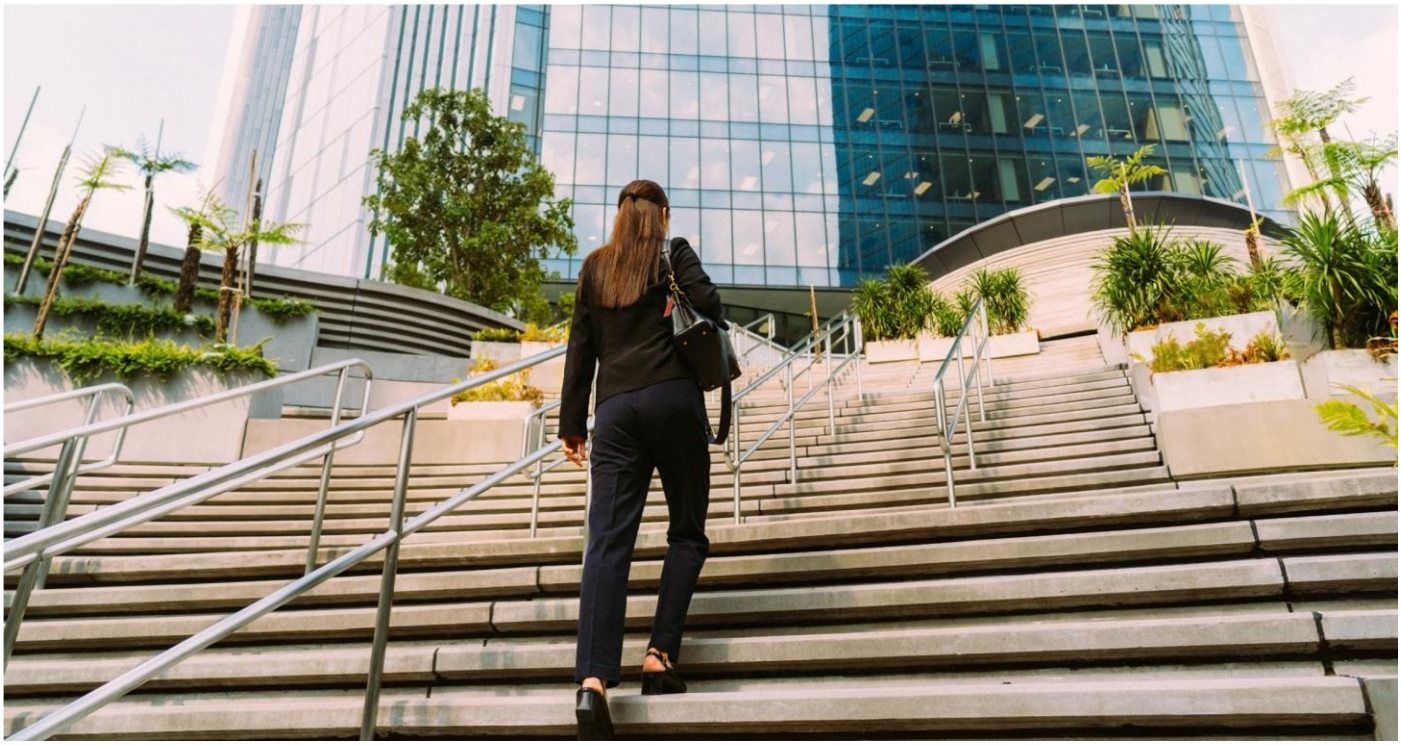
超越智能：

迈向**自主建筑**的未来

以人为本的自主建筑路线图，让建筑真正服务于人

siemens.com

SIEMENS



想象这样一个场景。你星期二上午 9:00 有一场会议，但你内心从容笃定 — 在你踏入建筑之前，建筑已预判并准备好你的一切需求。系统从你的日程中识别出你已预订 B 号会议室，将有 5 位同事与会。

会议室已自动将温度调节至适合 6 人的最佳水平，照明经过优化以减少眩光，声学系统也根据会议空间的规模与形式完成精准配置。当你接近办公楼时，建筑主动引导你前往你偏好的停车位，并在无需任何交互的情况下，顺畅完成身份识别与通行授权。

与此同时，建筑的预测算法正在实时分析即将到来的天气变化与人员使用数据。系统判断 12 分钟后云层将遮挡阳光，暖通空调系统随即提前降低制冷强度，避免自然采光减弱后、室内温度骤降带来的不适。

系统同时识别到，当日有 40% 的员工远程办公，建筑已自动下调低使用率楼层的能源负载，实现整体能效最优。

这并非对既有条件的被动响应，而是真正意义上的人工智能（AI）— 能够学习、预测并持续进行个性化决策。设施管理团队无需再疲于应对大量使用者投诉，也不必反复处理误报的安防告警。建筑 360 天全年无休、7 x 24 小时全天候自我监测，在问题影响到人员舒适度、生产力、安全或安保之前，便已完成识别、排序与处置。

例如，凌晨 3:00，系统检测到通风系统中有一处轻微压差异常。AI 智能体即刻与远程运维团队协同，完成诊断与校正，在问题演变成故障之前即已被消除。就在前一周，系统在非工作时段识别到入侵行为，则立即通知安保团队，并将关键信息同步至警方。更重要的是，系统会从每一次事件中持续学习，不断进化其判断能力与响应策略，主动规避未来风险。

而当场景从办公空间延伸至任务关键型环境，其价值则更为显著。比如，在医院手术室中，自主建筑系统不仅关注舒适与安全，更能精准维持温度、湿度与气压等关键参数 — 这些指标，往往关乎生死。

在生命科学实验室中，建筑 AI 能够确保环境条件始终稳定，避免温度波动对多年研究成果或数千万美元投资造成任何影响。

这些建筑不仅实现了安全、安防、能源与运维系统的深度融合，更与外部环境实时联动：与电网双向通信，在电价最优时储存可再生能源，智能管理电动车充电负载，协同支撑电力系统的整体稳定。

依托先进的 AI 算法，建筑能够实现持续自我修复、自我优化，从而降低运营成本，为业主创造长期价值，为设施管理团队简化工作流程，更重要的是，能够打造真正适应人类需求的空间环境 — 不再让人去适应建筑，而是让建筑主动服务于人。

愿景拆解：
何谓以人为本的
自主建筑？

你刚才所设想的建筑，不仅是智能的，更是自主的、以人为本的。

在西门子看来，以人为本，意味着技术能够学习个体偏好与行为模式，主动营造高度个性化的环境 — 从你偏好的温度设置，到最适合当前任务的照明条件 — 并在此过程中，最大限度减少使用者的手动干预。

自主建筑能够整合并处理来自多源的大规模数据，包括人员占用传感器、天气数据、能源电网信息，同时结合用户行为与系统运行状态的洞察，在建筑整体层面与个体用户层面持续学习、预测并动态调整，而无需设施管理团队的持续介入。

相比传统智能建筑，自主建筑在三个关键维度上实现了显著跃升：

- 系统集成深度
- 自动化程度
- 预测式个性化的能力

智能建筑通常依托专有的运营技术（OT）集成，实现对暖通空调、照明、消防、安防等多厂商系统的连接 — 这些 OT 系统构成了建筑物理基础设施运行的网络与控制体系，能够检测并预测异常情况，帮助定位“哪里出了问题、问题是什么、为何发生”。

而自主建筑则在此基础上，进一步将多厂商系统与外部数据流进行统一整合，例如天气预测、服务工单历史以及建筑自身持续监测的人员占用模式，并通过数字化智能体自动执行复杂工作流，例如：预测性维护部署、能源使用与交易优化、空间利用率优化、清洁服务协同以及跨系统的复杂联动响应。

关键技术基础架构 – **自主能力如何实现**

自主性并非源于单一技术，而是多项技术协同运作的结果：

- 建筑**自动化与运行控制系统**：
  提供关键的实时运行数据，并作为执行运行决策的核心手段。

- **物联网设备与传感器**：
  采集从温度、湿度、设备振动到人员占用水平等多维运行数据。

- **边缘连接与云平台：**
  在最合适的位置传输与处理数据 — 部分在本地以实现快速响应，部分在云端以实现规模化分析。

- **机器学习、人工智能与高级分析能力**：
  识别模式、预测问题，并实时给出最优行动方案。

- **新一代用户体验 (UX)**：
  通过动态交互界面，将复杂的建筑洞察与操作，转化为直观、可执行的决策支持。

当上述各项能力实现深度整合并真正“互联互通”时，自主建筑的条件便得以形成 — 建筑由此具备自我管理的智能，真正以更优方式服务于人。

以人为中心

至关重要的是，自主并不意味着削弱人的角色。恰恰相反，它让人从繁杂事务中解放出来，专注于真正重要的工作，从而更好地履行自身职责，全面提升各相关方的体验与效率。

设施管理人员不会被取代 ——

人工智能将主动识别最关键的问题并推断其根本原因，使设施团队得以从日常“救火式”运维中抽身，转而专注于验证洞察、定制解决方案以及制定长期战略。系统可自动生成工单（或服务请求），并实现流程的高效协同。不再是无休止的待办清单，人本自主建筑让设施管理人员能够充分发挥其专业能力，将精力投入到真正有价值的决策与行动。

对于建筑使用者而言，也无需再关注琐碎细节 ——

他们将置身于一个持续优化的环境之中，能够心无旁骛地投入工作，同时确信自身的健康与福祉始终被置于核心位置。

对于投资方与业主而言，这并不会带来新的复杂性 ——

相反，他们将获得显著的成本与能效优势、可持续的长期价值，以及更高的租户黏性与满意度。

这不是为技术而技术。这是以人为本的自主化 ——

让技术真正服务于人。而这一未来，并不像想象中那样遥远。它已经开始成形，并且，其紧迫性或许比我们以为的更高。

为何是现在?

我们正处在一个关键拐点：技术能力的跃迁与行业压力的叠加正在交汇，使得采用全新的路径已成为客户与西门子保持竞争力的必然选择。首先，能源格局正在加速演变。供暖与制冷需求持续上升，能源消耗与成本随之攀升。

西门子智能基础设施集团智能建筑事业部首席执行官 Susanne Seitz 指出：“如果不能以聪明的方式进行管理，你将难以实现 CO_2 减排目标，能源成本也会大幅攀升。”

这一判断在调研数据中得到印证。根据《西门子基础设施转型监测报告 2025》(ITM 2025)，该报告汇集了来自 **19 个国家、1,400 名高管**的洞察，用以评估支撑全球运转的结构与系统的转型进展。结果显示，与 2023 年相比，到 2025 年，认为自身有信心实现 2030 年 CO_2 减排目标的组织比例进一步下降。

> “如果不能以聪明的方式进行管理，你将难以实现 CO_2 减排目标，能源成本也会大幅攀升。”
>
> Susanne Seitz，
> 西门子智能基础设施集团智能建筑事业部首席执行官

与此同时，近一半 (49%) 来自能源、重工业与建筑领域的受访组织认为，要实现去碳化目标，必须对自身商业模式进行重塑。在这一过程中，自主化技术正逐步成为关键的赋能力量。

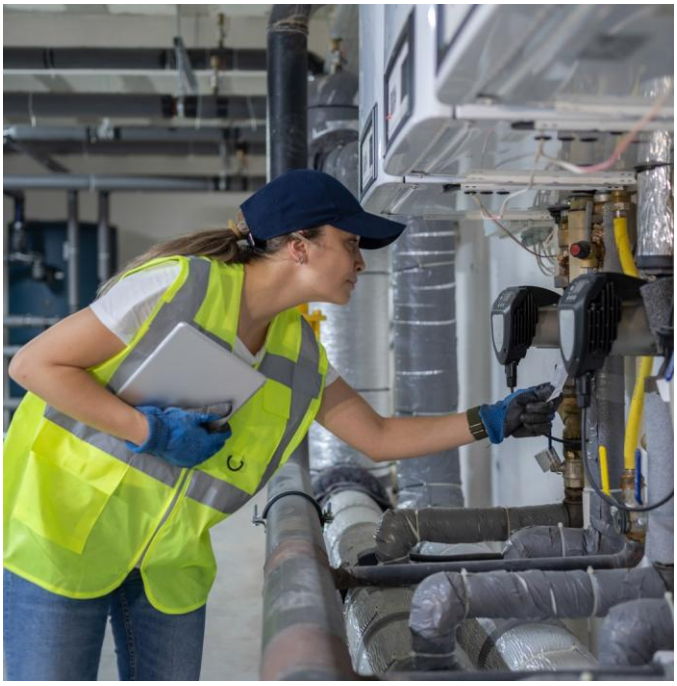
49% 的受访者认为，为实现去碳化，有必要重构自身现有商业模式

——《西门子基础设施转型监测报告 2025》

劳动力挑战

除技术因素外，“知识断层与技能短缺”在设施管理人员最关切的问题排名中正不断攀升。“我们拜访的每一家客户几乎都面临同样的困境：大量建筑信息并未系统化记录。”Seitz 补充道。“他们并不清楚资产具体位置、设备所用固件版本，甚至不知道系统上一次更新是在什么时候。当经验丰富的设施管理人员退休或离职时，知识也随之流失，企业便瞬间暴露在巨大的运营风险之下。”

而填补这些空缺变得前所未有的困难。以英国为例，约 75% 的雇主表示在建筑运营岗位上难以招募合适人才，其中超过 40% 明确指出物业管理岗位尤为紧缺。[1] 与此同时，一项以美国为主的 2024 年调研显示，42.6% 的设施管理团队人手不足。[2] 更值得关注的是，当前，许多设施管理专业人员也正逐步退出岗位：英国工程技术人员中近 20% 将在 2026 年前退休，进一步加剧了知识流失风险。[3] “合格的人才极其稀缺，而许多客户往往直到风险真正发生时，才意识到问题的严重性。”Seitz 总结道。



过时的规划方式

传统的资产规划模式已难以适应当下需求。西门子智能基础设施集团智能建筑事业部首席执行官 Susanne Seitz 指出：“资本支出 (CapEx) 规划往往被后置 — 某一年集中投入，随后多年什么也不做。这种断续式投入在资产失效、预算错配、租户受影响时，往往引发严重扰动。”当运维缺乏预测性、协同不足，低效便会迅速累积：“同一个问题反复派单三次处理，既浪费时间，也浪费成本，还给运营带来不必要的干扰。”她强调说。

多重压力正在叠加，但解决方案同样在加速成熟。“当下的核心压力来自能源成本、人力短缺以及资产价值，”Seitz 总结道，“不同的是，如今我们已经具备应对这些挑战的技术条件，而几年前还做不到。”

1. 英国皇家特许测量师学会，《2024 年下半年英国设施管理市场调查报告》，2024 年
   www.rics.org/content/dam/ricsglobal/documents/market-surveys/uk-facilities-management-survey / h2-2024-rics-facilities-management-survey.pdf
   [访问日期：2025 年 10 月 23 日]
2. 世邦魏理仕 (CBRE)，《重新定义设施管理领域的工程技能缺口》，2023 年
   www.cbre.co.uk/insights/articles/redefining-the-facilities-management-engineering-skill-gap
   [访问日期：2025 年 10 月 23 日]
3. Jones Lang LaSalle Technologies (JLLT)，《2024 年：在资源受限环境下的设施管理角色重塑》，2024 年
   www.jllt.com/blog/facility-managers-will-do-more-with-less-in-2024/
   [访问日期：2025 年 10 月 23 日]

西门子的自主建筑之路：
不是颠覆式革命，
而是自然演进

2017 年之前

长期深耕照明、遮阳、暖通空调 (HVAC) 等确定性流程的自动化，
为更智能系统的构建奠定了坚实基础。

2019 年之前

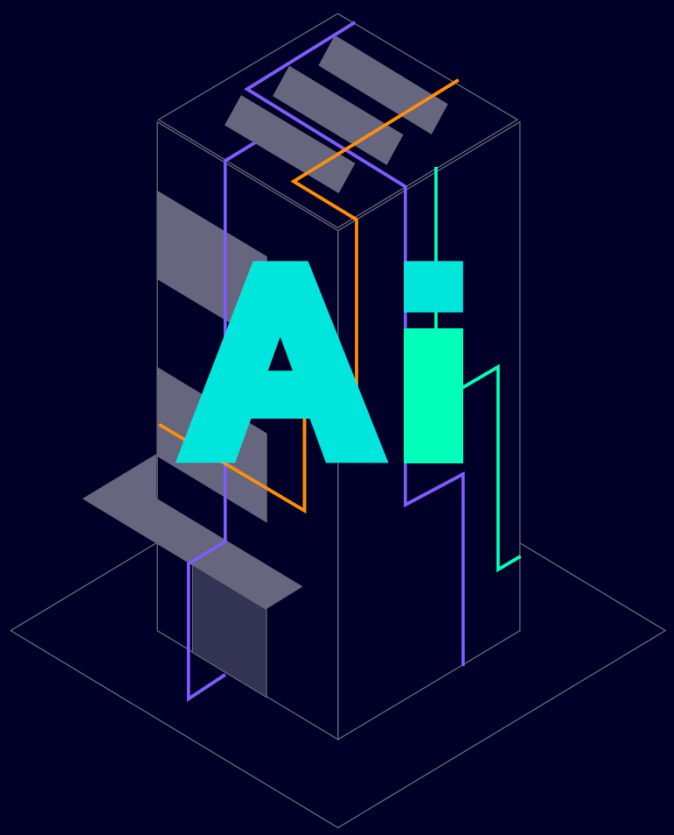
自主建筑之路正式开启。推出首个基于规则的故障检测与诊断平台，
将关注重点从单纯的能效管理拓展至运维管理 —
这一理念转变在当时具有前瞻性。

2022 年

推出开创性的 Building X 平台，
实现多源数据的统一接入与融合。

2025 年

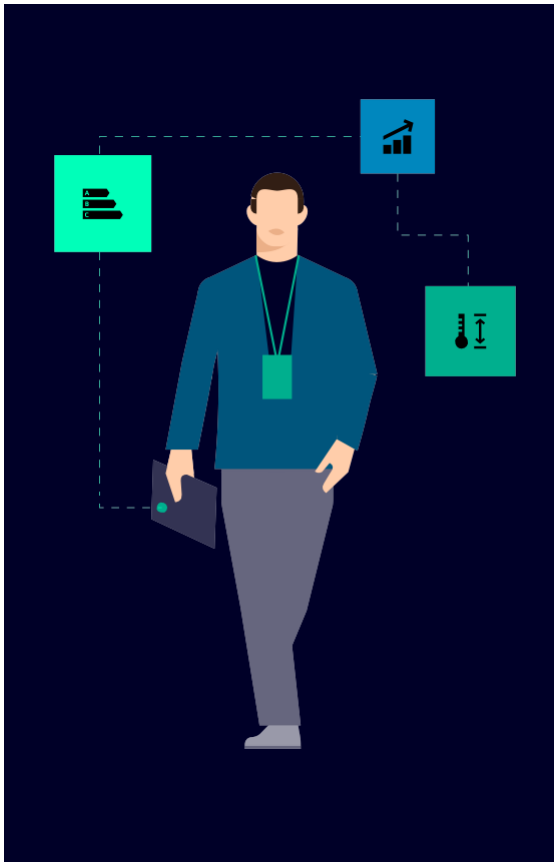
开始部署首批基于 AI 的预测型服务，
标志着迈向全面自主化的重要一步。



建筑全生命周期中

人的角色

宏观愿景或许已经清晰，但建筑本身是一个高度复杂的生态系统 — 其中的每一类参与者，都有着不同的关注重点。这也正是为什么，自主建筑项目在启动之初，往往显得颇具挑战。若从“人”的视角审视自主化，我们便能更清晰地看到：它如何在建筑全生命周期内，为不同利益相关方创造切实价值。



对于建筑业主而言，

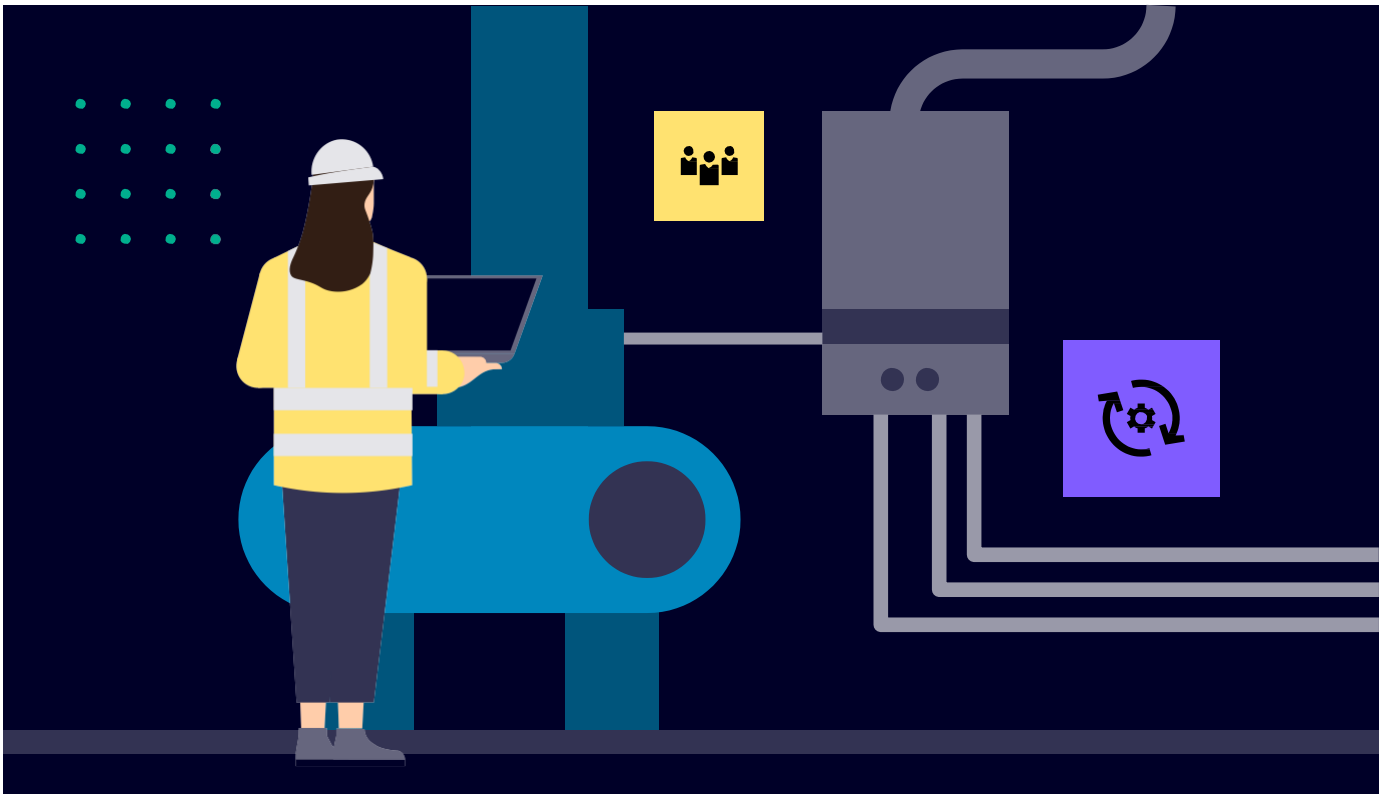
这意味着：

挑战：
降低运营成本、最大化资产价值，并实现更具竞争力的投资回报。

收益：
自主型建筑通过聚焦高影响力投资、减少能源浪费，持续优化投资回报率，并以长期节省对冲前期投入。同时，它还能提升使用舒适度与可持续表现，降低租户流失率，保持空间长期高效利用。由此，建筑资产价值得以稳固，整体韧性显著增强，ESG（环境、社会与治理）进程加速推进，使建筑在未来租赁与交易市场中更具吸引力。

结论： “对建筑业主而言，成本主要集中在三大方面：人力、能源与资产价值。自主型建筑正是围绕这三大核心发力 — 减少人力依赖、降低能源浪费，并优先实施高回报改造，从而以最低的综合成本，实现设施的最优运行状态。”

Brad Haeberle，
西门子智能基础设施集团智能建筑事业部执行副总裁



对于设施管理者而言，

这意味着：

挑战：
在人员与资源持续收紧的情况下，减少停机时间、满足不断提高的服务期望，并管理日益复杂的系统。

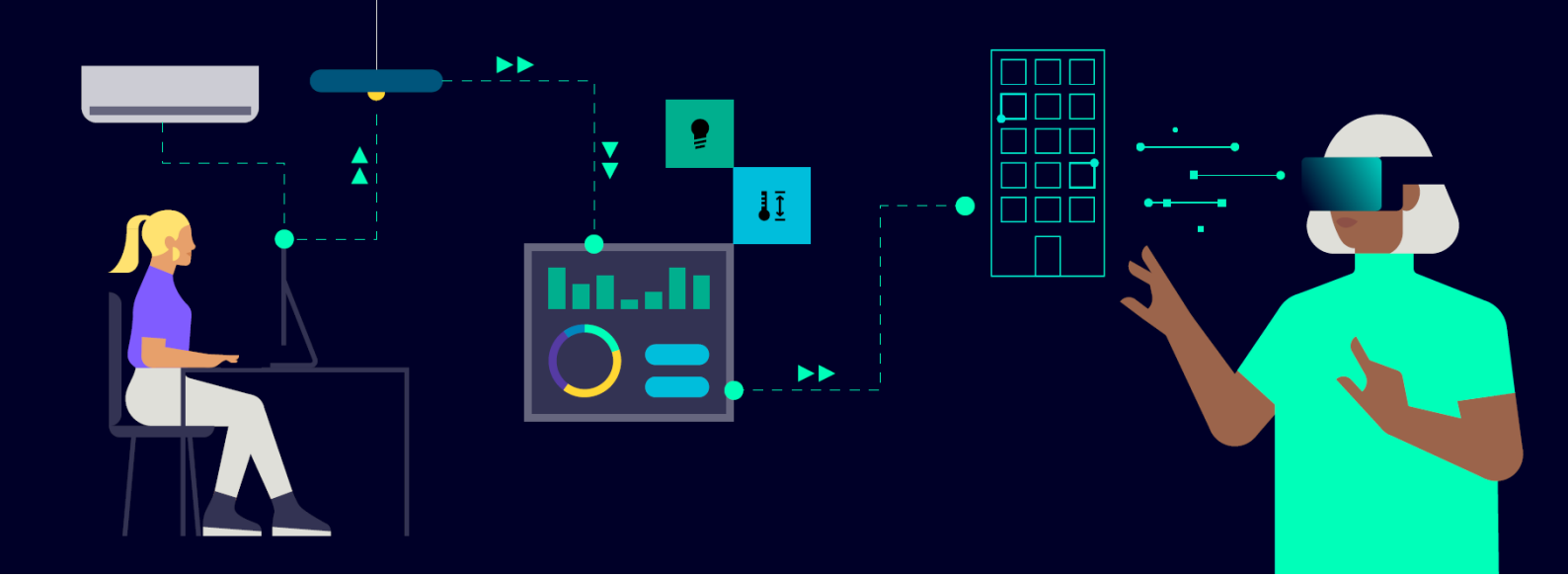
收益：
自主型建筑通过对系统性能的实时监测与优化，将运营模式从被动响应转向主动管理。预测性诊断与 AI 驱动的任务优先级排序，显著减少人工盯控与非计划性干预，为管理者提供清晰、可执行、已排序的行动清单，而不是铺天盖地的告警。

当日常事务被自动化或提前分级处理，团队便能腾出时间，专注于根本原因分析、战略性改进以及更高价值的工作。

结论：
“设施管理团队普遍面临人手不足的问题，而具备所需技能与培训背景的人才也愈发难以获得。在许多建筑中，能够转化为实际成本节约的行动比例往往只有 20% 或更低 — 大量机会被白白搁置。

自主型建筑可帮助团队在既有人员规模下实现更高产出 — 对问题进行分级、优先处理关键任务并自动化常规修复，使他们能够从持续的‘救火式’运维，转向契合自身业务特性的长期战略管理，例如医院、实验室或数据中心等不同场景的核心关注点。”

Ben Crowe，
西门子智能基础设施集团数字化服务创新团队
全球产品管理负责人



人 + 机器：
持续学习的良性循环

自主型建筑的真正价值，在于通过海量数据构建起一个持续演进的学习闭环 — 人从机器中学习，机器也从人类中学习，相互促进，不断推动建筑运营向更优状态迈进。

以服务团队和现场技术人员为例。自主能力可带来更精准的诊断、更清晰的系统数据，以及更少的现场“意外”。大量问题可以在远程被识别并解决，从而减少不必要的出行和停机时间。而当技术人员确需前往现场时，他们也能准备更充分 — 携带正确的工具与备件，开展高效、可计划的干预，而非被动的“救火式”响应。

这正是人机共生的体现。人类从机器智能中获益 — 任务分级、故障预测、可执行洞察，使决策更加聚焦。与此同时，机器也从技术人员的专业经验中获益 — 验证根本原因、重新排序任务，并补充传感器无法捕捉的业务与现场语境。每一次反馈循环，都会帮助 AI 自主学习并持续改进；而技术人员与设施管理者则能减少日常运维中的“救火”时间，把精力投入到更具战略意义的优化工作中。

“唯有通过这种正向强化 — 人向机器学习，机器向人学习 — 自主型建筑技术才能真正释放其全部潜力。”

Bertrand Goddard，
西门子智能基础设施集团智能建筑事业部技术负责人

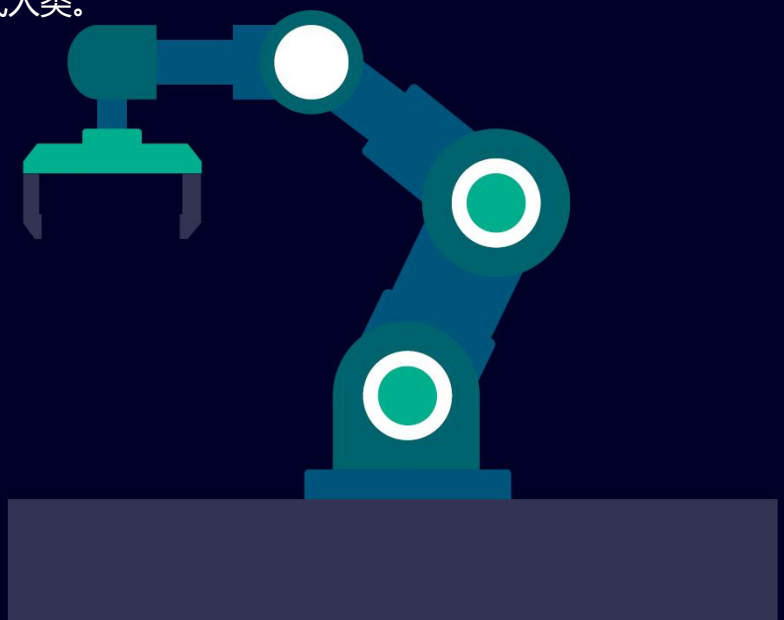
典型案例：
自主型建筑能够跨越所有设备采集并关联数据，突出关键问题，并推断其根本原因。设施管理者无需再花费数小时进行人工排查，而是直接获得一条清晰、可理解的诊断叙述：“512 房间的气流量出现下降，很可能是由于过滤器堵塞；上一次更换过滤器后问题被解决。”
AI 负责完成初步诊断，随后由管理者进行确认、细化或修正，从而将团队从繁琐的排查工作中解放出来，专注于长期改进与持续优化。

典型案例：
一位设施管理者在一栋具有共用中庭空间的老旧建筑中持续收到投诉 — 高层楼层过热，而底层却异常寒冷。与其不断手动调整空调参数，AI 分析结果建议在内部加装隔窗，以阻断不必要的气流路径 — 直击问题根本原因，并彻底终结了每日的“救火式”运维。

展望未来：
机器人的角色

随着自主型建筑市场不断演进，机器人 — 包括“协作机器人”— 正逐步进入讨论视野。从清洁与维护机器人，到能够执行体力操作的更高级人形机器人，机器人将日益承担更多建筑现场的物理作业，把日常运营从一线人员身上解放出来，并支持由少量专家实施远程监管。

这听起来或许仍带有未来感，但持续且规模可观的投入正在加速这一进程。在工业制造领域，西门子已经在机器人应用的软件设计与编程方面处于领先地位。我们的立场十分明确：这些技术应当增强、服务并支持人类，而不是取代人类。



对于可持续发展负责人而言，
在迈向净零排放的竞赛中，
自主型建筑真的
能带来实质性改变吗？

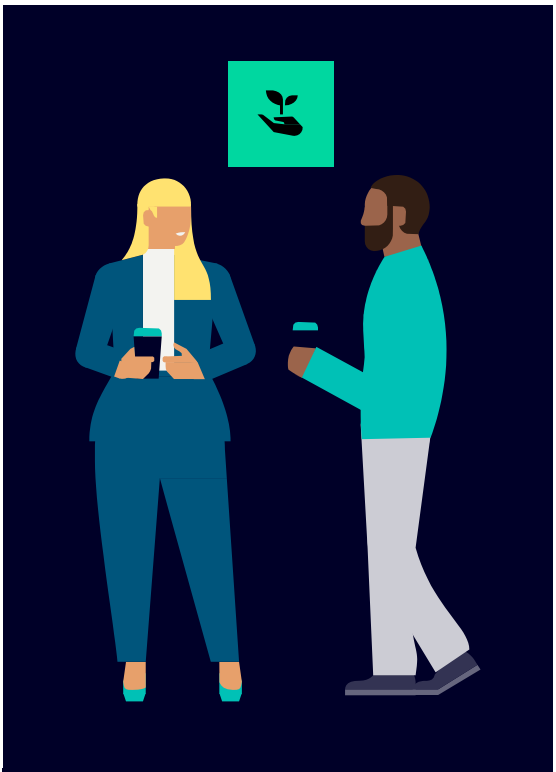
挑战：
在实现雄心勃勃的可持续发展目标和应对日益严格的监管要求的同时，还要承受来自投资者、客户和员工加速气候行动的压力 — 而现实往往是工具有限、数据割裂、资源受限。

收益：
自主型建筑将把可持续发展的愿景转化为可衡量、可执行的行动。它们通过自动化方式优化能源与资源使用，简化可持续发展报告流程，并在与电网协同的情况下，使建筑能够获取更清洁、更低成本的能源，同时支撑更广泛的电网稳定性。

这意味着，可持续发展不再是一项依赖人工、以合规为导向的任务，而是转变为一个实时、连续、自动化的过程，使减排、实现净零目标以及实时、可验证的成果展示变得更加可行。

结论：
在脱碳竞赛中，技术已不再是可选项。最新发布的《西门子基础设施转型监测报告》显示，技术至关重要：61% 的受访者认为，阻止全球变暖需要技术突破，而 AI 被认为是实现脱碳影响力最大的技术。

自主型建筑为可持续发展负责人提供了实现净零目标所需的数字化基础，使其能够更快、更高效地达成目标。更重要的是，它们还能通过优化能源使用的时间与方式 — 包括从电网获取更清洁、更低成本的电力 — 直接降低能源成本。



61% 受访者认为，需要技术突破才能遏制全球变暖

—《西门子基础设施转型监测报告 2025》

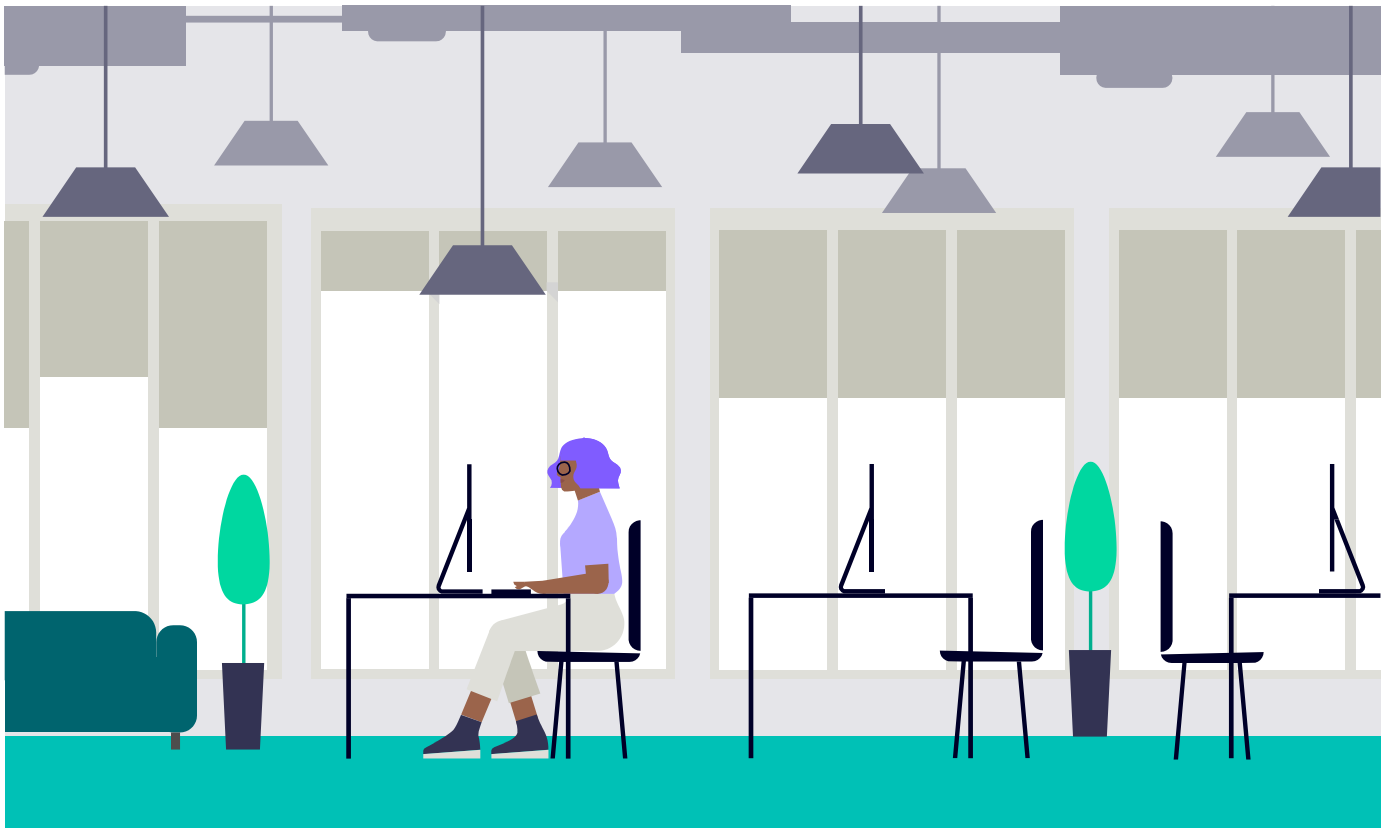
对于在一栋自主型建筑中办公的公司而言，
它会给其员工的工作生活带来多大改变？

挑战：
在传统建筑中，环境条件欠佳、舒适度不稳定、缺乏个性化设置，常常导致分心、疲劳与挫败感 — 而使用者几乎没有有效手段去干预或改善自身环境。在安全层面，响应能力同样受限：人手不足，既难以及时区分误报与真实告警，也无法对监控画面进行实时有效值守。

收益：
自主系统将持续响应实时需求，在日常运行乃至紧急情况下，对空气质量、照明、热舒适度、安全性以及人员流动进行动态优化。系统会在不打扰使用者的前提下，逐步学习员工的使用习惯与偏好，提供更健康、更个性化、更顺畅的舒适体验，在用户可控性与自动优化之间实现恰当平衡。其结果是：更高的身心健康水平、更强的安全保障、更集中的注意力，以及整体绩效的显著提升。

结论：
“西门子的 Comfort AI 应用 — 作为云端 Building X 平台的一部分 — 在通过自动化、数据聚合与分析、可实现约 30% 能效提升的基础上，进一步带来平均 6.5% 的额外节能效果。[1]
该应用基于西门子自有的 AI 技术与模型预测控制算法，在无需人工干预的情况下，持续优化建筑组合中的室内舒适度与能源性能。
向自主型建筑转型，不仅是一项可持续发展的里程碑 — 它更是一种更智能、更快速、更高效的运营方式，将运维团队从日常、重复性的调节工作中解放出来，使其专注于为使用者打造最佳环境，并全面提升建筑整体绩效。”

Susanne Seitz，
西门子智能基础设施集团智能建筑事业部首席执行官



4. 《推动新时代能源优化与自主建筑的 AI 作用》，2025 年
www.pbctoday.co.uk/news/digital-construction-news/construction-technology-news/how-ai-powering-new-era-of-energy-optimised-autonomous-buildings/153778/
[访问日期：2025 年 10 月 23 日]

建筑安防的未来

在安防领域，一位值守人员可同时监看的屏幕数量始终有限。这意味着，摄像头往往被用于事后回溯 — 在事件发生之后，再分析发生了什么，并希望避免再次发生。

而在自主型建筑中，这一逻辑将被彻底改写。“AI 将把安防从事后响应转变为实时处置”，Alexander Rohweder，西门子建筑安防业务负责人表示。“摄像头是建筑中最强大的传感器。AI 能做的是同时分析 100 路摄像头画面，对真正重要的内容进行优先级排序，并直接提示值守人员：‘这件事你现在必须重点关注。’”为确保问题得到即时处理，系统还可自动联动 — 通知警方、关闭相关门禁或触发告警。

AI 增强型安防的核心价值，很大一部分来自其对安防系统所产生海量数据的甄别与理解能力。

“AI 能帮助我们从告警洪流中理清重点 — 无论这些告警来自视频、门禁控制还是入侵检测系统”，Rohweder 解释道。“它会过滤噪声，识别真实风险，并突出那些需要紧急关注的问题。”

在突发事件中，AI 还可以核实事件性质，并建议疏散路线、需要封控的区域以及何时联络相关部门。关键在于，在自动化与人工监管之间取得恰当平衡。

“AI 可以分析摄像头和传感器数据，给出最安全的行动建议；但由于其中部分建议涉及真实风险，它应当作为辅助决策工具，而非最终裁决者”，Rohweder 强调。“系统负责提供指引，而最终决策责任必须由人来承担。”

我们现在处于什么阶段？
又是什么在阻碍前进？

在西门子，我们的数字化转型覆盖从传统建筑到自主型建筑的完整路径 — 在传统建筑中，大多数系统各自为政，流程高度依赖人工；而在自主型建筑中，AI 持续学习与自适应，并与使用者形成协同关系，以优化舒适度、效率与整体性能。但现实是，绝大多数建筑仍停留在第一阶段。

根据行业估算，每八栋建筑中仅有一栋配备建筑管理系统 (BMS)，而多数设施管理者仍以被动响应而非主动管理的方式开展工作。即便在已部署 BMS 的建筑中，诸如 Building X 这样的数字化平台，其采用率依然有限。根据《西门子基础设施转型监测报告 2025》显示，尽管各组织在数字技术采用方面取得了显著进展，但在构建协同型数字生态系统方面的进展最为缓慢。

当类似 Building X 的数字系统被引入时，往往仅用于孤立的应用场景，例如能耗监测或访客出入管理。

多数建筑仍依赖彼此割裂、缺乏深度集成的系统拼凑，难以形成对建筑运行状态的统一、实时认知 — 而这恰恰是迈向真正自主运行的关键前提。

问题还在于，不存在适用于所有建筑的“通用解法”，甚至同一类型的建筑也不例外。

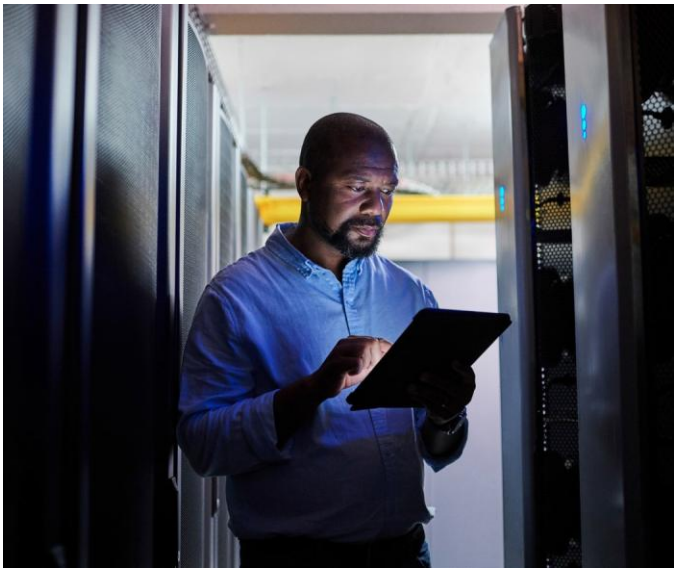
“每一栋建筑，都是一个原型。汽车拥有标准化型号和清晰接口 — 除了驾驶员因素之外，你大致知道它的配置和行为方式。但建筑完全不同：没有两栋建筑是相同的，这正是最大的挑战所在。”

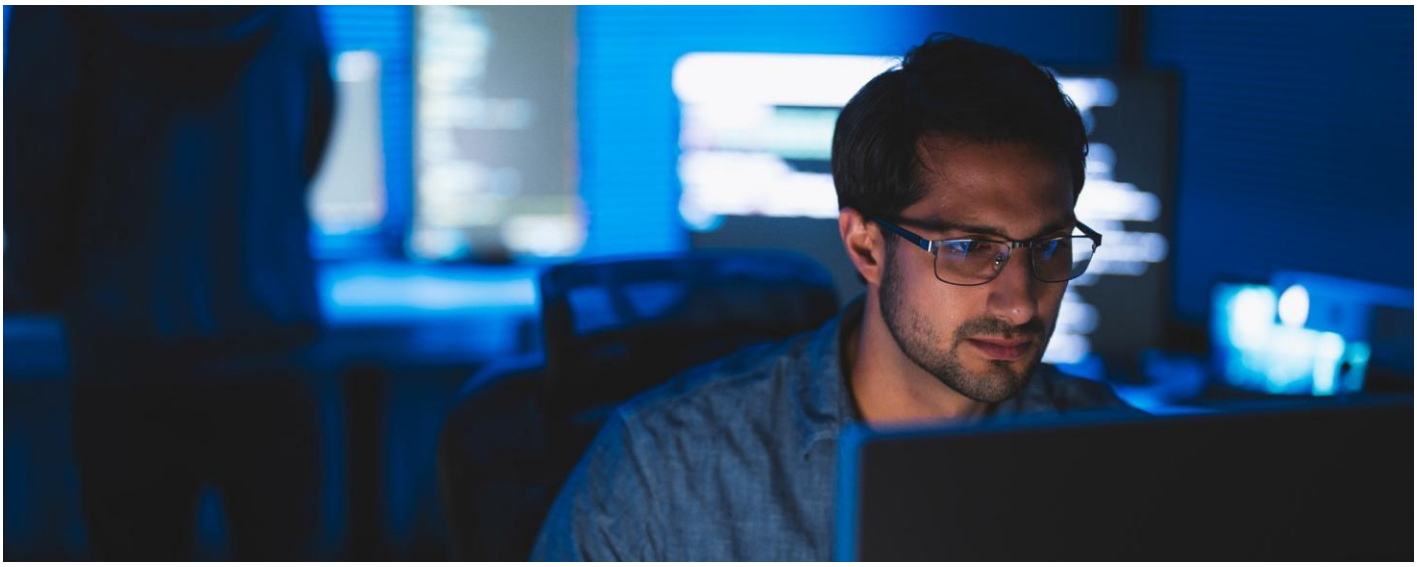
Andre Muff，
西门子全球技术与创新负责人

对 AI 的威胁感知

阻碍应用落地的另一项关键因素，是人们担心 AI 会取代员工。“有些客户把它视为对自身岗位的威胁。但事实上，情况恰恰相反。即便在技术上已经具备通过智能体 AI 实现完全自动化决策、让系统自主行动的能力，大多数客户仍更倾向于保留高级人工监管控制 —— 始终掌握全局，并在行动执行前进行确认”，
西门子数字化服务创新副总裁 Richard Dasugo 解释说。

AI 可以帮助界定什么才是真正重要的事项，但决策仍需由人来最终确认。与此同时，在涉及实体层面的干预时，人类行动依然不可或缺 — 例如，当硬件需要更换或现场操作时。正如西门子智能基础设施集团服务负责人 Toni Neal 所强调的那样：“我们的解决方案是为了让他们的工作更轻松，而不是取代他们。我们所做的，是帮助他们在现有资源条件下，把工作做得更好。”





重塑**网络安全方程**

网络安全风险是另一项重大挑战 — 而且这种担忧完全可以理解。实现建筑自主，意味着 OT 与 IT 的深度融合，这从根本上改变了网络安全的整体格局。安全不再只是保护传统的楼宇系统，而是要在实时环境中守护互联网络、AI 驱动的决策引擎以及持续流动的数据。这一点在 ITM 调研中体现得尤为明显：34% 的受访者对潜在漏洞表示担忧。

在西门子，网络安全并非事后叠加的功能 — 它不仅被内嵌于每一项技术与流程之中，并与全球标准和认证体系保持一致，更是直接融入自主型建筑整体解决方案的核心能力。

“在建筑内部，多年来，我们已经安全部署过大量设备到云端连接 — 即便在自主型建筑出现之前，这本身就已是一个高度安全的技术体系”，西门子智能基础设施集团智能建筑事业部技术负责人 Bertrand Goddard 解释道。

“现在，我们进一步引入了新系统，用于扫描客户网络并识别不安全设备。因此，除了诸如供暖系统配置错误或安防摄像头画面模糊等运行故障外，我们还能标识过时设备和固件层面的安全漏洞。这正是自主型建筑解决方案的一部分 — 以更高水平的安全性作为交付价值。”

开放性
必须成为自主建筑的基准前提

对供应商锁定的担忧同样是一项常见障碍 — 人们担心，采用自主型建筑技术会削弱对系统进行独立管理或调整的能力。但现实恰恰相反：开放性与互操作性必须成为任何自主型建筑的底层原则。没有任何一家供应商能够、也不应该包揽一切。真正的重点，在于构建灵活、可扩展的解决方案，使客户能够根据自身需求集成最合适的工具组合，而不是被锁定在单一技术路径中。

在西门子，客户与合作伙伴可获得完善的文档、培训与技术支持，用于开发系统集成，甚至自行编写应用程序。这一开放能力将持续演进，并不断吸纳客户反馈加以完善。

东伦敦大学

59% 的受访者认为，自主型建筑带来的收益超过其成本

54% 表示其组织已为自主型建筑做好准备

——《西门子基础设施转型监测报告 2025》

早期采用者 — 根本性转变的开端

尽管障碍依然存在，但重大转变已经开始显现。根据《西门子基础设施转型监测报告 2025》显示，受访者对自主型技术的风险与收益（包括网络安全）已有清晰认知，并且整体上强烈支持采用。

59% 的受访者认为，自主型建筑带来的收益 — 包括降低运营成本、提升能效以及更有效地响应异常情况 — 超过其成本；同时，54% 表示其组织已经为自主型建筑做好准备。

即便在整体采用率仍然有限的情况下，一些令人瞩目的成果已然出现。

以**东伦敦大学**为例。

尽管目前尚不能称之为完全自主的校园，但该校通过深思熟虑且高度集成的能源管理策略，已实现显著的能源与成本节约。

其做法包括：将分布在校园各运行环节的 IoT 传感器数据整合至西门子 Building X 平台，形成对能源使用的统一视图；投资建设现场能源设施，其中包括英国高校中规模最大的水源热泵系统。

借助西门子 Building X 的部署，校园能够基于人员占用情况与实时环境条件，持续监测、分析并动态调整能源使用，从而实现：

- **每年超过 50 万英镑的公用事业费用节约**
- **全面提升校园空间的舒适度与响应能力**
- **在净零战略实施的第一年内，实现 470 吨的碳减排**

展望未来，将空间管理、能源系统与课程排班系统进一步集成，有望优化空间使用方式 — 不仅提升效率，也显著改善整体校园体验。更进一步，与学生信息系统或学习管理系统的联动，还能带来对人与校园环境互动方式的更深层洞察。

美国德克萨斯州南卫理公会大学 (SMU)

随着对 Building X 等系统的上线与接入时间大幅缩短，越来越多的高校 — 以及其他行业的企业 — 正在以更快的速度实现其既定目标。以**美国德克萨斯州南卫理公会大学（SMU）**为例。过去，能源管理系统的上线是一项缓慢且高度依赖人工的工作，需要专人逐一为每一项资产进行手动标注。而当系统涉及超过 65,000 个独立数据点 — 涵盖暖通空调设备、照明系统、智能电表以及人员占用传感器等 — 其潜在洞察价值巨大，但随之而来的工作量同样惊人。

如今，AI 已开始承担主要工作量：自动完成资产标注，工程师仅在质量校验阶段介入。仅凭这一项改进，系统上线周期便缩短了约 70%，显著提前了高校开始释放运营效率与可持续发展成效的时间窗口。

在**制药行业**，预测性维护正成为推动变革的关键应用场景。已采用预测性维护的企业报告了显著成效：停机预测准确性提升高达 85%，非计划性停机减少约 50%，维护成本最高可降低 40%。[5]

以通风柜为例。它既是安全关键设备，也是能耗大户，但在两次例行维护之间往往缺乏持续监控。在缺乏实时可视性的情况下，通风柜可能偏离合规参数运行，或在无人使用时保持开启状态，从而推高能耗并增加运行风险。

先进的平台如今可提供提前预警。例如，当发现通风柜窗扇频繁处于开启状态时，系统会发出提示，使管理者能够基于节能潜力，优先安排高影响力的整改措施。

AI 与远程诊断能力的融合，正在重新定义制药基础设施的管理方式。传统的远程监控只能提供数据，而 AI 驱动的系统则提供洞察与行动建议。

例如，在一家制药工厂中，当某台变频器发生故障时，AI 系统不仅能够识别异常，还会立即将该错误模式与成千上万起类似历史事件进行比对，预测出最可能的失效模式，并在技术人员查看告警之前，就推荐了具体的更换部件。

AI 系统同时引导现场服务工程师完成远程诊断，不只是呈现历史数据，而是提供智能化分析与决策支持。这种方式不仅节省时间，更将决策过程从被动猜测，转变为精准、数据驱动的智能判断。系统还会从该事件中持续学习，使后续预测更加准确。

单项改进带来的成效：
系统上线时间减少

70%

5. 数据来源：《预测性维护在制药行业中的战略性作用》，2024 年 www.resources.sw.siemens.com/en-US/white-paper-strategic-role-predictive-maintenance-pharma-industry/ [访问日期 2025 年 10 月 23 日]

拥抱自主，
迈向以人为本的未来建筑

要加速落地，行业亟需更清晰、可验证的投资回报（ROI）衡量依据。即便在应用场景仍然相对有限的情况下，相关成效已经开始显现 — 早期采用者普遍报告了显著的运营效率提升。

但要形成全面、可信的投资回报评估，仍需依托更大规模的部署，并通过时间来验证其长期价值释放能力。当前释放的信号是积极的：自主能力具备显著提升效率的潜力。然而，其能否获得广泛认可，最终取决于两点 — 持续建立信任，以及以清晰、可量化的方式证明切实可得的投资回报。

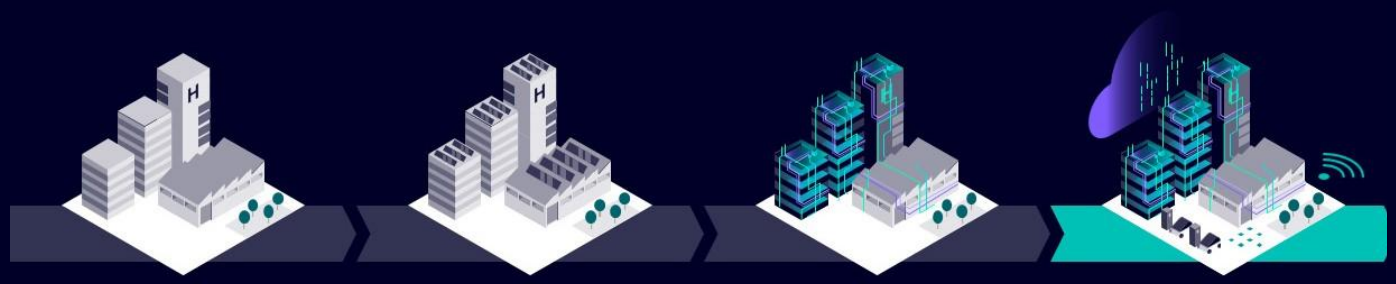
可以确定的是，自主已不再停留于未来构想。它正在成为应对当下关键挑战的现实路径，并为组织创造长期、以人为本的价值增长空间。而客户且已经准备好了。

“早在 2019 年，我们在使用‘自主型建筑（autonomous building)’这一术语时遭遇了极大的阻力，以至于不得不将项目更名为‘Smart Building Intelligence’—— 当时很多人对此一笑置之，认为这根本不可能实现，” Richard Dasugo 回忆道。“而现在，市场正在全面拥抱它。”

越来越多的人开始认识到，自主型建筑并非将人从系统中移除，而是通过更智能的工具、更舒适且更高效的环境以及更具持续性的长期价值，对人进行赋能。我们不应惧怕未来，而应更认真地准备未来。选择观望的人，可能会被时代甩在身后。

我们的未来愿景

以人为本的自主型建筑



迈向

自主型建筑的路线图

由于每一栋建筑都不相同，且不同行业面临的当下优先事项各异，通往自主型建筑的路径不可能千篇一律。一个组织在这条旅程中能走多远，也取决于多种因素 — 包括业务目标、预算规模，以及企业内部与技术合作伙伴之间的协同程度。但无论路径如何差异化，每一次转型都必须从一次开放、坦诚且协作的对话开始，围绕清晰的结果共识展开。

- 您的建筑或设施的使命是什么？
- 为实现这些目标，您设定了哪些关键绩效指标 (KPI)？
- 哪些关键绩效指标 现在就可以产生影响？
- 当目标达成时，您将如何判断成功？

当这些问题得到清楚回答，真正的工作，才刚刚开始。

第 1 步：建立基础数字化连接能力

- 明确关键应用场景 — 无论是能源管理、预测性维护，还是安防管理。
- 将实现这些场景所需的系统与 IoT 设备进行连接，可选择本地部署，或接入诸如 Building X 这样的云端平台，以支撑相关应用落地。

尽早实施高影响力的应用场景，是验证智能互联系统投资回报的关键第一步，同时也为后续迈向建筑自主奠定坚实基础。

第 2 步：扩展系统级集成能力

- 通过检索增强生成（Retrieval-Augmented Generation，RAG）框架与模型上下文协议（Model Context Protocol，MCP）服务器，对数据进行筛选、结构化与语境化，构建稳健的数据管理骨干，确保未来的 AI 模型基于有意义、可理解的结构化数据进行训练，而非原始遥测数据。
- 进一步扩展 IT 与 OT 环境的互联互通，实现对建筑性能的全面可视化 — 桥接 Matter、Zigbee 等协议，将 MCP 与 基于生成式 AI 的系统连接，打破设施管理 (FM)、IT、能源管理以及面向使用者团队之间的数据与组织壁垒，使目标与数据访问保持一致。

通过优先推进结构化数据与跨系统互操作性，我们为由实时、可靠数据洞察驱动的 AI 能力与自动化奠定坚实基础。

第 3 步：扩展数据采集与持续监测能力

- 开始持续采集并存储建筑内部及外部的设备与系统运行数据，包括天气条件、进出交通情况，以及能源与水资源供应等信息。
- 与此同时，着手记录人类决策的细粒度数据 — 不仅标注“问题已解决”等结果性状态，还要跟踪操作人员在应对具体问题时实际采取的行动。

基于这些数据，可建立清晰的性能基线，并持续监测偏离预期行为的情况，从而实现更精准的诊断能力，并为未来更高水平的自动化奠定基础。

第 4 步：部署预测模型

- 利用西门子预训练的 AI 模型，或基于特定建筑子系统开发并训练定制模型，在问题升级之前，提前识别性能劣化、能效下降或潜在故障的早期征兆。
- 为此，引入数据湖（Data Lake）访问机制，以支持跨多个资产、系统与场站的大规模数据分析，并实现更稳健、更高质量的模型训练。

通过部署针对性 AI 预测模型，并结合数据湖实现的大规模数据分析能力，可及早发现低效环节，加速运维模式从被动响应向预测性运营的转变。

第 5 步：启用预测功能

- 利用数据驱动模型在问题或机会出现之前进行预判 — 例如，及早识别设备性能劣化或运行低效的迹象，或基于人员占用情况、天气等模式预测能源需求。将这些洞察通过可视化看板或实时告警呈现，在关键性能阈值被触发时及时提醒相关人员。
- 通过在不同业务领域逐步引入基础 AI / ML 工具，持续建立对 AI 输出结果的信任。同时，系统性地收集人类操作人员对模型表现的详细反馈，不断校正与优化预测结果，为安全、可控地迈向自动化铺平道路。

通过应用预测模型并结合人工反馈进行验证，能够构建一个可信、以洞察为驱动的运行环境，在降低风险的同时，为组织实现自动化决策做好充分准备。

第 6 步：引入智能体 AI (Agentic AI)

- 通过事件流程编排 (Event Process Orchestration)，将实时信号与跨系统、协同化的工作流连接起来。
- 这使 AI 智能体能够触发诸如系统重配置、SLA 更新或技术人员派工等动作。

在明确边界的业务域内赋予 AI 系统自主执行能力 — 例如阀门周期切换、传感器重新校准 — 既可为更广泛的建筑自主运行创造条件，同时始终保留人工介入与手动接管的选项，确保过程可控、风险可管。

第 7 步：启用预制标准操作流程决策能力

- 依托 IT / OT 深度融合的系统，启用预制标准操作流程，生成可执行、数据驱动的决策建议 — 并基于成本、资源可用性、对使用者的影响以及历史经验等维度进行综合评估，从而精准排序并触发最合适的响应。
- 在此基础上，通过人类团队、智能体 AI 以及混合模式的协同，协调实施诸如负载转移、设备参数调整与技术人员派工等智能行动，所有决策均由实时、情境化的数据加以支撑。

通过构建一个持续运行的反馈闭环 — 融合客户反馈、系统性能数据与流程数据 — 不断推动系统优化，并在长期内实现更高质量、更可靠的决策能力。

第 8 步：实现人机协同的交互与控制能力

- 引入由生成式 AI 与智能体 AI 驱动的自然语言交互界面，使用户能够通过语音或文本与建筑系统进行直观交互。
- 这些智能体可在保持透明性、安全性与可追溯性的前提下，自主完成问题诊断、生成服务工单并处理故障。

关键在于始终保持以人为中心（human-in-the-loop）的原则，保留人工干预与手动接管选项，并将使用者的舒适度与控制权置于核心位置。

第 9 步：持续优化与规模化扩展

- 利用运行绩效数据持续训练与优化模型，并通过标准化流程将成熟能力规模化复制到整个建筑资产组合中。
- 同时，借助自动化设计工具，将自主能力进一步延伸至未来建筑的设计与建设阶段。

通过在资产组合范围内持续优化模型、规模化复用经验证的流程，并将自主能力贯穿于从设计到运营的全生命周期，组织能够成倍放大效率收益、加速投资回报兑现，并在企业层面释放长期、可持续的价值增长。

第 10 步：构建面向生态系统的协同与演进能力

- 着眼于与能源电网等外部系统的长期协同，使建筑能够对实时电价、需求响应事件或可再生能源可用性等外部信号作出动态响应。
- 为此，基础设施在设计之初就必须具备内生的灵活性 — 包括高度互操作的系统以及能够适配不断演进的法规、技术与能源市场结构的数字化接口。

通过在建筑战略中嵌入灵活性与电网连接能力，组织不仅能够为投资实现前瞻性保障，还可释放新的收入来源，并确保与不断演进的净零与脱碳目标保持一致。

发布方
西门子（瑞士）有限公司
智能基础设施集团
全球总部
地址：Theilerstrasse 1a
6300 Zug
Switzerland
电话：+41 58 724 24 24

我们致力于，以科技，共创每一天，造福每一人。

当今世界，正以前所未有的速度演进。人口结构变化、城市化进程加速、全球与本地交织、环境变迁、资源效率提升以及数字化浪潮，共同塑造着新的挑战与机遇。

西门子智能基础设施集团，通过融合真实世界与数字世界，正面回应这些时代命题。

我们的技术，正以速度与规模，重塑建筑、电气化与电网等关键基础设施，构建协同共生的生态体系，加速客户的数字化转型进程，助力其实现更强竞争力、更高韧性与更可持续的未来。

siemens.com/smart-infrastructure

如有更改，恕不另行通知。

本文件所载信息仅包含一般性描述和/或性能特征，未必在所有情况下与所述内容完全一致，亦可能在产品进一步开发过程中发生变更。仅当相关性能特征在最终签署的合同中明确约定时，方具有约束力。

© Siemens 2026