

建筑碳排放计算导则

(试行)

广东省住房和城乡建设厅

2021年12月

前 言

为贯彻国家有关应对气候变化和节能减排的方针政策，助力广东省城乡建设领域碳达峰工作，规范建筑碳排放计算方法，广东省住房和城乡建设厅组织编制了《建筑碳排放计算导则（试行）》，指导建筑碳排放计算。

编制组通过广泛调查研究，开展专题讨论，借鉴国内外建筑碳排放相关的计算方法，在广泛征求意见的基础上，编制形成本导则。

本导则按照建筑领域碳排放计算边界，给出了建造、运行、拆除三个阶段的碳排放核算方法，若要计算建筑全生命期的碳排放，则建材生产及运输阶段的碳排放可参考国家标准《建筑碳排放计算标准》（GB/T 51366-2019）的规定计算。此外，本导则既可用于已建成建筑的碳排放计算，也可用于设计阶段的建筑碳排放估算。

本导则由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由广东省建筑科学研究院集团股份有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄至广东省建筑科学研究院集团股份有限公司（联系地址：广东省广州市先烈东路 121 号，邮政编码：510500，联系电话：020-87254765）。

目 录

1 名词与术语.....	1
2 建筑碳排放清单与指标.....	2
2.1 建筑碳排放清单.....	2
2.2 建筑碳排放评价指标.....	3
3 建筑碳排放核算方法.....	5
3.1 建筑建造阶段碳排放 CJZ 核算.....	5
3.2 运行阶段碳排放 CM 核算.....	7
3.3 拆除阶段碳排放 CCC 核算.....	9
3.4 碳汇量 Cp 核算.....	9
附录 1 各类能源碳排放因子.....	11
附录 2 建筑能耗模拟示例.....	12
附录 3 碳汇相关数据.....	16
附录 4 建筑碳排放计算与评价示例.....	19
附录 5 参考文献.....	21

1 名词与术语

1.1.1 建筑碳排放 building carbon emission

建筑物在与其有关的建造及拆除、运行阶段产生的二氧化碳排放量。

1.1.2 碳排放因子 carbon emission factor

将能源与材料消耗量与二氧化碳排放相对应的系数，用于量化建筑物不同阶段相关活动的碳排放。

1.1.3 建筑碳汇 carbon sink of buildings

在划定的建筑物项目范围内，绿化、植被从空气中吸收并存储的二氧化碳量。

1.1.4 计算边界 accounting boundary

与建筑物建造及拆除、运行等活动相关的二氧化碳排放的计算范围。

2 建筑碳排放清单与指标

2.1 建筑碳排放清单

2.1.1 建筑碳排放内涵与外延

建筑碳排放的计算边界，依据不同的参考对象，具有不同的划分和描述，本导则按照广东省发展和改革委员会初步划分的建筑领域碳排放计算边界，将建筑碳排放定义为建筑在建造、运行、拆除三个阶段产生的碳排放。其中建筑建造所需的混凝土以及装配式构建生产过程产生的碳排放包含在建造阶段的碳排放中。

碳排放来源主要来自燃料燃烧释放等。严格来看，通常建筑本体（不包括建筑内的生产生活）直接碳排放量较少，主要为间接碳排放。从碳排放源来看，建筑全生命期的碳排放主要包括几个方面：一是建筑材料、设备的生产、运输过程的化石能源消耗和能耗；二是建筑建造阶段的碳排放；三是运行阶段的碳排放；四是建筑拆除阶段的碳排放。

若实际工程中需要需要计算建筑全生命期的碳排放，则建材生产及运输阶段的碳排放可参考国家标准《建筑碳排放计算标准》（GB/T 51366-2019）^[1]的规定计算。

2.1.2 建筑碳排放清单总表

本导则约定碳排放核算的最大足迹范围为营造人员正常生活与活动的具体建筑所造成的相关活动。结合建筑碳排放源分析，本导则列出的建筑碳排放清单见表 2.1-1。

表 2.1-1 建筑碳排放清单

阶段	分类	释义
建造阶段	施工 CJZ	建造过程碳排放
运行阶段	运行 CM	运行过程碳排放
拆除阶段	拆除 CCC	拆除过程碳排放
/	碳汇 Cp	绿化、水体碳汇

2.2 建筑碳排放评价指标

2.2.1 建筑碳排放评价指标体系

从严格意义上说，大部分建筑碳排放是来源于运行阶段，而建筑类型的多样性决定了建筑碳排放必然涉及到较多的角度与层面。

指标的建立，考虑了以下几个方面的因素。

(1) 阶段划分。本导则规定的建筑碳排放可分为建造、运行、拆除几个阶段，碳排放指标应考虑各阶段的碳排放量，从建筑阶段确立相应的核算边界。

(2) 领域范畴。建筑碳排放涉及到众多的行业领域，如装配式构建主要由制造业完成，施工则涉及到建筑业，在建筑使用过程的碳排放则主要是由电力供应引起。因此，建筑碳排放实质是建筑活动造成的多个产业领域内的碳排放总和。

(3) 实施管理。低碳指标的确定最终目的是促进建筑领域内碳排放的整体降低，因此必须考虑指标的可执行性，尽量能纳入规划、建筑管理法规政策中。

建筑碳排放评价指标，包括总量指标和单位指标，见表 2.2-1。

表 2.2-1 碳排放评价指标表

类型	名称	核算范围
总量指标	TCEB 建筑外延碳排放	CJZ+CCC
	TCEU 建筑运行碳排放	CM
	TCEL 建筑总体碳排放	CJZ+CM+CCC-C _p
单位指标	ICEA 单位面积碳排放	TCEL/AREA
	ICEB 单位面积年度碳排放	(CM (考核年度) -C _p (考核年度)) / AREA

2.2.2 总量指标

1. 建筑运行碳排放

指建筑在整个使用周期内的碳排放总量，对应表 2.1-1 中的 CM。该指标需要考察建筑使用寿命，考虑碳排放来自建筑使用中必须的能源使用过程中的直接碳排放和能耗折算碳排放。该指标值可提供与建设主管部分，并入建筑能耗监测、统计等管理活动中。需要说明的是，如果只需要考察建筑某一个运行年度的碳排放，则只需要按照建筑该年度的能源实际使用量计算碳排放即可。

2.建筑外延碳排放

指建筑使用过程之外各阶段的碳排放总量，主要为建筑工程活动的碳排放，对应表 2.1-1 中的 CJZ、CCC，包括建筑建造以及拆除的碳排放。这部分碳排放的总量是短期内发生，且主要发生于建筑使用前期及后期。

3.建筑总体碳排放

建筑使用周期的碳排放综合，即表 2.1-1 中的 CJZ、CM、CCC 几个阶段碳排放总和，再扣除建筑使用过程中的碳汇量 C_p ，得到的碳排放值。

2.2.3 单位指标

单位面积碳排放（ICEA）：指单位建筑面积的总体碳排放量，推荐核算值为建筑总体碳排放除以建筑面积。

单位面积年度碳排放（ICEB）：指某个考核年度的单位建筑面积碳排放量，用该年度建筑的运行碳排放量扣除年度碳汇量，所得净碳排放量除以建筑面积得到。

3 建筑碳排放核算方法

3.1 建筑建造阶段碳排放 CJZ 核算

建筑建造阶段的碳排放，指建筑建造过程的综合碳排放。建筑建设工程，一般分为基础工程、装修工程、结构工程、安装工程、场地运输、施工临设 6 大分部工程。如果按照建筑工程分项建立碳排放核算清单，过程比较繁复，且基础数据很难获得，操作性较弱。建筑建造阶段的碳排放主要来自三个方面：一是部分建材加工能耗，包括混凝土的加工，以及装配式建筑预制构件生产加工产生的碳排放，二是施工人员在场地工作生活产生的碳排放，包括工棚空调、照明等；三是施工能耗，包括施工设备的使用电耗、油耗等。

(1) 公式

建造阶段碳排放计算，指各种能耗折算成碳排放的量。能耗主要包括电、气、油、煤等几个方面。

公式为：

$$CJZ = \sum_{i=1}^n (E_i \times Q_i)$$

其中， E_i 为第 i 种能源的使用量， Q_i 为第 i 种能源的碳排放因子。

(2) 释义

建筑建造期的能耗，主要指建筑部分建材生产加工、施工办公活动、施工场所产生的能耗。从具体的消耗类型来看，包括以下几个方面：

①混凝土加工消耗的能源

包括上料、配料、搅拌、下料等过程产生的电力、燃油、煤气、天然气等能源消耗。

②装配式建筑预制构件生产加工消耗的能源

包括预制构件生产过程消耗的电力、柴油、汽油等能源，不包括预制构件原材料生产消耗的能源。若工程没有采取装配式构件，则本部分能源消耗为零。

③施工人员工作生活消耗的能源

主要包括施工人员工作生活所在的工棚、办公场所等场地产生的能源消耗，如采暖空调电耗，照明电耗等。

④施工设备消耗的能源

指建筑施工过程中的施工设备产生的电力、柴油、汽油、煤气、天然气等能源形式的消耗。

建筑建造阶段的碳排放总量为上述几个方面的各类能源消耗量乘以对应的碳排放因子之和。

(3) 核算办法

①基于实际施工能源消耗数据计算碳排放

方法一：通过调取施工能源消耗台账对施工过程各类能源消耗实物量进行统计，并计算对应碳排放量。此方法适用于施工单位有较好的节能意识和管理制度，建立了施工全过程的各类能源消耗台账的工程项目。

方法二：如果项目没有建立施工能耗统计台账，则可按照以下方法统计各类能源消耗数据。对于电力消耗，可对施工场地安装的临时电表进行抄表统计，或者通过电表号向供电局调取用电量数据，还可以通过调取项目管理部每月缴纳的电费清单进行用电量统计。对于其他一次能源，如油、气等，可通过调取项目管理部对于相关能源购买及使用的进出库记录统计对应的使用量。

②基于施工能耗估算值计算碳排放

对于未进行施工的项目或者相关建造阶段的能耗数据较难获取的项目，可以采用下列方法对建造过程各类能源的消耗量进行估算，从而计算建造阶段的碳排放量。

方法一：施工能耗定额法。如对于施工人员的工作生活用能，可以通过估算施工人员数量评估所需要的办公场地建筑面积，然后按照40kWh/(m²·a)的单位面积电耗估算办公场地的用电量。对于施工设备的用能碳排放核算，可通过统计施工器械设备的台班数量，并利用施工台班的碳排放定额进行计算，计算公式如下：

$$CJZE = \sum_{i=1}^n Q_i \sum_{j=1}^N [|U_{j,i}| \times Q_{j,i}]$$

CJZE 为施工器械设备用能碳排放量， Q_i 为第 i 种能源的碳排放因子，请参见附录 1。 $|U_{j,i}|$ 使用第 i 种能源的第 j 种设备的班台量， $Q_{j,i}$ 为使用第 i 种能源的第 j 种施工机械设备的耗能定额， n 为共使用的能源种类数， N 为共使用的机械种类数，具体可参考《全国统一施工机械台班费用定额》¹。

¹ 文献[6]将建筑物按照不同分布分项工程项工程统计不同分部工程单位工程所使用机械，

方法二：工程预算决算书法。对于建筑施工资料较为缺少的工程项目，若上述几种方法中所需要的数据都无法获取，可以通过检索立项阶段的投资估算、初步设计阶段的设计总概算、技术设计阶段的修正总概算、施工图设计阶段的施工图预算、工程招标阶段的合同价、合同施工的结算价以及竣工验收的竣工决算报告等文件内包含的电耗以及化石能源用量，推算建造阶段的碳排放量。一般情况下，最新的计价文件的数据更为接近实际情况。

方法三：经验公式法。此方法为颗粒度最粗的建造阶段碳排放量估算方法，只适用于没有任何建筑建造阶段的能耗相关的数据，但仍需进行建造阶段碳排放核算的工程项目。该方法通过经验公式估算建筑的单位面积建造碳排放量，再结合建筑面积计算出整个建造过程的碳排放总量估算值。经验公式如下：

$$Y=X+1.99$$

其中，X 为地上层数，Y 为单位面积的碳排放量，单位为：kgCO₂。

3.2 运行阶段碳排放 CM 核算

运行阶段的碳排放核算以一个完整的自然年为时间单位，对于建筑整个使用周期的碳排放核算，只需要将运行阶段每一年的碳排放求和即可。

运行阶段的碳排放 CM 为建筑使用阶段消耗的各类能源折算的碳排放量之和。

(1) 公式

运行阶段能耗折算碳排，指各种能耗折算成碳排放的量。能耗主要包括电能、气、油、煤等几个方面，各类能耗均应为建筑被提供的总能耗减去可再生能源提供的能耗，假设运行阶段共消耗 n 类能源，计算公式为：

$$CM=\sum_{i=1}^n (E_i \times Q_i)$$

其中，E_i为第 i 种能源的使用量，Q_i 为第 i 种能源的碳排放因子。

主要包括土石方及筑路机械、打桩机械、起重机械、水平运输机械、垂直运输机械、混凝土及砂浆机械、加工机械、泵类机械、焊接机械、动力机械、地下工程机械、其他机械，共 12 种。并给出了相应设备的名称、机型、规格型号、能源消耗（汽油、柴油、煤、电、木柴）等。

(2) 释义

建筑运行中的碳排放主要来自能耗，系维持建筑运转，为人提供舒适环境的空调系统、照明系统、动力设备系统等等各类用能系统产生的能耗折算的碳排放。

(3) 核算

能耗的核算有三种方法，对于已建成项目，可采用方法一和方法二；对于未建成项目或者不具备使用方法一的建成项目，可采用方法三。

方法一：能耗监测法，即通过建立的建筑能耗监测系统获取建筑运营能耗。

方法二：能耗统计法，即通过收集建筑各类能源消费数据，进行统计分析后，计算建筑运营能耗。

方法三：能耗模拟法，即通过建立虚拟模型，运用能耗模拟软件模拟建筑能耗量的方法，详细方法指引见附录 2。

(4) 扩展

①能耗模拟与计算：

建筑能耗模拟软件通常是逐时、逐区模拟建筑能耗，考虑了影响建筑能耗的各个因素，如建筑围护结构、HVAC 系统、照明系统和控制系统等。

国外较常用的建筑能耗模拟软件有 DOE-2、BLAST、COMBINE、TRNSYS、ESP、HVACSIM+、EnergyPlus、SPARK、TRACE 等；国内较有影响的建筑能耗模拟软件是清华大学开发的 DEST。

②建筑能耗统计：

主要调查建筑在使用过程中用于照明、通风空调、热水供应、动力等方面的年度能源消耗量。能源按种类分为电、煤、天然气、液化石油气、人工煤气、集中供冷耗冷量和其他能源。同时统计可再生能源（太阳能热水系统、太阳能光伏发电系统）在建筑中的应用量。能耗数据的获取可通过调取建筑能源消耗台账、进行建筑能源审计、进行建筑能效测评等方式实现。

③建筑能耗监测系统：

是指通过建筑安装分类和分项能耗计量装置，采用远程传输等手段及时采集能耗数据，实现重点建筑能耗的在线监测和动态分析功能的硬

件系统和软件系统的统称。分类能耗是指根据建筑消耗的主要能源种类划分进行采集和整理的能耗数据，如：电、燃气等，具体监测数据包括电量、燃气量(天然气量或煤气量)、集中供热耗热量、集中供冷耗冷量、其它能源应用量如集中热水供应量、煤、油、可再生能源等。分项能耗是指根据建筑消耗的各类能源的主要用途划分进行采集和整理的能耗数据，如：空调用电、动力用电、照明用电等。具体监测数据数据包括照明插座用电、空调用电、动力用电和特殊用电。

3.3 拆除阶段碳排放 CCC 核算

(1) 公式

拆除阶段能耗折碳排放计算，指各种能耗折算成碳排放的量。能耗主要包括电能、气、油、煤等几个方面。

公式为：

$$CCC = \sum_{i=1}^n (E_i \times Q_i)$$

其中， E_i 为第*i*种能源的使用量， Q_i 为第*i*种能源的碳排放因子。

(2) 释义

建筑拆除阶段的用电，主要指建筑拆除办公活动、拆除现场所产生的电耗。从具体的消耗类型来看，主要有办公场所采暖空调电耗，办公与拆除场所的电气照明、各类拆除设备的各种能耗等方面。其碳排放计算为各类能源消耗量乘以对应的碳排放因子之和。

(3) 核算办法

对于建筑拆除期能耗的核算，与建造阶段能耗类似，可参照 3.1 节进行核算。

3.4 碳汇量 C_p 核算

建筑碳汇 C_p 主要包括绿化、水体等碳汇措施的碳汇量。

(1) 公式

$$C_p = \sum_{i=1}^n [|C_i| \times Q_i]$$

其中， $|C_i|$ 表示第*i*种碳汇的量，单位视碳汇类型而定，一般为面积单位 m^2 ； Q_i 表示第*i*种碳汇的碳汇因子。

(2) 释义

建筑相关的碳汇，主要来自建筑绿化，即通过植物的光合作用的固

碳释氧效应实现碳汇。

(3) 核算

对于绿地的碳汇核算，可分为三个层次。

第一层次是粗略核算，可根据绿地类型，参考附录 3 中表 3-1 中居住区绿地值。

第二层次，对于具体绿化大致构成的核算，也可采用不同植物的固碳能力，参考附录 3 中的表 3-2。

第三层次是精细核算，根据植物种类和数量，逐一核算绿化碳汇，具体植物的固碳能力见附录 3 中的表 3-3。

(4) 扩展

建筑碳汇面积，可从建筑的景观图纸中获得。

附录 1 各类能源碳排放因子

能源种类	排放因子值	单位	备注
煤炭	2.660	kgCO ₂ /kg	国家机构数据平均值 ²
石油	2.106	kgCO ₂ /kg	国家机构数据平均值 ³
天然气	1.564	kgCO ₂ /m ³	国家机构数据平均值 ⁴
汽油	2.031	kgCO ₂ /kg	IPCC 国家温室气体排放清单指南 ⁵
煤油	2.095	kgCO ₂ /kg	IPCC 国家温室气体排放清单指南
柴油	2.171	kgCO ₂ /kg	IPCC 国家温室气体排放清单指南
液化石油	1.849	kgCO ₂ /kg	IPCC 国家温室气体排放清单指南
燃料油	2.268	kgCO ₂ /kg	IPCC 国家温室气体排放清单指南
煤气	1.301	kgCO ₂ /m ³	IPCC 国家温室气体排放清单指南
电能	0.3748	kgCO ₂ /kWh	根据当地供电能源消费结构确定，表中数值为广东省 2020 年电力平均碳排放因子参考值

² 中国工程院、国家环境局温室气体控制项目、国家科委气候变化项目、国家发展和改革委员会能源研究所等国内国家机构对能源碳排放因子进行了测定，根据文献[11]提供相关数据（数据中单位为 kgC/kg，本导则转化为 kgCO₂/kg），本导则取平均值。几个国家机构的测定的碳排放因子数值依次为：0.68、0.748、0.726，单位为 kgC/kg。

³ 几个国家机构的测定的石油碳排放因子数值依次为：0.54、0.583、0.583、0.591，单位为 kgC/kg。

⁴ 几个国家机构的测定的天然气碳排放因子数值依次为：0.41、0.444、0.409、0.4435，单位为 kgC/kg。

⁵ 本导则引用的 IPCC 数据来源于文献[11]。

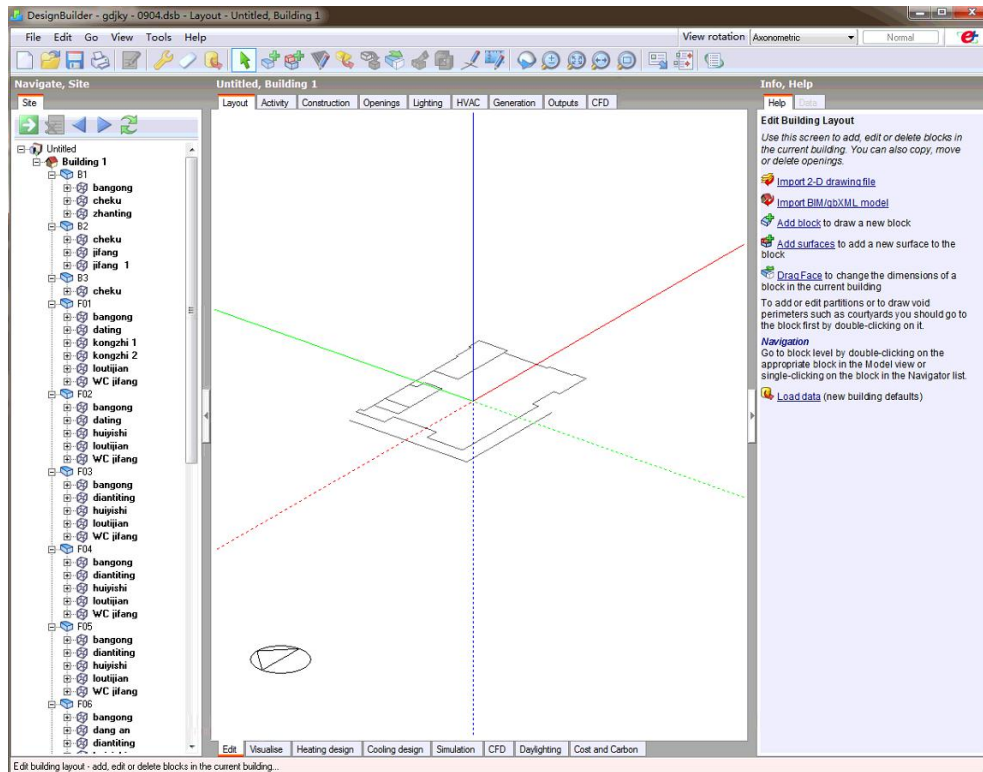
附录 2 建筑能耗模拟示例

本附录给出了一个利用 Design Builder 建立建筑能耗模型过程实例，并指导如何获得建筑全年能耗模拟结果。

模型的相关参数包括建筑分区、围护结构性能、空调系统性能、灯光及设备负荷、系统控制模式、运行时间等，均按照项目设计文件设定。

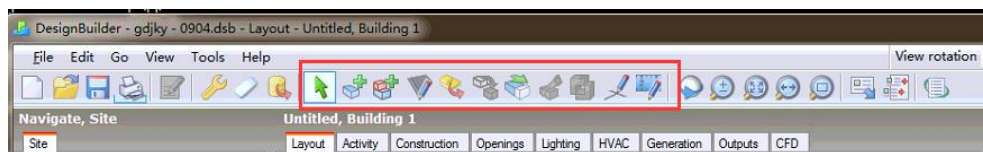
STEP1: 将 dxf 文件导入 designbuilder

在建筑某一层平面图中用 pl 线将建筑墙线描好，然后将描好的 pl 线另存为 dxf 文件，打开 designbuilder 软件，选择 file—import—import 2-D drawing file，按对话框要求选择对应文件导入，导入成功后界面如下图所示。

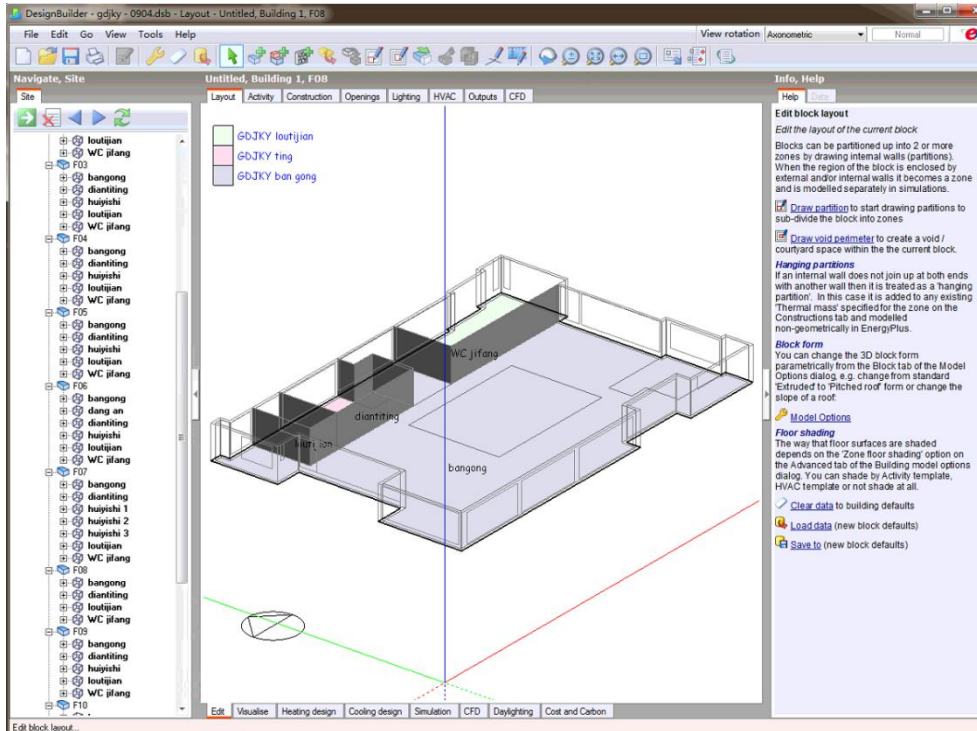


STEP2: 建立各楼层模型

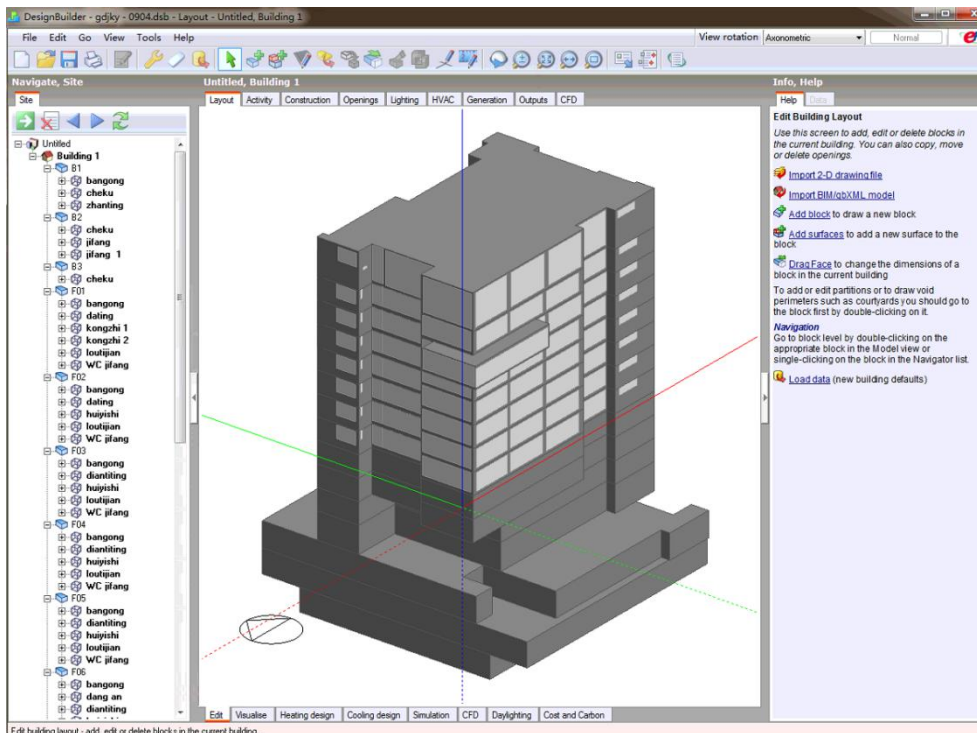
在导入的 dxf 底图上用如下工具栏中的命令建立各层楼层模型。



建好的后的楼层如下图所示。

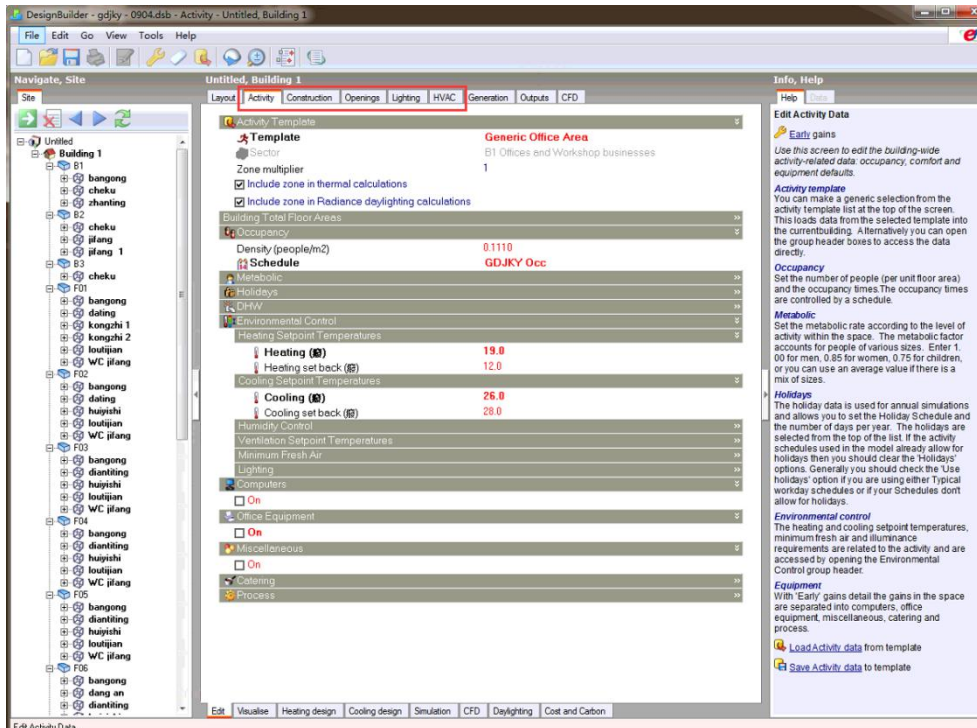


依次导入先前描好的其他各楼层 dxf 文件，建立其他各层模型，建好后的模型整体效果如下图所示。



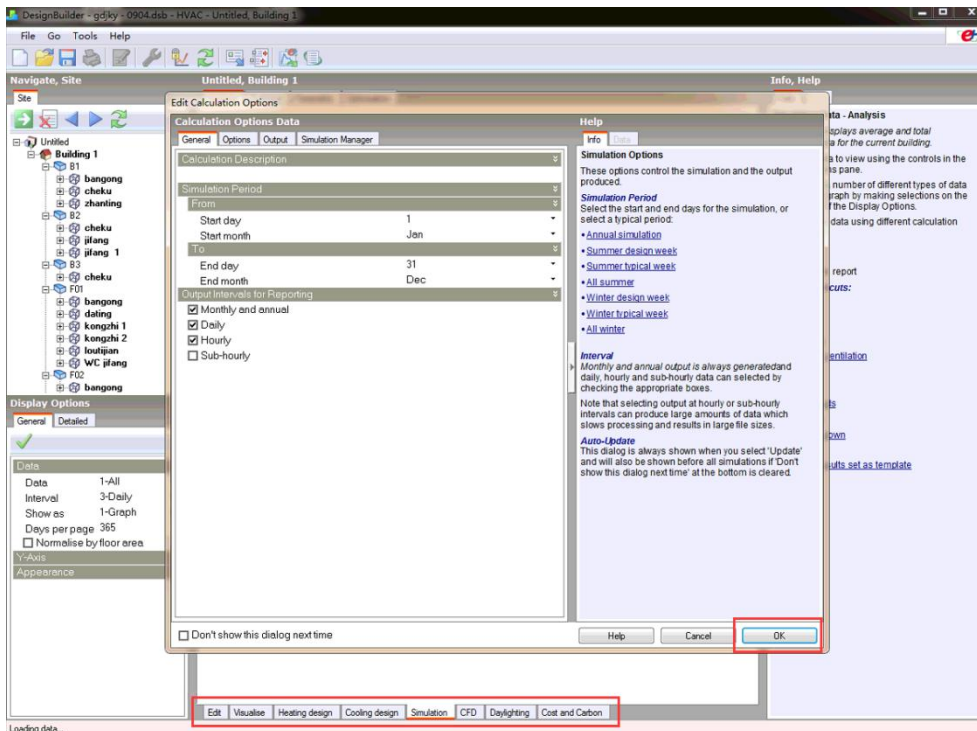
STEP3: 设置各楼层各个房间参数

按照设计资料设置各个房间的活动量（包括房间类型、人员密度、空调设定温度、室内设备功率以及对应的作息时间表）、围护结构性能、照明功率及控制方式、暖通空调系统形式及性能参数等。



STEP4: 模拟并输出结果

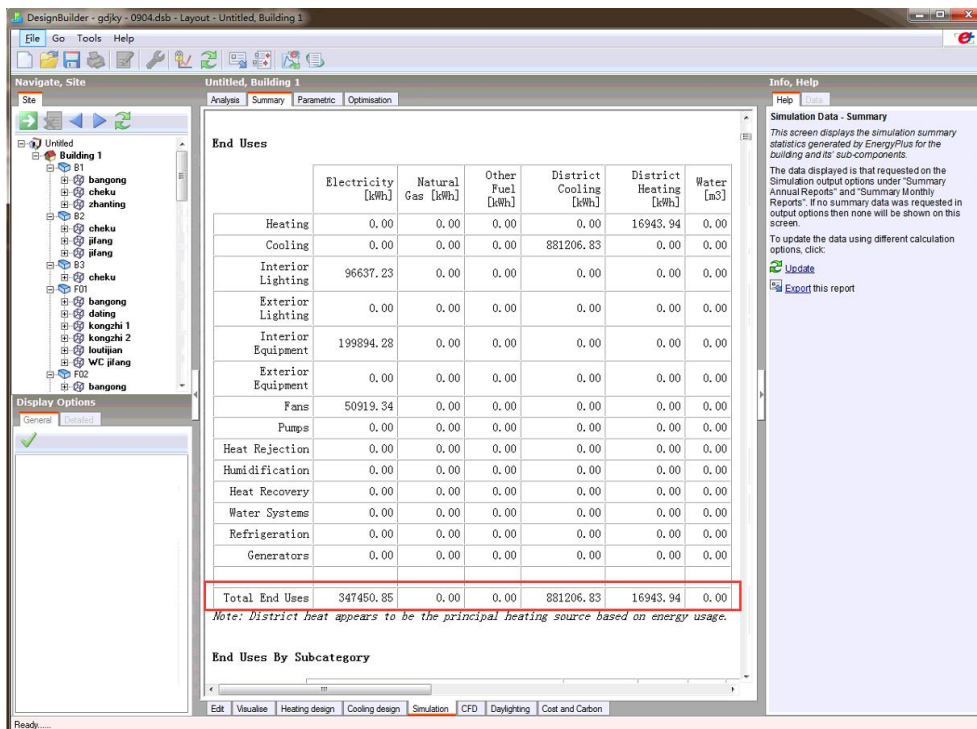
点击下方的 simulation，然后在弹出的对话框中选择 ok，进行能耗模拟。



模拟结束后可看到建筑全年分项能耗的变化曲线图。



点击面板中的 summary，拖动滑块即可看到建筑物全年能耗结果统计表。



附录3 碳汇相关数据

表 3-1 深圳特区城市植被单位面积年固碳量⁶

城市植被类型 ⁷	单位面积年固碳量 (kg CO ₂ /m ²)
休闲绿地	2.9628
道路绿地	3.4127
居住区绿地	1.1606
单位附属绿地	0.6125

表 3-2 不同种植方式单位种植面一年 CO₂ 固定量比较表

种植方式	类型 编号	CO ₂ 固定量 (kg CO ₂ /m ²)
大小乔木、灌木、花草密植混种区 (乔木平均种植间距) <3.0m, 土壤深度>1.0m	1	27.5
大小乔木密植混种区 (平均种植间距) <3.0m, 土壤深度>0.9m	2	22.5
落叶大乔木 (土壤深度>1.0m)	3	20.2
落叶小乔木、针叶木或疏叶性乔木 (土壤深度>1.0m)	4	14.3
小棕榈类 (土壤深度>1.0m)	5	10.25
密植灌木丛 (高约 1.3m, 土壤深度>0.5m)	6	10.95
密植灌木丛 (高约 0.9m, 土壤深度>0.5m)	7	8.15
密植灌木丛 (高约 0.45m, 土壤深度>0.5m)	8	5.13
多年生蔓藤 (以立体攀附面积计算, 土壤深度>0.5m)	9	2.58
高草花花圃或高茎野草地 (高约 1.0m, 土壤深度>0.3m)	10	1.15
一年生蔓藤、低草花花圃或低茎野草地 (高约 0.25m, 土壤深度>0.3m)	11	0.34

表 3-3 不同植物固碳量

序号	植物种名	单位面积年吸收 CO ₂ 量 (kg CO ₂)
1	马占相思 <i>Acacia mangium</i>	0.656
2	大叶相思 <i>Acacia auriculaeformis</i>	0.811
3	台湾相思 <i>Acacia confusa</i>	0.754
4	降真香 <i>Acronychia pedunculata</i>	0.811
5	水团花 <i>Adina rubella</i>	0.811

⁶ 本表的数据来源文献[15], 该文根据深圳市植被组成, 估算了各种植被的年碳排放总量。本导则根据相应的数据得到单位面积碳汇量。

⁷ 根据 CJJ/T85-2002 城市绿地标准分类, 休闲绿地, 包括各种公园绿地。道路绿地指道路广场用地内的绿地, 包括行道树绿带、分车绿带、交通岛绿地、交通广场和停车场绿地等。居住区绿地, 包括组团绿地、宅旁绿地、配套共建绿地, 小区道路绿地等。单位附属绿地, 指城市建设用地中绿地之外各种用地中的附属绿化用地。

6	银柴 <i>Aporosa dioica</i>	0.811
7	假槟榔 <i>Archontophoenix alexandrae</i>	0.314
8	波罗蜜 <i>Artocarpus heterophyllus</i>	0.811
9	地毯草 <i>Axonopus affinis</i>	0.811
10	羊蹄甲 <i>Bauhinia blakeana</i>	1.047
11	秋枫 <i>Bischofia javanica</i>	0.630
12	木棉 <i>Bombax malabaricum</i>	1.122
13	簕杜鹃 <i>Bougainvillea spectabilis</i>	0.811
14	红千层 <i>Callistemon rigidus</i>	0.688
15	油茶 <i>Camellia oleifera</i> Abel	0.811
16	美人蕉 <i>Canna generalis</i>	1.129
17	福建茶 <i>Carmona microphylla</i>	0.678
18	短穗鱼尾葵 <i>Caryota mitis</i>	0.811
19	薰荊 <i>Castanopsis fissa</i>	0.811
20	散尾葵 <i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	0.530
21	麻楝 <i>Chukrasia tabularis</i>	0.387
22	阴香 <i>Cinnamomum burmannii</i>	0.540
23	樟树 <i>Cinnamomum camphor</i>	0.978
24	柑橘 <i>Citrus reticulata</i> Banco	0.390
25	椰子 <i>Cocos nucifera</i>	0.354
26	黄牛木 <i>Cratoxylum cochinchinenses</i>	0.811
27	杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	0.811
28	凤凰木 <i>Delonix regia</i>	1.144
29	人面子 <i>Dracontomelon duperreanum</i>	0.595
30	假连翘 <i>Duranta repens</i>	0.423
31	桉树 <i>Eucalyptus citriodora</i>	1.730
32	三叉苦 <i>Evodia lepta</i>	0.811
33	红背桂 <i>Excoecaria cochinchinensis</i>	0.811
34	高山榕 <i>Ficus altissima</i>	0.811
35	垂叶榕 <i>Ficus benjamina</i>	0.811
36	榕树 <i>Ficus microcarpa</i>	1.080
37	金叶榕 <i>Ficus microcarpa</i> f. cv. Golden Leaves	0.908
38	大叶榕 <i>Ficus virens</i> var. <i>sublanceolata</i>	0.436
39	扶桑 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	1.077
40	蜘蛛兰 <i>Hymenocallis littoralis</i>	0.959
41	龙船花 <i>Ixora chinensis</i>	0.959
42	非洲桃花心木 <i>Khaya senegalensis</i>	0.811
43	大花紫薇 <i>Lagerstroemia speciosa</i>	0.452
44	马缨丹 <i>Lantana camara</i> cv. <i>Flava</i>	1.144
45	荔枝 <i>Litchi chinensis</i>	0.572
46	豺皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i>	0.811
47	蒲葵 <i>Livistona chinensis</i>	0.660
48	梅叶冬青 <i>Ilex asprella</i>	0.811
49	芒果 <i>Mangifera indica</i>	0.703

50	白兰 <i>Michelia alba</i>	1.090
51	夹竹桃 <i>Neroum oleander</i>	0.812
52	海枣 <i>Phoenixdactylifer</i>	0.851
53	九节 <i>Psychotria rubra</i>	0.811
54	大王椰 <i>Ravenea rivularis</i>	0.575
55	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	0.811
56	山乌柏 <i>Sapium discolor</i>	0.811
57	鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i>	0.811
58	木荷 <i>Schima superba</i>	0.857
59	金山葵 <i>Syagrus romanzoffiana</i>	0.699
60	白蝴蝶 <i>Syngonium podophyllum</i> cvAlbovirens	0.343
61	海南蒲桃 <i>Syzygium cumini</i>	1.070
62	蟛蜞菊 <i>Wedelia trilobata</i>	0.486
63	台湾草 <i>Zoysia tenuifolia</i>	2.221

附录 4 建筑碳排放计算与评价示例

1. 示例简介

碳排放核算示例为普通办公大楼，建设基地面积 2706 平米，总建筑面积 17366.4 平米（地下建筑面积为 4857 平方米），建筑地下 3 层，地上 12 层，建筑总高度 51.8 米。地下为车库和人防工程，一至十一层为办公室，十二层为会议室。建筑结构形式为框架结构，总投资 8683.2 万元。

2. 建造阶段碳排放 CJZ 核算

由于该建筑已竣工多年，施工资料缺失，按照本导则 3.1 节的规定，可以采取经验公式法对建造阶段的碳排放进行估算。

采用经验公式 $Y=X+1.99$,

得到单位面积 CO₂ 排放量= $12+1.99=13.99\text{kg CO}_2/\text{m}^2$

则建造阶段碳排放估算值为 $13.99 \times 17366.4=242956 \text{ kgCO}_2=242.96 \text{ tCO}_2$

3. 运行阶段碳排放 CM 核算

根据能耗监测系统数据，该项目运行阶段的能源消耗全部为电力消耗，2019 年全年能耗总量为 117.03 万 kWh，参考本导则附录 1，可知电力碳排放因子为 0.3748kgCO₂/kWh，因此若只计算当年运行碳排放数据，则该项目 2019 年运行产生的碳排放为：

$$117.03 \times 0.3748=438.63 \text{ tCO}_2$$

由于该项目尚处于运营中，若要进行整个使用期碳排放核算，则可按照建筑等设计年限 50 年作为建筑寿命，以 2019 年运行碳排放为基准值估算整个使用期运行碳排放，即为：

$$117.03 \times 50 \times 0.3748=2.19 \text{ 万 tCO}_2$$

4. 拆除阶段碳排放 CCC 核算

由于该项目尚处于运营中，未到拆除阶段，因此可以参考建造阶段碳排放的估算方法，采用经验公式，粗略估算拆除阶段的碳排放。

采用经验公式 $Y=X+1.99$,

得到单位面积 CO₂ 排放量= $12+1.99=13.99\text{kg CO}_2/\text{m}^2$

则拆除阶段碳排放估算值为 $13.99 \times 17366.4=242956 \text{ kgCO}_2=242.96 \text{ tCO}_2$

5. 碳汇量 Cp 核算

本项目碳汇主要是各种绿化，包括：屋顶绿化、垂直绿化以及场地绿化。根据各种绿化面积和植被种类，选择相应的碳汇因子，计算得到年度碳汇量为 8.00 tCO₂，若按照 50 年的建筑使用寿命估算，则建筑整个使用期的碳汇量为 400.00 tCO₂。详细计算如表 4-1 所示。

表 4-1 项目碳汇量计算明细

绿化位置	面积 (m ²)	植物配置	碳汇因子 (kg/m ²)	年度碳汇量 (tCO ₂ /年)	全使用期(50年)碳汇量 (tCO ₂)
垂直绿化	430.1	多年生蔓藤	2.58	1.11	55.5
主入口花池绿化	106.9	密植灌木丛, 高约 0.45m	5.13	0.55	27.4
屋顶绿化	308.2	密植灌木丛, 高约 0.9m	8.15	2.51	125.6
北面绿化	267.8	乔木	14.3	3.83	191.5
总计				8.00	400.00

6. 计算结果汇总

(1) 建筑年度运行净碳排放量

年度运行净碳排放量

=消耗能源产生的碳排放量 (C_m) - 碳汇量 (C_p)

=438.63 - 8.00 = 430.63 tCO₂

(2) 建筑整个使用期各阶段碳排放量

阶段	分类	数值 (tCO ₂)
建造阶段	施工 CJZ	242.96
运行阶段	运行 CM	21931.50
拆除阶段	拆除 CCC	242.96
/	碳汇 Cp	400

(3) 总量和单位指标

名称	核算公式	核算结果
TCEL 建筑总体碳排放	CJZ+CM+CCC-Cp	2.20 万 tCO ₂
ICEA 单位面积碳排放	TCEL/AREA	1.27 tCO ₂ /m ²
ICEB 单位面积年度碳排放 (2019)	(CM(2019)-Cp(2019)) / AREA	24.80kgCO ₂ /m ²

附录 5 参考文献

- [1] 建筑碳排放计算标准 (GB/T 51366-2019)
- [2] 建筑节能与可再生能源利用通用规范 (GB/T 55015-2021)
- [3] 王育忠.建筑空调设备生命周期二氧化碳排放量评估.成功大学,硕士学位论文,2007.
- [4] 陈新欣.办公大楼设备管线二氧化碳排放量评估.成功大学,硕士学位论文,2007.
- [5] 曾正雄.公寓住宅设备管线二氧化碳排放量评估.成功大学,硕士学位论文,2006.
- [6] 全国统一施工机械台班费用定额.
- [7] 张又升.建筑物生命周期二氧化碳减量评估.国立成功大学:博士学位论文,2002.
- [8] 傅小里.公共建筑设备安装阶段的 CO₂ 排放研究.重庆大学硕士学位论文.2013
- [9] 建设部工程质量安全监督与行业发展司.全国民用建筑工程设计技术措施节能专篇.中国建筑标准设计研究院.
- [10]张仪兴.电力负荷预测的常用计算方法与不同地区标准[C].建筑电气技术文集,2001.
- [11] 张春霞,章蓓蓓,黄有亮,姜裕华,袁媛.建筑物能源碳排放因子选择方法研究.建筑经济,2010年10期,106-109
- [12] 李兵.低碳建筑技术体系与碳排放测算方法研究.华中科技大学博士学位论文,2012年5月.
- [13] 阴世超.建筑全生命周期碳排放核算分析.哈尔滨工业大学硕士学位论文,2012年7月.
- [14] 燕艳.浙江省建筑全生命周期能耗和 CO₂ 排放评价研究.浙江大学硕士学位论文,2011年3月.
- [15] 袁丽铭.基于生命周期和情景分析法的保定市电力碳排放研究.华北电力大学硕士学位论文,2011年12月.
- [16] 吴婕,李楠等.深圳特区城市植被的固碳释氧效应.中山大学学报(自然科学版),第49卷第四期,2010.7,86-92.