



中国住房和城乡建设部  
科技与产业化发展中心

dena  
德国能源署



# 被动式低能耗建筑(中德合作) 示范项目手册

# 中德被动式低能耗建筑示范项目 开工奠基仪式



# 序言.

无论是在中国还是在德国，建筑用能都占社会终端能耗总量的三分之一以上。大幅度降低建筑能耗是有效节约能源、减少二氧化碳及其它有害气体排放、保护环境、实现可持续性发展的核心措施之一。

自2007年起，中国住房和城乡建设部科技与产业化发展中心与德国能源署(dena)在建筑节能领域开展合作，共同选择了在中国推广建设“被动式低能耗建筑”。2011年6月，中国住房和城乡建设部和德国交通、建设和城市发展部签署了《关于建筑节能与低碳生态城市建设技术合作谅解备忘录》，进一步明确了发展被动式低能耗建筑以最大限度地降低建筑用能需求的合作重点。在中德双方技术人员的紧密合作下，秦皇岛五兴房地产公司在“在水一方”住宅项目成功地建造了“被动式低能耗住宅”，并通过相关检测。

在被动式房屋的推动过程中，住房和城乡建设部科技与产业化发展中心负责联合相关科研单位研发和完善适用于中国的被动式低能耗建筑技术；组织示范项目，跟踪与协调示范项目实施进程，将示范范围落实推广到不同气候区；争取地方建设行政主管部门对示范项目组织和管理方面的支持；组织中方技术人员出国技术考察；组织技术论证，对关键技术应用进行研究等。

德国能源署负责组织德国专家向中方介绍被动式低能耗建筑设计和建造、监测及认证的理论；与中方专家共同研究、探讨适应中国不同气候区的被动式低能耗技术解决方案；论证技术可行性；为示范项目的规划、设计、施工、验收、检测和认证提供咨询服务和培训。德方组织德国技术供应商向中方转移重要技术原理、工艺和施工技术；帮助中方技术研发单位改进和提高技术；为中方提供德国关键技术的清单。

中德双方合作致力于推动适应于中国气候条件及市场化运作条件的被动式低能耗建筑。双方共同组织示范项目的质量控制、验收、经验总结和技术推广以及相关标准编制等工作。在首个被动式低能耗住宅示范项目-秦皇岛“在水一方”成功竣工之际，双方团队共同编写了《被动式低能耗建筑(中德合作)示范项目手册》。本手册对被动式低能耗建筑的基本概念、核心指标、关键技术、示范项目质量保证体系、成功项目实例等方面进行了简明扼要的介绍。希望未来有更多的建设者和建筑节能领域的先行者积极加入到被动式低能耗建筑示范项目中来。

中国住房和城乡建设部  
科技与产业化发展中心  
德国能源署  
2013年10月



# ① 被动式低能耗建筑基本概念、能效指标及关键技术.

## 什么是被动房？

“被动房”一词由德文PASSIVHAUS翻译而来。自1991年在德国Darmstadt市建成第一座被动房至今，20多年的实践已充分验证了其高舒适性和超低能耗的特点。所谓“被动房”是指通过采用先进节能设计理念和施工技术使建筑围护结构达到最优化，最大限度地提高建筑的保温、隔热和气密性能，并通过新风系统的高效热(冷)回收装置将室内废气中的热(冷)量回收利用，从而显著降低建筑的采暖和制冷需求。在此基础上，被动式建筑还通过有效地利用自然通风、自然采光、太阳能辐射和室内非供暖热源得热来实现舒适的温度、湿度和采光环境，最大限度地降低对主动式机械采暖或制冷系统的依赖或完全取消这类设施。

## 被动房和普通节能建筑有哪些区别？

- 在严寒和寒冷地区，被动房冬季采暖能耗是普通节能建筑的1/4至1/10，基本可以取消对传统以燃烧化石燃料的大规模集中采暖设施的依赖，利用分散式或区域性的可再生能源来满足辅助加热的需要。
- 在广大的夏热冬冷地区，被动房在没有集中采暖的条件下就可以使冬季室内温度达到20℃以上，夏季空调负荷只相当于普通建筑的1/3，最大限度地降低夏季空调使用的频率和时间，从而解决该地区居民冬季寒冷潮湿、夏季酷热的居住环境，显著提高室内舒适性。
- 被动房杜绝了普通节能建筑常有的发霉结露现象，其常年室温保持在20-26℃，室内温度超过25℃的频率小于10%，相对湿度保持在40-60%。
- 被动房配备有过滤新风系统，二氧化碳浓度不超标，常年保持在1000ppm以下，室内空气健康清新，舒适性远高于传统节能建筑。

## 被动房的主要能效指标有哪些？

基于德国气候条件的被动房能效指标包括：

- 单位面积年采暖(制冷)需求 $\leq 15\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- 一次能源总需求(含采暖、制冷、热水、辅助能源及家用电器) $\leq 120\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- 采暖热负荷 $\leq 10\text{W}/\text{m}^2$
- 气密性满足 $n_{50} < 0.6/\text{h}$ ，即在室内外压差为50帕的条件下，每小时的换气次数不得超过0.6次。

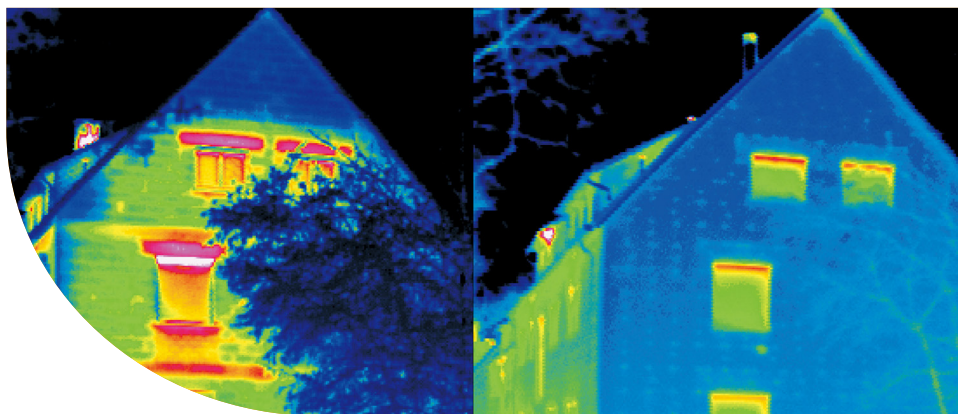
由于中国的地域跨度大，气候复杂多样，需根据不同区域性气候特点及建筑类型对采暖、制冷需求及一次能源总需求指标酌情进行相应的调整。

## 被动房的室内舒适性指标有哪些？

被动房是高舒适性、健康环保的房屋，室内环境应满足如下规定：

- 室内温度20-26℃
- 室内相对湿度40-60%





- 超温频率 $\leq 10\%$
- 室内二氧化碳含量 $\leq 1000\text{ppm}$
- 围护结构室内一侧的内表面温差 $\leq 3^{\circ}\text{C}$
- 门窗的室内一侧无结露现象
- 隔音降噪效果好，功能房、起居室和卧室的噪音分贝 $\leq 30\text{dB}$

### 实现被动房的主要设计理念和要点有哪些？

- 建筑物形体紧凑，体形系数小( $A/V$ 比小)
- 围护结构的保温、隔热性能最优化，无热桥构造，最大限度地减少热桥效应。
- 极佳的气密性，降低通风传热损失，避免建筑构件结露发霉，提高建筑的隔音效果。
- 选取最佳的建筑物和窗户朝向，采用合理的遮阳措施，实现室内冬季太阳能得热最大化，夏季太阳能得热最小化，并充分利用自然光照，有效地减少、替代人工照明。
- 过渡季节尽量利用自然通风调节室内的

温、湿度，提高舒适性

- 采用具有高效热(冷)回收功能的新风系统，对室内废气中的热(冷)量进行回收并用于加热(冷却)新风，满足室内采暖(制冷)需求，并保持室内的理想湿度和空气质量，热回收设备的效率应达到75%以上。
- 加强房屋隔音降噪功能，显著地降低通过管网和辅助通道的声音传递
- 利用可再生能源提供辅助采暖和制冷



### 被动房的关键技术有哪些？

被动式低能耗建筑的关键技术主要有:具有高效保温、隔热、防火性能的外墙屋面系统;具有采光、高效隔热和保温性能的门窗系统;带有高效热(冷)回收装置的新风系统。此外,被动房技术还包括与可再生能源结合的供热、制冷(除湿)和生活热水供应系统,遮阳设施和节能照明系统等。

#### 具有高效保温、隔热、防火性能的外墙与屋面系统.

- 当外围护结构的保温层达到一定厚度时,房屋通过外围护结构损失的能量达到最低。在冬季可以凭借房屋自然得热维持室内温度在20℃以上;在夏季足以抵抗太阳辐射传到室内。外墙(屋面)的传热系数 $K \leq 0.15 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ 。
- 在寒冷和严寒地区,保温材料厚度通常在20cm以上,防火等级B1级以上,导热系数 $\lambda \leq 0.040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ,有严格的防火隔离带构造。
- 外保温系统有完善的辅配件系统,增强系统的防水功能和气密性,提高耐久性、安全性和可靠性。
- 采用无热桥的构造和施工措施

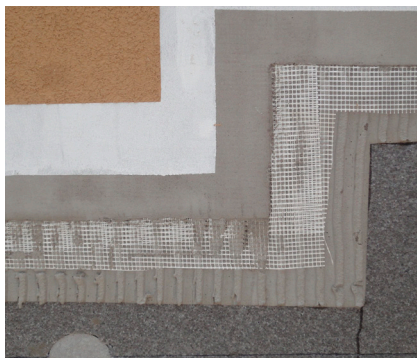


图1: 外墙的保温系统

#### 具有采光、隔热和保温性能的外窗.

- 采用三层Low-E玻璃,玻璃间充惰性气体(氩气或氪气),玻璃 $U_g$ 值为 $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ,玻璃间隔条采用耐水性良好的非金属间隔条。玻璃的太阳能总投射比 $g \geq 0.45$ 。窗框通常为多腔木框架或塑料框架,填充高效的保温芯材,整窗的 $U$ 值达到 $0.8-1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ 。
- 外窗进行外挂式固定,窗框边缘嵌在外保温层内,采用专业密封材料并加入窗台板的构造设计,提高了窗洞口的保温、防水功能和气密性。



图2: 三玻保温窗

### 采用带高效热(冷)回收装置的新风系统

- 热回收效率 $\geq 75\%$
- 通风电力需求 $e_v < 0.45 \text{ Wh/m}^3$
- 通过热回收减少一次能源需求
- 持续导入新鲜空气,并减少空气中不良粉尘的含量
- 回收后空气湿度得以降低,有助于减少对建筑构件和材料的损害

### 被动房的认定条件是什么?

被动房的认定必须满足以下要求:

- 房屋的设计、建造必须严格按照相关技术标准进行,并达到各项被动房核心技术指标。项目的实施全程需进行有效的质量保证措施。正确选取和使用建筑节能计算软件,严谨计算、多次核实,以确保关键能效数据的准确性和真实性。
- 房屋竣工后,应按规定进行气密性测试。如果测试结果全部满足 $n_{50} \leq 0.6/\text{h}$ ,则可判定为设计施工符合被动式房屋要求。
- 房屋投入正常使用后,应对室内环境和实际能耗用量进行测试并确保满足标准要求。



图3: 带热(冷)回收装置的新风系统

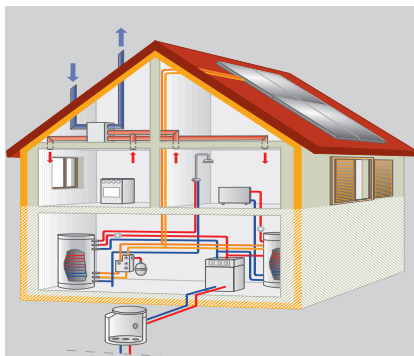


图4: 被动式低能耗建筑原理图 - 利用可再生能源

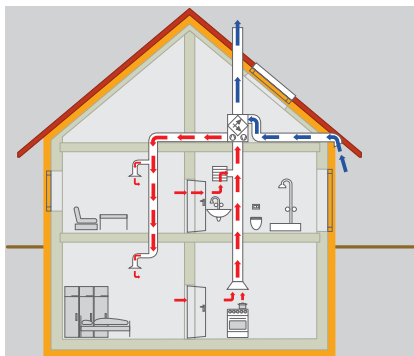


图5: 被动式低能耗建筑原理图 - 新风系统热回收



## ②中德合作被动式低能耗建筑示范项目及质量保证体系.

### 中德合作示范项目.

自2010年以来,德国能源署与中国住房和城乡建设部科技与产业化发展中心在中国合作推动被动式低能耗建筑示范项目。该合作项目对于进一步完善能效技术的市场条件,补充国内欠缺的专业技术知识,有效提高设计、施工水平及建筑能效标准,树立建筑节能市场化运作理念,促进节能技术产品的产业化发展都具有深刻的示范和指导意义。

示范项目由中国建设单位负责实施,中国住房和城乡建设部科技与产业化发展中心和德国能源署给予技术支持。示范项目在成功地实施了全程、同步质量保证措施并顺利通过测试验收后,可获得“被动式低能耗建筑质量标识”的认证。

### 示范项目参与方.

示范项目的成功实施需各参与方步调一致,相互配合,共同努力。作为系统工程的质量保证措施主要涉及以下项目参与方:

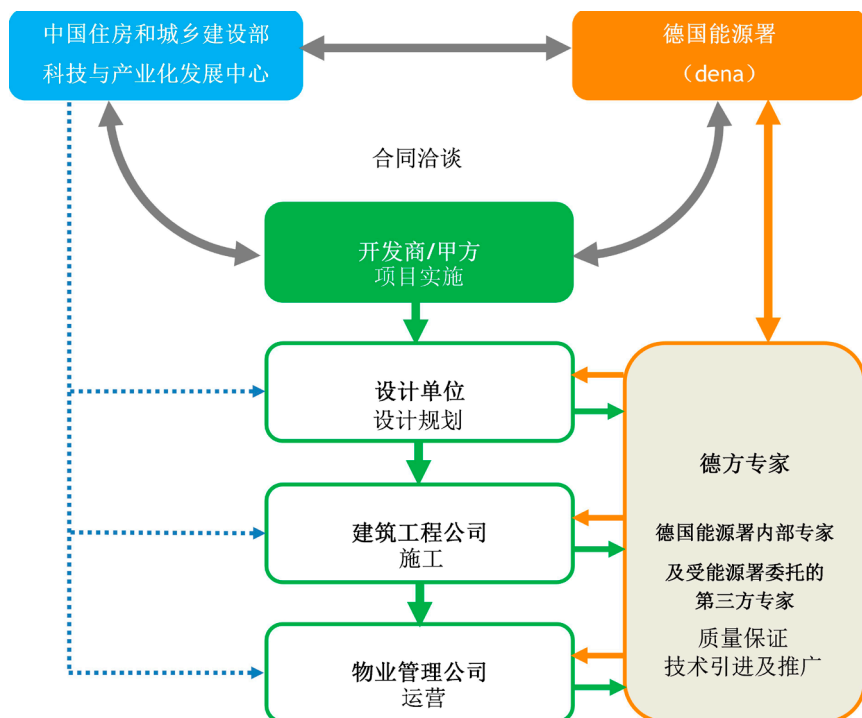
- 作为中方协调机构的中国住房和城乡建设部科技与产业化发展中心
- 作为技术知识支撑者、质量保证措施实

施者和项目管理者德国能源署

- 作为项目建设单位的项目开发商/甲方及其委托的设计单位(建筑设计、结构及暖通空调专业)、建筑工程公司、运营和物业管理公司



图6: 德国专家进行设计培训



### 示范项目申报及质量保证流程.

1. 项目建设单位向中国住房和城乡建设部科技与产业化发展中心递交申报材料, 并参加专家评审; 申报材料包括:

- 申报表格

- 项目的初步设计和节点大样

- 项目的采暖能耗与负荷, 制冷能耗与负荷以及总能耗估算

- 采暖制冷用能方案

2. 项目通过住建部审批并列入示范项目后, 开发商与德国能源署开展前期会谈、确定具体的合同义务并签订合同
3. 基础培训和研讨, 以增进双方共识
4. 被动房专题设计培训和设计指导
5. 审核设计方案、提出修改建议并批准设计
6. 对所选产品是否符合设计指标进行监控

7. 在施工开始前进行施工现场培训(在样板房进行)
8. 对施工阶段进行重要节点同步监控
9. 进行两次气密性测试(在气密层施工完毕后和整体完工后)
10. 工程整体验收, 将建筑物和技术设备交付使用者或运营商
11. 为建筑物颁发“被动式低能耗建筑质量标识”(德国能源署与中国住房和城乡建设部科技与产业化发展中心共同认证)
12. 对交付使用后的第一和第二年内实际能耗进行监测和评估, 为运营商提供建筑物有效使用的相关建议。

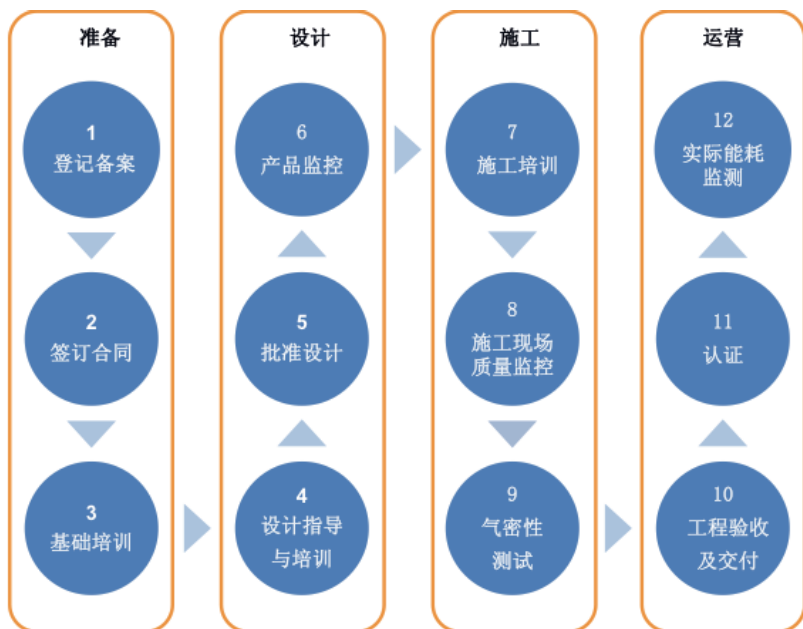






图7：德国专家进行设计指导

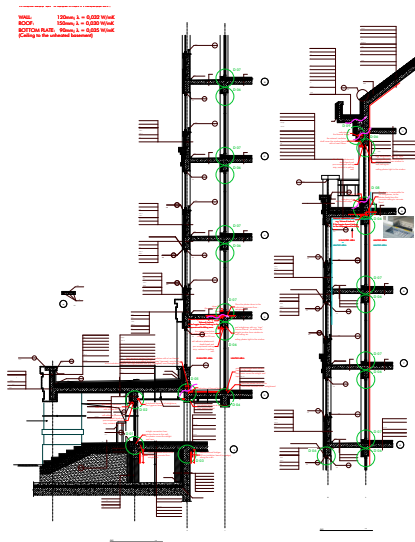


图8：审图意见和优化方案清晰表明于图纸之中

## 质量保证主要措施.

### 设计阶段: 设计培训、研讨.

- 在建筑设计开始前进行技术经验传播, 确保全局化设计, 可以节省时间和费用。
- 在进入细化设计前首先对影响建筑能效水平的相关决定性元素进行讨论和认识。
- 参加人员: 约15-20人, 由2-3个(潜在)示范项目的建设单位及其委托专业设计人员(包括建筑师, 工程师)组成。

- 主讲人: 德国能源署专家及受德国能源署委托的第三方专家(含中国专家), 即建筑设计, 暖通空调或设备工程方面的专家。
- 时间: 3-4天, 其中一半时间以建筑设计为主题, 另一半以围护结构及暖通新风技术为主题。
- 语言: 中文或德文(由熟悉行业术语的专业人员现场翻译)。

### 设计阶段: 设计指导及图纸审核.

- 受项目建设单位委托的设计单位结合设计研讨会中所学知识完成初步设计, 并将其电邮给德国能源署。
- 德国能源署委派建筑设计、暖通空调及设备工程方面的德国专家、中方专家对设计方案进行审核, 并提出具体修改意见。
- 设计单位按照德国能源署要求对设计进行完善和优化。
- 设计最终定稿后, 德国能源署提交审核报告, 并确认设计方案可行。
- 细化设计和施工图的审核采取同样方法。

### 施工阶段: 样板房及施工培训.

- 样板房: 由建设单位按照能源署要求修建一座样板房, 以便对建筑施工专业人员在现场进行实际操作培训。
- 施工培训研讨会: 4天, 由德国专家、中方专家对项目管理、设计、施工单位派遣的专业人员和工长进行培训; 培训主题为建筑设计和围护结构施工; 可能出现的施工难点将得以指出和说明, 正确的施工操作方法将在建筑实体或样板房上得以演示。

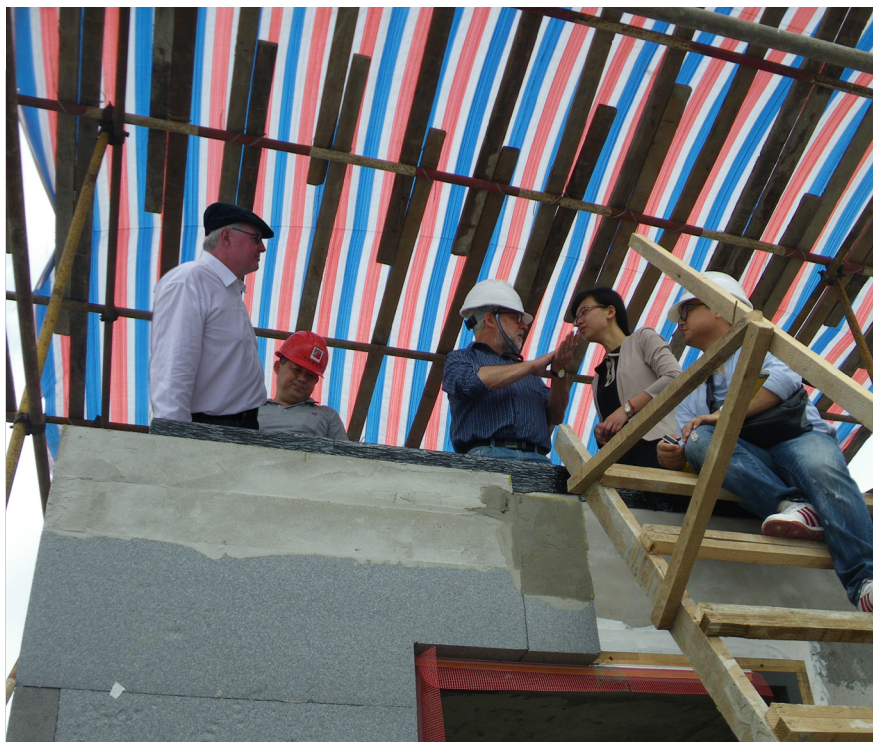


图9: 德国专家在样板房进行施工培训



图10: 管道穿透外墙部位的保温和气密处理



图11: 窗框和外墙之间的热隔断处理



图12: 管道的保温处理



图13: 保温门窗的气密安装



图14: 外挑阳台板的热桥最小化处理



图15: 外保温防火隔离带的施工





图16: 施工现场监控



图17: 气密性测试



图18: 对实际能耗进行监测和分析

### 施工阶段: 施工监理及质检报告.

- 施工监理: 针对各个重要的节点(外保温的施工、门窗的安装、气密层的连接等), 由具有被动房屋施工管理经验的德国专家进行现场监理。
- 质检报告: 该专家将作详细的监理工作记录, 并将其按施工阶段汇总成报告发给德国能源署; 德国能源署对质检报告进行分析后, 将分析意见和改进要求一并发送给项目建设单位。

### 运营阶段: 能耗监控及优化运营.

- 实际能耗监控: 建设单位应安装和使用必要的监测设备以便记录、收集和分析实际能耗数据。
- 优化运营: 调节技术设备参数设置, 纠正用户不当使用行为。



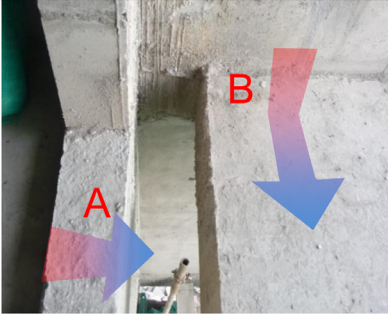


施工节点监理报告		DD-Construction
ID:		
QA-Expert 质量保证专家	项目名称:	
	单位名称:	dena
	负责人:	Stefan Schirmer
01		在 A 方向上阻断的热桥在 B 方向上仍然存在，必须通过阳台地板砖上下表面的隔热将其阻断。这一点已经在施工现场与投资商和工程建造管理部讨论过了。
02		阳台外部墙体后侧设有一个供暖内室。
03		在安装隔热板时必须确保隔热板与混凝土外墙之间接合是完整充分的，没有缺陷或污垢混杂物，也没有空隙。

图19：施工节点质量监控报告节选

### ③ 中德合作示范项目实例.

#### 秦皇岛“在水一方”被动式住宅示范项目.

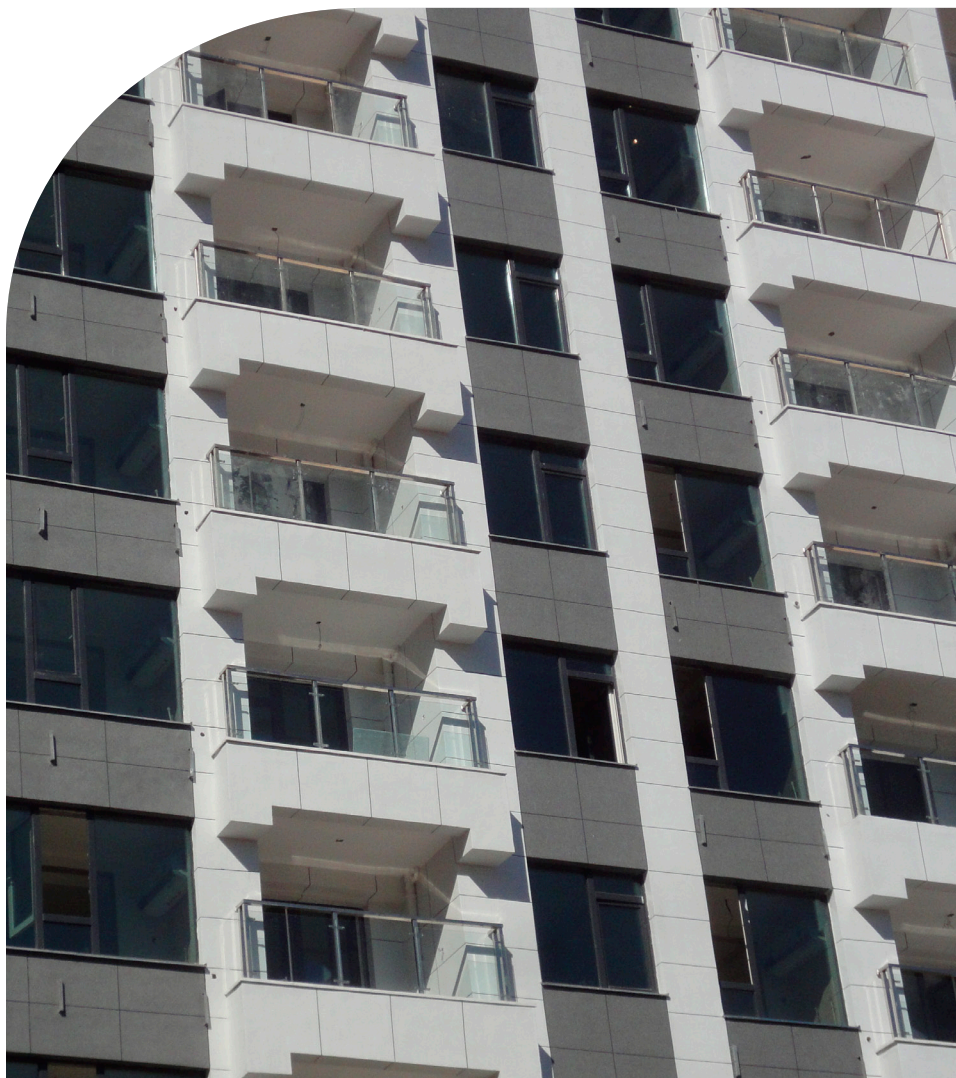
秦皇岛“在水一方”被动式住宅示范项目是参照德国被动房标准，由河北秦皇岛五兴房地产公司开发和实施的，该项目被列入中德被动式低能耗建筑示范第一批项目，目前已通过相关测试。德国能源署与住房和城乡建设部科技与产业化发展中心给予项目全程的技术支持和质量控制，并进行了设计、施工和运营方面的培训和技术研讨。

“在水一方”居住区位于秦皇岛市海港区大汤河畔，规划占地840亩，建筑面积150万平方米，其中，中德被动式低能耗建筑示范工程项目位于C区，共有9栋示范楼，总面积80344平方米。2012年首次开工4栋楼，开工面积28050平方米。单体建筑为18层住宅楼(地上18层，地下1层)，平均约合6500平方米，钢筋混凝土剪力墙结构，形体系数0.31，采取的主要节能技术和措施见图表1。经过2012-2013年一个采暖期的测试，示范项目能耗指标和室内舒适度

均达到被动房标准要求，实测数据见图表2和图表3。示范项目的节能增量成本约为每平方米600元，主要集中在保温系统、外窗、气密性措施和新风设备。



图20：“在水一方”建筑单体效果图





示范项目节能措施 - 图表1.

	节能技术和措施	性能指标
围护结构		
外墙	EPS板, B1级, 导热系数为 $0.039\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , 250mm厚; 每层环绕性岩棉防火隔离带, 密度 $\geq 100$	$0.15\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
屋面	EPS板, 导热系数为 $0.039\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , 300mm厚	$0.15\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
地下室顶板	EPS板, B1导热系数为 $0.039\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , 150mm厚	
地面	EPS板, B2级, 导热系数为 $0.041\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , 一层地面100mm厚, 标准层地面60mm厚	$0.12\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
外窗	外窗玻璃为双Low-E中空充氩气的三层玻璃, 传热系数为 $0.65\sim 0.88\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ; $g=0.5$ ; 外窗框采用多腔塑料型材, 传热系数 $1.5\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	整窗传热系数 $1.0\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
外门	保温、隔音、防火	$1.0\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
分户墙保温	两侧均为各酚醛板厚30mm, 导热系数为 $0.018\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	
不采暖楼梯间与室内隔墙	外为 120mm厚酚醛板, 内为30mm厚酚醛板, 导热系数为 $0.018\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	
电梯井侧壁	60mm岩棉	
无热桥构造、气密性和隔音措施		
门窗洞口, 填充墙	全面抹灰, 采用专用密封胶带封堵	
穿墙各种管线	绝热套管, 止水密封胶带和密封胶封堵	
楼板隔音	5mm 隔音板	
户内下水管道隔音	排水管外包隔音毡	
外挑阳台	与主体结构断开, 中间填充保温材料	
外墙附着的金属支架	支架与主体结构之间安装隔热垫层	

	节能技术和措施	性能指标
采暖、制冷及新风		
带新风、热回收的空气源热泵一体机	室内温度控制供暖和制冷，二氧化碳浓度控制新风输送	新风系统热回收率达75%以上，新风温度 $\geq 16^{\circ}\text{C}$ ，过滤器效率等级G4级，能效比2.8
生活热水		
分户式太阳能生活热水		
其他绿色技术		
中水利用、雨水收集、地下车库导光照明		



图21：外墙保温中设置环状防火隔离带



图22：示范楼主体



图23：外挑阳台板的热桥最小化处理



图24：新风室外机支架的断热桥处理

示范项目能耗测试结果 - 图表2.

主要能效指标	德国被动房标准	中国建筑节能65%标准	实测结果	
			二层东室	二层西室
采暖(新风)需求 kWh/(m <sup>2</sup> a)	15	58.35	14.77	26.86
制冷(新风)需求 kWh/(m <sup>2</sup> a)	15		3.42	6.06
照明 kWh/(m <sup>2</sup> a)			14.41	5.79
家电、炊事、热水 kWh/(m <sup>2</sup> a)			46.43	51.35
一次能源总量 kWh/(m <sup>2</sup> a)	120		79.03	90.06

注：过渡季节(2013.4.6-2013.7.23)新风系统不启动，业主自然通风

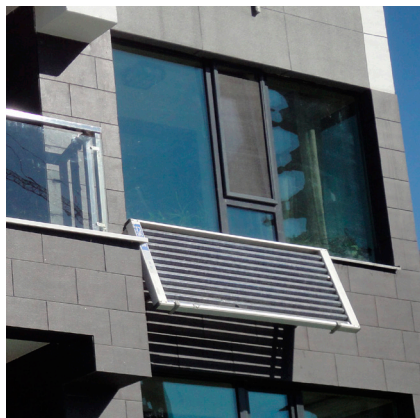


图25：窗台外挂太阳能集热板



图26：外墙保温及门窗的气密安装

示范项目室内环境测试结果 - 图表3.		
测试项目	德国被动房标准	实测结果(2013年2月17日-4月5日)
室内条件	室内设定的最低温度 20-21℃	室内设定的最低温度18℃，二人生活
气密性	$n_{50} \leq 0.6$	$n_{50} \approx 0.34$
室内温度	20-26℃	平均温度：19.0℃
室内相对湿度	40-65%	40.3-65.0%
室内CO <sup>2</sup> 含量	$\leq 1000\text{ppm}$	198-1032 ppm 室内CO <sup>2</sup> 含量小于1000ppm比例：99.2%
室内噪音	$\leq 25\text{dB}$	$\leq 30\text{dB}$



## ④ 德国被动式建筑发展现状及实例.

### 德国被动式建筑的发展现状.

- 建筑类型: 适用不同的建筑类型
- 产品: 多种多样的适用于被动式新建建筑和既有建筑改造的高质量建住材料、组件、设备已得到了实践的检验和市场的认可。
- 建筑数量: 全球约建有50000个被动房标准的居住/使用建筑单元(住宅多为1-2户型独栋别墅); 德国的被动房数量约占全球总量的一半。
- 节能效果: 与德国现行“建筑节能条例/EnEV2009”中的法定建筑能耗最低标准相比, 被动房能耗仅为法定最低能耗的30%至50%(视建筑类型)。
- 附加成本: 视建筑类型和体量而定, 约高于新建建筑成本的3-15%
- 标准: 被动房标准为非强制性标准, 但节能意识较高的不来梅、法兰克福、科隆、莱比锡、勒沃库森和纽伦堡等地区和城市已规定所有新建市政建筑必须达到被动房标准。



### 发展史.

- 1988年: 德国建筑物理学家Wolfgang Feist 博士和瑞典建筑物理学家 Bo Adamson教授共同首次在学术界提出被动式建筑理念 Passivhaus。
- 1991年: 在德国Darmstadt市Kranichstein 区建成了第一个被动式住宅建筑。
- 当今: 在被动房标准的基础上进一步发展而成的“零能耗”或“正能效”建筑(当可再生能源的能源产出等于或大于建筑本身能源需求时)已成为建筑节能的新目标。



实例1 - 德国联邦环保局办公大楼(位于德国德绍)

德绍环保局是一个四层的办公楼建筑，建于2006年，其中包括办公室，多功能厅以及一个中庭，建筑面积共计39800平方米。建筑能耗低于德国同期建造的同类大型公共建筑最低能耗标准的30%。

设备工程.

- 带热回收的新风系统
- 地源能预热、换热新风(130MWh/年)
- 利用可再生能源(11%能源由可再生能源提供)
- 太阳能制冷(吸附式制冷，100MWh/年)
- 光伏发电设备(100 MWh/年)

参建单位与专家组.

- 开发单位： 德意志联邦共和国
- 设计单位 : Sauerbruch+Hutton
- 专业工程师: Zibell, Willner und Partner
- 顾问: 联保建筑城市规划研究院 (Dr. Olaf Bttöcher, Dr. Uwe Römming, Jan Albers)

围护结构	
楼板	0.25 W/m²K
外墙	0.16 W/m²K
屋顶	0.12 W/m²K
窗户	1.0 W/m²K

关键能效数据	(按照使用面积A <sub>N</sub> 计算)
供暖需求	43.4 kWh/m²a
制冷需求	4.6 kWh/m²a
终端能耗	59.3 kWh/m²a
一次能源总需求	73.1 kWh/m²a
数据来源	BBSR, IEMB



图27：德绍环保局大楼外景

实例2 - IBA 智能绿色建筑(位于德国汉堡).

汉堡智能绿色建筑 „Smart ist Grün“是一栋五层楼的住宅建筑(共计 1.582 m²)，集成多种高效能技术。该建筑是德国能源署„迈向正能效建筑“计划中的示范项目之一。其能效性能已经超过被动房的标准，一次能源总量基本达到„零能耗“的标准。

设备工程 .

- 带热回收装置的新风系统
- 中央相变热存储设备，工质为盐水化合物(容积约 5 m³)
- 房顶设有光伏发电系统(功率约15 kWp)
- 安装在屋顶及外墙的太阳能集热器总面积达 147 m²
- 连接区域供热管网

参建单位与专家组.

- 开发单位： Behrendt Wohnungsbau KG (GmbH&Co)
- 设计单位： Zillerplus
- 专业工程师: Wetzel & von Seht

围护结构	
楼板	0.1 W/m²K
外墙	0.12 W/m²K
屋顶	0.1 W/m²K
窗户	0.8 W/m²K

围护结构	(按照使用面积A <sub>N</sub> 计算)
供暖需求	10.5 kWh/m²a
终端能耗	34.2 kWh/m²a
一次能源总需求	8.4 kWh/m²a
数据来源	Wetzel & von Seht



图28: IBA智能绿色建筑，南立面外景



图29: IBA智能绿色建筑，东立面外景



## ⑤ 联系方式.

中国住房和城乡建设部科技与产业化发展中心，国际合作交流处  
中国北京三里河路9号，100835

联系人.  
张小玲，彭梦月

电话: +86(0)1058933245,58934323  
传真: +86(0)1058933102  
电邮: gjhz204@126.com



德国能源署，建筑能效部  
Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)  
Chausseestraße 128a, 10115 Berlin

联系人.  
刘瑜  
电话: +49 (0)30 72 61 65-769  
传真: +49 (0)30 72 61 65-699  
电邮: liu@dena.de



# 版本说明.

## 出版单位.

德国能源署，建筑能效部

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

Energieeffiziente Gebäude

中国住房和城乡建设部科技与产业化发展  
中心，国际合作交流处

Science Technology and Industrialization

Development Center (MOHURD)

International Cooperation

## 图片引用来源.

除以下图片外，所有图片均来源于德国  
能源署：

第6页右下/Optiwin GmbH, 第7页右上/

GBG-Mannheimer Wohnungsbaugesel-

schaft mbH, 第23页/© Bitter, 24/© Busse,

第25页左下 / IBA Hamburg GmbH / Martin

Kunze, 第25页右下 / IBA Hamburg GmbH/

Bernadette Grimmerstein

## 编辑及印刷日期.

10/2013

德国能源署拥有本手册版权。版本使用须  
获得德国能源署批准。

