

The Spatial Structure and Evolution Characteristics of Source-Collection System of Crude Oil Flow in China

Yuan Zhao¹, Hailing Niu², Zuying Yang³

1, 2, 3. College of Geographic Science, Nanjing Normal University, Nanjing, China

1.zhaoyuan@njnu.edu.cn, 2.niuhauling0902@126.com, 3.yangzuying1985@163.com

Abstract: This paper takes China crude oil flow as the research subjects, and takes Provincial-level administrative units as the nodes of crude oil flow. At first, selecting five typical time points from 1985 to 2007, this paper divides the provinces in which the oil flow exists into four oil balancing types: basic self-sufficiency, half self-sufficiency, net payout and net supply. Meanwhile, this paper divides the provinces into three flow function regions: source region, collection region and complex region. Then this paper analyzes the five time points and reveals the evolution characteristics of the spatial structure of crude oil flow source-collection system.

(1)The quantity of source region of crude oil flow is on the decrease. And the spatial structure of source-region system appears like a right-angle triangle of one main body and two wings and the triangle's form and range changes sharply from 1985 to 2007. Specifically, one main body is always Northeastern China; however, the two wings are subject to variation from Central and Eastern China in 1985, through Northwestern and Eastern China in 1995 and in 1999, then to Northwestern and Northern China in 2003 and in 2007. Besides, it is a continuous decline in the crude oil output scale of source-region system.

(2)The quality of confluence region of crude oil flow is on the increase. And the spatial structure of collection-region system appears like a trapezium. Specifically, in 1985 and in 1995, it appeared like a east-west narrowed and north-south extended trapezium; in 1999 and in 2003, it appeared like a north-south narrowed and east-west extended trapezium; then in 2007, it also appeared like a south extended trapezium. Besides, it is a continuous increase in the crude oil input scale of confluence-region system.

(3)The quality of complex region of crude oil flow is least. And the spatial structure of complex-region system changes largely, such as the forms of line, point, and triangle in different time points.

Keywords: Crude oil flow; Spatial structure; Source region; Collection region; Complex region

我国石油资源流动源—汇系统空间格局演变特征

赵 媛¹, 牛海玲², 杨足膺³

1, 2, 3. 南京师范大学地理科学学院, 南京, 中国, 210046

1.zhaoyuan@njnu.edu.cn, 2.niuhauling0902@126.com, 3.yangzuying1985@163.com

摘 要: 本文以我国石油(特指原油)资源流动作为研究对象,从1985~2007年中选取5个特征时点,首先将各特征时点的石油流动省份划分为基本自给型、半自给型、净支出型和净补给型四种石油资源流动平衡类型及源地、汇地和交流地三大流动职能类型,然后分析了不同特征时点我国石油资源流动源—汇系统空间格局的演变特征。结果显示:①我国石油资源流动源地数量有所减少;源地系统空间格局始终呈现为“一体两翼”的三角形结构,但三角形的形状与范围发生较大变化,“两翼”在1985年为华中和华东,在1995年与1999年则为西北和华东,而在2003年与2007年为西北和华北;“一体”则始终为东北;源地系统的石油输出规模在不断下降。②石油汇地数目不断增加;汇地系统的空间格局均呈现为梯形结构,其中,1985年与1995年表现为东西较窄、南北狭长的梯形,1999年与2003年梯形在南北方向有所收敛,向东西方向延伸,2007年又开始向南延伸;源地系统的石油输入规模在不断上升。③交流地数量最少,空间格局变动较大,不同特征时点分别呈现为直线一点—三角形一点的形态变化。

关键词: 石油资源流动; 空间格局; 源地; 汇地; 交流地

需关系的动态平衡过程，石油资源的产—需平衡格局是资源流动的基础¹。石油资源流动的关键节点，包括源地、汇地和中转交流地，代表着流动节点的不同职能。可以根据我国石油资源各流动节点的石油自给能力以及资源流出倾向和流入倾向的关系，划分不同职能类型：源地，即资源流出倾向大于流入倾向，资源输出性强；汇地，即资源的流入倾向大于流出倾向，资源汇入性强；交流地，即资源流入与流出规模相当。赵媛^[1]等曾以“1999 年分省能源平衡表”及石油资源贸易与转运资料为基础，对全国石油流动省份流动职能类型进行了划分，分析得出我国石油资源流动在地理空间上表现为集中输流和分散汇流的特征。本文试图从更长的时间尺度，探讨我国石油资源流动源—汇系统空间格局的演变特征，为进一步揭示其空间格局演化形成机制以及优化我国石油资源配置，提高资源利用效率提供理论依据。

1 研究方法 with 数据来源

从现实看，原油的空间流动，只要把握采油场（区、公司）与炼油厂之间的石油吞吐关系即可分析其基本特征和规律，但限于采油场（区、公司）与各炼油厂之间的相关吞吐数据很难获取，论文以我国省级行政单元作为石油资源空间流动的节点，进行省际间石油资源流动的研究。1985 年是我国分省原油流动量统计的起点，1986 年到 1994 年间存在一个统计空白，因而本文取 1985 年为研究起点，并对 1995~2007 年我国分省原油流动数据进行有序样本聚类，划分演化阶段，分别选取各阶段的代表年份作为研究的特征时点。为保证研究时段内数据的一致性，将重庆市和四川省仍并为一个行政区。研究所用基础数据来自 1985 年及 1996~2008 年各年《中国能源统计年鉴》。

综合石油资源输出量和输入量的演化阶段，以能够反应各阶段重要走势变化为原则，研究时段内的特征时点分别为 1985、1995、1999、2003 和 2007 年。其中，1985 年、1995 年是本文研究的两个起始时点，

2007 年是最近时点；另两个特征时点 1999 年是输出量止跌并缓慢上升的分界点，也是输入量由前一个阶段的较快上升转为缓慢上升的分界点；2003 年是输出量由最高值转而下滑的分界点，也是输入量由平缓上升转为较快上升的分界点。

采用石油自给率，即生产量与需求量间的比值，来测度各节点石油资源的流动倾向，其公式^[1]为：

$$S_i = \frac{P_i}{C_i} \times 100\% \tag{1}$$

式中， S_i 为 i 节点某一时段的自给率， P_i 为该时段的石油生产量， C_i 为该时段的石油消费量；

结合我国石油流动的实际情况，将自给率 $S_i > 120\%$ 的节点定义为净支出型；自给率 S_i 在 $(60\%, 120\%]$ 间的定义为基本自给型；自给率 S_i 在 $[40\%, 60\%]$ 区间内的定义为半自给型；自给率 $S_i < 40\%$ 的定义为净补给型。

从石油资源平衡类型来看，源地主要为石油净支出型节点，汇地主要为石油净补给型和半自给型流动节点。基本自给型节点的情况比较复杂，仅通过资源流动类型分析尚不能确定其流动职能类型，为此，本文引入流动比率（ R_i ）概念，即流动节点石油资源输出量与输入量的比值。计算公式^[1]为：

$$R_i = O_{pi} / I_{pi} \tag{2}$$

其中， R_i 为某流动节点的流动比率， O_{pi} 为 i 区域某时段的资源输出量， I_{pi} 为该时段的资源输入量。

R_i 值越大，表明流动节点的石油流出倾向较流入倾向越大，即石油输出性越强； R_i 值越小，表明流动节点的石油流入倾向较流出倾向越大，即石油输入性越强； R_i 值近似为 100%，表明流出倾向与流入倾向相当，即石油资源交流性强。

2 各特征时点石油流动节点流动职能的判定

根据公式（1），计算各特征时点我国石油流动节点的自给率及流动类型，结果见表 1。

Table1. The liquidity ratio and the function type of crude oil flow of the nodes in typical years in China
表 1. 各特征时点我国各石油流动节点的自给率及流动平衡类型

年份	净支出型	基本自给型	半自给型	净补给型
1985 年	河南(743)、黑龙江(609)、河北(497)、宁夏(447)、山东(318)、新疆(166)	陕西(110)、青海(106)、四川(102)、广西(100)、天津(99)	吉林(57)、辽宁(43)	甘肃(39)、湖北(22)、江苏(11)、广东(1)、湖南(0)、江西(0)、安徽(0)、浙江(0)、上海(0)、内蒙古(0)、北京(0)

1995 年	黑龙江(469)、山东(224)、内蒙古(202)、新疆(179)、河南(150)、青海(145)、天津(127)	陕西(108)、宁夏(104)、河北(104)、吉林(69)、辽宁(62)	四川(56)、广东(53)、甘肃(40)	云南(32)、广西(23)、湖北(17)、江苏(10)、海南(0)、湖南(0)、江西(0)、福建(0)、安徽(0)、浙江(0)、上海(0)、北京(0)
1999 年	黑龙江(359)、青海(318)、山东(180)、新疆(173)、宁夏(139)	天津(114)、陕西(111)、河南(101)、内蒙古(91)、广东(82)、河北(77)	四川(54)、吉林(51)、辽宁(43)	湖北(14)、江苏(12)、云南(7)、广西(6)、甘肃(5)、上海(5)、海南(1)、湖南(0)、江西(0)、福建(0)、安徽(0)、浙江(0)、北京(0)
2003 年	青海(331)、黑龙江(299)、新疆(180)、天津(174)、陕西(144)	山东(120)、宁夏(100)、河南(86)、内蒙古(72)、河北(61)、广东(61)	吉林(54)	辽宁(29)、甘肃(25)、四川(19)、湖北(12)、江苏(10)、广西(5)、上海(2)、海南(0)、湖南(0)、江西(0)、福建(0)、安徽(0)、浙江(0)、北京(0)
2007 年	黑龙江(227)、青海(223)、天津(222)、云南(200)、新疆(151)、内蒙古(128)	陕西(117)、河南(74)、山东(71)、吉林(65)、河北(61)	广东(45)	甘肃(25)、辽宁(22)、湖北(10)、四川(8)、江苏(8)、宁夏(5)、广西(2)、海南(1)、上海(1)、湖南(0)、江西(0)、福建(0)、安徽(0)、浙江(0)、北京(0)

注：括号中数据为自给率，单位%

资料来源：根据《中国能源统计年鉴》（1986~2008 年）数据计算

从表 1 可以看出，净补给型节点具有较大的石油流入倾向，在我国占绝大多数，且呈递增趋势，由 1985 年的 11 个上升到 2007 年的 15 个。这些区域石油资源稀缺或相对稀缺，如辽宁省，虽然有较大的石油生产量，但作为我国的石化大省，其石油消费量远超过其生产量，而且石油消费量的增长速度远大于石油生产量的增长速度，如 1985 年其生产量是 922.2 万吨，消费量是 2152.25 万吨，消费量是生产量的 2.33 倍，至 2007 年生产量仅增为 1237.84 万吨，而消费量增长至 5839.46 万吨，消费量上升为生产量的 4.72 倍，其生产量远不能满足其消费量。另外，我国经济发达的东部沿海区域，如北京、浙江、江苏、上海等地基本没有或只有极其有限的石油生产量，因此也具有较大的石油流入倾向。净支出型节点具有较大的石油流出倾向，在我国只有少数几个，基本上分布于我国的北部。其中，1985 年为 6 个，之后因西部石油资源的开发，

1995 年增为 7 个，随后一些老油田如中原油田逐渐衰落，1999 年与 2003 年缩减为 5 个，之后我国因北部石油开采量增大，2007 年净支出类型节点增至 6 个。半自给型节点如吉林等约有 50% 的石油自给率，也具有较大的石油流入，其数量较少，1999 年与 2003 年最多，有 3 个，至 2003 年与 2007 年减为 1 个。

基本自给型节点在各特征时点均为 5 个左右，其石油流入流出倾向相对复杂，需要根据公式（2）计算石油资源流动比率，进一步分析，以确定其流动职能类型，标准^[2]如下：当 $R_i > 250\%$ 时，该节点为源地；当 $R_i < 40\%$ 时，该节点为汇地；当 R_i 在 $[40\%, 250\%]$ 区间时，该节点为交流地。其中，有些石油流动节点在个别特征时点没有石油的输入和输出，属于无资源流动类型。根据计算，基本自给型节点的流动职能类型如表 2 所示：

Table2. The liquidity ratio and the function type of basic self-sufficiency nodes (%)

表 2 基本自给型节点流动比率及流动职能类型 (%)

年份 \ 类型	源地	汇地	交流地	无资源流动
1985 年	青海(∞)	无	天津(91)、陕西(243)	广西、四川
1995 年	陕西(659)	辽宁(10)、吉林(0)	河北(106)	宁夏
1999 年	陕西(432)	河北(0)	广东(60)、河南(110)、天津(149)	内蒙古
2003 年	无	河北(18)、内蒙古(23)	广东(41)、河南(63)、山东(152)	宁夏
2007 年	无	河北(23)、吉林(0)、河南(39)	山东(55)	陕西、云南

资料来源：根据《中国能源统计年鉴》（1986~2008 年）计算

综上,我国各特征时点石油资源流动源汇系统空间格局如图 1-图 5 所示:

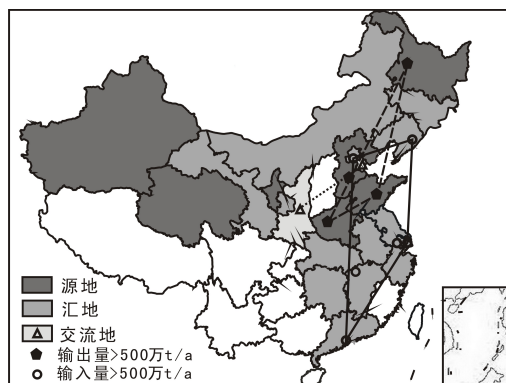


Figure1. The spatial structure of crude oil flow in 1985 in China
图 1. 1985 年我国石油资源流动的空间格局

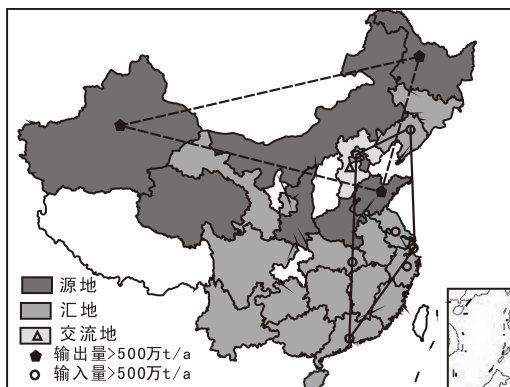


Figure2. The spatial structure of crude oil flow in 1995 in China
图 2. 1995 年我国石油资源流动的空间格局

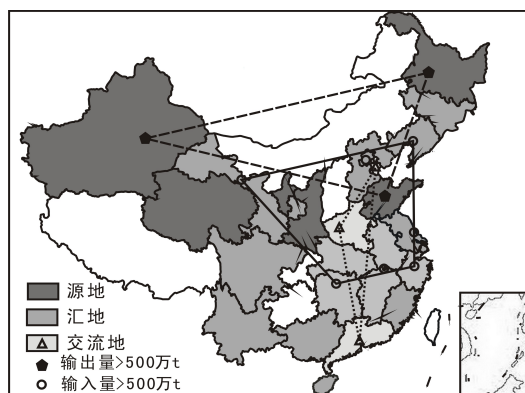


Figure3. The spatial structure of crude oil flow in 1999 in China
图 3. 1999 年我国石油资源流动的空间格局

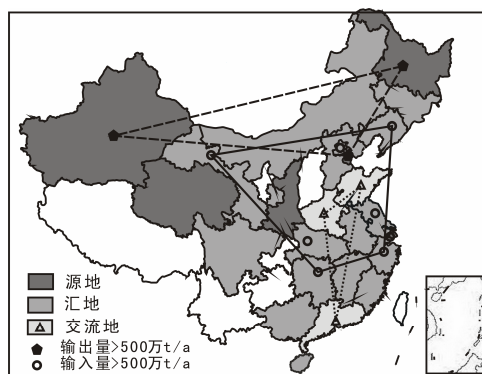


Figure4. The spatial structure of crude oil flow in 2003 in China
图 4. 2003 年我国石油资源流动的空间格局

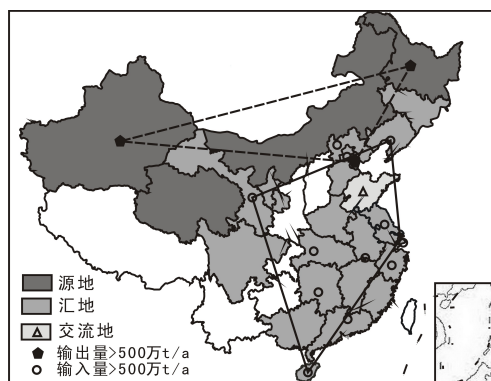


Figure5. The spatial structure of crude oil flow in 2007 in China
图 5. 2007 年我国石油资源流动的空间格局

3 我国石油资源流动的空间格局演变

3.1 源地系统的空间格局演变

我国石油源地数目较少,分布相对集中,源地系统主体位于北部地区。从源地数量的变化来看,呈现为减少的态势,仅 1995 年较 1985 年增加 1 个,之后一直呈下降趋势,至 2007 年缩减为 5 个,这与我国油田勘探开采的时间顺序以及油田的衰长有一定关系。

从源地系统的空间格局来看,在各特征时点均呈现为“一体两翼”的三角形结构(图 1-图 5),但三角形的形状与范围发生了较大变化,“两翼”在 1985 年为华中和华东地区,而在 1995 年与 1999 年则为西北和华东地区,2003 年与 2007 年为西北和华北地区,“一体”则始终为东北地区。具体来看:1985 年,因黑龙江、山东、河北与河南四个源地的石油输出量占了源地总输出量的 97.3%之多,因此源地系统的基本格局呈现为以黑龙江、山东与河南为顶点的三角形结构(图 1)。其中,首位输出源地黑龙江在该年输出石油

4615.48 万吨, 输出首位度为 2.46, 首位度较高。大庆油田自 1976 年石油年产量达到 5030 万吨后, 连续 27 年(至 2002 年)生产石油 5000 万吨以上^[3], 使黑龙江为我国首位输出源地。胜利油田自 1965 年起成为我国第二大油田^[4], 相应的山东也成为我国第二大输出源地, 1985 年石油输出量为 1974.76 万吨。此时的“油老三”任丘油田^[4]石油年生产量也在 1000 万吨之上, 使得河北成为我国第三大输出源地, 输出石油 859.74 万吨。同样, 南阳油田也以较大的石油生产量而使得河南成为我国第四位石油输出源地。1995 年与 1999 年, 黑龙江、山东与新疆三个源地的石油输出量在源地系统总输出量中的比重均在 90% 之上, 因而在这两个特征时点, 源地系统均呈现为以黑龙江、山东和新疆为顶点的直角三角形结构(图 2、图 3)。其中, 大庆油田和胜利油田的石油生产量一直位居我国前两位, 维持了黑龙江与山东在源地系统的前两位的位置, 而河北与河南的输出地位则随着油田的衰落而没落, 新疆却因勘探开发技术的提高而使得石油生产量大大提升。至 2003 年与 2007 年, 黑龙江、新疆与天津的石油输出量之和在源地系统中所占比重也接近 90% 或在 90% 之上, 使源地系统均呈现为以这三个源地为顶点的钝角三角形结构(图 4、图 5)。其中, 黑龙江继续保持其首位源地位置, 而山东则由源地演变为交流地, 天津因石油输出量的增加成为三大源地之一。

从源地系统石油输出规模的演变来看, 总体呈下降趋势。源地系统的总石油输出量由 1985 年的 8260.42 万吨下降为 2007 年的 5190.18 万吨, 年均下降 1.69%。黑龙江作为我国首位输出源地, 其石油输出量由 1985 年的 4615.48 万吨下降至 2007 年的 2540.43 万吨, 年均下降 2.04%。由于黑龙江石油输出量在源地系统总石油输出量中占绝对优势, 其石油输出量的下降对源地系统总输出量的下降有很大影响。

3.2 汇地系统的空间格局演变

我国的石油汇地数量较多, 分布较为分散, 广泛分布于北部与中东部。从汇地数量的变化来看, 汇地数量不断增加, 与源地的数量差距越来越大。1985 年全国有 7 个源地、13 个汇地, 汇地数量不到源地的两倍, 到 2007 年只有 5 个源地, 汇地增加到 19 个, 汇地数量变为源地的近四倍。从 1985 年的 13 个增加至 2007 年的 19 个, 这主要与我国各省份石油消费量的增加有关。

从汇地系统的空间格局来看, 在各特征时点均呈

现为梯形结构(图 1-图 5), 其中, 1985 年与 1995 年表现为东西较窄、南北狭长的梯形, 1999 年与 2003 年梯形在南北方向有所收敛, 向东西方向延伸, 2007 年又开始向南延伸。具体来看: 1985 年与 1995 年呈现为相同的梯形结构, 都为主体位于我国东部, 西北顶点为北京、东北顶点为辽宁、西南顶点为广东、东南顶点为江浙沪的梯形汇地系统(图 1、图 2)。1985 年, 长江沿江一带的皖赣鄂湘四个汇地的输入量之和为 961.10 万吨, 可看作一个输入量大于 500 万吨的汇地, 江苏与浙江的石油输入量之和为 681.67 万吨, 亦看作一个输入量大于 500 万吨的汇地, 这两个汇地加上石油输入量均在 500 万吨之上的辽宁、上海、广东和北京, 六个汇地的总输入量占有所有汇地石油输入量之和的 92.6%, 这六大汇地构成了我国汇地系统的梯形结构。1995 年与 1985 年相比, 梯形的东南顶点处的江苏和浙江两个汇地各自的石油输入量都达到了 500 万吨, 各自单飞。1999 年, 梯形的范围有所扩大, 各顶点有所变动(图 3)。在该特征时点, 广东由汇地转变为交流地, 故西南顶点的位置由沿江地区的皖赣鄂湘所代替; 因甘肃的石油输入量为 753.45 万吨, 所以西北顶点向西扩至甘肃, 东北顶点仍为辽宁, 东南顶点仍为江浙沪。2003 年, 与 1999 年相比, 在梯形的西南顶点处, 因为湖北、湖南的石油输入量均达到了 500 万吨, 故将这两个汇地在图中单独绘出, 江西与安徽的输入量之和在 500 万吨之上, 将这两个汇地看作一个输入量在 500 万吨之上的汇地。2007 年, 汇地系统的范围继续扩大, 西南顶点向南延伸至海南, 西南顶点附近增加了输入量在 500 万吨之上广东, 东北顶点附近增加了输入量 500 万吨之上的河北。

从石油输入规模的演变来看, 输入规模在不断扩大, 以输入量在 300 万吨以上的汇地为例, 1985 年有 6 个汇地, 至 2007 年扩展至 16 个。首位汇地辽宁的输入量由 1985 年的 1358.34 万吨增至 2007 年的 4708.90 万吨, 二十二年间增长了 2.47 倍。汇地石油输入总量也由 1985 年的 5458.37 万吨增加至 2007 年的 19895.28 万吨, 增加了 2.64 倍。

3.3 交流地系统的空间格局演变

石油交流地的石油生产量和消费量基本相当, 且具有较大的石油输出量和输入量。其原因为: 一是不同节点的石油种类需求不同, 因此寻求区域协作; 二是管道、水运等交通的改善使得石油运输瓶颈得以缓解, 刺激了石油区域流动。我国石油交流地的数量不

多,且不同年份变动较大。1985年为天津、陕西,其中天津为主要交流地,此时石油源地系统、汇地系统所构成的空间格局均主要位于我国的东部,天津对于我国石油资源的南北交流起到了枢纽作用。陕西的石油交流量非常小,主要是利于除东部以外节点的石油交流。1999年交流地系统为广东、河南与天津构成的钝角三角形结构。其中,天津为沟通我国三大源地的媒介中心,河南为我国汇地系统石油资源的调剂和运输起到了中介作用,广东在源、汇系统未曾覆及的华南形成了资源调剂中心。2003年为由山东、广东与河南构成的钝角三角形结构。此时我国的源地系统有所北移,山东、河南为源、汇系统的交流和沟通的媒介中心,广东依然为华南石油资源的调剂中心。2007年广东与河南因自身石油消费量的增加,已演变成汇地,仅有山东为交流地。

4 结论与讨论

(1)我国石油资源流动源地数量在不断减少;源地系统空间格局始终呈“一体两翼”的三角形结构,但三角形的形状与范围发生较大变化,早期主要在东部地区,随着西部油田的开发,转向为西北和华北地区;源地系统的石油输出规模在不断下降。

(2)石油汇地数目不断增加,且与源地的数量差距越来越大,汇地系统的石油输入规模在不断上升。汇地系统的空间格局均呈现为梯形结构,但由1985年与1995年东西较窄、南北狭长的梯形,逐步向东西方向延伸,说明我国中西部各省份石油消费量也在不断增加。

(3)交流地数量不多,空间格局变动较大。天津、

陕西由于石油产量的增加由交流地变为源地,而河北、河南、广东等则由于自身石油消费量的增加由交流地变为汇地。

(4)我国石油源地的数量少于汇地的数量,且源地的石油输出规模小于汇地的石油输入规模,加之我国石油源地与汇地空间分布不平衡,导致全国范围内的大规模石油资源流动。

(5)本文研究了我国石油资源流动源、汇节点的划分和源-汇系统的空间格局演变特征,在今后的研究中,可进一步研究各类型的重心分布与重心迁移,以更好地反映各系统的空间关系变化及空间意义。

References(参考文献)

- [1] ZHAO Yuan; HAO Li-sha. The spatial structure of crude oil flow and the characteristic of its flow field in China [J]. Geographical Research, 2006,25(5):P753-764(Ch).
赵媛,郝丽莎. 20世纪末中国石油资源空间流动格局与流场特征[J]. 地理研究,2006,25(5):P753-764.
- [2] HAO Li-sha. Spatial Pattern Evolution of World Petroleum Geography and its Forming Mechanism [D]. Nanjing Normal University, 2009.
郝丽莎. 世界石油地理空间格局演变与形成机制研究[D]. 南京师范大学, 2009.
- [3] ZHU Wei-guang, ZHU Wei-hua. Stable Oil Production of 40 million tons for 10 years in Daqing Oil Fields [N/OL]. Guangming Daily, [2008-7-17]. http://www.gmw.cn/01gmrb/2008-07/17/content_805815.htm.
朱伟光,朱伟华. 大庆油田将连续10年稳产4000万吨[N/OL]. 光明日报, [2008-7-17]. http://www.gmw.cn/01gmrb/2008-07/17/content_805815.htm.
- [4] “Hundred Oil” Writing Group. Hundred Oil[M]. Beijing: Contemporary China Publish House, 2002:247-248.
《百年石油》编写组. 百年石油[M]. 北京: 当代中国出版社, 2002: 247-248