

文章编号: 1673- 9620 (2007) 04- 0056- 04

# 建筑安全性能评价指标的重要度研究<sup>\*</sup>

王凯全<sup>1</sup>, 应惠亚<sup>1</sup>, 李 强<sup>1</sup>, 王鸣军<sup>2</sup>

(1 江苏工业学院 环境与安全工程学院, 江苏 常州 213164; 2 常州市建设工程质量监督站, 江苏 常州 213001)

**摘要:** 通过构建基于建筑结构安全和使用安全的施工质量控制指标体系, 实施了针对建筑安全性能影响因素的调查, 采用相对重要度的计算方法, 对调查数据进行了处理, 获得了建筑工程项目进程中各个单元、系统的相对重要度。通过相对重要度计算得到, 地基基础对建筑安全的影响最大。该指标体系同已有的 GB/T 50375- 2006 评价体系进行比较, 更加适合建筑物一般性安全评价的要求, 突出了建筑安全性能的首要原则, 为建筑工程施工过程中保证建筑安全性能提供了科学、客观的评价依据。

**关键词:** 安全; 施工质量; 重要度; 建筑安全性能

中图分类号: TU 71 文献标识码: A

## Research on the Importance of Construction Safety Performance Evaluation Indexes

WANG Kai- quan<sup>1</sup>, YING Hui- ya<sup>1</sup>, LI Qiang<sup>1</sup>, WANG Ming- jun<sup>2</sup>

(1. School of Environmental & Safety Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213164, China; 2. Construction Quality Supervision Organization in the City of Changzhou, Changzhou 213001, China)

**Abstract:** Quality control index in construction, based on the safety of construction configuration and use was established. A study of the factors that affect construction safety performance was designed and carried out. The computing method of relative importance was adopted to obtain the relative importance of every cell and system of construction. It gives prominence to the chief principle of the construction safety and offers the scientific foundation for guaranteeing the construction safety performance in the course of construction.

**Key words:** safety; construction quality; importance; construction safety performance

古罗马建筑师维特鲁威 (vitruvius) 在《建筑十书》中首先提出建筑的 3 原则: 坚固、方便和美观<sup>[1]</sup>。可见, 坚固 (即建筑安全性能), 是任何建筑的首要原则。

工程项目的评价是促使建筑企业改进质量管理水平, 进而提高建筑安全性能的重要措施。一个完整的建筑工程质量评价体系应贯穿在建设项目的立

项、施工、竣工、验收全过程, 郭汉丁<sup>[2]</sup>提出了开工前建设工程项目质量实施能力多级模糊综合评价方法和竣工验收时建设工程质量竣工备案模糊评价方法, 较好地解决了对施工前后建筑质量的控制和管理问题。

然而, 由于施工质量是保证建筑结构安全和使用安全的最关键环节, 施工质量评价体系构建就更

\* 收稿日期: 2006- 05- 06

作者简介: 王凯全 (1951- ), 男, 上海人, 博士, 教授, 主要从事安全保护系统可靠性、建筑质量安全管理研究。

需要认真研究。施工质量评价主要是对涉及工程结构安全和使用安全的重要部位、关键工序、重要部位的隐蔽工程等评价指标进行质量评价。由于这些指标对建筑安全性能的影响程度不同, 因此, 为了保证评价结论的科学、客观, 施工质量评价中不但要恰当地选择评价指标, 而且要恰当地确定这些评价指标的重要度。

1 指标体系的确定

王晓鸣等<sup>[3]</sup>提出了既有住宅的可靠性分析与评价, 认为住宅的可靠性包括安全性、适用性和耐久性, 而住宅的安全性又包括 3 个指标: 地基基础、承重构件以及灾害危险性和抗灾能力。但该文主要侧重于建筑使用后的安全评价, 未研究施工阶段的建筑安全性能。苏永强等<sup>[4]</sup>认为建筑工程设计安全是整个建筑安全的基础, 将建筑工程的安全评价指标分为建筑设计、建筑防火、建筑设备、勘察和地基基础、结构设计、房屋抗震设计 6 大方面。但仅限于设计阶段, 未涉及施工阶段。杨亚频<sup>[5]</sup>所建立的建筑工程质量优良评定主要是针对建筑施工阶段的质量是否能达到要求。认为建筑工程要达到优良的标准首先是结构安全, 建筑安全性能包括 8 项指

标: 承载力、施工试验及见证检验、原材料、隐蔽工程、尺寸偏差、施工工艺、施工操作技术、其他, 但指标太过笼统, 未具体化到工程的某一个系统以及单元。GB/T 50375-2006<sup>[6]</sup>只对需要创优的工程进行评价, 把建筑工程分成 5 个单元来评价, 分别是地基及桩基工程、结构工程、屋面工程、装饰装修工程、安装工程, 由于屋面工程主要侧重在防治雨水渗漏和保温两个使用功能上, 因此, 在构建建筑安全性能评价指标时不需要把屋面工程考虑在内。

目前, 我国由质量监督专门机构依据《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB/T 50375-2006) 实施建筑施工阶段的质量监督责任。因此, 基于建筑安全性能的施工质量评价体系既要符合国家标准, 又要便于政府监督机构的操作。鉴于此, 综合上述文献, 建立了建筑工程项目质量控制点中影响建筑结构安全和建筑使用安全的指标体系。该指标体系包括工程项目从开工到完工的全部过程。涵盖了 5 个部分的内容: ①桩基工程; ②地基基础等隐蔽工程的质量控制点; ③结构的安全可靠, 包括强度、水平和竖向位置 (轴线、标高)、几何尺寸等; ④安装使用安全; ⑤装饰的安全性能, 见图 1。



图 1 建筑安全性能指标体系

Fig 1 Construction safety performance indexes

设计质量不在质量监督机构监督的范围之内, 因此, 此指标未包括勘察设计质量。但从纵向来看, 该体系不仅包括了建筑安全性能的 3 大主控单元, 即桩基工程、地基基础以及主体结构, 还涉及到了工程系统的具体控制点, 把文献 [4] 中的承载力、施工试验、隐蔽工程等穿插到具体的工程系统中, 能更好的评价一个建筑的安全性能。

## 2 问卷设计

为了确定各评价指标的重要度,进行了问卷调查。问卷包含 2 个部分:第 1 部分是住宅、公共建筑工程建筑结构安全和建筑使用安全评价指标体系,包括 5 个 1 级指标、17 个 2 级指标以及安装工程下 12 个 3 级指标,采用利科特里表<sup>[7]</sup>来表示各个指标的重要度,即用数字表示,从 1 到 5 重要度依次增大;第 2 部分是问卷者的基本情况,包括填表人的工作单位、职称、年龄、职务和工作年限等等。

选取常州地区作为调查地点。常州地处长江三角洲腹地,经济发展和城市建设步伐都很迅速。调查结论对加强本地区以及后发展地区建筑安全质量管理有一定的借鉴意义。为了体现数据样本的客观性,挑选了熟悉建筑工程项目质量控制点中影响建筑结构安全和建筑使用安全的指标的质量监督站、建设单位、施工单位、监理单位、设计单位的工作人员。共发放调查问卷 55 份,收回有效问卷为 50 份,有效率为 90.9%。其中建设工程质量监督站、建设单位、施工单位、监理单位、设计单位分别为 9、13、14、8、6 份。

## 3 指标重要度计算和分析

### 3.1 指标的重要度计算

#### 3.1.1 1 级指标重要度计算

Assaf 等<sup>[8]</sup>用相对重要度的方法来确定影响建筑结构安全和使用安全指标的相对重要度。依据问卷调查收集的数据,运用该方法计算各个指标的重要度。公式如下:

$$M_R = \frac{\sum_{i=1}^N (f \times r)}{N} \quad (1)$$

$$R_{MFj} = \frac{M_{Rij}}{\sum_{i=1}^N M_{Rij}} \quad (2)$$

其中:  $M_R$ — 指标的平均得分;  $f$ — 每个重要度等级被选中的总数 ( $f \leq 50$ ,  $f \in N$ );  $r$ — 重要度等级 ( $1 \leq r \leq 5$ ,  $r \in N$ );  $N$ — 有效问卷的总数 ( $N = 50$ );  $R_{MFj}$ — 第  $j$  个 1 级指标的重要度 ( $1 \leq j \leq 6$ ,  $j \in N$ )。

#### 3.1.2 2 级、3 级指标重要度计算

$$M_s = \frac{\sum_{i=1}^N (f \times s)}{N} \quad (3)$$

$$R_{SFij} = \frac{M_{Sij}}{\sum_{i=1}^N M_{Sij}} \quad (4)$$

其中:  $M_s$ — 指标的平均得分;  $f$ — 每个重要度等级被选中的总数 ( $f \leq 50$ ,  $f \in N$ );  $s$ — 重要度等级 ( $1 \leq s \leq 5$ ,  $s \in N$ );  $N$ — 有效问卷的总数 ( $N = 50$ );  $R_{SF}$ — 第  $j$  个指标下第  $i$  个指标的重要度。指标的重要度计算结果见表 1、表 2。

表 1 1 级指标的重要度

Table 1 Importance of main indexes

指标	$M_R$	重要度	排序
桩基工程	4.60	0.2093	3
地基基础	4.76	0.2166	1
主体结构	4.74	0.2157	2
安装工程	4.02	0.1829	4
装修工程	3.86	0.1756	5

表 2 2 级、3 级指标的重要度

Table 2 Importance of sub-indexes three-class indexes

指标	$M_s$	重要度	排序
试桩	3.98	0.4987	2
资料记录	4.00	0.5013	1
地基验槽记录	4.02	0.2436	3
地下室墙板	4.24	0.2570	2
地下室底板防水	4.40	0.2667	1
地基基础资料	3.84	0.2327	4
承重混凝土强度	4.66	0.1568	1
钢筋保护层厚度	4.28	0.1440	4
现浇楼板结构厚度	4.42	0.1487	2
混凝土结构构件轴线、尺寸	3.90	0.1312	7
各楼层结平	4.20	0.1413	5
承重墙柱砌筑砂浆强度	4.30	0.1447	3
主体结构资料	3.96	0.1332	6
电气	4.74	0.2792	1
接地、防雷装置的接地电阻	4.48	0.2828	1
照明全负荷	3.64	0.2298	3
大型灯具固定及悬吊	4.14	0.2614	2
弱电安装	3.58	0.2260	4
通风与空调	4.06	0.2391	3
防火阀	4.28	0.3463	1
排烟阀	4.12	0.3333	2
系统运行调试记录	3.96	0.3204	3
电梯	4.20	0.2473	2
机械部件调整测试记录	4.16	0.5226	1
运行试验记录	3.80	0.4774	2
建筑给排水及采暖	3.98	0.2344	4
阀门强度和严密性试验	3.46	0.3014	3
水压试验	3.82	0.3328	2
消火栓系统	4.20	0.3659	1

### 3.2 指标的重要度分析

GB/T 50375—2006 从评价建筑工程施工质量的角度将建筑工程分成 5 个单元来评价,分别是地基及桩基工程、结构工程、屋面工程、装饰装修工

程、安装工程,此标准按照各个评价单元在整个工程中所占工作量大小及重要度给出了相应权重值比为:0.1:0.4:0.05:0.25:0.2。而本次调查仅考虑影响建筑结构安全和使用安全因素,获得地基及桩基工程、主体结构(相当于GB/T 50375-2006中的结构工程、屋面工程两项)、安装工程、装修工程各自的重要度比例是:0.4259、0.2157、0.1829、0.1756(见表1、表2)。调查结果更强调了建筑的安全性能的重要度,见图2。

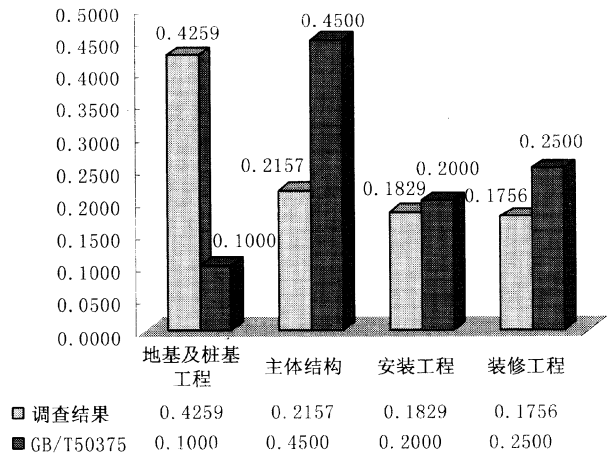


图2 调查结果与GB/T 50375-2006中工程部位权重值比较  
Fig 2 The comparison of weights of buliding parts between survey result and GB/T 50375- 2006

由图2得出,GB/T 50375-2006中,主体结构在整个工程进度中所占的工作量最大,并且主体结构也具有较大的重要度,因此主体结构的权重值最大。而调查结果中地基基础占据了最高的重要度。因为地基基础对建筑的安全和使用年限占很重要的地位。如果地基基础不够稳固,将危及整个建筑物的安全,地基处理考虑不周,可使建筑物下降过多或出现不均匀沉降,致使墙身开裂,严重的可导致建筑物倾斜、倒塌,造成很大的损失。

其次,重要度排在第2的是主体结构,主体结构是基于地基基础之上,接受、承担和传递建筑所有上部载荷,维持上部结构整体性、稳定性和安全性的有机联系的系统体系,是建筑安全使用的基础,是建筑工程结构安全、稳定、可靠的主体和重要组成部分。因此,地基基础和主体结构工程质量是建筑工程安全和人们生命财产安全的前提。

第三,GB/T 50375-2006和调查结果中安装工程所占的比例相当。装修工程中重在美观以及使用功能上,从调查结果来看,其重要度最低。

从表1、表2中还可以得出,桩基工程、地基基础、主体结构、安装工程中占据最高重要度的分

别是:桩基工程的资料记录、地基基础地下室底板防水、主体结构承重混凝土强度、接地、防雷装置的接地电阻、通风与空调中的防火阀、电梯工程中的机械部件调整测试记录、建筑给排水中的消火栓系统。

4 结 论

通过构建基于建筑结构安全和使用安全的施工质量控制指标体系,设计并实施了针对建筑安全性能影响因素的调查,并运用相对重要度的方法获得各个影响因素的重要度。结果如下:桩基工程、地基基础、主体结构、安装工程、装修工程各自的重要度比例为:0.2093:0.2166:0.2157:0.1829:0.1756。通过相对重要度分析可以看出,地基基础对建筑安全的影响最大。调查所得的数据可以为建筑工程施工过程中保证建筑安全性能提供科学、客观的评价依据。

已有的GB/T 50375-2006评价体系,适用于优质、优良工程的创优评价,不适用于一般工程的评价,无法重点反映建筑的安全性能,且工程部位、单元的工作量,在确定各评价单元权重值时占据了很重要的地位。本文构建的建筑安全性能指标体系以及确定各指标的重要度,从安全的角度重点考察建筑物的构建是否满足一定的安全要求,将离散的信息整理归类,量化已知的大量定性资料,突出了建筑安全性能的首要原则,将有助于人们更直观、更准确地评价建筑的安全性能。

参考文献:

[1] 沙凯逊. 建筑设计质量评价: 国际经验的启示 [J]. 建筑经济, 2004, 4: 80- 83

[2] 郭汉丁. 建设工程质量政府监督管理 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004 233- 298

[3] 王晓鸣, 李桂青. 既有住宅的可靠性分析与评价 [J]. 武汉工业大学学报, 1999, 21 (6): 43- 46

[4] 苏永强, 黄玲. 建筑工程设计安全模糊评价方法研究 [J]. 煤炭工程, 2006, 7: 76- 78

[5] 杨亚频. 建筑工程质量评优管理模式与方法的研究 [D]. 湖南: 湖南大学, 2004 45- 98

[6] GB/T 50375- 2006, 建筑工程施工质量评价标准 [S].

[7] 郝大海. 社会调查研究方法 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2004 122- 154

[8] Thomas S Ng, Kam Pong Cheng, Martin R Skitmoveb. A framework for evaluating the safety performance of construction contractors [J]. Building and Environment, 2005, 40: 1 347 - 1 355