

南京会议

本文件摘自于会议的照片
提供参考

全国性学术会议

“汶川地震震害调查及对今后工程抗震的建议”报告会

主办单位：《建筑结构》杂志社 东南大学

协办单位：南京丹普科技工程有限公司

支持单位：中国土木工程学会 中国地震工程联合会

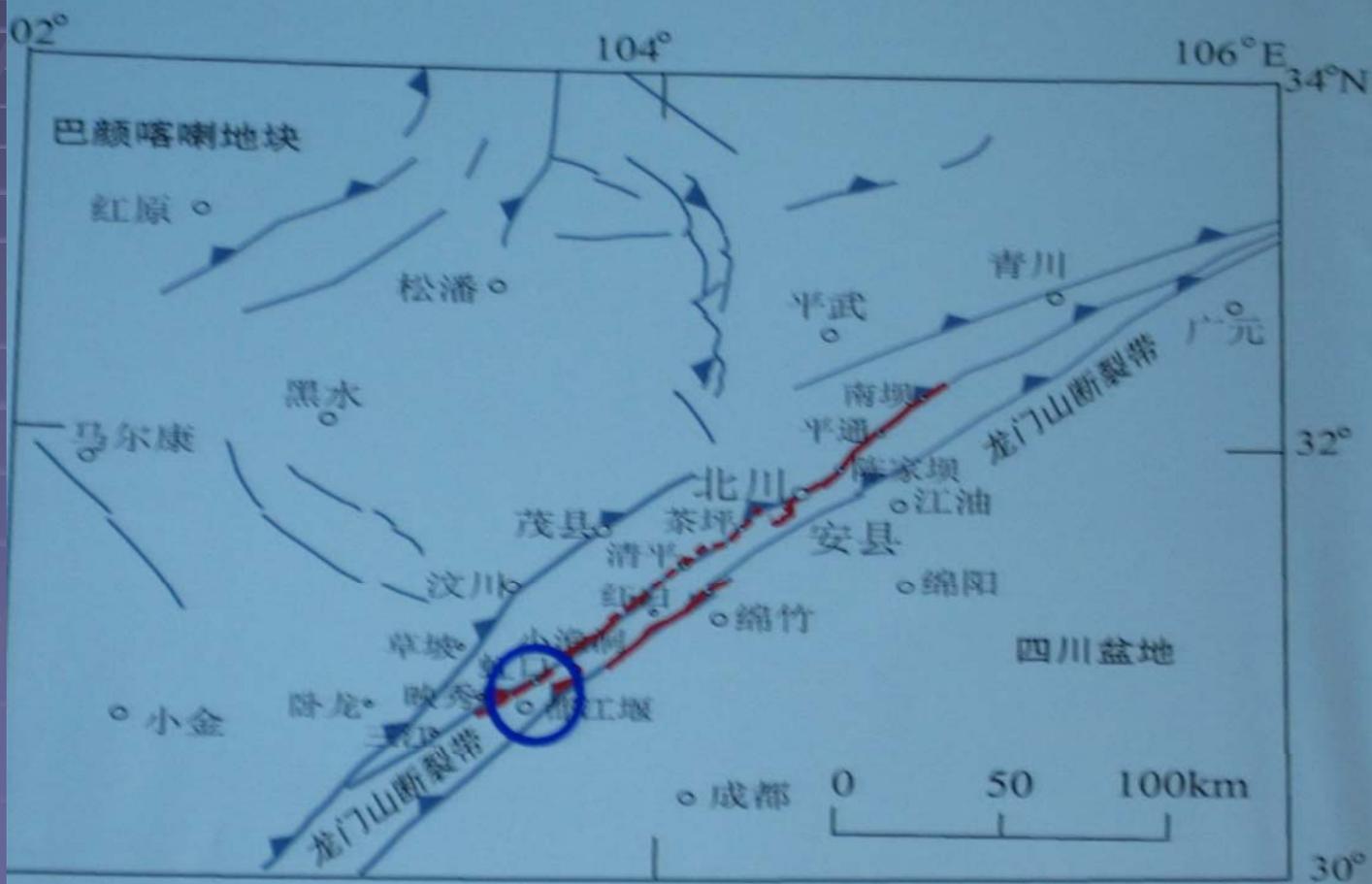
江苏省土木建筑学会 南京市土木建筑学会

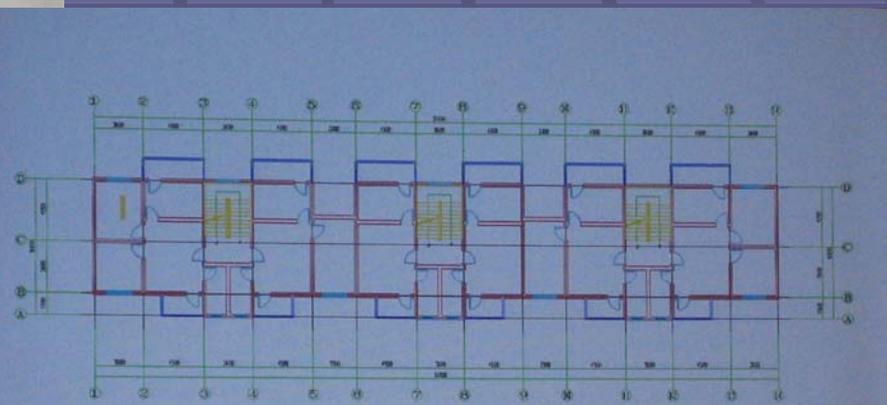
2008年9月5-6日

南京·东南大学



0. 12大地震地表破裂展布图(破裂)





某时国式汽电空金属标准层平面图 100

- 注释：(1) ①~③轴线之间的部位一塌到底，
 (2) ④~⑥轴线之间的部位一塌到底。
 (2) ④~⑤和⑥~⑦轴线之间的方厅和一间卧室部位拉裂。

总结：汶川地震重建 建议

中国工程院 土木建筑学部

(2008. 5. 28)

推荐三种新技术：

1. 新型遥感影像快速显示技术
2. 房屋隔震技术
3. 房屋建造精细标准化、工厂化制作技术

隔震的技术经济性

隔震结构 对比 传统抗震结构:

1. 大地震时安全: 隔震结构地震反应降为 $1/3-1/10$,
(安全度提高3-10倍)
大震时房间弹性, 不坏不倒, 住几代人生命财产安全!
2. 双保护对象, 生命线工程:
保护结构, 也保护室内设备仪器, 使用功能不中断
3. 结构在大震时基本保持弹性:
地震时结构基本保持弹性, 保护非结构构件
4. 建筑设计自由: 适用于规则结构, 也适用于非规则结构
平面不规则—隔震支座布置, 调整刚度中心
立面不规则—隔震支座布置在薄弱层, 转换层
5. 结构造价不高: $\pm 5\%$, 约 70 - 200元/㎡ 建筑面积

隔震技术特别适用于下列建筑物

1. 要求在地震中不能中断功能的建筑：
政府指挥中心
电讯, 电视大楼
机场, 车站
医院
2. 有大量人群集中的建筑：
学校
大型场馆
3. 有宝贵内部物件的建筑：
博物馆
银行
计算中心
4. 住宅：
5. 安全性要求较高的建筑

青川县城

左侧为未设防建筑

右侧为按**2001**年规范
设计和建造的建筑





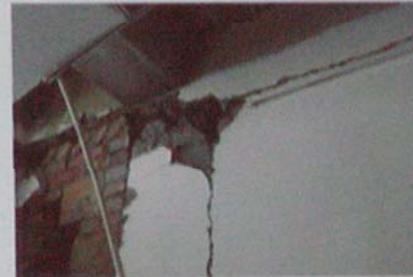
青川县城：按2001年规范设计和建造的小学建筑—逸夫楼，地震后主体结构完好无损。



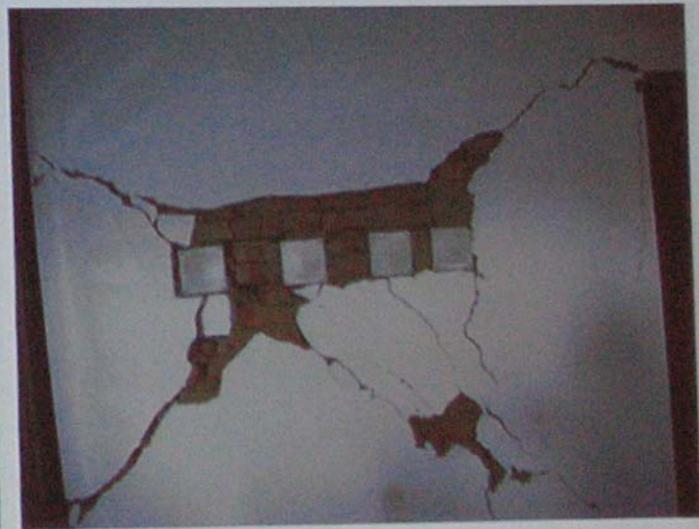
立面收进建筑的破坏（青川县城）

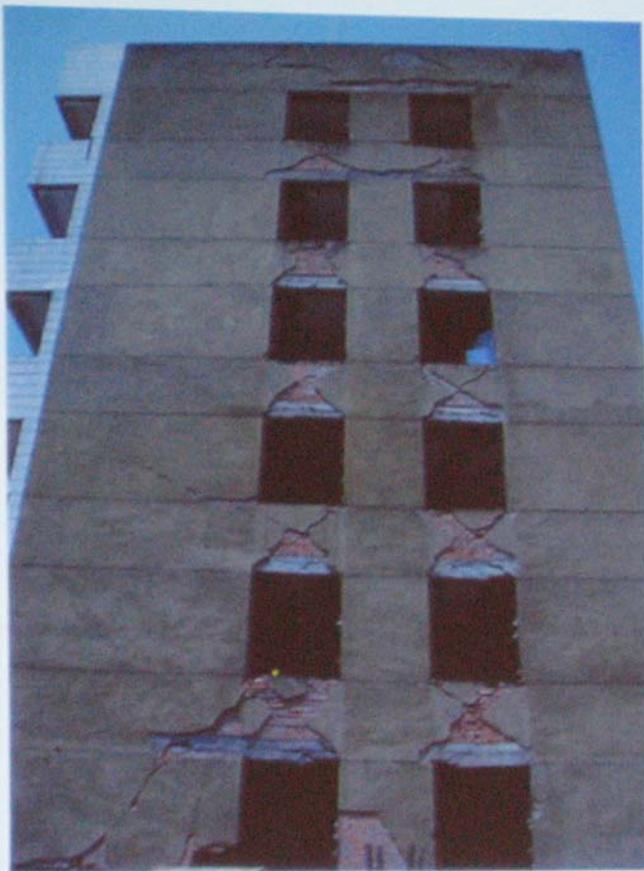


立面收进建筑的破坏
（江油市禾嘉种业办
公楼，3层局部4层）

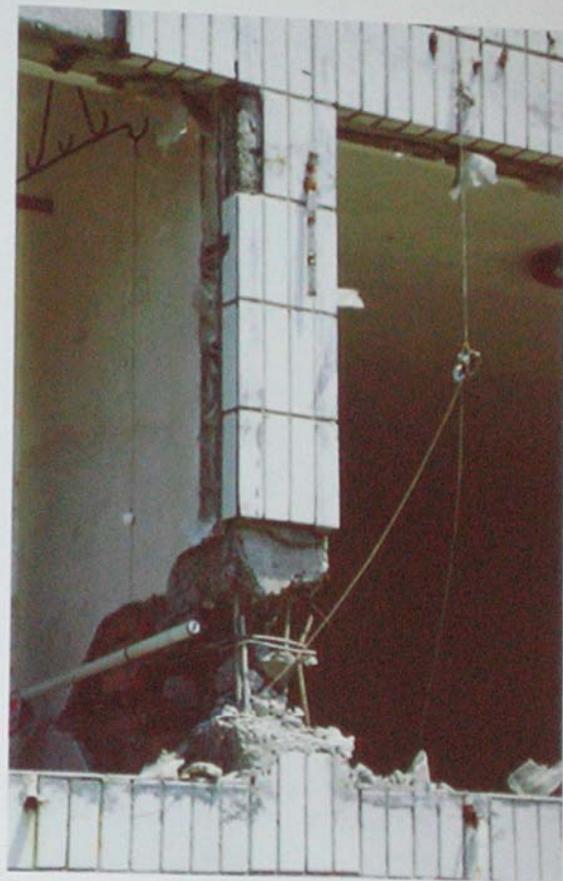


6、砌体结构（砖混，砌块，灰砂砖）中，墙体数量多的震害小或者没有震害，砌体墙少（大开间）震害严重。窗间(门间)墙破坏严重。





北川县擂鼓镇某厂下岗职工宿舍楼—六层砌体结构，有构造柱和圈梁，裂而不倒。



牌楼倾斜量约50cm，据推算6层楼房位移量可达1米，当地居民也看到当时这栋楼摇晃达到1米以上

8、地震中再现了“强柱弱梁”、“裂而不倒”的设计理念，也发现了很多“强梁弱柱”形式的破坏。



都江堰市某6层底框结构中，底层框架柱再现了强柱弱梁，梁端发生了破坏。

8、对现有旧建筑进行抗震评估，根据评估结果，分期分批进行抗震加固。需要继续开展的工作有：

- (1) 加固新技术研究和应用
- (2) 新型加固材料和工艺技术研究
- (3) 加固设计理论的基础研究
- (4) 加固技术标准的修订

重点是公共建筑的抗震评估和加固；但对量大面广的居民住宅(砌体结构)抗震加固也应引起高度重视，可能实施难度很大，可以结合旧区改造进行。

四、在防震工程中积极采用成熟的高新技术

1、基础隔震技术

比较成熟，可适用于新建工程和既有工程的加固改造。工程实例已很多。

2、消能减震技术

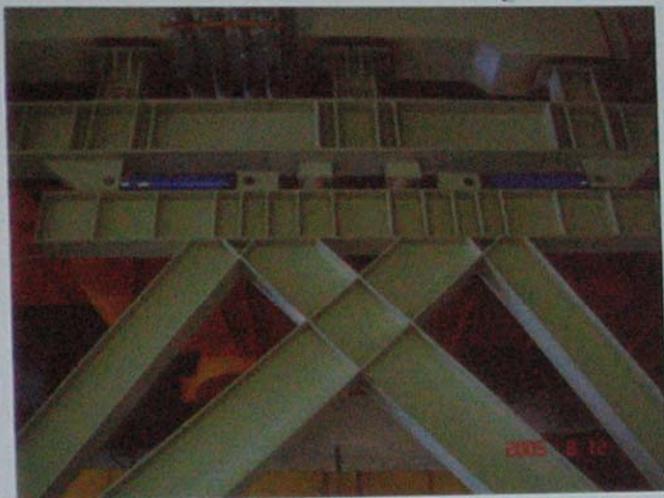
比较成熟，可适用于新建工程和既有工程的加固改造。工程实例较多。

3、主动或混合控制减震技术

在日本有较多的工程实例，国内有1例。

新型组合式消能减震体系的工程应用(2)

上海港汇广场18层商办楼抗震加固（全国面积最大的加固
改建工程—30万平方米，88个阻尼器，同济设计）



原有结构10层

新加到18层



未实现强柱弱梁屈服机制的原因

- 填充墙等非结构构件影响
- 楼板影响
- 框架梁跨度和荷载过大使梁截面尺寸增大
- 梁端超配筋和钢筋实际强度超强
- 柱轴压比限值规定偏高
- 柱的最小配筋率和最小配箍率偏小
- 结构受力状态的影响
- 梁柱可靠度的差异

影响因素的分析

■ 填充墙等非结构构件影响

- 围护墙和填充墙通常直接在框架梁上砌筑，将显著减小框架梁弯曲变形，增大框架梁的刚度和抗弯承载力。
- 直接参与整体结构的抗震受力，增加层刚度，造成结构层刚度不均匀；或造成平面刚度分布不规则，引起扭转效应。
- 结构刚度增大，基本周期减小约**40~60%**，地震力增大。
- 由于填充墙抗侧刚度大、所分配的地震力较大，而其强度较低，因此容易导致填充墙产生严重开裂和破坏。

改变了框架结构的整体受力机制，使整体结构难以形成“强柱弱梁”屈服机制

加剧结构的地震破坏

■ 填充墙等非结构构件影响

- 填充墙参与结构受力
- 将填充墙作为第一道抗震防线，是一种很好的整体结构抗震设计思想。
- 按这种思路设计时，填充墙在中震下发生开裂应属于正常预期目标，但大震下填充墙不倒塌（构造措施）。
- 通过合理的构造措施，如设置构造柱、水平系梁、拉结钢筋等，增强填充墙与主体框架结构的协同工作能力，提高填充墙的变形能力，包括抗裂能力和抗倒塌能力。
- 这种组合墙应作为整体结构抗震的组成部分，在整体结构的抗震分析和设计中就要给予考虑，且相应的构造措施也要予以保证，并在施工中落实。

影响因素的分析

■ 填充墙等非结构构件影响

绵阳的两个框架结构



- 一个填充墙经过设计认真考虑，与周边框架采用水平系梁和构造柱连接，结构抗侧刚度很大，地震中填充墙也几乎没有开裂，主体框架结构几乎也未损坏。
- 另一个填充墙开裂显著，尽管主体框架结构损坏并不严重，但需要对填充墙进行大修。

影响因素的分析

■ 填充墙等非结构构件影响

- 在所有因素中，填充墙对框架结构实现预期“强柱弱梁”屈服机制的影响最大。因为填充墙有一定的结构作用，且布置位置多种多样，使用中又经常被改造。建议：
- 明确填充墙的抗震设计目标和相应的配套构造措施。
- 永久性填充墙可作为第一道抗震防线，并应在整体结构分析中给予考虑，宜与主体框架结构结合形成组合墙，或采取必要的水平钢筋拉结、构造柱、水平系梁等措施。
- 当以“强柱弱梁”作为包括填充墙在内的整体结构抗震的屈服机制设计目标时，预期出铰的框架梁上不应设置填充墙，或填充墙与框架柱之间应预留足够的变形间歇。
- 用户对填充墙进行拆除改造，需经过设计单位的认可。

影响因素的分析

■ 柱轴压比限值规定偏高

- 规范柱轴压比限值定得过高，导致框架柱截面尺寸偏小，使得在以下几方面降低实现“强柱弱梁”机制的可能性：
 - (4) 框架柱截面尺寸偏小，框架柱刚度偏小，柱梁刚度比偏小，不利于实现“强柱弱梁”机制。
 - (5) 设计大多按单向考虑，实际地震下柱为双向受力，尤其是边柱和角柱的双向受力程度更大，柱在双向作用下更易发生破坏。
 - (6) 轴压比计算主要依据水平地震作用下柱轴力确定，实际地震大多有竖向地震，尤其是本次汶川地震，竖向地震动加速度明显高于水平地震动加速度，在水平和竖向地震符合作用下，很容易超过轴压比限值，造成框架柱破坏。

都江堰的地震烈度

- 都江堰市的结构按7度设防 $PGA=100gal$

这次遭遇的地震烈度：

- 都江堰市的地震破坏烈度8~9度
 $PGA=200\sim 400gal$
- 根据国外资料：都江堰市的地面加速度为
 $180gal\sim 450gal$

基本完好的砖混住宅

- 4层以下的正式设计和建造的砖混住宅破坏程度较轻。
- 2000年后，由房地产开发商开发的商品住宅大多数基本完好，少数轻微损坏。

砖混结构设计对策

- 砖混结构层数宜少不宜多，6层以下较合理
- 设计对砖墙的砌筑要有严格要求。
- 采用预制板时，应加强预制板的连接，同时圈梁中的配筋 $4\Phi 16$ 。
- 构造柱的按规范表中层数值减1设置。
- 构造柱增加：
 1. 建筑平面突出角应设构造柱。
 2. 采用预制板，非主承重墙大于3米时应在两端设置构造柱

震害修复及抗震加固思路

◆ 抗震加固

- 体系加固优先：体系—构件—节点
- 注重节点的处理
- 构件加固避免出现薄弱环节

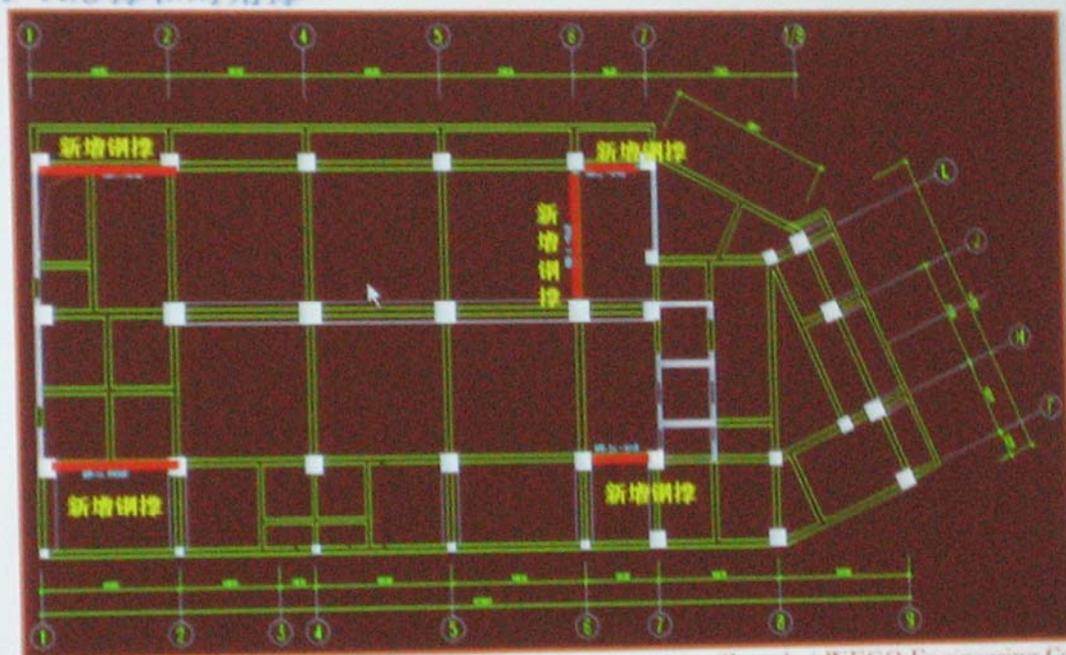
1. 装配式不规则高层加固——上海东方饭店



➤ 结构体系加固

◆ 剪力墙开洞

◆ 布置钢撑：K形撑和对角撑



1. 装配式不规则高层加固——上海东方饭店



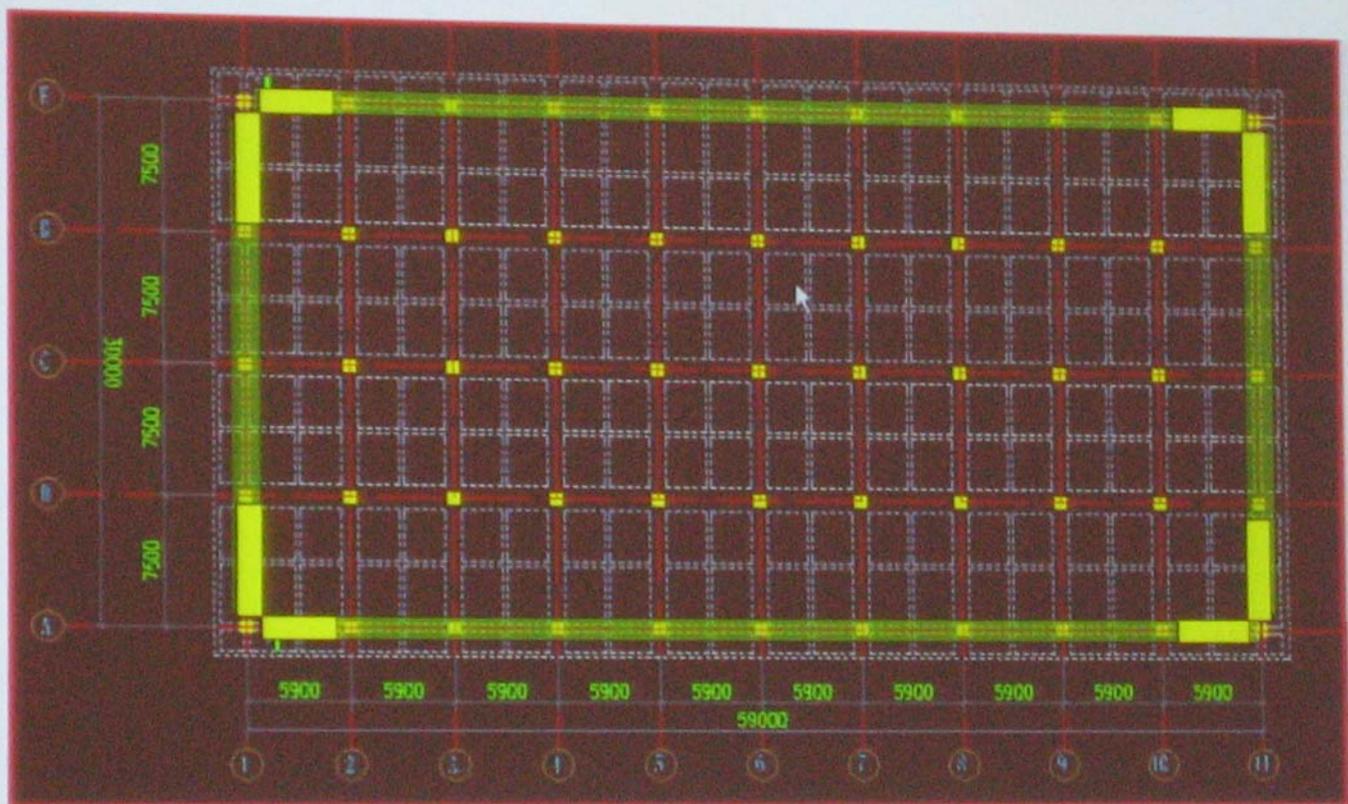
➤ 结构体系加固—体系加固效果

- ◆ 增强结构整体性，控制扭转
- ◆ 增强纵向抗侧刚度，减轻框架梁、柱的加固压力

方案	增加钢撑方案	未增加钢撑方案
整体性能指标	1、最大层间位移角： X: 1/964 Y:1/872 2、扭转位移角： X: 1.07 Y:1.31	1、最大层间位移角： X: 1/726 Y:1/800 2、扭转位移角： X: 1.06 Y:1.41
框架梁、柱的配筋	X向梁配筋：减少30%，加固量减少100%	

2. 上海某书店仓库改建工程

➤ 结构加固方案一边框+阻尼器方案  1-3层

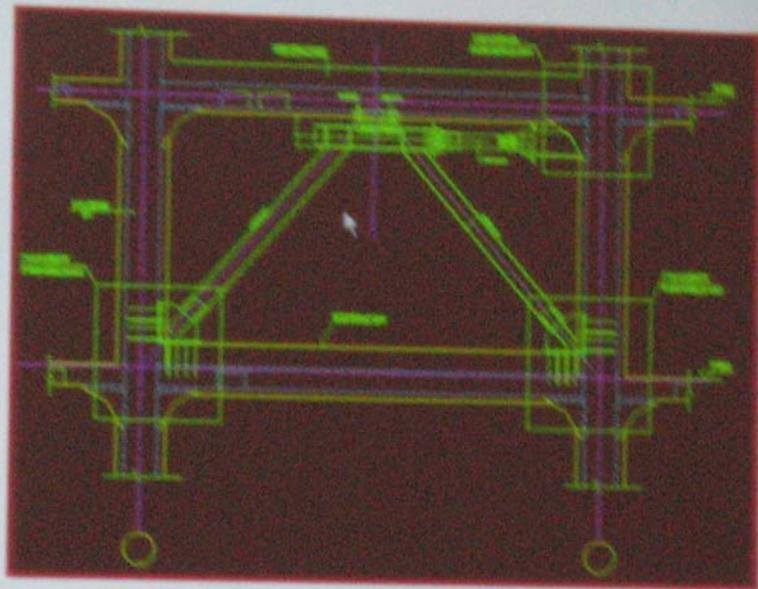
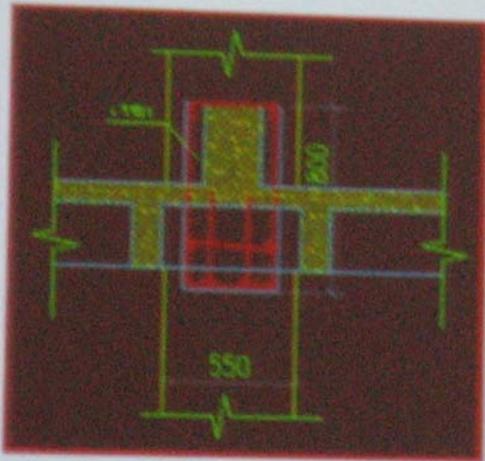


2. 上海某书店仓库改建工程



➤ 设计采用方案

- ◆ 加固外边框架梁为框架梁
- ◆ 结构体系加固采用阻尼器加固
- ◆ 原结构柱采用喷射砂浆加固，增加柱的配筋量
- ◆ 加强楼板与柱的连接

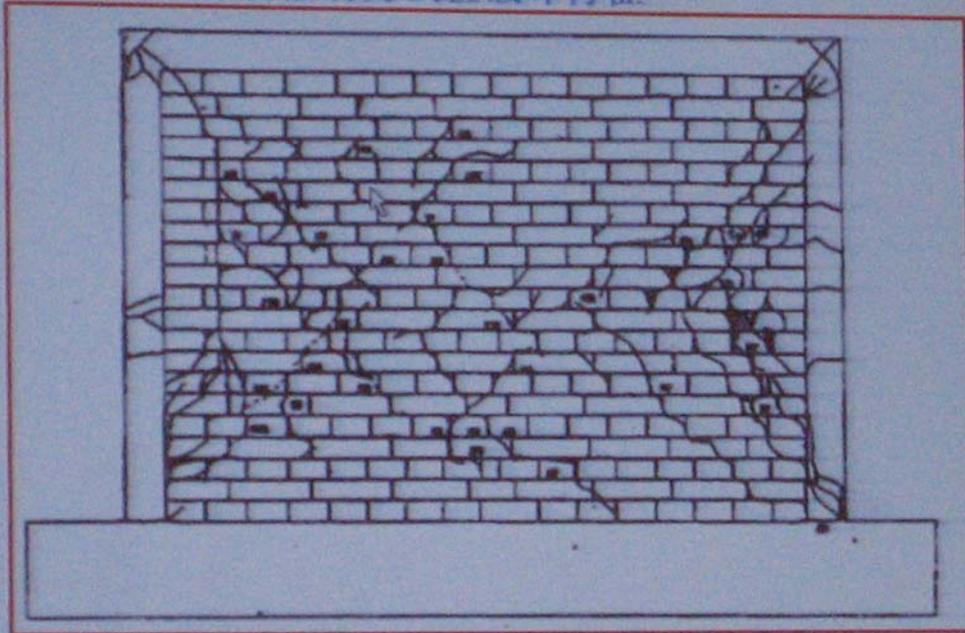


方式一：合理利用填充墙

最佳实践

填充墙的延性改良

◆ 配筋砌体的拟动力试验破坏特征



◆ 李新平《配筋砌体结构抗震能力的试验研究》

方式一：合理利用填充墙

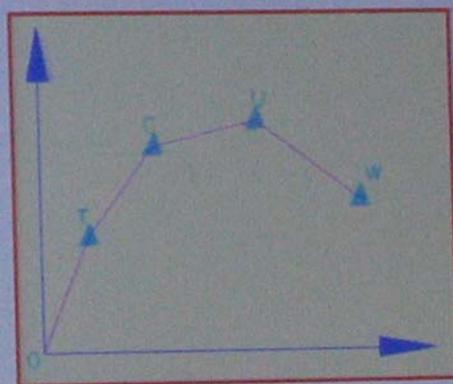


➤ 填充墙的延性改良

◆ 配筋砌体的延性

配筋率	剪切角			
	T	C	U	W
0.083%~ 0.167%	1/1800~ 1/1000	1/750~ 1/700	1/300~ 1/185	1/120~ 1/90

- ◆ OT弹性阶段
- ◆ TC弹塑性阶段
- ◆ CU裂缝扩展阶段
- ◆ UW破坏倒塌阶段



◆ 丁大钧《砌体结构》教学与议