

# 屋顶绿化适建性评估指标体系的构建

王新军<sup>1</sup>, 席国安<sup>2</sup>, 陈 聃<sup>3</sup>, 王 燕<sup>1</sup>, 王继开<sup>1</sup>

(1. 常州工学院 艺术与设计学院, 江苏 常州 213022; 2. 胜利油田胜东社区辛兴物业管理公司, 山东 东营 257000; 3. 常州市园林绿化管理局, 江苏 常州 213002)

**摘 要:**建筑屋顶增建屋顶绿化,需从科学、安全的角度出发进行建筑屋顶绿化适建性评估。现研究了建筑属性、屋顶属性、坐落位置 3 个方面对建筑屋顶绿化适建性的影响,提取了建筑年代、建筑结构、屋顶设计承载力、建筑高度、屋顶归属、屋顶被遮面积、其它占用面积、屋顶坡度、建筑坐落位置 9 个指标作为已建建筑屋顶绿化适建性评估指标,除建筑坐落位置、屋顶归属外,其余的 7 个指标为限制性指标,并通过 AHP 方法确定各个指标的权重,为开展后续的屋顶绿化评估工作奠定了重要的基础。

**关键词:**屋顶绿化;适建性;评估;指标体系

**中图分类号:**TU 985.12<sup>+</sup>5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0085-04

改善城市生态环境,创建宜人的绿色空间,屋顶绿化在实现这一目标的过程中的作用越来越被人们认可。国外很多国家鼓励建设屋顶绿化,这一举措为缓解城市生态问题做出了重要的贡献:能够缓解城市内涝、提高地表径流水质、提高空气质量、减弱热岛效应、丰富城市生物多样性、实现建筑节能等。德国屋顶绿化做的比较好,2003 年 HERMAN<sup>[1]</sup>报道德国屋顶绿化总面积约 13.5 km<sup>2</sup>,占平屋顶面的 14%,其中 80%为性价比较高的粗放型绿化类型;到 2008 年德国的屋顶绿化产业价值为 7 700 万美元。

我国各级政府已出台一系列推动建成区屋顶绿化的政策和法规,然而,从总体上来说我国的屋顶绿化发展仍然相对滞后。目前我国各地城市中已建成建筑屋顶的闲置,是屋顶资源的浪费,妥善地开发闲置的屋顶对于改善城市生态环境、节能减排有重要意义。但是对于已建成建筑不能盲目扩建屋顶绿化,建筑屋顶的设计承重、屋顶坡度、建筑高度、建筑结构等因素都会影响屋顶绿化的建设,否则会给建筑造成不必要的安全隐患,进而影响到屋顶绿化产业的进一步发展。建立一套科学、合理的指标体系,对已建成建筑进行屋顶绿化适建性的评估,挖掘城市已建成区域屋顶绿化的建设潜力是非常有必要的。

WILLKINSON 等<sup>[2]</sup>分析了澳大利亚墨尔本核心商业区已建成区域屋顶绿化的潜力,选用了 8 个指标进行评估,分别是:建筑坐落的位置、屋顶方向、屋顶高度、屋顶坡度、屋顶承载力、植物种植、组建的可持续性、养护水平。通过这些指标得出 15%的建筑屋顶适合进行屋顶绿化。邵天然等<sup>[3]</sup>选用了 8 个指标对深圳福田中心区进行屋顶绿化的潜力评估,分别是:建筑年代、建筑结构、遮荫状况、屋面构造、屋顶坡度、其它占用面积、建筑高度。结果表明深圳市中心福田区屋顶绿化率只有 9%,剩余构筑物 51%适合进行屋顶绿化,而目前这些屋顶资源处于闲置状态。

邵天然等<sup>[3]</sup>选用的指标比较符合我国的实际情况,但是对建筑坐落位置缺乏考虑,使评估结果在一定程度上忽略了屋顶绿化类型对整体城市环境的影响。现在国内外已有的研究基础上,结合已经颁布的城市立体绿化技术规范,构建屋顶绿化适建性指标体系,并详细阐述构建屋顶绿化适建性指标体系构建原则和选用依据。

## 1 屋顶绿化适建性评估指标体系构建原则

建立屋顶绿化适建性指标体系旨在判断已建成建筑是否适合进行屋顶绿化以及适合建设何种类型的屋顶绿化,并形成城市的屋顶绿化规划,促进城市屋顶绿化安全、科学地开展。基于以下原则基础上建立屋顶绿化适建性评估指标体系<sup>[4]</sup>。

### 1.1 科学性与实用性原则

科学性是指任何指标体系建立的重要原则,也是指标体系的首要特征。按照科学性的要求,指标体系一定要建立在科学、客观的基础上,因此,指标的物理意义必须

**第一作者简介:**王新军(1978-),男,硕士,副教授,现主要从事生态环境规划与景观规划设计等工作。E-mail:670035337@qq.com

**基金项目:**常州市园林系统科技资助项目(JH201504);常州工学院重点课题资助项目(YN1321)。

**收稿日期:**2015-09-22

明确。在指标体系的建立方面,科学性体现在该指标体系应该能够全面、客观、准确地反映屋顶绿化建设给建筑带来的影响以及屋顶绿化建成后系统自身的可持续性,同时又要避免指标间的重叠,使评价目标和评价指标有机地联系起来,组成一个层次分明的整体。因此,所选指标必须概念清晰、明确,且有具体的科学内涵,测算方法标准,统计计算方法规范。

### 1.2 系统性与层次性原则

屋顶绿化适建性评估指标体系是一个复杂的系统,它包括若干个子系统,应在不同层次上采用不同的指标,有利于政府决策者在不同层次上进行调控,有效的配置资源,最大的优化城市环境。

### 1.3 可操作性与可行性原则

指标体系应具有可操作性强的特点,无论是面向评价者、决策者,还是公众的指标,都要尽可能的简单实用,即考虑定量化的可行性、数据的可靠性和可获得性,尽量简单清楚,不宜过多。指标并不是越多越好,要考虑指标的量化及数据取得的难易程度和可靠性,尽量利用现有统计资料等。

### 1.4 完备性与简明性原则

指标体系应当相对地比较完备,从理论上而言,设置的指标越多、越细、越全面,反映客观现实也越准确。但是,随着指标量的增加,带来的数据收集和加工处理的工作量却成倍增长,而且,指标划分过细,难免发生指标与指标的重叠,甚至相互对立的现象,这反而给综合分析评价带来不便。因此,指标体系又需要内容简单明了、准确,且具有代表性。指标体系中的指标数量不宜过多,在相对比较完备的情况下,指标的数目应尽可能地压缩,以易于分析操作。

## 2 指标体系的构建及解释

### 2.1 屋顶绿化适建性评估指标体系框架

在既有建筑上建设屋顶绿化系统,需要从安全性、可行性和生态性角度进行评估,需要建立科学、可行的

指标体系。依据《上海市屋顶绿化技术规范(试行)》的要求,结合建筑屋顶现状、国内外学者的研究成果,确定屋顶绿化适建性评估指标体系分为3个层次。第1个层次以建筑屋顶绿化的适建性作为目标;第2个层次是与屋顶绿化相关的建筑及规划要素层,包括建筑物属性、屋顶属性和区域位置;第3个层次为指标层,该层中的每个指标分别与第2层的要素相对应,每一个指标都可以获得,并对屋顶绿化的适建性有较强的相关性。

### 2.2 屋顶绿化适建性指标体系分层与解释

屋顶绿化适建性评估指标体系分为3个层次:目标层、要素层和指标层,1个目标,3个要素,9个指标(表1)。屋顶绿化是以建筑为基础,附加的新设施,因此要考虑建筑物本身的属性是否满足条件建设屋顶绿化,也要考虑建筑屋顶的属性是否合适建设屋顶绿化,还要从城市生态功能的角度考虑屋顶绿化的功能,因此设置了建筑属性、屋顶属性和区域位置作为要素层。

目前,我国屋顶绿化是由各个地方政府颁布地方性规范或者标准进行管理的。比如深圳市2009年出台了《屋顶绿化设计规范》,上海市2008年25号文出台了《上海市屋顶绿化技术规范(试行)》,北京市2001年出台了《关于推进城市空间立体绿化建设工作的意见》,成都市2005年出台了《成都市屋顶绿化及垂直绿化技术导则》。这些规范性文件根据自身所处的地理位置、气候特征、经济发展状况规定了与之相适应的屋顶绿化建设要求。比如在适建建筑高度方面:《上海市屋顶绿化技术规范(试行)》规定6层以下、18m高度以下的建筑物屋顶;《成都市屋顶绿化及垂直绿化技术导则》规定12层以下、40m高度以下的建筑物屋顶。成都市在建筑高度上比上海市的规定要高出6层、22m。各地适合种植在屋顶上的植物种类也不尽相同。该研究区域位于常州,靠近上海,常州市还没有相关的管理文件出台,因此选择上海市的相关规范作为参考,构建以下指标体系(表1)<sup>[5]</sup>。

表1 屋顶绿化适建性指标体系

目标层	要素层	指标层	参考依据
建筑屋顶 绿化适建 性(A1)	建筑物属性 (B1)	建筑年代(C1)	WIKKINSON等 <sup>[2]</sup>
		建筑结构(C2)	VIRGINIA等 <sup>[6]</sup>
		屋顶设计承载力(C3)	《上海市屋顶绿化技术规范(试行)》
		建筑高度(C4)	
		屋顶归属(C5)	
	屋顶属性 (B2)	屋顶被遮面积(C6)	WIKKINSON等 <sup>[2]</sup>
		其它占用面积(C7)	《上海市屋顶绿化技术规范(试行)》
		屋顶坡度(C8)	
	位置属性(B3)	建筑坐落位置(C9)	WIKKINSON等 <sup>[2]</sup>

建筑年代(C1):新建、改建建筑中年代较近的适合建造屋顶绿化,而年代久远或者具有重要历史保护价值的建筑不适建屋顶绿化。建筑结构(C2):该指标决定了

建筑屋顶的承载力是否适合建设屋顶绿化,是一个重要指标。钢筋混凝土结构最适合建屋顶绿化,而木结构、钢结构或是砖砌结构建造屋顶绿化则会存在一定难

度。屋顶设计承载力(C3):建筑屋顶设计承载力决定了是否适合开展屋顶绿化,不上人屋面(设计承载力小于 $0.7\text{ kN/m}^2$ )不适合改建屋顶绿化,而上人屋顶可以建设屋顶绿化;上人屋顶的设计承载力根据设计承载力的大小结合业主要求、建筑结构确定屋顶绿化适建类型(花园式 $4.5\text{ kN/m}^2$ 、草坪式 $2\text{ kN/m}^2$ )。建筑高度(C4):建筑高度越大,屋顶的温度越高、风力越大,水分保持就越困难,对植物生长不利。6层以下,18 m高度以下的建筑屋顶适合进行屋顶绿化改建。屋顶归属(C5):公有性质、私有性质或是集体所有性质的屋顶,对于屋顶绿化建设能否顺利开展、确定出资人、明确养护主题有重要的影响。屋顶被遮面积(C6):常年被遮荫的建筑屋顶会使植物生长不良,增加维护成本。其它占用面积(C7):设备和其它构筑物面积过大,则使屋顶绿化的面积减小或是割裂屋顶空间的整体性,导致建造屋顶绿化的经济性下降。屋顶坡度(C8):确保屋顶绿化系统的稳定性,宜选择较小坡度的屋顶建设屋顶绿化。规定平屋顶及屋面坡度小于 $15^\circ$ 的坡屋顶宜做屋顶绿化;平屋顶适用

表 2

屋顶绿化适建性评估指标权重

评估指标	建筑年代(C1)	屋顶设计承载力(C2)	建筑结构(C3)	建筑高度(C4)	屋顶归属(C5)	屋顶被遮面积(C6)	其它占用面积(C7)	屋顶坡度(C8)	建筑坐落位置(C9)
权重	0.10	0.07	0.26	0.22	0.02	0.04	0.07	0.20	0.02

#### 2.4 屋顶绿化适建性指标的收集和处理

通过到当地的城建档案馆调取研究区域内的建筑的规划图纸收集评估所用的指标数据,有些数据图纸无法读取,通过实地调研获得,形成该建筑的评估数据。

表 3

屋顶绿化适建性评估指标限制性条件

评估指标	适建性条件	限制条件
建筑年代(C1)	新建、20 年以内房龄建筑改建、扩建	20 年以上房龄、历史性建筑
屋顶设计承载力(C2)	设计承载力大于 $2.0\text{ kN/m}^2$	设计承载力小于 $0.7\text{ kN/m}^2$
建筑结构(C3)	钢筋混凝土结构	钢结构、砖砌结构或其它结构
建筑高度(C4)	6 层或 18 m 以下	6 层或 18 m 以上
屋顶被遮面积(C6)	部分遮荫	全部遮荫
其它占用面积(C7)	小于屋顶总面积的 40%	大于屋顶总面积的 40%
屋顶坡度(C8)	平顶或坡度小于 $15^\circ$	坡度大于 $15^\circ$

而在多指标评价体系中,由于各评价指标的性质不同,通常具有不同的量纲和数量级。建筑承载力的单位是 $\text{kN/m}^2$ ,而建筑高度的单位是 m,当各指标间的水平相差很大时,如果直接用原始指标值进行分析,就会突出数值较高的指标在综合分析中的作用,相对削弱数值水平较低指标的作用。因此,为了保证结果的可靠性,需要对原始指标数据进行标准化处理。通过数据标准化,将数据用于后期的地理信息系统(GIS)中进行区域性的屋顶绿化适建性评估。

### 3 结论

通过 AHP 分析结果可知,建筑结构、建筑高度、屋顶坡度、建筑年代是建筑屋顶适建性评估的主要方面,

于花园式、组合式和草坪式,坡屋顶适用于草坪式屋顶绿化。建筑坐落位置(C9):从城市屋顶绿化发展的总体上考虑,确定适合重点建设的区域、重点建设的建筑。

#### 2.3 屋顶绿化适建性指标权重计算

上述指标对于评估屋顶绿化的建设适宜性有不同程度的影响,通过层次分析确定每个指标的权重,明确该因子对建筑屋顶适建性的影响程度。而后制定每个指标因子的打分标准,以便收集研究区域的评估对象的指标数据。

使用层次分析法(AHP)对指标体系进行权重的分析<sup>[6]</sup>。指标权重的可行性通过一致性指标 CR 反映,当 $CR=0$ 时,判断矩阵具有完全一致性,反之,不具有完全一致性;当 $CR<0.10$ 时,认为判断矩阵的一致性是可以接受的,其对应的特征向量各分量即是各评价;当 $CR>0.10$ 时,判断矩阵应进行调整,使之具有满意的一致性。屋顶绿化适建性评估指标权重判断矩阵一致性比例 $CR=0.0907$ ,表明判断矩阵的一致性可行,分析最终的权重结果如表 2。

评估数据指标中有些单个指标一旦达到限定值,则可以评判整个建筑屋顶不适建,这类指标划为一类称之为限定指标,限定指标如表 3。

设计承载力、其它占用面积、被遮荫面积、屋顶归属、建筑坐落位置也是判断屋顶绿化适建性的重要指标。

该套指标体系中建筑年代、屋顶设计承载力、建筑结构、建筑高度、被遮荫面积、其它占用面积、屋顶坡度 7 个指标,当其中任何一个指标超过适建性条件,达到限制条件即可判断屋顶不适建。

屋顶绿化适建性评估是改善我国城市生态环境的重要基础工作。将屋顶绿化纳入城市整体生态结构建设体系中,同时将屋顶绿化规划融入到城市生态规划中去,并制定切实可行的政策,促进屋顶绿化稳步发展,将改善我国城市生态环境、提高市民的生活质量、促进经济发展有重要作用。



DOI:10.11937/bfyy.201602024

# “平邑甜茶”组织培养微嫁接技术研究

赵 恺<sup>1,2</sup>, 张志宏<sup>2</sup>, 李井会<sup>1</sup>, 李大兴<sup>1</sup>, 吕 萌<sup>1</sup>

(1. 松原职业技术学院 农业工程系, 吉林 松原 138005; 2. 沈阳农业大学 园艺学院, 辽宁 沈阳 110866)

**摘 要:**以苹果“平邑甜茶”(Malus hupehensis var. pingyiensis)为微嫁接砧木,“寒富”(Malus domestica cv. ‘Hanfu’)为接穗,研究了附加不同浓度6-BA的培养基、接穗不同生理状态、接穗具有叶片数量、不同接穗/砧木组合对嫁接成活率和嫁接接口愈合的影响。结果表明:最适于微嫁接的培养基为MS+IAA 0.3 mg/L+BA 1.0 mg/L,选用继代培养40 d的接穗和砧木,并且接穗部分具有2片真叶时的嫁接成活率最高;用“平邑甜茶”作为砧木的嫁接成活率高(81.3%),嫁接接口愈合最好。该研究为下一步的转基因sRNA信号在砧木与接穗间的传递运输研究奠定基础。

**关键词:**微嫁接;苹果;“平邑甜茶”;sRNA传递

**中图分类号:**S 571.103.52 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0088-04

组织培养微嫁接技术创立于1972年<sup>[1]</sup>,是一种组织培养与嫁接相结合、将不同品种的砧木与接穗组培苗在

组织培养条件下进行嫁接的技术。由于其具有所需材料少、节约土地、研究方便等优点,已被广泛地应用于多种果树的研究与生产。如桃属和柑橘属不同种间的嫁接亲和性的早期鉴定<sup>[2]</sup>,杏、柠檬的嫁接苗分类<sup>[3]</sup>。同时微嫁接技术还被广泛应用于植株脱毒<sup>[4]</sup>、接口部位组织结构与生理研究、果树病毒的检测以及工厂化苗木快繁等<sup>[5]</sup>。

**第一作者简介:**赵恺(1981-),男,博士,讲师,研究方向为果树遗传育种。E-mail:zkpc4@163.com

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31171927);松原市科技发展计划资助项目(201402)。

**收稿日期:**2015-09-30

## 参考文献

- [1] HERMAN R. Green roofs in Germany: yesterday, today and tomorrow [C]. Proc 1st North American Green Roof Conference: Greening Rooftops for Sustainable Communities, Chicago, 2003: 41-45.
- [2] WILKINSON S J, REED R. Green roof retrofit potential in the central business district[J]. Property Management, 2009, 27(5): 284-301.
- [3] 邵天然, 李超骥, 曾辉. 城市屋顶绿化资源潜力评估及绿化策略分析: 以深圳市福田区为例[J]. 生态学报, 2012, 32(8): 4852-4860.

[4] 陈华敏, 钟愈平, 黄和平. 基于 AHP 和“3R”原则的节能建筑评价指标体系的构建[J]. 生态经济, 2009(5): 92-95.

[5] 上海市质量技术监督局. 上海市屋顶绿化技术规范[S]. 2008.

[6] VIRGINIA S, DUNNETT N, HALLAM A. Green roofs-getting sustainable drainage off the ground[C]. The 6th International Conference of Sustainable, Techniques and Strategies in Urban Water Management, 2007: 11-18.

## Establishment of an Evaluation Index System for Roof Greening Constructability

WANG Xinjun<sup>1</sup>, XI Guo'an<sup>2</sup>, CHEN Dan<sup>3</sup>, WANG Yan<sup>1</sup>, WANG Jikai<sup>1</sup>

(1. School of Art and Design, Changzhou Institute of Technology, Changzhou, Jiangsu 213022; 2. Sheng Dong Community Xinxing Management Company of Shengli Oilfield, Dongying, Shandong 257000; 3. Changzhou Landscaping Administration Bureau, Changzhou, Jiangsu 213002)

**Abstract:** It is great necessity to evaluate the constructability of a green roof from the aspects of scientific consideration and safety before planting on the top of an existing building. This paper, researched on a refinement of three general factors, including the attributes of a building, the attributes of its rooftop and the location of it, extracts nine indexes for roof greening constructability evaluation, namely the age of a building, the structure, the roof design capacity, the height, the belonging of the roof, the area of covered roof, the area for other purposes, the slope of the roof, the location of the building. All the indexes were limited indexes except the location of the building and the belonging of its roof. This paper also determined the weight of each index through AHP method and thus laid foundation for further advance in roof greening evaluation.

**Keywords:** roof greening; constructability; evaluation; index system