

浙江省绿色建筑的发展和技术应用

吴津东¹, 翁建涛^{2*}, 滕逢时¹, 汤一凡¹

1. 浙江大学建筑工程学院, 杭州 310058

2. 浙大城市学院, 杭州 310015

摘要 总结了浙江省现有的绿色建筑项目的发展现状和技术应用情况, 并分析了其发展特点及目前存在的问题。结果表明, 浙江省绿色建筑发展仍然存在城市之间的不平衡和技术应用上的不平衡; 但绿色建筑技术的增量成本逐步下降并趋于平稳, 这将有利于绿色建筑技术的推广应用。

关键词 浙江省绿色建筑; 绿色建筑技术; 增量成本

在倡导绿色发展的今天, 能源问题仍然是关注的热点, 随着中国城镇化程度快速加深, 能源的需求也持续的增加。其中建筑行业在能源消耗中占有较高的比重, 因此对于绿色建筑的发展也是近年来建筑行业主要的研究方向。随着国外 LEED、BREEAM 等绿色评价标准逐步进入中国, 中国也颁布了《GB/T 50378—2006 绿色建筑评价标准》, 目前已更新至《GB/T 50378—2019 绿色建筑评价标准》, 这一标准为绿色建筑在中国的发展指明了方向。绿色建筑评价标准定义了绿色建筑是在全寿命期内, 节约资源、保护环境、减少污染, 为人们提供健康、适用、高效的使用空间, 最大限度地实现人与自然和谐共生的高质量建筑, 将绿色建筑划分为基本级、一星级、二星级、三星级 4 个等级, 并区分

了设计标识和运行标识^[1]。截至 2019 年年底, 绿色建筑面积达 50 亿 m², 约占城镇新建建筑面积的 65%。因此绿色建筑仍具有较大的发展空间^[2]。

浙江省处于中国的夏热冬冷地区。截至 2020 年年底浙江省人口总量为 6457 万, 生产总值约占全国总量的 6.3%, GDP 总量和人均 GDP 排名为全国第 4 和第 5^[3]。但是浙江省陆地总面积 10.18 万 km², 仅占全国的 1.06%, 是中国面积最小的省份之一, 且一次能源自给率长期低于 5%^[4]。因此, 浙江省既是中国沿海经济最为发达的地区之一, 又是资源相对匮乏的地区之一。根据现有可查阅数据, 2016 年浙江省绿色建筑建成面积约 2.4 亿 m², 竣工房屋建筑总面积达到了 6.8 亿 m², 绿色建筑占比约 35%^[5]。这一比例在近年的发展势必会得到提

收稿日期: 2021-06-26; 修回日期: 2021-07-30

作者简介: 吴津东, 博士, 研究方向为绿色建筑, 电子信箱: jindongwu@zju.edu.cn; 翁建涛(通信作者), 博士, 研究方向为绿色建筑、室内环境满意度评价, 电子信箱: arc_wjt@163.com

引用格式: 吴津东, 翁建涛, 滕逢时, 等. 浙江省绿色建筑的发展和技术应用[J]. 科技导报, 2021, 39(15): 117-123; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2021.15.012

升。而随着绿色建筑数量的不断提高,在追求数量到提高质量的背景下,探索一条符合浙江省地域特色的绿色建筑发展道路十分必要。

目前,在对绿色建筑的研究方面主要涉及绿色建筑发展、绿色建筑技术应用、绿色建筑增量成本3个方面。

绿色建筑发展研究方面,中国从2008年实行绿色建筑评价标识制度以来,绿色建筑数量快速增长。目前绿色建筑标准体系已经初步建立,有关研究也在逐步深入,技术应用日渐成熟^[6]。但是绿色建筑发展中仍存在不足之处,例如缺乏绿色运营与绿色施工、绿色规划设计不够科学合理等。此外,有研究表明,较之全国的绿色建筑发展,浙江省的绿色建筑实践开展较早,但主要以市场主导为主,缺少发展政策配套,浙江省绿色建筑发展相较于其他省份发展较慢^[7]。

绿色建筑技术应用方面,中国绿色建筑技术体系还不完善,绿色建筑技术在发展中模仿性过强,忽视当地建设的实际需求情况,实际运用的机会相对较少,缺乏经验,并且绿色建筑技术人员缺乏。绿色建筑技术市场不完善,建筑节能技术地域差异较大,东西部差异明显,实施难度较大^[8]。同时,绿色建筑技术的同质化问题逐渐显现,未能形成具有统一化的绿色建筑基础集成应用体系,技术研发的标准也没有统一的规定且其研发也缺少针对性与目标性,使得很多绿色建筑技术只是简单技术的堆砌^[9]。

绿色建筑增量成本方面,从绿色建筑全生命周期来看,平均的增量成本占总投资的2%左右^[10]。不同类型绿色建筑增量成本统计表明,公共建筑一星、二星、三星增量成本分别为45元/m²、176元/m²、320元/m²,居住建筑一星、二星、三星增量成本分别为63元/m²、132元/m²、219元/m²^[11]。经过多年的发展,绿色建筑增量成本也在随之降低。加上居住建筑趋向商品化,对于到达更高等级的绿色建筑有更好的基本方案,增量成本仍有继续下降的空间。但目前浙江省绿色建筑申报过程中,申报单位对绿色建筑技术增量成本的理解不清,且数据多年未更新,无法为新建项目提供参考,也导致各类绿

色建筑技术的应用存在一定盲目性。

1 样本收集和数据分析

1.1 样本收集

统计了截止2019年浙江省绿色建筑标识项目中提供的技术应用数据。由于参照《GB/T 50378—2019 绿色建筑评价标准》^[11]申报的项目数据较少,并且绝大多数项目依照《GB/T 50378—2014 绿色建筑评价标准》^[12]进行申报,因此在分析统计中仍然参考《GB/T 50378—2014 绿色建筑评价标准》的分项进行统计。分析主要包括3个方面:(1)根据项目数量、类型、星级水平以及地区分布等角度分析浙江省绿色建筑发展现状。(2)根据节地、节水、节能、节材、室内环境质量以及运营管理这6个方面,分别统计浙江省绿色建筑技术应用现状。其中施工管理方面,由于跟技术应用相关性较少,这部分未做进入统计分析范围。(3)根据有详细项目信息的项目进行浙江省绿色建筑技术增量成本的统计分析。

1.2 数据分析

对绿色建筑技术增量成本采用以下计算方法

$$Q_{\text{add}} = \sum_{i=1}^n (Q_{g_i} - Q_{b_i})$$

式中, Q_{add} 为绿色建筑总技术增量成本, Q_{g_i} 为第*i*项技术绿色建筑方案成本, Q_{b_i} 为第*i*项技术基准方案成本。

绿色建筑方案为项目实际按《GB/T 50378—2014 绿色建筑评价标准》进行设计建造的方案,基准方案是指满足国家及项目所在地强制标准基础上,同规模、同功能建筑的最低限度技术应用方案^[13]。

2 浙江省绿色建筑的发展

2.1 概述

截至2019年11月底,浙江省累积共有544个绿色建筑项目通过标识认证。其中公共建筑292项,占总量的53.67%;其次为住宅建筑,共计246

项,占总量的45.22%;剩余为工业建筑共计6项,占到总量的0.10%。自2008年起,浙江省绿色建筑标识项目数量逐年增加(图1)。以2013年为界可将绿色建筑发展分为起步和快速增长2个时期,2008—2013年期间增幅较小,每年增长数量十分有限。2011年后国家和浙江省在绿色建筑项目上推广力度加大,2013年后历年增幅明显增加,其中2017年和2019年增幅近百,整体增长形式较为稳定。

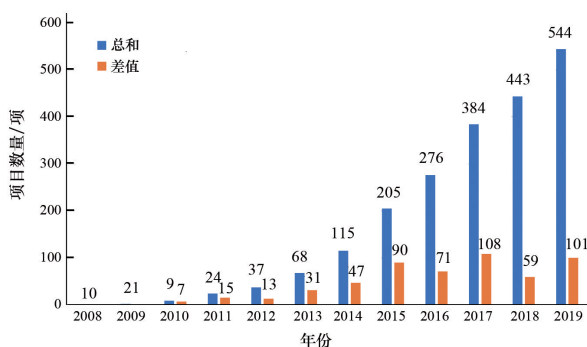


图1 浙江省绿色建筑整体发展情况

2.2 浙江省绿色建筑的发展特征

从建筑类型和等级看,浙江省绿色建筑类型和星级水平分布情况如图2所示,二星级绿色建筑总数最多,达246项,占到总量的45%;其次为一星级,总数213项,占到总量的39%;三星级总数最少,仅85项,占到总量的16%。不同建筑种类占比不同,住宅和居住建筑、公共建筑占项目总数的绝大部分,工业建筑仅6项。其中,一星级和三星级绿色建筑中住宅建筑略多于公共建筑,而二星级绿色建筑中公共建筑远多于住宅建筑,几乎为后者的两倍。总体上看,三星级绿色建筑项目偏少,主要仍为一星和二星级建筑。

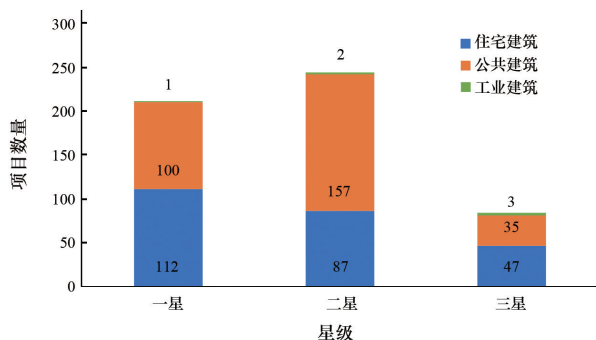


图2 浙江省绿色建筑类型和星级水平分布

从地域分布看,浙江省11个地级市均有绿色建筑项目但不同地区发展差距较大(图3)。绿色建筑项目主要集中于杭州、温州、宁波等城市(共占总数的66%),其中又以杭州为主(占总数的27%),而衢州、舟山、丽水绿色建筑项目总数均少于10个。这表明浙江省内绿色建筑发展在地域上不平衡,绿色建筑技术的推广与城市社会经济发展状况密切相关。

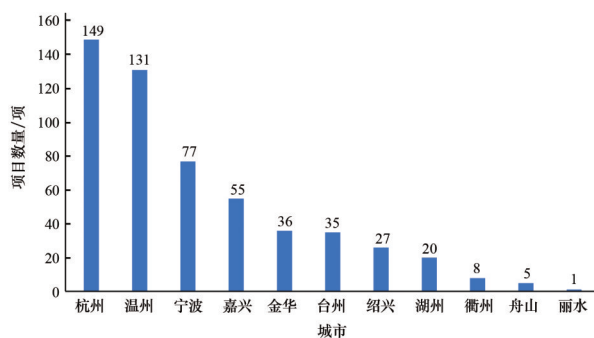


图3 浙江省各地区绿色建筑分布

2.3 浙江省绿色建筑技术应用现状

根据《GB/T50378—2014 绿色建筑评价标准》,对绿色建筑标识项目节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境质量、运营管理6方面的技术应用情况进行分析,结果如图4所示。

据统计结果可以看出,各类技术应用情况如下:

1)节地与室外环境方面,降噪透水地面、复层绿化以及地下空间利用的技术使用率较高,在住宅和公共建筑中的应用接近60%。总体而言,除屋顶绿化,两类建筑在节地方面技术应用频率差距不大。

2)节能与能源利用方面,节能灯具、围护结构性能提升以及太阳能热水技术在两类建筑中利用率均较高,但高效设备在公共建筑中利用率远高于住宅建筑,这可能跟公共建筑中设备种类多,可选择高效设备较多有关,而地源热泵则在住宅建筑中的利用率高于公共建筑。

3)节水与水资源利用方面,住宅建筑与公共建筑之间没有太大差异,除分级计量水表外,节水型器具、给排水设计、雨水回收利用系统利用率均达

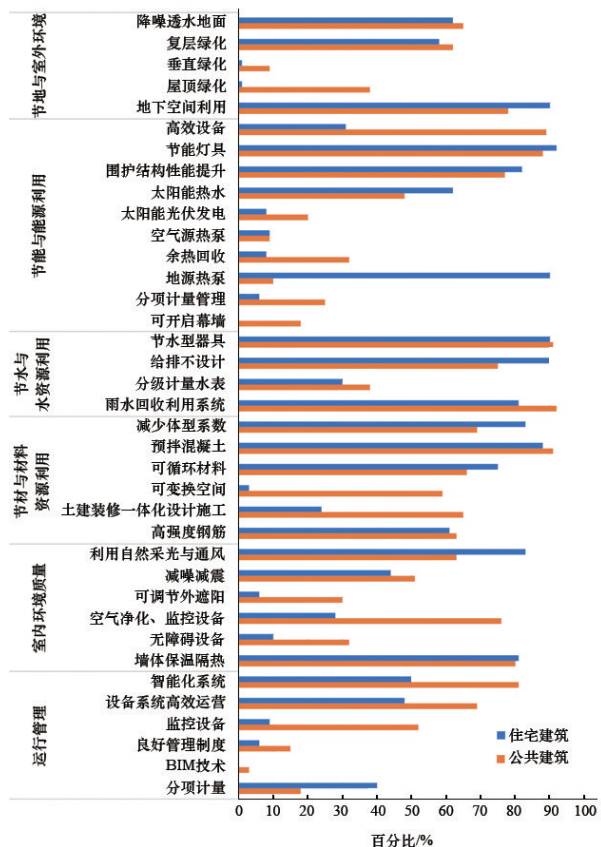


图4 浙江省绿色建筑技术应用统计

到80%左右,各类技术使用率较好。

4)节材与材料资源利用方面,公共建筑的技术利用方面均能达到50%以上,而住宅建筑在可变换空间与土建装修一体化设计施工方面要明显低于公共建筑,在这两方面公共建筑在功能上的优势得到了体现。

5)室内环境质量方面,利用天然采光与自然通风、墙体保温隔热技术的在两类建筑中的利用率均较高,达到了70%左右。在空气净化和监控设备方面,公共建筑中的利用率(75%)要远高于住宅建筑(28%)。

6)运行管理方面,相对于公共建筑,住宅建筑的分项计量也相对简单,因此在技术应用上要优于公共建筑。此外,公共建筑的技术利用情况都要优于住宅建筑。智能化系统、设备系统高效维护运营以及监控设备方面,在公共建筑中的利用率以及便捷程度都要优于住宅建筑,因此利用率也更高。

总体来说,绿色建筑技术应用与技术的难易度

以及建筑类型的适配性有着密切的关系。在一些较容易实现的技术方面,例如节水和水资源利用方面,以及预搅拌混凝土和高强度钢筋等方面两类建筑的技术利用都较好,并且十分接近。而跟建筑类型有密切相关性方面,两者就有了较明显的差别。例如屋顶绿化方面,由于考虑到后期的维护以及业主的情况下,住宅建筑在这方面的利用情况要远低于公共建筑。包括在可变换空间、空气净化、监控设备等技术应用方面,公共建筑比住宅建筑都具有一定的优势。此外,技术应用存在明显的不均衡,传统、常规的技术应用利用率普遍高于70%,而相对先进的技术,例如太阳能光伏发电、空气源热泵、余热回收等的利用率都不及20%。在今后的发展过程中还有较大的潜力。

2.4 增量成本总体情况

统计了浙江省2008—2019年所评89个具有详细绿色建筑项目的技术增量成本,样本建筑类型分布如图5所示。

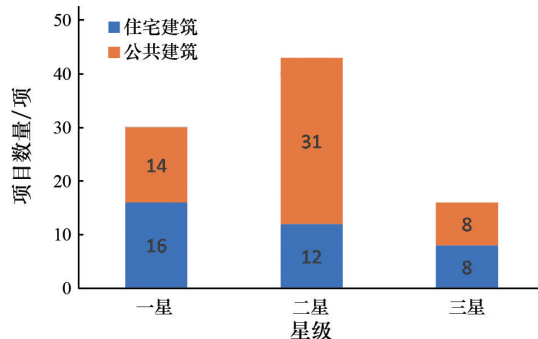


图5 样本建筑类型分布

各星级整体的增量成本如图6所示,浙江省绿色建筑增量成本与星级水平、建筑类型直接相关:随着星级水平的提高,增量成本也成倍增加。同类型而不同级的建筑,增量成本相差巨大。

浙江省住宅建筑和公共建筑项目逐年增量成本如图7、图8所示。住宅建筑的一星级和二星级项目增量成本相对平稳,增幅变化较小,并且远低于三星级项目。三星级项目随着时间推移整体呈现下降趋势。公共建筑与住宅建筑增量成本变化情况有一定的差别。公共建筑一星级的增量成本相对稳定,而二星级和三星级项目增量成本在

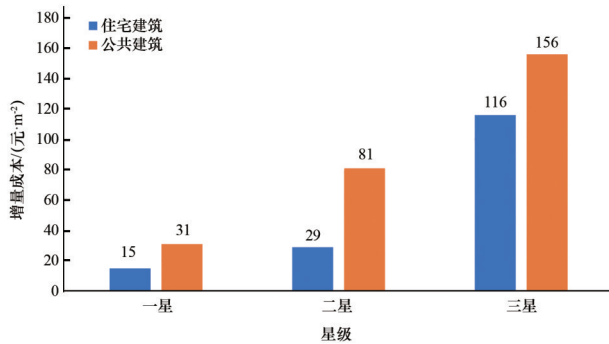


图6 浙江省绿色建筑增量成本总体情况

2012年达到峰值后,在对技术的应用和熟悉后呈现下降的趋势,并在近年趋于稳定,特别是一二星

级跟三星级项目之间的差别相对住宅建筑要小。这是因为公共建筑本身所需的相关设备和技术应用较多,在增量成本上增加的相对较少。而三星住宅项目需要新增很多技术设备,因此跟一二星项目间存在较大差距。

从整体看,浙江省绿色建筑的增量成本呈下降趋势。因为,早期在绿色建筑发展和推广过程中技术应用存在一定的盲目性,业主大量采用昂贵技术,导致前期绿色建筑项目增量成本普遍偏高;另一方面,随着绿色建筑规模化的推广,绿色建筑技术逐渐普及,经济成本逐渐降低,使得增量成本整体呈下降趋势。

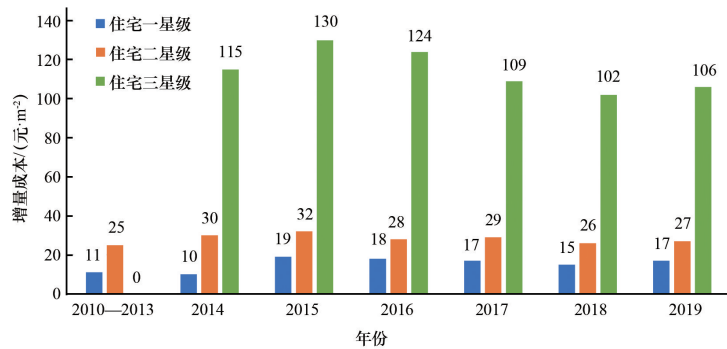


图7 浙江省绿色建筑标识住宅建筑逐年增量成本变化

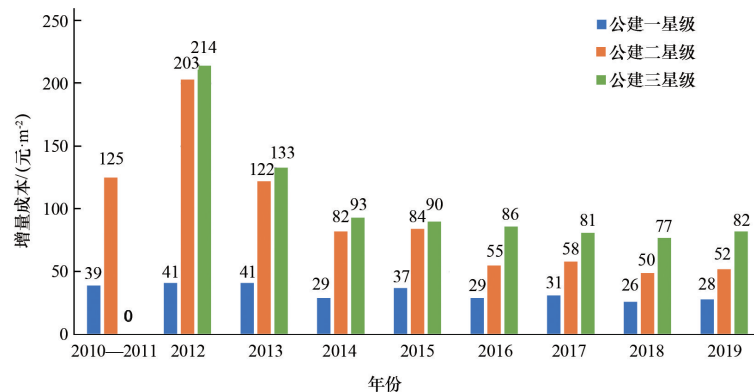


图8 浙江省绿色建筑标识公共建筑逐年增量成本变化

从具体技术应用看,两类建筑的增量成本构成也存在着一定的相似性(图9、图10)。在住宅建筑中节水和节能技术增量成本比例要远高于其他技

术应用。在公共建筑中也有着类似的情况,节能、节水和节地技术增量成本占比要高于其他技术,而其中的节能技术增量成本要远高于其他项目,在各

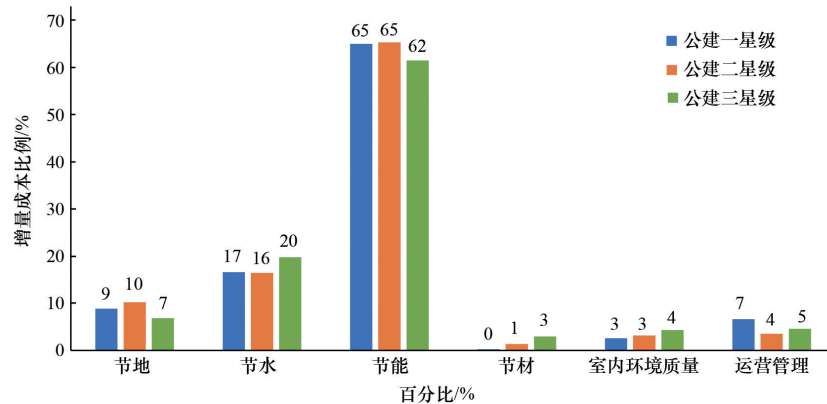


图9 浙江省绿色建筑标识住宅建筑增量成本占比

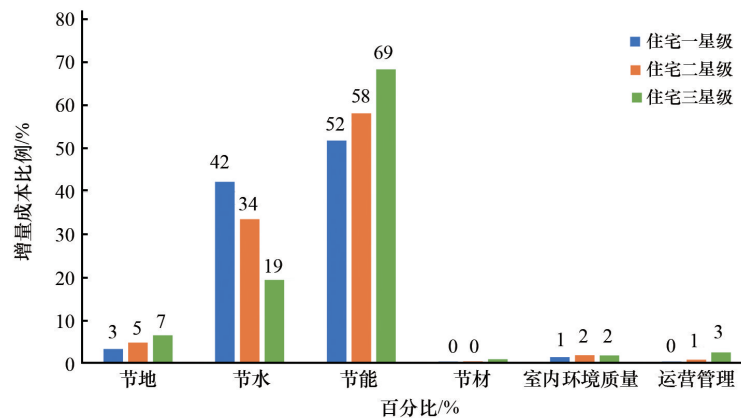


图10 浙江省绿色建筑标识公共建筑增量成本占比

星级项目中占到总体的50%以上。并且在两类建筑中,节水和节能技术的应用均占到了80%以上。

两类建筑中节水和节能技术的增量成本占比随着星级水平的提高而有一定的差别。在住宅建筑中,随着星级的升高,节水技术的增量成本占比反而出现较明显下降,而节能技术的占比刚好相反。在公共建筑中,随着星级水平的提高,节水技术的增量成本占比逐渐升高,而节能技术随着星级的升高而逐渐降低。其主要原因是住宅建筑的总增量成本较低,而节能技术所需要的增量成本比节水技术需要的增量成本高,因此星级越高,节能技术占比上升而节水技术占比下降。而在公共建筑中,随着星级的提高,对其他技术的考虑也逐渐地提高,因此节能技术增量成本的占比反而出现了下降。但从总量看,其他技术的占比要远低于节水和节能技术,这是因为其他相关技术的门槛相对较

高,直接成效不如节水节能技术显著,所以推广较慢。

3 结论

浙江省绿色建筑标识项目数量在这几年的发展中得到了稳步地增长,但增量仍然以一、二星级项目为主,而三星级项目较少。在地域分布上也较为不平衡,和地区整体的经济发展有一定的关系。从绿色建筑技术应用看,不同技术的利用率有着较大的差异,较容易实施和效果较好的技术利用率较高。此外,由于住宅和公共建筑性质的不同,在技术的应用上也有着较大的差别。公共建筑因为功能较为丰富,技术种类也更为丰富,并且在灵活性上也要优于住宅建筑。另外,后期的使用频率也更高,也更容易被推广开。但从整体看,绿色建筑技

术的应用也存在着发展不平衡的现状。这种不平衡的情况同样体现在绿色建筑技术增量成本方面,在两类建筑中节水和节能技术的增量占到了总数的80%左右,也从侧面反应了更多的资金都投入到效果较好,较容易实施的技术上面。但从整体看,绿色建筑技术的增量成本呈逐步下降的并趋于平稳的状态,这也将更有利于技术的推广应用。

参考文献(References)

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T50378—2019 绿色建筑评价标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2019.
- [2] 到2022年,城镇新建建筑中绿色建筑面积占比将达70% [EB/OL]. [2021-05-20]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1696882426053495750&wfr=spider&for=pc>.
- [3] 中华人民共和国国家统计局. 生产总值[EB/OL]. [2021-05-19]. <https://data.stats.gov.cn>.
- [4] 浙江能源现状与发展路径[EB/OL]. [2021-05-19]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1678580970012372610&wfr=spider&for=pc>.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 浙江绿色建筑面积再突破[EB/OL]. [2021-05-20]. www.mohurd.gov.cn/dfxx/201607/t20160711_228050.html#.
- [6] 宋凌, 宫玮. 我国绿色建筑发展现状与存在的主要问题[J]. 建设科技, 2016(10): 16-19.
- [7] 李芳艳, 徐兴高, 史雄凯. 浙江省绿色建筑发展现状分析[J]. 建筑节能, 2014 (11): 53-55.
- [8] 朱荣华. 我国绿色建筑技术现状与发展策略[J]. 城市建筑, 2014(18): 203-203.
- [9] 李华君. 绿色建筑技术应用分析[J]. 门窗, 2018(16): 21-21.
- [10] 丁孜政. 绿色建筑增量成本效益分析[D]. 重庆:重庆大学, 2014.
- [11] 孙大明, 邵文晔. 当前中国绿色建筑增量成本统计研究[J]. 动感(生态城市与绿色建筑), 2010(4): 43-49.
- [12] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T50378—2014 绿色建筑评价标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2014.
- [13] 孙金颖, 郝有志, 戴臻. 基于增量成本的绿色建筑增量投资需求与融资机制研究[C]//国际智能、绿色建筑与建筑节能大会论文集. 北京:中华人民共和国住房和城乡建设部, 2007.

On green building development and technology application in Zhejiang province

WU Jindong¹, WENG Jiantao^{2*}, TENG Fengshi¹, TANG Yifan¹

1. College of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China

2. Zhejiang University City College, Hangzhou 310015, China

Abstract With the development of green buildings, to clarify the existing development trend and technology application in this field may help overcome shortcomings and optimize the development environment. This study summarizes the current development status and technology application in existing green building projects in Zhejiang province and analyzes the development and technology application characteristics. Results show that there is imbalance between cities as well as in applications of technologies for green buildings in Zhejiang. The results of the study may provide a reference for the development and technology application of green buildings.

Keywords green building of Zhejiang Province; green building technology; incremental costs ●



(责任编辑 陈广仁)