

# 非简单建筑 ——一个咖啡吧“被动房”建筑的 中国本土化设计实践与思考 Passive Design of a Coffee Bar

撰文 范一飞 同济大学建筑与城市规划学院/上海现代建筑设计集团华东建筑设计研究院有限公司

**建设单位** 大连服务外包基地发展有限公司  
**设计单位** 上海现代建筑设计集团华东建筑设计研究院有限公司+PATEL ARCHITECTURE  
**能源顾问** ENERGY DESIGN SHANGHAI  
**建筑师** 黄秋平、范一飞、陈开兵  
**建设地点** 大连生态科技创新城中央公园  
**设计时间** 2011.6~2011.12  
**用地面积** 1 083m<sup>2</sup>  
**总建筑面积** 420.5m<sup>2</sup>

**摘要** 围绕国家“十二五”节能减排综合性工作，通过旨在获得德国“被动房”认证的大连生态科技创新城中央公园咖啡吧项目的设计研究及其主要技术措施的应用，探讨德国“被动房”的中国本土化实现及创新经验对于建筑节能实践工作的启发。

**关键词** “被动房” 建筑节能 低能耗建筑 中国国情 创新

## 1 引言

西方国家在建筑节能领域方面的研究与实践起步较早，尤其是德国“被动房”理念已形成覆盖新建建筑与既有建筑、居住建筑与公共建筑等全方面的建筑标准，并在欧洲得到普及——近万座建筑已获得“被动房”标准认证。若有效借鉴包括“被动房”在内的低能耗建筑的实践经验、技术标准以及发展过程等，结合中国国情，创新提升，能为中国的建筑节能工作发展积累经验。

鉴于大连的海洋性气候特征与德国相似，大连生态科技创新城中央公园咖啡吧（简称咖啡吧“被动房”）（图1~4）对于研究德国“被动房”标准在中国本土化的实现以及获得直接经验具有重要意义与价值。同时，

这一项目作为国内首个自主投资、设计、施工的新建公建“被动房”项目，也是首个非政府主导，以国内设计院为主体，联合美、德等公司设计，国内业主自主投资建设并实际运营的非展示类商业型“被动房”项目。目前已进入施工招标阶段。

## 2 非简单理念

“被动房”（Passive House）理念于1988年首次在德国提出，其内涵包括：采用各种节能技术构造最佳的建筑围护结构，最大限度地提高建筑保温隔热性能和气密性，使热传导损失和通风热损失最小化；通过各种被动式建筑手段来尽可能实现室内舒适的热湿环境和采光环境，最大限度降低对主动式的燃烧化石燃料的采暖和制冷系统的依赖或完全取消这类



图1 项目区位

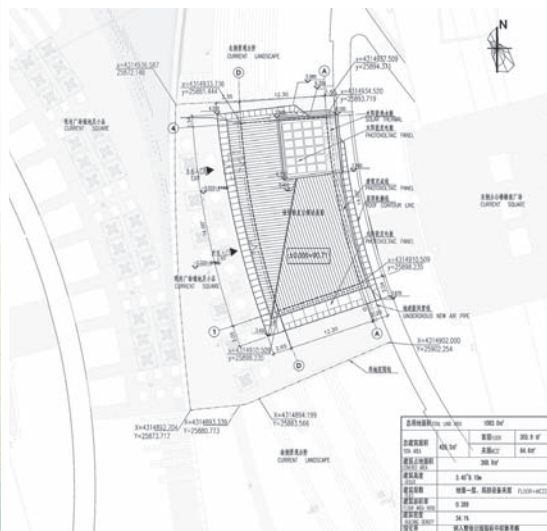


图2 总平面图



图3 鸟瞰图

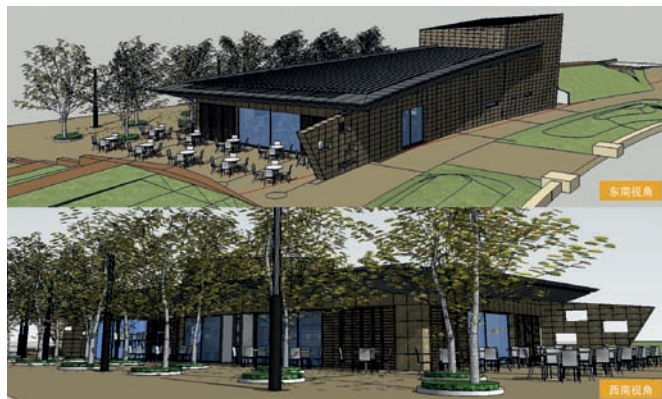


图4 各角度效果图

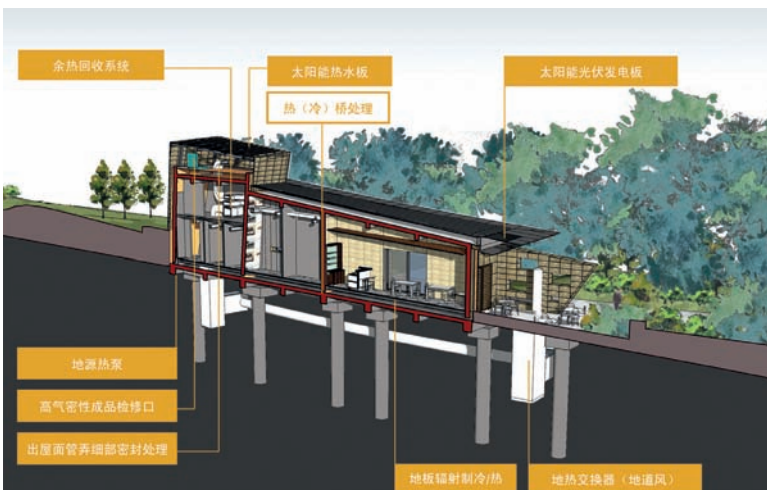
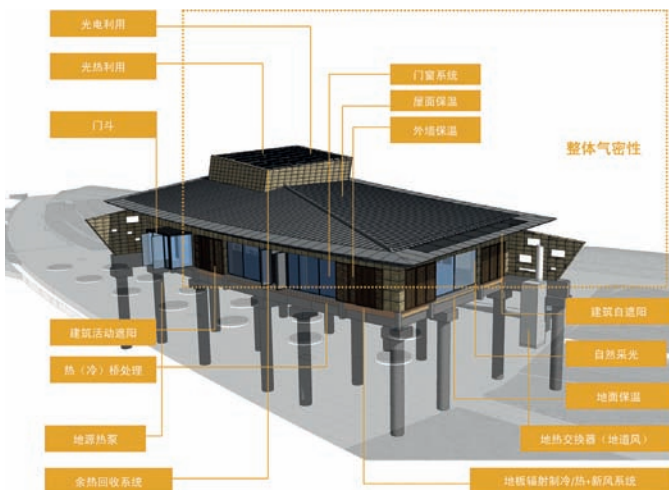


图5 技术设计

采暖和制冷设施。<sup>[1]</sup>

“被动房”建筑必须满足三个指标要求：一为建筑年采暖能耗限值不高于  $15\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\text{a})$ ，即对总能耗用绝对值方式进行限制，不同于国内或其他标准仅针对采暖或制冷能耗做限制；二为用于采暖、生活热水和家庭用电的年一次能源消耗不高于  $120\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\text{a})$ ，同样采用绝对值的方式限定，不同于国内标准采用 50%，65% 等相对指标表示能耗高低；三为空气渗透率  $n_{50}$  不高于 0.6/h，通过建成项目的气密性实地实测检验是否达标，不同于国内试样气密性测试。

“被动房”理念与标准不只是停留在其发源地欧洲中部国家的气候特征与地域特点上，在其他国家差异性的气候条件下与不同建造方式中也显示出多样化的发展进程，体现出“被动房”理念的开放性与包容性。同样，在咖啡吧“被动房”项目的实施过程中，不仅需要因地制宜解决环境特点、文化习俗、技术条件等差异性带来的一系列问题，更应通过“被动房”的本土化实现，获得包括自主知识产权在内的本土化经验，从个案推广开来，进而建立适合中国国情发展的“被动房”设计方法。

### 3 非简单设计

大连地处寒冷地区，按国内热工设计要求，需满足冬季保温兼顾夏季防热，同时结合德国“被动房”建筑的三个指标要求，设计的核心在于如何减少建筑的热损失，实现能源需求最小化和供给最优化。可通过以下几方面主要技术措施具体实现（图 5）。

#### 3.1 建筑围护结构体系设计

如同冬季通过保暖外衣、御寒鞋袜等全方位防止人体热量散失来被

动防寒一样，由外墙、屋面、地面和外门窗等构成的建筑围护结构体系通过提升整体保温性能来实现建筑的冬季保温。

对于外墙保温，德国“被动房”建筑常较多采用 XPS 挤塑聚苯板或岩棉外墙外保温复合系统。由于国内发生多起建筑外保温材料引起的火灾，公安部 65 号文限定了外墙外保温材料必须采用燃烧性能为 A 级的材料。再结合整体园区的协调性以及业主对于建筑外墙石材装饰面效果的倾向性选择，常规以外墙涂料为饰面的“被动房”外墙外保温复合系统均无法采用。在综合考虑国内施工等因素的基础上，咖啡吧“被动房”外墙采用 300 厚憎水型岩棉板，石材装饰面则通过干挂方式固定在独立次钢结构上，与主体结构及外墙墙体完全脱离。其外墙传热系数  $0.128\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  远小于《公共建筑节能设计标准》（简称公共标准） $0.50\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  的限值。结合考虑保温材料的抗压性与耐久度，屋面和地面的保温材料分别采用 400 厚与 300 厚 A 级不燃酚醛复合板，并在其上部设置 40 厚混凝土整浇层。屋面传热系数  $0.098\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  和地面热阻值  $6.52(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$ ，也远比公共标准  $0.45\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  和  $1.5(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$  要求严格（图 6~8）。

一般对于门窗而言，通过其发生的热损失约占建筑围护结构体系热损失的 33%~40%。因此，“被动房”对于门窗保温性能包括玻璃和窗框都有很高的要求，采用三层双中空玻璃及断桥保温夹层窗框，其传热系数低于  $0.8\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，远低于国内常规采用的双层中空玻璃及断桥铝合金窗框  $2.0\sim 3.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

如同贴身外露的金属配饰易直接导致人体的热量损失，避免“冷桥”是确保建筑围护结构体系整体保温性能的关键。咖啡吧“被动房”建筑设

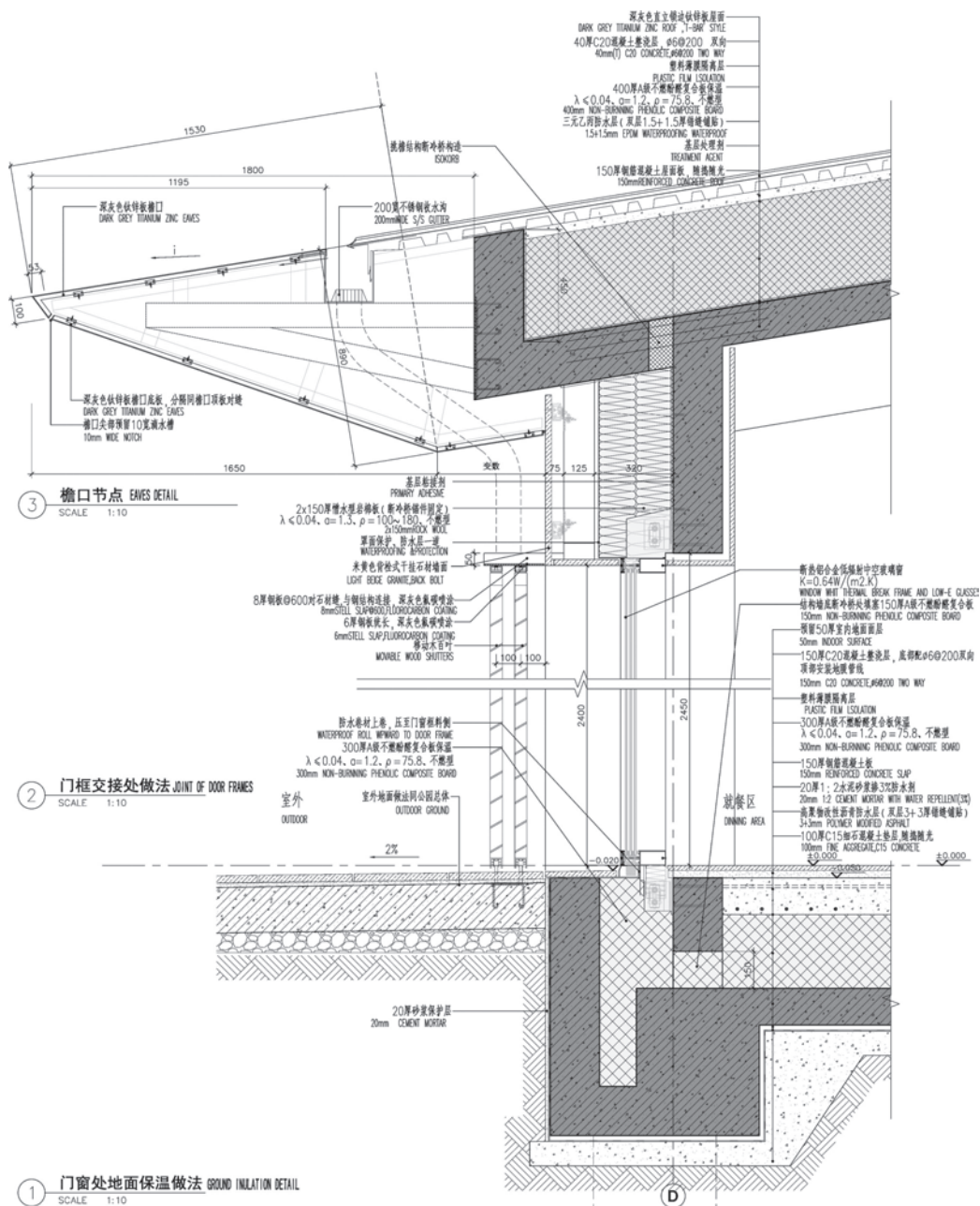


图6 墙身大样

计从主体结构设计、外装饰面次结构设计到外保温层、门窗系统构造设计，进行全方位的“冷桥”梳理，并结合软件模拟分析、测试其设计效果。

在主体结构设计中，进行了多种创造性的尝试，如将通常用于阳台和主体结构相连处的 Isokorb 绝热高强材料用在混凝土悬挑檐口与结构屋面板间，作为结构断热连接（图 9）；摒弃基础梁与桩基完全断开并填充保温材料的结构做法，结合中国国情，在“墙-基础梁-桩基”传统的传力体系基础上，墙体根部开长条形洞口，内填保温材料，仅间隔设置暗柱或异形柱传力，通过热工模拟检测其断桥效果（图 10）。

在外装饰面次结构设计中，次结构自成系统，不与墙体或屋面直接连接，仅在设备夹层处的屋面上设有一个支点，与主体结构相连接，最小化“冷桥”的影响（图 11）。

结构设计的创新为外保温层的连续性提供了可行性。除屋面、地面保温层通过混凝土构件限位固定外，外墙保温材料均通过断“冷桥”锚件固定在外墙结构墙体上。

咖啡吧“被动房”门窗安装在外墙外保温的中部，即窗框外侧离开

结构外墙墙体一段距离，形成整体门窗嵌入保温层的实施方式，有利于避免“冷桥”，提高气密性，增强节能性能（图 6~8）。

### 3.2 气密性提升设计

“被动房”建筑一般通过增强其围护结构体系的气密性来隔绝空气渗透，并利用高效节能的机械通风系统实现室内外空气的交换。但要实现良好的气密性，必须以完善的设计方案作为前提，应考虑到如何合理采用高气密性建筑构件，也应考虑到现场不同的施工方式可能达到的不同精度标准。

“被动房”气密性测试不同于国内的样品送检，需要在施工完成后的现场通过气密性测试系统实测。先用 50Pa 低压测试建筑物室内每小时空气置换次数。在修补缺陷部位后，再在建筑物内制造 50Pa 的高压，重复检测其每小时空气置换次数。通常，“被动房”0.1~0.6 次/h，而一般性低能耗建筑为 1~2 次/h，一般性新建筑为 3~7 次/h。

咖啡吧“被动房”设计兼顾其造型特点，建筑外墙除窗洞外，均采用现浇混凝土结构，与混凝土屋面、地面形成整体，增强建筑整体气密性，

降低结构连接处由于施工带来的缺陷风险。同时，在建筑围护结构外设置连续的防水隔汽层，进一步提升气密性。针对气密性最薄弱的环节——门窗部位，常通过其自身以及与墙体连接的构造设计来实现；而对于常用入口门设置双层门斗，减少由于人员进出带来的室内外空气交换造成的热损失；对于诸如设备检修口、出屋面管弄（线）等，尽可能合并设置，并通过高气密性成品选用、细部密封处理等方法来实现预期效果。

### 3.3 太阳能利用设计

太阳能利用方式是“被动房”设计重点强调的内容，其中包括自然采光、建筑遮阳等被动式技术应用。例如，结合咖啡吧“被动房”所在地的太阳高度角，设计屋面悬挑尺寸及檐口角度，将檐口与门窗上沿处的连线角度控制在 $27^\circ$ 左右，实现冬季满窗日照，同样将檐口与门窗下沿处的连线角度控制在 $70^\circ$ 以内，实现夏季自体遮阳（图12）。同时，建筑玻璃门窗外设置可移动遮阳百叶，防止夏季不同方向的热辐射对于玻璃门窗造成额外的热负荷压力。

太阳能利用方式也包括光热和光电系统的建筑一体化设计，有效补充或降低建筑一次能源需求，如设备屋顶设置太阳能热水系统，设备屋顶和南向遮阳檐口设置太阳能光伏发电系统。

### 3.4 低负荷采暖制冷设计

“被动房”建筑逐渐摆脱对传统采暖设备的依赖，地源热泵等新型设备得到有效利用。例如咖啡吧“被动房”中，地源热泵可将空调冷水或热水预冷或预热 $10^\circ$ 左右，减少对电能的依赖。其中地板辐射制冷或采暖量分别占地源热泵总制冷量或制热量的35%左右，提高了舒适度。地板辐射制冷或采暖是利用混凝土楼板这类具有储存能量能力的建筑构件将冷量或热量暂时储存，再通过混凝土的热惰性和表面积逐渐释放冷量或热量的制冷与采暖方式（图5）。

### 3.5 可热回收通风设计

在高气密性的“被动房”建筑环境中，机械通风换气方式不仅成为制约节能效果的主要因素，也成为影响室内环境质量、满足舒适度的关键因素。在咖啡吧“被动房”中，设计余热回收系统，通过新风处理机组配置转轮式空气全热交换器，在送新风与排风过程中回收排风中的热能，其余热回收效率不低于60%。同时，设计地热交换器，将新风

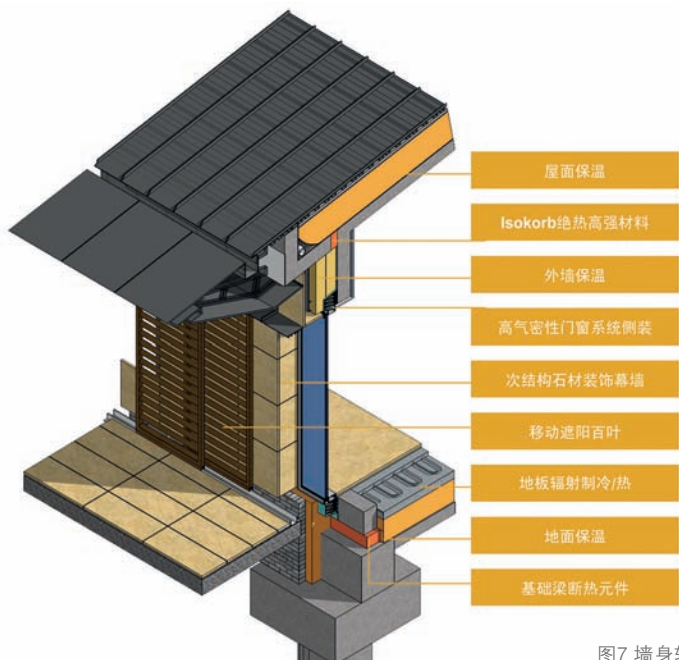


图7 墙身轴测图

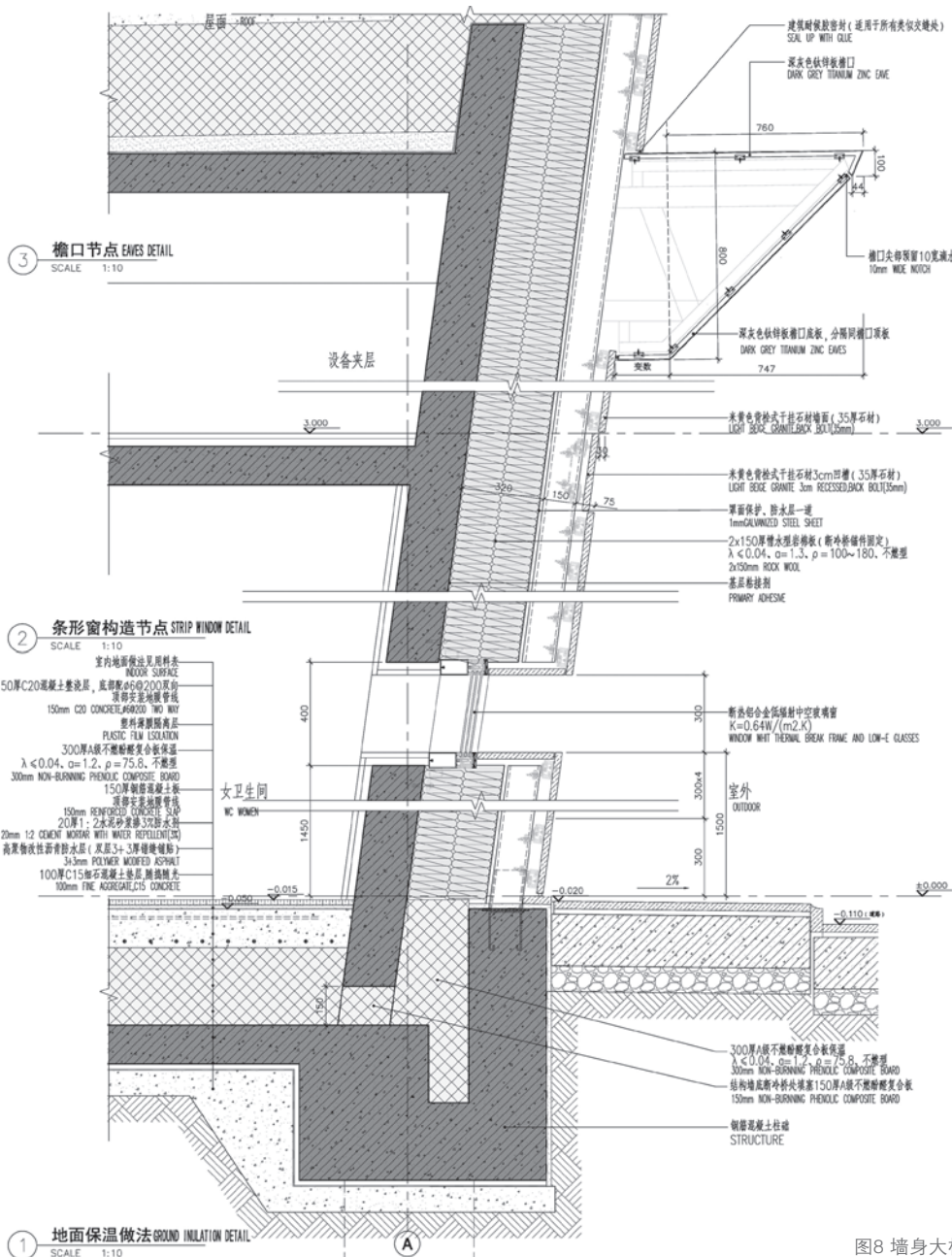
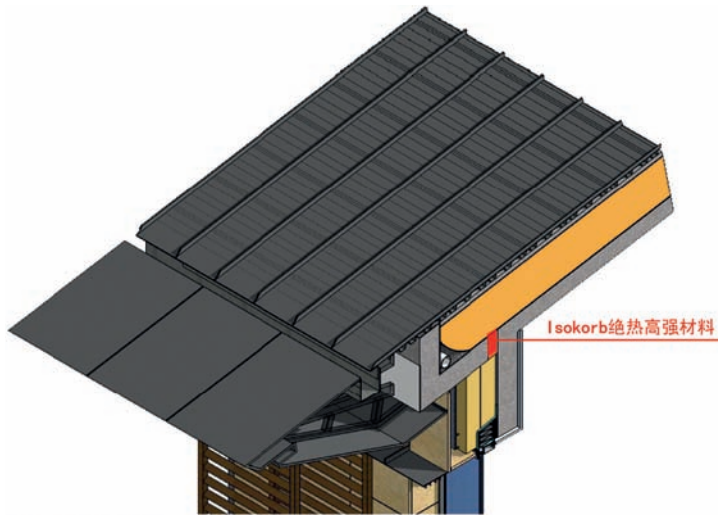
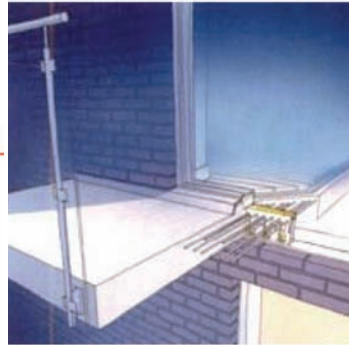


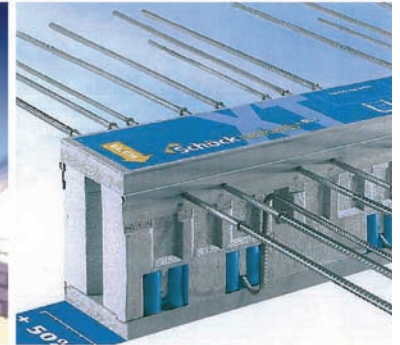
图8 墙身大样



用在屋顶檐口处的Isokorb绝热高强材料



用在阳台处的Isokorb绝热高强材料



Isokorb绝热高强材料

图9 Isokorb绝热高强材料应用设计

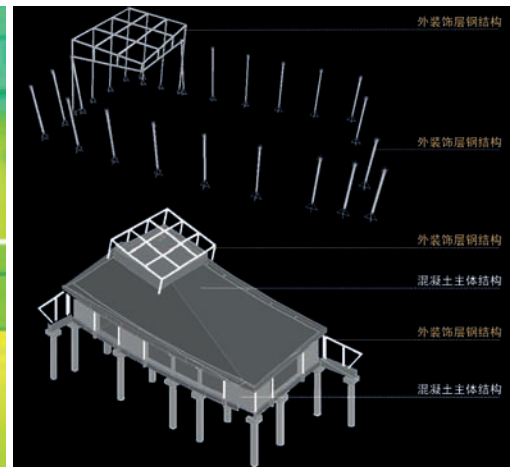
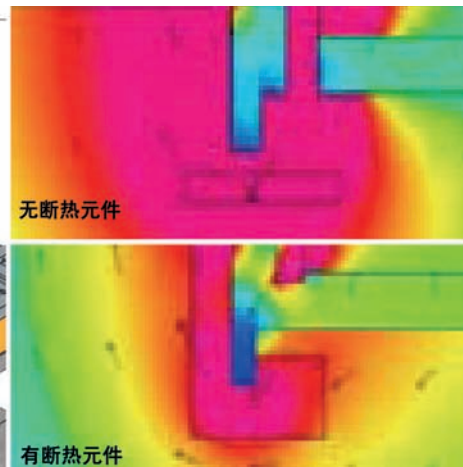
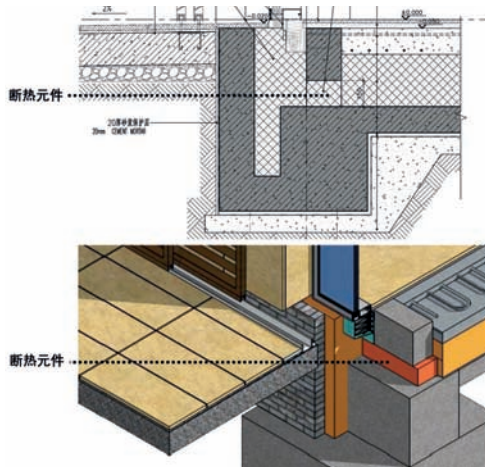


图10 基础梁断热设计

图11 外装饰层次结构设计

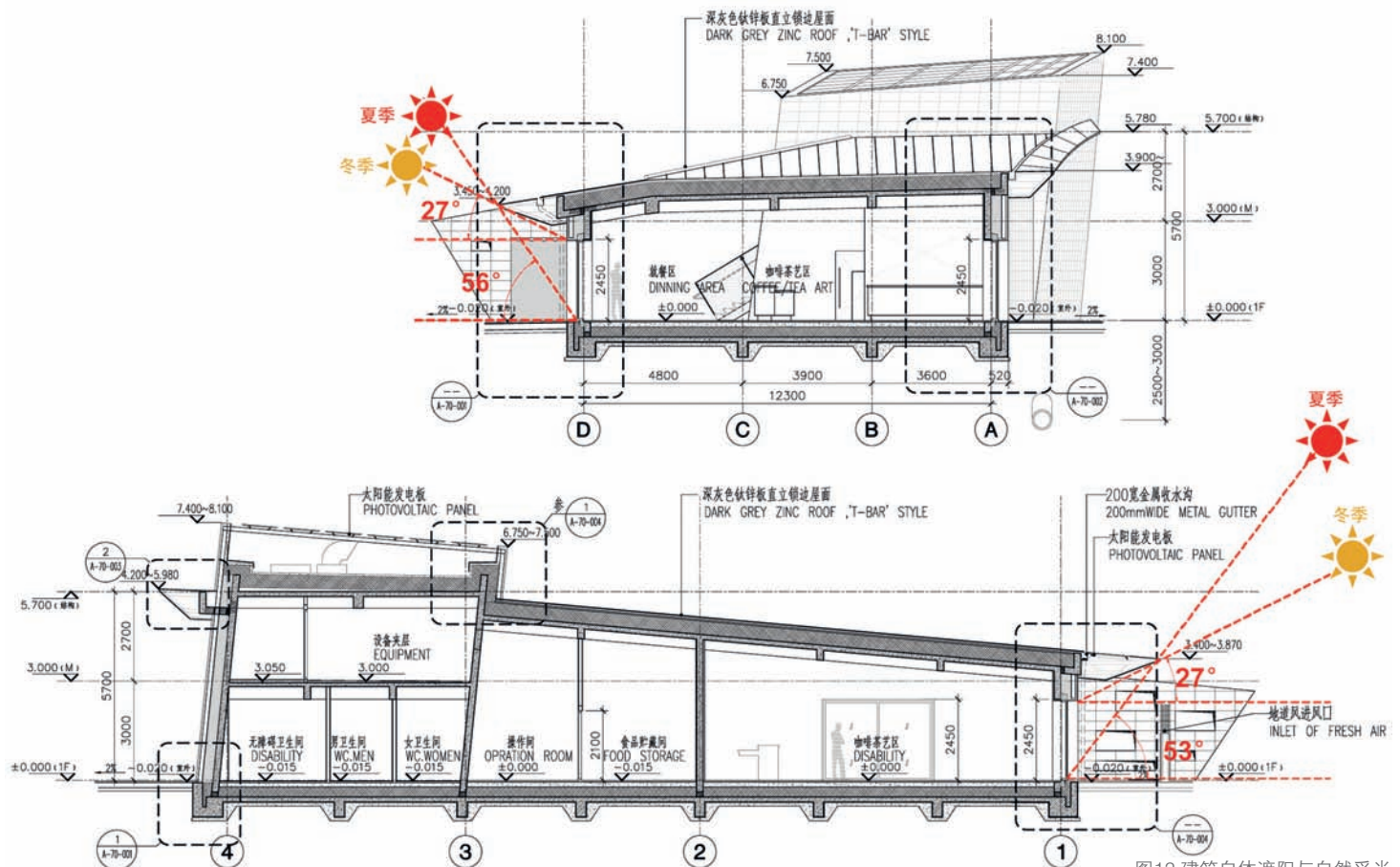


图12 建筑自体遮阳与自然采光

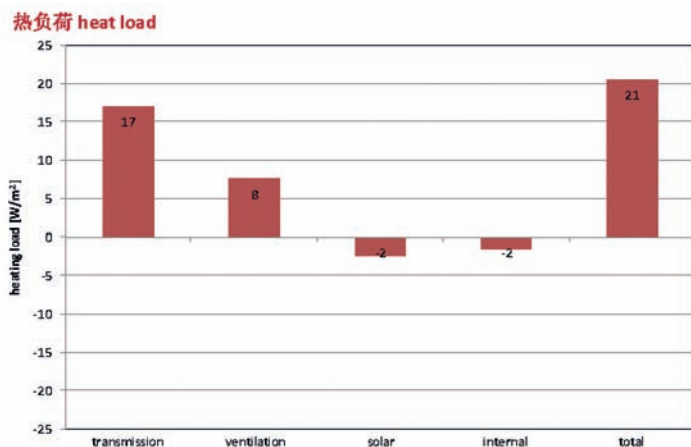


图13 冬季热负荷模拟

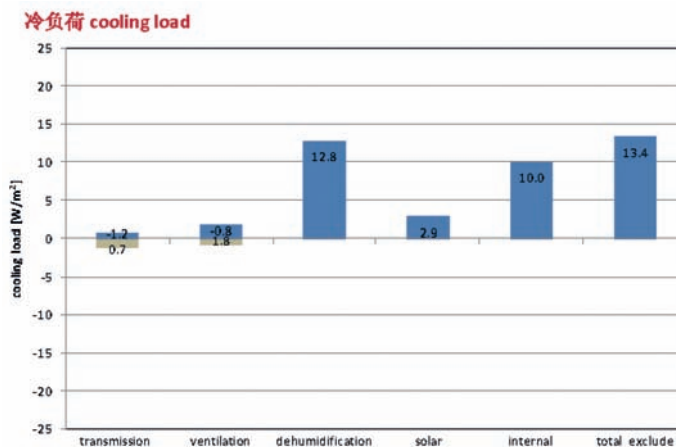


图14 夏季冷负荷模拟

管理于地下3m处，进行预冷或预热，利用地道风来降低新风的热负载，并在新风管入口侧及空调箱进风口处设置温度传感器，跟踪其预热效果（图5）。

在设计基础上进行全年能耗模拟，全年一次能源消耗  $175 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ，通过太阳能光伏发电系统补充提供的  $55 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$  发电量，抵消部分一次能源耗电量，咖啡吧“被动房”最终满足德国“被动房”的设计要求（图13~15）。

#### 4 非简单应用

基于附加成本回收期的经济性考量一直是影响节能建筑发展的瓶颈。“被动房”建筑倡导被动技术的应用理念，采用低技术的措施实现节能效果，其建造成本相比同类节能建筑具有一定的优势。但咖啡吧“被动房”在实施过程中面临符合“被动房”要求的主要材料难以在国内寻找替代品、多数只能进口的困境，必然引起建造成本的额外上升。如果能通过咖啡吧“被动房”等项目，推动国内建筑材料产业的发展，这对于“被动房”的市场普及有积极的促进作用。

近年来国内施工技术及管理水准的提升逐渐能支撑“被动房”在国内的自主实现，但其施工安装的精细化程度以及附加的施工成本都需要在“被动房”建造过程中得到进一步的检验与论证，其成效也为“被动房”在中国本土化进程中的多元发展提供了保障。

精细化施工的前提是设计的精细化。“被动房”的低技术应用并不

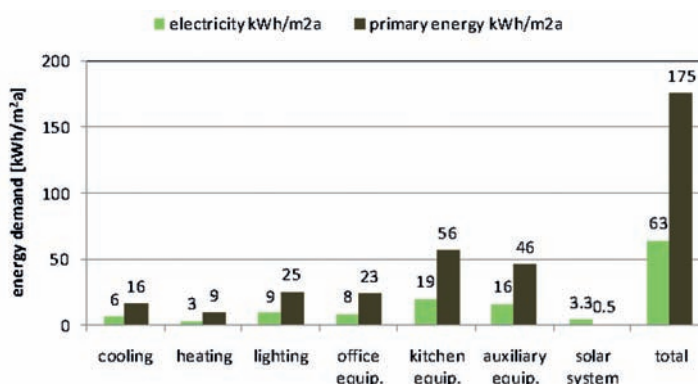


图15 全年能耗模拟

意味着设计的低端化，反而是对设计提出更高的要求，如对于建筑构造与材料的深入研究等。同样，文化差异在“被动房”中国本土化的实现过程中，尤其是在设计阶段更值得重视，如国人喜好自然通风、换气的生活习惯与“被动房”高气密性和室内换气量等要求相互协调的问题，都需要认真研究。因此，需要在具体设计中提出更具创造性的精细化解决方案，例如设计兼顾通风换气与热量回收的门窗系统等。

#### 5 结语

对于“被动房”的理念及技术应用，应合理、灵活并因地制宜，不能一味照搬照抄国外经验，也不可固步自封或好高骛远。只有客观、科学、全面地引入国外先进建筑节能理念，通过与中国国情相结合的实践检验，并及时归纳、修正与提升，才能做到真正的建筑节能。AT

#### 参考文献

[1] 彭梦月. 欧洲超低能耗建筑和被动房的标准、技术及实践[J]. 建设科技, 2011(5): 42.



#### 作者简介

范一飞，同济大学建筑与城市规划学院博士研究生，上海现代建筑设计集团华东建筑设计研究院有限公司建筑创作中心高级建筑师，国家一级注册建筑师。