

基于 WSR 的绿色施工管理物理分析

李辉山, 洪妍妍

(兰州理工大学 土木工程学院 兰州 730050)

摘要: 在建筑的全生命周期中,影响环境程度最强、消耗能源最多的就是施工阶段。在“循环经济、低碳经济”的战略背景下,绿色施工概念应运而生,一系列政策与标准相继出台,加快了绿色施工的发展。同时,以保护环境为原则、以高效利用资源为核心的绿色施工管理也受到越来越多的关注,这就需要加强绿色施工管理理论研究。运用软系统方法论 CATWOE 分析法界定和辨识绿色施工管理环境,建立“物理—事理—人理”(WSR)模型,从物理维度对系统进行分析,找出关键影响因素,为提升建筑工程的绿色施工管理水平提供了一定的参考。

关键词: 绿色施工管理; CATWOE 分析法; WSR 模型; 物理分析

中图分类号: TU71 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-7237(2018)05-0174-05

Physical Analysis of Green Construction Management Based on WSR Model: Covering major measures for saving materials, water, energy and land, with environmental protection

LI Hui-shan, HONG Yan-yan

(Institute of Civil Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: During the whole life cycle of building, the construction stage shows the strongest impact on the environment, and consumes the most energy. Under the strategic background of “circular economy and low-carbon economy”, the concept of green construction has come into being. A series of policies and standards are introduced, which accelerates the green construction. At the same time, the green construction management, which is with the principle of environment protection and the core of efficiently utilizing resources, has also attracted more and more attention. This puts forward the requirement of strengthening the theory research on green construction management. The Soft System Methodology - CATWOE analytical method is used to define and identify the environment of green construction management. Then the Wuli - Shili - Renli (WSR) model is established to analyze the system under the physical dimension and find out the key influencing factors, providing some references for improving the green construction management level of construction engineering.

Keywords: green construction management; CATWOE analytical method; Wuli - Shili - Renli (WSR) model; physical factors analysis

0 引言

随着我国城镇化、工业化的推进,建筑业发展速度迅猛,且已成为国民经济支柱产业;与此同时,也带来了能源危机的加剧和生态环境的急剧恶化。绿色施工是一种符合国家方针政策和产业发展导向的新施工模式。在准确执行规划和设计的同时,施工阶段要确立适合自身的管理制度及体系,通过先进的技术

措施,尽可能节约资源,减少能耗,提高工程人员的职业健康水平。推进绿色施工须立足于管理的进步和创新,善于把先进的管理模式和方法积极融入到施工生产的各个环节,保障施工过程的资源消耗和污染物排放始终处于良好受控状态。绿色施工管理是一项系统工程,利用 CATWOE 软系统方法论^[1]进行分析,建立 WSR 模型,通过“知物理,明事理,通人理”来解决绿色施工管理过程中复杂、矛盾的系统性问题,减

收稿日期:2017-07-24; 修回日期:2017-08-11

少能源资源浪费,改善施工环境,为推进绿色施工各项工作提供一定的理论参考和借鉴。

1 我国绿色施工管理

1.1 我国绿色施工管理待解决问题

我国绿色施工管理工作正在逐步推进,但是缺乏一套统一的管理标准,这使绿色施工实施过程中存在着大量重复性工作,并且通过绿色施工收集整理的数据、资料等也没有有效的参考和对比价值^[2]。因此,我国绿色施工管理有如下几个亟待解决的问题:

(1) 建立完善制度体系。“没有规矩,不成方圆”。在工程开工前制定详细专项方案,确定各项具体指标。施工管理是一个过程性活动,为了考核施工效果可针对每一个绿色施工行为制定表格,这样既约束了不绿色的施工行为又指定了应采取的措施。所以制度是绿色施工管理得以贯彻实施的保障体系^[3]。

(2) 营造绿色施工氛围。现阶段,绿色施工理念并没有深入人心,项目参建各方没有完全接受绿色施工概念,所以绿色施工实施管理要纠正各方人员的思想,使环境保护、资源节约深入每一个岗位职工内心。

(3) 增强职工绿色意识。绿色施工的实施者主要是施工企业现场作业人员,他们之中大多数人受教育程度不高、生态建设理念较弱,施工企业需加强人员培训,定期对操作人员进行宣传教育。

(4) 借助信息化技术^[4]。建筑企业可运用 BIM (Building Information Modeling) 技术建立进度控制、质量控制、材料消耗、成本管理等信息化模块,这对绿色施工实施情况监督、控制和评价能起到积极的辅助作用。

1.2 绿色施工管理是一项系统工程

绿色施工管理是一项系统工程,且其是动态过程,可运用切克兰德软系统方法论 CATWOE 进行分析。在 CATWOE 方法论中,活动受到系统约束的为顾客 C (Customers);参与系统活动的所有主体为行动者 A (Actors);系统由输入转变成输出的过程为变换 T (Transformation);主体对系统的规则、制度等的认知为世界观 W (Weltanschauung);对系统占有所有权的行动者为所有者 O (Owners);系统的内外部环境为环境约束 E (Environment Constraints)。

在切克兰德 CATWOE 方法论的引导下,可对绿色施工管理系统理解如下:在国家政策、法规及绿色施工相关准则规范的指导下,应坚持绿色施工的节材、节水、节能、节地及环境保护和 WSR 系统方法论中综合、参与、迭代、可操作原则,加大绿色施工所需的人力、物力、财力、思维能力投入,通过完善制度、营造施工企业绿色化氛围、提高参与施工人员的环保意

识、借助信息化技术来实现绿色施工目的,以促进施工企业绿色化发展。

绿色施工管理是一个开放的系统,影响要素多、管理过程复杂,且需要政府、建设、设计、施工、监理等各方的共同参与。所以,要实现绿色施工管理动态、完善、健康的运作,就必须运用系统工程的理论、方法,协调施工过程中可能出现的各类影响并探索绿色施工管理的创新思路,制定出适合提高自身绿色施工经济效益的措施与对策^[5]。

2 绿色施工管理 WSR 分析

2.1 WSR 系统方法论基本思想

1994 年,中科院教授顾基发与朱昌志合作完成的一篇英文研究报告中第一次对“物理—事理—人理”系统方法论进行了比较详细的阐述^[6]。WSR 不仅仅只是一种方法论,而且还是解决复杂问题的工具。“物理”通常运用自然科学知识回答“物”是什么,其需要的是真实性,研究客观实在,即“是什么”的功能分析;“事理”指做事的道理,主要解决如何去安排,即“怎样做”的逻辑分析;“人理”指做人的道理,通常要用人文与社会科学的知识回答“应当怎么做”和“怎么做最好”的人文分析。WSR 系统方法论内容简明,实践过程需按对象调整,其工作一般有 7 个步骤:(1) 理解意图,(2) 制定目标,(3) 调查分析,(4) 构造策略,(5) 选择方法,(6) 协调关系,(7) 实现构想。协调关系伴随系统运作全过程,协调绿色施工管理人力、物力、财力、思维能力的投入与所产出绿色成效之间的关系,找到使绿色化效益最大的相关关系。

立足系统工程角度,绿色施工管理全过程主要包括对象识别、实施落实、人员协调沟通 3 个方面,这与 WSR 中的物理、事理、人理一一对应。据此构建的绿色施工管理 WSR 模型,如图 1 所示。其中,物理维度主要关注的是“四节一环保”的主要措施;事理维度是

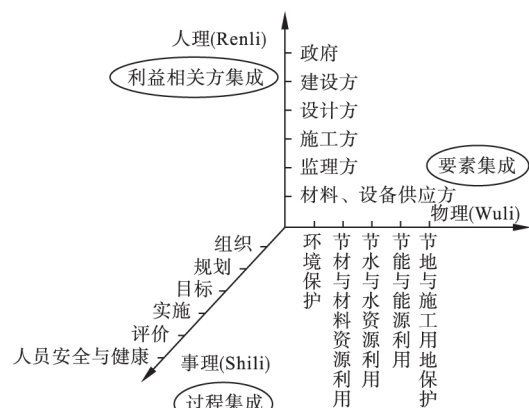


图 1 绿色施工管理 WSR 模型

Fig. 1 WSR model of green construction management

绿色施工的组织、规划、目标、实施、评价、人员安全与健康的管理;人理维度是参与绿色施工利益相关方的相互协调与沟通。

2.2 绿色施工管理系统物理因素分析

参照《绿色施工导则》及相关专著、论文、期刊^[7]等将绿色施工管理的物理因素分解为5个准则层^[8]和22个指标层^[9],从而建立了绿色施工管理递阶层次结构模型,见表1。

表1 绿色施工管理递阶层次结构模型

Table 1 Hierarchical structure model of green construction management

目标层 A	准则层 B	指标层 C
A 绿色施工 管理物理因素	B ₁ 环境保护	C ₁ 扬尘措施
		C ₂ 噪音振动控制
		C ₃ 光污染控制
		C ₄ 水污染控制
		C ₅ 土壤保护
		C ₆ 建筑垃圾控制
		C ₇ 地下设施、文物和资源保护
	B ₂ 节材与材料 资源利用	C ₈ 节材措施
		C ₉ 结构材料
		C ₁₀ 围护材料
		C ₁₁ 装饰装修材料
		C ₁₂ 周转材料
	B ₃ 节水与 水资源利用	C ₁₃ 提高用水利用率
		C ₁₄ 非传统水源利用
		C ₁₅ 用水安全
	B ₄ 节能与 能源利用	C ₁₆ 节能措施
		C ₁₇ 机械设备与机具
		C ₁₈ 生产、生活及办公临时设施
		C ₁₉ 施工用电及照明
	B ₅ 节地与 施工用地保护	C ₂₀ 临时用地指标
		C ₂₁ 临时用地保护
		C ₂₂ 施工总平面布置

为得到绿色施工管理物理因素体系(A)中各个指标的相对权重,邀请二十位来自设计、建设、监理、勘察单位的技术负责人,以及从事绿色施工理论研究的学者组成一个专家组^[10];针对同一准则层的指标,进行重要性的两两比较,重要性等级按 Saaty1-9 标度法进行,打分后得到该指标体系的判断矩阵。利用 MATLAB 软件进行计算,判断矩阵及计算结果如下。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 4 & 3 & 5 \\ 1/3 & 1 & 3 & 2 & 4 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 1/2 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 2 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/4 & 1/2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

{B₁, B₂, B₃, B₄, B₅} = {0.451 1, 0.238 8, 0.094 6, 0.155 1, 0.060 3}, λ_{max} = 5.127 1, CI = 0.031 8, RI = 1.12, 且 CR = 0.028 4 < 0.1, 通过一致性检验。

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1 & 3/2 & 3 & 3 & 3 & 2/3 & 4 \\ 2/3 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1/3 & 3 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 2/3 & 1 & 1/5 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 3/2 & 1 & 3/2 & 1/4 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 2/3 & 1 & 1/4 & 2 \\ 3/2 & 3 & 4 & 4 & 4 & 1 & 5 \\ 1/4 & 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}$$

{C₁, C₂, C₃, C₄, C₅, C₆, C₇} = {0.226 8, 0.148 3, 0.074 8, 0.092 3, 0.077 2, 0.331 8, 0.048 7}, λ_{max} = 7.046 0, CI = 0.007 7, RI = 1.32, 且 CR = 0.005 8 < 0.1, 通过一致性检验。

$$B_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 4 \\ 1/2 & 1 & 3/2 & 2 & 3 \\ 1/3 & 2/3 & 1 & 3/2 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 2/3 & 1 & 3/2 \\ 1/4 & 1/3 & 1/2 & 2/3 & 1 \end{bmatrix}$$

{C₈, C₉, C₁₀, C₁₁, C₁₂} = {0.422 5, 0.227 8, 0.155 5, 0.111 3, 0.082 9}, λ_{max} = 5.021 5, CI = 0.005 4, RI = 1.12, 且 CR = 0.004 8 < 0.1, 通过一致性检验。

$$B_3 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 1/2 & 1 & 3/2 \\ 1/2 & 2/3 & 1 \end{bmatrix}$$

{C₁₃, C₁₄, C₁₅} = {0.497 7, 0.284 9, 0.217 4}, λ_{max} = 3.018 3, CI = 0.009 1, RI = 0.58, 且 CR = 0.015 8 < 0.1, 通过一致性检验。

$$B_4 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 & 3 \\ 1/2 & 1 & 3 & 2 \\ 1/4 & 1/3 & 1 & 1/2 \\ 1/3 & 1/2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

{C₁₆, C₁₇, C₁₈, C₁₉} = {0.467 3, 0.277 2, 0.095 4, 0.160 1}, λ_{max} = 4.031 0, CI = 0.010 3, RI = 0.9, 且 CR = 0.011 5 < 0.1, 通过一致性检验。

$$B_5 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 1/3 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

{C₂₀, C₂₁, C₂₂} = {0.539 6, 0.163 4, 0.297 0}, λ_{max} = 3.009 2, CI = 0.004 6, RI = 0.58, 且 CR = 0.007 9 < 0.1, 通过一致性检验。

将以上数据导入 Origin 软件中可得到绿色施工管理物理因素综合权重总排序,如图2所示。

通过图2可得出,在影响绿色施工管理的各要素中,环境保护准则影响最大。在下一层次中,建筑垃圾控制、扬尘措施最为重要,分别列第1位、第2位;说明做到环境保护首先是进行源头控制,建筑垃圾和扬尘在施工过程中产生最多也最容易。建筑垃圾控

制主要是将其再利用,包括:钢筋、模板余料、混凝土、砖、砂浆、安装管线废料等。噪音振动控制、水污染控制、土壤保护分别列第5位、第9位、第11位,其在环境保护准则中也占有较重要地位。节材与材料资源利用准则的影响仅次于环境保护准则。下一层次中,节材措施列第3位,说明节约材料也是实现绿色施工的重要途径之一。节能与能源利用列准则层第三位,此项准则受区域影响很大,如天然气、电能、风能等能源丰富地区,对此项的控制程度相对资源匮乏地区较小。在下一层次中,节能措施、机械设备与机具分列第4位、第8位,在22项单项指标中此二者地位较重要。节水与水资源利用列准则层第4位,此项准则受区域影响也很大,在干旱少雨地区重视程度较高。下一层次中,提高用水利用率列第7位,综合权重远高于其他两个同准则层指标。节地与施工用地保护准则影响最小,在其下层次中,临时用地指标列13位,相对该准则层其他指标占较重要地位。将排序为1~13的因素综合权重相加得到81.65%,说明在施工过程中着重对该13项因素的实施加强监控能起到较大的绿色施工效应。

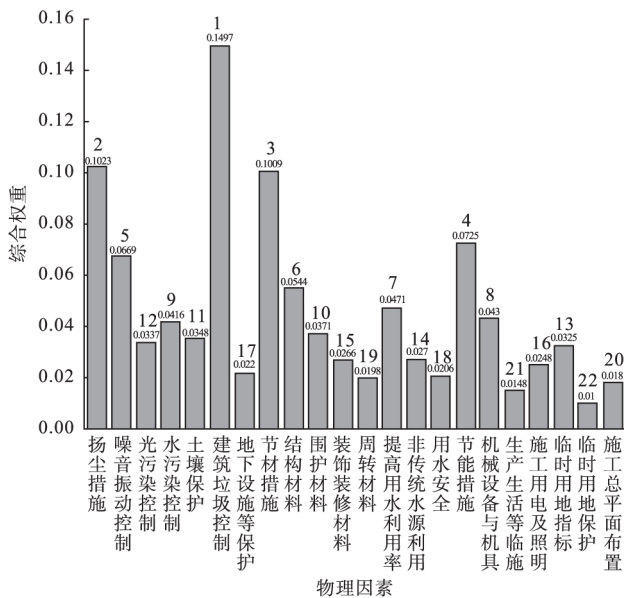


图2 绿色施工管理物理因素综合权重总排序

Fig. 2 Total comprehensive weight ranking of physical factors for green construction management

3 WSR 绿色施工管理案例

以西北某高校教学实验楼工程为例,该项目总建筑面积 19 314 m²,总造价 7 192 万元,单层建筑面积 2 432 m²,上、下段共 7 层,建筑高度 29.4 m,中段 8 层,建筑高度 38.1 m。采用框架剪力墙结构,并桩基础,并桩深度 40 m,地下室层高 4.2 m,其中 1.8 m 层为管道夹层。施工组织设计要求明确各方责任,采用新技术、新设备、新材料、新工艺,提高绿色施工管理水

平以尽可能节约资源、减少施工对环境产生的影响。该项目现场占地面积较大,参照 WSR 物理因素分析结果,对主控项目加强监控,施工现场平面布置、区域划分合理,整洁干净。

环境保护方面,建筑垃圾控制采取的措施有:钢筋下料采用软件放样后由放样施工员、预算员、具体制作人员共同核算,做到最优下料方式;拼模板后产生的木板、木方应集中分类堆放;混凝土浇筑后产生的废料由专用管道输送至底层,用于基坑回填等。扬尘控制主要措施有:土方集中堆放处、裸露场地覆盖土工织物或种植蔬菜花卉;硬化现场道路;现场大门口设置洗车槽;采用塔吊喷淋系统,将现场收集、沉淀、过滤的雨水通过塔吊吊臂旋转,在塔吊工作范围内形成大面积水雾,使水雾与尘埃粒子碰撞沉降,达到降尘目的。噪音振动控制、水污染控制、土壤保护在施工中采取的具体措施有:噪声分贝监控,着重对 22:00—6:00 加强监测;现场产生的污水经二次沉淀后排入市政污水管线;开工前,实地调查了施工地区土壤情况,用以制定将干扰降低到最小的恢复措施。

节材与材料资源方面,具体节材措施有:施工所用材料提前按需编制采购计划,按限额领料制度进行现场材料管理;材料堆放整齐,一次到位,减少二次搬运;采用新型施工工艺和流程;周转使用钢筋加工机具。在节约结构材料、围护材料方面,运用了《平法钢筋下料算量软件 G101. CAC》计算下料,优化断料,节省钢材;在提料时,考虑长料长用、短料短用,减少下脚料;利用上一现场拆除的围墙旧砖砌筑成基坑挡土墙;路面利用基坑开挖出的砂石经过人工筛选搅拌硬化;采用定型化、标准化的电梯井口、防护栏杆、防护门。

节能与能源利用方面,节能措施有:大型设备安装电表进行单独计量,如施工升降机、起重机、托式泵等;办公和生活照明采用节能灯具,做到人离灯闭,电脑、打印设备等使用后随手关机,采用双面打印;机械设备与机具使用保护措施有:合理选用施工机械设备,杜绝不符合工程强制标准的设备进场,定期维修保养,建立能源消耗台帐,计量抄见数、消耗数;机械操作人员谨记“养修并重,预防为主”的原则,按照《建筑施工机械安全技术操作规程》和机械设备说明书做到每日检查,规范操作。

节水与水资源利用方面,提高用水利用率可采取的措施有:因工程现场面积较大,雨污水收集面大,设置了由“截水沟—洗车台—三级沉淀池—绿化喷淋—塔吊喷淋—楼层混凝土养护—消防水源”组成的雨污水循环利用系统;施工、办公、生活区用水量分区计

量,定期计量抄见数、消耗数,若与计划用水量产生较大偏差,则尽快分析,采取处理措施;根据用水量采取高峰用水段高压供水,低峰用水段低压供水;在水源处设置明显的节约用水标识;对管网和用水器具加强管理监控,做到人走水关,定期检查维修。

节地与施工用地保护方面,控制临时用地指标可采取的措施有:已通过审批手续的临时用地,不出现超占情况;施工现场平面布置根据基层、主体、装饰装修施工阶段合理布置。

4 结语

绿色施工管理有着参与面广、范围大、耗时长等特点,传统施工管理很难做到综合考虑众多因素,以至于我国绿色施工管理发展水平不高,绿色化程度较低。运用WSR系统方法论对绿色施工管理进行物理分析,确立重要控制因素,采取行之有效的措施,既有利于分层梳理绿色施工管理的内涵和特征,也能为实践提供科学依据,促进绿色施工管理的更好更快发展,进而推动国家“十三五规划”中环境治理、绿色低碳、生态文明建设战略的实施。

参考文献:

- [1]顾基发,唐锡晋.物理-事理-人理系统方法论:理论与应用[M].上海:上海科技教育出版社,2006:63-65.
[2]陈浩.建筑工程绿色施工管理[M].北京:中国建筑工业出版社,

2014:8-9.

- [3]阮鹏.建设工程绿色施工管理研究[D].杭州:浙江大学,2014:39-41.
[4]李英攀,马晓飞.基于Cloud-BIM的绿色施工信息化管理研究[J].施工技术,2016,45(18):48-53.
[5]刘晓宁.建筑工程项目绿色施工管理模式研究[J].武汉理工大学学报,2010,32(22):196-199.
[6]Gu J F, Zhu Z C. The Wu-li Shi-li Ren-li Approach(WSR): An Oriental Systems Methodology. In: Midgley G L and Wilby J eds. Systems Methodology I: Possibilities for Cross-Cultural Learning and Integration[J]. University of Hull, United Kingdom, 1995:29-38.
[7]Hongxun Liu, Boqiang Lin. Ecological indicators for green building construction[J]. Ecological Indicators, 2016, 67(8):68-77.
[8]中华人民共和国建设部.绿色施工导则(建质[2007]223号)[L]. 2007-09-10.
[9]肖绪文,罗能镇,蒋丽红,等.建筑工程绿色施工[M].北京:中国建筑工业出版社,2013:125-131.
[10]陈敏.建筑工程项目绿色施工评价体系研究[D].长春:吉林大学,2016:33-35.

作者简介:洪妍妍(1990),女,甘肃兰州人,硕士研究生,研究方向为工程项目管理(1005460797@qq.com)。

指导教师:李辉山(1968),男,甘肃永登人,毕业于西安建筑科技大学,硕士,高级工程师,主要从事工程项目管理方向研究(121609125@qq.com)。

(上接第161页)

(1)自然通风情况下,随着外窗传热系数的增大,建筑空调能耗逐渐增加。在逐时通风模拟的情况下,建筑空调能耗随窗户传热系数变化幅度与无通风的情况下趋于一致;而在换气次数为20次/h的模拟情况下,随着外窗传热系数的变化,建筑空调能耗几乎无影响。

(2)自然通风情况下,随着外窗遮阳系数的增大,建筑空调能耗也逐渐增加。而相较于逐时通风模拟方案,换气次数20次/h的模拟方案下建筑空调能耗随外窗遮阳系数的变化影响程度更小。

(3)通过两种方案的比较可知,由于在实际情况下,建筑物并非时刻通风,自然通风不仅需要合适的室外温度,并且还受到湿度条件的控制,而华南地区夏季高温高湿,实际开窗通风时间有限。随着外窗热工性能的影响,自然通风节能率约在10%~20%。

(4)在节能窗的选取上,应更多地考虑遮阳系数并综合考虑地区的经济状况。

本文只针对了广州市一栋实际建筑的自然通风

情况进行了研究,对于其他布局的建筑的通风情况需要进一步研究。

参考文献:

- [1]张玲,陈坚荣.夏热冬暖地区建筑外窗节能设计[J].上海建设科技,2009,(1):56-57.
[2]陈兰娥.Low-E玻璃窗在夏热冬暖地区居住建筑中节能适用性研究[D].广州:广东工业大学,2012.
[3]DeST-h介绍[EB/OL].http://www.dest.com.cn/2006-2008.
[4]黄河.北方高层住宅自然通风评价方法研究[D].北京:清华大学,2013.
[5]JGJ75-2012,夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.
[6]SJG15-2005,深圳市居住建筑节能设计标准实施细则[S].北京:中国建筑工业出版社,2005.

作者简介:骆诗哲(1993),女,湖北咸宁人,硕士研究生,研究方向:建筑节能(296289291@qq.com)。

指导教师:孟庆林(1963),男,吉林海龙人,博士,教授,主要从事亚热带建筑热环境与节能技术研究的研究(arqlmeng@scut.edu.cn)。