**BIM在绿色建筑生命周期成本管理的应用研究**

王丹[[[1]](#footnote-0)] 郭超娴[[[2]](#footnote-1)]

（湖南财政经济学院，湖南长沙410006）

摘要：建筑行业作为我国经济发展的支柱之一，近年来一直被传统的建筑管理模式和技术所制约，与当前经济可持续发展的要求产生了矛盾。而绿色建筑的兴起和发展，为我国建筑行业提供了新的发展方向。但绿色建筑的高标准、高难度、高成本的特点，导致其难以在我国广泛推行。为解决绿色建筑成本问题，需通过研究绿色建筑全生命周期各阶段成本管理存在的难题，将BIM技术引入建筑领域，分析绿色建筑全生命周期成本管理与BIM技术的适配性，从而将两者有机结合，有效降低成本，实现绿色建筑的创新突破。推动我国建筑行业的发展变革。

【关键词】绿色建筑；全生命周期成本管理；BIM技术

**1 引言**

国民经济的发展带动了人们物质水平和精神水平的双重提高，尤其是新时期中国社会主要矛盾的转化，我国人民对居住环境的转变更为迫切。但近年来我国建筑行业产值增速放缓、信息化水平落后、生产效率低、环境污染严重，导致我国建筑行业投入和产出失衡。同时经济发展方式的转变带动了建筑业生产方式的优化升级。因此绿色建筑的推行成为建筑业发展的必经之路。然而中国想要进行绿色建筑推广仍要面临重重困难。例如，绿色建筑建设成本高、管理复杂；绿色建筑信息基数大、种类多，难以进行系统的分类和整理；绿色建筑项目的参与方过多，共同合作时难免会发生冲突。我国绿色建筑相关理论和技术都相对落后于发达国家，引入的绿色建筑技术和成本管理理念并不能完全符合我国建筑发展情况，绿色建筑大规模推广受到了限制。通过分析绿色建筑成本管理的难点与BIM技术的优势特点，找到两者的匹配节点，加深对绿色建筑成本管理应用BIM技术的研究，利用BIM的特点和优势，着力解决当前阶段绿色建筑成本管理当中的问题，并将两者融合运用到绿色建筑的发展当中，提高绿色建筑质量，减少能源消耗，资源浪费，降低对环境的负面影响，实现人文、建筑、科技、环境的统一发展。

**2 论文相关理论概述**

**2.1绿色建筑的概念及特点**

绿色建筑是指在建筑生命周期内，全面考虑建筑物与周围环境的协调，充分利用清洁能源，最大限度降低能源消耗，因地制宜，尽可能减少对环境的破坏，充分体现和大自然回报与索取之间的平衡。因此，绿色建筑的特点可归纳为以下两点：

（1）可持续性。绿色建筑全生命周期以可再生、或者可降解的能够循环使用的材料为主。同时绿色建筑能够充分利用资源循环利用，减少污染物的排放，甚至能够实现零排放，全面节约资源和能源。以最小的生态代价，获得最大的经济利益。

（2）与自然环境和谐相处。绿色建筑的最终目标是尽可能地融入周围环境，成为大自然整体的一个有机部分，避免或是尽量减轻对周围环境产生的不良影响，回馈自然，从而达到与自然生态环境和谐相处。

**2.2全生命周期成本及管理难点**

生命周期成本是指建筑过程中各阶段所有消耗折现后的货币成本，主要涵盖了项目建成之前将要产生的建设成本和建筑物开始运营到被拆除期间所产生的成本。

绿色建筑全生命周期成本的多方位性显示建筑物是环境社会经济的复合体，对其成本的研究要全面考虑建筑全过程中对各个主体产生的影响。同时既要考虑显性的定量成本，也要重视对环境成本、工期成本、质量成本等难以量化的隐性成本进行分析。

现阶段我国的绿色建筑还处于成长期，相关技术不够成熟，基于所应用的材料和技术，所消耗的成本巨大。因此推行绿色建筑发展，经营好其全生命周期成本管理是全部工作的基础和关键。但是在实施过程中，绿色建筑成本管理却面临着一系列的难点问题。

施工周期长。绿色建筑全生命周期漫长，施工复杂，虽然会将整个过程划分为多个阶段，但是由于绿色建筑整体性和连续性的特点，项目各阶段必须保持紧密联系，这为成本管理增加了很大的难度。

组织管理困难。绿色建筑工程量巨大，参与方众多，统一调度指挥难度大，因而绿色建筑过程中的组织与协调工作极其复杂。采用传统的施工组织模式，极易导致绿色建筑管理成本难以控制。

专业技术协作融合困难。绿色建筑项目中涉及很多差异大、跨度大的专业领域和操作技术，这直接导致了在项目进程中会出现很多分歧，同时也会产生大量的数据和信息。因此要实现专业协作和技术融合，进行有效的信息共享与管理会给绿色建筑项目增加管理难度，拖延项目进度从而增加不可预测成本[[[3]](#endnote-0)]。

**2.3 BIM特点与绿色建筑的适配性研究**

建筑信息模型（ building information modeling ，即BIM），是指在工程项目整个生命周期内，所有参与人员都能够通过技术操作对建筑信息进行数字化表达。这从根本上改变了工作人员单一依靠图纸进行建设和运营的工作方式，有效提高工作效率与工程质量，规避减少项目风险，降低成本损耗，提高项目经济效益[[[4]](#endnote-1)]。

通过深入研究绿色建筑成本管理的难点与BIM技术优势进行交叉分析，找到两者结合的最佳优势。

（1）可视化。在设计阶段，设计师运用BIM技术对绿色建筑及构件进行三维可视化设计，结合互联网技术的加持，使各参与方获取直观的项目信息，减少交流障碍，在施工阶段，工程师利用BIM技术创建模型，对施工进行全过程模拟程，进而消除盲点问题，将复杂的构造节点全方位呈现，有利于施工和技术交底。在运营维护阶段，利用BIM技术对建筑设备空间进行检验调整，设置不同施工路线，对优化管道网络，制作设备安装动画，择取最佳安装工序，快速解决各项故障，更有利于建筑工程快速有效进行，降低工程损耗[[[5]](#endnote-2)]。

（2）一体化。作为信息模型所形成的数据库，BIM既能涵盖建筑设计数据，又可容纳从施工到运营阶段的全过程信息，为项目提供设计、进度以及成本信息，有效提高施工质量，完善施工程序，提高项目质量，各参与方逐步融为一体。

（3）参数化。BIM软件内含设计师构件的图元参数信息，各参与方通过改变参数实现对建筑设计或文档部分进行调整，同时在相关联的部分自动反应，这既有利于提高模型的生成、修改速度，又可方便工作人员对设计提出修改建议。

（4）仿真性。设计师基于大量建筑信息数据利用BIM软件构造出了虚拟建筑模型，然后将BIM模型导入相关性能分析软件，对施工过程进行模拟及三维碰撞检查，并对工程量进行计算，从而有效规避了设计变更与施工冲突问题的发生，从根本上保证建筑工程的施工进度。

（5）协调性。绿色建筑数据量巨大、各类图纸繁多，工作人员耗费大量精力，过程中易遗漏疏忽，造成巨大隐患。BIM技术将建筑数据呈现于建筑模型上全面整合设计资料，协调施工前期各部门可能产生的的问题进行碰撞协调，为各参与方后期工作提供高效便捷的平台，

（6）优化性。BIM模型保存了绿色建筑存在的实时数据，与其相匹配的各种优化分析软件提供了对设计进行改进的可能。同时在设计方案的基础上，对其可能发生的投资回报进行预测分析，提出优化的可能性。

（7）可出图性。在设计阶段，设计师按照需求利用 BIM 技软件在模型任意位置进行剖切，便可得到平面图、剖面图及立面图，也可基于出图插件完成 BIM 出图，再根据设计意图添加所需标注，得到符合规范的施工图纸。

BIM技术在全球范围内的广泛应用，使绿色建筑焕发出新的生机。 BIM 技术与绿色建筑的全面结合，不仅是人为主动能动性的设想，更是因为二者之间充分的适配性条件。

**3 绿色建筑生命周期成本管理难点分析**

绿色建筑全生命周期成本管理是在加强显性成本管理的同时，对隐形成本进行管控和协调，提高资金利用效率。但就目前我国绿色建筑成本管理现状来看，还存在很多不足之处。

**3.1 绿色建筑设计阶段成本管理难点**

据统计分析，在绿色建筑中，设计阶段的成本预算对全生命周期的影响高达百分之六十。设计阶段的成本管理是在不损害绿色建筑质量本身的情况下，尽量将可调控的部分降低，且确保工程项目带来的经济和环境效益大于其增加成本，实现经济效益和成本效益共赢。

设计成本构成复杂。绿色建筑的设计阶段，设计师需要一直秉持着能源与资源双重节约，人与自然共同发展的设计理念。但由于影响因素的多样性，设计工作综合性强，需要多种类的专业人员协同合作，研究分析当地的自然环境基础，制定符合需求的设计策略。因此，在设计阶段，绿色建筑的成本构成相对复杂。

前期调研成本多样。在设计前期，测绘人员需对施工现场的区位环境进行自然条件和社会条件等各种因素进行全面考察、实地走访与调研，以明确施工环境。还需对工程项目的成本、定位、质量、功能、作用等问题进行剖析，并仔细考量项目的环境效益与社会效益，尤其是建筑生命周期内需要投入的增量成本加以说明，这些工作繁琐复杂，需要投入大量精力。

涉及技术广泛。绿色建筑在设计阶段需要汇总多方信息，涉猎不同专业。设计师需要结合各专业工程师的项目数据，这一过程耗时长，设计人员众多，投入成本难以预计。

绿色设计成本反复。在绿色建筑设计阶段往往会提出多种构想方案，再由项目建设单位共同协商，进行方案比对，根据设计效果、成本管理、使用功能多个方面的需求选取相对合理的设计方案，根据各方协商意见和社会环境的转变进行调整和优化。而这一过程中需要对设计方案的反复修正，造成的成本是不控制的[[[6]](#endnote-3)]。

**3.2 绿色建筑施工阶段成本管理难点**

绿色建筑施工施工管理有其独特的环境优势和经济优势，是建筑行业发展的新趋势。但是绿色建筑施工阶段对技术人员、施工技术、施工材料的高标准高要求，在所难免的导致了施工阶段的高成本，因此绿色建筑施工阶段的成本管理还存在很多亟待优化的问题。

成本管理意识匮乏。在当前的工程项目中所采取的项目经理负责制虽然有助于提升项目相关者的施工成本管理意识，但由于对项目经理的过度依赖，其他项目参与者难以参与决策，从而缺少了施工阶段整体的成本管理意识。例如，技术人员为了项目的整体质量，经常会忽略经济效益，采用高价的技术措施。而施工管理人员为了确保施工顺利进行，在施工过程中盲目增加设备和施工人员。因此，整个施工成本必然增加。

施工成本和质量之间缺乏协调性。建筑施工的投资成本和建设质量之间的联系十分紧密，然而在实际建设中，由于部分成本管理人员缺乏丰富的实践经验且专业技能不强，导致建筑施工质量和投资成本之间缺乏相应的协调性。

缺乏全过程、全方位的成本管理。在工程项目当中，常以事后控制为主， 详细记录、归算实际发生的成本进行核算，但无法对成本有效利用产生极大作用。绿色建筑由于其本身的复杂性，导致无法精确地进行成本预测，丧失事前控制的先机。而在施工阶段，建筑结构复杂，施工苦难，事中控制缺位。因此只有有效解决这些难题，才能促进资金的有效利用。

管理方法和制度不完备。现阶段我国建筑施工的成本管理形式仍然具有一定的粗放性，缺少较为完备的规章制度为成本管理提供有力支撑。在施工过程中通常由项目经理掌握具体的权利，在人为因素的作用下，极易引起施工过程的浪费、超支，延误工程进度。

**3.3 绿色建筑运营阶段成本管理难点**

施工阶段将设计图纸变成实物，但由于绿色建筑施工工期较长，不可控因素复杂，且对后期使用有所忽略，导致设计意图不能贯彻到运行维护阶段，运行中出现难以预料的事故。

绿色建筑的功能和系统相对复杂，若工程验收和建筑系统调试工作存在脱节，致绿色建筑无法正常运行，将导致能耗高、设备寿命短、维护成本高、建筑功能及其室内环境无法满足用户需求。

绿色建筑运营维护工作主要包涵建筑物内部设备的运行及故障维护、消防安防措施以及环境绿化等，时间多发，种类繁多，目前为止还未制定完整的运行维护体系。而这些设施系统与绿色建筑的运行效果息息相关，如不能科学合理的利用极易导致建筑内部系统运行出现故障，消耗维护成本。

**3.4 绿色建筑全生命周期成本管理存在问题的原因**

成本信息化管理落后。绿色建筑在基本信息需求和处理方式上发生了质的变化。在绿色建筑工程实际预算工作中，需要精确计算出工程项目整期所需资金，这一过程是绿色建筑设计方案由虚拟照到现实首要解决的问题。但当前我国正处于绿色建筑发展的初级阶段，全生命周期信息化成本管理处于落后状态。

管理理念滞后。在绿色建筑成本管理过程中，企业管理缺乏前瞻性，缺少提前预防措施，导致后期施工出现问题不能及时处理。其次，绿色建筑建设过程中存在缺乏全过程动态管理，多数建设企业在实施后期的项目管理时，过于重视施工阶段，忽略了绿色建筑成本管理具有长期性的特点，无法进行整体精细化成本控制。

成本管理体制不完善。绿色建筑成本管理需要科学合理体系，但是由于处于发展初期，受到了传统建筑市场体制和管理理念的制约，绿色建筑设计阶段及施工期间对工程成本的控制力度略显不足。由于传统的工程预算主要依靠工程图纸来完成，无法对工程项目进行全面、及时的控制，工程管理人员工作效率降低，加之在绿色建筑中有很多不可控的因素，最终导致绿色建筑企业在项目进行过程中产生大量的成本浪费。

成本预算管理人员的专业素养较低。高校、企业针对绿色建筑相关技术人才培养刚刚起步，相应的人才储备短缺，无法达到绿色建筑成本优化的要求，并给整体项目实施进度造成难以突破的障碍。同时，在项目实施中需要多方人员参与，由于条件有限，各部门之间沟通协调不到位，成本管理难以改善，无法达到预期的经济成本效益。

地理条件复杂。我国幅员辽阔、地域宽广，形成了地势和气候复杂多样的特点这为绿色建筑推广应用带来阻碍。各地区绿色建筑因地制宜，存在极大差异，从而导致绿色建筑成本管理方法难以借鉴，难以融合。

**4 BIM在绿色建筑全生命周期成本管理的应用**

**4.1 BIM在设计阶段成本管理发挥的价值**

设计阶段是绿色建筑理念与 BIM 技术充分融合的关键阶段。在项目建设前期，工程各参与方利用 BIM 技术的强大优势，将绿色建筑设计方案从构思阶段转变到模型当中。这一步，成功的搭建起各参与方实时交流沟通的平台，在不断的协调沟通当中，绿色建筑设计初始阶段渐趋于完美。由此可见设计阶段是成本管理的奠基石。 BIM 技术强大的预先模拟功能，还可在建设施工前率先指出成本耗费巨大之处，有利于各参与方及时调整设计方案，以便选择最适宜、最经济的设计[[[7]](#endnote-4)]。

进行全面节能分析。设计师将建筑信息全部导入BIM软件当中，在此基础上开展全面地分析工作。基于 BIM 模型，设计师可随时随地对设计方案的物理性能、环境条件进行评估设计方案的建筑物理性能和环境性能。同时利用 BIM 集成性的特点，多方位、多层次分析建筑性能。建筑师将建筑所在地的自然条件进行大数据分析，对建筑全年的能耗进行准确模拟，动态分析建筑整体的节能性能，对设计方案进行完善调节。因此在设计阶段， BIM 软件所构建的建筑模型为设计师提供详细、可靠的信息支撑[[[8]](#endnote-5)]。

整合设计方案。绿色建筑工程涉及全生命周期的各个阶段，这其中涉及业主方、设计方、供货方、施工方、工程总承包方五方的共同配合，五方互相配合形成团队，才可使建筑工程合理有序进行。在方案设计阶段将五方参与个体有机整合组成团队，从各参与方角度出发对设计方案进行专业化指正，进行整合式方案设计。在设计初期满足各参与方建设要求，五方的团结协作可大大提高建设工作效率，保证建设工作完成质量外，使各方冲突几率降低，从而减少不必要的人为耗费成本现象。

设计碰撞协调。在设计阶段，设计师利用BIM技术的三维可视化特点，对建筑物内的机电管线和设备程序进行模拟安装和自动检测，存在冲突的位置被直接标记出来。并且还可进行施工过程的动态模拟，找到设计方案与实际施工的不相符合的地方加以修正，实现设计阶段与施工阶段有效对接。BIM这一优势冲破了传统设计方法的局限性，显著减少施工过程中的发生工程变更，降低项目风险成本。

成本预测与协调。造价工程师通过将BIM平台提供的的工程量、设计参数和工程参数与现行的技术经济指标进行对比，准确地对项目进行预测。还可运用价值工程和限额设计等手段对设计方案进行优化，快速成图提高设计效率。这一优势有效实现了对绿色建筑成本的事前控制，从而避免预算超支和无端的经济损失。

BIM 技术的本质是在建筑设计中帮助设计师更好的表达和完善建筑设计，利用三维仿真模型技术，参数化信息技术建立建筑的大数据库，把传统的图纸转变为数据的储存和提取，这是建筑行业发展的必然趋势，也将随着 BIM 技术的逐步完善而逐步成为设计行业乃至施工行业的主要设计手段。

**4.2 BIM在施工阶段成本管理发挥的价值**

施工阶段是把设计图纸变成现实的重要阶段，在这一过程中因为项目已经在实际进行当中，往往会有不顾惜成本操作，而BIM的出现有效的弥补了这些缺陷。

碰撞检测协调。建设施工开始前，建设工程师可根据BIM模型对各专业设计进行空间管控、管道碰撞检测与结构分析。可在管道施工前率先调整，有效避免施工中遭遇管道碰撞问题，造成拆除重做的劳民伤财之事。

精确数字建造。 BIM 技术与现下热门的 GPS、RFID 芯片、互联网、VR 技术等高新科技的有机结合，可实现精确数字建造。将所需施工的各个部品部件进行信息喷涂与位置定位，依据 Cloud- BIM 云平台进行空间监控，实施了解各构件状态，实现精确数字建造。

科学施工管理。 BIM 技术与信息管理系统的合作，可实现施工管理科学化。通过 BIM 管理软件进行施工组织设计、质量进度监督与跟踪等。基于BIM技术对工程项目进行精确、科学的施工管理，实现了科学的施工组织，提高人材机的利用效率，优化成本利用率。

施工方案模拟优化。施工前，工程人员利用BIM软件对施工方案进行模拟，对于高难度的施工步骤进行多次技术拆解，还可对设备复杂的安装工序进行动画模拟，可以对施工过程中的关键节点、工序难点进行直观地分析，考量建筑方案的可行性和可建造性，对原有的施工方案进行反复优化，有效提高施工效率，降低施工方案的风险。。

工程量自动计算。施工人员基于BIM平台，快速对建筑构件进行分析统计，得出准确的工程量数据，以便施工前期的成本估算。还可协助采购人员选取性价比适宜的建筑设备，是降低采购成本低的有效渠道。便于施工前期的成本估算、方案比较，以及开工前预算和竣工后结算。这一操作减少了人工统计的繁琐，有效避免人物疏忽的潜在错误，达成工程量信息的设计方案的有机统一。

消除现场施工干扰或工艺冲突。工程师利用BIM技术，重新搭建施工期间专业的BIM模型，在三维环境中，模拟施工过程中可能存在的工艺缺陷和施工冲突，通过专业技术快速排除。因此可有效减少施工现场发生的延误，减少因此产生的施工变更，显著降低因施工干扰因素造成的成本浪费和进度延期。

施工进度模拟协调施工进度。施工阶段，工程师在进行施工进度计划和施工组织的过程中，利用建好的BIM模型，将建筑空间信息与时间信息充分整合，利用BIM可视化的特点，直接反映施工过程，清晰呈现施工进度，将各设备之间的复杂关系，进而缩短工期，降低成本，提高质量。

**4.3 BIM在运营维护阶段成本管理发挥的价值**

绿色建筑运营阶段的BIM系统地统筹了项目全期的数据信息，对此进行整体的运维协调。

设施协调管理。BIM技术可提供涉及建筑项目的所有信息，可有效利用在建筑的装潢修饰、空间利用以及维护修缮等方面。这一优势可有效避免由于运营商和业主缺乏操作经验而导致的运营缺陷。不仅如此，运营商还可对建筑的系统运行实现远程操作与监控。

空间协调管理。在运营阶段，运营方通过BIM软件直接获取建筑系统和设备空间的运营状况及位置信息，将文字和数字编号标记成三维图形位置，同时在内部空间利用方面也可进行可视化模拟，从中获取可靠的数据信息。

应急协调管理。运用BIM技术可对突发事件作出预防、警报和紧急处理。其不仅能对突发事故的三维位置进行定位显示，还能实时查询周边环境信息和设备运行状况，为应急协调管理提供重要信息。

节能减排管理协调。BIM与物联网技术的强强联合，可对建筑日常使用的能源进行管理和监控，实现建筑能耗数据的实时采集、传输、初步分析等便捷高效的节能管理，真正实现建筑的绿色运营。

**5结论**

随着全球对可持续发展的要求与日俱增， BIM 技术与绿色建筑强强联合，成为推动绿色建筑发展、优化建筑行业模式、提高建筑企业竞争力的关键因素。本文研究了利用 BIM 技术针对化、条理化、直观化的模型构建理念，将其在绿色建筑设计、施工、运营三个阶段逐一分析，各参与方针对全生命周期的不同阶段，根据自身工作重点与绿色建筑工程的建设目标，选取适宜的 BIM 软件，恰到好处的解决了绿色建筑建设实施过程中遇到的操作难题。但由于 BIM 和绿色建筑在我国同处于发展初期，相关的理论技术还未成熟，两者的结合既为项目成本管理提供了新的技术支持，也提出了挑战[[[9]](#endnote-6)]。 BIM 技术与绿色建筑结合，向我们传达出建筑业逐渐向信息化、系统化、现代化的发展风向，利用信息技术提高绿色建筑成本管理水平，克服绿色建筑成本高位运行的难题，推动绿色建筑的普遍发展，从而有效缓解我国能源紧缺、环境污染严重的局面，实现建筑行业的可持续发展。

1. [] 第一作者：王丹。工作单位：湖南财政经济学院工程管理学院，湖南长沙岳麓区枫林路139号高信向日葵小区11-1201。邮箱8665186@qq.com；电话13607315044；出身年：1981年；性别：女；民族：汉；籍贯：湖南衡阳；职称：讲师；学位：硕士研究生。

   简历：毕业于中南大学，2007年就职于湖南财政经济学院，研究方向：工程管理工程造价，绿色建筑，一级注册建筑师，一级注册结构师，注册造价师  
   学历：硕士研究生 [↑](#footnote-ref-0)
2. [] 第二作者：郭超娴，湖南财政经济学院工程管理学院本科生。挂靠基金项目：17C0271,湖南省教育厅科研项目一般项目，《绿色建筑全过程管理研究》，湖南财政经济学院王丹。2017JJ3007，湖南省自然科学基金项目青年基金，《城市绿色建筑的生态经济优化问题研究》，湖南财政经济学院王丹 [↑](#footnote-ref-1)
3. [] 丁孜政. 绿色建筑增量成本效益分析[D].重庆大学,2014. [↑](#endnote-ref-0)
4. [] 周雯芳. 绿色建筑项目成本管理影响因素研究[D].华南理工大学,2019. [↑](#endnote-ref-1)
5. [] 姚建文,吴燕红.BIM技术在工程建设领域应用分析[J].建筑技术开发,2020,47(01):73-74. [↑](#endnote-ref-2)
6. [] 康雅琼. 基于BIM技术的绿色建筑工程成本控制研究[D].安徽建筑大学,2018. [↑](#endnote-ref-3)
7. [] 贲珊.浅谈BIM技术在装配式建筑设计中的应用价值[J].居舍,2020(04):91. [↑](#endnote-ref-4)
8. [] 贾昊,李洪欣,赵跃.BIM在绿色建筑全生命周期的应用探析[J].绿色建筑,2015,7(06):23-25. [↑](#endnote-ref-5)
9. [] 陈浩 湖南省建筑工程集团总公司副总经理 总工程师. 从BIM发展现状看企业应对策略[N]. 中国建设报,2017-01-20(006). [↑](#endnote-ref-6)