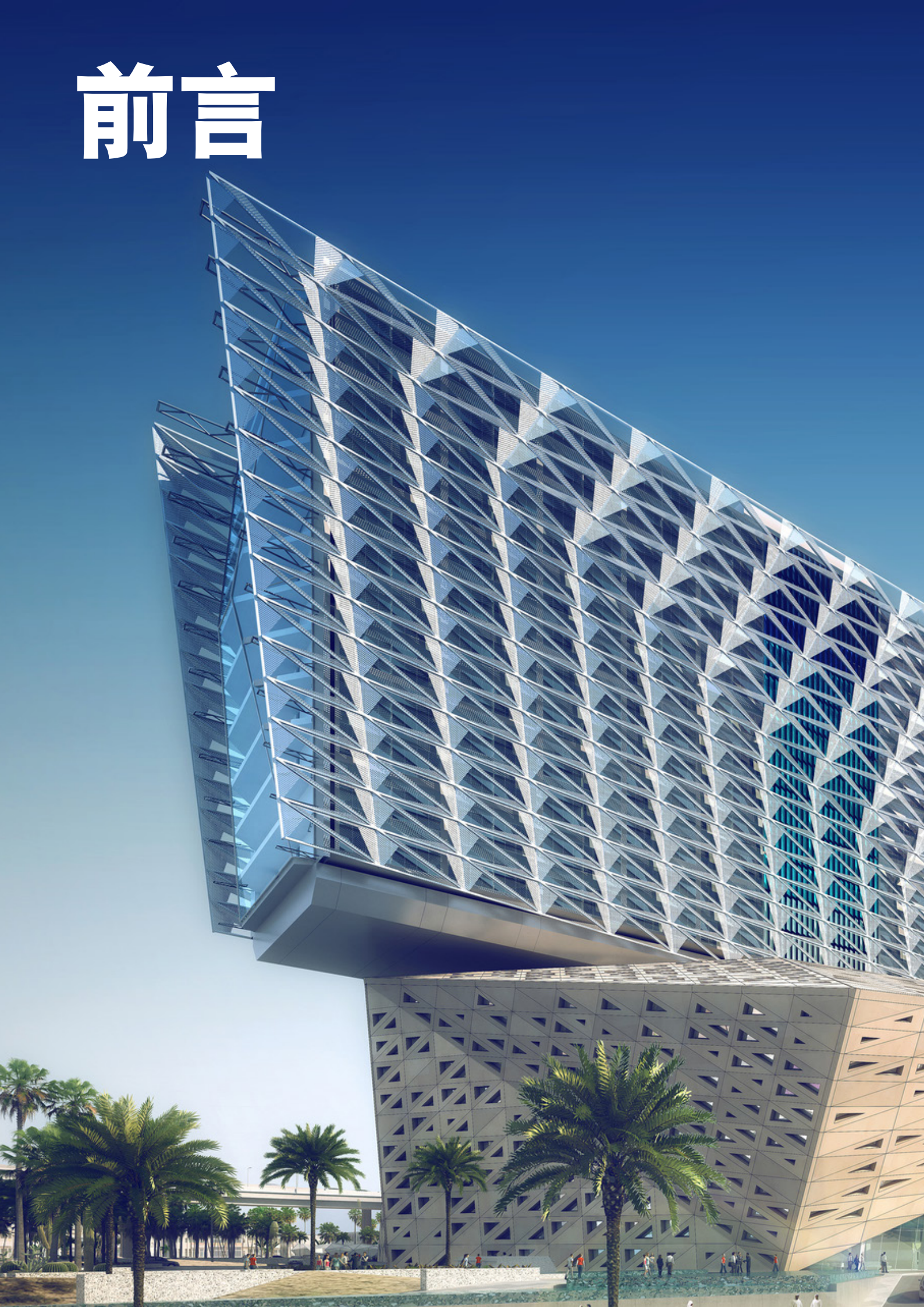
AUTODESK

面向建筑设计的互联 BIM

利用相关服务改善项目见解

图片来源：HKS Inc.

前言



2013 年，Stan Allen 在加拿大建筑中心的一次演讲中对“计算”和“数字”进行了明确区分。

在普林斯顿，我们接受了良好的培训，了解到在讨论建筑用计算机时，指代的并不是数字，而是计算…数字是一种存在状态。它是一种状态条件，而计算指的是活动过程。[1]

据他观察，虽然早在使用计算机生成信息之初，建筑行业便已进入数字化时代，但直到现在我们才充分融入计算：

使用计算机不仅仅是为了创建数据，而是让它们自己管理、操纵和形成创意。数字和计算工具一度看起来很是标新立异，但现在有能力的公司都不会轻易放弃，因为工程建设行业已全面步入信息时代。

在本报告中，我们将讨论工程建设行业中的技术趋势演变以提供更好的建筑环境。从计算机辅助设计 (CAD) 初期到建筑信息模型 (BIM)、相关服务计算和衍生式设计，我们将带您回顾甩图版时代、优化时代和互联时代的发展旅程，并展示我们对建筑设计行业的未来愿景。

图片来源：HKS Inc.

甩图版时代

20 世纪 50 年代，随着计算机在学术界的兴起，CAD 软件开始对建筑行业产生重大影响。20 世纪 80 年代，随着个人计算的出现，这种影响呈爆炸式增长。在 CAD 初期，AutoCAD 等工具开启了 ″甩图版时代″ 。

尽管早期研究人员曾预言未来计算机和设计师之间将产生激动人心的交互，但最初被建筑设计师广泛采用的计算机工具只是传统绘图和渲染工具的计算机化版本。例如，软件、数据和绘图仪取代了塑料和铅薄膜纸板以及绘图板。与传统方法相比，这些工具使设计师绘制技术工程图的速度大大增加，但并未从根本上改变设计流程。

因此，行业相关人员开始意识到，CAD 图纸不一定是共享、更正或存储制造文件的最佳方式。于是，工程师和建筑师开始寻找基于三维形态将创建的模型与技术工程图相结合的方式，这标志着从 CAD 到三维建模的转变。

20 年后，我们看到整个行业广泛采用一种新技术，即 BIM，这种技术应用了计算，以三维形式呈现构建的项目，它是实体对应项的行为仿真前身。在这项技术的基础上，设计师、建造商和业主在建筑和基础设施的整个生命周期内可以更轻松地访问、共享和使用大量有用的信息，从而获得竞争优势。

BIM 使数字处理和实体系统间的界线日趋模糊，项目的设计和建造阶段也逐渐融合。也就是说，从 CAD 到 BIM 的转变非常困难，即使提高计算机本身的存储能力、处理器功能和图形分辨率，作用也十分有限。更大的挑战在于：BIM 颠覆了建筑工作流数千年的传统，二维工程图式的表达和沟通让位给数据库，其中工程图是工具的结果，而不是目的本身。这些数据库包含丰富的可访问信息，因此可以在设计推进过程中对其进行表达和分析，从而使建筑师和工程师能够评估和优化区域、结构或空气流动等项目组成部分。从强大数字化模型中提取的洞察见解正源于评估当前设计的分析工具。

图片来源：Frontop Digital Technology Co., Ltd

优化时代

20 世纪 90 年代，BIM 的出现宣告了“优化时代”的到来，并且使计算变得与数字信息同等重要。

这一变更在计算方面面临的挑战来自于软件提供商和客户两方面。BIM 工具不仅仅是强大的绘图平台，更是基于预期构建对象的语义表示的特定编码知识系统。

CAD 工具（例如 AutoCAD）本质上不关注结果，因此可以绘制各种对象；它在某种程度上进行了优化，以提供高级绘图功能。但是，BIM 工具需要了解道路或建筑物是什么，包括如何表示其组成部分（门、墙、窗或基层、路面、路缘）以及正确的参数和关系。这本质上是一个复杂数据库设计问题，即相关软件可以按照工程图的形式同时创建数据并生成相关“报告”。建立这些平台以后，功能不断增加，并且有可能区分模型在特定领域的视图，越来越多的结构和机械设计师进入了 BIM 的世界。越来越多的人认识到，随着工作流程和技术日趋成熟，行业正向 BIM 迈进。

供应商生产的 BIM 工具功能越来越强大，建筑专业人员唯有努力适应以发挥新的技术优势、采用新的工作方法并不断学习新技能，以满足建筑生产、标准和项目交付的要求。基于 CAD 的项目管理与其模拟前身并无本质区别（只是用“服务器上的文件夹”取代“平面文件柜”），启用 BIM 的团队可以通过全新的方式连接模型、改进技术成果、现场协调各种信息、创建高分辨率渲染并加速文档编制。随着 Internet 日益普遍且速度越来越快，数字化数据在办公室和项目现场之间快速传递。但 Internet 连接的台式机加速之后会发生什么呢？

在线计算已经在各个方面改变着建筑流程和工作流，使 BIM 过渡中断变得相对安全。呈现建筑物或桥梁等大型事物本身就要求极高，引进 BIM 之后更是如此。但启用相关服务的 BIM 通过适用于各种设备（不论是工程师的工作站还是建筑工地负责人的平板电脑）的近乎无限的计算和存储能力，打破了这一约束。这一突破意义非凡，因为通过可用的硬件和软件，表达视图或复杂计算流程的各个部分几乎同时对各个位置的项目团队成员可用。在设计师办公室、作业拖车或分包商预制加工车间创建的信息的可用性不受限制，不再需要呈现其发起位置。该信息和相关见解（建筑数据以及使用它的能力）变得普遍。因此计算变得与数字同等重要。

在建筑设计项目中采用基于相关服务的协作

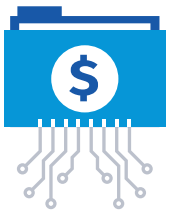
（来源：引领建筑未来：实现团队无缝衔接）

98%

98% 的受访者表示在其 BIM 项目中使用了某种类型的基于相关服务的协作解决方案

63%

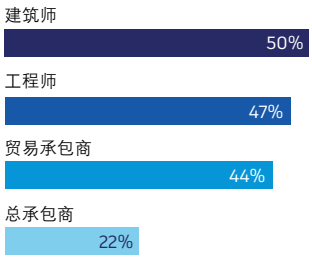
63% 正在使用基于相关服务的协作解决方案



82%

在协作解决方案中投入重金的人中有 82% 反映获得了积极的投资回报

协作解决方案不再要求协作者身处同一地点并降低了相关成本：



在建筑领域对 BIM 项目使用协作解决方案的优势：

56%

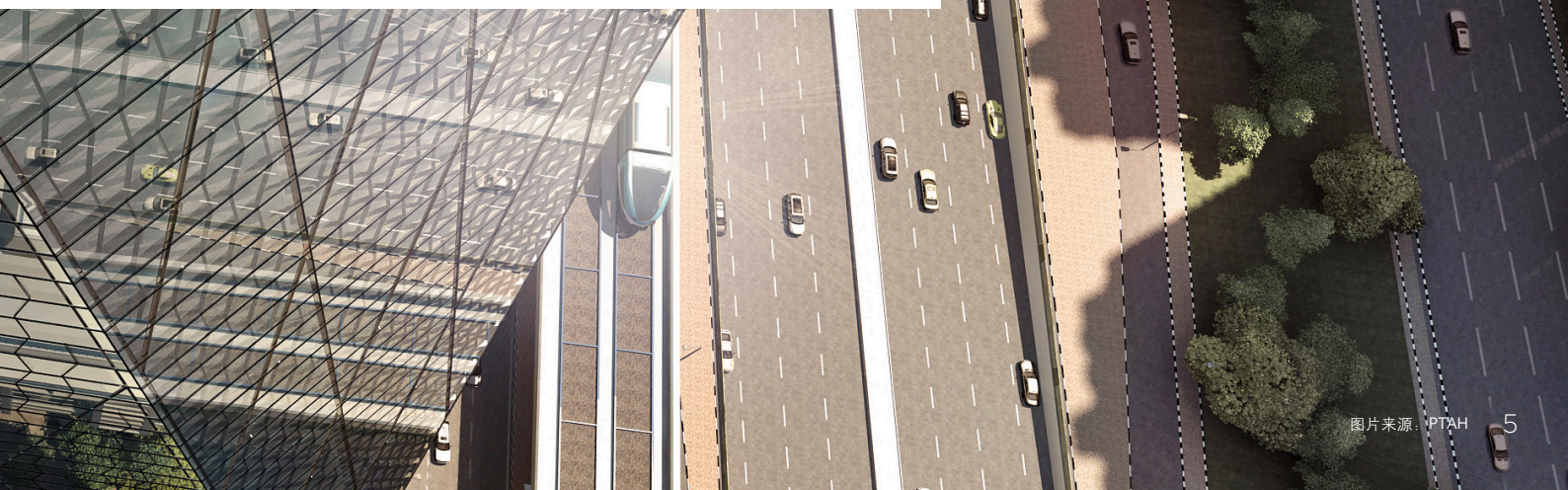
沟通、工作流和决策速度提高 56%

54%

高级 BIM 实施增加 54%

50%

对协作者身处同一地点的需求以及相关成本降低 50%



图片来源：PTAH

互联时代

通过功能强大的表达视图 (BIM) 和无所不在的计算能力（相关服务）的融合，我们看到从“优化时代”到全新“互联时代”的过渡，并且出现了新一代的工具和流程。

过去重心一直放在 BIM 的“M”（modeling，建模）上，现在我们看到重心已迅速转移到“I”（information，信息）上。对信息的重视以及更轻松地共享信息的能力使各个项目团队能够以前所未有的方式开展协作。

启用相关服务的互联 BIM 流程（也称“互联 BIM”）开始取代“可互操作 CAD”，成为管理和优化施工设计的平台。

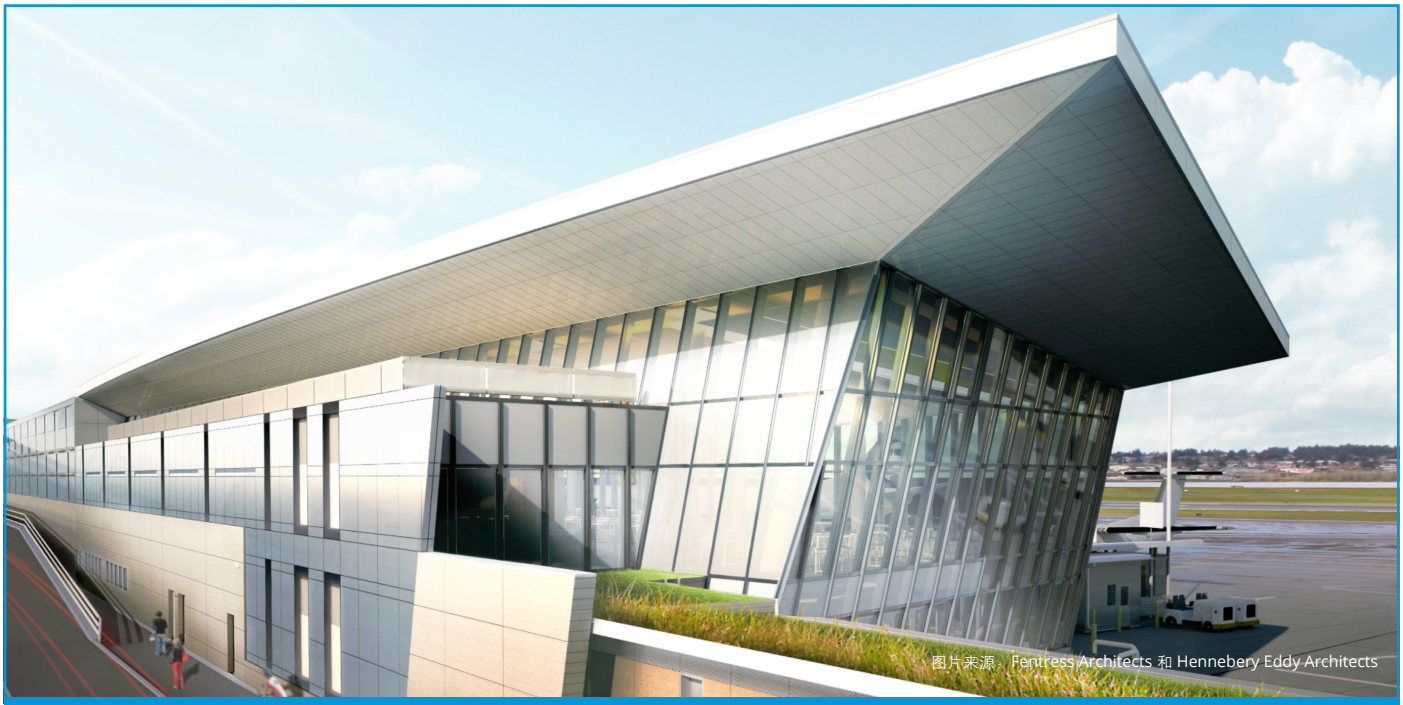
工程图很可能永远不会完全从设计和施工流程中消失，至少在我们有生之年是如此，但得益于集成的模型模式、分析工具、大数据和协作基础设施，互联 BIM 流程生成的工程图能够使项目大为改善。这种互联的计算技术群集带来了一系列新工作流和功能。

互联 BIM 价值主张的核心是启用相关服务的创作工具，不同于绑定到桌面的工具，这些工具通过提高计算能力、大大增加的存储容量和多领域环境中的协作进行了增强。

什么是互联 BIM?

互联 BIM 是 BIM 加上相关服务的强大功能。

通过在 BIM 流程中利用相关服务的功能，工程建设专业人员可以获得以下优势：


图片来源：Fentress Architects 和 Hennebery Eddy Architects

互联 BIM 简化了新 PDX 航站楼的协作

波特兰国际机场 (PDX) 航站楼项目是总部位于科罗拉多州丹佛市的 Fentress Architects 与总部位于俄勒冈州波特兰市的 Hennebery Eddy Architects 合作设计的成果。[3]Fentress 和 Hennebery Eddy 两家公司携手开展团队设计合作，运用 BIM 360 成功交付，成功交付这一复杂的公共基础设施项目。两家公司不仅地理上相距遥远，而且还涉及很多不同的利益相关方，包括顾问、工程师和建筑师以及业主和业主代表。他们使用 BIM 360 协同工作，将两个设计团队通过相关服务集中到一起。沟通、设计审核、文件共享、版本历史记录跟踪和模型协调均使用 BIM 360 完成，因此两个办公室不必处于同一位置。

设计师和顾问可以单独操作，也可以同时操作，根据需要同步复杂的多领域模型。设计流程的“参考空间”（即决策相互关联和参考的环境）得以扩大。借助强大的创作工具，设计师可以更快速地创建、评估、选择和细化备选解决方案，从而扩展了各种给定问题的解决方案空间。

通过在工具组合中添加额外一层计算，即脚本，可以进一步扩展探索范围。脚本是可自动生成设计备选方案的数字指令，它能够修改数字模型中的各种参数。例如，通过编写能够调整每个开口的宽度和高度的脚本，建筑师无需直接选择某个墙面上各个窗户的大小，即可试验一系列选项，同时模型会报告对墙面施工、采光、能源负荷和施工成本的影响。手动测试每个宽度和高度组合太过繁琐和复杂，而随着设计的推进，还会出现数百个这样的参数化变量。设计的这些参数均可通过算法以这种方式操纵，从而以一种称为衍生式设计的方法对互联 BIM 表达形式进行直接计算，衍生式设计技术可增强（而不是取代）设计师定义、探索和选择备选方案的能力[2]。

自动进行设计探索能够显著提高设计师评估、分类和选择方案的能力。通过将启用相关服务的仿真和分析工具与 BIM 表达形式相结合，使该流程变得快速、精确。上述示例中设计墙面的建筑师可以将工作与基于相关服务的分析引擎衔接起来，该引擎能够实时评估光线变化的影响、加热和冷却负荷、系统大小和气流组织等等。这些数据可以对各种设计策略结果提供即时反馈。仿真分析可在工作推进的同时为设计师提供同步建议；此角色先前由专门聘请的外部顾问担任。基于相关服务的渲染使仿真得到进一步的增强，在呈现设计时无需花费大量时间在桌面生成高分辨率的图像，只需几分钟即可获得这些图像。虚拟现实投影 (VR) 功能进一步增强了互联 BIM 环境中的高分辨率渲染，其中提供设计的数字渲染元素的实时漫游以及与这些元素的交互。设计师可快速了解其设计外观并使用这些工具。

互联 BIM 技术的使用

衍生式设计

46%

46% 的人对衍生式设计工具和实践有所了解，其中超过三分之一 (37%) 的人正在使用

衍生式设计对生产、施工和运营的影响：

62%

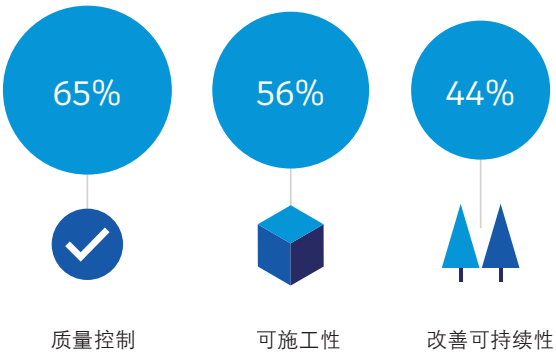
建筑和工程设计文档之间的协调增强

59%

承包商对设计意图的理解改善

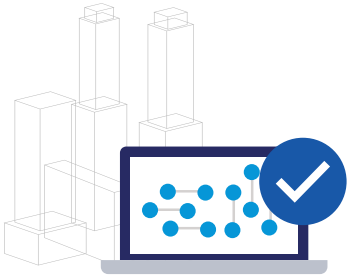
（来源：引领建筑未来：实现设计见解互联）

衍生式设计对设计解决方案的影响：



75%

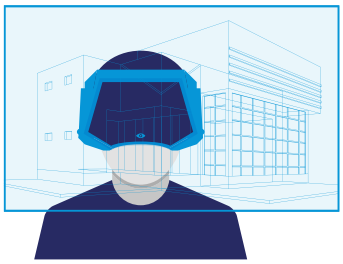
借助衍生式设计，75% 的建筑师能够在不超出既定预算的前提下生成更好的解决方案



VR

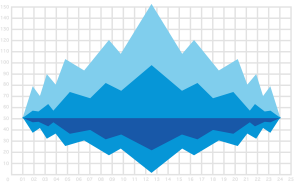
80%

已经采用 VR 的建筑专业人员中有 80% 正在多个项目中使用这项技术



（来源：2017 年建筑可视化技术报告）

在线协作



68%

68% 的建筑师和工程师将基于相关服务的互联技术视为关键技术

60%

60% 的建筑师和工程师对在线性能分析有所了解，其中将近三分之二 (64%) 的人正在使用

（来源：引领建筑未来：实现设计见解互联）

现实捕捉

48%

48% 的建筑师和工程师对现实捕捉功能有所了解

75%

了解的人中有 75% 正在集成现实捕捉，以便更加精确地记录现有条件

（来源：引领建筑未来：实现设计见解互联）

数据分析

42%

42% 的工程建设 CIO 表示大数据和分析能够为他们的公司提供更大的业务优势

（来源：Autodesk）

来自互联 BIM 工作流的信息和见解可以扩展到施工现场，也可通过施工现场的信息进行扩展。基于相关服务集中存储的数据中协调一致的数字化信息可以在现场直接发送到项目拖车、预制加工车间、供应商采购系统或移动设备，而无需图纸或其他形式的中间转换环节。基于模型的资源信息与建筑人员安排、精益生产策略和项目控制系统相集成。在施工开始之前，可以通过 LIDAR 或照片捕获现有条件（地平面、建筑物和其他实体约束）的详细三维模型，并利用现实捕捉技术集成到互联 BIM 数据结构中。机器人和机床预制加工等数控流程让施工的自动化程度日益提高，而各种协调工具可以顺畅地将数据从设计工作室发送到作业现场。这些技术通过无人机收集作业现场数据，向建筑团队提供有关施工进度的详细反馈。这些现实捕捉方法不仅能够将设计流程的既定目标变为现实，还能创建可供未来参考的丰富数据集。

借助物联网 (IoT) 启用的传感器和其他数据输入，也可将通过 BIM 用于计算的数字化信息的效用扩展到运营资源。现代建筑和运输系统设计需要此类基础设施通过实时数据流来控制系统、交通流量和其他性能特征。因此，资源的“数字神经系统”设计变得与它的实体特征一样重要，二者都由互联 BIM 工作流的设计功能提供支持，而这些输入生成的反馈可供参考以改进接下来的设计。

图片来源：SHoP Architects

互联 BIM 的优势

（来源：引领建筑未来：实现设计见解互联）

68%

68% 的建筑师和工程师将基于相关服务的互联技术视为关键技术

91%

91% 的人相信能够获得更多有价值的行业信息，并且希望能够以数字化方式进行访问以改善设计见解

74%

74% 的人表示从 BIM 获得的见解能够改善已完工建筑的性能可预测性

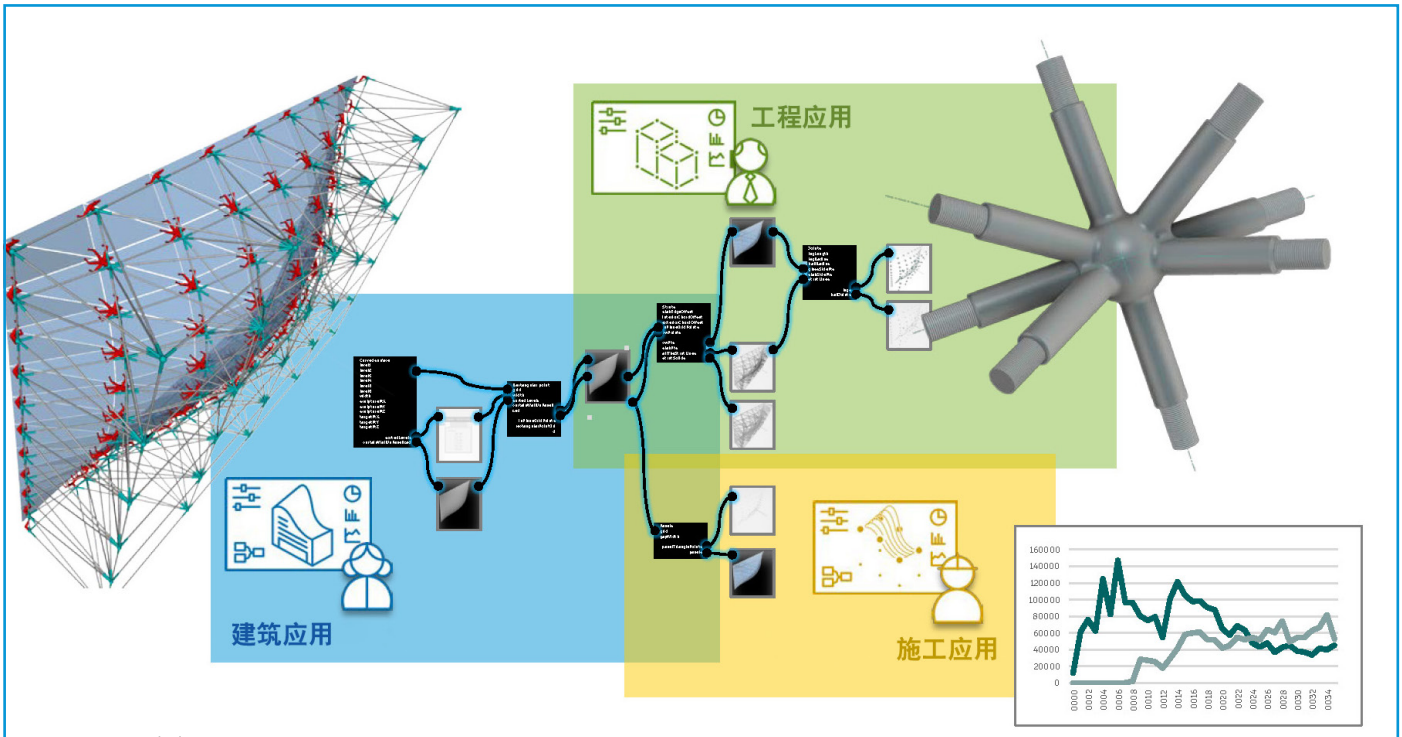
图片来源：Starbucks

Starbucks Coffee Japan 使用 BIM 和 VR 改善咖啡馆的设计

Starbucks Coffee Japan 的咖啡馆设计部门，即 Japan Design Studio，是全球 18 家领先的星巴克设计工作室之一[4]。该工作室有 30 名员工，其中将近 80% 都是室内设计师或建筑师。他们每年设计超过 100 家新咖啡馆，改造 150 家现有咖啡馆。

2016 年，在为 Ark Hills 店设计新咖啡馆时，团队开始使用 Revit® Live 服务，根据 BIM 数据创建 VR 体验。只需单击一下，Revit Live 即可将 Revit 文件恢复为 VR 体验，无需执行任何复杂的转换工作。可视化可用于演示和信息共享。在将 Revit Live 添加到工作流之前，公司曾要求各个部门体验 Ark Hills 店，该店刚刚通过 VR 进行了改造，并配备了 HTC VIVE 头戴式显示器。来自各个部门的 60 名员工在 VR 环境中体验了模型，并给出了非常积极的反馈。Revit Live 中的 VR 体验为内部验证流程提供了质量保证，可帮助团队打造细节更丰富的视觉效果，并能实现更逼真的 VR 体验。

相关服务在计算方面使这些流程成为可能，它颠覆了本地和整合信息存储之间的传统关系。当数字化信息位于特定计算机上或局域网内时，基于相关服务的协作可整合这些数据，将项目信息（而不是应用程序）置于项目工作流的中心。以前的数据交换是事务型活动，在预先确定的时间交换文件，类似于模拟时代的图纸分发。而基于相关服务的协作则是集成式的，项目团队的每个人都知道数据在哪里、如何查找数据及其状态、源头和预期用途。在最新信息中，项目数据位于流程核心位置并交付给工作点，这使建筑工作流更加高效和有效，尤其是当与上述表达、分析和现实捕捉功能相结合时。



图片来源：Autodesk

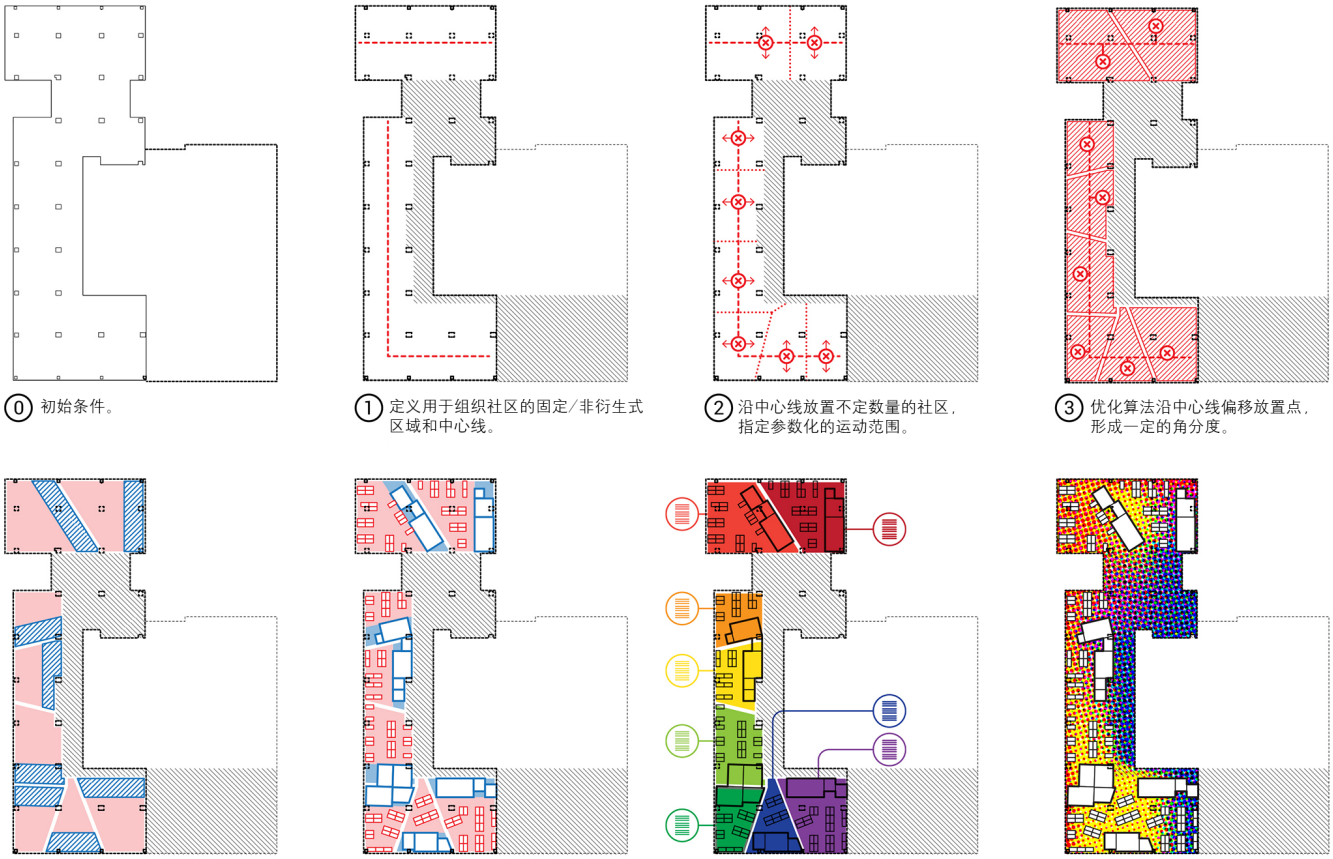
Project Quantum 旨在改善信息共享和协作

Autodesk 正在开发 Project Quantum，作为在团队内共享目标项目信息的系统。建筑师、工程师和承包商将使用 Quantum 的基于相关服务的通用数据环境来创建跨应用程序和服务的无缝工作流并实现自动化，从而使每个协作者都能只专注于对自己最重要的部分。

例如，建筑师可能正在设计签名幕墙以及需要协调的所有其他组件，例如蜘蛛夹附件。建筑师、工程师和承包商各司其职 - 美观性、结构完整性、数量和成本选项。其中的每个领域都会引用通用数据，支持他们在使用行业标准应用程序时能够保持同步并实现高效协作。

图片来源：Ryan Companies US, Inc.

The Living 是 Autodesk 的一个建筑研究团队，他们开展研究以定义在新的建筑领域满足概念目标的最佳方式。



⓪ 初始条件。

① 定义用于组织社区的固定/非衍生式区域和中心线。

② 沿中心线放置不定数量的社区，指定参数化的运动范围。

③ 优化算法沿中心线偏移放置点，形成一定的角分度。

④ 选择每个社区的一边，生成便利设施聚集的区域。

⑤ 自动化的“测试拟合”可从空间矩阵和前台布局生成便利设施房间。

⑥ 通过最佳适应算法指定团队。社区便利设施按团队偏好指定。

⑦ 评估引擎对每个设计进行仿真和评分，并将结果返回到遗传算法。

图片来源：The Living

Autodesk 使用自己的衍生式设计解决方案评估 10,000 个设计选项

对于 Autodesk 在多伦多 MaRS 创新区的新办公室和研究空间的设计与规划，我们在称为 Project Discover 的工作流中突破衍生式设计在建筑领域的限制[5]。我们首先制定了高级目标和约束，从员工和经理那里收集有关工作风格和位置偏好的数据。然后我们制定了六个主要的可测量目标：工作风格偏好、相邻偏好、低干扰、互联性、采光以及外部景观。我们创建了一个几何系统，其中包含社区、便利设施、社交活动和私人办公室的多种配置。最后，我们利用基于相关服务的强大计算能力生成、评估和完善了 10,000 个不同的设计选项，通过其他方法根本无法创建这么多的设计选项。

这种方法为设计办公室空间提供了多种优势，包括管理复杂性、优化以满足特定标准、提高人员创新能力和直觉力、根据真实数据浏览折衷方案，并将利益相关方之间关于设计功能和项目目标的讨论进行结构化。

图片来源：The Living

图片来源：The Living

要点总结

互联 BIM 的概念开启了建筑行业以计算为中心的未来之路。相关服务技术提供更多强大的工具，为包括设计、采购、施工和资产运营生命周期在内的更广泛的建筑活动提供支持，这将产生两个重要影响。

首先，与今天 Internet 上的数据可以轻松地通过索引搜索引擎访问一样，各种工具创建的大量数据将无缝流入以项目为中心的环境，不受互操作性或同步约束的限制。

在协调管理团队交互和数据创建的协作环境中，将创建设计意图、采购途径和施工策略的表达视图及其制定过程的详细记录。

随着机器学习和专家系统的功能不断增加，第二个影响将更加明显：这些项目“数据湖”将成为了解、预测和监视当前与未来项目绩效的资源，并预见数字化信息成为整个交付周期内施工项目的机器学习和人工智能评估的关键资源的未来。

今天利用互联 BIM 数据的设计师和建筑人员将能够在改进设计目标和施工运营，最终改进建筑环境质量方面做出更明智的决策。

图片来源：BIM 设计中心，TADI

参考资料

1 Allen, S. (2013)。The Paperless Studios in Context. When is the Digital In Architecture?（特定条件下的无纸化工作室。建筑行业的数字化时代何时到来？》A. C. Goodhouse。蒙特利尔，史坦伯格出版社：第 383-404 页。

2 Leading the Future of Building: Connecting Design and Construction（引领建筑未来：实现设计与施工流程无缝衔接）

3 Piper, C. (2016)。Fentress and Hennebery Eddy Architects work as one team on PDX Airport（Fentress 与 Hennebery Eddy Architects 合作完成 PDX 机场项目）

4 (2017)。Starbucks Coffee Japan: The Secret to Attractive Coffeehouse Design（日本星巴克咖啡：打造有吸引力的咖啡馆设计的秘诀）

5 Nagy D.、Lau, D.、Locke, J.、Stoddart, J.、Villaggi, L.、Wang, R.、Zhao D. 和 Benjamin, D. (2016)。Project Discover: An application of generative design for architectural space planning（Project Discover：衍生式设计在建筑空间规划中的应用）

图片来源：HKS Inc.