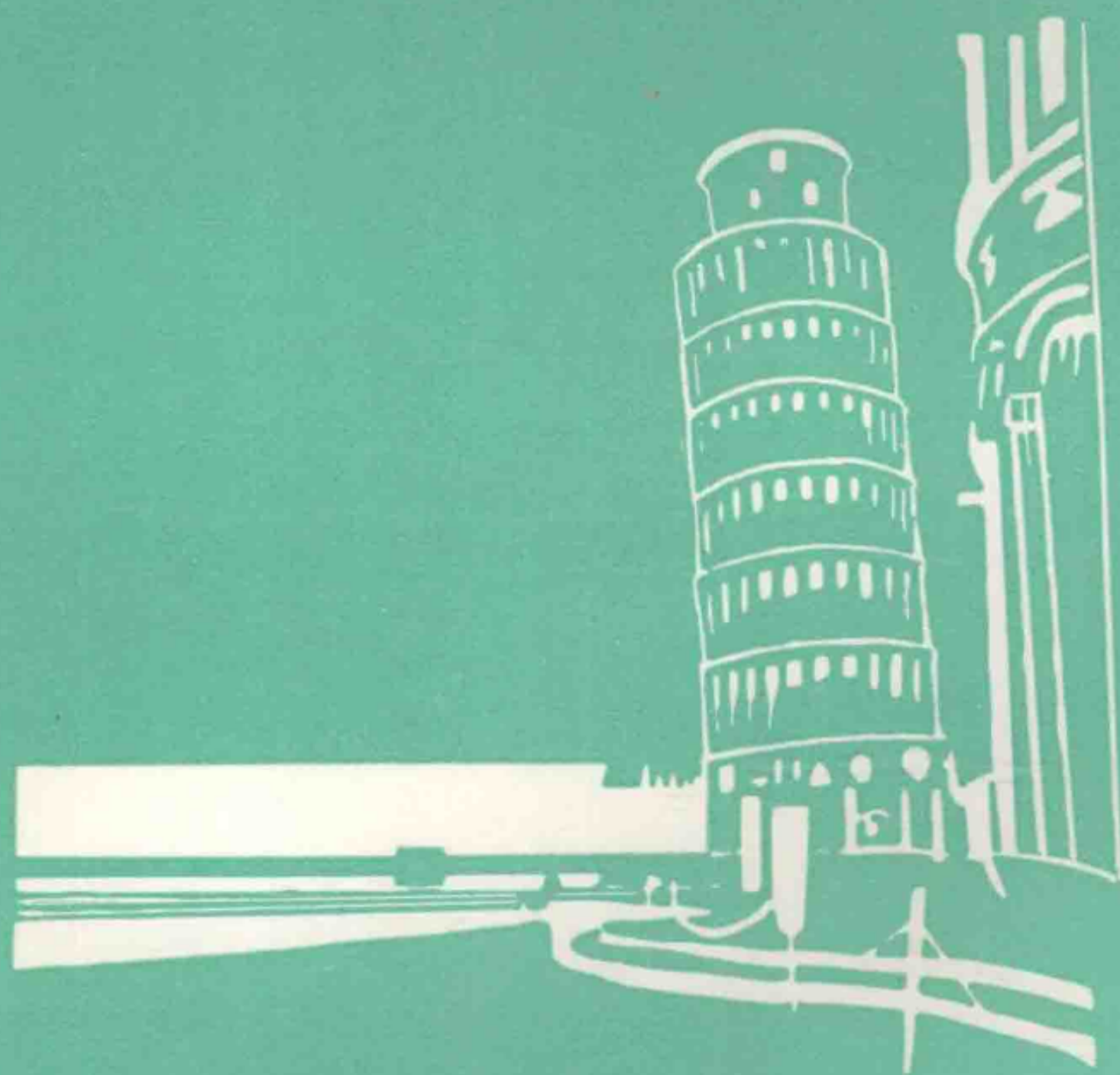


全国建筑物诊断、加固、改造与维修学术讨论会

# 建筑物诊断、加固、改造与维修论文集

下 册  
( 江苏 南京 )



全国现代结构研究会

一九九四年十月

全国建筑物诊断、加固、改造与维修学术讨论会

# 建筑物诊断、加固、改造与维修论文集

下 册  
( 江苏 南京 )

韩选江 陈德文 主编

全国现代结构研究会

一九九四年十月

全国建筑物诊断、加固、改造与维修学术讨论会

## 论文集编选委员会

主任：汪达尊

副主任：章天恩

编：韩选江

委：汪达尊

章天恩

谢醒悔

责任编辑：徐炳锋

谢醒悔

陈德文

韩选江

林平洲

李延和

叶燕华

陈德文

陈宝康

徐炳锋

## 前 言

根据全国第三届现代结构技术交流会与会专家教授及代表的建议,全国现代结构研究会于一九九四年十月三十日至十一月三日在南京建筑工程学院召开全国建筑物诊断、加固、改造与维修学术讨论会。

会议收到来自全国二十五个省市的设计、施工、科研、教学等单位的作者撰写的 100 余篇论文,经过研究选择了其中的 86 篇汇编成册提供同行参考。另外,本次大会还邀请了五位专家教授作了五个主题报告,报告内容也刊入论文集中。因此,本论文集共收录了 91 篇学术论文。

现将论文按以下七个部分进行编排出版:(一)主题报告;(2)建筑物的诊断与鉴定;(三)建筑结构的抗震分析与加固;(四)建筑结构的补强与加固;(五)建筑物的增层与改造;(六)建筑物的维修与保护;(七)基础工程与其他问题。文集最后还刊登了几个生产厂家的介绍,以方便同行加强专业联系。

在编选过程中,限于时间和水平,均按作者修改的原稿排印,畅所欲言,充分交流各种观点,活跃整个学术气氛,百家争鸣,相互促进,共同提高。另外,对于作者的工程实践,也尊重工程进行时采用的新、老规范的客观情况。对我们选编工作中如有不当之处,敬请读者原谅和不吝指正。

我们深信,经过这次学术盛会的广泛交流和本论文集的发行,对提高我国在建筑物诊断、加固、改造和维修领域内的专业工作者的诊断、鉴定能力和设计、施工水平,将会起到积极的推动作用。

韩选江 陈德文

一九九四年十月十二日



# 目 录

## 上 册

### (一)主题报告

|                                   |         |    |
|-----------------------------------|---------|----|
| 1. 现代予力砼结构设计概论.....               | 谢醒悔     | 1  |
| 2. 高强与高性能混凝土的应用及发展动态.....         | 蒋永生     | 10 |
| 3. 论旧房改造 .....                    | 汪达尊 汪廷奎 | 17 |
| 4. 旧房处理方案——改建、维修或新建优选中的量化计算 ..... | 侯 昶     | 22 |
| 5. 浅谈空间资源开发中的有关工程问题.....          | 韩选江     | 28 |

### (二)建筑物的诊断与鉴定

|                                          |                 |     |
|------------------------------------------|-----------------|-----|
| 6. 火灾后砼强度现场检测方法的试验研究.....                | 李延和 闵明保 高本立     | 43  |
| 7. 钢筋砼工业厂房火灾后的检测分析和加固处理.....             | 曾宪纯 张 灏         | 50  |
| 8. 钢筋砼结构构件应急可靠性鉴定.....                   | 卓尚木             | 58  |
| 9. 旧有建筑物检测与评价.....                       | 赵挺生             | 67  |
| 10. 现浇钢筋混凝土变截面及连续式吊车梁的可靠性鉴定及粘贴钢板加固 ..... | 吴宝智             | 71  |
| 11. 木构件强度检测仪测试误差与可靠度的研究 .....            | 杨于北 李自强         | 75  |
| 12. 混合结构温度裂缝分析及处理 .....                  | 王稼琛 梁仁旺 裘以惠 史美筠 | 79  |
| 13. 混凝土裂缝系统分析与评价专家系统研究 .....             | 李大林             | 83  |
| 14. 某单位恒温楼墙体裂缝的原因分析 .....                | 杨太文             | 90  |
| 15. 某屋盖大梁工程事故分析 .....                    | 赵传智             | 93  |
| 16. 砖混住宅承重墙体承载力等级快速判别法 .....             | 丛正霞 韩英杰 唐岱新 李小安 | 100 |
| 17. 钢筋砼梁板结构裂缝剖析处理 .....                  | 沈 洪             | 105 |
| 18. 既有砌体结构或构件抗压强度合理取值研究 .....            | 李金山 黄秀云         | 110 |
| 19. 砼保护层测试结果的数理统计方法 .....                | 薛 育             | 115 |
| 20. 大体积混凝土建筑物的施工质量鉴定及分析 .....            | 贾兆武             | 118 |
| 21. 变形测量在旧工业厂房诊断中的应用 .....               | 吕永平             | 123 |
| 22. 结构构件的损伤程度及其影响因素的灰关联分析 .....          | 叶燕华             | 129 |
| 23. 棉纺厂厂房结构的质量评价 .....                   | 林宗凡 刘仲洲         | 136 |

### (三)建筑结构的抗震分析与加固

|                                      |                         |     |
|--------------------------------------|-------------------------|-----|
| 24. 论初始位移.....                       |                         |     |
| .....                                | 张双来 董义成 党素华 吴立果 张桂芸 张继宁 | 141 |
| 25. 抗震设计新理论中的“惯性支座”及“鞭梢效应”问题的讨论..... |                         |     |
| .....                                | 张双来 张桂芸 董义成 张继宁 党素华 吴立果 | 148 |
| 26. 建筑抗震加固新技术及其工程应用 .....            | 周 云 刘 季 张伯龙             | 155 |

|                                |     |      |     |     |
|--------------------------------|-----|------|-----|-----|
| 27. 薄形细筋预应力混凝土抗震加固技术研究简介 ..... | 王海岗 | 朱友山  | 王耀武 | 161 |
| 28. 多层砖房抗震加固工程实例浅析 .....       | 胡树森 | 王 彤  | 刘冀钢 | 166 |
| 29. 多层砖房组合抗震墙的计算 .....         | 高聚英 | 邵立 淼 | 赵玉龙 | 171 |
| 30. 排毒塔加固改为烟囱的设计 .....         |     |      | 黄典宏 | 177 |
| 31. 建筑物加层中的层间隔震方法 .....        | 施卫星 | 王 群  |     | 183 |
| 32. 木构架体系古建筑抗震性能分析 .....       | 黄建设 | 黄秀云  |     | 188 |
| 33. 古建筑抗震能力评估及震害预测 .....       | 黄秀云 | 李金山  |     | 193 |
| 34. 中国古建筑中的减震和隔震设置 .....       |     |      | 刘中罕 | 198 |
| 35. 水源路商场营业楼的改造及抗震加固设计 .....   | 张国堂 | 邵立 淼 | 胡志强 | 205 |

#### (四) 建筑结构的补强与加固

|                                      |                     |     |
|--------------------------------------|---------------------|-----|
| 36. 高效预应力加固技术 .....                  | 项剑锋                 | 210 |
| 37. 预应力加固法设计计算方法的研究 .....            | 李延和 陈 贵 秦新刚 郑 备 忻 建 | 217 |
| 38. 南京中央商场结构加固设计 .....               | 陈德文                 | 228 |
| 39. 高效能结构补强混凝土的工程应用 .....            |                     |     |
| ..... 袁迎曙 袁广林 姜利民 刘启康 徐步芝 钱 钢        |                     | 234 |
| 40. 化学灌浆结构补强应用研究 .....               | 李其康 张国堂 李春占         | 240 |
| 41. 砼内部钢筋锈蚀机理兼论 21 米双拼式钢筋砼屋架加固 ..... | 刘永继                 | 246 |
| 42. 屋面梁裂缝处的加固方法 .....                | 刘 琳 佟晓馨 胡晓新         | 255 |
| 43. 预应力混凝土空心楼板加固的几种方法 .....          | 苏余晴 管立夫             | 260 |
| 44. 钢筋砼现浇楼板加固与补强方案简介 .....           | 杨太文                 | 264 |
| 45. 济南某厂仓库楼板补强加固工程实例 .....           | 张以毅                 | 268 |
| 46. 某厂房加固分析及处理 .....                 | 熊金根                 | 272 |
| 47. TN 混凝土结构加固方法的试验研究 .....          | 邓天宇 黄小许 唐智勇         | 279 |
| 48. 浅谈淮阴面粉厂车间结构加固 .....              | 李 剑                 | 288 |
| 49. 几个工程事故处理实例 .....                 | 叶漫霖 王学坤 吴西伦 郭树茂     | 292 |

## 下 册

#### (五) 建筑物的增层与改造

|                                |     |     |     |     |  |     |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|--|-----|
| 50. 五层砖混结构整体顶升底部加层技术 .....     | 侯伟生 | 陈振建 | 潘耀民 | 龚一鸣 |  | 302 |
| 51. 外套框架加层的探索与实践 .....         | 孙伟民 | 韩选江 | 任国华 |     |  | 308 |
| 52. 大跨度外套框架增层结构设计 .....        |     |     | 胡允樺 |     |  | 312 |
| 53. 施工中房屋进行增层的设计方法 .....       | 汪恒在 | 汪跃进 |     |     |  | 318 |
| 54. 唐山市百货商场增层改造项目的技术处理 .....   |     | 刘金生 |     |     |  | 322 |
| 55. 旧房加层及内部分隔改造的设计与施工 .....    |     | 周云亮 |     |     |  | 326 |
| 56. 建筑物加固改造实例介绍 .....          |     | 崔秉安 |     |     |  | 330 |
| 57. 关于目前广州地区建筑改造工程中的若干问题 ..... |     | 陈 进 |     |     |  | 335 |
| 58. 旧厂房改造扩建结构设计简介 .....        | 曾 侠 | 庞国良 |     |     |  | 342 |



|                                    |        |     |
|------------------------------------|--------|-----|
| 59. 在承载状态下增设钢筋混凝土柱和墙梁 .....        | 米庆佐    | 345 |
| 60. 大型油罐基础纠偏技术研究与应用 .....          | 贾庆山    | 351 |
| 61. 广州市某八层框架结构住宅楼纠倾及基础加固方案初探 ..... | 许良     | 356 |
| 62. 房屋加层改造中的供暖系统设计 .....           | 李春占    | 364 |
| 63. 地震区框架结构上加层大空间房屋的设计实例 .....     | 刘琳 赵英民 | 370 |
| 64. 某营业楼的加层结构设计 .....              | 沈飞 陈曙  | 379 |
| 65. 浅谈大跨度砌体结构底层托空技术 .....          | 冯军 陈曙  | 383 |
| 66. “迭合连续式楼板”在老楼楼面改造中的计算和运用 .....  | 范廷证    | 392 |

## (六) 建筑物的维修与保护

|                                |         |     |
|--------------------------------|---------|-----|
| 67. 中国的城市房屋建筑灾害与减灾对策 .....     | 王晓鸣     | 399 |
| 68. 扬州五亭桥的修缮 .....             | 潘德华     | 405 |
| 69. 扬州旌忠律寺大殿的修缮 .....          | 孙世同     | 410 |
| 70. 房屋建筑诊断和维修、加固措施 .....       | 陈博华     | 414 |
| 71. 屋面渗漏原因分析与对策 .....          | 周德江     | 419 |
| 72. 屋面渗漏原因与预防途径 .....          | 张德元     | 422 |
| 73. 福州“五四”游泳馆工程加固 .....        | 李玉汕     | 425 |
| 74. 盐化工厂蒸发器支承结构系统加固的有效途径 ..... | 陈延辉 常溪洁 | 430 |
| 75. 某厂房增设天窗的可行性研究 .....        | 杨新华 梁江波 | 435 |
| 76. 某厂 4000 吨高位储水池缺陷诊治 .....   | 李亚平 梁江波 | 439 |

## (七) 基础工程与其他问题

|                                     |             |     |
|-------------------------------------|-------------|-----|
| 77. 试论沉井的工程应用 .....                 | 钟孝武 黄祥镛 方道星 | 444 |
| 78. 圆截面挡土桩配筋的简化计算 .....             | 李钧民         | 449 |
| 79. 拆除老油罐建造大型油罐的工程问题 .....          | 贾庆山         | 457 |
| 80. 佳市粮油加工厂锅炉房改建的基础设计简述 .....       | 郭新 李美霜 邱阳   | 462 |
| 81. 某小砌块住宅楼不埋板式基础不均匀沉降事故分析与处理 ..... | 黄泽德 黄翊兴     | 465 |
| 82. 常州国贸基坑侧向土压力的测试与分析 .....         | 卫龙武         | 470 |
| 83. 砂井—强夯法加固饱和软粘土的机制初探 .....        | 赵建国 朱文凯     | 476 |
| 84. 双灰砂桩在地基处理中的应用 .....             | 刘利民         | 481 |
| 85. 工业建筑的设计和生产使用管理中若干问题的探讨 .....    | 杨雅轩         | 490 |
| 86. 在有碱—骨料反应的混凝土工程中影响破坏程度的因素 .....  | 金钦华         | 497 |
| 87. 混凝土中钢筋的半电池电位试验方法 .....          | 薛育          | 502 |
| 88. 高寒林区毛石拱桥的工程实践 .....             | 连城壁         | 506 |
| 89. 某冶炼厂泄漏电流的检测 .....               | 孙健 杜雷       | 510 |
| 90. 国外测试技术之新发展 .....                | 宋永祥 黄粤      | 516 |
| 91. 用静压桩加固某办公楼条基不均匀沉降 .....         | 董世江         | 522 |

# 五层砖混结构整体顶升底部加层技术

侯伟生 陈振建 潘耀民 龚一鸣

福建省建筑科学研究院

[内容提要]目前顶升技术在我国已有一定的应用范围,为了更大地发挥顶升技术的效益,提高技术水平,我院近年研究出整体顶升底部加层的新技术,本文就某住宅楼的加固、纠倾、整体顶升底部加层的应用实例,介绍了整体顶升底部加层的技术。

## 一、工程概况

福州市电影公司住宅楼,位于西洋小区北面,于1980年兴建建筑物长23.7m,宽8.9m为五层砖混结构住宅楼,基础采用钢筋砼条形基础。

该工程地质简况为:(1)杂填土:厚1.5~1.8m;粉土:0.3~0.5m;(2)淤泥:厚10~12m,灰黑,饱和,流塑~软塑;(3)淤泥,粉细砂交互层:厚5~7m;(4)细砂类淤质土:厚5~8m。

本住宅楼建成后,由于淤泥土层软弱造成建筑物的较大沉降(约50~60cm),加大重心与形心偏差造成北倾达17%,已属于危房,这样使用功能也受到严重的障碍。因此委托我方进行处理。

## 二、处理方案的选择

(1)针对本住宅楼沉降及倾斜现状,其地面标高已经太低,必须进行纠正及整体顶升,方能满足使用功能及安全度。另一方面根据地质情况及福州地区的经验本住宅楼的沉降,据软土地基上建筑物的变形推测,该地基的固结度应在75%左右,因此尚未稳定必须对地基进行部分补偿,考虑30%托换加固地基,使地基稳定。

(2)从使用功能考虑,当能整体顶升2.4m,则可增加一层2.2m的杂物间,这对于用地十分紧张的市区是具有很高的使用价值,经研究的整体顶高2.4m后修复出-2.0m的杂物间,原底层地面升高到2.0m。其经济效益也是明显的。

## 三、整体顶升的设计

### (一)顶升纠倾的结构设计

倾斜建筑物的纠倾及建筑物的整体顶升是在顶托结构物的基础上完成的。要使整幢建筑物靠若干个简支点的支承完成平衡上升转动,除需要结构体的整体性比较好外,尚需要有一个与上部结构连成一体具有较大刚度及足够承载力的支承体系——加固托换架(柱)体



系。对不同结构类型采用不同的结构托换体系。

砌体结构的荷载是通过砌体传递的,根据顶升的技术原理,顶升时砌体结构的受力特点相当于墙梁作用体系,由墙体与托换梁组成墙梁,其上部荷载主要通过墙梁下的支座传递。也可将托换梁上的墙体作为无限弹性地基,托换梁作为在支座反力作用下反弹性地基梁。

#### 1) 计算原则:

因托换梁是为顶升专门设置的,因此在施工阶段对托换梁按钢筋砼受弯构件进行正截面受弯承载力和截面受剪承载力及托换梁支座上原砌体的局部承压的验算。

#### 2) 设计跨度:

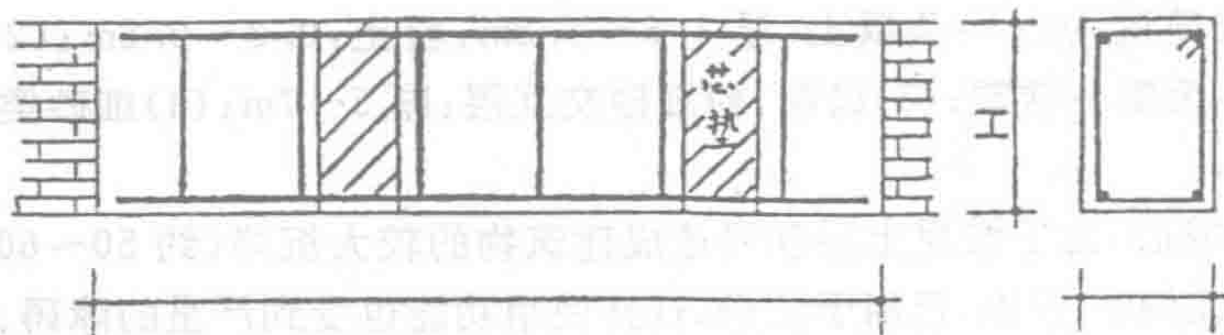
一般根据墙体的总延长米及千斤顶工作荷载进行分配得出平均支承点设计跨度,计算是按相邻三个支承点的距离之和作为设计跨度,进行托换梁设计。

3) 当原墙体强度(承载力)验算不能满足要求时,应该调整或对原砌体进行加固补强。

### (二) 顶升纠倾施工平面设计

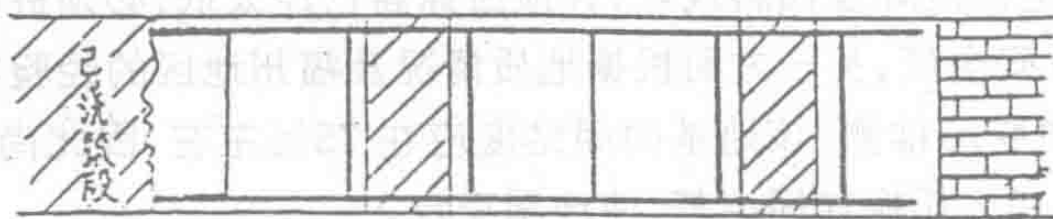
#### 1、托换梁的分段施工

墙砌体按平面应力问题考虑,是有拱轴传力的作用,一般在墙体内打一定距离的洞,并不影响结构的安全,为了保证托换时的绝对安全在托换梁施工段内设置若干个支承芯垫(图 1)



(图 1)

分段施工应保证每墙段至少分三次,每次间隔时间要等托换梁砼强度达到 50%后方可进行邻近段的施工,临近段的施工应满足新旧砼的连接及钢筋的搭焊要求(图 2)。



(图 2)

对门位窗位同样按连续梁筑成封闭的梁系,整体顶升就位后门窗位的封闭梁系切除,同样应考虑节点及转角的构造处理。

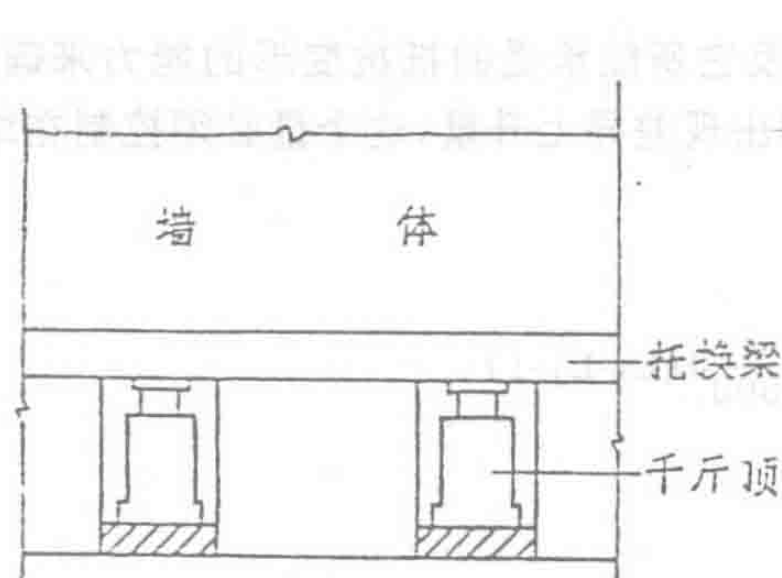
#### 2、托换梁的设计

根据建筑物形体及自重,设计考虑用 130 台 32 吨千斤顶实施整体顶升,各顶升点间距不超过 1200,顶升梁采用 C<sub>30</sub> 碎石砼,断面为 480×240,由于千斤顶上顶部面积较小,虽然可采取钢垫板来扩散局部应力,但其局部承压及剪应力仍相当大,因此设计上考虑加密箍筋并在施工上尽可能提高砼标号,并保证顶升梁连接处的施工质量、托换梁同时作为底层的圈梁,因此,尽可能降低标高,接近原地面。

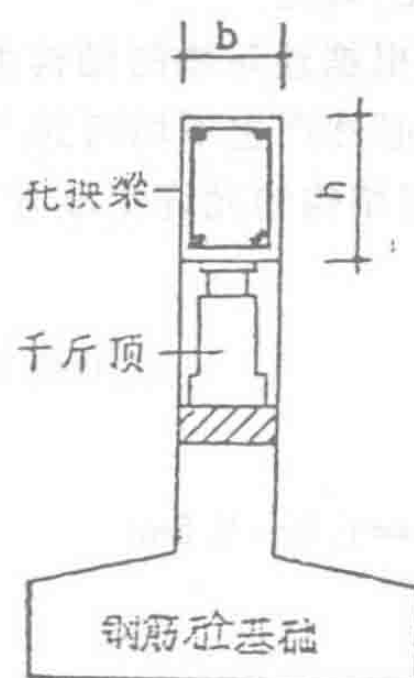
#### 3、顶升底座处理

作为一次顶升,只要对洞下部的砌体替换成砼就可解决。采用两次顶升,面临着极大的困难,包括整体稳定性,强度等方面的难题,因此在顶升完一次后要进行全面的加固补强,具体的方案是对角点、受力点采用钢筋砼浇筑底座纵向与墙体、钢筋拉结、加强整体性,对受力较小的则采用高标号浆砌砖体加砼垫层承受局部压力。

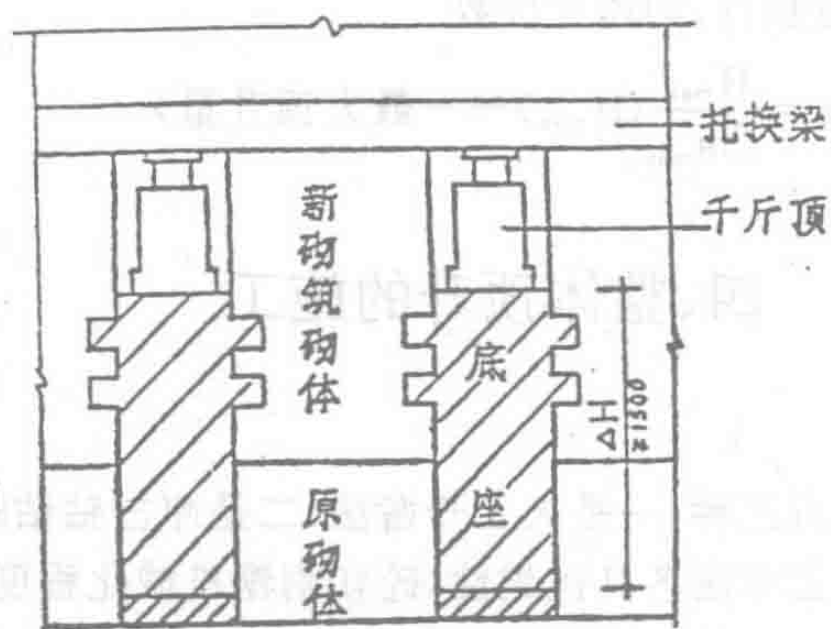
当顶升到一定高度后,千斤顶底座垫高,这时建筑物的稳定性降低,要继续顶升已有危险,则应地千斤顶底进行逐个处理,处理的方法一般是间隔浇筑早强砼,加适量的构造配筋,将底座升高到初始顶升位置(图 3-5)



(图 3)



(图 4)



(图 5)

#### 4、千斤顶的设置

顶升点的设置一般根据建筑的结构形式,荷载及起动器具、工作荷载来确定。同时考虑结构顶升的受力点进行调整避开窗洞、门洞及受力薄弱位置。

#### (三)顶升量的确定

一般顶升量应包括三个内容:

a. 建筑物已有不均匀沉降的调整值;

$$h_{L1} = \beta_E \cdot L_{E1} + \beta_N \cdot L_{N1}$$

$\beta_N \cdot \beta_E$ —建筑物南北向及东西向倾斜

$L_{N1} L_{E1}$ —计算点到建筑物基点南北向及东西向的距离。

b.  $h_2$ —根据使用功能需要的整体顶升值

c.  $h_{31}$ —地基土剩余不均匀变形测算调整值,在选择方案的变形测处时测得一般 $< 3\%$ 。

$$h_1 = h_{21} + h_2 + h_{31}$$

#### (四)顶升频率的确定

顶升的频率应根据建筑物的结构类型以及它所能承受的抵抗变形的能力来确定,千斤顶在操作的过程中必然产生不均匀的上升,即出现差异上升量,这个量必须控制在结构允许的相对变形内,根据结构的允许变形有

$$\Delta H \leq \left( \frac{1}{200} \sim \frac{1}{500} \right) (L_1 - L_{1-1})$$

一般地  $L_1 - L_{1-1} = 1.2 \sim 1.5\text{m}$

$$\Delta H \leq \left( \frac{1}{200} \sim \frac{1}{500} \right) 1.2 \sim 1.5$$

$$\therefore \Delta H \leq 5 \sim 10\text{mm}$$

以顶升时的最大点作为控制点,则顶升次数

$$n = \frac{H_{\max}}{\Delta H_{\max}} (H_{\max}) \text{——最大顶升量}$$

## 四、整体顶升的施工

### 1、施工机具

1)托换:托换常用的方法有三种:一是人工开凿法,二是冲击钻钻凿孔后工人开凿,三是采用砼切割机糟段。三种施工方法各具优越性,砼切割机机械化程度高,施工比较文明,对原墙体的损伤较小,但机械费用比较高,我们从美国引进一套 ISC 合金钢砼切割机,在砌体结构托换中使用良好,用人工开凿噪声较大。

2)千斤顶:千斤顶有手动(螺旋式及油压式)及机械油泵带动两种,采用人工操作的千斤顶顶升时需要大量的操作工,操作过程中会出现不均匀性,但其成本低,采用高压泵站控制的液压千斤顶机械化程度高,但成本贵,费用较高,采用千斤顶有:

手动螺旋千斤顶 300~500KN 工作荷载。

手动油压千斤顶 300~320KN 工作荷载。

高压泵站——液压千斤顶系统,这系统要经过专门设计,特殊制造,一个高压泵站同量带动多台千斤顶,目前我们采用的有4台泵站,每台泵站可以带动10台千斤顶组成40台套的连动液压千斤顶系统。高压泵站的最高压力70MPa,千斤顶的工作荷载500KN。



### 3) 顶升量的测控设备

顶升量一般均比较大,整个过程最大达 1.5m,当使用小量程计量时,调整次数过多,反而影响精度,因此顶升过程量的控制,我们选择指针标尺控制及电阴应变滑线位移计控制两种,后者累计误差 $\pm 1\text{mm}$ ,前者误差大一些但完全可以满足顶升频率的要求。

### 4) 其他土建施工必备的工具

5) 承托件、垫块:千斤顶顶升到一定位置后,要换行程,这时就需要有足够承压力及稳固的铁块来作为增加高度的支承体,一般采用砼芯外包钢板盒的专用承托垫块,这些垫块要求要有各种规格以适应行程不同的需要,同时要制一些楔形块对顶升后的空隙对楔视垫作为预防措施。

## 2、托换施工

托换梁的施工应按设计要求的顺序及几何尺寸进行,施工中的钢筋砼施工尚应按照《钢筋砼施工规范》及相应的规程标准进行施工及质量控制,托换梁的施工要采取一定措施进行砼与下部墙体的隔离。

## 3、千斤顶的设置

千斤顶按设计位置进行设置,有个别因为现场实际情况作调整,但必须经设计同意。为了确保每个千斤顶位置顶升梁及底垫的安全可靠,顶升前应进行不少于 10% 的抽样,抽查加荷值应为设计荷载的两倍。

## 4、顶升实施

两次顶升均应在托换梁、千斤顶、底垫等都达到要求后,即可进入顶升实施,顶升的实施要有统一指挥,同时配有一定数量的监督人员,操作人员必须大多有经过训练过的,要有纪律有组织,服从指挥,因此我们大多邀请当地工程兵等支持帮助参加实际顶升操作。这样就能保证实施的顺利。对较小的建筑物高压泵站系统足够情况下,可采用全液压控制。也可以采用液压系统及工人操作相结合进行。本次顶升分两次进行,最大顶升高度 2.40m。

## 五、顶升加层的底层结构处理

新增加的底层墙体要能承受原整幢建筑物的荷载,因此除保证墙体的强度外,尚应对每个节点加设与基础连接的构造柱(框架柱需按新的轴力,弯矩考虑其断面)。利用托换梁作为原一层底(新一层顶)的圈梁,对门洞尚需另作加强处理,楼板采用预制板加整浇层或采用现浇处理均可。

各项处理均应满足现行规范的要求,不降低原建筑物的安全度。

为了满足增层后的整体稳定性,在建筑物的各个节点增设与基础及托换梁连接的构造柱,为了满足圈梁的连续性,在门位下增加足够搭接长度的槽钢型梁。

顶升完毕后,紧接着砌体填充,要求填充密实,特别是与托换梁的连接处要求堵塞紧密,而后进行千斤顶间隔拆除,千斤顶的拆除必须待连接砌体达到一定强度后方可进行。拆除后的千斤顶洞位,根据原砌体的强度等级,采用砌体堵筑或采用钢筋砼堵筑。

全部千斤顶拆除完后即可进行全面的修复工作,包括墙体、地面等。

## 六、地基加固的设计与施工

### 1、锚杆静压桩的设计

根据场地及附近的地质资料,设计锚杆桩断面为  $250 \times 250$ , 桩长 20m, 单桩设计承载力 200KN。

布桩按结构总荷载 25%, 加上增加底层的荷载, 其布桩 32 根。

### 2、锚杆静压桩的施工

①开凿压桩孔上口  $300 \times 300$  下口  $400 \times 400$

②埋设锚杆

③压桩接桩, 压桩力控制 300KN, 接桩采用硫磺胶泥接桩。

④封孔采用  $C_{30}$  微膨胀早强砼封孔。

## 七、纠倾整体顶升固加层效果

经过纠倾后建筑物的垂直度满足规范要求, 建筑物的安全度得到恢复, 整体顶升后修复增加了 200 多米<sup>2</sup> 的杂物间, 居住条件得到明显的改变, 底层不再是潮湿、涝水、阴暗了。经过地基加固后建筑物的变形得到控制, 处理后经济效益百万元以上。

孙伟民 韩选江 任国华 南京建筑工程学院

[内容提要] 本文对外套框架加层设计中的一些问题进行探讨,并结合工程实例对旧房与外套框架的地震力分配,旧房的抗震,外套框架的选型等问题作了分析,提出外套框架加层设计中应重视的一些关键问题。

在旧房增层改造中,若增加楼层较多,旧房的基础和上结构不能承受新增的荷载,或因多方面条件限制(如在加层施工期间旧房使用功能不能停止;加固旧房的基础和上部结构造价较高,技术难度较大等),则往往采用外套框架加层方案。

外套框架加层结构方案具有新增层数不受限制,增层部分的建筑平面不受旧房平面的限制,更多节约用地等优点,若在结构上处理得当,仍不失为增层设计中值得采用方案。

我们在对电子工业部第十四研究所02号宿舍增层改造中,结合工程实践,对外套框架方案及相关问题作了一些探索,供同行讨论。

## 1. 旧房概况

02号宿舍为1957年建造的三层砖混结构宿舍,钢木屋架,横墙承重,横墙间距3.85m,外内纵墙各两道。旧房及增层后的剖面见图1。

由于旧房横墙间距较小,根据《工业与民用建筑抗震鉴定标准》TJ23-77,旧房不必作抗震加固。加层后根据内力分析,需对旧房作抗震承载力验算。

旧房地质条件较差,地基土持力层为填土层。基础为3:7灰土垫层上的砖砌大放脚,这给增层部分的基础设计和施工带来一定的难度。

业主要在旧房上增层四层,并要求在施工期间保证底层和二层照常居住。

## 2. 增层方案

鉴于上述情况,经方案比较,决定采用外套框架增层结构方案。为节省造价,减轻外套框架荷载,挖掘旧房的承载潜力,新增四层中的第五、六、七层由外套框架承受,第四层由旧房直接承受。新增部分的墙体,采用加气砼砌块,以减轻重理。外套框架基础采用人工挖孔灌注桩。

外套框架虽有不少优点,但在地震区存在以下的严重缺陷:

- (1) 重心偏高,头重脚轻,上刚下柔;
- (2) 底层跨度大,底层薄弱;
- (3) 竖向刚度在底层突然变小,形成“高脚鸡”状的不利抗震的结构形式。

针对上述缺点,我们在结构选型上作了一些探索,以期消除和减轻上述不利的影响。

- (1) 外套框架采用层层抬,各层的跨度相等。

(2) 结合基础工程,适当加大外套框架跨度,减小房屋的高宽比,减小地震引起的柱子轴力,该工程增层后的高宽比为1.69。

(3) 选用刚度较大的工形柱(见图2),以增大框架的侧移刚度及减轻构件自重。工形柱高度结合建筑上阳台分隔要求定为1.3m,工形柱兼起分隔阳台作用。选用刚度较大的工形柱给梁端带来很大的约束,可以减小梁的跨中弯矩和挠度,从而减小梁的高度。该工程跨度为14.4m,梁高仅1.05m,梁高减小使层高降低,从而降低造价。另一方面,当采用整体式方



案时,外套框架柱的刚度不能太小,否则旧房承受新增部分水平地震力的比例将加大,加重旧房的负担,甚至导致旧房墙体地震时破坏。

(4) 采用旧房顶部与框架柱铰接的整体式方案,使底层柱的高度从14.44m降至11.14m,以提高底层柱的侧移刚度,减轻上刚下柔的影响。从整体来看,框架底层柱与旧房横墙共同组成框架-剪力墙结构体系,减小竖向刚度在底层突变的影响。

### 3. 计算简图与受力分析

为了保证旧房和新增部分在地震力作用下的安全可靠,应按实际工作情况作受力分析。

根据旧房顶部用圈梁与框架柱连接及第四层楼面现浇的实际情况,按图3所示的计算简图作结构的内力分析。为方便分析对比,并按分离式模式,对纯框架简图作内力分析。

把旧房的横墙作为剪力墙应考虑纵墙作为其翼缘的影响,否则可能偏于不安全。翼缘宽度取法可参照文献[1]中有关墙梁翼缘的取法及实际情况而定。在确定剪力墙刚度时,可考虑剪切变形的影响。

内力分析表明,本文实例的剪力墙承受部分框架的水平地震力,如图3所示结构发生地震时,剪力墙与框架连接的连杆为拉力,即剪力墙阻止框架侧移。与纯框架对比来看,加了剪力墙之后,第四层侧移减小约27%。

剪力墙与框架之间作用的大小和方向取决于两者刚度的比值,当剪力墙刚度大于框架柱刚度时,剪力墙阻止框架侧移,剪力墙吸引部分框架地震力,反之亦然。因此须仔细确定剪力墙的刚度,估计过高,可能使框架不安全;估计过低,可能使旧房墙体不安全。

当采用整体式外套框架方案时,应对剪力墙(旧房横墙)与外套框架之间的作用力予以高度重视。特别在下述几种情况下更应谨慎,必须验算旧房墙体的抗震能力。

(1) 旧房层数较少,而新增层数较多;

(2) 旧房墙体的砖强度等级较高,而砂浆强度等级较低;

(3) 旧房横墙间距较大,而横墙长度较大。

上述(1)是因为旧房横墙高宽比较小,刚度较大,而新增的地震力又较大,旧房墙体可能吸引较多的地震力而破坏。(2)是因为砌体的弹性模量为若干倍的砌体抗压强度,而抗剪强度仅取决于砂浆强度等级,用高强度砖和低强度砂浆砌筑的砌体其抗压强度并不低。故其弹性模量也不低,也即刚度并不降低,但其抗剪强度却很低,这种砌体的刚度大与抗震承载力低的矛盾比较突出,在地震时容易破坏。(3)是因为横墙刚度很大,平面布置又集中,考虑空间协同工作,该墙必然承担很大的地震水平力,从而可能在地震时发生破坏。

### 4. 分离式与整体式方案的选用

分离式方案传递水平力的路线明确,与旧房互不相干,但也不能互相利用对方的潜力。当存在上述三种情况时,宜采用分离式方案,并对旧房作抗震鉴定和加固。

整体式方案要考虑外套框架与旧房横墙的共同工作,要根据实际连接情况,选取合理计算简图作内力分析。通常可考虑按空间协同工作的框架-剪力墙结构体系进行内力分析。

本文实例的框-剪结构除在墙顶有联系外,柱与墙在其它部位无连接,这种方案受力明确,便于受力分析。另一种方案是旧房与柱之间用砖砌死,此时外套框架兼作旧房的构造柱,可提高旧房墙体的延性,但框架柱受力比较复杂,除按一般框-剪体系分析内力外,还须考虑旧房墙体对柱的影响。

通常选择方案时,应对所选用的方案进行内力分析和比较,选用结构合理、受力可靠、有利抗震、造价较低、施工简便的方案,并要考虑建筑上的功能和美观(如本文实例中工

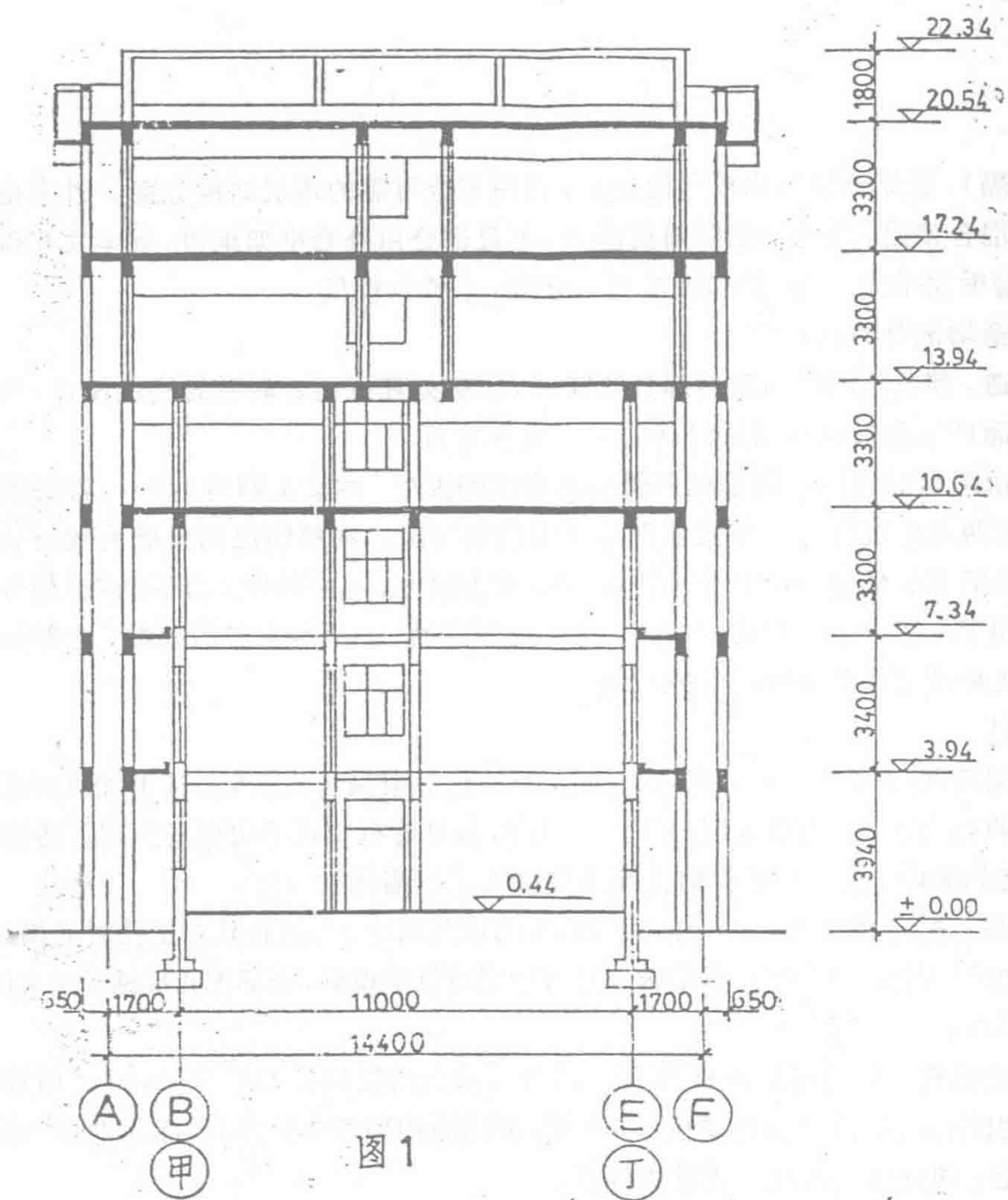


图 1

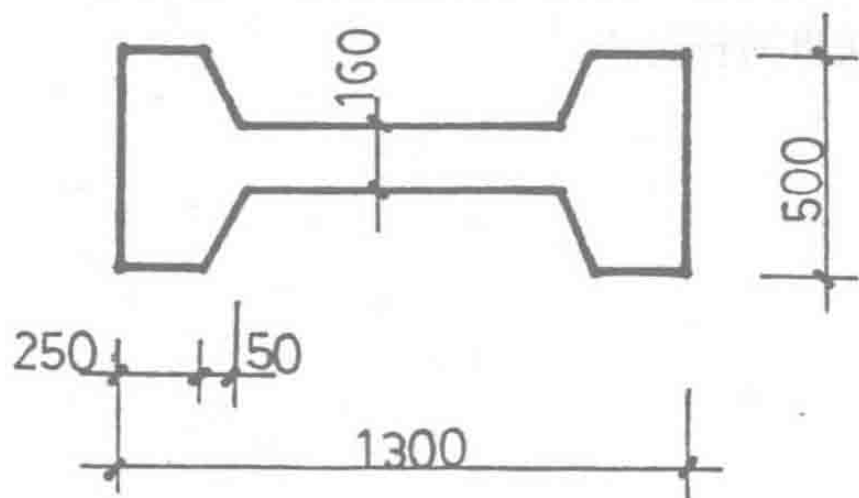


图 2

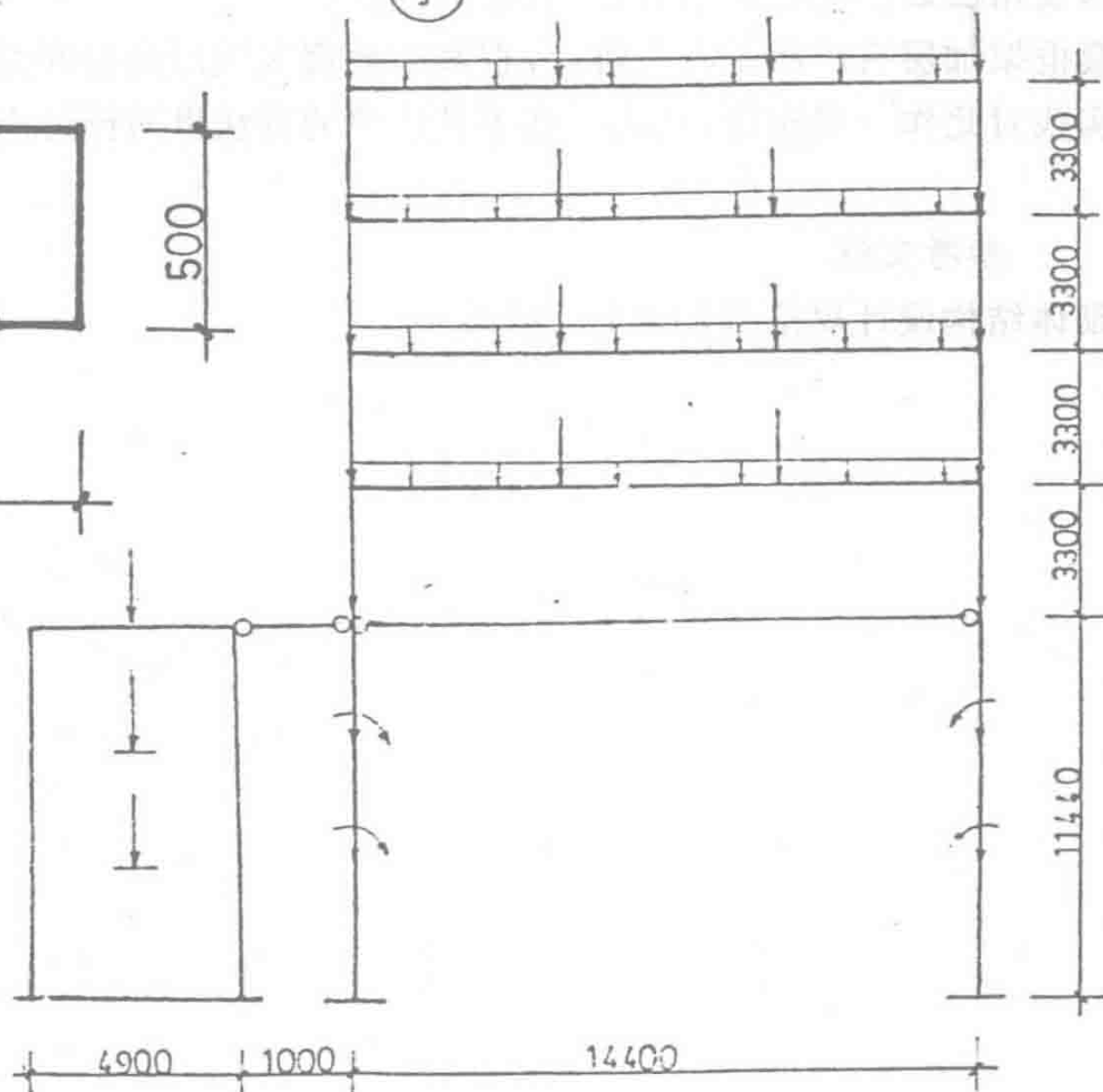


图 3

形柱兼作阳台分隔),经充分方案比较和论证后,选用安全可靠的增层结构方案。外套框架也可与旧房挖潜混合使用,先充分挖掘旧房潜力,不足部分用外套框架承担,如本文实例旧房上加一层,外套框架承受三层,这样做法更为合理,造价也较低。

#### 5. 旧房与新增部分的联系设计

旧房增层改造,涉及到旧房与新增部分的联系,正确处理好两者联系的构造设计,防止两者不均匀沉降而产生的裂缝是增层设计的一个重要方面。

通常旧房的沉降已经完成,外套框架受荷总有沉降发生(本文实例为8mm)。若是整体式方案,则应考虑两者的沉降差。本文实例采用后浇带方法。在第四层阳台板上做通长的后浇带,第四层至第五层楼梯休息平台悬挂在外套框架梁上,并在梯步上留后浇带,使外套框架与旧房完全分离,待主体工程完成后,再将后浇带浇灌。从本文实例来看,这种做法效果很好,未发现两者沉降差异而产生的裂缝。

#### 6. 基础设计

通常外套框架荷载较大,且距旧房基础甚近,若外套框架采用浅基础,其附加应力必然要影响旧房基础的持力层,从而引起旧房不均匀沉降,故外套框架以采用桩基为宜。考虑到挤土,振动对旧房的影响,桩基宜采用钻孔灌注桩或人工挖灌注桩为好。

本文实采用人工挖孔灌注桩。由于旧房基础持力层为填土,为防止其在挖孔时崩塌,在施工中采用“跳挖”方法,并在整个基础施工过程中坚持沉降观测,全部挖孔桩施工结束时,旧房最大沉降仅3mm。

7. 本文实例原有三层的建筑面积为2208.32m<sup>2</sup>,增加四层后扩大了3706.57m<sup>2</sup>增加面积为原有房屋面积的1.68倍,预算总造价170万元,新增面积预算单价为458.6元/m<sup>2</sup>。该项工程投入使用已近一年,业主对此工程甚为满意。

外套框架加层有广泛的应用前景,但其在地震区应用尚有许多值得研究之处。我们结合工程实践对此作一些探讨,提出一些不甚成熟看法供同行讨论。

#### 参考文献

1. 砌体结构设计规范 GBJ3-88, 1988