

绿色建筑全生命周期经济性分析与研究

连书径

上海建科工程咨询有限公司 上海 200000

摘要:随着我国国民经济的高速发展, GDP达到每年10%左右的增长率, 在经济迅猛发展的同时, 也带来了严重的环境污染系列问题。自可持续发展观提出至今, 在建筑行业大力践行绿色建筑发展理念, 取得了一定成绩。然而, 由于绿色建筑理念在我国引入时间尚短, 对于绿色建筑生命周期经济性的研究尚还欠缺。本文主要对绿色建筑生命周期经济性分析与研究, 并结合案例探讨了绿色建筑技术增量成本和增量效益两个方面, 最终得出绿色建筑经济可行的结论。

关键词:绿色建筑; 发展理念; 生命周期; 经常性

引言

近几年来, 我国的建筑行业持续迅猛发展, 日益成为国民经济的支柱型产业。建筑物的建造与运营在消耗能源的同时也产生了大量的废水、废气、建筑垃圾等污染物, 这些污染物如果得不到有效处理, 就会造成环境的严重污染。这样严重影响了我国可持续发展战略等问题。基于此, 绿色建筑在此背景下走入人们的视野^[1]。大力发展绿色建筑, 提倡“绿色、生态, 节能, 高效”的理念, 不仅能够缓解能源消耗和降低环境污染, 还能以更加健康的发展模式推进我国城镇化发展进程, 树立“以人为本, 人与自然和谐共处”的思想, 为居住者营造一个健康、环保、舒适的居住空间, 提高人们的幸福指数。

1 绿色建筑全生命周期经济性分析的必要性

大力发展绿色建筑, 可以有效降低能源消耗, 净化环境, 还能提供健康、生态化的居住环境, 因此, 绿色建筑是建筑行业今后发展的方向。在传统建筑项目费用管理当中, 仅注重一次性建设费用, 而忽视了运营维护等全寿命周期的其他阶段费用, 据大量实践证明, 在建筑项目全生命周期费用当中, 运营维护等阶段也占有较大比重。这种情况下, 将会产生极大的局限性, 甚至影响建筑项目费用管理的准确性。因此, 在绿色建筑经济性分析与研究中, 合理运用全生命周期经济分析法, 能够更真实、准确地反映建筑成本^[2]。

2 绿色建筑技术增量成本分析

为了更好地研究绿色建筑的经济性, 本文以某建筑工程为例, 从节地、节能、节水、室内、运营5个方面对基准方案和绿色技术措施方案进行增量成本对比分析, 具体分析情况如下。(1) 节地。在节地方面, 主要涉及2点: ①基准方案采用混凝土地面, 绿色技术措施方案采用透水地面, 增量成本为2.23元/m²。②基准方案采用普通围护, 绿色技术措施方案采用节能围护结构, 增量成本为68.12元/m²。(2) 节能。在节能方面, 主要涉及4点: ①基准方案采用普通灯具, 绿色技术措施方案采用高效节能灯具, 增量成本为2.76元/m²。②基准方案采用普通电梯, 绿色技术措施方案采用节能电梯, 增量成本为4.32元/m²。③绿色技术措施方案采用

太阳能热水系统, 基准方案无此措施, 增量成本为13.56元/m²。④绿色技术措施方案采用智能节能装置, 基准方案无此措施, 增量成本为1.23元/m²。(3) 节水。在节水方面, 主要涉及3点: ①基准方案采用普通器具, 绿色技术措施方案采用节水器具, 增量成本为2.81元/m²。②绿色技术措施方案采用中水处理系统, 基准方案无此措施, 增量成本为14.3元/m²。③基准方案采用普通灌溉, 绿色技术措施方案采用节水灌溉装置, 增量成本为3.21元/m²。(4) 室内。在室内方面, 主要涉及3点: ①绿色技术措施方案采用地暖热泵, 基准方案无此措施, 增量成本为22.84元/m²。②绿色技术措施方案采用热回收装置, 基准方案无此措施, 增量成本为4.65元/m²。③绿色技术措施方案采用新风系统, 基准方案无此措施, 增量成本为32.12元/m²。(5) 运营。在运营方面, 基准方案采用普通智能化系统, 绿色技术措施方案采用完善的智能化系统, 增量成本为13.24元/m²。

通过上述分析, 本项目每平方米绿色技术增量成本为185.39元, 总增量成本为1336.74万元, 在总投资当中, 增量成本占13.35%。每一项所占比例不同, 则对增量成本的贡献率也有所不同, 具体如表1所示。

表1 5项绿色建筑技术增量成本贡献率

| 序号 | 项目 | 增量成本贡献率/% |
|----|------|-----------|
| 1 | 节地 | 1.2 |
| 2 | 节能 | 48.54 |
| 3 | 节水 | 10.96 |
| 4 | 室内节材 | 32.15 |
| 5 | 运营 | 7.14 |

3 绿色建筑技术增量效益评估与分析

结合上述分析, 相比基准方案, 绿色建筑技术措施主要体现在5个方面, 为此, 在增量效益评估中同样针对上述5项绿色建筑技术进行分析与研究, 具体如表2所示。

由此可见, 大力发展绿色建筑, 可以大幅增加建筑工程的经济效益。除此之外, 采用绿色建筑技术措施, 还能产生良好的经济效益, 同时也能营造良好的生态环境^[3]。例如在

节约排污费和排污设施费方面, 每年可产生10.322万元。据相关研究表明, 当人体睡眠充足的情况下, 有助于提升工作效率, 工作效率提高, 将会增加企事业单位的经济效益, 同时还能带动当地经济发展。

表2 绿色建筑技术增量效益

| 序号 | 项目 | 子项目 | 经济效益 |
|----|------|---|--------------|
| 1 | 节地 | 土地购置费 | 756. 57 万元 |
| 2 | 节能 | 外围护结构节能、热回收和新风系统节能、太阳能节能、地下车库光导管节能及节省的空调和变压器设施费 | 67. 22 万元 |
| 3 | 节水 | 中水节水、绿化灌溉 | 21. 06 万元/年 |
| 4 | 室内节材 | 节省装饰性建材、可循环材料与废料利用的效益 | 323. 41 万元/年 |
| 5 | 运营 | 智能系统运营维护 | 1. 8 万元/年 |

通过计算分析可知, 将本项目产生的经济效益、环境效益与社会效益相结合, 可得出本项目的增量效益, 为6732.99万元, 通过相关公式计算可得, 项目效益费用比为3.96, 远高于1(规定值), 由此表明, 绿色建筑经济可行。

4 提高绿色建筑全生命周期经济性的策略

4.1 依托大型企业推动绿色建筑发展

大力发展绿色建筑, 必定会带动大型房地产开发企业的发展。①借鉴国外先进经验, 将政府部分政策从鼓励转变为强制, 要求大型建筑企业, 尤其是央企、国企, 起到良好的带头作用, 积极申报绿色建筑项目, 强制推动绿色建筑事业发展。②对于建筑行业而言, 大型企业具有一定引领、示范作用, 必定会带动其他企业, 甚至整个行业的发展。③绿色建筑采用的是装配式施工模式, 需要技术工人数量较多, 可以有效提升施工人员的专业技术水平和行业的综合素质, 有利于为建筑行业发展提供人才支持。

4.2 为绿色建筑的发展提供技术支持

4.2.1 加快绿色建筑技术的研发与应用

创新是技术发展的不竭动力, 为了进一步推进绿色建筑事业发展, 必须加快技术研发与应用。引进、吸收西方国家先进的技术、工艺的同时, 还要鼓励企业自主创新, 注重知识产权, 攻关绿色建筑关键性技术, 争取走在世界前沿, 达到世界一流水平。

4.2.2 完善绿色建筑技术标准

根据当前我国绿色建筑发展现状, 结合当地实际情况, 综合考虑绿色建筑全生命周期各个环节所需的绿色技术要求, 因地制宜, 合理选用绿色技术措施, 并结合建筑类型、特点等因素, 进一步完善绿色建筑技术标准。绿色建筑的发展不应只限于新建建筑, 而要扩展到现有建筑改造方面, 将

绿色技术充分应用到新建、现有建筑改造等方面, 大大增加绿色建筑的覆盖率, 满足节能、环保的要求, 推进我国建筑事业持续、健康发展^[4]。

4.3 完善绿色建筑激励性政策措施

4.3.1 消费者的激励对策

为了促进绿色建筑事业发展, 提高绿色建筑的经济效益, 应进一步完善绿色建筑激励性政策。对于消费者, 可采取正向激励对策, 例如信贷优惠, 根据消费者购买的绿色建筑之星级, 公积金债务额度可适当增加20%; 或者可以根据购买的绿色星级比例进行税收优惠。适当减免契税, 减少范围为5%~10%。

4.3.2 企业的激励对策

(1) 财政补贴。针对高星级绿色建筑, 还应给予正向的激励, 结合增量成本、绿色技术措施等要素, 给予适当的财政补贴。

(2) 税收优惠。为了刺激消费者和企业主体选择绿色建筑, 除了采取财政补贴措施以外, 还可以根据绿色建筑项目的星级标识, 实施一定税费优惠政策, 从而提高企业绿色建筑开发建设的积极性。

(3) 信贷优惠。无论哪一类建筑工程项目开发与建设, 都离不开贷款的支持, 为了推动绿色建筑事业发展, 应给予部分补贴, 或者下浮利息, 通过降低贷款利率, 可以减少企业部分支出, 降低开发成本。

(4) 容积率优惠。为了进一步增强企业绿色建筑开发的积极性, 可以结合当地实际情况与发展现状, 给予一定的容积率优惠, 比如, 高星级绿色建筑, 可给予2%左右的容积率奖励。

5 工程实例

5.1 项目概况

为了贯彻落实中央政策, 实施农村危旧土坯房改造成为某市积极响应《若干意见》的第一要务, 在G市政府和人民群众的共同努力下, G市从2012年到2015仅仅三年的时间, 使得该地区70余万户, 约300万人口, 彻底摆脱了土坯房, 住上了安居房。



图1 2012年G市某农村破败不堪的土坯房



图2 2015年G市农村土坯房改造后的新农村

为了推进农村危旧土坯房改造项目进程,让生活在地坯房中的人们尽快住进安居房,同时也为了提升农房建设“质量、品味、绿色、环保”和突出客家建筑风俗,某市相关部门和有关设计人员经过深入走访,对土改新房地型设计进行了深入调研,根据“节约能源且环保”的绿色设计理念,设计的新户型按“占用宅基地建房(A、B、C、D)、乡(镇)村统一建房(E)、公寓式联户建房(F)”三种类型设计,共分A(3种)、B(3种)、C(3种)、D(5种)、E(4种)、F(2种)六大部分,20种户型供农民群众建房选择使用。

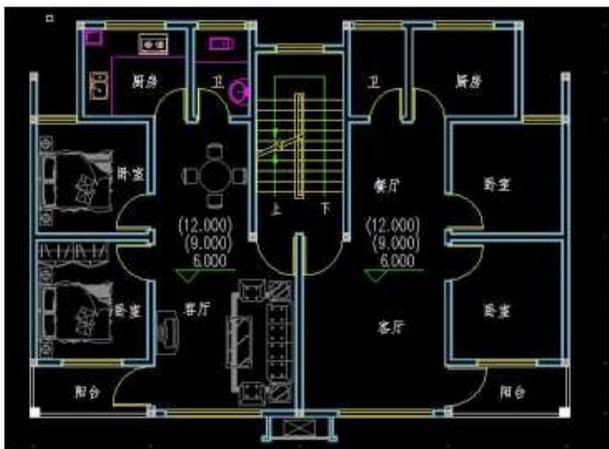


图3 公寓式联户建房F-1型建筑



图4 公寓式联户建房F-1型效果图

公寓式联户建房F-1户型,每栋五层,一梯两户,每户建筑面积60m²左右。两栋并排建造,总建筑面积约1350m²,户型以经济、实用、安全、环保。节约为主。

5.2 基本参数的选取

其合理使用年限为50年,则本文采用50年为其全生命周期。

5.3 费用效益的识别与估算

5.3.1 节材与材料资源利用

在建造阶段,加强施工现场建筑材料的管理,尽可能的降低材料的人为和自然损耗,同时重视建筑垃圾的分类、处理。施工过程中,对建筑垃圾进行分类,有效回收再利用建筑废渣约5吨,其中部分混凝土等废弃物再利用,用于内、外墙水泥砂浆抹灰、基础垫层等部分,使用面积约500m²;还有部分建筑废渣用于临时道路的路基建设;就地掩埋部分废弃物,有效减少运输、处理费用。

此项目使用绿色可循环再利用建材相较于传统建筑成本约约高12元/m², 12元/m² × 1350m² = 16200元 = 1.62万元。即全生命周期差额费用现值为1.62万元。

同时,可循环再利用材料在绿色建筑项目生命期末可以进行回收,预计平均回收价值约190元/m², 190元/m² × 1350m² = 256500元 = 25.65万元,现值为NPV = (P/F, i, n) = 0.55万元,即全生命周期差额效益现值为0.55万元。

回收再利用建筑废渣等增加人工和机械等成本0.4万元,即全生命周期差额费用现值为0.4万元。但是废物再利用节约了新材料的使用,节约费用约1.5万元。即生命周期差额效益现值为0.55万元。

对废旧材料如拆除的旧建筑砖瓦等既有可利用建材进行改造、处理投入到新的绿色建筑项目中,投入费用约0.2万元,即全生命周期差额费用现值为0.2万元。但是却节约了对既有可利用建材的运输费用以及降低了新材料的供应,约节约0.8万元。即全生命周期差额效益现值为0.8万元。根据建筑材料的特性,本文设定其投资回收期为其设计寿命周期即50年。

5.3.2 节能与能源利用

某农村土坯房改造项目大力推广新型、高效的保温隔热墙材和窗材,多使用200mm页岩多孔砖及加气混凝土砌块,外加20mm单面抹灰保温隔热砂浆,传热系数为1.45W/m²·K。外窗采用气密性和保温隔热性能良好的单框双玻塑钢窗(平开窗),传热系数为2.5W/m²·K。单框双玻塑钢窗(平开窗)500元/m²(传统铝合金窗350元/m²),外窗总面积约为478.1m², (500元/m²—350元/m²) × 478.1m² = 71715元 = 7.17万元。外墙保温增加费20元/m²,外墙总面积约为1659.6m², 20元/m² × 1659.6m² = 33192元 = 3.32万元,进行汇总相加,即得全生命周期差额费用现值为10.49万元。围护结构保温是建筑主体节能的重要举措之一,尤其是外墙和外窗的保温对建筑物的节能具有相当重要的影响。

围护结构保温措施同比传统建筑节能 45%以上, 建筑耗热量每年每平方米大约节约 10.86 元, 折现值为 14.66 万元, 即全生命周期差额效益现值为 14.66 万元。

如果同规模的传统建筑, 按照国家的相关标准, 需要安装约 70 冷吨的空调系统, 但是由于围护结构保温措施, 空调系统可以降低到 25 冷吨, 该空调系统还可以采用变频系统, 购置空调的全生命周期差额费用现值为 5.23 万元。空调系统年节约电费 0.98 万元, 折现值为 11.99 万元, 即全生命周期差额效益现值为 11.99 万元。(注: G市的住宅建筑不需要配备采暖设施, 围护结构保温可以达到采暖要求, 必要时可以用空调系统替代采暖系统) 主要房间、场所使用高效灯具; 采用回路系统降压、稳压, 以可以达到节约电量和延长灯具使用寿命的目的; 将全智能运用到照明系统, 将自然光与灯光达到智能互补运用, 自然光强, 就减少灯光, 自然光弱, 就加强灯光。节能灯具投入的差额费用为 0.2 万元, 即全生命周期差额费用现值为 0.2 万元。而采用节能照明措施每年能节能 20%~30%, 仅此每年节省约 1600 度电, 每度电按 0.6 元/度, 折现值 1.17 万元, 即全生命周期差额效益现值为 1.17 万元。根据公式计算投资回收期。经计算空调节能、照明节能、建筑主体节能的投资回收期分别为 5.37 年、4.23 年、7.65 年节水与水资源利用采用中水回用技术, 将生活污水(洗澡水、洗衣水、厕所水等)集中收集和处理, 使之达到一定的标准, 再用于绿化灌溉、马桶冲刷等, 以达到节约用水的目的^[5]。

该中水回收设备比传统水处理设备造价高出 9.5 万元(设备使用寿命 25 年, 整个建筑全生命周期需要更换两次), 全生命周期差额费用现值 10.89 万元。采用中水回收技术, 使得整个建筑每天产生的 80m³废水, 至少可以回收再利用 4360m³, 回收水的成本为 0.5 元/m³, 赣州生活用水的价格为 1.95 元/m³, 这样建筑每立方米的水可节约 1.45 元/m³, 每年共节约 3.18 万, 全生命周期差额效益现值 38.90 万。

本建筑采用屋面雨水收集利用系统, 将雨水通过雨水初期弃流装置进行一定的有效处理, 然后将雨水绿化、景观、冲厕等, 达到节约水费的效果, 据了解屋面雨水收集利用系统投资费用约 15 元/m², 运用费用 0.1 元/m², 每年却可以节省 2.7 元/m² 的水费, 经计算可得其全生命周期差额费用现值为 2.40 万元, 全生命周期差额收益现值为 4.46 万元。采用节水措施及设备, 初始投资相对于传统措施及设备增加 0.5 万元(设备使用寿命为 10 年, 整个建筑全生命周期需要更换五次) 全生命周期差额费用现值 0.91 万元。住宅卫生间使用冲洗箱容积 6L 的坐便器, 每年每户可以节约 50m³ 的水, 按某市生活用水的价格为 1.95 元/m³ 计算, 每户每年节约 97.5 元, 全楼 10 户人家, 每年共节约 975 元, 合计全生命周期差额收益现值为 1.19 万元。根据上文公式 4-11 求取投资回收期。经计算节水器材、雨水利用、生活用水循环利用的投资回收期分别为 4.12 年、6.59 年、5.47 年。

5.3.3 室内外环境质量

大部分人们一天中的大半时间是在室内度过, 目前大气环境污染日益严重, 改善室内空气的质量就显得尤为重要, 可以通过购置空气净化器, 以吸附或转化各种空气污染物(如悬浮微粒及降尘、飘尘、花粉, 甲醛等), 改善室内空气质量, 购置费约 0.15 万元, 10 户就是 1.5 万元(空气净化器使用寿命一般为 5 年, 整个建筑全生命周期需要更换十次), 全生命周期差额费用现值 3.03 万元。植物的吸收分解对改善室内环境也具有相当大的帮助, 如在室内放几盆绿萝类大叶植物。良好的空气质量可以减少人们患病的几率, 延长人们的寿命进而增加人们的工作年限, 根据费用效益计算公式可得全生命周期差额效益为 5.37 万元。安装隔音入户门, 有效隔离外界噪音, 市场上隔音门的价格比一般的入户门贵 0.1 万元, 10 户就是 1 万元(建筑全生命周期内入户门无需更换), 即全生命周期差额费用现值 1 万元。减少噪音污染的效益主要体现在减少了人民患耳部疾病的风险以及使得人们处于安静的环境有助于精神层面的享受, 通过上文相关公式可进行量化, 求得全生命周期差额效益现值为 2.1 万元。

通过使用绿色建筑可以提高居住者的健康效益(想要使得绿色建筑能有此功能需一次投入 50 元/m², 使其达到绿色建筑标准, 全生命周期差额费用现值为 6.75 万元), 根据建筑协会多年的调查与分析, 得出综合健康效益与建筑面积的关系为 10 元/m², 即该建筑每年每平方米增加 10 元的健康效益, 合计全生命周期差额效益现值 16.52 万元。根据公式计算求取投资回收期。经计算空气质量、健康与效率、噪音污染的投资回收期分别为 4.88 年、4.78 年、6.92 年。

5.3.4 运营管理

整个建筑安装有通讯信号、有线电视等传感器, 周围有视频监控等智能系统, 合计全生命周期差额费用现值为 2.2 万元, 每年节约人工等成本 0.4 万元, 合计全生命周期差额效益现值 4.89 万元。设备养护和更新每年额外支出 0.3 万元, 合计全生命周期差额费用现值为 3.67 万元, 但是设备维护保养减少了设备的更换频率, 延长了其使用寿命, 并且使得人们对设备的满意程度上升, 将其进行量化可得全生命周期差额效益现值为 5.38 万元。设置不同种类的垃圾箱对垃圾进行分类处理, 虽然增加了垃圾箱的增设成本, 其全生命周期差额费用现值为 0.25 万元。设置不同种类的垃圾箱减少了对垃圾进行处理的人工、机械等费用, 其全生命周期差额效益现值为 0.40 万元。根据上文公式 4-11 求取投资回收期。经计算设备维护、更新, 垃圾分类、处理, 物业管理智能化的投资回收期分别为 8.43 年、6.18 年、7.92 年。

根据公式计算, 得出该项目绿色建筑经济性评分为 0.427, 绿色建筑经济性等级“☆☆☆”, 相对于传统建筑具有较好的经济性。所以大力发展绿色建筑符合可持续发展战略的同时, 经济上也是可行的。绿色建筑必将成为未来建筑

业的主流, 占据主导地位^[6]。

6 结语

综上, 环境是人类赖以生存的根本, 当前全世界正面临着资源紧缺、环境污染等问题, 为了有效控制温室效应、减少环境污染, 人们越来越重视绿色建筑发展。建筑业是国民经济的支柱型产业, 在我国90%以上的建筑存在高污染、高耗能特点, 这将严重破坏环境, 与可持续发展思想观念相悖。随着“节能、环保”理念的不断深入, 大力发展绿色建筑事业至关重要。相比一般建筑, 绿色建筑建造成本高是阻碍其发展的主要因素, 为此, 开展绿色建筑全生命周期经济性研究具有重要意义, 只有提高绿色建筑的经济效益, 才能促进绿色建筑事业更快发展。

参考文献:

[1]李月香. BIM在绿色建筑全生命周期项目管理中的应

用优势[J]. 建设科技, 2020, 23(12):76-77.

[2]戴雪辉.BIM技术在绿色建筑全生命周期中的应用分析[J]. 房地产导刊, 2020(9): 201.

[3]周心怡.世界主要绿色建筑评价标准解析及比较研究[D].北京:北京工业大学, 2020.

[4]高源.整合碳排放评价的中国绿色建筑评价体系研究[D].天津:天津大学, 2020.

[5]庄贵阳.新发展格局下碳排放达峰的政策内涵与实现路径[J].新疆师范大学学报, 2020(1): 30-39.住宅与房地产,2017,(12):44.

[6]张倩影.绿色建筑全生命周期评价研究[D].天津理工大学,2018.