

# 迈向设施管理 2.0: 数字化转型助力构建 智能建筑

作者: Mathew Losey、David Kidd 和 Stacy Van Dolah-Evans (施耐德电气)

其他贡献者:

*Tom Randall 和 Rick Davis (英国, 奥雅纳)*

*Dominic Lauten (新西兰, Caspiral Engineering Advisors)*

*Wade Leipold 和 Matt Zabel (美国, Faith Technologies)*

*David Karpook (美国, Planon)*

*Maxime Ambourg (法国, 安盛信利)*

*Jacques Matillon (法国, 必维国际检验集团)*

## 执行摘要

设施管理 2.0 是奥雅纳针对未来数字化的设施管理 (FM) 所提出的愿景。这一数字化转型将有助于设施管理团队提升运作效率、改善设施性能, 营造生产效率更高的健康工作环境。因此, 对于亟需改变的传统设计建造流程而言, 通过提升其与设施管理团队之间的协作, 并采用数字化工具可以实现上述目标。此外, 在转型的推动下, 所有参与方都能更深刻地理解设施管理用户案例、有目的地去完成智能建筑基础设施设计, 以最大化其可用性和效能、优化建造成本, 最大限度地降低技术风险。

本白皮书汇集了业内各领域的思想领袖 (包含设施设计、建造、系统整合、检验、保险、设施管理软件和智能建筑技术等), 共同讨论值得推荐的前进道路。在内容中将介绍包括能为利益相关者带来的切实利益以及能取得成功的证据。

## 目录

引言.....	3
智能技术助力实现智能目标.....	4
传统的设计建造流程忽略了设施管理成果 .....	5
寻求设施管理 2.0 的行业.....	6
助力利益相关者获得成功的新业务模型 .....	7
设计公司 .....	8
工程承包商.....	9
系统集成商.....	10
技术供应商.....	11
施工检验公司 .....	12
保险公司 .....	13
用于实现设施管理成果的全新协作范式 .....	14
用户案例研讨会.....	14
尽早投入详细的设计.....	15
数字化设计的应力测试 .....	17
目标明确的价值工程.....	19
为所有利益相关者建立一种新的思维模式 .....	21
结论.....	22
资源.....	23

## 引言

“众所周知，许多建筑未能发挥其全部潜力，不过这一问题可以透过数字化转型迎刃而解。就数字化转型业务案例的构建而言，需重点关注组织设施管理的目标，确定设定的目标是否能提升用户满意度，减少投诉，增加系统弹性、舒适度、空气质量或能效。除了硬性的商业效益，软福利（如改善员工的健康和福祉、招聘以及留任）也至关重要。”

——奥雅纳，“设施管理 2.0：重构数字时代的设施管理”<sup>1</sup>

奥雅纳的设施管理 2.0 报告阐明了一个愿景，即设施管理团队能为当下及未来快速变化的设施需求提供帮助。从商业性、工业性和任务关键性来看，该报告的见解与施耐德电气提出的“未来的楼宇”（即打造具备可持续性、强韧性、超高效并以人为本的建筑）十分契合。

然而，我们认为，对于大多数全球化组织，奥雅纳提及的“软福利”现已是硬资产。设施不再只是结构体中的一部分，而是用户成功的主要因素，并能对环境产生重大影响。

同时，针对设施、设施所有者及运营者展开的审查，也越来越严格。在吸引投资者、租户和员工方面，设施在各方面的性能发挥的作用越来越大。投资者在评估环境、社会和公司治理（ESG）时，通常也会考虑设施在各个方面的性能。多数公司都希望其工作场所能拥有 WELL 健康建筑标准，从而证明该办公室能为员工提供健康、高效和愉快的办公体验。<sup>2</sup>

在政府排放法规和保护性股价的双重压力下，许多企业不得不宣布其“净零”目标，而其中可持续发展（包括绿色融资和绿色建筑）在机构评估中的占比越来越高。因此，绿色建筑认证在全球范围内广受欢迎。部分标准甚至已超出设计和施工的范畴，而是更进一步包含了运营期间的可持续运维承诺。

例如，澳大利亚国家建筑环境评级系统（NABERS）旨在填补“办公楼设计能效和实际使用能效之间的差距，让投资者和住户能够了解到，他们所拥有和使用的设施是否符合其应对气候变化的目标。”<sup>3</sup>在澳大利亚，“所有面积达 2000 平方米以上的新房，以及处于待售或待出租状态的所有房屋”均需接受 NABERS 的评级。

不难想象，其他国家也将开始出台类似的运营绩效监管规定，而这些监管规定将会影响资产价值。为保护品牌声誉，投资者应避免其设施因未遵循基本的标准而成为搁浅资产。

<sup>1</sup> “设施管理 2.0：重构数字时代的设施管理”，奥雅纳

<sup>2</sup> WELL 健康建筑研究院（IWBI）

<sup>3</sup> “英国发布 NABERS 标准”，英国建筑研究院集团

最后，设施生命周期内的运营和维护成本也被视为参考指标之一。

如需实现上述的不同成果，就需要更好地了解设施性能及存在的问题。

同时，还应当以简化、定制化并具备可操作性的方式帮助每位设施管理用户（维修技术人员、设施工程师、设施管理人员和能源管理人员）获取、管理和呈现这些信息。

### 智能技术助力实现智能目标

*“到2025年，数据分析将成为解决成本和性能问题的关键。”*

**——世邦魏理仕**

对于建筑投资者、业主及运营商而言，他们的最终目标是实现范围更大的运营成果，而设施管理团队应当为此提供相应的支持。因此，这些期望可能会以新的服务交付要求（如根据状况进行维修）的形式，写进设施管理合同中。

然而，无论设施管理服务是由公司内部负责还是外包管理，设施管理团队的资源都是有限的，并且还在不断缩减。业内的人员流动率很高，而随着专业人士陆续跳槽到其他公司或退休，企业组织和行业市场积淀的专业知识正在不断流失，进而导致从业人员数量减少，经验欠缺，但在此基础上从业人员却需要肩负更多责任，在确保降低成本的同时，实现相同甚至更大的价值。

面对这一现实环境，需要借助最新的数字建筑技术来优化设施管理服务模式。每个设施的设计和建造都包括了完整的机械和电气基础设施。然而，尽管数字基础设施如此重要，人们仍经常忽视这一点。数字化是利用互联互通的仪表、传感器、服务器、控制器和其他设备，与机电系统共同构建成为“智能”层。这些设备会与基于站点或云托管技术的软件、移动设备和分析驱动的专家服务持续共享数据。



数字化解决方案包括计算机辅助设施管理 (CAFM: 资产、维护等)、楼宇管理系统 (BMS)、能源和电力管理系统 (EPMS)、空间管理、微电网管理、安全/访问等。这些方案可提供具备可见性、警报功能和可操作性的深度见解, 从而简化设施管理工作流程以节省时间, 借由缩短响应时间以提高弹性, 通过状况反馈进行维护以降低成本, 改善消防, 加强工作场所安全性, 优化能源效率和可持续性, 提升后疫情时代的设施使用灵活度, 并通过信息服务、个性化服务以及与设施管理团队的沟通, 提供更好的入住体验。

### 传统的设计建造流程忽略了设施管理成果

*“工程和建筑行业一直犹豫不决是否要完全接受最新技术带来的发展机遇, 该行业的未来能否取得成功, 在很大程度上取决于所有利益相关者之间的有效合作。”*

——世界经济论坛<sup>4</sup>

所有利益相关者在设施生命周期内所面临的挑战, 是要确保所需的数字基础设施拥有详细的规范及良好的设计, 并将其集成到最终的建筑当中, 从而为设施管理团队交付能够实现其目标成果的工具。上述的各项激励政策将敦促组织和设施管理服务朝这个新方向发展, 而设施设计也需要为此早做准备。

*“当利益一致并以明确的结果为目标时, 项目更有可能按进度进行并符合目标成本。【建筑】行业必须摆脱互相敌对的承包环境 (许多建筑项目都有这个问题), 转向注重协作和解决问题的体系发展。”*

——**麦肯锡全球研究院**

然而不幸的是, 目前大多数建筑项目还未能做到这一点。我们认为, 出现这种状况的原因有很多。

1. 通常来说, 利益相关者并未充分了解设施管理。即使是在楼宇所有者/投资者的组织内部, 财务管理层也可能无法充分认识到设施管理团队在管理楼宇性能时采用不当工具所产生的影响。尽管数字系统可以协助其目标的达成, 但他们往往不理解数字工具, 或者也可能忽视了数字工具, 抑或是将其安排在更加明确和直接的议题之后。
2. 由于预算各自独立, 导致如果设施管理的预算中不包含能源成本, 那么设施管理团队可能就缺乏动力去采用更好的工具来帮助管理能源。因此, 在开始设计设施时, 就可能不去采用管理所需的数字技术。
3. 设计中包含了数字系统, 但由于项目的成本和进度压力, 导致数字系统可能会被缩减甚至完全移除。

因此, 所有利益相关者都需要接受更多的引导、并由此达成合作与理解。

<sup>4</sup> “塑造建筑业未来: 思维和技术突破”, 世界经济论坛, 2016年

本白皮书旨在讨论并对行业未来发展提出建议，以确保楼宇所有者、投资者和设施管理团队能够拥有满足其设施和使用者的各项新需求所需的数字工具。本白皮书将涵盖以下主题：

- 1. 寻求设施管理 2.0 的行业。** 不断发展的标准和指南将如何涵盖诸多设施管理新挑战。
- 2. 助力利益相关者获得成功的新业务模型。** 讨论在建筑价值链中各利益相关者群体所面临的挑战，以及采用协作性更高的方法所带来的切实利益。
- 3. 实现设施管理成果的新合作范式。** 推荐一组新的最佳实践，以便协助全球各类规模的参与者向前推进，助力实现设施管理 2.0 愿景。

## 寻求设施管理 2.0 的行业

建筑物的相关法规如今主要的关注点仍是在于安全性、无障碍性、防火性和结构保护。然而，设施所有者现在却越来越关注其物业资产的可持续性、运营效率、弹性和健康。为了满足这些需求，建筑设计需要超越现行标准。

近年来，行业已经引入了许多的标准及指南，以解决这些领域中的部分问题。部分较新的标准可以直接满足当前设施管理的应用需求。其中，许多的标准均做出规定，应当主动并持续地监测设施的各种能源和环境参数。数字工具的使用在满足标准的同时，还能够减少对设施管理人员的影响。请参见表 1。

**表 1.**  
智能建筑技术精选  
标准和指南

标准	描述
ISO 50001	为组织提供国际认可的能源管理体系认证 (EnMS) 实施框架。 <sup>5</sup>
电气和能源示范标准	包括《国际节能规范》(新建筑的最低效率标准)、美国供暖、制冷和空调工程师学会标准 90-1 (节能设计的最低要求)，和 IEC 60364-8-1 (低压电气安装，能效)。
绿色建筑评级和认证标准	包括国际标准 (美国绿色建筑委员会如领先能源与环境设计 (LEED) 和英国建筑研究院绿色建筑评估体系 (BREEAM)) 和国家标准 (如澳大利亚 NABERS、新加坡建设局绿色建筑标志、日本建筑物综合环境性能评价体系 (CASBEE)、阿布扎比珍珠等级评定系统和南非绿色之星认证)。 <sup>6</sup>
WELL 健康建筑标准	衡量会影响住户健康情况的因素 (如空气、水、光线、舒适度等)。正在加速采纳该等标准。 <sup>7</sup>
ISO 55001, ISO 41001	“这些标准为组织奠定了高效的设施管理、资产管理和服务的基础，并为之提供框架” <sup>8</sup> 此外，该标准还强调了利益相关者协同参与的重要性。
WiredScore 的 SmartScore 认证	这项标准决定了建筑的“数字化”程度，以及需纳入考虑范围的技术相关用户案例。

<sup>5</sup> “什么是 ISO 50001? ”，更佳建筑倡议，美国能源部

<sup>6</sup> “绿色建筑标准和认证系统”，《整体建筑设计指南》，2019 年

<sup>7</sup> “WELL 树立了让人类更健康、让建筑更优化的重大全球里程碑”，IWBI，2020 年

<sup>8</sup> “ISO 55001 和 ISO 41001 携手共进……”，ISO，2018 年

随着各国政府更加关注气候变化的应对举措并履行国际承诺，许多行业标准可能演变为法律硬性标准。即使是现在，具有可持续性、高效和健康的设施及业务，会为企业带来财务和公众形象上的利益，进而推动建筑投资者、所有者和运营者采用该级别的标准。

“特别是在工业区、办公园区、购物中心、机场或海港等大型场所，物联网的使用能够促使能源、空间管理和建筑维护成本降低30%。”

——高德纳研究副总裁 Bettina Tratz-Ryan

然而，大多数的标准并未阐明设施智能化所需的确切技术和系统架构。因此，设施所有者和设施管理团队需要获得设计顾问和技术供应商的支持。为了将所需的数字工具和支持系统架构纳入项目的投资支出，应当在最初的设计阶段便对此进行咨询。

相较于后续在运营成本阶段时才通过改造项目去添加这些技术，不如在资本支出阶段就开始设计和实施数字解决方案，如此效益能够更高，操作风险则会降低。

此外，建筑承包商通常会将过于复杂和昂贵的解决方案视为一种风险，因此，避免“过度设计”也很重要。过度设计可能会增加项目成本，又或是鼓励通过价值工程减少部分设计。因此，为了充分满足当前的用户案例，应提前制定智能建筑系统，并且系统应当具备可扩展性和开放性，以适应用户案例的发展。

除了这些标准，还需考虑代际变化。透过展示新技术和创新应用，吸引自幼便熟悉信息技术的千禧一代，这对于楼宇所有者和租户来说很重要。智能建筑技术正迅速成为设施管理团队和建筑住户的基本期望。

## 助力利益相关者 获得成功的新业务模型

正如引言部分的总结，本设施管理 2.0 白皮书阐明了智能建筑能为建筑投资者/所有者和设施管理团队带来的益处。然而，要实现新的设施管理成果，就不能继续采用传统方式来为新设施设定、设计、建造和运营智能建筑技术。

对任何企业来说，改变都是困难且具有颠覆性的。然而，我们相信，基于合作的新工作模式将为所有建筑利益相关者带来重要的商业和财务利益。

本白皮书的各小节都讨论了每个群体所面临的挑战，以及该新工作模式在推行后有望获得的回报。

## 柏悦酒店，彰显智能建筑的高雅精致

对于落地新西兰的第一个项目，富华国际集团希望在奥克兰建造一家代表“国际最佳实践”的酒店。为此，酒店需具备高水平的先进技术和自动化能力，以便协助实现特定的设施管理成果，这包括高效建筑、能源管理，同时还要加强客户体验。

为了确保交付所需的基础设施，酒店聘请了 Caspiral Engineering 担任设计顾问和主系统集成商。Caspiral 与开发商、设计公司、主承包商和技术供应商合作，持续推进项目发展。从设计到价值工程、施工、集成和调试，全面协助优化设计、降低风险，并时刻确保项目进度和预算把控。

## 设计公司

*“在建筑资产的整个生命周期中，设计公司需要持续去了解信息和业务成果间的联系。我们要和客户产生共同语言，以智能化目标去确定特定的设施管理目标，并根据目标推荐相应的技术。此外，需注意，系统越多意味着设施管理团队的操作越复杂；另外很重要的一点是，应当确保解决方案是开放式的，才可以实现数据共享和统一，从而简化任务。例如，在理想情况下，当电力管理系统的热传感器发出报警，提示有火灾风险时，设施管理系统就应当对应生成工作指令。”*

——**奥雅纳 Conor Cooney**

建筑师和设计师的设计应当始终符合当前的规范和标准。但是，若要实现设施管理团队需要的新成果，则需要采用一些高于当前规定要求的技术。此外，客户通常并不知道需要什么样的技术解决方案。设计公司便可借此机会为建筑所有者提供相关信息。

市场上充斥着海量可用的数字技术，这是一大挑战。目前，仍未有相关法规或标准，可为数字系统设计提供蓝图。在这种情况下，要想选择最佳集成解决方案以满足特定的预期设施管理结果，非常具有挑战性。

因此，就必需要加强所有利益相关者之间的协作，从而改变确定项目要求的方式：

1. 设施管理人员通常不会参与建筑设计。因此，设计师需要主动接触建筑的最终用户，才能更深刻地理解用户需求。应当了解的信息包括确定负责使用和处理数据的人员、每位用户需要什么级别的详细信息（例如，资产管理人、房东和设施管理团队），以及数据的呈列方式（例如，KPI 仪表盘）。随后，这些最终用户仍应持续参与其中，审查所需成果的实现方式，并在必要时提供反馈意见以完善设计。
2. 设计公司还应与技术供应商合作，以保证数字解决方案能够满足设施管理的需求。从而在建筑设计阶段便确定更精确和完整的数字系统，进而在项目评估和施工阶段获得更好的结果，并减少返工。
3. 设计公司还应与关键承包商和系统集成商合作，了解集成、兼容性、测试和配置方面的信息，以便进一步降低技术风险。

这些扩展措施产生的价值包括：

- **提升客户满意度：**该方案将帮助楼宇所有者和设施管理团队按时、按预算实现精确成果，提升业界同仁间的口碑推广。
- **竞争优势：**设计公司处于未来智能建筑设计行业的领先地位，这将有助于填补销售漏斗，实现营收最大化。

- **新商业机会：**设计阶段结束后，设计公司可继续参与项目，对施工和集成阶段的实施进行监督，以保证设计的落实。客户会很支持设计公司的这种监督，因为这能确保楼宇完工的同时建成所需的数字系统。

*“许多咨询公司已将其服务商品化，并力争使其设计风险更小，成本最小化。然而，此举限制了创新。切记，虽然设计和建造一栋楼宇只需要两年的时间，但这栋建筑往往要运行 50 年甚至更久。因此，设计师应当尽早与客户沟通，制定运营目标，讨论预算限制，并合力以适当的价格提供最佳价值。”*

——Dominic Lauten, Caspiral Engineering

## 工程承包商

通常，机械、电气和管道（MEP）承包商就是客户预算的控制人。在标准的承包商投标过程中，承包商会提出节约成本的建议。这种“价值工程”的流程，通常会由综合项目交付协调员执行，其主要关注点在于是否符合时间和成本目标。

在评估项目成本时，工料测量师通常会采取孤立的“筒仓式”方法。该分析法不会考虑跨类别实现的成本节约。例如，有些时候硬件技术的投资，可以透过集成商节约的安装和配置时间实现部分或全部抵消。而与解决方案提供商的合作，可以识别出这类节约，并进一步采取更全面的方案。

传统的价值工程存在着施工与经营价值脱节的风险。这就如同建筑中的砖块，当工程分割出了太多基本要素，最终会导致原始设计中的重点内容受到影响，例如数字系统的完整性和实用性。

要解决这一问题应注重以下方面：

1. 与客户尽早进行沟通并将业主项目要求（OPR）纳入设计考虑
2. 提前制定一个更全面，更详尽的数字系统设计，从而明确不同的变化会如何影响用户案例所要求的能力。
3. 利用设施管理用户案例的需求来指导价值工程流程。

为了有效落实这一解决方案，承包商应直接与设计师、技术供应商、系统集成商和终端用户设施管理团队进行沟通，以有效执行该解决方案并将其融入价值工程流程。此举将促使：

- 符合数字系统意图的智能成本优化。
- 减少设计返工，进而降低技术和项目延期的风险。
- 为楼宇所有者提供最高价值，这将反向推动承包公司成为市场上的成功创新者。

## 租户推动高端大楼的智能计量需求

在亚特兰大市区一个高层商业楼宇绿地项目的设计阶段，该商业楼宇的最大公司租户向大楼所有者提出要求，希望单独计量其租用空间的能源使用情况。精确的分表计量将有助于租户实现可持续目标，最大限度地减少其全球碳足迹。同时，还将协助租户和建筑物所有者获得 LEED 积分。为此，工程师联系了 Faith Technologies（该项目的电气承包商，在“互联建筑”解决方案方面具备深厚的专业知识），以协助其制定设施层面的计量和计费解决方案。

获选的施耐德电气将利用专业技术，在进线口、紧急备用发电机、每层楼的母线和支路处计量能源和电能质量，从而区分租户空间（办公室和零售）与各共享公共区域（如电梯、照明、制冷、安保、停车场（包括电动车充电）等）的能源使用情况。 Faith Technologies 与所有利益相关者紧密合作，以最优的成本设计协助楼宇所有者和租户实现预期效果，并将负责安装、调试、设施管理团队培训，并配合集成和调试工作。

## 系统集成商

*“无论是从能源效率，运行中断预防，设备寿命延长，还是成本效益提升方面，客户都希望能在其中看到智能系统的贡献。为了确保满足客户需求，系统集成商应与总承包商及其他工程团队合作，与客户展开沟通。如存在主系统集成商，在访问所有者时，需将其视为总承包商 (GC) 团队的一部分。如规划无误，团队的紧密合作将助力优化成本，例如，在不同系统之间共享传感器。”*

——**Matt Zabel, Faith Technologies**

系统集成商 (SI) 很了解智能建筑技术的电气和机械系统。这包括其兼容性、集成性、配置和测试要求等方面。

系统集成商公司通常是负责在最后将建筑项目集成到一起、而这也是最关键的一步。若因为缺乏详尽的设计或因价值工程仅基于成本考虑而导致不兼容，那么在项目的最后阶段，集成商将首当其冲受到影响。这将促使一切置于风险之中，而所有利益相关者也会因此受到负面影响。

若设计未能提供足够详尽的工作范围，会导致系统集成商需要在没有充分风险准备的情况下做出许多假设，进而造成其在投标过程中可能无法为集成工作提供精确报价。

因此，尽早让系统集成商参与设计，能够及早降低风险、减少返工和延误。此外，与设计师、承包商和最终用户合作将有助于确保：

- 制定足以实现客户所需成果的详尽最终集成解决方案。
- 所有利益相关者都有明确的竞标范围，从而消除假设。
- 及早发现设计问题，从而减少返工，避免在最后关头进行工程更改。通常，返工占建筑成本的 30%，如果能解决这个痛点，将大幅降低项目成本和风险。
- 在与设计公司和总承包商协作的过程中，系统集成商树立了全心全意为客户服务，以实现其期望成果的形象。这将助力系统集成商与其他公司和机构相比形成优势，从而赢得更多业务。

*“在设计和建造智能建筑时，不仅电气和机械设计师需要互相配合，其他专家也需紧密合作，从而优化设计，避免重复，以达成更好的结果，并以几乎与传统建筑相同的价格实现数字化和集成化。”*

——**Dominic Lauten, Caspiral Engineering**

## 布朗大学整合楼宇自动化系统 (BAS) 和综合工作场所管理系统 (IWMS)，以节约成本，提升设施管理效率

在研究和教育创新方面，布朗大学是常青藤联盟中的佼佼者，其校园由 228 栋建筑组成。该大学的设施管理组织使用楼宇自动化系统来监控、管理和服务数千个暖通空调系统控制器、供暖、热水和其他机械设备的现场控制器。

楼宇自动化系统已与 Planon Universe 的综合工作场所管理系统集成为工作平台。该平台能非常可靠地自动记录每个 BAS 警报，并创建移动服务订单，现每月会生成超过 4000 个订单。在实行系统集成后，不仅大幅改善了设施管理工作流，还取消了手动订单生成，每年估计可因此节约 38,000 美元。<sup>9</sup>

## 技术供应商

*“所有设计和施工利益相关者都需了解，维护建筑的数字化基础设施元素能够保证设施管理团队准确获取所需的可操作信息，以支持建筑在整个生命周期内实现高效、可持续运营。互联互通的传感器、应用程序和咨询服务也是提升弹性和用户体验的关键。如果提前规划好建筑、电力和设施管理服务基础设施并将其集成应用，那么这些基础设施不仅不会给建筑的设计和建设带来巨大的成本压力，反而会减少维修、能源和设备成本，为楼宇所有者和运营商带来持续的巨额投资回报。”*

——施耐德电气 Mathew Losey

为了获得想要的成果，设施管理团队需要充分运用各种数字工具，将智能建筑运营技术与建筑服务应用程序（包括智能建筑管理和电力管理系统）相集成。这样的统一平台可以有效、全面地管理运营成本，提升可持续性、弹性和工作场所体验。

各技术供应商都应深入了解其数字技术和咨询服务的功能及应用，把握安装和集成应用的条件。

为确保建筑项目包含了所需技术，技术供应商需要与楼宇所有者/投资者、设施管理团队和选定的设计公司展开深入的沟通交流。

这样一来，每位解决方案提供商才能够：

- 更好地了解楼宇所有者和设施管理团队的要求，从而帮助供应商明确招标书 (RFP) 中的智能建筑要素，确保最终用户能够得到支持其实现预期成果的数字工具。
- 明确额外目标并提出解决方案，例如通过简单实惠的方法提升智能建筑元素的规格，将楼宇的 LEED 认证从金级提升到白金级。
- 协助设计师制定更加详尽、清晰且完整的智能建筑最终技术规范，从而助力承包商优化价值工程，减少集成商返工量。

<sup>9</sup> “布朗大学：楼宇自动化系统和 Planon 系统的集成简化了工作订单流程并实现了流程自动化”，Planon

## 宾夕法尼亚大学卫生系统 (Penn Medicine) 愿景：以物联网赋能未来医院

施耐德电气正在与 PennFIRST 团队合作，为宾夕法尼亚大学卫生系统 (Penn Medicine) 设计并建造一个最先进的展览馆，该展馆的电力和楼宇管理系统将采用智能建筑技术。面向医疗行业的 EcoStruxure 解决方案 (EcoStruxure™ for Healthcare) 将在未来很长一段时期内，协助 Penn Medicine 降低成本、优化能源使用、提高员工效率。

施耐德电气担任其技术顾问已有两年，主要负责检查低压系统，树立技术供应商范例，并举办用户研讨会。此外，施耐德电气还与设计公司、承包商和 Penn Med 团队合作成立了一个低压集成实验室，并在此针对技术和系统集成进行“压力测试”，以帮助 Penn Med 进行抉择。通过医院基础设施核心系统之间的数据共享，消除设备和电缆的大量重复，这项工作作为整个低压系统预算节约了约 5% 的资本支出。未来，施耐德电气将继续与 PennFIRST 团队合作，配置和评估低压系统及用户案例。这些系统和用户案例会支撑其在病房中透过技术实现对于临床医疗和患者的价值。

“智能系统为生命周期运营成本提供了可量化的价值。价值工程可能会节省建设成本，但智能系统以外的工程则会以一种非同寻常的方式增加建筑的设施管理成本。在组织资源较少，没有足够的预算来雇用人手，却需要以人工进行计划性的维护检查和修理的情况下，智能集成建筑系统可以实现自动解读并提供专业建议，缓解人力短缺压力，设施管理团队无需派遣技术人员，便能了解所有设备的情况。该技术可轻而易举地获取完整的资产历史，从而在数据的指导下对维修或更换做出决策。工作效率会因此提高，设备的寿命也会延长，资本支出得到了更好的管理。”

——David Karpook, Planon

## 施工检验公司

“随着新规出台，我们可以预见，将会涌现很多增值检验服务，去针对建筑持续开展性做验证，确保建筑在运营阶段仍能够符合规范和标准。”在这种情况下，就需要数字基础设施，来实现从施工到建筑运营的信息共享无缝过渡。这类反馈回路机制可用于支撑保险需求，例如，通过配电板上的热监控传感器来确认火灾风险。这类服务可以超越监管规范，涵盖个性化要求，如连续进行电弧闪光研究以保障维修人员安全。目前，我们是一家致力于为智能建筑提供服务的数字检验公司。我们会持续回应监管所带来的压力，并拥抱数字化机遇，以更高效的方式为客户提供所需服务。”

——必维国际检验集团 Jacques Matillon

施工检验服务机构属于第三方验证实体。通常，它们主要会针对合规性，在设施建造阶段提供建议。主要会涉及与设施安全性相关的系统（如电气、消防等）。然而，对于有新建筑能效相关规范出台的地区，检验服务机构则需进一步检查设施中是否具备适合的计量和监测系统，监测的负荷是否无误，以及是否连接至数据采集系统。

当设计阶段使用了建筑信息建模 (BIM) 时，检验服务机构则会在施工前协助验证 BIM 模型。施工后，检查员会检查最终安装是否符合当初的设计规范。

数字化可提高检验服务机构的工作效率。数字化竣工认证则进一步帮助建立关联，确保模型与现实情况相符；分析软件通常是被用于评估 BIM 模型是否符合无障碍和火灾风险规定；增强现实工具则可将 BIM 模型投射到实际安装上，帮助检查建筑围护结构内的管道位置。

由检验服务机构负责执行的双重检查会与各设施价值链成员协作。服务机构对设计的影响往往有限，但在发现不合规的情况发生时，这些机构能够加速不合规情况的整改。施工后，服务机构会协助更新 BIM 模型，以确保设施的“数字孪生”准确无误。

“我们发现，健康楼宇的每平方英尺有效租金，比附近未经认证和注册的同类建筑高出 4.4 - 7.7%。”

——麻省理工学院房地产中心

在设施内配备数字化基础设施可以为检查服务提供多种益处和机会：

- 数字化系统可以让检查员更轻松地验证所有组件是否均已安装并正常运行。
- 数字化系统将使检索过往检查信息更容易，即使是多年前的检查记录也可作查询。
- 智能建筑数据或能预测处于运营中的系统。这将有助于验证楼宇是否正按照预期计划在持续运行，类似于数字孪生概念，可以帮助检查员协助客户管理风险。

## 保险公司

“安盛信利 (AXA XL) 为大约 600 到 700 万个站点提供保险服务。在过去，我们每年只能进行大约 8000 次的审核。为了填补这一缺口，我们开发了一个由物联网驱动的平台“数字风险工程师”，可以从世界各地建筑物的能源、暖通空调和其他系统中捕捉实时数据，帮助我们更好地评估客户风险，并支持我们为客户提供更相关、更具针对性的服务。反过来，我们的客户也将从实时风险管理中受益，帮助他们明确投资重点以降低风险。此外，安盛信利的“风险扫描”平台支持整个站点的产品组合，帮助客户大幅节约成本。我们的目标是实现持续性的风险评估，根据客户的风险状况提供定制‘点单’服务。”

——安盛信利 Maxime Ambourg

保险承保人将负责确保各种设施具备抵御风险的能力。在此过程中，他们会到现场进行审核，针对火灾等事件的保护和损失预估提供咨询。

更重要的是，保险公司会与客户合作，帮助他们降低风险状况。在担任这个角色时，他们经常会收到与建筑要求相关的合作邀请，共同针对项目的可保性提供具体指导。

我们相信保险公司会越来越多地使用设施运营数据来确定某个设施的风险状况，借此来设定或调整保险费率。智能基础设施的数据将通过以下方式帮助保险公司实现这一点：

- 服务于设施所有者/运营者的风险管理人员可能会因为他们只能基于有限的信息对设施进行风险评估而感到沮丧。而借助运营数据源对建筑进行审核则可以帮助保险承保人更好的进行风险评估。进一步说，客户在投保期间其风险一直处于变化中，而这些数据可以持续评估风险。

“预测性维护可以节省时间和金钱。随着物联网设备逐步实现对资产性能的持续监测，这一目标比以往任何时候都更容易达成。”

——Buildinas

主编 Janelle

Perry

- 设施数据支持风险咨询服务，可以帮助客户优化楼宇生命周期内的风险管理。
- 风险工程可以利用先进技术来增强客户运营安全，例如利用热监测来预防火灾。这或将帮助企业减少财产损失并降低保险费用。
- 在某些情况下，设施所有者/运营者会需要确凿的证据来证明他们没有过失，而持续记录的设施性能数据正是这类证据的理想来源。

对于设计师和承包商来说，理解风险管理数据如何能够为客户带来更优化的建筑保险配置，将变得越来越重要。设施投资者/所有者和运营者期望能够配备满足这一要求的数字基础设施，因此在设计阶段就应该同步咨询保险承保人，明确他们针对新设施设计和改造的智能系统要求。

## 用于实现设施管理成果的全新协作范式

前面的章节中介绍了要满足新的设施管理成果，需配备的数字化基础设施。然而，施耐德电气发现，虽然 90% 的设施管理人员都期望技术和互联系统能够改善运营，并提供更好的价值，但只有 17% 的设施管理人员拥有此类设施的管理技术。<sup>10</sup>

与行业思想领袖的讨论清楚地表明，成功交付必要的数字工具需要对设施管理用户案例拥有深入的了解，并在设计过程中以用户需求为中心。这一点只有对设施设计和建造方式进行重大变革才有可能实现。

我们所面临的挑战是要将不同的设施利益相关者聚集在一起，并采取更具协作性的方法。这一行为将有助于项目朝着共同的目标前进，并使设施的所有者和运营者、设计师、承包商、集成商、检查员和保险公司从中受益。

为了达成这种合作，本文作者在下文中说明了在开展任何新的智能建筑项目时应该考虑的一系列步骤。

### 用户案例研讨会

- 现今，设计公司通常认为设施所有者才是其客户，但实际上，其客户还应包括运营者（即设施的最终用户，包括设施管理团队）。
- 与项目利益相关者一同举办用户案例研讨会，重点讨论设施管理结果。利用商定结果来定义不同的用户旅程和体验。这类研讨会将有助于利益相关者互相理解，进而促使他们就项目范围达成一致。

<sup>10</sup> 白皮书——“智能建筑技术转型”，Planon

- 研讨会成员至少应包括：设计师、业主、项目管理人员、建筑师、工料测量师、专业技术顾问和技术供应商。根据项目的规模和复杂性，其他合作者可能包括系统集成商、总承包商（GC，即主要建筑商）、建筑服务承包商、专业调试工程师和设施管理人员（运营者）。
- 该合作团队将帮助：
  - 阐明招标文件中的智能建筑元素。
  - 揭示额外目标并提出有效解决方案。
  - 确保设施管理团队达成能够有效使用新数字工具的培训要求。
- 商定出的合作协议会包含预期的项目成果（例如“必须实现”与“期望达成”）和其他指标（例如预算限制、所需的文件水平、时间表、质量等）。这一过程可以帮助确定项目中的哪些方面可以分阶段或是推迟到后续进行。

## 尽早投入详细的设计

- 设计顾问应当了解不同的数字系统，例如能源和电力管理系统、楼宇管理系统等，以及每个系统集成而成的细节。为了达成更全面和深入的理解，研讨会成员中应包含技术专家。
- 即便是处于初步设计阶段，也应当尽早开始详细的设计讨论。
- 设计过程要仔细，并要能够解释“为什么”。这将确保用户案例结果始终清晰，并不断提醒项目人员：数字技术必须服务于最终目标。
- 向客户展示演示系统，突出技术能够支持的功能和结果。
- 设计人员应确保他们拥有所有必要的输入信息，以确定需要的数据内容（例如，能源、电力、暖通空调系统等）、谁需要使用这些数据（例如，维护、服务台、能源管理人员）、以及他们将如何使用这些数据。在初期阶段引入技术和系统整合专家来支持数字设计，可以帮助：
  - 确保数字化目标不会拖到最后一刻才实行，从而受到成本超支影响而导致大量的工程订单更改和“价值”工程。
  - 确保最终规范清晰完整。
- 在电气和机械系统方面富有经验的数字解决方案供应商，还可从数字层面提供优化的详细设计来帮助设计公司节省时间。这可能包括预先测试、经过验证的“参考”设计等，例如施耐德电气合作伙伴计划中提供的设计。具体可参考图 1 医院配备的智能基础设施示例。

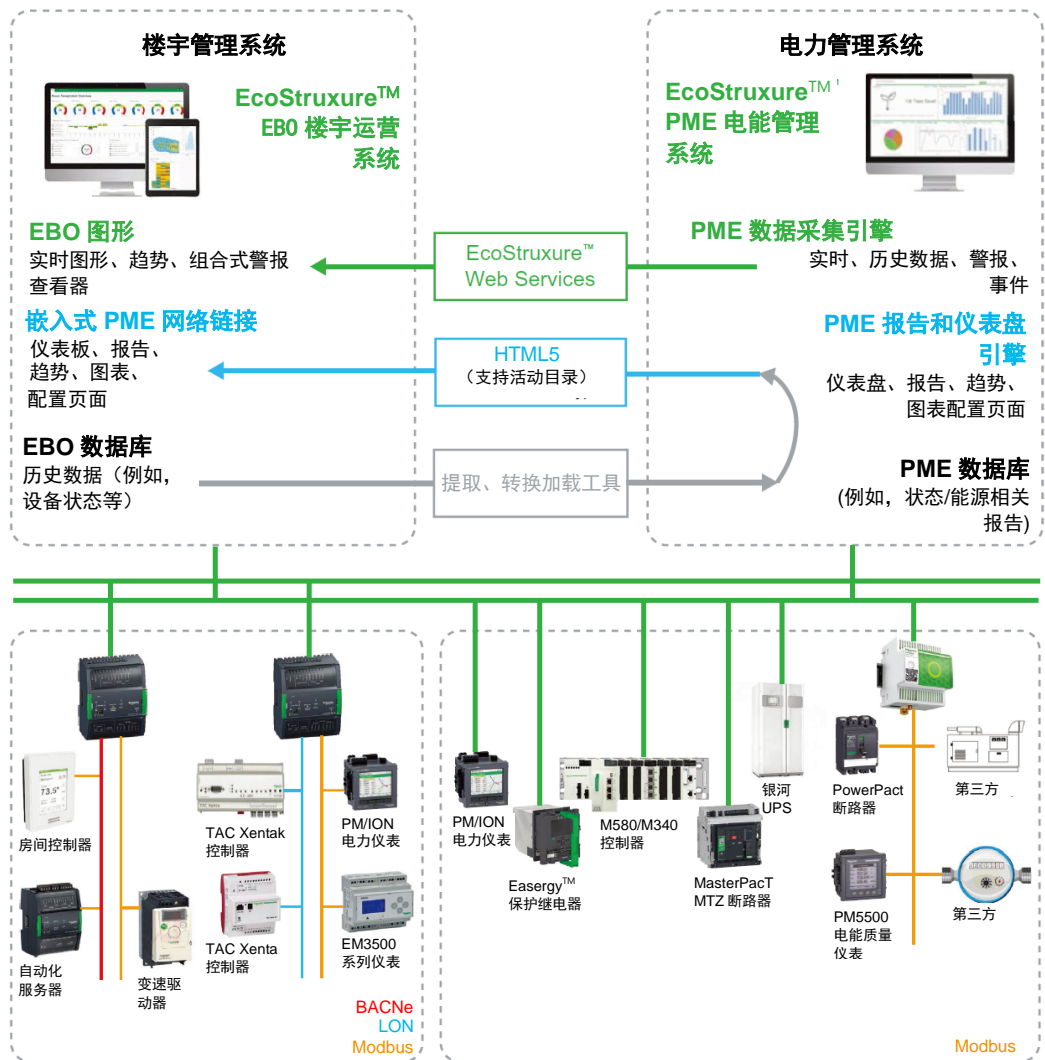


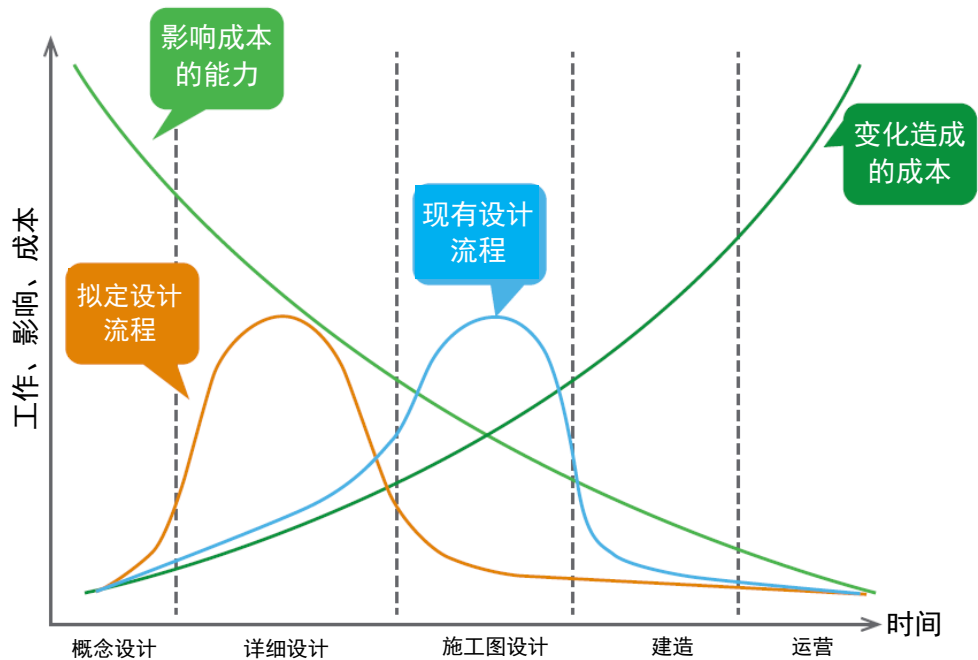
图 1  
经过预先设计、预先验证的医院智能架构示例。

- 如果设计公司使用了 BIM 应用程序，则建筑模型中会包含一个数字层，通过各方（包括运营期间的设施管理）使用的“数字孪生”模型进行准确的最终维护，如此能够帮助节省时间和金钱。
- 最后，更好的规范能够有效控制成本，并最大化的保留能力，促使风险降低。满足规范所带来的优势使得承包商可以进行成本竞争，见图 2。

图 2

尽早投入详细的设计对整个项目工作、影响和成本的作用

资料来源: Patrick McLeamy



## 数字化设计的应力测试

作为详细设计阶段的最后一部分，压力测试有助于验证拟定的设计方案是否能满足研讨会中确定的用户案例所提出的需求。它还有助于优化施工预算和建造时间进度。

建议使用能够模拟、测试和验证用户案例的实验室来进行压力测试。在此阶段应邀请所有利益相关者共同出谋划策，包括设计顾问、技术专家、集成商、总承包商，以及最重要的楼宇所有者及其使用者（例如，设施管理人员）。

这样的合作能够通过不同的视角来验证设计合理性及其预期功能。这一过程能够聚焦客户需求，确保智能建筑工具会按照最终用户的要求及预期执行到位。在这个阶段，总承包商的早期参与至关重要。因为他们是建筑方面的专家，可以对项目的可建造性进行验证。

压力测试可为各个利益相关者提供五大益处：

1. **创造一个有形的、真实的运营场景。** 实验室将生成代表用户工作流程、界面和报告（例如，能源管理关键绩效指标、租户分账等）的物理和视觉组件模型，以执行客户的审查和批准。此外，在定义和测试用户个性化需求的同时，将会识别并解决关于硬件、通信、软件和系统集成及互操作性方面的问题。此时应特别注意非典型的用户案例，因为其物联网或数字操作方面可能会超出“常态”。

2. **揭示差距和潜在问题。**压力测试除了能够揭示遗漏部分或计算错误，还有助于避免引入可能会在集成或功能等方面造成意外的元素。整合的解决方案与传统的孤岛式系统有所不同，其重点是要充分理解提出的所有要求，确保这一部分工作在价值工程阶段不会被牺牲掉。而预先验证数字设计方案相比在建造和调试阶段才让各方花费额外时间来临时“灭火”要有效得多。
3. **寻找面向未来的机会。**寻找功能方面的机会，能为楼宇的未来智能基础设施扩展做好准备。通过提前规划可扩展性，在未来的升级过程中可最大程度地减少中断并降低成本。例如，通过为额外的计量点预先布线，可以使设备在不断电的情况下进行安装和配置。如在初始施工过程中就进行这一步，其所花费的成本会比后期改造低三到四倍。
4. **优化成本和预算。**完成上述步骤将有助于完善数字设计的所有关键要素，其中包括对预算的评估。总承包商的采购和定价经验将有效提高估算的准确性，而与设计师、客户、技术供应商和集成商的合作能帮助项目发现节约成本的空间。通过这种切实可行的方式，可以减少组件的需求、并对方案整合或配置成本方面进行创新。实行优化的目的应该是尽可能以最直接的方式交付项目，同时达成各项的复杂目标。换言之，这能够有效简化施工期间的交付（有助于获得建筑商对愿景的认同）同时简化楼宇运营（确保设施管理团队能够正确使用智能基础设施）。

一些优化示例包括：

- 当系统能够共享来自同一采集系统的数据时，就可以避免机械和电气系统进行重复的计量和网络通信。
- 选定的能源和电力管理系统（EPMS）及楼宇管理系统（BMS）应为设备通信连接提供开箱即用功能，并支持所有相关数据类型。这将简化网络层面的整合和用户界面的数据整合（参见图 1 示例）。
- 按照测量负载类型组织电路，减少电气承包商的复杂性、进而降低时间消耗和成本。通过更高层次的计量来减少所需的子电表数量，进而减少电缆桥架和相关的桥架布线数量，简化通信系统设计。
- 通过 IP 通信和软件层面的整合来减少布线。
- 确保所选择的数字解决方案可以与其他系统（例如暖通空调系统、照明、安全、消防、边缘数据中心）整合。

*注意：这项工作还应该确定设计中不可协商的设计组件，以及在价值工程阶段可能有助于提升成本效率或交付效率的灵活（即可能被替换的）部件。*

- 5. 降低风险。**数字架构在施工阶段发生大变化这一情况很常见。然而，如果针对所需的用户案例对数字设计进行压力测试，将有助于优化成本，并验证结果是否可以在预算范围内实现。而设计文件的内容则会更加详细，从而减少对机械、电气和管道分包公司的解释需求。由于压力测试已经证实了所需技术可用并经过充分验证，因此承包商没有理由在招标阶段增加高额溢价来降低与技术相关的风险。总体而言，风险缓冲能为所有参与方带来收益。由于商定的工作和预算得到明确，并且不可预见/意外的问题（例如范围或设计差距、期望偏差等）所造成的花费和时间消耗相比会更少，因此利润率能够得到保证。

简单地说，对数字设计进行压力测试可以验证技术及集成的成效，充分提高效率，并有助于实现下一阶段，即目标明确的价值工程。它还有助于在施工阶段将用户成果放在首位，确保业主和设施管理团队获得符合他们期望的功能，同时依照规定的范围、时间和预算实现交付。关于压力测试的成功示例可参考本文中关于宾夕法尼亚大学卫生系统的故事。

## 目标明确的价值工程

在这个阶段，投标过程中将引入机械、电气和管道承包商。借助设计阶段压力测试的结果，现在可以在相同结果的情况下进一步节约成本，以更有针对性地实现价值工程。通过更加详细的设计和预算要求，并对不可协商及灵活的设计部件做出明确指导。此时，承包商会以“价值”维度而非技术能力维度展开竞争。

建议在价值工程阶段可以采用以下步骤：

- 促进学科之间的协作以发现节约成本的机会，例如：
  - 包括面板制造商和系统集成商等其他技术验证者，应该相互合作以帮助优化架构。
  - 让设计师和业主代表共同参与进来，确保即使项目交付发生任何变化，仍能满足所需的结果。
- 尽可能地优化设计以实现额外的成本节约。
- 选择可以同时提供安装、配置和长期支持的服务提供商。

在不同利益相关者群体的共同努力下，承包商交付的数字化和集成项目价格应该与传统设施价格相差不大。这种合作还有助于各方建立信任。更加详细的设计也将帮助承包商降低预算中的应急部分，并减少重复。

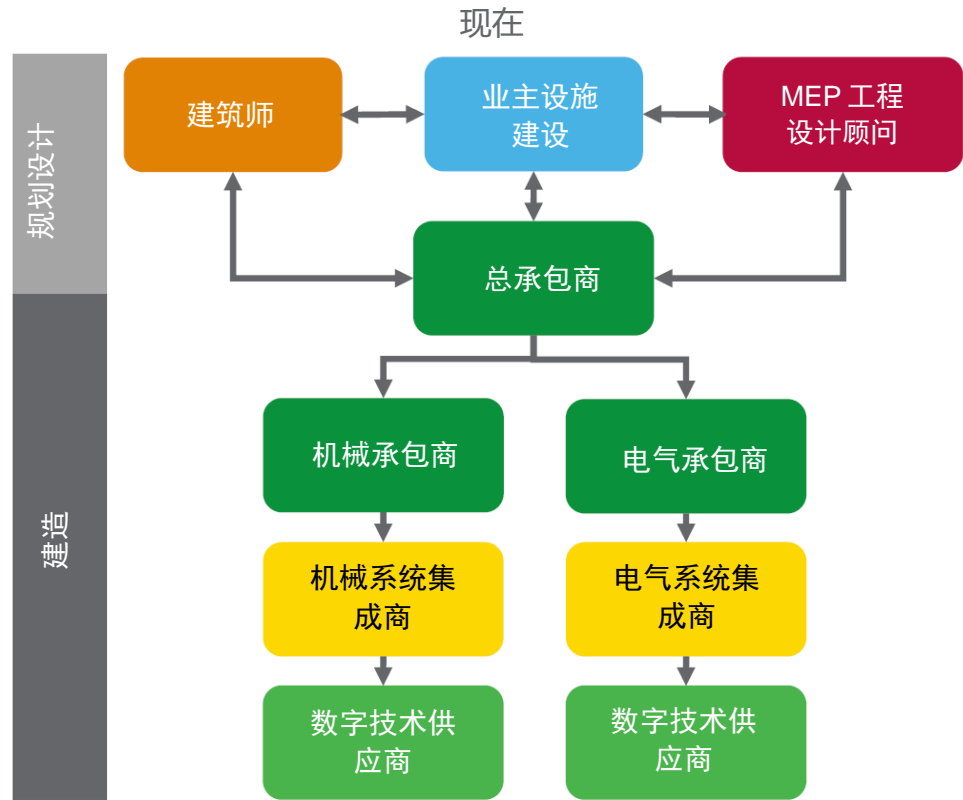
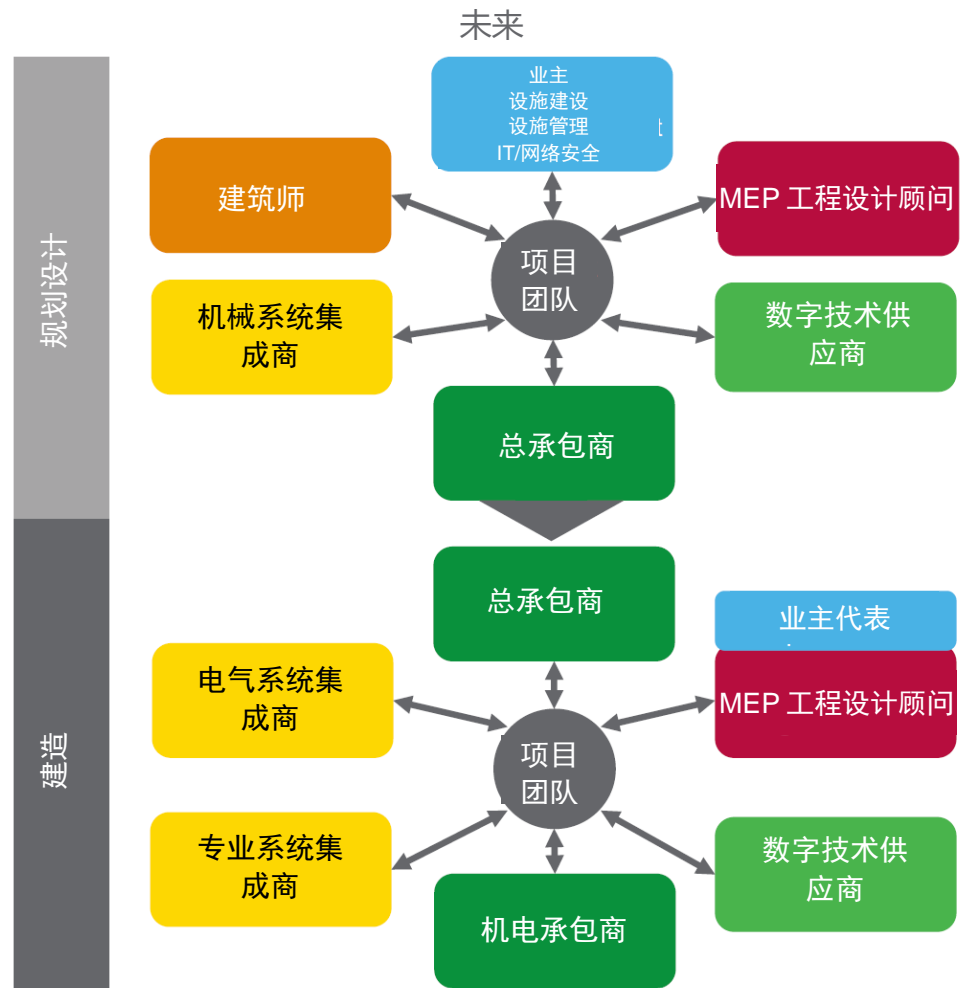


图 3  
智能建筑系统的设计建造过程对比 (现代 v.s. 未来)



## 智能建筑基础设施的设计能够帮助大型办公建筑项目获得 LEED 白金认证

一项位于美国东海岸的顶级多功能住宅和商业建筑项目中，包含了近 200 万平方英尺的办公空间。在为其最大的办公楼之一制定规范时，施耐德电气提出的综合设计流程中，囊括了建筑业主/开发商、站点运营设施管理团队、机械、电气和管道设计师（奥雅纳）、建筑师、LEED 顾问和总承包商。这次的密切合作最终产生了一项智能建筑基础设施规范，该规范符合设施管理用户案例并超越了可持续性目标的要求。尽管业主最初要求的项目目标是获得 LEED 金级认证，但拟定的设计方案把分数从 63 分提高到了 84 分，从而获得了 LEED 白金认证。

能够有效提高得分的关键领域包括：控制减少光污染、增强调试、能源性能、BMS 电池管理系统能源建模、需求响应时的控制、车辆到电网和“绿色车辆”的 BMS 电池管理系统，以及借助控制通风需求以改进室内空气质量的策略。

基于 EcoStruxure 平台与架构的智能建筑体系还将支持：可利用互联房间解决问题的灵活办公空间方案，基于应用程序的自动配置服务，帮助简化楼宇管理系统操作的设施管理，提供 KPI 指标以支持楼宇业主获得绿色认证，并协助其完成 ESG 报告。这些加强的智能基础设施并不会增加项目的支出，同时还可以通过提升效率和供应以获得更多 LEED 得分。

## 为所有利益相关者建立一种新的思维模式

与智能手机和智能汽车类似，设施基础设施的数字化已经变得越来越普遍，因此无论是在当下还是未来，都需要将其纳入考虑。楼宇业主和运营者正在根据现有的数字技术来规划他们的新要求。

对于那些还不够了解数字化基础设施价值的业主和运营者，设计、施工、检验、保险公司以及技术供应商应该共同推动客户将智能建筑技术变得“常态化”。他们需要认识到，互联互通的技术能为他们提供更多的资源、提升租户的满意度、并降低运营成本。

现有的规范只能满足过去的要求，而如今的设施管理团队需要数字解决方案才能既保持当前的成果，同时还具备适应未来要求的灵活性。用网络安全来进行类比：网络安全解决方案必须要能够解决当今的威胁，同时还要应对未来的威胁。

本文中所讨论的每个利益相关者的执行团队都需要转变其业务模式，以实现所需的新成果。他们需要以更加开放的心态进行合作，才能打破行业内的孤岛效应。这对于他们企业的生存和发展至关重要。

## 结论

### 新的设施管理成果需要数字化解决方案。

在设施的设计中融入数字化基础将帮助设施所有者和设施管理团队降低能源及维护成本，改善住户体验，并降低楼宇在整个运营周期内的风险。以简单的自定义格式呈现出来自确切地点的正确数据，能够帮助设施管理人员获取为采取有效行动所需的答案。

### 智能技术应当被采用。

在智能建筑技术发展的早期阶段，此类技术通常因其“炫酷”而被采用，但并没有被真正应用到商业成果中。在设计到施工的价值链里，存在对集成智能技术效益和风险的误解，并且往往无法理解该技术的实际价值其实在于能够改善成本控制。事实上，对于新技术的恐惧仍然经常存在，一些利益相关者会因为觉得技术投入过于困难而拒绝使用这些新技术。

### 设计建造过程需要改变。

现今的设计建造行业其流程及组织都需要有所改变，才能支持数字基础设施的建设以实现新的设施管理成果。行业需要从根本上转变思维方式，让所有设施利益相关者能够更早地进行紧密协作。利益相关者需要了解设施管理的成果和用户案例。这将为经过压力测试的数字设计提供更详细的信息，进而明确能够实现目标的价值工程。这种新的工作流程将促使智能建筑实现成本和时间的优化，并减少风险，从而实现所需的设施管理成果。对于楼宇所有者和经营者来说，在资本支出阶段集成数字解决方案比在之后改造这些功能，更具成本效益，且破坏性更小。

### 所有利益相关者都能从合作中获益。

从传统的孤岛模式转向合作模式，会促使各方都需要做出同等重要的贡献，这有助于实现利益共享。一份经过各方优化并具备详细计划的设计方案可以使项目按时、按预算的完成交付。以合理的价格交付一个更好、更能满足投资者、业主和租户需求的建筑。新建筑将成为一个展示平台，有助于业主和运营者向所有人宣传，他们在这个项目上与具有前瞻性的合作伙伴进行了合作。这将产生免费的口碑推广，并带来更多的智能建筑项目机会。

### 适应并取得成功。

最终，我们相信，随着智能建筑成为常态而不再只是个例，所有参与设计建造过程的专业人士都将不得不适应这种更具协作性的工作模式。优先开始进行这种转变的创新公司将更有可能取得成功，发展壮大，而那些拒绝这样做的公司可能会在行业中消亡。

## 资源

[报告：“设施管理 2.0：重构数字时代的设施管理”，奥雅纳](#)

[视频：面向医疗行业的 EcoStruxure：Penn Medicine 展馆，2019 年 9 月](#)

[“布朗大学：楼宇自动化系统与 Planon 的集成有助于实现工单流程的简化和自动化”，](#)

[Planon](#)

[施耐德电气——客户成功案例](#)

[白皮书：为面向未来的高能效绿色建筑设计电气系统](#)

[白皮书：建筑业的下一个常态，麦肯锡公司，2020 年 6 月](#)

[技术指南：施耐德电气，EcoStruxure 电力数字应用](#)

## 致谢

感谢所有为本白皮书中慷慨投入时间并参与协作的专家们。他们深厚的行业经验、广阔的视野和独具的专业知识对我们的提案发展至关重要。



## 关于作者

**Mathew Losey** 是施耐德电气的营销和发布经理。他拥有法国文学学士学位，并在堪萨斯大学完成国际研究并取得了堪萨斯大学的工商管理硕士学位，同时他还拥有法国克莱蒙费朗高等商业学院的管理学硕士学位。他参与了数字电力和能源管理解决方案的开发、营销和发布，并从 2012 年起在施耐德电气担任营销方面的职务。

**David Kidd** 于 2006 年 1 月加入施耐德电气。20 多年来，他一直致力于发展配电系统的数字物联网技术，并专注于推动这些技术在市场上的应用。他的目标是帮助设施管理团队实现安全高效地运营、维护并优化配电系统的能力，以此提高可用性、降低运营风险并支持可持续发展计划。

**Stacy Van Dolah-Evans** 于 2013 年 10 月加入施耐德电气。他负责通过学习和开发行业可用技术，来研发新的 GSA 和推动业务增长。他拥有工程背景，擅长 OT/IT 融合，并且熟知它是如何影响数字化智能建筑的机电设计和建造。

施耐德电气

©2021 年施耐德电气。保留所有权利。

998-21741656\_GMA