

# 某建筑抗震设防类别提高后检测鉴定及加固探讨

张志猛

建研院检测中心有限公司

DOI:10.12238/btr.v8i4.4746

[摘 要] 本文介绍了某既有钢筋混凝土框架建筑因房屋功能改变,抗震设防类别提高后进行结构检测鉴定及加固设计的思路方法,为后期类似框架结构检测鉴定及加固设计提供参考。

[关键词] 既有建筑; 抗震设防类别; 检测鉴定; 加固设计

中图分类号: TU973+.31 文献标识码: A

After a building seismic fortification category to improve detection identification and reinforcement

Zhimeng Zhang

China Academy of Building Research Testing Center Co., Ltd

[Abstract] This paper introduces the ideas and methods for structural inspection, appraisal and reinforcement design of an existing reinforced concrete frame building due to the change of building function and the improvement of seismic fortification category, which provides a reference for the inspection, appraisal and reinforcement design of similar frame structures in the later period.

[Key words] existing building; seismic fortification category; inspection and appraisal; reinforcement design

## 引言

一般来说,当建筑物现有使用功能无法满足新的需求时,就需要考虑改变其使用功能。例如,办公楼可能需要转变为商业空间以适应市场需求的变化、工厂可能因产业升级而需要转变为研发或数据中心、由于教育资源的需求增加或者旧建筑再利用有时会将废弃或闲置或其它功能的建筑改造为学校。

对于建筑功能改变后的建筑,出于安全考虑应按国家相关规范的要求进行检测鉴定,并对安全性及抗震性不能满足要求的建筑进行相应的加固处理。本文结合一个多层钢筋混凝土框架结构改造项目,就因功能改变导致抗震设防类别提高,对其抗震的影响进行检测鉴定分析,并对加固方法进行了探讨。

## 1 工程概况

本工程为钢筋混凝土框架结构,建于2006年,建筑高度9.6m,地上3层,各层层高均为3.2m,总建筑面积1765m<sup>2</sup>,楼板和屋面板均为钢筋混凝土现浇板,基础形式为柱下混凝土独立基础。结构安全性等级为二级,设计使用年限为50年。在抗震方面,其设防类别属于丙类,设防烈度为8度,对应设计基本地震加速度值为0.20g,设计地震分组为第一组,建筑场地的类别为III类,钢筋混凝土结构框架抗震等级为三级。

该房屋原设计使用功能为办公,现状使用功能为办公,原结构按01系列规范进行设计,现拟将其改造为学校宿舍。根据业主要求,结构检测鉴定及加固设计后续工作年限按50年考虑。该房

屋首层结构平面布置图见图1。

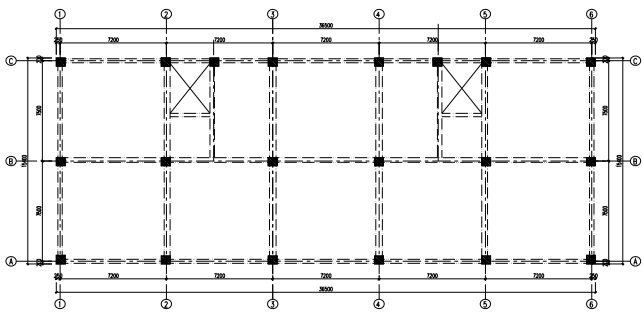


图1 首层结构平面布置图

## 2 结构检测鉴定

### 2.1 结构检测

#### 2.1.1 结构体系核查和外观质量检查

经现场调查,结构布置情况与结构设计图纸基本一致。未发现明显外观质量缺陷,未发现上部结构构件存在由于地基不均匀沉降引起的结构裂缝。

#### 2.1.2 混凝土抗压强度检测

采用回弹法结合芯样修正的方式对上部结构框架柱、梁的混凝土抗压强度进行抽样检测,回弹法检测工作按照DB11/T1446-2017《回弹法、超声回弹综合法检测泵送混凝土抗压强度技术规程》的相关规定执行,钻芯检测工作按照JGJ/T384-2016《钻

芯法检测混凝土强度技术规程》的相关要求进行。检测结果表明，所测各层柱、梁构件的混凝土抗压强度均满足设计强度等级的要求。

2.1.3 构件钢筋配置检测

采用钢筋位置检测仪对混凝土柱、梁、板构件的钢筋配置进行抽样检测，检测工作按照GB/T50784-2013《混凝土结构现场检测技术标准》的相关要求进行。所抽检混凝土柱、梁构件的钢筋配筋（主筋数量和箍筋间距）均符合设计要求，所抽检板构件的钢筋间距均符合设计要求。

2.1.4 构件截面尺寸检测

采用钢卷尺对具备检测条件的混凝土柱、梁构件截面尺寸进行抽样检测，检测工作按照GB/T50784-2013《混凝土结构现场检测技术标准》的相关要求进行。所抽检混凝土柱、梁构件的截面尺寸均符合设计要求。

2.1.5 整体倾斜检测

按照DB11/T637-2024《房屋结构综合安全性鉴定标准》、JGJ8-2016《建筑变形测量规范》的规定，采用全站仪对房屋的倾斜情况进行抽样检测，所测位置倾斜均未超过规范规定的限值（H/200）要求。

2.2 安全性及抗震鉴定

结合检测结果，对结构进行承载力验算、结构安全性及抗震鉴定。验算采用中国建筑科学研究院有限公司编制的PKPM系列软件。结构计算模型见图2。



图2 结构计算模型

2.2.1 模型参数取值

结构布置、截面尺寸及材料强度均按委托方提供的结构设计图纸取值；

以改变使用功能后的建筑施工图为依据进行模型恒荷载和活荷载取值；风荷载按地面粗糙度为B类，基本风压值按0.45kN/m²取值；雪荷载按基本雪压0.40kN/m²取值；

房屋结构安全等级为二级，结构重要性系数取 $\gamma_0=1.0$ ，进行基本组合的效应设计值计算时，作用的分项系数和组合值系数按GB 50068-2018《建筑结构可靠性设计统一标准》的规定取值；

抗震设防类别为乙类，地震烈度按8度（0.20g），场地土类别III类，设计地震分组为第二组。

2.2.2 安全性鉴定

不考虑地震作用，该房屋各层柱、梁及楼板的承载力均满足现行规范GB 50010-2010（2024年版）《混凝土结构设计规范》的要求。

2.2.3 抗震鉴定

由于后续工作年限为50年，根据规范GB 55021-2021《既有建筑鉴定与加固通用规范》的要求按现行GB 50011-2010（2024年版）《建筑抗震设计规范》的要求，进行抗震措施核查和抗震承载力验算，部分抗震构造措施不满足规范要求（具体见表1），部分框架柱、框架梁构件承载力不满足规范要求。

表1 抗震构造措施不满足规范要求统计结果

鉴定内容	标准要求	建筑物现状	鉴定结论
混凝土强度	混凝土强度等级不应低于C30	三层梁混凝土强度等级为C25	不满足
框架梁混凝土受压区高度和纵筋配置	混凝土受压区高度和有效高度之比，不应大于0.25 梁端截面的底面和顶面实际配筋量的比值，除按计算外，一级不应小于0.5	混凝土受压区高度和有效高度之比，大于0.25 部分小于0.5	不满足
框架梁箍筋	箍筋最小直径为10mm	箍筋直径小于10mm	不满足
框架柱箍筋	箍筋最小直径为10mm	三层柱箍筋直径小于10mm	不满足

3 加固处理方法探讨

由于该建筑抗震设防类别的提高（抗震等级提高）、荷载分项系数的提高及北京市地震分组的调整导致该结构部分抗震构造措施及部分框架柱、梁构件的抗震承载力不满足规范要求。

加固方案的选择：加固方案的确定涉及到经济性和社会效益、施工工期、对使用空间的影响、施工条件和难度等诸多方面的影响，在方案确定时应综合考虑。

3.1 直接加固法

对于不满足规范要求的构件逐一加固，该方案针对性强，但加固量较大，适用于仅有少量构件承载力不满足的情况。如，对于承载力不满足规范要求的框架柱构件，采用增大截面法或外包钢加固技术进行处理；针对箍筋配置不符合规范规定的框架柱，采用环向粘钢加固方式予以补强；而对于承载力不满足要求的框架梁构件，则可采用梁底粘贴钢板进行加固。柱外包钢加固剖面大样图见图3，梁梁底粘钢加固大样图见图4。

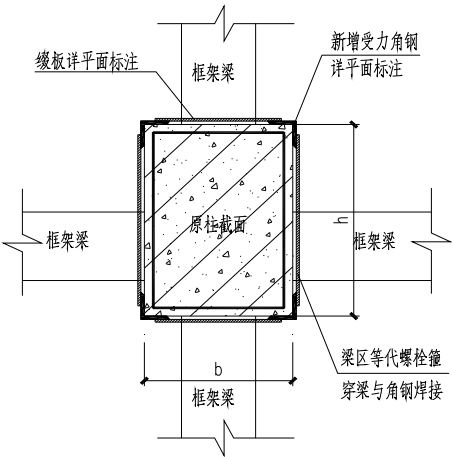


图3 框架柱外包钢加固剖面大样图

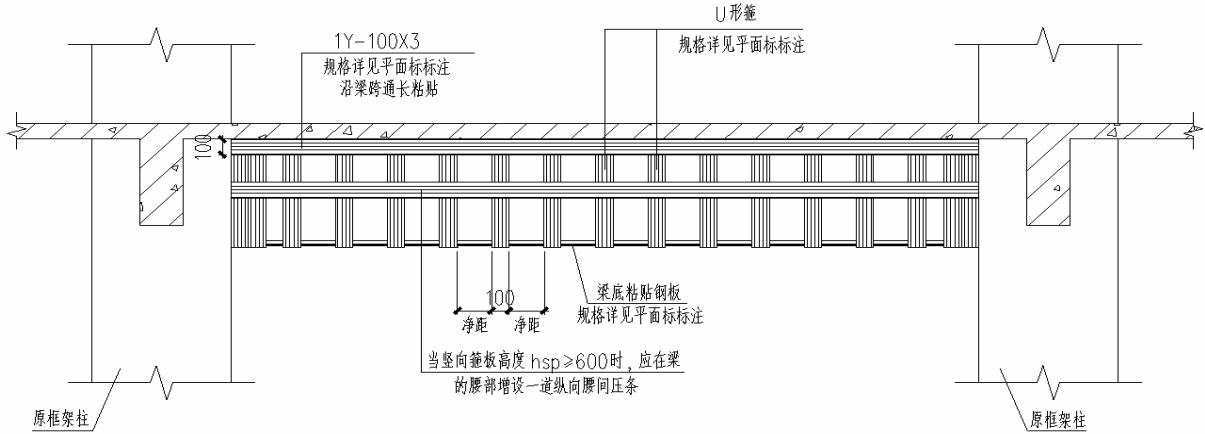


图4 框架梁底粘钢加固大样图

### 3.2 结构体系转换法

采用增设剪力墙, 将原框架结构改变为框架-剪力墙结构, 降低框架的抗震等级, 解决抗震构造措施不满足要求的问题。同时, 采用增设剪力墙的加固方案, 可有效提升混凝土结构的抗侧移刚度, 增强结构整体的抗剪承载力与变形性能, 也能够降低绝大多数梁、柱构件的应力水平, 从而减少单个构件的加固工程量。该方法应关注的技术问题有以下几点:

#### 3.2.1 增设剪力墙或翼墙的位置

增设翼墙的位置主要考虑几个方面因素: ①为不能影响建筑使用功能, 翼墙应选在隔墙位置进行替代; ②配置翼墙应符合对称均匀原则, 以避免加固后刚心和质心偏移过大, 造成更不利的偏心扭转效应; ③为避免应力集中现象, 剪力墙在结构中宜均匀布置; ④尽量布置在配筋不足的柱两侧, 减少对柱的单独加固; ⑤剪力墙数量应满足框架-剪力墙结构对框架部分承受的地震倾覆力矩的设计要求。

#### 3.2.2 翼墙边缘构件配筋过大

由于新增翼墙位置相对于其它位置刚度增大较多, 且翼墙长度较小, 会导致部分翼墙出现所设置边缘构件配筋较大, 施工时候难度加大。

主要解决思路如下: ①对剪力墙混凝土强度进行调整时, 因混凝土强度等级与其弹性模量存在关联, 会间接改变结构刚度, 当地震作用效应增幅超过混凝土轴心抗压强度设计值增幅时, 墙体配筋面积将相应增加, 在此情况下, 可通过降低混凝土强度等级的方式, 实现墙体配筋面积的合理缩减; ②合理提高剪力墙主筋钢筋级别, 可以有效地降低墙体的配筋面积; ③按墙体抗弯承载力公式  $M$  分布  $M$  端部  $> M$  设计, 可以通过增大墙体分布筋的配筋率, 实现剪力墙端部配筋面积的缩减。

#### 3.2.3 新增翼墙对梁的不利影响

框架梁支座负筋长度通常为梁跨  $1/3$ 。增设翼墙后, 梁的计算跨度缩短, 支座负弯矩钢筋锚固长度相应缩减, 实际负筋长度为原长度减去翼墙长度。同时, 梁跨度减少使支座外移, 翼墙外缘抗剪承载力不足, 对小跨度梁易形成短梁。因此, 翼墙尺寸较

长时, 需验算梁支座负弯矩承载力, 若翼墙长度超支座负筋长度, 应按上部通长筋复核。鉴于支座外移, 可在翼墙外缘统一增设U型箍加固, 剪力较大处需计算确定U型箍面积。

#### 3.2.4 新增翼墙与原结构连接方式的确定

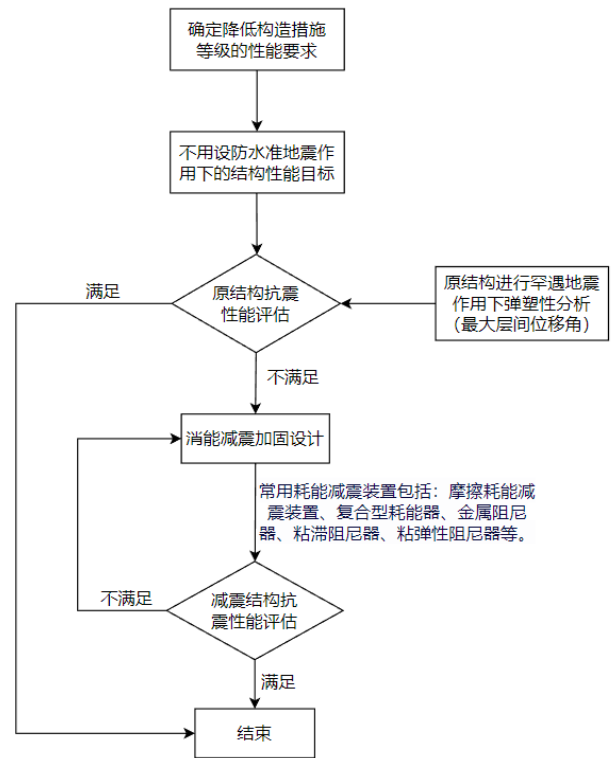


图5 基于性能的耗能减震加固设计流程

①植筋连接。新增翼墙与框架柱连接方式, 翼墙与周边结构宜采用植筋的方式连接, 为减少植筋钻孔造成过大损伤, 可采用等代连接筋。②植筋及焊接连接。当新旧结构边沿齐平时, 植筋不容易满足最小边、间距的要求时。可采用局部凿除保护层后与原结构钢筋焊接连接。③混凝土围套连接。当周边结构需加固时, 可将剪力墙钢筋锚入加固层或与加固钢构件焊接连接。④

新增剪力墙与框架梁连接方式, 竖向钢筋可采用三种方式锚固: 等代连接筋植入梁、竖向分布筋植入梁、竖向分布筋与梁箍筋焊接。⑤新增剪力墙基础, 新增剪力墙基础配筋由计算确定, 植筋应满足锚固深度和最小边距、间距要求。

### 3.3 基于性能化的加固设计方法

采用基于性能化的加固设计方法, 基本思路是通过提高结构的承载能力, 使结构满足罕遇地震下的性能目标, 从而降低结构对延性的要求, 使抗震构造措施降低成为可能。具体流程框图见图5所示。

## 4 结语

本文通过对某钢筋混凝土框架房屋抗震设防类别提高后检测鉴定时遇到的诸多问题及加固方法进行了研究。

(1) 通过检测鉴定可知, 钢筋混凝土框架结构抗震设防类别改变后抗震等级提高导致的抗震构造措施不满足是加固的重难点;

(2) 通过对比分析3类加固方法的优缺点, 对于钢筋混凝土框架结构因抗震设防类别改变后导致的抗震构造措施不满足时, 采用可以降低抗震措施要求的加固方法, 比如将框架结构加固改造为钢筋混凝土框架-剪力墙结构或者通过进行消能减震加固是比较合理经济的方式。

### [参考文献]

[1] 建筑抗震设计规范: GB 50011-2010[S]. 2024年版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2024.

[2] 程绍革. 中国建筑抗震鉴定五十年[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.

[3] 既有建筑鉴定与加固通用规范: GB 55021-2021[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021.

### 作者简介:

张志猛(1987--), 男, 汉族, 河北省沧州市人, 学位: 硕士职称: 工程师, 研究方向: 既有建筑结构检测鉴定加固。