



教授、工学博士汉斯—皮特·赖默

(Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer)

本文受德国工商总会 (GIC) 上海代表处和中国生态网络 (econet) 委托, 与德国技术合作公司商定, 会同:

中国, 合肥学院

德国, 希尔德斯海姆应用科技和艺术大学 (HAWK)

中国南京, 东南大学

中国合肥, 应用建筑物理和耐久性研究所

德国, BBS 研究所 [www.building-physics.net](http://www.building-physics.net)

合作制定

## 1 建立中国建筑物能效 (BEE) 认证制度的起因

随着中国经济的迅猛发展, 人们对建筑物的需求日益迫切, 中国建筑业呈现出全球独一无二的繁荣景象。然而迄今为止, 人们对建筑物能效的重视还不够, 主要原因是缺乏足够的用户激励措施。能源价格享受政府补贴, 在中国北部地区, 采暖热能不是按照实际能耗来结算的。而在中国南部地区, 私宅采暖和制冷采用的都是分户单体设备, 在住宅面积较小和对居住舒适性要求不高的情况下, 所产生的能耗也相对较低。

同时, 国内外建筑设计师在设计时, 对中国不同气候带的气候条件差异, 以及市场上是否有某些特殊的建筑材料都考虑不周。结果造成中国在过去 20 年间所修建的建筑物绝大多数的能耗都超标。还有一个原因就是现如今用户的要求也发生了变化, 人们对室内气候、居室和建筑物的质量都提出了更高的要求。

不久之前, 中国政府已经开始认识到上述现状将会并已经带来严峻的能源问题。因此, 中国政府试图通过制定和实施政策性措施进行有效调控:

- 能源价格将越来越高
- 按能耗进行结算将成为统一标准
- 贯彻节能标准
- 加强监控
- 以及
- 中国的既有建筑应进行大规模节能改造。

然而, 目前还缺乏对建筑物进行能效评价的工具和手段。

中国时下所常用的美国 LEED 体系其实并不适合用来对建筑物的能效进行评价, 同样, 那些复杂的欧洲评价体系也无法直接适用于中国, 原因是这些程序体系中所设定的区域性气候条件和政策性评价参数都不适合中国的实际要求和现实条件。

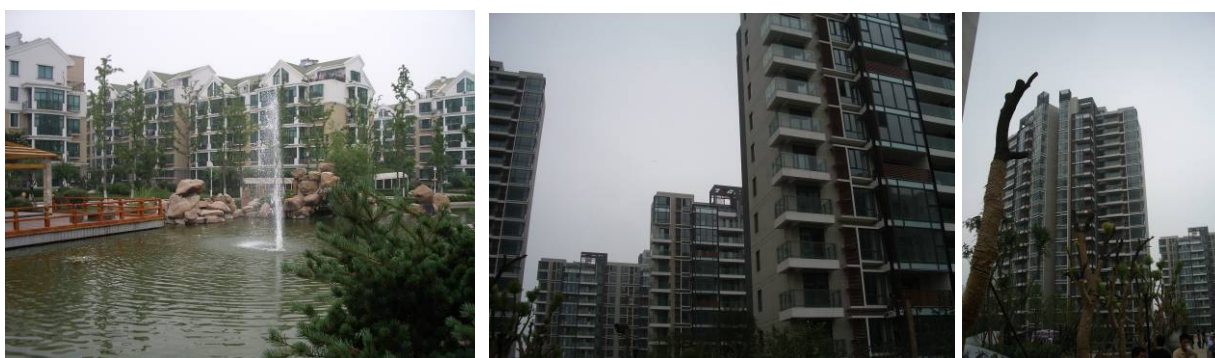
这里, *中国生态建筑低能耗证书制度*能够解决上述问题, 因为它提供了一套既简单又

便于使用者操作，且十分精确和有效的系统，它对于既有建筑物和新建建筑物无需顾虑各地的法律框架条件，只需借助其建筑物理数据便可以快速而有效地进行能效评价。

## 背景介绍：中国的建筑现状



尽管中国的许多建筑物外观上看起来与西方样板建筑还很接近，但却缺乏最能反映一座建筑物或一栋住宅的质量和实用性的关键部分。



### 中国的住宅建筑——南京 2005—2007 年

目前中国房产市场上所销售的住宅或办公建筑常常只有“基本设施”，而没有考虑一些重要的功能性细节，如：

- 足够的防潮措施，
- 屋顶和外墙面有充足的排水，
- 能适应气候的保温层，
- 防止夏季高温的措施，
- 100%密闭的建筑物外围层，
- 足够的隔音层，尤其是防止各种构件的传递声，
- 对室内防噪。

在此举例说明：按照西方建筑传统，人们在建造房屋、住宅或办公建筑时一般便会安装中央采暖设备，同时在需要时也可以进行制冷。

而在中国的许多建筑中，尤其在住宅建筑领域，采暖和制冷设备往往是由租户或购房者来安装的。

因此，人们普遍采用分体空调设备，全部采用电力制冷，由此造成用电高峰时负荷极高，另外在上海所属的气候带（共有约 5 亿居民）和中国南部地区，人们在冬季也使用空调来采暖。



住宅楼，合肥，2007 年——每个房间均采用分体空调来采暖和制冷

自上世纪 90 年代末中国建筑市场第一次繁荣期以来，建造了大量带有建筑质量缺陷的建筑物。为此，必须在未来的中国建筑师和建筑工程师教学培训大纲中牢固树立质量第一的建筑理念。为此人们已经走出了改变的第一步。我们在合肥学院的教学计划中开设了建筑物理课程，并在房屋建筑学课程中增加了应用建筑物理方面的内容。在新成立的应用建筑物理和耐久性研究所中，学生们将不仅学习基础知识，还将学习建筑物理知识，以及检测和评价建筑物理与建筑材料、建筑构件和建筑物间的相互作用。

归根到底，节能保温措施的目的在于将用户的采暖和制冷所需能耗降低到经济合理的范围内。

在建筑运行成本方面，为解决上述问题，人们必须实现两个目标：

- 采暖和制冷电耗/能耗必须降到最低（运行价格）
- 一定要避免产生极高的用电峰值负荷（功率价格）

建筑物的采暖能耗及设备连接功率主要受以下因素影响：

- 建筑外围层的传热损失
- 为保障空气卫生而产生的通风热损失
- 建筑物不密封外围层造成的通风热损失

建筑物的制冷能耗及设备连接功率主要受以下因素影响：

- 室内热负荷
- 传热得热量
- 太阳得热量
- 空调设备冷凝过程所产生的潜在热量

不过，此处必须要考虑到用户不合理的使用行为会大幅提高能耗需求和功率。

## 背景介绍：德国及欧洲的节能建筑

在今后数年中，欧盟希望能大幅降低人均能耗，同时，越来越多的人认识到由于能源价格不断上升，人口数量日益增长，因此必须通过节能来降低污染物排放。

关于节能减排的一个基础性文件便是联合国 1992 年通过的气候变化框架公约（请见 <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>），此外还有 1998 年的联合国气候变化框架公约即京都议定书（请见 <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>），其中规定，到 2008 至 2012 年的五年间，各国的温室气体排放量（折合成二氧化碳）必须分别减少：

- 工业化国家（附录 B 国家）           最少 5%
- 欧盟 15 国                               8%
- 德国（采用欧盟集团方式）       21%。

其中，二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）等三种温室气体的基准年为 1990 年，而氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和六氟化硫（SF<sub>6</sub>）的基准年则可选 1990 年或 1995 年。此外，人们还希望将在 2009 年召开的哥本哈根联合国大会上签署京都气候议定书的后续公约，到 2020 年之前，在 1990 年的基础上再次降低温室气体排放量（折合为二氧化碳）。

在欧洲，欧洲议会和欧盟理事会共同颁布了关于建筑物总体能效的 2002/91/EG 号准则，从而在政策制定方面迈出了重要一步。

准则中的一个重要手段便是在欧盟范围内也被视为是先进样板的德国 2007 版《建筑节能法规》，它在以下方面对 2001 版《建筑节能法规》进行了增补：

- 既有建筑在出售和出租时必须向买房者和租房者出具能效证书
- 大型公共建筑必须悬挂能效证书
- 对空调设备进行定期检测
- 在能效评价中也要考虑空调设备和人工照明的能耗

此外，有关方面还正在探讨准备大幅提高 2001 版《建筑节能法规》有关要求标准的提议，预计 2009 版将在 2007 版的基础上将标准再提高 30%。

但在实际应用中，人们发现这些评价方法需要考虑的因素和方法极为繁复，因此能效计算的成本必定很高，并需要人们掌握建筑物理和暖通技术方面的专有知识。

与此同时，人们却越来越多地忽略了进行评价必须与建筑物紧密联系，此外还需要对建筑物外围层进行优化和改进。

在 2007 版《建筑节能法规》颁布后，人们必须要对新建筑物的内部制定能量分配比例，从中得出各个房间的采暖及制冷能耗，然后还必须计算出采暖、制冷、通风、热水制备和照明设备的功率，从而得出能源供应管网接口设施的最终能源需求量，并在评价能源生产情况之后，间接换算成每千瓦时的二氧化碳排放量，证明建筑物的年一次能耗  $Q_{p,vorn}$  有多大，再与所允许的年一次能耗最大值  $Q_{p,max}$  进行比较。

对于建筑设计师和土木工程师而言，在实际运用当中很难从大量的初始参数中一下子发现建筑物在哪些方面具有改善能效的潜力，并找出能提高能效和经济效益的变更措施。

## 给中国的建议

那么对中国来说，哪些方面是最为关键的呢？其中首要的是不仅要避免采暖和制冷能耗过快增长，同时也要避免用电峰值负荷过高，因为后者会导致能源供应产生瓶颈。要做到这点，重要的前提就是对建筑物外围层，尤其是建筑物外立面有一个要求合适的设计。

因此，应当研发出一种包含认证制度在内的设计和控制工具，使建筑设计师和有关审批部门能够在拥有一般性专业知识和成本经济合理的基础上获取和评价建筑物的能效状况。

其中关键的一点是，在考虑当地气候条件的情况下，建筑物的评价只能在建筑物理学的基础上进行，这些计算是基于热工技术平衡方程的解。在评价时，不得考虑政策性和院外利益集团的影响因素，而这些因素往往会在评价一次性能源时加以考虑。

这其中自然也包括对经济性的评价，即计算出安装附加保温措施所需的投资成本与使用和维护成本的比值。

那些经过实践验证的，旨在检测、保障及改善建筑物质量和持久性及其暖通技术质量和持久性的质量控制体系，一般都应当包括以下几个步骤：

- 第一步：仅针对建筑物外围层
- 第二步：仅针对暖通空调设施
- 第三步：评价设计质量
- 第四步：评价施工质量

为了评价和优化建筑物外围层（第一步），随后应尽可能提出一个评价系统的建议，采用此评价系统能更简单地、但却相对准确地反映建筑物的采暖和制冷能效质量。

## 2 中国生态建筑低能耗证书（LEC）—关于中国建筑能效证书的建议

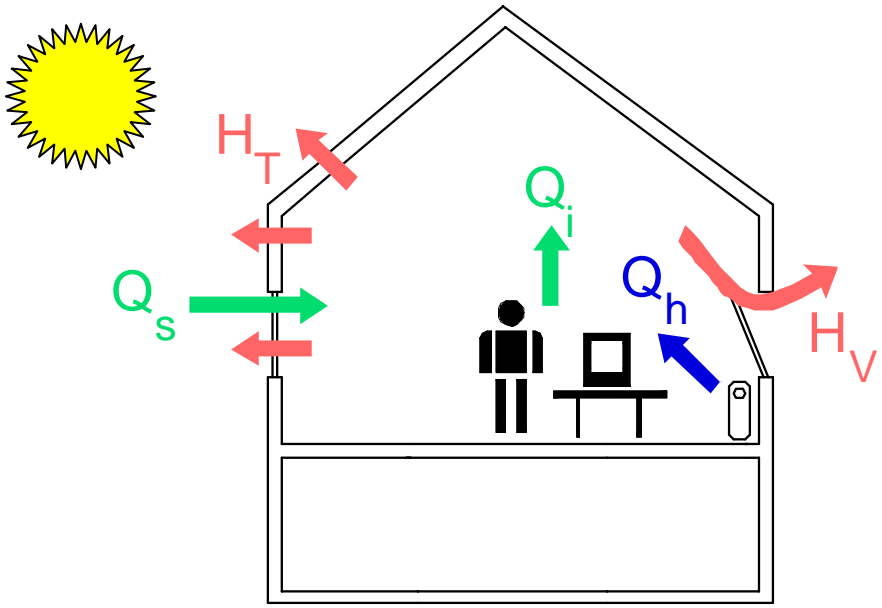
评价采暖周期的基础是一些可比参照建筑物，这些建筑物是按照中国上世纪八十年代的标准建造的。制冷周期的评价则对比符合“无制冷能耗”标准定义的最优化的建筑物外墙立面。

采暖能量需求和制冷能量需求的评价是考虑了确定的数值标准制定的，对房屋能耗的评价则用一个简化的星级体系来表示。

如同宾馆行业一样，星数越多就代表建筑物的能效标准越高，这样建筑物能耗质量评价就一目了然。

证书等级—建筑标准	
1*	标准：极差 冬季和/或夏季的能耗必须改进
2**	标准：差 冬季和/或夏季的能耗有必要改进
3***	标准：良 冬季和/或夏季的能耗最好能改进
4****	标准：优 符合 2007 年欧洲建筑标准
5*****	标准：极优 符合 2009 年欧洲低能耗建筑标准

### 3 认证程序的特点

<p>认证对象</p>	<p>建筑物能效证明</p>  <p>The diagram illustrates energy flows in a building. A sun icon represents solar radiation. <math>Q_s</math> (green arrow) is solar heat gain through the window. <math>Q_i</math> (green arrow) is internal heat gain from a person and a computer. <math>H_T</math> (red arrow) is heat loss through the roof. <math>Q_h</math> (blue arrow) is heat loss through the walls. <math>H_v</math> (red arrow) is heat loss through the ventilation system.</p>
<p>计算参数</p>	<p>可利用能耗量 <math>Q_p</math></p> <p>即为维持一栋建筑物所规定的室内热工条件（采暖、采暖和制冷、制冷）所需的能耗。这个可利用能耗量是单纯的涉及建筑物本身及其利用的能耗参数，未考虑暖通设备。</p>

评估标准	$Q_h$ - 建筑物额定采暖能耗需要量 $Q_{fc}$ - 建筑物额定制冷能耗需要量
边界条件	<p>这套程序的基础是中国国标《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2005）和德国 DIN4108 标准第 2 和第 6 部分以及 DIN V18599-2: 2007-02 标准的有关规定，采用标准化假设，并留有足够的安全性，以及：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 室外气候（参照中国气候带）</li> <li>- 地理位置（方位角/表面法线）</li> <li>- 用途</li> <li>- 建筑方法</li> <li>- 经过合理简化的热量平衡模型</li> </ul>

在评估时，要列出建筑物的能量平衡表，其中要考虑建筑物是只采暖，还是既采暖又制冷，还是只制冷。

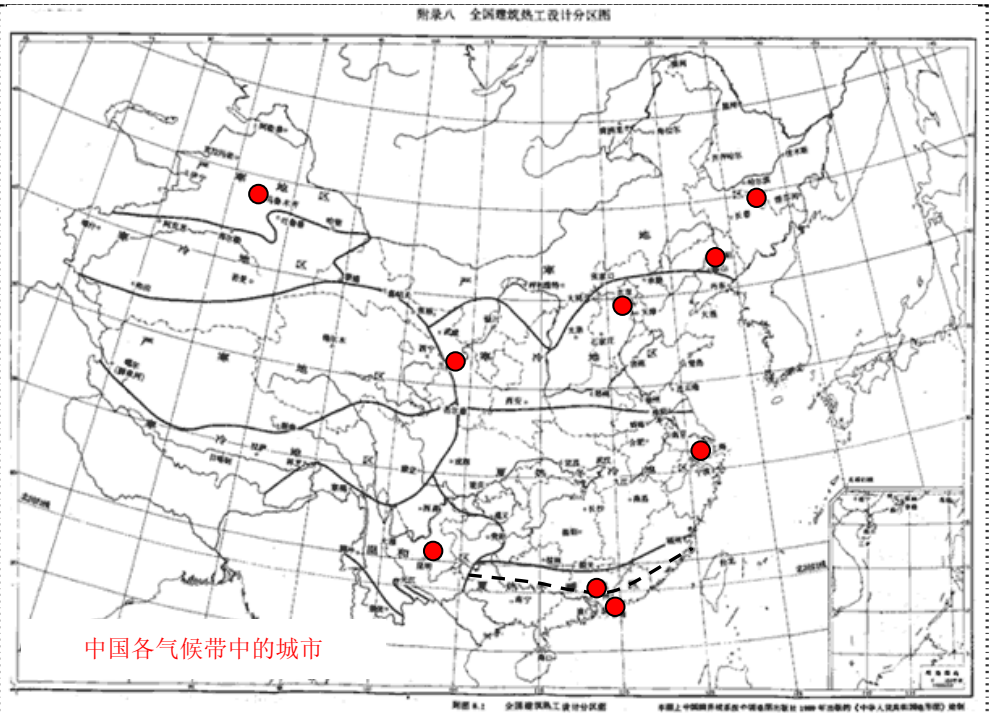
具体而言，需要考虑的边界条件有以下几个方面：

建筑物类型	住宅建筑；办公和商业建筑；其他建筑
建筑物年限	新建建筑；既有建筑
建筑物体量	$V_e$ - 建筑体积—外部尺寸
建造方式	<p>轻质建筑： 带吊顶、轻质隔墙和空心楼板的建筑物。 其中包括六面内墙表面（墙壁、天花板、地板）中至少有四面通过饰面层与承重构件分离开的房间。</p> <p>重质建筑： 建筑物为实心混凝土楼板、重质隔墙和实心地板，无饰面层的找平层（或结合层）。其中包括室内重质构件基本上没有饰面层的房间。承重建筑构件如实心混凝土天花板、重质隔墙和实心楼板必须直接接触室内空气。</p>
通风换气	住宅建筑：日间和夜间均有通风 办公室和商业办公大楼，其他建筑：日间有通风，夜间可以有或没有通风
所用建筑材料	<p>在选择建筑材料时，应依据标准中有关其原材料密度和热传导性来的规定，尤其要考虑以下几点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 吸热能力</li> <li>- 蓄热能力</li> <li>- 对太阳辐射的吸收、反射和透射性能（建筑物围护结构的透明建筑部件）</li> </ul>
耗能系统	采暖；采暖和制冷；制冷

## 中国 气候带

根据国标  
GB 50189-2005

- I- 严寒地区
  - la- 城市, 如 A……
  - lb- 城市, 如 B……
- II- 寒冷地区
- III- 温和地区
- IV- 夏热冬冷地区
- V- 夏热冬暖地区
  - A- 北部—仅为住宅
  - B- 南部—仅为住宅



## 4 待评估建筑物的热工计算

(关于计算的基础知识和解释请见附件第 6.3 章)

### 4.1 年采暖热耗

在计算采暖热耗时, 应确定采暖期 (HP) 内的热损失和得热量的平衡。

其中需要进行平衡的有以下几个方面:

#### 热损失

- 透过建筑物围护结构的传热损失
- 通风热损失

#### 得热量

- 太阳得热量
- 室内得热量

### 4.1.1 低能耗认证程序——采暖期

在评价待评估的建筑物时, 应事先定义好一个参考建筑物作为参照。参考建筑物在几何外形、所处气候带、建筑朝向、方位角和表面法线以及用途方面都要与待评估的建筑物相类似, 而在建筑结构/建筑部件方面则要符合中国上世纪 80 年代建筑标准的有关规定, 即中国开始实施保温节能条例之前所修建的建筑物。

在评估和认证时, 利用建筑物实际采暖热耗与参考建筑物的年采暖热耗的差额来计算待评估建筑物可望节约的采暖能耗量。



## 4.2 年制冷能耗

### 4.2.1 夏季建筑物内的温度特性

建筑物的夏季保温要求要能够满足无空调装置而有人员逗留的房间在夏季尽可能在无制冷设备的情况下也能达到适宜的温度，或能够满足因使用需要而必须安装空调的房间的制冷能耗尽可能保持在较低的水平。尤其是未安装空调的房间，应确保其室内温度不能明显超出对人生理有益的界限值。

实践证明，德国的 DIN 4108—2 标准中有关建筑物夏季舒适度的规定是比较合理的，它很好地反映了夏季室内气候在什么范围内人体尚能忍受。

夏季保温对建筑构造提出了要求，尤其是外围玻璃系统的种类、面积以及建筑物上的遮阳设施的遮蔽质量。作为一个房间夏季隔热评估的一个建筑参数，我们将其定义为太阳辐射得热量  $S'$ 。

太阳辐射室内得热量	$S' = A_G \cdot g \cdot F_C$ 其中 $S'$ ... = 太阳辐射室内得热量 $A_G$ ... = 玻璃系统的面积 $g$ ... = 玻璃系统的总能量传导率 $F_C$ ... = 遮阳系统的减低系数
-----------	--

### 4.2.2 低能耗证书认证程序——制冷期

本文主要介绍一种根据德国 DIN4108—2 标准，针对中国的实际情况专门研发出来的简化方法，以便对建筑物的夏季能效状况进行评估和认证。

这种方法对建筑物外立面定义了叫作“无制冷能耗”的标准，介绍了一种综合考虑窗户面积、玻璃特性以及遮阳、防眩装置，将一年中超出某个特定最高温度的时间限定在较少小时数的外立面结构。但并未考虑增加室内的热负荷以及通过提高通风次数来降低室温的可能性。

在确定界限值时，这个标准不会导致由于玻璃面积太小或某种特殊的有阳光辐射防护的玻璃的光线透射率太低而使房间内的光照不足。

因此，无制冷能耗的建筑物外立面能够保证在无人使用的状态下，内部房间的温度也不会过热，不会即使空无一人也必须进行制冷。

在这里，评估的标准是关于超过最高室内温度界限值的小时数以及建筑物在其制冷期所处的气候带（有关基本介绍请见 DIN 4108—2）。

在此应当注意的是，在室外气温较低的地区—如哈尔滨地区，由于夏季夜间温度很低，可以自然产生降温效果，这样与那些昼夜温差不大的气候带—如广州地区相比，前者能更容易达到较低的日间平均温度。

接下来，通过对参照房间模型计算，利用由美国威斯康星大学麦迪逊分校太阳能实

验室所研发的采暖/制冷功率及气温计算程序 TRNSYS 进行动态气候模拟计算，从而得出有关的参数和参考值。

该计算机软件是一种模块化的模拟程序，充分考虑了那些在输入实际数据后可作为计算基础的动态效应。在计算时，尤其要注意是否可通过自然方式来调节室内空气温度，也就是说，在不使用采暖或制冷设施的情况下，仅利用室内外的热力源来影响室温。它是一项考虑节能和适应气候条件的建筑，为了建筑物热工技术发展的重要评价标准。

#### 4.2.2.1 具体方法

首先利用模拟系统，针对轻质和重质建筑方式不同的太阳辐射照度值  $S'$ ，分别计算出中国各气候带中建筑物四个朝向的制冷能耗，通过计算可以实现室内无制冷的界限标准。

这个计算结果便是优化的太阳辐射得热量值  $S'_{opt}$ ，将其作为“无制冷能耗”外立面的特性值。

这个值  $S'_{opt}$  便是进行能效认证的基础。利用它可以使建筑设计更加优化。此外，从建筑物现有的  $S'_{vorh}$  值和各外立面的最佳值  $S'_{opt}$  之间的差额中，我们可以得出单位面积的制冷能耗和单位面积的制冷负荷，这对推导出太阳热负荷的比例是必要。

#### 4.2.2.2 外立面制冷总能耗的能效评估和归类

外立面的能效质量主要通过以下参数评价：

- 专门的外立面单位面积的制冷能耗（ $q_{FC}$  单位为 kWh/a m<sup>2</sup> 外立面）
- 专门的外立面单位面积最大制冷负荷/设备的连接负荷量（ $\dot{q}_{FC}$  单位为 kWh/ m<sup>2</sup>外立面）

之后，利用模拟系统的变量计算程序得出针对各种太阳辐射得热量值的外立面制冷能耗和制冷负荷。

从这些测得的数值中，可以针对中国各气候带分别引导出每个朝向的建筑外立面的函数，这个近似线性的函数描述了  $q_{FC}$ 、 $\dot{q}_{FC}$  与  $S'_{vorh} - S'_{opt}$  差额之间的相互关系。在下文中，该函数的上升曲线将称为变量 L。当系数 L 为负值时，表示建筑物的蓄热能力会相应降低那些室内热负荷很高的房间的制冷能耗。

## 5 根据低能耗证书来评估建筑物的能耗情况

评估主要分：

- 冬季保温标准
- 夏季隔热

建筑标准——冬季	
1* 中国 80 年代建筑标准	= 采暖能耗 最大 $\geq 100 - 69\%$
2**	= 采暖能耗 70 - 49 %
3***	= 采暖能耗 50 - 31 %
4**** 欧洲 2007 年建筑标准	= 采暖能耗 30 - 21 %
5***** 欧洲 2009 年低能耗建筑标准	= 采暖能耗 最少 $\leq 20\%$

建筑标准——夏季	
1*	= 制冷能耗 最大 $\geq 170\%$
2**	= 制冷能耗 150 - 169 %
3***	= 制冷能耗 130 - 149 %
4****	= 制冷能耗 115 - 129 %
5***** 2007/2009 欧洲标准	= 制冷能耗 最小 $\leq 100 - 114\%$

在确定评估结果和出具证书时，应将上述两个标准合而为一进行考虑。

同时，还要考虑采暖期和制冷期的长短，以避免譬如用较差的制冷期建筑标准来评估建筑物，导致评估结果也较差，尽管实际上制冷期与采暖期相比非常短暂。

评估—建筑标准	
采暖期	$Q_G$ 单位： $\frac{\text{kWh}}{\text{a}}$
制冷期	$Q_{FC}$ 单位： $\frac{\text{kWh}}{\text{a}}$

测算建筑物所能达到的年标准是最低的评估结果，它决定着采暖期或制冷期所获得的星的数量。

认证—建筑标准		
认证—结果	建筑标准—冬季	建筑标准—夏季
举例		
3***	3***	4*****
4*****	5*****	4*****
等		

利用交互式软件程序实现评估。

该软件的一套认证模块嵌入了目前中国强制规定实施的《公共建筑节能设计标准》(GB 50189-2005)。



Certification Result



Standard of Buildings - Winter ☆☆☆☆☆  
 Standard of Buildings - Summer ☆☆☆☆☆

Winterperiod Results				
		Entwurf	Vergleichsobjekt	
Jahresheizwärmebedarf	$Q_h$			kWh/a
volumenbezogen	$q_{hv}$			kWh/am <sup>3</sup>
flächenbezogen	$q_{hA}$			kWh/am <sup>2</sup>

Summerperiod Results				
		Entwurf	Vergleichsobjekt	
Jahreskühlwärmebedarf	$Q_{FC}$			kWh/a
volumenbezogen	$q_{FCV}$			kWh/am <sup>3</sup>
flächenbezogen	$q_{FCA}$			kWh/am <sup>2</sup>

**Objektbeschreibung**

Gebäude: \_\_\_\_\_ Straße: \_\_\_\_\_  
 Ort: \_\_\_\_\_  
 Nutzungsart: \_\_\_\_\_ Haustechnische Installation: \_\_\_\_\_  
 Bauart: \_\_\_\_\_  
 Wärmeübertragenden Umfassungsfläche A: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
 Beheiztes Gebäudevolumen V<sub>b</sub>: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>  
 Gebäudenutzfläche A<sub>N</sub>: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

中国低能耗				
认证结果				
建筑标准—冬季				
建筑标准—夏季				
冬季 结果				
		设计数据	对比参照物的数据	
年采暖热耗	$Q_h$			kWh/a
按体积	$Q_{hV}$			kWh/am <sup>3</sup>
按面积	$Q_{hA}$			kWh/am <sup>2</sup>
夏季 结果				
		设计数据	对比参照物的数据	
年采暖热耗	$Q_{FC}$			kWh/a
按体积	$Q_{FCV}$			kWh/am <sup>3</sup>
按面积	$Q_{FCA}$			kWh/am <sup>2</sup>
认证建筑物的情况简介				
建筑物:		街道:		
		所在地:		
用途:		暖通设施:		
建筑方式:				
传热的围护结构面积 $A$ :			m <sup>2</sup>	
采暖的建筑物体积 $V_e$ :			m <sup>3</sup>	
建筑物使用面积 $A_N$ :			m <sup>2</sup>	

Zertifikat Low*energy* for Example - China.

中国低能耗证书案例

有关认证程序的演示版可访问[www.bbs-institut.de](http://www.bbs-institut.de)并下载。

## 6 附件

### 6.1 建筑物夏季保温评估基础实例

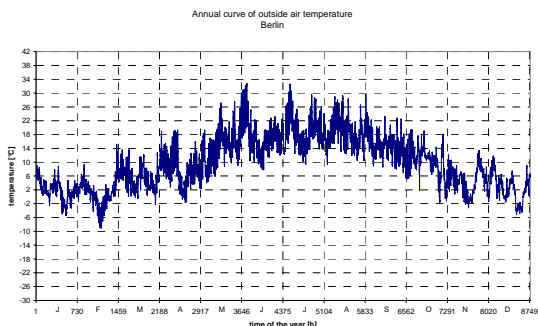
#### 6.1.1 柏林建筑物内部的夏季温度变化实例

本例主要介绍维持符合 DIN 4108 -T2 关于夏季保温界限参数的标准房间夏季温度变化情况。

计算的边界条件：  
柏林气候

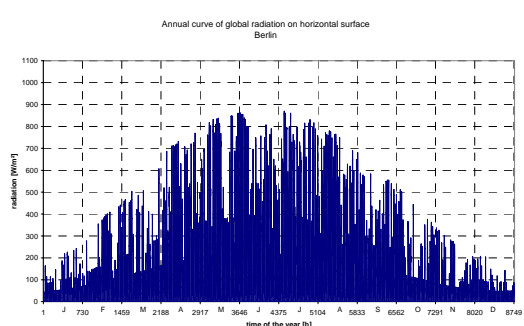
室外气温的年变化曲线图

柏林



建筑物水平表面总辐射的年曲线图

柏林



符合 4.5 章规定的标准房间

西立面外墙面 10 m<sup>2</sup>

轻质建筑结构

室内温度界限值 ≤ 27.0°C

与建筑物外立面相关的制冷能耗 = 0 kWh/a !

	g	Fc	外立面为玻璃系统
未经优化的建筑物	0,6	0,9	40 %
经过优化的建筑物 最低要求符合 DIN 4108 T2	0,6	0,45	40 %

依据 DIN4108 标准第二部分的证明结果：太阳辐射得热值  $S'_{opt}$

$S'_{opt}$	北	南	东	西
轻质建筑结构	2,1	1,1	1,1	1,1
重质建筑结构	3,1	1,8	1,8	1,8

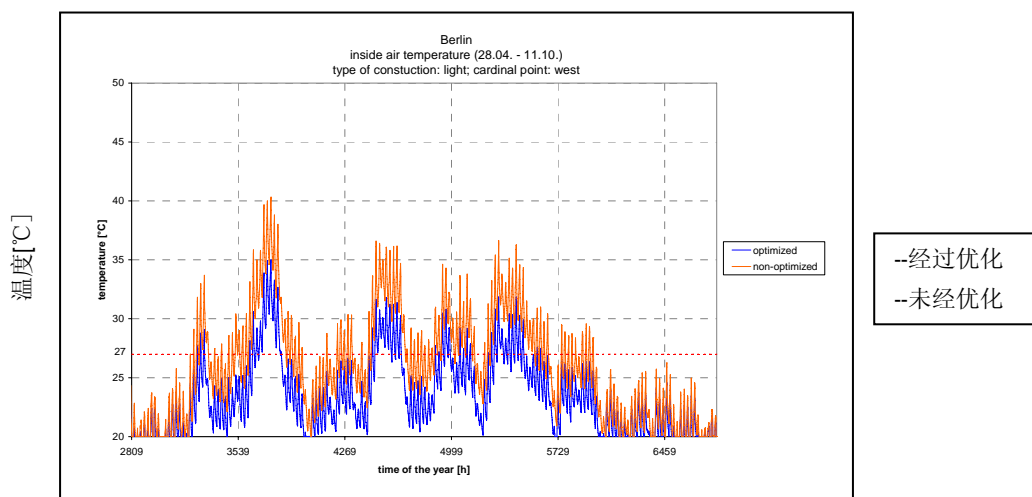
实例

$S' = A_G \cdot g \cdot F_c$	$S'$	$g$	$F_c$	外立面为玻璃系统
实例 1 – 轻质建筑结构	1,1	0,60	0,45	40 %
实例 2 – 轻质建筑结构	1,1	0,25	0,45	100 %
实例 1 – 重质建筑结构	1,8	0,60	0,45	67 %
实例 2 – 重质建筑结构	1,8	0,40	0,45	100 %

柏林

室内温度（4月28日—10月11日）

建筑类型：轻质建筑结构；基本方位：朝西



年小时数

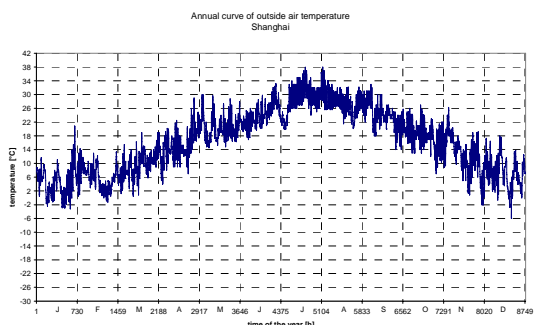
### 6.1.2 上海建筑物夏季温度变化实例

为说明与夏季温度变化的关系，我们按照下列边界条件对上海建筑物夏季温度变化情况进行了研究：

进行计算的边界条件：  
上海的气候

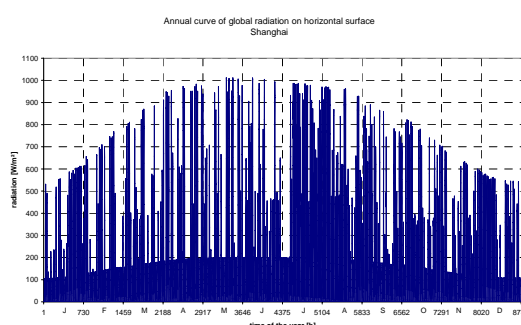
室外气温的年变化曲线图

上海



建筑物水平表面总辐射的年曲线图

上海



制冷期：从 4 月 28 日到 10 月 11 日（167 天）

符合 4.5 章规定的标准房间

西立面外墙面 10 m<sup>2</sup>

轻质建筑结构

室内温度界限值 ≤ 27.0°C

与建筑物外立面相关的制冷能耗 = 0 kWh/a !

	g	Fc	外立面为玻璃系统
未经优化的建筑物	0,85	0,8	40 %
经过优化的建筑物	0,40	0,25	40 %
最低要求符合 LEC			



模拟计算的结果：太阳辐射得热值 S'opt

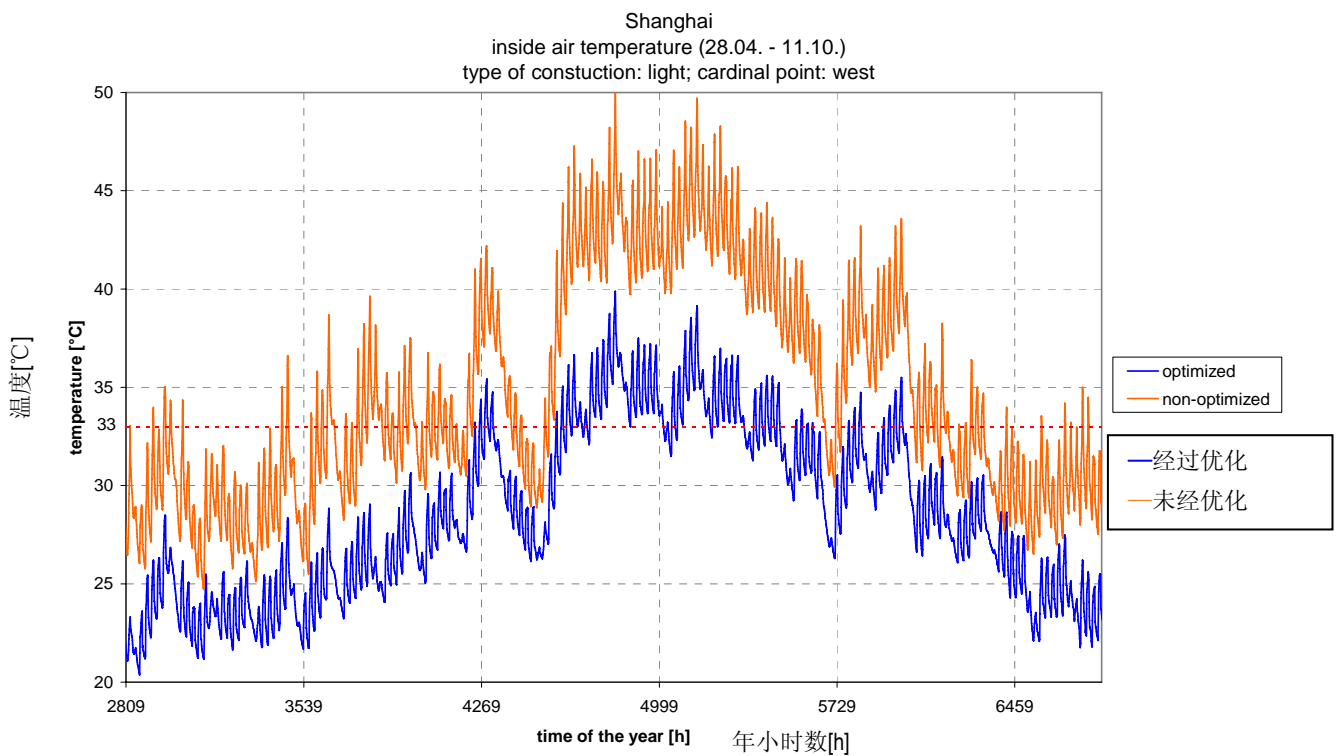
S'opt	北	南	东	西
轻质建筑结构	0,7	0,6	0,4	0,4
重质建筑结构	1,7	1,5	1,1	1,0

实例

$S' = A_G \cdot g \cdot F_c$	S'	g	Fc	外立面为玻璃系统
实例 1 – 轻质建筑结构	0,4	0,40	0,25	40 %
实例 2 – 轻质建筑结构	0,4	0,25	0,25	64 %
实例 1 – 重质建筑结构	1,0	0,40	0,25	100 %
实例 2 – 重质建筑结构	1,0	0,25	0,40	100 %

上海

室内温度（4月28日—10月11日）  
建筑类型：轻质建筑；基本方位：朝西

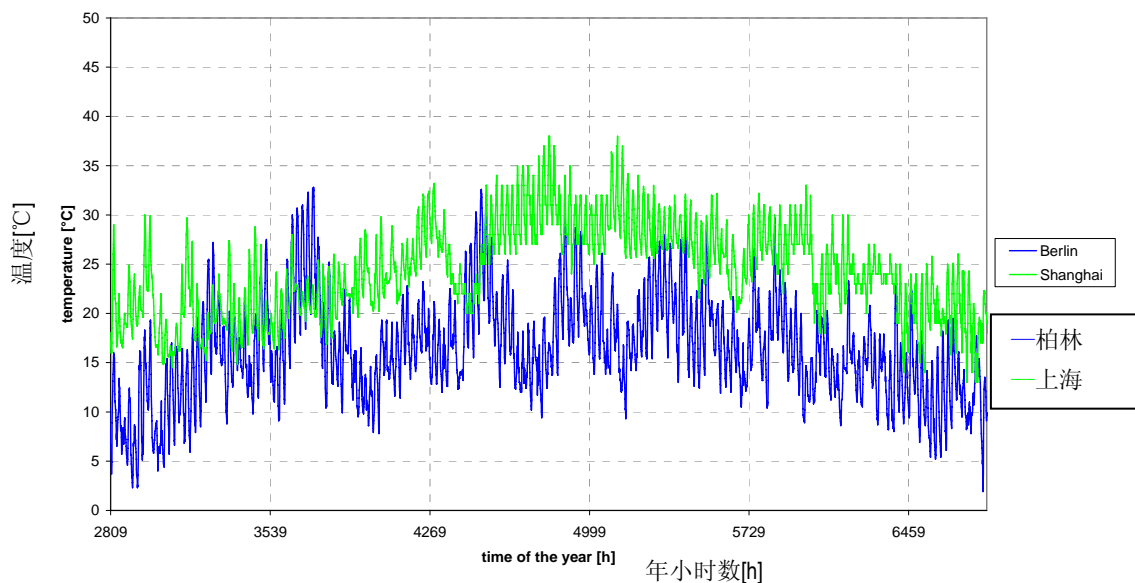


## 6.1.2 柏林和上海建筑物夏季温度变化的比较

进行计算的边界条件：  
上海和柏林的气候

室外气温的年变化曲线图  
(4月28日—10月11日)

Annual curve of outside air temperature  
(28.04. - 11.10.)



符合 4.5 章规定的标准房间

西外立面 10 m<sup>2</sup>

轻质建筑结构

室内温度界限值 ≤ 27.0°C 和 33.0°C

与建筑物外立面相关的制冷能耗 = 0 kWh/a !

经过优化的建筑物—要求符合 LEC

室内温度（4月28日—10月11日）  
建筑类型：重质建筑结构；基本方位：朝西

inside air temperature (28.04. - 11.10.)  
type of construction: heavy; cardinal point: west

