

人大国发院系列报告

年度研究报告

总期第 8 期 2016 年 5 月

中国家庭能源消费研究报告（2015）

国发院能源与资源战略研究中心

中国人民大学家庭能源消费课题组



国家发展与战略研究院

National Academy of Development and Strategy, RUC

人大国发院简介

国家发展与战略研究院（简称国发院）是由中国人民大学主办的独立的校级核心智库。国发院以中国人民大学在人文社会科学领域的优势学科为依托，以项目为纽带，以新型研究平台、成果转化平台和公共交流平台为载体，组建跨学科研究团队对中国面临的各类重大社会经济政治问题进行深入研究，以达到“服务政府决策、引领社会思潮、营造跨学科研究氛围”的目标。

国发院通过学术委员会和院务会分别对重大学术和行政事务进行决策。目前由刘伟教授担任院长，刘元春教授担任执行院长。

地址：北京市海淀区中关村大街59号 中国人民大学科研楼A座8层

电话：010-62515049

网站：<http://NADS.ruc.edu.cn>

Email: nads_ruc@126.com, nads@ruc.edu.cn

摘要

中国人民大学家庭能源消费调查课题组从 2012 年开始，对我国家庭能源消费状况进行年度性入户问卷调查，并在此基础上形成研究报告。本报告是以课题组在 2014 年开展的农村居民家庭能源调查的问卷数据为基础，对我国农村家庭能源消费的基本情况进行了汇总分析，描绘出我国农村家庭能源消费的基本模式与特征，并提供一些基础性参数估计和政策建议。

本次入户调查于 2014 年暑期进行，抽样范围涉及 12 个省份 65 个村镇共计 3404 户农村家庭，收集了农村家庭在 2013 年度的基本情况和住房等基本信息，在能源消费方面，主要研究了农村家庭的炊事燃料，家用电器、供暖与制冷设备及使用方式，以及农村家庭交通出行方式和对收支、能源消费的主观认知信息。

调查发现，2013 年，我国一个普通农村家庭的能源消费总量约为 1.12 吨标准煤，人均能源消费量为 384 千克标准煤。主要的能源来源是生物质能(包括沼气、畜禽粪便、柴薪、秸秆)占到总体的 61%，而主要的能源需求则分别是室内取暖和炊事(各占 44%)。在能源消费支出方面，2013 年，我国农村家庭能源消费总支出的均值为 1324 元。具体到能源种类来看，电力支出最高，其次是蜂窝煤。此外，我国农村家庭能源消费支出存在较大的地区差异，北方地区为 1490 元，南方地区为 1188.5 元；东部为 1719.8 元，中部为 1280 元，西部最少，为 959.2 元。而差异主要体现在煤、电力和液化石油气支出上。

报告还有有以下几点主要发现：

第一，我国农村家庭生活用能在能源结构和需求结构上存在一定的地区差异。这种差异在南北能源消费总量和东、中、西部能源使用方式上均有体现；第二，我国城乡居民能源利用均以电力为主但仍存在细微差异。城镇集中供暖、管道气和油品使用较多，农村则更多使用煤炭、柴油和生物质能等传统能源。第三，我国城乡居民在电器保有量、保有类别和使用行为上存在显著不同，且节能潜力较大。我国农村居民电器品种较为单一，主要用于满足基本生活需求，而城镇居民电器保有量高，电力消费更多地用于享乐型消费；第四，农村家庭用电和用煤的碳排放量最高，电力使用在能源消费中仅为 10.7%，但在碳排放中比重则为 48.4%，占到半壁江山。而在使用去向看，取暖是最重要的碳排放来源；第五，

收入和价格是影响农村家庭烹任用能消费的重要的定因素。在其他条件不变的情况下，随着家庭支出的增多，家庭将减少固体能源的消费量，而增加电和煤气的消费量；第六，我国能源贫困的现象仍广泛存在，现代能源的进入与传统能源的退出仍不彻底。存在能源消费的不平衡现象，20-80法则在农村能源消费中表现得尤为突出。

本报告的政策含义有以下几点：

首先，农村能源消费与居民生活水平及收入水平息息相关。经济收入水平高低决定了能源消费数量、结构及支出，而能源消费数量、结构则影响着农村居民的生活标准和福利水平。应该看到，我国农村居民能源已经有了持续增长，数量短缺的矛盾基本消除，但仍然面临着“可获取能源品种较少”、“清洁高效能源品种不足”、“能源消费支出较高”，以及部分偏远山区存在的“能源贫困”问题——体现为能源贫困范围广、消费存在 28 不平衡现象、消费结构不合理，以及能源贫困与经济贫困紧密相连。换言之，供需的矛盾基本解决，但结构的优化、供给价格的稳定、清洁能源的应用普及，以及能源基础设施和公共服务仍存在短板。未来需要建立完善贫困监测体系，从可获得性、多样性、低成本性等维度降低能源贫困，促进农村能源贫困家庭生活标准的提升。

其次，从农村家庭能源消费构成来看，生物质能仍是最重要的能源来源之一，液化气得以快速发展；同时从需求结构来看，生物质能主要用于供暖和炊事用途。而现有的能源核算中没有考虑农村生物质能消费，这可能造成对农村居民用能的低估：2012年我国农村家庭能源占能源消费总量的比重将从4.39%提高到8.17%，超过同期城镇居民能源消费占比（6.32%）。由于生物质能相较于商业能源而言能源效率较低，空气污染较重，因此未来推动农村能源消费升级的一个重要举措是推动传统生物质能高效清洁利用，以及向现代商业能源转型。譬如：推动和扩展人口密集区的局部集中供暖模式，改善天然气和液化气基础设施建设，改善炊事燃料结构，还要改进现有的能源平衡表核算方式，将非商品化能源纳入其中以全面反映我国能源消费状况。

此外，还分析了城镇化对家庭能源带来的影响。我们对 2012、2013 两年数据进行了对比研究，发现城镇化将持续带来商业能源需求的扩张以及生物质能消费的萎缩，居民收入、家庭受教育程度、用能意识等都将影响居民的用能模式。现有的电力信息反馈机制尚不完善，无法为农村居民提供充足的消费信息反馈，

也无法促成用户节能行为。在城镇化进程中要对居民新增的电力需求引起关注，可以通过节能电器补贴等方式激励居民实现低效电器的替换，从而降低用电设施锁定效应，在改善居民生活标准的同时节约能源。这些对比研究都为识别、制定相应的农村公共政策提供了基础和依据。

中国家庭能源消费研究报告

(2015)

课题编写组成员

郑新业	魏 楚	宋 枫
谢伦裕	秦 萍	马 本
黄紫婷	陈占明	黄 滢
吴施美	王 丹	傅佳莎

目录

第 1 章 研究背景与主要结论	1
第一节 研究背景.....	1
第二节 主要发现.....	8
第三节 政策含义.....	9
第 2 章 农村家庭能源消费基本特征	11
第一节 问卷设计与实施.....	11
第二节 家庭特征.....	14
第三节 住房情况.....	22
第四节 厨房及家用电器.....	33
第五节 取暖与制冷.....	42
第六节 交通方式.....	52
第七节 家庭收支与能源消费.....	60
第 3 章 家庭能源消费估计方法	69
第一节 基本思路与方法.....	69
第二节 厨房设备能源消费估计.....	70
第三节 家用电器的能源消费估计.....	70
第四节 取暖、制冷和热水器的能源消费估计.....	77
第五节 家庭私人交通的能源消费估计.....	83
第 4 章 农村家庭能源消费分析与比较	85
第一节 中国农村家庭能源消费平衡表.....	85
第二节 农村家庭能源消费数量分析.....	94
第三节 农村家庭能源成本分析对比.....	104
第四节 农村家庭碳足迹分析对比.....	109
参考文献	117

第1章研究背景与主要结论

第一节 研究背景

农村家庭能源消费是我国能源需求的重要组成部分。调查、了解和掌握农村家庭能源消费情况、特征与规律,能够提供农村居民及家庭基本情况与收支水平,尤其是提供农村居民能源消费特征、数量、结构、成本等信息,从而确保为各级政府进行科学管理提供资料基础;其次,对农村家庭用能展开调查可以为一些重要的研究提供必要的微观家庭数据,如农村家庭能源需求函数估计、收入与价格弹性估计、能源贫困阈值估计、能源政策干预效果评价等;此外,通过研究农村居民能源消费,可以对未来城镇化新增居民能源进行更为精准的预测,这些对于企业进行能源基础设施投资具有重要的参考价值。

我国农村居民能源消费整体呈现以下几点特征:

1. 农村家庭用能需求总量持续增长

1978 年至今 30 多年时间内,伴随着改革开放的不断深化,我国农村家庭生活状况发生了巨大变化(如图 1-1 所示)。首先,农村家庭的人口规模呈现不断下降趋势,从 1978 年户均 5.74 人降至 2011 年的 3.9 人;在家庭规模不断下降的同时,农村家庭的生活水平则不断提高,从人均居住面积来看,已经从 1978 年人均 8 平方米增加到 2011 年人均 36 平方米,同时人均消费支出也从 1978 年的 113 元提高到 2011 年的 8642 元。

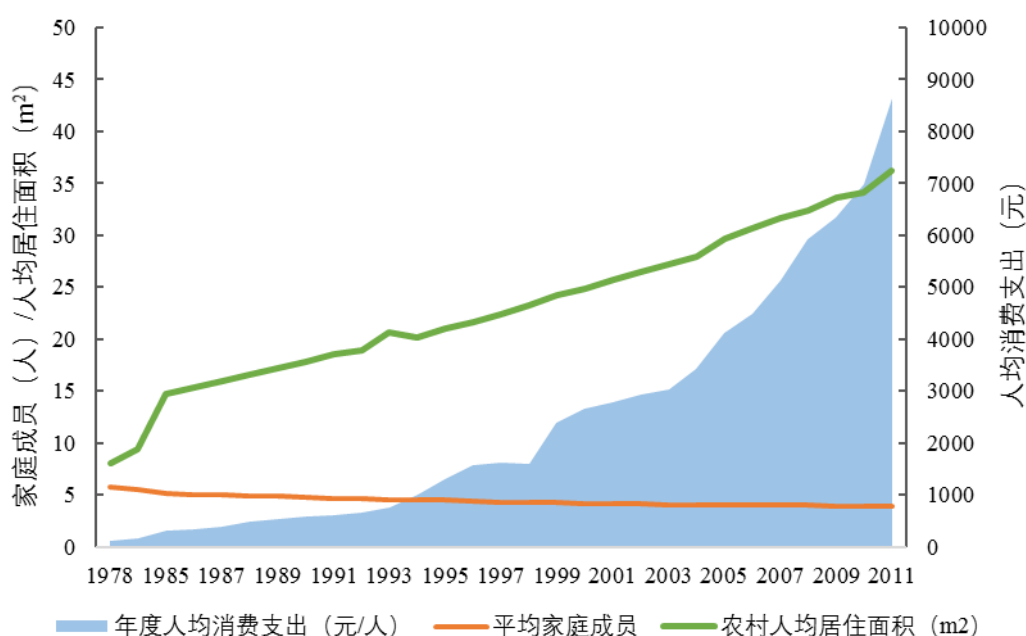


图 1-1 农村家庭规模、居住面积与消费支出情况 (1978-2011)

数据来源: LBL, China Energy Databook V8.0

伴随着居住条件的改善、收入水平的提高，农村家庭的消费结构也发生了显著变化，如图 1-2 所示，每百户农村家庭拥有的电器呈现快速普及趋势，如电风扇从 1985 年每百户不足 10 台增加到 2006 年的每百户 152 台；洗衣机、电冰箱等常用电器普及率有了大幅提升，1985-2011 年间，洗衣机拥有率从每百户 1.9 台增至 62 台，电冰箱拥有率从每百户 0.06 台增至每百户 61 台，实现了从无到有的巨大变化；电视机等娱乐型电器更是呈现爆发式增长，黑白电视机在上世纪 90 年代达到顶峰，其后被彩色电视机大量取代，到 2011 年，每百户农村家庭彩色电视机拥有量已从 1985 年的 0.8 台飙升至 2011 年的 115 台，实现了电视机在农村家庭的普及。

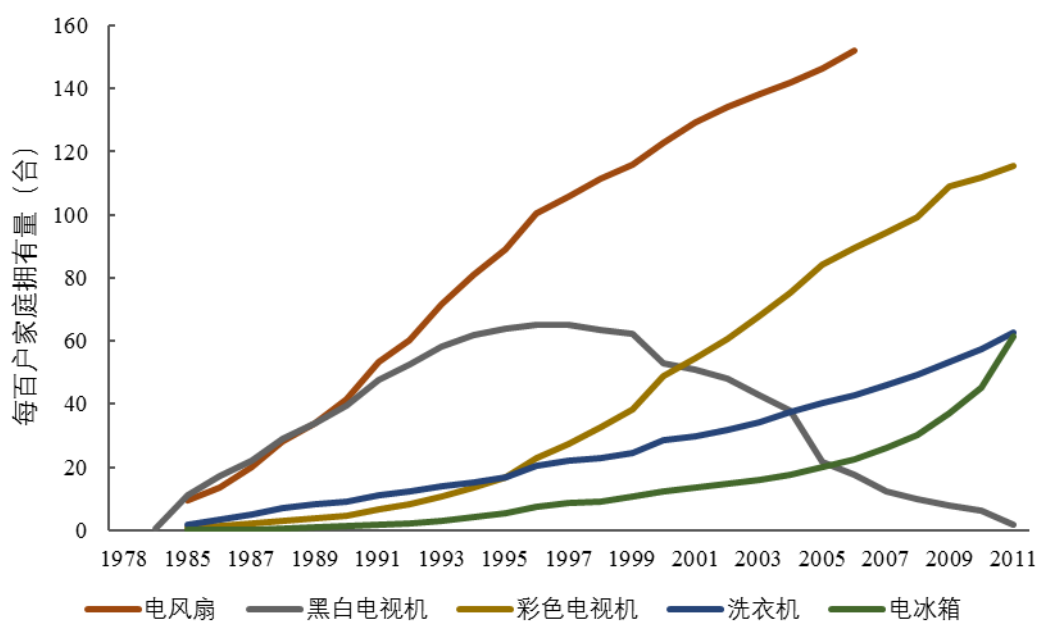


图 1-2 每百户农村家庭电器拥有量 (1978-2011)

数据来源：国家统计局

图 1-3 给出了我国农村居民在 1985-2011 年间能源消费总量的时间趋势对比。从图中看，农村居民部门总能源消费从 55.27 (百万吨标准煤) 增至 2011 年的 167.27 (百万吨标准煤)，年均增速为 4.2%。从比例来看，在 1985 年农村居民能源占居民部门能源总消费比重为 43.5%，其间有一定波动，但相对比例一直较为稳定，到 2011 年，农村居民占居民能源总消费的 40.4%。

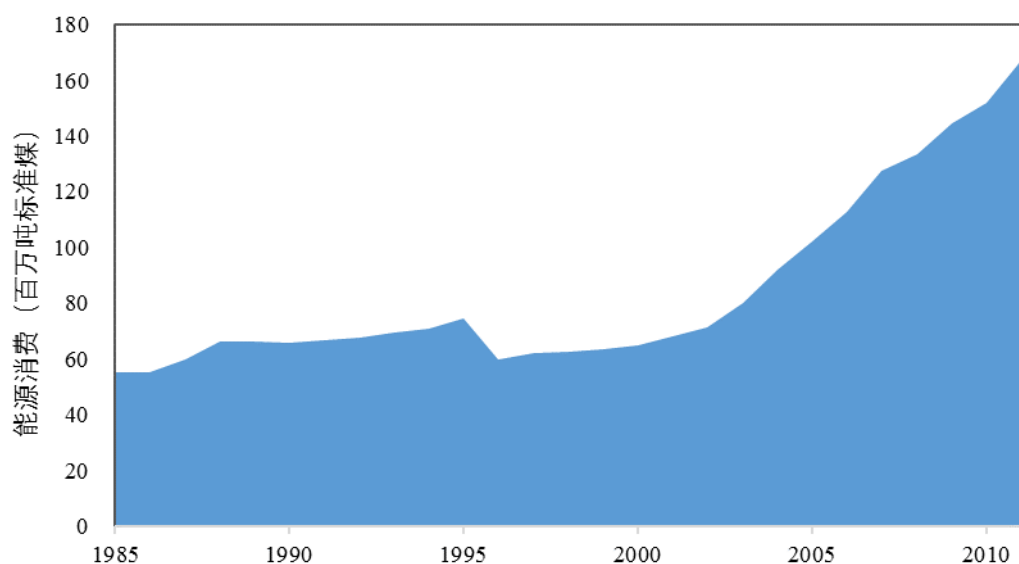


图 1-3 农村居民能源消费总量 (单位: 百万吨标准煤, 1985-2011)

数据来源: 国家统计局

如果从人均能源消费来看, 1985 年农村居民人均消费仅为 68 公斤标准煤, 到 2011 年农村居民人均消费量达到了 254 公斤标准煤。

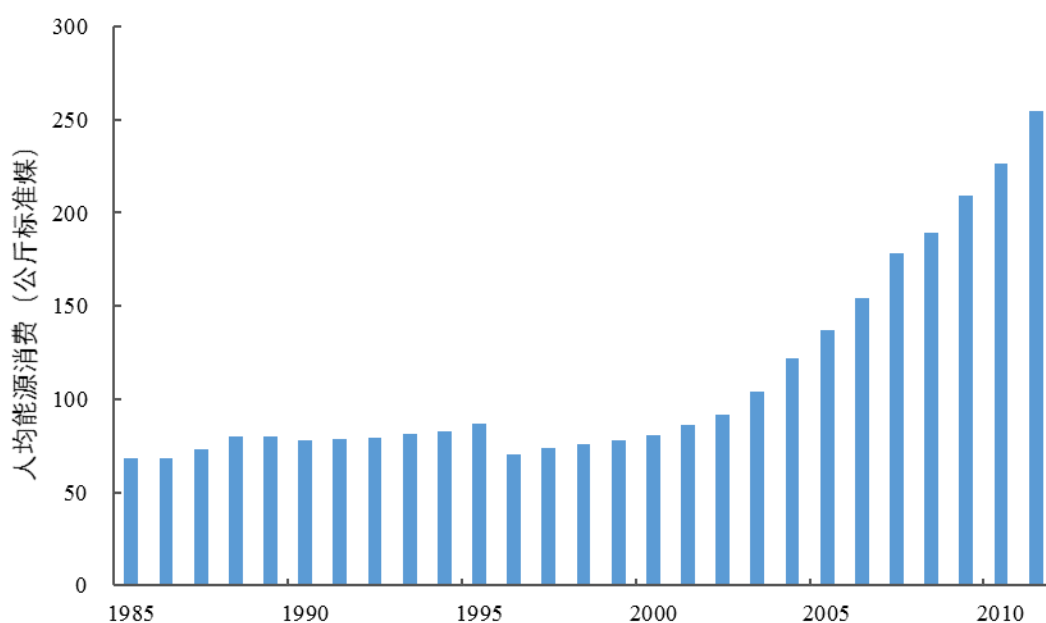


图 1-4 农村居民人均能源消费总量 (单位: 公斤标准煤, 1985-2011)

数据来源: 国家统计局

2. 农村家庭能源消费结构不断优化

图 1-5 描述了农村居民商业能源消费的历史走势, 其中对煤炭、商业油料(包括汽油、柴油和煤油) 和电力的消费是以 1985 年为基期, 对液化石油气的消费是以 1993 年为基期。可以看出, 在四种商业能源中, 液化石油气的增速最为迅

猛，2011年农村居民的液化石油气消费量是1993年的38倍，年均增速为22%；农村居民对电力的需求也十分强劲，在1985-2011年间增长了24倍，年均增速达到了13%；相较于液化石油气和电力而言，商用油品的在上世纪90年代初期出现了轻微下滑，其后在2000年之后进入了快速上涨通道，2011年相较于1985年增长了9.4倍，年均增幅为8.9%。与商用油、液化气和电力相比，农村居民对煤炭的需求相对稳定，在1996-2004年间甚至出现了下降，2011年农村居民对煤炭的需求仅比1985年的消费量高8%，年均增速仅为0.3%。

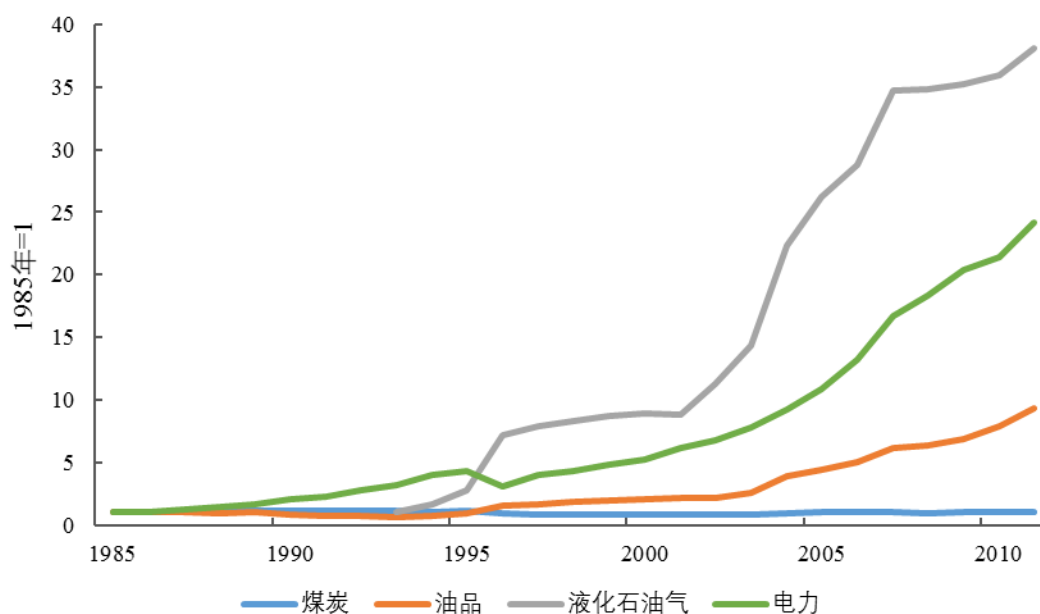


图 1-5 农村居民商业能源消费走势 (1985-2011, 1985年=1)

数据来源：国家统计局

农村居民还是生物质能的主要生产者和消费者。图 1-6 描述了 1990-2011 年间我国三种主要生物质能的消费走势。由于我国能源平衡表中没有统计城镇和农村居民对生物质能的消费情况，因此我们认为一次能源中生物质能主要是被农村居民消费的。可以看出，薪柴、秸秆两种固体燃料的走势相对平稳，其中秸秆略有增长，而薪柴消费出现了下降，在 1990-2007 年间，秸秆、薪柴的年均增速为 1.1% 和 -2.0%；沼气则有较快增加，以 1998 年为基期，2011 年一次能源中沼气的消费量增长了 9.2 倍，年均增速达到了 18.6%。

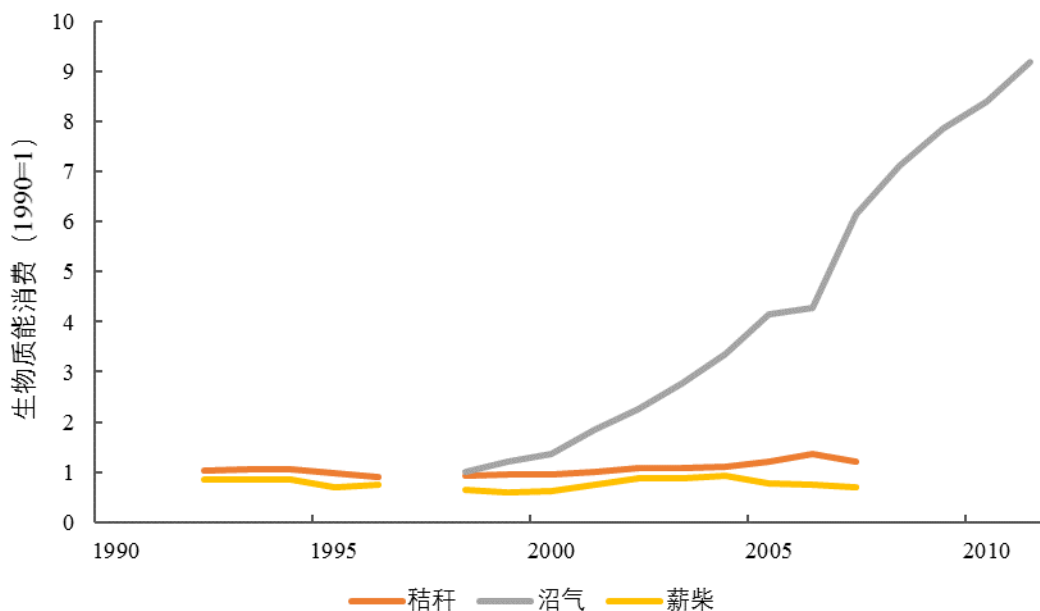


图 1-6 中国一次能源中生物质能消费 (1990-2011, 1990=1)

数据来源： LBL, China Energy Databook V8.0

上述对比也说明了农村家庭能源消费选择品种日益多样化,农村居民对液化石油气、电力、商品油料及沼气等高级能源和清洁能源的需求增速迅猛,而对于煤炭、薪柴、秸秆等传统固体能源的需求日渐萎缩,总体上能源消费结构不断改善。

3. 农村能源基础设施不断完善

以电力基础设施为例,由于我国农村大多分布在偏远地区,农村电网设施严重落后,1979年我国乡镇接入电网比重为87%,村(行政村和自然村)仅为62.6%,这意味着大量的农村地区无法获得电力。在1998年到2002年间,中央政府推出过以农网改造为主的配网投资工程,基本解决了农村电网落后的问题,显著提升了农村电气化水平,同时对推动农村家庭应用起到巨大作用。如图1-7所示,2001年接入电网的乡镇和村比重提高到98.56%和98.53%,98.4%的农户家庭都能获得电力,这对提高农村家庭的生活质量、改善能源消费结构具有重要意义。

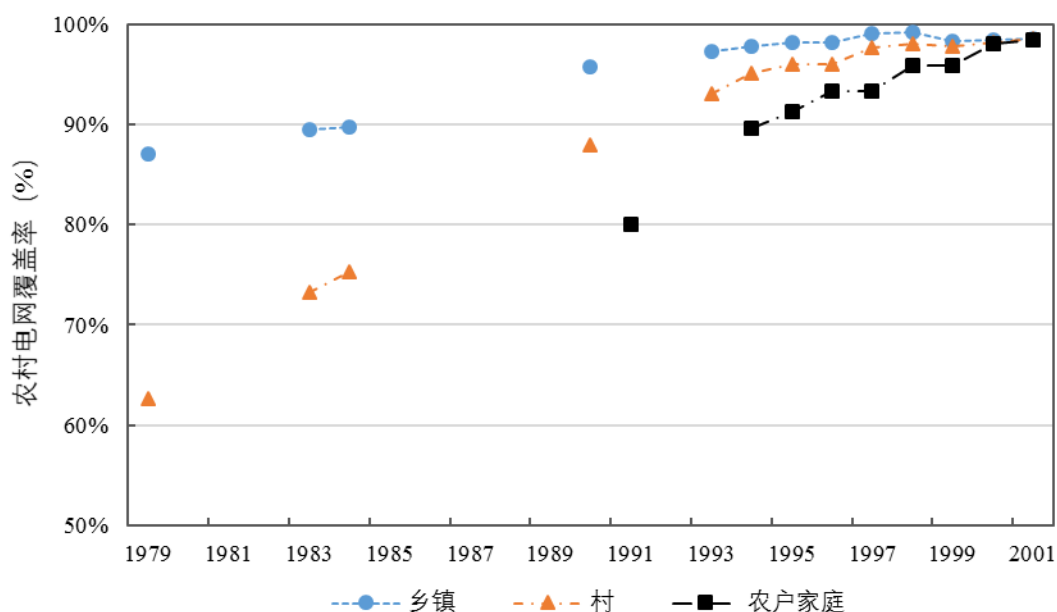


图 1-7 农村电网覆盖率 (1979-2001)

数据来源: LBL, China Energy Databook V8.0

表 1-1 描述了 2005-2011 年间农村电力投资与建设情况。可以看出,在此期间乡镇水电站数量从 26726 个增加到 45151 个,水电站数量增加了 69%;从装机容量来看,从 2005 年的 10992MW 增至 2011 年的 62123MW,装机容量增长了 5.6 倍,年均增速 33%;从平均装机容量来看,2005 年乡镇水电站平均装机容量仅为 0.41MW,之后装机容量逐渐呈现上升趋势,到 2011 年平均装机容量达到 1.38MW。这些乡镇水电站的发电量同期增长了 5 倍,年均增速 31%;每个乡镇水电站的年平均发电量从 2005 年的 1.3GWh 增加到 2011 年的 3.89GWh,其年均增速近 20%。如果用乡镇水电站发电量除以农村电力消费量来度量农村电力自给率,可以发现农村水电供给率呈现先上升后下降趋势,在 2005 年乡镇水电发电量仅占农村电力需求的 8%左右,到 2010 年达到最高,其后回落至 2011 年的 24.6%。

表 1-1 农村电力情况 (2005-2011)

类别	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
乡镇水电站数量	26726	27493	27664	44433	44804	44815	45151
装机容量(MW)	10992	12430	13666	51274	55121	59240	62123
平均装机容量(MW)	0.41	0.45	0.49	1.15	1.23	1.32	1.38
发电量(GWh)	34839.97	39724.56	40234.58	162759.02	156724.71	204442.58	175668.67
平均发电量(GWh)	1.30	1.44	1.45	3.66	3.50	4.56	3.89
农村电力消费(GWh)	437570	489580	550990	571320	610440	663230	713960
电力自给率(%)	7.96	8.11	7.30	28.49	25.67	30.83	24.60

数据来源: LBL, China Energy Databook V8.0

最后再来看农村可再生能源生产的基础设施建设。表 1-2 描述了 1992-2006

年间农村沼气生产设施的基本情况。1992 年农村家庭小型沼气池仅 450 万个，到 2006 年已增加到 2180 万个，单个沼气池的年均产量从 1997 年的 311m³ 增加到 2006 年的 386.7m³，总产量更是从 17.78 亿 m³ 增加到 84.1 亿 m³，年均 18.8%。同期大型沼气池的建设也得到了迅速发展，大型沼气池单位产量从 1992 年的 30 万 m³ 增加到 2006 年的 150 万 m³。

表 1-2 农村沼气设施建设情况

类型	单位	1992	1997	1998	2006
农村家庭沼气池(6-10m ³)	数量(百万个)	4.5	6.38	6.89	21.8
	在用数量(百万个)		5.72	6.02	
	单位产量(m ³ /年)		311	330	386.7
	总产量(百万 m ³)		1778	1985	8410
大型沼气池	产量(千 m ³)	300			1500
	数量(个)				3090

数据来源： LBL, China Energy Databook V8.0

4. 农村家庭仍存在能源贫困

仍以电力为例，尽管我国农村电网建设有了长足进步，但也要看到，农村电网仍然很薄弱，存在很大的建设和改造空间。2005 年我国仍有 1 个无电县，761 个无电乡镇，29242 个无电村，714.18 万户无电户。到 2012 年尽管情况有了大幅改善，但仍有 256 个无电乡镇、3817 个无电村、93.6 万户无电户，有 387 万人口无法获得电力。

表 1-3 农村地区无电情况

调查者	年份	调查范围	无电县	无电乡镇	无电村	其中：行政村	其中：自然村	无电家庭
美国劳伦斯国家实验室中国能源组	2005	全国	1	761	29242	16889	11592	714.18 万户
国家电监会	2007	国家电网				1694		25 万户
	2008	南方电网				37		23.28 万户
	2007	内蒙古						71313 户
	2007	山西			374			20548 户
	2007	陕西			573			28738 户
	2007	新疆						10346 户
	2007	湖南			123			5406 户
	2007	四川			1983			36.99 万户
	2007	广西			824			28830 户
	2012	全国		256	3817			93.6 万户

数据来源： LBL, China Energy Databook V8.0；国家电力监管委员会供电监管部，全国无电村无电户基本情况调查，2009 年；中国能源报，“多能”互补解决无电

人口用电，2012年

第二节 主要发现

农村家庭的能源消费对政策制定、科学研究和投资决策都具有重要的意义，但相较而言相关的基础性研究较为缺乏，主要的障碍是微观数据的匮乏。为了进一步深刻了解农村家庭能源消费的特征和内在规律，辨识农村家庭能源消费存在的问题与政策空白，中国人民大学能源经济系于2013年开展了针对农村居民的家庭能源调查（Chinese Residential Energy Consumption Survey, CRECS 2013），本次问卷涉及中国大陆12个省份69个农村共计3404户农村家庭，调查问卷分为六个模块，包括：（1）农村家庭的基本情况；（2）农村家庭的住房基本信息；（3）农村家庭的炊事燃料、家用电器与使用方式；（4）农村家庭的供暖与制冷设备及使用方式；（5）农村家庭交通出行方式；（6）农村家庭收支、能源消费及主观认知信息。

以此次调查问卷数据为基础，本报告对农村家庭能源消费的基本情况进行了汇总分析，旨在描绘出我国农村家庭能源消费的基本模式与特征，提供一些基础性参数估计，同时为相关决策和政策制定提供数据基础与思路。本报告有以下几点主要发现：

第一，对我国农村家庭的生活用能总量与结构进行了定量估计。样本中，一个普通农村家庭在2013年的能源消费量为1117.2kgce，人均能源消费量为384kgce。主要的能源来源是生物质能（包括沼气、畜禽粪便、柴薪、秸秆）（61%）、煤炭（15%）、电力（11%）、液化石油气（7%）、热力（3%）、太阳能（2%）、管道气（1%）；主要的能源需求是炊事（44%）、室内取暖（44%）、家电（5.9%）、热水（5.7%）和制冷（0.3%）。

第二，我国农村家庭生活用能在能源结构和需求结构上存在一定的地区差异。平均而言，2013年北方地区农村家庭能源总消费量为1311.8kgce/年，南方地区为958.3kgce/年；北方地区家庭能源消费量达到南方地区的1.37倍，人均消耗量约为1.32倍。东部地区农村家庭能源总消费量为843.3kgce，中部地区农村家庭能源总消费量为1022.1kgce，西部地区农村家庭能源总消费量为1467.4kgce；西部地区的能源消耗总量约为东部地区的1.74倍，人均消耗量约为1.96倍。在能源结构上，南北方地区差异主要体现在液化石油气和煤炭的消费商；东部地区能源使用较中西部地区更加多元化，除生物质能外，煤、电力和液化石油气的消费也分别占有一席之地。在能源需求结构上，南方地区以烹饪为主，北方地区以取暖为主；东中西地区烹饪用途所占比重皆在44%左右，而东部地区取暖比重较中西地区低，热水比重较中西部地区高。

第三，对我国农村家庭的能源消费支出进行了定量估计。2013年，我国农村家庭能源消费总支出的均值为1324元。具体到能源种类来看，电力支出最高，其次是蜂窝煤。此外，我国农村家庭能源消费支出的存在较大的地区差异，北方地区为1490元，南方地区为1188.5元；东部为1719.8元，中部为1280元，西部最少为959.2元。而差异主要体现在煤、电力和液化石油气支出上。

第四，对我国农村家庭的碳足迹进行了估计。2013年一个标准化农村家庭的碳排放（不含交通）为1495.1千克。按能源品种来看，电力和煤的碳排放量最高。但电力在碳排放中比重为48.4%，而在能源消费中仅为10.7%。从使用去向看，取暖是最重要的碳排放来源。

第五，我国城乡居民在用能上存在细微差异。城乡能源利用均以电力为主，而城镇集中供暖、管道气和油品使用较多，农村则更多使用煤炭、柴油和生物质能等传统能源。从影响因素来看，收入、文化程度与节能环保意识等是影响我国城乡居民用能差异的重要因素。城镇化进程将引导我国农村居民在用能上逐渐淘汰低效能的一次能源，转向更清洁高效的二次能源。

第六，我国城乡居民在电器保有量、保有类别和使用行为上存在显著不同。农村居民电器品种较为单一、平均保有量较城镇居民少；城镇居民电力消费更多的用于享乐型消费，而农村居民用电则更多地用于满足基本生活需求，预期城镇居民家庭电力需求的弹性可能较农村居民家庭大。同时，城乡家庭家用电器能效水平平均较低，节能潜力较大。

第七，对信息反馈对电力消费的影响进行了考察。样本中，使用智能电表的家庭仅占29.5%，而且我国农村智能电表未发挥其在双向信息反馈中的预期作用。电费缴纳方式、支付方式和缴费频率等均影响了智能电表在节能中发挥的作用。

第八，对我国可再生能源使用情况进行核算。2013年我国农村有63.1%的家庭使用可再生能源，但仍以低品位、高污染和效率低的薪柴为主，太阳能和沼气普及率较低。

第九，收入和价格是影响农村家庭烹调用能消费的重要的定因素。在其他条件不变的情况下，随着家庭支出的增多，家庭将减少固体能源的消费量，而增加电和煤气的消费量。

第十，我国能源贫困现象较为严重，现代能源的进入与传统能源的退出仍不彻底。能源贫困的范围广，涉及人群较多；存在能源消费的不平衡现象，20-80法则在农村能源消费中表现得尤为突出。

第三节 政策含义

本报告的政策含义有以下几点：

首先，农村能源消费与居民生活水平及收入水平息息相关。经济收入水平高低决定了能源消费数量、结构及支出，而能源消费数量、结构则影响着农村居民的生活标准和福利水平。应该看到，我国农村居民能源已经有了持续增长，数量短缺的矛盾基本消除，但仍然面临着“可获取能源品种较少”、“清洁高效能源品种不足”、“能源消费支出较高”，以及部分偏远山区存在的“能源贫困”问题——体现为能源贫困范围广、消费存在28不平衡现象、消费结构不合理，以及能源贫困与经济贫困紧密相连。换言之，供需的矛盾基本解决，但结构的优化、供给价格的稳定、清洁能源的应用普及，以及能源基础设施和公共服务仍存在短板。未来需要建立完善贫困监测体系，从可获得性、多样性、低成本性等维度降

低能源贫困，促进农村能源贫困家庭生活标准的提升。

其次，从农村家庭能源消费构成来看，生物质能仍是最重要的能源来源之一，液化气得以快速发展；同时从需求结构来看，生物质能主要用于供暖和炊事用途。而现有的能源核算中没有考虑农村生物质能消费，这可能造成对农村居民用能的低估：2012年我国农村家庭能源占能源消费总量的比重将从4.39%提高到8.17%，超过同期城镇居民能源消费占比（6.32%）。由于生物质能相较于商业能源而言能源效率较低，空气污染较重，因此未来推动农村能源消费升级的一个重要举措是推动传统生物质能高效清洁利用，以及向现代商业能源转型。譬如：推动和扩展人口密集区的局部集中供暖模式，改善天然气和液化气基础设施建设，改善炊事燃料结构，还要改进现有的能源平衡表核算方式，将非商品化能源纳入其中以全面反映我国能源消费状况。

此外，还分析了城镇化对家庭能源带来的影响。我们对2012、2013两年数据进行了对比研究，发现城镇化将持续带来商业能源需求的扩张以及生物质能消费的萎缩，居民收入、家庭受教育程度、用能意识等都将影响居民的用能模式。现有的电力信息反馈机制尚不完善，无法为农村居民提供充足的消费信息反馈，也无法促成用户节能行为。在城镇化进程中要对居民新增的电力需求引起关注，可以通过节能电器补贴等方式激励居民实现低效电器的替换，从而降低用电设施锁定效应，在改善居民生活标准的同时节约能源。这些对比研究都为识别、制定相应的农村公共政策提供了基础和依据。

本报告的其他章节安排如下：第二章介绍本次入户调研的抽样方法，以及农村家庭的描述性分析；第三章介绍农村家庭能源消费的核算方法；第四章对农村家庭能源消费进行统计分析和对比。

第2章农村家庭能源消费基本特征

第一节 问卷设计与实施

此次问卷是中国人民大学多家机构协作完成。其中，中国人民大学能源经济系负责整个问卷设计、调查员培训、数据回访与校对、研究报告写作等工作；中国人民大学调查与数据中心负责样本抽样等前期工作；中国人民大学校团委负责调查访员招募与过程管理等工作。整个问卷依托于中国人民大学“千人百村”社会实践活动展开。

1. 抽样

此次问卷开展时间是2014年6-9月，针对的是中国农村家庭在2013年的家庭基本情况与能源消费状况。问卷调查的样本抽样分为两个阶段：

第一阶段：千人百村抽样

中国人民大学“千人百村”社会调研活动是中国人民大学在人才培养路线图框架下启动实施的实践育人工程，是一项反映中国农村发展变迁全貌的大型跟踪抽样调查。千人百村的抽样设计以2010年中国第六次人口普查资料为依据。据中国第六次人口普查资料，中国有2872个县级单位（县、县级市、区），其中户籍人口中农业人口比例高于5%的县级单位有2601个，这个为千人百村调查的抽样框。具体的抽样步骤如下¹：

- （1）将这2601个县级单位按非农业人口比例从小到大进行排序；
- （2）以十六分之一的抽样比，确定抽取162个初级抽样单元；
- （3）以各县级单位所属的农村社区（村委会）数为辅助变量，按PPS法抽取162个县级单位；
- （4）在这162个被抽中的县级单位中，每个县级单位按简单随机抽样抽取一个农村社区（村委会）作为调查对象。
- （5）在这162个被抽中的农村社区（村委会）中，每个村抽取65个农户作为调查对象，每个农户中抽取一名成年人，询问农户的基本情况。

因此，“千人百村”最终调查全国162个县级单位的162个村，10530个农户。该抽样设计的主要特点如下：首先它是隐式分层，覆盖了中国城市化水平不同的所有区域；其次，该抽样方法简洁，以PPS法进行自加权，这162个村的入样概率完全相等，根据各村的汇总数据进行的二级分析不需要任何加权，即代表了中国整体上的情况；最后，此调查的最低分析水平为农户，不代表被调查者个人；每个被调查农户的入样概率为 $65/N$ （ N 代表入样村的农户总数），其权重为入样概率的倒数。

第二阶段：家庭能源消费调查样本抽样

中国家庭能源消费调查（CRECS 2013）尽管依托于“千人百村”调查，但却

¹ 千人百村的抽样由中国人民大学调查与数据中心实施，该中心也是中国社会综合调查（Chinese General Social Survey, CGSS）的实施者。

是一份独立于“千人百村”的调查问卷。根据此前试问卷的结果来看，完成一份“千人百村”调查问卷需要耗时 1.5-2 小时，完成一份家庭能源消费调查问卷需要耗时 1-1.5 小时，考虑到“千人百村”调研员的实际工作量，此次并未选取“千人百村”的所有抽样地区，而是选择了不同区域有代表性的省份，对该省份所有涉及的村庄实施调查。为此征集了中国人民大学农业与农村发展学院、北京大学国家发展研究院、中国人民大学调查与数据中心，以及中国人民大学经济学院长期从事农业调研与能源研究的专家学者意见，从千人百村抽样地区中选择了 12 个代表性省份（河北、黑龙江、江苏、浙江、福建、湖北、湖南、广东、四川、云南、陕西、甘肃），62 个县级单位的 69 个村，共计 4140 户农村家庭。

最终抽样的样本村分布如下图所示。

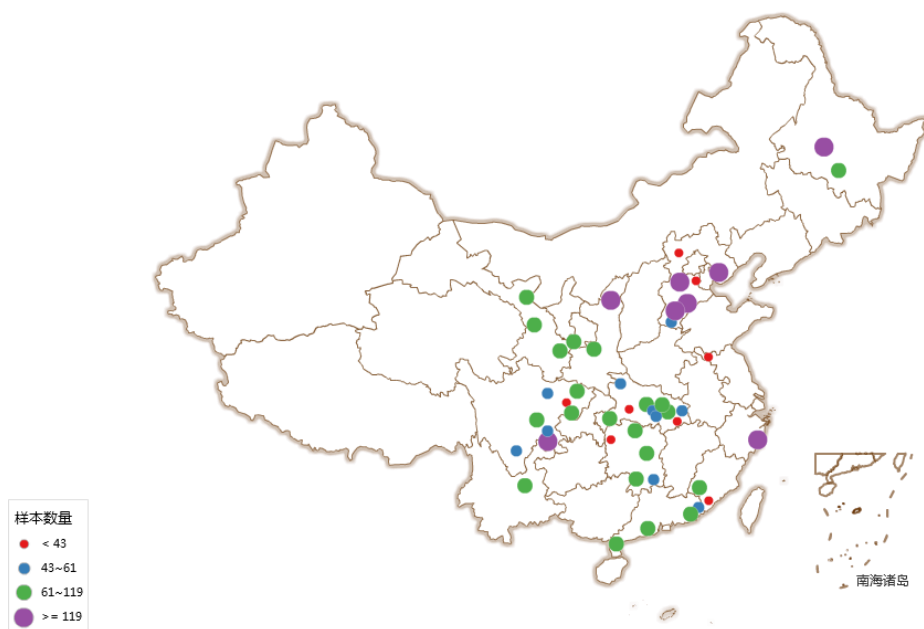


图 2-1 最终抽样的样本分布

2. 问卷实施过程

CRECS 2013 的问卷实施过程简介如下：

首先是网上报名。网上报名过程中，报名师生需要根据学校调查地抽样、个人兴趣和优势条件选择调研地。可以选择多个调研地（不区分顺序，选择的样本村越多，入选概率越高）。为避免出现语言障碍和生活不适应等情况，鼓励广大师生选择家乡及附近区域作为调研地。网上报名系统中的调研地只公布到县（区、县级市、旗），实际开展调研的行政村由中国调查与数据中心抽样决定，将在培训期间告知各团队。“千人百村”社会调研活动只接受师生以个人名义报名，不接受多人组团报名。此外，报名不限年级、专业，只要具有中国人民大学学籍并按期注册的在读本科生、硕士研究生或博士研究生均可报名参加。为了保证调研的顺利实施，还鼓励中国人民大学在编教师、博士后、行政教辅人员报名参加调研活动，并作为带队教师前往调研地开展。

第二步是组队。校团委联合相关部门，根据师生报名信息进行组队。每位学生只能参与1个调研团队；如果涉及调剂，校团委实践部会与相关学生进行沟通。每位带队教师可以参与多个调研团队。每个样本村原则上只安排1名带队教师，校团委将安排专人与报名的教师和行政教辅人员联系确认。

第三步是立项。“千人百村”作为学生社会实践项目有着严格的项目管理要求。校团委将在人大实践网公布入选学生名单，入选学生填写《千人百村社会调研活动报名表》，本人签字并报所在学院分团委进行审查盖章后交至校团委实践部。未在规定时间内提交纸质版和电子版报名表的同学，或者网上报名信息与报名表信息出现不一致者，取消入选资格。校团委将组织召开“千人百村”社会调研活动立项大会，所有入选师生均须参加。会后各调研团队自行商量确定领队1名，领队组织团队成员商定具体的调研时间和行程安排，报学生社会实践服务中心。

第四步是访员培训。校团委组织一系列培训，主要包括问卷讲解、调研方法、安全保障、疾病预防等。培训期间，校学生社会实践服务中心将组织入选师生与往年赴相同地点开展“千人百村”调研的师生进行交流。所有入选师生必须参加培训，否则直接按“不予结项”处理。入选师生可以通过人大学生社会实践网对“千人百村”社会调研活动进行进一步了解，也可以到学生活动中心“千人百村”工作坊查阅相关资料。实地调研开始前，校团委还举行召开领队会议、举办出征仪式，同时发放介绍信、旗帜、文化衫等相关物质。

由于家庭能源消费调查依托于“千人百村”，因此在学校组织的问卷培训中，单独为实施家庭能源消费调查的访员进行了专项讲解，内容涉及如何查看和获取家庭用能设施的功率信息，如何查看和获取家庭能源消费支出，如何估计农村生物质能的消费量，以及各地不同能源消费品种的差异和地区俚语等。

最后是实地调研。千人百村实施按照小组调研方式进行，每组平均5名学生，其中1名领队，每组负责一个村60-65户家庭的问卷。在家庭能源消费调查涉及的12个省，调研员除了要完成千人百村所的问卷任务，还需要再单独完成该住户的家庭能源消费调查问卷。

经培训合格的团队，在2014年7-8月赴样本村开展调研。调研过程中按照培训中提出的相关要求，开展问卷调查和资料搜集工作。校团委、校学生社会实践服务中心将委派专人担任各调研团队联系人，跟踪各团队活动进展，传达相关通知。各团队在调研过程中须与联系人保持紧密联系，并及时按照联系人要求提交反映活动进展的通讯稿等材料。

3. 问卷质量控制

质量控制由两部分组成：

首先，千人百村的规章制度设计有效地减少了问卷质量误差。千人百村作为中国人民大学学生社会实践活动，引起了学生的广泛关注和积极参与，每年的报名需要进行层层筛选，只有此前具有相关调研经验和熟悉当地语言的学生才能入

选2；其次，千人百村活动是作为学生项目立项，校团委对各团队提交的结项申请材料进行核实、审查，并结合参加“千人百村”社会调研活动分享会的表现和联系人意见，对每个同学做出“结项”或“不予结项”的决定。如果某团队有同学因弄虚作假而不予结项，团队中其他知晓其弄虚作假行为且没有及时向校团委实践部报告的同学，也不予结项。凡不予结项的团队或个人，不能领取经费补贴，且两年内不得申报参加学生社会实践项目。如有弄虚作假等诚信问题，校团委还将汇总相关情况并向有关机关部处和学院予以通报，提出处理意见。“千人百村”社会调研活动是学校学生社会实践工作的重要组成部分，所有获批结项的团队及团队成员，均有资格参与学生社会实践评优、推优，并获得相关保障与支持。因此，千人百村活动与学生的评优推优息息相关，在制度层面尽可能降低了人为误差的可能性。再加上大多数调研队伍能得到学校带队老师的指点，因此其问卷质量较高。

其次，家庭能源消费调查问卷回收后，中国人民大学能源经济系组织了专门的数据回访团队，按照每个抽样村 10% 的比例进行电话回访。回访主要内容是抽取问卷中的一些最基本最容易校验的问题，如：您家里有几台电视机，户主爱人的出生年份等，一旦发现同实际问卷结果不符的问卷，将及时联系访员以及该调研小队的领队进行核实。

由于调研小组调研任务紧张，部分调研小组未能完成抽样村的所有家庭能源问卷；同时有部分村庄出现了较大变动（如四川北川县某村由于地质灾害整体搬迁），导致在实施过程中对抽样农户数进行了临时调整，因此最终回收的问卷不足 3600 份。在经过数据回访排除了部分误差较大样本后，最终有效样本为 3404 户家庭。以下所有分析均基于 3404 户家庭展开，其中提及的有效样本数指的是回答了该项问题的总样本数。

第二节 家庭特征

1. 家庭人口信息

(1) 家庭总人口数以 4 人为主

调查的有效样本数为 3281 户。如图 2-2 所示，在所接受调查家庭之中，以 4 人组成家庭最为常见，家庭总人口为 4 人的家庭有 775 户，占有有效样本数的 23.6%。其次为 5 口人和 3 口人组成的家庭，分别有 703 户和 583 户，占有有效样本的 21.4% 和 17.7%。2 人和 6 人家庭较少，均占样本的 13% 左右。1 人，7 人，8 人及以上家庭均不到样本的 5%。

² 2013 年千人百村有 2200 多人参与了申报，最终仅 1200 余学生入选，另外有 300 余名指导老师。

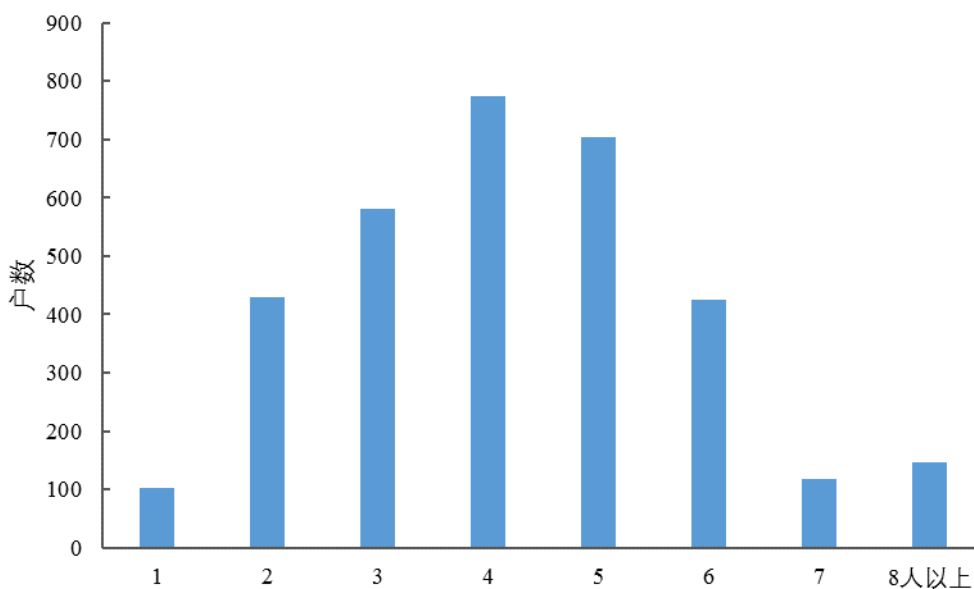


图 2-2 家庭人口总数情况

(2) 家庭常住人口以 2 人为主

家庭常住人口的调查有效样本为 3274 户。如图 2-3 所示，常住人口为 2 人的家庭居多，共有 1231 户，占样本总数的 37.6%。其次，常住人口为 3 人和 4 人的家庭，分别占样本总数的 20.6%和 16%。常住人口为 1 人以下或者 6 人及以上家庭较少，均不到样本的 10%。

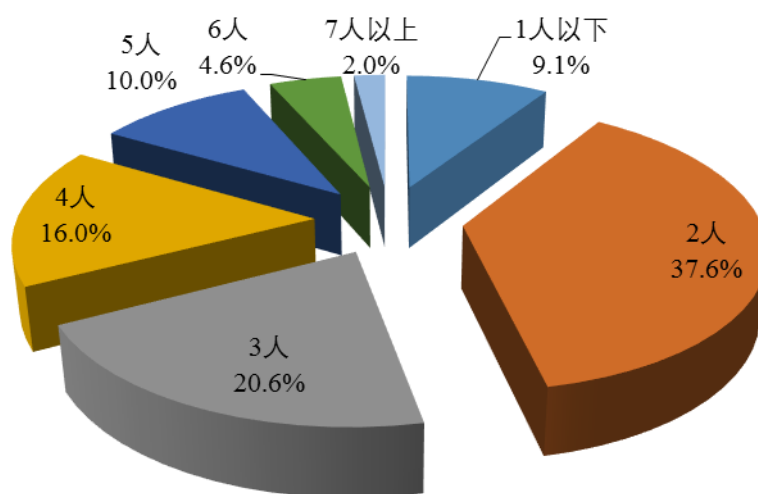


图 2-3 家庭常住人口情况

(3) 家庭劳动力数量以 2 人为主

如图 2-4 所示，家庭中劳动力数量分布与家庭常住人口分布相似，也主要以 2 人为主，有 1163 户，约占样本总体的 35.7%。其次为 3 人和 4 人，分别占样本的 20.9%和 19.7%。与家庭常住人口分布不同的是，劳动力数量为 1 人及以下的

家庭明显增多，约占 14.6%。劳动力数量为 5 人、6 人和 7 人及以上的家庭很少，均不到样本数量的 5%。

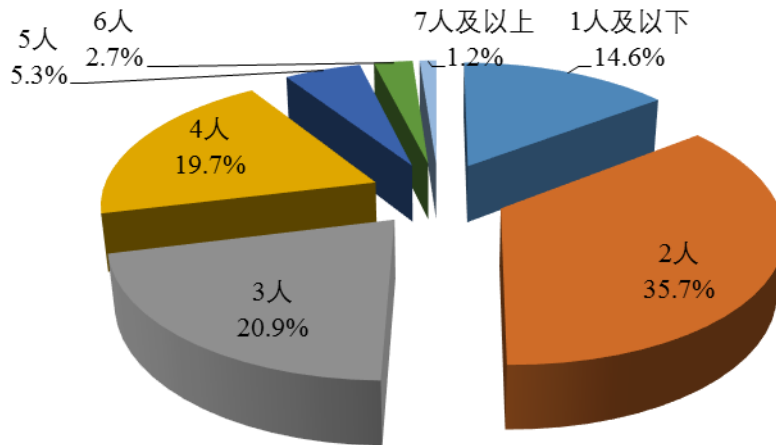


图 2-4 家庭劳动力情况

图 2-5 对比了家庭常住人口和家庭劳动力的分布。如图所示，二者分布大致形同，均为 2 人最多，其次为 3 人和 4 人。二者主要差别在于，第一，劳动力数量和常住人口相比偏少，这是因为在家庭中有些老人和小孩作为常住人口并未成为劳动力，符合现实情况。第二，劳动力和常住人口相比，更加集中在在 2 人 3 人和 4 人这一阶段，分别占总体的 76.3% 和 74.2%，常住人口从 2 人向两侧衰减较快。

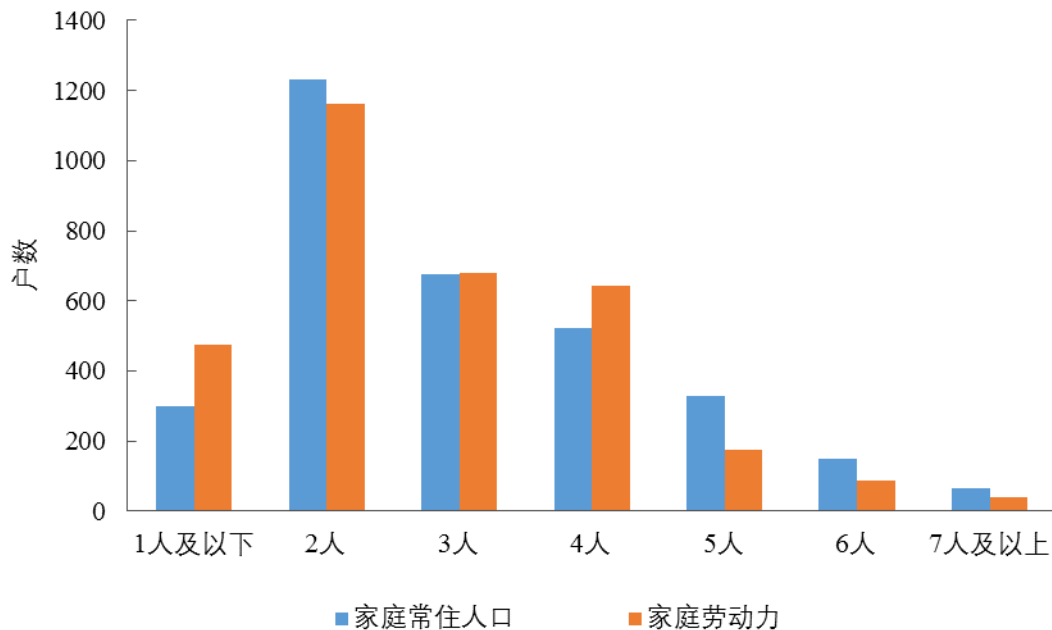


图 2-5 家庭常住人口和劳动力对比

2. 家中常住人口信息

(1) 常住人口主要由户主及其配偶和子女构成

在所调查的家庭中，与户主关系方面的有效样本数为 12079 人。如图 2-6 所示，户主本人占所调查人数的 26.8%，其配偶和儿子女儿，分别占比 23.4% 和 28.4%，以户主儿子女儿所占比例最大。此外，占比较多的人员为儿媳女婿、父母亲和孙辈，但均未超过 10%。其他人员，如（外）祖父母、配偶父母亲、兄弟姐妹、其他亲戚和其他人员组成比例极少，均未超过 1%。因此，调查样本的家庭常住人口组成基本上形成了以户主、户主配偶和其子女为主的家庭结构，其中由于家庭中可能不止一个子女，所以子女占比最大，户主数稍微高于配偶，但二者差距不大，符合我国一般的家庭构成。

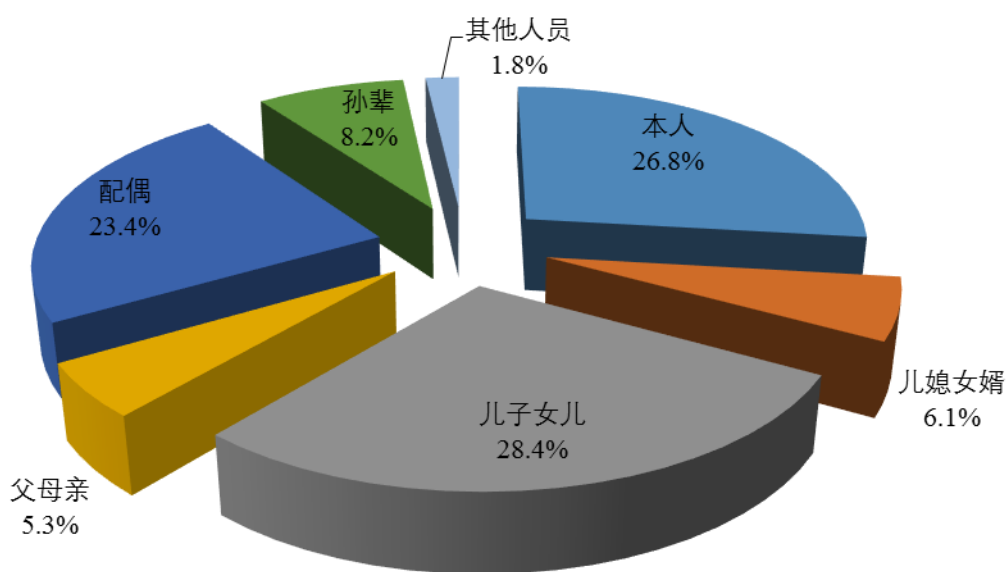


图 2-6 家庭常住人口家庭关系构成

(2) 调查性别比例男性略高于女性

性别调查的有效样本数为 11992，其中男性有 6424 人，占总体的 53.6%，女性为 5568 人，占总体的 46.4%。根据《中国人口和就业统计年鉴》，我国全国和乡村的男性占比均在 51%~52% 之间。

(3) 常住人口出生年份以 60 年代最多

图 2-7 显示了本次调查中常住人口出生年份的分布。如图所示，样本中以 60 年代出生的人口居多，呈现出多峰分布。1950 年之前，出生人口随时间推移递增，在 50 年代中后期出现峰值；60 年代初的出生人数有所下降，随后继续增加；60 年代中期出生人数再次达到峰值，之后有所下降；80 年代初开始增加，至 80 年代中期第三次达到峰值；随后的每年出生人口逐步下降，之后基本保持了 90 年代末的水平。

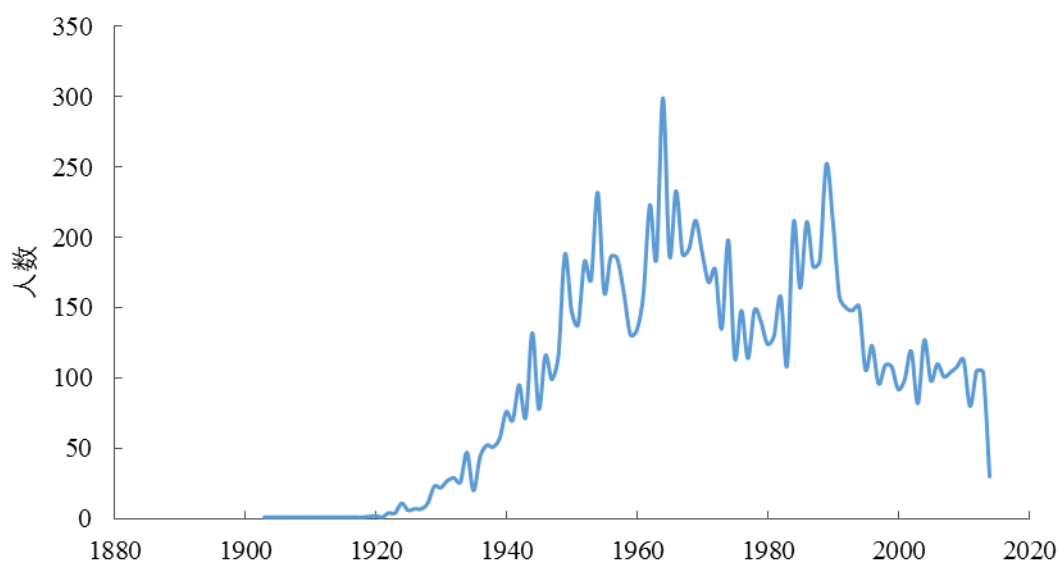


图 2-7 家庭人口出生年份情况

(4) 2013 年劳动状况以在本地工作为主

所调查家庭中，2013 年劳动状况有效样本为 11967 人。如图 2-8 所示，2013 年劳动以在本地工作为主，约占所调查总体的 44.8%。其余劳动状况中，在家做家务、年幼或上学和外出务工经商的比例大致相当，分别为 19.6%、18%和 18.0%。有极少部分在军队中服役。

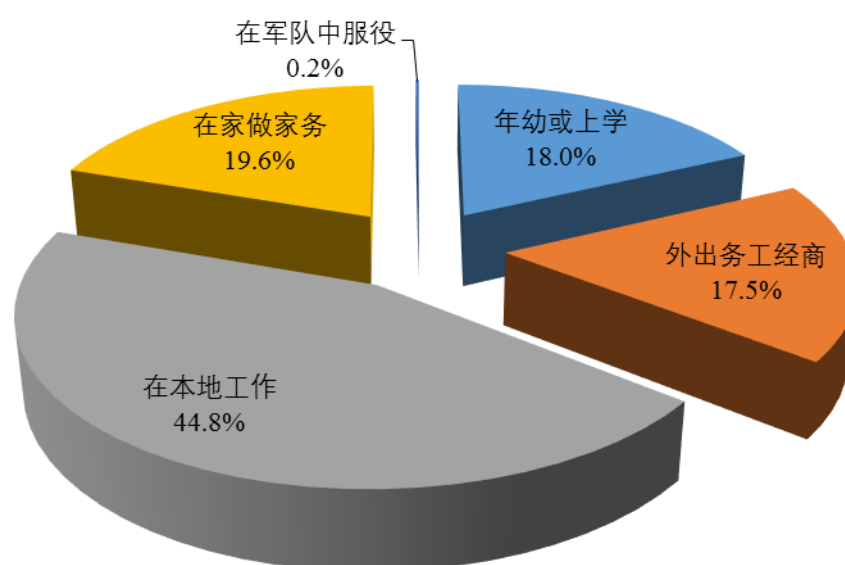


图 2-8 家庭人口劳动情况

(5) 职业类型以农业为主

由于所调查区域主要在农村，因此有超过半数的受调查人员职业为农民。如图 2-9 所示，在 7772 个有效样本中，农民有 4077 个，占比 52.5%。其次为工人，占比 22.6%。其余各职业人数较少，其中服务业和个体经营从业人数各占比 6%，公司职员、学生占比均为 3%，而公务员、事业单位职员和教师占比均为 1%。

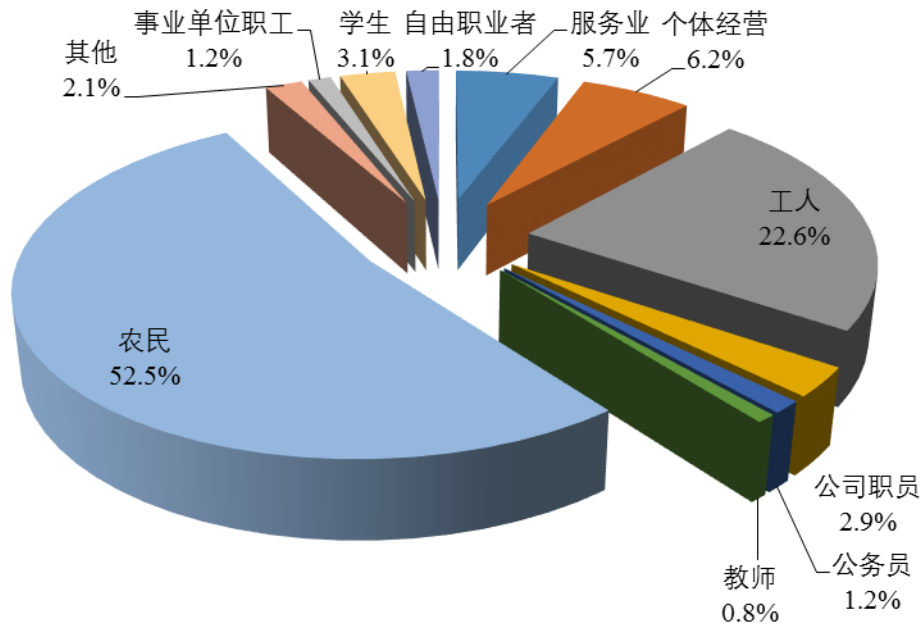


图 2-9 职业类型情况

(6) 行业类别以农林牧渔业为主

由于受调查人员职业主要为农民，因此受调查的 7430 个有效样本中，有 4299 人从事农林牧渔业，占比为 57.9%。其次为制造业和建筑业，占比分别为 12.5% 和 8.9%，这与受调查者职业类型中工人占比较高相符。余下各行业占比均不超过 5%，其中批发零售业和住宿餐饮业稍高，其余各行业从业人数数极低。具体各行业人员分布见图 2-10。

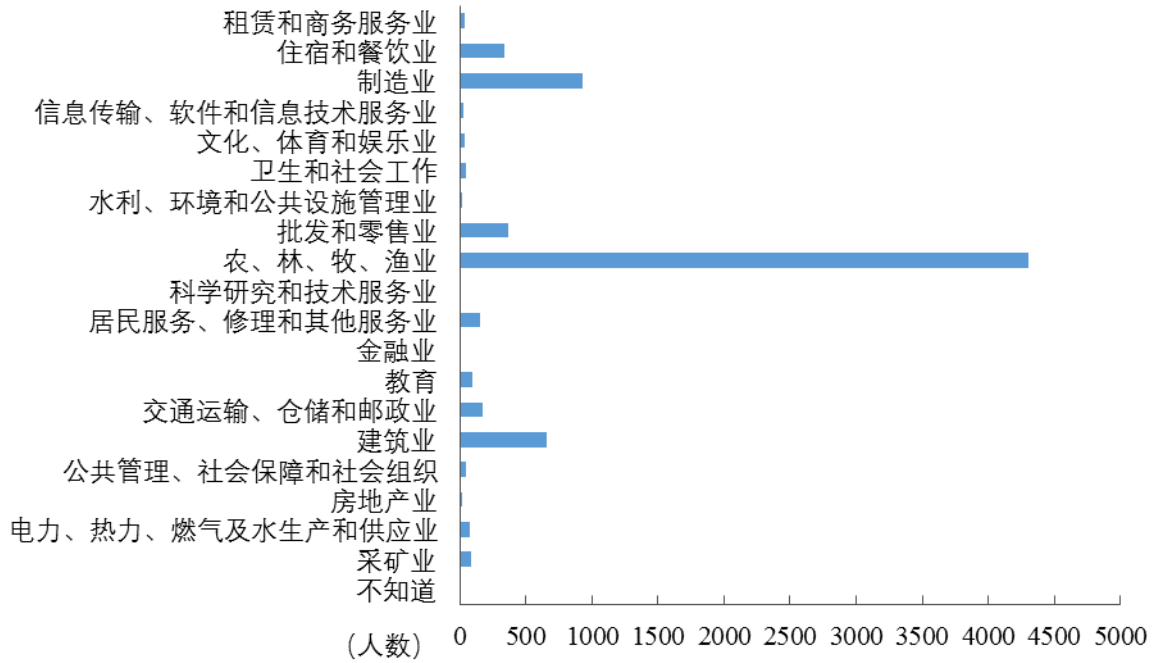


图 2-10 职业行业类别情况

(7) 工作单位性质私营企业和个体企业比重较大

调查中，工作性质有效样本数较其他家庭状况样本较少，为 7289 个。因为受调查者主要职业类别为农林牧渔业，因此大部分受调查者工作单位性质选为其他。如图 2-11 所示，除去占比二分之一的其他选项后，占比最多的是私营企业和个体经营，分别有 1802 人和 1271 人，占比 24.7% 和 17.4%。其余各种工作性质，如国家机关或事业单位、国有企业、集体企业和内资股份制企业占比较少，占比均未超过 2%，另外有极少数回答不知道。因此，受调查的人员工作单位性质以私营企业和个体企业为主。

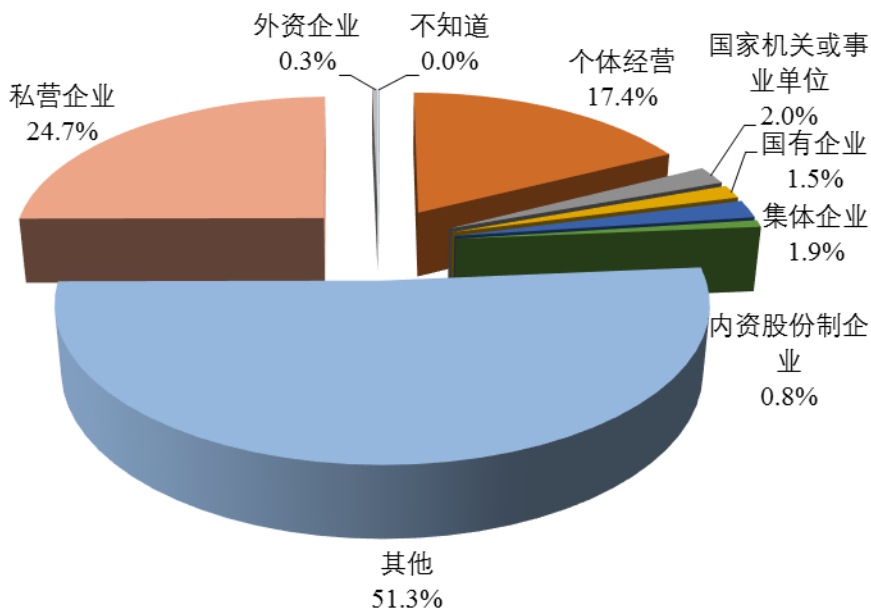


图 2-11 人员工作单位性质

(8) 汉族占样本的绝大多数

民族情况调查的有效样本较多，有 11782 个，其中受调查者主要为汉族，占调查总数的 93.6%。此外，在少数民族中，满族人数较多，为 276 人，占受调查总数的 2.3%，其他各个少数民族的人数均不足样本的 1%。由于接受调查的地区原因，相比全国少数组人口占比，在受调查样本中汉族和满族比例高于全国平均水平，其余少数民族占比较全国水平低。

(9) 受教育水平较低，以小学和初中文化为主

本次调查中，接受调查者教育水平普遍较低，绝大多数人员教育水平为初中及以下，并且存在大量的未接受正式教育人员。如图 2-12 所示，其中小学和初中文化水平人员最多，分别占比 37.6% 和 32%。其次为没有接受过正式教育人员，约占有效样本书的 14.7%。包括中专和职高在内的高中学历占比为 11.1%。接受过大学或者大专教育的人数很少，分别占样本总数的 2.6% 和 1.7%。另外有极少数人接受过硕士或博士教育。由此看出，受调查区域主要为农村的影响，接受调查者的教育程度普遍偏低。

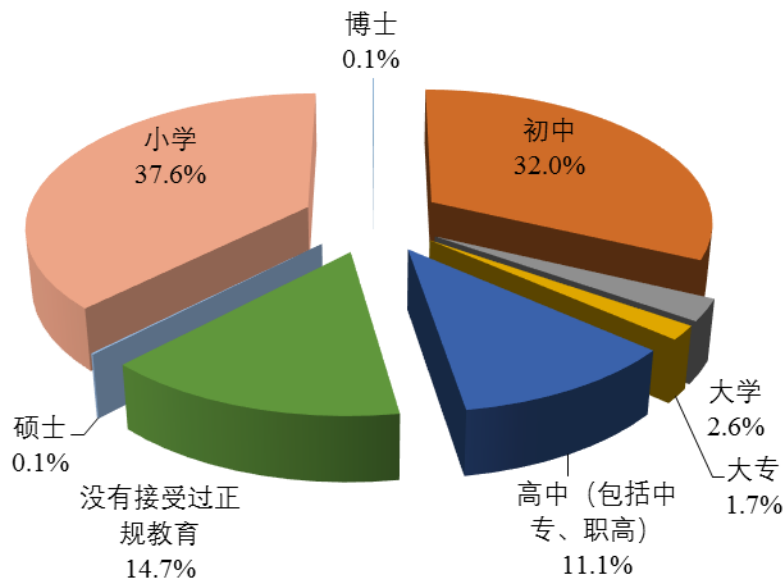


图 2-12 人员教育水平情况

(10) 受教育年数以 9 年居多

在分析受调查者受教育程度的基础上，我们对受教育年数进行细化分析。如图 2-13 所示，受到小学、中学等阶段式教育的影响，受教育年数在 6 年、9 年等年数出现明显跳跃。其中，受到 9 年义务教育的影响，接受教育年限以 9 年居多，占比为 27%。其次为小学毕业的 6 年，占比 20.1%，再次为 0 年，占比 15%。其余各年限占比较小，其中在高中毕业年数 12 年和大学毕业年数 16 年处出现小幅跃升。

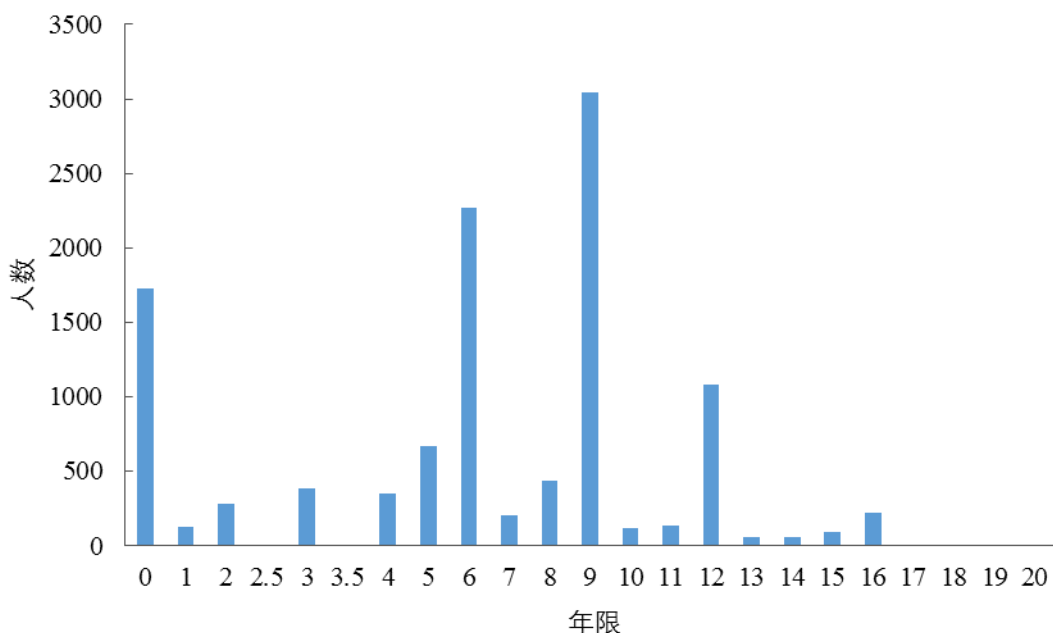


图 2-13 人员受教育年限情况

(11) 2013 年受调查者大多数常年在家

如图 2-14 所示，在 11309 个有效样本中，有 77% 的人在家居住时间为 12 个月，说明多数受调查者常年在家，这也与受调查者职业多为农民和工人，仅有少部分人的劳动状况为外出务工经商相符合。此外，一年中在家居住 1 个月或 2 个月等较短时间也比较常见，分别占样本总数的 5%。在家居住时间处于中间长度的样本较少，均未超过 5%。

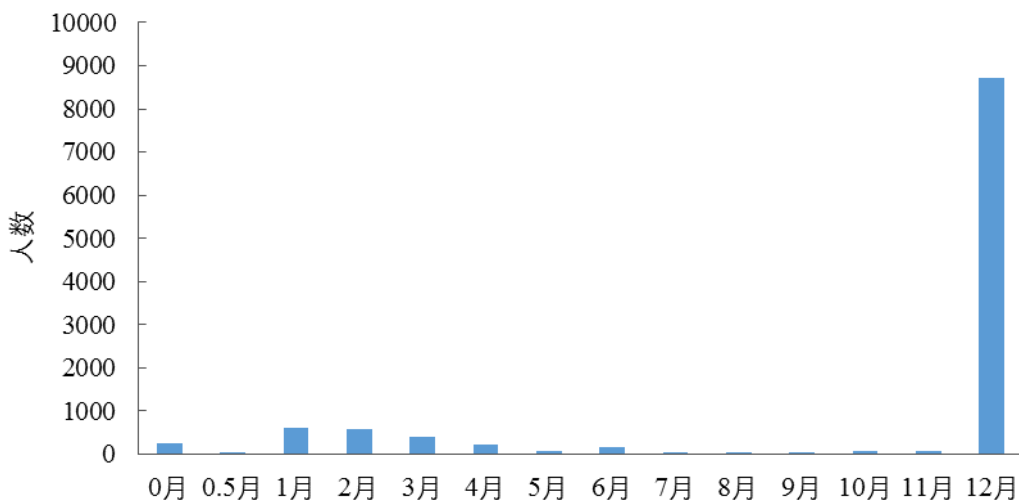


图 2-14 2013 年在家居住时间

第三节 住房情况

1. 住房建筑特征

(1) 地理位置以农村为主

此次能源消费调查问卷主要面向农村住户，因此住户居住的住房所处位置以农村为主。表 2-1 的数据显示，在调查的 3299 户受访住户样本（剔除了缺失值之后的有效住户样本，以下简称“有效样本”）中建筑所处地理位置位于农村的最多，达到 3166，占调查总量的 95% 以上；其次是位于市/县城的城乡结合部，达到 75 户，占有效样本比重的 2.27%；位于市/县城的边缘地区的有效样本有 20 户，占比 0.61%；位于市/县城区以外的镇的有效样本有 19 户，占比 0.58%；位于市/县城的中心地区的有效样本有 17 户，占比 0.52%；其余的 2 户所占比重最小，为 0.06%。

表 2-1 建筑所处地理位置

建筑所处地理位置	频数	比例 (%)
农村	3166	95.97
市/县城的城乡结合部	75	2.27
市/县城的边缘城区	20	0.61
市/县城区以外的镇	19	0.58
市/县城的中心城区	17	0.52
其他	2	0.06
总计	3299	100

表 2-2 对这些住户所在社区类型进行了进一步的梳理。与住户建筑所处地理位置类似的，建筑所在社区类型也以农村为主，3297 户有效样本中共有 3137 户所在社区属于农村，占调查群体的 95.15%；属于新近由农村社区转变成城市社区的有 81 户，占有效样本总量的 2.46%；住户建筑所在社区为别墅区或高级住宅区、未经改造的老城区、单一或混合的单位社区、普通商品房小区和保障性住房社区占有有效样本的比重则相对较低，各类项目分别占比均不超过 1%。

表 2-2 建筑所在社区类型

建筑所在社区类型	频数	比例 (%)
农村	3137	95.15
新近由农村社区转变的城市社区	81	2.46
别墅区或高级住宅区	30	0.91
未经改造的老城区	26	0.79
单一或混合的单位社区	12	0.36
普通商品房小区	5	0.15
保障性住房社区	2	0.06
其他	4	0.12
总计	3297	100

(2) 住房空间多为一层

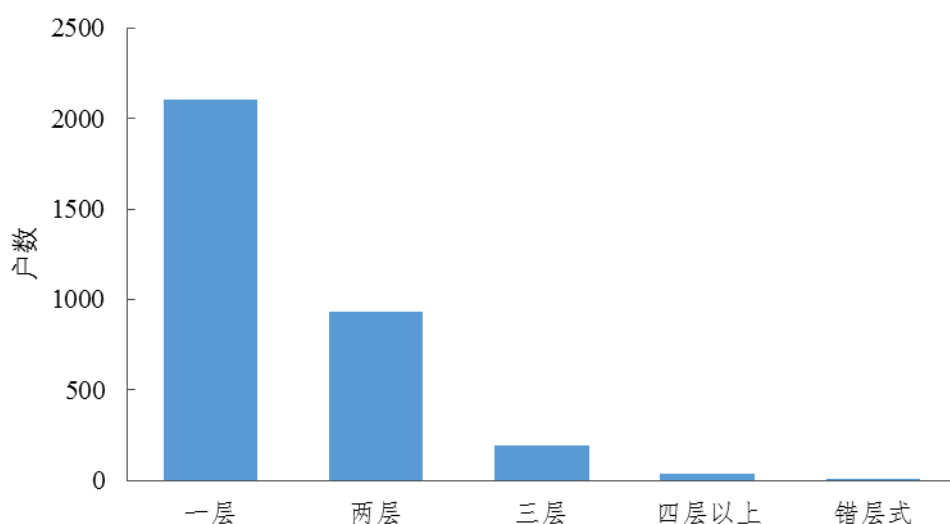


图 2-15 家庭自身使用住房空间

图 2-15 显示了住户自身使用住房空间的情况，此处的层数不含地下室和阁楼，也不含租售给他人的住房空间。其中，2107 户有效样本的住房空间为 1 层，占有有效样本比重的 64.1%；住房空间达到 2 层的有效样本数目约为住房空间 1 层有效样本的一半，住房空间达到 3 层的有效样本数目则不及住房空间 1 层有效样本的十分之一。可见大多数有效样本的住房空间只有一层。

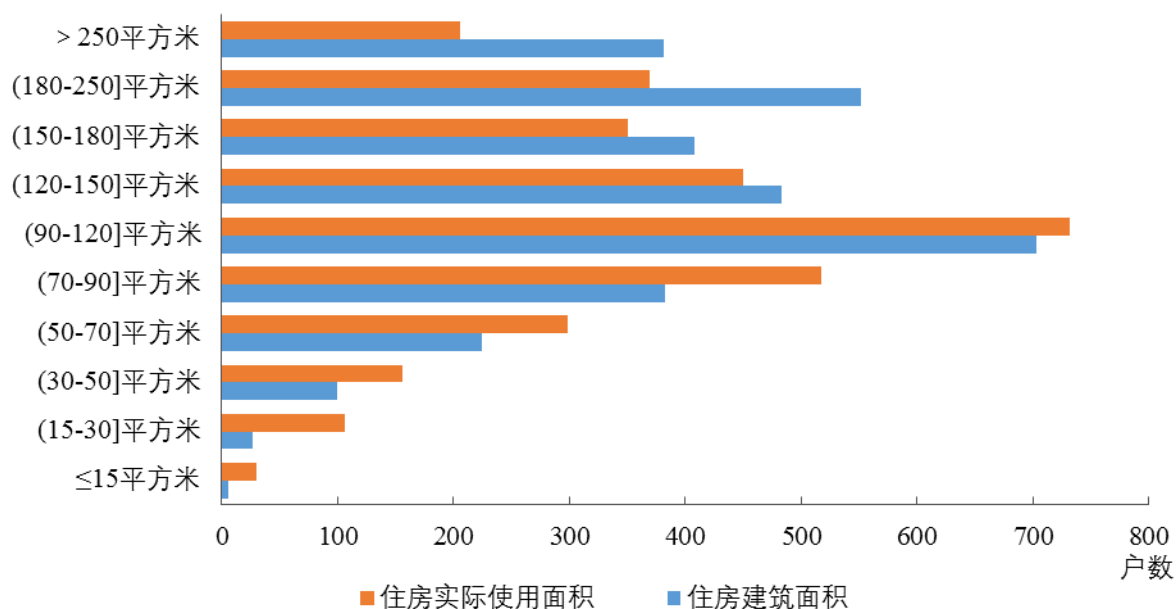


图 2-16 家庭住房面积

表征住房面积的图 2-16 则显示住房的建筑面积和实际使用面积的众数在 (90-120] 平方米的区间中，呈现正态分布的趋势。如果从住房面积来考察住户的收入情况的话，那么相应的推测是多数住户处于中等收入层次，极端富裕或者极端贫困的属于少数。

(3) 住房年代较新

从迁入年代看，住户的迁入集中在 2000-2009 之间，有 1098 户，占到了有效样本数量的三分之一以上。可以看出，对于受访住户而言，随着时间的递增，住户的迁入规模也随之变化。早于 1949 年迁入的有效样本仅有 21 户，而在 2000 年之后迁入的有效样本数量则达到 1482 户，占有有效样本数量的一半左右。与迁入时间类似，住房的建筑年代也大多处在 2000-2009 年之间，建筑年代较新。住户在这些住房中长期居中，几乎所有有效样本每周内居住时长都为 7 天，说明所统计居住地为住户的唯一居住地。

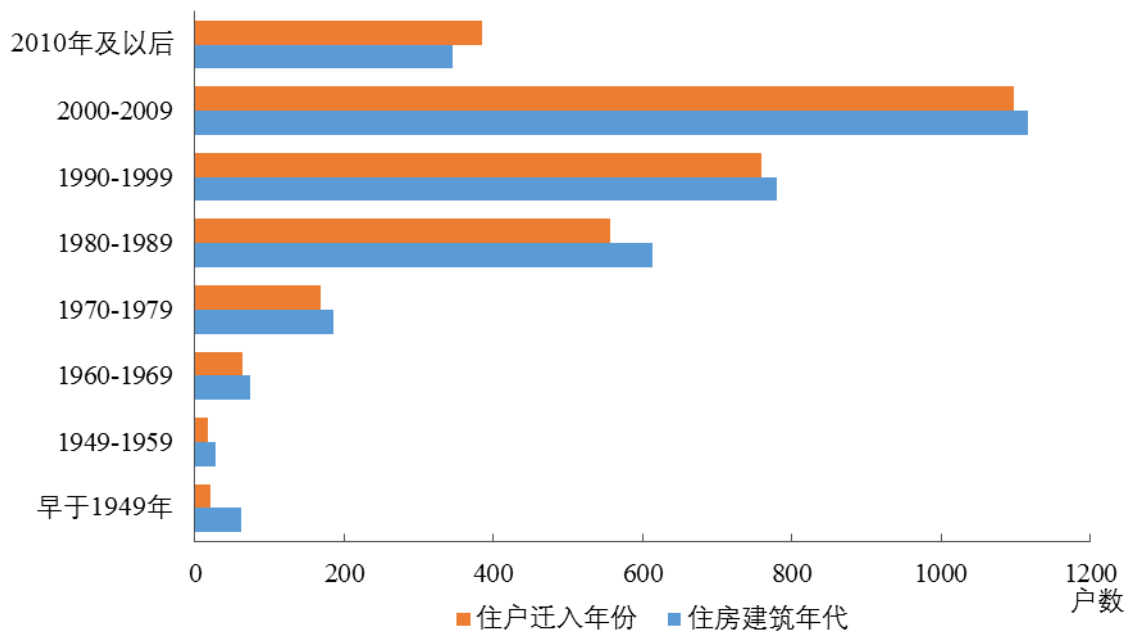


图 2-17 迁入时间与住房年代

(4) 自建房占多数

表 2-3 房屋政策属性

房屋政策属性	频数	比例 (%)
自建房	3161	96.61
商品房	32	0.98
住宅合作社集资建房	21	0.64
已购公房 (房改房)	17	0.52
廉租房 (公租房)	13	0.4
经济适用房	7	0.21
其他	21	0.64
总计	3272	100

表 2-3 显示了受访住户的房屋政策属性，自建房成为绝大多数有效样本的选择，占总体比例的 96.61%。所谓自建房，指的是通过自行组织雇佣他人施工，

在自有土地的基础上建造的房屋和建筑。调查中几乎所有住户都是以自建房来满足居住需求，这与我国农村地区的传统建造方式相符。而国家为了保证居民居住大力推行的经济适用房则较为少见，仅有 7 户有效样本的住房属于经济适用房，占比为 0.21%。由于大多数房屋为自建房，从产权上来讲这些房屋绝大多数也属于自有房，调查显示共有 3199 户有效样本的房屋产权为自有，占总体比例的 97.68%。严格来讲，住户所居住房屋的政策属性和其产权并不存在一致的对应关系，不过调查数据显示有效样本中商品房和经济适用房的产权均仅为自有，详见表 2-4。

表 2-4 房屋政策属性与产权关系

房屋政策属性	房屋产权		总计
	自有	他人	
自建房	3075	60	3135
商品房	32	0	32
住宅合作社集资建房	18	3	21
已购公房（房改房）	13	3	16
廉租房（公租房）	7	3	10
经济适用房	5	0	5
其他	14	6	20
总计	3164	75	3239

2. 住房窗户情况

(1) 住房半数朝南

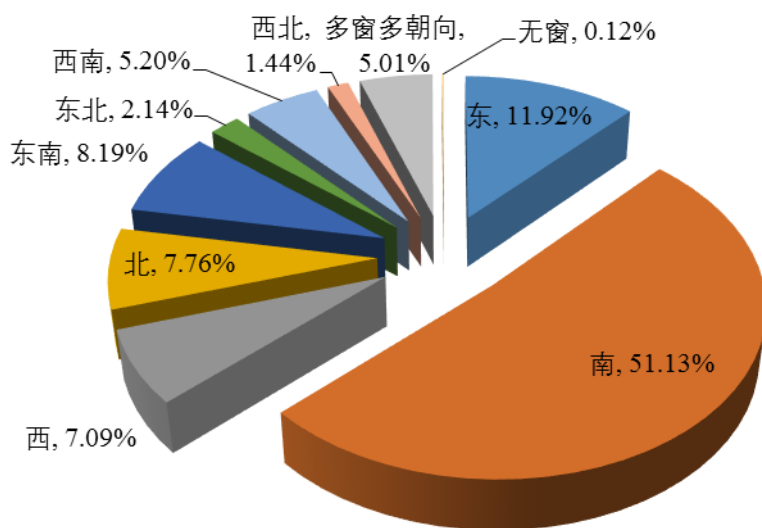


图 2-18 住房朝向

此处的住房朝向，指的是该房间主要窗体的朝向。由图 2-18 可知，约一半

的客厅朝向为南，这跟我国的地理位置处于北半球具有一定联系。由于我国绝大多数领土处于北回归线以北，坐北朝南的住房可以获得充足的光线，即使是在寒冬也能受到阳光的照射，在采光和取暖上朝南的住房具有明亮温暖的优点。朝向为东的住房占总的调查住房的比重排名第二，为 11.92%。以东南、北、西、西南方向为朝向的住房分别位居其后，占总体比重约为 5%-8%。多窗多朝向的住房紧随其后，占比 5.01%。无窗的住房比例最小，仅为 0.12%。

(2) 木质窗框广为使用

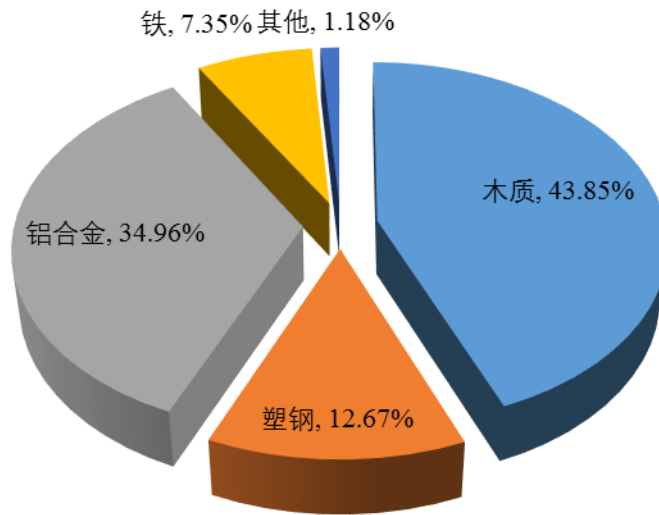


图 2-19 住房窗框结构

对窗框结构的统计数据显示，木质窗框成为住户广泛使用的窗框材料，在 3307 户有效样本中有 1450 户有效样本选用的是木质窗框。由于农村地区木材资源丰富，方便住户就地取材，因而低价的木材受到住户的欢迎，受访住户的住房大量出现木质窗框的材料。相比之下，铝合金窗框使用程度稍逊于木质结构，在有效样本中有 34.96% 的住房以铝合金为窗框，低于木质窗框所占比重 43.85%。由于铝合金具有成本低廉、耐腐蚀等优点，铝合金材料也开始逐步走进农村，成为住房窗框的选择之一。使用塑钢和铁作为窗框材料的住房则更少，分别占到有效样本比重 12.67% 和 7.35%。

(3) 单层玻璃较为普遍

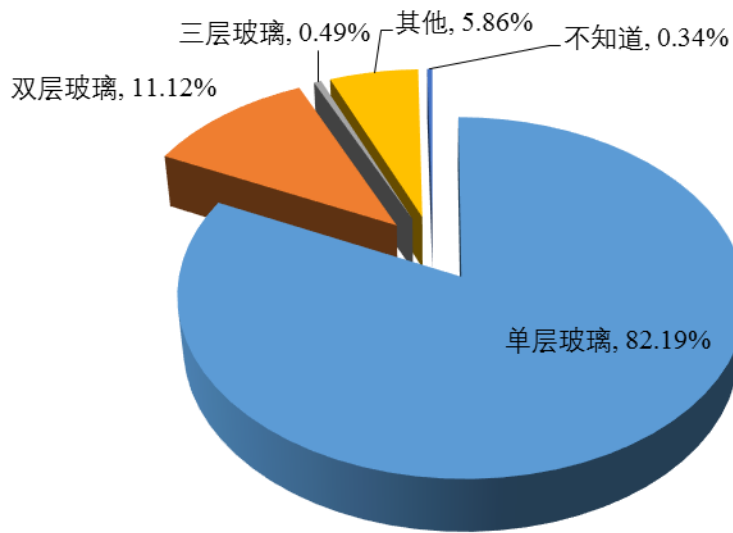


图 2-20 住房玻璃类型

图 2-20 显示出住房窗户玻璃的各种材料类型占有效样本的比例。以单层玻璃为窗户材料的住户占有效样本的 80% 以上，显示出了广大住户对单层玻璃的偏好。顾名思义，单层玻璃只有一层玻璃，不像双层玻璃在两层玻璃之间还夹有空气层来隔音和隔热，因此使用效果上单层玻璃不如双层玻璃，更难以媲美三层玻璃。但由于单层玻璃价格便宜，为了降低住房修建成本，农村居民往往愿意使用单层玻璃作为窗户的使用材料。相比而言，使用双层玻璃窗户的有效样本占有效样本总体比重约为十分之一，使用三层玻璃的有效样本占比甚至不到 0.5%。

(4) 窗户玻璃较少更换

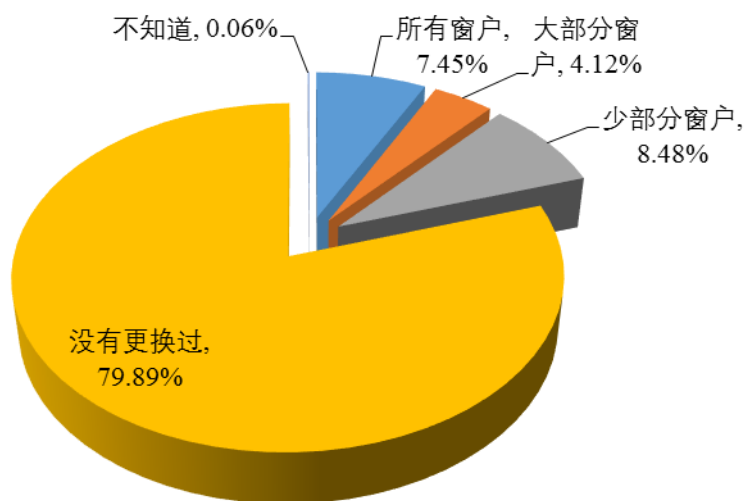


图 2-21 更换窗户/玻璃情况

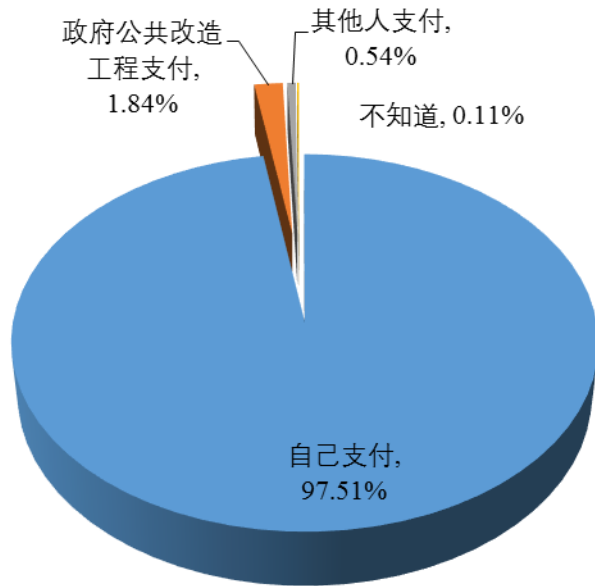


图 2-22 最近一次更换窗户和玻璃费用支付情况

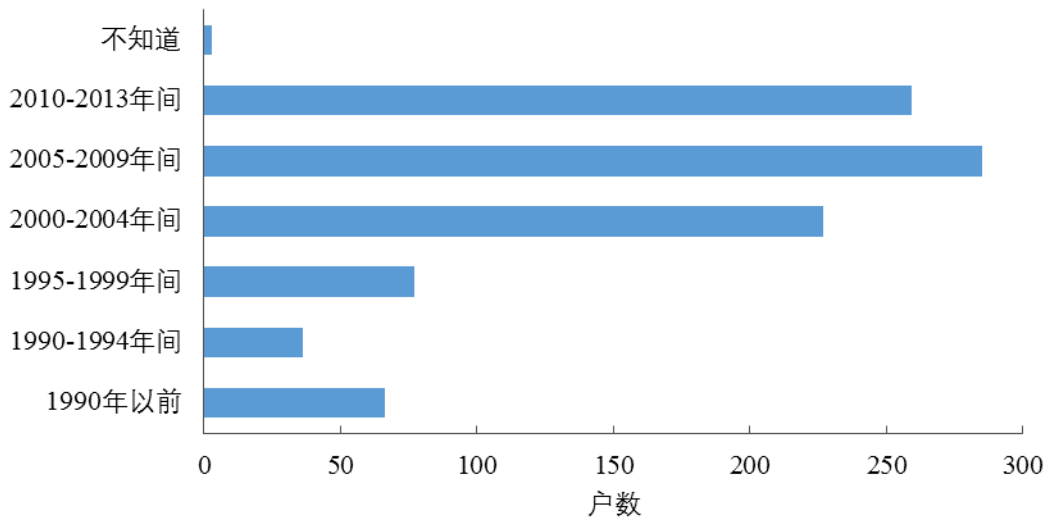


图 2-23 最近一次更换窗户和玻璃时期

图 2-21 至图 2-23 显示了住户搬入该住房后，主动更换窗户和玻璃的情况，包括搬入前的装修与翻新。3397 户有效样本中，有 2714 户有效样本表示没有更换过窗户和玻璃，占到有效样本总量的大约 80%。其余 20% 的有效样本曾经对窗户和玻璃进行不同程度的更换，其中 288 户有效样本更换过少部分窗户，140 户有效样本更换过大部分窗户，253 户有效样本更换过所有窗户。需要注意的是，更换所有窗户和更换部分窗户的比例相当。这就是说，住户通常不会更换窗户，而一旦要换，则有近一半的情况是换掉所有窗户。

就最近一次更换窗户和玻璃的支付费用而言，97.51% 的有效样本自己支付了相关费用，1.84% 的有效样本依靠政府公共改造工程得以支付，0.54% 的有效样本更换窗户和玻璃的费用则是由他人支付的。从更换时间来看，住户最近一次更换窗户和玻璃的时期与其住房的建筑年代和住户迁入年代较为贴近，2000-2009

年成为有效样本更换窗户和玻璃的高峰时期。不同于住房建筑年代和住户迁入年代的是，有效样本在 2010 年之后更换窗户和玻璃的情况仍然较为多见，仅次于 2005-2009 年这一时间段。

3. 日照与隔热保暖

(1) 房屋日照时间充足

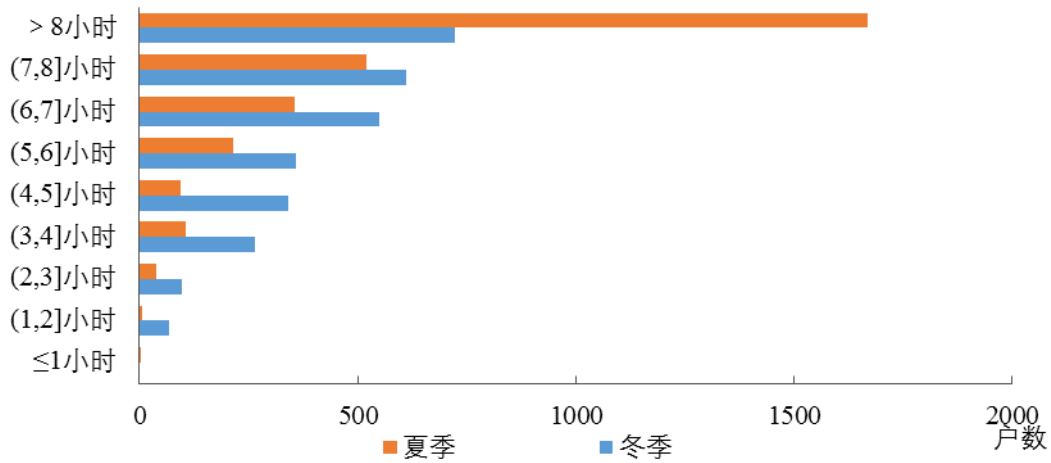


图 2-24 房屋平均每天日照时间

图 2-24 显示，冬季期间随着每天日照时间的增加，对应的房屋数量不断增长。冬季时平均每天日照时间大于 8 小时的房屋最多。夏季时随着每天日照时间的增加，对应的房屋数量也在增加，但在每天日照时间大于 4 小时之后，对应的房屋数量出现轻微的下降，直到每天日照时间大于 5 小时之后房屋数量才一直呈上升趋势。

由于日照时间跟采光和取暖密切相关，我国对于房屋日照时间有着明确的规定。根据《中华人民共和国国家标准城市居住区规划设计规范 (GB50180-93)》，房屋日照时间应当满足如下条件：“大城市住宅日照标准为大寒日 ≥ 2 小时，冬至日 ≥ 1 小时，老年人居住建筑不应低于冬至日日照 2 小时的标准；在原设计建筑外增加任何设施不应使相邻住宅原有日照标准降低；旧区改造的项目内新建住宅日照标准可酌情降低，但不应低于大寒日日照 1 小时的标准。”按照这样的规定，调查中绝大多数有效样本的住房是满足相应的日照标准的。

(2) 隔热保暖改造少见

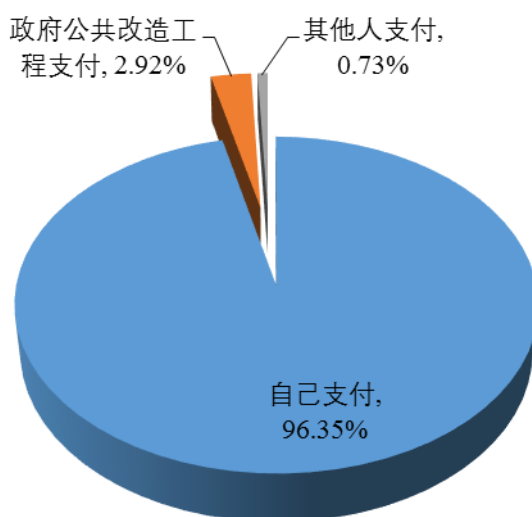


图 2-25 最近一次门窗封边处理费用支付

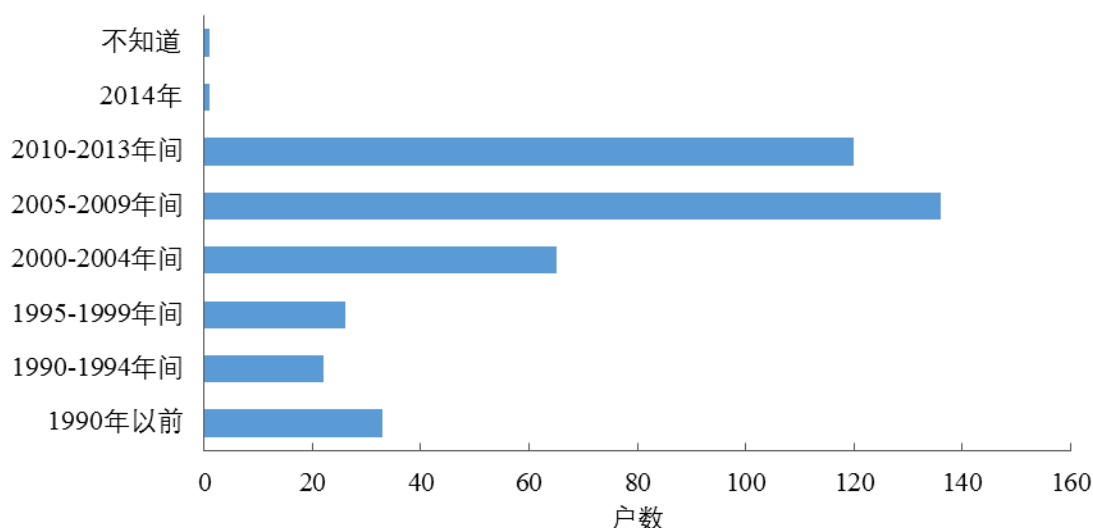


图 2-26 最近一次门窗封边处理时期

调查数据显示，3396 户有效样本中 88.87% 都未曾对门窗进行封边处理。在进行封边处理的有效样本中，绝大部分有效样本最近一次封边处理的费用是由自己承担的（图 2-25）。如图 2-26 所示，近 80% 的有效样本的最近一次门窗封边是在 2000 年之后进行的，其中 2005-2009 年期间对门窗封边的有效样本比例最高，为 33.66%。

相比于门窗封边，外墙改造在保暖上可以取得更为显著的效果。所谓外墙保暖改造，指的是通过粘结、喷涂、浇筑等固定方式将保暖隔热效果良好的绝热材料与住户建筑墙体固定一体，从而增加整个墙体的保暖隔热效果的工程方法。调查中进行外墙保暖改造的住户较为少见，接近 98% 的有效样本都没有进行过外墙

的保暖改造。图 2-27 进一步表明，在进行过外墙改造的有效样本中，有 96.15% 的有效样本最近一次的改造费用是自己支付的，政府公共改造工程支付的住房相应占比仅为 2.88%。另外，如图 2-28 所示，60.58% 的有效样本最近一次的外墙改造是从十年前起，即在 2005-2013 年期间内进行的。

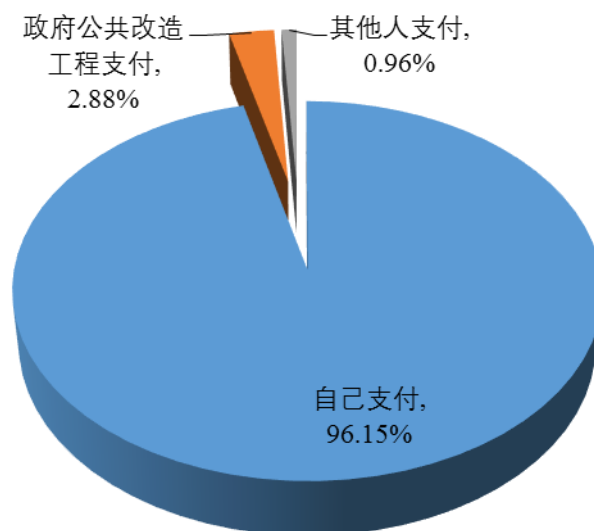


图 2-27 最近一次外墙保暖改造费用支付

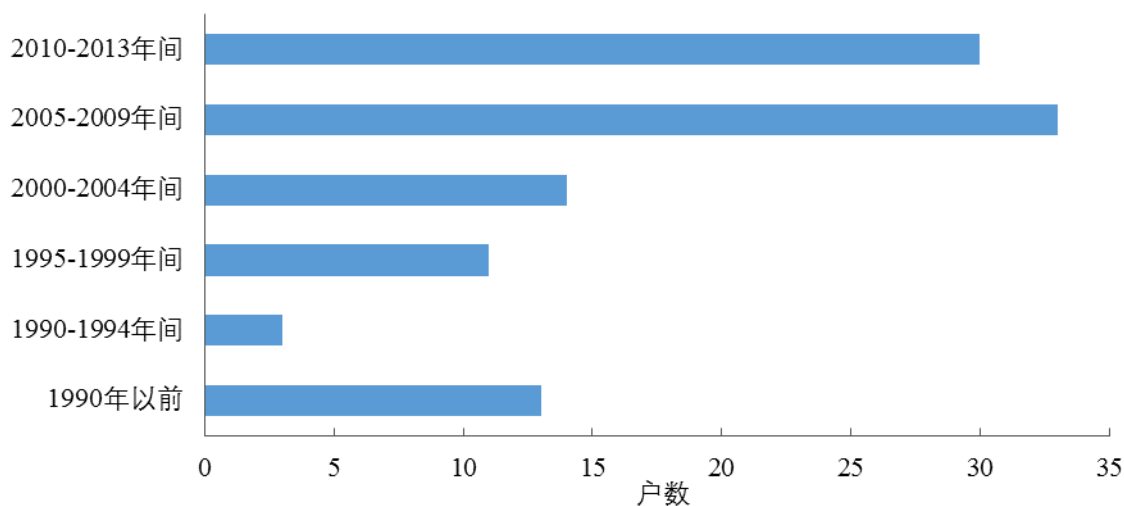


图 2-28 最近一次外墙保暖改造时期

类似的，对阁楼、天花板、管道等添加过隔热绝缘材料的情况也比较少见，98.77% 的有效样本并未进行过添加隔热绝缘材料的过程。由图 2-29 可知，在进行该项措施的有效样本中，自己支付相关费用的有效样本比重为 96.61%，高于门窗封边处理和外墙保暖改造中的相应比重；而依靠政府公共改造工程支付费用的用户降低到 1.69%，低于门窗封边处理和外墙保暖改造中的数据。就时期而言，2000 年之后添加隔热绝缘材料的有效样本数量明显更多，并在 2010-2013 年之间达到最大值（图 2-30）。

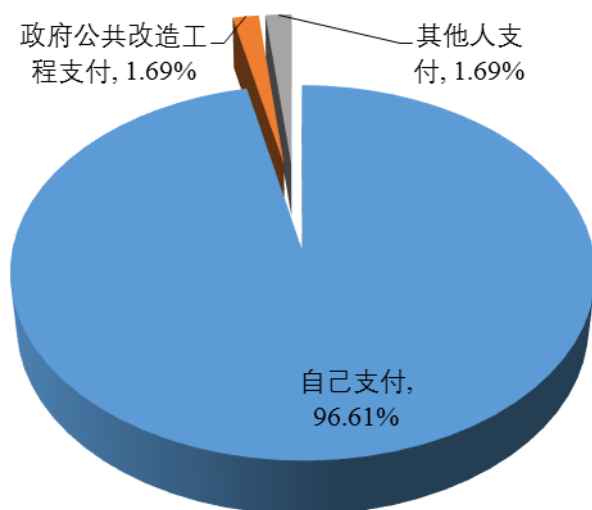


图 2-29 最近一次添加隔热绝缘材料费用支付

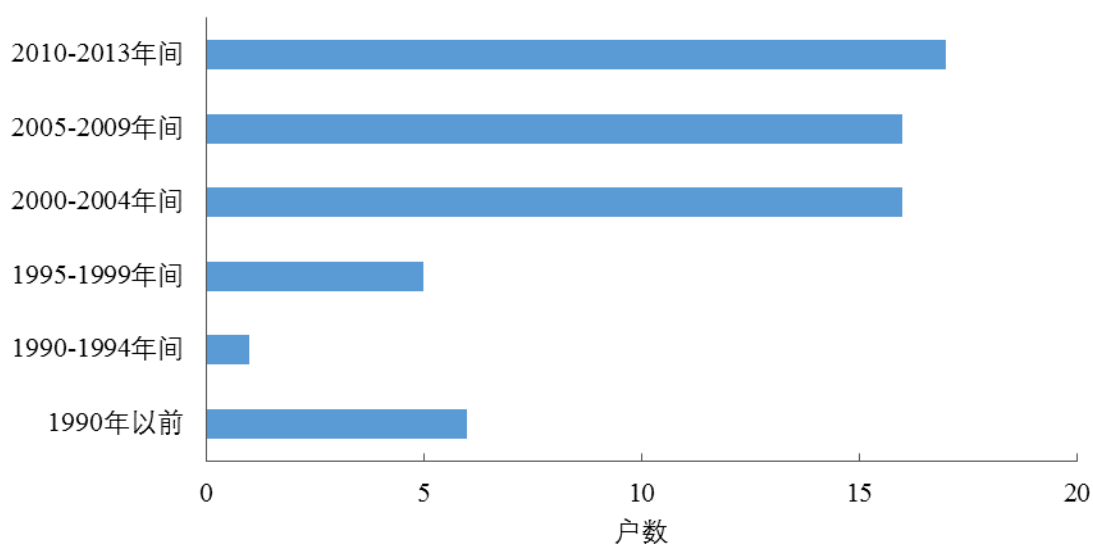


图 2-30 最近一次添加隔热绝缘材料时期

第四节 厨房及家用电器

1. 厨房设备

在 3404 个农村家庭中，共有 4317 个灶头，平均每户家庭拥有约 1.3 个灶头。就烹饪主要设备类型来看，有 48.8% 的家庭使用柴火灶/土灶。煤气炉居于第二位，占总数的 22.3%。其他依次为电磁炉、蜂窝煤炉、沼气炉和油炉。

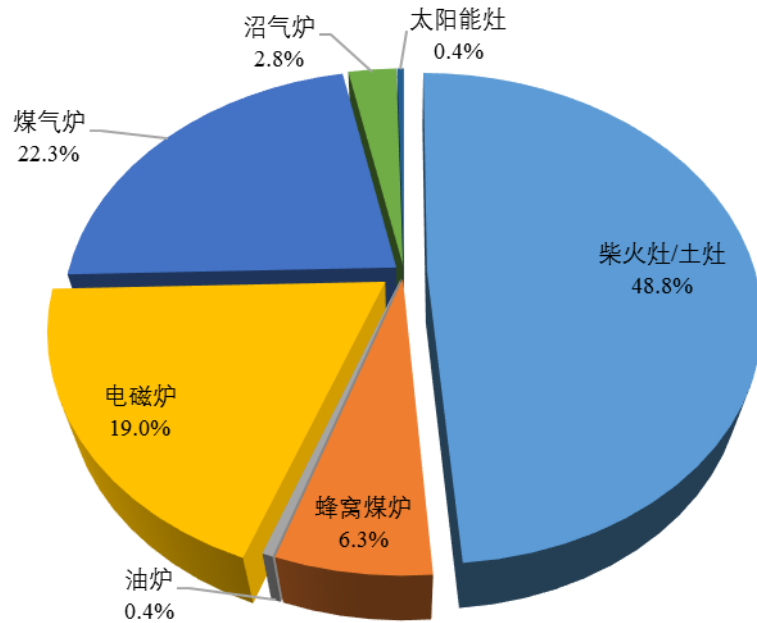


图 2-31 灶头的主要设备类型

图 2-32 统计出被访家庭共 2655 件其他厨房常用烹饪设备。调查结果显示，最常用的三类设备分别为电饭煲、高压锅与微波炉，三者占比分别为 77.9%，15.1% 进而 4.3%。此外，此次调查的 3404 个家庭中，共有 239 台抽油烟机，平均每个家庭有 0.07 台。

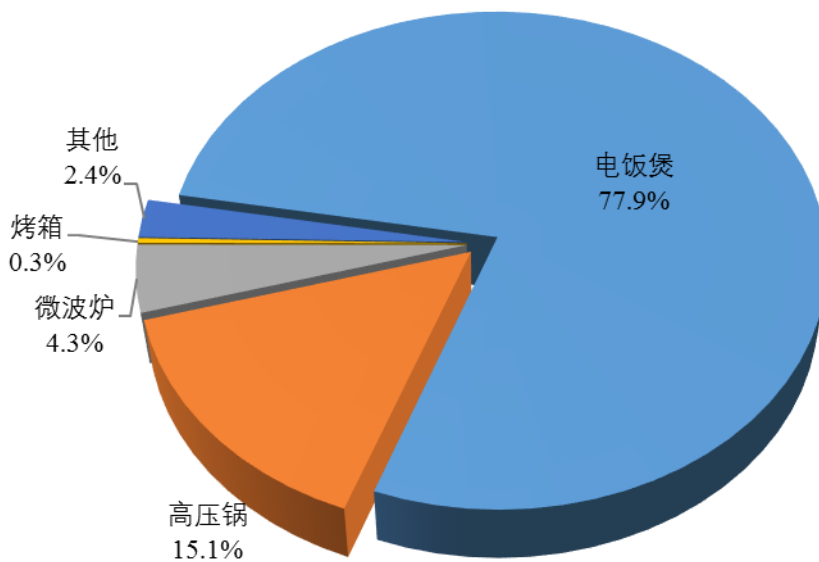


图 2-32 其他烹饪设备

图 2-33 统计了各类炊事设备的购买年份。其中灶头和其他烹饪设备多购于 2000-2013 年间，尤其是 2005-2009 年间。抽油烟机购买量自 1990 年以来，呈现

逐年上升趋势。

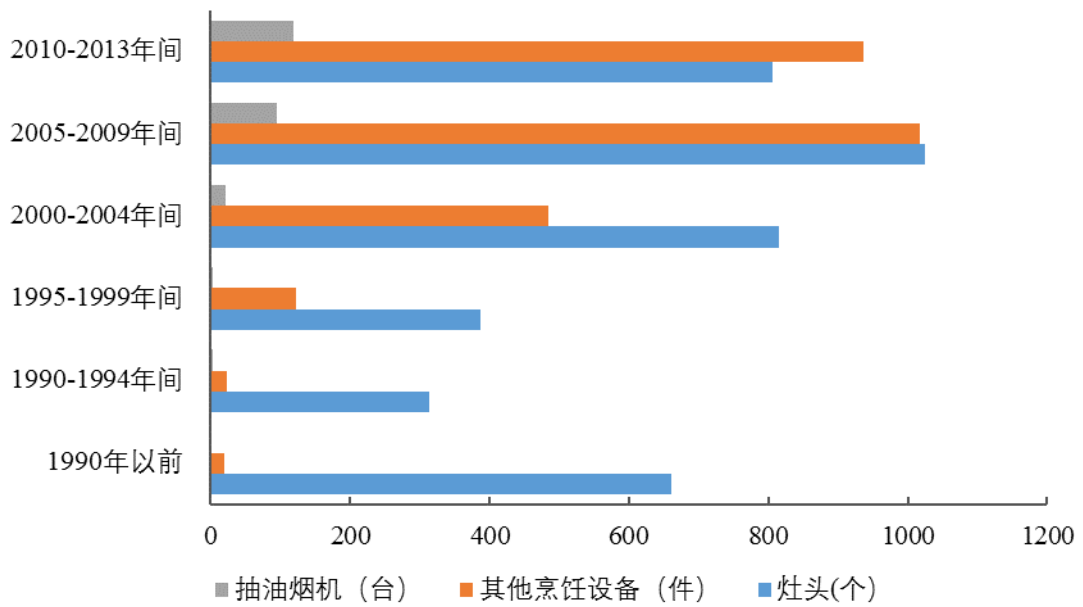


图 2-33 炊事设备购买年份

在所调查的家庭中，农村家庭购买炊事设备时所享受的补贴类型这一问题的有效样本数为 6721。其中，约 93.9%的设备购买未享受补贴，3.3%的设备购买享受了家电下乡补贴。享受节能产品惠民补贴、以旧换新补贴以及其他补贴的设备数量较少。

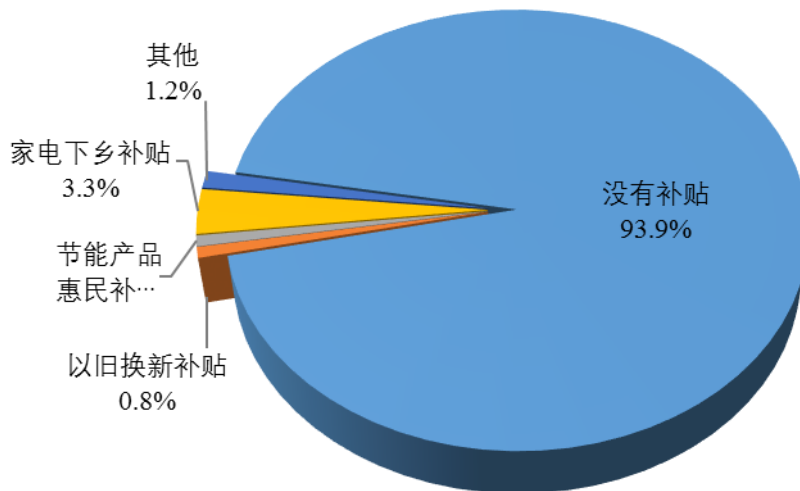


图 2-34 炊事设备享受补贴类型

图 2-35 统计了炊事设备中属于电器种类设备的用能功率，包括电磁炉、电饭煲、微波炉、烤箱和抽油烟机。该问题有效样本数为 2974。其中，功率在 300W 以下和 700W 到 1000W 间的电器数量最多且数量相当，分别占比为 19.8%和

20.2%。其次为功率在 500W 到 700W 之间和 1500W 以上的设备，占比分别为 18%和 16.1%。具体来看，电磁炉的平均功率最高，达到 1146.3W。抽油烟机功率最低，约在 380W 左右。

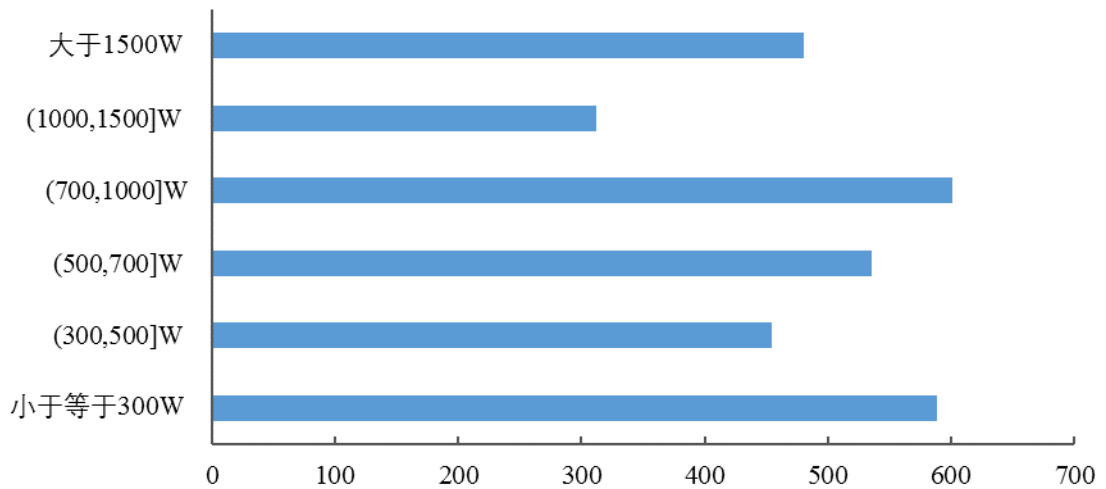


图 2-35 炊事设备用能设备功率

图 2-36 和图 2-36 统计了灶头的使用频率和使用时间，有 41.2%的灶头每天使用次数大于等于 3 次，30.6%的灶头每天使用 2 次。43%的灶头每次用 15-30 分钟，29.5%的灶头每次用 30-45 分钟。平均而言，每个灶头每天 2 次，每次使用时长为 36.4 分钟。

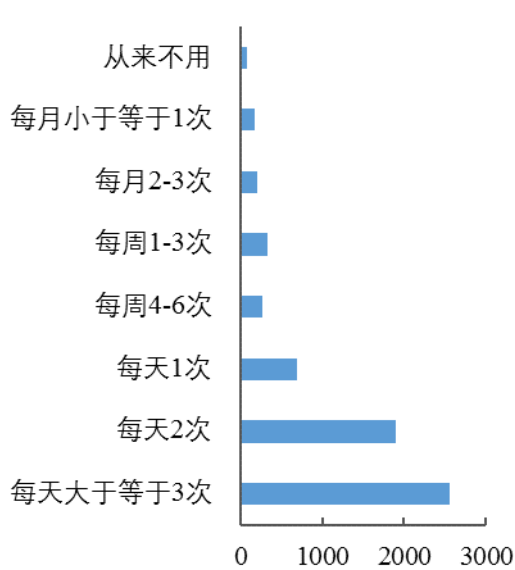


图 2-36 灶头使用频率

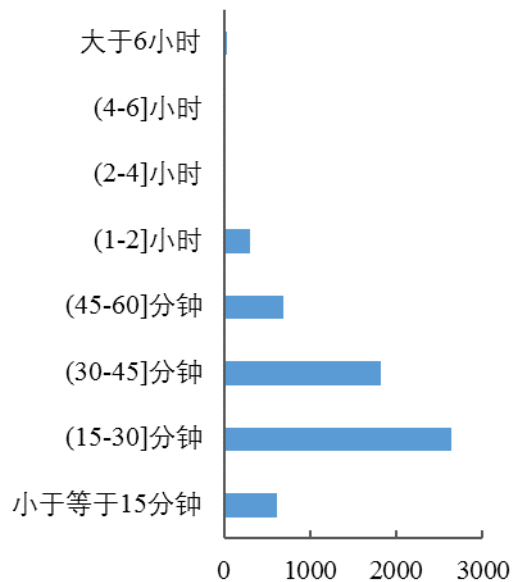


图 2-37 灶头每次使用时间

其他烹饪设备的使用频率和每次使用时间见下图。就电饭煲来说，有 39.4%的电饭煲每天使用 2 次，48.1%的电饭煲每次使用时间为 15-30 分钟。就高压锅来说，19.9%的高压锅每天使用 2 次，32.9%的高压锅每次使用时间约为 15-30 分钟。而就微波炉来说，20.4%的微波炉每周使用 1-3 次，65.8%的微波炉每次使

用时间不超过 15 分钟。烤箱的使用频率稍高于微波炉，36.2%的微波炉每天使用 1 次，使用时间多为 15-30 分钟。

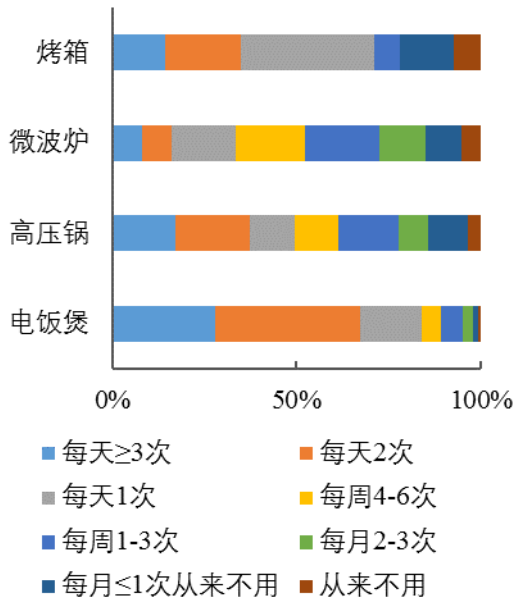


图 2-38 其他烹饪设备使用频率

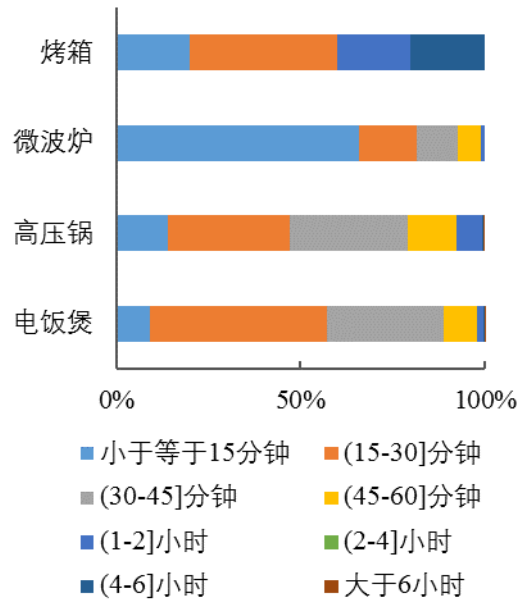


图 2-39 其他烹饪设备每次平均使用时间

图 2-40 统计了灶头、其他烹饪设备和抽油烟机所使用的能源类型。灶头使用能源类型的有效样本为 4166。其中，使用薪柴/秸秆的家庭占比为 44%；其次为电力和瓶装液化气，占比分别为 20.9%和 20.1%。其他烹饪设备和抽油烟机的有效样本共 2805。都以电力为主要能源使用类型，占比分别为 90.2%和 94.4%。

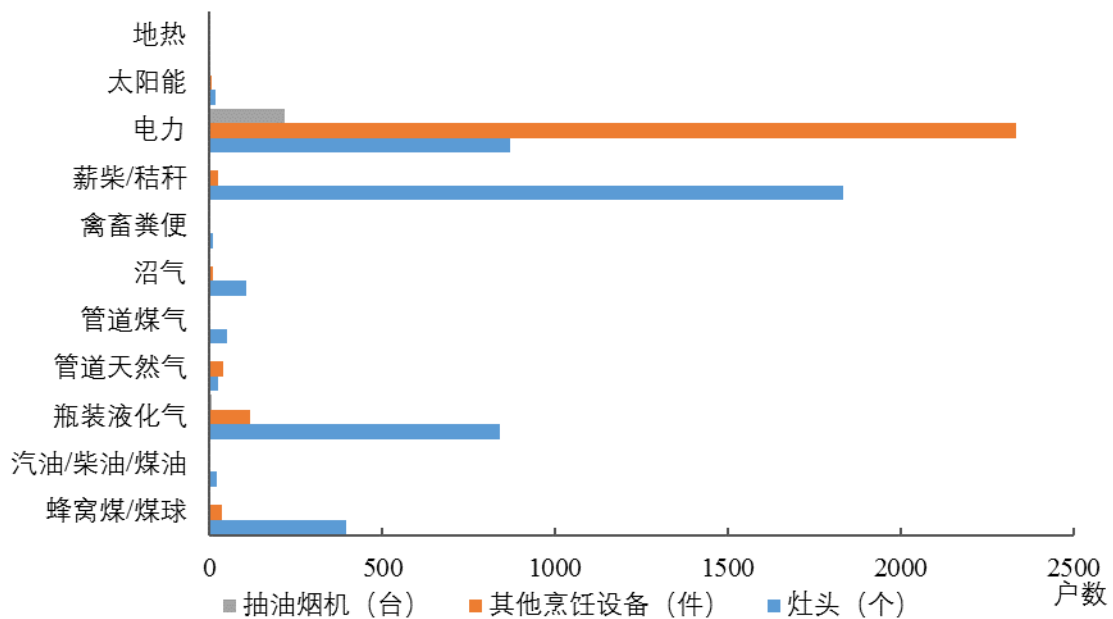


图 2-40 炊事设备能源使用类型

2. 家用电器

根据本次对 3404 个农村家庭的调查来看，冰箱（含冰柜）共有 2565 台，每百户家庭拥有 75 台。有 45.3% 的冰箱为中型容量（75-150L），40.4% 的冰箱为大型容量（150-250L）。同时，在 2528 个有效样本中，60.1% 的冰箱除霜方式为手动除霜，其余均为（半）自动除霜。

洗衣机共有 2371 台，每百户家庭拥有 69.7 台。其中 97.4% 的洗衣机为上开盖样式，前开门和斜开门样式洗衣机数量极少。在 2364 个有效样本中，超过一半的洗衣机为双缸类型，其次有 33.6% 的洗衣机为单缸类型。在 2335 个有效样本中，41.2% 的洗衣机容量在 3 到 5 公斤间，其次 32.6% 的洗衣机容量在 5 到 7 公斤间。

电视机共有 3356 台，每百户家庭拥有 98.6 台。其中 3302 台为彩色电视，仅有 54 台为黑白电视。在 3342 个有效样本中，有 2327 台（69.6%）的显示屏类型为 CRT 显像管，932 台（27.9%）为液晶平板，等离子和其他显示屏类型的电视数量较少；有 58.2% 的电视显示屏小于 29 英寸，37.3% 的电视为 29 到 42 英寸之间。在 3344 个有效样本中，信号接收方式主要以卫星电视锅为主，比重达到 45.6%。其次分别为电视/机顶盒和有线电视两类，而通过网络接入和天线的较少。此外，本次调查还对电视关闭方式进行了调查，共有 3306 个有效样本。其中，超过一半的家庭通过关闭电视机的电源开关来关闭电视，33.4% 的家庭用遥控器关机，不到 15% 的家庭会先关闭电视并拔掉电源插头。

计算机共 705 台，每百户家庭平均拥有 20.7 台。其中包括台式机、笔记本和平板，三者占比分别为 78.2%、20.6% 和 1.3%。关于显示屏类型的调查共有 701 个有效样本，其中 79.2% 的显示屏为液晶显示屏，19.7% 的为 CRT 显像管，其他显示屏类型仅为 1.1%。就台式机来说，约 63.1% 的显示屏尺寸为 12 到 19 英寸，且有 60.9% 的台式机选用 ADSL/光纤上网，有 11.2% 不能上网。就笔记本来说，62.7% 的显示屏尺寸为 12 到 15 英寸间，33.8% 选择用无线网络上网，28.8% 的笔记本选用有线宽带，同时还有 20.9% 的笔记本不能上网。本次问卷还对不用电脑时如何处理进行了调查。有 56.2% 的用户会选择关机

影音娱乐设备共有 509 台，每百户家庭拥有 15 台。其中 76.8% 为影碟播放机（录像机/VCD/DVD），23.2% 为家庭影院（功放及音响）。

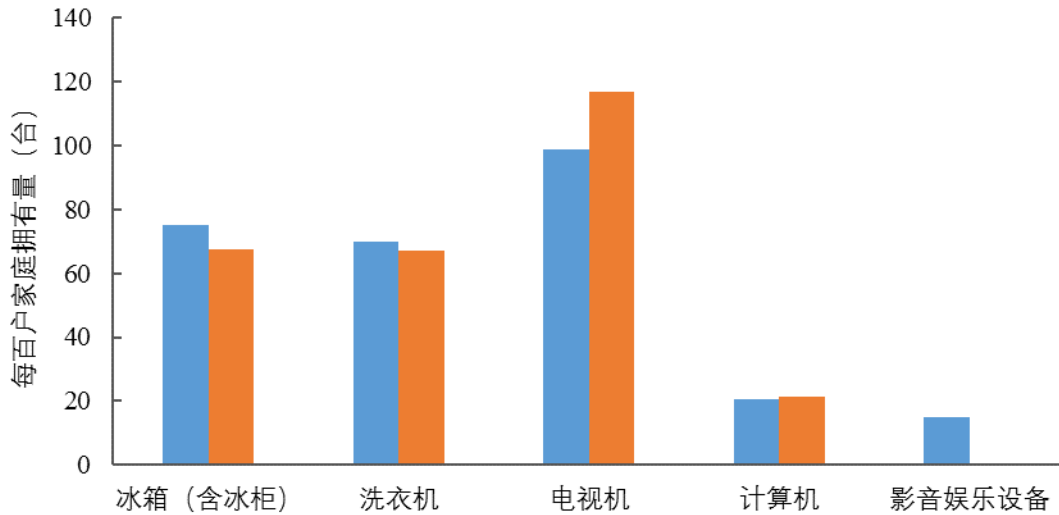


图 2-41 家用电器每百户家庭拥有量

图 2-42 描述了家用电器购买年份。冰箱、洗衣机、电视和影音娱乐设备主要购于 2000-2013 年间，占比分别为 93.9%、91%、85.5% 和 88.5%。而计算机则有 64.5% 主要购于 2010-2013 年，30.8% 购于 2005-2009 年间，2005 年前购买的比重不到 5%。

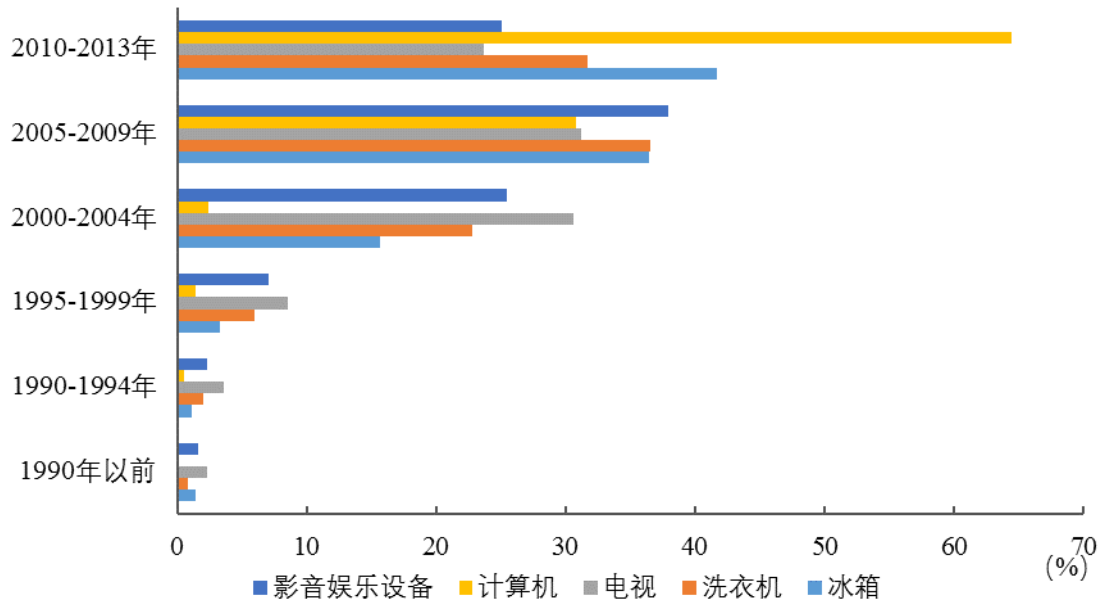


图 2-42 主要家用电器购买年份

图 2-43 统计主要家用电器的设备功率。图中五类电器中，300W 以下的设备数量最多。48.9% 和 45.8% 的冰箱和洗衣机功率在 300W 以下，其次是 300W 到 500W 间的冰箱和洗衣机分别为 26.7% 和 32.6%。其他三种电器功率在 300W 以下的比重均达到 75% 以上，尤其是影音娱乐设备达到 86.1%。具体来看，在五类常用电器中，冰箱和洗衣机的平均功率最高，约在 448W 和 430W 左右，其次分别为电视和计算机。影音娱乐设备平均功率最低，约为 334W。

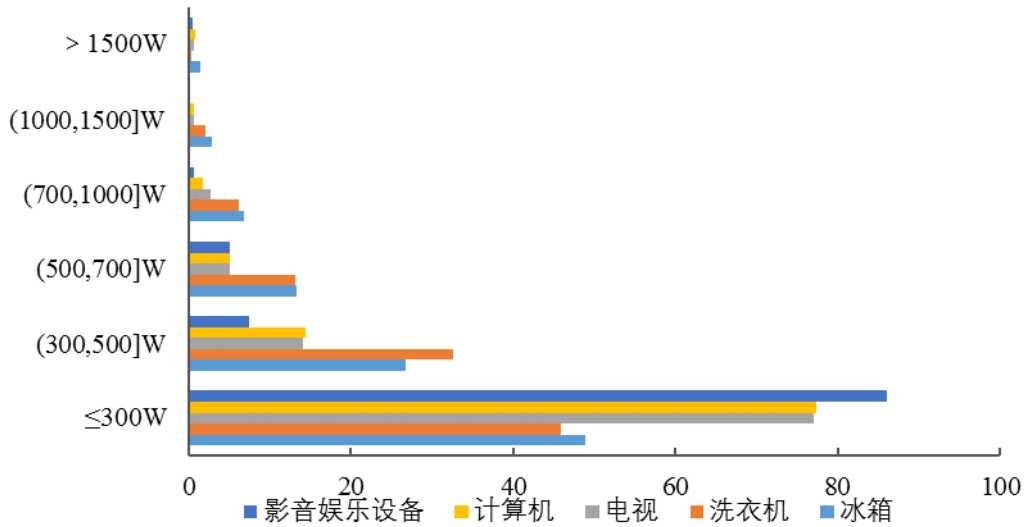


图 2-43 主要家用电器设备功率

图 2-44 给出了主要家用电器的能源效率标识分布。从图中可以看到。80.1% 的电视和 79% 的计算机都没有能效标识，50% 左右的洗衣机也没有能效标识。相比来看，没有能效标识的电冰箱比重较低，仅为 25.8%。同时，冰箱有一级能效标识的比重也远高于其他电器，接近 50%。而相对于其他电器来说，洗衣机的三级能效和四级能效比重最高，分别达到 11% 和 2.7%。

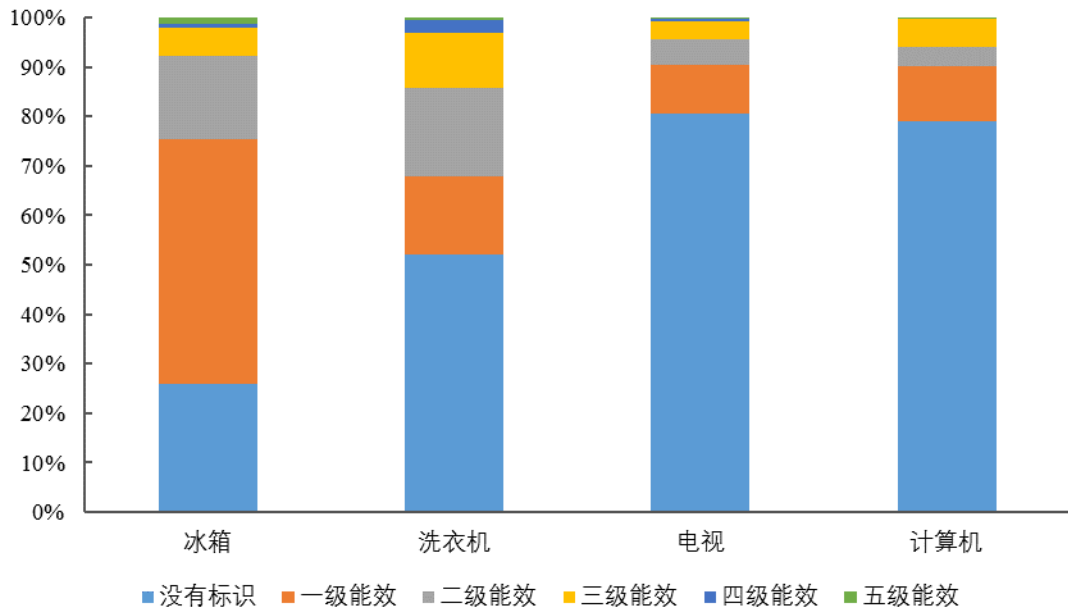


图 2-44 主要家用电器的能效标识情况

图 2-45 统计了各类电器购买时所享受的补贴情况。从图中可以看到，多数电器的购买均未享受任何补贴。尤其是在购买计算机和影音娱乐设备时，没有补贴的比重超过了 90%。购买冰箱时享有的家电下乡补贴比重高于其他电器，但也仅为 23.1%；其次是洗衣机，占比为 12.4%。

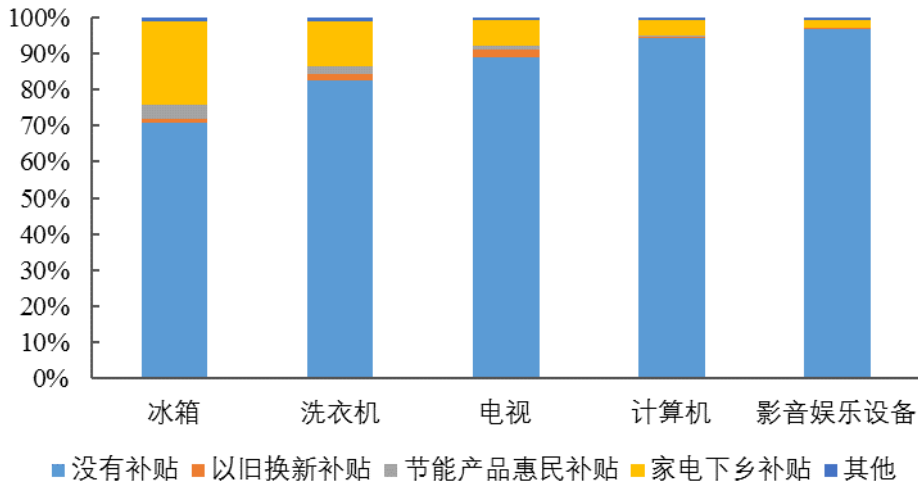


图 2-45 购买家用电器时的补贴类型

在 2526 个有效样本中,67.2%的冰箱在 2013 年的使用时间超过 10 个月,15%的冰箱使用时间在 4-6 个月间。对于洗衣机的使用,在 2325 个有效样本中,35.5%的洗衣机每周使用 1-3 次。在 2296 个有效样本中,84.5%的洗衣机每次使用时间不超过 1 个小时。平均而言,洗衣机每天使用 0.48 次,每次使用时间为 47.4 分钟。对于电视机的使用,在 3316 个有效样本中,54.5%的电视机每次使用时间在 2 个小时到 5 个小时之间。平均而言,电视机每天工作时长为 3.3 个小时。就计算机而言,在 690 个有效样本中,61.3%的计算机每天使用时间不超过 2 个小时,被访家庭每天使用个人计算机的平均时长为 2.2 个小时。在 504 个有效样本中,77.6%的影音娱乐设备每月使用频率在 3 次以下,其中有 37.1%的设备每月使用小于等于 1 次。具体到每次使用时间来看,在 457 个有效样本中,88.2%的设备每次使用时间在 2 个小时以下,其中 35.2%的设备每次使用不超过半个小时。平均而言,影音娱乐设备每次使用时间为 66 分钟。图图 2-46 统计了主要家用电器的每日使用时长。

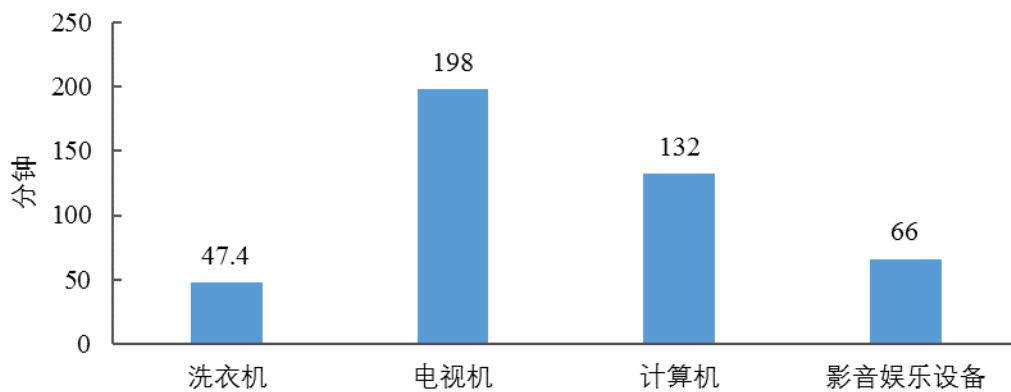


图 2-46 主要家用电器的每日使用时长

3. 灯泡

在灯泡的使用上，此次调查统计共有 19686 盏灯泡，平均每个家庭有 5.8 盏灯泡。其中有 10319 盏（52.4%）为节能灯，4694 盏（23.8%）白炽灯和 4673 盏（23.8%）日光灯。有 47.9%的家庭拥有 1-3 盏灯泡，33%的家庭拥有 4-6 盏灯泡。在 4395 个有效样本中，有 89.5%的灯泡每天使用时间在 5 个小时以下。平均而言，每盏灯泡每天使用时间为 3.1 个小时。在 3781 个知道灯泡使用寿命的回答中，76.8%的灯泡在 3 年以下，平均使用寿命为 2.6 年。

4. 其他常用充电设备

在 3177 个有效样本中，有 63.8%的家庭拥有 1-3 个其他常用充电设备，23.1%的家庭拥有 4-6 个充电设备。平均每个家庭有 2.9 个其他常用充电设备。同时，在 3004 个样本中，有 74.2%的家庭在需要的时候充电，充完电后会将充电器拔出来；11.8%的家庭表示会在充完电后仍将充电器留在插座上；仅有 1.1%的家庭会一直充电。

第五节 取暖与制冷

住宅的采暖系统主要分为两种，一是集中供暖，将集中的热源通过管网传送给用户；二是分户式采暖，主要包括锅炉管道采暖、电采暖等等。

1. 冬季取暖方式

根据调查，在 2322 个有效样本中，采取集中供暖的家庭占 1.34%，采取分户自供暖的家庭占 57.58%，没有供暖的家庭占 40.31%。为了识别供暖善是否与地理分布有关，对家庭所在地的纬度和供暖方式进行了统计对比。如图所示，北纬 39 度以南的受访家庭多采用分户自供暖或没有供暖，北纬 39 度以北的受访家庭只有分户自供暖，北纬 37-38 度之间的部分家庭采用集中供暖。

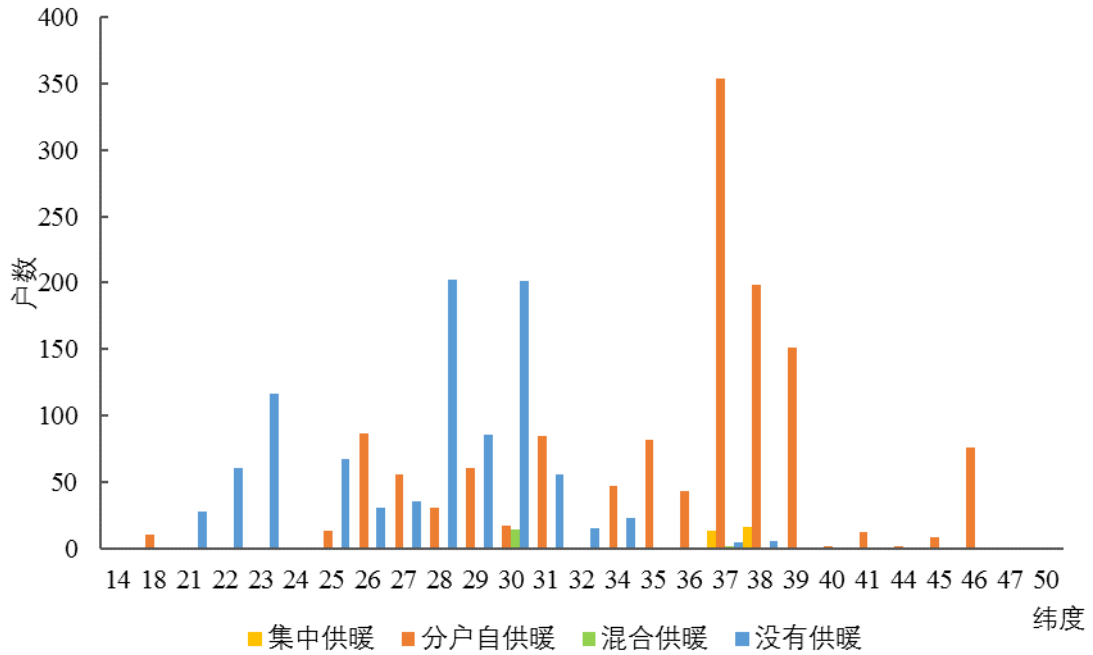


图 2-47 供暖类型与纬度

(1) 集中供暖

根据调查所得的 66 个集中供暖家庭进行统计，可以看出：从热力来源来看，45.5% 来源于市政热力管道，其他的主要来源分别为区域（小区）锅炉供热（40.9%）和其他方式供暖（10.6%），极少家庭通过区域热电站供热（1.5%）和中央空调供暖（1.5%）。从热力传导媒介来看，如下图，70.97% 通过热水来供热，20.97% 通过蒸汽来供热，还有少部分通过热风和其他媒介供热。

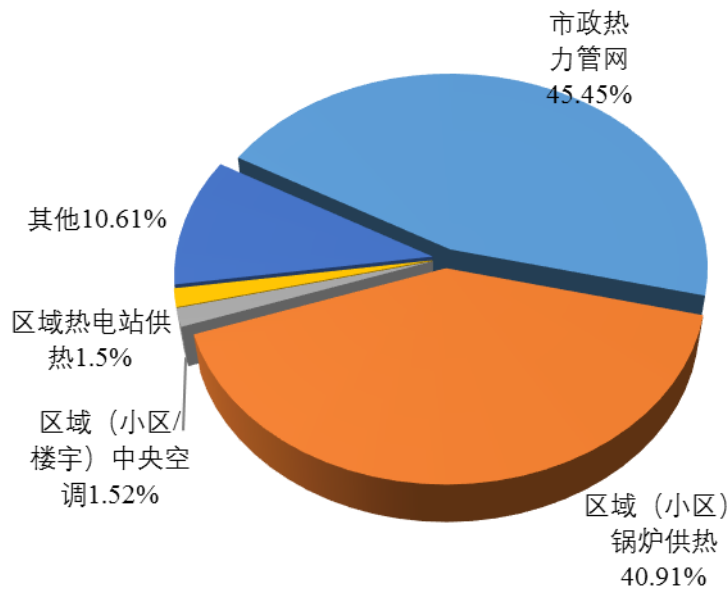


图 2-48 集中式供热热力来源

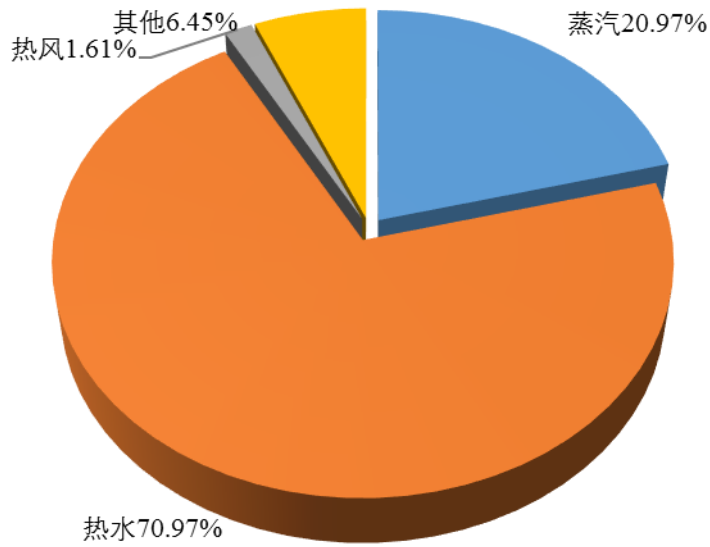


图 2-49 集中式供热介质

从集中供暖的时长上看（如下图），大多数家庭的供暖期为 3-4 个月，所有集中供暖家庭的平均供暖期为 3.93 个月。46%的家庭从 11 月开始供暖，17.46%的家庭从 10 月开始供暖，其他少数家庭从 9 月或 12 月开始供暖。

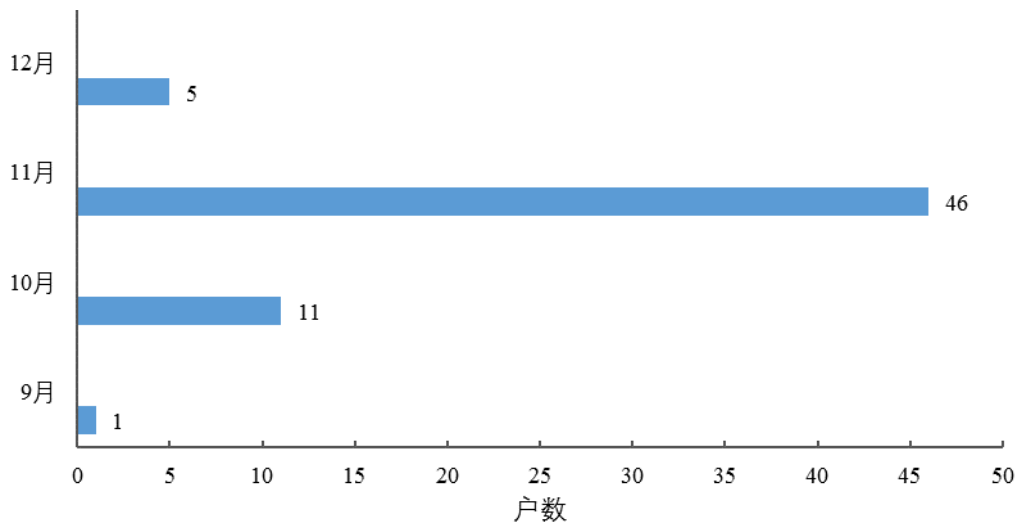


图 2-50 集中供暖开始时间

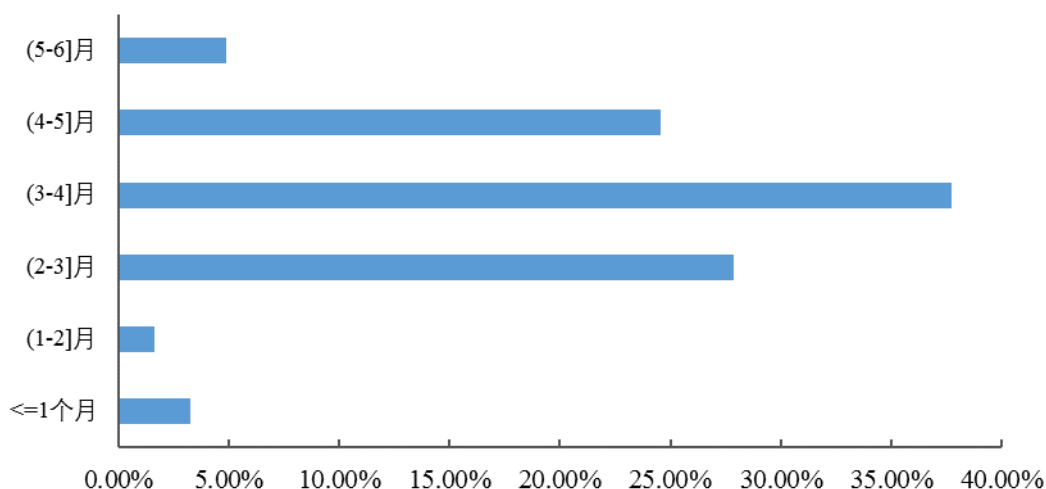


图 2-51 集中供暖时长

从供暖区域来看，79.4%的家庭供暖区域为所有房间，少数家庭的供暖区域仅为主卧室，供暖面积主要为70m²以上，占比为76.19%。从供暖温度控制来看，90.5%的家庭表示不能控制供暖温度。

建设部等八部委在2003年《关于城镇供热试点工作的指导意见》中提出了要“逐步推行按用热量分户计量收费办法，形成节能机制”，但调查结果，96.7%的样本家庭没有独立的热量计量表，仅有2户家庭安装的独立计量表。在集中供暖的计费方式上，如下图，83.6%的家庭按照房屋面积计费，仅有8.2%的家庭按照实际供暖热量或供暖时间长短计费。

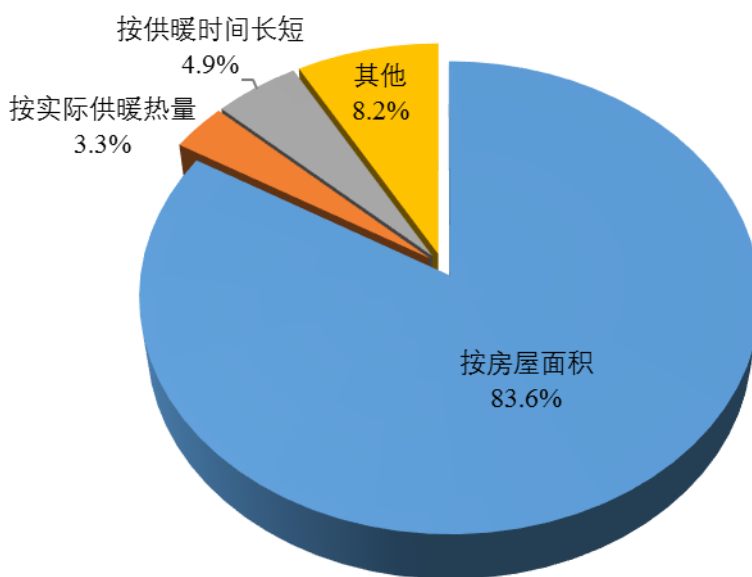


图 2-52 集中式供暖计费方式

建设部2003年在《关于城镇供热试点工作的指导意见》中提出，要“停止福利供热，实行用热商品化”。根据我们的调查，56.7%的家庭完全承担了供暖费，其他43.3%的家庭或多或少由他人分担了部分供暖费，其中，3.33%的家庭完全

“免费”使用了集中供暖，如下图。

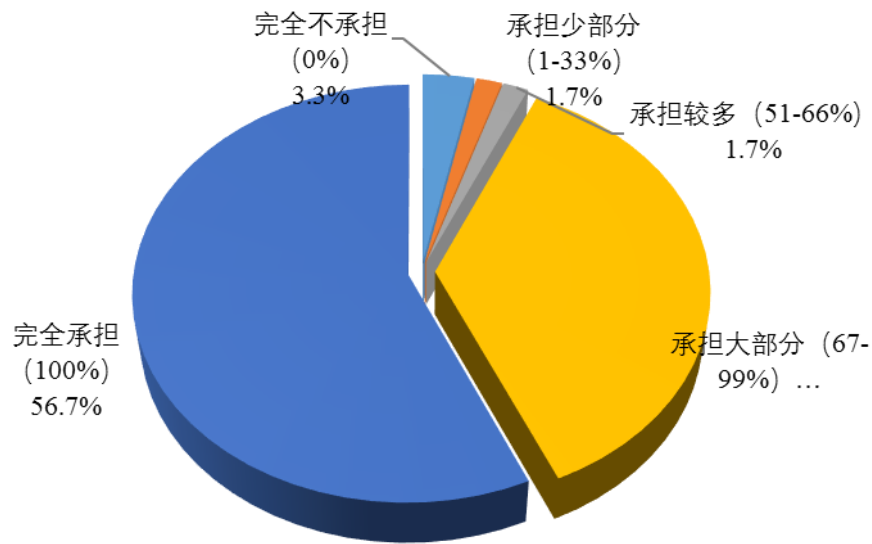


图 2-53 集中式供暖费用承担比重

如果进一步考察那些不需要完全承担供暖费的家庭的费用分担，从下图可以看出，83.3%的家庭获得了政府或社区的补贴，16.67%的家庭从亲戚朋友或其他人获得补贴。

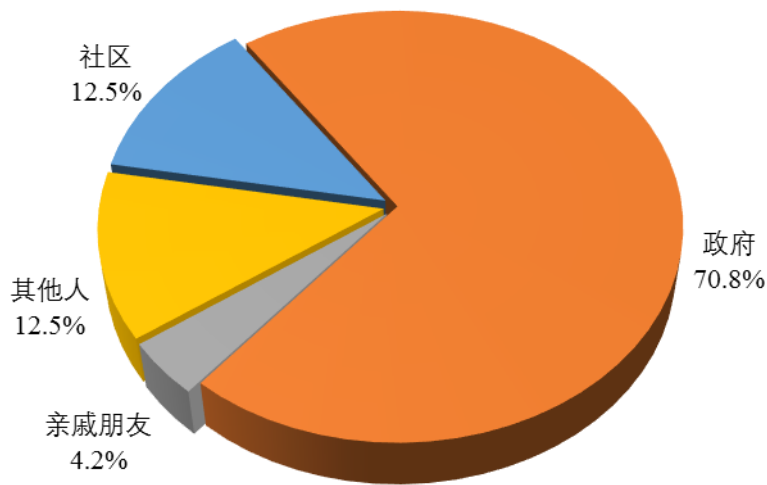


图 2-54 集中式供暖费用分担对象

(2) 分户自供暖

调查样本显示，1337 户家庭采用了分户自供暖，共自供暖设备共有 2558 件，分布如下图。可以看出，炕、火炉是最主要的分户自供暖设备，占有所有自供暖设备的 33.9%、41.1%。除此之外，常见的其他供暖设备还包括电暖器、锅炉等。

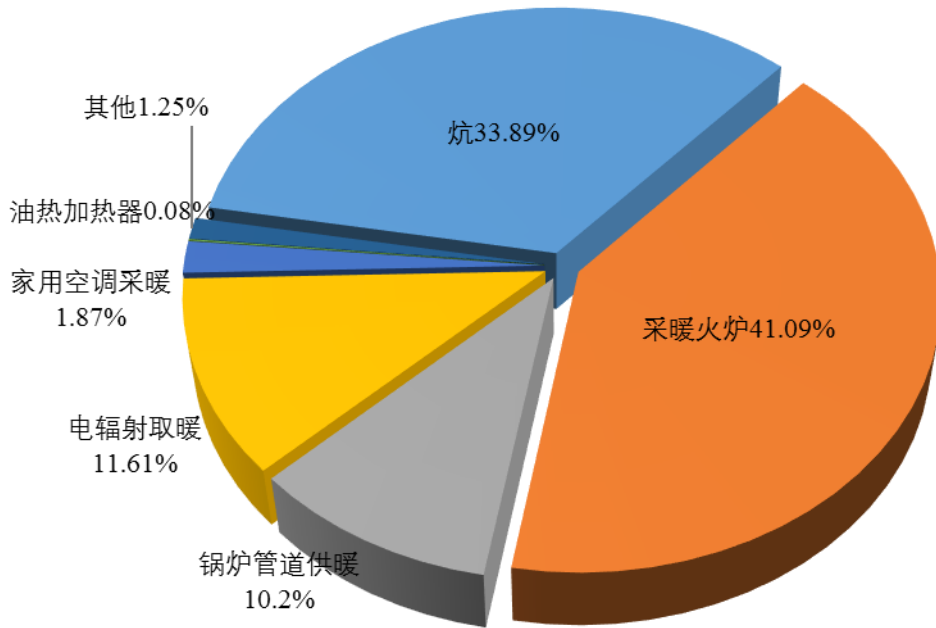


图 2-55 分户自供暖设备分布

与自供暖设备相比，自供暖的主要燃料为薪柴和煤，其中 33.5% 的家庭自供暖设备使用薪柴，43.1% 的家庭自供暖设备使用煤，如下图。

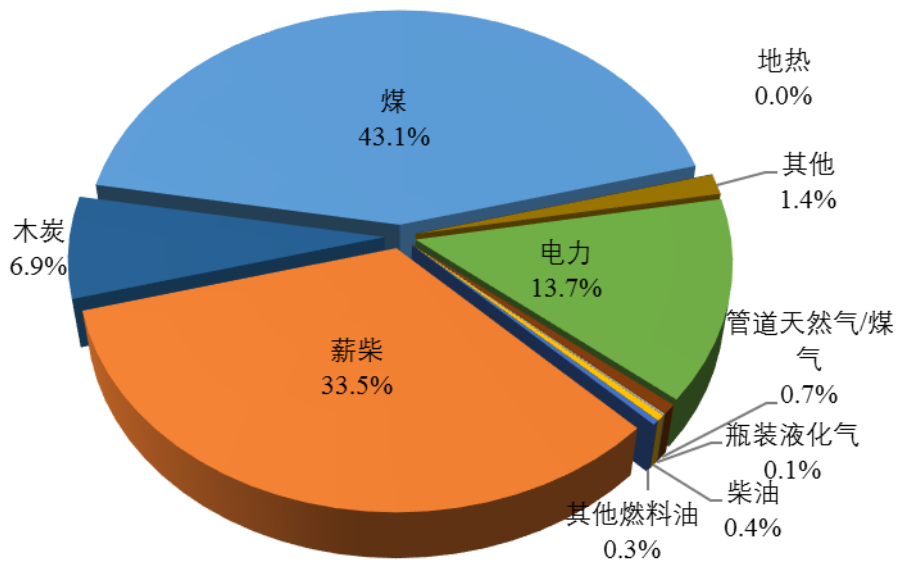


图 2-56 分户自供暖使用燃料分布

分户自供暖家庭的采暖时长和每天使用时长如下图。可以看出，分户自供暖的供暖时长集中在 2-4 个月。此外，57.6% 的分户自供暖家庭每天使用时间不超过 10 小时，每天使用时间超过 16 个小时的家庭占比为 27.0%。

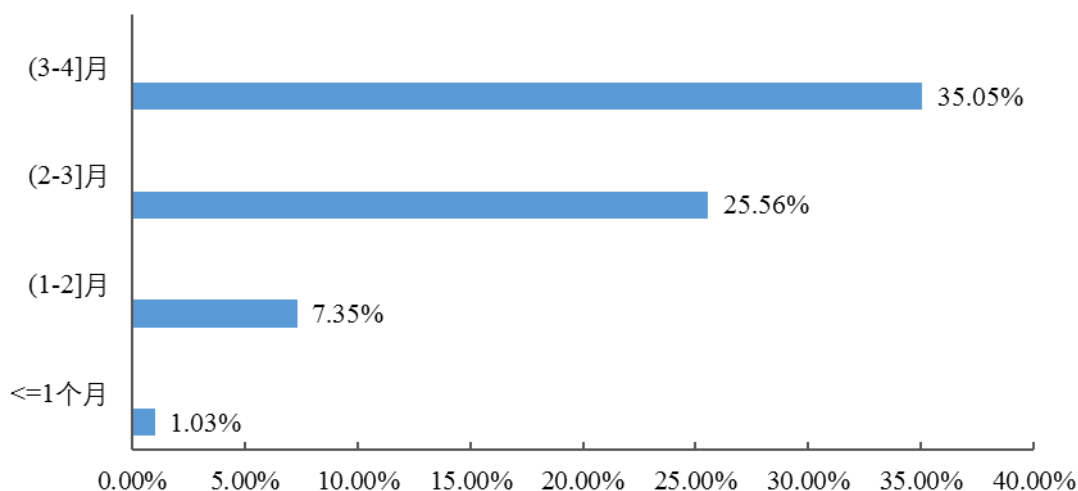


图 2-57 分户自供暖时长

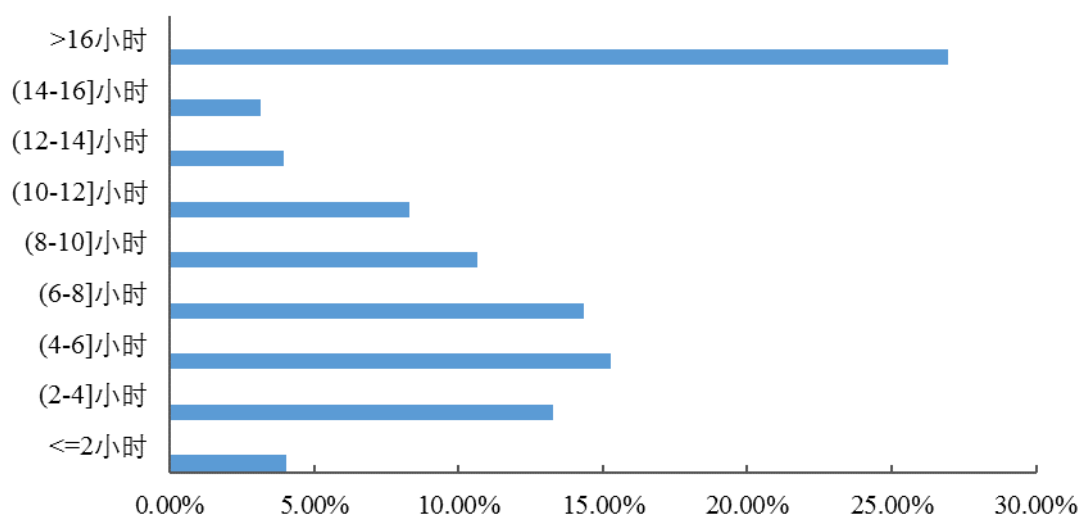


图 2-58 分户自供暖每天使用时长

从供暖区域来看，采用分户自供暖的家庭中，16.7%的家庭供暖区域为所有房间，57.6%的家庭的供暖区域为客厅或主卧室，供暖面积主要在 10-70m²，占比为 74.3%。从供暖补贴来看，绝大多数家庭没有获得过 2013 年供暖补贴。

2. 热水器

在调查的 3404 个受访家庭中共有 1177 台热水器，每百户家庭热水器拥有量为 35 台。其中，储水式热水器占样本总量的 64.5%，即热式热水器则占样本总量的 35.5%。81.1%的储水式热水器容量介于 30-180L 之间，23.3%的储水式热水器一直处于工作状态，且 47.2%的储水式热水器有温度设定功能。

在热水器的燃料使用方面，如下图，其中 33.6%的热水器使用电力作为燃料，39.7%的热水器使用太阳能作为燃料，12.8%的热水器使用瓶装液化气作为燃料。

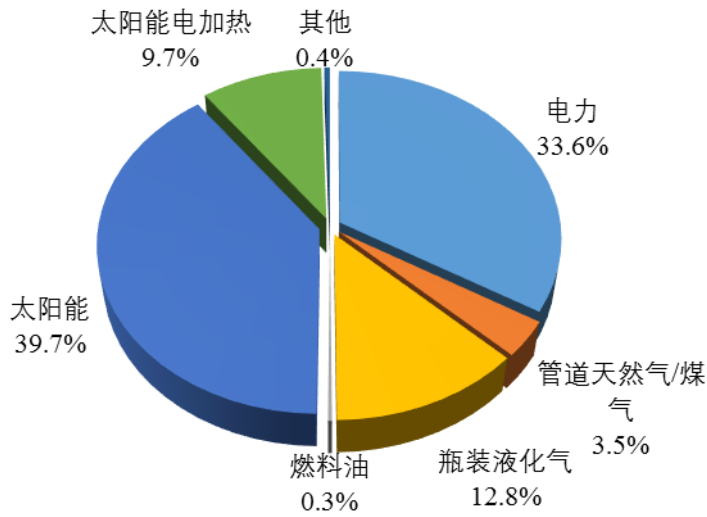


图 2-59 热水器能源使用类型

热水器的使用频率分布和每次使用时长如下图所示，从使用频率来看，大多数热水器的使用频率为每天至少一次；从每次使用时长来看，95.3%的热水器每次使用时间不超过 60 分钟。

热水器加热热水最主要的用途是洗澡，其占比为 94.1%，另外还有 1.7%用于厨房洗刷。没有能源效率标识的热水器占受访家庭热水器总量的 60.7%，能源效率标识为 1-2 级热水器占受访家庭热水器总量的 30.6%，能源效率标识为 3-4 级热水器占受访家庭热水器问题的 8.4%。

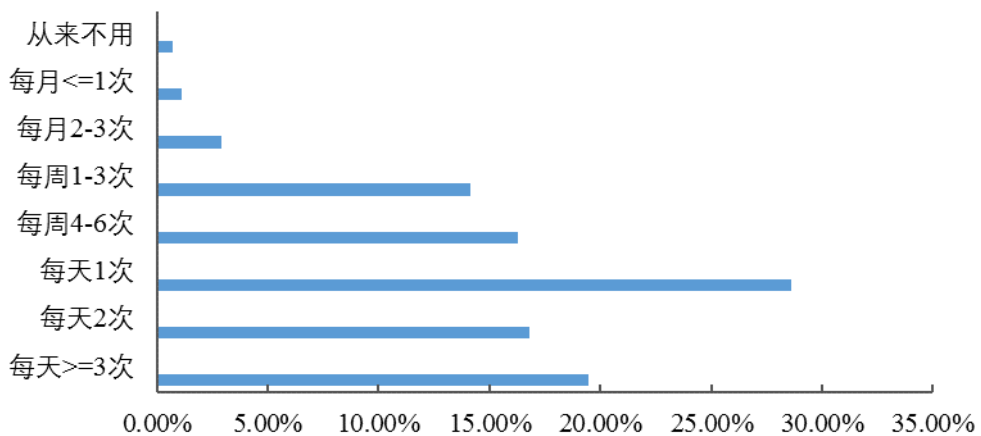


图 2-60 热水器使用频率分布

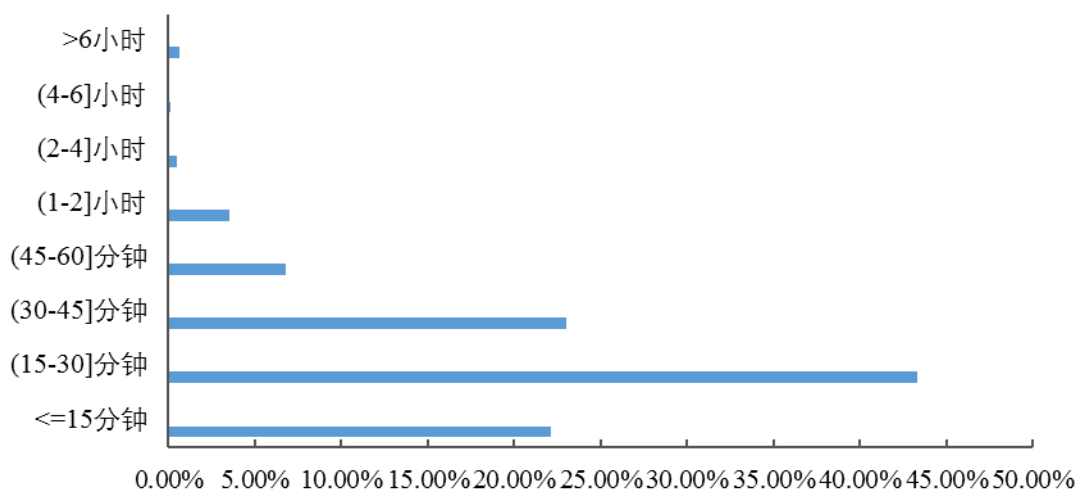


图 2-61 热水器每次使用时长

3. 制冷

我们考察的制冷设备主要有空调和电风扇。根据调查，受访家庭共有 778 台空调，每百户家庭拥有量为 23 台，97.9%的空调是分体式空调；平均来看，空调的制冷功率为 2744w，约为大 1 匹机，89.8%空调的制冷功率不超过 3600w(1.5 匹机)；60.7%的空调具有变频功能，39.3%的空调具有定频功能。

在所有受访家庭中，电风扇的数量为 3580，每百户家庭拥有量为 105 台。吊扇、台扇、落地扇是最主要的三类，其累计占比为 99.1%。91.1%空调是在 2005 年之后购买的，89.2%的电风扇是在 1995 年之后购买的。

如下图所示，72.1%空调用于卧室制冷，13.6%用于客厅制冷。电风扇的主要制冷范围与空调相似，但 35.8%用于卧室制冷，46.2%用于客厅制冷。如下图。

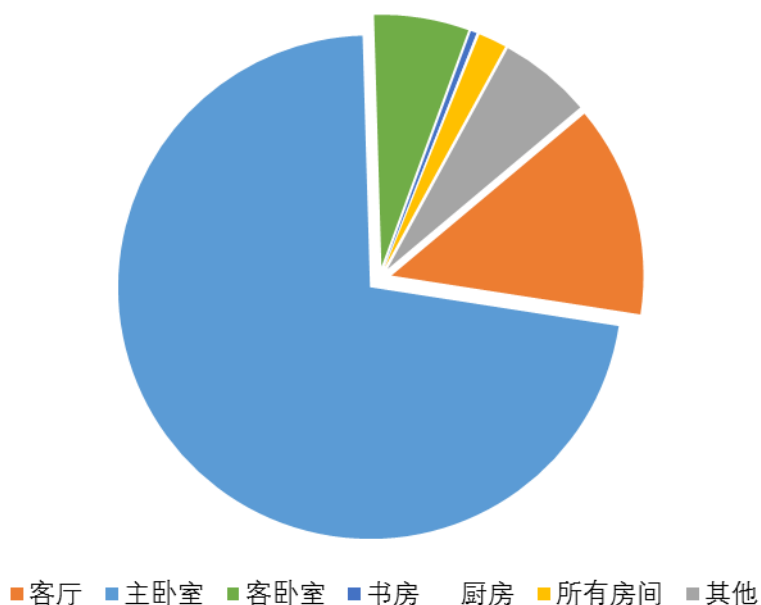


图 2-62 空调制冷区域

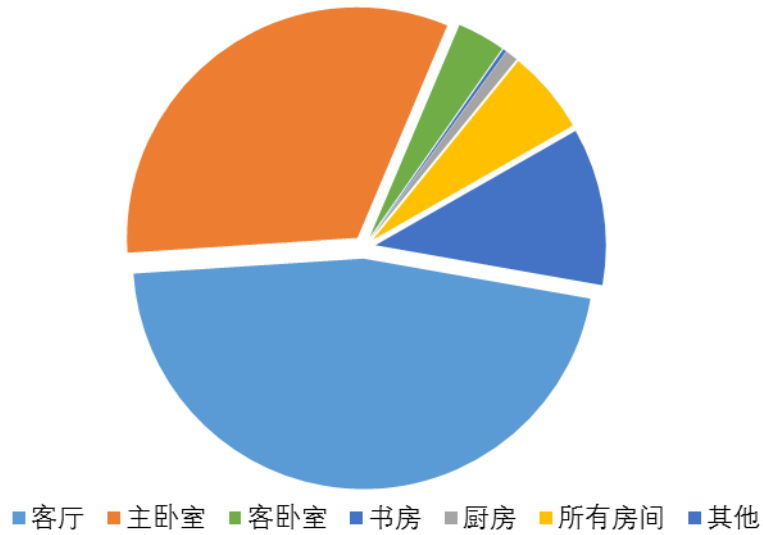


图 2-63 电风扇制冷区域

如下图所示，2013 年，93.7%的空调制冷时长不超过 120 天，使用空调的家庭平均制冷时长为 71.1 天；使用电风扇的家庭平均制冷时长为 92.52 天。从下图可以看出，81.8%的空调每天制冷时长在 6 个小时以内，电风扇的使用方式与空调十分接近，80.2%的电风扇每天使用时间在 6 个小时以内。

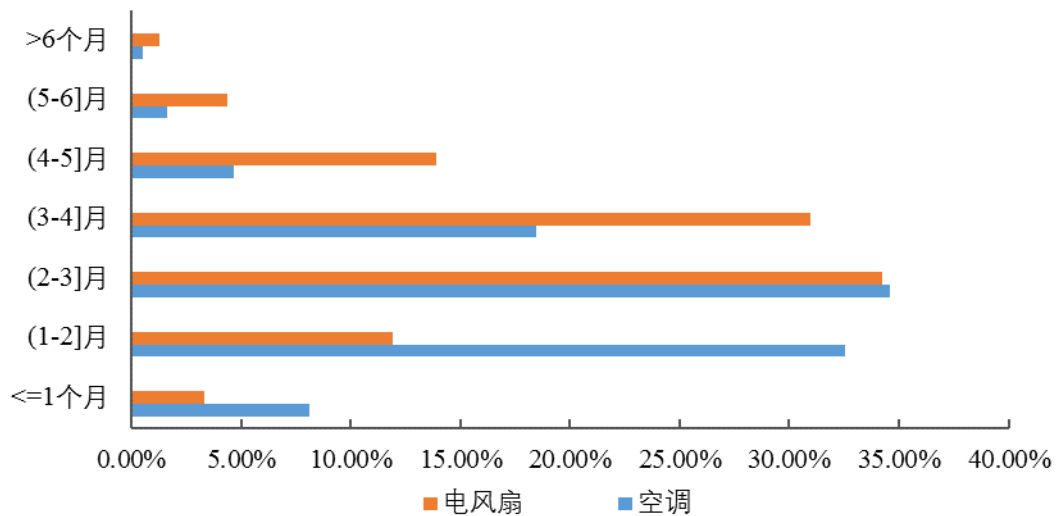


图 2-64 2013 年空调、电风扇使用时长

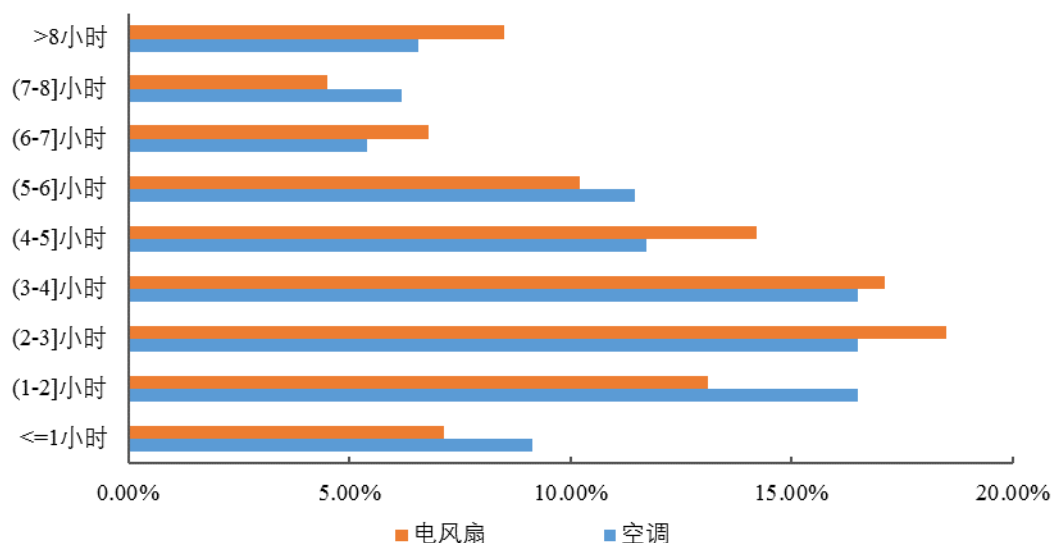


图 2-65 空调、电风扇平均每天使用时长

空调采用能源效率标识的比重较高，其中有 1-3 级能效标识的占比高达 76.0%，但 75.2% 的空调购买时没有享受补贴，18.7% 的空调购买时享受过家电下乡补贴。

第六节 交通方式

1. 出行和公共交通利用

统计结果显示，只有 18.61% 的家庭离市中心不到 1 公里，离市中心的距离为 1-3 公里的家庭占 21.11%，12.98% 的家庭距离市中心 3-5 公里，23.46% 的家庭离市中心 5-10 公里，23.83% 的家庭距离市中心超过 10 公里，近半数的被访家庭离城市中心距离较远。

家庭住址离购物中心的距离越短，购物越方便。36.57% 的家庭距离 1 公里之内就有购物中心，可步行购物；24.46% 的家庭距离购物中心的距离为 1-3 公里，基本也可步行购物；有 38.97% 的家庭离最近的购物中心大于 3 公里，需要利用交通工具出行购物。

离家庭最近的医院包括社区医院和其他医疗服务机构，统计数据显示：71.96% 的家庭在其 3 公里之内就有医疗机构，但也有 19.89% 的家庭距离最近的医疗机构在 5 公里以上。

工作出行方面，所有的样本数共计 6262 个，33.5% 的家庭成员在外村工作，而 66.5% 的家庭成员在本村内工作。家庭与工作地点的距离情况如图 2-66 所示，超过半数的家庭成员距离工作地点在 1 公里之内，与工作地点距离超过 10 公里的家庭占比达到 19.9%。

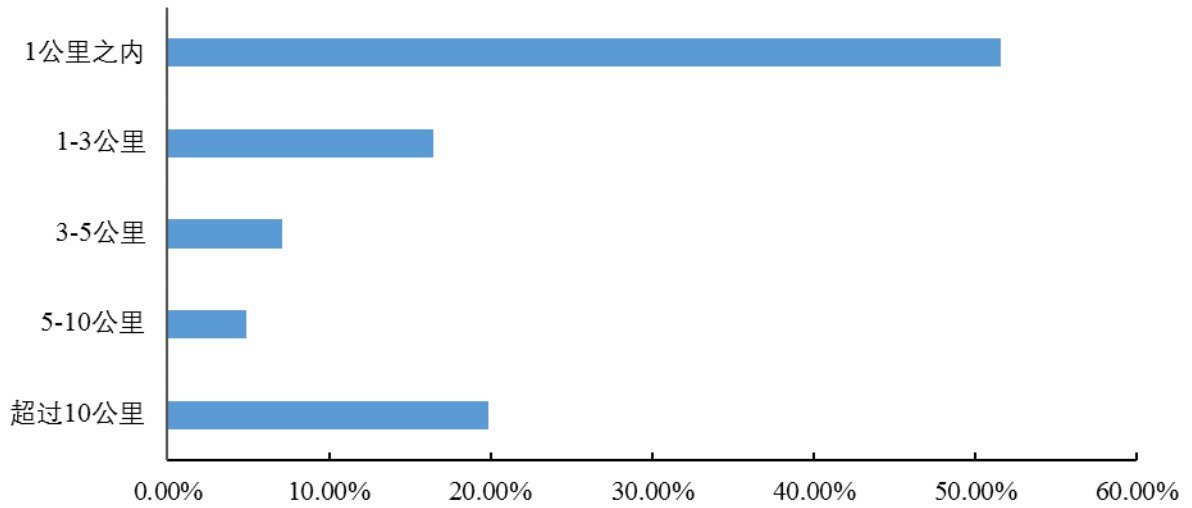


图 2-66 家庭与工作地点间的距离 (公里)

工作出行的主要交通方式一项，统计结果如

图 2-67 所示。由于大多数被访者家庭与工作地点的距离较近，因此步行成为了最主要的交通方式；另外乘坐公共汽车也占到 11.5%；骑行自行车和电动车的比例相当，为 5.9%。

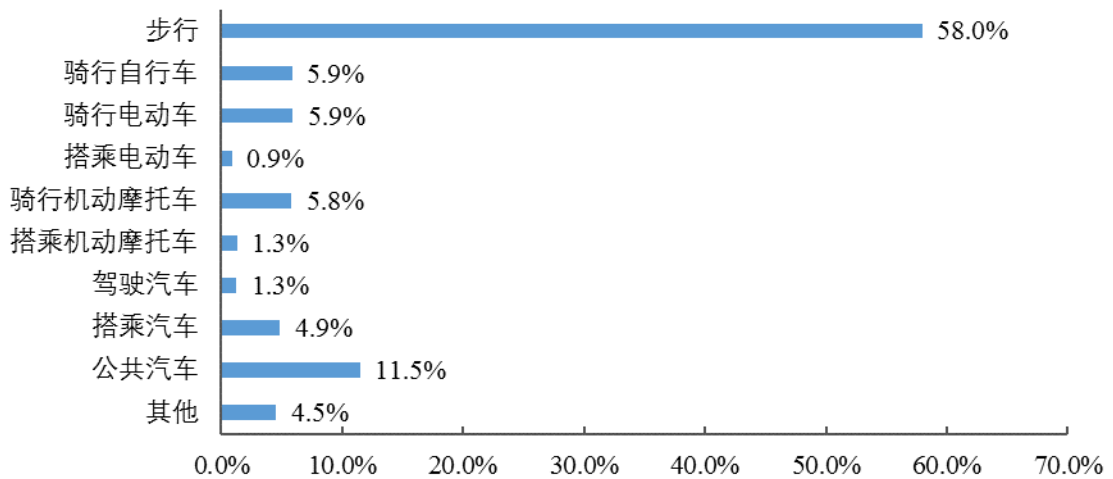


图 2-67 工作出行的主要交通方式

2013 年的出行交通费用情况如图 2-68 所示，驾驶汽车所花费的平均费用最多，达到 5496.41 元，步行所花费的平均费用最少，为 66.7 元。

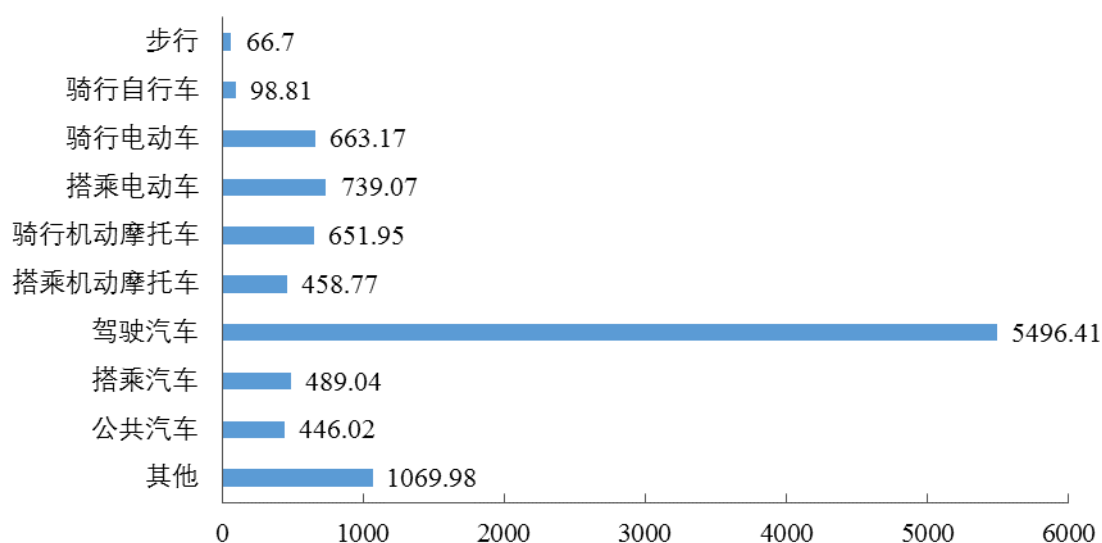


图 2-68 2013 年工作出行的交通费用情况 (元)

2. 家庭小汽车

在3404 个被访家庭中，10%的家庭已经购买了汽车，在作为样本的342 辆车中，小轿车130 辆，皮卡13 辆，SUV 5 辆，面包车60 辆，货车65辆，农用货车59辆，其他10 辆。本报告将小轿车、皮卡和SUV 定义为小汽车，那么小汽车样本量为148 辆，整个样本为3404 户家庭，可以得到每100 个家庭的小汽车拥有量为4.4 辆，人均小汽车拥有量为0.016辆，还处于较低的水平。

小汽车的快速增长会带来交通压力，除了小汽车数量外，小汽车的行驶里程也会带来一定的影响。从2013 年全年行驶里程看，31.0%的行驶里程小于5000 公里，24.1% 的行驶里程为5000 ~ 10 000公里，23.4%的行驶里程10 000 ~15 000 公里；此外，约为13.1%的人行驶里程大于15000 公里。如果取平均值，那么样本家庭2013年的平均行驶里程为9403.19公里。到2013年累计行驶里程分布比较均匀，24.2%的累计行驶里程少于1万公里，18%平均行驶1万~2万公里，13.1%平均行驶2万~3万公里，23.6%平均行驶3万~5万公里，9.5%平均行驶5万~8万公里，10.1%车行驶里程高于8万公里，还有5人(约为1.6%)不清楚累积里程数。

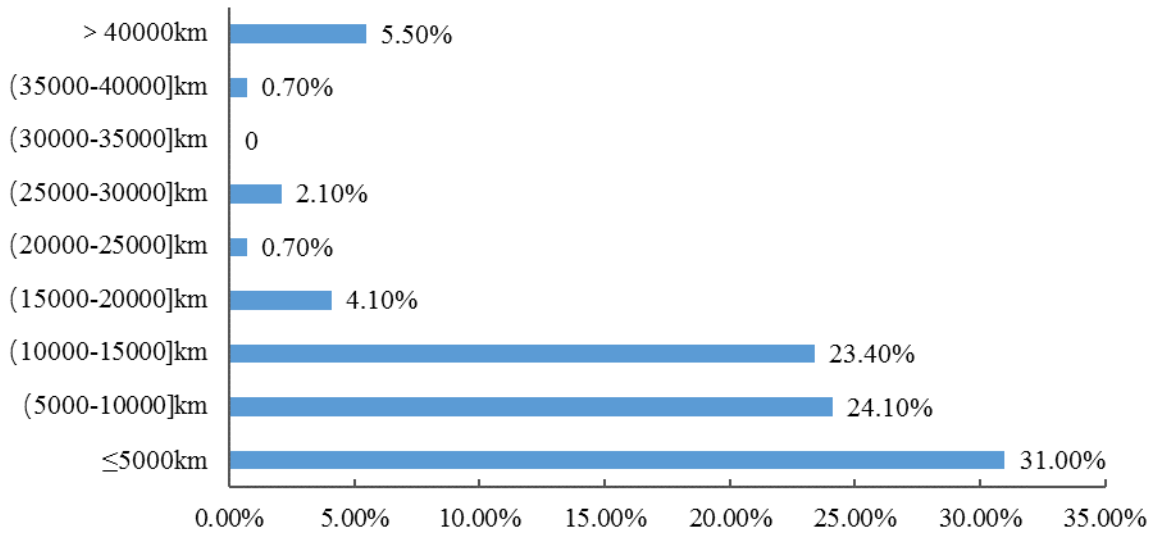


图 2-69 2013 年农村家庭行驶里程范围统计

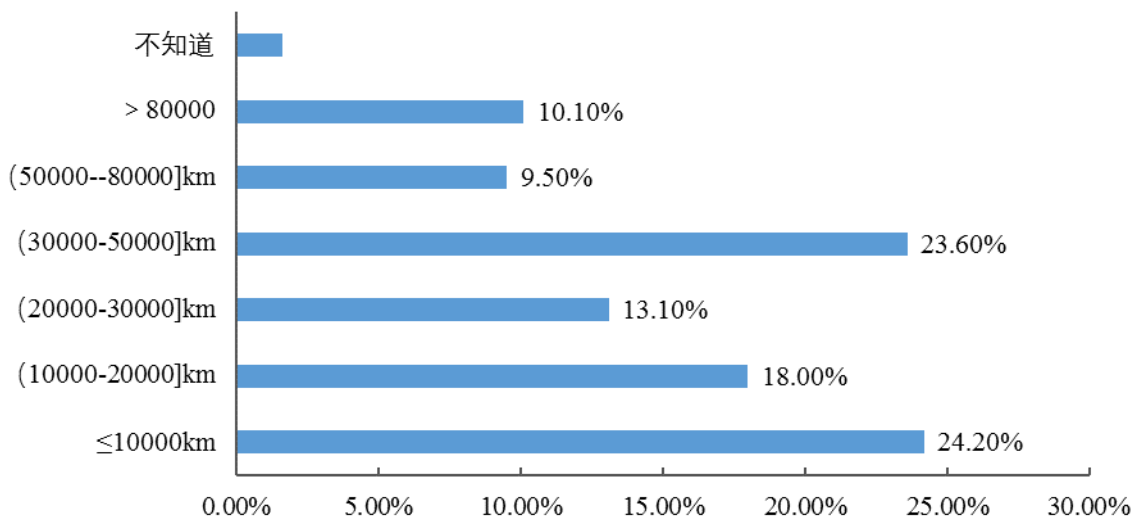


图 2-70 截至 2013 年农村家庭驾车累计行驶路程统计

汽车的维修保养方面来说, 38.2% 的车辆在2012 年保养1~3 次, 47.8% 的车辆仅保养1次或未保养, 9.8% 的车辆保养3到5次。如果将汽车发动机排量低于1.6 升的定义为小排量, 那么94.1% 的汽车(290 个样本观测值) 为小排量汽车; 此外, 约4.1% 的汽车排量为2.5升, 还有五个受访者不了解自己的汽车排量情况。

就汽车的燃料类型分析, 337个有效样本(5名受访者不了解自己的燃料类型) 中有电动车、混合动力汽车、柴油车、乙醇汽油车还有天然气动力车, 但是主要燃料还是93 号汽油, 其中有186辆汽车使用该燃料, 所占比例为56.5%; 使用97 号汽油的汽车为27 辆, 所占比例为8.21%。有5辆车使用乙醇汽油; 91辆车使用柴油, 主要用于农用货车(三轮车)和货车(四轮车); 5辆车使用混合动力(汽油和电力)。下图显示了汽车的实际百公里油耗, 18.4% 的小汽车百公里油耗低于6升,

32.6%和23.9%的小汽车百公里油耗属于6~8 升和8~10 升，7.1%百公里油耗为10~12 升，约14%百公里油耗量高于12 升。

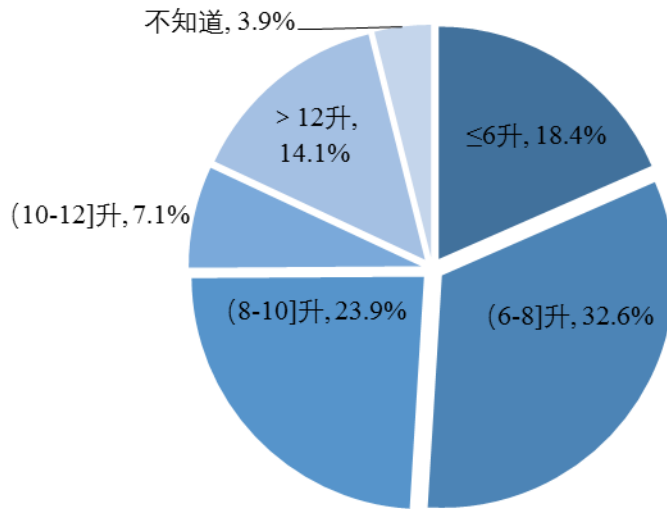


图 2-71 农村家庭汽车的实际百公里油耗统计

就燃油费用的承担情况来看，约80.4% 的家庭基本需自己支付全部燃料费用，3.5%的家庭基本不需自己支付任何燃料费用，6.1% 的家庭需自己支付约三分之一的费用，3.8% 的家庭需支付三分之二的费用，1% 的家庭需支付三分之二以上的费用，样本中仍有17人(也就是5%左右)没有回答该问题。对于有人帮忙承担费用的家庭来说，23% 是由工作单位承担，39个样本容量中仅有一个是由亲戚朋友承担，剩下的74.4%是其他来源承担，但是受访人未说明谁给予支付。

3. 电动自行车

电动自行车成为越来越重要的交通工具，在样本中有 734 户家庭拥有电瓶车，所占比例 21.56%，其中有 57 户家庭拥有 2 辆电动车。电动车的购买时间情况如图 2-72 所示，可以看出，绝大部分的电动车都是在 2010 年以后购买的，占比达到 86.9%。

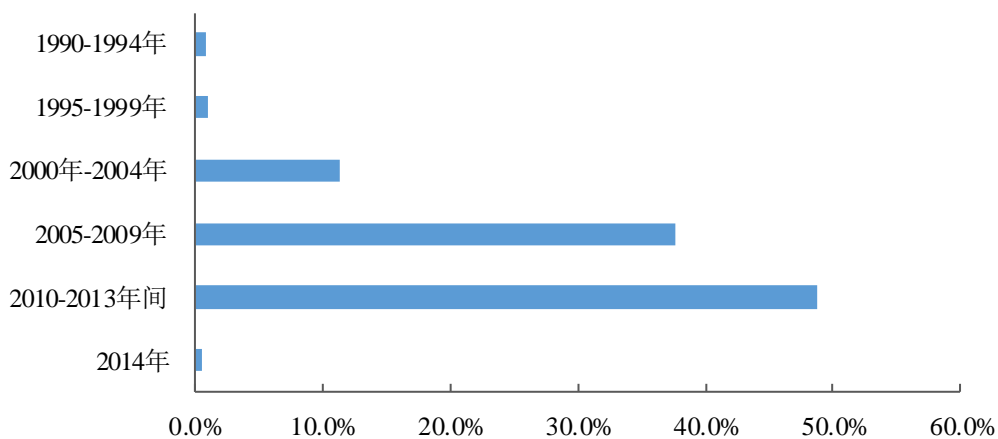


图 2-72 电动车购买时间

在被调查家庭所使用的电动车中，77.0%的电池是可拆卸的，23.0%的电池不可拆卸。在充电频率方面，统计结果如图 2-73 所示，33.4%电动车使用者每 2-3 天充电 1 次，28.4%的使用者每天都充电 1~2 次，15.89%的电动车使用者每 3-5 天充一次电。

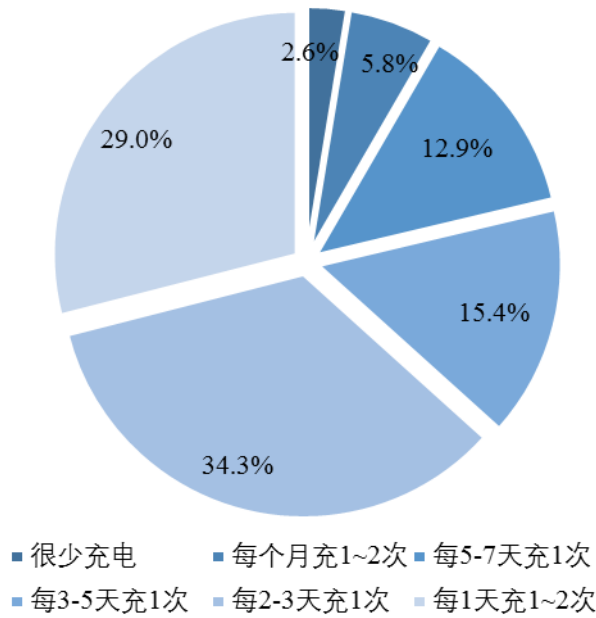


图 2-73 电动车充电频率情况

超过 98%的电动车使用者都在夜间在自己家中对电动车进行充电，电动车充满电的续航时间如图 2-74 所示，可以看出，不同续航时间的分布比较平均。

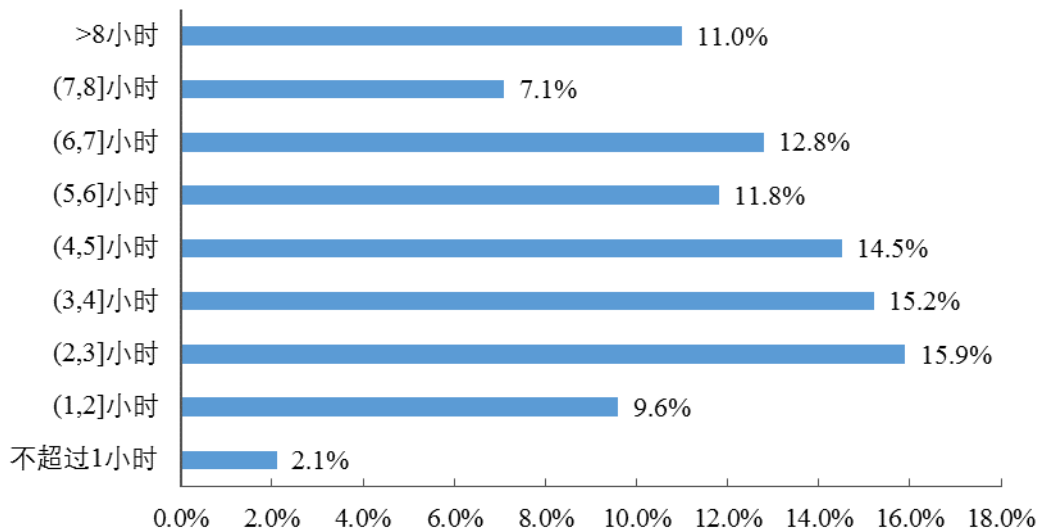


图 2-74 电动车充满电的续航时间

电动车白天骑行的时间如图 2-75 所示，36.8%的电动车每天的骑行时间为 0.5-1 小时，30.7%的电动车的骑行时间少于 0.5 小时，25.5%的电动汽车骑行时间为 1-2 小时，仅有 4.7%的电动车每天骑行时间为 2-3 小时，2.3%的电动车每天骑行时间超过 3 小时。

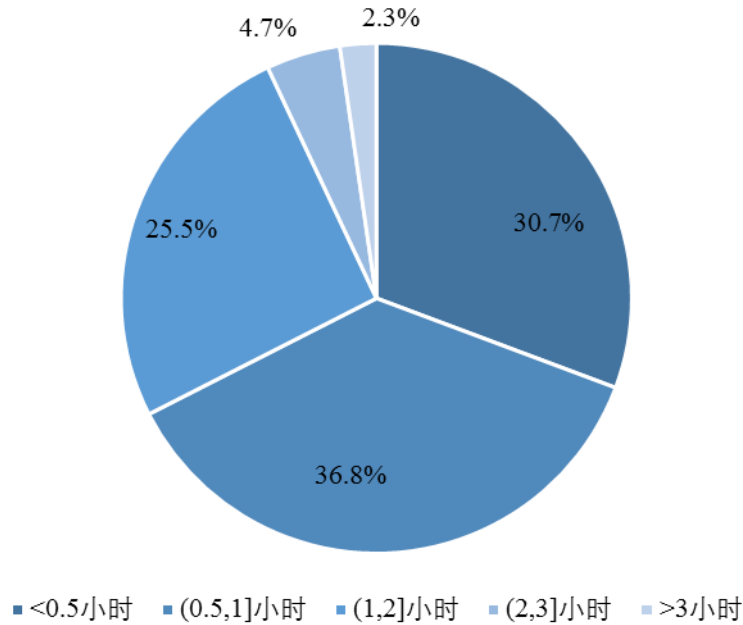


图 2-75 电动车白天骑行时间

电动车的载人(货)情况统计如图 2-76 所示，30.3%的电动车经常载人(货)，30.6%的电动车偶尔载人(货)，22.9%的电动车很少载人(货)，仅有 16.2%的电动车从不载人(货)。

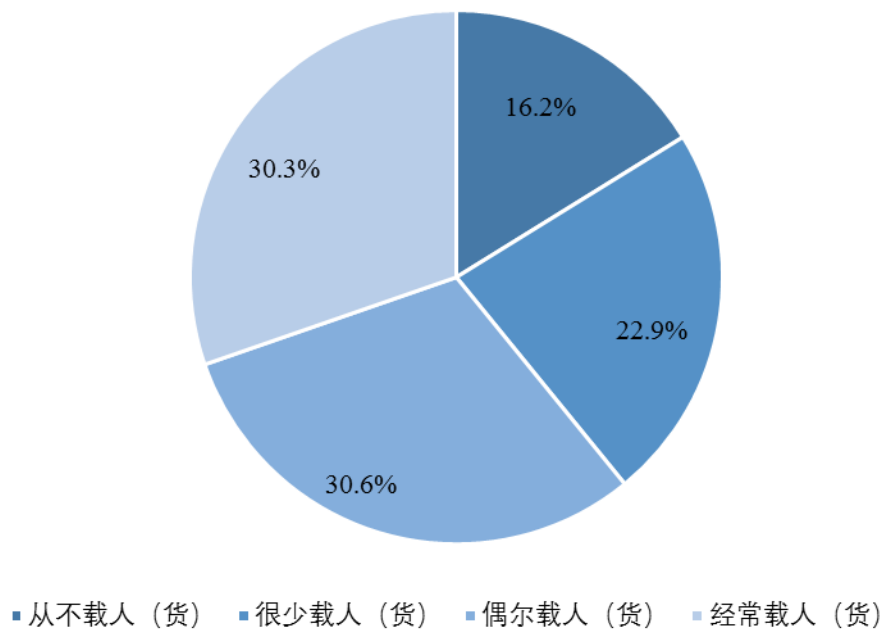


图 2-76 电动车载人(货)情况

4. 机动摩托车

本次参加调查的3404户农村家庭共有1149户家庭拥有摩托车。大部分摩托车购买于2000年以后，17.9% 的车购买于2000~2004年，42.7%的车购买于2005~2009年，30.4% 的车购买于2010~2013年。在所有样本中，79.1%是骑式摩托车，剩下的20.9%是踏板式摩托车。如图 2-77所示，3.3%的摩托车排放量为80毫升；9.0%的摩托车排放量为90毫升；23.1%的摩托车排放量为100毫升；50.0%的车排放量为125毫升；9.8%的车排放量为150毫升。

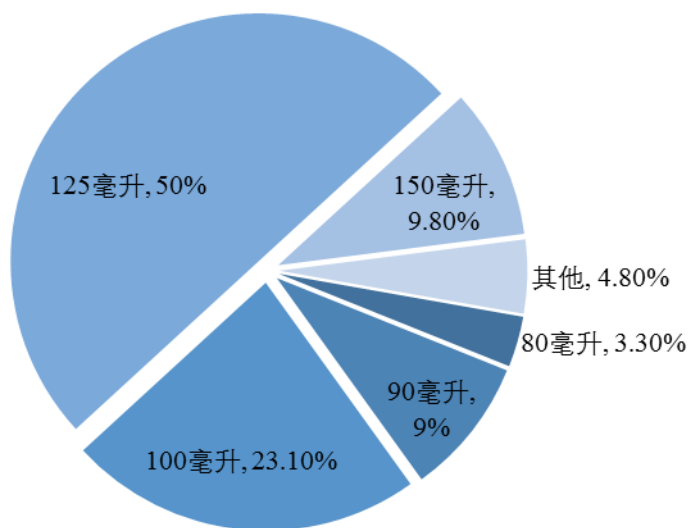


图 2-77 农村家庭机动摩托车排量统计

骑行时间方面，52.6%的使用者骑行摩托车时间不到1小时，但也有33.0%左右的人每天平均使用摩托车1~2小时，10.1%的人每天平均骑行2~3小时。39.9%的摩托车常常用来载人或者货物，30.7%的摩托车偶尔载人或者载物；21.5%的摩托车很少载人或者载物。

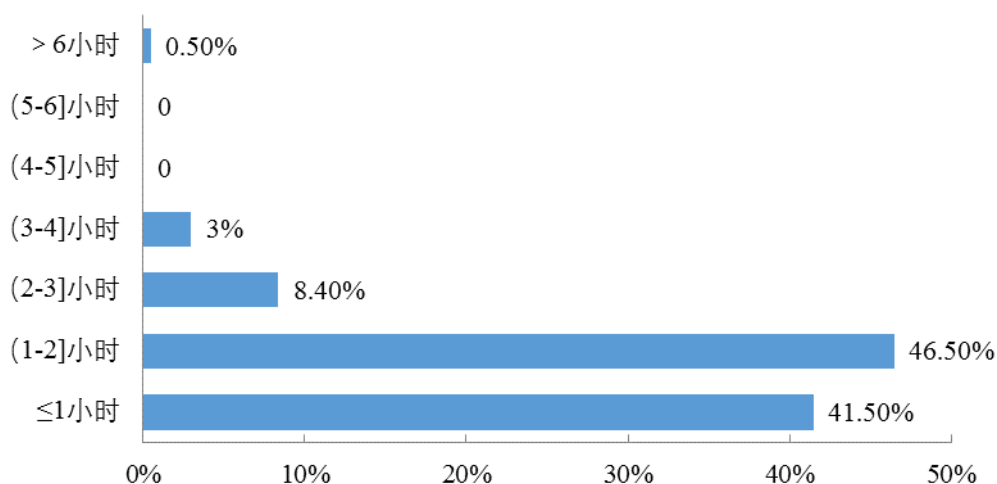


图 2-78 农村家庭摩托车平均每天骑行时间

第七节 家庭收支与能源消费

1. 家庭收支概况

家庭总收入共收集有效样本数 3153 个, 样本均值为 34759 元, 十分接近 2013 年全国每户农村家庭收入的平均水平; 家庭总支出共收集有效样本 3145 个, 样本均值为 21331 元, 略低但低于当年全国的平均水平。

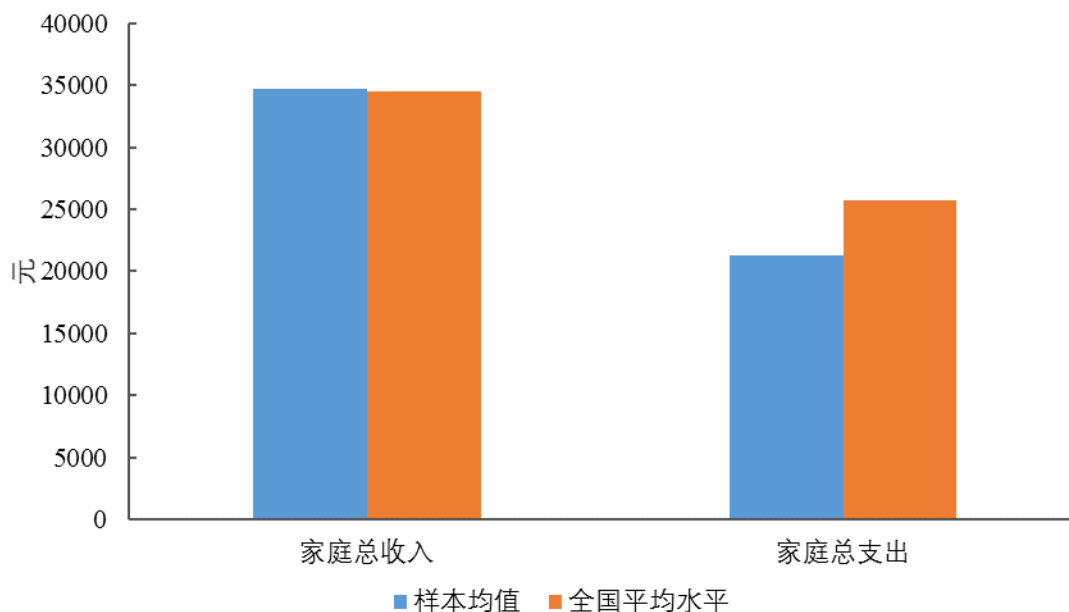


图 2-79 2013 年全国农村家庭收支情况 (元)

数据来源: 全国平均家庭为国家统计局数据, 样本家庭为此次 CRECS 统计数据

统计结果显示, 3153 户农村居民中, 家庭年总收入不超过 1 万元的家庭有 802 户, 占总体的 25.4%, 超过半数家庭的年收入在 1-5 万元之间, 被调查家庭中仅有 4.6% 年收入超过 10 万元, 超过 20 万元的家庭仅占 0.6% (图 2-80)。支出方面, 在 3145 户家庭中, 2013 年家庭总支出不超过 1 万元的家庭占总体的 39.7%, 41.7% 和 12.3% 的受访家庭年支出在 1-3 万和 3-5 万元之间, 仅 2% 的家庭年总支出超过 10 万元, 0.9% 的家庭年总支出超过 20 万元 (图 2-80)。

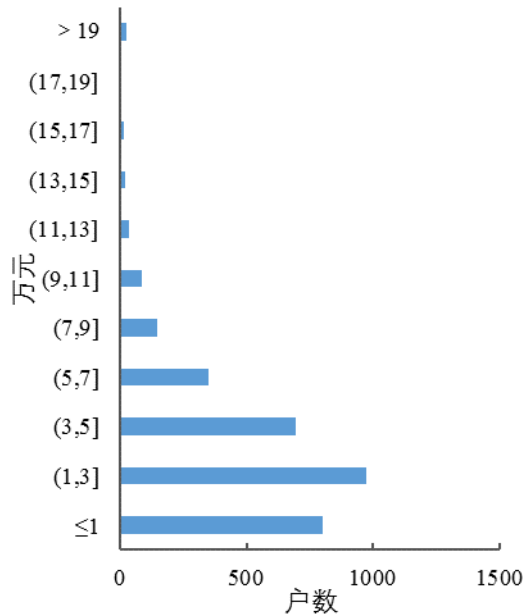


图 2-80 2013 年农村家庭总收入（万元）

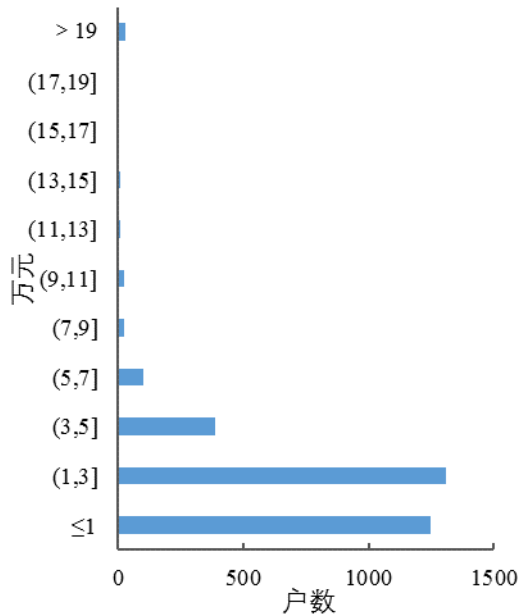


图 2-81 2013 年农村家庭总收入（万元）

从收入与支出结构上看，69.5%的居民家庭收入来自非农业收入，农业收入占总体的比例为 24.6%（图 2-82）。在支出上，食品、居住和医疗的支出占的比重较大，分别为 28.9%、22.8%和 15.1%，用于教育的费用占总支出的 11.3%，衣着、家庭用品和交通支出占比比较均匀，均在 7%-8%左右（图 2-82）。

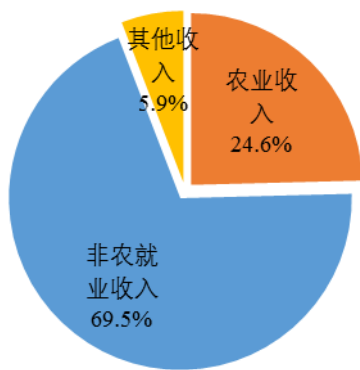


图 2-82 2013 年农村家庭总收入构成

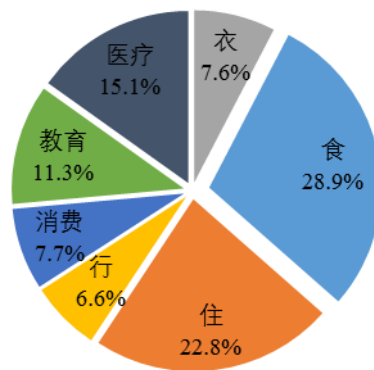


图 2-83 2013 年农村家庭总支出构成

从被调查者对自身家庭经济状况的主观认知情况来看，在 3060 个有效样本中，有 55.9%的受访者认为自己家庭的经济条件处于平均水平；认为不如平均水平的受访者占样本总量的 28.8%，其中有 5.3%认为自身家庭条件远不如平均水平；认为自身情况优于平均水平的受访者占整体的 15.3%，其中仅 1%认为自身家庭状况远高于平均水平。

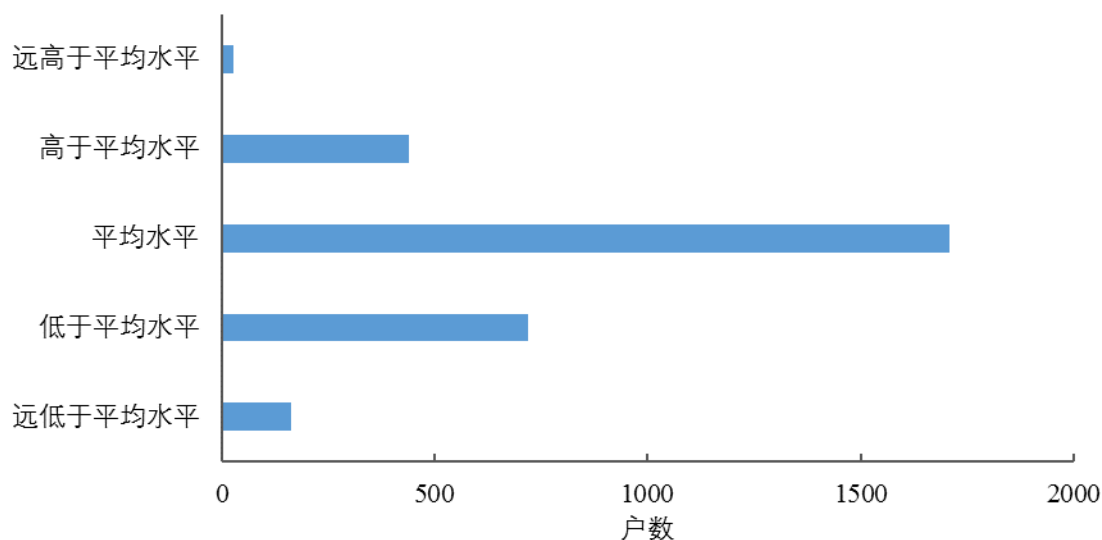


图 2-84 2013 年 CRECS 受访者对自身家庭状况认知情况分布

2. 电力基础信息

调查结果显示，98.6%的农村居民家庭家中有电力消费，92.6%的家庭为一户一表。其中，41.5%的电表安装在房屋外的电线杆上，37.9%安装在屋内，安装在楼道内和受访者所在社区/居委会/村委会的电表数分别占 8.4%和 6.9%（图 2-85）。从电表的类型上看，60.1%的家庭使用的是机械式的电表，使用智能电表和插卡式电表的家庭分别占 29.5%和 10.4%。

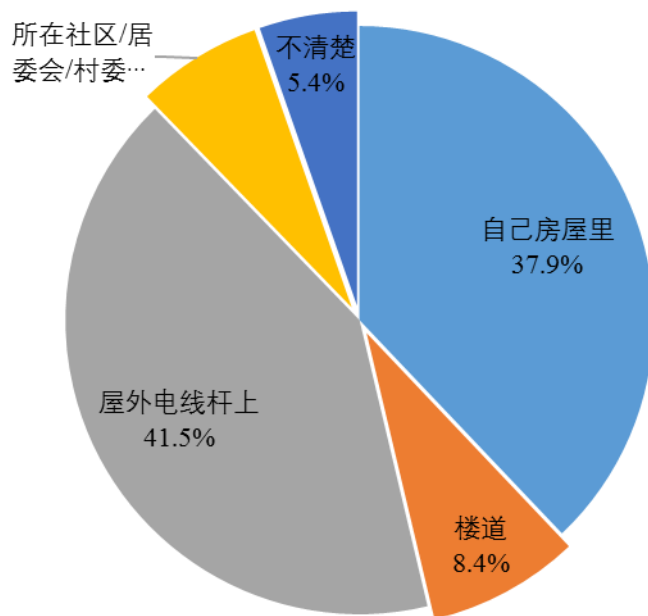


图 2-85 农村居民家庭电表安装位置

本次调查中，在 3313 个有效样本中，有 82.2%的受访者了解家中每月电力的消费量和电费支出情况。在 3307 个有效样本中，获取电力消费信息的主要渠道是通过抄表员告知和电力公司（物业）的电费通知单，分别占样本总量的 50.4%

和 28.6%（图 2-86）。

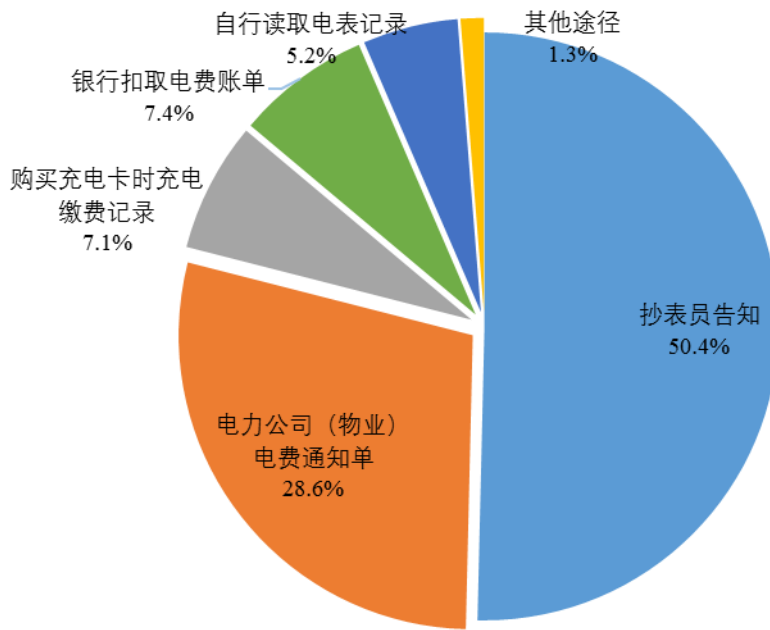


图 2-86 电力消费信息获取途径

从电费缴纳来看，在 3308 个有效样本中，有 71.6% 的家庭先消费后付费（月度结算），27.2% 的家庭先付费后消费（充电卡）。从支付方式来看，主要的支付方式为居民自行前往电力公司营业点支付电费和由抄表员等上门收取，分别占 50.2% 和 36.4%，此外，有 9% 的家庭通过银行关联账户自动扣款的方式交付电费。从支付频率来看，63.4% 的家庭按月度结算电费，31.4% 的家庭按季度结算，5.3% 的家庭按半年度结算。

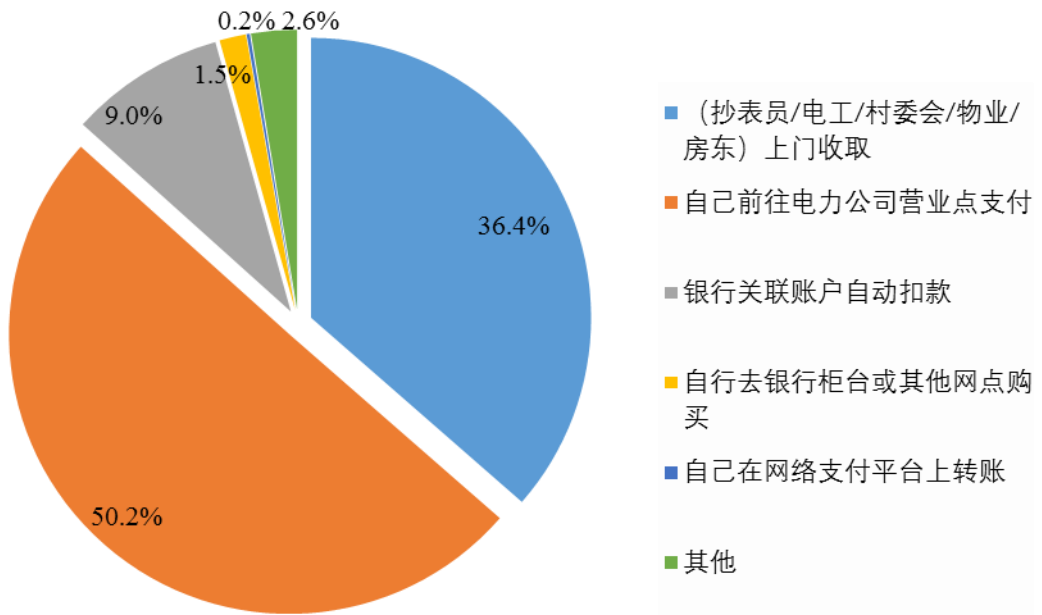


图 2-87 电费支付方式

3. 家庭电力消费

全年电力消费量的样本观察值总共有 3200 个，年均用电量为 1241.8 度。全年用电量不超过 500 度的家庭占样本总量的 21.5%，78.6% 的受访家庭全年用电量少于 1500 度，有将近 2.4% 的受访家庭年用电量多于 4000 度。

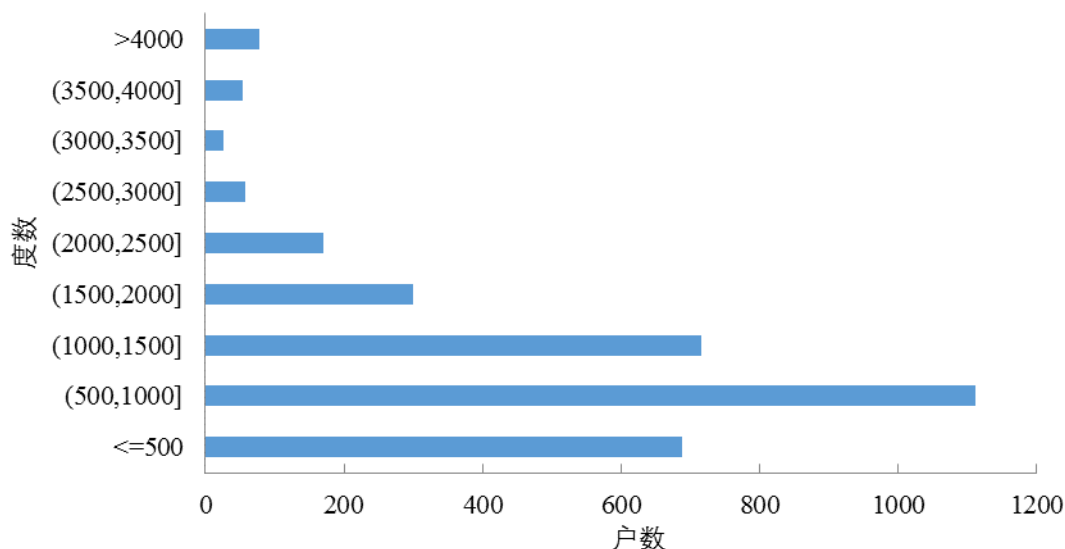


图 2-88 全国农村居民家庭年用电量（度）

在分季节的数据中，夏季（6-9 月）共 2781 个有效样本，每户平均用电量为 538.4 度，冬季平均用电量为 431.8 度。在区分峰谷电价的 841 个样本家庭中，其中，峰电时段用电的均值为 1722.3 度，谷电时段均值为 1157.9 度。在区分阶梯电价的 1272 户样本家庭中，用电量不超过第一档的家庭占样本总量的 45.1%，存在阶梯第三档用电的家庭仅占 8.3%。从用电支出上来看，受访家庭年平均电费支出为 686.3 元，占全年总支出的 3% 左右，其中 96.7% 的家庭承担自家电力消费的全部费用。

4. 家庭对电价政策的认知

我国居民电价和工业、商业用电价格相比一直偏低，使用价格手段对电力需求进行管理，引导居民合理用电、节约用电，对于缓解我国电力供求矛盾、促进节能减排具有重要意义。目前实行的需求侧管理的居民电价政策主要有两种，一种是阶梯电价，另一种是峰谷电价。居民阶梯电价是指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。峰谷电价属于分时电价的一种，将一天 24 小时划分为峰、谷等多个时段，对不同的时段实行不同的价格，高峰时段价格较高、低谷时段价格较低

我国从 2012 年 7 月 1 日开始在全国范围内实行阶梯电价政策。在我们进行问卷调查期间，仅有部分省市实行了阶梯电价和峰谷电价政策。我们就这两类电价政策的认知程度对居民进行了调查。调查结果显示，在 3068 个有效样本中，仅 14.5% 的受访家庭表示知道峰谷电价政策，11.5% 的受访家庭了解所在省份是

否实施峰谷电价政策，5.3%的受访家庭收到过电力公司关于峰谷电价的通知信息。由于峰谷电价一般不主动开放，因而需要户主本人携带有效证件至最近的电力营业厅主动申请开通。调查显示，愿意主动开通的受访者占样本总量的52.1%，不愿意主动开通的占47.9%。不愿意主动开通峰谷电价的受访者中，有56.7%是由于家庭用电主要集中在峰电时段，且用电时间不便调整，认为开通后反而会增加电费支出；15.4%的受访者认为峰谷电价确实可以减少电费支出，但觉得过于麻烦而不愿办理；28%的受访者不清楚峰谷电价能否有效减少电费支出。

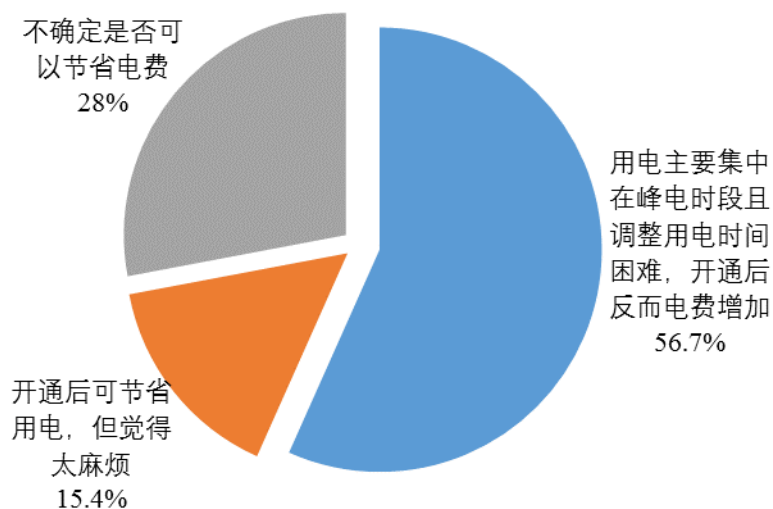


图 2-89 不愿意申请办理峰谷电价的原因

相较于峰谷电价，阶梯电价的普及程度较高，本次调查有36.1%的受访者表示知道阶梯电价，30.1%的受访者表示知道自己所在地区是否实行了阶梯电价政策，15%的受访者表示接到过电力公司关于阶梯电价的通知信息。在接受程度上，23.7%的受访家庭已经实施了峰谷电价，39.3%的家庭表示尚未实施。阶梯电价第一档基本用电量可以根据家庭人口规模调整（按户口本上人口越多，第一档电量越多），但需要户主本人携带有效证件至最近的电力营业厅申请，58.4%的受访者表示愿意主动申请。不愿意主动申请的原因所与峰谷电价大致相同，认为家里用电量本来就在默认范围内没必要申请的占样本总量的54.3%，认为程序太麻烦的占13.3%，不确定是否能节省电费的占32.4%。

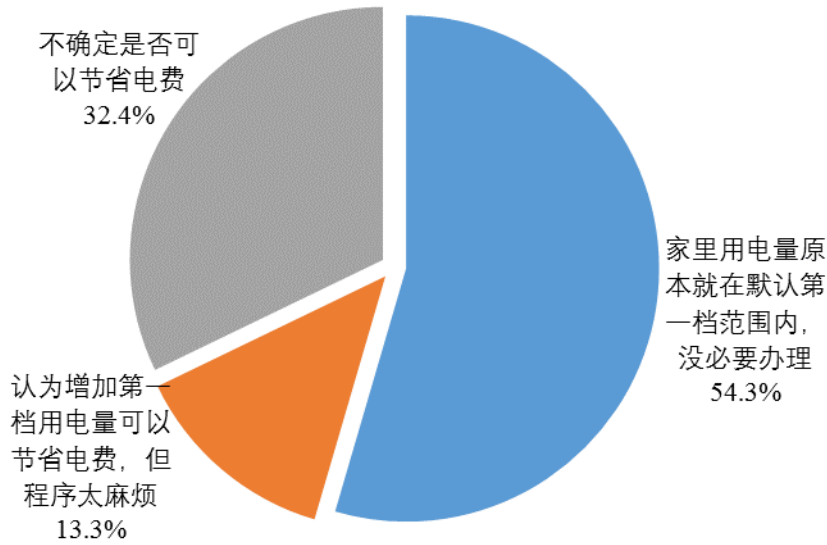


图 2-90 不愿意申请办理调整第一档用电量的原因

5. 其它家庭能源消费情况

除电力外, 受访家庭使用最多的其他能源为薪柴和瓶装液化气, 占样本总数的 37.8%和 29.6%, 使用煤块和蜂窝煤的家庭占总数的 24.3%和 14.5%, 此外, 秸秆、杂草树叶等也是农村地区较为常见的能源之一, 使用沼气和管道天然气的家庭数量极少, 仅占样本总量的 1.4%左右 (图 2-91)。

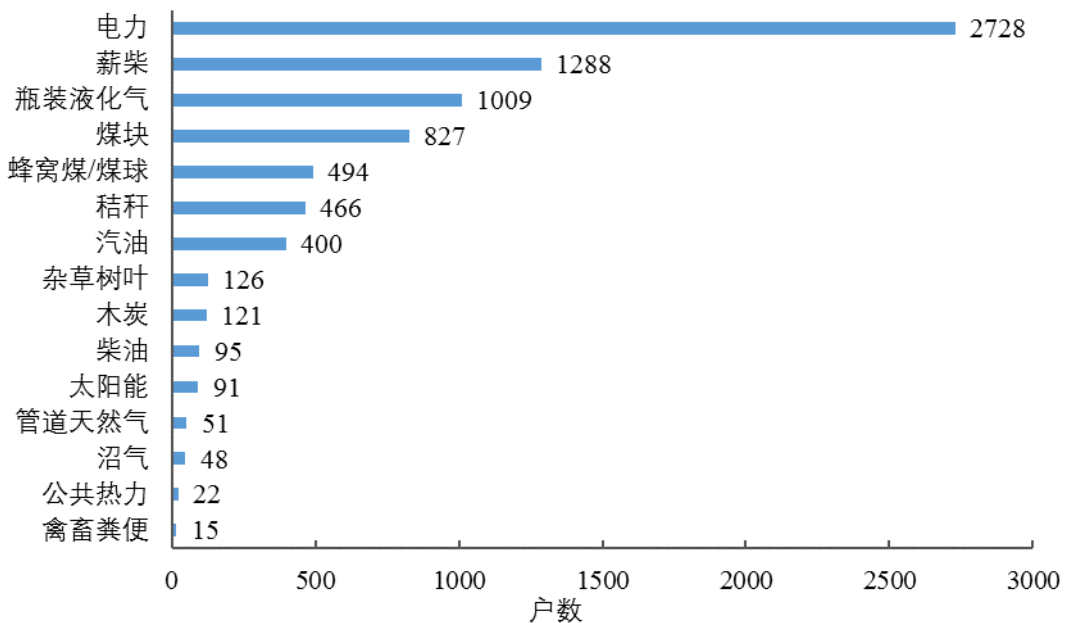


图 2-91 农村家庭其他能源消费情况

综合来看, 51.1%的家庭是从市场购买能源。其中超过 90%的家庭的煤、油品和瓶装液化气是通过市场购买获取, 24.5%的家庭是通过野外拾取等免费获得, 21.9%的家庭还通过公共管网获得。从能源与能源供应点的距离来看, 接近 50%

的家庭的能源供应入户，28.9%的家庭距离能源供应点在1到3公里内。

从单趟获取各类能源所需的交通及其他成本来看(如灌液化气需要到最近的充气点所需支付的往返交通费、购买煤炭/薪柴所需支付的运输成本、开通管道煤气所需支付的初装费等)，管道天然气所需费用最高，达到1743.6元。其次是公共热力，达到388.9元。最低是禽畜粪便(0元)、杂草树叶(0.03元)和薪柴(0.2元)。

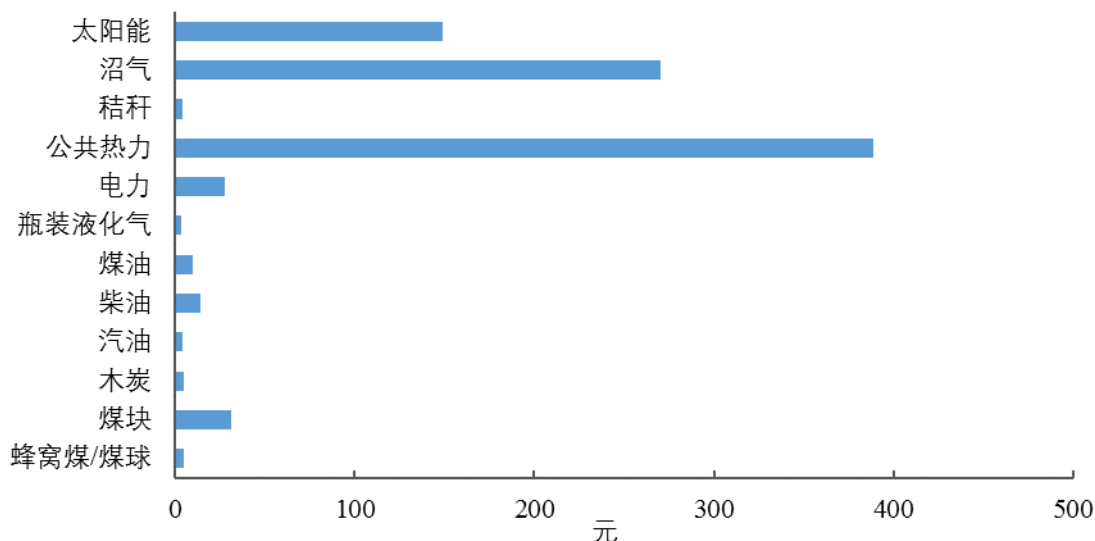


图 2-92 获取各类能源单趟所需交通及其他成本

图 2-93 统计了 2013 年各类能源的消费总支出。从图中可以看到，柴油总支出最高，达到 2352.9 元，其次依次为汽油、公共热力和煤块。电力、瓶装液化气和蜂窝煤/煤球的消费支出大致相当。同时，平均而言，91.5%的家庭表示会完全承担能源的消费支出。对于公共热力而言，仅有 13.6%的家庭会完全承担其消费支出。就他人承担方式来看，主要包括亲戚朋友帮助支付、单位报销/补贴、政府/社区提供补贴和减免、房东承担和其他。其中 68.9%的家庭选择了其他，15.7%的家庭通过亲戚朋友帮助支付。

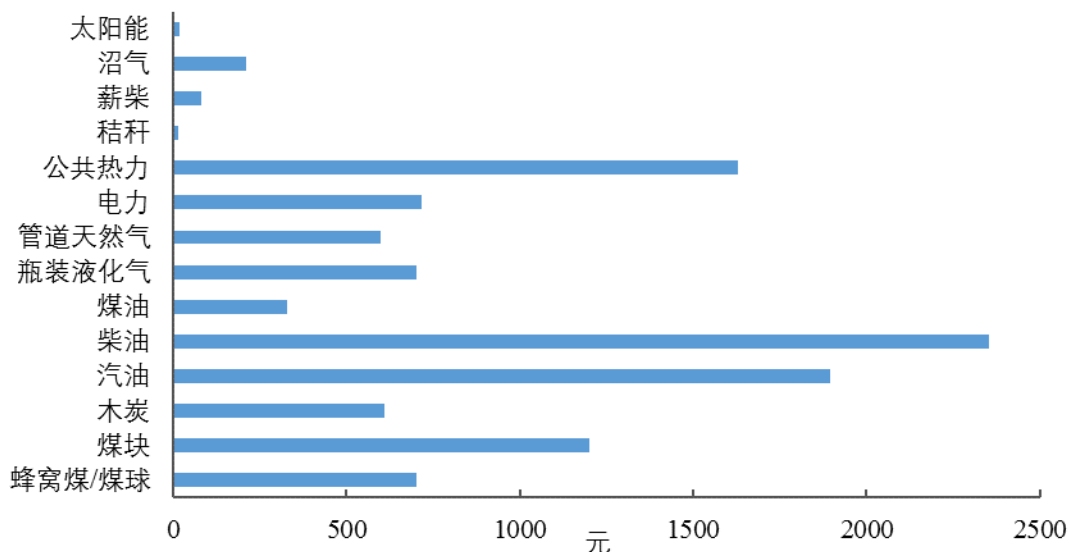


图 2-93 2013 年各类能源消费总支出

图 2-94 统计各类能源消费支出的缴纳方式。平均而言，62.8%的家庭表示会先付费后消费，34.3%的家庭表示先消费后付费。其中有 68.8%的家庭表示电力使用是先消费后付费。生物质能均采用其他方式进行付费。而从能源费用支付方式来看，55.9%的家庭表示会自行前往支付，35.8%的家庭表示是对方上门收取。从费用支付频率来看，42.2%的家庭每月会支付一次，25.3%的家庭表示会 2-3 个月支付一次，另外有 19.6%的家庭会每 10-12 个月支付一次。

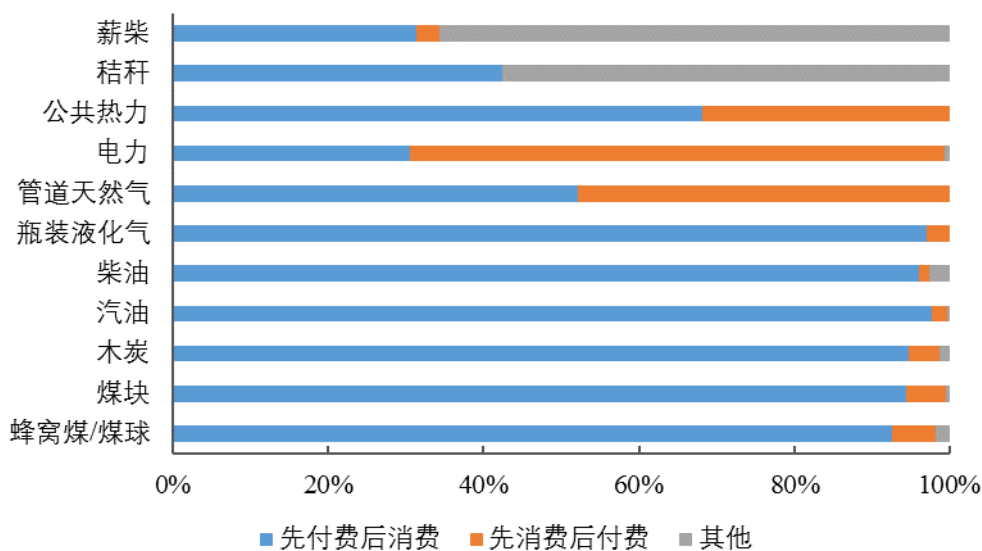


图 2-94 各类能源的费用缴纳方式

第3章家庭能源消费估计方法

第一节 基本思路与方法

家庭日常衣食住行等活动通常伴随不同程度的能源消费量，不同活动对能源种类需求并不相同，即使同一活动，其所使用能源的种类亦可能并不唯一。除此以外，不同地区不同家庭出于地区获取能源的便捷性和经济性考虑，其能源消耗活动所涉及的能源种类更为多样，且由于不同家庭的活动频率存在差异，其对应的能源消费量亦有区别。因此，在核算家庭能源消费时，需具体至每个家庭在每项能源消费活动中所使用的能源种类，并根据其活动特征（如使用频率、使用时长等）得出该能源的实际消费量，并合算家庭各项活动的各类能源消耗量，从而得出该家庭的能源消费总量。

假设有*i*个家庭，使用了*n*类能源种类（如煤、天然气、液化石油气、电力等），能源主要用于*m*类消费活动（如烹饪、家电使用、取暖制冷等）。对于第*i*个家庭，以 $Energy_{i,m,n}$ 表示第*n*种能源用于第*m*类活动的实物消费量，相应的可以根据每类能源品的折标系数 $coef_n$ 调整为以千克标准煤（kgce）计量的标准能源消费量。第*i*个家庭全年的能源消费量按以下公式计算：

$$Energy_i = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N Energy_{i,m,n} \times coef_n$$

公式 3-1

第*i*个家庭的第*n*类能源消费量为：

$$Energy_{i,n} = \sum_{m=1}^M Energy_{i,m,n} \times coef_n$$

公式 3-2

与之类似，第*i*个家庭的第*m*类活动的能源消费量为：

$$Energy_{i,m} = \sum_{n=1}^N Energy_{i,m,n} \times coef_n$$

公式 3-3

调查所涉及的能源包括十五类：蜂窝煤/煤球、木炭、汽油/柴油/煤油、其他燃料油、液化石油气、管道天然气、管道煤气、沼气、畜禽粪便、薪柴、秸秆、电力、集中供暖、太阳能和地热等。

家庭能源消费活动分为五类：炊事、取暖、制冷、家用电器和热水。为了同其他同类研究进行比较，我们计算了家庭私人交通能源消费，但没有包含到家庭能源总消费中，仅在第五节中进行描述性统计分析。烹饪设备和家用电器的消费量主要由设备的单位能耗（如电力设备的输出功率或非电力烹饪设备的燃料单位

消耗流量)、使用频率和使用时间决定。基于第一次家庭能源消费的核算基础上,对第一次核算中所涉及的不同设备的能效和技术特征将在估计所采用的参数加以考虑,以此作为参考。为保证第一次和第二次家庭能源消费核算相互比较的有效性,第二次家庭能源消费核算(农村卷)所涉及的设备参数,基本沿用第一次的参数制定和核算方法。家庭取暖的能耗受到取暖方式的影响。在集中式供暖系统下,取暖能耗被单列为一种能源类型,由于无法获取家庭所在区域的供热热源技术特征、燃料信息和管道热量耗损率等信息,我们通过计算住宅保温强度对其进行间接估算;在分户式供暖系统下,取暖能耗受到单位能耗(如空调的输出功率或柴薪的单位消耗速度)和取暖时长的影响。以下将按家庭能源消费活动特征来分类估计能源消费量。

第二节 厨房设备能源消费估计

调查中所涉及的厨房设备包括主要的灶头设备,如柴火灶/土灶、蜂窝煤炉、油炉、电磁炉、煤气炉、沼气炉和太阳能灶等;以及其他烹饪设备,如电饭煲、高压锅、微波炉、烤箱和抽油烟机等。烹饪用途的设备燃料包括蜂窝煤/煤球、汽油/柴油/煤油、瓶装液化气、管道天然气、管道煤气、沼气、畜禽粪便、薪柴、秸秆、电力、太阳能和地热等。

计算厨房设备的能源消耗需要考虑以下几个因素:设备的单位小时能耗(如电器设备的输出功率)、每天使用频率、每次平均工作时间和每年使用天数。烹饪设备的每天使用频率、每次平均工作时间和一年中所使用天数的乘积即为该设备每年的使用时间。设备一年中所使用天数为住户每年在该住房(接受调查时的住房)居住的天数。厨房设备每年的能源消耗由以下公式计算:

$$Energy_{\text{厨房设备}}(\text{kgce}/\text{年}) = \text{单位小时能耗}_{\text{厨房设备}}(\text{kgce}/\text{小时}) \times \text{使用时间}_{\text{厨房设备}}(\text{小时}/\text{年})$$

公式 3-4

灶头的单位小时能耗参数,除了以电力为燃料的设备直接采用其输出功率外,其他均查阅文献和行业技术标准来确定。其中煤炉的单位消耗速度为0.33kg/小时;以薪柴/秸秆为燃料的柴火炉的单位消耗速度为2.00kg/小时;以管道天然气/煤气/沼气为燃料的灶头的单位流量为0.40m³/小时;以瓶装液化气为燃料的灶头的单位流量为0.31kg/小时。

第三节 家用电器的能源消费估计

问卷调查中所涉及的家用电器主要包括电冰箱与冷柜、洗衣机、电视机、个人计算机、影音娱乐设备以及照明灯泡。设备燃料均为电力。计算家用电器的能源消耗需要考虑以下几个因素:设备的输出功率、设备容量、每天使用频率、每

次平均工作时间、每年使用天数及其能源效率等。

1. 电冰箱与冷柜能耗的估计方法

在估计电冰箱与冷柜的耗电量时，由于没有获得设备功率和使用时间的信息，我们通过电冰箱与冷柜的容量、基准耗电量参数和设备能源效率计算其耗电量。首先，将冰箱的容量进行如下处理，设置各类型冰箱的平均容量，半尺寸和小型冰箱的平均容量为 50L；中型冰箱的平均容量为 112.5L；大型冰箱的平均容量 200L；超大型冰箱为容量大于 250L 的冰箱，取平均容量为 250L。其次，根据《家用电冰箱耗电量限定值及能源效率等级（GB 12021.2-2008）》中提供的计算方法，我们估计电冰箱的基准耗电量。计算公式如下：

$$Energy_{base} = (M * V_{adj} + N + CH) * S_r / 365$$

$$V_{adj} = \sum_{c=1}^n V_c * W_c * F_c * CC$$

公式 3-5

(3.5) 式中：

$Energy_{base}$ ——基准耗电量，单位：kWh/24h

M ——参数，单位：kWh/L（其值见表 3-1）

N ——参数，单位：kWh（其值见下表）

CH ——变温室修正系数

S_r ——穿透式自动制冷功能修正系数

V_{adj} ——调整容积，单位为升（L）

n ——电冰箱不同类型间室的数量

V_c ——某一类型间室的实测有效容积，单位为升（L）

F_c ——参数，电冰箱中采用无霜系统制冷的间室为1.4，其它类型间室为1.0

CC ——气候类型修正系数

W_c ——各类型间室的加权系数

表 3-1 冰箱能耗参数

类别	M (kWh/L)	N (kWh)
无星级冷藏箱	0.221	233
1 星级冷藏箱	0.611	181
2 星级冷藏箱	0.428	233
3 星级冷藏箱	0.624	223
冷藏冷冻箱	0.697	272

冷冻食品储藏箱	0.53	190
食品冷冻箱	0.567	205

由于我们无法获得详细的冷藏箱类别来判定参数 M 和 N 的取值。目前，电冰箱的冷藏箱多为2星级冷藏箱和3星级冷藏箱，我们取二者参数的平均值，分别为 $M=0.526$ 和 $N=228$ 。

最后，考虑电冰箱的能源使用效率。依据《家用电冰箱耗电量限定值及能源效率等级（GB 12021.2-2008）》中提供的能效指数计算方法，电冰箱的实测耗电量等于其基准耗电量乘以能效指数。由于无法确认电冰箱各个间室的类型，2-5级能效的电冰箱取能效指数各区间的均值；1级能效的电冰箱取较低的能效指数0.4；无能效标识的电冰箱不作能效调整，取能效指数为1。其调整后的参数区间见表3-2。

表 3-2 冰箱的能效指数

能效等级	能效指数（冷藏冷冻箱）	能效指数（其他类型）	调整后的能效指数
1	[0,40%]	[0,50%]	0.4
2	(40%,50%]	(50%,60%]	0.5
3	(50%,60%]	(60%,70%]	0.6
4	(60%,70%]	(70%,80%]	0.7
5	(70%,80%]	(80%,90%]	0.8
无能效标识	--	--	1

因此电冰箱/冷柜实测耗电量的计算公式如下：

$$Energy_{test} = \eta * (M * V + N) / 365$$

公式 3-6

式中：

$Energy_{test}$ ——实测耗电量，单位：kWh/24h

M ——参数，单位：kWh/L；其值为0.526（电冰箱）或0.567（冷柜）

N ——参数，单位：kWh；其值为228（电冰箱）或205（冷柜）

V ——电冰箱容量，单位：L；其值从调查中获得

η ——处理后的能效指数

冷柜实测耗电量的计算公式与电冰箱相同。计算电冰箱与冷柜每年的能源消耗时，设备在一年中所使用的天数为住户每年在该住房（接受调查时的住房）居住的天数。年实测能耗（标准量）的具体公式如下：

$Energy_{\text{电冰箱与冷柜}}$ (kgce/年)

$$= Energy_{\text{test电冰箱与冷柜}} (\text{kWh}/\text{天}) \times \text{使用时间}_{\text{电冰箱与冷柜}} (\text{天}/\text{年}) \\ \times \text{电力折标系数} (\text{kgce}/\text{kWh})$$

公式 3-7

2. 洗衣机能耗的估计方法

在估计洗衣机的耗电量时，由于没有获得洗衣机功率的信息，我们通过洗衣机的类型来判断其功率的大小。依据一般洗衣机的技术标准，设定各类型洗衣机的单位功效耗电量 (kWh/(cycle*kg)，即每千克容量，一次标准洗的耗电量) 如下：单缸和（半）全自动波轮洗衣机的单位功效耗电量为0.2 kWh/(cycle*kg)；双缸洗衣机的单位功效耗电量为0.35 kWh/(cycle*kg)；滚筒和其他类型洗衣机的单位功效耗电量为0.3 kWh/(cycle*kg)。一般地，洗衣机一次标准洗通常为45分钟，调查所得洗衣机平均使用时间除以45分钟，可以得到以标准洗 (cycle) 来衡量的平均使用时间。再通过洗衣机容量 (kg)、使用频率和能效标识等信息，可以估计其耗电量。洗衣机的“能效指数”由《电动洗衣机能效水效限定值及等级 (GB 12021.4-2013)》提供。方便起见，我们选取洗衣机的能效指数如表 3-3：

表 3-3 洗衣机的能效指数

能效等级	能效指数
1	0.011
2	0.012
3	0.015
4	0.017
5	0.022
无能效标识	1

计算洗衣机每年的能源消耗时，设备在一年中使用的天数为住户每年在该住房（接受调查时的住房）居住天数。计算公式如下：

$$Energy_{\text{洗衣机}} (\text{kgce}/\text{年}) = \text{单位功效耗能}_{\text{洗衣机}} (\text{kWh}/(\text{cycle} * \text{kg}))$$

$$\times \text{容量}_{\text{洗衣机}} (\text{kg}) \times \text{使用时间}_{\text{洗衣机}} (\text{cycle}/\text{年}) \times \text{电力折标系数} (\text{kgce}/\text{kWh})$$

3. 电视机能耗的估计方法

在估计电视机的耗电量时，由于没有获得电视机功率的信息，我们通过电视机的屏幕大小和主显示屏类型来判断其功率的大小。主显示屏类型详细划分为CRT显像管、液晶平板（LCD/LED）、等离子和投影，在估计时我们将主显示屏分为两类，CRT显像管和其他显示屏。一般地，依据各类型电视机的技术参数，功率设置见表 3-4：

表 3-4 电视机的参考功率

屏幕大小（英寸）	功率 kW	
	CRT显像管	其他显示屏
(0,29]	0.08	0.06
(29,32]	0.12	0.15
(33,42]	0.15	0.20
(43,55]	0.20	0.25
>55	0.25	0.35

电视机的耗电量为参考功率与平均工作时间的乘积，并以能源消耗效率进行修正。然而，我们虽在调查结果中获得了电视机的能源效率标识，但无法获得相应的能效指数信息，因此未能考虑设备的能源消耗效率对其耗电量的影响。电视机耗电量的计算公式如下：

$$\text{平均耗能}_{\text{电视机}} (\text{kWh}/\text{天}) = \text{工作时间}_{\text{电视机}} (\text{hour}/\text{天}) \times \text{功率}_{\text{电视机}} (\text{kW})$$

公式 3-9

计算电视机每年的能源消耗时，住户每年在该住房（接受调查时的住房）居住的天数为电视机在一年中所使用的天数。计算公式如下：

$$\begin{aligned} \text{Energy}_{\text{电视机}} (\text{kgce}/\text{年}) &= \text{平均耗能}_{\text{电视机}} (\text{kWh}/\text{天}) \times \text{使用时间}_{\text{电视机}} (\text{天}/\text{年}) \\ &\times \text{电力折标系数} (\text{kgce}/\text{kWh}) \end{aligned}$$

公式 3-10

4. 计算机能耗的估计方法

在估计计算机的耗电量时，由于没有获得计算机功率的信息，我们通过计算机的类型和显示屏类型来判断其功率的大小。计算机的类型包括台式电脑、笔记本电脑和平板电脑。其中台式电脑的显示屏主要有CRT显示器和液晶显示器两种。一般地，依据各类型计算机的技术参数，功率设置见表 3-5：

表 3-5 个人计算机的参考功率

个人计算机类型	参考功率 kW
台式机（液晶显示器）	0.25
台式机（CRT显示器）	0.30
笔记本电脑	0.08
平板电脑	0.015

计算机的耗电量为参考功率与平均工作时间的乘积，并以能源消耗效率进行修正。然而，我们虽在调查结果中获得了电视机的能源效率标识，但无法获得相应的能效指数信息，因此未能考虑设备的能源消耗效率对其耗电量的影响。住户每年在该住房（接受调查时的住房）居住的天数为计算机在一年中所使用的天数。计算机年耗电量的计算公式如下：

$$\begin{aligned}
 &Energy_{\text{计算机}}(\text{kgce}/\text{年}) \\
 &= \text{功率}_{\text{计算机}}(\text{kW}) \times \text{工作时间}_{\text{计算机}}(\text{h}/\text{天}) \\
 &\quad \times \text{使用时间}_{\text{计算机}}(\text{天}/\text{年}) \times \text{电力折标系数}(\text{kgce}/\text{kWh})
 \end{aligned}$$

公式 3-11

5. 影音娱乐设备能耗的估算方法

影音娱乐设备的耗电量为参考功率与平均工作时间的乘积，并以能源消耗效率进行修正。然而，我们未从问卷中获得能源消耗效率的信息。住户每年在该住房（接受调查时的住房）居住的天数为影音娱乐设备在一年中所使用的天数。影音娱乐设备年耗电量的计算公式如下：

$Energy_{\text{影音娱乐设备}} (\text{kgce}/\text{年})$

$$= \text{功率}_{\text{影音娱乐设备}} (\text{kW}) \times \text{工作时间}_{\text{影音娱乐设备}} (\text{h}/\text{天}) \\ \times \text{使用时间}_{\text{影音娱乐设备}} (\text{天}/\text{年}) \times \text{电力折标系数} (\text{kgce}/\text{kWh})$$

公式 3-12

6. 照明灯泡能耗的估算方法

在估算家庭照明灯泡的耗电量时，我们区分了灯泡每天使用的时间和灯泡类型。灯泡每天使用的时间为超过12小时、4-12小时、1-4小时和整夜（户外灯泡）。灯泡类型分为节能灯和非节能灯。一般地，节能灯的功率为8W，非节能灯功率为40W。照明灯泡的耗电量为节能灯和非节能灯耗电量的总和。照明耗电量的计算公式如下：

$$\text{耗电量节能灯泡} (\text{kWh}/\text{天}) = \text{功率节能灯泡} (\text{kW}) \times \text{工作时间节能灯泡} (\text{hour}/\text{天}) \times \text{数量节能灯泡}$$

公式 3-13

$$\text{耗电量非节能灯泡} (\text{kWh}/\text{天}) = \text{功率非节能灯泡} (\text{kW}) \times \text{工作时间非节能灯泡} (\text{hour}/\text{天}) \times \text{数量非节能灯泡}$$

公式 3-14

$$\text{耗电量照明} (\text{kWh}/\text{天}) = \text{耗电量节能灯泡} + \text{耗电量非节能灯泡}$$

公式 3-15

计算灯泡每年的能源消耗时，考虑其在一年中所使用的天数，为住户每年在该住房（接受调查时的住房）居住的天数。计算公式如下：

$$Energy_{\text{照明}} (\text{kgce}/\text{年}) = \text{耗电量照明} (\text{kWh}/\text{天}) \times \text{使用时间照明} (\text{天}/\text{年}) \times \text{电力折标系数} (\text{kgce}/\text{kWh})$$

公式 3-16

问卷调查中所涉及的家庭取暖包括集中式供暖和分户自供暖两种。家庭制冷设备包括电风扇和空调。取暖燃料种类较多，如电力、管道天然气/煤气、瓶装液化气、柴油、其他燃料油、薪柴/木炭/煤、地热等。制冷设备的燃料为电力。计算取暖能耗除考虑设备的每天使用频率、每次平均使用时间、每年使用天数以及设备的单位小时能耗（如电器设备的输出功率）等因素外，还需要考虑供热有效面积、建筑保暖特性等因素。家庭制冷能耗的计算考虑设备的功率、能效及其在夏季的平均每天使用时间和使用天数。

第四节 取暖、制冷和热水器的能源消费估计

1. 集中供暖能耗的估计方法

住宅取暖能耗的两种计量方法分别为：估计住宅取暖总能耗（source energy）和估计住宅交付能耗（site energy）。取暖总能耗是指为住宅提供一定的取暖能源所需要的全部未经加工和经加工的能源，包括能源的生产耗损、传输耗损等。交付能耗是指在住宅用户终端取暖所消耗的能源量。在估计集中供暖的能耗时，由于无法获取家庭所在城市的供热热源技术特征、燃料信息和管道热量耗损率等信息，间接地通过以下公式计算住宅的交付能耗：

$$Energy_{\text{集中供暖}} (\text{kgce/年}) = \text{单位面积建筑基准能耗}_{\text{集中供暖}} (\text{kgce/m}^2 \cdot \text{采暖季}) \\ \times \text{建筑调整系数} \\ \times \text{住房使用面积} (\text{m}^2) \\ \times \text{标准采暖季}_{\text{集中供暖}} (\text{采暖季/年})$$

公式 3-17

首先，根据家庭住房的建筑年代设定其基准能耗。根据我国颁布的相关供暖要求（采暖季内室温不低于 18℃）和相关能耗技术标准，单位面积建筑供暖基准能耗设定如下，基本特征是，住房的建筑年龄越短，其保暖效果越好。具体设定见表 3-6。

表 3-6 各年代住房单位面积建筑基准能耗

住房建筑年代	单位面积建筑能耗 (kgce/m ² , 维持室温 18℃ /采暖季)
1980 年以前	31.68
1980 年-1989 年	25.30
1990 年-1999 年	20.60
2000 年-2009 年	18.60
2010 年及以后	12.50
信息缺失	25.00

其次，考虑到对住房的建筑改造将会影响到热量的流失量，从而影响供暖能耗，在此设定了相应的调整系数：如果对门窗进行封边处理，可以降低 10% 的能耗损失；如果对外墙进行保暖改造，可以减少 30% 的热量损耗；如果对阁楼、天花板和管道进行隔热处理，可以节能 10%。

由于集中式供暖是对整个家庭住宅进行供暖，因此供暖面积采用家庭住房的实际使用面积；若该变量的数据缺失，则选择集中式供暖的家庭平均住房使用面积 115 m²。

由于不同地区采暖季时长不同，为了基于同一的采暖季进行比较，需要进行调整。采暖季时长依据调查数据中的“采暖时长（月）”和集中式供暖的样本均值 3.43 个月来进行调整；若“采暖时长（月）”数据缺失，则采暖时长为 3.43 个月。设定一个采暖季为 3.43 个月，则每个家庭的采暖季时长为“采暖时长(月)/3.43”。

2. 分户自供暖能耗的估计方法

与集中式供暖不同，分户自供暖并不是全天在所有住房面积上进行供暖。由于各个家庭采暖所使用的设备和燃料以及采暖时长不同，我们按供暖设备及其燃料分类，估计全年的供暖能耗。各类燃料的消费量将转化为以千克标煤（kgce）计量的能耗。

（1）电力供暖设备

以电力为燃料的供暖设备，如空调、电辐射取暖(电暖器)、电热地膜采暖等，可通过电器功率的报告值、空调能效等级、每天平均采暖时长（小时）和全年采暖天数（天）进而计算以电力为燃料的供暖设备的全年用于供暖的能耗。

空调取暖：根据《房间空气调节器能效限定值及能效等级（GB12021.3-2010）》，空调实际输出功率等于其输出功率乘以定变频调整系数，再除以能效比（EER）。其中，空调的输出功率按照额定功率来进行计算³；区分定频和变频空调，其定变频系数分别为 1 和 0.7，信息缺失时默认为定频空调；空调能效比（EER）反映空调的能效等级，一级能效、二级能效、三级及以上能效空调的 EER 分别取值为 3.6、3.4 和 3.2，信息缺失时默认为 3.2。根据每天采暖时长（小时）和全年采暖天数（天），即可计算空调采暖全年的用电量。

电辐射取暖(电暖器)、电热地膜采暖：电辐射取暖(电暖器)、电热地膜采暖的功率均设定为 1200W，乘以每天采暖时长（小时）和全年采暖天数（天），即可计算电辐射取暖(电暖器)、电热地膜采暖全年的用电量。

（2）非电力供暖设备

对于使用非电力燃料（如天然气、柴薪、木炭、煤等）的供暖设备，如炕、锅炉管道供暖、采暖火炉(燃烧木材/煤炭等)和油热加热器(油热汀)等则需通过燃料单位面积热负荷、住房实际使用面积、每天平均采暖市场（小时）和全年采暖天数（天），进而计算得全年的非电力燃料的消耗量。

以薪柴为燃料的供暖设备消耗：以薪柴作为燃料的采暖设备有炕、锅炉和采暖火炉。当采用锅炉取暖时，假定薪柴每天的单位面积热负荷为 $0.1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ ，

³ 一般而言，空调的输出功率(kW) = $735 \text{ W} * (\text{额定功率}/2500(\text{W})) / 1000$

该系数乘以住房实际使用面积可得家庭每天使用薪柴锅炉取暖的能耗，进而可以得到每小时的薪柴消耗量。当使用炕或采暖火炉时，假定每小时需要燃烧 2kg 木柴取暖，该系数乘以每天采暖时长和全年采暖天数，可得全年的薪柴火炉取暖的能耗。

以除电力/柴薪外为燃料的供暖设备消耗：如果采用除电力、柴薪以外的其他燃料作为非电力供暖设备的取暖燃料，假定每种燃料的每天单位面积热负荷系数($m^3/(m^2 \cdot day)$)，该系数乘以住房实际使用面积可得家庭每天使用天然气取暖的能耗，进而可以得到全年的天然气消耗量。各燃料的每天单位面积热负荷系数设定详见下表：

表 3-7 各取暖燃料的每天单位面积热负荷系数

取暖燃料种类	每天单位面积热负荷系数
管道天然气/煤气	$0.0632 m^3/(m^2 \cdot day)$
瓶装液化气	$0.048 m^3/(m^2 \cdot day)$
柴油	$0.0576 L/(m^2 \cdot day)$
其他燃料油	$0.0576 L/(m^2 \cdot day)$
木炭	$0.1 kg/(m^2 \cdot day)$
煤	$0.1 kg/(m^2 \cdot day)$

(3) 一般的估算公式可表达为：

$$\begin{aligned}
 Energy_{\text{分户自供暖: 空调}}(\text{kgce/年}) = & \text{输出功率}_{\text{分户自供暖: 空调}}(\text{kW}) \\
 & \times \text{类型和能效调整系数}_{\text{分户自供暖: 空调}} \\
 & \times \text{采暖时长}_{\text{分户自供暖: 空调}}(\text{hour/天}) \\
 & \times \text{采暖天数}_{\text{分户自供暖: 空调}}(\text{天/年}) \\
 & \times \text{电力折标系数}(\text{kgce/kWh})
 \end{aligned}$$

公式 3-18

$$\begin{aligned}
 Energy_{\text{分户自供暖: 其他}}(\text{kgce/年}) = & \text{单位面积热负荷}_{\text{分户自供暖: 其他}}(\text{kgce}/m^2 \cdot \text{天}) \\
 & \times \text{住房使用面积}(m^2) \\
 & \times \text{采暖天数}_{\text{分户自供暖: 其他}}(\text{天/年})
 \end{aligned}$$

公式 3-19

3. 热水器能耗的估计方法

在估计热水器的能源消耗时，由于没有获得热水器单位小时能耗（如电器设备的输出功率）的信息，我们通过热水器的类型、燃料和容量进行推测。热水器的类型包括储水式热水器和即热式热水器。储水式热水器的燃料主要为电力和管道天然气/煤气，为计算方便，我们将燃气式储水热水器调整为即热式热水器。即热式热水器的燃料包括电力、管道天然气/煤气、瓶装液化气和太阳能。储水

式热水器的功率根据其容量来判断,即热式热水器的单位小时能耗根据燃料种类给出。热水器的参考单位小时能耗由表 3-8 给出。总的来说,热水器的能耗是其单位小时能耗和工作时间的乘积。由于储水式热水器和即热式热水器的工作时间有很大的差异,我们分别计算储水式热水器和即热式热水器的能耗。

表 3-8 热水器的参考单位小时能耗

储水式热水器		即热式热水器	
热水器容量(L)	功率(kW)	热水器燃料	单位能耗
(0,30]	1.00	电力	5 kW/h
(30,60]	1.25	管道天然气/煤气	2 m ³ /h
(60,100]	1.50	瓶装液化气	1.8 kg/h
(100,180]	2.00	太阳能	0.4514 kgce/90L
>180	2.50	--	--

(1) 储水式热水器

储水式热水器的工作时间按以下方法进行计算。若热水器全天一直处于工作状态,则实际工作时间为 3 小时;若热水器仅在使用热水时加热,则实际工作时间为 0.5 小时。储水式热水器工作一次所提供的热水能够满足一般家庭平均一天的热水使用量,一般家庭平均每天使用热水器 1.025 次,我们用各个家庭每天平均使用热水器的次数进行调整。若家庭每天平均使用热水器的次数超过 1.025 次,则热水器重新为水加热。即热水器每天的工作频率为(热水器每天平均使用次数/1.025)次。储水式热水器的能效指数由《储水式电热水器能效限定值及能效等级(GB 21519-2008)》提供,我们取能效指数的上限值。如表 3-9 所示:

表 3-9 储水式热水器的能效指数

能效等级	能效系数
1	0.6
2	0.7
3	0.8
4	0.9
5	1.0
无能效标识	1.0

储水式热水器的耗电量为能效指数、功率、工作时间和每天工作频率的乘积,需要考虑其在一年中所使用的天数。计算公式如下:

$$Energy_{\text{储水式热水器}} (\text{kgce/年}) = \text{功率}_{\text{储水式热水器}} (\text{kW}) \times \text{工作时间}_{\text{储水式热水器}} (\text{hour/次})$$

$$\begin{aligned} & \times \text{工作频率}_{\text{储水式热水器}} \text{ (次/天)} \\ & \times \text{能效指数}_{\text{储水式热水器}} \\ & \times \text{使用时间}_{\text{储水式热水器}} \text{ (天/年)} \\ & \times \text{电力折标系数 (kgce/kWh)} \end{aligned}$$

公式 3-20

(2) 即热式热水器

即热式热水器的工作时间按以下方法进行计算。对于以电力、管道天然气/煤气和瓶装液化气为燃料的即热式热水器而言，热水器每次的工作时间为每次平均使用热水器的时长，且没有能源使用效率的信息。因此，这类即热式热水器的能耗为单位小时能耗、工作时间和每天工作频率的乘积。对于以太阳能为燃料的即热式热水器而言，依据热水器的容量来估计能耗，加热 90L 的水需要消耗太阳能 0.4514kgce。具体的计算公式如下：

$$\begin{aligned} \text{即热式热水器的能耗}_{\text{电力}}(\text{kgce/天}) &= \text{功率(kW)} \\ & \times \text{工作时间(hour/天)} \\ & \times \text{电力折标系数(kgce/kWh)} \end{aligned}$$

公式 3-21

$$\begin{aligned} \text{即热式热水器的能耗}_{\text{燃气}}(\text{kgce/天}) &= \text{单位小时耗气量(m}^3\text{/hour)} \\ & \times \text{工作时间(hour/天)} \\ & \times \text{燃气折标系数(kgce/m}^3\text{)} \end{aligned}$$

公式 3-22

$$\begin{aligned} \text{即热式热水器的能耗}_{\text{液化气}}(\text{kgce/天}) &= \text{单位小时耗气量(kg/hour)} \\ & \times \text{工作时间(hour/天)} \\ & \times \text{液化气折标系数(kgce/kg)} \end{aligned}$$

公式 3-23

$$\begin{aligned} \text{即热式热水器的能耗}_{\text{太阳能}}(\text{kgce/天}) &= \text{单位能耗(kgce/90L)} \\ & \times \text{加热热水量(90L/天)} \end{aligned}$$

公式 3-24

计算即热式热水器每年的能源消耗时，需要考虑其在一年中所使用的天数：

$$\begin{aligned} \text{Energy}_{\text{即热式热水器}}(\text{kgce/年}) &= \text{能耗}_{\text{即热式热水器}}(\text{kgce/天}) \\ & \times \text{使用天数}_{\text{即热式热水器}}(\text{天/年}) \end{aligned}$$

公式 3-25

4. 制冷能耗的估计方法

家庭制冷设备包括电风扇和空调。在估计电风扇的耗电量时，设定一般电风扇的功率为 50W。我们在调查中获得了夏季平均每天使用电风扇的时长和夏季平均使用天数，可以估计出电风扇每年的耗电量。电风扇耗电量的计算公式如下：

$$\begin{aligned}
 Energy_{\text{电风扇}}(\text{kgce/年}) &= \text{功率}_{\text{电风扇}}(\text{kW}) \\
 &\times \text{工作时间}_{\text{电风扇}}(\text{hour/天}) \\
 &\times \text{夏季使用天数}_{\text{电风扇}}(\text{天/年}) \\
 &\times \text{电力折标系数}(\text{kgce/kWh})
 \end{aligned}$$

公式 3-26

根据《房间空气调节器能效限定值及能效等级（GB12021.3-2010）》，空调实际输出功率等于其输出功率乘以定变频调整系数，再除以能效比（EER）。其中，空调的输出功率按照额定功率来进行计算；区分定频和变频空调，其定变频系数分别为 1 和 0.7，信息缺失时默认为定频空调；空调能效比（EER）反映空调的能效等级，一级能效、二级能效、三级及以上能效空调的 EER 分别取值为 3.6、3.4 和 3.2，信息缺失时默认为 3.2。根据每天制冷时长（小时）和夏天制冷天数（天），空调制冷的耗电量按以下公式计算：

$$\begin{aligned}
 Energy_{\text{空调制冷}}(\text{kgce/年}) &= \text{输出功率}_{\text{空调制冷}}(\text{kW}) \\
 &\times \text{类型和能效调整系数}_{\text{空调制冷}} \\
 &\times \text{工作时间}_{\text{空调制冷}}(\text{hour/天}) \\
 &\times \text{夏季使用天数}_{\text{空调制冷}}(\text{天/年}) \\
 &\times \text{电力折标系数}(\text{kgce/kWh})
 \end{aligned}$$

公式 3-27

第五节 家庭私人交通的能源消费估计

问卷调查中所涉及的家庭交通方式包括公共交通和私人交通两类。本部分讨论家庭的私人交通方式能耗，包括普通汽车的耗油量和电瓶车的耗电量。计算家庭私人交通方式能耗需要考虑以下几个因素：普通汽车全年行驶里程和实际百公里油耗，电瓶车的充电频率、充电时间、功率和使用时长等。

汽车的实际耗油量通过其实际百公里油耗和 2013 年全年行驶里程相乘而得。公式如下：

$$\begin{aligned} Energy_{\text{汽车}}(\text{kgce}/\text{年}) = & \text{实际油耗}_{\text{汽车}}(\text{L}/100\text{km}) \\ & \times \text{行驶里程}_{\text{汽车}}(100\text{km}/\text{年}) \\ & \times \text{燃油折标系数}(\text{kgce}/\text{L}) \end{aligned}$$

公式 3-28

汽车燃料种类涉及 93 号汽油（京标 92 号）、97 号汽油（京标 95 号）、乙醇汽油、柴油、电力、天然气、混合动力（汽油+电力）、混合动力（汽油+天然气）。93 号汽油、97 号汽油和乙醇汽油的折标系数均以汽油折标系数进行计算。混合动力燃料假定每种燃料量使用为 1/2，各自乘以对应燃料的折标系数所得折标量的综合，即为该混合动力燃料的折标能耗。如汽车若使用混合动力（汽车+电力），将此视为 1/2 汽油和 1/2 电力的混合使用。

电瓶车的年耗电量由其功率、每天充电频率、充电时长和骑行天数共同决定。一般地，电瓶车的平均功率为 240W；骑行天数为 2013 年的工作日天数，250 天。因此，电瓶车能耗的计算公式如下：

$$\begin{aligned} Energy_{\text{电瓶车}}(\text{kgce}/\text{年}) = & 0.24\text{kW} \\ & \times \text{充电时长}_{\text{电瓶车}}(\text{hour}/\text{次}) \\ & \times \text{充电频率}_{\text{电瓶车}}(\text{次}/\text{天}) \\ & \times 250(\text{天}/\text{年}) \\ & \times \text{电力折标系数}(\text{kgce}/\text{kWh}) \end{aligned}$$

公式 3-29

加总汽车和电瓶车的能耗后，平均家庭私人交通能耗为 89.3kgce/年。其中，家庭汽车耗油量为 82.9kgce/年，电瓶车耗能为 6.4kgce/年。家庭汽车耗能、电瓶车耗能以及私人交通耗能的描述性统计见表 3-10。

表 3-10 家庭私人交通每年的耗能量

变量	单位	观察值	平均值	标准差	最小值	最大值
家庭汽车耗能	kgce/年	3404	82.945	485.050	0	11771.200
家庭电瓶车耗能	kgce/年	3404	6.389	18.295	0	221.220

人大国发院系列报告 年度研究报告

变量	单位	观察值	平均值	标准差	最小值	最大值
家庭私人交通耗能	kgce/年	3404	89.334	485.234	0	11771.200

第4章 农村家庭能源消费分析与比较

本部分将利用能源平衡表与能流图来描绘我国农村家庭能源消费情况,从能源数量、能源成本与碳足迹等角度对我国农村家庭能源消费进行分析,并进行地区与国际比较。对农村能源消费情况进行分析与比较旨在勾勒出中国农村能源消费模式与影响因素,帮助决策者与公众了解我国农村生活用能的基本特征和地理分布,识别生活节能的潜力、障碍和影响因素。此次问卷调查中所涉及的家庭能源消费种类包括煤炭、汽油/柴油/煤油、液化石油气、管道天然气/煤气、电力、热力(指用于集中供暖的蒸汽、热水和热风等)、薪柴/秸秆、太阳能、沼气等。家庭能源消费活动包括烹饪、家电使用、取暖、热水和制冷。所有能源品折标系数来自于国家能源局和《中国能源统计年鉴》。此外,除能源平衡表、能流图和碳排放表外,其他各章节均基于电热当量法结果进行分析。

本章主要发现:(1) 2013年我国一个标准农村家庭能源消耗为 1117kgce。其中,生物质能和煤是最主要的能源来源,商品能源在农村的使用较少;烹饪和供暖是最主要的能源用途。(2) 从地区比较来看,南方地区与北方地区的差异主要体现在液化石油气和煤炭的消费上;在能源需求结构上,南方地区以烹饪为主,北方地区以取暖为主。东中西三个地区比较中,西部地区农村家庭能源消费最高,中部其次,东部最低。这与西部地区多采用能源效率低的能源品种有关。(3) 从国际比较来看,生物质能和煤是我国农村家庭最主要的能源消费品种,而其他国家更多的将电力和天然气作为主要能源来源;用于烹饪的耗能比重远高于其他国家。同时,我国居民用电价格远低于其他国家,但电力消费负担较重。(4) 从能源成本分析来看,我国农村家庭 2013 年的家庭消费支出约为 1324 元,电力消费支出最高。(5) 2013 年我国农村家庭碳排放(不含交通)约 1495.1kgCO₂,其中,按能源品种来看,电力和煤是主要的碳排放来源;按用途来看,取暖用途的碳排放量最高。

第一节 中国农村家庭能源消费平衡表

能源平衡表是以矩阵形式,将各种能源的资源供应、加工转换和终端消费等各种数据汇总的一种表格形式,绘制能源平衡表能直观地描述报告期内各类能源的需求以及能源用途情况。而能流图在能源平衡表的基础上,以更直观形象的表现形式概括出一个地区能源“从哪儿来,到哪儿去”的系统全貌,是能源平衡表的一个有力补充形式。根据本研究团队的调查结果,由于缺少加工转换与资源供应数据,本节将根据表 4-1 和表 4-2 的折标系数建立分能源品种和能源用途的二维矩阵,表 4-3 和表 4-4 分别为基于电热当量法和发电煤耗法计算的我国 2013 年农村家庭能源平衡表,绘制的能流图见图 4-1 和图 4-2。根据电热当量折标系数,估算出 2013 年每个中国农村家庭平均消耗能源(不含交通)

1117.2kgce。从总体上看，家庭能源品消费的主力是生物质能（包括沼气、畜禽粪便、柴薪、秸秆）685.6kgce，占到总使用的61.4%，其中主要是薪柴、动物粪便、沼气等农村地区独有的能源形式，其他形式比重较小，现代城市能源形式使用不足，电力使用仅为119.3kgce，占总体比例的10.7%，管道气（包括管道天然气和管道煤气）消费量为10.3kgce，仅有0.9%，这与农村地区管网设施落后和收入水平较低有关。能源消费的用途上来看，烹饪和供暖占据了绝大部分的能耗，其中烹饪用能493.1kgce，约占总体的44.1%；家庭取暖能源消费为492kgce，占总体的44%，同时在农村地区的家电用能使用比重很小，仅使用了65.5kgce，占总能耗的5.9%。以上计算中的总体均为不含交通的农村家庭平均消耗能源，即1117.2kgce。

表 4-1 各能源品折标系数

能源品种	折标系数	单位
蜂窝煤/煤球	0.35715	kgce/kg
木炭	0.3584	kgce/kg
汽油	1.4714	kgce/kg
煤油	1.4714	kgce/kg
柴油	1.4571	kgce/kg
燃料油	1.4286	kgce/kg
瓶装液化气	1.7143	kgce/kg
管道天然气	1.33	kgce/m ³
管道煤气（水煤气）	0.3571	kgce/m ³
沼气	0.714	kgce/m ³
畜禽粪便	0.471	kgce/kg
薪柴	0.571	kgce/kg
秸秆	0.5	kgce/kg
电力（热力当量法）	0.1229	kgce/kWh
电力（发电煤耗法）	取决于所在省份发电标准煤耗	kgce/kWh

数据来源：国家能源局；中国能源统计年鉴

注：居民蜂窝煤热值较工业用煤低，故折标系数以原煤的0.5倍计算：即0.7143kgce/kWh×0.5=0.35715kgce/kWh

表 4-2 2013 年省级发电煤耗系数

地区	发电标准煤耗 (kgce/kWh)	地区	发电标准煤耗 (kgce/kWh)
河北	0.3056	湖南	0.3021
黑龙江	0.3120	广东	0.2978
江苏	0.2933	四川	0.3125
浙江	0.2880	云南	0.3117
福建	0.2936	陕西	0.3072

人大国发院系列报告 年度研究报告

湖北

0.2981

甘肃

0.3111

数据来源：2014年《中国电力年鉴》

人大国发院系列报告 年度研究报告

表 4-3 标准中国农村家庭 2013 年能源消费平衡表（电热当量法，单位：kgce）

能源类型 能源活动		蜂窝煤/	汽油/柴	液化石	天然气	管道煤	沼气	畜禽	柴薪/秸	热力	电力	太阳	木炭	总能耗
		煤球	油/煤油	油气		气		粪便	秆			能		
烹饪	柴火灶/土灶	4.01						0.56	395.89					400.46
	蜂窝炉灶	4.39							0.77					5.16
	油炉		0.02											0.02
	电磁炉										10.88			10.88
	煤气炉			50.64	0.95	0.55	0.04							52.18
	沼气炉			0.14	0.07		4.59							4.79
	电饭煲										15.99			15.99
	高压锅										2.19			2.19
	微波炉										0.57			0.57
	烤箱										0.05			0.05
家庭 电器	抽油烟机									0.85				0.85
	冰箱									15.49				15.49
	冷柜									0.94				0.94
	洗衣机									3.89				3.89
	电视机									34.9				34.9
	电脑									4.83				4.83
	娱乐音响									1.14				1.14
家庭	灯泡									4.32				4.32
家庭	集中供暖									36.34				36.34

人大国发院系列报告 年度研究报告

取暖	炕	40.12							205.32		0.26	2.79	248.5	
	空调供热										0.85		0.85	
	锅炉供热	25.12	0.26	0.15	1.27				4.03		0.33	0.44	31.6	
	采暖火炉（燃烧木材/ 煤炭等）	73.78							74.37			17.9	166.06	
	电辐射取暖（电暖器）										8.21		8.21	
热水	热水器			28	7.41						10.24	18	63.65	
家庭	电风扇										0.56		0.56	
制冷	空调										2.73		2.73	
总能耗（不含交通）		147.42	0.28	78.92	9.7	0.55	4.63	0.56	680.39	36.34	119.25	18	21.14	1117.2
交通	私人汽车		81.57		1.33						0.04		82.94	
	电动自行车										6.39		6.39	
总能耗（含交通）		147.42	81.86	78.92	11.03	0.55	4.63	0.56	680.39	36.34	125.69	18	21.14	1206.5

注释：本表能源计算方法采取的电热当量算法（电力折标系数为 0.1229kgce/kWh）。本表结果的计算是将未回答各类问题的样本值均以 0 进行替代。其中，关于太阳能灶、本表未包括的其他炊具、电辐射取暖（电暖器）、油热加热器（油热汀）、电热地膜采暖和本表未包括的其他供热的设备能耗值的问题均无人应答，默认为 0，故未放入表中。

人大国发院系列报告 年度研究报告

表 4-4 标准中国农村家庭 2013 年能源消费平衡表（发电煤耗法，单位：kgce）

能源活动	能源类型	蜂窝煤/ 煤球	汽油/ 柴油/ 煤油	液化石 油气	天然气	管道煤 气	沼气	畜禽粪 便	柴薪/ 秸秆	热力	电力	太阳能	木炭	总能耗	
烹饪	柴火灶/土灶	4.01						0.56	395.89					400.46	
	蜂窝炉灶	4.39							0.78					5.16	
	油炉		0.02											0.02	
	电磁炉										27.02			27.02	
	煤气炉			50.64	0.95	0.55	0.04							52.18	
	沼气炉			0.14	0.07	0.00	4.59							4.79	
	电饭煲										39.60			39.60	
	高压锅										5.41			5.41	
	微波炉										1.42			1.42	
	烤箱										0.13			0.13	
	抽油烟机										2.11			2.11	
	家庭电器	冰箱										38.36			38.36
		冷柜										2.34			2.34
洗衣机											9.61			9.61	
电视机											86.46			86.46	
电脑											11.99			11.99	
娱乐音响											2.85			2.85	
灯泡											10.66			10.66	
家庭取暖	集中供暖									36.34				36.34	
	炕	40.12							205.32		0.66		2.79	248.90	

人大国发院系列报告 年度研究报告

	空调供热									2.11			2.11	
	锅炉供热	25.12	0.26	0.15	1.27			4.03		0.84		0.44	32.11	
	采暖火炉(燃 烧木材/煤炭 等)	73.78						74.37				17.91	166.06	
	电辐射取暖(电暖器)									20.31			20.31	
热水	热水器			28.00	7.41					25.07	18.00		78.48	
家庭制冷	电风扇									1.37			1.37	
	空调									6.69			6.69	
总能耗(不含交通)		147.42	0.28	78.92	9.70	0.55	4.63	0.56	680.39	36.34	295.02	18.00	21.14	1292.93
交通	私人汽车		81.57		1.33					0.10			83.01	
	电动自行车									15.73			15.73	
总能耗(含交通)		147.42	81.86	78.92	11.03	0.55	4.63	0.56	680.39	36.34	310.85	18.00	21.14	1391.67

注释：本表能源计算方法采取的发电煤耗算法，电力折标系数见表 4-2。本表结果的计算是将未回答各类问题的样本值均以 0 进行替代。其中，关于太阳能灶、本表未包括的其他炊具、电辐射取暖（电暖器）、油热加热器（油热汀）、电热地膜采暖和本表未包括的其他供热的设备能耗值的问题均无人应答，默认为 0，故未放入表中。

根据整理的能源平衡表，我们绘制出根据电热当量法计算的标准中国农村家庭能源消费能流图，为使图形更加直观明了，我们将沼气、禽畜粪便、柴薪、秸秆合并为生物质能，将天然气和管道煤气合并为管道气，由于油品在整个家庭能源消费中比例太低，不在图中反映。见图 4-1 和图 4-2。

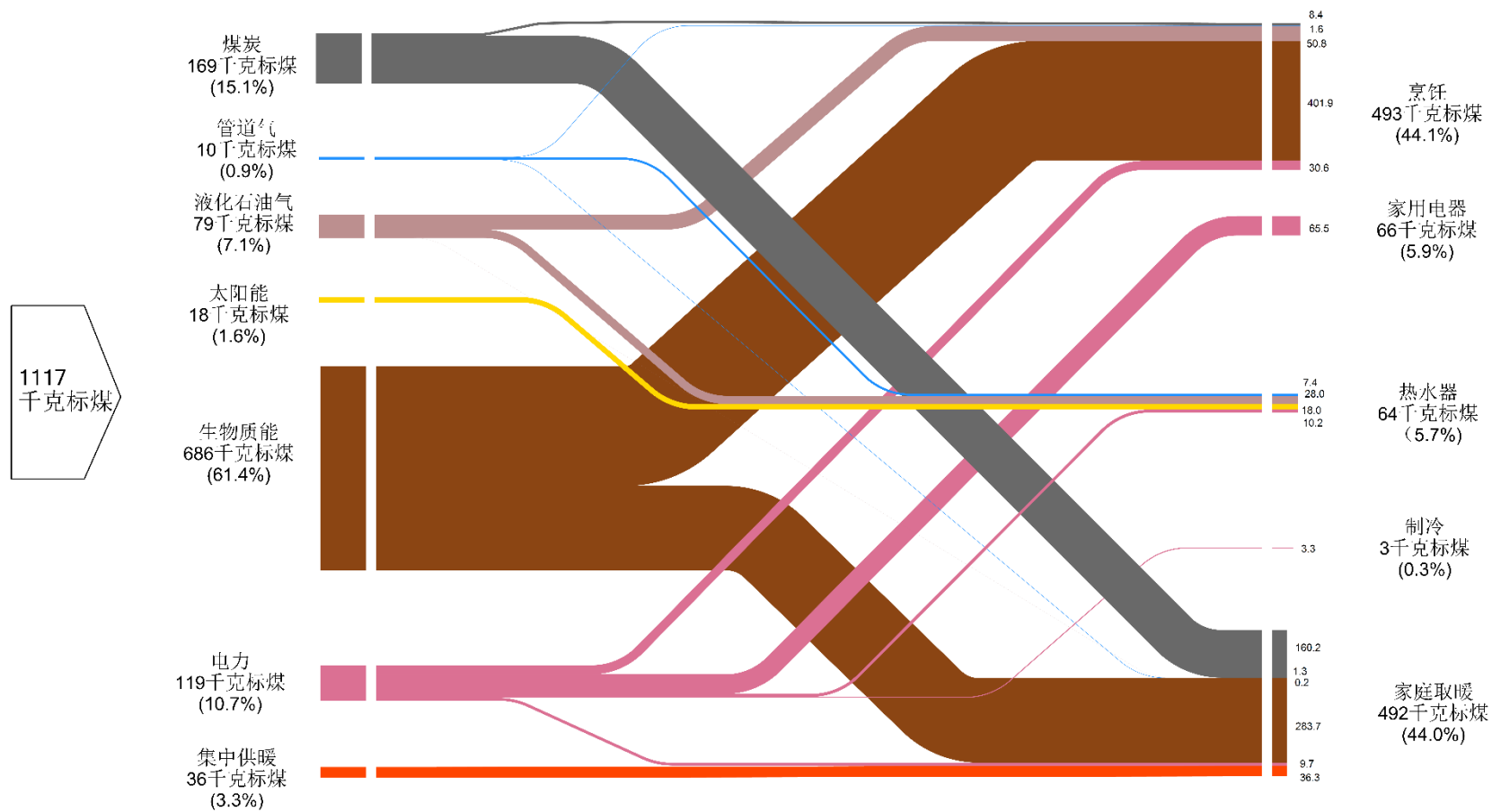


图 4-1 标准中国农村家庭 2013 年能源流量图 (电热当量法)

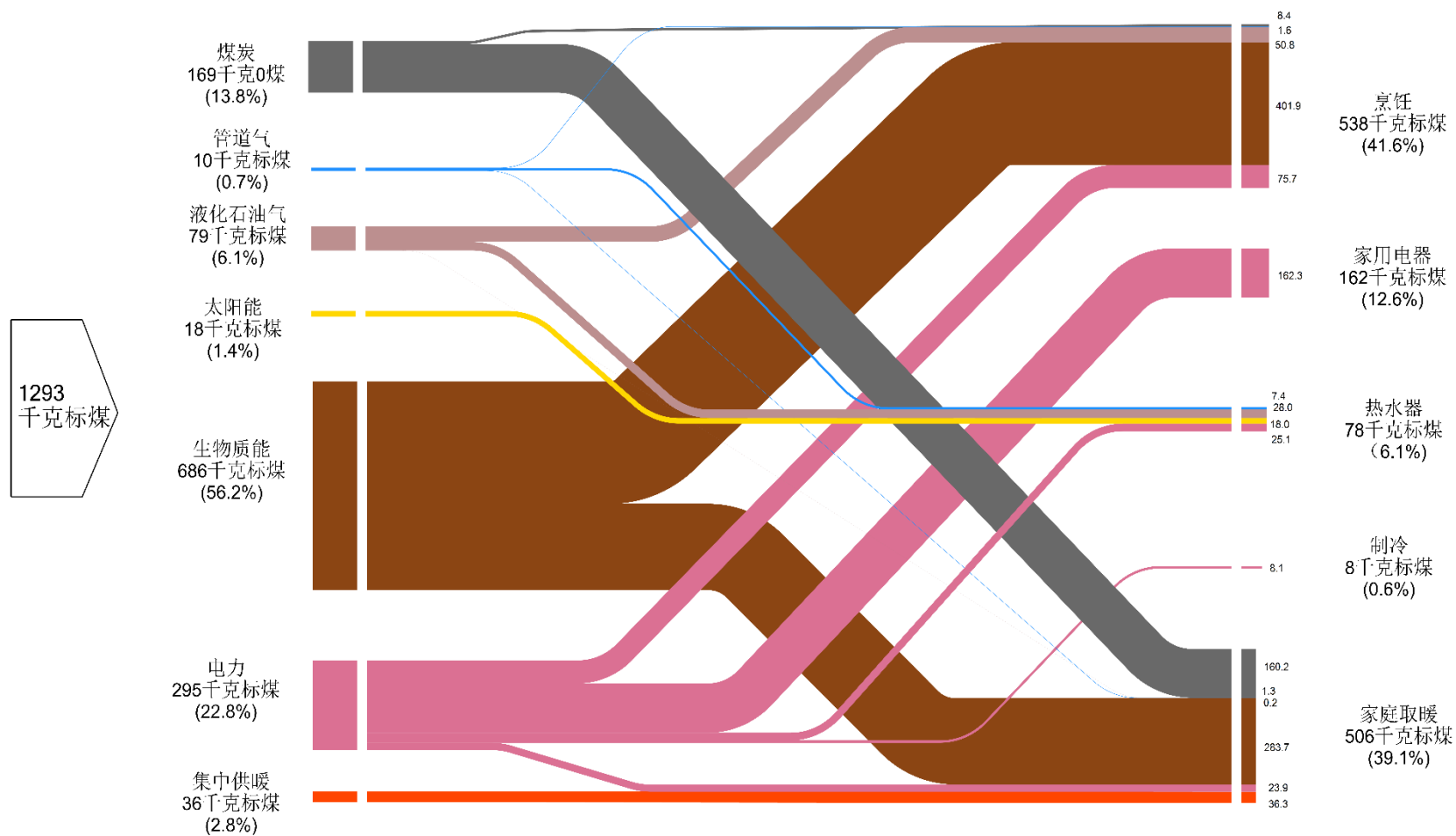


图 4-2 标准中国农村家庭 2013 年能源流量图（发电煤耗法）

第二节 农村家庭能源消费数量分析

为保持与第一次家庭能源消费调查数据一致，除非有特殊说明，以下章节的分析均基于电热当量法进行分析。

1. 中国农村家庭能源活动与品种分析

(1) 能源消费用途分析

首先对能源用途进行分析。烹调用能分析。烹调用能方面总量为 493.1kgce/年，构成上以生物质能为主。农村地区生物质能可获得性强，采集成本低，其中最主要部分为薪柴。生物质能占到了烹调用能的 81.5%，其次是液化石油气 10.3%，电力占 6.2%，煤炭的比重只有 1.7%。城市中烹调用能中普遍使用的天然气，在农村地区并没有普及开来。原因可能是基础设施的不足，另一方面比起薪柴、动物粪便等也没有成本优势。

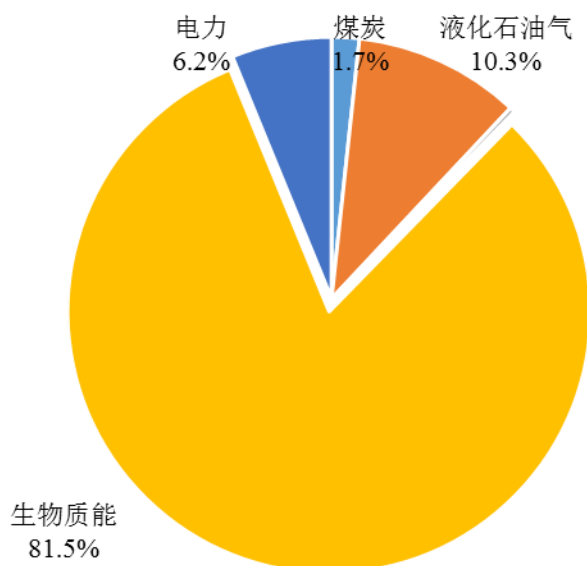


图 4-3 标准中国农村家庭 2013 年烹调用能品种

家用电器用能分析。家用电器方面，消耗的能源形式全部为电能，总量为 65.5kgce/年，用电集中在电视机和冰箱，占到了家用电器总能耗的 53.3%和 23.6%，其次是电脑占 7.4%，灯泡 6.6%，洗衣机 5.9%，娱乐音响 1.7%，冷柜占到 1.4%。值得注意的是电脑的耗电比重已经和照明、洗衣机等日常用电持平，表明个人电脑在农村地区在普及。

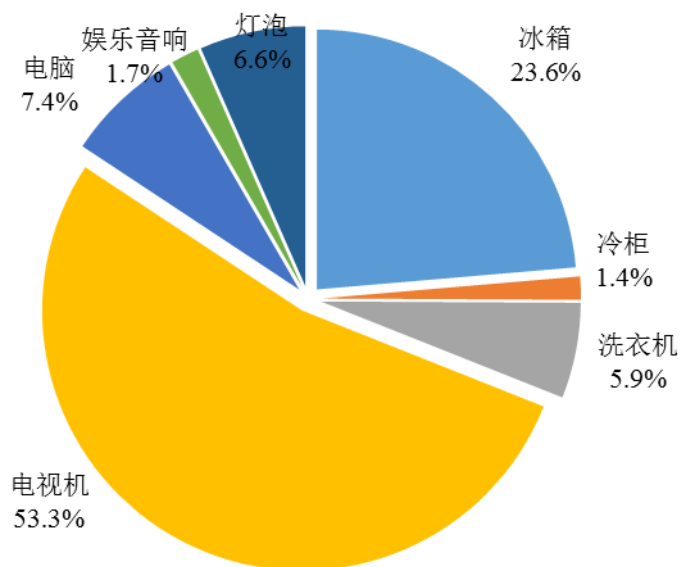


图 4-4 标准中国农村家庭 2013 年家用电器用能品种

供暖用能分析。供暖是农村家庭用能的另一个大块，总能耗为 491.6kgce/年。在供暖方面，依旧是以生物质能为主，占到 57.7%，兼有少量的其他能源形式，其中煤炭占供暖总体的 32.6%，集中供暖形式占 7.4%，电力使用占 1.96%，管道天然气占 0.26%，液化石油气占 0.03%。由于农村地区住宅地分散的特点，在供热方面没有体现出明显的规模效应，集中供暖比重尤其小，仅占到 7%，这一点与城市供暖有着明显的区别。农村地区住户相对分散，使用管道式的集中供暖效率不高，而对于城市里公寓式的住户而言管道式的集中供暖的效率无疑比农村地区高出许多。

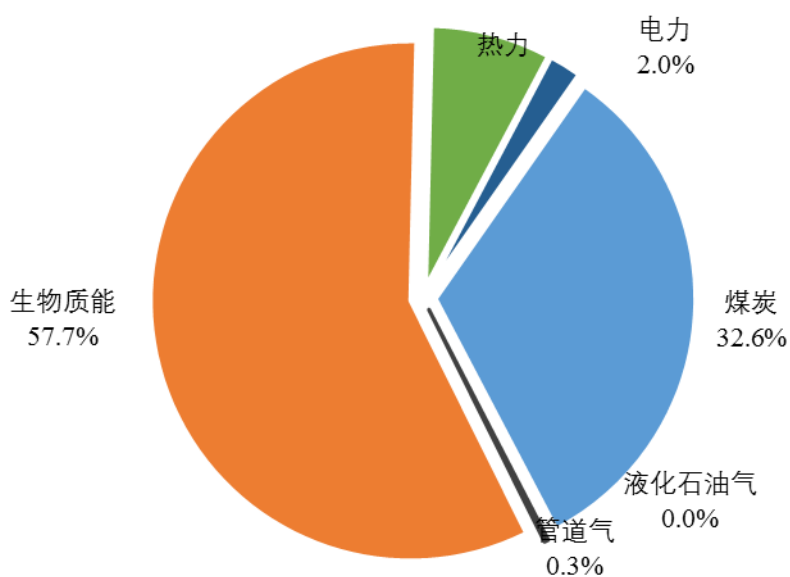


图 4-5 标准中国农村家庭 2013 年供暖用能品种

热水用能分析。热水用能量同家用电器用能量较为接近，2013 年，一个标准农村家庭的热水用能为 63.7kgce。其中液化石油气、太阳能和电力为最主要的能源来源，比重分别为 44%、28.3%和 16.1%。

交通用能分析。2013 年，我国一个标准农村家庭的交通能源消费为 89.34kgce/年。其中私人汽车能源消费为 82.95kgce，占比为 92.9%；电动车能源消费量为 6.39kgce。从能源品种来看，汽油是最主要能源消费品种，占交通能源消费总量的 65%，其次为煤油和柴油，占比为 25.9%。其他能源消费量均较低。

(2) 能源消费种类分析

从能源使用品种来看，从能流图中即可看出，煤炭的使用主要用于家庭供暖。平均每个标准化家庭 168kgce 的煤炭使用中，160.2kgce 用于家庭供暖，占到所有煤炭使用的 95%。其余 5%的煤炭用于烹饪方面。

液化石油气是指罐装液化气，气体燃料与农村大量使用生物质能相比具有使用方便、热值高等特点，且不像管道天然气依赖管网设施。在每个标准化家庭中的使用量为 78.9kgce。其中 64.3%用于烹饪，35.5%用于热水，0.2%用于家庭取暖。

生物质能主要是薪柴，以及少部分沼气、秸秆。在农村地区，生物质能具有易获得的特点。在中国，农村尚且以小农经济为主，户均土地拥有量小，农业收入低，廉价的生物质能是最好的选择，虽然使用上便捷度较低。每个标准化家庭每年生物质能使用量为 685.6kgce，其中 58.6%用于烹饪，41.4%用于家庭取暖。

电力的使用为 119.3kgce，仅占能源使用总体的 10.7%。其中 54.9%用于非加热类普通家用电器的使用，25.6%用于家庭烹饪，8.6%用于热水，8.1%用于家庭供暖，其余还有 2.8%用于制冷电器的使用。

2. 中国农村家庭能源消费的地区差异

我们从南北地区与东中西地区两类划分标准分别对农村家庭能源消费（不含交通）的地区差异进行分析。

首先，从南北地区来看，南方地区的农村家庭能源消费量 958.3kgce/年，人均能源消费量为 334.7kgce/年；北方地区农村家庭能源消费量为 1311.8kgce/年，人均能源消费量为 442kgce/年。北方地区农村家庭能源消费量达南方地区的 1.37 倍，人均能源消费量为 1.32 倍。

从能源种类来看，两个地区的农村家庭均以生物质能作为其最主要的能源消费品种，南方地区为 613.4kgce/年，北方地区为 774kgce/年。两个地区的差异主要体现在液化石油气和煤炭的消费上。南方地区液化石油气的消费占总能源消费

量的 11.3%，高于北方地区的 3.3%；而北方地区煤炭的消费比重高达 24.7%，南方地区仅为 4.3%。

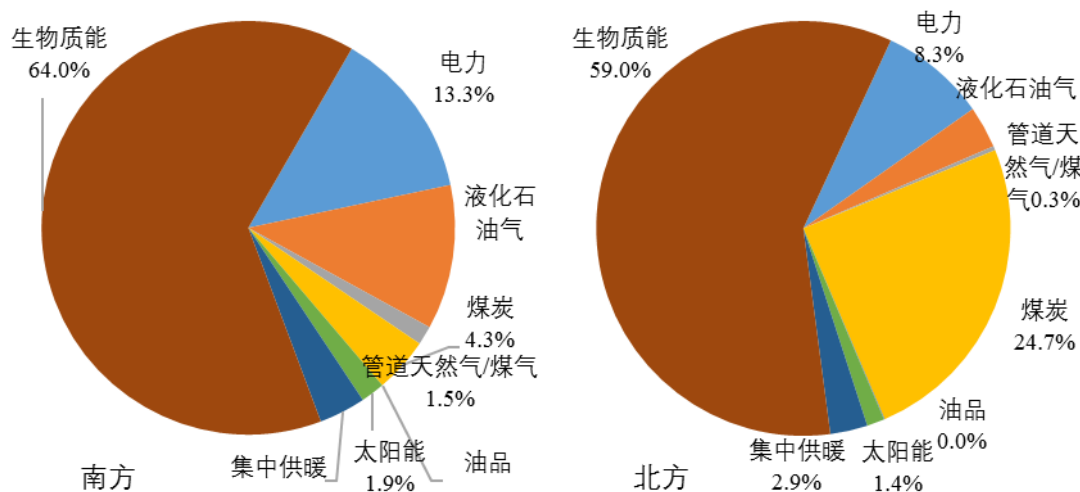


图 4-6 南北方农村家庭能源消费品种比较

从能源用途来看，南北方地区用于烹饪与取暖的用能比重差异十分明显。南方地区用于烹饪的能源比重远高于北方，接近 60%，而北方地区仅为 30%。北方地区取暖用途的比重高达 63.1%，而南方地区仅为 22.6%。此外，南方地区家用电器与热水用能比重均高于北方，两个地区制冷用能均较少。

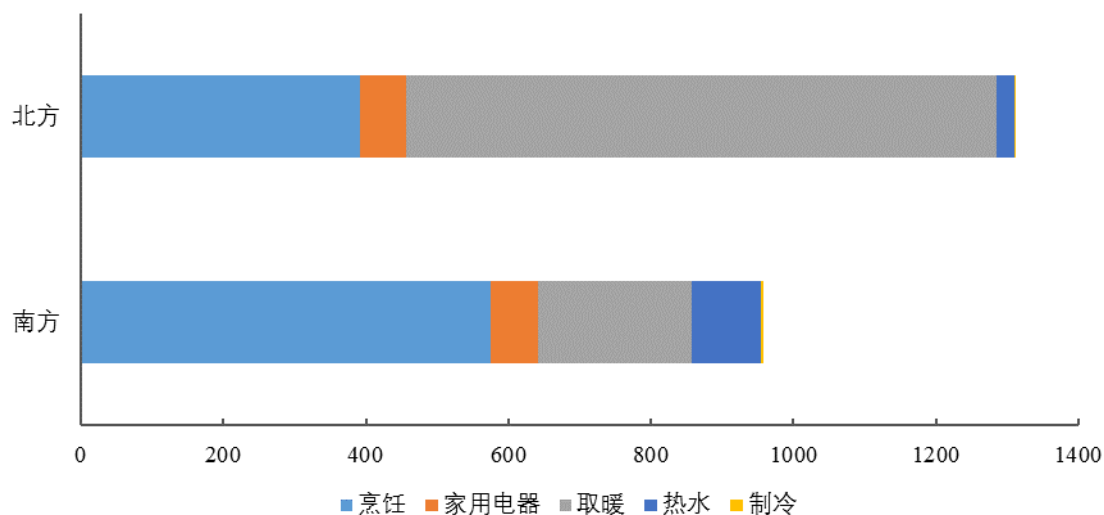


图 4-7 南北方农村家庭能源消费活动比较 (单位: kgce)

其次，对东中西地区差异进行分析。从家庭能源总消费量及其人均消费量来看，东部地区农村家庭能源总消费量的平均值为 843.3kgce/年；人均能源总消费

量为 268.1kgce/年。中部地区农村家庭能源总消费量的平均值为 1022.1kgce/年；人均能源总消费量为 361.6kgce/年。西部地区农村家庭能源总消费量的平均值为 1467.4kgce/年；人均能源总消费量 535.9kgce/年。西部地区的能源消耗总量约为东部地区的 1.74 倍，人均消耗量约为 1.96 倍。

分能源种类来看，薪柴/秸秆是我国农村最主要的能源来源。三个地区中，西部农村对薪柴/秸秆的消费最高，达到 1095.98kgce/年，占家庭能源总消费量的 74.69%。中部为 631.41kgce/年，占到 61.77%。东部最低为 306.05kgce/年，占比仅 36.29%。除薪柴/秸秆外，东部地区对液化石油气、电力以及煤消费较高；中部地区对电力、液化石油气以及集中供暖消费较高；西部地区对煤、电力以及集中供暖的消费较高，对液化石油气的消费较低。三个地区对石油和沼气/畜禽粪便的消费均很低。各类能源的地区消耗量汇总如图 4-8：

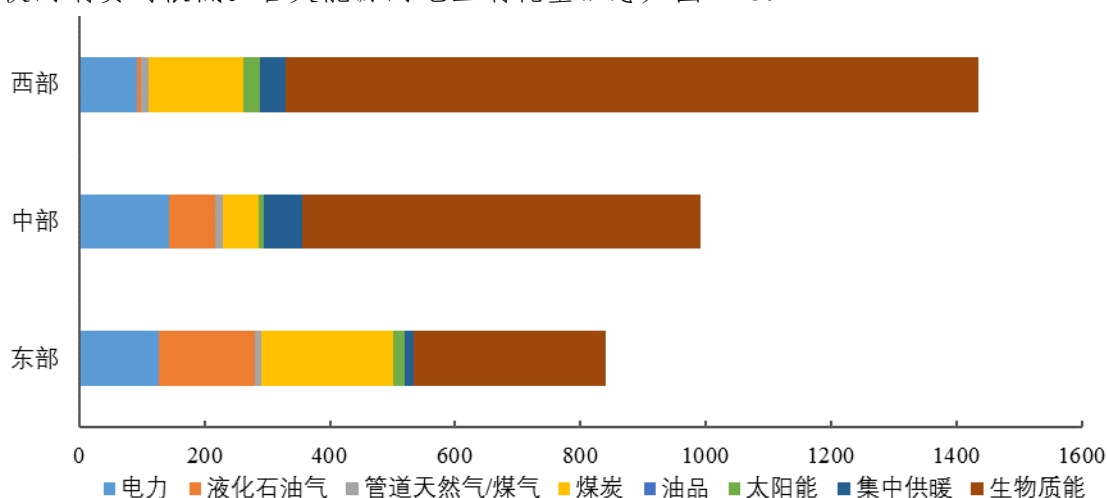


图 4-8 东中西部农村家庭能源消费种类比较 (单位: kgce)

从家庭能源消费活动来看，东中西部地区农村家庭各类设备能耗的差异用图 4-9 表示。可以看出，厨房设备和取暖设备是农村家庭最主要的能源消费活动。西部地区的家庭厨房设备耗能 (653.53kgce/年) 远高于中部 (437.13kgce/年) 和东部地区 (377.43kgce/年)。同时，西部地区的家庭取暖设备用能 (718.67kgce/年) 也远高于中部 (457.78kgce/年) 和东部地区 (292.4kgce/年)。三个地区家用电器、家庭热水和家庭制冷设备的能耗均较低，尤其是家庭制冷设备。

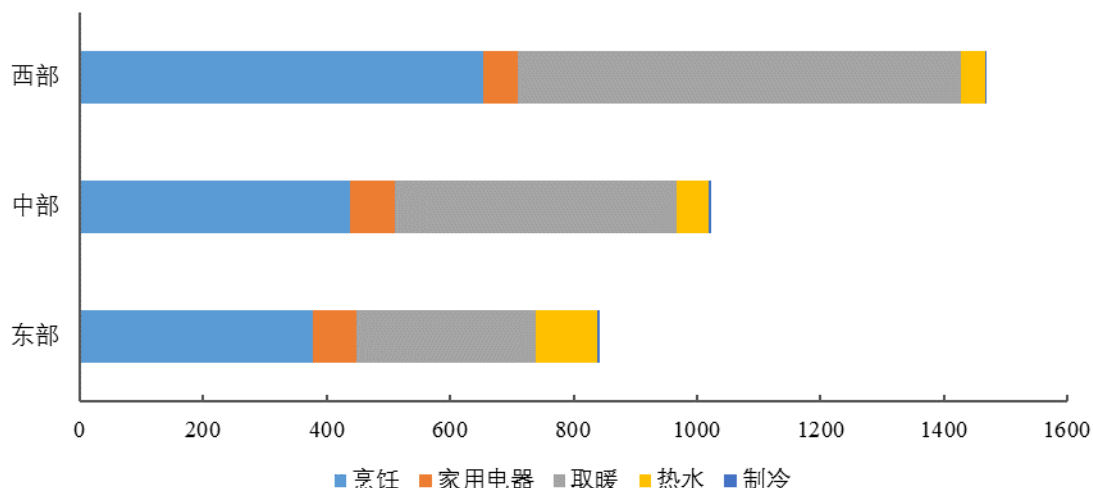


图 4-9 东中西部农村家庭能源消费活动比较 (单位: kgce)

以下对每种能源消费活动进行地区间（东中西）比较。

(1) 烹饪

从烹饪耗费的总能源来看（图 4-10），东部地区农村家庭平均每年的烹饪耗能为 377.43kgce，中部地区农村家庭平均每年的烹饪耗能为 437.13kgce，西部地区为 653.53kgce。我们可以看出西部地区的烹饪能耗比中东部地区多，约为中部地区烹饪能耗的 1.5 倍，为东部地区烹饪能耗的 1.73 倍。分能源种类来考虑，西部地区的柴薪消耗量远远超过中东部地区，而液化石油气消耗量远低于中东部地区。三个地区电力和煤消费量差异较小。

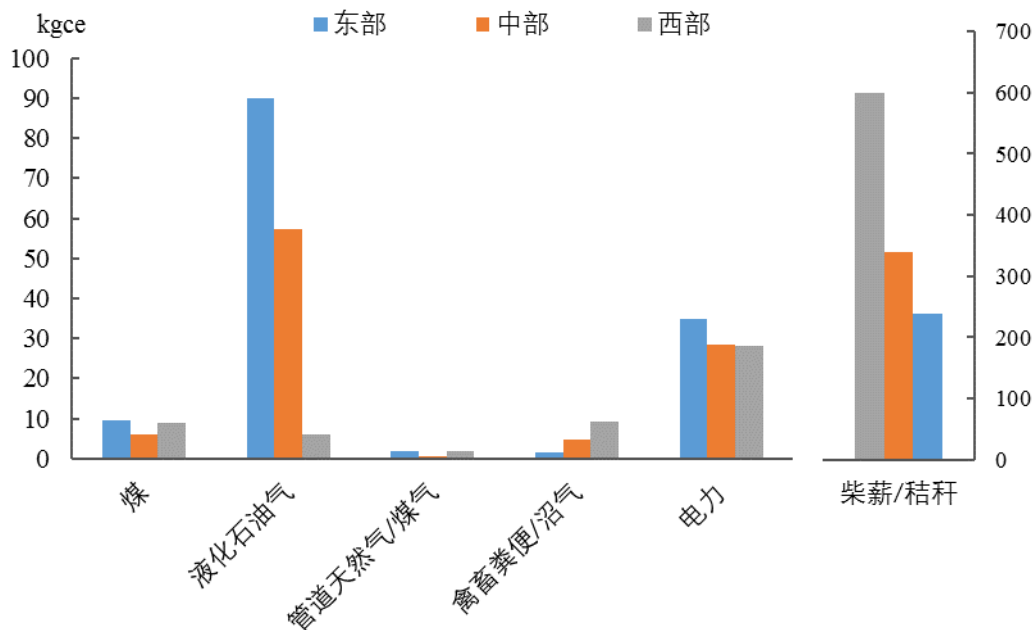


图 4-10 标准农村家庭烹饪能耗的地区间比较（单位：kgce）

（2）家用电器

从家用电器的总耗电量来看（图 4-11），东部地区农村家庭平均每年的家用电器耗电量为 568.6 kWh，中部地区平均每年的家用电器耗电量为 591.88kWh，西部地区为 451.39kWh。中部地区家用电器耗电量比东西部地区多，约为东部地区的 1.04 倍和西部地区的 1.3 倍。分家用电器设备来考虑，中部地区电视能耗高于东西部地区，而东部地区冰箱能耗高于中西部地区，西部地区的电脑能耗远低于中东部地区。其他家用电器耗能差异较小。

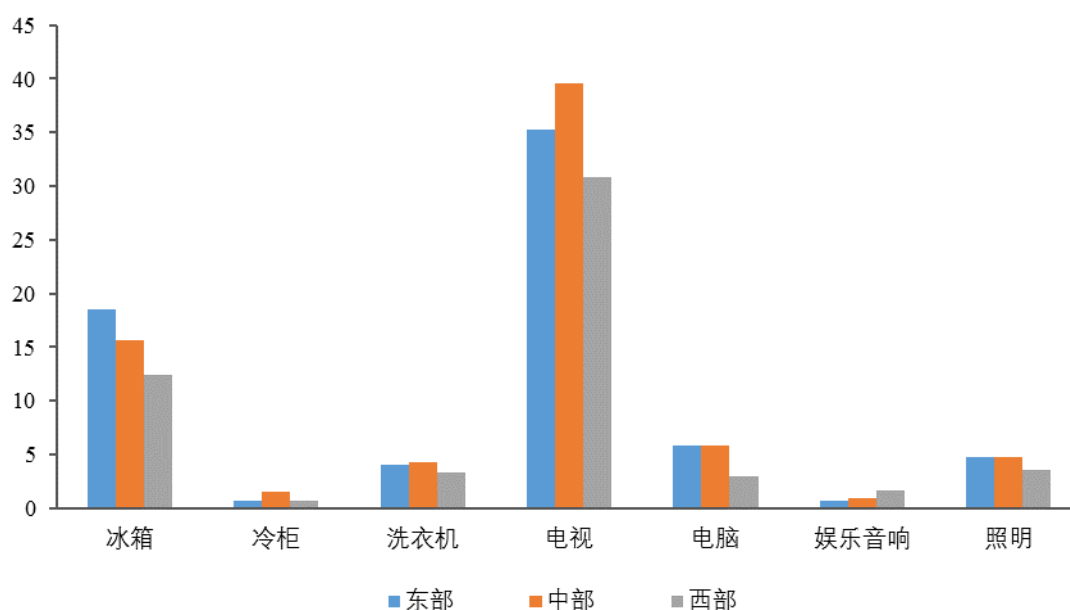


图 4-11 标准农村家庭家用电器能耗的地区间比较（单位：kgce）

（3）取暖、热水和制冷

我们从集中式供暖、分户自供暖和热水器的各类燃料能耗来考虑取暖能耗的地区间差别。从供暖总能耗来看，西部地区最高（718.7kgce/年），中部地区次之（457.8kgce/年），东部地区最低（292.4kgce/年）。三个地区的农村家庭供暖均以分户自供暖为主，每年分户自供暖的能耗远高于集中供暖。西部地区的分户自供暖（677.7kgce/年）高于中部（396.9kgce/年）和东部地区（279.6kgce/年）。

在分户自供暖中，采暖火炉为东部地区的最主要供热方式，耗能达 119kgce/年，其次为炕（90.4kgce/年）；中部地区供热主要有炕供热和火炉采暖两种方式，耗能分别为 173.3kgce/年和 180.1kgce/年；西部地区以炕供热器具为主，达到

466.5kgce/年，采暖火炉耗能虽远低于其炕供热耗能但仍高于中东部地区采暖火炉耗能。

从供暖的主要能源种类来看，中西部地区以柴薪为取暖主要能源来源，西部地区柴薪的消耗（496.8kgce/年）高于中部（291.2kgce/年）和东部地区（66.6kgce/年），高达东部地区的 7.5 倍；蜂窝煤/煤球（201.4kgce/年）为东部地区农村家庭取暖主要来源。

三个地区的农村家庭中，东部地区的热水器能耗较高（98.4kgce/年），能耗最高的能源品种为液化石油气；中部地区热水器能耗为 50.4kgce/年，以电力和液化石油气为主；西部地区热水器能耗为 39kgce/年，以太阳能加热为主。此外，三个地区的制冷能耗均较低，东部地区的制冷总能耗约为西部地区的 7.7 倍。其中，三个地区农村家庭采用空调制冷的能耗较多。东中西部地区农村家庭在供暖、制冷和加热热水上的分类比较见表 4-5。

表 4-5 标准农村家庭取暖制冷能耗的地区间差别

类别	能源消费量		
	东部	中部	西部
供暖总能耗	292.40	457.78	718.67
集中式供暖	12.76	60.87	40.98
分户自供暖	279.64	396.90	677.70
电力	7.48	18.20	5.18
管道天然气	0.69	3.65	0.00
柴薪	66.59	291.21	496.78
煤	201.43	52.73	143.38
热水总能耗	98.35	50.38	39.01
电力	10.66	19.12	2.89
管道天然气	5.99	7.01	9.16
液化石油气	63.40	17.24	0.69
太阳能	18.31	7.01	26.27
制冷总能耗	5.26	4.11	0.68
空调	4.38	3.39	0.56
电风扇	0.87	0.71	0.12

（4）交通

考虑交通能源消费，2013 年东、中、西部地区一个标准农村家庭的交通能源消费总量平均值分别为 89.85kgce、124kgce 与 61.78kgce。其中私人汽车为交通类别中最主要的能源消费来源，中部地区能耗最高为 117.18kgce/年，其次为东部地区达 79.45kgce/年，西部地区最低为 59.77kgce/年。电动车整体能耗较低，

东部地区的电动车能耗在三个地区中最高，为 10.4kgce/年。从交通消费主要能源品种来看，汽油仍是最主要的能源消费品，并且中部地区石油消费最高。

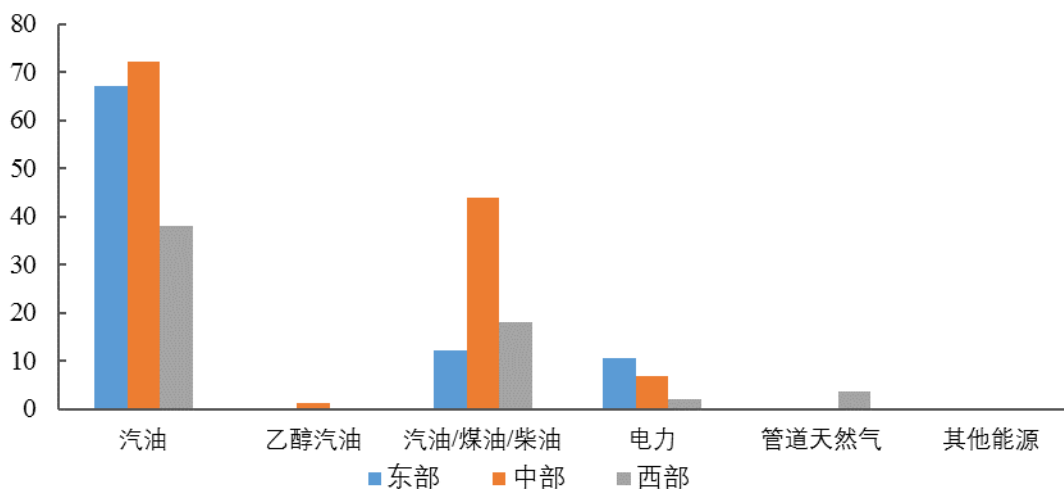


图 4-12 标准农村家庭交通能源消费品种的地区间比较 (单位: kgce)

3. 中国农村家庭能源消费的国际比较

2013 年，我国农村家庭能源消费水平为 1117.2 kgce，与 OECD 国家或一些发达国家相比，我国农村家庭能源消费水平较低，如表 4-6 所示。2013 年我国农村家庭能源消费量相当于美国农村家庭 2009 年的 33.1%。

表 4-6 家庭能源消费总量的国际比较

国家	家庭能源消费总量
美国 (2009)	3229
美国农村 (2009)	3378
加拿大 (2011)	3679
德国 (2012)	2113
法国 (2012)	2153
英国 (2012)	2192
爱沙尼亚农村 (2012)	3340
中国农村 (2013)	1117

数据来源:

美国 (2009): U.S. EIA: 2009 RECS Survey Data⁴.

加拿大(2011): Natural Resources Canada: Statistics Canada's Report on Energy

⁴<http://www.eia.gov/consumption/residential/data/2009/index.cfm?view=consumption>

Supply-Demand in Canada (RESO)⁵.

EU 27 (2012)及其成员国: Electricity information 2015, IEA.

爱沙尼亚农村 (2012): 2012 Household Energy Consumption Survey Final Report, Statistics Estonia.

中国农村 (2013): 本次调研数据计算结果。

为从居民部门的能源消耗种类和能源消费活动上进行国际比较,我们基于上述能源平衡表和部分国家的能源平衡表进行比较,如图 4-13 所示。分能源种类来看,我国农村家庭生物质能(柴薪/秸秆等)消费较多,占到能源消费总量的一半以上,与爱沙尼亚农村相似。与大部分国家居民部门能源消费不同的是,我国农村家庭天然气消费较少。而其他国家均以电力和天然气作为主要能源消费品种。

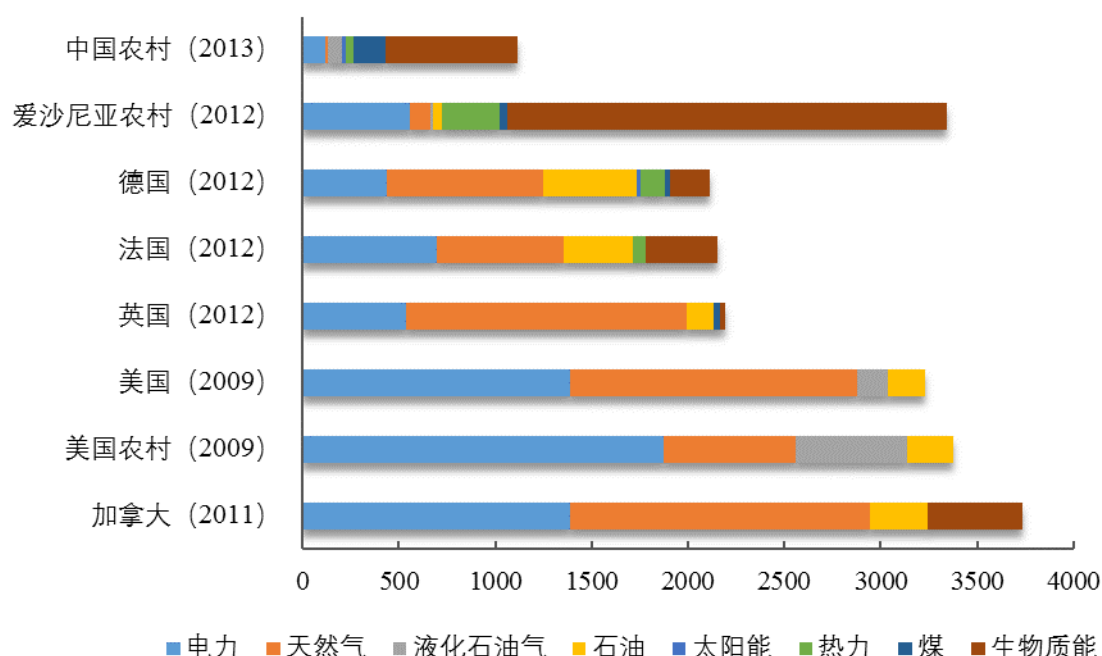


图 4-13 按能源种类的居民部门能源消费的国际比较 (单位: kgce)

数据来源: 同上表

从家庭能源消费活动上看,我国农村家庭的能源消费主要用于取暖和烹饪,分别达到 491.55kgce/年和 493.17kgce/年。此外,家庭制冷能耗最少。和大部分国家的居民部门能源消费不同的是,我国农村家庭的烹饪耗能较多,占家庭能源消费总量的 44%,热水和制冷仅分别占 5.7%和 0.3%。而其他国家取暖用能大体

⁵ <http://open.canada.ca/data/en/dataset/27155507-0644-4077-9a97-7b268dfd8e58>

都占到能耗总量的 50% 以上。

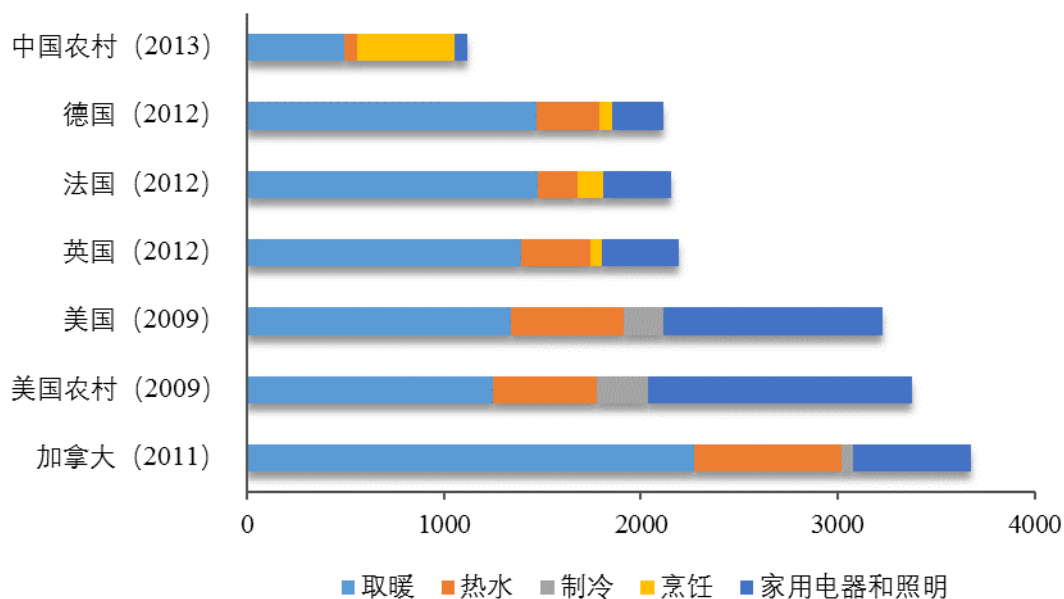


图 4-14 分用途居民部门能源消费的国际比较 (单位: kgce)

数据来源: 同上表

第三节 农村家庭能源成本分析对比

1. 中国农村家庭能源消费分能源品成本差异

2013 年, 我国农村家庭能源消费总支出的均值为 1324 元⁶, 人均能源消费支出为 455 元。我们将该数据与 2013 年全国人均水电燃料及其他支出作比较⁷, 见图 4-15。可以看到, 2013 年农村家庭能源消费总支出与人均支出均低于 2013 年全国平均水平。

⁶ 此处样本量为 3404 (将调查中未回答此问题和回答了该问题但单位不统一的观测值均以 0 进行替代)

⁷ 数据来源: 《2014 中国住户调查年鉴(英文版)》

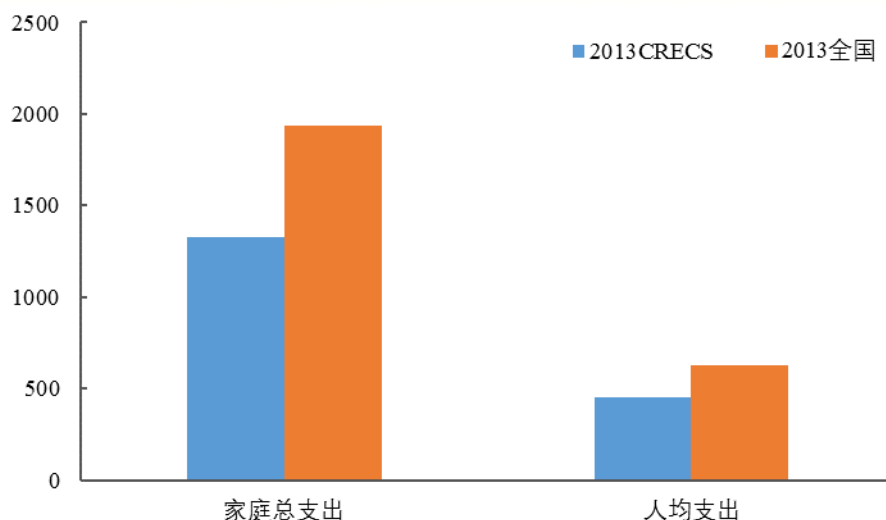


图 4-15 农村家庭能源消费支出比较 (单位: 元)

从各类能源的消费支出来看, 电力支出最高为 542.87 元, 其次为蜂窝煤 265.54 元, 液化石油气与汽油的消费支出也较高, 分别为 191.27 元与 186.78 元。具体各类支出所占比重见图 4-16。

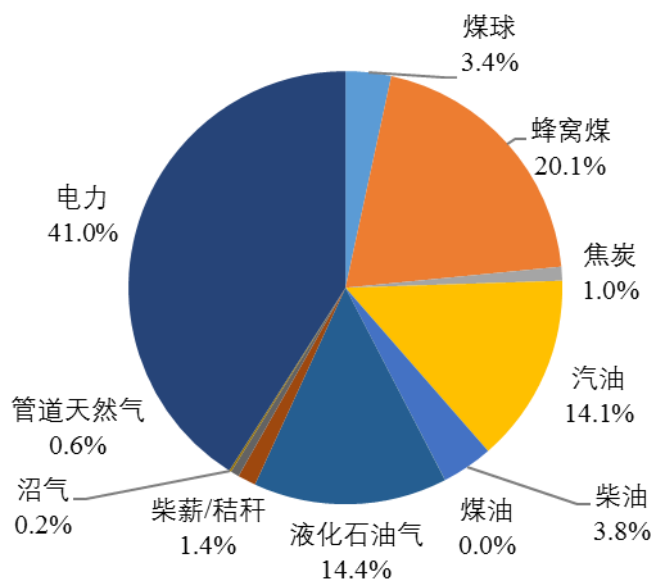


图 4-16 我国农村家庭能源消费品种支出比较

从各类能源消费支出占农村家庭年总消费支出的比重来看, 电力支出占家庭消费支出比重为 2.55%; 其次为蜂窝煤, 比重达 1.24%; 液化石油气与汽油支出占家庭消费支出比重较为接近, 约为 9%。

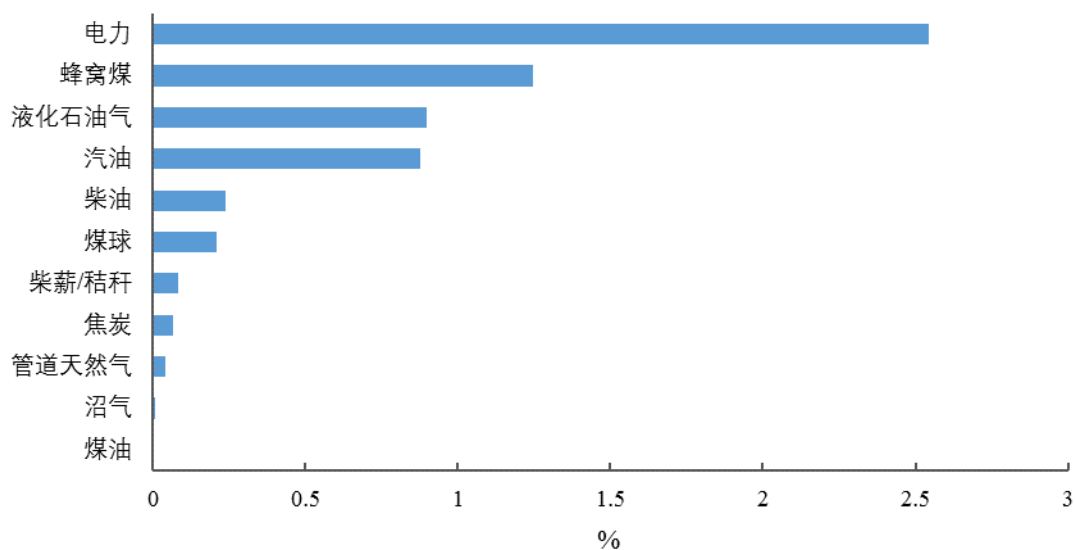


图 4-17 各类能源支出占家庭消费总支出比重

2. 中国农村家庭能源消费分地区成本差异

我们分析农村家庭能源消费成本的地区差异。

首先,对南北地区进行分析。从家庭能源消费总支出来看,南方地区为 1188.5 元/年,北方地区为 1490 元/年。从人均能源消费支出来看,南方地区为 415.1 元/年,北方地区为 502 元/年。分能源种类来看,南方地区以电力消费最高,达到 637.1 元,而北方地区为 427.4 元;北方地区的煤炭消费支出最高,达到 710.3 元。此外,两个地区液化石油气和油品支出也较高。

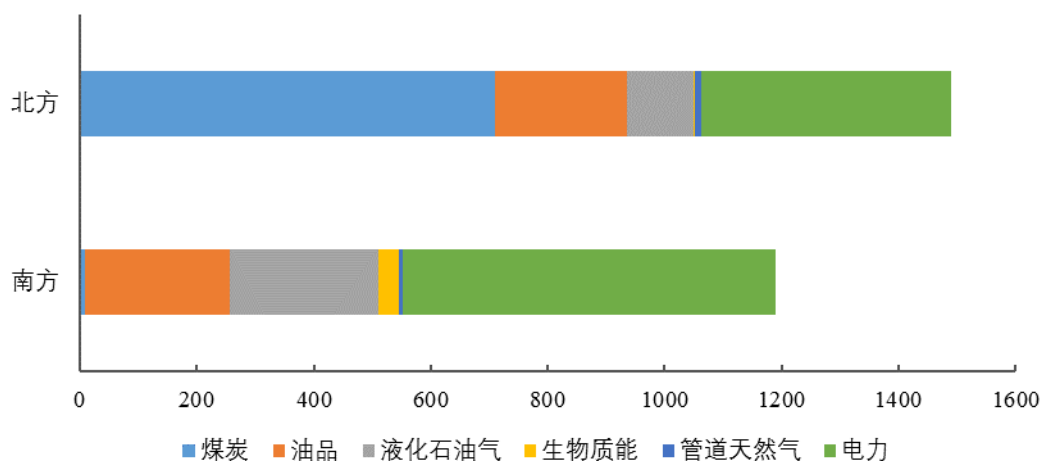


图 4-18 南北方地区农村家庭能源消费支出比较 (单位: 元)

其次，对东中西地区进行分析。从家庭能源消费总支出来看，东部最高为1719.8元/年，中部为1280元/年，西部最少为959.2元/年。从家庭人均能源消费支出来看，东部地区农村家庭人均能源消费支出为546.8元/年，而中部为452.8元/年，西部仅为350.3元/年。东部地区家庭能源消费总支出约为西部地区的1.8倍，人均消费支出约为1.6倍。分能源种类来看，三个地区均以电力的消费支出最高，东部地区为655.5元/年，占到能源总支出的38.1%；中部电力支出为562.7元/年，占比为44%；西部电力支出为413.9元/年，占比也达到43.15%。除电力外，各地区蜂窝煤和汽油的消费支出也较高。而不同于中东部地区液化石油气支出占到18%-19%，西部液化石油气的比重仅为2.4%。

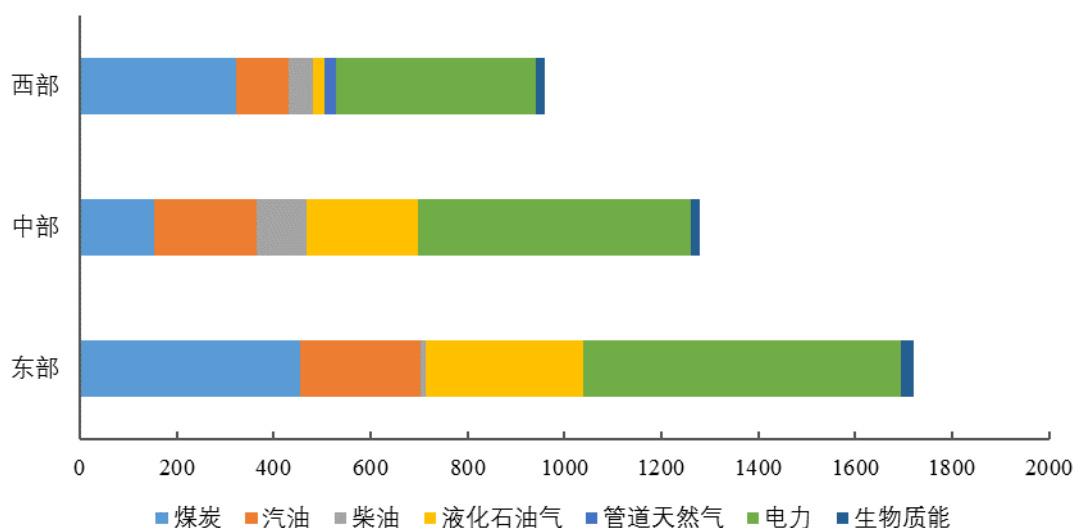


图 4-19 东中西部农村家庭能源消费支出比较（单位：元）

3. 中国农村家庭能源消费支出的国际比较

对能源价格和支出成本进行国际比较。图 4-20 对比了中国家庭与其他国家居民部门的用电价格。可以看出，中国农村居民用电价格低于国际水平。居民电价最高的是丹麦，2014 年其价格为 2.48 元/kWh，是我国 2013 年农村居民用电价格的 5.64 倍。

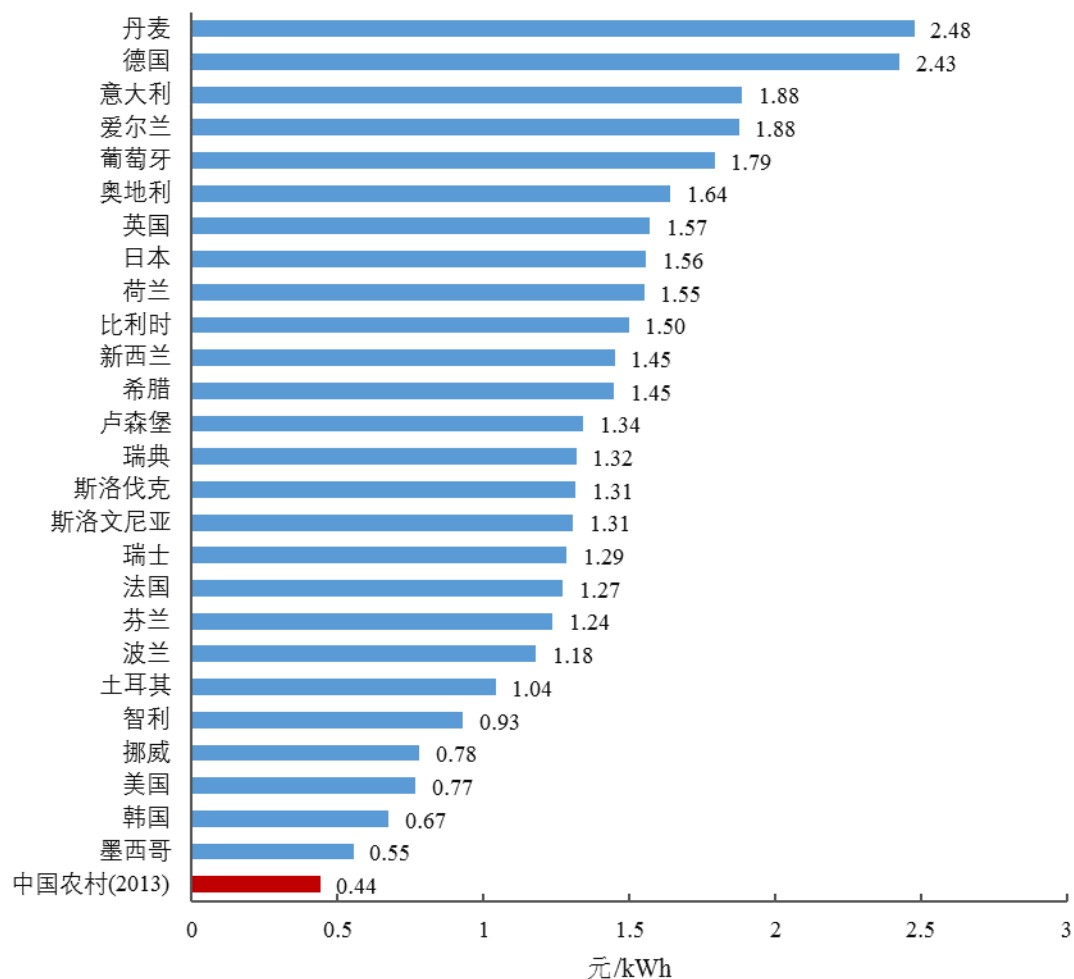


图 4-20 2014 年居民平均用电价格国际比较

数据来源：中国数据源于此次问卷所得，其他国家居民电价数据来自 IEA 发布的《Electricity information 2015》，美元按照当年平均汇率 6.1428 换算。

比较中国农村家庭与其他国家居民的电力支出总支出比重，即居民用电负担。2013 年中国农村家庭的最终消费年支出为 21331 元，其中电力消费支出为 542.87 元，居民用电负担为 2.54%。与他国的对比结果如图所示。可以看出，我国农村家庭电力支出比重与日本和丹麦 2013 年的比重较为接近。居民电力消费占比最低的为墨西哥，2013 年比重仅为 0.56%，最高的为瑞典，达到 3.3%。

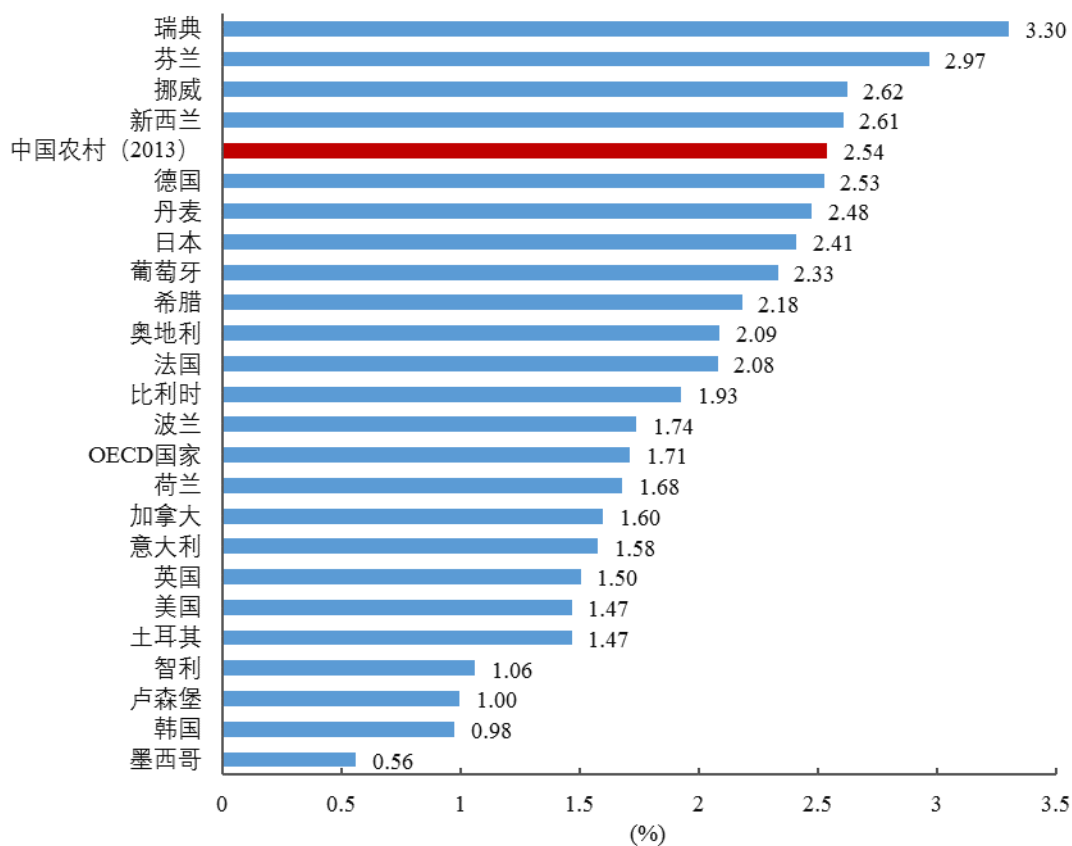


图 4-21 居民电力支出占总支出比重国际比较

数据来源：中国农村数据源于此次问卷所得，其他国家居民电价与居民用电量数据均来自 IEA 发布的《Electricity information 2015》中的 2013 年数据。

第四节 农村家庭碳足迹分析对比

1. 中国农村家庭碳排放分析

我们按照如下系数计算能源品碳排放量，其中，折标系数数据来自《中国能源统计年鉴》附录并根据此计算中国能源品标准热值。特别地、考虑到家庭煤炭燃烧不充分，因此仅取标准系数的 50%。二氧化碳排放缺省值方面，蜂窝煤/煤球、汽油/柴油/煤油、液化石油气、管道天然气、管道煤气、燃料油、木炭的碳排放数据引自《IPCC 国家温室气体排放清单 2006》公布的住宅和农业/林业/捕捞业/养鱼场类别中固定源燃烧的缺省排放因子。对于生物质能，由于其具有“碳中和”的性质，因此取其碳排放系数为 0。对于热力，根据国家发改委公布的《公

共建筑运营企业温室气体排放核算方法和报告指南》⁸，取值为 110000KG/TJ。对于电力，采用的是 2010 年各省碳排放因子。具体见表 4-7 和表 4-8。

表 4-7 能源品碳排放系数

能源品	折标系数	热值	单位	二氧化碳含量缺省值 (Kg/TJ)	二氧化碳排放因子 (KgCO ₂ /kg) (KgCO ₂ /m ³)
蜂窝煤/煤球	0.3572	2500.05	kcal/kg	98300	1.0287
汽油/柴油/煤油	1.4714	10299.80	kcal/kg	74100	3.1947
液化石油气	1.7143	12000.10	kcal/kg	63100	3.1696
管道天然气	1.3300	9310.00	kcal/m ³	56100	2.1862
管道煤气	0.3571	2499.70	kcal/m ³	63100	0.6602
沼气	0.7140	4998.00	kcal/m ³	0	0
畜禽粪便	0.4710	3297.00	kcal/kg	0	0
柴薪	0.5710	3997.00	kcal/kg	0	0
秸秆	0.5000	3500.00	kcal/kg	0	0
热力				110000	
燃料油	1.4286	10000.20	kcal/kg	77400	3.2399
木炭	0.3584	2508.80	kcal/kg	107000	1.1237

表 4-8 2010 年省级电网碳排放因子

地区	电网碳排放因子 (kgCO ₂ /kWh)	地区	电网碳排放因子 (kgCO ₂ /kWh)
河北	1.094	湖南	0.649
黑龙江	1.02	广东	0.684
江苏	0.805	四川	0.36
浙江	0.817	云南	0.543
福建	0.908	陕西	1.019
湖北	0.425	甘肃	0.689

数据来源：马翠梅,李士成,葛全胜. 省级电网温室气体排放因子研究[J]. 资源科学,2014,05:1005-1012.

⁸ <http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201511/W020151111537500738061.pdf>

人大国发院系列报告 年度研究报告

表 4-9 标准中国农村家庭 2013 年碳排放表 (单位: kgCO₂)

能源活动	能源类型												总排放
	蜂窝煤/煤球	汽油/柴油/煤油	液化石油气	天然气	管道煤气	沼气	畜禽粪便	柴薪/秸秆	热力	电力	太阳能	木炭	
烹饪	柴火灶/土灶	11.54											11.54
	蜂窝炉灶	12.64											12.64
	油炉		0.04										0.04
	电磁炉									73.25			73.25
	煤气炉			93.59	1.56	1.02							96.17
	沼气炉			0.26	0.12								0.38
	电饭煲									93.12			93.12
	高压锅									14.61			14.61
	微波炉									4.17			4.17
	烤箱									0.28			0.28
	抽油烟机									5.67			5.67
	家庭电器	冰箱								96.49			
冷柜									5.96				5.96
洗衣机									22.05				22.05
电视机									208.26				208.26
电脑									32.04				32.04
娱乐音响									5.92				5.92
灯泡									24.34				24.34
家庭取暖	集中供暖								117.08				117.08
	炕	115.51							2.19		8.74		126.44

人大国发院系列报告 年度研究报告

	空调供热						5.24		5.24	
	锅炉供热	72.32	0.59	0.28	2.09		1.7	1.38	78.36	
	采暖火炉（燃烧 木材/煤炭等）	212.41						56.1	268.51	
	电辐射取暖（电 暖器）						49.31		49.31	
热水	热水器			51.75	12.18		59.59		123.52	
家庭制冷	电风扇						3.4		3.40	
	空调						16.28		16.28	
总能耗（不含交通）		424.42	0.63	145.88	15.95	1.02	117.08	723.87	66.22	1495.07
交通	私人汽车		177.05		2.19			0.29		179.53
	电动自行车							42.44		42.44
总能耗（含交通）		424.42	177.68	145.88	18.14	1.02	117.08	766.6	66.22	1717.04

可以看到，对于标准化的每个农村家庭，每年的碳排放为 1495.1 千克。从来源看，来自电力的为 723.9 千克，占到总排放的 48.4%；来自煤的为 424.4 千克，占到总量的 28.4%；来自液化石油气的为 145.9 千克，占到总量的 9.8%；来自集中供暖的为 117.1 千克，占到总量的 7.8%；来自木炭的碳排放为 66.2 千克二氧化碳，占到总量的 4.4%；来自天然气的占到 16 千克二氧化碳，占总量的 1.1%；其余能源品贡献都不足 1%。在农村家庭用能中，生物质能是主要来源，其中比重最大的是薪柴，而生物质能本身具有“碳中和”的性质，即其所含碳来自于大自然，焚烧后碳排放并不改变大气中碳总量。一些人常识性地认为，电力是一种较为清洁的能源，但事实上电力仅仅是使用清洁，其生产并不清洁。在中国 70% 左右的电力来自与煤炭发电，而煤炭发电机组本身效率仅有 30-40%，再加上长距离输送，其最终效率更低，因此电能本身并不低碳。

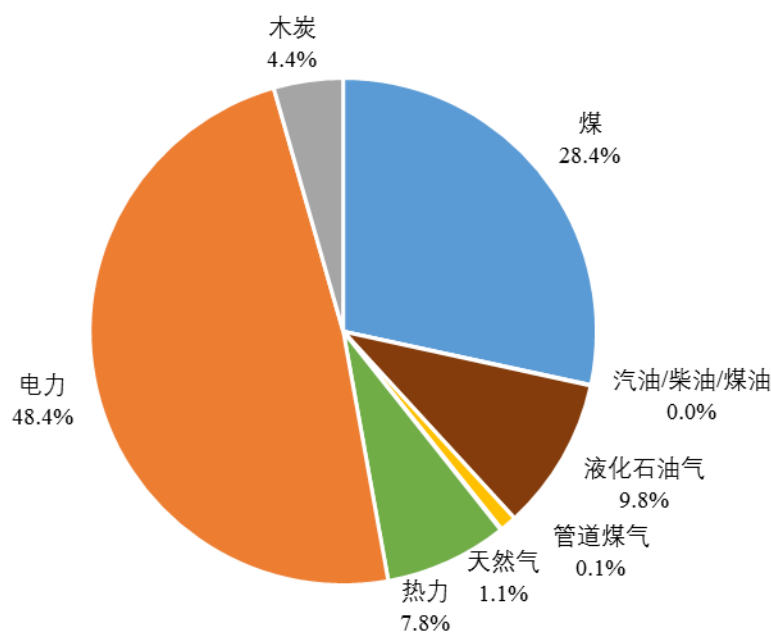


图 4-22 碳排放来源构成——按能源种类

从使用去向看，家庭取暖造成的碳排放量最大，为 644.9 千克，占总量的 43.1%；其次是家用电器产生二氧化碳 395.1 千克，占到总量的 26.4%；烹饪为 311.9 千克，占到总量的 20.9%；水加热产生碳排放为 123.5 千克，占总排放的比重为 8.3%；而制冷仅占为 19.7 千克二氧化碳，占 1.3%。可以看到，在能源消费中比重较高的取暖和烹饪两个部分，在碳排放量上的比重仍然很大。

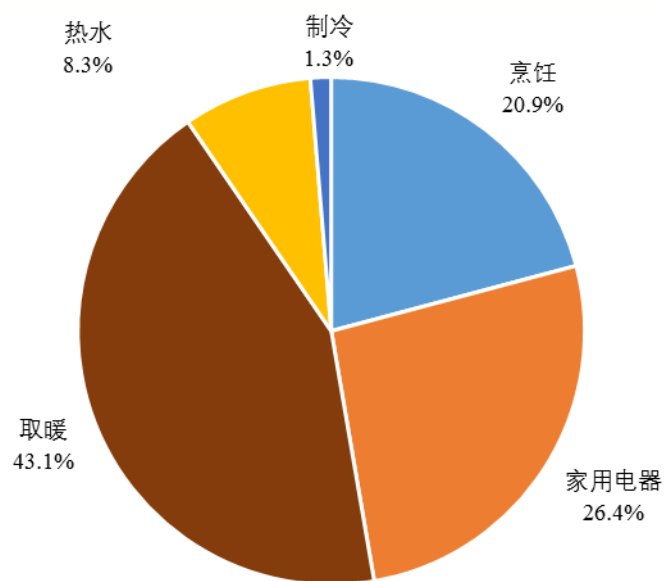


图 4-23 碳排放来源构成——按用途

参考文献

1. Abrahamse W, et al. A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of environmental psychology*, 2005. 25(3): p. 273-291.
2. Auffhammer M. The relationship between air conditioning adoption and temperature. unpublished, UC Berkeley, Department of Agriculture and Resource Economics, 2011.
3. Becker G.S. *The economic approach to human behavior*. 1978: University of Chicago press.
4. Beenstock M, E Goldin, D Nabot. The demand for electricity in Israel. *Energy Economics*, 1999. 21(2): p. 168-183.
5. Biesiot W, K.J Noorman. Energy requirements of household consumption: a case study of The Netherlands. *Ecological Economics*, 1999. 28(3): p. 367-383.
6. Bravo V, et al. Estudio sobre requerimientos futuros no convencionales de energía en América Latina. 1979, Project RLA/74/030, Fundacion Bariloche, Buenos Aires, Argentina, Report to the United Nations Development Program, 1979, Appendix 9, Primera Aproximación a una Definición de las Necesidades Basicas.
7. Brown M.C. Using Gini-style indices to evaluate the spatial patterns of health practitioners: theoretical considerations and an application based on Alberta data. *Social Science & Medicine*, 1994. 38(9): p. 1243-1256.
8. Carroll J., S. Lyons, E. Denny. Reducing household electricity demand through smart metering: The role of improved information about energy saving. *Energy Economics*, 2014. 45: p. 234-243.
9. Cellura M., S. Longo, M. Mistretta. Application of the structural decomposition analysis to assess the indirect energy consumption and air emission changes related to Italian households consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012. 16(2): p. 1135-1145.
10. Chen Q S, Li P N, Yoshino H, Guan J, Levine M D. (2011). Statistical analyses on winter energy consumption characteristics of residential buildings in some cities of China. *Energy and Buildings*, 43, pp. 1063-1070.
11. Chen Q S, Yoshino H, Li P N. (2010). Statistical analyses on summer energy consumption characteristics of residential buildings in some cities of China. *Energy and Buildings*, 42, pp. 136-146.
12. Darby S. The effectiveness of feedback on energy consumption. A Review for DEFRA of the Literature on Metering, Billing and direct Displays, 2006. 486: p. 2006.
13. Davis L.W. Durable goods and residential demand for energy and water: evidence from a field trial. *The RAND Journal of Economics*, 2008. 39(2): p. 530-546.
14. Dergiades T., L. Tsoulfidis. Estimating residential demand for electricity in the United States, 1965–2006. *Energy Economics*, 2008. 30(5): p. 2722-2730.
15. Druckman A., T. Jackson. Measuring resource inequalities: The concepts and methodology for an area-based Gini coefficient. *Ecological economics*, 2008. 65(2): p. 242-252.
16. Dubin J.A., D.L. McFadden. An econometric analysis of residential electric

- appliance holdings and consumption. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1984: p. 345-362.
17. Farhar B.C., C. Fitzpatrick. Effects of feedback on residential electricity consumption: A literature review. 1989, Solar Energy Research Inst., Golden, CO (USA).
 18. Feng S D, Sovacool B K, Vu K M. (2010). The barriers to energy efficiency in China: Assessing household electricity savings and consumer behavior in Liaoning Province. *Energy Policy*, 38, pp. 1202-1209.
 19. Fernandez E., R. Saini, V. Devadas. Relative inequality in energy resource consumption: a case of Kanvashram village, Pauri Garhwal district, Uttranchal (India). *Renewable energy*, 2005. 30(5): p. 763-772.
 20. Filippini M., S. Pachauri. Elasticities of electricity demand in urban Indian households. *Energy policy*, 2004. 32(3): p. 429-436.
 21. Fischer C. Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy? *Energy efficiency*, 2008. 1(1): p. 79-104.
 22. Fisher F.M., C. Kaysen. The Demand for Electricity in the United States, in *Economic Analysis, A Study in Econometrics*. 1962, North Holland Publishing Company Amsterdam.
 23. Foster J, J Greer, E Thorbecke. A class of decomposable poverty measures. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1984: p. 761-766.
 24. Fouquet R. The impact of VAT introduction on UK residential energy demand: An investigation using the cointegration approach. *Energy economics*, 1995. 17(3): p. 237-247.
 25. Galindo L M. Short-and long-run demand for energy in Mexico: a cointegration approach. *Energy Policy*, 2005. 33(9): p. 1179-1185.
 26. Gans W, A Alberini, A Longo. Smart meter devices and the effect of feedback on residential electricity consumption: Evidence from a natural experiment in Northern Ireland. *Energy Economics*, 2013. 36: p. 729-743.
 27. Gertler P, et al. How Pro-Poor Growth Affects the Demand for Energy. 2013, National Bureau of Economic Research.
 28. Goldemberg J. One kilowatt per capita. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 1990. 46(1): p. 13.
 29. Groot L. Carbon Lorenz curves. *Resource and Energy Economics*, 2010. 32(1): p. 45-64.
 30. Halvorsen B, B M Larsen. The flexibility of household electricity demand over time. *Resource and Energy Economics*, 2001. 23(1): p. 1-18.
 31. Halvorsen B, B M Larsen. The flexibility of household electricity demand over time. *Resource and Energy Economics*, 2001. 23(1): p. 1-18.
 32. Holtedahl P, F L Joutz. Residential electricity demand in Taiwan. *Energy economics*, 2004. 26(2): p. 201-224.
 33. HoriShiro, KondoKayoko, NogataDaisuke, HanBen. (2013). The determinants of household energy-saving behavior: Survey and comparison in five major Asian cities. *Energy Policy*, 52: p. 354-362.
 34. Hori S, et al. The determinants of household energy-saving behavior: Survey and

- comparison in five major Asian cities. *Energy Policy*, 2013. 52: p. 354-362.
35. Jacobson A, A D Milman, D M Kammen. Letting the (energy) Gini out of the bottle: Lorenz curves of cumulative electricity consumption and Gini coefficients as metrics of energy distribution and equity. *Energy Policy*, 2005. 33(14): p. 1825-1832.
 36. Jain S, T Chugh. An overview of malaria burden in India and road-blocks in its control. *J Clin Diagnostic Res*, 2011. 5: p. 915-916.
 37. Jain S, T Chugh. An overview of malaria burden in India and road-blocks in its control. *J Clin Diagnostic Res*, 2011. 5: p. 915-916.
 38. Kirubi C, D Kammen. *Poverty, Energy, and Resource Use in Developing Countries: Focus on Africa*. 2008.
 39. Lenzen M, et al. A comparative multivariate analysis of household energy requirements in Australia, Brazil, Denmark, India and Japan. *Energy*, 2006. 31(2): p. 181-207.
 40. Ma B, et al. Diffusion of solar water heaters in regional China: Economic feasibility and policy effectiveness evaluation. *Energy Policy*, 2014. 72: p. 23-34.
 41. McCalley L, C J Midden. Energy conservation through product-integrated feedback: The roles of goal-setting and social orientation. *Journal of economic psychology*, 2002. 23(5): p. 589-603.
 42. Mirza B, A Szirmai. *Towards a new measurement of energy poverty: A cross-community analysis of rural Pakistan*. 2010.
 43. Modi V, et al. *Energy services for the millennium development goals. Energy services for the Millennium Development Goals*, 2005.
 44. Mwaura F M. Adopting electricity prepayment billing system to reduce non-technical energy losses in Uganda: Lesson from Rwanda. *Utilities Policy*, 2012. 23: p. 72-79.
 45. Narayan P K, R Smyth. The residential demand for electricity in Australia: an application of the bounds testing approach to cointegration. *Energy policy*, 2005. 33(4): p. 467-474.
 46. Narayan P K, R Smyth, A Prasad. Electricity consumption in G7 countries: A panel cointegration analysis of residential demand elasticities. *Energy policy*, 2007. 35(9): p. 4485-4494.
 47. Nesbakken R. Price sensitivity of residential energy consumption in Norway. *Energy economics*, 1999. 21(6): p. 493-515.
 48. Nussbaumer P, M Bazilian, V Modi. Measuring energy poverty: Focusing on what matters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012. 16(1): p. 231-243.
 49. Pachauri S, L Jiang. The household energy transition in India and China. *Energy policy*, 2008. 36(11): p. 4022-4035.
 50. Pachauri S, et al. On measuring energy poverty in Indian households. *World Development*, 2004. 32(12): p. 2083-2104.
 51. Padilla E, A Serrano. Inequality in CO2 emissions across countries and its relationship with income inequality: a distributive approach. *Energy Policy*, 2006. 34(14): p. 1762-1772.
 52. Pepermans G. Valuing smart meters. *Energy Economics*, 2014. 45: p. 280-294.

53. Pereira M G, M A V Freitas, N F da Silva. The challenge of energy poverty: Brazilian case study. *Energy Policy*, 2011. 39(1): p. 167-175.
54. Reinders A, K Vringer, K Blok. The direct and indirect energy requirement of households in the European Union. *Energy Policy*, 2003. 31(2): p. 139-153.
55. Saboohi Y. An evaluation of the impact of reducing energy subsidies on living expenses of households. *Energy Policy*, 2001. 29(3): p. 245-252.
56. Sallee J M. Rational inattention and energy efficiency. 2013, National Bureau of Economic Research.
57. Sanchez M C, et al. Savings estimates for the United States Environmental Protection Agency's ENERGY STAR voluntary product labeling program. *Energy policy*, 2008. 36(6): p. 2098-2108.
58. Schleich J, et al. Effects of feedback on residential electricity demand—Findings from a field trial in Austria. *Energy Policy*, 2013. 61: p. 1097-1106.
59. Sen A. Poverty and famines: an essay on entitlement and deprivation. 1981: Oxford university press.
60. Taylor L. Fuel poverty: from cold homes to affordable warmth. *Energy Policy*, 1993. 21(10): p. 1071-1072.
61. Tol R S, et al. Distributional aspects of climate change impacts. *Global Environmental Change*, 2004. 14(3): p. 259-272.
62. Vaage K. Heating technology and energy use: a discrete/continuous choice approach to Norwegian household energy demand. *Energy Economics*, 2000. 22(6): p. 649-666.
63. Wolfram C, O Shelef, P J Gertler. How will energy demand develop in the developing world? 2012, National Bureau of Economic Research.
64. Yao S C, Chen Y C, Li M. (2012). Analysis of rural residential energy consumption and corresponding carbon emissions in China. *Energy Policy*, 41, pp. 445-450.
65. Yoo S-H, J S Lee, S-J Kwak. Estimation of residential electricity demand function in Seoul by correction for sample selection bias. *Energy Policy*, 2007. 35(11): p. 5702-5707.
66. YU B, J ZHANG, A FUJIWARA. Modeling Household Energy Consumption Behaviors by Considering Self-selection Effect and Heterogeneity.
67. Yu Y B, Zhang Y J, Fujiwara A. (2011). Representing in-home and out-of-home energy consumption behavior in Beijing. *Energy Policy*, 39, pp. 4168-4177.
68. Zhao L X, Li N, Ma B C. (2012). Residential energy consumption in urban China: A decomposition analysis. *Energy Policy*, 41, pp. 644-653.
69. Zhou S, F Teng. Estimation of urban residential electricity demand in China using household survey data. *Energy Policy*, 2013. 61: p. 394-402.
70. 陈迅, 袁海蔚. 中国生活能源消费行为影响因素的实证研究. *消费经济*, 2008. 24(5): p. 47-50.
71. 范金, 胡汉辉. 环境 Kuznets 曲线研究及应用 [J]. *数学的实践与认识*, 2002. 32(6): p. 944-951.
72. 韩跃峻, 辛洁晴, 高亦凌. 基于信息反馈的需求响应. *电力需求侧管理*, 2012(5): p. 9-14.

73. 李光全, et al. 中国农村生活能源消费的空间格局变化. 中国人口资源与环境, 2010. 20(4): p. 29-34.
74. 李虹, 董亮, 谢明华. 取消燃气和电力补贴对我国居民生活的影响. 经济研究, 2011. 2: p. 100-112.
75. 李慷, 王科, 王亚璇. 中国区域能源贫困综合评价. 北京理工大学学报 (社会科学版), 2014. 2: p. 001.
76. 梁慧芳, 苏铭, 田磊. 我国居民用电方式与新型城镇化要求相一致吗?——基于城镇居民家庭用电设备及用电状况的实证研究. 经济学报, 2014. 1: p. 009.
77. 林伯强, 蒋竺均, 林静. 有目标的电价补贴有助于能源公平和效率. 金融研究, 2009(11): p. 1-18.
78. 刘晶茹, 王如松, 杨建新. 综合生命周期分析在可持续消费研究中的应用. 2007.
79. 牛叔文, 赵春升, 张馨, 丁永霞. 兰州市家庭用能特点及结构转换的减排效应. 资源科学, 2010. 32(7).
80. 秦翊. 中国居民生活能源消费研究. 2013, 山西财经大学.
81. 秦翊, 侯莉. 我国居民家庭能源消费的人口因素影响分析. 统计与决策, 2013(19): p. 98-101.
82. 孙威, 韩晓旭, 梁育填. 能源贫困的识别方法及其应用分析. JOURNAL OF NATURAL RESOURCES, 2014. 29(4).
83. 孙岩, 江凌. 居民能源消费行为研究评述. 资源科学, 2013(4).
84. 王金南, et al. 基于 GDP 的中国资源环境基尼系数分析. 中国环境科学, 2006. 26(1): p. 111-115.
85. 王钦池. 家庭规模对中国能源消费和碳排放的影响研究. Resources Science, 2015. 37(2).
86. 杨玉含, et al. 2000-2008 年青海省居民生活能源消费与碳排放分析. 中国人口资源与环境, 2011(S1): p. 307-310.
87. 岳婷, 龙如银. 我国居民生活能源消费量的影响因素分析. 华东经济管理, 2013. 27(11): p. 57-61.
88. 张海鹏, 牟俊霖, 尹航. 林区农村家庭生活能源消费需求实证分析——基于双扩展的线性支出系统模型. 中国农村经济, 2010(7): p. 64-74.
89. 赵晓丽, 李娜. 中国居民能源消费结构变化分析. 中国软科学, 2011(11): p. 40-51.
90. 钟晓青, 张万明, 李萌萌. 基于生态容量的广东省资源环境基尼系数计算与分析——与张音波等商榷. 生态学报, 2008. 28(9): p. 4486-4493.