

阿里巴巴集团置业部

2017 智慧建筑白皮书

建筑可以有生命，建筑可以不断进化。

IB 新开始
NEW BEGINNING

2017

智慧建筑白皮书

建筑可以有生命，建筑可以不断进化

IB新開始
NEW BEGINNING

阿里巴巴集团置业部、阿里研究院 联合发布



前言

1 智慧建筑发展综述

- | | |
|-----------------|----|
| 1.1 什么是智慧建筑 | 02 |
| 1.2 为什么要发展智慧建筑 | 08 |
| 1.3 智慧建筑新技术发展趋势 | 13 |

2 智慧建筑的演进

- | | |
|-----------------------|----|
| 2.1 “智慧建筑”发展过程中的三个阶段 | 18 |
| 2.2 从“传统建筑”向“智能建筑”的演变 | 19 |
| 2.3 从“智能建筑”向“智慧建筑”的演变 | 21 |
| 2.4 智慧建筑时代的新机遇 | 22 |

3 阿里巴巴智慧建筑

- | | |
|------------------------|----|
| 3.1 阿里巴巴智慧建筑是什么 | 25 |
| 3.2 阿里巴巴智慧建筑参考架构 | 28 |
| 3.3 阿里巴巴智慧建筑开放生态系统参考架构 | 30 |

4 阿里巴巴智慧建筑实践分享

- | | |
|-------------------------------------|----|
| 4.1 阿里巴巴智慧建筑开放生态系统实践：神鲸 | 35 |
| 4.2 阿里巴巴智慧建筑平台应用实例：
深圳阿里中心共享空间产品 | 36 |

5 我们的愿景

参考文献

致谢

前言

随着大数据、云计算基础设施的不断完善，人工智能、物联网技术不断进步，深度学习算法体系和通用算法包的逐步成熟，“智慧建筑”的发展迎来了绝佳机遇。未来的智慧建筑应该是自学习、会思考，可以与人自然地沟通和交互，具有对各种场景的自适应能力，并且作为智慧城市的一部分，可以在更高的结构层次上高度互联。

智能时代的来临，作为承载人类活动时间最长的载体，越来越多的建筑将变得更加聪明，成为各类智能化信息的综合应用平台。智慧建筑集“架构、系统、应用、管理及优化组合为一体，具有感知、传输、记忆、推理、判断和决策的综合智慧能力，形成以人、建筑、环境互为协调的整合体，为人们提供安全、高效、便利及可持续发展的功能环境”（GB/T50314-2015）。而大数据时代（DT）的智慧建筑将成为一个具有感知和永远在线的“生命体”、一个有大脑的自进化智慧平台、一个人机物深度融合的开放生态系统。

在智慧建筑的平台上，普惠的人工智能将无处不在，帮助智慧建筑以最绿色、最生态的方式运行，帮助智慧建筑中的企业以最高效和最低资源消耗的状态运行，帮助在智慧建筑中工作和生活的人们享受到更安全、高效和便利的服务和环境。在智慧建筑中，虚拟现实和人工智能成为人、建筑、服务、环境等交流互动的主要方式。交流互动中形成的动态数据成为智慧建筑思考和快速响应的数据源泉。智慧建筑生态环境中的开发商、集

成商和运营商在开放的创新平台中以共享经济的模式，实现智慧建筑低成本建设和运营。他们在开放平台统一提供的互联互通、数据智能等能力的支撑下，通过群体智能的方式实现快速创新。

智慧建筑的时代已经来临！智慧建筑的内涵仍在快速演进，需要不断地结合更多的企业实践进行完善和改进。希望通过本白皮书的发布能够使更多的行业企业、专家了解我们的实践和研究成果。我们欢迎更多的单位和个人对本白皮书的内容提出宝贵意见，并共同参与到未来的编制过程中。

版权声明

本白皮书版权属于阿里巴巴集团。

使用说明：未经阿里巴巴集团事先的书面授权，不得以任何方式复制、抄袭、影印、翻译本文档的任何部分。凡转载或引用本文的观点、数据，请注明“来源：阿里巴巴集团”。



1 智慧建筑
发展综述

1.1 什么是智慧建筑

智慧建筑是一种目前正在高速发展的建筑形式。“智慧建筑”不是一个新概念，自 20 世纪 80 年代提出以来，伴随着时间推进、技术进步以及人们的思想演变，研究者们对它的描述也在不断发生变化。80 年代至 90 年代初期，研究者们和各个机构对“智慧建筑”的定义大多侧重于技术要素，主要包括信息技术 (Information Communications Technology, ICT)、自动化技术、有助于提高效能和效率的系统集成技术等方面。进入 21 世纪后，对智慧建筑定义的关注点开始由技术转向用户体验和绿色环保方面。“用户生活质量”、“用户需求响应”、“环境友好”、“节能”、“卫生”等名词受到智慧建筑从业人员越来越多的重视^[18]。近期，智慧建筑的研究者们开始关注整个社会和生态的“可持续发展”，关注通过各种嵌入式传感器、建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 和技术创新，提高建筑的整体智慧和“自适应能力”。就定义而言，其完整的演进过程如表 1.1 所示。

表 1.1 智慧建筑定义的演变

时间/年	定义内容
1983	拥有全自动服务控制系统的建筑 ^[2] 。(Cardin, 1983)
1985	融合了技术或非技术创新、高水平管理手段来最大化投资回报的建筑 ^[18] 。(A Symposium in Toronto, 1985)
1988	整合了多个子系统以便于通过一种协同模式来管理资源，实现技术性、投资、运营成本缩减和柔性最大化的建筑 ^[2] 。(Intelligent Building Institution, 1988) 拥有完整的信息通信网络的建筑，且运行其上的服务系统能够基于此建筑的静态数据和运维数据库，做出预测引导和自动化控制 ^[18] 。(Leifer, 1988)
1997	它通过多学科交叉手段整合并优化建筑结构、系统、服务和管理，从而为建筑拥有者构建一个高产出、高投资回报、环境友好的建筑 ^[2] 。(H. Arkin et al., 1997)

续表 1.1

时间/年	定义内容
1998	为建筑所有者创造了一个能够最大化绩效, 且同时在最小化环境影响和减少自然资源浪费方面有所成效的建筑 ^{[1][8]} 。(European Intelligent Building Group, 1998)
2000	以建筑为平台, 兼备建筑设备、办公自动化及通信网络系统, 集结构、系统、服务、管理及它们之间的最优化组合, 向人们提供一个安全、高效、舒适、便利的建筑环境 ^[20] 。(《智能建筑设计标准》GB/T50314-2000)
2002	对用户需求、环境和社会高度响应, 且在最小化环境影响和自然资源浪费方面有所成效的建筑 ^[18] 。(Kua and Lee, 2002)
2006	以建筑物为平台, 兼备信息设施系统、信息化应用系统、建筑设备管理系统、公共安全系统等, 集结构、系统、服务、管理及其优化组合为一体, 向人们提供安全、高效、便捷、节能、环保、健康的建筑环境 ^[21] 。(《智能建筑设计标准》GB/T50314-2006)
2015	以建筑物为平台, 基于对各类智能化信息的综合应用, 集架构、系统、应用、管理及优化组合为一体, 具有感知、传输、记忆、推理、判断和决策的综合智慧能力, 形成以人、建筑、环境互为协调的整合体, 为人们提供安全、高效、便利及可持续发展功能环境的建筑 ^[22] 。(《智能建筑设计标准》GB/T50314-2015)

另一方面, 智慧建筑的定义也存在着明显的地域差异^[6], 世界不同地区对“智慧建筑”的认识虽然有相似和互相借鉴之处, 但在细节上却仍然体现出了各地政治、文化、资源等方面的特色。全球各地对智慧建筑的定义如表 1.2 所示。相较而言, 美国 (AIBI) 智慧建筑的定义基于系统的视角; 日本更多的关注在建筑中生活的人, 要为他们带来便捷和绩效上的提升; 欧洲则在日本的基础上, 进一步加入了环境要求。中国在 2015 年更新了《智能建筑设计标准》(GB/T50314-2015), 增加了对智慧建筑技术水平尤其是“学习能力”的要求。可以预测, 未来技术创新和技术融合问题将在中国智慧建筑领域得到更多的关注。

表 1.2 各地区的代表性智慧建筑定义

美国	(American Intelligent Building Institute, AIBI) 是指那些通过优化自身结构、系统、服务和管理以及他们的内在关系, 来提供一种投资合理, 具有高效、舒适和便利环境的建筑物 ^{[1][8]} 。
日本	(Japan Intelligent Building Institute, JIBI)是指那些同时具有信息通信, 办公自动化服务以及楼宇自动化服务等各项功能, 并适应智力活动各种需求的建筑物 ^{[1][8]} 。
欧洲	(European Intelligent Building Group) 是指那些为其拥有者创造了一个能够最大化绩效, 且同时在最小化环境影响和减少自然资源浪费方面有所成效的建筑 ^{[1][8]} 。
中国	(《智能建筑设计标准》, GB/T50314-2015) 以建筑物为平台, 基于对各类智能化信息的综合应用, 集架构、系统、应用、管理及优化组合为一体, 具有感知、传输、记忆、推理、判断和决策的综合智慧能力, 形成以人、建筑、环境互为协调的整合体, 为人们提供安全、高效、便利及可持续发展功能环境的建筑 ^[22] 。

这些研究者和组织、国家对智慧建筑的定义中折射出不同时期不同地区人们对其持有的态度。智慧建筑作为人们工作和生活的核心场所, 用户、企业、政府等社会各界都给予了很高的关注度。虽然人们对智慧建筑的看法各不相同, 但理想的智慧建筑, 总是拥有一些共性特征^{[2][7]}。这些特征可以从环境、经济、用户体验及社会文化、技术创新四个维度展开。

1. 环境方面

智慧建筑不仅是现代技术理论发展所带来的“可能性”, 而且一定程度上是迫于资源枯竭和环境退化问题所产生的“必然性”。建筑业所消耗的资源, 包括材料、能源、人力、土地均十分巨大。在中国, 城市化率仅 57.35%, 城市人均建筑面积仅 32.91 平方米, 大量基础设施急需建设, 由此带来的能源消耗和环境破坏将十分惊人。因此, 政府作为基础设施建设的监督者, 将始终是智慧建筑发展中环境维度的主要推动力量。

从环境的视角看, 未来的智慧建筑应该具备以下特征:

特征 1-1: **建造低能耗**。低能耗的建筑设计; 建造过程中采用合理、高效的手段避免能源浪费;

特征 1-2: **材料环保**。避免使用对环境有破坏的建筑材料和装饰材料;

特征 1-3: **使用过程中的低碳排放**^[10]。通过自动检测、自适应的智能优化^{[3][11]}, 调节系统降低不必要的能源和浪费;

特征 1-4: **水资源可持续性设计**。通过水资源的循环净化以及其他辅助系统, 实现对水资源的高效利用;

特征 1-5: **低废弃物排放和零污染**。包括废弃物再利用、高污染物的有效收集等, 以及对那些能够避免土地、大气和水源污染的设计的采纳;

特征 1-6: **可持续建筑选址, 应用生态策略**^[17]。建筑可选择建在更接近城市发展配套设施, 且在建成后对周围环境影响最小的位置, 保留绿地、野生动物保护区等当地的生态自然环境。

总体说来, 具备上述特征的智慧建筑如图 1 所示, 应该是环境友好、自适应、资源最优化和绿色节能的, 最终实现建筑和生态可持续发展的完美结合。

2. 经济方面

企业是智慧建筑发展的核心动力源, 企业的最大关切就是经济效益。因此, 从成本和经济效益的视角看, 区别于传统建筑, 智慧建筑的设计建造和使用过程应具备以下鲜明特征。

特征 2-1: **低电力、水资源成本**。借助于高效的控制手段和先进的资源利用设计, 智慧建筑的使用成本将低于传统建筑;

特征 2-2: **相对高的建造成本**。由于使用了环保材料, 同时引入了多套控制和管理系统, 增加了许多在初期建设部署时的软硬件成本;

特征 2-3: **低生命周期成本**^[4]。智慧建筑的维护和使用成本较传统建筑更低, 长期来看更加经济;

特征 2-4: **高投资回报**。智慧建筑能够有效帮助用户改善工作效率和提高生活质量, 因此会带来更高的产出和回报率。

从未来发展趋势的角度分析, 企业对智慧建筑的这些诉求必将驱动智慧建筑进入智能经济、平台经济和体验经济的时代, 如图 1 所示。只有通过基于智能经济的产业化能力和基于平台经济的社会化分享模式, 才能

够使企业以更低的成本开展智慧建筑的建设和运营。在这个新经济时代中，先行者将会斩获巨大的商机。

3. 用户体验及社会文化方面

用户体验永远都是智慧建筑的核心。智慧建筑将通过更加合理、先进的设计理念和手段，为用户提供更好的体验。在用户体验及社会文化方面，智慧建筑应该具有以下特征：

特征 3-1：**更好的暖通空调和照明体验。**得益于广泛搭建的传感器网络，中央或分布式控制中心将对建筑内部的温度、湿度、光线强度等指标有更好的调节，以实现更舒适的办公和生活环境；

特征 3-2：**更高效的办公环境。**智慧建筑中的信息网络以及内置的各种办公辅助设计将有效避免用户在时间上的浪费，降低用户受到环境或其他用户的干扰，帮助用户实现更高的效率和产出；

特征 3-3：**高卫生水平、便捷可用的健康设计和服务。**智慧建筑同样关注维持其内部的卫生水平，同时在设计中加入人因学原理，尽可能在使用过程中保护用户的身体健康，降低职业病的发病率，提供对突发疾病的应急处理方案；

特征 3-4：**将身体不便因素考虑在内的完备包容性设施**^[16]。智慧建筑考虑了用户身体遭受的短期（如受伤、怀孕等）、长期（如残障、慢性疾病等）人身障碍所引起的不便。为用户提供方便、包容的生活工作环境和周到的人文关怀；

特征 3-5：**完善的安保措施。**高等级的身份识别系统，考虑了应对火灾、地震以及其他灾害的设计；

特征 3-6：**随处可见的环保设计。**用户将能明显感受到智慧建筑中蕴含的绿色节能理念，并逐渐适应和习惯；

特征 3-7：**高空间利用率和空间柔性；**

特征 3-8：**更强的科技感。**

总体来说，具备以上特征的智慧建筑将能够智能适应变化的场景，支持人和建筑的方便互动，为用户使用过程提供便捷性和舒适性的美妙体验，大幅度提高用户的生活质量。

4. 技术和创新方面

技术和创新是智慧建筑的基石，也是其有别于传统建筑的关键所在。因此，在技术和创新方面，智慧建筑应该具有以下特征。

特征 4-1: **巨大的传感器网络和集中或分布式的综合控制系统。**高效的计算机软硬件和网络、越来越低廉的高品质传感器、高度可控的设备，成为智慧建筑的“大脑”、“眼睛”和“手”；

特征 4-2: **新型材料。**更多环保、低成本、高强度、高隔音性能、对人体无害的材料；

特征 4-3: **支撑用户办公的先进技术设备；**

特征 4-4: **环保以及关注用户的创新设计；**

特征 4-5: **集成统一的创新管理模式；**

特征 4-6: **新技术和概念的可渗透性。**智慧建筑的框架结构允许内部的柔性，便于未来新设计和概念的引入。

图 1 展示了以上特征中的一些关键要素。可以预见，这些相关的技术和创新会在智慧建筑产业的驱动下快速发展，人工智能、物联网、虚拟现实、安全、仿生、自动控制及 ICT 技术的创新和融合将成为建筑业的新趋势。

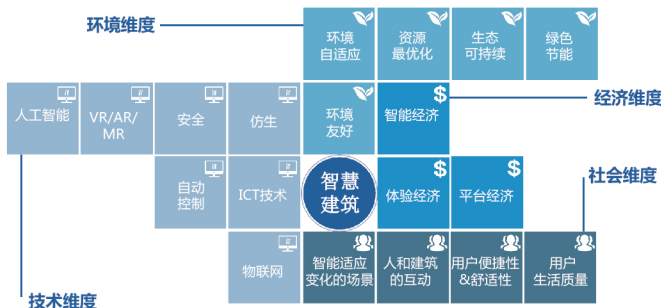


图 1 智慧建筑主要特征的具体外在体现

1.2 为什么要发展智慧建筑

从上个世纪八十年代开始，本着对智慧生活和智慧工作的向往、对能源节约和环境保护的初心、对生态可持续发展需求的重视，建筑领域的先行者们从未停止过探索智慧建筑的脚步。各国政府也纷纷把智慧建筑作为引导建筑领域健康发展的抓手，推出各种政策、标准和评价指标来鼓励智慧建筑行业的健康发展。企业界也从中嗅到了巨大的商业机会，开始发展各种新技术，并将其应用到智慧建筑当中。

可以说，技术创新、经济发展、人们对智慧化体验的追求、能源和环境压力，是智慧建筑不断进行自我更新升级的核心推动力。

■ 驱动力 1：技术创新（主要驱动力）

在智慧建筑的发展历史中，技术一直扮演着重要的驱动力的角色。进入大数据时代（DT），随着大数据^[12]、云计算基础设施的不断完善，物联网（IoT）^{[11][19]}、人工智能（AI）^[5]、虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术的发展，智慧建筑的绿色化建设、智能化运营、个性化定制和服务化创新升级成为可能。未来万物互联的智慧时代，人机物三元世界的深度融合成为必然，“连接 + 大数据智能 + 自适应服务”将会成为建筑智慧化的基本范式，虚拟现实和增强现实将会成为人类和建筑交互的主要方式，人工智能将会成为提升最终用户体验和智慧感知的重要手段。而面向智慧建筑的开放生态平台的出现，将彻底改变目前建筑建设、运营、使用粗放的问题，通过开放的大众创新使能平台，实现跨企业、跨领域的大规模开源协作创新^[13]，让人们围绕智慧建筑尽情地燃烧创新激情。

■ 驱动力 2：“摩尔定律”和模式创新进一步降低智慧建筑的成本

“摩尔定律”在可预期的时间内依然有效，如图 2 所示。设备连接、感知的成本和数据的采集、传输、存储、处理的成本都在不断下降，

为新技术的大规模部署和使用提供了成本基础。凯文·凯利在他的近作《必然》中提到，“目前我们正处在伟大创新时代的开始，未来的智能经济中，人工智能将会得到低成本普及，人的价值决定于你使用人工智能的能力，而不是你拥有多少人工智能。”未来的体验经济中，虚拟现实、增强现实、混合现实（MR）等技术将改变人们的生活方式，大大提升人们对物理世界和信息世界的认知能力、交互方式和体验水平。同时，这些技术也将为智慧建筑提供更加海量的数据，从而在很大程度上进一步提升大数据智能水平。共享经济将通过共享使用权使得所有权变得无足轻重，而智慧化正是共享经济的使能者和驱动者。未来的共享经济必将进一步降低智慧建筑的成本，使智慧建筑成为企业的必选。因此，建筑向更高阶段的智慧化发展已成为必然趋势。

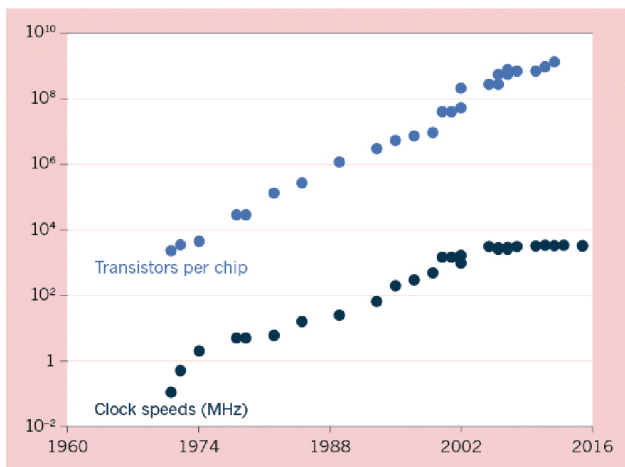


图2 50年来芯片晶体管和在工作频率的指数式增长

■ 驱动力 3: 用户对智慧化体验的进一步需求

随着经济的不断发展,人的时间将成为最稀缺的资源。人们对节约时间的需求会不断增长。这自然对作为人们工作、生活主要场所的建筑提出了越来越高的要求。另一方面,智慧建筑能提供给用户高等级的服务条件,不断满足用户高度个性化需求。在未来,虚拟现实、增强现实等技术也将结合到智慧建筑中。届时,智慧建筑提供的使用体验将完全从传统建筑中脱离出来,成为用户选择建筑形式决定性因素之一。

■ 驱动力 4: 能源、环境新形势对建筑产业的新要求

数据显示,建筑物耗能占总耗能的 50% 以上。作为一个巨大的能量消费体,传统建筑造成的能量浪费惊人。另一方面,以《京都议定书》、《哥本哈根协议》为代表的一系列国际性和区域性的环境、能源协议、规定不断出台,在这样的环境条件和政治背景下,节能减排成为必然趋势。智能建筑能通过高水平的综合控制能力降低其本身的能耗,结合以太阳能、风能为主的新能源手段,实现大幅缩减碳排放的效果。因此,在成本可控的条件下建造更多智慧建筑,在未来将成为许多国家发展的必由之路。

美国是世界上第一个出现智能建筑的国家。世界上第一座智能大厦“城市广场”于 1984 年诞生于美国康涅狄格州哈特福德市,它的前身是一座旧金融大厦。美国联合技术公司在改造过程中引入了信息系统,完成后,大楼内的供水、空调、防火防盗、供配电系统均由电脑控制。这是基于信息化的自动综合管理系统第一次在商用大厦上得到运用,用户可以方便获得许多便捷的自动化服务,包括语音通讯、市场行情信息、科学计算和情报资料检索等。改造后的大厦在出租率、投资回报率 and 经济效益方面的成功引起了各国的重视和效仿,很快智能建筑开始在世界范围内迅速发展。值得一提的是,美国的智能建筑在早期更关注自动化和智能化技术的应用,相比较而言,欧洲的智能建筑则从一开始就更关注绿色环保和能源的综合利用。默特尔公寓是由英国“INTEGGER”组织建设的一栋大楼,其

所有原材料基本都是采用自然可再生的材料。这栋公寓重点关注残疾人的生活服务,对其各种生活场景进行了完善的智能控制设计,同时它在节能和降低成本方面也做出了很多非常好的尝试。日本方面,自从二十世纪八十年代智能建筑引入该国以来,政府和企业的共同推动使得智能建筑在日本得到了快速的发展。目前普遍认为日本是智能建筑领域最具代表性的国家。日本企业在提高工作效率和改善自身形象的需求驱动下,建设成了野村证券大厦、KDD 大厦、NTT 总公司和东京国际机场等一批经典的智能建筑,这些建筑充分体现了“舒适、安全、方便、经济和环保”的日本特色。

通常认为中国第一座大型智能建筑是北京发展大厦。它于 1989 年建成,是一座中日合资的现代化大楼。此后几年时间,国内又陆续建成了北京西客站、深圳地王大厦等高标准智能大楼。在此之后,国内智能建筑业不断高速发展,从依赖进口逐步走向出口海外。21 世纪初,我国从事智能建筑相关产品的研发、制造、销售、技术服务的企业主要聚集于北京、长三角、珠三角、环渤海地区。当时在智能大楼方面,以霍尼韦尔、江森、西门子等公司为首的外国企业占据了 90% 以上份额,占据绝对优势。而国内企业因为技术、经济实力、侧重方向等因素,更多地将精力集中在智能小区的建设、改造和维护相关工作上。然而经过十余年的技术引进和创新研发,如今我国智能建筑工程总量已相当于欧洲智能建筑工程量总和。中国智能建筑系统集成商已超过 5000 家,智能建筑集成市场规模达到 4000 亿元。

只是,这样庞大的工程量背后却是我国智能建筑普及率低的现状。不仅如此,我国智能建筑发展到现在,仍然存在着一一些致命问题:

1. 智慧建筑系统主要是 s 各垂直领域的智能系统的集成,这些 5A 垂直智能系统^{[9][9]},即通讯自动化系统(CAS),楼宇自动化系统(BAS),办公自动化系统(OAS),消防自动化系统(FAS)和保安自动化系统(SAS)比较封闭,相互之间缺少互通互联,信息孤岛现象严重;

2. 智慧建筑的垂直智能系统大多关注物业、楼宇自动化和绿色节能，**缺乏对用户体验的系统性提升**；
3. 智慧建筑的智能系统多数是本地系统，**缺少与互联网联接和跨系统的协同**；
4. 缺乏全面而完整的数据标准、模型，各系统之间仍然**无法有效地交换数据**；
5. 智慧建筑内产生的很多数据往往在一次性使用后即被抛弃，**缺乏数据沉淀，潜在价值无法被进一步挖掘**；
6. 随着智慧建筑智能化程度的提高，对物业管理专业的**专业水平和技能的要求越来越高**；
7. 缺少面向智慧建筑建设的行业云平台，信息化建设**停留在传统的软硬件收费模式**；
8. 智慧建筑智慧化系统方案缺乏可复制性，每个项目分别定制化开发和集成，**一次性投资方式不但造成建设成本过高，而且后期系统维护费用和难度都会增加**；
9. 缺乏支撑智慧建筑建设开发的系统性生态环境，缺乏基于群体智能的社会化创新环境，导致资源无法高效共享，好的实践无法快速推广，领先用户的需求无法驱动群体智能实现快速创新。

为了应对上述问题，政府、企业越来越将希望寄托于自动化、智能化、物联网和大数据等各种快速发展的创新技术。此外，平台经济、共享经济等各种创新经济模式的不断出现，也在帮助智慧建筑领域工作者突破这些瓶颈。在当代中国，克服这些困难以争取更大的利益也已成为了智慧建筑行业发展的驱动力之一。

1.3 智慧建筑新技术发展趋势

■ 人工智能 (AI) 技术为智慧建筑带来“自学习能力”

概念上讲,智慧建筑的行为模式类似于人类行为。在自学习的过程中,智慧建筑需要从外界环境和住户行为中获取信息、挖掘模式,并进行自身的调整。建筑系统不再停留在人为设置的阶段,而是会像人一样自动感知建筑内部的一切,从中自发地提取出可用的信息。近年来,人工智能算法研究的成熟和云计算、大数据基础设施的完善,使“自学习能力”的广泛应用成为可能。未来的智慧建筑应该具有自己的“大脑”,能控制和自动调节建筑内的各类设施设备,让建筑具有判断能力,并驱动执行器进行有序的工作。当智慧建筑所有的静态数据和动态数据都集中到一个平台上,通过基于大数据分析技术的智慧建筑大脑将所有系统变成一个整体,各系统间能智慧有机地协同联动。在智慧建筑的建设中,深度强化^[14]学习基于前期的深度挖掘成果,能对环境、经济、用户体验等各方面出现的各类复杂问题进行快速建模,完成建筑智能从基础的数据采集与展示,向敏锐感知、深度洞察与实时综合决策的智慧化阶段发展。这就是人工智能技术带给智慧建筑的改变。神经网络^[5]、决策支持系统^[15]、专家系统、多 Agent 技术、强化学习^[3]等都属于可以应用于智慧建筑中的人工智能技术。

■ 云计算基础设施实现大数据处理和智慧城市云端的服务共享

智慧建筑内大量智能系统面向使用者提供服务,需要计算处理的数据量不断增加,复杂性不断提升。原来的本地部署方式已落后于这种数据海量增加的需求,云计算设施则刚好能解决这样的困难。云计算的特征是按需提供资源、按使用付费以及动态可伸缩、易扩展,其核心技术包括分布式运算、分布式存储、应对海量数据的先进管理技术、虚拟化技术和云计算平台管理技术。它的成功应用能够帮助建筑与建筑实现互联,从而推动城市云端服务的共享,真正地向智慧城市

的迈进。

■ 物联网技术全面激活智慧建筑的感知能力

2014、2015 年我国物联网产业规模分别达到 6200 和 7500 亿元，同比增长分别 24% 和 21%。中国物联网研究发展中心预计，到 2020 年我国物联网产业规模将突破 2 万亿，这期间复合增速将达到 22%，发展极其迅猛。物联网应用涉及包括城市管理、智能家居、物流管理、食品安全控制、零售、医疗、安全等在内的众多领域。这其中，无论是定位技术，还是物物互联或其他相关技术，都将为未来智慧建筑的搭建添砖加瓦。IT 时代物联网的本质是将 IT 基础设施融入到物理基础设施中，是一种支持性技术。进入到 DT 时代，随着物联网基础技术的突破，Lora、NB-IOT、5G 等标准不断深化成熟，物物连接的成本不断下降，一个万物互联的时代呼之欲出。DT 时代的物联网，通过将海量的端普遍连接，实现物物相联，最终实现众愚成智。它不仅是一个网络系统，最终将成长为一个智慧的平台。

■ 新能源技术赋予智慧建筑新角色

以太阳能、生物能、风能为主的众多新能源技术的成本低廉化、成熟化、将来的普及化，以及政府政策对新能源推广的扶持，使得整个能源产业的产业布局发生着肉眼可见的改变。近年来，发电能力从集中型的大型、超大型发电厂分散到各个角落，模块化的太阳能面板、风机走进城市，成为生活的一部分。智慧楼宇的绿色环保不再局限于其本身，而被赋予“可再生”“可持续发展”^[16]的新概念，成为能够在一定程度上实现能源自给自足，甚至能够产生多余能源的新建筑，成为分布式的能源生产网络中的一个新节点。

另一方面，在数据技术时代，随着存储、计算成本不断下降，使得收集和处理大数据成为可能。大数据正在成为一种可以不断产生生产力的新能源。它不断的为我们带来新的洞察、新的认知，助推着新经济的发展。而与人交互最多的建筑，正是这种新的能源源源不断产生的重要场所。

■ BIM 技术

BIM 技术的模型基础来自于工程应用中各类相关信息数据的综合。它是 5 维关联数据模型（几何模型 3D+ 时间进度模型 4D+ 成本造价模型 5D），可实现协同设计、虚拟施工、碰撞检查、智能化管理等从设计到施工到运维全过程的可视化，可以使资源得到最优化的利用。BIM 模型是一个丰富的建筑信息库，它通过数字信息技术把整个建筑进行数字化、虚拟化、智能化，存储了建筑的完整信息数据，包括工程设计、建造和管理，它不仅包括物体三维的轮廓信息，还有很多的其他特征信息，比如材料的传热系数、采购信息、造价等。以往由于技术限制，设计师只能进行非常有限和低效的三维设计，而现代信息化技术和三维设计技术的发展，使得回归符合人类思维习惯的三维设计成为可能。

当前，BIM 在物联网中的应用还很薄弱，但两者的结合不仅具有相当高的可行性，而且具有广阔的前景和巨大的价值。BIM 是建筑业革命性的平台和技术，物联网是物与物相互联系的网络，通过他们的深度融合，将推动智能建筑向智慧建筑的快速进化。

■ 传感技术

随着科技的进步，传感器会向着价格越来越低、性能和精度越来越高的方向发展。陀螺仪、激光等传感器，过去的价格非常昂贵，但随着在消费级无人机和自动驾驶中的大量使用，价格大幅降低，精度也有显著提高。另一方面，传感器也将越来越智能化。视频传感器借助最新的算法已经能够准确的判断出人和物的特征和相关信息，展现出了其智慧化的一面。随着技术的飞速发展，传感器也将越来越小型化、微型化、无线化。将来的建筑中，传感器将无处不在，它如尘埃般分布在建筑中的各个角落，就如同人类的感官一样，无时无刻不在监测着建筑中的各种信息。通过从传感终端得到的数据进行综合模拟分析，可以得到更加有用的数据为人类服务。在可预知的未来，生物传感器、

纳米传感器等更多新型传感器也会逐渐得以应用。这些丰富多样的传感器以及从中获取的大数据必将赋予建筑卓越的感知能力，为智慧建筑的实现打下坚实的基础。

2 智慧建筑 的演进



2.1 “智慧建筑”发展过程中的三个阶段

“智慧建筑”的概念从产生到现在的逐渐丰富，再到未来被赋予更多人类的想象力，这个过程不是一蹴而就的。一般来说，初期到发展期的智慧建筑（20世纪80年代至今）都只是在“传统建筑”的基础上配备各种各样的辅助系统，从而达到一些“传统建筑”难以实现的效果，如建筑状态管理、网络化、辅助办公、设备节能管理等。这些努力和改善确实取得了不错的成效，但仍称不上“智慧”。成熟的智慧建筑，是可以自学习和思考的，可以与人沟通，具备一定预测和自我决策能力的，并且作为智慧城市的一部分^[19]可以在更高的结构层次上高度互联。就这点看，目前的智慧建筑行业在技术能力和用户需求上都远远没有达到这个水平。

智慧建筑发展历程按照建筑的智能化程度，大体上可以分为三个阶段：传统建筑阶段、智能建筑阶段、智慧建筑阶段，如图3所示。

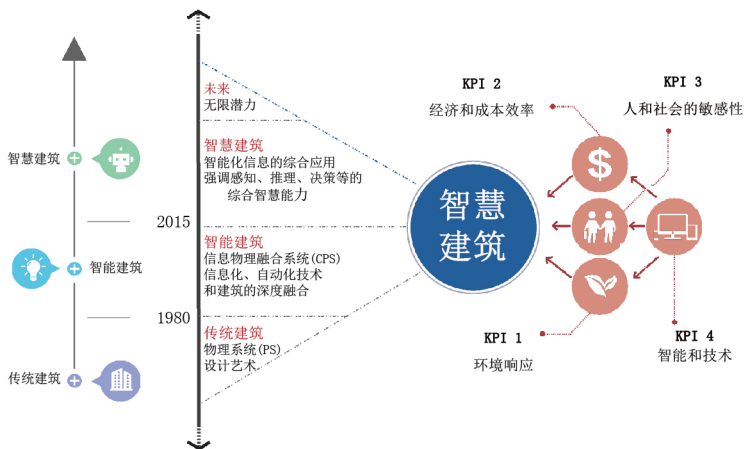


图3 智慧建筑的演进路径

2.2 从“传统建筑”向“智能建筑”的演变

在 20 世纪 80 年代初期，“智能大厦”尚未诞生之时，未来建筑物的智能化、自动化景象或许已经存在于某些先行者的思维里。1984 年，第一座智能大厦 City Place 落成。而被 SCI 检索覆盖的文献中，最早涉及“Intelligent Building”或“Smart Building”这两个词的文章也首次于 1984 年出现。在 1984-1985 年最早的一批文献中，智能建筑都被视为一个突然出现并迅速崛起的新领域。由此可见正是在 1983-1985 年这短短的数年里，“智能建筑”无论是在产业界还是学术界都完成了从无到有的迅速变化。

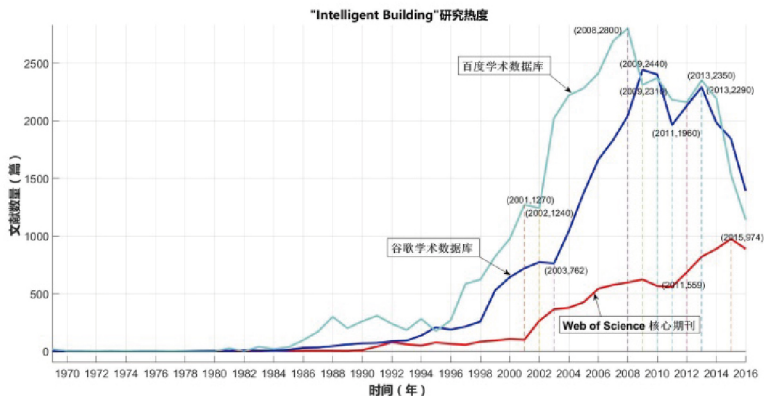


图 4 智慧建筑的研究热度分析

1984 年日本引进智能建筑理念，并于 1985 年建成第一座智能建筑“本田青山大楼”。同年，香港第一座智能建筑“汇丰银行总部大楼”建成。1989 年，中国第一座智能大楼北京发展大厦（中日合资）建成。1986

年日本新建智能办公楼占新建办公楼总面积 6%，此后这个比例一直呈上升趋势，在 1995 年达到 60%。可以说，在 1984-1990 年这个时间阶段里，“智能建筑”从诞生到成为人们普遍认可的新概念，从“传统建筑”里分离出来，成为新的研究和产业热点，并且在一些发达国家取代传统建筑成为更受欢迎建筑形式。

2.3 从“智能建筑”向“智慧建筑”的演变

根据“十五年周期定律”，2017年距离智能建筑诞生已经过去两个周期。最近几年，人工智能技术不断进步，算法体系和通用算法包不断完善，不仅为互联网信息产业带来变革，更给真正意义上的“智慧建筑”的诞生创造了绝佳机遇。2016年，谷歌人工智能程序 Alpha Go 战胜世界围棋冠军，IBM 发布类脑超级计算机平台，讯飞输入法的语音识别准确率达到 97%。此外人工翻译、图像识别等领域的进展不断涌现。2017年 Master 再度击败十几位世界围棋冠军。人工智能行业的飞速发展远超人们想象。此外硬件技术不断进步带动分布式云计算、物联网、虚拟现实、增强现实等技术进一步普及化。而这些技术创新正是“智慧建筑”所急需的。可以预见，真正“能思考”的智慧建筑即将诞生。

2014 至 2016 年，原本处于“潜伏”状态的人工智能、虚拟现实、增强现实、物联网等正式得到投资业、政府、学术界、一般民众和其他群体的高度关注。期间新形式、新结构、新服务的软硬件设备、平台大量出现，大大促进了这些技术的推广和社会化。“智慧建筑”的新概念正是基于这些核心技术，在几年时间里应运而生，它区别于此前发展了三十年的“智能建筑”的概念，在这段时间得到了更加独立和全面的思考。可以说，新时代的“智慧建筑”已经开始。这也很好地诠释了为什么图 4 中的最近两年智能建筑的研究开始下降。可以说，2016 年正是“智能建筑”与“智慧建筑”的分水岭，一个绿色、安全、高度智能的智慧建筑不再只是遥远的构想，历史正在为我们缓缓翻开一个全新的篇章。

2.4 智慧建筑时代的新机遇

智慧建筑的产生条件逐步走向成熟，围绕着大数据、人工智能、物联网、传感技术、可持续生态、虚拟现实等几个核心概念的大量机遇相继出现。

在投资方面，这几个领域已经成为全世界投资者们聚焦的热点。其中，人工智能是未来智慧建筑的大脑，近几年来收获了庞大的资金支持。2016年，550家初创人工智能企业共获得投资交易658宗，投资额共计约50亿美元。整个2012-2016年阶段，人工智能领域的投资额翻了近10倍。而据BBC的预测，全球人工智能市场规模将在2020年达到1190亿元人民币，是2015年484亿人民币的近246%。与此同时，2016年全球企业在物联网技术的产品和服务上的支出达到约1200亿美元，据估计将在2021年达到2530亿美元，年复合增长率达16%。如今，每天都有550万新设备接入物联网，BI Intelligence预测2020年全球物联网设备数目将达到250亿，相比2015年增长5倍以上。此外，增强现实、虚拟现实技术在2016年获得的投资额总计18.85亿美元，相比2015年增加了一倍有余，超过了2014-2015年这个领域的投资额总和。这样的投资形势为相关从业者、创业者提供了大量商机。

政策方面，2013年住建部下发《“十二五”绿色建筑和绿色生态城区发展规划》，针对新建绿色智慧建筑和既有建筑节能改造做出了重点指示，要求到“十二五”期末建设一批绿色生态城区、绿色农房，此外还要求政府投资的公共建筑中单体建筑面积超过2万平方米的大型公共建筑自2014年起率先执行绿色标准。到2020年，我国城镇绿色智慧建筑占新建建筑比重将提升至50%。2015年，GB/T50314重新修订，更新了对新时代智慧建筑的要求。2016年12月底，国务院签发了《“十三五”国家信息化规划》，提出要加强量子通信、未来网络、类脑计算、人工智能、全息显示、虚拟现实、大数据认知分析等新技术。这些政策文件的出台，

确保了国家对未来智慧建筑及相关技术研发的支持，同时也明确未来智慧建筑发展是以技术为核心，可持续发展能力为要求的。

由此可见，在这样一个新技术井喷，投资者迅速聚焦的时代，智慧建筑这个交叉行业确实蕴藏着巨大的资本机遇。同时，国家政府的关注，也会为这一行业领域带来政策支持和更大的资本投入。

3 阿里巴巴
智慧建筑



3.1 阿里巴巴智慧建筑是什么

据统计,人的一生中有大于 70% 的时间是在室内度过,人们的各种工作和生活活动产生了大量数据。随着 DT 时代的来临,作为承载人类活动时间最长的载体——建筑,将成为一个具有感知和永远在线的“生命体”、一个拥有大脑的、自进化智慧平台、一个人机物深度融合的开放生态系统,可以集成一切为人类服务的创新技术和产品。最新发布智慧建筑设计标准(GB/T50314-2015)中将智慧建筑定义为“以建筑物为平台,基于对各类智能化信息的综合应用,集架构、系统、应用、管理及优化组合为一体,具有感知、传输、记忆、推理、判断和决策的综合智慧能力,形成以人、建筑、环境互为协调的整合体,为人们提供安全、高效、便利及可持续发展功能环境的建筑。”如图 5 所示,阿里巴巴的智慧建筑正是在国标定义的智慧建筑基础上,重新诠释了未来智慧建筑的三大典型特征,并重构了对未来智慧建筑的定义。

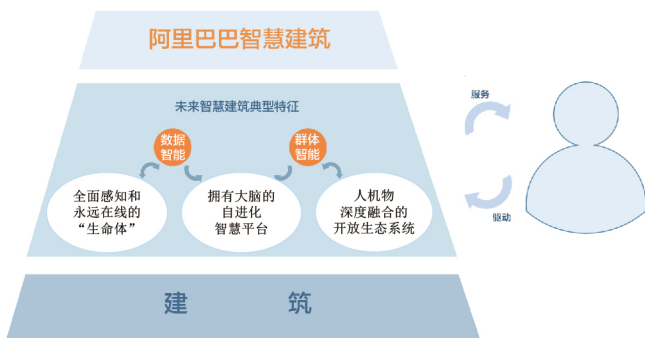


图 5 阿里巴巴的智慧建筑示意图

- 1. 全面感知和永远在线的“生命体”：**未来的智慧建筑通过嵌入式传感器和各种智能感知设备，将成为拥有类似人类的视觉、听觉、触觉和说话沟通能力的“生命体”。通过永远在线与云端大脑相连以及各种创新技术的普遍使用，智慧建筑能够智能地适应不断变化的场景和环境，以更自然的方式实现人和建筑的互动，为人类提供更贴心的服务。它能够实现能源、水等资源的最优化，实现人类和自然和谐交互的生态可持续发展。
- 2. 拥有大脑的自进化智慧平台：**当建筑具备感知、永远在线的能力后，建筑将成为万物互联的基础设施。各种感知数据将被及时采集、处理，支持智慧建筑完成各种智慧响应和决策。虚拟现实相关技术将成为人机物交互的主要手段，并大幅提升人类的交互感受。人类在这种交互中为智慧建筑提供各种反馈，这种反馈将作为人类群体智能的一部分加速智慧建筑的进化过程。深度强化学习 (Deep Reinforcement Learning, DRL) 作为现代人工智能发展的代表，在复杂任务及环境中表现出卓越的感知与决策能力，将为智慧建筑管理过程中的态势感知与综合决策解决带来新的思路。这时的智慧建筑将不仅是人类生活工作的载体，它既像今天的智能终端，是数据入口，又是数据沉淀和分享的平台。数据来自于应用，又反哺应用，循环往复形成一个数据生态，其最终演进形成智慧建筑大脑，使能智慧建筑不断自主学习、持续进化。
- 3. 人机物深度融合的开放生态系统：**人类的追求和用户体验是智慧建筑发展的动力，人类的智慧是使能建筑智慧的源泉。因此，未来的智慧建筑必将成为一个人机物融合系统 (Human-Cyber-Physical System, HCPS) [19]。这一系统在促进人类社会、赛博空间和物理建筑物有机地融合交互，在支持人类工作、生活高效进行的同时，实现生态友好和美妙用户体验。同时，成千上万的智慧建筑 HCPS 系统相互连接、互动、演进发展，形成了更大的智慧建筑生态系统。在这一生态系统中，以建筑内的人、设备、环境等的感知信息作为数据源泉，以物联网 (IoT) 技术为支撑实现万物互联，将不同智慧建筑

的数据汇聚到一个开放平台，开放给各种创新、创业者进一步开发使用。同时，该生态系统永远在线，以标准服务接口的方式提供各种人工智能、虚拟现实服务，支持创新人员以群体智能的方式开展社会化的协同创新，围绕智慧建筑产生可自我进化的多样化应用服务，改善用户体验。由此可见，在智慧建筑的生态环境中，如图 6 所示，感知数据经过及时分析处理形成有价值的规则和知识，通过深度强化学习使智慧建筑具备自学习和思考能力，实现各种智能场景，此为数据智能。而基于开放体系中的各种开放能力和数据让大量创业者围绕智慧建筑开展社会化协同创新，通过无数的人机物深度连接、融合、交互，促进智慧涌现，此为智慧建筑的群体智能。

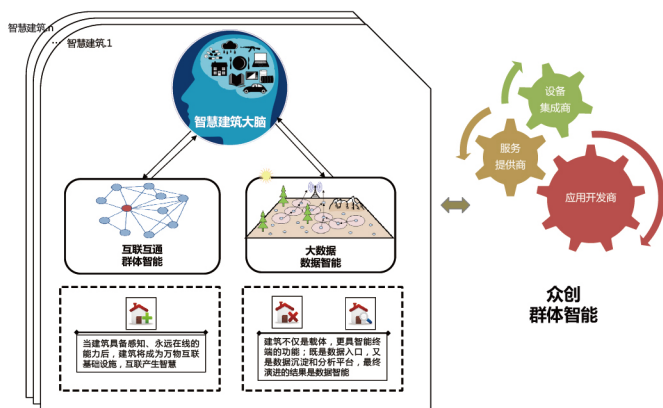


图 6 智慧建筑生态环境示意图

在上述三大特征的基础下，我们将智慧建筑定义为以客户体验为驱动，以物联网 (IoT)、云计算为支撑，以建筑内的人、设备、环境等要素为数据源泉，将建筑数据汇聚到统一的平台，并通过机器学习形成的数据智能及应用开发者形成的群体智能，服务于建筑使用者的开放生态系统。

3.2 阿里巴巴智慧建筑参考架构

从总体概念上，阿里巴巴智慧建筑的参考架构如图 7 所示，重点可从“网络”、“数据”和“安全”三个方面来理解。网络是基础，即通过物联网、互联网等技术实现建筑全系统的互联互通，促进感知数据的充分流动和无缝集成。数据是核心，即通过建筑数据全维度的感知、采集、融合和学习，形成基于数据的系统性智能，实现建筑的绿色化建设、智能化运营、人性化定制和服务化创新，最终促进各种商业模式创新，推动建筑智慧化发展。安全是保障，即通过构建涵盖智慧建筑全系统的安全防护体系，保障建筑智慧化的实现。

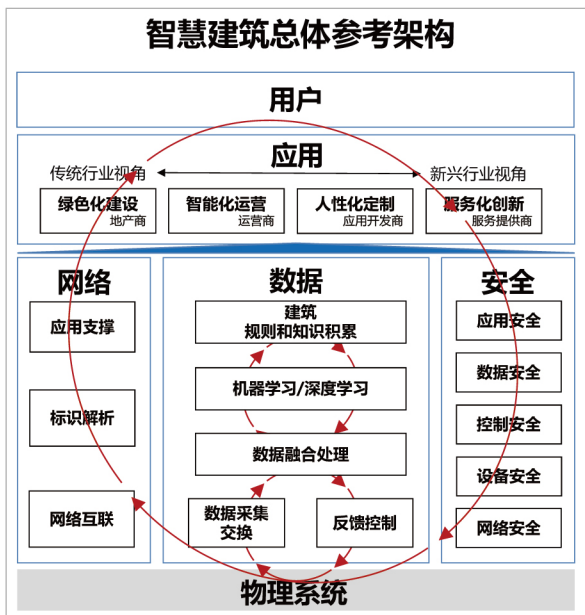


图 7 智慧建筑总体参考架构

从技术参考架构的视角,如图 8 所示,智慧建筑应该主要包含感知层、网络层、平台服务层和应用层组成。感知层主要通过各种传感器、智能设备实现对物理世界和人类社会的各种主体的动态信息进行适时的采集,生成各种感知数据,并能够接受来自智慧建筑其它层的指令快速响应和执行,本质上是要为智慧建筑增加视觉、听觉、触觉和交互的能力。网络层主要通过物联网、互联网和未来网络技术实现各种数据、设备和系统的互通互联,高速传递,本质上是要为智慧建筑提供高效的神经网络系统,实现智慧建筑的万物互联,并让各组成部分的数据、信息快速传递和有机协同。平台服务层主要是为智慧建筑提供大数据处理、机器学习、设备控制服务、安全管理和各种通用服务的云平台。平台服务层本质上是智慧建筑的大脑,主要提供数据收集、存储、计算、分析的服务,并通过机器学习,沉淀出规则和知识,进化出判断、决策的能力。应用层主要关注智慧建筑各组成部分功能的实现和服务的供给,本质上是智慧建筑中的人机物交互的主要界面,是智慧建筑的端的形态。



图 8 智慧建筑技术参考架构

3.3 阿里巴巴智慧建筑开放生态系统参考架构

阿里巴巴智慧建筑是构筑在由“端 - 网 - 云”组成的新基础设施上的开放生态系统。它的主要目标是充分利用以网络协同、众包合作、分享为主要特点的新组织生产方式，实现群体智能，为用户创造最大的价值。

借助于部署在建筑中的海量传感器、设施设备，用户与建筑的每一次交互都将以数据的形式反馈给平台。平台上的众多参与者，包括智慧建筑运营商、应用开发者、服务提供商等都会积极行动起来，在数据驱动下，利用互联网、物联网组成的“网”，充分交流信息，以最精细化的管理和最快的反应速度来应对用户的需求，既提升用户体验，又保证运营效率，充分显示网络协同的价值。

另一方面，数据让世界“透明”，网络让“开放”触达每一个参与者。在“开放、透明”的激励下，人人追求信用，众包合作成为可能。平台拉通众包的需求者和供给者，让需求和供给充分匹配、彼此互惠，促进运营效率的提高。

如果说众包合作是分享剩余“时间”的一种表现，那么由于平台连接一切的特点，分享建筑中剩余的各种资源也成为可能。在新经济的滚滚车轮中，从“拥有”向“使用”转变的观念已经为越来越多的人所接受，共享经济蓬勃发展。用户需要彩色打印，为什么需要拥有一台彩色打印机呢？用户需要一个合适的地方开会，为什么一定要拥有一个会议室呢？

阿里巴巴智慧建筑开放生态系统的参考架构如图 9。借助新的基础设施，在智慧建筑用户需求驱动下，打造产业拉力、技术推力和资本动力紧密结合的三螺旋创新模式和人机物深度融合的生态环境，其主要面向的利益关系人包括地产商、研究机构、投资基金、应用开发商、服务提供商、智慧建筑集成商、业主和智慧建筑运营商等。

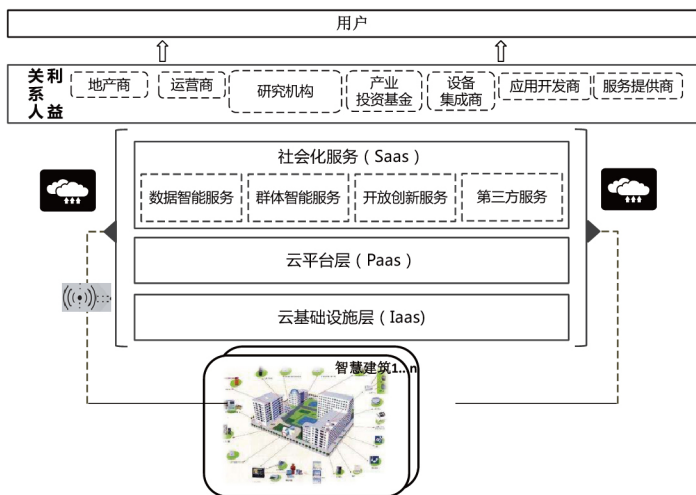


图9 智慧建筑生态系统参考架构

阿里巴巴智慧建筑生态系统参考架构从服务模式上看分为三层，基础设施即服务 (Infrastructure-as-a-Service, IaaS) 在最下端，平台即服务 (Platform-as-a-Service, PaaS) 在中间，软件即服务 (Software-as-a-Service, SaaS) 在顶端。IaaS 层提供诸如存储、计算和网络带宽服务等计算机硬件资源；PaaS 层提供软件开发或运行时所用的平台或中间件；SaaS 层则通过互联网提供各类可应用的软件服务，包括智慧建筑群体智能服务、数据智能服务、开放创新服务和第三方服务四个部分，是智慧建筑开放生态环境打造的核心能力支撑。

在参考架构中的 IaaS 层，选用了阿里云的云计算平台。阿里云创立于 2009 年，应双十一的大容量应用场景而生，支撑了 2016 年“双十一”每秒达 14 万笔的交易创建峰值，为中国联通、12306、中石化、中石油、国家天文台、飞利浦、华大基因等大型企业客户提供稳定可靠的云服务。2016 年打破 CloudSort 世界记录，将 100TB 数据排序的计算成本降低

了 2/3，刷新了 Apache Spark 1406 秒的世界纪录。2017 年阿里云还将为奥运会提供云计算和人工智能技术。阿里巴巴智慧建筑平台将采用阿里云 ECS、Container Service、OSS、NAS、ApsaraDB 等产品和组件，构筑了数据存储、分析服务、知识发现服务、设备控制代理、用户中心、身份识别服务等众多的核心服务，结合开放 API 技术，打造出 PaaS 层，赋能阿里巴巴智慧建筑开放生态系统的参与者快速地开发应用，推出服务，形成丰富多样的 SaaS 层生态。

在参考架构应用服务层中，智慧建筑群体智能服务提供“应用服务市场”，用实际收益来激发智慧建筑生态环境中的利益相关者以社会化的方式、用群体智慧聚集优秀的产品和服务。群体智能服务主要包含智慧建筑应用商店和专业能力服务两大类，应用商店中包含诸如建筑设备自动化系统 (BAS)、通讯自动化系统 (CAS)、办公自动化系统 (OAS)、火灾报警与消防联动自动化系统 (FAS)、综合安保自动化系统 (SAS)、智慧建筑停车服务系统、能效管理系统等。所有的系统由优秀的智慧建筑应用开发商与集成商通过社会化的方式提供，并能根据用户的实时使用情况与反馈，迅速的进化。智慧建筑专业能力服务主要提供包括各种智慧建筑人工智能服务、建筑信息模型 (BIM) 服务和虚拟现实 / 增强现实服务等，用来支持智慧建筑创新人员或集成商开发各种创新产品和系统。

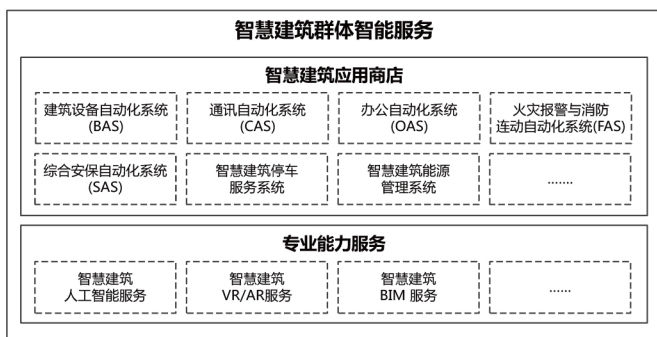


图 10 智慧建筑群体智能服务框架

智慧建筑数据智能服务既包括诸如数据采集、数据处理、数据存储、数据计算和分析、数据可视化等基础的大数据管理服务，也包括面向智慧建筑的典型场景需求，通过深度强化学习等机器学习算法、模型产生数据智能的服务，提供实时推荐、优化、预测和决策等能力。

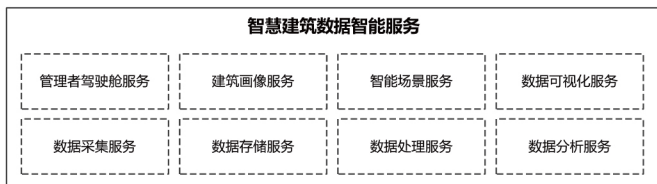


图 11 智慧建筑数据智能服务框架

智慧建筑开放创新服务是面向智慧建筑整个生态环境提供的开放创新环境。它既可以包括创意库、需求库、成果库、专利库、工具库、创客社区等创新资源类服务，也可以包括众创、众筹和众包等协同创新平台类服务。它使能生态环境中的各种利益关系人能够快速实现协同创新。

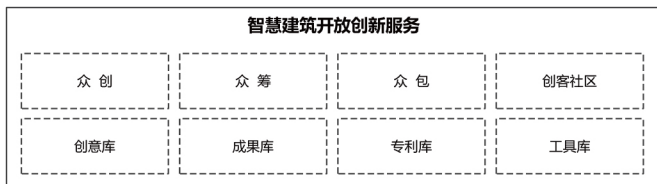


图 12 智慧建筑开放创新服务框架

阿里巴巴智慧建筑开放生态系统将立足于平台，通过汇集建筑中海量的数据，为新的生产方式参与者源源不断地提供数据、云计算等多重生产资料，重新连接用户和供给者，共同打造可持续性发展、关注人文体验、经济、环保的未来智慧建筑生态。

4. 阿里巴巴智慧建筑 实践分享



4.1 阿里巴巴智慧建筑开放生态系统实践：神鲸

“神鲸”是阿里巴巴集团置业部基于阿里巴巴开放生态系统参考架构构建起来的智慧建筑开放实验平台。核心团队组建于 2015 年第二季度，之后团队在西溪二期和深圳项目中针对智能停车服务进行切片式落地试验。在这两个项目中，如图 13 所示，我们利用“神鲸”开放平台收集到的数据和平台本身具有的开放 API，邀请服务提供商开展协同创新，实现了无卡停车、反向寻车、支付宝付款、车库导航等功能。从落地试验的结果看，都达到了预定的目标，取得了非常不错的效果。

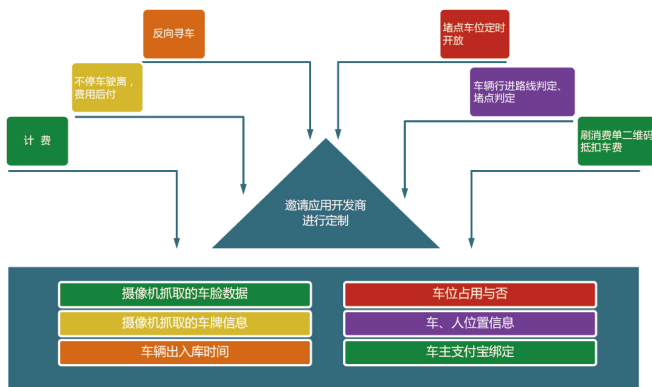


图 13 阿里巴巴智慧建筑开放生态系统—神鲸的创新实践

4.2 阿里巴巴智慧建筑平台应用实例： 深圳阿里中心共享空间产品

深圳阿里中心共享空间位于南山区科苑大道阿里中心大厦，办公面积近二万平方米，拥有办公室 22 间，办公桌 85 张，可同时满足 300 人的办公需求。共享空间配备了共享时租会议室、共享储物柜、共享打印机、公共邮局，充分挖掘办公资源共享的潜力，最大程度满足共享办公的需求。该共享空间通过无押金、即租即用、弹性使用、自助服务等入驻新方式，为 B 端客户带去 C 端客户的极致体验。

结合互联互通和 DT 技术，深圳阿里中心共享空间通过实施阿里巴巴智慧建筑平台参考架构，实现了人、设备、服务、资源的互联互通，通过海量数据的融合、计算、学习，为用户创建了一个智慧、互联、共享、生态共建的新型办公空间，如图 14。

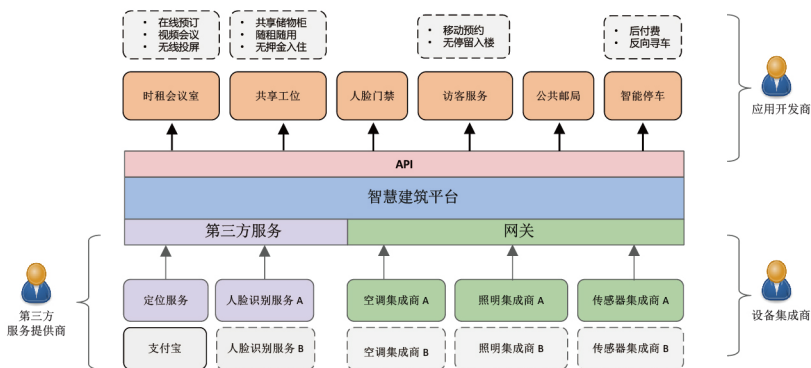


图 14 深圳阿里中心共享空间架构

该共享空间产品:

- 通过智慧建筑网关接入深圳共享空间的机电类设备, 包含人脸识别摄像头、门禁、密码锁、环境传感器、空调、电表、新风以及照明系统, 鼓励第三方开发者对其进行应用开发, 共建生态。
- 通过阿里巴巴智慧建筑平台 (以下简称 IB 平台), 赋能第三方开发者, 短时间内推出了接入深圳共享空间的第三方应用, 包含: 工位预定、时租会议室、视频会议系统、无线投屏、云打印、公共小邮局、智慧停车、人脸门禁、环境管理系统、新风系统、访客服务等众多的服务。

从实际的效果看, IB 平台在深圳阿里中心共享空间产品中的落地, 充分展现了阿里巴巴智慧建筑的技术架构和平台优势:

打造极致的用户体验

采用 IB 平台, 获得来自光学传感器的视频流数据, 通过人脸识别引擎和相关的机器学习算法, 快速地对办公空间中的人员进行识别、学习, 为办公空间的用户提供了无停留的出入服务, 同时保障安全。当前安防系统的逻辑都是以安全的名义, 为了防止一小部分非授权人士的闯入, 而让所有的授权人士都必须经过一道道闸机、一个个门禁认证, 极大的牺牲了用户体验。借助数据智能, 我们将有能力做到非授权人士提前识别、劝阻, 而让所有的授权人士无感通行。

降低成本

采用 IB 平台的互联互通技术, 我们将阿里中心的打印机、会议室、internet 服务连接在了一起, 通过“神鲸”分享给我们的用户使用。大部分用户将无须购买打印机, 装修会议室、或搭建企业网络, 就可以随时随地的使用internet服务, 打印文件, 和世界各地的人进行视频会议。从为“拥有”付费转变成“使用”付费, 实实在在的为客户带来了成本的下降。事实上, 连接带来的分享能力有着无穷的魅力。阿里巴巴著名的“小邮局”, 也因连接, 分享给了共享空间中所有的用户使用。下一步, 我们还能因连

接，让月租车位的用户在他们出差或休假的时候，可以分享他们的车位。因连接，我们还能让阿里中心的所有有心公益的用户彼此提供顺风车，既低碳出行，又增加了情感联接。

缩短周期，赋能开发者、集成商，服务用户

凭借由 IB 平台提供的开放 API 集市，传统设备接入与应用开发所需时间被显著缩短。依据深圳阿里巴巴共享空间的对接经验，通过平台，同样功能的应用开发与互联所需的时间降至原来的 20%。在设备接入与联调阶段，也只花费少于原本一半的时间。我们一个同事，从来没有接触过建筑相关的硬件设备，仅化了两天时间就开发了一套全新的会议室新风调节系统。

其次，平台还提供了建筑运维上的高度弹性。通过规则库的配置，或利用开放 API，使用者只需很少的时间便能重新设定设备与人互动的策略，提供全新的服务。此外，平台还提供了这样的延展性，使得未来应用服务能通过从数据中获得的认知，自动调节规则，快速的对用户的需求做出响应。

在智慧建筑平台实践取得较好成效的同时，我们也充分认识到构建智慧建筑平台过程中存在着巨大的困难和挑战。在项目实践中，我们在软硬件一体化、设备互联互通、数据标准化等方面都遇到了相当大的困难。我们将进一步投入资源，推进相关领域的研发，不断引入合作伙伴，持续提升智慧建筑平台的能力。

5 我们的 愿景



智慧建筑平台通过群体智能和数据智能技术，使传统建筑从无生命的钢筋混凝土结构演变成具有全面感知、人工智能的自适应、可进化的“生命体”，最终形成人机物深度融合的开放智慧建筑生态系统，让世界更绿色、让工作更高效，让生活更美好。

开放的智慧建筑平台将点燃全球建筑行业创新热情，并打造一个全新的智慧建筑产业。在未来，随着以物联网、人工智能、虚拟现实等为代表的新兴技术不断进步，大数据、云计算基础设施的不断完善，阿里巴巴智慧建筑生态系统可提供的服务将越来越丰富，为用户提供更贴心的体验。

参考文献

- [1] So A T P, Wong A C W, Wong K. A new definition of intelligent buildings for Asia[J]. Facilities, 1999, 17(12/13):485-491.
- [2] Wong J K W, Li H, Wang S W. Intelligent building research: a review[J]. Automation in Construction, 2005, 14(1):143-159.
- [3] Dalamagkidis K, Kolokotsa D, Kalaitzakis K, et al. Reinforcement learning for energy conservation and comfort in buildings[J]. Building & Environment, 2006, 42(7):2686-2698.
- [4] Braun J E. Intelligent Building Systems - Past, Present, and Future[C]. American Control Conference. 2007:1960-1967.
- [5] Hang J, Wan L. Application of Artificial Neural Network Approach for Intelligent Building in China[C]. Fourth International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology. IEEE Computer Society, 2009:1320-1324.
- [6] 景皓洁 . 国外智能绿色建筑发展状况及评价体系 [J]. 世界标准信息 , 2008(10):37-42.
- [7] MARCH, Paul, 姚润明 , et al. Development of intelligent buildings in Bahrain[J]. Journal of Central South University(中南大学学报 (英文版)), 2009, 16(S1):89-94.
- [8] 郝志文, 王立光, 赵春雷, 等 . 绿色与智能建筑初探 [J]. 吉林建筑工程学院学报, 2010, 27(1):73-75.
- [9] 符长青 . 智能建筑绿色节能技术分析 [J]. 智能建筑, 2010(6):17-20.
- [10] Wang J. Analysis on the Design of Intelligent Buildings Based

- on Low Carbon Ideas[M]. *Soft Computing in Information Communication Technology*. Springer Berlin Heidelberg, 2012:423-430.
- [11] Wei C, Li Y. Design of energy consumption monitoring and energy-saving management system of intelligent building based on the Internet of things[C]. *International Conference on Electronics, Communications and Control*. 2011:3650-3652.
- [12] Kriksciuniene D. Data Analysis in the Intelligent Building Environment[J]. 2014, volume 11.
- [13] 朱洪波, 杨龙祥, 金石, 等. 物联网的协同创新体系与智慧服务产业研究 [J]. *南京邮电大学学报 (自然科学版)*, 2014, 34(1):1-9.
- [14] Mnih V, Kavukcuoglu K, Silver D, et al. Human-level control through deep reinforcement learning.[J]. *Nature*, 2015, 518 (7540):529-533.
- [15] Shahi A, Sulaiman M N, Mustapha N, et al. Naive Bayesian decision model for the interoperability of heterogeneous systems in an intelligent building environment[J]. *Automation in Construction*, 2015, 54:83-92.
- [16] Sarb A, Brad S, Stan O. The innovation in design management of buildings: the way of complying with the new needs of global population - from the sustainable and intelligent buildings to inclusive buildings[C]. *International Academic conference on Management, Economics and Marketing*. 2015.
- [17] 王奕伟. 可持续性建筑设计中生态策略的融入 [J]. *城市建筑*, 2015 (20):51-51.
- [18] Ghaffarianhoseini A, Berardi U, Alwaer H, et al. What is an intelligent building? Analysis of recent interpretations from an

international perspective[J]. Architectural Science Review, 2016 (5).

[19] Manic M, Amarasinghe K, Andina J R, et al. Intelligent Buildings of the Future: Cyberaware, Deep Learning Powered, and Human Interacting[J]. 2016, Vol. 10(4):32-49.

[20] GB/T50314--2000, 智能建筑设计标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.

[21] GB/T50314--2006, 智能建筑设计标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.

[22] GB/T50314--2015, 智能建筑设计标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.

致谢

1、联合发布：

阿里巴巴集团置业部

阿里研究院

2、顾问：

王建勋：阿里巴巴智慧建筑发起人

宁德军：中科院上海高研院智慧城市研究中心主任

陈 亮：阿里研究院资深专家

3、主编

鲁国良：阿里巴巴智慧建筑技术总监

4、鸣谢（以下人员排名不分先后）

Dominique Tu、Lindsay Chung、陈民养、程驰宇、杜鑫、李梅、潘丽、
潘燕华、汪涛、王才向、王煜、吴婷、徐凯、许彪、尹晶萍、于景洋、余娴华、
张斌、张培艳、周明春、邹澜

