

某综合楼检测分析与鉴定

肖静文

广东省有色工业建筑质量检测站有限公司

摘要: 本文阐述了一栋建于1997年的A类框架结构民用建筑安全性及抗震性鉴定的详细过程, 从现场调查、工程质量检测、检测数据处理、安全性鉴定及抗震鉴定详细展开分析, 对于类似工程有一定的借鉴意义。

关键词: 框架结构; 工程检测; 安全性鉴定; 抗震鉴定

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.22.037

引言

框架结构是由梁和柱为主要构件组成的承受竖向和水平作用的结构, 该结构因能对建筑空间自由规划, 满足不同用户对建筑空间的实际需要, 广泛运用工业、商业及文化娱乐公共设施等工业与民用建筑中。但工作年限过长, 在使用过程中出现了不同类型的缺陷, 一定程度上影响了结构的安全性, 因此, 在实际工程中, 需对其进行检测鉴定, 以确保建筑结构的安全。

本文以某综合楼框架结构为例, 对照《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292-2015)、《建筑抗震鉴定标准》(GB50023-2009), 结合目前使用情况对其进行结构检测鉴定并进行等级评定。

一、工程概况

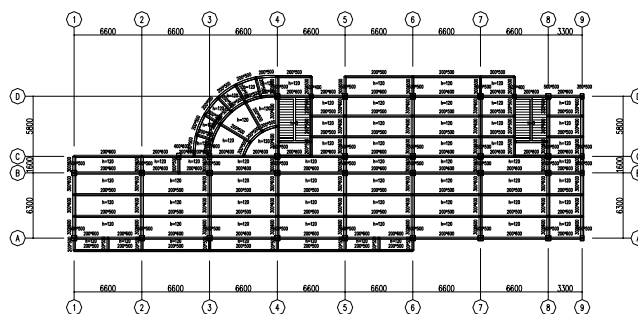
该综合楼位于惠州市, 建于1997年, 朝向为坐北朝南, 框架结构5层, 总建筑面积约2865m², 作办公、宿舍用途。主体结构以现浇钢筋混凝土柱、梁、板构件承重, 墙体采用普通烧结砖。外墙饰面为马赛克瓷砖, 内墙饰面为抹灰扫白。经查, 该综合楼建筑资料丢失, 无工程地质勘察报告、设计施工图、竣工图及施工验收资料。

二、现状调查及检测

经现场检测勘察, 未发现室外地坪沉降开裂现象, 也未发现因地基基础沉降而引起上部结构的明显损坏反应。现场垂直度观测结果未超过《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292-2015)第7.3.10条1/200的规定。因现场条件限制, 场地类别、地基土土层分布、地基土下卧层无法准确获取。

因缺失建筑资料, 现场对房屋实际建筑平面布局、结构平面布置、承重结构构件截面尺寸进行检测并绘制工程现状图。

该建筑首层层高: 4.9m, 二层至五层层高: 3.4m。框架柱构件截面尺寸主要为350mm×500mm、400mm×400mm、500mm×500mm、400mm×600mm, 框架梁截面尺寸主要为200mm×450mm、200mm×500mm、200mm×600mm、300mm×600mm, 采用钻芯法检测混凝土强度, 梁实测强度为16.8MPa~33.9MPa, 柱实测强度为17.0MPa~27.2MPa, 个别梁、柱构件强度偏低。采用钢



二~五层结构平面布置图

筋扫描仪的无损手段检测构件钢筋配置和直接开凿验证钢筋直径。柱各边均配置3根钢筋, 角筋直径22mm, 中部钢筋直径18mm, 纵筋、箍筋间距分别100mm、200mm左右, 饰面层厚度在12~19mm之间; 梁底最外排为2根25mm的带肋钢筋, 纵筋间距约100mm, 箍筋间距约200mm; 饰面层厚度在14~21mm之间; 板厚120mm, 长、短边配筋分别8mm、6mm光圆钢筋, 间距均为200mm左右, 板面水泥砂浆找平层及饰面层厚度约30mm, 上铺设约10mm后瓷砖; 屋顶水泥砂浆找平层、保温隔热层及饰面层约50mm。外墙、女儿墙、楼梯间及内墙墙厚均180mm。结构平面、立面规则布置, 框架双向布置, 框架梁与柱中线基本重合, 除抽检构件钢筋开凿位置处普遍存在主筋及箍筋锈蚀现象外, 该建筑未见其他明显损伤。

三、关键检测数据处理

在既有建筑混凝土抗压强度取值问题上, 《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292-2015)附录L有提到“受检构件仅2个~4个”时取构件强度推定值的最低值, “受检构件不少于5个”时按 $f_k = m_f - k \cdot s$ 的公式取值, 实际鉴定工作中, 《建筑结构检测技术标准》(GB/T 50344-2019)第4.3.5条款也对样本容量不少于5时给出了强度取值依据“既有结构混凝土抗压强度可按具有95%保证率的特征值和平均值进行推定”。结合《钻芯法检测混凝土强度技术规程》(JGJ/T 384-2016)6.3.2条第5款, 宜以推定区间上限值作为检验批混凝土强度的推定值。然而在实际情况中, 抽检同一批混凝土强度较离散, 即使按照现行规范《数据的统计处理和解释 正态样品离散值的判定和处理》GB/T 4883剔除异常值, 样本标准差依然较大, 推定值远低于该批混凝土中强度最低值, 若以此推定结果作为结构性能评定, 鉴定结论将过于保守, 不能真实反映该建筑物的实际情况。因此, 我们通常重新划分检验批, 同一检验批中取强度最低值进行计算, 本项目混凝土构件材料取值见表1。

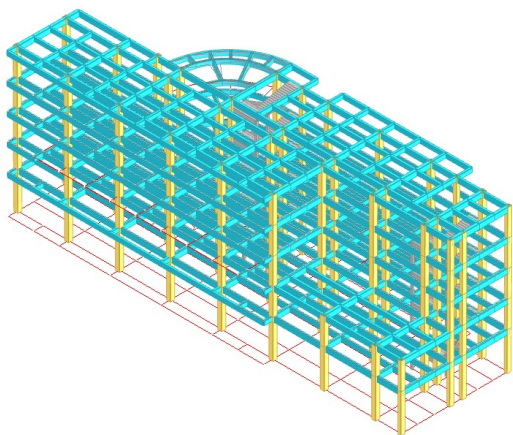
表 1 构件材料取值

检验批	强度最低值 (MPa)	本检验批取值 (MPa)	备注
首层~二层框架柱	23.0	23	剔除低端异常值 5.1MPa
三层框架柱	20.3	20	/
四层框架柱	16.8	17	/
五层框架柱	17.8	18	/
二层梁板	19.7	20	/
三层梁板	17.0	18	/
四层~五层梁板	17.0	17	剔除低端异常值 10.7MPa

钢筋配置作为混凝土结构房屋中关键的参数，受被检构件和人为操作影响较大。电磁感应法钢筋检测仪的基本原理是根据钢筋对仪器探头所发出的电磁感应强度来判断钢筋的距离，当构件表面不平整或内部存在预埋金属件、并筋时，检测结果值跟真值将有较大出入。为验证钢筋根数和直径，现场还会抽取一些构件开凿验证。有图纸情况下，同一检验批可随机截取2根钢筋进行测量，无图纸情况下，鉴定人员需根据现场实际情况尽可能多得获取不同构件不同位置的钢筋信息，结构性能检测时注意测量带肋钢筋内径。本项目无设计图纸，考虑其建于1997年，当时依据的设计文件为《混凝土结构设计规范》(GBJ 10-89)，建模选用的钢筋为I级钢(210N/mm²)、II级钢(310N/mm²)。

四、安全性鉴定

根据现场调查、检测结果和《建筑结构荷载规范》(GBJ 9-87)，该建筑地面粗糙度取C类，基本风压取0.40kN/m²，楼梯活荷载取2.0kN/m²，楼面活荷载：1.5kN/m²，上人屋面活荷载：1.5kN/m²。查阅《混凝土结构设计规范》(GBJ 10-89)，结合现场检测各项参数，进行上部承重结构复核算。采用盈建科(版本号：版本号：YJKS 5.3.0)结构验算模型如下图所示：



结构计算模型

根据《既有建筑鉴定与加固通用规范》(GB 55021-2021)、《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB

50292-2015)的相关规定，该建筑的安全性鉴定按构件层次、子系统层次、鉴定系统层次三个层次进行安全性鉴定评级。

主体结构承重构件的安全性鉴定，按承载能力、构造与连接、不适于继续承载的位移或变形、裂缝或其他损伤(含腐蚀损伤)四个鉴定项目，分别评定每一项目等级，并应取其中最低一级作为该构件的安全性等级。经验算，该综合楼所有柱、梁和板构件的承载能力 $R/(\gamma_0 S) \geq 1.00$ ，安全性等级均评为au级；前文已经提到，本次鉴定抽检构件钢筋开凿位置处普遍存在主筋及箍筋锈蚀现象，从安全角度合理推测该综合楼未抽检的构件均存在主筋及箍筋锈蚀现象，所有构件裂缝或其他损伤(含腐蚀损伤)角度安全性等级均评为bu级，此外，未发现构造与连接不合理及不适于继续承载的位移或变形。因此，该综合楼所有主体结构承重构件的安全性等级取其中最低一级作为构件的安全性等级bu级。

上部承重结构子单元的安全性鉴定评级根据结构的承载功能等级、结构整体性等级以及结构侧向位移等级的评定结果确定。该综合楼共5层，选取所有楼层作为评定对象，每层梁、柱作为主要构件划分为两个构件集，因满足“构件集内，不含du级；可含cu级，但含量不应多于15%”所有楼层梁、柱构件集均评为Bu；次梁和楼板作为一般构件划分为两个构件集，因满足“构件集内，不含du级；可含cu级，但含量不应多于25%”所有楼层次梁、板构件集均评为Bu；该综合楼结构布置合理，形成完整的体系，传力路径设计正确，符合当时的相关规范要求，结构整体性等级评为Bu；现场检测了两处垂直度，最大倾斜率为0.15%<1/200，结构侧向位移等级评为Au；综合以上情况，该综合楼上部承重结构子单元安全性等级评为Bu级。

经现场调查，未发现室外地坪沉降开裂现象，也未发现地基基础沉降而引起上部结构的倾斜、开裂、变形，现场垂直度观测结果观测点均未超过《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015中表7.3.10的1/200规定，地基基础子单元安全性等级评为Au级。现场未发现围护系统承载功能和结构整体性不足的问题，因《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015中7.4.6.3“围护系统承重部分评定的安全性等级，不应高于上部承重结构的等级”围护系统承重部分子单元安全性等级评为Bu级。根据《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015第9章，该综合楼鉴定系统层次的安全性等级评为Bsuj级。

五、抗震鉴定

该建筑建于1997年，抗震设防烈度为6度，基本地震加速度为0.05g，地震分组为第一组，丙类建筑，后续工作年限23年，A类建筑。框架抗震等级为四级。根据《建筑抗震设计规范》(GBJ 11-89)和《建筑抗震鉴定标准》(GB50023-2009)对该建筑进行抗震鉴定。

《建筑抗震鉴定标准》(GB50023-2009)第4.2.2条“6度时的各类建筑，可不进行其地基基础的抗震鉴

定”，本综合楼未进行地基基础的抗震鉴定。

(一) 第一级鉴定

本综合楼第一级鉴定结构体系、材料强度、结构整体构造连接三方面进行抗震构造措施核查，核查结果发现该综合楼材料强度略低于第一级鉴定要求，应进行第二级鉴定。核查结果详见表5。

表5 抗震构造措施核查表

鉴定内容		规范要求	实际情况	鉴定结论
结构体系	房屋适用最大高度	总层数不超过10层	总层数5层	满足
	房屋结构跨数	不宜采用单跨框架	局部单跨	满足
	结构布置	框架应双向布置，框架梁与柱的中线宜重合	双向布置，框架梁与柱的中线重合	满足
	梁截面宽度	不宜小于200mm	最小梁截面宽度为200mm	满足
	梁截面高宽比	不宜大于4	最大值600/200=3	满足
	梁净跨与截面高度之比	不宜小于4	最小值6100/600=10.2	满足
	柱截面宽度	不宜小于300mm	最小柱截面宽度为350mm	满足
	柱截面长边与短边的边长比	不宜大于3	最大梁净跨与截面高度之比6100/600=10.17	满足
材料强度	柱强度等级	不应低于C13	抽检的梁板最低强度为10.7MPa	不满足
	梁强度等级	不应低于C13	抽检的柱最低强度为5.1MPa	不满足
结构整体构造连接	梁加密区长度	梁最小加密区长度={1.5h _b , 500mm} max=900mm	框架梁加密区长度在900mm~1200mm之间	满足
	梁加密区箍筋间距	箍筋最大间距={h _b /4, 8d, 150mm} min=150mm	100mm~120mm	满足
	梁加密区箍筋直径	≥6mm	箍筋直径6mm	满足
	柱端加密区长度	最小加密区长度={h _b , 1/6净高, 500mm} max=500mm	600mm~1000mm	满足
	底层柱加密区长度	500mm	600mm~1000mm	满足
	柱加密区箍筋间距	最大间距={8d, 100mm} min=150mm	100mm~120mm	满足
	柱加密区箍筋直径	≥6mm	6mm	满足

(二) 第二级鉴定

根据《建筑抗震鉴定标准》(GB50023-2009)第6.2.9条“A类钢筋混凝土房屋，可采用平面结构的楼层综合抗震能力指数进行第二级鉴定。也可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的方法进行抗震计算分析……由综合评定进行第二级鉴定”，本综合楼采取

抗震承载力验算进行第二级鉴定。

对房屋进行建模抗震分析验算，抗震鉴定的承载力调整系数按《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2001)承载力抗震调整系数值的0.85倍采用，经验算，梁构件抗震承载力验算 $R/(\gamma_{Ra}S)$ 最小值为981/734=1.34>1，柱构件抗震承载力验算 $R/(\gamma_{Ra}S)$ 最小值为1269/888=1.43>1，该建筑所有构件均满足抗震承载力验算，抗震承载能力基本满足要求。

六、鉴定结论和处理建议

根据《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292-2015)，该建筑现状安全性等级评为Bsu级，安全性略低于本标准对Asu级的规定，尚不显著影响整体承载。根据《建筑抗震设计规范》(GBJ 11-89)和《建筑抗震鉴定标准》(GB50023-2009)，该建筑抗震结论为综合抗震能力基本满足抗震鉴定要求。

使用人应加强房屋在后续使用过程中维护管理，定期房屋安全检查，未经技术鉴定或设计许可，不得改变结构的用途和使用环境。

结束语

本文介绍了A类民用建筑钢筋混凝土结构的检测和鉴定的整套流程。既有建筑鉴定与加固通用规范(GB 55021-2021)第2.0.4条提到“既有建筑的鉴定应同时进行安全性鉴定和抗震鉴定”，鉴定工作者在对既有建筑进行安全性鉴定时注意同步进行抗震鉴定。又因《既有建筑鉴定与加固通用规范》(GB 55021-2021)第5.1.4条提到“A类和B类建筑的抗震鉴定，应允许采用折减的地震作用进行抗震承载力和变形验算，应允许采用现行标准调低的要求进行抗震措施的核查，但不应低于原建造时的抗震设计要求。”，鉴于此，A类建筑在抗震鉴定过程中，需同步考虑《建筑抗震鉴定标准》(GB50023-2009)和建造时抗震设计要求。

参考文献

- [1] 伊宁. 某综合楼可靠性鉴定分析[J]. 工程技术研究, 2024(04): 46-48.
- [2] 吴庆庆. 某门刚结构工业配套厂房检测鉴定与加固分析[J]. 安徽建筑, 2023(09): 180-183.
- [3] 邱斌, 赵宝生. 建筑结构安全性鉴定中部分问题的分析[J]. 建筑结构, 2019(24): 119-124.
- [4] 张承丰. 混凝土结构房屋安全性鉴定常见问题探索与研究[J]. 中华建设, 2024(04): 136-138.
- [5] 林晟野. 钢筋保护层厚度检测精度影响因素及操作要点分析[J]. 居业, 2021(10): 162-163.
- [6] 民用建筑可靠性鉴定标准: GB 50292-2015[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016: 08.
- [7] 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, 2022: 04.
- [8] 建筑抗震设计规范: GBJ 11-89[S]. 北京: 辽宁科学技术出版社, 1989: 03.
- [9] 建筑抗震鉴定标准: GB 50023-2009[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009: 07.