质量管理 (TDQM) 活动，借鉴了物理产品质量管理体系的成功经验，提出基于信息生产系统生产的数据产品的质量管理体系。它提出应理解用户的信息需求，将数据作为具有生命周期的产品进行管理，要设置数据产品管理员管理数据生产过程和结果。在数据生产过程中形成的质量，如精度、一致性、完整性等，成为基本要求，对数据用户要求的满意程度也成为衡量数据质量的重要指标。如有的研究人员认为高质量数据就是指那些适合用户使用的数据，有的研究人员认为数据质量就是“反映出数据对特定应用的满足程度”。数据，如同形形色色的其它各种产品一样，是为了满足人们的特定需求。在智能制造系统中，数据是应用程序的初始原料和最终产品，并经过应用程序的组织，提供给用户。同样的一组数据，面对不同的应用要求，可能表现出不同的数据质量。数据质量概念认识主要包括以下两个方面：一是注重从面向实践方面来衡量数据质量，即从用户角度来判定，强调用户的满意度，还有就是从数据生产者和管理者来考虑；二是注重从面向系统的角度来评价，认为数据质量是一个综合性概念，是一个多维度的概念，包括数据本身也是多维度的。需要从多角度来衡量其基本质量要素，如适用性、准确性、适时性、完整性、一致性和可比性等多角度来评价数据质量的好坏。数据质量的研究和实践总体上可归纳为“自上而下”和“自下而上”两种方式。“自上而下”方法通常是先提出数据质量框架 (Data Quality Framework) 和数据质量维度 (Data Quality Dimensions，也称为数据质量属性、数据质量元素、数据质量衡量指标、数据质量特征等)，然后在应用中通过与具体的需求相结合，构建可执行的细化的数据质量维度；而“自下而上”则是从具体需求出发提炼出一系列的数据质量维度，通过实际应用的验证，最后归纳形成数据质量框架。在具体的应用实践中，既存在理论上构建数据质量框架并不细化到可操作的维度的现象，也存在仅在具体操作层面定义数据质量维度、改善数据质量状况并不上升到数据质量框架的具体应用，而且在实际实践中后者更多。

三、工业数据质量标准化现状

如前所述，数据质量是一组数据质量特性满足数据使用者的需求的程度。质量特性对应用户的不同需求。目前，在汽车工业、船舶工业、工业数据、工业自动化、产品设计与制造等工业领域已经形成了较为成熟的数据质量特性，研制了相关的数据质量标准。

（1）在工业数据领域，以美国牵头的 ISO TC184/SC4 （工业自动化系统与集成委员会 / 工业数据标准化分技术委员会）提出了 ISO 8000 数据与信息质量标准，致力于帮助企业确定数据质量，增加产品与数据可见性，实现自动差距分析，供应链的可靠数据整合与共用等。ISO 8000 的数据质量特性从数据源、精度和一致性三大质量特性来定义数据质量，具体的质量要求在数据规范中描述，并提出了数据框架。数据质量另一套重要标准是 PDQ9000（产品数据质量），它从质量管理的角度，采用 ISO9000 的方式，从两个方面对产品数据进行规范 1）产品数据“内容的质量”，2）产品数据“产生过程的质量”。此外，PDQ9000 借鉴 ISO9000 认证的方式，力图建立 PDQ 认证机制。ISO 8000 和 PDQ9000 两套标准分别从技术和管理两个角度对工业数据质量的框架、概念、模型和质量控制机制进行了规范，为工业数据质量的标准化奠定了基础。

（2）在工业自动化领域，英国发布了 BS

7986-2005 《工业测量和控制系统用数据质量度量标准规范》。规定了用于工业测量和控制系统的功能性要求，指定应用和数据质量度量，从数据质量和功能模块、模拟测量和监控参数的数据质量、离散参数的数据质量、模拟控制和激励参数的数据质量、离散控制和激励参数的数据质量、维护支持、功能模块之间数据与质量的传播、出错时的规格转换等方面出发，制定了数据质量标准。

（3）在产品设计与制造数据领域，中国标准化研究院起草制定了 GB/T 18784-2002 《CAD/CAM 数据质量》和 GB/T 18784.2-2005《CAD/CAM 数据质量保证方法》两项国家标准，用于企业间 CAD/CAM 数据交换的质量检查。该标准中提到了设计方法、用户知识 / 培训、CAD 系统程序、修复、数据交换和检查程序等影响数据质量的因素。此外，该标准还定义了 CAD/CAM 数据质量的检查方法。

（4）在汽车工业领域，ISO 发布了规范性技术文件 ISO/PAS 26183-2006《全球汽车工业的 SASIG 产品的数据质量导则》。该导则涵盖了计算机辅助设计（CAD）数据、计算机辅助制造（CAM）数据、计算机辅助工程（CAE）数据、产品数据管理 (PDM) 数据以及其他类型数据的质量要求。认为“好的数据质量意味着在正确的时间为正确的用户提供正确的数据”、“可访问性，无论数据多么合适和健康有力，如果不能以一种及时的方式提供给需要的人，那么它就是没有价值的”。该导则提出了数据生命周期的概念。在数据的生命周期中，数据的质量设计、特征、可靠性、维护费用以及可用性都要被追踪，追踪的结果将影响未来的数据。该导则定义了 CAD 数据的质量标准，几何学质量标准、非几何学质量标准和绘图质量标准三个质量特性来描述。此外，该导则提出了产品数据质量改进的概念、方法和指导原则。列举了导致数据质量问题的大量因素，如果这些因素被忽略，则很可能会影响显著的改进。日本汽车工业协会（JAMA）和日本汽车部品工业协会（JAPIA）已经根据 ISO/PAS 26183-2006 制定了 PDQ 指南，正在推动 PDQ 的完善。而此次获得批准，将使 PDQ 进一步扩大到其他产业界。

（5）在智能运输领域，ISO 发布了技术报告《ISO/TR 21707-2008 智能运输系统 集成的运输信息、管理和控制 ITS 系统中的数据质量》。规定了一套标准术语，用来定义在 ITS 系统中相互交换的数据的质量，列出了一个数据质量的发布与评估框架，规定了一组参数或元数据，可以用来度量交换数据或整个系统的质量。本标准所指的数据不仅包括最初采集的原始数据，也包括处理后的数据，两种数据通过用户界面都是有效的。数据用户可能包括组织内和组织外的。此外，数据既可能是实时采集数据，也包括线下静态数据（如定义网络的定位图表）。因此本标准适用于交通信息管理和服务、交通控制系统、特别适用于系统间的公开界面；同时也适用于其他界面形式，包括内部界面等。

除了工业数据领域，在地理信息领域、软件领域、金融领域和统计领域都制定了数据质量相关的标准。目前，数据质量相关理论逐步成熟，数据质量标准化渐成体系，并在相关领域得到了成功应用。但是，还没有面向大数据应用的统一的、通用的数据质量框架模型，没有形成工业大数据质量标准。

四、工业数据质量的国际标准 ISO 8000 介绍

ISO 8000 系列标准是在国际标准化组织 ISO 下开发，由 ISO 技术委员会 TC184 负责，面向数据质量的标准，属于 ISO 标准的一个部分。ISO 8000 系列标准立足于工业数据质量，旨在为政府、公共机构和各类公司，特别是制造企业，以及应用提供更可靠可信数据的国际标准，是一套国际通用的数据质量管理标准，研究 ISO 8000 数据质量标准在工业数据领域的应用，可以借鉴国内外先进经验，减少研究成本。ISO 8000 涵盖从概念设计到废弃处置整个产品生命周期中的工业数据的质量特征。ISO 8000 列出的特种数据包括但不限于：主数据，事务数据和产品数据。ISO 8000 给出了一个用于改善某种特定数据的数据质量的框架。该框架可独立使用，也可与质量管理系统协同使用。ISO 8000 定义了一组特征，数据供应链中的任何组织都可用其测试数据是否与 ISO 8000 保持一致。

ISO 9000 标准家族是国际标准化组织于 1987 年制定，后经不断修改完善而成的系列标准。该系列标准可帮助组织实施有效运行质量管理体系，是质量管理体系通用的要求或指南。它不受具体的行业或经济部门限制，可广泛适用于各种类型和规模的组织。ISO 8000 是 ISO 9000 质量管理体系的扩充，以满足质量管理体系内数据产品质量的需求。

实践证明，如果不能保证数据质量，ISO 9000 是不能真正实现其质量目标的。

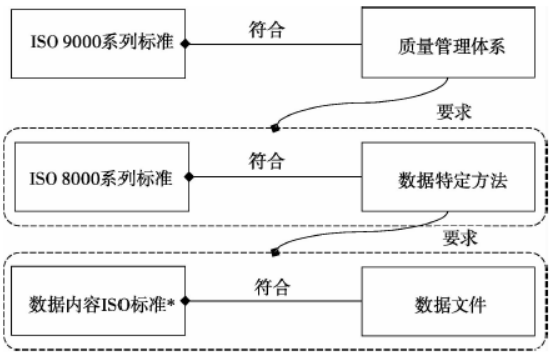


图 1　ISO 8000、ISO 9000 和其他数据产品标准之间的关系

图 1 显示了 ISO 8000、ISO 9000 和其他数据产品标准之间的关系。ISO 22745 产品数据描述等数据产品标准规定交换数据的模型和格式，ISO 8000 以这些标准为基础，增加了关于这些标准的使用要求，以确保交换数据的高质量。ISO 8000 弥合 ISO 9000 和数据产品标准之间的差距 [11]。

ISO 8000 数据质量标准由系列部分组成，各部分的侧重不同，ISO 8000 由以下部分组成：

parts 1 到 99 部分 : 数据质量综述；

parts 100 到 199 部分 : 主数据质量；

parts 200 到 299 部分 : 事务数据质量；

parts 300 到 399 部分 : 产品数据质量。

其中：

主数据标识和描述了个人、组织、地点、物品、服务、过程、规则和标准。该系列标准描述定义主数据质量的特性。这些特性包括：语义、语法编码、需求的一致性、数据源、,准确性、完整性和数据治理。该系列标准规定了一些主数据信息，这些信息应在总体上确保信息发送方和接收方数据通信的可靠性。ISO 8000-100 给出了主数据质量部分的综述。

事务数据规定和描述了时间事件，包括个人、组织、地点、物品、服务、过程、规则和标准。该系列标准描述定义事务数据质量的特性。这些特性包括：语义，语法编码，需求的一致性，数据源头，准确性，完整性和数据治理。该系列标准规定了一些业务事务数据信息，这些信息应在总体上确保信息发送方和接收方数据通信的可靠性。ISO 8000-200 给出了事务数据质量部分的综述。

产品数据质量是产品数据正确性和适用性的度量，产品数据可保证数据能及时的提供给需要这些数据的用户，产品数据是产品从概念到制造需要的数据。因此，产品不仅仅包括计算机辅助设计（CAD）数据，还包括计算机辅助制造（CAM）、计算数据工程（CAE）数据、产品数据管理（PDM）数据以及其他类型的数据。ISO 8000 产品数据质量系列部分的主要意图是提高协调产品开发的效率，通过减少数据接收端的重复工作。ISO 8000-300 给出了产品数据质量部分的综述。

在工业数据相关开发与利用的应用实践中，数据质量标准化具有极其重要的战略地位。ISO 8000 数据质量系列标准的制定集中反映了国际上该领域的应用发展和实践经验，我们应积极研究与借鉴，结合我国智能制造实际，制定数据质量标准，建立和完善数据质量管理体系，以促进我国智能制造的深入发展。

五、结论和建议

工业数据质量问题对于我国智能制造是一个至关重要的问题。数据质量的提高涉及到技术、设计、业务流程、员工和企业的基础设施等多个方面。对工业数据质量开展研究，进而提出改善工业数据质量的方法和对策，保障工业数据质量，具有非常重大的意义。

结合目前数据标准、数据质量管理等现状，特别是 ISO8000 等工业数据质量标准，建议制造企业从以下四个方面着手提高工业数据质量：

1）建立数据质量标准：在深入研究 ISO 8000 等数据质量标准体系的基础上，结合企业数据现状，建立适用于企业的数据质量标准，为企业数据质量管理提供全面的遵从依据。

2）建立数据质量管理流程：基于 ISO 8000 等数据质量标准体系，结合企业智能制造现状，建立适用于企业的数据质量管理体系流程，规范数据质量管理过程，提升数据质量管理的科学性，保障数据质量标准在企业信息化建设的落地。

3）构建数据质量评价模型及考核方式：基于数据质量标准，构建数据质量评价模型并固化，结合现有数据质量通报等考核方式，为全面管控各级单位数据质量情况提供支撑。

4）建立数据质量管理信息化支撑工具：继承并扩展现有数据管理信息化系统，为数据质量标准落地、管理流程落地、评价模型落地及考核落地提供信息化支撑。

魏　来 / 常驻嘉宾

思想午餐有一个常规性的话题——我们在数字化的过程中如何控制数据质量问题。之前我们也提到过做 BIM 认证、数字化认证等等方式，这些认证都属于一种质量保障的手段或方法，在这背后有一整套数据和数据质量的标准化的方法论作支撑。

王所长介绍的这套体系非常庞大，且成熟度非常高，对于工程建设行业的数字化发展具有非常强的借鉴作用。在我看来，制造业提出的很多的框架与方法的逻辑和基本原理与工程建设行业是相同的，在通过适应性的改动后可以直接沿用。

不过 ISO 8000 数据质量标准一直是行业的痛点。我们在做 BIM 的时候也在考虑这个问题。首先 BIM 的数据形式的语法部分是否能符合当下工程数字化的要求？事实上，我们一直处于一个低水平的状态。尽管我们现有分类编码标准还有 IFC 标准，但在建筑业，从形式的角度来看，上述两个编码的健全性还不够。主要一个原因在于工程建设行业所涉及的内容太多。另外，在真正执行的过程中，我们该如何用相关的工具来保障语法的使用？对此我们也缺乏相应的解决方案。

与制造业相比，工程建设行业是一个相对松散的行业，首先，行业内参与者的水平参差不齐。另外，行业缺乏明显的产业链协作的特征，这也是我们在向制造业学习过程中感到吃力的原因所在。就 BIM 来说，BIM 中也有交付标准等等。但事实上，每个人所提供的内容和规范化程度差别巨大。我们该如何用一套工具保障内容的质量，也是亟待解决的问题。

回顾建筑信息化发展的这五年，BIM 的应用水平发展并不大。五年前我们在思考怎么用，现在依旧在研究要怎么用。我们在数据应用方面没有得到发展，归根结底在于基本的业务流程没有梳理清楚。从建筑业角度上来看，基本业务流程是多种多样的。不同于制造业（如飞机制造、汽车制造等），我们无法形成一个全行业的通用流程。目前，我们的基本业务的梳理还在逐步发展当中，目前我们也在借鉴制造业发展装配式建筑等等。总体来说从语法语义到语用这三个角度上来说，我们从数据质量角度上还需要做更多的工作。

万黎明 / 常驻嘉宾

2020 年 4 月，中央文件《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》将数据纳入五大生产要素，与土地、劳动力、资本、技术等传统要素并列。“数据”作为一种新型生产要素被写入中央文件。可以看到，国内的数据发展已经到了一个全新的阶段。当数据作为生产要素成为一个定性之后，我们将思考数据背后的迫切需要配套规则，包括配套的完善的数据的制度，治理的规则，产权的界定，数据的公开、流动、交易等等。

从刚刚的分享内容可以看出，数据质量管理的体系对于工程建设行业的价值和潜在价值是非常大的。我之前的工作内容也涉及到质量管理，我发现其实质量管理的工作量非常大而且成本比较高，尤其对于一些既有的运营时间很长的行业，如果现有的内容需要做成标准化模式，将会产生较大的迁移成本，或者标准化成本。就此我想请教王所长数据质量管理和数据管理体系的搭建的驱动是来自于需求驱动还是供给侧驱动？

王志强：个人看来，在早期的时候主要是由供给侧驱动。厂商或者平台有数据质量管理的要求，数据质量差将直接导致生产的环节出现问题。到了后期的时候，很大的动力来自于需求侧。主要体现在消费者可能对于我们的产品反馈了一些问题，我们通过问题进行一步一步追溯。数据质量一个非常重要的特征就是溯源性，我们可以通过追溯判断产品的问题是否源于数据质量的问题。

「可持续，向未来」
—— 解密“绿色办奥”背后的可持续性管理

王珍琪 / 特邀嘉宾

- 联合国工业发展组织签约的国家专家；
- 北京 2022 年冬奥会和冬残奥会可持续性管理专家；
- 国家认可委技术专家；
- 中建协认证中心社会责任和可持续发展首席专家；
- 管理体系高级审核员；
- 工民建高级工程师；
- 长期从事建筑工程管理、企业管理咨询、管理体系认证和标准研发工作，精通建筑工程技术及管理，是国家发明专利的发明人，拥有管理体系、社会责任和可持续发展方面的知识和工作业绩，曾为多家集团公司和大型企业做过管理咨询，对多家企业进行了管理体系认证，协助北京冬奥组委建立并实施了可持续性管理体系，具有统筹管理体系建设及运行的能力和水平，对整合多个标准的管理体系具有丰富经验。

Florian J. BERANEK
特邀嘉宾

- 联合国工业发展组织（UNIDO）社会责任首席专家；
- 联合国工业发展组织中国建筑业企业社会责任项目国际专家；
- 奥地利维也纳应用科学大学企业社会责任和道德管理硕士；
- 自 2009 年以来，负责亚洲多个社会责任（SR）和负责任的商业行为（RBC）相关的联合国工业发展组织项目；
- 在 UNIDO 项目启动之前，作为奥地利 CSR 有限公司的高级合伙人，为东欧，中东和印度的国际公司和组织提供多年咨询服务；
- 技术专长范围：ISO26000，ISO14001，ISO45001，ISO37001，ISO20121，ISO20400，经合组织跨国企业准则，国际劳工组织跨国企业宣言，联合国《企业与人权指导原则》以及广泛的其他相关全球框架；
- 在利益相关方管理，企业社会责任沟通和报告，供应链合规性、企业社会责任战略发展以及透明度、诚信计划、价值培育系统方面有着丰富的经验。

王珍琪

伴随北京 2022 年冬奥会和冬残奥会（以下简称为“北京冬奥会”）的筹办、举办和赛后利用，一届节俭、智慧、绿色的奥运盛会逐步呈现在世人面前，低碳、绿色场馆、生态保护、区域发展、可持续等词语亦为公众耳熟能详。

可持续发展是当今世界的全球愿景，是我国的国家战略，也是《奥林匹克 2020 议程》“可承受、可收益、可持续”的三个基础性主题之一。北京冬奥会申办时即提出：北京将秉持可持续发展的理念，推动冬奥会申办、筹办与城市生态环境改善、经济发展和社会进步紧密结合，让城市发展有力保障举办冬奥会，举办冬奥会加快城市发展，树立奥林匹克运动与城市良性互动、共赢发展的典范。

北京冬奥会从申办、筹办、举办到赛后处置的全过程全面落实可持续性管理，并将可持续性管理体系作为重要的管理手段。在习近平总书记提出的

“绿色、共享、开放、廉洁”四个办奥理念的指引下，结合国际奥委会的要求和北京冬奥会的实际，北京冬奥组委建立并实施了“三标一体”的可持续性管理体系（详见图 1“三标一体”的可持续性管理体系）。

图 1 “三标一体”的可持续性管理体系

可持续性管理就是要平衡地处理环境、社会和经济方面的问题，提供当前和未来的需要。ISO 20121 对大型活动的可持续性管理提供了指导和最佳实践，ISO 14001 为可持续性中的环境要素提供了系统的管理方法，ISO 26000 为理解社会责任和社会责任实践提供了指南。

北京冬奥组委的可持续性管理体系融合了上述三个国际标准的要求，采用了 ISO 20121 的可持续性管理体系运行模式（详见图 2 大型活动可持续性管理体系运行模式概览），采用了 ISO 2600 议题辨识和促使相关方参与的工作方法，采用了 ISO 14001 的环境因素识别和评价方法，统一了方针、目标、议题（包括环境因素）和运行策划，制定了协调一致的管理体系文件，实施了统一的运行机制，同步监测监督、统一改进提高。建立并实施融合 ISO20121、ISO14001 和 ISO2600 三个标准于一体的管理体系，同时结合中国国情和治理方式，对奥运会是一个创新的管理方式，也更适用于北京冬奥会。

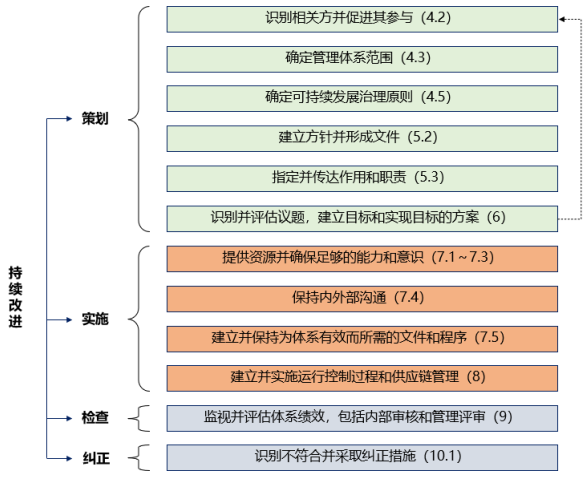


图 2 大型活动可持续性管理体系运行模式概览

北京冬奥组委建立并实施了可持续性管理体系文件，包括管理手册、程序文件、评价准则、业务领域文件、体系运行证实性资料等。管理手册是对可持续性管理体系的概括表述，包含北京冬奥组委的可持续性政策，以及对 ISO 20121 和 ISO 14001 要素的描述，是指导可持续性管理体系运行的基础文件。程序文件和评价准则是管理手册的支持性文件，是根据 ISO 20121 和 ISO 14001 的要求、ISO 26000 的指南以及北京冬奥组委的实际情况制定的工作指导文件。业务领域文件是指北京冬奥组委各部门相关业务领域制定的实现可持续性目标的工作计划、管理方案、管理办法等文件，是可持续性管理体系实施过程的操作性文件。

北京冬奥组委可持续性工作涉及的相关方众多，主要有：冬奥会工作领导小组，中央和地方政府相关部门，国际奥委会，国际残奥委会，国际单项体育联合会，合作伙伴，赞助方，场馆和基础设施的业主、规划设计方、建设方、运营方，供方，工作人员（含志愿者），外部专家，运动员、技术官员及其他直接参与比赛的人员，观众，公众，社区，媒体和社会组织，等。

相关方是北京冬奥会筹办举办和赛后处置的重要参与者，对北京冬奥会可持续性有着非常重要的影响，相关方的期望和要求亦是北京冬奥组委可持续性工作的重要依据。北京冬奥组委组织了专题调研，以了解相关方对北京冬奥会目标、影响的理解、认同、期待。北京冬奥组委与这些相关方建立了沟通机制，通过协调会、专题会、文件、培训、走访、检查、报告、报表等方式与相关方交流信息，明确与之相关的可持续性议题、环境因素和合规义务，共同制定可持续性议题和环境因素的管理方案，对可持续发展理念和可持续性管理体系的阶段工作成果、绩效开展系列宣传，使相关方能够理解、支持并参与北京冬奥会的可持续性工作。

北京冬奥组委在其官方网站上发布了《北京 2022 年冬奥会和冬残奥会可持续性政策》，以公开声明的方式阐明了可持续发展方针，阐明了“操守、公平、透明、包容性、管理责任”等可持续发展治理原则，明确了可持续性的工作重点、工作方式和总目标，对举办可持续性奥运会、保护环境、遵章守法和持续改进做出了承诺，为建立和实施可持续性管理体系奠定了基础。

北京冬奥组委的可持续性议题是指在北京冬奥

会筹办、举办到赛后处置过程中需要管理、控制或解决的有关环境、社会和经济方面的重点问题，环境因素是指北京冬奥会的活动、产品和服务中与环境或能与环境发生相互作用的要素。北京冬奥组委制定了《可持续性议题识别与评价准则》和《环境因素识别与评价准则》，依据准则对每个部门按业务领域分别进行了可持续性议题和环境因素的识别和评价，经过汇总分析最终确定了北京冬奥组委可持续性管理体系的重要议题，重要议题和环境因素包括：生态环境、气候变化、废弃物、可持续采购和人员管理。

依据四个办奥理念、可持续性政策，考虑国际奥委会和国际残奥委会的要求，考虑重要议题和环境因素，北京冬奥组委确定了可持续性管理的愿景、目标、重点领域和主要行动（详见图 3 北京冬奥会可持续性管理框架）

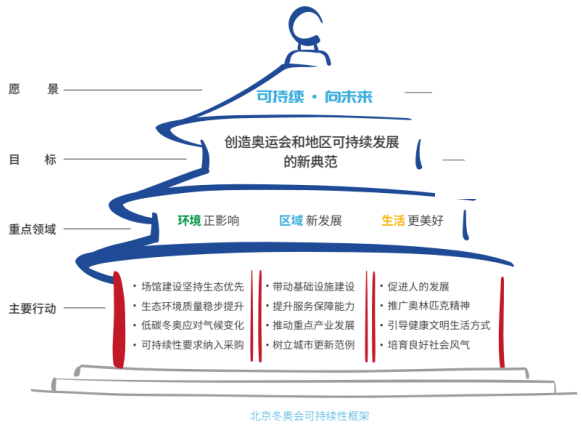


图 3　北京冬奥会可持续性管理框架

各部门针对所辖业务领域涉及的重要议题和环境因素制定并实施管理方案，管理方案包括目标分解、职责分工、管理措施和主要行动方案等。运行计划是指导业务领域工作的基础文件，其中说明了业务领域工作的内容、目标、流程和操作办法，以及人、财、物、技术、空间等资源配置。管理方案与业务领域和场馆的运行计划保持一致，以便将可持续性管理融入业务领域的日常工作。

为确保实现可持续性管理体系目标，避免或减少不利影响，北京冬奥组委针对筹办和举办过程中在可持续性方面需要应对的风险和机遇进行了识别，编制了重大风险清单，在编制体系文件时考虑了应对措施。针对极端天气、地质灾害、公共卫生事件、火灾等因素带来不可预测的风险，发生具有环境影响的潜在紧急情况，制定并实施了应急方案，进行了应急演练。

北京冬奥组委在体系运行过程中逐步探索建立了“上下联动、内外协同、专家支撑、合力推进”的工作机制，通过入职培训，“双周一课大讲堂”，可持续性管理体系、可持续采购、场馆可持续性、碳管理等专项培训，提升工作人员的可持续性意识和能力，推动相关方人员在工作中落实可持续性要求。

北京冬奥组委根据工作需要适时召开可持续性工作调度和信息沟通会，适时开展场馆可持续性现场检查和评审，发现问题及时纠偏并采取纠正措施，确保了各项管理方案的落实和目标的实现。北京冬奥组委每年开展可持续性管理体系的合规性评价、内审和管理评审，通过了 ISO 20121 和 ISO 14001 的第三方认证审核和监督审核，委托第三方进行了 ISO 26000 绩效评估。

北京冬奥会已实现碳中和的冬奥会、首钢转型打造城市复兴新地标张家口打造“亚洲冰雪旅游度假目的地”、3 亿人参与冰雪运动、“双奥场馆”和临时设施的重复利用、二氧化碳制出“最绿的冰”、氢燃料车保障交通等多项可持续成果已为国际赛事树立了可持续发展的新标杆，北京冬奥会的可持续性管理也将会成为管理体系保障大型活动成功的范例。

Florian J. BERANEK

非常荣幸代表联合国工发组织参加今天的思想午餐。建筑环境是个非常重要和新兴的问题，气候变化也是当下面临的全球性挑战，需要依靠全球伙伴共同努力一起采取行动。刚刚王老师所分享的北京 2022 年冬奥会可持续低碳建筑就是全球推动可持续发展的标志性事件，通过将奥运与可持续结合在一起，为人类未来的可持续发展而努力。

除了单体建筑的可持续发展，我们更需要从低

碳、低能耗、可持续建筑等多个角度更全面地看待可持续发展问题。

首先我想谈谈“目的”（purpose）的问题。我们应当思考“应该做什么？”、“为什么要这么做？”以及“如何来做？”，这些都应该是我们工作的起点，也是我们设计的基础。

在考虑好了目的之后，则需要考虑“设计”（design），设计应该是为了目的而服务的。“以人为本”的设计方法必然会将环境问题放在优先考虑位置，只有和谐设计的作品才会得到人们的喜爱、尊重和保护。

第三个需要考虑的是“材料”（material）。设计和经济可行性很大一部分涉及到材料，因此我们必须在早期阶段就考虑到材料问题，比如材料从哪里来，材料的运输，材料的碳足迹等等。如今物流的成本在飙升，当地采购也成为流行的方式。

下一步我们将进入施工（construction）阶段。传统的方式就是大家所熟悉的现场施工。但现在预制技术越来越受欢迎，我们当今常见的装配式建筑不仅节约能源、成本，还能显著提升建筑的质量和耐用性。同时装配式预制技术能避免货物运输、人员通勤、现场施工所带来的环境污染，有效减少了碳排放。

施工完成后，建筑的运营（operation）也对环境产生较大影响。楼宇本身的照明、冷暖装置等等活动都会产生碳排放。因此我们需要通过 BIM、人工智能、物联网等技术在建筑的全生命周期当中实现智能规划和节能优化。

总有一天建筑将会达到生命周期的终点，可能被大规模翻新或是完全报废。通过 BIM 的全生命周期的管理，可以实现建筑的周期循环，让各相关方充分受益，也是引领我们走向低碳或者零碳社会的关键所在。

大家所看到的这六个关键环节不再是线性关系，而是相互关联形成闭环，实现建筑循环。总结来说，只有通过透明的标准政策和公平的竞争环境，创造真正的“循环性社会”，才能实现可持续发展目标，从而达到人与自然的真正和谐。

魏　来 / 常驻嘉宾

可持续发展的概念一直是全球各国热切关注的话题。对于工程建设行业这个能源、资源消耗巨大的行业来说，可持续发展的概念尤为重要。Florian 从建筑的全生命周期的六个阶段给我们具体分析了该如何思考以及如何实践。事实上，可持续发展不仅是人类发展的目标或者一个国家的战略导向，更是能够在我们日常工作实践融入每一个设计与决策当中。

一般来说，当我们在考虑一件事情的时候，会从四个方面来考量：

第一是理念，也可以说是方针、原则或者目标等等，是对一个事情总体的认知和分析。第二是方法，我们需要在理念认知的基础之上建立一套方法体系。正如王老师的分享提到的冬奥会可持续发展，对于这么大的一个项目，我们可以进行详细的目标拆解和任务拆解。第三是技术，比如说 Florian 提到的全生命周期的 BIM 技术，还有冬奥会运用到的二氧化碳作为制冷剂等技术。最后需要考虑的是工具。当今我们主要集中在理论和方法层面，对于工具的讨论相对较少。事实上，理念、方法、技术和工具都非常重要，如果没有理念和方法的基础，后期的技术和工具将入陷入一种盲目状态。反之，如果缺失技术和工具，理念和方法将会显得空洞。整体来说，在双碳的大背景下，我们需要将这四个方面结合在一起，推动可持续发展。

万黎明 / 常驻嘉宾

经历过 2008 年夏季奥运会和 2022 年冬季奥运会两次奥运会之后，相信北京市民能明显感觉到北京城市基础设施的改善以及城市环境质量的提升。08 年奥运会新建的奥森公园现在已经成为了一个北京市民跑步的热地，这种健康的生活方式也是奥运给市民生活带来了积极的影响。所以综合来看，奥运会主办城市在比赛结束后既留下了一个具有长久效益的奥运遗产，同时实现了对于环境社会的提升和平衡。

Florian的分享中提到了企业社会责任的内容，我们也可以从企业的角度思考，为什么要投入大量成本来促进绿色发展？这对于一个以追求利益为目标的企业来说是否划算呢？大家可能熟悉亚当斯密写的一本书叫《国富论》，书中讲到从人的自立性，或者说每个经济个体的自立性动机出发，如果每个人或者每个个体都寻求自己利益的话，那么在这个追求利益的过程当中，如果这个社会制度是完整和健全的，他最终会提升整体社会的这个福利，并且推动社会生产力的发展。

亚当斯密还有另外一本更重要的书，大家可能关注较少，叫《道德情操论》。这本书更多地关注当下很热门的一个词：共情——我能体会到你的快乐，我能体会到你的痛苦。或者说当一件事情发生在你身上的时候，我能够感同身受的方式来判断这个事情的对错。相比于《国富论》，这本书更多地从情感、道德出发。如果市场作为看不见的手，道德就是另一只手。一个社会也好，一个全球的视角也好，如果财富长期为少数人、少数地区或者少数国家所占有，而多数人处于贫困状态的下，那么就是一个不公平或者说不稳定的社会结构，而这样的结构其实是不可持续的。

当我们聚焦到建筑业，当你建设一栋建筑的时候，你的整个建设过程当中，至少在建设过程当中，是具有很强的负外部性的。建设过程中对可能对环境造成负面影响或者对社会造成了一些负面的影响，但这个负面的成本不是由企业全部承担的，而是由整个这个环境的所有者或者说环境的使用人，直白来说，就是由全体社会共同去承担。

从经济上来看，这个负外部性需要有一个补偿机制。目前这一块是有一定缺失的。换一个角度，如果从公平正义和所谓的道德角度来讲，企业也有义务去做相关的补偿，来抵消对环境造成的负面影响。

总体来说，这也是社会、经济、环境三者的博弈论，如何通过动态发展来平衡这三者，值得我们深入研究。

新加坡、马来西亚 BIM/IDD 发展历程及南洋公司工程应用

- 中建南洋发展有限公司高级经理；
- 马来西亚工业化 4.0 发展蓝图委员会委员；
- 历任南洋公司建筑信息化工作小组组长；
- 南洋理工大学工程硕士，新加坡管理大学 MBA。

韦科武 / 特邀嘉宾

- 中建南洋发展有限公司 BIM 经理；
- 大资源水电公司设计与工程技术部经理；
- 南洋理工大学工程管理硕士。

钟　琳 / 特邀嘉宾

- 中建南洋发展有限公司工程管理部经理

邓铁新 / 特邀嘉宾

1. 韦科武
新加坡 Highpark Residences 项目应用及马来西亚 BIM/IDD 发展概况

Highpark 项目在马来西亚算比较大体量的项目，总共 1399 套公寓和 2000 多个预制厕所，项目总工期 38 个月，结构和机电设计建造项目，业主要求项目全程使用 BIM。新加坡从 2011 年开始推广 BIM 使用技术，而我们公司 2014 年才开始用 BIM，所以当时经验甚少。

Highpark 项目的体量、合作形式以及机构形式刚好符合当时新加坡建设局推出的 50 万新币虚拟设计和施工试点项目，于是我们从零开始摸索如何达到建设局的要求。

根据投标要求，项目必须全程使用 BIM，BIM 的交付必须包括设计模型、协调模型、完工模型、4D 动画还有 5D 成本等内容。而当时项目团队对于 BIM 不太了解，画图人员少，且对现场情况了解不够，前期投入大。面对重重挑战，项目设立了 KPI 要求提高设计效率、提高协调效率、减少返工，以减少时间、成本的和人工。当时，我们找了一个体量差不多但没有用 BIM 的项目作为参照，要求所有指标（时间、成本、人工等）在此基础上优化 30%。

项目开始，我们从模型到施工等关键路线做了路径设计。因为采用了 BIM 之后，所有的采购工作都要前置，尤其是对于预制工作，所有协调工作起码要提前半年完成。整个项目三年，我们的目标是两年把所有图纸画好。前期的时间非常紧张，协调工作量非常大。有了 BIM 优化之后，从业主到顾问公司到总包再到分包，大家对设计的要求更加严格，对于各种细节内容不断优化，因此沟通工作量巨大。

第一个是 BIM VDC 也就是虚拟设计施工的框架，这部分包括三个内容：BIM、生态圈（Ecosystem）和流程优化（Process Optimization）。首先要介绍什么是 BIM 以及如何做好 BIM。在 BIM 生态圈中，整个过程中的流程会得到优化，正如刚刚提到路径设计中的采购要前置，有了 BIM 之后，所有的流程会优化升级，

第二个是 BIM 在投标中的应用。很多建设局一直想推动 BIM 在投标过程中的运营，但是难度非常大。投标中，我们所采用的一般都是 2D 图纸。不像国内的投标，都是先协调好施工图再投标。新加坡这边拿着图纸和顾问公司沟通时没协调好，会产生很多冲突，而协调后产生的变更会再次增加成本。

第四个内容是虚拟设计与施工，也就是说我们如何将 BIM 模型应用到现场施工，包括塔吊的安装范围等等。还有第二个 PPVC 技术，全称 Prefabricated Pre-finished Volumetric Construction 采用工厂预制体积建设技术，就是如果将 BIM 运用到模块化的预制的构件上。第三就是机电的安装，现在新加坡所有的机电基本上也是模块化施工和建造。

通过这几年的积累，我们中建南洋也总结了智能建造的五个方面：

第一个是智能设计，我们运用了 Revit 还有欧特克等很多软件进行智能设计。

第二个就是利用 VR、AR 和 3D 扫描等辅助软件，将施工现场的情况与 BIM 模型联结起来。

第三个就是 5D BIM。通过广联达的软件将 BIM 和成本和计划这些内容连接起来。

第四就是将 BIM 的模型放到移动端以后，如何远程现场指导施工以及如何做到质量安全的一些应用。

第五就是物联网。我们将 3D 模型放在网站，工地工人用手机扫描二维码，就能看到未来这个项目就是 3D 模型什么样的。此外，预制构件上我们用到了 RFID 标签（Radio Frequency Identification- 射频识别技术），方便我们快速了解构件信息和构件状态。

从 2017 年开始，我们跟着项目从新加坡来到马来西亚开拓。本地的劳务资源、分包资源都比我们有优势，我们的核心竞争力是技术。我们的 BIM 比本地先走一步，哪怕项目没要求，我们也全程使用 BIM，并且这些成本新加坡总部已经承担了，项目无需承担 BIM 成本。

这个雅乐居的项目基本上和新加坡用的东西差不多，BIM VDC 虚拟设计，我们会用软件做质量结构的验收。

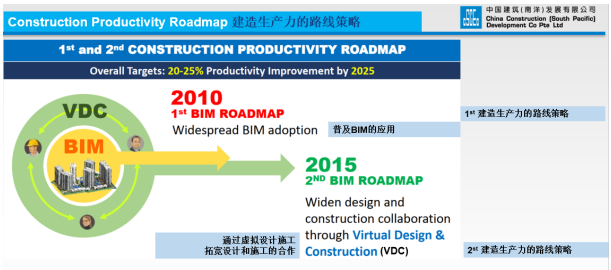
如何把新加坡成熟的 BIM 的经验如何带到马来西亚？五年前，马来西亚工程师协会也邀请我们参加一起给政府编写了建议书推动工业 4.0。建议书内容包括了移动技术的应用、智能建造。大数据。智能材料，智能化生产和人才资源。然而马来西亚的各部门比较分散，不像新加坡建设局可以统筹所有部门执行标准。因此，尽管协会的建议书里制定了工业 4.0 战略路线，但是在没有政府大力支持的情况下，实际执行效果差强人意。

除了缺少政府的支持外，马来西亚本地的机构也存在对 BIM 的概念没有清楚的认知以及缺乏财务资源支持 BIM 应用等问题。此外。马来西亚本地的培训力量也相对匮乏，缺乏对于 BIM 人才的培养与支持。

总体来说，马来西亚 BIM 应用依旧存在技术、人才和流程等方面的挑战。不过近几年情况有所好转，政府也开始推动 BIM 的应用。马来西亚效仿新加坡的五年计划制定了自己的五年计划，在五年内推动 BIM 试点项目，通过政府激励推动 BIM 的发展。

2. 钟　琳
新加坡 BIM 与 IDD 发展历程与应用

早在 2010 年，新加坡推出了建造生产力的路线策略，旨在普及 BIM 的应用。到 2015 年，新加坡提出了通过虚拟设计施工拓宽设计和施工的合作。



2011 年，新加坡成立了 BIM 指导委员会，委员会由政府的监管部门、政府的开发部门和行业协会组成，旨在通过建立 BIM 标准，提供相关的资源支持，加速 BIM 的协同应用。并对公司，项目，和行业层面 BIM 的有效应用给与建议和支持。

2017 年，新加坡真正开始迈入了数字建造，也就是我们所说的 IDD 在新加坡我们称之为 integrated digital delivery——在整个建筑项目的周期中，通过数字技术结合工作流程，将项目的合作者们紧密地联系起来。

新加坡的 IDD 其实是以 BIM 这个单一的数据源作为基础，然后以虚拟设计建造做一个铺垫。虚拟设计建造就是先把整个施工过程和设计先虚拟一次，然后再根据这个虚拟的结果进行建造，然后再逐步推向建筑环境和价值链的一个整合和数字化。新加坡政府在 2018 年提出了数据建造的应用计划。这个应用计划主要侧重于三个方面：首先要通过示范项目来体现 IDD 的一个效益。效益就是说让整个新加坡市场上这些承包商、开发商来了解到 IDD 的益处。然后通过可行的方法和平台标准来创建 IDD 的生态环境，最终加强行业的 IDD 方面的综合能力。

新加坡现在的目标是到 2020 年将 IDD 应用 40 到 65 个项目中，并且至少要求 150 家本地的公司投入 IDD 的应用。同时在这个应用过程中，要培养 300 到 400 名的 IDD 专业人士。为了配合这个行动计划，新加坡政府也提出了比较详尽

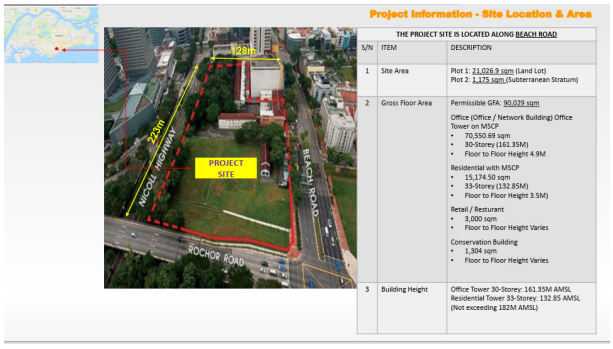
的策略，比如说在实现项目相应的行动计划中，新加坡政府就向建设企业做出很多展示计划，展示这些比较成功的项目。第二个就是发布行业引领者的 IDD 快速启动指南和 IDD 指导指南。在创建 IDD 的生态系统和解决方法方面，新加坡政府发布了公共数字环境标准，我们叫 common data environment standard。以及 BIM Guide for Asset Information Delivery, 也就是资产信息交付 BIM 指南。此外，在提升行业整体水平方面，新加坡的建设局学院还开设了 BIM 以及 IDD 的课程，并设置了专业性学位。

那么新加坡政府是如何来推动这个数字建造进程？一个重要的原因就是强制性要求。第一个强制性要求，新加坡建设局推出的 BIM e-Submission 图纸提交审核系统。2013 年，大于 2 万平新项目的建筑设计需要强制执行 BIM e- 提交。2014 年，大于 2 万平新项目的工程设计（结构 & 机电）需要强制执行 BIM e- 提交。2015 年，大于 5 千平新项目的工程设计需要强制执行 BIM e- 提交。2016 年，创建 BIM e- 提交规范。

第二个强制性要求，新加坡在在承包商的施工能力评分中添加 BIM/IDD 的应用。此外，新加坡政府来为了鼓励所有企业采用 IDD 和 BIM 技术，相继推出了 BIM 的补助津贴和 IDD 的补助津贴。

3. 邓铁新
国浩时代城项目实施 BIM/IDD 应用

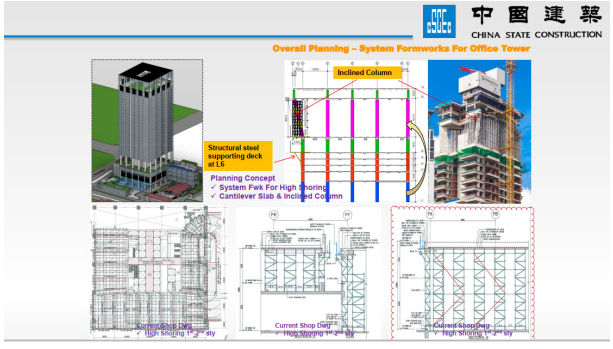
国浩时代城位于新加坡的 CBD 地区，现场情况长 223 米，宽 128 米。第一个地块大约 2 万平，第二个地块约 1000 平，主要包括一栋商务楼和一栋高档公寓。国浩时代城通过地下行人通道、地面行人通道和行人天桥连接周边各个主要区域和设施，并连接四条地铁线路以及三条主要高速公路。项目业主是国浩地产，中建南洋是项目总包商。



在投标过程中， BIM 和 VDC 就纳入了投标策划的标准程序。一般在前四个星期需要收集项目的信息，包括投标文件，建筑师的设计的概念等。在第四周到六周进行 BIM 建模，建模之后进行会审。在第六周，用 BIM 模型和 4D 进行策划虚拟设计与施工，并利用模型与主要的分包商进行洽谈。策划阶段中，利用 BIM 模型和 4D 对于施工方案进行优化，比如优化吊车、现场道路、系统模板选型、开挖工序等等。在与业主面试环节，充分利用 BIM 和 4D 进行施工模拟。

项目中标后，项目团队根据优化的建筑图，再做一个施工阶段的模型。实际上这个模型和投标阶段也有很大的不同。因为在投标阶段，承包商给业主提了很多建议，业主综合这些建议进行了很多优化，包括结构、幕墙、机电的优化。此时施工图已经发生了很大的变化，所以要重新建模。此时我们项目团队用模型对系统进行了新的深化设计。从投标一直到实际实施，我们已经与分包商进行了充分的沟通，所以在做深化设计的时候速度非常快。

下图中间高层的地方，设计有一个斜柱，这个斜柱会影响到我们膜架的方式，所以要提前和膜架供应商进行沟通，同时还要进行专业设计，获取专业工程师的盖章才能进入实际使用。



最大挑战的是在屋顶的施工过程之中有复杂机电的安装。对于设备运输、物料供应都需要提前安排。还有吊车拆除和重型机电设备的这个进场顺序也要进行充分的协调。

而 BIM 和 IDD 在项目应用中发挥的价值主要体现在项目过程中的信息传递与交换。涉及复杂工序时，对项目管理人员的也发挥了巨大作用：安排工作，提前进行施工交底；提前发现问题，如：材料准备，设计报批等问题；形象化利于进度监控；安装涉及多专业多个分包穿插作业，提前进行安全等风险评估，进行安全等培训工作安排。同时，可以帮助现场操作人员提效，用移动端应用实现一体化工作平台的研究探讨。

魏　来 / 常驻嘉宾

当前，全球都在提数字化转型，也是对于一个企业的要求。中建南洋作为一个集团性的企业，在数字化转型的这个背景下，如何保障集团和项目之间的这种一致性？目前行业内的一个普遍性的问题，在于很多大企业的集团 BIM 能力非常强的，但各项目的应用水平参差不齐，有时只有极个别明星项目 BIM 做的十分出色，而其他项目做的都差强人意。那这种 BIM 能力要如何传至大部分项目中呢？这是第一个问题。

第二个问题关于刚刚提到的 CDE 通用数据环境。CDE 是在 ISO 19650 当中提出的一个概念，在国内也在倡导大家建设通用数据环境。但目前很多大型企业集团不清楚通用数据环境应该如何建立？这个问题可以请三位嘉宾来聊一聊，应该要考虑内容？比如说：该用什么软件硬件？需要配置哪些资源？通用数据环境应该怎么用？

钟琳：对于中建南洋公司来说，我们整个 BIM 团队是我们南洋公司，由总公司来管理。我们大概有 130 多个 BIM 的员工，其中大概有 30 位员工称为 BIM Coordinator，相当于 BIM 管理人。BIM 管理团队由总部负责，然后把这些总部的管理团队分散在每个项目中。此外，我们有集中的管理流程，包括 BIM 的流程、标准和规范等。所以对一个项目的管理其实就是由两部分构成，一部分就是说由总部这边来统一规范管理，另一部分就是项目团队自身主导的管理，由 BIM 的总部团队作为支持，确保总部公司的标准规范可以传送到每个子公司的项目中。

邓铁新：CDE 通用数据环境是一个很大的问题，这些年我们也一直在思考这个问题。因为集团人数庞大，而标准和平台都不统一。就我们集团来说，我们正在一步一步推行通用平台，首先解决商务和采购板块，再到项目管理的安全质量进度控制等等。接下来的管理也会更加精细，主要针对数字化怎么去做的问题。目前我们公司在用的都是外部的软件平台，新加坡建设局在推广的就是 Revit。

万黎明 / 常驻嘉宾

刚刚分享中我们看到新加坡建设局有一些政策和要求推动 BIM 的推广。 在各位看来，BIM 发展的最主要的驱动力在哪?

第二个问题关于建筑物的最终的交付产品。作为一个终端的消费者，可能我并不太在乎这个过程到底是怎么建造的，因为我最终要的是结果。BIM 的应用所带来的好处可能是降低成本，缩短工期，带来效率提升等等。那么，影响这些的决定性因素是什么？ BIM 的全过程应用在这其中起了多大的应用效果?

韦科武：根据我这么多年的理解，在我看来 BIM 最大获益者不是业主而是总承包商。以新加坡为例，使用 BIM 设计优化就无需再找顾问公司，可以节省大量的成本。Highpark 项目在投标的时候其实是没有多少利润的，不过在使用的 BIM 项目完工后，减少了大量返工，因此利润远超过预期。

魏来：目前一个实际的问题，就是业主并不能清晰的看到自己的收益。因为对于业主来讲，转交项目就是一个责任转移，由总承包商承担来项目设计施工与交付的责任。而真正能切实看到利益的其实就是总承包企业。所以从做标准的角度上来讲，个人将希望寄托在这种总承包企业上。可能将来 BIM 的实践还需要靠总承包企业来引领，推动行业 BIM 发展。

WELL 共创健康人居

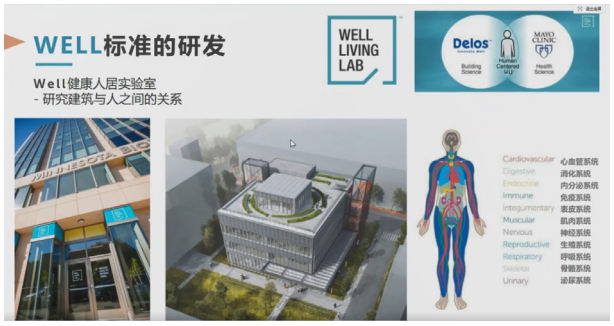
高岩毕业于悉尼科技大学，建筑学硕士。目前，担任 IWBI 亚洲区副总裁，专注于与相关区域的开发商，设计师，顾问以及当地标准研发部门的共同合作，确保 WELL 标准的国际化政策要求和本土适应化的实施。同时，承担中国华北、西北区域项目的 WELL 技术支持工作，协助项目团队顺利完成 WELL 认证。

高　岩 / 特邀嘉宾

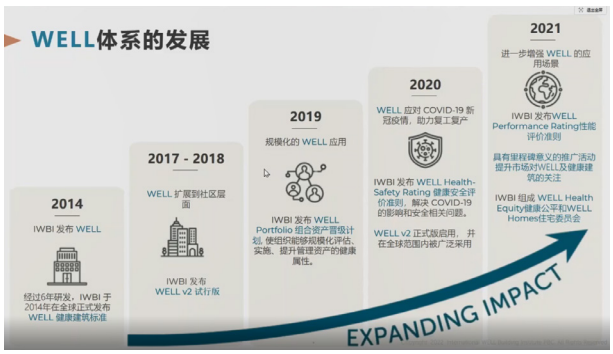
一、WELL 的背景与发展

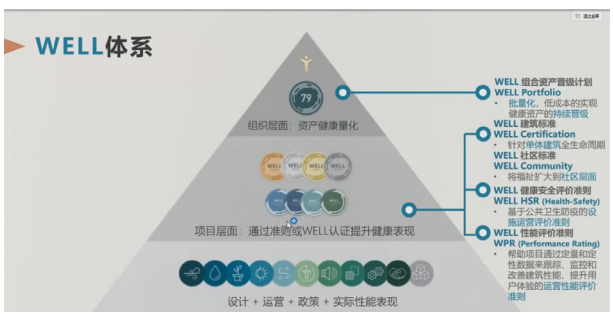
绿色低碳是当下建筑行业关注度最高一个理念，也是在迈向低碳社会的进程中，建筑企业给社会呈现的一种责任感。尤其是在疫情当下的今天，在 WELL 看来健康与绿色低碳是共进的。我们不是舍弃健康一味追求低碳，而是要秉承着“以人为本”的理念，共创绿色健康型社会。

首先从 WELL 的背景和发展来开始介绍。国际 WELL 建筑研究院（IWBI）由 Delos 公司所创立，将“通过建筑环境改善人类的健康和福祉”作为使命，在全世界分享 WELL 建筑标准，发展提高用户健康和生活质量的空间，从而改善全球人类的生活方式。经 7 年的研发，IWBI 与美国梅奥医学院（Mayo Clinic）共同研发标准，并于 2014 年正式发布，大约于 2015 年进入中国市场。整个标准体系围绕着人类的十一大生理系统，结合建筑环境进行研发和呈现。在这个标准的传递过程中，我们的核心价值观就是传递健康价值，通过公共卫生的知识结合人体的行为学和建筑设计学，传递以人为本的理念。



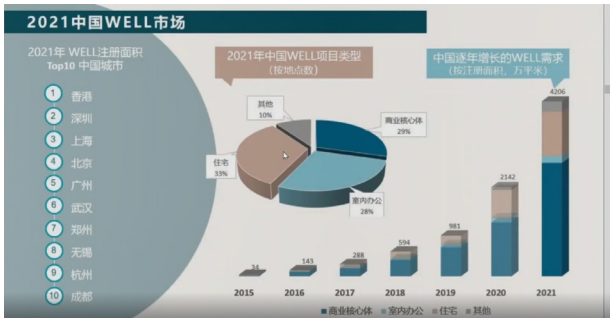
下图是 WELL 体系的发展历程。2014 年正式发布 WELL 健康建筑标准。2017 到 2018 年从单一建筑扩展到社区层面，并发布了 WELL 标准 2.0 试行版。2019 年发布 WELL 组 Portfolio 组合资产晋级计划，使组织能规模化评估、实施、提升管理资产的健康属性。2020 年面对疫情，IWBI 发布 WELL 健康安全评价准则，解决疫情带来的影响和安全等问题。同年 WELL 2.0 正式版启用。2021 年，进一步增强 WELL 的应用场景，发布了 WELL 性能评价准则，通过数字化智能的方式更直观地感受建筑性能。





随着 WELL 的发展，目前 WELL 体系已经遍布 100 多个国家，34,000 多个项目 / 物业参与了 WELL 认证或评价，完成 WELL 认证或评价注册的面积超过 3.2 亿平方米， 2 万多个项目完成了 WELL 认证或评级。

回顾 WELL 在中国市场的发展，下图中的柱状图可以看到，从 2015 年到 2021 年，中国市场对于 WELL 的需求呈量级增长，主要集中在一线二线城市。主要参与 WELL 认证和评价的项目类型为住宅、商业核心体和市内办公。

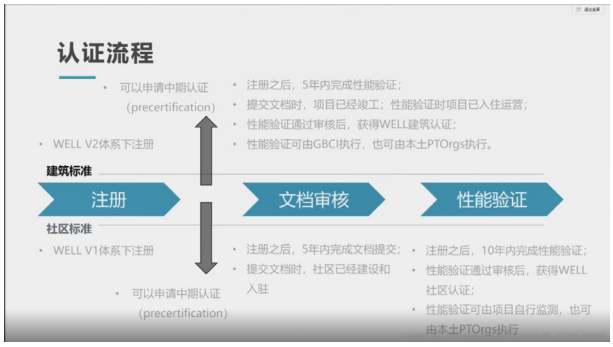


二、了解 WELL 标准

WELL 建筑标准由十大概念组成：空气、水、营养、光、运动、热舒适、声环境、材料、精神、社区。WELL 打破了原有的建筑设计理念，不再按照传统的建筑水暖、结构等专业领域来进行划分，而是以人为本，从与人息息相关的理念结合建筑设计重新划分。

WELL 健康建筑认证分为 4 个等级：铂金级、金级、银级、铜级。WELL 健康社区认证分为 3 个等级：铂金级、金级、银级。

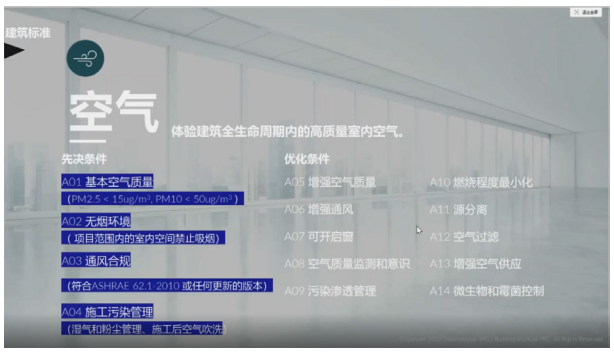
下图是 WELL 的认证流程，从注册日起算，项目需在 5 年之内完成文件提交并通过性能验证。其中，性能验证可以由 GBCI （Green Building Certification Institute- 绿色建筑认证协会）执行，也可由本土检测机构执行，通过审核后即可获得 WELL 认证。



WELL 认证等级由 WELL 建筑标准的十大概念各项得分结果决定， 那每个概念关注的内容有哪些呢？

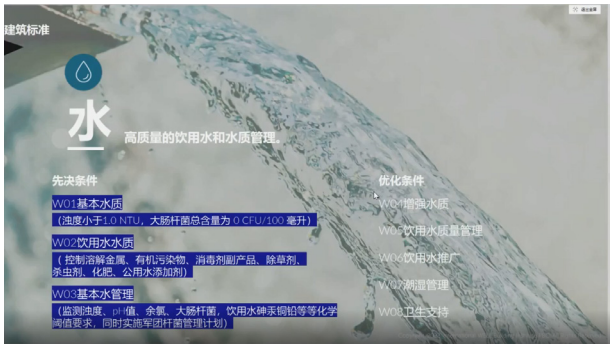
空气——体验建筑全生命期内的高质量市内空气

室内空气质量是 WELL 标准中的首个概念，也是人们在日常生活中最为关注的问题。立足国内实际情况，降低 PM2.5、甲醛等对人体健康的影响是 WELL 建筑要实现的首要目标。下图是 WELL 标准的空气理念下的先决条件（A01-A04）和优化条件（A05-A14）。首先第一个先决条件是基本空气质量，对于铂金项目来说，无论项目处在哪个城市，北京上海或是三亚，WELL 认证都严格要求检测当天的 PM 2.5 数据小于 15μg/m^3。如果是金级项目，PM2.5 的数据可以放宽到 25μg/m^3。此外，对于室内的挥发性有机化合物的检测，WELL 标准 V2 推出了传感器技术对 VOC 的数据检测。A02 无烟环境要求在项目范围内室内禁止吸烟（包括电子烟）。A03 通风合规要求符合 ASHRAE 62.1-2010 或任何更新的版本。A04 对于施工污染的管理，不仅要求在装修阶段将室内环境控制好，加大通风吹洗，更要追溯到交付前，现场材料的存放和施工过程等良好环境的管理。



水——高质量的饮用水和水质管理

水质与每个人的健康息息相关，提高饮用水的质量尤为重要。WELL 标准对于基本水质的要求包括所有生活用水，浊度需小于 1.0 NTU，每 100 毫升水中大肠杆菌为 0。从节能的角度来看，建议安装感应式水龙头，同时鼓励水槽的设计中，水槽边缘至少 7.5 厘米，水柱不少于 20 厘米，防止水花四溅水槽潮湿导致细菌滋生。



营养——通过营造健康的饮食环境，以及诱导健康性选择的管理手段，培养更好的饮食习惯

WELL 标准中鼓励健康饮食，摄取大量蔬菜水果的营养。N02 鼓励提高食物营养信息透明度，不建议高糖高热量的食物在此空间内进行售卖。N04 鼓励在建筑内进行食品安全的宣传和食品营养教育等。

光——通过自然及照明系统的合理设计，提高警觉度、加强光环境的体验、促进睡眠。

光照会影响人的视觉和昼夜节律，进而影响人的生理和心理健康。提供良好的照明环境可减少昼夜节律紊乱、改善睡眠质量以及提升工作效率等。

运动——通过环境设计策略、管理政策和相关措施，促进动态活跃的生活方式

提供便利的室内外运动设施，鼓励人们进行体育锻炼，以积极的心态面对生活，避免慢性疾病的发生。此外，鼓励办公室采用人体工程学的工位设计，比如配置升降办公桌和可调节座椅等。

热舒适——通过改进暖通空调系统设计和控制，以满足个人的热环境偏好，提高人们的工作效率

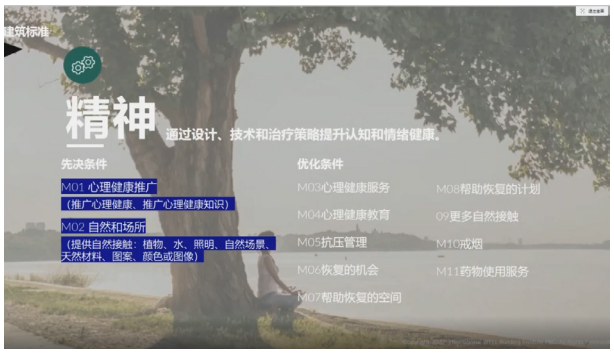
通过 PMV 计算进行热舒适环境模拟和数据实时监控，确保室内舒适性。在优化条件上，关注个人热环境偏好，为员工提供配置满足个人需求的装置，比如风扇、小型制暖器等，解决个人暖热需求。

声环境

对住宅而言，主要噪声源为室外交通噪声和室内背景噪声。可通过选用合适的建筑装修材料、静音空调设备等手段，降低噪声对住户身体和心理可能产生的不良影响。

精神——通过设计、技术和治疗策略提升认知和情绪健康

良好的建筑居住环境可以有效缓解心理健康患者的精神状况，使人们处于放松的状态，减轻住户的学习、工作压力。对居民进行心理健康筛查，提供心理健康教育和手册。定期对住户进行心理健康培训，内容包含抑郁、焦虑、压力和药物使用等方面。提供自然和场所，种植绿化植物，设置景观水体等。

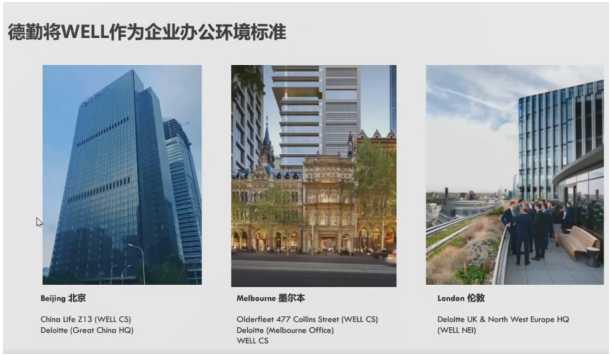


社区——通过社会公平、民众参与和无障碍设计，建立包容、整合的社区

社区的概念是从整体的角度出发，通过社会平等、公民参与和公共管理等措施来建立一个包容的居住群体。以海报、标牌等形式推广健康文化；定期对住户进行问卷调查，调查内容包括室内环境质量、运动和饮食等方面。针对自然灾害、传染病、火灾爆炸等突发事件，制定应急管理计划，组织住户进行相应事件的演习培训。

三、案例分享

部分企业会将 WELL 认证作为选择办公空间的标准，比如德勤在北京的办公室选择了中国人寿金融中心（北京）作为办公选址。中国人寿金融中心作为国内首个 LEED&WELL 双金级认证的健康楼宇，在舒适、高效、健康和智慧等方面树立了行业标杆。



今年 1 月份上海前滩太古里获得了 WELL 认证，这也是国内首个获得 WELL 认证的商场。

魏　来 / 常驻嘉宾

在以往的绿色建筑评价系统当中，更多强调的是节能、节水、节力、节财，强调如何使建筑更加顺应自然界的可持续发展。而 WELL 更加关注的是人的感受，从人的角度考虑与建筑的关系。毕竟人生存在这个地球上，通过人类的勤劳和努力去创造一种文明。在这种背景下，我们也希望我们所创造的生存环境能够为人类的文明、为人的精神世界带来更加正向、更加积极的一面。所以无论是家居、办公还是出行，我们都对这种周边的生存环境有所期待。

WELL 为我们如何与自然共生共处提供了一套专业的评估体系，在刚刚分享中我们也看到，WELL 通过量化人的感受的方法来判断环境是否舒适。这种量化的方法可以结合当下建筑业正在发生的数字化大个趋势。当我们用计算机去描述或者说采集建筑本身数据，特别是建筑的性能数据以及建筑里人、环境等等数据，将把这些数据结合在一起，能够准确地评估当前的环境是否匹配当前的需要。此外，能达到规模化。所谓规模化就是说当我对一个足够大的群体进行数据的积累和掌握之后，我可以通过数据挖掘去判断将来需要执行的动作，这对于将来国内的绿色建筑来说也具有重要意义。

那么在数字化转型发展大趋势的当下，WELL 未来计划如何结合本身的评价评估机制跟数字化之间进行联动？

高岩：IWBI 也意识到这个数字化的时代，是数据为王的时代。实际上，WELL 健康建筑性能评价准则已经开始用数据来体现建筑的健康属性，数据采集的方式也发生了改变。以往都是由专业人员通过手持仪器到现场进行采集，采样后进入实验室进行检测。这种方式其实存在很多漏洞，比如采集人员为了达到认证要求可能特意挑选环境好的时候进行采样，以此输出的结果并不能够正确反映建筑本身常态状的健康属性。因此，我们也开始提倡在项目安装各种采集数据的传感器，可以实时采集建筑内的与跟舒适度、环境颗粒物、污染物等有关的数据，然后来进行整合与验证。

此外，IWBI 也在利用数字化通过数据和人的行动进行联动，比如用数据来获取某个同事的位置，当这位同事进入某个区域时，可以根据个人偏好，在区域内自动为他营造舒适的环境，提供满意度。

万黎明 / 常驻嘉宾

WELL 是基于一种对从人的角度出发绿色评价体系，尤其注重人与建筑的关系。近几年，因为疫情的缘故，居家办公居多，大家更能深切地感受到建筑物对日常生活的影响。

另外从认证和标准的角度，我们尤其能体会到这个标准所带来的引领效果。评选的过程也是培优的过程。比如绿色建筑的这些标准，有一系列的指标和体系，可以推动每一个建筑物朝标准看齐，从而提升建筑物和整体社会的高质量发展。

虽然绿色建筑可以提高舒适度，实现以人为本，但是对于很多企业来说，舒适度的提升也意味着成本的增加。根据 WELL 标准的各项要求来看，要达到绿色建筑的标准，其综合成本极高。那么，舒适度和成本问题该如何平衡呢？

高岩：WELL 的评级其实与项目本身的定位有很大关联，如果企业的定位较高，旨在打造高品质的健康建筑，其所投入的成本势必会增加。而企业

如果将自己的认证目标定位在金级，很多要求与铂金级相比而言相对宽松，也相对容易实现，因此，企业需要从自身的情况进行考虑。

最初几年我们在推行 WELL 标准时也频频受阻，当时绿色建筑概念普及度不够，住宅设计的本身就缺乏考虑健康设计。因此，如果在这种情况下，如果跟开发商提 WELL 理念，增加新风，与原本的设计相比的确增加了成本。不过近几年，随着绿色标准体系的发展与绿色理念的普及，项目最初的预算本身就考虑了这部分内容，因此整体预算控制在合理范围内。

此外，随着国内的绿色标准体系的发展，国家出台的很多绿色建筑相关的政策也通过激励机制鼓励企业打造绿色建筑，促进绿色可持续发展。

智能制造标准体系与 BIM 的“跨界”联系

张公明 / 特邀嘉宾

中国化学工程集团有限公司科技与数字化部业务总经理、高级工程师。长期从事工业工程设计工作（包括化工石化、精细化工、电力、煤炭、冶金和环保等行业），掌握自动化和工控系统技术，参与企业管理信息化建设，熟悉工程设计、采购、施工、运维全生命周期的三维协同设计、BIM、数字化工厂与智能制造等领域业务。曾获中国勘察设计协会创新杯等省部级 BIM 大赛 6 项，主参编地方标准 2 项，团体标准 3 项，国家标准 4 项（在编）。现任国家标准化管理委员会 TC124/SC4 工业通信（现场总线）及系统委员、TC159/SC4 工业数据委员、ISO/TC184/SC4 注册专家；兼任中国勘察设计协会第七届信息化工作委员会委员、安徽省工程勘察设计协会信息化委秘书长、BIM 委副主任委员。

自从党的十九以来，我国已进入高质量发展阶段，社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。在当前“新发展格局加快构建，高质量发展深入实施”的机遇风口阶段，勘察设计、建筑业企业如何转型，如何实现高质量新发展，是当前行业必须认真思考的问题。

在制造业领域，智能制造是基于产品全生命周期，将先进制造技术与新一代信息技术深度融合形成“提质增效”的先进生产方式。同样，对于勘察设计、建筑行业来说，数字化转型整体驱动生产方式变革，数据赋能全产业链协同发展，智能建造正全力推动行业变革，其中 BIM 技术是重要的工具。不管是借鉴“智能制造”的理念去加快勘察设计建筑行业的“智能建造”，还是 BIM 技术的底层技术部分来源于机械行业智能制造实践，通过学习了解智能制造的工程实践，对于提升 BIM 技术应用，促进行业提质增效、节能降耗、绿色环保等，都具有积极意义。

作为勘察设计行业从业者，我们力图从制造业实现智能制造的视角，为勘察设计和建筑行业发展提出一些可供探索的思考和借鉴。

一、我国智能制造政策的产生背景和发展现状

新中国成立七十多年来，中国从一个农业大国转变成一个拥有世界上最完整产业体系、最完善产业配套的制造业大国和世界最主要的加工制造业基地，成为一个名副其实的“世界工厂”。但是制造业发展的外部环境依然严峻：①粗放式经济发展模式难以为继，中小制造企业高污染、高能耗、高排放较为普遍；②有效劳动人口红利下降，人口老龄化加速，新出生人口下降；③供给侧结构性改革，产品同质化且低端，产能过剩不适应市场需要；④污染防治攻坚战，土十条、水十条、气十条国家环保政策严肃出台；⑤国家应急管理体系建立，各行业安全生产责任重大，易引发重大公共安全事件。

在中国经济由高速增长阶段转向高质量发展阶段的过程中，制造业作为实体经济的主体，是供给侧结构性改革的主要领域，也面临了不少挑战：①新一代信息通信技术的快速发展及与先进制造技术需要不断深度融合；②数字化、网络化、智能化日益成为未来制造业发展的主要趋势；③国内制造业尚处于机械化、电气化、自动化、信息化并存，不同地区、不同行业、不同企业发展不平衡；④智能制造发展关键技术装备受制于人、智能制造标准 /

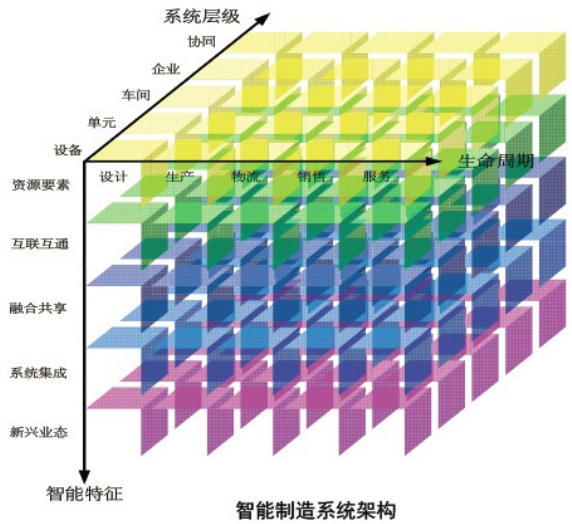
软件 / 网络 / 信息安全基础薄弱；⑤智能制造新模式推广尚未起步、智能化集成应用缓慢等。

基于上述原因，智能制造技术正在加快推进制造业实现质量效益提高、产业结构优化、发展方式转变。而类比制造的过程，建筑的过程还比较零散，产业链上下游协同效益还不充分。BIM 技术作为打通勘察设计与建筑过程的工具，发挥了独特作用，但仍不充分。

二、二〇二一年版国家智能制造标准体系建设指南解读

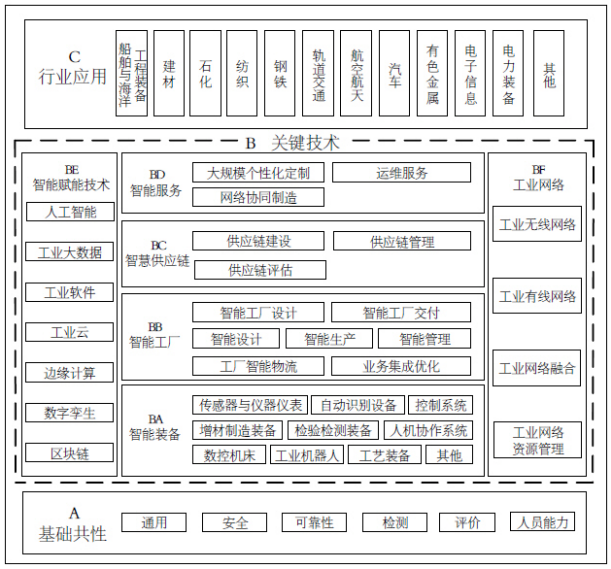
在《二〇二一年版国家智能制造标准体系建设指南》中给出了“智能制造”的定义：“智能制造”是基于先进制造技术与新一代信息技术深度融合，贯穿于设计、生产、管理、服务等产品全生命周期，具有自感知、自决策、自执行、自适应、自学习等特征，旨在提高制造业质量、效率效益和柔性的先进生产方式。可以看出，智能制造本质就是通过数字化转型帮助制造业提质增效、转型升级。

智能制造的关键是实现贯穿企业设备层、单元层、车间层、工厂层、协同层不同层面的纵向集成，跨资源要素、互联互通、融合共享、系统集成和新兴业态不同级别的横向集成，以及覆盖设计、生产、物流、销售、服务的端到端集成。智能制造系统架构如下图。



智能制造系统架构

智能制造标准体系结构包括“A 基础共性”、“B 关键技术”、“C 行业应用”等 3 个部分，主要反映标准体系各部分的组成关系。智能制造标准体系结构图如图 2 所示。



其中，BB 智能工厂标准主要聚焦于智能特征维度的资源要素和系统集成。而智能工程设计、智能工程交付、智能管理、业务集成优化等，对于勘察设计、建筑业具有借鉴意义。

为进一步落实并推动我国智能制造工作，工信部发布文件，要求成立国家智能制造标准化总体组，统筹我国标准化规划和政策，协调标准技术内容和技术归口，推进智能制造相关行业标准工作，并参与智能制造国际标准化工作并开展国际标准化交流与合作。

其中有：全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会 SAC/TC124 对口 IEC/TC65；全国技术产品文件标准化技术委员会 SAC/TC146 对口 ISO/TC10；全国自动化系统与集成标准化技术委员会 SAC/TC159 归口 ISO/TC184；全国信息安全标准化技术委员会 SAC/TC260 对口 ISO/IEC/JTC1/SC27。

从事 BIM 工作的工程技术人员，可以发现：在已发布的 442 项“智能制造基础共性标准和关键技术标准”中，有很多技术已经应用在勘察设计、建筑业活动中。比如：①云计算，源自国家标准《GB/T32400-2015 信息技术云计算概览与词汇》；②大数据，源自国家标准《GB/T35295-2017 信息技术大数据术语》；③人工智能，源自国家标准《GB/T5271 信息技术词汇》；④物联网，源自国家标准

《GB/T33745-2017 物联网术语 》；⑤自动化、决策支持系统、自动化仓库、工业机器人，均源自国家标准《GB/T15312-2008 制造业自动化术语》；⑥商业智能、业务流程重组、协同工作、知识管理，均源自国家标准《GB/T18725-2008 制造业信息化技术术语》等等。

三、BIM 国际标准的技术联系

结合我国推进 BIM 技术来看，住建部在近期发布的《“十四五”建筑业发展规划》和《“十四五”工程勘察设计行业发展规划》，依然把 BIM 全过程应用作为重要任务。

目前 BIM 领域我国已发布：《GB/T51269-2017 建筑信息模型分类和编码标准》、《GB/T51212-2016 建筑信息模型应用统一标准》和《GB/T51235-2017 建筑信息模型施工应用标准》等国家标准，但远远不能满足行业全过程、全链条应用，需要我们从业者进一步关注国际、地区等国外先进技术标准。

国际标准化组织 ISO 成立了 ISO/TC59/SC13 技术委员会【建筑和土木工程信息的组织和数字化，包括建筑信息模型 (BIM)】，负责研究建筑领域信息组织标准化、规范化的问题，发布了一系列 ISO 国际标准。典型如：① ISO 12006 Building construction—Organization of information about construction works 建筑施工—建筑工程信息的组织； ② ISO 16739 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries 用于建筑和设施管理行业数据共享的工业基础类 IFC；③ ISO 19650 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling(BIM)—Information management using building information modelling 关于建筑和土木工程的信息的组织和数字化，包括建筑信息模型 (BIM) －使用建筑信息模型的信息管理；④ ISO 29481 Building information models—Information delivery manual 建筑信息模型－信息交付手册等等。

不仅如此，ISO/TC59/SC13 技术委员会还与 ISO/TC10/SC8Construction documentation 建筑文档、ISO/TC184 Automation systems and integration 自动化系统与集成、ISO/TC184/SC4Industrialdata 工业数据、ISO/TC211 Geographic information/Geomatics 地理信息 / 测绘学，以及 TC59 其他分技术委员会均具有密切的技术合作联系。比如：与 ISO/TC184 合作的 ISO16739 已转为国家标准《GB/T25507-2010 工业基础类平台规范》；与 ISO/TC211 正在推进 GIS-BIM interoperability 有关标准。

四、借鉴“智能制造”的标准理念来完善推进“智能建造”标准体系

从前述内容来看，我国正处于实施城市更新行动、推进新型城镇化建设的机遇期，也是加快工程建设行业转型发展的关键期。加快推广数字设计、智能生产和智能施工，培育智能建造产业基地，形成涵盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营等全产业链融合一体的智能建造产业体系，需要借鉴“智能制造”标准体系的技术标准，进一步加快与先进制造业、新一代信息技术深度融合发展。

理解 BIM 建模的数据基础，需要了解 ISO 10303（已转化为国家标准《GB/T16656 工业自动化系统与集成 产品数据表达与交换》）；理解施工过程物料控制，需要了解国家标准《GB/T 35123-2017 自动识别技术 和 ERP、MES、CRM 等系统的接口》；理解施工现场机器人的应用，需要了解《GB/T 11291 机器人与机器人装备》；更好理解工程全生命周期的数据集成，需要了解《GB/T 18975 工业自动化系统与集成 流程工厂（包括石油和天然气生产设施）生命周期数据集成》等等。

未来，我们勘察设计从业者将借鉴“智能制造”的标准理念，去开展智能化标准化集成化设计，促进设计和生产、施工有效衔接，提升新型建筑工业化水平。

魏　来 / 常驻嘉宾

智能制造的整套的战略方法和和标准体系从跨行业的角度上给我们打开了一个新视野。

建筑行业究竟需要哪些数字化的标准和哪些工具？数字化交付成果怎么使用？在建筑业数字化转型的当下，对于这些问题，我们的思路也需要转换。

首先要建立系统化的思路，这也是建筑工程行业的弱项。什么叫系统化思路呢？就是说我们所设计的这个建筑或者一个群体等等，其实某种程度上叫做一个产品。在很多 ISO 标准当中，建筑被叫做 product，就是一个产品。这个产品由各个系统所组成，包括平常比较熟悉的电气水暖等等，都可以用系统的观点看待。但其实远不只这些，包括建筑的运输系统、建筑的外维护系统等等，都是一整套系统，每个系统面向不同的功能去完成不同的建筑使命。

第二点是需要搭建一套产业链的协同体系，也就是实现建筑工业化。现在整个工程建设行业的产业链体系比制造业来讲还是弱化很多，缺乏高强度的产业化结合的特征。产业链各环节比较割裂，并且相互之间信息差异性非常大，以致于建筑产业链之间的合作不如制造业产业链间的合作那么顺畅。有时一些组织和个人为了牟利，甚至出现人为设置的壁垒以及模糊点，这些都是我们技术无法解决的事情。一个理想化的建筑工业化一定是以大机器生产的思路去搭建的产业链协同体系，而现在我们在产业链协同方面的工作还没有做到位，导致数字化过程中困难重重。

万黎明 / 常驻嘉宾

智能制造这个话题相对来说现在这个经济社会发展阶段其实是非常的前沿的，也比较热门。我们称现在为工业 4.0 时代，国内也叫智能制造，其实整体来看，它是伴随着人类社会生产力的发展阶段。

第一个阶段我们叫工业 1.0 蒸汽机时代，出现了蒸汽机还有机械化的应用，大大提高了工业生产效率。工业 2.0——电气化与自动化时代，即在劳动分工基础上采用电力驱动产品的大规模生产。无论从设备上，还有制作管理的这个工艺上，都有了进一步的提升，并产生了大规模的工业化产品。

工业 3.0 大概在 20 世纪 70 年代开始，又叫电子信息化时代，即广泛应用电子与信息技术，使制造过程自动化控制程度进一步大幅度提高，生产力得到再一次提升。工业 4.0 是实体物理世界与虚拟网络世界融合的时代，产品全生命周期、全制造流程数字化以及基于信息通信技术的模块集成，形成一种高度灵活、个性化、数字化的产品与服务新生产模式

从今天分享中我们可以了解到，在工业制造领域，关于数字化标准体系已经有了非常清晰的技术路线。而当我们聚焦到建筑行业时，会发现很多数字化的内容还是有所欠缺的。建筑业的产业链关系相对模糊，并且上下游信息不协同，因此将产业链上的各环节串接起来至关重要。从标准编写层面来看，需要召集行业各环节不同领域的伙伴加入，共同推进标准落地。

此外，行业的变革离不开政策的支撑和人才的培养，在数字化转型的浪潮中，很多企业都建立了自己的 BIM 中心或数字技术研究所。对于这些专门的数字化机构，需要给与足够的政策、资源支持以及人才培养，以企业的变革推动行业的变革。

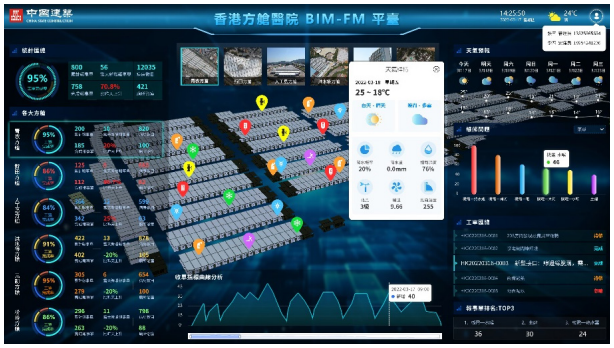
新形势下的
BIM 建筑智能化技术

湖南三岳数维科技有限公司董事长、首席架构师，国资委国有企业数字化转型课题专家组成员、工信部工业设备数字孪生白皮书编委、工信部工业大数据重点实验室专家组成员、TC573 全国两化融合标准委员会专家组成员，13 项发明专利的发明人。长期从事 PIM、BIM 底层技术的研发和推广，在三维图形算法、工业自控接口、编译器、高性能时序数据处理等方面有着一定的技术积累，涉猎业务范围包括油气装置、建筑、机械相关的三维设计、建造、运维。

周　琛 / 特邀嘉宾

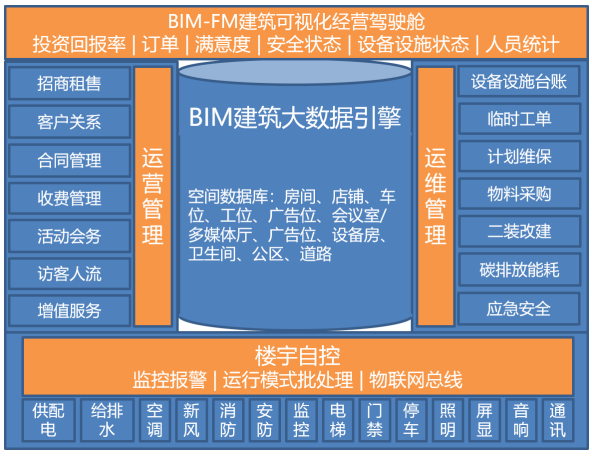
一、香港方舱医院运维系统

今年 3 月，三岳数维团队临时受命参与香港方舱医院的运维系统突击建设。团队从购买云服务器开始，仅花了 16 小时架设完成了 6 大方舱医院 BIM 运维系统，第二天提供三维 BIM 可视化运维数据分析，第三天提供物联网开展自动监控联动运维，第四天提供气候因素运维影响模块。系统兼具报事报修、运维流程、三维可视化、物联网自动监控、气候运维联动、医院运维大数据分析功能，迅速架设系统，保证方舱医院安全可靠运转。



二、BIM-FM 功能漫谈

简单地谈一谈我们过去做过的 BIM-FM 相关的一些功能。我们对 BIM-FM 大概有这么一个归纳，如下图，核心是一个 BIM 建筑大数据引擎，向下集成了楼宇自控，通过 BIM 物联网，将各个建筑的智慧化子系统给集成进来。中间部分是在 BIM-FM 里面的两大业务板块，一个是运维管理，一个是运营管理。运维就是推动各种工单完成报事报修，做计划性和预防性的维修、能耗管理、安装改造、应急安全等。而运营管理更多的是招商租赁、合同收费，人流量、增值服务等等。顶端是我们的可视化，体现投资回报率、安全状态、设施设备状态等。

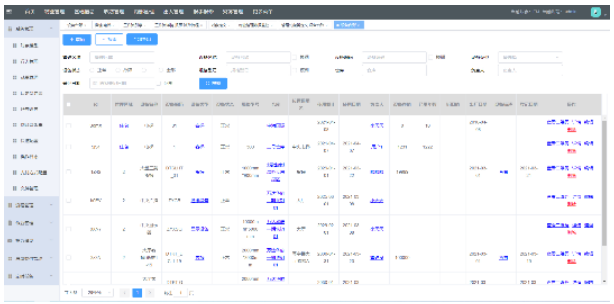


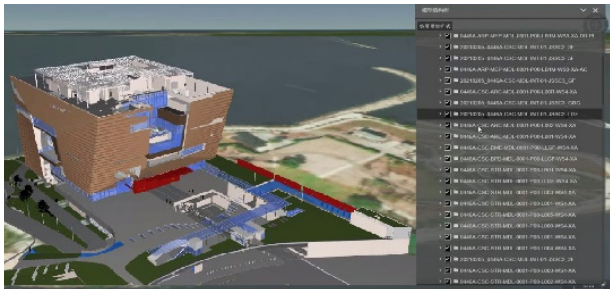
BIM-FM 其实就是以 BIM 建筑大数据引擎为核心采集建筑的现在的状态，积累建筑的整个历史变化，将来可以依托三维空间数据以及历史演进数据实现对未来的建筑的预测，这就是我们说 BIM-FM 的一个核心理念。

根据普华永道国际咨询管理公司统计，运营运

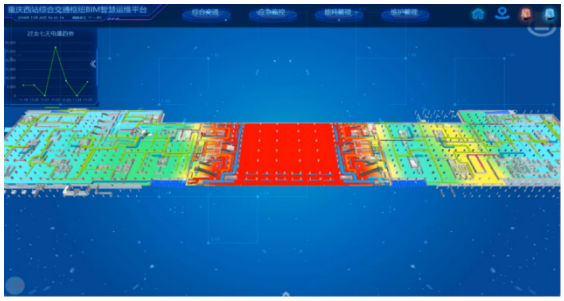
维过程技术性事务的处理 60% 的时间用于数据查询，20% 到 30% 的时间浪费在过时和不准确的数据之上。而基于 BIM 大数据移交设计、施工、运维数据的运维系统可以使资料精细度提升 5 倍 -100 倍，改造变更信息丰富度提升 2 倍以上，资料准确性提升 30% 以上，检索效率提升 30% 以上。在一个建筑几十年的生命周期中，这些看来并不庞大的数据能在运维期赋予建筑巨大的价值。

系统主要功能有资产台账管理：用 BIM 做可视化台账，将表格式的台账与空间关系进行关联。

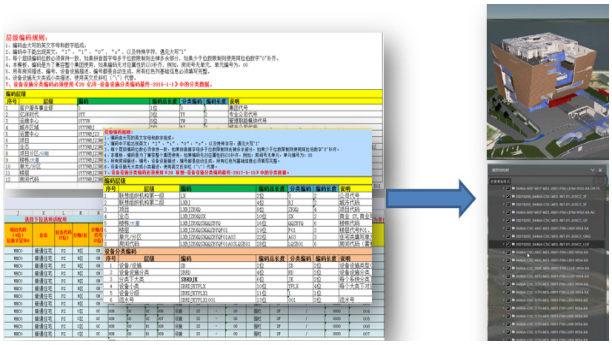




此外，系统结合物联网技术进行能耗 / 碳排放管理，提供不同能耗情况的碳排放计算处理，以及二维图表及三维 BIM 可视化碳排放分析。

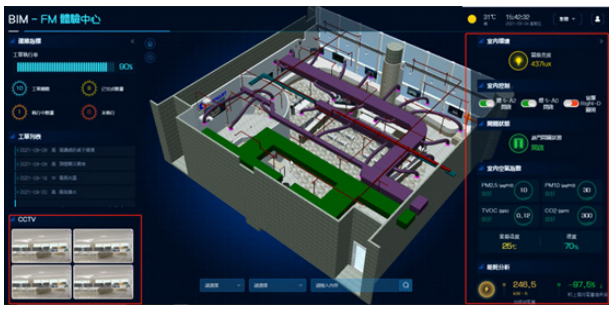


在 BIM-FM 推动 BIM 标准落地方面，我们与香港合作伙伴做了很多尝试，也遇到很多问题。如何在运维期兼容施工期和设计期的不同编码？如何把这些数据串联起来？这些问题都需要在标准体系里落实，因此平台特别重视不同时期的不同编码体系之间的换算关系，通过多编码管理机制解决不同时期编码不一致的问题。



此外，BIM 属性数据需要利用和扩充。传统来说，我们用 Revit 或 Tekla 画出来的 BIM 模型，在设计阶段或是施工阶段的数据主要是静态属性。随着时间推进，管理的精细度越来越高，历史数据积累也越来越多，我们需要对 BIM 属性数据进行扩充，将运维期数据补充进 BIM 模型，形成设备设施的长期运维历史档案。比如，当我们加装了温湿度传感器之后，温湿度的属性将会出现，并逐步积累历史和当前温湿度的数据，甚至出现对于未来温湿度的预测模型来推演未来的温湿度状态。同时，系统加入了基于 BIM 模型增强渲染的孪生虚拟场景能力，可以通过 VR 头盔在虚拟场景中进行管控，比如说做模拟作业、培训考核、数据展示体验等等。

下面有两张项目的截图，一个是 BIM-FM 体验中心，另一个就是方舱医院 BIM-FM 维保指挥平台：

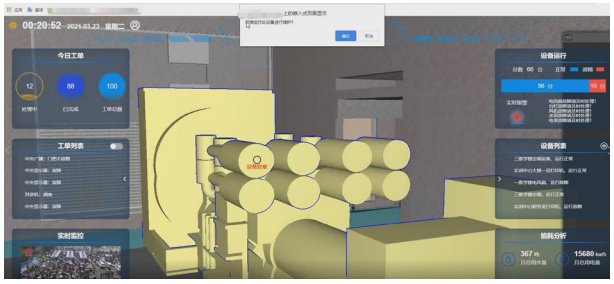


通过物联网接口结合的能力，集成运维管理系统与楼宇自控系统，实时采集建筑物设施设备动态运行数据，实现对各类设施设备动行监控的精确管理，实现关联性故障的精确排查，设施设备维修维护的提醒管理。可接入安防视频、楼宇自控、智慧楼宇设备、环境传感器等各类型物联网末端数据采集终端，完成数据采集和反向控制，完成诸如灯光调控、监控切换等功能。

BIM 功能：

报警功能

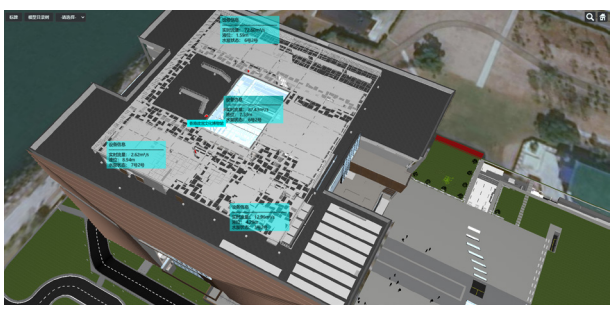
BIM 界面模拟设备报警，触发后台生成报事工单。



自动监控报警与工单联动，可在 BIM 模型上设置任意时间间隔采集任意的传感器数据、将数据与相应阈值对比呈现数据正常或异常状态，数据发生异常时，会立即在模型中定位到异常的传感器位置，同时可视化声光报警。如果对接了运维系统，同时自动生成工单提交到运维系统。

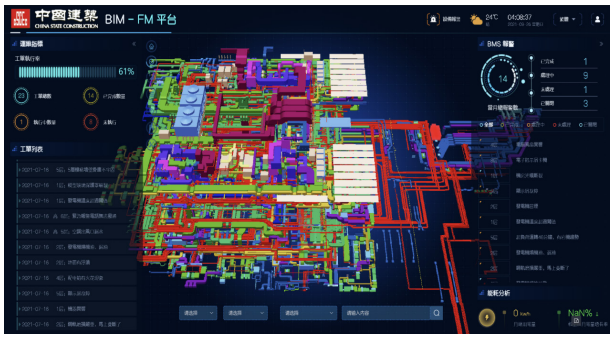
数据标牌展示

漫游或检索模式下，热点位置的数据以标牌方式呈现，可呈现设备当前监控数据、历史监控图表、技术文档、故障维修历史、当前维保任务。



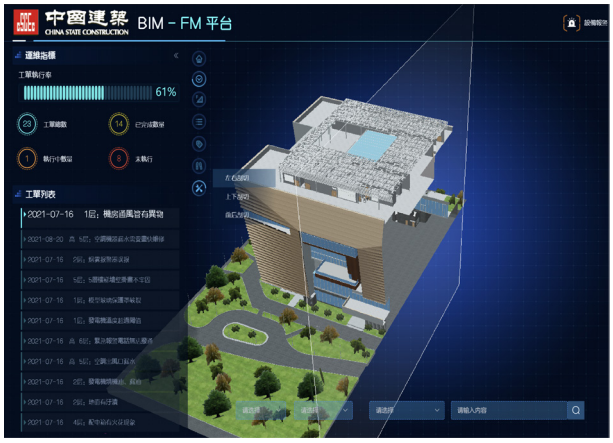
隐蔽工程排查

对隐蔽工程进行结构检索排查，可按供配电、给排水等不同系统进行隐蔽工程管线查看和数据调阅，更可分层进行查阅，是长期运维保障的有力工具。



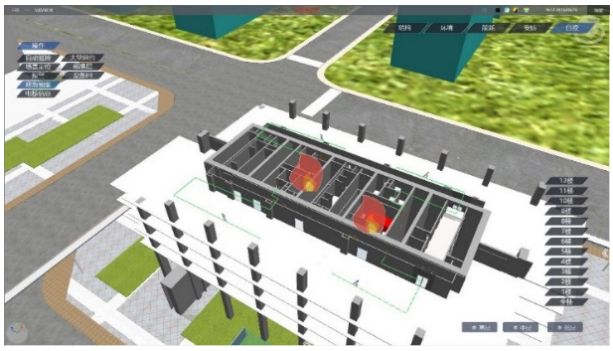
结构剖切

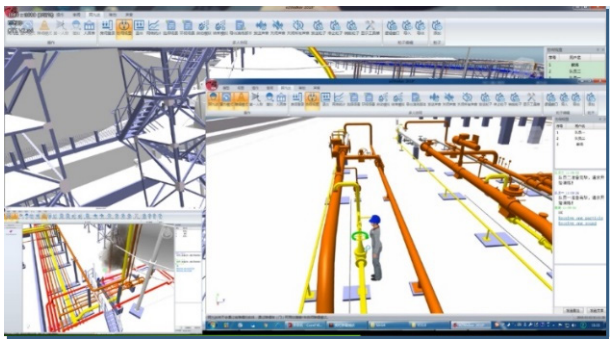
BIM 模型的多角度结构剖切，供用户从多种角度将建筑进行面剖切，查看断面下的结构关系和数据，便于运维期对建筑的复杂作业规划、疑难问题排查，与隐蔽工程管线检索结合，便于提供高品质运维保障能力。



预案推演和培训

学员按照预案进行操作，系统可记录各学员的操作过程，用于事后评估学员操作的水准。





三、BIM-FM 特殊功能

BIM-CIM 界限模糊化

随着引擎对模型的加载能力逐渐扩展，BIM 跟 CIM 的界限逐渐模糊化。从最初的一栋楼，到一个园区，再后来一个城区甚至一座城市，目前我们也开始承接到一条河流或者一个湖泊的流域，甚至是一个省的地理地形的模型。其中最最宏观的地方可能是全省的地形地貌，最细节的地方可能需要拆掉一台机械设备，展现全部内部结构。这就要求 BIM 与 GIS 相融合，形成大跨度三维空间应用管理能力。随着技术的发展，模型瓦片 + 分级 LOD 被广泛应用，引擎整合 RVT+OSGB 等异构模型的融合场景也日渐常见。

BIM-FM 低代码

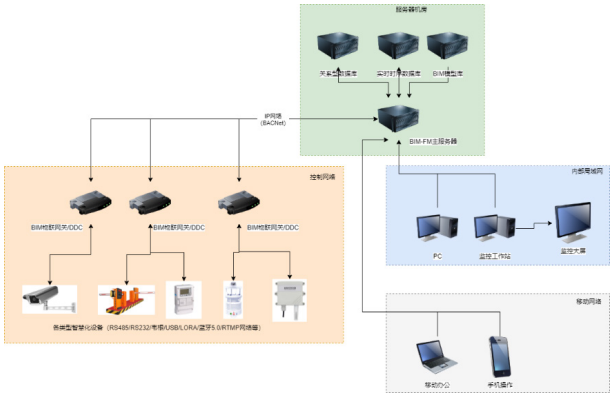
从前面的截图和界面可以看出，平台都是提供低代码化的界面。在建香港方舱的时候之所以能快速将定制化的 BIM-FM 系统拿出来，就是因为我们采用了低代码的方式，通过拖拽一个 BIM 容器指定模型地址，增加各种各样的图源，并绑定各种各样的数据源。比较复杂的应用也只需要写几行代码就可以解决原来看起来相当复杂的 BIM 应用。所以说，低代码化也是未来的重要发展趋势。

BIM 模型运维期编辑

团队最早接触 BIM 模型运维期编辑是在工业领域的深海一号项目，我们给一个庞大的海上采油平台做 BIM 模型，需要在模型上增加几万条焊缝，随着现在技术的演进，客户要求的改动越来越多，所对应的改造复杂度也越来越高，对于这种运维期的模型编辑要求也越来越多。目前我们在推动模型增加焊缝结构设计工具的发展，全面造型设计、模型编辑工具也正在开发中。

BIM-FM 的 BAS/IBMS 国产替代

目前，我们在推动 BIM-FM 的 BAS/IBMS 的国产化替代。看到下面的结构，最上面的绿色框是的 BIM-FM 的服务器机房，主服务器后连接关系型数据库、实时时序数据库、BIM 模型库，这也是 BIM-FM 的核心服务所在。为了推动 BAS 的国产替代，在左下方的 BIM 物联网关 /DDC，像江森、西门子、霍尼韦尔等国产品牌都有类似的控制器可以替代。控制器的结构大同小异，并且协议标准化也做得相对不错。在网络通讯层，很多时候 BACNet 协议可以在各个厂商之间相互替换。

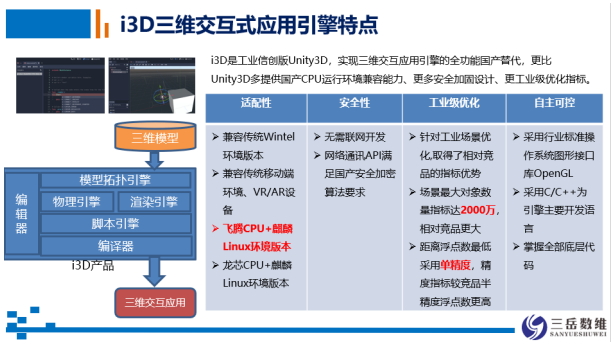


BIM-FM 代替传统的 BAS 有几个特点，首先是全自主技术。我们整套服务器程序都是 Linux BASE，不需要依赖 Windows 系统，因此受病毒影响的可能性很小。实时时序数据库、开源关系型数据库也是全自主技术，稳定性还有安全性能得以保证。此外，模型关联的海量数据管理能力，每秒实现 10 万点数据采集。

四、BIM-FM 国产化

当前，国际形势不稳定，俄乌战争爆发等问题给国际经济带来诸多不确定因素。我们需要思考，在新形势下，如果脱离国外的 CPU，国内的技术体系该如何运行？

目前我们团队也在研究比较关键的一项技术——i3D 三维交互应用引擎，目前已经取得了飞腾、华为鲲鹏、麒麟、龙芯的操作系统的相互认证。



我们现在也自研了一款基于国产 CPU 的高性能三维应用图形工作站，最高可以达到 48G 显存，图形处理核心标配 7.1TFLOPS 的算力。

最后看到 BIM-FM 的低代码化，刚才提到的控制器的替换就是在 BIM-FM 物联网低代码模块里实现的。我们也依赖这一套 BIM- FM 的低代码，打出了香港方舱这一场漂亮仗。

魏　来 / 常驻嘉宾

今天的分享从解决方案和案例的角度给我们分析了 BIM–FM 的认识和要点，非常具有实践意义。我们也看到，BIM 和 FM 的结合发挥最大的价值是在建筑的运维阶段。一直以来，我们希望实现数据上的打通，对于 FM 来讲，主要是建设阶段去进行数据打通。如果站在运维的角度回看建设阶段的 BIM 模型的话，如何看待数据传递的问题？其中包含了哪些要点和现存的问题？

第二个内容来说，目前建设阶段的 BIM 移交的应用并不广泛，主要还是依靠图纸等资料的移交。从 BIM 和 FM 的角度来看，我们如何处理一堆的图纸和 BIM 模型的双轨问题？从运维阶段反推，我们对于建设阶段的期待是什么？

周琛：这些问题也是我们团队小十年一直在回答的问题。客观地说，建筑领域确实存在不少问题。首先从思路和方法来看，我们实际上是在接受现状，毕竟单靠我们去改变现状是比较困难。刚才的分享也提到，我们非常重视编码体系与数据的打通。面对编码不一致的问题，我们采用了一套多编码机制，建立编码与编码之间的映射表。对于早期的已经确定的结构，我们在运维阶段其实是有据可查的。而对于变化的内容，我们尽量建立把编码与编码之间的关联，这是我们当前采取的技术解决方案。

相比工业领域，建筑领域情况会要复杂一些。建筑领域里设计与施工之间出现脱节，甚至有一些小型项目出现为了 BIM 而做 BIM 的问题。个人认为，行业的标杆项目要向工业领域的 BIM 思路学习，将每一版的编码好并且在各环节之间传承。此外，随着设计领域 BIM 正向设计也在逐步发展，未来这些问题可能也会迎刃而解。

万黎明 / 常驻嘉宾

在建筑工程领域，其实最希望实现的就是“一张蓝图绘到底”。而现实中，设计与施工脱节，一模到底实现难度极高。那么关键性的问题出在哪？从经济学来看可能的原因在于，前期的环节无法体现 BIM 的巨大价值，很难有人愿意投入额外的成本为下一个环节买单。考虑到建筑的复杂性，投资的多元性，还有将来应用阶段客户需求的广泛性，以各位的经验来看，最薄弱的环节在哪里？将来最需要加强的地方有哪些？

另外一个也是观众很感兴趣的话题，运维的需求如何更好地前置在设计施工阶段，避免后续的 BIM 模型创建应用的重复工作？

魏来：从经济的这个角度上来看，这是个客观存在的，但是从这个行业的目前机制上看，这个问题没有办法依靠一种行政手段或者协商手段来解决。比如说我们设计单位确实对于 BIM 所带来的经济收益感受不深，那应该怎么办呢？找甲方要钱或者找施工方要钱？这都不现实。找甲方一般的回复就是设计单位本来就应该给我提供一个高质量的设计产品。而随着数字化的出现，经济利益跟目前所承担的工作量有一定的不匹配性，就会引发生产关系的变动，各单位会对于自身的行业责任重新定位。施工单位可能越来越倾向于自己做设计，那设计单位可能也谋求向上延伸，自己做施工。因此，未来设计和施工这两大行业，甚至包括运维这些行业之间的界限会越来越模糊。

周琛：个人认为就是设计和施工包括运维其实是相对独立、各自发展的三大体系，也形成了当前整个行业里各自的一些运行模式。这几者之间的差异如何需要磨合其实不是那么容易的，需要对每个行业进行一些改造。就目前情况来看，个人更倾向于通过编码的映射来完成各模型版本之间的关联。如果时间跨度拉到 10 年 20 年，可能各个行业对于编码一致性问题也会越来越重视。这应该是个循序渐进的过程，而不是说一蹴而就的过程。

而对于运维的需求如何更好地前置的问题，个人看来，需要尽早在设计阶段将编码的规范性问题重视起来。虽然 BIM-FM 接受不同阶段的编码不一致的问题，但是如果一开始就建立了编码体系，可以避免后期花费大量人力和时间重新复合这些编码关系。

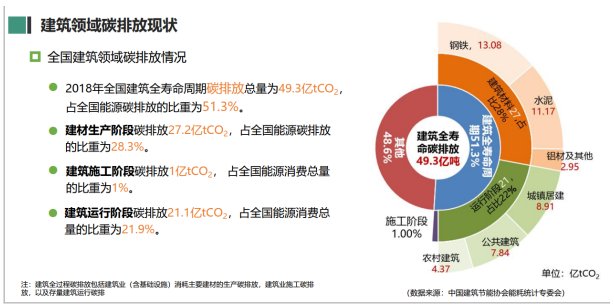
智慧运维技术与融科案例分享

天津大学副教授，建筑技术科学研究所副所长、 国际建筑性能模拟学会委员、中国暖通空调学会计算机模拟专业委员会委员、中国建筑节能协会建筑调适与运维专业委员会委员、中国城科会绿色建筑委员会青委会委员、数据机房绿色低碳专委会创始委员 。参编《城市需求侧能源规划实施指南》、《城区需求侧能源规划和能源微网技术（上下册）》。

刘魁星 / 特邀嘉宾

一、建筑业双碳政策及发展

习主席在第七十五届联合国大会上的讲话中谈到“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，2060 年实现碳中和”。我国的双碳目标非常宏伟且任务艰巨。根据中国建筑节能协会的官方统计，建筑全生命周期涉及的各个行业的碳排放占社会总碳排放量的 51.3%。可见，建筑领域在双碳任务里占的比重非常大。其中，建筑的运行阶段碳排占比 21% 到 22%，因此建筑的运维也是双碳背景下是不可忽视的内容。

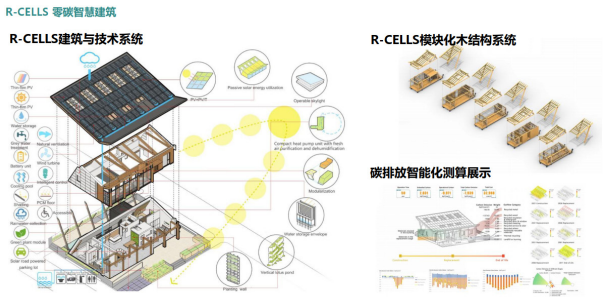


国家已经出台了一系列的标准和等级和未来即将出台的标准示范性体系，比如说超低能耗建筑标准、近零能耗建筑标准、运行阶段零能耗建筑标准、运行实时零能耗建筑标准等。超低能耗建筑标准指的是符合超低能耗建筑国家标准的建筑，要求建筑能耗水平较现行国家标准降低 50% 以上。比超低能耗建筑再节能一点的就是近零能耗建筑，要求其建筑能耗水平较现行国家标准降低 60%-75% 以上，接近零能耗。运行阶段零能耗建筑是指建筑建好后 30 年至 50 年的时间内（根据建筑的设施等级的使用年限），建筑所产生的能源与使用能耗相等。运行实时零能耗建筑标准则是参考运行阶段零能耗建筑标准，将运行阶段 30 年内的 0 能耗要求缩小到每天的要求，要求建筑每天的总能耗为 0。这项标准对于建筑的碳排放要求非常严格，目前国内没有此类示范性项目。而全生命周期零能耗建筑不仅关注建筑运行阶段的能耗，更是关注建筑的全生命周期，从建造阶段的能耗开始计算，要求建筑全生命期内的实现能耗中和。当建筑在全生命周期实现零能耗后，甚至可以给周围的建筑物或工厂供电，从而实现正能耗。

建筑学者现在也提出了一个新概念——“建筑产消者”，即建筑既是能消费者又是能源生产者。

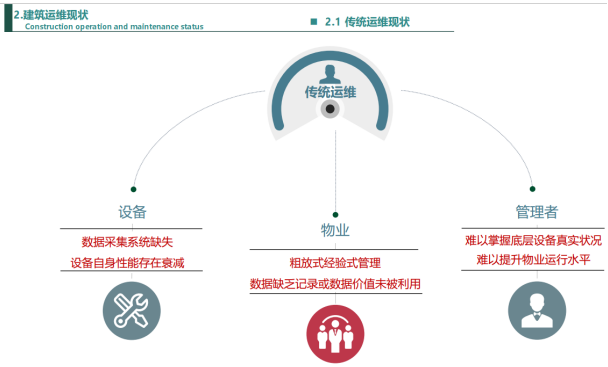
通过光伏、光热、生物质等各种可再生能源，建筑可以作为一个能源产生的节点。当每个建筑都作为一个能源的产生节点，将这些建筑组成一个城市，即可形成一个能源网，当然这只是初步的设想。目前国家标准落地的工程只涉及到超低能耗建筑和近零能耗建筑。

2020 年，天津大学联队参加国际太阳能十项全能竞赛（Solar Decathlon）设计“R-CELLS 住宅”就体现了“正能耗”的理念。在可持续性建筑设计概念和方法上，R-CELLS 住宅强调“被动优先，主动优化”的设计原则，创新太阳能建筑集成技术。在被动式太阳能利用方面，借鉴中国传统建筑“上尊宇卑，反宇向阳”的特点，采用不对称 V 型屋面形式，增加南向得热和采光，最大限度地实现冬季被动式太阳能的利用。同时增加屋面光伏面积，为主动式太阳能的利用提供足够的空间。在总体技术策略上，R-CELLS 住宅强调“正能源、全循环、零排放”的技术概念。正能源即场地能源盈余；全循环即能源与水的内部循环利用，以及建筑材料的可回收；零排放即建筑运行中 CO2 净零排放以及洗浴餐厨生活废水零排放。R-CELLS 创造了正能源、全循环、零排放的可持续建筑原型，是先进设计理念与当代建造技术有机融通的高度体现。



二、建筑设备设施运维现状

从建筑的开发、规划、设计、施工到运维几个环节来看，目前运维的技术相对落后。目前的运维，尤其是设备设施运维是如何进行的呢？下图中，我们可以看到目前的运维情况，管理者与设备没有直接关联，而是由物业从中串联。物业并不对设备设施的最终情况买单，比如设备设施产生了电费或者需要维修，物业跟管理者联系，最终由管理者买单。而管理者对物业如何运行设备并不了解。因此，从某种程度来说，设备的寿命和运行状况直接掌握在物业手中，并且运行的方式主要依靠人力。这种粗放的管理模式直接导致设备的自身性能衰退、数据系统缺失，数据价值无法利用等问题，同时管理者难以掌握底层设备的真实状况，物业运行水平难以提升。

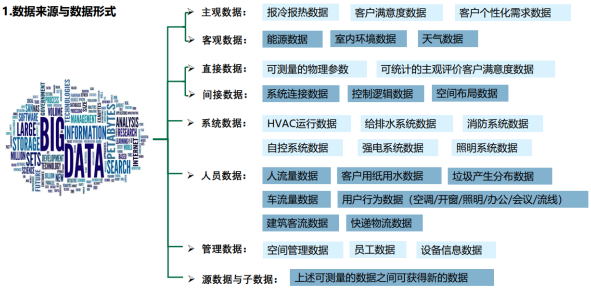


我国建筑的运维节能是如何发展的呢？从下图可以看到，最开始不叫低碳，叫建筑节能。从 2008 年开始，住建部在北京、天津、深圳三个城市分别做了 200 个建筑的试点做能耗分项计量。也是从那时我们开始了解到不同的气候区，不同的建筑类型每平米能耗的差异。之后，调研范围逐渐扩大，2010 年开始在很多省、市、自治区广泛开展能源审计工作，通过了解当地的能耗情况，从而诊断当地的节能潜力。最终解决的方法分两种，根据实际情况，采取持续性调试或节能改造。

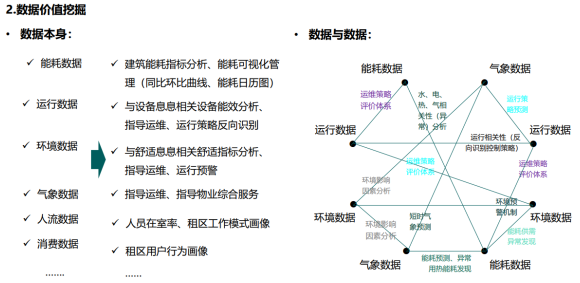
可以看到，在 2013 年以前，我国所采取的安装电表、节能改造方式都是从工程的思维来解决节能的问题，这种方式虽然能部分解决节能问题，但是并没有考虑运行策略问题，并且不够精细化。2015 年到 2016 年物联网技术和人工智能的概念进入中国，并且开始运用到建筑领域，给我们的生活带来了很多改变。我们开始思考如果让这些技术落地。参考美国的大数据，我们也计划基于数据建模，尝试是否可行。然而事实证明，国内以人工为主，缺乏数据积累，数字化技术无法运用到建筑运维当中。于是建筑领域开始了数据积累之路。

三、数字化技术在建筑运维中的应用

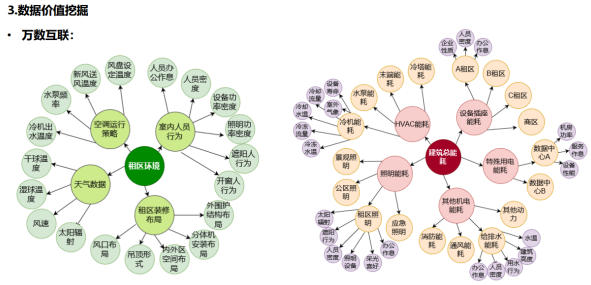
智慧的背后一定是数据基础的支撑，那么建筑里的数据有哪些？下图可以看到，建筑的数据来源包括主观数据、客观数据、直接数据、间接数据、系统数据、人员数据、管理数据、源数据与子数据等。目前国内没有关于智能建筑数据采集的相关标准，数据采集相对自主。个人呼吁未来由住建部或中国建筑节能协会等主导，共同编写符合中国特色的智慧建筑数据采集标准。



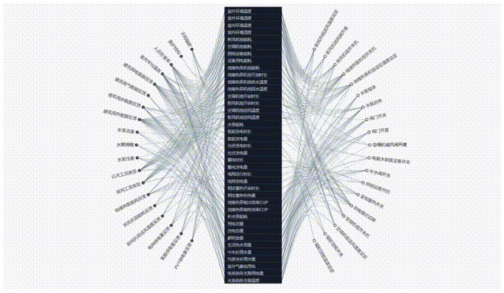
数据来源提到的最后一项源数据和子数据，原始数据就是由传感器监测的数据。但是我们往往不看那些原始数据，而是看分析之后的数据，也就是所谓的子数据。最终能为我们所用的也是子数据。



有了数据之后，我们开始对数据进行价值挖掘。简单的理解，就是通过昨天的数据和今天的数据对比了解能耗的差异。更精细化来说，就是不同数据维度进行对比，挖掘数据与数据之间的联系。比如说下图左边是以租区环境为核心展开的一个数据层，右边的是以建筑总能耗为核心展开的一个数据层。如果发现通过相似日对比后发现今天的总能耗增加了，我们可以去一级分项中寻找哪个能耗子项增加了。假设是暖通空调能耗升高了，我们可以在暖通空调的原配末端寻找造成能耗增加的设备。假如是水泵的能耗变高了，可能是两个因素：运行时间过长或者单位小时运行功率多了。而整个过程是可以自动的，也没有算法。那我们把这个理解再升级一下，万数之间都有一些联系，可以去后台构建一些复杂的传感器之间的联系，并把这个联系赋予合理的价值，再把这个价值呈现出来，这就叫智慧技术。



• 万数互联：

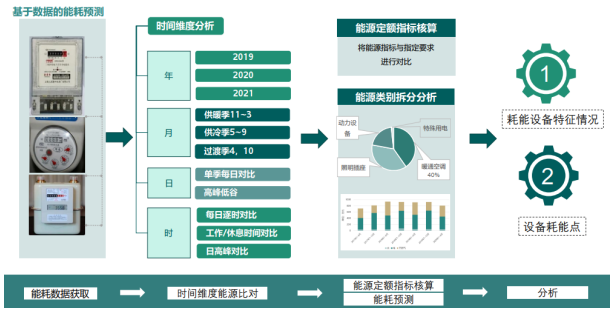


接下来再简单介绍几项具体的技术，首先来看物联网技术。物联网技术非常重要，如果在没有物联网技术的情况下想获取数据，就得要求原始有数据或者进行改造。而改造和布线的工作量非常大。如果建筑物要出租的话，改造工作更是难上加难。因此我们可以看到，物联网技术的优点就是可以做到无线无源，既不需要接电，又不需要有数据线，随手一贴即可开始监测。建筑类的与低碳和运维相关的需要监测的数据维度非常多，目前物联网的传感器研发工作依然在进行当中。

有了数据之后，可以用数据做很多分析，比如做数据的诊断。以前我们做诊断的时候是扛着各种各样的仪器跑上跑下测试。当我们有了物联网的传感器，我们就可以快速地得到大量的数据。比如说这个楼里放了 100 个室内温度的传感器，一年可以得到几百万条的数据。

数据分析也不再需要人工操作，可以通过算法自动分析形成报告得出结果。

再简单看一下基于数据的能源预测。能耗预测的目的不是为了节能，而是为了管理。比如一个房地产公司要管理全国 500 个项目，通过能耗基准进行预测就可以了解每个楼道的管理情况。

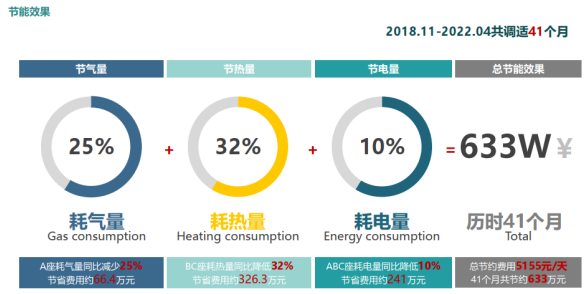


最后一个是数据的展示，相对来说技术属性没那么强。不过我们也发现，现在数据展示的大屏幕都是千篇一律地展示饼状图、柱状图和折线图。事实上数据展示的方式远不止于此，还有多种数据可视化的方式，来体现数据背后真正的联系。我们需要挖掘数据背后的特征，把真正核心的东西展示出来，而不是停留在数据表面。

四、典型项目案例

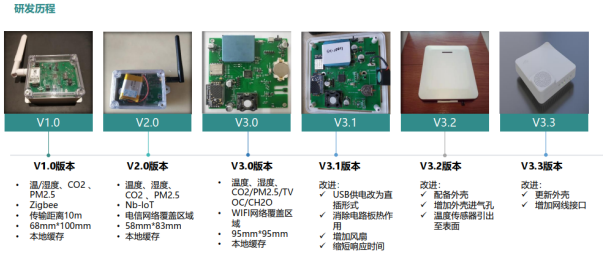
最后介绍一下融科资讯中心的运维案例。融科资讯中心是中关村核心园林式综合商务园区，整体品质要求较高。整个项目服务了将近 4 年，从最初的大楼评估，到提供节能解决方案、品质提升解决方案，再到智能化系统，目前大楼已初步实现 1.0 版本的智能运维。

2018 年 11 月至 2022 年 4 月共持续运维 41 个月，平台年实际存储数据量达 10 亿条 在不主动进行施工改造的情况下综合节能率达 20% 。



数据功能集成了当前建筑运维环节中的 7 类系统，同时开放人工输入模块。数据库架构稳定，可以进行无限拓展，实现存储无边界。数据检索便捷，可搜索已经存储的历史数据。采取流式数据处理方式，实时存储实时计算。并且可以借助 PC 或手机端实时远程访问。

室外的环境、楼控系统和机房群控都在我们的监测范围内，但是由于租区特殊性，我们进入租区十分困难。而在不了解租区内部情况的条件下，无法实现环境品质的提升。于是我们被迫在 2017 年和 2018 年开始物联网系列传感器的研发工作，下图就是我们的研发历程。目前基本上可以较好地既实现物联网化，又比较准确地监测室内的环境。

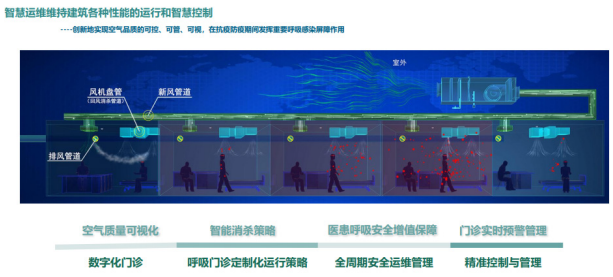


物联网传感器研究出来后，又产生了很多有意思的用途。比如烟雾检测，放置的传感器可以通过烟雾感应监控哪些地方有人抽烟。又比如漏水监测，如果放置漫过式的设备，需要水流淌到地上才能感应，这个其实非常危险。我们在管道上贴了一个电阻导线，只要有水泄露，一旦有水碰到电阻就可以迅速反映。

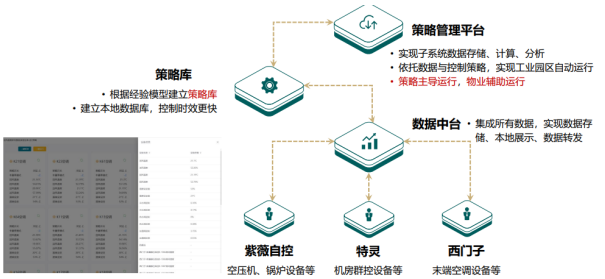
针对这些各种各样问题，我们在楼里做了策略大表，包括五种策略方式，比如按专家经验的人工方式、物理模型方式调试、还有三种基于数据算法的策略模型。

其他案例：

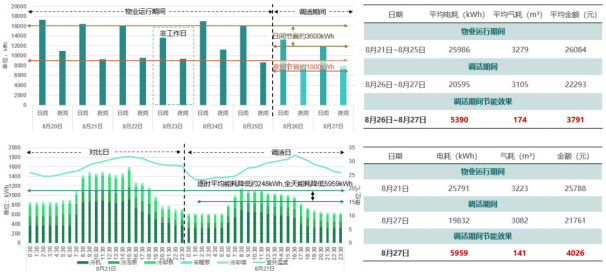
国家呼吸医学中心可视化智慧门诊－智能呼吸感染屏障系统



中美天津史克智能策略节能管理项目



泰康仙林鼓楼医院建筑节能项目



万黎明 / 常驻嘉宾

通过今天的分享我们可以看到智慧化运维就能够有效降低建筑物能耗。当我们回头去看前期设计和建造阶段，从结果反推原因，造成能耗损失最主要的环节是什么？是设计与施工环节的问题？材料的选择？人员的管理水平问题？ 或者说，未来哪个环节节能的潜力更大呢？

第二个问题，智能运维系统如何实现标准化，更好地推广到更多的楼宇当中去，或者甚至推广到中低端的这个建筑当中去呢？

刘魁星：个人看来，从之前的情况来看，是设计阶段的节能潜力比较大，不过在当前的背景之下，一定是运行阶段的节能潜力比较大。当我们回顾建筑节能相关设计标准的发展历史，2005 年开始有了第一个公共建筑节能设计标准。也就是说 2005 年之前我们没有建筑节能相关的设计标准，大家并不关注节能的事情。从 2005 年之后，情况就发生了改变，国内陆续出台了非常严苛的节能标准，建筑领域的低碳工作也逐渐发展起来。因此，以今天的条件来说，设计的节能空间与历史相比并不是很大。目前的节能潜力主要体现在建筑的运行阶段，因为建筑的运行从 2005 到 2015 年基本没有变化，都是靠物业人员凭借经验运行。在我们的调研工作中也发现，很多有经验的员工逐渐到了退休的年纪，

而现在很少有年轻人愿意投身于这个行业。因此节能提升空间最大的在于建筑的运行阶段。

针对第二个普适性的问题，就目前国内的技术发展来看，还没有一个团队目前能实现普适性的节能方案。我们可以期待一下在可预见的将来很快地会出现类似产品化的自动策略算法的解决方案。从技术上讲它的核心点是什么？核心点就是降维。降维就如果我们把融科的节能方案放在万科上去是一定不行的。但是如果我把融科的节能方案拆成 56 个小模块，其中有一个小模块叫室内温度的预测，我把融科的室内温度预测放在万科上，放在其他的这个项目上是很可能实现的，因为温度预测没有区别。

李　旭 / 嘉宾

刚刚分享的融科案例的定位是一个高端的建筑，那么对于一些中低端建筑物的业主来说，如果既想降低能耗又想节约运维的成本，我们应该如何给业主快速做一个原则性的解释呢？

刘魁星：拿一个标准来看，就是投资回报，怎么做是比较划算的，那就应该怎么做。投资相对好算，就是改造需要花多少钱？或者是调试上智能系统需要花多少钱？这些内容比较好评估的。比较不好评估的是改造之后的效果，由于不同楼的基准不通，因此改造的效果也不同。

目前从技术上讲没有普适的判断节能潜力的方法。曾经我们也某个上市公司探讨过这个问题，对方想委托我们开发一个这样的系统，希望能在一天之内没有数据的情况下现场判断某项技术的节能潜力是多少。这个其实很难实现，我们现在能做到的可能是在大概两三天之内就粗略地评估出来这个楼大概有多少级潜力，再根据潜力去选择综合性解决方案。

常驻嘉宾

魏　来

- 中国建筑标准设计研究院副总建筑师 /BIM 总监；
- 数字工程认证联盟常务副理事长；
- ISO/TC59/SC13、TC10/SC8 国际注册专家；
- buildingSMART 中国分部秘书长；
- 中国房地产业协会数字科技地产分会 副会长；
- 中国建筑学会数字建造学术委员会专家；
- 中国图学学会专家；
- 中国国家标准《建筑工程设计信息模型交付标准》和行业标准《建筑工程设计信息模型制图标准》 主编。

万黎明

- 中建协认证中心有限公司副总经理；
- Fordham University 管理学博士；
- 北京大学中国经济研究中心 金融学硕士；
- 十余年金融系统工作经验，先后任职中国工商银行北京市分行、工商银行总行网络金融部、渠道管理部等部门，获评中国工商银行总行级业务培训师；
- 集团企业现金管理专家，主要负责研发的某行业集团现金管理系统获评中国工商银行产品创新一等奖。