

建筑在中国墨西哥竹子技术转移中的作用

——对乡村旅游业的直接影响

Daniel Stamatis 谭刚毅

(华中科技大学建筑与城市规划学院 武汉 430074)

摘要: 竹子作为一种可产出功能最多样产品的植物,因其经济、生态和社会效益被国际社会广泛认可。但整体而言,全球竹产业仍处于发展初期,没有哪一个国家充分实现其产业潜力。竹材作为一种建筑材料,被证明是振兴欠发达地区的强有力的先锋,是发展乡村旅游的主要抓手。文章对比了中国和墨西哥的竹产业发展现状。中国虽然是世界第一的竹子生产国,但仍有许多社区因快速的城市化而在减少其竹资源;而在墨西哥,虽然有理想的生态环境和市场条件,但由于缺乏联邦政府的支持,竹产业仍然不发达。在这两种产业状况下,竹建筑将成为进一步促进竹子发展的关键工具。文章以中国的2个竹建筑建设项目为例阐述了竹建筑在发展乡村旅游中的作用。在墨西哥,竹建筑可以作为从中国引进竹技术的桥梁,也有助于新政府实施政治体制改革,加强民族认同感。文章认为,无论是竹产业处于起步阶段的墨西哥,还是竹产业相对完善的中国,建设具有吸引力的竹建筑对于振兴乡村旅游都是可行的,同时可以激发当地居民管理其竹资源的热情。

关键词: 竹建筑; 技术转移; 乡村旅游; 墨西哥; 中国

DOI: 10.13640/j.cnki.wbr.2018.06.002

The Role of Architecture during the Bamboo Tech-Transfer China to Mexico: Direct Implication in Rural Tourism

Daniel Stamatis, Tan Gangyi

(School of Architecture and Urban Planning, Huazhong University of Science
and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Bamboo, one of the most multi-functional products available, is growing fast in international recognition for its economic, ecologic and social benefits. However, in general, it is in early stage of development and no country has fulfilled its whole industrial potential. As a building material, bamboo is proving to be a strong ally in revitalizing of sub-developed regions, being the rural tourism the main context to operate. Here is reviewed the status of two bamboo industries. The Chinese, although is the #1 bamboo producer still has many communities subutilizing their own bamboo resources due the fast urbanization process of rural China. And the Mexican, despite the ecologic and market ideal conditions remains underdeveloped due lack of support from the Federal government. In both cases, bamboo architecture acts as key tool for further development. This article presents two bamboo architecture projects in rural China, one in a sub-developed village in process of transformation into a rural tourism attraction, surrounded by bamboo forest in Hubei province; and the other in a wealthier region in Shandong province but without natural bamboo resources. Building with bamboo in rural Hubei forces the locals to organize stocks of material, raise its quality, and sell it to regions who lacks of it, such as Shandong. On the other hand, the bamboo architecture for Mexico serves as a "bridge" to receive the technology transfer from China during the next 6-12 years, helping to restore the rule of law during the change of political regimen which began in 2018 focusing in the reinforcement of the ethnic identities. It is

第一作者: Daniel Stamatis, 墨西哥人, 华中科技大学博士研究生。其研究课题是“分析竹子作为一种建筑材料在中国传统村落复兴中的作用: 乡村旅游发展战略”。2011年, 曾在哥伦比亚接受 Jorg Stamm 的竹子建筑培训; 2012年, 在杭州中国竹子研究中心接受竹子栽培、加工和利用培训; 2016年, 获南京林业大学风景园林硕士学位。E-mail: chus90@aliyun.com。

通信作者: 谭刚毅, 博士, 教授, 华中科技大学建筑与城市规划学院院长, 主要研究方向为乡土建筑、文化遗产保护与建筑设计; 曾荣获2003年联合国教科文组织亚太地区文化遗产保护奖第一名“杰出项目奖”, 2006年获广东省建筑协会优秀设计一等奖。E-mail: tan_gangyi@163.com。



shown that, regardless if a bamboo industry is in its early stage of development (Mexico) or is near to be fully completed (China), it is possible to create attractive bamboo architecture that boosts the rural tourism and the whole industry since as raw material is ready to receive innovative approaches that inspire the interest of locals to manage their own bamboo, the material of the future.

Key words: Bamboo architecture, technology transfer, rural tourism, China, Mexico

竹子作为建筑材料、二氧化碳封存器和社会助推器的国际接受度正在迅速提高^[1-4]。然而,世界上没有哪一个国家充分实现其全部潜力。中国是竹子利用较为先进的国家,并通过大量的国际培训、技术转移和投资鼓励其他发展中国家发展竹产业^[5]。中国有可能成为第一个完全完成竹产业集群的国家,但仍然需要填补中国乡村旅游国际化的空缺,以缓解1978年改革开放后快速城市化进程造成的人口迁移现象^[6-7]。以竹建筑创新为核心的新基础设施是实现乡村旅游的关键因素^[8]。

墨西哥虽然有着较好的生态环境和经济条件,但其竹产业仍处于欠发展阶段^[9-10]。墨西哥竹产业的现状可能源于最初的欧洲殖民者把竹子作为穷人的材料,并选择根除其利用。墨西哥的土著人似乎是唯一认识竹子的生态、经济和社会效益的人^[11]。2018年,墨西哥政府发布相关政策,试图恢复传统文化,通过重新造林和工业政策以加强其民族特性,这为墨西哥竹产业的发展带来了希望。然而,墨西哥需要尽快成为国际竹藤组织(INBAR)的成员,以方便从中国引进必要的技术,弥补竹子发展近30年的迟滞^[11]。竹建筑是墨西哥从中国引进相关技术的重要桥梁。墨西哥发达的旅游为竹建筑的创新发展奠定了基础。

1 竹子的全球重要性

竹子具有生长迅速、适应性强、生物质产量高、应用领域广等特点,可以用于建筑、地板、屋顶、编织、窗帘、纸浆、纸张、木炭、食品、装饰等领域,而且竹子作为碳汇封存器的作用已引起国际社会的关注。在一些没有竹子自然分布的国家如德国和荷兰对竹子技术的发展也产生了浓厚的兴趣^[2]。但总体而言,世界竹产业仍处于起步阶段,需要进一步创新。

1.1 竹作为建筑材料

研究表明,建筑业产生的碳排放指数最高^[4]。

竹材作为一种建材可取代大部分的高碳排放材料,如水泥、塑料、钢铁等,并可减少森林采伐。因此,竹材被越来越多的建筑师和工程师所采纳。然而,在全球1500余种竹子中,只有少数竹种,如毛竹或瓜多亚竹,被认为是重要的建筑材料^[1];而且只有荷兰、德国、加拿大等发达国家才有能力进口竹材用于建筑。对于大多数的发展中国家而言,必须利用本国资源,因此需要更多的研究和创新,以发现更多可利用的竹种^[2]。

1.2 竹子作为二氧化碳封存器

竹子是仅次于海草的第2大固碳植物。3年生竹子的固碳量要比10年生的松树或14年生的桉树的固碳量多40%。基于此,在全球气候变化背景下,发展中国家越来越多地将竹林作为碳汇林而发展^[4,12]。

INBAR的报告显示,全球约30%的竹林为人工林,私有部门拥有的竹资源超过总量的63%,政府部门拥有的竹资源只有36%;相比之下,80%的世界森林(不包括竹子)是在公共土地上^[5]。可见,私营部门对竹子减缓气候变化的作用兴趣更大。大多数国家尚未认识到竹子作为国家碳储存计划的一部分的潜力。中国是首个与INBAR合作开发竹林碳汇方法论的国家。墨西哥在这方面至少落后30年。

1.3 竹子作为社会强化剂

竹子及其衍生产业促进了当地的经济发展和环境保护,让农村居民在原住地即可获得收入,而无需外出务工,因此有助于留住农村人口,增强他们的民族特性。然而,国际上由于缺乏竹产品和房屋建筑的国际标准,以及不准确的贸易数据和国家间不完善的知识与技术分享机制,限制了竹子在全球发挥良好的社会效益。正如Gunter Pauli教授^[13]所说:“科学已经存在。我们不需要说服人们相信竹子,相反,我们必须启发他们。竹子是一种鼓舞人心的产品”。在通过重新造林恢复生态系统的同时,竹子可以在减轻贫困方面发挥重要作用。



2 中国与墨西哥的竹产业现状

2.1 中国引领世界竹产业发展

中国是世界上竹产业最发达的国家。为了实现环境保护和绿色经济发展的目标,中国已经种植了 601 万 hm^2 的竹林,而且竹林面积以每年约 10 万 hm^2 的速度在增加。中国竹产业的年产值已超过 300 亿美元,产品种类从纸、包装用品到地板、家具、风力涡轮机叶片、排水管等,提供的就业岗位超过 3 500 万个,近几年开发的新型竹材专利近 200 项。中国政府十分重视竹产业的发展,1997 年作为发起国之一成立了国际竹藤组织 (INBAR),总部设在北京^[5]。利用 INBAR 的平台,中国政府通过国际培训、技术转让和投资鼓励发展中国家培育、加工和利用竹子。

中国竹产业发展成功的关键因素之一是权力下放,这使得地方政府可以因地制宜地发展竹产业。浙江省安吉县是中国竹产业发展成功的典型代表。安吉县被誉为“中国竹乡”,有着发达的竹产业链,从生态旅游、竹材加工、面向国内外市场的竹产品到竹食物(竹笋)。安吉县拥有竹林面积约 7.0 万 hm^2 ,占其森林面积的 50%,立竹量约 1.35 亿株。安吉县总人口约 45 万人,其中 35 万以上居住在农村地区。在 12 万户家庭中,约有 5 万户从事竹子种植,3 000 户从事竹产品的销售工作;约有 3 万名农民从事竹产品加工工作^[14-15]。安吉县近 60% 的收入来自竹产业。丰富的竹资源,优美的竹林环境,吸引了众多的游客前来旅游。2011 年,安吉县接待旅游人数达 800 万人次,竹笋当地市场的销售值约 20

亿元。安吉竹产业发展的经验为其赢得了多个奖项^[15],也成为中国其他地区发展竹产业的典范。

2.2 墨西哥竹产业现状

2.2.1 墨西哥竹资源

墨西哥拥有 8 属 36 种乡土竹种,其中 30 种为特有竹种;引进竹种 30 种,主要来自哥伦比亚和加利福尼亚。墨西哥竹子分布于各种各样的生态系统中,有些竹种的分布海拔不足 900 m,而有些竹种则分布于海拔 3 150 m 以上的地方^[10]。在墨西哥 31 个州中有 14 个州有竹子的自然分布,其中恰帕斯州、瓦哈卡州、普埃布拉州、塔巴斯科州、哈利斯科州和韦拉克鲁斯州是竹子的主要分布地,其他一些州适合竹子生长,具有引种竹子的潜力。

瓜多竹属 (*Guadua*) 是墨西哥最重要的竹属,竹种主要有 *G. aculeta*、*G. amplexifolia*、*G. longifolia*、*G. paniculata*、*G. velutina* 和 *G. angustifolia*。其中 *G. angustifolia* 属引进竹种,被认为是最好的建筑用竹,其他建筑用竹还有绿竹 (*B. oldhamii*, 引自中国) 和龙头竹 (*B. vulgaris*)。人工竹林面积约 8 000 hm^2 ,另有 8 000 hm^2 的人工竹林正在建设中,这些竹林主要分布于恰帕斯州、韦拉克鲁斯州和普埃布拉州。

2.2.2 竹产业现状

由于缺乏联邦政府的支持,墨西哥的竹产业发展迟缓。竹产业的存在主要得益于该地区拥有天然竹资源以及美洲乡土文化中对竹的利用传统,但与形成产业化还有相当大的距离^[9],与中国的差距更大(图 1)。



注:圆环代表整个竹产业循环链,有色部分为已经发展起来的竹产业。左图表示中国竹产业,右图表示墨西哥竹产业。

图 1 中国与墨西哥竹产业发展状况对比

墨西哥与美国接壤，美国是墨西哥的主要贸易伙伴，贸易额占其总贸易额的80%以上，而美国是全球竹制品的主要进口国^[5]。因此，墨西哥开展竹子种植、发展竹产业，对于满足美国的市场需求具有很大优势。墨西哥当前的国内政治形势非常有利于发展竹产业。新当选的总统安德烈斯·曼努埃尔·洛佩斯·奥夫拉多尔提出的主张之一即是墨西哥从现在的廉价制造国转变为技术应用国，这为从中国引进竹子技术带来了可能。墨西哥国内还有一些十分热衷竹子的学者，他们了解竹子，认识到竹子的重要性，致力于普及竹子的知识，作为主办方曾多次组织“世界竹子大会”，成立了“竹子技术发展中心”，为今后发展竹产业奠定了学术基础。

当然，墨西哥竹产业发展的一个重要前提是要成为 INBAR 的成员，以便使墨西哥与更多的竹生

产国和专家接触，并在贸易、标准和产业转型等问题上获得必要的支持，包括培训、技术转让、项目开发、融资和市场开发等。在墨西哥成为 INBAR 成员国之前，国内先行开展竹子在建筑和工程方面的应用十分重要，也是可行的。

3 竹建筑在中国乡村旅游中的作用

3.1 农村对现代建筑的诉求

随着中国农村的快速城镇化，农民也迫切需要改变传统的居住条件，对现代建筑有着强烈的渴求。在缺乏统一规划和正确理念引导的情况下，农村大量引入不符合当地条件的建筑材料和奇特的建筑类型，使得具有乡土特点的传统建筑日渐消失（图2）。这种对乡村建筑的误解也降低了乡村旅游的吸引力。



A. 废弃的传统竹建筑；B. 利用引进材料建设的不合乡情的现代建筑

图2 湖南省农村同村传统竹建筑与现代建筑对比

3.2 竹建筑与乡村旅游需求间的差距

中国一半以上的传统村落分布于茂密的竹林中。在这些地方，农民已经意识到可以通过管理竹子而增加收入，但是竹建筑在这些地方却没有获得同样的关注。最近有关中国农村竹建筑的尝试尚未满足农村居民对现代生活的需求，这些竹建筑仅仅是对传统建筑的模仿（图3）。有必要在综合考虑当地的历史和环境条件，设计和建造新型竹建筑，而不是一味的模仿传统。这种建筑既能强化当地人的民族认同感，也能满足他们对现代生活的需求。这种理念也符合建筑领域最近出现“批判地域主义建筑”



图3 2012年安吉县建造的竹建筑

（Critical Regionalist Architecture）思想。当地政府也已经意识到竹建筑和乡村旅游相结合的好处，但这仍然处于早期阶段。安吉是中国竹建筑为乡村旅游

业做出贡献的典型代表。

3.3 适应现代化诉求的竹建筑实践

为了响应现代生活对竹建筑的诉求，中国华中科技大学建筑与城市规划学院 2018 年设计建造了 2 个具有“批判地域主义建筑”特点的竹建筑案例。一个是位于湖北的竹桥项目，另一个是位于山东的薰衣草生态园南大门项目。2 个项目地点在地理上相隔约千千米，前者当地拥有丰富竹资源，而后者当地缺少竹资源，2 个项目均说明了竹建筑对乡村旅游及乡村发展的作用。

3.3.1 湖北刘家湾村竹桥项目

刘家湾村位于湖北省北部，属天然毛竹自然分布区。村子四周都是竹林，但并没有开展培育和利用。当地对竹子的利用仍限于传统方式，如制作农具和日常用具等，少数村民也生产一些简单的竹制品，如杯子和工艺装饰品等，但都没有形成商业化。刘家湾村竹桥项目是传统村落改造为乡村旅游景点的案例之一。

项目要求设计一座 9.5 m 长的竹桥，以便为当地示范竹材的利用。竹桥设计采用德国结构系统中所谓的“鱼腹式梁”（fish beam）。鱼腹式梁结构来源于 19 世纪为了节约木材，欧洲工程师采用直径 15 cm 的木材设计的宽跨度桥梁系统；20 世纪 90 年代，德国著名竹建筑师 Jorg Stamm 利用瓜多竹（*Guadua angustifolia* Kunt）在哥伦比亚重新阐释了这种桥梁结构。在刘家湾竹桥项目中则是利用毛竹建造鱼腹式梁桥结构，相比瓜多竹，毛竹更易弯曲，可以实现更大的跨度。

鱼腹式梁桥结构建造技术相对简单。由 4 个预先制作好的鱼梁结构进行组合即成整个桥结构。首先根据计算机上绘制的笛卡尔平面图，使竹子形成精确的跨度；然后，通过钻孔用五金件进行连接固定，当然五金连接处都处于隐蔽部位，外观上看不出来，在桥梁的承重部位成斜对角形式插入竹条进行再固定，以确保各部件的稳定。预制结构件做好后，由 4~6 人手工运送到现场，各归其位后，在关键部位和基座处浇筑水泥以长期固定（图 4）。竹桥的设计考虑了当地的历史和气候条件，但也并非一味地效仿传统，被当地居民广泛接受。该项目旨在为当地居民示范竹材利用的潜力，以便利用当地资

源发展有吸引力的乡村旅游，创造经济效益，消除贫困，从而减少外出务工。



注：左图为竹桥模型，右图为实景图。

图 4 湖北刘家湾村鱼腹式梁竹桥

3.3.2 山东薰衣草生态园南大门项目

薰衣草生态公园是山东省青岛市的一个旅游开发项目，此处距离竹林的天然分布区较远。虽然当地没有大面积的竹林，但当地政府意识到竹材作为建材的良好特性，特邀请华中科技大学建筑与城市规划学院以竹子为主要材料设计公园大门。

竹制建筑严格依地势而建，可以为游客提供庇护所，在 400 m 之外的高速公路上也看到这个特色建筑。建筑设计使用 2 个双曲线抛物面做屋顶，中间以具有张力的中心构件连接，抛物面屋顶长 18 m，高高地悬挂在空中，非常具有视觉冲击力（图 5、图 6）。竹制结构采用直径为 8~12 cm 的毛竹建造，使用的毛竹总长度约 3 500 m。毛竹是从南方购买。

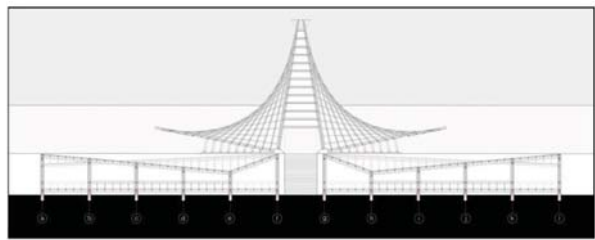


图 5 竹制大门的正面设计图

3.3.3 2 个项目之间的经济联系

刘家湾建造竹桥的竹材来自当地丰富的竹资源。竹桥是村里的第一个竹子项目，不仅示范了竹子可以用于建造桥梁，更重要的是为当地建造一个竹材储存库和保护中心，以储存具有市场竞争力的高质量竹材。一旦竹材储存库建成，就可以加工制作其他竹制品，也可以将竹材销往其他不产竹子的地区，



图6 竹制大门的透视图

比如另一个项目的所在地——山东。山东缺少竹资源，刘家湾通过销售竹子缓解了贫困。是竹建筑将竹材的生产地与消费地连接起来，实现了双赢。

4 竹建筑对墨西哥发展竹产业的重要性

对于墨西哥而言，发展竹建筑的意义不仅仅是出于经济方面的考虑，还可以缓解5个世纪以来土著群体所受的社会压迫。墨西哥土著居民尽管被殖

民化，但他们的传统仍然存在，而且他们的生产潜力也仍然存在。正如墨西哥谚语所说“他们试图埋葬我们，但他们不知道我们是种子”。

4.1 墨西哥竹建筑的发展

墨西哥竹子的利用可追溯到数千年前，其资源丰富且易于收获。在墨西哥温暖潮湿的气候条件下，竹屋或竹制庇护所方便建造且能够提供良好的居住环境，在整体特性上优于木屋（图7）。然而，在15世纪随着西班牙人的到来，新的建筑施工技术随之而来，殖民地建筑不仅在墨西哥而且在所有美洲国家大量使用。尽管竹子已经使用了数千年，但欧洲征服者认为竹材是次要材料或穷人的材料，而是采用其他建筑材料建设殖民地的基础设施。但是，土著居民仍然保持着利用竹子的传统。墨西哥竹利用发展的停滞与过去500年来欧洲人对土著居民的社会压制直接相关。



图7 墨西哥的传统竹屋

近年来，受哥伦比亚建筑工艺的影响，同时引进了瓜多竹等竹种，墨西哥正在开发更为先进的原竹建筑，但整体的竹建筑行业仍然较为落后。目前，墨西哥至少有4个为建筑配送竹材的中心，同时为竹建筑的开发提供技术支持。这为建筑师和工程师了解竹材用做建材的良好性能提供了便利^[11]。

在墨西哥，竹建筑是反映社会不平等现象的象征，居于社会底层的土著居民是唯一认识到竹子优良的环境和力学性能的群体。但是，随着最近国内政治制度的改变，人们更多地关注社会的不平等现象，竹子将有助于缓解墨西哥当前面临的经济、生态和社会问题。

4.2 建筑——竹产业发展的起点与终点

无论是在竹产业发展的初期阶段，还是在全面发展的成熟阶段，通过建筑设计进行创新可能是竹

文化推广的最有效方式，因为它技术水平不高，可以简单地利用原始材料。竹子作为用途最多的天然材料，在中国和印度已形成一个庞大的产业，但在其他发展中国家仍然有很大的增长空间。在中国，竹产业的发展与政府推动的环境保护和绿色经济发展目标保持一致。位于非洲、南美洲和亚洲的其他42个发展中国家正在学习中国，并已在某种程度上激活了他们的竹产业。在这个方面，墨西哥依然落后。

4.3 中国竹产业发展对墨西哥的借鉴

中国竹产业发展的一个重要教训是集约种植单一竹种，这会带来很大的生态风险，使竹林更容易受到病虫害危害。比如在安吉县，由于大部分人主要依靠竹产业，这种状况已很难扭转。在建筑方面，由于农村地区的快速城市化，大量引进不适当的建

筑类型和外来材料,从而放弃了传统的建筑形式,使得乡村景观的旅游吸引力大大降低。因此,新的批判性建筑必须考虑当地的历史与气候等条件,但也不能仅仅模仿传统竹建筑,也要满足当地居民的现代生活需求。

在墨西哥,竹建筑的发展可以缓解土著群体所遭受的社会不公平现象。尽管几百年来遭受欧洲的殖民统治,但他们依然保持着用竹的传统,现在面临的问题是进一步发展。墨西哥拥有丰富的竹子资源,但是由于缺乏联邦政府的支持而没有发展成一个具有竞争力的产业。与中国类似,墨西哥大多数农村社区(主要是土著人)都分布在竹资源丰富的地方,一旦竹产业发展起来,土著群体受压迫的现象就可能结束。墨西哥竹产业发展的潜力很大程度上取决于墨西哥加入 INBAR 的政治意愿,从而可以获得来自中国的技术转移。由于 2018 年墨西哥政权的更迭,新政府更多地关注于土著群体的发展和生态恢复项目,在未来 6~12 年竹产业将会有很大的推进。

5 结论

1) 虽然中国是世界第一大竹子生产国,但国内许多地区仍然没有意识到竹林的巨大效益。竹建筑将会使农村居民意识到竹子的巨大潜力,并将其发展成一种产业。

2) 无论墨西哥的生态环境和市场条件如何优越,但其竹产业却没有发展起来。但是,正如中国欠发达地区一样,竹建筑可以作为竹产业发展的引爆器,为从中国引进技术做好准备。

3) 墨西哥从中国引进必要的竹子技术的唯一途径是申请成为 INBAR 成员国。

4) 墨西哥要想弥补与中国竹产业发展水平的差距,将取决于联邦政府对科学与技术的投资意愿。这既不是生态问题,也不是经济问题,而是政治问题。

5) 用于乡村旅游的地域性竹建筑的实践,可以助推任何一个发展中国家的竹产业。



参考文献

- [1] Dixon P G, Ahvenainen P, Aijazi A N, et al. Comparison of the structure and flexural properties of Moso, Guadua and Tre Gai bamboo [J]. *Construction and Building Materials*, 2015 (90): 11-17.
- [2] Lugt P V D. Booming Bamboo: The (re) discovery of a sustainable material with endless possibilities [M]. Jeroen van Oostveen: 2017.
- [3] Yu H Q, Jiang Z H, Hse C Y, et al. Selected physical and mechanical properties of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) [J]. *Journal of Tropical Forest Science*, 2008, 20 (4): 258-263.
- [4] Li P, Zhou G, Du H, Lu D, et al. Current and potential carbon stocks in moso bamboo forests in China [J]. *Journal of Environmental Management*, 2015(156): 89-96.
- [5] INBAR Annual Report 2017 [R]. [2018-06-20]. <https://resource.inbar.int/upload/file/1527233129.pdf>.
- [6] Gao J, Wu B. Revitalizing traditional villages through rural tourism: a case study of Yuanjia Village, Shaanxi Province, China [J]. *Tourism Management*, 2017(63): 223-233.
- [7] Yang R, Xu Q, Long H. Spatial distribution characteristics and optimized reconstruction analysis of China's rural settlements during the process of rapid urbanization [J]. *Journal of Rural Studies*, 2016, 47(47): 413-424.
- [8] Botz-Bornstein T. Wang Shu and the possibilities of architectural regionalism in China [J]. *Nordic Journal of Architectural Research*, 2009, 21(1): 14.
- [9] Lopez-Barrera F, Martinez-Garza C, Cecon E. Ecologia de la restauracion en Mexico: estado actualy perspectivas [J]. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 2017(88): 97-112.
- [10] Ruiz-Sanchez E, Mendoza-Gonzalez G, Rojas-Soto O. Mexican priority bamboo species under scenarios of climate change [J]. *Botanical Sciences*, 2018, 96(1): 11-23.
- [11] Lorenzo R, Lee C, Olivia-Salinas J G, et al. BIM bamboo: a digital design framework for bamboo culms [J]. *Structures and Buildings*, 2017, 170(14): 295-302.
- [12] Lugt P V D, Thanglong T, King C. Carbon sequestration and carbon emissions reduction through bamboo forests and products [R]. INBAR, 2018.
- [13] Pauli G. The blue economy [EB/OL]. [2018-08-12]. <https://www.theblueeconomy.org>.
- [14] Flynn A, Chan K W, Zhu H Z, et al. Sustainability, space and supply chains: the role of bamboo in Anji County, China [J]. *Journal of Rural Studies*, 2017(49): 128-139.
- [15] Lu H F, Cai C J, Zeng X S, et al. Bamboo vs. crops: an integrated energy and economic evaluation of using bamboo to replace crops in south Sichuan Province, China [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018(177): 464-473.

