

现役框架结构在改扩建工程中的安全性分析

李晓峰, 李芳, 尹兆岩

(辽宁工程技术大学 研究生学院, 辽宁 阜新 123000)

摘要: 结构安全性是结构可靠性最主要的要求, 对现役框架结构及时地做出安全性评定, 在安全的前提下延长其使用寿命, 具有一定的社会意义和经济效益。结合改扩建工程实际情况, 运用理论知识分析了现役框架结构的安全性, 利用有限元 SAP2000 对原有结构和改建结构进行模态分析, 通过对影响结构安全性的指标进行对比得出改建后的框架结构比原框架结构的安全性有一定提高。

关键词: 现役框架结构; 安全性分析; 改扩建工程

中图分类号: TU375.4

文献标志码: A

文章编号: 1674-4764(2012)S2-0123-03

Existing Frame Structure in Reconstruction and Extension Project in Security Analysis

LI Xiaofeng, LI Fang, YIN Zhaoyan

(Liaoning technology university, college of postgraduate, fuxin123000, P. R. China)

Abstract: Structure security is the most main structural reliability, at the request of active service in time to make a frame structure security assessment, in safe premise to prolong the service life, and has a certain social significance and economic benefits. Combining with the actual situation reconstruction projects, using the theory analysis frame structure of the active safety, the finite element SAP2000 on the original structure and rebuilt structure modal analysis, the effect of the structure security index that contrast reconstruction of the frame structure than the frame structure of the security it can improve.

Keywords: The active frame structure; safety analysis; extension engineering

现役框架结构被广泛应用于住宅、公共建筑、多层工业厂房和一些特殊用途的建筑物。由于设计、施工、材料、环境影响等多方面的原因, 难免有质量缺陷, 构成安全隐患。框架结构由于荷载的长期作用、疲劳破坏以及所处的环境可能存在腐蚀作用, 结构建成十几年后其抗力会随时间而不断降低等等, 可靠性有所降低^[1-2]。安全性是现役框架结构最根本和最主要的目标, 尤其是在改扩建工程中, 因此, 对现役框架结构在改扩建工程中的安全性进行分析是极为重要的。

1 工程概况

本文采用的模型为某六层的化工车间, 建筑总高约为 30 m, 底层层高为 4.2 m, 其它楼层层高均为 3.9 m, II 类场地, 抗震设防烈度为 7 度, 设计使用年限为 50 年。原化工车间所用钢材为 HRB400, 混凝土楼板强度等级为 C30, 楼板厚度 150 mm, 墙身为粘土空心砖, 用 M7.5 混合砂浆砌筑, 外墙为 370 mm 厚, 内墙为 240 mm 厚。内粉刷为混合砂浆底, 灰面厚 20 mm。柱截面尺寸值均为 550 mm×550 mm。梁截面尺寸(mm)及各层混凝土强度等级见表 1:

表 1 梁截面尺寸及混凝土强度等级

层次	混凝土强度等级	主梁(b×h)	连系梁(b×h)
1~2	C35	300×600	250×600
3~6	C30	300×600	250×600

原结构建筑平面布置如图 1 所示:

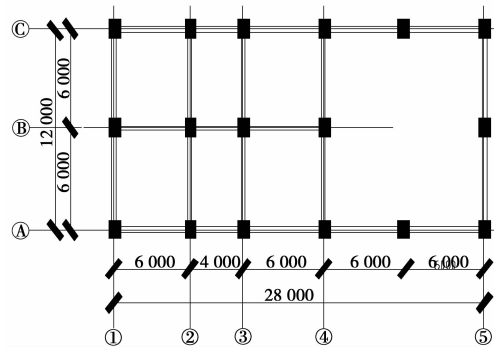


图 1 改建前的建筑平面图

由于原化工车间已使用近 20 年, 钢筋混凝土结构腐蚀比较严重, 其中混凝土的碳化、酥松、剥落及钢筋的锈蚀, 使截面有效承载力大大减小。为了使现有结构更加安全可靠, 需将原有车间进行改建。将原结构的 5 轴与 B 轴相交处加 550×550 的钢筋混凝土框架柱, 将原结构 4~5 轴与 B 轴及 5~6 轴与 B 轴相交处加 300×600 的钢筋混凝土框架梁, 将原结构 A~B 轴与 5 轴以及 B~C 轴与 5 轴相交处加 250×600 的钢筋混凝土框架梁, 并添加混凝土楼板, 楼板的混凝土

强度等级为 C30, 厚度取 150 mm。墙身为粘土空心砖, 用 M7.5 混合砂浆砌筑, 外墙为 370 mm 厚, 内墙为 240 mm 厚。

改建后的结构建筑平面布置如图 2 所示:

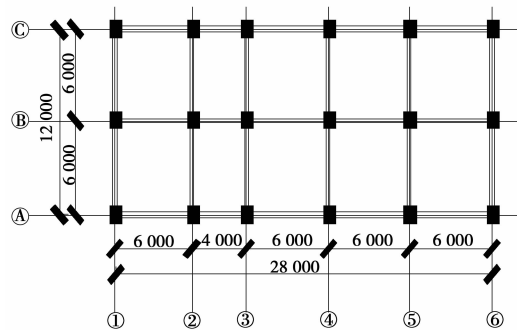


图 2 改建后的建筑平面图

2 数值模拟

根据工程具体概况, 利用有限元 SAP2000 对原有结构和改建结构建立数值模拟分析模型, 如图:

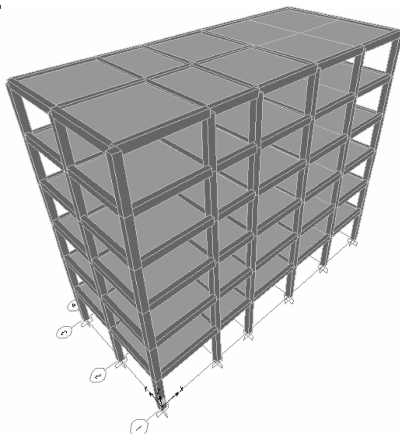


图 3 改建前结构有限元模型

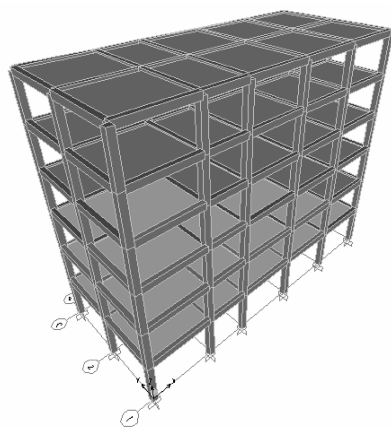


图 4 改建后结构有限元模型

3 结构模态分析

利用有限元 SAP2000 对原建筑与改建后的建筑分别进行模态分析, 振动模态是弹性结构固有的、整体的特性。通

过模态分析可以得到结构物在某易受影响的频率范围内的各阶主要模态的特性, 进而可以研究结构在此频段内受外部或内部各种振源作用下产生的实际振动响应。因此, 模态分析是结构动态设计的基础。

3.1 自振周期

在计算地震力时, 振型个数的选取应遵循《建筑抗震设计规范 GB5001—2001》, 规定“振型个数一般可以取振型参与质量达到总质量的 90% 所需要的振型数”^[8]。本文的振型数取 3。

表 2 两结构前三阶自振周期

原结构			现结构		
T1	T2	T3	T1	T2	T3
0.879 6	0.776 8	0.719 2	0.526 4	0.480 7	0.458 4

自振周期是用来衡量结构稳定性的重要指标, 结构的自振周期越小, 其结构的稳定性就越好。由以上数据可知, 结构改建后的自振周期略小于结构改建前的自振周期, 说明改建后结构的稳定性有一定的提高, 同时也改变了结构自振周期长, 整体性差, 抗震能力低的不利状况。

3.2 振型分析

振型是结构的一个重要动力特性, 通过振型分解可以将多自由度体系的振动转化为单自由度体系振动的组合问题。利用振型分解原理对多自由度结构体系进行分析时, 振型的数量和各阶振型对结构总体反应的贡献直接影响到结构地震反应的计算结果。

改建前后前三阶振型图如下:

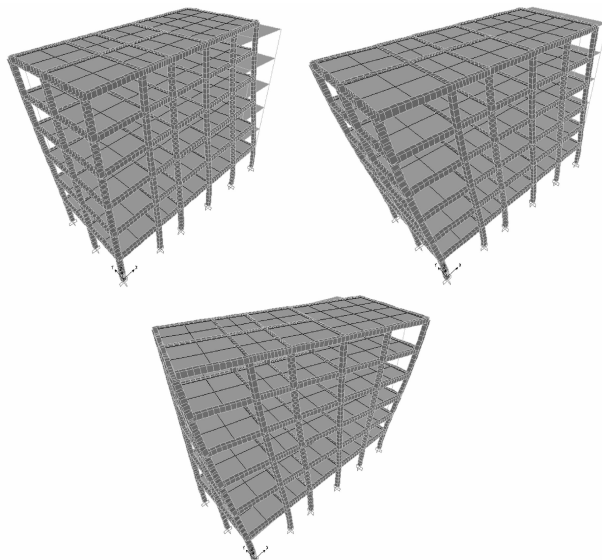


图 5 改建前三阶振型图

从振型图上可以明显看出: 第一阶振型以 Y 方向振动为主, 第二阶振型以 X 方向振动为主, 第三阶振型以扭转为主。

4 振动荷载作用下结构安全性分析

通过输入地震波来分析结构的安全性, 在选择地震波时, 一般优先选取与建筑物所在场地的地质环境相似的场地上获得的实际地震记录。此外, 地震波的性质还与建筑物场

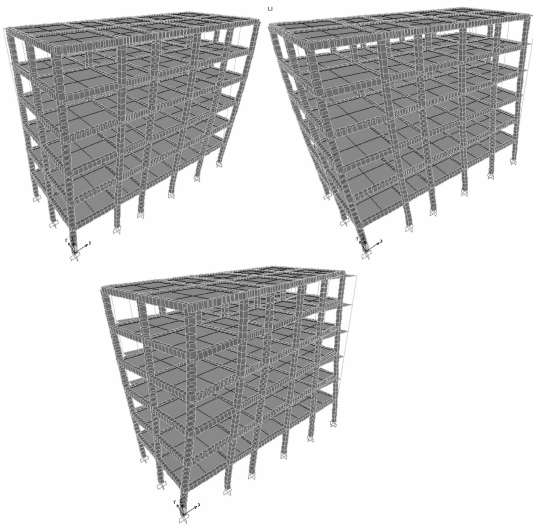


图 6 改建后前三阶振型图

地所应考虑远震、近震情况相符合。远震场地相比于近震场地而言长周期成分要多一些。本文根据工程建设地的场地类别,选择 EL-Centro 波,该波为 1940 年美国 IMPERIAL 山谷地震记录,记录长度为 53.73 s,最大加速度:NS 方向 341.7 m/s^2 ,EW 方向 210.1 m/s^2 ,UD 方向 206.3 m/s^2 ,场地土类别属 n—m 类,震级 6.7 级,震中距 11.5 km,属于近震。

通过地震波的输入,得到层间位移角如下表:

表 3 两结构层间位移角

地震	结构	层 1	层 2	层 3	层 4	层 5	层 6
横向	现结构	1/668	1/557	1/596	1/558	1/569	1/623
	原结构	1/576	1/461	1/466	1/516	1/640	1/580
纵向	现结构	1/680	1/572	1/598	1/718	1/710	1/698
	原结构	1/656	1/674	1/657	1/693	1/768	1/723

通过表中的数据,得到改建前后的层间位移角如下图:

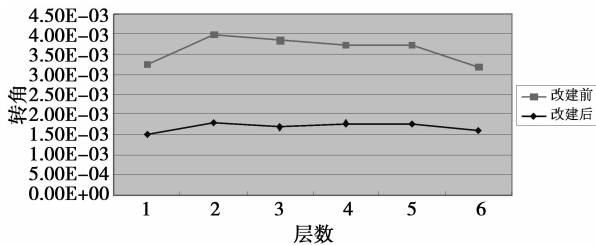


图 7 输入 EL Centro 波作用下改建前和改建后的层间位移角图(X 方向)

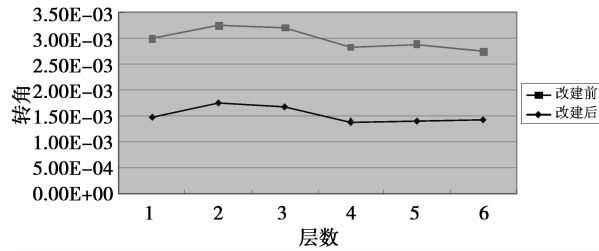


图 8 输入 EL Centro 波作用下改建前和改建后的层间位移角图(Y 方向)

综上所述,在同一地震波作用下,结构改建后的层间位移角小于结构改建前的层间位移角,说明改建后的结构稳定性、抗震能力、整体性能等有一定提高,结构安全性能有所完善。

5 结论

本文通过对现役框架结构在改扩建工程中的安全性分析,利用有限元 SAP2000 对原有结构和改建结构进行模态分析,通过现役框架结构在改扩建工程中的周期、层间位移的对比,可以得到如下结论:

1)通过对原结构与改建后的结构分别进行模态分析可得,改建后的结构周期变短,稳定性提高,安全性比改建前的结构有所提高。

2)从结构振动的模态分析可知,改建后的结构振动主要以前三阶为主,且扭转效应远远小于平动效应对结构的影响,设计合理。

参考文献

[1] 张新培. 建筑结构可靠度分析与设计[M]. 北京:科学出版社, 2001. 6
 [2] 贡金鑫,仲伟秋,赵国藩. 工程结构可靠性基本理论的发展和应
 用[J]. 建筑结构学报,2002(3):35~38.
 [3] 《建筑抗震设计规范 GB5001—2001》[S].

(编辑 胡 玲)