

道孚县地震工程震害调查资料

(平房部份)

胡克川执笔

四川省建筑勘测设计院设计四室

一九八一年四月

道孚县

地震

PDG

一. 概况:

一九八一年廿四日凌晨五时十三分, 四川省道孚县, 发生了6.9级强烈地震。

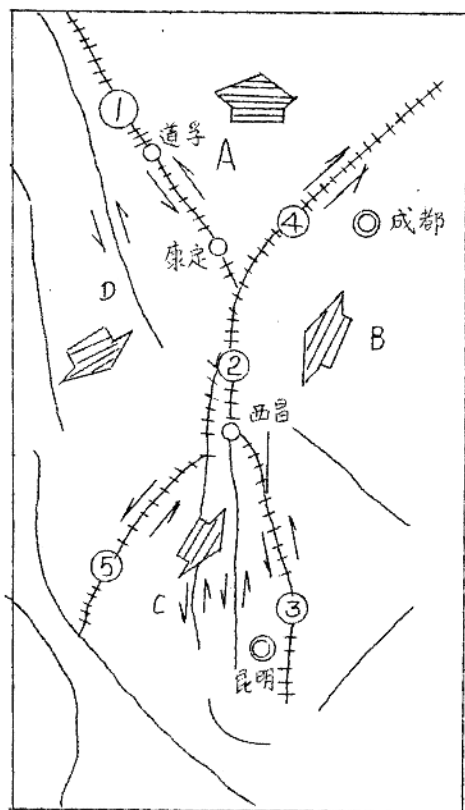
微观震中: 道孚县城西两公里沟普, 沙湾一带。

宏观震中: 北纬30.9度 东经101.3度。

震源深度: 约10公里。

地震系列: 余主震余震型

震源机制: 从该局下区域来看, 如图一: A区向北运动, B区相对C区, D区挤压, 並左旋错动, 因而使鲜水河断裂, (呈直下型) 水平错动,



图一

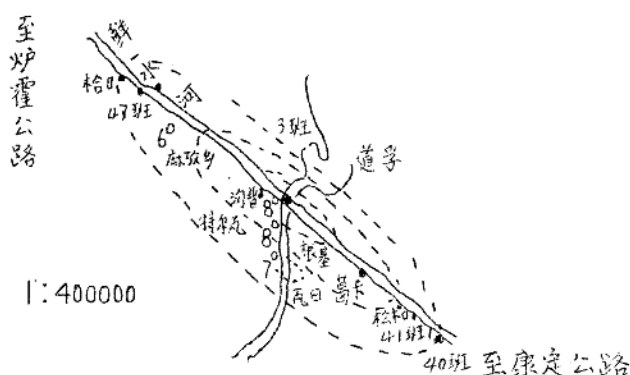
逆时针方向反扭为主。

烈度分布: 震中为8°强, 烈度分布呈椭圆形, 8°

①鲜水河强震发生带, ②安宁河强震发生带, ③小江强震发生带, ④龙门山强震发生带, ⑤永胜~宾川强震发生带。

以上地区面积约27平方公里，7°区约为260平方公里，6°区约为650平方公里（详见图二）。

这次地震，道孚县有12个公社受灾，较严重的有6个公社。死亡约XXX人，重伤XX人，轻伤XXX人。据6个公社统计，牲畜死亡XXXX多头。房屋倒塌约XXXX间，部分倒塌约XXXX间。县城房屋震害列于表1。



图二 道孚地震烈度分布简图

表1 县城房屋震害分类

房屋类别	震害分类				
	倒塌	严重破坏	损坏	完好	小计
单层房屋	68	26	42	60	196
单层空房	16	14	20	3	53
多层房屋		9	23	8	40
总计	84	49	85	71	289
百分比 %	29	17	29	25	

[注]:

倒塌: 主要承重结构全倒
倒塌

严重破坏: 承重结构严重
破坏或倒塌不
可修复

损坏: 承重结构轻微破坏,
非结构构件破裂。

完好: 承重结构完好非结

构构件破裂，不加
或稍加修理即可使
用。

二. 场地与地基对震害的影响

震中附近地表变形明显、沟壑、沙湾一带地裂横穿山体，山坡处出露新泉。鲜水河滩、地裂较多，延伸方向平行于鲜水河，且多处有喷砂冒水现象，喷出物为灰色有机质粉细砂。农田里有一地裂宽约 25 厘米，深约 80 厘米（见图三）

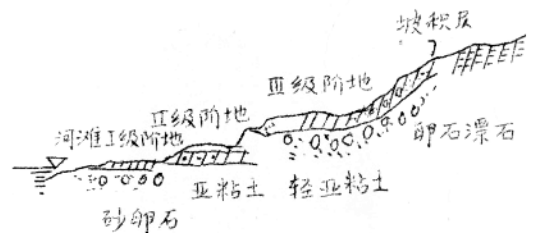
长达 200 米，并有隆起凸包。

山坡上多处滑坡及塌方，道孚县至雅江县公路的波修附近塌方高 20 米，底宽 25 米，倾角 45° ，塌方量约 3000 立方米。

道孚县位于鲜水河断陷盆地，海拔约 3000 米，河滩与山坡高差 300 米，其横断面由河滩、I、II、III 级阶地及坡积层构成（见图四），县城房屋大多建在 I、II、III 级阶地上，I 级阶地上的房屋震害明显加重。建筑物倒塌和倾斜方向以垂直于鲜水河方向为主。



图三



图四道孚县城地形阶地剖面示意图

三、穿逗木架房屋

1. 基本结构概况:

穿逗木架大多系由纵横梁、柱用扣榫连接而形成的空间构架, (这种构架, 虽然在纵横两向平面内梁柱间没有斜撑, 但仍具有一定刚度, 能抵抗一定的侧向地震力), 所调查这类房屋, 大多立柱为三、五、七柱落地, 亦有有内走道者为四柱落地, 其柱脚多未与基础连接。垭体大多采用在窗台下为实体 (半砖、 $3/4$ 砖、一砖、土坯) 窗台上为抹灰板条垭, 有的采用内外土坯围护垭, 或内半砖板条垭、外 12 厘米 (或 24 厘米) 厚的砖围护垭, 亦有的采用木板围护垭。全是小青瓦屋面。

2. 震害情况:

对这类房屋共计调查了 80 幢, 其中基本完好佔 60%, 破损 (经修复仍能使用的) 约占 37.5%, 严重破坏 (需拆修的) 约占 2.5%, 无倒塌。

(一) 木架横向偏斜。柱脚移动

(1) 水电厂营业厅图 1, 层高 2.7 米, 係四柱落地, 边柱与穿枋的连接如图 ④, 未固柱脚。围护垭外为半砖台板条垭, 内板条垭, 震后中柱折断图 ⑤ 查撞木架横向偏斜。

(2) 县车队汽车检修房, 7 柱落地, 柱与基础未固定, 图 2, 外围半砖台板条垭, 内板条垭, 震后柱间无板条垭者移动 2 厘米多图 3, 其相邻柱间有板条垭者仍平移 0.5 ~ 0.8 厘米。

(二) 围护垭破裂 (竖裂缝、斜裂缝、X 裂缝) 局下或大下倒塌、及抹灰脱落。

(1) 气象站宿舍, 层高 2.7 米, 五柱落地未固柱脚, 外围 24 砖抱柱, 内隔垭为板条垭, 外垭顶设有钢筋砖圈梁图 4, 震后外纵垭面沿每间木柱产生竖向裂缝图 5。转角处, 纵垭局下倒塌。

(2) 农机仓库图 6, 层高 4.5 米, 三柱落地未固柱脚, 外围

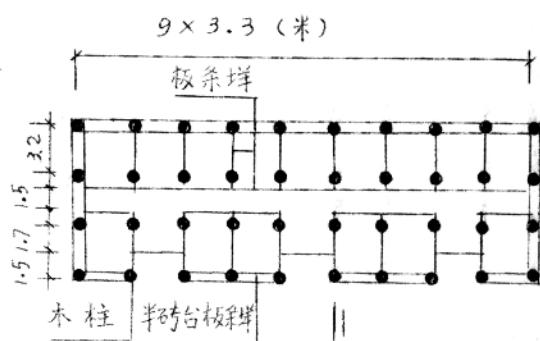
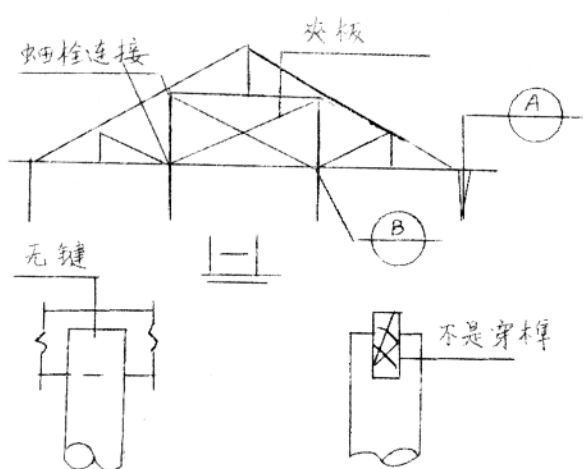


图1. 水电厂营业厅

①

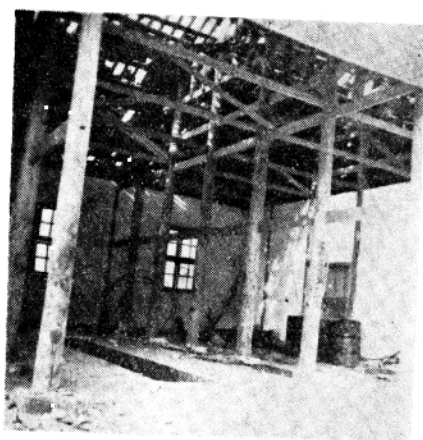
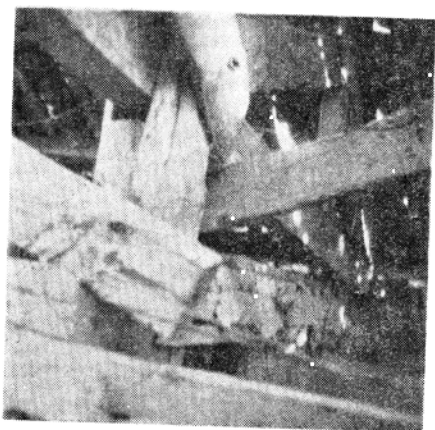


图 2

②



图 3



图 4

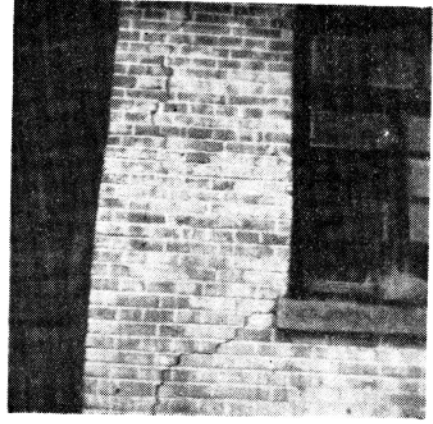


图 5

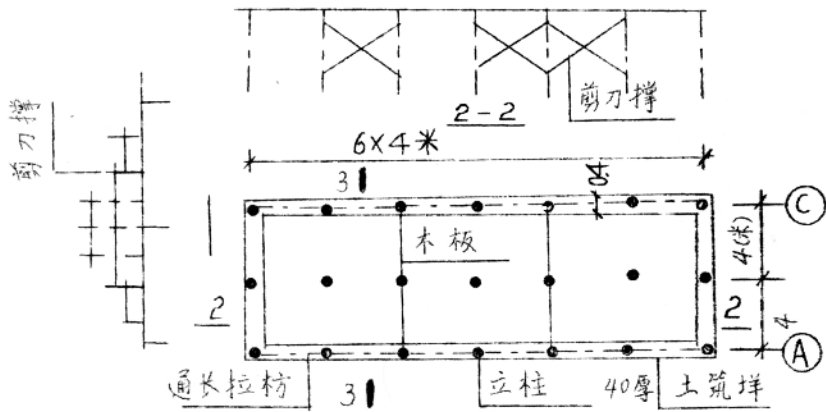


图6 农机公司仓库一

土筑垭色柱，内隔木板横垭，震后前后〔A〕〔C〕轴〕外纵土筑垭大下倒塌，木柱榫处折断。图7。

(3) 县政协宿舍，



图7

五柱落地，外围 24 砖墙，内板条墙，墙顶无圈梁，震后两端山墙倒塌，纵墙上窗间墙出现斜裂缝，X 裂缝图 8。

(4) 窗台下实体墙，上为抹灰板条墙的抗震性能最佳，仅有不同程度的抹灰脱落，屋面椽瓦和屋脊甩落。

(5) 紧相邻县车队汽车检修房 79 年 10 月修好的县车队宿舍，混凝土地坪五柱落地，柱卡于 60 厘米高片石基础内，外围半砖台板条墙，内板条墙，震后其内外抹灰板条墙仅有微裂而未脱落图 9。



图 8



图 9

3. 震害原因

(一) 榫键直接关系这类房屋的抗震能力，由于两端边柱顶与穿枋联结处未作榫键（图 A），致使地震力全由中柱二柱承担，故造成中柱榫处折断（图 B）同时柱脚未锚固，柱顶未加斜撑，构架系可变体系，在强震下致使在撞房子的每根木架严重横向偏斜，如实例（一）（1）。

(二) 墙（砖或土）包柱的形式对墙不利，一则破坏了墙本身

的在体性。二则地震开始时木架与垱体同时发生晃动，由于屋顶重易都支在木柱上，木架又不够刚强，以致木架比垱体晃动得利害，而垱与柱连接又差，因此垱与架各自振动，所以二者相互撞击。再则未固柱脚，虽有板条垱仍变形移动，如实例（一）（2），以致轻则使外纵垱沿柱产生竖向裂缝如例（二）（1），至则在竖向裂缝产生后大半或局部倒塌如实例（二）（2）。同时由于土垱体，垱高且厚，它的地震力作用于木架上，也加剧了木架的变形，再加木柱穿榫处断面的削弱，致使木柱榫处折断，但柱虽折断架仍未塌图7。

（三）端山垱的破坏，主要由于山垱与柱梁无可靠拉结，而山垱与纵垱的连接薄弱（由于垱包柱，其垱后被木柱削弱一半）且又未设圈梁，再加木柱对山垱的撞碰，致使纵横垱连接处拉开脱落，故造成山垱侧向失稳而倒塌如实例（二）（3）。

（四）水平地震力和垂直荷载引起的主拉应力超过砌体抗主拉应力强度而产生的斜裂缝，X裂缝，一般甚为普遍。

4. 抗震建议

（一）立柱是穿逗结构的主要承重构件，应保证其穿孔合理，不宜穿得过多过密过大，以免在榫处过份削弱柱子断面。

（二）该用键销的卽位，必须用键销锁牢，而且最好用钢键销以减小柱断面的削弱，增加键销的强度。

（三）当地现穿逗木架是能抗8°地震的，但现在扣榫结合的节点，不可能具有很大的刚性（当地系9°设防区），在较强裂的地震力作用下，木架仍易变形，故为了改善在结点上这一主要薄弱环节，在梁与柱间增设斜撑，使其尽可能形成刚接。

（四）在8°及8°以上地区柱脚应加锚固。

（五）尽可能用窗台下实体垱上抹灰板条垱，不用卵石垱，干插泥砌乱石垱和无筋土垱，而用浆砌上下平叠的乱石垱，加有木

条草筋的土垱，砖垱时应增强与木柱的拉接，特别要注意解决围护垱沿柱竖向裂缝问题（如柱不放入垱内或增壁柱）

四、木柱、木房架房屋

1. 基本结构概况

这类房屋用三角形人字架图10或豪氏架和木柱承托，多数为柱顶有小榫逗于房架的木挑枋上图11木挑枋被保险绳栓固结，横向排架间的柱顶处，多用有木拉枋穿榫连接。其围垱有土坯色木柱的，砖抱木柱的，半砖台板条垱的，柱与架有加斜撑的与未加斜撑的两种，全为小青瓦屋面。

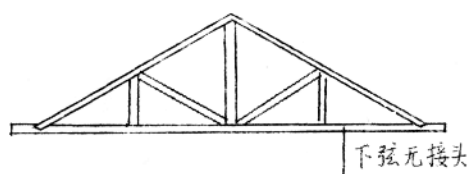


图10 人字架式

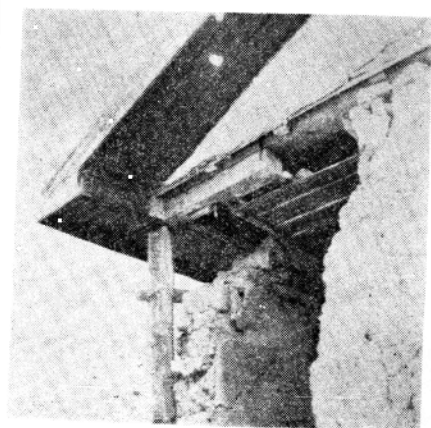


图11

2. 震害情况

这类房屋共调 39 幢，倒塌 53.8%，严重破坏 12.8%，破损 28.2%，基本完好 5.2%。

(一) 柱架间加斜撑的；斜夹板与柱架连接点，柱架木破坏而倒塌。

(1) 林业局汽车修配房、层高 3.6 米，木柱豪氏架，柱架间用木夹板夹住下弦图12未固柱脚图13，半砖台板条围护垱，最大横垱间距（19 米）五间，震后架塌，房架下弦破裂。



图 12



图 13

(二) 柱架间未加斜撑的：房架沿纵向倾侧。砖抱柱基本倒塌。土色柱有倒的，埕倒柱立的，埕身倾斜的。

(1) 兵站宿舍、层高 2.8 米，木柱人字架，架下弦穿于木柱顶图 14，已固柱脚图 15，内外半砖台板条埕，剪刀撑及水平系杆相互隔间设置，剪刀撑与架系钉结，檩与架及檩与檩无连接，震后 8 榀房架 7 榀沿纵向倾侧图 16。

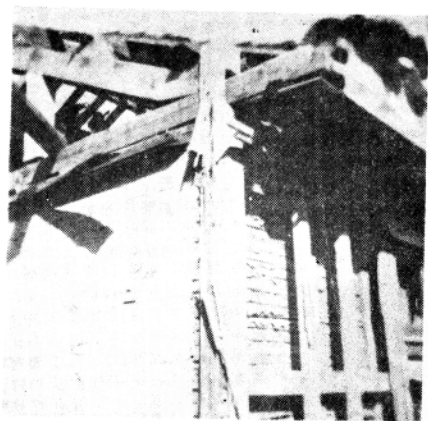


图 14

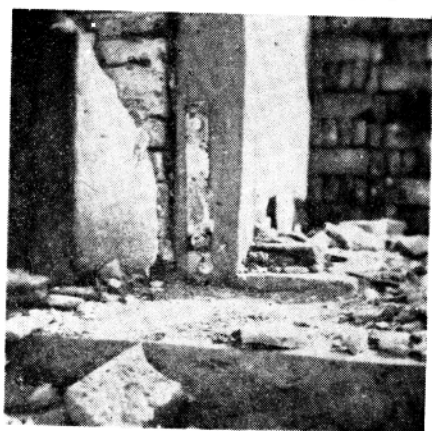


图 15

(2) 14团16幢砖包柱人字架的办公营房全下倒塌图17



图 16



图 17

(3) 车站仓库层高4米，45厘米厚土坯墙包柱，人字架进深6米共五间（20米）内无横隔墙震后全下倒塌。

(4) 群运社办公室层高3米，窗台下土筑、窗台上土坯，55厘米厚包柱，人字架图18，震后④轴的③~⑤轴段中下包柱立柱图19。

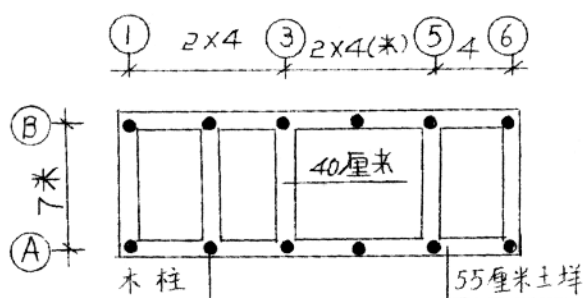
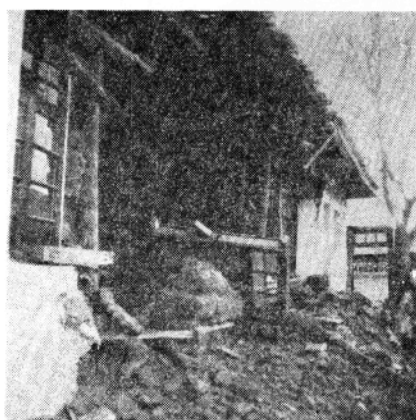


图18群运社办公室



(5) 县革委招待所，层高2.7米，

图 19

窗台下50厘米窗台上40厘米的土坯垱色柱。人字架。隔垱40厘米土坯图20震后④轴的③~⑥轴段纵垱外倾。

3. 震害原因

(一) 柱架间的斜夹板未连在上弦节点处，木柱强度又未设防考虑，地震时下弦同柱的顺木纹抗剪强度不足，重则被剪弯破坏而倒塌，轻则未倒。

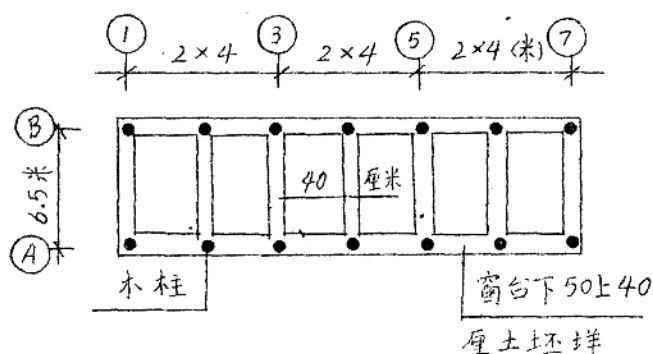


图20 县革委招待所

下弦却被剪弯破裂，其柱脚虽未固定並未移动如实例(一)(1)

(二) 横向屋架间垂直支撑与房架系钉结，檩条与檩条及檩条与房架无连接，架与柱的连接仅作穿榫处理，以致在纵向水平地震力作用下房架侧向失稳而倾倒如实例(二)(1)

(三) 砖或土包柱与穿逗木架的垱色柱相似，垱面在木柱处沿柱竖向裂缝产生后，重则由于架与木柱系简单的榫接，柱脚又未固定，故柱上下均为铰接，构架系可变体系，必然使构架失稳而倒塌。轻则垱倒柱立。但其破坏程度，亦与房屋侧向刚度有关，横垱越多那么房屋的侧向刚度就好，从而抗震性能就好，如县革委招待所，仅有外纵垱外倾，而五开间无横垱的车站仓库就倒塌。

4. 抗震建议

(一) 柱与架间加斜撑，并注意核称斜撑与架柱连接点的强度。

(二) 柱顶与架应有牢靠的联结，8°及8°以上地区柱脚应加锚固。

(三) 纵向连接和纵向抗侧力构件强度应有足够保证。

(四) 最好採用窗台下硬垆上軟垆的內外垆體。

五. 獨立磚柱、木房架房屋

1. 基本結構概況

這類房屋用人字架(或豪氏架), 37×37 、 37×49 、 49×49 厘米獨立磚柱承重, 房架和磚柱未採用錨固措施, 外圍填充垆為土坯, 或窗台下土筑上土坯, 而內隔垆有的為土坯, 有的為下土坯上板條垆, 或板條垆。土坯與磚柱的連接, 有的在磚柱內伸出一匹長 12 厘米沿高 8~10 匹磚與土坯連接, 有的在窗口標高上, 土坯垆內伸出木條與磚柱連接。全為小青瓦屋面。

2. 震害情況

這類房屋共調查了 54 幢, 倒塌 70%, 嚴重破壞 24%, 破損 6%。主要破壞形態: 倒塌。橫垆間距較遠的中间 7 分磚柱, 柱腳破裂。縱橫垆連接處磚柱外傾凸出, 柱身斷裂。山垆倒塌, 角柱外傾。

(1). 兵站庫房及糧庫房及 14 團 31 幢辦公及營房, 建於 50 年~60 年代均為人字架, 37×37 厘米獨立磚柱承重, 柱架無錨固, 白灰砂漿砌築內外土坯垆, 震後全 7 倒塌。

(2) 新华书店營業 7 圖 21, 层高 3.0 米, 人字架, 37×49 、 49×49 厘米獨立磚柱承重, 白灰砂漿砌築, 40 厚的內外土坯垆圖 22, 震後 ⑥ 軸室外 ④ 軸室內的 ②~④ 軸柱腳水平灰縫破裂圖 23

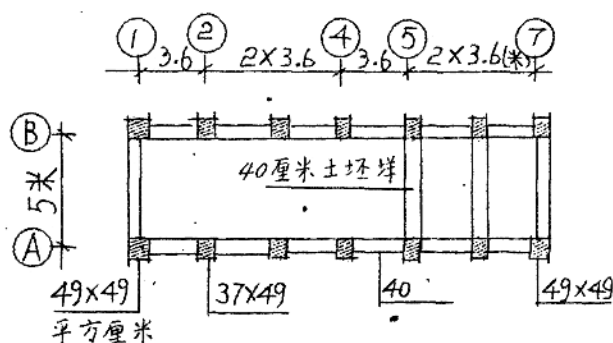


圖 21
新华书店營業 7

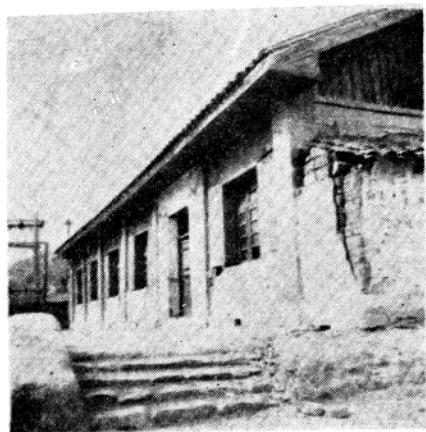


图 22

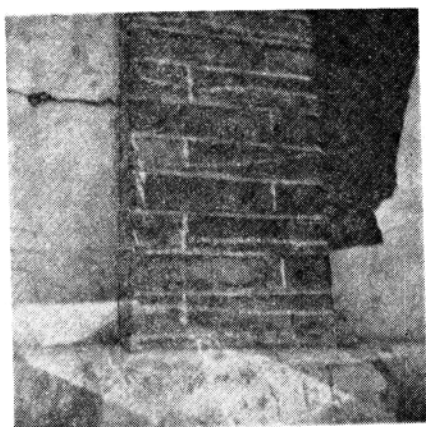


图 23

(3) 商业局宿舍，人字架 37×49 厘米独立砖柱承重，外围垭窗台下 50 厘米上 38 厘米的土坯垭，内每间横隔垭为下 38 厘米土坯垭上双面板条垭，震后砖柱外倾，柱身断裂图 24

(4) 人民银行宿舍，人字架 37×49 厘米独立砖柱承重，柱架未锚固，外内 40 厘米厚的土坯垭，震后 A 轴的 ④ ~ ⑥ 轴的砖柱外倾图 25

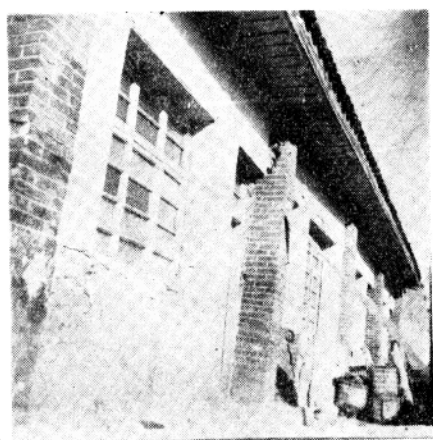


图 24

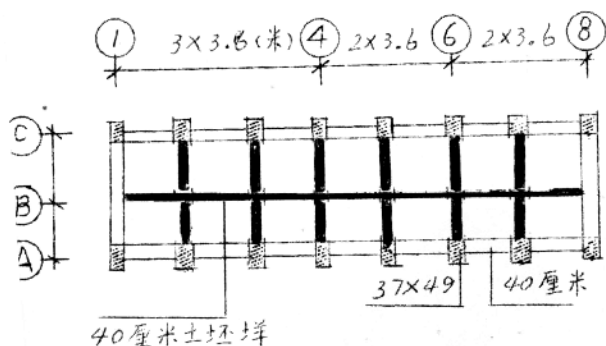


图 25 人民银行宿舍

(5) 商业局厨房食堂，层高 3.0 米，跨度 9.5 米，人字架 49×49 厘米，独立砖柱承重，外窗台下 50 厘米土筑垡上 30 厘米土坯垡，震后端山垡倒塌图 26

(6) 县革委农资工商办公室，人字架 37×37 独立砖柱承重，白灰砂浆砌筑，内外土坯垡，坡水屋面，震后转南砖柱外倾。图 27

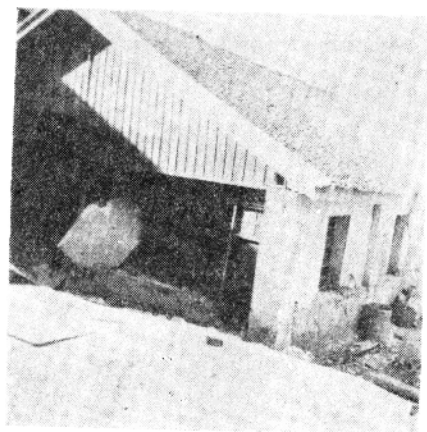


图 26

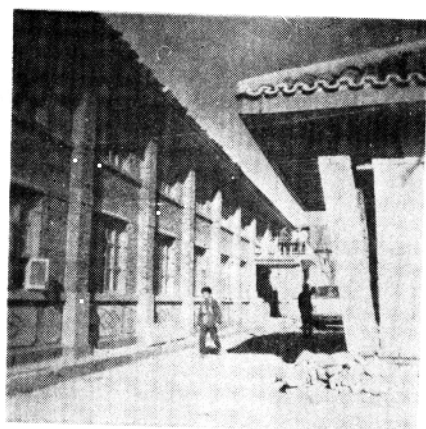


图 27

3. 震害原因

(一) 砖石砌体，它抗拉能力很小，抗压能力则比较大，延性差，出现裂缝后裂缝一扩大，就丧失承重能力，而造成倒塌。此类房屋倒塌率比较高，砖柱强度不够是一个很重要的原因。由于砖柱与土坯填充垡间无可靠的销键和锚筋，地震时垡柱不能共同工作，故屋面所吸收的地震力，大半交由砖柱来承担，重则如兵站和 14 团地处 8 度强的地区，而且大多 50 或 60 年代修建的房屋，土坯垡随使用年限的增长，易风化剥落，干缩开裂，强度降低较快，其砖柱断面又为 37×37 厘米，白灰砂浆砌筑，故大半

倒塌，轻则如新华书店，横垅间距较远的 37×49 厘米的中间下份砖柱，柱脚灰缝受弯破裂。或如商业局宿舍，架与柱未锚固，其内虽有隔垅，但其垅为下土坯上板条垅而实以空旷房屋的砖柱外倾；或在内隔垅的土坯垅顶标高处柱受弯破裂。再如人民银行宿舍，虽在砖柱的纵横向都有齐柱高的土坯垅，也由于屋面重量都集中于柱顶，而架与柱未锚固，屋架支座可以在柱上自由滑动，故地震力平行于横垅时，使内土坯横垅与柱联结处产生很大拉力，土坯横垅与砖柱又无可靠拉结，故易分离，这时横垅虽为土坯，但其平面内的刚度很大，变形相对为小，故使砖柱外倾。

(二) 山垅的倒塌，主要由于材料不同，垅与架一般都无连接，垅与柱就有连接亦不牢，故在水平晃动下，失稳倒塌。

(三) 角柱的倾斜，主要由于转角架一端置于砖柱未锚，一端置于横架上未固牢，地震力作用下致使屋面对角柱产生推力引起角柱倾斜。

4. 抗震建议

(一) 设计这种房子时，必需十分注意砖石砌体的破坏特点，延性差，出现裂缝不久，就可能倒塌，故在高烈度地区最好用组合砖柱。

(二) 砖柱的在体性和强度及施工质量是抗震的主要因素，在设计 and 施工中应着重解决好。

(三) 木屋架与柱应有可靠的拉结。

六 砖垅（砖垅柱）承重房屋

1. 基本结构概况

这类房屋，一为24砖垅承重，人字架（或蒙氏架）在承房架处垅身亦未设砖壁柱，亦有在该处设 24×24 厘米钢筋混凝土构造柱的，有的在窗间垅中设了构造柱，但木屋架亦未放在构