

建筑物诊断系列集

第二集

建筑物的现代检测方法

蒋之峰 何肇弘 选编



建筑技术情报研究室

建筑物诊断系列集

第二集

建筑物的现代检测方法

蒋之峰 何肇弘 选编

冶金部建筑研究总院技术情报研究室

1985年7月

本集由两部分组成：《建筑物的现代检测方法》和《建筑物的定期检测》。

《建筑物的现代检测方法》(俄文)中的部分章节特约**郭佩玖**同志翻译；《建筑物的定期检测》(日文)特约**董凯尧**同志翻译。谨致谢意。

建筑物诊断系列集

第二集

建筑物的现代检测方法

蒋之峰 何肇弘 选编

*

冶金部建筑研究总院技术情报研究室(内部)出版

(北京海淀区学院路43号)

北京景山学校印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：10 字数：249600字 插页 2

1985年7月第一次印刷

目 录

一、建筑物的现代检测方法

序言	(1)
第一章 已有建筑物的特点	(1)
1-1 老式建筑物及其缺陷	(1)
1-2 全装配建筑物及其缺陷	(3)
1-3 排除承重结构缺陷的方法	(6)
第二章 结构的检测方法	(10)
2-1 非破损方法在试验室和现场结构检测中的应用	(10)
2-2 使用中建筑物的现场检测方法	(12)
2-3 使用中的建筑物结构构件状态的评价	(20)
第三章 建筑物检测采用的仪器	(26)
3-1 测定材料强度的仪器	(26)
3-2 测定建筑结构几何参数的仪器	(29)
3-3 量测变形的仪器	(31)
3-4 探测金属的仪器	(32)
3-5 测定结构缺陷的仪器	(35)
3-6 测定建筑材料物理参数的仪器	(38)
3-7 移动式试验站	(41)
第四章 砖结构建筑物的检测方法	(42)
4-1 建筑物使用过程中的工程诊断	(42)
4-2 大修建筑物的检测	(50)
4-3 建筑物大修后交付使用时的验收	(53)
第五章 全装配建筑物的检测	(54)

二、建筑物的定期检测

前言	(61)
第一章 建筑物的管理业务	(62)
1-1 建筑物的管理内容	(62)
1-2 容易发生的缺陷和设计上的对策	(62)
第二章 建筑物管理的现状	(66)
2-1 作为调查对象的建筑物	(66)
2-2 室内环境评价	(66)
(1) 温度、湿度	(68)

(2) 粉尘量, CO, CO ₂	(70)
2-3 日常检测.....	(72)
(1) 日常检测费用.....	(72)
(2) 日常检测人员.....	(74)
2-4 定期检测.....	(75)
(1) 定期检测的实施率.....	(75)
(2) 定期检测的费用.....	(76)
2-5 法定检测.....	(77)
(1) 法定检测的评价.....	(78)
2-6 照明、供热、供水 (略)	
2-7 清扫 (略)	
第三章 建筑物的定期检测	(79)
3-1 检测、判断、处理业务流程.....	(79)
(1) 检测阶段.....	(79)
(2) 判断阶段.....	(79)
(3) 处理阶段.....	(79)
3-2 定期检测的周期.....	(81)
第四章 建筑物的定期诊断	(83)
4-1 主体结构.....	(83)
(1) 建筑物的外围.....	(83)
a. 地面的损耗.....	(83)
b. 散水的损耗.....	(83)
c. 墙根铺砌带、厢房的损耗.....	(84)
d. 建筑物的沉降.....	(84)
(2) 钢筋混凝土结构的柱子、梁、墙壁、楼板.....	(84)
a. 柱、大梁、小梁的损耗.....	(84)
b. 墙壁的损耗.....	(87)
c. 楼板的损耗 (包括楼梯)	(88)
(3) 钢骨架结构的柱、梁、墙壁、楼板.....	(89)
a. 构件的损耗.....	(89)
b. 连接部位的损耗.....	(90)
c. 钢架梁的损耗.....	(91)
d. 耐火防护层的损耗.....	(91)
(4) 木结构的柱、梁、墙、楼板.....	(91)
a. 基础的损耗.....	(91)
b. 柱、大梁、小梁、主体结构、斜撑等构件的损耗.....	(91)
c. 连接部位的损耗.....	(92)
d. 梁的损耗.....	(93)
e. 上部结构羽蚁与蚁害的发生.....	(93)

(5) 伸缩缝	(93)
a. 伸缩缝间距的变化	(93)
4-2 装修	(93)
(1) 楼板装修	(93)
a. 楼板装修材料的损耗	(93)
1) 混凝土抹面	(93)
2) 铺石 (包括人造石)	(94)
3) 磁砖铺面	(95)
4) 灰浆涂层	(96)
5) 乙烯磁砖铺面	(97)
6) 铺毡层	(98)
7) 楼板涂层	(98)
8) 现场水磨石、人造石涂层	(99)
9) 混凝土预制板	(100)
10) 镶有磁砖的混凝土预制板	(101)
11) 自由装拆地板	(102)
12) 钢楼板	(104)
13) 铺板	(104)
14) 草垫	(105)
b. 楼板检查口的损耗	(106)
(2) 墙壁装修	(106)
a. 墙壁装修材料的损耗	(106)
1) 表面无装修层的混凝土	(106)
2) 铺石 (包括人造石)	(106)
3) 磁砖铺面	(107)
4) 灰浆抹面	(107)
5) 蒸压轻混凝土板	(108)
6) 混凝土砌块	(109)
7) 人造石涂层	(110)
8) 熟石膏涂层、麻刀石灰涂层	(110)
9) 预应力混凝土护墙 (包括预制混凝土板)	(110)
10) 镶磁砖的预应力混凝土护墙 (包括预制混凝土板)	(111)
11) 铝护墙	(111)
12) 金属板	(113)
13) 铺板 (石棉板、石板也包括在内)	(113)
14) 木质铺板	(114)
15) 墙壁装修铺面材料	(115)
16) 活动式隔墙	(115)
17) 防烟悬壁	(116)

b. 墙壁灰缝和护墙周围的封缝材料	(116)
c. 抹 梯	(117)
d. 落水管	(118)
1) 钢制落水管	(118)
2) 硬质氯化乙烯落水管	(118)
e. 扶手	(119)
1) 金属扶手	(119)
2) 预制混凝土扶手	(120)
3) 木扶手	(120)
(3) 窗扇、窗框	(120)
a. 窗扇、窗框的损耗	(120)
1) 铝窗	(120)
2) 钢窗	(121)
3) 不锈钢窗	(122)
b. 窗扇、窗框安装状态的损耗	(123)
c. 密封材料的损耗	(123)
d. 百窗叶的损耗	(123)
1) 条板以及底板的损耗	(123)
2) 百叶箱的损耗	(124)
e. 百叶窗安装状态的损耗	(124)
f. 玻璃止动部件的损耗	(124)
1) 油灰的损耗	(124)
2) 封缝材料的损耗	(124)
3) 氯化乙烯墙角护条的损耗	(124)
4) 垫圈的损耗	(125)
(4) 顶棚	(125)
a. 顶棚装修材料的损耗	(125)
1) 表面不加修整的混凝土	(125)
2) 石面 (包括人造石)	(125)
3) 磁砖面	(126)
4) 灰浆层	(126)
5) 镶嵌木丝板的顶棚	(126)
6) 装有隔热材料的顶棚	(126)
7) 熟石膏涂层	(127)
8) 预制混凝土板	(127)
9) 金属压型板	(127)
10) 石棉板	(128)
11) 木质板	(128)
b. 顶棚检查口的损耗	(129)

c. 百叶箱的损耗	(129)
1) 木箱	(129)
2) 金属箱	(129)
(5) 屋顶	(130)
a. 屋顶装修材料的损耗	(130)
1) 裸露沥青防水层	(130)
2) 沥青防水层填加混凝土	(130)
3) 沥青、混凝土、灰浆防水层	(131)
4) 沥青、混凝土、磁砖防水层	(131)
5) 沥青、砂石防水层	(132)
6) 薄板裸露防水层	(132)
7) 薄板、混凝土防水层	(132)
8) 薄板、混凝土、沙浆防水层	(132)
9) 涂膜防水	(133)
10) 灰浆防水层	(134)
11) 金属板屋面	(134)
12) 波形金属板屋面	(134)
13) 铺瓦屋面	(135)
14) 玻璃屋面	(135)
b. 伸缩缝的损耗 (沥青混合物)	(136)
c. 压顶的损耗	(136)
1) 混凝土压顶	(136)
2) 镶有磁砖的压顶	(136)
3) 灰浆涂层压顶	(136)
4) 金属板压顶	(136)
5) 预应力混凝土板压顶	(137)
d. 屋面排水管的损耗	(137)
e. 封缝材料的损耗	(138)
第五章 建筑物的修补	(139)
5-1 修补材料	(139)
(1) 粘接材料	(139)
a. 粘接材料的分类	(139)
b. 粘接材料的性能	(139)
(2) 涂敷材料	(141)
a. 砂浆的分类	(141)
b. 掺树脂砂浆	(141)
c. 树脂砂浆	(142)
5-2 修补方法	(143)
(1) 浇注法	(143)

a. 机械浇注法.....	(143)
b. 手动浇注法.....	(143)
(2) 充填法.....	(144)
(3) 涂敷法.....	(145)
(4) 金属器具加固法.....	(145)
a. 扒钉固筋法.....	(145)
b. 钢筋贴面法.....	(146)
c. 钢板贴面法.....	(146)

序 言

现代的建筑物（住宅房屋）是复杂的工程结构物，对它总是提出越来越高的要求。提高建筑物管理水平，要有合理的管理组织形式，建立建筑物服务系统。以便在花费最少的资金与人力的条件下，进行现代化的高质量的维修。

建筑物技术管理的基础是：设计时应考虑管理的要求；建立不同阶段（验收、使用过程中）建筑物状态的检测制度；组织有计划的预防性维修。

不同使用阶段的检测目的是不一样的。验收时要求评价施工质量；使用初期要求查明和预计突然的沉降；使用过程中需要确定应清除的缺陷与损伤；大修前要求确定其工作量及形式，检查主要结构构件的承载能力。

目前，建筑物状态的检测制度已经拟定，检测方法也已建立，并拥有其实施的设备。

在建筑物管理实践中，运用科学的方法评价它的技术状态，将有利于最快地实现有计划的预防性维修制度。

第一章 已有建筑物的特点

1-1 老式建筑物及其缺陷

老式住宅建筑的墙大多是砖砌的，绝大多数墙都具有较大的安全系数。现代建筑物墙的厚度为64cm或51cm，主要决定于热工计算。在十九世纪末至二十世纪初的建筑物中，3至4层房屋的砖墙厚度为70至100cm。大多数建筑物的墙用混合砂浆和石灰砂浆作为胶结料。砖房的空间刚度，特别是在低层，用密集排列的横墙保证，并在砌体中设置金属连杆，以承受不均匀沉降产生的拉应力。厨房和卫生间的墙一般是不承重的，常常修建通风道或烟道。1930年至1940年曾建造了许多轻型砌体房屋。自1950年起砖和砌块构成的混合状砌体得到广泛应用。

砖墙过梁常有三种类型：拱形砖过梁（拱形的、半圆拱形的），普通钢筋砖过梁，预制钢筋混凝土过梁。砖房屋的楼板有：木梁木楼板，金属梁木楼板，钢筋混凝土楼板。常常在同一建筑物里能发现不同类型的楼板，例如，在地下室上面是混凝土拱顶，中间层为金属梁木质楼板，顶层为木梁木质楼板。

十九世纪后半叶建造的房屋，采用大断面圆木梁的，而楼板是半圆木的。这样的楼板跨度为6至12m。较晚期建造的房屋，梁的断面和跨度减到4至8m。常常利用承重隔墙作为这些房屋的中间支柱。在三十年代建造的房屋曾广泛采用轻型木梁木楼板，跨度为4.5m，这种楼板的缺点是稳定性差、天棚易开裂。木楼板的主要缺点是木材易腐烂或虫蛀。

革命前建造的房屋有混凝土的、砖的、钢筋混凝土的楼板，主要形式是实体拱，跨度为

3~4.5m, 或金属梁上的拱。这些楼板安置在地下室和卫生间、厨房里。

现代标准砖房结构统一的形式为三道纵向承重墙(单开间式的房屋例外)。中间层楼板多数是多孔的或两个椭圆形孔的空心板。

所有单开间式砖房结构特点大体相同,但在高于14层的房屋中,10层以上的墙用空心砖砌筑,10层以下的用红砖砌筑,墙厚540mm。楼板为空心板,房屋有阳台与外廊。

造成砖房屋缺陷的主要原因是:砌体质量低劣,砌体使用不同强度与刚度的材料,应力的重新分配,房屋造在未经加固的下沉地基上,冬季违反施工规程。

砖砌体质量低劣的影响因素有:

砖墙水平和竖向灰缝不饱满,砖柱与宽度小于1m的窗间墙未按三层砌筑法拉结,在每层楼板标高处和外墙拐角等处没有设置拉结连杆,墙连接部分的金属连杆在墙内的埋置深度不应小于1m。

砖房屋结构上的多数缺陷是由于冬季违反施工规程而造成的。随着温度的下降,水化作用下降,水泥浆凝固过程急剧变慢,水渐渐冻结了。水变成冰后则不与胶结材料作用。此外,水结冰后体积加大(达10%),使水泥浆的结构松散。积聚在砖面上的水,冻结时形成冰薄膜,妨碍砖与水泥浆的粘结。在冬季,砌体可能有时有短暂的解冻,水泥浆则有局部硬化。当砌体解冻时,荷载作用于不密实的灰缝里,引起建筑物的不均匀下沉。这样,砌体强度急剧下降。在冬季露天冰冻条件下,目前采用的冬季施工方法是用水未加热的、但没有冻结的砖和预热的砂浆和水拌制的灰浆砌筑砖砌体。

当基础不均匀沉降时,裂缝的特性和分布状况取决于地基沉降的部位。如果房屋中间部位为地基的薄弱地段,墙就好像两个支点之间的梁一样出现弯曲。此时最大的拉力发生在薄弱地段墙的下部。裂缝的特性是墙的下部裂缝宽度最大。裂缝宽度沿墙向上逐渐变窄,墙裂缝的分布如图1所示。

如果中间部位地基为密实地段(或房屋两端为薄弱地段),墙就像双悬臂梁那样发生弯曲。最大拉力产生在薄弱(或较坚硬的)地段墙的上部。这时墙上部裂缝宽度最大,往下变窄。墙上裂缝的分布一般呈双三角形,其顶角在墙的下部。如果薄弱地段与正常地段之间强度差别很大,或者房屋的不同部位其荷载明显的不同(比如,房屋某一部位有地下室),由于计算时没有考虑墙的抗剪力,这时将产生裂缝。此时裂缝是垂直的,分布在房屋两部分的交界上,并且在全部高度上裂缝裂口的宽度大体上一样。当房屋附近有空洞时,除了因墙弯

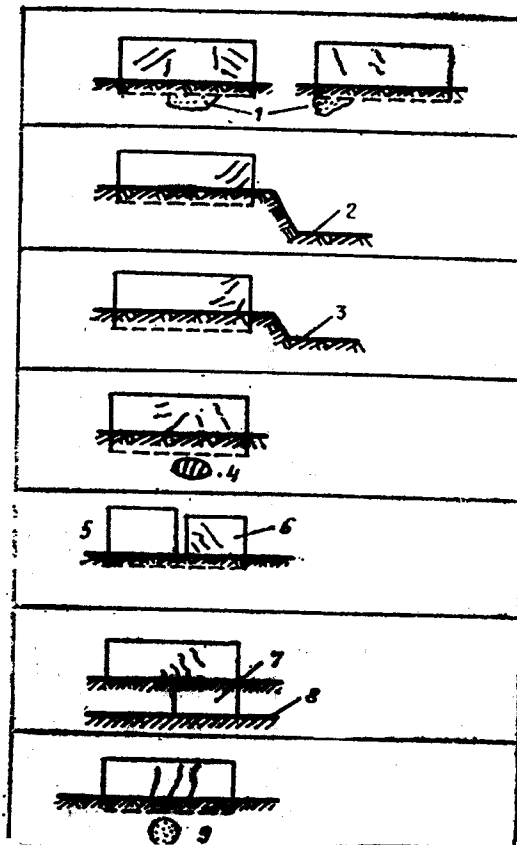


图1 砖房屋墙的破坏特性

1—软弱土; 2—挖开的基坑; 3—滑裂体; 4—溶洞;
5—新的建筑物; 6—老的建筑物; 7—地下室;
8—致密土; 9—相当大的坚硬体,呈三角形

曲在垂直面上引起裂缝外，在水平面上也产生裂缝。在这种情况下有垂直的与水平的裂缝。由于剪切作用的方向相反，墙面上裂缝增多，可以看出在墙的下部裂口的宽度最大。

因使用不正确，砌体会产生下列缺陷：

在个别地方出现分离；在潮湿的地方因周期性的冻结与融化发生风化（在平面配置与排水坡遭到破坏，排水管发生故障等情况下）；荷载的改变和对它的考虑不完备。

当水平防水层破坏或屋檐处理得不好时，墙体内部形成凝结水，在冻结与融化相交替的情况下，特别是砌体由硅酸盐砖所组成时，砌体的灰浆和砖遭到破坏。

维修房屋时，错误地拆除屋架系统的拉杆，用有推力过梁代替个别的无推力过梁，把拉条固定在房屋上，或者改变柱子一侧横梁的楼板系统等，由此出现新的荷载形式。拆除屋架拉杆时产生作用于墙体上部的水平力。用有推力过梁代替个别无推力过梁时，发生作用于隔墙的水平力。当横梁支撑在柱子一端时，柱子由中心受压转变为偏心受压。

由于房屋用途改变，上部增建或屋顶更换为重屋盖时，经常使荷载增加。由于荷载增加产生的裂缝，其特性取决于荷载的形式和作用位置。这样，当墙的上部出现水平力时（拆除拉杆和固定拉条），在墙的上部内侧出现水平裂缝。当水平力作用在个别隔墙上部时（过梁的横向推力），隔墙产生水平裂缝。水平裂缝照例沿墙体整个厚度在施加荷载的水平上都有分布。

中心受压柱或隔墙转变为偏心受压时，在荷载较少的一侧，在柱一半高度处，沿整个宽度产生水平裂缝。

在增加荷载的个别情况下，沿柱（隔墙）整个高度能观察到裂缝，其裂缝宽度与深度决定于超载量的大小。

柱破坏前常出现分层裂缝，使个别地段彼此之间几乎没有联系。

1-2 全装配建筑物及其缺陷

目前住宅建筑中全装配住宅约占50%。在大城市中除4至5层的房屋外，多数为高层建筑（9~12和16层）。

大板建筑按结构形式可分为外墙承重和内墙承重两种形式。得到广泛应用的全装配住宅的结构方案有：

三道纵向承重墙的非框架建筑，横承重墙和自承重外墙的非框架建筑，内框架和外承重墙建筑。

9~12层住房有横承重墙非框架结构方案。16层住房有两种结构方案：框架—预制板方案和横承重墙的预制板方案。

纵向承重墙的住房中，标准单元由两个一居室，两个两居室和两个三居室的套间组成。定位轴线的横向模数为6m和纵向模数为2.6和3.2m。基础与地下室墙采用装配式混凝土预制块。楼板安置在外墙和内部纵墙上。房间之间的隔墙安置在楼板上。楼梯间和住宅之间的横墙形成横向刚性结构。楼板采用空心板，厚度22cm。外墙用陶粒混凝土板，厚度40cm。南方建筑物外墙用轻质混凝土，容重为1200~1400kg/m³。隔墙用石膏矿渣混凝土板。按照这种设计方案建造的大板房屋有系列I—515，I—507，I—406，I—447C和I—439—3Π。

纵承重墙的大型砌块建筑物主要是由三列砖砌块和两列轻质混凝土块建造。砖砌块建筑物的内部横墙是用一般的砖砌成的。多孔砖制成的墙块厚度为510或640mm，它决定于外界

气温。有时采用轻质混凝土（容重 1000kg/m^3 ）充填而成的块状大型空心砖砌块。砖砌块在一个楼层高度内共三列。砖块用多孔砖制成。通过焊接伸出来的钢筋，将楼板平面内的砌块、钢筋混凝土梁和圈梁连接为整体。内部横墙用砖砌筑。

轻混凝土砌块墙的厚度为 $400\sim 600\text{mm}$ ，决定于外界的气温。楼板为钢筋混凝土多孔板。

横承重墙的大型砌块房屋，标准单元由四个或三个一居室、两居室和三居室的套间组成。定位轴线网横向模数为 5.76m ，纵向模数为 2.6 和 3.2m 。第一层有时设置商店。建筑物下面设置技术性地下室。周边基础用混凝土块，内墙基础用钢筋混凝土板。地下室墙体为钢筋混凝土板，厚度 140mm 。外墙的勒脚板与房屋地面以上部分的墙板类同。与房间尺寸相同的外墙为三层组合板。组合板内外两层为厚度 40 与 50mm 的钢筋混凝土板，中间为保温层（矿棉板， $\gamma = 300\text{kg/m}^3$ ；多孔混凝土， $\gamma = 500\text{kg/m}^3$ ），或者用粘土陶粒、矿渣等轻质骨料，容重为 1000kg/m^3 的混凝土制成的单层板。

房屋立面的预制板表面饰以陶制板，涂上一层带色的灰浆，或者涂上一层水泥灰浆，然后再饰以聚氯乙烯涂料。内墙为钢筋混凝土板，厚度 120mm 。楼板为单层钢筋混凝土板，厚度 100mm ，其大小与房间面积一样，沿周边安置在纵墙与横墙上，或安置在横墙上。横承重墙结构保证建筑物具有较高的刚性和稳定性。

按照设计规定，外墙宜采用多层结构，厚度取决于外界气温与所采用的保温层材料。外墙预制板的大小为 $3180 \times 2580\text{mm}$ 。混凝土标号150号。混凝土内、外层配制钢筋网，钢筋直径为 3mm ， $R = 170\text{MP}_a$ （ 1700kg/cm^2 ），网格大小为 $150 \times 150\text{mm}$ 。根据预制板的厚度分别用直径为 $4\sim 12\text{mm}$ ， $R = 210\text{MP}_a$ （ 2100kg/cm^2 ）的钢筋焊接成骨架。

外墙板拟定了几种结构方案。多层板由厚度为 50mm 的钢筋混凝土板、保温层和厚度为 $40\sim 50\text{mm}$ 的钢筋混凝土外板，并加以饰面组成。半刚性的矿棉板或轻质混凝土板是这类预制板中的有效保温层。

单层外墙板由容重为 $800\sim 1000\text{kg/m}^3$ （决定于冬季室外气温）的轻质混凝土制成。承重内墙板为厚度 120mm 的钢筋混凝土板。混凝土标号为150号。用直径为 6 与 3mm ，间距 50mm 的焊接网加固。楼板为厚 $100\sim 120\text{mm}$ 的钢筋混凝土板，其大小与房间的地面面积相同，为 5700×3180 和 $3700 \times 2580\text{mm}$ 。板的设计载荷为 57MP_a （ 570kg/cm^2 ）。内部隔墙为厚 60mm 的预制钢筋混凝土板。混凝土标号150号。

楼梯由钢筋混凝土台阶和平台组合而成。构件在箱形模型中由标号200号的混凝土制成。

地下室采用三层的勒脚板。保温层为加气混凝土。用标号为100号的混凝土块作外墙地基。在内墙下面安置用焊接网加固的钢筋混凝土垫块。按照这方案修建了住房系列I—468—1，I—43991—на，K7—2—4等等。具有横承压墙的住房系列I—467A和I—468A是5层的和9层的。楼板是由圆形的或直立椭圆形的多孔铺板组成。跨度 6 与 3m 。

外墙板是在直径 2.2 和 3.6m 的蒸压釜中由蒸压养护的加气混凝土制成的。一种板高 2.8m （层高），长 6m ，有两个窗户；另一种板高为 1.4m （半层高）。预制板在工厂中制作。上述两种板从制造厂运往工地时都有固定的窗框和最终的装饰。

横向承重墙的大型砌块建筑，外墙是由两列多孔砌块构成。标准单元由一居室、两居室和两个三居室的套间组成。定位轴线横向模数 5.6m 和纵向模数 2.6 与 3.2m 。基础为钢筋混凝土平板，厚 260mm ，置于承重墙下。承重横墙为钢筋混凝土板，其大小与房间大小相同。接

板为钢筋混凝土单层板,厚度100mm,其大小与房间相等。混凝土标号为200号。外墙由单层和双层砌块组合而成。单层块由容重为 700kg/m^3 ,标号为35号的多孔混凝土制成,双层块由容重为 600kg/m^3 的多孔混凝土制成。楼梯平台安置在横墙上。屋盖为木檩条、木屋面板系统。屋面为石棉水泥板。

框架建筑物的标准单元由四套房间组成。每一套有一至三个居室。定位轴线横向模数为5.7m,纵向模数为2.7和3.2m。其中内框架和外承重墙板房屋(系列I—325)得到最广泛的应用。非全框架系统—沿建筑物中部纵轴的柱子和外承重墙板,作为这种房屋结构布局的基本形式。钢筋混凝土矩形截面纵梁安置在横向方向上的柱子上,它的另一端安置在承重墙板的连接处。

楼板为钢筋混凝土平板,厚100mm,大小与房间面积相等,安置在横梁上,横梁则将荷载传递给框架。楼板混凝土的标号为300号。外承重墙板为单层的或双层的板。后者用带肋钢筋混凝土板,中间填充容重为 500kg/m^3 的非蒸压多孔混凝土。板厚300mm,混凝土标号200号。单层板为容重 1200kg/m^3 的轻质混凝土板,板厚为350~400mm,取决于冬季外界气温。普通钢筋混凝土纵梁由300号混凝土制成,预应力钢筋混凝土纵梁由高强度钢筋,400号混凝土制成。住房系列280A—1是按照这样的设计建造的。

大板房屋的设计方案在不断完善中。已经证实,在用地范围不大的地区建造五层楼房是不经济的,这将增加城市道路、工程管道的建设费用。

大型砌块建筑和大板建筑,除了技术上与经济上的优点以外,全装配式房屋同样也有缺陷。这些缺陷是由于设计方案欠佳,某些构件的制造工艺不完善,个别构件在安装、贮存时工作条件差等因素而引起。住房系列I—335可作为例子。最初这些住房的设计方案是所谓的非全框架方案。内框架由与层高相等的钢筋混凝土柱、纵梁和外墙板组成。内框架沿房屋的纵轴排列,其间距与房间大小相等,纵梁安置在柱子上。沿纵梁铺厚度为10cm的钢筋混凝土平板。非全框架设计的优点是利用外墙板的承重性能。

打算用承重双层纵向板代替市场短缺的保温材料。它是由钢筋混凝土带肋薄墙板和非蒸压泡沫混凝土层制成。但是,建筑物使用的实际情况表明,因非蒸压泡沫混凝土的强度低,与钢筋混凝土肋板内面的粘着差和吸湿性强,因而是 not 理想的。在板上出现了收缩裂缝、剥离和破裂。然而最重要的缺点是纵梁安置在外墙板上不可靠,由为在它们的接触处造成“冷桥”,促使金属部件腐蚀。以后纵梁安置在专门的靠近墙的柱子上(系列I—335A)。新的系列变成了框架—墙板结构。

系列I—335的新方案失掉了利用外墙板承载性能这方面的重要优越性。此外,已经查明,12层的大板房屋,框架设计方案不如非框架设计方案经济。

另一个例子是在六十年代推广的大板住宅系列K—7。这些住宅的许多结构特性似乎很先进。该系列房屋的主要承重构件是钢筋混凝土薄隔墙(墙梁)。它与三种结构结合在一起:

(1) 支承楼板的梁,(2) 隔墙,(3) 柱子。加厚的墙体在隔墙的断面上形成柱子,从上到下传递全部荷载。在这种条件下墙梁仅仅担负了本层范围内的荷载,并把压力传递到末端,也就传给竖肋。沿着竖肋全部荷载经过短基柱传递给基础垫板。楼板是单独的:房间地板采用肋形楼板;天花板采用比较轻的材料。

实验表明,这一系列住宅的缺点为:

住宅和房间隔墙的隔音性能差;层间楼板的隔音不能令人满意;焊缝的质量达不到标

准,所采用的填缝材料不能保证缝隙的防水性,个别悬挂的顶棚板出现不许可的挠曲,超过跨度的1/200。

住房系列K—7, I—335, II—32, II—35楼板变形的主要原因是制造工艺不完善,采用旧的标准方法计算薄板在长期荷载情况下的变形(ННТУ123—55)。

最初,平面楼板标准设计没有规定制造楼板时确定钢筋网设计位置的方法。钢筋设计位置的移动严重影响到楼板的承载性能与变形性。

制造薄壁肋板(厚2~3cm)采用了“砂”混凝土,因此产生较大的收缩应力,这与水泥拌合物的过饱和有关。收缩应力引起温度裂缝。上述因素导致了平楼板和肋形楼板形成裂缝和不许可的挠度。下垂的有裂缝的天花板会促使钢筋腐蚀,房屋外观差,楼板隔音性能下降。

多孔板支座区常有许多裂缝。板在支座区未用混凝土填满时(住房系列I—463),特别容易产生裂缝。此外,当跨度小于6m,而将6m长的板截短时,板的抗剪能力明显不够。

大型装配式房屋的墙板同样也有缺陷,墙板某些部位出现裂缝。这是由于构件某些部位的应力增长,潮湿板受到冻融作用,钢筋和埋设件的腐蚀等原因造成的。

墙板表面的收缩裂缝常呈不规则的网格状。如收缩裂缝宽度不大于0.3mm,则结构可认为是合格的。较大的收缩裂缝对钢筋有不良影响,如裂缝密集,则可引起墙板外层疏松,失去墙体的保温性能。住宅下层的承重墙收缩裂缝严重时,可引起墙板承载能力的降低。

材料受到温度作用会膨胀与收缩。如连接处阻碍预制板位移,在温度大幅度下降时,在墙板上出现温度裂缝。

由于温度作用,预制板上形成纵向裂缝,将预制板分割成两部分或三部分。

温度变形引起预制板的错动与弯曲,此时裂缝分布在窗口角上。

墙板温度裂缝的宽度周期性地发生变化:气温下降裂缝张开,温度上升裂缝缩小,甚至完全闭合。

因为钢筋的腐蚀,使混凝土产生较大的拉应力,墙板的保护层形成腐蚀裂缝。腐蚀裂缝的存在说明侵蚀性介质能使墙板保护层彻底破坏。

外墙板及其接缝的漏水和冻结是最普遍的缺陷之一。漏水表明墙板和连接处有裂缝,或者砌块与门窗孔连接不紧密。由于施工缺陷(例如混凝土的蜂窝),材料透水性的提高是预制板和砌块渗漏的原因。

全装配房屋外墙和接头的冻结是由于围护结构的缺陷和房屋热工性能遭到破坏。保温层下陷和温度湿度变形破坏了墙板的结构以及板肋所采用材料的密度比原设计高,这些是使多层结构外墙冻结的原因。

由于房屋安装过程偏离设计,接口密封破坏和采用不合格的隔离材料等原因,通过外墙接口发生漏水。安装的不准确和预制板的尺寸偏差可引起接缝与设计有相当大的偏差。纵向接缝与设计偏差从0~60mm,水平的从5~40mm。这样就不能做到接口的优质密封。预制板接缝常有偏差情况,此时无法将缝胶结(截去板的边缘)。同样也很难完成宽缝的密封,因为胶流走了。

密封工艺不良能使预制板接口漏水(把胶涂在未经处理表面,缺乏预热的专门设备等)。

1-3 排除承重结构缺陷的方法

1. 楼板

如果板的挠度大于 $1/50$ 的跨度，个别地方损坏或有脱落(板受到撞击)，建议更换损坏的楼板。当加固结构只承受部分计算荷载并和被卸荷结构共同工作时，则采用部分卸荷方法。

损坏板的部分卸荷通过用轻质材料代替沉重的保温层填料来实现(在上面楼层)，这就大大地减轻了楼板上的荷载。

当承重结构能承受附加荷载时，就可采用混凝土的附加层(在板上面)以增加截面的高度的方法来加固板。这种加固方法可以不改变楼板本身结构，而能大大提高结构的刚度。莫斯科住宅设计研究所用这种方法提高振动轧辊楼板的稳定性。根据加固楼板刚度的提高程度，混凝土层可补充配筋，也可不配。安装前除去地板的混凝土加灌层，用铁刷刷净钢筋混凝土表面，并用水冲洗。然后琢毛要加固的板以提高原混凝土与新混凝土的粘结力。混凝土层用200号的细石混凝土，厚20mm。混凝土硬化后抹一层水泥砂浆，厚5~10mm，用标尺找平，再在上面铺设地板。

楼板加固可以从楼板下面进行。用焊附加杆件加固楼板时，必须利用焊接性很好的钢筋。

焊接附加钢筋前，应刷净板面白灰层。然后确定板的工作钢筋位置和标出加固杆件的焊接点。为了使加固钢筋在板下呈水平状，加固钢筋焊接时，需利用连接短筋和角钢。厚为100mm的平板的加固钢筋采用直径为10~12mm，A—1级的钢筋。

焊好附加钢筋之后，用喷雾器预先将板的表面喷湿，按网格抹灰。为了使天花板呈水平面，用1:3的灰浆喷刷几次，厚约5mm。灰浆是用泵喷涂的。然后用同样的灰浆抹平天花板，自抹平最后一天算起，经过10~12昼夜，灰浆层干燥后，再刷白。加固结构的高度为20~30mm。

上述加固方法只适用于挠度不大于30mm，板的跨度不大于3m的情况。跨度和挠度较大时应采用预应力钢筋加固。

将损坏的板吊挂在新的附加结构上是楼板的加固方法之一。层间楼板直接悬挂在附加金属梁上，后者在层间楼板上通过，并独立地固定在墙上。这样的悬挂结构，要让被加固板与附加梁之间有一定的距离。

为了消除相邻屋面板的不均匀挠度，应让附加梁的吊杆在屋面板之间通过，层间楼板吊杆须穿过被加固板中凿通的孔。为了加固仅在板的端部有挠曲的楼板，建议采用金属梁，将它安装在超过允许挠度部位的板下。在板下安装新的支柱可以降低由荷载引起的弯矩和减小板的负荷。为实现荷载传递到被加固的梁上，必须借助加灌混凝土、安装楔块等以保证被加固的构件和新梁共同作用。

加固用的金属梁，安装前需缠上金属网以便抹上石膏浆。天花板上存在大量裂缝时，天花板的面上要粘上稀棉布，涂上腻子 and 油漆。加固板端部的金属梁的最大高度应不大于120mm。

当楼板有大量裂缝，其挠度不大于 $1/100$ 的跨度情况下，建议用预应力钢筋。这种方法可使板的厚度增加最小的情况下，提高楼板的质量，这对住宅有重要意义。

借助预应力钢筋加固钢筋混凝土板和消除不允许挠度的方法，包括从楼板下面安置附加杆件并进行张拉。为了保证加固钢筋张拉的可能性，在板上要进行锚固(图2)。

用机械的方法借助螺纹，或者用螺栓拉紧钢筋实现杆件拉力时，采用端头有螺纹的螺栓和普通垫片，按照拉紧两个相邻杆件的方法造成钢筋预加张力。杆件张力根据拉伸值控制。钢筋张拉之后，为了防止松动，螺母应焊在杆件、螺栓上。

加固杆件预加张力亦可用电热方法。为此加固杆件可用临时吊杆挂在板上。吊杆数目应使杆件成直线状态和在自重下不发生下垂。杆件的一头焊在锚固装置上并加温至 $100\sim 400^{\circ}\text{C}$ 。加热后将另一端焊在该端的锚固装置上。杆件的张力根据测温计测得的温度或根据拉长值控制。

对振动辗压肋板,建议采用直径为 8mm A—1预应力钢筋(杆件间距 300mm)和直径为 $10\sim 20\text{mm}$ A—1钢筋(杆件间距 600mm)。

加固钢筋张拉后整修天花板。加固结构的整修建议用两种方法:沿网格涂抹水泥砂浆,使结构埋在水泥砂浆里,并以片状材料衬里(石棉瓦、木屑板、干灰泥等等)和沿小木梁抹水泥砂浆,小木梁紧固在加固钢筋锚固装置上和板上。这两种情况的加固结构和装修层的总高度不应超过 50mm 。

天花板装修,因抹灰后加大了板本身的断面,提高了承载能力和板的刚度,并大大降低了楼板的传声性能。

利用片状材料装修加固结构,除了因板的加固与装修而引起的潮湿过程外,可在住户不搬出的情况下进行。

板有孔洞,其承载能力不够,需要加固时,借助打穿孔洞上面的地板,在打开的地方设置附加骨架,随后将孔洞浇灌成整体。

2. 墙

根据墙板的类型、受损程度、墙体结构的材料、标准设计系列等情况,受压结构可以用

各种类型的套箍以及单边和双边配筋抹灰和钢筋混凝土增厚的方法来加固(图3)。这些方法是以限制受压构件的横向变形和增大其工作断面来提高结构的承载能力,适用于标准设计的所有系列。

有外承重墙和内部柱系列的房屋,其墙体结构的加固是通过安装附加承载结构以接受来自靠在外墙上的纵梁的荷载和来自靠在墙端上楼板的荷载来完成。

金属箍的制作简单,由角钢和连接板组成;近来采用预应力。往骨架的支柱(角钢)里仔细地充填灰浆,或者在连接板内形成预应力以保证金属箍和被加固构件的共同工作。加固外墙时,应当考虑出现“冷桥”的危险,因此加固楼梯间由重、轻质混凝土制成的,并受中心压缩与偏心压缩的内外墙板,建议采用金属箍。

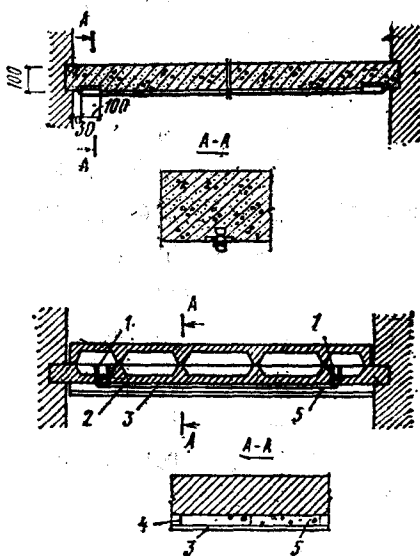


图2 预应力钢筋加固钢筋混凝土板
1—锚固; 2—预应力钢筋; 3—加固网片;
4—网的连接短筋; 5—抹灰层

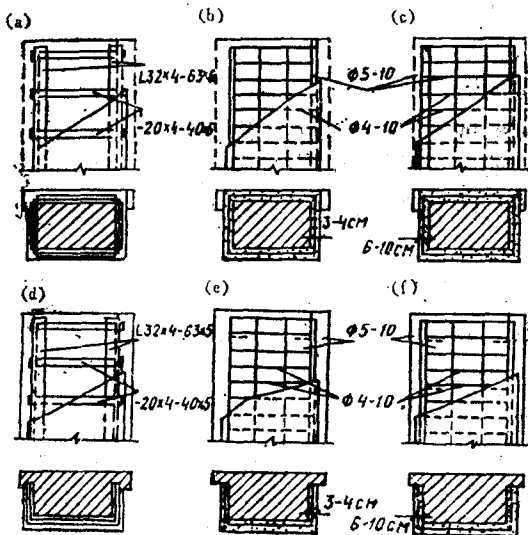


图3 墙板的加固

(a)—金属箍; (b)—配筋抹灰箍; (c)—钢筋混凝土箍;
(d)—金属箍; (e)—抹灰衬套; (f)—钢筋混凝土衬套