城镇住宅建筑能耗指标分级标准体系的基础研究

专 业：**建筑技术科学**博 士 Th：**张卫华**

指导教师：**刘加平**院士

摘要

当前，我国新建城镇住宅建筑按照国家建筑节能设计标准设计建造，符合国家建筑节能标准，但是，由于生活质量的提高，人均住房面积的增加，导致人均建筑能耗和户均建筑能耗的差异性扩大。控制建筑能耗的增长，根本途径在于设计建造低能耗的建筑物。由于住宅建筑的质量等级有所差别，造成了不同质量等级建筑的人均能耗差异巨大。20%的高收入人群大约消耗了40%的能源。因此，控制建筑能耗的增长，应该对不同质量等级的住宅建筑实行不同的节能标准，使高能耗建筑的节能责任更大。

我国公民有平等地使用能源的权利，住宅建筑的能耗也是和人的活动密切联系的，因此，要研究建筑能耗使用的公平性，不能撇开人均能耗这个指标。作者针对不同质量等级的住宅建筑的能耗问题，开展了大量研究，尝试对不同质量等级的住宅建筑进行能耗指标的分级，以实现能源使用的公平性。

作者以西安市的既有住宅建筑为例，选取不同年代、不同面积和不同构造的住宅建筑作为样本，对既有数据、图纸进行整理编订，实地调研住宅建筑的热工参数、住户的收入情况和家庭人口数量等等。通过对不同质量等级典型建筑的热工性能和能耗指标现场测试、计算和模拟分析，建立了不同质量等级住宅建筑单位面积耗热量指标的分布规律。在此基础上，结合居民生活现状分析城镇住宅建筑的单位面积耗热量指标以及人均和户均耗热量指标的分布特征和规律，运用公平理论和需求层次理论，参考阶梯电价的方法和原理，初步为城镇住宅建筑的能耗指标做出了分级。得到主要研究成果如下：

1．随着建筑技术的提高，建筑物单位面积的耗热量指标下降。单位面积的耗热量指标和住宅建筑的构造、建筑技术关系密切。

# 2.以西安市为例，占人口比例80%的人群，单位面积人均能耗指标是3

Kw·h/m2· 人· 年，占人口比例为15%的人群，单位面积人均耗热量指标是3-3.5

Kw·h/m2· 人· 年，占人口比例为6% 的人群，单位面积人均耗热量指标在3.5-4

Kw·h/m2·人・年。

3．以西安市为例，占人口比例80%的人群是中、低收入人群，20%的人群是高收入人群，根据测算和换算，单位面积人均耗热量指标，随着住宅面积的增加而增加。我们调研的住宅面积，也随着户均收入和人均收入的增加而增加。城镇住宅建筑的单位面积人均耗热量指标与各户经济收入之间呈正比关系。

# 4.根据研究结果，依据单位面积人均耗热量指标，将城镇住宅建筑耗热量指标做出如下分级：

第一级：单位面积人均能耗在大于1Kw·h/m2·人・年小于3Kw·h/m2·人的，为第一级，此为基准建筑能耗指标，在此能耗指标区间的，不加收能耗使用费；

第二级：单位面积人均能耗在3-3.5Kw·h/m2·人・年以上的，为第二级，在此能耗指标区间的，加收能耗使用费10%；

第三级：单位面积人均能耗在3.5-4Kw·h/m2·人・年以上的，为第三级，在此能耗指标区间的，再加收能耗使用费10%；

补贴级：单位面积人均能耗小于 1Kw·h/m2·人・年的，为补贴级，在此能耗指标以下，不但不加收能耗使用费，相反还应该进行能耗补贴。

# 5.依据分级研究成果，对我国建筑节能技术标准体系和法律体系的完善提出了立法建议。

本文通过对城镇住宅建筑能耗指标的分级研究，可以为相关建筑设计规范的制定提供指导，对单位面积人均耗热量指标超过社会平均值的大户型建筑提出了更高的节能指标要求，以利于实现能源使用的真正公平。通过这些措施，可以有效降低高能耗人群的建筑能耗，控制未来新增建筑的能耗增长，实现建筑节能的目标。

此外，本文的研究成果还可以为立法机关提供一定的立法技术支持。以研究成果推动立法机关制定具有强制执行力的规范性文件，对促进建筑节能法律体系的完善同样具有重要意义。

**关键词：**住宅建筑；建筑节能；质量等级；公平性

※本研究得到国家自然科学基金《民用建筑节能“分级”标准体系的基础研究》（项目编号：

51108366）以及国家自然科学创新研究群体（项目编号：51221865）的资助

**Basic Research on standard system of residential building energy consumption index classification**

**Specialty:** Building Science and technology

**Name:** Zhang Weihua

**Instructor:** Academician Liu Jiaping

**ABSTRACTS**

At present, China's new residential building have been built in accordance with the national building standards of energy-saving design. With the improvement of life quality, the increase of the per capita housing area, which resulted in the expanding of difference of the energy consumption per capita and the average energy consumption. To control the growth of building energy consumption, the basic way lies in design and construction of low energy buildings. Due to the quality level of residential building is different, resulting in the difference of per capita energy consumption of buildings in different quality level buildings. About 20% of the high income people consume about 40% of the energy. Therefore, controling of the growth of building energy consumption, it should be execute different energy-saving standards in different quality level of residential buildings. So that, the high energy buildings have greater responsibility of saving building energy.

Our citizens have equal rights to use energy, energy consumption of residential building is closely linked to human activities. Therefore, to study the fairness of building energy consumption, energy consumption per capita of the index can not be ignored. The energy consumption problem in view of different quality level of residential construction, carried out a large number of research. In order to realize the fairness of energy consumption, we try to classify with different quality grade residential building energy consumption indicators. .

In Xi'an City, both residential building as an example, select a different age, different area and different structure of the residential buildings as the sample, collected

And compiled the existing data and drawings, investigate and collect the thermal parameters, household income, family population and so on. According to the indicators test, calculation and simulation analysis of different quality grades of typical building thermal performance and energy consumption, established the distribution of heat consumption index of different quality grade residential construction unit area. On this basis, combined with the distribution characteristic and rule, status quo analysis of unit area residents living consumption index of residential building as well as per capita household consumption index and using the equity theory, hierarchy of needs theory, method and principle of ladder price reference, made the initial grading for urban residential building energy consumption index. The main research results are as follows:

1．With the improvement of construction technology, building's heat consumption

Index per unit are decreased. The heat consumption index and per unit area is close to the residential building structure, building technology.

2．In Xi'an, for example, 80% of the population, per capita energy consumption per

Unit area index is 3 Kw·h/m2·man·year, population is 15% people, accounts for 15% of the population, the population proportion index of heat consumption per unit area is 3-3.5 Kw·h/m2·man·year, accounts for 6% of the population, the population proportion index of heat consumption per unit area in 3.5-4 Kw·h/m2·man·year people.

3. In Xi'an, for example, account for 80% of the population is the medium and low-income people, 20% of the population is high income people. According to the measurement and conversion, heat consumption index per unit area is increase with the increase of the residential area. Our investigation of the residential area, with worth also increase with the increase of the income and the per capita income. Urban residential building's index of heat consumption per capita and per unit area have inverse proportion relation between family economic income.

# 4. According to the results, based on the index of heat consumption per unit area,

The urban residential building heat consumption index to make the following classification:

The first stage: per capita energy consumption per unit area in greater than 1Kw·h/m2·man·year, who, in less than3Kw·h/m2·man·year. This is the index of benchmark for building energy consumption, energy consumption index in this interval,

No energy consumption fees to be charged.

Level second: per capita energy consumption per unit area in 3-3.5 Kw·h/m2·man·year, who, for the second level, within the range of the energy consumption index, additional energy consumption costs 10%.

Level third: the per capita energy consumption per unit area in 3.5-4Kw·h/m2·man·year, who, for the third level, within the range of the energy consumption index, further increase energy use fees for 10%.

Subsidy level: per capita energy consumption per unit area less than 1Kw·h/m2·man·year, who, to subsidies under the energy consumption index, not only no energy consumption fees to be charged, instead it should be given energy subsidies.

# 5. According to the classification results, put forward the suggestion on perfecting the construction onf energy-saving technical standards system and legal system.

In this paper, the classification study of urban residential building energy consumption indicators, can provide guidance for related building design code, the index of heat consumption per unit area than the social average energy-saving index of large family construction put forward higher requirements, in order to realize the fair use of energy. Through these measures, can effectively reduce the high energy consumption of building energy consumption crowd, control the future energy consumption growth in new construction, realize the goal of building energy efficiency.

In addition, the results of this research can also provide certain legislation technical support for the legislature. Based on research results to promote the legislature has normative documents enforced formulation, also has an important significance to improve legal system of building energy conservation.

**Keywords:** residential building; Energy-saving building; Quality; Fairness

This study was supported by the National Natural Science Foundation of China" civil construction of 'energy-efficient classification' standard system of basic research "(project number: 51108366) grant and National Natural Science Innovation Research Group (project number: 51221865) grant.

目 录

[摘要](#_Toc686905289) 1

[2.以西安市为例，占人口比例80%的人群，单位面积人均能耗指标是3](#_Toc686905290) 1

[4.根据研究结果，依据单位面积人均耗热量指标，将城镇住宅建筑耗热量指标做出如下分级：](#_Toc686905291) 2

[5.依据分级研究成果，对我国建筑节能技术标准体系和法律体系的完善提出了立法建议。](#_Toc686905292) 2

**[ABSTRACTS](#_Toc686905293)** 2

[4. According to the results, based on the index of heat consumption per unit area,](#_Toc686905294) 2

[5. According to the classification results, put forward the suggestion on perfecting the construction onf energy-saving technical standards system and legal system.](#_Toc686905295) 2

[1.1 选题与研究背景](#_Toc686905296) 4

[1.2 研究目的和意义](#_Toc686905297) 5

**[1.2.1](#_Toc686905298)** [建筑节能的含义](#_Toc686905298) 5

**[1.2.2](#_Toc686905299)** [研究目的](#_Toc686905299) 5

**[1.2.3](#_Toc686905300)** [研究意义](#_Toc686905300) 5

[1.3 国内外研究现状](#_Toc686905301) 6

**[1.3.1](#_Toc686905302)** [国内研究现状](#_Toc686905302) 6

**[1.3.2](#_Toc686905303)** [国外研究现状](#_Toc686905303) 7

[1.4 研究内容与方法](#_Toc686905304) 9

**[1.4.1](#_Toc686905305)** [研究内容](#_Toc686905305) 9

**[1.4.2](#_Toc686905306)** [研究方法](#_Toc686905306) 9

**[1.4.3](#_Toc686905307)** [研究框架](#_Toc686905307) 9

[2.1 世界住宅建筑能耗分析](#_Toc686905308) 10

**[2.1.1](#_Toc686905309)** [中国人均住宅面积变化](#_Toc686905309) 10

**[2.1.2](#_Toc686905310)** [国内外住宅建筑能耗比较](#_Toc686905310) 10

**[2.1.3](#_Toc686905311)** [城镇住宅除采暖外的能耗总体情况和发展趋势](#_Toc686905311) 13

**[2.1.4](#_Toc686905312)** [住宅建筑能耗的分布特征——与公共建筑比较](#_Toc686905312) 14

[2.2 典型城市住宅建筑耗热量指标调查——以西安市为例](#_Toc686905313) 15

**[2.2.1](#_Toc686905314)** [西安地区自然环境特征](#_Toc686905314) 15

**[2.2.2](#_Toc686905315)** [西安地区社会经济与建筑节能发展现状](#_Toc686905315) 15

[2.3 城镇住宅建筑能耗数据实测及分析](#_Toc686905316) 16

**[2.3.1](#_Toc686905317)** [选取样本简介](#_Toc686905317) 16

**[2.3.2](#_Toc686905318)** [参数、仪器及方法](#_Toc686905318) 16

**[2.3.3](#_Toc686905319)** [西安地区城镇住宅建筑能耗调研的内容、过程及方法](#_Toc686905319) 18

[2.4 西安市城镇住宅建筑基本情况](#_Toc686905320) 19

[2.5 西安市城镇住宅建筑单位面积耗热量指标分布规律](#_Toc686905321) 20

**[2.5.1](#_Toc686905322)** [城镇不同面积住宅建筑单位面积能耗分析](#_Toc686905322) 20

**[2.5.2](#_Toc686905323)** [城镇不同年代住宅建筑单位面积能耗分析](#_Toc686905323) 21

[2.6 小结](#_Toc686905324) 22

[3.1 城镇不同面积住宅人均和户均耗热量指标分析](#_Toc686905325) 22

[3.2 城镇不同年代住宅人均和户均耗热量指标分析](#_Toc686905326) 27

[3.3 城镇住宅单位面积人均耗热量指标分析](#_Toc686905327) 29

[3.4 城镇住宅单位面积人均耗热量指标与居民收入的关系分布特征](#_Toc686905328) 29

[3.5 小结](#_Toc686905329) 31

[3.6 　10](#_Toc686905330)[6](#_Toc686905330)[人数](#_Toc686905330) 31

[4.1 建筑能耗及其社会属性](#_Toc686905331) 32

**[4.1.1](#_Toc686905332)** [建筑能耗的含义](#_Toc686905332) 32

**[4.1.2](#_Toc686905333)** [建筑能耗的特征](#_Toc686905333) 32

[4.2 建筑节能的行业属性](#_Toc686905334) 33

**[4.2.1](#_Toc686905335)** [建筑节能是社会公益事业](#_Toc686905335) 33

**[4.2.2](#_Toc686905336)** [推动社会公益事业发展的因素](#_Toc686905336) 33

[4.3 控制城镇住宅能耗的新途径](#_Toc686905337) 33

**[4.3.1](#_Toc686905338)** [公平理论](#_Toc686905338) 33

**[4.3.2](#_Toc686905339)** [需求层次理论](#_Toc686905339) 35

**[4.3.3](#_Toc686905340)** [建筑能耗控制指标分级](#_Toc686905340) 35

[4.4 小结](#_Toc686905341) 36

[5.1 城镇住宅建筑能耗指标分级的方法和原则](#_Toc686905342) 36

**[5.1.1](#_Toc686905343)** [阶梯电价的定价方法和原理](#_Toc686905343) 36

**[5.1.2](#_Toc686905344)** [城镇住宅建筑能耗指标分级的方法和原则](#_Toc686905344) 37

[5.2 城镇住宅建筑指标能耗分级](#_Toc686905345) 37

[5.3 典型城镇住宅建筑能耗热工计算及分析](#_Toc686905346) 39

**[5.3.1](#_Toc686905347)** [计算依据](#_Toc686905347) 39

**[5.3.2](#_Toc686905348)** [计算方法](#_Toc686905348) 43

**[5.3.3](#_Toc686905349)** [计算结果及分析](#_Toc686905349) 46

[5.4 小结](#_Toc686905350) 53

[6.1 建筑节能技术标准体系完善的建议](#_Toc686905351) 53

**[6.1.1](#_Toc686905352)** [现行建筑节能技术标准体系](#_Toc686905352) 53

**[6.1.2](#_Toc686905353)** [现行建筑节能技术标准体系存在的不足](#_Toc686905353) 54

**[6.1.3](#_Toc686905354)** [建筑节能技术标准体系完善的建议](#_Toc686905354) 54

[6.2 建筑节能法律体系完善的建议](#_Toc686905355) 54

**[6.2.1](#_Toc686905356)** [建筑节能法律制度概述](#_Toc686905356) 55

**[6.2.2](#_Toc686905357)** [我国现行建筑节能法律体系](#_Toc686905357) 56

**[6.2.3](#_Toc686905358)** [我国现行建筑节能法律体系存在的问题](#_Toc686905358) 56

**[6.2.4](#_Toc686905359)** [我国建筑节能法律体系完善的建议](#_Toc686905359) 57

[6.3 小结](#_Toc686905360) 57

[7.1 结论](#_Toc686905361) 57

[7.2 未尽事宜](#_Toc686905362) 57

[7.3 展望](#_Toc686905363) 57

[参考文献](#_Toc686905364) 58

[附录A博士研究Th阶段发表论文情况及参与项目](#_Toc686905365) 61

[主要论文：](#_Toc686905366) 61

[主要科研项目：](#_Toc686905367) 61

[附录B调查问卷](#_Toc686905368) 62

[附录C建筑节能设计计算书](#_Toc686905369) 64

1绪 论

## 1.1 选题与研究背景

20世纪70年代末，能源问题被列为人类面临的四大问题之一（其它为粮食、人口、环境问题）。在工业行业中，除电力、钢铁、有色、建材、石油加工、化工等六大高耗能、高污染行业之外，建筑工业是占地、耗水、耗能大户。在建筑领域的能源消耗，不同类型国家所占的比例不同，工业化国家占52%，东欧/前苏联占25%，发展中国家占23%。但发展中国家建筑能耗增长最快；发展中国家6.1%/年，东欧国家和前苏联3.4%/年，工业化国家0.6%/年1。

近年来，我国的建筑能耗居全国各类能耗之首，在寒冷地区，建筑能耗问题更为突出。建筑能耗伴随着建筑总量的不断增加和人们对居住建筑舒适度要求的提高，呈现出急剧上升趋势。我国每年以约10亿㎡的住宅、商业等民用建筑投入使用，建筑能耗占总能耗的比例己从1978年的约10%上升到2005年的约27.8%。我国在“十一五”规划期间，建筑节能作为重点行业之一，被强制性要求落实节能减排指标。上世纪末之前，我国建成的建筑大多为非节能建筑，占城镇建筑面积的80%，民用建筑外墙平均保温水平仅为欧洲同纬度发达国家的1/3，建筑能耗高出2-3倍2。

从20世纪80年代后期开始，我国开始注重建筑节能。根据我国建筑节能发展规划，从1986年起国家分三个阶段逐步实施节能30%、50%和65%的建筑节能设计标准。与气候条件接近的西欧或北美国家相比，我国既有建筑用能能效低，单位建筑面积能耗高。由于绝大多数既有居住建筑围护结构保温性能差、供热系统效率低、没有供热计量设施，缺乏调节手段，一方面无谓浪费大量能源，另一方面造成居民支付较高的热费，并且室内热环境质量较差3。

经过30年的努力，中国的建筑节能事业取得了长足的进步，当前，绝大多数城市实行了65%的节能标准，北京市也率先于2013年1月1日开始实行建筑节能

75%的标准。但是，中国建筑节能的发展过程中仍然存在不少问题。比如：中国到今天为止也没有真正建立一套行之有效的建筑节能的检测、认证体系和监测方法；中国现行的集中供暖方式及其付费方式无法带动建筑节能产业化的发展。等等。

当前，中国城镇化进程加快，别墅等大量高档住宅建筑的兴建，特别是全社

1涂逢祥.住宅建筑节能形式[J].住宅科技，2005(9)：20-26.

2国家信息中心经济预测部区域规划与评估专题研究组.“绿色建筑行动方案”解读.改革内参，2013, 3, 15. P25.

3刘玉明.既有居住建筑节能改造经济激励研究.北京交通大学博士学位论文，2009,6.

会低收入阶层的人均住宅面积和住房条件的改善，导致了全社会建筑能耗总量的增加。虽然别墅等高档住宅的单位建筑面积能耗“达到”了建筑节能设计标准的要求，但是，从人均和户均建筑能耗来看，这些高档住宅的能耗都高于全社会的平均值，也远远高于一般住宅建筑和经济适用房的人均能耗和户均能耗。

面临建筑节能和减排的双重压力，如何实现建筑节能的战略目标？依据社会公平性原则，很显然，对于能源消耗多的社会阶层，应该承担更多的节能减排义务，而对于那些即将改善或者刚刚改善居住环境和条件的低收入阶层，与社会富裕阶层承担相同的责任和义务，是非常不合理的，也是难以实现的。

我们在重视建筑节能的同时并没有考虑到现行建筑节能设计标准体系的社会属性。现行国内外建筑节能技术标准，其约束的对象是“建筑物”，即在某一气候区，某一特定的建筑类型，其单位建筑面积的规定性能耗指标是相同的，而与建筑物的质量等级、户型的大小、居住人口的数量无关。换句话说，不论是安居工程、经济适用房，还是花园洋房和别墅，建筑节能率的规定性指标是一致的。而且，在市场经济模式下，能源的价格是统一的，也与“贫穷”和“富裕”无关。其结果是，对于人均建筑能耗较高的社会富裕阶层而言，他们有能力节约更多的建筑能耗，但技术标准中没有要求，而对于另外一些人均建筑能耗低的低收入阶层，情况恰恰相反，他们有节能的要求，但是没有足够的经济能力。

对比美国、日本等发达国家建筑能耗水平，我国城镇的单位建筑面积建筑能耗水平、经济发展水平与美国50年代及日本60年代末非常接近，与现在的美、日相比则只是40%-60%1。回顾发达国家走过的建筑节能历程，我国建筑节能如果不能解决人口快速增长带来的能源消费快速增加的问题，大约20年后很可能就会达到他们的能耗水平。但是，由于中国人口众多，能耗总量很大，资源有限，并且不可能像美、日等发达国家那样大规模从国外进口大量自然资源，我国从能源的供应，能源的运输到最后能源转换后的碳排放，都不可能承担如此庞大的能源消耗量。从人均能源和综合资源禀赋来看，中国的经济发展水平、建筑气候条件、能源资源状况和发达国家不尽相同，这就决定了中国不能照搬发达国家的建筑节能技术体系、标准体系以及管理制度，我们需要研究、开发适合中国国情的建筑节能技术体系、标准体系和管理制度，使建筑能耗规模和能源服务水平控制在合理范围内，保持建筑能耗总量的适度增长。面对建筑节能领域这一系列问题，中国学术界和工程界需要开展深入研究、实践与分析，探索有中国特色的建筑节能发

1 庾莉萍，周查理.我国建筑节能立法成就及国外立法经验借鉴[J].保温材料与节能技术，2009（5）：1-8

展之路1。

当前，建筑节能在技术层面已经较为成熟，在我国将节约能源作为基本国策，在全国各行各业大力实施节能减排约束性指标的背景下，本论文从社会学、法学的视角出发，以技术指标分析为基础，开展了较深层次的科学探索。本文提出应从社会公平性出发，研究不同质量等级的建筑应该执行不同的节能技术标准。应对高质量等级的建筑提出更严格的节能指标要求，以控制单位建筑面积的总运行能耗；应对人均居住建筑面积、户均建筑面积超过社会平均值的大户型建筑提出更高的节能指标要求，以便让社会富有阶层有节制地、合理地使用受国家补贴的能源。通过这些措施，可以大大降低高能耗建筑和高能耗人群的数量，进而降低全国单位建筑面积的能耗量，控制未来新建建筑的能耗增长，实现节约建筑能耗的目标。

## 1.2 研究目的和意义

我国自上世纪70年代末开始重视建筑节能事业的发展。国家编制颁布了一系列的建筑节能设计标准以及相关技术法规，其中具有代表性的是已由中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议于2007年10月28日修订通过的《中华人民共和国节约能源法》。

从2007年起，国内已有学者做了一些建筑能耗方向的研究工作，但目前我国对建筑能耗的统计方法尚未有明确的规定，因此研究成果也只有少部分基本的调研结果与统计数据。

### **1.2.1** 建筑节能的含义

建筑节能是指提高建筑使用过程中的能源效率，主要包括采暖、通风、空调、照明、炊事、家用电器和热水供应等的能源效率（其中采暖和空调能耗占60%以上）即为居住者所提供卫生舒适的居住条件与所消耗的能源量之比2。建筑节能通过采取合理的建筑设计和选用符合节能要求的墙体材料、屋面隔热材料、门窗、空调等措施，这样所建造的房屋，与没有采取节能措施的房屋相比，在保证相同的室内热舒适环境条件下，它可以提高电能利用效率，减少建筑能耗。

建筑能耗有广义和狭义之分。狭义的建筑能耗是指建筑使用能耗，即建筑物使用过程中用于供暖、通风、空调、照明、家用电器、输送、动力、烹饪、给排

1倪维斗.构建节能中国的四重思考[N].科学时报，2010-4-20.

2彭先见.居住建筑用能终端约束模型研究[D].重庆大学硕士学位论文，2009.10.

水和热水供应等的能耗。广义的建筑能耗不仅包括建筑物的使用能耗，还包括建筑材料在生产过程中的能耗和建筑物在修建过程中的能耗。本文研究的住宅建筑能耗即指狭义的建筑能源消耗。由于建筑物较长的使用寿命，使得建筑物使用过程中的能耗在整个建筑寿命周期的能耗中占有相当高的比例，研究表明，住宅建筑50年寿命周期中，建筑使用过程中的能源消耗占到了总能耗的85％。因此，节省建筑使用能耗是建筑节能中的重点。目前我国这部分能耗约占全国社会终端总能耗的27.8% ，随着人们生活质量的改善，居住舒适度要求的提高，建筑能耗所

占比例还将不断上升。预测10 年后，我国建筑能耗占全国社会终端总能耗的比

例将会上升到32%以上，它与工业、农业、交通运输能耗并列，是主要的民生能耗。

世界上“建筑节能”的概念曾有过不同的含义，自从1973年发生世界性石油危机以后的30年，在发达国家，它的说法已经经历了三个发展阶段1：最初就叫“建筑节能”；但不久即改为“在建筑中保持能源”，意思是减少建筑中能量的散失；近来则普遍称作“提高建筑中的能源利用效率”，也就是说，并不是消极意义上的节省，而是从积极意义上提高利用效率。在我们中国，现在仍然通称为建筑节能，但其含义应该进到第三层意思，即在建筑中合理使用和有效利用能源，不断提高能源利用效率。

### **1.2.2** 研究目的

实现建筑节能的过程是一个非常复杂的系统过程，既需要依靠建筑科技创新提供技术支撑，同时还需要兼顾社会公平性，也需要各级政府运用经济的、法律的和必要的行政手段推进。

现行住宅建筑节能设计标准，是以单位建筑面积的耗热量指标或耗煤量指标来规定的对能耗指标的强制性条文。国内外现行建筑节能技术标准约束的对象均是“建筑物”。即在某一气候区，某一特定的建筑类型，其单位建筑面积的规定性能耗指标是相同的，而与建筑物的等级、户型的大小、居住人口的数量无关。

不论是建筑质量等级较低的安居工程、经济适用房，还是建筑质量等级较高的花园洋房和别墅，建筑节能率的规定性指标是一致的，这存在着一定的局限性。在市场经济模式下，因为能源的价格是统一的，而且享受国家补贴的标准，这些也与“贫穷”或者“富裕”无关。导致的结果是，对于人均建筑能耗较高的社会富裕阶层，他们有能力节约更多的建筑能耗，但建筑节能技术标准中没有要求，

1宋宪超，宋秀刚，张金波.浅谈建筑设计[J].能源与节能，2011, 10. P27.

相反，对于另外一些人均建筑能耗较低的低收入阶层，则是有节能的要求但没有足够的经济能力，这不符合社会主义公平性原则。

本课题拟通过建筑热工性能指标的实测和理论研究、建筑质量和技术分析，为制定相关的住宅建筑节能设计规范提供指导，同时也为为我国建筑节能法律制度体系的进一步完善提供技术支持，有利于实现社会主义能源利用的公平性。

### **1.2.3** 研究意义

建筑物在运行过程中需要消耗一定的能耗，源于人们对室内热环境的需求基本上是恒定的，因此，节约建筑能耗的根本途径就在于设计建造低能耗的建筑物。随着社会的发展和建筑节能技术的提高，当前，我国新建建筑的单位面积耗热量指标已经达到了建筑节能设计标准的要求。但是，我国公民有平等地使用能源的权利，住宅建筑的能耗也是和人的活动密切联系的，我要研究建筑能耗使用的公平性，不能撇开人均能耗这个指标。正确认识和应用人均能耗这个体现实质公平的指标来指导建筑节能，有着重要意义。

建筑节能作为社会公益事业，同时具有技术科学和社会学属性。本课题研究具有非常重要的理论意义和现实意义。

首先，全世界目前关于建筑节能的重要性已经形成普遍共识，各个国家就建筑节能的研究以及科学技术的应用也非常广泛，普遍形成了各种节能标准，制定了很多有关建筑节能的政策，有的国家也用立法的形式来把建筑节能规定下来。

其次，从社会公平性角度来讲，对于不可再生的能源，谁消耗的多，谁就有义务承担更多的社会责任，尤其对于我国的能源来讲，是长期受到国家财政补贴的，这就形成了谁消耗的能源多，谁就得到国家的补贴多的不公平现象。因此，应对高质量等级的建筑提出更高的节能要求，以约束高质量等级建筑的高能耗，实现能源使用的社会公平性。

再次，本课题研究研究属于学科交叉，通过建筑热工性能指标的实测和理论研究，建立城镇住宅建筑能耗指标的分级，可以为相关建筑设计规范的制定提供指导，对人均住宅建筑面积、户均建筑面积超过社会平均值的大户型建筑在节能标准的制定上提出更高的节能指标要求。通过这些措施，能有效降低高能耗建筑和高能耗人群的能耗，控制新建建筑的能耗增长，节约建筑能源。

第四，本文的研究成果还可以为立法机关提供一定的立法技术支持。以研究成果推动立法机关制定具有强制执行力的法律法规等规范性文件，在建筑节能方

面，实现“法律面前人人平等”的法律精神，对促进建筑节能事业的发展具有重要意义。

## 1.3 国内外研究现状

### **1.3.1** 国内研究现状

我国各大研究院、高校的学者们分别从建筑围护结构节能技术发展、建筑能耗评价、绿色节能建筑材料开发、建筑节能标准的制定和应用、建筑设计准则等方面对建筑节能做了深入研究。

（1）编制建筑节能标准

我国十分重视建筑节能工作，建筑节能工作是以1986年颁布北方地区住宅建筑节能设计标准为标志启动的。我国建设部相继颁布了公共建筑节能设计标准

（GB50189-2005）、夏热冬冷地区建筑节能设计标准(JGJ 134-2001)、夏热冬暖地区建筑节能设计标准(JGJ 75-2003)，同时我国各地方的建筑节能标准出台。

早在1986年我国就开始试行第一部建筑节能设计标准，并且在1999年就已经把北方地区建筑节能设计标准纳入强制标准进行贯彻1。杨善勤等在1995年颁布的

《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》中提出严寒和寒冷地区居住建筑采暖能耗在1980-1981年住宅通用设计能耗水平基础上节能50%，但节能投资不超过土建工程造价的10%，节能投资回收期不超过10年，节约吨标准煤的投资不超过开发吨标准煤的投资。规定了建筑物耗热量指标和采暖耗煤量指标，对建筑围护结构和采暖系统设计作出了明确的规定2。郎四维等在2001年颁布的《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134-2001提出居住建筑节能50%的目标，应用DOE-2进行动态模拟计算，通过规定性指标来控制节能设计，并于2003年完成了《夏热冬暖地区住宅建筑节能设计标准》JGJ75-20033。赵建明等在2004年颁布的《建筑照明设计标准》中规定了七类建筑的照明功率密度，而且对照明质量提出了明确要求，照度标准也得到了大幅度提高，体现了“节能”与“舒适”相结合的思路4。张树君等编制的《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》（2005年颁布）是我国第一部有关太阳能应用的标准，其基本编制原则就是将太阳能技术与先进建筑节能技术和产品进行组合，使太阳能热水系统在建筑上可安装的部位（如屋

1武涌，刘长滨，刘应宗等.中国建筑节能管理制度创新研究[M].北京：中国建筑工业出版社，2007.

2杨善勤.民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）JGJ26-95简介[J].建筑科学，1996，（4）：60.

3郎四维，林海燕，付祥钊等.夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准简介[J].暖通空调，2001,35（11）：40-43.

4赵建平，张绍纲，李景色等.《建筑照明设计标准》主要修订内容介绍[J].建筑电气，2005, 68（2:20-21.）

顶、墙面、阳台等）上得到充分利用。而且强调太阳能热水系统与建筑设计要同步规划设计、同步施工安装，将太阳能热水系统与建筑有机结合，融为一体，这样不仅不影响建筑外观，还能节省建筑和安装成本1。徐伟等在2005年颁布的《地源热泵系统工程技术规范》中借鉴了主要发达国家及国内先进经验，开展了地源热泵系统计算方法及水压试验等专项调查与研究，首次对实施地源热泵系统前应进行工程勘察的内容作了具体规定，明确了地埋管系统设计方法及技术要求；《规范》中首次提出了对地下水地源热泵系统回灌过程的监督要求，强调了地源热泵系统整体试运转和调试的必要性，并对其实测性能评价做了具体规定；在地热换热系统设计、施工、检验等方面的规定可操作性强、安全可靠，适应地源热泵系统设计、施工验收及调试的需求2。

（2）建筑节能设计

2002年崔浩和朱红慧对夏热冬冷地区居住建筑三种外墙保温隔热技术做了分析比较3，认为从热原理来看外墙外保温隔热技术具有节能效果好的特点。2008年对于芳在上海地区居住建筑的外观的调研分析基础上4，总结出住宅建筑外窗节能基础和节能窗设计的重要原则，结合窗户的新材料、新技术，针对性探讨了提高住宅建筑外窗节能设计技术的问题。

2004年隋艳娥5根据不同气候条件下的居住建筑能源消耗特点，综合考虑了气候影响因素，从规划、建筑体形、内部空间和围护结构等不同方面提出房屋节能设计思路。2007年陈丰提出了适合夏热冬冷地区的建筑节能设计的定位6，并分别从各个方面提出相应的住宅节能优化设计方法和理念。

2006年卢玫珺7以夏热冬冷地区居住建筑为对象，采用建筑模拟计算软件Doe2对中高层居住建筑能耗进行模拟计算，并在此基础上对外墙传热系数取值以及底部架空的居住建筑能耗计算方法问题提出合理建议。

2006年熊小萌8对适宜夏热冬冷地区气候的绿色建筑技术进行研究，对技术的市场应用经验和问题进行总结，挑选出最宜当前推广的技术并对此进行应用分析，

1张树君.《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》的编制及要点.住宅科技，2007，（8）：1-4

2徐伟，邹瑜，冯晓梅.先进性，安全性，可操作性——国家标准“地源热泵系统工程技术规范”编制要点. 建筑科技，2005，（18）：10-12.

3崔浩，朱红慧.夏热冬冷地区住宅建筑外墙保温隔热技术的应用及相关材料的比选[J].建筑施工，2002.7.31.

4于芳.上海地区住宅建筑节能窗设计技术探讨[D].同济大学硕士学位论文.2008,4.

5隋艳娥.居住建筑节能研究[D].西安建筑科技大学硕士学位论文.2004, 12.

6陈丰.夏热冬冷地区居住建筑节能技术综合应用研究[D].湖南大学硕士学位论文.2007.7.

7卢玫珺.夏热冬冷地区居住建筑节能评价研究[D].浙江大学硕士学位论文.2006,5.

8熊小萌.中国夏热冬冷地区绿色建筑技术应用问题研究[D].华中科技大学硕士学位论文.2006,5.

同时指出应用性技术的发展方向。2008年，清华大学建筑节能研究中心江亿院士在对中外能耗、国内不同区域能耗的差异分析基础上，归纳了能耗差异的原因，总结出应结合建筑所需要提供服务水平来确定南北方、城市与农村的建筑节能的途径，并针对此具体提出了相应的节能工作开展的建议，为节能技术发展和节能政策制定提供了合理的宏观指导意见。

经过20多年的努力，建筑节能工作得到了逐步推进，取得了较大成绩，主要体现在以下几个方面：

第一，初步形成了建筑节能的技术支撑体系；

第二，已经初步建立起以节能50%为目标的建筑节能设计标准体系；第三，初步形成了以《民用建筑节能管理规定》为主体的法规体系；第四，通过建筑节能试点示范工程，有效带动了建筑节能工作的发展；第五，通过国际合作项目，引入了国外先进的技术和管理经验。

（3）国内建筑节能立法进程

建筑节能作为我国建设节约型社会的一项重要内容，最近一个时期受到国内外、业内外以及老百姓的普遍关注。国务院将建筑节能列为10项节能重点工程之一。

我国的能源总量比较高，但是，人均能源占有率比较低，并且同时存在的问题是，国民生产总值的能源消耗量过高。人们对室内环境和热舒适等居住质量的追求增长，建筑能耗不断增长，这已经成为我国人民生活和经济发展中的突出问题。

我国建筑业正处于鼎盛时期，预计到21世纪20年代，全国房屋建筑面积总量将数量猛增，可以预见的是，建筑能耗也将持续猛增。

另外，建筑业在我国能源总消耗中的比重也与日俱增，目前建筑能耗约占我国能源总消耗的1/3。建筑能耗在国家能源消耗中占很大比重，建筑节能对节能降耗将起到非常重要的作用。

城镇住宅和北方城镇采暖的单位面积能耗从1996年到2006年10年间是呈下降状态的，原因是技术的发展和进步，使得建筑的隔热、保温性能良好，能耗降低。除此之外，农村建筑、公共建筑、长江流域城镇采暖、长江流域农村采暖的单位面积能耗从1996年到2006年这十年间基本没有变化。因此，北方地区和长江流域地区的各种类型的建筑的节能工作仍然是今后一段时间内我国建筑节能工作的重点。

随着现代化进程的加快和人民生活水平的提高，人们作为生活必需品的住宅建筑的能耗指标大幅度提高，资源和环境大量付出。按可持续发展的思路，住宅建筑设计应该坚持以下三个方面：1）以人为本，健康舒适；2）节约资源、能源和再利用；3）与周围生态环境相协调和融合。即住宅建筑应该在消耗最少的能源资源，同时将给环境和生态带来的影响降至最低的前提下，为居住和使用者提供健康舒适的建筑环境和良好服务。

我国人口多、经济发展快的特点和我国未来能源需求的增长趋势决定了我国建筑能耗将保持长期持续增长。因此，从以上分析我们可以看出，随着我国人民生活水平的日益提高，随着我国城市化进程的不断加快，居民消费总量也在不断增长，消费的结构也在不断调整，这样导致的建筑总能耗也将不断增加。

二十多年以来，我们国家制定了一系列的政策、规章、法规以及法律文件，以实现节约建筑能耗。我国建筑节能法规立法进程时间如下：

1986年我国颁布第一部节能法规《北方地区住宅建筑节能设计标准》。

我国在1995年由建设部颁布了了《建设部建筑节能“九五”计划和2010年规划》，颁布了《民用建筑节能设计标准（采暖住宅建筑部分）》。

我国在2000年发布了《民用建筑节能管理规定》。

2007年5月国务院印发了《节能减排综合性工作方案》，同年10月中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议又修订通过了《中华人民共和国节约能源法》。

《建筑节能“九五”计划和2010年规划》明确住宅建筑节能分为三个阶段1，分三步走。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》提出了“十一五”期间单位国民生产总值能耗降低20%左右，主要污染物排放总量减少10%的约束性指标。

2011年“两会”期间，温家宝总理在《政府工作报告》中部署2011年工作时提出：加强节能环保和生态建设，积极应对气候变化，突出抓好工业、建筑、交通运输、公共机构等领域节能。

二十多年来，国家和各级地方政府投入了大量的人力、财力和物力，国家颁布了《节约能源法》和许多政策条例，编制颁布了一系列的建筑节能设计及相关技术法规，在相关技术领域也取得了不错的成绩，完成了很多既有建筑的节能改

1 中华人民共和国建设部.建筑节能“九五”计划和2010年规划[S].1995.5.11.

造，新建住宅建筑中大部分也是节能建筑。但是，我国建筑能耗的总量和在国民经济总能耗中的比例呈现逐年上升趋势。探究其原因，主要是城镇化进程加快，全社会低收入阶层的人均住房面积和居住环境质量都逐步得到改善，这必然导致全社会建筑能耗总量的增加。同时，不能忽视的是，社会富裕阶层拥有的“豪宅”数量也急剧增加，人均建筑能耗和户均建筑能耗同时的成倍增长，是建筑能耗总量增加的重要因素。尽管这些“豪宅”的单位建筑面积能耗“达到了建筑节能设计标准的要求”，但是，不论人均还是户均建筑能耗，都远远高于社会平均值。从社会角度来看，每一个公民都有享受国家资源的权力，因为资源是全体国民共享的。在我国，由于能源长期受国家补贴，这就造成了谁消耗的能源多，谁得到国家的补贴就越多的情况。也就是说，人均建筑能耗高的建筑，它所得到的能源补贴也多。这种表面上的公平，掩盖了实际上的不公平。因此，对于这样的高能耗建筑，应该实行更严格的节能标准。

### **1.3.2** 国外研究现状

各西方发达国家在上世纪70年代左右，并不太重视节能工作，各种建筑的能耗都比较高，尤其是住宅建筑的能耗，因为人们生活水平的提高，导致住宅能耗所占的比例也逐步增长1。例如：欧洲的建筑能耗占了总能耗的40%。丹麦建筑中的采暖和制冷能耗占了建筑能耗的75%，占了总能耗的30%；伊朗的建筑能耗在总能耗中占了38%；新加坡的调查显示表明，该国建筑用电已经占到了全国用电总量的57%，成为能源消耗的主要部分。

（1）编制建筑节能标准

周智勇博士在其论文《建筑能耗定额的理论与实证研究》中介绍了国外建筑节能设计标准大致可以分为三类2: 1）整体性能标准，只规定允许的最高能耗而不强制规定使用哪些方法、材料和工艺实现这一目标，英国（1984）、新西兰（1992）、奥地利（1998）、加拿大（1995-2003）、荷兰（1996）、瑞典（1994）和挪威（1998）的建筑节能标准使用了这种方法3; 2）规定性标准，对建筑围护结构和主要设备分别规定性能水平，瑞士几个地区采用这种方法对新建商业建筑的照明、通风和空调电力负荷最大值作出了规定4; 3）综合使用上述两种方法的标准。建筑节能标准

1厉美飞.深圳地区高层办公建筑空调负荷与能耗特征的研究.重庆大学硕士学位论文，2006, 10.

2周智勇.建筑能耗定额的理论与实证研究[D]. 重庆大学博士学位论文，2010,5.

3 SAM C. M. HUI. Using Performance-Based Approach in Building Energy Standards and Codes[C] //Chonqing-Hong

Kong Joint Symposium 2002. Chongqing:[s. n.],2002: A52-61.

4 SIA. A Swiss building standard No.380/4[EB/OL]. http: //www. sia. ch,2007-05-03

的执行存在困难，导致不同国家和地区的执行情况存在差异。规定性标准比整体性能标准更加易于实行，现在多数国家却更加倾向于使用整体性能标准1。

美国环保署（EPA）和美国能源部(DOE)联合推动的“能源之星(Energy Star)”项目是颇具代表性的能源标识活动。这个标识从1998年开始实施，其范围主要包括家用电器、照明、空调甚至是建筑物等内容。能源效率在同类建筑中领先25%的范围内，室内环境质量达标的建筑授予能源之星建筑标识。为达到能源之星建筑，需采取的措施主要是：绿色照明，改善围护结构隔热保温性能，改进采暖、通风、空调系统，购置高效耗能器具等。采用这些措施的建筑能比普通建筑节能30%左右。

加拿大建立了一系列的国家和地方标准来进行建筑评价2，如R一2000标准等。这些标准涉及了能源效率评价、室内空气改进等多方面。同时，加拿大也是“能源之星”的推行者，对节能产品进行能耗标识。

瑞士新建建筑的“Minergie”标识要求其能源负荷低于满足标准要求的能源负荷50%，增量成本大概为6%。澳大利亚的堪培拉要求所有出售的房屋进行能效测评，这种信息公开的建筑节能市场提高了市场效率。3

日本早在1979年颁布了住宅建筑保温隔热标准，规定了建筑部分热阻，并对所用的各种保温材料进行有机的结合，使住房的环境得到改善。4

法国分三个阶段完成了住宅经济适用的能源设计规范，即1974年首次颁布的规范，要求在1958-1973年间建造的住宅采暖能耗的基础上节能25%；1982年的第二套规范，要求在前一规范的基础上再节能25%；1989年的第三套规范，要求在第二套规范的基础上还要节能25%.5

法国在不断完善建筑节能标准方面做了不懈的努力。法国制订配套的建筑节能标准，是国家推进建筑节能的一个基本手段6。目前，在法国建筑节能标准体系中，有结构构件保温隔热性能计算标准，新建建筑热工性能定量评价标准，热工计算软件评审方法，新建住宅保温设计备忘录，以及质量认证标牌评定方法等。

在德国，政府的节能评价措施已从控制单项建筑维护结构的最低保温隔热指

1 Australian Greenhouse Office. Impact of minimum performance requirements for class 1 building in Victoria[M/OL][. http: //www. greenhouse. gov. au](http://www.greenhouse.gov.au/energyefficiency/buildings%2C2009-06-15)/[energyefficiency/buildings,2009-06-15.](http://www.greenhouse.gov.au/energyefficiency/buildings%2C2009-06-15)

2白玮.民用建筑能源需求与环境负荷研究[D].同济大学博士学位论文.2007.12.

3 ACT Planning and Land Authority. Annual Report 2005-2006[M]. Canberra: ACT Planning and Land

Authority,2006.

4樊辉.新疆地区多层居住建筑第三步节能研究.新疆大学硕士论文.2007,6.

5李湘洲.国外建筑节能发展的若干动向.墙体革新与建筑节能.2000.4

6涂逢祥，王美君.法国建筑节能概况.建筑技术，第21卷第10期.

标，转化为控制建筑物的实际能耗1。

英国于1986年就制订了国家节能计划，将建筑节能由低到高分为10个等级，即国家房屋能源等级（National Home Energy Rating）简称NHER2。所谓国家房屋能源等级是指在标准状态下单位面积一年连续使用所消耗能量的指标，是将房间的尺寸、窗户面积和供热系统经过标准计算分析得出的评价指标。评价标准从1-10级，1级最差，能源消耗最大；10级最好，使用能源最少。

英国目前的新建住宅基本上都达到了最高节能等级的要求，按新标准设计的节能型住宅比传统住宅在能源消耗上的支出要减少75%，并且住宅的内部舒适程度也得到了明显的提高。同时，为了鼓励居民注重住宅的节能效果，英国政府计划在2007年6月开始对房屋进行节能效率测评，并引进新的房屋交易信息。测评体系运行以后，英格兰和威尔士的房屋必须具备节能等级证书，否则不得进入房产交易。1995年，英国又颁布实施了《家庭节能法》，要求10年内使住宅能耗在年19%的基础上再降低30%，并要求现有建筑执行节能新标准3。

（2）国外建筑节能设计

发达国家真正重视节能始发于70年代的石油危机。由于石油危机而导致的能源危机，迫使各国高度重视能源问题，并采取各种措施节约能源及提高能源利用率。建筑节能作为节能工作的一个主要方面，受到各国的重视。多数国家采取的策略分为两方面，一方面采取措施控制新建建筑能耗水平，另一方面加大对既有建筑的改造。通过这两方面的措施，大多数国家虽然建筑面积总量每年在增加，房屋舒适程度也逐步提高，但建筑总能耗却呈下降趋势。如丹麦，其住宅采暖面积1992年比1972年增加39%，但采暖总能耗却从1972年的322PJ（1012J）下降到了

222PJ，相比减少了31.1%。而目前法国住宅建筑能耗已降低至总能耗的28%4。加拿大节能的概念不仅限于建筑本身的构造技术，如屋顶、墙体的保温，隔

热性能等措施，而且包括了节水、节电、材料再回收等方面。除此以外，在建筑设计和施工过程中还采用了一系列高新材料和技术，对不同层次的房屋采取了不同的节能技术，把新材料、新技术结合在一起，将高质量的混凝土、新型的保温材料进行有机的结合，使住房的环境得到改善。5

1刘启波.绿色住区综合评价的研究[D].西安建筑科技大学博士学位论文.2004.6.

2姜波.新建居住建筑节能管理制度研究[D].北京交通大学博士学位论文.2010.10.

3蒲清平.城市居住建筑能耗影响因素与预测模型构建研究[D].重庆大学博士学位论文.2012.5.

4郝海青.欧美碳排放权交易法律制度研究[D].中国海洋大学博士学位论文.2012.6.

5樊辉.新疆地区多层居住建筑第三步节能研究[D].新疆大学硕士论文.2007,6.

法国居住建筑节能成效十分显著。主要技术措施为1：一是住宅按新规范建造以及进行了旧房改建，改善了保温条件；二是能源结构的改变，用电和天然气的比例增加，用油和煤的比例减少，使采暖设备平均效率提高；三是采暖系统的控制得到加强，暖气利用更加合理。法国也十分重视旧有建筑的节能改造改造。法国对40座中等城市的房屋进行了重点节能改造，还对旧有建筑组织鉴定，以促使其节能。法国在不到5年的时间内对15%的住房进行鉴定，其中一半经过鉴定的房屋在以后的一年半时间内进行了节能改建。

丹麦的建筑，外墙以其自重不同，传热系数应不大于0.6 W/(m2. K)和1.0

W/(m2. K)，经1977年和1985年的修订逐步降低到0.3 W/(m2. K)和0.35 W/(m2. K)，而现在分别是0.2 W/(m2. K)和0.3 W/(m2. K) 2.

从节能建筑的内容看，美国推动建筑节能从两方面入手，3一是建筑物本身的热工性能，即通过提高建筑围护结构的保温性能、门窗的密闭性能和充分利用通风、太阳能、自然采光等措施来降低采暖和空调的能耗；二是提高建筑物内的能耗系统及设备的能源效率，包括采暖、空调系统、照明灯具、热水器、家用电器及办公设备等。

英国的建筑节能主要是控制外墙的传热系数，而且保温要求在不断提高。1963年要求外墙的传热系数应小于或等于1.6W/(m2. K)，1974-1975年又修订为1.0

W/(m2. K),到1982年降低到0.6 W/(m2. K),1988年再度减为0.45 W/(m2. K). 这就是说，从相当于370mm厚红砖墙的保温墙逐步修订为620mm、1190mm、1650mm厚砖墙的保温效果。

英国不但对新建房屋采取节能措施，对旧房也采取节能改造措施。英国在节能建筑中采取的技术措施主要有三个方面4：一是采用构造措施，提高墙体、屋面及门窗的保温性能；二是利用太阳能；三是改进供热系统。目前英国推广的被动式太阳房，不需外界机械作用，以建筑吸热保温材料为媒介，利用冷热空气的自然交换，达到对太阳能的利用。被动式太阳能住宅，太阳能供给的能源占总能耗的30%。

在欧洲国家中，德国节能的研究与应用处于领先地位。主要研究方向为5：建筑材料的制造能耗、建筑物围护结构各部位热工指标的制订和CO2浓度排放量的指

1樊国领.上海地区既有住宅节能综合改造探讨[D].同济大学硕士学位论文.2007.3.

2王舒扬.我国华北寒冷地区农村可持续住宅建设与设计研究[D].天津大学博士学位论文.2011.6.

3美国及加州建筑节能工作的开展.节能与环保,2003, 11。

4王琪.重庆地区公共建筑设计节能策略[D].重庆大学硕士学位论文.2006.4.

5夏博.上海高层住宅建筑节能控制方法与技术策略研究[D].同济大学博士学位论文.2008.5.

标，取得了良好的成效。CO2排放量的限值越来越重要，据英国机构认为它主要来源于建筑物（占45%），建筑物中住宅又是主要的，占26.7%，而在住宅中主要来源于采暖和热水。主要技术措施为围护结构和门窗的节能、提高锅炉的运行效率及从建筑规划设计、朝向以及从阳光和建筑内部的散热来获取能源是有效的途径1。德国节能规范中建筑围护结构中外墙目前为0.5 W/(m2. K)，外窗为0.7 W/(m2. K)，可以看出这些国家的标准中对建筑节能的要求越来越高，同时这些标准都得到认真的遵守。

（3）国外建筑节能法律法规及政策

美国联邦政府共发布了10部行政法令和两份总统备忘录来推动建筑节能，把

“提高能源利用率”上升到能源安全战略的高度。但是，美国建筑能耗的总体水平要远远高于我国，缘于美国的建筑环境质量普遍较高。欧洲很多国家没有发布过类似日本和中国的住宅性能认定标准，但都通过各种法规的确定来保障住宅综合性能的完善2。

自1952年起，德国的建筑标准开始提出了最低保温的要求，1977年德国首部

《保温条例》正式颁布实施，其中对新建建筑的外露建筑部件的热工质量提出具体要求。2002年，《节能条例》取代了《保温条例》，首次将包含技术设备在内的建筑物作为一个系统，并且用一次性能源需求取代热需求作为最重要的节能考核参数，实现了从保温证书过渡到能源证书管理，将低能耗房屋变成了普遍适用的标准。在2004年、2007年和2009年版《节能条例》中相关要求进一步提高，而根据能源、气候一体化计划（IEKP），自2012年起，能效要求还将进一步提高，最大幅度可达30%，从低能耗房屋标准、被动式房屋标准到零能耗（采暖能耗）房屋标准中都从建筑设计、围护结构、技术设备等方面依据建筑物所处的气候区域、地理位置以及具体用途和目的，因地制宜采取最佳节能措施3。

日本在经历了1973年和1979年的两次石油危机后，节能技术开发和相关的节能法规建设都得到很大发展，其建筑能耗占据全社会能耗约27%。日本建立了健全的住宅节能体系，推动了节能环保的产业化发展，重视提高整个社会节能环保意识。比如，在依据2000年开始实施的“住宅品质确保促进法”而产生的“住宅性能表示制度”中，对住宅的热工环境，节能等项目设定了评价基准。日本作为高效的建筑运行管理典范，2003年开始实施的《修正节能法》，将建筑运行过程的节

1顾同普.欧洲三国建筑节能近况.建筑创作，2002,6.

2孙鹏程.建筑节能服务发展管理研究[D].天津大学博士学位论文.2007.12.

3 卢求.德国2006建筑节能规范及能源证书体系[J].建筑学报，2006（11）：26-28

能纳入日常管理中，确保建筑节能的各项措施效益最大化1。

在20世纪70、80年代，波兰建了不少以煤炭为能源的大板房，房屋能耗非常高。波兰2004年加入欧盟，在住宅节能上需严格按照欧盟标准执行，即房屋的耗能量不超过30kW/m2·a；节能改造后的住宅，耗能量由以前的130 kW/m2·a普遍降到了30 kW/m2·a以内，有的甚至可控制在9 kW/m2·a之内，波兰实现了旧房“取暖现代化”2。

综上可以看出，世界各国普遍重视建筑节能，各国都在建筑节能领域采取了很多有效的措施，也颁布了一系列的法规、政策，但是，建筑节能依然较多地停留在技术层面，单纯地依靠科学技术来实现建筑节能。

我国的科研机构、高等院校、政府部门等许多业内人士在住宅建筑能耗调查研究、住宅建筑节能以及新技术的开发与应用等方面做了大量有意义的工作。但这些工作主要集中在建筑节能技术及其创新、建筑节能制度安排、建筑节能标准制定等方面的研究，而从社会公平性出发，从人均能耗、户均能耗以及单位面积上的人均能耗等视角出发，制定建筑节能设计标准，甚至是在法律、法规中对其加以规定，这些都还从未涉及。本文正是从社会公平性的视角出发，从能耗调研入手，以单位面积上的人均能耗为标准，为住宅建筑能耗进行分级，实现不同质量等级的建筑的能耗应该执行不同的节能标准。

综上所述，无论是国内还是国外，对于建筑节能的研究还过多地停留在建筑节能设计技术（投入了大量的人力、物力研究建筑节能技术、节能材料等）、编制建筑节能标准和建筑节能立法及政策研究方面，在科学技术日新月异、建筑节能技术日趋成熟的今天，我们不应该再把目光简单地停留在单纯依靠技术来实现建筑领域的节能。

虽然我们做了大量的工作，建筑节能的效果却还不尽如人意。目前，关于建筑能耗指标的分级研究，在国内外尚属空白，作者从大量的调研、热工计算和分析入手，初步对我国城镇住宅建筑的能耗提出分级，提出对于建筑质量等级高的住宅建筑，要实行比建筑质量等级低的住宅建筑更高的标准，用以控制建筑的运行能耗。建筑能耗指标分级后，不同质量等级的建筑、不同收入阶层的人群所承担的节能义务也将不同，有利于实现能源使用的公平性。

1 柳杨.浅析日本在建筑节能领域的研究及成效[J].上海节能，2010（11）：17-20

2江亿.波兰：旧房“取暖现代化”[N].中国投资，2008-12-53.

## 1.4 研究内容与方法

### **1.4.1** 研究内容

本文是在西安典型城镇住宅建筑能耗调研的基础上，选取不同年代、不同质量、不同面积、不同构造的住宅建筑作为分析样本。首先介绍了西安地区住宅建筑能耗调研的目的、流程、内容、步骤和方法；获取了住宅建筑能耗的基本信息；同时调研了这些住宅建筑的常住人口数量以及每户的收入情况。在能耗调研及计算的基础上，分析了不同年代、不同质量、不同面积住宅建筑的单位面积耗热量指标，并分析得出不同年代、不同质量、不同面积住宅建筑的户均和人均的耗热量指标，分析了单位面积人均耗热量指标；并且分析了这些耗热量指标和居民收入的关系分布特征。依据这些耗热量指标和关系，提出对住宅建筑能耗的初步分级建议。最后，在能耗指标分级的基础上，提出进一步完善建筑节能法律法规体系的立法建议。

本文的研究内容是城镇住宅建筑的单位面积人均耗热量指标分级。本课题提出对住宅建筑能耗指标进行分级，在分级的基础上，实现不同质量等级的建筑执行不同的节能技术标准（即对高质量等级的建筑提出更严格的节能指标要求），控制单位建筑面积的总运行能耗。对人均住宅建筑面积、户均建筑面积超过社会平均值的大户型建筑提出更高的节能指标要求，使社会富有阶层有节制地、合理地使用受国家补贴的能源。通过这些措施，降低高能耗建筑和高能耗人群的数量，进而降低全国单位建筑面积的能耗量，控制新建建筑的能耗增长，实现节约建筑能耗的目标。

### **1.4.2** 研究方法

1．查阅文献

在研究方向确定后，笔者查阅相关领域的国内外文献资料，对国内外的相关研究做了文献回顾和综述；在学习前人研究方法和成果的基础上，探索、总结出自己的技术路线，使自己对该领域的研究有一个整体把握。

2．现场调研

现场调研是本研究获取第一手资料的主要方法，本论文中所有数据均来自现场调研、测试以及问卷调查。调研可以摸清西安市城镇住宅建筑能耗的现状，规范统计方法，并有助于定量分析建筑节能的潜力。

3．数据统计分析

基于现场调研的数据，对其进行统计分析，主要分析了西安市不同年代、不同质量、不同面积住宅建筑单位面积的耗热量指标，并分析得出不同年代、不同质量、不同面积住宅建筑的户均和人均的耗热量指标以及单位面积上的人均耗热量指标；分析了这些耗热量指标和居民收入的关系分布特征。

4．依据这些耗热量指标和关系，提出对城镇住宅建筑能耗的初步“分级”建议。

不同年代建筑物

不同面积建筑物

不同建筑技术

分级方法

分级标准

能耗分级结果

### **1.4.3** 研究框架

住宅建筑能耗研究

代表性住宅建筑调研

建筑能耗计算

建筑能耗指标分级研究

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 建筑物耗热量 | 户均耗热量 | 人均耗热量 | 单位面积人均耗热量 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 建筑能耗现状 | |  | 建筑能耗指标分级依据 | |  | 建筑能耗指标分级 | |
|  |  | | |  | | |  |

研究结论

2城镇住宅建筑能耗指标的技术属性分析

## 2.1 世界住宅建筑能耗分析

### **2.1.1** 中国人均住宅面积变化

随着城市化进程的推进，城市人口的增加，以及大规模的城市建设，我国城镇建筑总面积在13年内从62亿m2猛增到204亿m2，各类城镇建筑面积都有大幅度的增加，而人均建筑面积也同步增长。与此同时，随着农村生活水平的提高，农村人均建筑面积也增长较快，增长变化见图2.1。

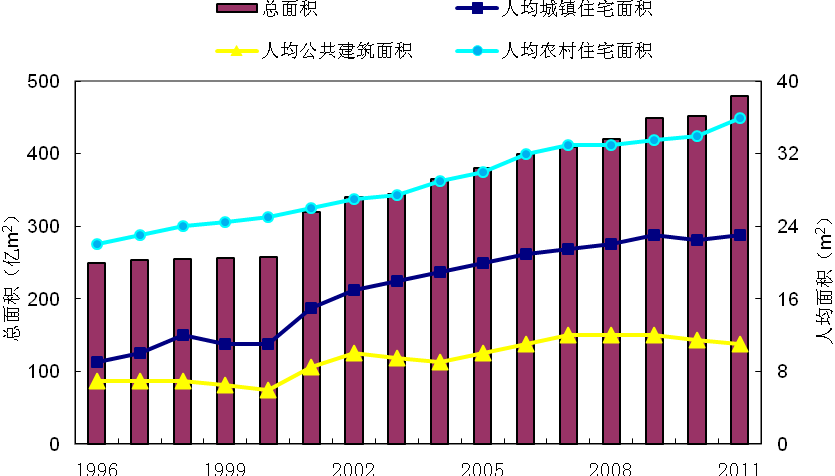


图 2.1 1996-2011年我国建筑面积的逐年变化

改革开放30多年来，中国城乡居民的居住条件和生活环境发生了翻天覆地的

变化。中国城镇居民人均住房面积从1978年城市人均住宅面积6.7平方米增长到

2008年中国城镇居民人均28.3平方米，增长了4倍多。住房质量、住房成套率、

配套设施与环境也大为改观。中国农村人均住房面积从1978年的8.1平方米增加

到2008年的32.4平方米，也增长了4倍多1。如图2.1所示，到2011年，中国建筑总面积、人均农村住宅建筑面积、人均城镇住宅建筑面积以及人均公共建筑面积仍然操持增长趋势，中国房地产业从无到有、从小到大，成为发展带动中国经济高速增长的重要动力。

1 [http: //www. taoguba. com. cn/Article/397536/1](http://www.taoguba.com.cn/Article/397536/1)

中国城镇的住宅建筑，无论从总面积还是人均面积，都呈现出明显的增长趋势，这是因为国家经济发展，人民生活条件改善的结果，尤其是2000年以后，进入了高速发展的时期，城镇住宅总面积和人均面积都出现了高速增长的态势。截至2009年底，中国城市人均住宅建筑面积约30平方米，农村人均住房面积33.6平方米，分别比2005年提高15%和13%1。按照“十二五”规划，到“十二五”末期，我国的城镇化率将达到51.5%。按照“十一五”期间城镇每年新建建筑面积推算，届时全国城镇累计新建建筑面积将达到40亿-50亿平方米2。

在2000年后，我国城镇建筑进入了高速发展的时期，但是，同世界主要发达国家相比，中国的人均住宅面积远远低于世界主要发达国家，人均住宅面积还不到主要发达国家的1/2。即使与亚洲的日本、韩国等国家相比较，虽然同样有着人口密度高、资源缺乏的历史背景，但中国的人均建筑面积也远低于这些亚洲国家。因此，就目前中国的人均建筑面积来看，还远远低于世界发达国家的水平，可以预测，未来的发展，人民生活水平需要改善需要新建更多的住宅建筑以满足需求。

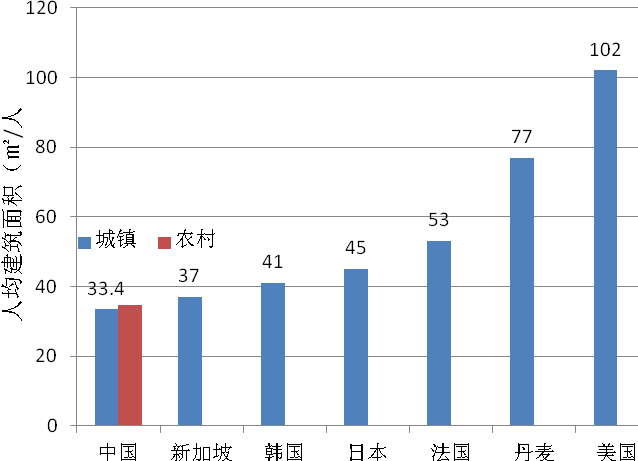


图2.2 世界各国人均建筑面积比较（来源：中国建筑节能年度发展研究报告2013）

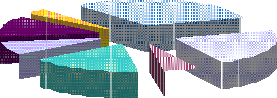
### **2.1.2** 国内外住宅建筑能耗比较

随着经济的持续发展和人民生活水平的改善，伴随着全社会能源消费逐年增长，全球建筑总能耗也大幅度增加，建筑能源消耗量从2.58亿tce增长到6.55亿tce

（不含生物质能），翻了一番；建筑能耗占社会总能耗的比例也有所提高，从1996

[1 http: //www. taoguba. com. cn/Article/397536/1](http://www.taoguba.com.cn/Article/397536/1)

2国家信息中心经济预测部区域规划与评估专题研究组.“绿色建筑行动方案”解读.改革内参，2013, 3, 15. P27.



印度, 3%

中国, 13%

其他, 31%

俄罗斯, 7%

经合组织欧洲部分, 18%

美国

日本

经合组织欧洲部分俄罗斯

美国, 23% 中国

日本, 5% 印度

其他

年的19%增加到2008年的23%1。以2004年为例，2004年的世界一次能源消耗量（如下图2-4所示），目前美国、中国是全球总的能源消耗最高的两个国家。

图2.3 世界能源消耗状况

根据美国能源署（EIA, Energy Information Administration）《International Energy Outlook 2008》统计显示，2005年度全球一次能耗总量达到147.1亿tce，其中，建筑一次能耗总量达45.3亿tce，各国建筑能耗占全球总建筑能耗的比例如图2.3

所示。在总人口是美国5倍、总建筑面积是美国3倍的前提下，我国的建筑能耗总量仅为美国的1/3左右。



图 2.4 2001—2011我国年建筑总能耗和能耗强度的逐年变化

来源：中国建筑节能年度发展研究报告2013

从图2.4可以看出，2001年到2011年10年间，我国建筑总能耗和单位面积建筑能耗均呈现明显的上升趋势，10年间的建筑总能耗增长了4倍，单位建筑面积能耗增长了将近3倍。可见，随着我国社会主义建设速度的加快，建筑能耗及单位建筑面积能耗均呈现逐年增长趋势。

1中国建筑节能年度发展研究报告2011。P37

将我国建筑能耗与世界主要的发达国家进行比较，无论是人均值还是单位面积值，我国建筑的能耗都大大低于发达国家水平。由于我国广大农村用能水平更低，考虑到我国城镇和农村建筑用能水平的差别，即使不计入农村数据，只用我国城镇建筑的能耗数据进行比较，其能耗平均水平也大大低于发达国家，其单位面积平均能耗约为欧洲与亚洲发达国家的1/2，为美洲国家的1/3，而人均能耗仅为欧洲与亚洲发达国家的1/4左右，为美洲国家的1/8左右。特别地与美国相比，中国人口为美国人口的四倍，而建筑能耗总量仅为美国的40%，单位面积能耗仅为美国的1/2（见表2.1），除了单位建筑面积能耗外，我国建筑的人均建筑能耗也比发达国家的美国、日本和意大利等欧洲国家低，甚至也低于世界平均水平。如表2.1所示，中国的人均建筑能耗仅为美国的10%左右，为日本的1/4不到，意大利的2/3。

表2.1 比较中美日意四国城镇住宅除采暖外能耗

| 时间 | 国家 | 人均能耗  kgce/（人·a） | 户均能耗  kgce/（户·a） | 面均能耗  kgce/（面·a） |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2011 | 中国城镇 | 222 | 585 | 10.2 |
| 2010 | 美国 | 1849 | 5024 | 20 |
| 2009 | 日本 | 936 | 2375 | 24.0 |
| 2007 | 意大利 | 390 | 972 | — |

注：表中的能耗为住宅建筑内除采暖分项外的其他能耗，包括炊事、生活热水、照明、电器及其他用电设备。中国的数据为城镇住宅除去北方采暖和长江中下游地区分散采暖的能耗后的能耗。（来源：中国建筑节能年度发展研究报告2013）

60.00

50.35

50.00

46.62

40.00

30.00

25.69 25.49

21.83

20.00

13.29

10.00

6.98

0.00

美国

日本 经合欧洲 俄罗斯 中国 中国城镇 印度

图 2.5 主要国家单位建筑面积年能耗比较（来源：中国建筑节能年度发展研究报告2008）

kgce/(㎡•a)

虽然目前国际上各国的能源统计方法和体系不同，能耗数据有差别，但所有数据反映出的趋势和数量级是相互吻合的，因此通过我国与主要发达国家的能耗数据进行比较，可以得到结论：我国建筑能耗按照单位面积比较，目前水平仅为主要发达国家的1/2-1/3。（见图2.5）

4714

2090

1542 1529

755

599

394

421

140

5000

4500

4000

3500

3000

kgce/( 人•年)

2500

2000

1500

1000

500

0

美国日本 经合欧洲俄罗斯中国 中国城镇 印度其他 世界平均

图 2.6 主要国家人均建筑能耗比较（来源：中国建筑节能年度发展研究报告2008）

2004年我国城镇住宅面积为95亿m2，除北方地区采暖外的建筑内生活源消耗为1500亿kWh电和460万t燃煤、45亿m3天然气、704万t液化石油气和51 m3亿煤气1，其中的燃煤和燃气消耗主要用于炊事和生活热水。2004年我国城镇住宅平均单位面积电耗为15.6kWh/( m2·年)，单位建筑面积直接一次能源消耗为2.6kgce/( m2·年)。我国城镇人口为5.42亿人，人均建筑能耗为144 kgce/（人·年）。家庭户数有1.7亿户，每户的建筑能耗为457 kgce/（户·年）。将各种能源折合成标准煤，2004年我国城镇住宅除采暖外的能源消耗为7820万t标准煤2。如图2.6可以看出，中国城镇的人均建

1数据来源：城市建设年鉴2005

2 参见《中国建筑节能年度发展报告 2008》P18

筑能耗非常低，低于世界平均水平，是美国的1/8，若中国广大农村的建筑能耗能耗进行平均，中国的人均建筑能耗水平要再降低35%。

因此，中国无论是社会总能耗还是人均总能耗、单位面积建筑能耗和人均建筑能耗，都低于发达国家的美国，也低于其他世界主要发达国家和世界平均能耗水平。当前，中国进入了高速发展时期，人民生活水平日益提高，新农村建设工作蓬勃开展，其中重要的一项就是居住条件的改善，因此，随着人们居住条件的改善，我国住宅建筑能耗也将大幅度增长。

### **2.1.3** 城镇住宅除采暖外的能耗总体情况和发展趋势

表2.2是中国、美国和日本城镇住宅除采暖外能耗的分项对比。从表2.2可以看出，中国的炊事和生活热水能耗仅为美国的2/3，是日本的2/5；照明和其他家电能耗仅为美国的1/3,是日本的1/5强；空调能耗仅为美国的1/4,是日本的2/3；总

能耗仅为美国和日本的1/3。

表2.2 中美日意四国住宅建筑除采暖外户均能耗比较（单位: kgce /（户·a））

| 项目 | 总一次能耗 | 炊事 | 生活热水 | 空调电耗 | 照明电耗 | 家电与其他设备电耗 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 中国 | 585 | 198 | 60 | 67 | 118 | 142 |
| 美国 | 5025 | 258 | 898 | 1051 | 675 | 2137 |
| 日本 | 1944 | 159 | 484 | 61 | 1240 | |
| 意大利 | 972 | 97 | 192 | 682 | | |

注：表中能耗为住宅建筑内除采暖分项外的其他能耗，包括炊事、生活热水、照明、电器及其他用电设备。中国的数据为城镇住宅除去北方采暖和长江中下游地区分散采暖的能耗后的能耗。（来源：中国建筑节能年度发展研究报告2013）

如表2.2所示，我国城镇住宅除采暖外的能耗现状特点为：户均能耗均大大低于发达国家；单位建筑面积的空调、家电和生活热水能耗均大大低于发达国家，炊事能耗与发达国家水平相当。随着人民生活水平的提高，各种家用电器的数量在增长，空调和生活热水的使用也会增加，这些增加能耗的使用量。中国未来能耗发展的趋势是：在中国城镇，人民生活水平改善，城镇住宅建筑面积不断增加，由此形成的城镇住宅能耗还将持续增加。



图2.7 我国城镇居民的各种家用电器数量正在逐年增长

来源：中国建筑节能年度发展研究报告2013

另一方面，随着我国经济的发展和人民收入的增加，建筑设备形式、室内环境的营造方式和用能模式也正在与发达国家保持一致，家用耗能设备的使用范围和使用时间都在增长（如图2.7），这将不可避免地带来住宅能耗的增长。此外，近年来大量别墅及花园洋房的出现，大多为高档豪华住宅，户均用电、用起及用水等能耗水平几倍甚至几十倍于普通住宅，随着我国经济的进一步发展和高收入人群的增加，此类高能耗住宅的持续增多，成为我国建筑能耗增长的一个重要因素。

### **2.1.4** 住宅建筑能耗的分布特征——与公共建筑比较



图2.8 一些发达国家公共建筑单位面积能耗调查结果

来源：中国建筑节能年度发展研究报告2008

图2.8是主要发达国家的办公和宾馆这两类公共建筑的单位面积能耗调查，

可以看出这两类公共建筑的单位面积能耗是比较高的。表2.3是根据单位建筑面

积电耗对公共建筑进行的分类。根据公共建筑单位建筑面积电耗，可以把公共建筑分为大型酒店、商场、超市，大型综合楼，大型办公楼，交通枢纽、文化场所、医院，中型办公室，学校、一般公共建筑。从表2.3可以看出，大型酒店、商场、超市这类大型公建的年平均单位面积能耗要远远高于学校等一般公共建筑，前者的年单位面积能耗是后者的4.5倍。

表2.3 根据单位建筑面积电耗对公共建筑分类的方法

| 分类 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 功能 | 大型酒店、商场，超市 | 大型综合楼 | 大型办公楼 | 交通枢纽、  文化场所， 医院 | 中型办公室 | 学校、一般公共建筑 |
| 平均的单位  面积能耗  （kWh/  （㎡・年）） | 180 | 120 | 90 | 60 | 50 | 40 |

来源：中国建筑节能年度发展研究报告2008

如前所述，住宅建筑的单位面积能耗要比公共建筑低得多，中国的住宅建筑的单位面积能耗是13.29 kWh/（㎡・年），即使是单位面积能耗最高的美国，也只有

50.35 kWh/（㎡・年），远远低于大型公共建筑的能耗。从全社会范围来看，虽然公共建筑的总量没有住宅建筑多，但是，公共建筑（尤其是大型公共建筑）的单位面积能耗却是远远大于住宅建筑的。无论是发达国家的公共建筑还是我国的公共建筑，单位面积的能耗都是非常高的，并且远远高于住宅建筑。因此，公共建筑节能的潜力也非常巨大，也是建筑节能的重点。

另一方面，虽然住宅建筑的单位面积能耗比公共建筑（尤其是大型公共建筑）低很多，但是，由于住宅建筑的总面积大，所占比例高，尤其是我国，人口众多，人民生活水平不断提高，对住宅条件的改善及能耗的需求也日益提高，因此，住宅建筑的节能潜力也非常巨大，也是今后我国建筑节能的重点。正是从这点出发，本文研究的对象，主要是城镇的住宅建筑，不涉及大型公共建筑和一般公共建筑，也不涉及农村建筑。当然，随着人民生活水平的提高和新农村建设的发展，农村建筑的能耗也将逐步提高，也将是今后建筑节能的一个重点。

## 2.2 典型城市住宅建筑耗热量指标调查——以西安市为例

### **2.2.1** 西安地区自然环境特征

2.2.1.1西安地区地理特征

西安，古称长安，是举世闻名的历史文化名城，是十三朝古都，具有三千年的悠久历史，是我国历史上建都王朝最多，时间最长的古城。全市面积10108平方公里，2010年全国第六次人口普查，常住人口846.7837万人。

西安市位于黄河中部关中盆地，东经107.40度－109.49度和北纬33.42度－

34.45度之间。东以零河和霸塬ft地为界，与华县、渭南市、商州市、洛南县相接；西以太白ft地及青化黄土台塬为界，与眉县、太白县接壤；南至北秦岭主脊，与佛坪县、宁陕县、柞水县分界；北至渭河，东北跨渭河，与咸阳市、杨凌区和三原、泾阳、兴平、武功、扶风、富平等县（市）相邻。辖境东西长约204公里，南北宽约116公里。

2.2.1.2西安地区气候特征

西安属于暖温带半湿润的季风气候区，雨量适中，四季分明。年最高气温在

40℃左右，年最低气温在－15℃左右，无霜期平均为219－233天。1月份最冷，平均气温－0.50℃——－1.30℃，平均最低气温－3.80℃；7月份最热，平均气温26.30

℃－27.0℃，平均最高气温32.2℃；年平均气温13.6℃。

西安市年降水量为558－750毫米，年平均相对湿度在70%左右，其地理分布由北向南逐渐增大。7、9月份为两个明显降水高峰。

西安市年盛行风向为东北风。年平均风速2.0－2.6米/秒，平均风速的季节变化不显著。

在民用建筑热工分区中，西安地处寒冷地区，而在《严寒、寒冷地区住宅建筑节能设计标准》JGJ26-2010中依据采暖度日数（HDD18）和空调度日数（CDD26）将西安地区划分为寒冷（B）区；其中2000≤HDD18＜3800，CDD26＞90。所以住宅建筑的围护结构既要满足夏季隔热的功能，又要满足冬季保温的需要。

### **2.2.2** 西安地区社会经济与建筑节能发展现状

在全国区域经济布局上，西安属于承东启西、东联西进的区位优势，在西部大开发中具有重要的战略地位，但和东部发达城市相比，经济发展速度仍然较慢。

1986年，国家开始重视建筑节能，提出建筑要在1980年建筑节能标准的基础上再节能，在1996年，我国的节能目标进一步提高，从30%的节能目标提高到了

50%。2005年，根据《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》，西安市政府部门组织编定了《西安市居住建筑节能设计标准（65%）》，这个节能标准于2007年7 月

1日正式实施，西安市成为当时国内第四个执行居住建筑节能65%标准的城市。按照65%节能标准能耗测算，西安市的住宅建筑可以节约更多能源。为确保《西安市居住建筑节能设计标准（65%）》的全面贯彻实施，西安市要求建筑工程的设计、建设、施工、监理单位要严格遵守建筑节能标准。建设单位把实施建筑节能标准作为基本要求，在立项时就提出项目建筑节能的指标以及落实措施，并在项目建设的各个阶段严格执行。新建项目在办理施工许可证时，建设单位同时报送《西安市建设项目建筑节能登记表》。设计单位严格按照《公共建筑节能设计标准》、《民用建筑节能设计标准陕西省实施细则》和《西安市居住建筑节能设计标准（65%）》进行设计，把节能设计落实到建筑热工、结构性能和机电设备等各个方面。

西安市在建筑节能工作方面虽然取得了一定的成绩，但仍存在一些不容忽视的问题。

一是我国建筑节能标准编制的要求偏低，各地推行的65%节能标准只相当于德国上世纪90年代初的水平。1

二是由于国家标准相对宽泛，各地实施标准各有不同，因此应加快标准标识等制度建设；强化建筑建设过程中各个环节执行节能设计标准的监督管理力度。应在每年组织开展建筑节能专项检查工作，公开披露各省市执行建筑节能标准的情况与进度。

三是法律法规体系有待进一步改进。法律法规，作为最后一道防线，对于促进节能降耗、促进建筑节能工作具有非常重要的作用。就西安市而言，建筑节能法制建设在一段时间内虽然比较先进，也颁布了一些具体的技术标准和规范，但是，在随后的建筑节能发展中，并没有制定地方性法规，也没有一部政府规章，作为刚性比较强的法律规范，欠缺这些规章和法规，使得西安市建筑节能改新技术体系等研究工作进展缓慢，可再生能源技术没有得以广泛推广，绿色建筑、低能耗建筑技术体系针对性的调查与科学研究不够，相关技术规范和政策措施也未建立起来。

## 2.3 城镇住宅建筑能耗数据实测及分析

西安住宅建筑以多层砖混住宅建筑为主，并有部分中高层和高层住宅、别墅

1国家信息中心经济预测部区域规划与评估专题研究组.“绿色建筑行动方案”解读.改革内参，2013, 3, 15. P28.

建筑。西安多层住宅的平面和立面比较规整，体型系数基本上都保持在0.30左右。多层住宅层高一般为2.7－3.0m，开间一般为3.0－3.6m。根据热工设计规范，西安属于寒冷地区，累计全年日平均温度低于或者等于5℃的天数在90天以上，属于采暖地区。1998年开始实施了《民用建筑节能设计标准陕西省实施细则》陕DBJ24-8-97, 2007年开始实施《陕西省建筑节能条例》和《西安市建筑节能设计标准》。目前绝大部分建筑都按65%的节能要求在做。

### **2.3.1** 选取样本简介

本课题选取的对象是西安某几个住宅小区，共有住宅楼69栋，共2723户，建造年代从1950年代年到2010年各个时期均有；建筑结构从板式砖混结构多层、典式砖混结构多层、典式高层框架结构到别墅均有；建筑面积从超小面积、小面积、中等面积、大面积到超大面积住宅均有。

选取建筑物样本的依据：建筑物随着时代发展的变迁，结构、户型、面积、材料等均有所变化。

### **2.3.2** 参数、仪器及方法

测试选取所有69栋楼2723户，数据比较全面。主要根据每栋住宅建筑的竣工图，材料，窗墙比等，按照《建筑节能设计计算书》的要求，计算出该住宅建筑的耗热量，并换算成采暖耗煤量。

所有住宅建筑按照年代、户型、面积进行划分，以年代作为主线（因为随着时代的变迁，建筑物的面积、户型、材料、结构、类型都有所变化，因此，以年代作为主线是科学的），选取一定数量的住宅建筑作为样本进行能耗计算、分析，并以实际统计出的每户常住人口数及家庭收入为参数，计算出单位建筑面积的耗热量指标以及人均能耗、户均能耗，再将这些能耗指标和建造年代、户型、面积以及收入做对比，得出相关结论。

作者选取以上各个年代的样本进行测量、计算，代入公式进行计算。单位建筑面积围护结构的传耗热量：

单位建筑面积空气渗透耗热量：

*m*

*QH**T* (*ti**te* )(*i**Ki**Fi* ) / *A*0; (式2-1)

*i*1

建筑物耗热量指标：

*q*

*INF*

(*Ti**te* )(*C****N**V* ) / *A*0

（式2-2）

qH= qH·T＋qINF－qI·H（式2-3）

再换算成采暖耗煤量指标：

*qc*24*Z*·*qH* / *Hc*·**1·**2

（式2-4）

根据《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》（**JGJ 26**－**2010**），建筑物耗热量指标应按下式计算：

建筑物耗热量指标计算：

qH= qH·T＋qINF－qI·H（式2-3）

式中，qH——建筑物耗热量指标(W/m2) ；

qH·T——单位建筑面积通过围护结构的传热耗热量(W/m2)；

qINF——单位建筑面积的空气渗透耗热量(W/m2)；

qI·H——单位建筑面积的建筑物内部得热量（包括炊事、照明、家电和人体散热），住宅建筑一般取3.80 W/m2。

（1）单位建筑面积通过围护结构的传热耗热量计算公式

*m*

*Q H**T* (*ti*

*Te* )(*i**K i**Fi* ) / *A*0

*i*1

（式2-5）

式中，ti——全部房间平均室内计算温度

te——采暖期室外平均温度（℃）

εi——围护结构传热系数的修正系数

Ki——围护结构的传热系数[W/(m2·K)]

Fi——围护结构的面积（m2）

A0——建筑面积（m2）

（2）单位建筑面积的空气渗透耗热量计算公式

*q*

*INF*

(*ti*

*Te* )(*C*

***N**V* ) / *A*0

（式2-6）

式中，*C*——空气比热容，取0.28W. h/(kg. K)

**——空气密度（kg/m3）,取*t*条件下的值

*e*

N——换气次数，住宅建筑取0.5(l/h) V——换气体积（m3），楼梯间部采暖时，应按0.6V0计算；楼梯间采

暖时，应按0.65V0计算。V0是建筑体积。

（3）采暖耗热量指标计算公式

*q*

*H*

*q*24*Z*

*c* *Hc*1**2

（式2-7）

式中，

*qc*——采暖耗煤量指标（kg/m ）

Z——为采暖天数，《民用建筑节能设计标准》中规定西安的采暖天数为100天；

2

qH——建筑物耗热量指标(W/m2) ；

*Hc*——为标准煤热值，8.14×103Wh/kg；

**1——为室外管网输送效率，采取节能措施前，取0.85；采取节能措施后，取0.90；

**2——为锅炉运行效率，采取节能措施前，取0.55；采取节能措施后，取0.68。

在选取的样本中，再选取每个年代建筑物中的居住者的收入情况，再将收入情况进行对比，得出收入与能耗的关系。

样本的选择具有代表性和科学性。选取的某小区家属院及某小区联排别墅69栋楼，2723户。从面积上看，从20㎡的超小户型、50-90㎡的中等户型到130㎡以上的大户型，以及超大户型联排别墅都有，覆盖面广；从户型上看，有宿舍式公寓，有一室一厅、二室一厅、三室一厅、三室二厅以及别墅；从建造年代看，从20世纪50年代一直到2010年新建的建筑，每个年代都有；从建造材料来看，有竹坯结构、砖混结构、框架结构，现代还有外墙外保温。

从某小区的收入调研情况看，高、中、低收入都有。因此，样本选取具有代表性和科学性。

### **2.3.3** 西安地区城镇住宅建筑能耗调研的内容、过程及方法

1 调查目的

住宅建筑能耗统计的目的是为了通过对住宅建筑能耗的调查以及对相关部门的调研，掌握住宅建筑能耗现状、能耗特征及其影响因素，进行住宅建筑节能评价，为我国建筑节能提供基础数据支持和理论依据。

本次调查的目的是根据整个统计工作的需要进行的。调查之前，首先编制一套切实可行的调查方法，对所要调研区域的地理气候进行详细了解，调研分三个层次：第一层次，通过调查，掌握该地区不同年代居住建筑形式，了解建筑基本

信息；第二层次，在第一层次的基础上，调研不同居住建筑的各单项能耗，即采暖空调能耗、照明能耗、炊事能耗等等，掌握各单项能耗之间的比例；第三层次，在第二层次的基础上增加对建筑能耗影响因素的调查，掌握建筑能耗与主要影响因素之间的关系及其影响比例。各个层次之间环环相扣，本文主要是以获得第三层次数据为目的，即获得各类建筑能耗情况及其主要影响因素的关系，找出适合该地区经济发展的节能措施。

2 调查对象

调查对象的确定，即是要划定调研的总体范围，划定调查范围内建筑形式。本文中，调查的区域是陕西地区西安市城镇住宅建筑。在市区调研的是从20世纪

50年代到目前已建成的住宅建筑，住宅建筑的基本形式为单元式。

以西安市住宅建筑为样本，制作调查问卷，入户进行现场测量、测试和调查，调研内容涉及住户的基本情况，家庭人口、家庭月收入和年收入，家庭每月能耗情况，建筑本身的结构、材质、窗墙比、窗户、门的结构等情况，生活习惯，开启空调的月份和每天的时段，使用采暖设施的月份和时段等。

3 调查组织方式的设计

调查方式是根据统计调查的目的，对错综复杂的调查对象采取多种多样的方式或方法取得调查资料的手段。调查方式有以下几种：

第一，普查。它是依据调查任务专门组织的全面性的调查。普查所搜集的资料全面、系统，但普查的工作量大、所需费用高、指标多。一般在全国性的人口调查中采用。

第二，重点调查。重点调查就是在全面调查的基础上，对一部分典型的、重点的住宅建筑进行调查，虽然所选的建筑只有一小部分，但是这些住宅建筑无论从构造、年代、材料、户型等方面都具有很强的代表性，能够大致反映被调查的住宅建筑的基本情况和能耗情况。

第三，典型调查。典型调查是在调查对象中选取更加具有代表性的建筑，进行深入、细致地调查。它比重点调查更为详细，对某些具有典型时代特征和构造特征的住宅建筑进行构造分析、模型分析、能耗计算和分析，了解与所调查的大量的住宅建筑的关系，是生动的反映住宅建筑能耗总体情况的一种非常重要的方法。

第四，抽样调查。这顾名思义，抽样调查是在总体调查样本中随机抽取一部分作为样本进行调查，这样调查的结果不一定能够反映真实的情况，因为样本的

选取是随机的。

因此，综合考虑上述调查的组织特点以及住宅建筑能耗调查的目的，一种或者说单一的调查方式肯定不适合调查住宅建筑的能耗状况，我们必须综合运用以下几种组织方式进行建筑能耗调查：首先采用三次抽样的方法进行调查，第一次先在西安地区抽取城区，第二次在被抽取的城区中抽取住宅小区，第三次在抽取的住宅小区中再抽取调查住户。其次在抽样的城区中选择重点调查，重点调查不同年代、不同户型、不同构造、不同阶层住宅的能耗状况，采用典型调查与重点调查相结合的方法进行。具体调研方法是由问卷发放者直接入户，向被调查对象发放问卷并向被调查住户解释问卷内容，由住户当面填写，现场收回问卷。这种调查方式可以使调查者与被调查者直接交流，好处很多，一方面可以使调查者了解住户的收入、家电使用等情况，另一方面也可以了解能耗情况以及住户用能的方式和习惯，对于后续数据的处理和分析以及对能耗的趋势的预测也有很大的帮助，当然，由于是当面填写问卷并伴随问答，因此问卷的回收率也比较高。

4调查表格的设计

本研究所使用的调查均以调查问卷的方式进行。调查问卷包括很多项目，包括住宅建筑的基本情况，建造年代、构造情况、建筑质量等情况，还包括住户的能耗使用习惯和能耗的使用量。问卷还包括一些定量调查项目和定性调查项目。定性的项目必须要清楚，定量的项目也尽量做到完善和准确。我们采用问卷的形式不仅可以使得调查内容标准化和系统化，有利于整理调查的数据，对调查数据进行分析和整理，最后做出定性分析和定量分析。另外，这样的问卷调查方式还可以节省很多时间，提高调查的工作效率。当然，这样的方式也有缺陷，就是在涉及收入等家庭隐私等问题上，有可能存在隐瞒的现象，影响对结果的分析。

表包括定性调查项目，也包括定量调查项目。采用问卷调查的形式不仅有利于调查内容的系统化和标准化，便于对所得资料进行统计处理和定量分析，而且还可以节省调查时间，提高工作效率。表2.4列出了问卷调查表的调查项目。

表 2.4 住宅能耗调查表

表 名 调查期别 主要调查项目

建筑概况调查表年报

建筑结构、年代、建筑面积、层数、围护结构特性、朝向等

住户资料调查表半年报家庭人口数、年龄、职业、

年收入、能耗开支等

各设备数量、性能参数、使

能耗设备及运行调查

月报

用能源种类、日运行时数、月运

行天数等

5能耗统计分析方法

通过对住宅建筑能耗的调查获得具体数据资料，在对资料中的缺项和异常进行分析处理后，获得建筑住宅建筑的结构形式、住户基本资料以及能耗状况，对这些信息进行分类汇总，对各类项进行比较，找出各因素之间的影响关系。

6能耗调查统计中可能出现的偏差

在本次调查中，笔者采用现场问卷调查的方式确保数据的准确性和真实性，但是，由于个别被调查对象有可能隐瞒一些建筑的真实情况或者收入等的真是情况，这些主观或者客观的原因有可能导致最后的调查结果与真实情况存在偏差，但是偏差不应该太大。

1）信息偏差

如前所述，在被调查的过程中，被调查者有可能非主观的就使用能耗、使用电器的情况提供错误信息，不是主观故意的，但是也会导致信息的偏差。

2）策略性偏差

被调查的对象在填调查问卷的时候或者回答问题的时候，故意隐瞒真相，尤其是在被调查到家电拥有量、电能使用量、家庭收入等隐私性问题的时候，难免存在故意隐瞒真相的情况。

3）收集和整理数据的偏差

调查员在收集和整理数据的时候也会存在偏差。因为数据的收集和整理是一项非常重要且量大的工作，需要认真、细致的工作。可是，在现实生活中，往往不可能做到非常准确和精细，在计算的过程中，也存在计算的误差，因此，这种误差也在所难免。但是，笔者在计算和分析的过程中，尽量做到精准，使得数据更加接近真实情况。

## 2.4 西安市城镇住宅建筑基本情况

为了了解西安市住宅建筑的基本情况，笔者查阅了大量资料，实地进行了调研、测试。从图2.9和2.10可以看出，从1978年到2010年，西安市新建住宅面积呈

现快速增长态势，这和我国改革开放后，人民生活水平快速提高有着密切的关系。

**住宅竣工面积（万㎡）**



1050

900

750

600

450

300

150

0

住宅竣工面

积（万㎡）, 521.08

1951 1978 1990 1995 2000 2005 2006 2007 2008 2009 2010

图2.9 西安市1951-2010年住宅建筑竣工面积（来源：西安市统计年鉴2011）



图2.10 西安市1978-2010年建成区面积（来源：西安市统计年鉴2011）

近年来西安市的人口增长也是非常明显。图2.11是西安市城镇人口的来源。

从1990年到2010年，西安市的常住人口从1990年的308.77万人增长到2010年的584.71万人，增长了47.2%，常住人口增长了27.1%。城市人口的增长，进一步说明了城市化进程的加快，经济发展增速，农村人口向城市人口转移的趋势。



图2.11 西安市人口变化（资料来源：西安市统计年鉴2011）



图2.12 住宅所占房屋面积比例（%）（资料来源：西安市统计年鉴2011）

从图2.12中可以看出，西安地区住宅占房屋面积比例逐年上涨，在1999年达到高点，占到了总房屋面积的80%。在2006年时住宅面积占房屋面积的50%，而后一直在增长。因此，伴随着城市人口的增长，住宅建筑的面积也在快速增长。在西安市的建筑中，住宅建筑大约占到2/3，因此，住宅建筑的节能对于整个建筑节能行业至关重要。

他

**1996~2010西安市住宅建筑样式变化**

100%

90%

80%

70%

60%

50%

40%

30%

20%

10%

0%

199619971998199920002001200220032004200520062007200820092010

单栋住宅 四居室 三居室 二居室 一居室 普通楼房 平房及其

图2.13 1996-2010年西安市住宅建筑样式变化（资料来源：西安市统计年鉴2011）

在人均住宅面积增加的同时，住宅建筑样式变化不大。西安市从1996年到2010年，二居室和三居室占了绝大多数，约占到住宅样式的80-85%。2010年，二居室和三居室共占87.56%。（如图2.13）

## 2.5 西安市城镇住宅建筑单位面积耗热量指标分布规律

论文调研选取的对象是西安某几个住宅小区，共有住宅楼69栋，建造年代从

1950年代年到2010年各个时期均有；结构从板式砖混结构多层、典式砖混结构多层、典式高层框架结构到别墅均有；面积从超小面积（20㎡）、小面积(20-50㎡)、中等面积(50-90㎡)、大面积(90-150㎡)、超大面积（150㎡以上）住宅均有。

调研的西安市几个小区的69栋住宅建筑，绝大多数面积集中在50-90㎡和分别占到样本总量的43.48%。超小面积的宿舍式公寓，为20㎡，占到调研样本数量的1.45%, 90-120㎡的占到样本数量的15.94%, 130-160㎡的大户型占到样本数量的5.80%，160㎡以上的别墅占到样本数量的30.43%，经济适用房（80㎡以下）占到样本数量的2.90%。在调研的69栋住宅建筑中，按照年代分，50年代的2栋，占2.9%，70年代的11栋，占15.9%，80年代的12栋，占17.4%，90年代的10栋，占% 14.5%，2000年以后的34栋，占49.3%。可见，随着时代的发展，建筑技术的发展以及人们生活水平的提高，2000年后新建的建筑大量增加，居住面积和居住条件普遍得到了改善。

所有计算均按照《建筑节能设计计算书》的要求完成测试和计算（计算书见附录）。根据《建筑节能设计计算书》的要求，我们计算出每栋楼的建筑物耗热量

指标，并换算成采暖耗煤量指标。根据调研结果得出的每栋楼的住户及常住人口数，计算得出每栋楼的户均和人均耗热量指标，并按照不同年代、不同面积进行分类，对比分析。

### **2.5.1** 城镇不同面积住宅建筑单位面积能耗分析

为了研究建筑物的耗热量指标、户均能耗、人均能耗等与收入的关系，在所选取的69栋住宅建筑样本中，按照面积和年代，选取一定数量的样本，入户对每户的收入进行调查，结合工资及入户实地调查结果以及实际调查的每户常住人口数量，得出建筑物的耗热量指标、户均能耗、人均能耗等与收入的关系，为进一步对建筑能耗进行分级提供依据。

调研的西安市几个小区的69栋住宅建筑中，作者首先将住宅建筑按照面积大小，依次分为超小户型20㎡以下，小户型50-90㎡，中等户型90-120㎡，大户型130-160㎡，超大户型160㎡以上别墅和80㎡以下经济适用房六大类。作者拿出其中的34栋住宅建筑，按照不同户型和面积，不同年代对建筑物的耗热量进行计算和对比分析，计算公式和过程在第二章中已经说明，不再赘述。

70

60

**建筑物的耗热量指标(W/㎡)**

50

40

30

20

10

0

A B C D E F

**注：A—超小户型20㎡以下B—50～90㎡C—90～120㎡D—130～160㎡E— 160㎡以上别墅F—经适房<80 ㎡**

图2.14 城镇住宅建筑的单位面积耗热量指标（按照面积区分）

图2.14是城镇住宅建筑的单位面积耗热量指标。按照面积，作者将34栋楼的单位面积耗热量指标进行比较。可以看出：A是超小户型，砖混结构，面积20㎡以下；B是50-90㎡的小户型，砖混结构，建造年代从20世纪50年代到2000年均有；C是90-120㎡的中等户型，建造年代从20世纪50年代到2000年均有；D是130-160㎡的大户型，基本上都说在20世纪90年代后期以后才出现的；E是160㎡以上的别墅，建于2000年后；F是面积在80㎡以下的经济适用房。从图2.15可以看出，住宅建筑的

耗热量指标基本上是随着时代的发展和面积的增加而减少的，原因是：随着时代的发展，采用了更加节能的建筑材料，建筑方法，围护结构更加节能，窗、门等部位的密闭性更好。

调研样本绝大多数面积集中在50-90㎡，占到样本总量的43.48%；超小面积的宿舍式公寓，为20㎡，占到调研样本数量的1.45%；90-120㎡的占到样本数量的15.94%，130-160㎡的大户型占到样本数量的5.80%；160㎡以上的别墅占到样本数量的30.43%，经济适用房（80㎡以下）占到样本数量的2.90%。（如图2.15）



图2.15 调研的不同面积住宅建筑所占的比例

### **2.5.2** 城镇不同年代住宅建筑单位面积能耗分析

在调研的69栋建筑中，按照年代分，50年代的2栋，占2.9%，70年代的11栋，占15.9%，80年代的12栋，占17.4%，90年代的10栋，占% 14.5%，2000年以后的34栋，占49.3% （如下图2.16）。可见，随着时代的发展，科技的进步，也为了适应人民居住条件改善的需求，2000年后新建的建筑大量增加。



图2.16 调研的不同年代住宅建筑所占比例

70

60

50

40

30

20

10

0

A

B

C

**注：A—50年代**

**D—90年代**

D

E

**B— 70年代**

**E—2000以后**

**C—80年代**

图2.17 不同年代城镇住宅建筑耗热量指标比较

**建筑物的耗热量指标(W/㎡)**

前面按照面积对城镇住宅建筑的单位面积耗热量进行了比较，图2.18是调研的不同年代住宅建筑耗热量指标的比较。在调研中，没有出现60年代建造的住宅建筑，是因为在调研的样本中，60年代的住宅建筑已经被完全拆除掉。

从图2.17中可以看出，A-50年代建筑物的耗热量较为显著，达到了50w/m2，而在70、80、90年代及至2000年这段期间建筑物的耗热量随着建筑技术水平的提高，达到一个比较稳定的阶段，基本保持在30-60w/m2左右，但相对都比较高。在2000年后得到的建筑物耗热量则急剧下降，大部分集中在20 w/m2，这是由于在50年代，建筑物多为普通实心砖结构，没有采用保温隔热等节能技术；2000年后这段时期的建筑物多为高层建筑，节能技术已经日益普遍采用，很多建筑物都做有外墙保温，故住宅建筑的单位面积耗热量指标有明显下降。

## 2.6 小结

在当前的民用建筑中，有公共建筑和住宅建筑，其中公共建筑又包括大型公共建筑和普通公共建筑。非常明显，公共建筑的单位面积耗热量指标要远远高于普通公共建筑和住宅建筑。国外公共建筑的单位面积耗热量指标平均在250kWh/ m2，国内公共建筑的单位面积耗热量指标平均只有90kWh/ m2；而我国住宅建筑的平均单位面积耗热量指标基本维持在30-50 kWh/ m2，远远低于公共建筑的单位面积耗热量指标。

虽然公共建筑的单位面积耗热量指标要远远高于住宅建筑的单位面积耗热量指标，但如前所述，住宅建筑占到全社会民用建筑的2/3，数量巨大，随着社会的

发展和人民生活水平的日益提高，建筑能耗也会越来越大，因此，住宅建筑和公共建筑一样，都是国家建筑节能的重点。

在本文中，作者重点讨论城镇住宅建筑的节能问题。本章选取了西安市不同年代、不同面积、不同构造的典型住宅建筑作为样本进行实地调研、热工计算和分析，分析得出不同面积和不同年代住宅建筑的单位面积耗热量指标。通过对这些住宅建筑的单位面积耗热量指标的比较发现：随着时代的变迁，建筑节能技术的提高，城镇住宅建筑的单位面积耗热量指标有明显下降。

3城镇住宅建筑能耗指标的社会属性分析——以西安市为例

我国自上世纪70年代末开始重视建筑节能事业的发展。从2007年起，国内已有学者做了一些建筑能耗方向的研究工作，但目前我国对建筑能耗的统计方法尚未有明确的规定，因此研究成果也只有少部分基本的调研结果与统计数据。本论文统计了大量的数据，从西安市城镇住宅建筑单位面积的耗热量指标的角度进行研究，此外分别从西安市不同面积和不同年代两个角度就人均耗热量指标和户均耗热量指标进行研究，最后落实到单位面积人均耗热量指标，为实现建筑能耗使用的公平性，为制定相关的住宅建筑节能设计标准和规范提供指导。

## 3.1 城镇不同面积住宅人均和户均耗热量指标分析

表3.1 城镇居民家庭居住情况2010（来源：西安市统计年鉴2011）

| 住房情况 | | 2010 | 2009 | 2008 | 2007 | 2006 | 2005 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 家庭居住人口（人/户） | | 2.81 | 2.84 | 2.82 | 2.91 | 2.71 | 2.73 |
| 现住房总建筑面积  （㎡/人） | | 28.70 | 28.40 | 26.32 | 23.63 | 23.15 | 21.81 |
| 房屋产权  （合计）  % | 租赁公房 | 8.13% | 8.87% | 9.77% | 14.81% | 16% | 14.29% |
| 租赁私房 | 4.64% | 4.76% | 5.80% | 2.56% | 1.14% | 1.71% |
| 原有私房 | 3.48% | 4.68% | 8.09% | 2.56% | 2.29% | 4.29% |
| 房改私房 | 53.23% | 51.31% | 51.76% | 45.58% | 49.71% | 36.86% |
| 商品房 | 16.17% | 13.96% | 12.82% | 5.41% | 0.86% | 0.57% |
| 其他 | 14.34% | 16.42% | 11.76% | 29.06% | 30% | 42.29% |
| 住宅建筑样式（合计）% | 单栋住宅 | 1.08% | 1.15% | 1.98% |  |  |  |
| 四居室 | 2.82% | 1.23% | 1.22% | 1.42% | 3.14% | 1.14% |
| 三居室 | 25.70% | 25.45% | 27.94% | 32.48% | 21.14% | 18.57% |
| 二居室 | 61.86% | 62.81% | 56.64% | 55.27% | 58.86% | 60.86% |
| 一居室 | 3.40% | 4.19% | 5.04% | 1.42% | 4.29% | 3.43% |
| 普通楼房 | 3.57% | 3.53% | 5.65% | 7.98% | 10% | 13.43% |
| 平房及其他 | 1.58% | 1.64% | 1.53% | 1.42% | 2.57% | 2.57% |

国家统计局住户调查办公室公布了城镇和农村居民收支状况和生活质量的有关报告（见表3.1）。报告显示，“十一五”期间，我国城镇居民和农村居民的居住条件和居住环境都有改善。至2010年底，城镇居民家庭自有住房率为89.3%，其中11.2%的城镇居民家庭拥有原有私房，40.1%的家庭拥有房改私房，38.0%的家庭拥有商品房。拥有单栋住宅、四居室、三居室的城镇居民家庭比例分别为4.5%、4.3%和32.7%，分别比2005年提高1.6、0.3和3.6个百分点。



图 3.1 1996-2010年西安市人均城镇住宅面积变化（来源：西安市统计年鉴2011）

从图3.1可以看出，城镇居民家庭在2010年的户均人口为2.81人/户，人均住宅面积为28.7㎡/人。三居室占25.7%，二居室占61.86%，三居室和二居室共占87.56%。人均建筑面积逐年增加，尤其在2000年以后，人均住宅面积大幅度提高，住房条件明显改善。

**户均耗热量指标(W/月)**

6000

5000

4000

3000

2000

1000

0

A

B

C

D

E

F

**注：A—超小户型20 ㎡ 以下 B— 50～90㎡ C—90～120㎡**

**D— 130～160㎡ E— 160～200㎡ F—经适房<80㎡**

图3.2 不同面积城镇住宅建筑的户均耗热量指标

图3.2是不同面积城镇住宅建筑的户均耗热量指标。本论文首先按照面积，对所调研住宅建筑样本的耗热量统计数据进行比较。

如图所示：A是超小户型，砖混结构，面积20㎡以下；

B是50-90㎡的小户型，砖混结构，建造年代从20世纪50年代到2000年均有；

C是90-120㎡的中等户型，建造年代从20世纪50年代到2000年均有；

D是130-160㎡的大户型，基本上都说在20世纪90年代后期以后才出现的；

E是160㎡以上的别墅，建于2000年后；

F是面积在80㎡以下的经济适用房。

但是，户均耗热量指标，A这种超小户型的户均耗热量指标是800W，而B、C这两种中、小户型的户均耗热量指标在2000W-4000W之间，D、E这两种大户型和别墅的户均耗热量指标绝大多数在4000W-6000W之间。F经济适用房的户均耗热量指标在700W左右，基本和超小户型的户均耗热量指标持平。

**人均耗热量指标(W/月)**

3000

2500

2000

1500

1000

500

0

A

B

**注：A—超小户型20 ㎡ 以下D— 130～160 ㎡**

C

**B— 50 ～90 ㎡**

**E— 160 ～200㎡**

D

E

**C—90 ～120㎡**

**F—经适房<80 ㎡**

图3.3 不同面积城镇住宅建筑的人均耗热量指标

图3.3是不同面积城镇住宅建筑的人均耗热量指标。同样，按照面积，选取了

34栋楼作为样本进行比较。同样的，A是超小户型，砖混结构，面积20㎡以下；B

是50-90㎡的小户型，砖混结构，建造年代从20世纪50年代到2000年均有；C是90-120

㎡的中等户型，建造年代从20世纪50年代到2000年均有；D是130-160㎡的大户型，基本上都说在20世纪90年代后期以后才出现的；E是160㎡以上的别墅，建于2000年后；F是面积在80㎡以下的经济适用房。

从图3.3可以看出，A这种超小户型的单位面积的耗热量指标是34W/㎡，和B、

C这两种中、小户型相比较，单位面积的耗热量指标基本持平略低。和D、E这两种大户型和别墅的户均耗热量指标相比，要大得多（D、E这两种大户型和别墅单位面积耗热量指标基本在10W/㎡左右）。F经济适用房的单位面积耗热量指标在

15W/㎡以下。

但是，人均耗热量指标，从图中可以看出：A这种超小户型的人均耗热量指标是300W，而B、C这两种中、小户型的人均耗热量指标在500W-1200W之间，D、E这两种大户型和别墅的人均耗热量指标绝大多数在1800W-2700W之间。F经济适用房的人均耗热量指标在200W左右，比超小户型的户人均耗热量300W还低。

6000

5000

4000

3000

**耗热量指标**

建筑物的耗热量指标\*10

2000

户均耗热量指标人均耗热量指标

1000

0

A B C D E F

**注：A—超小户型20㎡以下B—50～90㎡C—90～120㎡D—130～160㎡E—160㎡以上别墅**F**—经适房<80㎡**

图3.4 不同面积城镇住宅建筑的单位面积耗热量指标，户均、人均耗热量指标比较

图3.4是把不同面积城镇住宅建筑的耗热量指标、户均耗热量指标和人均耗热量指标按照户型大小放在一起进行对比。通过图3.4我们可以看出：

首先，A超小户型和B小户型的耗热量指标比较高，其次是C中等户型，D大户型和E别墅以及F经济适用房的耗热量指标都比较低。原因是：超小建筑是中国二十世纪六七十年代的特有产物，不用钢筋，少用水泥，几乎全部用砖，运用传统的堆砌技术，建造起了一些三到四层的拱形结构楼房。这种住宅建筑里，家家户户的门都设在楼一侧的长廊上，没有私家卫生间（后来改造后每家加上了一个小卫生间），每一层的一二十户人家只能共用一套男女分开的厕所，洗衣、洗菜池也共享。大板楼，是那时市政建设远滞后于人口增长导致的社会现象，并非单纯的住房现象。它不是传统的，也不全是泊来的，而是由于受当时生产力水平的限制，人们为解决住房难的问题，不得已自行“凑合”出来的。

调研中的超小户型和小户型基本上都是砖混结构，混合砂浆20mm，烧结实心砖370mm或者240mm，没有保温结构。随着时代的发展，大户型和别墅出现，这时候也出将保温技术应用在住宅建筑中，从而使得建筑物的耗热量指标大大降低，比如，调研中的别墅，主体墙为水泥砂浆保护层15mm，挤塑聚苯板50mm，粘土多孔砖200mm，石灰石膏沙浆12mm。外窗：选用段桥铝合金（普通中空玻璃）整窗

的传热系数为3.40W/m2K，自身遮阳系数为SC=0.87；外门：分户门采用双层金属门板中间填充15～18厚玻璃棉板，其传热系数为2.47W/m2K。经济适用房由于是近几年的产物，虽然针对的是低收入阶层，也没有大户型，但是由于采用了保温技术，建筑物的单位面积耗热量指标同样比较低。

其次，从户均耗热量指标来看，A超小户型和F经济适用房的户均耗热量指标最低，其次是B小户型的户均耗热量指标，再次是C中等户型的户均耗热量指标，

D大户型和E别墅的户均耗热量指标最高。出现这种状况的原因是：超小户型、小户型的单位面积耗热量指标较高，是因为住宅建筑物本身的材料、构造、建造方法以及没有保温技术造成的。但是，超小户型和小户型的一栋楼里，由于面积小，因此，户数很多，这样，户均耗热量指标反而比大户型和别墅要低很多。

再次，同样道理，A超小户型和F经济适用房的人均耗热量指标最低，其次是

B小户型的人均耗热量指标，再其次是C中等户型的户均耗热量指标，D大户型和E别墅的人均耗热量指标最高。出现这种状况的原因是：超小户型、小户型的耗热量指标较高，是因为住宅建筑物本身的材料、构造、建造方法以及没有保温技术造成的。但是，超小户型和小户型的一栋楼里，虽然面积小，但是户数很多，人口数量也很多，往往是很小的面积居住了几代人，这样，人均耗热量指标反而比大户型和别墅要低很多。

## 3.2 城镇不同年代住宅人均和户均耗热量指标分析

随着建筑技术水平的提高，各项节能技术使用，建筑物户均的单位面积耗热量水平总体减少，这是因为建筑节能技术的应用，使得单位面积上的能耗减小。但是户均耗热量水平却增加了，造成这样的结果是因为，虽然住宅条件改善了，建筑技术提高了，每户的人均数量也在减少，人均建筑面积在增大，因此，随着时代的发展，户均耗热量反而增加了。

6000

5000

4000

3000

2000

1000

0

A

B

C

**注：A—50年代 B— 70年代**

D

E

**C—80年代**

**D—90年代 E—2000以后**

图3.5 不同年代城镇住宅建筑的户均耗热量比较

**户均耗热量指标(W/月)**

3000

2500

2000

1500

1000

500

0

A

B

C

D

E

**注：A—50年代 B— 70年代 C—80年代**

**D—90年代 E—2000以后**

图3.5是不同年代建筑物的户均耗热量比较。从图中可以看出，单位建筑面积上的能耗也降低了，但随着家庭规模的缩小，建筑物的户均耗热量呈现逐渐上升趋势。造成这样的结果，是因为，虽然住宅条件改善了，建筑技术提高了，单位建筑面积上的能耗也降低了，但家庭规模在缩小，每户的人均数量也在减少，人均建筑面积在增大，因此，随着时代的发展，户均耗热量反而增加了。

**人均耗热量指标(W/月)**

图3.6 不同年代城镇住宅建筑的人均耗热量指标

图3.6是不同年代城镇住宅建筑的人均耗热量指标的比较。从图中可以看出，

50年代为人均550W左右，而在70、80、90年代这段期间，建筑物的人均耗热量没有较大差异，均在一个较小范围内波动，其平均的人均耗热量基本保持在人均

800W左右。在2000年后，住宅建筑的人均耗热量指标急剧增长，人均在

1500W-2700W之间。

由此可见，随着时代的发展、科技的进步，住宅建筑的单位建筑面积的耗热量指标下降了，这是因为当代的建筑采用了多项节能技术和产品，有利于室温保

6000

5000

4000

3000

建筑物的耗热量指标\*10

户均耗热量指标

2000

人均耗热量指标

1000

0

A

B

C

**注：A—50 年代**

D

**B— 70年代**

E

**C—80 年代**

**D—90 年代 E—2000以后**

持稳定，是建筑节能各项技术和新产品的集成应用。但是，由于人民生活水平的提高，家庭规模在逐渐缩小，现在的大户型和别墅中居住的人口数却比中等户型，甚至是小户型和超小户型还小。因此，造成了虽然采用了节能技术，使得住宅建筑的单位面积耗热量指标下降了，但是人均耗热量指标并没有下降，甚至还升高了的现象。

**耗热量指标( W/ 月)**

图3.7 城镇住宅建筑按年代区分的耗热量指标、户均、人均耗热量指标对比

图3.7 是城镇住宅建筑按年代区分的各种耗热量指标对比分析

对上世纪50年代到21世纪2000年后的住宅建筑的耗热量指标、户均耗热量指标以及人均耗热量指标进行分析，从图中可以看出，住宅建筑的耗热量指标是随着时代的发展而越来越低的，而户均耗热量指标和人均耗热量指标却是随着时代的发展而升高的。原因是：

住宅建筑的耗热量指标随着时代的发展越来越低，主要是科学技术的发展，采用了外墙外保温技术，使得单位面积的耗热量指标降低。外保温墙体由于蓄热能力较大的结构层在墙体内侧，当室内受到不稳定热作用时，室内空气温度上升或下降，墙体结构层能够吸收或释放热量，故有利于室温保持稳定，采用外保温技术，由于保温层置于建筑物围护结构外侧，缓冲了因温度变化导致结构变形产生的应力，避免了雨、雪、冻、融、干、湿循环造成的结构破坏，减少了空气中有害气体和紫外线对围护结构的侵蚀1。

事实证明，只要墙体和屋面保温隔热材料选材适当，厚度合理，外保温可以有效防止和减少墙体和屋面的温度变形，有效消除常见的斜裂缝或八字裂缝2。因

1杨杰.建筑外墙外保温节能管理研究[D].天津大学博士学位论文.2010.3.

2段小洁.住宅建筑节能保温的重要性及措施[J].住宅科技，2012.11.20.

此外保温有效地提高了主体结构的使用寿命，减少了长期维修费用。

相反，住宅建筑的户均耗热量指标和人均耗热量指标却是随着时代的发展而升高的，理由是：随着时代的发展，人民居住条件得到改善，生活舒适度增加，单位住房面积内的户数和人数都在减少，因此造成户均耗热量指标和人均耗热量指标都增加的结果。

## 3.3 城镇住宅单位面积人均耗热量指标分析



图3.8 城镇住宅建筑单位面积人均耗热量指标

前面我们已经按照耗热量的计算公式计算出了不同面积、不同年代的单位面积的耗热量指标，再按照每栋楼的建筑面积和居住人口，计算出单位面积上的人均耗热量指标。以18#楼为例，每户的建筑面积为74㎡，计算出的单位面积的耗热量指标是50.07W/㎡，18#楼的总建筑面积是3258.15㎡，因此，我们用下面的公式根据单位面积的耗热量指标、建筑面积和人口数计算出18#楼单位面积上的人均耗热量：

单位面积的耗热量指标365243600s50.07*W* / m2365243600*s*

2

3.6106人数

3.6106145

3.02*Kw h* / *m* 人年

（式3-1）

其余每栋楼均按照这个公式进行计算，得出每一栋楼的单位面积上的人均耗热量指标。如图3.8可以看出，面积小的住宅建筑，单位面积的耗热量指标不一定小，但是由于居住人口较多，人均和户均耗热量指标较小，这个在前面已经论述。

同时，面积小的住宅建筑的单位面积上的人均耗热量指标也低，尤其是160m2以上的大户型以及别墅，单位面积上的人均耗热量指标特别高，某别墅的单位面积上的人均耗热量指标是3.6Kw·h/m2·人・年，某经济适用房的单位面积上的人均耗热量 指标是0.27 Kw·h/m2·人・年，单位面积上的人均耗热量指标相差达到13倍之多。

## 3.4 城镇住宅单位面积人均耗热量指标与居民收入的关系分布特征

2010年西安市地方财政一般预算收入累计增幅连续6个月在30%以上，收入

规模达到121.80亿元，同比增长33.5%，较上年同期提高13.7个百分点，保持了稳定的势头。随着经济整体稳步回升，改善民生各项政策落实到位，带动居民收入稳步增长。上半年，全市城镇居民人均可支配收入11078元，同比增长15.2%，农民人均现金收入4046元，同比增长16.4%。

随着经济运行质量的提高，拉动了财政收入、城镇在岗职工年均工资收入和农村居民现金收入三大收入的增长。同时，全市城镇居民人均可支配收入和农民

现金收入的增长也都在15%以上。此外，工业企业效益也保持较好水平，实现利润总额75.37亿元，同比由上年同期的下降转为增长1.1倍。

25000

20000

15000

10000

5000

2008

2009

2010

0

图3.9 西安市各区县城乡居民人均收入（元）（来源：西安市统计年鉴2010）

图3.9 印证了居民收入逐年增长的趋势。在西安市九区四县当中，每一个区

（县）从2008年到2010年的人均收入都呈现出非常明显的增长趋势，经济增长仍然维持了较高的增长水平。

25000

**西安市城镇居民收入（元）**



城镇居民家庭人均

可支配收入, 22244

农村居民家庭人均

纯收入, 7750

20000

15000

10000

5000

0

1957198019851990199520002001200220032004200520062007200820092010

图3.10 西安市城镇居民人均收入（元）（来源：西安市统计年鉴2010）

在图3.10中，1990年之前，城镇居民和农村居民的家庭人均收入差别不大，在1990年之后，城镇居民的家庭人均可支配收入的增长很快，增幅远远高于农村

居民家庭人均纯收入。这充分说明，自20世纪90年代之后，中国加快了城市化的进程，城镇居民的生活水平提高较快。但是，另一方面，农村居民的家庭人均纯收入却增幅不高，说明城乡居民收入差距在拉大。

在作者调研的69栋楼2723户中，户均收入在5000-6000元/月的占4.5%，户均收入在6000-7000元/月的占50.6%，户均收入在9000-10000元/月的占6.3%，户均收入在12000-13500元/月的占37.9%，户均收入在100万元/月以上的占0.68%。（如图3.12）



图3.11 调研的户均月收入的比例

同样的，在调研的69栋楼2723户中，共有10346人，人均收入低于2000元/月的占45.07%，人均收入在2000-3000元/月的占11.72%，人均收入在3000-4000元/月的占42.67%，人均收入在5万元/月的占0.53%。



图3.12 调研的人均月收入的比例

根据调研结果绘制图3.12和图3.13。这两幅图中，中等收入的人群占了绝大多数，高收入和低收入的人群比例都相对比较低。作者在调研不同面积、不同年代的住宅建筑的结构、人口数的同时，也调研了住户的收入情况，并且把收入情况汇总，画图进行对比。

**户均收入(元/月)**

300000

250000

200000

150000

100000

50000

0

A

B

C

D

E

F

**注：A—超小户型20 ㎡ 以下 B— 50～90㎡ C—90～120㎡**

**D— 130～160㎡ E— 160～200㎡ F—经适房<80㎡**

图3.13 不同面积住宅建筑的户均收入对比

图3.14是作者根据调研结果绘制的不同面积住宅建筑的户均收入。从图3.14可以看出，超小户型和经济适用房的户均收入最低，其次是小户型和中等户型，大户型和别墅的户均收入比较高，大户型和别墅的户均收入约是超小户型和经济适用房户均收入的20倍。这充分说明，大户型和别墅这样高品质的住宅建筑，舒适度高，但售价也高，只有经济达到一定程度的家庭才有能力购买。可见，住房面积、住房质量和家庭收入成正比关系，收入越高的家庭，居住条件越好，居住面积越大。

图3.14 不同面积住宅建筑的人均收入对比

100000

90000

80000

70000

60000

50000

40000

30000

20000

10000

0

A

B

C

D

E

F

**注：A—超小户型20 ㎡ 以下 B— 50～90㎡ C—90～120㎡**

**D— 130～160㎡ E— 160～200㎡ F—经适房<80㎡**

**人均收入(元/月)**

图3.15是作者根据调研结果绘制的不同面积住宅建筑的户均收入。从图3.15可以看出，超小户型和经济适用房的人均收入最低，其次是小户型和中等户型，大户型和别墅的人均收入比较高，大户型和别墅的人均收入约是超小户型和经济适用房人均收入的25倍。在调研中发现，超小户型、小户型和中等户型以及经济适用房，每户的人口数较多，平均在4人，但是，大户型和别墅这样高质量的住房，每户的人口数往往只有2、3个人，甚至1个人。这从另一个角度再一次说明，随着时代的进步，人均住房面积大大增加，舒适度提高，并且，只有人均收入较高的家庭才有能力购买大户型和别墅。可见，住房面积和住房质量和人均收入也成正比。

## 3.5 小结

为进一步研究中国城市居民的住宅能源消耗情况，课题组成员对西安市几个小区的69栋不同类型的住宅建筑进行了调研，这69栋建筑共2723户，进行了问卷调查。调研样本根据抽样调查原理选取，与中国国家统计局统计抽样样本相符，可以认为样本较好地反映了城市住宅能耗状况及居民收入等总体情况。问卷调研涉及不同年代的住宅建筑、别墅、大户型、中等户型、小户型和超小面积均有，各种收入阶层都有，调研结果具有科学性和代表性。具体来说，调研内容包括该住户全年各类能源消费的交费单据（如煤、液化石油气、天然气、电等）、住宅对各类家用设备的拥有情况（如电冰箱的数量、能效标识等级等）以及使用方式（如空调设定温度、开启时段等），得到了各住户的人均能耗与面积平均能耗情况。需要说明的是，由于西安市采用集中供暖，故西安市的住宅数据中，不包括集中采暖的能耗。

在本节中，我们根据住宅建筑不同的面积和不同的年代两种划分方法，分别测算出单位面积的耗热量指标、户均耗热量指标和人均耗热量指标，最后再加上建筑面积和人口数两个参数，根据公式：

单位面积的耗热量指标365243600s

（式3-1）

## 3.6 　106　人数

计算出单位面积上的人均耗热量指标。调查发现：

1）我国正处在经济持续快速发展期，城镇住宅建筑面积迅速增加，由此形成的城镇住宅建筑能耗也在持续增长。无论和20世纪80年代我国城市建筑用能总量相比，还是和20世纪80年代时城市建筑的单位建筑面积用能量相比，当前我国城市建筑除了北方采暖外的其他类建筑能源消耗量（不论是20世纪80年代建造的建筑还是目前按照建筑节能标准建造的新建筑）都高于20世纪80年代1。

2）随着我国经济的发展和居民收入的增加，我国城镇居民的各种家用电器数量正在逐年增长；调研也显示，建筑设备形式、室内环境的营造方式和用能模式也正在悄然发生变化，家用耗能设备的使用范围和使用时间正在不断地增长，这将不可避免地带来住宅能耗的增长。

3）近年来出现别墅等大量高档豪华住宅，这种生活模式下，大量使用空调、烘干机等机械手段满足室内服务需求，户均用电水平几倍甚至十几倍于普通住宅。随着我国经济发展和高收入人群的增加，此类高能耗住宅及其拥有人群在城市社会人口中的比例呈飞速增长的趋势，也成为导致我国建筑能耗增长的一个重要因素。

4）通过热工计算、分析和对比，我们发现，大户型和别墅的单位面积耗热量指标并不比小户型的高，相反，大户型住宅和别墅的单位面积耗热量指标反而比小户型低，原因就是大户型住宅和别墅是随着时代和建造技术的发展而后出现的，建造技术较高，建筑符合国家节能标准，加上外保温等技术的应用，使得现在的城镇住宅建筑的单位面积能耗下降。

5）按照面积将住宅建筑划分成不同的面积类型，进行分析后发现，户均耗热量指标在平均值以上的，基本集中在130-160 m2的大户型和160 m2以上的别墅；人均耗热量指标在平均值以上的，也基本集中在130-160 m2的大户型和160 m2以上的别墅。

1中国建筑节能年度发展报告2008。中国建筑工业出版社，2008，3第一版，P63

按照年代分析，户均耗热量指标在平均值以上的，基本集中在2000年以后的住宅建筑；人均耗热量指标在平均值以上的，也基本集中在2000年以后的住宅建筑。这也说明，在2000年之后，建筑节能进入了一个快速发展的时期，新建建筑只有符合国家节能标准，方可建造。

由此可见，大户型住宅建筑的单位面积耗热量指标并不比小户型的高，甚至更低。但是，无论是户均耗热量指标还是人均耗热量指标，大户型住宅建筑和别墅都远远高于小户型住宅建筑，也远远高于平均值。

6）单位面积人均耗热量指标也遵循这样的规律，即：小户型由于面积小，居住人口多，单位面积上的人均耗热量低，而大户型，尤其是别墅，面积大，居住人口少，单位面积上的人均耗热量要远远高出经济适用房等小户型。

7）城镇住宅中的人均能耗、户均能耗以及单位面积人均耗热量与住宅的建筑面积呈正比关系，与住宅中的人口数量呈反比关系。从以上作者使用两种方法（即按照住宅建筑面积和住宅的建造年代）对住宅建筑的单位面积的耗热量指标以及人均和户均的耗热量指标进行分析，可以看出，无论是按照面积区分还是按照年代区分，住宅建筑的单位面积的耗热量指标是降低的，理由是我们实行了节能技术，新建的住宅建筑已经符合国家节能技术标准。但是，人均建筑能耗和户均建筑能耗反而增加了，原因是：随着经济的发展，人们的住宅条件得到改善，人均住宅面积增加，因而人均住宅能耗和户均能耗均增加了。同时，根据测算，单位面积人均耗热量指标也增加了。因此，城镇住宅中的人均能耗、户均能耗以及单位面积人均耗热量指标与住宅的建筑面积呈正比关系，与人口数量呈反比关系。

8）城镇住宅建筑中各户单位面积能耗与各户经济收入之间无明显相关关系。根据测算，单位面积的耗热量指标，无论是不同面积，还是不同年代的住宅建筑，其平均的单位面积耗热量指标都相差不多。随着时代的发展和建筑技术的提高，大面积的新建住宅建筑的单位面积耗热量指标，反而比小面积的建筑要低。同时，大面积的住宅的住户的家庭收入和人均收入都要比小面积的住宅建筑高。因此，城市住宅建筑中各户单位面积能耗与各户经济收入之间无明显相关关系。

9）城镇住宅及建筑中单位面积人均耗热量指标与各户经济收入之间呈正比关系。根据测算和换算，单位面积人均耗热量，随着住宅面积的增加而增加。我们调研的人均和户均收入，也是随着住宅面积的增加而增加。因此，城镇住宅建筑中单位面积人均耗热量指标与各户经济收入之间呈正比关系。

4控制城镇住宅能耗增长的新途径探索

## 4.1 建筑能耗及其社会属性

### **4.1.1** 建筑能耗的含义

按照《大英百科全书》的解释，能源是指可以直接或通过适当设备转变为人类所需能量的资源。其中，既包括煤炭、石油、天然气等随着使用量的增加而减少，逐渐耗尽的不可再生资源，也包括太阳能、水能、风能、地热和生物质能等可供人类永续使用的可再生资源。通常我们所说的节能，主要是针对不可再生资源而言的。

建筑能耗，国内外一般习惯上理解为运行能耗，即建筑物使用过程中用于供暖、通风、空调、照明、家用电器、输送、动力、烹饪、给排水和热水供应、电梯和建筑有关设备等方面的能耗1。广义上的建筑能耗包括建筑运行能耗、建筑设备与建筑材料能耗与建筑间接能耗三大部分。目前我国这部份能耗约占全国社会终端总能耗的27.6% ，随着人们生活质量的改善，居住舒适度要求的提高，建筑

能耗所占比例还将不断上升。预测10年后，我国建筑能耗占全国社会终端总能耗的比例将会上升到32%以上，它与工业、农业、交通运输能耗并列，是主要的民生能耗。

建筑能耗在一个国家中占重要部分，与工业能耗、农业能耗、交通运输能耗组成总能耗。纵观我国当前的民用建筑能耗现状，建筑规模大、用能严重浪费、热工性能差、采暖效率低是主要特点，特别是夏热冬冷地区，湿热干冷、复杂多样的气候使得民用建筑节能工作既复杂又艰巨。

### **4.1.2** 建筑能耗的特征

建筑节能问题是当今建筑学科领域研究的热点。

流行于建筑设计与城市规划领域的许多概念，如生态建筑，绿色建筑，生态城市，甚至所谓的可持续建筑、有机建筑等，不论其概念的内涵有多么丰富，可真正做起来，大概不外乎建筑设计怎么适应了气候、使用了某种节能材料、安装了某种节能设备或者采用了什么节能技术等。在市场经济社会，当运用市场经济手段来实现节约建筑能耗这种社会公益事业目标时，就出现了很多难以理解的现象。许多原本从事其他专业甚至行业的技术人员，在追求更高社会认可和获得更

1梁锐.西北生态民居评价研究[D].西安建筑科技大学博士学位论文.2011.4.

丰厚回报的驱使下，都加入到建筑节能专家队伍中来。管理的简单化，建筑节能技术指导的非专业化，技术研究与推广的肤浅化，导致建筑节能行业轰轰烈烈，节能建筑层出不穷，而建筑能耗的节约量化标准，却是一片混乱，很难操作。而真正影响建筑能耗多寡的建筑师，则处于被动应付状态。绝大部分建筑师认为，建筑节能是节能专家、甚至是暖通专家的事情。然而大家都知道，建筑的初步设计完成后，建筑的运行能耗就已经确定了。

第一，建筑能耗的特殊性在于它和空气、太阳的相关性。

回顾一下产生建筑能耗的缘由是很有必要的。人不能居住在室外，因为气候不总是相适宜的，在一年当中，总有太热和太冷的时候，所以用建筑这种围合结构与外界空气隔离开来，起到一定的隔热（保暖）作用。但这还不是理想状态，达不到舒适，这就需要进一步采取一定的制冷或采暖手段，以达到人体能够忍受的范围。

建筑的能耗首先和建筑本身（也就是围护结构）有关，节能的建筑一定是和外界热量交换少的建筑。以采暖空调能耗为例，它缘于不论在严寒或者酷暑季节，人们对室内热环境的需求是相对稳定的（因为人是热血恒温动物）。从通俗意义上讲，人们比较适应的热环境参数分布大致为：空气温度18-24℃，相对湿度30-70%，平均辐射温度（MRT）16-26℃，气流速度0.5-2m/s（当然与人的活动方式和衣着有关），尽管在夏季和冬季、在不同地区、不同性别和年龄有差异。因为人需要以对流、长波辐射和无感觉蒸发方式向环境中散发新陈代谢热量。研究表明，人不但期望在感觉平和的状态下与环境达到热平衡，而且在某一个特定气候区，三种散热方式的比例还是比较恒定的。这是常识，不多赘述。

建造建筑的目的之一，是人们可以在围合的空间里躲避室外的恶劣气候。在传统建筑中，人们通过感悟和体验，已经学会了在建造房屋时，立面、构造、空间等方面考虑到了冬季尽可能利用太阳能，夏季尽可能利用遮阳和自然通风以及蒸发冷却等方式解决采暖和降温问题，使得在全年的大部分时间里，大多数建筑可认为是“Working with climate”，人们需要做的是适时“开启”或“关闭”门窗等活动部件。人们利用室外气温的周期性日变化、围护结构的周期性吸（放）热过程、围护结构内表面温度的周期性波动，致使室内MRT时空分布、空气温度湿度流速的时空分布的不同组合，形成了室内热环境综合指标(ET等)在可容忍到舒适的区间内也呈现周期性变化，基本满足不同行为方式下人体热感觉的需求。早期先民们甚至并不期望在严寒和酷热季节追求稳定舒适的热环境，往往喜好以变换衣着适

应热环境的变化。

完全依靠建筑物自身的“被动式”适应气候解决严寒和酷暑季节的室内热环境需求问题，是不科学、不明智、不经济、不必要、有时候甚至是不可能的，特别是在“三九”严寒和“三伏”酷热季节。在那没有HVAC（即Heating，Ventilating and Air Conditioning采暖通风与空调的缩写）设备的历史长河中，先民们不论是运用火炕、火墙、火炉，还是经验式的运用自然通风、被动蒸发冷却，总是可以度过那些难熬的日子。然而，在建筑由Shelter向Architecture的转化过程中，建筑物的这些优点逐渐失去了。采暖和降温技术的出现，HVAC系统的不断完善，在现代建筑体系中，设备工程师可以解决任何室内热环境的需求。然而，设备的运行是需要耗能的。

建筑室内热环境构成要素是众所周知的，它包括影响热感觉的4个客观要素和

2个主观要素。但是，人们常常忽视这些要素影响人体舒适感觉的机理和过程。影响人体对流散热的要素是室内空气温度和气流速度，影响人体辐射散热的是室内平均辐射温度(MRT)，而室内相对湿度主要影响人体的无感觉和有感觉蒸发散热。通常来说，HVAC系统的目标是调节空气温度、气流速度和相对湿度，而不是MRT。通常意义上，决定MRT高低的主要因素，在室外气候条件确定后，就是建筑的形体和构造，这是在建筑设计过程中就已经确定了的。值得注意的是，由MRT决定的人体辐射散热量，要占到相当的比例（40%左右）才是舒适的。

设计建造运行能耗尽可能低的建筑，是建筑节能的首要任务。按功能划分，建筑的种类繁多，再考虑到地域自然条件的差异，社会经济水平的差异，就有许许多多不同类型、空间模式和构造方式的建筑需要研究。研究特定地区特定类型的建筑，在冬季如何减少室内热量流失到外部，如何将室外气温高时的热量保存到气温低的时段，如何尽可能多地利用太阳能；夏季降温的研究课题更多，因为我国大部分地区夏季的室外日平均气温处于舒适区，或者可忍受区，室内过热的原因，不外乎：①太阳辐射得热过多；②室内人为热过多，特别是大型公建；③外围护结构隔热性能差，内表面温度过高，导致室内MRT高。研究表明，在漫长的夏季，除极端情况外，人们普遍喜欢自然通风降温方式；而夏季空调能耗的多寡与空调系统运行时间成正比，而设备系统运行时间的长短则是由建筑（热工）设计决定的。在白天的自然通风的主要功能是排除室内余热、保持一定风速，它的作用极限是保证建筑室内气温不高于室外气温，而合理的夜间通风，会蓄存夜间低温时的冷量。当室温处于高温临界，但MRT＜空气温度时，依然可以采用自然通

风模式，而当MRT＞空气温度时，则需要空调模式。第二，建筑能耗是一种公共产品。

公共产品，简称公共品，最早是由财政学者林达尔在1919年《公平税收》一文中提出的，后被经济学家萨缪尔森引用，再后来被其他学科广泛使用。

公共产品就是那种能够供许多人同时消费的产品，并且人们消费这种产品的效果，以及生产这种产品的成本不因为享受它的人数规模变化而改变。根据萨缪尔森的定义，相对于私人产品，公共产品有以下两个基本特征：一是消费上的非排他性，指公共产品一旦被生产出来，可以同时供多人消费，并且无法排除不付费者对该公共产品的消费。造成非排他性原因要么是在技术上不易排斥众多受益者，要么是虽然在技术上可以排他，但是排他成本十分昂贵，以至于经济上不可行。二是消费上的非竞争性，指公共产品的社会边际成本（即指每增加一个单位某种物品或服务的生产量所需增加的资源消耗的价值）不因消费者数量的增加而增加，公共产品一经提供，其消费就具有共享性，一个人的消费不会影响或妨碍其他人的消费。总之，在萨缪尔森看来，公共产品是指这样一类商品：将该商品的效用扩展于他人的成本为零，无法排除他人参与共享。1

作为建筑能源，它也是一种公共产品，具有公共产品的特性。除此之外，建筑能源首先要满足健康标准、热舒适标准、生态环境等不同标准的需求，其次要满足国家节能需求。建筑能源作为能源的一种，也具备能源的特性，那就是能源的有限性，它并不是取之不尽、用之不竭的。同时，作为使用能源的个体，每个人在享有能源的权利上应该是均等的，也就是说，每一个人都有平等地使用能源的权利。

但是，从能源的分配上来说，无论是世界范围还是我国的不同地区，甚至一个城市中不同阶层的人群，在占有和使用能源方面并不是平等的，表现在区域失衡（比如：发达国家和发展中国家间使用能源的失衡，我国东部和西部使用能源间的失衡以及城镇与农村能源分配的失衡等等方面）和数量失衡（表现在不同收入的人群用能多少不同，由于能源是受国家补贴的，导致的结果就是，富裕阶层使用的能源越多，得到国家的补贴就越多）。因此，在使用能源方面，国家应该将建筑能源向低收入人群和不发达地区倾斜，将建筑划分出质量等级，对于单位面积人均建筑能耗超过平均值的建筑，实行更加严苛的节能标准。

当前，人民的生活水平日益提高，对住宅的舒适度要求也随之提高，因此，

1 [美]保罗・萨缪尔森、威廉・诺德豪斯：《微观经济学》第十七版，人民邮电出版社，2004年版，P29.

在当前社会发展的条件下，实现“冬暖夏凉”的热舒适标准已经成为人们生活的基本要求。因此，在实现热舒适的基本前提下的建筑节能也是建筑节能事业的前提条件，我们不能一味为了节约能源而使住宅的热舒适程度超出人们能够忍受的范围。

对于一个住宅建筑来说，应该满足三个标准：

（1）健康标准。这是保证居住着健康，是公平的起点，平等享有能源使用的权利和机会。

（2）热舒适标准。这个标准要保证热舒适，不能太冷或者太热，超出人的忍受范围，是居住者生活品质的保证。

（3）生态环境标准。这个标准是最高标准，是国家能源战略、社会生活环境要求。

住宅建筑首先要满足健康标准和热舒适标准，在此基础上，才是国家实现能源战略的目标要求。因此，建筑能耗作为一种公共产品，在当前社会发展的大背景下，首先必须以满足每个人都能够享受到健康和热舒适为基本前提条件。

## 4.2 建筑节能的行业属性

建筑节能具有社会公益事业属性。即：建筑节能涉及全人类的利益，它所带来的后果也必将影响全人类。

建筑中设置采暖等建筑伺服系统在很长历史时期内是作为我国的一项社会福利事业，人们已经习惯了以低廉的价格享用，这缘于我国在计划经济时代长期偏低的能源价格。进入市场经济社会后，虽然国家开始运用市场经济规则进行调整，但因全国执行统一的能源价格，我国大量的工业加工出口货物多为初级产品，能源在产品售价中占有相当大的比例；为保证国民经济的持续健康发展，国家难以在短期内将我国的能源价格完全与国际接轨，一次能源（煤、天然气、石油等）和二次能源（电力）的价格普遍低于国际市场。这意味着国家一直在能源供应方面给予了大量补贴。

这种状况反映在建筑领域，就形成了谁消耗的能源越多，谁享受的国家补贴就越多的局面。很显然，这对于节约能源的用户是非常不公平的，因此，应形成完善的建筑节能技术法规体系对建筑用能予以调节和制约。十多年来，各级政府主管部门投入了大量的人力、财力和物力，编制颁布了一系列的建筑节能设计及相关技术法规，出台了许多政策条例，但建筑节能的实施效果却难如人意。

分析导致这样结果的原因，我们会发现：

现行的建筑节能技术法规，是不考虑不同社会阶层在经济收入、人均建筑面积、建筑质量等级、社会文化背景以及地域自然条件等方面的差异的。不论是城镇经济适用房或者破产企业的职工集资房，还是高档花园洋房与别墅，不论是人均建筑面积在10平方米左右的贫民阶层，还是人均超过100平方米的富有阶层，在同一地区，建筑节能的指标体系和技术要求是完全相同的。由于乡村社会阶层的分化，许多富裕村民新建了大量的豪华型高能耗建筑，而现行的建筑节能技术法规却对其无法制约。虽然国家颁布了《节约能源法》和《建筑法》，但其中对建筑节能的规定太过原则化，缺乏可操作性。各级政府也曾颁布了颇具操作性的规章，但都因法律效力较低而缺乏适用性。

### **4.2.1** 建筑节能是社会公益事业

《中华人民共和国公益事业捐赠法》所称的公益事业是指非营利的下列事项：

（一）救助灾害、救济贫困、扶助残疾人等困难的社会群体和个人的活动；

（二）教育、科学、文化、卫生、体育事业；

（三）环境保护、社会公共设施建设；

（四）促进社会发展和进步的其他社会公共和福利事业。

公益从字面的意思来看是为了公众的利益，它的实质应该说是社会财富的再次分配。公益活动是指一定的组织或个人向社会捐赠财物、时间、精力和知识等活动。公益活动的内容包括社区服务、环境保护、知识传播、公共福利、帮助他人、社会援助、社会治安、紧急援助、青年服务、慈善、社团活动、专业服务、文化艺术活动、国际合作，等等。

公益事业的特点：

（1）外在性。属于公益事业的部门和企业及其活动一般处在直接生产过程、个别经营活动和居民的日常活动之外，独立存在，并行运转，并构成相对独立的系统。

（2）社会性。大部分公益事业主要依靠社会投资和建设，资金依靠国家财政解决，投资主要表现为社会效益和环境效益。

（3）共享性。公益事业的服务是为许多单位和居民共享的。

（4）无形性。公益事业所提供的产品大多是无形的服务，而不是有形的物质产品。

（5）福利性。公益事业所提供的产品带有很大成分的社会服务和社会福利性质。

### **4.2.2** 推动社会公益事业发展的因素

推动社会公益事业有三个因素：首先是社会的文明程度；其次是法律的作用；再次，在执行过程中的行政手段、技术手段也非常重要。

建筑节能事业不仅可以提高我国人均资源占有量，还有利于可持续发展和保护环境，也是改善建筑热环境的需要。因此，从这个意义上说，建筑节能是社会公益事业。我国建筑物的设计寿命不低于50年，在如此漫长的时间里，将耗费大量的能源，如何在不降低室内舒适性的同时，提高能源的利用率，使建筑用能的总水平不断降低，走可持续发展之路，是实现我国国民经济和社会可持续发展的重要内容，同时也是保护资源、减少环境污染的重要举措。

当前，我国社会主义物质文明和精神文明都进入了新的发展阶段，建筑节能事业也已经在我国我国发展了20多年，并取得了阶段性成果，建筑节能的阶段性目标也已经实现。科学技术的日新月异也为建筑节能提供了良好的技术支持，各种建筑节能标准体系和法律法规体系的不断完善为建筑节能事业提供了有利保障。在这样的大背景下，建筑节能这个社会公益事业必然有着远大的前景和宏伟蓝图。

## 4.3 控制城镇住宅能耗的新途径

### **4.3.1** 公平理论

4.3.1.1公平的基本理念

公平（Fairness）是人类追求的永恒理想，人类自有文明以来就一直追求公平。从某种意义上说，历史的前进过程就是一个人类不断追求公平的过程。

公平，即公正，不偏不倚。一般是指所有的参与者（人或者团体）的各项属性（包括投入、获得等）平均。公为公正、合理，能获得广泛的支持；平指平等、平均。现代社会和道德提倡公平，公平也是各项竞技活动开展的基础。但真正意义上的公平是不存在的，公平一般靠法律和协约保证，由活动的发起人（主要成员）判定，参与者遵守。

关于什么是公平的问题，学术界众说纷纭，见仁见智。不同学者从各自研究的领域和视角出发，对公平给出了不同的定义，分别表述如下：（1）公平是指制度的公正和平等，即制度或规则在制约对象上是否权利义务对称，制度本身的配置是否合理完善，制度所提供的机会是否均等。（2）公平是指收入分配规则的公正平等，即每个人的收入与投入的比例系数是否相等。（3）公平是指社会公平，

即社会成员的收入和待遇的合理性。（4）公平指属于道德范畴的公平。（5）公平是指一种主观感觉、心理平衡、主观评价1。（6）公平是指人与人之间的一种“相称”或平衡关系2。（7）公平是指在人们的社会实践活动中形成的，并对其社会关系进行规范和评价的基本尺度3。（8）公平是指善、正义在具体环境、条件、状况中的相应体现和权益形态4。（9）公平从最根本上讲就是人与人的利益关系及关于人与人利益关系的原则、制度、做法、行为等合乎社会发展需要之义5。（10）公平是一种权利，严格地说它是社会上层建筑的范畴，它本身并不是生产力，也不是作为社会经济基础的生产关系的内容，它是在一定生产力和生产关系，即一定社会生产方式基础上存在的权利，尽管公平程度对生产力的发展有巨大作用，但这是它作为上层建筑属性的权利对经济客体的促进作用，而不属于经济发展本身的内在动力6。（11）公平是指一定社会中人们之间利益和权利分配的合理化，是反映和评价人们之间合理的社会利益关系的范畴7。

因此，公平范畴大体在社会、经济、政治、伦理、法律等层面被运用着，公平是一个具有多层次的复合体系，有着丰富的内涵。

公平是指按照一定的社会标准（法律、道德、政策等）、正当的秩序合理地待人处事，是制度、系统、重要活动的重要道德品质。公平包含公民参与经济、政治和社会其他生活的机会公平、过程公平和结果分配公平。

公平理论是美国心理学家1965年提出的。该理论的基本要点是：人的工作积极性不仅与个人实际报酬多少有关，而且与人们对报酬的分配是否感到公平更为密切。人们总会自觉或不自觉地将自己付出的劳动代价及其所得到的报酬与他人进行比较，并对公平与否做出判断。公平感直接影响职工的工作动机和行为。因此，从某种意义来讲，动机的激发过程实际上是人与人进行比较，做出公平与否的判断，并据以指导行为的过程。

罗尔斯在其著作《正义论》中把正义理解为“作为公平的正义”。其基本含义有二：其一是前提的公平，即这种正义原则是在一种公平的原初状态中被一致同意的；其二是目标的公平，即这种正义原则所指向的是一种公平的契约，所产生

1万光侠.公平范畴的社会哲学审视[J].探索，2001（1）

2袁贵仁.马克思的人学思想[M].北京：北京师范大学出版社，1996, 264

3夏文斌.建立社会主义公平观[J].北京大学学报，1999,2

4江ft.再说正义[J].中国社会科学，2001（4）

5戴文礼.公平论[M].北京：中国社会科学出版社，1997,31

6刘伟，梁钧平.冲突与和谐的集合.经济与伦理[M].北京：北京教育出版社，1998, 123

7朱金花.教育公平.政策视角[D].吉林大学博士学位论文，2005

的是一个公平的结果。罗尔斯正义观念的基本内核是指社会的每一个公民所享有的自由权利的平等性和不可侵犯性。他指出：“每个人都拥有一种基于正义的不可侵犯性，这种不可侵犯性即使以社会整体利益之名也不能逾越。因此，正义否认为了一些人分享更大利益而剥夺另一些人的自由是正当的，不承认许多人享受的较大利益能绰绰有余地补偿强加于少数人的牺牲。所以，在一个正义的社会里，平等的公民自由是确定不移的，由正义所保障的权利决不受制于政治的交易或社会利益的权衡。”在这里可以明显地看出他的正义理论的反功利主义倾向。

具体来说，这种作为公平的正义包括两个基本的正义原则：

第一个原则：每个人对与其他人所拥有的最广泛的基本自由体系相容的类似自由体系都应有一种平等的权利。

第二个原则：社会的和经济的不平等应这样安排，使它们被合理地期望适合于每一个人的利益；并且依系于地位和职务向所有人开放。“

上述两个正义原则，第一个可称为“平等自由原则”，第二个中的第一方面可称为“差别原则”，第二方面可称为“公平机会原则”。第一个原则即“平等自由原则”主要涉及确定与保障公民的平等自由的方面，公民的基本自由包括政治上的自由以及言论和集会自由；良心的自由和思想的自由；个人的自由和保障个人财产的权利；依法不受任意逮捕和剥夺财产的自由。第二个原则涉及指定与建立社会及经济不平等的方面，大致适用于收入和财富的分配，也适用于权力地位和职务等的分配。其中“差别原则”是要求所有的社会价值（包括自由和机会、收入和财富、自尊的基础）都要尽可能平等地分配，除非对其中一种价值或所有价值的一种不平等分配合乎每一个人的利益，特别是合乎最不利者的最大利益。而“公平机会原则”是指上述不平等分配在必须合乎每个人利益的同时，还必须以权力地位和领导性职务向所有人开放为前提。

不同的社会形态具有不同的公平观念；在同一社会里，对于不同的阶级也会有不同的公平观。公平说到底就是生产力发展之后的社会财富的分配问题，以及在此基础上的政治和文化（伦理）利益的分配。学者陈建辉在其论文《不同学科视野下公平与效率问题研究》中从不同角度出发探讨了什么是公平的问题1。

（1）陈建辉从哲学的本体论上论述了公平，认为公平表达了人类追求自由的美好理想和愿望，是人和人之间相互关系的一种和谐状态。公平体现了永恒的追求自由和超越现实的本性，是为人的全面自由发展这一目标服务的。人类追求自

1陈建辉.不同学科视野下公平与效率问题研究[J].中共济南市委党校学报，2007.4.

由的理想只能通过人和人之间的关系才能表现出来，尽管人与人之间的关系是随着社会的发展变化而不断改变，公平具体内容和表现方式也不尽相同，但它是一种客观存在，归根到底反映人与人之间的利益关系。社会公平是以“应然”的理想对现实的“实然”的一种引导和超越，以理想完满的方式批判、规范、要求和指导现实，从而促进社会的发展和进步。

（2）从政治学角度看，公平是多角度的，应包括起点公平、过程公平（程序公平）、结果公平（分配公平）在内的规则统一体。这一规则的统一体既表现在规则本身是否公正，而且也体现在公正的规则在政治实践上能否公正实现（注重政治参与和社会参与的权利公平，如强化公共政策制定、干部人事制定改革、公共财政与预算过程中的民主参与力度）。从政治层面看，“一切人，或至少是一个国家的一切公民，或一个社会的一切成员，都应当有平等的政治地位和社会地位”1。因此，国家和社会应当制定相应的法律和规则，保证每个社会成员都有平等的机会参与社会政治生活。政治公平在本质上是指权力资源在不同社会成员中的分配比较合情合理，在形式上体现为民主制度。真正意义上的政治公平，就是每一个合法公民都有“政治自由”。

（3）社会公平是社会学的核心问题。社会学上的公平不仅仅是政府的职责，而且是社会每个成员对自身权利和义务的维护。在社会学意义上，“公平指的是社会成员之间的社会地位、经济收入、消费水平比较接近而不过分悬殊”（庞元正，

2006），也就是强调社会公平。社会学研究的对象是整个社会，深层理念不是别的，就是调节各社会成员之间不同利益群体之间的关系，正确处理人民内部矛盾，关注社会公平，也就是关注社会公义和平等。以前在改革初期，以社会经济建设为指标，集中力量搞城市和农村的现代化建设；现在，现代化建设更注重软环境方面。目前在我国社会各个领域还存在着不同程度的社会不公平现象，如贫富差距、城乡差距、区域差距、行业差距等经济社会发展不协调现象。这个过程中就更注重社会各主体之间的公平问题，现在尤其关注社会弱势群体，关注没有话语权或话语权很少的群体，以促进和谐社会的构建和推进。

（4）公平是伦理学研究的一个重要思想。当代伦理学突破传统伦理学的界限，赋予了公平更为丰富的内涵。公平不仅包括人与自然层面上的人类行为与环境相协调的传统公平，而且包括人与人层面上的代内公平和代际公平。伦理学认为，虽然关于公平的理念或公平价值观因国家、阶级、阶层、人群、个人而有所不同，

1马克思恩格斯选集（第3卷）[M].北京：人民出版社，1995, 444

但建立社会共同或普遍承认的有关公正和平等的价值观也就是公平的理念至关重要。从伦理层面看，公平主要是指在价值观上倡导一种人格的独立平等和个人生存价值的平等。它表明在特定社会范围内社会成员生存权、发展权和追求自我价值实现的自由权利，也表明人类社会的发展将沿着伦理公平所指引的方向前进。

（5）从经济学角度看，经济公平就是指社会成员共同占有和享有社会财富。社会的财富是社会成员共同创造的，因而社会财富就应该成为社会成员共同占有和享有，而不应该为某部分人或某个阶级单独占有和享有。在社会主义市场经济条件下，公平是核心观念，主要表现为机会均等即任何劳动者都有机会参加到社会财富的生产之中，因而有权利获得自己的劳动成果。也就是说，经济成果在社会成员中公平分配的特性：经济学中的公平指收入分配的相对平等，即要求社会成员之间的收入差距不能过分悬殊，要求保证社会成员的基本生活需要。狭义上的经济公平指收入分配公平。广义上的经济公平，存在于经济活动的各个环节，包括生产公平、交换公平、分配公平、消费公平等各个方面。体现在社会成员对某种可被利用的经济资源的占有、使用、消费和分配上的平等以及人们参与社会经济活动的可能性。它涵盖了以下几方面的含义：其一，机会公平，这是实现经济权利公平的前提。就是说使进入市场中的经济主体参与经济活动，不因家庭背景、自然禀赋、特定环境等因素丧失或多得到某种竞争机会。其二，规则公平。是指经济主体参与经济活动，遵守的是具有普适性或一般性的原则，并不存在对某些群体有利或不利的特殊规则。只有在规则公平的前提下，才能实现机会公平、权利公平，才能保证效率的提高。其三，效率公平。一种经济制度及经济运行方式应该是高效率的。效率决定公平，没有效率，充其量只是低水平的公平。反之，没有公平就难以有效率。其四，分配公平。指按同样的分配尺度公平地对每一参与市场竞争者进行收入分配，而不是平均主义分配。分配是否公平，不仅关系到效率的高低，而且对社会制度的变革和社会秩序的维护与稳定也起着决定性的作用。

（6）秩序，公平，个人自由，这是法律制度的三个基本价值。在法律上，公平是法所追求的基本价值之一。社会公平就是社会的政治利益、经济利益和其他利益在全体社会成员之间合理而平等的分配，它意味着权利的平等、分配的合理、机会的均等和司法的公正。

从法律层面看1，公平作为一种法律价值，蕴含着许多具体内容：一是宪政法

1 刘作翔.公平：法律追求的永恒价值——法与公平研究论纲[J].天津社会科学，1995（05）：99-104

中的公平。宪政法是国家政治制度、经济制度、文化制度的最高和最根本体现，在国家性质上体现“人民主权”原则；在政治组织形式上体现民主性原则；在权力运行方式上体现合法化原则；在公民权利和义务上体现平等性原则。二是民商法和经济法中的公平。如：等价原则，公平竞争、反对欺诈、反对垄断原则，诚实信用原则等都是其具体体现。三是刑法的公平。四是行政法中的公平。五是程序法中的公平。六是国际法中的公平。随着市场经济的发展，其公平要求会越来越高，有关公平的价值标准也会不断变化。

显然，以上几个层面的公平涵义既是相互联系的又有着各自的内在尺度。

4.3.1.2能源使用的公平性

能源使用的公平性指机会选择的平等性。这里的公平性有代内公平和代际公平双层含义。关于代内公平和代际公平前面在伦理学上的公平思想中已经介绍，同样道理，能源的使用也存在代内公平和代际公平。

（1）代内公平（intragenerational equity）：是指代内的所有人，不论其国籍、种族、性别、经济发展水平和文化等方面的差异，对于利用自然资源和享受清洁、良好的环境享有平等的权利。代内公平意味着当代人在解决环境问题上应确保理智地使用我们有限的资源和能源，并应考虑到相关的潜在影响的范围及环境风险与利益的分配。对我国而言，能源供给应满足全体人民的需求，而不应以贫富或行业论资源的分配。对当今世界而言，发达国家与发展中国家之间在利用能源资源方面的实际权利是极不平等的。它集中体现在现行的不公平的国际经济秩序上，不仅造就了发达国家与发展中国家在经济上的巨大差别，而且把人类推到了环境危机的边缘1。因此，要实现可持续发展，必须实现代内公平。

可持续发展要满足全体人民的基本需求和给全体人民机会以满足他们要求较好生活的愿望。当今世界的现实是一部分人富足，而占世界1/5的人口处于贫困状态；占全球人口26%的发达国家消耗了占全球80%的能源、钢铁和纸张等。据统计，经济学上的“二八定律”（又叫帕累托定律，是19世纪末20世纪初意大利经济学家帕累托发现的。他认为，在任何一组东西中，最重要的只占其中一小部分，约20

％，其余80％尽管是多数，却是次要的，因此又称二八定律。生活中普遍存在“二八定律”。商家80％的销售额来自20％的商品；80％的业务收入是由20％的客户创造的；在销售公司里，20％的推销员带回80％的新生意。等等。）基本上适用于人类的各个领域。这种贫富悬殊、两极分化的世界不可能实现可持续发展。因此，

1刘卫先.后代人权利论批判[D].中国海洋大学博士学位论文.2010.3.

要给世界以公平的分配和公平的发展权，要把消除贫困作为可持续发展进程特别优先的问题来考虑。

（2）代际公平（international equity）：即世代平等。代际公平体现了自由的观念，与机会平等的观念相联系。代际公平所强调的后代人权利是自由权，即选择和利用自然资源的自由。美国学者艾蒂丝・布朗・魏伊丝（Edith Brown Weiss）最早提出了“行星托管”的概念，指出人类的每一代人都是对后代人的地球权益的托管人，地球资源是人类的共有财产，人类所有世代的成员共同掌管地球上的自然资源。当代人既受托为后代人掌管地球，又是有权使用地球资源的受益人。她保护选择的多样性、质量保持和获取保障等世代间公平的三项基本原则。其中体现了人类各个世代在资源使用方面的机会平等等。它是对前代人保留资源能源利用提出的要求，又受到为后代人保留资源能源的限制，是各代人之间的平等的自由。代际公平理论的提出为可持续发展原则提供了有力支持，指出当代人在利用现有的有限能源时，应考虑到后代人的利益，赋予他们在将来能自由选择利用能源的权利。但是代际公平理论并没有得到学术界的统一共识。有反对者提出，人类都是理性的，道德具有给予与回报的双重属性，那么后代人能为我们做什么呢？对此，英国学者埃尔登（Alder）和威尔金逊（Wilkinson）认为，因为当代人对其前代人怀有感恩之心，所以我们对后代人就会负有一种家族传承式的关怀和责任感。英国学者德里克・帕菲特（Parfit）曾提出著名的帕菲特悖论（the Parfit Paradox），即当代人基于保护将来环境所采取的任何行动将必然对将来和后代人类产生改变和影响。因此，事实上我们是把自己的意愿强加于后代人对能源的利用和将来的环境发展。有学者提出，对应于当代人，为后代人保留自己认为基本的生存和发展条件是必要的，但为后代人预设生活方式和目标并评价其福利的实现程度就显得武断了。本文这里所指的代际公平，并不是后代个体所拥有的利用资源的权利，相反，它们是世代的权利。这种权利必须在多代的背景下审视才能发现其利益价值。当代人应作为与其他的过去和将来的世代相联系的一个整体来享有这些权利。这些权利能够通过适用于从一个世代传给下一个世代的地球的各种客观标准和能源指标得以评估。任何世代对能源的开发利用都要受到其创造和保留给后代的数量和质量上的限制1。

我们要认识到，人类赖以生存的自然资源是有限的，本代人不能因为自己的发展与需求而损害人类世世代代满足需求的条件——自然资源和环境。要给世世

1巩固.环境伦理学的法学批判[D].中国海洋大学博士学位论文.2008.6.

代代以公平利用自然资源的权利。

作者的这篇论文，主要是从代内公平的角度来研究能源利用的公平性以及在建筑节能应承担的义务方面的公平性等问题。即：从我国国内来说，能源属于全体国民共同共有，能源的供给应满足全体人民的需求，无论贫穷还是富裕，无论从事何种行业，在分配能源方面应该是平等的。从世界范围来看，发达国家与发展中国家之间在利用能源资源方面的实际权利是非常不平等的。发达国家消耗了比发展中国家多得多的能源，无论总能耗还是人均能耗，均高于发展中国家。这主要源于不公平的国际经济秩序上，造成了发达国家与发展中国家在经济上的巨大差别。因此，要实现人类的可持续发展，必须实现代内公平。

我国正处于快速城市化和经济发展的转型期，人们收入水平将大幅上升，进而带来生活方式的急剧转变。国内外的研究表明，收入越高的人口生活完全能耗或生活完全碳排放越高1。收入增长不仅使直接生活能耗增加2，更重要的是消费水平上升使生活间接能耗大幅上升，并最终导致生活完全能耗增加3。

收入水平对居民生活方式的间接二氧化碳排放量影响很大，高收入水平的居民二氧化碳排放量高于低收入水平居民；不同收入水平的居民间接二氧化碳排放结构组成不同，收入水平越高，结构越多样化。收入水平的提高，生活方式发生变化，排放量增加，城镇最高收入户平均消费支出是城镇最低收入户的5.8倍，碳排放量是5.6倍；农村最高收入户平均消费支出是最低收入户的3.2倍，碳排放量是

3.1倍；城镇最高收入的支出是农村最高支出的3.9倍，碳排放量是5.0倍；高收入水平的人追逐高层次的消费，高层次的商品很多是能源密集型产品，二氧化碳排放量因此增多4。

根据调研的结果，住宅建筑能耗总量很大，约占全社会能耗总量的30%，但是，单位建筑面积能耗比较小。对于不同的收入阶层而言，住房面积和住房质量和家庭收入成正比，也和能耗总量成正比；对于不同阶层而言，富裕阶层的大户型住宅比中产阶层和贫困阶层的单位建筑面积能耗低，但是，人均能耗和户均能耗却远比中产阶层和贫困阶层的中、小户型高出许多。因此，无论从哲学、政治学、社会学、伦理学、经济学和法学的角度，我们都应该在能源使用过程中体现出公

1王妍，石敏俊.中国城镇居民生活消费诱发的完全能源消耗[J].资源科学，2009,31（12）：2093-2100

2 Rosa, E. A., R. York and T. Dietz. Tracking the Anthropogenic Drives of Ecological Impacts[J]. Ambio①，2004,33

（8）：509-512

3 Joyashree Roy and Shamik Pal. Lifestyles and climate change: link awaiting activation[J]. Current Opinion in

Environmental Sustainability,2009, (1):192-200

4凤振华，邹乐乐，魏一鸣.中国居民生活与CO2排放关系研究[J].中国能源，2010,32（3）：37-40

平的理念，真正使单位面积上的人均能耗高的建筑，其付出的“代价”也高，实现建筑节能的真正公平。

### **4.3.2** 需求层次理论

随着现代化进程的加快和人民生活水平的提高，作为生活必需品的住宅建筑的能耗指标大幅提高，同时资源浪费和环境污染也相伴产生。

由于资源的稀缺性和环境容量的有限性，经济社会发展到一定阶段，必然会受到资源和环境的双重制约。为了节约能源，按照可持续发展的思路，住宅建筑应坚持以下三个方面：第一，以人为本，健康舒适；第二，节约资源、能源和再利用；第三，与周围生态环境相协调和融合。即住宅建筑应该在消耗最少的能源资源，同时将给环境和生态带来的影响降至最低的前提下，为居住和使用者提供健康舒适的建筑环境和良好的服务。

马斯洛需求层次理论（Maslow's hierarchy of needs），亦称“基本需求层次理论”，是行为科学的理论之一，由美国心理学家亚伯拉罕・马斯洛于1943年在《人类 激励理论》论文中所提出。该理论将人的需求分为五种，像阶梯一样从低到高，按层次逐级递升，分别为：生理上的需求，安全上的需求，情感和归属的需求，尊重的需求，自我实现的需求。另外两种需要：求知需要和审美需要。这两种需要未被列入到他的需求层次排列中，他认为这二者应居于尊重需求与自我实现需求之间。还讨论了需要层次理论的价值与应用等。

按马斯洛的理论，个体成长发展的内在力量是动机。而动机是由多种不同性质的需要所组成，各种需要之间，有先后顺序与高低层次之分；每一层次的需要与满足，将决定个体人格发展的境界或程度。马斯洛认为，人类的需要是分层次的，由低到高。

生理上的需要是人们最原始、最基本的需要，如空气、水、吃饭、穿衣、住宅、医疗等等。如果得不到满足，人类的生存就成了问题。这就是说，它是最强烈的不可避免的最底层需要，也是推动人们行动的强大动力。

因此，能够拥有一定的住所，并且达到基本舒适的程度，是人的最低层次的需求。有建筑就有建筑能耗，降低建筑能耗的前提是要满足基本的生理需求，这是最低的要求。我们要节约建筑能耗，但并不是不使用能源，而是在满足人的基本舒适的前提下尽可能地节约能源。

### **4.3.3** 建筑能耗控制指标分级

发达国家建筑能耗一般占到总能耗的30%一40%，我国建筑能耗也占到总能耗的近三分之一。HVAC系统能耗约占建筑能耗的近1/2，与其他工业行业用能相比，采暖空调能耗，既有能源消耗的共性，但也有其特殊性1。

从建筑设备用能端看，无论是采暖、通风、空调还是照明、家用电器等，消耗的能源都是煤、电、天然气或石油2。从用能服务对象来看，建筑要达到一定的热舒适，这个热舒适的范围以温度为标准是在16℃-26℃之间，这是一个常温下的低密度热量消耗，也就是单位建筑面积的能耗。单位建筑面积的能耗从建筑物的设计及建成开始，就已经确定了，单纯降低采暖、空调的能耗只能起到很小的作用。建筑物的朝向、围护结构、体型系数、窗墙比等在建筑物设计建造之时就已经确定了，建筑能耗的高低实际上是建筑师设计出来的，因此建筑能耗具有“与生俱来”的特性，因此，建筑节能要从建筑的设计建造开始。我国城镇采暖能耗过高，与建筑物的围护结构保温不良、供热系统效率不高，各输配环节热量损失严重以及热源效率不高等因素有关。本文所研究的住宅建筑能耗，也是住宅建筑这种“与生俱来”的能耗3。

经济发展导致人均建筑面积的增加，也导致建筑总能耗和人均建筑能耗的增加。对于公寓式宿舍、经济适用房和别墅，他们的人均能耗和户均能耗的差异无疑也是非常大的。虽然高档别墅和经济适用房都要使用煤、电、天然气、油等能源，但是很明显，高档别墅所消耗的能源，无论从用能总量还是人均能耗都远远多于经济适用房。

我国建筑能耗的总量和在国民经济总能耗中的比例呈现逐年上升趋势。究其原因，主要有以下几个方面：第一，由于城镇化进程的加快，大量高档办公楼等公共建筑兴建，特别是全社会低收入阶层的人均住房面积和居住环境质量的逐步改善，必然导致全社会建筑能耗总量的增加。第二，由于经济的快速发展，高收入人群越来越多，并且高档豪华住宅的数量也呈现出飞速增长的趋势，这也成为导致我国建筑能耗总量增加的一个重要因素。尽管这些高档豪华住宅的单位建筑面积能耗“达到了建筑节能设计标准的要求”，但是，不论人均还是户均建筑能耗，都远远高于全社会的平均值。

众所周知，建筑节能是一项社会公益事业。建筑中设置采暖等建筑伺服系统

1余晓平.建筑节能科学观的构建与应用研究[D].重庆大学博士学位论文.2011.12.

2李国志.基于技术进步的中国低碳经济研究[D].南京航空航天大学博士学位论文.2011.8.

3刘加平，张卫华.建筑节能技术标准体系的法律基础[J].生态城市与绿色建筑，2010.2.15.

在很长历史时期内是作为我国的一项社会福利事业，人们已经习惯了以低廉的价格享用，这缘于我国在计划经济时代长期偏低的能源价格。进入市场经济社会后，虽然国家开始运用市场经济规则进行调整，但因全国执行统一的能源价格，我国大量的工业加工出口货物多为初级产品，能源在产品售价中占有相当大的比例；为保证国民经济的持续健康发展，国家难以在短期内将我国的能源价格完全与国际接轨，一次能源（煤、天然气、石油等）和二次能源（电力）的价格普遍低于国际市场，这意味着国家一直在能源供应方面给予了大量补贴。反映在建筑领域，就形成了谁消耗的能源越多，谁享受的国家补贴就越多的情况。富裕阶层占用的国家能源多，反而接受国家的补贴也多，这显然是不公平的。在能源补贴的情况下，公民使用的能源是廉价的，试想一下，如果建筑能耗在生活支出中所占比例微乎其微，谁又会去主动节约能源呢？在建筑节能领域，对于能源使用多、碳排放量高的建筑，理应比能源使用少、碳排放量少的建筑增加更多的资源使用费和环境污染费。

另外，我国现行的建筑节能技术法规，并没有考虑不同社会阶层在经济收入、人均建筑面积、建筑质量等级、社会文化背景以及地域自然条件等方面的差异，在同一地区，建筑节能的指标体系和技术要求是完全相同的。由于乡村社会阶层的分化，许多富裕村民新建了大量的豪华型高能耗建筑，而现行的建筑节能技术法规却对其无法制约。对于社会富裕阶层，他们使用的能源远比一般阶层多，而同时这些能源是受国家补贴的，是廉价的，这就势必使富有阶层占有更多的有限的廉价能源。这显然是不公平的。



图4.1各国住宅建筑物耗热量比较（中国建筑节能年度发展研究报告2013）

如上图4.1所示，我们可以明显得看出，不同质量等级的住宅建筑的单位面积耗热量指标是不同的，一般而言，公寓楼较低，而单体别墅较高。

2009年在丹麦首都哥本哈根举行的国际气候大会的焦点就在于，发展中国家期望发达国家承担更多的节能减排责任，而美国等西方国家则希望中国等发展中国家承担更多的节能减排义务。从控制全球气候恶化加速的现实角度，似乎人人都应该分担相同的责任，但从近现代工业文明发展史角度，不同国家和不同地区，分担的责任应该是有区别的。

城镇住宅建筑能耗指标分级理论的核心思想为：在发展经济的过程中，谁使用的能源越多，造成的污染越大，谁就应该承担更多的节能减排义务和责任。同理，不同质量等级的建筑消耗的能源多少不同，对环境造成的影响不同，应该执行不同的节能技术标准。应对高质量等级的建筑提出更严格的节能指标要求，以便控制单位建筑面积的总运行能耗。应对人均住宅建筑面积、户均建筑面积超过社会平均值的大户型建筑提出更高的节能指标要求，以便让社会富有阶层有节制地、合理地使用受国家补贴的能源。因此，作者提出将不同质量等级住宅建筑的单位面积人均耗热量指标分成高、中、低等等级，按照不同的等级执行不同的节能标准，以期实现能耗使用的真正公平。

## 4.4 小结

建筑能耗是社会公共产品，每个人都有消耗能源的权利；建筑节能是社会公益事业，它涉及到全人类的利益。作者在第三章中指出建筑能耗指标具有社会属性，本章将公平理论和马斯洛的需求层次理论应用于建筑节能中，进一步提出控制能耗增长的新途径。

马斯洛的需求层次理论将人的需求分为五种，像阶梯一样从低到高，按层次逐级递升，分别为：生理上的需求，安全上的需求，情感和归属的需求，尊重的需求，自我实现的需求。能够拥有一定的住所，并且达到基本热舒适的程度，是人的最低层次的需求。住宅建筑物的朝向、围护结构、体型系数、窗墙比等在建筑物设计建造之时就已经确定了，因此住宅建筑能耗具有“与生俱来”的特性。有建筑就有建筑能耗，降低建筑能耗的前提是要满足基本的生理需求，并不是没有碳排放，而是要在满足人们基本居住生活舒适需要的前提下尽可能降低能耗，这是最低的要求。

公平是人类追求的永恒理想和目标，本章从哲学、政治学、社会学、伦理学、经济学和法学的角度，分析了能源使用的公平理念。同时，能源是全人类共同拥

有的资源，它属于公共产品，因此，无论“贫穷”或“富裕”，都享有平等的能源使用权。由于我国能源长期以来是受国家补贴的，这就形成了谁消耗的能源多，谁就受国家补贴多的情况产生。富裕阶层占用的国家能源多，反而接受国家的补贴也多，这显然是不公平的。在建筑节能领域，对于能源使用多、碳排放量高的建筑，理应比能源使用少、碳排放量少的建筑增加更多的资源使用费和环境污染费。应对人均住宅建筑面积、户均建筑面积超过社会平均值的大户型建筑提出更高的节能指标要求，这样可以大大降低全社会的建筑能耗，也可以让社会富有阶层有节制地、合理地使用受国家补贴的能源。这就是公平理念在建筑节能领域的体现。

5城镇住宅建筑能耗指标分级

“十一五”期间，我国执行的主要建筑节能标准为50%，“十一五”末逐步提高到“三步”节能标准的水平。北京市2013年1月1日在全国率先开始执行75%的居住建筑节能设计标准。根据《“十二五”建筑节能专项规划》，到“十二五”期末，建筑节能形成1.16亿吨标准煤节能能力。

为保障建筑节能事业的发展，国家采用了一系列的节能先进技术和措施，以建筑节能的法律、法规作为保障，实现住宅建筑的单位面积能耗降低。但是，由于经济发展和计划生育政策，当前家庭人口数量下降，人均住房面积呈现增长趋势，城镇住宅建筑的户均、人均以及单位面积人均耗热量指标都随之增长。就人均能耗、户均能耗和单位面积人均耗热量指标而言，面积小、人口数量多的小户型住宅建筑要远远小于面积大、人口数量少的大户型住宅建筑。

## 5.1 城镇住宅建筑能耗指标分级的方法和原则

### **5.1.1** 阶梯电价的定价方法和原理

5.1.1.1拉姆齐定价原则

根据2010年10月国家发改委《关于居民生活用电实行阶梯电价的指导意见（征求意见稿）》的规定，居民阶梯电价是指将现行单一形式的居民电价，改为按照用户消费的电量分段定价，用电价格随用电量增加呈阶梯状逐级递增的一种电价定价机制。长期以来，我国对居民电价采取低价政策。近年来我国能源供应紧缺、环境压力加大等矛盾逐步凸显，煤炭等一次能源价格持续攀升，电力价格也随之上涨，但居民电价的调整幅度和频率均低于其他行业用电，居民生活用电价格一直处于较低水平，从而造成用电量越多的用户，享受的补贴越多；用电量越少的用户，享受的补贴越少，既没有体现公平负担的原则，也不能合理体现电能资源价值，不利于资源节约和环境保护。为了促进资源节约和环境友好型社会建设，引导居民合理用电、节约用电，有必要对居民生活用电实行阶梯电价。

2011年11月30日国家发改委推出了居民阶梯电价指导意见：把居民每个月的用电量分成三个档：第一档是基本用电，第二档是正常用电，第三档是高能耗用电。第一档用电量按照覆盖80%居民的用电量来确定，第二档用电量按照覆盖95%的居民家庭用电量来确定。剩下5%的居民用电量是高能耗用电量，是第三档。第一档电价保持稳定，不做调整；第二档电价提价幅度不低于每度5分钱；第三档电价每

度要提高3毛钱。居民用电实行阶梯电价，既可以使居民电价能够逐步反映合理的供电成本，以促进资源节约和环境保护，又能兼顾不同收入者的承受能力1。

阶梯电价是以拉姆齐（Ramsey, 1927）定价原则2为基础的一种定价方式，核心思想是追求预算平衡（满足垄断企业的收支平衡）约束下的社会福利最大化3。拉姆齐定价要求产品定价应考虑到不同产品的需求弹性，高需求弹性的产品价格上升幅度小，低需求弹性的产品价格上升幅度大。或者说，拉姆齐定价法是使用

“与弹性成反比”规则，价格弹性较低的用户被收取较高的价格，因此也为补偿固定成本做出更多贡献。拉姆齐定价策略既考虑了生产者自身的成本，又兼顾到消费者的支付意愿，一直被看做符合社会福利要求的定价模型。

5.1.1.2阶梯电价的经济性分析

根据拉姆齐定价原则，供电企业对居民用户提供电力服务的定价方式不仅需要考虑供电成本和用户需求弹性，还应考虑该类用户对资源与环境造成的外性4。根据居民的收入情况，居民大致可以分为三个群体：低收入家庭、中等收入家庭和高收入家庭。各收入群体有不同的用电预算，一般地，低收入家庭用电少，高收入家庭用电多。因此，对用电量分档定价基本符合收入群体定价原则。通常来说，低收入群体对电价敏感，用电量也以满足基本生活需求为主，价格弹性较大，带来的社会外部性也小；相反，高收入群体则不太在乎电价的上涨，用电量在满足正常生活需求的基础上，有可能进一步追求高质量的生活用电，因此造成的社会成本也比较大。因此，合理的用电定价策略应该是在低收入群体使用的基本电量内实行低电价，对超过基本用电量的部分实行累进加价，过度用电的高收入群体应征收高价电费，将获得的利润填补用于向低收入群体收取低价电费造成的损失，这样既可以提高居民节约用电的积极性和主动性，抑制不合理的用电需求，又能弥补单一定价在社会公平和效率方面的缺陷。

### **5.1.2** 城镇住宅建筑能耗指标分级的方法和原则

在建筑节能领域，可以借鉴差额电价的收费方法，定出一个基准能耗后，80%的住宅建筑的住户不多缴纳能源使用费，继续使用受国家补贴的能源。80%-95%的住宅建筑的住户，加收能源使用费10%；最后剩余的5%的高能耗住宅建筑的住户，实现更加严格的节能标准，在此基础上再加收能源使用费10%。

1李媛.基于模糊需求响应的阶梯电价制度研究[D].上海交通大学硕士学位论文，2012.2.

2 Brown, Stephen J, David S Sibley. The Theory of Public Utility Pricing[M]: Cambridge University Press.1986.

3朱成章.关于我国实行阶梯电价的建议和设想[J].中外能源，2010（5）.

4王睿淳，孙晓菲，薛松等.居民阶梯电价指导意见下的不同定价方案分析[J].水电能源科学.2013（1），P215.

参考阶梯电价的方法，我们对城镇住宅建筑能耗指标进行分级，具有更高的实际操作性。

对于建筑而言，它的能耗也是受国家补贴的，存在用能多的用户，享受的补贴越多的情况。借鉴阶梯电价，作者对住宅建筑能耗指标分级制定了相关原则：

一、补偿成本与公平负担相结合。从经济效率的角度考虑，住宅建筑能耗指标总体上要反映不同质量等级建筑的能耗情况，也要考虑不同收入群体对能耗使用费的承受能力，充分考虑效率与公平的均衡，设置合理的住宅建筑能耗指标等级体系，既让低能耗低收入群体用得起能源，又要引导高能耗高收入群体合理使用能源。同时，对于单位面积人均能耗指标超过基准值的以及单位面积人均能耗指标超过平均值的住宅建筑加收能耗使用费。

二、统一政策与因地制宜相结合。国家制定住宅建筑能耗指标分级政策总体框架和指导性意见，各地结合当地自然地理环境、住宅建筑能耗情况和居民收入等情况，确定具体实施方案。家庭可支配收入对低收入家庭的用电情况影响很大，低收入家庭的能源使用弹性大，所以住宅建筑能耗指标的第一等级要充分考虑可支配收入这个参数。而我国地域广大，地区间经济发展不平衡，因此，也应充分结合各地住宅能耗情况和居民收入情况，确定各地具体的实施方案。

三、立足当前与着眼长远相结合。住宅建筑能耗分级近期应着力于建立机制，保证大多数居民住宅建筑能耗基本稳定；长远目标要逐步反映建筑能耗资源价值，引导国家和居民向节能型建筑发展。

对住宅建筑耗热量指标进行“等级”划分后，我们区分不同质量等级的建筑，对不同质量等级的建筑执行不同的节能技术标准。对高质量等级、高能耗的建筑提出更严格的节能指标要求，用以控制单位建筑面积的总运行能耗。同时，对人均住宅建筑面积、户均住宅建筑面积超过社会平均值的大户型建筑也应提出更高的节能指标要求。通过这些措施，可以大大降低全社会的建筑总能耗，控制高能耗建筑的增长。同时，也可以让社会富有阶层有节制地、合理地使用受国家补贴的能源，提高全民在享受国家优惠能源政策和实现节约建筑能耗等方面的公平性，实现真正“公平”的建筑节能。

## 5.2 城镇住宅建筑指标能耗分级

建设部副部长仇保兴曾经表示，关于发展节能和绿色建筑，建设部制定了两个阶段的目标：第一个阶段，到2010年，全国新建建筑争取三分之一以上能够达到绿色建筑和节能建筑的标准。同时，最主要的是全国城镇建筑的总能耗要实现

节能50%；第二个阶段，到2020年，要通过进一步推广绿色建筑和节能建筑，使全社会建筑的总能耗能够达到节能65%的总目标。1

我国城镇住房建筑式样分为四类：单栋住宅、普通楼房、单元房、平房及其它。其中，单元房按照居室数又可分为单元房一居室、单元房二居室、单元房三居室、单元房四居室以上。从住房建筑式样来看，单元房仍然在住房存量中占据主体，2009年其所占比重为84.1%，其中，二居室和三居室单元房在住房存量中所占比重分别为44.2%和30.8%；单栋住宅所占比重为3.5%。与2008年相比，单元房所占比重提高了0.7个百分点，而普通楼房、平房及其它所占比重分别下降

0.16个和0.48个百分点，表明总体住房质量有所提升。从住房建筑式样来看，单元房仍然在住房存量中占据主体，2009年其所占比重为84.1%，其中，二居室和三居室单元房在住房存量中所占比重分别为44.2%和30.8%；单栋住宅所占比重为

3.5%。与2008年相比，单元房所占比重提高了0.7个百分点，而普通楼房、平房

及其它所占比重分别下降0.16个和0.48个百分点，表明总体住房质量有所提升。与全国平均水平相比，2009年35个大中城市住房存量中，单栋住宅、单元房、普通楼房、平房及其它所占比重分别为1.0%、93.4%、3.8%和1.8%。单元房比重高于全国平均水平。其中，大约三分之二的城市二居室单元房在住房存量中所占比重超过50%2



图3.8 西安市城镇住宅建筑单位面积上的人均耗热量指标

在第三章中，我们已经计算出单位面积的人均耗热量指标，通过图3.8可以看出，随着时代的发展，建筑节能技术的进步，新建的别墅等大户型住宅的单位面

1 [http: //news. sina. com. cn/o/2005-02-24/10515191582s. shtml](http://news.sina.com.cn/o/2005-02-24/10515191582s.shtml)

2资料来源：国家统计局，REICO数据库

积能耗是减少的，但是，由于其住宅内的人口数量较少，导致单位面积人均能耗比较高。通过调研可以得知，在34栋住宅建筑中：

（1）单位面积人均耗热量指标在0-1Kwh/m2·人的有5栋建筑，占15%；

（2）单位面积人均耗热量指标在1-2Kwh/m2·人的有13栋建筑，占38%；

（3）单位面积人均耗热量指标在2-3Kwh/m2·人的有9栋建筑，占26%；

（4）单位面积人均耗热量指标在3-3.5Kwh/m2·人的有5栋建筑，占15%；

（5）单位面积人均耗热量指标在3.5-4Kwh/m2·人的有2栋建筑，占6%。在这34栋住宅建筑中，80%的建筑（27栋建筑）的单位面积上的人均能耗都

集中在3Kwh/m2·人以下，只有20%的建筑的单位面积上的人均能耗集中在

3Kwh/m2·人以上。通过查阅调研的留底资料，发现单位面积上的人均能耗最低的为某经济适用房，单位面积人均耗热量只有0.16 Kwh/m2·人，单位面积人均能耗最高的是某别墅，为3.6Kwh/m2·人，两者相差20倍之多。

根据单位面积上的人均耗热量指标，研究将住宅建筑能耗分为四级（如表5.1

所示）：

第一级：单位面积上的人均能耗在大于1Kwh/m2·人・年小于3Kwh/m2·人的，为第一级，此为基准建筑能耗指标，在此能耗指标区间的，不加收能耗使用费。

第二级：单位面积上的人均能耗在3-3.5Kwh/m2·人・年以上的，为第二级，在此能耗指标区间的，加收能耗使用费10%。

第三级：单位面积上的人均能耗在3.5-4Kwh/m2·人・年以上的，为第三级，在此能耗指标区间的，再加收能耗使用费10%。

补贴级：单位面积上的人均能耗小于1Kwh/m2·人・年的，为补贴级，在此能耗指标以下，不但不加收能耗使用费，相反还应该进行能耗补贴。

单位面积上的人均能耗低于1 wh/m2·人・年的，在34栋建筑中有3栋建筑（如图2.8），约占15%，主要是超小户型和经济适用房，这两类住宅建筑的特点是：面积小，人口多，单位面积上的人均耗热量很低。对于这样没有达到基本能耗标准的住宅建筑，国家不但不应该加收能耗使用费，还应当给予适当补贴。

表 5.1 城镇住宅建筑能耗指标分级方案

| 分级 | 分级性质 | 覆盖范围 | 能耗价格方案 |
| --- | --- | --- | --- |
| 第一级 | 基本建筑能耗 | 覆盖 80%建筑  能耗住户 | 保持稳定，不做调整 |
| 第二级 | 保证热舒适前提下的建筑能耗 | 覆盖 95%建筑能耗住户 | 提高能源使用费 10% |
| 第三级 | 建筑高能耗 | 主要适用于少数高收入群体的奢侈性用能 | 在第二级基础上再提高能源使用费 10% |
| 补贴级 | 未满足基本建筑能耗 | 城镇低保户、五保户等贫困群体 | 每平方米建筑上补贴一定的能源使用费 |

根据调研数据及对其计算、分析的结果，我们可以看出：

1．我国在2000年之后进入了大规模的住房建设时期，商品房大规模建造，人均建筑面积大幅度提高，我国城镇居民住宅人均面积从2002年的24.5m2/人上升到

32.7m2/人，增幅达到25.08%.1

2．当前，我国主要城市已经实现建筑节能50%的目标任务，西安市也已经于

2010年实现建筑节能65%的建筑节能目标。根据论文前面的调研、计算和分析，我们可以得知，对于既有建筑而言，很多还没有实现建筑节能的改造，绝大多数住宅建筑的单位面积的耗热量指标比较大。

根据建设部《建筑节能“九五计划和2010年规划”》的规定，新建建筑均按照节能标准设计建造，在这一条件下，无论何种面积的住宅建筑，都符合国家节能建筑的标准，因此，这些新建住宅建筑的单位面积耗热量指标，应该基本上是相同的。在此基础上，决定单位面积人均耗热量指标的因素就是住宅建筑中的人口数量。

3．根据《中国统计年鉴2012》，2011年，全国平均家庭规模为3.02人/户，陕西省平均家庭规模为3.16人/户。同时，根据《中国统计年鉴2012》调查统计的全国及陕西省一人户、二人户等人口数，笔者计算出一人户、二人户等每户人口规模所占的比例（如下表5.2所示）：

1 中国统计年鉴 2011

表5.2 全国和陕西省每户人口规模对比

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 一人户  （%） | 二人户  （%） | 三人户  （%） | 四人户  （%） | 五人户  （%） | 六人户  （%） | 七人户  （%） | 八人户  （%） | 九人户  （%） | 十人及以  上户（% |
| 全国  平均 | 14.01 | 26 | 27.7 | 16.92 | 9.41 | 4.08 | 1.11 | 0.46 | 0.18 | 0.14 |
| 陕西省 | 12.01 | 23.57 | 26.87 | 19.6 | 11.08 | 5.14 | 1.22 | 0.38 | 0.06 | 0.06 |

）

由表5.2全国和陕西省每户人口规模对比可以看出，全国平均，三人户最多，占到27.70%，其次是二人户，占26%，再次是四人户，占16.92%。三人户和二人户共占53.7%，二人户、三人户和四人户共占到70.62%。再看陕西省的数据，也是三人户最多，占到26.87%，其次是二人户，占23.57%，再次是四人户，占19.6%。三人户和二人户共占50.44%，二人户、三人户和四人户共占70.04%。可见，陕西省和全国平均的每户人口规模趋势是一致的。二人户和三人户占到一半以上，家庭规模趋于小型化。

根据《中国统计年鉴2012》，2011年，城镇每户人口数是2.87人/户，城镇人均住房面积为32.7 m2/人，2010年人均住房面积为31.6 m2/人。由于论文是以城镇住宅建筑作为样本的，因此，论文采用的城镇平均每户人口数为2.87人/户，城镇人均住房面积为32.7 m2/人。并且，根据《西安市统计年鉴2011》，2010年，西安市城镇人均住宅建筑面积为28.7 m2/人，比全国平均水平略低；每户2.81人，每户规模略小于全国平均水平。简要分析下家庭规模变小的主要原因为：

（1）第二次世界大战之后，西方国家的家庭小型化趋势增强，联合家庭越来越少。历史上子孙几代同堂，兄弟姐妹婚后仍和父母住在一起，并且邻里关系亲密，这种关系随着工业化、城市化和现代化已经一去不复返了。联合家庭大大减少，核心家庭和单身家庭增加，是使平均家庭规模变小的重要原因。美国1860年南北战争前的家庭规模是5.54人/户，到20世纪70年代减少为3.70人/户，现在下降到小于3人/户的水平。

（2）中国的家庭规模缩小，核心家庭增加，家庭功能弱化。1982年到1990年两次人口普查之间，家庭户规模从4.3人/户下降到3.9人/户，2000年第五次人口普查平均家庭规模为3.44人/户。根据《中国统计年鉴2012》，2011年，全国平均家庭规模为3.02人/户，陕西省平均家庭规模为3.16人/户，全国城镇平均每户人口数是2.87人/户。

4．由于2010年我们已经完成了建筑节能65%的目标，新建建筑已经是按照新的节能标准设计建造，因此，单位面积的耗热量指标此时已经可以忽略不计，前

面我们的计算也从另外一个方面论证了笔者的观点，即：在相同的材料、结构和节能技术条件下，我们仅从人均建筑面积和人口数量就可以划分住宅建筑的能耗

“级别”。

我们用实际调研、统计能耗则算的方法印证了大户型的人均能耗是比小户型高的，因此，就可以使用单位面积人均耗热量这个指标来“落实”我们的能耗“分级”。

根据作者提出的住宅建筑能耗指标分级，第一级是不缴费的，第二级和第三级要增收能耗使用费，并且建筑面积越大并且人均建筑面积越大，能耗使用费征收的比例越高。另外还有一个补贴级，在这个能耗指标等级里，不但不收取能源使用费，还要受到国际的补贴。这类似我国的阶梯电价，凡是使用得多的，每度电的价格就高，使用得更多的，每度电的价格就更高，以此来限制使用电量大的用户。作者对于住宅建筑能耗指标的“分级”，也体现出了这样的原则和初衷，对于能耗使用多的用户，要多缴纳能耗使用费，使用得更多的家庭，要缴纳更加多甚至是成倍增长的能耗使用费。对于没达到使用基准的用户，政府还要对其进行补贴，以实现能耗使用的“公平性”。

## 5.3 典型城镇住宅建筑能耗热工计算及分析

随着我国的城市化进程的加剧以及人们对于室内热环境要求的不断提高，建筑的能耗状况已凸显成为全社会普遍关注的问题。据相关资料显示，北方城镇采暖的能耗消耗的商品能源到目前为止已达到1.02×1011kWh，约合1.66×1011tce1，故进一步降低城镇住宅建筑的能耗显得十分必要，但目前我国降低新建建筑能耗的手段为：实行建筑节能65%的设计标准，且不分住宅建筑的质量等级，这样势必会导致人均能耗不公平的问题产生，高质量等级的住宅建筑的人均耗热量指标要远高于低质量等级住宅建筑的耗热量指标。加之能耗是受国家补贴的，长此以往将会造成人们过度追求人均居住面积大的住宅建筑形式，最终导致住宅能耗的进一步增加。为此，我们希望通过技术措施及法律约束改变当前人均建筑能耗不公平的现状。

为了进一步验证作者对城镇住宅建筑能耗分级的科学性和准确性，本文在此选取西安市三种典型的不同居住形式的建筑作为模型进行热工分析，分别为：80平方米以下经济适用房（建于2012年，简称为经适房A），120-150平方米普通高层住宅建筑（建于2011年，简称为普通高层住宅B），以及180平方米以上别墅建筑（建于2011年，简称为别墅C）。选取这三类城镇住宅建筑是因为他们具有代表性，A是新建的符合国家节能标准的经济适用房，B是一般面积的且符合国家建筑节能标准的普通高层住宅建筑，C是新建的符合国家节能标准的别墅。根据建筑建造信息及调研结果分别对这三栋不同形式的建筑的人均能耗及单位面积人均能耗指标进行计算，并通过技术手段给出相应的措施以求在某种程度上改善人均能耗不公平的现象。

### **5.3.1** 计算依据

本文对三栋建筑设定的室内计算温度均为18℃，当围护结构内侧为楼梯间时取12℃，西安采暖期室外平均温度为2.1℃。建筑的热工性能参数均能满足《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26–2010对当前新建建筑的限定。具体的建筑信息如下：

1.经济适用房 A

该建筑为地下1层地上30层的高层经济适用型居住建筑，建筑总面积29763.2

㎡，体型系数为0.23，各个朝向的窗墙面积比为：南向0.35；东向0.17；西向

1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2013[M].北京：中国建筑工业出版社，2013

0.07；东向0.19；北向0.3，非阳台窗的综合遮阳系数为0.49，有封闭阳台的窗的综合遮阳系数为0.13，建筑的换气次数为0.6，其围护结构的具体做法如下：



图5.1 某经济适用房剖面图



图5.2 某经济适用房某个单元平面图

图5.1是某经济适用房A的剖面图，图5.2是某经济适用房某个单元的平面图。根据公式2-3，以及此经济适用房A的各项指标，计算出建筑物的单位面积的耗热量指标为18.28W/m2。经调查，该栋建筑住户720户，人口数量2160人，故根据公式3-1，可以计算出此经济适用房单位面积上的人均耗热量指标是：0.074Kwh/m2·人・年。

2．普通高层住宅建筑 B

该建筑为地下1层地上18层的普通高层住宅建筑，建筑总面积9287㎡，体型系数为0.26，各个朝向的窗墙面积比为：南向0.5；东、西向0.06；北向0.3，非阳台窗的综合遮阳系数为0.49，有封闭阳台的窗的综合遮阳系数为0.13，建筑的换气次数为0.6，其围护结构的具体做法如下：



图 5.3 某普通高层住宅剖面图



图 5.4 某普通高层住宅标准户型平面图

图5.3是某普通高层住宅建筑的剖面图，图5.4是某普通高层住宅建筑的标准户型平面图，根据公式2-3以及此普通高层住宅建筑B的各项指标，计算出建筑物的单位面积的耗热量指标为18.49W/m2。经调查，该栋建筑住户72户，人口数

量216人，故根据公式3-1，可以计算出此经济适用房单位面积上的人均耗热量指标是0.75Kwh/m2·人・年。

3．联排别墅 C

该建筑为地下1层地上2层的居住建筑，建筑总面积1593.85㎡，体型系数为0.50，各个朝向的窗墙面积比为：南向0.35；东向0；西向0.02；北向0.3，非阳台窗的综合遮阳系数为0.49，有封闭阳台的窗的综合遮阳系数为0.13，建筑的换气次数为0.6，其围护结构的具体做法如下：



图 5.5 某联排别墅剖面图

图 5.6 某联排别墅首层平面图 图5.7 某联排别墅二层平面图

图5.5是某联排别墅的剖面图，图5.6和5.7是某联排别墅一、二层的平面图，根据公式2-3以及此联排别墅C的各项指标，计算出建筑物的单位面积的耗热量指标为25.15.49W/m2。经调查，该栋建筑住户72户，人口数量216人，故根据公

式3-1，可以计算出此经济适用房单位面积上的人均耗热量指标是

7.87Kwh/m2·人・年。

将此三类典型的经济适用房、普通高层住宅建筑和联排别墅的构造信息进行汇总，如下表5.3：

表 5.3 建筑构造信息及热工参数

| 建筑类型 | | | 普通高层 | 经济适用房 | 别墅 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 墙体 | 外墙构造 | | 1.20 厚水泥砂浆；  2.240 厚多孔砖墙；  3.20 厚水泥砂浆；  4.65 厚 XPS 保温板；  5.20 厚水泥砂浆； | 1.20 厚水泥砂浆；  2.240 厚多孔砖墙；  3.20 厚水泥砂浆；  4.65 厚 XPS 保温板；  5.20 厚水泥砂浆； | 1.外饰面  2. 4 厚聚合物砂浆  3. 60 厚岩棉保温板 4.  3 厚聚合物砂浆  5. 200 厚钢筋混凝土墙  6. 20 厚水泥石灰砂浆 |
| 传热系数 | | 0.7 | 0.7 | 0.45 |
| 内墙构造 | | 1. 20 厚混合砂浆  2. 4 厚聚合物砂浆  3. 20 厚胶粉EPS 颗粒浆料保温层  4. 3 厚聚合物砂浆  5. 350 厚钢筋混凝土墙  6. 20 厚混合砂浆 | 1. 20 厚混合砂浆  2. 4 厚聚合物砂浆  3. 20 厚胶粉 EPS 颗粒浆料保温层  4. 3 厚聚合物砂浆  5. 350 厚钢筋混凝土墙  6. 20 厚混合砂浆 | 1. 20 厚混合砂浆  2. 4 厚聚合物砂浆  3. 20 厚胶粉 EPS 颗粒浆料保温层  4. 3 厚聚合物砂浆  5. 350 厚钢筋混凝土墙  6. 20 厚混合砂浆 |
| 传热系数 | | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 外窗 | 外窗构造 | | 塑钢 Low-e 中空玻璃，空  气层 9 厚 | 塑钢 Low-e 中空玻璃,  空气层 9 厚 | 塑钢 Low-e 中空玻璃,  空气层 9 厚 |
| 传热系数 | | 2.7 | 2.7 | 2.7 |
| 遮  阳系数 | 无阳  台 | 0.49 | 0.49 | 0.49 |
| 有阳  台 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| 屋面构造 | 平顶构造 | | 1. 80 厚铺地砖;  2. 25 厚水泥砂浆保；  3. 3 厚两道防水层  4. 20 厚水泥砂浆找平；  5. 8 厚水泥焦渣找坡；  6. 100 厚现浇钢筋混凝土；  7. 60 厚 XPS 板；  8. 20 厚水泥砂浆保护. | 1. 80 厚铺地砖;  2. 25 厚水泥砂浆保；  3. 3 厚两道防水层  4. 20 厚水泥砂浆找平；  5. 8 厚水泥焦渣找坡；  6. 100 厚现浇钢筋混凝土；  7. 60 厚 XPS 板；  8. 20 厚水泥砂浆保护. | 1. 80 厚铺地砖;  2. 25 厚水泥砂浆保；  3. 3 厚两道防水层  4. 20 厚水泥砂浆找平；  5. 8 厚水泥焦渣找坡；  6. 100 厚现浇钢筋混凝土；  7. 60 厚 XPS 板；  8. 20 厚水泥砂浆保护. |
| 传热系数 | | 0.45 | 0.45 | 0.45 |
| 坡顶构造 | |  |  | 1. 20 厚水泥砂浆结合；  2. 60 厚 XPS 板  λ=0.028；  3.20 厚水泥砂浆；  4. 3 厚两道防水层  5.20 厚水泥砂浆找平；  6.现浇钢筋混凝土板 |
| 传热系数 | |  |  | 0.35 |

### **5.3.2** 计算方法

SC = SCC×SD = SCB×(1－FK/FC)×SD（式5-1）

式中：SC——窗的综合遮阳系数；

SCC——窗本身的遮阳系数；

SCB——玻璃的遮阳系数；

FK——窗框的面积；

FC——窗的面积，FK/FC为窗框面积比，PVC塑钢窗或木窗窗框比可取0.30，铝合金窗窗框比可取0.20；

SD——外遮阳的遮阳系数。

qH= qH·T ＋qINF－qI·H（式 2-3）式中qH——建筑物耗热量指标 (W/m )；

2

qHT——折合到单位建筑面积上单位时间内通过建筑围护结构的传热量(W/m2)；

qINF——折合到单位建筑面积上单位时间内建筑物空气渗透耗热量(W/m )；qIH——折合到单位建筑面积上单位时间内建筑物内部得热量，取3.8W/m 。

2

2

*qH*. *T**qHq**qHw**qHd**qHmci**qHy*

（式5-2）

式中：qHq——折合到单位建筑面积上单位时间内通过墙的传热量(W/m )；qHw——折合到单位建筑面积上单位时间内通过屋顶的传热量(W/m )；qHd——折合到单位建筑面积上单位时间内通过地面的传热量(W/m )；

2

2

2

qHmc——折合到单位建筑面积上单位时间内通过门、窗的传热量(W/m )；qHy——折合到单位建筑面积上单位时间内非采暖封闭阳台的传热量

2

(W/m2)。

Q Hq

*Q Hqi*

*A*0

*Qi Km qi Fqi* (*t n**t e* )

*A*0

（式5-3）

式中：qHq——折合到单位建筑面积上单位时间内通过外墙的传热量(W/m )；tn——室内计算温度，取18℃；当外墙内侧是楼梯间时，则取12℃；te——采暖期室外平均温度（℃），西安地区为2.1℃；

2

*qi*

——外墙传热系数的修正系数；

Kmqi——外墙平均传热系数[W/(m2·K)]；

Fqi——外墙的面积（m），可根据本标准附录F的规定计算确定；A0——建筑面积（m），可根据本标准附录F的规定计算确定。

2

2

*Q**q Hwi**wi Kwi Fwi* (*tn**te* )

*Hw*

*A*

*A*

0 0（式5-4）

式中：qHw——折合到单位建筑面积上单位时间内通过屋顶的传热量(W/m )；

2

*wi*——屋顶传热系数的修正系数；Kwi——屋顶传热系数[W/(m·K)]；Fwi——屋顶的面积（m）。

2

2

Q Hd

 *q Hdi*

*A*0

*K di Fdi* (*t n* *t e* )

*A*0

（式5-5）

式中：qHd——折合到单位建筑面积上单位时间内通过地面的传热量(W/m )；Kdi——地面的传热系数[W/(m·K)]；

2

2

Fdi——地面的面积（m）。

2

Q *qHmci*(*KmciFmci*(*tn**te* )*ItyiCmciFmci*)

Hmc

*A*

*A*

0 0

（式5-6）

*Cmci*

= 0.87×0.70×SC（式5-7）

式中：qHmc——折合到单位建筑面积上单位时间内通过外窗（门）的传热量(W/m )；Kmci——窗（门）的传热系数[W/(m·K)]；

2

2

Fmci——窗（门）的面积（m）。

2

Ityi——窗（门）外表面采暖期平均太阳辐射热(W/m )；Cmci——窗（门）的太阳辐射修正系数；

2

SC——窗的综合遮阳系数，按式5-1计算；

0.87——3mm普通玻璃的太阳辐射透过率；

0.70——折减系数。

q *q*

*H*y*i*

( *K*

q*mci*

*F*q*mci* i

(*tn*

*te*

)  *I*

*tyi*

'

mci

*C*

*Fmci* )

Hy

*A*

*A*

0 0（式5-8）

'

*C*

mci

= (0.87×0.90×SCW)×(0.87×0.70×SCN)（式5-9）

式中：qHy——折合到单位建筑面积上单位时间内通过非采暖封闭阳台的传热量(W/m2)；

*K*q*mci*——分隔封闭阳台和室内的墙、窗（门）的平均传热系数[W/(m2·K)]；

*F*——分隔封闭阳台和室内的墙、窗（门）的面积(m2)；

q*mci*

**i

*Ityi*

——阳台的温差修正系数；

——封闭阳台外表面采暖期平均太阳辐射热(W/m2)；

*F*——分隔封闭阳台和室内的窗（门）的面积(m2)；

*mci*

'

*C*

mci

——分隔封闭阳台和室内的窗（门）的太阳辐射修正系数；

SCW——外侧窗的综合遮阳系数，按式5-1计算；

SCN——内侧窗的综合遮阳系数，按式5-1计算。

折合到单位建筑面积上单位时间内建筑物空气换气耗热量应按下式计算：

Q INF

(*T n* *t e* )( *C pNV* )

*A*0

（式5-10）

式中：qINF——折合到单位建筑面积上单位时间内建筑物空气换气耗热量(W/m )；

2

*Cp* ——空气的比热容，取0.28 Wh/(kg·K)；

**——空气的密度(kg/m3)，取温度te下的值；N——换气次数，取0.5 h-1 ；

V——换气体积(m3)。

### **5.3.3** 计算结果及分析

通过对西安地区居住建筑的调研结果分析及人口普查的结果显示，西安市不同居住建筑形式人均建筑面积比例为，经济适用房：普通高层：别墅=1: 3: 5；本文通过调整普通高层及别墅的传热系数和换气次数两种技术手段，使建筑更加节能，再加收得出经济适用房、普通高层住宅建筑和别墅的单位面积上的人均耗热量指标。

表 5.4 西安市三类典型住宅建筑能耗调整前与调整后的对比状况

| 建筑类型 | | | 普通高层住宅 | 经济适用房 | 联排别墅 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 当前状况 | K(w/㎡ K) | 墙体 | 0.7 | 0.7 | 0.45 |
| 窗户 | 2.7(E,W)/2.1 | 2.1 | 2.7 |
| 屋顶 | 0.45 | 0.45 | 0.45(PR)/0.35 |
| 地面 | 0.31 | 0.31 | 0.31 |
| WWR(%) | 东 | 5.3 | 14.6 | 0 |
| 南 | 43.4 | 26 | 26.1 |
| 西 | 5.3 | 6.8 | 1.8 |
| 北 | 22.1 | 16 | 12.2 |
| S | | 0.23 | 0.24 | 0.50 |
| 换气次数 | | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| 单位面积能耗指标 | | 18.49 | 18.28 | 25.15 |
| 单位面积人均能耗 | |  |  |  |
| 调整状况 1 | K(w/㎡ K) | 墙体 | 0.5 |  | 0.3 |
| 窗户 | 2.1 |  | 1.7 |
| 屋顶 | 0.4 |  | 0.35(PR)/0.25 |
| 地面 | 0.1 |  | 0.1 |
| WWR (%) | 东 | 5.3 |  | 0 |
| 南 | 43.4 |  | 26.1 |
| 西 | 5.3 |  | 1.8 |
| 北 | 22.1 |  | 12.2 |
| S | | 0.23 |  | 0.5 |
| 换气次数 | | 0.6 |  | 0.6 |
| 单位面积能耗指标 | | 14.31 |  | 18.18 |
| 单位面积人均能耗 | |  |  |  |
| 调整状况 2 | K(w/㎡ K) | 墙体 | 0.7 |  | 0.45 |
| 窗户 | 2.7(E,W)/2.1 |  | 2.7 |
| 屋顶 | 0.45 |  | 0.45(PR)/0.35 |
| 地面 | 0.31 |  | 0.31 |
| WWR (%) | 东 | 0 |  | 0 |
| 南 | 20 |  | 20 |
| 西 | 0 |  | 0 |
| 北 | 15 |  | 10 |
| S | | 0.23 |  | 0.50 |
| 换气次数 | | 0.4 |  | 0.3 |
| 单位面积能耗指标 | | 14.25 |  | 18.26 |
| 单位面积人均能耗 | |  |  |  |

表5.4是将经济适用房、普通高层住宅建筑以及联排别墅三类典型建筑的单位面积的人均耗热量进行比较，并且通过调试传热系数，使三类典型建筑的传热系数等在同一水平线上。通过以上三类典型城镇住宅建筑的能耗计算以及调试，我发现：

1．在相同的热工性能下，住宅建筑的能耗指标（即住宅建筑的单位面积耗热量指标）存在差异。如表5.4，根据计算结果以及模拟，我们得知，经济适用房、普通高层建筑和联排别墅的单位面积耗热量指标分别是18.28W/m2, 18.49 W/m2和25.15W/m2，经济适用房和普通高层住宅的单位面积耗热量指标基本相同，联排别墅的单位面积耗热量较高。

2. 在同样的能耗指标下，能耗不仅和建筑本身的设计有关，也还带有明显的社会属性。将别墅和普通高层住宅建筑的传热系数都调整到和经济适用房一样严苛的要求，经济适用房每户假定为3.2人，普通高层住宅每户假定为3个人，联排别墅每户假定为5个人（经济适用房实际比这个多，别墅实际比这个少），以此为基础，计算出三类建筑的单位面积耗热量指标分别为18.28 W/m2, 14.13 W/m2 和

18.18 W/m2.

3．根据公式3-1，我们分别计算出三类住宅建筑的单位面积上的人均耗热量指标如下：

A经济适用房：

18.28365243600 =18.2836524 = 1601328 =0.69*K*w*h* / *m*2人年

3.6106(30243.2)

B普通高层住宅建筑：

10002304 2304000

调整前：

18.49365243600 = 18.4936524 =161972.4 =0.74*K*w*h* / *m*2人年

3600000(1843) 1000216 216000

调整后：

18.31365243600 =14.3136524 =125355.6 =0.58*K*w*h* / *m*2人年

3600000(1843)

C联排别墅：调整前：

1000216 216000

25.15365243600 = 25.1536524 = 220314 =4.41*K*w*h* / *m*2人年

3600000(105) 100050 50000

调整后：

18.18365243600 = 18.1836524 = 159256.8 =3.19*K*w*h* / *m*2人年

3600000(105) 100050 50000

通过以上计算，可以得出：

（1）调整前的单位面积上的人均耗热量指标：

经济适用房：普通住宅建筑：别墅=0.69:0.74:4.41=1:1.1:6.4

（2）调整后的单位面积上的人均耗热量指标：

经济适用房：普通住宅建筑：别墅=0.69:0.58:3.19=1:0.8:4.6

通过以上计算，我们可以看出，普通高层住宅建筑和联排别墅的单位面积上的人均耗热量指标高于经济适用房，即使在调整体形系数，使住宅建筑更加节能之后，普通高层住宅建筑的单位面积上的人均耗热量指标降到了和经济适用房相当的水平，但是，联排别墅的单位面积上的人均耗热量仍然远高于经济适用房和普通住宅建筑，达到4.6倍。

可见，虽然建筑的各项热工性能相同，但是，即使别墅的每户人口数多于普通高层住宅和经济适用房，就单位面积人均耗热量指标而言，别墅也远高于普通高层住宅建筑和经济适用房。

## 5.4 小结

城镇住宅建筑能耗指标分级理论的核心思想为：以公平理论为依据，在发展经济的过程中，谁使用的能源越多，造成的污染越大，谁就应该承担更多的节能减排义务。同理，不同质量等级的住宅建筑应该执行不同的节能技术标准。应对高质量等级的建筑提出更严格的节能指标要求，以控制单位建筑面积的总运行能耗。

不同类型既有住宅建筑的单位面积的耗热量指标不同，本章在此基础上，引进“人均”这个指标，计算出不同类型住宅建筑的单位面积人均耗热量，并借鉴阶梯电价的定价原则和方法，提出住宅建筑能耗指标的分级原则和方法。在建筑能耗指标分级的基础上，作者选取三类典型的住宅建筑——经济适用房、普通高层住宅建筑和别墅分别进行热工计算和分析。通过调整传热系数和换气次数两种技术手段，使建筑达到更加节能的状态，得出的结果是：虽然不同类型的住宅建

筑的热工性能相同，但是，就单位面积人均耗热量指标而言，别墅却远远高于经济适用房和普通高层住宅建筑。

因此，作者提出将不同质量等级住宅建筑的单位面积人均耗热量指标分成四个等级：第一级为基本建筑能耗等级，覆盖80%的能耗住户，能耗价格方面保持稳定，不做调整；第二级为保持热舒适前提下的建筑能耗等级，覆盖95%的能耗住户，提高10%的能源使用费；第三级为建筑高能耗等级，主要适用于少数高收入群体的奢侈性用能，在第二级的基础上再提高10%的能源使用费；第四级为补贴级，为未满足基本建筑能耗使用等级，主要适用于城镇低保户、五保户等贫困群体，每平方米建筑享受国家一定的能源补贴。

按照作者对不同质量等级住宅建筑的单位面积人均耗热量指标的分级，可以实现不同质量等级住宅建筑实行不同的节能标准，对单位面积人均耗热量指标较高的别墅提出的节能指标要求，要高于普通住宅建筑和经济适用房。通过这样的措施，也可以让社会富有阶层有节制地、合理地使用受国家补贴的能源，实现能耗使用的真正公平。

6建筑节能技术标准体系和法律体系完善的建议

随着工业化、城镇化进程加快和消费结构持续升级，我国能源需求呈刚性增长，受国内资源保障能力和环境容量制约以及全球性能源安全和应对气候变化影响，资源环境约束日趋强化，“十二五”时期节能减排形势仍然十分严峻。国务院将建筑节能列为10项节能重点工程之一。我国制定了很多建筑节能技术标准，同时，包括我国在内的很多国家的法律、法规体系中也将建筑节能作为重要内容加以规定。

## 6.1 建筑节能技术标准体系完善的建议

国务院关于《“十二五”节能减排综合方案》中将建筑节能作为重要内容加以规定：推动建筑节能。制定并实施绿色建筑行动方案，从规划、法规、技术、标准、设计等方面全面推进建筑节能。新建建筑严格执行建筑节能标准，提高标准执行率1。

因为建筑节能技术标准不属于法律规范范畴，但是，这些技术标准对推动国家建筑节能事业发展、节约建筑能耗有着非常重要的意义，并且，也为未来制定建筑节能法律、法规或者规章提供了技术支持和理论基础。因此，本节将建筑节能技术标准单独做一论述。

### **6.1.1** 现行建筑节能技术标准体系

配合节能住宅的要求，各部委依据各具体专业特点制定了诸多标准规范，以此指导、规范住宅建设活动，主要有：

（1）民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）JGJ26-95

（2）城市用地分类与规划建设用地标准GBJ137-90

（3）夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准JGJ134-2001

（4）夏热冬冷地暖居住建筑节能设计标准JGJ75-2003

（5）居住建筑节能设计标准（建标函[2005] 84号）

（6）民用建筑热工设计规范GB50176-93

（7）建筑中水设计规范GB50336-2002

（8）建筑照明设计标准GB 50034-2004

（9）采暖通风和空气调节设计规范GBJ19-2003

1“十二五”节能减排综合方案.国发办[2011] 26号，（十八）.

（10）建筑给水排水设计规范GB50015-2003

（11）节水型生活用水器具CJ164-2002

（12）城市污水再生利用-景观环境用水水质GB/T18921-2002

（13）住宅建筑规范

（14）住宅性能评定技术标准

（15）采暖居住建筑节能检验标准（JGJ132-2001）

各部委为督促建筑节能、节地、节水、节材工作的开展，进一步颁发了一系列的通知如下：

A.《关于新建居住建筑严格执行节能设计标准的通知》（建科[2005] 55号）

B．建设部、国家发展改革委员会、财政部联合印发《关于实施〈夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准〉的通知》（建科[2003] 237号）

C．住房和城乡建设部颁发的《“十二五”建筑节能专项规划》

D.国务院办公厅《关于进一步推进墙体材料革新和推广节能建筑的通知》（国发办[2005] 33号）

E．建设部《全国绿色建筑创新奖管理办法》建科函[2004] 183 号

F．建设部《关于发布〈建设部推广应用和限制禁止使用技术〉的公告》建设部公告第218 号

伴随着建筑节能发展实践的需要，国家也加大了建筑节能相关标准的编制和修订工作，这些标准为民用建筑节能设计标准提供了计算的依据、公式和参数，充分体现了建筑节能和资源节约的要求。这些标准、规范的颁布实施，对促进我国建筑节能的深入发展起到了积极的推动作用。

### **6.1.2** 现行建筑节能技术标准体系存在的不足

民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）、民用建筑热工设计规范作为技术标准，操作性较强，但由于不能对行为主体设定法律责任，所以严格来讲，并不属于法律体系。节能标准是实现建筑节能的量化指标，现阶段还存在不配套的问题，具体表现在：

第一，因为建筑节能涉及热工、力学等多个学科和多个环节，目前的建筑节能标准分散在不同专业的标准体系中，没有把它们分析整合，没有形成建筑节能标准自己独立的体系；

第二，建筑节能标准应用缺乏技术支撑，如导则、指南、图集等；

第三，标准编制的相关技术研究工作薄弱，当前，研究建筑节能技术的人很多，但是，研究建筑节能技术标准编定的人很少，这在一定程度上影响了标准的编制进度和质量，同时标准的实施也缺乏相关产品支持；

第四，现行的节能标准主要涉及建筑设计阶段，建筑节能过程（如建筑节能运行管理、能效、新能源利用、检测）的控制以及建筑是否节能的最终的认定与评价标准的研究尚不足，在标准体系中也缺乏这些方面的标准体系；

第五，以往我国的标准制定过程大都是政府主导、科研院所专家为主体的过程，缺乏实践环节，缺乏多层次专家的全方位论证，导致了我国建筑节能标准与市场的结合度不强，实际可操作性不高。

目前，虽然在现行的各种建筑节能技术标准中，严格了建筑能效标准，但对节能建筑“一刀切”的做法难以达到好的效果。比如：在国务院《“十二五”节能减排综合方案》中规定：严寒、寒冷地区、夏热冬冷地区要将建筑能效水平提高到65%。北京、天津等特大城市执行更高水平的节能标准。国务院《“十二五”节能减排综合方案》的初衷是好的，是为了提高建筑的节能效率，但是，这样的规定难免陷入“一刀切”和“不公平”的境地。众所周知，同样是严寒地区或者夏热冬冷地区，建筑的类型是多样的，建筑质量等级各有不同，建筑中的人群的能耗和收入情况也各不相同。对于不同类型的建筑，实行同样的节能标准，显然是不合理和不公平的。2013年1月1日，北京市已经率先在实行建筑节能75%的标准，但是，北京市的建筑仍然有各种类型和不同的质量等级，各种质量等级的建筑在同一标准下节能，造成的结果就是：在满足基本热舒适的前提下，高能耗的建筑并没有节约更多的能源（因为节能技术标准没有要求），而低能耗的建筑却是没有办法节约更多的能源（因为本身使用的能源有限）。

### **6.1.3** 建筑节能技术标准体系完善的建议

建筑节能标准体系虽然不是法律，甚至连规章都算不上，但是，建筑节能的各项标准是实现建筑节能的量化指标，是对建筑及配套产品进行节能性能评估的依据，是开展建筑节能行政执法的前提，建立健全建筑节能标准体系，对完善建筑节能法律法规体系，推进建筑节能深入开展具有重要作用。

建筑节能标准是开展建筑节能工作的基本依据，节能建筑的推行需要建立和完善建筑节能标准体系，建筑节能评价标准则是对建筑节能技术采用和使用水平的综合评价，包括技术可行、经济合理、使用舒适等方面。建立和完善建筑节能标准应注意以下三个方面的问题：

第一，各不同专业标准的统一协调。由于建筑节能技术涉及范围广泛，不同专业学科的技术交叉很多，节能建筑体现的和谐包括其自身的统一协调，即各专业技术在节能建筑上的统一和协调。

第二，建筑节能标准要结合当地的经济发展状况。我国经济发展不均衡，沿海地区与内地相差悬殊。参考国外建筑发展的三个阶段：第一阶段是工业化阶段，大量解决人的住房问题；第二阶段是注重性能和质量，提供差异化、个性化需求；第三阶段是关注整个建筑与全人类环境之间的关系，注重节能、生态和环保的问题。我国三个发展阶段同时存在，现行的建筑节能标准没有紧密结合当地的经济发展状况，而是不同的地区的建筑节能标准不同，这样可以与各地区的经济发展相适应。

第三，国家的建筑节能标准与地方标准应该相协调统一。国家标准在是在全国范围内通用的，而地方标准充分体现节能建筑的地方化（这与节能建筑发展因地制宜的特性有关）。地方标准在不违背国家标准的基础上，结合地域特征、气候特征和生产习惯、地方经济发展等制定的与该地区相适应的标准。建筑节能是一项与各地区气候紧密联系的活动。各地区气候、日照平均温度的差异会导致建筑节能采取措施的差异，换句话说，就是不同气候区的建筑节能所采取的措施肯定是不同的。因此，建筑节能法律制度在制定和适用过程中也体现出地域性的特点。我国幅员辽阔，维度跨低、中、高纬度地区。气候条件、生产生活习惯差异大，我国目前的建筑节能标准没有结合当地气候特点，不符合当地的生产生活习惯，实施起来操作性不太强。在中国，根据不同的气候条件，一共划分为5个建筑气候分区（即严寒、寒冷、夏热冬冷、夏热冬暖、温和五个气候区）。建筑节能法律制度要根据各个建筑气候分区的不同气候特点来确定不同的建筑节能标准，相应地，各个气候区域也根据本地区气候特点来选择不同的节能标准和规范。

另外，同一地区根据用途和类型不同的建筑物，由于使用条件不同，使用功能不同，也不应该全部按照同一个模式提出保温隔热等节能要求。

第四，建筑节能标准应考虑建筑物的功能差异。现有的建筑节能标准没有充分考虑建筑物的功能性差异。对大型公建与普通民用住宅提出相近的节能要求明显不合理，高能耗的别墅和经济适用房用同一节能标准要求也不合理。据统计，大型公建约占城镇建筑总量的4%，消耗的建筑能耗总量却占22%1。政府主管部

1姜兴坤.我国大型公共建筑碳排放预测及因素分解研究[D].中国海洋大学硕士学位论文.2012.6.

门对能耗大户应该制定更高、更严格的节能设计标准和施工验收标准，也就是要对建筑能耗指标进行分级。

因此，我们需要强化建筑设计过程的能耗指标控制，要根据建筑形式、规模及使用功能，在规划、设计阶段就引入分项能耗指标1，不仅如此，对于不同类型、不同质量等级的建筑，应该规定出不同的体形系数、采暖空调、通风、照明、生活热水等用能系统的设计参数及系统配置。即使如此，根据作者前面的研究，单位面积上的人均耗热量指标，别墅等大户型建筑也远远高于经济适用房等小户型建筑。

综上所述，今后建筑节能的技术指标体系应该引入“人均”耗热量这个指标，在技术标准中加以规定，使真正能耗高的建筑，节能技术标准对其要求也高，从公平的角度实现节约更多的建筑能耗。

## 6.2 建筑节能法律体系完善的建议

### **6.2.1** 建筑节能法律制度概述

法律（Law）是国家制定或认可的，由国家强制力保证实施的，以规定当事人权利和义务为内容的具有普遍约束力的社会规范。法律有广义和狭义之分。广义的法律：是指法的整体，包括法律、有法律效力的解释及行政机关为执行法律而制定的规范性文件（如规章）。狭义的法律：专指拥有立法权的国家权力机关依照立法程序制定的规范性文件。

建筑节能法律制度是由国家制定或认可，并由国家强制力保证执行的关于降低建筑能耗，提高建筑用能效率的法律规范的总称。建筑节能法律制度主要通过加强对建筑围护结构热工性能的标准限制，对建筑用能系统中主要设备的效率标准的限制以及鼓励可再生能源的开发利用来达到法律目的的实现。因此，它主要包括三个方面：第一，对建筑物围护结构热工性能的标准限制；第二，对建筑用能系统中主要设备的效率标准的限制；第三，鼓励可再生能源利用。

法律的作用有很多，最主要的包括以下几个方面：

（1）明示作用

法律的明示作用主要就是以法律条文的形式明确告知人们，什么是可以做的，什么是不可以做的，哪些行为是合法的，哪些行为是违法的。违法者将要受到怎样的制裁等。这一作用主要是通过立法和普法工作来实现的。

1国务院《“十二五”节能减排综合方案》

（2）矫正作用和惩罚作用

这一作用主要是通过法律的强制执行力来机械地校正社会行为中所出现的一些偏离了法律轨道的不法行为，使之回归到正常的法律轨道。对一些恶性犯罪分子的社会违法行为，在起到惩罚作用的同时，也对其他人起到教育作用。像法律所对的一些触犯了法律的违法犯罪分子所进行的强制性的法律改造，使之违法行为得到了强制性的矫正。

（3）预防和教育作用

对于法律的预防作用主要是通过法律的明示作用和执法的效力以及对违法行为进行惩治力度的大小来实现的。法律的明示作用可以使人们知晓法律的规定，从而明辨是非曲直，知道哪些行为是合法的，哪些行为是违法的，即在人们的日常行为中，什么是可以做的，什么是绝对禁止的，触犯了法律应受到的法律制裁是什么，违法后能不能变通，变通的可能性有多少等等。并且，通过对一些违法行为的制裁和矫正，对社会成员可以起到广泛的教育作用。

（4）维护社会秩序的作用

法律的最终作用，就是维护秩序和公序良俗。

建筑节能法律制度是由国家制定或认可，并由国家强制力保证执行的关于降低建筑能耗，提高建筑用能效率的法律规范的总称。建筑节能法律制度主要通过加强对建筑围护结构热工性能的标准限制，对建筑用能系统中主要设备的效率标准的限制以及鼓励可再生能源的开发利用来达到法律目的的实现。因此，它主要包括三个方面：第一，对建筑物围护结构热工性能等的标准限制；第二，对建筑用能系统中主要设备的效率标准的限制；第三，鼓励可再生能源利用。

6.2.1.1法律的特征 1．法律是一种具有概括性和普遍性的严谨的行为规范。

法律具有普遍性，即法律所提供的行为标准是按照法律规定所有公民一概适

用的，不允许有法律规定之外的特殊，即要求“法律面前人人平等”，一旦触犯法律，便会受到相应的惩罚。因此，我们的行为必须“以法律为准绳”。

2．法律是国家制定和认可的行为规范。

这是法律来源上的一个重要特征。所谓国家制定和认可是指法律产生的两种方式。国家制定形成的是成文法，国家认可形成的通常是习惯法。我国是大陆法系国家1，法律通常以成文法的形式出现。

1法系有大陆法系和英美法系之分，大陆法系也叫民法法系，英美法系也叫普通法系。两大法系存在很大区

3．法律是国家确认权利和义务的行为规范。

法律所规定的权利和义务，不同于其他社会规范的权利和义务，它是由国家制定或认可并保障的一种关系，这是法律的一个重要特征。

4．法律是由国家强制力保障实施的行为规范。

由于法律是一种国家意志，它的实施就由国家强制力来保障。法律所规定的权利和义务是由专门的国家机关以强制力保证实施的，国家的强力部门包括军队、警察、法庭、监狱等有组织的国家暴力机关。

5．法律是调整社会关系的行为规范。

因为社会是指以物质生产为基础而结成的人们的总体，法律的调整是指向人们的行为，是对人们行为所设立的标准，即调整一定的社会关系。

6.2.1.2建筑节能法律规范的特点

建筑节能法律规范作为法律体系的一部分，当然也具有法律的特征。

1．建筑节能是一种民事法律行为

建筑节能之所以是民事法律行为，是因为：首先，它是以法律规范的存在为前提，其活动受法律规范调整；其次，它是符合符合法律规定的行为；再次，它是能够产生法律后果的行为，即能够引起民事权利义务产生、变更和消灭的行为。

2．建筑节能法律规范的调整对象具有特定性

法律所调整的对象都是社会关系，建筑节能法律规范只调整在建造和使用建筑物过程中，降低建筑物使用能耗，提高能源利用效率所形成的一系列社会关系。

3．建筑节能的主体具有特定性和普遍性

建筑节能主体的特定是指的是从事建筑活动的主体身份特定，是那些从事建筑规划、设计、施工、建设、物业和建筑节能管理及相关人员。在建筑节能中，普通的老百姓也可以成为建筑节能的民事主体，从这个意义上说，建筑节能的主体具有普遍性。

4．建筑节能法律规范具有强制力

建筑节能法律规范和其它法律规范一样，是由国家强制力做保障的，具有普

别：（1）在法律思维方式方面，大陆法系属于演绎型思维，英美法系属于归纳式思维，注重类比推理（2）在法的渊源方面，大陆法系中法的正式渊源只是制定法，英美法系中制定法、判例法都是法的正式渊源。（3）在法律的分类方面，大陆法系国家一般都将公法与私法的划分作为法律分类的基础，英美法系则是以普通法与衡平法为法的基本分类。（4）在诉讼程序方面，大陆法系与教会法程序接近，属于纠问制诉讼，英美法系则采用对抗制诉讼程序。（5）在法典编纂方面，大陆法系的主要发展阶段都有代表性的法典，特别是近代以来，进行了大规模的法典编纂活动。英美法系在都铎王朝时期曾进行过较大规模的立法活动，近代以来制定法的数量也在增加，但从总体上看，不倾向进行系统的法典编纂。（6）两大法系在法院体系、法律概念、法律适用技术及法律观念等方面还存在许多差别。

遍约束力，违反建筑节能法律规范的行为都是违法行为，都要受到法律的制裁。建筑节能法律规范除了具有法律的特征以外，还具有技术性的特点。无论是提

高建筑围护结构的热工性能，提高建筑用能系统的工作效率，还是可再生能源的开发利用，建筑节能都涉及到了自然科学中很多领域的知识。相应地，建筑节能法律制度也带有极强的技术性特征，包括制定建筑节能标准，实施建筑能耗测评，对建筑物进行节能认证，或是对建筑用能系统中的器具进行能效标识的鉴定等等无不涉及到建筑节能技术。因此，建筑节能法律规范是带有极强技术性特征的法律制度。

### **6.2.2** 我国现行建筑节能法律体系

在第五章中，作者对住宅建筑的能耗指标进行了分级，这样的能耗指标分级，是建立在大量的调研、计算和分析论证的基础上的，真实可靠。

在我国当前的法律体系中，还没有任何一部法律，或者是法规、规章建立这样的住宅建筑能耗指标分级制度。在国外的建筑节能法律规范体系当中，也没有类似的分级制度。

在我国，按照宪法和立法法规定的立法体制，法律位阶（或者说法的效力等级）共分六级，它们从高到低依次是：根本法律、基本法律、普通法律、行政法规、地方性法规（自治条例和单行条例）和行政规章。

宪法是我国的根本法。基本法律的创制权属于最高国家权力机关全国人大，包括民事基本法、行政基本法和刑事基本法以及诉讼法等。普通法律由全国人大常委会制定和修改。行政法规的创制主体是中央人民政府即国务院。地方性法规、自治条例和单行条例的创制主体是省级（省、自治区、直辖市）人大及其常委会、较大的市的人大及其常委会（需报省、自治区的人大常委会批准后施行）。行政规章区分为部门规章和地方性规章两种，部门规章的创制主体是国务院各部、委员会、中国人民银行、审计署和具有行政管理职能的直属机构，地方性规章的创制主体是省级（省、自治区、直辖市）人民政府及较大的市的人民政府。

从法理上说，根本法律、基本法律、普通法律、行政法规、地方性法规（自治条例和单行条例）和行政规章这六个层次的法律位阶是从高到低，约束力也是从高到低，其中，更高层次的法是较低层次的法的上位法，较低层次的法成为下位法。也就是说，当下位法和上位法相冲突时，以上位法为准，或者说，下位法不得与上位法相抵触。

当前，节能型住宅的法律体系可以分为三个层次：第一层次是由全国人大及其常委会颁布的法律；第二层次是由国务院、有关部委及相关部门颁发的相关规章、标准；第三层次是由有立法权的地方人大颁布的地方性法规以及地方人民政府有关部门颁发的地方性规章、通知等。

1．全国人大及其常委会颁布的法律、法规

目前我国在这一层面上来规范、指导住宅建设行业行为的主要有：

（1）《中华人民共和国节约能源法》——中华人民共和国主席令，第90 号

（2）《中华人民共和国可再生能源法》——中华人民共和国主席令，第33

号

（3）《中华人民共和国建筑法》——中华人民共和国主席令，第91 号

（4）《中华人民共和国城市规划法》——中华人民共和国主席令，第23 号

《中华人民共和国建筑法》是建筑业最基本的法律，由全国人大常委会1997

年11月1日通过，是保证建筑工程质量与安全，对建筑活动实施监督管理的一部

法律，对各类建筑活动具有普遍约束力。《中华人民共和国建筑法》第2条规定：本法以加强对建筑活动的监督管理，维护建筑市场秩序，保证建筑工程质量和安全，促进建筑业健康发展为目的，不过其相关条款也强调了应提高房屋建筑设计水平，鼓励节约能源和保护环境，提倡采用先进技术、先进工艺、新型建筑材料和现代管理方式；《城市规划法》主要是为了适应社会发展和城市发展的需要，对城市进行规划建设，合理安排用地、市政设施等；《节约能源法》主要是为了促进能源的合理利用，主要是强调能源是全人类共有的财富，必须加以节约，并且要使用新型能源。《可再生能源法》主要是为了实现再生能源的开发和利用，因为能源并不是用之不竭的，所以，必须加大可再生能源的利用强度，使我们的社会和环境得以持续发展。1

2．行政法规和地方性法规

根据《中华人民共和国立法法》的规定，行政法规法规是指由国务院依照法定职权和程序制定的具有普遍约束力的法律规范。

地方性法规分为三个层次：一是由省、自治区、直辖市和较大的市的人民代表大会及其常委会依照法定职权和程序制定的地方性法规；二是由经济特区所在地的省、市的人民代表大会及其常委会依照法定职权和程序制定的经济特区的法

1建筑节能工程法规及相关知识.北京土木建筑学会，2005

规；三是由自治州、自治县的人民代表大会依照法定职权和程序制定的自治条例和单行条例。

3．规章

规章包括部门规章和地方政府规章。

部门规章，是指国务院各部、各委员会、中国人民银行、审计署和具有行政管理职能的直属机构（简称国务院部门）根据法律和国务院的行政法规、决定、命令，在本部门的职权范围内依照《规章制定程序条例》制定的规章。

地方政府规章是指省、自治区、直辖市和较大的市的人民政府根据法律、行政法规和本省、自治区、直辖市的地方性法规，依照《规章制定程序条例》制定的规章。

规章主要包括：

（1）2000年为贯彻《节约能源法》建设部颁布了《民用建筑节能管理规定》，此规章的颁布，目的是推动建筑节能50%设计标准的实施。这个规章主要是规定建筑项目的一系列施工过程的各个环节。2005年建设部又对《民用建筑节能管理规定》进行了修订，修订内容主要包括：增加了适用范围，《民用建筑节能管理规定》不仅能够适用于严寒（寒冷）地区，还能够适用于夏热冬冷（夏热冬暖）地区。可以说，《民用建筑节能管理规定》是一部较为完整集中的建筑节能规章。

（2）为了落实《民用建筑节能条例》，住房和城乡建设部在一定区域范围内试行了民用建筑能效测评标识制度，制定了《民用建筑能效测评标识技术导则（试行）》、《民用建筑能效测评标识管理暂行办法》、《民用建筑能效测评机构管理暂行办法》等规章，使建筑节能进一步制度化。

（3）《实施工程建设强制性标准监督规定》（中华人民共和国建设部2000

年8月25日颁布）

（4）《房屋建筑和市政基础设施工程施工图设计文件审查管理办法》（中华人民共和国建设部2004年8月23日颁布）

（5）《民用建筑工程节能质量监督管理办法》（中华人民共和国建设部2006年7月31日颁布）

（6）地方性规章，对各地结合实际执行建筑节能法律法规具有很强的针对性。如：《天津市室内采暖系统设计管理暂行办法》（1999年）、《江苏省建设节能管理办法》（2009年）等，均构成建筑节能法律法规体系的重要组成部分，有利于建筑节能法治环境的形成。

### **6.2.3** 我国现行建筑节能法律体系存在的问题

当前，我国建筑节能的法律体系虽然已经初步建立起来，但是，仍然存在一些不完善的地方。

1．《中华人民共和国节约能源法》作为法律，它的规定过于简略，未能统领相关下位法。

另外，同样作为法律的《中华人民共和国建筑法》的规定也过于原则，对工程各方的权利、义务没有具体规定到体现，导致的结果就是行政法规和部门规章缺乏上位法的支持和统一领导。

在我国现有的涉及建筑节能的法律文件中，仅有《中华人民共和国节约能源法》和《中华人民共和国建筑法》的效力等级是“法律”，这两部法律虽然法律效力等级高，但是因为缺乏对建筑节能方的责、权、利没有等没有明确的规定，操作性不强。因此，在法律层面上，建筑节能缺依然乏系统而明确的法律依据。国家立法机关应当完善这一方面的立法，为了促进国家建筑节能事业的发展，尽快出台法律层面的《建筑节能法》。

2．《民用建筑节能条例》作为主要的行政法规，缺乏经济激励性手段。《民用建筑节能条例》是国务院制定颁布的，效力等级较高，应该具有较强的可操作性，但是，在这部行政法规当中，对经济激励等具体措施也没有加以规定，导致没有办法操作，使得有节能愿望的人因为没有节能的激励措施而放弃节能。

3．规章虽然具有操作性但是法律位阶较低。

我国大量的规章存在，具有非常强的操作性。但是，规章多是由建设部制定的一些办法、规定等，在具体运用中难以产生较强的法律效力，对责任主体的法律约束效力不强。以上这些情况导致的结果是：有操作性的规章，地位太低，约束力不强；约束力强的法律、行政法规，规定太过原则，又缺乏可操作性。

### **6.2.4** 我国建筑节能法律体系完善的建议

总体来看，目前我国建筑节能的法律法规体系，具有操作性的规章和技术标准的层次都比较低，法律的规定太过原则，操作性比较差，标准体系规定的虽然具体，但是还有很多有待改进和完善的地方。虽然政策、目标已经明确，但在具体应用上仍然缺乏可操作性。因此，作者建议：

1．使规章、法规更具有操作性。

现行的建筑节能规章和法规的规定还是太过原则，有关立法部门应该做的是，对所有的规章，只要涉及到建筑节能方面的，都应当统一起来、协调起来。规范起来，来解决不同部门之间的规章的不统一甚至是冲突的问题。

同时，地方政府应该继续完善建筑节能技术标准，在完善建筑节能技术标准的前提下，加快规章的立法进程。同时要注意具有操作性的规章的技术问题，还有就是和上位法的相一致的问题，不能与上位法相冲突。

2．上位法——法律的修改。

《中华人民共和国节约能源法》是我们国家节约能源方面的法律，是对建筑节能的总体规范，法律效力比较高。但是，现有关于建筑节能的一般性原则规定对建筑节能难以起到规范作用。因此，我在立法上，还应该吸取建筑节能技术标准和规章等具有操作性的下位法的一些做法，尽量细化法律条文，使得法律真正能够操作，而不仅仅只规定原则。

《中华人民共和国建筑法》也是建筑业的另外一部法律，也要为建筑节能工作提供法律依据，但是，我国现行的《建筑法》中仅有关于建筑的规定，却没有建筑节能的相关内容。建议把建筑节能的相关内容作为单独的一个章节纳入《建筑法》中，并且明确规定权利、义务，使《建筑法》也具有可操作性。或者，也可以由全国人大常委会直接制定颁布《中华人民共和国建筑节能法》，以法律的形式直接对建筑节能进行规定，把建筑节能上升到更高层次的国家行为。

3．实施与法律、法规配套的财税激励政策。

仅仅依靠法律、法规、规章和技术标准进行建筑节能依然是不够的，这会让人感觉建筑节能是冷冰冰的、被强迫的行为，适当的激励措施会起到很好的效果。

建筑节能要推广，首先要有资金的保障。我们要开创建筑节能的新途径，加大融资力度，要在经济政策方面制定相应的扶持政策，建立和完善建筑节能的经济激励政策。对达不到节能设计标准的建筑，要采取一定的措施进行限制，比如：禁止投入使用等措施或者恢复征收固定资产投资方向调节税或者建筑能源消费税、墙改基金等。对于节能建筑，则实行零税率等政策。对超过节能设计标准或采用可再生能源的建筑，采取减免税收、费用、贴息贷款、财政补贴等手段进行鼓励。如果缺少这些激励措施，建筑节能只能纸上谈兵，建筑节能绝不可能靠几个人就能做成，国家必须出台大量的行之有效的措施激励广大建筑企业、开发商等。

综上所述，我国应尽快建立和完善建筑节能方面的法律法规和标准体系，并注重法律法规与标准体系之间的相互依赖的关系。在今后的立法当中，作者建议把这样的能耗指标分级写进地方行政法规和规章之中，可以先从西安市作为试点，先在住宅建筑节能设计标准中出现，然后以政府规章的形式出现，再推广至其他城市，再上升到陕西省全省范围，以地方法规的形式出现。为了提高法律的位阶和约束力，在试点成功之后，可以由陕西省人民代表大会以地方性法律的形式出现。按照法的位阶和效力，规章的约束力小于法规，法规的约束力小于法律，具有最高约束力的是一个国家的宪法。宪法是由我国的全国人民代表大会，按照一定的程序才能修改的。因此，将住宅建筑能耗指标分级能够写进规章，进而写进法规，再写入法律，将会是建筑节能行业和全社会的伟大进步。当然，当前情况下的法律建议，是首先从西安市进行试点，先从住宅建筑做起，再扩大到公共建筑，将笔者建议的住宅建筑能耗指标分级以西安市政府规章的形式或者西安市建委以部门规章的形式颁布，逐步在全社会推行。

## 6.3 小结

建筑节能技术标准不属于法律规范范畴，但是，这些技术标准对推动国家建筑节能事业发展、节约建筑能耗有着非常重要的意义，并且，也为未来制定建筑节能法律、法规或者规章提供了技术支持和理论基础。在当前建筑节能技术标准体系下，在满足基本热舒适的前提下，高能耗的建筑并没有节约更多的能源（因为节能技术标准没有要求），而低能耗的建筑却是没有办法节约更多的能源（因为本身使用的能源有限）。因此，结合作者研究的建筑能耗指标分级的结果，今后建筑节能的技术指标体系中应引入“人均”耗热量这个指标，在技术标准中加以规定，使真正能耗高的建筑，节能技术标准对其要求也高，从公平的角度实现节约更多的建筑能耗。

法律是国家制定或认可的，由国家强制力保证实施的，以规定当事人权利和义务为内容的具有普遍约束力的社会规范。建筑节能法律规范作为法律体系的一部分，当然具有法律的基本特征。本章从法律位阶和法律效力入手，分析了当前我国建筑节能法律体系的立法现状，明确了当前我国建筑节能法律体系存在的问题，作者结合研究成果，希望未来将建筑能耗指标分级的理论也应用于法律体系中，给出了我国建筑节能法律体系进一步完善的立法建议。

7结论和展望

## 7.1 结论

课题研究进行了大量的调研和计算，根据单位面积上的人均耗热量指标，得出了以下结论：

1．随着建筑技术的提高，建筑物单位面积的耗热量指标下降。单位面积的耗热量指标和住宅建筑的构造、建筑技术关系密切。

2．以西安市为例，占人口比例80%的人群，单位面积人均能耗指标是3

Kwh/m2·人·年，占人口比例为15%的人群，单位面积人均耗热量指标是3-3.5

Kwh/m2·人·年，占人口比例为6%的人群，单位面积人均耗热量指标在3.5-4 Kwh/m2·人・年。

3．以西安市为例，占人口比例80%的人群是中、低收入人群，20%的人群是高收入人群，根据测算和换算，单位面积上的人均耗热量，随着住宅面积的增加而增加。我们调研的住宅面积，也随着户均收入和人均收入的增加而增加。住宅建筑的单位面积人均耗热量指标城镇住宅中单位面积人均耗热量指标与各户经济收入之间呈正比关系。

4．根据研究结果，依据单位面积人均耗热量指标，将城镇住宅建筑耗热量指标做出如下分级：

第一级：单位面积上的人均能耗在大于1Kwh/m2·人・年小于3Kwh/m2·人的，为第一级，此为基准建筑能耗指标，在此能耗指标区间的，不加收能耗使用费。

第二级：单位面积上的人均能耗在3-3.5Kwh/m2·人・年以上的，为第二级，在此能耗指标区间的，加收能耗使用费10%。

第三级：单位面积上的人均能耗在3.5-4Kwh/m2·人・年以上的，为第三级，在此能耗指标区间的，再加收能耗使用费10%。

补贴级：单位面积上的人均能耗小于1Kwh/m2·人・年的，为补贴级，在此能耗指标以下，不但不加收能耗使用费，相反还应该进行能耗补贴。

5．依据分级研究成果，对我国建筑节能技术标准体系和法律体系的完善提出了立法建议。

## 7.2 未尽事宜

作者通过对西安市典型城镇住宅建筑进行大量的调研、热工分析和计算，得出了住宅建筑的单位面积能耗、人均能耗和户均能耗，最终得出了单位面积人均耗热量这个指标，并且依据单位面积人均耗热量这个指标，对住宅建筑能耗指标进行了分级，分为四个等级。最后，作者对我国建筑节能技术指标体系和法律体系的进一步完善提出了立法建议。

虽然作者做了大量的研究工作，对城镇住宅建筑的能耗指标也提出了分级，但是，对于能耗指标的分级还处于比较粗略的阶段，比如：对于超出基准的单位面积人均耗热量指标，每平方米加收10%的能耗使用费，每平方米的能耗使用费并没有测试和换算出来。举例说明，比如：国家在颁布节能标准和节能规章、法规甚至是节能法律时，应当将节能住宅建筑的单位面积人均耗热量指标的最上限通过测算公布出来，以利建筑设计师和节能专家操作使用。并且，随着建筑节能技术的进步和社会的发展，这样的技术标准和规章应该不断进行修订。

## 7.3 展望

本文对城镇住宅建筑能耗指标进行分级在国内外尚属首次，它不仅在技术指标上证明了对于不同质量等级的建筑实行不同节能标准的正确性，并且通过大量的调研、分析和测算数据给出了实际的分级，无论给政府监管部门、房地产开发企业还是住户都提供了能耗指标的分级标准，对于单位面积人均能耗指标高的建筑，应当缴纳更多的能耗使用费，对于单位面积人均能耗指标没有达到基准能耗的建筑，政府还应予以补贴，这在一定程度上也约束了单位面积人均能耗指标较高的住宅建筑的无限发展。

总之，城镇住宅建筑能耗指标分级是一门综合性较强的交叉学科，它从科学调研、分析和论证出发，最后归结到解决社会公平性的问题上，造福全社会和全人类，具有很强的理论意义和社会现实意义。从城镇住宅建筑能耗指标分级出发，理清思路，进一步探索，以后可以继续为公共建筑能耗指标的分级做出努力。相信在不久的未来，对建筑能耗指标进行分级并且在国家的技术标准体系和法律体系中加以规定一定是大势所趋，并且会有不可估量的前景。

致谢

曾经无数次梦想着，如果自己的博士论文做完了，答辩了，自己将是多么得激动和雀跃。但是，今天，当我的论文定稿的时候，我没有一丝激动，甚至平静得连自己都不敢相信。

五年了，回想走过的艰辛的求学之路，心中充满了万千感慨。一路走来，自己在全新的学科领域摸索、拼搏。从不会到弄懂，从明白到深入，一步一步，像一个婴儿，从刚刚出生到蹒跚学步，再到学会说话。

我的每一次进步，每一次发表论文，内心都充满了感激，因为每到此时，我就看到我最尊敬的导师——刘加平教授的笑容。感谢导师五年来对我的培养，他严谨的治学态度，一丝不苟的治学精神，为人师表的师德作风，都是我一生学习的楷模。感谢杨柳教授，在我五年的求学过程中，亦师亦友，给予了我很多学习和生活上的帮助，在我论文的最关键时期，在我遇到难题心情沮丧的时候，杨老师总是给予我最大的鼓励。

我很幸运，我遇到这么多真诚帮助我的人。感谢我的单位领导，在工作之余，鼓励我继续深造，感谢我的父母和爱人，给予我很多支持，感谢我可爱的女儿，懂事乖巧！

感谢刘艳峰教授、王怡教授给予我论文的宝贵意见和无私帮助，感谢给予我论文帮助的朱新荣老师，王兴龙、张源、李成、高欢、赵玉芬、李楠同学，感谢所有帮助过我的同学和同事，大家已经永远深深印在我的心中。

最后，感谢国家自然科学基金委对于本课题研究给予的资助，感谢在百忙之中抽出时间评阅我的论文和参加答辩的各位专家、教授！

常怀感恩之心，常念感恩之人！学会感恩，以后的路才会走得更长、更稳。博士研究生毕业之际，再多感谢之言也难表感谢之意，唯有今后更加努力地工作，做一个纯粹的人、坚强的人、高尚的人！唯有如此方才不辜负恩师的教诲！

路漫漫其修远兮，吾将上下而求索！

参考文献

[1]梁珍.低温建筑技术[J].2001，3(58):52-54.

[2]关颖男，施大德.试验设计方法入门[J].北京：冶金工业出版社，1991.

[3]曹彬，许承德.概率论与数理统计[M].哈尔滨工业大学出版社，1996,7.

[4]李本文，赵加宁.大中型商场空调态冷负荷分析模型的建立[J].建筑热能通风空调，2000，12(19):19-21.

[5] JG 158-2004，胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统[S].

[6]任万辉，张吉光，杨晚生.探究东莞地区民用建筑节能技术措施[J]. ft西建筑，

2007, 33(3):213-214.

[7]上海市统计局.上海统计年鉴———1997[M].北京：中国统计出版社，1997.

[8]刘爱军.论推进建筑节能的法律依据[J].赤峰学院学报（自然科学版）.2008.2.

[9]龙惟定.简易空调负荷估算方法[J].空调设计，No 1，长沙：湖南大学出版社,1997。

[10]龙惟定.上海地区办公楼采用蓄冰空调的经济性分析[J].制冷技术,1997，（3）。

[11]龙惟定.上海的建筑节能与空调冷热源[J].暖通空调，1996, 26（4）.

[12]许雷.高层建筑空调冷热源的能耗及其对环境的影响[D].同济大学硕士学位论文.1998.

[13]胡欣.空调系统能耗评价方法的研究[D].天津大学硕士学位论文.1998.

[14] 王红霞.住宅建筑的低碳化设计. [J] ft西建筑，2010，（19）：235-236.

[15]计永毅.中日绿色建筑发展的对比研究[J].技术经济与管理研究. 2011 (5)：105-108.

[16]中国统计局.中国统计年鉴2012 [M].北京：中国统计出版社，2012.

[17]西安市统计局.西安统计年鉴2011[M]. 北京：中国统计出版社，2011.

[18]国家发改委. 关于居民生活用电实行阶梯电价的指导意见（征求意见稿）[J]. 2010. 10.9.

[19]建设部.建筑节能九五计划和2010年规划[J].1995.5.11.

[20]李阳.公共产品概念和本质研究综述[J].生产力研究.2010, 4. P30-35.

[21]黄敏姿[J].关于公共产品的文献综述.中外企业家.2009,4（下）.

[22]黄勇.西安市城市化进程对住宅需求的影响研究[D].西安建筑科技大学硕士学位论文.2010.5.

[23]周亮.试论我国的能源供应挑战及对策[J].惠州学院学报（社会科学版）.2007，

4.

[24]孙涛.能源立法初探[J]. ft东商业职业技术学院学报.2007，4.

[25]江亿.我国建筑能耗趋势与节能重点[J].建设科技，2006（7）：10-15.

[26]俞允凯.中国城镇建筑能耗现状、趋势与节能对策建议[D].长安大学硕士论文.2009, 5, 15.

[27]张声远.各国建筑能耗比较平台与应用[D].北京：清华大学毕业论文，2007.

[28]中国建筑节能年度发展研究报告2008[M].北京：中国建筑工业出版社，2008.

[29]中国建筑节能年度发展研究报告2009[M].北京：中国建筑工业出版社，2009.

[30]中国建筑节能年度发展研究报告2010[M].北京：中国建筑工业出版社，2010.

[31]中国建筑节能年度发展研究报告2011[M].北京：中国建筑工业出版社，2011.

[32]陈超，渡边俊行.日本的建筑节能概念与政策[J].暖通空调，2002（32）.

[33]吴文化. 我国交通运输行业能源消费和排放与典型国家的比较[J]. 中国能源.2007, 10(29)：19-22.

[34]江亿. 营造与自然和谐的室内环境是实现建筑节能的唯一途径[J]. 科技日报.2007. 10.10.

[35]民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）.中华人民共和国建设部.北京：中国建筑工业出版社，1996.

[36]刘加平.建筑物理[M].北京：中国建筑工业出版社，2000.

[37]刘加平.城市物理环境. [M]西安：西安交通大学出版社，1993.

[38] 江亿.科学发展，实现中国特色建筑节能[J].建筑科技.2008,3（117）：18-21.

[39]中华人民共和国标准GB90176-93，民用建筑热工设计规范[S]..北京：中国计划出版社，1993.

[40]中华人民共和国行业标准JGJ26-2010严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准

[S], J997-2010. 北京：中国建筑工业出版社，2010.

[41]中华人民共和国行业标准JGJ134－2001夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准

[S]，J116－2001. 北京：中国建筑工业出版社，2001.

[42]中华人民共和国行业标准JGJ75－2003夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准

[S]，J275－2003.北京：中国建筑工业出版社，2003.

[43]公共建筑节能设计标准GB50189－2005 .

[44]中华人民共和国标准JGJ26-95，民用建筑节能设计标准[S].北京：中国建筑工业出版社，2001.

[45]房志勇.建筑节能设计[M].西安建筑科技大学.中国建筑工业出版社,1995.6.

[46]陈启高.建筑热物理基础[M].西安：西安交通大学出版社，1991.

[47]范斌.电价规制方法与应用研究[D].华北电力大学博士学位论文，2010.6.

[48]何俊毅，杨华隽等.广州地区住宅建筑能耗现状调查与分析[J].建筑节能. Vol.34中国建筑工业出版社，2001.7.

[49]陆宁，林冠宏，俞允凯，马红军，王源青.2003-2007年中国城镇建筑能耗分类分析[J].建筑经济.2009.12.

[50]司小雷.我国的建筑能耗现状及解决对策[J].建筑节能.2008.2.

[51]张丽.节能建筑的综合评价及政策分析. [D].西安：长安大学硕士学位论文，

2009.5.

[52]崔春荣.西安既有居住建筑热工能耗指标测试与模拟. [D].西安：西安建筑科技大学硕士学位论文，2006.6.

[53]张小波.西安地区住宅建筑节能综合评价体系及相关政策研究. [D].西安：西安建筑科技大学硕士学位论文，2007.6.

[54]汤跃跃.现阶段我国居民消费公平问题研究. [D].成都：西南财经大学博士学位论文，2008.11.

[55]潘娜.现阶段我国社会公平系统探微. [D].太原：ft西大学硕士学位论文，2009.6.

[56]李园园.论马克思主义公平正义思想及其当代价值。 [D].上海：华东师范大学

硕士学位论文，2010.5.

[57]吕艳红，陈建辉.公平与效率问题研究综述[J].宁夏党校学报.2007，5，P34-37. [58]李风圣.论公平[J].哲学研究，1996（10）.

[59]韩庆祥.用公平实现效率[J].中国党政干部论坛，2006（1）.

[60]张晓明.公平和效率：一个历史和理论的分析[J].哲学研究，1995（7）.

[61]夏文斌.契约与公平[J].哲学研究，1996（5）.

[62]高兆明.从价值论看效率与公平[J].哲学研究，1996（10）.

[63]史瑞杰.公平与效率研究进展[J].哲学动态，1998（5）.

[64]苏敏.关于公平与效率关系的哲学思考[J].中国人民大学学报，1997（5）.

[65]庞正元.怎样理解社会主义和谐社会是公平正义的社会[N].人名日报，2006.4.6

（9）.

[66]李湘洲.国外节能建筑发展的若干动向[J].墙材革新与建筑节能，2000.4

[67]涂逢祥，王美君.法国建筑节能概况[J].建筑技术，第21卷.

[68]石梁.也谈公平及其与效率的关系[J].哲学研究，1996，（4）.

[69]何怀宏.公平的正义——解读罗尔斯《正义论》[M].济南：ft东人民出版社，

2002.

[70]陈艳红.公平正义：和谐社会正义观的使命与归宿[J].传承，2008（9）.

[71]赵立华，杨灵艳等.法国能源状况和建筑节能计划[J].低温建筑技术，2003.11

[72]龚群.罗尔斯政治哲学[M].北京：商务印书馆.2006.

[73]郑权.漫谈英国的建筑节能[J].北京节能，1994.1

[74]张瑞臣.罗尔斯《正义论》中“原初状态”康德道德哲学的解读[J].云南行政学院学报，2012（5）.

[75]胡凤娇.浅析罗尔斯的正义论对当代中国社会发展的启示[J].法制与社会，

2009,5（上）.

[76]唐慧玲.公平分配的政治学解读——兼论罗尔斯正义理论对当代中国分配制度的启示[J].当代行政，2008, 10.

[77]樊辉.新疆地区多层居住建筑第三步节能研究[D].新疆大学硕士论文，2007,6.

[78]金晶.世界及中国能源结构[J].能源研究与信息，2003年第1期（总第19卷）.

[79]龙惟定.建筑能耗比例与建筑节能目标[J].中国能源，2005（10）.

[80]王军.建筑能耗与建筑节能设计[J].城市管理与科技，2006（2）.

[81]符敬慧.浅谈我国能源现状与建筑节能[J].建材发展导向，2006（4）.

[82]杨维菊.加拿大的建筑节能[J].世界建筑，1998（1）.

[83]顾同普.欧洲三国建筑节能近况[J].建筑创作，2002.6

[84]刘作翔.公平：法律追求的永恒价值——法与公平研究论纲[J].天津社会科学，

1995（5）.

[85]王海明.公正、平等、人道——社会治理的道德原则体系[M].北京大学出版社，

2000.

[86]凤振华，邹乐乐，魏一鸣.中国居民生活与CO2排放关系研究[J].中国能源，

2010, 32(3):37-40.

[87]王妍，石敏俊.中国城镇居民生活消费诱发的完全能源消耗[J].资源科学，

2009,31(12)：2093-2100.

[88]（美）博登・海默.法理学、法哲学与法律方法[M].中国政法大学出版社，1999.

[89]（美）阿拉斯戴尔・麦金泰尔.谁之正义？何种合理性？[M].万俊人等翻译，（北京）当代中国出版社，1996年版.

[90] [美] John Rawls. 正义论[M].何怀宏，何包钢，廖申白翻译，中国社会科学出版社，2009年7月1日第一版.

[91]尼古拉斯・巴尔，大卫・怀恩斯.福利经济学前沿问题[M].贺晓波，王艺翻译，

中国税务出版社，2000.

[92]康德.形而上学原理[M].苗力田翻译.上海：上海人民出版社，1988.

[93] [美]保罗・萨缪尔森、威廉・诺德豪斯.微观经济学[M].第十七版，人民邮电出版 社，2004年版，P29.

[94] Fan Cunyang, Long Weiding, Hu Yangqi. The construction of high rise buildings and the design of HVAC systems in Shanghai[J]. Proceedings of International Symposium of Air Conditioning in High Rise Buildings'97, Sept. 1997, Shanghai.

[95] Energy Information Administration. Iternational Energy Outlook 2007[M]. USA: EIA Publications,2007.

[96] The Energy Data and Modeling Center. Handbook of Energy & Economic Statistics in Japan[J]. Japan: The Energy Conservation Centre,2006.

[97] Natural Resources Canada. 2005 Energy Use Date Handbook[R]. Canada: Energy Publications Office of Energy Efficiency,2007.

[98] United Nations Statistics Division. Statistical Databases. New York: UN Public ations,2006.

[99] The United State Department of Energy.2006 Buildings Energy Data Book. USA: D&R International, Ltd.,2007.

[100] Intelligent Energy of EPBD. Applying the EPBD to Improve the Energy Performance Requirements to Existing Buildings-ENPER-EXIST. Europe: Fraunhofer Institute for Building Physics,2007.

[101] United Nation Population Fund. State of World Population 2004. New York: UN Publications,2007.

[102] Earth Satellite Corportion. CME historical weather data 2007. USA .

[103] American National Standards Institute. IESNA. USA: ANSI Publication,2000.

[104] U. S department of commerce, National oceanic and atmospheric administration, National environmental satellite, data and information service. Monthly State, Regional and National Cooling Degree Days Weighted by Population. USA: National climate data centre,2007.

[105] Luis Lopes. Shuichi Hokoi. Energy efficiency and energy savings in Japanese residential buildings research methodology and surveyed results[J]. Energy and buildings, 2005,37: 698.

[106] H. Tommerup, S. Svendsen. Energy savings in Danish residential building stock

[J]. Energy and Buildings,2006,38:618-626.

[107] B. Farhanieh, S. Sattari. Simunation of energy saving in Iranian buildings using integrative modeling for insulation[J]. Renewable Energy, 2006, 31: 417.

[108] Bing Dong, Siew Eang Lee, Majid Haji Sapar. A holistic utility bill analysis method for baselining whole commercial building energy consumption in Singapore[J]. Energy and Buildings. 2005, 37: 167-174.

[109] R. G. Manrique. Autonomy and Rule of Law[J]. Ratio Juris. 2007, June.

[110] J. Waldron. The Concept and the Rule of Law[J]. Georgia Law Review, 2008(43).

[111] A. Marmor. The Rule of Law and Its Limits[J]. Law and Philosophy, 2004, Jan.

[112] J. T. Sanders. Projects and Propert[A]. D. Schmidtz, ed.. Robert Nobert Nozick[C]. Cambridge University Press, 2002.

[113] John Rawls. Lecture on the History of Moral Philosophy[M]. Harvard University Press, 2000.

[114] David Clark. Optimizing Existing Building Energy Efficiency[J]. HPAC Engin eering, January 2008: 36-41.

[115] Jim Poulos. Existing Building Commissioning[J]. ASHRAE Journal September 2007: 66-78.

[116] Hertwich, E. G. Life Cycle Approaches to Sustainable Consumption: A Critical Review[J]. Environmental Science and Technology,2005,39(13):4673-4684.

[117] Yi-Ming Wei, Lan-Cui Liu, Ying Fan, Gang Wu. The impact of lifestyle on energy use and CO2 emission: An empirical analysis of China's residents[J]. Energy Polocy,2007, (35):247-257.

[118] Rosa, E. A., R. York and T. Dietz. Tracking the Anthropogenic Drivers of Ecological Impacts[J]. Ambio,2004,33(8):509-512.

[119] Joyashree Roy and Shamik Pal. Lifestyles and climate change: link awaiting activation[J]. Current Opinion in Environmental Sustainability,2009, (1):192-200.

[120] Pachauri, S. An analysis of cross-sectional variations in total household energy requirements in India using micro survey data[J]. Energy Policy, 2004. (32): 1723-1735.

[121] Lenzen, M. Energy and greenhouse gas cost of living for Australia during 1993/94[J]. Energy 1998, (23):497-516.

[122] Reinders, A. H. M. E., Vringer, K., et al. The direct and indirectenergy requirement of

Households in the European Union[J]. Energy Policy,2003, (31):139-153.

[123] Ministry of Power. The Energy Conservation ACT[Z]. New Delhi: The Gazette of India,2001.

[124] H. Jeeninga, M. G. Boots. Development of the domestic energy consumption in the liberalized energy market, effects on purchase anduse behavior [M]. Netherlands: ECN Beleidsstudies,2001.

[125] M. A. Bernstein, J. Griffin. Regional differences in the price-elasticity of demand for energy[M]. Santa Monica: RAND Coporation,2005.

[126] G. De Vita, K. Andresen, L. C. Hunt. An empirical analysis of energy demand in Namibia[J]. Energy Policy,2006,34(18):3447-3463.

[127] Barnerjee, B. D. Solomon. Eco-labeling for energy efficiency and sustainability: a meta-evaluation of US programs. Energy Policy,2003,31(2):109-123.

[128] Nguyen Anh Tuan, Thierry Lefevre. Analysis of household energy demand in Vietnam[J]. Energy Policy,1996,24(12):1089-1099.

[129] Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential, COM(2006) 545 final.

[130] Myoung-Souk Yeo, In-Ho Yang, Kwang-Woo Kim. Historical changes recent energy saving potential of residential heating in Korea[J]. Energy and Buildings, 2003, Vol. (35):715-727.

[131] Lang S. W. Progress in energy-efficient standards for residential buildings in China[J]. Energy and Buildings,2004, Vol.36(12):1191-1196.

[132] S. Flores Larsen, C. Filipp, A. Beascochea. An experience on integrating monitoring and simulation tools in the design of energy-saving buildings[J]. Energy and Buildings,2008, Vol. (40):987-997.

[133] Haris Doukas, Christos Nychtis, John Psarras. Assessing energy-saving measures in buildings through an intelligence decision support model[J]. Building and Environment,2009, Vol. (44):290-298.

[134] Jinlong Ouyang, Jian Ge, Kazunori Hokao. Economic analysis of energy-saving renovation measures for urban existing residential buildings in China based on thermal simulation and site investigation[J]. Energy Policy, 2009, Vol. (37): 140

-149.

[135] F. J. Rey, E. Velasco, F. Varela. Building Energy Analysis(BEA):A methodology to assess building energy labeling, Energy and Buildings.2007,39(6):709-716.

附录A博士研究Th阶段发表论文情况及参与项目

# 主要论文：

[1]张卫华, 刘加平. 关于建筑节能若干问题的思考. 城市化进程中的建筑与城市物理环境. 2008, 11. 华南理工大学出版社.

[2]张卫华, 刘加平.建筑节能技术标准体系的法律基础. 生态城市与绿色建筑.

2010年创刊号

[3]张卫华，刘加平.以公平为前提，大力推进建筑节能.工业建筑. 2010.12

[4] Consideration on Issues about Study of Building Energy Conservation. 2011CEBM

《Advances in Civil Engineering(Part 3)》Advanced Materials Research, v255-260, p1348-1352,2011, Advances in Civil Engineering ISBN-13:978-3-03785-139-5.

Advanced Materials Research Vol.255-260, Part3. ISSN:1022-6680 Electronically available at [http: //www. scientific. net](http://www.scientific.net/)（论文被EI检索）

[5] Study on Problems Concering the Application of Solar Energy in Energy Efficiency of Building. 《Sustainable Development of Urban Environment and Buildin Material(Part2), TRANS TECH PUBLICATIONS.. ISBN-13:978-3-03785-279-8.

Advanced Materials Research Vol.255-260, Part3. ISSN:1022-6680 Electronically available at [http: //www. scientific. net](http://www.scientific.net/)（论文被EI检索）。Advanced Materials Research, v 374-377, p 971-974, 2012, Sustainable Development of Urban

Environment and Building Material

# 主要科研项目：

[1] 2011.7课题**民用建筑节能“分级”标准体系的基础研究**获准国家自然科学基金青年基金（基金号：51108366/E080301.完成日期：2012.1－2014.12.项目资助额：20万元.）项目主持人：张卫华

[2] 2009222, 项目名称: 陕西省建筑节能经济激励政策体系研究. 厅局级课题. 项目编号: 09JK134. 项目负责人: 宋琪. 我的排名: 3. 项目经费: 1万元. 时间: 2009.7.1－2010.7.1. （已结题）

[3] 2009059，项目名称：陕西省建筑节能经济激励政策工具选择研究。省部级课题。项目编号：2009Z025。项目负责人：宋琪。我的排名：4；项目经费：0.5万元。时间：2009.6.1－2010.10.30。（已结题）

附录B调查问卷

问卷编号 时间 月 日

户主姓氏 地点 调查员签名

室内能耗基本状况问卷调查

尊敬的住户：

您好！我们是西安建筑科技大学建筑学院的研究生，为完成课题及论文，现开展“室内能耗基本状况”的问卷调查。

课题组承诺：此次调查所有问卷均为匿名，调研结果只用于学术研究，严格保密接受调研的家庭及个人信息。感谢您的大力支持和配合，衷心祝愿您未来的居住生活更美好**！**

**此致**

**敬礼**

**西安建筑科技大学**

**一：住宅概况（请在下面表格合适的选择项打上√，或填写相应的内容）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 建筑  形式 | □一室一厅□二室一厅□二室两厅□三室一厅□三室两厅□其他 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 住宅建筑面积（m2） | | | | |  | | 住宅结构形式 | | | | | □砖混□框架□其它 | | | | | | 住宅建造年代 | | |  |
| 所在楼层 | | 层 | | | 所在楼层位  置 | | | | □东户□中间户□西户 | | | | | | | 建筑总层  数 | |  | 住宅层高 | |  |
| 外墙体厚  度 | | 370/240/ | | | | | 墙体材料 | | | | □实心粘土砖□多孔粘土砖□砌块（混凝土/粉煤灰）□其他 | | | | | | | | | | |
| 外墙是否有保温层 | | | | | □是□否 | | | 保温材料是 | | | | | | 保温砂浆/ | | | | 阳台是否封闭 | | □是□否 | |
| 窗户类型 | | | 由于类型很多，所以本项由调查员手  动填写（如双层塑钢窗） | | | | | | | | | | | 窗户层数 | | | □单层□双层□其它（请注明） | | | | |
| 是否有遮阳 | | | | | □是□否 | | | 遮阳类型 | | | | | | | □遮阳板□遮阳帘□遮阳蓬□其它 | | | | | | |
| 家庭常住人口  数\* | | | | 人 | | 家庭年  收入 | | | | 万元 | | | 所从事行  业 | | |  | | | | | |

注：请在以下确定选项上打勾，如存在多选项，可按您的实际情况选择，或在 中填写。

**二：夏季室内制冷及相关情况调查**

1．如果您家安装了空调的话，请在相应的选项后标出：

1）您家一共装有＿＿＿＿台空调？

2）您家装有空调机的样式为（可多选）：

□窗式空调□分体式壁挂空调□分体式壁挂空调（一拖二）□柜式空调

3）您家空调安装的房间为（可多选）：

□客厅□卧室□饭厅□厨房□其它

4）您家里空调的额定功率是＿＿＿＿千瓦或＿＿＿＿千瓦或＿＿＿＿千瓦。（或填＿＿P）

6）夏季里空调的使用期间大体上为：从每年＿＿月＿＿日至＿＿月 日。

7）您家空调的使用情况？ 。

□基本不使用（每天小于0.5小时）

□经常使用（每天2小时到8小时之间）

□基本家里有人就开（每天8小时以上）

3．如果您家使用电风扇的话：

1）电风扇的使用期间大体上为：从每年的 月 日至 月 日

3）通常情况下您家的风扇在一天当中开 小时

4．您家有热水器吗？□有□没有

1）您家夏季的热水器一般使用什么能源？（可多选）

□管道煤气□管道天然气□液化石油气罐□电□太阳能□其它（请注明： ）

2）热水用什么方式供应？□个别方式□集中方式□其它（ ）

3）热水龙头在哪些房间？（可多选）□ 厨房（ ）□ 洗脸间（ ）□浴室□其它（ ）

**三．冬季室内采暖及相关情况调查**

1.采暖面积 m2

2.冬季使用什么方式采暖？

□市政集中供暖 □空调采暖 □家用燃气壁挂锅炉采暖 □电暖器、小太阳等采暖 □蜂窝煤炉采暖 □没有采暖措施

3.市政供暖平均温度 度？每平方米采暖费 元？

4.使用空调采暖设置温度 度？每天开启时间大约 小时？在 和时段。

5. 家用燃气壁挂锅炉采暖一般室内温度 度？每天开启时间大约 小时？在 和 时段。每年使用 个月？使用天燃气 方？

6. 使用电暖器、小太阳等采暖，电暖器、小太阳的功率 瓦？每天使用 小时？每年使用时段 月－ 月

7.使用蜂窝煤炉采暖，平均每天用煤 块，每年采暖时段 月－ 月。

8.请您估计一下您家平均每月用电 度

9.请您估计一下您家平均每月燃气费用

10.您家使用的其它电器有哪些？

□电热水壶 个，功率 W □电熨斗 个，功率 W□微波炉 个，功率 W □豆浆机 个，功率 W □电饭煲 个，功率 W□电脑 台，功率 W

□电视机 台，功率 W □洗衣机 台，功率 W □电冰箱 台，功率 W□

功率分别为 ？

**再次向您表示感谢！**

附录C建筑节能设计计算书

**建筑节能设计计算书**

**工程名称：某小区18#楼设计号：**

**日**期：

|  |  |
| --- | --- |
| 专 业 | 建 筑 |
| 审 核 |  |
| 校 对 |  |
| 计 算 |  |
| 审 定 |  |

设计单位：

**概述：**本建筑项目某小区18#楼，使用功能为住宅楼。结构型式为砖混结构，地上3层，共4单元，主体高度14.9m。

**本建筑所处建筑气候分区：**寒冷（B）区。

**一、建筑围护结构基本参数**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名 称 | 单位 | 数 量 |
| 1 | 总建筑面积 | ㎡ | 3258.15 |
| 2 | 建筑体积 | m3 | 9709.28 |

**二、围护结构构造、面积、传热系数（K）及平均传热系数（KM）：**

**1-1．主墙体一至二层传热系数**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **部**  **位** | **做法** | **分层厚**  **度（mm）** | **密度**  **(kg/m3)** | **导热系数**  **λ(W/mK)** | **a** | **热阻**  **R(m2K/W)** | **总热阻**  **R0(m2K/W)** | **传热系数**  **K(W/m2K)** |
| **主墙体** | 混合砂浆 | 20 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.022 | 0.654 | 1.53 |
| 烧结实心节  能砖 | 370 | 1800 | 0.81 | 1.0 | 0.457 |
| 水泥砂浆 | 20 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.022 |
| 抹面胶浆 | 3 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.003 |
| 表面换热阻 | Ri=0.11 | | Re=0.04 |  | 0.15 |

**1-2．主墙体三至六层传热系数**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **部位** | **做法** | **分层厚 度（mm）** | **密度**  **(kg/m3)** | **导热系数**  **λ(W/mK)** | **a** | **热阻**  **R(m2K/W)** | **总热阻**  **R0(m2K/W)** | **传热系数**  **K(W/m2K)** |
| **主墙体** | 混合砂浆 | 20 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.022 | 0.493 | 2.03 |
| 烧结实心节  能砖 | 240 | 1800 | 0.81 | 1.0 | 0.296 |
| 水泥砂浆 | 20 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.022 |
| 抹面胶浆 | 3 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.003 |
| 表面换热阻 | Ri=0.11 | | Re=0.04 |  | 0.15 |

**1-3.主墙体热桥传热系数／热阻**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **部位** | **做法** | **分 厚度**  **（mm）** | **密度**  **(kg/m3)** | **导热系数**  **λ(W/mK)** | **a** | **热阻**  **R(m2K/W)** | **总热阻**  **R0(m2K/W)** | **传热系数**  **K(W/m2K)** |
| **主墙体** | 混合砂浆 | 20 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.022 | 0.335 | 2.99 |
| C25 梁、柱 | 240 | 2500 | 1.74 | 1.0 | 0.138 |
| 水泥砂浆 | 20 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.022 |
| 抹面胶浆 | 3 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.003 |
| 表面换热阻 |  | Ri=0.11 | Re=0.04 |  | 0.15 |
| **热惰性 D** | C25 梁、柱 | S=20.3 | D=R\*S=0.138\*20.30=2.801 | | | | | |

**2.保温平屋面传热系数**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **部**  **位** | **做法** | **分层厚**  **度（mm）** | **密度**  **(kg/m3)** | **导热系数**  **λ(W/mK)** | **a** | **热阻**  **R(m2K/W)** | **总热阻**  **R0(m2K/W)** | **传热系数**  **K(W/m2K)** |
| **屋面** | 混合砂浆 | 20 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.022 | 0.559 | 1.79 |
| 现浇屋面 | 130 | 2500 | 1.74 | 1.0 | 0.075 |
| 水泥砂浆 | 25 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.027 |
| SBS防水层 | 4 | 600 | 0.17 | 1.0 | 0.018 |
| 水泥砂浆 | 20 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.022 |
| 膨胀珍珠岩 | 87 | 800 | 0.26 | 1.5 | 0.223 |
| 水泥砂浆 | 20 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.022 |
| 表面换热阻 | Ri=0.11 Re=0.04 | | | | 0.15 |

**3.楼梯间隔墙、分户墙**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **部位** | **做法** | **分层厚**  **度（mm）** | **密度**  **(kg/m3)** | **导热系数**  **λ(W/mK)** | **a** | **热阻**  **R(m2K/W)** | **总热阻**  **R0(m2K/W)** | **传热系数**  **K(W/m2K)** |
| **梯间墙、分户墙** | 水泥砂浆 | 20 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.022 | 0.471 | 2.12 |
| 烧结实心  节能砖 | 240 | 1800 | 0.81 | 1.0 | 0.296 |
| 抗裂砂浆 | 3 | 1800 | 0.93 | 1.0 | 0.003 |
| 表面换热  阻 | Ri=0.11 | | Re=0.04 |  | 0.15 |

**4：户门：**采用保温多功能金属门K=2.0

**5：外窗：**单框中空玻璃钢塑共挤塑钢门窗K=2.6

**6：单元门：**采用保温多功能金属门K=2.0

**三、建筑热工计算表**

**1、体型系数计算**

|  |  |
| --- | --- |
| 部 位 |  |
| 东表面积(㎡) | (1.6+3.5+2.1+7.74+1.9)x14.9=250.91 |
| 西表面积(㎡) | (1.6+3.5+2.1+7.74+1.9)x14.9=250.91 |
| 南表面积(㎡) | (3.32x8+1.5x14+2.36x4+2.26x3+2.9x6)x14.9=813.39 |
| 北表面积(㎡) | (26.56+21+9.44+6.78+17.4)x14.9=1209.58 |
| 屋顶面积(㎡) | 651.63 |
| 总表面积(㎡) | 250.91+250.91+813.39+1209.58=2524.79 |
| 体 积(m3) | 651.63x14.9=9709.28 |
| 体形系数 | 2524.79/9709.28=0.26 |

**2、窗墙比计算**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 部 位 | |  | | |
| 东窗面积（㎡） | | 6x5=30 | | |
| 东表面积（㎡） | | 250.91 | | |
| 西窗面积（㎡） | | 6x5=30 | | |
| 西表面积（㎡） | | 1250.91 | | |
| 南窗面积（㎡） | | 59.28x5=296.4 | | |
| 南表面积（㎡） | | 813.39 | | |
| 北窗面积（㎡） | | 58.93x5=294.65 | | |
| 北表面积（㎡） | | 1209.58 | | |
| 屋顶面积（㎡） | | 651.63 | | |
| 窗墙比 | | | | |
| 东 | 30/250.91=0.1195 | | 南 | 296.4/813.39=0.245 |
| 西 | 30/250.91=0.1195 | | 北 | 294.65/1209.58=0.3622 |

**四、**建筑热工性能判定表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设计号 | | |  | 项目名称 | | | 某小区 18#楼 | 气候分区 | 寒冷  （B）区 |
| 计算项目 | | | | 计算项目所处情况 | | | 设计传热系数  w/㎡.k | 传热系数限值 w/㎡.k | |
| 屋面 | | | | 体形系数 | | s≤0.3 | 1.79 | ≥0.70 | |
| 外墙 | 一至二层 | | | 体形系数 | | s≤0.3 | 1.53 | ≥1.10 | |
| 三至六层 | | | 体形系数 | | s≤0.3 | 2.03 | ≥1.10 | |
| 墙体热桥 | | | 体形系数 | | s≤0.3 | 2.99 | ≥1.69 | |
| 外设封闭阳台内  檐墙设门窗 | | | 体形系 数 | | s≤0.3 | 2.6 | ≤4.0 | |
| 分户墙 | | | |  | | | 2.12 | ≥0.50 | |
| 非采暖楼梯间 | | | | 楼梯间隔墙 | | | 2.12 | ≥0.94 | |
| 门窗 | | | | 分户入户门 | | | 2.0 | ≤2.80 | |
| 外窗 | | | 2.6 | ≤4.0 | |
| 窗墙比 | | 朝向  项目 | | 东向 | 西向 | | 南向 | 北向 | |
| 计算数值 | | 0.1195 | 0.1195 | | 0.245 | 0.3622 | |
| 限值规定 | | ≤0.30 | ≤0.30 | | ≤0.35 | ≥0.25 | |

**五**、**建筑围护结构传热耗热量计算表**：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 部位 | | 计算参数 | | | | | 耗热量(W) | 单位建筑面积围护结构的传耗热量  QHT=（ti- te）εi. Ki. Fi/A0 qHT=142500.73/3258.15  =43.73W/㎡ |
| 名  称 | 朝向 | ti | te | εi | Ki(km) | Fi | （ti- te）εi.  Ki. Fi. |
| 屋  面 |  | 16 | -2.6 | 1.00 | 1.79 | 651.63 | 21695.36 |
| 外  墙 | 南（三至  五层） | 16 | -2.6 | 0.85 | 2.03 | 460.65 | 14784.23 |
| 南（一至  二层） | 16 | -2.6 | 0.85 | 1.53 | 307.1 | 7428.53 |
| 北（三至  五层） | 16 | -2.6 | 0.95 | 2.03 | 460.65 | 16523.56 | 单位建筑面积空气渗透耗热量qINF=(ti- te)(CP. p. N.V)/A0 qINF=(16-(-2.6))(0.28x1.267  x0.5x0.6x9709.28)/3258.15  =5.89W/㎡ |
| 北（一至  二层） | 16 | -2.6 | 0.95 | 1.53 | 307.1 | 8302.47. |
| 东（三至  五层） | 16 | -2.6 | 0.92 | 2.03 | 123.81 | 4300.83 |
| 东（一至  二层） | 16 | -2.6 | 0.92 | 1.53 | 82.54 | 2161.009 |
| 西（三至五层） | 16 | -2.6 | 0.92 | 2.03 | 123.81 | 4300.83 |
| 西（一至二层） | 16 | -2.6 | 0.92 | 1.53 | 82.54 | 2161.009 |
| 小计 |  | | | | | 81657.86 |
| 外窗 | 南 | 16 | -2.6 | 0.43 | 6.4 | 296.4 | 15171.88 |
| 北 | 16 | -2.6 | 0.75 | 6.4 | 294.65 | 26462.59 |
| 东 | 16 | -2.6 | 0.64 | 6.4 | 30 | 2285.56 | 建筑物耗热量指标： qH= qHT ＋qINP－qIH qH=43.73＋5.89－3.8  =45.83W/㎡**>**13.6W/㎡ |
| 西 | 16 | -2.6 | 0.64 | 6.4 | 30 | 2285.56 |
| 小计 |  | | | | | 46205.61 |
| 楼梯间分隔墙入户门 | 分隔墙 |  |  |  |  |  |  |
| 户门 |  |  |  |  |  |  |
| 小计 |  | | | | |  | 采 暖 耗 煤 量 ： qe=24Z·qH/ (HC ·ή1· ή2) qe=24x100x45.83  /(8140x0.85x0.55)  =28.90kg/㎡ |
| 地面 | 周边 | 16 | -2.6 |  | 0.52 | 263.31 | 2546.73 |
| 非周边 | 16 | -2.6 |  | 0.3 | 388.31 | 2166.76 |
| 小计 |  | | | | | 14637.25 |
| 总 计 | |  | | | | | 142500.73 |

各计算参数取值：参数名称详见“汇编”第三款第1 条

1、ti：按不同省、区规定选用，陕西省定为16℃；

2、te：按不同省区不同气候选用，陕西省区按汇编第四节所注选用；

3、εi：陕西省、区按本院汇编第5表选用；

4、Ki：陕西省、区按《细则》附录据不同部位不同组合型式选用；

5、Fi：据本设计项目不同朝向计算结果选用。

**六、结论**

经按《民用建筑节能设计标准》陕西省实施细则陕DBJ24—8—97及《陕西省建筑节能设计导则》相关规定及本工程各部建筑节能设计构造，以及《严寒和寒冷地区居住建筑建筑节能设计标准》JGJ 26-2010的相关规定，对比相关寒冷气候B区相关各项设计参数限值。本工程部分设计不符合上述相关《标准》《导则》规定，未能满足节能设计要求及节能计标建筑专业各项限值指标。