



# 城市发展的能源效率政策

—建筑和交通部门

国合会政策研究报告 2009

中国环境与发展国际合作委员会 2009 年年会  
(2009.11.11-13)

# 课题组成员

## 课题组长

江 亿	中国工程院院士，教授，清华大学建筑节能研究中心主任
图比娅娜	国合会委员，法国可持续发展与国际关系研究院创始人及院长
周 伟	国合会委员，交通部公路科学研究院院长，课题组中方副组长

## 课题组成员

毛其智	清华大学建筑学院，副院长，教授
李 强	清华大学人文学院，院长，教授
齐 晔	清华大学公共管理学院，教授，所长
江玉林	交通部科学研究院，副总工程师
姜克隽	国家发改委能源所，研究员
Bertrand CHÂTEAU	法国Enerdata公司总裁
Albert BRESSAND	美国哥伦比亚大学教授
Shobhakar DHAKAL	日本国立环境研究所全球碳项目中心主任
Nick EYRE	英国牛津大学环境变化研究所高级研究员
Partha MUKHOPADHYAY	印度政策研究中心主任
Mark MAJOR	欧盟能源和能源司项目官员

## 课题组支持专家

林波荣	清华大学建筑节能研究中心，副教授
Carine Barbier	法国可持续发展与国际关系研究院，研究员
Shomik MEHNDIRATTA	世界银行北京办公室，高级交通专家
赵吉敏	英国牛津大学环境变化研究所高级研究员
陈锁祥	交通部科教司原副司长，教授
杨 秀	清华大学建筑节能研究中心
刘佳燕	清华大学建筑学院，讲师
张声远	清华大学建筑节能研究中心
房莉杰	清华大学人文学院，博士后
魏庆芄	清华大学建筑节能研究中心，副教授
吴洪洋	交通部科学研究院，副教授
李振宇	交通部科学研究院，工程师
赵 辉	清华大学建筑节能研究中心，博士后
李 哲	清华大学建筑技术科学系
李 骏	法国可持续发展与国际关系研究院，博士
王静文	清华大学建筑学院，博士后
陈徐梅	交通部科学研究院，工程师
鲁成军	清华大学公共公共管理学院，博士后
刘 洋	清华大学人文学院

# 目 录

引言 .....	1
<b>1 消费领域是实现城市节能的关键 .....</b>	<b>2</b>
1.1 各国在消费领域能耗的发展历史与现状 .....	2
1.2 消费领域能耗与GDP的关系 .....	5
1.3 生活模式：影响中国城市个人能耗的关键因素 .....	8
<b>2 防止城市消费领域能耗随收入的增加而同步增加 .....</b>	<b>10</b>
2.1 城市建筑规模、城市化及城市交通的增长与变化趋势 .....	10
2.2 中国建筑和交通领域能耗发展正在步发达国家后尘 .....	13
2.3 中国城市的人均生活能耗水平差异 .....	15
2.4 国内外调研：发现与启示 .....	23
2.5 重新审视与城市消费领域节能相关的政策方针 .....	24
<b>3 政策建议 .....</b>	<b>26</b>
3.1 建立城市消费领域节能的技术路线和政策框架 .....	28
3.2 推进城镇化健康有序发展——合理引导规模与速度，优化空间结构与布局 .....	29
3.3 优先发展公共交通和非机动交通 .....	30
3.4 深化北方集中供热改革，推动机制创新与示范 .....	31
3.5 倡导绿色生活方式，鼓励发展与之相适应的技术 .....	32
<b>致谢 .....</b>	<b>33</b>

## 引言

控制城市消费领域能耗，即城市居民日常生活和工作场所消费的能源（建筑运行及客运交通运行能耗），是中国在未来发展中如何应对日益严重的能源危机与气候变化问题必须考虑的重要问题。在 2009 年 9 月举行的联合国气候变化峰会上，胡锦涛总书记强调，中国在加快建设资源节约型和环境友好型社会及创新型国家的进程中，将不断为应对气候变化做出贡献。倡导城市消费领域节能，即在改善城市居民生活水平同时实现低能耗和低排放，是中国建设资源节约型、环境友好型社会的重要组成部分，也将为实现中国在国际社会的节能减排承诺做出重大贡献。与工业农业生产过程的节能减排不同，城市消费领域的节能不仅需要通过先进的技术与管理手段来提高用能效率以实现降低能源消耗，还需要控制与能源消耗有关的服务需求，即通过减少需求有效地降低能源消耗。从中国国情出发，控制需求与提高能源效率在城市消费领域节能中的地位同等重要。所谓控制需求，主要包括：

- 提倡节能减排的绿色生活模式和文化理念；
- 在城镇化进程中合理地规划城市形态；
- 适当的能源价格体制与财税制度，限制高能耗生活模式的发展。

所谓城市消费领域用能，即与居民日常生活和工作场所相关的用能，由如下四个方面构成：

- 1) 居住能耗，主要包括住宅的照明、炊事、生活热水、采暖、空调、家电等。
- 2) 工作场所建筑能耗，如照明、采暖、空调、通风、办公设备等。本研究不涉及工业用建筑中的能耗。
- 3) 休闲能耗，指的是人们在剧场、商场、健身房等非工作场所进行各种休闲娱乐活动时消耗的能源。
- 4) 交通能耗，本研究特指城市居民往返于上述三类场所时因交通消耗的能源，包括公共交通、私人交通等各种交通方式。

据此，课题组开展了广泛的城市能耗调研和国内外比较工作，即在把握中国城市消费领域用能国情现状和国外经验的基础上，就城市消费领域节能问题，提出一系列涉及城市发展与规划的政策建议。由于国内外已有的统计渠道与研究成果，多以产业部门分类为主，缺乏直接的城市消费领域能耗数据；为了获得上述四个方面的数据，本研究主要采取以下两个渠道：

- 国际比较数据，使用发达国家的住宅建筑能耗、商业建筑能耗与道路交通能耗数据，加和求得相应国家的城市消费领域能耗；数据主要来源于 Enerdata's Globalstat 数据库<sup>1</sup>。
- 城市案例数据，使用中国 6 个城市与当地统计局调研得到的数据，以及课题组搜集整理的国外城市数据<sup>2</sup>。

课题组致力于探索实现低能耗与低排放的中国城镇化发展的可能途径。报告第一章解释为什么城市消费领域能耗是节能减排工作的关键；第二章说明在控制城市消费领域能耗的问题上需要解决的几个重要问题；第三章为总结提炼的关键政策建议。

## 1 消费领域是实现城市节能的关键

首先需要指明的是，本报告强调城市消费领域能耗，但并非弱化物质产品制造过程能耗的重要性。目前中国在物质产品生产和运输中消耗的能源占其总能源消耗的 65%~70%，城市消费领域的能耗占总的商品能源的 30%~35%。由此，如果对消费领域节能工作关注不足，进而影响相关的政策制定，就可能形成对今后节能减排工作的重大失误。实际上，近十年来中国城市消费领域能耗年增长率已达到 7.4%，超过中国总的能源消耗量 5.9% 的年增长率。这表明在中国今后的 20 年中，城市消费领域能耗将逐渐成为能源消耗的主要部分。

### 1.1 各国在消费领域能耗的发展历史与现状

如图 1.1，同其它发展中国家类似，中国城市民用建筑的运行能耗与客运交通能耗占 2008 年全社会总商品能耗的 30% 左右<sup>3</sup>。发达国家的历史发展经验表明，当工业发展到一定程度后，建筑与交通部门能耗水平将随着经济发展急剧增长，进而改变整个国家用能结构。目前经合组织欧洲国家的建筑与交通部门用能已占其全国总商品能耗的 60% 以上（2008 年数据）。在部分欧洲国家（如法国、德国与英国），仅城市乘客交通、城市居住建筑与服务业商用建筑的能耗就超过了各国总商品能耗的一半。

---

1 Enerdata's GlobalStat 数据库包含国际能源署（IEA）2006 年前所有数据，以及来自于各国家各部门 2007~2008 年的官方统计数据(www.enerdata.eu)。

2 课题组与当地统计部门合作，对国内 6 个城市（北京、苏州、沈阳、银川、武汉和上海）进行了大样本的调查（每个城市调查的户数为 500~1000 户，每户调查 2 名家庭成员，样本选择以家庭收入水平、住房条件、家庭结构为控制特征，进行交叉控制的配额抽样）。

3 国内专家研究报告认为建筑和交通能耗占了中国总商品能耗的 35% 左右。

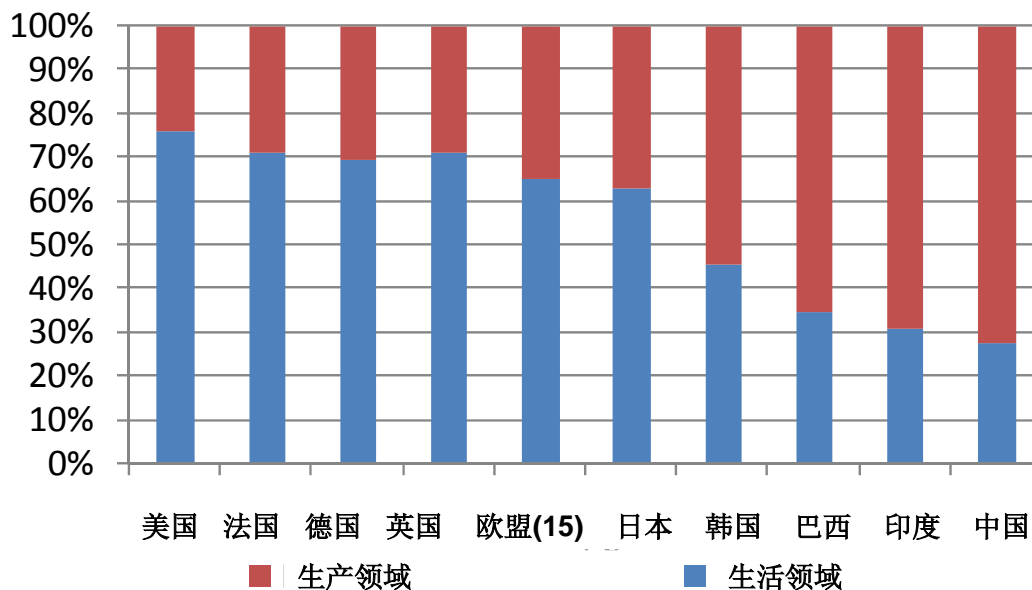


图 1.1 2008 年主要国家城市消费领域能耗占各国总商品能耗比例图

数据来源: Enerdata's GlobalStat 数据库

经合组织国家总人口仅为全球 1/6，创造了 75%的GDP，其能源消耗占全球总的能源消耗的一半。其中能耗的 58%是用于建筑与客运交通系统的运行，用于物质产品生产的能源消耗不到其总能耗的 30%。全球其它 5/6 的人口贡献了其余 25%的GDP，同时共同消费了全球另一半能源，其中仅 36%用于建筑与交通部门。由此可以得到，经合组织国家的人均建筑与交通能耗是其它非经合组织成员国人均能耗的 9 倍。考虑非经合组织国家城乡差别较大，为此单独按照城市人口计算人均建筑与交通能耗，可以得到非经合组织国家城市人口人均建筑与交通的能耗也低于经合组织全国人均值的 1/4。例如，单独统计美国人均消费领域能耗为 3.27 吨标油/人·年，而中国城市居民为 0.54 吨标油/人·年，相差 6 倍<sup>4</sup>！

4. Enerdata's GlobalStat, 2008.

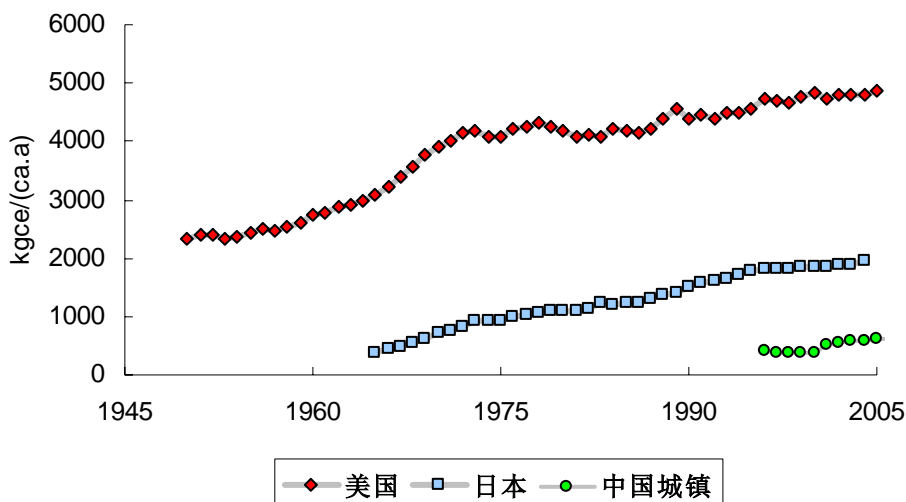


图 1.2 中美日三国人均建筑能耗历史发展变化图

数据来源：美国统计局，<http://www.census.gov/popest/states/tables/NST-EST2008-01.xls>；The Energy Data and Modeling Center. Handbook of Energy & Economic Statistics in Japan. Japan: The Energy Conservation Centre, 2008；建筑节能研究中心，中国建筑节能年度发展研究报告 2009，北京：建筑工业出版社，2009。

图 1.2 是中、美、日三国建筑能耗历史发展变化图。由图可见，中国目前的人均建筑能耗水平与日本上世纪 60 年代相当，并低于美国 50 年代水平。然而从那时起，美国的人均建筑能耗增长两倍，日本增长近三倍。在城市客运交通领域，人均能耗随经济发展得更快，但中国城市人均能耗值仅为美国目前的 10%，日本的 25%。然而如果中国沿着与经合组织成员国类似的发展模式，再考虑到中国高速的经济发展势头与巨大的提高生活水平的需求，中国在消费领域的能耗很可能出现急剧增长。使用 POLES 模型进行中国能耗情景预测表明，中国城市消费领域能耗到 2020 年时将在 2008 年基础上进一步增加 3 亿吨标油（折合 4.3 亿吨标煤），并于 2030 年再增加 3.5 亿吨标油（折合 5.0 亿吨标煤）<sup>5</sup>。

如果金砖四国（中国、印度、巴西、俄罗斯，总人口约 32 亿）人均消费领域的能耗随着经济发展达到经合组织国家 2008 年的人均水平，那么将需要另外一个地球去提供目前全球消耗的能源总量才能满足这四个国家在消费领域的能源需求！无论从能源资源上还是从环境容量上，这都是地球不可能承担的重负！因此，人类面临的挑战就是：如何满足人类发展和进步的需求，又不造成能源消耗量和碳排放的巨大增长？如果不能实现二者的平衡，全球经济将面临深度而长期的分化，各国都将可能出现经济衰退，而中国与其它发展中国家的发展也必然难以为继<sup>6</sup>。

5 EU World Energy Technology Outlook 2050 (2006); WEC's "Deciding the Future : Energy Policy Scenarios to 2050" (2008)

6 Stern Review on the Economics of Climate Change, 2006. 该报告研究气候变化对全球及区域经济的影响，认为这种影响将远远超过用于减少温室气体排放的投入。

值得注意的是，消费领域的节能问题与物质产品生产领域有着极为不同的特点。影响消费领域能源消耗的各因素可归纳为对服务的总需求量和提供服务的系统设备能效两个方面。前者与社会文化理念和由此造成的居民生活方式有关，从而政策管理、文化宣传以及能源价格等条件可产生很大作用。而后者则主要由生产的技术水平与管理水平决定。由于在消费领域，文化导致的社会团体与个体的选择与决定对实际能耗有决定性的影响，而不同的生活模式与服务需求在很多场合又对应于不同的技术路线与管理模式，因此在研究消费领域节能时，需要重点研究文化理念和生活方式造成能耗的不同，并由此确定节能减排对策。

## 1.2 消费领域能耗与 GDP 的关系

与生产领域能耗不同，消费领域能耗并非由物质产品的生产直接驱动，因而并非通过消耗能源推动 GDP 的增长。消费领域的能耗是由人们对于服务的需求来驱动的，只是随着 GDP 提高，人们的可支配收入增加，从而对更高标准的生活水平的需求增加，同时更多的消费领域高能耗商品与服务也出现在市场上供人选择，由此造成消费领域的能耗相应增加。

高 GDP 并非与消费领域的高能耗正相关。事实上，各经合组织成员国之间的 GDP 与消费领域能耗水平的关系有着巨大的差别，历史发展也证明了这一点。如图 1.3 所示，不同国家相近的人均 GDP 水平对应的人均消费领域能耗水平有着数倍的差别。

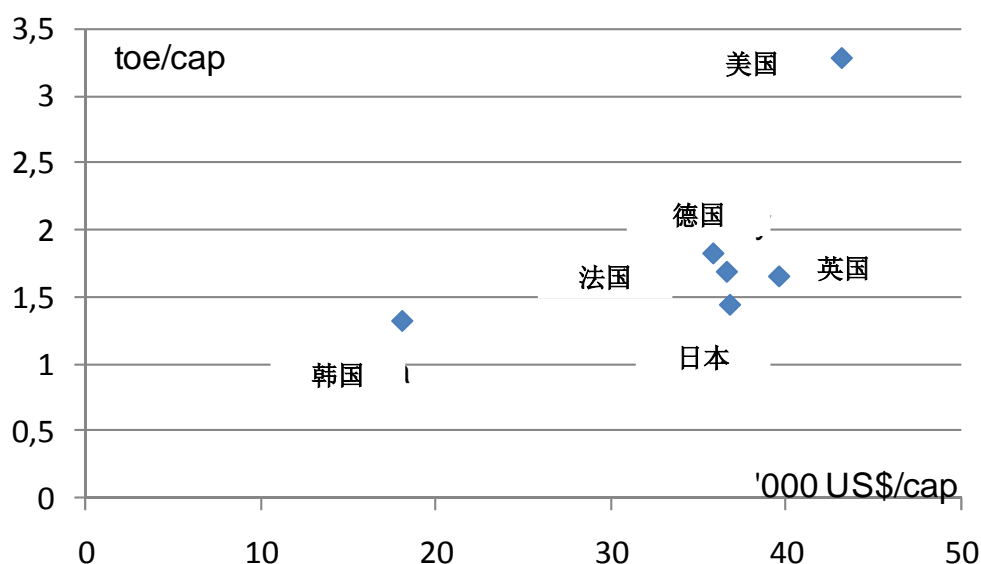


图 1.3 主要发达国家人均消费领域能耗水平与人均 GDP

通过欧洲各国之间以及与美国、韩国及日本的比较，可以发现，造成这种人均消费领域能耗差别的根本原因，并非气候（虽然可以部分解释这种差别），而是文化、理念和城市发展模式与土地使用情况。以美国和日本为例，两国人均

GDP水平十分接近，然而日本人均消费领域能耗仅为美国的一半。这是因为：日本的人口密度大，居民之间的距离十分接近；而美国人口分布远比日本稀疏。这样就造成了城市客运交通的容量和油耗量的显著差异。此外，美国的能源税很低，居民的能源使用价格远低于日本，结果美国人均住宅能耗（采暖、空调、生活热水、炊事和电器能耗）为 12334kWh/人·年，是日本（5419 kWh/人·年）的 2 倍多<sup>7</sup>。

美国案例表明，低能源价格和充足的城市空间会促进城市摊开（蔓延）和刺激消费领域能耗的增加，而这与人均 GDP 无关。下面的表 1.1 比较了美国和日本的城市交通模式。它表明尽管美国人均 GDP 仅略高于日本，但美国人均交通能耗却是日本的 3 倍。当然，美国国土辽阔，需要更多的城市间交通。但这两个国家主要的道路交通量还是以城市交通和短途交通为主。

**表 1.1 美国与日本的道路交通和能源消耗**

	美国	日本
人均 GDP	43,000\$	37,000\$
平均密度	31 人/平方公里	350 人/平方公里
每户家庭汽车拥有量	2.4 辆	1.2 辆
每人每年的交通能耗	1,820 公斤标煤	600 公斤标煤

课题组详细对比了欧洲、日本和美国的相关城市，以证明上述结论尤其是城市个人能耗与城市空间布局模式之间的关系。大巴黎地区的案例证实了这一结论。图 1.4 显示居住密度决定了私人汽车的使用范围，并且证明了人的日常活动行为决定能源消费模式。

---

<sup>7</sup>美国的数据来自Energy Data Book 2006，日本的数据来自Handbook of Energy& Economic Statistics of Japan，比较不同的能耗（电、气等）时按等效电的方式进行了转化。

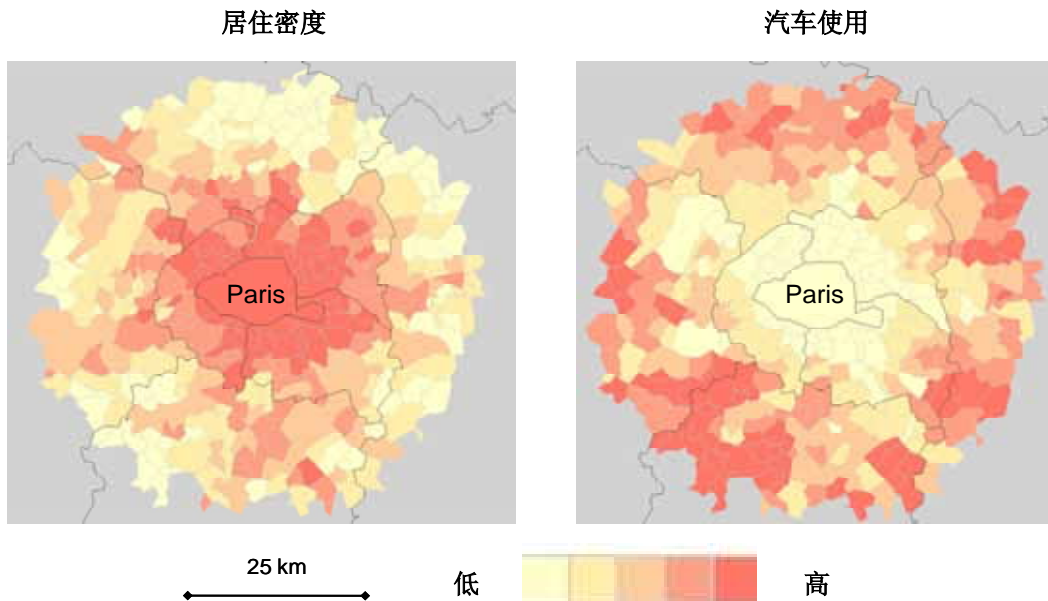


图 1.4 大巴黎地区的居住密度、汽车使用与日常能耗水平

能耗 (吨标煤) / 年	巴黎中心城区 (2.1 M inhab.)	巴黎近郊地区 (3.2 M inhab.)	巴黎远郊地区 (4.1 M inhab.)
--------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

资料来源: 国际城市间的对比研究

城市发展模式对城市消费能耗与 GDP 关系的影响, 主要包括以下几个众所周知的原因:

- 城市规模大小和空间布局决定了日常的休闲与工作的交通出行距离;
- 城市的人口、密度和空间布局决定了交通流线上的日常出行量;
- 城市建筑规模 (即总的建筑面积) 影响建筑总能耗。例如, 在过去的十年里, 中国的人均城镇建筑面积增加了一倍, 而建筑能耗也几乎增加了一倍;
- 建筑物特性, 如建筑体型、自然采光和自然通风状况, 空调形式等决定建筑能耗高低, 而这些因素在很大程度上也与城市设计和空间布局有关。

课题组调查了北京市 1000 户采用分体空调的住宅和 300 户采用整体建筑中央空调住宅的夏季空调电耗。1000 户采用分体空调的平均电耗为 2.2kWh/m<sup>2</sup>年, 而 300 户中央空调住宅的空调电耗为 19.7kWh/m<sup>2</sup>年。二者相差 9 倍! 从问卷调查的结果中并不能明显得到这两类空调所提供的服务质量的差别。能耗的巨大差别主要是分体空调可以“部分时间、部分空间”提供服务, 而中央空调则无视室内是否有人, 提供“全时间、全空间”的服务。从所谓“高水平服务”和“与国

外接轨”的理念出发实施住宅的中央空调，就是强迫住户接受这种“高标准”服务，同时也就造成能源消耗大幅度增加。

课题组还调查了北京市中央国家机关办公建筑运行能耗。对于同样功能的政府办公建筑，单位建筑面积的年运行能耗可相差 3 倍，而人均建筑运行能耗可相差 7 倍。对于同功能的北京和费城两座高校校园，尽管两地气候几乎相同，但北京校园建筑单位建筑面积的能耗仅为费城校园建筑的 1/7。这些差别都是由于追求不同的建筑理念、实施不同的室内环境营造模式所致。无论是从室内物理参数的测试还是从使用者直接的感受上，巨大的能耗差别所造成的建筑服务效果上的差别都很不明显。在能源和环境日益成为人类发展的严重制约因素时，提倡“绿色生活方式”就是不去追求所谓“尽善尽美”的服务而力图通过合理和适度地控制服务需求而获得巨大的节能减排效益。

总的来说，根据课题组的调研发现，发达国家的经验（尤其是日本和一些欧洲国家的经验）以及国内的一些调查研究案例已经证明在增加 GDP 的同时维持或降低城市消费领域能耗是完全可能的，此时合理的城市发展模式和能源价格扮演着非常重要的角色。课题组相信中国通过进一步的努力，可以把城市人均能耗降下来。原因是，中国能够从 OECD 国家的发展经验中受益；同时，下一个 20 年国际社会将比二十世纪更关注气候变化和能源危机的议题。

### 1.3 生活模式：影响中国城市个人能耗的关键因素

问题的关键是，文化理念及相应的生活模式对城市消费领域能耗起非常重要的作用。为了降低城市消费领域能耗，应该更注意主导的社会文化理念（例如，对兴建高能耗的大型玻璃外壳建筑，是由于其时尚而感到自豪，还是由于其高能耗和不舒适而感到羞辱）、人的行为模式和对生活方式的选择。在一个特定的城市中，个人的行为模式和生活方式受大众的行为模式所影响，也受城市特有的文化所左右。当然，收入水平会影响个人消费行为的选择，但不是唯一的因素：行为模式更多的是由城市环境、工作和休闲设施的空间布局、服务产品的价格、便利性以及价值观取向等因素决定。

中国完全有可能实现不同于西方国家的健康的、节能环保的，满足人民幸福生活的新模式，实现可持续发展。其原因来源于以下四方面：

#### 1)、创造有中国特色的城市化道路的挑战与机遇

在今后的 30 年里，中国将面临城市人口的巨大增长，将有 3 亿农村人口转化为城市人口。虽然面临巨大的挑战，其中也孕育着产生和实现消费领域节能政策的巨大机遇。这就要求城市管理者能够提供远高于农村生活的资源来满足农村

人口移民的需求，而又不造成经济和环境问题。唯一可能的途径就是设计全新的中国城市化模式，使得在新模式下，其对消费领域的能源需求远低于西方模式的水平（例如分体空调的住宅环境控制）；而经济飞速发展所带来的良好经济环境又有可能促进高效技术的推广（例如公共交通模式和北方地区高效的区域供热）。

## **2)、发展低能耗城市设施的吸引力和可能性**

仅仅依靠精心规划城市发展还不足以实现在经济增长的同时有效控制城市消费领域的能耗。只有具备了广泛和便利的城市基础设施，如高效的公共交通体系、高效的北方地区集中供热，以及其他可支撑低能耗生活方式的各项城市基础设施，人们才能够去主动选择这种低能耗生活模式。尤其重要的是，在城市的中长期发展规划中，这些基础设施应在城市功能布局的初期就作为重点因素来考虑；否则高度城镇化以后，改动或增加这些基础的能源服务设施的成本会大幅上升。而对于正处于城镇化快速进程的中国来说，当前正是大力发展这些基础设施建设，从而可长远实现节能低碳生活模式的最佳时机。

## **3)、设备与系统方式的选择**

实际上所谓设备和系统的能源利用效率是与其提供的服务水平有关的，或者说取决于消费领域的服务需求的。满足高能耗生活方式的高效建筑和设备系统在按照节约的生活模式运行时，往往是低能效的。为真正实现“绿色生活”模式的低能源消耗，建筑和设备系统必须采用不同的技术措施，以保证在这种运行模式下的高能源利用率。例如，当对出行等候时间严格限制时，频繁运行的高空载率的公共交通系统可能比私人轿车还费能，而当允许一定的候车时间时，公交系统就显示出其远远优于私人轿车的节能效果。同样当要求住宅或办公建筑的全部内部空间在任何时候都处在指定的温湿度条件下时，全面的中央空调系统可能具有较高的能源利用效率，但如果对这些建筑仅要求“部分时间、部分空间”的室内环境控制时，分散式空调的运行能耗就远远低于中央空调。目前中国尚未发展出完整的服务于“高能耗生活模式”的建筑设备与交通系统，因此具有按照“绿色生活理念与模式”发展与其相适应的建筑与交通系统的机会。

## **4)、建立节约型社会的文化，弘扬节能的价值观**

要真正使 GDP 增长不造成消费领域能源消耗的同步增长，还需要有相应的社会文化与价值观，使得人们在决策和选择时更倾向于从有利于健康的生活、有利于节约自然资源和保护环境的角度来考虑。虽然经济发展仍然是影响人们做出选择和决定的重要因素，但适宜的能源价格、税收政策等也可以削弱经济增长造成的影响，而促使人们更多地从其它方面考虑问题。伴随中国飞速发展的城市化与现代化进程，文化、理念和人们的观点也在不断更新和变化。这是处在飞速发展变革期的城市的显著特征之一。抓住这一时机和机遇，把节约型社会和节约型

文化价值观作为新文化的主要特征，形成新的社会价值导向，就会形成实现“绿色生活模式”的文化基础，从而实现与西方国家不同的城市发展模式。

## 2. 防止城市消费领域能耗随收入的增加而同步增加

驱动城市消费领域能耗增长的因素有可能来自于两方面：一是对相关服务的需求的增长，二是提供这些服务的用能系统和设备的变化。控制总的城市消费领域能耗需要控制和适当地减少对服务的需求，同时提高提供这些服务的系统的能源效率。对服务的需求主要由城市模式和相关的生活方式、价值取向和社会风尚决定，而提供服务系统的效率则主要由技术进步决定。这两个驱动因素与中国的城市化进程及在持续收入增长的前提下实现降低城市消费领域能耗的关系，将在下面的各节中深入讨论。

### 2.1 城市建筑规模、城市化及城市交通的增长与变化趋势

中国的经济改革已经过去了 30 年。在这个时期里，中国城市化的步伐要远远快于历史上西方工业化国家的城市化进程（表 2.1）。1978 年中国的城市化率仅为 17.9%，但到 2008 年已经达到 45.7%，每年的增长速度超过 0.9%。如果保持这个速度的话，中国的城市化水平在 2010 年可望达到 47%，在 2030 年则约为 60%，与世界的平均水平持平。

表 2.1 一些典型国家的城市化率从 20%到 40%所经历的时间

国家	英国	法国	德国	美国	前苏联	日本	中国
年份	1720-1840	1800-1900	1785-1865	1860-1900	1920-1950	1925-1955	1981-2003
时间	120 年	100 年	80 年	40 年	30 年	30 年	22 年

资料来源：中国的城市化进程

到 2007 年底，中国共有 655 个城市，其总建成区面积超过了 35,470 平方公里，户籍人口达到 34,000 万，人均密度为 10,294 人/平方公里；城市建筑面积达到 180.79 亿平米，包括 119.7 亿平米的居住建筑。如果按照这一数据计算，中国目前城市人均建筑面积（包括住宅和非住宅建筑）达到 53 平米/人，超过日本、香港和韩国水平（典型城市的情况类似，）。当然实际上城市建筑同时还为巨大的非户籍人口（农民工）提供服务，造成实际的人均建筑面积拥有量没有这么大（图

2.1), 但这一状况已需要引起高度的重视。因为如果按照这个建造速度继续下去, 中国的城市人均建筑面积在 20 年后就达到目前欧洲的水平。城市建筑面积增加一倍, 相应的建筑能耗也会增加一倍, 甚至更高。课题组的调查和分析表明, 目前城市总的建筑拥有量的飞速增长并非完全是为了满足人口增加的需要。为此需要进行进一步的研究和调查, 确定城市建筑大规模增长的真实动机与驱动因素。如果主要的因素确是由于一些非理性动机, 其总量超过实现城市完善的功能所必须的规模, 则有必要逐步建立控制城市建设规模的政策机制, 以有效地抑制目前城市建设中这种非理性的高速增长。

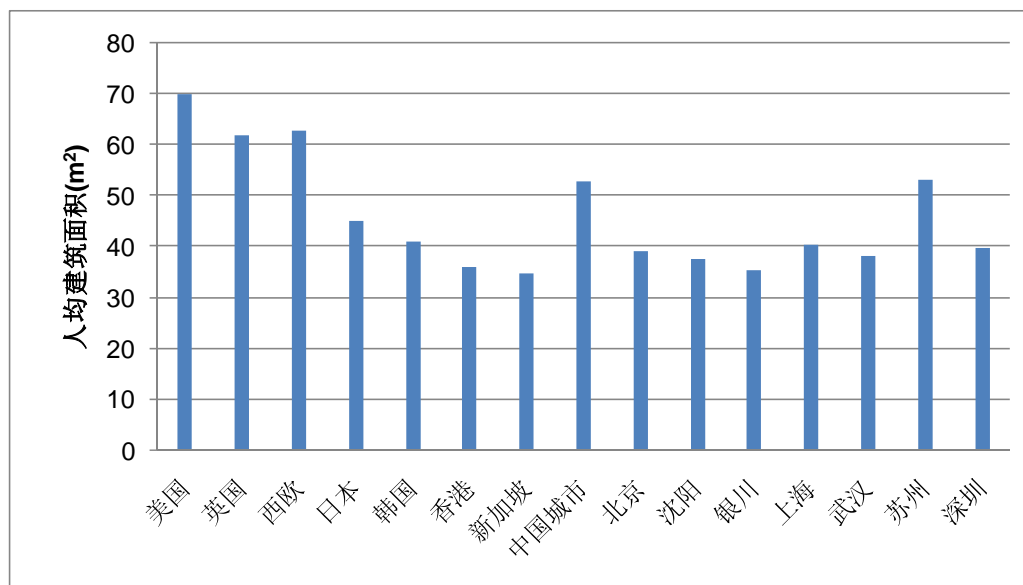


图 2.1 中国与世界典型国家的人均建筑面积对比

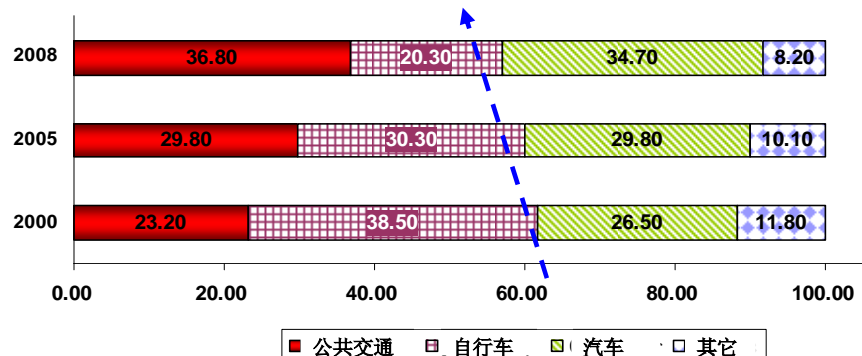
资料来源: IEA, AEI, Tonooka, Korean statistics, 中国统计年鉴

与此同时, 新竣工建筑中所谓“高档建筑”的高能耗建筑的比例逐年提高。包括单位面积能源消耗量是一般商品住宅 2 倍以上的高档商品住宅建筑, 和单位建筑面积能源消耗量是一般办公建筑 4~5 倍的高档办公建筑。正如这些项目的经营者所鼓吹的, 这些新建筑项目已“和国际接轨”。调研表明, 它们实际上的能源消耗强度的确已达到和西方高能耗建筑的同样水平。目前中国许多城市的发展, 看起来正逐渐地与“提供与绿色生活模式相适应的建筑设施以实现发展经济的同时降低能耗”的目标偏离, 不知不觉地走向西方发达国家消费领域高能耗的城市发展模式。

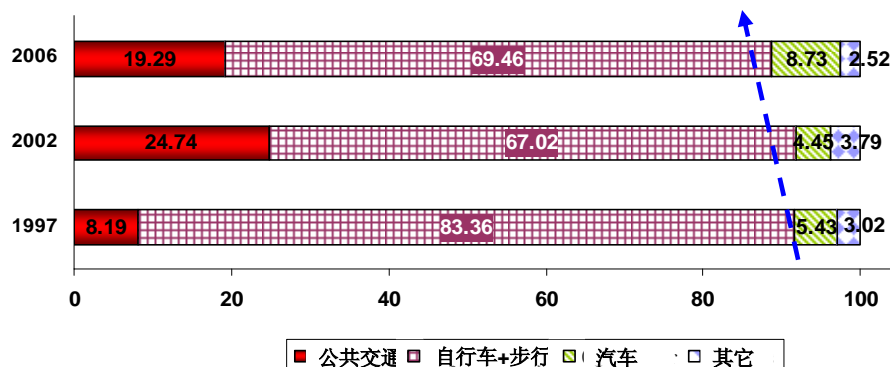
从 1980 年以后, 城市居民对交通出行需求持续增长, 城市公共交通的客运量 (包括公共汽车、有轨电车和地铁) 一直持续增长。2005 年, 客运量达到 484 亿人次, 是 1980 年的 2.6 倍。随着城市化和交通的快速发展, 中国城市公共交通的基本问题并没有得到根本性的解决。在发展道路基础设施和高效的交通运输服务间仍存在着矛盾与冲突, 大城市的交通拥挤问题尤为突出, 导致了公共交通

服务的质量和吸引力的下降。尽管居民出行中公共交通的份额已经从 10% 升至 35%，比以前高出很多，但对比发达国家的一些城市公共交通所占的份额仍然很低，这些发达国家的城市平均的公共交通出行的份额可达到 50%~70%。与此同时，非机动车道路资源被快速发展的小汽车大量压缩。结果，中国城市的公共交通和非机动车交通出行尤其是自行车出行的比例，每年都在显著地降低（图 2.2）。

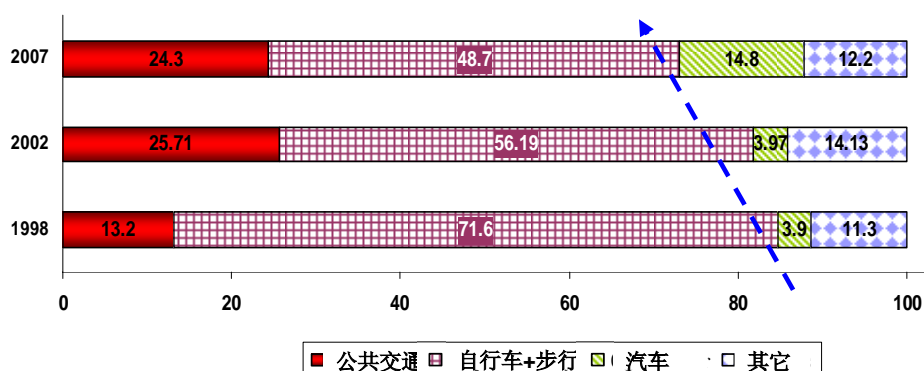
北京各交通方式比例 (%)



南京各交通方式比例 (%)



长沙各交通方式比例 (%)



合肥各交通方式比例 (%)

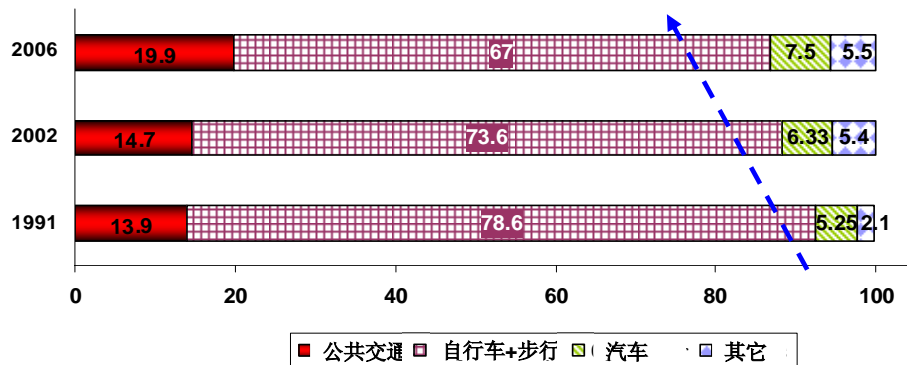


图 2.2 中国几个城市交通出行方式的分布

## 2.2 中国建筑和交通领域能耗发展正在步发达国家后尘

中国的城市消费领域能耗占到了社会总商品能源消耗的 1/3，这个比例与欧盟在 20 世纪 60 年代的情况相似。但是，最近的 10 年来城市生活能源消耗年增长率为 7.4%，高于社会总商品能源消耗的年增长率(5.9%<sup>8</sup>)。当然，与国外相比，中国作为世界上最大的发展中国家，城市化率仍然很低，人均消费领域能耗还是远低于发达国家目前水平。

2008 年，中国人均建筑能耗仅仅是美国人均能耗的 10%，是欧盟和日本的 17%<sup>9</sup>。如果去掉农村人口，仅取城市建筑和城市人口，中国城市人均商业建筑能耗则为美国人均商业建筑能耗的 23%，几乎是欧盟和日本的 40%。对于住宅来说，中国单位面积的建筑能耗是美国的 1/3，是欧盟的一半<sup>10</sup>。随着经济的增长，在“与国际接轨”和“30 年不落后”思想的影响下，中国很多高能耗的建筑已经达到了工业化国家的能耗水平。

在道路交通方面，从 1990 年到 2009 年，中国人均油耗量增加迅速，年增长率接近 9%。但是在绝对值方面，与国际发达国家油耗量相比，中国人均油耗量仍然很小。中国人均道路交通能耗不到日本和韩国水平的 15%、欧盟的 10%和美国的 4%，但是，仅仅比较城市人口，则可得到中国城市人均油耗量为日本和韩国水平的 30%、欧盟的 25%，美国的 10%。而北京的人均油耗则已经接近日本和韩国的人均油耗水平。

<sup>8</sup> Enerdata's GlobalStat database

<sup>9</sup> Enerdata's GlobalStat database

<sup>10</sup>数据来源：清华大学建筑节能研究中心：中国建筑节能年度发展研究报告 2009，北京：中国建筑工业出版社，2009

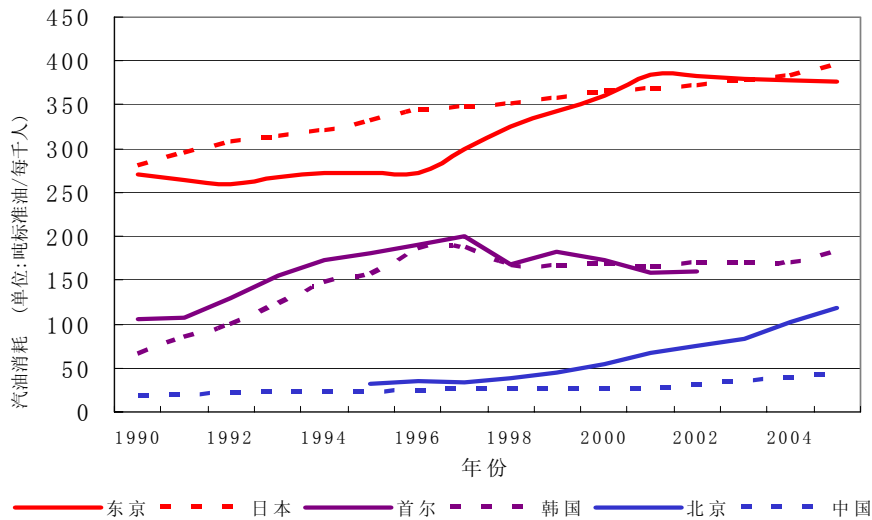


图 2.3 中国、日本和韩国人均汽油耗量<sup>11</sup>

课题组开展的国内外调研表明,虽然中国城市人均消费领域的能耗与发达国家的差距仍然很大,但是 10%最高能耗的人群已经达到了发达国家消费领域人均能耗的平均值(图 2.4)。

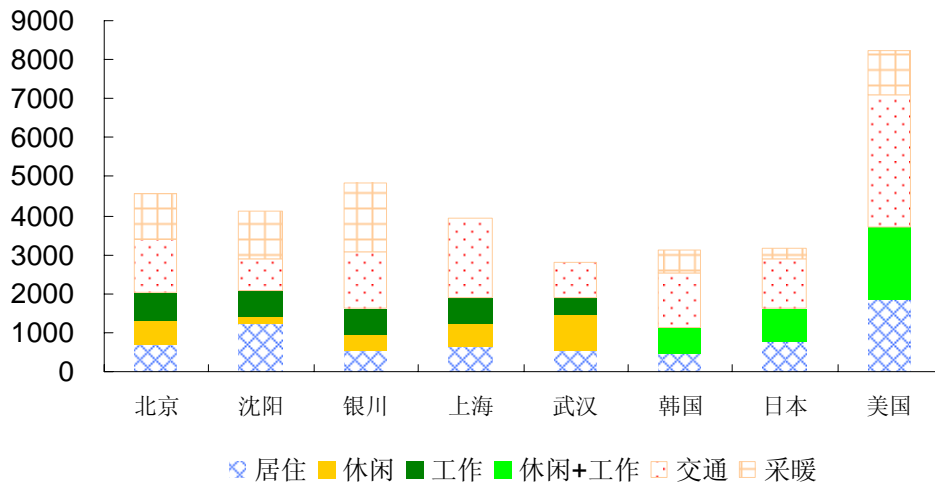


图 2.4 能耗最高 10%的人群生活能耗和发达国家平的比较(单位: kgce/(ca.a))

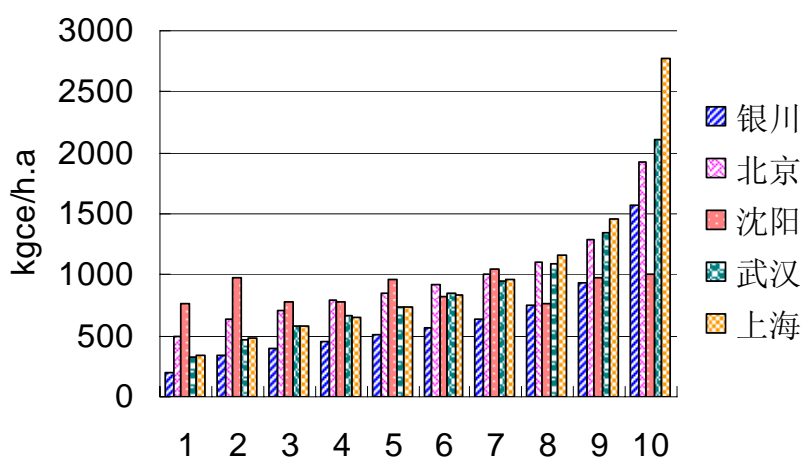
调研得到的中国建筑和交通能耗的发展趋势的结果,证明了在报告一开始提出的观点。中国不能继续沿着发达国家过去几十年的以消费领域高额能耗为代价的经济发展和城市化道路,否则巨大的人口和有限的资源、能源及环境容量,将成为制约中国城市可持续发展的瓶颈。

<sup>11</sup> 数据来源: 中国交通部科学研究院。

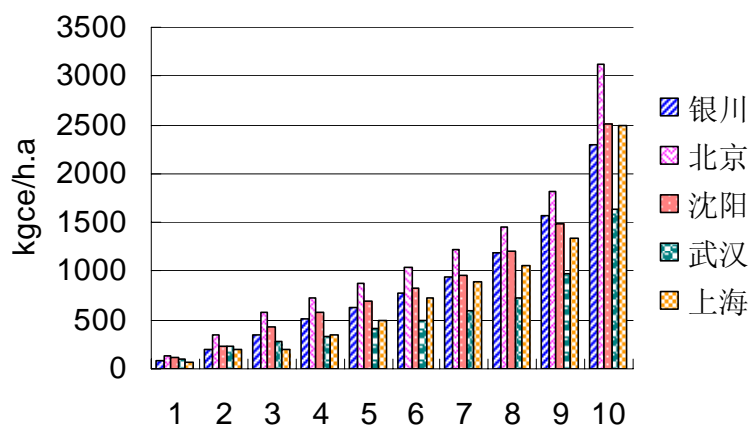
## 2.3 中国城市的人均生活能耗水平差异

课题组与当地统计部门合作，对国内 6 个城市（北京、苏州、沈阳、银川、武汉和上海）<sup>12</sup>开展了调查，并与发达国家的能耗进行了比较。调查的目的是比较和了解中国国内和国外，发展中国家和发达国家的能耗差别。对于国内城市，将各个城市的调研的人群的家庭能耗按照从低到高进行排序，按照各户的能耗分为 10 组，分别计算每一组家庭在住宅、工作单位、休闲场所以及室内交通四类能耗的各自平均值，同时列出发达国家当地居民的平均值以作参考和比较。下图

(2.5) 是在中国 5 个城市的户均城市生活能耗调查结果，横坐标为从能耗水平最低 10% 的人群到能耗水平最高的 10% 的人群。

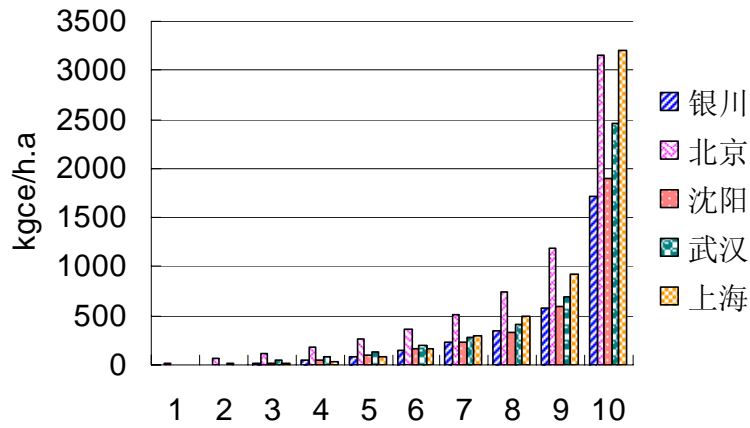


(a) 住宅能耗分布图（按家庭计算，银川、北京、沈阳不包括集中采暖）

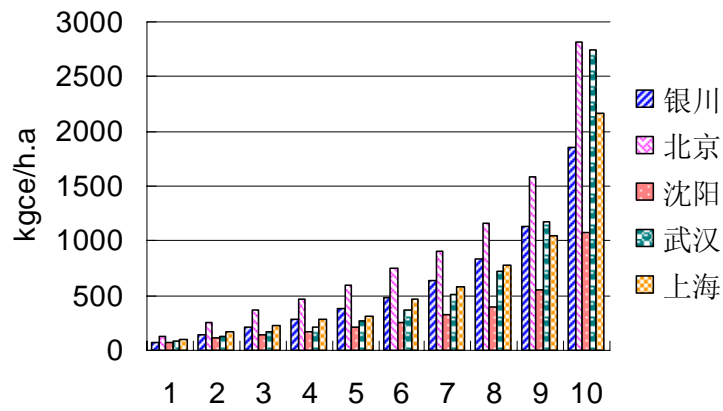


(b) 中国城市个人工作能耗分布图（按家庭计算，银川、北京、沈阳不包括集中采暖）

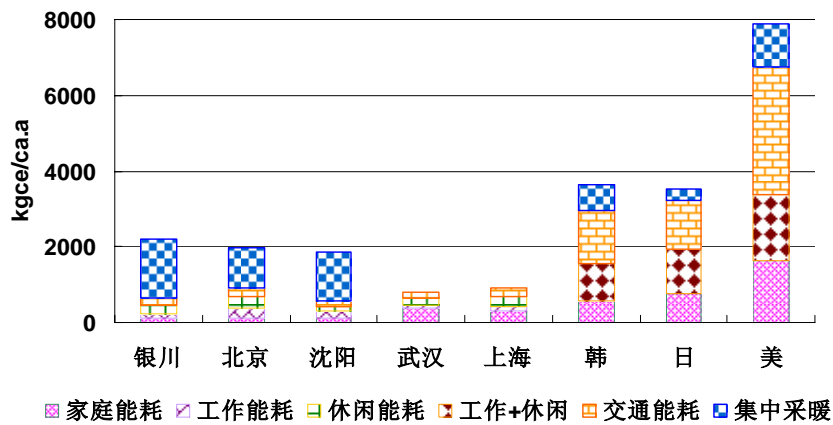
<sup>12</sup> 更多详细内容请参考最终报告。



(c) 不同城市交通能耗分布图（按家庭计算）



(d) 休闲娱乐能耗分布（按家庭计算）



(e) 中国各城市个人能耗与国外的比较

图2.5 城市生活能耗分布图<sup>13</sup>

<sup>13</sup>上述调查结果中，北方三个城市（北京，沈阳，银川）的能耗不包括采暖能耗。这是因为这三个城市冬季

调研结果表明：

- 1) 不同人群的能耗量有着巨大的差别。中国城市中，约 20%的高能耗人群消耗的能源（除采暖）相当于能耗最低人群的 5~10 倍，相当于平均值的 2~3 倍。但是，并未发现能耗的高低与收入的明显相关。
- 2) 尽管中国各城市间高低能耗人群分布情况十分类似，然而各城市的人均能耗水平差别较大，并且与该城市的经济发展水平相关。这与各个城市的经济发展水平和由此导致的文化差异及相应造成的消费习惯与生活模式的不同有关。
- 3) 虽然中国城镇居民的人均能耗水平仍远低于发达国家（约为发达国家的 5%~20%），然而最高能耗的 10% 人群几乎已经达到了发达国家水平。这意味着在不久的将来，如果继续完全效仿发达国家的经济发展与城市化道路，中国消费领域能耗将极可能达到发达国家目前水平。
- 4) 北方三个实行集中供热的城市的采暖能耗对不同人群呈大致均匀的分布，与消费领域其它能耗的特点完全不同。中国与发达国家的采暖能耗相差不大，而在消费领域的其它能耗项目中，人均能耗远低于发达国家。这种采暖能耗与其它能耗特点上的差别反映出市场机制与社会福利机制对消费领域能耗的影响上的巨大差别。政策建议中将单独讨论怎样促进“供热改革”通过市场机制来实现采暖节能，而以下分析中的能源消耗都不包括北方集中供热采暖能耗。

以下分析调研中城市居民人均生活能耗存在巨大差别的原因。

### 能耗与人均建筑面积的关系

图 2.6 中国和国外城市的年人均建筑面积和人均城市生活能耗。这里的建筑面积包括了住宅和商业建筑。造成城市之间能耗差别的一个原因就是总的建筑面积的差别。建筑面积越大，能耗越高（见图 2.6）。

---

采暖主要采用集中供热方式。目前集中供热按照建筑面积收费，并且相当一部分住宅的集中供热热费由居住者的雇主负担，居住者甚至于不知道采暖的实际费用。因此属于市场机制未能波及的社会福利制度，从而表现出的形态与消费领域其它方面的能源消耗完全不同。因此为了便于分析，把属于市场机制调控部分的能源消耗单独列出，即图 2.5 (a) 到 (d)。另外在图 2.5 (e) 中给出各城市包括采暖的人均能耗，以此与美日韩等发达国家进行比较。由于美日韩的数据是全国平均数据，其建筑采暖的地域约为全国总地域的 40%~50%。而国内则是各城市平均数据，导致三个集中供热的北方城市人均采暖能耗高于美日韩三国。

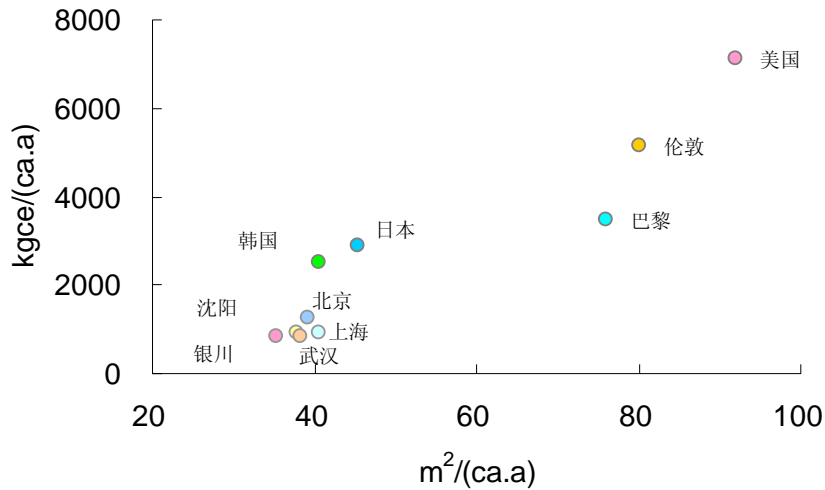
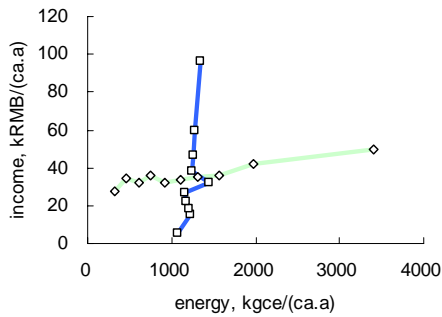


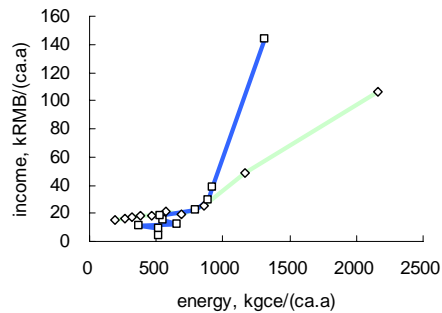
图 2.6 人均城市生活能耗和建筑面积 (住宅建筑和商业建筑)<sup>14</sup>

### 与收入的关系

图 2.7 比较了户均住宅能耗。一条线以能耗水平分类，另一条线以收入水平分类。这样做的目的是为了看出，随着收入的增加，其他因素（主要是生活模式和消费模式）对能耗差异的影响。两条线之间的角度越大，能耗水平与收入之间的关系就越小。



北京



沈阳

<sup>14</sup> 数据来源：中国城市—2008 年各城市统计年鉴和调研得到；巴黎和伦敦—最终报告中的国际比较，韩国—Korean Energy Economics Institute (2005), Energy Use Survey (2005)，首尔—Ministry of Commerce, Industry and Energy (2005)；日本—The Energy Data and Modeling Center, Handbook of Energy & Economic Statistics in Japan, The Energy Conservation Centre (2008)；Buildings Energy Data Book, 美国: D&R International, Ltd. (2008).

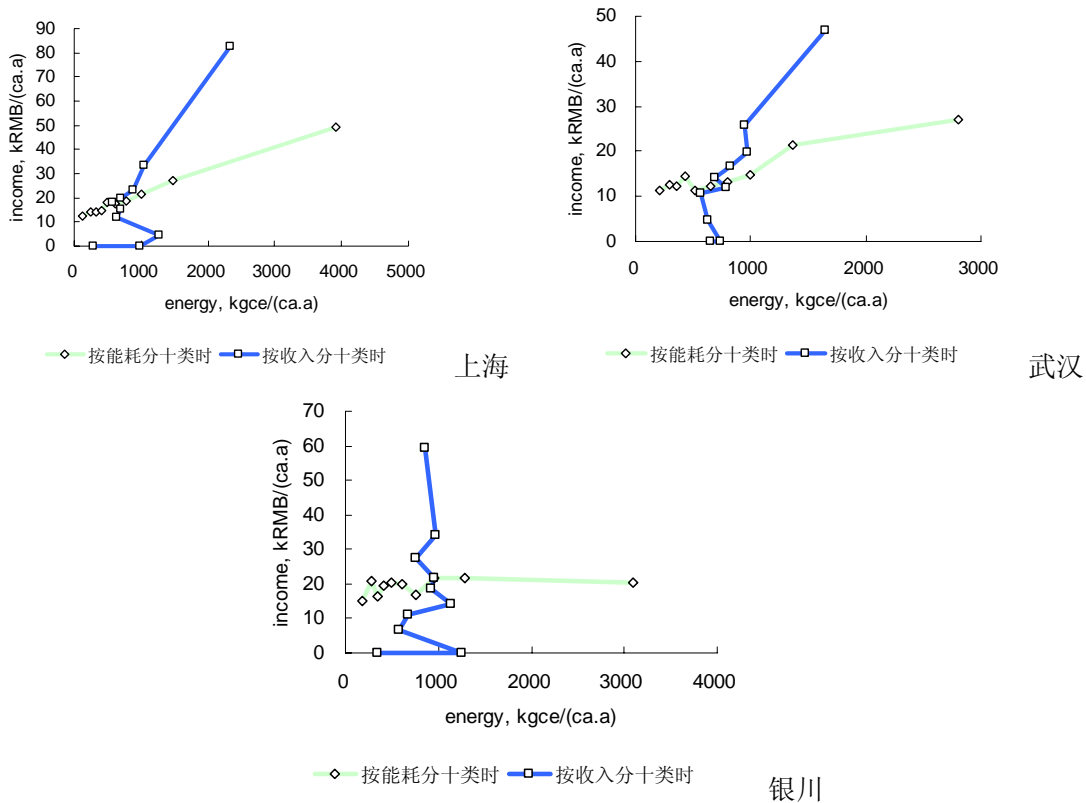


图 2.7 中国城市生活能耗分布及与收入的关系

显然，各城市人群的收入和能耗水平之间的关联度较弱，尤其在北京和银川几乎不明显。

### 消费模式

课题组社会学专家对上海、武汉、沈阳和银川等城市人均生活能耗的差别以及个人对理想生活模式的态度进行了研究。主要针对 4 个因素对理想生活模式的影响：年龄、收入水平、教育程度和职业。详细结果见最终详细报告。总的调查结论如下：

- 1) 在每个城市，超过一半的居民，其理想用能模式都是在满足基本生活需求的情况下尽量节能，甚至会有 20%-35% 的居民为了节能会牺牲一定的舒适度。
- 2) 被调查居民认为健康与舒适是理想生活模式的两个最重要的因素。需要提供更有效的节能技术以在尽可能低的能耗水平下满足人的舒适型需求。健康和有利于节能的行为之间的关系（如骑自行车出行）也应该在舆论上充分鼓励，这样才能充分鼓励健康的生活方式，同时反对在消费领域无效的能源消耗。
- 3) 在 4 个可能的影响因素中（年龄、收入、教育和职业），年龄看来是对能

源消耗和生活模式影响最大的因素。调查发现年轻人更趋向于消耗更多的能源以获得更舒适的生活，而年长者则趋向于更节约地使用能源的生活方式。此外，年长者普遍比年轻者更关注自身的健康，这就使他们更倾向于节能并健康的生活模式。与此对应，年轻者则在理想生活模式的选择上不像年长者那样集中和一致。

- 4) 与此相反，收入，教育和职业这三个因素与受访者对理想生活模式的回答上没有明显的关系。
- 5) 年龄之所以会对理想生活模式和能源使用的态度有这样大的影响，原因是中国处在社会、经济和文化巨大变动的时期。由于各种西方文化与不同的生活方式的进入与影响，导致年轻一代具有更复杂和多样的生活模式预期，同时也使得他们扬弃了偏重于节俭与克制的传统习惯。
- 6) 既然年龄成为决定人们在生活方式选择和能源使用态度方面的主要原因，中国未来的能源政策就应该加强相关生活模式、文化与价值观的教育和宣传，尤其应该重视与消费领域用能有关的传统文化价值观的重塑。

另一个需要回答的与能源消耗模式有关的问题是“不同的行为与生活模式会导致多大程度的能耗差别”。图 2.8 直接测试得到的北京某普通住宅建筑夏季空调电耗。该住宅楼中各户平均安装了 2~4 台分体式空调机，全楼平均电耗为 2.2 度电每平米；然而单位面积空调能耗差别极大，最高的电耗可达 14 度电每平米，最低的则几乎是零。调查发现，造成能耗差别的主要原因是各户空调运行时间不同，虽然所有的住户都表示，在夏天只要觉得热的时候就会开空调；但测试结果发现，最多的住户每年空调运行时间为 2000 小时，而半数的住户空调年运行小时数小于 500。这就导致空调能耗的巨大差别。该楼住户均为某设计院的工程设计人员，其收入水平普遍在北京居民平均水平以上，经济因素对空调能耗高低影响有限。调查发现与各户空调运行时间最相关的因素是家庭的年龄构成。越年轻的家庭，空调开的时间越长。正如前面所述，正是不同的文化和生活模式导致了这些家庭空调耗电量的巨大差异。

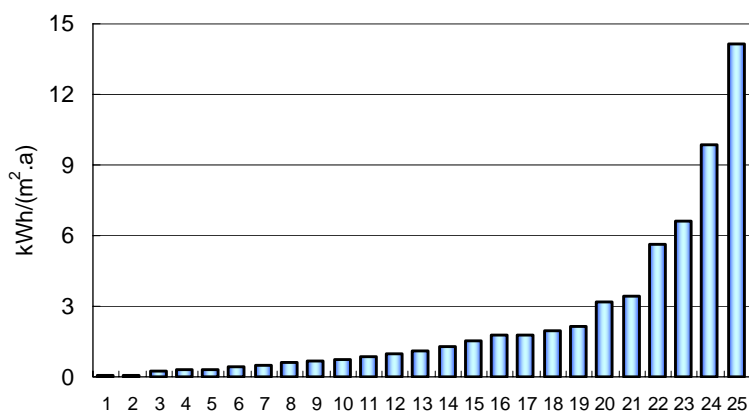


图 2.8 测试得到的北京某住宅楼各户单位面积夏季空调电耗值

而北京另一栋所谓的“高能效”住宅建筑，采用了十分高效的中央空调系统和非常好的建筑保温隔热措施。实测其同年夏季空调能耗为  $19.5 \text{ kWh/m}^2$ ，几乎是采用分体式空调制冷的住宅建筑平均值的 8 倍！造成其高空调能耗的原因是由于其“全空间全时间”的空调系统运行方式，全部住户无论有人无人，都只好“被动地”接受“全时间全空间”的空调服务。而普通采用分体式空调的建筑，可以方便灵活地按住户的需求与喜好，“部分空间部分时间”地使用空调。这就是说，节能的生活方式需要有相应的建筑和系统来保障。某些“高技术”的建筑系统试图提供最佳的服务，但实际却剥夺了使用者采用节能生活模式的可能性，使所有的使用者都被动地按照高能耗的生活方式生活。这种建筑系统尽管可能具有很高的能源利用效率，但其结果却是大幅度地增加了实际的能源消耗。

### 工作场所的建筑能耗

图 2.9 列举了北京、上海与里昂一些办公建筑的除采暖外的分项能耗。虽然这些建筑物的功能相近，但单位面积能耗差别很大，从  $33 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$  到  $330 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$ 。对这一现象的一种解释是：造成能耗差别的是建筑物提供服务水平的不同，在提供高质量服务的建筑中工作人员的工作效率要比服务水平低的建筑中的工作人员高。然而，进一步地问卷调查显示，在低能耗的建筑中（如图 2.9 中 TH1 和 TH2 建筑）几乎没有对服务水平的投诉；相反的是，在高能耗的建筑物中，投诉更多。那么，这种高级办公建筑的高能耗到底达到了什么效果呢？在未来，人们会更喜欢这种高层密闭的办公建筑，还是那些与自然界联系更紧密的低能耗建筑呢？

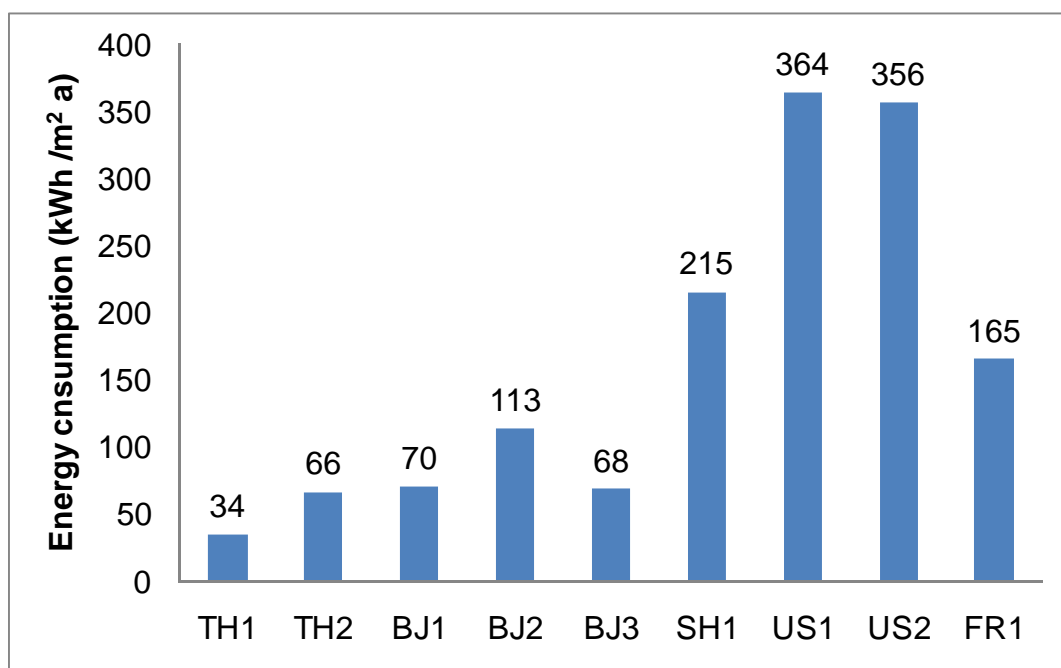


图 2.9 不同城市办公建筑能耗水平的比较（横坐标：TH 代表北京某校园建筑，BJ 代表北京某建筑，SH 代表上海某建筑，US 代表美国费城某建筑，FR 代表法国里昂某建筑）

## 城市交通出行距离

表 2.4 显示了所调研的 6 个城市中的 5 个城市的平均出行距离和出行方式（长距离上班和假期旅行没有包括在内）。出行的需求和公共交通和非机动出行比例在决定城市消费领域能耗中有非常大的影响。人均出行距离一方面与城市规划密切相关，另一方面也与居民的生活方式有关。近年来仅为兜风形成的小汽车行驶里程占小汽车总里程的比例就出现不断升高的现象。相同的出行距离，私人汽车出行能耗是公共交通能耗的数倍；这是形成不同群体交通能耗巨大差别的原因。

是否人均出行距离长就表明生活质量高呢？或者长的人均出行距离是由于不同的城市规模与功能布局的影响？对于给定的出行距离来说，乘私人轿车比乘公共交通昂贵，当然更比非机动车方式昂贵。无论如何，出行距离越长，由于轿车速度的优势就越使得人们倾向于轿车，而不管其成本和其消耗的能源。明智地使用私人轿车，同时创造更有利于公共交通与非机动出行方式的城市环境应该是城市节能的关键内容。根据调查，公共交通所占比例低下的背后是处于如下原因：

- 城市公共交通相关法律依据不足

当前，由于诸多原因，中国尚无一个统一的规章制度支持公交优先。“公共交通安全管理规程”一直等待立法机构通过。这就表明在城市规划、建设、运行和管理中还没有一个强有力的法律体系去支持公共交通。从而，发展公共交通所需要的土地、资金、开发权、和运行补贴也就无法落实。经常出现无土地为公交提供停车场、提供公交车站的情况。

- 缺少有效的资金支持

目前只有中央政府提供非常有限的公交补贴，因此非常需要改善公交的融资机制。公交补贴基金目前由地方政府管理，每个地方政府根据情况自行确定补贴基金使用方式。在低票价系统下，许多公交公司面临巨大的运行困难。根据 2005 年的调查数据，80%的主要公交公司亏损，12%基本盈亏平衡，只有 8%略有盈余。这一年 36 个被调查城市中的 23 个从地方政府得到 21.6 亿元的补贴。近来在 9 个城市的调查也表明，其中 8 个城市仍然处于亏损状态。进一步调查和分析表明，这种亏损往往导致公交企业职工的工作时间延长（每天工作 10 小时以上）和低收入，长期以往对整个公交队伍和公交企业的稳定形成严重威胁<sup>15</sup>。

- 缺少为公共交通提供的城市空间

由于城市规划、道路建设和交通规划间缺少有效的合作，使得专门为非机动

---

<sup>15</sup> 数据来源：中国交通部科学研究院的调研报告。

交通设计的公共土地严重不足，进而影响了公交系统的发展。

表 2.4 中国典型城市出行距离和模式所占的比例

城市	平均出行距离 (km)	出行模式比例(%) <sup>16</sup>	
		公共交通	NMT 非机动 (自行车、步行)
银川	8.4	20.7%	64.2%
北京	11.0	38.3%	27.7%
沈阳	9.5	18.8%	68.1%
苏州	11.5	10.4%	44.4%
武汉	9.8	23.4%	61.0%

## 2.4 国内外调研：发现与启示

课题组的调查结果得到以下结论：

- 1) 城市消费领域的能耗，不仅与提供相应服务的技术相关，更与居民生活方式、文化习惯相关。后者决定了对城市消费领域提供服务的需求量；总能耗与需求量成正比，而技术水平则决定了满足单位需求所需要消耗的能量。
- 2) 需求的不同是由不同的生活方式所导致；但是，满足不同需求的能耗与所产生的服务水平之间并非线性关系。服务水平的较小提高，可能导致能源消费的大幅度增长。在很多情况下，高需求与相应的高能耗所产生的并非更优质的服务（更健康，更高工作效率，相同出行距离下节省更多时间等），而只是一种“炫耀”或满足一种“文化需求”。在很多情况下这种“炫耀”和“文化需求”往往对应更差的服务效果。
- 3) 生产领域主要通过技术革新、提高能效以达到节能的目的，而城市消费领域则与之不同，它需要“控制需求”与“改善技术”双管齐下。由于上述生活水平与能耗的非线性关系，在满足基本需求的前提下，控制需求增长可能是最有效的节能措施。
- 4) 提高人们生活水平是所有研究设计的最终目的。然而，使社会幸福感提高的生活模式不是只有一种。因此，解决问题的关键在于找到一种合适的可持续发展的社会结构与发展模式，在实现社会文明和使人民生活幸福的同时，能源消耗最小。现行的西方生活方式显然不能满足这一目标。中国以及其它广大的发展中国家必须要找到一条全新的道路，通过采用

<sup>16</sup> 数据来源：中国交通部科学研究院的调研数据。

与之不同的发展模式，达到上述目标。中国政府已提出“建设资源节约、环境友好型社会”的发展目标，并以之为中国发展和城市化的基本国策，这应该是本报告的重要导向。找到一条新的满足中国进一步发展需要的道路是完全可能的，并能以此为其它发展中经济体，如印度、巴西、墨西哥及东南亚国家等的发展模式提供启发与参考。

- 5) 不同生活方式，对应着不同的建筑与客运交通服务需求，同时也需要不同的技术手段来满足这一需求。中国现在的建筑能耗远低于西方国家，正是由于不同的生活方式所致。有些服务于“高能耗生活模式”的技术方案，尽管其能源利用率高，但如果它的使用促使人们从节约的生活模式“被迫”地转为“高能耗生活模式”，其结果反而使实际的能源消耗大幅度增加。例如住宅建筑的中央空调，或者以小汽车为导向的城市与道路模式。因此，尽管中国建筑及内部系统需要通过进一步的技术创新，在目前的能耗水平上进一步改善建筑的服务质量，并在可能的条件下进一步降低建筑能耗水平。但决不能简单地复制抄袭“引进”西方国家的大部分建筑节能技术。因为在大多数情况下，后者不仅不节能，还往往造成实际能耗的增加。其根本原因就是生活方式与要求的服务不同。
- 6) 城市交通的发展可能为电动自行车的推广提供了巨大机遇。在大多数中国城市中公交发展从不完善的设施程度和欠佳的服务质量看，都滞后于城市的发展。统计数据表明，50 万人口以上的城市公交仅能提供约 10% 的出行总量，只有几个城市公交出行率达到 20%。对于人口少于 50 万人的城市，公交提供的服务仅为出行总量的 5%。同时，中国公交的平均速度仅为 10 公里/小时。中国公交的这些数据远差于欧洲城市、日本和北美。电动自行车可以比公共交通节约 50% 的时间，比非机动车节省 30% 的时间。把电动自行车纳入到城市交通设施体系中还可以同时满足市民对机动交通的需求，同时补充由于缺少高效的公共交通而导致交通服务的不足。目前在 18 个允许使用电动自行车的中国城市中，电动自行车在各类出行目的上都成为最便捷的出行方式（例如接送上学儿童、休闲、访友、郊游等）。

## 2.5 重新审视与城市消费领域节能相关的政策方针

在物质产品生产领域，节能追求的是降低单位产品的能源消耗，提高产量，即使总能耗增加，单位产品能耗降低也达到节能的目标。然而在城市消费领域，节能追求的唯一目标就是降低总的能源消耗量。如果把服务作为一种产品，参照物质产品生产领域的做法，追求单位产品的能源消耗量，就必然导致加大提供的服务产品总量从而降低单位产品能耗，最终导致总的能源消耗量增加。因此，从

我国实际情况出发，城市消费领域节能政策的目标应该是：在维持目前能耗总量不变或有所降低的前提下，通过技术进步和创新，进一步提高建筑和交通的服务质量，改善人民生活，提高社会的文明程度。如果意识不到这一点，相关政策就难以成功。以下列举 6 个例子说明节能工作中的误区。

**误区 1：用节能百分比的方式指导节能工作。** 目前我国的建筑节能政策采用了节能百分比的概念，即目前经常谈及的建筑节能 50%、65% 或 75% 的目标与鼓励政策。这一提法源于北方采暖节能。当把围护结构的热阻提高一倍时，可以使采暖能耗降低 50%。由此以围护结构热阻的相对值作为考核建筑节能的指标。但对于以空调和其它能耗（照明、生活热水、电器）为主的其它地区，建筑能耗与围护结构热阻关系很小，而更多的由采用的装置及装置的使用方式，以及居住者对建筑物的需求决定。这样再单纯考察围护结构热阻，并以此产生节能 50%，65% 等说法，不仅形成对建筑节能效果的误导，更忽视了人的生活方式对建筑能耗的巨大影响，从而导致大量貌似节能 75%、65% 而实际高能耗的建筑的出现。

**误区 2：考察一座建筑采用了多少项建筑节能技术。** 例如，是否是外墙外保温，是否采用低辐射玻璃和“带呼吸幕墙”，是否采用水源热泵、地源热泵等等。然而，由于建筑性能对气候的依赖性，不同气候带的建筑，不同的建筑功能，不同建筑使用特点（如室内发热量大小），对建筑物的要求和建筑系统的要求差别很大，从而需要不同的节能技术措施与产品。在一定程度上甚至可以认为几乎没有哪种节能技术和产品在任何地区、任何功能的建筑中都普遍适用。并且，在很多场合，盲目地采用一些不适宜的“节能技术”，不仅提高了投资，而且很可能导致实际能耗的增加。盲目堆砌节能技术的建筑，往往是使使用者“被迫”按照“高能耗生活模式”使用的建筑，其结果一般是实际能源消耗的大幅度上涨。

**误区 3：把用可再生能源提供建筑总能源的比例作为考核一个项目是否节能的重要指标。** 这一指标并不科学。例如，A 建筑的单位面积能耗比 B 建筑高 50%。当 A 建筑采用了 20% 可再生能源时，实际的常规能源消耗量仍比 B 建筑高出 20%，因此对于 B 建筑来说，A 建筑仍然是高能耗建筑，而不能仅因为它采用了 20% 可再生能源就成为节能建筑。采用节能措施，鼓励节能的生活方式，推广可再生能源，都出于一个目的，就是降低矿物质燃料的消耗。单纯追求可在再生能源利用的高比例，往往又导致对高标准、高能耗形式的建筑的追求。因此采用可再生能源而受到鼓励的前提应是其实际消耗的矿物质燃料量小于同类建筑。

**误区 4：把节能简单等同于提高能效。** 节能的一种英文对照用词是“Energy efficiency”，再用中文解释，就是“提高能源利用效率”。那么节能是否可以直接用能源利用效率来评价呢？如果考虑能效，QQ 汽车的能效可能比不上奔驰汽车，但是就实际的能耗而言，却是 QQ 车的能耗低。那么我们究竟应该补贴哪一类汽车？比较公共交通和私人汽车，如果是补贴能效，那么会导致相同的问题。建筑节能的情况也是类似。例如北京某房地产开发项目采用辐射采暖，另外还有专门

的新风系统提供加热加湿后的新风。整个冬季室温维持在 24℃，辐射采暖的热量平均消耗量为 14W/m<sup>2</sup>，新风系统耗热量为 11W/m<sup>2</sup>，这样，冬季采暖总的耗热量平均为 25W/m<sup>2</sup>，高于北京市采暖标准。测试机构认为，把辐射采暖的热量折合到北京市规定的采暖标准室温 18℃的工况，14W/m<sup>2</sup>应折合到 10.5W/m<sup>2</sup>，而新风属于提供了额外的服务，因此其热量不应计入。这样，折合到标准工况，采暖能耗仅为 10.5W/m<sup>2</sup>，仅为北京市建筑节能标准中采暖能耗 21W/m<sup>2</sup>的一半。因此可以得到结论，这座建筑的能耗比达到建筑节能标准的建筑能耗还低一半。但是，这座建筑实际消耗了平均 25W/m<sup>2</sup>的热量，当然是高于北京市节能标准中规定的 21W/m<sup>2</sup>的要求。

**误区 5：采用车流量作为衡量城市交通规划效率高低的指标。**从某种程度上说，这不仅违背客观事实，还与城市交通节能的目标相悖。城市交通规划的最终目标是提高出行可及性和便利性。但是直到现在为止，绝大多数城市交通规划的目标依然是为了满足车行交通的需求，这样做的结果只会消耗更多的能源，产生更多的二氧化碳排放。在以前的城市交通规划中，决策者往往容易把解决交通拥挤与提高城市的机动性、满足更多的机动车通行需求简单地等同起来。众所周知，最节能环保的交通方式首选非机动车方式，其次为公共交通。然而，由于上述误解，非机动车方式的基础设施并没有得到成功的落实，绝大部分被其他方式挤占，使非机动车出行环境日益恶化。“以车为本”的城市交通规划思想限制了公众的活动范围及消费者的可达性，严重影响了城市交通运行效率和能效的有效提高。

**误区 6：将拥有私人小汽车作为衡量生活水平的主要指标。**这个指标明显与控制城市生活能源消耗的政策目标相背离。作为机动化的服务工具，小汽车比非机动车工具和公共交通工具具有更高的能源强度。把拥有私人小汽车作为衡量生活水平指标增强了私人汽车社会地位标志的象征，这样会使私人小汽车的拥有量急剧增加。小汽车使用者应当对能源消耗、道路基础设施使用、公共空间使用、环境影响等造成的外部成本负责，这个观点还没有得到广泛支持。忽视拥有私人小汽车给社会和环境带来的成本会大大增加汽车的保有量，并使交通拥堵和环境污染问题更加严重。提倡将小汽车作为身份地位的象征会降低公共交通工具和非公共交通方式提供交通服务的最佳方式的认可度。豪华、商用和公务车最能体现汽车的身份象征，而这些车却是城市交通能源消耗和二氧化碳排放的主体。

### 3 政策建议

中国未来的经济社会，能源需求将极大地取决于我们的发展目标和相应政策。中国的能源战略再也不能走传统的“市场需求预测——能源供应发展——满足需求达到平衡”的道路了，必须充分考虑实际经济社会发展的可能和资源环境

的制约，优化选择战略政策目标，才有可能实现资源节约型和环境友好型的和谐社会建设目标。我们应该清醒地意识到，当前中国面临着高能耗产能发展过快，产能过剩并即将进入饱和期的客观现实，因此在经济发展、人民生活水平不断提高的同时，必须尽快采取措施合理控制中国建筑、交通等城市消费领域能耗的快速增长。只有这样，中国经济社会发展才有可能走出和发达国家不同的新路，在满足提供更高的生活水平的时候，实现建设低能耗的可持续社会发展目标。

课题组通过大量的原始调查，发现在当前社会转型期中，城市居民生活方式与消费模式日趋多样化，由此造成的能源消费水平也呈几倍至上十倍的差别。一方面，多数城镇居民的生活模式依然深受中国传统文化和生活习惯的影响，崇尚“部分空间、部分时间”节俭用能模式和自行车、公交优先的出行方式，结果无论住宅能耗、办公建筑或人均交通能耗均远远低于发达国家。另一方面，调研中已发现，国内一批效仿西方发达国家的生活与消费模式的人群，其建筑和交通能耗也达到了“国际水平”；这些人群有逐渐在国内发达城市蔓延趋势。

原始调查结果非常清晰地显示出，中国传统的生活模式和消费习惯，可以完全满足人们的生活、工作、休闲、出行需求，提供很高的社会福利和居民满意度，并能实现低能耗与低碳排放。这些强大的事实依据，为中国如何实现低能耗的城市发展道路初步指明了方向。城市消费领域的节能和人们追求、向往的生活模式和社会形态密切相关。如果能研究透彻经济繁荣、生活富裕后，何种生活模式可在消耗最少的能源前提下实现最满意的幸福生活，则可指导我国的经济建设道路和基本建设思路，并为城市消费领域的节能明确方向。其中，城市发展的理想模型的核心是如何结合中国国情，合理地设计未来社会理想的生活方式和消费模式（尤其是休闲方式，即如何可以实现低能耗地、幸福地使用空闲时间，同时还有利于社会文明和人民健康）。

需要指出的是，目前多个研究机构都在研究 2020、2030、和 2050 年中国能源、环境和经济、社会的发展。其中相当一部分是以 GDP 为主要参数，根据当前各行业的发展速度，预测未来的社会和经济状况。这样的预测研究，必然推导出未来巨大的能源需求和高度的出口导向型经济发展模式。而对于中国这样的人口大国，从未来的消费需求、城市结构和社会模式出发，科学地得到在极其有限的能源与环境容量下使人民全部过上幸福生活，中华民族得到高度文明发展的模式，并从现在起，就按照这一模式进行城市建设和指导经济发展。这才可以真正实现“资源节约、环境友好”的社会发展。本课题到目前阶段的研究还无法给出理想城市的完整路线，仍需要做深入的研究。建议作为国合会下一阶段进一步以“资源节约环境友好型社会的城市模式”为主题开展研究。

在基于对城市消费领域节能减排特征理解的基础上，结合国家“十二五”、中长期的发展规划，课题组提出了 5 条应当率先实施的政策建议如下。

### 3.1 建立城市消费领域节能的技术路线和政策框架

要实现上述目标，落实胡锦涛主席 2009 年 9 月在联大会议上的讲话精神，在制定国家节能减排战略时就必须充分重视工业领域节能和城市消费领域节能的本质差异，分别设计不同的目标和技术路线图。目前我国在能耗数据统计，节能效果评价，节能激励机制等各方面都没有将这两类本质与特点都不相同的能源消耗领域分开，这不利于通过促进人类文明发展的先进的节能生活模式来实现城市消费领域节能这一战略目标。为此提出以下政策行动：

**政策行动 1：**从现有的能耗统计分类中，准确地区分出城市消费能耗领域，作为国家、省、市统计部门能耗统计工作的重要组成部分。建立国家级针对城市水平的消费领域能耗的统计与评价机构，建立城市消费领域能耗基础数据库，为监测、评价和政策研究提供支撑。该机构负责解决协调中央和地方不同统计部门和职能部门，完成数据平台建设，开展能力建设，研究相关财政政策等问题。该项行动建议“十二五”期间在部分省市进行试点示范。

**政策行动 2：**逐步建立以实际能耗数据为导向的政策体系。即，与节能相关的政策的设计与制定应当基于对各类建筑和交通实际能耗的研究，应根据政策实施后的实测与调研的实际能源消耗数据来评价政策和措施的合理性。这样可以避免只对所谓高能效的建筑节能技术或汽车进行了财政补贴，但实际上总的建筑或交通能耗却无法降低的情况出现。为此需要尽快变革建筑节能设计标准中节能百分比的提法，纠正简单对节能技术或可再生能源技术应用的财政补贴，建立实际能耗的准入退出机制，纠正对高能效却高能耗汽车的财政补贴，等等。建议在“十二五”有关部门的战略规划中，列出专项基金、课题支撑建立以实际能耗数据为导向的针对建筑和交通领域的政策和技术标准体系的研究。

**政策行动 3：**以新建公共建筑为切入点，建立基于能耗数据的节能管理与过程控制体系，并用于建筑全生命周期过程，包括招标、设计、建造、验收与运行管理等各个阶段。具体思路如下：在规划阶段，由业主方承诺建筑能耗总量的上限，并由城市规划的政府部门根据同功能建筑的参考指标对其审批并备案；在设计阶段，以审批的能耗总量作为节能设计的依据，并作为方案评选、节能审查、施工图审查等工作中与节能审查相关的评定依据。在工程验收阶段，通过现场测试和换算的方法检查建筑既系统是否达到承诺能耗量。在建筑物运行管理阶段，通过实时用能监测系统核验建筑用能是否维持在承诺用总能之下，并实行超定额部分高价征收能源使用费制度。这样就建立了基于能耗数据的节能管理与全程监控体系。彻底避免了“节能百分比”和罗列节能措施的方式。建议“十二五”期间在全国重要省市政府新建建筑中试行，逐步推广。

**政策行动 4：**建立交通能源统计的规范性、公开性和系统性建设，做好城市交通运输企业（公交企业、轨道交通企业、出租车企业）、加油站、交管局、环

保局的统计数据的规范性、系统性和公开性建设工作，区分城市公共交通和私人交通的相关能耗统计指标，使得交通能耗数据得到最大程度的公开和利用。在建立城市交通能耗数据监测机制的基础上，建立城市交通的节能激励机制，并设立交通节能管理专项资金，经费来源于国家和地方财政预算，主要用于交通能源消耗量的统计，分析及交通节能政策法规和标准的制定等。

**政策行动 5：**参考用水分级定价制度，尽快研究分级能耗定价制度体系，并分地区、分建筑类型（如“十二五”期间在北方采暖地区、大型公共建筑用能、政府办公楼建筑等）开展分级能耗定价的试点示范工作。

### 3.2 推进城镇化健康有序发展——合理引导规模与速度，优化空间结构与布局

城市规划法规、土地的用途、空间结构和布局的优化对城市能耗有重要影响。一方面，现有的规划中缺乏对节约城市能耗的统筹考虑；另一方面，优化城市形态、提供完善的高效的服务设施，可以减少居民的刚性出行需求，降低出行距离；切实降低能耗。因此，应加强土地利用的混合开发和城市的高密度开发，逐步建设适宜步行、有效的公共交通和鼓励人们相互交往的紧凑型城市发展模式，提供适合步行距离范围内的公共服务（如商店、学校、医院、文化中心、健身娱乐场所等），促使人口和经济的集中发展，便于使用公共交通、自行车或步行出行。

**政策行动 1：**加快全国城镇体系规划和全国土地利用规划的编制与实施进程，通过全国性空间规划的总体协调，合理引导城镇化发展的规模、速度和节奏。

**政策行动 2：**在编制城镇规划时，要结合规划环境影响评价，进行降低市区交通出行需求和建筑用能需求、降低城市交通和建筑能耗的专项研究。包括合理引导城镇阶段性的发展规模，优化城镇的结构和功能布局，探索集中紧凑的发展模式，科学规划城镇建设的密度和强度，加强城镇建设用地的混合利用，不断提高城镇的综合承载能力。此项工作建议在“十二五”期间进行部分省市的试点示范。

**政策行动 3：**在研究制定城镇规划时，要在“又好又快”的原则下，合理确定城镇建筑面积总量的发展规模。城镇的人均民用建筑面积（包括住宅建筑与非住宅建筑）应加以控制在合理范围，如40平方米左右（低于欧洲的平均水平）。要达到这一目标，需要将中国目前的年均城镇新建建筑面积，宏观上控制在7亿平方米左右，低于近年来城镇年均新建建筑面积12~15亿平方米的水平。

**政策行动 4：**建议加快实施物业税，控制城市建设规模过快增长。思路是：将税收所得用于当地政府的基础设施建设、以及解决低收入群体的住房问题，地

方政府将不必依靠出售土地使用权来保证财政收入，同时还可以控制房地产市场投机行为、防止一些企业单位的过度用房的奢侈行为，从而还可以有效抑制房价的增长。地方财政收入也可以直接与市政基建、环境建设与“宜居城市”建设挂钩，进而加快可持续发展与建设的步伐，并能有效防止过度城市化。建筑总量得到控制，建筑总能耗也不会增加过快。“十二五”期间可在东部发达省市进行试点示范。

### 3.3 优先发展公共交通和非机动交通

现阶段，我国“公共交通和非机动交通”出行比例总体呈下降趋势。为了促进城市的低能耗、低排放发展，需要快速扭转这种不利局势。在城市交通中，公共交通和非机动交通方式是市民日常生活中最节能环保的出行方式，需要大力提倡和鼓励。公交优先发展需要用立法的形式确定下来，并要建立相应的财政保障机制。当前，由于缺乏法律保障，城市公共交通管理的协调性不够，限制了城市公共交通的快速发展。因此，当前贯彻落实公共交通国家发展战略成为现阶段城市交通可持续发展的首要任务。为提升自身吸引力，城市公共交通和非机动交通方式需要提高速度、可靠性、安全性和舒适性。公交专用车道可以提高城市公交的速度和可靠性。非机动车方式专用道可以提高安全性和可靠性。在大城市中，如果将更多的空间给予公共交通和非机动交通方式，公共交通和非机动交通方式的服务水平和服务质量就会提高，会增强其吸引力。同时，私人小汽车的出行空间减少，会降低其吸引力。在新兴城市和新城市开发区，公共交通和非机动交通方式的空间分配规划应作为城市总体规划中的重要内容。对于已建城区，则需要交通主管部门和公安交通管理部门强强联手，在已有的道路和街道上重新调整和分配有利于城市公共交通和非机动交通出行方式的道路空间。

大多数城市的公共交通企业都面临着资金投入不足和缺乏规范的城市公交补贴的现实问题。因此，处于亏损状态公交企业十分普遍，企业员工薪酬也低于市内平均水平，导致公交服务质量不断下降、交通拥堵日益严重，从而使市民出行不愿乘坐公共交通。因此，城市公共交通和非机动交通出行方式具备足够的公共空间和高效的服务质量，是城市公交企业和非机动出行方式发展资金来源的基本保证。

为实现城市的可持续发展，需要市、省和国家各级公共管理部门的协调配合以及同一层面不同机构之间的相互配合。土地使用、建设、交通、能源和环境是错综复杂的问题，只有中央和地方各级政府在相互配合和综合规划的基础上才有可能实现这一目标。在规划上，也需要在进一步深化体制改革的基础上加强城市土地利用规划和城市交通规划的整合。

**政策行动 1:** 研究建立国家城市公共交通发展专项资金，建立城市公共交通票价体系和补贴补偿机制。该项资金主要用于国家对优先发展公共交通重点政策措施的引导，对城市居民提供公共交通出行的普遍服务，对地区性公共交通发展不平衡的协调，对公共交通发展重大新技术、新装备的开发和推广等。资金可来源于对小汽车使用的外部成本征收一定的费用，例如：如从新征资源占用费、汽车的车购税、以及未来可能收取的拥堵费中提取一定的比例等。

**政策行动 2:** 制订城市公共交通的“十二五”国家发展规划和三年国家行动计划。在规划中详细制订每一年的行动计划，明确城市公共交通和非机动交通方式发展相关的土地利用、基础设施建设投资、公交补贴、路权分配以及相关的政策保障等。

**政策行动 3:** 尽快出台《城市公共交通条例》，条例中应明确要求坚持深化体制改革，组建综合的交通管理部门，统筹负责城市交通规划、建设、管养、执法及运输管理。当地政府应制订相关的配套措施来鼓励市民乘坐公共交通或采用非机动车出行方式，并引导小汽车的合理使用。

**政策行动 4:** 城市总体规划中应强化保证城市公交和非机动交通出行方式的优先发展，在城市新区发展和建成区改造时在空间分配上应给予一定的倾斜（包括大容量公交场站、换乘枢纽附近的停车设施建设，以及连接场站或枢纽的自行车车道的基础设施建设等）。

### 3.4 深化北方集中供热改革，推动机制创新与示范

进一步推动北方地区集中供热管理体制的改造，变社会福利模式为对困难群体给予补贴基础上的市场机制，从而调动供热企业、房地产开发商、物业管理企业和居民共同的节能积极性。目前“供热改革”之所以举步为艰，原因之一是供热企业设置结构不合理，没有形成有利于“热改”的机制，供热企业成为抵制“热改”的社会势力。建议参考北欧国家的集中供热管理办法，即将目前“热电联产电厂归电力公司管，城市供热网归供热企业管”的现状调整为“热源公司管理发电、调峰与一次管网，供热服务公司管理二次管网并提供对终端用户的用热服务”的模式，并以实际计量的一次管网进入二次管网的热量作为唯一的热源公司与供热服务公司之间的结算依据。

热源公司可以按照每年的瞬态最大供热量从供热服务公司收取热源与管网设施配套费，而供热服务公司则不得以任何理由收取“管网配套费”。这样，热源公司的发展目标将转为为努力提高能源生产与输运效率，降低能耗；而供热服务公司的发展目标则成为降低供热二次管网损失和过量供热损失，并为终端用户提供更好服务。这样，供热服务公司自然会根据终端用户的特点选择合适的终端

收费制度,并以在不影响供热效果的前提下尽可能降低热量消耗作为主要的努力方向。这样也才有可能在中国北方城镇全面推广以热电联产方式为热源的高效的集中供热系统,为这一解决中国北方城市采暖的最佳途径的全面推广奠定基础。

建议“十二五”期间进行北方地区供热改革的创新试点示范工作,内容包括:

**政策行动 1:** 供热体制改革。选择适合的北方集中供热城市,由地方政府出面进行管理和部门协调,进行企业体制改革,即将目前“热电联产电厂归电力公司管,城市供热归供热企业管”的现状,调整为“热源公司管理发电、调峰与一次管网,供热服务公司管理二次管网与终端用热服务”的模式。

**政策行动 2:** 供热价格体系改革。取消对末端用户的热力接入费。以实际计量的热量作为唯一的热源公司与供热服务公司之间的结算依据。督促供热服务公司根据终端用户的特点选择合适的终端收费制度,并逐渐建立在不影响供热效果的前提下的节能的长效机制。

### 3.5 倡导绿色生活方式,鼓励发展与之相适应的技术

实现与自然和谐,把城市发展建立在可持续的基础上,是人类进步和文明的表现。由于消费领域的节能与生活模式密切相关,因此需要全民的宣传教育,“从我做起,从身边做起”,在全社会形成良好的节约能源为荣,浪费能源为耻的社会风气。建议从如下方面开展工作:

**政策行动 1:** 通过媒介、非政府组织、学校等对政府官员、普通百姓、学生加强绿色生活方式的教育,明确绿色生活的内涵和要求。通过多种方式,培养和宣传城市消费领域节能的重要性和特殊性,培养节能的生活方式和文化价值。

**政策行动 2:** 政府带头示范。通过国管局和地方各级政府,要求机关在建筑节能与出行节能方面带头做出表率,并作为考核政府业绩的指标。例如,对大型公共建筑和政府办公建筑实行能耗分项计量和能耗数据信息公示(向大众公示能耗数据)的方式,对政府用车实行数量、车次和油量公示的方式,并在网站或公告信息栏展示,从而使节约消费领域的能源消耗成为全社会共同关注和追求的目标。

**政策行动 3:** 在重要的大型活动(如即将举行的上海世博会、广州亚运会)和重要的标志性建筑中,严格禁止可能导致“高能耗生活方式”的城市或建筑形态(如大面积玻璃幕墙,外窗不可开启等)及相关技术措施,鼓励采用和宣传促进“绿色生活模式”的措施与技术手段,即避免突出宣传如何采用高技术的节能

手段，而是更强调对先进的“绿色生活方式”的促进。

**政策行动 4：**逐步建立淘汰、禁止一批“促进高能耗生活方式”的技术措施与工程的政策机制，合理创造有利的政策，科研环境，鼓励有利于促进低能耗生活、交通的技术、设备的开发应用。建议“十二五”科技规划中应对此进行立项研究。

## 致 谢

本课题的完成，得到了中外方首席顾问沈国舫院士和 Arthur Hanson 博士的全力支持，以及国合会郭敬助理秘书长，国合会秘书处以及首席顾问专家支持组王小文博士等同志的悉心指导与热情帮助，在此表示诚挚谢意！

同时还要感谢北京市统计局、沈阳市统计局与城调大队、武汉市统计局与城调队、苏州市统计局统计信息咨询服务中心、银川市统计局以及上海大学等协助进行当地城市能耗抽样调查的有关领导给予的大力协助。限于篇幅，不一一致谢。

沈阳市政府原副秘书长陈弘，武汉市科协副主席张太玲，武汉大学的周长城教授，浙江清华长三角研究院建筑节能研究中心主任胡云、陈海波博士以及同济大学的周翔博士在各地调研有关部门的联系、协调和实施中均给予了热情无私的帮助。没有他们的支持，现场调研是难以及时、高效地完成的。

感谢为本报告完成付出了辛勤劳动的所有人。

**本报告由课题组提供**