



中国新型城镇化建设中居民生活能源消费模式变化及供应方式选择研究

基于分布式能源和智能微网系统的清洁能源互补解决方案



中国能源研究会分布式能源专业委员会
二〇一五年五月

中国新型城镇化建设中居民生活能源
消费模式变化及供应方式选择研究

基于分布式能源和智能微网系统的清洁能源互补解决方案

中国新型城镇化建设中居民生活 能源消费模式变化及供应方式选择研究

基于分布式能源和智能微网系统的清洁能源互补解决方案



ENERGY FOUNDATION
能源基金会

中国能源研究会分布式能源专业委员会

二〇一五年五月

序言

中国城镇化建设快速发展，城镇化率从 1978 年的仅 18%，增长到 2012 年的 52.7%，城市人口已超过 7 亿。城镇化率每提高 1 个百分点，就有 1300 多万人口从农村转入城镇，伴随着城镇化进程的推进，将会带动能源消费及结构发生变化，农村向城镇的差异化转变过程中必然带来用能总量、用能结构、用能习惯等的改变。已有的一些研究也表明，城镇化每提高一个百分点，将推动能源消费 8000 万吨标准煤。据此，到 2020 年城镇化率达到 60% 时，将拉动全国 8 亿吨标煤能源消费。

要满足如此巨大规模的能源消费需求增加，中国能源主管部门亟需统筹规划城镇化能源供给。传统的粗放型城镇化能源供应及消费模式势必加剧本已面临能源安全和环保双重压力下的中国能源及经济发展面临的挑战。小型城镇化发展模式使“大能源”发展模式已不合时宜。中国需要重新审视其城镇化过程中的能源供应及消费模式是否能够适应新形势下可持续发展的要求。

目前，满足城镇化能源供给有多条路径可以选择，一种是继续加大传统煤炭、石油等化石能源的大规模开发，并通过建设大电网和油气输送管道来解决跨区域的电力及油气输送和供应，延续中国以往高耗能、高排放的粗放型城镇化能源供应模式；另一种路径是发掘本地区及区域化的风能、太阳能、生物质、沼气、天然气及小水电等绿色清洁能源的资源潜力，依靠分布式能源系统和智能微网技术灵活配置区域能源资源供给的多能互补解决方案，从而走上绿色清洁能源供应的城镇化能源供应模式。

中国走“集约、智能、绿色、低碳”的新型城镇化道路必须要依靠分布式能源和智能微网技术来整合区域绿色清洁能源资源以满足能源供应。未来中国的新型城镇化建设必须尽快推动能源消费的清洁转型，使小城乡及城镇的集约开发与绿色清洁能源的发展相结合，城镇人口、经济与资源、环境相互协调，走新型的清洁能源城镇化道路。而且同时，目前大电网输送体系在城镇化，尤其是靠近农村的乡镇等小型城镇中的作用完全可以更多的借助分布式能源多能互补与智能微网系统相结合的多品种清洁能源协同供给模式来满足。

由于中国城镇化过程中居民能源消费量及能源消费结构的特征变化尚且缺乏有力的数据支持，对农村和城镇化过程中居民能源消费需求特征的掌握还不够清晰，分布式能源和智能微网系统作为中国“能源集中供应模式”的一种有效补充模式，其在城镇化居民用能中的应用还存在认识及重视程度不够、规

模及经济性面临挑战等问题和障碍。我们希望通过调查研究，掌握城镇化推动过程中，城乡居民能源需求真实数据，对比城乡居民用能差异和发展趋势，获得可靠的第一手资料，同时结合当前的能源形势，为能源主管部门制定科学的能源规划提供更真实的参考数据和相关建议。

我们通过实地调研结合网络问卷的形式对全国范围内城镇化发展过程中的能源消费模式变化及供应方式路径选择的问题进行了研究。

网络问卷调查共设置了与城乡居民的能源消费需求相关的问题 60 多个，共收到样本 485 份。实地调研方面，根据网络问卷调查中的行政区域划分，从中分别选择了北京、重庆、河北、新疆、陕西、江苏、广西、河南、广西、黑龙江等典型省市地区对城乡居民的能源需求进行了实地调查，调查范围不仅涵盖了网络问卷中的七个行政区划，而且涵盖了我国城镇化水平高中低三类典型地区，对这些地区的三类居民（老城区、新城镇、农村地区）的经济情况、用能情况、用能习惯、新能源使用情况等进行综合调研考察，并与当地地方政府进行座谈，了解地方整体发展情况，整体用能现状及规划以及城镇化推进过程中面临的能源供给与消费问题与挑战等，获取了宝贵的第一手资料。

课题研究过程中，得到了各级政府管理部门、能源企业和众多专家学者的支持与帮助。感谢国家统计局、国家农业部，以及天津市、天津中新生态城管委会、江苏省、广西省、重庆市、黑龙江齐齐哈尔市、河北省鹿泉市、河南省三门峡市、新疆哈密市等各省市政府有关部门为本课题研究提供大量的数据和对调研的大力支持！感谢中国燃气控股有限公司、中电电气南京光伏有限公司、南京绿色资源再生工程有限公司、富士康科技集团（南宁沙井）、广西行易新能源投资有限公司、广西武鸣县安宁淀粉有限公司、国电电力舟山海上风电开发有限公司等企业为调研提供的支持与帮助！特别感谢分布式专委会主任白荣春、国务院参事室特约研究员徐晓东、国家发改委能源研究所研究员姜克隽等专家在调研和报告撰写过程中给予的指导与帮助。

中国能源研究会分布式能源专业委员会的孙晓梅、张葵叶、冉泽、陈鹏等研究人员参与了报告的研究编写及课题相关研讨活动，限于课题组专业知识修养与学术水平，加之我国城镇化与居民能源消费、分布式多能互补与智能电网系统相关问题和理论的复杂性，报告中难免存在缺陷和不足，恳请各位专家、学者予以批评指正。

中国能源研究会分布式能源专业委员会课题组
2015 年 4 月

目录

I 序言	I
II 摘要及主要结论	IX
一、我国城镇化发展现状与趋势	01
(一) 我国城镇化发展历程与现状	01
1. 我国城镇化发展历程	01
2. 我国城镇化发展现状	03
(二) 我国城镇化发展的区域特点	04
(三) 我国城镇化发展未来趋势	07
1. 我国城镇化已进入转型发展新阶段	07
2. 走符合我国国情的城镇化道路	08
3. 绿色发展, 走“集约、智能、低碳”的新型城镇化发展道路	08
4. 城镇化的推进需要科学的能源保障	09
二、中国居民生活能源消费现状	11
(一) 我国能源消费情况	12
(二) 我国居民生活能源消费总体分析	12
1. 全国居民生活能源消费总量总体呈上升趋势	12
2. 全国居民生活能源消费占能源消费总量的比例相对稳定	13
3. 人均生活能源消费量逐年增加	15
4. 居民生活能源消费结构不断低碳化, 人均生活用煤比例逐渐下降, 生活用电和天然气大幅上升	16
三、城乡居民生活能源消费差异调查分析	19
(一) 城镇与农村居民生活用能总量现状及差异	21
1. 城镇居民人均生活能源消费高于全国平均水平	21
2. 农村居民商品能源人均消费增速超过城镇, 且两者的差距也在逐渐缩小, 但是农村居民总的生活用能高于城镇	22

3. 农村居民城镇化后商品能源消费大幅增加	23
(二) 城镇与农村居民生活用煤炭现状及差异	24
1. 我国居民生活用煤炭消费总量增速放缓	24
2. 农村居民人均生活煤炭消费量高于城镇	25
3. 城乡居民生活用煤炭差异调查分析	26
(三) 城镇与农村居民生活用电现状及差异	29
1. 我国居民生活用电量快速上升	29
2. 城镇居民生活用电总量是农村居民生活用电总量的 1.3 倍	30
3. 农村居民生活用电总量增速高于城镇居民生活用电总量增速	31
4. 农村居民人均生活用电量与城镇居民人均生活用电量趋同	32
(四) 城镇与农村居民生活用液化石油气现状及差异	33
1. 我国城乡居民生活用液化气量呈上升趋势	33
2. 城镇居民人均生活用液化气量是农村的 2 倍	34
(五) 城镇和农村居民生活用管道天然气情况	35
1. 我国居民生活用管道天然气普及率上升明显	35
2. 新农村是天然气使用的新增长点	36
(六) 城镇和农村生活用交通燃料现状和差异	37
1. 我国城镇和农村居民交通出行方式介绍	37
2. 我国城乡居民生活用汽油总量保持快速增长	38
3. 城镇居民人均生活用汽油量增速不及农村	40
(七) 城镇和农村居民生活用可再生能源现状与及差异	41
1. 我国城乡居民生活用沼气利用情况	41
2. 我国城乡居民生活用太阳能热水器情况	43
3. 我国城乡居民对分布式能源的认识及了解程度	43
四、我国居民生活能源消费的区域差异	45
(一) 各地区居民生活能源消费差异分析	45
(二) 煤炭消费的差异	46
1. 各地区煤炭消费总量差异	46
2. 各地区城镇居民煤炭消费差异	47
3. 农村居民煤炭消费变化	48
(三) 电力消费的差异	50
1. 各地区居民电力消费总量差异	50

2. 各地区城镇与农村居民电力消费比较	51
(四) 燃气消费的差异	53
1. 各地区居民生活燃气消费总量差异	53
2. 城镇居民燃气消费变化	56
3. 各地区农村居民燃气消费差异	58
(五) 各地区取暖与热力消费差异	61
1. 各地区居民生活热力消费总量差异	61
2. 城镇居民取暖与热力消费差异	63
3. 农村居民取暖与热力消费差异	64
(六) 各地区居民交通使用与油品消费差异(汽油、柴油)	65
1. 各地区居民油品消费总量	65
2. 城镇居民油品消费变化	66
3. 农村居民油品消费变化	68
(七) 各地区可再生能源利用情况	70
1. 各地区农村沼气利用情况	70
2. 各地区薪柴使用情况	73
3. 各地区分布式光伏发展情况	73
五、影响居民生活能源消费的因素分析	77
(一) 收入水平	78
1. 收入水平同能源消费量正相关	78
2. 收入增加同交通燃料消费增长正相关	79
3. 城镇居民收入变化同能源消费变化关系较弱	79
4. 农村居民收入变化同能源消费变化正相关	80
5. 其他特点	81
(二) 城镇化因素	81
1. 城镇化会导致居民商品能源消费增加	81
2. 城镇化带动农村用能更加清洁、便捷	82
3. 其他特点	83
(三) 受教育程度	83
1. 教育程度同家电数量、电能消费正相关	83
2. 教育程度较高家庭容易接受新能源技术	84
3. 农村教育程度较高家庭较少使用秸秆	84

4. 其他特点	84
(四) 生活习惯	85
1. 年龄大的居民能源消费相对较少	85
2. 基础设施差异导致生活习惯不同	85
3. 房屋面积与房屋类型影响能源消费	86
(五) 资源条件	87
1. 资源的可获得性影响能源消费	87
2. 资源的市场距离影响能源消费	87
(六) 政府能源规划	88
(七) 能源价格因素	88
六、我国城乡居民生活能源需求的发展趋势	89
(一) 城乡居民的能源需求发展方向	89
1. 居民能源需求清洁化、简易化、商品化	89
2. 能源利用方式分布式化	90
(二) 居民能源消费结构变化趋势	90
(三) 居民能源需求相关预测	91
1. 中国工程院居民电力消费预测	91
2. 国家发改委能源研究所居民能源需求预测	92
七、基于分布式能源和智能微网系统的清洁能源互补解决方案的可行性探讨	95
(一) 中国城镇化过程中传统能源消费及供应模式存在的问题	96
1. 城镇化发展规划与能源利用规划脱节	96
2. 城镇化进程中的能源短缺问题严峻	97
3. 城镇化建设中能源利用效率较低	98
4. 基础设施建设滞后, 影响城镇化建设中的用能选择	99
5. 分布式可再生能源的利用不足且存在认知空白	99
6. 生物质资源未被合理利用	100
(二) 清洁能源互补解决方案在满足城镇化过程中能源消费需求的积极作用	100
1. 清洁能源互补解决方案的内涵	100
2. 互补解决方案是新型城镇化建设题中应有之义	101
3. 互补解决方案将成为我国能源供给方式重要特征	101
4. 清洁能源互补是满足城镇化能源需求的绿色解决方案	102

5. 互补解决方案促进城市培育新的产业及就业岗位	102
6. 互补解决方案要求以电力作为核心能源载体	103
7. 分布式能源与微电网结合是未来的发展趋势	103
(三) 不同地区清洁能源互补解决方案实施的基础条件	104
1. 不同地区的太阳能资源	104
2. 不同地区的风能资源	105
3. 不同地区的清洁能源互补解决方案建议	107
八、基于分布式多能互补和智能微网系统的清洁能源互补解决方案研究	109
(一) 国外分布式多能互补技术发展现状及应用情况	110
(二) 我国典型清洁能源互补解决方案的案例分析	113
1. 天津中新生态城分布式多能互补供能系统	114
2. 国电东福山岛风光柴储海水淡化独立发电系统	121
(三) 区域可再生能源供能模式分析	130
(四) 分布式能源和智能微网系统应用面临的问题及挑战	137
九、促进基于分布式能源和智能微网系统的清洁能源解决方案实施的政策建议	139
(一) 科学制定规划、因地制宜开发利用	140
(二) 制定合理能源价格政策, 引导居民使用分布式可再生能源, 推动分布式可再生能源多能互补与智能微网的规模化发展	141
(三) 要推进分布式可再生能源技术系统的早日突破	141
(四) 加强分布式多能互补接入电网的影响研究	143
(五) 完善农村能源管理体制机制	143
(六) 密切关注电改, 加强电力市场化改革对分布式多能互补供能模式的影响研究	144
(七) 开展对“互联网+”下分布式供能与微网结合的发展模式创新研究	145

摘要及主要结论

本研究报告主要从我国城镇化发展现状及趋势、我国居民能源消费现状及特点、城乡居民生活能源消费差异调查分析、我国城乡居民生活能源消费的区域差异、影响居民能源消费的因素分析、我国城乡居民能源消费需求预测、基于分布式多能互补与智能微网系统的清洁能源互补解决方案的可行性探讨、基于分布式多能互补与智能微网系统的清洁能源互补解决方案案例研究等方面进行论述，并提出一系列促进分布式多能互补解决方案的政策建议供参考。主要内容摘要如下：

一、要结合能源绿色发展，走“集约、智能、低碳”的新型城镇化道路。从建国至今，我国城镇化经历了六个发展阶段，目前正处于城镇化快速发展阶段向新型城镇化建设转型时期。当前我国城镇化表现出城镇化水平依然很低，城镇化质量不高的特点，与发达国家还有一定差距；同时我国城镇化率存在着自东向西明显的阶梯状分布，中西部城市发育明显不足；我国城镇化速度近年增速放缓，进入慢速增长的新常态。针对我国城镇化发展转型的新形势，我们需要调整心态，结合绿色发展以“集约、智能、低碳”为指导思想，同时在科学的能源保障基础下走符合我国国情的城镇化道路。

二、我国居民生活能源消费占能源消费总量的比例相对稳定，生活能源消费结构正朝着低碳化方向发展。我国既是能源生产大国，也是世界能源消费大国之一，2014年全年我国能源消费总量42.6亿吨标准煤，同比增长2.2%，煤炭消费量占能源消费总量的66.0%，水电、风电、核电、天然气等清洁能源消费量占能源消费总量的16.9%。同时，随着我国能源消费总量增长，近年来我国居民生活能源消费总量也呈不断上升趋势，2012年全国居民生活能源消费总量达到39666万吨标准煤，比1980年增长了4.14倍。但是，我国居民生活能源消费占能源消费总量的比例相对稳定，基本稳定在10%-11%之间。

从我国居民生活能源消费结构及人均生活能源消费来看，近年来我国居民生活能源消费结构也在朝

着低碳化方向发展，人均生活用能量在逐年提高，但人均生活用煤比例逐渐下降，生活用电和天然气大幅上升，煤炭在我国的居民生活能源消费中所占的比例是在不断缩小。据统计，我国人均生活用能量从 1980 年的 112 千克标准煤提升 2012 年的 294 千克标准煤，增速较大，我国已正式进入工业化的高速发展阶段，今后随着我国国民经济的增长和城镇化率的不断提高，我国居民的生活能源消费需求还将快速增长。同时，随着我国城镇化进程加快和居民生活水平的提高，大量的家用电器进入到居民的日常生活中，加之我国广大城镇及乡镇逐渐用上管道天然气、液化石油气和热力等，这些都带动我国居民生活用电力和天然气等清洁高效能源在不断增加。据统计，我国人均生活电力消费由 1980 年的 11 千瓦时 / 人上升到 2012 年的 460 千瓦时 / 人，人均生活天然气消费量由 1980 年的 0.20 立方米 / 人上升到 2012 年的 21.3 立方米 / 人。

三、我国城乡居民的生活用能情况存在较大差异，农村居民生活用能增速高于城镇。改革开放以来，多种原因造就我国城镇居民的生活水平要普遍高于农村居民的生活水平，相应的在生活能源消费上，我国城镇居民的生活用能情况也与农村居民的生活用能存在较大差异。总的来讲，近 30 年来我国城镇居民人均生活用能一直高于全国平均水平，2012 年城镇居民人均生活用能是全国人均生活用能的 1.2 倍。同时，近年来，随着我国新农村建设及新型城镇化进程的推进，我国农村居民人均生活用能大幅增长，农村居民人均生活用能增速远远超过城镇居民人均生活用能增速，这也在很大程度上反映出我国农村居民生活能源消费趋同于城镇居民，而且我国农村居民与城镇居民人均生活用商品能源的差距在逐年缩小，城镇居民人均生活用能与农村居民人均生活用能的比例在不断下降。

从居民用能品种来看，近年来虽然我国居民生活用煤炭消费总量增速放缓，但是煤炭仍然是我国城镇和农村居民日常生活中主要的能源产品，且近五年来我国农村居民生活用煤炭总量基本保持在城镇居民生活用煤炭总量的 1.6-1.8 倍左右，农村居民人均生活用煤水平一直高于全国人均生活用煤水平，这主要是西北地区的广大农村在炊事和采暖方面还主要依靠煤炭为主造成的。

目前，我国城乡居民生活电力消费主要体现在家用电器用电方面，包括电冰箱、洗衣机、空调等，尤其是家用空调、冰箱、计算机等电器及电子设备在农村家庭的普及率也在不断提高，据统计近五年我国城镇居民生活用电量基本保持在农村居民生活用电量的 1.3-1.4 倍左右，但是我国农村居民生活用电总量增速高于城镇居民生活用电总量增速，且农村居民人均生活用电水平和全国人均水平的差距也在不断缩小，并将于城镇居民人均生活用电量趋同。

目前，液化气是我国乡镇城镇化过度过程中主要使用的炊事燃料。近年来我国城乡居民生活用液化气消费量基本呈上升趋势，2012 年我国城镇居民生活用液化气总量是农村水平的 2.2 倍，城镇居民人均生活用液化气量是农村的 2 倍。今后，随着我国城市天然气管网等基础设施的完善，越来越多的居民炊事用液化气将被管道天然气所取代。

近年来，我国居民生活用管道天然气普及率上升明显，到 2012 年居民生活管道天然气消费量比 2008 年实现翻番，达到 257.3 亿立方米，其中城镇居民生活用管道天然气占据全国居民生活用管道天然气的 98% 以上，且城镇居民人均生活用天然气是农村的 61 倍。未来，随着我国城镇化进程推进与城市燃气管网设施的不断发展及健全，以及页岩气和煤层气等非常规天然气气源的不增加，天然气在我国

居民炊事用燃气中的比重还将大幅增加。

在交通用能方面，虽然城镇和农村居民在交通出行方式上有较大差异，城镇居民出行主要以公共交通工具和小汽车为主，农村居民出行以公共交通工具、电动车、摩托车为主，但我国城乡居民生活用汽油总量总体保持快速增长，2012年我国居民生活用汽油消费总量为3301.1万吨，约是2008年1349.6万吨的2.5倍。同时，我国城镇居民生活用汽油量基本上保持在农村居民生活用汽油总量的3倍以上，这主要还是由于城镇小汽车的使用要明显高于农村。此外，从近五年数据来看，我国城镇居民人均生活用汽油量与农村居民人均生活用汽油量都在快速增长，但这两者之间的比例却在不断下降，可见我国农村居民交通用小汽车带来的生活能源消费在不断增加。

目前，我国城乡居民对可再生能源的利用主要是对风能、太阳能、生物质能源等的利用。在风电方面，目前我国风能利用主要是进行发电，包括百万千瓦级的大型风电基地与离网型的小风机发电，无论是哪一种风能利用方式，最终要么直接入大电网分销至全国各地消纳，要么就是直接就地解决偏远地区的离网居民家庭照明用电，这在我国城镇和农村居民的用电消费中区别不大。在太阳能利用方面，主要有太阳能光伏发电（包括太阳能屋顶发电和大型电站）与太阳能热利用，目前从整体上来讲，受国家“金太阳”示范工程及“分布式光伏”发展利好政策的影响，我国城镇及农村也都建立了部分太阳能光伏发电项目，且光伏发电项目运行良好；太阳能热利用在我国城镇和农村，尤其是农村分户居住家庭中的利用更是优势明显。在生物质能方面，主要体现在我国农村居民对沼气和薪柴的利用，如广西凭借丰富的生物质资源，生物质沼气发展较快；我国城镇对生物质能源的利用较少，更多的体现在城市垃圾的集中处理与利用方面。此外，可再生能源利用一个突出的特点就是要因地制宜，结合当地可再生能源资源的分布情况，开展分布式利用，但是目前我国城乡居民对分布式能源的认识还不足，甚至部分省份的政府人员对分布式能源的重视程度也不够。

四、收入水平、城镇化因素、受教育程度、生活习惯、资源条件、政府能源规划和能源价格等是影响居民能源消费的因素主要因素

（一）收入水平方面，从整体来看收入水平同能源消费量正相关，而且收入增加同交通燃料消费增长正相关。农村居民收入变化同能源消费变化正相关，不过城镇居民收入变化同能源消费变化关系较弱。

（二）城镇化方面，城镇化会导致居民商品能源消费增加，城镇化带动农村用能更加清洁、便捷。此外，户籍的不同对居民用能消费水平的影响相对较低，居住地是城镇还是农村对居民消费水平影响较大。

（三）受教育程度方面，因受教育程度较高的家庭对生活品质要求较高，教育程度同家电数量、电能消费正相关；教育程度较高家庭容易接受新能源技术；农村教育程度较高家庭较少使用秸秆。

（四）生活习惯方面，受教育以及成长经历等原因的影响，年龄大的居民能源消费相对较少；城镇和农村基础设施建设水平的不同也使得城镇居民和农村居民在烹饪习惯上有所不同；此外，居民能源消费与居住面积及房屋类型等均有关系。

(五) 资源条件方面, 资源的可获得性影响能源消费, 如在煤炭主产区, 煤炭价格相对便宜而且容易获得, 居民煤炭消费量也就相对较高; 在微观市场方面, 资源的市场距离也影响能源消费。

(六) 政府能源规划也直接影响到居民能源消费, 比如居民用能选择受限于政府的能源规划。

(七) 能源价格方面, 由于存在交叉补贴, 我国一直存在民用能源价格低于工商业能源价格的现象。民用能源价格偏低导致部分家庭能源浪费严重。

五、我国城乡居民能源需求正朝着清洁化、商品化的方向发展, 未来电力将占据城市能源需求领域最大份额, 农村能源需求领域依然是热力需求

受以上因素影响, 我国城乡居民能源需求必将发生深刻变化。首先从发展趋势来看, 未来我国居民能源需求将朝着清洁化、简易化、商品化的方向发展; 同时伴随着我国城镇化的推进, 能源利用方式将呈现集中化的特点。伴随着我国城乡居民能源需求的变化, 居民能源消费结构也将相应调整, 能源消费将逐渐电气化, 同时随着天然气的普及, 燃煤的使用范围将逐渐减少, 天然气消费将成为其主要的能源利用形式; 汽车的逐渐普及也会促使汽车燃油利用增加。除却以上分析外, 中国工程院以及国家发改委能源研究所也对城乡居民能源需求做出分析, 结果显示未来电力将占据城市能源需求领域最大份额, 农村能源需求领域依然是热力需求。研究预测我国城市居民能源需求将在 2040 年左右达到峰值, 其中电的需求最大, 到 2040 年城市居民对电力的需求约为 3.5 亿吨标准煤。其次是热力、天然气、油品、煤气、焦炭和煤。农村居民能源需求将在 2020 年左右达到峰值, 其中需求最大的仍然是热力, 到 2020 年约达到 1.1-1.2 亿吨标煤。其次是油品和煤炭。

六、清洁能源互补解决方案在满足城镇化过程中能源消费需求具有积极作用; 不同地区均具有因地制宜发展的基础条件

中国城镇化过程中传统能源消费及供应模式主要存在以下问题: 城镇化发展规划与能源利用规划脱节; 城镇化进程中的能源短缺问题严峻; 城镇化建设中能源利用效率较低; 基础设施建设滞后, 影响城镇化建设中的用能选择; 分布式可再生能源的利用不足且存在认知空白; 生物质资源未被合理利用等。

清洁能源互补解决方案在满足城镇化过程中能源消费需求方面也具有积极作用, 一方面清洁能源互补是满足城镇化能源需求的绿色解决方案, 另一方面, 互补解决方案促进城市培育新的产业及就业岗位。在发展清洁能源互补解决方案时, 分布式能源与微电网结合是未来的发展趋势。

根据不同地区清洁能源互补解决方案实施的基础条件, 本研究建议因地制宜发展清洁能源互补解决方案。例如西部地区适合发展大型地面电站和大型风电场, 通过建设特高压, 实现能源的远距离输送; 东部地区虽然光照条件一般, 但是由于东部地区是主要的用电负荷地区, 应该结合新型城镇化建设, 推广分布式光伏等。此外, 东部经济发达地区对天然气的消费能力也较强, 也具备实现风光气互补的实施条件。

七、基于分布式能源和智能微网系统的发展在我国处于初期阶段，大部分项目的示范作用明显，但经济性欠佳，需要从政策、技术、机制、商业模式上创新突破，不断积累经验，并与电力市场化改革和“互联网+”相结合

在未来中国农村的城镇化过程中，借助分布式多能互补与微网系统，大力发展风能、太阳能、小水电、以及生物质、沼气等清洁能源资源，将成为优化城乡居民能源消费结构，推进节能减排的现实途径之一。中国城镇化进程中的能源供应及消费必然要大力发展分布式供能和微电网，中国发展“新能源示范城市”也必然将推动分布式能源发展，推动中国能源供应模式及消费路径革命。

我国分布式多能互补与微电网系统的发展处于初期阶段，尽管已经建成的一些项目其示范意义大于其经济意义，但其发展也显示出分布式多能互补与微电网结合的供能系统的在解决区域用能方面的现实可行性，为下一步更大范围内推动分布式多能互补与微网系统提供经验和参考。天津中新生态城分布式多能互补与微网系统以及吐鲁番新城新能源微电网示范项目等都是基于分布式可再生能源为基础的清洁能源互补解决方案的典型案列；孤岛运行的基于可再生能源分布式多能互补与微网结合的项目也能为解决区域供能提供技术和经验的参考，如国电东福山岛风光柴储分布式供能系统就是一个典型的区域供能系统；另外还有一些能源综合利用的项目也是解决城镇化过程中区域能源供应的有效选择，在提供传统能源的基础上，提供一种因地制宜的供能方式。

目前，我国分布式能源与智能微网系统的发展应用还存在着不少问题和挑战，主要体现在研究与开发不足，需要加强研究投入，实现突破；开发利用成本高，商业模式未成熟；相关支撑体系建设滞后，国家实验室与中心，检验认证与标准，专业人才体系等的建设都相对落后等，这些仍是当前推动我国分布式多能互补与智能微网系统规模化发展的主要障碍，但最主要约束还是在制度与政策方面。

八、政策建议

(1) 在制定各区域居民能源消费战略时，不能搞一个模式、一个政策，必须充分尊重地方特点，贯彻“因地制宜”的方针，在充分发挥当地的能源资源优势的基础上，合理规划、调整能源区域布局，有区别、有侧重、多形式地发展分布式能源。科学制订城镇发展规划，充分考虑分布式可再生能源和智能微网系统的“因地制宜”利用的要求来优化布局。

(2) 我国的分布式能源政策还需进一步完善，应将行业发展规划、财政补贴政策、能源价格政策、鼓励技术研发及设备国产化政策、进出口税费政策、项目规划与评估政策等综合起来统筹考虑，逐步形成一整套有利于分布式多能互补利用发展的、系统的政策体系。

(3) 制定科研鼓励政策，积极研发新能源和新的用能技术，促进各种不同形式节能产品的研发和应用。目前，个别分布式可再生能源技术系统不成熟，需要加大科研技术投入，尽快获得突破，降低成本，从而增加可再生能源以及智能微网系统的吸引力，增大市场需求。

(4) 分布式发电接入对电网的影响也不容忽视，在目前分布式发电占比极小的情况下，这方面问题

尚不突出，但一旦大量的风电、光伏等间歇式分布式能源接入配电网，将对配电网的调度、运行、维护等带来极大的影响，应加大研究力度，并指导分布式发电的科学、可持续的发展。

(5) 完善农村能源管理体制机制。在我国城镇化过程中，大力发展及利用农村的可再生能源资源，在满足农村生产生活用能需求、保护生态环境、促进经济社会可持续发展等方面发挥着十分重要的作用。农村能源利用方面普遍存在管理体制机制不清晰等问题，尤其在农村能源管理方面存在管理体制不全、职责不清、专业管理人员缺乏等问题。

(6) 密切关注电改，加强电力市场化改革对分布式多能互补供能模式的影响研究

开放的电力市场对分布式供能项目可靠性和经济性都提出更严格的要求，这就要求在发展分布式供能工程技术方面做出更多的努力；在投资方面也需要创新新的商业模式，因此，需要密切关注电改实施细则，关注可再生能源配额制等政策的落地，为“三放开”对分布式可再生能源发展的影响做深入的研究，避免政策对其发展产生剧烈不利影响。

(7) 开展对“互联网+”下分布式供能与微网结合的发展模式创新研究

当前最活跃的趋势是“互联网+”下的跨界融合。能源行业越来越多的关注点也集中在互联网+下电力行业的发展趋势及金融创新模式上，分布式多能互补与微网结合的清洁供能系统是未来电力供应的一大趋势，将在可再生能源利用方面发挥积极作用，“互联网+分布式能源+金融”的模式值得深入研究与探讨。

我国城镇化发展现状与趋势

要结合能源绿色发展，走“集约、智能、低碳”的新型城镇化道路。从建国至今，我国城镇化经历了六个发展阶段，目前正处于城镇化快速发展阶段向新型城镇化建设转型时期。当前我国城镇化表现出城镇化水平依然很低，城镇化质量不高的特点，与发达国家还有一定差距；同时我国城镇化率存在着自东向西明显的阶梯状分布，中西部城市发育明显不足；我国城镇化速度近年增速放缓，进入慢速增长的新常态。针对我国城镇化发展转型的新形势，我们需要调整心态，结合绿色发展以“集约、智能、低碳”为指导思想，同时在科学的能源保障基础下走符合我国国情的城镇化道路。

党的“十八大”指出，要积极稳妥地推进城镇化，着力提高城镇化质量。要围绕提高城镇化质量，因势利导、趋利避害，积极引导城镇化健康发展。要把有序推进农业转移人口市民化作为重要任务抓实抓好。要把生态文明理念和原则全面融入城镇化全过程，走集约、智能、绿色、低碳的新型城镇化道路。作为经济社会发展的重要引擎，“能源”是城镇化进程中不可避免的重要问题。

当前，我国已进入以城镇化为主体的新时代，2013年，全国城镇化率达到53.73%，到2020年将超60%。城镇化快速推进带动能源消费总量和能源消费结构改变，农村向城镇化差异化转变的时候，带来能源消费总量、用能结构、用能习惯的改变。

（一）我国城镇化发展历程与现状

1. 我国城镇化发展历程

从建国至今，我国城镇化按照城镇化发展水平的不同，建国以来我国城镇化发展大致分为六大阶段。

(1) 城镇化发展的启动阶段(1949-1957)

1949年新中国成立之时，全国仅有城市132个，城镇人口占全国总人口的10.6%。1957年末，城市已发展到176个，比1949年增长了33.3%；城镇人口占全国总人口的15.4%，比1949年增加了4.8个百分点。1949-1957年，除1955年城镇化率低于上年0.2个百分点外，其余年份城镇化率均比上年有所增长。

(2) 城镇化发展的波动阶段(1958-1965)

1958年，我国提出了超英赶美的发展目标带来城镇人口的盲目增长。1959年全国总人口比1958年增加了1213万，而市镇人口却增加了1650万；1958-1959年市镇人口占总人口的比重由16.2%飙升至18.4%。1957-1960年市镇人口由9949万猛增到13073万，增加了3124万，增长了31.4%，平均每年增加1041万人，年递增率达到9.53%，特别是1959年比1958年增长15.39%，是建国以来最高的一年。

(3) 城镇化发展的下滑与停滞阶段(1966-1978)

1966-1976年，全国开始了备战备荒的三线建设，城镇建设不考虑自然、交通等条件，一味强调分散；为保持高积累率，大规模压缩城市基础设施建设投资比重，这一阶段城镇建制工作基本陷于停顿，新设市极少，建制镇也减少了，加上数以千万计的城镇知识青年上山下乡和干部下放，城镇化水平长期徘徊不前。1966-1972年，城镇化水平甚至一路下滑，直至跌落到17.1%，1972年以后，城镇化发展虽然有所提高，但较为缓慢。1972-1978年的六年间，城镇化率总共提高了0.8个百分点。截至1978年底，我国城镇化率才回升到1966年的水平(17.9%)。

(4) 城镇化的恢复发展阶段(1979-1992)

自1978年底实施改革开放政策以来，我国城镇化发展迎来了新的契机。农村剩余劳动力的涌现与农村劳动生产率的提高相伴而生，对城镇化发展形成巨大的推力；与此对应，商品经济发展，投资渠道多元化，城镇基础设施建设步伐加快，城镇就业渠道的拓宽吸引大量农民工进城，对城镇化发展产生拉力。

1984年10月，党的十二届三中全会上提出全面开展城市经济体制改革，实行有计划的商品经济新体制。同年11月，国务院批转民政部关于调整建制镇标准的报告，1986年国务院又批转民政部关于调整市标准和市领导县条件的报告。随着市镇标准的降低，全国城镇数量迅速增加，城镇化水平得以提升。1984-1992年，城市数目由300个增至517个，建制镇由6211个猛增到1.2万个，城镇化率由1984年的23.0%上升到1992年27.6%。

(5) 城镇化的快速发展阶段(1993-2011)

以1992年邓小平南巡讲话以及“十四大”的召开为标志，我国进入了全面建设社会主义市场经济体制时期。随着新一轮经济发展，城镇化步入快速发展时期。1993-2009年，城镇人口由33173万增

加到 62186 万，年均增长 4.3%，城镇化率由 28.0% 提高到 46.6%，年均增长 3.5%。

（6）新型城镇化建设（2012 年至今）

党的十八大强调，要坚持走我国特色新型城镇化道路，推动工业化和城镇化良性互动、城镇化和农业现代化相互协调，促进工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展。“四化同步”是对我国经济社会发展阶段和发展任务的科学把握，是我国现代化建设的新决策、新部署。要求积极稳妥地推进城镇化，着力提高城镇化质量。要围绕提高城镇化质量，因势利导、趋利避害，积极引导城镇化健康发展。要把有序推进农业转移人口市民化作为重要任务抓实抓好。要把生态文明理念和原则全面融入城镇化全过程，走集约、智能、绿色、低碳的新型城镇化道路。

据预测，在今后一段时期内，我国将处于城镇化快速推进时期，“但相对而言，城镇化率每年提高的幅度将会有所减缓，到 2030 年全国城镇化率将达到 68% 左右。

2. 我国城镇化发展现状

城镇化是经济社会发展的必然过程，我国正处于城镇化快速发展阶段。2000 年至 2010 年，城镇人口由 4.6 亿增加到 6.7 亿，城镇化水平由 36.2% 提高到 50.0%。城市规模迅速扩大，城市群、都市圈迅速崛起，现有城市 657 个，建制镇 19410 个，由大中小城市和小城镇构成的城镇体系初步形成。1975 年到 2010 年，我国城镇化率与世界平均水平的差距由 19.9 个百分点缩小到不足一个百分点。

经过十年的努力，城镇和乡村的住房条件、绿化水平、环境质量、饮水条件等都有极大的改善，为居民提供了良好的生活和工作环境。2012 年 8 月国家统计局报告显示，十六大以来我国人口总量低速平稳增长，人口生育继续稳定在低水平，人口文化素质不断改善，城镇化水平进一步提高，人口婚姻、家庭状况保持稳定。报告显示，2011 年城镇化率达 51.3%。

我国城镇化经历了缓慢发展期、加速发展期和快速发展期三个阶段，如今的城镇化表现出多个特点。

第一，城镇化水平依然很低。

主要表现为两个经济现象：一是我国人均 GDP 对应的城镇化率远低于世界大多数国家，只处于中游水平。发达国家城镇化率接近 85%。而人均收入与我国相近的国家城镇化率也在 60% 以上。二是按照霍利斯·钱纳里的理论，一国的工业化率达到 30% 时，城镇化率可以达到 40% 左右；工业化率达到 40% 时，城镇化率一般在 75% 以上。目前我国的工业化率已经接近 40%，但城镇化率才刚刚突破 51%，同等工业化水平下，我国的城镇化率比世界平均水平低 20% 左右。

第二，经济越发达的地区城镇化率普遍越高。

我国城镇化率较高的省份集中在东部地区，尤以环渤海、长江三角洲和珠江三角洲地区更为突出，

中部较发达的省份如黑龙江、湖北等地的城镇化率也超过了全国平均水平，西部地区由于经济发展速度慢，其城镇化水平也相对较低，仅有重庆的城镇化率超过了全国平均水平。

第三，城镇化发展速度普遍较慢。

2002 ~ 2011年，我国31个省市的城镇化率平均增速为1.35%，江苏增速最快，年均增速超过2%，而北京年均增速为0.52，上海仅增长0.04%；中部地区中发展最慢的黑龙江和吉林两省，其城镇化增速也超过了全国平均水平；除了西藏和新疆两省之外，其他西部各省的年均增速超过平均水平。

全国历年城镇化率水平如图1所示：

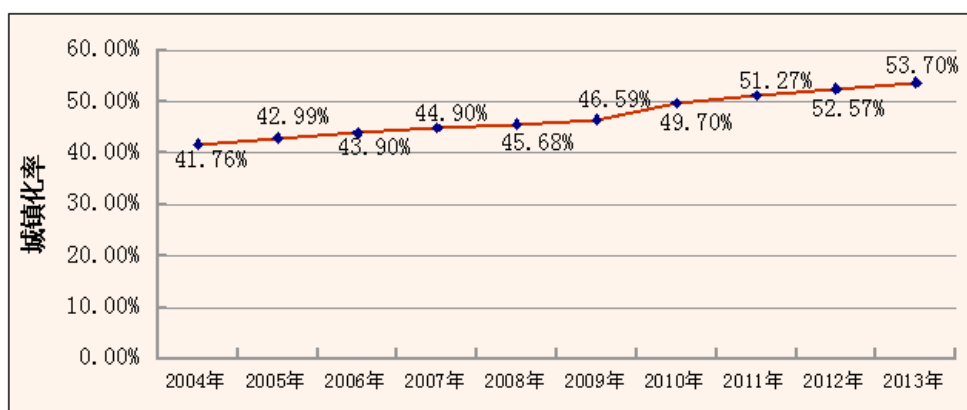


图1 全国历年城镇化率水平

资料来源：国际统计局

（二）我国城镇化发展的区域特点

近年来，我国城镇化进程快速推进。截止2013年底，我国人口城镇化率提高到53.73%，达到世界平均水平。从城镇人口、空间形态标准来看，我国整体上已进入到初级城市型社会；但从生活方式、社会文化和城乡协调标准看，目前我国离城市型社会的要求还有较大的差距。

2012年我国城镇化水平达到52.57%，比上年增长1.3个百分点。2012年，全国各省城镇化发展水平如图2所示。

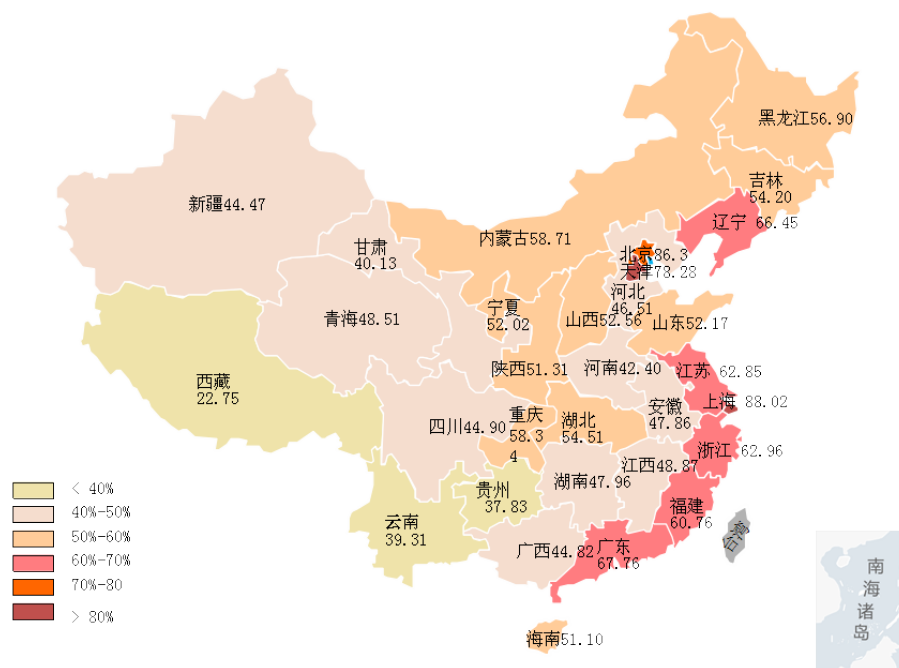


图 2 2013 年各省城镇化发展水平图

资料来源：国家统计局

2013 年的统计数据显示，我国有 18 个省的城镇化率超过 50%，12 个省的城镇化率在 35% 至 50% 之间。其中上海的城镇化率达到 88.02%，排名第一；北京以 86.30% 紧随其后；天津以 78.28% 排名第三。

表 1 2013 年我国各省市城镇化率比较

排名	省级行政区	户籍人口(万人)	常住人口(万人)	城镇人口(万人)	城镇化率(%)
1	上海	1426.93	2415.15	2125.72	88.02%
2	北京	1297.50	2114.80	1825.10	86.30%
3	天津	993.20	1472.21	1152.42	78.28%
4	广东	8635.89	10644.00	7212.37	67.76%
5	辽宁	4374.63	4390.00	2917.20	66.45%
6	浙江	4799.34	5498.00	3461.46	62.96%
7	江苏	7553.48	7939.49	4989.59	62.85%
8	福建	3689.42	3774.00	2293.00	60.76%
9	内蒙古	2470.63	2497.61	1466.35	58.71%
10	重庆	3343.44	2970.00	1732.76	58.34%
11	黑龙江	3831.22	3834.00	2181.55	56.90%
12	湖北	6165.40	5799.00	3161.03	54.51%
13	吉林	2701.50	2751.28	1491.19	54.20%
14	山西	3571.21	3630.00	1908.00	52.56%
15	山东	9580.000	9733.39	5077.83	52.17%
16	宁夏	630.14	654.19	340.28	52.02%
17	陕西	3926.22	3763.70	1931.15	51.31%
18	海南	901.93	895.28	457.46	51.10%

排名	省级行政区	户籍人口(万人)	常住人口(万人)	城镇人口(万人)	城镇化率(%)
19	江西	4503.93	4522.20	2210.00	48.87%
20	青海	565.55	577.79	280.30	48.51%
21	湖南	7179.87	6690.60	3208.80	47.96%
22	安徽	6902.00	6029.80	2885.90	47.86%
23	河北	7185.42	7332.61	3410.55	46.51%
24	四川	9097.35	8107.00	3640.00	44.90%
25	广西	5240.00	4719.00	2115.00	44.72%
26	新疆	2232.78	2264.30	1006.93	44.47%
27	河南	10543.00	9413.00	3990.97	42.40%
28	甘肃	2712.99	2582.18	1036.23	40.13%
29	云南	4596.62	4659.00	1831.45	39.31%
30	贵州	4249.48	3502.22	1324.89	37.83%
31	西藏	300.21	307.62	69.98	22.75%

全国城镇化水平显示出明显的区域差异，请见表 2，从表中可以看出，华北和华东、东北地区区域城镇化率较高，高出国家统计局公布的 53.73% 的全国平均水平；而华中地区、西北和西南地区城镇化水平较低，华南地区城镇化水平接近全国平均水平。

表 2 七大区域城镇化水平比较

区域	所含省级行政区	平均城镇化率
华北地区	北京、天津、河北、山西、内蒙古、山东	62.42%
华东地区	江苏、安徽、浙江、福建、上海、江西	61.89%
东北地区	辽宁、吉林、黑龙江	59.18%
华南地区	广东、广西、海南	54.56%
华中地区	湖北、湖南、河南	48.29%
西北地区	宁夏、新疆、青海、陕西、甘肃	46.72%
西南地区	四川、云南、贵州、重庆	40.63%

注：西南地区不包括西藏，报告其他部分与此相同

我国城镇化发展水平自东向西总体上呈现明显的阶梯状分布。我国东、中、西部地区城镇化发展很不平衡，呈明显的东高西低特征，长三角、珠三角、环渤海三个相对成熟的城市群都分布在东部地区，而中、西部地区城市发育明显不足，这导致了人口长距离大规模流动、资源大跨度调运，极大增加了经济社会运行和发展的成本。这种格局不利于全面推进现代化建设，也不利于保障国家安全。

我国的城镇化存在“大城市病”、“伪城市化”、“半城市化”等诸多过度发展与失衡问题，区域与城市协调发展质量有待进一步提升。在城镇化形态上，一线城市城镇化过度发展，中小城市发展不足，城镇发展规模和层次也与区域发展不能互相支持。尽管城市规模在扩大，但中心城区、中心镇辐射带动能力较弱，对区域发展的引领和带动作用有限，反而深陷各种大城市病和由于城市人口过于集中所凸显出的如房价、就业、交通、治安、贫富分化等社会问题。

目前我国城镇化水平逐步提高，城镇规模和数量不断增加，城市建设取得了显著成就，但是同发达国家城镇化率达到 70%—80% 比较，差异仍然很大，并且我国的城镇化率地区差异仍然很大。根据我国特有的国情，今后加快发展欠发达地区的城镇化建设是经济社会发展的当务之急。

由于超大城市和特大城市对其所在地域，在人才、信息、交通、市场、管理和效益等方面存在较大优势，能够带动周围中小城市共同发展，形成以超大或特大城市为中心的经济圈，以此来带动整个地区的发展。我国改革开放以来，以广州为龙头的珠江三角洲经济圈、以上海为龙头的长江三角洲经济圈、以北京和天津两个超大城市为龙头的环渤海经济圈为全国经济社会发展的带动作用明显增强。可利用超大城市和特大城市的形成重点提高大西北、大西南、北部的城镇化率。

（三）我国城镇化发展未来趋势

1. 我国城镇化已进入转型发展新阶段

《国家新型城镇化规划(2014—2020年)》(下称《规划》)在全国两会后正式公布，是今后一个时期指导全国城镇化健康发展的宏观性、战略性、基础性规划。《规划》提出，我国仍处于城镇化率 30%—70% 的快速发展区间，但延续过去传统粗放的城镇化模式，会带来产业升级缓慢、资源环境恶化、社会矛盾增多等诸多风险，可能落入“中等收入陷阱”，进而影响现代化进程。随着内外部环境和条件的深刻变化，城镇化必须进入以提升质量为主的转型发展新阶段。

我国过去的城镇化过于注重城市建设，把大量资金投向城市的扩张，也就是“土地城镇化”，今后我国的城镇化要转向以人为核心的、提高公共服务的、提高社会事业发展的城镇化，这是提高城镇化质量的核心。“以提升质量为主的转型发展新阶段”需要注重和解决以下问题：城市发展要集约高效，应追求城市空间布局的优化，追求四化同步；城乡要统筹发展，实现城乡一体化，而不是仅简单地将人口从农村转移出去，还要考虑用产业来创造更多的就业岗位，让进城的人们住有所居等。

转型阶段的城镇化将呈现如下几个特点：

（1）城镇化发展速度将逐渐放缓

经济高速增长曾经是推动我国城镇化快速发展的主要动力。当前我国发展面临着国际竞争压力日益加大，国际金融危机的负面影响尚未消除，碳排放、气候变化等国际制约因素的约束增强，以及国际国内资源环境问题的制约增多。特别是国内劳动力和土地成本上升等各种矛盾影响着我国未来宏观经济不可能继续维持高速度增长，也直接影响到我国城镇化速度将会逐步放缓。预计到 2020 年，如果宏观经济增长速度达 6%—8%，城镇化的增速将会维持在 0.7% 左右。

（2）城镇化仍将是带动经济增长的重要引擎，重点是提高城镇化质量

城镇化释放出巨大的投资和消费潜力主要通过两个方面来实现：一是通过农民工市民化，把农村的

消费行为转化为城市居民的消费行为，带动消费需求的增长。我国提高城镇化质量的人口空间接近 16 个百分点，涉及 2.1 亿农民工，加上 7000 万城镇间流动人口，约 2.8 亿人，通过户籍制度改革，把流动型消费转化为定居型消费，可释放的消费潜力巨大。二是通过城市的基础设施建设，带来投资需求的增长。我国现在镇区人口 5 万以上的建制镇有 740 个，实施城镇化政策，解决人口公共服务的基础设施建设也能释放出巨大的投资潜力。因此，促进城镇化转型、提高城镇化质量有利于稳定我国经济增长和城镇化水平的稳步提高。

2. 走符合我国国情的城镇化道路

最近召开的多次中央级别会议特别强调城镇化的重要性，提出要坚持走我国特色城镇化道路。党的十八大报告指出，要坚持走我国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化道路，要以改善需求结构、优化产业结构、促进区域协调发展和推进城镇化为重点，着力解决制约经济持续健康发展的重大结构性问题。2012 年 12 月召开的中央经济工作会议指出，城镇化是我国现代化建设的历史任务，也是扩大内需的最大潜力所在，要围绕提高城镇化质量，因势利导、趋利避害，积极引导城镇化健康发展。习近平在 2013 年 12 月召开的中央城镇化工作会议上指出要紧紧围绕提高城镇化发展质量，切实提高能源利用效率，降低能源消耗和二氧化碳排放强度；不断改善环境质量，减少主要污染物排放总量。

事实上，我国一直注重并积极探索我国特色城镇化道路。早在 1998 年，党的十五届三中全会就提出了“小城镇，大战略”的思想。2000 年党的十五届五中全会通过的“十五”计划建议进一步指出，发展小城镇是推进我国城镇化的一个大战略。过去 30 多年，我国一直鼓励的是中小城镇化模式，但是此政策并未取得预期效果，今天人们看到的小城镇多数属于农村集镇性质，行政级别低，所获得的资源很少，聚集效益差，转移农村人口作用有限，不利于真正实现城镇化。2002 年党的十六大以来，党中央先后提出加快城镇化进程，按照统筹城乡、布局合理、节约土地、功能完善和以大带小的原则，促进大中小城市和小城镇协调发展，走我国特色城镇化道路等战略思想。相比较而言，大城市吸纳就业的能力最强，因而发展小城镇并非城镇化的理想路径选择，未来我国将实行大小城市联动发展的城镇化发展模式，兼顾大中小城市合理分工、协调发展。

2011 年“十二五”规划纲要指出，要积极稳妥推进城镇化，以大城市为依托，以中小城市为重点，促进大中小城市和小城镇协调发展，坚持走我国特色城镇化道路，科学制定城镇化发展规划，促进城镇化健康发展。

未来我国的城镇化将会更加注重提升产业城镇化发展质量，在拆迁、建新楼、扩新区的同时，会更加重视为失地农民或外来务工人员提供多种多样的就业机会，实现地区经济活动由农业生产向工业、服务业的转移。

3. 绿色发展，走“集约、智能、低碳”的新型城镇化发展道路

城镇化是转变经济增长方式最重要的一个主战场。随着工业化、城镇化的推进，以煤炭、电力为代表的能源需求将持续增长，对能源供应的安全、稳定和可持续提出了严峻的挑战。根据国内外的城市化

建设经验，城镇化的快速发展，一定消费大量的能源，这就意味着，能源的储存量是制约我国城镇化建设的重要因素。鉴于这样的状况，在城镇化建设过程中，要走新型城镇化道路，转变人们的观念，优化能源消费结构，开发使用绿色能源。

在新型城镇化的建设中，我国必须坚持绿色发展，扩大绿色能源消费，才能克服我国人口多、能源消耗大、粗放式经济发展等不良因素，加速向生态文明的转型，坚持走可持续发展的道路，促进新型城镇化建设，推动经济的绿色发展。

当今我国的城镇化包括两个战场。一是现有大、中城市周边的新开发区；二是原来农业为主地区走向工业化所形成的中心城镇。在当前严峻的能源环境形势下，两者都需要能源革命提供能源供应的保障。

值得注意的是，迄今数百个各类新区已经制订的“总体发展规划”中，绝大部分包括了土地、人口、产业、市政建设、道路、绿化，水、电、燃气供应等几十种专项规划；却唯独没有一次能源到终端利用的规划。依旧是沿袭几十年来的传统利用模式，政府只管按历史消耗数据外推来规划燃料（煤碳、石油）和电力的供应。除大城市的集中供暖之外，其他终端耗能都由企业和单位、居民自己解决：安设空调机、电（或燃气）热水器，锅炉产蒸汽。正是这种分散、低效的能源利用模式和煤碳占70%的一次能源生产模式是我国能源利用效率低于世界平均水平的主要原因。

从宏观上看，2011年GDP增长9.2%，总能耗增长7.4%，能源弹性系数高达0.8，比“十一五”高出了近四成，两位数的化工、冶金等高耗能产业增长率大大高于GDP的增长率，能源强度仅下降了1.6%而不是预期的3.2%。2011年煤碳消耗达到34.5亿吨，2012年更达36.5亿吨，超过了“十二五”规划2015年的耗量[1]，而且增量的煤只能用于坑口发电和现代煤化工，不可能在用于燃料。节能减排的压力也充分说明，沿袭以耗煤为主的能源生产模式和传统的高耗能、高污染、高排放的能源利用模式是再也不可能持续下去了。

4. 城镇化的推进需要科学的能源保障

十八大在强调转变经济增长方式，实现绿色、低碳、科学发展中指出了城镇化与能源革命两个今后我国经济发展的关键问题。城镇化与能源革命成为了新的经济增长模式的两翼，并且相辅相成、密切相关。

目前，我国快速城镇化的形势仍将继续，能源需求仍将迅速增长，所面临的能源供应压力仍然严峻，传统能源体系无法支撑长远的发展。因此，必须加快能源体系的转型变革。而能源体系的变革既要对现有的大能源体系进行重新设计，又需要技术突破及理念普及。必须将政府引导、市场运作、公众参与三者统一起来，进行三位一体的全面推进。

政府应当注重通过行政、法律和经济手段，引导城镇化的健康有序发展，用行政、财税、规划等手段来弥补市场机制的不足，为能源体系的变革创造良好的外部环境与制度保障。从英、美、日的城镇化历程来看，政府在其中的规划及政策引导起到了重大作用。就能源行业而言，政府应当充分运用市场杠杆实现能源利用的更新换代，并适时出台政策，控制高耗、低效能源产业的建设，鼓励可再生能源发展

及传统能源高效利用。我国正在进行的资源价格改革、对于可再生能源发展的种种鼓励措施正是出于此种考虑，但如何更好地运用看得见和看不见的“两只手”来影响能源行业的发展仍然需要深入思考。

作为能源的使用者的公众，在能源变革中的作用也不可小觑。中国的能源需求正在从规模化向清洁化、智能化过渡，合理引导能源消费向清洁、多元、高效、节约的方向发展，不仅是政府的职责，也是能源企业应当承担的重要责任，市场需求的变化也将最终成为能源体系变革的源头，并同政府支持、企业实践一起，三位一体地促成能源革命的最终完成。

当前，我国已进入以城镇化为主体的新时代，2013年，全国城镇化率达到53.73%，到2020年将超60%。城镇化快速推进带动能源消费总量和能源消费结构改变，农村向城镇化差异化转变的时候，带来能源消费总量、用能结构、用能习惯的改变。我们希望通过调查研究，掌握城镇化推动过程中，城乡居民能源需求真实数据，对比城乡居民用能差异和发展趋势，获得可靠的第一手资料，同时结合当前的能源形势，通过科学的能源规划，为城镇经济社会平稳发展提供能源保障。

二
一

中国居民生活 能源消费现状

我国居民生活能源消费占能源消费总量的比例相对稳定，生活能源消费结构正朝着低碳化方向发展。我国既是能源生产大国，也是世界能源消费大国之一，2014年全年我国能源消费总量42.6亿吨标准煤，同比增长2.2%，煤炭消费量占能源消费总量的66.0%，水电、风电、核电、天然气等清洁能源消费量占能源消费总量的16.9%。同时，随着我国能源消费总量增长，近年来我国居民生活能源消费总量也呈不断上升趋势，2012年全国居民生活能源消费总量达到39666万吨标准煤，比1980年增长了4.14倍。但是，我国居民生活能源消费占能源消费总量的比例相对稳定，基本稳定在10%—11%之间。

从我国居民生活能源消费结构及人均生活能源消费来看，近年来我国居民生活能源消费结构也在朝着低碳化方向发展，人均生活用能量在逐年提高，但人均生活用煤比例逐渐下降，生活用电和天然气大幅上升，煤炭在我国的居民生活能源消费中所占的比例是在不断缩小。据统计，我国人均生活用能量从1980年的112千克标准煤提升2012年的294千克标准煤，增速较大，我国已正式进入工业化的高速发展阶段，今后随着我国国民经济的增长和城镇化率的不断提高，我国居民的生活能源消费需求还将快速增长。同时，随着我国城镇化进程加快和居民生活水平的提高，大量的家用电器进入到居民的日常生活中，加之我国广大城镇及乡镇逐渐用上管道天然气、液化石油气和热力等，这些都带动我国居民生活用电力和天然气等清洁高效能源在不断增加。据统计，我国人均生活电力消费由1980年的11千瓦时/人上升到2012年的460千瓦时/人，人均生活天然气消费量由1980年的0.20立方米/人上升到2012年的21.3立方米/人。

（一）我国能源消费情况

我国既是能源生产大国，也是世界能源消费大国之一。20 世纪 90 年代以来，我国一次能源生产和消费量都实现了较快速度的增长。进入 21 世纪以来，我国人均能耗平均增速为 8%，远高于世界同期 1.4% 的平均水平。据国家统计局初步核算，2014 年全年我国能源消费总量 42.6 亿吨标准煤，同比增长 2.2%（2013 年我国能源消费总量 37.5 亿吨标准煤），其中：煤炭消费量下降 2.9%，原油消费量增长 5.9%，天然气消费量增长 8.6%，电力消费量增长 3.8%。

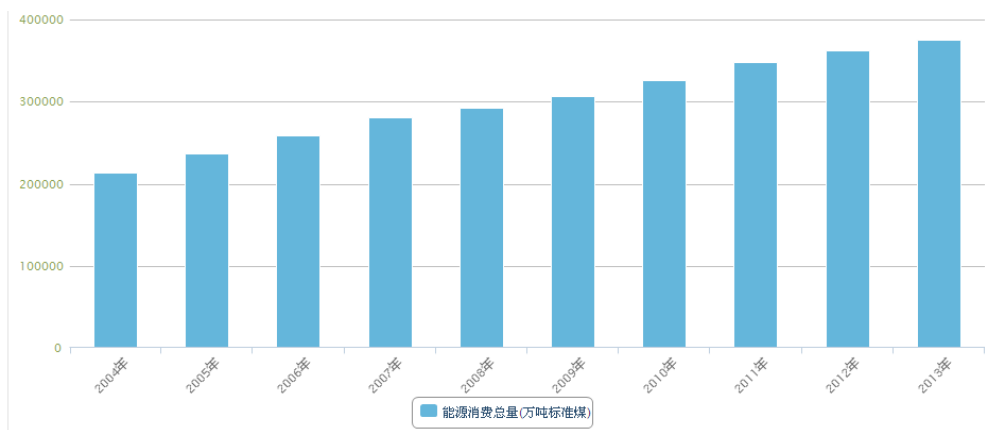


图 3 2004-2013 年我国能源消费总量

同时，我国是世界上少数几个（其他如南非、印度）主要依赖煤炭资源的国家。20 世纪 60-70 年代，煤炭在我国一次能源消费结构中的地位高达 80% 以上，80-90 年代虽有所降低，基本都在 70% 以上；自改革开放特别是 90 年代以来，我国能源结构总体上朝着优质化方向发展，2008 年我国消费的一次商品能源中，煤炭占 69%、石油占 18%、天然气占 3.4%、水电和核电各占 6.6%、0.8%。近年来随着石油消费猛增，煤炭在我国能源消费总量中的比重有所下降，2014 年我国煤炭消费量占能源消费总量的 66.0%，水电、风电、核电、天然气等清洁能源消费量占能源消费总量的 16.9%。尽管我国能源消费结构朝着低碳优质化方向发展取得较好的成绩，我国一次能源消费中煤炭占比仍然远高于世界平均水平的 27% 和美国的 20%，油气、水电、核电比重略低于国际水平。

我国以煤炭、石油等化石能源为主的能源结构导致温室气体排放和其他各种污染排放不断激增，致使我国在环境保护、气候变化上面临着巨大的国际压力和国内挑战。“十二五”期间是我国落实 2020 年非化石能源比重达到 15%、单位 GDP 二氧化碳排放量比 2005 年降低 40%-45% 的承诺的关键阶段，我国亟需大力发展天然气、核电、可再生等清洁能源以优化能源结构，我国调整和改善能源结构的任务仍然十分艰巨。

（二）我国居民生活能源消费总体分析

1. 全国居民生活能源消费总量总体呈上升趋势

生活用能是指居民在日常生活中的能源消耗。近年来，随着国民经济的快速增长，我国居民生活

水平不断提高，各类家用电器及新的交通工具不断在普通居民家庭中得到普及，这样就需要耗费更多的能源，由此带来我国居民生活用能量在不断提高。据国家统计局数据显示，我国居民生活能源消费总量从 1980 年的 9583 万吨标准煤，增长到 2012 年的 39666 万吨标准煤，增长了 4.14 倍。

表 3 1980-2012 年全国居民能源消费量 (单位：万吨标准煤)

年份	消费量	年份	消费量	年份	消费量
1980	9583	1991	15993	2002	17162
1981	10064	1992	15636	2003	19765
1982	10313	1993	15731	2004	22768
1983	10910	1994	15413	2005	25305
1984	11762	1995	15745	2006	27765
1985	13318	1996	14672	2007	30814
1986	13583	1997	14677	2008	31898
1987	14323	1998	14780	2009	33843
1988	15534	1999	15258	2010	34558
1989	15583	2000	15614	2011	37410
1990	15800	2001	16183	2012	39666

数据来源：中国统计年鉴 2013、中国能源统计年鉴，国家统计局

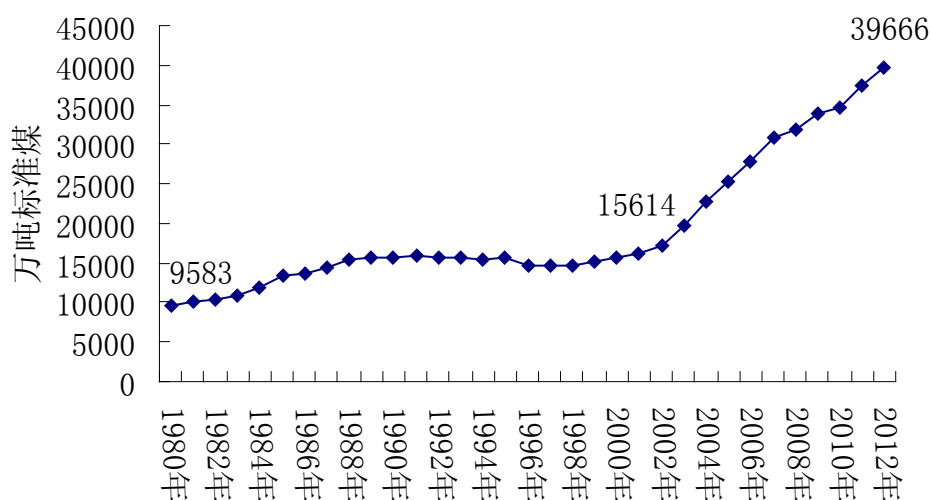


图 4 1980-2012 年我国居民生活能源消费总量及变化

数据来源：国家统计局

2. 全国居民生活能源消费占能源消费总量的比例相对稳定

按行业划分，一般将能源消费构成分为：①农、林、牧、渔、水利业；②工业；③建筑业；④交通运输、仓储和邮政业；⑤批发、零售业和住宿、餐饮业；⑥其他行业；⑦生活消费。随着国民经济的增长和城

镇化率的提高，从 1995 年到 2012 年，全国各行业能源消费量与居民生活能源消费量始终处于上升趋势，但是各行业能源消费所占全国能源消费总量的比例却变化不大。其中，工业能源消费是全国各行业能源消费最高的，占到了能源消费总量的 70% 左右；生活能源消费所占比重仅次于工业，1995 年生活消费所占能源消费总量的比例为 12.00%，2000 年时这个比例为 10.73%，2012 年为 10.97%。这就表明，我国居民生活能源消费总量随着能源消费总量的增长而增长，说明我国已经正式进入工业化的高速发展阶段。未来随着能源消费总量的上升，对生活能源的需求也可能会越来越大。

表 4 生活能源消费量占能源消费总量的比例 (2005-2012 年)

年份	能源消费总量 (万吨标准煤)	生活消费能源消费总量 (万吨标准煤)	占比 (万吨标准煤)
2012 年	361732	39,666	11.0%
2011 年	348002	37,410	10.7%
2010 年	324939	34,558	10.6%
2009 年	306647	33,843	11.0%
2008 年	291448	31,898	10.9%
2007 年	280508	30,814	11.0%
2006 年	258676	27,765	10.7%
2005 年	235997	25,305	10.7%

资料来源：国家统计局

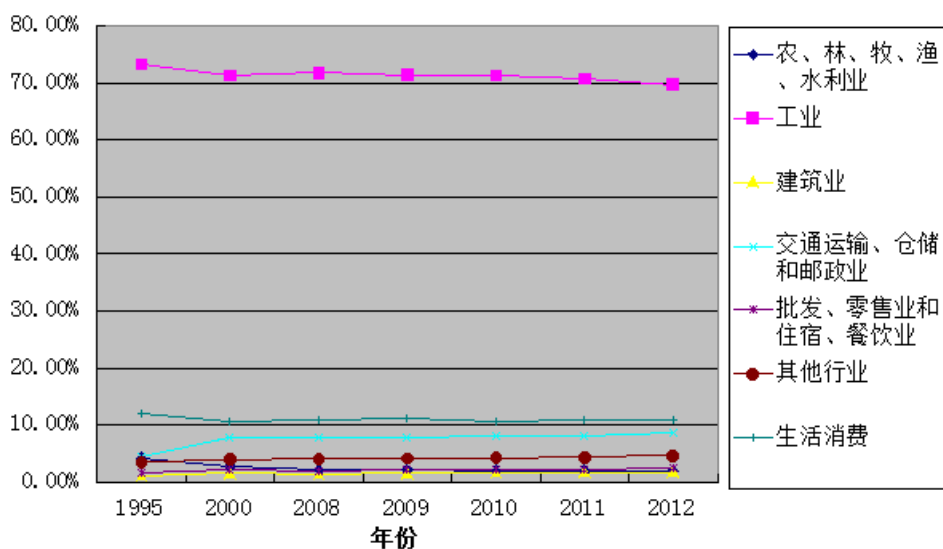


图 5 各行业能源消费所占比例及变化趋势

资料来源：国家统计局

3. 人均生活能源消费量逐年增加

人均生活能源消费量体现了一个国家的经济发展水平和人民生活水平的重要标志。近年来，我国人均生活用能量也在逐年提高，从1980年的112千克标准煤提升至2000年的124千克标准煤，到2012年全国人均生活用能量已经达到294千克标准煤，增速较大。

但是，与世界人均能源消费量相比较，我国由于人口基数较大，虽然可供消费的能源总量大，但是人均能源消费量却低于世界人均能源消费水平。据美国能源信息署发布的数据，2009年美国能源消费总量23.82亿吨标准油，按照国际方法折算，2009年我国能源消费折合成标准油为21.46亿吨标准油，比美国少2亿多吨标准油，但我国人均消费能源1.61吨标准油，约为美国的五分之一。

表5 1980-2012年全国人均生活用能量

年份	生活能源 千克标准煤	年份	生活能源 千克标准煤	年份	生活能源 千克标准煤	年份	生活能源 千克标准煤
1980	112	1990	139	2000	124	2010	258
1981	101	1991	139	2001	127	2011	278
1982	102	1992	134	2002	134	2012	294
1983	107	1993	133	2003	153		
1984	113	1994	129	2004	176		
1985	127	1995	131	2005	194		
1986	127	1996	121	2006	212		
1987	132	1997	119	2007	234		
1988	141	1998	119	2008	241		
1989	139	1999	122	2009	254		

数据来源：中国能源统计年鉴2013，国家统计局

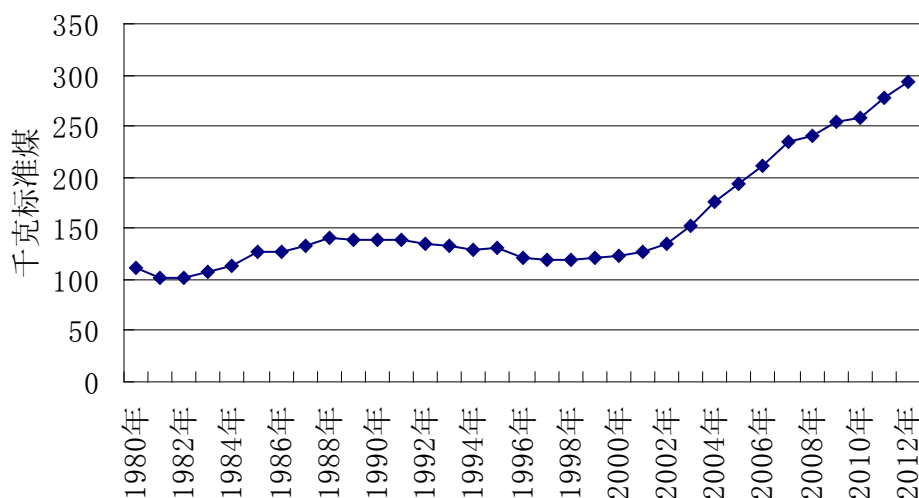


图6 1980-2012年我国人均生活能源消费总量

数据来源：国家统计局

4. 居民生活能源消费结构不断低碳化，人均生活用煤比例逐渐下降，生活用电和天然气大幅上升

根据国家统计局最新数据显示，从 1980 到 2012 年，我国居民生活能源消费结构发生了很大的变化，其中煤炭的消费量由 11574 万吨下降到的 9212 万吨，降幅达到了 20.4%；电力的消费量由 105 亿千瓦时上升到 5620 亿千瓦时，上涨了近 53 倍；天然气消费量由 2 亿立方米上升到 264 亿立方米，上涨了 132 倍。

表 6 2003-2011 年我国居民生活能源消费总量及变化

指标	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
生活能源消费量 (万吨标准煤)	25,305	27,765	30,814	31,898	33,843	34,558	37,410	39,666
生活煤炭消费量 (万吨)	10,039	10,036	9,761	9,148	9,122	9,159	9,212	9,153
生活煤油消费量 (万吨)	25	23	19	13	19	19	23	26
生活液化石油气消费量 (万吨)	1,329	1,456	1,638	1,457	1,496	1,457	1,607	1,635
生活天然气消费量 (亿立方米)	79	103	143	170	178	227	264	288
生活煤气消费量 (亿立方米)	145	166	186	184	166	167	146	137
生活热力消费量 (百万千焦)	52,044	56,948	57,689	62,765	67,000	67,410	70,044	77,608
生活电力消费量 (亿千瓦时)	2,885	3,352	4,063	4,396	4,872	5,125	5,620	6,219

数据来源：中国能源统计年鉴

同时，从表 7 中我们可以看出，近三十年来我国人均能源消费量的不断上涨和人均生活煤炭消费的下降表明，煤炭在我国的居民生活能源中所占的比例在不断缩小，但是由于煤炭使用方便和易于存储运输等特点，煤炭在现有的居民生活能源消费结构中仍占有相当大的比例，大约为 20% 左右。与人均煤炭消费量下降相反的是，近三十年来，我国人均生活用电量 and 人均生活用天然气量的显著上涨，其中人均生活电力消费由 1980 年的 11 千瓦时 / 人上升到 2012 年的 460 千瓦时 / 人，人均生活天然气消费量由 1980 年的 0.20 立方米 / 人上升到 2012 年的 21.3 立方米 / 人。这是因为随着我国城市化进程的加快和居民生活水平的提高，大量的家用电器进入到居民的日常生活中，从而带动生活电力消费量的大幅上涨，电力和天然气这样清洁高效的能源在居民的日常生活中更具有优势，更易于居民接受和使用，伴随着居民收入的提高，电力和天然气的需求还会持续增长。

此外，我国其他生活能源所占的比例上升主要是因为液化石油气和热力的广泛应用，说明我国的生活能源消费结构从 1980 年以煤炭等固体能源消费为主逐步转向电力、天然气等清洁高效的能源消费。

表 7 1980-2012 年我国人均主要生活用能变化

类别	人均生活用煤炭	人均生活用电力	人均生活用液化石油气	人均生活用天然气	人均生活用煤气
单位	千克	千瓦小时	千克	立方米	立方米
1980	118	11	0.4	0.2	1.4
1981	122	12	0.5	0.2	1.4
1982	124	12	0.5	0.2	1.5
1983	128	13	0.6	0.1	1.5
1984	135	15	0.6	0.4	1.6
1985	149	21	0.9	0.4	1.3
1986	148	23	1.1	0.6	1.3
1987	152	26	1.1	0.7	1.6
1988	159	31	1.2	1.4	1.6
1989	152	35	1.4	1.5	2.4
1990	147	42	1.4	1.6	2.5
1991	143	47	1.8	1.6	3.2
1992	127	55	2.1	1.8	4.4
1993	123	63	2.5	1.5	4.6
1994	109	73	3.2	1.7	6.3
1995	112	83	4.4	1.6	4.7
1996	83	88	5.9	1.7	6.4
1997	77	99	6.2	1.7	8.9
1998	73	104	6.9	1.9	9.7
1999	70	109	6.8	2.1	9.3
2000	67	115	6.8	2.6	10.0
2001	66	127	6.7	3.3	9.4
2002	66	138	7.6	3.6	9.8
2003	70	160	8.6	4.0	10.2
2004	75	184	10.4	5.2	10.7
2005	77	221	10.2	6.1	11.1
2006	77	256	11.1	7.8	12.7
2007	74	308	12.4	10.9	14.1
2008	69	332	11.0	12.8	13.9

类别	人均生活用煤炭	人均生活用电力	人均生活用液化石油气	人均生活用天然气	人均生活用煤气
单位	千克	千瓦小时	千克	立方米	立方米
2009	69	366	11.2	13.3	12.5
2010	68	383	10.9	17.0	12.5
2011	69	418	12.0	19.7	10.9
2012	68	460	12.1	21.3	10.2
2012	68	460	12.1	21.3	10.2

数据来源：根据中国能源统计年鉴近年数据整理

三

城乡居民生活能源 消费差异调查分析

我国城乡居民的生活用能情况存在较大差异，农村居民生活用能增速高于城镇。改革开放以来，多种原因造就我国城镇居民的生活水平要普遍高于农村居民的生活水平，相应的在生活能源消费上，我国城镇居民的生活用能情况也与农村居民的生活用能存在较大差异。总的来讲，近 30 年来我国城镇居民人均生活用能一直高于全国平均水平，2012 年城镇居民人均生活用能是全国人均生活用能的 1.2 倍。同时，近年来，随着我国新农村建设及新型城镇化进程的推进，我国农村居民人均生活用能大幅增长，农村居民人均生活用能增速远远超过城镇居民人均生活用能增速，这也在很大程度上反映出我国农村居民生活能源消费趋同于城镇居民，而且我国农村居民与城镇居民人均生活用商品能源的差距在逐年缩小，城镇居民人均生活用能与农村居民人均生活用能的比例在不断下降。

从居民用能品种来看，近年来虽然我国居民生活用煤炭消费总量增速放缓，但是煤炭仍然是我国城镇和农村居民日常生活中主要的能源产品，且近五年来我国农村居民生活用煤炭总量基本保持在城镇居民生用煤炭总量的 1.6-1.8 倍左右，农村居民人均生活用煤水平一直高于全国人均生活用煤水平，这主要是西北地区的广大农村在炊事和采暖方面还主要依靠煤炭为主造成的。

目前，我国城乡居民生活电力消费主要体现在家用电器用电方面，包括电冰箱、洗衣机、空调等，尤其是家用空调、冰箱、计算机等电器及电子设备在农村家庭的普及率也在不断提高，据统计近五年我国城镇居民生活用电量基本保持在农村居民生用电量的 1.3-1.4 倍左右，但是我国农村居民生活用电量增速高于城镇居民生活用电总量增速，且农村居民人均生活用电水平和全国人均水平的差距也在不断缩小，并将于城镇居民人均生活用电量趋同。

目前，液化气是我国乡镇城镇化过度过程中主要使用的炊事燃料。近年来我国城乡居民生活用液化

气消费量基本呈上升趋势，2012 年我国城镇居民生活用液化气总量是农村水平的 2.2 倍，城镇居民人均生活用液化气量是农村的 2 倍。今后，随着我国城市天然气管网等基础设施的完善，越来越多的居民炊事用液化气将被管道天然气所取代。

近年来，我国居民生活用管道天然气普及率上升明显，到 2012 年居民生活管道天然气消费量比 2008 年实现翻番，达到 257.3 亿立方米，其中城镇居民生活用管道天然气占据全国居民生活用管道天然气的 98% 以上，且城镇居民人均生活用天然气是农村的 61 倍。未来，随着我国城镇化进程推进与城市燃气管网设施的不断发展及健全，以及页岩气和煤层气等非常规天然气气源的不断增加，天然气在我国居民炊事用燃气中的比重还将大幅增加。

在交通用能方面，虽然城镇和农村居民在交通出行方式上有较大差异，城镇居民出行主要以公共交通工具和小汽车为主，农村居民出行以公共交通工具、电动车、摩托车为主，但我国城乡居民生活用汽油总量总体保持快速增长，2012 年我国居民生活用汽油消费总量为 3301.1 万吨，约是 2008 年 1349.6 万吨的 2.5 倍。同时，我国城镇居民生活用汽油量基本上保持在农村居民生活用汽油总量的 3 倍以上，这主要还是由于城镇小汽车的使用要明显高于农村。此外，从近五年数据来看，我国城镇居民人均生活用汽油量与农村居民人均生活用汽油量都在快速增长，但这两者之间的比例却在不断下降，可见我国农村居民交通用小汽车带来的生活能源消费在不断增加。

目前，我国城乡居民对可再生能源的利用主要是对风能、太阳能、生物质能源等的利用。在风电方面，目前我国风能利用主要是进行发电，包括百万千瓦级的大型风电基地与离网型的小风机发电，无论是哪一种风能利用方式，最终要么直接入大电网分销至全国各地消纳，要么就是直接就地解决偏远地区的离网居民家庭照明用电，这在我国城镇和农村居民的用电消费中区别不大。在太阳能利用方面，主要有太阳能光伏发电（包括太阳能屋顶发电和大型电站）与太阳能热利用，目前从整体上来讲，受国家“金太阳”示范工程及“分布式光伏”发展利好政策的影响，我国城镇及农村也都建立了部分太阳能光伏发电项目，且光伏发电项目运行良好；太阳能热利用在我国城镇和农村，尤其是农村分户居住家庭中的利用更是优势明显。在生物质能方面，主要体现在我国农村居民对沼气和薪柴的利用，如广西凭借丰富的生物质资源，生物质沼气发展较快；我国城镇对生物质能源的利用较少，更多的体现在城市垃圾的集中处理与利用方面。此外，可再生能源利用一个突出的特点就是要因地制宜，结合当地可再生能源资源的分布情况，开展分布式利用，但是目前我国城乡居民对分布式能源的认识还不足，甚至部分省份的政府人员对分布式能源的重视程度也不够。

在我国的能源统计年鉴中，居民生活能源的统计指标包括煤炭、煤油、液化石油气、天然气、煤气、热力和电力共 7 个指标的消费量。本研究将主要选取居民生活能源消费总量、煤炭消费量、电力消费量、液化石油气、天然气以及热力等几个典型能源消费指标来探寻我国城镇居民与农村居民在生活能源及能源消费结构上的差异。

（一）城镇与农村居民生活用能总量现状及差异

改革开放以来，由于我国实行优先发展城市的政策，从而导致了城市的高速发展，而农村则一直处于落后状态，造成城市和农村在能源资源和工业基础上存在较大差异，所以城市的发展速度要远远快于农村的发展，城镇居民的生活水平要高于农村居民的生活水平，相应的在生活能源的消费上，城镇居民的生活用能情况也与农村居民的生活用能情况存在较大差异。

1. 城镇居民人均生活能源消费高于全国平均水平

自上世纪 80 年代以来，我国城镇居民人均生活用能经历了先是大幅下降，之后又大幅反弹，快速增长的过程。据国家统计局数据，1980 年我国城镇居民人均生活用能为 332 千克标煤，到 2000 年城镇居民人均生活用能下降到 210 千克标煤，此后开始快速增长，到 2012 年为 339 千克标煤。

尽管城镇居民人均生活用能经历较大的起伏变化，但近 30 年来我国城镇居民人均生活用能一直高于全国平均水平，2012 年城镇居民人均生活用能是全国人均生活用能的 1.2 倍，从城镇居民用能与全国居民用能的比例趋势来看，未来该比例还将不断下降，其中一个主要的原因就是我国农村居民人均生活用能不断上升。

表 8 我国城镇居民与农村居民人均生活用能比较

年份	全国 (千克标煤/年·人)	城镇 (千克标煤/年·人)	农村 (千克标煤/年·人)	城镇/ 农村	城镇/ 全国
1980	112	332	60	5.5	3.0
1981	101	290	55	5.3	2.9
1982	102	281	56	5.0	2.7
1983	107	283	59	4.8	2.7
1984	113	288	63	4.6	2.5
1985	127	307	72	4.3	2.4
1986	127	306	71	4.3	2.4
1987	132	300	76	3.9	2.3
1988	141	307	84	3.7	2.2
1989	139	297	84	3.5	2.1
1990	139	298	83	3.6	2.1
1991	139	292	83	3.5	2.1
1992	134	267	85	3.1	2.0

年份	全国 (千克标煤/年·人)	城镇 (千克标煤/年·人)	农村 (千克标煤/年·人)	城镇/ 农村	城镇/ 全国
1993	133	258	86	3.0	1.9
1994	129	238	86	2.8	1.8
1995	131	242	86	2.8	1.9
1996	121	238	71	3.4	2.0
1997	119	226	71	3.2	1.9
1998	119	218	71	3.1	1.8
1999	122	213	75	2.9	1.8
2000	124	210	76	2.7	1.7
2001	127	207	80	2.6	1.6
2002	134	210	87	2.4	1.6
2003	153	232	102	2.3	1.5
2004	176	256	119	2.2	1.5
2005	194	279	132	2.1	1.4
2006	212	298	145	2.0	1.4
2007	234	320	163	2.0	1.4
2008	241	319	173	1.8	1.3
2009	254	325	190	1.7	1.3
2010	258	315	204	1.5	1.2
2011	278	327	228	1.4	1.2
2012	294	339	246	1.4	1.2

2. 农村居民商品能源人均消费增速超过城镇，且两者的差距也在逐渐缩小，但是农村居民总的生活用能高于城镇

我国农村居民人均生活用能变化基本上与全国人均生活用能变化保持一致，均呈现出快速增长的趋势。据国家统计局数据，我国农村居民人均生活用能从 1980 年的 63 千克标准煤，到 2000 年上升至 76 千克标准煤，到 2010 年增加到 204 千克标准煤，到 2012 年增加到 246 千克标准煤，基本上一直保持上升趋势，尤其是 2000 年之后，随着我国新农村建设及新型城镇化进程的推进，我国农村居民人均生活用能大幅增长，农村居民人均生活用能增速远远超过城镇居民人均生活用能增速，这也在很大程度上反映出我国农村居民生活能源消费趋同于城镇居民。

同时，近年来，随着我国农村居民人均用能快速增长，农村居民与城镇居民人均生活用商品能源的差距在逐年缩小，城镇居民人均生活用能与农村居民人均生活用能的比例在不断下降。据国家统计局数据，该比例由 1980 年的 5.5 倍下降到 1990 年的 3.6 倍，到 2000 年下降到 2.7 倍，到 2010 年下降至 1.5 倍，到 2012 年城镇居民人均生活用能与农村居民人均生活用能的比例已经缩小至 1.4 倍，这说明由于我国城市化进程的加快，农村居民的生活用能消费逐渐趋向于城镇居民。但是，考虑到我国农村家庭，尤其是北方农村地区还在大量使用秸秆、薪柴、家庭沼气、未纳入统计的散煤燃烧等非商品能源，我国

农村居民总的生活用能量要高于城镇。如据调查，我国北方农村家庭，一个取暖季平均烧 2-3 吨散煤，平均一年还要燃烧 1-2 吨秸秆或薪柴等。

目前我国已经进入工业化的高速发展期，经济的增长导致了城市化进程的加快，这一时期对生活能源的需求量也会不断增加，同时农村居民的能源消费结构越来越趋向于城镇居民，城乡居民生活能源的消费差距不断缩小，表明城市化进程的加快会导致人均能源消费的增长，从而影响生活能源消费总量，拉动生活能源消费不断上涨。预计未来，随着我国城市反哺农村政策的实施以及新农村建设的不断发展，城乡居民用能的差距还将可能不断缩小。

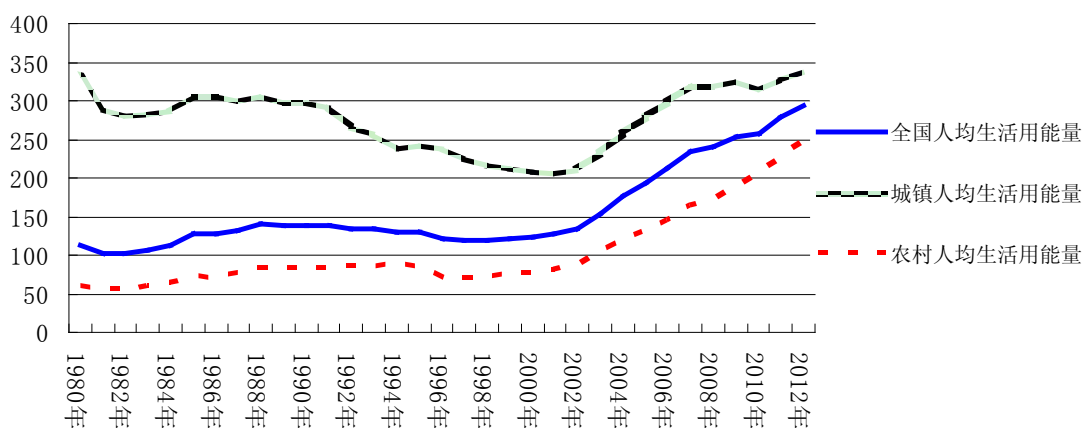


图 7 1980-2012 年我国城乡居民人均生活用能量变化趋势

数据来源：中国统计年鉴 2013

3. 农村居民城镇化后商品能源消费大幅增加

在本次调查的 485 户家庭中，有 172 户家庭经历从农村转为城镇居住，约占被调查家庭总数的 35.46%。其他的 313 户家庭则要么一直居住在农村，或者主要为城市居住家庭。

在这 172 户经由农村搬至城镇的居住地转变后，其家庭能源消费总量，包括家庭照明用电费、燃气费，以及汽油等交通燃料方面的花费基本上都比以往增加了。其中 123 户家庭明确表示其家庭用能有较大幅度的增长，占 71.5%；43 户家庭表示其家庭用能比以往稍有增加，占 25%；3 户表示家庭用能基本没有发生变化，3 户家庭表示其家庭用能有所减少。

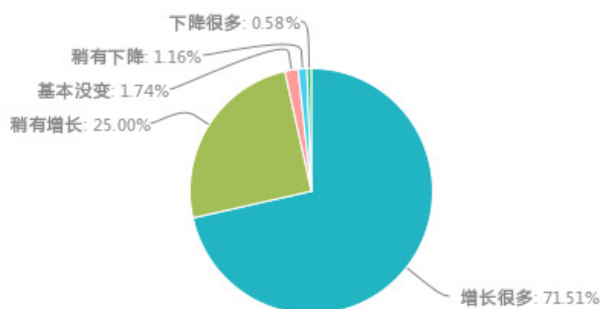


图 8 城镇化过程中居民能源消费总体变化情况

（二）城镇与农村居民生活用煤炭现状及差异

近些年来随着国民经济的发展和居民生活水平的不断提高，电力和天然气的消费量逐步提高，煤炭的消费量由明显下降，但是受原有的能源消费行为的影响，煤炭的消费量仍处于领先地位，煤炭仍然是我国城镇和农村居民日常生活中主要的能源产品。

1. 我国居民生活用煤炭消费总量增速放缓

据中国能源统计年鉴数据，近年来我国居民生活用煤炭维持小幅增长态势，由 2008 年的 10451 万吨增加到 2012 年的 12035 万吨，年均增长率为 3%。其中，2012 年我国农村居民生活用煤炭总量为 7338 万吨，城镇居民生活用煤炭总量为 4697 万吨。可见，生活用煤炭主要应用在农村居民家庭，且我国农村居民生活用煤炭量要远高于城镇居民生活用煤炭总量，近五年来我国农村居民生活用煤炭总量基本保持在城镇居民生活用煤炭总量的 1.6-1.8 倍左右，尤其是在我国北方地区，生活用能主要还是煤炭，所以煤炭在当地占据了能源消费量的相当比例，且由于受所在地经济条件和基础设施的限制，天然气和煤气的使用量较少。

近年来，随着我国居民生活水平不断提高，居民对生活用能的清洁化也越来越重视，城乡居民生活用煤炭量的增幅已经明显开始下降，比较突出的是我国城镇居民生活用煤炭消费量在 2012 年同比出现负增长 3.3%，农村居民生活用煤炭年增长率也已经由 2008 年的 3.1% 下降至 1.5%。

表 9 2008-2012 年我国城镇和农村居民生活用煤炭总量情况

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
全国居民生活煤炭消费总量（万吨）	10451	10732	11425	12087	12035
城镇居民生活煤炭消费量（万吨）	3751	3822	4463	4856	4697
农村居民生活煤炭消费量（万吨）	6700	6910	6962	7232	7338
城镇增速		1.9%	16.8%	8.8%	-3.3%
农村增速		3.1%	0.7%	3.9%	1.5%
农村与城镇的比例	1.8	1.8	1.6	1.5	1.6
城镇占比	35.9%	35.6%	39.1%	40.2%	39.0%
农村占比	64.1%	64.4%	60.9%	59.8%	61.0%

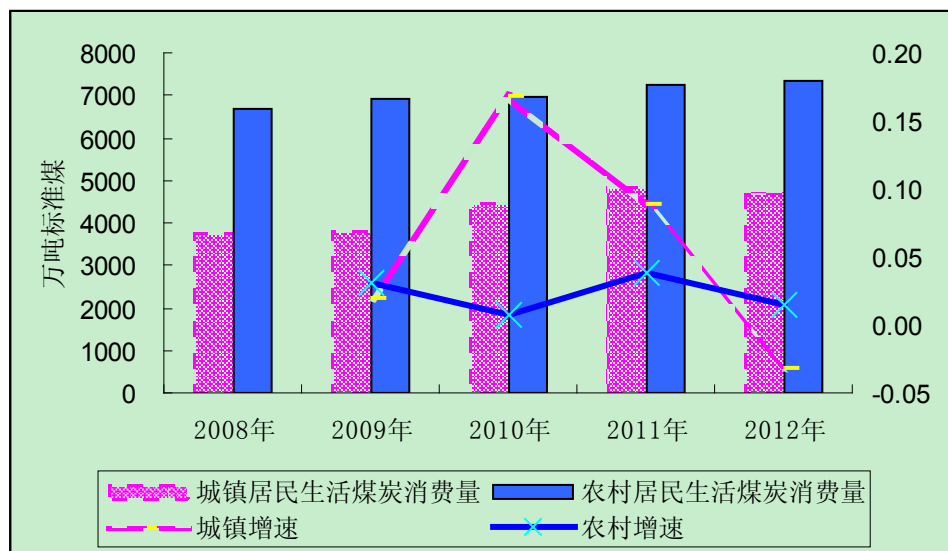


图 9 2008-2012 年我国城镇和农村居民生活用煤炭总量及增长情况

2. 农村居民人均生活煤炭消费量高于城镇

从我国居民人均生活用煤炭消费量来看，全国居民人均生活用煤炭量仍保持小幅增长，但人均煤炭消费增幅有所下降。据统计计算结果，2008 年我国人均生活用煤炭消费量为 79.7 千克，到 2012 年增长到 89.5 千克。其中，2012 年我国城镇居民人均生活用煤炭消费量为 65.6 千克，农村居民生活用煤炭消费量为 116.6 千克，约为城镇人均用煤量的 1.8 倍。

同时，据近五年数据，我国农村居民人均生活用煤水平一直高于全国人均生活用煤水平，这主要是西北地区的广大农村在炊事和采暖方面还主要依靠煤炭为主造成的。

表 10 2008-2012 年我国城镇和农村居民人均生活煤炭消费情况

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
全国居民人均生活煤炭消费总量 (千克/人·年)	79.7	81.2	85.8	90.4	89.5
城镇居民人均生活煤炭消费量 (千克/人·年)	60.4	59.7	66.5	70.1	65.6
农村居民人均生活煤炭消费量 (千克/人·年)	97.0	101.4	105.5	112.1	116.6
农村与城镇的比例	1.6	1.7	1.6	1.6	1.8

数据来源：中国能源统计年鉴

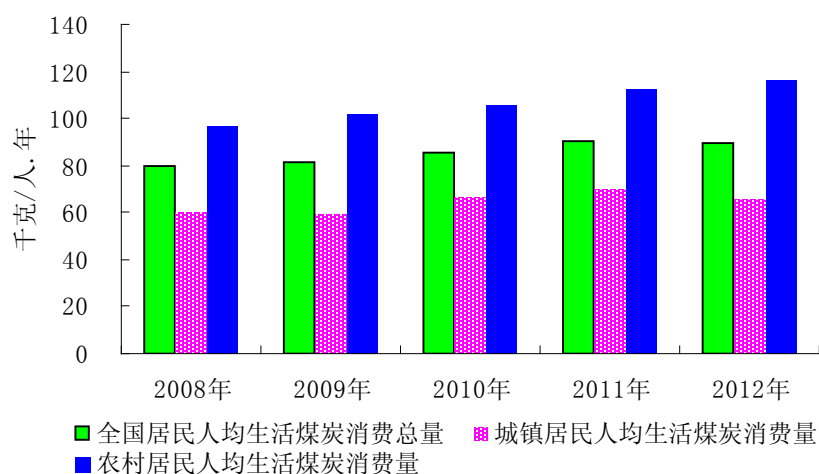


图 10 2008-2012 年我国城镇和农村居民人均生活煤炭消费量

数据来源：中国能源统计年鉴

3. 城乡居民生活用煤炭差异调查分析

目前，我国城乡居民生活用煤炭主要体现在家庭采暖及炊事用煤方面，且煤炭一直在我国居民生活能源消费中占有很大的比例，大量煤炭的使用，在促进我国经济高速增长和提高居民生活水平的同时，也对我们的生活环境造成了严重的污染。近些年来随着城市化进程的推动，尽管电力和天然气等清洁能源的使用比例逐步提高，但煤炭由于其使用和运输便利的特点，仍是我国生活能源的第一选择，尤其是在我国西北部的广大农村地区。例如，在我国新疆哈密地区，农村居民煤炭消费的总量呈逐年上升的趋势，一般农户家庭的炊事和取暖基本上是燃煤解决，通常用于日常炊事、冬季供暖和洗浴等；随着农村生活水平的提高，农村居民年度燃煤量呈逐年上升的趋势，如哈密三连农村地区家庭煤炭消费量在 2009 年时约为 2.1 吨，2012 年约为 2.7 吨，2013 年约为 3 吨。

(1) 城乡居民家庭取暖的基本情况与区别

根据样本显示，在本次被调查的 485 份有效调查问卷中，城乡居民家庭取暖的主要方式为集中供暖居多，共 204 户，所占比例约为 42%；电暖器及空调采暖分别居于第二、第三位，占比依次为 27% 和 17% 左右。其他方式还有土炕、煤炉、火盆等，主要是农村地区常用的取暖方式，而空调、燃气壁挂炉等取暖方式多以收入水平较高的城镇居民家庭所采用，取暖的方式在农村与城镇之间有很大差异。

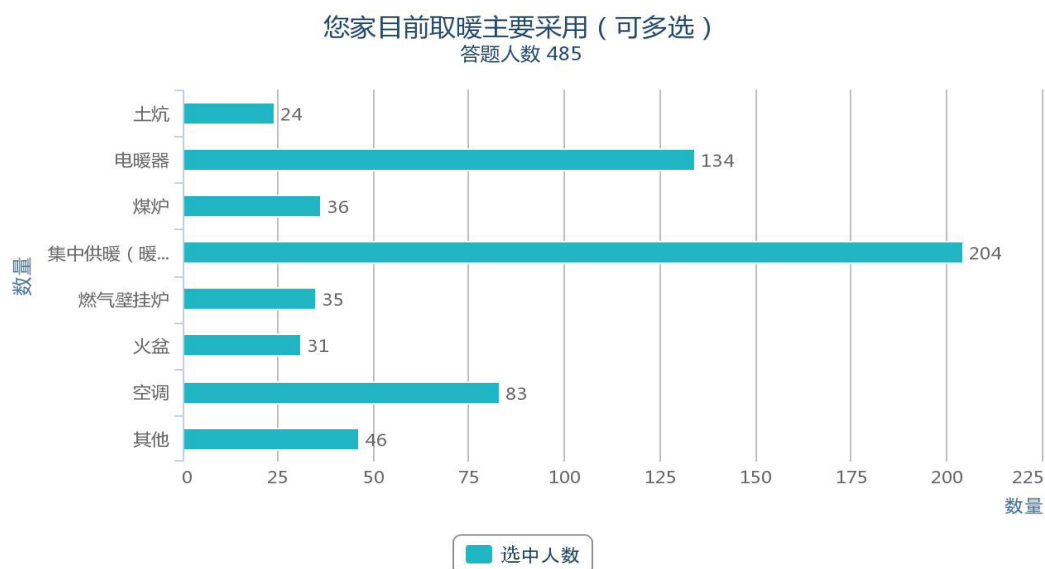


图 11 我国城乡居民的取暖方式选择

数据来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

目前，我国有采暖需求地区的城镇居民家庭取暖大部分采取集中供暖和电暖气，极少使用煤炉和土炕；而农村居民家庭采暖的方式较为平均，电暖气、煤炉和土炕等方式没有显著差异。在城镇地区，政府的集中规划对居民采暖用能有直接影响，市政建设过程中的统一规划、集中供暖基础设施的配套完善，直接取代了城镇地区其他的采暖方式。而农村地区，由于居住分散、居住条件差异大等因素的制约，集中统一供暖难以实现，更多的农村地区取暖依靠燃烧散煤或秸秆火炕的方式。

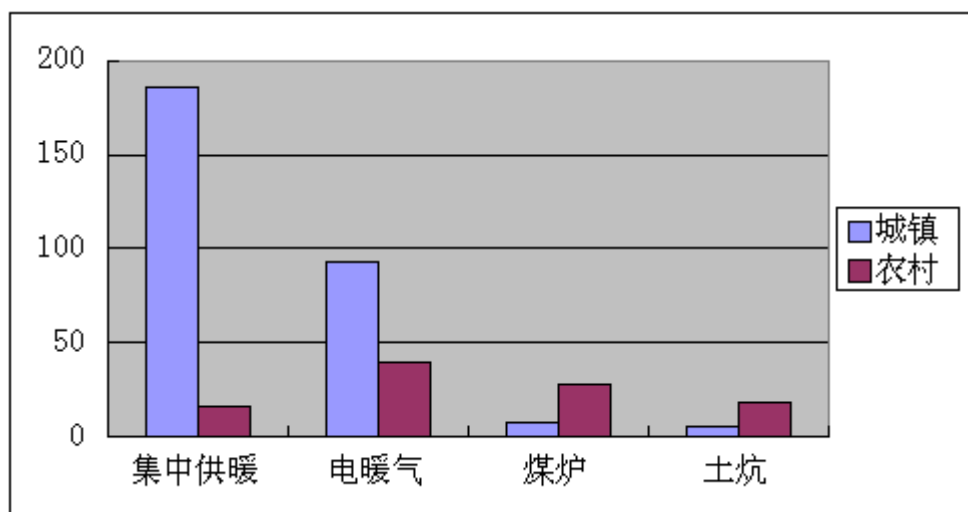


图 12 城镇与农村取暖方式的比较

数据来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

（2）城乡居民热水用能情况

从调研数据来看，从网络问卷获得的 485 份样本中，城乡居民生活用热水主要从以下几种方式获得，地热温泉、太阳能热水器、煤炭及制品、沼气、灌装液化气、管道燃气、电、薪柴等，其中用电提供热水的家庭占 1/3 多，其次是用管道燃气，占 29% 左右，再次是太阳能热水器供热水，占 23.5% 左右，其余方式因地区差异有所不同，各自占比都较小，不作为向居民提供家庭洗浴用热水的主要方式。详细洗浴用热水供应结构分析参见下图。

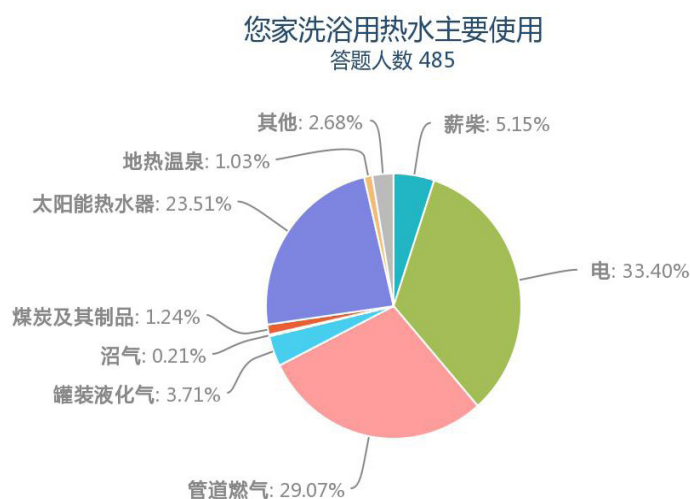


图 13 城乡居民洗浴用热水使用总体情况

城乡居民在洗浴热水方面的用能方式选择有显著差异。根据对网络调研样本的分析（见图 15），城镇居民主要通过电、管道燃气、太阳能热水器、灌装液化气等来获取热水，比例分别为 37%、37.8%、17.8%、和 3.56%；农村居民主要通过太阳能热水器、电、灌装液化气、煤炭及其制品等来获取热水，比例分别为 40.8%、22.5%、19.2% 和 3.8%。

分析得出，农村居民使用太阳能热水器（其中包括农村自制太阳能集热器等）多于城镇，这也与农村地区居住类型及资源可获得性紧密相关；另一项较大的不同是管道燃气的使用方面，城镇与农村在管道燃气使用比例上有明显差异，这与当前我国燃气管道规划建设滞后的实际情况相吻合，我国大部分县级及农村地区燃气管道覆盖程度相当低，按照各省的燃气管道规划，到 2020 年争取实现镇镇通燃气的目标，因此，现阶段，管道燃气在农村还不能成为可供选择的用能方式。

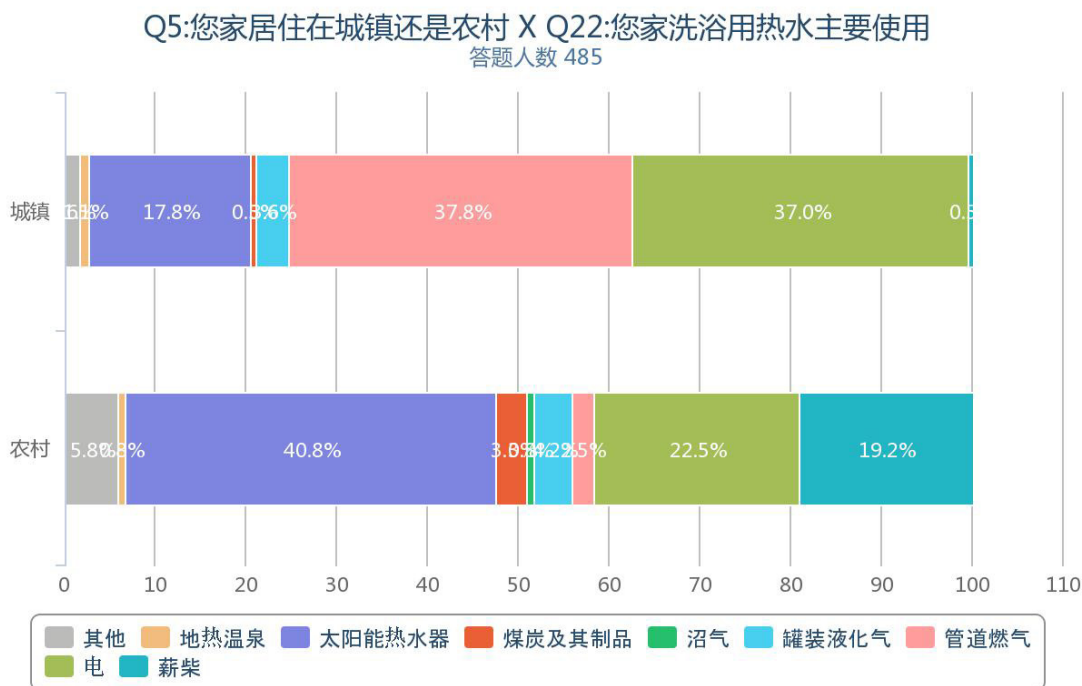


图 14 城乡居民洗浴用热水采取方式的差异

表 11 城乡居民洗浴用热水获得方式构成比较

	薪柴	电	管道燃气	罐装液化气	沼气	煤炭及其制品	太阳能热水器	地热温泉	其他	受访总人数
城镇	0.55%	36.99%	37.81%	3.56%	0.00%	0.55%	17.81%	1.10%	1.64%	365
	2	135	138	13	0	2	65	4	6	
农村	19.17%	22.50%	2.50%	4.17%	0.83%	3.33%	40.83%	0.83%	5.83%	120
	23	27	3	5	1	4	49	1	7	
受访总人数	25	162	140	18	1	6	114	5	13	485

（三）城镇与农村居民生活用电现状及差异

1. 我国居民生活用电量快速上升

在我国的居民日常生活中，生活能源消费主要表现为电力的消费。目前我国城乡居民生活用电主要体现在家用电器用电方面，包括电冰箱、洗衣机、空调等，尤其是家用空调、冰箱、计算机等电器及电子设备在农村家庭的普及率也在不断提高，从而使得我国居民生活用电量在不断提高。据中国能源统计年鉴数据，近年来我国居民生活用电保持稳步增长态势，由 2008 年的 4068.2 亿千瓦时增长到 2012 年的 6231.9 亿千瓦时，年均增长率为 10.6%。

同时，据本课题网络问卷调查结果，在 485 个受访家庭中，300 个以上的家庭拥有电视机、冰箱、

洗衣机、电饭锅、空调、电脑；200 个以上的家庭拥有微波炉、电磁炉、电热水器；100 个以上的家庭拥有电热毯、吸尘器；50 个以上的家庭拥有电灶、电热器、电烤箱。如下图所示：

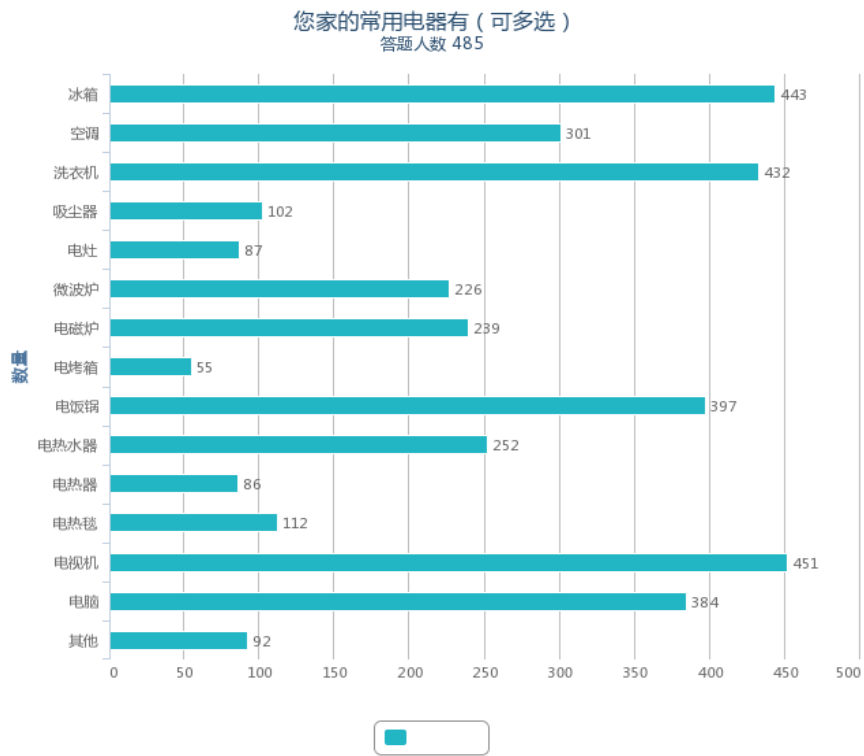


图 15 我国家庭电器使用情况调查

数据来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

此外，现阶段我国居民电力消费仅次于煤炭的消费，但是在我国的居民电力消费中大部分依靠的是火电，大约占到电力总供应量的 69%，而火电又需要依靠大量的煤炭，这样就加剧了煤炭供应的紧张，而水电、风电所占的比例较小，有待于进一步提高。

2. 城镇居民生活用电量是农村居民生活用电总量的 1.3 倍

据中国能源统计年鉴，城镇居民生活用电量要高于农村居民生活用电量，近五年来，我国城镇居民生活用电量基本保持在农村居民生活用电量的 1.3-1.4 倍左右（见下表）。

表 12 2008-2012 年我国城镇和农村居民生活用电总量情况

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
全国居民生活用电量	4068.2	4569.9	5089.6	5655.7	6231.9
城镇居民生活用电量 (亿千瓦时)	2395.4	2665.9	2955.0	3217.8	3559.3
农村居民生活用电量 (亿千瓦时)	1672.8	1904.1	2134.6	2437.9	2672.6
城镇与农村的比例	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3
城镇增速		11.3%	10.8%	8.9%	10.6%
农村增速		13.8%	12.1%	14.2%	9.6%
城镇占比	58.9%	58.3%	58.1%	56.9%	57.1%
农村占比	41.1%	41.7%	41.9%	43.1%	42.9%

数据来源：中国能源统计年鉴

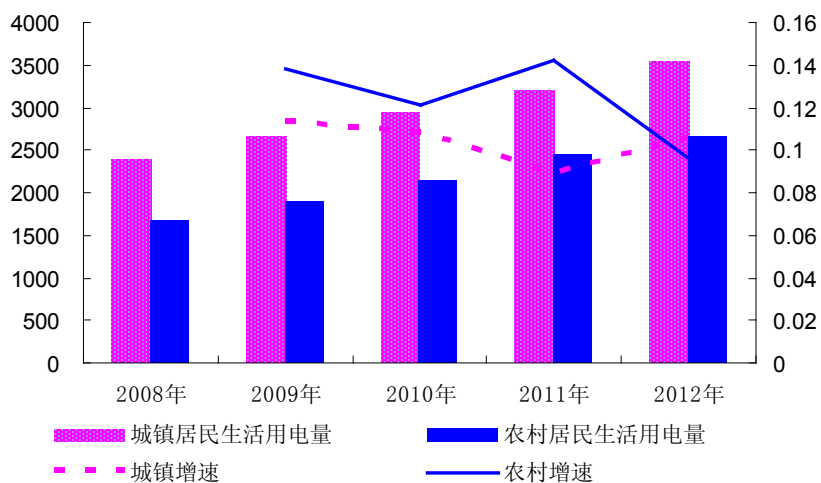


图 16 2008-2012 年城乡居民生活用电总量与增长情况

数据来源：中国能源统计年鉴

3. 农村居民生活用电总量增速高于城镇居民生活用电总量增速

据统计局数据，我国农村居民生活用电量在 2008 年 -2011 年基本上保持在 12% -14% 的年均增长率，普遍高于城镇居民生活用电量年均 8.9% -11.3% 的增长水平，但 2012 年我国农村居民生活用电量同比增长 9.6%，低于城镇 10.6% 增长速度。

据课题组调查的河南三门峡地区的农村家庭用电量增速就明显高于城镇家庭。从年度用电量增长率情况来看，2013 年和 2010 年三门峡市城镇居民家庭平均用电量分别比 2008 年增长了 9% 和 3%，而相应的农村居民家庭平均用电量分别比 2008 年增长了 13% 和 5%（见下表）。

表 13 2008-2013 年三门峡市城镇家庭与农村家庭平均用电量增速比较

类别	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2013 比 2008 增速	2010 比 2008 增速
城镇居民	2235	2237.5	2312.5	2387.5	2400	2425	9%	3%
农村居民用电平均	1112	1150	1172.8	1212	1134	1256	13%	5%

数据来源：根据调研资料整理

4. 农村居民人均生活用电量与城镇居民人均生活用电量趋同

从我国居民人均生活用电量来看，全国居民人均生活用电量保持平稳增长的态势更加明显。2008 年我国人均生活用电量为 310.2 千瓦时，到 2012 年增长到 463.4 千瓦时。

对比近五年数据，可以看出城镇居民人均生活用电水平一直高于全国人均生活用电水平，但受我国农村居民人均生活用电水平的快速增长，城镇居民人均生活用电水平高出全国人均水平的幅度在减少，农村居民人均生活用电水平和全国人均水平的差距也在不断缩小。其中城镇居民人均生活用电量与农村居民人均生活用电量的比值也由 2008 年的 1.6 逐步降至 2010 年的 1.4，再到 2012 年的 1.2 倍。

表 14 2008-2012 年我国城镇和农村居民人均生活用电量

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
全国居民人均生活电力消费总量 (千瓦时/人·年)	310.2	345.8	382.4	422.9	463.4
城镇居民人均生活电力消费量 (千瓦时/人·年)	385.7	416.4	440.6	464.7	497.4
农村居民人均生活电力消费量 (千瓦时/人·年)	242.30	279.52	323.37	378.00	424.70
城镇增速		7.9%	5.8%	5.5%	7.0%
农村增速		15.4%	15.7%	16.9%	12.4%
城镇与农村的比例	1.6	1.5	1.4	1.2	1.2

数据来源：中国能源统计年鉴

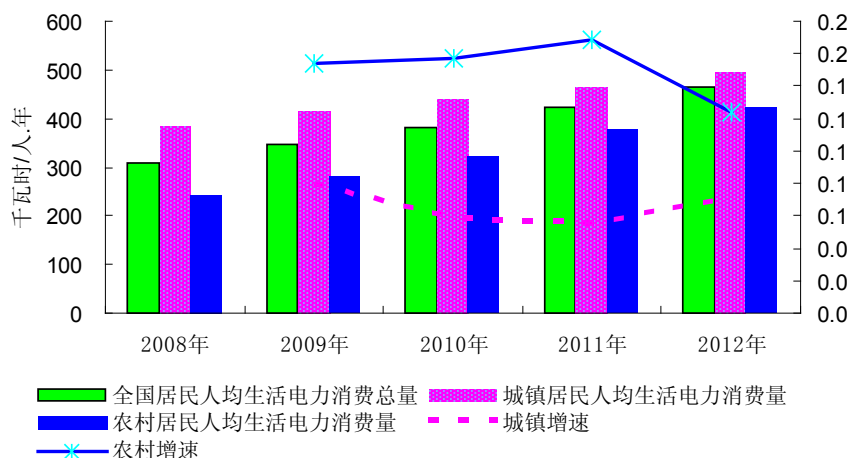


图 17 2008-2012 年我国城镇和农村居民人均生活用电量及增速

数据来源：中国能源统计年鉴

（四）城镇与农村居民生活用液化石油气现状及差异

1. 我国城乡居民生活用液化气量呈上升趋势

据中国能源统计年鉴数据，近年来我国城乡居民生活用液化气消费基本呈上升趋势，2011年我国居民生活用液化气 1778.5 万吨，到 2012 年为 1796.1 万吨。其中，2012 年城镇居民生活用液化气消费量为 1238.3 万吨，同比减少了 0.9%，农村居民生活用液化气消费量为 557.8 万吨，同比增长了 5.6%，城镇居民生活用液化气是农村水平的 2.2 倍（见下表）。

表 15 2008-2012 年我国城镇和农村居民生活用液化气总量情况

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
全国居民生活用液化气总量(万吨)	1531.7	1572.3	1583.9	1778.5	1796.1
城镇居民生活用液化气量(万吨)	1106.8	1143.3	1139.3	1250.1	1238.3
农村居民生活用液化气量(万吨)	424.9	429.0	444.5	528.4	557.8
城镇增速		3.3%	-0.3%	9.7%	-0.9%
农村增速		1.0%	3.6%	18.9%	5.6%
城镇与农村的比例	2.6	2.7	2.6	2.4	2.2
城镇占比	72.3%	72.7%	71.9%	70.3%	68.9%
农村占比	27.7%	27.3%	28.1%	29.7%	31.1%

数据来源：中国能源统计年鉴

值得关注的是，近年来，随着我国城镇化进程推进，天然气管网等基础配套设施的完善，城镇居民生活用液化气的增速在不断下降，并出现负增长，农村居民生活用液化气虽仍然保持增长态势，增幅已经出现大幅度下降趋势。液化气是城镇化过度过程中使用的，液化气使用量上升，说明我国炊事用清洁燃料的普及速度低于城镇化速度，天然气管网设施建设滞后于城镇化发展，或者是管道天然气供应滞后于居民的需求。

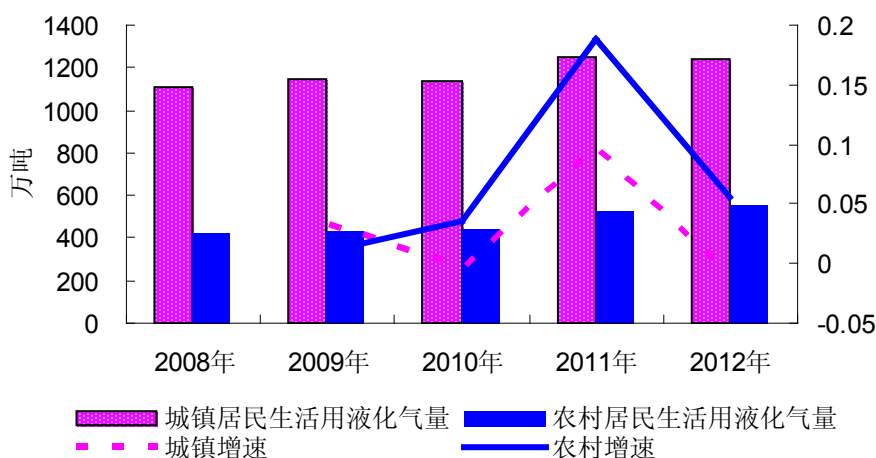


图 18 2008-2012 年我国城镇和农村居民生活用液化气及增长情况

数据来源：中国能源统计年鉴

2. 城镇居民人均生活用液化气量是农村的 2 倍

从人均生活用液化气消费量来看，我国城乡居民人均用液化气量基本与全国生活用液化气消费总量保持相同变化趋势。2012 年我国城镇居民人均年生活用液化气量为 17.4 千克，农村居民人均年生活用液化气量为 8.9 千克，城镇几乎是农村人均水平的 2 倍。但是，近年来，随着我国城市天然气管网等基础设施完善带来的城市用管道天然气对液化气的替代，我国城镇和农村人均生活用液化气与全国人均生活用液化气的差距都在不断缩小。未来，随着我国城镇化进程推进，除了城市周边天然气管网短期难以到达地区与城市中城中村地区外，液化气的在居民生活用能中还将不断减少，越来越多的居民炊事用燃气将被管道天然气所取代。

表 16 2008-2012 年我国城镇和农村居民人均生活用液化气量

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
全国居民人均生活液化气消费总量 (千克/人·年)	11.7	11.9	11.9	13.3	13.4
城镇居民人均生活液化气消费量 (千克/人·年)	17.8	17.9	17.0	18.1	17.3
农村居民人均生活液化气消费量 (千克/人·年)	6.2	6.3	6.7	8.2	8.9
城镇增速		0.2%	-4.9%	6.3%	-4.1%
农村增速		2%	7%	22%	8%
城镇与农村的比例	2.9	2.8	2.5	2.2	2.0

数据来源：中国能源统计年鉴

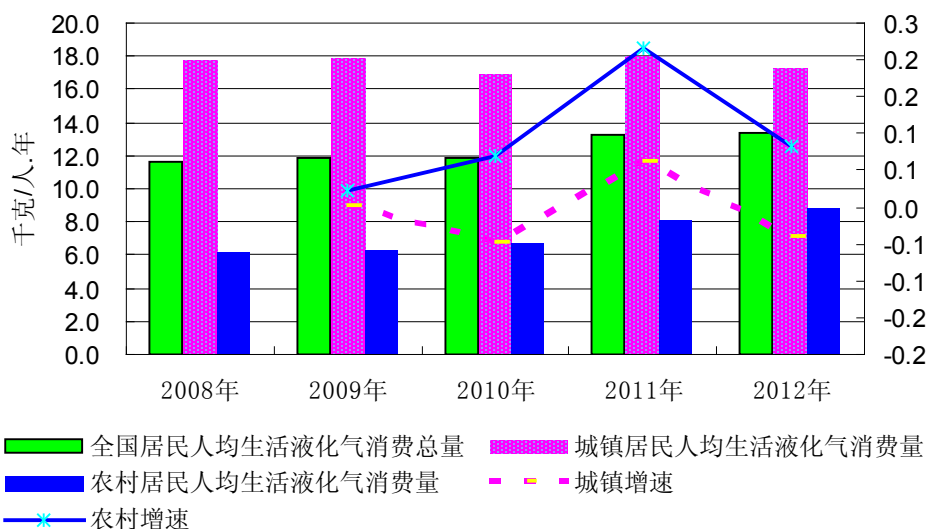


图 19 2008-2012 年我国居民人均生活用液化气量及增长情况

数据来源：中国能源统计年鉴

（五）城镇和农村居民生活用管道天然气情况

近年来，随着我国城市化进程的不断推动，我国天然气消费量增长迅速，主要原因除了原有的天然气用户消费量的大幅上涨外，新增的天然气用户也占据了相当部分的消费，我国的天然气产量已不能满足日益增长的需求。我国在 2006 年成为天然气进口国之后，天然气进口量逐年增加，2012 年我国天然气表观消费量 1471 亿立方米，其中进口天然气量达到 425 亿立方米，天然气对外依存度达到 28.8%；2013 年我国国产常规天然气 1120 亿立方米，进口天然气 515 亿立方米，出口天然气 24 亿立方米，表观消费量 1611 亿立方米，天然气对外进口依存度 30.5%，比 2012 年的进口依存度增加了近两个百分点，即便如此，我国天然气供应仍然存在较大缺口。由于国内天然气资源的短缺、基础设施的缓慢，我国天然气的使用范围较小，尚未满足居民日常生活的需求。

1. 我国居民生活用管道天然气普及率上升明显

据中国能源统计年鉴数据，近年来我国居民生活用管道天然气保持快速增长，2008 年我国居民生活用管道天然气仅有 121.3 亿立方米，到 2012 年居民生活管道天然气消费量比 2008 年实现翻番，达到 257.3 亿立方米。目前，我国城镇居民生活用管道天然气占据全国居民生活用管道天然气的 98% 以上，农村居民生活用管道天然气还不到 2%，城镇与农村的比例基本保持在 55 倍以上，2012 年该比例更是提高到 69.5 倍，这不仅得益于近年来我国天然气管网等基础配套设施的不断建设与完善，而且也得益于国家为保民生而对居民用天然气实施的各项价格优惠政策。我国农村地区受制于管网等设施不健全，以及农村炊事燃料可选性的影响，2012 年农村管道天然气消费量增速同比出现大幅下降，全年农村居民生活用天然气消费量仅有 3.7 亿立方米。

表 17 2008-2012 年我国城镇和农村居民生活用管道天然气总量

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
全国居民生活用天然气消费总量（亿立方米）	121.3	134.6	172.2	187.0	257.3
城镇居民生活用天然气量（亿立方米）	119.1	132.4	169.2	183.5	253.7
农村居民生活用天然气量（亿立方米）	2.1	2.1	2.9	3.5	3.7
城镇增速		11.2%	27.8%	8.4%	38.3%
农村增速		0.0%	37.0%	18.9%	4.7%
城镇与农村的比例	55.7	61.9	57.7	52.6	69.5
城镇占比	98.2%	98.4%	98.3%	98.1%	98.6%
农村占比	1.8%	1.6%	1.7%	1.9%	1.4%

数据来源：中国能源统计年鉴

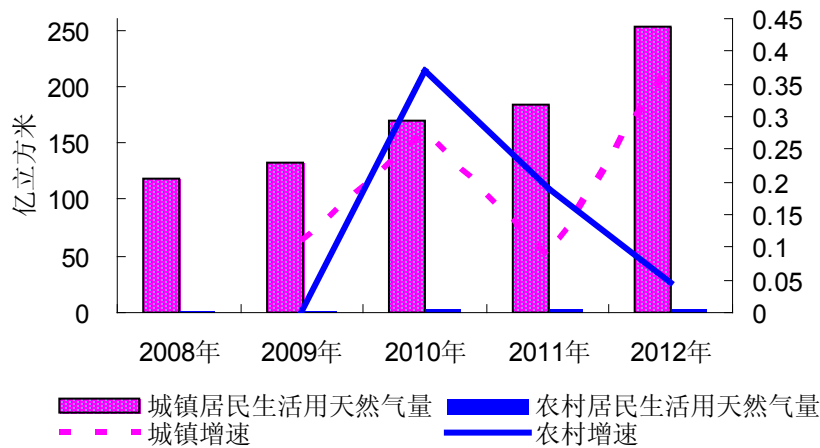


图 20 2008-2012 年我国城镇和农村居民生活用管道天然气总量及增长

数据来源：中国能源统计年鉴

2. 新农村是天然气使用的新增长点

从我国城乡居民人均用管道天然气的分布来看，我国管道天然气使用主要集中在城镇及城市，农村人均用管道天然气虽有上升，但总量及人均使用量都不高。据中国能源统计年鉴，从人均生活用管道天然气量来看，城镇和农村人均生活用天然气与全国人均生活用天然气的差距基本保持稳定。2012 年城镇居民人均生活用天然气为 35.5 立方米 / 年，农村为 0.6 立方米 / 年，城镇是农村的 61.1 倍。城镇居民用天然气的上升，一方面大城市的扩建，新小区是增长点之一，另一方面是我国新农村建设加快带来的城镇居民用管道天然气的增加。据调研，我们了解到，目前我国北方部分省份，如陕西宝鸡市新建的农村聚集区，甚至小到村落，都已出现接通管道天然气，如杭州萧山凤凰村也已经全部使用上天然气、唐山南堡申立村也都通了天然气。北京延庆，虽然是沼气，也建成管网，实际使用的也是提纯过的沼气，相当于管道天然气。

未来，随着我国城镇化进程推进与城市燃气管网设施的不断发展及健全，以及页岩气和煤层气等非常规天然气气源的不断增加，天然气在我国居民炊事用燃气中的比重还将大幅增加。

表 18 2008-2012 年我国城镇和农村居民人均生活用天然气量

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
全国居民人均生活天然气消费总量 (立方米 / 人 · 年)	9.2	10.2	12.9	14.0	19.1
城镇居民人均生活天然气消费量 (立方米 / 人 · 年)	19.2	20.7	25.2	26.5	35.5
农村居民人均生活天然气消费量 (立方米 / 人 · 年)	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6
城镇与农村的比例	61.9	65.8	56.8	49.0	61.1
城镇增速		7.8%	22.0%	5.0%	33.8%
农村增速		0	33%	25%	20%

数据来源：中国能源统计年鉴

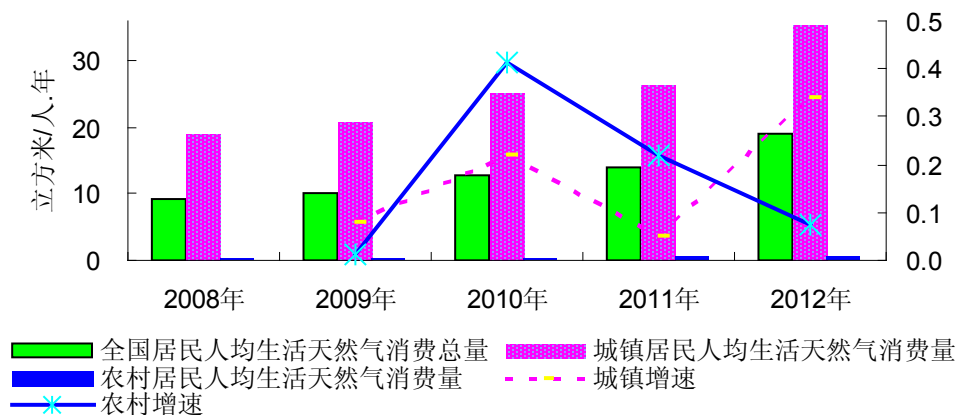


图 21 2008-2012 年我国城镇和农村居民人均生活用天然气量及增长

数据来源：中国能源统计年鉴

（六）城镇和农村生活用交通燃料现状和差异

1. 我国城镇和农村居民交通出行方式介绍

从网络调查样本反映出的数据看，我国城乡居民交通出行最常用的方式依次为公共交通工具、小汽车、自行车、电动车和摩托车，比例分别为 73.2%、43.51%、37.11%、29.48% 和 13.81%。通过对我国城镇和农村居民交通方式的对比分析，城镇和农村居民的出行方式也有较大差异，如城镇居民出行主要以公共交通工具和小汽车为主，而农村居民出行以公共交通工具、电动车、摩托车为主。同时，受地方经济发展条件的限制，农村居民在小汽车出行的比例上远远低于城镇居民，但在摩托车、电动车方面的出行比例远高于城镇居民。



图 22 我国城乡居民交通出行方式选择

数据来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

Q5:您家居住在城镇还是农村 X Q24:其中主要采用的交通方式是
答题人数 485

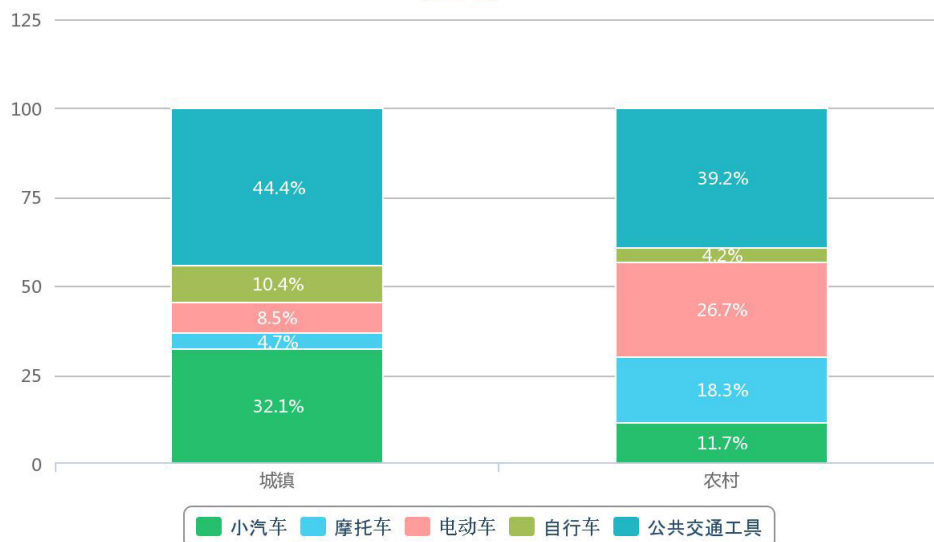


图 23 城乡居民交通出行方式选择对比

数据来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

	Q24:公共交通工具	Q24:自行车	Q24:电动车	Q24:摩托车	Q24:小汽车	受访总人数
Q5:城镇	44.38% 162	10.41% 38	8.49% 31	4.66% 17	32.05% 117	365
Q5:农村	39.17% 47	4.17% 5	26.67% 32	18.33% 22	11.67% 14	120
受访总人数	209	43	63	39	131	485

图 24 城乡居民交通出行方式选择对比

数据来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

课题组实地调研中，河南省三门峡市随机选取的 11 户人家中，其中城镇家庭的 6 份有效问卷中有 3 户主要使用电动自行车，有 3 户主要使用燃油小汽车；在农村家庭的 5 份有效问卷中，主要的交通工具也已经升级为小汽车。当然，目前拥有小汽车的家庭中还有部分家庭同时拥有电动自行车。

2. 我国城乡居民生活用汽油总量保持快速增长

从近年来居民家庭交通工具及用能情况的变化来看，由于私家汽车在城镇及农村家庭中使用的迅速普及，居民交通用汽油的增速较快。据中国能源统计年鉴，2012 年我国居民生活用汽油消费总量为 3301.1 万吨，这几乎是 2008 年全国居民生活用汽油消费总量 1349.6 万吨的 2.5 倍。

我国城镇居民生活用汽油量基本上保持在农村居民生活用汽油总量的 3 倍以上，这主要还是由于城镇小汽车的使用要明显高于农村。此外，我国城镇和农村居民生活用汽油消费总量均在 2010 年经历大幅增长之后，增幅开始趋缓。

表 19 2008-2012 年我国城镇和农村居民交通用汽油总量

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
全国居民生活汽油消费总量(万吨)	1349.6	1574.4	2407.0	2892.6	3301.1
城镇居民生活汽油消费量(万吨)	1059.8	1227.4	1862.5	2196.2	2514.8
农村居民生活汽油消费量(万吨)	289.8	347.0	544.5	696.4	786.4
城镇增速		15.8%	51.7%	17.9%	14.5%
农村增速		19.8%	56.9%	27.9%	12.9%
城镇与农村的比例	3.7	3.5	3.4	3.2	3.2
城镇占比	78.5%	78.0%	77.4%	75.9%	76.2%
农村占比	21.5%	22.0%	22.6%	24.1%	23.8%

数据来源：中国能源统计年鉴

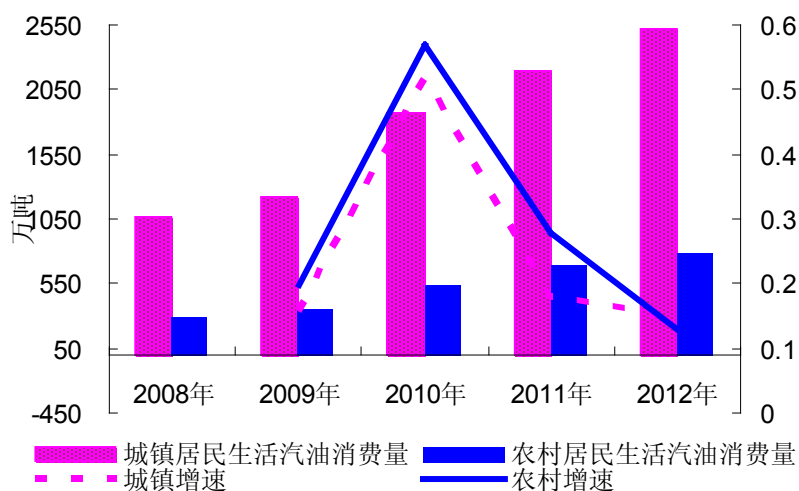


图 25 2008-2012 年我国城镇和农村居民交通用汽油总量及增长率

数据来源：中国能源统计年鉴

在本课题实地调研中，河南省三门峡地区抽取的样本中，2013 年城镇家庭和农村家庭的私家车消耗的汽柴油费（本次问卷中，被调查对象没有明显填写使用的是汽油还是柴油）比 2008 年翻了一倍。同时，随着电动自行车在农村及城镇的普及，以及便利的电动自行车使用的更加频繁，带来电动车充电的电费也在不断上升，如城镇家庭中，2013 年电动车电费比 2008 年增长了 50%。可见，随着我国汽车保有量和使用量的不断增加，三门峡市的城镇家庭和农村家庭的交通用能也在大幅增加。此外，随着使用汽车的家庭的不断增加，三门峡市居民家庭近年来在交通用燃料上的花费已经或将开始超过家庭年度用电费用。

表 20 2011-2013 年三门峡居民交通用燃料与家庭用电成本比较

类别	序号	地址	家庭交通用能成本 (元/年)			家庭用电成本 (元/年)		
			2011 年	2012 年	2013 年	2011 年	2012 年	2013 年
城镇	3	舒北小区	700	700	800	1350	1400	1400
	4	南四街	4200	4800	4800	1000	1050	1050
	6	舒馨苑	900	900	900	1350	1400	1400
农村	1	会兴镇上村	2000	2500	4500	365	375	385
	2	会兴镇上村	800	1000	1500	230	255	255
	3	会兴镇会兴村	400	500	650	185	5	225
	4	五里沟村	1500	1500	1500	450	450	475
	5	会兴镇五官村	1500	1500	1500	1800	1750	1800

数据来源：中国能源统计年鉴

3. 城镇居民人均生活用汽油量增速不及农村

据中国能源统计年鉴，我国城镇居民人均生活用汽油量要远高于全国平均水平。2008 年我国城镇居民人均年生活用汽油量为 17.1 千克，比全国平均水平 10.3 千克高出 6.8 千克，几乎是农村平均水平 4.2 千克的 4.1 倍。到 2012 年，我国城镇居民人均年生活用汽油总量为 35.1 千克，比 2008 年翻了一倍，比全国平均水平 24.5 千克高出 10.6 千克，是农村水平 12.5 千克的 2.8 倍。从近五年数据来看，我国城镇居民人均生活用汽油量与农村居民人均生活用汽油量都在快速增长，但这两者之间的比例却在不断下降，可见我国农村居民交通用小汽车带来的生活能源消费在不断增加。

表 21 2008-2012 年我国城镇和农村居民人均交通用汽油量

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
全国居民人均生活汽油消费总量 (千克/人·年)	10.3	11.9	18.1	21.6	24.5
城镇居民人均生活汽油消费量 (千克/人·年)	17.1	19.2	27.8	31.7	35.1
农村居民人均生活汽油消费量 (千克/人·年)	4.2	5.1	8.2	10.8	12.5
城镇与农村的比例	4.1	3.8	3.4	2.9	2.8

数据来源：中国能源统计年鉴

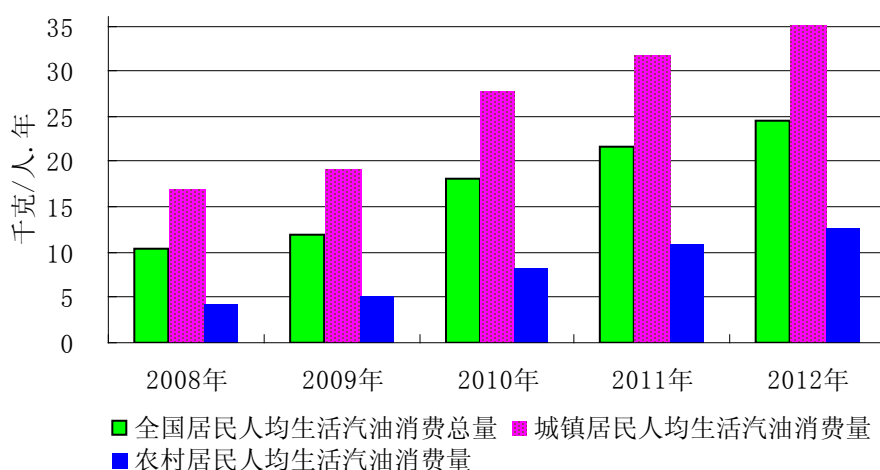


图 26 2008-2012 年我国城镇和农村居民人均交通用汽油量比较

数据来源：中国能源统计年鉴

（七）城镇和农村居民生活用可再生能源现状及差异

目前，我国城乡居民对可再生能源的利用主要是对风能、太阳能、生物质能源等的利用。在风电方面，目前我国风能利用主要是进行发电，包括百万千瓦级的大型风电基地与离网型的小风机发电，无论是哪一种风能利用方式，最终要么直接接入大电网分销至全国各地消纳，要么就是直接就地解决偏远地区的离网居民家庭照明用电，这在我国城镇和农村居民的用电消费中区别不大。在太阳能利用方面，主要有太阳能光伏发电（包括太阳能屋顶发电和大型电站）与太阳能热利用，目前从整体上来讲，受国家“金太阳”示范工程及“分布式光伏”发展利好政策的影响，我国城镇及农村也都建立了部分太阳能光伏发电项目，且光伏发电项目运行良好；太阳能热利用在我国城镇和农村，尤其是农村分户居住家庭中的利用更是优势明显。在生物质能方面，主要体现在我国农村居民对沼气和薪柴的利用，如广西凭借丰富的生物质资源，生物质沼气发展较快；我国城镇对生物质能源的利用较少，更多的体现在城市垃圾的集中处理与利用方面。

以下主要选取沼气和太阳能热水器的利用进行重点介绍。

1. 我国城乡居民生活用沼气利用情况

据本课题网络问卷调查，在被调查的485份有效调查问卷中，仅有17户家庭建有沼气设施，占被调查家庭总数的3.51%。可见，目前沼气在我国农村及城镇使用的比例还比较低。目前，我国沼气利用主要体现在炊事燃料和供热水两个方面，在被调查的17户已有沼气设施的家庭中，8户家庭沼气用于家庭炊事用能，7户家庭沼气用于家庭热水供应。除此之外，还有2户家庭表示其沼气设施在家庭取暖方面发挥了重要作用，1户家庭表示沼气在照明方面发挥了作用。

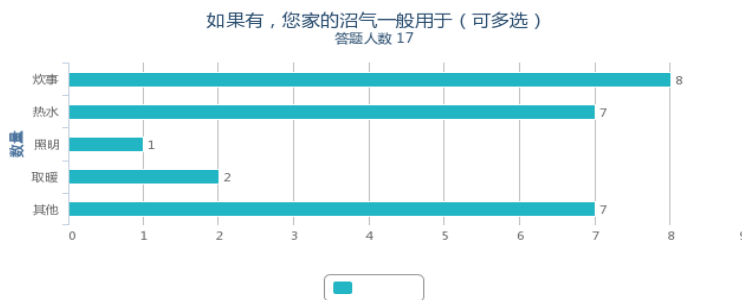


图 27 居民沼气设施主要用途

资料来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

在已安装沼气设施的被调查家庭中，大部分家庭沼气设施的平均日产气量都比较低，其中平均日产气量小于1立方米的家庭有14户，占据被调查的17家庭的82.35%，仅有3户沼气设施的平均日产气量为1-2立方米。

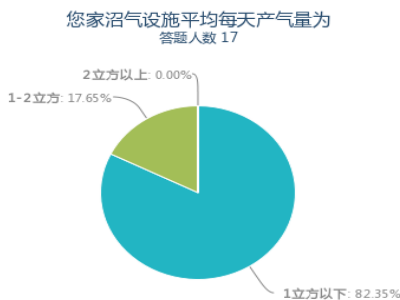


图 28 居民沼气设施产气情况调查

资料来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

同时，在被调查的17户家庭中，受沼气池原料限制及季节性影响，有超过一半家庭的沼气设施不经常使用，有2户家庭表示沼气设施的使用效果不错，3户家庭表示沼气设施将就用，还有3户家庭表示现有沼气设施的使用效果不太理想。总体来看，我国现有沼气设施使用效率不高。

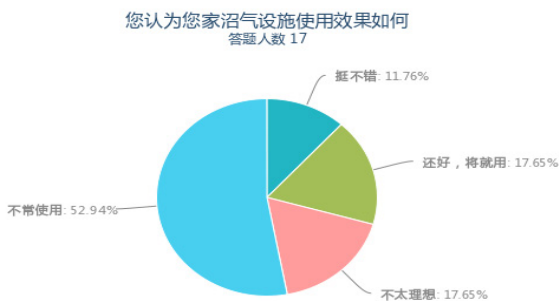


图 29 居民沼气使用效果情况

资料来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

此外，在被调查的 465 户家庭中，绝大部分家庭（447 户）表示不考虑安装沼气设施，仅有少部分家庭（21 户）表示未来将考虑安装沼气设施。鉴于目前我国沼气设施建设及运行情况，未来我国沼气发展还面临诸多问题需要解决，包括沼气池规模化、集中化等。

2. 我国城乡居民生活用太阳能热水器情况

据本课题网络问卷调查，大约有 1/3 的家庭已经安装太阳能热水器，且已安装太阳能热水器的使用效果很不错。据调查，本次调查的 485 户家庭中，有 164 户安装了太阳能热水器，且其中有 98 户家庭表示太阳能热水器的使用效果不错，为家庭用能节省了很多花销，占已安装太阳能热水器家庭的 59.76%；有 45 户家庭表示太阳能热水器使用效果还好，将就用；其余有 16 户家庭和 5 户家庭分别表示其太阳能热水器使用效果不理想和不经常使用，约占已安装太阳能热水器家庭的 12.8%。

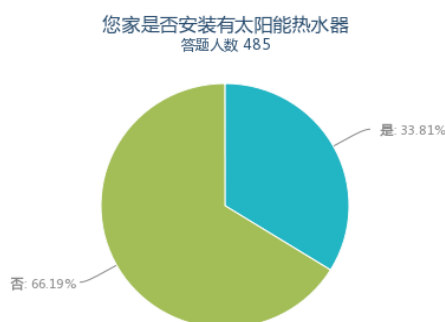


图 30 居民太阳能热水器安装情况

资料来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

表 22 居民太阳能热水器使用效果情况

太阳能热水器使用效果	回复情况	占比
挺不错，省了很多钱	98	59.76%
还好，将就用	45	27.44%
不太理想	16	9.76%
不常使用	5	3.05%
合计	164	

资料来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

在本次调查的 321 户尚且没有安装太阳能热水器的家庭中，有 72 户家庭表示今后打算安装太阳能热水器，约占未安装家庭总数的 22.43%。其余的 249 户家庭表示不打算安装太阳能热水器。

3. 我国城乡居民对分布式能源的认识及了解程度

可再生能源利用一个突出的特点就是要因地制宜，结合当地可再生能源资源的分布情况，开展分布

式利用，但是目前我国城乡居民对分布式能源的认识还不足，甚至部分省份的政府人员对分布式能源的重视程度也不够。据本课题网络问卷调查，在被调查的485户家庭中，有一半的居民对于分布式的概念尚不清，也不感兴趣。对于分布式概念了解的城镇居民占46.58%多，而农村居民了解分布式的概念仅占24.17%，这说明对于农村居民来说，分布式的概念还比较陌生；根据调查结果，对于安装分布式感兴趣的人群占到了45.15%。这与文化教育程度有很强的相关性，其中，在调查的485个家庭中，最高学历为大学以上水平的占到总体的85%以上。

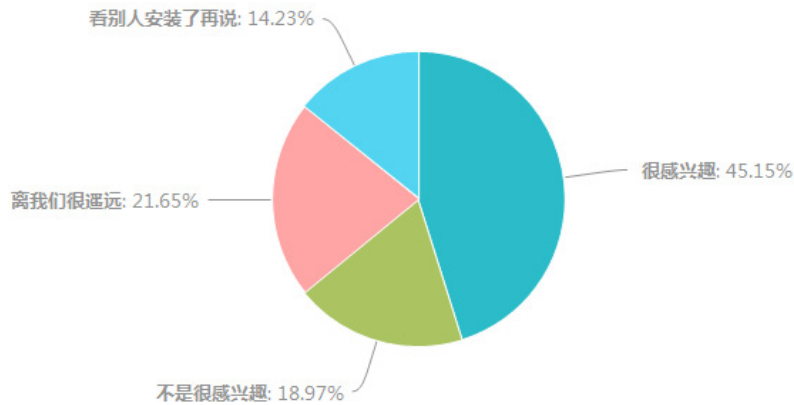


图 31 居民对安装分布式能源的感兴趣情况调查

资料来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

同时，据网络问卷调查分析，在被调查的居民用户中，38.76%的居民认为安装分布式能源最大的问题是成本太高，不划算。其次是没有合适的安装场所。因此，尽管有约45%的城乡消费者对安装分布式非常感兴趣，但由于高成本和安装场所的限制严重制约着分布式的发展，同时，安装服务业仍有待发展。此外，对于安装分布式面临的其他问题，包括诸如发电量的不确定性，电网的负荷问题，调峰问题等。有人提出“分布式能源是否适合独立家庭？”，“国家电网垄断的情况下，谁来付钱购买私人发电？”的疑问。大部分人认为现在用电、用气就已经足够，没必要花更多成本去安装分布式。可见，我国城镇化过程中还亟需加大对分布式能源的宣传及推广力度，各地方政府也亟需加强对分布式能源的认识及重视程度。

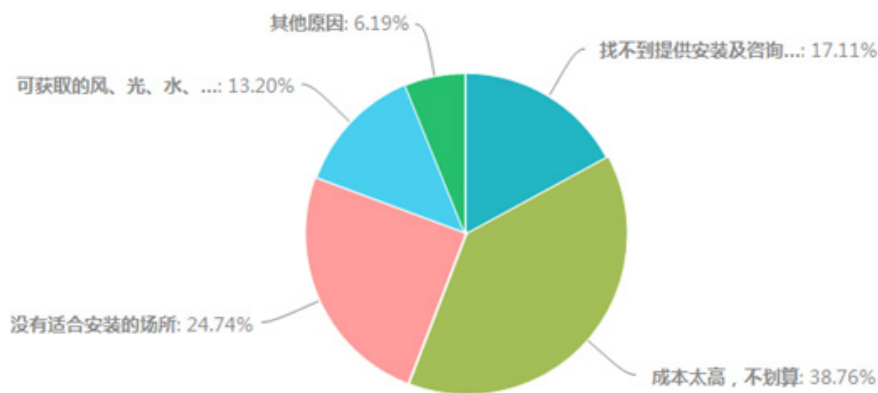


图 32 安装分布式电源的问题

资料来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

四

我国居民生活能源
消费的区域差异

(一) 各地区居民生活能源消费差异分析

按照中国能源统计年鉴 2012 年数据, 对各地区居民不同品种能源的人均消费量数据进行整理可以看出, 地区之间存在着较大差异。其中, 对煤品的消费上, 华北、西北地区居民人均煤炭消费明显较高, 而华东、华南地区则相对低很多; 而居民柴油的消费上, 东北、华北都较高, 而东北地区远远高于其他地区; 华东、华南、东北的居民液化石油气消费水平都相对较高, 而华中、西北、西南地区则较低, 特别是西南地区; 西北、西南对天然气的消费较高, 华南、华中等地则相对较低; 华北、东北、西北地区对热力有较大的需求量, 华东、华中相对要小一些, 华南、西南地区对热力需求量几乎为零; 华东、华北地区居民人均电力消费量非常高, 华南、东北居民电力消费水平很低。2012 年我国各地区人均生活能源消费量如下表所示。

表 23 2012 年各地区人均生活能源消费量

项目 区域	煤合计 (千克)	汽油 (千克)	柴油 (千克)	液化石油气 (千克)	天然气 (立方米)	热力 (万千焦)	电力 (千瓦时)
华东	15.63	27.85	4.06	15.83	14.43	7.71	568.90
华南	6.21	32.58	1.03	34.81	8.92	0.00	561.46
华中	98.24	14.98	4.94	7.89	9.38	15.84	411.58
华北	195.06	33.58	8.61	10.80	19.09	172.12	458.89
西北	140.60	12.91	1.73	4.40	29.14	203.40	318.55
西南	94.15	18.70	1.42	2.91	44.64	0.00	381.85
东北	87.61	21.44	22.73	18.27	13.11	432.59	415.94

来源：根据中国能源统计年鉴 2013 数据整理

（二）煤炭消费的差异

1. 各地区煤炭消费总量差异

按照能源统计年鉴近年的数据，在煤炭的使用上，虽然全国居民总的煤炭消费量呈下降趋势，但是不同地区仍然表现出不同特点。其中华东、华南地区不仅人均消费量少，而且近年呈下降趋势，尤其是华东地区，2008-2012年年均增长率为-14.67%，五年之内人均生活煤炭消费量下降了将近一半。华中、华北、西北、西南、东北的人均消费水平平均较高，但华中、西南地区近年的消费增长却无明显变化。而华北、西北、东北地区的居民生活煤炭消费量却呈明显上升趋势，年均增长率分别达到6.60%、9.43%、8.91%，华北地区2012年的人均生活煤炭消费量已达到195.06千克，是华东地区的12.5倍，华南地区的31.4倍。

表 24 各地区人均生活煤炭消费量 (2008-2012)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	29.47	28.25	26.64	19.63	15.63	-14.67%
华南	6.22	5.78	6.54	6.26	6.21	-0.05%
华中	101.99	97.64	86.20	97.31	98.24	-0.93%
华北	151.09	158.51	180.07	192.90	195.06	6.60%
西北	98.06	123.14	139.73	144.16	140.60	9.43%
西南	97.90	93.99	94.85	94.59	94.15	-0.97%
东北	62.26	61.64	73.50	91.27	87.61	8.91%

来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

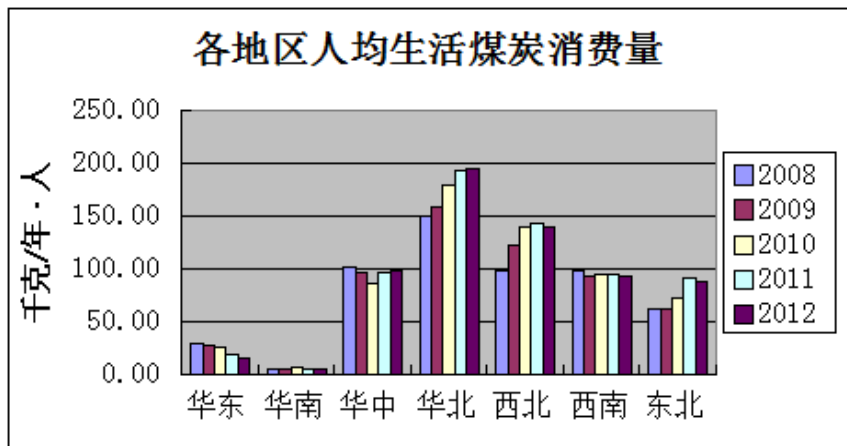


图 33 各地区人均生活煤炭消费 (2008-2012)

来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

通过调研了解，这可能主要与各地区的资源禀赋与取暖需求有关。我国华中、华北、西北、西南、东北地区均有较丰富的煤炭资源，煤炭价格便宜，加上取暖、热水的需求，因此使用煤炭较多。而华东、华南的煤炭资源则相对较少，煤炭价格贵，加上南方农村生物质资源丰富，因此使用较少。

就西北来说，根据对新疆哈密实地调研了解，煤炭资源是哈密最具优势的资源，哈密煤炭覆盖足有超过3万平方公里，预测资源量5708亿吨，分别占我国和新疆预测资源量的12.5%、31.7%，居全疆第一位。根据哈密地区的长远规划，未来5年哈密煤炭产量将达到2亿吨，其中，外送煤炭可达到1

亿吨。而在居民生活用煤方面，由于量多价低，煤炭则成为居民用能的主要方式。目前哈密地区尤其是农村地区的居民仍然大量使用煤炭，平均每个家庭每年的煤炭使用量在 1.5 吨以上，而且呈增长趋势，有的家庭的煤炭年消费量已达到 4 吨。一般农户家庭的炊事和取暖基本上是燃煤解决，随着生活水平的提高，燃煤量增长较快。

华北地区，炊事、取暖、热水等都需要煤炭。取暖方式主要以暖气片为主，一般以自建锅炉或煤炉烧的暖气片为主，主要的燃料为煤，供暖期间一般为上年的 11 月到来年的 3 月份，每年取暖费为每个家庭单元每年为 2000-5000 元不等。而且农村大部分居民仍然使用煤炉供暖，调研的北京延庆县及河北石家庄等地区，一个普通三口之家农村居民年煤炭消耗量都在 2 吨左右，其中冬季供暖用煤占了绝大部分。

根据对西南地区重庆市綦江县的调研了解，目前该县城城镇、农村居民均很少再使用煤炭。城市里是出于环境考虑不允许使用煤炭的使用，而农村则是由于前几年煤炭价格上涨，使得居民减少了煤炭使用，进而逐渐中断了煤炭的供销渠道，以致即使现在煤价下降了，但由于供销渠道断了，加上农村居民大量外出，家中总体能源消费需求降低，农业生物质资源已足够使用，因此基本无再使用煤炭的情况。目前西南地区使用的煤大多是煤制品，集中在城乡结合带和一些乡镇聚集区。

而在对华东江苏省南京市、浙江杭州萧山地区和华南广西省南宁市的居民调研中了解到，这些地区不管是城镇还是农村，居民使用煤炭的情况也很少，被调研的几户家庭目前几乎以及完全没有使用煤炭及相关制品。

2. 各地区城镇居民煤炭消费差异

根据调研了解，目前我国各地区城镇居民生活煤炭消费量大多是下降的，真正的大城市基本已经没有再使用煤炭及相关煤制品，只有一些新兴的小城镇有煤炭制品如蜂窝煤等在使用。

根据能源统计年鉴数据，我国城镇地区生活煤炭消费量近年下降最快的是华东地区，其次是西南、华中和华南，而东北、华北、西部地区城镇居民生活煤炭消费量是增长的。其中华东地区城镇居民煤炭消费年均增长率 -24.88%，快于年均增长率 -14.67%；而农村居民煤炭消费的年均增长率仅为 -5.85%，比城镇居民要慢很多。华南、华中等全国其他地区也有类似特点。

表 25 全国各地区城镇居民煤炭消费量 2008-2012 (单位：千克)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	25.82	22.29	21.98	11.45	8.22	-24.88%
华南	6.66	6.13	7.03	6.64	6.36	-1.14%
华中	78.31	69.96	66.15	71.76	60.95	-6.08%
华北	129.14	134.42	161.64	182.58	176.82	8.17%
西北	62.97	76.96	81.32	83.50	77.77	5.42%
西南	52.22	45.48	37.16	30.48	32.02	-11.51%
东北	62.47	64.19	90.33	108.61	100.20	12.54%

来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

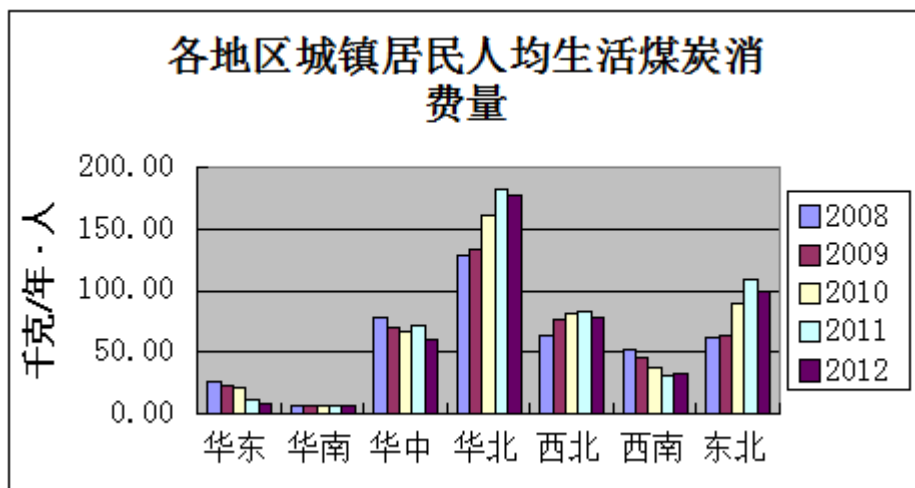


图 34 各地区城镇居民人均生活煤炭消费变化趋势

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

3. 农村居民煤炭消费变化

农村地区居民人均煤炭消费量较高的地区主要是华中、华北、西北、东北，并且除华东外，其余各地区农村居民煤炭消费均呈增长趋势。其中增长最快的便是西北。

全国只有华东地区农村居民生活煤炭消费是下降的，2008-2012 年期间年均下降 5.85%。而在对华东江苏省南京市、浙江杭州萧山地区的居民调研中了解到，现在华东大部分地区的农村已经实现气化，有的接通了管道天然气，有的是使用液化石油气，炊事、洗浴都是使用天然气或太阳能，已很少使用煤炭。

华南地区由于煤炭资源较少，大部分煤炭来自别的省份，且主要是满足电厂使用，农村使用非常少。调查的一些家庭，前几年还有使用蜂窝煤，目前已逐渐被液化气所替代，几乎没有再使用煤炭。

华中地区农村居民人均生活煤炭消费量在全国处于中等水平，近年变化不大。华中两湖地区的农村居民几乎没有取暖需要，实际消耗煤炭要少一些，主要贡献来自于河南，河南农村居民生活煤炭消费大概是湖南、湖北地区的总和。

华北地区农村居民生活煤炭消费水平是全国最高的，只是近年增长开始相对放缓。根据对河北省石家庄市鹿泉地区的实地调研了解，该地区农村一般以自建锅炉或煤炉烧的暖气片为主，主要的燃料为煤，供暖期间一般为上年的 11 月到来年的 3 月份，调研的几户家庭每年人均煤炭消费量在 1 吨左右，每年取暖费为每个家庭单元每年为 2000-5000 元不等，大大高于全国其他地区。部分相对富裕的村庄早在十年前已经将整个村落进行了统一规划布局，均为二层别墅便于集中供暖的应用，目前均已采用集中供暖。

西北地区是农村居民生活煤炭消费增长最快的地区。整个西北煤炭资源丰富，以新疆哈密地区为例，根据我们调研的了解，目前新疆哈密农村地区大部分的能源消费需求是通过燃煤解决的，日常炊事、冬季供暖和洗浴等都大多使用煤炭。随着近年经济条件变好，加上煤炭资源极其丰富，煤炭价格十分低廉，

农村居民每年的燃煤量逐年上升。此外，当地房屋保暖效果差，几乎没有采取任何建筑节能措施，这也使得冬天采暖所消耗的煤炭量增加得较快。被调查的几户使用煤炭的家庭 2012 年的人均煤炭消费量已达到 500 公斤，一般三口之家的家庭年消耗煤炭都在 1.5 吨以上。

西南地区农村居民生活煤炭消费处于中等水平，增长缓慢。根据对西南地区重庆市綦江县的调研了解，目前该县城城镇、农村居民均很少再使用煤炭。城市里是出于环境考虑不允许使用煤炭的使用，而农村则是由于前几年煤炭价格上涨，使得居民减少了煤炭使用，进而逐渐中断了煤炭的供销渠道，以致即使现在煤价下降了，但由于供销渠道断了，加上农村居民大量外出务工，养猪的人少了，家中总体能源消费需求降低，农业生物质资源已足够使用，因此基本无再使用煤炭的情况。目前西南地区使用的煤大多是煤制品，集中在城乡结合带和一些乡镇聚集区。

东北虽然身处北方，但炊事方面很多农村居民已开始使用液化气，而且有大量农作物秸秆使用，因此比起华北、西北来说，东北地区农村人均煤炭消费量相对较少。

表 26 全国各地区农村居民人均煤炭消费量 2008-2012 (单位：千克)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	33.49	35.18	32.71	30.84	26.32	-5.85%
华南	5.69	5.36	5.87	5.73	5.98	1.27%
华中	117.96	117.30	101.27	118.17	130.84	2.62%
华北	173.11	183.91	200.69	205.06	217.72	5.90%
西北	120.89	154.54	183.20	191.53	193.19	12.44%
西南	124.35	123.56	132.74	139.83	141.53	3.29%
东北	61.99	58.28	50.59	66.59	69.03	2.73%

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

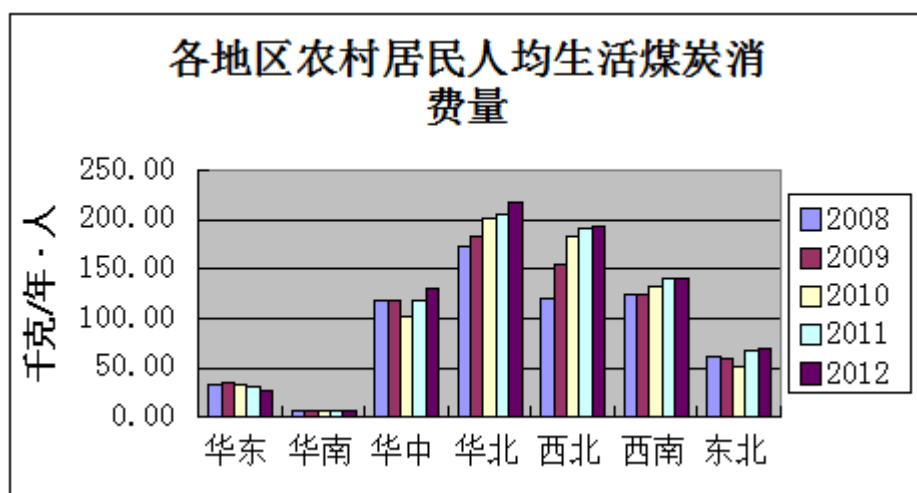


图 35 各地区农村居民人均生活煤炭消费差异

来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

（三）电力消费的差异

1. 各地区居民电力消费总量差异

根据问卷调查分析，全国七大区域大多数地区居民生活电力消费量都呈上升趋势，其中大约有 50% 左右的居民表示用电量稍有增长。但是具体用电量上，每个地区却有所不同，例如西北与西南地区居民用电量普遍偏低，特别是西北，有 74.4% 的居民表示其每月用电量在 100 度以内，基本没有在 200 度以上的。而华东华南地区居民用电量则较高，这两个地区每月用电量在 200-400 度之间的居民家庭占到了 20% 以上。此外，华东有 8.5% 的居民表示其家庭每月用电量在 400 度以上，华南地区也有 9% 的居民表示其每月用电量在 400 度以上。

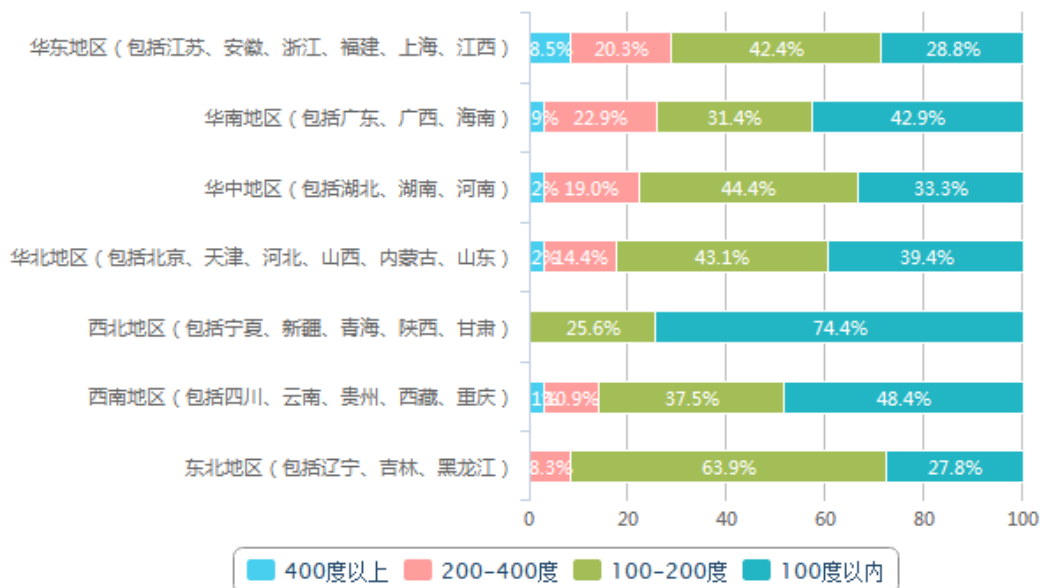


图 36 各地区居民家庭用电量分布图

资料来源：我国能源网研究中心网络问卷调查

实地调研了解的情况与此大体相符：西北、西南地区居民家庭每月用电量普遍在 100 度左右，年用电量约 1200 度，年人均用电量在 300 度左右。

东北地区由于夏季少开空调，冬季也不常用冰箱，因此用电量相对较少，走访的几户家庭目前一年的用电量在 1000 度左右。

华南地区对广西南宁的调研看，城镇居民家庭用电多在 2000 度以上，尤其夏季较多使用空调而电费较高，相当于平常季节的两倍，农村居民相对较少，大约 1000 度左右。

而华北地区的大多数居民家庭年用电量则达到了 2000 度以上，人口多的有的甚至达到 3000-4000 度。根据对河北石家庄鹿泉地区的调研，该地区居民家庭每年的人均用电量在 500 度左右。随着经济的发展，农村家庭收入和生活水平都在逐年提高，家用电器随之增多，用电量也呈逐年上升的趋势。

对于华东地区，根据对浙江、江苏的家庭调研，该地区城镇、农村家庭用电区别不大，但近年增长趋势明显。如果按家庭常住人口算，年人均用电量在 1000 度左右，如果按家庭总人口算，年人均用电量约为 600 度。

调研了解到的情况部分印证了国家能源统计年鉴的数据。能源统计年鉴数据显示，居民电力消费增长超过 10% 的地区五个地区，分别是华东、华南、华中、西北、西南，年均增长率分别达到了 10.63%、10.52%、14.10%、14.40%、11.08%。其中，华东和华南地区居民人均电力消费量较高，截至 2012 年，两地区人均都超过了 560.46 千瓦时。而东北地区居民电力消费增长相对其他地区增长缓慢，从 2008 年到 2012 年年均增长率刚刚超过 5%。

表 27 各地区城乡居民人均电力消费量（2008-2012）（单位：千瓦时）

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	379.81	413.60	471.29	509.62	568.90	10.63%
华南	376.35	419.91	451.97	511.64	561.46	10.52%
华中	244.79	283.83	309.13	360.70	411.58	13.87%
华北	326.18	367.15	399.56	430.97	458.89	8.91%
西北	189.29	215.19	252.64	286.34	318.55	13.90%
西南	246.32	289.14	316.77	352.46	381.85	11.58%
东北	339.39	342.48	373.25	404.25	415.94	5.22%

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

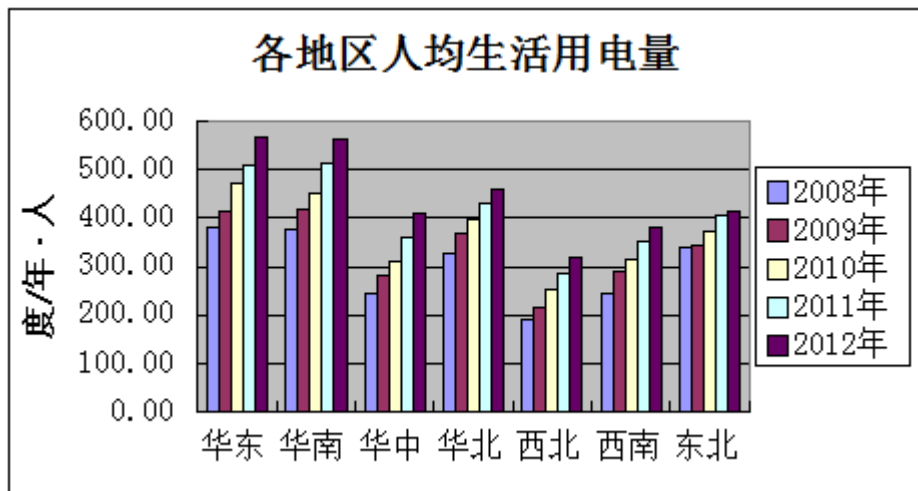


图 37 各地区人均生活用电量差异

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

2. 各地区城镇与农村居民电力消费比较

就城镇而言，根据调研了解，各地区城镇居民家庭电器购置情况都差不多，因此用电量差异不是太大。华东、华南、西南地区由于夏季使用空调较多，因此家庭人均用电量要略高于其他地区。与能源统计数据大体相符。

表 28 各地区城镇居民人均电力消费量 2008-2012 (单位:千瓦时)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	416.28	440.93	473.86	492.23	536.07	6.53%
华南	398.73	442.92	467.52	519.69	561.40	8.93%
华中	353.44	401.38	407.24	438.10	478.07	7.84%
华北	357.64	386.25	404.98	414.51	444.73	5.60%
西北	314.68	335.42	366.47	397.98	423.60	7.71%
西南	428.02	476.77	505.52	524.13	541.72	6.07%
东北	389.94	381.27	410.60	433.52	441.06	3.13%

资料来源:根据我国能源统计年鉴近年数据整理

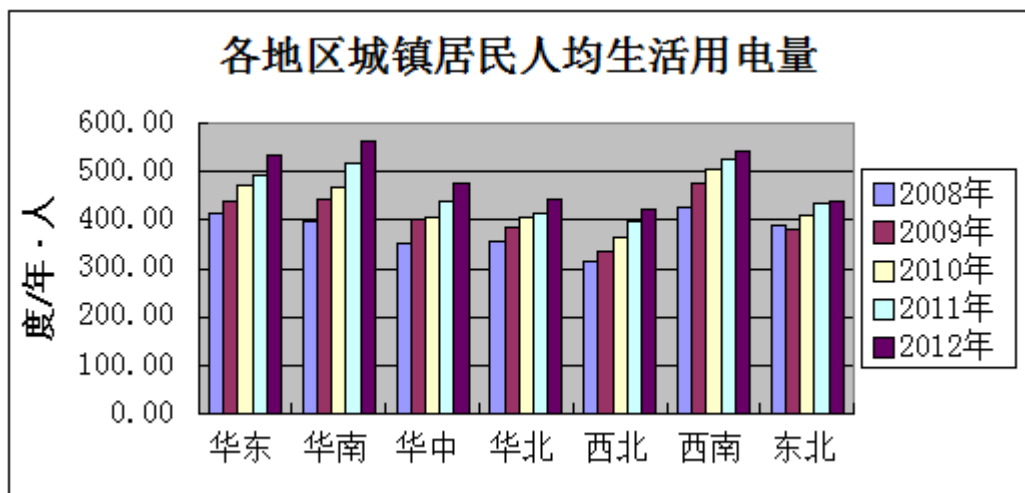


图 38 各地区城镇居民人均生活用电量比较

来源:根据我国能源统计年鉴近年数据整理

各地区居民生活用电差异较大的在农村。能源统计数据显示,华东、华南、华北地区居民人均用电量高出其他地区许多,但西南地区却不高。究其原因,根据调研的了解,华东、华南地区农村家庭多装有空调,因此电费较高,华北地区农村家庭则不仅装有空调、电热水器,而且较多使用电动车,需要充电,虽然空调使用得并不多,但总的电费也是比较高。而华中、西北、西南的农村地区则大多没有安装空调,夏季多是使用风扇降温,冬天取暖也只是偶尔开一下电热炉,因此总的用电量并不高。

不过与城镇比起来,由于近年经济发展,农村家庭收入水平增加,农村家庭购置电视、冰箱等基本家庭电器的情况增多,使得农村居民用电量增速实际是高于城镇的。根据能源统计年鉴的数据,其中西北地区增长最快,达到 20.93%。其余依次是华中、西南、华东、华北、华南,东北增长最慢,只有 8.52%。

表 29 各地区农村居民电力消费量 2008-2012 (单位:千瓦时)

	2008	2009	2010	2011	2012	平均增长率
华东	339.65	381.83	468.01	533.48	616.25	16.06%
华南	349.29	391.49	430.76	500.30	561.62	12.61%
华中	171.52	200.36	235.38	297.59	353.44	19.81%
华北	294.61	346.96	393.51	450.33	476.43	12.77%
西北	107.84	133.47	167.91	198.96	230.62	20.93%
西南	141.13	174.74	192.90	231.30	259.83	16.48%
东北	273.20	291.30	322.38	362.59	378.89	8.52%

来源:根据我国能源统计年鉴近年数据整理

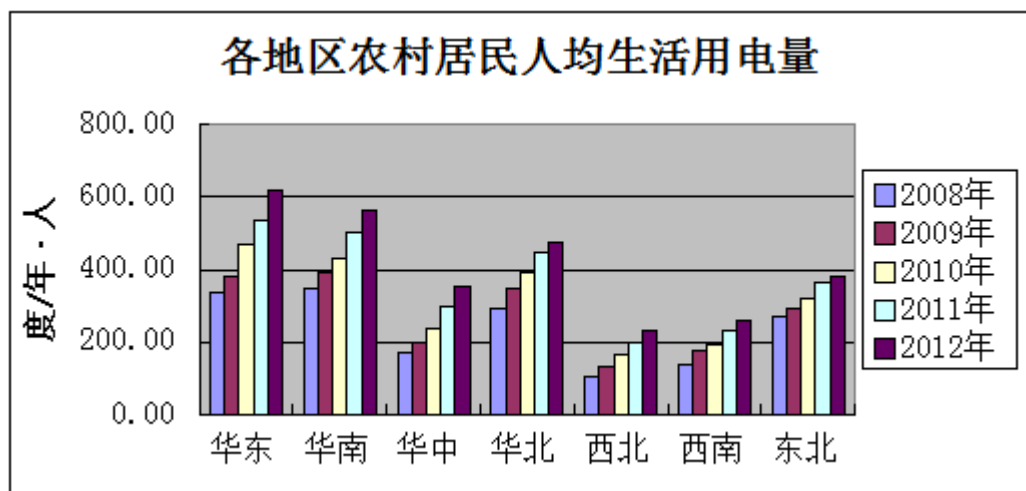


图 39 各地区农村居民人均生活用电量比较

资料来源:根据我国能源统计年鉴近年数据整理

(四) 燃气消费的差异

1. 各地区居民生活燃气消费总量差异

居民燃气消费主要有管道天然气和液化石油气。目前管道天然气主要在人口比较集中的城市或小城镇,部分农村也有天然气使用。而液化石油气则在城镇和农村地区都有使用,是管道天然气的重要补充,是城镇化过程中不可缺少的。

就管道天然气来说,从统计数据来看,全国人均天然气消费均呈增长趋势。但是实地调研了解到,已安装天然气的家庭用户近年的天然气年均使用量并没有明显增长,因此,全国各地区居民家庭人均天然气消费量增长来源主要是新增了较多天然气用户。其中,除西北地区增长较慢外,其余地区2008-2012年年均增长率均超过10%,东北增长最快,年均增长率达到39.64%。但从总量上看,华东、华南、华中、东北地区的居民人均生活天然气消费量还很低。西南地区居民生活天然气消费较高,2012年人均天然气消费已达到44.64立方米;其次是西北人均29.14立方米;再次是华北,人均19.09立方米,但这仍不到西南地区人均消费量的一半。

表 30 各地区居民人均天然气消费量 (2008-2012) (单位: 立方米)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	6.28	6.82	10.11	12.89	14.43	23.13%
华南	5.94	6.00	3.84	8.82	8.92	10.72%
华中	4.05	4.37	5.16	7.71	9.38	23.37%
华北	9.89	12.14	14.77	12.67	19.09	17.89%
西北	23.78	22.33	28.49	27.49	29.14	5.21%
西南	17.52	19.47	25.33	27.81	44.64	26.33%
东北	3.45	5.29	9.60	4.06	13.11	39.64%

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

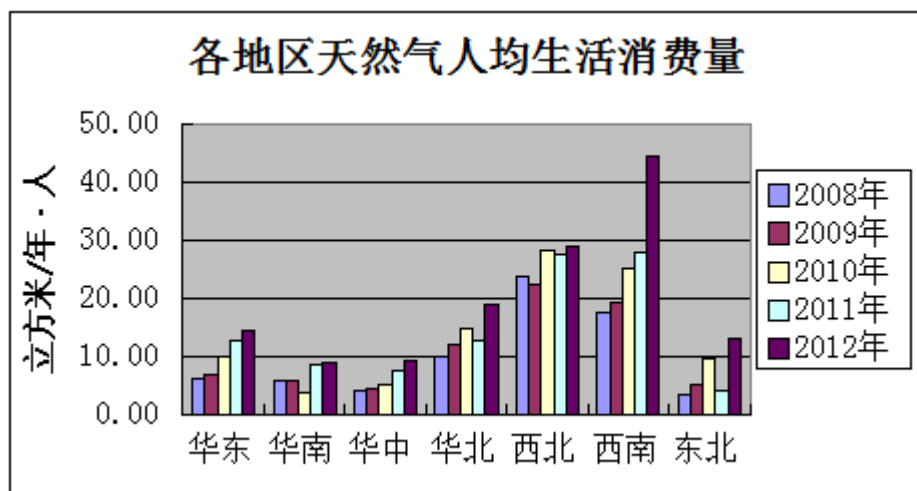


图 40 各地区居民生活天然气人均消费量比较

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

华南地区虽然天然气消费量较少, 但液化气使用却最为普遍, 大多数居民消费液化气。根据对广西南宁的调研, 该地区家庭炊事和洗浴多使用液化气, 使用液化气的家庭平均 1 个月使用一罐 15 千克规格的液化气, 一年大约使用液化气 180 千克。该结论与问卷调查的结论也是相符的, 问卷调查中, 华南地区有 42.86% 的居民选择使用液化气进行炊事, 34.29% 的居民选择使用液化气进行洗浴。

表 31 华南地区炊事与洗浴用能结构分布

	薪柴	电	煤	液化气	天然气	沼气
炊事	0.00%	14.29%	2.86%	42.86%	40.00%	0.00%
洗浴	5.71%	25.71%	31.43%	34.29%	0.00%	0.00%

资料来源: 中国能源网研究中心问卷调查

西北、西南地区天然气资源丰富, 管网较为发达, 因为液化气人均消费量较少。根据调研, 重庆市和县城都通了天然气, 甚至有的一个区县就有好几个燃气公司, 天然气直接通到村镇里。以重庆市綦江区为例, 綦江区天然气资源丰富, 除煤层气储量 383 亿立方米外, 也是页岩气丰富地区。目前綦江区有四家燃气公司, 分别是港华燃气、盛焰燃气、永新天然气和渝川燃气。其中, 港华燃气的业务最多。气

站五座，分别是赵家坪配气站、桥河配气站、三江配气站、石角配气站、转关口配气站。2012年，綦江区天然气供气量 2799.41 万立方米，其中生活用气 1440.83 万立方米；液化气供应量 1014.36 吨，其中生活用气 507.18 吨。按照綦江区 2012 年年末常住人口 81.44 万人计算，全区人均生活天然气消费量 17.69 立方米，人均生活液化气消费量 0.62 千克。

对于液化气的使用，目前华南地区是最多的，华南地区目前人均液化石油气消费量已达到 34.81 千克。其次是东北、华东、华北、华中。西北与西南地区液化气的使用相对较少，但两个地区发展趋势不一样，西北地区 2008-2012 年呈负增长趋势，年均增长率 -17.67%，而西南地区却呈增长趋势，2008-2012 年年均增长率已达 22.56%，尤其 2012 年增长较快。

表 32 各地区居民人均液化气消费（2008-2012）（单位：千克）

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	14.94	16.21	15.81	15.51	15.83	1.44%
华南	31.82	31.65	29.50	36.16	34.81	2.27%
华中	5.38	5.75	5.39	6.58	7.89	10.04%
华北	8.46	8.86	10.02	10.73	10.80	6.30%
西北	9.57	3.89	4.31	4.45	4.40	-17.67%
西南	1.29	1.28	1.58	1.80	2.91	22.56%
东北	14.11	16.51	17.69	21.17	18.27	6.67%

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

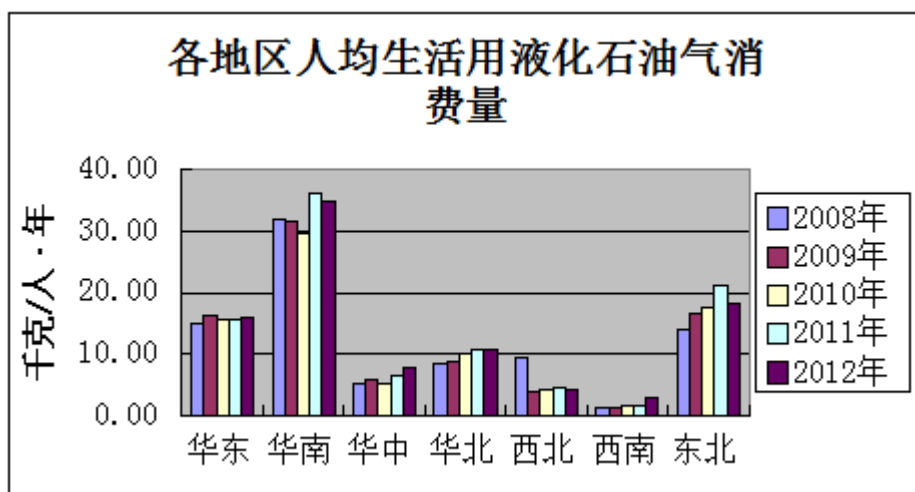


图 41 各地区人均生活液化石油气消费量比较

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

目前燃气在我国居民炊事中的比例已大大增长，根据网络问卷调查，

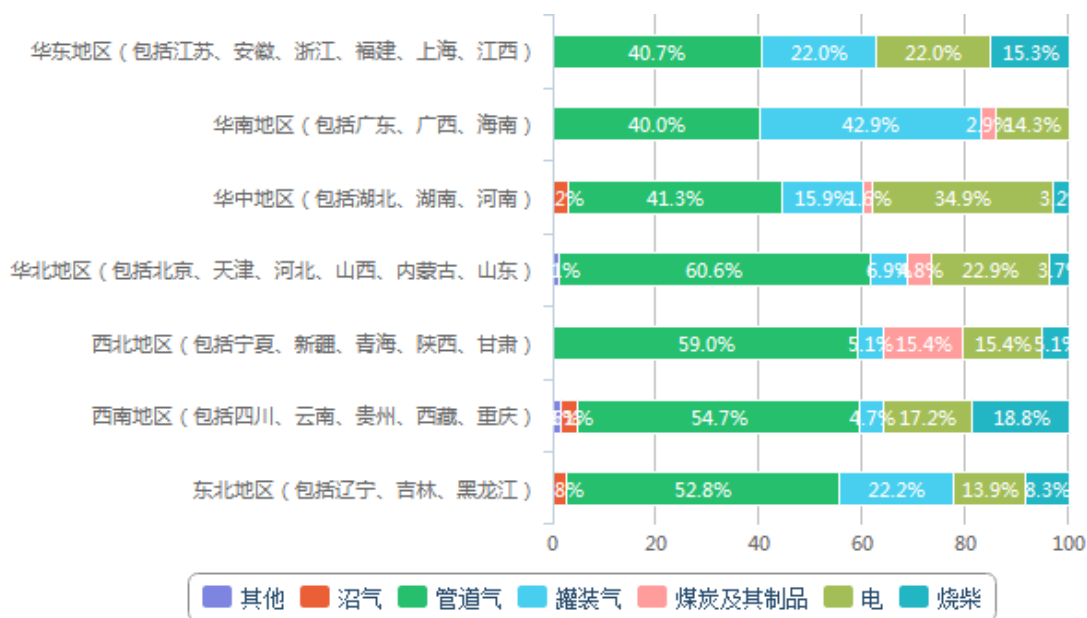


图 42 各地区炊事燃料选择差异

资料来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

2. 城镇居民燃气消费变化

城镇燃气中，管道天然气和液化石油气都有使用。

(1) 各地区城镇居民管道天然气使用差异

就管道天然气而言，近年来，随着气源的开发和天然气管网建设加快，全国管道天然气普及率增长很快，其中东部城市燃气管网已比较发达，（燃气覆盖率的那个表插进来说明一下）

目前西北、西南地区城镇居民人均天然气消费量是全国最高的，是全国其他地区的好几倍，而且近年增长很快，特别是西南的四川、重庆地区。增长最快的是东北，2008-2012年，年均增长率达到37.94%。

表 33 各地区城镇居民人均天然气消费量（2008-2012）（单位：立方米）

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	11.51	12.17	16.87	21.23	23.26	19.24%
华南	10.85	10.87	6.65	15.08	14.97	8.38%
华中	8.62	10.15	11.89	16.82	20.04	23.48%
华北	19.66	23.35	27.79	23.25	34.27	14.91%
西北	60.36	54.38	65.05	60.70	61.64	0.53%
西南	47.80	51.39	63.91	67.20	103.13	21.20%
东北	5.99	8.85	16.43	6.57	21.67	37.94%

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

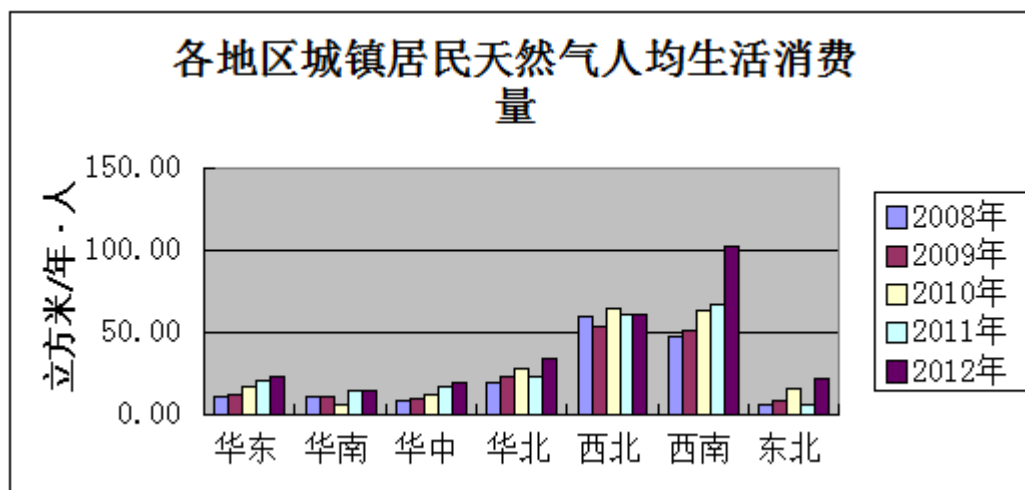


图 43 各地区城镇居民天然气人均生活消费量比较

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

实地调研了解到，西南地区天然气资源丰富，是我国川气东送的起点。西南地区近年城镇天然气管网设施建设速度很快，目前很多县，甚至是镇都接通了天然气，燃气普及率很高。而且西南地区居民早已习惯使用天然气，无论炊事、洗浴都以天然气为主，甚至冬天也使用燃气热水器的水洗车、洗衣服等。西北地区天然气资源同样非常丰富，尤其是新疆，有丰富的煤炭、天然气资源，加上近年发展煤制气，且临近东亚，是我国西气东输的起点。调研发现，西北城镇居民大多使用天然气进行炊事，但也有较多居民洗浴用热水使用太阳能。

而在其他地区，对天然气的使用还没有这么普及，在调研中了解到，很多居民在前几年还不知道天然气为何物，不知道使用天然气是会更方便还是更麻烦，甚至有对其安全性的担忧，对于安装天然气并不十分欢迎，燃气公司去推广安装天然气的时候，还需要对当地居民做一些思想工作。目前虽然已有较多居民家庭安装了管道天然气，而且觉得方便了许多，但实际使用的频率和范围仍然有限，还没有完全形成习惯，例如有的家庭只是用天然气进行炊事，在洗浴时还是使用电或太阳能，甚至有的家庭还有管道天然气和液化石油气混合使用的情况。

从实地调研的一些家庭来看，已安装管道天然气的家庭每人年均天然气消费量，西南约为 100-150 立方米，西北约为 100-150 立方米，东北约为 100-200 立方米，华东约为 50-100 立方米，华南，华中，华北

(2) 液化气使用差异

液化石油气作为一种重要的气体燃料，是对管道天然气的重要补充。对于天然气资源不是很丰富的地区，液化气在城镇居民生活中的使用也较为普遍。使用最多的华南地区，其次是东北、华东和华北。西北、西南地区天然气资源丰富，液化气使用较少。且随着燃气管网的普及，华东、华南、西北地区液化气使用开始降低，尤其是西北，2008-2012 年年均降幅达到 -20.53%。

表 34 各地区城镇居民人均液化气消费量 (2008-2012) (单位: 千克)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	17.55	18.50	16.69	15.96	15.63	-2.87%
华南	43.89	43.28	36.71	41.09	38.63	-3.14%
华中	7.35	8.46	8.80	10.26	10.94	10.46%
华北	13.79	14.05	15.69	16.03	15.57	3.09%
西北	18.11	7.84	8.10	8.01	7.23	-20.53%
西南	2.53	2.40	2.67	2.78	4.48	15.40%
东北	22.69	26.32	26.87	31.82	27.40	4.83%

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

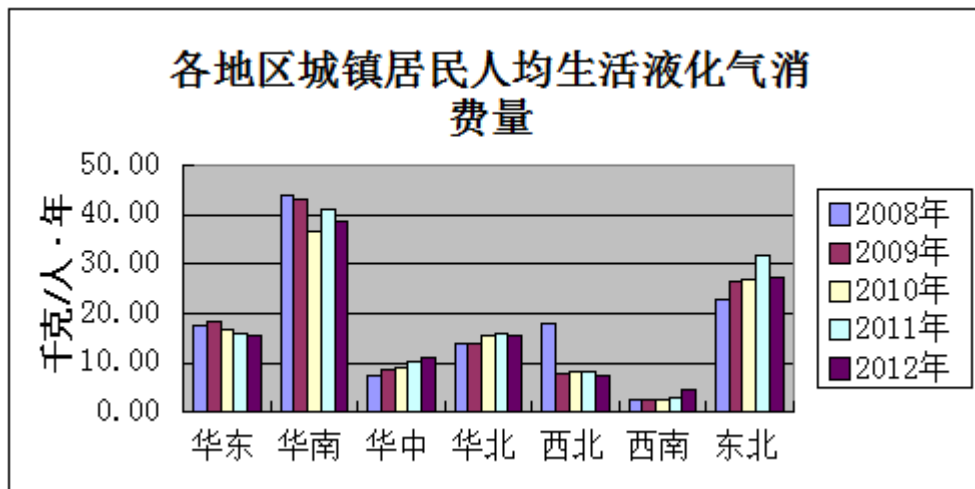


图 44 各地区城镇居民生活液化气人均消费量

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

实地调查了解到, 城镇居民使用液化气主要有以下几种情况: 一是一些老城区, 原本是使用燃煤较多, 现在煤不允许使用了, 由于面临房屋拆迁等问题, 燃气管道又暂时很难接入, 因此只能选择使用液化气; 二是在一些缺气地区, 或管网发展较慢的地区, 例如东北, 政府在做城镇规划时或开发商在建造房屋时, 就未考虑接入天然气, 以致居民入住后只能选择使用液化气; 三是在一些经济较发达地区, 例如浙江、江苏等地, 这些地区的一些工厂大多是外来人口, 住统一宿舍, 而当地又不给其接通管道天然气, 因此也只能使用液化气。

根据调研了解的数据, 城镇居民家庭液化气使用水平相差不大, 一般都是使用 15 千克规格装的液化气, 2-3 个月一瓶。

3. 各地区农村居民燃气消费差异

近年来, 华东、华中、华北、西北和东北农村均有部分居民使用上了天然气, 而华南和西南农村居民则大多使用液化气。

（1）农村天然气使用差异

其中华东和西北地区农村使用天然气的相对较多。究其原因，调研发现，华东地区城镇化发展迅速，且较为富裕，许多农村已不是传统意义的农村，而更接近于别墅群，因此易于接通天然气。例如浙江杭州萧山地区凤凰村，村里建了一个减压站，村民每户出资 2000 元，其余费用村里出。刚开始老百姓不太支持，后来用了以后感觉很好。目前该村已实现天然气全覆盖，一般每家人一年燃气费 300 元。按气价 2.35 元/方计算，平均每家每月消费天然气 10.64 立方米，3.55 立方米/人。每家人每月燃气费折合约 25 元。每个人村里发 10 元燃气补助，一般三口之家都完全够了，所以基本不用自己掏燃气费。

西北地区所谓的农村天然气使用，有一部分包含了新疆的生产建设兵团，另外也有部分农村是真正接通了天然气，例如我们调研的陕西宝鸡。

华中、华北、东北地区主要是一些新型农村接通了天然气，这些村庄由于比较聚集，便于天然气供应。

例如北京延庆县，该县利用德清源养鸡场的大量鸡粪制成沼气，通过提纯成天然气后用槽车运往各个村庄，再通过各村修建的接收站和天然气管线送往各家各户使用，其气价 2.5 元/立方米，与北京市居民气价大致相当，但比延庆县城里的气价便宜很多，延庆县天然气价格为 3 元/立方米。目前德青源日产沼气 1.26 万立方米，可提纯甲烷气 7650 立方米，而普通农户家炊事用气，一天约为 0.6 立方米，德青源的沼气足够 39 个村村民使用。这些村包括：张山营镇 28 个村、康庄镇 11 个村，总计 39 个村 1.1 万户农户。

另外河北唐山南堡开发区的部分农村居民也用上了天然气。由于该地南堡大油田有大量天然气储量 57 亿立方米，中国燃气集团便承担了将南堡油气田的天然气输送往各家各户的责任。目前南堡开发区城区 95% 以上都通了天然气，各村镇的天然气也在加快建设。目前调研的滨海镇全镇有 10 个自然村，人口共 2 万多人，有 3 个村接通了天然气，另有 2 个在建，预计 2014 年将实现村村通天然气。每家都安装了燃气壁挂炉，不仅使用天然气做饭，还利用天然气采暖，虽然比煤炭成本高，但是省事儿。气价 2.35 元/立方米，与北京市区的气价差差不多。

而西南农村多是山区，天然气管网设施建设困难，所以基本没有接通天然气。但是有较多乡镇接通了天然气，未来西南实施退耕还林，人口向乡镇集中后，农村天然气使用量会大大上升。

华南地区则由于缺乏天然气资源，外来天然气连城镇居民都不够使用，农村居民就更使用不上天然气了，多是使用沼气。

表 35 各地区农村居民人均天然气消费量 (2008-2012) (单位: 立方米)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	0.52	0.60	1.32	1.45	1.69	33.94%
华南						
华中	0.96	0.26	0.10	0.28	0.05	-51.93%
华北	0.08	0.32	0.21	0.23	0.23	30.14%
西北	0.02	0.54	1.28	1.52	1.93	233.21%
西南						
东北	0.13	0.60	0.30	0.49	0.50	40.48%

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

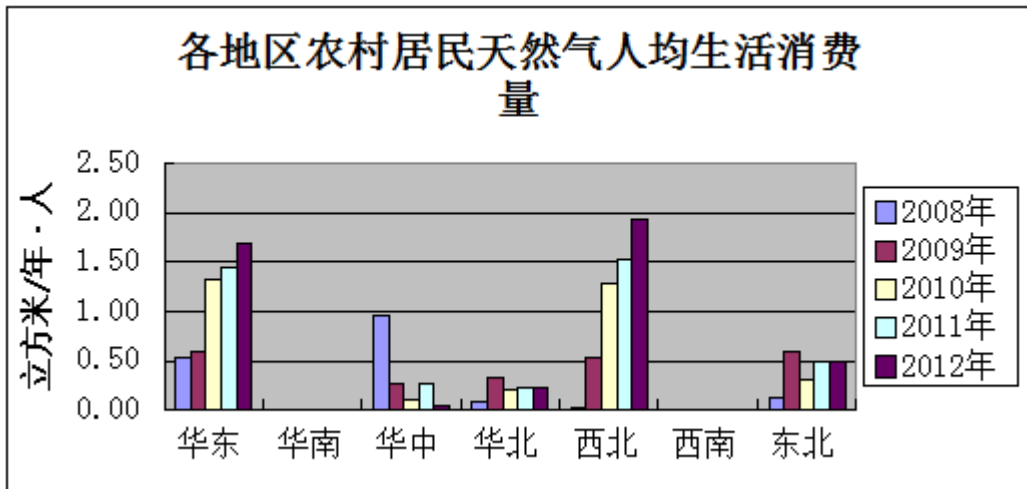


图 45 各地区农村居民天然气人均生活消费量比较

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

(2) 农村液化气使用差异

液化气的使用者多是城市燃气管网未接通的地区和经济收入相对较高的农村家庭。对于天然气管网难以达到的农村地区, 经济收入稍高的家庭也有采用液化气, 其中华东、华南地区的农村居民对液化气的使用最多。使用者一是未接通燃气管道的本地村民, 二是城乡结合带的外来打工者聚集区。例如浙江杭州萧山区的凤凰村, 本地居民共 2000 人, 但外来打工者却有 3 万人, 本地居民基本都通了天然气, 但外来打工者却几乎都是使用液化气。

华中、华北、西部、西南以及东北地区的农村居民使用液化气的还是不是很多, 但除西北处于下降趋势外, 其他几个地区使用液化气的在增多。西北地区液化气使用下降的原因主要是天然气和燃煤使用的增长, 而华中、华北、西南、东北地区的农村居民由于近年经济收入增加, 已不再使用农村薪柴等燃料, 转而使用液化气。例如调研的重庆市綦江区石盘村, 由于大多数村民外出打工, 家中留守的多是老人和儿童, 缺少劳动力上山打柴, 但一罐 15 千克的液化气只需要 100 元左右就送货上门, 一罐气大概可以使用 2 个月, 现在村民已经完全能够负担得起这笔费用, 因此大多选择使用液化气。

表 36 各地区农村居民人均液化气消费量 (2008-2012) (单位: 千克)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	12.07	13.54	14.67	14.91	16.11	7.49%
华南	17.23	17.32	19.66	29.23	29.18	14.08%
华中	4.06	3.84	2.83	3.58	5.23	6.54%
华北	3.12	3.39	3.69	4.50	4.88	11.84%
西北	4.01	1.19	1.49	1.66	2.03	-15.70%
西南	0.57	0.60	0.86	1.10	1.71	31.43%
东北	2.87	3.56	5.18	6.01	4.80	13.66%

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

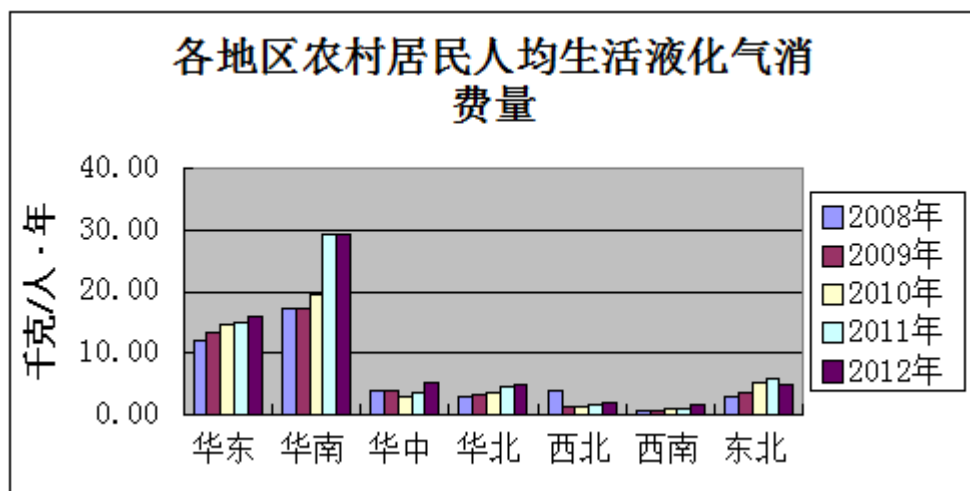


图 46 各地区农村居民人均液化气消费量 (2008-2012)

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

（五）各地区取暖与热力消费差异

1. 各地区居民生活热力消费总量差异

根据能源统计年鉴数据, 取暖主要是在华北、西北、东北, 以及华东、华中偏北方的少数地区。其中, 东北地区人均热力消费较高, 人均热力消费达到 432.59 万千焦, 相当于华北、西北的两倍多。但西北地区热力消费增长较快, 2008 至 2012 年年均增长率达到 14.50%。

表 37 各地区居民人均生活热力消费 (2008-2012) (单位: 万千焦)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	6.18	6.81	4.59	8.73	7.71	5.69%
华南						
华中	13.25	9.64	12.12	15.71	15.84	4.56%
华北	119.54	126.72	147.00	151.78	172.12	9.54%
西北	118.35	144.20	168.91	190.03	203.40	14.50%
西南						
东北	368.37	386.15	382.23	397.97	432.59	4.10%

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

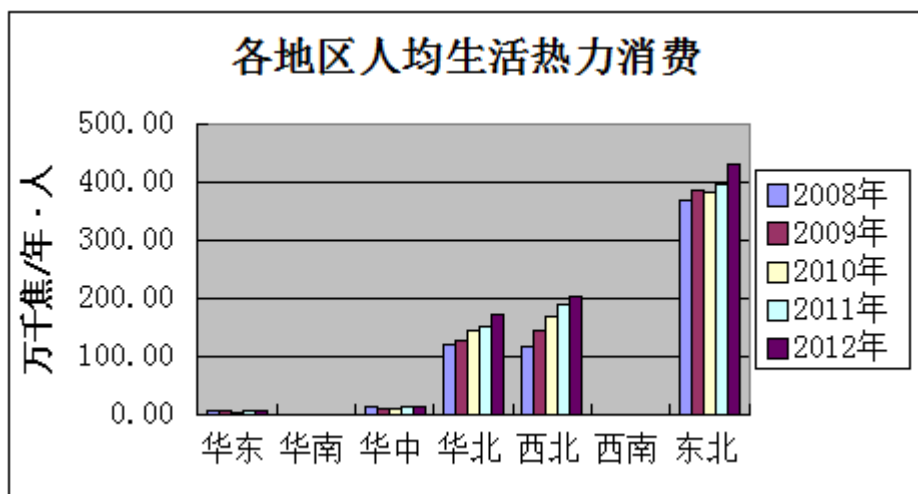


图 47 各地区人均生活热力消费

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

根据问卷调查, 东北取暖季相对华北和西北要长, 有 11.11% 的人选择从头年 9 月到次年 5 月都是取暖时间, 选择头年 10 月到次年 4 月的也较华北与西北要多, 而华北与西北的取暖时间多在头年 11 月到次年 3 月。

表 38 华北、西北与东北的取暖季区别

	头年 9 月到次年 5 月	头年 10 月到次年 4 月	头年 11 月到次年 3 月	其他
华北	1.60%	13.30%	82.98%	2.13%
西北	2.56%	28.21%	69.23%	0.00%
东北	11.11%	30.56%	47.22%	11.11%

资料来源: 中国能源网研究中心问卷调查

2. 城镇居民取暖与热力消费差异

城镇供暖主要是在东北、西北和华北地区，一般是集中供暖，少数居民也有采用燃气壁挂炉，但总体不多。国家统计的热力消费数据主要是集中供暖的数据，燃料有的使用煤炭，有的是天然气。

调研了解到，东北取暖期为 11 月到次年的 3 月中旬，楼房已全部采用集体供暖，部分居民采用双层玻璃、中空玻璃、保温层等节能保暖措施。部分家庭有采暖补贴，采暖费平均约 3000-4000 元左右。

华北地区大多鼓励使用天然气供暖，管道未接通的地方鼓励居民使用型煤，有补贴。例如北京延庆县，由于没有铺设管道天然气，居民集体供暖采用燃煤供热，每年消耗 19 万吨，并鼓励使用型煤，北京市补贴 200 元 / 吨，延庆区里也有相应资金。2012 年，北方城镇采暖的总能耗为 1.71 亿 tce(清华大学建筑节能研究中心,2014)。随着城镇化的推进，北方城镇建筑面积已从 2001 年的 50 亿 m² 增加到 2012 年的 106 亿 m²，预计将继续增加到 150 亿 m²。

南方地区本地居民并不能适应集中供暖的方式，大多数还是采用空调或电炉取暖，特别是一些老城区和年长的人，一是本身冬天的时间不长，而且房屋结构也并不是按保温设计的，加上年长的人早已习惯这样的气候，不习惯屋里暖烘烘的，觉得干燥受不了，因此一般只有在寒冬腊月很冷的时候才会有取暖需求。但现在也开始出现对房屋供暖的需求，部分新建楼盘已设计了外墙保温，家中安装了地热，这个趋势未来将会增加。

表 39 各地区城镇居民人均热力消费量 (2008-2012) (单位：万千焦)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	11.39	11.61	8.12	14.87	13.05	3.48%
华南						
华中	32.90	23.22	28.25	34.97	33.95	0.79%
华北	235.79	243.98	275.68	277.92	307.77	6.89%
西北	300.49	356.35	395.84	433.00	444.21	10.27%
西南						
东北	649.75	678.88	660.83	675.39	723.36	2.72%

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

另外在夏天空调的使用上，使用时间从北到南呈大致递增趋势，东北地区使用空调时间较短，一般也就 1-2 个月，南方城镇居民使用空调时间较长，重庆、广西这些地方每年要开 5 个月左右，从 5 月下旬到 10 月上旬都在使用。

根据清华大学建筑节能研究中心 2008 年的研究，我国城镇住宅空调能耗主要集中在天气比较炎热、经济比较发达的地区，其中住宅单位面积空调能耗指标较高的地区是广东省，约为 6.5kWh/(m²·a)，其

次是福建、重庆、上海、浙江、湖北和江苏六个省，这七个省的城镇住宅空调能耗约占全国城镇住宅空调总能耗的 64%。

3. 农村居民取暖与热力消费差异

就全国而言，集中供暖主要在城市，农村基本是靠炕、电炉、燃煤小锅炉取暖，这些都不在国家统计范围内，因此国家统计局数据里农村地区热力消耗几乎为零。但实际上根据我们调研，农村地区热力消耗也是很大的，尤其是在北方。

北方较多农村由于是家庭自住式管理，因此冬季取暖时间实际上比城市更长，天冷了就会开始取暖，而不是如城市里有固定的取暖时间。农村的炊事灶台直接与土炕想通，做饭的时候顺便就把土炕加热了，这种取暖方式消耗的燃料相对较少。但仍有很多农村居民取暖采用燃煤锅炉，效率较低，消耗了较多煤炭，这样的家庭每年消耗煤炭大概在 2-3 吨，其中就有大部分是用来供暖。例如北京延庆县，就是普通老两口的农村家庭每年消耗的煤炭就在 2 吨左右，除此之外还会燃烧大量的葡萄竿等废弃农作物。农村也有集中供暖的情况，并开始增多，例如河北石家庄鹿泉市曲寨村，由于在十年前就已经将整个村落进行了统一规划布局，均为二层别墅，这样就便于集中供暖的应用，目前该村采用燃煤锅炉集中供暖，每个村民家中都通了暖气。

由于冬天的时间一般比较短，南方农村对供暖几乎没有太大需求，一般都是实在很冷了才会使用。以前取暖都是白天用炭火盆，晚上睡觉在被窝里放个热水袋，后来逐渐开始使用了电烤炉和电热毯，一年最多使用一个月，而且用的时候也很注意节能。2013 年冬季南方偏暖，调研的广西、重庆等地整个冬天都基本没有采用取暖措施。

另外在夏季制冷的使用上，中西部的大部分农村由于比较贫穷，还是使用电风扇，但是东部沿海省份就已经较多安装空调了，调研的浙江萧山凤凰村和唐山南堡申立村，村民家中都已安装了空调，萧山凤凰村的一些居民甚至一家就装了好几部空调，楼上楼下各个房间都安装了空调。

表 40 各地区农村居民人均热力消费量调查（单位：万千焦）

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	0.45	1.23	0.00	0.33		-100.00%
华南						
华中						
华北	2.89	2.98	3.06	3.33	3.57	5.36%
西北						
西南						
东北			2.92	3.09	3.61	

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

（六）各地区居民交通使用与油品消费差异（汽油、柴油）

1. 各地区居民油品消费总量

油品的消费差异主要是交通工具的使用差异。从能源统计年鉴数据来看，近年来，除西北地区没有太大变化外，全国各地区居民对汽油的消费在近年来增长很快，其中华东、华北、华南地区人均生活汽油消费量较高，华中、西北、西南地区人均汽油消费量相对较低。但从增长情况来看，西南地区是近年增长最快的，2008至2012年年均增长率达到57.39%。西北地区则只有0.66%，几乎没有增长。

根据我们的调研，目前各地区居民家庭购车的情况均有增加，其中沿海地区增加较快。在调研的江苏南京15户家庭中，有9户家庭都用汽车，每年燃油支出大多在10000元以上，其中一户是居住在农村，每年燃油支出也近5000元。其余家中暂时没有购车的家庭也表示有购买汽车的打算。浙江萧山的9户农村家庭调研中，7户都有汽车，每年燃油支出都在10000元以上，有两户甚至达到20000和50000元。相比之下，调研的其他地区经济发展水平较低，家庭购车的情况要少一些。

表 41 全国各地区居民人均汽油消费量（2008-2012）（单位：千克）

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	12.61	15.10	19.93	23.23	27.85	21.89%
华南	18.02	20.26	25.33	31.39	32.58	15.95%
华中	4.53	4.93	8.32	9.80	14.98	34.87%
华北	14.31	16.96	28.18	30.43	33.58	23.78%
西北	12.58	8.19	10.55	11.81	12.91	0.66%
西南	3.05	5.94	9.54	16.31	18.70	57.39%
东北	5.79	7.00	19.37	23.29	21.44	38.73%

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

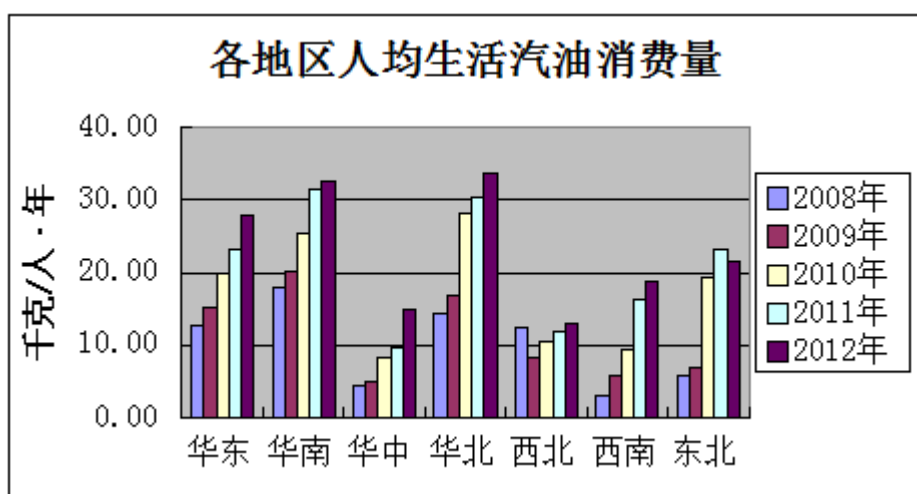


图 48 各地区生活柴油人均消费量比较

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

对于生活柴油的消费，东北地区是柴油使用最多的，2012年人均生活柴油消费量已达到22.73千克。目前全国各个地区居民生活柴油消费同样增长很快，其中增长最快的是华中地区，2008-2012年生活柴油年均增长率已达到58.30%，其次是东北、西南、华东等地。

表 42 各地区居民人均柴油消费量 (2008-2012) (单位：千克)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	2.29	2.81	2.92	3.64	4.06	15.34%
华南	0.76	0.81	0.90	1.02	1.03	8.05%
华中	0.79	2.07	2.85	4.27	4.94	58.30%
华北	7.62	7.74	7.73	8.35	8.61	3.08%
西北	1.33	1.29	1.52	1.67	1.73	6.71%
西南	0.75	0.86	0.96	1.12	1.42	17.24%
东北	6.13	8.70	24.63	20.34	22.73	38.74%

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

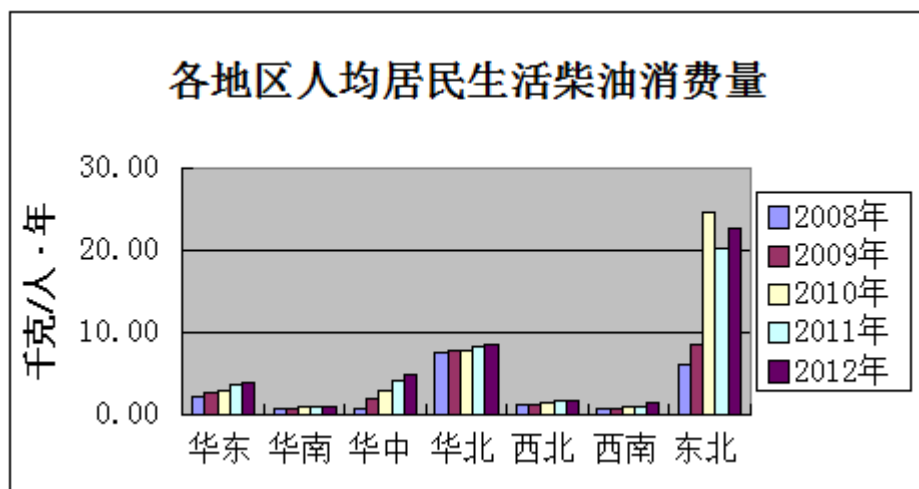


图 49 各地区居民生活柴油人均消费量比较

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

2. 城镇居民油品消费变化

随着各地经济发展水平升高，特别的落后地区如东北、西南、华中地区城市的发展，各地城镇居民购车和油品消费差距正在减小。2008-2012年间，西南地区人均生活汽油消费量以年均增长率50.81%的速度增长，2012年比2008年增长了将近5倍。从统计数据来看，目前全国只有西北地区人均汽油消费量是基本持平，甚至是降低的。

表 43 各地区城镇居民人均汽油消费量 (2008-2012) (单位: 千克)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	19.95	23.32	28.26	31.76	37.31	16.95%
华南	23.04	25.23	30.26	36.47	37.39	12.87%
华中	6.56	6.55	11.89	14.27	23.41	37.43%
华北	24.90	28.85	46.49	48.80	52.55	20.53%
西北	26.14	15.92	19.40	21.12	22.32	-3.87%
西南	4.72	9.76	14.50	22.28	24.44	50.81%
东北	8.84	10.89	26.70	31.96	27.39	32.66%

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

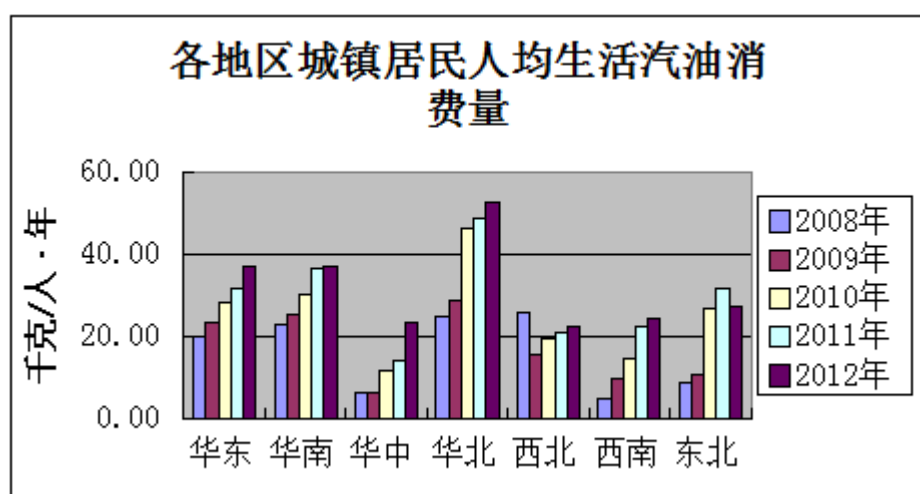


图 50 各地区城镇居民生活汽油人均消费量比较

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

目前全国城镇居民使用柴油的主要在东北, 其余地区都很少, 2012年东北城镇居民生活柴油人均消费量为 27.77 千克。其主要原因是东北天气较冷, 降雪多, 普通汽油车容易打滑, 且动力不够, 因此购买四驱柴油车的要多一些, 一般都是买 SUV。

表 44 各地区城镇居民生活柴油人均消费量 (2008-2012) (单位: 千克)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	2.36	2.64	2.41	2.53	2.61	2.49%
华南	0.31	0.30	0.35	0.44	0.44	9.17%
华中	1.59	3.62	3.77	4.99	5.37	35.56%
华北	6.57	6.71	7.11	7.00	7.06	1.82%
西北	2.06	1.73	1.80	1.84	1.87	-2.33%
西南	0.59	0.62	0.68	0.61	0.77	6.75%
东北	9.05	12.25	35.65	27.69	27.77	32.34%

资料来源: 根据我国能源统计年鉴近年数据整理

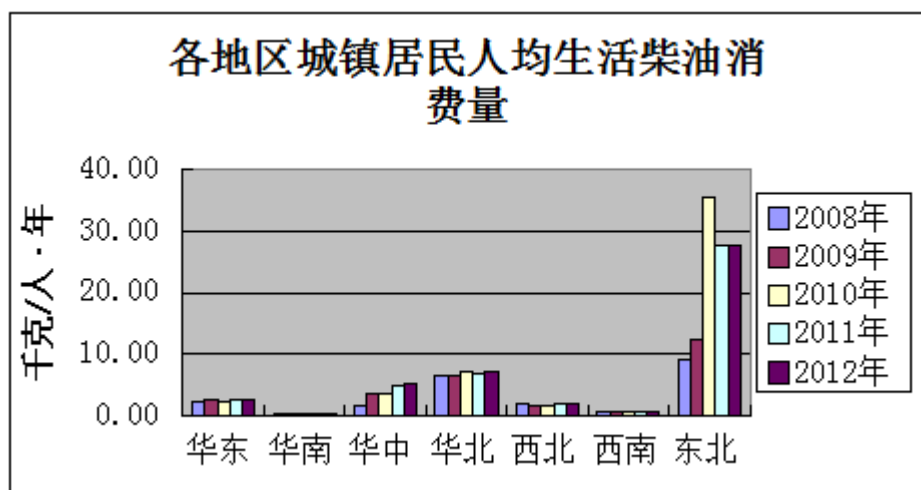


图 51 各地区城镇居民人均生活柴油消费量比较

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

3. 农村居民油品消费变化

农村居民汽油消费主要是来自小汽车，是作为代步工具使用。从统计数据来看，全国农村居民生活汽油人均消费量是增长的，其中最明显的还是东北和西南，2008-2012年的年均增长率都达到了60%以上。但是消费量最高是在华南地区，2012年华南地区农村居民生活汽油人均消费量已达到25.49千克。

实地调查了解的情况与此大概一致。根据实地调查了解，西南农村地区在前几年买车的人还比较少，但这几年随着农村交通条件的改善和村民收入的增加（主要是在外打工挣钱），买车的人开始增多。东北的情况与西南大致相同，也是因为经济收入增加了，农民的需求上升。

表 45 各地区农村居民人均汽油消费量 (2008-2012) (单位：千克)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	4.54	5.55	9.07	11.54	14.18	32.93%
华南	11.96	14.12	18.59	24.24	25.49	20.81%
华中	3.15	3.78	5.63	6.15	7.60	24.62%
华北	3.67	4.41	7.69	8.81	10.02	28.51%
西北	3.77	2.93	3.96	4.52	5.05	7.53%
西南	2.08	3.60	6.29	12.09	14.32	62.06%
东北	1.79	1.88	9.39	10.95	12.66	63.11%

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

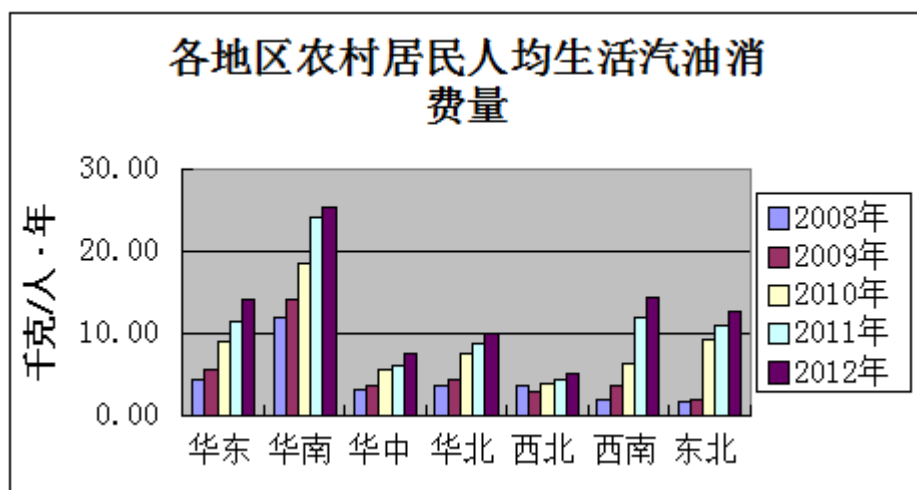


图 52 各地区农村居民人均生活汽油消费量比较

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

农村居民柴油消费主要是来自农机产品和运输车辆。从统计数据来看，近年全国各地区农村居民生活柴油使用都在大幅上升，其中华中地区 2008-2012 年农村居民生活柴油人均消费量更是平均每年翻了一番。东北农村居民生活柴油人均消费量也在快速上升，目前是全国最高的地区，2012 年东北农村人均生活柴油消费量达到 15.30 千克。

根据实地调查了解，目前有一些地区的农民实际上已不是传统概念的农民，而更像是农场主，或者农业老板。例如河北唐山南堡开发区申立村的一些农民，实际都已成为承包大量养鱼场的老板，正常年收入达到 30 万左右，有的甚至更高。家中一步小汽车用来代步，另外还会配置一辆皮卡车，用来做运输使用。

表 46 全国各地区农村居民生活柴油人均消费量 (2008-2012) (单位: 千克)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率
华东	2.22	3.01	3.57	5.17	6.16	29.06%
华南	1.30	1.42	1.65	1.84	1.92	10.10%
华中	0.25	0.96	2.15	3.69	4.57	107.78%
华北	8.69	8.83	8.42	9.93	10.54	4.95%
西北	0.86	0.99	1.31	1.55	1.61	16.85%
西南	0.84	1.01	1.15	1.47	1.92	22.75%
东北	2.31	4.00	9.63	9.89	15.30	60.33%

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

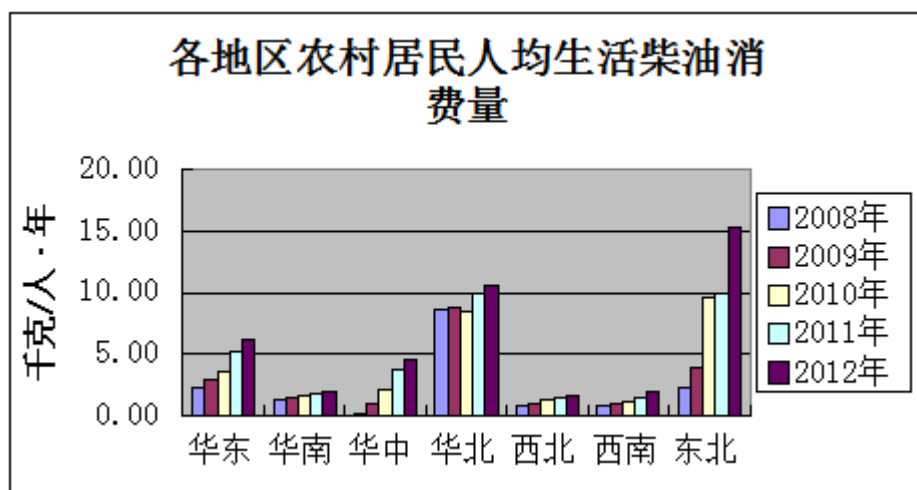


图 53 各地区农村居民人均生活柴油消费量比较

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

（七）各地区可再生能源利用情况

1. 各地区农村沼气利用情况

根据农业部科技教育司与农业部农业生态与资源保护总站的统计数据，近年来，我国沼气用户数量呈增长趋势，从 2008 年至 2012 年，全国沼气用户数量从 2858.89 万户增长到 3652.28 万户，增长了 793.39 万户，年均增长率为 6.31%。其中增长最快的是西藏，从 2008 年的 4.26 万户，增长到 2012 年的 15.75 万户，年均增长率达到 38.69%。其次是甘肃省、新疆、天津市、内蒙等地区，年均增长率分别达到 25.16%、22.39%、19.71%、16.15%。

全国只有北京、黑龙江的沼气用户在下降，北京已从 2008 年的 1.51 万户，降低到 2012 年仅剩 0.84 万户，黑龙江从 2008 年的 23.75 万户，降低到 2012 年的 20.97 万户。

利用户数在 200 万户以上的省份分别是四川省、广西、河南省、云南省、湖北省、河北省、山东省、湖南省，分别有 558.72、365.52、342.16、275.76、271.78、252.94、209.86、209.33 万户。

按 2012 年当地沼气当年利用户数与当地总人口比例计算，每百人沼气利用户数最多的是广西省，每百人中有 7.81 户有实施沼气利用。其次依次为四川省、云南省、西藏、湖北省、贵州省、重庆市、甘肃省、海南省等地区。2012 年全国平均每百人中，有 2.7 户实施了沼气利用。

表 47 各地区历年沼气利用用户数情况 (2008-2012) (单位:万户)

	2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率	2012年百人拥有率
全国	2858.89	3230.24	3408.87	3583.37	3652.28	6.31%	2.70%
北京市	1.51	1.04	0.90	0.89	0.84	-13.63%	0.04%
天津市	2.23	3.26	4.09	4.31	4.57	19.71%	0.32%
河北省	236.36	262.64	258.64	266.76	252.94	1.71%	3.47%
山西省	49.65	59.45	52.68	53.63	52.71	1.51%	1.46%
内蒙	22.70	38.90	43.30	45.74	41.31	16.15%	1.66%
辽宁省	40.96	41.62	46.34	34.17	47.69	3.87%	1.09%
吉林省	7.52	10.13	11.10	11.26	12.09	12.59%	0.44%
黑龙江	23.75	19.53	21.75	20.21	20.97	-3.06%	0.55%
上海市	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
江苏省	38.78	48.40	60.39	65.02	64.56	13.59%	0.82%
浙江省	13.67	13.79	14.22	14.61	14.50	47.42%	0.26%
安徽省	51.31	59.01	63.81	65.01	72.14	-27.09%	1.20%
福建省	40.07	40.56	43.19	45.86	45.17	15.83%	1.21%
江西省	118.37	136.61	128.15	137.78	140.57	-21.40%	3.12%
山东省	132.11	168.93	196.35	204.59	209.86	1.56%	2.17%
河南省	290.65	307.74	324.35	339.13	342.16	-7.82%	3.64%
湖北省	209.77	244.53	277.08	266.99	271.78	13.01%	4.70%
湖南省	178.91	185.52	193.91	200.78	209.33	11.02%	3.15%
广东省	41.16	38.53	41.25	42.90	44.00	50.17%	0.42%
广西	313.19	311.78	287.28	351.11	365.52	-38.78%	7.81%
海南省	26.42	31.18	33.79	34.54	32.53	92.87%	3.67%
重庆市	90.00	105.21	120.42	124.56	128.31	-22.46%	4.36%
四川省	421.94	474.91	523.62	544.69	558.72	-25.74%	6.92%
贵州省	141.55	156.34	151.94	159.46	153.59	40.95%	4.41%
云南省	202.56	239.35	246.29	269.28	275.76	-6.68%	5.92%
西藏	4.26	7.10	14.94	15.60	15.75	183.70%	5.12%
陕西省	74.39	88.15	85.60	89.09	93.75	-32.17%	2.50%
甘肃省	42.95	75.75	92.50	100.65	105.37	21.55%	4.09%
青海省	9.62	11.31	10.17	9.68	13.53	81.92%	2.36%
宁夏	12.87	16.11	17.91	17.49	16.72	1.26%	2.58%
新疆	19.66	30.89	41.02	46.22	44.10	-3.97%	1.98%
新疆兵团		1.58	1.66	1.21	1.35	203.34%	
黑龙江农垦		0.40	0.24	0.15	0.08	49.90%	

资料来源:农业部

但是根据我们的实地调研，目前只是在农村居民有散户养猪习惯的南方地区使用沼气的较多，其他地区虽然也建设了沼气设施，但真正投入使用的并不太多。而且就算是在这些地区，居民沼气的应用也并不理想。

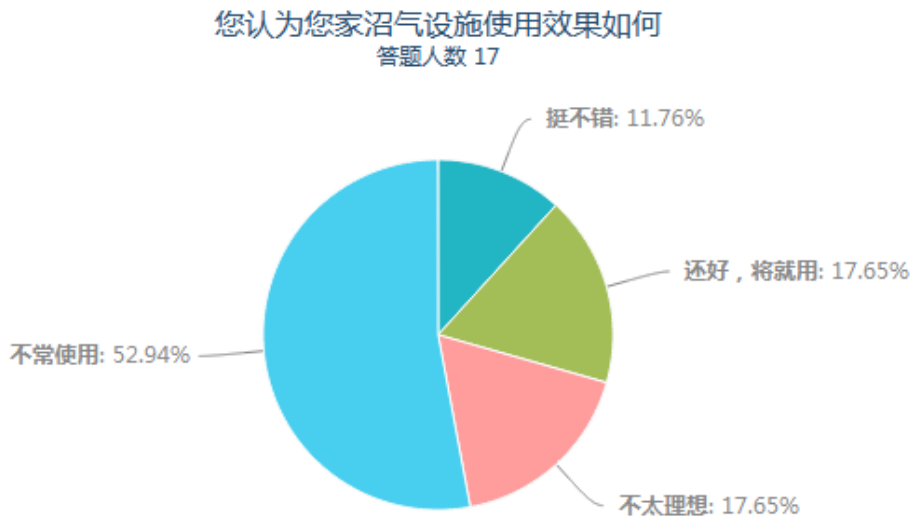


图 54 各地区农村居民人均生活柴油消费量比较

资料来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

在对新疆哈密地区的调研过程中了解到，新疆哈密在 2008、2009 年推广沼气入户，但由于气候等因素影响，实施效果不理想，目前普通家庭沼气居然没有运作成功的案例，最后只有撤掉，只有个别养殖户的沼气设施运行效果还凑合，在勉强使用。

河北鹿泉市从 2003 年开始建设户用沼气，至今虽然已建成 2.8 万多户，但由于养猪的越来越少，使用沼气的也逐渐减少，大多开始使用液化气，沼气设施逐渐废弃。

重庆市綦江区是西南丘陵地带，农村生物质资源丰富，很适合发展沼气。2011 年，綦江县（当时还未改为区）投入资金 1610 万元，建成农村户用沼气池 3700 户，其中三角镇 200 户。全县累计建成农村户用沼气 2.4 万户，为适宜农户的 49.5%。为保护饮水安全，在鱼栏咀水库四周新建农村户用沼气池 211 户，石盘村 - 沼气科技示范基地即属于鱼栏咀水库库区范围。但是在对石盘村沼气科技示范基地的调研中了解到，该村实际上大部分沼气设施在建成后只短暂投入使用后便弃之不用了。究其原因，主要是青壮年大多外出打工，留守的老人和孩子无力饲养牲畜，没有粪便也就没有再使用沼气。只有少数一些家里人比较多的，养着猪的家庭在使用沼气。据调查，一般两头猪产生的粪便，便能基本满足一个三口之家一天炊事所用（只是炒菜）。

广西是沼气建设比较成功的地区。在对广西的政府调研中了解到，广西沼气建设从八十年代便开始了，但到 2000 年为止，总共也没超过 10 万户。后因为国家开始投资，在 2003 年之后增长较快，每年新增沼气用户 10 万户以上。最多的时候是在“十一五”时期，最多一年增加了 15 万户。到 2008 年底，全区 800 万户农户，共建成约 400 万户沼气。从 2013 年初开始，农业部发起“美丽乡村”活动，广西政

府积极参与，许多农村地区又开始了沼气发展，目前已取得很好的成效，有许多农村家庭都安装了沼气，调研中了解到广西沼气池入户率已超过 40%，为全国沼气池入户率最高的省份。

2. 各地区薪柴使用情况

目前虽仍有大量农村居民使用薪柴，但主要集中在经济欠发达地区，尤其是在西部山区和华中一代，而华北、华东、华南等地经济较发达的地区农村使用薪柴的情况已大大减少，而且农村薪柴的使用正在逐渐被液化石油气等其他能源形式所替代，有的农村已经完全没有使用薪柴。

在调研中了解到，西部山区、华中农业大省的农村使用薪柴的家庭数量正在快速减少，薪柴的使用正在逐渐被电、液化气和煤炭替代，尤其是已有越来越多的农村居民开始使用液化气。在全国各地都了解到，以前单单一项做饭通常是使用薪柴或煤炭，现在都是用电饭锅了，没有再烧柴禾煮饭的，只有少部分喜欢用高压锅煮饭。炒菜则还有用薪柴的，但只要是经济发达一点，交通稍微方便点的地方，则正在被液化气所替代。

例如在对西南地区重庆市綦江区的调研中了解到，当地农村由于大量劳动力外出务工，家中多少留守老人和小孩，饲养的家畜减少了，对燃料的需求大大降低，以前养家畜时需要大量燃料（包括薪柴和煤炭）煮猪食料，现在一般只需满足人的炊事所用，从而减少了大部分的燃料使用。另外农村液化气的使用变得越来越方便，綦江区农村一般只需 100 元左右便可以把一瓶 15 公斤液化气送到用户家中，靠近液化气站的用户则更为便宜，这样一瓶液化气足够普通家庭 2 个月的炊事所用，因此一般家庭收入稍高的农村家庭会选择使用液化气。由于液化气的使用，居民家庭薪柴使用量便减少了。以调研的一户家庭为例，该家庭常住人口 2 人，在 2008 年未使用液化气之前每年薪柴使用量大约有 2 吨，但从 2009 年使用液化气后，薪柴使用量便减少为了每年 1.5 吨，后来 2012 年起没有养猪了就再次减少为了每年 1 吨。其他未使用液化气的居民家庭人均薪柴使用量也在 1 吨 / 年左右。

沿海经济发达地区如浙江、江苏等地液化石油气对薪柴的替代则更为明显，调研的家庭中已基本没有再使用薪柴，根据当地管理部门介绍，只有在偏远山区还有使用薪柴的情况。分析其原因，主要是由于还是在于经济发展，特别是一些引进乡镇企业后实施了新农村改造的地区，很多人虽然仍然是农村户口，但实际种地的已不多，大多到附近企业打工，新农村改造后每家都接通了天然气，因此也已基本不使用薪柴。

3. 各地区分布式光伏发展情况

当前，分布式可再生能源的理念在华北地区、中东部地区和南方地区渗透较快，大部分光伏、天然气分布式能源系统也都在这些区域先行试点和推广。

截至 2013 年底，全国累计并网运行光伏发电装机容量 1942 万千瓦，其中光伏电站 1632 万千瓦，分布式光伏 310 万千瓦，全年累计发电量 90 亿千瓦时。2013 年新增光伏发电装机容量 1292 万千瓦，其中光伏电站 1212 万千瓦，分布式光伏 80 万千瓦。

从发展区域来看，目前中国分布式光伏发电主要分布在电力负荷比较集中的中东部地区，华东和华北地区累计并网容量分别为 145 万和 49 万 kW，占全国分布式光伏的 60%。2013 年新增并网容量排名前三的省份分别为浙江、广东和河北省，并网容量分别达到 16 万 kW、11 万 kW 和 7 万 kW，三省之和占全国分布式光伏并网总容量的 40% 以上。各省（自治区、直辖市）分布式光伏情况见下表。

表 48 各省市 2012、2013 年分布式光伏并网容量

序号	省（区、市）	2012 年底 累计并网容量 (MWp)	2013 年新增		2013 年底累计	
			并网容量 (MWp)	市场份额 (%)	并网容量 (MWp)	市场份额 (%)
1	浙江	260	165	20.6	425	13.7
2	湖南	234	66	8.2	300	9.7
3	广东	185	115	14.4	300	9.7
4	江苏	218	37	4.6	255	8.2
5	山东	163	42	5.2	205	6.6
6	上海	140	49	6.1	189	6.1
7	河北	112	74	9.2	186	6.0
8	江西	118	40	5.0	158	5.1
9	内蒙古	107	46	5.8	153	4.9
10	安徽	124	26	3.2	150	4.8
11	湖北	65	35	4.3	100	3.2
12	陕西	61	29	3.6	90	2.9
13	北京	85	2	0.2	87	2.8
14	海南	73	2	0.3	75	2.4
15	福建	62	11	1.4	73	2.4
16	辽宁	39	32	4.0	71	2.3
17	河南	64	2	0.3	66	2.1
18	广西	53	0.6	0.1	53	1.7
19	天津	37	2	0.2	39	1.3
20	新疆	26	7	0.9	33	1.1
21	山西	20	11	1.3	31	1.0
22	黑龙江	27	0.1	0.0	27	0.9
23	云南	11	3	0.3	14	0.4
24	甘肃	11	0.3	0.0	11	0.4
25	四川	5	4	0.5	9	0.3
26	西藏	0	1	0.1	1	0.0
27	青海	0	0.6	0.1	0.6	0.0
28	重庆	0	0.02	0.0	0.02	0.0
合计		2300	801	100	3101	100

资料来源：国家能源局

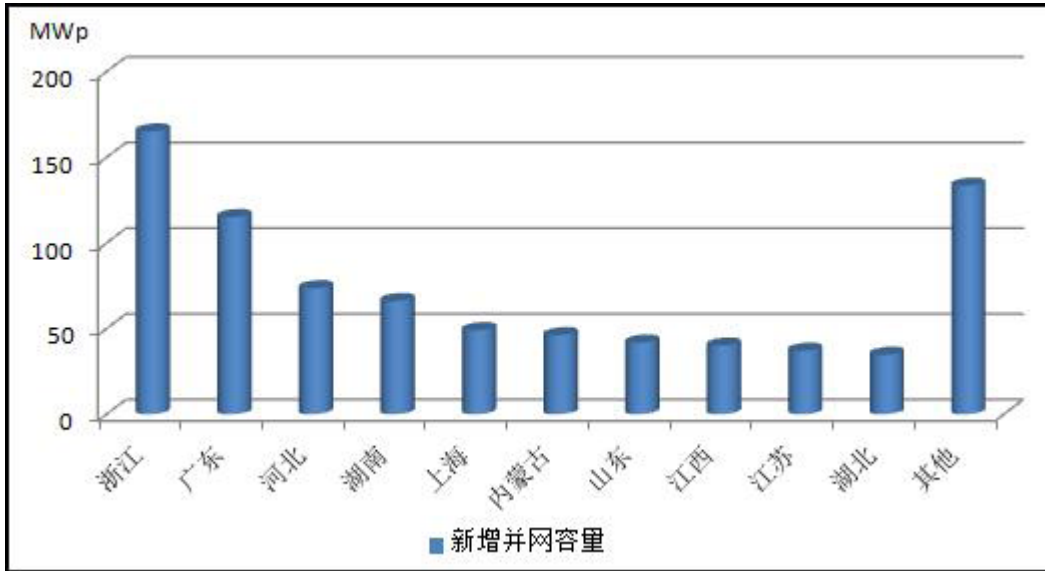


图 55 2013 年主要省(区、市)新增分布式光伏发电情况

资料来源：国家能源局

五

影响居民生活能源消费的因素分析

收入水平、城镇化因素、受教育程度、生活习惯、资源条件、政府能源规划和能源价格等是影响居民能源消费的因素主要因素

(一) 收入水平方面, 从整体来看收入水平同能源消费量正相关, 而且收入增加同交通燃料消费增长正相关。农村居民收入变化同能源消费变化正相关, 不过城镇居民收入变化同能源消费变化关系较弱。

(二) 城镇化方面, 城镇化会导致居民商品能源消费增加, 城镇化带动农村用能更加清洁、便捷。此外, 户籍的不同对居民用能消费水平的影响相对较低, 居住地是城镇还是农村对居民消费水平影响较大。

(三) 受教育程度方面, 因受教育程度较高的家庭对生活品质要求较高, 教育程度同家电数量、电能消费正相关; 教育程度较高家庭容易接受新能源技术; 农村教育程度较高家庭较少使用秸秆。

(四) 生活习惯方面, 受教育以及成长经历等原因的影响, 年龄大的居民能源消费相对较少; 城镇和农村基础设施建设水平的不同也使得城镇居民和农村居民在烹饪习惯上有所不同; 此外, 居民能源消费与居住面积及房屋类型等均有关系。

(五) 资源条件方面, 资源的可获得性影响能源消费, 如在煤炭主产区, 煤炭价格相对便宜而且容易获得, 居民煤炭消费量也就相对较高; 在微观市场方面, 资源的市场距离也影响能源消费。

(六) 政府能源规划也直接影响到居民能源消费, 比如居民用能选择受限于政府的能源规划。

(七) 能源价格方面, 由于存在交叉补贴, 我国一直存在民用能源价格低于工商业能源价格的现象。民用能源价格偏低导致部分家庭能源浪费严重。

（一）收入水平

1. 收入水平同能源消费量正相关

虽然受教育水平同能源消费量存在一定的正相关关系，但收入水平同能源消费量之间存在的正相关关系更为显著。

家庭收入水平同家庭住址（居住在城镇还是农村）、住房面积、家电数量、以及受教育程度存在着正相关关系，直接影响到能源消费水平。家庭收入水平较高的家庭在电热水器、空调的使用次数、使用时间方面要更多，拥有家电的数量也越多。

调研结果显示，城镇家庭年收入越高，电能和天然气消费量越高，而液化石油气用量则越少。这是因为，城市使用的能源具有商品性特征，收入是居民能源消费决策的主要因素之一，随着收入的增加，居民对商品性能源消费量自然会增多。而液化石油气用量随着收入增多而减少是因为如下原因：第一，管道天然气是罐装液化气的替代能源，相对而言，管道天然气更加快捷方便，安全性能更高，但使用天然气需要一定的开通费用（尤其是过去没有、后来新建天然气管道的地区），前期成本要大于液化气，因此收入水平高的家庭更趋向于选择便利、舒适、安全的天然气，低收入水平家庭更愿意选择前期投入低的罐装液化气。第二，电磁炉、电饭锅等要比使用罐装液化气便捷得多，电能对罐装液化气也有一定的替代作用。

在广西调研时获得的数据也反映出这一特点。广西曾抽样调查过 2012 年广西城镇居民家庭人均购买能源数据量，如下表所示。

表 49 2012 年广西城镇居民家庭人均购买能源数据量

	总平均	最低收入	低收入户	中等偏下户	中等收入户	中等偏上户	高收入户	最高收入户
电（度）	753.3	516.31	542.78	674.19	715.64	821.72	935.71	1179.29
煤炭（千克）	1.22	3.91	0.79	0.23	0.22	0.15		
液化石油气（千克）	29.08	26.83	26.98	26.4	34.21	30.7	25.61	28.6
管道天然气（立方米）	4.95	3.05	1.39	5.45	6.93	3.42	5.26	8.79

从上表可看出，城镇居民收入愈高，能源消费过高，而且对舒适、便利、卫生的电力、管道天然气使用愈多。

南京江宁区调研情况表明，由于经济发展较好，越来越多家庭为了享有舒适的室内温度，采用空调取暖的比例越来越大，取暖的月份甚至从次年 12 月到来年 2 月，取暖习惯的形成使得电能的消费上升明显。

在农村地区，家庭收入越高，传统生物质能源消费量、煤炭消费量越少，电能和液化气消费量越高。

在农村地区，传统生物质能源和煤是两种价格低廉，使用成本低的经济型能源，但由于存在着存储、燃烧环节不卫生等缺点，随着家庭收入的增加，居民对电能和液化气这两种优质商品能源的消费量将增加，对传统生物质能源和煤这两种经济型能源的消费量也就随之降低。

2. 收入增加同交通燃料消费增长正相关

收入增加使得交通燃料消费量增长迅猛。以新疆哈密调研为例，哈密地区居民家庭汽车保有量呈快速增长的态势，相应的燃料消费也呈快速增加的趋势。哈密地区 2012 统计公报显示：2012 年年末各类民用车辆拥有量（含拖拉机、摩托车、挂车及其他类型车）达到 15.96 万辆，比 2011 年增长 11.1%，其中私人车辆拥有量 14.02 万辆，增长 10.8%。民用轿车 3.03 万辆，增长 23.9%，其中私人轿车 2.72 万辆，增长 22.5%。车辆数量的增加直接带来汽柴油消费的增长，按哈密地区常驻人口计算，平均每 3.6 人拥有一辆民用车，按每辆车月消费 300 元汽柴油燃料计算，每辆车每年约消费 493 升汽油。

此外，南京江宁区居民由于收入较高，当地居民家庭购买小型汽车的比例较高，交通燃油用能所占比例也越来越高。根据 16 户居民的用能花费进行计算，居民家庭用能成本所占比例如下图所示：

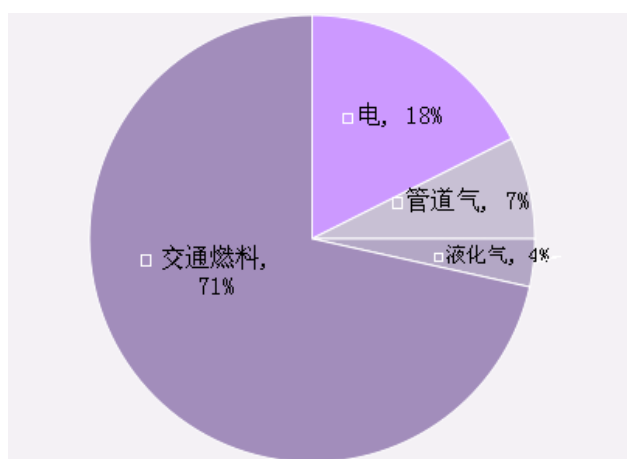


图 56 南京江宁区居民的用能支出比例

资料来源：中国能源网研究中心实地调查

可以看出，目前占南京居民能源消费支出比例最大的是交通燃料支出，也就是汽油、柴油支出，其次是电费支持，再次是燃气和液化气支出。

3. 城镇居民收入变化同能源消费变化关系较弱

虽然收入水平和能源消费量之间存在着明显的正相关关系。但是由于在城镇，家庭能源消费已经达到了较高水平，收入“变化”和能源消费量“变化”之间正相关关系相对较弱，有时甚至会出现脱节的现象。这可以从我国近些年家庭人均可支配收入和人均生活用能量之间的变化趋势中看出。相关数据如下：

表 50 2008-2012 年家庭人均收入和生活用能量

年份	家庭人均可支配收入 (元)		人均生活用能量 (千克标准煤)	
	城镇	农村	城镇	农村
2008	15780.8	4760.6	319	173
2009	17174.7	5153.2	325	190
2010	19109.4	5919.0	315	204
2011	21809.8	6977.3	327	228
2012	24564.7	7916.6	339	246

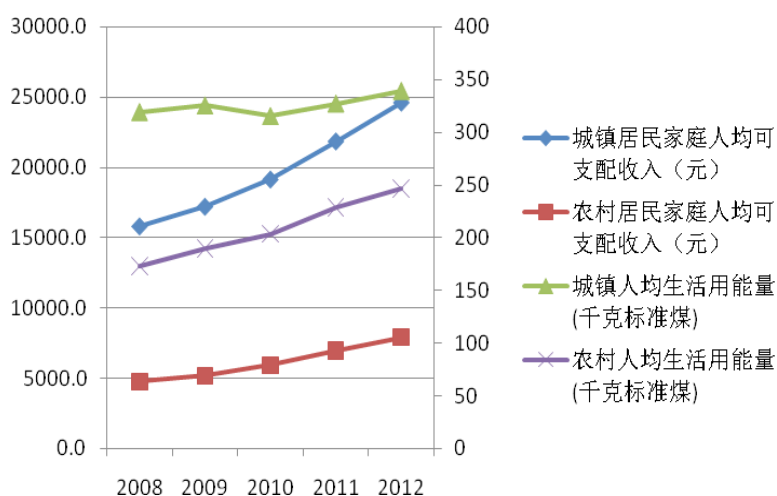


图 57 2008-2012 年家庭人均收入和生活用能量

来源：根据我国能源统计年鉴近年数据整理

从以上图表中可以看出，虽然城镇居民家庭人均可支配收入一直在增加，但城镇人均生活用能量已经保持在了一个较为平稳的状态，有些年份甚至出现了下降。

这种现象在本次调查中也从另一个侧面得到了反映。在本次调查中，年收入和用电量变化之间的相关性相对较弱，年收入 50 万及以上的家庭回答“稍有增长”和“增长很快”的占比最高，合计为 90.0%；其他收入人群数据相对参差不齐；无论是哪一个收入阶层，用电量“稍有增长”和“增长很快”的家庭占比整体位于 60%~80% 之间。这说明用电量“变化”在不同的收入阶层中并没有反映出鲜明的特征。

4. 农村居民收入变化同能源消费变化正相关

从上一节数据中已经看到，农村人均生活用能量却一直处于上升水平，并逐渐接近城镇用能水平。而且虽然农村人均可支配收入增速低于城市，但农村用能增速仍然高于城市。这反映出农村居民收入水平同能源消费量之间存在着较强的正相关关系，这同时从一个侧面反映出农村居民依然存在强烈的城镇化的心理需求。

在本次调查中，分城镇和农村来看，城镇居民有 53.7% 的家庭用电量稍有增长，14.0% 增长很快；农村居民有 55.0% 的家庭稍有增长，25.0% 增长很快；但是也要看到，城镇居民有高达 30.1% 的家庭用电量基本没变，而农村只有 17.5% 的家庭用电量基本没变。虽然农村家庭用电量依然整体低于城镇，但是居住在农村的家庭用电量出现增长的占比（80%）要高于城镇（67.4%），随着家用电器和消费习惯越来越接近城镇家庭，农村家庭用电量最终将同城镇居民用电量趋同，这也是城镇化的必然结果。

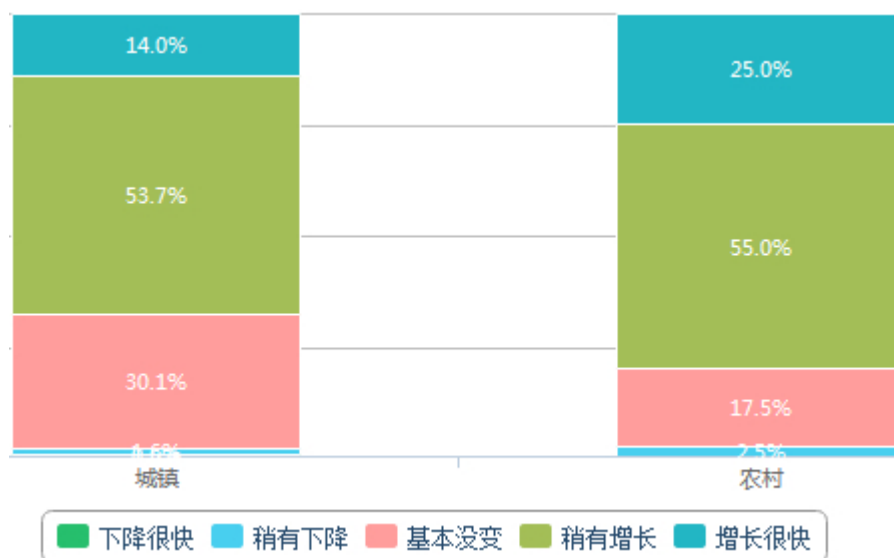


图 58 城镇和农村居民用电量变化对比

数据来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

5. 其他特点

住房面积导致的能源消费不同在城镇表现得更加明显，在北方，无论是集体供暖还是自供暖，城镇取暖费用都和住房面积挂钩，而在农村，由于冬季取暖效果普遍不佳，居民对冬季房间温度要求相对较低，这使得住房面积对能源消费的影响相对较弱。

由于农村基础设施建设较为缺乏（如一般没有接通管道天然气），这也使得收入较高的家庭选择在城镇安家。这种由于收入水平导致的人口流动也使得城镇居民家庭的能源消费要高于农村居民家庭的能源消费。

（二）城镇化因素

1. 城镇化会导致居民商品能源消费增加

通过本次调查得知，城镇化会导致居民能源消费习惯发生变化、能源消费量出现增长。经历过城镇化的居民用电量均出现明显增长，这主要是家用电器数量及使用频率的增加（比如电热水器、空调）。此外，由于天然气管道等基础设施完备（即使没有管道天然气，城镇也比农村更易获得液化石油气），城镇居

民天然气的消费量要高于农村。另外，农村居民摩托车的普及率较高，但城镇居民更倾向于购买小汽车，这也导致汽油消费量的增加。

调研发现，城镇居民人均生活能源消费量高于农村，城镇化必将导致人均能源消费的增加。

下面是本次调查城镇居民和农村居民用电情况对比分析。在本次调查中，城镇居民用电量最多的为100-200千瓦时，而农村居民用电量最多的为100千瓦时以内这一档。在365户受访的城镇家庭中，46.0%的家庭月用电在100-200千瓦时，34.5%的家庭月用电在34.5%；而在120个农村家庭中，有59.2%的家庭月用电在100千瓦时以内，月用电在100-200千瓦时之间的只有29.2%。这与居住在城镇的居民的年收入相对较高也有关系。相关情况如下图所示。

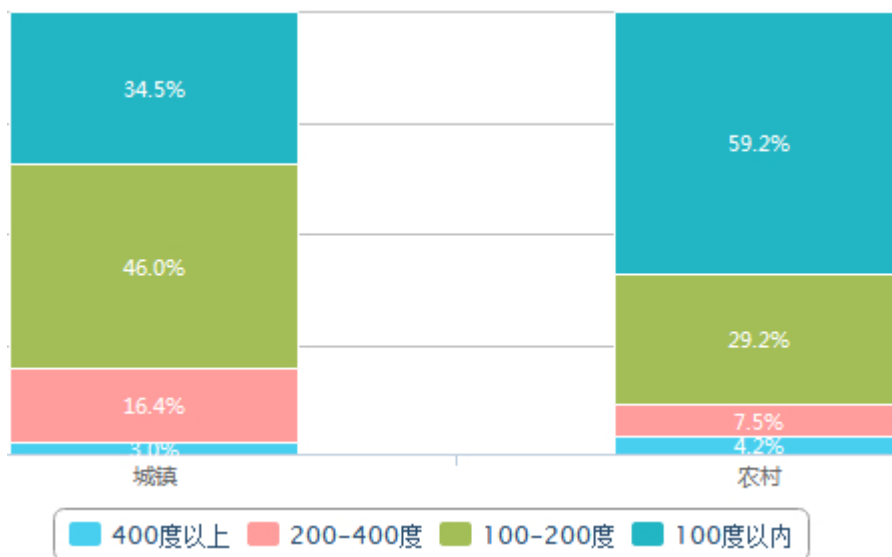


图 59 城镇居民与农村居民用电量对比

数据来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

2. 城镇化带动农村用能更加清洁、便捷

实现城镇化之后，家庭用能会增加。即使尚未实现居住地、户籍的城镇化，但在城镇化的带动之下，农村居民在用能方式上已经在逐步向城镇用能方式靠近。

随着农村居民生活水平的提高和生活方式的转变，农村居民对生活用能的质量和效率要求必然提高，对能源的清洁和便捷性更加注重，因此，农村用能趋于清洁化和高效便捷化。

这主要体现在高效商品能源，如电能、热能、太阳能等优质能源的用量增加，通过调查发现，在农村收入中上水平的家庭用能清洁化的趋向明显；其次是生物质能的高效利用，比如，秸秆、柴草的气化等，这则需要政府的统筹规划。

在广西、重庆、黑龙江等地的调研中发现沼气利用在农村获得较好的推广。以广西为例，从2003-

2013年广西沼气建设总投入28亿元，其中国家投资18亿元，广西地方投资10亿元，建设户用沼气228万户，其中2012年12万户，2013年7万户。截至2013年底止，全区累计建设户用沼气池402万户，入户率50%。大中型沼气工程728处，小型沼气工程2033处，生活污水净化沼气池251处，生态卫生学校沼气工程375处，建设沼气生态家园150万多户；县级服务站60多处，村级服务网点6000多个，全区基本形成沼气服务网络。随着我区农村能源建设的稳步推进，成效显著。据统计，每年可为我区402万农户提供优质燃料16亿立方米，折合标煤250万吨；可为广西农户节约薪柴789万吨，保护林地面积70万公顷；可减少二氧化碳排放6004万吨，减少甲烷排放4.9万吨；可生产沼液沼渣等优质有机肥料9812万吨，为农民增收节支58.87亿元。黑龙江省依安县也有较大的沼气工程，建设有厌氧发酵装置1000立方米，储气柜500立方米，可日处理牛粪20吨，年产沼气31万立方米，并配有管道，目前已为560户农民供气，每立方米沼气收费约0.8元。

虽然沼气利用依然主要在农村，但是在用能方式上告别薪柴的直接燃烧或废弃，这在用能方式上是朝着城镇化用能方式的靠近，是农村家庭向往城镇清洁用能的一种体现。

3. 其他特点

此外，由于农村缺乏就业机会，因此年轻力壮的劳动力大多外出务工，只有老人和孩子长期留守在家，仍然是以孩子上学，老人管家的简单生活方式生活，这也使得部分农村家庭能源消费水平长期保持在较低水平。这种现象在存在于部分城镇居民家庭中，城市留守老人的能源消费水平也相对较低。

城镇化的一个不可忽视的现象是户籍并未同步城镇化，部分在城镇就业、居住的人户籍依然在农村。户籍的不同对居民用能消费水平的影响相对较低，居住地是城镇还是农村对居民消费水平影响较大。

（三）受教育程度

1. 教育程度同家电数量、电能消费正相关

通过调研发现，居民能源消费根据受教育程度不同而反映出不同的特点。受教育程度较高的家庭（比如大专以上学历）对生活质量要求相对较高，有更多的渠道接受外界信息，向往高品质的生活。这类人群对新型家电（比如电烤箱、洗碗机、消毒柜、干衣机、吸尘器、空气净化器等）有更多的需求，对传统家电也有更强烈的更新换代的需求（如将显像管电视更新为液晶电视、并进一步更新为有WIFI功能的电视，将洗衣机更新为全自动、滚筒洗衣机，将双开门电冰箱更新为多开门冰箱等），也更容易掌握新家电产品的基本知识和使用方法。而且受教育程度较高的家庭对居住舒适度和家庭、个人卫生要求较高，空调使用时间、热水器使用次数等相对较多。因此在日常生活中受教育程度较高的家庭会更多地选择购买和使用家电设备，电能消费量也较多。

在此次485个参与调查的家庭中，用电量“稍有下降”和“下降最快”的情况仅出现在了最高学历为“初中及以下”和“高中”的家庭中。“稍有增长”及“增长很快”这两部分合计最低的为“初中及以下”这个群体。这也间接说明了受教育程度越低，能源消费水平越低。如下图所示。

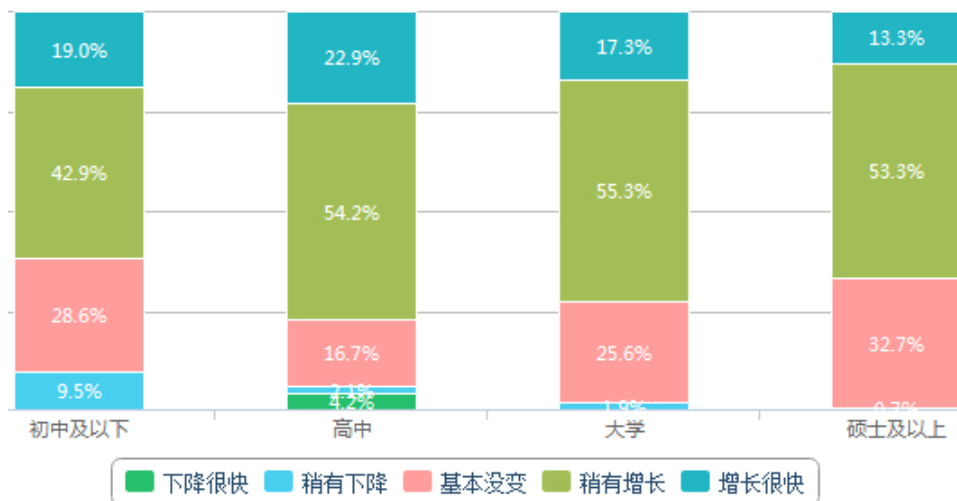


图 60 不同学历家庭用电量变化情况

数据来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

2. 教育程度较高家庭容易接受新能源技术

受教育程度较高家庭更容易接纳新能源、可再生能源作为生活能源，也愿意尝试分布式能源等新技术与新政策推动下的新型用能方式。能源技术创新和推广力度，会对居民接触、接受和正确使用新能源的速度起到重要作用，而受教育程度越高，对新能源接受速度越快。

3. 农村教育程度较高家庭较少使用秸秆

在农村，受教育程度较高的家庭较少使用传统生物质能源，因为受教育程度和家庭收入存在一定的正相关关系，而且受教育程度较高的农村家庭更注重生活品质及用能清洁化。薪柴和秸秆使用起来不清洁卫生，收集和存储较为麻烦。出于对生活品质的要求，受教育程度较高的家庭不倾向于选择使用传统生物质能源。因此，在这类家庭中液化石油气、电能的用量相对较多，在冬季有取暖需求时，煤炭在供暖的同时也较多用于炊事。

4. 其他特点

但是对于家庭最高学历较高、但是并不是家庭的常住人口的家庭来说（比如父母在农村，而子女在外求学或工作的家庭），这类家庭的能源消费同受教育程度较低的家庭能源消费情况差别不大。

除学历高低外，能源消费方式同所受教育内容也有一定关系。相对来讲，在改革开放前完成学校教育的人（如年龄在 40 岁以上的人），能源消费习惯较为节约，因为彼时的教育更加提倡勤俭节约，而目前的社会氛围则是鼓励消费、促进内需。这种由于时代不同、教育内容不同导致的消费习惯差异在生活习惯部分会详细分析。

（四）生活习惯

1. 年龄大的居民能源消费相对较少

家庭受教育程度、收入水平、年龄都会影响到居民的生活习惯。在上一节中已经提到，40 岁以上的居民用能相对节俭，这和他们过去所受的教育有关系，当然同他们过去所经历的物质相对匮乏的时代也有关系。

在城镇，年龄大的居民更倾向于使用传统电器，对吸尘器等新型电器的需求较弱，传统电器更新换代的需求也较弱，也有较好节能意识，能源消费相对较少。在农村，年龄大的居民更倾向于使用传统生物质能源或者煤炭，因为那样更加经济。

2. 基础设施差异导致生活习惯不同

城镇和农村基础设施建设水平的不同也使得城镇居民和农村居民在烹饪习惯上有所不同。根据本次调查，在城镇居民烹饪习惯中，管道气（67.4%）、电（17.0%）、罐装气（11.8%）三者占比为 96.2%。这主要是由于城镇管道气普及率越来越高，因此使用管道气烹饪的家庭占比最多。而在农村，电（35.8%）、烧柴（25.0%）、罐装气（17.5%）、煤炭及其制品（10.0%）位列前四，合计 88.3%。由于农村地区管道气普及率很低，因此使用管道气烹饪的农村家庭只占 8.3%。如下图所示。

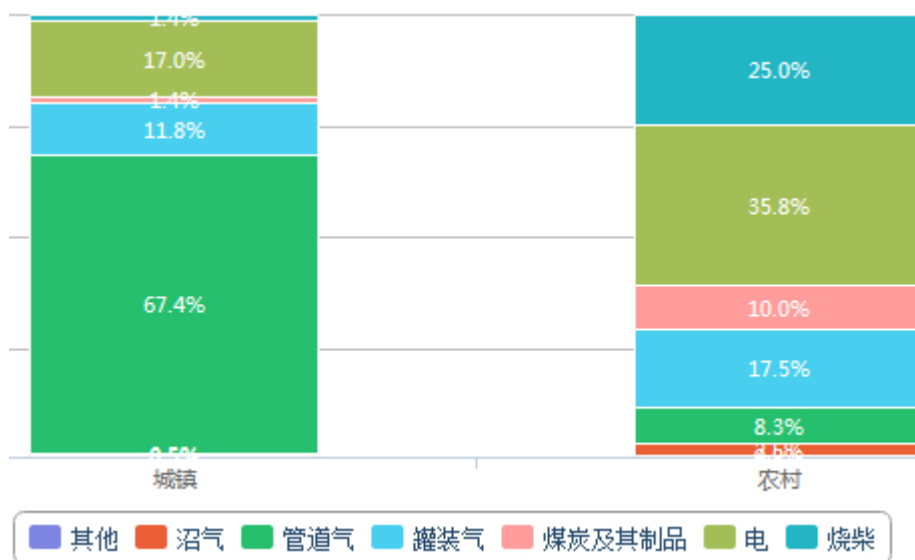


图 61 城镇和农村居民烹饪习惯对比

数据来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

由于电磁炉、电饭锅等电器的普及，用电烹饪的农村家庭已经位于第一位。而烧柴仍高居第二位，农村能源低效利用的格局仍未有完全改观。部分农村地区使用沼气用于烹饪，如上文介绍的广西地区，沼气利用也取得了较大发展。但从全国范围来说，沼气利用在农村地区的普及情况依然不足，农村养殖方式改变、农户外出打工人数逐年增加等诸多因素造成的农村户用沼气原料供应困难也不容忽视。

3. 房屋面积与房屋类型影响能源消费

根据调查，发现居民能源消费与居住面积及房屋类型等均有关系。例如，通过在齐齐哈尔市的调查发现，城镇平房居民还在使用土炕、煤、薪柴等作为炊事能源。城镇楼房居民家庭由于没有通天然气管道，目前还在使用液化气作为主要炊事能源，辅助以电磁炉、微波炉等家用电器。

城镇家庭集中取暖的花费与房屋的居住面积呈线性关系。每个省的发改物价部门对集中采暖标准都有统一的收费原则。例如，目前北京市由市热力集团供应的民用供暖价格为每建筑平方米、采暖季 24 元，供应旅游饭店、使馆、出租公寓的供暖价格仍为每建筑平方米、采暖季 30 元，除上述两类供应对象以外的用户供暖价格也由每建筑平方米、采暖季为 24 元。

此外，以齐齐哈尔市为例，取暖期为 11 月到次年的 3 月中旬，楼房已全部采用集体供暖，部分居民采用双层玻璃、中空玻璃、保温层等节能保暖措施。部分家庭有采暖补贴，采暖费平均约 3000-4000 元左右。

城镇与农村家庭在采暖上的支出有明显不同（见图 40）。城镇家庭用于采暖的支出在 2000 元以上的占 1/3，1000 元到 2000 元的占 1/3，1000 元以下的占 1/3；而农村家庭采暖支出在 2000 元以上的只占 18%，有超过近 57% 的家庭采暖支出少于 1000 元，对比可知，从农村转向城镇的过程中，采暖成本将发生较大改变。采暖上的商品能源需求总量将有大幅上升。

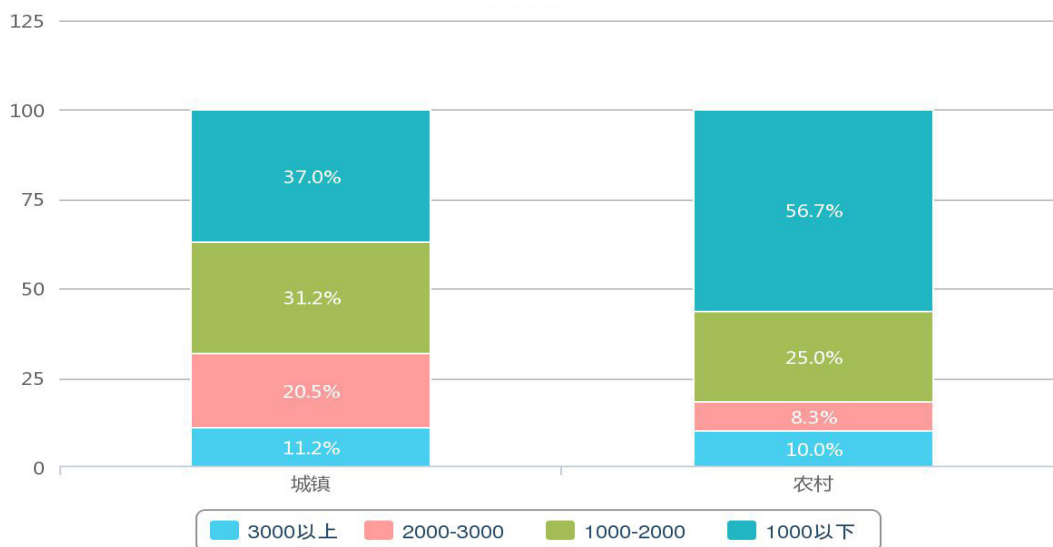


图 62 城镇与农村居民取暖费用的差别

数据来源：中国能源网研究中心网络问卷调查

房屋类型与取暖费用之间关系主要体现在房屋保温性、能效方面。一般情况，农村和城镇家庭的平房保暖性较差，房屋密闭性不好，建筑保温层缺失等原因造成采暖支出上的差异：若没有经济支出上的顾虑，那么想要获得更加舒适的温度环境，就需要更多的燃煤、燃气或用电，从能效角度考虑，平房的能量损失最大，能量利用效率最低，节能环保效果较差，因此，在从农村转向城镇的过程中，能效水平将有较大提升，在居住面积不变的情况下，用能总量将会减少。

（五）资源条件

1. 资源的可获得性影响能源消费

资源条件对居民能源消费也有重要影响。在天然气相对富集的地区以及在天然气得到保障的城市，天然气消费量较高。在煤炭主产区，煤炭价格相对便宜而且容易获得，居民煤炭消费量也就相对较高。

以哈密地区为例，煤炭是哈密最具优势的资源，哈密煤炭覆盖足有超过3万平方公里，预测资源量5708亿吨，分别占中国和新疆预测资源量的12.5%、31.7%，居全疆第一位。中国华电、华能、中国保利等26家大企业大集团在哈密7大煤田获得资源配置，主要分布在山南的哈密煤田、山北的三塘湖煤田和巴里坤煤田，已具备开工建设总能力3亿吨煤矿的建井条件。根据哈密地区的长远规划，未来5年哈密煤炭产量将达到2亿吨，其中，外送煤炭可达到1亿吨。在居民生活用煤方面，由于量多价低，煤炭依然是居民用能的主要方式。根据调研的资料，农村地区大部分的能源消费需求是通过燃煤解决的，通常用于日常炊事、冬季供暖和洗浴等。随着经济条件的好转，农村居民年度燃煤量呈逐年上升的趋势，很大一部分原因是房屋保暖效果差，追求舒适的生活环境必然导致用煤量的增加。

在农村，家庭耕地面积和传统生物质能源的消费量存在正相关关系，同液化气和电能的消费成负相关。这是因为耕地面积越大，产生秸秆越多，也就更容易获得和利用这些传统生物质能源。另外，部分农户将其他农户的土地承包下来，在农业上投入较多，也有更多的时间来收集秸秆。在平原地区，玉米、棉花秸秆等为主要生物质能源，而在山区，薪柴的用量则相对增加。

此外，虽然在农村秸秆易于获得，但目前也存在减少的趋势。由于农作物收割机械化水平提高，部分地区农作物在收割时，秸秆直接粉碎在田里作为肥料，这也使得秸秆量减少，从而最终影响农村居民的秸秆使用量。

2. 资源的市场距离影响能源消费

以上是从宏观的资源可获得性方面（如地区差异）分析相关能源的消费量，从较微观的角度看，资源的市场距离同样影响着相关能源的消费量。

市场距离和居民液化气消费量存在负相关关系。随着市场距离的增大，居民会减少使用液化气，而增加其他代替能源的消费量。

在农村，煤炭的用量和市场距离之间也存在着负相关关系，即市场距离越大，煤炭用量越少。虽然有专门灌装液化气和运煤的个体户，但是频繁购买依然会造成不便。

另外，由于受气候及经济发展水平的影响，沼气在南方农村的利用程度要高于北方。

（六）政府能源规划

政府能源规划也直接影响到居民能源消费，比如居民用能选择受限于政府的能源规划。长期以来，各城市公共设施的规划部门已经形成惯性思维和路径依赖，缺乏系统的发展理念，很难从整体性规划的角度进行规划建设。在新疆哈密调研的结果发现，通常，天然气基础设施的建设都存在规划滞后的现象，导致新入住居民不得不选用电或液化石油气作为日常炊事能源；同时，在节能产品的推广方面，政府也缺乏统一的规划和有力的措施，如，在光照条件优异的情况下，新城镇小区也没有规划统一的太阳能热水器的安装，居民只能依据自己的喜好自行购买电热水器或太阳能热水器，节能产品的普及受到一定影响。

（七）能源价格因素

根据调研了解，能源价格偏低导致浪费严重（虽然同某些发达国家，如美国相比，我国能源价格并不便宜，但是我国能源浪费情况依然较为严重，由于人口众多，我国不可能仿照美国人的生活方式，从这个意义上来说，我国能源价格依然偏低）。由于存在交叉补贴，我国一直存在民用能源价格低于工商业能源价格的现象。但由于能源价格偏低，一些居民缺乏节能意识，这在收入较高的家庭中更加明显。

一方面，很多居民知道的节约用电的知识很少，即使知道一些，由于支出影响不大，平时也懒得去做，这在问卷调查中也有所体现。这说明很多普通居民并不重视这一问题，因为与自己实际生活的切身利益没有关系，电力资源好像是看不到，感觉不到的东西。

另一方面，随着时代的进步，人们的生活越来越富裕，精神生活也越来越丰富，对于各种电器的需求也随之变大，使用电量空前增大，但是由于人们的生活富裕了，根本不在乎电费的多少，只在乎自己是否能从中获益，如空调开得大，还盖着被子，只为了舒服；电脑不用时也不关；短时间出门，也不关灯；电热毯更是睡前好几个小时就一直开着。更有甚者，为了与人攀比，更是买了很多不必要的电器。这和能源价格较低都有直接关系。

在阶梯电价、阶梯气价、阶梯水价的基础上，参考发达国家的经验，民用能源价格有必要同工商业能源价格并轨，这虽然面临着社会舆论压力，但是有利于提高民众的节能意识，从而提高能源利用效率。



我国城乡居民生活能源需求的发展趋势

我国城乡居民能源需求正朝着清洁化、商品化的方向发展，未来电力将占据城市能源需求领域最大份额，农村能源需求领域依然是热力需求

受以上因素影响，我国城乡居民能源需求必将发生深刻变化。首先从发展趋势来看，未来我国居民能源需求将朝着清洁化、简易化、商品化的方向发展；同时伴随着我国城镇化的推进，能源利用方式将呈现集中化的特点。伴随着我国城乡居民能源需求的变化，居民能源消费结构也将相应调整，能源消费将逐渐电气化，同时随着天然气的普及，燃煤的使用范围将逐渐减少，天然气消费将成为其主要的能源利用形式；汽车的逐渐普及也会促使汽车燃油利用增加。除却以上分析外，中国工程院以及国家发改委能源研究所也对城乡居民能源需求做出分析，结果显示未来电力将占据城市能源需求领域最大份额，农村能源需求领域依然是热力需求。研究预测我国城市居民能源需求将在 2040 年左右达到峰值，其中电的需求最大，到 2040 年城市居民对电力的需求约为 3.5 亿吨标准煤。其次是热力、天然气、油品、煤气、焦炭和煤。农村居民能源需求将在 2020 年左右达到峰值，其中需求最大的仍然是热力，到 2020 年约达到 1.1-1.2 亿吨标煤。其次是油品和煤炭。

（一）城乡居民的能源需求发展方向

1. 居民能源需求清洁化、简易化、商品化

调研了解到，随着农村居民收入水平的不断提高，农村家庭对生活质量的要求高涨，对清洁、简单易操作的能源已经表现出很大的兴趣。一是煤炭的消费正在快速降低。目前除北方取暖仍在用煤外，南方家庭已基本没有使用燃煤。二是薪柴和户用沼气的需求也在减小。由于生活燃料支出会占有时间和劳力，

但是在居民日常总支出中所占比例却很小，因此居民对薪柴使用已表现出厌烦心理，户用沼气也由于多方面原因，在农村的实际使用率在减少。三是对电能的需求增加。目前就地城镇化的趋势越来越明显，有很多村民甚至根本不愿意搬离农村，身在农村，却希望享受与城市人一样的生活质量。目前农村家用电器普及速度很快，一些富裕的农村甚至比城里人购置的家电更多。四是气体能源需求很大。气体能源主要是管道天然气和液化气，目前已有农村使用上了天然气，交通方便的农村液化气的使用也较为广泛。总之，未来单个家庭对煤炭和生物质资源（户用沼气、薪柴等）的利用将逐渐减少，转而逐渐向城镇居民以气体能源、燃油和电能等商品能源为主的能源消费结构转变。尤其是随着农村交通条件的改善，液化气直接入户的价格正在降低，其替代薪柴、燃煤的速度正在加快。

2. 能源利用方式分布式化

随着人们用能、节能意识的提高和生活质量的改善，人们将更趋向于使用分布式化用能的方式，包括分布式能源的利用。自然界广阔的土地上存在各种分散的生物质能源、风电、太阳能、地热能等可再生能源，分布式能源能够将这些能源加以有效利用，具有能源利用效率高、输配损耗低、污染小、环保性强，以及安全可靠等特点。虽然目前大部分居民还不了解分布式能源的概念，但实际已表现出了浓厚的兴趣，待国家相关政策更加完善，技术发展后成本的进一步下降，分布式的光伏、风电等一定会走进千家万户。而且实际上太阳能热水器等早已走进千家万户，我国分布式光伏发电装机容量正在快速上升，空气能热水器、地源热泵等新型能源也正在走入居民家庭。但是目前安装分布式能源的投入较大，单个家庭投资安装分布式能源的动力并不大，靠单个家庭显然不可能发展多大规模的分布式能源。未来城镇化进程中，分布式能源应是有规划地集中建设、集中管理。

（二）居民能源消费结构变化趋势

电气化是居民能源消费发展的必然趋势。目前电气化的速度已经开始加快，农村家庭家用电器明显增多，电饭锅、电磁炉等的使用已开始逐渐替代薪柴的使用。除家用电器、炊事外，汽车燃油也可实现电的替代，目前两轮、三轮电动车已在农村和城市广泛使用，随着充电桩的建设速度加快，电动汽车替代汽油汽车的速度也将加快。

其次是气体能源，主要是液化气、沼气和管道天然气。城镇化之前，农村居民的气体能源主要是户用沼气，但目前已逐渐显示劣势，正在被液化气所替代。因此，液化气也是城镇化过程中重要的过渡能源。未来居民使用薪柴和户用沼气的情况将会减少，转而使用天然气和液化气。在没有条件接入管道天然气的地方，就会大量使用液化气，或通过大中型沼气项目，用管道将提纯后的沼气接入家庭中使用。随着多个管道项目的建成通气，尤其是中俄天然气供气协议的签订，未来我国天然气气源充足，气化中国已成为必然。

再次是燃煤的使用将大大减少。短期内，北方地区仍会有大量农村使用燃煤取暖，但调研了解到，目前已有农村采用天然气取暖，唐山南堡和陕西的一些农村家庭都安装了燃气壁挂炉，这些家庭中燃气已经完全替代了煤炭和薪柴的使用。因此，随着气源增加，农村收入增加，天然气将逐渐替代燃煤成为某些地区农村中新的供暖能源。

最后，在居民能源消费结构中，占最大比例的是汽车燃油消费，单个家庭中汽车燃油的支出比炊事、取暖等其他用能支出的总和还要多好几倍。尽管电动汽车和新能源车有替代燃油汽车的能力，但近期替代能力并不强，尤其是农村居民和刚刚完成城镇化的居民仍然倾向于购买传统汽车。因此未来很长一段时间，交通燃油的消费将是居民生活能源消费的最大一笔支出，也是未来需求增长最快的能源品类。

（三）居民能源需求相关预测

目前我国在居民用能预测方面已有一些研究。2011年出版的中国工程院重大咨询项目《中国能源中长期（2030、3050）发展战略研究》中对居民用电进行了相关预测。国家发改委能源研究所则对未来几十年居民的能源消费结构进行了预测。

1. 中国工程院居民电力消费预测

2011年出版的中国工程院重大咨询项目《中国能源中长期（2030、3050）发展战略研究》中，按高、中、低三个情景方案，采用居民用电增长率预测法、人均居民用电增长率预测法、基于单位电器消耗的居民用电预测法、基于单位GDP居民用电预测法四种方法进行居民生活用电的预测。其中：

高方案。中国的经济保持快速增长，居民生活水平得到较大幅度的提高，住房条件得到进一步改善，城镇化建设加快，人们对生活舒适度的要求更高，用电增长较快。

中方案，也即规划方案。中国经济发展速度平稳，居民生活水平有一定程度的提高，住房条件得到一定程度的改善，居民家用电器接近饱和，用电增长放缓。

低方案。中国经济发展低于规划方案经济增长速度。

由于各种预测方法偏差较大，最后报告综合考虑各种方法，采用平均加权综合方法计算并推荐出中国居民用电及城乡居民用电分布情况的低、中、高方案，并结合主要社会及经济指标，预测结果如下表所示。

表 51 中国居民用电综合预测

居民用电指标	2020年			2030年			2050年		
	低	规划	高	低	规划	高	低	规划	高
城市居民用电占全国比重/%		63.1	64.8		63.6	65.4	63.0	64.6	66.3
城市居民生活用电/亿千瓦时	4680	5210	5804	8497	9739	11192	15317	18580	22728
农村居民用电占全国比重/%	38.5	36.9	35.2	38.0	36.4	34.6	37.0	35.4	33.7
农村居民生活用电/亿千瓦时	2928	3042	3159	5214	5562	5926	8993	10186	11532
全国居民生活用电/亿千瓦时	7608	8252	8963	13711	15302	17118	24311	28766	34260
全国人均居民用电/[(kWh)/人]	518	561	610	890	994	1112	1558	1844	2196

居民用电指标	2020年			2030年			2050年		
	低	规划	高	低	规划	高	低	规划	高
总人口 / 百万人		1417	1417		1475	1475		1500	1500
人均 GDP / (美元 / 人)	2676	2952	3225	4082	4699	5410	7788	9939	12514
人均 GDP 增长率 / %		5.6	6.0	4.3	4.8	5.3	3.0	3.6	4.0

注：人均 GDP 为 2005 年·美元

2. 国家发改委能源研究所居民能源需求预测

国家发改委能源研究所采用定量和定性分析结合的方法，以定量分析为主，利用模型为分析工具，对我国城乡居民未来一段时间的能源需求做了预测。

预测结果显示，建筑部门未来消耗的能源主要为电力、热力和天然气。如果可以应用合适的政策，同时考虑到技术进步，建筑部门能源需求有可能在 2040 年达到峰值，之后开始下降。2030 年之后的增长速度已经很慢，这和 2030 年之前中国经济快速发展、城市化率快速提高，之后则明显放缓相一致。

根据该研究，我国城市居民能源需求将在 2040 年左右达到峰值，其中电的需求最大，到 2040 年城市居民对电力的需求约为 3.5 亿吨标准煤。其次是热力、天然气、油品、煤气、焦炭和煤。

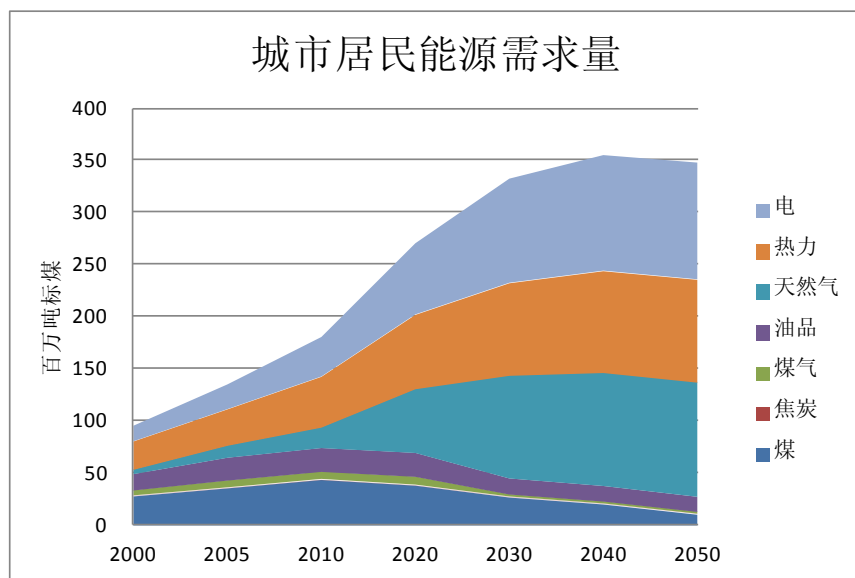


图 63 城市居民能源需求量

来源：国家发改委能源研究所

根据该研究，农村居民能源需求将在 2020 年左右达到峰值，其中需求最大的仍然是热力，到 2020 年约达到 1.1-1.2 亿吨标准煤。其次是油品和煤炭。

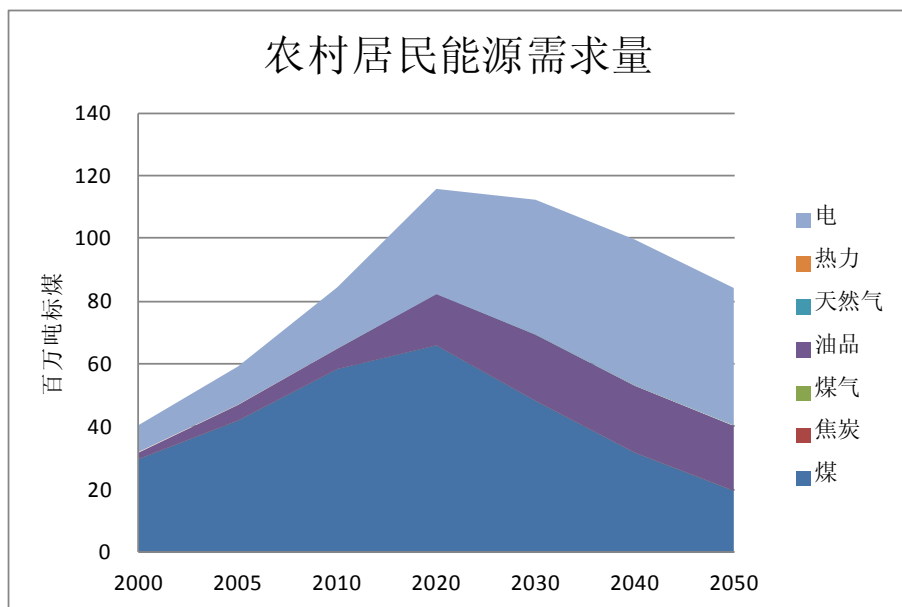


图 64 农村居民能源需求量

来源：国家发改委能源研究所

七

基于分布式能源和智能微网系统的清洁能源互补解决方案的可行性探讨

清洁能源互补解决方案在满足城镇化过程中能源消费需求具有积极作用；不同地区均具有因地制宜发展的基础条件

中国城镇化过程中传统能源消费及供应模式主要存在以下问题：城镇化发展规划与能源利用规划脱节；城镇化进程中的能源短缺问题严峻；城镇化建设中能源利用效率较低；基础设施建设滞后，影响城镇化建设中的用能选择；分布式可再生能源的利用不足且存在认知空白；生物质资源未被合理利用等。

清洁能源互补解决方案在满足城镇化过程中能源消费需求方面也具有积极作用，一方面清洁能源互补是满足城镇化能源需求的绿色解决方案，另一方面，互补解决方案促进城市培育新的产业及就业岗位。在发展清洁能源互补解决方案时，分布式能源与微电网结合是未来的发展趋势。

根据不同地区清洁能源互补解决方案实施的基础条件，本研究建议因地制宜发展清洁能源互补解决方案。例如西部地区适合发展大型地面电站和大型风电场，通过建设特高压，实现能源的远距离输送；东部地区虽然光照条件一般，但是由于东部地区是主要的用电负荷地区，应该结合新型城镇化建设，推广分布式光伏等。此外，东部经济发达地区对天然气的消费能力也较强，也具备实现风光气互补的实施条件。

（一）中国城镇化过程中传统能源消费及供应模式存在的问题

目前，我国正处于新型城镇化建设的起步阶段，能源作为工业生产和居民生活的重要基础，应高度重视其合理利用问题。我国在前期工业化和城镇化过程中粗放式的能源利用模式导致能源消费量快速上升，很多城市能源供需矛盾凸显，碳排放导致的污染情况严重。无论是保障城市能源需求的基本需要，还是提升城镇化质量实现城市能源高效利用的深层次诉求，将城市能源集约利用问题纳入新型城镇化建设的战略中，构建符合“节能减排”战略导向的新型城镇化建设模式意义重大。

十八大强调要把推进城镇化作为推进经济结构战略性调整的重点，把城镇化与工业化、信息化、农业现代化放在同等地位，强调城镇化与工业化良性互动、与农业现代化相互协调，这进一步体现了新型城镇化应该是以人为本的城镇化，是共享经济发展带来成果的城镇化，是倡导集约、智能、绿色、低碳发展方式的城镇化，是统筹城乡发展，建设生态文明的美丽中国，实现中华民族永续发展的城镇化。党中央提出“集约、智能、绿色、低碳”的八字方针，把生态文明理念融入城镇化全过程，强调“积极稳妥推进城镇化，着力提高城镇化质量”，“要把生态文明理念和原则全面融入城镇化全过程，走集约、智能、绿色、低碳的新型城镇化道路”。这表明了新型城镇化进程将不像过去那样，靠地方政府的投资拉动，不能只看外在指标，而要实现有质量、有效率的城镇化，要进一步推动城镇化过程中低碳化、节能化，建设生态城市。

我国传统的发展模式已经导致相当高的能源消耗水平。多数城市实行的是不受控制的城市发展模式，导致城市发展“摊大饼”，即无约束的从城市中心向外扩散。就我国城镇化能源利用而言，存在一些突出的问题，需要以创新的思维模式重新考虑其发展方式。

我国的城镇化与世界其他国家相比，有很多特点：一直强调外延式城镇化发展，突出城镇化的规模；城镇化的战略重心主要是支持工业化水平提高，以促进工业发展为导向；城镇化发展规划缺乏系统性和长远性，尤其是忽视与能源利用规划的配合和协调。这样，直接或间接导致城镇化进程中能源利用问题突出。

中国城镇化过程中传统能源消费及供应模式存在的主要问题如下：

1. 城镇化发展规划与能源利用规划脱节

城镇化的发展规划是一个系统工程，能源利用规划应是其中的主要部分。而在我国的城镇化发展规划中，尤其是“十二五”之前，较少体现国家能源战略目标和要求，也较少将节能和减少城市用能污染等目标贯彻到城市规划与城市设计之中。城市能源部门对能源利用的规划一直局限于考虑能源供需两大问题，较少把城市能源政策、城市能源利用模式、城市节能减排目标等纳入规划。除在城市总体规划、专项规划和分区规划中有城市电力、煤气、供热等工程管网规划外，对具体能源利用问题既缺乏目标管理，也缺乏过程控制。

总体上，我国城市规划中能源意识相对淡薄，城市规划较少介入可持续发展能源战略的制定与实施。能源利用规划与整个城镇化发展规划无法实现内在融合，能源利用规划主要是一个部门或一个行业的行为，而不是结合城镇化发展规划的综合性、全局性的规划，两者长期处于错位脱节状态。这一问题

的存在，直接导致我国城镇化过程中对能源利用控制的无力和管理的无序，也是近年来城市能源消费中浪费现象以及引发的高污染、高排放问题的根源之一。

推进新城镇建设是个系统工程，长期以来，各城市公共设施的规划部门已经形成惯性思维和路径依赖，缺乏系统的发展理念，很难从整体性规划的角度进行规划建设。调研的结果发现，城镇化发展规划通常归住建部门制定，而能源发展规划通常由能源主管部门制定，两部门在制定规划时往往沟通不足，各司其职，造成两个规划之间衔接不力。新规划建设的城镇，较多情况下都是先建设再配套供能设施，常常是入住几年后甚至更长时间，配套设施才能到位，如天然气基础设施的建设都存在规划滞后的现象，导致新入住居民不得不选用电或液化石油气作为日常炊事能源；同时，在节能产品的推广方面，政府也缺乏统一的规划和有力的措施，如，在光照条件优异的情况下，新城镇小区也没有规划统一的太阳能热水器的安装，居民只能依据自己的喜好自行购买电热水器或太阳能热水器，节能产品的普及受到一定影响。

2. 城镇化进程中的能源短缺问题严峻

我国城镇化发展理念是一直致力于外延建设，片面追求“做大做强”的冲动非常明显，尤其是到20世纪90年代后期，在具备一定发展基础后，部分城市盲目规划发展蓝图，有近百个城市提出要建设国际化大都市的口号。能源作为城市建设和城市运行所必需的投入，长期外延扩张直接导致能源消费膨胀，能源利用的重点是强调无条件的供给保障，而非合理利用。由此导致城镇化发展中忽视对能源的合理利用，间接导致部分城市发展中能源问题集中爆发。城镇化过程实际上是一个各方面系统综合演进的动态过程，这一过程中需要有全局发展、长远发展的理念作为基础，政府引导与市场推进相互作用作为支撑。过去的城镇化实际一直是由政府主导完成的，市场机制的引入力度较小。政府主导下的城镇化推进对能源利用问题缺乏成本效益的考量，决策的失误和政策的变动也相应造成巨大的能源浪费。

随着城镇化进程的推进，各地的能源短缺问题都凸显出来。城市外延扩张直接带来能源消费的增长，在资源量有限的条件下，无条件保供的难度越来越大。发达国家的历史经验表明，经济的持续发展必然导致能源消费的急剧增加，当人均GDP达到一定水平后，人们在衣食住行方面的能源消费会处于上升阶段，生活用能会显著增长。新农村建设使农民过上小康生活，城乡差别在逐渐缩小，农村在生活用能方面将有较大的增长。

以广西省为例，广西省2012年城镇化率为41.8%，2013年上升为44.82%，上升3个百分点。根据广西省发改部门提供的数据，2013年，广西省能源消费总量达到9760万吨标煤，同比增长6.7%，其中煤炭消费7815万吨，同比增长7.6%；石油消费977万吨；天然气消费2.95亿立方米；全社会用电量1237亿千瓦时，增长7.2%。从电源方面看，2013年全年发电量1217.5亿千瓦时，发电装机3179万千瓦，其中水电比重超过50%。而广西省内能源资源储量有限，煤炭探明储量25.72亿吨，剩余可采储量10亿吨左右，煤炭产量829万吨/年；原油产量2.3万吨/年，天然气资源尚未发现；水能资源全国位居第五，装机1975万千瓦，占总装机的83%。2013年到2015年，省内基本没有新增电源。

直接存在的问题首先就是能源的自给率低，对外依存度高，80%以上的能源靠外调，其中90%的煤炭靠外省和进口；其次能源的生产和消费结构不合理，消费结构中煤炭占比56%，石油占比23.3%，两者合计约占80%，化石能源所占比例偏高，节能减排压力巨大；再次，电源结构不合理，水电比重过

高，形成靠天吃饭的局面，红水河、龙滩电站在无雨年度发电受影响，拉闸限电问题突出，同时也导致电网调峰能力弱。

可以看出，随着城镇化的推进，能源消费总量增长较快，在国家能源消费总量控制和煤炭消费总量控制的“双天花板”下，类似于广西省能源短缺的问题是不得不面对的新的挑战。

3. 城镇化建设中能源利用效率较低

城镇化的初始推动力是工业化，同时城镇化的发展又为工业化的推进提供支持，城镇化与工业化相辅相成。由于战略重心是工业化，城镇化过程中能源利用问题也必然是围绕工业化需要来进行，尤其是很多城市在建设初期，大量的工业建设和生产直接导致能源粗放式消费，能源消费产生的碳排放问题日积月累，致使大气污染日益严重。从城镇居民能源消费角度而言，由于一切围绕工业化建设的发展思路，使民用能源利用的设施建设、管理制度和发展规划等出现相对混乱无序现象，这也间接导致能源粗放式消费，能效低下。

我国城镇能源利用效率较低，2007年的一份全球对比报告指出，中国每吨石油当量的平均能效仅为八国集团国家平均水下的1/5。城市中热量流失严重，城市消耗水等宝贵自然资源的效率也很低。很多城市的重工业都是能源浪费的主要潜在原因。此外，政府补贴使能源价格人为低价，使人们不注意节约，虽然政府渐渐提高电价，但调整措施进行得很慢。

我国城市建筑能效很低，只有不到5%的新建筑属于高能建筑。我国的建筑能效水平约为其他气候相似国家的1/2。

而且，我国城市能源消耗的主要来源是化石燃料，而清洁可替代能源所占比例很小。燃煤产生的烟雾是导致我国空气质量恶化的主要原因之一，城市更是如此。尽管一些城市已经使用更加清洁的天然气，但总体仍是清洁能源和化石能源的混合使用。尤其在诸如北京、上海、天津等大城市外围地区，仍然主要使用小型燃煤锅炉。同时，西部省份使用小型燃煤锅炉的情况越来越多，造成严重的室内空气污染以及城市总体空气污染。

综上所述，新型城镇化不仅面临城市人口增长带来的能源需求的机械增长，同时更面临城市基础设施和公共事业建设要求的上升而引起的巨大能源消耗扩大。在积极开发并引导利用新能源的同时必须加强对能源的高效利用和节约控制，最大程度地提高能源利用效率，创新能源使用方式。

从各地的调研可以看出，新型城镇化过程中，城镇整体推进时仍然是以传统的供能方式为主，如热电厂供电，集中供暖；因地制宜，全面利用当地可再生能源资源，如光伏、风电、生物质能等供能的少之又少，基本上都缺少对可再生能源利用与居民生活用能结合的规划和布局。如在江苏和广东地区，光照条件相对丰富，但是新建居民楼宇很少有开发商直接提供太阳能光热利用的设备，均是由居民自行选择购买；新农村建设过程中也少有利用当地光伏、风电或者天然气资源，建设分布式能源站以供应区域能源需求的案例。从调研的实际情况看，有些地区在因地制宜利用当地丰富能源资源服务于居民用能方面做得较好，例如，河北唐山南浦地区利用南浦油田富余天然气，修建管道通入农村，每户居民安装燃

气壁挂炉，既能为当地居民提供暖气、热水，又有利于节能减排，减少农村地区燃煤、烧秸秆的粗放用能方式，提高能源利用效率，这是农村因地制宜利用能源的好的范例。

总体来说，城镇化推进过程中的能源利用仍然在走旧路，没有因地制宜、就地取材，创新新的能源利用方式，沿用传统的能源利用方式导致能源利用效率依旧低下，更加绿色、低碳、节能、高效的供能模式需要大胆的尝试。

4. 基础设施建设滞后，影响城镇化建设中的用能选择

加快城市化进程，必须基础设施建设先行。从实践看，基础设施建设的投资强度、融资难度与可利用资源的不确定性成为困扰政府的难题。城市基础设施建设已经进入高成本时代，起码有十种成本，比如土地成本、拆迁成本、劳动力成本、能源资源成本、环保成本、融资成本、人民币升值或贬值双重成本、税赋成本、安全成本、交易成本，成为影响基础设施建设的重要因素。

基础设施建设的滞后，在很大程度上制约着区域城镇化建设中居民用能的选择。例如，从在新疆哈密地区的实地调研结果可以看出，管道天然气主要在城市集中规划的小区中使用，新城镇中燃气管道建设严重滞后，入住三四年后才开始铺设管道天然气入户所需的相关配套设施和空间。新规划的农村安居房等基本上也没有配套的管道天然气设施。天然气管网建设的滞后和规划的不到位是影响居民能源消费选择的重要因素。

5. 分布式可再生能源的利用不足且存在认知空白

我国可再生能源资源丰富，风电、太阳能光伏等在近年发展加快。可再生能源的一个最大特点就是分散，只有采用分布式利用的方式，才能对可再生能源进行科学合理利用。但目前我国对可再生能源的利用，主要局限于大型水电、大型风电和光伏发电，分布式利用程度还很低。在调研中，居民安装分布式光伏发电的几乎没有，最多也就是使用太阳能热水器，安装家庭式的风电、地源热泵等也都几乎没有。

此外，分布式能源的概念还存在认知空白，大多数居民还不了解分布式能源的概念，也不了解国家政策。甚至一些乡镇、县能源主管部门，也都还不了解分布式能源的概念和相应政策，由此可见，我国分布式能源的宣传工作做得还很不到位。

但是调研也了解到，一些居民在了解分布式能源概念后，尤其是在了解国家相关政策后，还是表示了一定兴趣，唯一的担心就是成本问题，前期投入太大是居民望而生畏的最大原因。

总体来看，全国范围内，分布式可再生能源发展较为缓慢，最主要的原因是发展分布式可再生能源的理念还没有深入贯彻到位，地方政府认识上的提升将是分布式可再生能源获得突破性发展的动因。分布式可再生能源应用的宣传和推广以及相关技术咨询服务需要更多的政府投入以及制定相关政策促进市场机制发挥应有的作用。另外，经济性因素也是影响分布式能源发展的主要因素之一，分布式能源的推广与各个地区经济发展水平、人民生活水平的提高密切相关。

6. 生物质资源未被合理利用

城镇化过程中，居民从农村进入城镇居住，能源利用结构发生了变化，在农村时炊事、热水都主要依靠薪柴、秸秆、沼气等生物质资源为燃料，但进入城镇居住后，能源消费结构基本以电、气、油等商品能源为主，传统的生物质资源大多被抛弃了，没有得到合理利用。尽管农村居民对生物质资源的利用也存在浪费问题，但毕竟生物质资源在农村居民能源消费结构中占了很大比重，这些可再生的资源基本不计成本，减小了农村居民对商品能源的需要，减轻了全国能源供给的压力。城镇化过程中对生物质资源的放弃，是对资源的极大浪费，必然带来居民总的能源需求量增加。

目前农村户用沼气单个投入成本高，且重复建设，居民使用沼气的家庭数量少，使用效率低，虽然能够解决单个家庭的炊事燃气问题，但效果不明显，且由于沼气服务机制和模式尚不完善，后续维修服务缺乏，导致大量沼气池使用寿命大大缩短，户用沼气没能起到应有的作用。

养殖场等的大中型沼气工程存在行业不规范、技术水平低、相关扶持政策不到位、工程产气出路存在问题等原因，项目业主积极性并不高，发展也较为缓慢。

（二）清洁能源互补解决方案在满足城镇化过程中能源消费需求的积极作用

十八大强调要把推进城镇化作为推进经济结构战略性调整的重点，把城镇化与工业化、信息化、农业现代化放在同等地位，强调城镇化与工业化良性互动、与农业现代化相互协调，这进一步体现了新型城镇化应该是以人为本的城镇化，是共享经济发展带来成果的城镇化，是倡导集约、智能、绿色、低碳发展方式的城镇化，是统筹城乡发展，建设生态文明的美丽中国，实现中华民族永续发展的城镇化。

此外，能源生产和消费革命是党的十八大报告提出的重要战略思想，是生态文明建设的重要内涵，是全面促进资源节约的重要手段。能源生产和消费革命是长期的战略任务，代表的是未来数十年能源发展的方向和趋势。能源革命的方向是逐步构建“多能互补、供需互动、市场主导、宏观调控”的现代化能源体系。

这表明了新型城镇化进程将不像过去那样，靠地方政府的投资拉动，不能只看外在指标，而要实现有质量、有效率的城镇化。因此，绿色能源、低碳环保是新型城镇化建设题中应有之义，而清洁能源互补解决方案必将在新型城镇化中发挥积极作用。

1. 清洁能源互补解决方案的内涵

本研究所称的清洁能源互补解决方案是一种基于分布式能源和智能微网系统的方案，主要是指在一定区域内，通过智能微网技术实现风力发电、太阳能发电、天然气发电或水力发电之间的互补（以分布式能源为主），还涉及到天然气和沼气的多途径利用等。

分布式能源系统是分布在用户端的能源综合利用系统，具有能效利用合理、损耗小、污染少、运行灵活，系统经济性好等优点，在我国发展潜力巨大。我国高度重视发展分布式能源，近几年出台了一系列扶持政策。早在2000年就出台了《关于发展热电联产的规定》，这是我国发展分布式能源体系的标志性文件。国家电网公司也大力支持分布式能源发展。2013年2月，国家电网正式发布《关于做好分布式电源并网服务工作的意见》，并出台了一系列标准和细则，积极促进分布式能源发展。

智能微网是指由分布式电源、储能装置、能量转换装置、相关负荷和监控、保护装置汇集而成的发配电系统，是一个能够实现自我控制、保护和管理的自治系统，既可以与外部电网并网运行，也可以孤立运行。

天然气、可再生能源的分布式能源和智能微网的结合，可以大幅提高能源利用效率和能源供给的稳定性。由于风力发电和太阳能发电存在着能量在空间上分散、在时间上有峰谷波动等问题（如风力发电的间歇性，以及太阳能发电系统在夜间和光照条件不好时无法提供电力等等），因此风力、太阳能发电如果能够和天然气发电或水力发电互补，那么系统的发电可靠性将得到很大提升，这也有利于促进可再生能源利用的快速发展。

2. 互补解决方案是新型城镇化建设题中应有之义

改革开放30余年，是我国经济社会结构飞速变迁的历史时期，也是我国城镇化快速发展时期。快速城镇化在提高人民生活水平、改善人民生活的同时，也带来了一系列的环境问题，如：资源浪费严重、发展严重失衡、生态环境恶化、可持续能力不足等。这些问题中比较突出的是能源问题，能源消费总量注定与日俱增，城镇化质量普遍不高，高碳排放特征比较明显。随之而来的污染物排放也将升高，超过环境容量和承载能力，大气空气质量将继续恶化，导致近来持续侵扰全国大部分地区的雾霾天气。

十八大强调要把推进城镇化作为推进经济结构战略性调整的重点，把城镇化与工业化、信息化、农业现代化放在同等地位，强调城镇化与工业化良性互动、与农业现代化相互协调，这进一步体现了新型城镇化应该是以人为本的城镇化，是共享经济发展带来成果的城镇化，是倡导集约、智能、绿色、低碳发展方式的城镇化，是统筹城乡发展，建设生态文明的美丽中国，实现中华民族永续发展的城镇化。

这表明了新型城镇化进程将不像过去那样，靠地方政府的投资拉动，不能只看外在指标，而要实现有质量、有效率的城镇化，只有这样才能缓解目前遇到的环境和资源的压力。走集约、智能、绿色、低碳的新型城镇化道路是生态文明建设的要求，也意味着需要进一步推动城镇化过程中低碳化、节能化，建设生态城市。“集约、智能、绿色、低碳”八字是新型城镇化的本质特征，而基于分布式和智能微网的清洁能源互补解决方案无疑涵盖了其全部内容，因此，清洁能源互补解决方案是新型城镇化建设题中应有之义。

3. 互补解决方案将成为我国能源供给方式重要特征

未来数十年，能源种类多样化发展将改变建国60多年来煤炭、石油等常规能源为主的生产和消费格局，清洁能源将获得更大发展。同时，各类能源间的互补、替代、耦合和协调将日益深化，主要体现在：

(1) 能源生产和供应方式将从集中式大规模生产为主的模式逐步向“集中式供应与分散式就地利用相结合”发展，规模因地制宜。分布式能源以天然气和可再生能源为主。

(2) 清洁能源对煤炭、石油等高污染能源的逐步替代。间歇性可再生能源的持续规模化发展，要求传统能源的协调配合，不断提高能源系统的灵活性和接纳能力。

(3) 能源载体方面，除了天然气有较大部分可用于原料和终端消费外，其他清洁能源势必以电能为主要能源载体加以生产和利用，一次能源转换成电能的比例将稳步提高。

(4) 能源生产技术革命主要体现在清洁能源技术领域，也包括日益多样化的能源生产技术集成和耦合，如风水互补、水光互补等。常规能源转换和利用技术将渐进式改进。

(5) 传统能源行业分割和壁垒将逐步消除，综合性能源集团成为能源企业的重要发展趋势。

4. 清洁能源互补是满足城镇化能源需求的绿色解决方案

清洁能源互补是满足城镇化能源需求的绿色解决方案。清洁能源互补解决方案既是解决环境危机和能源需求的重要切入点和着力点，也是建设绿色城市的发展方向。

城镇化正面临着环境危机和日益增长的能源需求，为了把危机变成转机，发展清洁能源是当务之急，而清洁能源互补利用又是一种高效的能源利用方案。当前我国正处在工业化、城镇化加速发展的时期，面临能源、资源和生态环境的重大压力。

中国推进新型城镇化进程，绝不能走先发展后治理的道路，必须在发展经济、加速城镇化进程的同时，注重生态文明建设。在我国，使用清洁能源已经成为一种趋势，除太阳能光热和光伏电站之外，还有风电与生物质发电等。除发电外，太阳能热水器、沼气的利用也都发生在广大的小城镇与农村。

传统城镇化导致不断膨胀的城市能源需求和日益严重的环境污染，这是不可持续的，因此新型城镇化必须和清洁能源的利用（尤其是清洁能源互补利用这种高效能源解决方案）结合在一起。未来城镇化必需清洁能源作为支撑，这是大的战略问题。

5. 互补解决方案促进城市培育新的产业及就业岗位

本世纪以来，发达国家纷纷把低碳转型列为国家战略，如英国的“减碳技术战略”、美国的“能源新政”、日本的“低碳社会行动计划”等。这些国家战略极大地促进了所在国的清洁能源行业发展，对我国来说，意义同样重大。

推行清洁能源互补解决方案一方面直接拉动太阳能发电、风力发电、燃气发电设备等的内需，另一方面还将催生一批能源服务商，清洁能源互补解决方案的发展过程将增加设备生产、电站建设、咨询服务等相关的就业岗位。目前中国经济正在转型，一些夕阳产业的从业人员亟需寻找新的工作岗位，清洁

能源互补解决方案的推广无疑将有助于消纳这部分就业人口。

清洁能源互补解决方案在中国的成功推开将为发展中国家城镇化提供样板，而这些后来的发展中国家在城镇化过程中对于设备、技术将会有巨大的潜在需求。我国清洁能源互补产业发展所积累的设备、技术和人才，还将为我国开拓国际市场打下良好的基础。

6. 互补解决方案要求以电力作为核心能源载体

推广清洁能源互补解决方案具有重大意义，但是清洁能源互补还有其特定要求，即以电力作为核心能源载体，这就要求电力行业发展必须与我国发展阶段相适应。电力行业必须适应和促进清洁能源大规模开发利用和各类分布式能源发展。

我国仍处于工业化、城镇化快速发展阶段，随着生产、流通和消费等领域电气化深度和广度的不断发展，电能在终端能源消费比重将持续攀升，电力消费增长将持续较长时期，这是我国现代化进程和社会不断进步的客观要求。

2013年，我国人均用电量约3911千瓦时，仅相当于发达国家上世纪八十年代水平，远低于目前中等发达国家人均7000~8000千瓦时的水平。据预测，2020年我国电力需求将达7~8万亿千瓦时左右，是2010年的1.67~1.91倍，这和发达国家基本稳定的电力需求特征截然不同。发达国家发展经验表明，在完成工业化和城镇化之后，能源消费有望达到一个稳定的水平，而电力消费仍将持续增加，展望2050年，我国电力需求可能达到12~15万亿千瓦时。因此，在未来较长历史时期，我国电力行业都将面临艰巨繁重的发展建设任务。

2013年底天然气发电、水电、核电、风电和太阳能发电装机容量达到4.3亿千瓦，非化石能源发电装机超过3.8亿千瓦，位居世界第一。今后数十年，我国清洁能源仍将保持快速发展态势，电力行业发展必须顺势而为。

清洁能源大发展也促使电力供给方式逐步转变为“集中式和分散式”相结合的模式。要求电力行业一方面要在集中供应侧接入更多的清洁能源，如气电、水电、风电等，另一方面更要在需求侧和配电网接入更多的分布式能源系统(包括分布式发电、需求侧响应、储能等)，实现多能互补、物尽其用、因地制宜的电力生产、输送和消费格局。

长远来看，分布式能源的持续发展必然会在配电网和零售侧形成“多卖多买”的全新格局，要求建立与之相适应的电力市场。另外，分布式能源对传统集中式发电最直接的影响是对电量的争夺，以德国为例，2012年底光伏装机达3264万千瓦，基本上都是分布式发电，平均容量不到30千瓦，占电力消费比重已达4.7%。

7. 分布式能源与微电网结合是未来的发展趋势

有研究表明，2030年以后，以多种能源相互支撑的微电网(Micro-Grid)将会有较快的发展，这

种微网系统可由水电、光伏、风电、燃气/燃油发电、储能等多种能源构成，各种能源所占比例，能量供给的连续性比单纯的光伏发电和单纯的风力发电好得多，因此只需要相对少的储能就能够保证微电网可以稳定的、持续和可靠供电。

这样的微电网完全可以脱离主干电网运行，也可以连接在主干电网上运行，电力的潮流可以双向流动。由于储能属于就地调峰，规模可以很小，相比于大规模储能即节约了经济成本又降低了技术难度。

微电网的研究示范工作国外起步较早，在关键技术方面已取得一些突破，并在小规模微网中得到验证；目前正推动微网向更高电压等级、更大容量发展。国内研究和示范尚处于起步探索阶段，但是随关键技术研发进度加快，预计将进入快速发展期。

过去几年，国家科技部“863”项目和金太阳示范工程都已经开展了多个微电网工程示范，如：国家能源局新疆吐鲁番联网微电网示范，杭州电子科技大学240kW 联网微电网示范系统，东澳岛光/风/柴/蓄海岛微电网，国家电网浙江东福山岛风/光/柴/蓄离网微电网，深圳比亚迪1MW 储能站和1MW 光伏电站，以及青海玉树2MW 水/光互补微网示范等。“十二五”期间，国家能源局还计划在全国开展30个微电网示范。

（三）不同地区清洁能源互补解决方案实施的基础条件

由于每个地区资源禀赋不同，所以清洁能源互补解决方案应因地制宜，形成多种能源综合利用的“组合拳”，多能互补可以不拘一格，如风光互补、光水互补等。

包括水电的多能互补项目具有强烈的地域特性，而且水电建设周期长、工程牵扯到的移民问题复杂，全国范围内的适用性较差，因此水能资源在此不再介绍。天然气可以通过管道运输，而且天然气管网也在普及建设之中，在此也不再介绍。这部分主要介绍一下太阳能、风能在我国的地区分布。

1.不同地区的太阳能资源

我国属太阳能资源丰富的国家之一，全国总面积2/3以上地区年日照时数大于2000小时，年辐射量在5000MJ/m²以上。据统计资料分析，中国陆地面积每年接收的太阳辐射总量为3.3×10³~8.4×10³MJ/m²，相当于2.4×10⁴亿吨标准煤的储量。

根据国家气象局风能太阳能评估中心划分标准，我国太阳能资源地区分为以下四类：

一类地区（资源丰富带）：全年辐射量在6700~8370MJ/m²。相当于230kg标准煤燃烧所发出的热量。主要包括青藏高原、甘肃北部、宁夏北部、新疆南部、河北西北部、山西北部、内蒙古南部、宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部等地。

二类地区（资源较富带）：全年辐射量在5400~6700MJ/m²，相当于180~230kg标准煤燃烧

所发出的热量。主要包括山东、河南、河北东南部、山西南部、新疆北部、吉林、辽宁、云南、陕西北部、甘肃东南部、广东南部、福建南部、江苏中北部和安徽北部等地。

三类地区（资源一般带）：全年辐射量在4200~5400MJ/m²。相当于140~180kg标准煤燃烧所发出的热量。主要是长江中下游、福建、浙江和广东的一部分地区，春夏多阴雨，秋冬季太阳能资源还可以。

四类地区：全年辐射量在4200MJ/m²以下。主要包括四川、贵州两省。此区是我国太阳能资源最少的地区。

一、二类地区，年日照时数不小于2200小时，是我国太阳能资源丰富或较丰富的地区，面积较大，约占全国总面积的2/3以上，具有利用太阳能的良好资源条件。

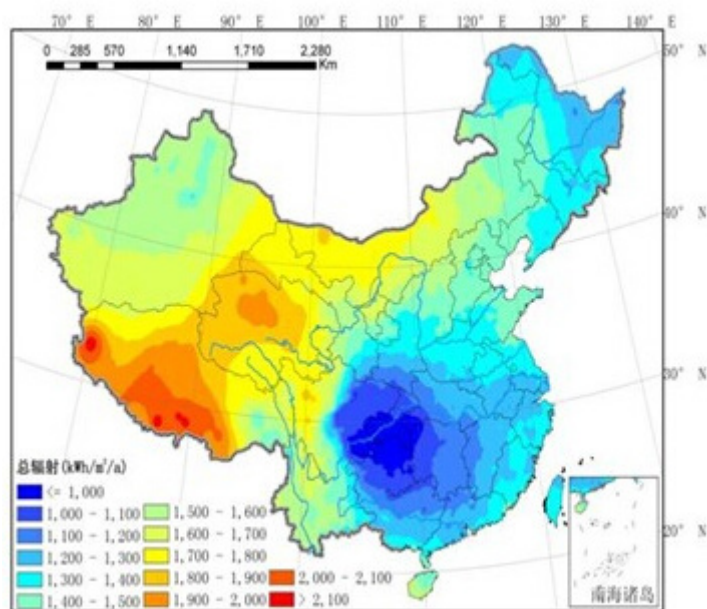


图 65 我国太阳能资源分布图

来源：中国气象局

2.不同地区的风能资源

我国地域辽阔，陆地最南端纬度约为北纬18度，最北端纬度约为北纬53度，南北陆地跨35个纬度，东西跨60个经度以上。我国独特的宏观地理位置和微观地形地貌决定了我国风能资源分布的特点。我国在宏观地理位置上属于世界上最大的大陆板块——欧亚大陆的东部，东临世界上最大的海洋——太平洋，海陆之间热力差异非常大，北方地区和南方地区分别受大陆性和海洋性气候相互影响，季风现象明显。北方具体表现为温带季风气候，冬季受来自大陆的干冷气流的影响，寒冷干燥，夏季温暖湿润；南方表现为亚热带季风气候，夏季受来自海洋的暖湿气流的影响，降水较多。

按照陆地与海洋的距离划分，我国可分为南部沿海地区、东南部沿海地区、东部沿海地区、中部内陆地区、西部、北部和东北部内陆地区。

(1) “三北”（东北、华北、西北）风能丰富带

该地区包括东北3省、河北、内蒙古、甘肃、青海、西藏、新疆等省区近200千米宽的地带，是风能丰富带。该地区可设风电场的区域地形平坦，交通方便，没有破坏性风速，是我国连成一片的最大风能资源区，适于大规模开发利用。

(2) 东南沿海地区风能丰富带

冬春季的冷空气、夏秋台风，都能影响到该地区沿海及其岛屿，是我国风能最佳丰富带之一，年有效风功率密度在200瓦/平方米以上，如台山、平潭、东山、南鹿、大陈、嵊泗、南澳、马祖、马公、东沙等地区，年可利用小时数约在7000至8000小时。东南沿海由海岸向内陆丘陵连绵，风能丰富地区距海岸仅在50千米之内。

(3) 内陆局部风能丰富地区

在两个风能丰富带之外，局部地区年有效风功率密度一般在100瓦/平方米以下，可利用小时数3000小时以下。但是在一些地区由于湖泊和特殊地形的影响，也可能成为风能丰富地区。

(4) 海拔较高的风能可开发区

青藏高原腹地也属于风能资源相对丰富区之一。另外，我国西南地区的云贵高原海拔在3000米以上的高山地区，风力资源也比较丰富。但这些地区面临的主要问题是地形复杂，受道路和运输条件限制，施工难度大，再加上海拔高，空气密度小，能够满足高海拔地区风况特点的风电机组较少等等，增加了风能开发的难度。

(5) 海上风能丰富区

海上风速高，很少有静风期，可以有效利用风电机组发电容量。一般估计海上风速比平原沿岸高20%，发电量增加70%，在陆上设计寿命20年的风电机组在海上可达25年到30年。我国海上风能丰富地区主要集中在浙江南部沿海，福建沿海和广东东部沿海地区，这些地区海上风力资源丰富且距离电力负荷中心很近，与海上风电开发成本虽高，但具有高发电量的特点相适应。

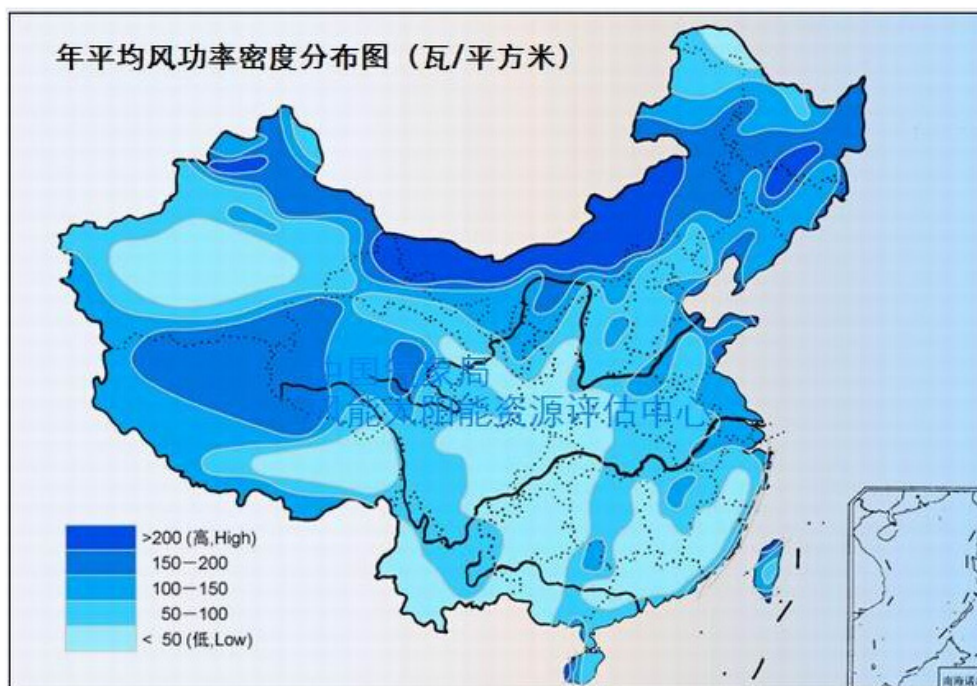


图 66 我国风能资源分布图

来源：中国气象局

3. 不同地区的清洁能源互补解决方案建议

通过以上内容的介绍，可知我国不同地区太阳能和风能资源区别较大，在实施清洁能源互补解决方案时，应该因地制宜。

(1) 因地制宜发展清洁能源互补解决方案

总体来说，西部地区具有较好的太阳能和风能资源，具有风光互补的先天优势。但是这些地区经济发展相对落后，土地成本较低，距离用电负荷中心较远。这些地区适合发展大型地面电站和大型风电场，通过建设特高压，实现能源的远距离输送。同时，要适度发展基于分布式和智能微网的清洁能源互补，作为重要补充，促进资源就地消纳。在黄河流域附近具备发展风光水互补条件的地区，还要积极利用水能。

东部地区虽然光照条件一般，但是由于东部地区是主要的用电负荷地区，应该结合新型城镇化建设，推广分布式光伏。目前我国新型城镇化建设在规划中仍主要依靠国家建设电网、输电的老办法，没有与新能源产业相结合，这是不合理的。在老城区开发建设分布式光伏存在各种利益分割问题，实施起来比较困难，而新城的建设不存在这样的障碍。国家应在政策方面加强引导，鼓励在新型城镇化建设中采用分布式光伏系统，并通过示范建设，起到带动作用，同时要做好总结和宣传，为其他新型城镇化建设提供借鉴。江浙、广东、福建等沿海部分地区也具备相对丰富的风能，可以大力推进风光互补解决方案。东部经济发达地区对天然气的消费能力也较强，也具备实现风光气互补的实施条件。

（2）建设清洁能源互补方案新城镇示范区

政府应该在政策上给予支持，可以考虑在西北、西南、华北、华南等区域选出部分城市，进行清洁能源互补方案与新城镇建设相结合的工程示范。通过这些示范，在政府指导意见的支持下，形成技术模式、工程规范等，为新城镇化建设提供模板。如此，在“十三五”期间，这种模式就可以在更大范围内进行推广。

另外需要注意的是，在新型城镇的规划过程中，应使新能源与产业发展相结合，进行总体规划。新型城镇化建设需要多种技术的集成，不能只依靠城市设计院。围绕城镇发展，应联合一些公司或者机构组成设计联盟，有的做整体规划，有的做能源系统规划，有的进行交通规划，这样才能保证城镇规划的科学性与合理性。

在我国，目前城镇建设更多的是各自为战，低碳城市建设、新能源城市示范建设、分布式系统推广等各种项目同时开展，没有进行整合。资源是有限的，应打破这种分割状态，集中、合理地利用有限的资源。

八

基于分布式多能互补和智能微网系统的清洁能源互补解决方案研究

基于分布式能源和智能微网系统的发展在我国处于初期阶段，大部分项目的示范作用明显，但经济性欠佳，需要从政策、技术、机制、商业模式上创新突破，不断积累经验，并与电力市场化改革和“互联网+”相结合

在未来中国农村的城镇化过程中，借助分布式多能互补与微网系统，大力发展风能、太阳能、小水电、以及生物质、沼气等清洁可再生能源资源，将成为优化城乡居民能源消费结构，推进节能减排的现实途径之一。中国城镇化进程中的能源供应及消费必然要大力发展分布式供能和微电网，中国发展“新能源示范城市”也必然将推动分布式能源发展，推动中国能源供应模式及消费路径革命。

我国分布式多能互补与微电网系统的发展处于初期阶段，尽管已经建成的一些项目其示范意义大于其经济意义，但其发展也显示出分布式多能互补与微电网结合的供能系统的在解决区域用能方面的现实可行性，为下一步更大范围内推动分布式多能互补与微网系统提供经验和参考。天津中新生态城分布式多能互补与微网系统以及吐鲁番新城新能源微电网示范项目等都是基于分布式可再生能源为基础的清洁能源互补解决方案的典型案例；孤岛运行的基于可再生能源分布式多能互补与微网结合的项目也能为解决区域供能提供技术和经验的参考，如国电东福山岛风光柴储分布式供能系统就是一个典型的区域供能系统；另外还有一些能源综合利用的项目也是解决城镇化过程中区域能源供应的有效选择，在提供传统能源的基础上，提供一种因地制宜的供能方式。

目前，我国分布式能源与智能微网系统的发展应用还存在着不少问题和挑战，主要体现在研究与开发不足，需要加强研究投入，实现突破；开发利用成本高，商业模式未成熟；相关支撑体系建设滞后，国家实验室与中心，检验认证与标准，专业人才体系等的建设都相对落后等，这些仍是当前推动我国分布式多能互补与智能微网系统规模化发展的主要障碍，但最主要约束还是在制度与政策方面。

（一）国外分布式多能互补技术发展现状及应用情况

（1）GE-eSolar “风光气” 多能互补系统

2011年六月七日美国通用电气公司宣布与土耳其MetCap能源投资公司合作启动名为“Dervish IRCC”的新型能源项目工程，该工程旨在建设新一代的风能、太阳能和天然气多能互补能源系统。系统总装机容量达到53万千瓦，整体效率将达到70%。其中太阳能热发电装机容量5万千瓦，风电2.2万千瓦，其余部分由天然气发电完成。新型电厂选址于土耳其的卡拉曼，计划2015年进入商业运行，可满足超过60万家庭的供电需求。2011年11月20日，通用电气和土耳其MetCap宣布将原有的装机容量目标扩大到108万千瓦，几乎是原有发电量的两倍，由于调整了了装机容量，投入商业运行的时间将延后到2016年。

GE-eSolar “风光气” 多能互补系统中天然气发电和风电设备是来自通用电气公司，其中的天然气发电来自于FlexEfficiency50联合循环发电系统。该系统是通用电气响应“绿色创想”（ecomagination）而研发出的系统首款型号，FlexEfficiency50电厂可以通过集成下一代9FB燃气轮机、109D-14蒸汽轮机、W28发电机、Mark* V1e集成控制系统以及热回收蒸汽发电机灵活运行，FlexEfficiency50系统设计额定功率为510兆瓦，能效超过61%，具有占地面积小、升负荷率高（可达每分钟50兆瓦）、响应迅速和启动时间短等技术优点，该设备可根据风能或太阳能所产生电力的实际状况，灵活、高效地升降负荷，从而确保整合更多的再生能源并输送到电网中。

太阳能热发电采用美国eSolar公司技术，其太阳能电厂采用小且平的定日镜追踪太阳来把太阳能传输给塔顶的接收器，随后产生的蒸汽经由动力机构发电。



General Electric

A hybrid electric plant designed by General Electric. Mirrors focus sunlight on power towers, top right, that make steam that is injected through pipes into a turbine, center, to make electricity. Wind turbines, rear, make electricity to either help run the plant or to feed the grid.

图 67 GE 多能互补智慧能源系统

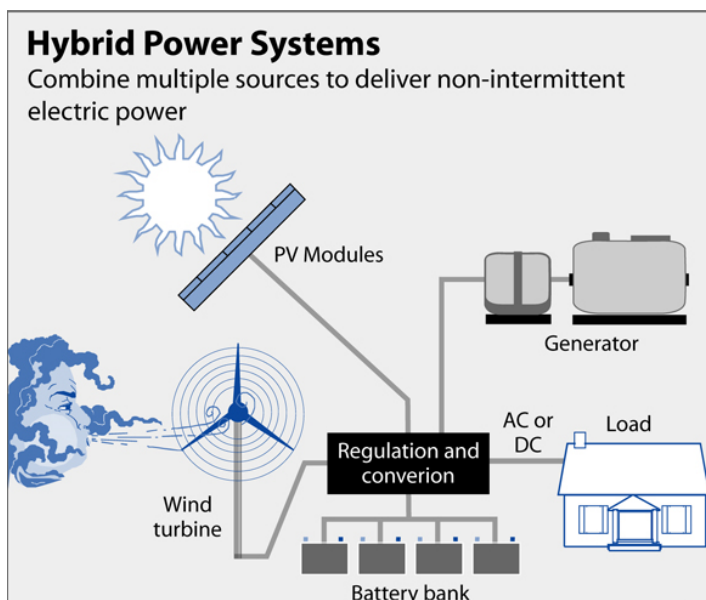


图 68 多能互补能源系统示意图

(2) “风能-氢能-生物质”多能互补系统

德国2009年4月21日首座风能、氢能和沼气发电的混合动力电厂（hybrid power plant）在勃兰登堡州普伦茨劳地区建成，这座投资2100万欧元的电厂配备有一座6MW的风能基地于2011年10月25日正式运营。该电厂将由ENERTRAG AG、DB Energie GmbH, Vattenfall and TOTAL Germany等公司合作进行，为铁路网络系统的减碳提供电力支持。2014年十二月十二日，德国Enertrag公司和绿色和平能源公司共同宣布“风能-氢能-生物质”多能互补系统电厂所产的氢气并网到区域天然气管网。绿色和平能源公司宣称该系统在第一年应可供应800兆瓦时，预计2017年能达到1000兆瓦时的电量。

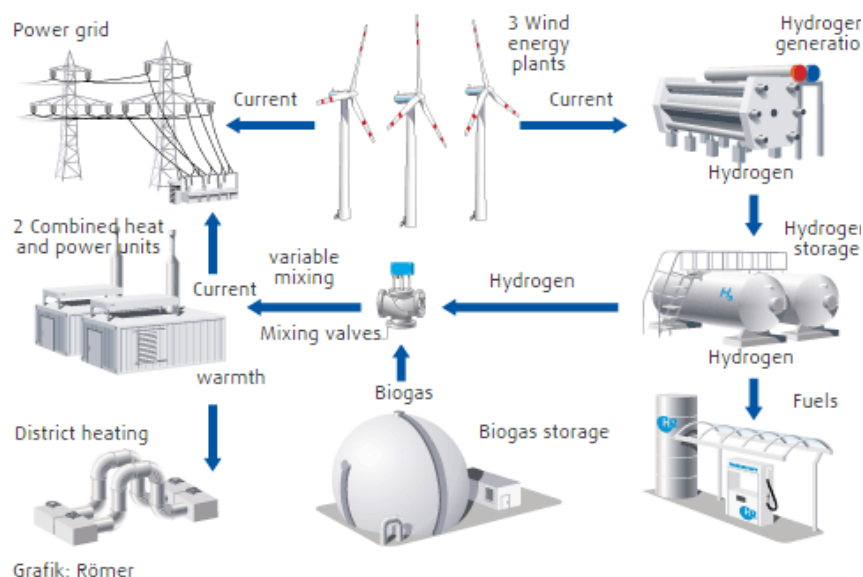


图 69 德国“风能-氢能-生物质”多能互补系统示意图

Enertrag公司介绍，“风能-氢能-生物质”多能互补系统将解决当地风电输出不稳定的问题。当风大到电网难以控制时，过剩的能量将通过电解水转变成氢气存放；而风力较弱时，氢气可以混合沼气和并通过对热电联装置转化成为电能和热能。储存的氢不仅可以直接生产电，还可以作为机动车燃料，供应附近计划中的氢燃料供应站。

氢技术虽然不是最佳的储存能量的介质，但是柏林自由大学的研究人员表示风电转化成氢能，可达到70%-85%的效率，并且可作为氢动力汽车存储的燃料。

混合可再生能源电厂有多种模式，德国巴登-符腾堡州的瑙里德也计划在2011年建成一座地热和生物质能混合电厂，当地拥有丰富的地热和生物质资源，2009年末将启动地热钻井，混合可再生能源电厂的设计生产能力为5.6兆瓦。另外，德国北海边的培尔沃也准备建造风能和太阳能混合电厂，冬天主要利用风能，夏天主要利用太阳能。

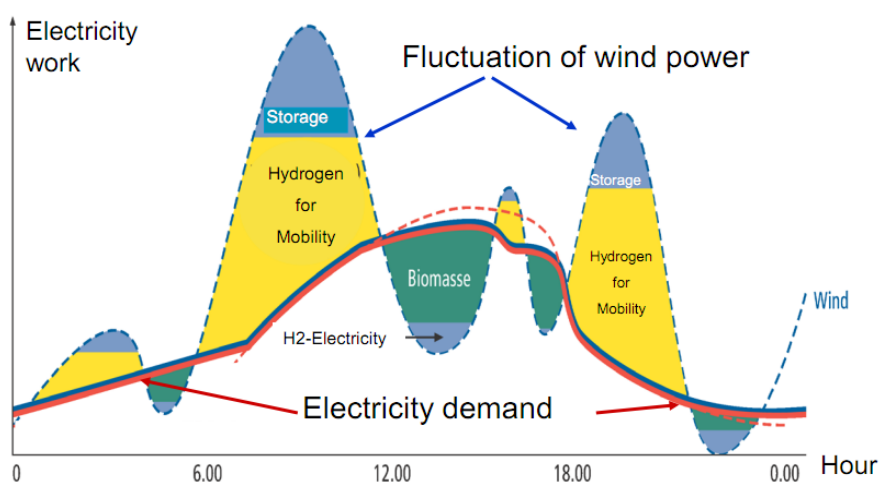


图 70 德国“风能 - 氢能 - 生物质”多能互补系统

（3）太阳能联合循环系统(ISCSS)

太阳能联合循环系统(ISCSS)包括一个联合循环发电厂和与其相连的太阳能场。联合循环发电厂和太阳能场的热能在同一个蒸汽轮机的作用下转变为电力。系统中太阳能利用主要有两种模式，一种是直接蒸汽发电模式（Direct Steam Generation (DSG) Technology），另一种是导热流体模式（Heat Transfer Fluid (HTF) technology）。第一种模式中蒸汽直接在抛物线形槽式太阳能收集管中产生，然后经由蒸汽器发电；另一种是收集太阳能热能通过HSSG（Heat Solar Steam Generator）系统传输给能量转换系统来产生蒸汽进行发电。

采用太阳能联合循环系统(ISCSS)能有效的缓解由于化石燃料燃烧所带来的环境污染和温室效应问题，同时也解决了可再生能源普遍具有不可控性，很难稳定的并网发电，并且存在成本高，效率低等问题。研究表明太阳能联合循环系统比传统联合循环减少20%的碳排放。

2011年7月投入运行的太阳能联合循环系统坐落在埃及以南90公里处，距离尼罗河东岸2.5公里。该系统属于第一种系统，总装机容量为140兆瓦，其中太阳能在设计工况下占20兆瓦，共计采用160个太阳能收集器包含1920个模块占地131000平方米。系统的设计安装过程中，为减小风力效应对太阳能收集的影响，在系统主要的风口段都设置了防风墙。同样的系统还被运用在美国佛罗里达州的Martin Next Generation Solar Energy Center。该系统2010年12月投入运行，其装机容量为3780兆瓦，其中太阳能为75兆瓦。意大利的普廖洛加尔加洛则采用了第二种模式的太阳能联合循环系统，该系统2010年七月投产运行，装机容量为750兆瓦，太阳能占5兆瓦。

两种模式相比，DSG不需要HSSG系统并且循环泵的耗能比较低较HTF模式降低成本，DSG的优势还在于系统中的温度梯度更大，从而提高了效率。同时DSG不像HTF模式需要一些油类和熔盐的物质，从而降低了对环境的污染风险。但是DSG同样存在问题，系统中存在两相流动的问题会导致系统稳定性下降，系统过程相对难控制的情况。而且DSG系统没有余热回收装置也会造成蒸汽热能的浪费。

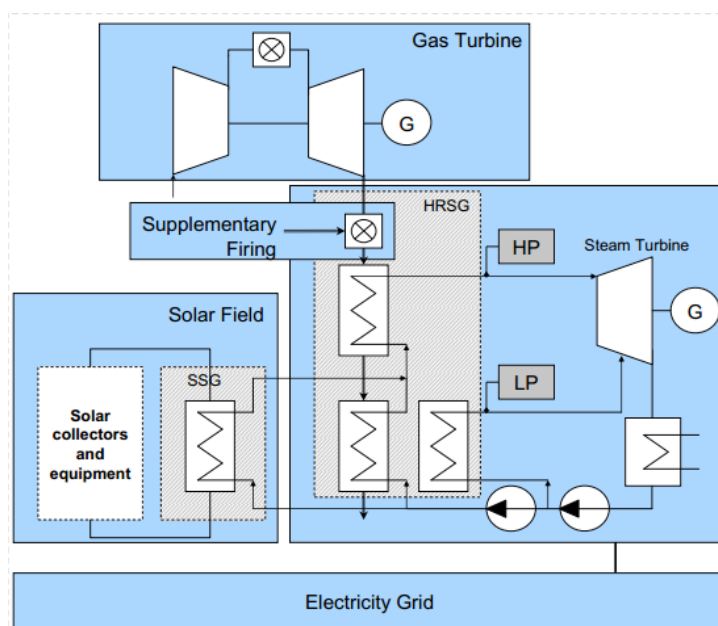


图 71 太阳能联合循环系统 (ISCCS) 示意图

（二）典型清洁能源互补解决方案的案例分析

太阳能、生物质能、地热能等可再生能源具有能流密度低、分布较为分散、规模较小的特点，常规能源利用方式难以对其高效利用。而分布式能源系统由于其分散型、小型、接入方便等特点，为可再生能源的利用提供了一条新的途径。以化石燃料与可再生能源互为补充的供能形式在分布式能源系统中有着广泛的应用前景。

在未来中国农村的城镇化过程中，借助分布式多能互补与微网系统，大力发展风能、太阳能、小水电、以及生物质、沼气等清洁可再生能源资源，将成为优化城乡居民能源消费结构，推进节能减排的现实途径之一。中国城镇化进程中的能源供应及消费必然要大力发展分布式供能和微电网，中国发展“新

能源示范城市”也必然将推动分布式能源发展，推动中国能源供应模式及消费路径革命。

我国分布式多能互补与微电网系统的发展处于初期阶段，尽管已经建成的一些项目其示范意义大于其经济意义，但其发展也显示出分布式多能互补与微电网结合的供能系统的在解决区域用能方面的现实可行性，为下一步更大范围内推动分布式多能互补与微网系统提供经验和参考。天津中新生态城分布式多能互补与微网系统以及吐鲁番新城新能源微电网示范项目等都是基于分布式可再生能源为基础的清洁能源互补解决方案的典型案例；孤岛运行的基于可再生能源分布式多能互补与微网结合的项目也能为解决区域供能提供技术和经验的参考；另外还有一些能源综合利用的项目也是解决城镇化过程中区域能源供应的有效选择，在提供传统能源的基础上，提供一种因地制宜的供能方式。

下面将列举几个典型的分布式多能互补与微网系统的案例。

1. 天津中新生态城分布式多能互补供能系统

为了解天津可再生能源利用情况，以及“中新生态城国家新能源示范产业园区”在多能互补方面的示范效果，2014年10月底，课题组成员亲赴天津开展实地调研。调研期间，课题组不仅与天津市发改委能源处开展座谈交流，并实地走访了“中新天津生态城”的可再生能源利用情况，最终形成如下调研报告。

（1）天津市能源简介

天津市一次能源消费总量为6653.61万吨标准煤。煤炭为主要能源，比重为58.6%；原油比重为33.1%；天然气比重为6.5%；非化石能源比重1.8%。

天津属能源输入型城市，对能源依赖性较强，能源消费仍以煤炭为主，约占一次能源消费比重的58%，新能源及可再生能源等清洁能源的利用比例还较低，环境承载压力较大。为切实推动能源生产和消费革命，真正构建安全、稳定、经济清洁的现代能源保障体系，实现经济可持续发展，近年来天津充分利用资源禀赋，大力发展风电、太阳能、地热等新能源和可再生能源，并在中央政府领导下积极推进“中新生态城国家新能源示范产业园区”建设工作。

（2）天津新能源及可再生能源发展情况

“十二五”以来，天津市不断加大风能、太阳能、地热、生物质等新能源和可再生能源开发利用，加快能源结构的优化和布局。截至2013年底，天津市可再生能源和新能源装机规模达304兆瓦。

◆ 太阳能

天津重点支持开发区、工业园区组织实施具有一定规模的分布式光伏发电项目，其中武清开发区被列入国家能源局首批18个分布式发电示范区之一。

截止2013年底，天津已并网投产光伏发电项目13个，装机规模26.2兆瓦。为天津西站光伏电站

(1.884兆瓦)、中新生态城北部高压带用户侧光伏电站项目(4.089兆瓦)、中新生态城中央大道用户侧光伏电站项目(5.660兆瓦)、信义玻璃光伏自备电站项目(10兆瓦)、英利光伏屋顶发电项目(4兆瓦)、阿尔斯通水电设备有限公司分布式光伏发电项目(0.55兆瓦)和7个人分布式光伏发电项目(0.032兆瓦)。

同时,截至2012年底,天津市城市太阳能生活热水利用约400万平方米,农村累计推广太阳能热水器安装36万台。天津市已有23个项目列入国家金太阳示范工程,武清开发区被纳入国家第一批分布式光伏示范区。

◆ 风能

据天津风能资源分布特点,目前天津已确定了重点发展区域,重点鼓励对低风速资源的开发利用,发展陆上风电的同时,积极启动海上风电前期工作。

截止2013年底,天津市已投产风力发电项目6个,总装机228.5兆瓦,为大神堂风电场一期工程(26兆瓦),大港沙井子风电场一、二期工程(2×49.5兆瓦),大港马棚口一、二期工程(2×49.5兆瓦)和中新天津生态城南片区蓟运河口风电工程(4.5兆瓦)。

◆ 地热能

天津地热资源非常丰富,近年来天津市一直稳步推进地热资源开发利用,提高地热开采量和回灌率,增加地热供暖面积。截至2012年底,天津市纳入地热资源管理的开采井285眼,回灌井88眼。年开采量为3250万立方米,年回灌量1310万立方米。地热资源主要用于建筑供暖、生活热水、温泉理疗、农业种植和水产养殖等领域。

◆ 生物质能

天津市对生物质能的利用主要为沼气利用与垃圾利用。

◆ 沼气

截至2012年底,天津市各类沼气工程年产沼气3726万立方米,已有近6万户农村人口的生产生活用上了沼气,年可节约标煤2.7万吨、减排二氧化碳1.5万多吨、生产有机沼肥100多万吨。天津市有沼气乡村服务网点160个,从业人员529人,服务范围覆盖6.6万户农户。

◆ 垃圾

天津市生活垃圾的处理方式主要为卫生填埋和焚烧发电。

截至2012年底,天津已建成垃圾卫生填埋厂7座,分别为北辰区双口垃圾卫生填埋场(1200吨/日)、津南区大韩庄垃圾卫生填埋场(800吨/日)、汉沽垃圾卫生填埋场(700吨/日)、大港垃圾卫生填埋场(400吨/日)、武清区生活垃圾填埋厂(200吨/日)、蓟县垃圾卫生填埋场(200吨/日)、宝坻区生活垃圾填埋厂(400

吨/日)。建成垃圾处理场1座，为静海生活垃圾处理厂(300吨/日)。

截至2012年底，天津市已投产运行的垃圾焚烧发电项目有3个，分别是天津双港垃圾焚烧发电厂(2.4万千瓦，1200吨/日)、青光垃圾综合处理厂(1.2万千瓦，600吨/日)和天津滨海新区垃圾焚烧发电厂(3万千瓦，1500吨/日)，总装机容量6.6万千瓦，年垃圾处理能力127万吨，年发电量3.16亿千瓦时。

在建项目2个，分别为天津贯庄垃圾焚烧综合处理项目(2.0万千瓦)和滨海新区大港垃圾焚烧发电厂(1.5万千瓦)，总装机容量3.5万千瓦，设计年垃圾处理能力70万吨，年发电量2.4亿千瓦时。

另外，天津市有垃圾填埋发电厂一座，即北辰区双口垃圾填埋气电厂，装机容量0.2万千瓦。

◆ 水能

于桥水库水电站，装机5MW，2012年发电量0.2亿千瓦时。

(3) 中新生态城可再生能源利用情况

◆ 中新生态城简介

2007年4月，国务院总理温家宝在会见新加坡国务资政吴作栋时，共同提议在中国合作建设一座资源节约型、环境友好型、社会和谐型的城市。2007年7月，吴仪副总理访问新加坡，与新方进一步探讨了生态城选址和建设原则。随后，国家有关部委对天津等多个备选城市进行反复比选和科学论证，在征求新加坡国家发展部的意见后，于9月底初步认定生态城选址在天津滨海新区。2007年11月18日，国务院总理温家宝和新加坡总理李显龙共同签署《中华人民共和国政府与新加坡共和国政府关于在中华人民共和国建设一个生态城的框架协议》。国家建设部与新加坡国家发展部签了《中华人民共和国政府与新加坡共和国政府关于在中华人民共和国建设一个生态城的框架协议的补充协议》。协议的签订标志着中国——新加坡天津生态城的诞生。

按照两国协议，中新天津生态城将借鉴新加坡的先进经验，在城市规划、环境保护、资源节约、循环经济、生态建设、可再生能源利用、中水回用、可持续发展以及促进社会和谐等方面进行广泛合作。为此，两国政府成立了副总理级的“中新联合协调理事会”和部长级的“中新联合工作委员会”。中新两国企业分别组成投资财团，成立合资公司，共同参与生态城的开发建设。新加坡国家发展部专门设立了天津生态城办事处，天津市政府于2008年1月组建了中新天津生态城管理委员会。至此，中新天津生态城拉开了开发建设序幕。

中新天津生态城中新天津生态城是中国、新加坡两国政府战略性合作项目，占地面积约为30平方公里，计划用10年左右时间，建成一个人口达35万人、绿色建筑比例达100%的国际生态城市样板。生态城的建设显示了中新两国政府应对全球气候变化、加强环境保护、节约资源和能源的决心，为资源节约型、环境友好型社会的建设提供积极的探讨和典型示范。



图 72 中新生态城整体布局沙盘

◆ 生态城可再生能源利用目标

中新天津生态城在能源利用方面，设定了可再生能源使用率指标目标。可再生能源使用率指可再生能源在能源供应结构中的比重，可再生能源是指在自然界中可以不断再生、永续利用、取之不尽、用之不竭的资源，对环境无害或危害很小，而且资源分布广泛，适宜就地开发利用，主要包括太阳能、风能、生物质能、地热能 and 海洋能等。目前，生态城对可再生能源使用率指标的规定是到 2020 年生态城内可再生能源使用率不小于 20%。

据规划，中新天津生态城清洁能源使用比例为 100%，可再生能源利用率达到 20%。目前，生态城内社区住宅的楼顶、阳台大都安装了太阳能，公建、酒店、写字楼使用了地源热泵系统制冷采暖。在道路两旁的风光互补 LED 路灯，充分利用沿海风能优势，未来该路灯将占到生态城路灯规划建设总量的 60%。

风电

据中新天津生态城管委会人员介绍，目前生态城内有一个集中风力发电项目——蓟运河口风力发电场，该风电场位于生态城南片区蓟运河口，由五台 900MW 风机构成，总装机 4.5 兆瓦。



图 73 中新生态城风电系统

太阳能

中新天津生态城内还大量使用光伏发电。据中新天津生态城管委会人员介绍，未来生态城内将主要有两个地面光伏发电项目，一个是中新生态城北部高压带用户侧光伏电站项目，装机 4.089 兆瓦，目前已经并网运行；另一个是中新生态城中央大道用户侧光伏电站项目，装机 5.660 兆瓦，目前还处于建设阶段。

未来，待所有光伏发电项目投产后，生态城的光伏发电项目总装机容量将达到 12 兆瓦，年发电量约 1350 万度，能够满足生态城 6000 户居民一年的生活用电，每年可节约标煤 4500 吨，减少二氧化碳排放量 1.35 万吨。



图 74 中新生态城园区光伏发电系统



图 75 垃圾桶自带太阳能电池板

同时，中新天津生态城内能源站建筑屋顶还安装了薄膜电池，也能够提供少部分电能。



图 76 中新生态城建筑太阳能薄膜发电系统

值得一提的是，上述风电和光伏发电项目平均每个月的发电量为 130 万千瓦时，而目前生态城所有居民的月平均用电量约为 140 万千瓦时，可见生态城内居民基本完全消纳了这些清洁电力供应。

地热

目前，中新生态城还布局了一口地热井，并能满足生态城演示大厅日常的采暖需求。



图 77 中新生态城服务大厅地热供暖系统

(5) 生态城智能电网综合示范

2009 年 5 月，国家电网公司发布坚强智能电网发展战略，并将中新天津生态城确定为第二批坚强智能电网综合示范工程。2010 年 4 月 7 日，以和畅路 110 千伏智能变电站开工建设为标志，中新天津生态城智能电网工程正式开工建设。2011 年 9 月 19 日，工程建成投运。

目前，中新天津生态城智能电网综合示范工程包括分布式电源接入、储能系统、智能电网设备综合状态监测系统、智能变电站、配电自动化、电能质量监测和控制、用电信息采集系统、智能用电小区（楼宇）、电动汽车充电设施、通信信息网络、电网智能运行可视化平台及智能供电营业厅 12 个子项工程。



图 78 中新生态城绿色建筑模型

(6) 生态城智能供电能源站

在中新天津生态城智能供电营业所的楼顶上，目前共有 6 台风力发电机和 5 组太阳能电池板，该栋楼采用的是智能微电网技术，不仅有风力和光伏发电系统，还设有储能系统，整个楼宇通过部署在内部的信息采集终端，收集供电、用电设备的信息，实现对整栋大楼能效的综合管理和与电网的双向互动。在保障安全可靠供电的同时，智能微电网技术能够让大楼充分利用自己“生产”的清洁能源，降低能耗。

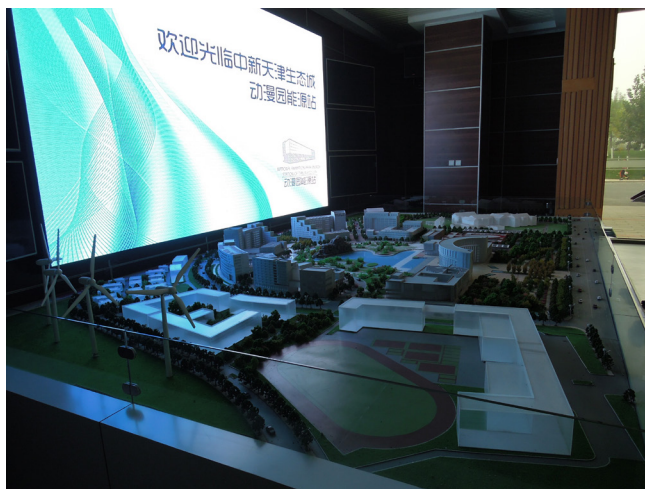


图 79 中新生态城动漫园沙盘

(7) 生态城未来示范意义

尽管目前生态城在可再生能源应用及示范方面发挥了重要作用，但从整体运行的经济性来讲，中新生态城多种清洁能源互补使用的示范意义远远大于其经济性意义。

当然，据天津生态城未来建设计划，2014 至 2015 年生态城地区将完成至少 9 个子项投资建设，且与前期智能电网项目建设不同，本次创新示范区建设主要体现“三个突出”的特点。

一是突出新技术融合，实现智能电网推动能源开发、配置、消费方式改革，实现大规模清洁能源和分布式电源的友好并网，多种能源优化配置的透明开放，提升智能用电和互动服务的全新体验；

二是突出实用性与展示性结合，通过能源互联网分析与展示平台与智能电网公共服务平台，面向电力公司、政府与社会用户进行展示，提高电网社会影响力；

三是突出合作，电力部门将与华为、海尔等国内知名企业，清华、天大等著名高校开展合作，实践多方合作共建模式，将智能电网示范区打造成智能电网高端、开放的智能电网展示平台。

2. 国电东福山岛风光柴储海水淡化独立发电系统

(1) 项目背景

东福山岛是我国东部海疆最东的住人岛屿，距浙江省舟山市普陀区沈家门镇 45km。全岛常住居民约 300 人。岛上拥有较好的风能和太阳能等可再生能源，但在项目投产之前并没有得到开发和利用。居民的照明用电仅仅依靠驻军的柴油发电机来提供，用水主要依靠雨水收集净化和从舟山本岛运水解决。由于受困于电力和淡水短缺，尽管旅游资源丰富，当地发展旅游业却举步维艰，军民生活品质也难有改善。

为了解决东福山岛的民生问题，同时为我国风光储柴独立发供电系统的研究提供科学技术依据与工程实践经验，国电电力在联合浙江省电力试验研究院和华东勘测设计研究院等单位开展风光储柴独立发供电系统相关技术的研究和开发的基础上，建设了东福山岛风光储柴海水淡化独立发供电系统。

2011 年国电集团浙江分公司自筹经费，建成东福山岛风 / 光 / 柴及海水淡化综合系统工程，基本满足岛上居民生活用电需求。浙江电力试验研究院负责该系统的运行维护。项目总投资约 2200 万元，目前没有收取电费。

(2) 项目设计

东福山与外接电网没有连接。本地电源包括 250kW 柴油发电机组、210kW 风电机组、100kW 光伏电站，系统总发电容量 560kW。蓄电池组 980kWh。负荷包括东福村、部队和 50 吨 / 天海水淡化装置。所有电源均接入 380V 交流母线，经 0.38/10kV 变压器升压到 10kV，再连接到用电负荷。

微网电源和蓄电池组均集中安装在东福山电站及周围。电源包含 1 台 250kW 柴油发电机组；7 台 30kW 风电机组，由华鹰风电提供；100kW 地面安装式光伏电站，采用单晶硅电池组件；阀控式铅酸蓄电池组容量 980kWh，剩余电量保持在 50% 以上，单块蓄电池容量 2V 1000Ah，2 组 245 块蓄电池串联，额定端电压达到 490V。光伏汇流箱、风机逆变器、柴油发电机组、海水淡化装置、环境监测仪、各种系统保护及测控装置等均采用 RS485 通信，再通过串口服务器接入电站层工业以太网；光伏储能变流器直接接入以太网。

2.1 独立发供电的设计原则

浙江东福山岛风 / 光 / 柴 / 蓄及海水淡化综合系统

- 地面光伏电站: 100kW
- 柴油机组: 250kW
- 风电机组: 7 台 30kW
- 蓄电池组: 980kWh, 阀控式铅酸蓄电池
- 海水淡化装置: 50 吨 / 天
- 电力负荷: 部队负荷、东福村和海水淡化装置
- 中心变电站: 0.38/10kV
- 设备层通讯采用 RS485, 电站层通信为工业以太网
- 具有能量管理系统

● 配置备用电源

和普通偏远村落不同, 东福山岛上的军用设施必须连续运行, 在极端风光条件下, 独立发供电系统都必须具有连续供电的能力, 因此必须配置柴油发电机作为备用电源, 增加独立发供电系统的可靠性。

● 以风机为主, 光伏为辅

根据东福山岛可再生能源的特点, 以风光互补的方式配置独立发供电系统。

● 配置储能蓄电池及双向变流器 (PCS)

通过配置储能蓄电池及双向变流器, 实现储存能量和平滑可再生能源波动的功能, 提高独立发供电系统的可再生能源平均渗透率和运行稳定性。

④实现发供电系统的功率平衡

通过控制风机和光伏的出力实现独立发供电系统的功率平衡, 不配置泄放负荷, 而是通过新增的海水淡化设施和原有的抽水泵消耗可再生能源的剩余功率。

⑤开发能量管理系统

开发以海水淡化为可调负荷的海岛风光储柴独立发供电系统的能量管理系统, 在延长蓄电池寿命的前提下, 提高可再生能源的渗透率。

⑥具有较高的自动化控制水平

系统应具有具有较高的自动化控制水平和简洁的人机界面, 系统的运行控制采用无人值守的方式运

行。为了减少人力成本，不安排夜间值班，夜间一般采用停运柴油发电机的运行方式。

⑦电能质量达标

独立发供电系统在不同运行方式下的电能质量都能达到国标要求。

⑧具有适度的可扩展空间

2.2 主设备容量配置和系统结构

以 50% 可再生能源平均渗透率为目标，在计算风机和光伏的容量时，以能量平衡为基础，按风机和光伏的年发电量需求进行配置；计算蓄电池容量时，以满足岛内夜间 12h 供电的原则进行从小到大配置，减少独立发供电系统的蓄电池维护成本，同时能够实现夜间停运柴油发电机的运行方式。然后根据风机、光伏的年平均功率和岛内年平均负荷，对蓄电池容量进行校核，使可再生能源能基本满足岛内负荷的需求，蓄电池能基本消纳可再生能源。

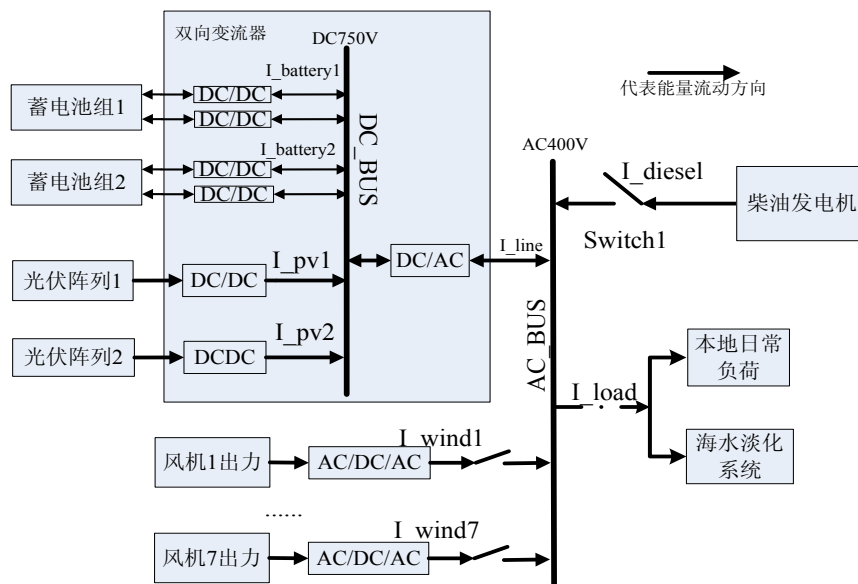
计算风机和光伏年发电量时必须考虑以下重大折减因素：

(1) 为了避免影响岛内军用设施，风机只能布置在岛内的相对的最佳位置，风机出力受山形影响和尾流影响，折减系数取 0.7。

(2) 与和大电网并网的风机相比，独立发供电系统限制风机出力的影响很大，折减系数取 0.7。

(3) 因光伏出力不稳定引起的系统限出力的折减系数取 0.6。

优化后的东福山岛独立发供电系统配置了 7 台单机容量为 30kW 的风力发电机组、100kW 光伏发电系统、960kWh 储能蓄电池、300kVA 光储一体化双向变流器、1 台 200kW 柴油发电机及 1 套 50t/d 海水淡化系统。东福山独立发供电系统采用交直流混网结构，蓄电池组和光伏阵列均分两路接入 PCS 直流侧，再经 DC/AC 变换接至 AC380V 侧，7 台风机则在 AC380V 侧汇流。经升压变压器升压后，通过 10kV 线路送电至东福村和驻岛部队。图为东福山岛独立发供电系统结构图。



2.3 独立发供电系统的主电源和运行方式

系统主电源

独立发供电系统控制 380V 交流母线的电压和频率的主电源有两个，一个是柴油发电机，另一个是处于离网控制模式 (V/F 模式) 的双向变流器。两个主电源不能同时工作。不同的主电源下，系统有 2 种工作模式。

柴油发电机作为主电源时，柴油发电机自动调节 380V 交流母线的电压和频率，通过柴油发电机功率的变化，使电源功率和负荷维持平衡。双向变流器工作在并网充电模式 (P/Q 模式)，对蓄电池进行三段式充电，这时蓄电池是独立发供电系统的一个稳定负荷。光伏和风机接受能量管理系统的可再生能源功率控制程序的控制，使柴油发电机工作在安全和经济的状态。

离网控制模式下的双向变流器作为主电源时，柴油发电机处于停运状态，双向变流器自动调节 380V 交流母线的电压和频率，通过蓄电池功率的变化，使电源功率和负荷维持平衡。

双向变流器作为主电源时，因为双向变流器不控制能量流动方向，蓄电池可能出现频繁充放电的现象，从而影响蓄电池的使用寿命。通过能量管理系统的蓄电池充放电转换程序和可再生能源功率控制程序，控制光伏和风机出力，使可再生能源的功率稳定在大于负荷或小于负荷的状态，从而使蓄电池稳定工作在充电或放电状态。

系统的运行方式

可再生能源充足时，可再生能源除了满足岛内供电外，还能对储能蓄电池充电，把多余的可再生能源储存起来。蓄电池充满后，蓄电池转入放电阶段，切除部分可再生能源，使蓄电池维持小功率放电状态。

蓄电池放电至 55% 荷电量左右时，重新投入备用状态，再次进入可再生能源对蓄电池充电的阶段。只要可再生能源充足，就不需要启动柴油发电机。

可再生能源不充足时，蓄电池放电至略低于 50% 荷电量，则启动柴油发电机以满足岛内供电，同时最大程度地利用可再生能源，对蓄电池进行充电。

海水淡化设施等可调负荷和军民用电负荷错峰运行，利用多余的可再生能源制水，可降低制水成本。

图 81 ~ 83 为独立发供电系统的不同运行方式。



图 81 柴油发电机作为主电源



图 82 双向变流器作为主电源时的蓄电池放电阶段

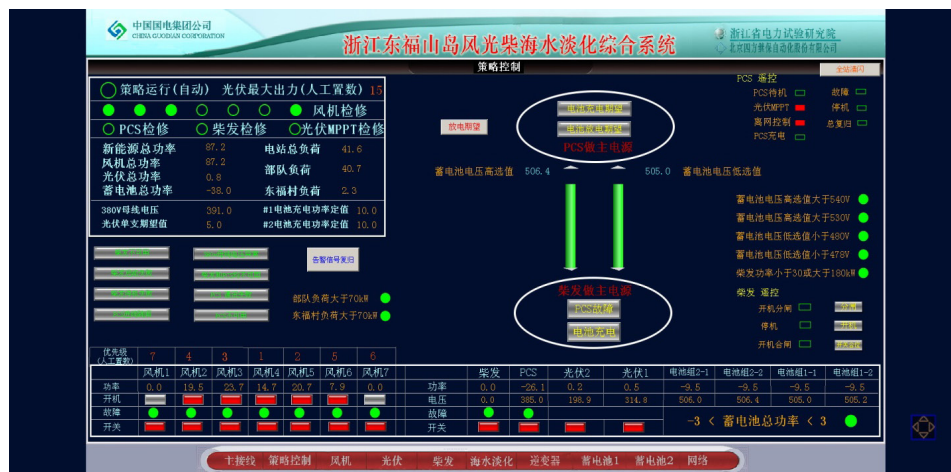


图 83 双向变流器作为主电源时的蓄电池充电阶段

2.4 能量管理策略

东福山岛独立发供电系统能量管理策略由主电源切换程序、蓄电池充放电转换程序、可再生能源功率控制程序、蓄电池充电功率遥调程序和海水淡化设施遥控程序等 5 部分组成。图 5 为蓄电池状态和能量管理策略的逻辑关系图。

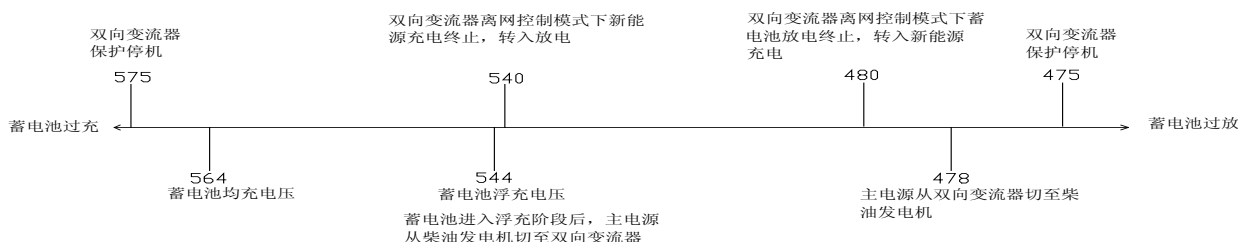


图 84 蓄电池状态和程序控制的逻辑关系图

①主电源切换程序

在可再生能源不充足时，主电源切换程序根据蓄电池荷电状态进行主电源切换。蓄电池充满后，主电源从柴油发电机切至双向变流器；蓄电池放电至荷电量低于50%时，主电源从双向变流器切至柴油发电机。

②蓄电池充放电转换程序

双向变流器作主电源时，在可再生能源充足的情况下，不需要启动柴油发电机。通过蓄电池充放电转换程序和可再生能源功率控制程序，根据蓄电池荷电状态，控制光伏和风机，实现蓄电池充放电状态的转换。

蓄电池电压低于低限（相当于蓄电池荷电量55%）时，蓄电池转入“充电期望”阶段，可再生能源

功率控制程序控制光伏和风机，使蓄电池稳定工作在充电状态。按照梯级整定原则，蓄电池从放电状态转换为充电状态的电压定值高于主电源从双向变流器切至柴油发电机的电压定值，让可再生能源功率控制程序有充足的时间增大光伏出力和启动备用风机。

蓄电池电压高于高限（相当于蓄电池荷电量90%）时，蓄电池转入“放电期望”阶段，可再生能源功率控制程序控制光伏和风机，使蓄电池稳定工作在放电状态。整定充转放定值时，考虑了可再生能源对蓄电池充电的特性，避免蓄电池接近饱和时的端口电压突升。

③可再生能源功率控制程序

可再生能源功率控制程序是一个公用程序，不同的运行方式下有不同的触发条件。触发条件不满足时，可再生能源功率控制程序终止，光伏和风机保持在当前的状态。可再生能源功率控制程序不直接控制可再生能源的功率，而是通过观察柴油发电机或蓄电池的充放电功率，执行投切可再生能源顺序控制程序，从而实现可再生能源的功率控制。

柴油发电机作为主电源时，柴油发电机功率大于高值80kW时，触发投可再生能源的顺控；柴油发电机功率小于低值30kW时，触发切可再生能源的顺控。整定柴油发电机功率的控制参数时，综合考虑了光伏和风机的出力波动特性、柴油发电机低载运行限值、岛内负荷低谷值和独立供电系统运行的经济性，避免光伏和风机频繁调节或启停。

双向变流器作为主电源时的蓄电池放电阶段，蓄电池放电功率大于高值55kW时，触发投可再生能源的顺序控制；蓄电池放电功率小于低值5kW时，触发切可再生能源的顺序控制。

双向变流器作为主电源时的蓄电池充电阶段，蓄电池充电功率小于低值时，触发投可再生能源的顺序控制；蓄电池充电功率大于高值时，触发切可再生能源的顺控。双向变流器作为主电源时的整定控制参数的方法和柴油发电机作为主电源时类似，避免出现因可再生能源不足而引起的蓄电池频繁充放电的现象。

光伏出力的响应特性比风机出力的响应特性快很多，因此投切可再生能源的顺控都首先调节光伏出力，然后再启停风机。风机通过人工排序参与顺序控制，可选择出力稳定的风机优先运行，并且增加了主峰的西南侧和西北侧不同风资源利用的灵活性。整定顺控步骤的间隔时间时，考虑了光伏和风机的出力响应特性。

④蓄电池充电功率遥调程序

柴油发电机作为主电源时，通过双向变流器给蓄电池充电。在快充阶段，蓄电池是系统的一个可调负荷，通过遥调可以改变蓄电池充电功率定值。蓄电池充电功率遥调程序通过观察柴油发电机输出功率，调节蓄电池充电功率。蓄电池充电功率遥调程序的定值和可再生能源功率控制程序的定值分级设置。通过蓄电池充电功率遥调程序，使蓄电池充电的是可再生能源，而不是柴油发电机。

⑤海水淡化设施遥控程序

双向变流器作为主电源的“放电期望”阶段，海水淡化系统遥控程序通过判断可再生能源是否富余，决定是否投停海水淡化设施。海水淡化设施遥控程序的定值和可再生能源功率控制程序的定值分级设置。

（3）项目运营现状

东福山岛独立电力系统自投产至今运行稳定，保持24小时不间断供电。截止2014年10月31日，独立电力系统总发电量173万千瓦时，其中可再生能源设备的发电量70万千瓦时，可再生能源发电比例达到了41%。

东福山岛独立电力系统具有供电可靠性高和自动化程度高的特点，在最大化利用可再生能源的基础上，有效减少了蓄电池充放电次数，保证了蓄电池具有较长的使用寿命，降低了独立电力系统的维护成本。海水淡化系统和居民用电负荷错峰运行，利用剩余的可再生能源制水，降低了制水成本。

可再生能源充足时，可再生能源除了满足岛内供电外，还能对储能蓄电池充电，把多余的可再生能源储存起来。

蓄电池充满后，蓄电池转入放电阶段，切除部分可再生能源发电设备，使蓄电池维持小功率放电状态。蓄电池放电至55%荷电量左右时，如果可再生能源充足，投入备用的可再生能源发电设备，再次进入可再生能源对蓄电池充电的阶段。

如果可再生能源不充足，且蓄电池放电至略低于50%荷电量时，启动柴油发电机满足岛内供电，同时最大程度利用可再生能源，对蓄电池进行充电。

（4）项目社会效益

独立电力系统建设前，受到原有部队柴油发电机供电能力的限制，东福山岛没有大功率家用电器设备，年消费量约30万kWh。独立电力系统建成后，东福山岛供电能力扩容了3倍，制水能力达到了5000吨/年。岛内新开多家渔家客栈，床位900余张，都安装了空调和冰柜等大功率家用电器，2014年夏季高峰负达到260kW，年消费量将超过60万kWh。

独立电力系统建成后，岛内拉闸限电和淡水短缺的情况成为了过去，也不再出现以往因负荷波动引起的突然断电或闪变现象，避免了因电能质量不高对用电设备的影响。项目不仅提高了东福山岛军民生活质量，而且由于旅游接待条件的改善，游客人数大幅增加，带动了岛内经济的发展。

东福山独立电力系统项目在国内首次实现了海岛风光储柴海水淡化独立电力系统的设计、建设和运行，项目在风光储柴多源互补系统的优化设计及运行整体技术方面达到国际先进水平。项目获得了2012年浙江省科学技术二等奖。

（5）存在的的问题及可复制性探讨

①技术问题

可再生能源可靠性问题

由于各个地区可再生能源情况不同，对于给定的可再生能源发电系统都有一个最大的可再生能源平均渗透率，如果超过这个值，可再生能源发电的综合经济性反而会从增加转向降低。例如，由于东福山到可再生能源综合利用受到限制，50%的可再生能源平均渗透率是同等规模项目中一个比较合理的具有中上水平的目标值。东福山岛项目运行初期能够达到较好的可再生能源配比，但随着系统的运行过程，可再生能源的可靠性问题凸显。首先风机可靠性会随着运营开始降低，又由于国产的小风机没有正规的厂商生产，质量也存在很大问题，加之岛上军队驻扎的限制，风机未能处在很好的地理位置，因此风机对系统作出的贡献十分有限。其次，东福山岛云雾缭绕光伏供电的波动很大，这也在一定程度上影响了可再生能源在整个系统中的配比。

而目前，又随着岛上旅游产业的发展，系统的终端负荷增加十分明显，导致柴油发电压力很大。

储电问题

对于有可再生能源的系统来说，蓄电池是必不可少的一部分，但是蓄电池成本较高，寿命有限。东福山岛风光柴储系统使用的蓄电池是铅酸电池，蓄电池寿命大概在充放电1000次左右，即三年左右。

目前蓄电池已有过接近三年的使用时间了，未来蓄电池寿命到极限时，又将会新增一笔投资，这也成为目前该系统的一个比较重要的问题。

峰谷差调节问题

东福山岛夏天风小，风电不能完全发挥作用。而夏天又是旅游旺季，用户用电增多，加之空调等大功率设备的运行，如果可再生能源不能很好的出力发电，系统的运行的稳定性将会降低。因此在系统设计中还要更多考虑未来东福山岛发展问题。

②经济问题

建造成本问题

该项目投资成本较大，据不完全估计，项目建造期间共投资2200万元。同时，在项目的建造中也产生了很多不可控的因素。岛内的道路不如大陆承重能力强，如安装风机压坏路面，产生的维修费用。还有由于东福山岛远离大陆，设备、物资等运输成本也给建造带来了很大压力。

维护成本问题

该项目建造后，孤岛运营的维护也成为了一大问题。

作为国电集团援建地方的项目，东福山岛可再生能源独立电力系统在建设过程中未获得国家和省内任何补助。因岛内配电网分户电表损坏严重，项目实际上没有任何供电收入；又因海水淡化系统供水至公用小水库，无分户水表，项目实际上也没有任何供水收入。目前，项目年运行成本为174万元，如不考虑投资回报和资产折旧，项目年运营亏损174万元；考虑资产10年等额折旧，项目年运营亏损396万元。

2012年4月，东福山岛可再生能源独立电力系统申报了可再生能源电价附加补助，但未列入国家能源局公布的第四批补助目录。2013年再次申报，仍未列入国家能源局公布的第五批补助目录。由于项目年运营亏损额较大，在没有补助的情况下，项目业主国电电力浙江舟山海上风电开发有限公司对继续做好运维保障感到力不从心。

综上所述，含可再生能源微电网尤其是风光柴储系统，对解决偏远地区和海岛供电问题有重要作用。东福山岛就是该方面的一个具体应用，从实例角度，解决了岛上的居民用电问题。然而，未来想要复制东福山岛模式，还存在很多疑虑。除了考虑如何因地制宜的解决技术问题，还应考虑可再生能源发电的经济性，也就是最后谁为岛上用电买单，政府、企业还是民众，都还是一个问题。

小结：

(1) 东福山风/光/柴/蓄及海水淡化系统的配置能够满足当地用电、用水需求。采用柴油机组和PCS协调组网，微网能够稳定运行。

(2) 系统核心设备是一台300kW光伏储能变流器，目前还不能实现在电压源模式下多台并联组网，不能无缝切换，如果用在MW级以上孤立微网或城市微网中，还需要解决不少技术问题。

(3) 系统已经考虑到能量管理问题，但是目前仍然以柴油发电作为支撑电源，未能充分利用可再生能源，发电成本较高。

■ (三) 区域可再生能源供能模式分析

1. 广西南宁武鸣县木薯厂生物质能综合利用项目

(1) 武鸣县生物质天然气发展情况

● 发展概况

武鸣县是全国最大的木薯产地，全县木薯种植面积高达40万亩以上，生物质能源发展潜力巨大。经测算，武鸣县现有可利用生物质资源潜力，中近期内可支持每年生产产业化沼气4.06亿立方米（约合2.4亿立方米生物天然气）；沼气折算成生物天然气（甲烷含量95%以上，达到常规天然气标准）每天产能为70-80

万立方米。可用于生产固体成型燃料的资源量达到每年123.5万吨（可达到年产固体成型燃料100万吨）。

为了更好地利用这一优势，武鸣县提出了“突出资源特色，打造都市工业，全力推进新型工业化工业发展”的战略目标，努力把武鸣打造成为国家生物质能源开发利用示范县、生物质能源核心区。

2010年，武鸣县罗波镇的安宁淀粉有限责任公司在南宁市重大科技项目专项资金支持下，承担了南宁市科技重大项目“沼气纯化制备生物燃气产业化研究”并获得成功。总投资3600万元的“沼气纯化制备生物燃气”项目，主要以木薯加工生产过程中产生的高浓度有机废水为原料，产生大量沼气，并对沼气进行纯化压缩，制备压缩生物燃气。安宁公司不仅攻克了淀粉和酒精厂排放的废水污染难题，也成为国内首个日产上万立方米沼气纯化制备车用燃气项目。

2011年，武鸣县建立了全国首个车用生物天然气示范工程，率先把沼气的用到汽车上。同年3月起，武鸣县安宁公司向南宁市供应出租车用生物燃气。经过一个多月的连续试运行，达到稳定生产状态，每天产气2万立方米；净化后每天得到生物天然气1.2万立方米。

近年来，武鸣县以“突出资源特色，打造都市工业，全力推进新型工业化工业发展”为战略目标，努力打造成为国家生物质能源开发利用示范县、生物质能源核心区。2013年，武鸣县通过全面整合全县淀粉酒精企业资源，促进该县生物质能源产业快速发展。曾经被视为重污染的木薯加工产业正在实现华丽转身的蜕变，逐步成为生物质新能源先锋。

目前，武鸣县有淀粉生产企业30家，其中兼有酒精生产的企业4家，年产木薯淀粉45万吨、酒精14万吨以上，占广西总产能的1/2、1/3强，每年仅木薯淀粉、木薯酒精等加工业产生的废水废渣就可生产生物甲烷沼气1.46亿立方米，可提纯化沼气8800万立方米。目前，武鸣县内安宁公司、蛟龙公司两家企业已经可以生产供应生产生物燃气。

● 经济环保效益

截至2011年，南宁市已有近100辆出租车改装使用生物燃气，相对于汽油，平均每辆车每公里可节约0.20元，每天可节省80余元，每年可增加2万元收入。

生物质能源带来的不仅是经济利益，更实现了节能环保的目标。使用沼气纯化生物燃气的车辆与使用燃油的车辆相比，一氧化碳排放量减少20%，二氧化碳排放量减少99%。

2011年4月7日举行项目现场查定会，由两院院士、石化燃气行业和沼气行业知名专家组成的查定专家委员会一致认为，生物天然气质量符合国家《车用压缩天然气》质量标准的各项要求，而且供汽车用时，行驶排放尾气的CO的排放优于该地普遍使用的E10乙醇汽油。

专家认为，这个生物天然气项目突破了国内使用沼气的“瓶颈”，改变了沼气只能直接用于锅炉燃烧或发电等传统利用方式。把沼气变成生物天然气，替代在广西和南宁资源都极其紧缺的天然气，还借

用了天然气现成的完善物流链，实现了沼气产业化；同时，对南宁市建设“绿城”和低碳城市，提高可再生能源使用比例、提高能源自给能力和助力“三农”等都有积极意义。

● 未来发展规划

为促进武鸣县淀粉、酒精产业实现转型升级，走规模化、产业化道路。武鸣县编制了《武鸣县生物质能源开发利用发展规划》。

《规划》总体目标为：以综合利用农林废弃物和相应加工业废水、废渣等生物质资源为基础，大力发展武鸣县生物天然气和生物质成型燃料产业，培育新的经济增长点，提高清洁能源使用比例，完成城区清洁能源供应工程，实施重点轻工行业清洁能源利用工程，创造就业岗位，促进农民增收，创建全国生物质能源产业示范县。具体目标为：到2015年，实现生物质能源产业链年产值达到16亿元，创造直接就业岗位12000个，节约化石能源折合60万吨标准煤，减排二氧化碳150万吨。

下一步武鸣县将通过政府引导和市场调配两个手段，结合县木薯种植及现有淀粉酒精企业分布情况，加强引导，合理调整全县淀粉酒精企业的数量和分布，争取到2015年，全县淀粉生产能力增加至3500吨/日，同时重点培育3—5个年产淀粉5万吨以上的大企业或企业集团。

(2) 武鸣县安宁淀粉厂“资源-环境-能源”循环经济模式

广西武鸣县安宁淀粉有限责任公司成立于1998年，是一家从事开发、生产木薯淀粉、木薯变性淀粉、酒精系列产品及深加工精细化工产品的高新技术企业，拥有年产木薯淀粉2万吨、木薯变性淀粉2万吨、酒精3万吨的生产能力。2011年建成了全国首个将木薯加工过程中产生的高浓度有机废水沼气纯化为车用生物天然气的项目，实现了“资源-环境-能源”为一体的循环经济产业模式。

循环经济模式从木薯种植开始，包括“木薯种植-木薯精深加工-清洁能源-有机肥料-有机种植”五个主要环节，循环经济模式如下图所示：

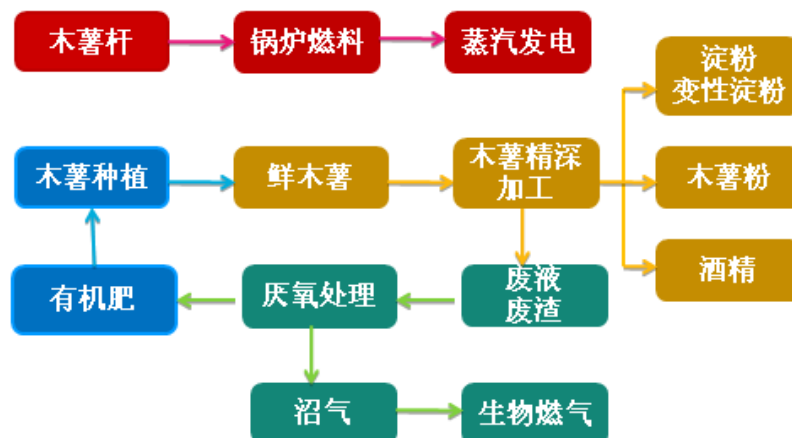


图 85 安宁公司循环经济模式

在木薯淀粉、酒精生产过程中，将每天产生5000吨木薯酒精废液、废渣，6000吨木薯淀粉废液、废渣等混合原料直接进入废水环保处理系统。废水环保处理系统包含厌氧处理技术、好氧处理技术、沼气利用、水循环利用、自动控制等。主要包括3座30000立方米主发酵罐，1座3000立方米一级好氧池，1座7000立方米的二级好氧池。废水环保处理系统主要是用于淀粉、酒精生产废液处理沼气回收，及木薯渣发酵沼气回收，并将回收废水中沉淀有机物和发酵后的木薯渣作农用有机肥料，回收的沼气用作生产车用生物燃气。

2010年3月，安宁公司开始实施生物天然气生产项目，主要是利用木薯淀粉/酒精高浓度有机废水为原料生产生物燃气。项目先后攻克了多元原料混合发酵、沼气脱硫、脱碳、压缩、罐装等系列关键技术。工程生产设施，主要包括木薯堆场、淀粉加工车间、酒精生产车间、废液预处理池、厌氧发酵罐、沼气储罐、沼气纯化车间、生物天然气压缩车间、生物天然气充装站、科研实验楼等。

2011年4月，安宁公司建设了年产600万方车用CNG工程。该公司采取“公司+基地+农民”发展模式，与当地农民利益紧密联系，受到地方政府大力支持。木薯渣和酒精废水提纯天然气成本2.15元/方，其中电费0.69元，设备折旧0.6元，人工0.24元，管理费用0.2元。该公司对市场的CNG销售目标价格为2.7元/方（含税）。

表 52 广西木薯废水生产生物质天然气量核算

项目	单位	木薯制酒精	木薯制淀粉
干木薯处理量	吨	1	1
高浓度 COD 废水	吨	10	15
每吨废水生成沼气	方	12	8
可生产沼气体积	方	120	120
可提纯生物质天然气	方	72	72
2013 年广西处理干木薯总量	万吨	200	
产酒精淀粉比例		28%	72%
可生产生物质天然气	万方	4032	10368
合计	万方	14400	
广西城镇人均耗气量	方/人·年	35.5	
保障供气人口	万人	405.63	
2015 年广西处理干木薯总量	万吨	300	
可生产生物质天然气	万方	21600	
保障供气人口	万人	608.45	

根据研究，每吨干木薯制酒精可排放10吨COD浓度的有机废液，每吨木薯制淀粉可排放15吨COD浓度的有机废液，而每吨木薯变酒精废液可产生12立方米的沼气，每吨木薯制淀粉废液可产生8立方米的沼气。处理1吨木薯可生产沼气120方，提纯商品级天然气72方。广西是我国木薯生产的第一大省，

2005年种植面积460万亩，占全国的74%；年产鲜薯559万吨，占全国的76%。同时也是国内最大的木薯加工产区，现有淀粉厂、酒精厂等木薯加工企业近200家。2005年总产木薯淀粉47万吨，占全国总产的69%。

2012年，安宁公司生物质车用燃气项目达到日产生物燃气2万立方米的生产能力。目前南宁市有700辆出租车使用安宁公司生产的生物燃气，运行结果，平均每辆出租车每天节省燃油费80余元，平均每公里节约燃油费约0.2元，降低运行成本20%。

2013年公司开始实施清洁生产示范项目，以1台20T/H生物质锅炉取代原有燃煤锅炉，配套1500KW背压发电机组，生物质“热电冷三联产”产生的蒸汽、电力、冷能用以满足酒精、淀粉生产用能（冷能可用于酒精蒸馏后的冷凝或工厂生活区使用）。生物质锅炉以桉树皮、木薯杆、甘蔗稍等农林加工废弃物及林业加工边角余料为燃料，取代原有燃料煤，节约化石能源，降低排放，以达到节能减排的目的。同时采用新工艺生产木薯淀粉，将粗放式生产经营转变为高效率、低能耗、轻污染的先进生产经营模式，有效提高现有木薯淀粉加工企业的生产能力，使现有木薯淀粉加工中存在的收率低，环境污染严重等诸多问题得到合理解决，减轻企业的废水治理难度，减少废水治理费用，为木薯淀粉行业技术升级和结构调整，污染减排奠定了基础。



表 86 广西木薯废水生产生物质天然气量核算

（3）“糖蜜-酒精-沼气”综合利用模式

能够生产天然气的不仅是木薯，甘蔗糖蜜也是非常好的原料。我们在调研中访问了武鸣蛟龙酒精能

源有限公司，该主要利用糖蜜生产酒精，利用糖蜜酒精废水生产沼气。甘蔗糖蜜是在制糖工业将压榨出的甘蔗汁液，经加热、中和、沉淀、过滤、浓缩、结晶等制糖工序之后，所剩下的浓稠液体。据该公司介绍，5吨糖蜜可生产1吨酒精，同时生成10吨废水。每吨废水可生产350方沼气，可提纯200方左右商品天然气。糖蜜750~800元/吨，提纯后的商品天然气出厂价格一般不会超过2.3元/方。也就是说，1吨糖蜜生成2吨废水，可生产400方商品级的生物质天然气。据蛟龙公司介绍，目前榨糖工艺流程中采用硫酸，影响甲烷菌繁殖。该公司正在研究“无酸复合酶替代硫酸”工艺，每吨酒精提高工艺成本60元，可减少硫酸30元，实际成本只增加30元。如果这一工艺突破，对全国糖蜜制酒精工艺进行改造，每一个酒精厂就可以成为一个生物质天然气工厂。根据中国糖蜜网数据，中国每年生产糖蜜450万吨，中国的糖蜜资源中57%用于酒精生产，为256.5万吨，可生产10.26亿方天然气。据估算其中广西占68742万方，可满足1936万人的生活用气。

表 53 中国糖蜜资源量

产地	单位	全国	广西	云南	广东	海南
产量	万吨	450	301.5	76.5	54	18
占比		100%	67%	17%	12%	4%

来源：中国糖蜜网

除利用木薯和甘蔗废弃物资源外，可以大规模种植甜高粱。一亩甜高粱1天合成碳水化合物可生产3.2升酒精，而玉米只能生产1升，小麦0.2升，其光合转化率达18~28%。雅津甜高粱株高达到5米，最粗的茎秆直径为4~5厘米，茎秆含糖量很高，含糖分大约14%左右，可与甘蔗媲美，榨后同样会有大量糖蜜。甜高粱可生食、制糖、制酒，也可以加工成优质饲料，同时也是沼气生产的优质原料。两季亩产最高可产高粱杆20吨，产高粱籽450公斤。蛟龙公司在厂区周边种植了几十亩甜高粱，单季亩产6吨。该公司在广东湛江实验种植，单季亩产达到8~10吨高粱杆，600斤高粱籽。高粱籽是酿酒的优质原料，市场价2元一斤，种植高粱仅粮食收入就达到2400元。如果高粱杆每公斤收购价格能到0.1元，收入可以增加1200~2000元，农民增收问题将会大幅度提升。使用甜高粱秸秆制沼气，即可以直接使用青储秸秆，也可以利用榨糖后秸秆发酵，同时还可以利用青储秸秆喂牛之后的粪便污水，非常灵活。

2. 分布式屋顶光伏发电项目

目前中国已安装的分布式光伏发电大多为金太阳工程或光伏建筑一体化项目，以广西锦虹3MWp太阳能光伏发电项目为例。

广西锦虹3MWp太阳能光伏发电项目由广西高新太阳能发电有限公司开发，项目位于南宁市西乡塘区北湖园艺路18号（南宁锦虹棉纺织有限责任公司新厂区内），项目占厂区屋面面积为30000平方米，总装机容量为3MWp。

项目于2012年4月25日开工建设，2012年6月25日竣工。由于项目逆变设备安装地点更换，最终并网时间为2013年6月21日。项目总投资为3608.89万元。按广西南宁年利用小时情况为1376小时计算，3MWp光伏电站年均发电量为300万千瓦时，仅占锦虹棉纺厂年用电量的3%。

经济效应：电站发出电锦虹公司按工业用电电价收购，电价根据广西物价局电价优惠10%供给锦虹公司电价约为0.588元/度，项目投资回收周期约10年。

系统简介：电站采用广东保威公司铝合金支架，卡扣式安装与锦虹屋顶彩钢瓦连接。系统的光伏组件分别排布在仓库一、二、四及纺二主厂房屋面上，采用YL240P-29b光伏组件6512块22串296并和YL285P-35b光伏组件5040块18串280并，4个子系统分块发电，集中升压并网的设计，其中子系统一装机容量为815.67kWp；子系统二装机容量为620.73kWp；子系统三装机容量为781.44kWp；子系统四装机容量为781.44kWp，四个方阵系统分别接入四台GTI-630中国南车光伏并网逆变器，输出交流电压为315V，通过交流电缆汇总至两台1250kVA升压变压器的低压侧母线，变压器高压侧接于10kV锦虹变电站的10kV母线上，所发电量与市电混合，供给厂房使用。

系统配置61台防雷汇流箱，两个中国南车室外逆变房（每个室外逆变房内包含2台直流配电柜，2台逆变器，2台交流配电柜），户外放置两台1250kVA升压变压器及一套系统监控设备。

节能减排：响应国家节能减排的号召，该光伏电站的总装机容量为3MWp，年平均发电量约为300万度，每个月发电量见下表：



图 87 锦虹光伏发电项目 2013 年度发电量统计

预计该项目评价年发电量 300 万度，25 年发电总量将达到 6664.3 万度。按 25 年发电周期算，可节约标煤 1080 吨，减排二氧化碳 2797.9 吨，减排二氧化硫 8.1 吨，氮氧化物 7.2 吨，减排烟尘 178.5 吨。

经济效益和节能减排效益

发电量					
平均年发电量	万度	300			
25年发电总量	万度	6665.3			
节能减排					
按年发电周期算			按25年发电周期算		
可节约标煤	吨	1080	可节约标煤	吨	23995
减排二氧化碳		2797.9	减排二氧化碳		62163
减排二氧化硫		8.1	减排二氧化硫		181.5
减排氮氧化物	吨	7.2	减排氮氧化物	吨	159.5
减排烟尘		178.5	减排烟尘		3966

图 88 锦虹光伏发电项目经济效益和节能减排效益

锦虹光伏发电项目为金太阳项目，而自2013年起，中国已不再新批金太阳项目，新建分布式光伏项目均是按照国家最新政策进行。

（四）分布式能源和智能微网系统应用面临的问题及挑战

目前，我国分布式能源与智能微网系统的发展应用还存在着不少问题和挑战，主要包括了研究与开发方面，政策制定与实施方面；支撑体系建设等方面，但最主要约束还是在制度与政策方面。

1. 研究与开发不足

研究开发方面主要涉及系统集成研究与示范，关键装备研发与产业化；实证研究；市场化研究等。

多能互补分布式能源系统是传统分布式能源应用的拓展，是一体化整合理念在能源系统工程领域的具象化，使得分布式能源的应用由点扩展到面，由局部走向系统。具体而言，多能互补分布式能源系统是指可包容多种能源资源输入，并具有多种产出功能和运输形式的“区域能源互联网”系统。它不是多种能源的简单叠加，而要在系统高度上按照不同能源品味的高低进行综合互补利用，并统筹安排各种能量之间的配合关系与转换使用，以取得最合理能源利用效果与效益。

我国的分布式多能互补与智能微网系统还处于快速发展时期，系统集成研究与示范、关键装备研发与产业化的研发还较少。根据《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》优先主题“可再生能源低成本规模化开发利用”的要求，国家863计划设立“大型光伏（并网、微网）系统设计集成技术研究示范及装备研制”重大项目。项目总体目标是开发具有国际水平的光伏系统集成与工程技术、成套关键设备，建成百兆瓦级电站等示范工程5个以上，建立国际水平的光伏系统及平衡部件实证性研究示范基地，为我国光伏技术规模化利用和成为光伏产业强国提供技术支撑。主要的研究方向：大型并网光伏电站关键技术研究及设备研制；多能互补的光伏微网关键技术研究及设备研制；区域光伏建筑发电系统的关键技术研究及设备研制。已有的研究主要是基于光伏微网的技术研究与设备，其他可再生能源多

能互补与智能微网系统的系统集成与示范，包括实证研究还远远不够，需要加强研究投入，实现突破，已为市场化的研究奠定技术基础。

2. 开发成本较高，商业模式未成熟

开发利用成本高仍是当前推动我国分布式多能互补与智能微网系统规模化发展的主要障碍。分布式电源开发利用成本主要包括两大部分：发电成本和利用成本。发电成本主要受资源条件、发电技术及装备能力影响，利用成本主要受其发电运行特性影响。现阶段分布式多能互补电源发电成本高于常规电源，且由于其运行特性不同于常规电源，导致分布式电源的利用成本均高于常规电源。开发利用成本高是影响当前分布式电源规模化发展的主要因素。

当前，分布式多能互补与智能微网系统的发展模式与商业模式尚未成熟。分布式可再生能源的发展模式和商业模式怎么确立，怎么样把政府推动转化成企业的自主行为，这一直是行业发展的关键问题。在实际操作中，补贴方式和标准规范需要进一步探讨完善。还有用户普遍反映的并网时间比较长、比较难的问题，与电网结算方式也需要创新。

目前，分布式光伏发电还处于初级阶段，项目开发建设运营中涉及到银行、保险、担保、证券等金融机构，投资人、EPC公司、ESCO等项目开发商、学校、住宅、医院、工业厂房等各式屋顶所有者、电网公司、电力用户等。在这些利益相关方中，如何体现各方责权利，尤其是电流和现金流如何流动，尚处于摸索当中。

3. 支撑体系建设滞后

从相关支撑体系建设上看，国家实验室与中心，检验认证与标准，专业人才体系等的建设都相对落后，不能为分布式多能互补与智能微网的发展应用提供有力支持。分布式多能互补与智能微网系统还尚未建立国家级的实验室与中心，相关的技术与实验还未上升到一定高度；已经开展的一些检验认证与标准包括《光伏发电系统用晶体硅组件全过程质量监控技术要求技术规范》、《分布式光伏发电系统电气安全要求技术规范》、《光伏发电系统的评估技术要求技术规范》、《地面用晶体硅光伏组件—设计鉴定和定型》、《地面用薄膜光伏组件—设计鉴定和定型》、《光伏（PV）组件安全鉴定第2部分：试验要求》、《独立光伏系统—设计验证》等7项认证技术规范，对于分布式多能互补与智能微网系统的综合检验认证与标准体系建设工作还需进一步展开，目前的标准体系并不系统且更缺乏具可操作性的实施细则、技术标准和配套政策等。

国家电网曾制定《坚强智能电网技术标准体系规划》，明确了坚强智能电网技术标准路线图，并提出到2015年基本建成具有信息化、自动化、互动化特征的坚强智能电网，使电网的资源配置能力、经济运行效率、安全水平、科技水平和智能化水平得到全面提升。但智能电网，在世界范围内都仍处于起步阶段。未来，我国的智能电网建设究竟能否适应分布式能源的快速发展还需进一步观察。

九

促进基于分布式能源和智能微网系统的清洁能源解决方案实施的政策建议

政策建议

(1) 在制定各区域居民能源消费战略时，不能搞一个模式、一个政策，必须充分尊重地方特点，贯彻“因地制宜”的方针，在充分发挥当地的能源资源优势的基础上，合理规划、调整能源区域布局，有区别、有侧重、多形式地发展分布式能源。科学制订城镇发展规划，充分考虑分布式可再生能源和智能微网系统的“因地制宜”利用的要求来优化布局。

(2) 我国的分布式能源政策还需进一步完善，应将行业发展规划、财政补贴政策、能源价格政策、鼓励技术研发及设备国产化政策、进出口税费政策、项目规划与评估政策等综合起来统筹考虑，逐步形成一整套有利于分布式多能互补利用发展的、系统的政策体系。

(3) 制定科研鼓励政策，积极研发新能源和新的用能技术，促进各种不同形式节能产品的研发和应用。目前，个别分布式可再生能源技术系统不成熟，需要加大科研技术投入，尽快获得突破，降低成本，从而增加可再生能源以及智能微网系统的吸引力，增大市场需求。

(4) 分布式发电接入对电网的影响也不容忽视，在目前分布式发电占比极小的情况下，这方面问题尚不突出，但一旦大量的风电、光伏等间歇式分布式能源接入配电网，将对配电网的调度、运行、维护等带来极大的影响，应加大研究力度，并指导分布式发电的科学、可持续的发展。

(5) 完善农村能源管理体制机制。在我国城镇化过程中，大力发展及利用农村的可再生能源资源，

在满足农村生产生活用能需求、保护生态环境、促进经济社会可持续发展等方面发挥着十分重要的作用。农村能源利用方面普遍存在管理体制机制不清晰等问题，尤其在农村能源管理方面存在管理体制不全、职责不清、专业管理人员缺乏等问题。

（6）密切关注电改，加强电力市场化改革对分布式多能互补供能模式的影响研究

开放的电力市场对分布式供能项目可靠性和经济性都提出更严格的要求，这就要求在发展分布式供能工程技术方面做出更多的努力；在投资方面也需要创新新的商业模式，因此，需要密切关注电改实施细则，关注可再生能源配额制等政策的落地，为“三放开”对分布式可再生能源发展的影响做深入的研究，避免政策对其发展产生剧烈不利影响。

（7）开展对“互联网+”下分布式供能与微网结合的发展模式创新研究

当前最活跃的趋势是“互联网+”下的跨界融合。能源行业越来越多的关注点也集中在互联网+下电力行业的发展趋势及金融创新模式上，分布式多能互补与微网结合的清洁供能系统是未来电力供应的一大趋势，将在可再生能源利用方面发挥积极作用，“互联网+分布式能源+金融”的模式值得深入研究与探讨。

（一）科学制定规划、因地制宜开发利用

在制定各区域居民能源消费战略时，不能搞一个模式、一个政策，必须充分尊重地方特点，贯彻“因地制宜”的方针，在充分发挥当地的能源资源优势的基础上，合理规划、调整能源区域布局，有区别、有侧重、多形式地发展分布式能源。科学制订城镇发展规划，充分考虑分布式可再生能源和智能微网系统的“因地制宜”利用的要求来优化布局。

自然界分散的太阳能、风能、水能、生物质能、地热能等资源丰富，城镇化过程中，极有必要对这些分散的能源资源加以合理利用。通过采用分布式利用方式，综合合理地利用好当地分散的能源资源，不仅能够极大地增加全国的能源总供给，减轻总的能源供应压力，同时也能够大大减轻我国的节能减排压力。

但是由于我国各地气候、地形等不同，各累资源分布不平衡，各地的农业种植结构也不同，加上各区经济发展差异，全国各区人均生活用能水平和能源结构、能源利用效率存在很大差异。因此，不管是天然气分布式能源，还是是可再生能源的分布式利用，地方政府在制定各区域居民能源消费战略和分布式能源产业规划时，不能搞一个模式、一个政策，必须依托当地资源禀赋、气候条件和供需关系等，贯彻“因地制宜”的方针，在充分发挥当地的能源资源优势的基础上，合理规划、调整能源区域布局，例如：北方风资源丰富的地区，可以适当提高风电的比重；太阳能资源丰富，电价补贴较高，或土地价格低、屋顶资源好的地区，可以增加光伏发电比重；我国西部地区有丰富的水能资源，利用抽水蓄能可发挥调峰和储能作用，对风电和光伏发电是很好的补充；我国地热资源非常广阔，不仅可用来供热作为能源使用，也可用来发展农业、养殖和旅游业，应结合当地产业发展来规划；在燃气管网发达，经济发展程度较高的地区，可

以增加天然气分布式能源的占比。此外，生物质资源在农村居民能源消费结构中占有很大比重，城镇化过程中不能放弃这些资源，必须注重对生物质资源的利用。以循环经济的模式利用生物质资源，不仅可以增加当地能源供给，还有利于当地农业、环境卫生的发展。因此，在发展生物质能源的时候，尤其应当充分结合当地的农业生产结构、蓄养业特点、居民居住特点等多方面的因素来综合考虑。

（二）制定合理能源价格政策，引导居民使用分布式可再生能源，推动分布式可再生能源多能互补与智能微网的规模化发展

而且尽管出台了一系列政策，但是从创建政策体系这一层面来看，我国的分布式能源政策还需进一步完善，应将行业发展规划、财政补贴政策、能源价格政策、鼓励技术研发及设备国产化政策、进出口税费政策、项目规划与评估政策等综合起来统筹考虑，逐步形成一整套有利于分布式多能互补利用发展的、系统的政策体系。

做好分布式电源并网的经济效益分析，是分布式电源规模化发展的关键之一。如何通过建立科学合理的多目标规划模型，利用有效的方法计算各方利益主体都能接受的上网电价、并网费、系统使用费等相关费用，结合我国新能源分布的实际情况，根据各地区新能源的转换效率分别制定不同地区不同种类的新能源电源接入系统的政策，给出对于电网公司和项目所有者都有利的政策机制，如分布式电源上网的价格补偿机制、电网投资建设扶持和保障服务收益等政策来有效地提高分布式电源并网的经济效益。未来的分布式电源发展一定是组合多种分布式电源形成微网，如何通过多种电源的组合，协同多种目标之间的关系，有效降低发电成本，提高微网发电效率。做好分布式电源并网与微网的经济效益分析，是未来一个重要研究课题，也是分布式电源与微网大规模利用发展的重要环节和有效途径。制定合理的能源价格政策才能有效引导居民及商业用户使用分布式可再生能源。

要推动分布式发电的发展，关键是要调动用户与企业的积极性，一方面，要积极借鉴国外的成熟经验，形成一个完善的分布式发电的商业模式，包括光伏发电项目目前存在的融资困难，居民屋顶光伏利用方面物业与业主之间如何协调，同一供电区域内用户之间自发自用如何协调等问题，都需要深入研究予以解决；另一方面，针对不同地区、不同类型的用户，能否在补贴政策、管理方式等方面进一步明确与细分，如东西部地区光照资源条件差别较大，所以适用于各地的光伏发电模式也不一样——西部地区比较适合发展大型商业性光伏电站，而东部地区则更适合发展小型分布式光伏电站。

（三）要推进分布式可再生能源技术系统的早日突破

制定科研鼓励政策，积极研发新能源和新的用能技术，促进各种不同形式节能产品的研发和应用。目前，个别分布式可再生能源技术系统不成熟，需要加大科研技术投入，尽快获得突破，降低成本，从而增加可再生能源以及智能微网系统的吸引力，增大市场需求。

1. 政府应出台激励政策加速储能技术的产业化

储能技术是解决新能源与电网矛盾的关键所在（在电网调度限电时段为储能装置充电、不限电时段向电网放电），但相比欧美等发达国家，中国在储能技术的研发、产业的运用乃至行业的推广等各方面也相对滞后。相当长时间内，储能在中国的发展近乎停滞。

储能技术大致分为三类：物理储能、化学储能和其他储能。物理储能包括抽水储能、空气压缩储能和飞轮储能；化学储能主要指铅酸电池、氧化还原液流电池、锂离子电池。抽水蓄能电站从上世纪60年代出现，目前已应用广泛、形成规模、技术也相对成熟；铅酸电池、锂离子电池、液流电池等化学储能技术虽然起步稍晚，近年来势头迅猛，已有众多示范性项目。超级电容储能、超导储能等以高端技术为主的储能技术，目前尚处于试点研究阶段。

从技术上说，储能还不十分成熟，其不安全性、不稳定性、污染性、自放电等问题，以及在电力系统中所需要的较长磨合期，都使一些企业望而却步。由于技术上没有突破，储能系统往往经济性较差，这使得储能的发展还停留在示范项目上，没有真正进入市场。在国内，储能技术示范性项目大多集中在内蒙古、甘肃、青海等西北地区以及广东、贵州等南方地区。贵州潘孟村储能电站、南方电网宝清储能站、赤峰煤窑山风电厂储能电站等都属于政府主推的示范项目。随着可再生能源在我国能源消费中的比例不断提高，储能势必会有巨大的市场。

为了加快储能技术的产业化，国家有必要出台相应的激励政策，一方面可以按照建设投资或者运行情况给予补贴，另一方面要加大对各类储能技术研发的投入，争取早日实现能效的提高和成本的下降。

但储能不能始终依赖政府的照顾，最终还需回归市场。如何找到一种合适的商业模式，使得储能能够吸引市场的兴趣，是政府和行业必须思考的问题。

2. 有关部门应尽快推进微网技术标准的出台

为了保证配电网的安全运行和电能质量，需要对分布式电源的容量、接入点、保护方式及电能质量方面做出严格的技术规定。目前国内外并没有专门面向微网的技术标准。

目前分布式发电方面的国际标准主要有，G59/1标准：英国电力协会于1991年发布，《嵌入式发电并入地区配电网的推荐技术标准》；IEEE Std.1547标准：IEEE于2003年发布，《分布式电源并网技术标准》；IEEE929标准：2000，光伏系统接口建议；IEEE242标准：1986，工商业电力系统保护协调建议；IEEE519标准，1992，电力系统谐波控制建议；IEC61850标准，升级版；IEC1727标准，光伏系统接口特性；IEC61400-21：风机电能质量特性评估；IEC255标准：1977，继电器绝缘测试规范。

目前，IEEE Std.1547标准已经得到广泛认可，并形成系列标准。IEEE早期的P1547标准要求所有分布式能源发电电源在电网停电期间自动快速隔离。2011年7月颁布了P1547.4，其最大特点是不仅规定了孤岛安全协议，还颁布了无功功率地方标准，使微网可以出售辅助服务给供电公司。IEEE还颁布了

P1547.5（关于大于10MVA的电力源与输电网互联的指南），P1547.6（关于微网与电力供应分布式二级网络互联的操作规程，P1547.7（关于分布式能源互联对配网影响研究指南草案，P1547.8（关于对IEEE 1547标准扩大应用实施的补充方法和步骤的推荐性建议）等标准，对微网的发展产生了一定影响。

此外，由家用电力线网络联盟(HomePlug Alliance)、国际Wi-fi 联盟组织(Wi-Fi Alliance)以及 ZigBee联盟(ZigBee Alliance)组成的智能能源互操作标准联盟(CSEP)已经成立，该联盟认证的产品将包括：恒温器、家电、电表、网关、电动汽车及其他智能电网中的应用设备。该标准联盟已经圆满完成了利用家用电力线网络联盟、国际Wi-Fi联盟组织及ZigBee联盟的相关通信技术进行的首次产品的互操作性测试,为进一步完善SEP 2.0技术标准奠定了基础。SEP 2.0是一种基于互联网协议应用层的技术，由ZigBee联盟同家用电力线网络联盟、国际Wi-Fi联盟组织及其它组织共同研发而成。该项技术已于2009年被美国国家标准技术研究所(NIST)采纳作为家庭能源管理设备的应用标准。用户可经由支持网络协议的有线、无线设备，通过应用程序对家庭能源进行管理。

从总体上看，我国在分布式电源与微网并网技术标准方面还比较欠缺，已发布标准要求比较低。为了促进分布式电源和微网科学、规范、可持续发展，急需国家有关部门启动设备规范、设计标准、孤岛运行、并网标准等有关技术标准的制定工作，并广泛开展国际合作，积极相关参与国际标准的制定工作。

总之，分布式能源与微网建设是一个长期的渐进的过程，它需要关键技术取得突破，技术标准达到成熟，电力系统的能观性、能控性、适应性、协调性等整体功能得到提高。分布式能源微网建设主要应该以创新为驱动力，以关键技术突破为着力点，以技术标准规范为准绳。避免盲目投资，盲目建设，遵循技术标准是实现微网科学发展和可持续发展的重要保证。

3. 研发分布式多能互补系统的评估工具

目前国际上已有针对分布式能源项目的评估模型工具，能够进行运行优化、投资优化及经济优化分析。我国也应研究开发出一套符合我国国情的分布式能源项目评估模型工具。通过模型工具评估分布式能源项目的节能潜力、分析经济效益。

（四）加强分布式多能互补接入电网的影响研究

分布式发电接入对电网的影响也不容忽视，在目前分布式发电占比极小的情况下，这方面问题尚不突出，但一旦大量的风电、光伏等间歇式分布式能源接入配电网，将对配电网的调度、运行、维护等带来极大的影响，这方面在国外部分发达国家已有体现。如德国2012年风电光伏与生物质能发电量已超过总发电量的1/4,风电光伏最大出力已经占到总负荷的一半，给电网调度运行带来了很大的问题，这方面需要未雨绸缪，加大研究力度，并指导分布式发电的科学、可持续的发展。

（五）完善农村能源管理体制机制

在我国城镇化过程中，大力发展及利用农村的可再生能源资源，在满足农村生产生活用能需求、保

护生态环境、促进经济社会可持续发展等方面发挥着十分重要的作用。目前我国农村能源管理表面上涉及多个部门，但是，实际农村能源利用方面普遍存在管理体制机制不清晰等问题，尤其在农村能源管理方面存在管理体制不全、职责不清、专业管理人员缺乏等问题。

例如，目前我国农村沼气工程项目主要由农业部农村能源办来管理，部分地区禽养殖场建设沼气池由地方农业局畜牧兽医站在牵头，而其他以政府为主投资建设的沼气池由镇（街道）经发办或环卫站牵头，个别农户自建沼气池则无人监管，这就使得在农村沼气管理工作上各个省级与市级之间存在不对口、不一致等问题，管理上存在职责不清和脱节问题。又如，在人类粪尿利用方面，由于历史和社会原因，农村此类能源利用已经超出了农村能源管理的范畴；关于农村太阳能、风能等新能源利用，我国各省市也都有不同的管理办法。

所以我们建议：现阶段我国城镇化过程中在因地制宜充分利用本地能源资源的同时，还亟需理顺我国农村能源管理体制机制。具体来讲，包括尽快确立农村能源管理主管部门，并在部门相应内设机构中予以进一步明确有关职责，切实承担起农村能源利用、建设和开发管理工作；理顺农业部农村能源办与国家发改委及国家能源局之间管理农村能源的职权及机制；加强对农村能源利用的安全监督检查工作，要建立健全安全生产管理责任制，制定应急预案，培训安全管理人员。

■（六）密切关注电改，加强电力市场化改革对分布式多能互补供能模式的影响研究

2015年3月15日，国务院下发《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》(中发[2015]9号)开启了新一轮电力改革的序幕，目前9号文只是一个指导性文件，具体实施细则已交由各个部门研究，年内有望出台。3月23日，国家发改委和国家能源局联合下发了《关于改善电力运行调节促进清洁能源多发满发的指导意见》，配合9号文进一步明确促进清洁能源高效利用，说明节能减排重要性，同时也反映了以计划为基础逐步走向市场而不是一步迈向市场的基本路径是促进我国清洁能源发展的合理途径¹。从2015年1月1日开始，深圳将成为我国第一个独立核算输配电价的城市，同时内蒙古以及云南的试点方案也在进行当中，这些试点区的建立有助于我们电力改革平稳推行。

“9号文”对于改革的重点和基本路径可以概括为“三放开、三加强、一独立”，体制框架设计为“放开两头，管住中间”。在进一步完善政企分开、厂网分开、主辅分开的基础上，按照管住中间、放开两头的体制架构，有序放开输配以外的竞争性环节电价，有序向社会资本放开配售电业务，有序放开公益性和调节性以外的发用电计划；推进交易机构相对独立，规范运行；继续深化对区域电网建设和适合我国国情的输配体制研究；进一步强化政府监管，进一步强化电力统筹规划，进一步强化电力安全高效运行和可靠供应。

备注

1：4月9日，第二个配套文件下发定位需求侧管理。4月13日，第三个配套文件下发，新增安徽、湖北、宁夏、云南省为新输配电改革试点地区。

“9号文”强调了售电侧改革，明确了处于自然垄断环节的输配电价由政府定价，放开公益性以外的发售电价格由市场决定。对于配售电的具体表述为“稳步推进售电侧改革，有序向社会资本放开配售电业务”，允许5类符合条件的市场主体参与售电业务，逐步放开增量配电业务投资。售电侧放开则有望成为本轮改革的重大红利，将改变目前电网公司统购统销的垄断局面。这就会使得电力用户拥有向不同的市场主体购电的选择权，电力生产企业可以选择向不同的用户卖电，电力买卖双方自行决定电量、电价。

“9号文”重视分布式发电，微电网和储能，鼓励用户侧分布式电源建设并参与电力交易，以及保证分布式发电的并网运行服务等内容。分布式电源所涵盖的范围包括“热电冷”联产的燃气电源，也包括分布式的光伏和风电电源。这为我国分布式电源以及可再生能源发电指明了发展方向，对我国促进可再生能源发电消纳利用以及电力资源大范围优化配置都具有重要的现实意义。

新一轮的电力体制改革将对分布式多能互补区域供能产生深远的影响，9号文打破了电网公司的垄断，使实现能源“一体化”和“结构最优化”成为可能。但是，目前的9号文只是一个大的框架，只是指明未来改革的基本方向和思路，不可能涉及到具体的实施细节问题，也留下了一些后续待解决的问题。对分布式多能互补区域供能系统来说，只要电改一放开发电侧和售电侧，如果没有配额制的保护，包括分布式多能互补在内的的可再生能源项目将受到极大的影响。如果实行竞价上网，分布式多能互补与微网系统基本不具备与传统能源的竞争优势。开放的电力市场对分布式供能项目可靠性和经济性都提出更严格的要求，这就要求在发展分布式供能工程技术方面做出更多的努力；在投资方面也需要创新新的商业模式，保证在用户可以自主选择供电商时分布式多能互补项目供能合同的可持续性。当然，9号文也提出的“建立辅助服务分担共享的机制”，将有利于提高分布式供能项目的经济性。因此，我们需要密切关注电改实施细则，关注可再生能源配额制等政策的落地，为“三放开”对分布式可再生能源发展的影响做深入的研究，避免政策对其发展产生剧烈不利影响。

（七）开展对“互联网+”下分布式供能与微网结合的发展模式创新研究

当前最活跃的趋势是“互联网+”下的跨界融合。能源行业越来越多的关注点也集中在互联网+下电力行业的发展趋势及金融创新模式上，分布式多能互补与微网结合的清洁供能系统是未来电力供应的一大趋势，将在可再生能源利用方面发挥积极作用，“互联网+分布式能源+金融”的模式值得深入研究与探讨。