

香港智慧及绿色建筑设计

最佳作业方式指南



香港智慧及绿色建筑设计 最佳作业方式指南

© 2021 香港绿色建筑议会有限公司

版权所有

版权公告

香港绿色建筑议会有限公司（「香港绿色建筑议会」）保留一切权利。公司或机构可使用本指南任何合适部份作非牟利性质的培训用途。未经香港绿色建筑议会事先书面授权，严禁复制或复印本指南任何材料作商业用途。

免责声明

《香港智慧及绿色建筑设计最佳作业方式指南》（简称「本指南」）所载资料（包括但不限于所有文字、图像、绘图、图表、相片，以及数据或其他材料的汇编）只反映指明时间或编制时之情况，只供一般参考及说明用途。香港绿色建筑议会有限公司（「香港绿色建筑议会」）不对本指南或在编制本指南时或本指南所述的从其他来源取得的资料及数据的真实性、及时性、准确性或完整性作出任何担保、声明或保证。提到来源及来源的参考资料并不构成香港绿色建筑议会对第三方或其产品/服务（如有的话）的认可或推荐。即使已尽合理努力确保本指南内容准确，本指南按「现状」及「可使用时的状况」提供。香港绿色建筑议会不对本指南任何错误（疏忽或其他方面）承担任何责任。此外，香港绿色建筑议会对因使用或依赖本指南所引起而可能对任何人士造成的任何损失或损害概不负责（不论是侵权、合同还是其他方面）。在法律许可的最大范围内，香港绿色建筑议会明示不包括任何种类明示或默示的保证或声明。此外，本指南所述的任何成本及预计表现只供指引及参考用途，在任何方面均不构成意见或要约。有关成本资料及估算乃以一座简单及理想化的建筑及并不亦不能完全反映实际建筑的复杂情况为根据。建筑物的实际表现可能受诸如（但不限于）天气、施工及装修、机件及设施的性能、运作及维修保养等因素影响。在办公室开展小型工程及环境改善项目前，业主、租户及办公室用户应咨询《建筑物条例》（香港法例第 123 章）所指的认可人士，以选择将采用的并遵循相关法定要求的环保设施。本指南所列的外部网站连结只供参考，并不代表香港绿色建筑议会认可或批准有关团体或个人的任何产品、服务或意见。在法律许可的范围内，对于外部网站及之后连结的内容的准确性，以及对于与该等网站有关的任何因由所引致的任何损失及/或损害，香港绿色建筑议会概不负责。使用者应自行评估本网站所载或与之相关的各项资料，并应在根据该等资料行事前，参照原本发布的文本核实该等资料及征询独立意见。在适用法律许可的最大范围内，香港绿色建筑议会对本指南及其中内容可能产生的任何性质的损失、损害赔偿、要求、索赔、判决、行动、费用、律师费用、开支、处罚或罚款（包括但不限于任何特殊、间接、直接、惩罚性、附带或结果性损失，丧失业务、数据或利润）概不承担在侵权、合同或其他方面的责任。

除非另有指明，否则不论是否已注册的所有知识产权（包括但不限于目前存在的或将来创设的、在世界任何地方的任何版权、著作权、商标、服务商标、标识、商号、企业名称、互联网域名、专利、设计、数据库权利、设计权、形貌、诀窍、商业秘密或任何其他类似权利或专有权利，及（在可以提出申请的地方）上述各项的所有申请或申请权，及就过去、目前或将来侵犯、滥用或违反上述任何一项权利的诉讼、索取损害赔偿和取得救济的所有利益、特权或权利），以及在本指南的权利（「知识产权」），均属于香港绿色建筑议会所有。你无权使用香港绿色建筑议会的任何知识产权。未经香港绿色建筑议会事先书面许可，你亦不得以任何方式就任何公众或商业目的复制、分发、修改、传送、发表或使用本指南。香港绿色建筑议会按其全权和绝对酌情权决定可不时修改免责声明条款，而毋须通知你或对你负有责任。免责声明最新版本应在香港绿色建筑议会网站上登载。如你在免责声明经修改的版本登载后继续使用本指南，你同意受免责声明经修改的内容所约束。你有责任定期查看免责声明是否有任何修改。如免责声明的中、英文版本有任何抵触或不相符之处，应以英文版本为准。



关于香港绿色建筑议会

香港绿色建筑议会有限公司于 2009 年创立，并于 2016 年成为《防止贿赂条例》界定的公共机构，为非牟利会员制组织，致力推动和提升香港在可持续建筑方面的发展和水平。本会藉连系公众、业界及政府，提高各界对绿色建筑的关注，并针对香港位处亚热带的高楼密集都会建筑环境，制订各种可行策略，从而带领香港成为全球绿色建筑的典范。

我们热切追求实现可持续建筑环境的目标，会员和业界专才的丰富经验和真知灼见，为切实成果打稳根基。

要了解更多有关香港绿色建筑议会的资料，请浏览 www.hkgbc.org.hk。

抱负

为香港缔造更绿色的建筑环境，从而保护地球，造福香港市民。

使命

为引领市场转化，致力向政府倡议绿色环境政策，并为各界引入绿色建筑作业方式和订立业界有关设计、建造与管理的专业标准，同时向香港市民推广绿色生活。

目 录

献辞	i
序言	iii
概要	iv
第 1 章: 简介	1
1.1 什么是智慧绿色建筑?	3
1.2 智慧绿色建筑的其它重要概念	4
1.3 智慧绿色建筑相关指导方针和方案	6
1.4 新兴智慧绿色建筑技术	9
第 2 章: 智慧绿色建筑实用策略	11
2.1 智慧绿色建筑的「基石」— 物联网	12
2.2 香港网络安全和数据保密事项	14
2.3 智慧绿色建筑基础设计原则	15
2.4 智慧绿色策略综述	18
2.5 智慧科技确保建筑更健康更安全	34
2.6 与建筑类型的关系	38
第 3 章: 海外案例研究	39
3.1 纽约市帝国大厦	40
3.2 阿姆斯特丹 The Edge	43
第 4 章: 本地案例研究	46
4.1 太古坊一座	47
4.2 迎海	51
4.3 维港文化汇	54
4.4 交易广场	58
第 5 章: 前进之路	61
附录	64
A. 建筑设计和运作	66
B. 健康和福祉	83
C. 能源性能	98
D. 材料和废物管理	113
E. 节水性能	120
F. 流动性和交通出行	129
参考资料和补充读物	136
顾问团队	145
鸣谢	146

附图目录

图 1 – 重新定义智慧建筑和绿色建筑之间的关联	3
图 2 – 智慧绿色建筑「基石」— 物联网	12
图 3 – 既有建筑调试所需的五个关键步骤	16
图 4 – 制定建筑设计和运作的建筑策略	21
图 5 – 制定健康和福祉的建筑策略	24
图 6 – 制定能源性能的建筑策略	27
图 7 – 制定材料和废物管理的建筑策略	29
图 8 – 制定节水性能的建筑策略	31
图 9 – 制定流动性和交通出行的建筑策略	33

列表目录

表 1 – 智慧绿色建筑的其它重要概念	4
表 2 – 智慧绿色建筑相关指导方针和方案概述	6
表 3 – 智慧绿色建筑科技的新趋势	9
表 4 – 利用智慧策略和科技来提升既有建筑及其周边建筑环境的环保性能	17
表 5 – 使用各种技术确保室内建筑环境更加安全	34
表 6 – 推荐的 32 个智慧绿色策略与适用的建筑类型之间的关系	38

缩略语

AEM	活化能的管理
AFDD	自动故障检测和诊断
AHU	空气处理设备
AI	人工智能
ALS	环境光敏传感器
AM	资产管理
AMR	自动仪表读数
API	应用程序接口
ASHRAE	美国采暖、制冷与空调工程师协会
AVA	空气流通评估
BAS	楼宇自控系统
BD	大数据
BEAM	建筑环境评估方法
BEC	商界环保协会
BESS	电池储能系统
BIM	建筑信息模型
BIPV	光伏建筑一体化
BMS	楼宇管理系统
BT	蓝牙 5.0
BREEAM	建筑研究院环境评估法
BSOMES	楼宇设备运行和维修行政人员学会
CAPEX	资本性支出
CCTV	闭路电视
CdTe	碲化镉
CIC	建造业议会
CMC	中央监控中心
CMMS	计算机化维护管理系统
COP	能效比
CO ₂	二氧化碳
CSP	聚焦式太阳能发电
CSTCB	香港网络安全和科技罪案调查局
DDC	直接数字控制
DV	数据可视化
EC	电子整流
ELS	挖方和横向支撑
EMSD	机电服务部
EPS	电力系统
ESS	储能系统
ES1&2	交易广场第一、第二座
ES3	交易广场第 3 座
EU	欧盟
EV	电动汽车
FIT	上网电价
FM	设备管理
FSGIM	设备智能电网信息模型
F&B	食品和饮料
GIS	地理信息系统

GPS	全球定位系统
GRESB	全球房地产可持续性评估体系
GWP	全球变暖潜值
HA	香港房屋委员会
HEPA	高效颗粒物空气过滤器
HFCs	氢氟碳化物
HFOs	氢氟烯烃
HKCERT	香港电脑保安事故协调中心
HKD	港元
HKGBC	香港绿色建筑议会
HKL	香港置地
HKSAR	香港特别行政区
HVAC	暖通空调
IAQ	室内空气质量
iBMS	综合楼宇管理系统
IEEE	电气与电子工程师协会
IEQ	室内环境质量
IGU	中空玻璃单元
IoT	物联网
IP	互联网协议
IPCC	政府间气候变化专门委员会
IT	信息技术
IWBI	国际健康建筑研究院
I/O	输入/输出
I&T	创新与科技
KPI	关键绩效指标
kW	千瓦
LCC	全生命周期成本
LED	发光二极管
LEED	领先能源与环境设计
Li-ion	锂离子
LIDAR	光探测和测距
MEMS	微电子机械系统
MERV	最低效率报告值
ML	机器学习
NEMA	全国电气制造商协会
NFC	近场通信
ODP	臭氧消耗潜能值
OGCIO	政府首席信息官办公室
OPEX	运营支出
OTTV	综合传热值
O&M	运行和维护
PDPO	个人资料(隐私)条例
PHEV	插电式混合动力汽车
PLC	可编程逻辑控制器
PM _{2.5}	颗粒物 2.5
PSI	公共部门信息
PV	太阳能光伏
RCx	建筑再调试

REHVA	欧洲暖通协会代表
RFID	无线射频识别
ROI	投资回报
RT	冷冻吨
SARS	严重急性呼吸综合征
SBD	可持续建筑设计
SCADA	检测控制和数据采集
SDGs	可持续发展目标
SiO ₂	二氧化硅
tCO ₂	二氧化碳总量
TF	富临阁
TiO ₂	二氧化钛
TVP	科技券计划
UFAD	地板送风
UK	英国
UN	联合国
USD	美元
URA	市区重建局
U.S.	美国
USGBC	美国绿色建筑协会
UV	紫外线
VAV	变风量
VOC	挥发性有机物
VPN	虚拟专网
VRB	钒电池
W	瓦
WELS	用水效益标签计划
WorldGBC	世界绿色建筑协会
WSD	水务署
ZnBr	溴化锌
3D	三维
5G	第五代移动网络

献辞

环境局局长



我国在宣布力争 2030 年前达到碳排放峰值，以及 2060 年前实现碳中和目标当中做出了应对气候变化的郑重承诺。香港 2020 年施政报告中公布了 2050 年前实现碳中和的宏伟目标。实现这一目标绝非易事。我很高兴地看到社会上许多包括建造业议会（CIC）和香港绿色建筑议会（HKGBC）在内的重要相关方，不仅对这一目标表示欢迎而且在积极准备为此做出应有的贡献。

政府将号召所有相关方和大众共同应对气候变化。我们明年将更新《香港气候行动蓝图》以便在减缓和适应气候变化，以及提升气候恢复力等方面制定出更加积极的策略和措施，其中的首要任务是在建成环境当中深化脱碳，这就要求我重新思考我们现有的政策工具，并进一步利用包括智慧建筑技术在内的创新科技。

我们已经为利用创新科技打好了坚实的基础。在中短期内，除能源审计和节能项目外，我们将利用创新科技来实现政府制定的绿色能源发展目标，这就要求我们在 2025 年以前的 5 年内将政府的能源绩效提高 6%。我们将通过「机电创科网上平台」这一网上机电创新科技平台对创新型解决方案进行试点，并且对创新公司和大学提出的创新科技解决方案进行开发和试验。我们已推出 2 亿港元的绿色科技基金，支持创新型脱碳和绿色科技的研发工作，目前该基金可公开申请。

《香港智慧及绿色建筑设计最佳作业方式指南》是一个提供大量实时信息的实用工具，使专业人士和公众了解智慧绿色建筑重要概念和实务。通过对海内外案例研究配以插图并进行简明扼要的概述，是突出智慧绿色建筑前景和亮点的最佳方式。我对香港绿色建筑议会做出的努力表示感谢，并希望在我们为本世纪中叶实现碳中和城市而奋斗的过程中，这本指南将会在香港为智慧绿色建筑的发展做出贡献。

黄锦星先生，金紫荆星章，太平绅士

环境局局长

香港特别行政区政府

献辞

创新及科技局局长



我对香港绿色建筑议会成功出版《香港智慧及绿色建筑设计最佳作业方式指南》表示热烈的祝贺。这本指南为我们在采用创新科技实现更加智慧绿色建筑目标，并提高建筑综合性能的过程中提供了实用且全面的参考资料。

香港绿色建筑议会和建造业议会的共同努力，肯定是符合政府的包括智慧城市开发在内的创新科技政策。政府在过去的三年内承诺 1000 亿港元促进创新科技开发，并于 2017 年 12 月在香港首次公布首个智慧城市蓝图。包括 6 个智慧区的 76 个方案，并描绘出一个智慧环境篇章。在过去三年辛勤工作的基础上，我们在这个月提前公布了《香港智慧城市蓝图 2.0》版。在智慧环境章节中，我们介绍了各项举措的进展和信息更新，比如提高能效和建筑再调试（RCx），阐述了如何使用智慧技术开发更绿色环保的建筑。蓝图 2.0 版同时在政府主导的施工项目和基础设施，以及公用设施的运营和维护方面，扩大采用可再生能源的范围和规模等方面制定出新的方案和目标。最终目标是使我们的市民在日常生活各方面进行的智慧城市开发过程中感到并获得实惠。

我可以肯定地说这本指南不仅会作为一个行业工具提供服务，而且能够激励那些投身于开发绿色建筑科技、把香港建设成为智慧城市的人们。我期待看到政府与所有相关方，如香港绿色建筑议会和建造业议会的合作成果，以及在我们更新蓝图 2.0 版时出现更多的绿色建筑和其它环保方案。

薛永恒先生，太平绅士

创新及科技局局长

香港特别行政区政府

序言

香港绿色建筑议会主席



我代表香港绿色建筑议会十分荣幸地介绍《香港智慧及绿色建筑设计最佳作业方式指南》（以下简称指南），以加速智慧绿色建成环境和社区的发展。

香港绿色建筑议会致力于向建筑行业的从业人员、开发商、业主、运营商和住户介绍并推广绿色建筑方案和理念。2017 年在香港出版的智慧城市蓝图，以及香港最近出版的 2.0 版智慧城市蓝图，凸显了智慧科技提升绿色建筑性能的良机。因此，该指南也是一本适时的出版物。同时为提升智慧绿色建筑以及优化现有和新建筑性能，提供了实用的设计和运营方针。

本指南给出了六个主题范围内的 32 个智慧绿色建筑方案，确保建筑符合智慧绿色建筑复原性的基础设计原则。这六个主题包括：建筑设计和运营、健康和福祉、能效、材料和废物管理、节水性能、流动性和交通出行。此外，还通过国内外的案例研究简要介绍了相关的最佳实践。

本指南的编写和出版过程是多方参与者合作的结果，包括指导委员会、开发商、顾问、承包商、公共事业公司、专业机构、政府部门和大学等各行，在此我想对所有参与方予以诚挚谢意。此外还要感谢建造业议会为制作本指南提供资金支持。

希望本指南能成为一个提供实用信息的重要参考文件，帮助建筑行业采用创新科技，在香港营造一个智能绿色的环境，不仅能够提升运营效益，还能提高生活质量，提升健康和可持续性指数，构建良好的工作环境，激发创意灵感。

张孝威先生，银紫荆星章

主席

香港绿色建筑议会



《香港智慧及绿色建筑最佳作业方式指南》为智慧绿色建筑的设计及功能提供实用的指导方针，激发行业发挥创意灵感。本指南由 5 个章节组成：定义和趋势、新建建筑及既有建筑的智慧绿色策略，本地和海外最佳实务案例研究，结尾是政策调整和提高公共意识。具体策略内容参见附录。

在本指南的介绍章节中提供了智慧绿色建筑的定义，展示了如何通过技术将智慧和绿色建筑整合为一体。此外还介绍了相关的重要行业指南和倡议。指南还展示了智慧建筑科技的持续进步和不断变化的本质，同时提供了新兴科技的例子。

第 2 章介绍了作为智慧绿色建筑「基石」的物联网 (IoT) 及其与其他科技的联系，以实现数据共享和建筑功能的自动化。作为智慧绿色建筑基础的物联网，能够全面反映建筑性能并实现预测性分析，帮助建筑运营商/业主实现改善用户体验的目标。



第 2 章重点介绍了智慧绿色建筑对环境变化产生适应性的基本设计原则。本报告概述了智慧建筑的 32 项建议策略，这些策略分为六个关键主题：建筑设计和运行、健康和福祉、能源性能、材料和废物管理、节水性能以及流动性和交通出行。附录对每项策略的优势、技术和设计要求、以及标杆案例进行了详细阐述。最近出现的 2019 冠状病毒疫情已经改变了以往建筑管控的模式，即更加注重维护健康、安全和清洁的建筑环境的重要性。本章最后列举了一些智慧技术的例子，这些智慧技术可以促进更健康、更安全的建筑环境，从而最大限度降低传染病暴发的风险。

第 3 章是关于世界各地的案例研究，展示了实施智慧绿色策略以优化整体建筑性能的最佳实践。案例包括纽约市的帝国大厦和阿姆斯特丹 The Edge。同时，第 4 章也介绍了采用智慧科技和绿色实践的本地主要案例研究，包括太古坊一座、迎海、维港文化汇和交易广场。

最后一章在方针政策、行业惯例、公共意识和教育等方面给出了一些建议。本指南着重强调了在建筑的整个生命周期内将智慧和环保一并考虑的重要性，这样可提升运行和用户效率，确保健康和可持续性，以促进香港向智慧环保市场转型。



简介

在当今及未来的建筑开发领域中，智慧绿色科技正在发挥至关重要的作用，这一趋势在未来将更加明确。采用创新及革新科技提高运行效率，成本效益和生活质量。在基础设施中采用互联技术并安装通讯系统，可以提高建筑物的响应能力，让设备和住户可以更便捷地在建筑内外进行通信和沟通。

建筑行业在香港实现智慧化可持续发展愿景的过程中发挥重要作用。越来越多的科技应用到建筑当中，以改进可持续建筑设计，并减少从设计到运行的整个建筑生命周期内对环境的影响。在这些案例中，通过使用智慧电力、智慧水表、亲生物性设计和太阳能技术等先进方法，为建筑带来自然采光及提供充沛的能量。智慧绿色建筑将对人类的健康和福祉产生积极影响，进而提升用户在建筑物以至四周环境中的体验。

本指南旨在为开发商、建筑物业主、运营商、物业管理公司及其他建筑专业人员在智慧绿色建筑的设计、性能和运行等方面提供新思路和指导方针，以实现更好的决策和规划，加快智慧绿色建筑环境和社区的发展。



本指南介绍了智慧绿色建筑及其它相关重要概念的定义，包括智慧城市、低碳城市和城市韧性等内容，涉及到智慧绿色建筑科技的新兴趋势。本指南还概述了 32 个实用的设计和运行策略，以推进智慧绿色建筑的发展，并优化新建和既有建筑的性能，同时还借鉴了当地和海外案例中的一些绩效良好的做法。这些策略在建筑性能上划分为六个主题。

本指南就采用智慧绿色科技相关的网络安全和数据保密性等问题进行了阐述。为更好地理解科技如何优化整体建筑性能，可以再次定了「智慧」和「绿色」之间的异同。

关于城市微气候设计和集成项目交付等信息，请参见《香港绿色建筑议会都市微气候指南》¹。该指南给出了城市微气候研究的原则、优化微气候条件的策略，及当地和海外的优势案例，介绍了 4 个关键参数（风、热辐射、温度和降水）以及 31 个城市微气候设计策略。

¹ Hong Kong Green Building Council. (2018). *HKGBC Guidebook on Urban Microclimate Study*. Available from: https://www.hkgbc.org.hk/eng/engagement/file/UMC_Guidebook_amended_reduced.pdf

什么是智慧绿色建筑？

尽管智慧绿色建筑已经成为一个全球流行趋势，但目前的行业内对其仍然没有一个统一的定义。通过了解智慧绿色建筑不同的用途和适用范围，可以澄清和界定两者之间的相互关系。

智慧建筑经常被理解为「自动化建筑」和「智能建筑」。智慧建筑采用自动化系统、建筑集成管理系统、综合楼宇管理系统（iBMS）、数据采集设备、远程监控等智慧科技。互联科技和通讯基础设施使智慧建筑当中的设备和住户可以更便捷地在建筑内外进行通信和沟通。采集的数据可用于对整体建筑性能的分析 and 优化，包括成本效益、运营绩效、空间利用率和灵活性、人体舒适度、安全与保安、文化、健康和卫生等方面。

绿色建筑注重环境的可持续性和可持续建筑的设计。作为一个广义术语，绿色建筑被视为是在建筑的设计、施工和运行过程中降低环境影响并提升住户舒适度的一个跨学科概念，可通过生命周期规划、高效利用资源、开发可再生能源、利用可再生材料、降低污染和浪费、改善室内环境、针对不断变化的环境进行适应性设计等方式实现。

总的来讲，针对建筑的环保性能，海内外建立了一些绿色建筑认证体系，其中应用最广泛的是绿建环评（BEAM Plus）、领先能源与环境设计（LEED）和英国建筑研究院环境评估方法（BREEAM）。这些认证可促进绿色建筑达到行业标准。海内外已经制定了总体能源利用率和碳减排目标，包括《气候行动蓝图 2030+》、《巴黎协定》和联合国可持续发展目标（SDGs）等。建筑环境是达成这些目标，并做出重大贡献的一个关键因素。因此，确定建筑能耗和碳绩效对该行业来说至关重要。详情参见第 1.3 条。

智慧建筑和绿色建筑之间存在明确的关联性——自动化系统和数字化基础设施能够缓解环境影响并优化内部环境提升住户舒适度。同样，智慧绿色建筑可以定义如下：

「智慧绿色建筑自规划、设计、施工、运行和维护至拆除的生命周期内采用创新科技和数字化设备系统确保充分利用资源、提高运行效率和舒适度，并促进其可持续性及其周边基础设施、自然环境和对环境的适应性。」

图 1 – 重新定义智慧建筑和绿色建筑之间的关联



智慧绿色建筑的其他重要概念

智慧绿色建筑涵盖了本指南中所阐述的多个关键概念。

这些概念参见下表 1：

5G 网络 (5G)	<p>5G 是在人、设备、物体和装置之间实现互联的第 5 代移动网络。</p> <p>5G 无线技术可通过超低延时的方式，传输更高的 Gbps 峰值数据，性能更可靠，网络容量更大，可涵盖的用户更多。</p>
应用程序接口 (API)	<p>应用程序接口 (API) 是一个将两个不相关的应用程序相互沟通的中间装置 (例如：商业环境中设置新的应用程序和服务)。促进设备、平台和人群之间的数据共享和互联互通。</p>
人工智能 (AI)	<p>人工智能 (AI) 是「研究和开发一种计算机系统去完成通常需要人类能力的任务，这些人类能力包括视觉、感知、语音识别、决策力和语言互译等人类智能。」²</p> <p>基于运算法则的人工智能能够预测出将会出现的变化，使运行能够预先进行相应的调整。人工智能能够将输入和输出相互关联进行决策或识别根源，包括机器学习、数据挖掘或预测性数据分析等应用项目。</p>
大数据 (BD)	<p>大数据 (BD) 是一个海量数据库，可通过计算分析显示相应的模式、趋势和结果。数据来源包括传感器、设备、计算等。</p>
循环经济	<p>全球人口的增长给自然资源带来了前所未有的压力，为满足消费要求，循环经济按照「物尽其用」的理念正在远离「获取-制作-处置」的单一流程。循环经济当中的工业系统是可恢复和可再生的。这一概念旨在产品生命周期结束时恢复其价值 (例如再利用、翻新和材料回收)。</p>
云计算	<p>云计算是指通过因特网或「云」进行储存、分析、处理的计算操作。这样可在几分钟内提供并存取大量计算资源，在海量数据冗余的情况下其计算结果是可靠的。</p>
数据分析	<p>数据分析包含分析当前和历史数据的各种统计方法以便充分理解并预测未知事件。</p>
数据挖掘	<p>数据挖掘的原理通常与机器学习 (ML) 极为类似，但机器学习注重预测，数据挖掘注重揭示数据中的未知特征。</p>
数据可视化 (DV)	<p>数据可视化 (DV) 是指对从其它外界接触点采集的统计数据或信息进行数字化视觉表征。信息图表、热区图、泡泡图都是数据可视化类型。</p>

² Marr, B. (2018). *The Key Definitions of Artificial Intelligence (AI) That Explain Its Importance*, Forbes. Available at: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/02/14/the-key-definitions-of-artificial-intelligence-ai-that-explain-its-importance/#35dfbe6f4f5d>

数字化	数字化是指将信息通过电脑转化成「可读」的数字格式的过程。数字化的核心技术需要部署大量的传感器，测量广泛的特征，从而促进实现各种功能，包括图像识别、自我校正或补偿、机器学习和论证。
綠色城市	绿色城市通常又被称为「生态城市」和「低碳城市」，侧重于通过减少废物排放，促进可再生能源的循环利用；通过增加开放空间的面积优化住房密度，扶持本地商业实现可持续发展，通过这些举措减少对环境的影响。
集成系统	集成系统包含若干相互关联的子系统，并确保这些子系统在功能上彼此相互协调如同一个大系统。集成系统能够扩容，而这种功能在以往的单系统中是不能实现的。
物联网 (IoT)	物联网 (IoT) 是指各自具有唯一标识符的能够通过网络独立实现数据传输和通讯的互连传感器、装置、设备和自然物。物联网能够实现机器生成的非结构性数据的集中采集、互连和分析并推动各自进一步发展。 基于不同的可寻址性和有线或无线技术手段的计算设备通过互联网实现的互联互通能够实现实时自治系统应用。 颗粒级数据的产生要求系统具备较高的智能和容量确保将数据转变成可执行信息。
机器学习 (ML)	机器学习 (ML) 是电脑程序中的一个人工智能子集，可以通过经验累积不断升级。机器学习可根据样本数据建立一个被视为「训练数据」的数学模型，无需进行具体编程即可进行预测或决策。
韧性城市	韧性城市能够将灾害带来的危害和风险降至最低程度，然后恢复至稳定状态。根据《香港 2030+》，一个韧性城市应具备反省性、坚固性、冗余性、灵活性、资源丰富性、包容性和综合性。 ³
智慧城市	智慧城市利用创新和技术来「提高其组成部分、基础设施、公共事业和服务的效率，与居民进行更便利的互动。」这种技术能够解决城市面临的各种挑战，提升整体的生活质量。根据城市规划蓝图，香港将在 6 大领域 (智慧出行、智慧生活、智慧环境、智慧人生、智慧政府和智慧经济) 推动智慧城市和智慧经济的发展。 ³
无线技术	现有的各种无线数据技术当中，部分技术处于彼此直接竞争的状态，其它技术具有特定用途。这些无线技术可通过类型多样的指标进行评估，其中与智慧建筑相关的指标包括：数据速率、传输范围和执行成本。

表 1 – 智慧绿色建筑的其它重要概念

³ The Government of HKSAR. Innovation and Technology Bureau. (2017). Hong Kong Smart City Blueprint.

智慧绿色建筑相关指导方针和方案

智慧绿色科技可加速实现本地和海外的环保目标。表 2 介绍了本地和海外与智慧绿色建筑相关重要的指导方针，行动方案及环保目标。

指导方针或方案	内容	参考网址
推动净零发展 (世界绿色建筑议会)	一项全球倡议，致力于在支持全世界在 2050 年尽快实现 100% 净零能耗建筑。	https://www.worldgbc.org/advancing-net-zero
绿建环评	绿建环评在建筑生命周期内涉及各种不同的可持续性问题的。香港绿色建筑议会是一个认证机构，建筑环保评估协会有限公司为评估机构。包括对新建和既有建筑、邻域和室内环境进行评估。	https://www.hkgbc.org.hk/eng/beam-plus/introduction/index.jsp
「Better Places for People」运动 (世界绿色建筑协会)	这一全球化项目旨在倡导可持续建成环境并确保其中居民的健康、福祉和劳动生产率，包括绿色健康的工作环境、零售商业建筑和住宅建筑等。	https://www.worldgbc.org/better-places-people
建筑研究院环境评估法 (建筑研究院有限公司)	绿色建筑评估系统主要用于英国境内。建筑研究院环境评估法旨在倡导可持续环境并提升在这里工作和居住的人民的福祉，保护自然资源，打造更吸引人的建筑。	https://www.breeam.com/
香港气候行动蓝图 2030+ (环境局)	该报告有一部分阐述了香港如何在私营和公共基础设施中节约能耗，提高碳效率。	https://www.enb.gov.hk/sites/default/files/pdf/ClimateActionPlanEng.pdf
联合国可持续发展目标框架下的目标 7 「平价清洁能源」	这是一项所有国家都可以携手合作的全球行动。目标 7 致力于确保每个人都可以享有平价、可靠、可再生的现代能源，包括提高可再生能源在全球能源结构中所占比例，提升全球能源效率等目标——这两个目标对建筑行业将产生深远的影响。	https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300

指导方针或方案	内容	参考网址
联合国可持续发展目标框架下的目标 11「可持续城市和社区」	目标 11 的核心是营造一个安全、有韧性、可持续城市及人居环境，包括采用当地材料建造的可持续和有韧性的建筑，提供可持续发展的交通，并促进可持续城市废物管理。	https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300
绿色设计指南：在建筑物生命周期中物尽其用（香港绿色建筑议会）	本指南将引导公众更重视建筑垃圾引起的问题，为香港建筑行业提供指导方针，帮助他们在规划和设计阶段将建筑垃圾降至最低程度。	https://www.hkgbc.org.hk/eng/engagement/guidebooks/green-design-guide/images/Green_Design_Guide_Eng.pdf
和绿共事——办公大楼（香港绿色建筑议会）	提供一个有 5 个阶段的路线图给房地产开发商、业主、房地产管理公司和承租人，为他们提供绿色办公建筑租赁概念。	http://got.hkgbc.org.hk/eng/files/assets/basic-html/index.html#1
香港办公室绿建指南（香港绿色建筑议会）	该指南就办公场所当中由不同建筑及其设施所处环境产生的各种限制因素、机遇和优势，提出了绿色指导方针和最佳实务方案。	http://hkg-training.hkgbc.org.hk/green_office_guide/eng/files/assets/basic-html/index.html#1
香港绿色建筑议会都市微气候指南（香港绿色建筑议会）	该指南针对建筑行业从业者提供了城市微气候设计所需的相关知识和经典实务，为改善香港室外环境做出应有的贡献。	https://www.hkgbc.org.hk/eng/engagement/guidebooks/urban-microclimate-study/index.jsp
香港智慧城市蓝图 2.0 版（创新及科技局）	该蓝图提出了香港成为智慧城市应采取的各项措施，包括采用建筑信息模型（BIM）技术、智慧停车和污染监控所需的遥感装置。	https://www.smartcity.gov.hk/node/1.html
智慧城市蓝图 2.0 版咨询报告（智慧城市联盟）	第一个智慧城市蓝图和前景综述。	https://smartcity.org.hk/upload/articles_lv1/0/20200427021602_156.pdf
领先能源与环境设计（美国绿色建筑协会）	<p>全球最常用的绿色建筑评估系统。领先能源与环境设计为健康、高效、低成本的绿色建筑设定了标准并将其视为全球建筑行业实现可持续性绿色建筑的典范。</p> <p>评估系统覆盖各类建筑生命周期的各个阶段。</p>	https://www.usgbc.org/help/what-leed

指导方针或方案	内容	参考网址
联合国气候变化公约框架下的巴黎协定	自 2016 年生效以来，该协定制定出若干目标旨在降低全球气候变化带来的各种风险。香港的绿色建筑为本地节能减排，实现巴黎协定的全球目标起到至关重要的作用。	https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement
可持续建筑设计指南（屋宇署）	该指南公布了关于改进可持续建筑设计的合理化建议，包括绿色植被覆盖率、建筑物间距和建筑物后移等方面。	https://www.bd.gov.hk/doc/en/resources/codes-and-references/practice-notes-and-circular-letters/pnap/APP/APP152.pdf

表 2 – 智慧绿色建筑相关指导方针和方案概述

新兴智慧绿色建筑技术

各类智慧建筑技术已经改变了建筑施工和运行的方式，在今后的建筑管理模式中，技术的进步将对运行效率和可持续性等方面产生重大影响。表 3 介绍了新兴智慧绿色建筑科技案例和未来市场将会出现的新技术和新材料。

先进的建筑材料	
气凝胶绝缘材料	气凝胶绝缘材料采用疏水型纳米孔气凝胶结构产生超薄绝缘层，可用于制造硅基产品 - 这是安装在建筑物中的超隔热窗的核心材料。
石墨烯	石墨烯又被称作「神奇材料」，通过单一碳原子紧密排列形成蜂巢结构。其强度是钢的 200 倍，其重量仅为钢的六分之一并且是可降解材料。石墨烯可用于生产混凝土，生产出的复合材料强度是传统混凝土的 2 倍，其防水性能是传统混凝土的 4 倍。
自我修复材料	自我修复材料是人工合成材料，它能够在未进行任何外部故障诊断和人为介入的情况下修复受损部位。采用自我修复材料可降低维修成本并提高建筑的安全性。自我修复材料的前景非常广阔，可用于混凝土、钢材和玻璃生产等领域。
嵌入传感器的复合材料	复合材料是由两种或两种以上原材料制成的一种新材料，其性能与其原材料完全不同，在将不同原材料制成复合材料的过程中可以添加传感元件以监控并报告材料中出现的任何变化，包括应力和应变或周围环境的变化。对建筑物中结构健康进行检测的需求不断上升促进了对具有传感性能的复合材料的研究。
智慧砖	智慧砖具有热能控制能力，在其模块化设计的基础上，智慧砖能够根据要求制作成任何形状，为建筑物中的电力和管道网络留出更多空间。
建筑管理和运营	
区块链	区块链的应用越来越广泛。它的原理是用加密技术连接「区块」并确保其安全性。区块链无需进行中央主控，它本质上是一个分布式账本，能够在不同系统和地址中实现复制、共享和同步运行。对于建筑行业而言，区块链能够连接建筑中的数据生成设备，进而提高建筑的运行效率。
水平电梯	水平电梯与垂直电梯相比具有多项优势。垂直电梯占用大量的建筑面积。由于水平电梯可在一个单独井道中运送更多人员，因此建筑物中可提供较少较小的井道，而且水平电梯可增大建筑物的楼面可用面积并提高建筑的商业价值。
再循环淋浴	循环淋浴系统对使用过的水进行过滤并可立即再次利用。通过建筑物中先进的水处理设备和智慧水管理系统，该系统能够处理洗涤水并对其进行再次利用。
智慧微尘	智慧微尘是指能够探测光线、温度、压力、振动、磁力、化学成分的微电子机械系统 (MEMS)。智慧微尘可作为建筑中的传感器以简化智慧建筑功能操作。智慧微尘能够探测建筑的结构应力并在必要时报警。

能效	
先进的电池技术	关于电池技术领域的最新突破，例如金纳米线电池等，这些电池能够在 3 个月内重复充电 200,000 次且性能不会下降。与当今的普通电池相比具有超大的容量。先进的电池技术可与建筑的能量储存系统相互配合，提高能效和可靠性。
钙钛矿太阳能电池	钙钛矿有望成为太阳能电池板的核心材料。与硅相比，它成本低且具有较高的阳光吸收能力。该材料可降低太阳能电池板的生产成本，适用于类型多样的平价太阳能方案，包括民用建筑屋顶安装的太阳能电池板，或垂直安装的太阳能电池板等。
压电技术	压电材料能够利用振动和机械应力发电。例如，如果路面上嵌入了压电材料就能够利用路面上行驶的汽车发电。建筑物中，采用压电技术的地面能够利用路面行走的行人发电。
热弹性金属	热弹性金属可作为固态冷却剂以代替空调中的传统液体制冷剂。因此在很大程度上提高能效并降低碳排放。
无线充电	无线充电通过简易的感应机制实现电源和设备中电池间的能量传输。通过两线圈间的磁场密度变化进行输电。这样方便用户同时提高建筑管理和运行的灵活性。例如：用于电动汽车的充电。

表 3 – 智慧绿色建筑科技的新趋势



智慧绿色建筑 实用策略

本章首先探讨了智慧绿色建筑物联网、网络安全以及数据保密的重要性，以通俗易懂的图表讲解适合既有和新建建筑的6个基础设计原则，同时推荐了32项智慧绿色建筑策略。在本章的结尾处，展示了可提高建筑健康安全性的智慧科技，以及一个融合相关策略和适用建筑于一体的模型。

智慧绿色建筑的「基石」——物联网

随着智慧绿色建筑的不断发展，物联网的应用进一步提升了建筑的智慧水平，比如住宅、工作场所、公共区域和零售商场。物联网是一个由传感器、装置、设备和程序组成和运行的网络，根据建筑运营商设置的参数实现数据共享和自动化操作。所有这些装置和平台连接一个中央开放式互联网协议（IP）架构，通过功能强大的图表工具和海量数据报告，提供集成数据，展示建筑性能的全貌。此外，数据分析可以结合人工智能和机器学习，以协助建筑物自我诊断和性能优化。



图 2 – 智慧绿色建筑「基石」——物联网

这些平台提供了建筑或设备运行参数等预测性知识，包括温度高于或低于服务等级协议值或能耗率超出目标运行范围。通过逻辑分析程序了解建筑当中出现的问题，并采用物联网和智慧建筑科技对系统进行相应的调整，从而及时制定最佳方案，以便在问题出现之前预先采取相应的预防措施。采用开放式协议或开放式标准架构是应用物联网和智慧建筑科技的关键。

虽然智慧建筑系统有优势，但是如果系统间不能实现交互操作或相互通讯，那么其效用将会受到一定的限制。开放式标准的发展使建筑系统能使用共同的协议语言相互通讯，该语言规范了设备和系统的互动方式。例如美国采暖、制冷与空调工程师学会（ASHRAE）的源代码开发的楼宇自动化与控制网络（BACnet）就是一个典型的开放式协议。开放式标准架构的一个主要优势是能够使新的物联网设备与系

统实现集成（条件是他们采用开放式协议语言），而无需其它独立系统对每个新设备进行管理。开放式协议能够提高运行效率，尤其在系统管控同一组建筑群的情况下尤为明显。

物联网在建筑物中的应用能够实现决策自动化、高运营效率并降低运行成本。物联网有助于设备性能、运营商和住户之间实现目标共赢。业主的最终目标是提升用户体验、提高建筑运营效率、降低能耗进而优化建筑物的经济效益。不过，在实际应用过程中需要在各机械系统分区设置传感器节点。因此，在新建建筑当中采用物联网比改造现有结构更加容易。

采用物联网技术的另一个重要方面是需要顾问团体、设计方、业主、设备管理机构、信息技术（IT）专业人员和住户等相关方的共同参与。共同参与是确保高效系统运行一体化设计的关键。物联网建筑能够确保一个开放、安全、可扩展、适应性强的建筑设计同时满足相关方及建筑性能的要求。

为确保建筑更智慧且运行更高效，设计上应重点考虑以下三个方面：

1. **技术集成和互操作性**：对包含网络主干的系统集成应通盘考虑。各种设备和系统应具有较高的灵活性，确保在出现新技术和机构需求变化的情况下实现灵活拓展。它们应具有可扩展、适应性强且能够与现有系统兼容等特点。
2. **智慧建筑数据分析**：先进的系统能够对大量数据进行收集、过滤和转换，以提供可行的见解。运营商和用户经过培训确保对相关数据进行分析 and 推断，从而做出更明智的决策。
3. **网络安全和数据保密**：增加连接和数据收集可能会导致数据外泄和泄露。组织机构应采用智慧建筑平台支持网络安全。此外，建立数据收集系统、存储和使用管理方法，以及其他网络安全政策，这些都将有助于确保公司数据安全。

香港网络安全和数据保密事项

智慧建筑利用物联网、人工智能、大数据和其它智能科技扩充其能力。这些技术能够确保不同建筑系统的连通性，并有机会实现数据采集和数据共享。然而，连接和数据收集的增加会容易产生数据泄露、外泄及网络安全等方面的问题。因此，注重数据保密性和网络安全性是至关重要的。

智慧建筑可采用一些安全措施对数据进行保护。例如，网络可通过防火墙和风险评估等方式确保其安全性。熟悉黑客采用的方法并自下而上提高保密性，加强建筑系统。通过建立明确的数据收集、存储和使用规则，使建筑管理者可以公开传达收集的数据种类。最后，虽然没有一个系统是绝对可靠的，但智慧建筑应努力实施整合网络安全和数据保密政策的平台，确保符合相关法律和法规。

香港数据保护和保密

在香港，数据的保护和保密应符合《个人资料（隐私）条例》（PDPO）的要求¹。这一法律规定了数据主体有权知道所采集的个人数据和如何使用这些数据，有权拒绝采集其个人数据并有权调阅其个人数据。不过，随着科技的不断进步，香港正在继续研究如何根据新出现的安全隐患加强政府的网络安全能力，并提高公众对网络安全的认识。

近几年来，全球网络安全形式发生了变化，黑客攻击和数据外泄方式呈现出多样化的趋势。香港每年都会发生数千起网络安全事件，一般是攻击商业企业，包括勒索软件、加密货币挖矿和电子邮箱地址外泄。尽管网络攻击造成的损失不断扩大，许多企业仅重视其自身的网络安全防护，并没有采取积极的预防措施。创新及科技局²指出，大部分网络攻击的目标系统存在安全漏洞或用户缺乏安全防范意识，其主要目的是要钱。在迈向数字化智慧城市的道路上，信息和网络安全是至关重要的。当地工商企业、政府部门和大众需要不断优化并审核其安全协议。

下列机构可在加强网络安全和隐私政策方面提供帮助：

- 政府于 2016 年公布了科技券计划（TVP），鼓励当地企业利用相关科技强化网络安全措施，以应对网络威胁。科技券计划部门已经批准了 150 多个要求升级信息系统和网络安全等级的申请。
- 当地企业如果出现电脑和网络安全问题，可向香港电脑保安事故协调中心（HKCERT）报告并咨询。香港电脑保安事故协调中心可组织研讨会以及网络安全相关议题的宣传活动。
- 政府资讯科技总监办公室（OGCIO）设置了一个网络安全信息门户网站，可提供网络安全工具相关咨询服务和信息。同时，政府资讯科技总监办公室还举办信息技术安全活动和研讨会，以提高公众对网络安全的认识。

⁵ Office of the Privacy Commissioner for Personal Data (2018). *The Personal Data (Privacy) Ordinance*. Available from: https://www.pcpd.org.hk/english/data_privacy_law/ordinance_at_a_Glance/ordinance.html

⁶ The Government of HKSAR. Innovation and Technology Bureau (2018). *Our Role*. Available from: https://www.itb.gov.hk/en/about_us/role.html

智慧绿色建筑基础设计原则

建筑设计是随着不同项目和客户要求以及现场的具体情况而变化的。将新科技融入建筑材料、结构和建筑服务设计当中有助于创建智慧绿色建筑。不过，智慧绿色建筑仅仅依靠科技是不够的，还要根据主动式和被动式设计方案给智慧绿色建筑带来的效益而定。

我们的环境和科技在不断变化，业主、建筑师、工程师设计的建筑在其生命周期内应能够适应环境、使用和运行等方面的变化。

建筑设计可提升或降低建筑的性能、寿命、可用性和报废管理。循环经济、韧性、能效和零碳排放等概念融入建筑设计当中，在满足设计和使用要求的前提下有助于延长其使用寿命。适应性设计可通过降低运行维护成本等方式提高经济生产率并改善周边环境，例如较高的空气质量。关键的设计原则和设计主题如下：

适应气候变化的能力

气候变化对香港新建和既有建筑来说是一个非常现实且复杂的问题。极端降雨、海平面上升和超大型飓风引起的洪水现象在香港越来越频繁。因此在建筑设计当中必须确保建筑物具有适应这些环境变化的能力。

在初期场地规划和设计阶段实行地表水管理策略，提高暴雨排水能力避免现场径流聚集，提供临时水库减轻排水系统的压力，增加绿色植被和渗透性铺砌路面吸收水分，安装永久性闸门作为防洪屏障防止洪水进入现场。

气候检测和报警系统可减少建筑结构、业主财产（例如停放在地下停车场的私家车）受损的风险，在紧急情况下，疏散建筑物中住户以挽救生命。不间断备用电源可确保重要建筑系统在极端天气持续期间继续运行。

关于在建筑物间的空地设置林荫区，提高连通性（例如人行天桥、地下通道等设施）等其它设计，以及公共交通系统在恶劣天气期间促进人员流动，维持经济活动。

适应性和灵活性设计

香港一般高层建筑的平均寿命在 50 年至 60 年之间，如果是智慧绿色建筑，其预期寿命将会更长。在建筑的生命周期内，其空间利用方式可能变化，智慧绿色建筑应具备顺应外部变化，保存其结构并延长寿命的能力。

模块单元和可移动内墙等方法能确保住宅和商业建筑具有更大的灵活性和资源利用率。这些方法在建筑生命周期内可确保建筑物的高效运行，包括将商业建筑改成住宅建筑，通过模块单元缩小房屋或办公场所的空间亦或实现功能共享和功能混合。

设备枢纽和仪表柜/室的合理分布可在总体布局或承租人变化的情况下将建筑改建扩建的可能性降至最低程度。建筑运行的灵活性和物联网系统将会在长时间内显著提升建筑的运行效率。

合理的照明/空调分区和控制是运行需求的关键，而天花板或地面的预接线水平分布系统、以及预留的维修空间，可以满足后期建筑运行设备的搬迁要求，同时提升建筑运行效率，而且不会对租户和其他建筑用户造成重大干扰。

未来的扩展

由于建筑物用户和运营商不断增长的需求，建筑物在未来可能需要扩展。因此，建筑在设计上应预留足够的备用机房空间，以便将来能够加装电信系统设备、光导纤维和服务系统。这种适应性和灵活性的设计使建筑物在整个生命周期内可随时进行改造。

既有建筑在推动智慧和可持续发展中的作用

《香港气候行动蓝图 2030+》报告³显示，香港 70% 的碳排放是电力行业造成的，其中 90% 的电力由建筑物消耗。该报告称香港的商业建筑和住宅建筑消耗了 92% 的电力（商业占 65%，住宅占 27%）。香港现有 42000 多座住宅建筑⁴，在能效和环境管理等方面有很大的提升潜力，这将为城市的碳减排目标做出贡献。

出于资金、地点、空间和既有建筑设计等限制性因素，并不是所有建筑都能升级系统。但通过本指南所述的不同智慧操作方案，所有重要的行业相关方（如设备管理、建筑维护从业人员和租户等）都可以为创建可持续建筑环境做出贡献。

建筑业相关者通过再调适、整体建筑维护、建筑创新/升级、改造和扩建、翻新和修复等方式，进一步了解运行相关问题，并确定需要改进的地方。一般来说，既有建筑调试有五个关键步骤，如下图所示：

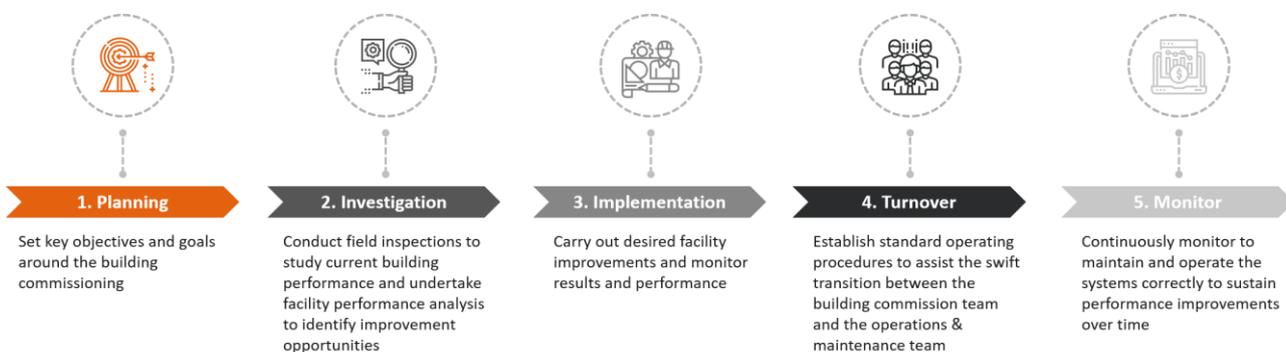


图 3 – 既有建筑调试所需的五个关键步骤

⁷ The Government of HKSAR. Environment Bureau (2017). *Hong Kong's Climate Action Plan 2030+*. Available from: <https://www.enb.gov.hk/sites/default/files/pdf/ClimateActionPlanEng.pdf>

⁸ Hong Kong Green Building Council (2021). *BEAM Plus Existing Buildings*. Available from: <https://www.hkgbc.org.hk/eng/beam-plus/beam-plus-existing-buildings/index.jsp>

业主、运营商、租户和其它用户需共同努力，逐步将香港现有的老旧建筑转变成持久的运营资本资源。以下是几个本地案例，说明如何利用智慧策略和科技来提升既有建筑及其周边建筑环境的环保性能。

1. 市区重建局（市建局）在荃湾市中心推出「荃易泊」智慧停车移动应用程序	2. 市区重建局电子住宅（「焕然懿居」试点项目）	3. 香港房屋委员会（房委会）各种公共住宅小区进行的改造
<p>2018年，市区重建局在荃湾市中心推出「荃易泊」智慧停车移动应用程序，这是利用停车场控制和管理系统实时信息的共享平台。通过这一程序，用户可以调取荃湾南区7个停车场的停车空位和收费等实时信息。</p> <p>根据谷歌地图和全球卫星定位系统（GPS），用户可找出到达最近停车场的最佳路线，以节约寻找其它停车场的最佳路线，从而腾出时间进行其他活动，如购物。此外，这也减少了等待时间和街道停车对环境的影响。</p>	<p>市区重建局实施的马头围道/春田街项目2018年获批，首次提出「首次置业」概念，名为「焕然懿居」。</p> <p>「焕然懿居」融入了亲生物性、可持续设计元素，绿化面积达到30%。智慧动态玻璃尤其是低辐射双层玻璃已经用于起居室和卧室。太阳能电池板用于裙楼和建筑屋顶。</p> <p>居民可以通过自动家居系统监控其家庭能耗、湿度和挥发性有机物（VOC）水平，以及检索其单位的建筑管理和废物收集信息。</p> <p>此外，建筑信息模型还被用来改善设计和施工阶段的项目管理，以及建筑维护。</p>	<p>近年来，香港房屋委员会对现有的公共房屋进行了各种改造使其更加智慧和环保。</p> <p>2012年，房委会启动了一个为期3年半的节能计划，用电子镇流器更换公共区域照明灯具，以节省能源。</p> <p>关于亲生物性设计，房委会完成了针对现有公共房屋的绿化项目，并在22个公共住宅区建立了主题公园以突显当地房地产的特色。</p>

表4 – 利用智慧策略和科技来提升既有建筑及其周边建筑环境的环保性能

智慧绿色策略综述

本章概述了 32 项可在新建和/或既有建筑中实施的智慧绿色策略，并分为 6 个关键主题。每个主题以通俗易懂和实用的方式进行探讨，并辅以信息图来说明各种策略的应用及其主要功能。

下列附录阐述了 32 个智慧绿色策略的具体内容：

附录 A – 建筑设计和运营

- A1. 建筑信息模型 (BIM)
- A2. 数字孪生
- A3. 近场通信 (NFC)
- A4. 建筑运行的机器人技术
- A5. 综合设备管理系统
- A6. 未来的洗手间
- A7. 智慧空间的利用
- A8. 智慧监控

附录 B – 健康和福祉

- B1. 先进的太阳能自然照明技术
- B2. 智慧人工照明
- B3. 智慧温控
- B4. 亲生物性设计
- B5. 智慧空气过滤
- B6. 智慧灯柱
- B7. 住户自动化系统

附录 C – 能源性能

- C1. 自动故障检测和诊断 (AFDD)
- C2. 智慧电网的兼容性和技术
- C3. 储能系统 (ESS)
- C4. 高性能冷水机和制冷剂
- C5. 高效电机和驱动器
- C6. 太阳能发电技术
- C7. 微型风力涡轮机

附录 D – 材料和废物管理

- D1. 智慧动态玻璃
- D2. 纳米技术
- D3. 自动化废物收集系统

附录 E – 节水性能

- E1. 智慧水表和监测
- E2. 高效节水装置和系统控制
- E3. 灰水再利用和雨水收集
- E4. 智慧灌溉

附录 F – 流动性和交通出行

- F1. 智慧绿色停车
- F2. 智能人流监控
- F3. 自动驾驶汽车



「**建筑设计和运行**」这个主题关注的是可以在建筑整个生命周期（自设计、施工、运行至维护）中所用的智慧绿色科技，其旨在提高建筑的综合性能，并在设计上确保建筑的灵活性和适应性。建筑专业人士在初期设计和施工建设的各阶段越来越多地采用这些技术，以确保在建筑生命周期内各阶段实现无缝通讯和信息流动。

在建筑中实施智慧绿色策略有助于强化设计效果和提高灵活性，以下实例就可以充分说明这些益处。

A1. 建筑信息模型



建筑信息模型的目标，是创建和分享一个可在建筑生命周期内实现数据共享和无缝集成的三维 (3D) 模型。

与楼宇管理系统 (BMS) 结合时，建筑信息模型可做出更好的成本和可持续性决策，以及更有效的运行。

A2. 数字孪生



数字孪生是初期设计当中采用的虚拟模型，旨在向建筑专业人员提供建筑综合系统的实时信息。

数字孪生能够使建筑运营商对建筑的运行系统进行实时监测，包括建筑的环保性能，确保长期节约成本。

随着更先进技术被引入市场，显著提高了建筑的运行和管理效率，例如近场通信和建筑运行的机器人技术。

A3. 近场通信



一种通过磁场诱导在设备间实现短程无接触通信的技术，通常用于智慧建筑的实时管理系统。

近场通信可提升用户体验和建筑运行效率，例如：改善安全流程和门禁控制，而使用的人力却更少。

A4. 建筑运行的机器人技术



机器人技术同样应用于各类建筑（例如：商业建筑、功能建筑、住宅建筑），执行包括清洁、安保和客户服务在内的各种职能。

机器人技术可提高建筑物的运行效率，消除对人工劳动的需求，使人类能专注于更复杂和需要脑力的工作。



减少对环境的影响



改善用户福祉



提高营运效率



节省成本



智慧科技也常用于将建筑物性能最大化。

A5. 综合设备管理系统



综合设备管理系统是智慧建筑的「大脑」，整合、显示和管理来自整个建筑采用的各种技术的信息和数据，以提高资产的运行效率。

该系统可采集相关数据，实时跟踪并分析建筑的综合性能，以更好地做出运行和维护决策。

A6. 未来的洗手间



采用传感器的洗手间可实现洗手间功能及分析方式的智慧化，例如实时跟踪洗手间的各种状态，监控氨浓度的临界值及洗手间消耗品存量。

通过对智慧洗手间各种状态跟踪，并了解洗手间消耗品用量，建筑运营商通过降低资源消耗实现长期成本节约的目的。

A7. 智慧空间的利用



通过空间利用分析，可通过自适应的智慧方式管理建筑内空间，为建筑用户提供多功能空间。

通过办公场所实现智慧空间利用或联合办公等方式，营造一个更加活跃且积极向上的办公环境，从而促进员工之间更好的协作和互动。

A8. 智慧监控



通过人工智能或机器学习技术，智慧监控设备可分析来自智慧摄像头和其它安保设备的数据，进行门禁控制及图像和故障检测。

基于智慧监控技术的快速门禁控制和图形探测方式，可增加住户的便利性，并对建筑用户的安全性和福祉产生积极的影响。



减少对环境的影响



改善用户福祉



提高营运效率



节省成本

建筑设计和运行

下列信息图形说明了建筑设计和运行相关的各种策略在建筑中的应用：



图 4 – 制定建筑设计和运行的建筑策略



「健康和福祉」这一主题是指通过智慧科技营造并提升建筑及其周边环境质量，并对用户的健康和福祉产生显著的影响。以下是智慧绿色策略提升照明、热性能及空气质量的案例。

B1. 先进的太阳能自然照明技术



太阳能自然照明是指先进的能够尽可能充分利用室内自然照明的聚焦式太阳能发电 (CSP) (例如：日光反射装置和太阳能管) 和自动化遮阳系统。

采用太阳能自然照明技术，可减少对人工照明等方式的依赖，能够节约 15% 至 40% 的能源，因此对提高住户舒适度和降低眼疲劳具有积极的影响 — 照明方式可远程控制。

B2. 智慧人工照明



智慧人工照明是通过物联网和环境光敏传感器 (ALS) 技术提升灯响应的可控性和自动化程度。用户可通过智能手机应用程序/移动装置自行控制照明模式。

通过个性化设置照明偏好和实时收集相关照明数据，降低能耗、提升住户的福祉和建筑的运行效率，并实现长期节能的目标。

热舒适可以通过智慧科技进行优化，这也是另一个确保建筑用户健康和福祉不可或缺的因素。

B3. 智慧温控



智慧温控系统能够使建筑用户通过移动装置，根据其需要和意愿对居住空间及周边空间温度进行优化和调整。

通过对温度进行个性化及自动化设定可提升用户舒适度。收集实时热性能设置数据，可长期优化运行效率、提高能效并降低成本。



减少对环境的影响



改善用户福祉



提高营运效率



节省成本



利用智慧科技提高建筑物室内空气质量和室外环境，这也呈现日益增长的趋势。

B4. 亲生物性设计

建筑当中采用亲生物性设计主要针对的是建筑物室内外的绿化（如：垂直花园墙），使用传感器提供信息，最大程度增加室内自然景观，使住户感觉亲近自然。



亲生物性设计可减轻建筑用户的压力，改善其认知能力并提高工作效率，直接改善用户的身心健康，此外，这种设计方法还可以改善空气流通，提高空气质量。

B5. 智慧空气过滤

智慧科技和装置可提升并监控室内空气质量 (IAQ)。空气过滤装置和过滤技术可提高空气净化和过滤效率，例如：声学空气过滤和 3G 过滤技术等。



过滤空气可提高室内空气质量，并对建筑用户的健康和舒适度产生积极的影响。采用更高效的空气过滤装置还可降低对通风管道的维护成本。

交互式智慧建筑控制系统不断被推广，以提升用户舒适度和体验，例如：智慧灯柱和住户自动化系统。

B6. 智慧灯柱

智慧灯柱集成了蜂窝宽带网络连接和多个数据捕获传感器，对信息进行编译和发布，可在建筑物周围的建筑环境中实施。



通过数据实时采集、传感器和预测分析系统及智慧灯柱，有助于优化能源利用、用户舒适度和公共安全方面的平衡性。

B7. 住户自动化系统

近年来，住户自动化系统在住宅建筑物中得到越来越广泛的应用，用户可通过移动设备和物联网对其居所进行监控。



根据用户需求为其量身定制偏好设置，住户自动化系统为用户提供了便利。实时数据的收集可优化运行效率和节能，从而长期节省成本。

健康和福祉

下列信息图说明了各种与健康福祉相关的策略在建筑及其周边建成环境中的应用：

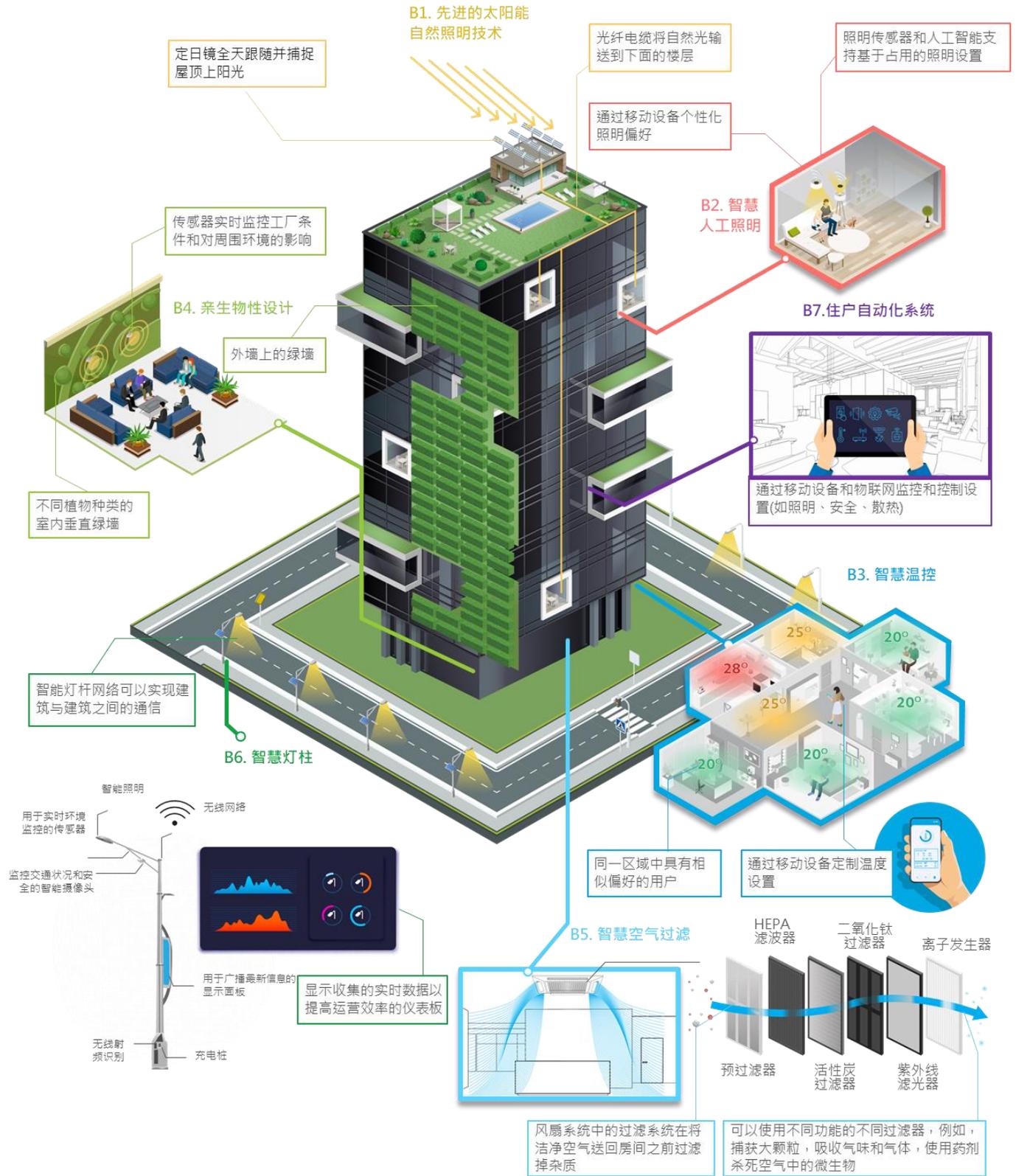


图 5 - 制定健康和福祉的建筑策略



「能源性能」是一个通过智慧科技提高建筑能效及其总体环保绩效的主题。通过建筑智慧绿色策略提升建筑总体能效的案例如下。

多种资产类别建筑物正越来越多地采用智慧能源管理技术监测能效，通过使用人工智能和机器学习技术加强，以达到最佳效果。

C1. 自动故障检测和诊断 (AFDD)



自动故障检测和诊断是一个能够检测误操作、性能下降和失效部件的自动化程序。具有自动故障检测和诊断功能的楼宇管理系统可实现预测性维护。

自动故障检测和诊断通过检测系统故障确保高效运行且争取设备零故障等方式节约能耗。通过预测性维护可提高运行效率。

C2. 智慧电网的兼容性和技术



智慧电网代表了一个在用户和供电商之间实现电力和信息双向互动的现代电网概念。香港特别行政区政府正在大力促进这项技术的发展，以更广泛地提高建筑能效。

通过整合可再生能源和分布式能源发电和存储，可以高效管理电力供需，从而实现长期的成本节约。

C3. 储能系统 (ESS)



储能系统可使智慧建筑及其智慧电网的运行和管理更加灵活和便捷。具有储能系统的建筑可实现负荷转移，使业主在确保舒适度和运行效率不变的情况下，在非高峰期以较低成本优化能耗指标。

储能系统可促进节能和可再生能源的利用，所储存的能量可在停电时供终端用户使用，以此提升建筑运行效率，节省成本。



建筑运营商在建筑物中采用更多的节能设备和系统控制，以提高其整体能效，实现长期节约成本的目标。

C4. 高性能冷水机和制冷剂



物联网的采用提升了冷水机技术——基于物联网的系统可以实时分析数据，并实现对评估冷水机网络运行状态、进行故障诊断和预测性维护等关键数据分析至关重要。最新的制冷剂技术加快淘汰氢氟碳化物 (HFCs) 和其他短寿命制冷剂。

冷水机运行效率的提升可降低暖通空调 (HVAC) 系统的能耗。利用先进的制冷剂也将对环境的不良影响降至最低程度。高效可提高建筑的整体运行效率，并实现成本节约。

C5. 高效电机和驱动器



无刷/电子整流 (EC) 电机依靠半导体开关适时启动和关闭定子绕组。高功率重量比、高速度、电子控制和低维护需求这些优势使其得到越来越广泛的应用。

在新建和既有建筑中，电子整流电机可显著减少约 20% 至 40% 的能源消耗。其低维护需求也可提高运行效率，从而节约成本。

尽可能在建筑中采用可再生能源，这是业界日益增长的趋势。

C6. 太阳能发电技术



太阳能技术侧重于将太阳能转化为电能，可以直接使用太阳能光伏 (PV) 设备发电，也可以间接使用聚焦式太阳能设备发电或将两者相结合。近几年来该领域发展迅猛，光伏建筑一体化 (BIPV) 技术的应用日益普遍。

太阳能发电技术可减少化石燃料技术应用所产生的有害物排放量，从而降低对环境的影响。太阳能技术可减少维护需求，以此降低长期的运行成本。

C7. 微型风力涡轮机



与传统的微型风力涡轮机相比，全新微型风力涡轮机效率更高、尺寸减半、发电成本更低，适用于住宅/商业发电，更广泛地应用于建筑设计当中。

风能等可再生能源可以提升建筑的环保效能，通过降低对化石燃料的需求实现节能目标。

能源性能

下列信息图说明了各种能源性能相关策略在建筑及其周边建成环境中的应用：

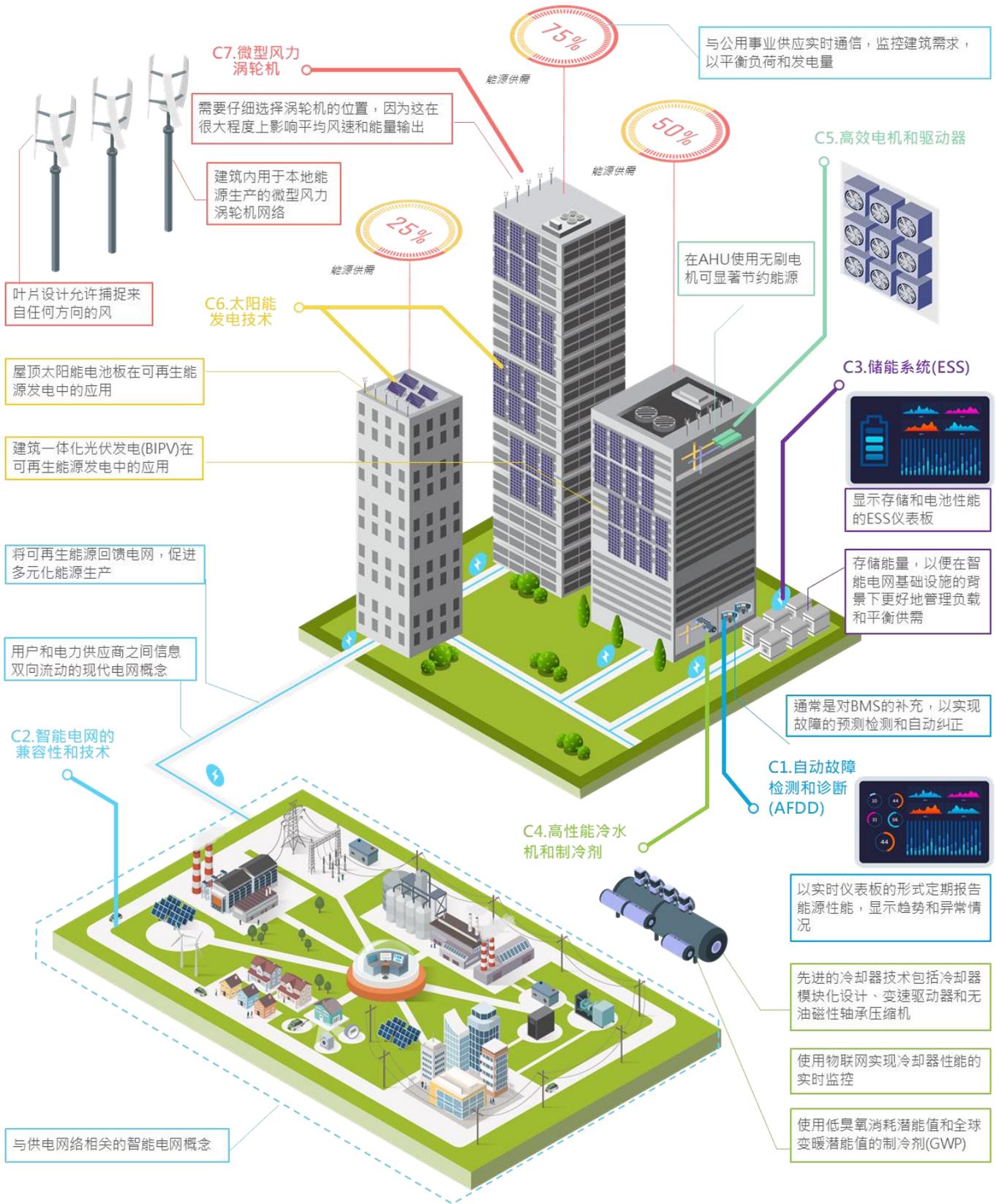


图 6 – 制定能源性能的建筑策略



「材料和废物管理」主题旨在优化使用建筑材料和可持续方案以及降低废物的产生，并实现循环再利用。智慧绿色策略提高建筑材料性能和促进废物管理的案例如下：

随着行业不断采用各种先进的建筑材料，从业人员加快开发更加智慧的材料，以提高建筑的环保性能。

D1. 智慧动态玻璃



智慧玻璃是一种新型的建筑材料，可提升玻璃的透光性能（例如：色调等级），对周边环境进行自动操作，或根据用户需求进行手动操作。

智慧玻璃通过自动控制特性，改善室内照明质量、提高运行效率和用户福祉，减少室内热量的获取可长期节省成本。

D2. 纳米技术



纳米技术能以许多不同的形式应用于建筑材料，提高建筑性能和效率，其应用范围包括涂料、油漆、混凝土、玻璃和隔热材料等领域。

纳米技术可使建筑运行更加智慧和环保。例如：其具有自我清洁和自我修复特性。纳米技术可以降低维护需求提升运行效率，提高建筑的环保性能和用户环境质量。

提高废物管理效率的智慧绿色科技在不断发展，例如采用气动特性的自动化废物收集系统。

D3. 自动化废物收集系统



自动化废物收集系统可对建筑物内的废物进行自动收集、运输、再循环、分离和燃烧。

自动化废物收集系统通过自动化流程提高建筑的运行效率，与传统的废物管理系统相比，可降低对环境的不良影响。

材料和废物管理

下列信息图说明了各种材料和废物管理相关策略在建筑及其周边建成环境中的应用：

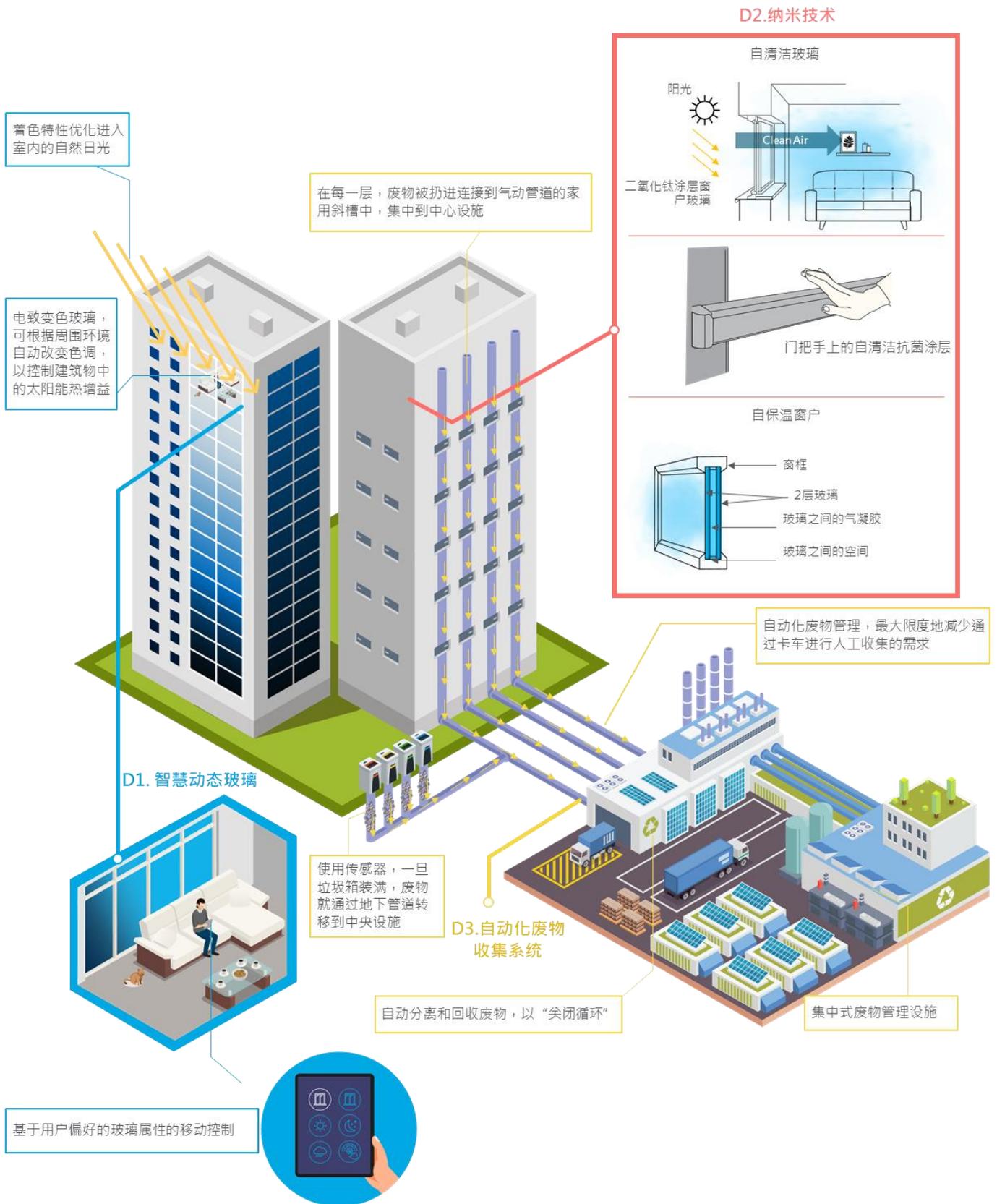


图 7 – 制定材料和废物管理的建筑策略



「节水性能」是针对建筑物采用创新科技，提高节水和环保效能的主题。这些技术适用于各类建筑物。有效提高建筑整体节水性能的智慧绿色科技策略案例如下：

高效节水系统和设备广泛用于建筑行业以实现节水和环保目标

E1. 智慧水表和监测



智慧水表可对用水量 and 水质进行测量和监控，同时可检测出漏水情况。并根据建筑层面和社区环境等信息实时监控用水量和水质。

智慧水表和监测具有显著的优势，包括节水、快速检测水质、降低系统故障和运行成本。

高效节水系统和设备广泛用于建筑行业以实现节水和环保目标。

E2. 高效节水装置和系统控制



该系统主要用于降低建筑物中各类设施和服务对市政供水的需求，包括高效的淋浴喷头、动作感应式小便器、对冲式冲水马桶、低流量龙头等，还可通过动作监测器或门禁传感器实时关闭供水。

高效节水系统通过降低能耗提高建筑的环境效能，从而实现节约成本的目标。

E3. 灰水再利用和雨水收集



循环利用洗盥污水和收集雨水，用于无需使用市政供水的情况，达到节水的目的，包括马桶冲洗、降温、灌溉绿地、街道清洗等。

对水的循环利用可降低对饮用水的用量，有助于节省水处理和输送过程中的能耗。水的循环利用具有节约成本的巨大潜力。

E4. 智慧灌溉



针对特定的用水计划和用水时间，智慧灌溉系统可满足相应的景观绿化要求，可显著提高室外用水效率。

通过监控现场的实际情况对用水计划和用量进行调整从而降低用水量和运行成本，提高运行效率。

节水性能

下列信息图说明了各种节水性能相关策略在建筑及其周边建成环境中的应用：

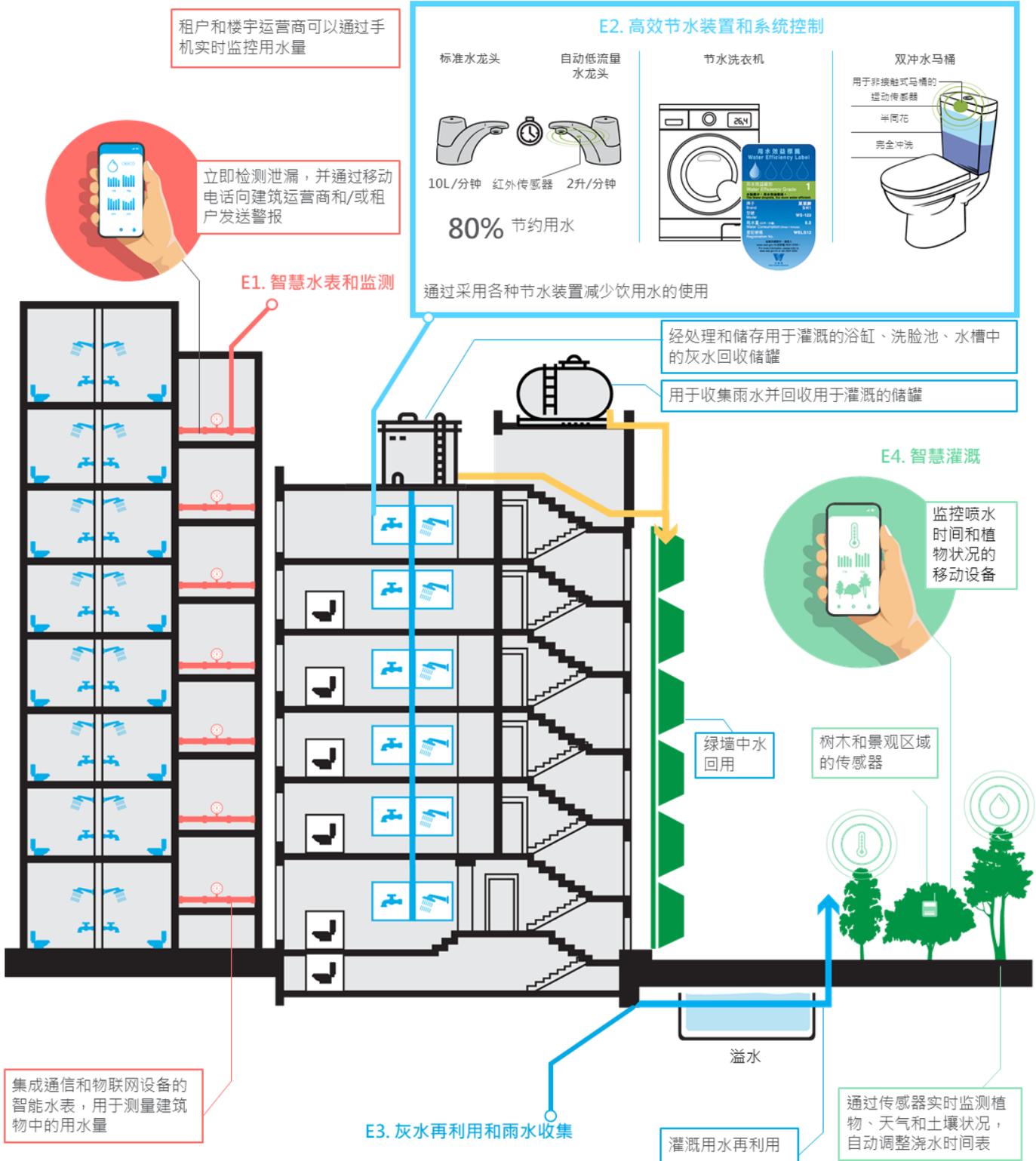


图 8 - 制定节水性能的建筑策略



「**流动性和交通出行**」主题的概念，是利用创新技术推广绿色出行方式，减少碳足迹，减轻对气候变化的影响。以下例子阐述了如何在建筑物及其周边的建筑环境中实施智慧交通出行策略，从而更有效地利用空间和资源。

F1. 智慧绿色停车

智慧绿色停车包括采用自动停车程序和技术高效管理建筑物内的停车位，例如：实时跟踪停车空位，智能手机管理停车场，近场通信或无线射频识别技术 (RFID) 等。



电动汽车 (EV) 可促进智能手机在停车场、停车空位管控方面的应用，并通过减少不必要的驾车出行方式降低对环境的不良影响，进而提升用户体验和停车效率。水平/垂直停车系统可提高停车位的利用率并降低其运行成本。

F2. 智慧人流监控

智慧人流方案旨在自前门至目的地过程，通过物联网、人工智能和其它先进技术手段创建一个无缝的用户体验，包括通过智能手机预先呼叫和自动呼叫电梯、个性化出行等。



智慧人流监控系统可通过建筑入口、电梯和对讲系统和智能手机为用户（房主和租户）提供便利，提高舒适度和安保等级。通过优化电梯的运行可实现节能目标。

F3. 自动驾驶汽车

自动驾驶汽车是一种主要用于公共交通或叫车服务的小型车辆，用于实现点对点的快速出行。自动驾驶汽车尺寸较小可供单人或多人乘坐，一般不超过 10 人。



自动驾驶汽车不需要使用化石燃料，因此可实现绿色交通出行。通过物联网和传感器，自动驾驶汽车的驾驶性能可靠，并且能够降低交通事故风险。



流动性和交通出行

下列信息图说明了如何在建筑及其周边的建筑环境中，应用流动性和交通出行的相关策略：

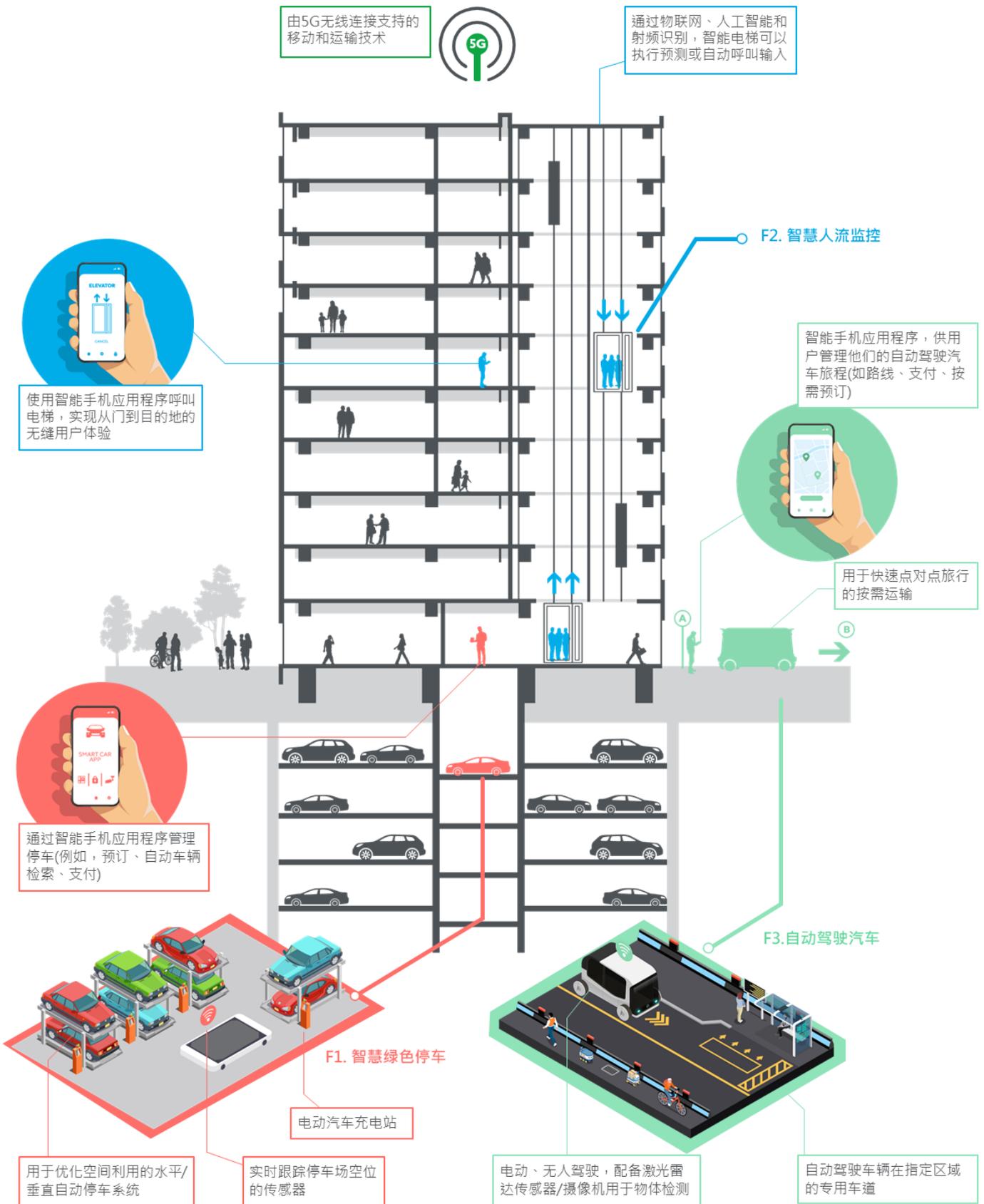


图 9 – 制定流动性和交通出行的建筑策略

智慧科技确保建筑更健康更安全

疫情突显健康环境的重要性，尤其是社交和工作场所。由于疫情对建筑用户的健康和福祉产生不良影响，建筑物必须进行改造来确保环境的健康。疫情的爆发对建筑物的某些部位产生影响。例如：高频触摸表面、大厅、公共区，以及人们与共享空间的互动方式和建筑物运行方式等，因此采取的策略应注重提高室内环境质量。现有和既有建筑可利用技术、实时监控、数据分析和其它策略，尽可能消除风险，确保建筑更安全更健康。

业主或运营商采用各种策略，确保更加安全的室内建筑环境，策略概述如下：

主题	科技
建筑运行及 无接触用户体验	<p>停车</p> <p>可通过基于自动牌照识别技术的无接触系统及摄像头读取车辆牌照号码停车。用户可采用智能手机应用程序登记车辆牌号并进入停车场。该系统将自动计算停车时间并向用户收取费用，从而避免任何形式的身体接触。</p>
	<p>门禁</p> <p>免接触卫生电源开关无需身体接触即可打开和关闭大门。手放在传感器上可激活开关。该系统易于安装，且可将近红外波转换成微波，进而降低故障率。</p> <p>此外，最近的科技通过智能手机上的蓝牙信号确保用户进入安全的工作场所，通过智能手机的应用程序识别用户身份。用户只需将手机对准阅读器即可进入场地。该技术可免除用户触屏或刷卡进场。</p>
	<p>智慧照明</p> <p>通过蓝牙或 Wi-Fi 信号，照明系统可与家庭控制中心联网使用户通过智能手机、平板电脑或其它装置对光线进行控制。在无需使用照明开关的情况下，智能照明系统可根据用户偏好实现远程控制照明。</p>
	<p>机器人</p> <p>机器人可用于场地清扫，机器人在预先设定清扫路线的情况下完成自动清扫任务，这样可降低清洁工的劳动强度并防止传染病的发生。UV-C 智能消毒机器人安装了可消除疾病、杀灭病毒和细菌的紫外线 (UV) 系统，用于室内病毒预防。</p>
	<p>远程操作和数字服务</p> <p>通过连接虚拟专网 (VPN)，建筑运营商可对消防安全和安保状况进行远程监控，建筑自动化系统可减少现场操作和监控的频率。</p>
	<p>人工智能算法</p> <p>快速多点体温监测红外成像技术可通过对比病史、旅行记录和天气模式检测出体温超出正常范围的个体。人工智能算法在预测疾病流行等方面具有巨大的潜力。人工智能算法可识别需要检测的系统/设备，确保其运行正常，让建筑的预防性维修更简单，避免系统/设备故障对建筑的整体性能和住户的健康和福祉产生不良影响。</p>

主题	科技
建筑服务和 空气质量	<p>高效颗粒物空气过滤器 (HEPA)</p> <p>高效颗粒物空气过滤器是一种用于空气净化的机械过滤器。通过强制空气穿过细网格的方式过滤掉空气中的污染物，可过滤掉尺寸不小于 0.3 微米的空气颗粒。作为一种全新的解决方案，它可以有效地清除气流中的病毒。由于风量和压降更大，因此建议使用最低效率报告值为 13 或以上的袋式过滤器。不过，值得注意的是最低效率报告值等级较高的过滤器将会增大暖通空调系统的负荷。因此，在使用较高等级的过滤器之前应对系统设计进行详细的审核。过滤器需要定期清洁和检查确保正常运行。</p> <p>紫外线 (UV) 空气净化器</p> <p>紫外线空气净化器采用短波 UV-C 光，防止空气中的病毒和其它微生物繁殖并感染室内空间。由于空气是强制穿过该系统，紫外线 (UV) 可直接对空气进行消毒。UV-C 空气净化器可作为单机出售，或安装在既有住宅、或商业暖通空调设备当中。</p> <p>室内空气质量传感器</p> <p>室内空气质量传感器可置于建筑物暖通空调系统当中，确保在室内空气质量下降到一定程度时启动系统通风设备。传感器可对二氧化碳 (CO₂)、挥发性有机污染物、温度、湿度、光照度和入住率进行监测。例如：室内空气质量传感器可用于洗手间，以监测包括氨和硫化氢等气体浓度。</p> <p>暖通空调系统的优化设定</p> <p>楼宇管理系统和暖通空调系统可优化室内环境并确保住户安全。相关措施包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 操作空气处理设备 (AHU) 可将室内空气排放室外，确保室内外实现 100% 空气循环； • 确保通风系统低速运行，并在夜间和周末关闭需求控制； • 建筑物使用前 2 小时将通风系统运行速度切换到更高，并在建筑物使用至少 2 小时后切换到较低速度； • 维持湿度设定值 >40%； • 确保洗手间通风系统全天候运行；以及； • 采纳欧洲采暖空调学会 (REHVA) 和美国采暖、制冷与空调工程师协会关于最安全室内条件的建议。 <p>公共区域的机械通风</p> <p>电梯间、公共走廊等公共区域的自然通风不良，需要安装机械通风系统，以确保其室内环境符合要求。该系统设计阶段应根据公共区域的人流量确定通风系统功率。通风管道系统及相关系统设备应置于便于定期维护和维修的位置。此外，系统设计应确保通风系统稀释室外空气。</p> <p>地板暖通空调系统</p> <p>地板送风系统 (UFAD) 是一种代替传统顶部送风系统的方法，该系统采用高架地板气室，通过地板散热器输送已经过温度和湿度调节的空气。地板送风系统与顶部送风系统相比，具有空气质量和温度更高等特点，因此可确保住户的舒适度，并根据个人需要对舒适度进行局部送风调节。</p>
垂直运输	<p>电梯</p> <p>电梯具有类似全息按钮的非接触式控制面板，确保用户不接触任何物件。乘客仅需将手指贴近按钮等待其变色即可。另外，电梯可配备抗菌按钮。</p>

主题	科技
	<p>电梯可通过智能手机应用程序呼叫，这样用户可在建筑物中的任何地点远程呼叫电梯（例如：目的地分配控制）。应用程序可显示用户选定的电梯、当前状态，以及在电梯接近时发出提示信号。</p> <p>传感器技术和算法也可用于执行人群控制和限制电梯占用，以保持社交距离。电梯具有称重装置，避免电梯负荷超出设计值。该装置通常设定在设计值的 80%，这样降低电梯承载力的 20%，以确保乘客人数处于安全范围内。</p> <p>自动扶梯</p> <p>扶手上的紫外发光二极管 (LED) 杀菌器通过大功率紫外光消除自动扶梯扶手上的细菌。杀菌器在电梯运行期间可对扶手进行不间断消毒，确保乘客手扶扶梯之前完成消毒。该技术的安装非常简单方便，只需要在扶手电梯上安装一个杀菌器即可，无需改变现有设施。香港许多商业建筑中已经安装了该装置，如太古广场和利园。</p>
<p>管道设备的维护</p>	<p>管道和排水</p> <p>建筑物的管道和排水系统需要进行维护，以防止疾病的传播。管道废物的水封装置应进行维护，尤其是在建筑物中无人居住的情况下尤为重要，这样可防止病毒在管道中的传播。经常冲洗下水管道有助于防止 U 型聚水器干涸。</p> <p>香港在 2003 年爆发严重急性呼吸道综合症 (SARS) 以后，发现有缺陷的 U 型聚水器可能存在疾病传播的风险。U 型聚水器可防止污水管中的恶臭气体和昆虫进入房屋当中。任何管道裂缝、缺陷或干涸都可导致疾病的传播。排水管应与主管道连接确保污水和废物排放畅通，因为空气和废气将通过排污管排至室外。香港曾出现过由于排水管没有与污水管连接导致病毒在周边住宅当中传播的事件。排水管需要定期检查和维修，尤其是香港的老旧建筑。老旧建筑中的排水管通常是外露的，而新建建筑的排水管一般预埋在墙里。吸取以往疾病爆发的教训，对排水管/管道进行改造必须获得批准，每周应向每个排水管倒入半公斤水，防止 U 型聚水器干涸。</p> <p>双重管道系统</p> <p>对于高层建筑，当污水（水和废物）从建筑物顶部流到底部时将会产生一个巨大的向下压力，这一点在用水高峰期尤为明显，因此较低楼层存在水封破裂的风险。双重系统将管道系统分成两组，即高楼层组和低楼层组这样可大大降低向下流动的压力。一些开发商已经在高层建筑当中采用了双重系统，原因是这一额外成本与项目的整体生命期成本相比是微不足道的。</p> <p>免冲洗小便器和感应式马桶</p> <p>无水系统可节约用水，并降低维护需求，改善卫生情况。传统小便器中的水给细菌和病毒提供了一个潮湿且易于滋生疾病的环境，因此出现了免冲洗小便器，以保持环境干燥。</p> <p>自动化马桶可节约用水和用电，并减少维护需求。动作感应器控制马桶，可减少与其表面的直接接触，同时营造一个更加健康的环境。</p> <p>非接触式龙头</p> <p>非接触式龙头利用传感器，确保与龙头零接触，并保持龙头干净卫生，从而降低细菌和病毒污染的可能性。非接触式龙头的节水效果显著。</p>

主题	科技
	<p>智慧漏水探测器</p> <p>漏水探测器可探测出渗水和漏水或湿度异常等情况。这些问题通常是由管道和排水系统损坏或故障造成的。安装多组传感器可确保对系统进行全方位监控。先进的系统可根据报警信号自动关闭供水装置。建筑管理平台通过与其连接的探测器，在发现漏水的情况下立即通知设备管理人员进行检查和维修。</p>
<p>材料和福祉</p>	<p>纳米杀菌涂层</p> <p>纳米杀菌涂层是一种可持续自动清洁表面的技术，可用于比较脏且人群高频接触面，例如洗手间门把手和扶手等。该涂层由可见光激活矿物纳米晶体对有机污染物进行持续氧化。纳米杀菌涂层是一种不含有毒物质、重金属和化学物质的安全无毒材料。</p> <p>杀菌涂层和添加剂</p> <p>杀菌涂层和添加剂可防止表面细菌的繁殖和传播。该涂层方便使用，可用于各种不同表面，包括墙壁、门把手、照明开关、柜台和其它高频接触面。杀菌添加剂可用于油漆、墨水和涂料的加工，使其具有抗菌功效。</p>
<p>数据分析和见解</p>	<p>建筑管理数字化平台</p> <p>智慧绿色建筑数字化管理平台采用建筑信息模型、物联网和分析系统。数字化平台是一种基于云的中央管理控制台，可提供建筑系统、设备、运行和维护等相关信息。该平台可监测体温、细微颗粒物和挥发性有机污染物，进而预测高风险条件，促进空气流通及紫外线杀菌或空气净化，确保室内空气质量。该平台采用传感器、人工智能和数据优化建成环境，与物联网基础设施相互配合，可检测出空间和住户面临的潜在风险，包括确定高风险通道、了解人员密度状况、设计开放式办公场所、接触者追踪和报警。</p> <p>建筑用户应用程序</p> <p>建筑用户应用程序可确保用户实现危机沟通和设备的安全使用。这款应用程序可提高接触者追踪的透明度，进行空间分析，并促进用户互动。</p>

表 5 - 使用各种技术确保室内建筑环境更加安全

疫情促使全社会思考如何对现有住宅进行改造并不断开发新技术。通过实施上述策略，建筑物将会提供更健康、更安全、复原能力更强的环境。

与建筑类型的关系

下表中给出了推荐的 32 个智慧绿色策略与适用的建筑类型之间的相互关系。详情参见附录 A-F。

建筑类型	建筑类型								
	住宅	工业性		功能性			商业性		大型 开发区
		工厂 / 仓库	数据 中心	教育 机构	医 院	其它公 共设施	零 售	办 公	
建筑设计和运行									
A1	建筑信息模型	•	•	•	•	•	•	•	•
A2	数字孪生	•	•	•	•	•	•	•	•
A3	近场通信	•	•	•	•	•	•	•	
A4	建筑运行的机器人技术	•	•	•	•	•	•	•	
A5	综合设备管理系统	•	•	•	•	•	•	•	
A6	未来的洗手间		•	•	•	•	•	•	
A7	智慧空间的利用			•			•	•	
A8	智慧监控	•	•	•	•	•	•	•	•
健康和福祉									
B1	先进的太阳能自然照明技术	•		•	•	•	•	•	
B2	智慧人工照明	•	•	•	•		•	•	
B3	智慧温控	•	•	•	•		•	•	
B4	亲生物性设计	•	•	•	•	•	•	•	
B5	智慧空气过滤	•	•	•	•	•	•	•	
B6	智慧灯柱								•
B7	住户自动化系统	•	•	•				•	
能源性能									
C1	自动故障检测和诊断	•	•	•	•	•	•	•	•
C2	智慧电网的兼容性和技术	•	•	•	•	•	•	•	•
C3	储能系统	•	•	•	•	•	•	•	•
C4	高性能冷水机和制冷剂	•	•	•	•	•	•	•	•
C5	高效电机和驱动器	•	•	•	•	•	•	•	•
C6	太阳能发电技术	•	•	•	•	•	•	•	•
C7	微型风力涡轮机	•	•	•	•	•	•	•	•
材料和废物管理									
D1	智慧动态玻璃	•	•	•	•	•	•	•	
D2	纳米科技	•	•	•	•	•	•	•	•
D3	自动化废物收集系统	•					•	•	•
节水性能									
E1	智慧水表和监测	•	•	•	•	•	•	•	•
E2	高效节水装置和系统控制	•	•	•	•	•	•	•	•
E3	灰水再利用与雨水收集	•	•	•	•	•	•	•	•
E4	智慧灌溉	•	•	•	•	•	•	•	•
流动性和交通出行									
F1	智慧绿色停车	•	•	•	•	•	•	•	
F2	智慧人流监控	•	•	•		•		•	•
F3	自动驾驶汽车								

表 6 - 推荐的 32 个智慧绿色策略与适用的建筑类型之间的关系

海外案例研究

本章介绍了两个采用智慧建筑策略的海外案例：美国和荷兰。第一个案例是一个历史地标性建筑，第二个案例是获得英国建筑研究院环境评估方法最高评级的新建建筑。

美国纽约市	荷兰阿姆斯特丹
案例研究：帝国大厦 <ul style="list-style-type: none"> ● 用途：商业 ● 竣工时间：1931(为期 5 年，耗资 1.65 亿美元的景观台升级改造项目，于 2019 年 12 月竣工) ● 建筑高度：1,454 英尺，102 层 ● 占地面积：208,879 平方米 ● 评级/认证：领先能源与环境设计 V4 金级既有建筑，能源之星认证，WELL 健康安全评级，Fitwel 认证，全球房地产可持续性评估体系 (GRESB) 5 星级 ● 开发商：帝国州公司，包括约翰·J·拉斯科布和阿尔·史密斯 (1931 年)；帝国房地产信托公司 (2009) ● 建筑商：Shreve · Lamb 和 Harmon 	案例研究：The Edge <ul style="list-style-type: none"> ● 用途：商业 ● 竣工时间：2014 年 ● 建筑高度：15 层 ● 占地面积：40,000 平方米 ● 评级/认证：英国建筑研究院环境评估方法 -NL 杰出新建建筑 ● 开发商：EDGE / OVG 房地产公司 ● 建筑商：PLP 建筑事务所

帝国大厦

使用高度可回收的
建筑材料



高效直接数字化
控制系统



冷水机组



坐落于纽约市中心的地标帝国大厦于 1931 年竣工，是一座 102 层的建筑。2009 年帝国房地产信托公司与克林顿气候行动计划、江森自控、仲量联行、落基山研究所合作，对该建筑进行改造使其达到现代环保标准。



所有 6514 扇窗户
改造为高效三层玻璃窗



经过改造的窗户
提升了用户的热舒适



改造超过 6000 个散热器
隔热层，降低了热损耗



采用再生技术的现代化电梯，
减少 50%-75% 能源消耗



1. 建筑设计和运行

- 高效**直接数字化控制系统** - 单一建筑采用对阀门和排风口实施监测和集中控制的大型无线网络
- 采用传感器的**数字监测和楼宇管理系统**，监控空气质量、供热和制冷负荷
- 与**300个租户一起提高空间利用率** - 租户可按照建筑高性能、健康、可持续室内设计指南的要求，扩大室内空间，降低成本和能耗
- 租赁合同当中规定**必须满足的环保要求**
- 建筑基础设施使用**人工智能系统**，可实现约**340万美元的健康和气候价值**



直接数字化控制系统

1



2. 健康和福祉

- 窗户改造提升**热舒适度**
- 根据用户需求**控制通风系统**，提升空气质量
- **智慧照明系统**可根据**光电传感器**检测的日光量自动调节光照强度
- 嵌入建筑外墙热反射壁中的**6000多个散热器**可将透过墙壁的热损耗降至最低程度
- 新型风量可调通风设计，提升用户舒适度
- 暖通空调系统中安装**MERV 13级过滤器**
- 对建筑物中新鲜空气进行**实时监测的传感器**（包括**二氧化碳传感器**）可降低不必要的**加热和冷却负荷**，**确保室内环境质量 (IEQ) 达标**



智慧照明

2



3. 能源性能

- **制冷设备改造升级**与控制系统、变速驱动、主回路旁通连接
- **用户能效管理** - 一个 EnNET/活化能的管理 (AEM) 平台可收集 15 分钟的量表数据，并通过相关管理软件进行分析/评估（例如：时序分析）
- **用户可根据其能耗量实现分户计量和付费**，将其个人的建筑能耗信息与其他用户进行对比
- 通过再生风能技术、**碳中和建筑**每年可实现大约 5500 万千瓦时的碳补偿
- 现有设备进行**节能现代化改造**，包括采用**小型空调设备**，以**降低制冷负荷**
- 制冷负荷降低 33%，用电高峰期的用电量减少**3.5 兆瓦**



冷水机组改造

3



4. 材料和废物管理

- **高效三层玻璃窗改造** - 在现有 6500 多扇窗户中插入低辐射率膜提升其能效和保温性能，并降低了 33% 的热损耗和太 50% 的太阳热增益。现有窗户的再利用率达到 96%。所有施工都是现场完成的
- 采用**高回收利用率的建筑材料**和**低碳、低气体释放率的墙面涂料、油漆和粘合剂**



三层玻璃窗

4



5. 节水性能

- **免冲洗小便器、超低流量马桶及感应洗手水龙头**，可降低 40% 的用水量，这一指标比能源政策法案的标准更底
- **冷却水系统升级**
- 所有供水系统均采用**人工智能软件分表计量**，对水流量进行实时监控



无水小便池

5



6. 流动性和交通出行

- 采用**再生技术的现代化电梯**可捕捉原本作为热量损失的能量，并将其回收至建筑物的供电网中再次利用。该项技术可以降低**50%-75% 的电网能耗**

THE EDGE



65,000 平方英尺
太阳能电池板



屋顶雨水收集



生态走廊



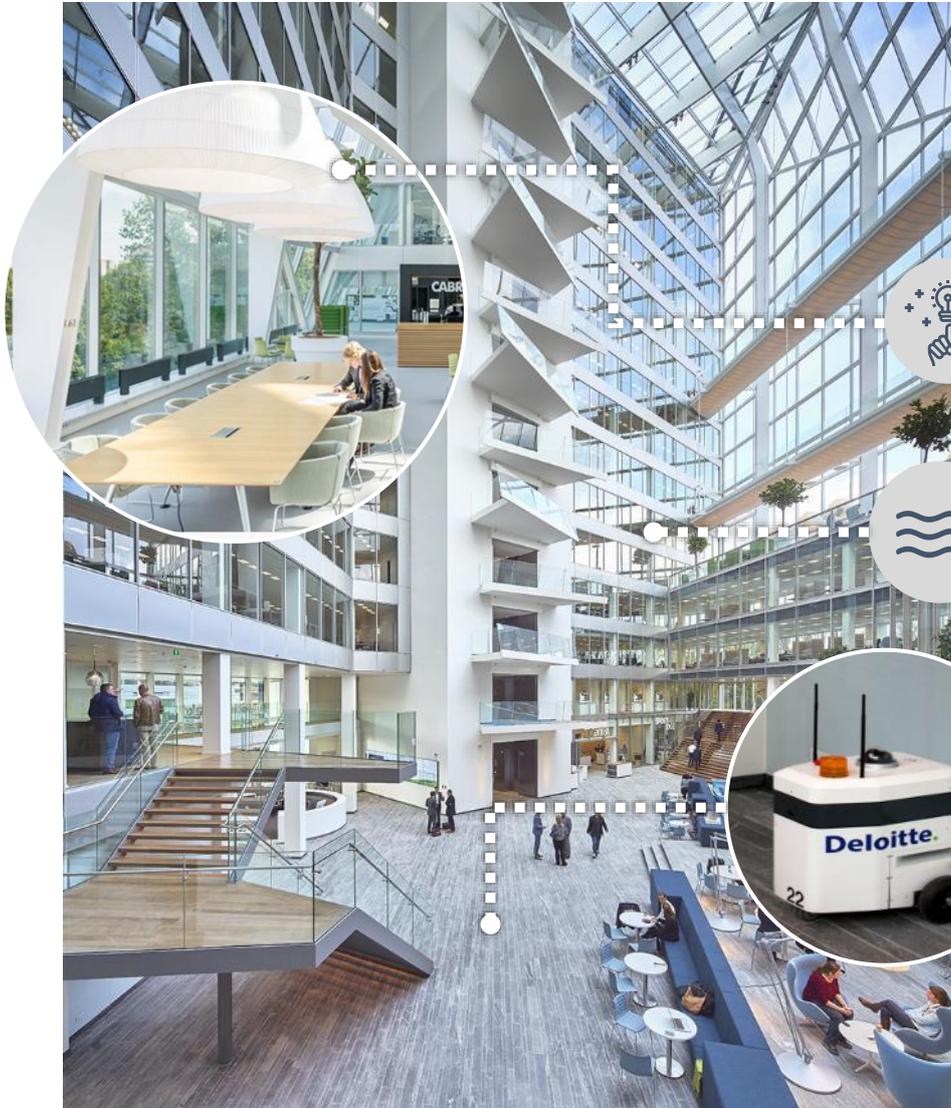
智慧建筑设计和
建筑朝向



The Edge 是专为全球知名金融服务公司和主要租户德勤设计，大厦于 2015 年正式开业。该项目旨在将德勤员工从多个地点集中在一个智慧建筑的办公环境当中，从而促进德勤的业务进入数字化时代。The Edge 提供了一个全新的办公环境，获得英国建筑研究院环境评估方法的最高评分（98.4%）。

该建筑集各种智慧科技于一体，促进协作和可持续发展。The Edge 的理念是「新型办公模式」，可提高传统意义上的资源利用率 - 可产生其自身能耗 102% 的能量，同时还能让建筑内的用户发挥更高效率。通过适应性强的智能工作场所营造一个新型的办公环境。德勤员工基于「办公桌轮用制」的理念共享办公桌椅，根据其当天的需求选择临时性工作室、会议室、业务洽谈室、站立式办公桌等。员工还可通过智能手机应用程序来引导他们在建筑大楼里活动。

员工没有提出过任何关于舒适度的投诉，72% 的员工表示他们可以通过智能手机的应用程序对其工作环境进行调控。The Edge 是世界上最环保的建筑之一，目的是确保德勤员工及其它住户的健康、舒适度和工作效率，并尽可能提高能效和能源的可持续性。



采用以太网和
互联网协议的
发光二极管照明系统

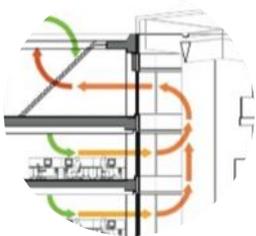


每个工作区都配有
7 米宽大玻璃窗



采用 RoboCop 「机器
战警」负责安保和清扫

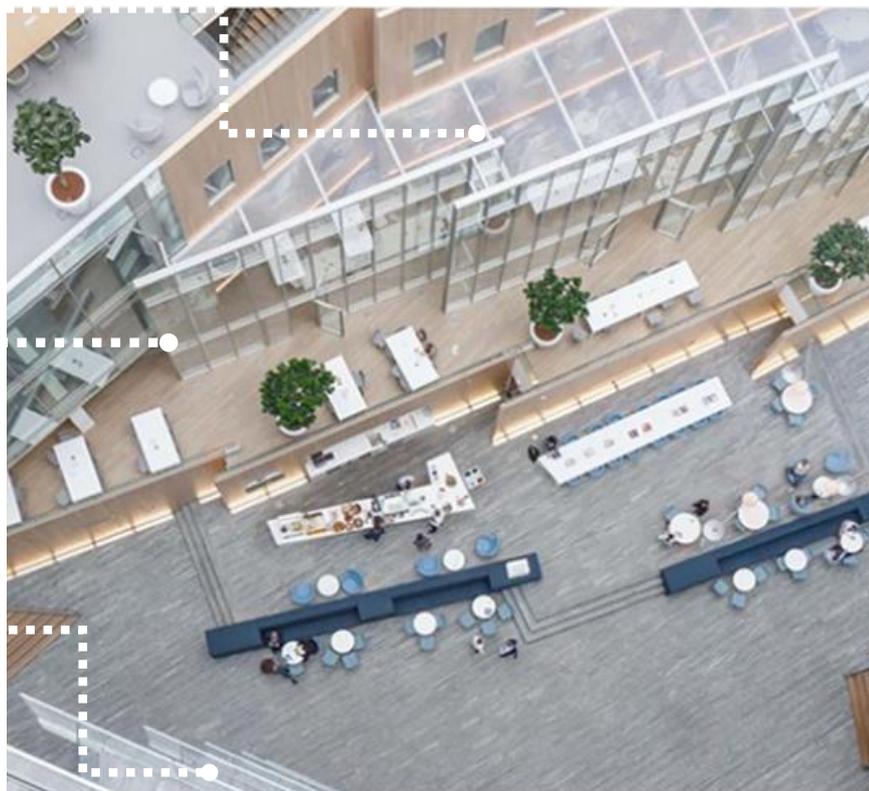
15 层高的中庭营造
自然通风环路



设置 30,000 个传感器的
数字化屋顶



500 个自行车
位的停车场





1. 建筑设计和运行

- 根据阳光路径对**智慧建筑朝向**和每个外立面进行精心设计（例如：承重墙、百叶窗、太阳能电池板）
- 建筑生态系统统一的**互联网协议骨干网络**可实现性能跟踪、数据管理和分析；员工可通过**智能手机应用程序**调节室内舒适度
- 「**数字化屋顶**」安装了 30,000 个传感器
- **中控面板**可持续测量和追踪建筑表现
- 利用配备传感器的 **RoboCop** 「机器战警」负责安保和清扫
- **EcoStruxure™ 楼宇管理系统**确保实时远程或现场获取重要的建筑数据
- 办公桌轮用制和**高效利用空间**（约 2,500 名员工共享 1,000 张办公桌）
- 利用**建筑信息模型**确保项目顺利执行及实现数据共享



机器战警

1



2. 健康和福祉

- **15 层高天井** - 每层间的网格板可将室内污浊的空气排至室外实现**自然通风**
- **生态走廊** - 北向露台上有丰富的植被/鸟类/昆虫/蝙蝠
- 每个工作区配有 7 米宽大玻璃窗
- 南向、东向和西向承重墙的面积较小，有助于蓄热和**遮阳**，可**折叠和开启电池板**，保持通风



生态走廊

2



3. 能源性能

- **65,000 平方英尺的太阳能电池板**可充分利用并吸收周边各种能源
- 节能**温度控制系统**净零能耗建筑
- 与传统办公大楼相比**节约电量达 70%**
- **含水层储能系统**及两个 129 米的深井，用于供热和制冷
- 与飞利浦共同研发的**发光二极管照明系统**，配有以太网，100%基于互联网协议运行
- 与传统的 TL5 照明系统相比，发光二极管系统可**降低能耗 50%**
- 约 6,000 个**照明灯具**配备移动、照明、红外或温度等多个传感器
- **可再生能源的生产**(太阳能光伏)：每年 3 千瓦 人口当量/平方米



太阳能电池板

3



4. 材料和废物管理

- 北墙**透明度**较高，采用**厚玻璃**阻隔外部交通噪声
- 透明的中庭正面确保自然照明
- **95%** 的报废材料可实现循环利用



厚玻璃

4



5. 节水性能

- 屋顶**雨水收集**用于冲洗马桶和景观灌溉
- 预计每人/每年用水量在 4.1 立方左右，其中 20% 来自灰水



景观灌溉

5



6. 流动性和交通出行

- 500 个**自行车停车位**
- 车牌/人脸识别**自动入库**
- **电动汽车充电**



自行车停车场

6

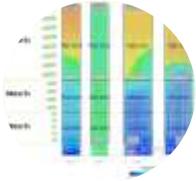


本地案例研究

香港致力于创造一个可持续发展的未来，营造一个清洁健康的生活环境。许多建筑在设计和建筑管理中融入了可持续发展的理念，变得更加绿色和智慧。本章介绍了四个本地案例研究：太古坊一座、迎海、维港文化汇和交易广场。这些案例研究强调了不同策略的实施和相关的好处。

香港			
太古坊一座	迎海	维港文化汇	交易广场
<ul style="list-style-type: none"> • 用途：商业 • 竣工时间：2018 年 • 建筑高度：48 层 • 占地面积：144,426 平方米 • 评级/认证：WELL 建筑标准、绿建环评和领先能源与环境设计最终白金认证 • 开发商：太古地产 • 建筑商：王欧阳 	<ul style="list-style-type: none"> • 用途：住宅 • 竣工时间：2016 年 • 建筑高度：18-35 层 • 占地面积：96,841 平方米 • 评级/认证：香港首个领先能源与环境设计邻里发展项目、绿建环评白金级、中国绿色建筑设计标签三星级 • 开发商：恒基兆业地产有限公司(与新世界发展及培新集团合资)。 • 建筑商：刘荣广伍振民建筑师事务所与大石建筑师事务所合作 	<ul style="list-style-type: none"> • 用途：混合用途 • 竣工时间：2019 年 • 建筑高度：66 层 • 场地面积：39,500 平方米 • 评级/认证：K11 人文购物艺术馆—Donut Playhouse 和梳士巴利花园—绿建环评暂定为白金级、K11 办公大楼—领先能源与环境设计白金级及绿建环评白金级、K11 人文购物艺术馆 及 K11 ARTUS—领先能源与环境设计白金级、香港瑰丽酒店—领先能源与环境设计白金级及绿建环评白金级 • 开发者：新世界发展有限公司 • 建筑商：KPF 建筑师事务所、James Corner Field Operation、吕元祥建筑师事务所、LAAB Architects 	<ul style="list-style-type: none"> • 用途：商业 • 竣工时间：1985 年，交易广场第一、第二座(ES1 和 2)；1988 年，交易广场第三座(ES3)；2013 年，富临阁(TF)。 • 建筑高度：第一座：52 层；第二座：51 层；第三座：33 层；富临阁：5 层 • 占地面积：13,404 平方米 • 评级/认证：香港绿建环评既有建筑认证最高铂金级，以及 2019 绿色建筑奖设施管理大奖 • 开发商：香港置地 • 建筑商：巴马丹拿

太古坊一座



高性能外墙(综合传热值(OTTV)为 18 瓦/平方米·比法定要求低 25%)



配备超宽面板的幕墙
最大限度地增加阳光



太阳能感应立面



太古坊一座于 2018 年竣工，是太古坊再开发项目的一部分，该项目包括另外八处房产，旨在打造香港规划最好的商业中心之一。此次重建是一个持续的里程碑项目，旨在实现太古地产对创意规划和社区建设的长期愿景。通过与国际设计师的合作，太古广场已成为一个充满活力的办公空间，周围有园林、水景、餐厅和咖啡馆。

作为重建项目的一部分，太古坊一座以最高的效率和可持续性标准设计，结合了最新和最先进的可持续/绿色技术。在开发过程中，超过 78% 的建筑废料按照绿建环评的要求进行了回收，68% 的建筑垃圾也进行了回收。该建筑致力于通过实施 WELL 认证以及其智慧和可持续的策略提升人类健康和居住者的福祉。



产生超过 2.5% 的可再生能源
比建筑环境评估方法规定值每年节能 34%



基于人工智能的智慧建筑 — 神经元



太古坊一座

69,000 平方英尺的
绿地/景观广场



提高行人舒适度的微气候研究



高架人行道和
行人友好型街景





1. 建筑设计和运行

- 对微气候及改善区域进行全面的空气流通评估 (AVA) · 增强自然通风
- 集成设计方法
- **建筑物朝向设计**旨在增强建筑的隔热性能 · 并在冬季促进空气流通
- 设计、施工和运行全过程采用**建筑信息模型**
- 安装**综合电力监控系统**
- 安装**全面的楼宇管理系统**
- 香港首个支持人工智能的智慧建筑 – 使用**神经元**并通过高级的数据分析功能、机器学习和预测性维护来跟踪节能情况。神经元是**支持建筑信息模型的资产管理系统**的数字孪生体和基础–该中央平台通过数字化和自动化改善运行工作流程



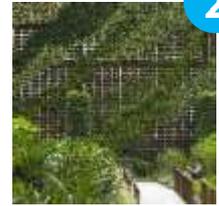
人工智能支持的智慧数字平台—神经元

1



2. 健康和福祉

- **69,000 平方英尺**的景观区
- 用于新鲜空气需求控制的**二氧化碳传感器**
- 除了典型的高效过滤器外 · 空气处理设备使用**紫外线 C 过滤器**杀灭空气传播的细菌 · 空气处理设备通过**活性炭过滤器**去除气味
- **健康食品自动售货机**位于 B2 层大厅
- 数字目录和网站提供健康和福祉的相关信息



景观区

2



3. 能源性能

- 与**绿建环评基准性能**相比 · 每年节能 34%
- 与**领先能源与环境设计基准性能**相比 · 每年节能 28%
- **超过 2.5% 的建筑能源**将由可再生能源提供
- 香港有史以来第一座使用废弃食用油生产生物柴油的**废物转化为能源的三代系统的商业建筑**。余热用于进一步提供热水 · 并为吸收式制冷机提供冷水
- **绿色屋顶和太阳能光伏系统**相结合的绿色能源。绿色屋顶的冷却效果可以提高太阳能光伏系统的效率
- **被动和主动系统** · 以减少运行期间的能源需求和消耗
- 配备日光和运动**传感器**的**高效照明设备**有助于减少能源使用
- 空气处理设备采用电子换向塞式风扇 · 实现更大的节能
- 通过对现有太古商业大楼的大数据分析 · 通过**冷水机组优化** · 冷却器的年能效比 (COP) 高达 7.43
- **高性能立面和幕墙**配有超宽面板 (约 3 米) · 最大限度地提升港口景观和自然照明
- 具有混合涂层和水平遮阳装置的**太阳能感光外墙** · 以实现目标热性能和节能



太阳能光伏系统

3



4. 材料和废物管理

- 78%的拆除废物得到回收：68%的建筑废物得到回收
- 建筑用低碳排放混凝土和钢筋，与其他太古商业建筑相比，碳排放减少 25%以上
- 来自前常盛大厦的 13 根现有沉箱桩被重新利用，并构成太古坊一座的基础系统的一部分
- 早期供电和 B5 发电机用于施工临时供电



太阳能感光外墙
(13 个现有桩重复使用)

4



5. 节水性能

- 雨水收集用于喷灌绿色空间
- 淡水节约表现比绿建环评基准高 40%



雨水收集

5



6. 流动性和交通出行

- 高架步道和方便行人的街景加强了与周围交通枢纽和建筑的连接



高架步道

6

迎海

采用雨水回收系统



建筑信息模型可提高规划、设计和建筑质量，并最大限度地减少浪费



迎海的发展目标是实现可持续生活社区。它旨在设定一个高标准，促进邻里之间的可持续生活。该开发项目提供了两个海湾的全景，并以广阔的林地和海岸线为边界。迎海的总体规划以 21 栋住宅塔楼中的可持续住房为特色，高度从 10 层到 35 层不等。

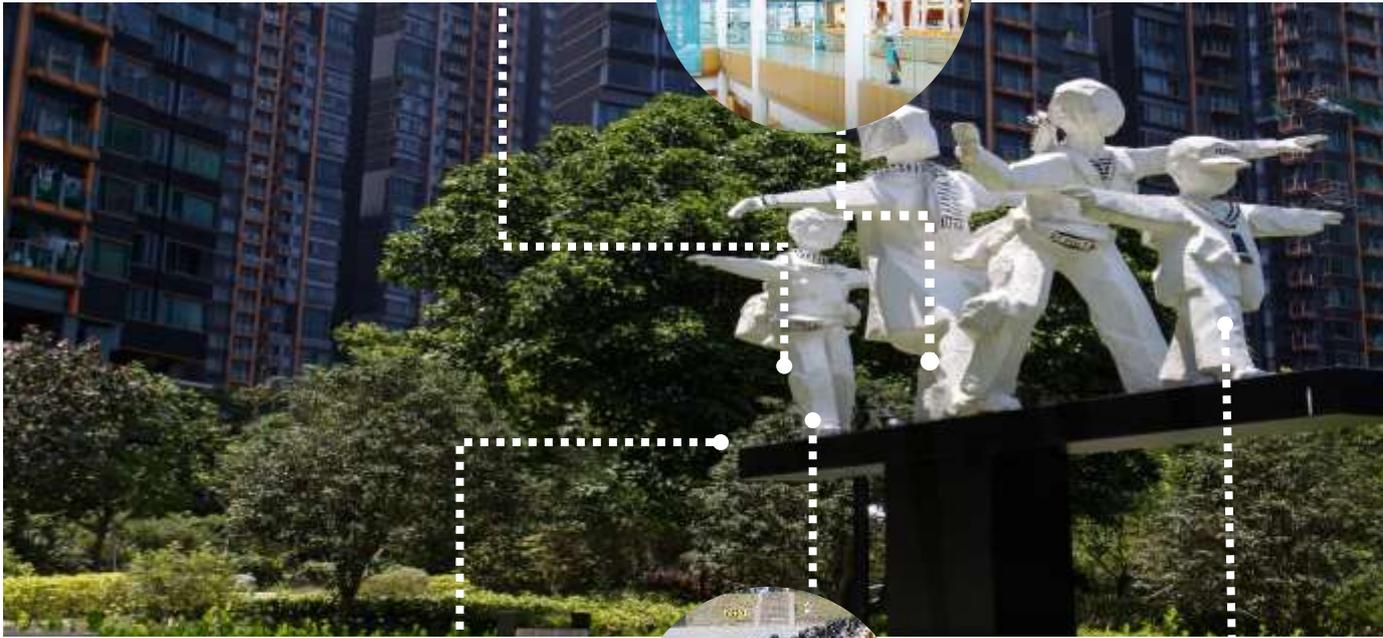
迎海开发的可持续设计理念是建筑师与项目环境顾问合作设计的。该项目遵循「生活在可步行社区的公园里」的理念，注重低碳生活、降低能耗、提高微气候和景观质量。该项目采用了被动式环境设计策略，通过自然、整体的方法进行设计，旨在提供健康低碳的生活环境。领先能源与环境设计邻里发展协会还指导了规划和设计，提供了丰富的绿地，共占场地的 50%。

- 居民整体满意度高达 97%
- 对生物、植物和绿色植物的满意度为 87%
- 对场内锻炼机会的满意度为 84%
- 对公寓的声音效果的满意度为 50%

使用低挥发性有机物增强
室内空气质量的材料



混合通风商场



林地和绿地覆盖了
场地面积的近 50% ·
种植了 2,700 多棵树



公共自行车租赁
服务和超过 65 个
电动汽车充电站

鼓励居民享受
公共景观空间
的主题艺术品

室内空气质量传感器
和通风控制



住宅单位广泛使用
节能装置和电器



智慧设备控制的
家庭自动化系统



迎
海



1. 建筑设计和运行

- 摒弃传统的「生日蛋糕」式设计(即多个塔楼坐落在一个大的平台上)通过采用独立的住宅塔楼和会所建筑来增强风/景的通透性和减少热岛效应·通过空气流通评估方法成功地做到了游戏规则的改变
- 使用**建筑信息模型**提高规划、设计和施工质量·并最大限度地减少浪费
- **巧妙的空间布局**·有效的风穿透和减少热岛效应
- 使用**楼宇管理系统**管理建筑性能
- **阶梯式建筑高度剖面**·便于日光进入住宅公寓



建筑信息模型

1



2. 健康和福祉

- 景观区的**本地物种**·更适应当地气候·对维护和水的需求更少
- 全面的**树木保护措施**—保护现有林地并创建新的林地延伸区
- **总景观面积**约为总场地面积的 **50%**·包括林地、绿色屋顶、绿墙、空中花园、水景和景观设施
- 香港海星湾和五开沙湾保留意见
- 加强通风和使用**低挥发性材料**·提高室内空气质量
- **室内空气质量传感器**和通风控制
- 从智慧设备接入**家庭自动化系统**·以管理能耗和碳减排
- 「**自然交响曲**」概念的主题艺术品·鼓励居民享受户外和室内公共空间的福祉



广阔的景观区

2



3. 能源性能

- **绿色屋顶混合通风商场**降低建筑能耗
- 绿色功能使能耗降低 **15%**
- **节能电梯**(例如·不使用时关闭)
- **照明**配备有传感器·并在不需要时设置为最低水平·公园里的灯光也设置了时间控制
- 广泛使用具有 **1 级或 2 级能源标签的节能装置和电器**



绿色屋顶的购物商场

3



4. 材料和废物管理

- **双层玻璃幕墙**和**低辐射有色玻璃**可减少热量的增加
- **提倡废物分类**·以记录收集了多少废物
- 所有住宅塔楼都提供**大量可回收废物收集设施**
- 使用**回收木材路面**



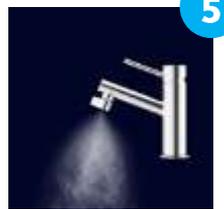
低辐射彩色双层玻璃幕墙

4



5. 节水性能

- **雨水回收系统**·**小流量抽水马桶**和**节水龙头**
- **回收雨水收集**每年可收集 **1,700 立方米**的水·节约了 **70%**的水景用水量



节水水龙头

5

迎
海



6. 流动性和交通出行

- **低碳交通选择**·包括从所有住宅塔楼直接通往公共交通的有盖人行道·超过 **65 个**电动汽车充电站和公共自行车道
- 为所有居民提供**公共自行车租赁服务**·包括 **1.36 公里**的自行车道和 **2.3 公里**的慢跑道



公共自行车

6

维港文化汇

建筑一体化光
伏太阳能系统



高性能立面



雨水收集



热回收轮



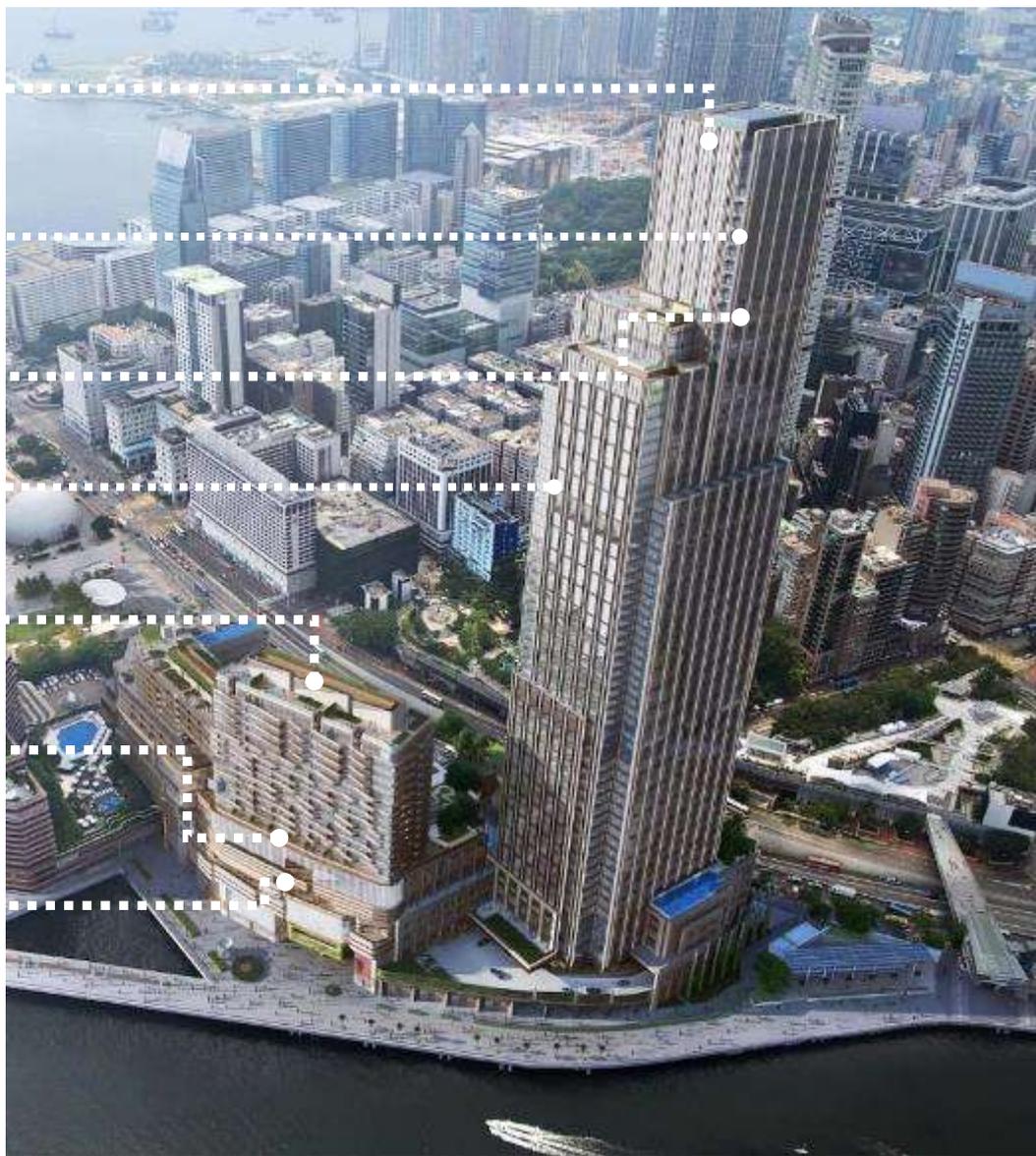
集成冷却器和
热泵系统



海水冷却、无油
冷却系统



高性能
空气侧系统



2019 年，郑志刚先生为维港文化汇揭幕，这是一个耗资 26 亿美元、占地 300 万平方英尺的全球艺术设计区，由他与 100 个创意人才合作构思和创建，旨在重振香港标志性的尖沙咀海滨。

开发项目包括 K11 的文化零售全球旗舰 K11 人文购物艺术馆；K11 办公大楼，为工作与生活融合的新文化而设计的写字楼；K11 ARTUS，豪华服务式住宅；和香港瑰丽酒店 - 超豪华品牌的首个香港物业。维港文化汇的愿景是在大中华区打造「文化硅谷」，将文化、艺术、建筑、设计、自然和技术注入不同商业形式，形成一个独特的文化-商业生态系统，在保存传统艺术和文化的同时，为下一代孕育新思想和创新发展。

「城市之窗」可实现内陆到海滨的视觉连接，充分利用海风提高室内通风性能



外部绿墙提供城市生物多样性和主要的本地种植物种，与邻近港口的流畅线条相呼应



适应气候的城市绿化



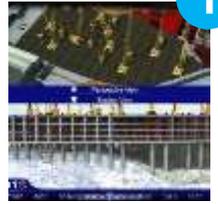
适合步行的街区，为社区提供出色的室外热舒适性





1. 建筑设计和运行

- **建筑信息模型**在设计阶段用于建筑设计、建筑和立面结构
- **利用地下资源：**
 - 23%机械停车场系统 - 拼图式停车场
 - 100%终端接线盒，可用于电动汽车
 - 生命周期分析：在人文购物艺术馆，结构设计的体现能量降低了4.3%；在 ARTUS，降低了 1.35%
 - 垃圾房内的压实机，减少垃圾车的收集行程
 - 食物垃圾堆肥机从所有食品和饮料 (F&B) 零售商处收集食物垃圾，加工后再用作肥料



建筑信息模型



2. 健康和福祉

- 自然探索公园的开放培养了人们对可持续城市生活和城市生物多样性的意识
- **50,000 平方英尺**的大面积室内和室外绿化
- 室内空气质素实时监控
- 安装在每层的**二氧化碳传感器**调节新鲜空气的吸入
- 监控日光和控制调光的**传感器**



自然探索公园



3. 能源性能

- 与美国采暖、制冷与空调工程师学会 90.1 标准的基线相比，**海水冷却、无油冷却器系统**预计将每年减少 12%以上的能源使用
- 能源使用强度比典型的香港写字楼**低 1.5 倍**



海水冷却，无油冷却系统



4. 材料和废物管理

- 新世界中心**现有结构和基础的再利用**，以及泥浆墙作为新的地下室墙
- 使用**可持续材料**(例如，由稻壳、可持续来源的土壤、石灰石制成的重组和升级生物木材)进行再生
- 建筑立面与香港最大的**建筑集成光伏太阳能系统之一**相结合，产生足够的电力来运行大约 220 台咖啡机
- 立面系统的设计包含了对热和采光策略的**性能平衡分析**
- 人文购物艺术馆的外墙采用圆锥形玻璃板
- **保护现有地下室，最大限度地减少干扰和浪费：**
 - 100%重复使用海堤和部分地下室楼板，以减少建筑垃圾和对环境的干扰
 - 预留约 6,500 公吨结构钢，以便于挖方和横向支撑 (ELS)工程
 - 隐含碳 (包括运输) 约为 17,823 总二氧化碳 (tCO₂)
 - 减少维多利亚港的废物和污染
 - 节约钢材内含碳量的非常规技术



保留现有地下室，浪费最小化

5



5. 节水性能

- **雨水收集**旨在提供 100%的灌溉用水
- **海水冷却**利用了海滨场地的自然资源，消除了大型冷却塔，减少了大量饮用水的使用
- 为**水分散器**提供多级过滤，为游客提供不同温度（热、冷、暖）的优质清洁水
- 使用**海水冲厕**，减少饮用水的消耗



雨水收集

6



6. 流动性和交通出行

- **地下一层连接地铁站**
- 从邻近的轮渡码头提供方向的**铺砌通道**
- 带**电动汽车充电设施**的地下停车场
- 停车场的**占用传感器**和停车可用性显示在街道层面
- 配备**目的地控制功能**的电梯
- 大型酒店服务电梯，在正常运行期间具有高效使用和节能的**双模式**，并专门用于交付变压器



连接地铁站

交易广场



应用室内空气质量
监控和智慧热舒适



具有季节性色彩模式的
智慧发光二极管



碲化镉 (CdTe)
发电玻璃



用于预测性维护的
智慧自动扶梯监控



纳米技术提升
卫生和清洁条件



交易广场是一个重要的发展项目，为香港树立了享有盛誉、面向全球的 24 小时商业综合体的标杆。它是许多领先的国际投资银行和金融机构的所在地。

整个建筑群建于 1908 年代，由三座建筑组成。交易广场一期为 52 层，交易广场二期为 51 层，交易广场三期为 33 层。除了交易所广场，该项目还包括富临阁，这是一座 5 层的办公楼，其玻璃幕墙立面设计类似于钻石表面。富临阁 (TF) 于 2014 年重新注入活力，并获得领先能源与环境设计白金认证。

香港置地 (HKL) 致力在我们所有的物业中建立和创造卓越，驱使我们的团队在智慧绿色创新的理念下工作。多年来，集团业务在不断发展，并对建筑的立面和服务系统进行持续升级、增强和改造。交易所广场综合体展示了一个世界一流的办公室是如何追求卓越、不断创新。

集团为建设更多可持续发展建筑，所付出的努力获得多个奖项和认证认可，包括香港绿建环评既有建筑认证计划中的最高铂金评级和 2019 年绿色建筑奖下的设施管理大奖。

交易广场中央监控中心



具有故障检测、机器学习 and 人工智能的平台



低功率广域物联网平台与本地楼宇关系系统连接

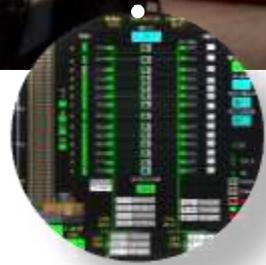
智慧监控和虚拟巡逻



新的数字化设备管理系统，用于更好的数据分析



具有电子采购、电子办公记录等功能的物业管理系统。



用于中央监控、预测性和预防性维护的智能楼宇管理系统 (iBMS) 平台

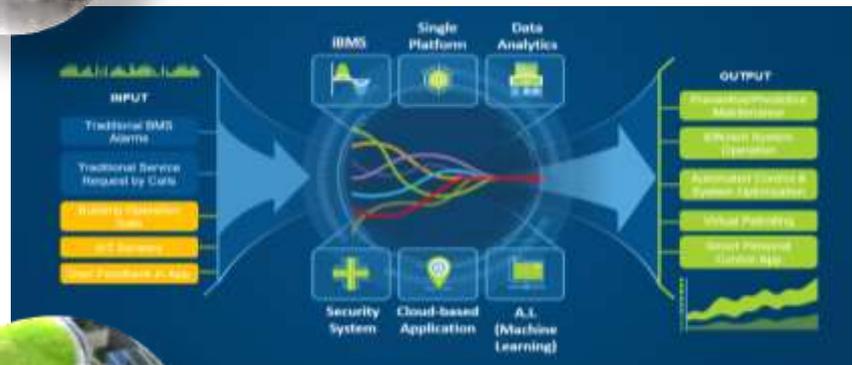


基于用户需求及机器学习程序的热舒适控制系统



在升级改造项目中，广泛采用了能效设备、智慧计量和创新技术，应用了综合智慧管理理念

综合智慧管理概念



采纳绿色屋顶、光伏系统、厨余分解器、节水水龙头等绿色理念

交易广场



1. 建筑设计和运行

设立**中央监控中心 (CMC)**，提供 24/7 全天候运行，提高运行可靠性和效率，包括：

- **综合楼宇管理系统**
- 使用**近场通信的集成设备管理系统**
- 采用**低功率广域物联网平台**，例如使用无线气味传感器的**智慧洗手间**；使用振动、烟雾和室内空气质量传感器的**智慧装配控制**
- 具有**预测性维护概念的智慧电梯和自动扶梯系统监控**
- 采用**虚拟巡逻的智慧监控**



中央监控中心内的综合楼宇管理系统



2. 健康和福祉

- 450 平方米超轻质**绿色屋顶**，减少城市热岛效应
- **室内空气质量传感器**，包括每层的二氧化碳、颗粒物 2.5(PM_{2.5})用于监控和控制
- 通过香港置地内部应用程序为香港置地办公室提供**实时室内空气质量显示**
- 使用**香港置地应用程序 (Centricity)** 促进租户和建筑用户的健康、福祉和可持续性
- 租户和用户可以通过**智慧热舒适控制**来控制室内温度和通风，智慧热舒适控制配备了人工智能根据用户喜好进行学习



Centricity 应用程序中的智慧热舒适控制



3. 能源性能

- 到 2019 年，**能耗比 2008 年降低了 35.1%**，相当于每年节约 13,706,600 千瓦时的能源
- **冷水机组升级**，配备**高性能海水冷却冷水机组**和用于海水处理的**电磁感应装置**
- 具有**机器学习功能的能源管理平台**，用于**故障检测和工厂优化**
- **太阳能光伏系统与智慧电网兼容**，以抵消碳排放
- 采用**运动传感器和高效照明设备的智慧人工照明改造**
- 升级空气处理设备插头风扇，提高能效和系统可靠性



太阳能光伏系统



4. 材料和废物管理

- 用**碲化镉发电玻璃**升级外立面
- 应用**纳米技术**提高卫生和清洁标准
- 以**数字化**减少纸张消耗，包括使用电子采购系统、电子办公室目录、电子名片和电子学习
- 日处理能力为 350 公斤的**食物垃圾分解器**



碲化镉粉末玻璃



5. 节水性能

- 厕所所有水龙头的**节水改造**，节水 60%
- 用于近距离监控的**低功率广域物联网漏水传感器**



低功率广域物联网系统



6. 流动性和交通出行

- 垂直运输中的**目的地控制**，以提高能效
- **电动汽车充电设施**
- **自动车牌识别技术**



目的地控制

An aerial view of the Hong Kong skyline at sunset, with a digital data overlay of glowing blue and green dots and lines. The text '前进之路' is overlaid in white on the right side of the image.

前进之路

本指南开篇介绍了若干实用的智慧绿色建筑策略和指南，在结尾处则概述了国内外所开展的相关案例研究。智慧绿色科技在楼宇发展及运行中扮演重要角色，香港正致力于通过应用这些科技，创造更智慧及可持续发展的楼宇环境。但这项技术仍有很大的改进和发展空间。

为帮助香港推动智慧绿色建筑方面的进步，本指南确定了三个关注领域：公众意识和教育、更广泛使用物联网以及政策和行业实践。此外，还讨论了香港各领域的发展现状，就未来发展提供建议。

公众意识和教育

这是第一本适用于智慧和绿色建筑的指南。过去的工作集中在「智慧」或「绿色」建筑上，本指南希望重新定义两者之间的相互联系。前几章注重本地和海外案例研究，表明人们对智慧绿色技术有所认识。然而，由于本指南是关于智慧绿色科技的第一部指导性文件，为提高公众的智慧环保意识和相关专业知识，还需要对文件内容进行更广泛的宣传和推广。

本指南特以易于理解和实用的形式编撰，以供行内专业人士和公众参考。然而，一本指南是不够的，因此我们需要进一步推广智慧绿色建筑，以简单易懂的方式传播知识并提高意识。

物联网的更广泛使用

本指南重点介绍了一系列实用、智慧的绿色技术，供香港新建和既有建筑采用。在这些技术中，物联网是智慧绿色建筑的基本「支柱」，它使传感器、设备、机器人和程序能够协同工作，共享数据、自动化建筑功能、执行预测性维护和进行建筑性能管理。展望未来，物联网应用将日益普及，尤其是在新建建筑中的应用，有助于相关各方做出重要决策，优化建筑性能。开放的标准体系结构将不断发展并趋于成熟，从而确保智慧建筑系统实现互联互通，并确保设计开放、安全、可扩展和适应性强的建筑，满足各利益相关者目标和建筑性能目标。

政策和行业实践

香港正致力于成为一个更智慧的城市，并利用创新和技术，创造一个更加可持续的环境。为了将这一远景变成现实，集成智慧建筑技术将成为重要的驱动力。过去几年，政府引入了绿色建筑的概念，以及如何将可持续发展的概念纳入建筑设计和管理。政府已推出了几个奖励计划，如环保承建商奖励计划，以鼓励可持续设计和建设。绿建环评等绿色建筑认证的采用越来越普遍。政府还审查了关于成为智慧城市和开放政府数据的政策和措施。例如，开发了《智慧城市蓝图》。政府资讯科技总监办公室现在还提供年度开放数据计划，在公共部门信息门户网站上发布。这一点值得注意，因为开放数据为技术研究和城市创新提供了发展动力。此外，香港还成立了网络安全及科技罪案调查科，负责处理与科技有关的犯罪案件，包括网络安全及资料隐私问题，以及进行科技犯罪案件调查、电脑取证和技术犯罪预防。

虽然这表明了香港在创造可持续未来的努力方面取得了增长和进步，但仍有进一步进行政策激励的空间，不仅提倡开发商采用绿色技术，更是要采用智慧绿色技术。政府和行业之间的沟通至关重要，因为开发商经常面临这样一个问题：如果没有适当的知识或支持，很难实施此类战略。

因此，为了更好地支持行业从业者，政府将继续发布开放数据计划，支持智慧绿色建筑的发展。进一步提供与智慧绿色建筑设计、特征和运行相关的信息来源，以帮助开发人员实施不同的策略。最后，行业从业者可以将本指南作为参考和动力，进一步了解智慧绿色建筑。



附录

由于智能建筑科技不仅可以提高环保性能和效率，还能降低智能科技的运行成本，因此在业内的应用日益广泛。在过去的几年里，该项技术获得了长足的改进和发展。在本节中，我们以通俗易懂的方式，为该行业提供一套实用的智能绿色策略，用于在建筑的整个生命周期内进行全新设计和改进现有设计。该策略包括 6 个主题，分别介绍适用的建筑类型，囊括生命周期内的不同阶段和具体方法，深入阐述了关于技术、设计要求和成本的先进信息。详情参见下图内容：

A.4 建筑运行的机器人技术



概述

用于建筑运行的机器人的特点是：根据传感器反馈的信号或预设指令，自动与其周边环境、人员及机器人之间实现互动。机器人可完成简单、重复性的工作，节省昂贵的人工成本，使有限的人力资源从事更复杂的机器人无法完成的脑力劳动。它们可通过物联网和互联网远程控制。

机器人通过传感器和处理器使建筑运行实现自动化，举例如下：

- 设置闭路摄像头的小型检测机器人，可对暖通空调系统的通风管道进行检测和清扫。
- 越来越多的清扫机器人用于清扫建筑内地面。还有满足特殊清扫要求的专用机器人，例如：采用紫外线-C 照明给医院内科病房消毒的机器人。
- 安保机器人可在周边巡逻防止陌生人进入。配备双向语音对讲装置，机器人可发现并警告可疑人员。
- 配备远红外和普通闭路摄像头的无人驾驶机器人，可检查建筑外立面并检测渗水和混凝土开裂的迹象。

优势



提高住户福祉

机器人可提升用户体验，例如：机器人可提供快速的接待服务、优化清洁和安保性能、提升用户体验。机器人可从事一些对人类健康和安全构成危害的工作，例如：对建筑物正面/窗户的清扫工作。



提高运行效率

机器人可完成清扫、维护、安保和接待等任务。因此，他们可降低建筑物的人工、运行和维护成本



实现成本节约

机器人替代人工操作可节省用户的时间和资金，提高工作效率，用户可安排更多人力从事其它脑力工作。

描述了该项技术在环保可持续性、运行效率、人类福祉和成本节约等方面的优势

技术和设计要求 (如基础设施和软件)

参见本地和海外经典案例

环保策略采用的科技类型及其缩略语如下：

- IoT – 物联网
- AI – 人工智能
- ML – 机器学习
- BT – 蓝牙 5.0
- 5G – 第 5 代移动网络
- DV – 数据可视化
- BD – 大数据

附录 A | 建筑设计 and 运行

A.4 建筑运行的机器人技术

典型案例

<p>香港国际机场</p> <p>业主/运营商：香港机场管理局 项目管理方：柏克德公司 承建商：福斯特建筑事务所</p>	<p>新加坡国家美术馆</p> <p>建筑商：Studio Milou Singapore、新工工程咨询有限公司 主承包商：Takenaka-Singapore Piling Joint Venture</p>	<p>中国北京望京 SOHO</p> <p>业主：SOHO 中国有限公司 开发商：SOHO 中国有限公司 建筑师：扎哈·哈迪德建筑事务所</p>
---	--	---

「简单」应用毫无难度
「适中」应用的难度较低
「具挑战性」应用时具挑战性

技术要求

- 内容管理系统
- 需要一个通过互联网运行的后端门户确保巡逻机器人正常工作

技术要求

IOT AI ML BT 5G DV BD

设计要求

- 机器人需要进行校准，确保能够识别建筑设计和空间布局。

不利条件/限制因素

- 安保机器人技术应满足当地数据保密等相关法律规定。
- 建筑物的立面和结构应能够承载清扫机器人的重量。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑 既有建筑

不利条件和限制性因素

建筑生命周期内各阶段

实施的难易程度

新建建筑 既有建筑

简单 具挑战性

新建建筑
易于实施，唯一的标准是设计需考虑机器人在建筑物内的移动性能。

既有建筑
实施起来相对简单，设计需考虑的唯一标准是建筑物内机器人的移动性能。在既有建筑中使用机器人比较容易。

成本信息

资本支出	运营支出
根据相关标准和研究成果，机器人采购成本如下： • 接待机器人：100,000 - 200,000 港元 • 巡逻机器人：100,000 港元 • 清扫机器人：500,000 港元	根据相关标准和研究成果，机器人运行成本如下： • 对机器人现场检查：4,000 港元 • 更换电池：4,000 - 5,000 港元 • 更换触屏：6,000 - 7,000 港元

本文件关于资本支出和运营成本等方面的信息，均以理论研究为基础，仅供参考。

参见下列内容缩略语：

- CAPEX – 资本支出
- OPEX – 运营成本

备注(如有)
上述成本信息数据 2020 年数据所得，仅供参考
机器人正常情况下每 5 年更换一次
*不包括更换耗材

新建建筑/既有建筑的适用范围

74

从设计到施工、再到运行维护和拆除，在建筑的完整生命周期中采用智慧绿色科技，实现高效应用/管理。

在建筑生命周期早期设计及施工阶段，鼓励采用智慧绿色科技

A.1 建筑信息模型

A.2 数字孪生

在建筑运行和维护过程中鼓励采用智慧绿色科技

A.3 近场通信

A.4 建筑运行的机器人技术

通过智慧科技更高效监控建筑使用情况，优化建筑的各项性能指标

A.5 综合设备管理系统

A.6 未来的洗手间

A.7 智慧空间的利用

A.8 智慧监控



A.1 建筑信息模型 (BIM)



概述

建筑信息模型是在建筑环境中进行数据共享的 3D 模型，能够在建筑生命周期中的规划、设计、施工和运行阶段实现无缝集成。建筑信息模型可促进信息互通，确保项目顺利交付。在建筑信息模型的应用过程中，可将其跟踪技术（包括物联网）、区块链和地理信息系统 (GIS) 构成一个综合信息平台。建筑信息模型有不同的成熟度，从简单的 3D 模型（2-3 级）到纳入有关施工顺序、成本和项目生命周期的信息（4-6 级）。

作为一个指导性工具，建筑信息模型能为业主和运营商实时提供运行和维护所需的建筑性能信息。在建筑生命周期这个阶段，建筑信息模型可简化建筑运行所需信息的存储。对建筑运营商和专业人员进行建筑信息模型相关培训是非常重要的。

在香港，建筑信息模型被视为是政府建筑和基础设施未来升级改造的一项基本策略。促进广泛应用建筑信息模型的政策倡议如下：

- 屋宇署(2016)：建筑信息模型实践说明，供获授权人、注册结构工程师和注册岩土工程师使用 ADV-34。
- 建造业议会(2020)：建筑信息模型 2 版
- 建造业议会：建筑信息模型协调员认证和协调员课程认证。
- 发展局(2017)：技术通告（工务）第 7/2017 号，在香港基本工程项目中采用建筑信息模型。
- 机电署(2019)：建筑信息模型及资产管理 (BIM-AM)标准及指引

优势



降低环境影响

尤其在设计早期阶段，采用建筑信息模型能够帮助设计方和规划方优化成本和进度，制定出确保可持续性的最佳解决方案，避免产生过多的建筑垃圾，实现成本节约。



提高住户福祉

通过预设要求（例如：调整照明度）可提升周边居民的福祉，并且在能耗、居民舒适度和公共安全之间保持最佳的平衡状态。



提高运行效率

建筑信息模型与建筑管理系统联网可提高设备管理系统的响应速度和运行效率。建筑系统的传感器测量值和控制信号等物联网数据可并入设备管理软件，以便对建筑运行和维护工况进行分析。



实现成本节约

建筑信息模型通过降低施工阶段的风险，采用其它数字化工具，对预算、规章和能耗进行多重分析和模拟，大幅度降低建筑成本。

A.1 建筑信息模型 (BIM)

典型案例

香港启德区 NKIL6556 号甲级写字楼和零售商场

开发商：合裕发展有限公司
 项目管理方：南丰发展有限公司
 执行建筑师：吕元祥建筑师事务所（香港）有限公司
 建筑设计师：斯诺赫塔建筑事务所
 景观设计师：雅邦规划设计有限公司

香港海洋公园水上乐园

开发商/运营商：海洋公园公司
 设计方：宝澜科技·Vertex Productions·WTI
 承建商：金门建筑有限公司·Themebuilders
 顾问：艾奕康有限公司·LCI Productions·梅瑞普方·宝澜科技

伦敦特里顿广场 1 号

业主：British Land Company
 Programmable Logic Controller (PLC)
 建筑商：奥雅纳集团有限公司
 建筑服务商：奥雅纳集团有限公司
 项目管理方：M3 Development Management Ltd.

技术要求

- 建筑信息模型需配合分析用户所需的软件使用。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 没有特殊的设计要求

不利条件/限制性因素

- 竣工图纸及其它既有建筑相关信息的可用性和准确性可能限制信息模型的利用。
- 在运行和维护阶段，需要对相关人员进行建筑信息模型及其相关软件应用的全面培训。
- 业内部分人员不愿采用建筑信息模型。

建筑生命周期内的应用

规划/设计

施工

调试

运行和维护

拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

建筑信息模型功能齐全，具有数据分析软件等输入/输出接口，在新建建筑当中的应用较为方便。

既有建筑

建筑信息模型在既有建筑当中的应用具有一定难度，原因是老旧建筑的剩余寿命较短，在建筑物扫描、建模并将数据输入建筑信息模型的投资回报 (ROI) 不理想。

成本信息

资本支出

运营支出

一般而言，资本支出和运营支出可占项目成本 1% 到 10%，不过，还要取决于项目复杂程度。每个项目在设计、适用范围和规模上各不相同，这些因素对项目成本将产生显著的影响。

备注(如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

A.2 数字孪生



概述

数字孪生是资产的虚拟模型，包括三个组成部分：

- 数据 – 由传感器采集的大量设计和运行数据；
- 算法 – 由数据模型、运算法则、先进的分析软件组成的,预测建筑生命周期内健康状态；以及
- 知识 – 数据采集并输入模型,以提高数字孪生的准确性及实现实时通讯所需的信息。

随着物联网设备和数据集的广泛应用，数字孪生日趋成熟，数字孪生的成熟阶段如下：

- 适用的数字孪生：一个资产的虚拟代表,并可与其它数字化服务器实现无缝互动。
- 运行数字孪生：应用数字孪生至少实现一个功能性目标（例如：监控资产健康状况）。
- 实时运行数字孪生：将建筑设备管理系统与实时数据流，用于运行数字孪生，实现实时监控。

数字孪生，使模拟模型能够进行风险识别，并采取相应措施降低风险，提高建筑性能。为建筑运营商提供：

- 优化资产策略：确定建筑系统关键设备，开发高效运行策略，全面提升建筑整体性能，降低建筑成本；以及
- 资产策略分析：对降低风险相关措施进行定量评估，并将故障停机时间和成本降至最低程度，同时提高可靠性。

对建筑行业相关方进行培训，确保其具有对数字孪生模型进行设计和管理的专业知识。

优势



降低环境影响

数字孪生一体化可自动检测和诊断故障，监控能源性能，帮助建筑运营商跟踪建筑的环保性能（例如：碳排放量、空气质量和污染、能效）。



提高住户福祉

通过预设要求（例如：调整照明度）可提升周边居民的福祉，并且在能耗、居民舒适度和公共安全之间保持最佳的平衡状态。



提高运行效率

建筑数字孪生可通过多种方式提升资产管理效率，比如向建筑管理方实时显示建筑的综合系统状态，构建检测建筑健康状况的控制台，提供特定的应用程序，与资产跟踪、人员定位、办公桌轮用制、交通、停车和建筑运行等应用系统连接，使这些功能按具体工况自动运行。作为一种先进的分析工具，数字孪生使建筑运营商能够识别系统故障、预测建筑使用寿命、并优化维护策略。



实现成本节约

数字孪生通过预测和避免不必要的成本，识别系统低效现象等方式，提高建筑运行效率，并确保及时更换设备部件，预防性维护可节省不必要的维修成本。

A.2 数字孪生

典型案例

位于新加坡星狮大厦的微软区域总部

开发商：星狮地产有限公司
建筑商：DP 建筑师事务所

香港国际机场

业主/运营商：香港机场管理局
项目管理方：柏克德公司
建筑商：福斯特建筑事务所

香港科技大学校园

建筑商：关善明建筑师事务所有限公司和唐谋士建筑设计事务所

技术要求

- 基于云的数据传输网络
- 公共数据环境
- 管理数字孪生模型的平台接口
- 无线物联网
- 传感器(例如：监控建筑效能 - 热强度、运动、光强度等)

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 物联网确保建筑物内的数字化基础设施和骨干网络正常运行

不利条件/限制因素

- 网络安全 - 网络入侵者可能使用数字孪生进入建筑保密信息系统。
- 既有建筑物竣工图及其它相关信息的适用性和准确性可能是一个限制性因素。
- 一些业内人士不愿意采用建筑信息模型。

建筑生命周期内的应用

规划/设计

施工

调试

运行和维护

拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

建筑信息模型在新建建筑初步设计阶段的应用较为方便。

既有建筑

建筑信息模型在既有建筑中的应用具有一定难度，原因是老旧建筑的剩余寿命较短，在建筑物扫描、建模并将数据输入建筑信息模型的投资回报(ROI)不理想。

成本信息

资本支出

运营支出

一般而言，资本支出和运营支出可占项目成本 1% 到 10%，不过，还要取决于项目复杂程度。每个项目在设计、适用范围和规模上各不相同，这些因素对项目成本将产生显著的影响。

备注(如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

A.3 近场通信



概述

近场通信是两部近距离设备通过磁场感应进行的一种安全可靠的非接触式通讯。「被动式」近场通信标签具有一根天线和一个芯片，将信息传输至智能设备当中，例如：能够激活一个优惠券的零售店海报或能够打开一个城市地图的路牌可为迷路的用户提供便利。同样，「主动式」近场通信标签尺寸较大，电池驱动使标签实时传输信号和数据。选择主动式或被动式标签主要取决于具体用途和预算。

近场通信在施工和建筑管理领域得到越来越广泛的应用 - 举例如下：

- 计算机化维护管理系统 (CMMS) 对资产绩效、固定设备和库存进行管理、跟踪和监控；
- 移动智慧建筑管理功能；
- 身份识别和门禁控制更加灵活便利，例如：将近场通信标签贴在机械钥匙上实现建筑物定位；
- 零售商业采用自动化非接触式支付系统简化了开票和支付方式；
- 使用近场通信卡/标签进入停车场、停车位并支付费用；以及
- 通过近场通信标签和阅读器将用户运至指定楼层并提升电梯的用户体验。

优势



提高住户福祉

近场通信技术可大幅度提升用户体验，例如：人们的出行、支付、读取信息的方式等。用户可通过身份证、电话或其它移动设备灵活选择，未来几年将会有更多的选项。



提高运行效率

近场通信可显著提高智慧建筑的管理效率，确保通讯更畅通更安全。例如：近场通信可在减少人工操作的情况下提升系统运行的安全性。

A.3 近场通信

典型案例

香港国际金融中心

开发商：新鸿基地产
建筑商：César Pelli & Association Architects
执行建筑师：亚当森建筑师事务所
结构工程师：奥雅纳工程顾问

爱尔兰科克市阿尔伯特码头一号 江森自控总部

开发商：德高集团
建筑物业主：Green REIT PLC
建筑商：Henry J. Lyons

香港科技大学校园

业主：汇丰银行
建筑商：福斯特建筑事务所
结构工程师：奥雅纳集团；克利夫兰桥梁工程公司
机械、电气和管道设计工程师：澧信工程顾问有限公司
主要承包商：John Lok/Wimpey Joint Venture

技术要求

- 基于云的数据传输网络

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 安装近场通信阅读器的收发设备（例如标签），连接基于云的网络，进行与业务有关的数据传输。
- 配备控制芯片的近场通信移动设备与近场通信标签连接

不利条件/限制因素

- 网络安全问题，即网络入侵者可能使用数字孪生进入建筑保密信息系统。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度

新建建筑 既有建筑



新建建筑

近场通信系统可用于新建建筑的设计阶段。

既有建筑

在既有建筑改造时且近场通信标签关键位置在预先设定的情况下，安装近场通信系统较为便利。

成本信息

资本支出

根据相关标准和研究结果，相关设备的安装成本如下：

- 无线射频识别卡(13.56 兆赫)：1.33 - 2.34 港元
- 阅读系统：16,000+ 港元
- 天线：2,400 港元
- 天线电缆：1,600 港元
- 射频识别编码器：35,100 港元

备注(如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

A.4 建筑运行的机器人技术



概述

用于建筑运行的机器人的特点是：根据传感器反馈的信号或预设指令，自动与其周边环境、人员及机器人之间实现互动。机器人可完成简单、重复性的工作，节省昂贵的人工成本，使有限的人力资源从事更复杂的机器人无法完成的脑力劳动。它们可通过物联网和互联网远程遥控。

机器人通过传感器和处理器使建筑运行实现自动化，举例如下：

- 设置闭路摄像头的小型检测机器人，可对暖通空调系统的通风管道进行检测和清扫。
- 越来越多的清扫机器人用于清扫建筑内地面。还有满足特殊清扫要求的专用机器人，例如：采用紫外线 - C 照明给医院内科病房消毒的机器人。
- 安保机器人可在周边巡逻防止陌生人进入。配备双向语音对讲装置，机器人可发现并警告可疑人员。
- 配备远红外和普通闭路摄像头的无人驾驶机器人，可检查建筑外立面并检测渗水和混凝土开裂的迹象。

优势



提高住户福祉

机器人可提升用户体验，例如：机器人可提供快捷的接待服务、优化清洁和安保性能、提升用户体验。机器人可从事一些对人类健康和安全的构成危害的工作，例如：对建筑物正面/窗户的清扫工作。



提高运行效率

机器人可完成清扫、维护、安保和接待等任务。因此，他们可降低建筑物的人工、运行和维护成本



实现成本节约

机器人替代人工操作可节省用户的时间和资金，提高工作效率，用户可安排更多人力从事其它脑力工作。

A.4 建筑运行的机器人技术

典型案例

香港国际机场

业主/运营商：香港机场管理局
项目管理方：柏克德公司
建筑商：福斯特建筑事务所

新加坡国家美术馆

建筑商：Studio Milou
Singapore、新工工程咨询有限公司
主承包商：Takenaka-Singapore
Piling Joint Venture

中国北京望京 SOHO

业主：SOHO 中国有限公司
开发商：SOHO 中国有限公司
建筑师：扎哈·哈迪德建筑事务所

技术要求

- 内容管理系统
- 需要一个通过互联网运行的后端门户确保巡逻机器人正常工作

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 机器人需要进行校准，确保能够识别建筑设计和空间布局。

不利条件/限制因素

- 安保机器人技术应满足当地数据保密等相关法律规定。
- 建筑物的立面和结构应能够承载清扫机器人的重量。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度

新建建筑 既有建筑



新建建筑

易于实施，唯一的标准是设计需要
要考虑机器人在建筑物内的移动
性能。

既有建筑

实施起来相对简单，设计需要考
虑的唯一标准是建筑物内机器人
的移动性能。在既有建筑中使用
机器人比较容易。

成本信息

资本支出

根据相关标准和研究结果，机
器人采购成本如下：

- 接待机器人：
100,000 - 200,000 港元
- 巡逻机器人：100,000 港元
- 清扫机器人：500,000 港元

运营支出

根据相关标准和研究结果，
机器人运行成本如下：

- 对机器人现场检查：
4,000 港元
- 更换电池：
4,000 - 5,000 港元
- 更换触屏：
6,000 - 7,000 港元

备注(如有)

上述成本信息数据 2020 年数据所得，仅供参考

机器人正常情况下每 5 年更换一次

*不包括更换耗材

A.5 综合设备管理系统



概述

综合设备管理系统是智慧建筑采集、显示信息、确保高效安全运行的大脑，具有用户界面和移动端兼容性，以及运行与维护、安保、数据管理，承租人/住户数据库分析、电子采购、电子服务申请、投诉、数据存取/设备管理、门禁管理、以及联系业主等功能。

该系统可实时采集大量建筑物绩效相关数据。对这些数据进行分析并对决策、运行和维护进行适当调整。对数据及相关措施，根据规则或人工智能和机器学习等先进算法进行自动分析。

优势



降低环境影响

对建筑系统进行全天候监测和优化控制有助于提高资源利用率。



提高住户福祉

对各种运行程序进行优化控制可提高用户对设备的利用率，包括：

- 监控门禁系统可提高安保水平；
- 对室内温度设定、室内空气质量和湿度进行检测，提高舒适度；
- 对有毒气体或烟气排放进行监控；
- 建筑物不同区域内设定加热和冷却循环时间和具体要求。



提高运行效率

全天候监控运行数据，让综合设备管理系统能够及时发现并排除故障、解决问题、帮助运营商进行预防性维护，尽可能减少停机检修所需时间。



实现成本节约

综合楼宇管理系统将：

- 实现设施和设备的优化运行；
- 更加节能；
- 尽可能减少故障和维修周期；以及
- 按适当的顺序，提高设备启动和关闭的监测和操作效率。

A.5 综合设备管理系统

典型案例

伦敦利德贺大楼

开发商：英国土地公司和牛津地产集团
 业主：中渝置地控股有限公司
 建筑商：罗杰斯·斯特克·哈伯及合伙人事务所
 项目管理方：3M、科进集团
 主承包商：Laing O' Rourke

伦敦水晶宫

开发商/业主：西门子
 建筑商：威尔金森·艾尔建筑事务所、帕金斯威尔建筑设计事务所
 主承包商：ISG
 项目管理方：特纳唐逊

以色列英特尔 PTK1 研发中心

开发商：英特尔
 承包商：Afccon Holdings
 建筑商：达根·莫奇里

技术要求

- 综合设备管理系统包括硬件和软件方面的要求。
 - 硬件 – 要求电脑硬件与楼宇管理系统、设备传感器连接，确保数据采集、实时监测、运行和控制效率。
 - 软件应与最新硬件相匹配并与建筑信息模型互联。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 需使用建筑物楼宇管理系统控制室，或为此建立独立的控制室。

不利条件/限制因素

- 网络安全的担忧包括网络入侵者攻击系统并进入建筑保密信息系统。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

在新建建筑上应用较为方便，原因是设计方在初期：

- 针对特定建筑预先提出系统具体要求和技术规范。
- 针对特定硬件（楼宇管理系统空间）预先规划设计需占用的空间。
- 在市场上选购能够满足具体要求的系统。

既有建筑

实施难度较大。如果既有建筑中已经安装了相关系统，那么在既有建筑上应用难度较大，原因是在单一平台上采集、合并和处理信息的复杂程度更大。

成本信息

资本支出

运营支出

一般而言，资本支出和运营支出可占项目成本 1% 到 10%，不过，还要取决于项目复杂程度，每个项目在设计、适用范围和规模上各不相同，这些因素对项目成本将产生显著的影响。

备注(如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

A.6 未来的洗手间



概述

智慧洗手间的分析程序和传感器可对洗漱间的状态进行在线监测，使管理方合理分配资源，对系统发出的清洁需求做出及时响应，以实现资源节约，其特点如下：

- 当进入洗手间的人数到达预设临界值时发出提示信号；
- 用户只需按一下清洁提示按钮，就可以对需要清洁的洗手间提供反馈信息；
- 基于无线射频识别的智慧清洁工考勤系统，可使智慧设备对清洁工的出勤率进行跟踪；
- 烟雾传感器可发出紧急报警；
- 安装在垃圾桶中的传感器可预防垃圾外泄；
- 传感器可跟踪气味浓度并预设临界值，在高浓度时发出提示信号；

香港制定了各种政策，提倡使用智慧洗手间。例如：香港机电署划拨 6 亿港元预算改造公共洗手间，以及在普通洗手间安装智慧功能设备。

优势



降低环境影响

采用传感器技术可优化洗手间用水量和能耗从而达到节能目标。



提高住户福祉

优化清扫计划并改善卫生条件对提升用户体验具有积极的影响。



提高运行效率

洗手间的清扫和管理效率可通过下列方式予以提高：

- 预测客流量/洗手间占用率等，优化清扫计划；
- 实时监控洗手间库存和易耗品用量；
- 传感器发出清扫提示信号，确保洗手间始终保持清洁和卫生标准。



实现成本节约

通过预测洗手间易耗品用量及预先制定清扫计划，从而降低资源消耗，实现成本节约。

A.6 未来的洗手间



典型案例

新加坡滨海湾金沙酒店

开发商：拉斯维加斯金沙集团
 建筑商：摩西·萨夫迪建筑师事务所、凯达环球
 项目管理方：3M、科进集团
 主承包商：Ssangyong Engineering and Construction

加利福尼亚圣克拉拉市英特尔总部

建筑商：HRGA Architecture
 室内设计师：金斯勒

香港机电工程署 (EMSD) 总部

开发商/业主/设备管理：机电工程署、香港特别行政区政府
 建筑商/规划师：BLEND Architecture Limited
 项目管理方：机电工程署
 可持续设计顾问：奥雅纳工程顾问香港有限公司

技术要求

- 在洗手间不同部位安装传感器并采用物联网技术对洗漱间进行监控，包括占用率、清扫需求、易耗品用量和库存等。

IOT AI ML BT 5G DV BD

设计要求

- 没有特殊的设计要求。

不利条件/限制因素

- 没有特别的不利条件/限制因素。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑	既有建筑
✔	✔

实施的难易程度



新建建筑

根据要追踪的洗手间状况的类型，传感器的安装比较容易，而且应该在项目设计阶段考虑。

既有建筑

通过安装传感器优化既有洗手间的资源利用率、运行和管理效率，难度会比较大。

成本信息

资本支出

不同制造商的产品在设计、形状、功能和成本等方面各不相同，参考成本如下：

- 自动小便器和传感器：7,215 港元；
- 配备传感器的自动化洗手间：23,045 港元；
- 自动烘手机：5,290 港元；
- 配备传感器的给皂器：3,800 港元。

安装智慧洗手间各类设备的成本（例如：内置传感器）视具体情况而定。

备注(如有)

安装费用视设备的尺寸和数量而定。

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

A.7 智慧空间的利用



概述

建筑物中自适应智能空间的用途非常广泛。包括高速 Wi-Fi、快速充电装置、公共区域的音视频系统为用户营造不同的多功能空间。这些空间给用户提供专业的办公环境，使用户可实现远程办公并节省出行时间。综合利用办公大楼中的空间，实现联合办公，尽可能提高空间利用率。

智慧感应传感器可实时检测空间利用率，通过分析程序对其进行分析，感知空间的实时使用状况，确保及时改进。对空间利用率进行分析有助于节能环保和降低能耗。实时了解空间利用率可提高运行管理、空间清扫和安保效率。

优势



提高住户福祉

智慧办公场所和空间可提供一个更加灵活且性价比更高的工作环境。针对不同工作性质设计的各类工作场所和空间，将促进员工之间的相互合作，并养成创造性思维模式和创新性工作方式。



提高运行效率

使用分析使设备管理工作更高效，如清扫照明和暖通空调等。



实现成本节约

- 住户在联合办公的情况下可节省其出行时间。
- 通过降低能耗及优化空间利用实现成本节约。

A.7 智慧空间的利用



典型案例

伦敦水晶宫

开发商：西门子公司
 建筑商：威尔金森·艾尔建筑事务所
 和帕金斯威尔建筑设计事务所
 主承包商：ISG
 项目管理方：特纳唐逊

多伦多 RBC 水上乐园三期

开发商：牛津地产集团
 建筑商：WZMH 建筑事务所
 建筑商：EllisDon
 工程设计：科进集团、RJC
 Engineers

The Edge, 阿姆斯特丹

开发商：OVG 地产公司
 建筑商：PLP 建筑事务所
 承租人：德勤
 室内建筑师：Fokkema & Partners

技术要求

- 任何具有代表性的办公室均需要有技术配套，包括应用传感器、监控和 Wi-Fi 等。由于这些配套主要供住户使用，因此建筑空间设计上应灵活，确保住户能够充分利用上述功能。

IOT AI ML BT 5G DV BD

设计要求

- 各种硬件和软件满足不同用户的需求，例如：
 - 私人办公室/单人间
 - 专用办公桌
 - 公用办公桌
 - 公共空间
 - 会议室
 - 收发室
 - 自助餐厅/茶水间
- 考虑到实体空间等各方面要求，建筑物在规划和设计上应适应各种灵活的办公室布局和共享空间。房主应提供适用的基础设施，确保其室内空间智慧性和灵活性。

不利条件/约束因素

- 在执行这一策略上没有特别的不利条件/限制因素。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度

新建建筑

既有建筑



新建建筑

既有建筑

这一方案可方便快捷地用于新建建筑和既有建筑，但都需要预留相应的空间。

成本信息

资本支出

运营支出

设备的安装和运行费用取决于设备的不同特点。常用设备相关费用如下：

- 100-英寸 LED 大屏幕会议室：15,600 港元
- 电脑：20,000 港元
- 上述设备的安装费用：30,000 港元
- 上述设备的年维护费用：35,900 港元

感应传感器根据其种类和所处建筑环境的不同，相关费用 230 至 1000 港元之间。

备注（如有）

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

A.8 智慧监控



概述

智慧闭路监控系统是全球最常用的安保科技。智慧摄像头和其它检测设备，包括麦克风和定位跟踪装置采集的数据可通过先进的分析技术，包括人工智能、深度机器学习等手段进行分析。

软件程序与各摄像头联网并通过边缘分析程序启动数据处理。该技术和数据将提高建筑的安保等级，包括客流量分析、门禁、人群流动性和图形监测和事故监测等内容。

智慧监控系统可实时进行，也可以采集和存储数据供日后评估。

优势



提高住户福祉

先进的智慧监控技术可优化安全防范措施（例如：门禁、图形监测、事故监测），轻松检测出任何潜在事故，确保建筑物用户的安全和福祉。



提高运行效率

安全防范措施可通过在建筑物各区域设置监控装置的方式进行升级。例如：通过智慧摄像头实现快速图形监测或事故监测，高效门禁控制和定位跟踪实现快速放行。



实现成本节约

采用先进科技优化保安和安全防范措施，并有机会减少所需安保工作量。

A.8 智慧监控

典型案例

深圳腾讯总部

开发商：西门子公司
 建筑师：威尔金森·艾尔建筑事务所
 和帕金斯威尔建筑设计事务所
 主承包商：ISG
 项目管理方：特纳唐逊

The Edge, 阿姆斯特丹

开发商：OVG 房地产公司
 建筑师：PLP 建筑事务所
 承租人：德勤
 室内建筑师：Fokkema & Partners
 可持续性咨询顾问：C2N
 Bouwmanagement

爱尔兰科克市阿尔伯特码头大厦 江森自控总部

开发商：德高集团
 业主：Green REIT PLC
 建筑师：Henry J. Lyons

技术要求

- 在建筑物中的各个位置（尤其是出入口处）安装传感器，连接物联网（如视频分析）。配备的硬件包括：闭路电视摄像头、麦克风、Wi-Fi 和蓝牙 5.0 跟踪。
- 需要设置控制中心对接收到的数据和信息进行管控，并进行可视化处理。

IOT AI ML BT 5G DV BD

设计要求

- 没有特殊设计要求

不利条件/限制因素

- 由于使用摄像头，在身份和人脸识别等方面存在一定的网络安全和保密性风险。必须设置防火墙防止黑客攻击，系统应采集相关信息确保建筑物内的网络和财物安全。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

智慧监控系统采用业内最常用的闭路监控技术。当前的闭路监控系统需要与集成软件系统联网以便运行分析算法程序，因此智慧监控系统在新建建筑中应用较为简单。

既有建筑

既有建筑的闭路监控系统需要与集成软件系统联网以便运行分析算法程序。因此智慧监控系统在既有建筑中应用难度较大。

成本信息

资本支出	资本支出
每个智慧监控系统中传感器系统和运行软件：5,550,000 港元（550,000 平方英尺的办公楼）	运营支出基本上是资本支出的 10%。

备注(如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

以智慧技术维护和提高建筑物及其建筑环境的质量，确保用户的健康和福祉。

提高照明质量，改善住户舒适度

B.1 先进的太阳能自然照明技术

B.2 智慧人工照明

优化建筑物用户的热舒适性

B.3 智慧温控

改善室内和室外空气质量

B.4 亲生物性设计

B.5 智慧空气过滤

交互式智慧楼宇控制

B.6 智慧灯柱

B.7 住户自动化系统



B.1 先进的太阳能自然照明技术



概述

先进的太阳能技术和自动遮阳系统最大限度地提高了建筑物的自然照明。这些技术包括先进的聚焦式太阳能发电 (CSP)、太阳能热能和透明太阳能电池。聚焦式太阳能发电 (CSP) 技术包括定日镜和太阳能管，它们是电脑控制的镜子，可以将阳光反射到预定的目标上。

根据所采用的被动或主动设计，太阳能技术在提供照明和质量方面的效率各不相同。例如，光架（一种用于将自然日光反射到建筑物中的被动建筑装置）的照明强度可能不同。

自动遮阳系统结合既有建筑控制装置，提供外部遮阳，并利用吸热/反射材料执行响应性热控制。

房地产开发商和建筑施工企业正在不断探索最先进的解决方案，以最大限度地提高建筑设计中的天然照明。然而，重要的是要在最大化天然照明和避免过度的日照热量之间保持平衡，以避免将暖通空调的成本推高。

在香港，使用太阳能技术可能需要获得屋宇署的批准。根据建筑物的设计和安装要求，可能需要按照小型工程或外部建筑工程提交审批。有关更多信息，请参考以下指南：

- 美国采暖、制冷与空调工程师协会 (ASHRAE) (2019)。标准 90.1-2019—除低层住宅外的建筑能源标准
- 美国采暖、制冷与空调工程师协会 (ASHRAE) (2018)。标准 189.1-2018-高性能绿色建筑设计标准 (低层住宅除外)
- 机电工程署 (2019)。太阳能光伏系统安装指导
- 整体建筑设计指南 (2016)。日光照明的资源页面

优势



降低环境影响

- 使用太阳能可以减少人工照明的使用，实现 15% 至 40% 的节能，人工照明产生大量热量，然而，如果控制得当，自然照明产生的热量最小



提高住户福祉

自然照明直接影响居住者的健康，可减少眼睛疲劳，提高视觉效果和舒适度，从而提高生产力。



提高运行效率

可对照明质量进行远程访问和控制，以此提高建筑管理人员的运行效率。



实现成本节约

安装该系统可能会有一些初始投资。然而，从长远来看，尽量减少人工照明的使用将降低电力/暖通空调成本，这可以弥补前期资本成本。

B.1 先进的太阳能自然照明技术

典型案例

启德开发区工业贸易大楼

开发商：西门子公司
 建筑师：威尔金森·艾尔建筑事务所、帕金斯威尔建筑设计事务所
 总承包商：ISG
 项目经理：特纳唐逊

开发商：拉斯维加斯金沙集团

建筑商：摩西·萨夫迪建筑师事务所、凯达环球
 项目管理方：3M、科进集团
 主承包商：Ssangyong Engineering and Construction

阿布扎比巴哈尔塔

业主/开发商：阿布扎比投资委员会
 建筑师：英国凯达环球、Diar Consult
 结构工程师：奥雅纳集团有限公司
 机电工程师：奥雅纳集团有限公司
 项目经理：Mace Limited
 总承包商：Al-Futtaim Carillion

技术要求

- 为了优化自然照明的使用，需要安装定日镜太阳跟踪技术。

IOT AI ML BT 5G DV BD

设计要求

- 需要进行现场评估，以针对遮阳设备/定日镜技术的设计评估屋顶坡度、屋顶材料、屋顶框架间距、位置和天气。
- 还需要安装照明轴、镜子、天气/温度传感器。

障碍/限制因素

- 可能存在位置限制，例如遮挡周围建筑物的阳光，可能会影响技术的预期效益和效率
- 相关法定批准可能会阻碍实施过程

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

在建筑设计阶段，可以规划/纳入为新建建筑优化自然照明的技术安装。

既有建筑

将定日镜/遮阳装置等技术/设备加装到既有建筑和结构中相对具有挑战性，并取决于各个建筑物。例如，既有结构是否能够支撑该系统，或者内部是否有足够的可用空间。

成本信息

资本支出

一个定日镜系统的供应和安装费用约为 1,000 万至 1,500 万港元。

运营支出

定期维护，包括反射镜清洁和维护检查，每年费用约为 82,000 港元。

每年电机更换费用约为 38,000 港元。

备注 (如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

B.2 智慧人工照明



概述

智慧照明是通过采用物联网和环境光敏传感器技术增强灯具响应的可控性和自动化。通过以太网电缆或无线技术，将照明系统单独连接到中央控制器，让用户能够对照明质量进行个性化设置，例如调光、变色和基于占用的设置。用户可以使用智能手机应用程序控制设置。

通过智慧照明收集的实时数据可为建筑运营商提供有价值的信息，以有效地规划操作和活动（例如设备故障），并优化维护和节能。

为提高智慧照明系统的使用效率，可在早期设计阶段将照明设计集成到建筑信息模型，模拟实际照明效果，并测试各种照明设计和概念，明确具体购置计划、操作方式和维护成本。因此，可在资产生命周期开始时考虑照明的效益和质量。

优势



降低环境影响

由于传感器技术可检测未占用的空间并自动调整照明设置，因此减少了能源浪费。



提高住户福祉

个性化的照明控制提高了用户福祉，因为用户能够根据自己的需要调整设置。



提高运行效率

- 自动收集定制的照明控制和实时数据，有助于根据预测分析和用户行为来优化运行效率
- 实时数据有助于对照明系统进行及时维修和维护
- 如果由于租赁转换而需要更改照明设计，房东无需进行额外的布线工作，因为只需要对照明系统进行重新编程



实现成本节约

更有效地使用照明和节能将有助于节约建筑物的整体运营支出。

B.2 智慧人工照明

典型案例

德国慕尼黑 IBM 沃森物联网总部

业主：IBM
 建筑商：Jahn architects · Universal
 设计师：Map Project Office;
 Universal Design Studio
 室内设计：The Switzer
 项目经理：VOK DAMS Event
 GmbH · Ce+Co.
 工业设计：MAP

伦敦水晶大楼

开发商：西门子
 建筑商：威尔金森·艾尔建筑事务所、帕金斯威尔建筑设计事务所
 总承包商：ISG
 项目经理：特纳唐逊

爱尔兰科克市阿尔伯特码头一号 江森自控总部

开发商：德高集团
 业主：Green REIT PLC
 建筑商：Henry J.Lyons

技术要求

- 在移动设备安装物联网技术和云系统，实现移动设备无线连接、定制和控制照明设置。

IOT AI ML BT 5G DV BD

设计要求

- 确定运动和照明传感器的位置，并与其无线连接，以优化照明条件。

障碍/限制因素

- 关于智慧人工照明的实施，没有发现重大障碍或限制。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

智慧照明系统的安装容易，可包含在新建建筑的设计阶段。也可以用建筑信息模型进行模拟测试。

既有建筑

由于需要在照明系统中额外安装传感器、线路等，如果既有建筑同时进行其他主要的翻新工程，那么进行这种改变的困难程度就会大大降低。

成本信息

资本支出

运营支出

根据基准和研究，相关费用如下：

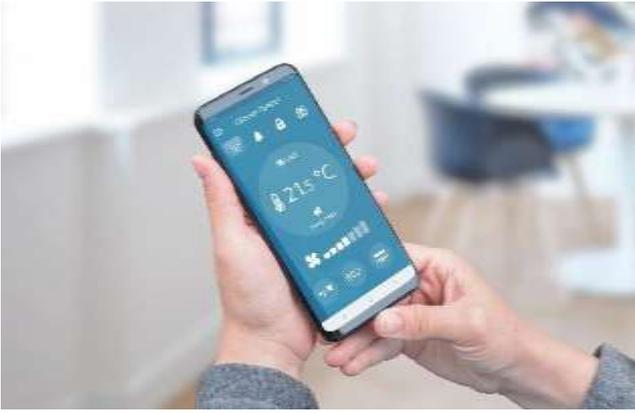
- 每套传感器控制装置为 1,000-3,000 港元，包括安装和试运行
- 智慧照明系统（50 个照明设备），包括移动控制平台，30,000 港元

备注（如有）

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

上述所列费用包括每年许可费和维护费

B.3 智慧温控



概述

智慧温控系统允许建筑物用户通过智能手机或移动设备，根据自己的需求和偏好定制房屋内部和周围温度，随时进行调整。

当用户自定义设置时，将收集实时数据建立档案，以跟踪用户偏好，并通过将具有类似偏好的用户分配到相同的分区区域，进一步进行基于占用的优化。

需要考虑分区设计、管道系统设计和流量调节器的安装，以便在目标占用空间内实现单独的热舒适度控制。

更多信息可参考以下指南：

- 美国采暖、制冷与空调工程师协会 (ASHRAE) (2020)。标准 55-2020 - 人类居住的热环境条件

优势



降低环境影响

减少能源浪费，因为温度控制可以减少过度制冷或加热。



提高住户福祉

个性化的温度设置可以提高用户舒适度，并对整体健康和福祉产生积极影响。



提高运行效率

自动化和个性化控制以及实时数据收集可通过预测分析和基于占用的行为优化运行效率。



实现成本节约

优化的热控制和相关的节能将有助于节省建筑物的运营支出。

B.3 智慧温控

典型案例

德国慕尼黑 IBM 沃森物联网总部

业主：IBM
 建筑商：Jahn architects、Universal
 设计师：Map Project Office、
 Universal Design Studio
 室内设计：Switzer
 项目经理：VOK DAMS Event GmbH
 ; Ce + Co.

印度英特尔研发园区 SRR3

开发商：Intel Technology India
 Pvt Ltd
 建筑商：Thomas Associates
 景观建筑商：Thomas Associates

阿布扎比巴哈尔塔

业主/开发商：阿布扎比投资委员会
 建筑商：英国凯达环球、Diar Consult
 结构工程师：奥雅纳工程顾问有限公司
 机电工程师：奥雅纳工程顾问有限公司
 项目经理：Mace Limited
 总承包商：Al-Futtaim Carillion

技术要求

- 应用物联网技术、基于云的系统和相关编程，让移动设备无线连接热控系统。通过机器学习，可用电子方式存储用户偏好，允许自动调整设置。

IOT AI ML BT 5G DV BD

设计要求

- 确定传感器位置并无线连接到传感器，以优化热质量。
- 分区设计同样重要。可根据特定人群的热需求设置热区域。需要考虑管道系统设计 - 为了控制输送至建筑区域的恒温空气量，应相应的分配所用的下游管道系统。
- 需要安装流量调节器，以便在指定区域进行流量控制。该设备可根据管道系统中的静压调节送风机。

障碍/限制因素

- 关于智慧温控的实施，没有发现重大障碍或限制。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度

新建建筑

既有建筑



新建建筑

智慧温控系统的安装容易，可包含在新建建筑的设计阶段。

既有建筑

在既有建筑中实施具有挑战性，因为要实现局部控制功能，需要对空气分配系统以及管道和暖通空调系统的控制进行根本性改变。困难程度因个案而异。

成本信息

资本支出

智慧热传感器的成本约为每台 200-1,200 港元，包括智慧终端、网关、网络服务器、应用服务器。

运营支出

其他改造成本因空调系统的类型和规模而异。

备注 (如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

B.4 亲生物性设计



概述

建筑的亲生物性设计使用传感器和技术促进建筑物内部和周围的绿化，例如垂直花园墙壁和室内种植，以及最大限度地增加自然景观和自然光对室内空间的渗透，使建筑物的用户在生活中能感觉到与自然的联系。

不同的植物物种有不同的好处，例如，某些物种有助于空气过滤，例如龙血树可以有效地去除丙酮，凤梨科植物可以去除挥发性有机物含量。通过使用传感器，可以收集关于室内空气质量的实时信息，建筑物运营商可以利用这些信息来识别改进的机会。所有资产和建筑类型均可采用生物友好设计。通过在室内增加自然元素实现清洁生活和福祉，预计这一趋势将会持续。

优势



降低环境影响

亲生物性设计带来了几个关键的环境效益，包括改善室内空气质量和通风，通过光合作用提高室外空气质量、植物吸收毒素和污染物水平，以及促进生物多样性。



提高住户福祉

亲生物性设计以人为本组织空间，这对人类的身体健康和心理健康有许多直接的好处，包括降低压力水平、提高认知功能和生产力。将景观从灰色转变为绿色，有助于创造一个更健康、平静和有利复原的建筑环境。



提高运行效率

使用氨、苯、甲醛、三氯乙烯和二甲苯等亲生物性物质，可提高针对污染物的被动空气质量控制，并且易于维护。技术和传感器还可以提供植物何时需要水和维护的信息。



实现成本节约

使用亲生物性物质有助于以有限的成本投资净化空气，因为与大型空气净化器相比，它是一种更便宜的选择。

B.4 亲生物性设计



典型案例

香港零碳天地

业主：建造业议会
 建筑师：吕元祥建筑师事务所（香港）有限公司
 项目经理：艾奕康有限公司
 景观建筑师：雅邦规划设计有限公司
 主要承包商：金门建筑有限公司

香港添马香港特别行政区政府总部

业主：香港特别行政区政府
 承包商：金门-协兴联营（联营公司）
 建筑师：严迅奇建筑师事务所有限公司

硅谷苹果公司总部

开发商：苹果公司
 建筑商：福斯特建筑事务所
 室内景观：Rudolph and Sletten and Holder Construction
 室外景观：Truebeck Construction
 景观建筑师：Olini

技术要求

- 在亲生物性设计中嵌入传感器，可根据不同植物的需要，实时发出空气质量和用水计划的信息

IOT AI ML BT 5G DV BD

设计要求

- 在建筑物的外部和内部设计中，将亲生物性元素和绿色植物作为整体设计的一部分。还需要考虑维护系统和制度（例如灌溉）。

障碍/限制因素

- 关于在建筑物中采用亲生物性，没有发现重大障碍/限制因素。

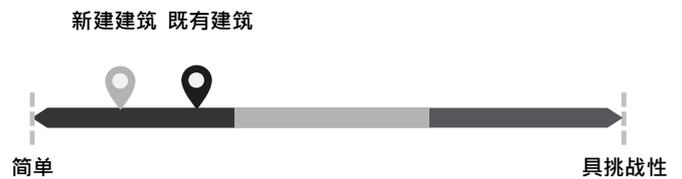
建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑	既有建筑
✔	✔

实施的难易程度



新建建筑

亲生物性设计尤其适用于新建建筑，因为可以在设计阶段就将其涵盖其中。

既有建筑

对既有建筑而言，在建筑中采用大型的亲生物性设计，存在空间限制。然而，小型花盆仍然是一种有效的技术，可以提供空气净化能力，并创造一个视觉上更舒适和愉快的环境。

成本信息

资本支出

一个 2.5 米 x 2.5 米的垂直绿化区域的成本为 35,000 港元。
 价格将因植物种类和所需垂直绿化的大小而有所不同。

运营支出

维护工作的范围包括现场检查、植物修剪、用新植物替换枯死植物、施肥和虫害控制。

备注（如有）

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

B.5 智慧空气过滤



概述

智慧技术和设备可以改善和监测室内空气质量，并加强空气净化和过滤。示例技术包括：

- 通过在暖通空调系统中声学空气振动机制进行声学空气过滤。声能引起颗粒的快速空气振动，这显著增加了颗粒的移动距离和被过滤纤维捕获的机会。
- 3G 过滤技术有效地收集颗粒、气体污染物和有机化合物。收集的微生物每天都被紫外线辐射破坏，而活性炭层吸收气态污染物。3G 过滤器对核、生物和化学威胁提供全面保护。该系统能高效地去除细小颗粒、细菌和病毒以及有害气体，并能在低压下实现较大的容尘量。

根据绿建环评的建议，新建建筑在施工后和建筑物占用之前安装的过滤介质应达最低效率报告值 13，以确保足够的室内空气质量。采用预调节技术（例如声凝聚或空气电离）的先进技术可最大限度地提高过滤能力，同时最大限度地减少压力损失。对声学预处理空气过滤技术的研究表明，最低效率报告值 11 过滤器的过滤效率（颗粒物 2.5）提高了 10%。通过使用新技术，可升级 PAU /空气处理设备、风管或作为独立空气过滤装置的现有暖通空调系统。

利用空气质量传感器，综合楼宇管理平台可以为建筑物用户提供空气过滤性能和质量的实时监控。香港环境保护署的室内空气质量认证计划、中国的 RESET 和国际 WELL 建筑研究院（国际健康研究院）的健康标准为这方面提供了有益的指导。

优势



降低环境影响

空气过滤净化技术直接提高室内空气质量。通过使用在较低压降下操作的设备和技术，也减少了能量消耗。



提高住户福祉

空气质量直接影响用户的健康和福祉，以及他们的舒适度。房间专用空气过滤器允许根据用户的喜好提供定制服务，也可以远程控制。



提高运行效率

通过运行更有效的过滤系统，可减少管道工程所需的维护。

B.5 智慧空气过滤

典型案例

伦敦彭博社总部

业主：彭博有限合伙企业
 建筑师：福斯特建筑事务所
 项目经理：艾奕康有限公司
 主要承包商：Sir Robert McAlpine
 环境工程师：Sweco Group
 照明工程师：Tillotson Design Associates

The Edge, 阿姆斯特丹

开发商：OVG 房地产公司
 建筑师：PLP Architecture
 主要租户：德勤
 室内建筑师：Fokkema & Partners
 可持续发展顾问：C2N
 Bouwmanagement

波特兰港总部

业主：波特兰港
 建筑师：ZGF Architects LLP
 主要承包商：Hoffman Construction Company

技术要求

- 在 MVAC/暖通空调系统中安装声学过滤技术和其他装置。

IOT AI ML **BT** 5G DV BD

设计要求

- 定位和安装与空气过滤系统同步的室内空气质量传感器，以增强空气净化能力。

障碍/限制因素

- 过滤器（例如高效颗粒物空气过滤器）的高成本可能是其采用的潜在障碍。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行维护 拆除

建筑类型



实施的难易程度



新建建筑

智慧空气过滤和声学技术/装置的安装难度相对较小，因为可将其纳入新建建筑暖通空调系统的设计阶段。

既有建筑

需要足够的空间为既有系统安装和改造智慧空气过滤装置，这对某些建筑物来说可能是一个挑战。

成本信息

资本支出	运营支出
单个独立式装置（声学）的空气过滤成本约为每个 5000 港元。 室内空气质量传感器成本约为 1,450 至 3,980 港元。 高效颗粒物空气过滤器能有效地收集污染物，其价格约为典型过滤器的 10 倍。 过滤器的安装成本因暖通空调系统的规模而异。	过滤器更换费用为 200 至 600 港元。 更新成本可能因暖通空调系统的规模而异。

备注（如有）

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

B.6 智慧灯柱



概述

智慧灯柱集成了蜂窝式宽带互联网连接、多个数据采集传感器，有时还集成了可再生能源，用于收集和广播信息。下一代的发光二极管路灯或智慧灯柱网络充当传感技术的平台，以收集邻里的实时信息，包括关于天气、污染、交通和人流、噪音和空气污染等的特定位置数据。这些信息然后被用于提高运行效率，例如增强安全性、停车和交通管理以及资源计量。它们还可以提供许多附加组件，例如安全和节能照明控制、广告牌和充电站。

可与智慧灯柱集成的关键技术包括：

- 用于实时环境监测的天气/空气质量/噪音/雷达传感器；
- 用于观察交通状况、指导维修决策和应急服务部署的智能摄像头；
- 基于云的技术和大数据分析平台，用于即时数据传输和分析；以及
- 智慧麦克风，用于检测与反社会行为、紧急情况或犯罪相关的噪音。

智慧灯柱上的摄像头可能会引起对隐私和面部识别的担忧。克服这种担忧的方法包括：

- 使用低分辨率摄像机（例如 320 x 240 像素），仅提取计数数据，不会存档图像。一旦采集并分析了图像，就将图像丢弃；以及
- 其他替代视觉措施的方法：可以用雷达传感器代替超声波或红外线照相机。该装置不会受到天气或照明条件的影响。

优势



降低环境影响

- 智慧灯柱结合了节能功能，包括发光二极管（即：LED）照明和智慧照明管理系统。发光二极管的耗能和二氧化碳排放更少。
- 在无人活动的情况下，可以将灯光调暗到一定程度，以节省更多的能量。



提高住户福祉

由于预先设定的要求（例如，照明水平调整）促进了能源使用、市民舒适度和更好的公共安全之间的正确平衡，邻里层面的福祉可以得到增强。



提高运行效率

可以跟踪和监测捕获的实时信息，以确定需要改进的操作领域。

B.6 智慧灯柱

典型案例

香港观塘/启德发展区

香港特别行政区政府资讯科技总监办公室的多功能智慧灯柱试验计划

澳大利亚悉尼皇家植物园

电信/智慧城市基础设施提供商：澳都斯、ENE.HUB

澳大利亚黄金海岸罗宾娜购物中心

开发商：苹果公司
建筑师：福斯特建筑事务所

技术要求

- 以云端为基础的网络、大数据和物联网以及传感器技术是智慧灯柱的支柱。未来的 5G 数据网络将成为此类技术的催化剂。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 集成智慧灯柱可配备许多附加组件，包括环境监测、安全、充电站的节能照明控制。智慧灯柱还配备了传感器和闭路摄像头，以收集实时信息，例如空气质量、交通/行人流量、天气数据、微气候、照明调整，以便更好和更智慧地管理一个区域。

障碍/限制因素

- 与身份、面部识别和个人信息收集相关的网络安全和隐私风险。公众可能会关注信息泄露的潜在问题。

建筑生命周期内的应用

规划/设计

施工

调试

运行和维护

拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度

新建建筑 既有建筑



新建建筑

只要在总体方案的规划和设计阶段加以考虑，在新发展区安装智慧灯柱相对容易。

既有建筑

在既有大型开发项目中安装智慧灯柱相对简单，因为配套基础设施充足。

成本信息

资本支出

每根智慧灯柱的成本约为 120,000 港元。

成本可能因功能不同而异。

备注 (如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

*功能包括高清摄像头、天气传感器、紧急呼叫系统、无线 AP 等。

B.7 住户自动化系统



概述

住户自动化系统可用于所有资产和建筑类型。近年来，住宅建筑中使用家庭自动化系统的趋势越来越明显，居民可以使用移动设备和物联网从远程监控他们的家。这些设备通过 Wi-Fi 连接到家庭自动化系统，可以自动和方便地控制家庭内部的各种功能，包括照明、气候和娱乐设备。该系统还提供实时空气质量测量（例如温度、湿度、颗粒物 2.5、二氧化碳）以及安全控制（例如访问控制、报警系统）。

与报警系统相连的运动传感器通过监控进出该区域的人员，加强了安全控制。运动传感器还能够实现节能，例如，通过监测区域中的人数并相应地调节空调强度，以及关掉没人员活动的区域的灯。

可以对这些系统进行扩展，添加针对老年用户的功能：

- 与报警系统连接的跌倒传感器
- 视频通话功能，供医疗专业人员进行日常检查时使用
- 门传感器用于记录住户的进出情况

优势



降低环境影响

安装住户或家庭自动化系统可以大幅节省能源，帮助建筑住户更好地控制资源使用。通过了解电力消耗模式和在没有检测到运动时自动关闭电器和灯光，可以促进能源效率和降低碳排放。



提高住户福祉

在安全性、功耗、热舒适性等方面，通过增强用户便利性和友好性改善了居住者的福祉。该系统可根据不同的用户需求进行定制。还可以吸引年轻一代采用这种技术来帮助和改善老年人的生活质量。



提高运行效率

将住户自动化系统与建筑物的楼宇管理系统集成，可极大优化运行效率，还可以对收集到的实时信息进行分析。



实现成本节约

更有效地使用这些设备将有助于节约能源，并减少建筑物的运营支出。

通过提高用户对其周围环境能源消耗的认识，提高节能意识并改变行为，从而在更大范围内实现节约。

B.7 住户自动化系统

典型案例

以色列英特尔 PTK1 开发中心

开发商：英特尔公司
 承包商：Afcon Holdings
 建筑商：Dagan Mochli

美国北卡罗来纳州夏洛特杜克能源中心

业主：富国银行集团
 开发商：富国银行集团、Childress Klein
 项目经理：Childress Klein
 建筑商：tvsdesign
 主承包商：Batson-Cook construction

香港屯门帝涛湾

开发商：新鸿基地产

技术要求

- 在供应商提供的定制应用程序中，结合住户或家庭自动化系统，通过智能手机或移动设备可控制此应用程序。它采用物联网技术，将所有设备连接到互联网，以实现网络内的数据传输。

IOT AI ML BT 5G DV BD

设计要求

- 典型的智慧解决方案是连接到 Wi-Fi 和蓝牙 5.0 的壁挂式或落地式支架。只需一个系统即可支持住宅单元中的所有智慧设备，也可以根据用户的需求进行定制。

障碍/限制因素

- 由于系统收集的数据可能是敏感的，因此在实施该策略期间可能会有关于数据隐私和完整性的担忧。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

在设计阶段，将居住者或家庭自动化系统纳入到新建建筑中相对容易。

既有建筑

居住者或家庭自动化系统是一种广泛使用的技术，不需要任何重大的设计变更或要求，但可能需要额外安装/改装传感器。

成本信息

资本支出

家庭自动化系统的成本从 5,000 港元至 10,000 港元（2-3 个系统）和 55,000 港元（多功能全方位家庭自动化系统）不等。

机器人和人工智能系统的商用成本为 320,000 港元。

运营支出

家庭自动化系统的维护费用为每月 300 至 500 港元。

每增加一年，机器人和人工智能系统就会产生 43,500 港元的保修期延长费。

备注（如有）

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

机器人和人工智能系统的运营成本仅涉及电池充电的电费。无需定期维护。

利用智慧和绿色技术，实现更高的建筑能效。

集成智慧能源管理和人工智能

C.1 自动故障检测和诊断 (AFDD)

C.2 智慧电网的兼容性和技术

C.3 储能系统

利用高能效设备和系统控制

C.4 高性能冷水机和制冷剂

C.5 高效电机和驱动器

采用可再生能源

C.6 太阳能发电技术

C.7 微型风力涡轮机



C.1 自动故障检测和诊断 (AFDD)



概述

自动故障检测和诊断是一个自动过程，通过它可以检测和了解故障操作、性能下降和故障组件。

通常以楼宇管理系统 (BMS)/楼宇自控系统 (BAS) 为核心，通过趋势数据对故障进行预防性检测，诊断问题原因，尽早纠正故障，避免其对系统造成额外的损害，导致服务受损或大幅增加能源使用和成本。能源绩效和实时仪表盘的定期报告也可以显示异常趋势和警报。

通过数据分析、大数据算法和人工智能控制，自动故障检测和诊断系统可以持续优化系统运行效率，同时考虑不断变化的因素，如天气条件、占用水平、设备负荷。该策略是试运行阶段实现持续运转的关键。

以下是与自动故障检测和诊断应用相关的最新标准/认证列表，以供参考：

- 美国采暖、制冷与空调工程师协会 (2018)。指南 36 - 2018，暖通空调系统的高性能运行顺序
- 美国采暖、制冷与空调工程师协会 (2019)。2019 年手册 - 暖通空调应用：第 63 章 - 智慧楼宇系统：第 1 节 - 自动故障检测和诊断
- 国际标准化组织 (2018)。ISO 50001 - 能源管理

优势



降低环境影响

- 通过识别低效率和持续优化实现节能。
- 延长设备或部件的使用寿命，减少材料使用。
- 尽可能减少可能导致环境污染的重大故障，例如制冷剂泄漏。



提高住户福祉

可以较早发现和解决室内环境质量偏差，这有助于提高居住者的满意度。



提高运行效率

通过采用自动故障检测和诊断系统，可以执行预测性维护和操作，以提高可靠性并促进零故障，因此不会影响建筑服务的功能。



实现成本节约

避免性能不佳的工艺和延长设备或部件的生命周期，从而节省运行成本。

C.1 自动故障检测和诊断 (AFDD)



典型案例

以色列英特尔 PTK1 开发中心

开发商：英特尔公司
 承包商：Afcon Holdings
 建筑师：Dagan Mochli

美国爱荷华大学

爱荷华大学校园 20 栋建筑物故障检测与诊断技术的应用

技术要求

- 来自楼宇管理系统 (BMS)/楼宇自控系统 (BAS) 或其它普遍感应系统的大数据 (BD)，在建筑运行期间准确、充分、持续可用并受到监测。

IOT **AI** **ML** **BT** **5G** **DV** **BD**

设计要求

- 灵敏度和误报率是量化自动故障检测和诊断系统工具性能的两个关键绩效指标 (KPI)，自动故障检测和诊断系统工具的性能受以下方面的潜在设计特性影响：
 - 使用的传感器和控制信号；
 - 使用的设计数据；
 - 所需的培训数据；
 - 以及用户选择的参数。
- 上述特征需要针对分析进行定制和调整，以有效地识别故障和低效。

障碍/限制因素

- 建筑信息模型是一种新兴的技术，因此可能缺乏对这一技术和优点的理解。
- 缩小建筑信息模型建模领域的技能差距。
- 行业中有人反对采用建筑信息模型。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

如果楼宇管理系统 (BMS) 具有足够的功能和输入/输出点，则自动故障检测和诊断系统或数据分析软件的实施将很容易。

既有建筑

可能会遇到一些困难，例如由于长时间的恶化和系统修改，系统状况和性能不相关。因此，需要进行额外的系统功能和性能测试，以确定实际系统参数。

可参考供应商/制造商的新系统规范，设置分析详情。

C.2 智慧电网的兼容性和技术



概述

智慧电网代表了一种现代电网概念，使电力和信息在客户和电力供应商之间安全、可靠地双向流动。该策略旨在实现一种新型负载响应，即负载和发电处于平等地位，对电力的价值有平等的实时可见性。

香港政府正通过一系列的举措和政策，不断促进建筑物在能效方面的表现，包括上网电价 (FiT) 计划和以高于市场的价格将清洁能源卖回给电网。

以下是与智慧电网技术相关的最新标准/认证清单，供参考：

- 美国采暖、制冷与空调工程师协会/全国电气制造商协会 (NEMA) (2016)。标准 201 - 2016 设备智能电网信息模型 (FSGIM)
- 美国采暖、制冷与空调工程师协会 (2019)。2019 年手册 - 暖通空调应用：第 63 章 - 智慧楼宇系统：第 3 节智慧电网基础知识
- 美国电气与电子工程师协会 (IEEE)。(2011)。能源技术和信息技术操作与电力系统、最终用途应用和负载的智慧电网互操作性指南

优势



降低环境影响

智慧电网战略的重点是整合可再生能源和分布式发电和储存（例如燃料电池），因此，通过有效管理电力供应和需求，在可能降低成本的同时增加效益，促进此类绿色技术的使用。



提高运行效率

帮助电力公司更好地管理发电机、存储和负载，平衡电网范围内的供应和需求，支持电网实现更大的可靠性。



实现成本节约

通过更有效地管理电力公司的电力供应和需求，可降低电力成本。

C.2 智慧电网的兼容性和技术



典型案例

拉斯维加斯美高梅梦幻酒店

业主：美高梅国际酒店集团
 开发商：史蒂芬·永利
 建筑商：Joel Bergma、Roger Thomas、Don Brinkerhoff、Gensler

中国天津生态城

开发商：中新天津生态城投资发展有限公司 (SSTEC) - 吉宝集团与天津泰达投资控股有限公司的合资公司

技术要求

- 能源管理系统应符合国际标准（如美国采暖、制冷与空调工程师协会 201P - 设备智能电网信息模型），以便与能源服务提供商进行互操作和通信。

IOT **AI** **ML** **BT** **5G** **DV** **BD**

设计要求

- 整合建筑物自动转移和减轻负载的能力，以及通过电池或电动汽车、可再生能源和其他现场发电的系统集成，对电网状况作出反应。

障碍/限制因素

- 需要建立公用电网基础设施。
- 定义信息模型的国际标准（例如美国采暖、制冷与空调工程师协会 201 P - 设备智能电网信息模型）仍在制定中，该标准使建筑物能够管理电力负荷和发电源，以响应与智慧电网的通信。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑	既有建筑
✔	✔

实施的难易程度



新建建筑

能源管理系统的实施需要与可再生能源、现场发电、需求响应机制和电力存储的控制相结合，实现互操作性。因此，需要在新建建筑的规划和设计阶段即将其纳入其中。

既有建筑

对于既有建筑来说，实施起来可能更具挑战性，因为需要将需求响应机制与既有系统集成以控制建筑物的能量负载。为了与智慧电网兼容，既有建筑中的现场发电和储能系统也可能面临空间挑战。

C.3 储能系统



概述

储能系统为智慧建筑提供了管理负荷的操作灵活性，并在电网的更大范围内与智慧电网基础设施交互。对于采用储能系统的建筑物，负荷转移可帮助建筑物业主优化能源成本，在非高峰期以较低的成本率消费，同时保持相同的舒适度和运行。对储能系统存储可再生能源的需求也在增长。储能系统对于维护和确保电网正常运行（平衡供应和需求）也至关重要。

以下是与储能系统相关的安全和财产保护的最佳实务：

- 提供经批准的装置，以防止、检测和控制热失控（通常在电池管理系统中发现）；
- 包含经过适当认证的逆变器系统；
- 将强大的网络安全控制纳入通常可远程配置并连接到互联网的储能系统中；
- 房间外壳和其他部件应为不可燃的，并符合当地规范；以及
- 必须按照相关规范要求安装消防和检测系统。

以下是与储能系统相关的最新标准/认证清单，供参考：

- 电机电子工程师学会（2019）。2030.2.1-2019 固定式和移动式电池储能系统以及与电力系统集成的应用的设计、操作和维护指南
- 电机电子工程师学会（2015）。2030.2-2015 与电力基础设施集成的储能系统互操作性指南
- 电机电子工程师学会（2016）。2030.3-2016 电力系统用电能储存设备和系统的标准试验程序

优势



降低环境影响

风能太阳能以及智慧电网基础设施中的基本组成部分，都有助于推动可再生能源发展或提高能源使用效率。



提高运行效率

终端用户和消费者受益于更高的复原力，因为建筑物可以在停电的一段时间内自给自足。



实现成本节约

业主可以通过负荷转移从降低电力成本中获益，甚至通过向电网出售电力赢利。

C.3 储能系统



典型案例

日本 DMG Mori 东京全球总部

业主：美高梅国际酒店集团

开发商：史蒂芬·永利

建筑商：Joel Bergman、Roger

Thomas、Don Brinkerhoff、

Gensler

新西兰沃达丰混合储能系统

关键基础设施提供商：维谛、新西

兰沃达丰和新西兰政府之间的合作

技术要求

- 近年来，电池储能系统 (BESS) 实现了长足发展，凭借其更高的可靠性和效率成为智慧电网的理想选择。
- 目前应用最广泛的四种先进电池解决方案：钠硫电池、钒电池 (VRB)、溴化锌(ZnBr) 电池和锂离子 (Li-ion) 电池。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 所需的设计参数包括物理电池室分配、电气布线、电力电子、模块化设计以及最重要的负载预期和容量设计。
- 使用储能系统 (ESS) 或电池储能系统 (BESS) 也将是一种设计考虑，以支持插电式混合动力汽车 (PHEV) 和其他电动汽车的快速充电。

障碍/限制因素

- 可能会遇到空间限制，因为储能系统需要大量的地板空间。

建筑生命周期内的应用

规划/设计

施工

调试

运行和维护

拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

对储能系统的投资通常只有在由于公用设施激励措施或缩减设备容量而节约成本时才是合理的。因此，在新建建筑中实施储能系统需要与总体设计和施工相结合。

既有建筑

对储能系统的投资通常只有在由于公用设施激励措施或缩减设备容量而节约成本时才是合理的。对于既有建筑来说，实施储能系统相对更具挑战性，因为修改电力系统和建筑布局的成本更高。

成本信息

资本支出

电池技术类型的资本成本如下：

- 锂离子：4,650-9,300 港元/千瓦时
- 钒电池：2,713-3,875 港元/千瓦时
- 钠硫电池：2,713-3,875 港元/千瓦小时
- 溴化锌：1,163-1,938 港元/千瓦时

备注 (如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

*不含安装费用

安装成本约为项目成本的 20-30%，具体取决于安装规模

C.4 高性能冷水机和制冷剂



概述

冷水机的先进技术包括物联网的使用。基于物联网的系统将允许实时数据的持续流动，这对于测量制冷水机网络的运行健康和促进预测性维护至关重要。有了这项技术，冷水机就可以连接到云端，在云端实时传输、分析和呈现信息，从而了解冷水机的运行情况。

冷水机组作为复杂暖通空调系统的一部分运行，包括冷却塔系统、泵送系统和空气侧系统。因此，评估整体冷水机组性能涉及对压缩机、泵、冷却塔风机等的总功耗的分析。侧重于最佳冷冻水设定点、冷水机排序和负载平衡、峰值需求管理、冷却塔水管理等各种调整只能通过运行数据进行。因此，物联网可通过提供来自冷却装置各部分的实时监控、来自冷却装置和冷却塔的供应/返回温度、来自冷凝器水回路的水流量等，为此类优化提供工具。促进真正的优化。

最新的制冷剂技术发展趋势是：更大幅度减少氢氟碳化物的产生，减少使用空气中难以保持活性的制冷剂。氢氟碳化物的最佳合成气体替代品是氢氟烯烃，其全球变暖潜值非常低，例如 R-1234ze(E)。R-1234ze(E) 可最大限度地减少全球变暖的影响，同时提高能源效率。其臭氧消耗潜能值 (ODP) 等于零 (0)，全球变暖潜值为 7 (根据基于政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第四次评估报告的欧盟 (EU) 含氟气体法规)。根据政府间气候变化专门委员会第五次评估报告，全球变暖潜值小于 1)

以下是与高性能冷水机和制冷剂相关的最新标准/认证清单，供参考：

- 美国采暖、制冷与空调工程师协会 (2019)。除低层住宅建筑外的建筑能源标准
- 美国采暖、制冷与空调工程师协会 (2018)。暖通空调系统的高性能操作程序
- 商界环保协会 (BEC) (2018)。机电工程署—屋宇装备装置能源效益实务守则

优势



降低环境影响

- 由于在全负荷和部分负荷下可提高冷水机效率，用于暖通空调系统中可节省能源。
- 使用具有超低臭氧消耗潜能值 (ODP) 和全球变暖潜值 (GWP) 的制冷剂将最大限度地减少对环境的影响。



提高运行效率

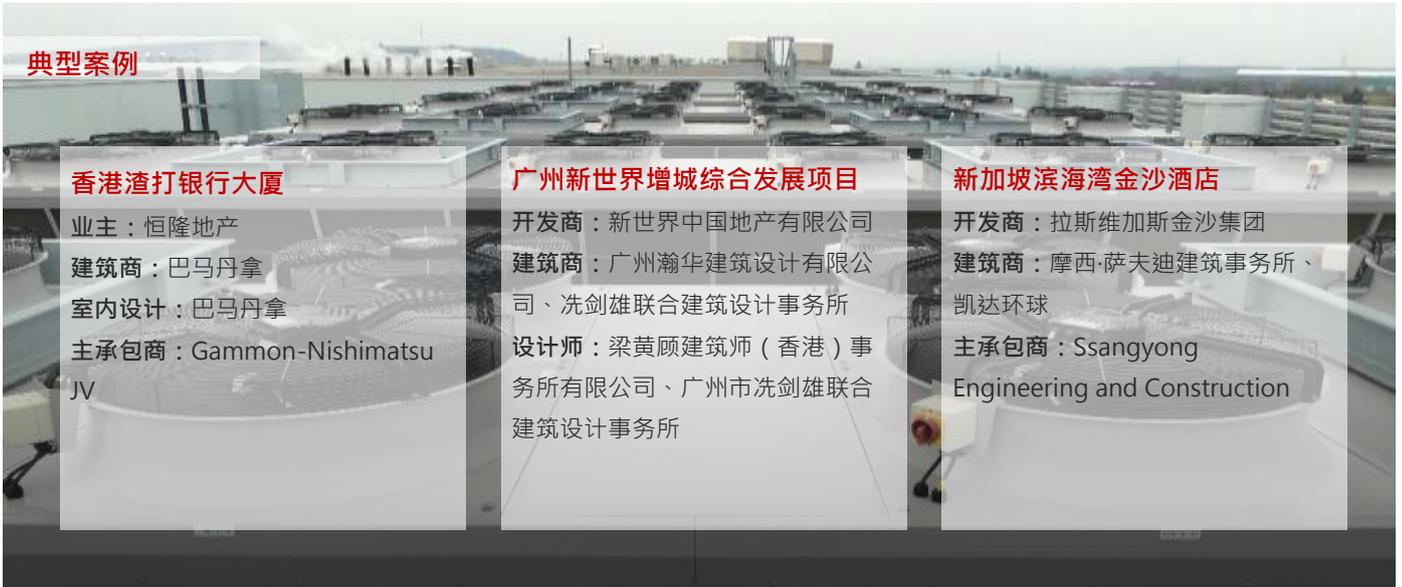
下一代冷风机配备了与云计算的智慧连接，能够收集和监测实时运行情况，以预测维护或升级需求。



实现成本节约

暖通空调系统的整体运行成本节约来自于高能效，并最大限度地减少冷水机的大修，因为大修可能涉及更换昂贵的部件。

C.4 高性能冷水机和制冷剂



典型案例

香港渣打银行大厦

业主：恒隆地产
建筑商：巴马丹拿
室内设计：巴马丹拿
主承包商：Gammon-Nishimatsu JV

广州新世界增城综合发展项目

开发商：新世界中国地产有限公司
建筑商：广州瀚华建筑设计有限公司、洗剑雄联合建筑设计事务所
设计师：梁黄顾建筑师（香港）事务所有限公司、广州市洗剑雄联合建筑设计事务所

新加坡滨海湾金沙酒店

开发商：拉斯维加斯金沙集团
建筑商：摩西·萨夫迪建筑事务所、凯达环球
主承包商：Ssangyong Engineering and Construction

技术要求

- 无特定技术要求。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 在设计冷水机组时，应考虑以下因素：建筑负荷、容量布置、与空气侧系统的方案设计。选择最佳设备时，应进行全生命周期成本 (LCC) 分析，以考虑设备、安装、测试和调试、运行和维护以及折旧等方面的成本。

障碍/限制因素

- 由于冷水机连接到云端并将原始数据发送到云端，因此存在隐私问题。
- 对所使用制冷剂的有害影响的关注 - 特别关注使用更多气候友好型制冷剂的过渡，并基于安全、环境影响、成本/效率和公共法规的平衡进行考虑。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度

新建建筑 既有建筑



新建建筑

新一代冷水机和制冷剂的应用相对容易纳入新建建筑的设计中。

既有建筑

在既有建筑中实施可能更具挑战性。应对既有冷水机和潜在更换方案之间的全生命周期成本进行差距分析，以选择最佳解决方案，并在正确的时间开始。

成本信息

资本支出

资本成本（每平方米建筑面积）从 300 港元到 500 港元不等。
无油冷水机组供应和安装成本为每制冷吨 7,500 至 8,000 港元

备注（如有）

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

C.5 高效电机和驱动器



概述

无刷/电子整流 (EC) 电机依靠半导体开关在适当的时间打开和关闭定子绕组。它们具有高功率重量比、高速、电子控制和低维护要求。由于操作所需的功率的显著减少，在暖通空调和制冷工业中存在使用无刷电机而不是其它类型的交流电机的趋势。由于内置微处理器允许可编程性、气流控制和串行通信，因此暖通空调系统也使用无刷电机。

用于空气处理装置电子整流插塞式风机采用高性能叶轮、电机和电子系统，这些系统彼此之间进行了最佳调整，导致整体效率远高于 60%。电子整流插塞式风机的一个重要特点是集成变速，以实现最佳运行效率。与其他类型的风机相比，电子整流风机产生的噪音也较小。根据所需的气流、可用空间和所需的冗余度，电子整流插入式风机的应用可采用风机网格配置。还建议将效率较低的皮带驱动风机更换为空气处理机组中形成风机格栅的电子整流插入式风机。

以下是与高效电机和驱动器相关的最新标准/认证清单，供参考：

- 美国采暖、制冷与空调工程师协会 (2019)。除低层住宅建筑外的建筑能源标准
- 商界环保协会(2018)。机电工程署 – 屋宇装备装置能源效益实务守则
- 屋宇设备运行及维修行政人员学会 (BSOMES) (2016)。文章 - 办公楼变风量及空气处理设备系统用带式驱动 VSD 风机与电子整流插入式风机的转换

优势



降低环境影响

事实证明，电子整流风机产生的节能对既有建筑物而言特别显著，与新建建筑物节能 20%至 30%相比，其节能高达 40%。



提高运行效率

与传统电机相比，由于无刷设计产生的摩擦和磨损较小，因此所需的维护相对较少。

与空气处理装置内传统的单皮带驱动风机相比，风机格栅设计还提供弹性。



实现成本节约

由于更高的能源效率和更少的维护需求，节约了机械泵和风机系统的整体操作成本。

C.5 高效电机和驱动器



典型案例

澳门美高梅国际酒店

业主：美高梅国际酒店
建筑商：王董建筑师事务有限公司
机电工程咨询公司：Cundall

香港太古坊一座

开发商：太古地产有限公司
建筑商：王欧阳有限公司
结构工程师：奥雅纳集团有限公司
机电工程师：澧信工程顾问有限公司

香港太古广场

开发商：太古地产有限公司
建筑商：王欧阳有限公司
结构工程师：Leslie E. Robertson Associates
主要承包商：瑞安建业有限公司

技术要求

- 无特定技术要求。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 采用电子整流无刷电机时，应考虑以下因素：空气/水流、压力、电机扭矩和转速。这些要求与传统电机相似。在选择最佳设备时，应进行全生命周期成本 (LCC) 分析，以考虑设备、安装、测试和调试、操作和维护以及折旧的成本。

障碍/限制因素

- 无特定障碍/限制因素。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

可在新建建筑的设计阶段就纳入电子整流无刷电机应用。全生命周期的成本分析可以充分证明选择这种现今设备相较传统选项的优势。

既有建筑

与任何改造项目类一样，节约能源才让投资有价值。虽然将皮带驱动风机改造为电子整流插入式风机等应用证明了相当大的节能效果，但在既有建筑中，改造工作的相关成本更高，因此更具挑战性。

成本信息

资本支出	运营支出
电子整流风机成本约为 6,000 港元/台。	维修费用约为每年 2,000 港元。
每个空调机组的安装费用约为 5,000 港元。	

备注 (如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

*离心式，集成速度控制，1085rpm，流量 1605m³/h，静态 292Pa

C.6 太阳能发电技术



概述

太阳能发电是将阳光中的能量转化为电能，可以直接使用太阳能光伏发电设备进行这种转化，也可以间接地使用聚焦式太阳能发电设备或将二者结合使用。聚焦式太阳能发电系统使用透镜/镜子和跟踪系统，将大面积的太阳光集中到一个小的光束中，用于可再生能源发电。

在先进的太阳能技术中，光伏建筑一体化技术的应用日益普遍（应用领域包括外立面、路面和遮阳等）。此外，太阳能技术在生产/安装成本（例如印刷太阳能电池板）和电力转换效率（例如有机太阳能电池）方面，也更具竞争力。

为促进社区采用可再生能源，香港电力和中华电力等公用设施公司实施了上网电价 (FiT) 计划作为激励措施，每个单位的投资回报电价在 3 港元至 5 港元之间。系统接入电网需要智慧电表，在发生停电、断线等异常情况时，将电量或发电量细化为半小时的间隔数据和运行反馈。

以下是与太阳能技术相关的最新标准/认证清单，供参考：

- 机电工程署。（2016）。小型可再生能源电力系统并网技术指导
- 国际电工委员会。（2020 年）。建筑中的太阳能光伏第 1 和第 2 部分：建筑集成太阳能光伏组件的要求
- 电机电子工程师学会。（2019）。太阳能光伏系统用铅酸电池的安装和维护推荐规程（937-2019）

优势



降低环境影响

与基于化石燃料的技术不同，太阳能发电不会导致任何有害排放、噪音污染，也不会生产可再生太阳能时产生任何废物。

太阳能是一种可以在世界所有地区利用的能源，而且每天都可以获得。



实现成本节约

从太阳产生有用的能量消除了对燃料的需要和成本。因此，太阳能系统产生的电力可以满足能源需求，从而减少能源开支。

太阳能系统一般不需要大量的维护。唯一的维护将是定期清洁，以确保太阳能发电的效率。该系统不包括活动部件，太阳能电池板的使用寿命通常为 20-25 年，而逆变器和电缆的使用寿命超过 10 年。

C.6 太阳能发电技术

典型案例

新加坡滨海湾金沙酒店

开发商：拉斯维加斯金沙集团
 建筑师：摩西·萨夫迪建筑师事务所、凯达环球
 总包单位：Ssangyong Engineering and Construction

美国华盛顿州西雅图布利特中心

开发商：Point32
 建筑商：Miller Hull Partnership
 机电工程师：PAE Engineers
 太阳能电池组建造和安装：Northwest Wind and Solar
 光伏工程与设计：Solar Design Associates

香港机电工程署总部

开发商/业主/设施管理：机电工程署
 建筑商/规划师：BLEND Architecture Limited
 项目经理：机电工程署
 可持续设计顾问：奥雅纳工程顾问香港有限公司

技术要求

- 无特定技术要求。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 需要对潜在安装位置的「日照时数」进行详细评估，以确定在定位、朝向角度、面板材料/类型、面板尺寸、逆变器、电池和控制器尺寸方面的设计，从而确定年发电量和总成本的模型。
- 可以采用太阳辐射传感器来优化太阳能装置的性能。

其他要求

- 根据对建筑结构、防火避难区等的影响，也可申请法定批准

障碍/限制因素

- 空间限制（例如，有限的屋顶空间）。
- 附近建筑物造成的遮挡，特别是在密集的环境中。
- 由于所有权问题，在屋顶上安装面板可能会有困难

建筑生命周期内的应用

规划/设计

施工

调试

运行和维护

拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

在新建建筑中安装太阳能技术和太阳能电池板相对容易，前提是满足法定批准要求，并能选择具有足够日照时间的合适位置。

既有建筑

由于香港的空间限制，在既有建筑内安装太阳能电池板更具挑战性。大部分考虑将放在屋顶上。安装还需要遵守有关建筑结构和消防安全的各种法定守则。

成本信息

资本支出

屋顶太阳能光伏系统（每平方米面板）的价格约为 9,000 港元。

备注（如有）

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

C.7 微型风力涡轮机



概述

微型风力涡轮机是有效的风力涡轮机，其规模小得多，发电成本较低，机组尺寸仅为传统微型风力涡轮机的一半。它们适用于住宅/商业能源生产，并越来越多地与建筑物的建筑设计相结合。微型风力发电是一种微型发电技术，它利用风能的流动在建筑物内进行局部发电。在应用微型风力涡轮机时，首先要仔细选择场地，因为它决定了平均风速和每年预计的总能量输出。

以下是与微型风力涡轮机技术相关的最新标准认证列表，供参考：

- 机电工程署（2016）。小型可再生能源电力系统并网技术指导
- 国际电工委员会（2006）。标准 61400-2 小型风力涡轮机的设计要求
- 美国能源部（2007）。小型风力发电系统（美国用户指南）

优势



降低环境影响

与基于化石燃料的技术不同，风能不会导致任何有害排放，在生产风能时也不会产生任何废物。



实现成本节约

产生风能消除了对燃料的需求和成本。

C.7 微型风力涡轮机

典型案例

中国广州珠江城大厦

开发商：拉斯维加斯金沙集团
 建筑师：摩西·萨夫迪建筑师事务所、凯迪环球
 主要承包商：Ssangyong Engineering and Construction

巴林麦纳麦巴林世界贸易中心

建筑师：阿特金斯
 主要承包商：Murray & Roberts、安博集团
 风能顾问：BMT Fluid Mechanics Ltd.
 结构工程师：阿特金斯

香港机电工程署总部大楼

开发商/业主/设施管理：机电工程署
 建筑师/规划师：BLEND Architecture Limited
 项目经理：机电工程署
 可持续设计顾问：奥雅纳工程顾问香港有限公司

技术要求

- 无特定技术要求。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 需要对潜在安装地点的风况进行详细评估和间隔测量，以确定定位、涡轮机类型、涡轮机尺寸、逆变器、电池和控制器等方面的设计，从而可以估计出每年的发电量和总成本。

其他要求

- 考虑到对建筑结构、防火避难区和健康与安全风险等的影响，可申请法定批准。

障碍/限制因素

- 安装风力涡轮机所需的位置应具有足够和稳定的风力。香港的建筑物屋顶空间有限，风也可能被周围的建筑物阻挡。总之，安装微型风力涡轮机可能具有挑战性，并且不确定能否实现可接受的投资回报率。

建筑生命周期内的应用

规划/设计

施工

调试

运行和维护

拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度

新建建筑 既有建筑



新建建筑

相对容易融入到新建建筑中，前提条件是在现场环境中的合适使用。选址是一个关键参数，因为它决定了平均风速，这对发电量有重大影响。

既有建筑

对于既有建筑来说，实施微型风力涡轮机更具挑战性。很难找到具有足够平均风速以提供能量产生的风轮机的理想位置。

成本信息

资本支出

安装成本因本地分区、许可和公用设施互连成本的不同而有很大差异。

小型风能系统每千瓦发电量的成本为 23,000 至 39,000 港元。

运营支出

维修费用每年从 1,000 港元至 1,900 港元不等。

备注 (如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

通过智慧绿色技术，促进建筑材料的可持续和最佳使用，并鼓励废物减少、再利用和再循环。

鼓励智慧材料选择，以改善环境绩效

D.1 智慧动态玻璃

D.2 纳米技术

鼓励有效的废物管理

D.3 自动化废物收集系统



D.1 智慧动态玻璃



概述

智慧玻璃是一种创新的建筑材料，能够根据周围环境自动改变其玻璃属性（例如色调水平），或根据用户的需求手动改变。

智慧玻璃提供不同的功能，以增强安全性和照明。在半透明模式下，智慧玻璃充当电子遮阳帘，保障隐私和安全性，还能让日光穿透。

它既可以向内部提供不同水平的自然光，还可以欣赏室外景色，同时根据所需照明水平的设置允许足够的日光穿透。

有两种主要技术可用于控制玻璃的色调水平：

1. 电致变色 - 通过在玻璃上施加一个小电流；以及
2. 热致变色 - 对玻璃的温度产生反应。

不论哪种技术，在制造过程中均需典型的中空玻璃单元（IGU）之间的附加材料层。智慧玻璃的耗电量约为每平方米 3 至 5 瓦（W）。

优势



降低环境影响

- 使用智慧玻璃遮挡阳光，减少为室内空间带来的热量，帮助降低能源成本，减少冷却需求和能量消耗。
- 利用自然日光，减少对人工照明的依赖，从而降低照明系统的能耗。



提高住户福祉

通过使用智慧动态玻璃，可以通过最大化日光、控制眩光和减少热量来控制室内照明质量，从而提高用户的生产力。它还有助于减少用户眼睛疲劳和困倦的情况。



提高运行效率

- 基于天气变化而调节自动照明控制。
- 通过提供遮蔽保护隐私。



实现成本节约

智慧动态玻璃有可能为业主节省 20% 的能源成本，从而促进成本节约。

D.1 智慧动态玻璃



典型案例

美国世界贸易中心一号大楼

业主：World Trade Center LLC
 开发商：纽约与新泽西港口事务管理局、The Durst Organisation
 建筑师：Skidmore、Owings & Merrill LLP
 外立面顾问：Viridian Energy & Environmental LLC、Benson Industries, Inc、Permasteelisa Group

阿布扎比巴哈尔塔

业主/开发商：阿布扎比投资委员会
 建筑师：Aedas UK、Diar Consult
 结构工程师：奥雅纳工程顾问公司
 机电工程师：奥雅纳工程顾问公司
 项目经理：Mace Limited
 总承包商：Al-Futtaim Carillion

新加坡海洋金融中心

开发商：Keppal Land International Ltd
 建筑师：Pelli Clarke Pelli Architects ; Architects 61
 结构工程师：TY Lin International
 机电工程师：Parsons Brinckerhoff Consultants Private Limited
 主承包商：Obayashi Corp.

技术要求

- 可通过使用智能手机应用程序，加强智慧玻璃的控制，使玻璃可定制，且可独立控制一组窗户甚至整个外墙。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 需要安装照明传感器来确定环境的照明水平，以优化玻璃的过渡。还可以为具有不同偏好的用户引入不同照明组的分区。
- 还应考虑对幕墙和结构荷载的影响。

障碍/限制因素

- 智慧玻璃的高成本可能是实施的一个潜在限制。

建筑类型

规划/设计

施工

调试

运行和维护

拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

在建筑的早期设计阶段加入智慧动态玻璃会相对容易。

既有建筑

对于既有建筑，更换现有幕墙将需要进行重大改造工程。

成本信息

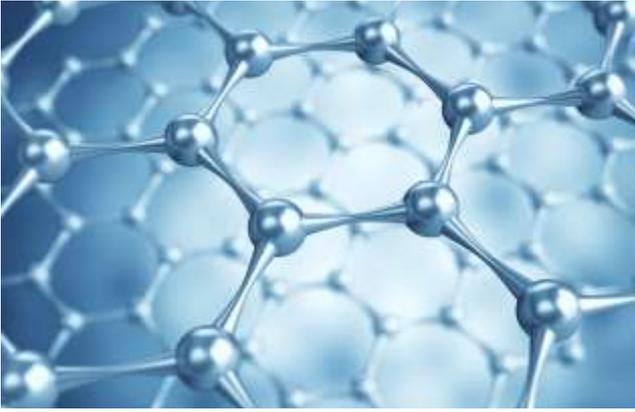
资本支出

智慧窗玻璃的价格从每平方英尺 400 至 800 港元不等。

备注 (如有)

上述成本信息基于 2020 年的数据，仅供参考

D.2 纳米技术



概述

可通过不同形式将纳米技术用于建筑材料之中，提高建筑性能和效率。

纳米技术在建筑行业中的常见应用包括混凝土、玻璃、隔热材料、涂料和油漆等。将纳米技术应用于建筑业的一些好处如下：

- 更高的抗压强度和弹性模量混凝土 — 研究表明，在混凝土混合物中加入二氧化硅（ SiO_2 ）可增加抗压强度，并能够通过填充效应和化学反应在混凝土内部形成更好的过渡区，从而提高耐久性；
- 自清洁和抗菌涂层 — 在玻璃、内表面、门把手、电梯面板等上涂覆二氧化钛（ TiO_2 ）纳米涂层。通过光催化反应改善空气质量和卫生状况，并帮助去除空气中的污染物，例如挥发性有机化合物和细菌
- 超薄隔热材料 — 可将微型和纳米多孔材料用于墙体隔热材料中，该材料采用疏水性纳米多孔气凝胶结构。气凝胶的另一个应用是用于透明隔热的硅基产品，这导致了超绝缘窗户的可能性。

优势



降低环境影响

- 自动清洁功能可实现节水。
- 某些纳米技术可以去除空气中的污染物（例如挥发性有机物）。



提高住户福祉

从自清洁涂料到增加强度和使用寿命的涂料和混凝土添加剂，目前正在开发大量纳米技术。这些技术具有很多优点，例如改善室内外空气质量。



提高运行效率

- 大幅减少预涂覆涂层的维护。
- 易于清洁或自我清洁。
- 减少维修需求，延长建筑寿命。



实现节约成本

纳米技术的使用意味着材料具有更长的耐久性和更好的操作性能，这意味着它们不需要如此频繁地更换，从而降低了长期维护/更换成本。

D.2 纳米技术



典型案例

意大利罗马千禧教堂

建筑师：Richard Meier and Partner Architects LLP
 结构工程师：奥雅纳工程顾问公司、意大利水泥集团、Luigi Dell' aquila

阿塞拜疆巴库 Socar 大厦

开发商：阿塞拜疆共和国国家石油公司
 建筑师：Heerim Architects & Planners Co. Ltd.
 结构工程师：Thornton Tomasetti
 主承包商：TEKFEN Construction and Installation Co.,
 外立面顾问：ALT Limited、Permasteelisa Group

墨西哥 Hospital General Dr. Manuel Gea González

建筑师：Manuel Villagrán
 外立面设计：Elegant Embellishments

技术要求

- 具体取决于实际应用。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 这需要提前规划，在早期设计阶段纳入所需材料。

障碍/限制因素

- 真正的制约因素主要与各种纳米技术的推出和可用性有关，因为研究和开发是一个漫长的过程，在某些纳米技术商业化之前需要进行大量的测试。

建筑生命周期内的应用

规划/设计

施工

调试

运行和维护

拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度

新建和既有建筑



新建建筑

由于在应用纳米涂层方面几乎没有困难，所以实施起来相对容易。

既有建筑

易于在既有建筑中应用。例如 TiO₂ 涂层的应用也可以应用于室内，例如墙壁、地板、地毯等。有助减少空气污染物及改善空气质量。

**此指示仅适用于用于清洁功能的自我清洁、抗菌涂层*

成本信息

资本支出

纳米玻璃涂层的成本为每平方米 400 至 2500 港元。

价格根据涂层的数量、产品质量和涂抹器而有所不同。

备注 (如有)

上述成本信息基于 2020 年的数据，仅供参考

D.3 自动化废物收集系统



概述

从建筑每一层收集的垃圾被吸入到一个大型（直径 400-600 毫米）的管道网络中，然后进入一个中央设施。风机在气动管道中产生负压，导致以 70 公里/小时的速度输送废物。

该系统实现了对废物消耗的自动监控，从而减少了这项服务所需的资源和时间。

对于全自动系统，一旦废物到达设施，就会自动进行分离和回收、燃烧发电或深埋地下。自动废物循环也可以促进「闭环」的循环经济概念，以协助建筑物在未来变得更可持续和弹性。

然而，该系统具有大的空间要求，因此仅限于社区或地区的智慧建筑，而不是用于单个建筑。

气味泄漏可能是该系统实施过程中遇到的一个问题。可以缓解该问题技术应用的一个示例是喷雾系统排放反应物（与精油、植物化合物和饮用水混合），将气味化合物转化为非挥发性化合物。

此外，鼓励就废物分类和系统使用进行适当的培训和交流，以避免卫生问题，并确保正确使用该系统。

优势



降低环境影响

减少通常与废物收集车辆相关的污染。废物收集车辆不需要从不同的建筑物/场所收集废物，因为它们自动进入居民区中央设施的大型管道网络。



提高住户福祉

废物收集系统的使用消除了废物收集车辆引发事故的风险，从而提高了安全性。



提高运行效率

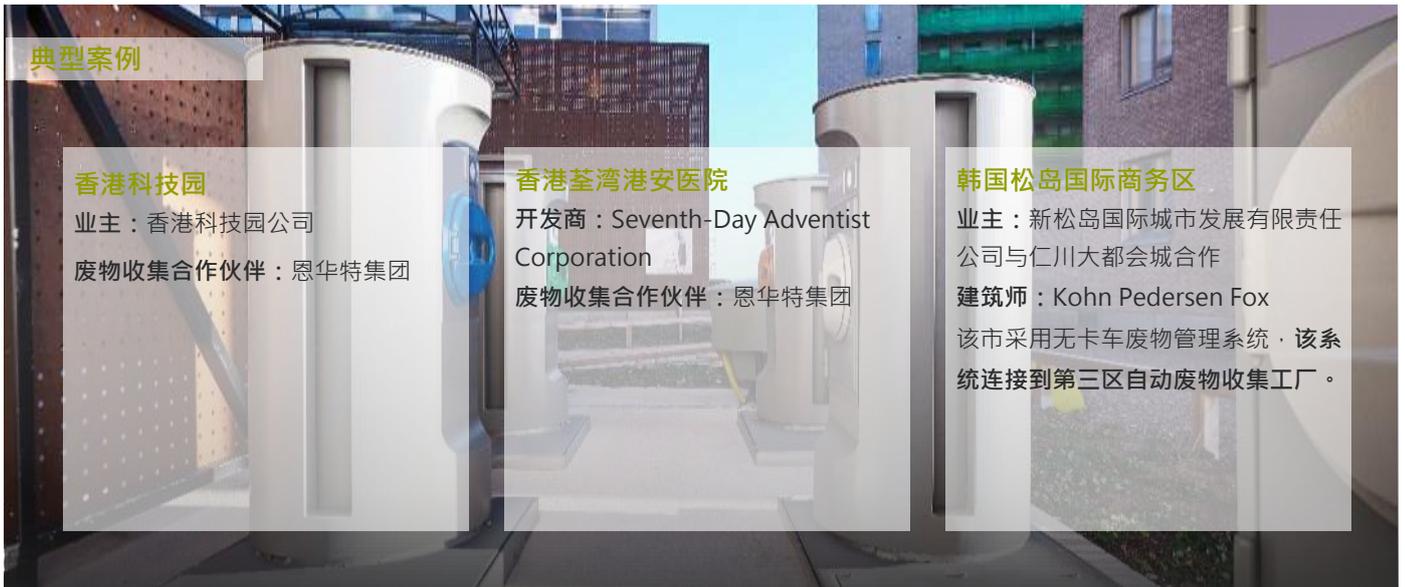
由于管道与所有建筑物相连，因此无需使用街角垃圾桶或废物收集车/车辆。这减少了传统垃圾箱的气味，改善了居住环境，美化了区域。



实现成本节约

可减少维护的运营支出，使员工能够专注于面向客户的体验。

D.3 自动废物收集系统



典型案例

香港科技园

业主：香港科技园公司

废物收集合作伙伴：恩华特集团

香港荃湾港安医院

开发商：Seventh-Day Adventist Corporation

废物收集合作伙伴：恩华特集团

韩国松岛国际商务区

业主：新松岛国际城市发展有限责任公司与仁川大都会城合作

建筑师：Kohn Pedersen Fox

该市采用无卡车废物管理系统，该系统连接到第三区自动废物收集工厂。

技术要求

- 通常情况下，该系统不需要计算机或软件来执行控制和监控功能。通过在不同位置的设备控制面板上安装带有控制程序的可编程逻辑控制器（PLC）达到此目的。
- 如果需要监测控制和数据采集（SCADA）功能，则必须安装带有监测控制和数据采集（SCADA）程序（由供应商提供）的标准计算机控制该系统。如果需要额外的功能，供应商应提供带有适当软件的电脑。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 物理基础设施：废物入口和管道（直径 400-600 毫米）网络。
- 还需要较大的物理空间。

障碍/限制因素

- 通常要求系统供应商遵循总体施工方案。整个规划、设计和施工过程通常需要 2.5 至 3 年。
- 下游需要足够的回收设施来运输、管理和处理废物。
- 与该系统相关的高成本也可能成为实施的障碍。

建筑生命周期内的应用

规划/设计

施工

调试

运行和维护

拆除

建筑类型

新建建筑

既有建筑



实施的难易程度

新建建筑 既有建筑



新建建筑

由于大的空间要求和潜在的卫生问题、与系统相关的高成本，实施具有挑战性。

既有建筑

对于既有建筑而言，在现场安装完整的自动化系统特别具有挑战性，尤其是覆盖建筑物的所有楼层。然而，一个缩小的系统可能仍然对业主有利，尤其是对于在场地内具有多个建筑物的大型地产。

成本信息

资本支出

10 年前的安装费用为每台 6,000 港元。2018 年，经通货膨胀调整后的价格为 9,000 港元。

运营支出

对于一个正常规模的系统，运行和维护费用从每月 35,000 到 80,000 港元不等，包括每天 8 小时待命的技术员的工资。

备注（如有）

除非另有规定，否则上述成本信息基于 2020 年的数据，仅供参考

*不包括电费

鼓励使用创新技术来加强建筑物内节水。

集成智慧水管理

E.1 智慧水表和监测

采用节水系统及设备

E.2 高效节水装置和系统控制

E.3 灰水再利用与雨水收集

E.4 智慧灌溉



E.1 智慧水表和监测



概述

香港在楼宇发展的过程中，应该考虑采用水务署 (WSD) 的智慧水网管理措施，包括推行自动仪表读数 (AMR)、在线水质监测和漏水检测（更适用于地区层面）。

建筑物内的智慧水表有助于测量用户和区域（例如冷却塔、洗手间、厨房等）的用水量、泄漏检测和质量监测，这些对于设施管理和推动可持续发展举措至关重要。

智慧水表可以监测和传递建筑内部以及社区的信息，提供实时的用水数量和质量信息。

以下是与智慧水表相关的最新标准/认证清单，供参考：

- 美国采暖、制冷与空调工程师协会 (ASHRAE) (2017) 标准 189.1 - 高性能绿色建筑设计标准
- 水务署 (WSD) (2017) 标准规范 E-89-01 自动仪表读数分站

优势



降低环境影响

这种水表可通过互联网和移动应用程序及时提供用水信息和模式，促进节约用水。

可分析每日/每小时或每分钟的用水模式的实际变化，发现泄漏和异常使用问题。



提高用户福祉

水表可以发出危险信号，立即检测由于水污染（例如饮用水中的高铅污染）而影响健康风险的水质问题。



提高运行效率

提高了抄表效率（例如自动抄表和减少人为错误）。检测可能导致建筑服务系统停机的异常用水量（例如管道渗漏），最终降低运行中断的机率。



实现成本节约

由于可早期检测到泄漏和异常用水问题，从而实现节水和节省运营成本的目标。

E.1 智慧水表和监测

典型案例

加拿大安大略省渥太华宪法广场

开发商：牛津地产集团
 业主：Greystone Managed Investments、Canderel and Canstone Realty Advisors
 建筑商：Tolchinsky & Goodz Architects
 LEED 顾问：Halsall & Associates
 机械工程师：McKee Engineering

香港元洲村

开发商：香港房屋委员会
 水务署自动抄表试验的一部分

香港祥龙围邨

开发商：香港房屋委员会
 水务署自动抄表试验的一部分

技术要求

- 通过可接受协议和网络进行有线/无线连接，记录和存储仪表读数并传输数据。需要考虑数据速率、功耗、传输范围等参数。
- 如果仪表安装在偏远或无法接近的位置，或无法随时获得电源，可能需要安装内部水力发电设备。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 确定主要用水者和管理的关键参数（例如泄漏和消耗监测的流速以及饮用水的水质）。水表应部署在重要位置。
- 水表的具体设计应符合水务署的自动读表系统分站供应和安装标准要求。

障碍/限制因素

- 传统上来说，水表为公用设施企业所有，这些企业也承担着维护电表的义务。
- 与数据共享有关的隐私问题。

建筑生命周期内的应用

规划/设计

施工

调试

运行和维护

拆除

建筑类型

新建建筑

既有建筑



实施的难易程度

新建建筑 既有建筑



新建建筑

基本要求适用于水务署自动抄表试验计划，该计划可从新设计中纳入。
 建筑物内的详细计量可从系统设计开始就纳入。

既有建筑

基本要求适用于水务署的自动仪表读数计划，该计划应易于与小规模改造工作相结合。
 应仔细规划和管理建筑物内的详细计量，根据使用年限和条件，现有水系统的风险较高。

成本信息

资本支出

超声波流量计的价格为每件 6,000 至 10,000 港元。
 PH 值和水分析表的价格为每件 2,000 至 3,000 港元。*

备注 (如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

*不包括与安装相关的任何布线或人工成本

E.2 高效节水装置和系统控制



概述

节约用水策略中包含的解决方案，主要用于减少设施和集中建筑服务中的城市供水量。

便利设施策略所涵盖的产品包括：高效淋浴头、运动感应小便器、双冲水马桶、节水马桶（每次冲水 6 升）、低流量水龙头、节水洗碗机和洗衣机，以及通过运动检测器或门传感器关闭供水。目前的最新技术使用了先进的传感器，可根据用户在马桶上坐着的时间长度改变冲洗量，改进双冲洗性能。用户行为也是采用这些策略的关键。例如，用户在处理液体废物时，只有按下减少冲水的按钮，才能获得双冲水马桶的预期效益，避免不必要的冲水。用户应参考已达到行业标准或标签的节水解决方案，例如用水效益标签计划 (WELS)。

集中建筑服务的策略中，包括通过总溶解固体控制冷却塔补水、通过总溶解固体控制锅炉排污、蒸汽冷凝液再利用和蒸汽疏水器维护。

通过安装节水装置，例如节水水龙头、厕所/盥洗室设备、小便器、淋浴和洗衣机，在新建政府大楼中持续提倡节约用水。在可能和适用的情况下，既有建筑物也开始进行此类装置的改造。

以下是与节水装置相关的最新标准/认证清单，供参考：

- 美国采暖、制冷与空调工程师协会 (ASHRAE) (2017) 标准 189.1 - 高性能绿色建筑设计标准
- 水务署 (WSD) (2020 年)。建议在政府项目中使用的节水/节水装置的详细指南和示例
- 水务署 (WSD) - 自愿参与用水效益标签计划

优势



降低环境影响

减少用水，即可减少处理压力，向家庭、企业、农场和社区输送所需的能源，反过来有助于减少污染和节省燃料资源。



实现成本节约

节水策略降低了水和废水处理成本，也可以减少处理、泵送和加热水所使用的能量。

E.2 高效节水装置和系统控制

典型案例

中国前海周大福金融中心

开发商：新世界中国地产有限公司

美国旧金山 Salesforce Tower

业主：太古汇（广州）发展有限公司

开发商：广州大洋地产、太古地产有限公司

建筑商：Arquitectonica、广州设计院

机电工程师：Meinhardt

香港零碳天地

业主：建筑业议会

建筑师：吕元祥建筑师事务（香港）有限公司

项目经理：艾奕康有限公司

机电工程师/电脑软件工程师：奥雅纳工程顾问香港有限公司

主要承包商：金门建筑有限公司

技术要求

- 操作智慧设备（例如低流量水龙头和淋浴头）所需的传感器、动态感应小便池是一项关键技术要求。
- 根据制造商评级的详细列表以及提高水效率产品（例如水务署提供的自愿参与用水效益标签计划）使用便利设施。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 用于集中建筑服务（例如冷却塔、锅炉等）的设计控制遵循行业标准，如美国采暖、制冷与空调建筑师协会（ASHRAE）和英国皇家注册建筑设备工程师学会（CIBSE）。

障碍/限制因素

- 在实施节水策略方面没有重大障碍/制约因素。

建筑生命周期内的应用

规划/设计

施工

调试

运行和维护

拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

在设计阶段，相对容易作为集中建筑服务控制的一部分。

既有建筑

通常涉及设施的改造工程或集中式建筑服务控制的安装/升级工程。

成本信息

资本支出

相关设备费用如下：

- 水龙头*：4,500-8,000 港元
- 厕所感应器：8,000-10,000 港元
- 双冲水马桶：4,000-33,000 港元
- 低流量小便池：5,000-10,000 港元
- 小便池感应器：2,000-3,000 港元

备注（如有）

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考
上述数字以港元为基础

*配有传感器控制，并由水力发电机自供电

E.3 灰水再利用与雨水收集



概述

目前有多种策略可帮助减少公共供水的使用，促进水资源的再利用，包括通过建筑收集系统或路面上的多孔沥青收集雨水，从浴室、洗脸盆和厨房水槽中回收灰水，将空调冷凝水回收用于非饮用水，例如灌溉、厕所冲洗、锅炉和冷却塔补水、减少热量、街道清洁、水景等。

灰水再利用和雨水收集系统的设计，应确保废水用于恰当的用途，不会对健康造成不当风险。在储存和处理系统的设计过程中，必须遵守水务署关于灰水再利用和雨水收集的技术规范（2015），避免微生物生长和细菌繁殖，确保处理后的污水符合规范中规定的水质标准。有几种类型的处理方法，最常见的是氯化、煮沸、过滤和暴露于紫外线或自然阳光下。定期检查和清洁集水区、排水沟、过滤器和水箱，减少污染的可能性同样至关重要。

目前也有很多新兴技术可帮助节省水加热的能源，例如即时循环的闭环淋浴。

以下是与灰水再利用和雨水收集有关的最新标准/认证清单，供参考：

- 美国采暖、制冷与空调工程师协会 (ASHRAE) (2017) 高性能绿色建筑设计标准
- 水务署 (WSD) (2015) 灰水再利用和雨水收集技术规范，第 1 版

优势



降低环境影响

- 水的再利用和再循环等战略，有助于应对气候变化和淡水需求增加的挑战。应探索不易受气候变化影响的水源替代品。
- 这也有助于减少向环境排放的废水。



提高运行效率

减少公用设施对饮用水的使用，通过水处理和抽水减少能源的使用。



实现成本节约

减少公用设施供水的用水量可能还会实现成本节约，有助于降低管理费用。

E.3 灰水再利用与雨水收集

典型案例

香港零碳天地

业主：建造业议会
 建筑商：吕元祥建筑师事务（香港）有限公司
 项目经理：艾奕康有限公司
 机电工程师/电脑软件工程师：奥雅纳工程顾问香港有限公司
 主要承包商：金门建筑有限公司

美国旧金山 Salesforce Tower

业主/开发商：汉斯有限合伙公司、波士顿物产公司
 建筑商：Pelli Clarke Pelli Architects、Kendall/Heaton Associates
 结构工程师：Magnusson Klemencic Associates
 机电工程师：科进集团

香港机电工程署 (EMSD) 总部

开发商/业主/设施管理：机电工程署
 建筑商/规划师：BLEND Architecture Limited
 项目经理：机电工程署
 可持续设计顾问：奥雅纳工程顾问香港有限公司
 环境顾问：BS Consultants、Langan Engineering

技术要求

- 实施再利用和回收策略所需的传感器，是一项关键的技术要求。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 根据水再利用和回收策略，它可能会影响建筑、供水示意图、管道和排水示意图、暖通空调设备设计和控制、以及卫生间和厨房用具设计，因此需要结合建筑的所有方面进行综合设计。

障碍/限制因素

- 安装水再利用和回收设施可能会遇到空间限制（例如，可能没有足够的空间在屋顶安装水箱，特别是对于既有建筑而言）

建筑生命周期内的应用

规划/设计

施工

调试

运行和维护

拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

如果能在设计阶段考虑并纳入相关设施，在新建建筑中实施相对更容易。

既有建筑

既有建筑的挑战比较大，因为在屋顶安装水箱需要大量空间。

成本信息

资本支出

英国一个普通规模的家庭住宅，雨水收集系统的设备成本可能在 2,000 至 3,000 英镑之间（相当于 20,500 至 30,800 港元）。

备注（如有）

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

E.4 智慧灌溉



概述

智慧灌溉系统可自动调整浇水时间表和运行时间，能满足大规模景观需求（例如住宅开发中的大型公园）。不同于采用预设编程时间表和定时器的传统灌溉控制器，这些控制器可显著提高室外用水效率，可监控天气、土壤条件、蒸发和植物用水，从而根据现场实际情况自动调整浇水时间表，减少总用水量。

智慧灌溉设备应安装在适当的位置，因为系统经常暴露在室外，因此其位置需要尽量减少意外损坏或故意破坏的可能性。可安装混凝土垫和笼子保护设备。

优势



降低环境影响

减少公用设施的室外用水，也能减少水处理和泵送的能源使用，在节水的同时降低对整体环境的影响。



提高运行效率

提高仪表读取效率（例如，自动读取水表和减少人为错误）。检测可能导致建筑服务系统停机的异常用水量（例如管道泄漏），最终降低运行中断的风险。



实现成本节约

室外用水量几乎减少了 50%，节约成本。

E.4 智慧灌溉

典型案例

中国前海周大福金融中心

开发商：新世界中国地产有限公司

伦敦水晶大厦

开发商/业主：西门子子公司
 建筑商：威尔金森·艾尔建筑事务所、帕金斯威尔建筑设计事务所
 总承包商：ISG
 项目经理：特纳唐逊

美国北卡罗来纳州夏洛特 Duke Energy Center

业主：富国银行集团
 开发商：富国银行集团、Childress Klein
 项目经理：Childress Klein
 建筑商：tvsdesign

技术要求

- 在两种智慧灌溉控制器之间进行选择：基于天气控制器和现场土壤湿度传感器。
- 基于天气的控制器使用本地天气数据调整灌溉计划，它们会收集当地的天气信息，据此进行灌溉运行时间调整，确保景观获得适当的灌溉。
- 基于土壤湿度的传感器的智慧灌溉控制器会测量土壤水分含量。当埋在草皮、树木或灌木的根区时，传感器会准确确定土壤中的水分含量，将该读数传送给控制器。
- 移动应用程序可实现对灌溉系统的远程控制。

IOT AI ML BT 5G DV BD

设计要求

- 无具体设计要求。

障碍/限制因素

- 无特定障碍/限制因素。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 操作与维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度

新建建筑 既有建筑



新建建筑

在新建建筑中实施相对容易。应考虑安装带传感器和控制器的专有系统。

既有建筑

由于需要将传感器和控制器与既有系统和景观相结合，这项工作投入巨大，对于既有建筑来说，实施更加困难。

成本信息

资本支出

如果是一栋 100,000 平方英尺的办公大楼，一个商业水监测和控制器系统的成本约为 54,000 至 93,000 港元。

备注 (如有)

上述成本信息根据 2020 年的所得，仅供参考



创新方法促进绿色交通和移动模式，减少碳足迹。

建筑及其周围建筑环境内的智慧移动策略，以高效/环保的方式使用空间和资源。

F.1 智慧绿色停车

F.2 智能人流管控

F.3 自动驾驶车辆

F.1 智慧绿色停车



概述

智慧停车包括使用自动停车应用程序和技术来有效地管理建筑物内的停车位。特点包括：

- 水平/垂直自动停车系统，可优化停车位的空间利用，并通过帮助驾驶员自动停车提高用户便利性；
- 通过安装占用传感器实时跟踪停车位可用性，并在智能手机应用程序中显示，方便用户使用；
- 通过智能手机应用程序管理停车选项，其中包括各种功能，以增强用户体验，例如预先预订停车位以最大限度地减少车辆搜索空位、付费、自动车辆检索，以及提供有关电动汽车充电站实时位置和状态的信息；
- 近场通信 (NFC) 或无线射频识别 (RFID) 技术也可集成到整个停车系统中，以提高运行效率和用户便利性。

此外，采用电动车充电站为电动车和插电式混合动力汽车 (PHEV) 充电的趋势也越来越明显。

在街边停车方面，政府自 2021 年初以来一直在推出街边智慧停车收费表，作为其最新的智慧交通举措之一。功能包括非接触式支付、使用传感器实时提供停车位，以及支持具有远程支付功能的移动应用程序「HkeMeter」。

优势



降低环境影响

减少导航和行驶时间以此降低汽车气体排放及化石燃料的消耗，从而减少污染。

在停车场指定位置提供快速充电站及收费表，以此鼓励使用更环保的可持续的电动车辆。



提高住户福祉

使用机器人寻找停车场和智慧停车系统，可减少污染和气体的排放。这将改善室内和室外空气质量，并有助于改善用户健康。



提高运行效率

由于无需人手处理，自动停车系统可帮助实现大约 50% 的额外停车位，并改善停车位的设计和维修保养。此外，通过智能手机应用程序的车位预约和使用控制有助于反应司机对停车位的需求，并控制空置车位的使用。



实现成本节约

使用智慧水平和垂直停车系统提供更多停车空间。

F.1 智慧绿色停车

典型案例

中国北京大兴国际机场

开发商/业主：北京新机场建设指挥部
 建筑商：扎哈·哈迪德建筑事务所、ADPI Ingeni é rie
 停车场运营商：首钢基金 S-park
 绿色技术顾问：北京清华同衡规划设计研究院

德国杜塞尔多夫机场

业主：Federal state capital Dusseldorf and Flughafen Dusseldorf GmbH
 承包商：Philip Holzmann、Hochtief、Bilfinger 和 Berger
 停车基础设施提供商：serva 与慕尼黑设计机构 lumod 合作

以色列英特尔 PTK1 开发中心

开发商：英特尔
 承包商：Afccon Holdings
 建筑商：达根·莫奇里

技术要求

- 使用智能手机应用程序，可以预订车位、支付费用，并可获得电子票据。通过使用该程序，还可以自定取车时间，以及查看停车场及其周围环境的地图。此技术还可以配合既有应用程序和系统使用。
- 通过三维激光扫描对汽车进行测量，机器人在接近过程中根据汽车的大小进行调整并取车。中转站配有自动驾驶助手、值机栏、360°摄像头系统以及车牌识别功能，可自动识别注册客户。还需要一个控制中心来集中协调操作。

IOT AI ML BT 5G DV BD

设计要求

- 典型的垂直停车系统需要 3.5 - 4.4 米高的地板。在设计中需要一个大约 4x7 米的宽敞转运站，在那里用叉车或机器人将汽车吊起。每 100 个停车场需要 3-4 个转运站和机器人。每 40 个停车位占用 709 平方米的空间，包括机器人车道。

障碍/限制因素

- 安装智慧停车设施需经过严格的法定程序，例如屋宇署、运输署的批文、租约修改以及第 12 条和/或第 16 条规划申请。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度

新建建筑

既有建筑



新建建筑

由于可从初始设计阶段开始进行规划，因此在新开发项目中安装和规划智慧停车系统相对容易。

现有建筑

这对既有建筑来说更具挑战性，因为这种解决方案需要最低高度要求，这在既有建筑物中可能很难实现。

成本信息

资本支出

一个有 900 个车位的停车场成本通常为 1.6 亿港元（每个车位 18 万港元）。

运营支出

每个车位每月的维护费用在 155 至 195 港元之间。

备注（如有）

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

F.2 智能人流管控



概述

智能人流管控旨在创造从前门到目的地的无缝用户体验。通过使用物联网、人工智能和其他先进技术，智能人流管控可让电梯和门能够做到以下几点：

- 预测呼叫输入：根据之前的时间和日期使用模式，每位居住者都可以从他或她最常选择的目的地列表中进行选择。
- 自动呼叫进入：每个电梯终端都配备有无线射频识别 (RFID) 传感器，当居住者扫描预先编程的无线射频识别 (RFID) 卡时，系统可以验证居住者的身份，并自动呼叫电梯将该人运送到授权楼层/要求的目的地。
- 情境操作：在大厅上方的楼层上，可对显示器进行编程，以仅显示与这些楼层的居住者相关的楼层。
- 通过智能手机操作：对于个人出行，智能手机应用程序可以控制建筑物的门，并允许用户自动呼叫电梯，将他们送到目的地，免去携带实体钥匙的需要。

优势



降低环境影响

智能人流管控可以提供一种智慧降低电梯能耗的方式，将不需要的电梯置于低能耗状态，由于减少了电梯的运行次数和改善了电梯的平衡性，从而节约了能源。



提高住户福祉

智能人流管控可通过智能手机应用程序连接楼宇通道、电梯和对讲系统（供房主和租户使用），让楼宇用户感到更方便、舒适和安全。楼宇用户将获得更好的乘坐体验，并可在建筑物内畅通行走。



提高运行效率

提高电梯的生产力，并以最有效的方式管理乘客流量。即使在交通繁忙的情况下，该系统也将以最优化的方式操作电梯组，从而改善人流。该系统的等待时间和到达目标楼层的时间以及处理能力可以提高 50%。



实现成本节约

智能人流管控技术可以降低能耗，降低能源成本。随着电梯行程次数的减少，一天中节省的能量相当可观。

F.2 智能人流管控

典型案例

深圳腾讯总部

业主：腾讯科技有限公司
 建筑方：NBBJ、同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司、深圳市同济人建筑设计有限公司
 电梯供应商：迅达
 总包单位：中国建筑第二工程局有限公司

荷兰阿姆斯特丹 A'DAM

开发商：Lingotto、Sander Groet、Duncan Stutterheim、Hans Brouwer
 电梯供应商：通力
 建筑商：Felix Claus en Dick Van Wageningen Architecten、Oever Zaaijer & Partners

美国北卡罗来纳州 Capital Bank Plaza

建筑商：G.Milton Small、Emery Roth & Sons
 电梯供应商：迅达电梯有限公司

技术要求

- 需要软件和硬件。软件是门禁功能、电梯相关功能、楼门界面和管理工具的必要条件。所需硬件为无线射频识别 (RFID) 读卡器和采用触摸屏的目标楼层操作面板。
- 智能手机应用程序也可用于实现个人出行。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 无具体设计要求。

障碍/限制因素

- 无特定障碍/限制因素。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

如果在初始设计阶段进行充分的规划，在新建建筑中实施智能人流管控相当容易。

既有建筑

由于该解决方案对于每个建筑都是独特的，因此可能具有一定的挑战性，需要进行研究以确定建筑的需求。可能需要对既有结构进行改造。

成本信息

资本支出

智慧电梯的安装费用从 500,700 港元至 600,000 港元不等，取决于位置和现场环境。

备注 (如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考

F.3 自动驾驶车辆



概述

自动驾驶车辆是用于公共交通的小型车辆，行驶距离短至中等。自动驾驶车辆的尺寸通常适合个人或小型团体出行，通常每辆车的载客量不超过 10 人。车辆按需求，允许快速的点对点旅行，绕过所有不必要的车站。自动驾驶车辆可以单独使用或附加使用（相同的目的地或路线），具体取决于所用车辆的设计。

自动驾驶车辆由电力驱动，在等待使用时可在固定充电点充电。

为了实施自动驾驶车辆，需要具有专用车道的指定区域（例如大型社区/开发区域）。

优势



降低环境影响

自动驾驶车辆不需要使用化石燃料，是一种清洁的运输方式。它们降低了能耗，并且通过重新设计的电脑系统选择最省油的路线，行驶速度更快。



提高住户福祉

无人驾驶车辆的使用可显著降低人类造成的潜在事故，从而成为更安全、更可靠的交通模式。



提高运行效率

自动驾驶车辆可以提供快速的点对点交通，并可以取代通常由大型开发项目运营的穿梭巴士服务。



实现成本节约

通过采用自动驾驶车辆，可以减少体力劳动和取消班车服务，从而实现潜在的成本节约。

F.3 自动驾驶车辆



典型案例

香港西九文化区

业主：西九文化区管理局
自动驾驶车辆供应商：NAVYA

阿布扎比马斯达尔城

开发商：马斯达尔为阿布扎比穆巴达拉发展公司的附属公司
自动驾驶车辆供应商：NAVYA

新加坡南洋理工大学

自动驾驶车辆供应商：新加坡南洋理工大学和沃尔沃与陆路交通管理局合作

技术要求

- 通常情况下，自动驾驶车辆具有以下特点：
 - 探测物体的光探测和测距 (LIDAR) 传感器
 - 用于检测物件的摄像头
 - 全球定位系统导航
 - 用户界面的智能手机应用程序，例如按需预订自动驾驶车辆

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

设计要求

- 自动驾驶车辆的尺寸不同，但通常宽度为 2 至 2.2 米。这要求车辆的车道宽度至少为 4.5 米，这意味着双向交通为 9 米。最小转弯半径为 4.5-5 米。
- 至于停车，需要空间容纳自动驾驶车辆过夜、进行维护、清洁和对电池进行充电/更换。可以使用盒式系统，这意味着一个蓄电池正在充电，另一个正在车辆中使用。通常情况下，自动驾驶车辆为 2×4-6 米，因此一辆车需要大约 11 平方米。

障碍/限制因素

- 目前正在制定关于自动驾驶车辆的法规。运输署目前会就自动驾驶车辆的个案，批出试验计划。因此，同样出于安全考虑，试点试验到可能是一个漫长的过程。
- 然而，根据现行的《香港智慧城市蓝图》，自动驾驶车辆已被确定为优先举措，并提供了有关申请相关许可证和试验的指导说明，包括运输署关于自动驾驶车辆试验的指导说明（2019 年 12 月）。

建筑生命周期内的应用

规划/设计 施工 调试 运行和维护 拆除

建筑类型

新建建筑



既有建筑



实施的难易程度



新建建筑

如果在设计阶段规划了专用车道和足够的空间，则实施起来会比较容易。

既有建筑

在既有开发项目中实施更具挑战性，因为需要足够的空间，因此需要改变总体规划。

成本信息

资本支出

一辆可乘坐 15 人的自动驾驶汽车的单位成本约为 200 万港元。然而，这取决于乘坐人数和产品供应商。

运营支出

一辆可容纳 15 人的自动驾驶汽车的维护成本约为每月 84,000 港元。然而，这取决于所需的容量和营运商。

备注 (如有)

上述成本信息根据 2020 年数据所得，仅供参考



参考资料和 补充读物

Arcadis. (2019). *Digital Twin Whitepaper*.

Asia Business Council. *Project: Ocean Financial Centre*. Available at:
https://www.asiabusinesscouncil.org/docs/BEE/GBCS/GBCS_OceanFinancial.pdf

Asia Business Council. *Project: Zero Carbon Building*. Available at:
https://www.asiabusinesscouncil.org/docs/BEE/GBCS/GBCS_ZeroCarbon.pdf

Autodesk. (2019). *Autodesk Hong Kong BIM Awards 2019 Honorable Mentions: The first completed project using EMSD BIM-AM Standard in whole BIM life-cycle*. Available at:
<https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/hk-bim-awards-site-project/2019/honorable-mention-2.pdf>

BP Installations. *Leadenhall Building*. Available at: <https://www.bpinstallations.co.uk/leadenhall-building/>

Bratton, J. (2009). Making the Transition from CAD to BIM, *EC&M*. Available at:
<https://www.ecmweb.com/design/article/20894186/making-the-transition-from-cad-to-bim>

Building Research Establishment Ltd. (2019). *Bloomberg London: One of the world's highest BREEAM-rated major office buildings*. Available at: <https://www.breeam.com/case-studies/offices/bloomberg-london/>

Busch, R. (2012). *A Landmark Global Urban Sustainability Centre*, *Green Building + Architecture*. Available at: <http://gbplusamag.com/the-crystal/>

Business Environment Council. (2019). *Energy Efficient Retrofits Guide: HVAC – Chiller Plants*. Hong Kong SAR.

Business Environment Council. (2017). *Energy Efficient Retrofits Guide*. Hong Kong SAR.

Canada Green Building Council. (2015). *Case Studies: Constitution Square*. Available at:
https://www.cagbc.org/Archives/EN/CaGBC_Green_Building_Case_Studies/Constitution_Square.aspx

CBRE. (2020). *Guiding the World's Smartest Building*. Available at:
https://www.cbre.com/~/_media/files/2017/client-advantage-pdf-files/CBRE_The%20Edge%20Case%20Study.pdf

Construction Industry Council. (2019). *AIM – Archaeological Information Modeling Unveil the Covered Remnants through BIM*. Available at: https://www.bim.cic.hk/en/bim_showcases/successful_projects_detail/13?back=%2Fen%2Fbim_showcases%2Fsuccessful_projects

Construction Industry Council. (2019). *CIC-Zero Carbon Park – Integration of BIM-AM with IoT*. Available at: https://www.bim.cic.hk/zh-hant/bim_showcases/successful_projects_detail/9?back=%2Fzh-hant%2Fbim_showcases%2Fsuccessful_projects

Construction Industry Council. (2019). *The Town Plaza Urban Design Study for the Establishment of the Kwu Tung North, New Development Area*. Available at: https://www.bim.cic.hk/zh-hant/bim_showcases/successful_projects_detail/12?back=%2Fzh-hant%2Fbim_showcases%2Fsuccessful_projects

Construction Industry Council. *Zero Carbon Design*. Available at: <https://zcp.cic.hk/eng/story-of-zcb>

Construction Industry Council. *Zero Carbon Park's Design Strategies*. Available at: <https://zcp.cic.hk/eng/landscaping-microclimate-and-water-systems>

Dexter A. and Pakanen, J. (2001). *Demonstrating Automated Fault Detection and Diagnosis Methods in Real Buildings*. Available at: https://iea-ebc.org/Data/publications/EBC_Annex_34_VTT_Symposium_217.pdf

European Association for Storage of Energy. (2018). *Sodium-Sulphur (NaS) Battery: Electrochemical Energy Storage*. Available at: https://ease-storage.eu/wp-content/uploads/2018/09/2018.07_EASE_Technology-Description_NaS.pdf

Flynn, P. (2018). *A New Sustainability Milestone: Innovative Water Recycling System in Salesforce Tower*. Available at: <http://answers.salesforce.com/blog/2018/01/salesforce-tower-innovative-water-recycling-system.html>

FM:Systems. (2020). *Indoor Air Quality Considerations (IAQ) During COVID-19*. Available at: <https://fmsystems.com/blog/indoor-air-quality-considerations-iaq-during-covid-19/>

Henderson Land Development. (2012). *Annual Report 2012*. Available at: https://www.caringcompany.org.hk/doc/Sustainability_Report/R0051_en.pdf

Hong Kong Green Building Council. *Case study: China Resources Group Headquarter Complex*. Available at: <http://bpp.hkgbc.org.hk/case1.php?serial=11>

Hong Kong Green Building Council. *Case Study: Standard Chartered Bank Building*. Available at: <http://bpp.hkgbc.org.hk/case1.php?serial=16>

Hong Kong Green Building Council. (2018). *HKGBC Guidebook on Urban Microclimate Study*. Available at: https://www.hkgbc.org.hk/eng/engagement/file/UMC_Guidebook_amended_reduced.pdf

The Government of HKSAR. Buildings Department. (2009). *Ventilation of Common Corridors and Lift Lobbies in Buildings*. Available at: <https://www.bd.gov.hk/doc/en/resources/codes-and-references/practice-notes-and-circular-letters/pnap/ADV/ADV026.pdf>

The Government of HKSAR. Hong Kong Housing Authority. (2020). *Eco-design and Construction: Saving Water*. Available at: <https://www.housingauthority.gov.hk/mini-site/greenliving/en/common/saving-water.html>

- The Government of HKSAR. (2021). *Sustainable Buildings: Green Buildings*. Available at: <https://www.gov.hk/en/residents/environment/sustainable/buildings.htm>
- The Government of HKSAR. Electrical and Mechanical Services Department. (2019). *Small Wind Turbine*. Available at: https://re.emsd.gov.hk/english/wind/small/small_ep.html
- The Government of HKSAR. Electrical and Mechanical Services Department. (2019). *Solar Photovoltaic*. Available at: https://re.emsd.gov.hk/english/solar/solar_ph/solar_ph_ep.html
- The Government of HKSAR. Innovation and Technology Bureau. (2020). *Hong Kong Smart City Blueprint 2.0*. Available at: [https://www.smartcity.gov.hk/modules/custom/custom_global_js_css/assets/files/HKSmartCityBlueprint\(ENG\)v2.pdf](https://www.smartcity.gov.hk/modules/custom/custom_global_js_css/assets/files/HKSmartCityBlueprint(ENG)v2.pdf)
- The Government of HKSAR. Legislative Council Panel on Development. (2018). *Development Automatic Meter Reading for Water Supplies in Hong Kong*. Available at: <https://www.legco.gov.hk/yr17-18/english/panels/dev/papers/dev20180626cb1-1133-9-e.pdf>
- The Government of HKSAR. Office of the Government Chief Information Officer. (2020). *Annual Open Data Plans*. Available at: https://www.ogcio.gov.hk/en/about_us/annual_open_data_plans/
- The Government of HKSAR. Planning Department. (2016). *Hong Kong 2030+: A Smart, Green and Resilient City Strategy*. Available at: https://www.hk2030plus.hk/document/Hong%20Kong%202030+%20A%20SGR%20City%20Strategy_Eng.pdf
- The Government of HKSAR. Police Force. (2021). *Cyber Security and Technology Crime*. Available at: [https://www.police.gov.hk/ppp_en/04_crime_matters/tcd/index.html#:~:text=The%20Cyber%20Security%20and%20Technology%20Crime%20Bureau%20\(CSTCB\),Police%20Force%20is%20committed](https://www.police.gov.hk/ppp_en/04_crime_matters/tcd/index.html#:~:text=The%20Cyber%20Security%20and%20Technology%20Crime%20Bureau%20(CSTCB),Police%20Force%20is%20committed)
- Hydropoint. *LEED Platinum Research Campus Chooses WeatherTRAK to Achieve Sustainability Goals*. Available at: <https://www.hydropoint.com/customers/commercial-properties/hanover-page-mill/>
- Johnson Controls. (2016). *Case Study: Arandell*. Available at: https://www.johnsoncontrols.com/-/media/jci/insights/2016/be/files/be_cs_arandell.pdf?la=en&hash=218664B66F4B4F72E22D9%20BE3798AC15F57D71479
- Lukens, S.. *A Digital Twin Approach for Designing Cost-effective Maintenance Strategies*, GE Digital. Available at: <https://www.ge.com/digital/blog/digital-twin-approach-designing-cost-effective-maintenance-strategies>
- Lundstrom, C.E. (2010). *Best Practices in Existing Building Commissioning*. Available at: https://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/fupwg_fall10_lundstrom.pdf
- Marr, B. (2018). *The Key Definitions Of Artificial Intelligence (AI) That Explain Its Importance*. Forbes. Available at: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/02/14/the-key-definitions-of-artificial-intelligence-ai-that-explain-its-importance/#35dfbe6f4f5d>
- New Buildings Institute. *Radiant Cooling and Heating Systems Case Study: Port of Portland Headquarters*.
- Ni, M. (2014). *Smart Grid Development in China*. Available at: http://site.ieee.org/isgt2014/files/2014/03/Day2_Panel2C_Ni.pdf

Nouvel, J. and Beissel, B. (2014). *Case Study: One Central Park – Sydney*. CTBUH Journal. Available at: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/1836-case-study-one-central-park-sydney.pdf>

Schneider Electric. (2017). *The world's most SUSTAINABLE office: Deloitte – The Edge, Amsterdam*. Available at: <https://www.se.com/ww/en/work/campaign/life-is-on/case-study/the-edge.jsp>

Schneider Electric. (2017). *Smart Working – Smart Buildings and the Future of Work*. Available at: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=White+Paper&p_File_Name=Smart+Working_English.pdf&p_Doc_Ref=Smartworking-edificios-intelig

Schneider Electric. (2019). *The Dunes, Societe Generale*. Available at: <https://www.se.com/hk/en/download/document/998-20609695/>

Zero Waste Scotland. (2014). *Building Management System Procurement Guide*.

Siemens. (2017). *Improving Performance with Integrated Smart Buildings*, RSES Journal. Available at: https://www.rses.org/assets/rses_journal/0317_Automation.pdf

Smart Rain. *Case Study: Zions Bank*. Available at: <https://smartrain.net/blog/casestudy/zions-bank/>

Swire Properties Ltd. Taikoo Hui: *Working – Environmentally Friendly*. Available at: <http://www.taikoohui.com/en/Building/Environmental>

The Hong Kong Institute of Surveyors. (2020). *Timely drainage maintenance crucial for community infection prevention*. Surveyors Times. Available at: https://www.hkis.org.hk/archive/materials/category/ST03-_1_44__Med.pdf

The Hong Kong University of Science and Technology. (2019). *Digital Twin for HKUST Campus*. Available at: <https://ssc.ust.hk/digitaltwin>

ThermaGroup. *Projects: R134A with inverter conversion*. Available at: <https://www.thermagroup.com/recent-projects/16-case-studies>.

Truss, S. (2020). *The Post-Pandemic Office: What About The Elevators?*. WSP, Insights. Available at: <https://www.wsp.com/en-GL/insights/the-post-pandemic-office-what-about-the-elevators>

United-BIM. *BIM Level of Development | LOD 100, 200, 300, 350, 400, 500*. Available at: [https://www.united-bim.com/bim-level-of-development-lod-100-200-300-350-400-500/#:~:text=Level%20of%20development%20\(LOD\)%20is,of%20different%20systems%20in%20BIM](https://www.united-bim.com/bim-level-of-development-lod-100-200-300-350-400-500/#:~:text=Level%20of%20development%20(LOD)%20is,of%20different%20systems%20in%20BIM).

United States Environmental Protection Agency. (2014). *Case Study: Water-Efficient Fixtures Reduce Water Consumption*. Available at: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-05/documents/cs7-rrb-water.pdf>

U.S. Department of Energy. (2007). *Small Wind Electric Systems: A U.S. Consumer's Guide*. Available at: <https://www.nrel.gov/docs/fy07osti/42005.pdf>

U.S. Green Building Council. (2019). *Project: Willis Tower*. Available at: <https://www.usgbc.org/projects/willis-tower>

VSUN Energy. *Worldwide (Database) for All Battery Types*. Available at: <https://vsunenergy.com.au/case-studies/vrb-installations-worldwide/>

World Smart Cities Forum. (2020). *How can Smart Cities prevent a future disease outbreak?*. World Smart Cities Forum. Available at: <https://worldsmartcities.org/how-can-smart-cities-prevent-a-future-disease-outbreak/>

WSP. *Projects: RBC Waterpark Place, Toronto*. Available at: <https://www.wsp.com/en-US/projects/rbc-waterpark-place>

Young, A., Annereau, N., Butler, A and Smith, B. (2013). *Case Study: The Leadenhall Building, London*. CTBUH Journal. Available at: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/19-case-study-the-leadenhall-building-london.pdf>

补充读物

详细的本地和海外案例研究

Arup. *A Sustainable Landmark in Hong Kong's Eastern CBD*. Available at: <https://www.arup.com/projects/one-taikoo-place>

Arup. *Remodelling a Harbourfront Landmark*. Available at: <https://www.arup.com/projects/victoria-dockside>

Randall, T. (2015). *The Smartest Building in the World: Inside the connected future of architecture*. Bloomberg. Available at: <https://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/>

Bloomfield, C. (2011). *Empire State Building Achieves LEED Gold*. U.S. Green Building Council, Media. Available at: <https://www.usgbc.org/articles/empire-state-building-achieves-leed-gold>

Briodagh, K. (2019). *Otis Completes Elevator Modernization for Empire State Building*. IoT Evolution, Smart Home Feature News. Available at: <https://www.iotevolutionworld.com/smart-home/articles/443492-otis-completes-elevator-modernization-empire-state-building.htm>

Building Research Establishment Ltd. (2016). *Project: The Edge, Amsterdam*. Available at: <https://www.breeam.com/case-studies/offices/the-edge-amsterdam>

Green Education Foundation. *Empire State Building*. Available at: <http://www.greeneducationfoundation.org/green-building-program-sub/case-studies/895-empire-state-building.html>

Hong Kong Green Building Council. *Case Study: Double Cove*. Available at: <http://bpp.hkgbc.org.hk/case1.php?serial=23>

Hongkong Land. (2016). *Sustainability at all levels*. Available at: <https://hklandblob.blob.core.windows.net/assets/sustainability-report/2016/en/hongkong-land-sustainability.pdf>

The Government of HKSAR. Hong Kong Housing Authority. (2019). *Eco-design and Construction: Energy Efficiency*. Available at: <https://www.housingauthority.gov.hk/mini-site/greenliving/en/common/energy-efficiency.html>

The Government of HKSAR. Hong Kong Housing Authority. (2008). *Speech by the Director of Housing, Chan Chun Yuen, Thomas*. Available at: <https://www.housingauthority.gov.hk/tc/about-us/news-centre/speeches/10168.html>

New World Development Company Ltd. (2019). *Sustainability Report 2019*. Available at: https://sustainability.nwd.com.hk/wp-content/uploads/2020/08/NWD_SR2019_EN.pdf

New World Development Company Ltd. (2018). *Victoria Dockside Launches Hong Kong to a New Cultural Frontier Adrian Cheng Creates First Wave of Excitement at the 3m Sqft Art and Design District*. Press Room, Press Release. Available at: <https://www.nwd.com.hk/content/victoria-dockside-launches-hong-kong-new-cultural-frontier-adrian-cheng-creates-first-wave-2>

Swire Properties Ltd. *Performance (Environmental)*. Available at: <https://www.swireproperties.com/en/sustainable-development/performance-environment.aspx>

Swire Properties Ltd. *Taikoo Place Redevelopment*. Available at: <https://www.swireproperties.com/en/portfolio/current-developments/taikoo-place-redevelopment.aspx>

Swire Properties Ltd. (2018). *Sustainable Development Report 2018*. Available at: https://sd.swireproperties.com/2018/pdf/en/SwirePropertiesSustainableDevelopmentReport2018_EN.pdf

Swire Properties Ltd. (2017). *One Taikoo Place to Feature the Latest in Green Building Technology*. Taikoo Place. Available at: <https://www.taikooplace.com/en/amenities/sustainable-initiatives/theloop/one-taikoo-place-to-feature-the-latest-in-green-building-technology>

Swire Properties Ltd. (2017). *One Taikoo Place*. Available at: <https://www.taikooplace.com/~media/Files/TaikooPlace/OneTaikooPlaceBrochureV1.ashx>

Swire Properties Ltd. (2017). *Sustainable Development Report 2017*. Available at: https://sd.swireproperties.com/2017/pdf/en/SwirePropertiesSustainableDevelopmentReport2017_EN.pdf

Urban Renewal Authority. *Tsuen Wan Town Centre Project (Vision City)*. Available at: <https://ura.org.hk/en/project/redevelopment/tsuen-wan-town-centre-project-vision-city>

Urban Renewal Authority. (2018). *URA's Starter Homes Pilot Project Units*. Media Centre, Press Release. Available at: <https://www.ura.org.hk/en/media/press-release/20181231>

Victoria Dockside. *Avenue of Stars & Salisbury Garden*. Available at: <https://www.victoriadockside.com/100-creative-powers/en/person/per-resen-steenstrup/>

相關指南和策略

Agency for Toxic Substance & Disease Registry. (2011). *Toxic Substances Portal – Ammonia*. Available at: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/substances/ToxSubstance.aspx?toxid=2>

Ander, G.D. (2016). *Daylighting*, Whole Building Design Guide. Available at:
<https://www.wbdg.org/resources/daylighting>

ASHRAE. (2016). *Smart Grid Standard Published: Key Piece Supporting Modernization of Global Grid*. News. Available at: <https://www.ashrae.org/about/news/2016/smart-grid-standard-published-key-piece-supporting-modernization-of-global-grid>

ASHRAE. (2018). *Guideline 36-2018, High-Performance Sequences of Operation for HVAC Systems*. Available at: <https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines/standards-addenda/addenda-to-guideline-36-2018>

ASHRAE. (2018). *2018 International Green Construction Code Powered by Standard 189.1-2017*. Available at: <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-189-1>

ASHRAE. (2019). *Standard 90.1-2019 – Energy Standard for Buildings except Low-rise Residential Buildings*. Available at: <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-90-1>

ASHRAE. (2020). *Standard 55-2020 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Available at: <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>

ASHRAE. (2019). 2019 ASHRAE handbook – HVAC applications. Available at:
<https://www.ashrae.org/technical-resources/ashrae-handbook/table-of-contents-2019-ashrae-handbook-hvac-applications>

ASHRAE/National Electrical Manufacturers Association (NEMA). (2016). Standard 201-2016 Facility Smart Grid Information Model (FSGIM). Available at: <https://www.buildup.eu/en/practices/publications/smart-grid-standard-ansiashraenema-standard-201-2016-facility-smart-grid>

Construction Industry Council. BIM Standards (Version 2). Available at:
https://www.bim.cic.hk/en/resources/publications_detail/85?back=%2Fen%2Fresources%2Fpublications

Construction Industry Council. Certification of BIM Coordinators and Accreditation of BIM Coordinator Courses. Available at:
https://www.bim.cic.hk/en/certification_and_accreditation/accreditation_introduction

GIGA. RESET. Available at: <https://www.reset.build/>

International Electrotechnical Commission. (2006). *International Standard IEC 61400-2: Wind Turbines – Part 2: Design requirements for small wind turbines*. Available at:
https://webstore.iec.ch/preview/info_iec61400-2%7Bed2.0%7Den_d.pdf

International Electrotechnical Commission. (2020). *Photovoltaics in buildings – Part 1: Requirements for building-integrated photovoltaic modules*. Available at:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/b8c18792-f4b5-48a9-89da-b42f7615d2ee/iec-63092-1-2020>

International Electrotechnical Commission. (2020). *Photovoltaics in buildings – Part 2: Requirements for building-integrated photovoltaic systems*. Available at:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/ddd5d528-97e2-473c-b3e4-b8de0a697071/iec-63092-2-2020>

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 50001: Energy Management*. Available at: <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html>

Sat, P., Chan, C., Tsang, I. and Chan, F. (2016). *Conversion of belt-drive VSD fan with EC plug fan for VAV AHU system in office building*, The 7th Greater Pearl River Delta Conference on Building Operation and Maintenance. Available at: http://www.bsomes.org.hk/upload_pdf/GPRD2016_S4-2.pdf

The Government of HKSAR. Architectural Services Department. (2020). *Universal Accessibility – Best Practices and Guidelines*, pp. 109-132. Available at: <https://www.archsd.gov.hk/archsd/html/ua/06b-chapter6.pdf>

The Government of HKSAR. Electrical and Mechanical Services Department. (2018). *Code of Practice for Energy Efficiency of Building Services Installation*. Available at: https://www.emsd.gov.hk/bceo/en/pee/BEC_2018.pdf

The Government of HKSAR. Electrical and Mechanical Services Department. (2019). *BIM-AM Standards and Guidelines Version 2.0*. Available at: https://www.emsd.gov.hk/filemanager/en/content_1148/EMSD%20BIM-AM%20Standards%20and%20Guidelines%20v2.0.pdf

The Government of HKSAR. Electrical and Mechanical Services Department. (2019). *Guidance Notes for Solar Photovoltaic (PV) System Installation*. Available at: https://re.emsd.gov.hk/english/fit/useful_links/files/PVGuidanceNotes.pdf

The Government of HKSAR. Electrical and Mechanical Services Department. (2019). *Technical Guidelines on Grid Connection of RE power System*. Feed-in Tariff (FIT). Available at: https://re.emsd.gov.hk/english/fit/tec_gui/grid_tech.html

The Government of HKSAR. Environmental Protection Department. (2021). *IAQ Certification Scheme*. Available at: <https://www.iaq.gov.hk/en/iaq-certification-scheme.aspx>

The Government of HKSAR. Transport Department. (2019). *Guidance Notes on the Trials of Autonomous Vehicles*. Available at: https://www.td.gov.hk/filemanager/en/content_4808/guidance%20notes%20on%20the%20trials%20of%20autonomous%20vehicles%20eng.pdf

The Government of HKSAR. Water Supplies Department. (2015). *Technical specifications on grey water reuse and rainwater harvesting*. Available at: https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content_1459/technical_spec_grey_water_reuse_rainwater_harvest.pdf

The Government of HKSAR. Water Supplies Department. (2017). *Standard Specification E-89-01 AMR Outstation*. Available at: https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content_1616/E-89-01.pdf

The Government of HKSAR. Water Supplies Department. (2020). *Particular guidelines and examples of recommended applications of water saving/water-efficient devices to be used in Government projects*. Available at: https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content_1460/guidelines_use_of_water_saving_devices_govt_projects_instal.pdf

The Government of HKSAR. Water Supplies Department. (2020). *WSD M&E Standard Specifications - Volume II*. Available at: <https://www.wsd.gov.hk/en/publications-and-statistics/guidelines-reports-drawings-specifications/mechanical-electrical-standard-specification/volume-ii/index.html>

The Government of HKSAR. Water Supplies Department. *Water Efficiency Labelling Scheme*. Available at: https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content_1476/wels.pdf

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association. (2011). *IEEE 2030-2011 - IEEE Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS), End-Use Applications, and Loads*. Available at: <https://standards.ieee.org/standard/2030-2011.html>

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association. (2016). *IEEE 2030.3-2016 - IEEE Standard Test Procedures for Electric Energy Storage Equipment and Systems for Electric Power Systems Applications*. Available at: https://standards.ieee.org/standard/2030_3-2016.html

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association. (2019). *IEEE 937-2019-IEEE Recommended Practice for Installation and Maintenance of Lead-Acid Batteries for Photovoltaic (PV) Systems*. Available at: <https://standards.ieee.org/standard/937-2019.html>

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association. (2019). *2030.2.1-2019 - IEEE Guide for Design, Operation, and Maintenance of Battery Energy Storage Systems, both Stationary and Mobile, and Applications Integrated with Electric Power Systems*. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8930450>

U.S. Department of Energy. (2007). *Small Wind Electric Systems: A U.S. Consumer's Guide*. Available at: <https://www.nrel.gov/docs/fy07osti/42005.pdf>



顾问团队

香港绿色建筑议会聘请下列顾问团队，编制《香港智慧及绿色建筑设计最佳作业方式指南》：

凯谛思顾问香港有限公司



鸣谢

资金支持：

建造业议会

香港绿色建筑议会《香港智慧及绿色建筑设计最佳作业方式指南》督导委员会：

周家明博士（召集人）-凯达环球有限公司

何学强博士-香港城市大学

陈礼健工程师-新世界发展有限公司

郑世有博士工程师-奥雅纳工程顾问有限公司

罗炜荣工程师-力佳工程有限公司

李文琪小姐-施耐德电气（香港）有限公司

吴树强先生-恒基兆业地产有限公司

杨汉忠先生-香港置地有限公司

袁致乐先生-施耐德电气（香港）有限公司

黄比测量师-香港大学

香港绿色建筑议会业界标准及作业委员会：

蔡宏兴先生（香港绿色建筑议会董事暨业界标准及作业委员会主席）-华懋集团

潘信荣先生（香港绿色建筑议会董事暨业界标准及作业委员会副主席）-市区重建局

郑世有博士工程师（香港绿色建筑议会董事）-奥雅纳工程顾问有限公司

张宝中工程师（香港绿色建筑议会董事）-中华电力有限公司

何学强博士（香港绿色建筑议会董事）-香港城市大学

叶颂文先生（香港绿色建筑议会董事）-叶颂文环境建筑师务所有限公司

李可坚先生（香港绿色建筑议会董事）

邱万鸿博士（香港绿色建筑议会董事）-太古地产有限公司

杨汉忠先生（香港绿色建筑议会董事）-香港置地有限公司

陈志雄先生-安乐工程集团有限公司
程玉宇先生-香港建筑师议会
赵启恒先生-金门建筑有限公司
周家明博士-凯达环球有限公司
林志明先生-香港浸会大学
罗炜荣工程师-力佳工程有限公司
梁俊志先生-天祥公证行有限公司
苏晴小姐-建筑师事务所商会有限公司
李文琪小姐-施耐德电气(香港)有限公司
庞荣怡先生-绍荣钢铁有限公司

顾问：

关伟明先生-建筑署
李学贤先生-机电工程署
梁廷欢小姐-香港房屋委员会
叶家骏先生-水务署

香港绿色建筑议会业界标准及作业委员会(前任成员)：

陈紫鸣工程师-盈电工程有限公司
陈礼健工程师-新世界发展有限公司
张志刚工程师-澧信工程顾问有限公司
李彦斌先生-香港铁路有限公司
梁文杰先生-吕元祥建筑师事务所
吴树强先生-恒基兆业地产有限公司
庞创工程师-绍荣钢铁有限公司
苏鸿辉测量师
黄比测量师-香港大学
邱英敏先生-Cundall Hong Kong Ltd
袁致乐先生-施耐德电气(香港)有限公司



HKGBC
香港綠色建築議會



ISBN 978-988-77943-4-9



9 789887 794349

电话：+852 3994 8888

电邮：enquiry@hkgbc.org.hk

网址：www.hkgbc.org.hk

