

太阳能分布式发电系统在城市更新工程中的应用研究*——以越南胡志明市为例

Application of Solar Distributed Generation System in Urban Regeneration Project: A Case Study on Ho Chi Minh, Vietnam

马妍 王琺玥 THANH T Phuong 沈振江 曹哲静 MA Yan, WANG Junyue, THANH T Phuong, SHEN Zhenjiang, CAO Zhejing

摘要 分析城市更新项目中导入智能电网系统 (SGS) 与太阳能分布式发电 (SDG) 的可能性,探讨了将新技术应用于城市建设的可行性。以越南胡志明市为例,提出SDG系统在城市规划中的应用框架以及规划相应措施。提出太阳能光伏板系统屋顶安装的4个方案,考虑在城市地区中配置太阳能分布式发电社区能源系统 (CES) 设备的城市设计要求,并对导入该系统不同方案的经济效益进行了评估。通过情景分析评价不同条件下建设SDG系统在规模、目标、设施要求方面的可行性。

Abstract This paper discusses the application possibility of Smart Grid System (SGS) and Solar Distributed Generation (SDG) in urban regeneration projects. Present work takes Ho Chi Minh City, the largest city in Vietnam as the case study area to propose the application framework of SDG in urban planning and designing suggestions, correspondingly. For this purpose, we propose 4 designing scenarios for installing solar PV panel systems on the rooftops. We also consider to set Community Energy System (CES) units in urban areas, which are given to demonstrate Solar Distributed Generation in each condition and evaluate the efficiency of electricity using. Through scenario analysis, the appropriate factors are given by setting new intervention models for merging this new system with benefits evaluation of energy and economy as well as performances and aspects of facilities to urban spaces. In addition, this research also addresses the limitations of Ho Chi Minh City for evolving the system to reality. The most important point is lack of policies for renewable energy development to attract community participation.

关键词 智能电网系统 | 太阳能分布式发电 | 光伏系统 | 城市再生工程 | 社区能量存储

Keywords Smart Grid System | Solar Distributed Generation | Urban regeneration project | PV Panel System | Community energy storage

文章编号 1673-8985 (2018) 01-0032-08 中图分类号 TU981 文献标志码 A

作者简介

马妍

福州大学建筑学院 副教授,博士

王琺玥

福州大学建筑学院 硕士研究生

THANH T PHUONG

日本国立金泽大学环境设计学院 博士

胡志明建筑大学 讲师

沈振江

福州大学-金泽大学国际联合实验室 主任

金泽大学环境设计学院 教授,博士生导师

曹哲静

北京清华大学建筑学院 博士研究生

0 引言

ICT (Information Communication Technology) 在城市生活中扮演着越来越重要的角色, ICT的技术实施会带来社会经济的结构转型,产生新的空间形式^[1]。在可持续发展的要求下,如今城市规划师需要面对ICT技术带来的新的城市建筑环境空间的变化。因此,在技术创新的背景下,理解新技术带来的城市空间的变化是实现可持续发展城市规划的主要挑战。

在城市更新项目中植入ICT基础设施,对实现智慧城市规划与建设十分重要。

智能电网系统 (SGS) 是实现城市可持续发展的电力系统,需要结合自然能源利用和城市电力系统中的能源消费管理系统^[2],主要利用太阳能分布式发电技术 (SDG)。城市空间中太阳能的利用将减少化石能源消耗和碳排放,社区作为城市系统的主要空间单元^[3],智慧社区的建设将为可持续城市设计带来契机^[4]。落实SGS

*基金项目: 本文受日本科学研究费基盘C项目“城市设计导则与绿色建筑的节能效果可视化分析”(编号15K06354)及国家自然科学基金青年项目“电商影响下大都市商业的业态响应与功能空间重组”(编号41501181)资助。

与SDG的建设,需要在城市空间中整合新的电力系统设施。然而大多数研究仅考虑经济、技术和能源管理的相关问题,缺少从城市规划与设计 的角度来研究社区与SDG体系的结合方式,而北美、欧洲和日本的试点地区智能电网系统建设可作为重要的经验参照。

SGS在SDS中的应用在发达国家已得到广泛讨论,故本研究重点关注发展中国家,选择了越南胡志明市为研究案例,主要探讨社区层面城市更新中太阳能利用的规划与设计方法。发展中国家发展太阳能利用有利于应对快速增长的能源需求,减缓过载能源基础设施的更新压力,降低城市地区的环境负担。

有关胡志明市SGS发展的相关研究,Ernst等^[5]介绍了SGS在胡志明市的应用:在削减停电时间、减少能量传输损耗比和降低需求响应峰值方面,SGS与SDG在发展中国家的能源经济发展方面具有优势,可以解决胡志明市每周1—2次从早到晚持续电力短缺的问题。此外,通过有效管理,SGS投资可以控制能源使用的效率,并满足胡志明市的可持续发展城市建设要求,避免大型电厂新建工程。

本文在城市更新可持续发展的目标下,概述SDG相关概念和经验研究;明确了社区中设置SDG系统设备的规模、效用和对城市景观的影响;进而确定城市规划中的相关设计导则,包括设计范围、特点和方法;最后提出越南胡志明市SDG的实施流程和应用设计概念。

1 智能电网系统和太阳能分布式发电的文献综述

智能电网技术的术语在欧洲智能电网技术中被定义为“一个把其发电机与消费者用户行为,集成到优化和可持续能源系统的电力网络”^[6],它是有效利用分布式能源的关键^[7];其中小规模分布式发电(例如太阳能光伏技术和风车)通常设计在电力消费地点,如社区周围,从而满足能源需求。结合SGS推广的SDG是基于太阳能光伏(PV)技术的小规模发电的设备,用于减少国家电力的需求压力,多在城市地区

使用,具有易扩展的特性。太阳能光伏系统可用于几千瓦的住宅地区,也可用于规模达到几兆瓦的公共事业项目^[8],因而SGS与SDG对于社区的应用有明显潜力。

发达国家进行了SGS的许多研究,北美和欧洲等国已经形成高渗透率分布式发电的电力市场^[9]。美国能耗占全球75%,产生了全球80%的温室气体排放量^[10],北美电力公司(NERC)评估认为:发电燃料结构到2021年将发生重大变化,有必要在城市地区根据联邦政府和各州的制度导入SGS。相关章程包括IEEE1547标准(2003)、分布式能源资源实验室的相关保险标准(UL1741(2005))、国家电气规范(NEC)、国家防火协会(NFPA)、国家电气安全规范(NESC)、加利福尼亚州(CA)规则21号中颁布的分布式能源发电机的特定标准,以及国家的代码系统。加拿大的安大略省、不列颠哥伦比亚省、曼尼托巴省和魁北克省的城市,已经启动了智能电网项目。加拿大专家还参加了相关的北美标准制定。欧洲国家传统电力基础设施面临着重要挑战:一方面需要面对市场一体化和电力供应安全的要求,另一方面需要面对各种可再生能源的增加和基础设施的老化问题。欧洲国家SGS实施的设计导则分为3个层次:国际标准化导则,欧洲标准化导则,欧洲各国城市地区SGS规划和设计导则。日本致力于低碳社会的建设,旨在最大限度地利用当地的可再生能源,通过能源消费管理系统最大限度地提高能源使用效率^[11]。在日本,SGS主要应用于低碳智慧社区建设。日本政府启动了4个地区的试点项目,包括丰田市、东京柏叶地区、北九州市和横滨市。这些城市重点建设家庭能源管理系统(HEM)和建筑能源管理系统(BEM),主要模块为建筑太阳能光伏系统与插电式电动汽车。

从北美、欧洲和日本的情况来看,SGS主要的发展动力与挑战均为环境问题。为了确保未来电网基础设施的安全性和可靠性^[7],需要制定国家、区域和地方层级的相关发展目标与实现路径,包括政策、发展计划、法律和设计导则。此外,城市地区设计导则中的SGS设计需参照

当地规定、建筑和结构规范、消防规范、电气规范和包括环境影响评估在内的各种许可。

2 太阳能分布式发电与居住区的规划设计

智慧社区建设中,SGS与SDG应用需要考虑3个层次(图1):家庭单元,即智能建筑本身^[12];居住地里的共享能量存储和相关设备,即社区能源存储设备(CES),以及邻近社区(CES区域控制)。本研究将关注城市更新项目的住宅屋顶太阳能光伏系统和CES设备的导入。

(1) 住宅屋顶的太阳能光伏板系统:安装太阳能光伏板需要考虑当地地理因素和自然气候等因素,以接收最大量的太阳辐射,根据住宅类型,屋顶坡度确定用于放置太阳能电池板的屋顶面积。

(2) 社区能源存储(CES):SDG的一个具体例子是在住宅区的供电线上放置少量(1—2h)的能量存储装置^[13],用25kW低压设备管理几户家庭。2011年俄亥俄州最先导入CES系统,安装并测试了80个位于客户邻近社区的CES设备,每个设备服务2—5个家庭单元(图2)。CES服务房屋数量的性能取决于家庭潜在太阳能的发电总量和经济财务状况。

城市地区的SDG的规划设计需要结合太阳能光伏板的设置、电网规划和城市规划,以实现城市可持续发展的能源使用效率。规划设计过程中应确保太阳能发电量,从而保障城市地区太阳能生产的有效性和预测准确性^[14],这是城市规划中电网基础设施新技术运用必不可少的环节。规划设计的步骤总体为:确定导入方案—评估—政策情景设计—实施评估(图3)。

3 越南胡志明市的SDG实施

本文根据胡志明市的城市更新项目,分析城市未来发展的战略目标,寻找适用条件导入SDG系统。

3.1 越南胡志明市的电力现状

能源问题一直是影响越南经济持续高速增长

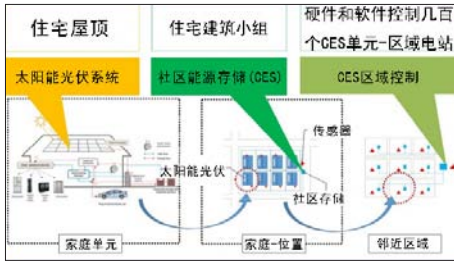


图1 邻里区域中3个层级的SDG应用
资料来源:作者自绘。

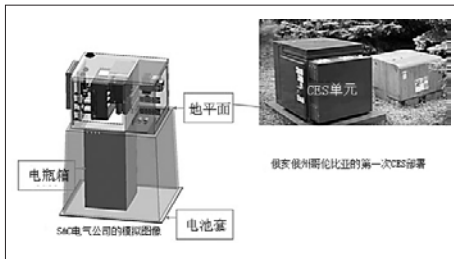


图2 CES的特性和变换装置
资料来源: <http://www.dolantechcenter.com/Focus/DistributedEnergy/EnergyStorage.aspx>.

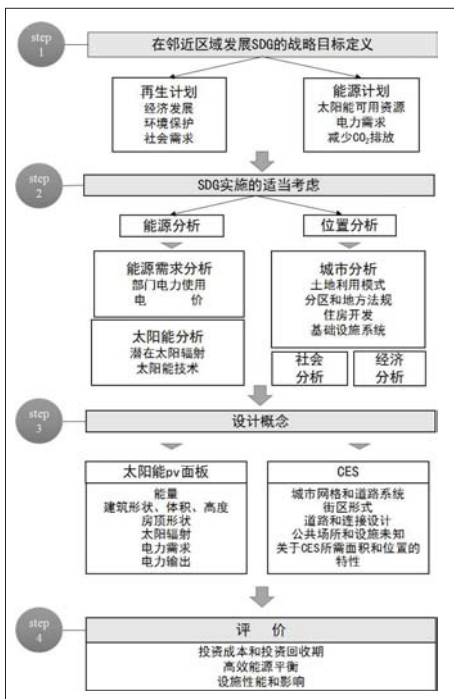


图3 SDG在城市更新中应用的框架
资料来源:作者自绘。

长的关键因素。越南国家报告提出,可持续发展对社会和环境有着积极作用^[15]。为了解决电力传输线和国家电网覆盖不足的问题,2015年越南电力公司计划花费148兆越南盾,建立和扩大输电系统^[16]。此外,越南的旧能源技术和不

表1 越南胡志明市城市规划与SGS太阳能应用的相关政策和规章制度

相关制度	详情	机构
可再生能源行动计划 (REAP)	建立可再生能源电力化电网的目标, 发展需求侧管理和节能项目	越南工业部 (MOI) —2001年起由世界银行和越南电力支持 (EVN)
国家2011—2020年电力发展总体规划, 到2030年的愿景	关于研究开发“智能电网”技术的关切, 以及增加资金	越南总理第1208/QD-TTg号决定, 2011年7月21日
至2015年的胡志明市绿色能源计划	关于胡志明市太阳能供电潜力高的问题, 2—3 kW/家庭	胡志明市人民委员会。No.2305/QD-UBND, 2012年5月7日
节能与效率法	关于家庭和个人在节能和效率方面的权利和义务、能效标准以及建筑规范和施工实践中的能效要求	2010年6月17日国民议会第50/2010/QH12号决议, 自2011年1月1日起执行
能源效率建筑规范 (EEBC)	关于新建建筑和翻新建筑的能效规定	越南建设部。QCXDVN09: 2005, 根据2005年11月17日的第40/2005/QD-BXD号决定
电力法 (2005)	关于可再生能源电力问题; 为投资项目提供投资, 电价和税收	国民议会于2004年11月通过, 在2005年7月执行

资料来源:作者自制。

良能源管理系统均导致了能源供需平衡效率低下的问题^[17]。2013年5月22日,越南南部由于旱季供电过载,导致严重停电事件的发生,影响了22个省市的数百万人口。事故根本原因是国家电网安全管理能力低下。电力短缺频繁发生,旱季每周发生一到两次,每次从早晨到晚上持续一整天^[5]。2011年7月21日,越南总理提出第1208/QD-TTg号决定,针对2011—2020年国家电力发展计划颁布了《电力总体规划VII》,强调了可再生能源发展、能源安全、能源利用效率等关键问题,提出了具体目标^[18]。为了满足日益增长的国家电力需求,可再生能源作为电力生产的新兴方式得到了不断的发展^[19]。因此有必要加快可再生能源设备的安装,尽快连接到配电网,以减少能源传输的损耗,提高能源的利用效率。

3.2 胡志明市的SGS与SDG应用导入方案

表1总结了越南国家和地区的政策,包含SGS的章程和SDG在越南和胡志明市的发展策略等。2001年越南工业部 (MOI) 在世界银行和越南电力 (EV) 的支持下发布了“可再生能源行动计划”(REAP),为EVN电网未涵盖的数十万家庭制定了“可再生能源电气化目标扩展规划”^[15],制定了国家2011—2020年期间电力发展的总体规划,为实现2030年“智能电网”技术战略制定了研究计划,并采取一系列

资金措施,如发行国内外债券、投资管理电力项目、转移国内储蓄投资于基础设施建设。

针对可再生能源发展,胡志明市人民委员会于2012年5月7日颁布了《第2305/QD-UBND号决定》。胡志明市的太阳辐射强度为1.581 kWh/m²/y,约4.3 kWh/h/m²/d,太阳能资源潜力巨大,可供应2—3 kW的家庭用电。具有一定资金并对太阳能实施感兴趣的独立住户可以拥有国家电网和太阳能发电两种电力资源。家用太阳能发电机可以与住宅设备和国家电网连接;但是目前太阳能发电成本远高于其他电源,与太阳能光伏 (PV) 系统的高投资和成本相比,越南的平均收入仍然较低。因此,太阳能光伏发电技术的应用由于其低层次、小规模、分散性等特点不易得到社会各界的重视,只有少数人希望通过自身预算投资该系统。尽管越南没有为可再生能源建立上网电价,但《避免成本关税法 (ACT)》为可再生能源开发商提供了激励措施,如对太阳能组件和太阳能项目免去进口税,鼓励光伏产业的投资资本。另一方面,资金来源包括国家预算、企业投资、亚投行、日本官方发展援助资金、外国金融机构 (FDI) 投资等^[20],推动了并网太阳能发电厂的发展和越南可持续发展的目标。如能设定更低的价格,可以吸引生活在城市地区的人们的关注,解决意外的电力短缺带来的停电问题。

因此,从越南胡志明市的现有情况以及未

来发展战略可以看出,发展SDG的SGS是加快可再生能源利用的必要措施,同时若能以适当的方式与配电网络并网,则可提高电能效率。

3.3 胡志明市城市更新项目中SDG的应用

高收入水平的发达国家和低收入水平的发展中国家在投资成本、基础设施建设、住房和生活条件方面均存在差异。此外,发展中国家住宅的能源使用在能源消耗总量中的占比很大^[21]。所以越南和其他发展中国家发展SDG的主要目的应落在改善住宅能源需求和电力供应方面,实现可持续发展的目标。因此,要在胡志明市的城市更新项目安装SDG,需要了解该技术纳入发达国家的真实情况,并与胡志明市进行比较。SGS在胡志明市的城市更新项目中应用的可行性,必须根据建设地点的条件、相应城市水平的相关设施和SDG的技术要求决定。图4显示了可能实现的规划战略,为获得高水平SGS性能,当地政府需考虑以下4个方面。

合适的开发地区:新开发的居住区或者高密度的再开发地区,为了提高能源利用效率,这些区域的低层住房,以及占地大和屋顶面积大的建筑,最宜建设SGS。

主要人群目标:电力消费需求高或太阳能资源潜力大的地区、有能源需求的中高产阶级居住地的城市更新项目。

住宅屋顶安装太阳能光伏板:结合SDG在胡志明市的城市更新项目,选择联排别墅和独立式住宅作为未来的节能住宅的原型,进行开发。

社区能源存储 (CES):建设社区太阳能存储单元,减少每个家庭的太阳能发电消耗,为拥有大屋顶面积的住宅客户提供更多的能源共享。在胡志明市, CES设备应作为胡志明市电力公司提供存储服务的设备。

3.4 胡志明市SDG应用的设计导则

3.4.1 住宅屋顶设置太阳能光伏板系统

在胡志明市,需要根据规划要求考虑如何在住宅屋顶上布置太阳能光伏板系统。相关太阳能光伏板安装的设计标准如下:

适当高度:在建筑物的屋顶上。

适合方向:南向。

适用坡度:15—20°。

最小适宜的屋顶面积:根据平均8 m²/kW的太阳能光伏板的大小,尺寸需与屋顶边缘匹配。

为了确定建筑物可以获得高太阳辐射能的屋顶形状,通常使用的主要参数是纵横比和具有合理斜率的屋顶面积^[22]。纵横比(图5)的定义为赤道面向正面宽度(W)和外侧面(D)的比率。在这项研究中,这个比例将结合由越南建设部2008年颁布的“越南建筑规范,区域,城市规划和农村住宅规划2008(QCXDVN01:2008/BXD)”来分析使用太阳能的最节能的建筑屋顶形状设计方案。研究提出了3种纵横比,并且分析每种纵横比的值以评估太阳能光伏系统的潜力。每个长宽比的值都用联排别墅和独立式住宅两种类型分析,结合建筑形状如矩形(U和L形状),以及屋顶类型(平屋顶、山墙屋顶、棚屋顶和四坡屋顶)来推算潜力。结果如下:

具有高于或等于67.5 m²的地点,屋顶形状为朝南的平屋顶,最好可安装高于或等于3 kW的太阳能光伏发电系统。

(W/D<1):50 m²以下的地段或四坡屋顶为不合适的区域。

(W/D=1):面对东西山墙屋顶和金字塔屋顶(W≤12 m)不合适。

(W/D>1):面对东西的山墙屋顶或低于50 m²的地段不合适。

对于多个U或L形状屋顶的房屋,屋顶边缘的尺寸需要满足以下条件:

$$\begin{aligned} W1, W2 &\geq (a \times n) \\ D1, D2 &\geq (b \times n) \\ (W1 \times D1) + (W2 \times D2) &\geq (P \times 8m^2) \end{aligned}$$

其中a, b是太阳能光伏板侧面的尺寸;P是太阳能光伏系统的容量;W1, W2, D1, D2是南向屋顶的尺寸。

3.4.2 社区的能源存储—蓄电设备的规划设计
将CES设备纳入城市地区和确定设置地点,需要考虑道路系统、步行者的步行、安全距离以及诸如历史地区的景观影响等因素,



图4 胡志明市SDG的设置
资料来源:作者自绘。

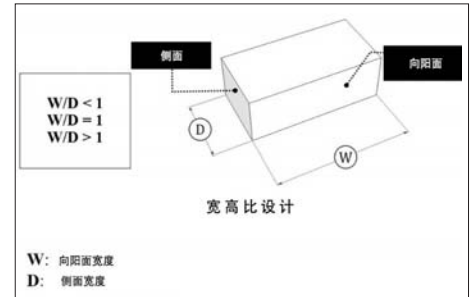


图5 太阳能设计的纵横比
资料来源:参考文献[23]。

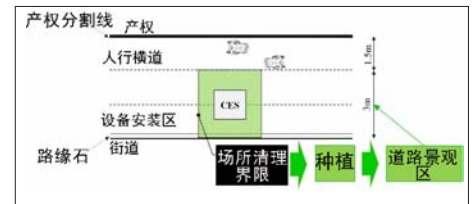


图6 街道上CES上安装的最小宽度
资料来源:作者自绘。

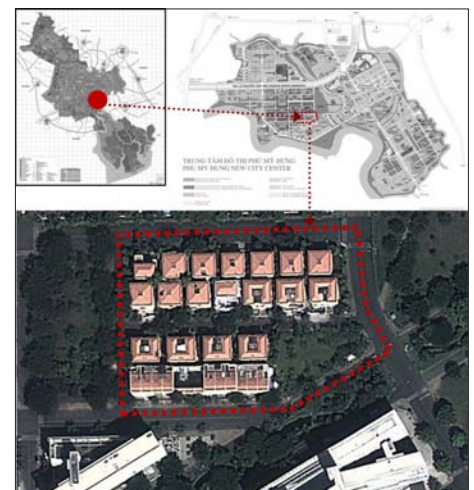


图7 研究案例的位置
资料来源:作者自绘。

并参考越南城市道路建设标准以及设计规范TCXDVN104:2007^[23]。首先, CES设备和双向轮椅交通通道的最小宽度分别为3 m和1.5 m。因此,所需的街道宽度为4.5 m(图6)。4.5 m

以上街道的两侧,最适宜CES设备的安装。然而,在4.5 m宽以下的街道,则需要增加宽度,这将导致土地占用和补偿措施。CES的安装位置根据适用范围划分为适合的、可用的和不恰当的。近邻社区低层别墅区的街道安装CES设备,地点可包括如下3种基本类型。

类型1:街道宽度大于或等于4.5 m——最适合安装CES的位置;

类型2:街区面积S低于100 m²和街边宽度Ws等于4 m;

类型3:街区面积S大于100 m²和街边宽度Ws等于4 m。

CES设备安装的设计考虑取决于城市道路系统的水平、街道的宽度与住宅的房屋类型。此外,使用CES设备可以通过增加行人和社区空间的绿化空间,改善CES设备对街道景观的影响。

4 胡志明市案例中的可行性分析

4.1 建设SDG系统的选址和确定战略目标

选定的地理位置(图7)位于西贡南部的“富美洪新市中心”,这是一个人口密度较低的新型综合城市开发区。这一地方的规划目标是建造一个现代化的城市,为中高级阶层提供高质量的城市居住空间,并实现可持续发展战略目标。在胡志明市人民委员会的领导下,这个地区由富美洪公司管理,富美洪公司占有70%的资本,而另一个在人民委员会下运作的组织则占有30%的合法资本^[24]。SDG和SGS在该地区的应用存在许多有利条件:一是投资的成本由政府组织和非政府组织共同承担;二是低密度的新住宅开发区基础设施齐全,有利于将新的SDG设施融入城市空间中。

4.2 评定

(1) 位置分析

基于土地利用、地块与建筑分布分析、街道两边的设施导入可能性分析(表2),可以看出该地区为SDG的实施提供了两个优势条件:一是因为大部分的建筑都是南北朝向并且有很大的屋顶面积,故住宅适合导入太阳能光板系统;

表2 土地利用、地段与建筑的情况

分析类型	分析要素	面积 (m ²)	数量/百分比
土地利用	总导入设施的面积	14 810	100%
	道路	3 430	23.2%
	居住用地	8 513	57.5%
	商业用地	1 273	8.6%
	公共空间和步行街	1 594	10.7%
地块特征	最小面积	111	31
住宅情况	联排别墅	1 478	13
	独立住宅	7 035	18

资料来源:作者自制。

表3 居民电源消费

指标	单位	2018年	2028
人均消费	kWh/人/y	1 400	2 400
每户使用量 (4人/家)	kWh/家/y	5 600	9 600
总计	介入地区的电力住宅消费需求 kWh/y	1 736 000	297 600

资料来源:作者自制。

二是公共空间和人行道的宽度便于安装CES设备,且不会影响到行人的步行空间(图8)。

(2) 能源分析

能源分析主要计算该项目中现有屋顶面积能产生的太阳能电量和居民未来的电力消耗需求。根据越南建筑规范(2008年)中每个居民和每个住户的消耗电力需求(表3)来计算属于最高电力需求的SDG设备导入地区。为了确定光伏板安装的净屋顶面积,在结合当地的地理信息和地形特征后用ArcGIS计算太阳辐射能数据。所获得的地图(图9)描述了地面上的年度太阳辐射能分布特征。从图中可以看出,选定区域的年太阳辐射能约为1 690 kWh/m²/y。

基于现有的屋顶面积来预测每年在SDG系统中生产的能量如下式^[14]:

$$\text{年度光伏发电量} = PR \times Me \times Vst \times (A \times Gr \times 365)$$

其中,光伏系统PR的表现比=0.75;光伏组件效率Me=0.13;在标准测试条件下的太阳辐射值VST=1 kWh/m²;光伏安装A m²的可用屋顶区;胡志明市的Gr的太阳总辐射=1 690 kWh/m²/y。

在胡志明市安装太阳能光板,需要满足胡志明市的太阳能光伏发电系统设计方面的考虑。表4对太阳辐射产量的相关数值进行了估

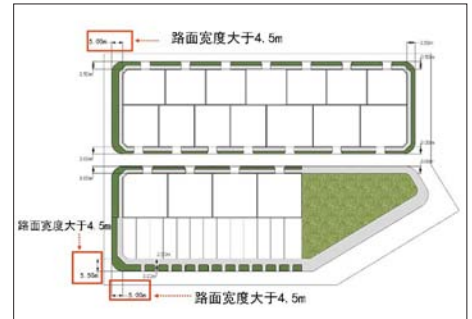


图8 案例街区
资料来源:作者自绘。

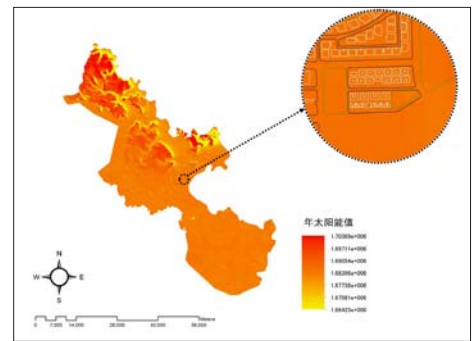


图9 全年度太阳辐射
资料来源:作者自绘。

计。从上述节能住宅的需求评估和基于屋顶面积的年产量预测中,可以看出现有的屋顶面积在收集光伏系统太阳辐射上拥有巨大潜力,可以产生满足居住区电力需求20年的电量。

(3) 新城市设计模型

根据该地区战略目标、地理位置和太阳能分析,本文提出了新的城市设计方案。假设CES设备的安装过程和维护操作是由第三方或政府投资。为了确定胡志明市的最佳SDG参数,表5提供了4种政策情景来测定导入SDG的效果。太阳能光伏系统在这个区域的情况有如下3项备选方案:

方案A:根据当前越南政府的政策和计划,每家的太阳能光伏发电系统将有2—3 kW,每家自行支付,没有政府补贴。

方案B:每家的太阳能光伏发电系统将有2—3 kW,政府补贴20%。

方案C:太阳能光伏系统将有2—5 kW每户的存储能力,以从这个区域的大量屋顶面积中获得最高的能源效率。因此,该地区的太阳能光伏系统将假定整个SDG系统是由胡志明电力总公司(EVN胡志明市)的公用事业公司占有。在这种情况下,投资者将要与户主签订协议来租赁住户屋顶面积来生产太阳能。

方案A和B的新城市模型如图10a)所示。3 kW太阳能光伏系统被安装在联排住宅和独立式住宅中。方案C中包含的不同类型太阳能光伏系统如图10b)所示。方案的不同主要体现在投资回收期、高效能源平衡评估好和基于政策的太阳能生产途径。

方案C将用于CES实施和评价,CES设备的安装位置有C1和C2两个备选方案,不同点在于CES设备的安装位置以及其优缺点的评价。方案C1(图11a))中,CES设备被安装在距离客户距离最短的住宅周围位置。因此,在这个方案中不同类型的道路将被分析和评价。方案C2(图11b))中,CES设备将根据设计准则被安装在道路上,这些路面被分成安装区域和人行区域两部分。

5 实施评价

表6和表7显示了经济效应、投资回报期、能源平衡效率、城市环境质量等维度的评定结果。经济利益评估方面,在公用事业公司占据所有SDG系统投资份额的情况下(方案三),SDG的总花费将包括设备、施工工艺、操作、维护期

表4 对现有的屋顶太阳能生产估计结果

屋顶类型	光伏安装可用的屋顶面积 (m ²)	适用屋顶的年平均辐射 (kWh/y)	预测的适用屋顶的年平均辐射 (kWh/y)
棚顶	948.6	1 603 134	156 305.6
金字塔坡屋顶	549.0	927 810	90 461.5
L形山墙屋顶	105.0	177 450	17 301.4
U型坡屋顶	335.0	566 150	55 199.6
总计	1 973.6	3 274 544	319 268.1

资料来源:作者自制。

表5 场景设计方案说明

方案	场景	
	存储能力	支付方式
A	3 kW的太阳能光伏发电系统/房子	100%的住户投资
B	3 kW的太阳能光伏发电系统/房子	80%的住户投资 20%由政府支持
C	3—5 kW的太阳能光伏发电系统/房子	80%的公用事业公司投资 20%由政府支持

资料来源:作者自制。

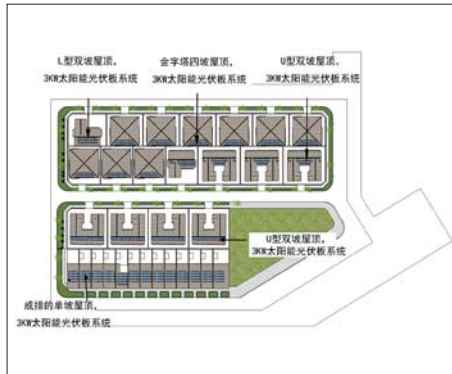


图10a) 太阳能光伏系统方案A和B
资料来源:作者自绘。

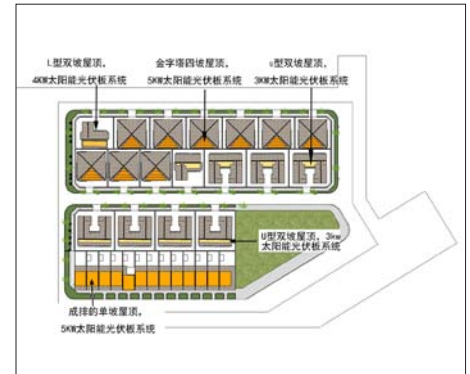


图10b) 太阳能光伏系统方案C
资料来源:作者自绘。

限25年的成本、住宅屋顶的租金。为了满足住户的高接受度,本研究假定租赁的费用等于提高的电价。因此,需要制定能源补助政策,鼓励投资者扩大城市地区的太阳能系统建设。

对于C1和C2两种CES设备布置城市设计方案,一些地方存在产权问题,需要进行更新补偿。然而该区域土地成本高昂,基于现有的土地成本和房屋租赁价格,公用事业公司根据合同每年将支付房东200美元/m²的CES设备安装费用。

SDG系统实施评估的结果也反映出经济与管理方面因素的重要性。3 kW太阳能光伏

发电系统若在25年项目投资期内得不到政府或其他组织的支持,投资回收期约为30年。但越南制定了城市太阳能利用的税收政策,这样一来SDG系统会因税收增加而缩短投资回收期,提高经济效益和利润。若政府为客户提供资金和税收支持,SDG在发达国家和高收入人口占比较高的城市地区更易于推广。此外太阳能开发利用会因为一些不恰当建设中而受到限制。

当节能平衡比大于1时,SDG系统更适用于电耗较高的住宅,可生产电力分享到国家电网。SDG不仅需要满足居住区的电力需求,更可以结合太阳能街道节能灯光系统进行道路照

表6 投资回收期 and 能源效率的结果

方案	总投资成本 (\$)	25 年租用成本 (200 \$/m ² /y)	经济效益 (\$/y)	投资回收期 (y)		能源需求 (kWh/y)	能源生产 (kWh/y)	能效比
A	498 267.0	513 267.0	18 237.3	28		148 800	169 725	1.14
B	398 613.6	413 613.6		23				
C1	SDG建设615 753.6	660 753.6	27 062.0	SDG建设	场地租用	148 800	253 675	1.70
				23	25			
C2	SDG建设615 753.6	630 753.6	27 062.0	SDG建设	场地租用	148 800	253 675	1.70
				23	24			

资料来源: 作者自制。

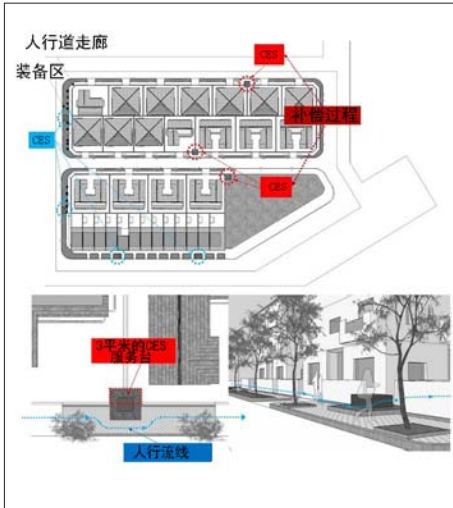


图11a) CES设备安装方案C1
资料来源: 作者自制。

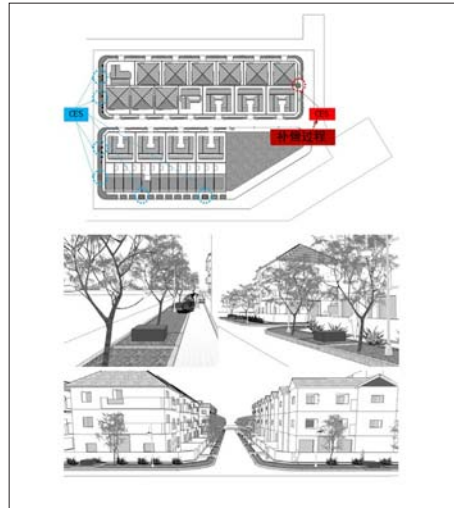


图11b) CES设备安装方案C2
资料来源: 作者自制。

包括4个步骤: 导入SDG设施的措施、找出具体项目中规划过程的相关因素、提升设计理念和实施评估。SDG的发展是胡志明市的重要战略方向, 胡志明市的案例研究揭示了SDG战略未来在城市更新项目中改进的方向: 一是考虑SDG的应用与未来城市需求的满足, 二是SDG的运用需要与具体环境相结合。本文最后给出了不同类型太阳能光板和CES设备安装情况的都市设计方案, 并根据政策情景分析对方案进行比选分析。

SGS的应用应该关注社区太阳能利用模式和电网改造的可能性。SGS系统需要与3个空间层级衔接。在确定太阳能光伏板系统的特性时, 需要基于家庭电力消费、太阳能发电效率计算能源使用的最高效率。在制定CES城市空间安装设计导则时, 需结合社区建筑形态考虑。在政府支持投资者的情况下, SDG在发达国家和高收入人口占比大的地区实施效果更佳, 因为这些投资者具有较高的经济潜力。对于太阳能辐射较强和高收入人口较少的地区, 如越南和一些发展中国家, 若要实现SDG的高效推广利用, 公用事业公司需要作为主要投资者, 并与业主、政府进行合作。

建立SGS系统存在一些限制。首先, 越南政府没有建立电价政策来激励社区太阳能的利用。其次, 智能电网和太阳能分布式发电的主要特征是双向电流, 即国家电网和住宅用户的双向输送, 然而目前越南只允许电能从国家电网单向卖给住宅用户。因此, 对于越南政府来说, 很有必要建立政策机制, 鼓励拥有高太阳能产量的客户将电能输送给国家, 并进行电能储备, 促进社会能源的高效运用。

表7 方案的实施评估

方案	A	B	C	
			C1	C2
投资回收期	—	☐	●	☐
方法客户	—	☐	☐	☐
方法投资者	—	☐	●	☐
接近能源开发	●	●	☐	☐
途径和公众安全照明	●	●	☐	☐
途径环境	●	●	☐	☐
途径城市景观			—	☐
影响行人的运动			☐	●

注: —: 低水平, ●: 高水平, ☐: 最高水平。

资料来源: 作者自制。

明。CES的安装位置、设计理念需要考虑到道路等级、清洗工作的便利性、对人流的影响、跟客户人群的适当安全距离等多方面因素。

6 小结与讨论

本文以越南胡志明市为例, 通过实证分析,

证明了SDG与SGS系统在邻里范围内的城市更新项目中应用的有效性和开发的可能性。本文创新性地在社区尺度将SGS新技术融合到城市规划设计的方案与建设实施的导则中。研究结果表明, 城市更新项目中, SDG的规划过程是太阳能利用设计和城市规划与设计的结合,

参考文献 References

- [1] VETTORATO D, GENELETTI D, ZAMBELLI P. Spatial comparison of renewable energy supply and energy demand for low-carbon settlements[J]. *Cities*, 2011, 28(6): 557-566.
- [2] CASTELLS M. The space of flows [R/OL]. (1993). <http://fields.eca.ac.uk/disruptivetechologies/wp-content/uploads/2011/10/Castells-Manuel-The-Space-of-Flows.pdf>.
- [3] CHOGUILL C L. Developing sustainable neighbourhoods[J]. *Habitat International*, 2008, 32(1): 41-48.
- [4] MEIJER M, ADRIAENS F, VAN DER LINDEN O, et al. A next step for sustainable urban design in the Netherlands[J]. *Cities*, 2011, 28(6): 536-544.
- [5] The Ministry of Economy, Trade and Industry. Study on the smart grid project in Ho Chi Minh City, the Socialist Republic of Vietnam[R/OL]. (2011). http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2011fy/E001616.pdf.
- [6] ANCILLOTTI E, BRUNO R, CONTI M. The role of communication systems in smart grids: architectures, technical solutions and research challenges[J]. *Computer Communications*, 2013, 36(17-18): 1665-1697.
- [7] GAVIANO A, WEBER K, DIRMEIER C. Challenges and integration of PV and wind energy facilities from a smart grid point of view[J]. *Energy Procedia*, 2012 (25): 118-125.
- [8] PHUANGPORNPIKAK N, TIA S. Opportunities and challenges of integrating renewable energy in smart grid system[J]. *Energy Procedia*, 2013 (34): 282-290.
- [9] JÄRVENTAUSTA P, REPO S, RAUTIAINEN A, et al. Smart grid power system control in distributed generation environment[J]. *Annual Reviews in Control*, 2010, 34(2): 277-286.
- [10] GREWAL P S, GREWAL P S. Can cities become self-reliant in energy? A technological scenario analysis for Cleveland, Ohio[J]. *Cities*, 2013 (31): 404-411.
- [11] AMY P A L, SUGIHARA K M M. The Japanese smart grid initiatives, investments, and collaborations[J]. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2012, 3(7): 1-11.
- [12] BATISTA N C, MELÍCIO R, MATIAS J C O, et al. Photovoltaic and wind energy systems monitoring and building/home energy management using ZigBee devices within a smart grid[J]. *Energy*, 2013 (49): 306-315.
- [13] ROBERTS B P, SANDBERG C. The role of energy storage in development of smart grids[J]. *Proceedings of the IEEE*, 2011, 99(6): 1139-1144.
- [14] AMADO M, GOGGI F. Towards solar urban planning: a new step for better energy performance[J]. *Energy Procedia*, 2012 (30): 1261-1273.
- [15] International Resources Group (IRG). Vietnam country report, from ideas to action: clean energy solutions for Asia to address climate change[R]. 2007.
- [16] ECOFYS Germany GmbH. Energy-policy framework conditions for electricity markets and renewable energies 16 country analyses[R/OL]. (2009). <http://www.giz.de/expertise/downloads/Fachexpertise/giz2007-en-windenergy-countrystudy.pdf>.
- [17] DO M T, SHARMA D. Vietnam's energy sector: a review of current energy policies and strategies[J]. *Energy Policy*, 2011, 39(10): 5770-5777.
- [18] DAO N, KEVIN B H. Vietnam power development plan for the 2011-2020 Period: 1-5[R]. 2011.
- [19] Kyoto University, Asia-Pacific Integrated Model Team, National Institute for Environmental Studies, et al. A low carbon society development towards 2030 in Vietnam[R/OL]. (2012). http://2050.nies.go.jp/report/file/lcs_asia/Vietnam.pdf.
- [20] DUNG T Q. Photovoltaic technology and solar energy development in Vietnam[J]. *Tech Monitor*, 2009: 29-36.
- [21] MOHAMMAD A, SHRESTHA P, KUMAR S. Urban residential energy use in Kandahar, Afghanistan[J]. *Cities*, 2013(32): 135-142.
- [22] HACHEM C, FAZIO P, ATHIENITIS A. Solar optimized residential neighbourhoods: evaluation and design methodology[J]. *Solar Energy*, 2013(95): 42-64.
- [23] Vietnamese Ministry of Construction. Vietnamese construction standard for urban roads, specification for design[R]. 2007.
- [24] WAIBEL M, ECKERT R, BOSE M, et al. Housing for low-income groups in Ho Chi Minh city between re-integration and fragmentation[J]. *Asien*, 2007(103): 59-78.