

可持续建筑改造—经验与挑战

Sustainable Building Retrofitting— Experiences and Challenges



Prof. Andrew Baldwin
教授, 国家外专千人

Prof. Baizhan Li
李百战 教授

重庆大学 Chongqing University, China

既有建筑的现状 Current conditions

既有建筑的面积：

- 全国既有建筑面积总计已经超过**500亿m²**
The floor area of existing building in China exceeds 50 Billion m²

- 其中城镇既有建筑保有量约为**250亿m²**

- 既有建筑能耗占全社会总能耗的比例：**28%**



- 我国用能总量**40多亿**吨标煤, 中国**建筑运行能耗**，到2030年应该控制在**10亿吨标煤**

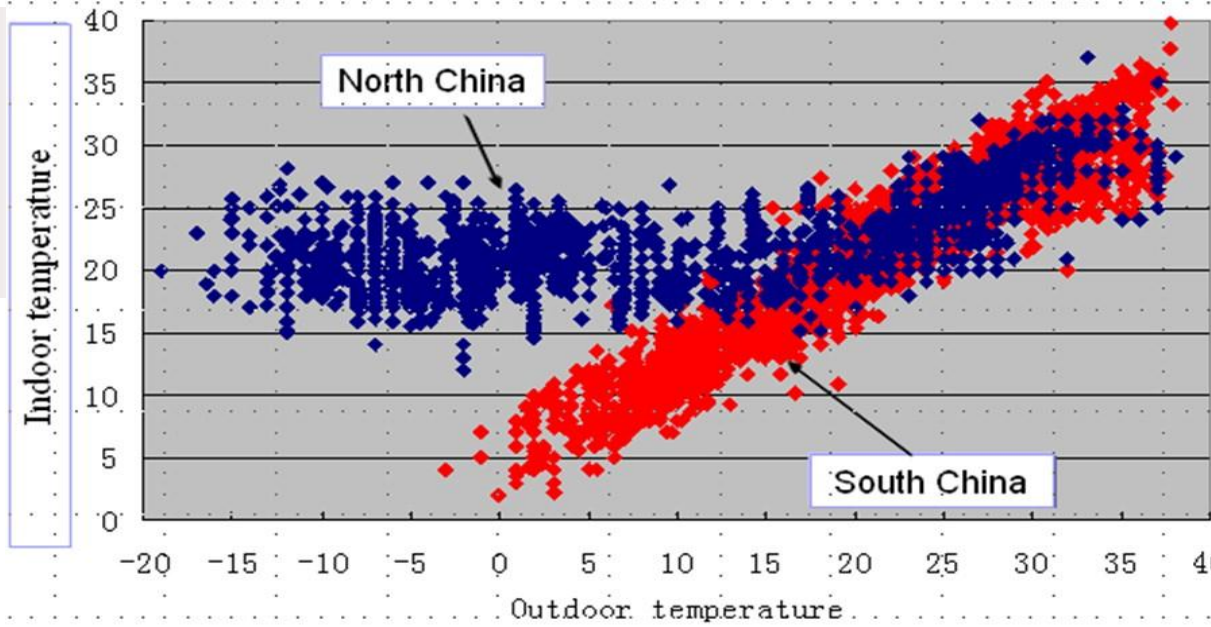
Building operation energy consumption in China should be limited to 10tce in 2030

- 既有建筑存在安全性差、抗震减灾能力弱、室内环境差、使用功能差、保温隔热性能差、用能效率低等问题，亟待改善

Retrofitting is essential where buildings are unsafe, unable to resist disasters, poor use or function

既有建筑改造的重要性Importance of retrofitting

“十二五”期间既有居住建筑改造相关政策
Government policies for residential building retrofitting during 12th five-year plan

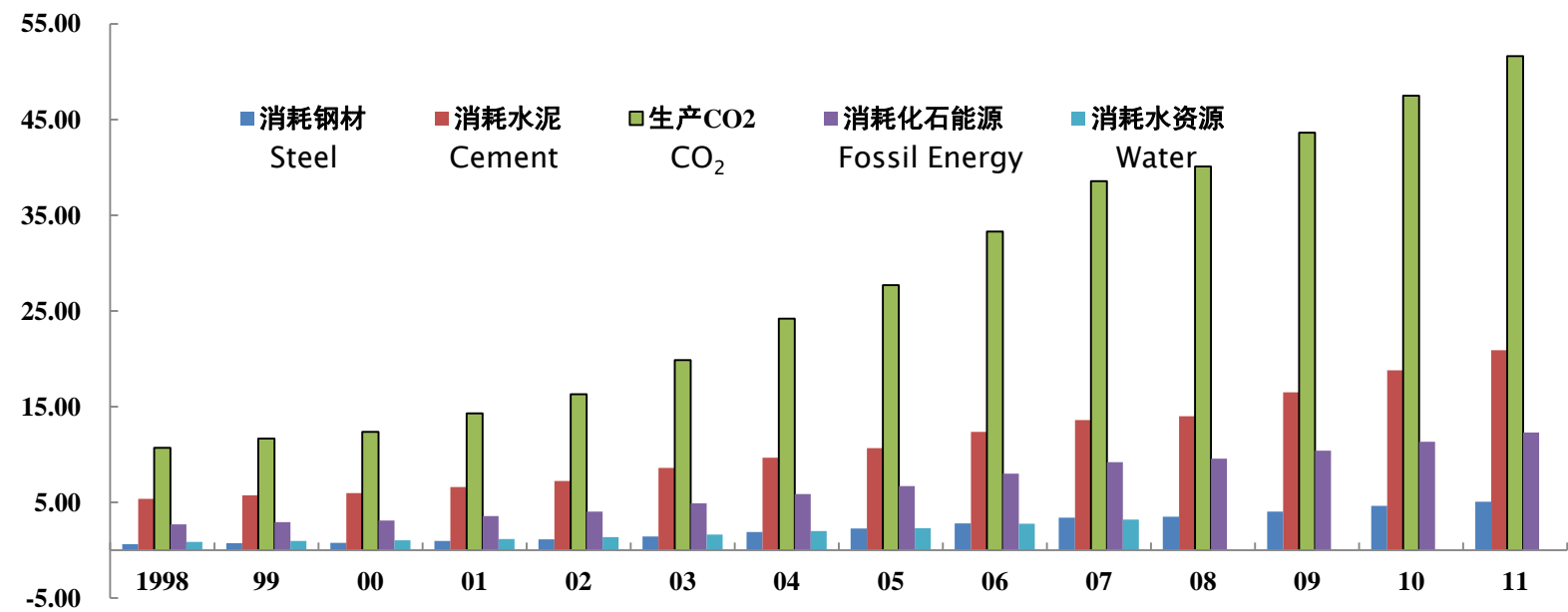


实施对象	目标	激励标准
北方采暖地区既有居住建筑	“十二五”期间完成总面积4亿平方米以上；到2020年末，基本完成北方采暖地区有改造价值的城镇居住建筑节能改造	严寒地区每平方米为55元，寒冷地区每平方米为45元
夏热冬冷地区既有居住建筑节能改造	“十二五”期间完成总面积5000万平方米以上	地区补助基准按东部、中部、西部地区划分：东部地区每平米15元，中部每平米20元，西部每平米25元
国家机关办公建筑和大型公共建筑	“十二五”期间完成公共建筑和公共机构办公建筑节能改造1.2亿平方米	建立能耗检测平台给予一次性定额补助
农村危房改造节能示范	“十二五”期间完成40万套	暂无

既有建筑改造的重要性 Importance of retrofitting

■ 拆除重建代价大

High cost if dismantle the old building and rebuild a new one



1998年~2011年建筑业资源消耗量的统计结果（亿吨）

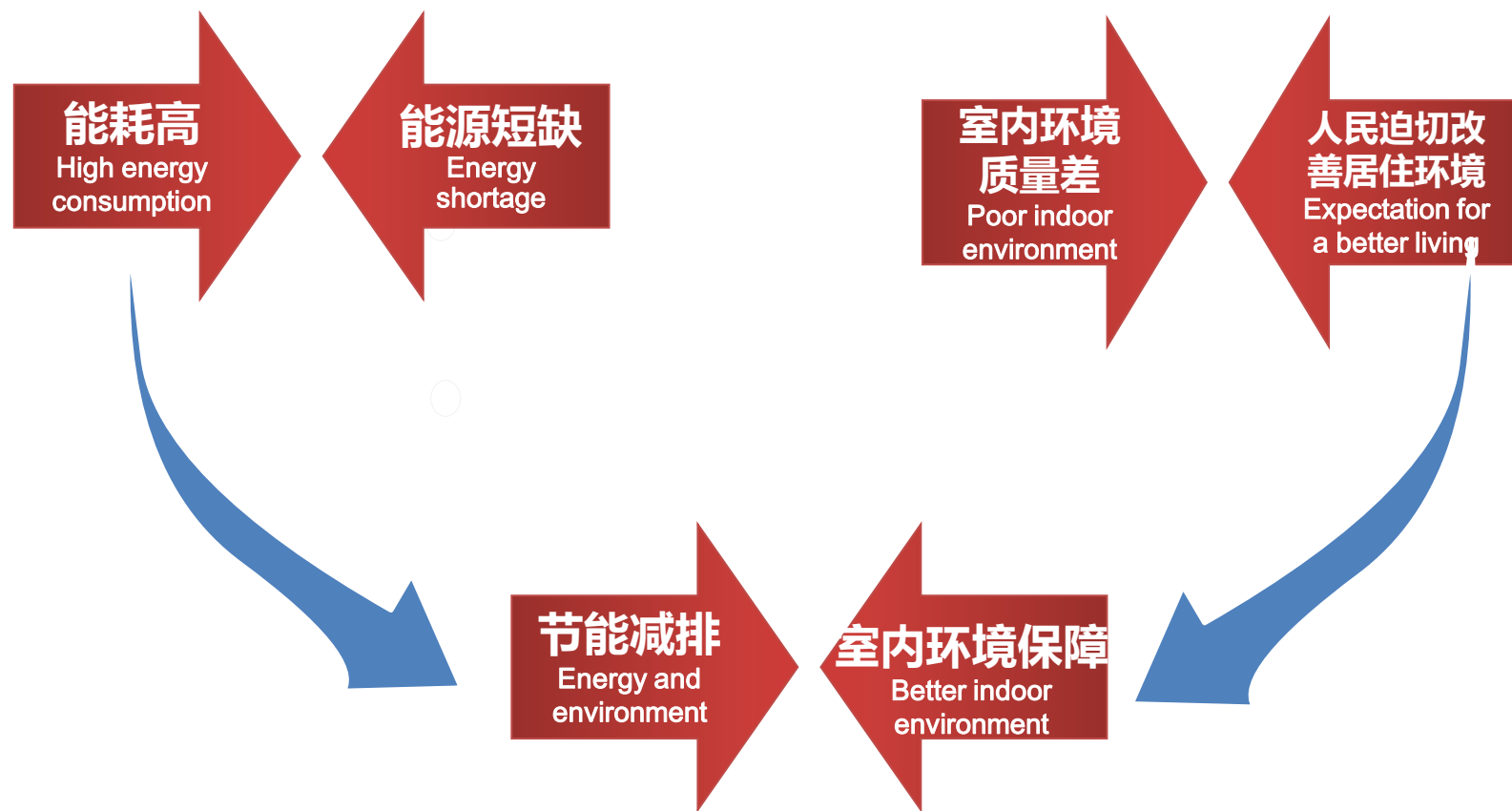
Statistical results of resource consumption in building sector from 1998 to 2011(one hundred million tons)

钢材和水泥的年消耗量分别以每年20%和10%左右的趋势递增，对既有建筑进行改造而非重建，可以节约大量的资源与能源。

The consumption of steel and cement respectively increased 20% and 10% annually. **Instead of dismantling, retrofitting existing buildings can save a lot of resources and energy.**

既有建筑绿色化改造技术策略

Green Retrofitting technical Strategy for Existing Buildings



既有建筑改造发展路线

Development route

单项改造 Single Retrofitting	综合改造 Comprehensive Retrofitting	绿色改造 Green Retrofitting
<p>危房改造 Dangerous Houses retrofit 从20世纪70年代末到80年中后期 From late 1970's to 1980's</p> <p>节能改造 Energy Saving Retrofit 90年代初至今 From 1990's to now</p> <p>节水改造 Water Saving Retrofit 2006年到2020年 From 2006 to 2020</p> <p>安全性改造 Safety retrofit 2008年汶川地震后 After Wenchuan Earthquake</p>	<p>“十一五”科技支撑计划重大项目《既有建筑综合改造关键技术与示范》。引导、规范和促进了既有建筑综合改造关键技术在全国建筑工程中推广应用。</p> <p><i>“The key technology research and demonstration of comprehensive retrofitting for existing building” is one of the Key Projects supported by the National Key R & D Program during the 11th Five-Year Plan. The objective of the program is to lead, standardize and promote the key technologies for the retrofitting of existing buildings in China.</i></p>	<p>“十二五”科技支撑计划重大项目《既有建筑绿色化改造关键技术与工程示范》。研究可用于既有建筑绿色化改造的成套技术并进行工程示范，为大面积推进既有建筑的绿色化改造提供技术支撑。</p> <p><i>“The key technology research and demonstration of green retrofitting for existing building” is one of the Key Projects supported by the National key R & D Program during the 12th Five-Year Plan. The objective of the program is to offer technology to support the green retrofitting.</i></p>

国家既有公共建筑节能改造情况

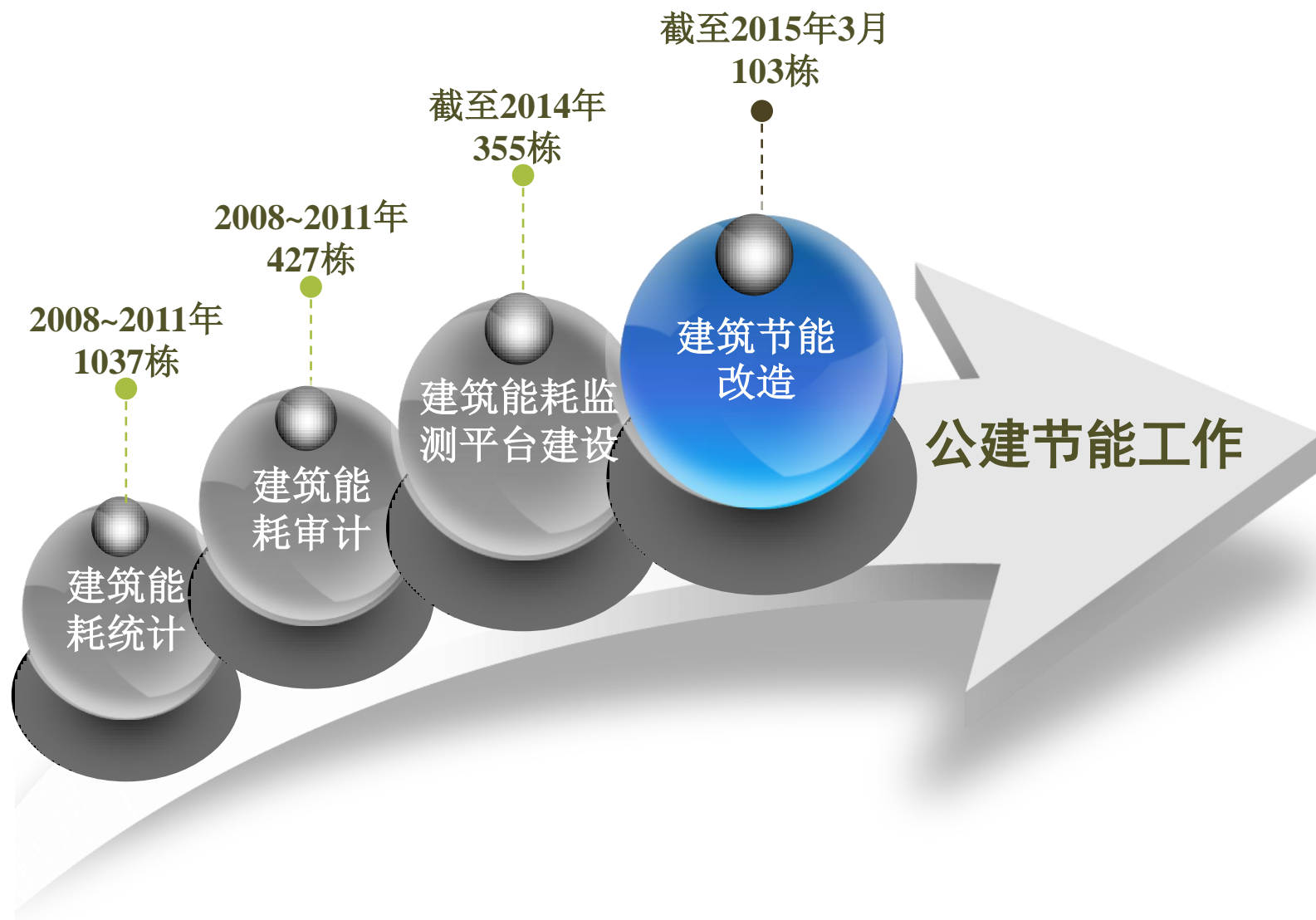
Current conditions of public building retrofitting in China

能耗审计：10000余栋
能耗公示：约9000栋
动态监测：5000余栋



重庆市既有公共建筑节能改造情况

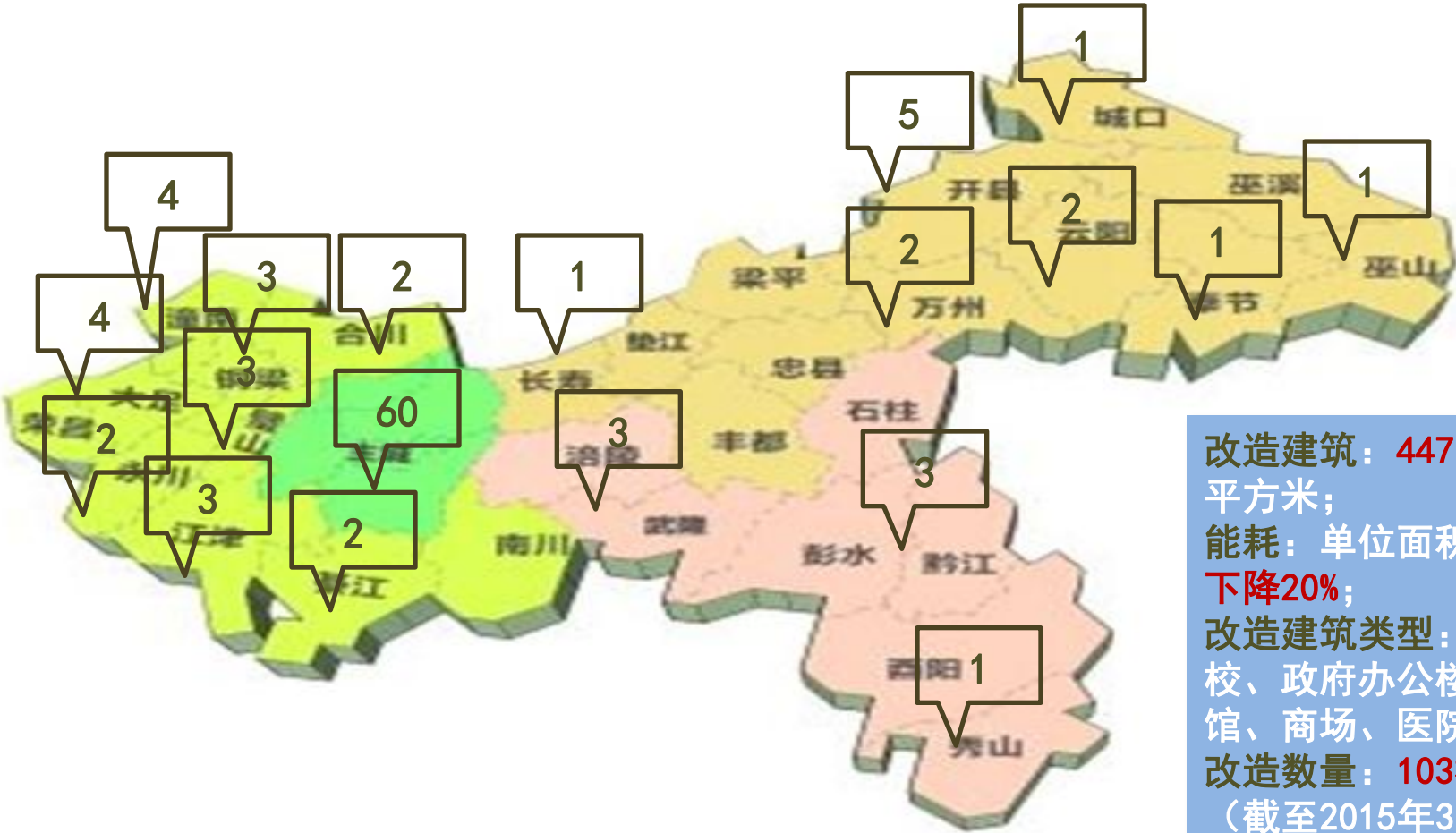
Current conditions of public building retrofitting in Chongqing



重庆市既有公共建筑节能改造情况

Current conditions of public building retrofitting in Chongqing

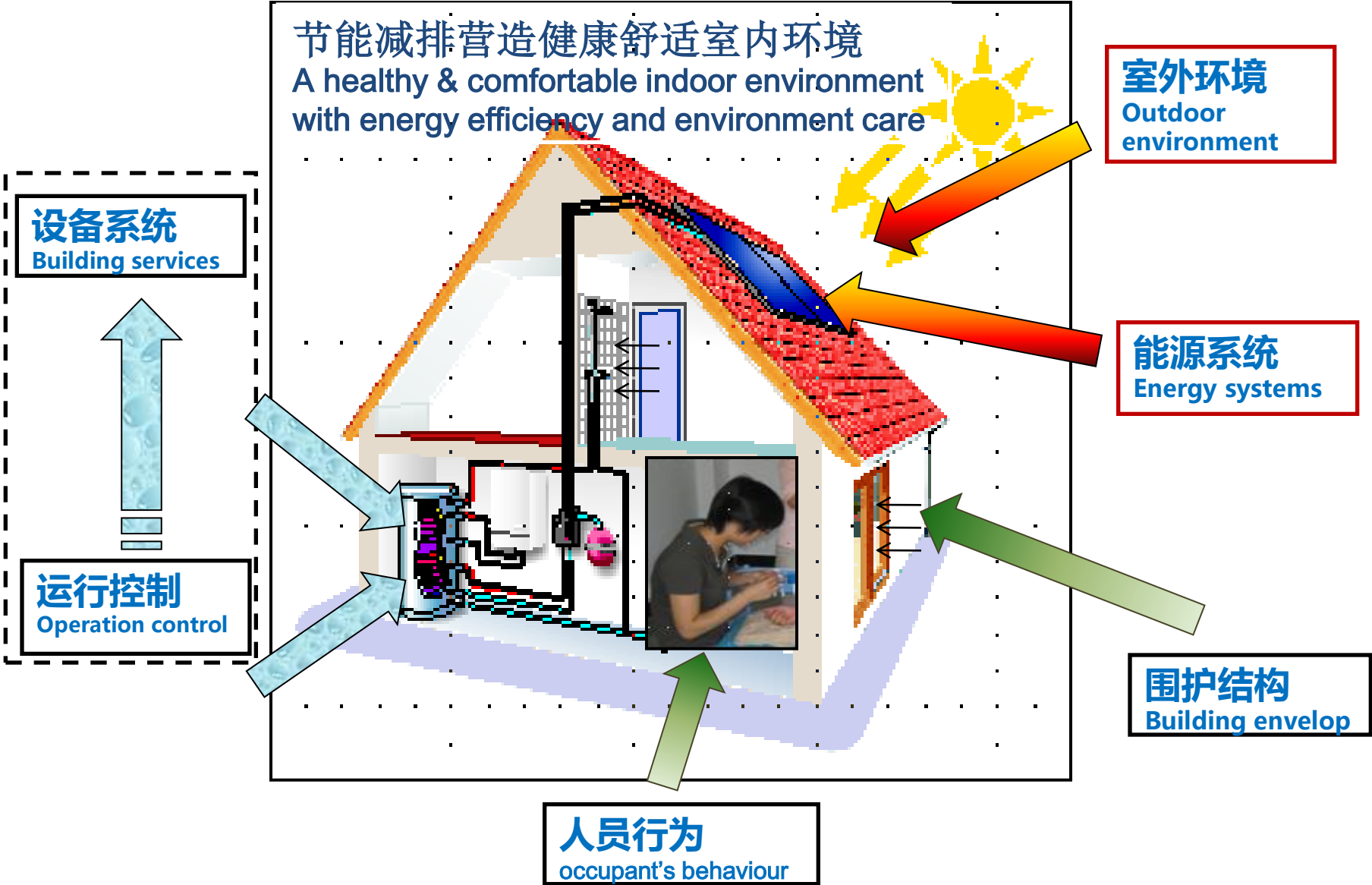
■ 重庆市103个既有公共建筑示范改造项目统计
103 public building retrofitting demonstration projects in Chongqing



改造建筑：447.4万
平方米；
能耗：单位面积能耗
下降20%；
改造建筑类型：学
校、政府办公楼、宾
馆、商场、医院；
改造数量：103栋
(截至2015年3月)

既有建筑绿色化改造技术策略

Green Retrofitting technical Strategy for Existing Buildings



典型改造技术The typical retrofitting technologies



中庭采光与通风
Lighting and Ventilation in
Atrium



拔风烟囱
Natural ventilation



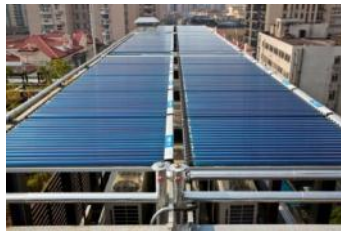
垂直绿化
Vertical Plants



屋顶绿化
Green Roof



消能减震加固
Energy Dissipation
Reinforcement



太阳能光热
Solar thermal
energy

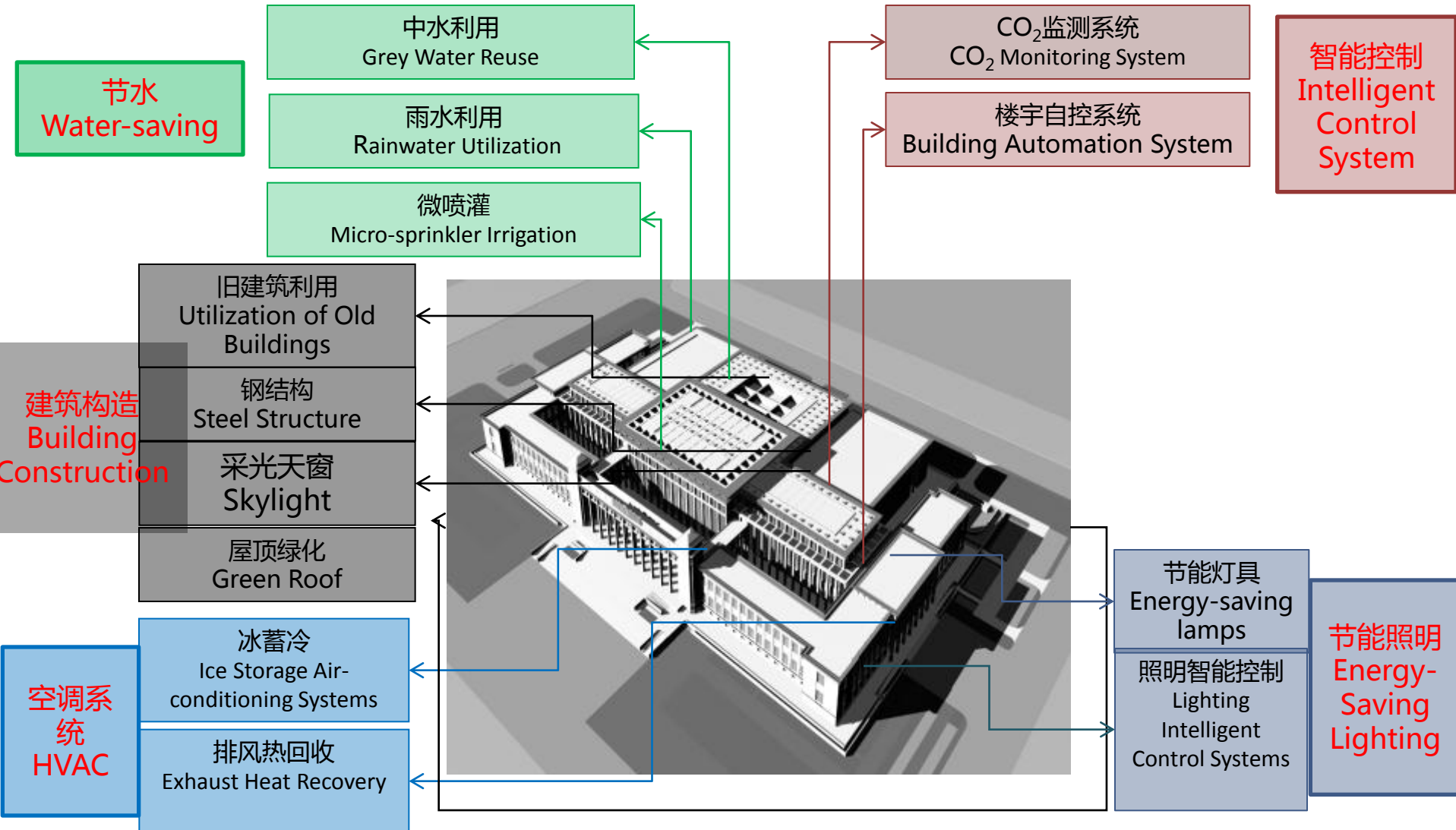


太阳能光伏
Solar Photovoltaic



能耗监管平台
Energy Monitoring
Platform

典型改造技术The typical retrofitting technologies

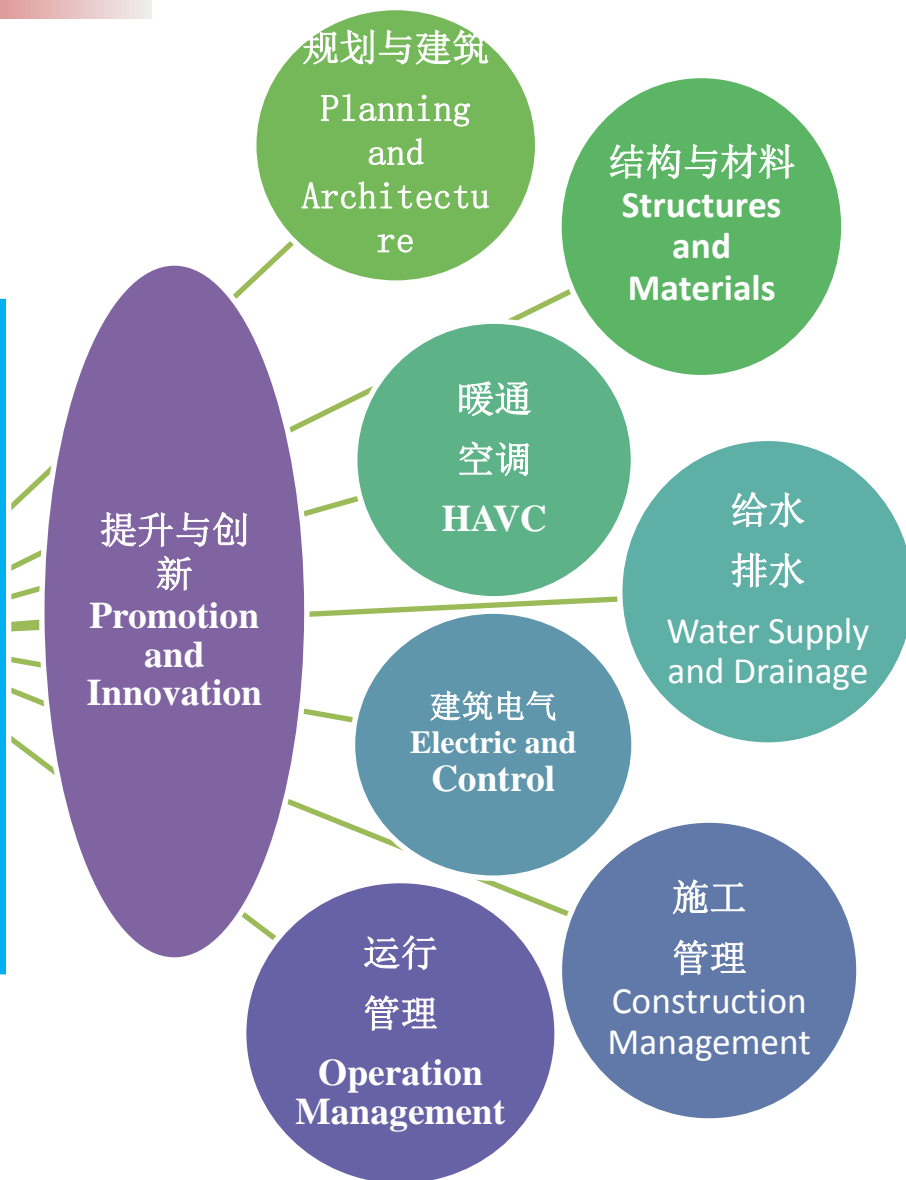


《既有建筑改造绿色评价标准》 The Standard of Valuation

考虑到既有建筑与新建建筑的差异性，以及既有建筑改造自身特点，暂定本标准基本框架包括11章，其中评价主体内容包括**7类指标**和**提升与创新**。

In view of the difference between new and existing buildings, as well as the characteristics of retrofitting for existing buildings, the standard tentatively contains 11 chapters, including **Seven Indicators** and **Promotion and Innovation**.

□ 总则
General Provisions
□ 术语
Terms
□ 基本规定
Basic Requirements



英国及欧洲国家既有建筑改造经验 Experience from UK and Europe



■ 既有居住建筑——CALEBRE项目 Residential Retrofitting UK - Project CALEBRE

Project CALEBRE

Consumer Appealing Low Energy
technologies for Building RETrofitting

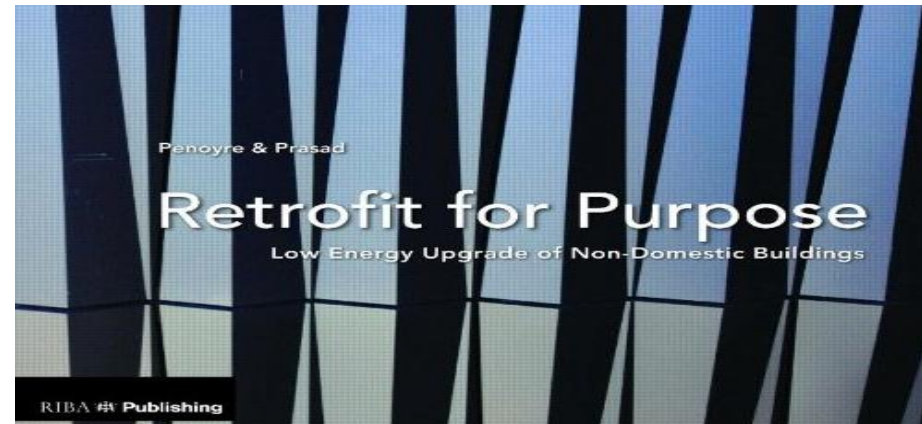
A summary of the project and its findings

■ Project CALEBRE looked at Consumer appealing low energy technologies for Building Retrofitting

CALEBRE项目旨在帮助消费者实
现既有建筑的低能耗改造

■ The project included researchers from six leading universities plus industry representatives

该项目包含了来自英国六所领先
大学的研究学者及相关行业代表



英国及欧洲国家既有建筑改造经验

Experience from UK and Europe

■ CALEBRE项目的关键成果

Key outcomes from the CALEBRE Project included

- **Knowledge of householders attitudes to refurbishment**
了解户主对建筑改造的态度
- **Establishing the order of retrofit for common energy efficiency measures**
常规建筑改造节能措施的实施顺序
- **Factors relating to improved airtightness when refurbishing existing buildings**
在既有建筑改造中与提高建筑气密性相关的因素
- **Technical improvements to gas and electric heat pump technologies to allow ease of retrofit**
燃气热泵及电动热泵能效提高的技术措施
- **Advances in the emerging technology of vacuum glazing that reduce manufacturing costs**
真空玻璃在生产制造成本上的优势
- **Development of advanced surface treatments for the control of moisture and temperature**
在温湿度控制方面的高效建筑表面处理手段
- **Business case modelling to support mass manufacture of new technologies**
为新技术批量生产制造提供可行性论证的商业案例模拟

英国及欧洲国家既有建筑改造经验

Experience from UK and Europe

- **通过CALEBRE项目确定的目前居住建筑节能改造的主要挑战**
CALEBRE identified the following challenges for retrofitting residential buildings
- **Occupant's attitudes to retrofitting often present a major barrier**
住户的态度往往是目前建筑绿色化改造推广工作的主要障碍
- **The order that retrofitting is undertaken is important**
建筑改造的顺序对改造效果有重要影响
- **Innovative measures are required to understand occupants' energy consumption behaviour**
节能改造创新措施需要与住户的能源消费行为相匹配
- **Advanced surface materials may be proven technically but are currently very expensive to produce**
高效建筑表面处理工艺在技术上或许可行，但却造价高昂无法大面积推广
- **New business models are required for production and installation**
需要建立建筑行业生产及安装的新商业模式

既有建筑的现存问题Existing problems

■ 上述研究结论已被其他国家的相关研究成果所证实

These findings are supported by research in other countries

■ There is a lack of publically available data on buildings and their performance (Kavgic et al, 2010)

目前缺乏面向公众公开的相关建筑信息及建筑能效数据

■ There is a need for better home energy audit modelling to understand actual energy use (Ingle et al, 2014)

目前缺乏有效的与住户实际用能行为相匹配的家庭能源审计模型

■ Decisions to retrofit are not just made on the basis of energy efficiency (Fawcett et al, 2014)

建筑绿色化改造的决策不仅仅考虑节能这单一因素

■ It is not always beneficial to undertake all retrofit activities at the same time (Fawcett 2014)

将建筑节能改造措施的堆砌未必总会取得好的效果

■ There is a need to identify additional and/or alternative approaches to financing building retrofit(Amewke et al, 2013)

需要提出新的和/或替代的建筑节能改造经济激励措施

既有建筑节能改造国际研讨会

International workshop for building retrofitting



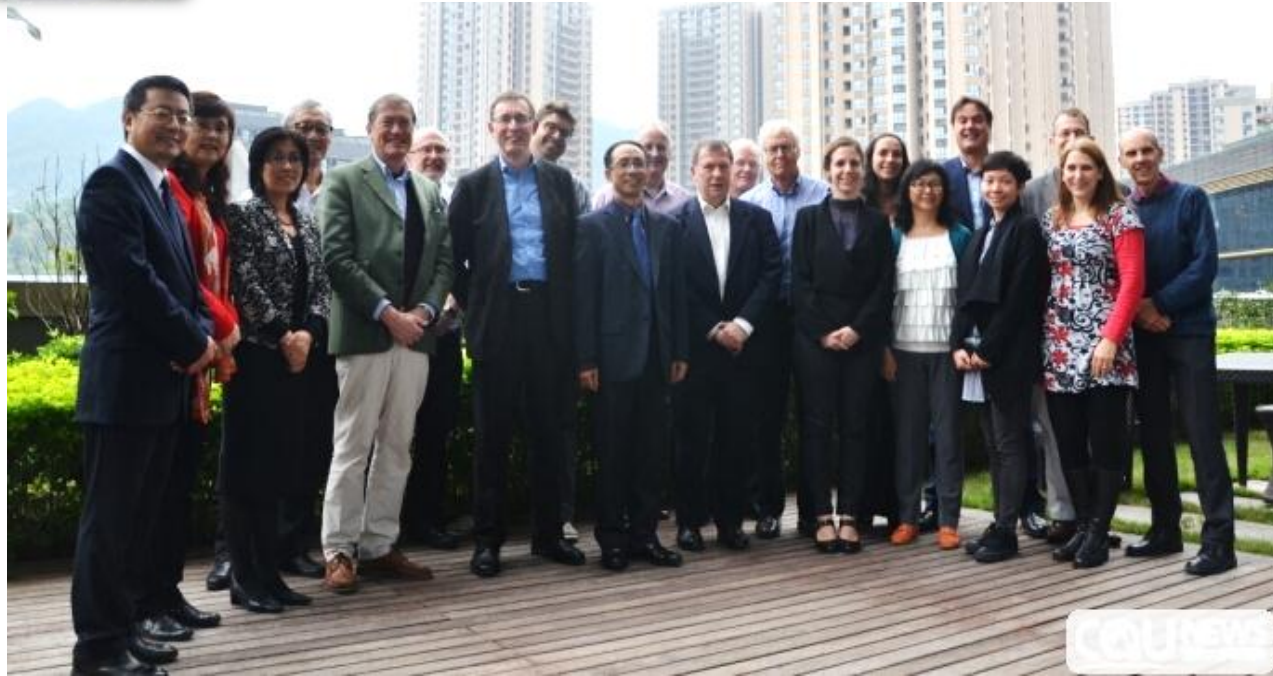
时间：2014年11月1日至3日

地点：重庆市沙坪坝区

主办单位：重庆大学

**国家级低碳绿色建筑国际联合研究中心
低碳绿色建筑人居环境质量保障“111”
引智基地
西南地区绿色建筑基地**

主持：Andrew Baldwin 教授



既有建筑节能改造国际研讨会

International workshop for building retrofitting



来自英国、澳大利亚、荷兰、德国和中国的20余位绿色建筑领域世界知名专家参会，所涉及领域包括了建筑师、经济学家、建筑科学家、土木工程师、材料专家和可持续建筑研究学者。

国内单位专家也受邀参与我国现状讨论。

- 中国建筑科学研究院、
- 中国建筑西南设计研究院有限公司、
- 四川省大卫建筑设计有限公司、
- 中机中联工程有限公司、
- 重庆市设计院、
- 重庆市城乡建设委员会、
- 中国煤炭科工集团重庆设计研究院



既有建筑节能改造国际研讨会

International workshop for building retrofitting

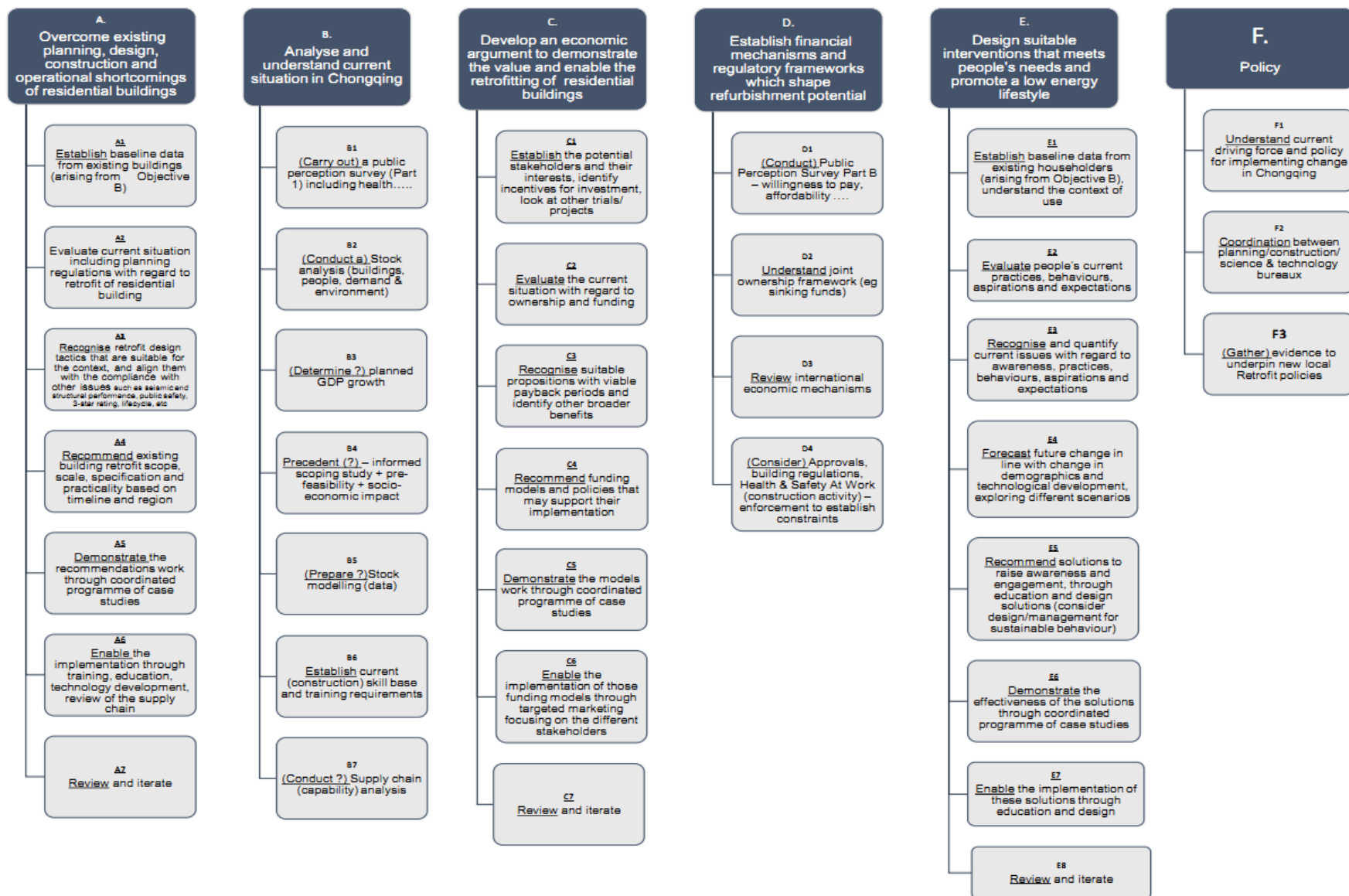
该研讨会旨在对既有建筑的改造进行研讨，其目标为：

- 就中国既有建筑改造以降低能耗的目标达成共识
- 确定既有建筑物低碳改造的可行方案
- 明确解决既有建筑改造问题所需要的系统专业知识
- 确定整体合作关系及协调关系

会议讨论过程

Objective B – Analyse and understand current situation in Chongqing			
Output	Impact	Targets and Means of Verification	Risks and assumptions
Objective B-5 Stock Modelling	<ul style="list-style-type: none">Knowledge base of age and typography of existing HRR accommodationProvides the basis for planned refurbishment prioritiesClassification / typography feeds into feasible solutions and priority actions	<p>Means of Verification</p> <ul style="list-style-type: none">Residential typography based on age (building regulations ?)Potential to pilot data acquisition and extrapolate ?Link to resolution of ownership models <p>Targets</p> <ul style="list-style-type: none">Research proposition with China Centre for Building ResearchPilot methodology on Chongqing University Estate?Feed Stock Modelling data into Retrofit design solutions	<ul style="list-style-type: none">Translation of Stock Modelling principles needs to be informed by history of regulationBuilding age may not be an indicator of thermal comfort demandGross assumption that pilot for UoC estate reflects general Chongqing disposition of built form?
<p>Activities</p> <ol style="list-style-type: none">Review existing research and methods of residential stock categorisationUse Chongqing University Residential estate as a Pilot to determine existing thermal / comfort performance and priorities for RefurbDetermine whether extrapolation of Pilot to City / District / Climatic Region is feasibleFeed initial findings into design for low carbon refurb proposition			RACI

会议讨论结果——既有建筑的绿色化改造专家思路“问题树”



中国既有建筑绿色化改造过程讨论

Discussion on China green retrofitting

循序渐进完成六大板块所涉及重点问题，将对建筑改造政策制定、实施、改进起到至关重要的作用。

改造过程	规划、设计、建造过程要求	城市现状分析	改造经济分析与可行性	改造金融机制规章制度	低能耗生活	政策决策
1	既有建筑基础数据	公众对于健康环境的理解	利益相关方与激励措施	消费意愿和消费能力	确定能耗基准数据	现有政策推进力及实施
2	改造范围及时间建议	既有建筑人员、能源、气候、环境特点	房屋所有权与投入资金	资金及产权共同所有权	住户行为及期望	各部门之间协调
3	改造的技术要求	规划财政及GDP增速	投资回收与利益	国际，国内金融机制	公众认识和问题量化	各地建筑改造新政策
4	环境适应性改造策略	规模研究和社会经济影响研究	运营、投资回报模型	引导审批、设计、施工等环节	气候、人口和技术发展的变化预测	
5	改造案例研究论证	模拟分析	模型验证		提高公众意识和参与程度	
6	改造落实保障	人员技能需求及培训	模型针对性实施		案例研究验证	
7	总结反馈	供需链分析	总结反馈		低能耗方案实施	
8					总结反馈	

既有建筑绿色化改造各专业技术建议

Advice for China green retrofitting

指标类别 Indicator	技术措施 Measurements	实施途径 Specific approaches
节地与 室外环境 Land saving and outdoor environment	增设立体绿化	屋顶绿化、垂直绿化
	场地绿化改造	物种改造、面积增加
	场地污染源治理	噪声治理、排放治理
	室外风环境改善	防风林木、防风墙板
	增加室外透水地面面积	绿化面积增加、透水铺装增加
	原有旧建筑的翻新改造	加固改造、功能提升
节能与 能源利用 Energy saving and energy utilization	围护结构改造	保温、外窗、外遮阳、玻璃贴膜
	暖通空调设备更新	冷热源、水泵、冷却塔、空调末端
	照明改造	灯具光源、控制方式
	增设分项计量装置	电计量、能耗计量
	可再生能源利用	太阳能热水、地源热泵
	自然通风利用	格局改造、外窗或幕墙可开启部分
节水与 水资源利用 Water saving and water resource utilization	管网更新改造	管道、阀门、水压控制、余压利用
	设备及器具更新	给排水设备、节水器具
	雨水利用	收集系统、回用系统
	节水灌溉	喷灌、微灌、土壤湿度感应器、雨天关闭装置
	加装计量水表	按用途设置水表、按用水单位设置水表

既有建筑绿色化改造各专业技术建议

Advice for China green retrofitting

指标类别 Indicator	技术措施 Measurements	实施途径 Specific approaches
节材与材料 资源利用 Material saving and material resource utilization	高性能材料应用	高性能混凝土、高强度钢材
	材料回收再利用	可再循环材料、可再利用材料
	采用灵活隔断	
	土建装修一体化施工	
室内环境 质量 Indoor environment quality	室内舒适度的提升	温湿度、新风
	室内噪声改善	隔声门窗、隔声吸声饰面材料、隔振减震设施
	无障碍设施设备改造	无障碍设施、无障碍电梯
	增设室内空气质量监测	
	建筑材料及装修材料的污染控制	
运营管理 Operation management	完善垃圾分类收集	
	增加能耗综合管理系统	对通风、空调、采暖、照明等部分的能耗进行监测和分析
	完善建筑智能化系统	增加网络、监控等子系统

建筑改造的关键问题

Key questions for client organisations

- **How should the retrofitting be financed?**
如何支付建筑改造所产生的成本？
- **How does Government Policy impact on the proposed work?**
政府政策对建筑改造项目有何影响？
- **How accurate are the forecast energy savings?**
如何准确预测建筑改造后的节能效果？
- **How do we tell if the forecast savings have been achieved?**
如何确定建筑改造后是否实现了预期的节能效果
- **How does the science of measuring performance inform decisions ?**
如何通过通过建筑能效的持续监测来指导决策？

既有建筑绿色化改造专家建议

Advice for China green retrofitting

■ 既有建筑改造涉及经济问题Economic issue

当前的难点则是改造成本及投资回报不易量化。因此，非常有必要创建改造的理论经济模型，为政府和建筑使用者决策提供积极因素。

■ 既有建筑改造涉及政策、管理机制问题Policy and management issue

当下政策制定、经济激励、改造技术完善、建筑用户意识提升等环节哪一个更重要，哪些事情应该先做，都是值得研究的。

■ 既有建筑改造涉及技术问题Technical issue

目前我国欠缺既有建筑改造的基础数据，制定的改造方案能否实现目标没有数据可依。需要完善既有建筑绿色化改造的数据库及模型，为改造政策和技术方案提供理论支撑。

■ 既有建筑改造涉及公众意识及需求问题Public need & expectation issue

需加强宣传既有建筑绿色化改造，增加对从业人员相关知识和技术的宣传培训工作。需充分理解使用者的需求，满足使用者的需求才能完成改造的目标。

既有建筑绿色化改造成功的关键 -- （以建筑节能为例）

Retrofitting – keys to success

- **Develop a brief that integrates energy efficiency measures with improvements in architectural design quality**
将建筑节能措施与优秀建筑设计方案有机整合
- **Establish an accurate assessment of energy use before retrofit**
在改造之前准确评价建筑用能
- **Model a range of building fabric and Mechanical and Electrical supply options**
对不同形式的建筑围护结构、设备系统进行模拟
- **Use Life-cycle costing and increases in asset value as well as energy savings to evaluate cost benefits**
采用全生命周期成本评价，通过提高资产总值及建筑能效来评估成本效益
- **Decide which energy saving measures to implement. Be careful about the priority of the measures selected**
确定采用何种建筑节能措施，慎重考虑其优先顺序
- **Ensure that the building works are constructed to a high- quality**
确保建筑施工质量
- **Monitor the in-use performance on an ongoing basis**
持续监测建筑用能

既有建筑绿色化改造推动我国经济社会发展环境和行业技术进步

Green building retrofitting will benefit economic and social development , environment and technical progress in the sector



谢谢！

Thanks!