

某砖混结构房屋的抗震加固

李小敏¹ 周柏青²

(1. 浙江工业职业技术学院, 浙江绍兴 312000; 2. 浙江方圆规划建筑设计有限公司, 浙江丽水 323000)

摘要: 某砖混结构教学楼建于 20 世纪 80 年代, 使用过程中发现存在安全隐患。结合现行规范对其进行了抗震加固设计, 确定墙面采用钢筋网水泥砂浆加固, 楼面进行增浇钢筋混凝土叠合层加固, 并充分做好新旧结构之间的连接。加固后其抗震性达到要求, 房屋能安全使用, 说明了该种加固方案的合理性。

关键词: 砖混结构; 房屋; 抗震; 加固

REINFORCEMENT OF A BRICK - CONCRETE BUILDING

Li Xiaomin¹ Zhou Baiqing²

(1. Zhejiang Industry Polytechnic College, Shaoxing 312000, China;

2. Zhejiang Fangyuan Planning and Architectural Design Co. Ltd, Lishui 323000, China)

Abstract: A brick-concrete teaching building built in the 1980s was dangerous. According to current code, the design of anti-seismic reinforcements was carried out. The following reinforcements were done: Adding ferrocement mortar to the wall surface, pouring concrete lamination layer on the precast floor, and connecting new structure with the existing structure. These reinforcement schemes could meet the anti-seismic requirements of current code, improve the bearing capacity of the structure. The results showed the rationality of the reinforcement schemes.

Keywords: brick-concrete structure; building; anti-seismic; reinforcement

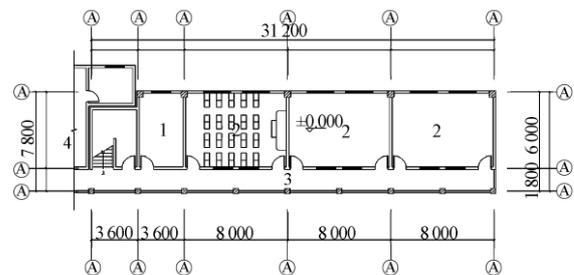
浙江省龙泉市某小学教学楼建于 1980 年, 由于缺乏资金, 年久失修, 至 2010 年时, 该教学楼的外墙面出现许多裂缝, 屋顶渗漏, 教室内顶棚抹灰脱落, 楼面层多处出现开裂现象等, 严重影响使用。因此建设单位委托相关单位进行房屋安全性鉴定、加固设计和施工, 确保安全使用。

1 工程概况

该教学楼为三层砖混结构房屋, 平面为矩形。沿房屋纵向南侧为外廊, 建筑面积共 701 m², 东西长为 31.2 m, 南北长 7.8 m, 如图 1 所示。原有楼面结构为预应力圆孔板加细石混凝土面层, 屋顶为木屋架瓦片屋顶, 基础为混凝土条形基础, 其纵横墙均为厚度 200 mm 的实砌砖墙, 内墙面采用 106 涂料(局部已经脱落), 外墙面采用混合砂浆粉刷, 原设计抗震设防烈度小于 6 度, 无圈梁、无构造柱。于 2002 年对外墙重新粉刷并对走廊上的柱进行饰面, 目前局部饰面砖已经剥落。

2 安全性鉴定评级和抗震鉴定

根据丽水市同德建筑设计有限公司提供的《房



1—办公室; 2—教室; 3—走廊; 4—宿舍楼

图 1 教学楼底层平面示意

Fig. 1 Ground floor plan of teaching building

屋安全鉴定报告》^[1], 该教学楼的安全性等级鉴定为 C_{su} 级, 其中房屋建筑场地地基稳定, 无滑移迹象及滑移史, 且上部结构无明显因沉降导致的裂缝, 能承受上部结构荷载的要求, 地基基础安全性等级评定为 B_u 级; 经现场勘察, 南面墙窗角有斜裂缝, 未发现承重墙体结构性裂缝, 对砌体强度(砖强度、砂浆强度)等级进行检测, 砖强度标准值为 6.3 MPa, 满

第一作者: 李小敏, 女, 1970 年出生, 副教授。

E-mail: lxm1001@163.com

收稿日期: 2011-07-19

足要求;砂浆强度推定值为 1.1 MPa,不满足 GB 50003—2001《砌体结构设计规范》^[2]规定材料最低强度等级要求,建造时间比较早,故墙体安全性等级为 C_u 级。根据浙江省《中小学校舍建筑安全排查鉴定工作细则》,“对地震烈度 6 度地区经房屋安全鉴定需进行加固的 C 级危房,还应进一步作抗震鉴定,提出抗震鉴定报告,加固时应满足抗震设防的要求”,按 GB 50011—2001《建筑抗震设计规范》(2008 年版)^[3]和 GB 50023—2009《建筑抗震鉴定标准》^[4]的有关规定要求,该教学楼抗震设防烈度 6 度,设计基本地震加速度值为 0.05 g,设防地震分组为第一组,建筑抗震设防类别为乙类,该教学楼为 20 世纪 80 年代建造,应按照 A 类建筑(后续使用年限 30 年)进行抗震鉴定,该教学楼砂浆强度不满足原设计要求,且墙体未设置圈梁和构造柱,纵横墙交接处不符合要求,楼面部分有微裂缝,鉴定结论为该工程第一级抗震鉴定不满足 GB 50023—2009 要求,根据 GB 50023—2009 不需要进行第二级鉴定,其综合抗震能力不满足规范要求,应进行加固处理,并按本地区抗震设防烈度提高一度(7 度)的要求设计抗震构造措施。

3 加固设计

3.1 加固原则

加固方案既要符合 GB 50367—2006《混凝土结构加固设计规范》要求^[5],又要考虑建筑物的实际情况,使加固后的建筑物承载能力提高,抗震能力增强,达到规定使用的年限,同时要做到用时短、施工方便、造价低廉。

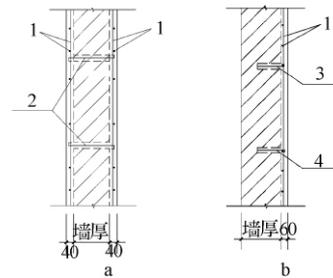
3.2 加固方案

根据加固原则以及现场检测,结合承载力复核结果,采用以下方法加固补强。

3.2.1 墙体加固

墙体由于砂浆强度不满足规范要求而导致安全性受到影响,故对其进行加固,考虑到建筑的立面效果和具体的实际情况,采用的是钢筋网水泥砂浆与原砌体组合墙,即在原墙体外加设钢筋混凝土夹板墙,它相当于钢筋混凝土剪力墙,只是剪力墙内的一部分腹板用砌体来代替,因此,该组合墙的承载力和刚度均大大提高,其抗震能力也得到大幅提高。根据计算,大部分墙体采用钢筋网水泥砂浆面层双面加固,局部墙面加固采用单面加固。采用强度等级为 M10 的水泥砂浆,钢筋主要采用直径为 6 mm 的 I 级钢筋,相应的电焊条采用 E4303 型。做双面夹板墙时,每一面的砂浆厚度为 40 mm,采用直径为

6 mm 的钢筋每隔 150 mm 进行电焊制成钢筋网片,每隔 900 mm 用直径为 6 mm 的钢筋把墙两面的钢筋网拉结起来,如图 2a 所示。而对于单面夹板墙,原拟用 60 mm 厚的钢筋网砂浆,但由于砂浆厚度偏大,易产生裂缝且质量不易控制,因此减少了砂浆的厚度,最后通过计算,确定采用 50 mm 厚的砂浆,但每隔 600 mm 把钢筋网片拉结在墙内(图 2b)。为加强上下两层墙体的整体性,墙的两面上下层的钢筋网片竖向钢筋均用长度不小于 1 000 mm 的 $\phi 12$ 的钢筋穿通楼板,并保证不切断板内钢筋并灌满填充混凝土(图 3)。对于墙体的底部,在地面以下 500 mm 范围内,除了点焊钢筋网片外,还用 C20 细石混凝土灌实,端部厚度不小于 150 mm,以保护钢筋不易被锈蚀并加强底部的稳定性和强度(图 4)。纵横墙交接处加固的节点如图 5 所示。



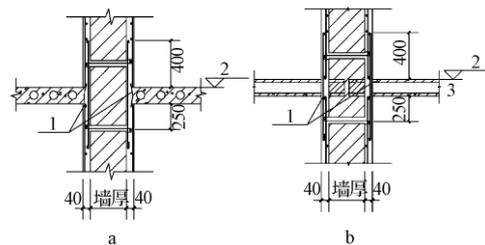
a—双面夹板墙; b—单面夹板墙

1—钢筋网片; 2—拉结筋 $\phi 6@900$;

3—拉结筋 $\phi 6@600$; 4—拉结筋

图 2 钢筋网水泥砂浆面层双面加固

Fig. 2 Adding ferrocement mortar to wall surface



a—竖向钢筋穿过长向预制楼板;

b—竖向钢筋穿过短向预制楼板

1—穿通楼板,不得切断楼板内钢筋并灌满混凝土;

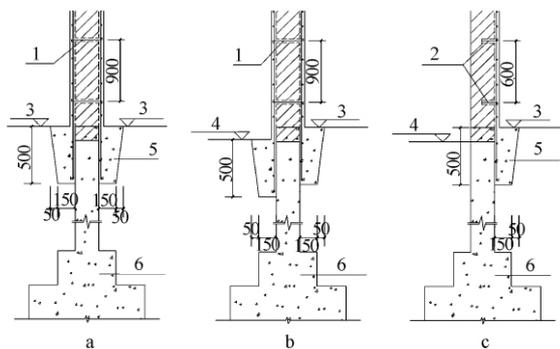
2—楼面; 3—拉结筋

图 3 竖向钢筋穿过预制板

Fig. 3 Vertical reinforcement through precast/slab

3.2.2 楼层加固

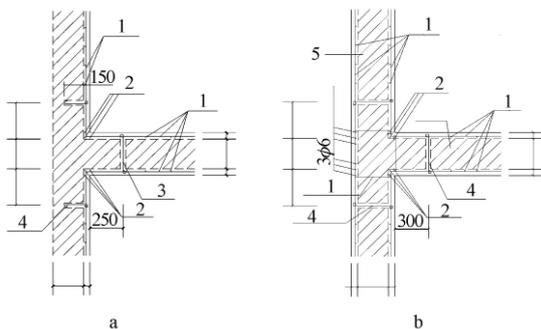
根据检测结果,原装配式楼盖面层虽没有结构性裂缝,但破损较多,为修补并加强水平方向的连接,设计增设叠合层。在原装配式楼盖上增浇 40 mm 厚 C30 钢筋混凝土叠合层加固,内配 $\phi 6@200$ 的双向钢筋网片,用直径为 6 mm 的拉结筋做好与预应力圆孔板的



a—内墙底部做法; b—双面加固外墙底部做法;
c—单面加固外墙底部做法
1—拉结筋 $\phi 6@900$; 2—拉结筋 $\phi 6@600$; 3—室内地面;
4—室外地面; 5—C20 细石混凝土灌实; 6—原有基础

图 4 内墙底部做法、外墙底部做法

Fig. 4 Method of the bottom of the inner wall and outside wall

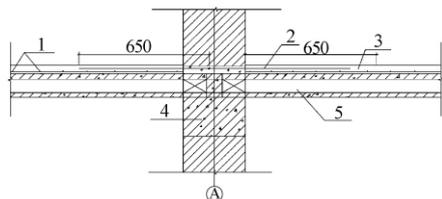


a—纵墙单面、横面双面加固 T 型节点;
b—列纵墙内横墙交接处双面加固 T 型节点
1— $\phi 6@150$; 2— $3\phi 10$; 3— $\phi 6$ 拉结筋@900;
4— $\phi 6@600$ 拉结筋; 5— $3\phi 6$

图 5 横墙交接处加固的节点

Fig. 5 The reinforced joint of cross wall

连接,每隔 400 mm 呈梅花形交叉布置,为加强房屋水平向的整体性,在叠合层内偏上方设 $\phi 12@800$ 的穿墙筋,两侧锚固长度为 650 mm。经计算,虽有附加荷载增加,加固后的原楼面预应力多孔板的承载力仍能满足设计要求(图 6)。



1— $\phi 6@200$ 钢筋网片; 2— $\phi 12@800$ 穿墙筋;
3—40 mm 厚 C30 混凝土叠合层; 4—圈梁或梁; 5—预制板

图 6 钢筋混凝土叠合层加固楼层

Fig. 6 Reinforced concrete superimposed floor slabs

因为该教学楼建成于 1980 年,距 2011 年已有

30 余年,地基土的压缩固结基本完成。大量的工作实践和专门试验表明,使用了 30 余年的此类房屋考虑地基土的长期压密效应,其地基承载力提高可在 20% 以上。虽然因主体上墙体和楼层的加固让地基基础的附加荷载有所提高,但经复核,地基基础的安全性仍达到要求,可不进行加固。

4 施工技术要求

4.1 钢筋网水泥砂浆面层加固砌体墙

首先挖开基础周围的土至 500 mm 的深度,清除基础表面,点焊 $\phi 6@150$ 的钢筋网片,并使之与上部墙体的钢筋网片连成一体,用 C20 细石混凝土灌实加固基础,端部厚度不小于 150 mm,上部不小于 200 mm。对于主体的原墙体,先铲除抹灰层,对原墙损坏和疏松严重的部位,进行局部清除,并用 1:3 水泥砂浆抹面修补;坏砖用环氧砂浆修补或剔除;墙面裂缝处用压力灌浆修补。绑扎墙体钢筋网片前先对下部预留竖筋拉通线校正,之后再接上部竖筋,水平筋绑扎时拉通线绑扎,保证水平一条线,竖向钢筋搭接处在中心和两端用铁丝扎牢,保证原墙体与钢筋间的正确位置。钢筋网片竖向钢筋与原结构楼板通过植筋连接,钢筋网片水平钢筋与墙也通过植筋连接,植筋穿过楼板和墙后用植筋胶封堵洞口。

4.2 叠合层做法

为加强新、旧混凝土的粘结强度,先剔凿原楼面面层,使之表面凹凸毛糙,再在原楼板中栽埋直径为 6 mm 的 I 级钢筋作为拉结筋,然后绑扎钢筋网片,在浇筑新混凝土前,在原混凝土结合面上涂一层粘结强度较高的界面结合剂,浇筑混凝土。由于原结构混凝土的收缩早已完成,新浇筑的混凝土会由于收缩而造成开裂或浇层龟裂,因此,要在浇筑后的 12 h 内开始做饱水养护,定期浇水,养护 2 周。

4.3 植筋技术

先按技术要求的孔位、孔径、孔深钻孔,用吹风机与刷子清理孔道至孔内无浮尘水渍为止,钢筋在植筋前对其进行除锈,采用粘胶灌注器边注胶边缓缓拔出灌注器,将处理好的钢筋旋转缓速插入孔道内,使植筋胶均匀附着在钢筋表面及螺纹缝隙中。

5 结语

本工程按现行规范、标准进行加固设计,加固后的使用年限为 30 年。工程于 2011 年 7 月初施工,到 8 月底完成,后做沉降观测,至今无沉降变化,结构稳定,加固的施工质量较好,取得了预期的效果。

(下转第 7 页)

墙的形状,做到了与整体的协调,同时在视觉上与周围其他工业厂房也有着显著的识别性(图2)。



图2 从办公入口看厂区建筑

Fig.2 The factory building being seen from office entrance

3.2.3 天井

徽州建筑的天井为徽州建筑的另一标志,徽派建筑天井的文化意蕴被称作“四水归堂”,是为财气内聚。在单体设计中以天井为核心,从室外到室内的过渡,廊下空间、入口大厅、照壁、内庭等一系列空间在内庭升华为高潮。针对办公和研发的不同需要,将天井的形式进行区别设计,办公为封闭式,而研发为开敞式,以应对不同的功能要求。

在徽州地区传统建筑中,以天井为主导的“冬暖夏凉”视为节能的典型。设计利用水与内庭在节能方面的有利因素,构建小气候,结合开窗,减少室外不利影响。同时,利用屋顶的错落,天井尽量设计自然采光与通风,减少人工能源的使用,做到传统核、现代皮下的绿色建筑。设计。

3.3 设计中的企业文化表达

严格地说,一个企业的生存和发展离不开地域的支持,所以,企业文化也是地域文化的一部分。地域文化的影响和企业文化的生成是密不可分的。

厂区不仅仅是生产的空间,也有办公、休息等其他空间功能要求。把产品加工环境与人的作业空间分开,满足各自不同的要求,并引入生态环境,提高工作效率,从而在总体上把传统工厂以设备为主体,转变为以人为主体的活动空间^[1]。在德国,工业厂区尽可能地营造宜人的空间,如公用电话亭的设计,存放自行车等配套设施,通过设置休息座椅与路灯

的组合设计,以及室外楼梯的攀爬植物等让人们在工作间隙得到放松和休憩^[3]。

华泰集团的企业文化中重要的一条就是“以人为本”,强调企业人性化。人性化的设计体现在:一是室外空间方面,设计将建筑和环境有机结合起来,生产和休憩相结合,小桥、流水、人家式的整体良好的环境给使用者带来了愉悦的心情。二是室内空间上,设计主要营造平和亲切、和谐共生的空间氛围,各个主要单体的院落式布局带来了家的感觉。

工业建筑需要展示企业的个性,而企业的标志则是很好的展示媒介。企业的标志代表着企业员工所认同的价值取向。在厂区设计中将企业的标志和建筑、环境结合起来,用院落、坡顶营造的新徽派建筑,亲和的建筑语言鲜明地表达了企业形象,使客户产生信任。另外,在办公楼、研发中心、员工宿舍、厂房的两侧马头墙上,将企业标志结合构件展现出来,恰当地传递企业文化内涵和员工的价值取向。

4 结语

工业厂区设计中,地域性的表达必不可少。在工业厂区设计中,建筑师应充分发挥地区性的文化特点,将工业厂区的特点、功能与地域、民族、文化相结合,充分发掘并塑造独特的企业形象,丰富企业文化的内涵,实现工业厂区与文化环境的整体协调,创造出我们这个时代的工业厂区的新形象、新趋势。这就要求设计工作者不仅仅需要扎实的设计基本功,还需要了解工业技术和文化,为塑造良好的工业厂区风貌贡献自己的一份热情和努力。

参考文献

- [1] 黄星元. 工业建筑表现什么[J]. 新建筑, 2004(3): 17-20.
- [2] 黄莺. 基于地域文化特色的垃圾焚烧发电厂的建筑设计[J]. 工业建筑, 2011, 41(10): 41-43.
- [3] 刘志麟. 德国工业建筑空间设计给我们的启示[J]. 工业建筑, 2011, 41(5): 43-49.
- [4] 杨旭光. 工业厂区规划与工业厂房设计体会[J]. 中国勘察设计, 2009(2): 35-38.

(上接第160页)

通过对本工程的处理,认为对类似的工程进行加固处理时,需合理采取加固方案。使用钢筋网水泥砂浆面层对墙体进行结构加固处理的方法,可较大提高墙体的承载力、刚度以及增强墙体的延性,提高其抗震能力,是一种对砖混结构的墙体进行加固补强的合理方法。在加固设计中,要充分做好新旧结构之间的可靠连接,特别是墙体与楼层、上下楼层

之间等的节点位置的连接。

参考文献

- [1] 丽水市同德建筑设计有限公司. 房屋安全鉴定报告[R]. 丽水市同德建筑设计有限公司, 2011.
- [2] GB 50003—2001 砌体结构设计规范[S].
- [3] GB 50011—2001 建筑抗震设计规范[S].
- [4] GB 50023—2009 建筑抗震鉴定标准[S].
- [5] GB 50367—2006 混凝土结构加固设计规范[S].