

内部资料
注意保存

建筑抗震加固资料选编

中国建筑工程出版社

本书选自近年来国内几次强烈地震以后各单位有关调查报告和总结资料，以及最近唐山、丰南地震前后天津、北京地区有关建筑抗震加固方面的个别方案、措施和实例。内容主要包括三个方面：建筑抗震加固和修复的经验，建筑抗震加固措施和构造详图，以及工业厂房、民用建筑和农村建筑震前、震后的加固实例。编入本书的资料计19份，其中加固构造图和照片约500幅，建筑物加固实例有32个。

本书可供有关地区基建、房修部门的施工、设计和科研人员，以及农村房屋修建人员参考。

建筑抗震加固资料选编

本社编

内部发行

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

中国建筑工业出版社发行

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米¹/₁₆ 印张：15 字数：358 千字

1976年12月第一版 1976年12月第一次印刷

印数：1—70,630册 定价：1.00元

统一书号：15040·3365

编 辑 说 明

遵照伟大领袖和导师毛主席关于“**备战、备荒、为人民**”的教导，贯彻执行“在党的
一元化领导下，以预防为主，专群结合，土洋结合，依靠广大群众，做好预测预防工作”
的方针，切实做好防震抗震工作，对已有的建筑进行抗震加固，对新设计的建筑采取抗震
措施具有重要的意义。

为了配合建筑抗震工作的需要，我们根据一些单位对近年来多次强烈地震进行的震害
调查和建筑物抗震加固的经验，选编了《建筑抗震加固资料选编》和《建筑震害分析资料
选编》，分册编辑出版。

这本《建筑抗震加固资料选编》共选入19篇资料，内容包括三个方面：建筑抗震加固
和修复的经验，建筑抗震加固措施和构造详图，以及工业厂房、民用建筑和农村建筑震
前、震后的加固实例。本书所介绍的加固措施，有的是已经做了的，有的是方案，仅供参
考。

在编辑过程中，我们对原稿有关部分作了摘引，基本上保持原稿的面貌，只是对原稿
中明显差错作了更正，并在文字上作了加工和整理。由于编辑时间仓促，有些资料未来得
及征求有关单位的意见，望予谅解。

选编资料时得到了许多单位的大力支持，在此表示感谢。还需要说明的是，在我们定
稿时，还有不少单位陆续寄来资料，由于时间关系，有的资料未及选入。

中国建筑工业出版社编辑部

一九七六年九月

毛 主 席 语 录

阶级斗争是纲，其余都是目。

备战、备荒、为人民。

独立自主、自力更生。

没有什么困难可以阻碍人的前进的，只要奋斗，加以坚持，困难就赶跑了。

目 录

辽南地震区建筑加固和修复经验	1
邢台地震区房屋抗震加固和修复经验	8
广东河源地震区房屋抗震加固和修复经验	15
农村建筑简易抗震加固方法	22
滇南地区房屋抗震措施	26
云南峨山县村镇房屋抗震加固调查	29
辽宁省农村房屋抗震措施	43
钢筋混凝土框架结构抗震构造	56
民用房屋翻建与大修工程抗震措施	70
地基与基础的抗震加固措施	97
用水玻璃砂浆修补砖墙裂缝初步试验	117
建筑抗震加固构造图	124
一、房屋砖墙	124
(一) 砖墙裂缝的加固	124
(二) 砖墙、砖柱的加固	126
(三) 山墙的加固和修复	131
(四) 纵横墙的联结	134
(五) 其它	134
二、房屋钢筋混凝土板、梁、柱	136
(六) 屋面板增加搁置长度的处理	136
(七) 梁、板开裂的加固处理	137
(八) 柱子的加固处理	139
三、构筑物	145
(九) 烟囱、水塔、料仓、通廊的加固	145
工业与民用建筑抗震加固构造图	150
一、多层砖房和多层钢筋混凝土内框架房屋抗震加固	150
(一) 墙体加固	150
(二) 增设圈梁	151
(三) 提高墙体质量的措施	151
(四) 加强墙体与屋盖构件及楼盖构件的联结措施	151
二、单层钢筋混凝土厂房和单层砖柱厂房抗震加固	163
(一) 屋盖支撑加固	163
(二) 柱间支撑加固	163
(三) 墙体加固	163
(四) 围护墙体与屋盖构件联结加固	163

(五) 屋面板锚固措施	164
三、砖木房屋与木骨架承重房屋抗震加固	176
(一) 承重木构件加固	176
(二) 木构件与墙体拉结	177
(三) 墙体加固	177
四、砖烟囱抗震加固	188
天津市民用建筑震后的修复原则和加固实例	190
天津建筑物抗震加固实例	194
北京市王府井百货大楼框架加固方案	206
国家物资总局办公楼加固方案	211
辽南建筑物抗震加固实例	213
几栋旧砖木楼房的抗震加固实例	221

辽南地震区建筑加固和修复经验

鞍山焦化耐火材料设计研究院

一九七五年二月四日，辽宁南部发生了7.3级地震，造成大面积工业和民用建筑破坏。由于毛主席、党中央的亲切关怀，省、市、地、县各级党委的正确领导，广大工农兵群众发挥了冲天的革命干劲，战天斗地，重建家园，迅速恢复了生产，妥善安排了人民生活，使地震灾害带来的影响缩小到了最低限度。我们于一九七五年十月先后到海城县、营口市和营口市，对若干业已加固完毕和正在加固的建筑物进行了实地调查，并同有关单位的同志进行了座谈。现将调查结果整理如下：

辽南震区十分广阔，建筑物破坏面积很大，要在短时间内恢复生产，安置好人民生活，就不可能严格地根据抗震计算来加固建筑物。我们调查发现，一般未进行抗震计算，有的仅进行了简单计算。所有建筑物的加固大都是本着因地制宜，就地取材，复建要迅速，方案要简单，在可能的条件下尽量考虑抗震措施的原则进行的。广大工人阶级在加固工作中创造了很多值得学习和总结的方法，例如砖石结构加固采用换墙法就是一个。由于一些简单易行、技术上又有一定保证的加固方法的推广，使得辽南震区建筑物加固工作的进展极为迅速。目前，城镇厂矿地区绝大多数建筑物已经加固完毕，新建住宅也成片出现，一个个社会主义的新城镇、新农村正在形成。

本调查报告按结构类型分四个部分，即砖石结构、钢筋混凝土结构、混合结构和特种结构来分别加以叙述。

一、砖石结构加固

由于砖石结构自重大、自振周期短、强度低，所以地震效应较大，其破坏程度重于其他类型的结构。除了单层工业厂房和空旷的仓库、敞棚等外，一般大都遭受剪切破坏，其破坏部位多在底层墙体上产生交叉的剪切裂缝，也有不少民用建筑物在其他各层产生交叉裂缝。房屋的山墙、转角、局部突出部分以及坡屋顶的上层等是最易遭受破坏的部位。至于单层工业厂房及空旷的仓库等，除了山墙易遭受剪切破坏外，其纵墙往往产生弯曲破坏，同时还受到剪切破坏的影响。

对于这类结构的加固，可以简单地概括为如下三个字：

“换”：即将严重破坏的墙体拆除重砌，并适当考虑抗震构造措施。

“补”：局部破坏的墙体拆除破坏部分，重新补砌。

“加”：对于遭受中等或轻微破坏的墙体不予拆除，而采用钢筋混凝土或型钢加固。

上述加固方法在多层及单层房屋加固工作中的具体应用，分述如下：

1. 多层房屋加固

坡屋顶的多层民用房屋，其顶层及屋盖往往遭受破坏。如大石桥镁砖厂南楼住宅区的

十多栋房屋就是这样。这些房屋在修复中不少采用了换坡屋顶为平屋顶并且拆除顶层被破坏墙体的方法。在修复加固中考虑了一些抗震构造措施，如屋盖采用网格梁加强整体性；在顶层和下一层相接处增设圈梁；墙角和纵横墙相接处增加构造钢筋，提高砌体的砂浆标号；并按图 1 所示修复出屋面砖烟囱等。

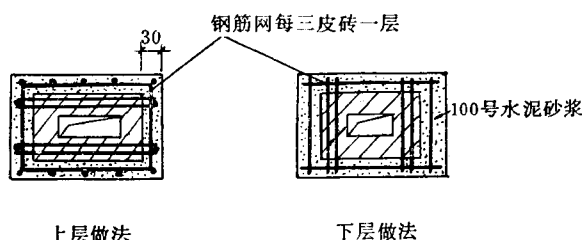


图 1

方法很多，大致有下列四种：

(1) 换墙加圈梁

这种方法采用最多。人们一般会认为拆除破坏墙体时支顶模板的工作很麻烦，其实，辽南的经验证明，不管是捣制楼板还是预制楼板均无须复杂支顶，只要简单支顶一下即可。因为上层砌体的成拱作用可大大减轻支顶负担。换墙时先内墙后外墙，分段进行，或隔一个开间拆除一片，同时进行。先砌部分留槎，并埋设水平钢筋与后砌部分拉结。如大石桥镁矿的作法就是每五皮砖设 $3\phi 4$ 拉结钢筋，钢筋长 1.2 米，每端压入 600 毫米，如图 2。换砌时最上一皮砖与上面的原砖墙相接处的水平灰缝，一般都用高强砂浆或细石混凝土填塞密实。砖墙转角处和纵横墙相接处按抗震规范设置构造钢筋。为了加强房屋整体性，海城县招待所在换墙时还每隔 1.5 米高在所有纵横墙上设置一道厚 60 毫米的细石混凝土配筋带。

大石桥镁矿对按上述换墙法加固的楼房进行了沉降观测，观测结果表明：由于砌体的沉实和施工影响所带来的房屋不均匀沉降量很小，可以忽略不计。

(2) 设置钢筋混凝土外框架

这种加固方法只见到一例，即大石桥镁矿南楼住宅区 8 号楼。此楼地震时遭到中等程度破坏，各层横墙及山墙均有程度不同的剪切裂缝。加固时沿房屋四周每 6 米设置一根钢筋混凝土柱子，每层设一道圈梁与柱子和原楼板梁连接，坡屋顶改换为平屋顶，构成外框架结构。

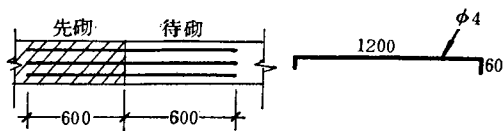


图 2

(3) 用钢柱拉杆加固

这种方法用来加固横墙承重的楼房。如大石桥镁矿四栋平屋顶房屋，震后横墙剪裂，纵墙外闪，加固时就采用了这一方法。钢柱拉杆加固的具体做法是，沿房屋四周每隔一定距离相对设置钢柱子，沿柱高每层上部设置一根带花篮螺丝的钢拉杆将钢柱拉紧（见图 3）。至于横墙的加固，重者拆除重砌，轻者两面抹 50 号混合砂浆补强。

(4) 用钢筋混凝土柱、钢拉杆加固

这种方法实际上和图 3 所示方法一样，只不过将钢柱换成钢筋混凝土柱罢了。

除上述方法外，每层房屋局部遭到破坏的地方，一般都是将损坏部分拆除补砌，有的

还在转角部位加了一些构造钢筋。这次调查中还发现用钢筋混凝土加固所有内、外墙的情况，如海城车站调度楼等。这种加固方法就是在砖墙两面都绑扎一层钢筋网，然后两面都浇灌一层厚度100毫米左右的混凝土。

多层砖石结构的工业厂房在辽南地震区并不多见，我院在震害调查中所见的几个厂房至今仍未加固。

2. 单层房屋加固

单层房屋的破坏部位主要在山墙和砖壁柱等处。比较普遍的做法仍然是换墙换壁柱，例如大石桥镁矿华子峪机修区的加固就是如此。在修复中采用提高砂浆标号（50号）、增设山墙卧梁、加强屋面板焊接、在房屋角部设置抗震构造钢筋、纵墙顶部埋设钢筋与屋面板拉结等措施。除了这些做法外，也有将重屋盖换成轻屋盖的，如分水“辽宁省冶金地质机械修配厂”的一些车间，将已遭破坏的钢筋混凝土槽板屋盖换成了石棉瓦等轻型屋盖。

砖壁柱是单层房屋的主要承重构件，除了采用拆除重砌的方法外，还有下列四种加固方法：

（1）外包角钢

这种方法采用较多，具体做法是在砖壁柱的角部包角钢，然后再用水平螺杆将角钢箍紧，图4就是华子峪钳工间的实测加固图。

（2）外包钢筋混凝土

这种方法也采用较多，具体做法是沿壁柱四周包一层混凝土，内配纵向受力钢筋和水平箍筋。图5是营口机床厂机械加工车间壁柱加固的实测图，可供参考。当砖壁柱截面为T形时，往往采用一面包钢筋混凝土、另一面包角钢的方法加固，如青山怀汽车中修库、营口市锻压机床厂等就是这样加固的。图6为青山怀汽车中修库砖壁柱的加固方法。

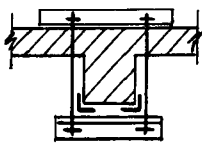


图 4

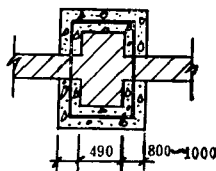


图 5

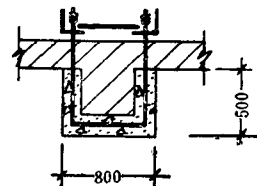


图 6

（3）增设外壁柱或外撑墙

这种方法是在窗间墙上加设外壁柱或外撑墙，用来支顶有些外倾的纵墙。此法采用也较广泛，震区随处可见。

（4）用钢骨架加固

此法采用不多。其具体做法是用钢柱代替砖壁柱或砖墙，钢柱之间用型钢梁联结，端部和山墙部位设剪刀撑稳定骨架（见图7、8）。

总之，砖石结构的加固方法很多。对于严重破坏的房屋，换墙换壁柱并加设圈梁的方

法采用最多。这种方法不仅可以恢复房屋原貌，而且可以在原有基础上提高砌体的抗震能力；同时，此法简单易行，施工时也不必考虑复杂的楼盖支顶，新砌筑的部分与原有的部分结合也能保证，因此不失为一种较好的现实的加固方法。另外，采用此法还往往收到较好的经济效果。如海城县医院，原计划全部拆除重建，约需55万元；后改为换墙法加固，一楼墙体大部分拆除重砌，二楼墙体保留，结果仅花了7万元就恢复了房屋原貌，并且大大加快了施工速度。

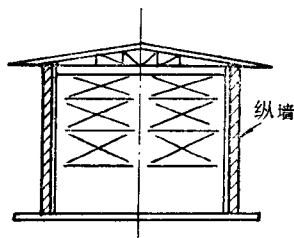


图 7

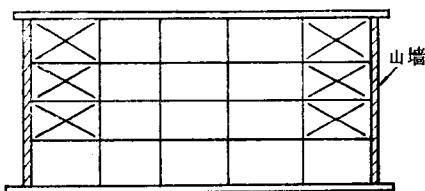


图 8

对于遭受中等和轻微程度破坏的房屋，用钢结构加固速度快，适用于临时抢修，但是这种加固方法用钢量甚大，新加部分与原结构之间的联结受许多具体条件限制，不容易共同工作，因而房屋的整体性也未必会得到改善。相反，用外包钢筋混凝土加固承重的砖壁柱，不仅符合勤俭建国的方针，而且与原结构结合良好，完全可以共同工作，房屋的整体性也得到改善。

通过调查，我们感到对于砖石结构，今后应着重研究那些裂而不倒、而且裂缝也不太大的墙体的加固方法。因为这种墙体拆除可惜，不加固又不放心，研究用什么方法加固简便易行、稳妥可靠，有待于进一步研究。

二、钢筋混凝土结构加固

钢筋混凝土结构厂房的主要破坏特点，表现在柱头、柱脚处的水平裂缝或劈裂；牛腿的斜向裂缝及劈裂；吊车梁顶面标高处柱的水平断裂；下柱中间部位处的水平裂缝及斜向裂缝；柱间型钢支撑的变形及其柱内埋设件被拔出等。

现将调查中所看到的加固方法介绍如下：

1. 局部外包混凝土

一般在裂缝部位上下0.5~1米范围内凿毛，加纵向钢筋及箍筋，并浇灌不低于原标号的混凝土进行加固，如海城镁矿机修车间⑧列柱下端的加固就是如此（见辽南建筑物抗震加固实例3）。

2. 外包型钢

一般先用型钢包角，钢板或螺杆箍紧，然后将钢板或螺杆与型钢焊牢。单层厂房上小柱破坏均用此法加固，如海城镁矿机修（见辽南建筑物抗震加固实例3）、营口市锻压厂大型车间等（见图9）。

牛腿的加固，上述两种方法均有采用，如海城镁矿机修车间搭偏跨屋面梁的牛腿采用了外包型钢的方法（见辽南建筑物抗震加固实例3）；华子峪粗中破碎车间柱头牛腿则采

用了外包混凝土的方法。

3. 用环氧树脂堵缝

如营口市卷烟厂框架结构，建造时间较早，这次地震使梁、柱在不同部位均有水平及斜裂缝出现；海城镁矿机车修理库的柱子在下柱中间部位也有水平裂缝出现，这次加固均采用了环氧树脂堵缝密封的方法。

4. 型钢支撑与柱连接处破坏的加固

其加固方法是在柱子埋设件部位四周加钢板包紧柱子，再将支撑节点板与钢板焊接，如老边中板厂炼钢车间就采用了这种方法。

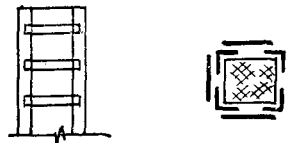


图 9

上述的加固方法各有优缺点。如外包混凝土的方法比较可靠、耐久，但速度较慢；外包型钢的方法速度快，方法简单，但不如外包混凝土方法可靠、耐久，并且费钢材；环氧树脂的加固方法对钢筋混凝土结构裂缝补强则较好，省人工、速度快、方法较简便、不影响生产。

三、混合结构加固

本文中系指内框架结构及钢筋混凝土结构厂房砖承重山墙的加固。

内框架结构的破坏特点表现在柱头、柱脚及外墙的剪切及弯曲裂缝；钢筋混凝土结构厂房砖承重山墙的剪坏甚至倒塌。

这种结构的加固方法有下列三种：

(1) 内框架结构于柱脚、柱头破坏处外包混凝土；外墙根据破坏程度不同采取重砌或堵缝；顶部有条件加圈梁者加了圈梁，如海城镇站前百货商店，大石桥东风百货商店均用这种方法。

(2) 换外墙，加圈梁、加支撑的方法。如鞍山焦化耐火材料设计院描晒小楼为内框架结构，顶部为木屋架，震后上层柱顶水平断裂，上层外墙外闪。此次加固采取了换外墙、加圈梁并在上层柱间加钢支撑、梁头与圈梁之间加水平压杆的方法（见图10）。

(3) 钢筋混凝土结构单层厂房砖承重山墙，震后山墙破坏，此次修复加固中大部分于山墙位置处加一钢屋架或钢梁，已破坏的山墙局部拆除或全部拆除，使承重山墙变为非承重山墙，新加屋架或梁则由新加的钢柱支承，柱与山墙局部拉结。如大石桥镁矿机车修理库的山墙，就是这样加固的（见图11）。

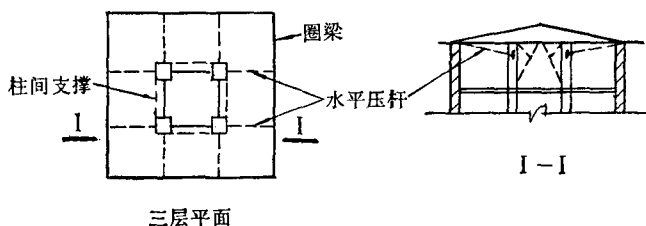


图 10

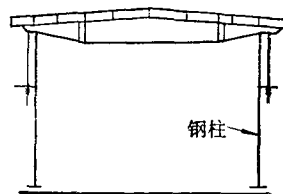


图 11

四、特 种 结 构

我们主要对通廊、高位料仓和烟囱进行了调查。通廊的破坏主要表现为砖墙的水平剪裂，个别通廊倒塌；支承通廊梁的砖壁柱劈裂；砖壁柱柱头柱脚酥碎；个别通廊的梁端部裂缝。高位料仓则于料仓与柱交接的施工缝处产生水平裂缝，柱下部水平弯裂。砖烟囱上部往往掉头，其他部位有水平裂缝、错动及斜裂缝。

这些构筑物的加固方法有下列几种：

(1) 通廊，这次调查中发现，倒塌了的砖通廊均迅速修复、加固。一种方法为仍然用砖墙承重，屋面改用瓦垄板，如鞍钢化工总厂五炼焦K-3通廊。另一种方法为用钢骨架承重，围护结构及屋面改为瓦垄板，如华子峪装车料仓通廊。海城镁矿中间料仓至竖窑段的通廊修复时将倒塌的砖墙清除，改为轻型钢骨架承重，新旧结构连接构造见图12。

支承通廊梁的砖壁柱采用了另立型钢柱的加固方法，如海城镁矿筛分至运出料仓通廊低端砖壁柱劈裂，其加固见图13。

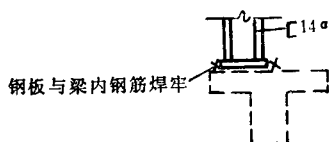


图 12

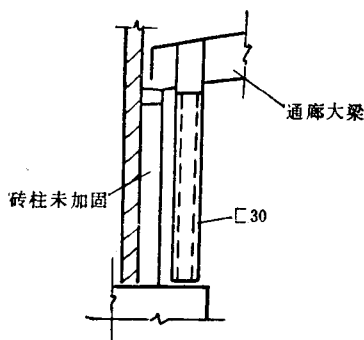


图 13

破坏的通廊内砖壁柱，采用了钢骨架支承的方法。如华子峪装车料仓上部的皮带通廊部分，内外壁柱柱头、柱脚大部分碎裂，现已采用了钢骨架支承的方法，柱脚钢板与楼板钢筋焊接（见图14）。

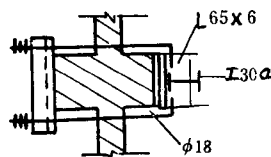
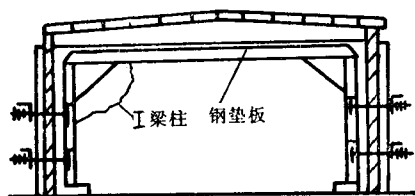


图 14

海城镁矿圆料仓至筛分的通廊大梁端部混凝土垫块碎裂，其垫块用凿毛补强的方法加固。为了安全起见，在垫块补强之前用140 a 做为临时支承大梁支柱（见图15）。

(2) 高位料仓柱的加固采用了用型钢或钢筋外包混凝土的方法，如海城镁矿金家堡子镁砂运出料仓。该料仓与柱连接处碎裂、钢筋露出，柱下部有水平裂缝数条。这次加

固，柱上端采用了型钢包角并外包混凝土的办法（见图16）。

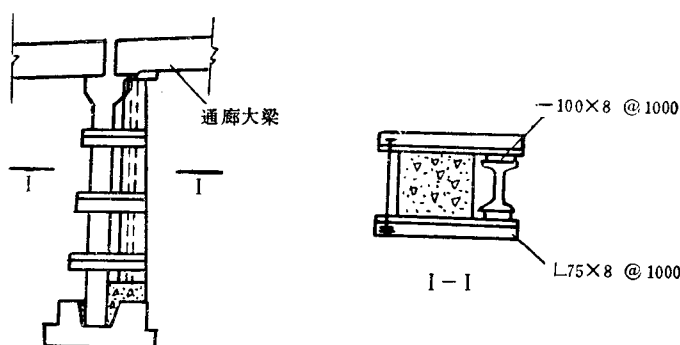


图 15

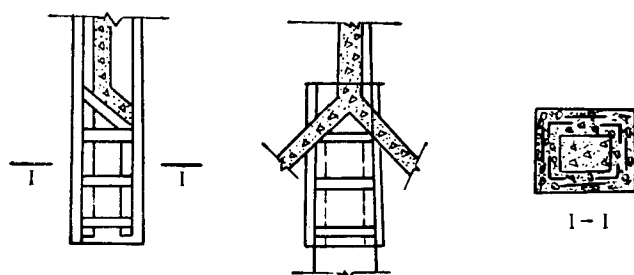


图 16

柱下部则在裂缝上下约 1 米范围内将柱四角混凝土凿毛露筋，用 U 形圆钢筋与加固纵筋焊牢，然后外包混凝土（见图17）。

海城镁矿下房身镁砂运出钢料仓震后很快加固并恢复了生产（见第218页例 4）。

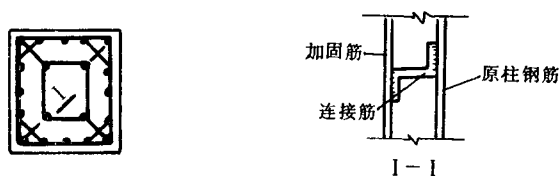


图 17

（3）烟囱：所调查到的工业用砖烟囱排险后大部分未加固，继续使用；民用烟囱采暖期已到，正在修复，一般都未考虑抗震措施。

综上所述，辽南震区建筑物和构筑物的加固方法很多，其中换墙法、外包钢筋混凝土及环氧树脂补强的方法是很值得加以总结的。这些方法经济适用、简单易行，一般生产单位均能掌握。通过调查我们还感到，总结地震区损坏建筑物加固技术，是一件很有意义的工作，它不仅可以为震区人民提供比较合理的加固方法，而且可以避免建筑材料的不必要的浪费。由于时间较紧，再加上我们经验不足，水平有限，报告中有不全面及不当之处，望同志们批评指正。

（摘自《辽南7.3级地震建筑物加固调查报告》，鞍山焦化耐火材料设计研究院，1975年10月）

邢台地震区房屋抗震加固和修复经验

北京市房管局

1966年3月8日和22日，在邢台地区连续发生了两次强烈地震。邢台地区的广大群众，在党的领导下，高举毛泽东思想伟大红旗，发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神，发展生产，重建家园，取得了伟大的胜利。灾区人民在同地震自然灾害进行斗争的过程中，不断总结，不断前进，创造了大量行之有效的房屋抗震加固和修复经验。

我们在1970年9月，参加北京市民用建筑抗震组赴邢台地震区，对8度地区的宁晋、隆尧、南宫、新河和巨鹿县以及7度地区的束鹿和赵县的城镇，进行了调查和学习。现将这次学习的抗震经验和体会写在下面，以供参考。

一、加强联结，增强房屋的整体性

1. 用钢筋拉杆拉结

对于已经震裂、歪闪或再震时有可能发生歪闪以致倒塌的房屋，用钢筋拉杆拉结，以增强其整体性，防止墙体外闪。这种加固方法具有构造简单、便于施工、行之有效等明显的优点，因此，已在邢台地震区大量应用。例如：

束鹿县汽缸盖厂职工宿舍，24砖墙承重，木屋架，后砌空斗内隔墙与檐墙无咬结。震后檐墙外闪，门窗砖平碯及山墙檐头裂缝。加固措施是在每道内隔墙的两侧，各用 $\phi 12$ 毫米钢筋将前后檐墙与内隔墙拉结（图1）。

束鹿县棉油加工厂9米高的除尘塔，震后北、东、南三面在窗口、墙角处有裂缝，西墙在 $\phi 200$ 厘米的铁皮筒穿进外墙处严重开裂。加固措施是在南、北墙的顶部和中部用钢筋拉结加固，东、西墙只拉顶部（图2）。



图1 束鹿汽缸盖厂职工宿舍

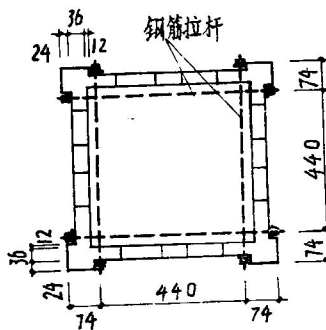


图2 除尘塔拉杆加固

巨鹿县东街某平顶三开间民房（图3、图4），1.15米以下为40厘米厚砖墙，1.15米以上为外斗里碎砖墙，施工质量较好。1966年3月8日地震时，墙四角开裂。震后立即采取加固措施：墙内侧用四根 $\phi 16$ 钢筋拉杆，山墙外侧用通长的半圆木，檐墙用较长的方木，作为钢拉杆的垫木。后经3月22日地震，裂缝无显著发展。

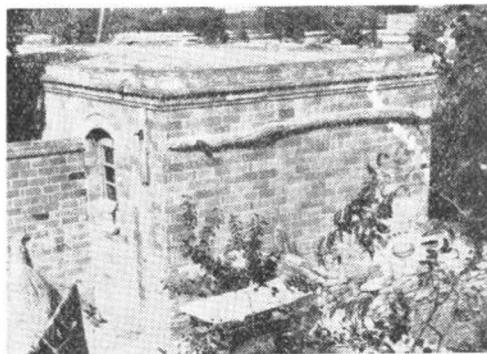


图3 巨鹿东街民房

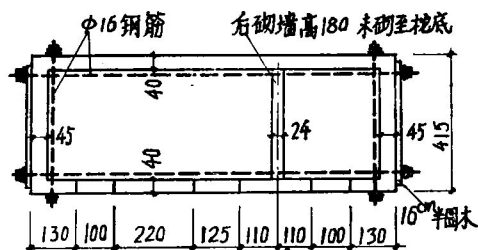


图4 巨鹿县民房加固平面图

宁晋县棉麻部锅炉房和南宫县西里棉油加工厂锅炉房，经8度地震，前后檐墙都严重开裂。震后采取了类似的修复加固措施。宁晋的锅炉房，除在前、后檐墙的下窗口以上部分原墙拆砌、下窗口做通长的钢筋混凝土过梁之外，在墙外上下两窗过梁处（相距约1.5米），拉两道钢筋拉杆，将房屋箍住，墙四角垫以长角钢（图5）。南宫的锅炉房，墙身原有钢筋混凝土圈梁，未拆砌，分别在纵横墙的中部，外加 $40 \times 40 \times 6$ 毫米角钢，内加 15×8 厘米木板，用穿墙螺栓连接角钢和木板，夹紧墙体，然后再用 $\phi 19$ 钢筋将纵横墙拉结（图6、图7）。

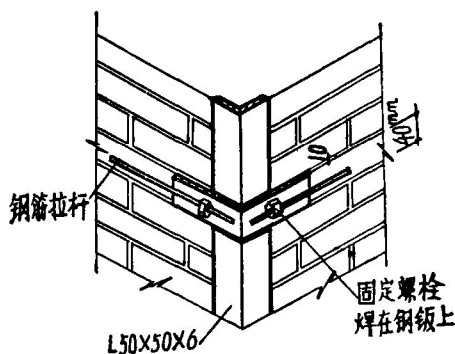


图5 加固钢筋拉杆的角钢节点

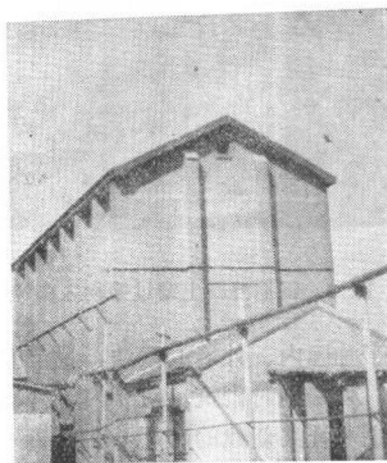


图6 南宫县西里棉油厂锅炉房

此外，还有些空旷房屋，如：束鹿县百货商店等，在每一开间的木屋架下，均用钢筋拉结两侧檐墙，防止墙体外闪。

2. 加强纵横墙的联结

为防止纵横墙在连接处拉开，除采用上述拉杆加固外，尚有在墙角处设钢筋混凝土拐

梁，以加强联结。宁晋县棉麻部打包车间，地震使山墙外闪，纵墙两端窗上产生严重的倒八字裂缝。在拆砌山尖及纵墙两端的上部时，把窗礅改为钢筋混凝土过梁，并将其拐入山墙1.0~1.3米（图8）。这种加固方法也有经过地震考验的实例。如晋宁卫生防治院（古庙）和宁晋中学礼堂围护墙的四角都有两道木筋（图9），地震时，墙角未拉开，而在木筋以外的墙体却产生了不同程度的裂缝。

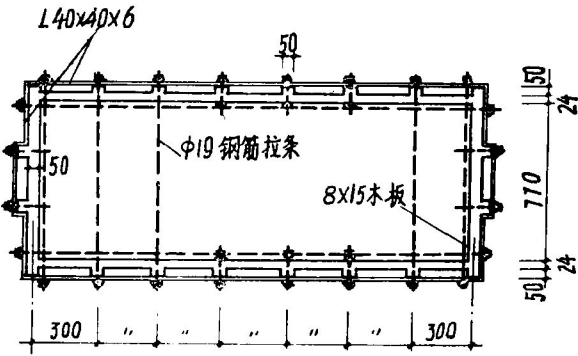


图 7 南宫县西里棉油厂锅炉房加固平面图

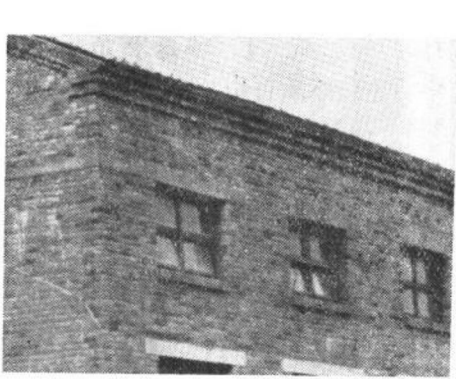


图 8 钢筋混凝土窗过梁拐入山墙

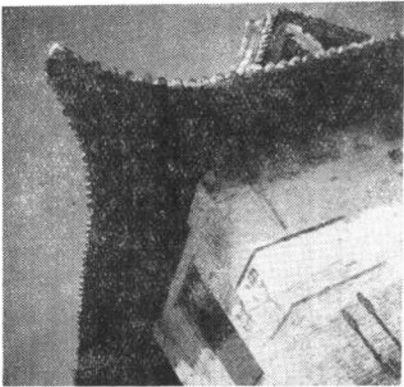


图 9 宁晋中学礼堂墙四角设有木筋

为了加强内、外墙的联结，目前的施工大都改变了过去常用的先外后内的砌法，而采用了内、外墙同时砌筑。对于内、外墙不能同时砌筑的，也在砌外墙时预埋拉筋。例如宁晋县大柳庄公社某新建的房屋，在砌筑外墙时，就在内、外墙的连接处预埋了芦苇(图10)，并外墙转角处，每隔60~70厘米就压一层芦苇。

3. 增强屋盖系统的联结

为了增强屋盖的整体性，在屋架、檩条等屋盖系统的结点处，增加扒钉，对头檩条有榫，以加强联系。如宁晋棉麻部在修复回收车间时，檩条与屋架间增设了扒钉。东旺某新建的联合诊疗所檩条榫接，并用扒钉与柁连接。宁晋百货商店的柁木搭头和木柱处用铁件连接（图11）。

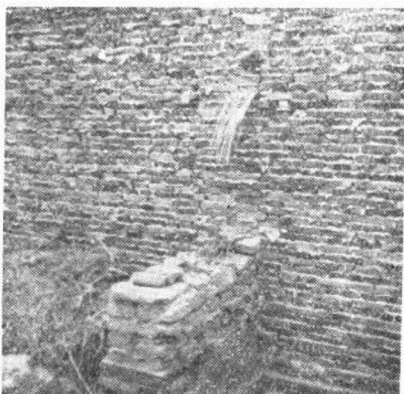


图 10 内外墙联结处预留拉筋



图 11 用 T 形铁件联结大柁与柱头

二、支附加固破坏严重的承重墙

1. 支柱加固

宁晋县中学伙房，震后在屋面与檐墙之间发生错动，檐口有较长的水平裂缝，屋架两端部将墙体撞坏、压酥，支座下产生较多的裂缝并扩展到门窗上角。加固时，墙未修，在屋架下附加立柱支撑，以减轻墙体的荷载。在附柱与屋架之间钉以斜撑夹板，增强梁柱的联结和整体性(图12)。

2. 附墙加固

对于一些破碎较严重但仍稳定的墙体，除拆旧并原样新砌外，还采用在墙外附墙或加梁的方法。例如：南宫农机厂主修车间，为钢筋混凝土屋盖梁柱，砖墙承重的三跨混合结构。车间西北角由于地基不好，震后墙体开裂较大，1967年修复时，在外面增砌一段24厘米厚砖墙，并用螺栓联结新旧墙(图13、图14)，以增加旧墙的稳定性和承载能力。当然，增砌附墙会加大地基负荷，但至今尚未看到因基础进一步下沉而引起墙体新的开裂。

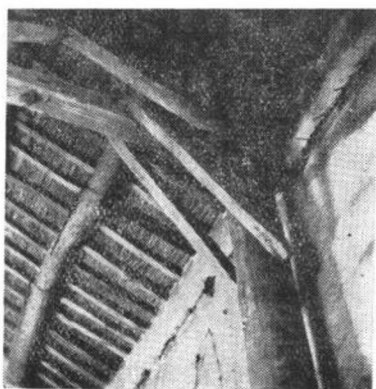


图 12 附柱支撑屋架

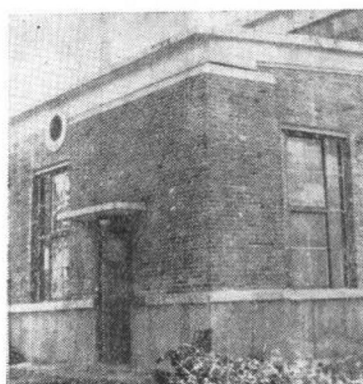


图 13 墙角附墙加固

宁晋农机厂锻工车间现浇钢筋混凝土梁板混合结构，承重砖墙厚36厘米。地震时，砖