



跨学科的可持续建筑课程与教育体系

# 可持续建筑技术

——可持续建筑的动机、理论与实践

湖南大学建筑学院  
徐峰 教授 [xufeng@188.com](mailto:xufeng@188.com)



# 可持续建筑的动机、理论与实践

## 第一节 引言

## 第二节 可持续建筑的动机

## 第三节 可持续建筑的理论、实践与阻碍

## 第四节 可持续建筑的未来

## 第一节 引言

- 一、什么是可持续发展
- 二、可持续建筑的因素
- 三、中国的可持续发展战略
- 四、可持续发展的原则

## 一、什么是可持续发展

- ◆ 70年代初，面对经济增长与环境保护的两难选择，罗马俱乐部提出了“零增长”的建议；
- ◆ 1972年，联合国在斯德哥尔摩召开的“人类环境会议”，标志着人类环境时代的开始；
- ◆ 1980年，世界自然保护联盟（IUCN）在《世界保护策略》中首次使用了“可持续发展”的概念；
- ◆ 1987年，以挪威首相布伦特兰夫人（Gro Harlem Brundtland）为主席的世界环境与发展委员会（WCED）公布了里程碑式的报告——《我们共同的未来》（Our Common Future），向全世界正式提出了可持续发展战略，得到了国际社会的广泛接受和认可；
- ◆ 1992年6月，在巴西里约热内卢召开了联合国环境与发展会议，因有102位国家元首和政府首脑参加，所以又称之为地球峰会。这次会议发表了《里约环境与发展宣言》（也称地球宪章）。

## 1. 可持续发展的定义

- ◆ 在众多的定义中，布伦特兰夫人主持的《我们共同的未来》报告所下的定义，是国际社会一致认可的可持续发展的框架。这个定义是：可持续发展是既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。它包括两个重要的概念：“需要”的概念和“限制”的概念。
- ◆ 需要的概念包含维持一种对所有人来说可接受的生活标准的基本条件。
- ◆ 限制的概念包含由技术状况和社会机构决定的环境能满足现在和将来的需要的能力。

## What is sustainability?

Sustainable development means to meet the needs of the **present** without sacrificing the ability of **future** generations to meet theirs

Take nothing but memories,  
Leave nothing but  
footprints



## 2. 环境协议和可持续发展的里程碑

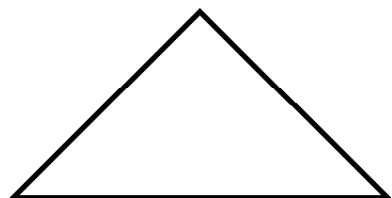
| 日期           | 事件                                 |
|--------------|------------------------------------|
| 1972年        | “发展的限制因素” 报告                       |
| <b>1972年</b> | <b>《人类环境宣言》（联合国斯得哥尔摩环境大会）</b>      |
| 1979年        | 保护动植物生存环境伯尔尼大会（欧洲议会）               |
| 1979年        | 日内瓦空气污染大会（联合国）                     |
| <b>1980年</b> | <b>《世界保护战略》（国际自然与自然资源保护联合会）</b>    |
| 1980年        | 《全球2000年报告》（美国）                    |
| 1983年        | 赫尔辛基空气质量大会（联合国）                    |
| 1983年        | 世界环境和发展大会（联合国）                     |
| 1987年        | 禁止使用破坏臭氧层物质《蒙特利尔协议》（联合国）           |
| <b>1987年</b> | <b>《我们共同的将来》（布朗特兰德委员会以联合国名义制定）</b> |
| 1990年        | 《关于城市环境的绿色文件》（欧共体）                 |
| <b>1992年</b> | <b>《里约热内卢地球峰会》（联合国）</b>            |
| 1992年        | 《我们的共同遗产》（英国）                      |
| 1994年        | 欧洲环境事务局建立（欧盟）                      |
| 1997年        | 京都全球气候大会                           |

## 二、可持续发展的因素

### 可持续发展的社会因素

#### 社会

- 生态
- 培训
- 社区
- 公平
- 文化多样性



#### 技术

- 能源技术
- 工艺
- 设计
- 新技术/远程通讯
- 文化资本

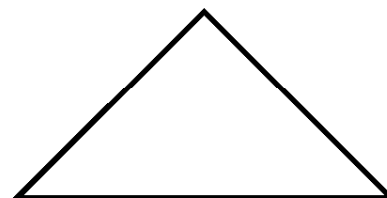
#### 环境

- 健康
- 能源
- 水
- 资源、未来
- 文化多样性

### 可持续发展的设计因素

#### 能源

- 产品中包含的能源
- 使用中耗费的能源
- 矿物燃料的利用率
- 可再生能源
  - 风能
  - 太阳能
  - 地热能



#### 环境

- 土地
- 水
- 美观程度
- 空气质量
- 全球健康
- 个人健康

#### 生态

- 生命周期评估
- 生物多样性
- 热带雨林
- 回收利用
- 营造野生生物
- 生活环境



### 三、中国的可持续发展战略

- ◆ 1995年9月，江泽民总书记在中国共产党十四届五中全会的讲话中提出：“在现代化进程中，必须把实施可持续发展作为一项重大战略”。
- ◆ 2001年7月1日，江泽民总书记在建党80周年纪念大会上全面阐述了我国的可持续发展战略：“坚持实施可持续发展战略，正确处理经济发展同人口、资源、环境的关系，改善生态环境和美化生活环境，改善公共设施和福利设施，努力开创生产发展、生活富裕的生态良好的文明发展道路。”

## 四、可持续发展的原则

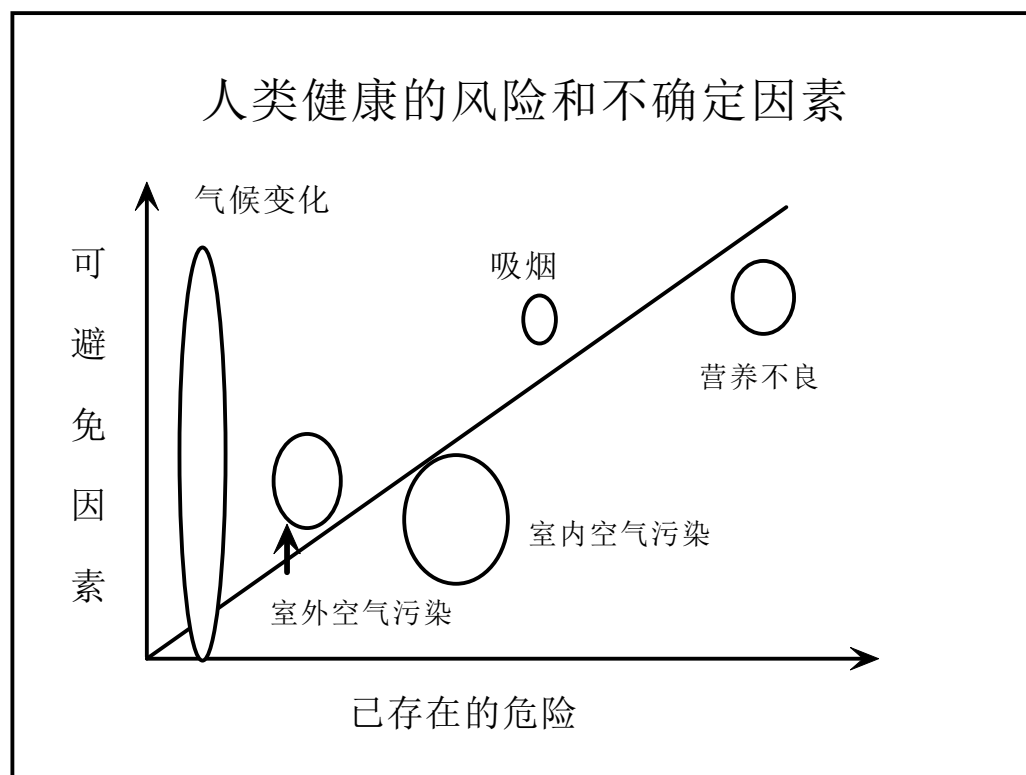
中国科学院可持续发展战略研究组在《2003中国可持续发展战略报告》中明确了可持续发展的六项原则：

- ◆ 可持续发展的公平性原则；
- ◆ 可持续发展的可持续性原则；
- ◆ 可持续发展的和谐性原则；
- ◆ 可持续发展的需求性原则；
- ◆ 可持续发展的高效性原则；
- ◆ 可持续发展的阶跃性原则。

## 第二节 可持续建筑的动机

- 一、建筑对人类健康的影响
- 二、建筑对地球环境的影响
- 三、建筑对资源的影响

## 一、建筑对人类健康的影响



Risk and Uncertainty of environmental  
Impact on Human Health

## 建筑对人类健康危害的领域

### ◇ 外部环境

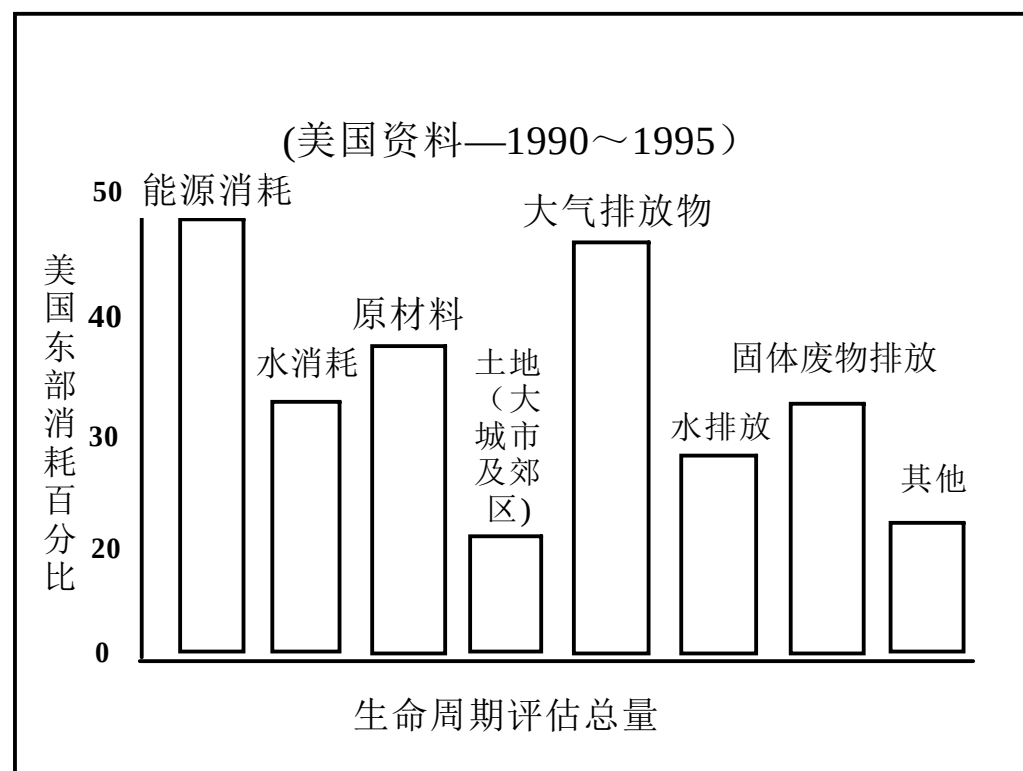
- ◇ 噪声污染、空气污染、水污染和视觉污染

### ◇ 内部环境

- ◇ 发生军团病的危险；
- ◇ 建筑综合症（SBS）；
- ◇ 空气污染物质，特别是挥发性有机化合物（VOCs）；
- ◇ 氡气；
- ◇ 微生物污染；
- ◇ 被动吸烟；
- ◇ 悬浮颗粒物；

## 二、建筑对地球环境的影响

- ◇ 建筑与温室气体排放
- ◇ 建筑工业与废弃物污染



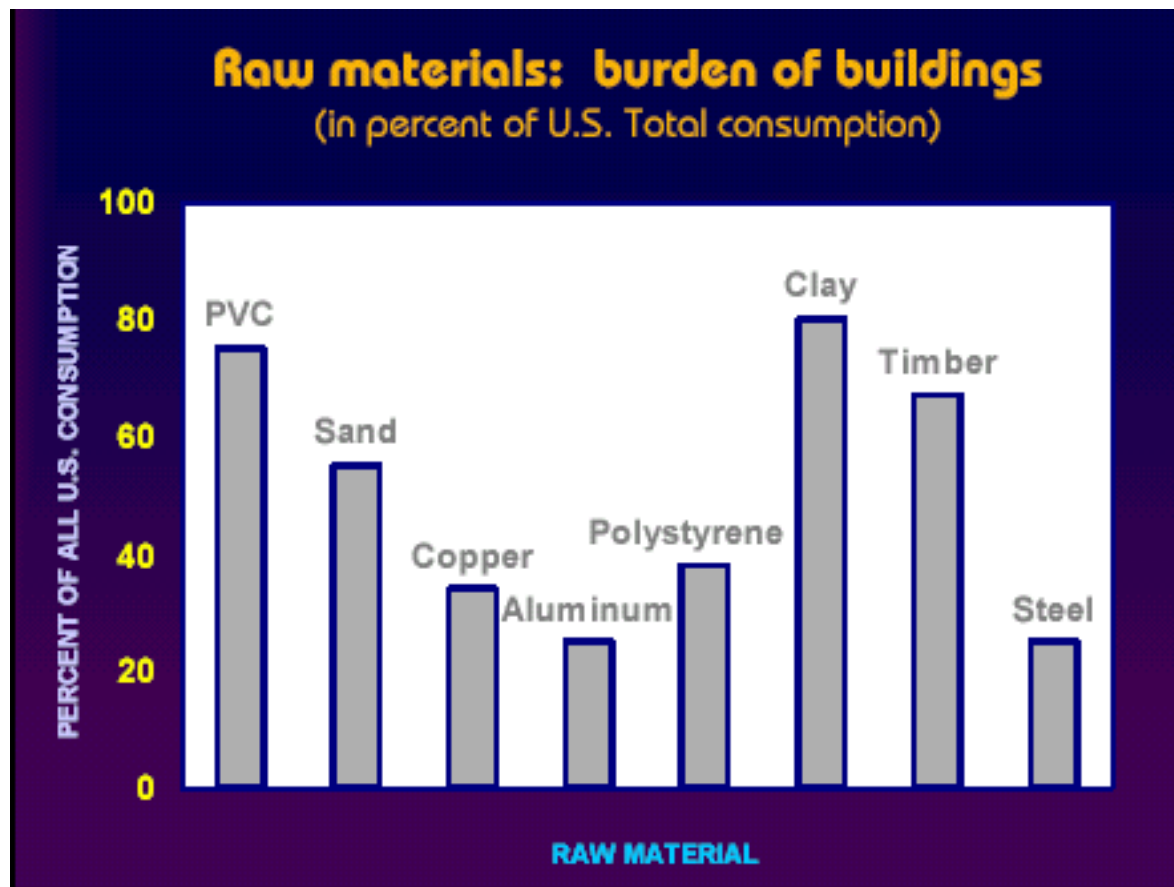
Building Related Environmental Burdens

## 建筑对地球环境影响的控制

- ◇ 政府措施
- ◇ 建筑在规划、设计、建造过程中的有效原则
- ◇ 对新建和现有建筑进行环境评估

### 三、建筑对资源的影响

- ◇ 建筑造成的资源问题
  - ◇ 建筑与土地资源
  - ◇ 建筑与水资源
  - ◇ 建筑与能源
- ◇ 资源开发利用的保护性原则
  - ◇ 建筑节能的原则
  - ◇ 建筑节地的原则
  - ◇ 建筑节水的原则
  - ◇ 建筑节材的原则



The Percentage of Building Consuming Raw Materials



## 建筑节能的原则

- ◆ 设计阶段加强能源模拟，考虑建筑节能潜力
  - ◆ 在建筑规划阶段，要慎重考虑建筑物的朝向、建筑间距、体形、绿化配置、风向等因素对节能的影响；
  - ◆ 在建筑设计阶段则须审慎地对建筑本身的体形、体量等做出选择；
  - ◆ 在技术设计和施工图设计阶段考虑材料、构造做法、采暖、通讯、采光、照明、电气等各环节对节能的影响。
- ◆ 在施工过程中尽量采用节约能源的施工方式
- ◆ 在建筑使用过程中加强能源管理，采用节能的电器设备。
  - ◆ 监控、制定节能目标；
  - ◆ 发现和避免不必要的能源浪费；
  - ◆ 采用新型节能电器设备；
  - ◆ 提高公众节能意识。

## 建筑节能的原则

节地，从建筑的角度上讲，是建房活动中最大限度的减少占地面积，提高土地使用率。建筑节能土地资源的原则有以下几条：

- ◆ 建造多层、高层建筑，以提高建筑容积率，同时降低建筑密度；
- ◆ 利用地下空间，增加城市容量，改善城市环境；
- ◆ 城市居住区，提高住宅用地的集约度，为今后持续发展预留余地，增加绿地面积；
- ◆ 在城镇、乡村建设中，提倡因地制宜，多利用零散地、坡地建房，充分利用地方材料，保护自然环境，使建筑与自然环境互生共容；
- ◆ 尽量采用熟化土地、废弃土地，曾经受到干扰的土地；
- ◆ 注重现有建筑的翻修、更新，避免新建建筑；
- ◆ 开发节地的建筑材料（如工业废渣生产的新型墙体材料），避免使用实心黏土砖，造成大量毁田取土。

## 建筑节水的原则

- ◆ 减少各种卫生器具用水数量的技术
  - ◆ 对现有卫生器具进行改进;
  - ◆ 采用新型节水的卫生设施。
- ◆ 中水处理措施
  - ◆ 收集和利用雨水;
  - ◆ 回收利用家庭内废水。
- ◆ 水资源管理
  - ◆ 监控和制定节水目标;
  - ◆ 发现和避免漏水;
  - ◆ 提高公众节水意识。

## 建筑节能的原则

- ◇ 走建筑产业化发展的道路，形成新型建筑体系；
- ◇ 推广应用高性能、低材耗、可再生循环利用的建筑材料，因地制宜，就地取材；
- ◇ 推广被拆除建筑的建材与部件的回收与利用；
- ◇ 采用节约材料的建造方式。

## 第三节 绿色建筑的理论、实践与阻碍

- 一、建筑史上的可持续发展观念
- 二、绿色建筑理论与实践
- 三、发展中国家普及绿色建筑的阻碍

## 一、建筑史上的可持续发展观念

- ◆ 亚洲建筑史上的可持续发展历程
  - ◆ 中国传统民居
  - ◆ 婆罗洲土著民居
  - ◆ 印度传统民居
- ◆ 欧洲建筑史上的可持续发展历程
  - ◆ 罗斯金 (John Ruskin) 在《建筑的七盏明灯》中提倡仿效和谐的自然秩序
  - ◆ 莫里斯 (William Morris) 号召一种乡村自给自足系统的回归与地方手工工艺的复苏
  - ◆ 莱德比 (Richard Lethaby) 倡导建筑师对自然美的认知
- ◆ 西方国家倾向于“度量”可持续发展，而东方国家则倾向于单纯的“感受”
  - ◆ 西方为主的经济发达地区通过低能耗、新材料等高技术手段实现生态设计
  - ◆ 亚非国家为主的经济不发达地区则通过低技术或适宜技术进行绿色实践

## 二、绿色建筑理论与实践

- ◇ 西姆·范·德·莱恩的EDI研究所与《生态设计》
- ◇ 汉诺威原则
- ◇ 杨经文的绿色建筑理论与实践
- ◇ 麦克哈格与《设计结合自然》
- ◇ 戴维·R·布劳尔与《绿色计划——可持续发展足迹》

## 1. 西姆·范·德·莱恩的EDI研究所与《生态设计》

西姆·范·德·莱恩（Sim Van der Ryn），1961年～1994年任加利福尼亚大学建筑学教授。1968年，联合生态学家、工程师、建筑师与开发商一起创办了法拉隆斯研究所（Farallones Institute）。1994年更名为生态设计研究所（Ecological Design Institute），简称EDI。EDI坚持其跨学科的团队合作原则，涉及建筑设计、建筑系统设计、用地规划以及居住区规划项目，力图将设计与生态紧密结合，采用最新的技术、程序和方式，努力减少废弃物和污染，改善现行的伴有破坏性的建设方式，探索人与环境两者均可健康而持续发展的道路。1994年10月19日发表了The BIG SUR宣言。1995与S·考沃（Stuart Cowan）合作完成《生态设计》（Ecological Design）一书，该书提出了5点生态设计方法和原则：

- ◆ 第一原则：设计方案应来自环境本身（Solutions Grow From Place）；
- ◆ 第二原则：评价设计标准——生态开支（Ecological Accounting）；
- ◆ 第三原则：设计结合自然；
- ◆ 第四原则：公众参与设计；
- ◆ 第五原则：为自然增辉。



## 2. 汉诺威原则

1992年建筑师威廉·麦克唐纳（William Mc Donough）为2000年汉诺威世界博览会拟订设计原则，主题是“人、自然、技术”。通过仔细思考，麦克唐纳决定将这次博览会定性为具有建设性目的、把环境问题置于优先考虑位置的博览会。通过革命性的汉诺威原则，麦克唐纳把可持续发展的概念推到了建筑行业的前沿领域。

- ◆ 主张坚持人类与自然共生的权利，这种共生必须是在一个健康、互助、多样、可持续发展的条件下；
- ◆ 相互依赖性的认识。人类设计的元素依赖自然并影响自然，设计必须认真考虑，即使是未来的影响；
- ◆ 尊重物质和精神之间的关系。应从物质与精神之间的联系的角度，对人类聚居做多方面的考虑，包括社区、居住、工业及商业；
- ◆ 对设计结果负责；
- ◆ 创造有长期价值的安全目标；
- ◆ 摒弃废弃物的概念；
- ◆ 依靠自然的力量；
- ◆ 对设计的局限性有清醒的认识；
- ◆ 通过知识共享来寻求不断的提高

### 3. 杨经文的绿色建筑理论与实践

杨经文（Ken Yeang）毕业于英国剑桥大学，获得建筑学博士学位。他的著作《设计结合自然——建筑设计的生态学基础》一书在绿色建筑的理论探讨方面作出了有意义的尝试，并试图建立一个统一的理论基础和设计参照框架。对建成环境（**Built Environment**）中外部生态的相互依存关系、内部生态的相互依存关系、外部——内部生态的相互依存关系、内部——外部生态的相互依存关系等四个方面进行了分析和阐述，提出生态设计必须从以下四个方面来考虑对于环境的影响。

- ◆ 能量和材料由内及外的相互交换，或者是生态设计系统生存周期内输入物质所产生的影响；
- ◆ 能量和材料由外及内的相互交换，或者是生态设计系统生存周期内输出物质所产生的影响；
- ◆ 系统内部的相互关系，或者是生态设计系统生存周期内其自身活动及其用户所产生的影响；
- ◆ 系统外部的相互关系，或者是生态设计系统的地理位置及其环境对其产生的影响，它们为被设计系统提供了文脉关系。

## 4. 麦克哈格与《设计结合自然》

麦克哈格写作的目的在于：“通过对设计结合自然的调查研究，包括自然在人类世界的位置，探索一条观察问题的途径和一种分析方法，为自然中的人作一个简单的规划。”该书提出的一系列的观点和方法，对绿色建筑学的产生与发展起到深远的影响。

- ◆ 用生态学的观点，以宏观方面研究自然、环境和人的关系，阐明了在工业、交通等技术高度发展的过程中，违抗自然及其掠夺性的开发对人类带来的灾难。提出如何适应自然的特征，创造人的生态环境的可能性与必要性；
- ◆ 阐明了自然演进的过程，总结了人类社会在不同的历史背景下对待自然的不同态度。应用生态学等理论，证明了人对自然的依存关系，批判以人为中心的思想；
- ◆ 提出“适应”的原则。作者在研究的自然中生命与非生命的物质形式后指出是适应的结果。进一步指出城市和建筑等人造的形式的创造与评价。应以“适应”为标准。

## 5. 戴维·R·布劳尔与《绿色计划——可持续发展足迹》

该书不是一本关于绿色建筑的专著，但它从更大的学科范围内，以及更高的层面上来认识绿色建筑。作者认为当前的环境问题已不再是地区性的，而是区域性和全球性的。因此，应该采用综合的、整体的、大尺度的方式来解决当前的问题。

- ◆ 多学科并行的资源管理（Multidisciplinary Resource Management）；
- ◆ 环境与经济学的结合（Integrating Environment & Economics）；
- ◆ 建立有效的管理机制（Making Effective Management）；
- ◆ 利用信息和技术（Using Information & Technology）；
- ◆ 目标、进度、管理一体化（Goals, Timelines, Monitoring）。

### 三、发展中国家普及绿色建筑的阻碍

- ◇ 缺乏绿色建筑意识和知识
- ◇ 缺乏强有力的激励政策和法律法规
- ◇ 缺乏有效的新技术推广交流平台
- ◇ 缺乏系统的标准规范体系
- ◇ 缺乏严密的行政监管体系
- ◇ 缺乏合理的城市能源结构

## 第四节 可持续建筑的未来

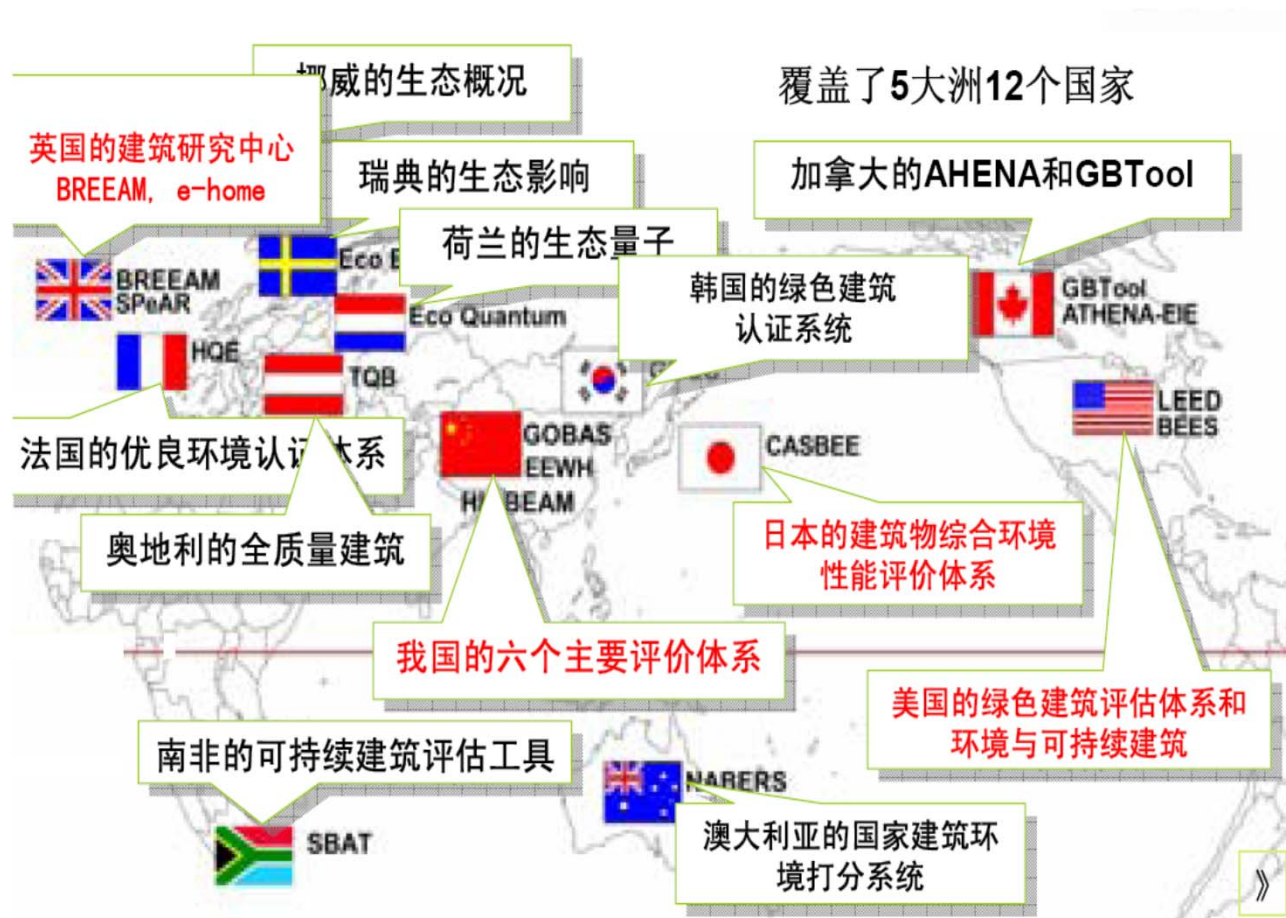
- 一、建筑评估系统
- 二、产品认证
- 三、新一代设计工具
- 四、基于性能的合同
- 五、远距离办公和“虚拟办公室”
- 六、有发展潜力的绿色建筑类型

## 一、建筑评估系统

- ◆ 绿色建筑设计决策是实现建筑整体性能目标的必要手段
- ◆ 建筑整体性能评价的内容和结果为绿色建筑设计决策提供重要参考
- ◆ 建筑评估内容：建筑功能、美学表现、社会/文化、环境性能、经济性能
- ◆ 常用的评估系统：
  - ◆ BREEAM
  - ◆ LEED
  - ◆ NABERS
  - ◆ CASBEE
  - ◆ GBTool
  - ◆ GOBAS



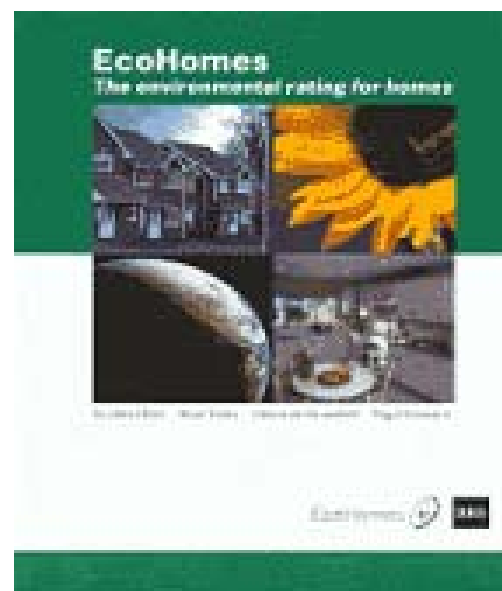
## 世界各国的可持续建筑评价体系



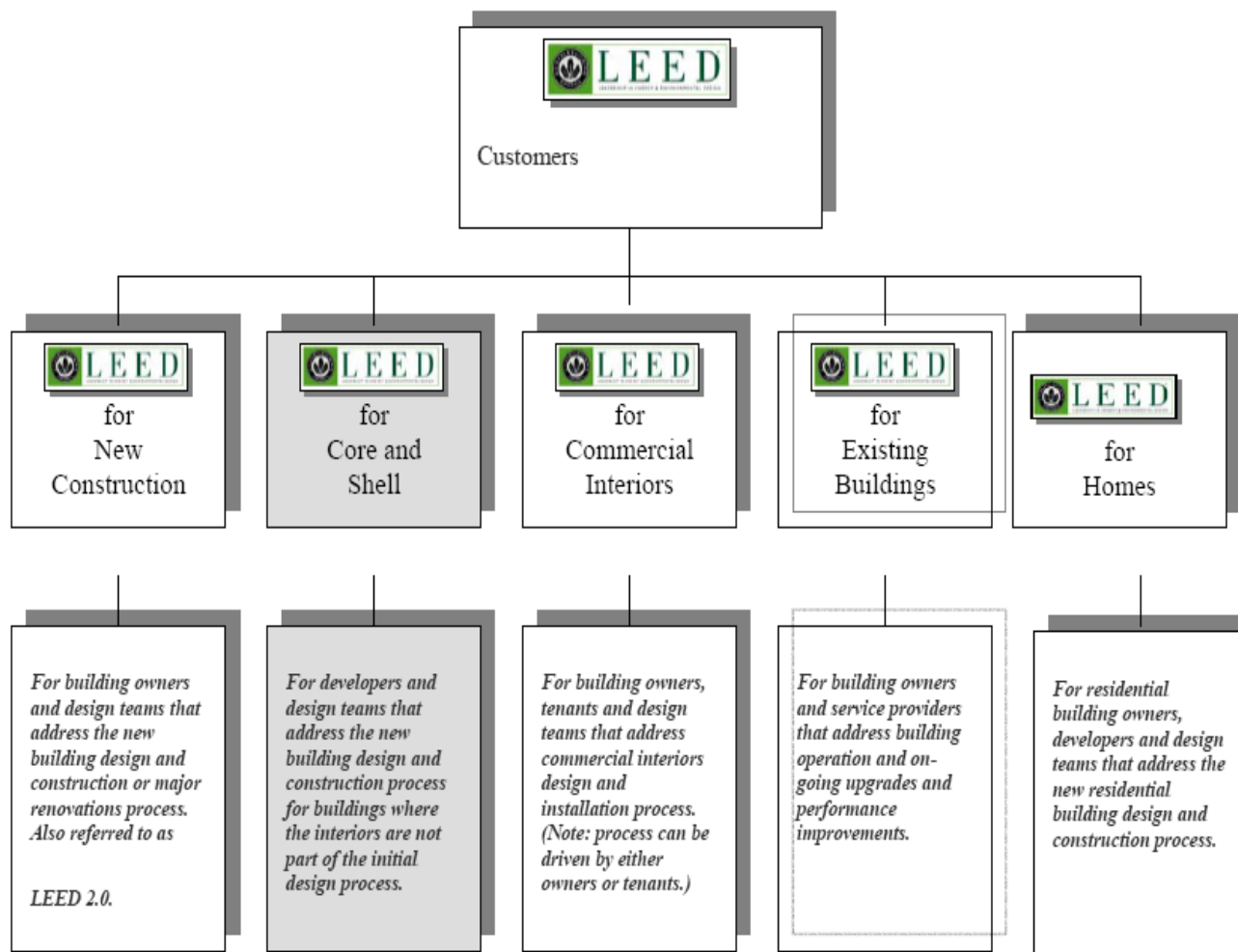


## 1. BREEAM

- ◆ BREEAM是由英国建筑科学研究院（BRE）对新建筑的设计提出的一种非官方的评价方法。
- ◆ 2000年发布“生态家园” (EcoHomes) 是“建筑环境评价方法” (BREEAM) 的住宅版。满足了近年来英国市场对住宅类建筑进行绿色生态评价的新需求。
- ◆ 评价内容包括能量、交通、污染、材料、水、生态与土地利用以及健康等七个大的方面。
- ◆ 评价结果是根据总分高低, 给出通过、好、很好、优秀四个不同等级的证书。



## 2. LEED



## 2. LEED

- ◆ LEED由美国绿色建筑委员会（USGBC）推出。
  - ◆ LEED现在一共有6个版本：分别是LEED新建建筑版、LEED核心设计版、LEED商业建筑室内版、LEED现有建筑版、LEED住宅版和LEED社区版。
  - ◆ 评价内容包括可持续的场址、能源与大气、用水效率、材料与资源、室内环境质量和设计过程的改进等六个大的方面。
  - ◆ 评价结果是根据得分（满分为69分）高低，给出通过（26-32分）、铜质（33-38分）、金质（39-51分）、白金（52分以上）四个不同等级的证书。



第一个获得白金证书的商业办公项目—Adobe总部大楼

## LEED认证在中国

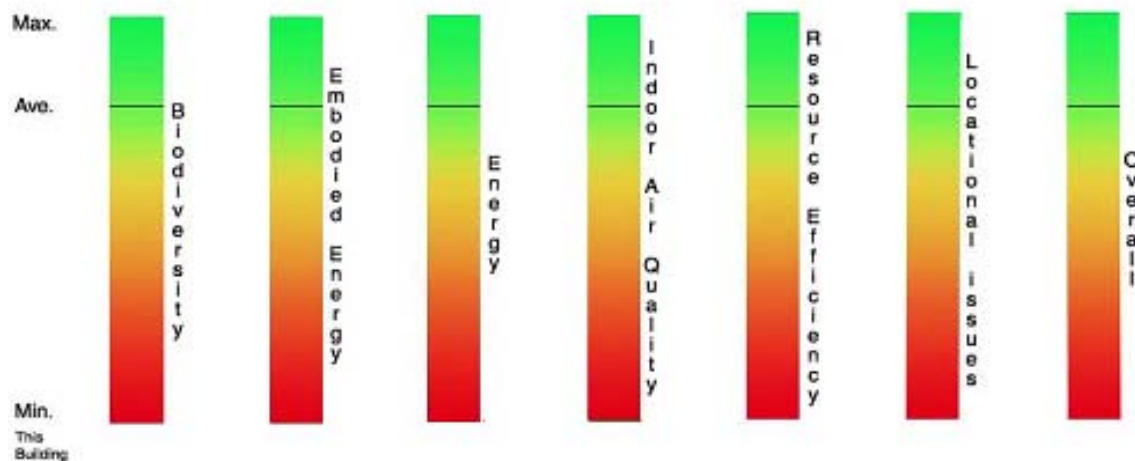
- ◆ 万科：
  - ◆ 天津东丽湖项目：LEED-ND银级，自评
  - ◆ 上海朗润园：LEED-ND 银级，自评
  - ◆ 深圳大梅沙万科总部：LEED-NC，铂金
- ◆ 大深圳区域：
  - ◆ 所有建筑按照绿色建筑评价标准进行设计施工和评估
- ◆ 上海：范围未定
  - ◆ 按照LEED-Home，或LEED-ND进行评价

## LEED费用估计

- ◆ 注册、全过程认证费：1.5~2.5万美元左右
- ◆ 咨询费：20~30元/平米
- ◆ 建设成本增加：
  - ◆ 50~200美元/m<sup>2</sup>，加州等地经验
  - ◆ 国内：200~1000元/m<sup>2</sup>

### 3. NABERS

- ◆ NABERS是一个适应澳大利亚国情的绿色生态建筑评价工具。
- ◆ NABERS的评价内容包括：生物多样性、材料含能、能源、室内空气质量、资源高效利用、选址问题等六个方面。
- ◆ 采用“星级”的形式评价等级。

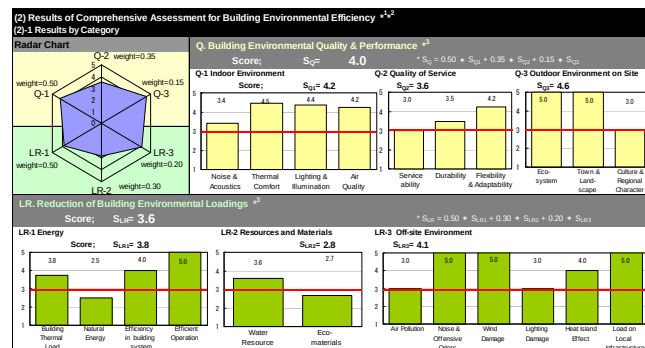
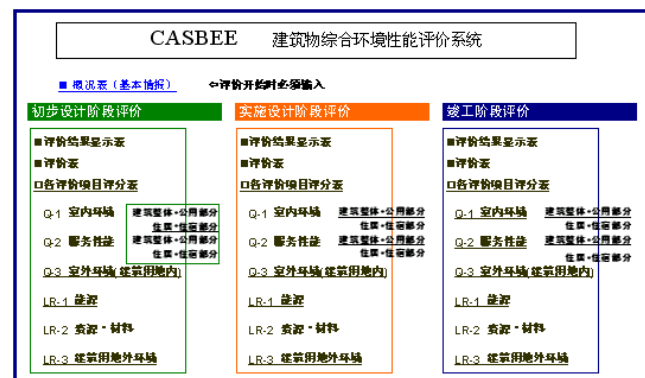


## 4. CASBEE

◆ CASBEE（建筑物综合环境性能评价体系 Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency）由日本建筑物综合环境评价委员会研究制定。

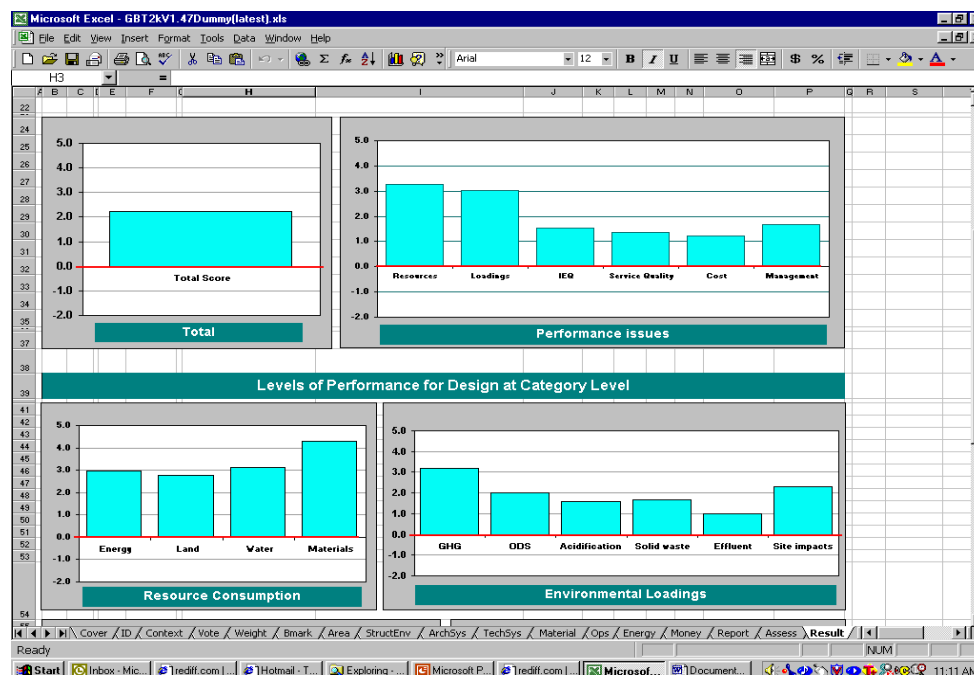
◆ CASBEE是第一个采用分阶段评价方式的建筑整体性能评价体系，它包括了“设计阶段的评价”、“实施阶段的评价”和“竣工阶段的评价”。

◆ CASBEE评分以当时的社会与技术发展水平为基准，并在选择参考建筑时考虑地域差别。具体采用5级评分方式，满足法律规定的最低水平时评为1分，达到一般水平时评为3分，达到最佳水平时评为5分。



## 5. GBTool

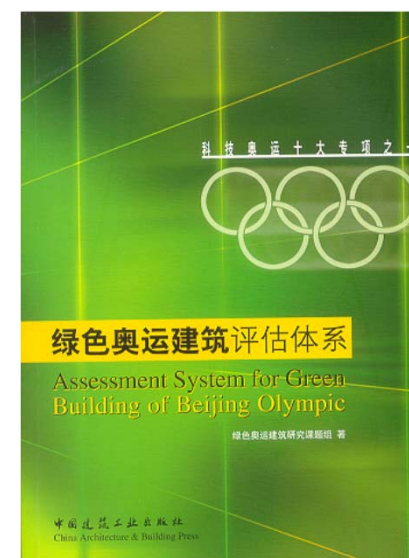
- ◆ “绿色建筑挑战”（GBC）是从1998年起由加拿大发起并有20多个国家参加的一项国际合作行动。其核心内容是通过“绿色建筑评价工具”（GBTool）的开发和应用研究，为各国各地区绿色生态建筑的评价提供一个较为统一的国际化的平台。
- ◆ 将地区适用性与国际可比性相结合；
- ◆ 以现有软件为评价的载体工具；
- ◆ 评价基准的灵活性；
- ◆ 评价机制的研究性和复杂性。





## 6. GOBAS

- ◆ 中国的绿色奥运建筑评价体系GOBAS
  - ◆ 2003年推出针对北京2008年奥运会场地规划和场馆与运动员村建设项目的《绿色奥运建筑评估体系》
  - ◆ 该体系借鉴了如前所述的各类建筑整体性能评估工具，尤其是参考了日本CASBEE评价体系的做法。



## 二、产品认证

在美国已经出现了几个专门为建筑业进行产品认证的实体。两个主要的组织是“绿色保证”和“科学认证系统”，对建筑产品采用以他们自己的准则为基础的标准。

### ◆ 绿色保证

- ◆ 绿色保证是一个致力于建立环境标准、产品认证和公众教育的非赢利性组织。绿色保证对超过50种的产品进行认证，并已经对将近240种产品予以保证，其中包括建筑工业产品，如紧凑型荧光灯、节水设备、油漆、窗子、窗胶膜、热水器、密封胶、粘胶剂、照明设备和防腐漆。

### ◆ 科学认证系统

- ◆ 科学认证系统（SCS）是一个私人科学组织。它的任务是促进私有和国有企业实行更加有利于环境的可持续政策、产品设计、管理和制造。科学认证系统已经建立几个与可持续建筑措施有关的计划诸如：环境索赔认证；寿命周期评估和经认证的生态概况；森林保护项目。

### ◆ 美国环境保护署——计划中的环保产品准则

- ◆ 美国联邦政府为了实现将其购买的产品和服务对环境的影响减少到最低限度的承诺，正在制定用于行政部门的购买货物和服务的准则。

### 三、新一代设计工具

- ◆ 设计工具根据必要条件模仿建筑围护结构所必需的被动式太阳能策略、自然采光、暖通空调和照明。这些工具能够预测建筑设计中的能源使用、最大负荷和其他性能参数。目的是决定设计和系统解决方案以在项目预算下满足节能要求。
- ◆ 现在通用的设计工具包括DOE-2.1E（由美国加利福尼亚大学的劳伦斯·伯克利国家实验室开发）；BLAST（由美国陆军工程研究实验室开发）；SERI-RES（由美国国家可再生能源实验室和生态工作组开发）。
- ◆ 许多新设计工具正在开发中，包括：
  - ◆ PowerDOE
  - ◆ SPARK
  - ◆ ENERGY-10

## 四、基于性能的合同

- ◇ 传统的合同：设计和施工的费用以建筑物价值为基数的一定的百分比对有效的设计起抑制作用（减小建筑物设备系统规模的非常有效的设计，可能会减少设计专业人员的收入）
- ◇ 国外新合同：基于性能的合同  
以建筑物的实际性能为基础给予设计人员支付酬金（报酬以建筑物实际的能耗水平，与已经建立的建筑物能耗基准指标进行比较后确定）

## 五、远距离办公和“虚拟办公室”

- ◆ 多功能社区和在家上班的选择是建筑业的一个重要的新概念
- ◆ 雇员远距离办公的好处：
  - ◆ 减少来往交通时间
  - ◆ 较低的汽油和汽车维修费用
  - ◆ 建筑物面积减少，使得公司和机构能够减少它们的资金开支
- ◆ 办公建筑设计观念的改变：
  - ◆ 共享办公室或“旅馆式”（临时分配）工作空间
  - ◆ 增强网络和会议功能的办公室
- ◆ 最好的绿色建筑是什么都不建

## 六、有发展潜力的绿色建筑类型

- ◇ Solar Energy Building
- ◇ Climate-adaptive (Climate-response) Building
- ◇ Earth Covered Construction
- ◇ Sustainable Energy Systems

## 1. Solar Energy Building —— Active



- ◆ A 用户太阳能电源系统
- ◆ B 太阳能灯塔
- ◆ C 风光互补通信基站 (10KW)
- ◆ D 太阳能厕所





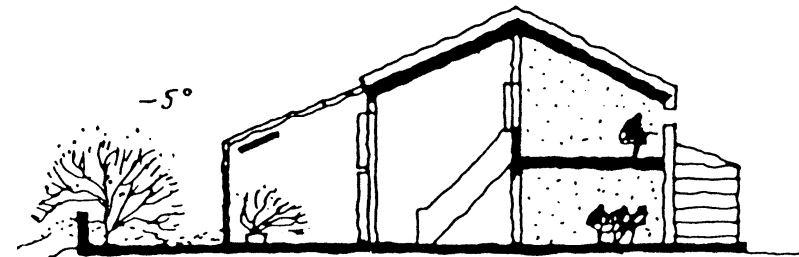
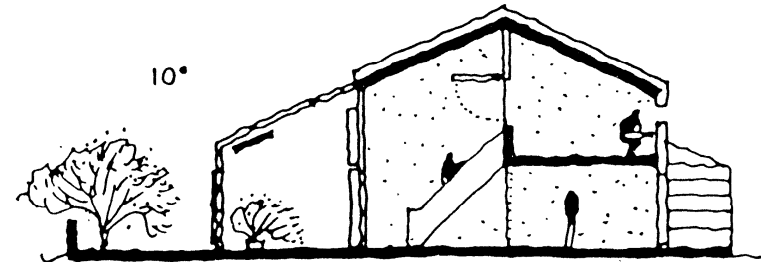
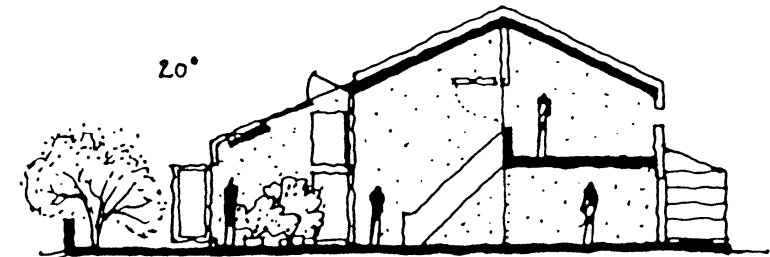
## 1. Solar Energy Building —— Passive





## 2. Climate-adaptive (Climate-response) Building

Bøgehusene, Greve



### 3. Earth Covered Construction





## 4. Sustainable Energy Systems

### Beaufort Court

#### RES公司总部

- ◆ 225kW风力发电机
- ◆ 170m<sup>2</sup>太阳能阵列装置
- ◆ 54m<sup>2</sup> PV光生伏打电池
- ◆ 116m<sup>2</sup>太阳能集热板)
- ◆ 地下水冷却
- ◆ 100kW的生物质能锅炉
- ◆ 跨季节的热能储存
- ◆ 实现CO<sub>2</sub> 的零排放



## Beaufort Court （RES公司总部）





## Beaufort Court （RES公司总部）



