



低碳建筑的评价指标初探^{*}

同济大学 龙惟定[☆] 张改景 梁浩 苑翔 范蕊 白玮

摘要 提出用“建筑利用中的人均碳排放指标”和“建筑用能过程碳减排效率”对低碳建筑进行评价。指出建筑碳排放实质上是人的碳排放,建筑只是使用者的能耗平台。因此,对建筑碳排放的评价要用强度指标,即建筑使用者人均碳排放指标。而对建筑设备的碳排放评价,是一个投入产出分析过程,即投入隐含碳、间接碳和直接碳,产出“避免碳排放量”的效率。同时计算得出我国太阳能光伏发电的隐含碳排放量。

关键词 低碳建筑 评价指标 人均碳排放指标 碳减排效率 隐含碳排放 避免碳排放

Preliminary research on the evaluating indexes for low-carbon buildings

By Long Weiding[★], Zhang Gaijing, Liang Hao, Yuan Xiang, Fan Rui and Bai Wei

Abstract Proposes using the concepts of “per capita carbon emissions index for building usage” and “the efficiency of carbon mitigation for building usage” for assessing how low-carbon a building is. Points out that the carbon emission of a building is essentially from its occupants while the building is only a platform of energy consumption by the users. Therefore, in evaluating carbon emissions from buildings the intensity index-per capita carbon emissions index-should be accepted. And the evaluation of carbon emissions from building service system is an input-output analysis process where involving assessment of the efficiency of inputting the embedded carbon emission, indirect and direct carbon emission, and producing the “avoided carbon emissions” for buildings. Calculates the embedded life-cycle carbon emission of PV power in China.

Keywords low-carbon building, evaluation index, per capita carbon emission index, efficiency of carbon mitigation, embedded carbon emission, avoided carbon emission

★ Tongji University, Shanghai, China

①

1 低碳建筑

2009 年 12 月哥本哈根气候大会前后,“低碳”概念铺天盖地。很多人发出疑问:究竟什么是低碳建筑?它与建筑节能、绿色建筑和生态建筑有什么区别?

顾名思义,“低碳建筑”就是二氧化碳排放量低的建筑。对于“碳排放量低”也有两重理解:一是建筑使用过程中的低碳,主要就是建筑的能源利用,在这个意义上也可以说建筑节能是低碳建筑的一种体现;二是建筑全生命周期的低碳,包括了土地利用、材料选择、能源系统配置等。在建筑物整个生命周期中,使用过程的能耗与碳排放在各种损耗中所占比例最大,因此,建筑使用过程的节能对于实现低碳建筑是至关重要的。但建筑节能并不能

补偿或掩盖其他方面的不合理。现在也有一种观点把建筑整个生命周期分成“产品”和“使用”两个过程,各司其职、各负其责。建筑用什么材料、建设过程中消耗多少能源,由营造商负责,产品应有能效标识和碳排放标识,就像制造汽车、空调器一样,随着产品出厂其碳排放量也就固定下来了。而“使用”过程却受到许多因素的影响,两栋完全一样的建筑可以有完全不一样的使用能耗。

即便都考虑使用过程,低碳建筑与建筑节能在理念上也有一定区别:

建筑节能中的“节能 50%”和“节能 65%”是节能设计的计算依据。即建立一个“参照建筑”,其围

^{*} 科技部国家科技支撑计划项目“低碳社区建设关键技术集成应用示范研究”课题(编号:2009BAC62B03)

①☆ 龙惟定,男,1946 年 11 月生,硕士研究生,教授,博士生导师
200092 上海市四平路 1239 号同济大学中德工程学院
(021) 69586960
E-mail: weidinglong@tongji.edu.cn
收稿日期:2010-02-01

护结构保温隔热水平、暖通空调和照明设备能效均按我国 20 世纪 80 年代的水平选取。在同样的室内环境参数和暖通空调系统条件下,作全年逐时能耗计算。将参照建筑的能耗水平看作 100%,计算实际建筑采取节能措施和节能设计规定指标后的能耗,使其总体计算节能率保持 50% 或 65%。但实际上 20 世纪 80 年代的中国,空调远未普及,室内照度水平很低,除了北方有集中供热的城市外,多数建筑能耗水平极低。所以建筑节能是增量节能,即“少增加”而不是“少消耗”。因此,按“节能 50%”标准设计的建筑,如果运行管理不当,可能比“100%”建筑的能耗还要高;当然也可能实际能耗远远低于 50% 的计算值。

低碳建筑要实现的减碳是在某个“基准线”上的减碳。在哥本哈根全球气候变化大会上,中国政府承诺“到 2020 年,我国单位 GDP 二氧化碳排放量比 2005 年下降 40%~45%”,因为有 2005 年单位 GDP 二氧化碳排放量这一基准线,所以看上去是一个相对量指标,实际上是有实质减排量的。2005 年,我国 GDP 为 20 980 亿美元(折合 2000 年美元汇率),2005 年我国单位 GDP 的二氧化碳排放量为每美元 2.43 kg 二氧化碳当量。因此,2020 年每美元 GDP 的碳排放量应为 1.34~1.46 kg 二氧化碳当量。如果我国保持 8% 以上的 GDP 增速,这一实质减排的总量是巨大的,光靠增量减排是远远不够的。

具体到建筑领域,建筑的“产品”阶段是产生 GDP 的,尤其在在我国城市中,房地产在 GDP 中所占份额很大。根据一份报告,房地产业占到 GDP 的 6.6% 和国内投资的 1/4^[1]。但房地产作为一个产业,它的产品——建筑,是没有什么严格的质量评价标准的。你能区分出售价 3 万元/m² 的住宅与售价 3 千元/m² 的住宅价值上相差 10 倍的质量差别吗?你能说出价值 3 万元/m² 的建筑的质量标准高在哪里吗?如果用单位 GDP 碳排放来评价,就会出现房价越高越“低碳”的怪现象。解决的途径是实现建筑的工业化生产。建筑的所有构件都在工厂流水线上预制,现场只是装配作业。只有像造汽车那样地造房子,才有可能根本解决建筑节能问题,才有可能控制建筑产品的碳排放,也才有可能建立建筑物碳排放的基准线。就是说,建筑作为产品的碳排放评价必须是可测量和可报告的。

在建筑的“使用”阶段,除了工业建筑和商用建筑外,住宅和公共建筑是不产生 GDP 的。只能用实物减排量。但随之而来的问题就是,用什么指标评价建筑使用中的碳排放?如何建立住宅和公共建筑的基准线?笔者认为,当务之急是解决第一个问题,解决建筑的碳评价即“什么样的建筑是低碳建筑”的问题,至少是量化所谓“低碳”的概念。在此基础上才有可能解决第二个问题。由于影响因素很多,我们的基础工作很差,距离建立建筑使用过程碳排放基准线还有很长的路要走。尽管国家投入很大,对公共建筑和住宅能耗做了大量统计、审计和监测工作,但数据是不透明的,而且有缺口(比如缺集中供热的能耗数据)。所以,迄今还有人在说中国的建筑能耗是发达国家的“几倍”。笔者很担心,最终我们的建筑运行的碳排放基准线又会去“拷贝”外国的标准。因此,第二个课题要引起决策部门的高度重视,要花大力气去研究。

2 建筑碳排放的评价指标

建筑碳排放实质上是人的碳排放,人通过使用建筑、消耗能源而排放二氧化碳。建筑只是人(使用者)耗能的平台。对建筑碳排放的评价,要用强度指标,即建筑使用者人均碳排放指标。建筑的碳排放源有两个,即土地利用和能源利用。

2.1 在土地利用中,新开发的土地使大量原来作为碳汇的植被被破坏,原先能够作为碳中和的农田被占后不能复原;旧城改造的土地,大量拆除的旧建筑和由此产生的建筑垃圾也会产生碳排放。我国建设用地的碳排放强度达到 204.6t(CO₂当量)/hm²。中国拥有世界上最庞大的人口,人口密度为 138 人/km²,在世界上排在第 11 位。但几乎有一半土地是非宜居的。但目前我国城市人均用地面积达到 133 m²/人,远远高于发达国家人均 82.4 m²/人和发展中国家人均 83.3 m²/人的水平^[2];我国城市的平均容积率为 0.33,我国香港的容积率为 2.0,而国外城市的容积率一般都在 2.0 以上^[3]。以上海为例,尽管市中心(外环内)人口众多(13 831 900 人),在世界上排在第 2 位,但人口密度仅为 7 174 人/km²,远比不上东京的 14 151 人/km² 和纽约的 10 452 人/km²。上海的拥挤、交通堵塞和空气污染却都显得比东京、纽约等城市更为严重。主要原因在于:1) 空间利用不合理;2) 公共交通不发达;3) 由于房地产泡沫,市中心区大

量住房空置,或用于“炒房”而并不住人,使得城市中心“空心化”。这就迫使城市像“摊大饼”式地扩张,不断侵占耕地,将碳汇变成碳源。

与此同时,发展商却对低密度住宅情有独钟,户型 500 m² 以上的别墅豪宅比比皆是。具有讽刺意味的是,越是豪宅,越想戴“绿”帽子,越“敢”用新技术。如果我们只用单位建筑面积能耗来评价,就会出现很不合理的结果。举例来说:

1) A 家庭三口人,巨富,有多处房产。其中有一面积 500 m² 的远郊别墅,只是双休日度假居住。10 台空调,48 h 连续开启,能耗 480 kWh,单位面积能耗 0.96 kWh/m²。

2) B 家庭三口人,年轻白领,仅一处“蜗居”,50 m² 一居室,全年居住。1 台空调,因为有个初生婴儿,每天空调都得连续使用,每周使用 168 h,总能耗 168 kWh,单位面积能耗高达 3.36 kWh/m²,远高于 A。但如果我们看人均能耗,则 A 家庭远高于 B 家庭。

仅看单位面积能耗(碳排放)有很大局限性。它可以在模拟分析中用来作能耗比较,但不能仅用单一的单位面积实际能耗值来判断建筑物是否节能。可持续发展的一个基本原则就是公平性原则,即在满足人人享有基本人文需求的前提下,限制奢侈性和浪费性排放、保证“地球 2℃ 温升和大气二氧化碳浓度不超过 450 ppm”的气候目标的实现,达到代内公平与代际公平。我国学者提出以大气中 CO₂ 体积分数 450×10^{-6} 为目标,以 1900—2050 年的人均累积碳排放量为基础,得出国家碳预算(即未来允许排放量),从而界定各国排放量限额,并作地理因素、气候因素和资源禀赋调整的碳排放额度分配方案,就充分体现了公平性原则。因此,用人均占有建筑面积(m²/人)能够比较合理地反映土地利用的合理性。

2.2 在能源利用中,有两方面问题。第一,能源低碳化,即能源结构的低碳,需要在城市和社区层面解决。根据研究^[4],消耗每 t 标准煤的碳排放系数 K(当量 CO₂)为

$$K = \alpha \times 3.765 + \beta \times 1.432 + \gamma \times 0.912 + \delta \times 0.0 \quad (1)$$

式中 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 分别为煤炭、石油、天然气和无碳可再生能源占总能源消费的比例, $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1$ 。

要降低 K 值,可以采取以下措施:

1) 降低煤炭、石油在能源消费中的比例(降低 α 和 β 值);

2) 改善能源转换技术,降低碳排放(降低 α, β 和 γ 值,直至为零);

3) 适当增加天然气比例(提高 γ 值);

4) 大大增加无碳可再生能源(风、光、核、水)规模化应用比例(提高 δ 值)。

对于建筑而言,处于能源供应链末端,要采取前两项措施不很现实。比较可行的是在社区层面采用基于天然气的或基于生物质气的热电冷联供,或在社区层面采用低品位热能的集成应用和太阳能光伏光热系统的集成应用。

另外,能源使用碳排放的减量化。即将提高需求侧(终端)能源利用率以及采用被动式技术从而节约下来的能源统一作为一种替代资源看待,即“零碳”排放的虚拟能源,如图 1 所示。

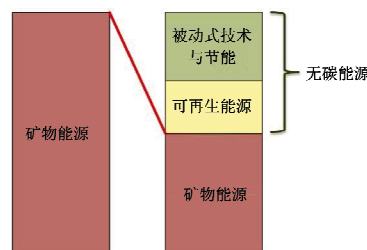


图 1 节能作为一种“零碳”的替代资源

2.3 气候修正。保障室内热环境(供热供冷)是建筑耗能的主要原因。但供热供冷能耗在很大程度上受气候因素的制约。例如,哈尔滨的供热量日数(5 032℃·d)远高于纬度更高的德国汉堡的供热量日数(3 073℃·d),因此,从气候因素来说,如果哈尔滨的供热能耗高于汉堡是理所当然的。需要对人均碳排放量作气候修正。

2.4 从以上论述可以得到建筑利用中的人均碳排放指标:

$$C = CA \cdot PA \cdot DDR \quad (2)$$

式中 C 为人均碳排放指标,kg(当量 CO₂)/人; CA 为单位建筑面积能耗碳排放量,kg(当量 CO₂)/m²,由单位面积全年能耗量 EA (折合标准煤 kg/(m²·a))转换得来,即 $CA = K \cdot EA \cdot 1\,000$; PA 为建筑使用者平均占有的建筑面积,m²/人; DDR 为当地的相对供热供冷度日数,℃·d。

相对供热量日数:

$$DDR_h = \frac{HDD_B}{HDD_L} \quad (3)$$

式中 HDD_B 是北京的以 $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为基准的供热量日数, $HDD_B = 2\,699\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$; HDD_L 是当地供热量日数。

相对供冷度日数:

$$DDR_c = \frac{CDD_s}{CDD_L} \quad (4)$$

式中 CDD_s 是上海的以 $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为基准的供冷度日数, $CDD_s = 2\,073\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$; CDD_L 是当地供冷度日数。

从而得到:

$$DDR = DDR_h \cdot DDR_c \quad (5)$$

选择北京的供热量日数和上海的供冷度日数作为基础值,是因为北京和上海的地理位置比较适中,相应的度日数也比较适中,使 DDR 值可能大于 1 也可能小于 1。这样就可以在不同城市之间进行建筑碳排放的比较。

3 建筑用能设备的碳排放评价

建筑使用过程中的碳排放主要来自用能设备的能源消耗。一栋建筑,如果只是围护结构的空壳,无人居住、无视室内环境、没有任何用能设备,那就是一栋“零能耗”建筑、“零碳”建筑。因此,在现代城市中,追求“零能耗”建筑是没有意义的。但可以有“净”零能耗建筑和“碳中和”建筑。所谓“净”零能耗建筑,即建筑物用可再生能源自行生产的电力与外部提供给它的来源于矿物能源的电力基本持平,建筑物从大电网上取多少电,就用可再生能源“还”回去多少电。碳排放量与减排量基本相等。

低碳能源系统的目标是要实现 3D,即降低碳排放、降低集中度、降低需求(decarbonization, decentralization and demand reduction)。前两个 D 需要通过城市能源结构的改变、区域或楼宇的分布式能源系统的配置来实现;后一个 D 需要通过提高用能设备效率、强化节能措施来实现。因此,建筑用能设备能源消耗的碳排放,也就分成两个部分:

1) 能源供应。又分成三种情况,一是城市能源(煤、天然气、石油)直接驱动用能设备,会直接产生碳排放;二是使用火力发电的电力,间接产生碳排放;三是利用区域或楼宇分布式能源系统就地驱动用能设备。分布式能源中又包括了可再生能源(如太阳能和风能)和热电冷联供(利用天然气或生物质气)。前者在使用过程中没有碳排放,但在这

些产能设备的寿命周期中有“隐含碳排放(embedded carbon emission)”,即设备制造中“预支”的碳排放。后者无论是用天然气还是用生物质气,用燃气发动机还是用燃料电池,其能量转换过程中仍然有直接碳排放(见图 2)。

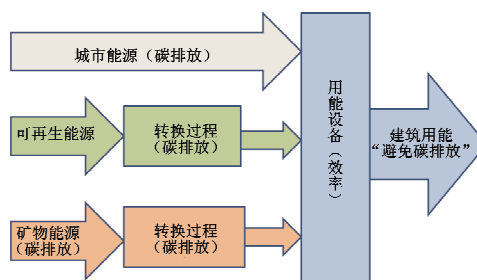


图 2 建筑能源系统的碳投入产出过程

2) 建筑用能设备。其能源效率的高低决定最终碳排放量的大小。当然碳排放量的大小是相对而言的,对于供冷供热系统,以普通电力驱动的空气源冷水机组($COP=2.6$)作为冷源的比较对象;以燃煤供暖锅炉(热效率 60%)作为热源的比较对象。假定各种冷热源的末端系统的能源效率、输送系数是一样的。由此得出的冷热源的排碳量与比较对象相比所得到的减排量,被称为“避免碳排放量(avoided CO_2 emission)”。

因此,建筑设备的碳排放评价,是一个投入产出分析过程,即投入隐含碳、间接碳和直接碳,产出“避免碳排放量”的效率。定义评价建筑用能过程碳减排效率为

$$ECM = \frac{100ACE}{EC + IC + DC} \quad (6)$$

式中 ECM 为碳减排效率(efficiency of carbon mitigation),%; ACE 为避免碳排放(avoided carbon emission)量, kg; EC 为隐含碳排放(embedded carbon emission)量, kg; IC 为间接碳排放(indirect carbon emission)量, kg; DC 为直接碳排放(direct carbon emission)量, kg。

间接碳排放主要来自电力。2007 年我国电力结构中,77.8%是火力发电;而火力发电的燃料结构以煤为主,占了 90%以上。因此,我国电力的间接碳排放量很大。我国发电平均碳(CO_2 当量)排放强度为 $0.86\text{ kg}/(\text{kWh})^{[5]}$ 。而日本是 $0.418\text{ kg}/(\text{kWh})$,德国是 $0.497\text{ kg}/(\text{kWh})$,美国是 $0.625\text{ kg}/(\text{kWh})$ 。

直接碳排放量主要来自现场产能(如热电冷联供)中燃料的直接燃烧(见表 1)。

表 1 各种燃料的碳排放系数

燃料	碳(CO ₂ 当量)排放强度
天然气	0.19 kg/(kWh)
液化石油气	0.21 kg/(kWh)
民用燃料油	0.27 kg/(kWh)
煤	0.32 kg/(kWh)
木材(可再生的)	0.0 kg/(kWh)
汽油	2.30 kg/L
柴油	2.63 kg/L

表 2,3 分别给出了不同冷热源设备供热供冷的碳排放量。第 1 行数字是基准排放量。例如,用地源热泵供热的碳减排效率为:(5.34 kg-2.15 kg)/2.15 kg=1.48,即 148%。

表 2 各种能源末端供热的碳排放比较

—(二)次能源		一次能效/%	10 kWh 供热排放 CO ₂ 当量/kg	碳减排效率 ECM/%
煤锅炉	燃煤	60	5.34	0
燃气锅炉	天然气	90	2.10	154
电锅炉	全国发电平均碳排放		8.6	-38
空气源电动热泵 COP=3.0	全国发电平均碳排放		2.87	86
	天然气发电 NGCC	171	1.10	385
	燃煤发电 IGCC	165	1.94	340
地源热泵 COP=4.0	全国发电平均碳排放		2.15	148
	天然气发电 NGCC	228	0.82	551
	燃煤发电 IGCC	220	1.45	268
燃气热泵 COP=3.5	天然气	160	1.19	349
直燃机	天然气	90	2.10	154
热电联产+ 电力驱动热泵	天然气	162	1.17	356

表 3 各种能源末端供冷的碳排放比较

—(二)次能源		一次能效/%	10 kWh 供冷排放 CO ₂ 当量/kg	碳减排效率 ECM/%
空气源电动制冷机 COP=2.6	全国发电平均碳排放		3.31	0
	天然气发电 NGCC	148	1.28	159
	燃煤发电 IGCC	143	2.24	48
地源热泵供冷 COP=4.5	全国发电平均碳排放		2.22	49
	天然气发电 NGCC	256	0.74	347
	燃煤发电 IGCC	247	1.30	155
水冷离心式制冷机 COP=6.0	全国发电平均碳排放		1.46	127
	天然气发电 NGCC	342	0.56	491
	燃煤发电 IGCC	330	0.97	241
燃气热泵 COP=3.5	天然气	160	1.19	178
直燃机	天然气	130	1.46	127
热电联产(发动机) +电力驱动离心 制冷机+单效吸 收式制冷机	天然气	240	0.79	319

从表 2,3 可以看出,对各种节能技术要根据其能源的来源确定其是否减碳。比如地源热泵技术,其夏季 COP 低于水冷离心机,节能优势主要在冬

季(与锅炉相比)。而在减排方面,可以用一个实例来分析其特点。

上海某大型项目,其运行时间折合成当量满负荷时间供冷为 1 331 h,供热为 702 h。以常规冷热源作比较,结果见表 4。

表 4 常规冷热源与地源热泵的比较

		常规方案 1		常规方案 2	地源热泵
		离心式 制冷机	燃气 锅炉	空气源 冷水机组	燃煤 锅炉
供冷工况(当量满 负荷 1 331 h)	COP	6.0		2.6	4.5
	承担 10 kW 负荷耗 电量/(kWh)	2 218		5 119	2 958
	常规电力碳排放量 (CO ₂ 当量)/kg	1 907		4 402	2 544
供热工况(当量满 负荷 702 h)	COP		90% (效率)		60% (效率)
	承担 10 kW 负荷耗 电量/(kWh)				1 755
	碳排放量(CO ₂ 当 量)/kg		1 474		2 246
10 kW 负荷总计碳排放量(CO ₂ 当量)/kg		3 381		6 648	4 053

从表 4 可见,地源热泵与离心机+天然气锅炉的常规冷热源方案相比并无优势。常规方案 1 与 2 相比,前者碳减排效率 ECM=97%;而地源热泵方案与方案 2 相比,其碳减排效率 ECM=64%。

地源热泵的节能减排优势在冬季供热时。在本质上,地源热泵利用的是夏储冬用的土壤蓄热,就像蓄电池,要有外部能量充电,才能放电利用。土壤本身并不会“生产”能量,它与来自地球内部熔岩并作为可再生能源的地热能不一样。既然是“蓄电池”,它就不可能“取之不尽、用之不竭”。它的蓄热能力除了与土壤热特性有关外,还与使用强度有关。就像手机电池,可以待机(不使用)上百小时,也可以在数小时之内(打爆)消耗殆尽。因此,在低碳建筑评价中,千万不要重蹈“凡利用地源热泵的建筑就是节能建筑”的覆辙。对地源热泵的应用要充分发挥其冬季节能减排的作用,要根据供热负荷确定地源热泵的容量。

常用的可再生能源设备在寿命周期中都有隐含碳。隐含碳的量值与很多因素有关。以光伏电池为例,从光伏的基片生产、光伏电池的装配,到光伏电池的安裝维护,都需要耗能,自然就有碳排放。其寿命周期的某些过程不一定耗能,但需要花钱,金钱来自 GDP,所以钞票也能折算成碳排放。尤其在我国,能耗碳排放和单位 GDP 碳排放尚处于高位。根据笔者研究,在太阳能辐射量不高的地区,使用光伏电池的碳减排效率相对较低(见表

5)。碳减排效率的提高,有赖于光伏电池制造工艺的改进和发电效率的提高。

表 5 某标称功率 18.3kW 的光伏系统的碳减排效率
(寿命周期 20a)

当地太阳能年辐射量/发电量 ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)	单位发电量的隐含碳 (kWh/a)	单位发电量的隐含碳 (CO_2)/(kg/(kWh))	光伏发电的 CO_2 减排量/(kg/(kWh))	碳减排效率 ECM/%
1 440	15 600	0.287	0.573	200

可再生能源的隐含碳是一个因地而异的参数。我国生产的光伏电池 90% 以上出口到国外,其隐含碳排放理应算到终端消费头上。否则,中国就是在做“舍己为人”的事情,增自己的碳,减别人的碳,还要动不动受到别人的攻击和制裁。

图 3 是国外研究者关于可再生能源隐含碳的统计结果^[6]。

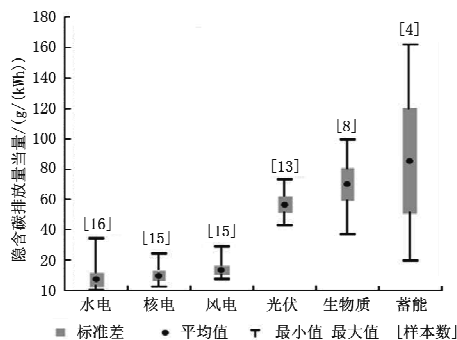


图 3 可再生能源单位发电的隐含碳排放

4 结论

低碳建筑需要有科学合理的评价指标,低碳建筑要有技术的和人文的内涵,否则低碳建筑就成为新一轮炒作的对象。低碳建筑的概念出现不过短短一两年,笔者已经见到所谓“低碳豪宅”的广告。毋庸置疑,“豪宅”肯定是高碳的,它占用了更大的土地、消耗了更多的资源。用“低碳”来为豪宅作幌子,如果不是无知,那就是别有用心。千万不要把低碳建筑异化为房地产泡沫的助推剂。

· 会讯 ·

“第六届国际绿色建筑与建筑节能大会暨新技术与产品博览会”即将召开

“第六届国际绿色建筑与建筑节能大会暨新技术与产品博览会”由中国城市科学研究会、中国绿色建筑委员会主办,将于 2010 年 3 月 29—31 日在北京国际会议中心召开。大会将主要交流国内外绿色建筑与建筑节能的最新成果、发展趋势、成功案例,研讨绿色建筑与建筑节能技术标准、政策措施、评价体系、检测标识,分享国际国内发展智能、绿色建筑与建筑节能工作的新经验。大会同期举办的“绿色建筑和建筑节能新技术与产品博览会”将展

笔者通过建筑利用中的人均碳排放指标和建筑设备用能过程碳减排效率来评价低碳建筑,充分考虑了土地利用、能源利用和建筑使用者等影响建筑碳排放的主要因素。其中,人均碳排放指标越小越好,碳减排效率越大越好。但要用指标来鉴别建筑是否低碳,即设定指标的阈值,还需要作进一步研究,也是我们今后研究的方向。

参考文献:

- [1] 中国青年报, 迪拜房地产危机的危险信号[N/OL]. [2009-12-17]. <http://news.xinhuanet.com/>
- [2] 樊志全. 我城市人均用地面积超国标 1/3[R/OL]. <http://finance.people.com.cn/GB/1037/4473961.html>
- [3] 国土资源部. 中国城市人均建设用地居世界之首[N/OL]. <http://www.chinagate.com.cn/>
- [4] 梁朝晖. 上海市碳排放的历史特征与远期趋势分析[J]. 上海经济研究, 2009(7): 79-87
- [5] 国家发展改革委员会应对气候变化司. 关于公布 2009 年中国低碳技术化石燃料并网发电项目区域电网基准线排放因子的公告[R], 2009
- [6] Daniel Weisser. A guide to life-cycle greenhouse gas (GHG) emissions from electric supply technologies[J]. Energy, 2007, 32(9): 1543-1559
- [7] 龙惟定, 白玮, 梁浩, 等. 从建筑节能走向低碳建筑[J]. 建筑经济, 2010(2)
- [8] 龙惟定, 白玮, 范蕊. 低碳经济与建筑节能发展[J]. 建设科技, 2008(24): 15-20
- [9] 龙惟定, 白玮, 梁浩, 等. 低碳城市的能源系统[J]. 暖通空调, 2009, 39(8): 70-84
- [10] 龙惟定, 白玮, 梁浩, 等. 低碳城市的城市形态和能源愿景[J]. 建筑科学, 2010, 26(2)
- [11] The International Energy Agency(IEA). Key world energy statistics 2007[EB/OL]. <http://www.iea.org/>

示国内外建筑节能、绿色建筑、智能建筑和绿色建材的最新技术成果与产品应用实例,展示内容涉及建筑节能、生态环保、智能建筑、既有建筑节能改造、绿色照明、绿色施工、绿色房地产、可再生能源在建筑中的应用、大型公共建筑节能运行管理、新型绿色建材等方面的新技术与产品。

(本刊摘自 www.mohurd.gov.cn/zcfg/qtwj/201002/t20100205_199605.htm)