

结构加固技术在房屋建筑施工中的应用研究

潘秀

深圳市鹏清建筑与规划设计有限公司

摘要：随着社会经济的快速发展，大量的建筑物投入使用，这些建筑物在长期的使用过程中，由于自然环境的影响以及人为因素的损害，会出现不同程度的老化和损伤。这不仅对建筑物本身的安全性、耐久性造成了威胁，也影响到了城市的历史文化遗产保护和可持续发展。因此，对建筑结构进行加固成了当前亟待解决的问题。

关键词：房屋建筑；结构检测鉴定；结构加固；技术要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.24.023

一、房屋建筑主体结构鉴定

某学校高年级教学楼位于广东省深圳市宝安区。建筑物采用现浇钢筋混凝土单跨框架结构，层数为二层，建筑面积为1328m²，教学楼A、B、C均建成时间为1989年。工作人员于2018年3月赴现场对建筑物进行了实地检测^[5]。本文选取A教学楼为对象，对该教学楼结构进行鉴定。

学校高年级教学楼位置示意图如下：

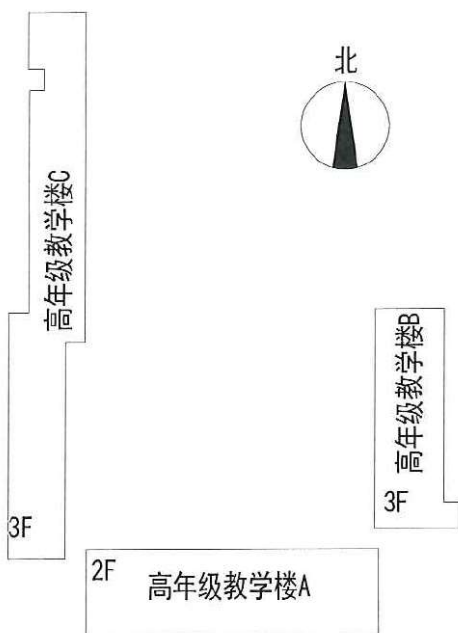


图1 高年级教学楼位置示意图

(一) 检测鉴定内容

1. 审查结构体系，包括建筑物主要结构部件平面、立面布置；
2. 检测上部建筑混凝土强度样本；

3. 检查上部主体结构部件横截面尺寸和配筋及其他有关方面；

4. 检查结构及构件是否有损伤及缺陷；

5. 检查围护结构；

6. 根据相关标准、规范及检测结果进行上部结构、构件的承载能力验算。

(二) 检测方法

1. 基本原则：以无损检测为主，非破损或微破损检测为辅。

2. 结构体系检测：查看结构体系的整体性、结构选型及观察、记录梁、柱布置情况，并用钢尺和红外线测距仪检测结构的轴线尺寸、层高。

3. 外观检测：用目测法检查结构整体及单个构件的外观质量情况，当存在明显缺陷时，结合各种测量仪器对缺陷特征值做进一步的测量。

4. 截面尺寸检测：用钢卷尺量测主要构件的截面尺寸。对每个抽查构件量测3个截面尺寸，取其平均值作为该构件的实测尺寸。

5. 混凝土强度检测：采用钻芯的方法对框架梁、柱的混凝土强度进行评定。

6. 钢筋检测：用钢筋探测仪结合适当开凿的方法检测混凝土构件的钢筋配置情况。

(三) 检测内容

1. 结构布置检测

根据现场对建筑物的结构布置情况进行检测，该楼为3层现浇钢筋混凝土单跨框架，结构布置不当，故不能满足《建筑抗震鉴定标准》的要求。

2. 梁、柱截面尺寸的检测

现场对建筑物的梁、柱检测，结果表明抽检的梁、柱截面尺寸符合规范要求。

3. 楼板厚度的检测

现场对建筑物的楼板厚度的进行抽检，部分板厚检测结果详见表1。

表1 楼板厚度的抽检结果

构件位置		设计楼 板厚度 /mm	实测 厚度 /mm	装饰层 厚度 /mm	楼板厚度 评定值 /mm
楼层	轴线位置				
二层	(3-A) - (3-B) / (3-2) - (3-3)	/	143	/	100
二层	(3-A) - (3-B) / (3-4) - (3-5)	/	146	42	100
二层	(3-A) - (3-B) / (3-6) - (3-7)	/	142	/	100

4. 混凝土碳化及抗压强度的检测

在现场对该建筑的某些混凝土部件进行碳化测试，碳化深度实测值在9.0mm-28.0之间，实测碳化深度部分超过正常情况下主筋的混凝土保护层厚度设计值25mm，对结构耐久性不利。A教学楼混凝土强度范围为18.8-32.7MPa。

5. 构件损伤及缺陷情况检测

根据工作人员的现场观测，在上部结构不存在基础沉降不均匀而引起整体倾斜，裂痕及形变的情况下，无明显位移差别。通过局部剔除抹灰层进行观察，该楼范围内的梁、柱的混凝土表面基本平整，未见蜂窝、麻面等施工缺陷；梁、柱等受力构件均处于良好的工作状态，无明显影响结构承重的裂缝或其他不良现象。楼板构件均处于良好的工作状态，无明显影响结构承重的裂缝或其他不良现象。

(四) 结构安全鉴定

1. 地基基础子单元

经现场仔细查看，该建筑自使用以来，建筑场地地基一直稳定，未发生滑移；建筑物门窗区域基本保持原样，无变形现象；上部各结构部件，未发现由于基础沉降不均匀而出现裂痕和形变现象。

根据建筑物的使用历史，对建筑物地基基础子单元安全性等级评价为Bu级。即地基基础安全性已基本满足安全使用标准且不影响整体承载能力。

2. 上部承重结构子单元

按各种构件的安全性等级、结构的整体性等级，以及结构侧向位移等级进行确定。混凝土梁、柱的安全性均按主要构件评定。

3. 钢筋混凝土框架梁

梁体安全等级根据梁体承重能力，构造，不宜继续承载位移和裂痕评定。根据验算结果，建筑物框架梁的承载力满足安全使用要求，梁的安全性为Bu级。

4. 钢筋混凝土框架柱

框架柱的安全性评估是基于其承重能力、结构特点、不适合持续承载的位移（或变形）以及存在的裂痕等多个因素来进行的。

根据验算结果，建筑物框架柱主筋配置满足承载力要求。现场未发现柱存在不适于继续承载的位移（或变形）或裂缝。柱的安全性为Bu级。

5. 钢筋混凝土板

板材的安全等级评估是基于其载重能力、结构设计、不适合持续承载的位移（或变形）以及可能出现的裂缝等多个因素来进行的。

根据验算结果，建筑物的楼板承载力满足安全使用要求，现场未发现楼板因受力而产生的受力裂缝等不良现象。根据上述情况，对板的整体安全性等级评定为Bu

级。

6. 结构的整体性等级

建筑物为二层单跨框架结构，结构体系不满足标准、规范要求。结构整体为Cu级。

7. 结构的侧向位移等级

未发现建筑物有明显不适于继续承载的顶点位移和侧向位移。结构的侧向位移为Bu级。

8. 上部承重结构的安全性等级

根据梁的安全等级（Bu级）、柱的安全等级（Bu级）、楼板的安全等级（Bu级）、结构的整体性和结构构造等级（Cu级）以及结构的侧向位移等级（Bu级），上部承重结构的安全性等级被评定为Cu级。

9. 建筑物整体安全性评定

考虑到地基基础子单元的安全级别为Bu级，上部承重结构子单元的安全级别为Cu级，以及围护系统子单元的安全级别为Cu级，我们确定建筑物整体结构安全等级为Cu，即结构安全性不满足安全使用要求。

二、建筑物加固措施

(一) 加固图纸设计

根据结构鉴定报告显示：部分框架梁的承载力不满足规范要求。由于混凝土强度低，部分框架轴压比超过规范限值，框架柱承载力不满足要求。结构形式为框架结构，不满足规范规定乙类不应为单跨框架的要求。本次设计主要是针对鉴定报告中所提的问题进行加固处理。在进行建筑加固的过程中，工作人员首先要进行图纸设计。该工程A教学楼加固设计图纸如下：

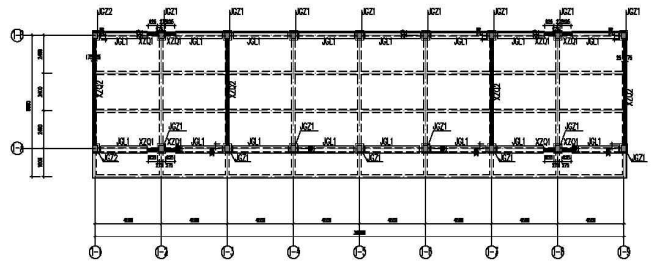


图2 A区二层加固平面布置图

(二) 加固柱钢筋锚固生根

在老旧建筑结构加固的过程中，通过增加基础断面，加固基础的方式，连接新加砵与原基础梁，使其能够共同工作，满足建筑结构加固需求。将加固柱纵向钢筋固定在基础梁内，加固柱四角钢筋生根于基础顶内，确保桩基础的加固效果。本次工程在原来的基础梁上方，锚固拉接钢筋，结构固化之后绑扎梁基础，从而达到梁结构加固的目的。具体施工要点为：1) 按设计要求钻取植筋孔，钻孔直径与钢筋直径。2) 当植筋钻孔时，应尽量避免采用原始构件中的钢筋，并确保使用环氧砂浆对废弃的孔洞进行100%的填补和封闭。3) 用钢

丝, 气泵, 棉丝等刀具将孔内粉末, 泥灰, 水分除去, 用丙酮搓洗孔壁至彻底干净。4) 用钢丝刷将钢筋表面锈迹及杂质清理干净, 用丙酮全面擦洗。5) 按规定重量比混合好粘贴剂并搅拌均匀, 根据施工温度, 按粘接表面粗化程度调配胶量。6) 用特定的工具在孔中填入调节后的胶粘剂, 填入深度为孔深的二分之一至二分之一, 加工后钢筋置于孔中转动, 提动数次, 固定24小时不挠动。7) 应确保孔壁与钢筋间胶体的密实, 结构胶3天后方可受力使用。

(三) 补强建筑钢丝架夹芯板

在老旧建筑基础加固完成之后, 本文对建筑的内隔墙进行加固。按照墙的轴线位置, 画出墙面的边线、门窗洞口等位置。阳角角网宽度为400mm, 阴角角网宽度为300mm。夹芯板补强部分的极限承载力表示为:

$$N_c = \varphi [f_c^0 A_c + \alpha (f_{c1}^0 A_1)] \quad (1)$$

式(1)中, N_c 为夹芯板补强部分的极限承载力; φ 为加固锚筋的直径; f_c^0 为夹芯板的抗压强度; A_c 为夹芯板的横截面积; α 为强度折减系数; f_{c1}^0 为补强部分的抗压强度; A_1 为补强部分的横截面积。夹芯板的轴压强度承载力计算公式为:

$$N_z = A_s f_s^y \quad (2)$$

式(2)中, N_z 为夹芯板的轴压强度承载力; A_s 为加固锚筋的横截面积; f_s^y 为夹芯板补强部分的屈服强度。当 $f_s^y \approx f_c^0$ 时, 夹芯板在受力之后, 更容易恢复原状, 从而避免结构形变的问题。

(四) 混凝土工程

1) 加固工作前, 应执行适当临时固定方案并卸载待加固构件。加固施工要按自下而上的次序进行, 下一层加固结束后才可着手上一层。2) 对外部加固构件应在其致密部位消除原有构件混凝土的瑕疵, 将新连接表面100%凿毛: 被包混凝土的棱角应打掉; 同时应除去浮渣、尘土。对于矩形柱或梁的角部应打磨成圆弧状, 外黏结型钢时圆弧半径为7mm。3) 对已有及新受力钢筋均要去锈处理。焊接这些受力钢筋前, 应执行卸荷或者提供支持等措施, 根据每根钢筋不同部位、不同水平来焊接, 尽量减少焊接热量给钢筋带来不利影响。4) 新、旧混凝土结合面处理时, 应先用钢刷小心地把松脱了的混凝土打扫干净, 用高压水进行全面冲刷。在开始混凝土的浇筑工作之前, 有必要对原始混凝土表面进行预处理, 使用新鲜的水泥浆或其他类型的界面剂, 确保新旧混凝土结合性可靠。

(五) 粘贴碳纤维施工技术要求

1) 表面处理时需去除加固构件的表面装饰层及抹灰层, 凿除剥落、蜂窝等质量较差的混凝土, 使混凝土

结构表面暴露牢固。再用环氧砂浆修补表面使之光滑。对需补强加固混凝土构件可以选择碳纤维布或者钢纤维增强水泥基复合材料做补强材料。对那些大孔洞, 凹陷和露筋的地方, 完全清理后推荐环氧树脂砂浆做修复材料。当要用碳纤维布绕构件转角贴附时, 构件转角应磨至曲率半径不小于25 mm光滑圆角, 如图3所示。2) 底层树脂配制: 先配制底层树脂, 再用滚筒均匀涂于混凝土表面。树脂表面一旦变干即可进行后续施工。3) 找平加工步骤: 先制备找平需要的原料, 再利用这些原料对混凝土表面凹陷区域进行填充, 在避免楞角现象发生的前提下保证其整平。4) 粘贴碳纤维材料: 按设计要求的尺寸裁剪好碳纤维布。通过特制的滚筒对纤维各方向多次滚压消除气泡, 保证浸渍树脂充分渗入碳纤维布内部, 滚压时不对碳纤维布造成破坏。浸渍后碳纤维布铺设在涂覆酚醛树脂胶粘剂滚筒内固化。提出将浸渍树脂均匀涂覆于末层碳纤维布。

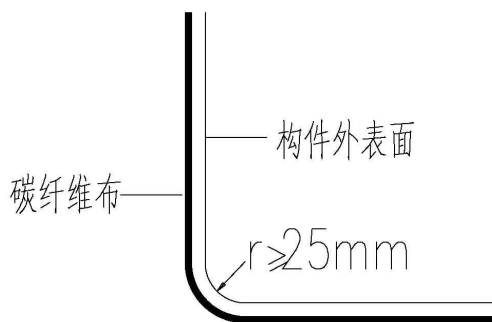


图3 构件转角

结语

综上所述, 建筑结构加固技术在不断发展, 各种加固方法各有特点。在实际工程中, 针对不同的工程需求和环境条件, 灵活选择和运用合适的加固技术, 以期达到最佳的加固效果, 实现结构的安全、经济和可持续发展。

参考文献

[1] 杨益飞. 基于耐久性的建筑结构检测及加固技术应用分析[J]. 工程与建设, 2022, 36(01): 221-222.
 [2] 冉强. 论建筑结构检测及其常见安全问题[J]. 四川水泥, 2020, (09): 337+339.
 [3] 刘永奇. 建筑结构检测及其常见安全问题分析[J]. 住宅与房地产, 2020, (24): 213+243.
 [4] 占罗龙, 揭建刚, 陶武金. 建筑结构检测与加固技术概述[J]. 安徽建筑, 2020, 27(07): 73-74.
 [5] 牛金亮. 建筑结构检测与加固方法[J]. 城市建筑, 2020, 17(20): 100-101.

作者简介: 潘秀(1987-), 女, 汉, 四川省南充市, 硕士, 工程师, 结构设计及加固。