

# 天津某配建项目加固改造设计

王春莉<sup>1</sup> 崔滕滕<sup>2</sup> 赵鹏<sup>1</sup>

1. 泰山科技学院 建筑工程学院; 2. 北京科技大学天津学院 城市建设学院

**摘要:**以天津市花郡家园配建加固改造设计工程为例,原设计按7度抗震设防烈度设计,建筑主体2014年初完工,建筑并未交付使用。新的地震参数区划图需要从2016年6月1日开始执行,因此需要执行新规定——8度抗震设防设计。根据现行规范,框架结构的抗震等级提高,荷载分项系数提高。结合抗震等级、荷载分项系数及建筑新方案情况,现有主体结构的改造构件有梁板柱。其中,框架柱部分采用加大截面法加固,部分采用外包角钢法加固;梁采用加大截面和粘钢法加固,板采用粘碳纤维布法加固,加固改造后该工程后续使用年限为40年。增大截面法加固梁和柱构件时,对现有构件混凝土表面进行凿毛处理,新老结构面采用结构界面剂处理,采取涂刷结构界面黏合剂、种植剪切销钉或增加抗剪键等方案。不仅加快了现场施工进度,而且节约了相当大的建设成本,得到了建设方的高度认可,为此总结经验,为工程设计人员提供参考。

**关键词:**加固改造设计;梁板柱;加快施工进度;节约成本

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.24.082

## 引言

随着经济和科学的不断进步和发展,地震区划图也在方法、内容和目的上持续改进和发展。目前,地震烈度区划图已经有三代,全国地震动参数区划图已有两代。我国也积极吸取汶川8.0级地震、日本9.0级大地震等国内外特大地震灾害事件的教训和经验,使国际防灾理念有了更进一步发展。随着2015版地震动参数区划图的产生,工程的适用性更近一步。新标准的执行,让未及时交付的建筑主体无法顺利通过验收,昂贵的拆除重建费用以及对正常生活的严重影响等问题让出资方望而却步,于是在现有建筑物的基础之上进行加固和改造就成了一种趋势,即在既有建筑的基础上,对其进行加固和改造满足现有标准和新功能要求,取得了很大的成本效益。

## 一、工程概况

天津花郡家园配套公建项目位于天津市武清区下朱庄街于庄道与天和路交口之西南侧,用地面积6748.37平方米,地上4层建筑面积约10368.91平方米,设有单独的地下室,为停车库及设备用房,地下一层建筑面积4443.32平方米,共计总建筑面积14812.21平方米,主

体完工图详见下文图1,建筑内部局部使用功能调整,原物业管理用房调整为便利店,原共享空间开洞挑空范围进行了封堵,楼梯由于疏散宽度不符合新建筑标准要求,该建筑楼梯洞口需要重新切割原混凝土楼梯洞口的梁,重新做楼梯洞口,梯梁梯板也需要全部拆除重建。还有局部建筑屋面是坡屋面楼板,需要拆除原坡屋面楼板,改成平屋面楼板,根据建筑使用新功能,还需要在建筑结构主体局部新增楼层等。



图1 花郡家园配套公建主体完工图

花郡家园配套公建项目的结构形式为钢筋混凝土框架结构,该配建抗震等级3级,该项目根据原地震烈度区划图和全国地震动参数规划图,处于7度0.15g区域。根据新标准的要求,该建筑分布在8度0.2g区域。根据抗震设计规范,抗震等级在原来的基础上提高一个等级。

## 二、结构鉴定报告结果

该建筑物主体工程于2014年初完工,之后一直处于停工状态直至2019年,建筑还未通过验收投入使用,结构的主要构件基本保持完好状态,没有看到明显的破坏情况,梁柱节点的核心区域也没有明显的质量问题。凿开柱子的混凝土保护层,可以看到柱子纵向受力钢筋表面基本完好,无锈蚀迹象,见下文图2。为了确定有裂缝的梁板内的钢筋是否受到损害,需要通过剔开梁上的钢筋表面混凝土保护层来观察梁和板构件上钢筋的受力情况,结果并没有见到钢筋锈蚀痕迹,具体可见下文图3。根据鉴定公司总结的鉴定数据报告,本项目的筏板+柱下墩基础构件的安全性为Bu级,建筑物上部结构构件的承载能力基本达到了原设计要求,也未见明显裂缝、变形、缺陷及损伤等,安全性评为Bu级,建筑物安全性评为Bsu级,只有个别构件存在质量问题,需要特殊处理。

## 三、基于项目施工可行性下的加固方案选择

根据2016版抗震设计规范,该公共建筑结构抗震等级由原来的3级调整为抗震等级2级,荷载分项系数也涉



图2 柱子钢筋锈蚀情况图

及1.3和1.5的调整,新标准规范较原规范安全水平进一步提高。经过PKPM系列软件的初步计算,该配建原截面尺寸和配筋绝大多数不能满足轴压比和配筋的计算要求。新的结构设计是在原设计的基础上结合建筑的新方案进行调整,因此在选择加固措施时,还要考虑现场已经提供的条件是否便于实施选定的加固方案。

根据初步复核位移指标,首先考虑的是增加柱子和梁的截面尺寸满足位移指标,但是由于原设计车位净宽刚好满足建筑规范,如果柱子都采取增大截面的方案,就会受到限制。所以,可以在没有停车位使用功能或柱距较大的地方采纳柱子增大截面的加固方案。由于施工人员层次不同,梁和柱子节点形式多样,为避免施工有误,结合实际情况绘制出了中柱、角柱外包型钢节点详图;粘钢法对梁进行加固时,梁的抗弯承载能力最高提高至原设计结果的1.4倍,通过计算对比分析,多数梁抗弯承载力提高均在该范围之内,由于窗户的限制,外檐的高度已经无法实现高度的增加,因此屋内由于净高的要求,综合考虑本工程中上述情况的问题,选择粘钢法来提高梁构件的承载能力。通过中国建筑科学研究院PKPM提供的鉴定加固模块,在原设计模型的基础上引入原设计施工图,输入构件加固形式,获得满意的计算指标。

本工程原设计有楼板大开洞挑空范围,根据建筑投资新方案需要进行楼板封堵,考虑到封洞范围面积大,新增梁数量多植筋工作量大,新增梁与现有构件梁通过实现植筋连接的施工难度将会很大。难度主要是在植入原结构钢筋时,由于钢筋中心距现有混凝土外侧的距离难以控制,所以考虑将新增钢梁与现有混凝土梁连接起来,在型钢梁上浇筑混凝土楼板进行洞口封堵,具体方案如下文图4所示,该方案相对新增混凝土梁施工方便。由于新标准荷载分项系数的增大和新建筑方案功能的变化,现有楼板存在安全隐患,针对这种情况,楼板



图3 梁板钢筋锈蚀情况图

采用粘贴碳纤维布的方案进行改造加固。

由于本工程建筑方案需要,局部范围在原有基础之上新增一层建筑主体,在不影响计算结果的前提下,设计时新增本层柱截面尺寸尽可能比下层柱子截面小,这样在施工时可以方便植筋钻孔,让新增结构构件与既有结构构件能很好的连接。

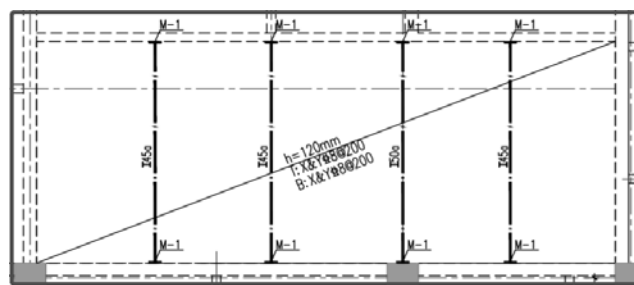


图4 楼板开洞新增钢梁封堵方案图

#### 四、结构改造加固方案实施细节

##### (一) 梁柱构件加固采用扩大截面法注意细节

1) 扩大截面法施工在选择混凝土时,新增浇筑混凝土使用的混凝土等级要比旧混凝土高一个等级,通过现浇混凝土、自密实混凝土、或者喷射混凝土来完成浇筑。2) 既有混凝土表面应做磨毛凿毛方面的处理,在新老混凝土结合面涂上界面剂即结构胶粘剂,充分让新旧混凝土共同发挥整体作用。3) 新增柱子的纵向受力钢筋的下端应植入既有混凝土内部来满足规范要求以及新增柱子纵向受力钢筋的上端应穿过楼板或在屋面板处封顶。

##### (二) 构件粘钢法施工注意细节

1) 加固前必须对钢板与混凝土的黏结面进行一系列处理:清洗钢板表面的锈斑,混凝土黏结面必须进行磨毛处理,增加新旧混凝土两者之间的摩擦黏结力,对不符合施工质量要求的混凝土都要采取修复处理方案。2) 在钢板上钻膨胀螺栓孔和注浆孔,一般每平方米螺

栓孔打6-7个,注胶孔打3-4个,然后用酒精清洁钻孔。  
3) 保证施工时,钢板紧紧贴着黏合界面,并切记对对应位置钻取固定膨胀螺栓孔。4) 在固定粘贴的钢板时,注意排气孔的提前预留,按规定按比例配制符合要求的界面胶,还要进行一系列防腐处理措施。

### (三) 板铺设碳纤维布组织物改进细节

1) 粘贴碳纤维布之前,不仅要平整板底,而且要打磨得非常干净,在新结构面露出之前,混凝土表面要保持一定的干燥程度。施工中发现板内钢筋外露,应将外露的钢筋除锈;在板的边上粘贴碳纤维布组织物时,注意将板边上打磨成圆弧状,保证圆弧状的半径在20毫米以上。2) 按标准比例配制底胶并用力搅拌至均匀状态,避免使用非规定时间的黏合剂,保证黏合效果良好。3) 粘贴碳纤维布时要注意粘贴方向,首先要粘贴在中间,然后从中间粘贴到两边,确保施工顺利进行,达到加固的效果。4) 碳纤维布粘贴施工结束后,还要对碳纤维布与混凝土楼板之间的粘接情况进行拉拔测定,确保施工到位,起到加固的效果。

### (四) 植入既有混凝土内钢筋施工注意事项

1) 不可以使用超过凝固时间的植筋胶,否则不能保证粘接效果。2) 向植筋孔内注入植筋黏合剂时,一定要确保植筋黏合剂的饱满度。3) 新增加的钢筋在植筋施工时,不仅钢筋保持干燥还要让其表面干干净净没有污渍。4) 植筋孔钻取要点:植筋孔径大小应根据植筋直径的大小,保证钻孔直径满足图纸和规范。钻孔操作前,务必利用探测仪探测既有钢筋的位置情况,减少钻孔施工不利,不然由于现有钢筋的破坏导致结构受损,导致现有结构的强度降低。植入既有混凝土内的钢筋深度要求:a. 墙柱及悬挑构件的受力纵筋植入原结构构件的长度保证30倍新增钢筋的直径;b. 框架梁受力纵筋和楼面次梁上部钢筋植入既有结构内的长度要保证25倍新增钢筋的直径,除图中注明外,不作说明的植入钢筋深度均不小于10倍的新增受力钢筋直径,所植钢筋的中心,距既有混凝土构件外边缘距离保证 $2.5d$ 和 $50\text{mm}$ 二者中的较大值,植入钢筋中心距要大于 $5d$ 。5) 确保被植入的钢筋末端不发生任何变形,使钢筋能够快速植入到植筋孔中。6) 严禁在植筋黏合剂达到强度时,扰动钢筋周围的混凝土。7) 安装脚手架时,要确保现场施工人员的安全,避免不必要的损失。8) 植筋化学胶对眼睛的伤害大,一旦入眼,立即去医院或找有相关经验的医护人员处理。

### (五) 拆除构件时的注意事项

1) 拆除结构构件时不允许用风稿类似的震动动静比较大的工具,需要用静力法作业。2) 在拆除混凝土梁和板构件时,必须采取适当的支撑和保护措施来防止

事故发生。框架梁的端部,框梁上下的纵筋必须保留,禁止直接静力切除处理。3) 作业时对周边构件做好防护处理,严禁邻近混凝土构件破坏。4) 拆除下来的构件及其他相关施工材料,荷载不得超过每平方米 $2\text{KN}$ 的荷载。5) 建筑物构件拆除施工时还应遵守拆除方面的相关要求。

### (六) 裂缝处理技术

1) 根据鉴定公司提供的检测数据,首先复核鉴定公司提供的裂缝情况是否与现场相符。如果现场与鉴定报告不符或有新增之处,应立即联系设计并通知甲方确认。2) 未做特殊说明的裂缝应按如下方法进行裂缝处理:a. 裂缝宽度 $\geq 0.2\text{mm}$ 时,在裂缝范围内灌注上化学物品环氧树脂浆液;b. 当裂纹宽度在 $0.2\text{mm}$ 范围内时,裂缝需要做下封闭处理。

## 五、结论

本文对天津武清区花郡家园配套公建改造设计项目进行了简单的叙述,针对新老规范标准以及建筑新方案的实施加固要点进行了重点说明,结合现场实际情况选择了可行性的加固方法,目前本项目已经验收并交付使用。通过天津花郡家园配套公建项目选择的加固方案,可以概括为:加固方案的确定不仅要考虑方案效果的优劣,还要考虑现场施工的便利性。甲方已通过预算部门提供的成本数据进行了对比分析,本项目加固改造设计方案比拆除重建方案节约成本约1000万元人民币。因此,通过该项目成本对比可以得出:对既有建筑通过加固改造的方式来满足规范要求和建筑使用功能不仅带来成本的缩减,还加快了工程项目投入使用的进程。

## 参考文献

- [1] 工程结构可靠性设计统一标准: GB50068-2018[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [2] 建筑抗震设计规范: GB50011-2010[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [3] 混凝土结构设计规范: GB 50010-2010[S]. 2015年版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.
- [4] 混凝土结构加固设计规范: GB50367-2013[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [5] 混凝土结构加固改造: 13G311-1[S]. 北京: 中国计划出版社, 2013.
- [6] 民用建筑可靠性鉴定标准: GB50292-2015[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.
- [7] 混凝土结构后锚固技术规程: JGJ145-2013[S]. 中国建筑工业出版社, 2013.
- [8] 建筑工程抗震设防分类标准: GB 50223-2008[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.