

学术论坛

ACADEMIC FORUM

特约客座主编：刘少瑜 / Guest Editors: LAU Siu-Yu Stephen
责任编辑：沈少娟 / Commissioning Editor: Shen Shaojuan

“学术论坛” 导言

范悦

《世界建筑导报》长期以来，坚持对实践前沿和国际视野的追求，以近距离报道全球行业进展、设计理论与实施路径为己任，呈现设计思潮与世界知名事务所最新成果以飨读者。正是对设计本质的追求如此坚定，让这种思考语境在《世界建筑导报》近四十载学术脉络中逐渐清晰起来。我们力求思考每一个社会热点和卓越精品背后所隐含的运作机制的起承转合，将建筑作品视为设计本体的逻辑运行过程，而非单纯由物质环境决定的既定

呈现。

《世界建筑导报》将继续打造全新的学术研究与观点讨论新阵地。自本期始，“学术论坛”版块将携手本杂志其他优秀题材，凭借大湾区、乃至全球设计实践与理论智识优势，持续拓展建筑行业前沿和国际视野的脉络光谱。新版块将发挥特邀学术主编的号召力与独特视角，体现科学技术、艺术人文、设计实践、历史论述等

跨学科视野的兼收并蓄，凝练批判性与应用性导向相结合的多维研究视域。首期学术论坛特别邀请到刘少瑜特聘教授组稿，国内外顶尖学者将就近期国家重点发展的绿色建筑研究与实践前沿等领域做精彩评述。

二零二二年是不平凡的一年。编辑部希望藉此学术新版块的诞生，展现建筑类最新学术动态图景，打造顶级行业报道与专业评述，续写精彩华章，尽明辨精神。

响应碳中和，低碳建筑设计

刘少瑜 教授

深圳大学人因环境与可持续设计研究中心 主任、深圳大学 访问教授、香港大学 名誉教授

为应对全球气候变化的挑战，目前已有约130个国家和地区提出了“碳中和”目标，“绿色低碳”和“可持续发展”已经成为国际共识。2020年9月，习近平主席在第七十五届联合国大会上郑重宣布：中国“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。本专栏围绕气候适应性下的同一减碳主题，展示了不同地域作者们的最新研究成果。他们来自新加坡、日本、斯里兰卡、马来西亚、北京、香港、深圳、澳门等不同国家及地区，从不同地域、不同尺度出发，用具有技术前瞻性的研究方法，处处体现出我们致力追求的“碳中和时代”理念。

从理论性出发，刘少瑜团队基于人因情景的设计转变提出人因建筑设计理论，以建筑师角度讨论了日常生活活动(ADL)、物联网技术、多感官刺激环境对建筑的影响，利用建设使用后的评估、传感反馈和智能提升，满足“以人为本”的适老化需求，进一步完善建筑设计；赖鸿展基于建筑低碳设计，在“碳中和”“后疫情时代”背景下反思建筑设计面临的各种新的不确定性，提出“以人为本”的“韧性设计”是通往碳中和的另一解决方案及设计提升的手段，为建筑设计提供新思路新手段；贾倍思展示了“低能耗、高舒适度和智能化”作为

未来低碳建筑的另一种方法，强调了被动式建筑设计的重要性，并利用四个技术层面和控制系统减少建筑碳排放，弥补了绿色建筑研究与熟练建筑实践之间的差距。

着眼于碳中和最新技术的创新，沈振江团队提出了智能控制和能源消耗的设计导则，通过案例研究和建立虚拟场景，实现在热负荷的可视化界面与可视化程序，减少办公室的空调能源消耗；宋晖皓团队针对可再生能源对建筑的重要需求，模拟分析单晶硅、多晶硅、碲化镉和铜铟镓硒四种不透光光伏产品的性能差异，通过讨论BIPV在光伏产品、控制策略与整合设计三个层面的实践，为建筑立面设计的节能减排实践提供参考和启示。

在发挥政府的引领作用方面，从当地国情出发，赵秀玲、薛文灿介绍及梳理了新加坡绿色建筑可持续发展历程，体现了新加坡对“碳效率”的关注，解读“新加坡绿色规划2030”“新加坡绿色建筑总体规划2021”和“绿色建筑标识2021”等最新内容；值得注意的是，新加坡未来绿色建筑将于能源效率、智能化、健康与福祉、全生命周期碳排放、可维护性和韧性等方面帮助新加坡绿色建筑实现碳中和目标；SHALEENI COOREY讨论了斯里兰卡的住房政策，强调了配套服务不足的住房所面临的需求和挑战，未来需要改善的

建筑设计和管理，除了通过维修、维护住房空间质量，获得交通、便利设施、开放空间外，也需满足心理和社会文化需求，促进邻里联系、安全和空间的参与互动。

在助推碳中和落地实践方面，雷庆华从“人与自然的”关系”及“低碳”出发，选取佛山市新港滨水空间改造项目和洲尾围湿地生态修复项目，通过搭建和对比两大重点及九大设计指标体系，探讨了城市人居环境优化、健康与低碳的实践手法；陈天扬以马来西亚森林城市的设计、实践和管理为例，分析了低碳绿色城市策略和路径，讨论了森林城市的TOD开发模式、生态系统、装配式建筑等如何节能减碳，也阐述了低碳绿色城市理念落到实际情况的种种挑战，为未来城市低碳发展的规划和管理实践提供有效借鉴。夏玟总结了深圳大学团队参加近期国际太阳能竞赛的住宅设计经验，探讨教学与实践相结合的可持续性设计与融合先进技术的可能性。

本专栏展示了各地区对于“双碳”的最新政策解读和技术路线，展望了关键技术的应用前景，凝结了院士专家和广大科技工作者的心血与智慧，具有较高的技术性、前瞻性、权威性和科普性。在此，衷心感谢为本专栏编写工作做出贡献的院士专家、科研人员和编辑工作者。



Sustainable Development Strategy and Implementation Path of Green Building in Singapore

新加坡绿色建筑可持续发展策略与实施路径

作者 | Author: 赵秀玲 ZHAO Xiuling / 博士, 国家一级注册建筑师, 苏州大学绿色建筑国际研究中心研究员, 中葡“一带一路”联合实验室新加坡联络处主任, 可持续设计与技术咨询(新加坡)有限公司董事 Doctor, national first-class registered architect, researcher of the International Research Center for green building of Soochow University, Director of Singapore Liaison Office of China-Portugal BRI Joint Laboratory, and Director of Sustainable Design and Technology Consultants (Singapore) Pte. Ltd.
 薛文灿 XUE Wencan / 美国密歇根大学建筑学硕士, 新加坡注册建筑师, 新加坡绿色建筑标识专业评估师 (Green Mark AP), 凯达 (AEDAS) 建筑师事务所 (新加坡) 高级建筑师 Master of Architecture, University of Michigan, Singapore Registered Architect, Singapore Green Mark AP, Senior Architect of Aedas (Singapore)

摘要: 新加坡独立之初就确立了以“花园城市”为目标的发展理念。在可持续发展的进程中, 新加坡不断探索实践, 进一步建成了“花园中的城市”, 并且又将建造“大自然里的城市”。在此过程中, 可持续发展贯穿始终, 特别是在城市和建筑尺度, 新加坡政府相关部门在推行绿色建筑和可持续发展上, 通过制定一系列目标、策略和激励措施, 为推进新加坡成为世界上碳效率最高的国家之一提供了强有力的支撑。本文将以前最新颁布的《新加坡绿色发展蓝图2030》、《绿色建筑总体规划2021》、《绿色建筑标识2021》为主要内容, 梳理新加坡建筑业可持续发展的策略和实施路径。

关键词: 新加坡绿色发展蓝图2030、绿色建筑总体规划2021、绿色建筑标识2021

Abstract: Singapore has established the concept of sustainable development with the goal of "Garden City" since its independence. With the continuous exploration and practice, Singapore has further built a "City in a Garden", and will continue to build a "City in Nature". In this process, sustainable development has been carried through, especially at the scale of cities and buildings. In order to promote green buildings and sustainable development, the relevant departments of the Singapore government have formulated a series of goals, strategies and incentives to help Singapore become widely-recognized City in a Garden, and among the 20 most carbon efficient countries. This article focuses on the latest promulgated Singapore Green Plan 2030, Singapore Green Building Master Plan 2021 and Green Mark 2021 as the main subjects to sort out the strategies and path of the sustainable development of Singapore's building sector.

Keywords: Singapore Green Plan 2030, Green Building Master Plan 2021, Green Mark 2021

可持续发展是新加坡政策制定的基础。从独立时难以生存的窘况，到现在的国际一流发达国家水平，可持续发展理念贯穿了新加坡的整个发展历程。2018年，新加坡致力于实践联合国《2030年可持续发展议程》，各个部门分别针对2030年制定了可行的可持续发展目标。为了确保目标与联合国可持续发展目标的一致性，新加坡成立了内部政府部门委员会，以确保可持续发展目标的成功达成。

在土地空间和自然资源极其有限的高密度城市环境中，绿色建筑对城市的可持续发展至关重要（图1）。绿色建筑无论是在提高能源和水资源的利用效率、减少废物排放、使用可持续材料等各个方面，都是减少碳足迹最有效的方法之一。为实现这一目标，新加坡政府部门和建设局（BCA）制定了具体举措，在建造绿色可持续的建成环境方面为新加坡建筑业指引方向。

1 《新加坡绿色发展蓝图2030》

2021年2月10日，新加坡政府公布了《新加坡绿色发展蓝图2030》（以下简称《绿色蓝图2030》），这是一项旨在推进新加坡国家可持续发展议程的全国性运动。《绿色蓝图2030》制定了新加坡未来十年的具体发展目标，贯彻了新加坡在联合国2030年可持续发展议程和“巴黎协定”下的承诺，以期尽快实现新加坡碳中和的目标。

《绿色蓝图2030》由五个政府部门——教育部、国家发展部、可持续发展和环境部、贸易和工业部以及交通运输部主导，分设以下五项关键内容：

- 自然之城：创造绿色、宜居和可持续发展的家园；
- 可持续生活：减少碳排放，保持环境清洁，将节约资源和能源融入新加坡的生活方式；
- 能源重置：使用更清洁的能源并提高能源效率，以减少碳足迹；
- 绿色经济：寻求绿色增长以创造新的就业机会，改造产业并将可持续发展作为竞争优势；
- 弹性未来：提高气候适应能力并加强粮食安全。

其中，“能源重置”一项详细阐述了针对住房节能的计

划，以及具体建筑目标——2030年“80-80-80计划”，这也是构成新加坡新版绿色建筑总体规划的重要内容。

2 《绿色建筑总体规划2021》

《绿色建筑总体规划2021》明确阐述了新加坡在建筑环境方面的环境可持续性目标，是新加坡《绿色蓝图2030》的一部分。建筑物的碳排放量占新加坡碳排放总量的20%以上，因此，实现建筑的绿色目标是实现《绿色蓝图2030》的重要步骤，也是履行新加坡气候变化方面国际承诺的关键战略。

2.1 绿色建筑总体规划的发展历程

《绿色建筑总体规划》于2006年首次推出，旨在鼓励和促进实现绿色建筑，自启动以来不断更新。第一版针对新建建筑，鼓励开发商从一开始就将“可持续性”作为建筑生命周期的一部分。第二版绿色建筑总体规划于2009年启动并设定更高目标，到2030年实现至少80%的建筑获得绿色建筑标识认证。同年，“绿色建筑标识总建筑激励计划”启动，以激励私人开发商开发绿色建筑。立法要求所有新建建筑都要符合环境可持续性最低标准，并且获得超金级（Gold+）或白金级认证的建筑可分别获得1%和2%的额外建筑面积奖励。第二版绿色建筑总体规划还考虑将既有建筑纳入绿色建筑标识认证体系。2009年启动的“既有建筑物绿色建筑标识激励计划”通过共同资助节能设备的改造费用来支持既有建筑的绿色认证。2014年公布的第三版绿色建筑总体规划进一步扩大了绿色建筑内涵，着眼于更深入地吸引绿色建筑的使用者，重点关注更健康的室内环境。同年，新加坡建设局建造了东南亚第一座零能耗建筑，证明了在热带地区建造净零能耗建筑的可行性。

2020年，新加坡建设局（以下简称BCA）与新加坡绿色建筑协会、相关行业和社区共同制定了最新版《绿色建筑总体规划2021》。其中一项关键举措就是通过提高新建建筑和既有建筑的最低能源性能最低标准，以推动实现更节能的建筑（图2）。

2.2 绿色建筑总体规划2021的目标路径

2021年3月4日，国家发展部在年度预算辩论期间宣

布了第四版《新加坡绿色建筑总体规划》，主题为“共同建设我们的绿色未来”，它也是新加坡《绿色蓝图2030》的一部分，体现了新加坡在建筑环境中追求更高层级可持续性标准的目标。《绿色建筑总体规划2021》旨在实现“2030年80-80-80”目标，其中详细指出了具体的实施策略和指标（图3），具体内容为：

1) 到2030年实现80%的建筑（按总建筑面积计算）为绿色建筑；

• 依据早期版本的绿色建筑总体规划的规定，截至2021年底，新加坡的绿色建筑面积占比已达到49%；¹

• 从2021年10月起以商业建筑类型为开端，BCA检视建筑能源绩效数据，以促进建筑绿色化。既有建筑业主可以将其建筑能源绩效与类似建筑类型相比较，从而采取必要措施提高能效；

• 为使存量建筑适应未来要求，BCA针对进行重大改造的新建建筑和既有建筑，提高了强制性的环境可持续性标准。该措施于2021年12月1日起生效，有助于降低建筑物的碳足迹；

• BCA更新了绿色建筑标识认证体系，进一步提高了能源性能标准，更加重视其他可持续性表现，如可维护性设计、减少建筑生命周期中的隐含碳（Embodied Carbon），以及为用户创造更健康的环境，与联合国可持续发展目标保持一致；

• 为提高现有建筑的能源绩效，BCA推出价值6300万新元的“现金激励计划（GMIS—EB2.0）”，以帮助建筑业降低能效改造的前期成本；该计划于2022年第二季度开始实施。

2) 从2030年起，80%新开发项目（按建筑面积计算）为超低能耗（SLE）建筑；

• 自2006年以来，公共部门在环境可持续性方面发挥先锋作用，新建公共建筑须获得绿色建筑标识认证，其中空调面积超过5000m²的新建建筑须获得绿色建筑标识白金级认证；

• 政府带头将超低能耗建筑纳入主流。所有新建和既有建筑（在进行重大改造时）都应达到绿色建筑标识白金超低能耗标准（Green Mark Platinum Super Low



图1 新加坡城市和建筑绿化（图片来源：图片来自网络和作者拍摄）



图2 新加坡绿色建筑总体规划发展进程（图片来源：结合 <https://iea.blob.core.windows.net/assets/9d80b582-fe7b-46c3-9fde-0f85e016116f/SGBMPsharingforIEAwebinar20May2021.pdf> 作者绘制）



图3 绿色建筑总体规划三个目标的实施路径（图片来源：结合 <https://iea.blob.core.windows.net/assets/9d80b582-fe7b-46c3-9fde-0f85e016116f/SGBMPsharingforIEAwebinar20May2021.pdf> 作者绘制）

Energy) 或同等标准。BCA还将探索更多措施, 以推动私营部门采用超低能耗建筑;

- 新版《绿色建筑标识2021》制定了新的住宅建筑超低能耗标准。对达到最佳建筑能源效率的住宅建筑授予奖项, 推动住宅建筑能效在2005年的标准基础上提高60%;
- 为推动私人开发项目中超低能耗的实践, 政府于2021年11月推行额外总建筑面积奖励, 即达到绿色建筑标识白金级超低能耗和可维护性徽章的建筑, 可以享受超出该项目原有总体规划容积率(GPR)高达3%的额外建筑面积奖励;
- 从2022年第二季度开始, 提高利用“政府土地出售(GLS)计划”用地所涉及的开发项目的可持续性标准, 进一步推动能源效率和碳减排。

3) 到2030年, 最高等级绿色建筑的能源效率提高80%;

- 目前, 最高等级绿色建筑的能源效率比2005年已提高65%以上;
- 到2030年, BCA将通过“绿色建筑创新集群(GBIC)计划”, 将建筑能效进一步提高到80%。GBIC成立于2014年, 支持开发和示范具有广泛应用潜力的创新节能技术和解决方案。为促进实现这个目标, BCA将计划为GBIC提供4500万新元的资助资金。

3 绿色建筑标识2021(GM:2021)

绿色建筑标识认证体系旨在通过促进可持续设计以及建筑施工和运营的最佳实践, 在新加坡创造更具可持续性的建筑环境。通过综合框架性评估建筑物的环境影响和性能, 确定新建建筑和既有建筑在能源效率等领域的整体环境绩效。

3.1 绿色建筑标识(Green Mark)的发展

BCA于2005年针对热带气候地区的绿色建筑评级专门制定了“绿色建筑标识”(Green Mark)作为评级工具, 构成新加坡第一版《绿色建筑总体规划》的支柱。多年来, 标识体系经过多轮审查和不断更新, 这与新加坡的技术进步和绿色建筑潜能息息相关。2015版绿色建筑标识指出, 建筑物评估基于“气候响应设计”、“建筑能源性能”、“资源管理”、“智能和健康建筑的功能”以及其他先进的绿色性能进行绿色建筑评级, 包括金级、超金级和白金级。BCA在2018年推出超低能耗(SLE)建筑计划, 鼓励企业超越现有的绿色建筑标识白金级标准, 积极推动新加坡环境可持续性发展。

对于新建建筑, BCA鼓励开发商和设计团队设计和建造更高质量的绿色可持续建筑, 对气候的响应能力更强, 能源和资源的使用效率更高, 并拥有更健康的室内环境。对于既有建筑, 政府则鼓励业主和经营者减少建筑物在建筑生命周期内对环境和居住者健康的不利影响。此外, 绿色建筑标识同样注重建筑用户在减少能源消耗方面的作用, 设有专门针对办公室内环境、零售店、餐厅和超市的绿色标识认证, 鼓励企业设计和运营建筑内部空间, 在提高资源效率的同时提高居住者的福祉。

3.2 《绿色建筑标识2021》的主要特征

BCA于2020年发布了全新改版的《绿色建筑标识2021》认证体系(以下简称“绿标2021”), 以取代现行的《绿色建筑标识2015》版。“绿标2021”是面向新时代的总体框架体系, 专注于取得长期的可持续发展成果, 旨在成为促进高性能建筑和气候应对等措施发展的杠杆工具。

“绿标2021”与“绿色蓝图2030”、绿色建筑总体规划“80-80-80”的目标相一致, 将成为智能、高效和绿色建筑施工行业发展的催化剂。同时, 它也为未来的绿色经济打造了一条完整的价值链条, 指出包括韧性发展、碳中和、渐进式行业转型、超低能耗、可维护性设计、集成化数字交付、健康建筑等一系列发展方向。该标识认证体系的主要特征包括:

- 简单、灵活和智能的评价体系, 简化的标准和评估方法。“绿标2021”整合了现行“绿标2015”、“运营和更新改造建筑绿标2017”、“可维护性设计规范”等一系列规范的指导方针, 并将之统一在新绿标体系内; 同时, 更灵活的评价方法方便多种可选的认证方式;
- 全球领先的“绿标2021”延伸和拓展了可持续发展的边界, 在世界范围内的绿色建筑评价体系中保持领先地位。率先鼓励和应用各项创新和领先的相关技术, 涵盖建筑全生命周期各个阶段;
- 与全球可持续发展体系相一致, 协同国际主流的可持续发展财政与税收政策、气候相关的财务披露工作组(Taskforce on Climate-related Financial Disclosures), 以及联合国可持续发展目标(UN Sustainable Development Goals)等;
- “绿标2021”作为重要的途径和手段, 促进社会向低碳经济转型;
- 评价标准大幅提升, 取消原有认证体系的金级认证, 只保留超金级和白金级, 同时可叠加超低能耗(SLE)、零能耗(ZE)和正能耗(PE)认证, 并增加五个绿标专项徽章用来认证具有专项突出表现的建筑;
- 采用主要责任人负责制, 提交申请的主要责任人承担责任; 可提交申请的主体包括绿色建筑标识专业评估



图4 绿色建筑标识2021六项内容(图片来源: 作者自绘)



图5 绿色建筑标识2021与联合国可持续发展目标对应关系(图片来源: 作者自绘)

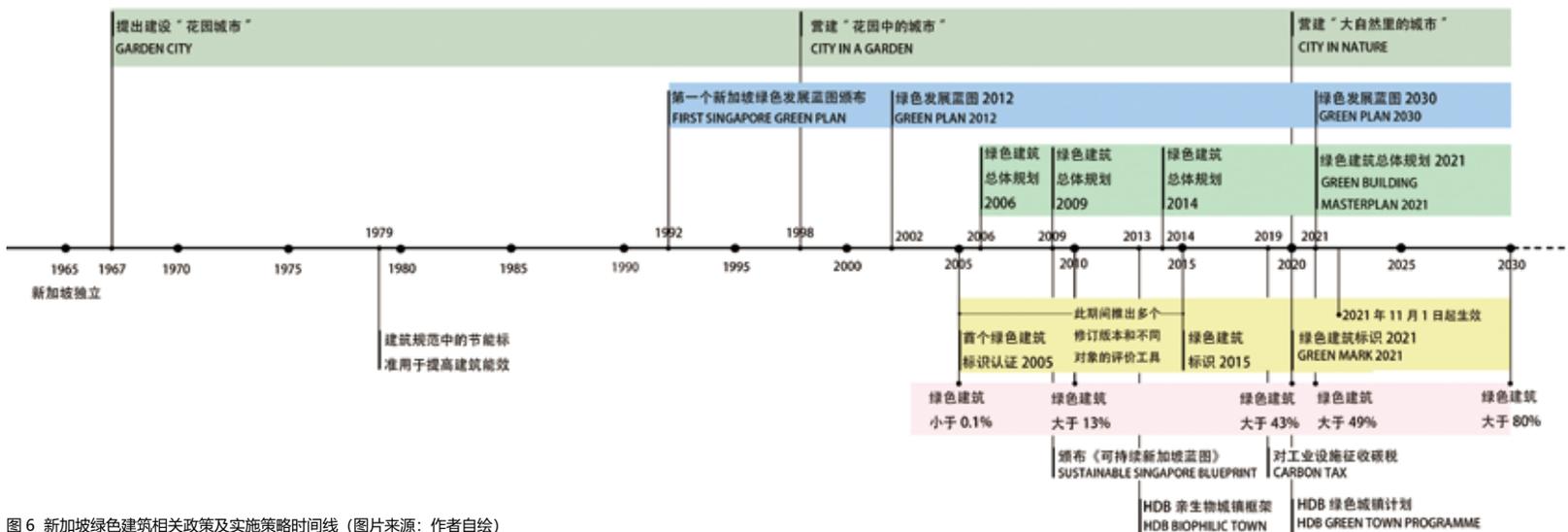


图6 新加坡绿色建筑相关政策及实施策略时间线(图片来源: 作者自绘)

师、高级评估师、注册建筑师、注册工程师等。绿色建筑运营标识的认证需要额外聘请能耗审计师负责能耗审计的部分。绿色建筑标识高级评估师负责认证涉及到环境建模和流体动力学计算的部分。

3.3 《绿色建筑标识2021》认证体系的主要内容

“绿标2021”包括6个相对独立的部分，即能源效率、智能化、健康与福祉、全生命周期碳排放、可维护性和韧性（图4）。

各单项部分的设立与联合国17个可持续发展目标中与建筑、环境相关的内容一致。图5列出了“绿标2021”各章节对应的联合国可持续发展目标。

1) 能源效率 为了更灵活地认证和鼓励建筑行业在提高能源利用效率方面做出努力，“绿标2021”提供了三种不同的能源效率认证方式，分别为能耗指数(EUI)、固定指标、节能表现，各建筑项目在申报时可以根据自身条件和建筑类型选择最有利的认证方式。能源效率的设计体现了数据导向、结果导向、灵活性、长期愿景的特征。

2) 健康与福祉 该单项根据建筑项目在设计、更新改造、施工以及运营过程中如何关注和促进使用者的健康和福祉，对建筑进行打分。具体来讲，在生理健康方面，对建筑动线设计、材料无害排放、空气质量、热环境舒适度等方面进行考察；在心理健康方面，对亲生物设计、绿化、昼夜变化规律、室内外声环境舒适度等进行检视；在社会方面，对无障碍设计、公共空间设计、社区活动等方面进行打分。获得10分以上的建筑项目将被授予健康与福祉专项徽章。

3) 全生命周期碳排放 该单项根据建筑在全生命周期碳排放方面的表现进行打分，依据国际通用的计算方法，考察隐含碳排放、建筑材料的碳足迹、可持续的施工方法、以及可持续的室内装修等，同时考察建筑是否有向零排放转型的计划。获得10分以上的项目将会被授予全生命周期碳排放认证专项徽章。

4) 韧性 该单项主要考察建筑项目在面对气候变化时所表现的韧性和适应性，以及通过可持续管理、保护和修复自然或改造后的生态系统。管理方面要求有明确的韧性策略指导方针，以及采用国际通用的气候相关财务披露工作组准则。保护方面主要考察对场地生态的保护、缓解热岛效应、通过环境模型回应城市肌理。修复方面着重于植被策略、生物多样性、野生环境、投资于自然的气候应对策略等。得到10分的项目将获得韧性专项徽章认证。

5) 可维护性 该单项考察建筑项目的可维护性设计，包括安全有效的建筑维护设计、使用智能物业管理技术降低建筑能耗等，可维护性的框架涵盖建筑（室内外）、机械工程、电气工程、景观、智能物业等各个专业领域。该

部分整合了现行的可维护性评估体系，将原有的可维护性分数转换为“绿标2021”分数，获得10分同时满足必要条款的要求，项目则可被授予可维护性专项徽章。

6) 智能化 该单项要求建筑项目在设计、施工、更新改造以及运营等过程中采用相关智能技术和系统，打造整合自动化、智能、可回应的建筑。整合性将考察建筑信息模型技术（BIM）在全生命周期的应用，建立通用数据平台等。数据导向将考察资产信息模型技术（AIM）和数字孪生技术（Digital Twins）等的应用。可回应性将考察利用实时监控系统的改善建筑使用者体验等。获得智能化徽章认证的条件也是10分。

《绿色建筑标识2021》认证体系是一个全面贯彻可持续发展目标、涵盖范围广、面向未来、世界领先的绿色建筑认证体系，将指导新加坡建筑业走向新时代，成为实现《绿色蓝图2030》的重要途径和手段。

4 结语

新加坡可持续发展稳步推进，全国绿化率已接近50%，建筑屋顶绿化和墙面绿化深度普及，成为世界公认的“花园中的城市”，并跻身于世界碳排放率最高的20个国家之一。图6显示了新加坡自独立以来，推进可持续发展和绿色建筑的各项计划和法规颁布实施的时间线。

截止2021年底，新加坡已实现全国49%建筑面积获得绿色建筑标识认证，并计划2030年实现全国80%建筑面积为绿色建筑的目标。届时新加坡将比今天更加环保，居住环境融于绿色植被之间，环保建材建造的建筑室内也将真正成为节能、节水、高品质的健康环境。这些成就离不开新加坡政府和建筑相关部门的不懈努力，更与切实可行、与时俱进的各项策略和实施路径密切相关。从国家政策层面的“绿色发展蓝图”，到建筑行业层面的“绿色建筑总体规划”，再到区域性的政府“组屋绿色城镇”，以及对工业设施征收碳税等举措，多方位地促进和激励绿色建筑进程的做法，能够确保其预期目标如期、甚至提前实现。

参考文献

- [1] Sustainable Development Goals: Towards a Sustainable and Resilient Singapore, Ministry of Foreign Affairs, 2018, https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/19439Singapore_Voluntary_National_Review_Report_v2.pdf
- [2] Singapore Leading the Way for Green Buildings in the Tropics, Building and Construction Authority (BCA), 2014, https://www.bca.gov.sg/greenmark/others/sg_green_buildings_tropics.pdf
- [3] Urban Systems Studies—Built by Singapore: From Slums to a Sustainable Built Environment, Center for

Livable Cities, First Edition, Singapore, 2015, <https://www.clc.gov.sg/docs/default-source/urban-systems-studies/uss-built-by-singapore.pdf>

[4] Urban Systems Studies—Preparing for a Climate Resilient Singapore, Center for Livable Cities, Singapore, 2021, <https://www.clc.gov.sg/docs/default-source/urban-systems-studies/uss-preparing-for-a-climate-resilient-singapore.pdf>

[5] GM:2021FAQs, https://www1.bca.gov.sg/docs/default-source/docs-corp-buildsg/sustainability/20220322_gm2021-faqs.pdf?sfvrsn=9dfdf11_0

[6] Built Environment Transformation Gross Floor Area Incentive Scheme, Building and Construction Authority, <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-mark-incentive-schemes/built-environment-transformation-gross-floor-area-incentive-scheme>

[7] Singapore Green Plan 2030, <https://www.greenplan.gov.sg/key-focus-areas/overview>

[8] Green Building Masterplans, Building and Construction Authority, <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-building-masterplans>

[9] Singapore Green Building Masterplan, Ministry of National Development, <https://www.mnd.gov.sg/our-work/greening-our-home/singapore-green-building-masterplan>

[10] BCA Green Mark, Ministry of National Development, <https://www.mnd.gov.sg/our-work/greening-our-home/bca-green-mark>

[11] Green Procurement for Green Building, Singapore Green Building Council, <https://www.sgbcc.sg/about-green-building/sgbcp>

[12] High costs and logistical issues: The challenges of greening Singapore's older buildings, <https://www.channelnewsasia.com/singapore/singapore-green-buildings-climate-change-environment-costs-1407546>

[13] Green Mark 2021, Building and Construction Authority, <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-mark-certification-scheme/green-mark-2021>

[14] Green Mark For Non-Residential Buildings Nrb: 2015, https://www1.bca.gov.sg/docs/default-source/docs-corp-buildsg/sustainability/green_mark_nrb_2015_criteria.pdf

[15] Horizon 2020 URBAN GreenUP--Singapore :Vertical Greening in High Density City Environments, Yvonne Tan, Lanscape Achitet, DP Green Pte Ltd(Singapore), https://www.urbangreenup.eu/kdocs/1995000/singapore_vertical_greening_in_high_density_city_environments.pdf

[16] The Straitstimes: Singapore Tops List of 17 Cities with Highest Greenery Density, <https://www.straitstimes.com/singapore/environment/singapore-tops-list-of-17-cities-with-highest-greenery-density>

注释

¹ <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-building-masterplans>