



**ERNEST ORLANDO LAWRENCE  
BERKELEY NATIONAL LABORATORY**

---

美国劳伦斯伯克利国家实验室

# Urban RAM 用户指南

## 版本 2.0

周 南，洪丽璇

劳伦斯伯克利国家实验室  
环境能源技术部  
能源分析处  
中国能源研究室

2012 年 5 月

本项工作通过美国能源部，获得能源基金会中国可持续能源项目与器具标准和标识合作计划的资助，合同编号为 DE-AC02-05CH11231。

## 免责声明

本文得以编撰，皆得益于美国政府资助的一项研究。本文所载资料确为真实无误，然则就本文所披露的信息、装置、产品或工艺的准确性、完整性及有效性而言，美国政府连同其下辖机关、加利福尼亚大学校董及其成员，并未进行明示或暗示地保证、表述或暗指，不对其承担责任，遑论担保其之使用不会侵犯他人私有权利。文中述及各商标、品牌或制造商的商品、工艺或服务，不必然构成或暗示美国政府连同其下辖机关以及加利福尼亚大学校董支持、推荐或偏爱之。本文作者于文内之观点或看法，不必然代表或反映美国政府连同其下辖机关以及加利福尼亚大学校董的观点或看法。

劳伦斯伯克利国家实验室奉行有雇无类的准则。

# 目 录

1	介绍.....	5
2	工具界面说明.....	5
3	数据搜集.....	6
3.1	城市概况.....	6
3.2	家庭收入与支出.....	7
3.3	建筑.....	8
3.4	基础建设和交通.....	9
4	分析结果.....	10
4.1	指标.....	10
4.2	图表.....	11
4.2.1	城市能耗量和等量二氧化碳排放量分析.....	11
4.2.2	商业建筑能耗量和等量二氧化碳排放量分析.....	9
4.2.3	住宅建筑能耗量和等量二氧化碳排放量分析.....	10
4.2.4	生活消费能耗量和等量二氧化碳排放量分析.....	11
4.2.5	交通工具能耗量和等量二氧化碳排放量分析.....	12
5	参考文献.....	14

## 图表目录

图 1 工具导航框.....	6
图 2 表格颜色说明.....	6
图 3 城市概况数据输入页面.....	7
图 4 收入与支出数据输入页面.....	8
图 5 建筑数据输入页面.....	9
图 6 基础建设与交通数据输入页面.....	10
图 7 隐含和运行能耗量和等量二氧化碳排放量.....	8
图 8 部门隐含能耗量和等量二氧化碳排放量.....	8
图 9 部门运行能耗量和等量二氧化碳排放量.....	9
图 10 不同类型商业建筑隐含与运行能耗量和等量二氧化碳排放量.....	10
图 11 不同类型商业建筑运行能耗结构.....	10
图 12 住宅建筑隐含与运行能耗量和等量二氧化碳排放量.....	11
图 13 生活消费隐含能耗量和等量二氧化碳排放量.....	12
图 14 交通工具运行能耗量和等量二氧化碳排放量.....	13
图 15 交通工具运行能耗量和等量二氧化碳排放结构.....	13
图 16 不同交通工具隐含能耗量和等量二氧化碳排放量.....	14
表 1 2009 年苏州市能耗和等量二氧化碳排放足迹.....	Error! Bookmark not defined.

## 1 介绍

Urban RAM (Urban Rapid Assessment Model) 是劳伦斯伯克利国家实验室中国能源组在 2010 年开发的一款城市能源和碳足迹计算工具，用于中国低碳城市发展市级领导培训课程。该工具可以计算城市不同功能（如住宅、通勤、购物和工作）的隐含和运行能源消费量以及等量二氧化碳排放量。计算结果以指标和图表两种形式直观地呈现出来，便于决策者分析城市能源消费和二氧化碳排放增长的驱动因素，从而制定相应的节能减排政策。

Urban RAM 是基于 Microsoft Excel 平台开发的工具，其最大的优点是界面友好，原始数据需求量小，简单实用。该工具对原始数据的需求充分考虑到中国统计分类的特点和数据易获取性，大部分数据可以直接从中国统计年鉴和目标城市的统计年鉴中获取。同时工具本身也提供缺省的数据库，如果部分参数难以获取，可以使用缺省数据替代进行计算。

本手册选用苏州市进行案例分析，说明如何搜集工具所需的原始输入数据，使用 Urban RAM 计算城市能源消费量和碳排放足迹，并对计算结果进行分析。

## 2 工具界面说明

打开工具，在页面上方会出现一个导航框（图 1）。用鼠标点击导航框上的条目，可以快速进入相应的页面。其中，城市概况，收入和支出，建筑，基础建设和交通是 Urban RAM 需要输入原始数据的页面。在指南第三部分——数据搜集，我们会详细介绍每一个页面需要的具体参数和数据来源。Urban RAM 的计算结果通过指标和图表两种形式帮助用户对案例城市的能源消费和碳足迹现状进行总结和分析。在白色下拉框中选择需要查看的图表类型，可以进入相应的图表分析页面。点击“关于”键，可以直接退出该页面回到首页。首页有对导航框上每个条目的详细解释和说明。点击“打印”键，可以打印出当前页面。点击“保存和退出”键，可以保存编辑结果并自动退出工具。如果需要新建一个城市模型（或者修改现有模型供新城市建模用），建议先将文件“重命名”，然后再打开文件进行编辑。另外一个方法是，打开文件，点击

excel 软件上的“另存为”键，然后将文件保存为 Excel Macro-Enables Workbook (.xlsm) 格式（注意：不是 excel 标准文件.xlsx 格式）。



图 1 工具导航框

在 Urban RAM 中，所有页面的表格均被标注为灰色、蓝色和绿色（图 2）。其中，灰色表示该表格不可编辑，用于工具自动计算或者查看结果；蓝色表示该表格需要用户输入和编辑；绿色表示该表格的数据是工具提供的缺省数据，当用户选择“清除”缺省数据时，表格自动变为蓝色，这时用户可以手动输入或编辑数据。



图 2 表格颜色说明

### 3 数据搜集

Urban RAM 需要用户搜集和输入的原始数据主要包括四个部分：城市概况，家庭收入和支出，建筑，基础建设和交通。

#### 3.1 城市概况

点击工具导航框上“城市概况”键，进入城市概况页面（图 3）。首先，在白色下拉框中选择苏州市所在的省份——江苏省。一旦选定，工具会自动显示出江苏省所处的气候类型——过渡型气候（工具会依据城市所处的气候类型计算城市建筑采暖和制冷的能源需求量和等量二氧化碳排放量）。然后，输入目标城市的名字和基准年份。在城市概况页面中，需要搜集苏州市的数据包括：总人口，国内生产总值（GDP），城市人口，乡村人口，住户人数，城市住户数和农村住户数。以上各项数据均可在《苏州统计年鉴 2010》中获取。工具基于城市家庭户数和人口数据，可以计算人均能耗和碳排放指标。

城市概况

省份	江苏	基准气候	过渡型
城市	苏州市	基准年	2009
总人口	6,299,500	城市人口	2,721,500
GDP- (10亿人民币)	774.00	乡村人口	3,576,000
住户人数	2,096,500	城市住户数目	988,100
		农村住户数目	1,108,400

图 3 城市概况数据输入页面

### 3.2 家庭收入与支出

国家统计局将家庭年总收入划分为十个收入等级，Urban RAM 取该分类的中间值，将十级分类合并为五级，分别是低于 20,000 元，20,001-40,000 元，40,001-60,000 元，60,001-100,000 元和高于 100,000 元。用户需要搜集目标城市在此五级收入分类下的家庭分布百分比以及不同收入等级家庭在基准年的总支出。工具将家庭总支出进一步细分为食品、衣服、住房、家用电器与服务、健康保健与医疗服务和其他支出（主要包括教育和娱乐支出）。用户还需要搜集以上各项支出占基准年家庭总支出的百分比。根据目标城市家庭支出数据和 2005 年中国投入产出表，工具可以计算出目标城市家庭购买商品和服务隐含的能耗量和等量二氧化碳排放量。图 4 代表全国家庭收入与支出的分布状况，作为工具的缺省值。点击“清除”键，表格自动变为蓝色，用户可以输入目标城市家庭收入与支出分布的实际数据。在本案例中，2009 年苏州市家庭收入与支出分布的实际数据难以获取，我们使用全国平均分布状况进行替代计算。

收入与支出

收入 (每年)	< ¥20000	¥20001 < ¥40000	¥40001 < ¥60000	¥60001 < ¥100000	>¥100000
占总住户数里的百分比 (%)	15.51	42.02	23.81	14.17	4.49
支出 (元)	5378.00	7676.25	10840.25	15813.38	25172.00
食品 (%)	48.55	41.20	36.59	31.57	25.70
衣服 (%)	8.39	10.65	11.30	10.33	8.58
住房 (%)	4.17	5.62	6.42	6.22	6.58
家用电器与服务 (%)	8.15	7.58	7.29	6.55	5.12
健康保健与医疗服务 (%)	7.04	9.90	11.77	17.38	23.77
其他 (%)	23.70	25.05	26.64	27.96	30.25

如果你不清楚各项支出的细目，请点击[这里](#)，以默认值(即全国平均值)代替

缺省值

清除

图 4 收入与支出数据输入页面

### 3.3 建筑

图 5 显示了城市建筑参数输入页面。在页面上方，用户需要输入目标城市建筑平均使用寿命，工具会根据建筑使用寿命计算出每年建筑隐含能耗量和等量二氧化碳排放量。在苏州市的例子中，建筑平均使用寿命约为 30 年（这一数据也是全国建筑寿命的平均状况）。Urban RAM 将城市建筑分为商业建筑和住宅建筑两大类。根据使用功能又将商业建筑细分为六类，包括零售店、宾馆、学校、医院、办公室和其他，而住宅建筑按照楼层高低细分为低于 7 层楼（1-7 楼）住宅建筑和高于 7 层楼（8 楼及以上）住宅建筑两类。用户需要搜集不同建筑类型的建筑面积。工具为用户提供两种方法来计算不同功能商业建筑的面积分布。一种方法是用户搜集商业建筑总建筑面积和不同功能商业建筑的百分比数据，将它们输入到右边蓝色的表格中，然后点击上方的左箭头，工具自动计算出不同商业建筑类型的建筑面积。另一种方法是用户搜集商业建筑总建筑面积和六类商业建筑各自的实际建筑面积数据，将它们输入到左边灰色的表格中，然后点击下方的右箭头，工具自动得到不同类型商业建筑的分布比例。同样地，用户可以使用工具自带的缺省值，点击“缺省值”键，表格会出现不同类型商业建筑面积和分布。住宅建筑原始数据输入表格使用方法和商业建筑一样，这里区分楼层的原因在于，7 层以上的住宅建筑需要安装和使用电梯，因而其隐含的能耗量和等量二氧化碳排放量会高于 7 层以下建筑。建筑隐含和运行能耗量和二氧化碳排放量的计算是基于中国实例研究得到的经验能耗强度参数值（兆焦耳/平方米），供暖和制冷的能耗需求则依据目标城市所处的气候区和不同的建筑类型进行相应调整。

建筑

商业建筑信息

建筑使用寿命 (年)

目前建筑总面积 (平方米)	22,860,600	←	目前建筑总面积 (平方米)	22,860,600
零售店	3,200,484		零售店比重 (%)	14%
宾馆	3,200,484		宾馆比重 (%)	14%
学校	4,343,514		学校比重 (%)	19%
医院	1,143,010		医院比重 (%)	5%
办公室	7,315,392		办公室比重 (%)	32%
其他	3,886,302	→	其他比重 (%)	17%

如果你不清楚各类型建筑的比重，请点击[这里](#)，以默认值(即全国平均值)代替

---

住宅建筑信息

目前建筑总面积 (平方米)	54,430,000	←	目前建筑总面积 (平方米)	54,430,000
1-7 楼	38,101,000		1-7 楼	70%
8 楼及以上	16,329,000	→	8 楼及以上	30%

如果你不清楚各类型建筑的比重，请点击[这里](#)，以默认值(即全国平均值)代替

图 5 建筑数据输入页面

### 3.4 基础建设和交通

城市基础建设和交通原始数据的输入页面如图 6 所示。页面第一部分显示需要输入的城市基础建设数据，包括铺面道路总面积以及其中混凝土和沥青的各自比例，地铁、轻轨电车和高速铁路（仅限城市内）长度，城市日均用水量，年废弃物填埋总量以及其中有机废弃物比重，填埋废气回收比重。这些数据没有缺省值，用户需要从目标城市统计年鉴、统计公报、部门数据或者文献资料中获取然后输入工具。页面第二部分是关于城市私人交通工具的数据。用户需要搜集出租车、轿车、摩托车和电动自行车的数量和不同车型年均行驶里程。Urban RAM 自带出租车、轿车、摩托车和电动自行车年均行驶里程的缺省值。点击“缺省值”键，缺省数据会出现在右边的绿色表格中；点击“清除”键，表格变成蓝色，用户可以手动输入实际数据。页面第三部分是关于城市公共交通工具的数据。用户需要查找目标城市公共汽车的数量。工具本身提供不同燃料类型公共汽车（电车、柴油和压缩天然气）的比例以及公共汽车年均行驶里程，而工具会根据这些数据自动计算出不同燃料类型公共汽车年均行驶里程。用户还需要搜集地铁、轻轨电车和高速铁路（仅限城市内）的车辆数目和每天运行小时数，工具会根据这些数据，自动计算出它们的年均行驶里程数。

**基础建设与交通**

**城市基础设施建设**

	数字	
铺面道路 (平方米)	82,636,100	用水量 (立方米/天)
混凝土比重 (%)	70.00%	1,430,000
沥青比重 (%)	30.00%	废弃物填埋总量 (吨/年)
地铁长度 (公里)	0	100,000
轻轨电车长度 (公里)	0	有机废弃物比重
高速铁路长度 (仅限城市) (公里)	0	60.00%
		填埋废气回收比重
		75.00%

**私人交通工具**

	数量	行驶距离 (公里/年)
计程车	3,203	100,000
轿车	617,500	9,000
摩托车	927,805	8,000
电动自行车	2,500,000	3,000

**公共交通工具**

	数量	行驶距离 (公里/年)
公共汽车	2,791	35,000
电动 (%)	1.90%	665
柴油 (%)	89.00%	31,150
压缩天然气 (%)	9.10%	3,185

	行驶距离 (公里/年)	车辆数目	小时/天
地铁	0	0	0
轻轨电车长度	0	0	0
高速铁路长度 (仅限城市)	0	0	0

图 6 基础建设与交通数据输入页面

## 4 分析结果

### 4.1 指标

当用户完成城市概况、家庭收入与支出、建筑、基础建设和交通四部分原始数据的输入工作，点击导航框上”指标”键，可以得到表 1 所示的结果。表 1 列出苏州 2009 年总能耗和二氧化碳排放总量，隐含能耗量和等量二氧化碳排放量，运行能耗量和等量二氧化碳排放量，以及各部门隐含和运行能耗量和等量二氧化碳排放量。

表 1 2009 年苏州市能耗量和等量二氧化碳排放足迹

总能耗（兆焦耳/年）	124,477,176,330
二氧化碳排放总量（吨/年）	9,726,083
每年二氧化碳排放量（吨/人）	2
每年二氧化碳排放量（吨/住户）	5
隐含能耗量（兆焦耳/年）	84,421,112,596
等量隐含二氧化碳排放量（吨/年）	6,584,223
运行能耗量（兆焦耳/年）	40,056,063,733
等量运行二氧化碳排放量（吨/年）	3,141,860
每年商业建筑能耗量（兆焦耳/平方米）	452
每年商业建筑隐含能耗量（兆焦耳/平方米）	213
每年商业建筑运行能耗量（兆焦耳/平方米）	239
每年居住建筑能耗量（兆焦耳/平方米）	386
每年居住建筑隐含能耗量（兆焦耳/平方米）	201
每年居住建筑运行能耗量（兆焦耳/平方米）	185
每年城市基础设施建设隐含能耗量（兆焦耳/人）	1,227
每年交通能耗量（兆焦耳/人）	5,103
每年私人交通工具能耗量（兆焦耳/人）	3,526
每年公共交通工具能耗量（兆焦耳/人）	48

## 4.2 图表

Urban RAM 除了指标形式对计算结果进行总结，同时还提供更深入的总量和部门图表分析。点击导航框“图表分析”键旁边的白色下拉框，可以选择进入到总量和部门图表分析页面。

### 4.2.1 城市能耗量和等量二氧化碳排放量分析

在城市总量分析方面，工具提供总能耗和二氧化碳排放总量（图 7），部门隐含能耗量和等量二氧化碳排放量（图 8），部门运行能耗量和等量二氧化碳排放量（图 9）等三项图表分析结果。2009 年，苏州市能源消费总量为 124,477,176,300 兆焦耳，二氧化碳排放总量约为 972.6 万吨。其中运行能耗量和等量二氧化碳排放量分别占能耗总量和二氧化碳排放总量的 32%，而隐含能耗量和等量二氧化碳排放量约占总能耗和二氧化碳排放总量的 68%。在城市总的隐含能耗量和等量二氧化碳排放量中，生活消费、交通工具、城市基础设施建设、住宅建筑和商业建筑的隐含能耗量和等量二氧化碳排放量分别占 61%，11%，9%，13% 和 6%。在城市总的运行能耗量和等量二氧化碳排放量

中，住宅建筑、商业建筑、交通工具和水与废弃物填埋的运行能耗量和等量二氧化碳排放量分别占 25%，14%，56%和 5%。

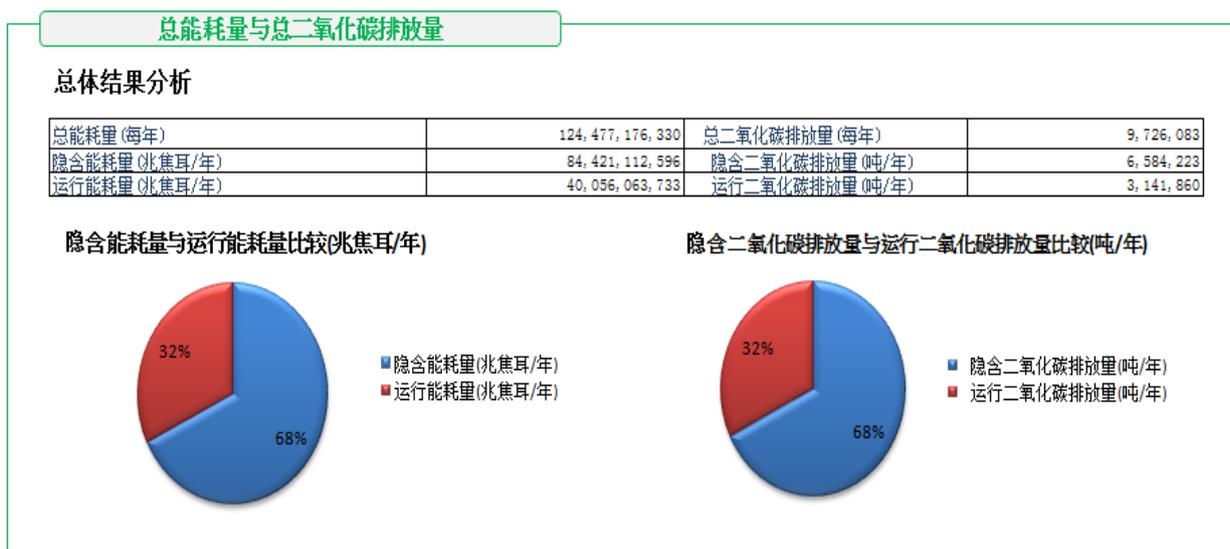


图 7 隐含和运行能耗量和等量二氧化碳排放量

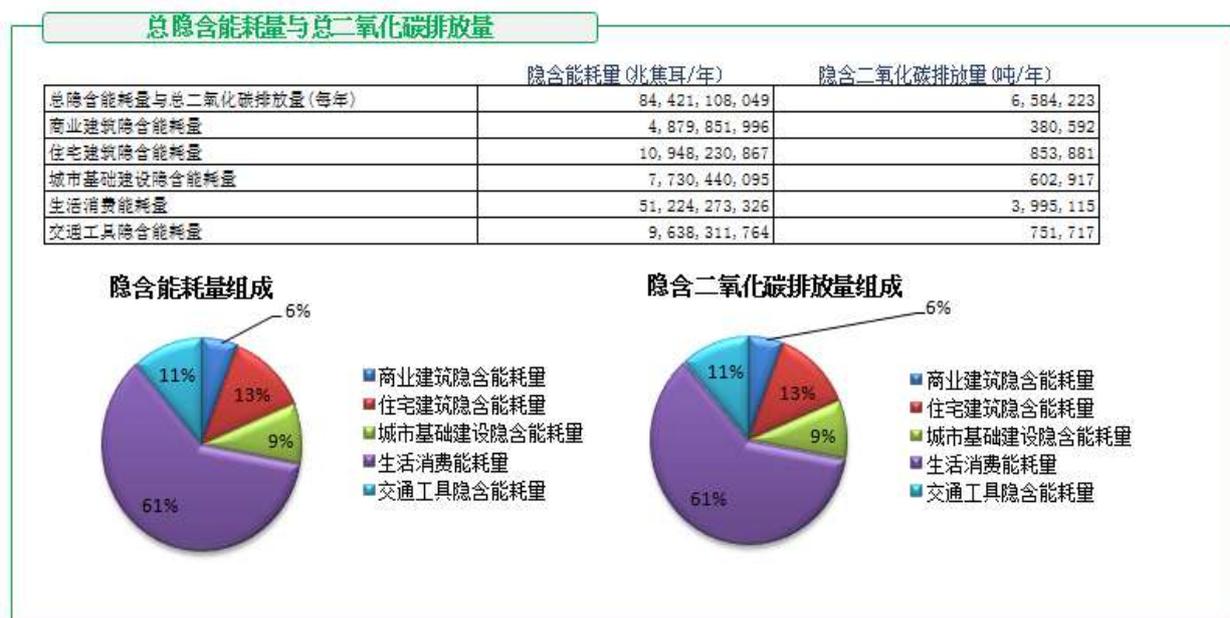


图 8 部门隐含能耗量和等量二氧化碳排放量

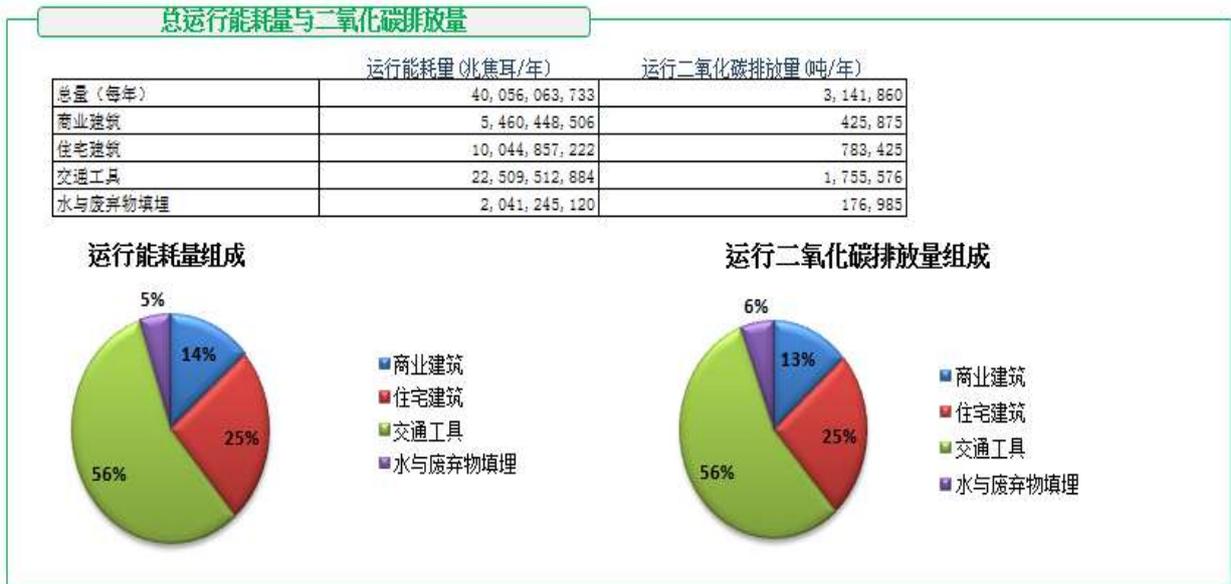


图 9 部门运行能耗量和等量二氧化碳排放量

#### 4.2.2 商业建筑能耗量和等量二氧化碳排放量分析

图 10 列出 2009 年苏州市不同类型商业建筑（零售店、宾馆、学校、医院、办公室和其他）各自隐含能耗量和等量二氧化碳排放量以及其运行能耗量和等量二氧化碳排放量。图 11 进一步分析了不同类型商业建筑运行能耗量和等量二氧化碳排放量的组成。总体而言，室内采暖、制冷、照明与其他用途、热水系统、其他用途贡献的能耗量和等量二氧化碳排放量分别占苏州市商业建筑运行能耗量和等量二氧化碳排放量的 38%，10%，19%，32%和 1%。图 11 的表格中列出了每一种类型商业建筑运行能耗量和等量二氧化碳排放量的具体构成，用户可根据这些数据做进一步分析。

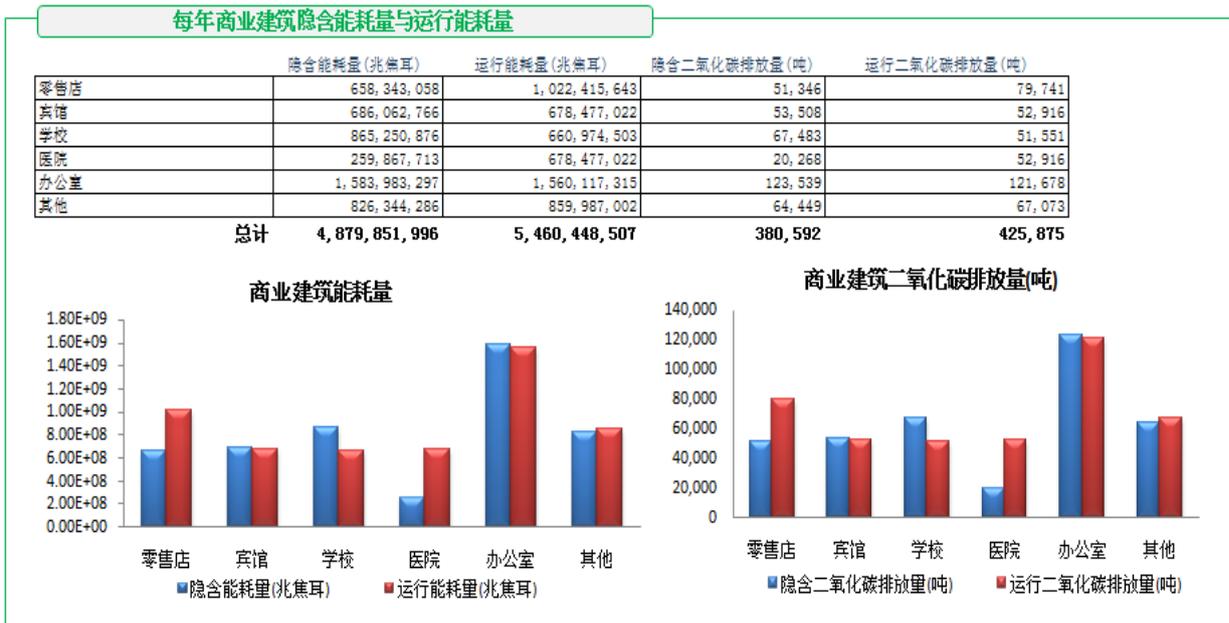


图 10 不同类型商业建筑隐含与运行能耗量和等量二氧化碳排放量



图 11 不同类型商业建筑运行能耗结构

### 4.2.3 住宅建筑能耗量和等量二氧化碳排放量分析

Urban RAM 提供两项图表是专门针对住宅建筑能耗量和等量二氧化碳排放量的分析。图 12 分析了不同楼高住宅建筑隐含与运行能耗量和等量二氧化碳排放量以及住宅建筑运行能耗量和等量二氧化碳排放量构成。2009 年苏州市 1-7 层住宅建筑隐含和运行能耗量约为 7 层以上建筑隐含和运行能耗量的两倍。住宅建筑能耗量和等量二氧化碳排

放量的构成结构如下: 照明 5%, 烹调 19%, 热水 19%, 家电(空调除外) 24%, 其他 5%, 采暖 10%和制冷 18%。



图 12 住宅建筑隐含与运行能耗量和等量二氧化碳排放量

#### 4.2.4 生活消费能耗量和等量二氧化碳排放量分析

图 13 分析了生活消费隐含能耗量和等量二氧化碳排放量的构成。2009 年, 食品和衣服需求导致的隐含能耗量和等量二氧化碳排放量占苏州市生活能耗量和等量二氧化碳排放总量的 83%, 而住房、家用电器与服务、健康保健与医疗服务和其他生活消费产生的隐含能耗量和等量二氧化碳排放量仅为 17%。



图 13 生活消费隐含能耗量和等量二氧化碳排放量

#### 4.2.5 交通工具能耗量和等量二氧化碳排放量分析

在交通工具能耗量和等量二氧化碳排放量分析方面，工具从三个角度进行分析，包括交通工具运行能耗量和等量二氧化碳排放量（图 14），运行能耗量和等量二氧化碳排放结构（图 15），不同交通工具隐含能耗量和等量二氧化碳排放量（图 16）。2009 年苏州市交通工具能耗量和等量二氧化碳排放量主要来自于私人交通工具，其贡献率约为 99%，而公共交通工具能耗量和等量二氧化碳排放量仅占总量的 1%。图 15 进一步分析每一种类型的私人交通工具（出租车、轿车、摩托车和电动自行车）和公共交通工具（公交车、地铁、轻轨电车和高速铁路）的数量、能耗量和等量二氧化碳排放量。在私人交通工具中，出租车、轿车、摩托车和电动自行车对能耗量和等量二氧化碳排放量的贡献份额分别是 4%，71%，23%和 2%。由于 2009 年苏州市还没有地铁、轻轨电车和高速铁路，因此公共交通能耗量和等量二氧化碳排放量全部来自于公交车。在所有的交通工具中，轿车的隐含能耗量和等量二氧化碳排放量最高，占交通工具隐含能耗量和等量二氧化碳排放量的 75%。其次是电动自行车和出租车，分别为 14%和 6%。

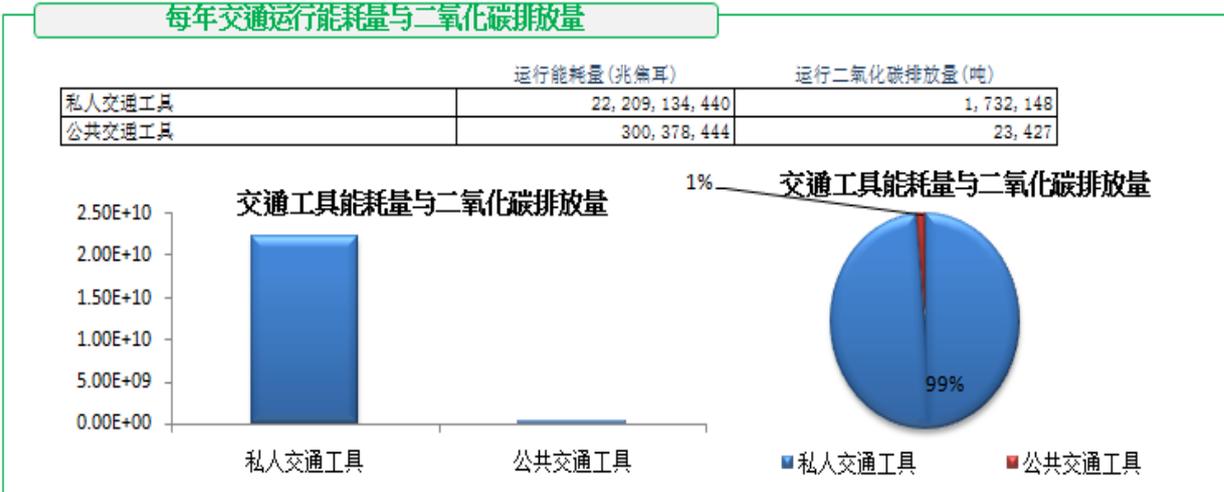


图 14 交通工具运行能耗量和等量二氧化碳排放量

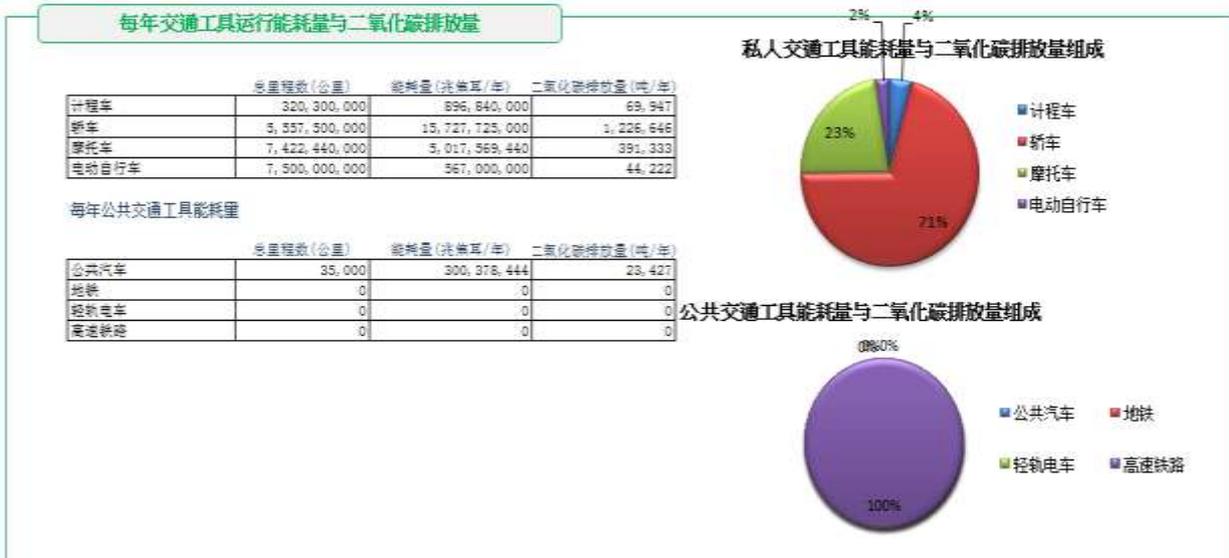


图 15 交通工具运行能耗和等量二氧化碳排放结构



图 16 不同交通工具隐含能耗量和等量二氧化碳排放量

## 5 参考文献

David Fridley, Nina Zheng, Nan Zhou. Urban RAM: assessing the energy impact of having people in cities. Lawrence Berkeley National Laboratory.