

建筑工程绿色施工评价探究

郑西灵^①

(兰州现代职业学院, 甘肃 兰州 730300)

摘要：本文根据文献调查和实地调研，确定影响绿色施工评价的因素指标，并构建指标评价体系。借助层次分析法，对多层次、多因素指标在量化评价中的适用优势，在梳理总结层次分析法有关计算步骤的基础上开展案例分析，旨在为实现我国绿色施工科学评价提供参考。

关键词：建筑工程；绿色施工；因素指标；量化评价

中图分类号：TU71 **文献标志码：**A



关于建筑工程项目的绿色施工评价，其关键在于分析影响绿色施工评价的因素指标，根据有关因素指标建立绿色施工评价指标体系，而后围绕有关评价指标体系，开展建筑工程绿色施工评价模型的构建与分析。实现对建筑工程项目绿色施工的量化评价，对我国绿色施工管理长远发展而言具有一定的积极意义。

1 建筑工程绿色施工评价指标体系的构建

本文根据大量的文献调查、专家访谈和实地调

研，围绕现行《建筑工程绿色施工评价标准》，以体现绿色施工的定性评价与定量评价为原则，以体现绿色施工的整体性评价和系统性评价为导向，以体现绿色施工的典型性评价和代表性评价为方式，以体现绿色施工的多元性评价和可操作性评价为实际支撑，得出三大类十二小类共计24项指标，把这24项指标按照目标层、一级指标层、二级指标层、三级指标层的方式进行罗列，得出如表1所示的绿色施工评价指标体系。

表1 绿色施工评价指标体系

目标层	一级指标层	二级指标层	三级指标层
绿色施工评价指标体系	环境保护	噪声控制	(1) 噪声量；(2) 噪声监测控制
		污水控制	(1) 污水排放；(2) 污水处理
		固体垃圾控制	(1) 垃圾处理；(2) 垃圾回收利用
		气体污染控制	(1) 扬尘废气排放；(2) 废气处置
	资源和能源节约利用	土地资源	(1) 土地节约；(2) 临时用地保护
		水资源	(1) 水资源节约；(2) 水资源控制
		能源	(1) 不可再生能源利用；(2) 可再生能源利用
		材料	(1) 材料节约和循环利用；(2) 新型环保材料使用
	施工综合管理	施工规划管理	(1) 绿色施工规划；(2) 人员使用规划
		施工宣传培训	(1) 绿色施工宣传；(2) 绿色施工培训
		健康与安全	(1) 人员健康环境；(2) 人员安全环境
		创新和发展	(1) 绿色施工信息化；(2) 绿色施工技术设备化

作者简介：郑西灵（1972— ），女，汉族，浙江余姚人，本科，高校副教授，研究方向：土木工程。

由表1可以看出,我国现阶段的建筑工程项目绿色施工评价指标体系,其一级指标主要集中在环境保护、资源和能源节约利用、施工综合管理三个层面。其中环境保护主要针对固体污染物、液体污染物、气体污染物和噪声进行控制;资源和能源的节约利用主要集中在土地资源、水资源、能源和材料等领域;施工综合管理主要集中在针对绿色施工的规划、宣传、培训、人员健康安全维护、创新发展等领域^[1]。

2 建筑工程绿色施工评价模型的构建

在完成对建筑工程项目的绿色施工评价指标体系构建后,需要进一步构建绿色施工的量化评价模型。

鉴于表1所示的评价指标体系存在多层次、多因素指标的特点,使用层次分析法是最适宜的针对多层次、多因素指标开展量化分析评价的方法。因此可以借助层次分析法构建我国建筑工程项目绿色施工量化评价模型。采用层次分析法开展绿色施工量化评价的具体步骤:构造判断矩阵、一致性检验、计算指标权重、确定评价等级。

2.1 构造判断矩阵

构造判断矩阵,即采用专家访谈的形式对表1中所示的24项指标进行两两比较,通过行业专家的综合评估,得出如表2所示的绿色施工因素指标互为重要程度标度表。

表2 绿色施工因素指标互为重要程度标度表

重要程度标度	比较因素指标 <i>i</i> 与因素指标 <i>j</i> 之间的互为重要程度
1	绿色施工因素 <i>i</i> 与绿色施工因素 <i>j</i> 相比较,重要程度相同
3	绿色施工因素 <i>i</i> 与绿色施工因素 <i>j</i> 相比较,因素 <i>i</i> 略为重要
5	绿色施工因素 <i>i</i> 与绿色施工因素 <i>j</i> 相比较,因素 <i>i</i> 明显重要
7	绿色施工因素 <i>i</i> 与绿色施工因素 <i>j</i> 相比较,因素 <i>i</i> 非常重要
9	绿色施工因素 <i>i</i> 与绿色施工因素 <i>j</i> 相比较,因素 <i>i</i> 极端重要
2、4、6、8	此为上述判断相邻重要程度标度之间的系数
备注:若绿色施工因素 <i>i</i> 与绿色施工因素 <i>j</i> 之间的重要程度比值为 <i>B_{ij}</i> ,那么 <i>B_{ji}</i> =1/ <i>B_{ij}</i>	

在完成了如表2所示的因素指标重要程度标度对比后,可以利用标度值构造判断矩阵。假如需要对某建筑工程项目开展绿色施工评价*A*,且影响该项目绿色施工评价*A*的因素指标有*n*个,那么利用*a_{ij}*表示因素指标*i*与因素指标*j*之间的重要程度标度值,由此*n*个因素指标之间开展两两互比为比较,则可以构造出如式1所示的判断矩阵*A*=(*a_{ij}*)*n*×*n*,且在式(1)中,*a_{ij}*,始终大于0,其中*i*=1,2,⋯,*n*; *j*=1,2,⋯,*n*^[2]。

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2.2 一致性检验

由于绿色施工评价因素指标之间的两两对比标度值,是依托于专家的主观判断获得的,为避免专家的主观判断存在误差而影响对绿色施工的评价,故而对式(1)所示的判断矩阵进行一致性检验。若符合一致性检验标准,则说明因素指标之间的重要程度标度值是可信的,绿色施工的量化评价是比较科学的。

开展判断矩阵的一致性检验,其计算步骤为:计

算矩阵的最大特征根λ_{max}、计算矩阵的随机引入量*CI*、引入随机一致性指数*RI*,计算一致性指数*CR*。

(1) 矩阵的最大特征根λ_{max}计算式如式(2)所示。

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n (AW)_i}{nW_i} \quad (2)$$

式(2)中,λ_{max}表示构造矩阵的最大特征根向量;(AW)_{*i*}表示向量*AW*的第*i*个分量;*W*表示判断矩阵的特征向量。

(2) 矩阵的随机引入量*CI*计算式如式(3)所示

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (3)$$

按照式(3)计算出的*CI*值越大,表明因素指标之间的重要程度标度比值的一致性偏离程度越大;*CI*值越小,表明因素指标之间的重要程度标度比值的一致性偏离程度越小。值得注意的是,当*CI*=0时,说明因素指标之间的重要程度标度比值具有完全的一致性。

(3) 引入随机一致性指数*RI*

对随机一致性指数*RI*的取值引入,经过文献调查得出15阶矩阵*RI*,每一阶对应的*RI*取值如下:1阶矩阵*RI*=0,2阶矩阵*RI*=0,3阶矩阵*RI*=0.58,4阶矩阵*RI*=0.9,5阶矩阵*RI*=1.12,6阶矩阵*RI*=1.24,7阶矩阵*RI*=1.32,8阶矩阵*RI*=1.41,9阶矩阵*RI*=1.46,10阶矩阵*RI*=1.49,11阶矩阵*RI*=1.52,12阶矩阵*RI*=1.54,13阶矩

阵 $RI=1.56$ ，14阶矩阵 $RI=1.58$ ，15阶矩阵 $RI=1.59$ 。

(4) 一致性指数 CR 的计算式如式(4)所示

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

根据式(4)计算得出的结果，当 $0 < CR < 0.1$ 时，可以认为判断矩阵符合一致性检验标准，数据客观、科学有效，当 $CR > 0.1$ 时，则需要对矩阵要素进行校正，指导 CR 值校正至0.1以下为止。

2.3 计算指标权重

在完成一致性标准检验判断后，对各个因素指标的权重进行专家赋值计算，而后依照专家赋予的权重值计算绿色施工评价 A 的权重值。

2.4 确定评价等级

依照现行《绿色建筑施工评级标准》(2014版)，根据绿色施工评价 A 的权重值，当其权重计算值区间位于(0, 0.1)时，评价等级为“优秀”；当其权重计算值区间位于(0.1, 0.2)时，评价等级为“良好”；当其权重计算值区间位于(0.2, 0.3)时，评价等级为“合格”；当其权重计算值区间位于0.3及以上时，评价等级为“不合格”。

3 建筑工程绿色施工案例评价分析

位于我国西北地区的某建筑工程项目，其绿色施工评价按照前文表1所示的因素指标构建评价指标体系，并分别对其一级指标层(环境保护指标层、资源和能源节约利用指标层、施工综合管理指标层)开展指标权重和一致性检验计算，得出：

一级指标层(环境保护)的指标权重和一致性检验如表3所示。

表3 案例项目一级指标层(环境保护)的指标权重和一致性检验

环境保护指标层	a_1	a_2	a_3	a_4	W	$\lambda_{\max}=5.305,$ $CI=0.062$ $CR=0.0683 < 0.1,$ 符合一致性检验需求
a_1	2	1/2	1/4	1/3	0.06	
a_2	2	1	1/2	1/4	0.08	
a_3	4	2	1	1/5	0.32	
a_4	3	4	5	1	0.54	

一级指标层(资源和能源节约利用)的指标权重和一致性检验如表4所示。

表4 案例项目一级指标层(资源和能源节约利用)的指标权重和一致性检验

环境保护指标层	a_1	a_2	a_3	a_4	W	$\lambda_{\max}=3.054;$ $CI=0.06;$ $CR=0.052 < 0.1,$ 符合一致性检验需求
a_1	1	1/2	1/2	1/3	0.16	
a_2	2	1	1/2	1/2	0.32	
a_3	2	2	1	1	0.49	
a_4	3	2	1	1	0.03	

一级指标层(施工综合管理)的指标权重和一致性检验如表5所示。

表5 案例项目一级指标层(施工综合管理)的指标权重和一致性检验

施工综合管理指标层	a_1	a_2	a_3	a_4	W	$\lambda_{\max}=3.053,$ $CI=0.062,$ $CR=0.049 < 0.1,$ 符合一致性检验需求
a_1	1	1/2	1/2	1/3	0.20	
a_2	2	1	1/2	1/4	0.31	
a_3	2	2	1	1/5	0.28	
a_4	3	4	5	1	0.21	

依照表3~表5开展专家问卷调查，确认在绿色施工评价中，一级指标层(环境保护)的计算权重值为30%，一级指标层(资源和能源节约利用)的计算权重值为30%，一级指标层(施工综合管理)的计算权重值为40%，那么由此计算得出案例项目绿色施工评价权重： $0.3 \times 0.0683 + 0.3 \times 0.052 + 0.4 \times 0.049 = 0.05569$ 。根据前文2.4所示评价等级可知，案例项目的权重计算值0.05569属于区间(0, 0.1)，故其绿色施工评价等级应为“优秀”^[3]。

4 结束语

建筑工程的绿色施工评价，以围绕影响因素开展指标评价体系构建为基础，依托层次分析法对多层次、多因素指标的量化评价适用性优势，借助层次分析法开展绿色施工量化评价，从而为我国的绿色施工评价提供参考。

参考文献

[1] 张立新,王翔.基于AHP-熵权法下的装配式建筑项目绿色施工评价研究[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2021,39(6):24-28.
 [2] 程灏,谔与浩,刘淑芳.基于G1-熵权-独立性权的装配式建筑绿色施工评价[J].数学的实践与认识,2021,51(4):75-87.
 [3] 李志刚.建筑工程绿色施工评价体系的构建探究[J].建筑工程技术与设计,2019(35):1253.