

建设工程施工安全指数体系构建与应用研究

万永梅¹ 王婷²

(1. 文昌平海建设发展有限公司, 文昌 571339; 2. 南昌航空大学土木建筑学院, 南昌 330063)

【摘要】为了探索建设工程施工安全定量评价方法,为建设工程安全管理工作提供依据和指导。本文通过对建设工程施工安全评价体系的研究,构建从指数到因素到因子的三个层次的施工安全指数体系,以期全面综合反映建设工程施工安全水平。在此基础上建立了建设工程安全指数计算模型。并通过实例分析,验证了施工安全指数能够量化、动态表述工程施工安全状况,并根据相应指标值的变化情况,剖析引起施工安全变化的内在因素,从而提出有针对性的指导意见,促进和提高精细化安全管理水平。

【关键词】建设工程; 施工安全指数; 信息系统

【中图分类号】 TU714; F406.8 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1674-7461(2013)05-0057-06

引言

近年来,随着我国工程安全质量监督体制改革不断深化,我国内开始对现行的建筑工程质量等级评定制度及评价模式进行了分析和研究。但是对工程项目安全等级评定定量描述却仍空白,对地方建设项目施工安全表述比较笼统,比如对工程现状的描述,往往用“总体受控、问题不少、基本受控、形势严峻”等定性评价的词来概括,而缺乏确凿和精确的数据来支撑。为定量描述我市建设工程施工安全现场状况,满足工程精细化管理要求,并形成对整体趋势进行预测分析,做到“评价过去,判断现在,预测未来”,提出建设工程安全指数的思路呼之欲出。

指数理论在我国各行业领域的应用已经比较成熟,指数的应用范围拓展到了社会经济生活的方方面面,为我们所熟悉的有居民消费价格指数、股票指数、空气质量指数、国房景气指数等。成熟的指数理论背景为建设工程指数的提出提供了理论基础^[1-3]。同时,从宏观工程指数体系的建立、指标的筛选到各项指标标准的研究,其中一个主要的工作内容就是数据采集的问题。数据采集方法是实现指数研究工作的基础。网络化信息技术为指数信息采集工作提供了切实可行的手段。通过开发

指数信息系统,可以借助网络化的信息系统对大量的数据进行采集和分析工作。

本文通过对建设工程施工安全指数体系的研究和建立,以实现在建工程施工现场安全的定量评价,既满足工程建设精细化管理要求,同时又可深入剖析各影响因素的动态,并提出监督意见供管理工作参考。

1 构建施工安全指数体系

建设工程施工安全指数体系是以在建工程为对象,由施工安全指数为主线,并结合工程类型和工程区域形成分类指数,向上综合成施工安全专业指数,向下衍生成因素及因子所构成的指数体系。

工程安全指数体系建立的关键是参数的选择和确定。所谓参数,是指对所反应对象(质量、安全或建材)其构成特征的元素。如安全,基本就遵循工、料、人、机、法等各类影响因素。参数从所能列出的影响因素或要素中筛选,其选择和确定的原则是:

- (1) 对反映对象有影响的因素,即与对象特征具相关性;
- (2) 其因素可分级描述,如操作人员熟练与否,可按熟练、基本熟练、不甚熟练等程度分级;
- (3) 方便持续稳定的采集、填报。

【作者简介】 万永梅(1975-),女,工程师,主要研究方向:施工管理。

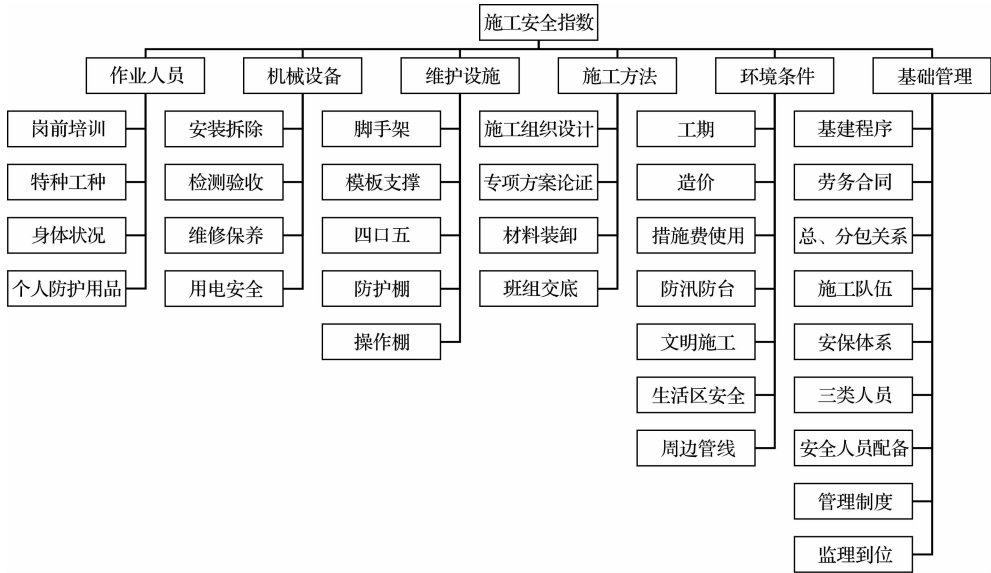


图1 施工安全指数体系

这三条原则条件必须同时具备,方可作为参数选入。

基于此,施工安全指数体系同样由指数、因素和因子三级体系构成。指数主要从整体的角度反映建筑工程施工安全状况,因素则具体从作业人员、机械设备、维护设施、施工方法、环境条件、基础管理6个方面描述工程项目的施工安全状况。因子则对这6个因素依次列出影响这些因素的主要参数。

2 工程安全指数体系构建流程

2.1 明确工程指数指标赋值

对建设工程指数指标体系中最底层的每个指标通过分级打分等方法进行赋值。本文采用分级打分法对建设工程安全指数指标体系中底层因素进行评价。即对每个因素首先在4个分级选项中选1项,然后进行打分,打分标准为:1级:76~100;2级:51~75;3级:26~50;4级:1~25。对于个别因素指标其考核结果为数值,则以该数值为分值,见下表。

2.2 确定工程指数指标权重

确定指数指标体系中分类项之间、每个分类项中各因素间的权重。参数权重的确定采用专家打分法,统计平均值即确定为该参数权重,以百分数形式表现。

2.3 构建指数数学模型

(1) 单个因子值计算

建设工程安全首先应反映每个具体的建设工地的安全,当需要反映特定区域整体建设安全时,本文取该区域内所有工地安全指数加权平均值作为区域安全指数,工地间的权重主要考虑施工合同价因素。

单个工地的单因素指标值由直接评分得到,特定区域单因素指标值由式(1)得到:

$$Q_{\text{因子}} = \frac{\sum Q_{\text{因子},i} \times C_i}{\sum C_i} \quad (1)$$

式中: $Q_{\text{因子},i}$:第*i*个工地单个因子值; C_i :第*i*个工地施工合同价; $Q_{\text{因子}}$:单个因子值。

(2) 单个因素项指标值计算

$$Q_{\text{因素}} = \sum Q_{\text{因子}} \times W_{\text{因子权重}} \quad (2)$$

(3) 总体指标值计算

$$Q_{\text{指数}} = \sum Q_{\text{因素}} \times W_{\text{因素权重}} \quad (3)$$

3 工程指数的应用

3.1 建立参数采集系统

目前建设工程安全质量材料指数信息系统采集平台已建成。建设工程安全质量建材指数信息

表1 建设工程施工安全因素指标分级打分表

| 因素 | 因子 | 打分 | 分级描述(在四个选项中选出认为描述最恰当的一项) | | | |
|------|------------|------|--------------------------|-----------|----------|---------|
| | | | 一级选项 | 二级选项 | 三级选项 | 四级选项 |
| 作业人员 | 岗前培训(比例) | | >85% | >70% | >55% | <55% |
| | 特种工种持证上岗 | | 全部持有 | 少量缺证 | 部分缺证 | 较多缺证 |
| | 身体状况(体检比例) | | >85% | >70% | >55% | <55% |
| | 工作时间 | | 8小时 | >8小时 | >10小时 | >12小时 |
| | 个人防护用品 | | 全部配戴 | 基本配戴 | 部分配戴 | 未配戴 |
| 机械设备 | 安装拆除(方案) | | 有并实施 | 有,基本实施 | 有,部分实施 | 无方案 |
| | 检测验收(比例)* | | >95% | >75% | >55% | <55% |
| | 维修保养 | | 有并记录 | 部分保养、记录 | 部分保养、无记录 | 无保养无记录 |
| | 用电安全 | | 符合要求 | 基本符合 | 部分符合 | 不符合 |
| 维护设施 | 脚手架 | | 符合要求 | 基本符合 | 部分符合 | 不符合 |
| | 模板支撑 | | 符合要求 | 基本符合 | 部分符合 | 不符合 |
| | 四口五临边防护 | | 符合要求 | 基本符合 | 部分符合 | 不符合 |
| | 防护棚 | | 符合要求 | 基本符合 | 部分符合 | 不符合 |
| | 操作棚 | | 符合要求 | 基本符合 | 部分符合 | 不符合 |
| 施工方法 | 施工组织设计 | | 有并实施 | 有,基本实施 | 有,部分实施 | 无方案 |
| | 专项方案论证 | | 有并实施 | 有基本实施 | 有部分实施 | 无方案 |
| | 材料装卸 | | 符合要求 | 基本符合 | 部分符合 | 不符合 |
| | 班组交底 | | 符合要求 | 基本符合 | 部分符合 | 不符合 |
| 环境条件 | 工期 | | 基本合理 | 勉强合理 | 不甚合理 | 不合理 |
| | 造价 | | 基本合理 | 勉强合理 | 不甚合理 | 不合理 |
| | 措施费使用 | | 有并到位 | 有基本到位 | 有部分到位 | 未落实 |
| | 防汛防台 | | 有并落实 | 有基本落实 | 有部分落实 | 无应对 |
| | 文明施工 | | 评上 | 参与未评上 | 未参与一般 | 较差 |
| | 生活区安全 | | 完善 | 较完善 | 部分完善 | 不完善 |
| | 周边管线 | | 清楚,有措施 | 基本清楚,有措施 | 部分清楚、措施 | 不清楚、无措施 |
| 基础管理 | 基建程序 | | 符合要求 | 基本符合 | 部分符合 | 不符合 |
| | 劳务合同签订情况 | | 符合要求 | 基本符合 | 部分符合 | 不符合 |
| | 总、分包关系 | | 长期合作 | 时常合作 | 少有合作 | 未曾合作 |
| | 施工队伍 | | 自行完成 | 成建制分包 | 主要工种成建制 | 非成建制 |
| | 安保体系 | | 已认证,运行正常 | 准备认证,基本正常 | 未认证,准备内审 | 无认证,不正常 |
| | 三类人员培训比例* | | >90% | >75% | >60% | <60% |
| | 安全人员配备 | | 符合要求 | 基本符合 | 部分符合 | 不符合 |
| 管理制度 | | 有并实施 | 有基本实施 | 有部分实施 | 无制度 | |

系统由建设工程安全质量监督总站总负责,并依托下属各区县监督站(署)、部分区县建管所、检测行业协会及工程项目,组成工程指数体系的组织架构和数据采集网络。工程质量安全数据采集,采取工地监理每月书面采集,随同监理月报一起报受监监

督站。监督员复核后进行网上数据填报。建材检测数据由检测行业协会通过协会网络采集,建材管理数据利用质量安全指数相关因素采集,建材价格数据由部分区县建管所利用建筑建材业信息系统相关软件获取。

表2 建设工程施工安全因素指标权重表

| 序号 | 分类 | 权重 | 影响因素 | 权重 | 序号 | 分类 | 权重 | 影响因素 | 权重 | | |
|----|------|------|------------|------|----|----------|------|----------|------|----------|------|
| 1 | 作业人员 | 0.20 | 岗前培训(比例) | 0.25 | 18 | 环境 条件 | 0.13 | 班组交底 | 0.29 | | |
| 2 | | | 特种工种持证上岗 | 0.21 | 19 | | | 工期 | 0.17 | | |
| 3 | | | 身体状况(体检比例) | 0.16 | 20 | | | 造价 | 0.18 | | |
| 4 | | | 工作时间 | 0.19 | 21 | | | 措施费使用 | 0.15 | | |
| 5 | | | 个人防护用品 | 0.19 | 22 | | | 防汛防台 | 0.10 | | |
| 6 | 机械设备 | 0.16 | 安装拆除(方案) | 0.16 | 23 | | | 文明施工 | 0.15 | | |
| 7 | | | 检测验收(比例) | 0.13 | 24 | | | 生活区安全 | 0.12 | | |
| 8 | | | 维修保养 | 0.58 | 25 | | | 周边管线 | 0.13 | | |
| 9 | | | 用电安全 | 0.42 | 26 | | | 基建程序 | 0.10 | | |
| 10 | 维护设施 | 0.18 | 脚手架 | 0.24 | 27 | | | 基础 管理 | 0.23 | 劳务合同签订情况 | 0.11 |
| 11 | | | 模板支撑 | 0.25 | 28 | | | | | 总、分包关系 | 0.15 |
| 12 | | | 四口五临边防护 | 0.26 | 29 | | | | | 施工队伍 | 0.17 |
| 13 | | | 防护棚 | 0.13 | 30 | | | | | 安保体系 | 0.08 |
| 14 | | | 操作棚 | 0.12 | 31 | | | | | 三类人员培训比例 | 0.09 |
| 15 | 施工方法 | 0.10 | 施工组织设计 | 0.28 | 32 | | | | | 安全人员配备 | 0.11 |
| 16 | | | 专项方案论证 | 0.28 | 33 | | | | | 管理制度 | 0.08 |
| 17 | | | 材料装卸 | 0.15 | 34 | | | | | 监理到位 | 0.11 |

3.2 工程指数的检测录入

各区县监督站监督员复核采集所得的工程安全质量建材的有关数据后,登录工程指数管理信息系统进行网上录入。

3.3 指数修正

为了提高数据采集的真实性,结合总站提供的数据,对各区县监督站上报的数据适当进行修正。

修正后的总体指标值如下:

当 $Q'_{\text{因子}j} \neq 0 (j = 1, 2, \dots, n)$ 时,

$$Q''_{\text{指数}} = \sum_{k=1}^m Q''_{\text{因素}k} \times W_{\text{因素}k} = 0.6Q_{\text{指数}} + 0.4Q'_{\text{指数}}$$

当 $Q'_{\text{因子}j} = 0 (j = 1, 2, \dots, l, l \geq 1)$, 即无此项时,

$$Q''_{\text{指数}} = \sum_{k=1}^m Q''_{\text{因素}k} \times W_{\text{因素}k} = \sum_{k=1}^m (0.6 \sum_{j=1}^{n-l} Q_{\text{因子}j} \times W_{\text{因子}j} + 0.4 \sum_{j=1}^{n-l} Q'_{\text{因子}j} \times W_{\text{因子}j}) \times W_{\text{因素}k}$$

3.4 系统计算

完成指数修正后登录工程指数管理信息系统,可以通过设定所要指数的计算条件,如计算目标、工程性质、区县、受监质监站名称、计算周期等,然后按添加曲线按钮即可完成所选条件的指数计算。

构建完成建设工程安全指数指标层次结构模

型并确定各指标权重的基础上,为了实现对建设工程安全的量化评价,还需对每项指标进行评价并通过一定方法计算得到安全指数。

3.5 指数评价体系

为定量描述指数的变化情况,有必要建立一套完整的指数评价体系。

(1) 预警发布等级

指数预警发布是根据与上一统计期相比的数值差,分别设置下降值分级幅度并定义预警差值。幅度分级和预警等级见下表。

表3 工程指数的幅度分级和预警等级

| 不预警 | 黄色预警 | 橙色预警 | 红色预警 |
|----------------|-----------------------|------------------------|------------|
| 因子下降差 ≤ 5 | 下降差 > 5 且 ≤ 10 | 下降差 > 10 且 ≤ 15 | 下降差 > 15 |

(2) 指数评价分级和含义

根据警示范围提出监督意见,从管理和实际情况出发,具体明确管理要求或提出管理措施。还可根据指数数值大小和所在幅度范围,对统计期的施工安全指数予以判断和评价。判断工程指数评价分级的内容见下表。

4 实例运用

2009年9月份建筑工程安全指数值为78.06点,较8月份的77.37点上升0.69点,仍处良好状况。其中,本月住宅安全指数为74.61点,比上月下降0.

50点,厂房安全指数为79.76点,比上月上升3.72点,公建安全指数80.43点,比上月上升0.45点。

表4 工程指数评价分级

| 级别 | A | B | C | D |
|------|------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| 指数范围 | 100-81 | 80-71 | 70-60 | 60-0 |
| 评价 | 优 | 良 | 中 | 差 |
| 含义 | ①总体受控 ②现场管理较好 | ①总体基本受控 ②现场管理基本能满足要求 | ①部分失控 ②现场管理存在一定问题 | ①大部失控 ②现场管理存在较多问题 |

在整体34个影响安全的因素子项中,出现下降的有8个,占24%;连续下降的有1个,占3%。其中,机械设备、作业人员因素情况较差。

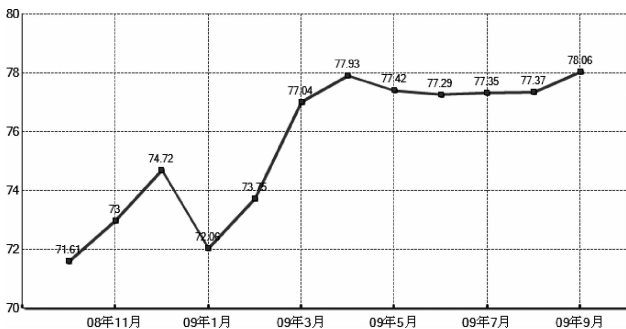


图2 全市建筑工程施工安全指数图

进入黄色预警范围:机械设备因素中的检测验收;进入橙色预警范围为作业人员因素中的岗前培训。

提出以下监督意见:

(1)“机械设备因素中的检测验收”已连续进入预警范围,应引起各方高度重视。从集中整治情况看,尤其是井架的检测工作质量相对较差(因井架是非强制要求检测的)。再次重申,各监督机构在监督过程中,应进一步加强机械管理的程序性监督,对完全依赖于检测而放松使用过程管理,现场存在隐患的施工单位及相关人员、对检测行为不规范的检测机构及相关人员,根据情况依法采取约谈、通报、个人处理、单位处罚等有效手段,严格监管。

(2)“作业人员因素中的岗前培训”反映出现阶段又处于劳动力使用高峰阶段,现场流动性的、

新的作业人员增多。从9月份的情况看,多起为支模、砌筑、挖土时防护不到位,而工人自我保护意识差,引发事故高坠,预警和现状是吻合的。劳动力使用高峰阶段至少会持续到年底前,如果现场管理、监控跟不上,势必会引起事故多发,望参建各方高度重视,严加防范。施工现场加强监护、监控管理。监督机构加大监督力度,严查总分、包专职安全管理人员配备情况,以稳定安全生产态势。

5 结论

建设工程安全指数从基础管理、作业人员、施工作业、环境条件、机械设备等6个因素着手,构建从指数到因素到因子的三个层次的安全指数体系,以期全面综合反映建设工程安全水平。通过对工程安全指数的分析,可以确定影响安全水平变化的因素,量化地、直观地、动态地表述工程的安全状况为制定安全控制措施提供依据,并提出针对性地指导意见,促动和提高现场管理水平。

参考文献

- [1] 郑周练,赵长荣,王慰佳等. 建筑安装工程质量的模糊评定[J]. 重庆建筑大学学报,2000,22:113-117.
- [2] 刘迎心,李清立. 建筑工程质量的一种评价方法[J]. 北方交通大学学报,1998,22(1):92-95.
- [3] 何伯洲,周显峰,谭大璐. 转变工程质量监督机构工作机制的研究[J]. 哈尔滨建筑大学学报,2002,35(3):101-104.
- [4] 中华人民共和国国家标准(GB50300-2001). 建筑工程施工质量验收统一标准. 2001年
- [5] 王婷. 上海市建设工程质量指数体系构建与应用. 施工技术. 2009,38(增):440-443.
- [6] 王婷. 上海市建设工程质量指数理论与应用. 建筑经济. 2010年第2期,107-111.
- [7] 王婷. 对我国建设工程安全质量管理体系的若干思考. 建筑经济. 2010年第3期,14-17.
- [8] 刘挺. 建筑工程质量指数编制研究[D]. 华中科技大学. 2006年
- [9] 张巧玲. 建设工程质量评价体系与机制研究[D]. 清华大学. 2004
- [10] 刘挺,骆汉宾. 量化评价一个地区建筑工程总体质量水平的研究[J]. 建筑管理现代化. 2006(05)
- [11] 罗利君. 建筑工程质量指数评价系统构建与探讨. 天津大学. 2010年

The Establishment and Application of Safety Index System for Construction Engineering Industry

Wan Yongmei¹, Wang Ting²

(1. Pinghai Construction Development Co., Ltd., Wenchang 571339, China;

2. School of Civil and Architectural, Nanchang Hangkong University, Nanchang 330063, China)

Abstract: The purpose of establishing safety index system is to evaluate the quality of architectural engineering & construction throughout building lifecycle management and facilitate the safety management in construction engineering industry. Through the comprehensive research of quality evaluation of Shanghai AEC projects, the author created the safety index system based on three levels of data including the index, the factor, and the coefficient to define the safety level of building engineering. Based on the theory, the calculation model of safety index is built. Furthermore, the safety index system of construction engineering industry is demonstrated to be a ideal tool to define and compare the building quality quantitatively and dynamically. By studying key data, the internal factors of safety variation can be discovered and improved, hence the project management can be upgraded onto a controllable and quantitative level.

Key Words: Construction Engineering; Quality Index; Index System

(上接第 44 页)

Research on the Construction Site Management Depth Application based on the Internet of Things Technologies

Ren Jiang, Zhong Chongguang, Guo Na

(China aviation planning and construction development Co., Ltd., Beijing 100011, China)

Abstract: In recent years, with the rapid development of internet of things (IoT), which has a wide range of applications in intelligent buildings. However, the depth application in the construction site management is few. This article first reviewed the present situation of IoT and its application in the construction phase, then elaborated the construction site management requirements and specific Internet of things technology construction plan practice, based on our company's new office building project. Finally look forward to the future of the fusion of the Internet of things and BIM.

Key Words: Internet of Things; Construction Site; Monitor; Material Management; Schedule Management.