

A Survey on Energy Consumption in Rural Households in North-East China

Yadong Ning^{1*}, Yanqing Li¹, Tao Ding¹, Yutaka Tonooka²

¹School of Energy and Power Engineering, Dalian University of Technology, Dalian

²Faculty of Economics, Saitama University, Saitama, Japan

Email: *ningyd@dlut.edu.cn

Received: May 14th, 2012; revised: May 22nd, 2012; accepted: Jun. 3rd, 2012

Abstract: The framework of rural household energy consumption throughout northeastern China was analyzed in this paper. We researched 180 families energy end-use, energy use and power consumption. The results indicated that the energetic categories are firewood, straw, coal, LPG and electricity, among which straw and firewood accounted for 68.8% - 78.3% of all energy consumption was most largely used, and coal was also up to 16.0% - 29.0%. LPG and electricity consumption was used very little as only 2.9% - 6.9% of total energy consumption. Energy uses in residences mainly involved cooking, heating, hot water supply, and the usage of household appliances, such as: lighting and air-conditioning. Among all of these energy uses, cooking was the most common, this accounted for 41.2% - 51.0% of all energy consumption. The secondly heating was 32.8% - 44.4%, hot water supply was 7.5% - 15.5%, household appliances and lighting is less than 5.0%.

Keywords: Rural Households; Energy Consumption; Bio-Energy; Commercial Energy

中国东北地区农村家庭能源消费结构调查分析

宁亚东^{1*}, 李延庆¹, 丁涛¹, Yutaka Tonooka²

¹大连理工大学能源与动力学院, 大连

²日本国立埼玉大学经济学部, 埼玉, 日本

Email: *ningyd@dlut.edu.cn

收稿日期: 2012年5月14日; 修回日期: 2012年5月22日; 录用日期: 2012年6月3日

摘要: 本文对中国东北三省的 180 户农村家庭的能源消费种类、能源消费用途、电力消费结构等的调查分析发现: 东北地区农村家庭使用的能源主要是薪柴、秸秆、煤炭、LPG 和电力, 其中薪柴和秸秆的消费量最多, 占能源消费量的 68.8%~78.3%, 煤炭的消费量占 16.0%~29.0%, LPG 和电力的消费量很少, 仅占总能源消耗量的 2.9%~6.9%; 家庭用能源主要消费在厨房、采暖、烧水、家用电器和照明上, 其中厨房用能源消耗量最多, 占 41.2%~51.0%, 其次是采暖, 占 32.8%~44.4%, 烧水占 7.5%~15.5%, 而家用电器和照明用能源消费量不足 5.0%。

关键词: 农村家庭; 能源消费; 生物质能源; 商品能源

1. 引言

改革开放以来, 我国农村经济取得了飞速的发展, 农村生活水平显著提高, 住房面积和能源消费结构发生了很大变化, 传统生物质能消费量大幅减少,

*通讯作者。

电力和 LPG(液化石油气)等高品质能源的使用量不断扩大, 农村用能方式及消费结构发生了深刻变化。然而, 我国农村家庭主要消费的能源仍然以生物质能为主, 尤其是在北方地区, 采暖和厨房多使用传统的炉灶, 存在燃烧效率低、室内污染严重等问题, 有效和

清洁利用生物质能是未来我国农村能源利用的重要课题。早在 2003~2004 年期间，作者曾对陕西省西安市周边的农村家庭能源消费情况进行过调查，发现该地区农村使用的主要能源为秸秆和薪柴，由于在煤炭产区附近，煤炭的使用量相对也较大^[1]，此外，还有许多学者对我国北方农村地区的能源消费情况做过调查研究^[2-7]。

本文以东北三省的农村为对象，以调查数据为依据，对东北地区农村的能源消费结构特征进行详细分析。

2. 调查对象与数据

本研究的调查对象的地点分布如图 1 所示，基本覆盖了东北三省的主要地区。具体调查对象如表 1 所示，共对东北地区农村的 180 户进行了走访调查，其中黑龙江省 60 户，吉林省 30 户，辽宁省 90 户。吉林省和辽宁省的调查主要在 2008 年 2 月至 2009 年 2 月之间展开的，黑龙江省的调查是在 2004 年 7 月进行的，由于东北地区农村主要消费的能源秸秆、薪柴和煤炭，而这些能源在短期内的消费结构变化很小，故可考虑对其进行比较研究。调查的主要数据如表 2 所示，其中各种能源的低位发热量换算关系如表 3 所示，电力按二次能源计算。东北地区农村家庭能源消费的基本结构如图 2 所示。

3. 调查结果分析

3.1. 按能源种类分能源消费情况

黑龙江省、吉林省和辽宁省的农村户均能源消费量分别为 88.5 GJ/户、66.0 GJ/户、57.6 GJ/户，能源种类主要是薪柴、秸秆、煤炭、电力和 LPG。按能源种类分农村能源消费情况如图 3 所示。由于黑龙江省是木材的产区，薪柴消费量的比重较大，占 34.4%，吉林省、辽宁省的薪柴消费量分别占 21.1% 和 11.5%。黑龙江省、吉林省和辽宁省的秸秆消费量都非常多，分别占 34.5%、57.4%、60.8%。东北三省的煤炭消费量也比较多，尤其是黑龙江省，占 29.0%，吉林省和辽宁省分别为 16.0% 和 20.8%。而电力和 LPG 的消费量则非常少，黑龙江省、吉林省和辽宁省分别是 2.0 GJ/户、3.2 GJ/户、4.0 GJ/户，黑龙江省和吉林省的比重不到其能源消费量的 5.0%，辽宁省不足 7.0%。

3.2. 按用途分能源消费情况

3.2.1. 采暖

采暖用能消费情况如表 4 所示。黑龙江省、吉林省和辽宁省的户均采暖用能分别为 29.0 GJ/户、

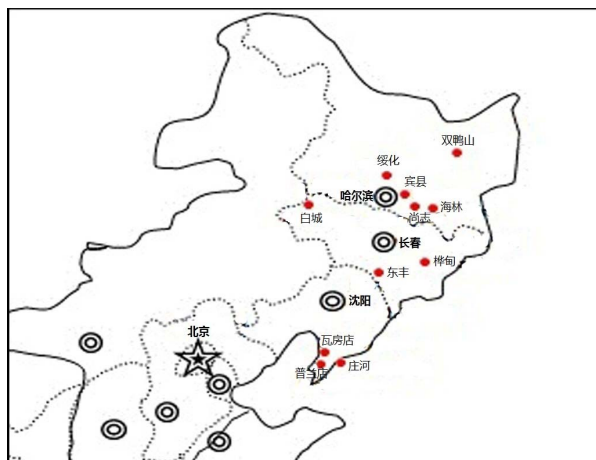


Figure 1. Survey object distribution
图 1. 调查对象分布图

Table 1. Survey object
表 1. 调查对象

省份	县、市名称	村的名称	调查户数	调查时间		
黑龙江省	宾县	宾杨村	12	2004 年 7 月		
	双鸭山市	红星村	12			
	绥化市	富国村	12			
	海林市	红林河村	12			
	尚志市	南星村	12			
吉林省	东丰县	小阳村	10	2008 年 2 月		
		白城地区	洮河农场		10	
	桦甸县	加级河村	10			
		大咀子村	6			
		娘娘宫村	6			
		瓦房店市	东岗村		6	2009 年 1 月
		双山村	6			
辽宁省	庄河市	黄泥洞村	6	2009 年 2 月		
		大兴城村	6			
		明阳山村	6			
		坎子村	6			
		大崔村	6			
		肖泊村	6			
普兰店市	马屯村	长山寺村	6	2008 年 5 月		
		山咀村	6			
		崔屯村	6			
		华炉村	6			

Table 2. The rural survey basic data in north-east China
表 2. 基本调查数据

		单位	黑龙江省	吉林省	辽宁省
人口状况	户均人口数	人/户	3.2	3.6	2.9
收入状况	户均可支配收入	元/户	12,808	19,873	28,002
主要家电的平均拥有率	电视机		92	103	100
	电冰箱		17	33	79
	洗衣机	%	45	53	38
	电饭锅		72	93	89
	VCD		28	97	56
	换气扇		5	30	3
各种能源的平均消费量	薪柴	kg/户	1818	831	329
	秸秆	kg/户	2084	2576	1995
	煤炭	kg/户	1224	536	550
	LPG	kg/户	12	26	24
	电力	kWh/户	382	525	844

注：秸秆主要包括玉米棒和农作物残留物。

Table 3. Low calorific value conversion relation
表 3. 各种能源的低位发热量

燃料种类	单位	发热量
薪柴	kJ/kg	16,726
秸秆	kJ/kg	14,635
煤炭	kJ/kg	20,908
LPG	kJ/kg	50,179
电力(二次能源)	kJ/kWh	3596

数据来源：《中国能源统计年鉴》。



Figure 2. Rural household energy consumption structure
图 2. 农村家庭能源消费的基本结构图

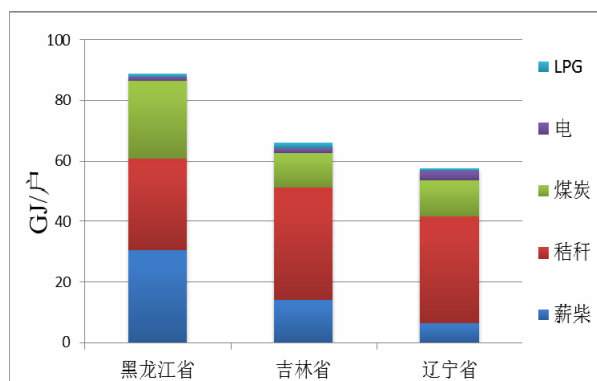


Figure 3. Rural household energy consumption by energy types
图 3. 按能源种类分农村家庭能源消费情况

Table 4. Heating energy consumption (GJ)
表 4. 采暖用能源消费情况 (GJ)

地区	户均消费量				人均消费量
	薪柴	秸秆	煤炭	合计	
黑龙江省	9.3	3.3	16.3	29.0	9.0
吉林省	7.1	17.0	5.3	29.3	8.1
辽宁省	1.8	7.3	11.8	20.9	7.2
平均	6.1	9.2	11.1	26.4	8.1

29.3 GJ/户和 20.9 GJ/户，分别占家庭能源消费量的 32.8%，36.3%，44.4%。调查表明，东北地区农村采暖方式主要依靠火炕和土暖气，主要消费的能源是煤炭、薪柴和秸秆。黑龙江省的煤炭消费的比重比较高，占采暖用能消费量的 56.2%，薪柴占 32.1%，秸秆较少，仅占 11.4%。而吉林省的秸秆消费量最多，占采暖用能消费量的 58.0%，薪柴的消费量占 24.2%，煤

炭的消费量较少，只有 18.1%。辽宁省的煤炭消费量比较多，占采暖用能源消费量的 56.5%，秸秆占 34.9%，薪柴使用量较低，不到 10.0%。从东北三省的总体情况来看，煤炭的消费量最多，占 42.0%，其次是秸秆，占 34.8%，薪柴的消费量占 23.1%。

3.2.2. 厨房

厨房用能源消费情况如表 5 所示。黑龙江省、吉林省、辽宁省户均厨房用能源消费量分别是 45.0 GJ/户、27.2 GJ/户和 29.4 GJ/户。主要耗能设备如图 1 所示，消费的主要能源是薪柴、秸秆、煤炭，电力和 LPG 的消费量较少。东北三省厨房用生物质能的消费量非常大，特别是秸秆消费量的比重非常高。在黑龙江省，厨房用能源消费量占家庭能源消费量的 50.8%，由于黑龙江省是我国的主要木材产地，薪柴的消费量比其他两省多，占厨房用能消费量的 36.4%，秸秆的消费量占 48.0%，煤炭占 13.6%，电力和 LPG 仅占 2.0%。在吉林省，厨房能用源消费量占家庭能源消费量的 41.2%，其中薪柴占 19.9%，秸秆占 64.0%，煤炭占 9.6%，电力和 LPG 仅占 6.5%。在辽宁省，厨房用能源消费量占家庭能源消费量的 51.0%，其中薪柴占 13.6%，秸秆占 83.0%，煤炭占 0.7%，电力和 LPG 仅占 2.7%。

3.2.3. 照明

照明用电力消费情况如表 6 所示，黑龙江省、吉

林省、辽宁省户均照明能源消费量分别是 99.0、114.1 和 176.1 kWh/户。东北地区的主要照明设备是白炽灯、荧光灯和节能灯，黑龙江省和吉林省的节能灯用量极少，辽宁省的节能灯普及率较高。在黑龙江省，白炽灯用电量占 69.4%，荧光灯占 30.6%。在吉林省，白炽灯和荧光灯用电量分别占 38.3%和 61.7%。而在辽宁省，虽然节能灯的普及率较高，但照明用电并未减少，反而高于其他地区，其中节能灯用电量占 43.8%，白炽灯和荧光灯分别占 26.2%和 30.0%。

3.2.4. 烧水

烧水用能消费情况如表 7 所示。黑龙江省、吉林省、辽宁省户均烧水用能源消费量分别为 13.7 GJ/户、7.4 GJ/户和 4.3 GJ/户，分别占家庭能源消费量的 15.5%，11.2%，7.5%。东北地区在采暖期间，由于存在供暖的同时有烧水的习惯，因此采暖能源消费高的地区，烧水用能源消费量也较大。由表 7 可知，东北地区农村用于烧水的主要能源是秸秆、薪柴和煤炭，LPG 的使用量都非常少。

3.3. 电力消费情况

本次调查详细统计了每户各种耗能设备的功率及每天平均使用时间(估算值)，推算出各种耗电设备的耗电量，最后根据每户的年电力消费量进行平衡，结果如表 8 所示。电力主要用于家用电器和照明的

Table 5. Cooking energy consumption (GJ)
表 5. 厨房用能消费量 (GJ)

地区	户均消费						人均消费
	薪柴	秸秆	煤炭	电力	LPG	合计	
黑龙江省	16.4	21.6	6.2	0.5	0.4	45.0	13.9
吉林省	5.4	17.4	2.6	0.5	1.3	27.2	7.6
辽宁省	4.0	24.4	0.2	0.2	0.6	29.4	10.1
平均	8.6	21.1	3.0	0.4	0.8	33.9	10.5

Table 6. Lighting energy consumption (kWh)
表 6. 照明用电力消费量 (kWh)

地区	户均消费				人均消费
	白炽灯	荧光灯	节能灯	合计	
黑龙江省	68.7	30.3	0.0	99.0	30.6
吉林省	43.7	70.4	0.0	114.1	31.4
辽宁省	46.2	51.0	79.0	176.1	60.7
平均	52.9	50.6	26.3	129.7	40.9

Table 7. Hot water supply energy consumption (GJ)
表 7. 烧水用能源消费量 (GJ)

地区	户均消费					人均消费
	薪柴	秸秆	煤炭	LPG	合计	
黑龙江省	4.7	5.6	3.2	0.3	13.7	4.2
吉林省	1.4	3.4	2.6	0.0	7.4	2.0
辽宁省	0.8	3.3	0.0	0.2	4.3	1.5
平均	2.3	4.1	1.9	0.2	8.5	2.6

Table 8. Electricity consumption
表 8. 电力消费状况

地区	家用电器 (kWh/户)					小计	照明 kWh/户	合计 kWh/户	人均消费 kWh/人
	电视机	电饭锅	电冰箱	洗衣机	其他				
黑龙江省	62.0	140.0	59.0	6.0	17.0	283.0	99.0	382.0	119.4
吉林省	168.0	115.0	92.0	3.0	34.0	411.0	114.1	525.1	145.8
辽宁省	140.0	70.0	268.0	12.0	178.0	668.0	176.1	844.1	297.2
平均	123.3	108.3	139.8	7.0	76.5	460.7	129.7	589.7	187.5

消费上。黑龙江省、吉林省和辽宁省的户均电力消费量分别为 382.0, 525.1 和 844.1 kWh, 其中照明的户均电力消费量分别是 99.0, 114.1 和 176.1 kWh。在辽宁省, 家用电器的电力消费量占 79.6%, 其中电冰箱的电力消费量最大, 为 268 kWh/户, 占电力消费量的 31.7%, 原因是辽宁省农村电冰箱的户均拥有率相对较高, 达到了 79.0%。在吉林省, 家用电器电力消费量占 78.3%, 其中电视机的电力消费量最大, 为 168 kWh/户, 占电力消费量的 32.0%。黑龙江省的家用电器电力消费量占 74.1%, 其中电饭锅的电力消费量最多, 为 140 kWh/户, 占电力消费量的 36.6%。除了电视机、电饭锅、电冰箱和洗衣机之外, 个别家庭还有家用水泵、VCD、家庭电脑、电风扇、微波炉等家电产品, 由于普及率较低, 将其纳入到其他项。

3.4. 能源消费矩阵

通过对东北三省农村家庭能源消费结构的调查分析, 可以做出能源消费矩阵图, 黑龙江省、吉林省和辽宁省的能源消费矩阵图如图 4~6 所示。东北地区家庭能源消费主要用于采暖、厨房和烧水。由于东北地区地处寒冷地区, 采暖用能的消费量比较高。在黑龙江省, 厨房用能最多, 占 51.5%, 采暖占 32.8%, 烧水占 15.5%, 照明和家用电器的能源消费量不足 1.0%。在吉林省, 采暖用能最多, 占 44.4%, 厨房占 42.0%, 烧水占 11.2%, 照明和家用电器的能源消费量不足 3.0%。在辽宁省, 厨房用能最多, 占 51.0%, 采暖占 36.3%, 烧水占 7.5%, 照明和家用电器不足 5.0%。

在能源消费种类方面, 秸秆、薪柴和煤炭消费量较高, 而高品位的商品能源(电力和 LPG)的消费量则非常低。在黑龙江省, 薪柴的消费量占 34.4%, 秸秆占 34.5%, 煤炭占 28.9%, 电力和 LPG 的消费量仅占 2.2%。在吉林省, 秸秆的消费量最多, 占 57.4%, 薪柴占 21.1%, 煤炭占 16.0%, 电力和 LPG 占 5.5%。在

辽宁省, 秸秆的消费量最多, 占 60.8%, 薪柴占 11.5%, 煤炭占 20.8%, 电力和 LPG 占 6.9%。由调查结果可以看出, 东北地区农村家庭能源消费仍然依赖生物质燃料。

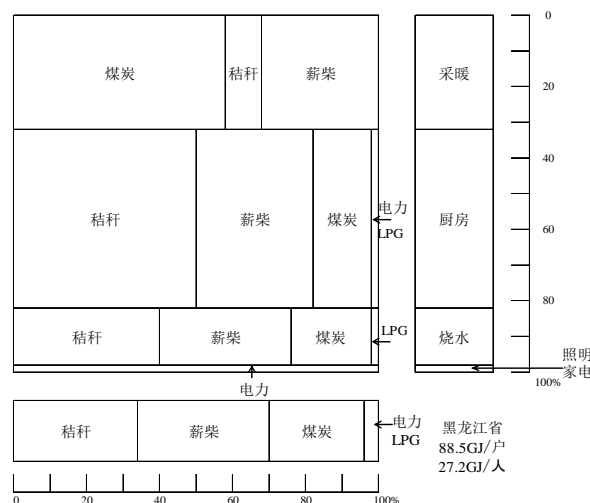


Figure 4. Matrix of energy consumption in Heilongjiang province
图 4. 黑龙江省能源消费矩阵图

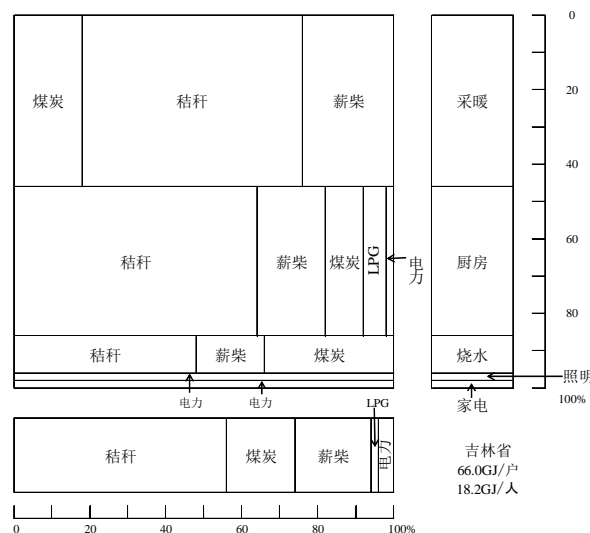


Figure 5. Matrix of energy consumption in Jilin province
图 5. 吉林省能源消费矩阵图

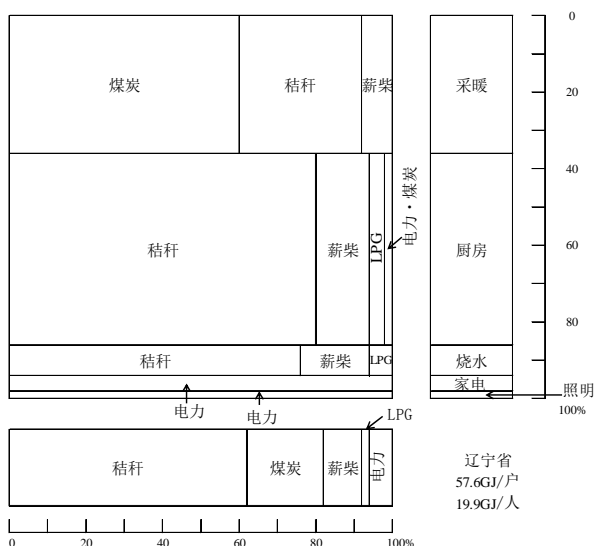


Figure 6. Matrix of energy consumption in Liaoning province
图 6. 辽宁省能源消费矩阵图

4. 结语

通过调查分析发现，东北地区的农村家庭能源消费仍然还依赖于低品位的薪柴、秸秆和煤炭，高品位的能源(LPG 和电力等)消费量非常少。另外，东北地区农村家庭能源主要用于厨房、采暖、烧水、家用电器和照明，其中低端的厨房、采暖和烧水用能源消费量占 90% 以上。

随着农村生活水平的提高，住宅面积和居住条件将不断得到改善，秸秆、薪柴等非商品能源的消费量也会出现大幅减少的可能，但这些非商品能源不会很快退出历史舞台，尤其是在东北地区，在未来的较长时间内，这些非商品能源仍将作为主要能源被使用，

而有效和清洁利用这些生物质能将是未来东北地区农村能源利用的重要课题。

5. 致谢

本研究内容由日本环境省地球环境综合推进费资助课题“中国气候变动对策情景分析及国际比较政策研究(中国における気候変動対策シナリオ分析と国際比較による政策立案研究)(课题编号 E0809)”支持，在此表示感谢。

参考文献 (References)

- [1] Y. Tonooka, J. P. Liu, Y. D. Ning, Y. Kondou and O. Fukasawa. A survey on the energy consumption in rural households in the fringes of Xi'an city. *Energy and Buildings*, 2006, 38(11): 1335-1342.
- [2] Z. Zhou, W. Wu, Q. Chen and S. Chen. Study on sustainable development of rural household energy in northern China. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2008, 12(8): 2227-2239.
- [3] 何英. 黑龙江省农村能源结构现状分析及优化建议[J]. *农场经济管理*, 2008, 26(3): 50-51.
- [4] 刘满, 夏晓东. 辽宁省农村住宅的采暖方式与能耗研究[J]. *建筑节能*, 2007, 35(7): 56-59.
- [5] S. W. Niu, Y. X. Li, Y. X. Ding and J. Qin. Energy demand for rural household heating to suitable levels in the Loess Hilly Region, Gansu Province, China. *Energy*, 2010, 35(5): 2070-2078.
- [6] J. Cai, Z. G. Jiang. Changing of energy consumption patterns from rural households to urban households in China: An example from Shaanxi Province, China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2007, 12(6): 2-13.
- [7] Z. R. Zhou, W. L. Wu, X. H. Wang, Q. Chen and O. Wang. Analysis of changes in the structure of rural household energy consumption in northern China: A case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2009, 13(1): 187-193.