

专题
研讨

上海市民用建筑空调能源需求 与环境负荷的系统动力学分析

同济大学 白 玮[☆] 龙惟定 刘仲英

摘要 鉴于目前关于建筑能耗未来发展态势的预测很多而结论不一的现象,运用系统动力学原理与方法建立了民用建筑空调能源需求与环境负荷的计算模型,并结合情景分析的方法,以上海为例,计算了 3 种不同情景下上海市民用建筑空调的能源需求与环境负荷。

关键词 民用建筑 空调 能源需求 环境负荷 系统动力学 情景分析

System dynamics analysis on energy and environment demands of air conditioning in civil buildings in Shanghai

By Bai Wei[★], Long Weiding and Liu Zhongying

Abstract In view of lots of future building energy consumption forecast leading to diverged conclusions, develops a calculation model of energy and environment demands of air conditioning in civil buildings by system dynamics theory and methodology. Combining with a scenario analysis method, analyses the energy and environment demands of air conditioning in Shanghai civil buildings in three scenes.

Keywords civil building, air conditioning, energy demand, environment load, system dynamics, scenario analysis

★ Tongji University, Shanghai, China

①

0 引言

当前,关于建筑节能的各种争论越来越多,例如建筑能耗究竟有多大,在总能耗中占的比例究竟多大,对国民经济社会发展的影响有多大,未来发展的态势如何等等。经过国内一些专家的测算,目前比较认同的是我国建筑能耗约占总能耗的 20% 左右^[1]。但建筑能耗未来发展的态势,各种预测的方法都有,且结论不一。本文借用情景分析方法和专门解决复杂系统问题的系统动力学理论,建立了未来民用建筑空调能源需求与环境负荷(energy and environment demand, EED)的模型,对建筑能耗与建筑能耗中空调引起的能耗和 CO₂ 排放进行了计算分析,以期得到较为准确的结论。

自 2003 年起,我国不断经历大面积的电力紧缺,这主要归因于电力驱动为主的建筑空调(包括

民用和商用)的发展。电力空调耗电量大、使用时间较集中,造成季节性、时段性缺电现象十分严重。图 1 能充分说明上海市电网负荷特性与气温的相关关系。当气温在 25 °C 以上时,电力负荷的变化规律与最高气温变化规律几乎完全相符;当气温在 10 °C 以下时,电力负荷的变化规律与最低温度变化规律基本相符。充分说明在上海气候条件下,空调的使用在冬、夏都是造成电力需求高峰的最主要

①☆ 白玮,女,1974 年 6 月生,在读博士研究生,讲师
200092 上海市四平路 1239 号同济大学研究院建筑节能与
新能源研究中心

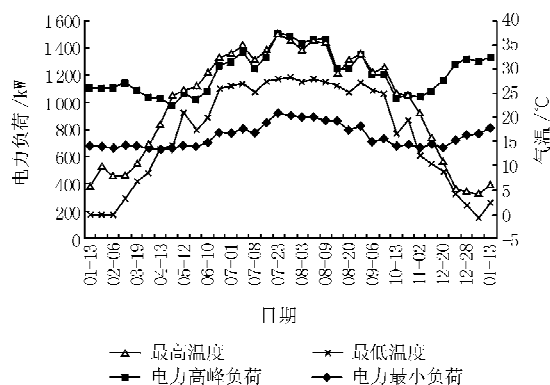
(021) 65985811

E-mail: baiwei@mail.tongji.edu.cn

收稿日期:2007-04-26

一次修回:2007-06-08

二次修回:2007-11-01

图1 上海市2004年气温与电力负荷的相关关系^[2]

的因素。气温变化、相对湿度与电力高峰负荷的相关性分别如表1和表2所示。从表1可见,各年的电力高峰负荷与气温的相关系数均大于0.9,具有很强的正相关性。同时,表2显示负荷与相对湿度也具有较强的正相关性,当温度相同时,相对湿度越高,负荷越大。这说明,由于气温的升高所导致的电力总负荷增长部分几乎都是空调降温负荷。

表1 2001—2004年上海市电力高峰负荷随气温变化情况

气温/℃	平均最大负荷/MW			
	2001年	2002年	2003年	2004年
26	8 119	9 174	11 232	11 117
27	8 388	9 683	11 184	11 930
28	8 590	9 110	11 533	12 269
29	9 225	10 210	11 731	12 884
30	9 537	10 184	12 204	12 827
31	9 329	10 566	12 340	13 565
32	9 751	9 770	12 910	13 909
33	10 152	10 467	13 261	14 338
34	10 083	10 929	13 323	14 756
35	10 449	11 438	13 174	14 641
36	10 782	11 534	13 444	14 822
37	10 794	11 927	13 448	14 866
38	11 122	12 320	13 615	15 006
相关系数	0.986	0.940	0.963	0.964

注:数据来源于文献^[2]。

表2 2004年上海市电力高峰负荷与相对湿度的关系
MW

相对湿度/%	气温/℃				
	30	31	32	33	34
46~50	11 702	12 085	12 059	12 739	13 547
51~55	12 230		12 786	12 960	13 810
56~60	12 063	12 113	13 067	13 293	13 779
61~65	12 345	12 768	13 164	13 430	14 311
66~70	12 441	12 828	13 272	13 653	
71~75	12 485	12 932			
76~80	12 496	12 891			
81~85	12 708				
相关系数	0.91	0.89	0.91	0.99	0.91

注:同表1。

大量电力空调的使用,使夏季电网无法提供足够的高峰电力负荷,而且近年来由于经济的发展和水平的提高,上海空调用电负荷所占的比例已由1999年的36%增加到了2003年的44%。日益增长的空调用电负荷已经造成了城市电网难以承受的高峰用电负荷及巨大的电力缺口。不但如此,空调负荷的不稳定性对电网安全也造成了一定的威胁。这种电力供需之间结构性的矛盾成为我国国民经济发展的瓶颈,严重制约着国家的经济发展和人民生活质量的提高。但必须强调的是,空调造成的是高峰时段的电力紧张,是季节性、短时性的短缺,从耗电量来看其实并不大,从上海市全年看,电量供应也仍有富余。

同时,在环境问题上,我国现在是世界上第二个温室气体的排放大国,常规电力主要以燃煤火力发电为主,以电力驱动为主的建筑空调的超常规发展是使我国温室气体排放量迅速增加的主要原因之一。举例来讲,上海2003年底家用空调器保有量660万台,如果这些空调器按照年平均满负荷运行600h计算,则将产生3.62万t SO₂,占2003年全年排放总量43.54万t的8.3%,与世界上一些小国家的总排放量相当;同时排放615万t CO₂。家用空调器成为家庭中最大的温室气体排放源。

因此,本文结合情景分析,建立了民用建筑空调能源需求与环境负荷的系统动力学模型,分析了未来在不同情景下,民用建筑空调的电力需求以及因此造成的CO₂排放问题,并以上海为例作了实证分析。

1 结合情景分析的民用建筑空调能源需求与环境负荷的系统动力学模型

1.1 系统动力学方法概述

系统动力学以定性定量相结合分析研究系统,从系统的微观结构入手建模,经过严谨的系统分析与结构分析,模拟系统的动态行为,深入到真实世界,研究其中不可测量的因果关系和结构,把系统的动态变化与其内部的反馈回路结构联系起来,获得对系统的真正认识,这样的模拟更适用于研究复杂系统随时间变化的问题。因此,系统动力学特别适用于一般复杂系统的评价与分析。

1.2 民用建筑空调能源需求与环境负荷(EED)的系统动力学模型

民用建筑空调的发展受社会和经济发展的国家

或地区能源供应与需求形势、科技水平、人民可持续发展与环境保护方面文化意识的提高等众多因素的影响,构成了一个复杂系统。在这个复杂系统中,各种因素之间的关系复杂,无法用简单的线性回归模型表达清楚。因此,本文利用系统动力学来建立民用建筑空调能源需求与环境负荷(EED)模型。

在设计民用建筑空调 EED 模型时,将能源终端需求按能源形式分为电力需求和清洁能源需求两部分,按需求主体分为住宅空调能源需求和公共建筑空调能源需求,是为了更清楚地反映能源需求与经济发展和技术更新的过程。民用建筑空调 EED 模型框架共包括 6 个子系统,分别为人口子系统、经济子系统、能源需求子系统、技术子系统、环境子系统与政策子系统,相互之间的影响关系与总体框架如图 2 所示。

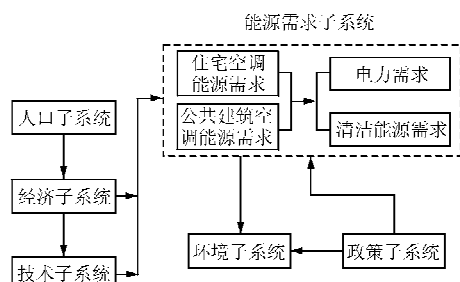


图2 民用建筑空调 EED 模型框架

建立模型时所用的软件为系统动力学模拟的常用软件 VENSIM, 建立的系统动力学流图见图 3。考虑的主要因素如下。

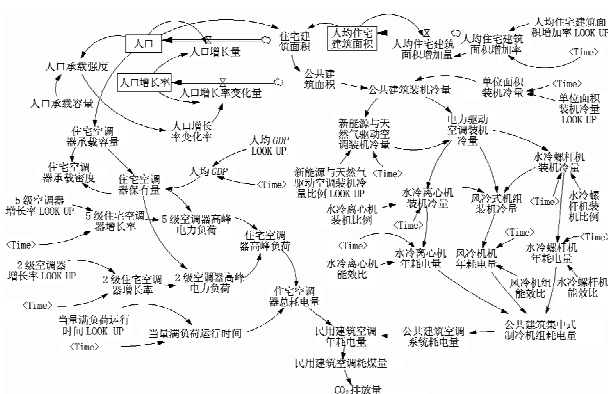


图3 民用建筑空调 EED 模型系统动力学流图

1) 人口子系统:人口增长率,人口承载容量。在人口容量的设定上,较多地参考了国内关于人口容量的论述^[3-4]。

2) 经济子系统:人均 GDP、住宅空调器保有量的增长、人均住宅建筑面积的增长、公共建筑面积的增长。

3) 技术子系统:技术子系统的设置是本模型最为复杂的部分,考虑了很多因素,如住宅空调器能效的提高,不同年份、不同等级的住宅空调器市场占有率的变化;公共建筑中集中式电制冷机组的应用现状及未来发展情况;清洁能源驱动的空调集中式冷源机组现状及未来发展情况,即清洁能源作为空调系统驱动能源的装机比例;不同年份空调设备的能源效率的提高;空调系统冷热源形式的变化,以实现上海市建筑节能“十一五”目标为前提设置不同年份的建筑节能率,其中也同时考虑了新建建筑节能 50%和 65%的阶段目标,以及既有建筑节能改造的情况;空调系统中各部分的节能率贡献、冷热源机组能耗占空调系统总能耗比例的变化等等。

4) 能源需求子系统:住宅空调器高峰电力负荷需求、居民消费行为的改变、住宅空调器总耗电量;公共建筑空调系统集中式制冷机组耗电量、公共建筑空调系统耗电量、民用建筑空调系统耗煤量等。

1.3 民用建筑空调的 EED 模型情景设计

从宏观到微观,有许多社会经济因素会对终端能源消费产生影响。分别对人口、社会、经济发展水平、城市建设、能源和环境政策实施力度、能源结构优化调整、技术进步几个方面设定不同情景,并利用系统动力学模型对可能的发展情况进行计算。

设计了3个不同程度的情景,可分别称之为情景A、情景B和情景C。在3个情景中分别设置了1个大背景、2个主要驱动变量和3个执行主体。1个大背景是可持续发展背景,即3种不同程度的情景都是在可持续发展的背景环境下予以考虑的;2个主要驱动变量是可持续发展政策执行力度的强弱和科学技术进步的程度;3个执行主体是政府、企业(涉及到房产商和空调厂商)及个人(空调用户)。3种情景中,3个执行主体由于受社会经济发展、政策执行、意识形态等多方面的制约将在政策制定和执行上采取不同的态度。

3 个情景具体表述如下^[5]。

1) 情景 A, 又称为基准情景, 以政府及各部门

的“十一五”规划和未来 10 年展望为依据,假定政府所制定的主要社会经济目标能够实现。经济发展在一定程度上促进了能源效率的提高。

2) 情景 B,又称为参考情景,同样以政府及各部门的“十一五”规划和未来 10 年展望为依据,假定政府在所制定的主要社会经济目标能够顺利实现的基础上,对相关的政策采取了适当调整,经济发展促进能源效率有较大的提高。

3) 情景 C,是一个更理想的情景,可称为强化

政策情景。该情景在提高能效、经济和能源结构调整、环境保护和推动技术进步方面有重大举措,假定宏观调控和推动可持续发展的政策效果十分显著。同时外部环境也比较理想,可以充分利用国际能源市场获得优质能源,使能源结构的调整取得实质性的进展。能够顺利地从国外引进先进的技术、设备等,到 2020 年能源效率水平在世界上处于比较领先的地位。

3 个情景执行主体的行为描述见表 3。

表 3 3 个情景执行主体的行为描述

	政府	企业	用户
情景 A	维持现阶段已制定的可持续发展政策,对能源需求及其社会效益产生重大影响的政策不再采取其他特别的措施	技术和市场竞争压力在某种程度上限制了企业在提高能源效率方面的投入,大多数企业仅生产满足市场准入条件的设备,少部分企业生产节能产品	可持续发展观念不强,并且受经济发展水平、消费水平和意识形态的制约,仅仅希望购买和使用低成本的空调设备,极少考虑能源和环境效应
情景 B	在已制定的可持续发展政策的基础上,对能源需求及其社会效益产生重大影响的相关政策采取适当调整	可持续发展政策鼓励和促使企业增加在提高能源效率方面的投入,但这种投入由于市场竞争的压力又在某种程度上受到限制,企业除了生产满足市场准入条件的设备外,还愿意生产一部分节能产品	有一定的可持续发展观念,但同时也受到经济发展水平和消费水平的制约。在购买和使用空调设备时,适当考虑了能源和环境效应
情景 C	在已制定的可持续发展政策的基础上,对能源需求及其社会效益产生重大影响的相关政策采取较大力度的调整,突出经济、能源、环境等政策的影响力	由于可持续发展政策大力鼓励,企业在增加提高能源效率方面的投入大大增加,科技进步更加推动了企业生产节能产品或更高效的产品	普遍具有可持续发展观念,经济发展水平和消费水平不构成制约因素,在购买和使用空调设备时,充分考虑能源和环境效应

2 实证计算结果分析

选择上海市作实证计算,结果如下。

2.1 住宅空调器计算结果

每百户居民住宅空调器拥有量的计算结果如图 4 所示。从图 4 可以看出,2011—2012 年每百户居民住宅空调器拥有量基本达到饱和,饱和量为 289.29 台。

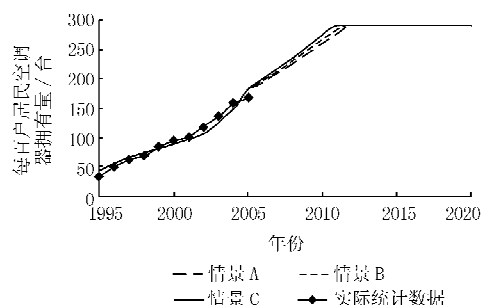


图 4 每百户居民住宅空调器拥有量

图 5 给出了住宅空调器的年耗电量。

按照文献[2]的针对上海市 10 000 户居民家庭的调研结果,2004 年上海市户均用电量为 2 081 kWh/(户·a),按建筑面积统计平均的居住建筑用电量为 28.2 kWh/(m²·a),并且分析得到住宅空调耗电量占全年电耗的比例是 31%,住宅电耗占

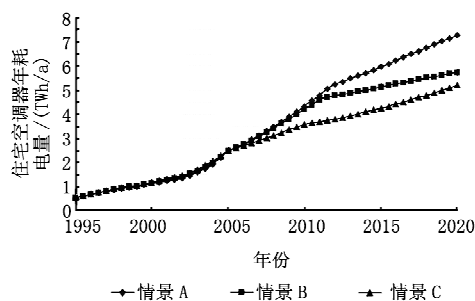


图 5 住宅空调器年耗电量

总能耗的比例为 70%。本研究中取同样的比例计算住宅总耗电量。

表 4 给出了 3 种情景下居住建筑耗电量系统动力学计算结果。

到 2010 年,按照情景 A 的计算结果,户均耗电量将达到 2 567 kWh/(户·a),单位建筑面积耗电量将达到 32.52 kWh/(m²·a),单位建筑面积总能耗将上升到 14.98 kg/(m²·a)。三峡电站的设计年发电量为 84.7 TWh,2010 年情景 A 住宅总耗电量相当于 1/6 个三峡电站的发电量。但如果社会经济与建筑节能按照情景 C 的设定模式发展,单位面积能耗将呈现非常缓慢的增长甚至下降趋势。到 2020 年,情景 C 将比情景 A 总耗电量减

表 4 3 种情景下居住建筑耗电量系统动力学计算结果

	总耗电量/ (TWh/a)		单位建筑面积耗电量/ (kWh/(m ² ·a))		户均耗电量/ (kWh/(户·a))		总能耗/ (10 ⁴ t/a)		单位建筑面积总能耗/ (kg/(m ² ·a))	
	2010 年	2020 年	2010 年	2020 年	2010 年	2020 年	2010 年	2020 年	2010 年	2020 年
情景 A	14.0	23.4	32.76	41.71	2 567	3 500	695	1 166	16.32	20.78
情景 B	13.6	18.5	31.39	29.49	2 562	2 854	676	921	15.64	14.69
情景 C	11.6	16.7	26.45	24.79	2 252	2 713	577	833	13.18	12.35
情景 B 比情景 A 节电(能)率/%	2.8	21.0	4.2	27.2	0.2	18.5	2.7	21.0	4.2	29.3
情景 C 比情景 A 节电(能)率/%	17.0	28.6	18.7	19.3	12.3	22.5	17.0	28.5	19.3	40.6

注:1) 电力折合一次能源采用发电煤耗算法,将电力按当年平均火力发电煤耗换算成标准煤,本次统计采用 1 kWh 电力折合标准煤 0.326 6 kg,线损率 6.33%(数据来源:上海统计网);

2) 空调电耗占全年住宅总电耗的比例按照文献[2]的统计结果 31%计算。

少 28.6%,户均耗电量减少 22.5%,单位建筑面积总能耗减少 40.6%。此处需要说明的是,本文在进行模型设定时,仅仅考虑了消费者购买和使用电力驱动房间空调器的行为模式的改变,没有考虑家庭其他电器和用能设备的增加、使用行为模式改变及技术进步因素,因此会出现按照情景 C 的模式发展,当技术进步的影响因子超过了住宅面积增长的影响因子时,单位面积总能耗下降的情况。

从文献[2]的调研统计结果来看,居民目前愿意采用的三大空调节能措施包括提高设定温度、减少待机时间和定期清洗,购买节能空调的居民仅占 12%。如果政府能够通过合理的经济激励政策引导消费者的消费意愿(如情景 C),结合本文的情景分析可知,住宅空调的节能还是有相当大的空间的。

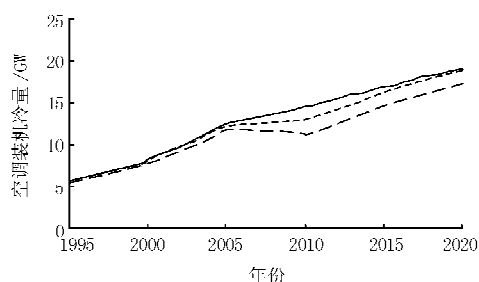
2.2 公共建筑空调能耗计算结果

图 6 给出了公共建筑空调系统装机冷量与耗电量系统动力学计算结果。

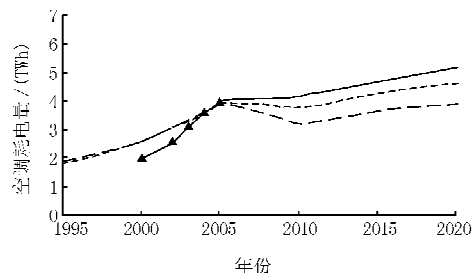
从图 6 可以看出,从 2005—2020 年,由于人口增长、城市化率提高、社会经济发展与人民生活水平提高,公共建筑空调系统装机冷量始终处于增长的态势。但在情景 B 和情景 C 中,由于技术进步、技术标准、政策引导的影响因子作用较大,在 2005—2010 年,实现了公共建筑空调系统的节能。情景 B 和情景 C 分别实现节能率 5.1%和 19.8%。其中,情景 C 实现了上海“十一五”能源规划目标:到 2010 年将实现建筑节能 15%^[6]。但情景 A 由于执行建筑节能政策与推行节能标准的力度不够,导致公共建筑空调系统耗电量增长,未能实现节能目标。

2.3 民用建筑空调能源负荷计算结果

图 7 给出了民用建筑空调高峰电力负荷。



a 空调系统装机冷量



b 耗电量

图 6 公共建筑空调系统装机冷量与耗电量系统动力学计算结果

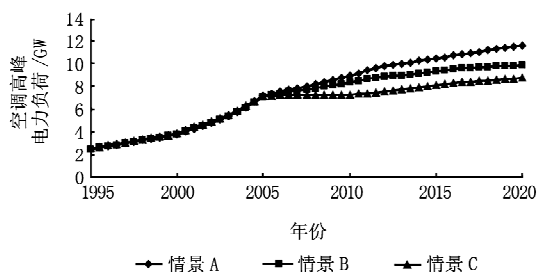


图 7 民用建筑空调高峰电力负荷

从系统动力学模型计算结果可以看出,情景 A 中的民用建筑高峰电力负荷增长速度明显高于其他两种情景。到 2020 年,情景 A 中民用建筑空调高峰电力负荷已经超过了 10 GW。如果按照电力

建设资金为 11 125 元/kW 计算, 相比情景 A, 情景 C 的节电率达到 14.4%, 节省电力建设资金 174 亿元。表 5 给出了民用建筑空调能源负荷计算结

果。图 8 给出了民用建筑空调总耗电量系统动力学计算结果。

2.4 公共建筑使用能耗限额分析

表 5 民用建筑空调能源负荷计算结果

		空调系统耗电量/(TWh)		空调高峰电力负荷/(GW)		空调系统能耗/(10 ⁴ t)	
		2010 年	2020 年	2010 年	2020 年	2010 年	2020 年
情景 A		11.727	16.430	9	11.62	409	573
情景 B		10.945	13.909	8.4	9.89	382	485
情景 C		9.511	12.360	7.3	8.78	332	431
情景 B 比情景 A	节电(能)率 /%	6.7	15.3	4.9	8.8	6.7	15.3
	节省电力建设资金/亿元			49	113		
情景 C 比情景 A	节电(能)率 /%	18.9	24.8	18.9	24.5	18.9	24.8
	节省电力建设资金/亿元			189.1	316.2		

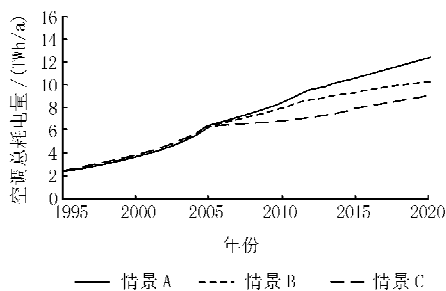


图 8 民用建筑空调总耗电量系统动力学计算结果

根据前文计算出的公共建筑空调系统耗电量, 再按照公共建筑空调系统用电量占建筑总用电量的 35%^[2], 以及公共建筑耗电量占建筑总使用能耗的 70%^[2], 计算 3 种情景下公共建筑的使用能耗, 结果见表 6。

按照上海市经济和社会发展规划, 上海市 2010 年比 2000 年 GDP 翻一番, 2020 年在此基础上比 2000 年再翻一番。2020 年万元 GDP 产值能耗比 2010 年再下降 20%^[7], 可计算出 2010, 2020

表 6 公共建筑使用能耗计算结果 10⁴ t

	2010 年	2020 年
情景 A	1 018	1 288
情景 B	850	1 079
情景 C	752	950

年能源消费总量分别达 6 729 万 t 标准煤和 8 075 万 t 标准煤。以此为基准估算 2010 年、2020 年上海公共建筑使用能耗的限值。

利用上海统计年鉴提供的数据, 上海公共建筑能耗为上海市第三产业能耗减去交通运输、仓储及邮电通信业的能耗。经计算, 公共建筑能耗及其占总能耗的比例见表 7。测算出 2005 年建筑能耗占总能耗(一次能源)的比例约为 15.2%, 公共建筑能耗占建筑能耗的 59.5%。本文的测算方式与文献[2]提到的建筑能耗测算模式一基本一致, 其测算 2004 年建筑能耗比例为 13.77%。因此, 认为此测算值基本正确。

随着经济的发展, 建筑能耗在总能耗中的比例

表 7 上海 2005 年公共建筑能耗及其占总能耗比例的测算^[5]

指 标	实物量			标准煤/(10 ⁴ t)			
	煤炭/(10 ⁴ t)	石油/(10 ⁴ t)	电力/(TWh)	煤炭	石油	电力	总计
1 第三产业总消耗量	83.28	1 083.41	17.945	59.5	1 547.8	742.92	2 350.2
2 交通运输、仓储和邮电通信业	12.16	913.40	1.435	8.7	1 304.9	59.41	1 373.0
3 公共建筑	71.12	170.01	16.510	50.8	242.9	683.51	977.2
4 生活消费	72.82	113.52	10.920	52.0	162.2	452.09	666.3
5 建筑能耗=3+4	143.94	283.53	27.43	102.8	405.1	1 135.60	1 643.5
6 总消耗量	5 324.52	2 202.07	92.197	3 803.3	3 145.9	3 816.96	10 766.1
7 建筑能耗占总能耗比例/%							15.2
8 公共建筑能耗占总能耗比例/%							9.1
9 公共建筑能耗占建筑能耗的比例/%							59.5

注: 1, 2, 4, 6 为统计年鉴原始数据。

将会逐渐上升, 假设到 2010 年为 18%, 2020 年为 24%。而且随着人民生活水平的提高, 居住建筑能耗将不断增长, 在建筑能耗中, 公共建筑能耗的比例将逐渐缩小。表 8 给出了不同情景下建筑能耗

的计算结果。从表 8 可以看出, 无论在何种情景下, 公共建筑能耗所占比例都呈下降趋势, 居住建筑能耗所占比例呈上升趋势。2010 年公共建筑能耗占 60% 左右, 2020 年占 55% 左右; 居住建筑能

耗比例将由 2010 年的 40% 左右上升到 2020 年的 45% 左右。

表 8 不同情景下建筑能耗计算结果

	公共建筑能耗所占比例/%		居住建筑能耗所占比例/%	
	2010 年	2020 年	2010 年	2020 年
情景 A	60.2	52.8	39.8	47.2
情景 B	58.6	55.8	41.4	44.2
情景 C	59.3	55.1	40.7	44.9

按照 2010 年 60%、2020 年 55% 分别测算,得到公共建筑能耗的总限额,见表 9。

表 9 上海市 2010 和 2020 年公共建筑使用能耗限额预测

	2010 年	2020 年
全市能耗总量/(10 ⁴ t)	6 729	8 075
建筑能耗占总能耗比例/%	18.0	24.0
建筑能耗/(10 ⁴ t)	1 211	1 938
公共建筑能耗占总能耗比例/%	60	55
公共建筑能耗限额/(10 ⁴ t)	726.6	1 065.9

从计算结果看,2020 年,情景 A、B 都将超过表 9 中的能耗限额,届时,能源紧张的情况将进一步加剧,社会经济的发展将受到很大的冲击。而情景 C 很好地满足了表 8 中的能耗限额要求,建筑发展将持续走能源节约与环境保护的道路。

2.5 民用建筑空调系统 CO₂ 排放量计算结果

图 9 给出了民用建筑空调系统 CO₂ 排放量计算结果。

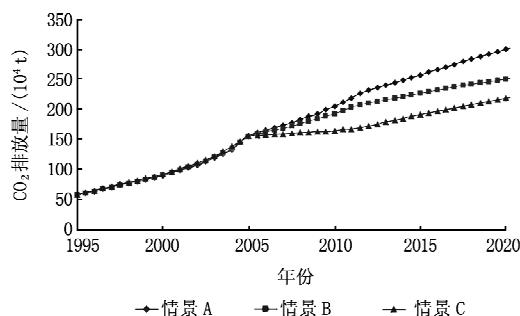


图 9 民用建筑空调系统 CO₂ 排放量计算结果

从计算结果来看,在强化政策情景下,CO₂ 排放量可以大大减小,很大程度上缓解了上海市面临的环境压力。2010 年情景 C 比情景 A 可减少排放 CO₂ 19 万 t,到 2020 年可减少排放 36 万 t,减排率分别达到 18.9% 和 24.8%。

3 结论

尽管社会经济发展处于领先水平,但上海终究是一个资源匮乏的城市,按照本文的预测,未来上海建筑业的发展态势依然会十分猛烈,更多的公共建筑带来更多的能耗,住宅建筑能耗也将不可遏制

地增加,建筑节能工作将面临十分严峻的局面。我国建筑能源需求巨大,但目前我国的用能水平实际上很低。2004 年同济大学与上海建筑科学研究院对上海市 10 000 户住宅作的调研显示,住宅一次能耗只有 973 kg/(户·a),是美国 2002 年平均能耗的 1/3。平均每户年耗电量是 2 081 kWh/户,低于美国 2001 年平均家庭空调(供冷)耗电量(2 263 kWh/户)。用能水平低实际上是经济水平低的一个标志,反映了一个国家或地区经济发展水平。随着我国经济社会发展,建筑能耗,特别是住宅能耗的增长是刚性的。但由于受经济发展水平和传统消费观念的限制,目前我国住宅建筑的能耗增长并不会非常快。有些文献对住宅能耗的预测过大,对此,笔者并不认同。建筑节能的目标是提高能效,避免浪费,特别是居住建筑对能源的需求,需要依靠政策与市场的引导建立合理的民用终端能源消费结构,而非简单地抑制需求。如果预测不准确,容易造成不合理的后果。为此,笔者认为,建筑能耗的预测要在对复杂系统全面模拟分析的基础上进行。

目前,上海正在致力于发展循环经济,建立节约型社会,减少 CO₂ 排放,推广节能建筑。因此,上海必须完善节能法规,落实节能目标,运用行政手段引导建筑节能,完善能源价格机制和激励节能减排的税收制度。严格推行建筑节能标准,通过教育和经济激励政策引导消费者更合理地使用能源,建立合理的能源消费结构,走可持续发展的道路。

参考文献:

- [1] 龙惟定,白玮. 我国电力紧缺对空调业的挑战[J]. 暖通空调,2004, 34(5):39-46
- [2] 上海市房屋土地资源管理局,上海市建筑节能办公室. 上海市建筑能耗统计分析研究报告[R],2006
- [3] 彭希哲. 人口发展与城市公共安全[C]//上海市社会科学界第二届学术年会,2004
- [4] 陈卫,孟向京. 中国人口容量与适度人口问题研究[J]. 市场与人口分析,2000(1): 21-31
- [5] 国家发展和改革委员会能源研究所. 中国可持续发展能源暨碳排放情景分析综合报告[J]. 中国能源,2003, 25(6)
- [6] 上海统计年鉴 2006[EB/OL]. <http://www.stats-sh.gov.cn>
- [7] 上海发展与改革委员会. 上海能源白皮书[EB/OL]. [2006-12]. <http://www.sh.gov.cn>