

# 中国农村能源贫困 特征及减贫对策

Rural Energy Poverty and its associated countermeasures in China

## **主编：**

刘 刚 中国科学院地理科学与资源研究所

刘晓洁 中国科学院地理科学与资源研究所

刘立涛 中国科学院地理科学与资源研究所

刘仟策 中国科学院地理科学与资源研究所

伦 飞 中国农业大学

## **项目协调员：**

胡 玮 乐施会



# 目 录

摘要 .....	2
<b>第一章 能源贫困概念 .....</b>	<b>5</b>
1.1 背景与意义 .....	5
1.2 能源贫困概念框架 .....	7
1.3 研究目标与内容 .....	7
<b>第二章 中国农村基于“基本生活水准”直接能源贫困 .....</b>	<b>8</b>
2.1 中国农村直接能源消费现状 .....	8
2.2 中国农村能源呈明显的能源消费阶梯状态 .....	13
2.3 中国农村能源消费呈不断转型状态 .....	15
2.4 农村能源贫困会对人体健康产生影响 .....	18
2.5 中国农村能源贫困时空发生了一定的变化 .....	19
2.6 中国连片贫困地区的能源贫困情况 .....	20
<b>第三章 中国农村基于“基本生活水准”间接能源贫困 .....</b>	<b>30</b>
3.1 农村建筑材料消耗及间接能源需求 .....	30
3.2 农村食物消费及其碳排放 .....	33
3.3 农村家庭耐用品消费与碳排放 .....	36
3.4 基于“基本生活水准”的间接能源贫困总结 .....	38
<b>第四章 中国应对能源贫困政策 .....</b>	<b>39</b>
4.1 中国的能源扶贫政策 .....	39
4.2 中国主要能源扶贫工程的成效 .....	41
4.3 中国光伏扶贫政策及其发展情况 .....	42
4.4 中国光伏扶贫工程建设情况 .....	44
<b>第五章 能源扶贫的政策建议 .....</b>	<b>47</b>
5.1 直接能源贫困的政策建议 .....	47
5.2 间接能源贫困的政策建议 .....	47
5.3 南南合作与应对减贫与能源双重挑战政策建议 .....	47
<b>参考文献 .....</b>	<b>49</b>

# 摘要

贫困一直是困扰全世界发展的重要问题，被联合国列为社会发展三大问题（人口、污染、贫困）之首，其中基于“基本生活水准”的贫困问题已经逐渐受到社会各界的广泛关注。能源是人类赖以生存的基础，其在保障居民健康和生活质量、促进社会经济发展与社会进步方面具有重要的作用，但在一些发展中国家能源贫困问题仍十分突出。在未来气候变化背景下，如何解决这些地区的能源贫困问题，已成为全球关注的热点问题。为此，联合国也积极采取相应措施，并将解决能源贫困问题列入可持续发展目标之一。中国农村人口众多、自然资源有限，中国农村能源贫困相对严峻与复杂，其用能水平低、用能结构差、用能能力弱等问题相对突出，农村能源贫困问题不仅会对年居民的身体健康产生影响，还造成了生态环境退化等问题。这在一定程度上严重地干扰了中国农村脱贫目标的实现，尤其是在未来气候变化背景下，如何更好地解决农村能源贫困问题已经成为社会各界关注的热点问题。因此，本研究主要针对中国农村能源贫困特征进行梳理统计，并针对中国农村能源贫困现状提供相应的减贫对策，以期能为更好地解决中国能源贫困提供建议。

本研究在总结了国内外对贫困标准和基于“基本生活水准”的研究现状，并在此基础上提出了基于“基本生活水准”的能源贫困的概念，其包括直接能源贫困和间接的能源贫困。然后分别针对中国农村现状，探讨了中国农村基于“基本生活水准”的直接能源贫困和间接能源贫困现状与不足，并根据中国能源扶贫的发展历程，提出了解决中国能源贫困的相关政策建议。主要研究内容与研究结果如下：

1. 在系统梳理国内外贫困定义的基础上，开展了不同贫困标准（绝对贫困、相对贫困、多维贫困标准）的对比，研究结果显示，尽管现阶段不同的贫困标准在测定贫困时，都具有一定的作用和效果，但未能真实地反映出人民基本生活水平的贫困状况。因此，基于居民生活的“基本生活水准”内容（如营养、住宿、生活条件等十大指标），提出了基于“基本生活水准”贫困的概念，并比较了发展中国家“基本生活水准”贫困状况，总结了我国基于“基本生活水准”贫困标准的研究进展。

2. 基于能源消费与贫困的相互关系，揭示了中国农村能源可支付性差和可获得性差是造成能源贫困的主要原因，而能源贫困不仅会影响当地的社会经济的发展，还会对人类健康、可持续发展、社会的公平性等方面产生影响。基于“基本生活水准”的能源消费，包括人类基本生活中的衣食住行中的直接能源消费（包括烹饪、照明、取暖、制冷、电器设备、交通等）和间接能源消费（是指人类衣食住行在其生命周期中除直接消费外的其他能源消费），因此，基于“基本生活水准”的能源贫困包括直接能源贫困和间接能源贫困。

3. 针对基于“基本生活水准”的直接能源贫困，本报告从国家尺度、省级尺度、连片贫困区等尺度开展了研究。研究结果显示：在国家尺度上：中国农村基于“基本生活水准”的直接能源消费存在明显的能源阶梯现象，即：随着社会经济的发展，中国农村能源消费不断增加，尤其是商品性增加明显，但中国农村能源消费仍以生物质能源为主；中国农村直接能源贫困发生了一定



的变化，能源贫困得到一定的改善，且家庭规模、文化程度和民族习惯也对农村直接能源消费产生影响。在省际尺度上，不同省份的农村能源消费强度和消费结构存在明显的差异性，且与本地的自然禀赋存在密切的联系；在中国主要的连片贫困区，农村的直接能源消耗仍处于相对贫困的状态，农村生活用能尤为严重，其中中国西南和西北连片贫困区，其农业生活和生产的能源消耗量也相对较少。此外，农村能源贫困对人体健康产生一定的影响，随着固体燃料比重的不断上升，农村居民人均寿命呈下降趋势。

4. 针对基于“基本生活水准”间接能源贫困，主要依据生命周期评价的方法，本报告从间接能源消费与碳排放之间的角度出发，探讨了中国农村基于“基本生活水准”的间接能源消耗及其相应碳排放情况，主要包括中国农村建筑、食物消费和家庭耐用品消费。

5. 梳理总结了我国主要能源扶贫项目情况，并重点对中国光伏扶贫项目的发展历程、扶贫模式，存在的问题提出了相应研究建议。

6. 针对中国农村基于“基本生活水准”能源贫困的现状，对直接能源贫困和间接能源贫困提出了相关建议。针对直接能源贫困的主要建议是：加大政府对农村地区的能源投入和加强农村能源管理和推广机构的建设；结合本地能源资源禀赋条件，发展可持续利用的现代清洁能源；改善生活用能的高成本、非清洁和低效特征，以及提升现代商业能源服务的可获得性。针对间接能源贫困的主要建议：需要设立服务于能源生产、运输和消费的扶贫基金，提高中国农村基础设施建设质量与水平，并将间接能源贫困纳入到能源扶贫预算之中；综合能源消费的全生命周期，将居民生活的间接能源消费纳入到能源消费、气候变化、环境效应研究之中；重视间接能源消费及其贫困问题，加强间接能源消费与贫困的资料收集与数据统计工作。此外，针对中国在解决农村能源贫困方面所取得的成果，通过南南合作的方式，将中国在解决能源贫困的方法应用到其他国家之中，从而促进全社会能源贫困问题的解决。



# 第一章 能源贫困概念

## 1.1 背景与意义

贫困一直是困扰全世界发展的重要问题，被联合国列为社会发展三大问题（人口、污染、贫困）之首。至今，无论是发达国家，还是发展中国家都没有完全解决贫困问题，反贫困研究已经成为世界各国共同关注的热点问题。作为世界上人口最大的国家，中国解决贫困问题，不仅对于更好地实现国家可持续发展具有重要作用，对其他发展中国家也具有重要的借鉴意义。

改革开放以来，中国在解决贫困方面取得了很大成效，据世界银行估算，中国在 1981-2015 年间，中国累积脱贫人口达到了 7.28 亿，远高于同时期其他地区的脱贫人口（陈志钢等，2019）；与此同时，贫困人口的健康、教育、寿命等方面也得到了极大的提高（史耀疆等，2013；程名望等，2014）。尽管中国在脱贫工作取得了很大的贡献，但仍面临着严峻的形势，尤其是农村贫困人口仍相对较多，尤其是在家庭收入、社会养老、卫生医疗、公平教育等保障方面存在较大的差距（左停，2017；李小云和许汉泽，2018）。因此，为了更好地解决中国的农村贫困问题，中共中央、国务院于 2015 年 11 月 29 日颁布了《中共中央国务院关于打赢脱贫攻坚战的决定》，并明确指出“到 2020 年贫困地区农民基本能够实现脱贫”，这标志着中国坚决打赢贫困战的开始。因此，针对中国农村的贫困问题，提出具有针对性的、有效地措施，从而更好地实现贫困地区脱贫，具有重要的意义和价值。

能源是人类赖以生存的基础，其在保障居民健康和生活质量、促进社会经济发展与社会进步方面具有重要的作用。然而，据国际能源署估计，全球仍有 12.6 亿人口无法获得电力服务，高达 26.4 亿人仍以传统生物质能进行炊事活动（赵雪雁等，2018），且主要在发展中国家。能源贫困作为国家贫困的主要标志，如何更好地解决能源贫困问题，已成为社会各

界关注的热点问题。在 2012 年，联合国在其国际会议上提出了“人人享有可持续能源”的倡议，并号召全世界共同行动，捍卫人人享有现代、清洁及高效生活能源的权利，共同应对能源贫困（赵雪雁等，2018）。在 2015 年联合国提出的可持续发展目标（Sustainable Development Goals, SDGs）中，明确地提出了“获得价廉可靠、清洁的可持续能源”目标。

由于中国人口众多、资源有限，使得中国能源贫困问题更严峻、更复杂，存在着明显的用能水平低、用能结构差、用能能力弱等问题，尤其是在中国广大农村地区，农村家庭以传统生物质能为主，无法享受稳定的电力及其他清洁能源作为主要的生活用能，这不仅在一定程度上增加了农村居民的健康风险，会加剧生态环境退化问题（例如森林砍伐导致水土流失、生物多样性损失等），而这些问题严重地限制着中国农村脱贫目标的实现（赵雪雁等，2018）。与此同时，化石能源的大量使用造成了 CO<sub>2</sub> 等温室气体大量排放，造成了全球气候变化进一步加剧。因此，如何在应对全球气候变化的背景下，更好地解决农村能源贫困问题已经成为社会各界关注的热点问题。

## 1.2 能源贫困概念框架

人们对贫困的认识逐渐经历了经济学（收入不足、消费不足、资产不足）、发展学（能力不足）、社会学（社会排斥）、政治学（权利剥夺）等过程，这使得人们对贫困问题的认识更加全面。然而，目前采用目前贫困标准的方法，并不能很好地揭示贫困发生的实际状况，需要从生活水准的角度对贫困进行评价和衡量。在本研究中的“基本生活水准贫困”，是指居民生活所需要的基本产品和基础设施的拥有水平难以达到维持实际基本生活标准，包括食物、衣服、能源、电器、住宅、教育、医疗、卫生、环境等基本产品和

基础设施。能源是人们基本生活的重要一部分，能源贫困成为了贫困研究中的重要一部分，联合国开发计划署认为能源贫困是不能自主的获取充足的、可支付的、高质量的、安全的、环境友好的能源服务以支持地区经济和人类的发展；为了更好的符合中国的情况，魏一鸣（2014）提出了中国的能源贫困，其定义为“为了人类生存和发展，不能公平获取并安全利用能源，特别是充足的、可支付的、高质量的、环境友好的能源”。上述的能源消费均为人类在其衣食住行过程中的直接能源消费；然而，在人类衣食住行的整个生命

周期过程中（包括生产、加工、处理过程等），同时也存在着能源消费，而这部分能源消费即间接能源消费。因此，在本研究中，基于“基本生活水准”的能源消费，包括人类基本生活中的衣食住行中的直接能源消费（包括烹饪、照明、取暖、制冷、电器设备、交通等）和间接能源消费（是指人类衣食住行在其生命周期中除直接消费外的其他能源消费），两者相互独立又能相互影响（具体框架概念图如下图引-1所示）。

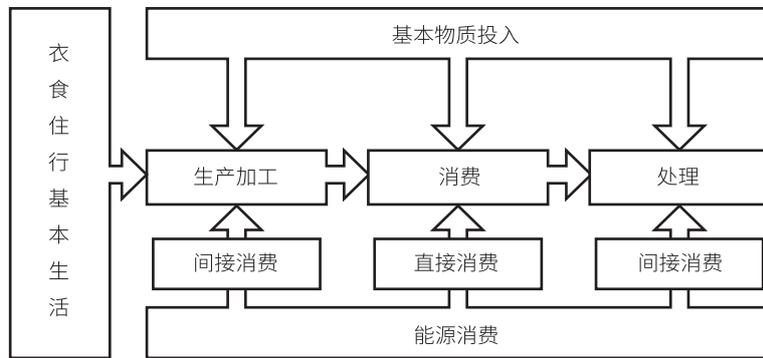


图 1-1 基于“基本生活水准”的能源消费框架

根据上述阐述，基于“基本生活水准”的能源贫困与基于“基于生活水准”贫困的关系如下图 1-2 所示。由图可知，居民基本生活是由能源、衣、食、住、行等方面构成的，且基本生活水准是指能够基本满足居民生活需求的标准，当低于此基本生活水准时，居民则处于基于“基本生活水准”的贫困状态。能源是居民生活的重要组成部分，当能源消费低于基本生活

水准时，则居民处于能源贫困状态，这部分为居民直接能源消费的部分，故其为直接能源贫困；居民生活中的衣、食、住、行等在生产、加工、处理等过程的间接能源消费，当这些消费处于基本生活水准之下时，这部分间接能源消费则处于间接能源贫困的状态，故本研究中的基于“基本生活水准”的能源贫困包括直接能源贫困和间接能源贫困。

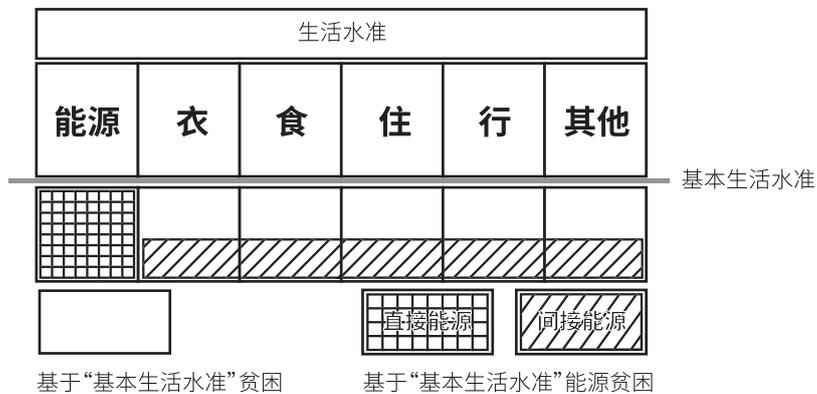


图 1-2 基于“基本生活水准”贫困及其能源贫困关系框架图

## 1.3 研究目标与内容

近年来，国内外对能源贫困问题已经开展了一定的研究，但目前研究主要集中于直接能源消费部分，而对于居民由于基本生活而引起的间接能源消费关注相对较少。因此，本报告首先梳理了“贫困”的标准之后，提出并界定了基于“基本生活水准”贫困的概念；在此基础上，梳理总结了能源贫困的概念及其评价方式，并从“基本生活水准”的角度出发，分别从

直接能源消费和间接能源消费相关角度出发，探讨了中国农村基于“基本生活水准”的能源贫困的相关问题；最后，基于目前开展的能源扶贫的政策，重点探讨了光伏扶贫的效果，并针对未来气候变化背景下，提出了中国解决能源贫困的建议和政策。因此，本报告的研究框架图如图 1-3 所示。

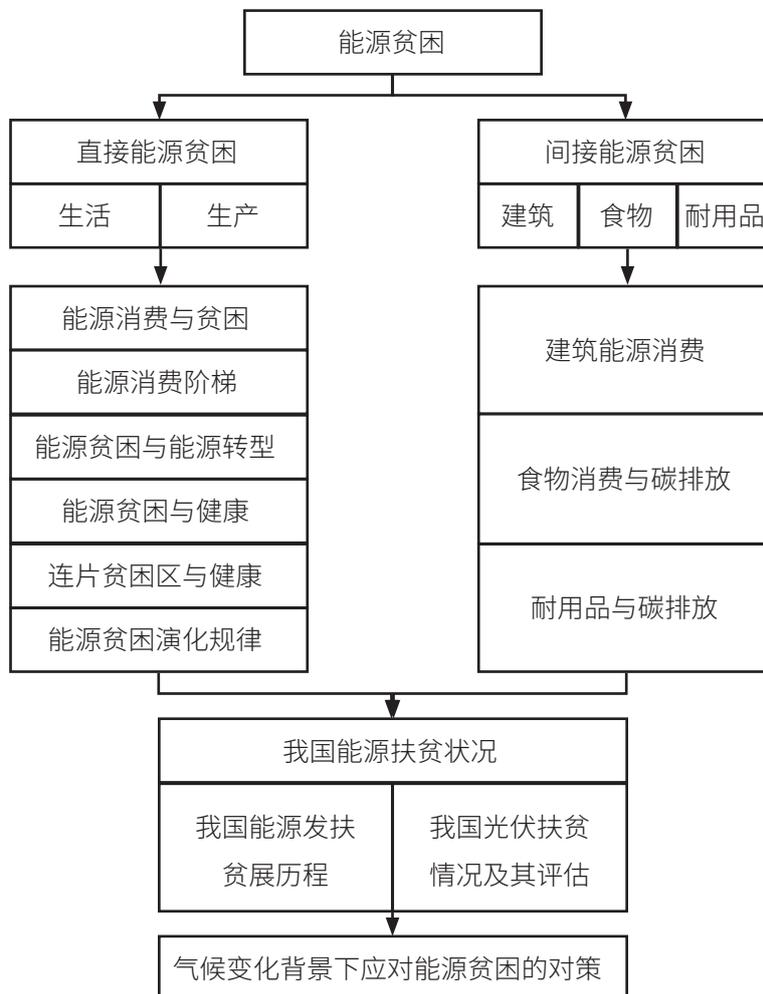


图 1-3 本报告研究框架图

# 第二章 中国农村基于“基本生活水准”直接能源贫困

## 2.1 中国农村直接能源消费现状

### 2.1.1 国家尺度能源消耗情况

在 1980-2014 年间，中国人均生活用能情况可分为两个阶段，即 2000 年之前相对稳定和 2000 年之后的快速上升阶段（图 2-1）。在 2000 年之前，中国城镇人均生活用能量呈波动下降趋势，而全国人均生活用能量则相对稳定，这主要是因为中国农村人均生活用能量波动上升；此外，尽管农村人均生活用能不断增加，但其与城镇人均生活用能量仍存在较大差异，达到了 125 千克标准煤 / 人；到 2000 年时，中国整体人均生活用能量达到了 132 千克标准煤 / 人。进入 21 世纪之后，中国社会经济迅速发展，人民生活水平不断提高，城镇和农村人均生活用能量都不断提升，到 2014 年时分别达到了 364 千克标准煤 / 人和 325 千克标准煤 / 人，这中国人均生活用能得到迅速增加，达到了 346 千克标准煤 / 人；中国农村生活质量迅速提升，其人均生活用能量增加速率增加迅速，并超过了城镇人均生活用能的增加速率，使得农村人均用能量与城镇人均用能量的差距不断缩小，到 2014 年时，两者之间的差距仅为 39 千克标准煤 / 人，仅为 1980 年两者差距的 14.36% 左右。由此可见，中国进入 21 世纪之后，人民生活水平迅速提升，人均生活能用不断提高，且城乡差距不断缩小。

农村能源是发展农业生产、保障农民生活、改善农村环境的重要资源，是农村全面建设小康社会的物质基础，且随着城镇化、工业化进程的加快，农村能源消费结构发生了明显变化，这对中国能源需求总量及结构产生重要（李娜和林骋，2009）。为此，中国很多学者也对农村能源消费情况进行了深入研究，并得到了主要的研究结论如下：

#### (1) 中国农村能源消费具有明显特点

中国地域广阔，城乡二元化和地域的差异性等使得中国农村能源资源分布有着自己的特点，主要体现在：农村能源资源分布分散，农村人口密度小；农村能源资源与农业生产、生态环境密切相关；农村节能规模小，能源技术水平低，投资小，投资周期短以及对环境和经济影响显著；农村的住宅炊事能源是主要的消费领域（向征，2014）。

#### (2) 农村能源消费总量增加，尤其是商品能源增加明显

随着中国社会经济的发展，中国农村能源消费总量和结构也发生了一定的改变，中国农村能源消费总量迅速增加，尤其商品能源消费量迅速增加，但传统生物质能源消费量保持稳定（向征，2014）。

#### (3) 仍以生物质能源为主，消费结构发生一定的改变

中国农村居民在日常生活能源消费中主要使用柴草作为炊事用能，使用煤炭和电力作为商业生产用能相对较少；农村能源消费结构明显变化，主要体现在商品性能源消费所占比重迅速增加，尤其是煤炭、电力、成品油等增加明显，而液化石油气等具有城市属性的能源也具有一定的消费量（师华定等，2010）。

#### (4) 农村生产用能和生活用能均有所增加

从农村能源使用的角度，农村地区所有社会活动、生产活动和生活活动的部门均是农村能源系统中的能源需求部门。农村能源消费可以分为生活消费和生产消费两大部分。生活用能包括维持农村居民全部日常生活活动的能源供应，即炊事、照明、采暖、制冷、热水、家用电器、文化娱乐等活动的用能。农村生产用能包括农业生产即农林牧渔生产、村办企业、

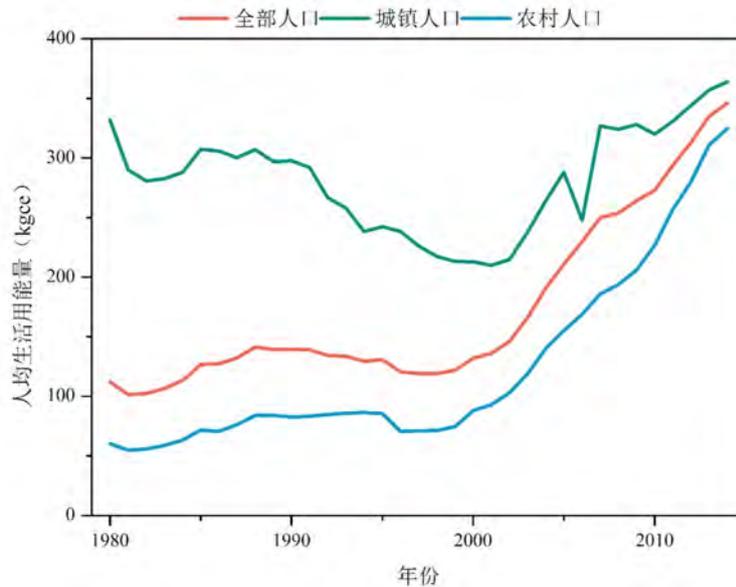


图 2-1 中国 1980-2014 全国、城镇和农村人均生活用能量情况

乡镇企业生产中的能源消费（张青，2012）。上世纪 80 年代初期至 2000 年，乡镇企业生产规模迅速扩大，农村生产用能占总能耗的比例，由 20.4% 上升至 44.8%，增加速度明显高于生活用能；2000 年后，农村居民生活水平提高，生活用能增加明显，与生产用能增速保持基本一致。

#### (5) 中国农村能源引起的碳排放不断增加

中国农村能源消费引起的碳排放不断增加，从 1979 年的 8.89 亿吨增加到 2007 年的 28.74 亿吨，占全国总排放量的 40% ~ 60% 之间。即使不考虑生物质能源的碳排放，其比重也维持在 25% ~ 48% 之间，且总体上呈现倒 U 型的变化趋势（峰值点出现在 2000 年，比重为 47.40%）。随着商品能源逐渐成为农村地区的主要能源品种，由农村能源消费所产生的 CO<sub>2</sub> 排放量将会迅速增加，农村地区的节能减排应成为国家节能减排工作的重要组成部分，碳减排不能忽视农村贡献（王小波等，2011）。

#### 2.1.2 省级尺度农村能源消耗情况

中国学者对农村能源消费的研究，还进行了空间上的农村能源消费空间分布特征研究。张力小等（2011）对中国农村能源消费的可获得历史数据进行整理，系统分析了农村能源消费的时空分布特点及其

政策演变，主要结论如下：

#### (1) 农村能源消费强度区域差异显著

中国各省农村地区人均能源消费量虽各年有所波动，但总体上呈上升趋势，但江西却呈现有所下降的趋势，其人均能源消费量不断下降主要是因为生产用能的减少，由 1991 年的 15.34 吨/人下降到 2008 年的 5.90 吨/人，这可能与能源于农村地区产业结构的调整以及与陶瓷窑、烤烟房和炒茶灶等节能技术改造有关（张力小等，2011）。从空间分布来看，各地区农村能源消费强度的空间差异性显著。在 2008 年，最高的省份达到了 4.11 吨/人，而最低仅为 0.58 吨/人。青海、福建、江西和新疆等省份的人均用能相对较低，而北京、宁夏、内蒙古和山西等地区的人均用能则较高。总体看来，中国农村地区人均用能呈现出北多南少、东多西少的分布特征（张力小等，2011）。

作为农村地区的主要能源资源类型，生物质能源对农村能源至关重要，并与区域生态环境息息相关。在 2008 年，黑龙江、海南与辽宁的人均生物质能源消费量相对较高，而浙江则相对较少。与 1991 年相比，江西、浙江、福建、江苏和湖南的人均生物质能源消费量显著下降，这主要是由于当地农村家庭的商品能

源购买力不断增强，以及当地传统农村工业（如浙江的制茶业和江西的陶瓷行业）技术的进步；黑龙江、海南和福建等省的人均生物质能源消费量却快速增长（张力小等，2011）。

### (2) 消费结构区域差异突出

中国农村能源消费结构也存在明显的区域差异，且呈现出一定的规律，主要结论如下：

**首先，大部分地区生物质能源消耗量比例减少而商品能源的使用比例增加。**除西藏、青海、陕西、贵州和河南等省份外，大部分地区生物质能源消耗量比例减少而商品能源的使用比例增加。这几个省份差异性的变化可能是因为过去这些地区煤炭资源相对丰富，很容易获得煤炭资源，而现在由于小煤矿的关闭和燃料价格的提高以及农村经济发展滞后等原因，使这些区域的商品能源使用比例没有增加反而减少了（张力小等，2011）。

**其次，资源可获得性是影响各省能源消费类型的主要原因。**山西、内蒙古、宁夏，河北、贵州等省份具有丰富的煤炭资源，这些省份能源消费中煤炭的比重很大。北京和天津尽管煤炭资源并不是十分丰富，但离山西、河北和内蒙古等产煤区距离很近，而且农

村经济发展水平高、购买能力强，所以煤炭的使用比例也很大。另外，中国东北地区和西南地区的农民比其他北方地区和东南沿海地区使用生物质能源的比例更高，这基本上与中国的生物质资源分布情况是一致的（张力小等，2011）。

### 第三，中国农村商品性能源中的电力和 LPG 消耗量与当地的发展水平密切相关（图 2-2 和图 2-3）。

就电力消费而言，农村家庭电力消耗主要是以舒适性消费为主，在经济发达的地区，能源贫困相对较好，舒适性消费相对较大，其人均电力消费相对较大，而在经济落后的地区，以舒适性消费为主的电力消费量则相对较少。中国农村人均 LPG 的消耗量也呈现出相似的趋势，即在经济相对发达的地区，人均 LPG 的消耗量相对较高，而在经济相对落后的地区，农村人均 LPG 的消耗量则相对较少，这主要是因为 LPG 主要是用于做饭，而在能源贫困相对较好的地区，即经济发达地区，人们更倾向于选择舒适和干净的 LPG 或者电力作为做饭的主要能源，而在能源相对贫困的地区，做饭主要来源可能主要是生物质能源，包括牲畜粪便、秸秆和薪柴等。

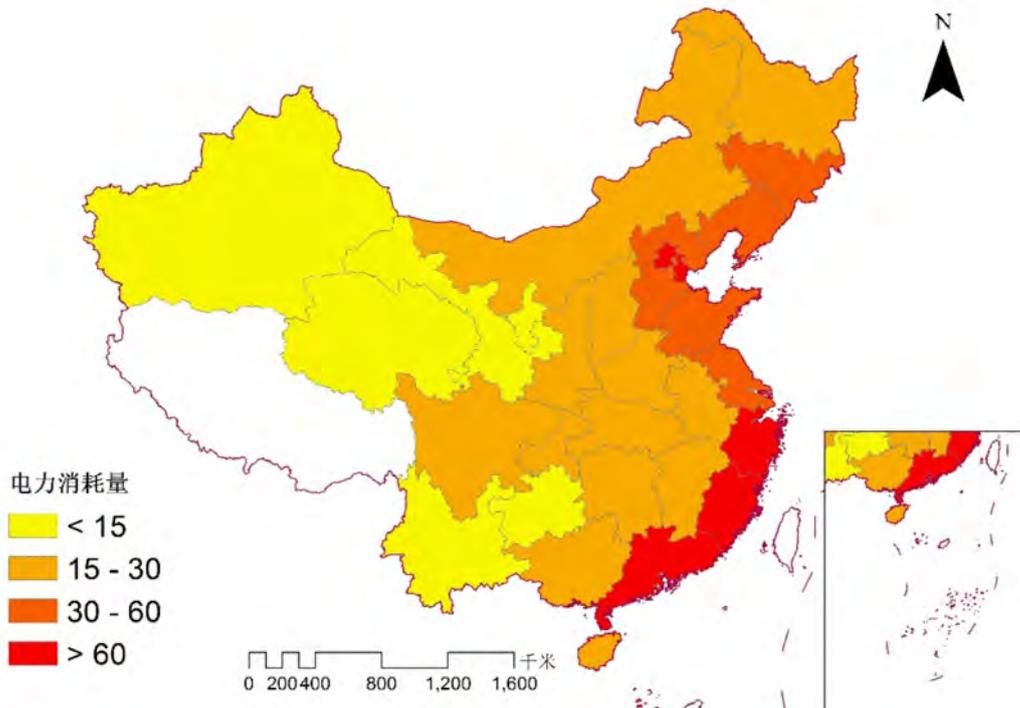


图 2-2 2008 年各省农村电力消耗量

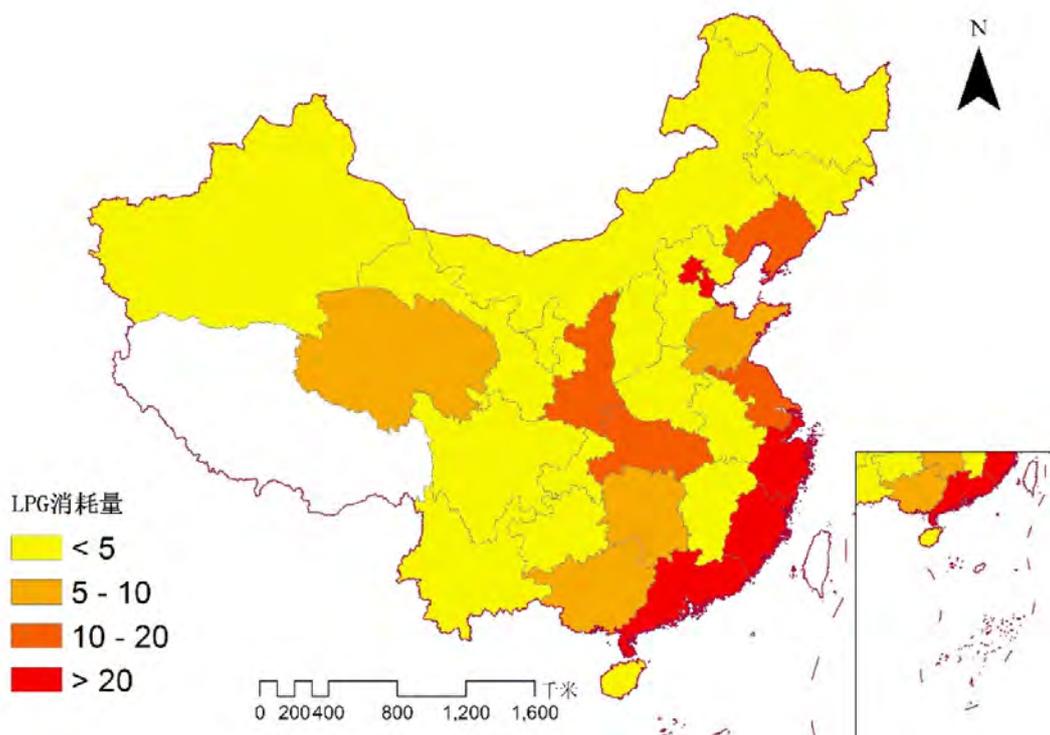


图 2-3 2008 年各省农村 LPG 消耗量

### 2.1.3 中国农村能源消耗情况总体分析

本研究收集了相关文献中 308 个案例点的实际调查数据，包括 22 个省份的一手调查数据，能源消耗主要包括牲畜粪便、秸秆、薪柴、煤炭、电力和天然气等能源，结果如下图 2-4 和图 2-5 所示。

中国农村地区人均能源消耗量为 686.08 kgce/a，其中东北地区、华北地区、华南地区的人均能源消耗量相对较高，而华中地区和华南地区的能源消耗量则相对较少，这与当地的地理位置和自然环境状况密切相关。不同省份的能源消耗结构与当地的发展状

况和自然资源禀赋等条件密切相关。例如，中国经济相对发达的地区（如北京、天津和浙江），他们的农村人均能源消耗中，电力和天然气等商品能源消耗量超过了 50% 以上；煤炭资源相对丰富的山西和贵州，其煤炭消耗占其能源消费比重相对较高，尤其是山西省，其煤炭所占比重大约在 70% 以上；传统牧区的内蒙古和西藏地区，其动物粪便是其农村能源的重要来源，而其他地区则很少利用动物粪便作为能源；森林资源和秸秆资源相对丰富的吉林、江西和云南地区，秸秆和薪柴也是当地农村能源重要组成部分。

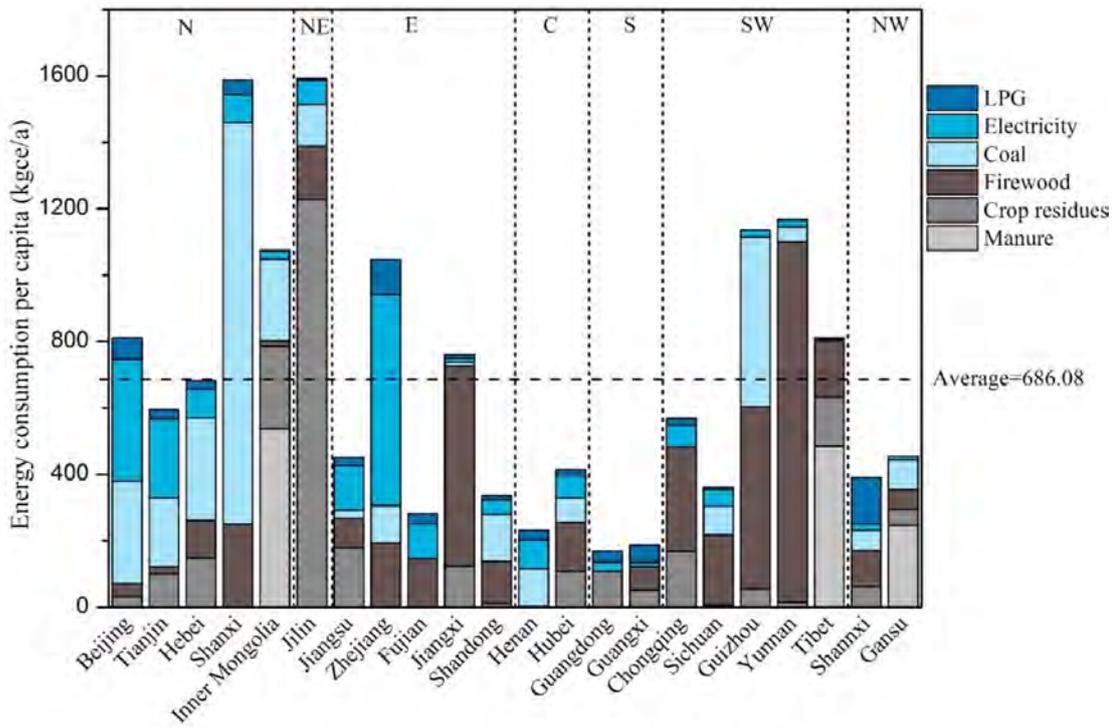


图 2-4 基于文献资料的中国农村能源消费结构分析

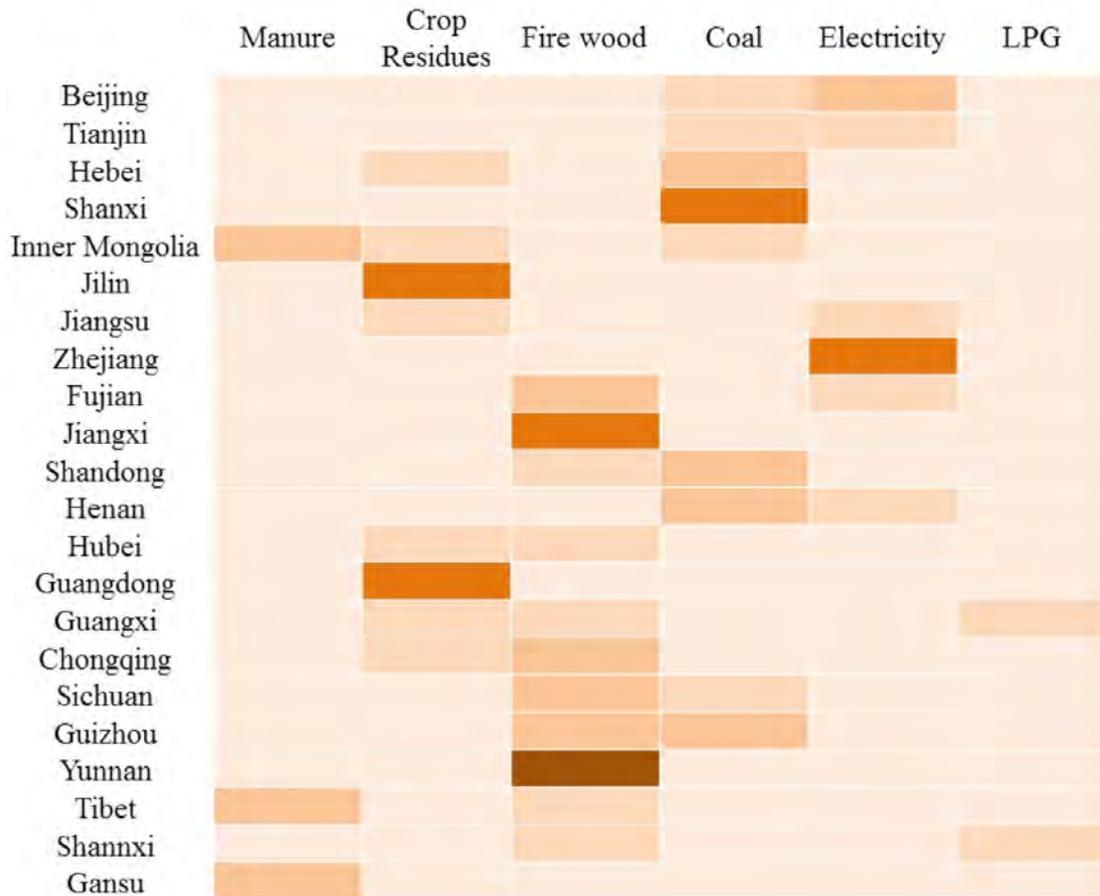


图 2-5 基于文献资料的中国农村能源消费结构分析

## 2.2 中国农村能源呈明显的能源消费阶梯状态

本项目通过查阅统计资料，结合文献资料数据，具体分析了中国农村能源消费贫困消费现状、结构、比重与经济发展状况之间的关系（图 2-6 和图 2-7）。

随着农村家庭人均净收入的增加，农村家庭消费中的生物质能源比重逐渐下降，而电力消费所占比重逐渐增加。在农村家庭人均净收入在 5000 元/人以下时，生物质能源所占比重随收入增加略有减少，而电力所占比重略有增加，但这两者均不明显；当人均净收入超过 5000 元/人以上时，生物质能源和电力消耗所占比重变化明显，且前者呈明显下降趋势，而后者则迅速增加。

2011 年，中国贫困标准为 2300 元/人，转换成 2000 年不变价，约为 1410 元/人，以此为标准进行讨论。当农村家庭处于贫困状况时，农村家庭人均源消费量尽管相对较高，达到了 909 千克标准煤/年，其中生物质能源消耗量达到了 763 千克标准煤/年，占农村家庭能源消耗总量的 83.9%，而商品性能源所占比重仅为 16.1%，其中电力消耗量为 32 千克标准煤/年。随着农村家庭人均净收入的增加，当人均

净收入达到 2000 元时（2000 年不变价），人均能源消费量减少到不足 500 千克标准煤/年，且生物质能源消耗量不到 300 千克标准煤/年，人均净收入在 2000-5000 元时，生物质能源占总能源消耗量的 60% 左右，而电力消耗量则仅占不足 10%；随着人均净收入的增加，当超过 5000 元时，人均能源消耗量变化不大，但生物质能源消耗量所占比重减少到不到 50%，此时能源消耗主要是商品性能源为主，其中电力消耗占总能源消耗量的 20% 左右。当农村能源处于贫困状况时，家庭能源消耗以非商品性的生物质能源为主，且商品性能源消耗相对较低，由于非商品性能源使用效率相对较低，为保证基本生活需要，生物质能源消耗相对较大，这使得此时农村人均消耗量相对较大。当农村家庭人均净收入超过一定水平时，农村家庭能源消费总量基本维持在 500 千克标准煤/年左右，但是随着人均净收入的不断增加，能源消耗的结构发生了一定改变，逐渐转向使用效率相对较高且舒适、干净的商品性能源为主。

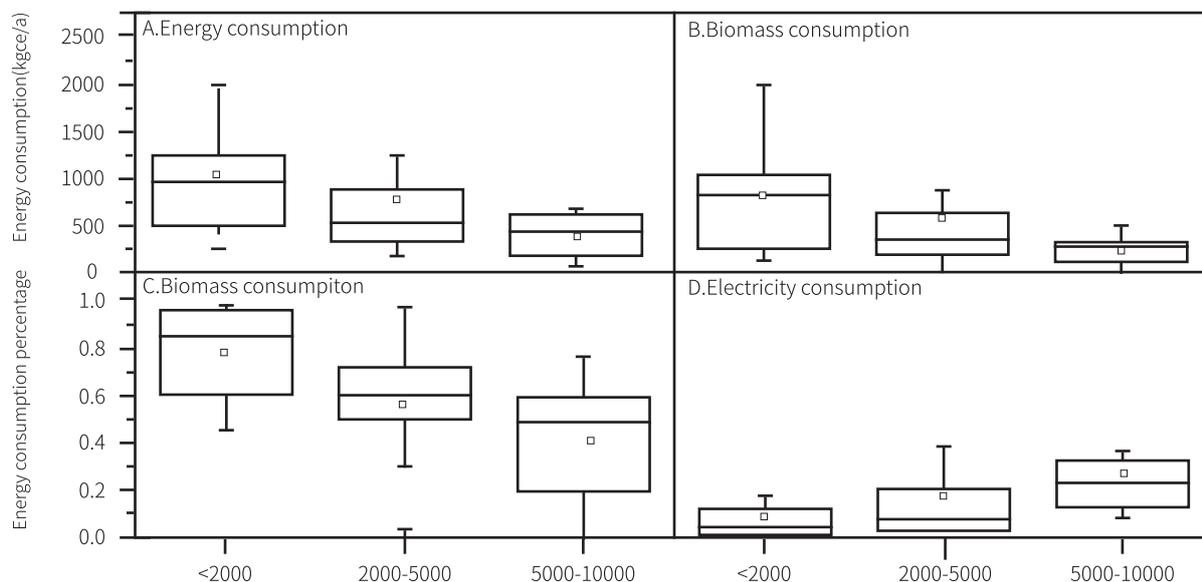


图 2-6 不同人均净收入水平下的农村能源消费情况

注：农村家庭人均收入以 2000 年不变价

主要结论：随着农村家庭人均净收入的增加，农村家庭消费中的生物质能源比重逐渐下降，而电力消费所占比重逐渐增加。

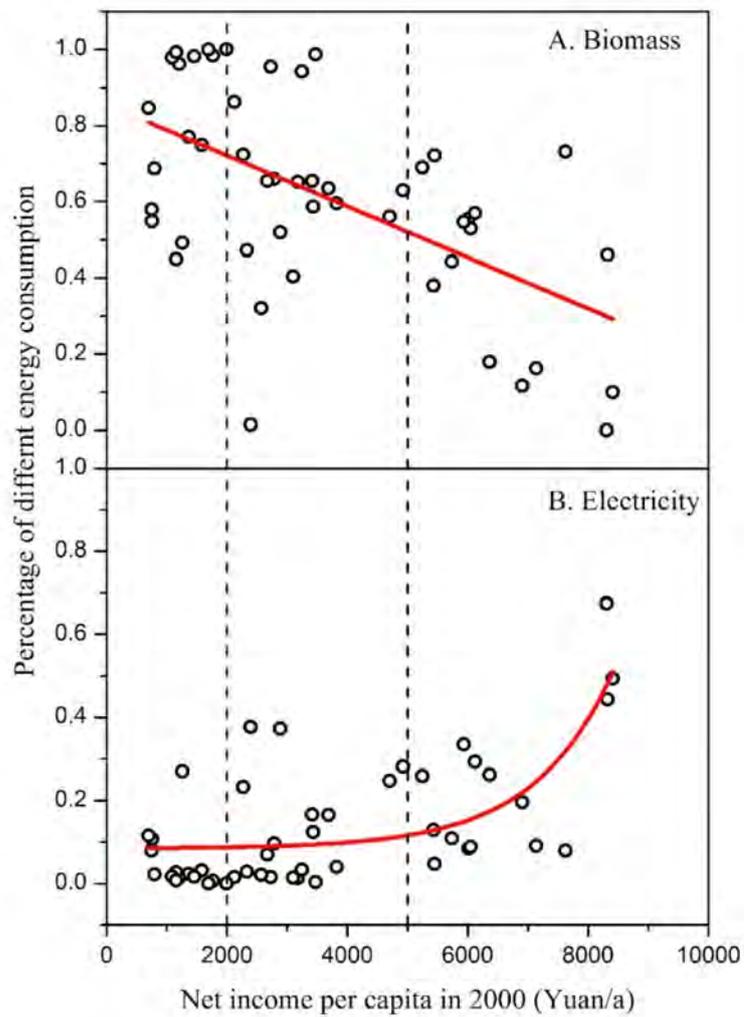


图 2-7 农村能源消费结构随农村家庭人均净收入变化情况

注：农村家庭人均净收入以 2000 年不变价为准

主要结论：随着农村家庭人均净收入的增加，农村家庭消费中的生物质能源比重逐渐下降，而电力消费所占比重逐渐增加。

## 2.3 中国农村能源消费呈不断转型状态

随着中国社会经济的发展，农村能源贫困得到一定的改善，农村能源发生了一定的转型，逐渐由传统的生物质能源，向化石燃料过渡，最终转向为清洁的能源（如电能、液化气等），这与国外研究的能源阶梯相一致。对此，中国学者通过大量的实地调研，重点从做饭、取暖和烧水等角度开展了相关的研究。Tao et al. (2018)，Du et al. (2018)、Zhu et al. (2018) 等对全国农村能源消耗情况开展了实地调研，基于 34000 份调查问卷，分析了中国 1992-2012 年农村能源消费情况，具体研究结果如下：

由图 2-8、图 2-9、图 2-10 和图 2-11 可知，中国农村能源消费结构发生了巨大的变化，尤其是做饭 (a) 和烧水 (c) 方面，取暖发生也发生了一定的变化。

**a. 做饭：**在 1992-2012 年间，农村做饭的能源逐渐由传统的生物质（薪柴和秸秆）变为以商品能源（如电能和液化气）为主，其中传统的生物质能源的比重由 80% 下降到 2012 年的 34%，而电能和液化气做饭的比重则由 1992 年的 8.6% 增加到 2012 年的 58%。此外，做饭的能源转型过程为：直接由生物质能源向电力和清洁能源转型，在这一过程中煤炭消耗基本没有发生明显的变化（Tao et al., 2018; Du et al., 2018; Zhu et al., 2018）。此外，随着中国社会经济的发展，中国农村地区做饭的能源种类也发生了较大的变化：在 1992 年时，做饭的能源主要为 2 种，主要以生物质能为主，其中使用 1 种能源做饭的居民比重达到了 40% 左右，而超过 2 种能源做饭的居民比重不足 20%；到 2012 年时，40% 以上的居民使用了 3 种以上的能源来做饭，仅使用 1 种能源做饭的居民不足 20%。由此可见，中国农村做饭的能源消耗发生了巨大的转型（Tao et al., 2018; Du et al., 2018; Zhu et al., 2018）。

**b. 取暖：**与做饭不同，中国农村取暖的能源结

构变化相对缓慢，其能源转型过程表现为“先由生物质能转为煤炭，之后再转变为电能及清洁能源”，具体如下：传统生物质能取暖的使用量呈一定下降趋势，但仍占有较大的比重，近年来比重下降相对明显。煤炭是中国华北地区取暖的重要能源，且在这 20 年间，其所占比重略有增加，在 2012 年时，已经成为中国农村取暖最重要的能源类型；然而，随着中国能源结构进一步升级，近年来其能源消耗的比重开始有所下降。电能和清洁能源虽有增加，但所占比重仍相对较小；以电力取暖为例，尽管其在这 20 年间比重增加了 7.6 倍，但在 2012 年时，所占比重仍仅为 18% 左右。中国农村取暖的能源种类仍以一种能源为主，基本上没有超过 2 种以上的能源用于取暖（Tao et al., 2018; Du et al., 2018; Zhu et al., 2018）。

**c. 烧水：**与做饭类似，中国农村烧水的能源转型相对明显，且直接由传统的生物质能源为主转变为以电能和液化气为主，其中电热水壶的使用比重大幅增加，到 2012 年时，其所占比重大约为 29% 左右。在 1992 年时，中国生物质能烧水的比重达到了 80% 左右，其次为煤炭为 14%，而液化气和电热水壶所占的比重都仅为 2.8%；到 2012 年时，尽管生物质能源仍然是中国农村烧水最主要的方式（占 32% 左右），但电热水壶和液化气烧水的比重也相对较高，分别为 29% 和 27% 左右，而煤炭烧水的比重则下降到了 7% 左右（Tao et al., 2018; Du et al., 2018; Zhu et al., 2018）。中国经济发达的地区（如北京、上海、江苏等），该地区的农村烧水主要以液化气为主，且电热水壶比重也相对较高，但煤炭和生物质能所占比重相对较小；此外，农村烧水能源使用类型也与当地的能源禀赋密切相关，例如山西和内蒙古地区，其煤炭资源相对丰富，则其农村能源消耗中煤炭比重相对较多，而林区农村则以传统的生物质能源为主（如西藏）。

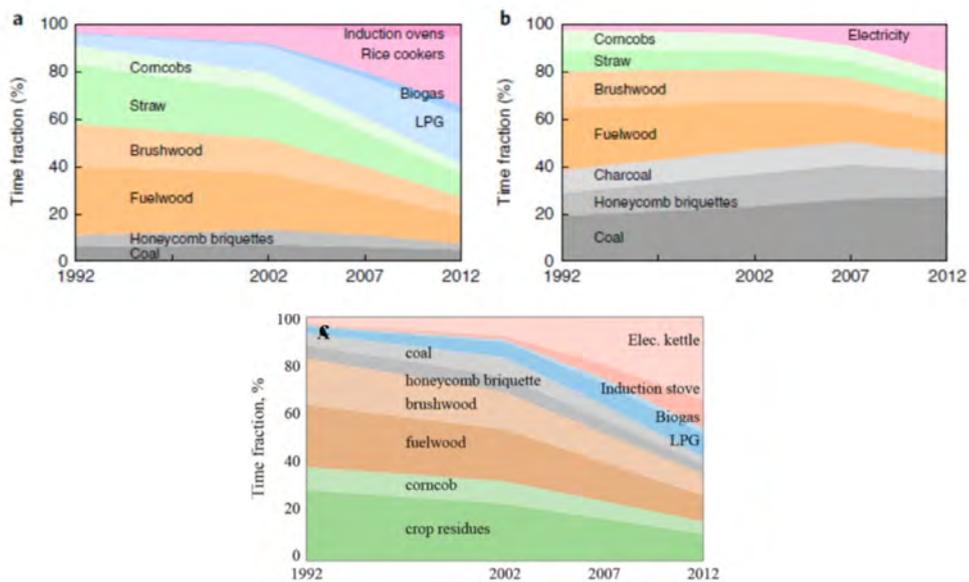


图 2-8 中国 1992-2012 年农村能源消费比重变化情况

注：a 为做饭，b 为取暖，c 为烧水

数据来源：Tao et al., 2018; Du et al., 2018; Zhu et al., 2018

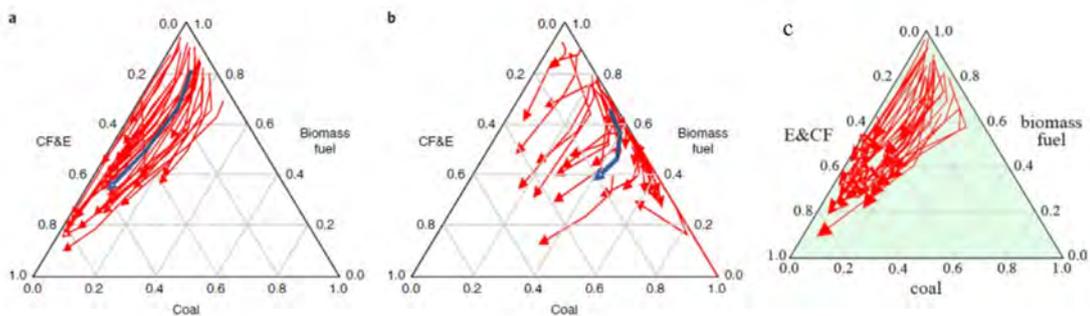


图 2-9 中国 1992-2012 年农村能源转型情况

注：a 为做饭，b 为取暖，c 为烧水

数据来源：Tao et al., 2018; Du et al., 2018; Zhu et al., 2018

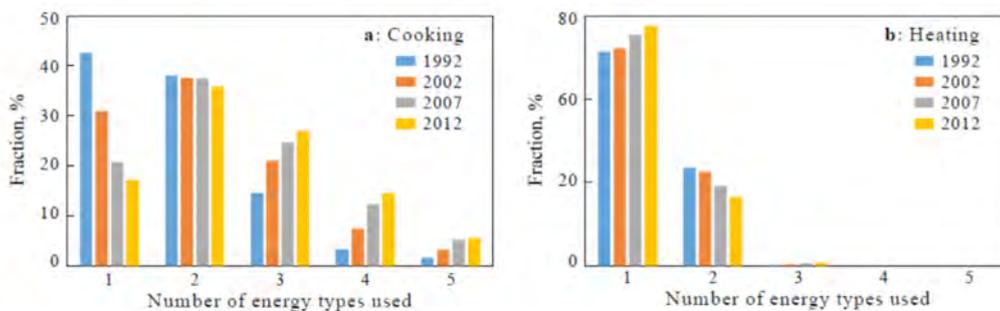


图 2-10 中国 1992-2012 年使用能源种类的居民比重情况

注：a 为做饭，b 为取暖

数据来源：Tao et al., 2018; Du et al., 2018; Zhu et al., 2018



图 2-11 中国 2012 年不同省份农村烧水的能源消费构成情况

数据来源: Du et al., 2018

图 2-8、2-9、2-10 和 2-11 的主要结论为: (1) 农村做饭的能源逐渐由传统的生物质(薪柴和秸秆)变为以商品能源(如电能和液化气)为主; (2) 中国农村取暖的能源结构变化相对缓慢, 其能源转型过

对比中国农村 1992 年和 2012 年的不同能源消费情况可知(图 2-12), 中国生物质能源使用量呈明显的减少, 但在西北、西南和东北地区, 农村生物质能源的消费量仍然相对较多; 中国农村煤炭消耗主要在北方地区, 且在这 20 年间煤炭消耗量明显增加,

程表现为“先由生物质能转为煤炭, 之后再转变为电能及清洁能源”; (3) 国农村烧水的能源转型相对明显, 且直接由传统的生物质能源为主转变为以电能和液化气为主, 其中电热水壶的使用比重大幅增加。尤其是在内蒙古地区增加尤为明显。中国农村电能和液化气的消耗增加最为明显, 尤其是中国的经济相对发达的地区(东部沿海地区), 其家庭能源消耗相对较多。

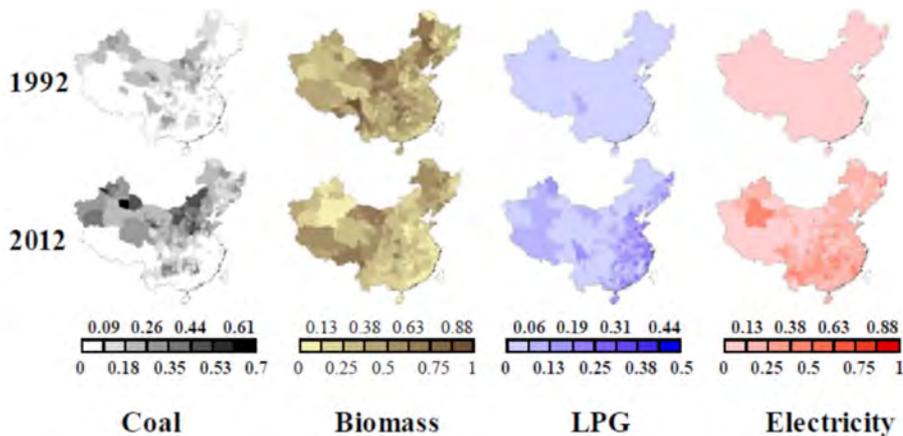


图 2-12 中国 1992 年和 2012 年农村不同能源消耗的空间差异情况 数据来源: Zhu et al., 2018

## 2.4 农村能源贫困会对人体健康产生影响

由于难以获得或者支付其现代清洁商品能源，农村能源贫困的家庭主要用固体燃料（煤炭、柴草和秸秆）来满足日常炊事用能需求。然而，固体燃料在简单炉灶中进行燃烧容易产生大量有害物质（例如一氧化碳、氮氧化物、硫氧化物、碳氢化合物及可吸入颗粒等），这些都会对人体健康造成严重的危害（魏一鸣等，2014）。如果农村的固体燃料可以被电力或天然气替代的话，空气污染将会降低约40%，极大地缓解对人类健康的影响，特别是室内污染降低对女性健康的影响（Meng et al., 2019）。

人类寿命是衡量人体健康的重要指标。利用不同已经构建的生命周期表结合不同地区各年龄段的人口存在数量和死亡数量，便可以估算出不同省份的农村居民的寿命情况。因此，本节根据 Wang et al. (2015) 和 Wang et al. (2017) 的研究方法，估算得到了中国不同省份农村居民的寿命情况，其中相

关数据主要是根据中国第六次人口普查的数据结果得到。

利用本节估算的全国30个省、市、自治区（不含西藏、香港、台湾和澳门）的能源贫困（固体燃料占能源消耗总量的比重）和人类健康（农村平均寿命）的相关结果，研究了农村能源贫困与人类健康之间的相互关系（图2-13）。

由图可知，随着固体燃料比重的不断上升，农村居民人均寿命呈下降趋势，这说明农村能源贫困对农村人体健康有着明显的影响。上海市农村的固体燃料使用比重很低，农村能源贫困相对较好，农村人均寿命相对较高，超过了80岁；随着固体燃料使用比重逐渐增加，农村居民人均寿命逐渐下降，当农村固体燃料使用比重在0.80~0.85时，此时农村居民的人均寿命约为77.4岁左右，如山东、江苏、北京等；当农村能源贫困进一步加剧时，农村固体燃料使用比重

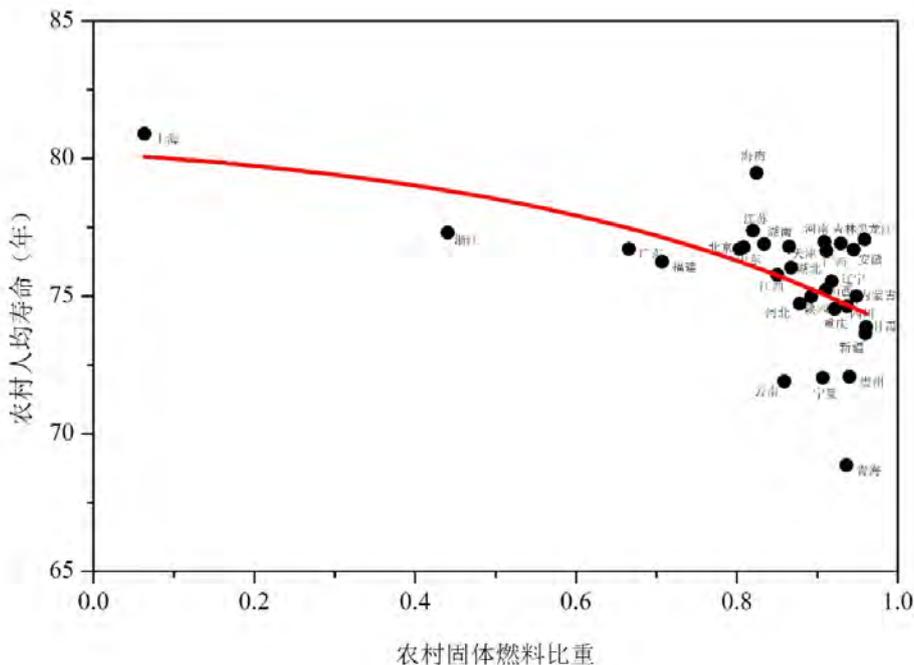


图 2-13 农村能源贫困与身体健康关系

**主要结论：**随着固体燃料比重的不断上升，农村居民人均寿命呈下降趋势，这说明农村能源贫困对农村人体健康有着明显的影响。



达到 0.85~0.90 时，农村居民的人均寿命下降到 75 岁左右，如河北、湖北、云南等；当农村固体燃料使用比重超过 0.90 时，此时农村居民的人均寿命下降到 74.6 岁，其中除黑龙江和内蒙古农村人均寿命超过 74 岁，其余固体燃料使用比率超过 0.93 的省份，农村人均寿命均不到 74 岁，甚至青海省农村居民人均寿命仅为 68.9 岁左右。尽管居民寿命还与当地的基础设施具有密切相关的联系，然而基础设施的建设水平也在一定程度上间接反映了农村能源贫困的情况。当农村能源贫困相对较好时，能够为当地的基础设施提供相对较好和充足的能源，也就能够为当地居

民的生活提供便利，农民的生活水平和人均寿命也就相对较高；如果当地能源仍主要以非清洁的固体燃料为主，缺少电力、LPG、煤气等清洁能源，那么当地的基础设施用能则相对紧缺，在一定程度上就阻碍了当地农村基础设施的建设，尤其是亿元和学校等相应的基础设施建设，当地农民生活得不到充分的保证，健康水平受到一定影响。由此可见，能够直接反映能源贫困水平的固体燃料比重与人类健康密切相关，而间接反映能源贫困水平的基础设施情况，也对当地居民生活和健康产生一定的影响。

## 2.5 中国农村能源贫困时空发生了一定的变化

因此，赵雪雁等（2018）针对中国 30 个省、市、自治区（不含西藏、香港、澳门、台湾地区），并以能源接入与能源服务作为能源贫困的度量指标，探讨了中国农村能源贫困的时空演变特征，其主要结果表明（图 2-14、图 2-15）：

（1）随着中国新型城镇化和精准扶贫战略的推进，中国农村能源基础设施得到较大改善，能源服务水平得到较大提升，且风能和太阳能等清洁能源的使用相对增加，这使得中国能源贫困得到一定改善，在 2000-2015 年间，中国农村能源贫困呈现出明显的先增加后降低的“倒 U 型”趋势（赵雪雁等，2018）；

（2）东中西部的能源贫困逐渐递减，呈现出阶梯状的“中部高、东西部低”的马鞍型分布格局，但各地区之间的能源贫困差距日趋加大，但各地区内部能源贫困的差距则趋于缩小（赵雪雁等，2018）；

（3）中国农村能源贫困具有显著的空间集聚特征，热点区和冷点区均在波动中呈扩张态势，其中稳定性热点区集中分布在连片贫困区地区，尤其是新疆、内蒙、陕西、山西及东北地区农村能源贫困相对严重，而稳定性冷点区集中在东部沿海地区，这与中国能源分布有着重要的关系（赵雪雁等，2018）。

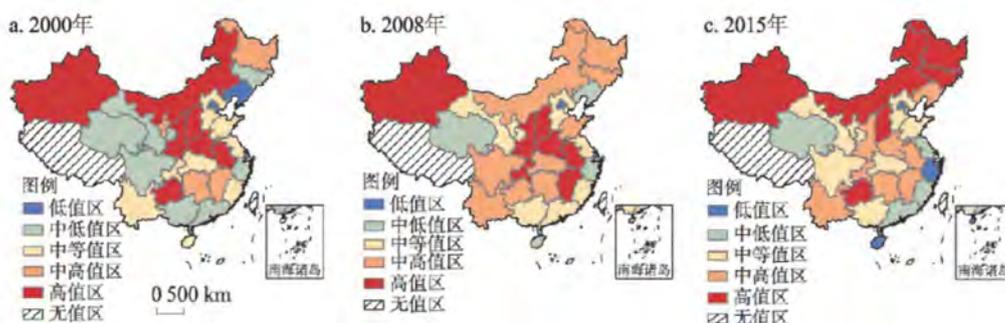


图 2-14 中国 2000-2015 年中国农村能源贫困水平的空间分布情况

数据来源：赵雪雁等，2018

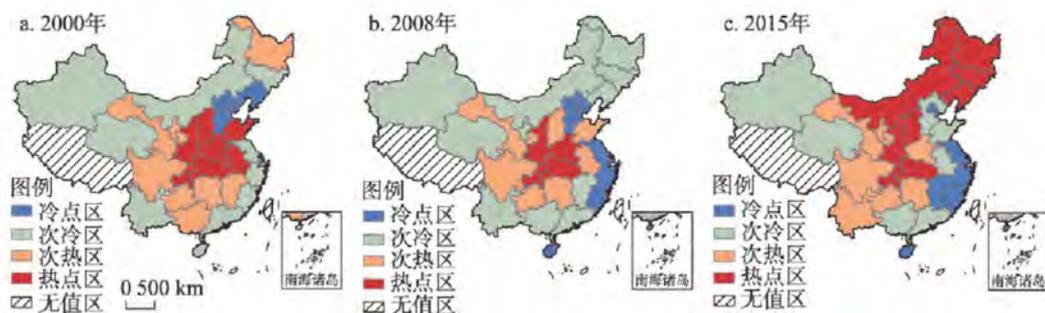


图 2-15 中国 2000-2015 年中国农村能源贫困“冷热点”的空间分布情况

数据来源：赵雪雁等，2018

表 2-1 中国连片特困区农村能源使用情况

片区	贫困发生率 (%)	农村用电量 (%)	农业机械总动力 (%)	农用柴油消耗量 (%)	农村人口比重 (%)
全部片区	13.9	11.8	33.9	20.7	40.9
六盘山区	16.2	0.6	2.9	-	3.3
秦巴山区	12.3	3.0	5.7	4.0	8.2
武陵山区	12.9	1.1	3.6	-	4.1
乌蒙山区	18.5	0.9	1.3	-	3.4
滇黔桂石漠化区	15.1	0.9	3.6	-	4.6
滇西边境山区	15.5	0.3	0.0	-	1.6
大兴安岭南麓山区	11.1	0.4	2.3	-	1.5
燕山-太行山区	13.5	1.2	2.7	5.9	2.4
吕梁山区	16.4	0.2	1.1	0.7	1.0
大别山区	10.4	2.2	8.3	8.8	6.8
罗霄山区	10.4	0.6	1.4	-	2.2
西藏区	18.6	0.0	0.0	-	0.4
四省藏区	16.5	0.1	0.4	-	0.6
南疆三地州	15.7	0.3	0.6	-	0.9
其他区域	-	88.2	66.1	79.3	59.1



## 2.6 中国连片贫困地区的能源贫困情况

### 2.6.1 连片贫困区农村能源使用情况分析

中国连片贫困的农村人口占中国总农村人口的比重大约 40.9% 左右，但其能源使用及占有量却相对较低，大约在 10~30% 左右。由于统计数据的缺失，使得某些地区数据存在缺失（表 2-1）。

**(1) 基本生活水平的能源消耗情况：**中国农村用电主要用于基本日常生活，如做饭、照明、取暖、电器设备等，故我们可以将农村用电量看作为基本生活水平的能源消耗情况。中国不同城市的农村能源消耗量相对较高的区域在东部沿海地区，而在中国连片贫困区的农村用电量则相对较低（图 2-16）。由表 2-1 可知，中国连片贫困区的农村用电量仅占全国农村总用电的

11.8%，远低于其农村人口所占比重，这说明与其他区域相比，中国的连片贫困区的生活用能水平较低，其“基本生活水平”的能源消耗处于相对贫困的状态。对比不同连片贫困区而言，贫困发生率相对好的区域（如大别山区、秦巴山区、武陵山区、燕山-太行山区）其农村用电量相对较高，他们的农村用电量超过了全国农村用电量的 1% 以上；然而，在中国相对严重贫困的西南地区（如乌蒙山区、西藏区、四省藏区），其农村用电量则相对较低，这表明这些地区的“基本生活水平”的能源消耗量相对较少，其农村基本生活水平的能源贫困相对严重。

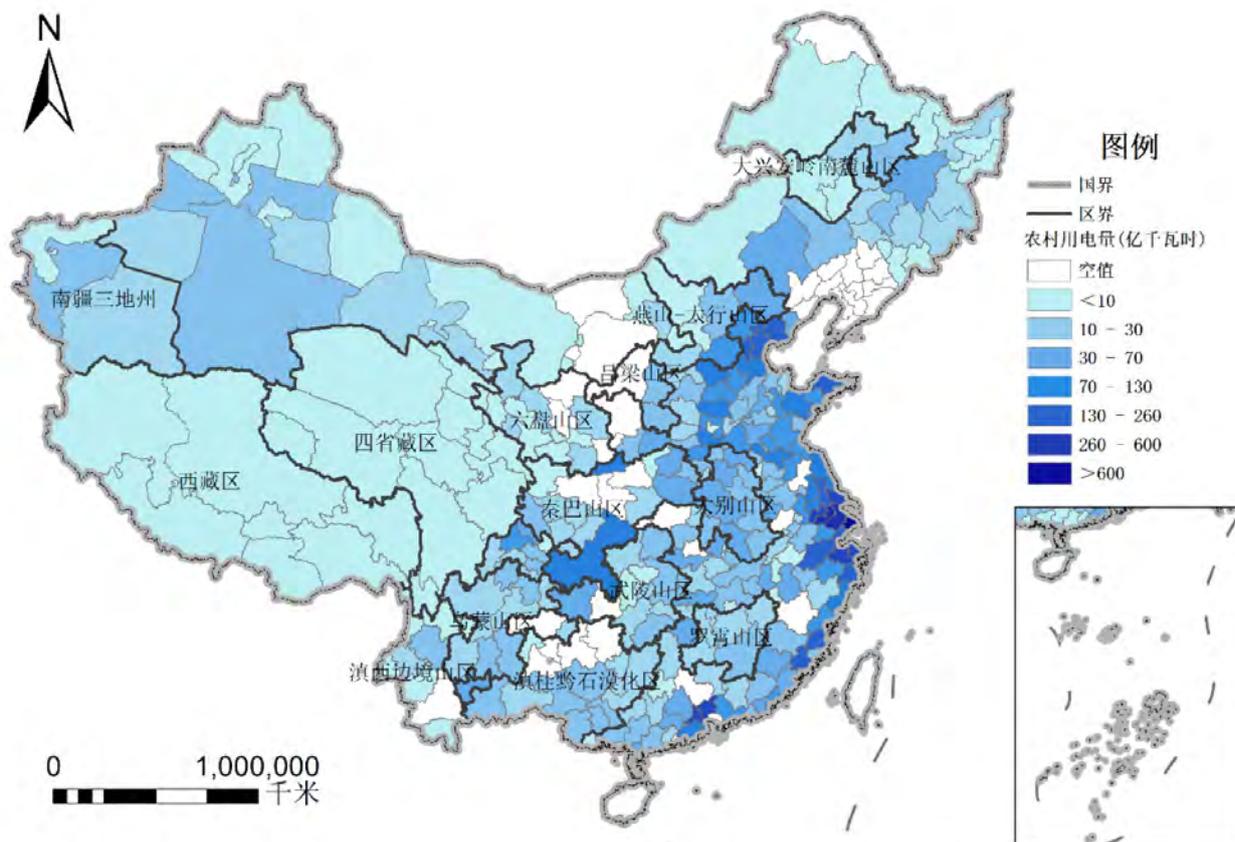


图 2-16 中国城市尺度上的农村用电量情况

注：由于缺少部分地区数据，故这些地区的农村用电量数据存在空白情况。

**(2) 农业机械总动力和农业柴油：**农业机械总动力是用以标准农业机械化生产水平的重要标志，也与能源消耗量存在密切的关联，而农业柴油则主要是用于农业生产。因此，本研究将农业机械总动力和农业柴油消耗量来表征农村生产的能源消耗情况（图 2-17 和图 2-18）。与农村直接生活用能相比，中国连片贫困区的农村生产用能相对较好，农村生产能源贫困相对较差，其中农业机械总动力占全国农业机械

总动力的 33.9%，而参考部分地区的农村柴油消耗量，连片贫困区的农用柴油消耗量则达到了 20.7%，尤其是在中部地区相对较好，如大别山区和秦巴山区。然而，中国的西南和西北的连片贫困地区（滇西边境山区、西藏区、四省藏区、南疆三地州），其农业生产的能源消耗比重仍相对较少，占全国总农业机械总动力的比重仍不足 1%，由此可见，这些地区的农业生产能源消耗仍处于相对贫困的状况。

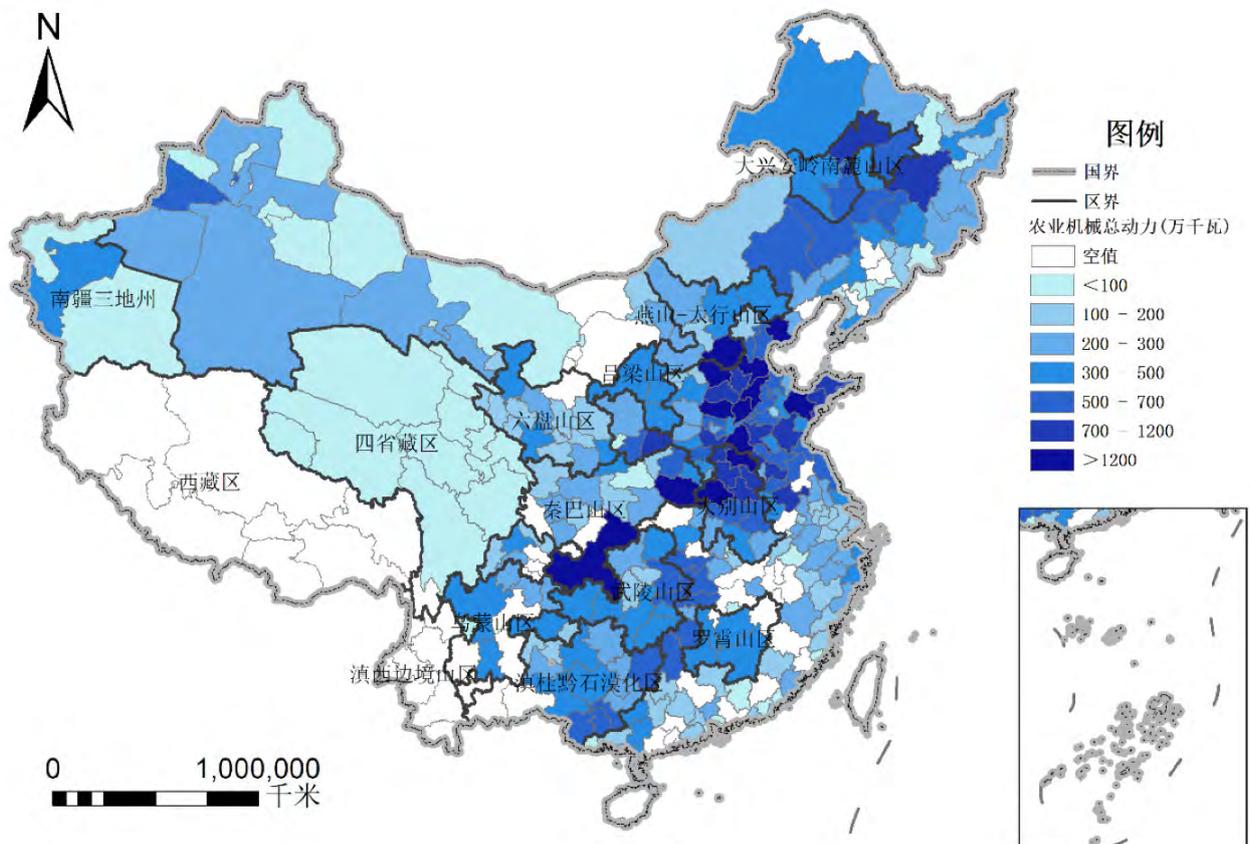


图 2-17 中国城市尺度上的农业机械总动力情况

注：由于缺少部分地区数据，故这些地区的农业机械总动力数据存在空白情况。

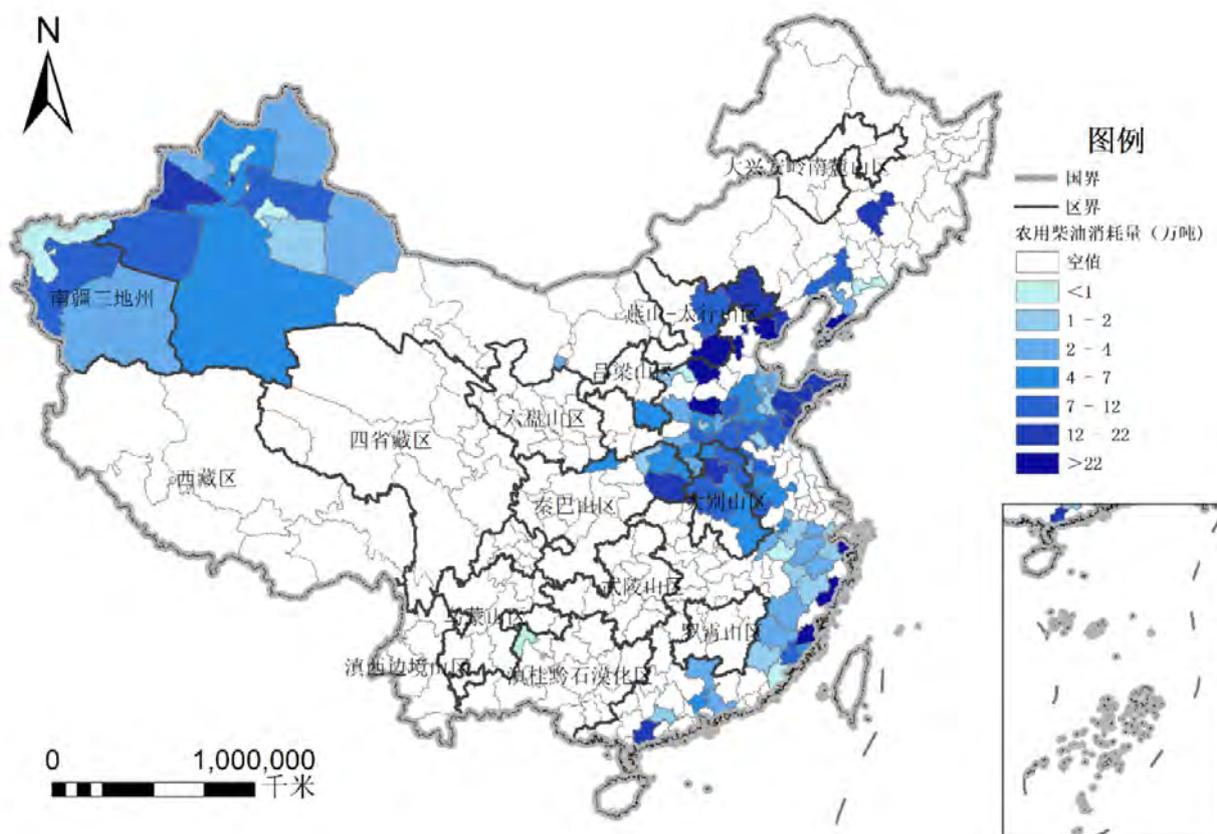


图 2-18 中国城市尺度上的农用柴油消耗量情况

综上所述，与中国其他地区相比，中国连片贫困区的农村能源消耗仍处于相对贫困的状况，尤其是农村生活用能尤为严重，而对于中国西南和西北地区的

连片贫困区，其农业生活和生产的能源消耗量均相对较少，处于农村能源相对贫困的状况，需要通过进一步的措施，解决该地区的能源贫困问题。

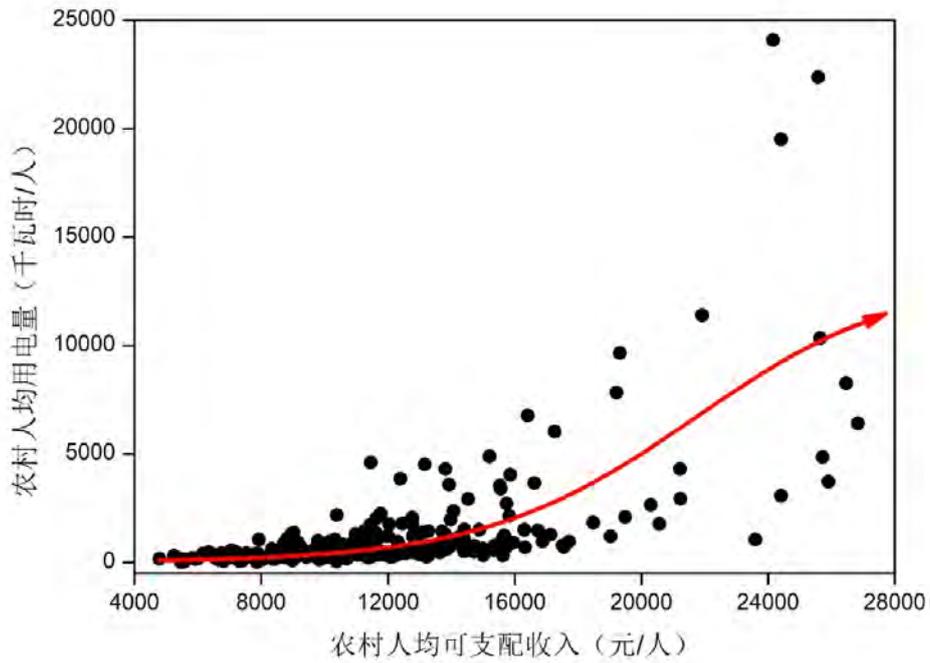


图 2-19 中国农村人均可支配收入与农村人均用电量之间的关系

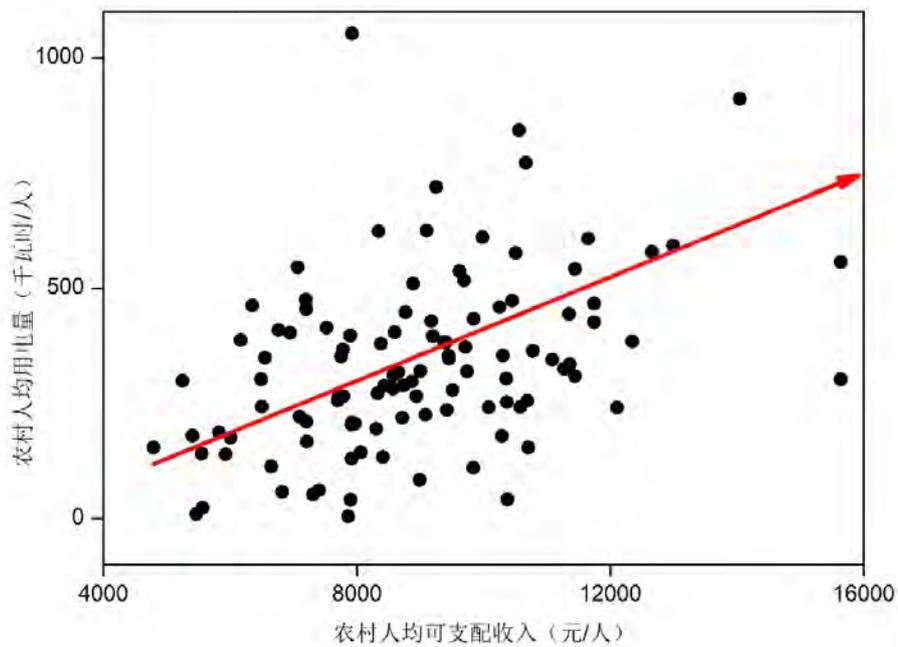


图 2-20 中国连片贫困区的农村人均可支配收入与农村人均用电量之间的关系

## 2.6.2 连片贫困区农村人均生活用能的贫困状况

由图可知，中国连片贫困区的农村基于生活水平的生活用能相对较少，且随着人均可支配收入的增加，

人均用电量可作为衡量基本生活水平能源消费水平的重要指标，中国农村人均用电量情况存在明显的空间差异，具体表现为：由东部沿海地区向西部地区延伸，农村人均用电量逐渐下降，且地区之间存在较大的差异；中国连片贫困区的基本生活用能水平相对较低，处于能源贫困相对严重（图 2-21 和图 2-22）。具体而言：中国连片贫困区的农村人均用电量为 407 千瓦时/人，低于全国平均水平的 1432 千瓦时/人，更仅为其他区域平均水平（2157 千瓦时/人）的

其能源消耗量不断增加，但仍远低于其他区域的水平（图 2-19）。就中国整体水平而言，中国农村人均用电量随着可支配收入的增加，呈现开始增加相对缓慢，但随后迅速增加的趋势（图 2-20）。

18.9% 左右。在中国 14 个连片贫困区中，仅秦巴山区和燕山 - 太行山区的农村人均用电量超过了 500 千瓦时/人，分别为 531 千瓦时/人和 682 千瓦时/人；而四省藏区和西藏地区的农村人均生活用能则相对较少，尤其是西藏地区的农村人均用电量仅为 54 千瓦时/人，且西藏各城市的农村人均用电量均低于 300 千瓦时/人。此外，中国同一连片贫困区内部各城市之间，其农村人均用电量相差较少。

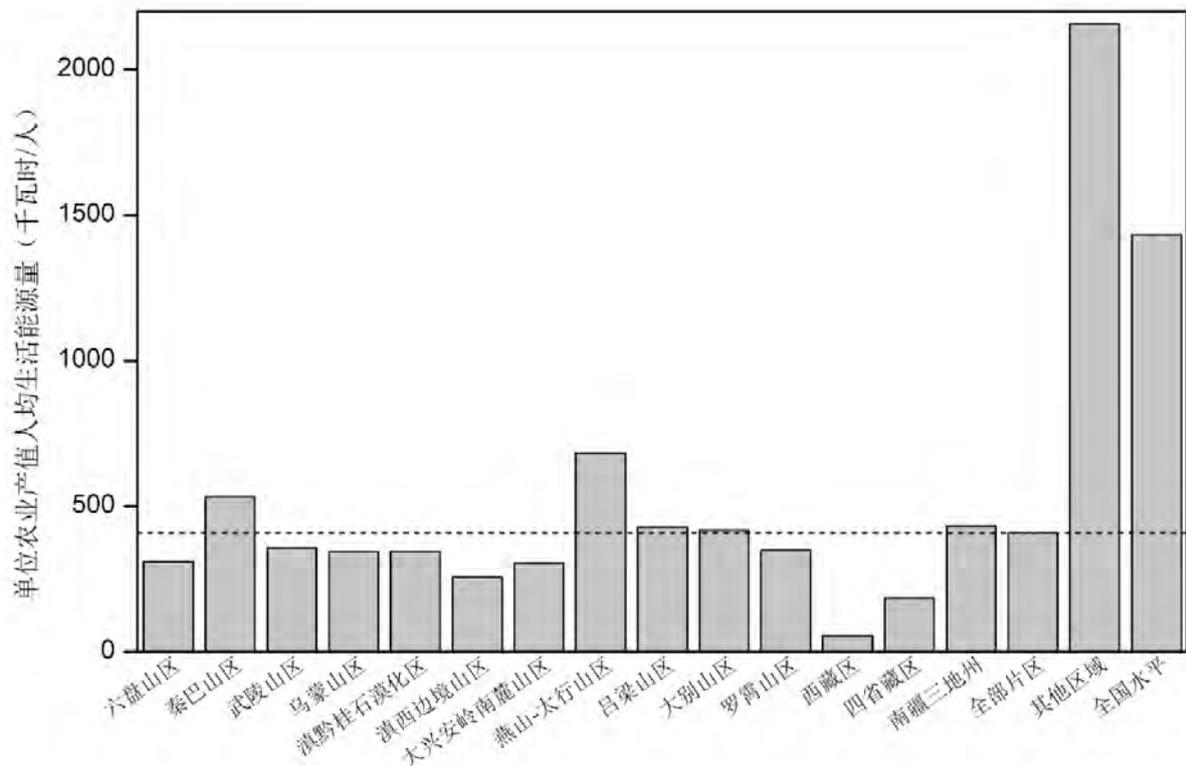


图 2-21 中国不同连片贫困区的农村人均用电量情况

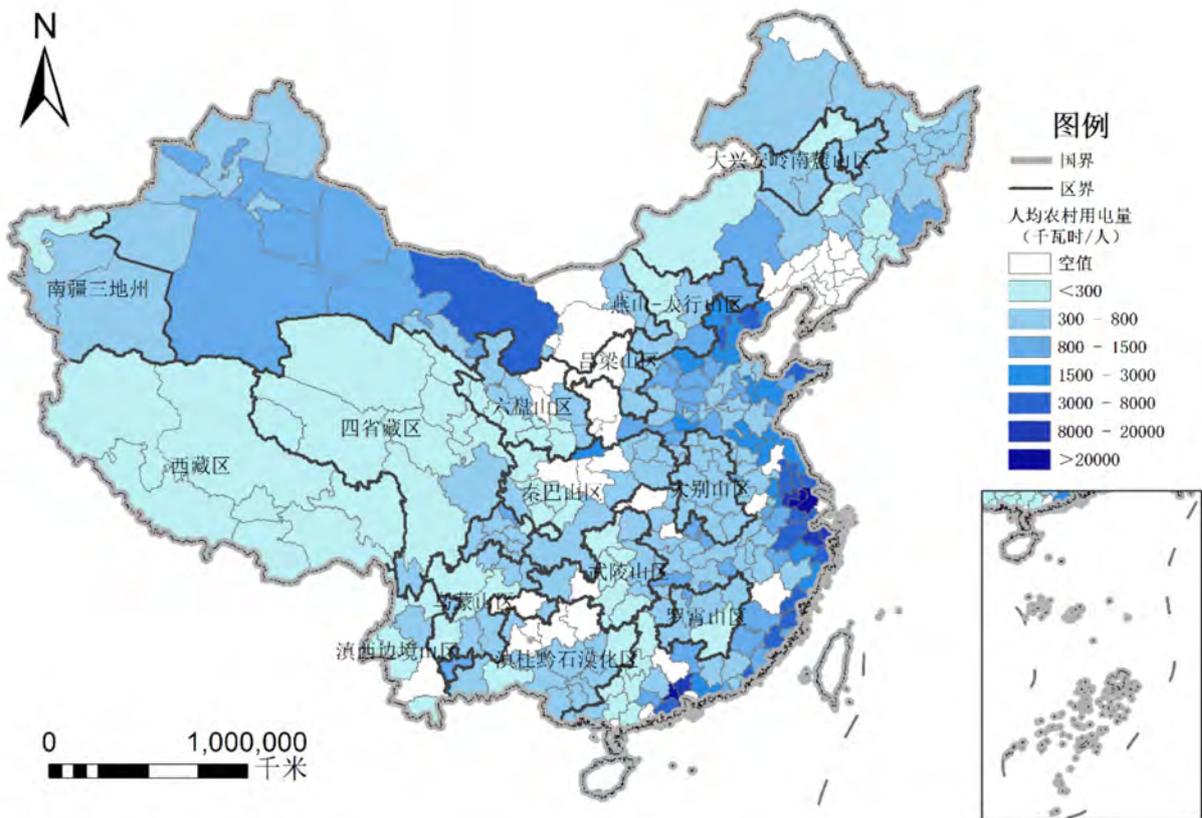


图 2-22 中国各城市的农村人均用电量情况

注：由于缺少部分地区数据，故这些地区的农村用电量数据存在空白情况。

#### 2.6.4 连片贫困区农业生产用能的贫困状况分析

与农村基本生活水准的能源消耗不同，中国单位农业产值的农业生产用能随人均可支配收入的增加而呈下降趋势（如图 2-23 所示），尤其是在中国连片贫困区，其下降趋势更加明显，这主要是因为随着社会经济的发展，单位耕地面积的农业机械使用率不断

提高（图 2-24 所示），农业机械使用利用率相对增加，其所带来的经济效益相对更高，这使得农业生产用能效率不断提高，使得其单位农业产值的生产农用随之下降，但单位耕地面积的农业用能量则相对较高。此外，中国连片贫困区的单位农业产值农业机械总动力远低于其他区域，且均在 2.5-11.5 千瓦/公顷之间（图 2-25）。

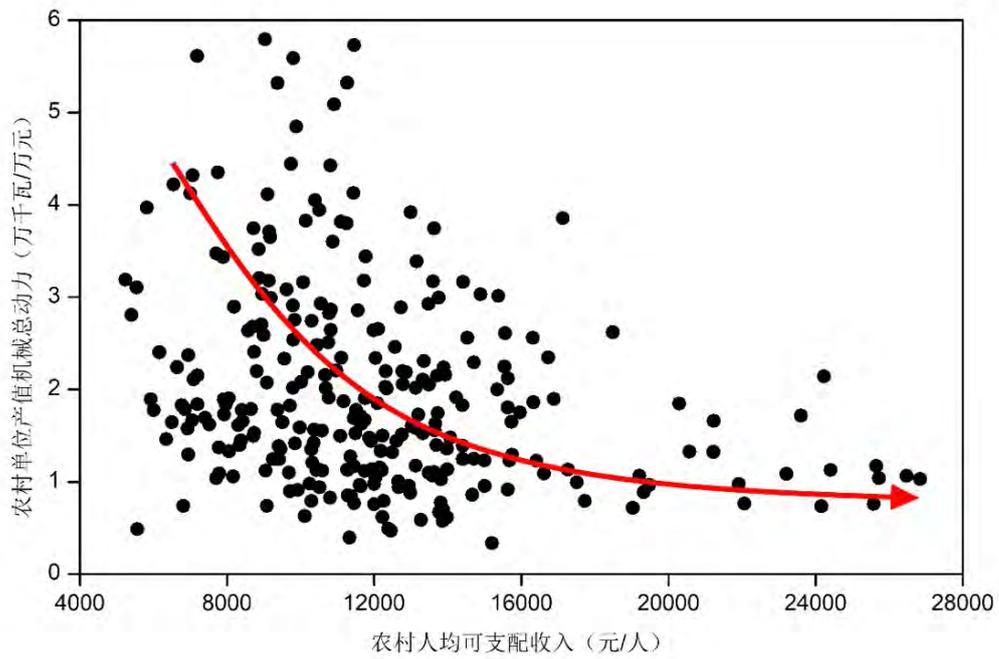


图 2-23 中国农村单位农业产值机械总动力与人均可支配收入的关系

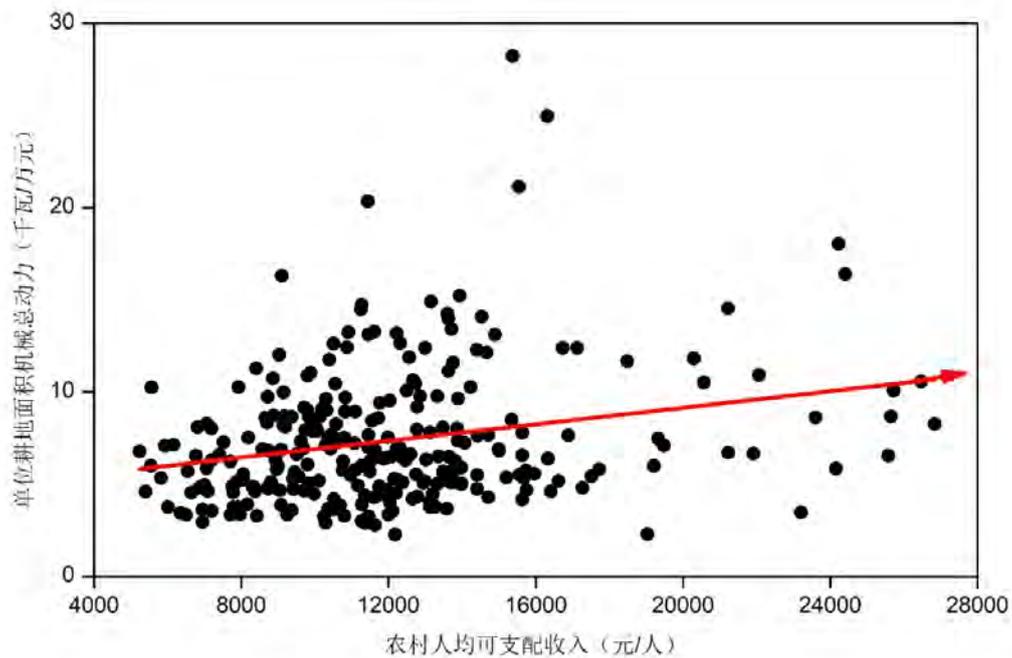


图 2-24 中国农村单位耕地面积机械总动力与人均可支配收入的关系

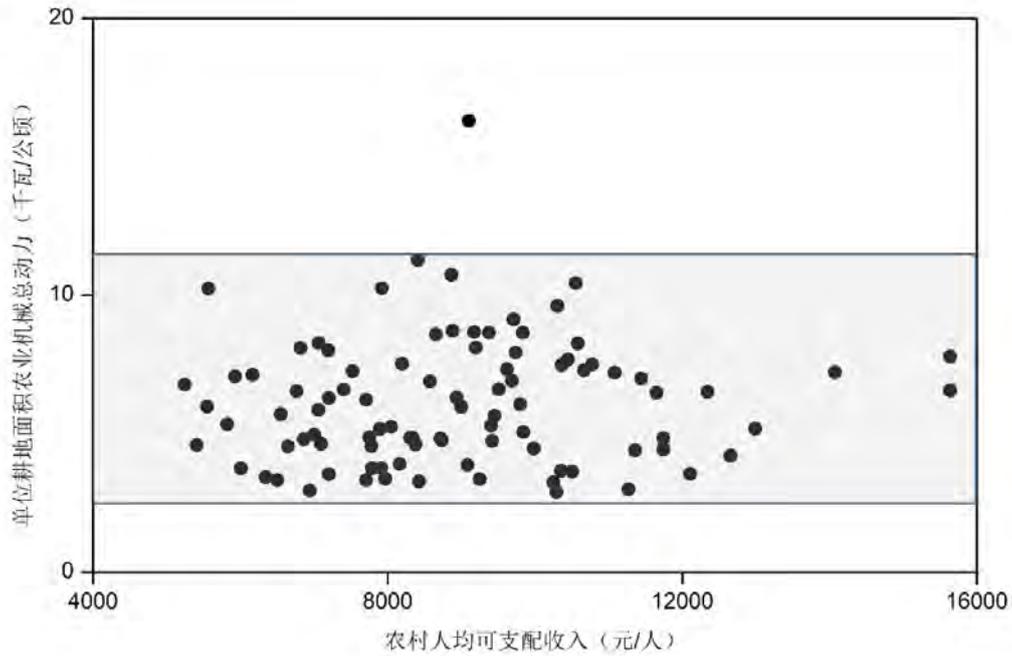


图 2-25 中国农村单位耕地面积农用机械总动力与人均可支配收入的关系

就单位农业产值而言，中国不同区区域的单位农业产值机械总动力差异不大，但连片贫困区稍微较高，为 1.84 千瓦/万元，而其他区域为 1.81 千瓦/万元（图 2-26 和图 2-27）。在不同连片贫困区内部，由于农业生产条件和自然环境的差异，不同连片贫困区的单位农业产值机械总动力存在较大差异，其中吕梁山区最高，其平均水平达到了 7.95 千瓦/万元，而乌蒙

山区则相对较低，仅为 0.84 千瓦/万元。对中国单位耕地面积的机械总动力而言，中国连片贫困区相对较低，仅为 5.26 千瓦/公顷，其他区域则达到了 7.46 千瓦/公顷，就区域而言，吕梁山区最高，达到了 12.28 千瓦/公顷，而乌蒙山区则先对较低，仅为 2.74 千瓦/公顷。

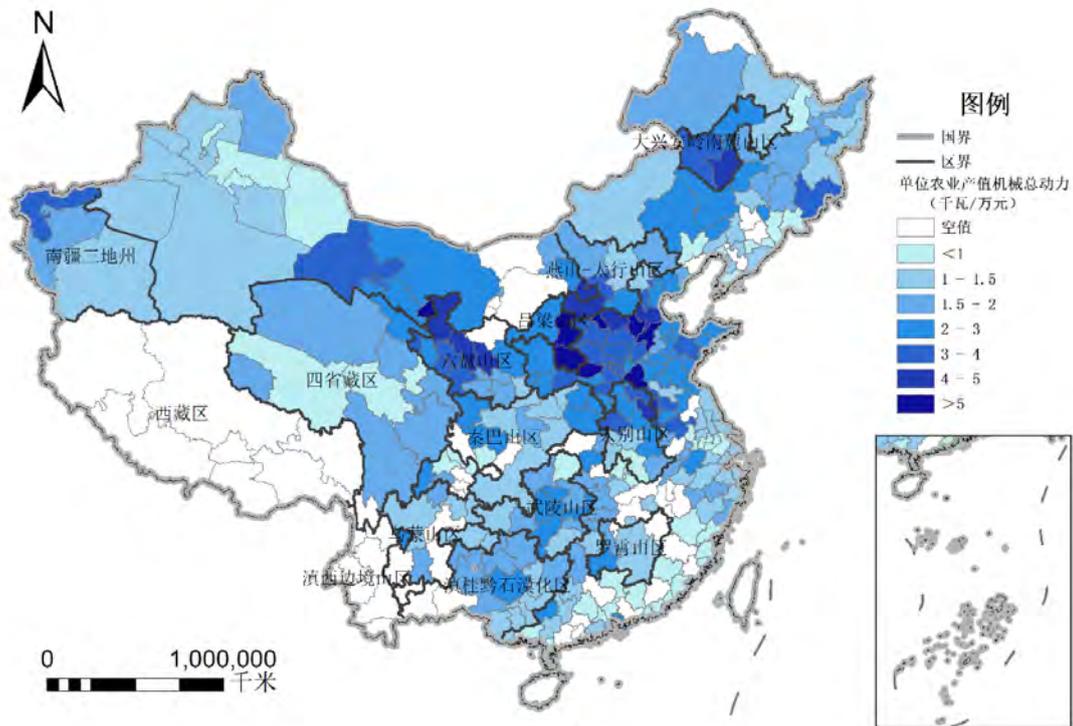


图 2-26 中国各城市的单位农业产值的机械总动力情况

注：由于缺少部分地区数据，故这些地区的单位农业产值的机械总动力数据存在空白。

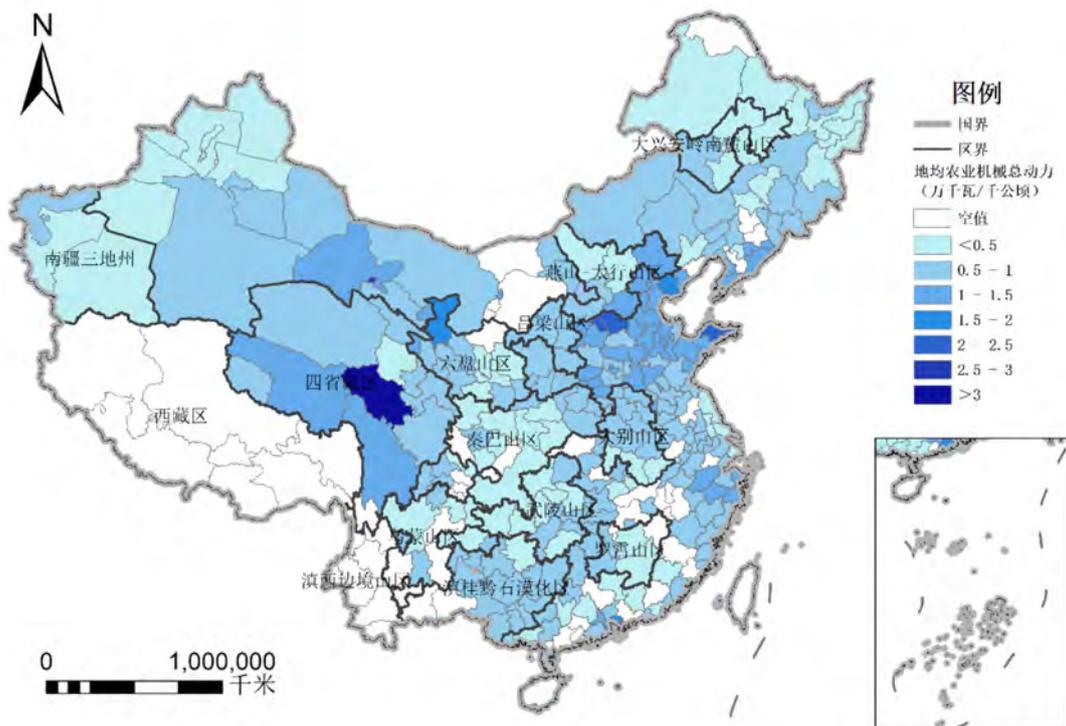


图 2-27 中国各城市的单位耕地面积机械总动力情况

注：由于缺少数据，部分地区的单位农业产值的单位耕地面积机械总动力存在空白。

# 第三章 中国农村基于“基本生活水准”间接能源贫困

## 3.1 农村建筑材料消耗及间接能源需求

### (1) 中国农村建筑以砖混结构为主导，总存量

#### 大幅增长

在人均住房面积迅速增长带动下，中国农村建筑总存量出现大幅增长。1970-2016年期间，中国农村人均住房面积从1970年的6.1m<sup>2</sup>迅速增长至2016年的45.8m<sup>2</sup>；中国农村建筑总存量从1970年的41.5亿m<sup>2</sup>大幅稳步增长至2016年的270.1亿m<sup>2</sup>。同期，农村人口先升后降，整体趋于下调。从1970年的6.9亿人先稳步上升至1995年的峰值8.6

亿人，而后逐步下降至2016年的5.9亿人。

从中国农村建筑结构来看，呈现从土坯向砖混转换，以砖混为主导，砖木和钢混稳步增长，土坯逐步减少的趋势。1970年，砖混、砖木、钢混和土坯在中国农村建筑中的占比分别为49.6%、0.4%、0.0%和50.0%；2016年，砖混、砖木、钢混和土坯在中国农村建筑中的占比出现大幅调整，依次为56.7%、17.9%、21.4%和4.0%。

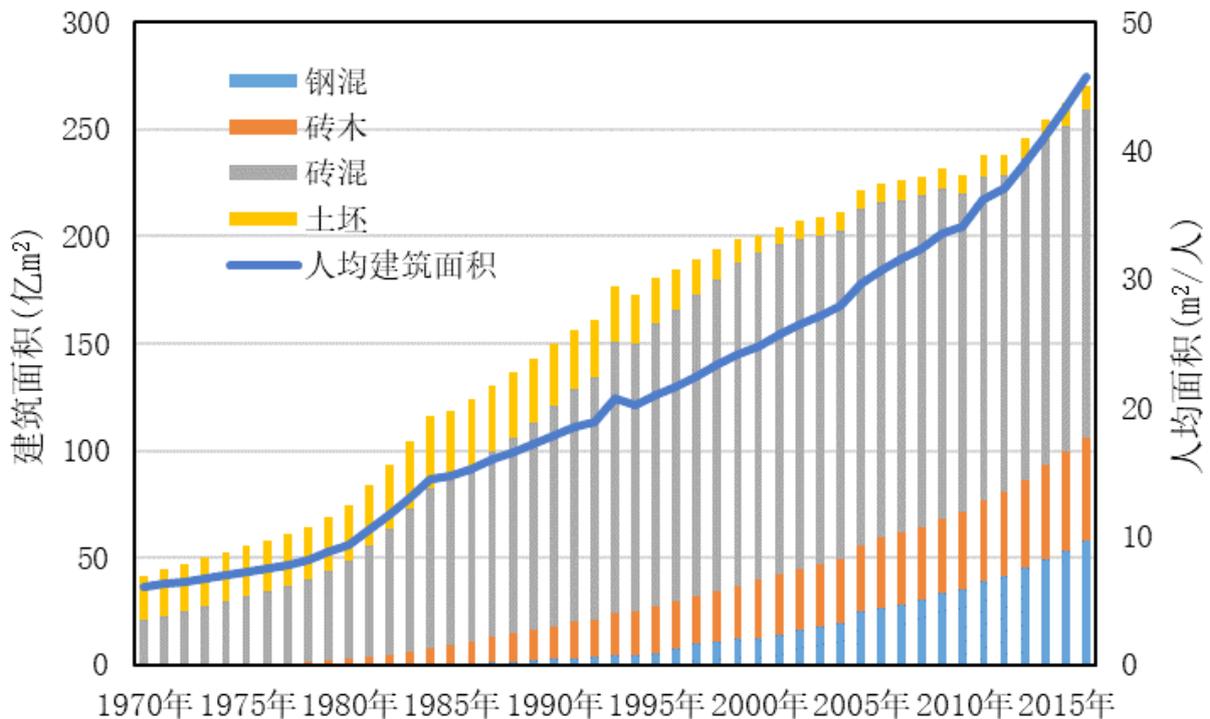


图 3-1 中国农村建筑构成及总存量变化 3-1 中国农村建筑材料实地调研区

为了进一步摸清中国农村建筑材料存量，我们通过深入农村地区广泛开展实地调研，把握中国农村建筑材料系数一手资料和数据。山东省位于中国东部，从农村人口总量上看，是仅次于河南和四川的农业人口大省。2018年，本课题组选取山东省济南、潍坊、德州三大区域，深入蔡

家村、柴家村和毛庄村等21个村，选取砖混(89)、砖木(51)、钢混(8)和土坯(6)共计154栋住宅开展问卷调研。中国农村建筑材料实地调研区如图3-2所示。通过一手调研数据整理得到的中国农村建筑材料系数平均值如表3-1所示。

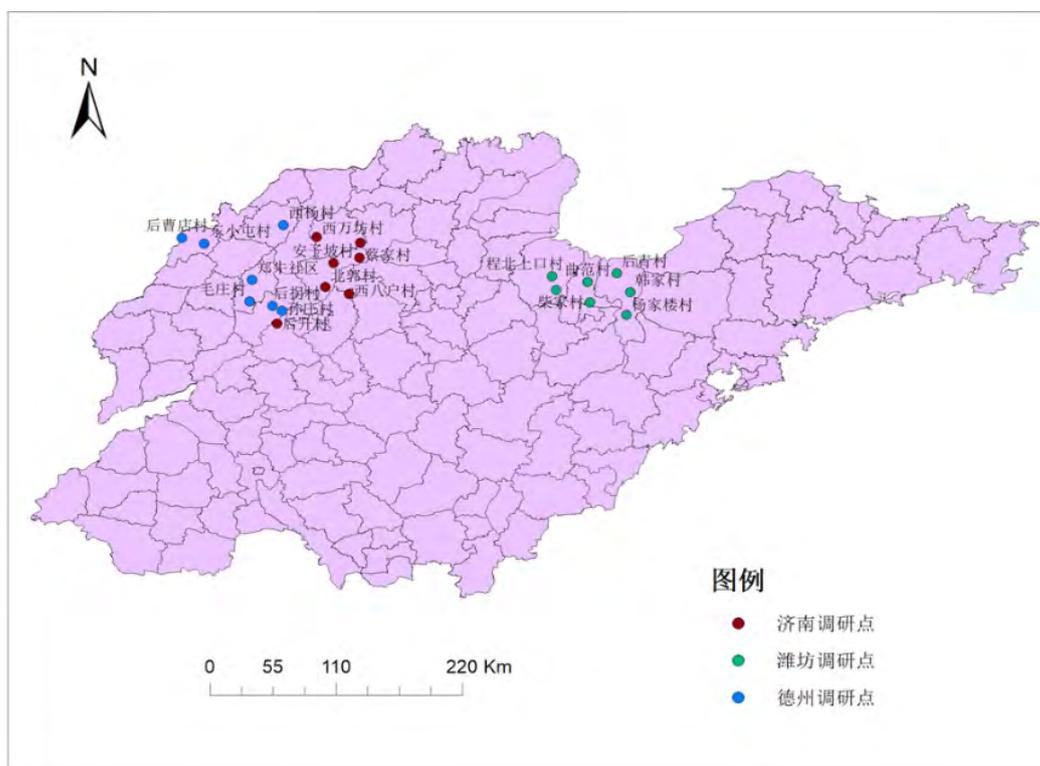


图 3-2 中国农村建筑材料实地调研区

从中国农村砖混、砖木、钢混和土坯四种建筑结构类型来看，系数均值最高的材料为标准砖，其次依

次为砂子、水泥、石子、钢材和木材；单位面积耗材最多的为砖木结构、其次为砖混、钢混第三，土坯第四。

表 3-1 中国农村建筑材料系数平均值 (单位: kg/m<sup>2</sup>)

结构类型	水泥	钢铁	木材	标准砖	石子	砂子	总计
砖混	33.8	2.2	0.3	2243.7	36.9	94.6	2411.4
砖木	33.8	0.2	0.7	3132.0	32.4	80.0	3279.0
钢混	69.8	3.2	0.6	788.7	28.1	71.1	961.3
土坯	14.5	0.5	0.4	468.7	14.2	44.5	542.8

中国农村建筑材料总存量稳步增长,农村建筑材料构成以标准砖为主,砂子、水泥和石子为辅,钢材、木材为补充。从中国农村建筑材料分类总存量上看,标准砖、砂子、水泥、石子、钢材、木材分别从

1970年的327.6万t、29.5万t、29.0万t、11.7万t、1.3万t和0.2万t,稳步增长至2016年的2130.2万t、191.9万t、188.4万t、75.8万t、8.6万t和1.6万t。

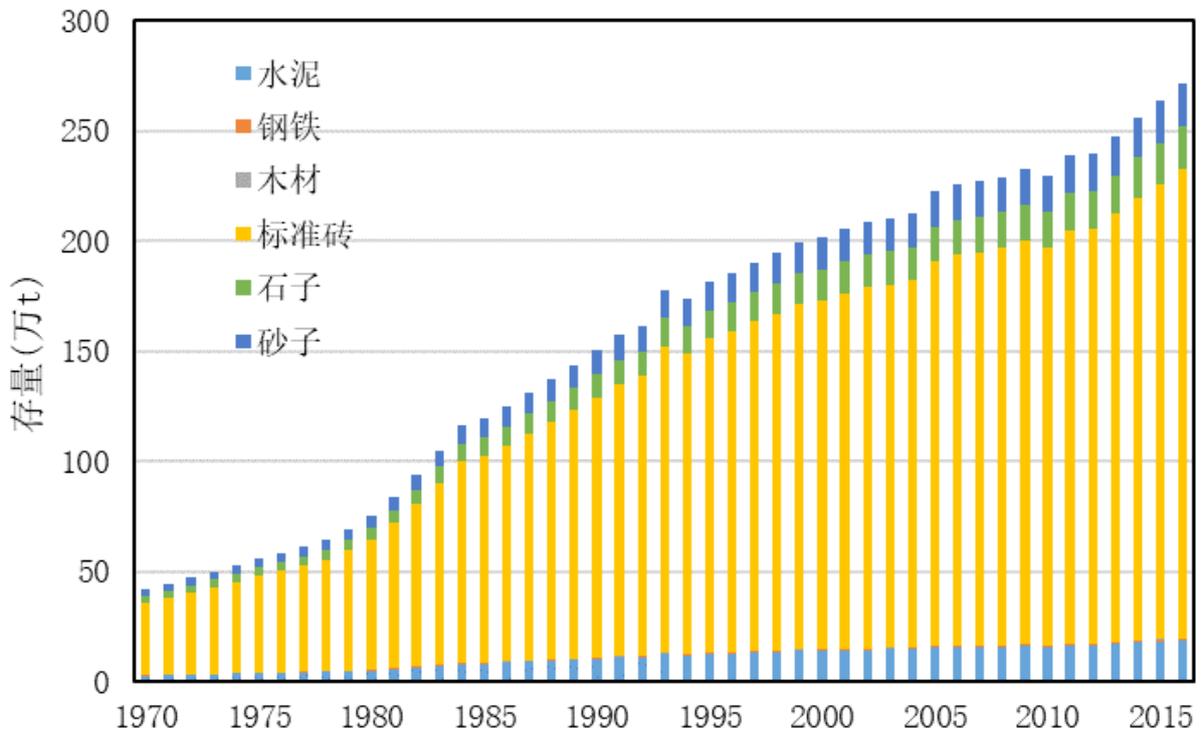


图 3-3: 中国 1970-2015 年农村建筑材料存量

### 3) 中国农村建筑材料间接能源消耗及其碳排放

根据上述建筑材料存量,结合谷立静(2009)建筑材料时效清单数据,开展中国农村建筑材料生命周期评估(LCA),揭示由中国农村建筑材料引致的间接能源需求和碳排放(图3-4所示)。计算结果表明,1970-2016年期间,由中国农村建筑材料引致的间接

能源消耗和碳排放大幅增长。间接能源消耗从1970年的13.3万tce快速增长至2000年的59.6万tce后小幅下调,截至2016年,中国农村建筑材料引致的间接能源消耗达到71.7万tce。从中国农村建筑材料引致的碳排放从1970年的19.3万tCO<sub>2</sub>稳步增长至2016年的125.8万tCO<sub>2</sub>。

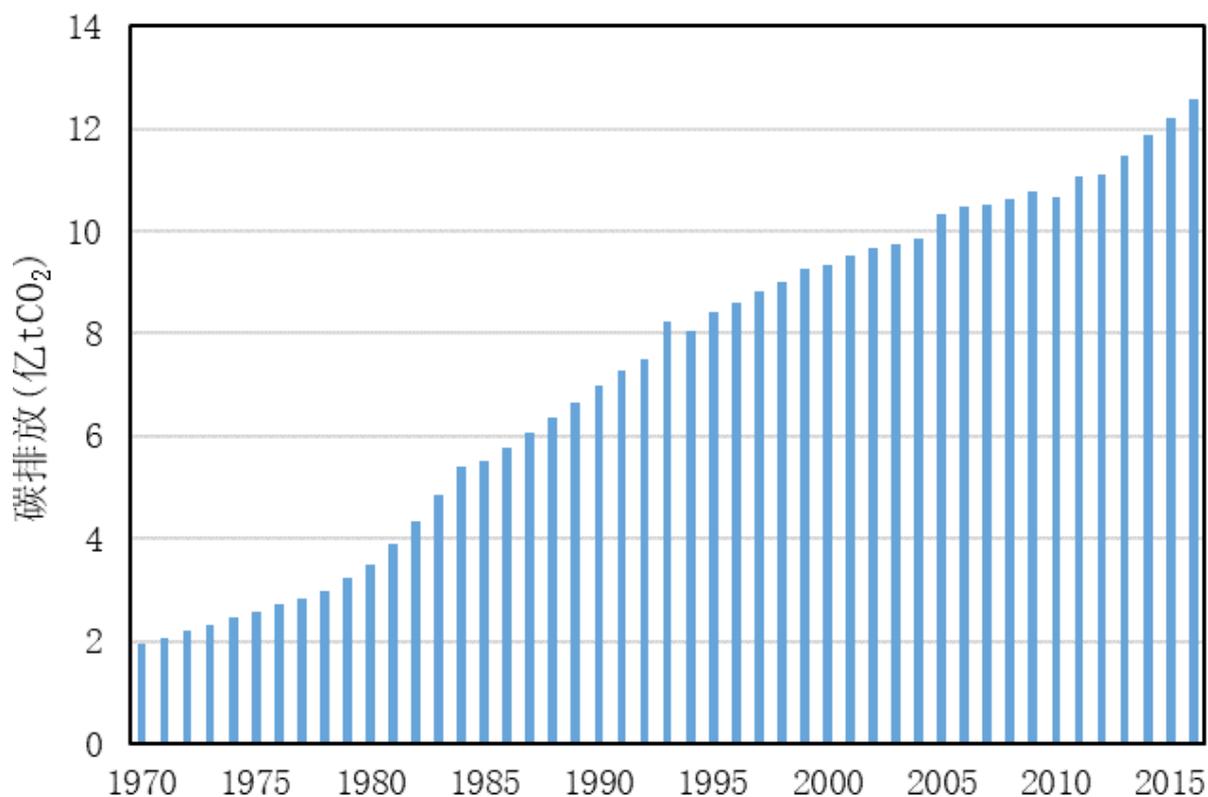


图 3-4: 中国农村建筑材料间接能源消耗量及其碳排放

## 3.2 农村食物消费及其碳排放

基于系统文献调研，获取主要食物全生命周期包括生产、采集处理和加工、运输、消费和废弃处理五大关键环节的碳排放系数。食物包括谷物、油籽和豆类、根与块茎、水果、蔬菜、肉、鱼与海鲜和乳制品 8 大类，共计 20 种食品，食物全生命周期碳排放强度系数见表 3-2。

表 3-2 显示，不同食品在生命周期不同阶段，碳排放强度系数具有显著差异。例如，谷物、根与块茎、蔬菜，乳制品废弃阶段碳排放系数最大；肉类则是生产阶段碳排放系数最大；而鱼与海鲜是采集处理和加工阶段碳排放系数最大。此外，同一种食品在生命周期不同阶段，碳排放强度系数差异也十分明显。

表 3-2: 食物全生命周期碳排放强度系数 (单位: kgCO<sub>2</sub>/kg)

	生产	采集处理和加工	运输	消费	废弃处理
<b>谷物</b>					
玉米	0.169	0.240	0.333	0.893	1.956
小麦	0.218	0.095	0.015	0.893	1.956
白饭	1.001	0.936	0.343	0.893	1.955
<b>油籽和豆类</b>	0.488				
大豆	0.318	1.151	0.168	0.056	1.955
花生, 带壳	0.261	0.030	0.168 <sup>①</sup>	0.000	0.000
菜子	0.488	0.030	0.168	0.000	0.000
黑芝麻	0.488	0.030	0.168	0.000	0.000
葵花籽	0.488	0.030	0.168	0.000	0.000
<b>根与块茎</b>	0.404				
土豆	0.404	0.000	0.204	0.056 <sup>②</sup>	1.956
红薯	0.404	0.000	0.204	0.056	1.956
木薯	0.404	0.000	0.204	0.056	1.956
芋头	0.404	0.000	0.204	0.056	1.956
<b>水果</b>	0.242	0.070	0.216	0.000	0.000
<b>蔬菜</b>	0.111	0.070	0.205	0.056	1.956
<b>肉</b>					
猪肉	2.962	0.308	0.640	1.114	1.957
黄牛	39.510	2.500	0.028	1.114	1.956
羊	33.124	2.127	1.112	1.114	1.949
家禽	1.593	0.811	0.028	0.279	1.957
<b>鱼, 海鲜</b>	1.809	2.443	0.315	0.279	1.955
<b>乳制品</b>	1.683	0.010	0.228	0.000	2.000

1980-2016年, 中国农村食物消费总量呈下降趋势, 谷物和蔬菜仍然占据主导, 水果、肉禽蛋奶增幅较大。从总量上而言, 中国农村食物消费从1980年的3.2亿t上升到1990年的峰值3.5亿t后, 稳步下调, 截至2016年, 中国农村食物消费量下降至2.0亿t。1980-2016年期间, 中国农村食物消费结构虽

然仍以谷物和蔬菜占主导, 但已出现大幅调整。具体而言, 谷物占比下降近20%, 蔬菜下降5.5%; 与此相对, 水果上升近10%, 肉、禽蛋分别增长4.6%和4.3%; 油籽和豆类、奶类和水产分别上涨2.3%、1.9%和1.9%。

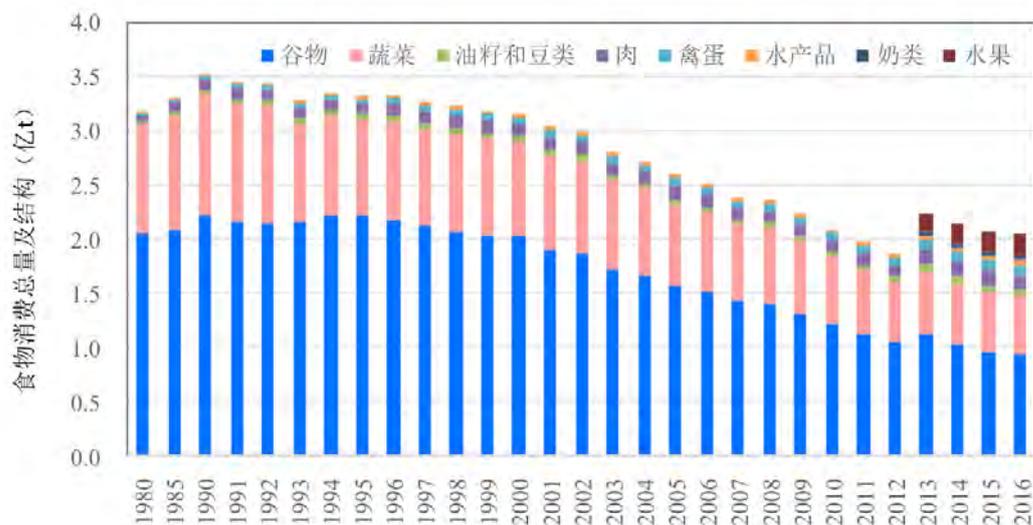


图 3-5 中国农村食物消费总量及结构变化趋势

同期，农村全生命周期食物消费碳排放总量也呈稳步下降趋势，虽然废弃物处理和生产环节仍然是农村全生命周期食物消费碳排放的主要环节。从碳排放总量上看，从1980年的22.1亿tCO<sub>2</sub>下降至2016年的14.4亿tCO<sub>2</sub>。从结构上看，生产、采集处理和加工、运输、消费和废弃处理环节碳排放占比从1980年的16.6%、12.9%、6.5%、17.4%、46.6%转变为2016年的25.7%、14.4%、6.7%、13.9%和39.2%。降幅最大的为废弃处理阶段(-7.3%)，消费阶段其次(-3.5%)；与此相对，生产、采集处理

和加工、运输分别增长9.1%、1.5%和0.2%。

对比不同地区的农村生命周期食物消费碳排放规律可知(图3-7)：全国食物消费的碳排放存在明显的空间差异，其中经济发达地区(如北京、上海、广东等)，其动物性消费的碳排放量比重相对较大，超过了35%；此外，在中国主要的牧区(如内蒙古、西藏、青海、新疆)，其动物性消费的碳排放比重也相对较高，这与当地的饮食结构有明显的关系。

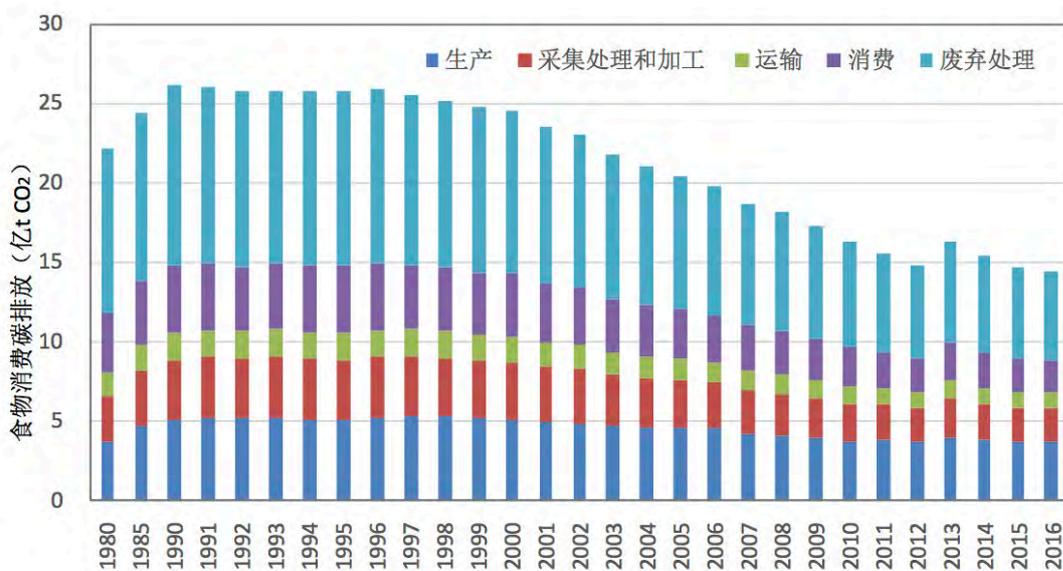


图 3-6 农村全生命周期食物消费碳排放变化趋势

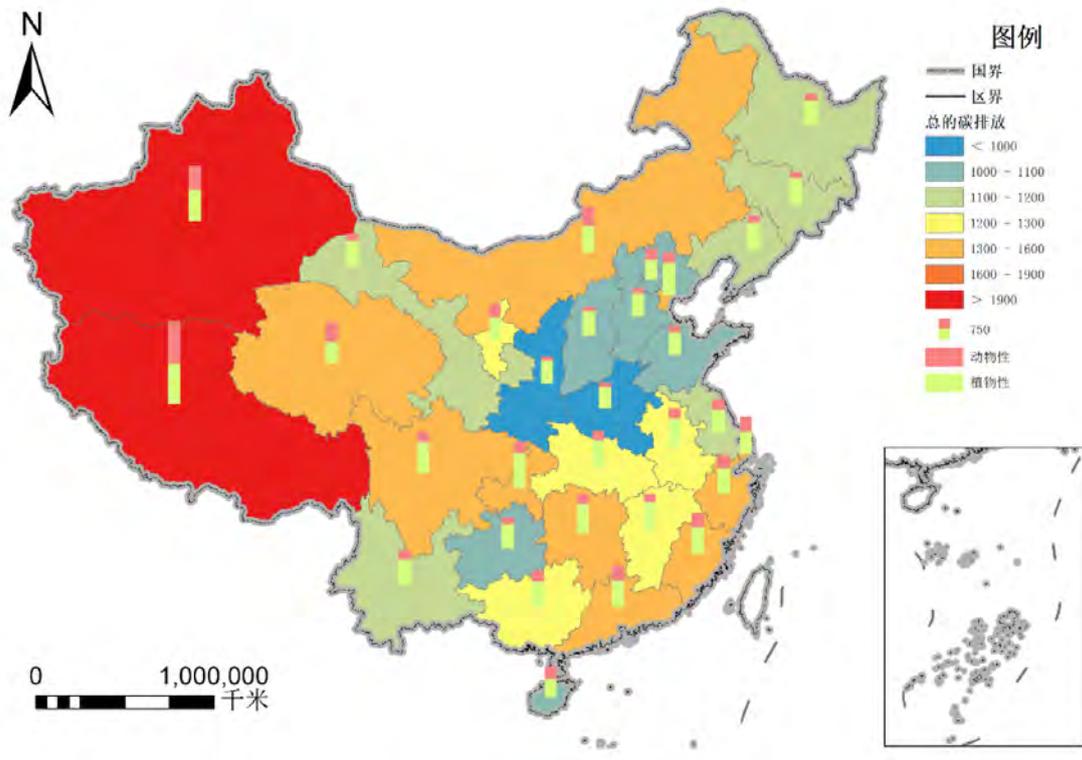


图 3-7 中国不同省份生命周期食物消费碳排放空间差异性研究

### 3.3 农村家庭耐用品消费与碳排放

通过文献调研获取家庭耐用品强度系数(表 3-3)。由于数据可获性限制,本项目主要考虑电冰箱、空调、热水器、豆浆机、彩色电视机以及家用汽车在生产阶段的碳排放。此外,家庭耐用品使用阶段所产生的碳

排放不纳入由间接能耗引致的碳排放研究范畴。由表可知,生产阶段生产单位汽车所产生的碳排放强度最大为 7390kg CO<sub>2</sub>,空调第二为 702.6kg CO<sub>2</sub>,彩色电视机第三 637.0kg CO<sub>2</sub>。

表 3-3 家庭耐用品生命周期碳排放强度系数 (kgCO<sub>2</sub>/台)

耐用品	碳排放强度	生产阶段	运输阶段	使用阶段
电冰箱(柜)/台	kg/台	166.79	-	2489.02
空调 /台	kg/台	702.6	0.23	3219
热水器 /台	kg/台	69.97	-	7163.13
豆浆机	kg/台	37.22	4.8	177.35
彩色电视机/台	kg/台	637	17.8	2040
家用汽车/辆	kg/辆	7390	-	104510

农村家庭耐用品需求大幅增长（图 3-8 所示）。具体而言，电冰箱、空调、热水器、彩色电视机和家用汽车分别从 1985 年的 16 万台、0 万台、0 万台、127 万台和 0 万台，增长至 2016 年的 15994 万台、8506 万台、10669 万台、21230 万台和 3109 万台。

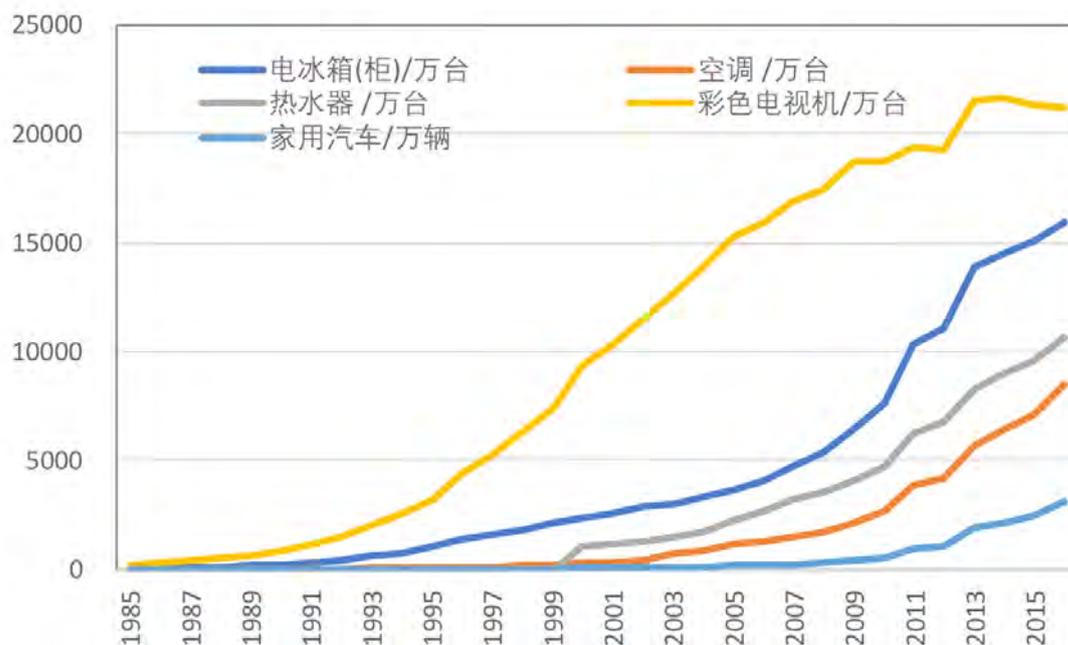


图 3-8 农村家庭耐用品需求变化趋势

与此同时，农村家庭耐用品碳排放总量节节攀升，彩色电视机的主导地位被家用汽车所取代（图 3-9）。具体而言，碳排放总量从 1985 年的 157.3 万 t CO<sub>2</sub>，增长至 2016 年的 45893.6 t CO<sub>2</sub>。从农村家庭耐用品碳排放结构上看，电冰箱、空调、热水器、彩色电视

机和家用汽车占分别从 1985 年的 3.2%、0.0%、0.0%、96.8% 和 0.0% 转变为 2016 年的 5.8%、13.0%、1.6%、29.5% 和 50.1%，彩色电视机碳排放主导地位被家用汽车所取代。

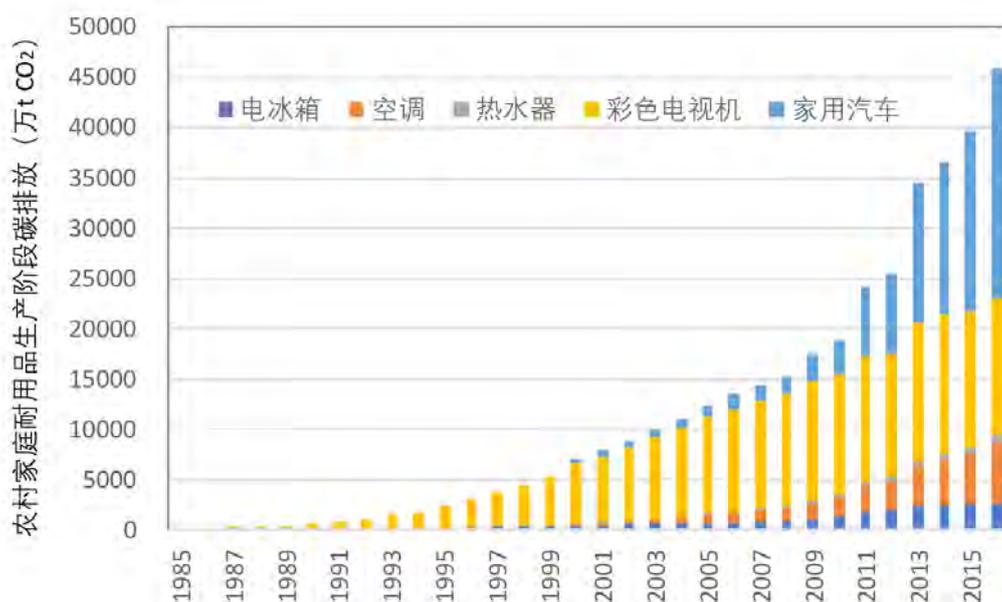


图 3-9 农村家庭耐用品生产阶段碳排放变化趋势

由图可知，中国农村家庭耐用品碳排放总量随人均可支配收入的增加而呈增加趋势。具体而言，当农村人均可支配收入不足 15000 元 / 人时，其耐用品碳排放总量不足 4.0 MgCO<sub>2</sub>/ 百户，其主要集中在 2.0-3.0

MgCO<sub>2</sub>/ 百户；超过 15000 元 / 人时，除上海时相对较低外，其余地区的碳排放总量均超过了 5.0 Mg/ 百户。

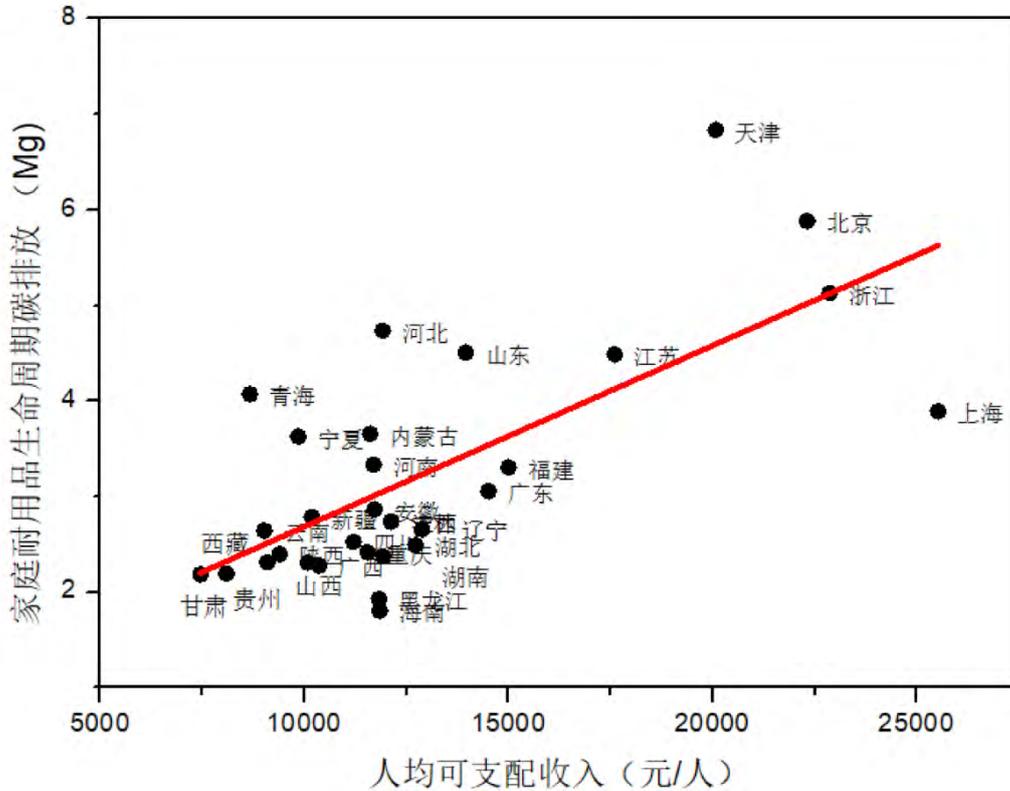


图 3-10 农村家庭耐用品碳排放与人均可支配收入的关系

### 3.4 基于“基本生活水准”的间接能源贫困总结

由于数据缺失和研究方法存在一定的不确定性，使得国内外学者对于基于“基本生活水准”的间接能源贫困研究相对较少。本研究，根据目前的研究进展和调研数据，对中国农村基于“基本生活水准”的间接能源贫困进行了研究，主要研究结论如下：

(1) 中国农村建筑以砖混结构为主导，且以标准砖为主，总存量大幅度增加，这使得中国农村建筑引致的间接能源消耗和碳排放增长幅度相对较大。

(2) 中国农村食物消费结构发生了一定改变，其中粮食类消费下降较多，但水果、肉禽蛋奶增幅较大，但农村食物消费仍以谷物和蔬菜为主；中国农村食物消费的间接能源消费及其贫困，主要是考虑其全生命周期碳排放，其碳排放总量有所下降，且废弃物

处理和生产环节仍然是农村全生命周期食物消费碳排放的主要环节。此外，中国农村食物消费的碳排放存在明显的空间差异，经济发达地区和主要牧区，其农村居民动物性消费的碳排放量比重相对较大。

(3) 随着社会经济的发展，农村家庭耐用品数量增加较多，其能源消费也增加迅速，这使得其全生命周期碳排放总量迅速增加，其家用汽车已经取代彩色电视机成为中国农村耐用品能源消费的主要部分。

由于数据资料相对较少，难以对基于“基本生活水准”的间接能源贫困各方面进行全面总结与评价。因此，在未来基于“基本生活水准”的间接能源贫困研究中，需要进一步扩展研究对象和范围，从而更全面地评价基于“基本生活水准”的间接能源贫困情况。

## 第四章 中国应对能源贫困政策

### 4.1 中国的能源扶贫政策

贫困已经成为限制中国可持续发展的重要限制因素，为了更好地解决这一问题，中共中央、国务院于2015年11月29日颁布了《中共中央国务院关于打赢脱贫攻坚战的决定》（简称《决定》），这标志着中国坚决打赢贫困战的开始。在《决定》中明确的提出了，“到2020年，稳定实现农村贫困人口不愁吃、不愁穿，义务教育、基本医疗和住房安全有保障。实现贫困地区农民人均可支配收入增长幅度高于全国平均水平，基本公共服务主要领域指标接近全国平均水平。确保中国现行标准下农村贫困人口实现脱贫，贫困县全部摘帽，解决区域性整体贫困”。

能源是人民生活的物质基础，然而贫困地区往往依靠传统能源为主，清洁能源和商品能源相对较少，如何解决贫困地区的能源问题，对于更好地解决中国贫困问题具有重要的作用。针对中国贫困地区的能源问题，中国政府制定了相应的政策，中国能源扶贫发展历程具体情况如下（图4-1所示）：

- **2014年10月：**为了更好地开展扶贫工作，改善贫困地区人民生活，加快组织实施光伏扶贫工程，国家能源局与国务院扶贫办联合制定了实施光伏扶贫工程工作方案，并制定了工作目标：一方面实施分布式光伏扶贫，支持片区县和国家扶贫开发工作重点县（以下简称贫困县）内已建档立卡贫困户安装分布式光伏发电系统，增加贫困人口基本生活收入；另一方面是片区县和贫困县因地制宜开展光伏农业扶贫，利用贫困地区荒山荒坡、农业大棚或设施农业等建设光伏电站，使贫困人口能直接增加收入。

- **2015年12月：**为了更好地贯彻落实《中共中央国务院关于打赢脱贫攻坚战的决定》要求，国家能源局根据中国贫困地区的特点，制定了《国家能源局关于加快贫困地区能源开发建设推进脱贫攻坚的实施意见》（简称《意见》），并明确了不同部门的相应工作，包括优先安排“三区三州”能源重大投资项

目、实施深度贫困地区农村电网改造升级工程、深入推进深度贫困地区光伏扶贫工程、加强深度贫困地区定点扶贫工作等。

- **2016年4月：**根据《决定》的要求，开展能源扶贫工程，在全国具备光伏建设条件的贫困地区实施光伏扶贫工程，实现国家清洁能源发展和促进贫困人口稳手增收。因此，国家能源局制定了《关于实施光伏发电扶贫工作的意见》，并提出“在2020年之前，重点在前期开展试点的、光照条件较好的16个省的471个县的约3.5万个建档立卡贫困村，以整村推进的方式，保障200万建档立卡无劳动能力贫困户（包括残疾人）每年每户增加收入3000元以上。其他光照条件好的贫困地区可按照精准扶贫的要求，因地制宜推进实施”。

- **2016年10月：**为了更好地落实《决定》和《关于实施光伏发电扶贫工作的意见》，扎实推进光伏扶贫工作，国家能源局组织各地区编制了光伏扶贫实施方案，并下达了第一批光伏扶贫项目，本批光伏扶贫项目总规模516万千瓦，其中，村级光伏电站（含户用）共计218万千瓦，集中式地面电站共计298万千瓦。

- **2017年12月：**在进一步落实第一批光伏扶贫项目的基础上，更好地扎实推进光伏扶贫工作，在地方组织编制“十三五”光伏扶贫实施方案的基础上，国家能源局下达了“十三五”第一批光伏扶贫项目，包括14个省（自治区）、236个光伏扶贫重点县的扶贫项目，共8689个村级电站，总装机规模4186237.852千瓦，扶贫对象为14566个建档立卡贫困村的710751户建档立卡贫困户。

- **2018年3月：**为规范光伏扶贫电站建设运行管理，保障光伏扶贫实施效果，促进光伏扶贫健康有序发展，根据《决定》和《意见》的相关规定，国家能源局、国务院扶贫办制定了《光伏扶贫电站管理办法》。



图 4-1: 中国能源扶贫发展历程

• **2018年10月：**为了更好地发挥能源行业特点和系统优势，进一步加大支持力度，促进贫困地区能源加快发展，国家能源局制定了《进一步支持贫困地区能源发展助推脱贫攻坚行动方案》，并明确提出了行动目标：“到2020年，贫困地区能源资源开发有序有效推进；贫困地区能源普遍服务水平显著提高，达到或接近本省（区、市）平均水平；完成西藏等地区农村通动力电，实现全国贫困地区农村动力电全覆盖；行业内各单位、各部门负责的定点扶贫县全部摘帽”。

此外，其他相关部分对贫困地区也开展了相关的能源扶贫工作，具体如下：

**国务院扶贫办：**提出了完善“1+N”政策体系，

即一个全面推荐攻坚的文件加上若干个配套政策问题文件，如贵州省提出的“1+17”配套文件，其中涉及到电力方面的内容。

**审计署：**在审计署领导的协调推动下，南方电网等帮扶单位与丹寨县签署了扶贫开发协议，一批重点扶贫项目随即启动；审计署积极争取资金投入，改善了安阳乡西白司城村、浦阳镇永禄村的村村内道路照明设施；还稳步推荐了光伏扶贫工作，设计谋划和运作概算投资约6亿元的蒲阳镇东委村农光互补项目。

**农业银行：**充分发挥大型商业银行的综合优势，集中力量，重点支持扶贫带动效应显著的产业或项目，增加水、电、路、网等重大基础设施建设贷款。



## 4.2 中国主要能源扶贫工程的成效

针对中国对西藏、新疆南疆、四省（川、滇、甘、青）藏区以及四川凉山、云南怒江、甘肃临夏（以下简称“三区三州”）等深度贫困地区，重点通过农村电网、清洁能源开发、煤炭开发利用等工程，使得中国“三区三州”深度贫困地区的能源资源开发利用和基础设施建设取得了明显的成效（国家能源局，2018），中国能源扶贫工程建设、实施及其成效情况如下表 4-1 所示。

**表 4-1：中国主要能源扶贫工程建设及其成效情况**

能源扶贫项目	投资及建设情况	实施效果
农网改造升级工程	2016 年和 2017 年，共 60.1 亿元；2018 年，56.1 亿元	农村供电可靠性和供电能力显著增强； 大电网覆盖率得到极大提升； 解决了农村用电难的问题
动力电全覆盖工程	-	西藏外的 23 个省的 2.9 万个贫困村通上电力电； 每个自然村新增企业 4 个，人均用电量增加 95.5 千瓦时 2016 年 3 月，“三区三州”的 185 个县被列为工程重点区域； 2016 年 10 月，“三区三州”扶贫规模 5.87 万千瓦，2326 户贫困户收益； 2017 年 12 月，“十三五”第一批光伏扶贫项目，“三区三州”地区的 92 个县下达装机规模 174 万千瓦，惠及 5289 个建档立卡贫困村的 30 万贫困户
光伏扶贫工程	-	开工金沙江白鹤滩水电站、大渡河硬梁包水电站、黄河玛尔挡水电站等 7 个大型水电工程，地方基础设施和生态环境得到改善
大型水电项目	总装机规模 2426.6 万千瓦，总投资约 2797 亿元	建设大中型煤矿，总规模 1620 万吨/年
南疆煤炭资源开发	总投资 14 亿元	共建设天然气管道近 2500 公里，使 12 个县市、20 个农牧团场用上了天然气，每年供气 4.2 亿立方米，惠及人口 400 多万
南疆天然气利民工程	总投资 64 亿元	建设了果多水电站送出工程、藏中四地市 110 千伏输变电工程、昌都电网网架完善工程等输变电工程，提高了西藏电网供电可靠性
西藏电网工程	-	满足当地用电需求，增加当地财政收入
四川凉山州风电基地	装机总规模为 1049 万千瓦	

### 4.3 中国光伏扶贫政策及其发展情况

光伏扶贫是由政府、企业或贫困户出资，在屋顶、农田、温室大棚等空置空间安装光伏发电系统，或在贫困地区荒山、荒坡、河滩等未利用土地上建设光伏电站，贫困户可以通过发电补贴、销售多余电量、村集体销售电收益分配等方式有效地提高贫困户收入（郭建军和白婷，2018；图 4-2 示）。根据估算，光伏电站使用年限预计 25 年，而其预计需要 10 年左右可收回成本，且光伏扶贫每户每年能增加 3000 元以

上的收入；此外，光伏扶贫项目还具有重要的社会生态效益，一方面能够增加贫困户就业机会，另一方面能够有效地减少煤炭等化石能源的消费，从而减少了大量 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>、灰渣、烟尘等有害物质的排放，从而减少了环境污染，改善生态环境。因此，光伏扶贫项目是中国能源扶贫项目中开展相对广泛，且果相对较好，并被国务院扶贫办确定为“十大精准扶贫工程”之一，图 5-3 总结了中国光伏扶贫政策发展历程。

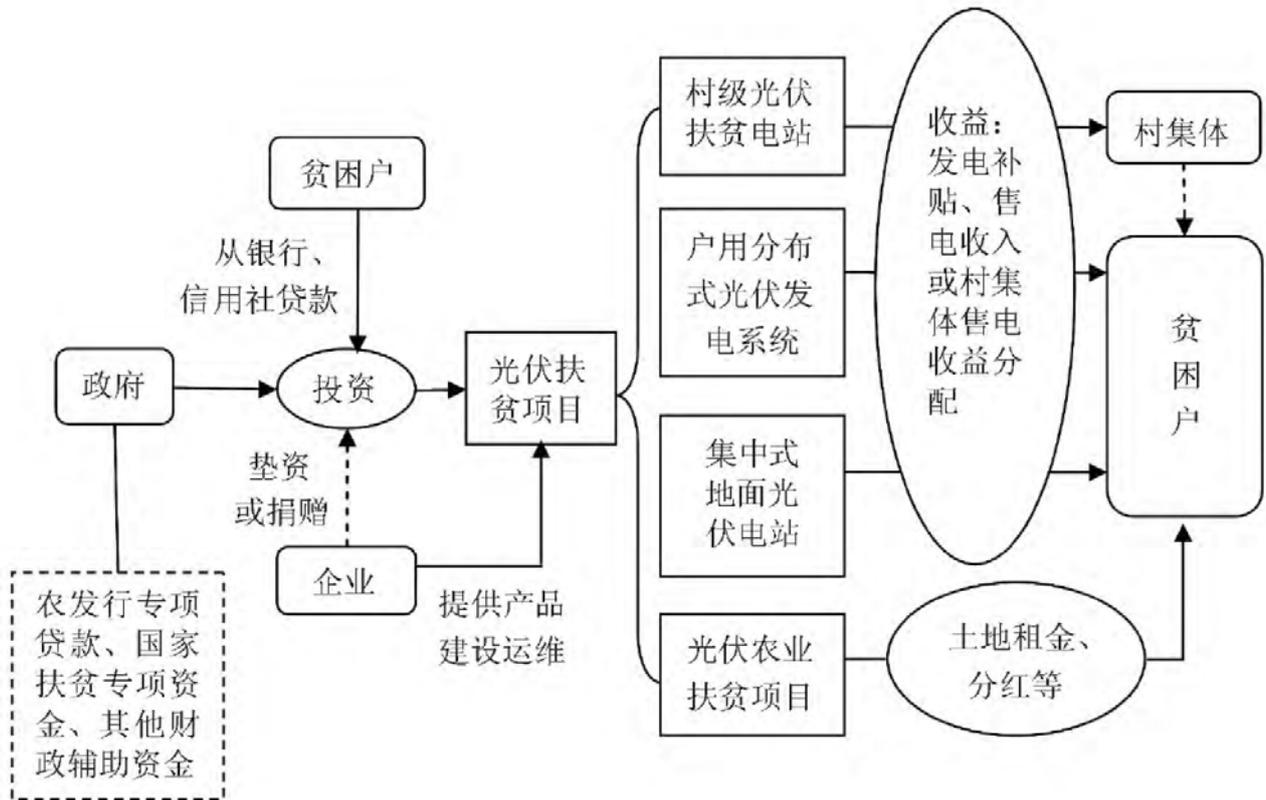


图 4-2：中国光伏扶贫运行机制（郭建军和白婷，2018）

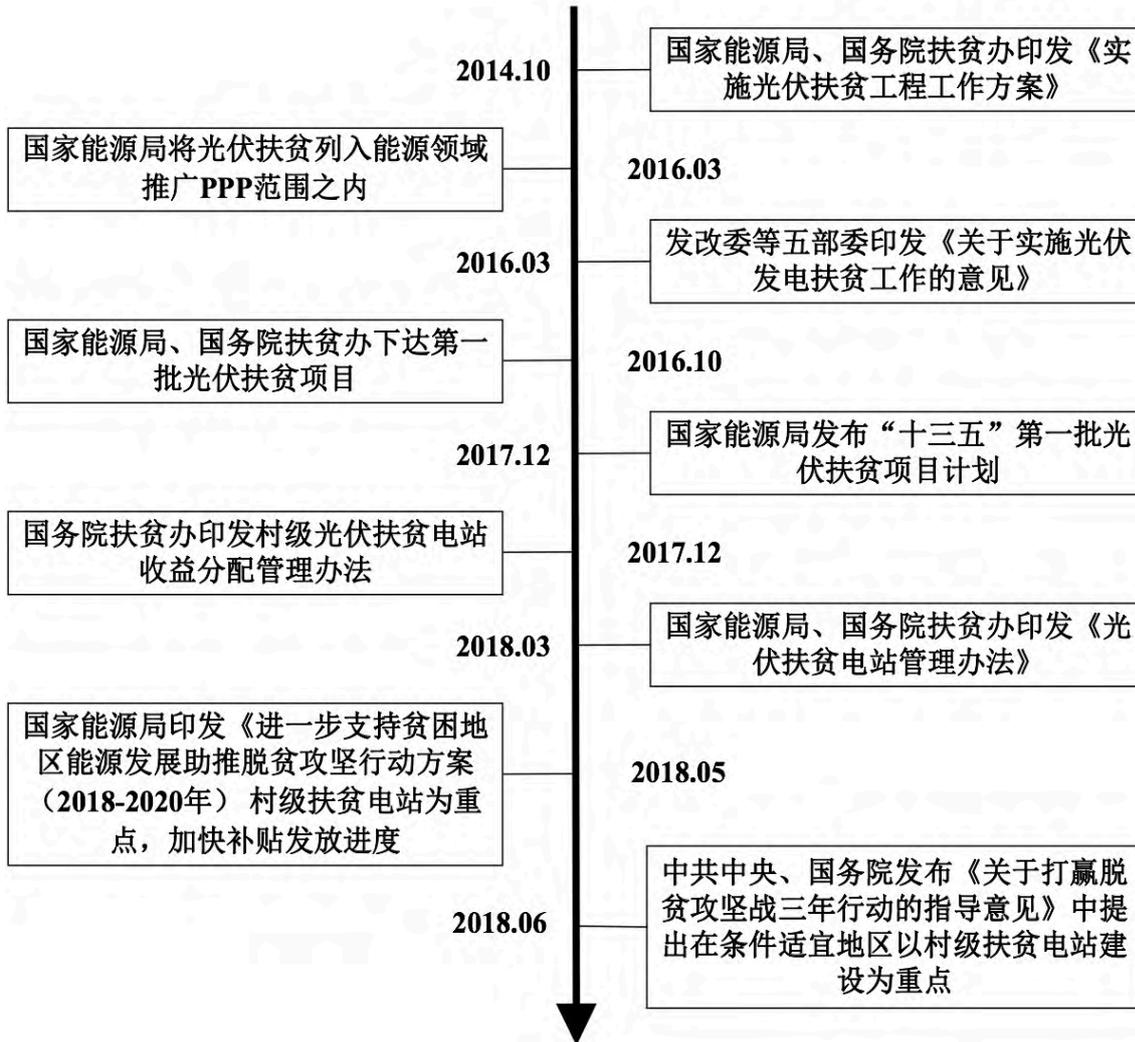


图 4-3：中国光伏扶贫政策发展历程

• **2014年10月**：国家能源局和国务院扶贫办联合制定了《光伏扶贫工程工作方案》，并在宁夏、安徽、山西、河北、甘肃、青海6省30个县通过实施分布式光伏扶贫和光伏农业扶贫方式，增加贫困人口基本生活收入，总建设规模150万千瓦。

• **2016年3月**：国家发改委、国务院扶贫开发办、国家能源局、国开行、中国农业发展银行五部委联合发布了《关于光伏发电扶贫的工作意见》，并指出在2020年之前，重点在前期开展试点的、光照条件好的16个省的471个县的约3.5万个建档立卡贫困村，以整村推进的方式，保障200万建档立卡无劳动能力贫困户每年每户增加收入3000元以上。

• **2016年3月**：为在能源领域推广政府和社会资本合作，提高供给效率，改善地区能源服务水平，国家能源局将光伏扶贫列入能源领域推广政府和社会资本合作模式（PPP）范围之内。

• **2016年10月**：国家能源局和国务院扶贫办联合下达了《第一批光伏扶贫项目》，包括河北、河南、安徽等14个省开展光伏扶贫项目，总规模516万千瓦，共帮扶贫困户55.6万户，其中村级光伏电站（含户用）供给218万千瓦，帮扶贫困户43.1万户，集中式地面电站共计298万千瓦，帮扶贫困户12.5万户。

• **2017年12月**：国家能源局和国务院扶贫办联合发布了《“十三五”第一批光伏扶贫项目》，本



批下达 14 个省（自治区）、236 个光伏扶贫重点县的光伏扶贫项目，共 8689 个村级电站，总装机规模 4186237.852 千瓦，扶持对象为 14556 个建档立卡贫困户的 710751 户建档立卡贫困户。

- **2017 年 12 月：**国务院扶贫办发布了《村级光伏扶贫电站收益分配管理办法》，并指出村级光伏扶贫电站的发电收益形成村集体经济，用以开展公益岗位扶贫、小型公益事业扶贫、奖励补助扶贫等。

- **2018 年 3 月：**为规范光伏扶贫电站建设，保障光伏扶贫实施效果，存进光伏扶贫健康有序发展，国家能源局和国务院扶贫办联合制定了《光伏扶贫电站管理办法》。

- **2018 年 5 月：**在国家能源局颁布的《进一步支持贫困地区能源发展助推脱贫攻坚行动方案

（2018-2020 年）》中，明确指出了实施“精准实施光伏扶贫工程”，并指出优先支持“三区三州”等深度贫困地区建设村级光伏电站，并确保光伏扶贫工程质量和效果。

- **2018 年 6 月：**中共中央和国务院公布了《关于打赢脱贫攻坚战三年行动的指导意见》，并指出在条件适宜地区，以贫困村村级光伏扶贫电站建设为重点，有序推进光伏扶贫。

经过中国 5 年光伏扶贫工程的开展，截至 2018 年 8 月 31 日，中国共累计下达光伏扶贫规模 1544 万千瓦，已在全国 26 个省份建成并网光伏扶贫项目 1363 万千瓦，累计帮扶 224 万建档立卡贫困户，平均每年每贫困户增加收入 3000 元以上，中国光伏扶贫项目取得了一定的成果。

## 4.4 中国光伏扶贫工程建设情况

### 4.4.1 中国光伏扶贫工程光伏电站类型

根据中国光伏扶贫工程的建设，中国目前光伏扶贫电站主要有 3 种类型，包括户用分布式光伏电站、集中式地面光伏电站、村级光伏电站，不同类型的光伏电站的存在一定的差异（如表 4-2 所示）。

**户用分布式光伏电站：**此类型主要分布在贫困户屋顶、空地、院落等地方，主要有政府和村民共同投资的 3~5 千瓦装机规模光伏电站，其成本为 5 万元左右、电压为 220V，是中国目前光伏扶贫项目主流类型，其每年每户年均收益在 3000 元左右，但其扶贫效率相对较差；此类型的光伏电站具有建设成本低、建设周期短、收益精准到户，但其存在着选址难、投资大、运维困难等问题（郭建宇和白婷，2018；吴素华，2018）。

**集中式地面光伏电站：**此类型主要分布在未开放的荒山空地由政府和企业共同投资建设的 2 万千瓦规模的光伏电站，成本为 1.5 亿元，其每年每户年均收益在 3000 元左右，但其扶贫效率相对一般；由于其具有规模优势、易于管理等优势，使得其在中国西

北地区开展相对广泛，然而该光伏电站仍存在着企业参与成分和扶贫效率相对不高等类型，因此，其推广具有一定的难度（郭建宇和白婷，2018；吴素华，2018）。

**村级光伏电站：**此类型主要是利用村中空余土地、由政府投资建设的 300 千瓦规模的光伏电站，成本为 200 万元，其每年每户年均收益在 3000 元左右，其扶贫效率相对较好，且产权归村集体所有，收益由村集体与农户按比例分配；该类型的光伏电站具有高效的管理和分成优势，是中国中东部地区光伏扶贫的主要类型，但由于其位置相对分散，使得运行和维护存在不便等缺点。由于其具有规模优势、易于管理等优势，使得其在中国西北地区开展相对广泛，然而该光伏电站仍存在着企业参与成分和扶贫效率相对不高等类型，因此，其推广具有一定的难度（郭建宇和白婷，2018；吴素华，2018）。

此外，中国光伏扶贫还可以通过在农业大棚、水产养殖场等现代农业设施基础上建设光伏电站，其中贫困户主要收取土地租金或以项目分红等方式获得收益（郭建宇和白婷，2018）。



表 4-2: 中国三种光伏扶贫电站类型对比

序号	户用分布式光伏电站	集中式地面光伏电站	村级光伏电站
主要政策阶段	初期探索阶段	全面铺开阶段	规范发展阶段
典型装机规模	5 千瓦	20000 千瓦	300 千瓦
典型电压等级	220V	35KV	380KV( 或 10KV)
典型投资规模	5 万元	1.5 亿元	200 万元
主要投资主体	政府 + 村民	政府 + 企业	政府
主要建设区域	屋顶、空地、院落	荒山空地	村中的空余土地
扶贫年收益	户均 3000 元	户均 3000 元	户均 3000 元
实际扶贫效率	较差	一般	较好
主要优势	建设成本低、建设周期短、收益精准到户	规模优势、易于管理	高效的管理和分成
主要劣势	选址难、投资大、运维困难	企业参与分成、扶贫效率不高	坐落分散导致运维不便

表 4-3: 中国 6 种光伏扶贫模式投资情况对比

扶贫模式	出资类型	实践案例
云南模式	扶贫资金 + 银行农户贷款	云南红河州 200 套，政府出资 70%，政府担保、农户从信用社贷款 30%
江苏模式	扶贫资金 + 农户银行贷款	江苏盱眙 228 户每户 3kw，政府出资 9 万元，第三方担保公司担保，农户从当地农商行贷款 95% 以上
贵州模式	扶贫资金 + 企业垫付	贵州罗甸 40 套，政府出资 80%，企业垫付 20%，后期农户以发电收益分配偿还企业
陕西模式	扶贫资金 + 地方财政配套	陕西临汾光伏地面电站 100kw，有中央扶贫资金和地方财政配套，农户没有负担
安徽模式	扶贫资金 + 地方投资公司垫付	安徽泗县，5000 套，政府出资 70%，当地投资公司垫付 30%，后期农户以发电收益分期偿还投资公司
金寨模式	政府资金 + 企业赞助 + 农户出资	金寨县光伏扶贫投入资金由政府支持、光伏企业赞助、农户出资各 1/3 的模式提供

#### 4.4.2 中国光伏扶贫工程投资情况

根据当地的实际情况，不同地区的投资主体及其比例存在较大的差异，目前中国光伏扶贫投资模式存在三种方式，即：一方出资模式（政府独自出资）、两方出资模式（“政府 + 企业”或“政府 + 贫困户”）、三方出资模式（“政府 + 企业 + 贫困户”）（郭建宇 & 白婷，2018）。由于投资模式的不同，使得不同投资方式的光伏扶贫电站的产权和收益分配方式不同。根据资金投资方式和运作模式的差异，姜安印 & 刘博（2017）总结了我国目前主要的光伏扶贫模式情况，具体如下表 4-3 所示。

#### 4.4.3 中国光伏扶贫工程存在的问题及建议

尽管中国光伏扶贫工程取得了一定的成果和进展，但目前中国光伏扶贫工程发展仍存在一些问题，主要有以下几个方面内容：

##### (1) 发电实际效益存在一定的差距，扶贫效果存在一定不足

某些地区的通过低价竞标的方式获得建设电站资格，其为了短期利益降低了建设成本，使得产品质量得不到保障，这严重的影响到了光伏扶贫电站的光点



转换率和使用寿命，直接导致光伏电站发电效率，故障多甚至不发电，光伏扶贫电站世纪发电效益存在较大差异，影响了扶贫效果（李静，2018）。

### （2）电力消纳能力相对较差，存在严重发电浪费现象

光伏发电资源相对丰富的地区一般位于中国西北地区地区和相对偏僻的贫困地区，其经济落后，电力消纳能力相对较差；同时由于光伏发电波动性强，发电相对不稳定，外送电网建设相对滞后，使得集中上网对电网冲击很大，且光伏发电与用电高峰期存在不匹配现象，光伏发电量难以全部外送到其他地区。此外，由于光伏发电高电价，也在一定程度上影响了电力的消纳能力（王敏，2018）。

### （3）光伏扶贫电站保险机制相对落后

光伏电站受非人为因素的影响相对较大，发电波动性相对较强，这使得贫苦户依靠光伏发电获得收入十分不稳定；此外，如果光伏发电设备发生故障之后，如果不能得到及时维修或调试，这使得农户的收益受到一定的损失，且这很大一部分风险只能有贫困户自己承担。如果引入光伏发电保险机制，在发电条件较差或设备发生一定的损坏，能够有效地分摊风险，维护贫困户的收入（柏玉萱等，2018）。

### （4）区域分散，维护难度大

由于贫困地区往往位于交通不便的地区或偏远山区，农户之间的距离相对较远，这使得分布式农户光伏电站往往出现区域分散零星问题，发电量少，且由于农户分散分布，使得基础设施建设成本相对较高，光伏发电量难以更好地直接回收利用，后期维护难度相对较大。

## 4.4.4 中国光伏扶贫工程的相关建议

### （1）综合考虑各影响因素，因地制宜地开展光伏扶贫项目

由于部分贫困地区处于偏远地区，基础设施相对较差，如果过分增加光伏发电能力，会造成资源浪费，贫困户收入也得不到保障，无法达到光伏扶贫的目标。因此，在开展光伏扶贫建设项目之前，应当综合考虑贫困地区的光照资源、基础设施条件、电力消纳及传输能力，减少弃光严重区域的光伏扶贫项

目，并在条件适宜地区，适当增加相应的光伏扶贫项目，从而更加合理地开展光伏扶贫（郭建宇 & 白婷，2018）。

### （2）加入保险公司分摊风险，并鼓励多种投资形式介入光伏扶贫项目

由于贫困户承受风险能力相对较少，目前采取的光伏扶贫工程如果光伏发电设备发生损坏或发电条件相对较差时，贫困户难以更好地得到收益保障；同时，光伏电站初始投资相对较高，部分贫困户难以承担。因此，为了解决贫困户投资难和承受风险能力差等问题，在光伏扶贫项目建设中应该鼓励企业、社会资本信贷融资机构介入，并加入通过保险公司的新模式，降低贫困户承担风险能力。此外，光伏发电在控制气候变化方面所发挥的重要作用，还可以通过与碳交易市场进行合作，探索光伏扶贫新模式。

### （3）积极探索“光伏扶贫+”的多种扶贫模式

在目前某些地区存在光伏电站与农业发展争地现象，这严重地干扰到了国家粮食安全等问题。然而，光伏扶贫能够通过通过在农业大棚、水产养殖场等现代农业设施基础上建设光伏电站，避免争地现象发生，同时还使得农户通过项目分红获得收益。因此，应该积极探索“光伏扶贫+”的发展模式，通过光伏扶贫与其他产业发展相融合，促进产业发展与扶贫相结合，从而更好地实现贫苦地区脱贫的目标。

### （4）提高消纳能力

提高优先在一类地区和就地消纳能力强的地区发展光伏电站，完善基础设施条件，提高光伏发电传输能力。同时，适合贫困地区发展的光伏发电与其他相关产业相融合，在就地及时消纳光伏发电量，例如采用光伏+农业大棚模式，拓展就地消纳途径（王敏，2018）。

## 第五章 能源扶贫的政策建议

### 5.1 直接能源贫困的政策建议

针对中国农村直接能源贫困问题，目前可以采取的主要的应对策略和解决路径如下：

- 加大投入、加强管理、机构建设，改善能源贫困基础设施问题。针对能源贫困比较严重的区域，通过加大政府对农村地区的能源投入和加强农村能源管理和推广机构的建设，以及降低传统生物质能在农村能源消费中的比重等途径，改善当地的能源贫困状况。

- 充分利用本地资源，增加清洁商品能源使用，改善能源贫困结构问题。在清洁能源使用处于能源贫困严重的区域，提升非固体商品能源在能源消费总量中的比重是最主要的途径，结合本地能源资源禀赋条件，增加天然气以及包括光伏和风能在内的可再生能源消费比重；降低传统生物质能消费比重，采用现代清洁的生物质能利用方式。

- 改变生活方式，提高能源利用效率。对于能源可获取性和低效利用的区域，改善生活用能的高成本、非清洁和低效特征，以及提升现代商业能源服务的可获得性。降低居民家庭商品能相对成本，鼓励采用更加现代化和清洁高效的能源使用工具和方式，减少生活二氧化硫和烟尘排放，以及增强天然气供气能力和提升天然气消费占比等措施（李慷等，2014）。

### 5.2 间接能源贫困的政策建议

由于中国基于“基本生活水准”间接能源贫困的研究相对较少，而其与气候变化密切相关，需要对此进行进一步的研究，同时也需要依次评价结果提供相应的政策建议。因此，针对中国间接能源贫困的相关问题，具体建议如下：

- 需要设立服务于能源生产、运输和消费的扶贫基金，提高中国农村基础设施建设质量与水平，并

将间接能源贫困纳入到能源扶贫预算之中；

- 综合能源消费的全生命周期，将居民生活的间接能源消费纳入到能源消费、气候变化、环境效应研究之中；

- 重视间接能源消费及其贫困问题，加强间接能源消费与贫困的资料收集与数据统计工作。

### 5.3 南南合作与应对减贫与能源双重挑战政策建议

中国贫困问题和能源贫困问题，近年来在在一定程度上得到了很好的控制和解决，尤其是针对农村地区消除能源贫困问题，中国政府积极采取了相应的政策与行动，分阶段的从解决农村能源短缺问题、丰富农村能源供应种类、建设清洁能源和可再生能源基础设施方面采取了相应的政策和行动，取得了很好的成果。因此，中国解决在减贫和能源问题方面为发展中国家提供了很好的借鉴价值和意义，可以通过南南合作来积极应对减贫与能源的双重挑战。具体的建议如下：

- (1) 借鉴中国能源脱贫模式，加强南南国家合作，助力发展中国家能源脱贫。学习中国能源扶贫的先进经验，将中国能源扶贫发与节能技术推广到其他发展中国家之中，将中国农村电力发展模式引入到其他发展中国家之中，尤其是推进农村能源建设，设立专业扶贫机构、开展科学研究与资料收集，推动农业农村节能减排和保护生态环境方面的南南合作，改善其他发展中国家的农村能源贫困问题。

- (2) 依托南南国家资源特点与优势，大力推进清洁能源开发利用，发展现代清洁能源。针对不同国家的直接能源贫困情况，其他发展中国家应该充分利用本国的优势资源，大力推动可持续发展的现代清洁能源（如太阳能、风能等）的使用与利用，在解决农

村能源贫困问题的同时，也实现这些地区的可持续发展；同时加强南方国家在现代清洁能源方面的合作与研究，在输电、发电不便的地区建立分布式发电设备，提高电网的运行水平。

(3) 引入资本，以中国发展为模板，推动发展

中国家能源建设，改善发展中国家能源贫困问题。将资本引入到其他发展中国家，利用中国先进的技术和雄厚的资本，帮助这些国家缩小经济发展水平的差距，完善基础设施建设，从而降低这些国家国内政策实施成本。



## 参考文献:

1. Alkire, S. (2002). Dimensions of human development. *World Development*, 30(2), 181–205.
2. Andreassen, B.A.; Marks, S.P. *Development as a Human Right: Legal, Political and Economic Dimensions*; Harvard University Press: Cambridge, MA, USA, 2006.
3. Baer, P.; Athanasiou, T.; Kartha, S.; Kemp-Benedict, E. *The Greenhouse Development Rights Framework: The Right to Development in a Climate Constrained World*; Heinrich Böll Foundation: Berlin, Germany, 2008.
4. Barilla Center. Double pyramid 2016: A more sustainable future depends on us[EB/OL] <https://www.barillacfn.com/m/publications/doublepyramid2016-more-sustainable-future-depends-on-us.pdf>
5. Boardman B. Fuel poverty. *Int Encycl Hous Home* 2012:221e5.
6. Boardman B. *Liberalisation and fuel poverty*. Oxford: Oxford University Press, 2010.
7. Bolton Council. Bolton' s affordable warmth strategy 2013-2018[R]. Bolton: Bolton Council, 2013.
8. Bradshaw Jonathan, Hutton Sandra. Social policy options and fuel poverty. *J Econ Psychol*, 1983, 3: 249-66.
9. Caney, S. Justice and the distribution of greenhouse gas emissions. *J. Glob. Ethics* 2009, 5, 125–146.
10. Castano-Rosa, R., Solis-Guzman J., Rubio-Bellido C., Marrero M. Towards a multiple-indicator approach to energy poverty in the European Union: A review. *Energy & Buildings*, 2019, 193: 36-48.
11. Chakravarty, S.; Chikkatur, A.; de Coninck, H.; Pacala, S.; Socolow, R.; Tavoni, M. Sharing global CO2 emission reductions among one billion high emitters. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 2009, 106, 11884–11888.
12. Costa, L.; Rybski, D.; Kropp, J.P. A human development framework for CO2 reductions. *PLoS One* 2011, 6, e29262.
13. DeFries, R., Franzo, J., Remans, R., Palm, C., Wood, S., & Anderman, T. L. (2015). Metrics for land-scarce agriculture. *Science*, 349(6245), 238–240.
14. DFEP 数据库 [EB/OL]<https://www.barillacfn.com/en/publications/double-pyramid-2016/>
15. Douglas F B, Robert V D, Willem F. Tackling the rural energy problem in developing countries. *Finance & Development*, 1997, 34(2):11-15.
16. Douglas F B, Shahidur R H, Hussain A S. Energy poverty in rural Bangladesh. *Energy Policy*, 2011, 39: 894-904.
17. Doyal, L., & Gough, I. (1991). *A theory of human need*. Basingstoke: Macmillan.
18. Druckman, A.; Jackson, T. The bare necessities: How much household carbon do we really need? *Ecol. Econ.* 2010, 69, 1794–1804.
19. Du Wei, Cohen A., Shen G., et al. Fuel Use Trends for Boiling Water in Rural China (1992 — 2012) and Environmental Health Implications: A National Cross-Sectional Study. *Environmental science & technology*, 2018, 52(21): 12886-12894.
20. Falagas ME, Karageorgopoulos DE, Moraitis LI, Vouloumanou EK, Roussos N, Peppas G, et al. Seasonality of mortality: the September phenomenon in Mediterranean countries. *Can Med Assoc J*,

2009, 181: 484e6.

21. FAO (2001). Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. 17–24 October. Rome: Food and Nutrition Technical Report Series.
22. Gleick, P. (1998). The human right to water. *Water Policy*, 1, 487–503.
23. Hawkesworth, S., et al. (2010). Feeding the world healthily: The challenge of measuring the effects of agriculture on health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 3083–3097.
24. Hills J. Fuel poverty--the problem and its measurement. London: Interim report of fuel poverty review, 2011.
25. Howden-Chapman Philippa, Viggers Helen, Chapman Ralph, O'Sullivan Kimberley, Barnard Lucy Telfar, Lloyd Bob. Tackling cold housing and fuel poverty in New Zealand: a review of policies, research, and health impacts. *Energy Policy* October, 2012, 49: 134-42.
26. [http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/14428/1/11\\_20170221%20RAO%20Decent%20Living%20poster%20-Jan2017\\_CORRECTED.pdf](http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/14428/1/11_20170221%20RAO%20Decent%20Living%20poster%20-Jan2017_CORRECTED.pdf).
27. [http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/14428/1/11\\_20170221%20RAO%20Decent%20Living%20poster%20-Jan2017\\_CORRECTED.pdf](http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/14428/1/11_20170221%20RAO%20Decent%20Living%20poster%20-Jan2017_CORRECTED.pdf).
28. IEA (International Energy Agency). *World Energy Outlook 2002*. Paris: IEA, 2002.
29. Jianyi, L., Yuanchao, H., Shenghui, C., Jiefeng, K., & Lilai, X. Carbon footprints of food production in China (1979–2009)[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 90, 97-103.
30. Lee L Y-T. Household energy mix in Uganda. *Energy Economics*, 2013, 39: 252-261.
31. Lewis P. Fuel poverty can be stopped. Bradford: National Right to Fuel Campaign, 1982.
32. Lim S S, Vos T, Flaxman A D, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The lancet*, 2013, 380 (9859) : 2224-2260.
33. Lim, S., et al. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: A systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *Lancet*, 380, 2224–2260.
34. Max-Neef, M. A., Elizalde, A., & Hopenhayn, M. (1991). *Human scale development: conception, application and further reactions*. New York: The Apex Press.
35. Mekonnen A, Kohlin G. Determinants of household fuel choice in major cities in Ethiopia. Working Papers in Economics No.399. Goteborg, Sweden: School Business, Economics and Law at University of Gothenburg, 2009.
36. Meng W, Zhong Q, Chen Y, et al. Energy and air pollution benefits of household fuel policies in northern China. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2019, doi.org/10.1073/pnas.1904182116.
37. Mirza B, Szirmai A. Towards a New Measurement of Energy Poverty: A Cross-Community Analysis of Rural Pakistan. UNU-MERIT Working Paper Series 024, United Nations University, Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology, 2010.



38. Müller, B.; Höhne, N.; Ellermann, C. Differentiating (historic) responsibilities for climate change. *Clim. Policy* 2009, 9, 593–611.
39. Narasimha D. Rao, J. M. R., N.D. & Min, J. (2018). "Decent Living Standards: Material Prerequisites for Human Wellbeing." *Social Indicators Research* Volume 138(1): 225–244.
40. Narasimha D. Rao, Jihoon Min, Alessio Mastrucci, Shonali Pachauri. Decent Living Energy: How much energy do we 'need' to provide minimum living standards to all? [EB/OL]
41. Narasimha D. Rao, Paul Baer. "Decent Living" Emissions: A Conceptual Framework[J]. *Sustainability*, 2012, 4, 656-681; doi:10.3390/su4040656
42. Nussbaum, M.C. *Women and Development: A Capabilities Approach*; Cambridge University Press: Cambridge, MA, USA, 2000.
43. O'Brien Mary. Policy summary: fuel poverty in England. *Lancet* December, 2011. Oxford University Press.
44. Pachauri S. Mueller A. Kemmler A, Spreng D. On Measuring Energy Poverty in Indian Households. *World Development*, 2004(12).
45. Pachauri, S., & Rao, N. D. (2013). Gender impacts and determinants of energy poverty: Are we asking the right questions? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(2), 205–215.
46. Pachauri, S., Spreng, D., 2003. *Energy Use and Energy Access in Relation to Poverty*. Centre for Energy Policy and Economics—Swiss Federal Institutes of Technology, Working Paper No. 25, Zurich, Swiss.
47. Pachauri, S.; Müller, A.; Kemmler, A.; Spreng, D. On measuring energy poverty in Indian households. *World Dev.* 2004, 32, 2083–2104.
48. Pereira, M.G., Freitas, M.A.V., Silva, N.F. Rural electrification and energy poverty: empirical evidences from Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2010, 14 (4): 1229–1240.
49. Rao, N. & Min, J. Decent Living Standards: material prerequisites for human wellbeing[J]. *Social Indicators Research*, 2017, DOI 10.1007/s11205-017-1650-0.
50. Reddy, S. (2008). The World Bank's new poverty estimates: Digging deeper into a hole (extended version). *Challenge*, 51(6), 105–112.
51. Reddy, S., & Pogge, T. (2009). How not to count the poor. Initiative for Policy Dialogue Working Paper Series.
52. Ringius, L.; Torvanger, A.; Underdal, A. Burden sharing and fairness principles in international climate policy. *Int. Environ. Agreements Polit. Law Econ.* 2002, 2, 1–22.
53. Romero, J. C., Linares, P., Lopez, X. *Energy Policy*, 2018, 115: 98-108.
54. Rowntree M. *Poverty: a study of town life* [M]. London: Macmillan, 1901.
55. Sagar A D. Alleviating energy poverty for the world's poor. *Energy Policy*, 2005, 33(11): 1367-1372.
56. Satz, D. The idea of justice: What method? Which capabilities? *Rutgers Univ. Law J.* 2012, in press.
57. Sen, A. (1987). *The standard of living: Lecture I, concepts and critiques*. Cambridge: Cambridge University Press.
58. Sen, A. (1993). Capabilities and well-being. In A. Nussbaum & M. Sen (Eds.), *In The quality of life*.

Oxford:

59. Sen, A. Capabilities and well-being. In *The Quality of Life*; Nussbaum, A., Sen, M., Eds.; Oxford University Press: Oxford, UK, 1993.
60. Shue, H. *Basic Rights: Subsistence, Affluence and U.S. Foreign Policy*; Princeton University Press: Princeton, NJ, USA, 1980.
61. Shue, H. Subsistence Emissions and luxury emissions. *Law Policy* 1993, 15, 39–59.
62. Smil, V. *Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties*; The MIT Press: Cambridge, MA, USA, 2003.
63. Sovacool B K, Cooper C, Bzailian M, et al. What moves and works: Broadening the consideration of energy poverty. *Energy Policy*, 2012, 42: 715-719.
64. Stiglitz, J., Sen, A., & Fitoussi, J. P. (2009). *The measurement of economic performance and social progress revisited. Reflections and overview*. Paris: Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress.
65. Tao S., Ru M., Du W., et al. Quantifying the rural residential energy transition in China from 1992 to 2012 through a representative national survey. *Nature Energy*, 2018a, 6(3): 567-573.
66. UNDP (United Nations Development Program). *World Energy Assessment: Energy and the challenge of sustainability*. New York: UNDP, 2000.
67. WHO—World Health Organization, 2006. *Fuel for Life: Household Energy and Health*, Geneva, Switzerland.
68. Wiggins, D. (1998). *Needs, values, truth: Essays in the philosophy of value (Vol. 6)*. Oxford: Oxford University Press.
69. World Bank. *Studies Seek Paths to Clean Cooking Solutions*.
70. Zhou Z., Wu W., Chen Q., Chen S. Study on sustainable development of rural household energy in northern China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2008(12): 2227-2239.
71. Zhu X., Xiao Y., Meng W., et al. Stacked Use and Transition Trends of Rural Household Energy in Mainland China. *Environmental science & technology*, 2018, 10.1021/acs.est.8b04280
72. 柏玉莹, 张昊若, 马爽. PPP 模式下光伏扶贫面临的挑战和突破方向. *农村经济与科技*, 2018, 29 (6) : 141-142.
73. 陈志钢, 毕洁颖, 吴国宝, 何晓军, 王子妹一. 中国扶贫现状与严谨一级 2020 年后的扶贫愿景和战略重点. *中国农村经济*, 2019, 1: 2-15.
74. 程名望, Jin Yanhong, 盖庆恩, 史清华. 农村减贫: 应该更关注教育还是健康? 基于收入增长和差距缩小双重视角的实证. *经济研究*, 2014, 11: 130-144.
75. 仇焕广, 严健标, 李登旺, 韩炜. 中国农村生活能源消费现状、发展趋势及决定因素分析——基于四省两期调研的实证研究. *中国软科学*, 2015, 11: 28-38.
76. 丁士军, 杨汉明. 农户能源使用与农村贫困. *当代财经*, 2001 (9) : 24-26
77. 范例, 刘德绍, 陈万志. 重庆市农村家庭能源可持续消费研究. *西南农业大学学报 (自然科学版)*, 2005, 27 (4) : 494-499.
78. 冯艳. 区域贫困测度、识别与反贫困路径选择研究. 辽宁大学博士学位论文, 2015.

79. 郭洪, 朱明熙, 张楚. 少数民族地区农村扶贫中值得关注的问题. 财经科学, 2011 (4) : 80 - 85.
80. 郭建宇, 白婷. 产业扶贫的可持续性探讨——以光伏扶贫为例. 经济纵横, 2018, 7: 109-116.
81. 国家能源局. 抓好能源扶贫关键在于精准——国家能源局推进能源扶贫帮扶深度贫困地区脱贫工作综述. 紫光阁, 2018, 4:50-51.
82. 何苑. 孟加拉国贫困问题研究. 云南大学, 2016.
83. 胡勇. 汽车产品生命周期碳排放探讨 [J]. 质量与认证, 2014(04):56-57+59.
84. 姜安印, 刘博. 精准扶贫背景下光伏扶贫问题研究. 农林经济管理学报, 2017, 16 (6) : 789-794.
85. 李静. 精准扶贫视角下陕西省光伏扶贫现状研究. 太原理工大学, 2018.
86. 李俊峰, 杨秀, 张敏思. 第四次能源变革与生态文明建设. 中国能源, 2013 (7) : 5-9.
87. 李慷, 刘春峰, 魏一鸣. 中国能源贫困问题现状分析. 中国能源, 2011 (8) : 31-35.
88. 李慷, 刘春峰, 魏一鸣. 中国能源贫困问题现状分析. 中国能源, 2011, 33 (8) : 31-35.
89. 李慷, 王科, 王亚璇. 中国区域能源贫困综合评价. 北京理工大学学报 (社会科学版), 2014, 16 (2) : 1-12.
90. 李慷. 能源贫困综合评估方法及其应用研究. 北京理工大学博士论文, 2014.
91. 李娜, 林骋. 北京市农村居民能源消费回归分析与节能建议. 中国电力教育, 2009 年管理论丛与技术研究专刊. 2009, 26-28.
92. 李小云, 许汉泽. 2020 年后扶贫工作的若干思考. 国家行政学院学报, 2018, 1: 62-66, 149-150.
93. 联合国开发计划署. 《2010 人类发展报告——国家的真正财富: 人类发展进程》. 2010.
94. 梁育添, 樊杰, 孙威. 西南山区农村生活能源消费结构的影响因素分析——以云南省昭通市为例. 地理学报, 2010 (2) : 221-229.
95. 梁育填, 樊杰, 孙威, 韩晓旭, 盛科荣, 马海龙, 徐勇, 王传胜. 西南山区农村生活能源消费结构的影响因素分析——以云南省昭通市为例. 地理学报, 2012, 67 (2) : 221-229.
96. 廖华, 唐鑫, 魏一鸣. 能源贫困研究现状与展望. 中国软科学, 2015, 8: 58-71.
97. 廖华, 唐鑫, 魏一鸣. 能源贫困研究现状和展望. 中国软科学, 2015 (8) : 58-71.
98. 陆慧, 卢黎. 农民收入水平对农村家庭能源消费结构影响的实证分析. 财贸研究, 2006(3): 28—34.
99. 吕凤, 赖丽娟, 饶国燃. 空气源热泵热水器全生命周期碳排放研究 [J]. 节能, 2015,34(04):23-25+2.
100. 乔召旗. 西部贫困地区农村发展替代能源研究——基于滇西北的问卷调查. 西南农业学报, 2010 (3) : 948-952.
101. 师华定, 齐永青, 刘韵. 农村能源消费的环境效应研究. 中国人口资源与环境, 2010, 20 (8) : 148-153.
102. 史耀疆, 王欢, 罗仁富, 等. 营养干预对陕西贫困农村学生身心健康的影响研究, 中国软科学, 2013, 10: 48-58.
103. 世界银行. 1990 年世界发展报告 [M]. 北京: 中国财政经济出版社, 1990: 73.
104. 孙威, 韩晓旭, 梁育添. 能源贫困的识别方法及其应用分析——以云南省怒江州为例. 自然资源学报, 2014 (4) : 575-586.
105. 孙威, 韩晓旭, 梁育填. 能源贫困的识别方法及其应用分析——以云南省怒江州为例. 自然资源学报, 2014, 29 (4) : 575-586.
106. 孙铎, 刘晶茹, 杨东, 吕彬. 家用空调碳足迹及其关键影响因素分析 [J]. 环境科学学

- 报,2014,34(04):1054-1060.
107. 覃译文. 清洁能源技术助解能源贫困. 《中国能源报》, 2010年9月27日
  108. 王吉凯, 刘志峰, 鲍宏, 卞本羊. 基于生命周期的家电产品碳排放计算方法研究 [J]. 合肥工业大学学报 (自然科学版), 2012, 35(08): 1043-1048.
  109. 王敏. “光伏 + 扶贫 + 治沙” 互补发展初探. 华北电力大学学报 (社会科学版), 2018, 3: 1-10.
  110. 王宁, 魏后凯, 苏红健. 对新时期中国城市贫困标准的思考. 江淮论坛, 2016, 4: 32-39.
  111. 王萍萍, 徐鑫, 郝彦宏. 中国农村贫困标准问题研究. 调研世界, 2015, 8: 3-8.
  112. 王萍萍. 中国贫困标准与国际贫困标准的比较. 调研世界, 2007, 1: 5-8.
  113. 王小林. 贫困标准及全球贫困状况. 经济研究参考, 2012, 55: 41-50.
  114. 王效华, 郝先荣, 金玲. 基于典型县入户调查的中国农村家庭能源消费研究. 农业工程学报, 2014, 30 (14) : 206-212.
  115. 王效华. 江苏农村家庭能源消费研究. 中国农学通报, 2012, 28 (26) : 196-200.
  116. 王长波, 张力小, 栗广省. 中国农村能源消费的碳排放核算. 农业工程学报, 2011, 27 (1) : 6-11.
  117. 王卓宇. 能源贫困与联合国发展目标. 现代国际关系, 2015 (11) : 52-64.
  118. 魏一鸣. 中国能源报告 (2014) : 能源贫困研究. 北京: 科学出版社, 2014.
  119. 吴素华. 精准扶贫背景下光伏扶贫高质量发展研究. 中国特色社会主义研究, 2018, 5: 41-46.
  120. 吴燕, 王效科, 逯非. 北京市居民食物消费碳足迹 [J]. 生态学报, 2012, 32(05): 1570-1577.
  121. 向征. 中国农村能源贫困评估及政策建议. 厦门大学, 2014.
  122. 肖运来, 顾丽萍, 张宏伟. 贫困、能源与环境: 贫困县农村炊事能源使用分析. 华中农业大学学报 (社会科学版), 2010 (5) : 36-42.
  123. 邢浩特. 中国贫困标准完善研究. 东北师范大学硕士学位论文, 2015.
  124. 徐映梅, 张提. 基于国际比较的中国消费视角贫困标准构建研究. 中南财经政法大学, 2016, 214 (1) : 12-20.
  125. 阎红梅. 中国农村最低生活保障线测定方法研究. 南京农业大学硕士学位论文, 2007.
  126. 张朝忠. 农村家庭能源贫困问题研究——基于贵州省盘县的问卷调查. 中国能源, 2014, 36 (1) : 29-34.
  127. 张丹, 成升魁, 高利伟, 曹晓昌, 刘晓洁, 刘尧, 白军飞, 俞闻. 城市餐饮业食物浪费的生态足迹——以北京市为例 [J]. 资源科学, 2016, 38(01): 10-18.
  128. 张丹, 成升魁, 高利伟, 刘晓洁, 曹晓昌, 刘尧, 白军飞, 许世卫, 俞闻, 秦奇. 城市餐饮业食物浪费碳足迹——以北京市为例 [J]. 生态学报, 2016, 36(18): 5937-5948.
  129. 张海鹏, 牟俊霖, 尹航. 林区农村家庭生活能源消费需求实证分析——基于双扩展的线性支出系统模型. 中国农村经济, 2010, 7: 64-74.
  130. 张建普. 电冰箱全生命周期环境影响评价研究 [D]. 上海交通大学, 2010.
  131. 张力小, 胡秋红, 王长波. 中国农村能源消费的时空分布特征及其政策演变. 农业工程学报, 2011, 27 (1): 1-9.
  132. 张青. 农村能源消费影响因素的实证分析. 南京农业大学, 2012.
  133. 张中朝. 农村家庭能源贫困问题研究——基于贵州省盘县的问卷调查. 中国能源, 2014 (1) : 29-39.
  134. 赵雪雁, 陈欢欢, 马艳艳, 高志玉, 薛冰. 2000-2015年中国农村能源贫困的时空变化与影响因素. 地



理研究, 2018, 37 (6) : 1115-1126.

135. 郑鑫. 农村贫困与社会保障水平的关系研究. 上海工程科技大学硕士学位论文, 2015.

136. 周曙东, 崔奇峰, 王翠翠. 农牧区农村家庭能源消费数量结构及影响因素分析——以内蒙古为例. 资源科学, 2009, 31 (4) : 696-702.

137. 周中仁, 王效华, 陈群, 等. 北方小康农村家庭能源消费结构演变研究——以山东省桓台县为例. 农业工程学报, 2007(3): 192-197.

138. 朱建春, 李荣华, 张增强, 王国晖. 陕西农村家庭能源结构与能源消费意愿研究. 干旱地区农业研究, 2011, 29 (5) : 235-241.

139. 左停. 贫困的多维性质与社会安全网视角下的反贫困创新. 社会保障评论, 2017, 2: 71-87.





樂施會  
OXFAM  
Hong Kong

無窮世界  
World  
Without  
Poverty

感谢乐施会提供研究和出版支持  
本书内容不必然代表乐施会立场

## 乐施会

---

全球每三个人之中就有一个处于贫穷状况。乐施会在世界各地以务实及创新的方法，协助贫穷人群改善生活及持续发展。我们积极回应人道危机，提供救援，并协助恢复生计。我们推行公众教育及倡议运动，以改善本地及全球的扶贫政策。目前，全球 19 个乐施会联合会成员分别在 70 个国家 / 地区推展项目工作。乐施会与贫穷人群及伙伴携手合作，致力于消除贫穷以及导致贫穷的不公平情况。



地址：北京市朝阳区大屯路甲 11 号  
邮编：100101  
Email: [weboffice@igsnrr.ac.cn](mailto:weboffice@igsnrr.ac.cn)