

数字化城建中绿色建造理念的应用研究

文 / 王东泽 山东恒信建设监理有限公司

王兴涛 山东水工建设科技咨询有限公司

摘要：在数字化城建与绿色发展理念盛行的背景下，为解决传统城市规划对生态及资源关注不足等问题，开展对可持续城市规划设计及数字化社区建设中绿色建造理念应用的研究。运用GIS、大数据及智能传感等技术，分析城市地理、人口、能源等数据，模拟交通、建筑等情况。结果显示，实现了城市生态网络构建、资源高效利用及社区绿色智能发展。这对推动城市可持续发展、打造宜居环境意义重大。

关键词：数字化城建；绿色建造理念；可持续发展

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.16.021

引言

在数字化与绿色发展交织的时代，城市发展正迈向新征程。传统城市规划和社区建设面临资源浪费、生态破坏等困境，难以契合当下可持续发展的新要求。而数字化城建与绿色建造理念的融合带来新契机。将绿色建造理念融入可持续城市规划设计以及数字化社区建设中，能借助数字技术优化资源配置、改善生态环境。这不仅关乎城市空间的合理布局，更与居民生活品质紧密相连。下面将深入剖析其融合与应用的具体路径和价值。

一、数字化技术赋能绿色建筑

（一）建筑信息模型（BIM）技术的深度应用

BIM技术凭借其强大的功能，构建起涵盖建筑全生命周期的精确三维数字化模型。此模型不仅集成了建筑的几何形态、物理属性等基础信息，还融入了复杂的功能特性。设计师借助该模型，能够对建筑的采光时长、通风效率等绿色性能指标进行深度剖析，精准定位潜在的设计瑕疵。在施工环节，基于BIM技术的管理平台可以实现各类资源的智能调配，合理规划施工流程，显著降低资源损耗与浪费，为绿色建造在实际操作层面提供坚实保障，有力推动绿色建筑目标的实现。

（二）基于数字化模拟的绿色设计优化

运用先进的计算机模拟手段，能够对建筑的能耗模式、热环境舒适度以及风环境流畅性等多方面进行全方位模拟分析。通过模拟不同建筑朝向在不同季节的太阳辐射得热量，以及围护结构采用不同保温隔热材料时的热量传递情况，从而科学地优化建筑朝向与围护结构设计，大幅提升建筑的能源利用效率^[1]。对室内自然通风效果进行模拟，能够精准规划通风路径，有效避免通风死角，营造出舒适、健康且低能耗的室内环境，从多个维度实现绿色设计的优化升级，高度契合可持续发展的新要求。

二、智能监测与节能控制体系构建

（一）智能传感器技术在绿色建筑中的应用

在室内，能够精准感知温度、湿度、二氧化碳浓度以及光照强度等参数。当室内二氧化碳浓度过高时，传感器迅速捕捉数据并传输给智能通风系统，及时启动通

风换气，确保室内空气清新，为使用者提供健康舒适的环境。在室外，传感器可监测风速、风向、太阳辐射强度等，这些数据反馈给建筑能源管理系统，帮助调控建筑设备运行状态。比如，依据太阳辐射强度自动调节遮阳设施，有效减少室内热量积聚，降低空调制冷能耗。智能传感器还能对建筑设备的运行状况进行监测，像检测管道的漏水情况、电气设备的运行温度等，提前预警潜在故障，避免因设备故障导致的能源浪费和维修成本增加，从多维度保障绿色建筑的高效、稳定运行。

（二）节能控制技术实现能源高效利用

在数字化技术的赋能下，节能控制技术不断创新升级，智能照明系统通过传感器感知室内光照条件和人员活动情况，自动调节灯具亮度和开关状态。当室内自然光照充足时，自动降低人工照明亮度甚至关闭部分灯具；人员离开房间一定时间后，灯具自动熄灭，避免不必要的能源消耗^[2]。空调系统和供暖系统同样借助智能控制技术实现精准调控。利用温度传感器实时监测室内温度，依据设定的舒适温度范围，智能调节空调和供暖设备的运行功率和模式。在夜间或人员较少的区域，自动降低设备运行功率，减少能源输出。节能控制技术还可与可再生能源系统协同工作。将太阳能光伏发电系统与建筑用电设备相连，当光伏发电量大于建筑耗电量时，多余电量可储存或并网；当发电量不足时，自动切换至电网供电，实现能源的高效调配和可持续利用，切实推动绿色建筑能源利用向高效、低碳方向发展。

三、绿色建筑材料的数字化筛选与应用

（一）数字化平台助力绿色建筑材料选择

在数字化城建和绿色建造理念的指引下，数字化平台为绿色建筑材料的选择提供了强大助力。这类平台整合了海量的建筑材料信息，涵盖材料的成分、性能、生产工艺、环保指标以及能耗数据等。通过先进的搜索和筛选功能，设计师和建设者能够快速精准地找到符合绿色建筑标准的材料。在寻找保温材料时，可依据保温性能、环保等级、耐久性等参数进行筛选，平台会迅速呈现出一系列符合要求的产品，包括新型的气凝胶保温材料、环保型聚苯乙烯泡沫板等。数字化平台还能提供材料的

生命周期评估 (LCA) 报告, 直观展示材料从原材料获取、生产加工、运输使用到最终废弃处理全过程的环境影响和资源消耗情况。这使得决策者能全面了解材料的可持续性, 从而做出更科学合理的选择, 确保绿色建筑从选材阶段就符合可持续发展的新要求。

(二) 材料使用与设计的数字化优化策略

在设计阶段, 通过 BIM 模型能直观地分析不同建筑部位所需材料的类型、数量和规格, 避免材料的过度采购和浪费, 在墙体设计中, 根据结构和保温要求, 精确计算出所需砖块或墙板的数量和尺寸, 减少切割损耗^[3]。利用数字化模拟技术还能对材料的组合方式和连接节点进行优化, 提高材料的使用效率和建筑整体性能。比如, 通过模拟不同的钢结构连接方式, 选择最稳固且材料用量最少的方案。在施工过程中, 数字化管理平台可实时监控材料的使用进度和库存情况, 及时调整采购计划, 确保材料供应的及时性和准确性, 从设计到施工全过程实现绿色建筑材料使用与设计的数字化优化, 推动绿色建筑的高效建设。

四、绿色建筑运营管理的数字化转型

(一) 能源管理技术的数字化升级

传统能源管理方式存在数据采集不全、分析滞后等问题, 难以满足绿色建筑对能源高效利用的需求。数字化升级的能源管理技术借助物联网, 实现了对建筑能源数据的全方位实时采集。智能电表、水表、气表等设备能精确记录各区域、各时段的能耗数据, 并通过无线传输实时上传至云端数据库。在数据分析上, 运用大数据

和人工智能算法深度挖掘海量能源数据, 自动识别能耗模式与规律, 精准定位能耗过高原因。还能建立能源消耗预测模型, 依据历史数据和实时环境参数预测未来能源需求, 为能源供应和设备运行调控提供依据。此外, 该系统具备智能调控功能, 与建筑内照明、空调、供暖等能源设备无缝连接, 根据数据分析与能耗预测自动调整设备状态, 实现能源合理调配与高效利用。数字化升级显著提升了能源管理精细化水平, 有效降低建筑能耗, 为绿色建筑可持续发展提供有力支撑。

(二) 基于数字技术的建筑运营维护优化

借助远程监控技术, 在建筑设备上安装温度、压力、振动等传感器, 可实时监测设备运行状态。无论是大型电梯、空调机组, 还是小型给排水泵、照明灯具, 其运行参数与状况都能被远程监控系统精准捕捉。设备一旦出现温度过高、压力不稳、振动异常等情况, 系统会立即警报, 并将故障信息传至维修人员移动终端, 缩短故障发现与响应时间。基于数字技术的智能维护管理系统, 结合设备历史运行数据、故障记录以及大数据分析和机器学习算法, 能进行预测性维护, 提前预判设备故障时间和类型。维修人员据此制定科学维护计划, 在故障前预防性维修, 避免建筑运行中断与能源浪费。在建筑运营管理上, 数字化平台可实时掌握人员流动、空间使用情况, 合理安排保洁、安保等服务资源, 提高保洁效率。同时, 利用 VR 和 AR 技术为维修人员提供直观操作指南与维修辅助信息, 降低维修难度, 提升维修质量和效率。

如图 1 所示:

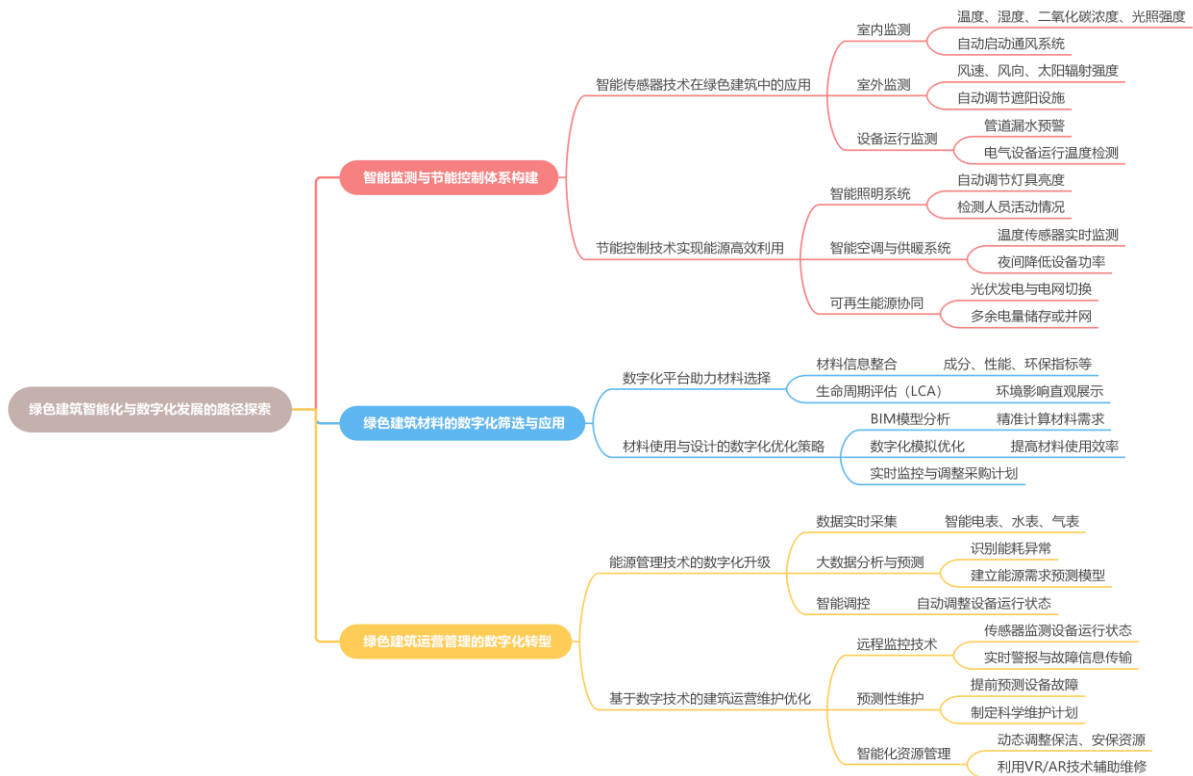


图 1: 绿色建筑智能化与数字化发展的路径探索

五、绿色建筑评价与决策的数字化支撑

(一) 绿色建筑评价体系的数字化应用

在数字化城建与绿色建造并行发展的当下，绿色建筑评价体系的数字化应用是推动行业进步的关键力量。传统绿色建筑评价依赖人工评估和纸质审核，过程繁琐且易出错。数字化应用借助信息化平台，实现了数据高效收集与整合。建筑能耗、水资源利用、室内环境质量等数据，可由智能监测设备实时采集并自动上传至评价系统。评估建筑能源效率时，系统能依据长期能耗监测数据，精准分析不同季节、时段的能耗情况，科学判断能源利用效率是否达标。数字化评价体系还具备可视化功能，以直观图表展示绿色指标得分与达标程度，让评价结果清晰明了。传统评价方式难以实时跟踪建筑性能变化，而数字化体系可实时更新数据，随时重新评估建筑，及时发现问题并给出改进建议。例如，建筑能耗异常上升时，系统能迅速预警，通过数据分析找出设备老化、运行模式不合理等原因，为建筑优化升级提供有力支撑，助力绿色建筑迈向更高标准。

(二) 数据驱动的决策支持系统构建

在数字化城建与绿色建造理念引领下，构建数据驱动的决策支持系统对提升建筑行业决策科学性与可持续性意义重大。该系统注重数据全面收集整理，涵盖建筑全生命周期，从设计阶段的BIM数据，到施工的进度、质量数据，再到运营的能源消耗、设备运行数据等，均纳入数据库。设计决策中，利用模拟分析技术预测建成后能源消耗、室内环境质量，为选最优方案提供依据。施工阶段，分析进度与资源消耗数据，合理安排进度与资源调配，避免浪费与延误。运营管理决策中，系统作用关键，能依据实时能源和设备数据提供建议。如能源价格波动时，给出合理采购与设备运行调整策略，降低能源成本；还能根据设备状况和故障预测数据，制定科学维护计划，提高设备可靠性与寿命。此外，系统具备集成功能，可与城市规划、能源管理等系统交互共享数据，从宏观角度为城市建设管理提供支持，推动建筑与城市协同发展，促进建筑行业绿色、智能、高效转型。

六、数字化城建中绿色建造理念的拓展与实践

(一) 可持续城市规划设计中的绿色建造融合

传统城市规划设计往往侧重于功能布局和空间形态，对生态环境和资源利用的考量相对不足。而如今，绿色建造理念融入其中，为城市规划带来全新变革。地理信息系统(GIS)和大数据技术在这一融合过程中发挥着关键作用。通过GIS技术，能够对城市的地形地貌、水文地质、生态敏感区等基础地理信息进行全面分析和可视化展示。结合大数据分析城市的人口分布、交通流量、能源消耗等动态数据，为城市规划提供科学依据。在规划城市绿地系统时，依据生态分析结果，合理布局公园、湿地等绿色空间，构建城市生态网络，增强城市的生态调节功能，提升城市的生物多样性。利用数字化技术模拟不同交通规划方案下的交通流量和碳排放情况，优化公交线路和站点设置，推广新能源交通工具，建设自行车道和步行道网络，减少私人机动车的使用，降低交通能耗和尾气排放。在城市基础设施规划中，注重水资源的循环利用和能源的高效供应。通

过数字化模拟和优化，规划建设雨水收集利用系统、分布式能源站等基础设施，提高城市资源利用效率，实现城市的可持续发展。在城市规划中，规定建筑的绿色标准和容积率要求，鼓励采用绿色建筑设计和建造技术，促进建筑群体的节能、环保和宜居。

(二) 绿色建造理念在数字化社区建设中的应用

在数字化社区的规划设计阶段，绿色建造理念体现在社区的整体布局和建筑设计上。合理规划社区的功能分区，增加绿化空间和公共活动区域，提高社区的宜居性。采用绿色建筑标准，选择环保、节能的建筑材料和技术，如太阳能光伏板、地源热泵、高效保温材料等，降低建筑的能耗和对环境的影响。利用数字化技术对社区的建筑进行模拟分析，优化建筑的采光、通风和隔热性能，营造舒适的室内环境。在社区的能源管理方面，借助数字化能源管理系统，实现对社区内能源消耗的实时监测和智能调控^[6]。通过安装智能电表、水表、气表等设备，收集能源数据并进行分析，根据社区居民的能源使用习惯和实时需求，优化能源供应和分配。在用电低谷时段，自动启动社区的储能设备进行充电，在用电高峰时段释放电能，缓解电网压力，降低能源成本。鼓励居民参与能源管理，通过手机APP等方式，让居民实时了解自家的能源消耗情况，引导居民养成节能的生活习惯。在社区的环境监测和治理方面，利用智能传感器技术对社区的空气质量、噪声、水质等环境指标进行实时监测。一旦发现环境指标超标，系统立即发出预警，并通过数据分析找出污染源，采取相应的治理措施。当监测到社区内某区域的空气质量下降时，通过分析周边的污染源情况，及时调整交通管制措施或加强对周边企业的监管，改善社区的环境质量。

结语

在数字化城建进程中，绿色建造理念的应用贯穿于建筑全生命周期及城市规划的各个层面。从建筑设计、材料选用，到能源管理、运营维护，再到城市规划与社区建设，数字技术为绿色建造提供了有力支撑。通过二者的深度融合，实现了资源高效利用、环境有效保护，推动建筑行业朝着绿色、智能、可持续方向迈进。这不仅是当下应对环境与能源问题的关键举措，更是塑造未来宜居城市的重要路径。

参考文献

- [1] 李二龙. 数字化城建中混凝土桥梁裂缝的精准诊治[J]. 新城建科技, 2024, 33(10): 78-80.
- [2] 陈逸珊. 数字化城建对提升城市竞争力的作用分析[J]. 新城建科技, 2024, 33(09): 76-78.
- [3] 万冬桂. 数字化城建档案馆建设探讨[J]. 中华建设, 2022, (10): 24-26.
- [4] 何兴龙. 建筑信息模型之于数字化城建档案馆的历史意义[J]. 城建档案, 2021, (06): 25-26.
- [5] 王健. 数字化城建档案馆建设的现状及对策[J]. 城建档案, 2017, (03): 15-16.
- [6] 刘旭霞. 关于建设数字化城建档案馆的思考[J]. 档案时空, 2019, (12): 46-47.