多层砌体结构房屋加固技术分析

曹兆强

（南京金宸建筑设计有限公司，江苏 南京 210000）

摘 要 本文以某栋建于20世纪80年代的三层砌体办公楼结构加固工程为案例，该建筑应消防需求改造，建筑内部增设消防疏散楼梯，同时存在抗震构造措施不足、轻钢屋面锈蚀严重等问题，针对相关问题，本案例采用整体加固的方案，通过增设构造柱、墙体双面钢丝网水泥砂浆、屋面现浇混凝土板等措施对砌体结构墙体进行补强，以期为提高房屋的结构整体稳定性、改善构件的受力状况、提高综合抗震能力提供借鉴。通过加固后的检测鉴定和计算分析表明，该加固方案可以有效地提高砌体承载力和建筑的整体抗震性能，延长结构的使用寿命。

关键词 砌体加固；构造柱；钢丝网水泥砂浆；承载力

中图分类号：TU746.3 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2025.35.028

0 引言

我国的砌体结构在2000年以前使用较为广泛，主要用于2层至7层的住宅、办公、公寓楼，由于历史年代久远，材料老化强度降低、规范更替抗震构造措施欠缺、房屋功能变更多次不规范改造等，使得该类建筑的安全性和抗震性面临着极大的挑战，如何通过合理又经济的加固措施，提高建筑的安全适用性以延长建筑后续使用寿命成了当下亟须解决的问题。并且在体量庞大的既有砌体建筑中，多数房屋工作年限已接近结构设计年限（50年），由于历史原因多数砌体结缺失原有设计文件，需进行现场实际测绘并进行安全鉴定和抗震检测，以此作为加固改造的设计依据进行加固改造设计。经鉴定后，根据鉴定报告可针对建筑安全性不足、抗震能力较弱的区域进行区段加固或构件加固设计，必要时可进行整体加固，对于不符合鉴定要求的女儿墙、出屋面山墙且易倒塌伤人的非结构构件，应予以拆除或降低高度，需要保持原设计的应加固。本文详细介绍加固设计价格方案的选择、设计要点、施工工艺的要求，旨在为类似既有建筑加固设计与实践提供借鉴。

1 工程概况

南京市某办公楼约建于1981年，后续工作年限为8年，依据《既有建筑鉴定与加固通用规范》（GB 55021-2021）第5.1.3条、第5.1.4条，属A类建筑，原建筑使用功能为办公楼，平面布置大体呈矩形，东西向总长约30.00 m，南北向总宽约11.30 m，建筑面积约900 m^2。

本次主要改造诉求：原彩钢瓦屋面年久失修，锈蚀严重，需拆除后改为现浇混凝土屋顶，内部因消防需求增设一部混凝土楼梯。

2 鉴定结论

2.1 安全性鉴定

1. 一层部分墙体抗力R与作用效应S之比（R/γ0S）＜0.90，承载力不满足规范要求，评为du级。

2. 屋钢屋架抗力R与作用效应S之比（R/γ0S）＜0.90，承载力不满足规范要求，故按该项评定，钢屋架均评定为du级。

综上，该房屋的安全性等级评定为Dsu级，安全性极不符合《既有建筑鉴定与加固通用规范》对Asu级的要求，已严重影响系统工作，必须立即采取措施。

2.2 抗震性鉴定

1. 房屋一二层纵向及横向墙体综合抗震能力指数为0.90～0.86，均小于1.0，不满足规范要求。

2. 跨度不小于6 m的大梁，由独立砖柱支承，不符合《建筑抗震鉴定标准》第5.2.2.3条。

3. 三层檐口处未设钢筋混凝土圈梁，不符合《建筑抗震鉴定标准》第5.2.4.3条。

综上，该房屋的综合抗震能力不满足A类砌体房屋（丙类、7度、0.10 g、第一组、Ⅱ类场、后续工作年限为9年）的抗震鉴定要求。

3 主要的计算参数

1. 局部影响系数取值取：ψ2=0.80。

2. A类建筑承载力抗震调整系数的折减系数0.85（不可以同时对多遇地震影响系数最大值amax进行折减0.75）。

3. 抗震鉴定加固（安全性鉴定）标准：A 类（09《建筑抗震鉴定标准》（89 规范））。

4. 活荷载取（全楼未改变原建筑使用功能，按原荷载规范取值）：办公休息室 2 kN/m^2、走廊 2.5 kN/m^2、不上人屋面 0.5 kN/m^2、楼梯 3.5 kN/m^2。

4 计算结果分析

各层受剪极限承载力、综合抗震能力、屈服强度系数指数与加固前指数对比见表 1。

经过比较各层受剪极限承载力和综合抗震能力指数可以发现，通过增加构造柱（墙体得到有效的约束）及墙面面层加固（增强墙面平面内抗剪强度和约束变形），可以大幅度提升房屋整刚度和抗震能力；通过各层的屈服强度系数可以看出，整体加固和局部补强未造成刚度突变而形成新的对抗震不利的薄弱层或薄弱部位。

5 选择合理的加固措施

5.1 砖墙

由于房屋外墙常年雨水侵蚀，导致首层部分墙面酥碱风化，因此首层外墙采用钢筋混凝土面层加固，混凝土面层厚度小于 60 mm 强度 C30，其余楼层及首层内墙均采用钢筋网水泥砂浆加固，水泥砂浆厚度 35 mm 强度 M10，由于原建筑纵横墙均未设置构造柱，为提高结构的整体性和稳定性，在建筑四角增设构造柱、内外墙铰接处增加加强筋，由此提高原有砖墙的抗震性能和承载能力。

5.2 砖柱

该房屋局部内框梁由砖柱支撑，砖柱自身的抗震延性不足，抗拉强度弱，为提高砖柱的受压受剪承载力和稳定性，在砖柱四周增加钢筋并浇筑混凝土，此方案虽占用较多空间，但能与框梁有较好的连接，从而显著提建筑结构的整体性。

5.3 梁

5.3.1 内框梁

原建筑有局部内框梁，内框梁跨度较大（7 m）、与墙体平面内搭接处未设置水平梁且楼板均为预制板，不能有效地传递正交方向的水平力，为防止平面外失稳，在梁墙搭接处增加正交方向的楼面梁，以此提高结构的整体性。

5.3.2 悬挑梁

原建筑走廊为悬挑外廊，走廊栏杆由铁艺镂空栏杆改为通高砖砌墙体，荷载增大原悬挑梁承载力不足需加固处理，又因首层建筑无法在对应悬挑梁的梁端处设置混凝土柱且梁下增加三角支架又影响建筑使用净高的要求，因此采用三面加厚的扩截面加固，由于悬挑构件植筋要求较高，承载力影响的系数 $\psi br=1.5$，通常植筋深度远超墙体厚度，所以本次案例将悬挑梁上侧受力钢筋穿过原来结构圈梁后延伸 1 m 后与墙体对穿锚固。

5.4 屋面

屋面层原结构为彩钢瓦轻钢顶，虽然自重轻、施工便捷，但整体性和对墙体的约束性远不及混凝土屋面，现浇混凝土屋面与圈梁、构造柱能够形成刚性节点，确保了地震力的有效传递，显著增强空间刚度和整体性，对砌体的不均匀沉降也有一定的协调作用。

5.5 楼梯

5.5.1 原有楼梯

原楼梯为钢筋混凝土 L 型预制踏步板楼梯，部分踏步板出现裂缝，采用在 L 形踏步板下的阴角和阳角处均粘贴 L60X6 角钢的加固措施，增强楼梯踏步的耐久性和承载力。楼梯四角增加构造柱以约束墙体编写延缓地震时的剪切破坏，从而满足《建筑抗震设计规范》第 7.3.1 条相关规定。

5.5.2 新建楼梯

新建楼梯主要考虑其与原砌体结构之间的可靠连接并协调工作，本工程选用的现浇混凝土板式楼梯，因其结构整体性好，受力传递路径明确，与砌体的连接也更为可靠。楼梯的梯梁不可与砌体墙平面外直接连接，需要在相墙体相应位置设置梁垫分散压力减小

表 1 加固前后指数对比表

	加固前模型计算结果			加固后模型计算结果		
楼层	1	2	3	1	2	3
X 向本层层间受剪极限承载力（kN）	3 341.5	1 873.2	905.8	16 010.9	8 700.5	6 223.0
Y 向本层层间受剪极限承载力（kN）	3 529.9	3 410.5	1 187.6	16 343.1	12 147.3	11 073.5
X 向本层屈服强度系数 ξyx	0.78	0.61	0.92	2.09	1.48	1.99
Y 向本层屈服强度系数 ξyy	0.82	1.11	1.21	2.19	2.07	3.54
楼层综合抗震能力指数	0.86	0.68	2.74	1.66	1.54	2.49

局部受压，为了使楼梯楼、梁垫与砌体墙连成整体，从而提高节点处的抗震和稳定性，将梁垫与新增梁等高，并一期浇筑微膨胀混凝土，梁垫上下各配置2根直径14 mm的通常筋。

5.6 基础

屋面由原轻钢屋面改为混凝土屋面、墙体采用钢筋混凝土面层加固后使得基地轴力增大，根据测绘反馈 基础位于室外地面下1 m，综合房屋结构鉴定报告（基础安全性等级为Au级）按原建筑墙柱底力与改造后墙柱底力等比例扩大基础截面。若新增荷载未超过原荷载5%，地基基础考虑长期压密提高效应，能满足承载力要求，可不做加固措施[1]。

6 多层砌体结构房屋加固施工要求

6.1 结构拆除

拆除作业应遵循先上后下、先平面后立面的施工顺序。进行结构拆除及凿除时，不得破坏需保留的构件，并应增设稳固支撑，配合防护措施和安全管理，控制局部失稳与倒塌风险。宜采用静力切割或分离方法，禁止使用大锤、风镐等强冲击工具；在拆除与凿除交界部位应缓慢细凿，防止结构产生隐蔽裂缝[2]。

6.2 钢筋混凝土墙板加固与钢筋网水泥砂浆加固

在进行墙板加固施工前，应先将墙面原有抹灰及装饰层彻底清除，对砌缝沿深度约5～10 mm作凿刮处理，随后用钢丝刷将残余砂浆清理干净，并以压缩空气吹除浮尘，适当洒水湿润基层后，先均匀刷涂一层素水泥浆作为界面层；对于非粘土砖墙体，还需增刷一道胶粘型界面剂以增强新旧材料的结合力。铺设钢筋网时，应保证钢筋保护层厚度不小于15 mm，且网片与原墙表面之间预留的空隙不宜小于5 mm。竖向钢筋宜连续贯通上下楼层穿越楼板，紧贴墙面设置，并采用钢筋短支撑或支托件固定定位。对墙体或楼板钻孔时严禁破坏原结构钢筋，贯穿墙体或楼板的新钢筋插入孔内后，应采用水泥砂浆灌实密封；当孔洞尺寸偏大时，可改用细石混凝土填充密实。钢筋混凝土墙板加固层浇筑宜优先选用喷射混凝土工艺成型，不得以人工抹灰方式完成；如需采用支模浇筑，应沿墙体高度分段施工，并尽量选用高流动性混凝土（如特种高流态混凝土）完成加固浇筑作业。双层钢筋网的拉结筋应按设计间距要求在砖缝处采用电钻打孔，锚筋孔径应是锚筋直径的2倍。

6.3 增大截面加固

本工程在构件截面放大处理时，采用含粗骨料的高强灌浆料或最大粒径不大于20 mm的混凝土；当截面增量较小时，选用灌浆或喷射混凝土成型，单侧加厚超过100 mm时改用细石混凝土整体浇筑。新老混凝土交接面须凿毛、清洗并充分湿润，再刷素水泥浆或界面剂，以保证粘结可靠。采用三面或四面外包加固时，应事先处理构件棱角并清除浮浆、尘土。基础扩大段施工顺序为先做扩大基础，再进行上部构件加固[3]。

6.4 缺陷裂缝修复

墙体出现酥松、掉块等缺陷时，应先将原有抹灰和饰面层彻底铲除，清理油污与浮浆，打磨至坚实基层并洒水湿润后，采用1:3水泥砂浆重新抹平，对松动勾缝砂浆一并凿除。裂缝处理应按缝宽分类确定工艺：当裂缝宽度在0.2 mm及以上时，可设置注浆嘴并采用环氧树脂浆液压注填充；当裂缝宽度小于0.2 mm时，可通过表面封闭法进行封堵处理[4]。

6.5 植筋

对于砌体结构，植筋必须锚入砌体的构造柱、圈梁等混凝土构件中，因为砌块自身握裹力和强度不足以提供可靠的拉拔力，且砌体钻孔容易出现裂缝，这对于砌体本身造成二次损伤，因此在对砖墙加固时大多使用双面面层加固，墙体梅花拉结筋穿过灰缝拉结，减少对砌块的损伤。植筋施工时一般钢筋宜先焊后种植，施工中不可避免地出现只能后焊时，其焊点距基材砼表面应大于15 d，且应采用冰水浸润的湿毛巾包裹，以避免焊接时高温对胶体的强度造成影响[5]。

7 结束语

我国目前的砌体结构在工业和民用建筑领域中仍广泛使用，对于砌体结构的加固必须先通过科学的检测与鉴定，分析其结构主体存在的问题（如材料老化、承载力不足、构造措施欠缺、早期改造不规范而使结构遭到破坏等），根据鉴定报告及现场实际情况（施工条件）因地制宜地选择加固方案，以确保最终建筑加固既经济又安全。

参考文献：

[1] 姚佳莉.现有建筑结构抗震鉴定及加固设计研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(09):34-36.
[2] 周秀秀.现有建筑结构抗震鉴定及加固设计探究[J].建筑与装饰,2021(06):7-10.
[3] 何广保.既有砖混结构墙体加固施工技术[J].科技与创新,2024(14):87-89,93.
[4] 卢山河.建筑工程中填充墙砌体工程施工技术分析[J].新疆有色金属,2024(03):103-104.
[5] 周兰.现有建筑结构抗震鉴定及混凝土结构加固设计研究[J].佛山陶瓷,2023(03):22-24.