

The logo consists of the letters 'CNC' in a bold, sans-serif font. The 'C' is blue with horizontal lines, the 'N' is solid blue, and the 'C' is solid red.

用智慧科技开创未来

Create the future with wisdom

住房和城乡建设部科技产业化发展中心

2015年9月10日北京十四届住博会被动房交流专题



被动式低能耗建筑门窗解决方案的研究

刘起英

Sept 10, 2015. Beijing

住房和城乡建设部科技与产业化发展中心

- 1 被动房
- 2 被动房标准
- 3 被动房门窗要求
- 4 玻璃窗热损失控制

“被动式房屋”



“近零能耗建筑”

被动房（被动式低能耗建筑）——采用各种节能技术构造最佳的建筑围护结构和全年舒适的室内环境。

核心

- 高保温性能外窗
- ◆高保温性能围护结构
- ◆高效率的热回收装置、高气密性与无热桥设计
- ◆适宜的机械新风系统，保持空气的清洁与健康

效果

- ◆能耗低，节能率90%
- ◆舒适性，室内温度恒定。
- ◆可持续性，减少了二氧化碳的排放
- ◆经济性，全寿命周期极低的运营及维护费用

“被动房”标准

被动房标准实际上是一个实现建筑超低能耗，研究者共识的设计标准。

- 1、建筑供暖需热量 $\leq 15\text{kwh}/(\text{m}^2.\text{a})$
- 2、建筑有效制冷需热量 $\leq 15\text{kwh}/(\text{m}^2.\text{a})$
- 3、建筑总能耗(采暖、空调、生活热水、照明、家电等) $\leq 120\text{kwh}/(\text{m}^2.\text{a})$

河北省工程建设标准《被动式低能耗居住建筑节能设计标准》DB13 (J) /T77-2015, 中国第一部有关被动式房屋的标准, 同时也是世界范围内继瑞典《被动式低能耗住宅规范》第二本被动式房屋标准, 2015年2月27日下发, 2015年5月1日起正式实施。

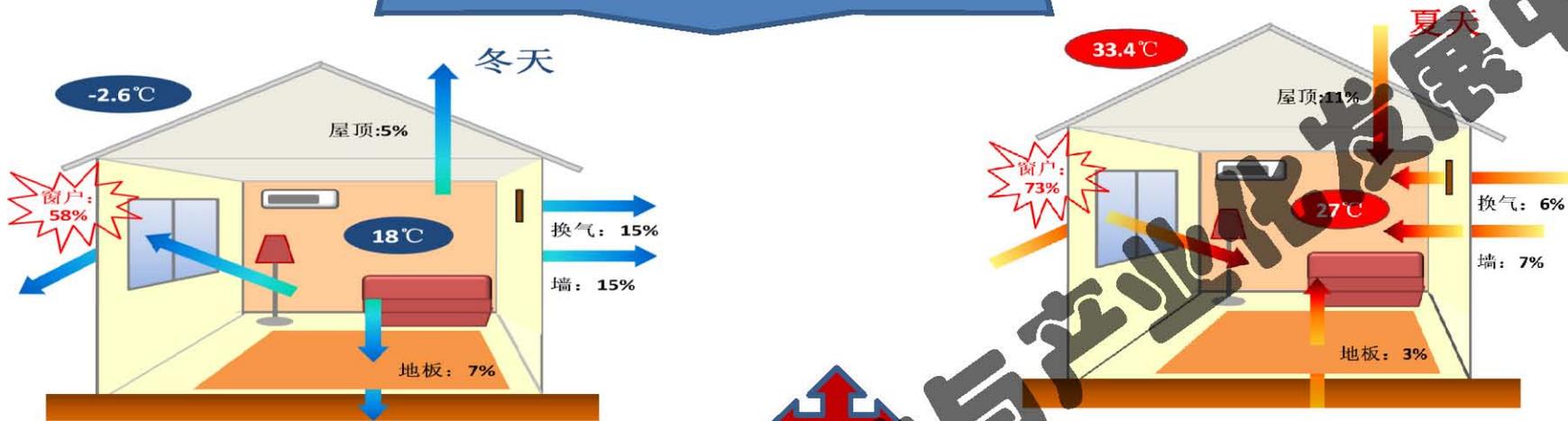
细化

- 1、室内温度为 $20^{\circ}\text{C} \sim 26^{\circ}\text{C}$;
- 2、超温频率 $\leq 10\%$;
- 3、室内二氧化碳浓度 ≤ 1000 ppm;
- 4、围护结构非透明部分内表面温差不超过 3°C , 围护结构内表面温度不低于室内温度 3°C 。

指标

- 5、门窗的室内一侧无结露现象;
- 6、室内相对湿度宜全年处于 $35\% \sim 65\%$;
- 7、通过管网和辅助通道传递的声音, 应符合机房 ≤ 35 dB、功能房 ≤ 30 dB、起居室 ≤ 30 dB、卧室 ≤ 30 dB。

“被动房”与玻璃窗



建筑能耗50%来源于
玻璃窗的不节能
建筑节能设计的主角

在中国采暖住宅建筑中，通过围护结构门窗的传热损失与空气渗透热损失相加，约占全部热损失的50%左右，其中传热和空气渗透各约占一半。例如，典型多层住宅，北京地区窗户传热24%+门窗缝隙空气渗透热损失23%，合计约占热损失的47%，哈尔滨地区窗户传热28%+门窗缝隙空气渗透热损失29%，合计约占热损失的57%

“被动房”对玻璃窗要求

1、房屋外门窗的透明材料应选用Low-E中空玻璃或真空玻璃，其性能应符合：

传热系数 $K \leq 0.8 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

玻璃的太阳能总透射比 $g \geq 0.35$ ；

玻璃的选择性系数 $S = TL / \geq 1.40$ 。

2、屋外门窗框的型材宜选择木材或塑料，

传热系数 $K \leq 1.3 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

3、外门窗的传热系数 $K \leq 1.0 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

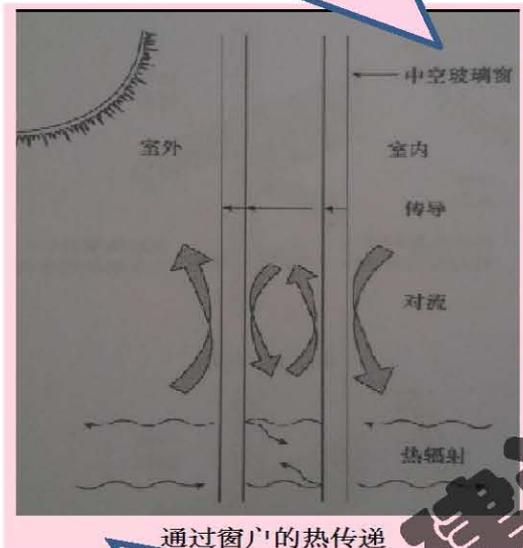
4、外窗应采用三道耐久性良好的密封材料密封，每扇窗至少有两个锁点，并尽可能减少窗框对透明材料部分的分隔。

5、玻璃间隔条应使用耐久性良好的暖边间隔条。

“被动房”对玻璃窗要求

冬季热量从窗户内表面流向外表面

从窗户热侧流向冷侧的总能量



传导、对流、辐射
三种基本传热机理
的复杂交互作用

窗户抵抗热传递的能力

窗户保温性能
(insulating value)

夏季热量从外表面流向内表面

被动房通过降低窗户的传热系数，使窗户成为一个净得热的构件，与传统的通过减小窗户面积来减少热损失的概念有差异。

对玻璃窗“热损失”控制

热传导

发生部位

窗玻璃

中空玻璃
空气层

间隔条

窗框

要素

降低传导引起的热损失选用低热导率，无热桥设计，暖边间隔条

热对流

发生部位

窗玻璃
内表面

窗玻璃
外表面

中空玻璃
空气层

要素

- 温度较低的玻璃内表面对周围空气制冷作用，冷空气密度较大而下沉，形成对流。
- 玻璃外表面形成的气膜影响窗户K值，空气流动（对流）气膜效应会降低，带来较高的热损耗
- 在空气层，温度诱发对流会加速热传递
- 使用能提供较高玻璃表面温度的窗户
- 所以空气流动不仅是窗户密封不良造成

热辐射

发生部位

房间低
温物体

人体

采暖设备

要素

采暖设备，人房间内温度最高者将会向温度较低的窗户辐射热量
低辐射膜功效

玻璃窗“热保护”控制细节

围护结构非透明部分内
表面温度差不超过 3°C

保温
细节

被动式房屋的外围护结构任何一个部位的保温隔热性能都不能被削弱，屋顶、外墙和地面不能出现梁、板、柱造成的结构性热桥。

K值是量化总体热流的标准方式，对于窗户而言，是指整窗的传热系数，包括传导、对流和辐射传热。

玻璃内表面温度不
低于室内温度 3°C

保温
细节

外门窗也不能出现过于薄弱部分，对玻璃间隔条应使用耐久性良好的暖边间隔条，避免普通间隔条会造成窗框部分冬季室内一侧结露现象。

热阻R是传热系数K的倒数，材料R值越高，保温性能越好，传热速率就越低。

控制玻璃整窗“传热系数K”

传热系数
两种方式

不考虑窗框材料和边部效应，且假定热流垂直玻璃面板的**玻璃中心K值**

包含玻璃、中空玻璃边部效应、窗框和窗扇的**整窗K值**

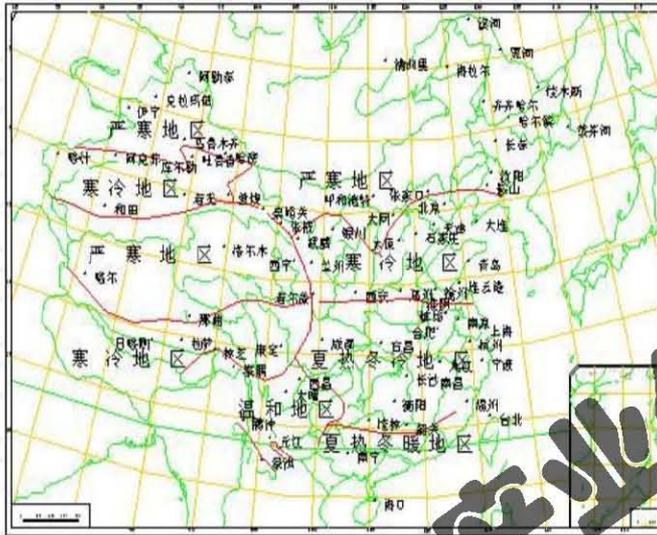
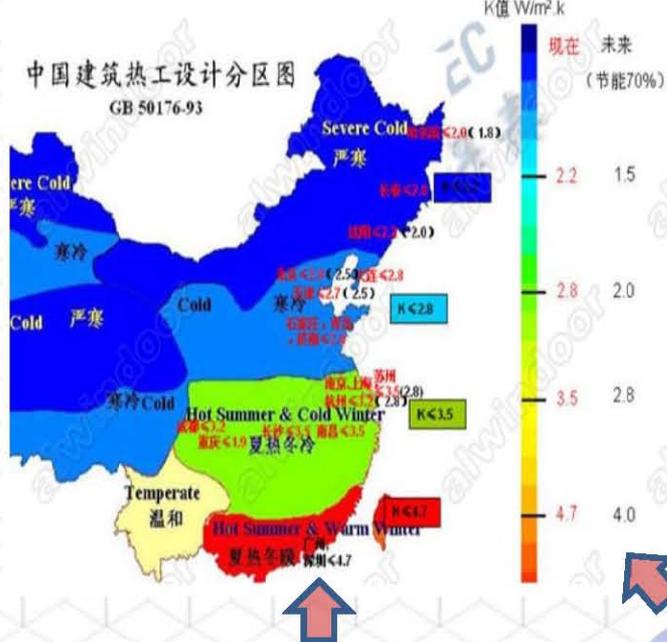
窗户玻璃部分的K值主要受到玻璃层数、尺寸、充气种类、玻璃表面镀膜类型的影响。玻璃企业惯常提供的

窗户是复杂的三维构建，材料和截面在相对较短的长度内都会变化，仅考虑玻璃是不够的，中空玻璃边缘要比中心具有更高的热流，沿边缘的热损失，暖边间隔条解决

随着整窗K值增加，玻璃边部效应的影响变得更重要，尤其在小单元中，玻璃边部占玻璃面积的比例更高，整窗K值会随着玻璃、玻璃边部区域、窗框的变化而改变。



中国建筑热工设计分区图
GB 50176-93



被动房最初设计原则和技术方法是以德国、奥地利等欧洲中部国家的气候为依据着眼于冬季采暖需求的最小化中国北方地区适用

中国地域广袤
地理环境复杂

被动房要求
因地制宜

据预测，若不采取有效的节能措施，未来中国夏热冬冷地区住宅为了达到热舒适要求，空调用电负荷夏季为0.8亿KW，冬季为2亿KW，全年耗电量2240亿KWH，三峡电厂的年发电量为847KWH，因此，为了满足长江流域地区住宅热环境的需求，需约3座三峡电厂的年发电量



夏热冬冷地区是水网地带。冬夏季节空气相对湿度大70% 冬季湿冷，夏季湿热。被动房设计关键技术

被动房技术，带动地区节能技术和水平的快速发展

建筑节能三大指标 “一高二低”

高 τ_v

高透
高-可见光透射比

省电

天然采光
缩短照明

低 g_{IR}

遮阳
低-太阳红外热能总透射比

省制冷费

空调不开或少开

低 E/K值

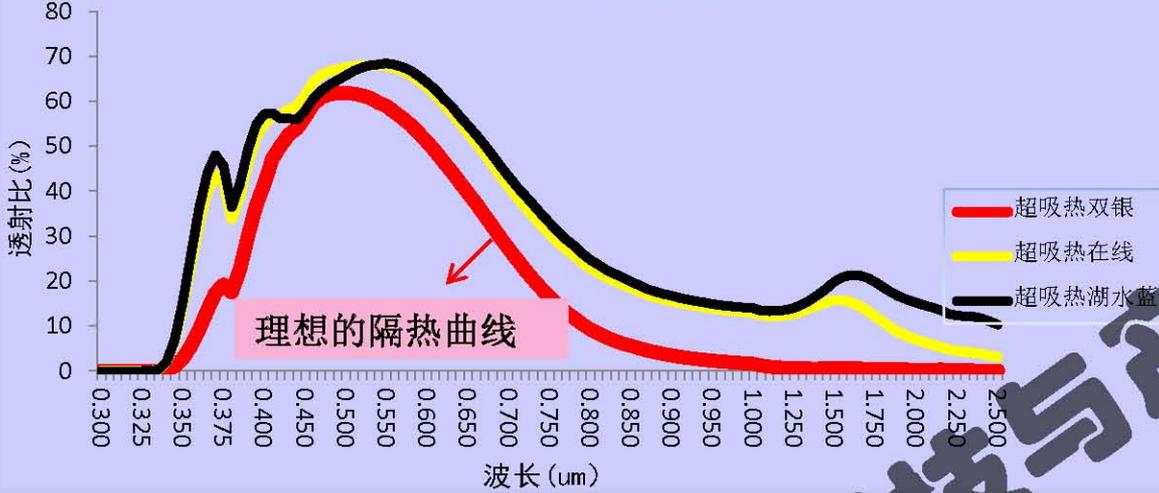
保温
低-对低温物体热辐射

省采暖费

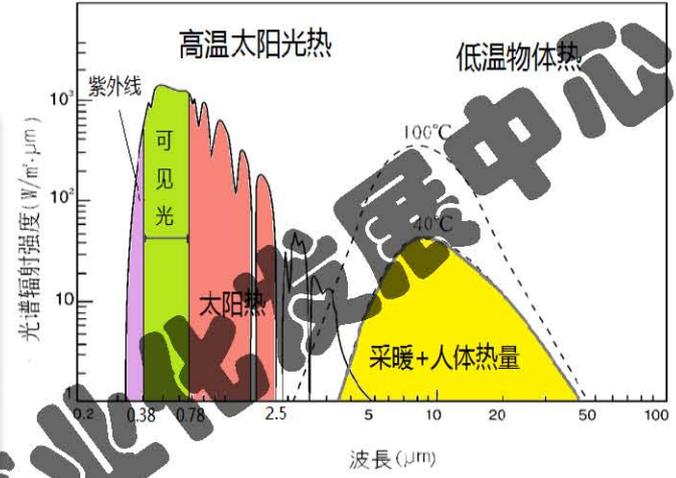
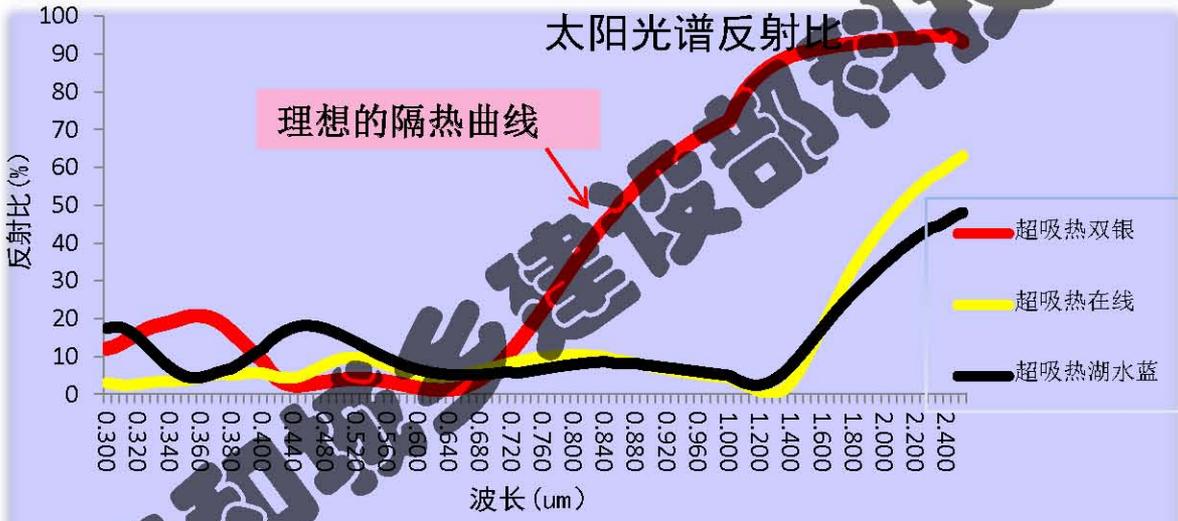
室内热量不外溢

玻璃节能追求的极致

太阳光谱透射比



太阳光谱反射比



- 可见光高透
天然采光
- 100%阻断
太阳热
- 100%屏蔽紫
外线UVA
- 100%拒绝低温
热外溢和流入

住房科技

建设部科技与产业

发展中心

被动房玻璃标准

气候带	传热系数K $W/m^2 \cdot k$	可见光透射比 τ_v	太阳红外热能总透射比 g_{IR}	太阳能总透射比 g	光热比LSG
严寒地区	≤ 0.70	≥ 0.60	≥ 0.20	≥ 0.45	≥ 1.25
寒冷地区	≤ 0.80	≥ 0.55	≥ 0.15	≥ 0.35	≥ 1.25
夏热冬冷地区	≤ 1.00	≥ 0.55	≤ 0.15	≤ 0.40	≥ 1.35
夏热冬暖地区	≤ 1.20	≥ 0.50	≤ 0.12	≤ 0.35	≥ 1.40
温和地区	≤ 1.50	≥ 0.55	≤ 0.15	≤ 0.40	≥ 1.35

➤ 技术定义

高透玻璃是可见光透射比 $> 91\%$ 、可见光吸收比 $\leq 1\%$ ，含有特殊抗紫外线因子、精细控制玻璃原料组成和生产工艺，制造的高质量浮法玻璃。

典型外观特征：晶莹剔透的质感

典型性能：高透、抗紫外功能强（阻挡50%以上紫外UVA）

高透玻璃

➤ CNG 独有产品

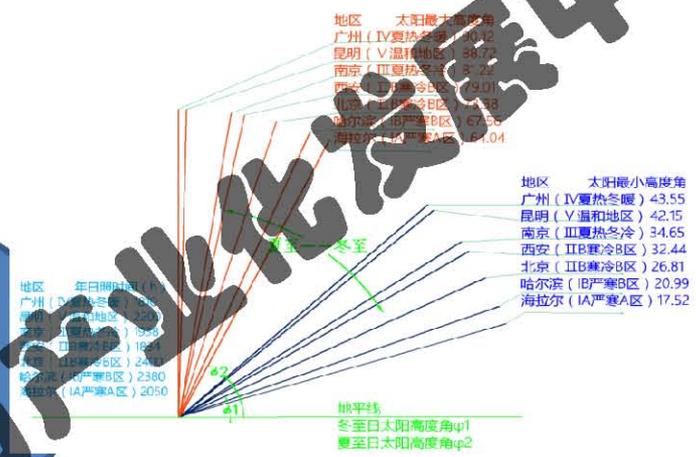
古老的玻璃是由火山喷出的酸性岩凝固而得。公元前3700年之前，古埃及人制出有色玻璃装饰品和简单玻璃器皿，公元1000年前，中国制造出无色玻璃，真正揭开了玻璃清澈明净的本质。追随着祖先的足迹，秉承不断创新和超越的理念。

追求玻璃透光的极致

高透玻璃在被动房的应用



太阳高度角不同区域差别较大。
严寒地区：高透LOW-E的组合——高透保温



2015住博会被动房参展玻璃配置

中空类型	玻璃结构	厚度 mm	传热系数 K (W/m ² ·k)	可见光透射比 τ_v	太阳红外热能总透射比 gIR	太阳能总透射比 SHGC	光热比 LSG	适用气候带
三玻两腔	5mm单银高透Low-E+15Ar+5mm单银高透Low-E+15Ar+5mm在线Low-E	45	0.70	60%	0.21	0.47	1.28	严寒
三玻两腔	5mm单银高透Low-E+15Ar+5mm单银高透Low-E+15Ar+5mm高透玻璃	45	0.78	65%	0.25	0.49	1.33	寒冷
三玻两腔	5mm双银Low-E+12Ar+5mm白玻+12Ar+5mm在线Low-E	39	0.95	55%	0.10	0.34	1.62	夏热冬冷
三玻两腔	5mm双银Low-E+12Ar+5mm白玻+12Ar+5mm白玻	39	1.10	57%	0.11	0.35	1.63	夏热冬暖
单腔	5mm双银Low-E+12Ar+5mm在线Low-E	22	1.42	60%	0.12	0.37	1.62	温和

备注：氩气含量90%

谢谢！