

建筑施工过程绿色度评价指标体系的构建

陈伟亚,朱 鹏,周 玮

武汉工程大学资源与土木工程学院,湖北 武汉 430074

摘 要:针对工程项目施工的多层次、多因素特点,结合指标的选取原则及指标体系的构建思路,从绿色施工综合管理、施工环境影响、资源能源节约利用三个子目标来进行体系构建,形成了施工过程绿色度综合评价指标体系,该体系并进一步细分为建筑垃圾控制、大气污染控制、水污染控制等 12 个项目层,下设 29 个评价因子.采用层次分析法和专家咨询法来对指标层评价因子进行量化处理,依托已有的评价方法和标准,对一实际建筑施工项目进行了评价考核.结果表明该评价体系客观准确、可操作性强.

关键词:绿色施工;层次分析法;评价因子

中图分类号:TU711;TU746;TU731.1 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2014.011.002

0 引 言

现阶段,我国正处于城市化建设的快速推进阶段,建设的规模和速度都是惊人的.但我国也正面临着资源环境问题,如何能做到同时兼顾国家发展建设与环境保护、资源合理利用,是国家建设与建筑行业取得突破性发展的瓶颈.因此,符合“两型”特征的绿色施工成为了建筑行业发展的的大势所趋.绿色施工是实现建设“两型社会”的有效途径,建筑业属于粗放型增长行业,自然资源、能源消耗较高,对生态环境的破坏大^[1].要贯彻国家节能减排战略、建设“两型”社会的思路,做好施工过程中的“四节一环保(节能、节地、节水、节材和环境保护)”,绿色施工的推广势在必行^[2].但施工具体过程和操作系统较为复杂,不同工程情况各异,因此,形成一个统一的界定和评判标准显得更加重要.随着国家对绿色施工的不断倡导和深入推广,国内专家学者也做了许多相关研究,如段春伟(2008)提出了建筑绿色施工评价标准,确定了两类评价指标,计算出各个指标和因素的权重,得出评价模型,对绿色施工进行评价和定级^[3];代志红(2010)参照各种绿色建筑评价体系指标,结合实际情况,提出绿色施工评价体系,并给出评价实例,证明其实用性^[4];闫潇(2012)利用层次分析法和模糊综合评价法对工程实例进行分析并做出等级评价,确定了绿色施工评价等级,并实例证明它的可行性^[5].本文在以上研究的基础上,就我国的建筑施工过程绿色度评价体系构建进行了研究.

1 建筑施工过程绿色度评价指标体系的建立准则

1.1 各层指标选取原则

a. 科学与简明兼顾原则:各层级指标的建立必须以是否科学为第一准则,且能实事求是的反映施工全过程各项评价子目标,具体指标应繁简适度、操作性强.

b. 整体与独立并重原则:本文所建立的评价体系要能切实体现施工全过程中资源能源的节约利用、施工综合管理、环境污染控制等方面的相应特征.一组指标代表一个方面,各组指标既独立存在,又相互影响,共同构成一个有机整体.

c. 动态导向性原则:要求指标能够反映我国民用建筑施工的现状和发展趋势,揭示内部发展规律,以此来为我国绿色施工技术的推广与发展、方针政策的出台以及本行业的战略调整提供导向^[6].

d. 结构层次性原则:评价体系各目标层之间应有一定的逻辑关系,即结构层次鲜明,常见的一般分为指标层、项目层、目标层三个层次.评价指标体系可分解为若干子系统,将指标分类,明确指标体系的结构组成,在不同层次上采用不同指标,避免指标的重叠^[7].

1.2 指标体系的构建思路

由于现场施工涉及众多方面,需考虑的因素较为复杂,其绿色度评价亦是一项复杂的系统工程,评价指标的选取是本文的基础和关键,直接影

响评价结果的精准程度,因此应以其自身特征及与自然环境的关系为切入点,以总目标为中心,建立科学的、层次鲜明且有一定导向性功能的评价体系。

指标的初选:参考我国已有的绿色建筑与绿色施工的相关标准、规范,整理出对施工绿色度相关性较大的指标,进行归纳和整理,并考虑不同项目自身特殊性,加入自有的特色指标,分类后列入各目标层,并依据上述选取原则,采用分析法和指标属性分组法进行指标的初选。

指标的遴选:运用德尔菲专家意见法,就初选指标的实际相关性向行业专家学者进行广泛咨询,经过数次的反馈和调整,确定初步指标体系。应注意,遴选指标时,应兼顾指标与国内已有的标准、规范等研究成果的协调性。

指标的最终确定:对初步形成的指标体系,就其实际可操作性、现实数据可得性向相关单位进行沟通 and 咨询,进一步向业内人士进行咨询和完善,整理汇总即可得出最终的评价指标体系。

2 指标体系的构建

2.1 指标层次的划分

本文参考层次分析理论模型,将评价指标体系划分为总目标层 A、子目标层 B、项目层 C 和指标层 D 四个层次,并参考现有的绿色建筑及绿色施工评价的相关研究成果,对三大子目标展开更为详细的分析,得出项目层和具体的指标层,初步构造出了较为成型的建筑施工过程绿色度评价指标体系。

2.2 子目标层和项目层的组成和建立

2.2.1 绿色施工综合管理 B1 该目标层是对施工人员和组织、措施进行的行为管理和规划审核,因此,施工单位的绿色施工综合管理水平是绿色施工评价与考核的重要指标。其项目层包括 ①人员安全与健康 C1:施工现场是安全事故的多发场所,保护工作人员的安全和健康也是绿色施工的必然要求和内在需要。因此,现场的安全、健康措施和设备将按照绿色施工相关规范来进行考核。②绿色施工规划与实施 C2:在常规工作的同时,应充分重视本企业员工绿色施工知识培训和绿色施工技术创新,有计划的组织和策划绿色施工知识培训活动,增强职工绿色施工意识,逐步建立起“绿色”的企业文化,在促进绿色企业文化的步伐中,推动绿色施工技术创新成果的发展。③施工企业环境管理水平 C3:施工方的环境管理水平直接决定该单位绿色施工的质量,故对“施工单位

通过 ISO14000 认证与否”和“施工单位的环境管理体系”等影响因子的考核必须纳入评价体系^[7]。

2.2.2 施工环境影响 B2 施工过程中要减少对环境的破坏,尽量做到与现场周边和谐共生。结合所在地的周边环境条件,从固废、气、水、声四个方面来进行处理和控制,运用适宜的方法和手段,保护该地区的环境状况,减少对其生态系统的破坏。污染控制准则层的具体指标可划分为:①污染控制综合管理 C4:从综合管理上考虑,环保设备、措施的投入情况,可直接影响污染控制的整体效果,是本项目层的核心内容。开工前准备工作应查清各种地下设施及资源储备情况,做好保护计划,保证地下管线、建筑物的安全运行,不破坏地下资源储藏;施工操作中,力避和保护场区及周边的古树名木和文物。②大气污染控制 C5:大气为地球生命的繁衍、人类发展都提供了理想的环境,其状态和变化,时时处处影响到人类的活动与生存。因此,在施工过程中,应减少排放影响大气质量的污染物质,主要有施工扬尘和材料机械废气。③水污染控制 C6:水是生命之源,它是人类生存最不可或缺的自然资源,也是我们赖以生存的物质保障,但据相关专业资料表明,迄今为止,水生态系统是受人为破坏和污染最为严重的领域。建筑工地污水的含砂量和酸碱值较高,不达标排放将对水生态系统造成污染和破坏。④噪声污染控制 C7:城市噪声对于居民的干扰和危害日益严重,由于噪声污染无实物存在,监管较为不便,是当今城市人的共同苦恼,因此,施工单位应自觉增设降噪设备和采取措施,使噪声达到国家相关排放标准。⑤建筑垃圾控制 C8:建筑垃圾对环境的危害主要表现在以下几个方面:侵占土地,污染水体、大气和土壤,影响市容和环境卫生等。对施工过程中产生固废的处理以及回收利用,是绿色施工的本质要求和具体体现^[4,8-10]。

2.2.3 资源能源节约与综合利用 建筑施工需要大量的能源(电能、燃煤、石油、天然气等)及资源(土地、建材、水等)。在施工过程中利用相关措施和设备来进行节能降耗,对提高环保效益来说是非常必要的。故本子目标层对应的准则层可以划分为 C9-C12 四个项目层的内容。①节能与能源利用 C9^[11]:施工现场的能源消耗主要是机械的使用,包括电能和燃油。施工决算时按照定额计算与实际能耗进行计算和比较,不仅可以体现节能措施和设备的利用,亦可反映本工地的节能水平,其超出比将是节能评价的重要参数;同时机械的满载运行、非传统能源的使用也是不可或缺的评

价因子. ②土地资源节约 C10:土地不仅是国家和人类发展的重要保障,也是国家有限的自然资源,施工过程不仅会对土地占用和利用,不合理施工平面布置、设施设备仓储等临时用地、固废处理用地,更可能引起不同程度的污染和破坏,所以施工过程中应十分注重对土地的保护和充分利用,提高土地的利用率. ③节水与水资源利用 C11:面对我国"水资源"的两大难题—资源短缺、污染严重. 本准则层支持施工单位和个人在生产、生活中,充分利用节水措施和设备,达到合理和节约用水的目的,并做好水资源的重复利用及非传统水源利用,把实际用水量与计划用水量超出比等指标列入评价体系. ④材料节约与利用 C12:从全生命周期理论来看,建材的节约与利用也是间接对自然

资源的充分利用. 选取合适的建材是绿色施工的关键之所在,严格遵循工程设计所选的建材,加大力度提倡就地取材,减少材料运输所引起的人材机消耗和环境负荷;增加对可循环利用材料的回收利用. 将实际耗材超出定额计算百分比等指标纳入评价体系^[12-13].

根据以上的思考和分析,以某民用住宅建筑项目为案例,给出其施工绿色度评价体系表,如表 1 所示.

2.3 具体指标的构成

参见以上指标体系表,对部分指标由来做说明:
a. 水、气、声是否达标排放,分别参照参考文献[2-4],通过现场和实验室监测,检验其达标性.

表 1 绿色施工评价指标体系表
Table 1 Green construction evaluation index system table

总目标层	子目标层	项目层	指标层	单位	案例指标值
绿色施工评价指标	绿色施工 综合管理	人员安全与健康	安全措施、设备及卫生防疫是否达标	—	是
		绿色施工规划与实施	员工绿色施工知识培训所占比	%	76.00
			绿色施工创新技术累计成果	项	9.00
		施工单位环境管理水平	施工单位 ISO14000 认证通过与否	—	是
			施工企业的环境管理体系审核通过与否	—	是
	施工对环境的影响	污染综合控制	环保投入占总投资比重	%	7.36
			地下设施和资源保护	—	100.00
			现场古树名木与文物保护	—	100.00
		大气污染控制	扬尘管理是否达标	—	是
			废气是否达标排放	—	是
			低挥发性材料使用率	%	86.25
		水污染控制	施工废水是否达标排放	—	是
			生活污水是否达标排放	—	是
			现场噪声是否达标排放	—	是
		噪声污染控制	低振动、低噪声设备使用率	%	73.00
			噪声监测与降噪措施使用率	%	88.00
		建筑垃圾控制	建筑垃圾超出计划百分比	%	—19.83
			建筑垃圾回收利用率	%	34.21
		节材与材料综合利用指标	绿色建材使用率	%	21.81
			就地取材占有率	%	31.29
			实际消耗与定额计算超出百分比	%	—3.47
	资源能源 的节约与 利用	节水与水资源利用指标	非传统水源利用率	%	13.00
			水资源重复利用率	%	12.65
			实际用水量超出计划用量比	%	16.32
			施工总平面布置合理度	—	良好
		节地指标	临时用地率	%	3.57
			实际能耗超出定额计算比	%	—6.40
		节能指标	施工机械满载率	%	78.00
			可再生能源、非传统能源利用率	%	3.81

注:1)原始数据来自相关工程资料和业主财务明细,部分数据做适当处理;2)关于建筑施工绿色度评价标准和方法将见本人后续研究.

b. 回收利用率 = [废品中能够被回收利用部分(包括再使用部分、再生利用部分和能量回收部分)/已回收的废弃物品的总量之比] $\times 100\%$, 此指标可体现施工企业对循环材料和资源重复利用情况, 比值越大, 说明被循环利用程度越高, 以此来促进资源的节约利用。

c. 环保投入占总投资比重 = (环保投资金额/建设项目投资总额) $\times 100\%$, 环保投资总额 = 环保设备投资 + 绿化投资, 环保设备主要包括废水处理设备、废气处理设备、固废处理设备、噪声处理及监测设备等。

d. 非传统水源利用率 = [非传统用水量(循环再生水、雨水等代替市政供水或地下水用量)]/总用水量 $\times 100\%$, 比值越高表明对水资源的利用越充分。

e. 施工机械满载率 = (实际完成工作量/额定功率下应完成工作量) $\times 100\%$. 本文选用总体满载率作为评价指标, 用于全施工阶段完成工作量与机械额定功率应完成工作量之比, 表示机械的实际利用程度, 反映全工作时间内各断面的施工机械的平均满载程度, 合理范围内比值越大, 说明机械利用程度越高。

3 案例分析

某民用住宅建安工程项目, 楼层主要分布为地上 6+1 层, 地下 1 层, 一标建筑面积约 50 336.73 m². 其中: 地上建筑面积约 30 055.45 m², 地下建筑面积约 20 281.28 m². 施工主要包括: 建造及完成 1#、2#楼及地下车库工程范围内的工程, 结构工程、土方回填工程、防水工程、屋面工程、二次结构工程等. 利用本文构建的指标体系, 依据相关工程资料进行计算和分析, 得出表 1 中的指标值, 按照现行的评价方法和标准^[6], 参照项目当地的施工环境和具体情况, 本项目施工属于绿色施工。

4 结 语

本文通过对我国建筑施工过程中绿色度评价指标体系的研究和思考, 尝试着建立了以上指标体系, 可为后续研究提供参考. 绿色施工是一个非常复杂的系统工程, 其人文、地点、周边环境千差万别, 相应指标也就会有不同, 而且找到合适的可量化指标也会不一样, 因此如何建立一个全面而科学的指标体系, 还有待于进一步的研究及在实际工程的施工评价中继续完善。

致 谢

本论文在选题及研究过程中得到了本课题组

成员的帮助和支持, 在此表示感谢! 同时也感谢武汉浩华项目管理公司和中铁十一局工程公司的数据支持!

参考文献:

- [1] 竹隰生, 任宏. 可持续发展与绿色施工[J]. 基建优化, 2002(23): 32-33.
ZHU Xi-sheng, REN Hong. Sustainable development and green construction[J]. Optimization of Capital Construction, 2002(23): 32-33. (in Chinese)
- [2] 闫文. 基于施工全过程的绿色施工评价体系研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2011: 19-22.
YAN Wen. Study of green construction evaluation based on whole construction process[D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology. 2011: 19-22. (in Chinese)
- [3] 段春伟. 建筑项目绿色施工评价体系建立研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2008: 25-31.
DUAN Chun-wei. Study on evaluation system for green construction of building project[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University. 2008: 25-31. (in Chinese)
- [4] 代志红. 绿色施工与评价研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2010: 13-21, 35-37.
DAI Zhi-hong. Study on the green construction and evaluation[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2010: 13-21, 35-37. (in Chinese)
- [5] 闫潇. 绿色建筑与绿色施工评价体系的研究与实践[D]. 邯郸: 河北工程大学, 2012: 9-12, 56-57.
YAN Xiao. The research and practice of green building and green construction evaluation system[D]. Handan: Hebei University of Engineering, 2012: 9-12, 56-57. (in Chinese)
- [6] 殷建锋. 绿色施工技术与评价体系研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2011: 31-36, 42-44.
YIN Jian-feng. Green construction technology and evaluation system research[D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2011: 31-36, 42-44. (in Chinese)
- [7] 徐鹏鹏. 绿色施工评价体系研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2008: 1-3, 34-38.
XU Peng-peng. Study on green construction assessment system[D]. Chongqing: Chongqing University. 2008: 1-3, 34-38. (in Chinese)
- [8] 中华人民共和国建设部. 绿色施工导则[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [9] 中华人民共和国建设部. 绿色建筑评价标准[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [10] 中国建筑第八工程局有限公司. GBT50640-2010 绿色施工评价标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.

[11] 万云华. 装饰装修工程施工中绿色施工的研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2009:22-27
WAN Yun-hua. Study of green construction of construction decoration engineering[D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2009: 22-27. (in Chinese)

[12] 陈伟娜,卫潇洒. 建筑工程绿色施工评价指标体系的构建[J]. 商,2014(12):22-23.
CHEN Wei-na, WEI-Xiao-sa. Construction of evaluation index system of green construction of building engineering[J]. Business,2014(12):22-23. (in Chinese)

[13] 刘斌. 绿色施工评价及其相关问题研究[J]. 价值工程,2009(6):106-108.
LIU Bin. The research and the related problems of green construction evaluation[J]. Value Engineering, 2009(6):106-108. (in Chinese)

Building evaluation index system of green construction process

CHEN Wei-ya ,ZHU Peng ,ZHOU Wei

School of Resource and Civil Engineering,Wuhan Institute of Technology,Wuhan 430074,China

Abstract: Aimed at the characteristics of multi-layered and multi-factored of project construction, the evaluation index system was constructed from the following three sub-goals: the integrated management of green construction, the construction environment impact and the conservation and use of energy and resources, combined with the selecting principles and the thoughts of system construction. And the three sub-goals were further subdivided into 12 project layers such as construction waste control, air pollution control and water pollution control and so on, under which 29 evaluation factors were set. Based on the existing evaluation methods and standards, the green degree of an actual project was evaluated by analytic hierarchy process theory and the expert consulting method quantifying the evaluation factors. The result indicates that this system is objective, accurate and operable.

Key words: green construction; analytic hierarchy process; evaluation factors

本文编辑:龚晓宁