



城市更新

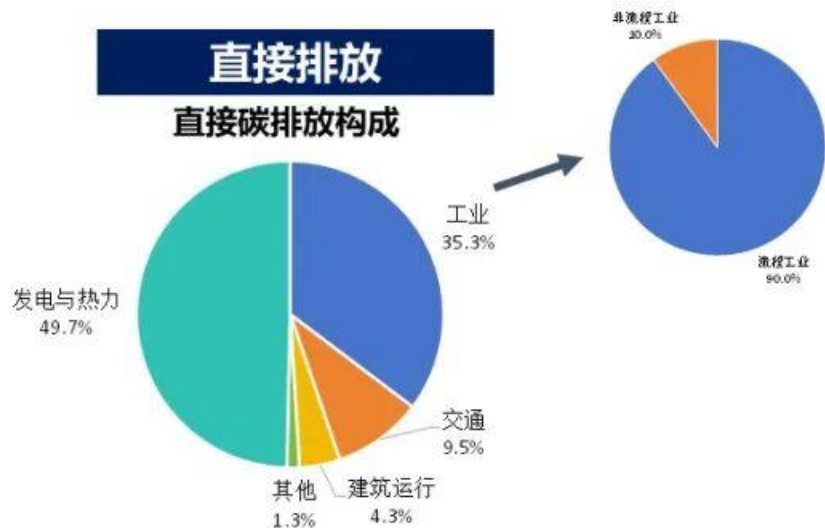
“大拆大建” 还是 “修旧焕新” ？

江亿

清华大学建筑节能研究中心

中国的碳排放与碳排放责任的构成

- 碳排放责任：应根据产品的流向，最终的去处，由终端消费承担生产过程的碳排放责任
- 建筑和基础设施建设构成中国碳排放总量的49%，是实现减碳目标最主要的领域
- 实现减碳的路径：**生产侧抓强度、消费侧抓总量**



研究背景：建筑行业“产、建、拆、回收” 建造阶段产碳高



清华大学
Tsinghua University



2022年中国建筑与建筑业全过程碳排结构

- 建筑建造阶段占全国碳排总量的**26.6%**
- 建筑运行阶段占全国碳排总量的**21.7%**

从生产侧来看

- 我国以燃煤火电、粗钢、电解铝、铜冶炼、平板玻璃等为代表的基础工业品单位综合能耗或排放已经处于世界先进水平
- 工业生产单位GDP碳排放高的原因不是生产效率低，而是产业结构偏重，钢铁、建材等高碳排、低产出的产业占比偏大
- 工业结构主要由需求决定，“基建狂魔”决定钢铁建材的需求
- 调整产业结构，增加高附加值产品占比，是中国制造业发展方向

从消费侧来看

- 我国基建的碳排放责任占比要远高于发达国家，这是因为我国用了不到30年的时间完成了西方社会百年的建设工作。建设“美丽中国”无可指责；大规模建设完成后将转型，并非持久碳排
- 真正持续的是日常消费相关的碳排放责任：建筑运行、交通、消费品这三项，我国无论是人均量还是占比，都远低于西方国家，这说明：与发达国家相比，中国的社会运行模式更加低碳化

钢可比能耗kgce/t	中国	603
	国际先进	576
电解铝交流电耗kWh/t	中国	13257
	国际先进	12900
铜冶炼综合能耗kgce/t	中国	335
	国际先进	360
平板玻璃综合能耗kgce/重量箱	中国	12.5
	国际先进	13.0

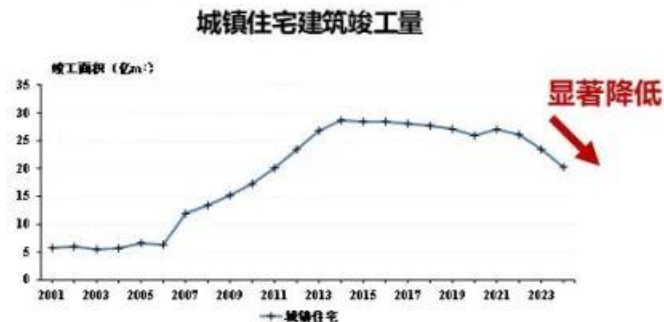
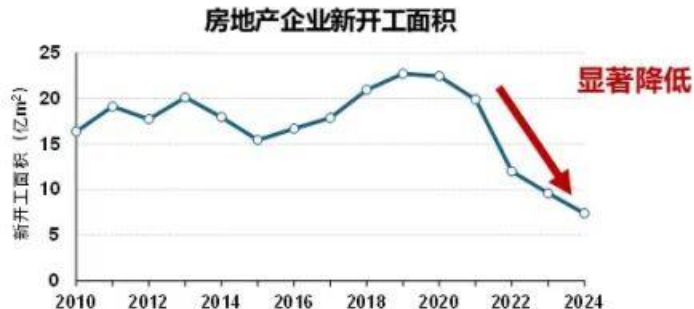
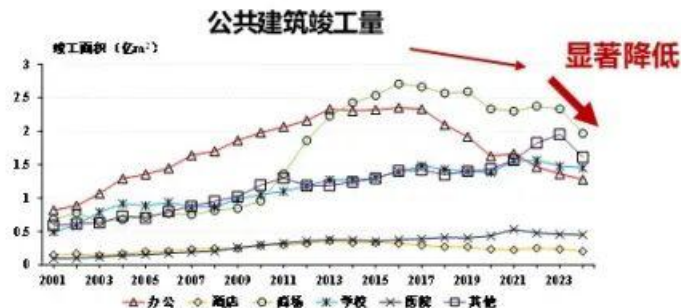
典型工业品能耗强度对标



中美英消费侧碳排放责任对比

我国已经由大规模新建期进入了稳定发展期

- 实现中国碳排放逐年降低的关键：降低建造（房屋和基础设施）导致的巨大的碳排放！
- 我国的城市建设已经基本完成，城市发展从大规模增量扩张满足“量”的不足，转为存量的改造提质，满足“质”的需要
- “十五五”时期我国的经济发展模式将由高速城镇化建设驱动逐步转型向提质增效和消费驱动；建设新区转为城市更新



建设领域的重点任务由“建新房”转向“修旧房”

- 怎样实现城市更新？是“大拆大建”，还是“修旧焕新”？成为今后建设领域面对的最大问题
- 2024年中国建筑面积730亿 m^2 ，未来建筑面积总量约800亿 m^2 ，建新房规模总量50-100亿 m^2

盖新房：50~100亿 m^2



修旧房：700亿 m^2



- **结构加固**
- **功能完善**：厨卫、电梯、管道、充电设施
- **性能提升**：围护结构改造、换门窗、加装光伏
- **设施建全**：管道系统、停车系统、垃圾系统等

背景：既有老旧片区建筑量大面广、低碳更新潜力巨大

“老旧小区、老旧厂区、老旧街区、城中村”是城市更新国家战略实施四大主要对象。

其中：老旧厂区、老旧街区**历史文化价值高**、建成环境**隐含碳存量**大、**物质空间**基础好、**区位优势**，其**高效再利用**具有显著效益。

老旧小区超40亿 m^2

2000年以前建成



老旧厂区超30亿 m^2

2005年以前建成



老旧街区超1200片

截至2022年9月



城中村5万个左右

据不完全统计



厂区类：清华大学南口全国重点实验室（三大厂更新）工程

玻璃厂、暖瓶厂、和汽车钢圈总厂，曾是南口工业辉煌的代表

工业文化特征识别评估



建筑轮廓

建材特征



• 材料
• 比例
• 分布
• 特征
• 识别
• 评估

色彩特征



构件特征

占比范围	数量
90%-110%	3个
110%-150%	3个
150%-200%	1个

■ 砖 ■ 瓦 ■ 木/竹 ■ 瓦 ■ 天竺石 ■ 花岗岩 ■ 混凝土 ■ 玻璃 ■ 砖干 ■ 非透明塑料

建筑现状质量与隐含碳量评估



柱 **墙** **板**

“留-改-拆-建”模拟优化



■ 留-改-拆-建
■ 留-改-拆-建
■ 留-改-拆-建
■ 留-改-拆-建
■ 留-改-拆-建

■ 留-改-拆-建
■ 留-改-拆-建
■ 留-改-拆-建
■ 留-改-拆-建
■ 留-改-拆-建

基于综合科学评估
从整体设计层面减少拆除，促进高效利旧

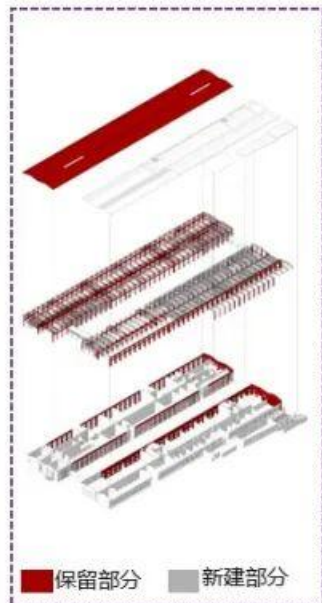
厂区类：清华大学南口全国重点实验室（三大厂更新）工程



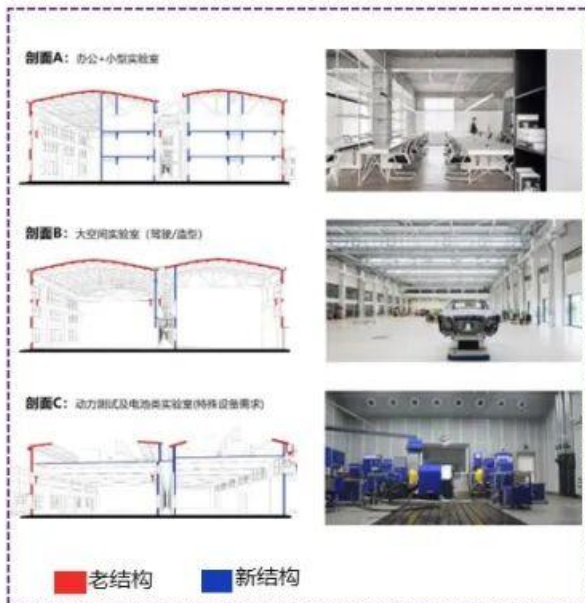
清华大学
Tsinghua University

多尺度的充分高效再利用，使老工业建筑满足不同实验与科研需求

主体结构 加固与新旧链接



典型空间截面 结构加固与新旧链接



典型构造节点

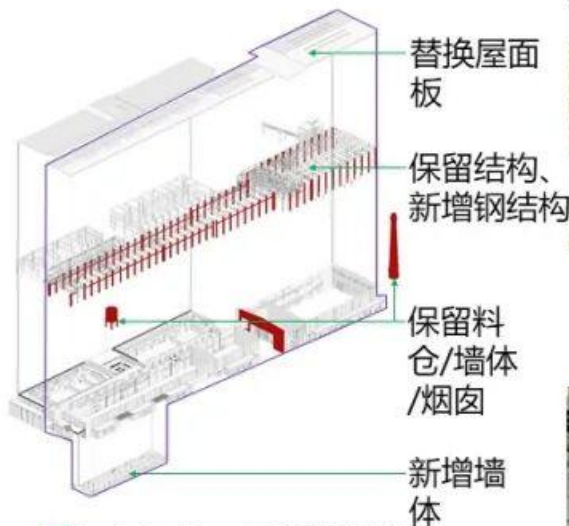


厂区类：清华大学南口全国重点实验室（三大厂更新）工程



清华大学
Tsinghua University

工程造价对比：以C12实验室改造部分为例（涉及建筑面积约6180m²）



■ 保留部分 ■ 新建部分

□ 涉及工程造价对比部分



模式A 既有建筑结构改造	工程造价 (元)		15,180,806.24
	其中	材料费用 (元)	4,864,029.68
		人工费用 (元)	5,375,659.48
		机械费用 (元)	202,450.20
		其他费用 (元)	4,738,666.88
	平均单方造价 (元/m ²)		2456.44

模式B 同等规模标准新建	工程造价 (元)		16,158,749.19
	其中	材料费用 (元)	6,673,292.78
		人工费用 (元)	4,623,983.39
		机械费用 (元)	203,101.34
		其他费用 (元)	4,658,371.68
	平均单方造价 (元/m ²)		2614.68

注：

1. 新建工程造价包括：钢筋混凝土柱梁、钢屋架、屋面板等；
2. 改造工程造价包括：钢筋混凝土柱梁等加固措施、钢屋架及屋面板更换；
3. 新建/改造工程造价均未包括：脚手架、垂运、垃圾清运、水电费、既有建筑保护等；
4. 其他费用包含企业管理费、利润、规费、税金及安全文明施工等费用。

厂区类：清华大学南口全国重点实验室（三大厂更新）工程



清华大学
Tsinghua University

老工业基地隐含碳量变化

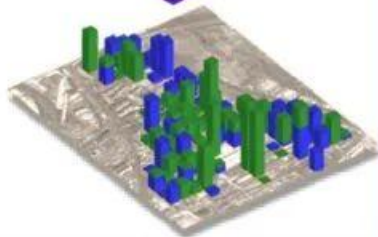
更新前总量



拆除量



更新后总量



改造利用原有建筑面积约 **10万** 平方米

相比拆除重建的更新方式，减少约 **6万吨** 建筑垃圾

CO₂排放量减少
7.38万吨

拆除重建方案
碳排放总量约 **8.62万吨** CO₂

约7倍

保留改造方案
碳排放总量约 **1.24万吨** CO₂

- 拆除重建方案：每平米建筑隐含碳862kgCO₂
- 保留改造方案：每平米建筑隐含碳124kgCO₂



改造案例：清华大学南口全国重点实验室（三大厂更新）工程



清华大学
Tsinghua University

已建成世界上最先进的工程学科研究基地

实验室建筑主体



内部实验空间



内部科研办公公共空间



推广应用于**全国40余个老工业城市（区）**



永康拖拉机厂



龙泉国镜药厂



铜川耀州窑创意园



福州马尾船政



德化红旗瓷厂



北京新华印刷厂



重庆钢铁厂



南昌洪都机械厂



长春一汽制造厂



昆明钢铁厂



吉林哈达湾



南京永利铔厂

街区类：北京宛平城历史街区低碳保护更新工程



清华大学
Tsinghua University

改造利用原有砖木结构建筑
约 **6000** 平方米

利用固废材料改造市政景观工程
约 **9500** 平方米

相比拆除重建的更新方式，减少约 **5200吨** 建筑垃圾

CO₂排放量减少
1700吨

拆除重建方案
碳排放总量约 **3000吨** CO₂

↕ 约2.3倍

保留改造方案
碳排放总量约 **1300吨** CO₂

改造单方造价约
6270元/m²

单方节省约 **2700元/m²**
总节省约 **1390万元**

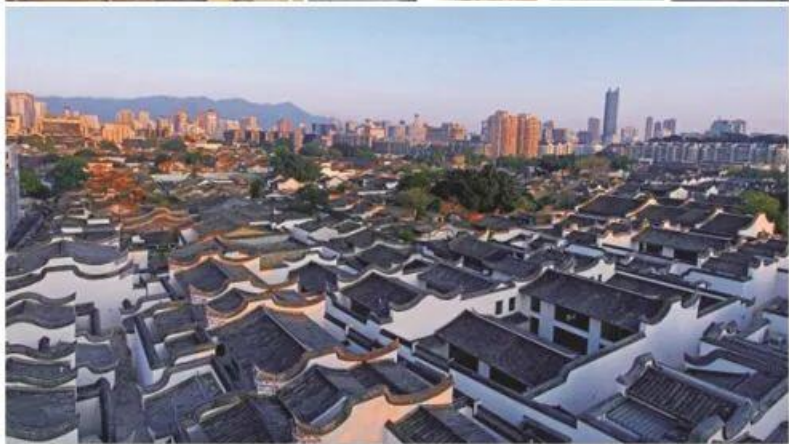
新建单方造价约
9000-11000元/m²



街区类：福州三坊七巷历史街区低碳保护更新工程



清华大学
Tsinghua University



自2006年以来，工程完整保护再利用三坊七巷街区40公顷内500多个院落，避免大拆大建，降低更新材料使用与碳排放



习近平总书记2021年3月24日考察调研三坊七巷

推广应用于**全国100余个老旧街区**



北京钟鼓楼



广州恩宁路



昆明文明街



大连东关街



武汉斗级营



济南老商埠



苏州五州路



连江魁龙坊



青岛广兴里



保定西大街



重庆十八梯



日照则帮佳孔

综合类：景德镇街区厂区综合低碳更新工程



清华大学
Tsinghua University

保留再利用传统院落1242个、工业建筑144处，
建筑面积约 **46万m²**

相比拆除重建
减少了

约 **22万吨** 建筑垃圾

约 **15万吨** 碳排放量

展览类：改造单方
造价约**6580元/m²**

单方节省约**840元/m²**
节省幅度约**11.3%**

新建单方造价约
7420元/m²

办公类：改造单方
造价约**5330元/m²**

单方节省约**520元/m²**
节省幅度约**8.9%**

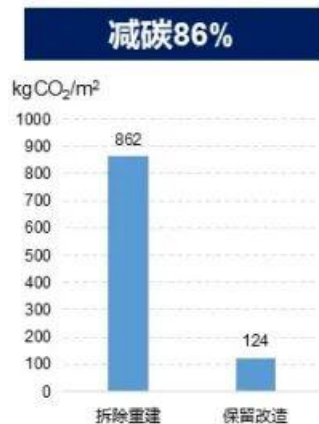
新建单方造价约
5850元/m²



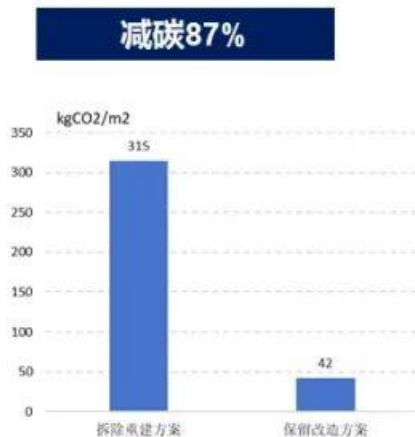
“大拆大建”模式的隐含碳排放远高于“修旧焕新”模式



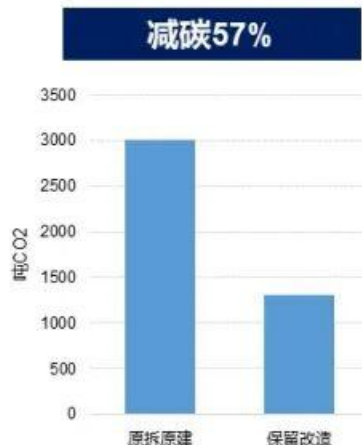
- **修旧焕新**：以精细修缮改替代原拆原建，同步实现功能完善、品质提升和绿色低碳
- 与拆除重建相比，保留主体结构的“修旧焕新”模式，**可大幅减少钢材水泥等主要结构建材的消耗，降低50-85%的隐含碳排放**
- **同时还可实现多重效益**：减少建筑施工废弃物和施工环境影响；实现运行能效提升，建筑居住和使用品质提升，减少建筑运行用能和碳排放，创造本地就业、保留历史文化风貌



南口全国重点实验室更新工程



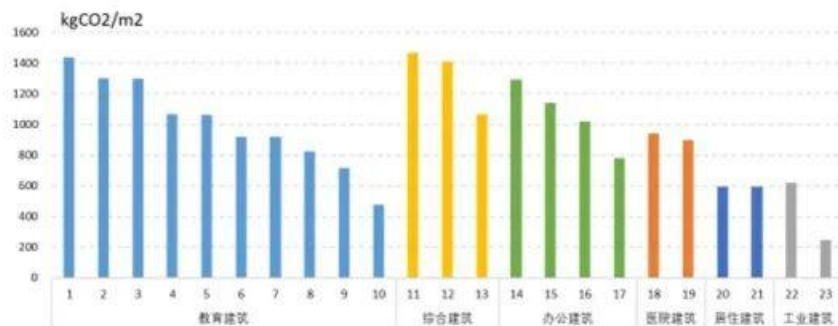
其中C10实验室为例分析



北京宛平城历史街区低碳保护更新工程

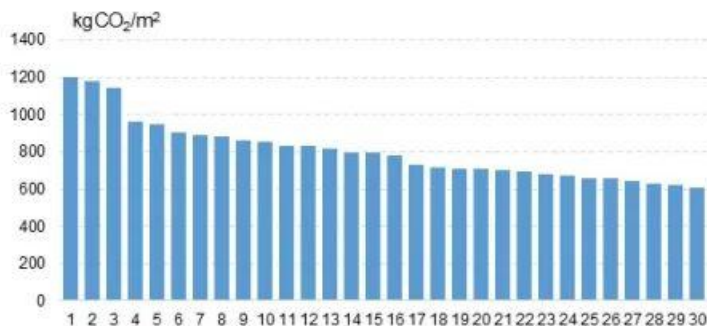
“大拆大建”模式的隐含碳排放远高于“修旧焕新”模式

- **修旧焕新**：以精细修缮改替代原拆原建，同步实现功能完善、品质提升，碳排放在 $100\sim 200\text{ kgCO}_2/\text{m}^2$
- **大拆大建**：新建建筑的建造碳排放责任约为 $500\sim 1400\text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ ，其中80%来源于钢材水泥生产
- 我国未来700亿 m^2 的改造规模，大拆大建的碳排500亿 tCO_2 ；而改为修旧焕新的碳排仅为100亿 tCO_2 ；
- 我国从2030年到2060年累计的排放额度不能超过1500亿 tCO_2 ，而建筑运行、交通和消费品对应碳排总量需要1000亿 tCO_2 ，还需要出口、工业生产线建设。如何分配未来的碳排放额度？



各类新建建筑的建造碳排放责任强度

*根据内蒙古2020-2024年实际工程案例信息估算



办公/教育建筑新建项目案例单位平米隐含碳情况

*根据实际工程项目信息估算



为什么很多项目倾向于大拆大建？

大拆大建

- 增加容积率，相当于土地增值
- 工程清晰、易操作，工期短
- 投资低？效益高（土地增值）

修旧焕新

很难增加建筑面积，无土地增值
工程复杂，施工困难，工程拖延
投资高？效益差（文化增值）

结构系统在总投资中占比小，却是“拆”与“不拆”的核心差异，也是碳排放差别的原因

“修旧焕新”模式的成本高于拆除重建

- 不成套/老公房可通过精细设计和微更新实现“修旧焕新”，**但改造扩建成本远高于拆除重建**
- 1997年清华大学青年教师公寓（3-8公寓），**不成套“筒子楼”改造为成套住房**，打通走廊南北合为一户，每家面积扩大50%，带动全国高校筒子楼改造工程



清华“筒子楼”-《邻居》(1981)剧照



解说：(字幕清华大学改建筒子楼)在李岚清同志的督促下，清华大学仅用了4个月的时间，就把一栋“筒子楼”改造成了一室一厅的教师公寓。1998年在清华北大成功改造“筒子楼”的基础上，全国高校“筒子楼”改造工程全面展开。根据教育部统计，1998年和1999年，中央部委和地方政府共投资42亿多元，改造“筒子楼”500多万平方米，使高校8万多户青年教师乔迁新居。从1994年至2000年，通过国家、学校、教师各拿一点的办法共筹集资金1140多亿元，建造教师住房1.5亿平方米，相当于1949年至1993年的1.9倍。教师人均住房达到11.9平方米高于城镇居民人均水平。

教育回望：1997年高校筒子楼试点改造

1997年 高校筒子楼改造

两年半改造完筒子楼

清华大学校务委员会副主任 郑燕康

时任国务院副总理的李岚清同志在调研了高校筒子楼改造后，1997年7月1日来清华大学看望杜庆华院士，并与陪同的王大中校长及清华建筑设计院领导等一起考察了清华大学3-8号公寓筒子楼的教师住户，提出是否在清华试点改造筒子楼：“为高校带个好头，一定要设计出带独立卫生间和厨房、一室一厅的青年教师筒子楼改造方案和施工图。”同时他对在场的住户老师说：“我要在春节到你们新房中吃饺子！”

1998年年初，我担任清华大学副校长，主管后勤。在李岚清副总理的建议下，学校迅速确定一栋楼作为试点，由我来主持设计。在不损害楼层的整体结构的前提下，怎样才能扩大青年教师住宿标准，达到基本条件？当时我们提了好几种方案，经过充分论证，选择了一种，既能充分利用走廊等空间，而且青年教师认为最有私密性。我们把筒子楼的走廊打通，南北单间改为一家。照说每家的面积扩大了50%，住的人数会少了一半，但实际上，经过我们测算，改造充分利用了公共子女间、厨房、卫生间、水房，所以改造完的宿舍数量与之前住在筒子楼的户数基本持平。这是改造的最关键问题，要不剩下的那一半老师怎么办？

我校设计人员只用了一个月就完成了筒子楼改造试点工程设计，8月开工，国庆节已基本完成。后来报给李岚清同志，他非常满意，专门批示，这件事要扩大。中央领导曾派教育部、北京市教委的同志参观筒子楼改造情况，考察了设计方案、施工进度、工程经费开支等。

“修旧焕新”模式的人工成本高于拆除重建



- 设计工作量大幅度增加！人工费、现场措施费、占比高；工期长导致管理费增加
- 由于人工费、管理费占比高，增值税增加

工程量清单总价 = Σ (工程量 $\times$ 综合单价) + 措施项目费 + 其他项目费 + 税金等

材料费 + 人工费 + 机械费 + 管理费 + 利润 + 风险费

均与人工费联动

	拆除重建	修旧焕新
	成本相对较低、标准化	成本差异大、非标准化
经济性	主要是拆除和建安成本，流程化的设计与施工	精细修缮成本可能显著高于拆建，人工相关费用占比大 结构检测与评估、结构加固方案设计、设施完善方案设计、节能改造方案设计、精细化的施工流程、个性化施工工艺等
施工过程	施工简单、流程清晰 标准化、流程化，施工效率高，可控制性强，人工工序少，机械化程度高	施工复杂、流程差异大 施工效率低、不可预见多，标准化、机械化程度低，人工工序多、差异化大，现场保护措施多，拆改界面复杂
居民收益	经济收益显著 面积增加、功能全面改善、房产价值显著提升，寿命重置	经济收益不显著 面积基本不变或小幅增加，房产价值小幅增值 安全、舒适、节能、环境改善，延长寿命
对建筑业带动作用	物质加工生产，高能耗高排放 钢材、水泥等建材生产和运输行业	人工智力生产，低能耗，低排放，高附加值 智能化结构检测、精细化设计优化、文化遗产与保护
碳排放影响	600~1400kgCO ₂ /m ²	100~200kgCO ₂ /m ² ，甚至更低

建筑业发展是继续“基建狂魔”还是转型为“整修专家”？



- 由“大拆大建”向“改造焕新”转型是推进建筑业绿色低碳转型与高质量发展的必然选择
- 怎样改变“拆房重建”便宜；“改造焕新”昂贵的状况？使“修旧焕新”的减碳效益转化为经济效益
 - 优化工程造价核算方法和税费等管理机制，降低人力成本的税负，增加物质材料税负，增加碳税
 - 欧盟：住宅翻修列为可适用降低VAT税率的劳务密集型服务。
 - 英国现行建筑和施工VAT说明中，也对部分住宅转换、空置住宅翻新或改造、节能材料安装等适用5%税率（新建税率为20%）。
 - 荷兰税率：保温隔热的人工费9%，材料费21%。
 - 发展创新的修旧焕新成套技术，利用AI技术，提供效率，降低修旧焕新的成本
- 大拆大建是低附加值的传统产业；改造焕新是高附加值的新兴产业！

	拆除重建	修旧焕新
经济拉动效应	2000-4000元/m ²	~5000元/m ²
碳排放成本	700kgCO ₂ /m ²	150kgCO ₂ /m ²
单位碳排放GDP	5 元/kgCO ₂	30 元/kgCO ₂
对建筑业带动作用	持续驱动钢铁水泥生产，低附加值的产品生产	带动本地就业，转型为精细设计与修缮能力，实现历史文化遗产
经济增长模式	工业文明理念，物质产品加工驱动	生态文明发展理念，人的智力生产驱动，尊重环境和资源上限

- 中国在生态文明、绿色低碳理念指导下的城市更新将带动新一轮的经济增长
- 全球各国在建筑领域都在启动大规模建筑更新改造项目

→ 完善建筑改造的标准体系来对改造的隐含碳排放和运行碳排放目标进行约束

→ 配套翻新基金或低息贷款来推动改造，将其拉动绿色产业和就业的新经济增长点

- **欧盟《翻新浪潮》**（A Renovation Wave, 2020）目标到2030年使3500万栋建筑实现节能改造，配套《建筑能效指令》修订，引入既有建筑最低能效标准，并**设立翻新基金**
- **英国《供热与建筑战略》**（Heat and Buildings Strategy, 2021）预计到2035年可**创造24万个绿色就业岗位**
- **美国** 联邦建筑深度改造计划（GSA Deep Energy Retrofit, 2023），发布3亿美元招标，计划对美国四州41座联邦建筑实施能效改造，通过能效合同模式（ESPC）**使用IRA资金，加速节能技术改造并创造就业**
- **加拿大**“节能家园补贴计划”（Greener Homes Grant, 2020-24）：面向住宅的节能改造补贴项目，支持50万户住宅节能改造，20年内预计为居民节省3.8亿美元能源费（投入仅2.6亿美元），并**创造约7.5万个就业机会**
- **日本**“既有建筑物节能改造推进计划”（Energy Conservation Promotion Project），使办公楼节能 $\geq 20\%$ 者**获得三分之一改造费用资助**
- **澳大利亚**“家庭能源升级基金”（Household Energy Upgrades Fund, 2023），通过清洁能源融资公司（CEFC）与银行合作，为11万个家庭提供**低息贷款**，支持安装太阳能光伏、升级家电、改善绝热等

- 既有建筑的精细修缮与节能低碳改造，应是我国建设行业未来的主要发展模式，也是我国实现双碳目标的关键任务之一
- 我国应由“**基建狂魔**”转型为“**精细改造专家**”，通过城市更新形成新质生产力和绿色就业岗位，形成绿色建筑新增长点
- **调整税收等相关政策**，增加使用建材对应的碳税，使“大拆大建”要赔钱，“改造焕新”能收益
- **加速技术创新**，充分利用数字化与人工智能发展机遇，实现改造工程的智能化、数字化、流程化，提升改造工程施工效率，降低工程成本，全面加强建筑行业的精细改造施工能力
- **绿色建筑**工作的重心也要从面向新建转为面向建筑改造和城市更新，不仅考核评价最终性能，更关注工程耗材和隐含碳排放，通过绿色建设机制推动我国的建筑也全面转型



谢谢！

部分数据资料由清华大学建筑学院张杰教授团队提供
部分内容 by 清华大学建筑节能研究中心胡珊博士整理