

全面普及绿色建筑的对策

西安建筑科技大学建筑学院
西部绿色建筑国家重点实验室

刘加平

主要内容

- * 全面推广和普及绿色建筑
- * 中国城乡建筑的差异
- * 城镇绿色建筑：挑战与对策
- * 传统民居建筑的绿色再生

主要内容

- * 全面推广和普及绿色建筑
- * 中国城乡建设体系的差异
- * 城镇绿色建筑：挑战与对策
- * 地域性传统建筑的绿色再生

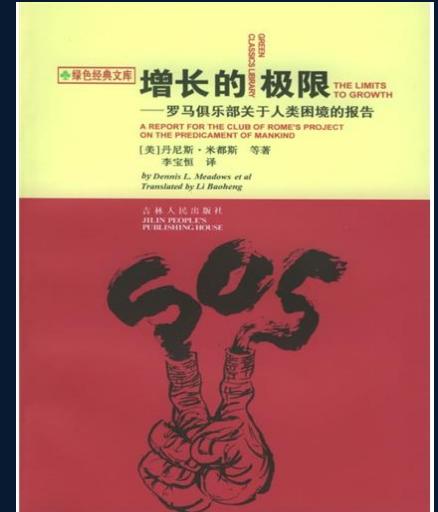
新时期建筑方针

- ◆ 2015年12月20日，中央召开了“中央城市工作会议”，习近平总书记、李克强总理做了重要讲话。在本次会议上，提出了新时期建筑方针：适用、经济、**绿色**、美观。
- ◆ 中国社会已经进入绿色发展新时期，全面推广和普及绿色建筑，建设低碳、智慧、宜居城市与乡村，提升人居环境品质，已是时代的必然。



绿色建筑：背景与起源

- ◆ 全面推广绿色建筑，有必要回顾绿色建筑的起源和发展历程。
- ◆ 绿色建筑概念出现，最早源于上世纪七十年代能源与环境问题的出现。西方国家提出并开始向全世界输出“可持续发展”的理念。
- ◆ 当时的国际主流观点：常规化石能源短缺将是全世界共同面临的挑战（增长的极限-罗马俱乐部），节约常规能源是所有国家持续发展的必由之路。发达国家开始将高能耗低技术产业向发展中国家转移。
- ◆ **建筑行业的关联行动是：研究发展节能建筑。**德国、瑞典、加拿大等国率先开展了建筑节能和提升供热系统效率研究。

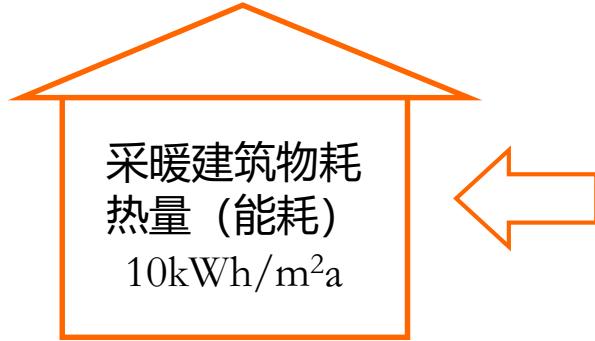


绿色建筑：背景与起源

- ◆ 国内在上世纪80年代开始编制民用建筑热工设计规范和节能设计标准。
- ◆ 上世纪80年代，我国城镇住宅建筑热性能很差。以北方采暖居住建筑为例，建筑物的本体能耗为35—60w/m²，折成单位建筑面积煤耗量/年，约14-30公斤标准煤。
- ◆ 再折合到能耗的初始端（锅炉房供煤量），约在20-50公斤标准煤之间，甚至更高。对于全国数百亿面积建筑，能耗总量达到数亿吨标准煤。
- ◆ 86年颁了的建筑节能30%设计规程，随后颁布了建筑节能50%设计标准，其规定性指标，基本上达到了80年代初德国的水平。



建筑能耗指标的三种表达



绿色建筑：背景与起源

- 上世纪九十年代中期，国内外建筑节能行业成效显著。绿色建筑应运而生：
 - 节约能源、节约用水、节约土地、保护建筑物周边生态环境、减少废弃物、CO₂排放、提高室内空气品质 (IAQ) 等。
 - 要称得上是绿色建筑，还应该提高建筑物的质量，包括建筑的功能适应性、室内环境品质和建造质量等。 -- Nils Larsson (GBC98大会主席)
 - 应该考虑地域自然条件、文化背景和经济发展水平的差异。



绿色建筑：背景与起源

- ◆ 建筑如何实现绿色？研究者认为：应从绿色建筑评价起步，然后能够反哺建筑设计。
- ◆ 英国率先编制了评价与判定建筑是否绿色的标准—BREEAM，日本、新加坡等后来居上。
- ◆ 早期的绿色建筑评价，更多关注的是“公益类”性能，故没有得到房地产企业、建筑设计行业的积极响应。
- ◆ 在市场经济社会，建筑走向绿色化**必须得到建筑工业界**的合作，否则就很难实现。绿色建筑的性能指标不能仅瞄准节能和减排（公益事业），而必须能够体现地域特点和价值取向。
- ◆ 此后，美国绿色建筑委员会组织编制的、商业化极浓的LEED就出现了，在营销上取得了极大成功。

绿色建筑：背景与起源

- ◆ 中国的绿色建筑评价标准已经进入3.0版本时代。
- ◆ 2019新版《绿色建筑评价标准》（50378-2019）做了较大的变动，比较大的是：已将绿色建筑的概念已从“节能、节地、节水、节材、减少污染物排放”，扩展到“安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居”。
- ◆ 应该注意的是，绿色建筑与建筑发展史上的许多建筑概念（古典建筑、现代建筑、后现代建筑、地域建筑）等有着根本的差异：不仅仅表现在形体和空间上，还表现在性能指标上。
- ◆ 换句话说，绿色建筑不但要满足业主或使用者的需求，还应该满足人类社会可持续发展的要求，要具备公益属性（节约物质资源、减少公害）。

绿色建筑研究与实践

- ◆ 中国的绿色建筑的理论研究、技术研发、工程示范、评价标准制定以及配套的公共政策等方面，起步较晚，但目前已经与西方发达国家同步。
- ◆ 各级政府主管部门的介入，扶持政策的配套，大大促进了绿建行业的进步。
- ◆ 在过去的20多年里，我们一边快速发展经济，一边大批量建设房屋，同时，全国每年也建成了相当数量的节能建筑和绿色建筑。
- ◆ 已经拥有了一支庞大的绿色建筑技术和评价队伍。
- ◆ 存在问题：理解上的偏差。绿色建筑的性能指标还没有渗透、融化在各类建筑设计规范和标准中。

主要内容

- * 全面推广和普及绿色建筑
- * **中国城乡建设体系的差异**
- * 城镇绿色建筑：挑战与对策
- * 地域性传统建筑的绿色再生

中国城乡建设体系的差异

- ◆ 我国大、中、小城镇的既有建筑（存量），基本上都可以称得上是“现代建筑”：建立在现代建筑工业技术和产品之上的建筑。
- ◆ 现代建筑的基本属性：
 1. 严格的设计程序：建筑方案（功能、形体）设计、防火设计、防寒（热）设计、防水设计、结构设计、抗震设计、采暖、通风与空调设计、给水排水设计、电力系统设计、智能控制系统设计，等。
 2. 科学的施工建造过程、独立的设备安装过程、室内外装修施工、材料性能参数现场检测记录、隐形工程监督记录等。



中国城乡建设体系的差异

- ◆ 我国农村的既有建筑以民居建筑为主，不论建造方式、还是形态与构成，均与城镇建筑有很大的不同，特别是在欠发达地区。
- ◆ 可以简单地将农村的既有民居建筑分为两大类：
 1. 传统民居类：建立在农耕文明之上，以手工、半手工方式建造而成，是传统地域建筑的典型代表。
 2. 简单砖混结构类：简称混凝土板房，简单模仿城镇建筑、未经过科学的设计、依然采用经验式的手工和半手工方式建造而成的低层砖混结构房屋。





先生耕生春暖

城乡建筑的绿色化进程

- ◆ 建立在工业文明基础之上的城镇建筑体系，与建立在农耕文明基础之上、以手工和半手工方式建造的传统民居和新建乡村民居建筑，在绿色化进程中，不能采用相同的技术路线、方法、演化模式甚至技术体系。
 1. 城镇建筑全面走向绿色，需要行业内相关管理部门和各专业工种共同努力。
 2. 乡村建筑走向绿色，则需要开展**地域性绿色建筑新模式**研究，才能实现由“传统建筑文化自信”到“新地域绿色建筑文化自信”的演化。

主要内容

- * 全面推广和普及绿色建筑
- * 中国城乡建设体系的差异
- * **城镇绿色建筑：挑战与对策**
- * 地域性传统建筑的绿色再生

发展城镇绿色建筑面临的问题

- ◆ 当贯彻新建筑方针、全面推进绿色建筑时，我们面临很多问题。其中，**观念错位是首要问题。从主管部门到全行业从业人员，几乎都认为：**
 1. 绿色建筑是绿建技术的集成：只有用了绿色建筑技术，建筑才能绿色；
 2. 绿色建筑成本高昂：任一建筑要实现绿色，就须购买、安装一大堆绿建技术和产品；
 3. 实现绿色建筑是绿建咨询专家的专业和职责，而与建筑师、结构工程师、设备工程师、施工建造工程师关系不明。

发展城镇绿色建筑面临的问题

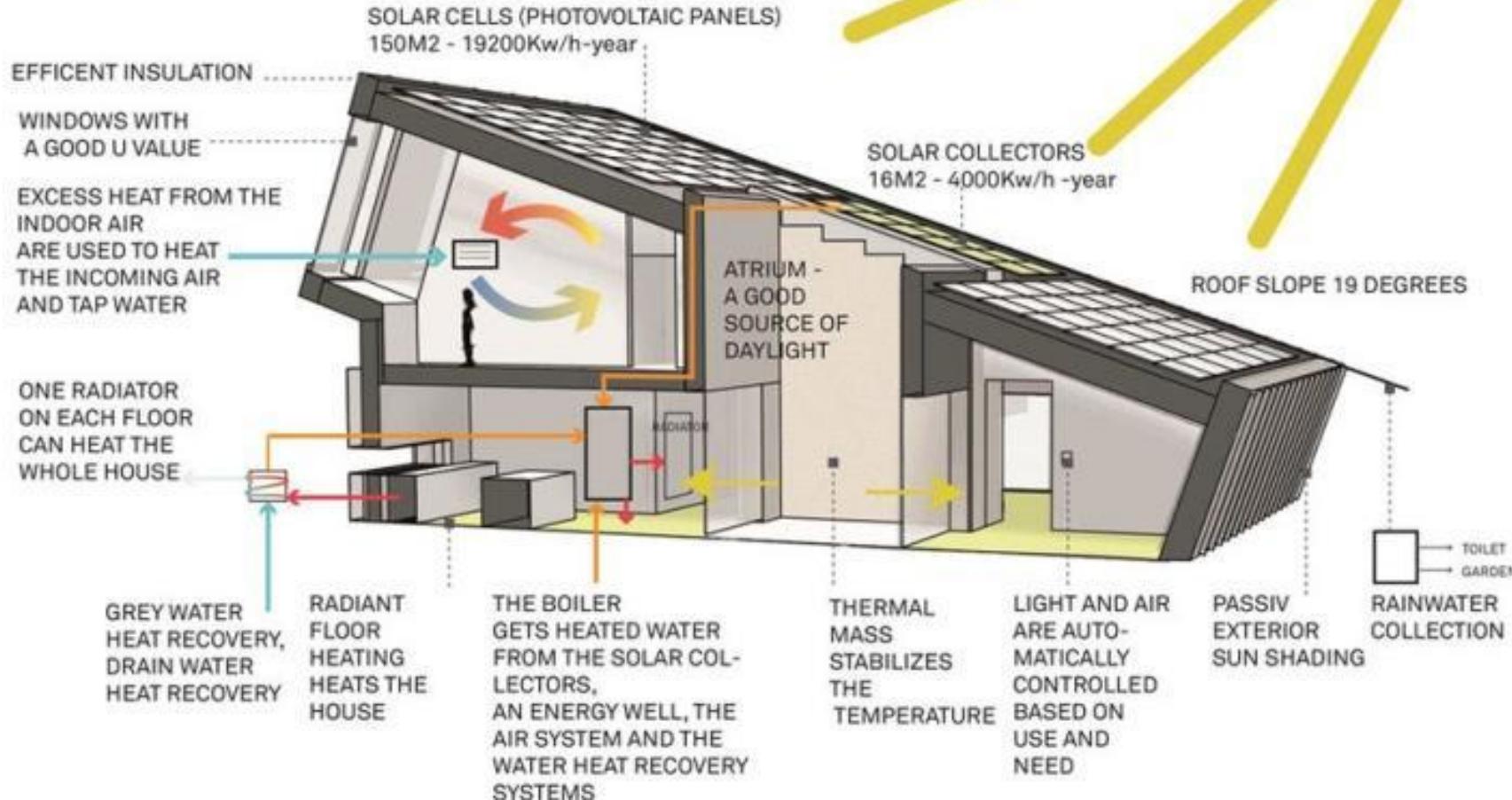
- ◆ 在绿色建筑的研发和推广实施过程中：
 1. 轻视、甚至忽视建筑方案设计阶段的绿色建筑设计、即建筑师在确定建筑形体、平面、空间和构造时、不考虑与绿色建筑性能指标的关系。
 2. 重视绿色建筑的评价与咨询，把绿色建筑的实现，交给绿建咨询专家。
 3. 绿建咨询专家，面对一个完全“非绿色”的建筑设计方案，为达到不同星级绿色评价指标要求，通过添加各种绿色建筑技术和产品，把绿色建筑性能化指标“凑足”。

绿色建筑的实现

- ◆ 因此，绿色建筑是满足了“坚固、适用、美观”后，又达到了“节能、节地、节水、节材、污染物排放少”等社会公益指标和性能的建筑。所以说，绿色建筑就是当代最好的建筑。
- ◆ 如果不满足“坚固、实用和美观”要求，仅仅依靠附加和配置一整套“绿色建筑技术”来凑建筑物的“技术性能指标”，不是绿色建筑。依赖技术堆积起来的“绿色建筑”，基本上是高成本的。



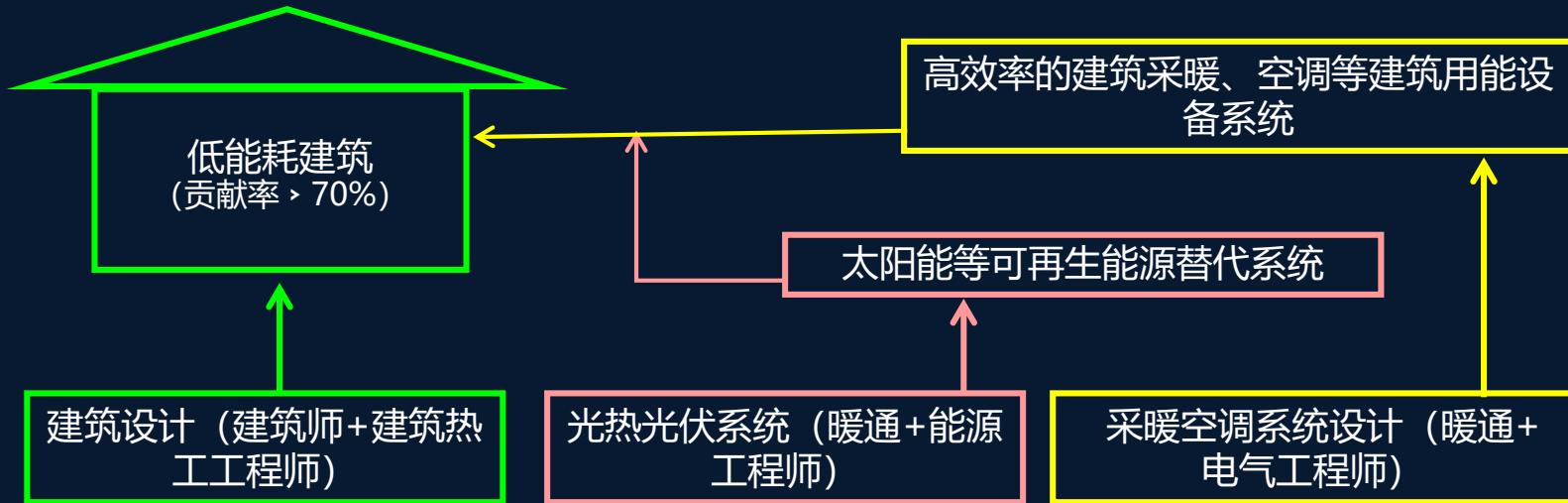
- 挪威建科院完成的零能耗住宅示范工程中共使用了41项新节能技术。



绿色建筑的实现

- ◆ 一栋新建建筑物要成为绿色建筑，在设计阶段，第一责任人的应该是建筑师。
- ◆ 没有一个“绿色”的建筑方案，没有一个与所在地域自然、经济、技术、文脉传承等相适应的建筑方案，包括外部形体、色彩搭配、平面布局、空间组织、构造选材等，无论后续工种运用何种先进的技术和设备，都不是绿色建筑。
- ◆ 一个绿色的建筑方案，在建成后运行期间，其“负荷”都很小，包括“热负荷、冷负荷、电负荷、水负荷、燃气负荷”等。所有的“排放量”也很小，包括“污水、废水、垃圾、余热、噪声”等。
- ◆ 一个绿色的建筑方案，其围护结构构造、门、窗、室内外装饰等用材，尽可能使用的是本地材料，而且是可以回用的材料。

实现超低能耗的技术路径



绿色建筑的实现

- ◆ 所以，绿色建筑不是一个新的建筑类别，也不存在一个新的专业—“绿色建筑专业”。
- ◆ 绿色建筑全部性能指标的实现，是建筑师、结构工程师、暖通与智能控制工程师、建材工程师、建造安装工程师以及运行维护工程师共同努力的结果。
- ◆ 没有所谓的“绿色建筑工程师”。
- ◆ 建筑类相关专业的基础性研究，包括建筑热工、建筑构造、建筑设计等，为绿色建筑设计、建造和运维，提供新的设计计算方法、新的构造及新的设计评价标准等。
- ◆ 科技部十三五重点专项《绿色建筑及建筑工业化》，也是分别按专业工种支持的，见下页。

十三五国家重点研发计划重点专项

《绿色建筑及建筑工业化》资助项目情况

	基础理论	规划设计	建筑节能	绿色材料	建筑结构	建筑工业化	建筑信息化	合计
立项项目数 (个)	4	9	14	8	7	12	6	60
国拨经费数 (亿元)	0.55	1.7	3.22	1.55	1.67	3.18	1.37	13.24

全面普及绿色建筑，怎么办

- ◆ 改变传统观念，是首要任务：“做好思想工作”。
- ◆ 应该改变全行业从业人员的观念：未来的工业与民用建筑，都应该是绿色建筑。建筑行业的每个专业、建筑物全寿命周期内的每个阶段，都与绿色建筑指标的实现密切关联。
- ◆ 行业内每一位从业人员都应该明白：必须具备绿色建筑的理念和相应的能力，否则，未来将会被同行低看、会被行业遗弃的。
- ◆ 其次，应对绿色建筑的性能化评价指标分类管理，逐一落实。

绿色建筑指标的分类管理

- ◆ 运用性能归类法进行分析会发现：绿色建筑评价的数十个性能化指标，按其实现的过程和方式，还可以分为以下几类：
 1. 政策性指标：只要政府主管部门的相关政策、规定制定合理，实施起来，在技术上并不困难。如：生态建材的选用（禁止使用实心砖等）。
 2. 理念性指标：只要相关人员具备了绿色建筑的理念，实施起来在技术上也不困难。如节地（合理使用的地下空间）、节水（雨水收集、污水回用等）。
 3. 技术设计类指标：这类指标实施起来较为困难，如建筑室内物理环境指标，建筑节能设计指标等。

绿色建筑指标的分类管理

- ◆ 政策性指标的实现在于制定合理的政策，主要取决于本地区的社会经济、技术发展水平（限制性、规定性措施等，配套的奖罚措施等）。
- ◆ 理念性指标可通过贯彻落实新时期建筑方针：“适用、经济、绿色、美观”而实现。
- ◆ 绿色建筑评价指标的实现，涉及建筑策划、方案设计、施工图设计、技术设计、施工建造乃至运行维护等各个阶段。
- ◆ 技术设计类指标的实现，既要求建筑师、结构与设备工程师具有绿色建筑的理念，还需要很高的专业理论修养，更需要具备协调处理建筑设计过程中诸多矛盾的能力。

绿色建筑指标的专业分担

- ◆ 绿色建筑性能化指标的实现，应分摊到各专业工种：
 1. 建筑设计专业：节能、节地、雨水收集、节材、心理环境、适老适幼
 2. 结构工程专业：节材、装配式、耐久性
 3. 设备工程专业：节能、节水、污水回用、海绵城市
 4. 施工专业：绿色施工：减少固、气、液垃圾排放，节约建材
 5. 运行维护：物业管理、公共服务、智慧服务。
- ◆ 以下以建筑设计过程中实现“四节一环保”指标为例，做简单分析。

建筑节地与设计

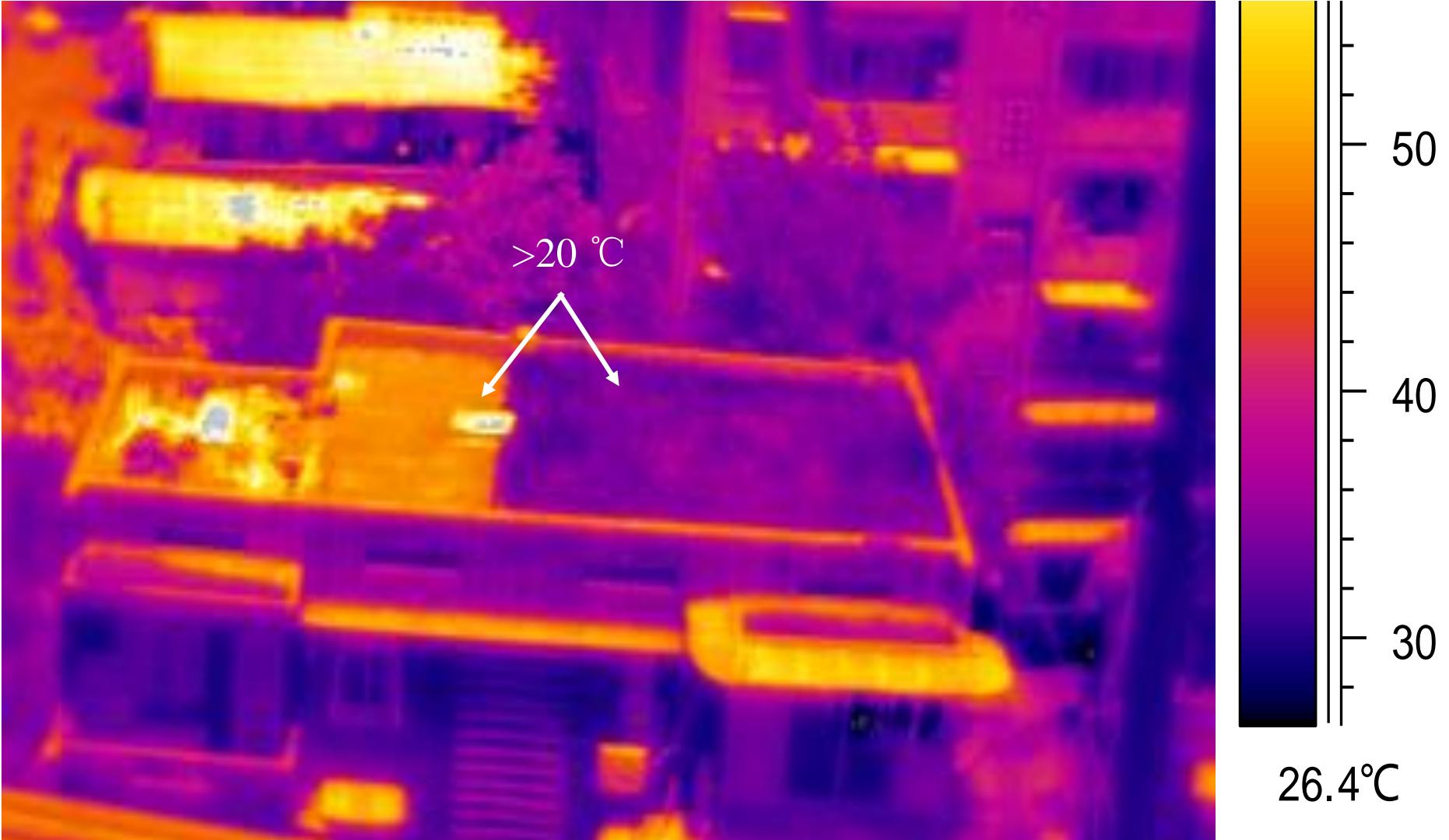
- ◆ 绿色建筑性能化指标中的“节地”，应该有以下两层含义：
 1. 应该尽可能地节约农田和耕地。具体措施上很多，如利用地下空间等。
 2. 应该尽可能地减少硬化下垫面、保持地表的生态化。
- ◆ 只要规划师、建筑师以及景观设计师具有了“节地”、“节约耕地”的理念，从实现措施上，应该不是很困难的。
- ◆ 从城乡规划和设计角度，改变习惯性的“农耕”时代的规划建设理念和“教条”非常重要。

我们建了很多很大的广场，用来表达建筑物的恢宏和“气势”，既浪费了大量耕地，还破坏了“地--气”交换





18:28 PM



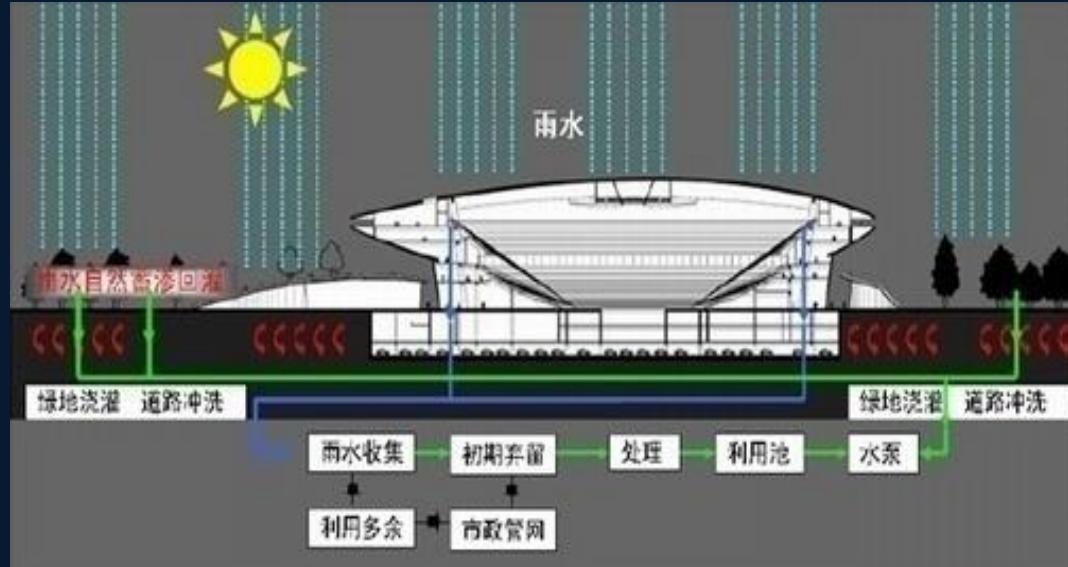
建筑节材与设计

- ◆ 节约各种建筑材料，既包括合理使用材料，也包括使用循环材料，与建筑师和结构工程师有密切关系。
- ◆ 建筑师决定着建筑构造及装饰材料的类别和来源；尽可能选用地材符合绿色建筑理念。
- ◆ 结构工程师过于保守的结构与抗震设计，会加大钢材和混凝土的用量。



建筑节水与设计

- ◆ 节水，负首要责任的应该是给水排水工程师。
- ◆ 不论是设计节水型供水系统、高效的污水回用系统、雨水收集系统、选取节水型器具，技术上已不困难。
- ◆ 海绵城市，建设与运营成本应该是关键。



减少污染物排放

- ◆ 固体垃圾的排放量，主要取决于施工组织。
- ◆ 排放到大气中的污染物，除施工中扬起的尘埃外，CO₂、CO、NO_X、烟尘等，与建筑物的运行能耗直接相关（煤、气燃烧过程排放）。
- ◆ 至于污水和废水排放量，基本上是给排水工程师份内之事。



建筑节能设计

- ◆ 建筑节能设计，或建筑的被动式设计，或建筑的气候适应性设计，是一件说起来容易、做起来则非常困难的事。因为：
 1. 建筑节能设计，与建筑的外形设计、立面设计和因功能要求而必须的室内空间设计等，具体做法上往往是互相矛盾的。
 2. 冬季和夏季、供暖和降温，对建筑形体和空间组织的要求是矛盾的，特别是在夏热冬冷和寒冷气候区。
 3. 绝大部分建筑师缺乏在设计过程中处理上述矛盾的意识和能力。

对建筑节能设计的曲解

- ◆ 由于前述原因，导致业内普遍认为：建筑节能设计，是建筑热工设计工程师、或暖通工程师的份内之事。
- ◆ 很多建筑师不愿意、甚至不屑于进行节能型建筑方案创作与设计。
- ◆ 建筑节能设计=建筑节能技术的应用（堆积）。
- ◆ 更有甚者：建筑设计中的节能设计=围护结构热工设计。
- ◆ 我国最早颁布的节能标准针对的是采暖居住建筑：当朝向、体形系数、窗墙面积比等参数确定后，门窗性能、外墙保温就成为节能设计的关键问题。



2019/10/28

主要内容

- * 全面推广和普及绿色建筑
- * 中国城乡建设体系的差异
- * 城镇绿色建筑：挑战与对策
- * **地域性传统建筑的绿色再生**



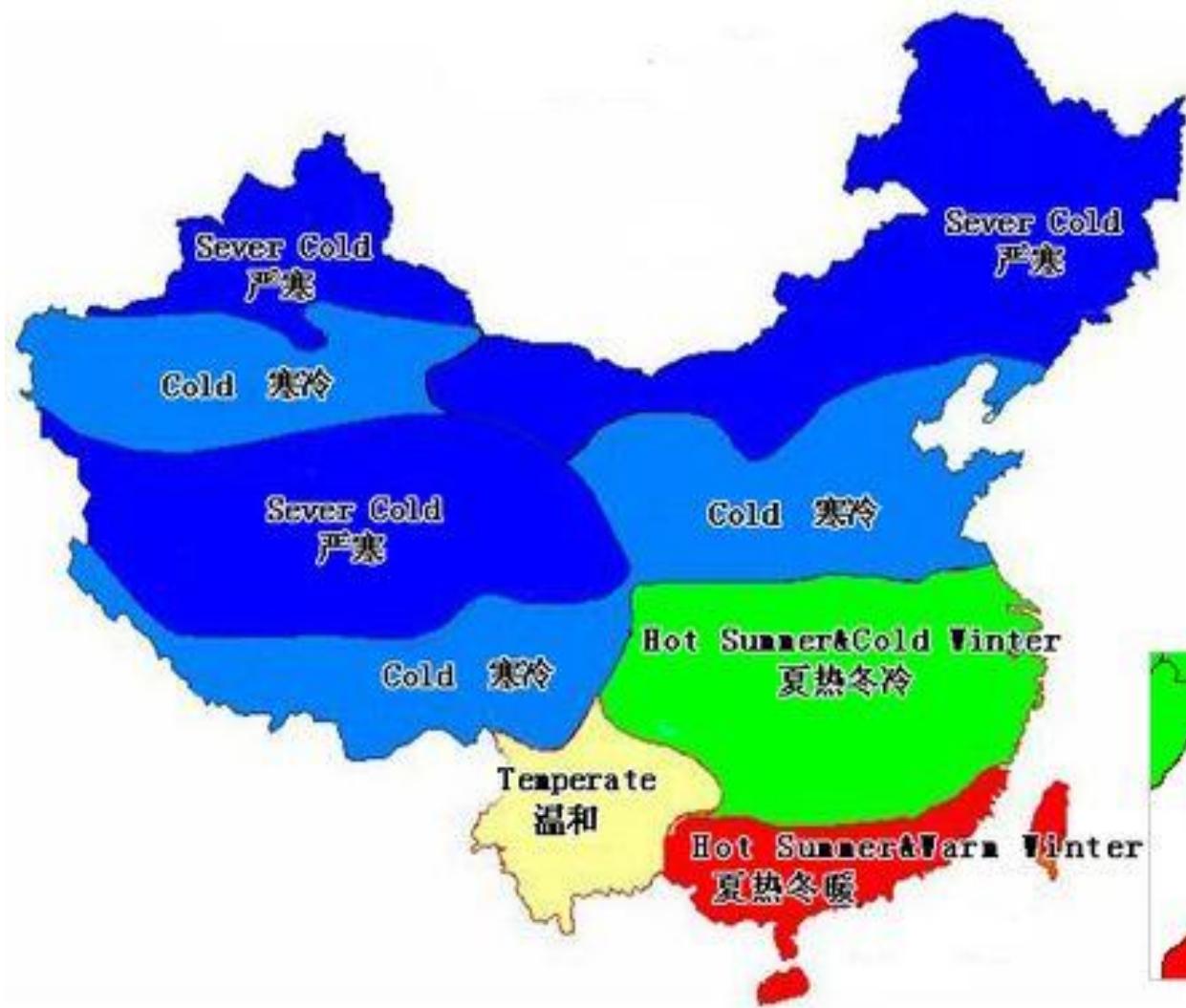




热气候区骑楼建筑如何绿色再生？







在中国，热气候区泛指夏热冬暖气候区：包括海南、台湾、香港、澳门全境，广东、广西大部，福建南部，云南小部等北纬27°以南至曾母暗沙区域。

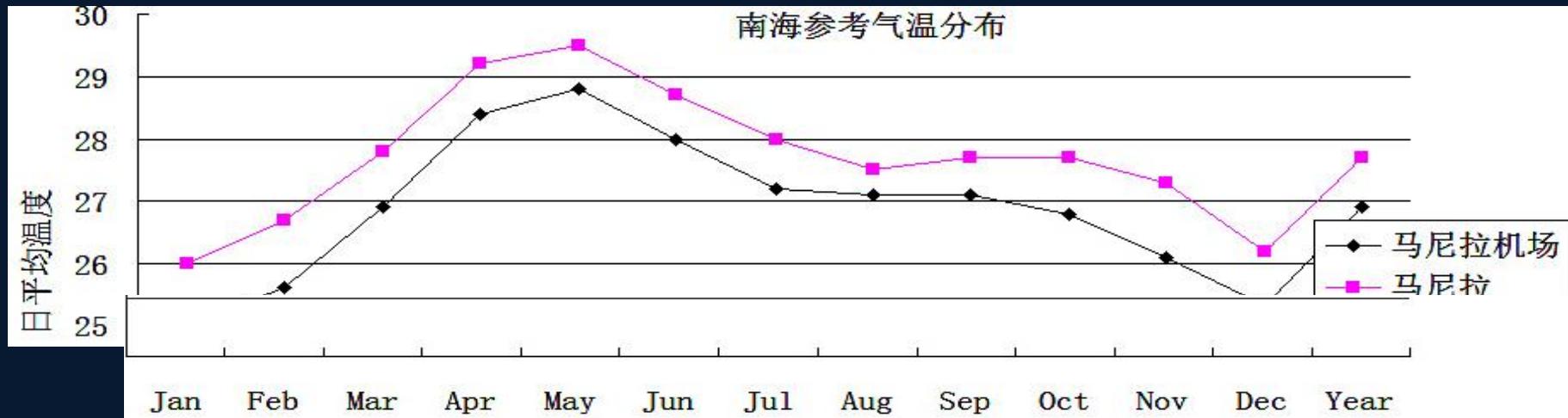


- ◆ 夏热冬暖气候区特点：最冷月平均温度大于10°C，最热月平均温度满足25~29°C，日平均温度 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数为100~200天。
- ◆ 长夏无冬，温高湿重，气温年较差和日较差均小；雨量丰沛，多热带风暴和台风袭击，易有大风暴雨天气；太阳高度角大，日照较小，太阳辐射强烈。
- ◆ 夏热冬暖气候区，在地图上看似较小，事实上很大，横跨北纬4° - 27°，人们往往忽视了我国南海海洋国土面积



极端热湿气候区

- * 在中国建筑热工设计分区中，夏热冬暖地区分为北区和南区，海南省属于南区范畴。
- * 在我国南海的南沙群岛和西沙群岛海域，全年气温的年平均值、月平均值和日平均值均在25°C以上，气温年较差和日较差小于3°C，年平均相对湿度85%。
- * 将这一地区称为极端热湿气候区。“四季如夏”、高温、高湿和高盐是其别称。



建筑用能与低能耗建筑

- ◆ 众所周知，建筑用能或建筑能耗，可以简单区分为建造能耗、运行能耗和拆除能耗：
 1. 建造能耗、拆除能耗，节约的潜力已经很小。
 2. 运行能耗又分：1、空调、通风与采暖能耗；2、其他电器能耗以及生活热水能耗、插座能耗等。
 3. 运行能耗是建筑全寿命周期总能耗的主要部分（85-95%）。
 4. 建筑空调、通风以及采暖能耗的节约潜力很大（见后），而其他能耗的节约潜力则较小。
- ◆ 所以，常常把空调、通风与采暖能耗低的建筑称为“低能耗建筑”。

人体热平衡与热舒适

- 当室内热环境参数的组合处于稳定的舒适区间时，人体新陈代谢产热量通过无感觉蒸发、辐射和对流三种方式散发到环境中：

$$\Delta q = q_m - q_e \pm q_r \pm q_c = 0$$

- 蒸发散热速率与空气相对湿度 φ 相关。
- 辐射散热与室内平均辐射温度 MRT 相关。
- 对流散热与空气温度和气流速度相关。



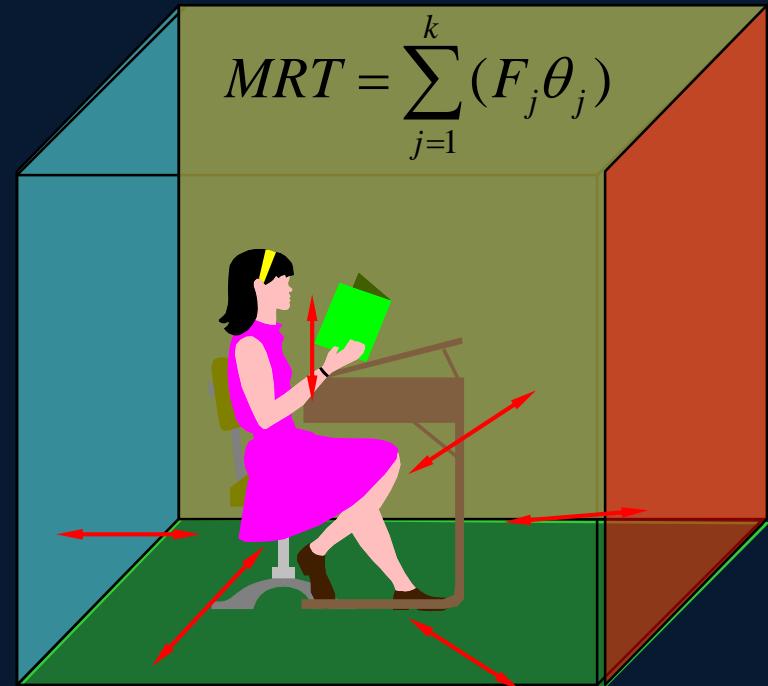
室内辐射换热温度MRT与人体辐射散热

- ◆ 室内辐射换热温度-MRT：一个假想的等温围合面的表面温度，它与人体间的辐射热交换量等于人体周围实际的非等温围合面与人体间的辐射热交换量。

$$q_r = F_{DU} h_r (t_{\text{体表平均温度}} - MRT)$$

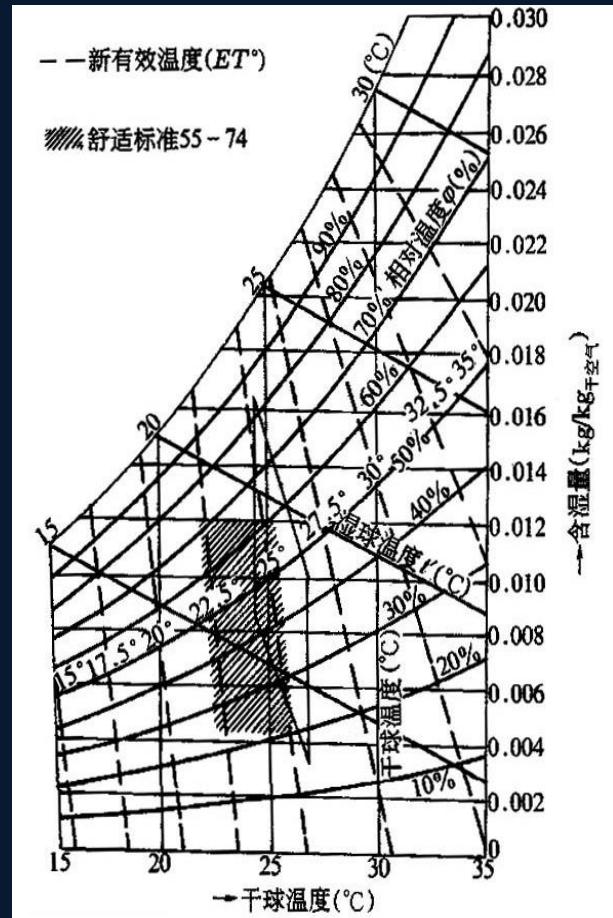
- ◆ 常温条件下，人体辐射散热的比例可以占到40%以上。

$$q_m = 0.52q_c + 0.48q_r$$



人体热舒适与建筑能耗

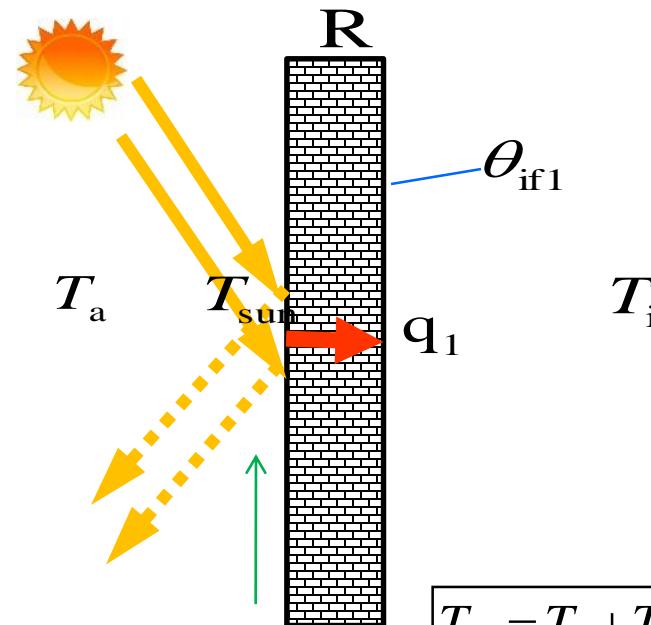
- * 如果室内空气温度、流速、相对湿度和室内平均辐射温度 (MRT) 四个参数的组合状态不能满足人体的正常散热需求，就需启动供热或制冷设备。
- * 空调系统可以改变室内空气的性态：提高或降低室内空气温度、速度和相对湿度。
- * 建筑设计可以改变平均辐射温度MRT。
- * 在热气候区，巧妙的建筑设计，可以大幅度降低空调能耗。



热气候区节能设计法则

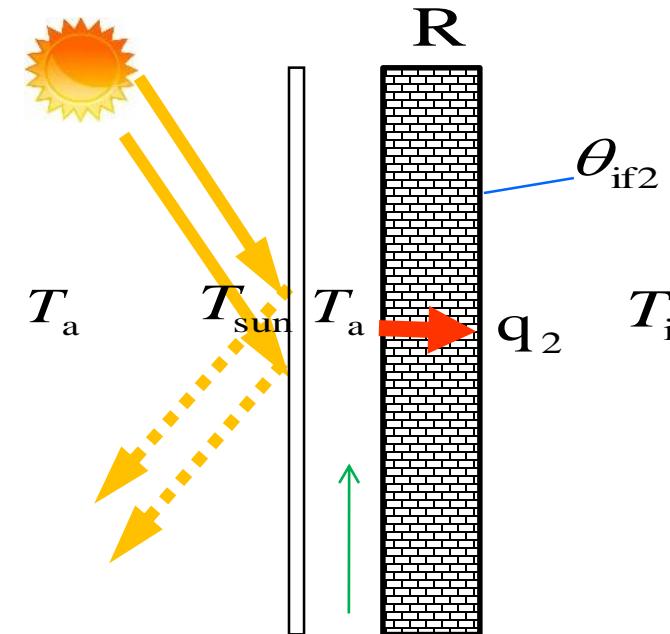
- * 热带气候区建筑节能设计的核心：处理好建筑与太阳辐射的关系。
- 1. 对于小空间建筑（住宅、旅馆、办公建筑等），所有外围护结构必须做遮阳处理，以保证：
- 2. (1)、门窗、幕墙等透明围护结构无太阳直射进入，(2)、实体结构外表面温度=空气温度（不能受到太阳直接照射）。
- 3. 对于大空间公共建筑（机场航站楼、高铁站房、商业中心等），应严格杜绝太阳直射到透明围护结构。

太阳辐射对围护结构内表面温度、室内热环境和能耗的影响



$$q_1 = (T_{as} - \theta_{if1}) / R$$

$$T_{sun} = \rho I / (h_r + h_c)$$



$$q_2 = (T_a - \theta_{if2}) / R$$

$$\theta_{if1} > \theta_{if2}$$

在热带气候区，给建筑物设计一把遮阳“伞”，大幅降低建筑空调能耗





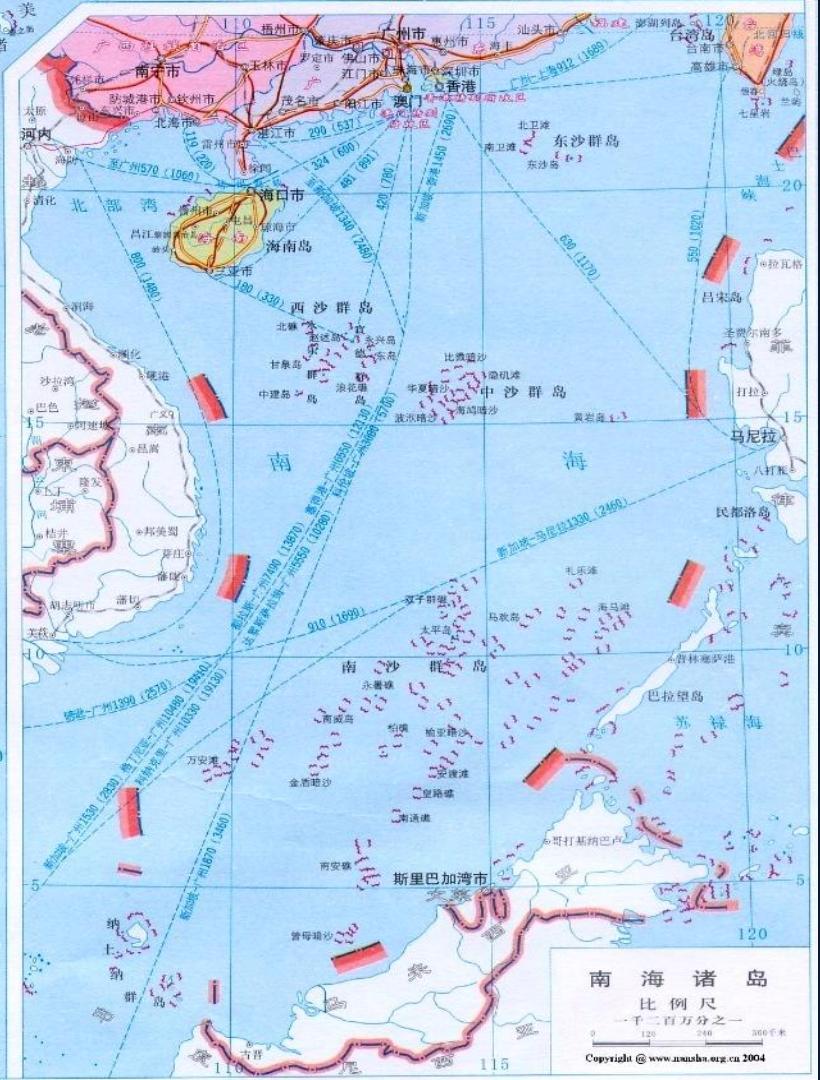
设计中巧妙地利用遮阳设计、通风设计，可大幅度降低空调负荷和缩短空调设备运行时间，降低建筑运行能耗



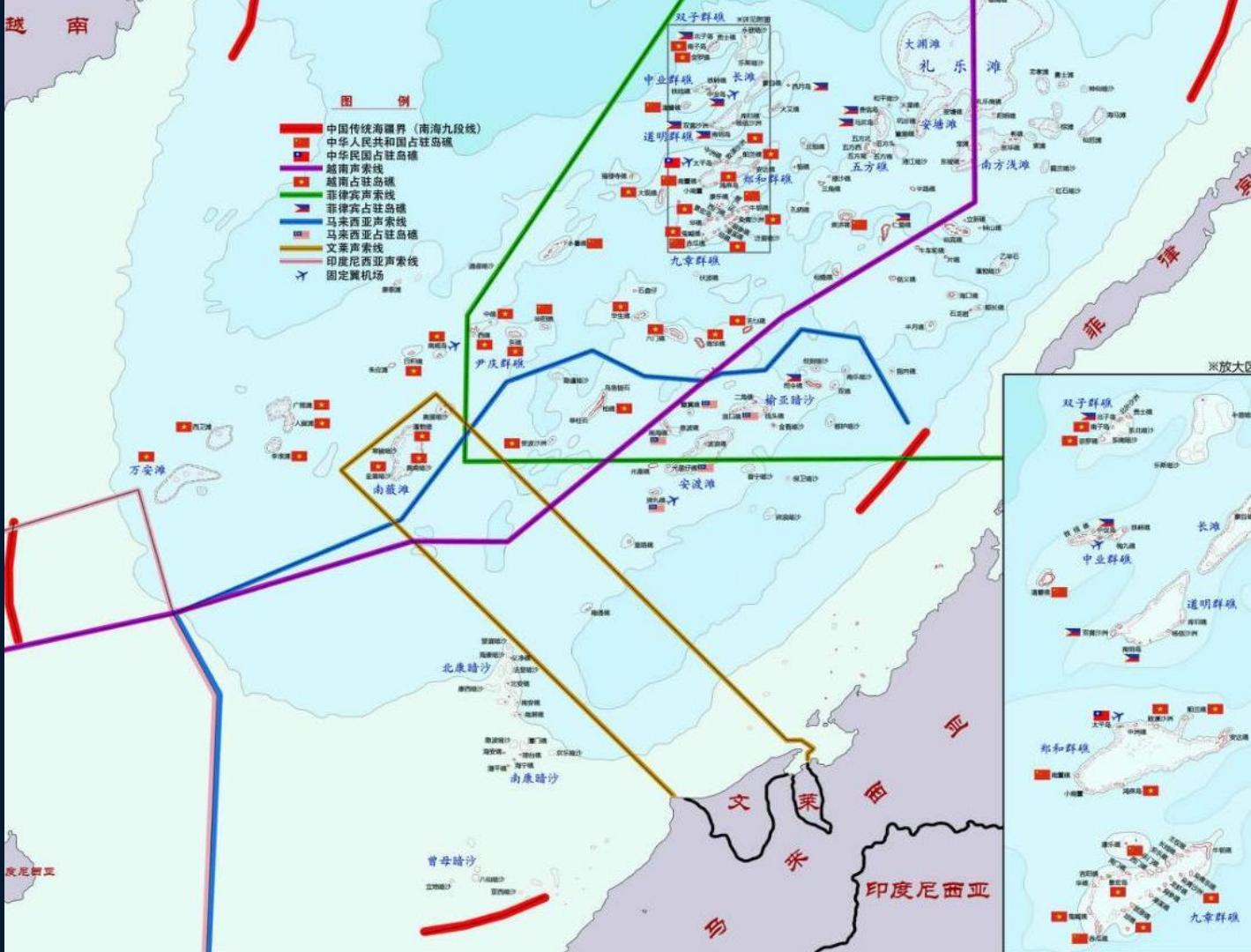
东京国际会议中心—诺曼 福斯特 (Rafael Viñoly Architects)

南海问题与南海建筑

南海问题



南海问题



南海問題









华阳礁



东门礁



永暑礁



美济礁



渚碧礁



南薰礁



(原) 永暑礁指挥中心大楼







南海岛礁建设是国家重大战略需求





南海岛礁常规能源匮乏

- * 南沙海域石油资源丰富，但远未进入采炼阶段。
- * 南海军民的生活用能主要依靠柴油发电：柴油由大型补给舰船从海军湛江基地长途转运而去（与我军驱逐舰、护卫舰等所用柴油相同）。
- * 南海海域属太阳能富集区：年日照时间超过3000小时，年均太阳能辐射总量超过6500KJ/m²（与拉萨接近）。



南海低能耗岛礁建筑研究

- * 在国家自然科学基金重大项目支持下，通过理论、实验与示范研究，研究建立适应南海的超低能耗地域建筑模式。
- * 研究建立极端热湿气候区超低能耗建筑设计、结构设计、构造设计、环境控制系统设计的原理和方法。
- * 为编制适应南海极端气候区的设计标准规范体系和大面积推广提供科学支持。

TOILET



中国 西沙

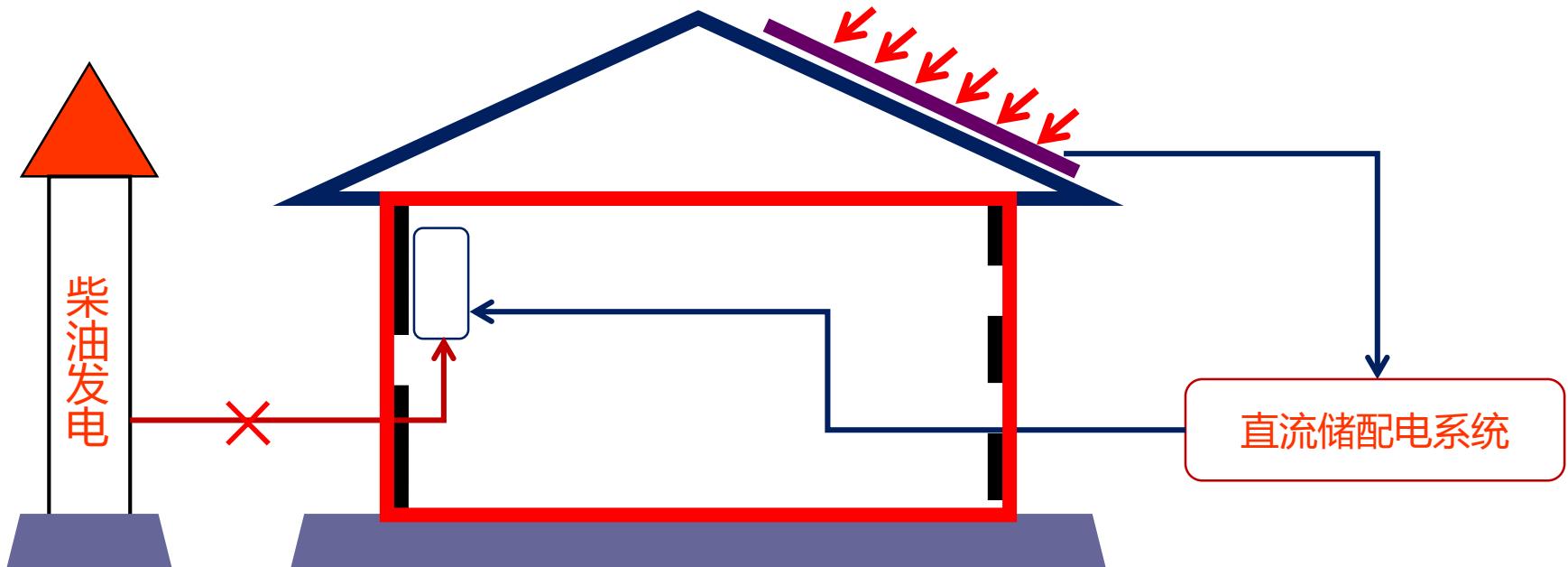
永兴边防派出所
鸭公岛警务室

国家自然科学基金重大项目
极端热湿气候区超低能耗建筑研究

西安建筑科技大学

南海超低能耗建筑模式

*































长 城











中华人民共和国南沙群岛

永
暑
礁

海南省

二〇一五年五月



西沙将军林



海軍收復西沙
群島紀念碑

中華民國三十五年十一
月二十四日
張君然立





敬请指正!