

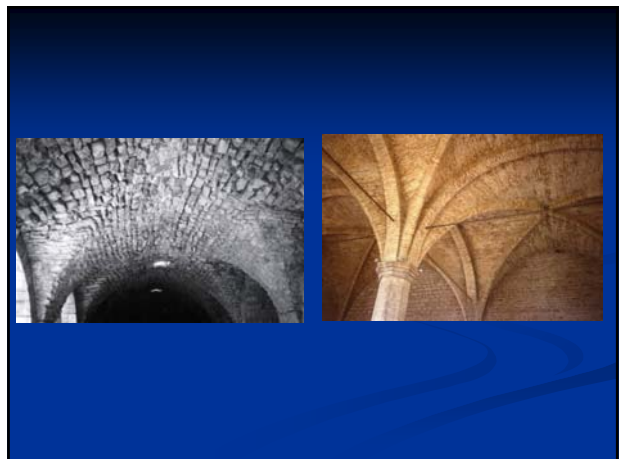
历史建筑保护之 隔震技术研究应用

同济大学 卢文胜
电话: 021-65983418-108
传真: 021-65986929
Email: wenshenglu@vip.163.com

汇报内容

- 一、历史建筑保护需求
- 二、隔震技术研究
- 三、隔震技术应用实例
- 四、结语

一、历史建筑保护需求



二、隔震技术研究

•抗震结构——“硬抗”，“两阶段”设计法

多遇地震下，弹性阶段，依靠刚度和强度；
罕遇地震下，弹塑性阶段，依靠塑性变形和延性。
利用抗侧力构件屈服后的塑性变形和耗能来耗散地震的能量。

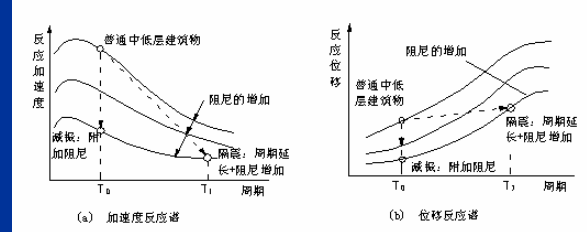
•隔震结构：“软抗”，延长结构自振周期使远离场地卓越周期，增加阻尼，避免共振。

结构变形集中在隔震层，地震能量大部分被隔震层吸收，避免向上部结构传递；

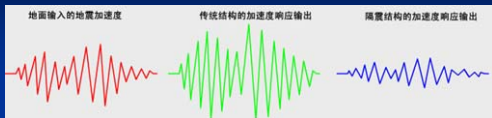
一般可使结构的水平地震加速度反应降低60%左右，从而可以有效地减轻结构的地震破坏，提高结构物的地震安全性。

隔震的技术原理

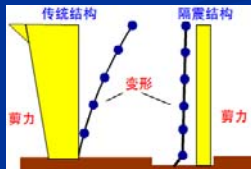
- 大阻尼
- 小刚度
- 加速度反应降低
- 位移反应增加（层间位移减小）



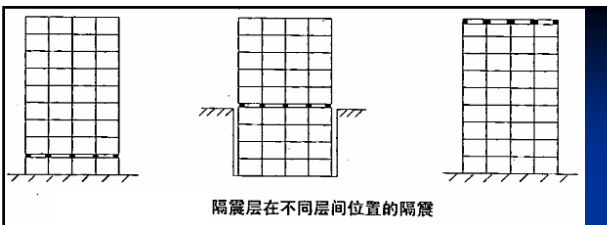
抗震结构与隔震结构地震加速度对比：



抗震结构与隔震结构受力与变形对比：

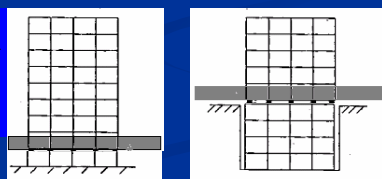


对比内容	抗震结构	隔震结构
地震反应	放大地面作用、剧烈震动	减少结构反应、缓慢平动；水平地震加速度减少至1/12~1/2
途径和方法	“硬抗”、加强结构、加粗截面、加多配筋、提高刚度	“软抗”，在建筑物基础与上部结构间用隔震层将其上下隔断，地震反应隔震/非隔震=1/3，地震时地动而房不动
设防烈度的变化	按地震动区划图设防	隔震层以上可降低设防1~2度
经济性	结构要求高	虽增加了隔震层，但减少了截面尺寸和配筋，实用面积增加；楼层增加、房屋容积率提高；建筑全寿命造价降低
设计依据	按抗震烈度设计，设计手法传统	考虑突发性、罕遇大地震；设防水准高于相应非隔震房屋或结构。设计但复杂但全面，设计手段新颖
设防目标	只考虑结构本身，允许房屋破坏。（小震不坏，中震可修，大震不倒）	既保护结构安全，也保护室内设备、网络、装修，功能不中断。（生命线工程、灾害指挥中心、检测中心、通讯大楼、中心医院等）
适用范围	一般用于新设计的建筑结构	新建+旧建筑结构的抗震改良。一般结构+特殊复杂结构



隔震层在不同层间位置的隔震

历史建筑移位保护与隔震连接方式

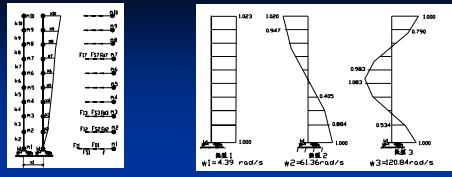


研究了移位建筑物就位的隔震连接方式。
对于平移建筑物结合平移，研究了橡胶垫—滚轴（滑块）组合支座的隔震技术。

▶通过数值分析，研究隔震结构动力特性和动力反应，提出就位组合隔震关键技术

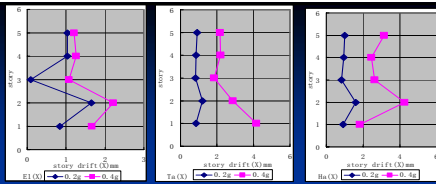
▶通过模型试验验证技术成果

振型分析

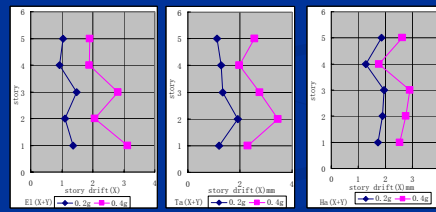


活动支座振型1(ANSYS分析) 活动支座振型2(ANSYS分析)

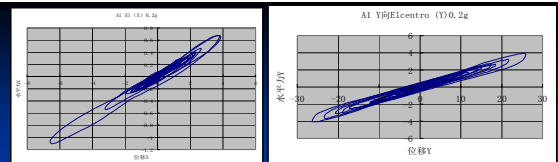
- 完成了一个五层钢框架，布置有滚轴和铅芯橡胶组合隔震支座情况下的振动台试验



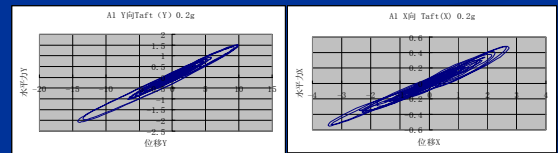
X向输入地震波模型X向各层最大层间变形



X+Y向输入地震波模型X向各层最大层间变形

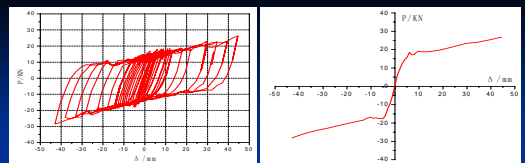


El Centro波各主振方向上A1支座的力—位移滞回曲线



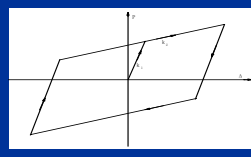
Taft波各主振方向上A1支座的力—位移滞回曲线

- 进行了滑块和铅芯橡胶组合隔震支座的拟静力试验。

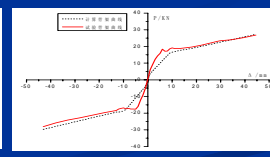


滞回曲线

骨架曲线



恢复力模型



数学表达式与试验结果的对比

二、隔震技术应用实例

- 1 上海清水湾老建筑移位保护
- 2 济南“老洋行”平移保护
- 3 济南百年老字号宏济堂西号平移保护

1 上海清水湾老建筑移位保护



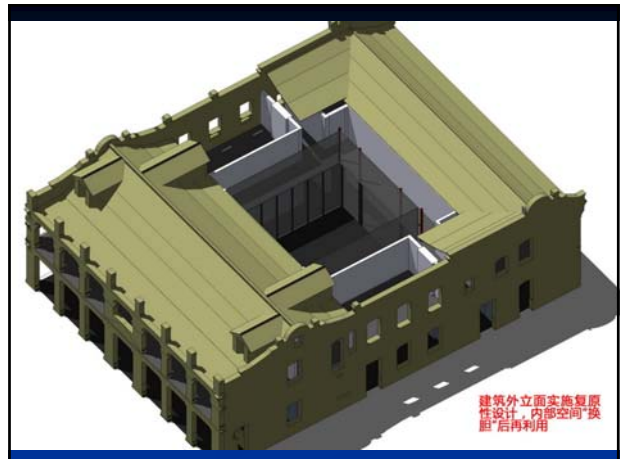
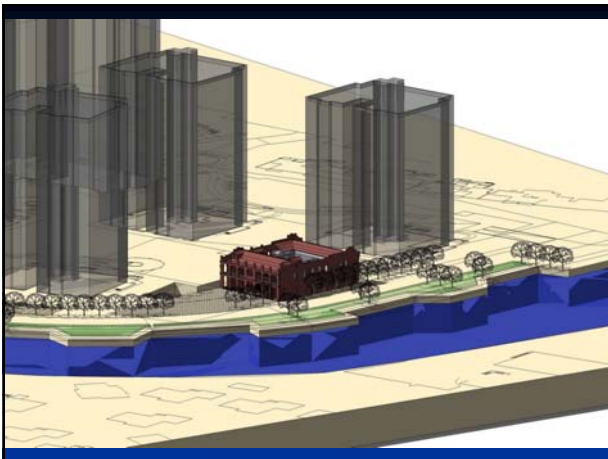
- 该建筑位于大华清水湾住宅区三期地块内，东南两面为苏州河
- 建筑高两层，回字形平面，为近代典型的中西合璧建筑，砖木立贴式，木屋架，坡屋顶。主体是五开间、前后两进、有两厢的江南院落式建筑，前部结合了一个西式七开间的两层券廊。内部梁架结构是中式的，屋面有举折；而外部的砖墙立面却主要是西式的，不仅有券廊、券窗、还有西式的山花等。
- 该栋建筑使用西式风格的清水外墙，以青砖为主，用红砖装饰。
- 建筑的支撑二楼的木梁雕刻着传统的蝙蝠、牡丹等喜庆图案，木刻、砖雕古朴典雅，栩栩如生。

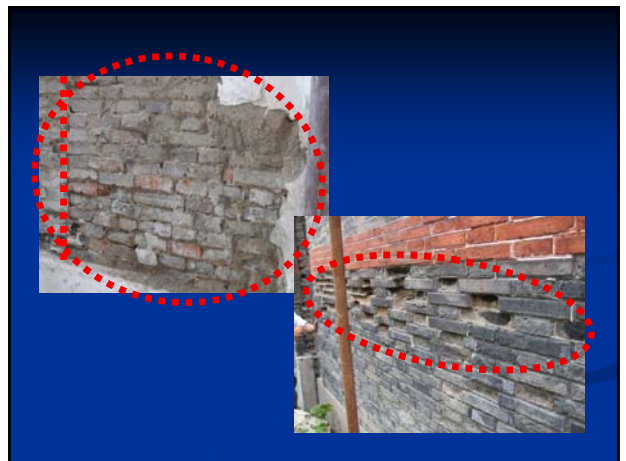
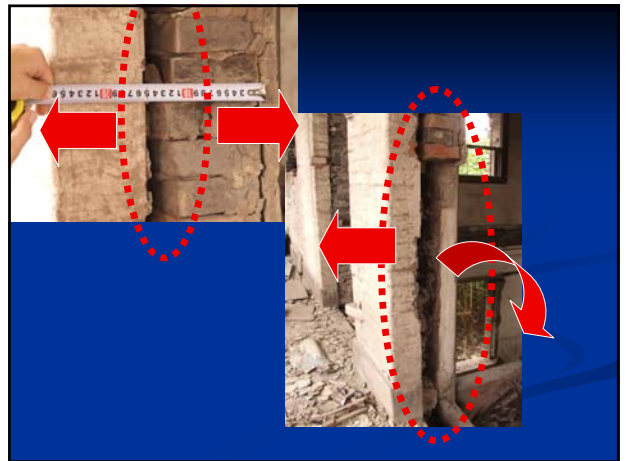
建筑保护要求：

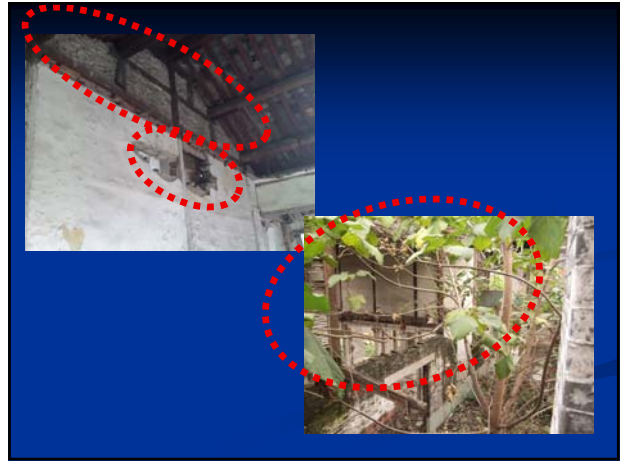
- 总体上不改变目前建筑结构空间关系；
 - 现存外墙要保留、复原；
 - 现存屋顶要保留、复原；*
 - 中单元周边立面要保留、复原；*
 - 一层外廊及二层相应位置的阳台、东西立面阳台要保留、复原；

建筑保护要求：

- 移位后新址拟建两层地下室作为老建筑的基础；
- 老建筑预计要向东平移约70 m，旋转约35° 角度，提升高度约1.8 m，移位至两层地下室上方；
- 该建筑物移位完成后将进行新的装修，主要功能为商业，拟定为休闲餐饮，文化娱乐。







楼盖结构

- 室内绝大部分木楼盖结构已经损坏，仅残留部分木梁；
- 木楼梯也被完全拆除。



屋盖结构现状

- 明显缺乏维护，望板松动，挂瓦坠落，部分屋面木梁、檩条等塌陷，破坏比较严重。



材料强度检测

测试部位	测区	平均回弹值	最小回弹值	砖强度评定值
------	----	-------	-------	--------

砌筑砂浆呈泥灰色，风化、老化严重，几乎没有强度

砖块回弹测得数据经整理后，可基本判定砖块的平均强度在MU7.5~MU10之间。

东立面二层墙体	H1	29.7	23	MU7.5
	B2	33.2	30	MU10
	C2	36.1	32	MU15
	E2	29.8	27	MU10
	F2	29.6	26	MU7.5

测试部位	测区编号	回弹平均值	芯样强度 (MPa)	强度换算值 (MPa)	强度评定值
------	------	-------	------------	-------------	-------

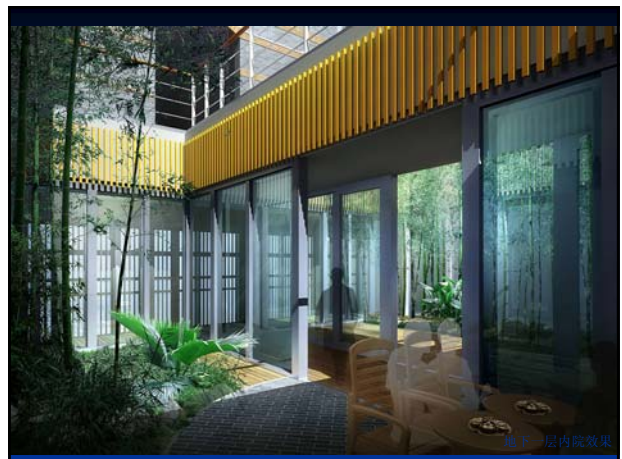
南外廊楼板强度C10

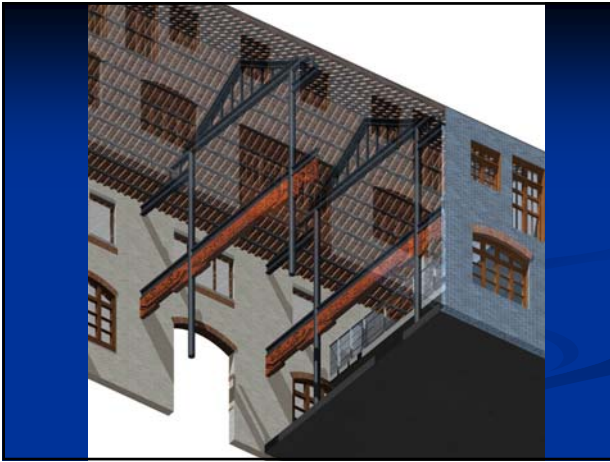
中单元梁板混凝土强度C15

所有混凝土材料碳化深度大于6mm

	L-5	24.4	/	19	
	L-6	22.2	/	18	

建筑修复后





检测结论

主体结构已丧失承载能力，处于不安全状态

建议

平移和顶升的结构托换体系可作为加固后结构的刚性底盘，建议不予拆除，并在上部结构与地下室间设置隔震层；此举也可有效简化上部结构加固措施；



2、剖面设计

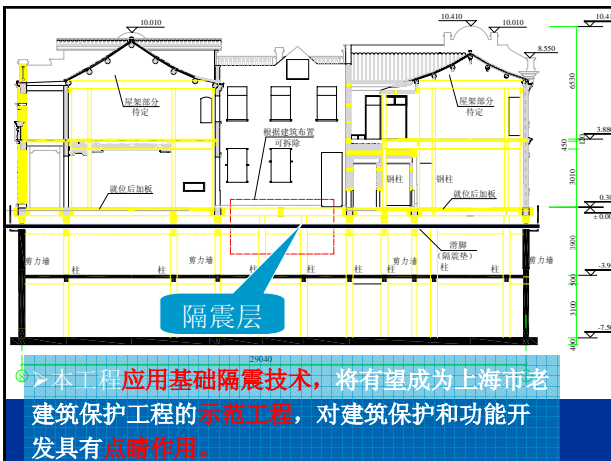
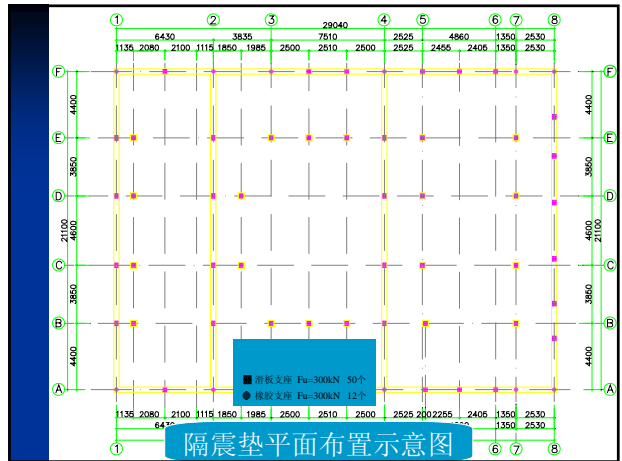
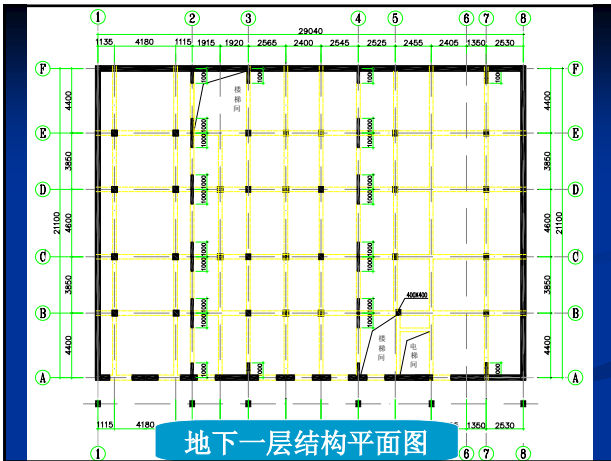
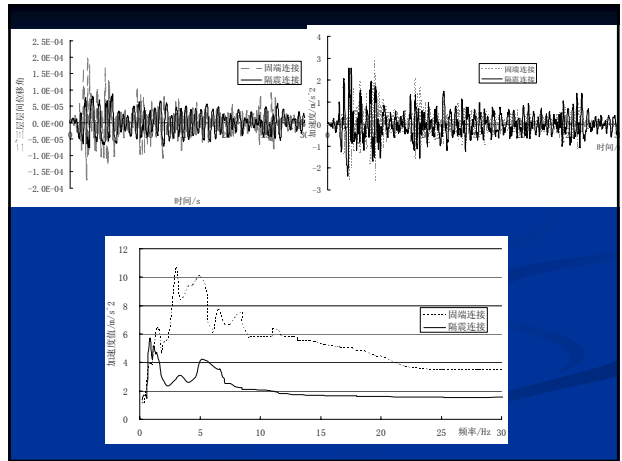
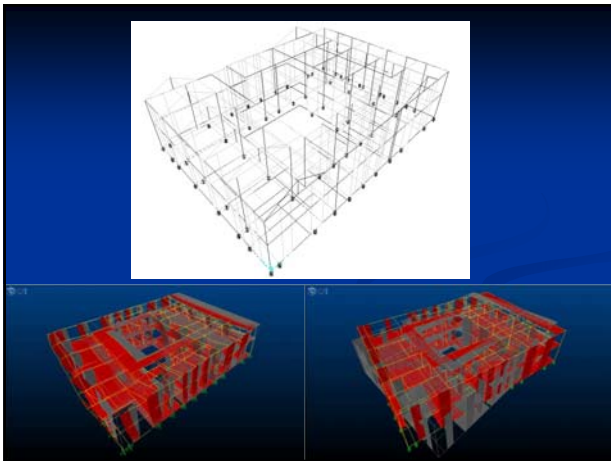
隔震层设计

移位托盘梁系作为上部结构的刚性底座，在其与新增加的地下室结构顶梁系间采用隔震系统：

- 铅芯橡胶支座
- 滑板支座
- 限位构造

隔震层设计

- ✓ 结合建筑功能及移位滑脚设置进行调整；
- ✓ 隔震支座能承受上部结构重量、风和地震作用和抗倾覆能力；
- ✓ 小震下可弹性恢复原位，大震下位移小于150mm；
- ✓ 由于上部结构第一自振周期约5Hz，上海地区场地卓越周期约1s，取隔震后结构自振周期大于1s以避免场地卓越周期和减小结构地震反应



本工程应用基础隔震技术，将有望成为上海市老建筑保护工程的示范工程，对建筑保护和功能开发具有点踵作用。

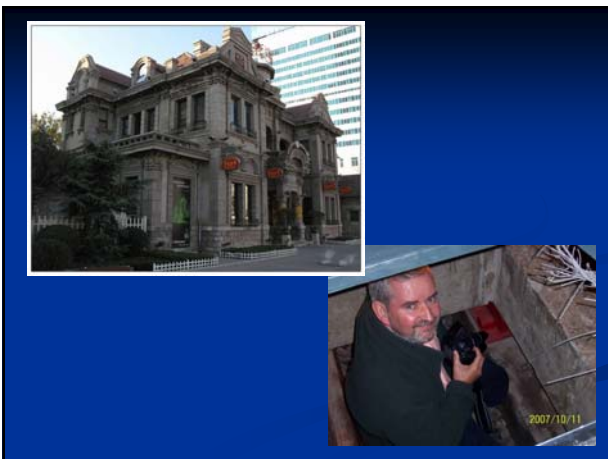
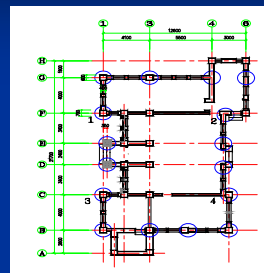


2 济南“老洋行”平移保护

- 济南“老洋行”建于1919年，是当时的一家中资银行，巴洛克风格的建筑，纬六路拓宽时该建筑压占红线15米。后经多方协商，采用就地向西平移保护。

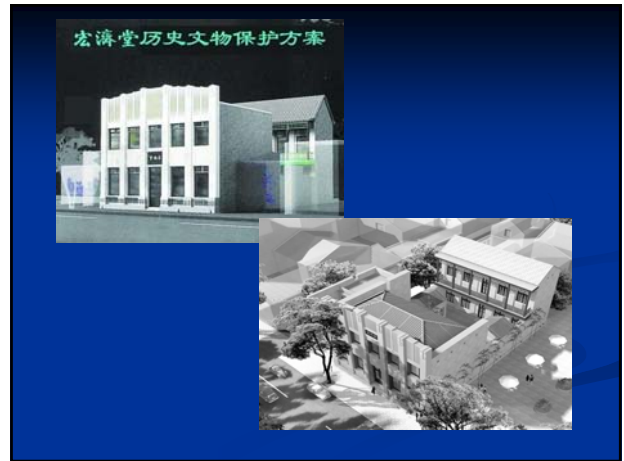


橡胶垫隔振技术用于平移工程中，平移时建筑物上下轨道间空隙放置隔振垫



3 济南百年老字号宏济堂西号平移保护

济南市宏济堂经二路药店建于1920年，至今已有88年的历史，该建筑为两层砖木结构，由南楼和北楼组成，见图1。南楼建筑面积约320m²，北楼建筑面积约160m²。现因道路拓宽需对其进行平移保护。该建筑需要向北平移约11.6m，向东平移约16m，旋转3.8度，见图2，建筑物到位后，再整体顶升40cm。由于该建筑为砖木结构，且已使用多年，其结构的整体性和抗震能力较差。因此对托换结构整体性及平移施工的稳定性要求较高，并且需要对其进行抗震加固。



四、结语

- 建筑，将历史沉淀在某一个特定的时代，它是历史的记忆。对历史建筑进行抢救性研究和保护是维系历史文脉、守住历史记忆的需要，也是对文化情感的修复和文化记忆的恢复。
- “即使一代人不能为新生活完全修复城市所有荒芜的历史性建筑，也应以最大的努力防止它们被进一步毁坏，否则它们将会永远地消失了”。
- 建筑物记载了历史，历史是时间的概念，今天对明天来说就是历史，对今天的行为负责就是对历史负责。

四、结语

- **历史建筑保护之隔震技术研究应用的意义：**
 - 1 安全有效，**有效减震**（抗风）8%~25%
 - 2 可减小**上部结构**构件断面，减小构件配筋等等，便于**简化抗震措施**
 - 3 充分利用平移顶升既有托换支承及滑脚体系，**承力体系简单合理**
 - 4 保护脆弱的**历史建筑**，方便维护

致谢

- 科技支撑计划课题《既有建筑安全性改造关键技术研究》课题组
- 山东建筑大学
- 大华清水湾改造设计团队
- 上海华运房地产开发有限公司
- 项目施工单位

汇报结束
欢迎指导