

内部资料
注意保存

营口市

部分房屋和构筑物

震害调查

营口市建筑设计处

一九七五年七月

5
83
—

75.12.24

目 录

一、营口市地震概况	1—3
二、各类建筑震害调查及分析	3
(一) 民 用 建 筑	3
1、木柱承重房屋和单层砖木瓦房	3
2、多 层 砖 房	4
3、大跨度空旷砖房	5
4、钢筋混凝土内框架房屋	6
5、钢筋混凝土框架房屋	6
(二) 工 业 建 筑	6
1、单层钢筋混凝土排架厂房	6
2、单层砖柱承重厂房和仓库	7
(三) 构筑物 (砖烟囱)	8
三、对房屋修复和重建工作的几点初步看法	9—14
附录一 多层砖房调查资料	15—37
附录二 大跨度空旷砖房调查资料	39—44
附录三 钢筋混凝土内框架和框架房屋调查资料	45—50
附录四 单层钢筋混凝土排架厂房调查资料	51—62
附录五 单层砖柱承重厂房和仓库调查资料	63—79
附录六 砖烟囱震后破坏统计	81—84

震 害 照 片

一、营口市地震概况

1975年2月4日19点36分，辽宁省海城、营口地区发生了一次7.3级的强烈地震。由于震前做了广泛的防震宣传和加强了预报工作，人员伤亡很少，但对建筑物的破坏还是很大的，波及面也较广。震中烈度为9度强，震源深度约16公里，宏观震中位置在东经 $122^{\circ}41'$ ，北纬 $40^{\circ}42'$ 。经过宏观调查，地震烈度的分布区域见图一所示。

我们遵照毛主席“要认真总结经验”，“马克思主义者认为，只有人们的社会实践，才是人们对于外界认识的真理性的标准。”的教导，震后对营口市部分房屋和构筑物的破坏情况进行了调查，调查的建筑物多数是解放后新建的，有少量是解放前的旧建筑。调查结果是：解放后尤其是近几年用水泥沙浆砌筑的住宅房屋破坏较轻，办公楼、学校和公共建筑，以及解放前建筑的民用房屋破坏较重；工业建筑中的单层砖柱厂房和仓库及单层钢筋混凝土排架厂房破坏更为严重；砖烟囱全部破坏。

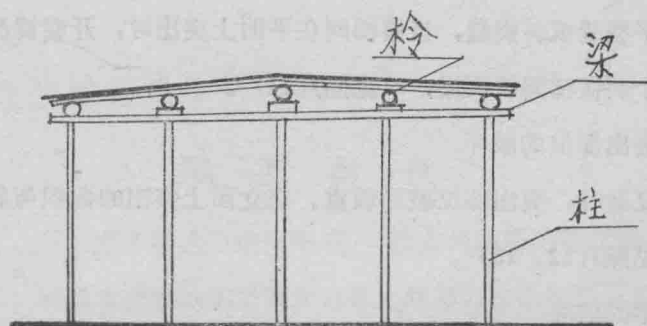
二、各类建筑震害调查及分析

（一）民用建筑

1、木柱承重房屋和单层砖木瓦房

震 害 调 查

解放前修建的旧民宅和商业建筑多属这类结构形式。这类房屋中以平房占绝大多数，平面布置多为一明两暗三开间的一字形。这种房屋柱、檩尺寸较大，围护墙多为内坯外砖厚37厘米左右，内隔墙一般是土坯墙，屋盖为15~18厘米厚土顶，屋盖较重，（见图二）。在这次地震中大部遭到严重破坏，少数倒塌，（见照片1、2）。



图二 木柱承重房屋简剖面

解放后建造的单层砖木瓦房（住宅），在这次地震中破坏较轻，仅有少数房屋墙角和横隔墙出现裂缝，出屋顶烟囱大部倒塌，（见照片3、4）。

震 害 分 析

木柱承重房屋破坏原因主要是：第一、拉结不好，第二、墙体为砖和土坯两种材料组成，共同工作能力差。一般震后外墙外倒，墙倒屋不塌。

单层砖木瓦房因为墙角处刚度大，分配的地震力大，或檩木与山墙拉结不牢故在这些地方开裂。

2、多 层 砖 房

震 害 调 查

住宅、学校、办公楼、旅社、医院多属这类结构形式。一般为2~5层的砖混结构，砖墙承重，钢筋混凝土楼盖和屋盖，有的为木屋架瓦屋面，基础为带形毛石基础，埋深一般在1.2~1.5米左右。由于地基软弱，隔层设置了圈梁。

（1）墙体的破坏

内纵、横墙，外山墙，开间较大（横隔墙较远）的外窗间墙等产生水平裂缝、斜裂缝、交叉裂缝、墙体局部破碎，（见照片5、6、7）。这类裂缝多表现为下层比上层重。

山墙与纵墙裂缝贯通，使整个墙角大块向外移出，严重的则局部坠落，（见照片8、9）。

纵墙外闪和倒塌，（见照片10）。

（2）楼梯间的破坏

墙体上出现水平裂缝或斜裂缝，当楼梯间在平面上突出时，开裂情况更为严重。有的楼梯梁支座处松动。个别楼梯间墙倒塌，（见照片11）。

（3）建筑物突出部位的破坏

平、立面形状复杂时，突出部位破坏较重。在立面上突出的面积与底层投影面积之比越小，破坏越重，（见照片12、13）。

（4）砖砌过梁的破坏

砖砌过梁为平砌砖旋或弧形旋，破坏呈倒八字形裂缝或过梁中部垂直裂缝，（见照片14、15）。做为连系梁用的走廊半圆旋破坏尤为严重，甚至有的错位，以致脱落，（见照片16）。

(5) 附属结构的破坏

附墙烟囱、出屋顶烟囱、女儿墙、撞头或突出屋面的水箱间等，均遭到较重的破坏，（见照片17、18、19、3、13）。

震 害 分 析

内纵、横墙，外山墙，窗间墙的破坏是剪切破坏。由于砖砌体抗剪强度较低，所以在平行于墙体的水平方向地震力作用下，产生斜裂缝。又由于地震力的反复作用，因此更多的表现为交叉裂缝。

转角墙刚度较大，分配的地震力也大，故破坏较普遍和明显。

内外墙连接处由于施工时未按放坡留岔的规定操作，而留的是直岔或“马牙岔”，因而使内外墙连接处拉裂，造成纵墙外闪或倒塌。照片10是正在冬季施工的一栋住宅楼，地震时纵墙大面积倒塌。

楼梯间的墙体由于每层没有楼板嵌固，因此比较高而空旷，破坏也重。

屋顶突出物由于地震的动力作用，“鞭端”动力效应的放大以及构造和施工质量上的一些问题，使这些突出部位的破坏很普遍。

另外，在这次地震中，由于地表的震害导致建筑物的破坏例子也很多。在营口市西部的船厂一带，中部的革委会一带及造纸厂一带出现了多处地裂缝和喷砂冒水，据有关部门研究认为这是砂土液化现象。当建筑物被地裂缝穿过或其周围有砂土液化现象时，建筑物遭到严重的破坏。如玻璃纤维二厂二层办公楼由于地裂缝穿过将墙体拉裂，纵墙一侧土壤滑坡，（见照片20、21、22、23）。又如二轻局三、四层办公楼被两道地裂横穿，不但墙体和楼板接头处被拉裂，而且底层圈梁混凝土被拉裂，圈梁内钢筋被拉伸后留下了残余变形，（见照片24、25）。

3、大跨度空旷砖房屋

震 害 调 查

影剧院、俱乐部、会议室多属这类结构形式，特点是两端为进厅或舞台，横墙距离较远，中间高大而空旷。砖墙或砖墙垛承受屋面荷载，端部为硬山搁檩。破坏形式为：外纵墙窗台处出现一道通长水平裂缝，严重的在窗间墙范围内多达三道，有的在窗过梁或圈梁上下出现水平通裂缝，有的墙体本身、屋盖和墙体之间发生错位。这类房屋的另一种破坏现象是山墙外闪，山尖倒塌。例如少年宫一端舞台山墙和剧场后部山墙均造成倒塌，而且砸坏了正

厅二层屋面，（见照片26、27）。

震 害 分 析

大跨度空旷砖房屋由于平面为长方形空旷，因此中间部位墙体承受垂直于它的地震力作用，由于墙体抗弯强度很低，因而受弯而产生水平裂缝。

当尽端山墙与屋架檩条间无锚固或锚固较差时，造成山墙外闪，山尖倒塌。

当建筑物被地裂穿过或其周围有砂土液化现象时，也使建筑物遭到破坏。如造纸厂俱乐部破坏很严重，不但墙体、楼板被拉裂，基础产生水平滑移，使正厅与观众厅水平错位17厘米，而且舞台下部喷砂冒水，使舞台拱起约80厘米，并造成严重开裂，（见照片28、29、30、31、32、33）。

4、钢筋混凝土内框架房屋

震 害 调 查

商店、食堂和一些工业厂房有内框架这种结构形式，一般为二、三层，这类结构的破坏现象为墙体的破坏较内框架柱的破坏为重，而且是上层的墙体较下层重。破坏形式是上层纵墙沿窗口上下部位产生水平通裂缝，转角处砖墙和楼梯间墙裂缝较重。九度区的营口县东风百货商店在顶层框架柱顶和柱底也产生裂缝，柱头压碎，（见照片34、35、36、37、38）。但在八度区的营口市这种结构形式基本完好。

5、钢筋混凝土框架房屋

震 害 调 查

当地的框架结构房屋建造较少，震害调查表明，这种结构形式抗震能力很好，仅填充墙有轻微裂缝。如五、七层的营口饭店、邮电局老楼、市医院住院部等，（见照片39、40、41、42）。

（二）工 业 建 筑

1、单层钢筋混凝土排架厂房

震 害 调 查

这类厂房结构形式主要采用以下几种：钢筋混凝土柱为矩型、工字型、双肢柱和管柱，

屋架为钢屋架、钢筋混凝土屋架、钢筋混凝土和型钢组合屋架，屋面为预制 6 米跨大型屋面板、双肋板、3 米跨预制钢筋混凝土槽型板或水泥瓦、石棉瓦等，基础为钢筋混凝土杯型基础。厂房形式有单跨、双跨和三跨。跨度一般为 12 米~24 米，高度一般为 10 米以上。这类厂房的破坏情况表现为以下几种：

(1) 多数是在牛腿以上的小柱出现水平裂缝，角柱的小柱较为严重。少数厂房的大柱下部距地面 1 米左右出现水平裂缝，有的混凝土压碎，钢筋弯曲，（见照片 43、44、45、46）。

(2) 柱间支撑有的被压弯，有的从柱中拔出，（见照片 47、48）。屋面垂直支撑，水平系杆等均有压弯和从墙体拔出，（见照片 49、50）。

(3) 联结构件的破坏：屋面板与屋架开焊造成屋面板坠落，（见照片 51、52、55、56）。屋面板或檩子与山墙联结不牢造成屋面板坠毁或山尖倒塌，（见照片 53、54）。柱与围护墙或圈梁联结较差造成纵墙大面积的倒塌，（见照片 57、58）。屋架与柱头之间开焊造成屋面坠落。如中板厂机修车间。

震 害 分 析

柱裂缝产生的原因主要是承受侧力的强度不足。

支撑系统的设置不完善或断面不足造成支撑的破坏或导致建筑物的破坏。构件间联结较差或施工时焊接不能保证质量等都是造成厂房破坏的原因之一。

此外，当这类厂房被地裂穿过或其周围有砂土液化现象时，也导致其破坏。如船厂轮机车间全长 120 米，沿纵向跨中一道地裂通过，震后吊车不能行走，（见照片 59）。

2、单层砖柱承重厂房和仓库

震 害 调 查

这类厂房大部分是外扶壁柱，当有吊车时，也有内砖柱的，砖柱断面尺寸不一，最小者为 37×24 厘米，最大者为 101×49 厘米，墙厚为 24 厘米至 49 厘米厚度不等。屋架有木屋架的，也有钢屋架的，屋面为水泥瓦或石棉瓦。大部都设置有圈梁。形式多数为单跨，跨度从 9 米至 18 米，檐头标高一般为 8 至 10 米，仓库檐高一般为 5 米左右。

这类厂房大致破坏部位为：当为外扶壁柱时，多数在柱下部产生水平通裂缝，少数在窗台断面及上部产生裂缝，最严重者是在大门两侧柱，有的错位，有的局部塌落。当为内扶壁柱时，裂缝多数发生在吊车梁上变截面处，而且在与扶壁破坏的同一高度纵墙上出现水平裂

缝，严重者墙体错位达6厘米以上，（见照片60、61、62、63、64、65）。破坏的另一种形式是山尖外闪或倒塌，但山墙无水平缝、斜裂缝或交叉裂缝，（见照片66、67）。

震 害 分 析

扶壁柱与纵墙的水平裂缝产生原因主要是因为砖砌体抗弯能力很低，弯曲受压破坏。

当山墙与檩条间拉结不牢时，致使山尖外闪或倒塌。

另外，在这次震害调查中发现，这类房屋大量为仓库，砖墙不出垛或出垛太小，距离较远时，破坏严重，倒塌的也很多。如百货公司仓库总面积一万七千多平方米，这次地震倒塌的就有一万零八百平方米。倒塌的仓库均为12米跨，40米长，檐高4.5米，墙厚24厘米，出垛为12×37厘米，垛距2米，木屋架，架距2米。白灰砂浆砌筑，（见照片68、69）。

（三）构筑物（砖烟囱）

震 害 调 查

1、震害情况：营口市采暖及生产的独立砖烟囱都遭到严重的破坏，现将调查到的60多座砖烟囱的破坏情况介绍如下：震时倒塌的有25座，其中在上部三分之一以上倒塌的有14座，占56%，在上部二分之一以上倒塌的有9座，占36%，在二分之一高度以下倒塌的有2座，占8%。倒塌落地的水平距离最远的达18米，最近的只有2米，多数为10米左右。未倒塌之囱身部分也有水平裂缝。60多座砖烟囱从破坏部位上分，在上部三分之一高度产生破坏的有11座，占18.35%，在上部二分之一高度至三分之一高度内破坏的有30座，占50%，在上部五分之三至二分之一高度内破坏的有9座，占15%，在高度五分之三以下部位破坏的有10座，占16.65%，多数是在二分之一高度左右范围内破坏。（见表）

2、破坏形式：砖烟囱破坏情况大致可分水平裂缝、斜裂缝、水平错位、半螺旋式错位、竖向裂缝、局部破碎、倒塌等几种形式，（见照片70、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80）。产生多道水平裂缝的一般不出现其他种破坏形式，但也有局部砖的顶头被挤出的情况。产生斜裂缝及螺旋式裂缝的破坏形式时，水平裂缝就显的轻而少。产生竖向裂缝的破坏形式一般都是因为未配温度筋所致。局部破碎的破坏形式一种是由于砂浆标号低沿灰缝局部散落，一种是局部砌体压坏。倒塌的绝大多数都伴随有局部砌体受压破坏的情况。

震 害 分 析

1、砖烟囱为高柔结构，一般的破坏规律应为高振型破坏，破坏的形式是多道裂缝，四周散落倒塌，水平距离6~7米左右。营口市只有一个卫生浴池烟囱符合这个规律。但从大量的砖烟囱破坏宏观调查表明，八度区的营口市砖烟囱破坏情况却比九度区的大石桥、海城还要重。产生这种现象的原因是由于营口市地基软弱（Ⅲ类场地条件），卓越周期长，对高柔性长周期结构反映较强，破坏较重，第一振型影响较为明显，高振型影响较差。从烟囱在地震过程中倒塌时的破坏情况来看，多数是以倒塌截面绕一边旋转倒塌，在受拉区沿灰缝拉开，受压区外边缘应力最大局部受压破坏。比如105车队烟囱，全高30米，倒掉了14米，落地水平距离为18米，落地部分前部砖块较密，烟囱根部较稀。

2、砖烟囱的抗震性能比较差，砖砌体材料强度较低，延伸性差，经受不了强烈的地面振动。砖烟囱在抗震性能上比钢筋混凝土烟囱差的很远，（指砖砌体抗拉强度低）营口市钢筋混凝土烟囱地震破坏严重的仅有三个，一个倾斜，一个中部破坏，一个倒塌，其他少数仅在中部和下部有轻微裂缝。

3、营口市的砖烟囱高度一般在18米至30米之间，坡度一般为2.5%，多数破坏是在变截面处，这是由于上下截面刚度不同所致。粗矮的砖烟囱刚度较大，破坏常在烟囱下部与水平烟道相接处受剪破坏。虽然水平烟道不高，但在地震过程中也有少数烟囱由于碰撞而破坏，产生斜裂缝。少数烟囱螺旋式斜裂缝并有错位，分析是扭转造成，这样破坏的没有倒塌，温度钢筋对抗扭起了一定作用。

三、对房屋修复和重建工作的 几点初步看法

强烈地震后，伟大领袖毛主席和党中央极为关怀。中共中央立即发来了慰问电，派来了慰问团，向遭受地震灾害的广大人民致以亲切的慰问，给灾区人民指明了抗震救灾工作的方向。这使灾区广大人民受到极大的鼓舞，增添了无穷的力量。

灾区广大人民遵照伟大领袖毛主席关于“独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国。”“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的教导，积极投入到恢复生产，重建

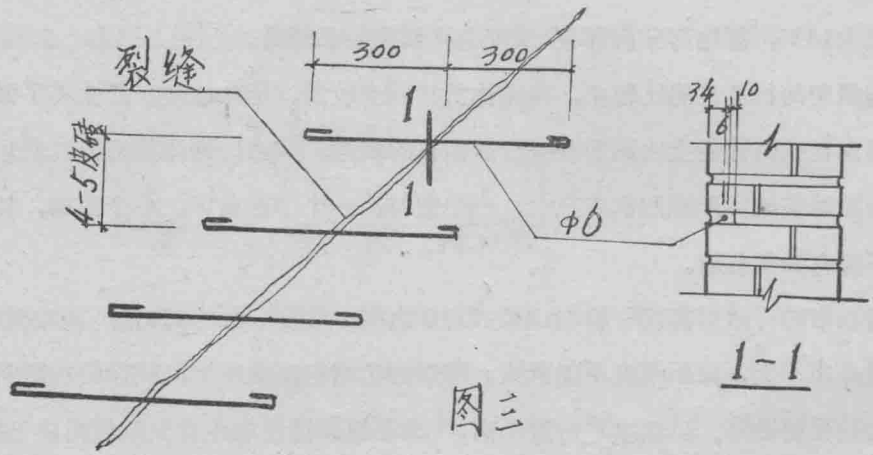
家园的工作中。

下面我们对房屋修复和重建工作提出几点初步看法，不当之处请提出批评。

1、对被震坏的建筑物应本着在使用安全的前提下修复，结合我们国家的经济情况要做到能大修使用的尽量不拆，采用恰当的补强方法进行修复。

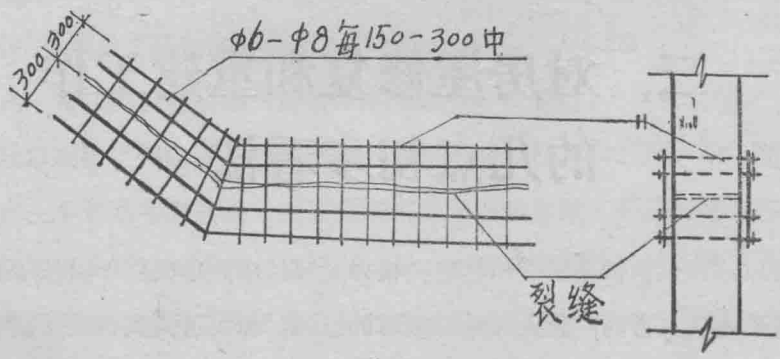
A. 砖砌体裂缝修复方法：

(a) 对于砖墙斜裂缝的修复：沿裂缝每隔四、五皮砖将水平灰缝的砂浆剔去 5 厘米深，用水润湿裂缝附近砌体，在剔过的灰缝内先填以 1 厘米左右厚的砂浆，埋入 $\Phi 6$ 钢筋，再用砂浆填满灰缝，（见图三）。



图三

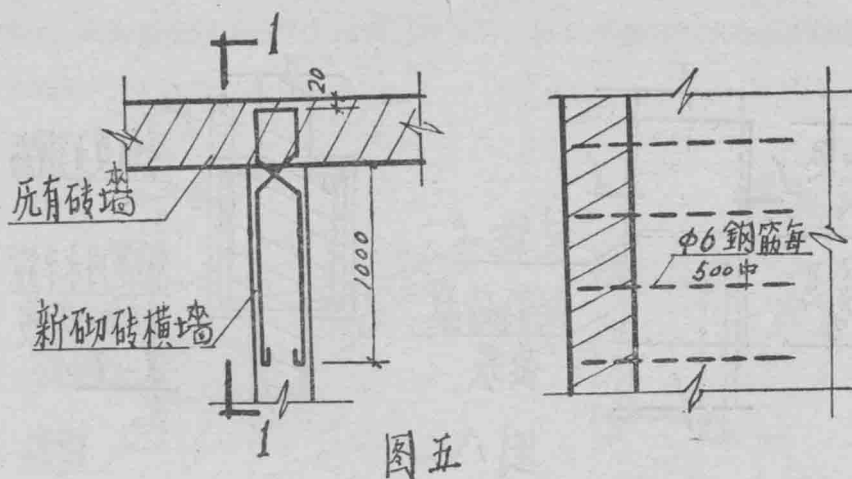
(b) 对于墙面裂缝很多而且不规则，但砌体尚未达到松散状态，采用双面挂钢筋网抹水泥砂浆面的方法，在沿高度方向每隔50厘米左右用铁钎打通灰缝，穿以 $\Phi 6$ 钢筋，卡住两面钢筋网，将砌体充分润湿后，抹以水泥砂浆面层厚 2 厘米，（见图四）。



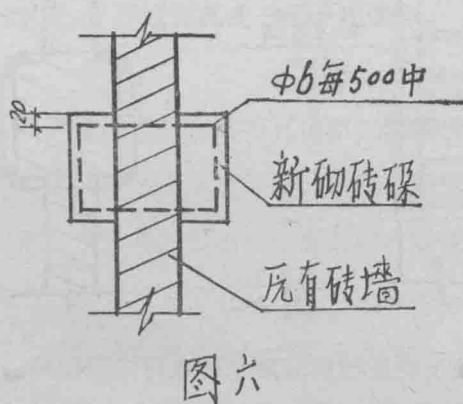
图四

(c) 外纵墙的墙柱因受弯而产生的水平裂缝采用以下几种方法修复：

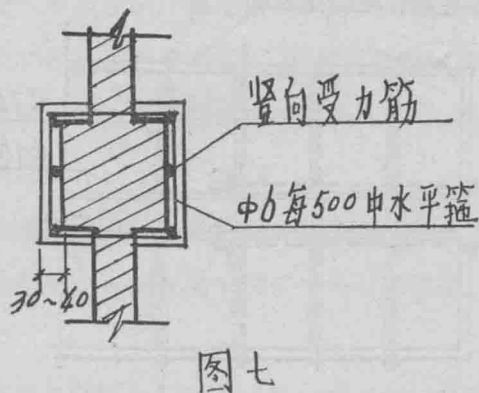
① 每隔适当距离加砌砖横墙，并应加强与外墙的拉结，（见图五）。



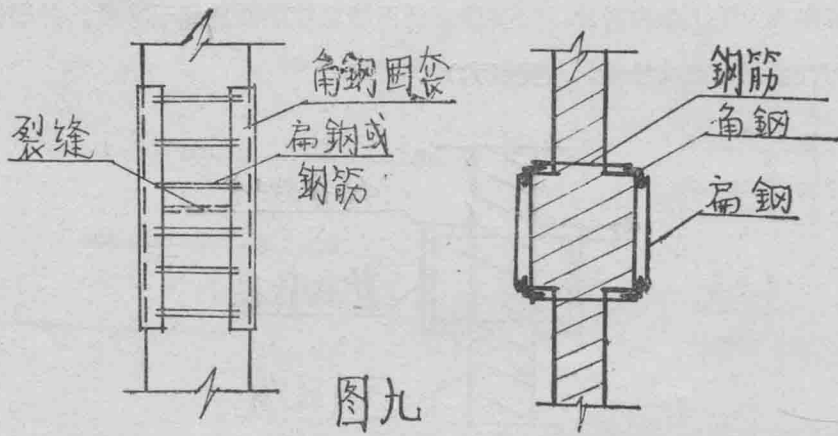
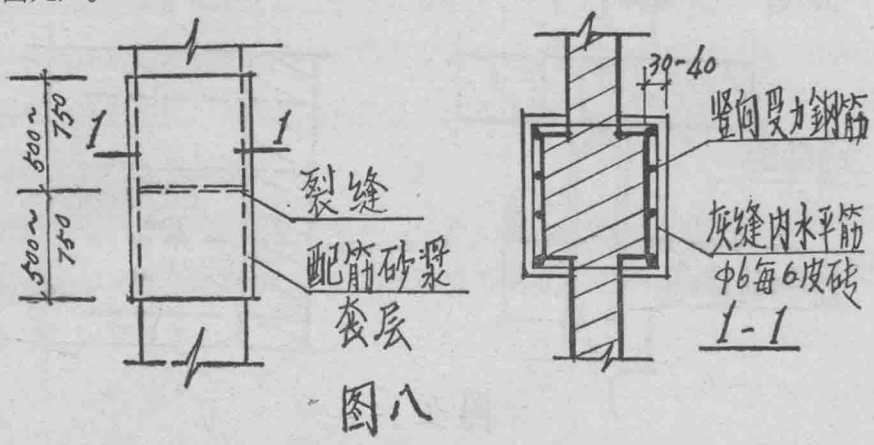
② 在房架或大梁下加砌砖垛，但要注意新旧墙垛接触面洗刷干净后，并要铺砂浆以贴砌新砖垛，而且要采取联结措施，（见图六）。



③ 在原墙柱的内外面加竖向钢筋，并用水平钢筋将内外钢筋箍牢，然后抹以 3~4 厘米厚水泥砂浆面层，（见图七）。

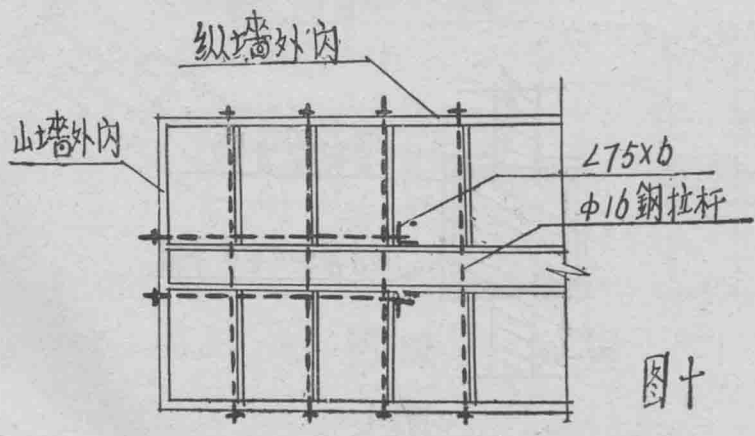


④ 砖墙柱水平断裂也可采用配筋砂浆围套加固的方法，（见图八）。和钢围套的方法，（见图九）。

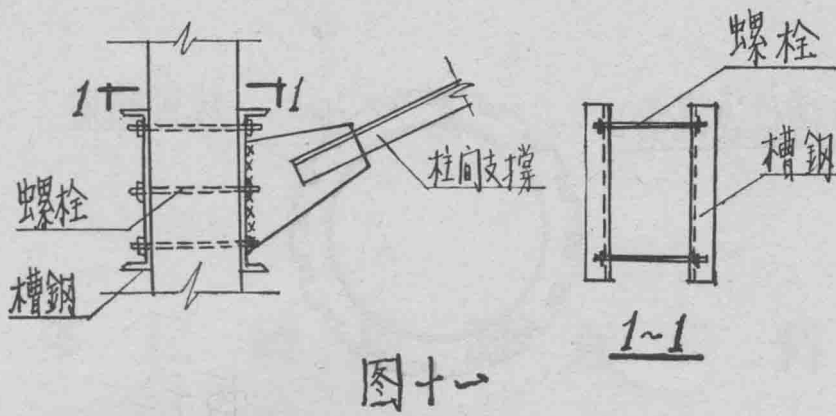


⑤ 对独立砖柱和混凝土柱及钢筋混凝土柱也可采用配筋砂浆围套和钢围套的加固方法。

B. 对于纵墙和山墙外闪采用钢拉杆的加固方法，（见图十）。



C. 对柱间支撑压弯之情况需经核算后, 改换成计算需要之断面。对柱间支撑将柱中铁件拔出的情况, 应先将柱局部破坏之混凝土补强后, 再套以槽钢和螺栓组成的围套, 最后再焊支撑, (见图十一)。



D. 对已倒塌之山尖应重砌, 并增加爬山长梁预埋铁件, 以便与屋面板和檩条焊接拉牢。

2、震害调查中大量的事实证明了砖木结构瓦房和二层至五层的多层砖混房住宅, 在这次地震中经受了八度烈度的考验, 基本上是完好的, 只要在今后设计中适当加强抗震构造措施, 这种结构形式还是可以继续使用的。但出屋顶小烟囱应尽量避免设在房屋的出入口处, 以免倒塌造成一些人员的伤亡。

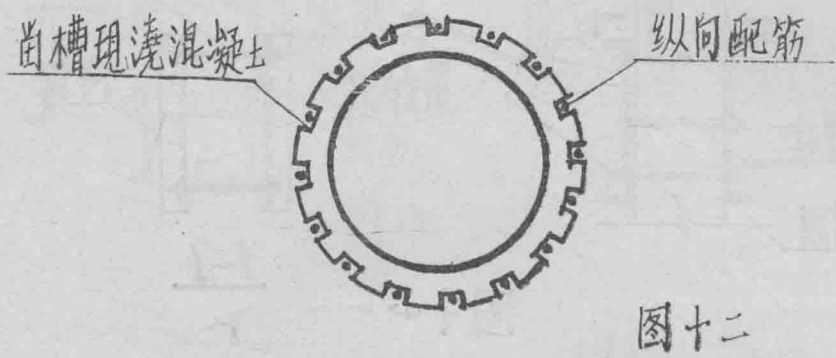
3、合理的设计是保证建筑物抗震能力的一个必要条件, 设计时除要保证构件的强度外, 而且要保证构件之间的可靠联结, 增强建筑物整体抗震构造措施, 实践证明圈梁在增强房屋的整体性能方面有较好的效果。另外, 在建筑物的平面布置、立面体型上要尽量避免局部突出物。温度缝必须按抗震缝留足。

4、震害调查中大量的事实说明了施工质量的好坏对建筑物损坏的影响十分显著, 由于施工质量较差而加剧建筑物的破坏例子很多, 尤其是砖砌体的施工质量一定要注意灰浆饱满, 砖要浇水, 砂浆要有较好的和易性并保证达到设计标号。内外墙联结处一定要咬岔砌筑, 并按规范要求配置拉结筋。

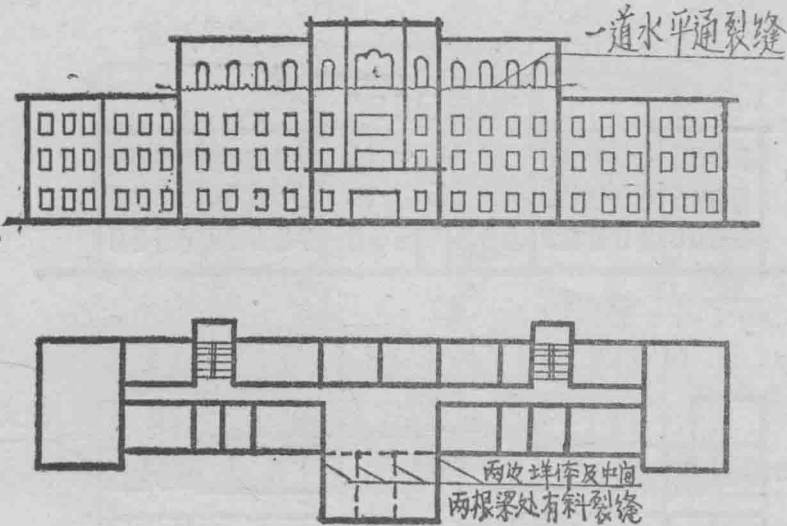
5、要根据营口市地基的特点, 尽量利用上部亚粘土层做为持力层, 减少埋置深度。要注意下部软弱土层的不利影响。并对基础采用适当的抗震措施, 如加强基础整体性, 扩大基础底面积等。

6、今后设计砖烟囱按规范要求配置纵向筋, 为了保证纵筋的设计效果, 根据外地经

验，最好采用砌筑留槽现浇混凝土的办法，如图十二所示。在变截面处采用逐渐收坡或增设圈梁的办法，以增强其抗拉能力。根据我们这次震害调查，坡度大的砖烟囱抗震性能就好一些，因此，今后设计砖烟囱应适当放大坡度。



图十二

建筑物名称		邮 电 局 新 建 办 公 楼				建造时间	一 九 七 二 年	
层数	3、4	层高	底层3.90米 上层3.60米	开间	3.3米 6.6米	进深	4.2米 6.0米	
简图								
结构概况	一层部分为内框架，其余为横向砖墙承重。四层局部突出为空旷会议室，四楼顶为轻型钢屋架，预制空心板，三层部分楼板和屋面板均为预制空心板，两道圈梁。毛石基础用50#水泥砂浆砌筑。墙厚：外墙为37厘米，内墙为24厘米厚。挑檐板为预制钢筋混凝土自重平衡式。							
地震破坏情况	突出的门厅大厅因不均匀沉陷，近端梁处较大斜裂缝；墙体交接处也有斜裂缝，四楼空旷会议室窗间墙在窗台高度有一道水平通裂缝，南纵墙上部稍有外闪。							
分析	四楼会议室两山墙间距离较大，（30多米），地震惯性力不能通过楼板本身的刚度直接传递给承担地震力的两道山墙，而大部地震力由垂直于地震力方向的纵墙承担，砖砌体的抗弯强度不够，而导致墙体结构出现水平断裂。							