

中国人口疏密区分界线的历史变迁及 数学拟合与地理意义

龚胜生, 陈云

(华中师范大学可持续发展研究中心 城市与环境科学学院, 武汉 430079)

摘要: 采用历史时间断面方法和现代空间分析方法, 对中国西汉、西晋、唐代、北宋、明代、清代、现代7个时间断面的人口分布进行分析。结果发现: ① 中国人口疏密区的分界线就是中国农牧区的分界线, 中国人口分布的大格局由中国农耕区和畜牧区的空间分异奠定, 理论上中国人口疏密区分界线就是中国农牧交错带的拟合线。② 两千多年的历史证明, 中国农牧交错带是一个弧状地带, 不能用直线拟合, 只能用弧线拟合; “沈天大弧线”(沈阳—天水—大理弧线)是该交错带的函数拟合线, “山兰防弧线”(山海关—兰州—防城港弧线)是该交错带的内缘拟合线, 也是中原王朝衰弱时期的农牧分界线; “沈兰西弧线”(沈阳—兰州—西双版纳弧线)是该交错带的外缘拟合线, 也是中原王朝强盛时期的农牧分界线; 直线的“爱辉—腾冲线”理论上不能拟合弧状的中国农牧交错带, 因为它碰巧是中国农牧交错带的函数拟合线的切线, 因而也能较好地刻画中国人口的宏观分异格局。③ 中国人口疏密区分界线有着丰富的地理学意义: 一是分界线本身就是农牧业分界线; 二是分界线与海岸线围成的区域是中国的“国家核心区”; 三是分界线最大限度地刻画了中国东南和西北的自然地理和人文地理的分异。

关键词: 中国人口分界线; 农牧分界线; 爱辉腾冲线; 沈天大弧线; 山兰防弧线; 沈兰西弧线
DOI: 10.11821/dlxb201910014

由于自然地理条件分异及受其影响所形成的土地利用分异和人口承载力分异, 中国人口在宏观上自古就存在着稠密区和稀疏区的空间分异。1935年, 胡焕庸先生基于当时县域人口密度图的绘制、观察与分析, 创造性地用一条直线将中国人口分布的宏观分异进行了勾勒, 这就是被称为“胡焕庸线”的“爱辉腾冲线”。该线将中国版图分为东南、西北两个半壁, 东南半壁土地面积只占全国的36%, 人口却占到全国的96%, 是人口稠密区; 西北半壁土地面积占全国的64%, 而人口仅占全国的4%, 是人口稀疏区^[1]。半个多世纪之后的1990年, 胡焕庸先生根据1982年第三次人口普查的数据, 结合县级行政区划的变化, 重新计算了“爱辉腾冲线”两侧的人口分布状况, 结果是东南半壁土地面积占全国的42.9%, 人口占全国的94.4%, 西北半壁土地面积占全国的57.1%, 而人口仅占全国的5.6%^[2]。最近几年, 又有许多学者根据新的人口普查数据和采用新的空间分析方法对“爱辉腾冲线”两侧人口疏密格局的稳定性进行了验证, 发现该线两侧人口分布的均衡态势有所增强, 但总体格局并未发生大的变化^[3-9]。为此, 2015年李克强总理在研究中国城市化战略时, 曾经追问“胡焕庸线能否突破?”。为了回应总理之问和纪念“胡焕

收稿日期: 2018-09-14; 修订日期: 2019-06-26

基金项目: 国家自然科学基金项目(41171408); 国家社会科学基金项目(11AZD117, 12&ZD145) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41171408; National Social Science Foundation of China, No.11AZD117, No.12&ZD145]

作者简介: 龚胜生(1965-), 男, 湖南涟源人, 博士, 教授, 博士生导师, 中国地理学会会员(S110001186M), 主要从事历史地理学、医学地理学、可持续发展研究。E-mail: shshgong@mail.ccnu.edu.cn

庸线”发现80周年，同年11月，在华东师范大学、中国地理学会和中国人口学会联合举办的“中国人口地理格局与城市化未来”的学术会议上，丁金宏教授指出，“胡焕庸线”在中国人口分布嬗变中表现出的稳定性，表明中国人口分布的人地关系基础十分稳固，宏观的人口分布根植于人类行为的两个基本逻辑：食物是人口分布的面状逻辑，就业是人口分布的点状逻辑，就业逻辑并不破坏食物逻辑，农耕条件好的地方往往也是城市发展青睐的区位，所以“胡焕庸线”在工业化时代仍能保持稳定。王铮等通过仿真模拟，预测了中国未来到2060年的气候变化、农业生产潜力以及水资源供应，估算了“胡焕庸线”在人口格局方面突破的可能性，认为中国如要打破“胡焕庸线”，必须进行地缘政治经济学的改变。封志明则指出，“胡焕庸线”稳定性所隐藏的地理背景是人居环境的适宜性^[10]。这些观点对于正确理解“爱辉腾冲线”的人口地理学意义具有重要指导作用。

本文研究缘于“爱辉腾冲线”稳定性的讨论，主要研究与之相关的3个历史地理学问题：中国人口疏密区分界线的历史变迁；中国人口疏密区分界线束（交错带）的数学拟合；中国人口疏密区交错带拟合线的地理意义。在论述地理学意义时，同时对本文获取的人口分界线与“爱辉腾冲线”进行比较，从另一个侧面阐释“爱辉腾冲线”之所以能相对稳定地刻画出中国人口宏观分异格局的科学依据。

1 中国人口疏密区分界线的历史变迁

中国人口分界线特指人口稠密区和稀疏区的界线。现代人口分布是历史人口发展的结果，随着人口数量和人口分布的变化，中国人口疏密区的分界线也是不断变化的。要了解这个变化过程，需要选取典型时间断面进行“蒙太奇式”的观察。相对而言，统一王朝国力较强盛，人口数据较可信，人口格局也较稳定，分裂时期则反之。本文仅选取西汉元始二年（2年）、西晋太康初年（280年）、唐代天宝元年（742年）、北宋崇宁元年（1102年）、明代天顺四年（1460年）、清代嘉庆二十五年（1820年）、现代2010年进行时间断面的分析。

1.1 中国版图人口总数的历史变化

1.1.1 历史人口数据的处理 在现今中国版图内，历史人口统计覆盖到的区域称为“载籍区域”，未能覆盖的区域称为“失载区域”。文中载籍区域人口数主要取自梁方仲^[11]之书，失载区域人口数主要参照葛剑雄^[12-18]、吴松弟^[19]、赵文林等^[20]的历史人口著作进行估算；2010年人口数为普查数据^[21-22]。

（1）载籍区域人口数的处理。中国历史人口统计单位有户、丁、里、口之别，7个时间断面中，西汉、清代、现代的人口统计数均为“口”，可直接利用；西晋的人口统计数为“户”，其口数以全国户均口数乘以户数得出；唐宋时期少部分地区的人口统计数为“户”，这些地区的人口数系以其户数乘以其上级政区的户均口数得出；明代南、北直隶府州人口数直接采用弘治四年（1491年）口数，其他府州人口数采用天顺四年（1460年）的“里”数乘以其所属布政使司的里均口数得出。

（2）失载区域人口数的处理。在现代中国版图上，除2010年外，6个历史时间断面的人口统计都存在失载区域，需要将其人口数进行估算补全。本文采用4种方法予以估算：①直接采用人口史学者的估算；②根据失载区域某个年份的口数，参照同期可比地区的人口年均增长率推算得出；③取相邻地区已知人口密度值，乘以失载区域的国土面积计算得出；④综合估算法。中国历史时期各时间断面的失载区域及其估算方法如图1所示，估算结果如表1所示。

表1 中国历史时期各时间断面失载区域人口的估算

Tab. 1 The estimated population of the missing-recorded regions in China's historical periods

时期	估算方法	失载区块(个)	估计人口(万)	估算依据
西汉(2年)	直接采用	6	167	哀牢 5 万 ^[17, 20] , 匈奴 23 万 ^[12, 23] , 唐旄、发羌 30 万 ^[12] , 鲜卑、扶余、肃慎 55 万 ^[17, 20] , 西域都护府 51 万 ^[12] , 台湾 3 万 ^[20, 24]
西晋(280年)	直接采用	8	554	夫余、高句丽 74 万, 羌胡、西部鲜卑 20 万, 羌 250 万, 乌孙 65 万, 西域长史府 65 万, 鲜卑 60 万, 夷洲 10 万, 朱崖 10 万 ^[25]
	密度估算	1	2	北海郡 2.38 万
唐代(742年)	直接采用	20	573	平琴州 0.40 万, 扬州 0.52 万, 山州 0.52 万, 陆州 0.27 万, 冈州 3.34 万, 郁林州 9.07 万, 安南、和蛮部 9.07 万, 邕州 0.73 万, 桂州所领 2.60 万, 荣州 1.65 万, 沔州 3.8 万, 奉州 0.16 万, 济州 21.70 万, 仪州 5.03 万, 庭州 0.97 万 ^[26] , 安西都护府 60 万, 琉球 10 万 ^[25] , 吐蕃 400 万 ^[18] , 单于都护府 40 万 ^[27] , 兰州 2.85 万 ^[13]
	综合估算	8	400	突厥 160 万 ^[18, 27] , 黑水都护府 30 万, 松漠都督府 30 万, 靺鞨 20 万, 金齿部、望部等 40 万, 室韦都督府 30 万, 安东都督府 30 万, 渤海都督府 60 万 ^[25]
	密度估算	8	38	罗伏州 0.19 万, 唐林州 0.40 万, 环州 0.19 万, 矩州 0.07 万, 应州 0.61 万, 充州 1.13 万, 蓬鲁、姜、恕、葛、勿、占、达、浪等州 30.94 万, 胡逗洲 4.39 万
北宋(1102年)	直接采用	19	814	东京道 117 万, 中京道 94 万, 江陵府 22.33 万, 丹州 3.58 万, 绥德军 2.49 万, 晋宁军 3.42 万, 永宁军 6.32 万, 涿州 4.93 万, 西夏 300 万 ^[14] , 上京道 16.72 万, 辖夏斯、韩郎改 5.82 万, 流求 10 万, 汉阳军 3.05 万, 荆门军 23.76 万, 黄头回纥 18 万, 西州回鹘 90 万, 于阗 40.46 万, 黑汗 51.81 万 ^[20] , 定边军 0.24 ^[28]
	增长率估算	8	311	大理 280 万, 复州 9.91 万, 洮州 0.28 万, 廓州 0.04 万, 积石军 0.15 万, 西宁州 0.07 万, 湟州 0.21 万, 吐蕃诸部 20 万 ^[19]
	密度估算	24	229	怀德军 3.70 万, 西安州 5.18 万, 会州 3.09 万, 武冈军 22.18 万, 永康军 13.75 万, 西山野川诸部 36.30 万, 两林部、虚恨部、邛部 19.55 万, 祥州 1.06 万, 石门蕃部 45.67 万, 罗氏 29.46 万, 纯州 1.25 万, 滋州 3.75 万, 田氏 9.05 万, 珍州 2.28 万, 承州 2.36 万, 南平军 1.98 万, 涿州 1.10 万, 播州 1.45 万, 遵义军 1.21 万, 黔州所领诸羁縻州 19.24 万, 罗殿 2.27 万, 观州 3.06 万, 自杞 0.24 万, 特磨道 0.36 万
明代(1460年)	直接采用	3	90	乌思藏宣慰司 69.18 万, 鞑靼土默特部 10.82 万, 东番 10 万 ^[18]
	增长率估算	13	343	鞑靼、瓦剌 58.04 万, 吐鲁番 8.49 万, 叶尔羌 22.05 万, 亦力把里 8.80 万, 万全都司 26.67 万, 女真 70.90 万, 辽东都司 71.90 万, 靖虏卫 5.60 万, 宁夏中卫 3.16 万, 宁夏后卫 1.35 万, 榆林卫 24.93 万, 宁夏卫 7.97 万, 陕西行都司 33.71 万 ^[15]
	密度估算	37	82	永宁宣抚司 4.50 万, 黎州安抚司 0.71 万, 天全六番招讨司 0.96 万, 叠溪所 0.69 万, 松潘卫 22.26 万, 岷州卫 8.69 万, 洮州卫 11.54 万, 孟琏司 1.15 万, 钮兀司 0.21 万, 车里宣慰司 1.50 万, 威远州 0.41 万, 者乐甸司 0.03 万, 勐甸司 0.34 万, 新化州 0.10 万, 镇康州 0.27 万, 陇川宣抚司 0.13 万, 芒市司 0.03 万, 湾甸州 0.08 万, 大侯州 0.19 万, 干崖宣抚司 0.08 万, 南甸宣府 0.14 万, 里麻司 0.28 万, 普安州 1.43 万, 镇宁州 0.44 万, 安顺州 0.41 万, 安隆司 1.26 万, 上林司 0.68 万, 安南卫 0.84 万, 赤水卫 2.73 万, 平坝卫 0.11 万, 威清卫 0.08 万, 里古州 7.10 万, 兴隆卫 0.21 万, 毕节卫 2.06 万, 普市所 0.56 万, 保靖州宣慰司 3.32 万, 永顺宣慰司 5.99 万
清代(1820年)	直接采用	36	716	三音诺颜部 5.48 万, 东川府 28.80 万, 乌兰察布盟 22.59 万, 乌噜木齐 21.10 万, 伊克昭盟 23.81 万, 元江州 18.31 万, 养息牧场 0.84 万, 卓索图盟 8.16 万, 口北三厅 11.70 万, 哲里木盟 38.01 万, 唐努乌梁海 4.11 万, 土谢图汗部 6.15 万, 大凌河牧场 0.55 万, 察哈尔 7.75 万, 巴里坤 8 万, 广南府 32 万, 懋功厅 3.9 万, 扎萨克图汗部 3.76 万, 昭乌达盟 23.86 万, 昭通府 63.10 万, 普洱府 63.30 万, 西藏 119 万, 车臣汗部 4.19 万, 达里冈爱牧场 7.5784 万, 锡林郭勒盟 37.7857 万, 镇沅州 6 万, 阿拉善厄鲁特旗 31.8802 万, 青海 30 万, 额济纳土尔扈特旗 26.18 万 ^[16] , 三姓副都统辖区 37.22 万, 宁古塔副都统辖区 11.04 万, 白都纳副都统辖区 0.64 万, 阿勒楚喀副都统辖区 1.97 万, 呼伦贝尔总管辖区 2.88 万, 墨尔根副都统辖区 1.54 万, 齐齐哈尔副都统辖区 2.81 万 ^[29]
	密度估算	2	3	古城 2.79 万, 中俄尼布楚条约待议地区 0.55 万

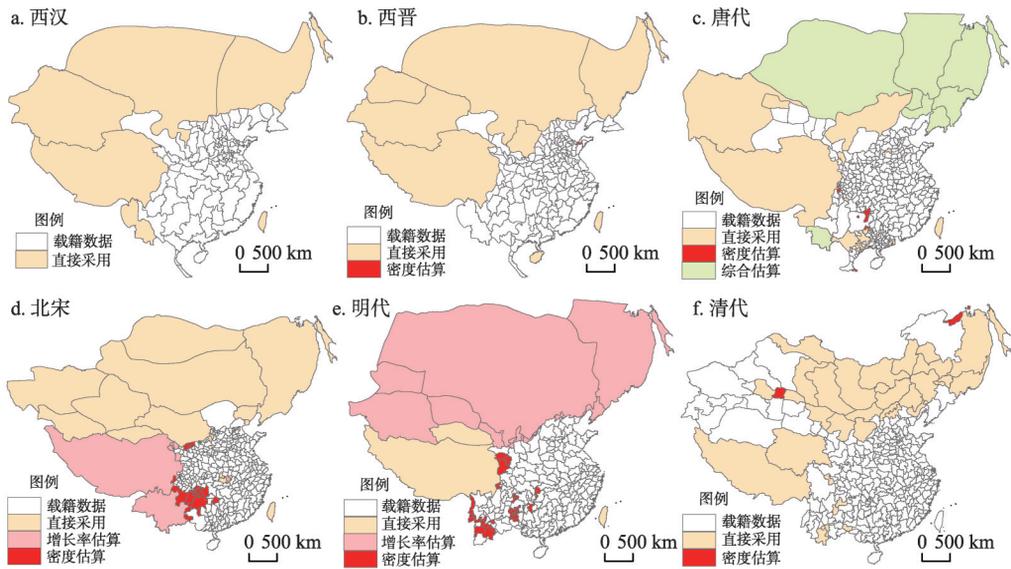


图1 中国历史版图及其人口估算

Fig. 1 China's historical territory and population estimation methods in various missing-recorded areas

1.1.2 中国历史人口总数的估算 将载籍区域的统计人口数和失载区域的估算人口数进行加和，就可得到中国历史版图范围内的总人口数。但是，由于历史版图各有盈缩变化，为便于比较，必须将历史版图按照现今中国版图进行裁剪，并依据地块面积比例来计算现今中国版图内的人口数，计算结果如表2所示。应该指出，这些人口总数的估算还是相当粗略的，不过，本研究的目的不是人口总数的精确估算，而是人口分布的空间差异，只要历史版图内各地块人口数的“误差”具有一致性，人口总数的多寡并不影响以人口比例来表达的人口分异格局。

表2 中国历史时期以来各时间断面的人口统计(万人)

Tab. 2 The population of important time sections in China since historical time (10 000 persons)

时间断面	西汉(2年)	西晋(280年)	唐代(742年)	北宋(1102年)	明代(1460年)	清代(1820年)	现代(2010年)
载籍区域人口数	5842	1657	5146	4071	5270	34483	136362
失载区域人口数	167	556	1011	1354	515	719	-
历史版图内人口	6009	2213	6157	5425	5785	35202	-
现今版图内人口	5793	2025	5810	5198	5659	34962	136362

1.2 中国人口疏密区分界线的历史变迁

1.2.1 中国人口疏密区分界线的划分方法 人口密度是衡量人口分布差异的主要指标^[30]。人口稀疏区和稠密区可以根据人口密度的高低来进行划分。文中中国土面积数通过ArcGIS软件在各时间断面的矢量政区图上提取。一般而言，在土地利用方式和生活方式相同的区域，人口密度在空间上的高低变化是渐进的，并没有明确的分界线，只有在土地利用方式和生活方式不同的区际之间，人口密度才会有显著的高低变化，比如城市和乡村之间、农耕区域和畜牧区域之间。中国人口分布的宏观差异，应该存在于农耕区和畜牧区之间，农耕区土地利用集约程度高，人口承载力大，人口密度相对较高；畜牧区土地利用集约程度低，人口承载力低，人口密度也相对较低，因此，农牧分界线就成为了区分或区划人口稠密区和稀疏区的重要分界线。文中采用自然间隔分类法^[31]来寻找历史时期的人口疏密区分界线，具体做法是：以2010年国家基础地理信息中心1:400万的地市级

政区图为标准，以谭其骧《中国历史地图集》^[32]为底图，利用 ArcGIS 10.3 软件矢量化得到各历史时间断面 1:400 万的州府级政区图，将现代中国版图内的人口密度分为 7 级，规定人口密度最低的 1 级地区为人口稀疏区，2~7 级地区为人口稠密区；同时，为了保证全国版图内只有一个人口稀疏区和一个人口稠密区，根据主体性原则，在西北半壁将部分人口密度在 2 级以上的离散区归到稀疏区，如人口较稠密的河西走廊，在东南半壁将部分人口密度为 1 级的离散区归到稠密区，如人口较稀疏的少数民族地区。

1.2.2 中国两千年来人口疏密区分界线的变迁 根据上文获取的人口数据和国土数据，以及人口疏密区的划分方法，可以得到中国两千多年来 7 个时间断面的人口密度分级图和疏密区分界线，其人口疏密区分界线的具体走向如图 2 所示：

(1) 西汉时期 (2 年)，中国人口稠密区为黄河中下游及成都平原地区，人口疏密区分界线在襄平县 (今辽宁辽阳市) — 九原县 (今内蒙古包头市) — 狄道县 (今甘肃临洮县) — 成都县 (今四川成都市) — 滇池县 (今云南晋宁区) 一线 (图 2a)。

(2) 西晋时期 (280 年)，黄河中下游地区仍然是人口稠密区，但长江中下游地区也出现不少人口稠密的地块，人口疏密区分界线在徐无县 (今河北遵化市) — 榆中县 (今甘肃榆中县) — 成都县 (今四川成都市) — 味县 (今云南曲靖市) 一线 (图 2b)。

(3) 唐代时期 (742 年)，中国形成了 3 个明显的人口稠密区：黄河中下游平原、长江下游三角洲、成都平原，而人口疏密区分界线大致在渔阳县 (今天津市蓟州区) — 榆

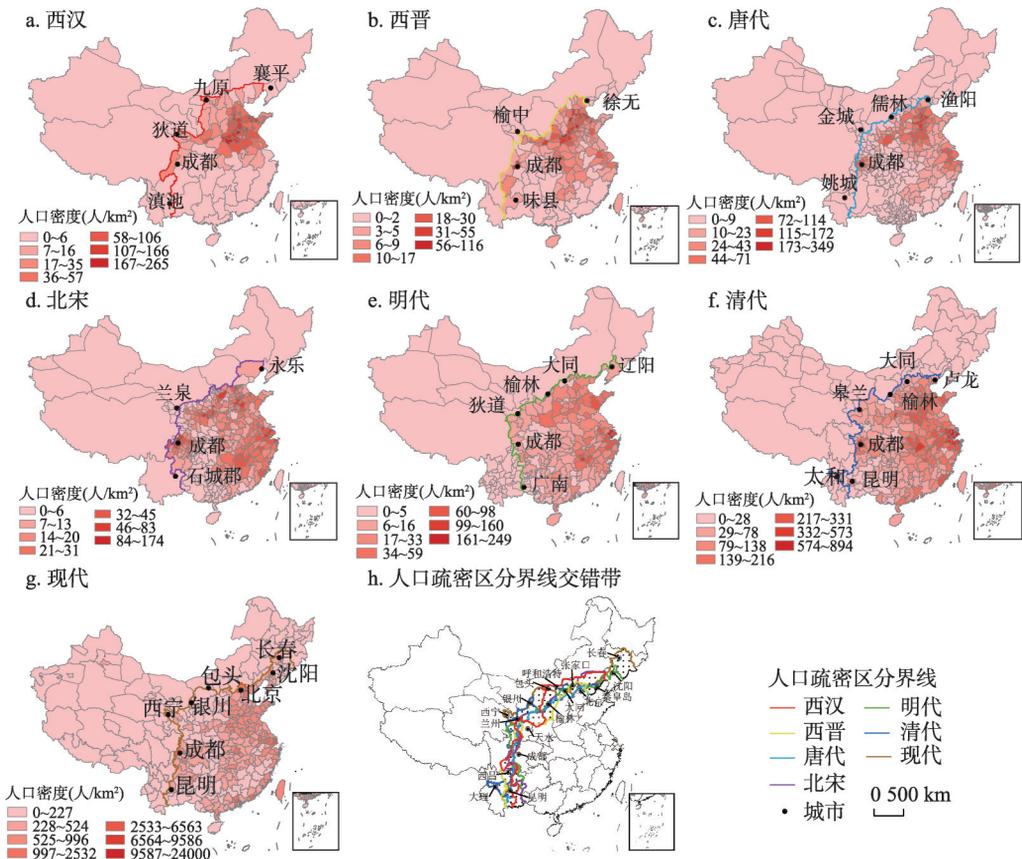


图 2 中国两千年来人口稀疏区与稠密区的演变

Fig. 2 The evolution of the sparse and dense areas of China's population since the past 2000 years ago

林县（今陕西榆林市南）—金城县（今甘肃兰州市）—成都县（今四川成都市）—姚城县（今云南姚安县）一线（图2c）。

（4）北宋时期（1102年），黄河中下游、江淮之间、长江中下游、闽浙地区都已经成为人口稠密区，且彼此连成一片，成都平原依然是比较孤立的人口稠密区，人口疏密区分界线大致在永和县（今辽宁锦州市）—兰泉县（今甘肃兰州市）—成都县（今四川成都市）—石城县（今云南曲靖市）一线（图2d）。

（5）明代时期（1460年），黄河中下游地区、长江下游地区、闽浙地区仍然为人口稠密区，成都平原的人口密度相对有所降低，人口疏密区分界线在辽阳县（今辽宁辽阳市）—大同县（今山西大同市）—榆林县（今陕西榆林市）—狄道县（今甘肃临洮县）—成都县（今四川成都市）—广南县（今云南广南县）一线（图2e）。

（6）清代时期（1820年），岭南地区人口密度有明显增加，黄河中下游地区、长江中下游地区、四川盆地、珠江中下游地区的人口稠密区连成了一片，人口疏密区分界线大致在卢龙县（今河北卢龙县）—大同县（今山西大同市）—榆林县（今陕西榆林市）—皋兰县（今甘肃兰州市）—成都县（今四川成都市）—太和县（今云南大理市）—昆明县（今云南昆明市）一线（图2f）。

（7）现代时期（2010年），中国的人口分布格局与清代相似，人口疏密区分界线在今长春市—沈阳市—北京市—包头市—银川市—西宁市—成都市—昆明市一线（图2g）。

综上所述，每个时间断面都有一条人口疏密区分界线，7个时间断面的人口疏密区分界线并不完全重合，而是彼此邻接，组成一个“线束”，并在空间上形成一个人口疏密区“交错带”。如图2h所示，这个人口疏密区交错带平均宽度约270 km，其北缘在今长春市—张家口市—呼和浩特市—银川市—西宁市—西昌市—大理市一线，南缘在今沈阳市—秦皇岛市—北京市—大同市—榆林市—天水市—成都市—昆明市一线，总体上是一条北起西辽河流域，循蒙古高原南缘至黄土高原西缘，然后折而南下，沿青藏高原、云南高原东缘直趋滇越边境，呈一条向东南敞开的弧状地带。

2 中国人口疏密区交错带的数学拟合

如上所述，过去两千年来，中国人口疏密区分界“线束”在空间上的盈缩变化形成一个具有内、外边缘的弧状“交错带”，如果要用一条简单的“线”来刻画中国人口分布的宏观分异，就必须寻找这个交错带的数学拟合线。这里采用函数和图论两种方式对其进行“线”的拟合。

2.1 中国人口疏密区交错带的函数拟合

函数拟合是定量拟合，也是精确拟合。众所周知，“线”是“点”在空间上移动的轨迹，因此，理论上可在人口疏密区交错带上提取足够数量的“点”，求出这些“点”的拟合函数就可得到人口疏密区交错带的“拟合线”。具体步骤是：

第一步：利用ArcGIS 10.3软件，在上述7个时间断面的人口疏密区分界线上，等距离各选10个点，提取总共70个点的经纬度；以纬度作为点的纵坐标值（Y），经度作为点的横坐标值（X），将坐标值导入Origin 8.0软件进行函数拟合。据此，得到人口疏密区交错带的两个拟合函数，一个指数函数，一个三阶函数，函数式分别为：

$$Y = -4947723.0914 \exp(-X/8.0419) + 43.0588 \quad (1)$$

$$Y = 0.0013X^3 - 0.4907X^2 + 60.5317X - 2449.7325 \quad (2)$$

式中：Y为纬度值；X为经度值。经检验，(1) (2) 两个函数式的拟合度分别为0.6783、

0.6775。经图形比对，三阶函数的拟合较指数函数的拟合为优，故选择三阶函数式(2)进入下一步。

第二步：将三阶函数式(2)导入ArcGIS 10.3软件，以99°E为起点，从西到东每隔0.5个经度取点求值，在现今中国版图内共获得54个坐标点(经度区间99°E~126°E)，将这些点用平滑线连接起来，就得到中国人口疏密区交错带的函数拟合线。这条拟合线北段具有明显的弧线特征，南段则近似于直线，总体呈东北—西南走向(图3)，大致就是今沈阳市—张家口市—大同市—包头市—呼和浩特市—银川市—兰州市—天水市—成都市—雅安市—西昌市—大理市各城市节点的连线，简称“沈天大弧线”。

2.2 中国人口疏密区交错带的图论拟合

图论拟合是定性拟合，也是近似拟合。如图2所示，过去两千多年来，中国人口疏密区分界线及其组束而成的交错带，都具有显著的弧状特征。根据图论原理，显而易见，不能用直线对中国的人口疏密区交错带进行拟合，而只能用弧线进行拟合。最简单的弧线有两种：一种是椭圆弧线，一种是正圆弧线，但椭圆弧线有两个中心点，需要大量计算，描述起来也不方便，因此选择用正圆弧线来进行拟合。根据几何学原理，正圆弧线拟合应该尽可能多地连接交错带上的特征点，而两端和中间的3个特征点最为关键。在中国人口疏密区交错带上，从东北往西南，分布着许多从古至今都非常重要的节点城市，如沈阳、辽阳、山海关、张家口、大同、包头、呼和浩特、银川、兰州、天水、成都、雅安、西昌、昆明、大理、西双版纳等。

在这些重要的节点城市中，最具地理意义的特征点是兰州，它不仅地处“中国东部地区、蒙新高原和青藏高原三大自然区的交错处，是中国东南部分和西北部分的过渡带”^[33]；而且它还是中国人口疏密交错带南段和北段的结合点。

其次是山海关。山海关今属秦皇岛市，古称“碣石”，地处辽西走廊要冲，是扼守关内、关外的重要关隘，早在西汉时期，司马迁就以之作为中国农牧分界线“龙门—碣石”的特征点。

此外，位于交错带东北端的长春、沈阳，西南端的大理、西双版纳，也都可以作为拟合的重要特征点。不过具体拟合时，还要考虑圆心位置的特殊性，并且圆弧线要尽可能多地切着交错带的内缘或外缘。

经过反复比对，找到两条拟合度相当高的正圆弧线：一条是以武汉为圆心，以武汉—兰州直线距离为半径画圆得到的内弧线——“山海关—兰州市—防城港弧线”，以下简称“山兰防弧线”；一条是以福州为圆心，以福州—兰州直线距离为半径画圆得到的外弧线——“沈阳市—兰州市—西双版纳弧线”，以下简称“沈兰西双版纳弧线”。3条弧线的走向及相互关系如图3所示。

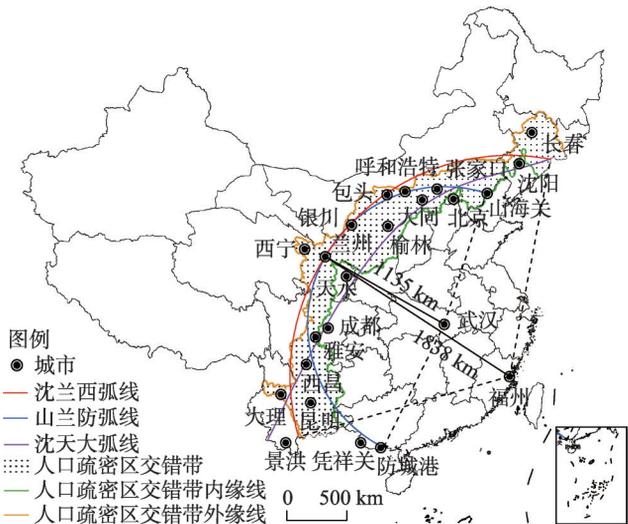


图3 中国人口疏密区交错带的拟合线

Fig. 3 The fitting curve of the sparse-dense ecotone of China's population distribution

3 中国人口疏密区分界线的地理意义

3.1 中国人口疏密区分界线揭示了中国的农牧分界线

中国人口疏密区交错带就是中国农牧交错带，中国人口分界线就是中国农牧分界线，这是中国人口分界线本身的地理意涵。

从人口地理学原理看，丁金宏教授指出宏观的人口分布根植于人类行为的两个基本逻辑：食物的面状逻辑和就业的点状逻辑。历史中国是一个以农立国的国家，人口分布主要受“食物面状逻辑”的制约，农耕区人民过着定居生活，土地的食物生产能力和人口承载力相对较高，人口密度因之就高；畜牧区人民逐水草而居，土地的食物生产能力和人口承载力相对较低，人口密度因之就低。因此，中国人口分布的最大分异，是农耕区与畜牧区的宏观分异。

从历史地理学史实看，中国农牧交错带与人口疏密区交错带高度吻合。如同人口疏密区交错带，中国农牧交错带也可分为北段和南段。北段偏西南—东北走向，由西汉时期的司马迁首次提出。据韩茂莉研究，该段“虽然表现出北上南下循环往复的变化特征，但其空间位移的核心始终保持在司马迁所述的龙门—碣石与以明长城一线为轴心的地带，这两条线分别构成农牧交错带的南界和北界”^[34]。南段为北—南走向，20世纪50年代由赵松乔教授首次提出，大致在阿坝州—甘孜州—凉山州—迪庆州—丽江市—大理州—德宏州一线^[35]。史念海认为早在两周时期，中国就形成了一条将中国版图分为西北、东南两个半壁的农牧分界线，具体而言是“自龙门向西南延伸到达陇山之下，再越过陇山，经嘉陵江上游西侧趋向西南，经今四川省平武、茂县之南，西南过岷江，再经天全县西，荣经、汉源诸县之东，又经冕宁、西昌诸县市之西，而达到今云南省剑川县及其迤西的地方”^[36]。不难看出，中国农牧交错带无论是北段还是南段，在空间上与中国人口疏密区交错带都高度吻合。因此，当历史文献语焉不详，农牧界线难以确定时，采用人口密度分异来推衍，应该是一种有效的办法。

3.2 中国人口疏密区分界线界定了中国的国家核心区

中国人口分界线不仅界划了中国的农耕区和畜牧区，更重要的是还界划出了中国的“国家核心区”。这是中国人口分界线界划的两侧区域的重要地理特性。

中国人口分界线的逻辑起于中国农牧分界线，界线东南半壁主要为农耕区，西北半壁主要为畜牧区，这个自不待言。值得进一步指出的是，中国人口分界线还具有丰富的政治地理意蕴，界划了中国历史上的国家核心区和边缘区。

“国家核心区”是一个政治地理学术语，它是国家最初的发源地，国家后来的版图在其基础上演化而成，具有人口稠密、资源富饶、经济和文化水平高的特征^[37]，因而是国家政权赖以起源、发展和维持的关键区域。“国家核心区”又由许多“基本经济区”组成，它们的农业生产条件与（水利）基础设施比其他地区要优越得多，“以致不管是哪一集团，只要控制了这一地区，它就有可能征服与统一全中国”^[38]。

“山兰防弧线”是中国人口疏密区交错带的内弧线，是最为紧凑的中国人口分界线，它与海岸线围成的区域自古以来就是中国的“国家核心区”。比如，秦始皇统一后设置的郡县全部分布在这个区域，后文还将看到，西汉、唐代乃至现代设置的县级以上城市也都高度集中在这一区域。

“沈兰西弧线”是中国人口疏密区交错带的外弧线，反映的是强盛农耕王朝的农牧分界线和人口疏密区分界线，它与海岸线围成的区域比“山兰防弧线”略大，也是一条界划中国“国家核心区”的线，其东南半壁囊括了中国历史上所有的“基本经济区”，以致在中国历史上，任何一个强大王朝的出现，都必须牢牢控制住这片区域。

3.3 中国人口疏密区分界线刻画了中国最大的地理分异

《山海经》曰：“天倾西北，地陷东南。天不满西北，故日月星辰移焉；地不满东南，故水潦尘埃归焉”。自古以来，东南—西北的地域分异是中国最大的地理分异，如西北半壁相对长寿，东南半壁相对短命的寿命地理分异^[39]。上述中国人口疏密区分界线将中国版图分为东南、西北两个半壁，不只是对界线两侧的人口宏观分异进行了区划，而且对界线两侧的自然地理与人文地理分异进行了区划。这是中国人口分界线最突出的地理意义所在。

为说明中国人口分界线所刻画的地理分异，这里选取自然地理要素（地形、气温、降水）分区的“紧凑度”和社会经济要素（城市、经济、政治）的“集中度”来进行对比。“紧凑度”和“集中度”是两个正向指标，文中只选取东南半壁做各分界线的比较。由于“爱辉腾冲线”在这方面的地理意义也十分明显^[40]，本文将其与上述3条拟合弧线一并加以比较。

3.3.1 人口疏密区分界线刻画的自然地理分异 表3是中国人口疏密区分界线刻画的东南半壁地形、气温、降水分级类型区的紧凑度。文中据以比较的地形数据来自DIVA-GIS的DEM数据（资料来源：<http://www.diva-gis.org/datadown>），气温、降水数据来自中国气象局的“中国地面累年值数据集（1981-2010年）”^[41]。据以计算紧凑度的地形分级类型区、气温分级类型区、降水分级类型区分别如图4a、图4b、图4c所示。

表3 中国人口疏密区分界线东南半壁自然地理要素紧凑度的比较

Tab. 3 The compactness of natural geographical elements to the southeast of China's demographic borderline

分界线名称	平均海拔(m)	地形区紧凑度(%)	平均气温(℃)	气温区紧凑度(%)	平均降水(mm)	降水区紧凑度(%)
爱辉腾冲线	606	13.18	13.6	11.53	1001	10.23
沈天大弧线	573	11.78	16.2	12.39	1151	12.89
山兰防弧线	665	10.77	15.3	12.86	1074	12.84
沈兰西弧线	768	10.16	14.8	12.55	1034	12.69

注：紧凑度=各类自然区连片面积之和÷(自然区类型数×国土总面积)×100%。

(1) 地形分异。如图4a所示，所有人口分界线都不与中国的宏观地貌单元存在吻合关系，但“爱辉腾冲线”的紧凑度最高，其东南半壁囊括了中国地势较低的几乎所有平原和丘陵。地形因素应该是胡焕庸先生提出“爱辉腾冲线”的重要考虑，他指出：“东南半壁除云贵高原以外鲜有一千公尺以上的高地，所有人口稀少之西北半壁俱属于高原”^[1]。事实上，其地形紧凑度（13.18%）是所有分界线中最高的。

(2) 气温分异。如图4b所示，所有人口分界线都不与特定等温线存在吻合关系，“爱辉腾冲线”的气温区紧凑度最低（11.53%），穿越的气温分级区最多，其东南半壁的年均气温平均为13.6℃；“山兰防弧线”的气温区紧凑度最高（12.86%），穿过的气温分级区较少，其东南半壁年均气温平均为15.38℃；“沈兰西弧线”和“沈天大弧线”切割的气温分级区也都较少，其东南半壁年均气温平均分别为14.8℃和16.2℃。

(3) 降水分异。如图4c所示，所有人口分界线都不与特定的降水量线存在吻合关系，但都基本上区隔开了中国的干、湿区域，东南半壁绝大部分年降水量在400mm以上，西北半壁绝大部分年降水量在400mm以下。其中“爱辉腾冲线”降水区紧凑度最低（10.23%），“沈天大弧线”降水区紧凑度最高（12.89%）。降水也是胡焕庸先生划分“爱辉腾冲线”的重要因子，他指出：“东南半壁雨量最少者在五百公厘以上，惟西北半壁则雨量在五百公厘以下”^[1]，但与其他弧线分界线相比较，其气温和降水分区的紧凑度都是最低的。

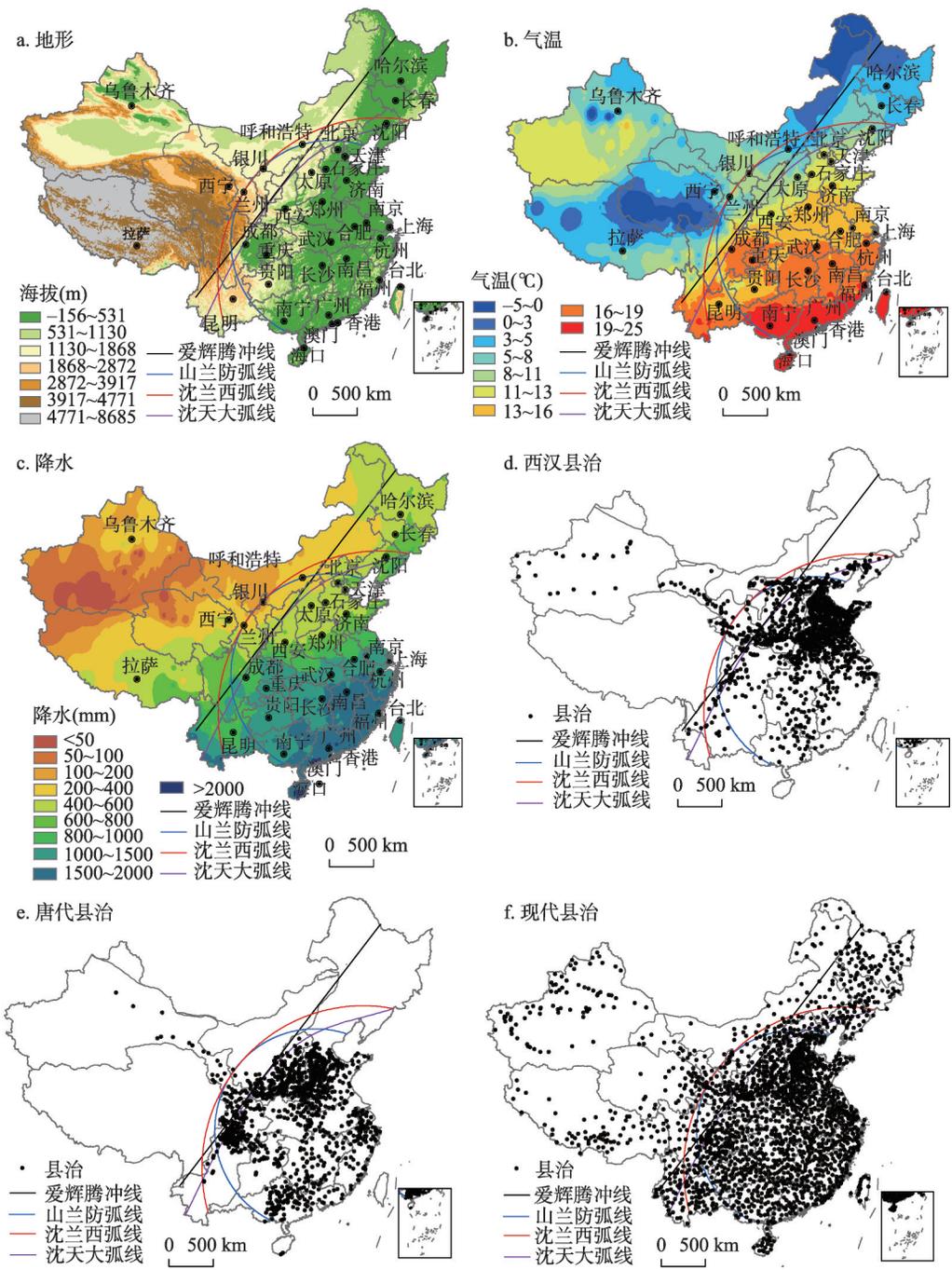


图4 中国人口疏密区分界线两侧地形、气温、降水、城市的分异
 Fig. 4 The topography, temperature, precipitation and urban differentiation between the northwest and southeast sides of China's demographic borderline

3.3.2 人口疏密区分界线刻画的人文地理分异 表4是中国人口疏密区分界线东南半壁在人口、城市、经济、政区方面分异情况。表4中GDP数据来自《中国区域经统计年鉴2011》^[42]和《中国统计年鉴2011》^[43]，港澳台地区的GDP数据原以本币统计，文中依据

表4 中国人口疏密区分界线东南半壁人文地理要素集中度的比较

Tab. 4 Comparison of the concentration of human geographical elements to the southeast of China's demographic borderline

比较项目	爱辉腾冲线	山兰防弧线	沈兰西弧线	沈天大弧线
国土面积占比(%)	43.69	32.97	38.30	31.22
人口数量占比(%)	90.49	87.92	91.12	85.64
地级城市占比(%)	89.86	76.69	85.81	78.72
GDP占比(%)	95.90	82.69	93.09	88.82
县治占比(%)	87.64	86.26	88.83	84.54
人口集中度(倍)	2.07	2.67	2.38	2.74
城市集中度(倍)	2.06	2.33	2.24	2.52
经济集中度(倍)	2.20	2.51	2.43	2.84
政区集中度(倍)	2.01	2.62	2.32	2.71

注：集中度=特定区域某项社会经济指标的全国占比÷该区域国土面积的全国占比。

年内平均汇率换算成人民币。地级及以上城市数据源于《中国城市统计年鉴2011》^[44]和中国政府网^[45]。历史县治数据西汉源于《汉书·地理志》，现国境内共有1292个县治；唐代源于《元和郡县图志》^[46]，现国境内共有1034个县治，县治位置据谭其骧主编《中国历史地图集》标绘^[34]；现代县治数据取自国家基础地理信息中心，2010年现国境内（含台湾省）共有2089个县治。国土面积占比和人口数量占比是过去2000年来的平均状况。各时间断面上县治占比、土地占比、人口占比，其数据来源如表5所示。

(1) 人口分异。人口疏密区分界线首先应该区划的是人口的分异特征，人口集中度高低反映了对人口分异格局刻画的合理性和精确性。理论上讲，中国人口稠密区的人口集中度有一个“极大值”。这是因为，随着国土面积占比的增加，人口数量的占比也会随之增加，当国土面积占比达到某个“临界点”后，人口数量占比反而会出现下降，这时

表5 中国人口疏密区分界线东南半壁人口、土地、县治占比情况(%)

Tab. 5 The proportion of population, land and county to the southeast of China's demographic borderline (%)

分界线名称	指标统计	西汉 (2年)	西晋 (280年)	唐代 (742年)	北宋 (1102年)	明代 (1460年)	清代 (1820年)	现代 (2010年)	平均
爱辉腾冲线	土地占比	43.52	43.60	43.64	43.68	43.70	43.80	43.89	43.69
	人口占比	92.21	80.11	90.36	87.74	94.09	95.16	93.76	90.49
	县治占比	87.46	-	92.94	-	-	-	82.53	87.64
沈天大弧线	土地占比	31.02	31.12	31.16	31.21	31.23	31.35	31.46	31.22
	人口占比	88.08	75.06	85.67	82.15	91.12	92.50	84.13	85.64
	县治占比	83.13	-	88.88	-	-	-	81.61	84.54
山兰防弧线	土地占比	32.77	32.86	32.91	32.97	32.99	33.13	33.19	32.97
	人口占比	92.12	77.08	88.96	84.59	94.70	94.75	83.24	87.92
	县治占比	89.40	-	97.29	-	-	-	72.09	86.26
沈兰西弧线	土地占比	38.11	38.19	38.24	38.28	38.31	38.43	38.52	38.30
	人口占比	96.16	80.36	90.00	88.81	96.48	97.04	89.01	91.12
	县治占比	93.81	-	98.16	-	-	-	74.53	88.83

注：① 1935年时，香港的九龙、香港岛，澳门、台湾被他国占领，胡焕庸先生未将其纳入国土统计，而香港的新界因为只是被租借而纳入了国土统计。为保证可比性，表中所有国土面积统计都包括了港澳台地区。② 过去两千多年来，因河流三角洲的扩张，东南半壁国土面积是不断增加的，表中所有时间断面的人口密度是以相应时间断面的国土面积数来计算的。

的人口集中度就是理论上的“极大值”。以2010年为例，在地市尺度上，将人口密度分为5级，考虑到人口稠密区在空间上的连续性，中国人口最稠密区是如图5所示的从渤海湾到杭州湾的东部沿海地区，该区域土地面积占全国总数的6.28%，人口数量却占全国总数的32.97%，人口集中度为5.25，这就是中国人口集中度的理论最大值。所有人口分界线中，人口集中度由高到低的排列顺序是：“沈天大弧线” > “山兰防弧线” > “沈兰西弧线” > “爱辉腾冲线”，其人口集中度分别为理论最大值的52.19%、50.86%、45.33%、39.43%。

(2) 城市分异。城市是人口的集聚中心，城市的空间分异也能反映人口的空间分异。据统计，2010年中国版图内有296个地级及以上城市，其中内地287个，台湾省7个（台北、高雄、基隆、台中、新竹、台南、嘉义），再加香港、澳门。中国人口分界线的东南半壁集中了全国76.69%~89.86%地级及以上城市，“城市集中度”都在2倍以上（表4），其中“沈天大弧线”最高，达2.52，“爱辉—腾冲线”最低，为2.06，排列顺序为：“沈天大弧线” > “山兰防弧线” > “沈兰西弧线” > “爱辉腾冲线”，与人口集中度排列顺序完全一致，说明城市空间分异能很好反映人口的空间分异。

(3) 经济分异。就业是人口宏观分布的“点的逻辑”，现代产业结构以第二、第三产业为主，它们主要集中于城市，因此，经济的空间分异也是人口空间分异的反映。中国人口分界线的东南半壁分布着全国82.69%~95.90%的GDP，“经济集中度”均在2倍以上（表4），最高为2.84，最低为2.20，排列顺序为：“沈天大弧线” > “山兰防弧线” > “沈兰西弧线” > “爱辉腾冲线”。

(4) 政区分异。“县”是中国两千多年来最稳定的行政单元，人口密度高的地区，县治的分布密度也高，县级政区的界线就越密集，因此，县治的空间分异也能反映人口的空间分异。如图4所示，无论是历史时期还是现代时期，东南半壁都是中国县治分布最密集的地区。表4显示，中国人口分界线的东南半壁分布着全国86.26%~87.64%的县级以上城市，“政区集中度”也都在2倍以上，最高达2.71，最低为2.01，排列顺序为：“沈天大弧线” > “山兰防弧线” > “沈兰西弧线” > “爱辉腾冲线”。

4 讨论与结论

4.1 讨论

由于地球表面的不均衡性，人口分布的空间分异是普遍存在的，而且不同的地理空间尺度有着不同的空间分异特征，不同的历史时期也有着不同的空间分异变化。但是，在宏观尺度上，如果将现今中国版图区分为“人口稠密区”和“人口稀疏区”两个部

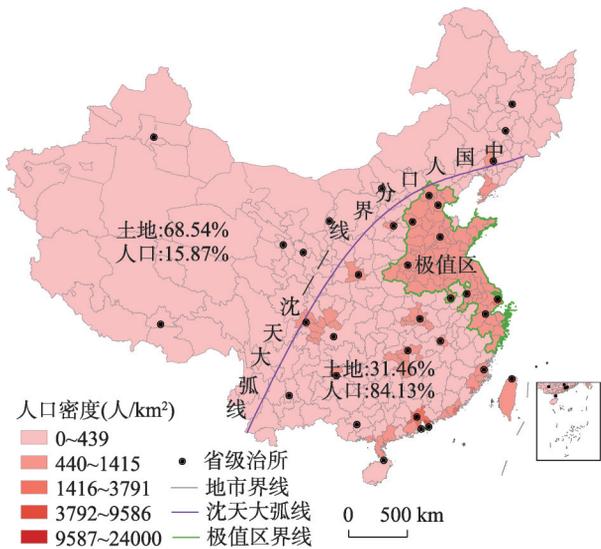


图5 2010年中国人口集中度极值区

Fig. 5 The extreme-concentration area of China's population distribution in 2010

分，其分异格局应该是相当稳定的。众所周知，中国最大的人口分异是农耕区和畜牧区的分异，农耕区人口稠密，畜牧区人口稀少，因此中国最大的人口分界线就是中国的农牧分界线。从过去两千多年来的历史变迁看，中国的人口疏密区分界线和农牧区分界线都不是一条直线，而是可以分为南、北两段的弧状线，因此，中国的人口分界线在理论上是不能用直线拟合的，只能用弧线来对它们进行拟合。

但是，“爱辉腾冲线”作为一条直线，为何也能相当“稳定地”刻画中国人口分布的宏观分异格局呢？这可能是由于，胡焕庸先生在1935年提出“爱辉腾冲线”时，对中国宏观的自然地理和人文地理分异已经烂熟于心；同时也不排除其中存在巧合的成分。如图3所示，“爱辉腾冲线”虽然与“沈兰西弧线”和“山兰防弧线”有些格格不入，但令人惊奇的是，它与最精准的“沈天大弧线”构成“切线”关系。图论原理告诉我们，弧线的切线具有弧线的“拓扑”特性，切线是弧线的进一步简化，换句话说，“爱辉腾冲线”是中国人口疏密区交错带弧线拟合线的拓扑线。这是“爱辉腾冲线”也能相对稳定地刻画中国人口分异大格局的根本所在。

4.2 结论

(1) 农耕区人口相对稠密，畜牧区人口相对稀少，从历史变迁和空间分异上看，中国人口疏密区交错带就是中国农牧区交错带，中国人口疏密区的分界线就是中国农牧区的分界线。过去两千多年来，中国人口疏密区的分界线不是一成不变的，其盈缩变化形成的人口疏密区交错带是一个弧状地带，因此理论上无法用直线来刻画中国人口分布的宏观分异格局，而只能用弧线来拟合中国的人口疏密区分界线。

(2) 中国人口疏密区交错带的弧状拟合线有3条：第一条是“沈天大弧线”——这是中国人口疏密区交错带的函数拟合线，其东南半壁国土面积只占全国的31.22%，人口却占全国的85.64%，人口集中度高达2.74；第二条是以武汉为圆心、武汉至兰州直线距离为半径画圆得到的“山兰防弧线”——这是中国人口疏密区交错带的内缘拟合线，也是中原王朝衰退时期的农牧分界线，其东南半壁国土面积只占全国的32.97%，人口却占全国的87.92%，人口集中度为2.67；第三条是以福州为圆心、福州至兰州直线距离为半径画圆得到的“沈兰西弧线”——这是中国人口疏密区交错带的外缘拟合线，也是中原王朝强盛时期的农牧分界线，其东南半壁国土面积只占全国的38.30%，人口却占全国的91.12%，人口集中度为2.38。综合来看，“沈天大弧线”对中国人口宏观分异格局的刻画最为精准，是最科学的中国人口分界线。

(3) 中国人口疏密区分界线作为中国人口分界线，有着丰富的地理学意义。①分界线本身也是农牧分界线；②分界线与海岸线围成的东南区域，界划出了政治地理学意义上的中国的“国家核心区”，历史上任何一个强大的统一王朝都必须牢牢控制住这个区域；③分界线刻画了中国东南、西北两个半壁自然地理和人文地理的宏观分异，尤其是在人口、经济、城市、政区等方面的人文地理分异。

致谢：谭冰冰、张芬芬、张沁妍、李燕飞、徐沛等研究生参与了历史时间断面人口数据的搜集整理，特此致谢！

参考文献(References)

- [1] Hu Huanyong. Distribution of China's population: Accompanying charts and density map. *Acta Geographica Sinica*, 1935, 2(2): 33-74. [胡焕庸. 中国人口之分布: 附统计表与密度图. *地理学报*, 1935, 2(2): 33-74.]
- [2] Hu Huanyong. The distribution, regionalization and prospect of China's population. *Acta Geographica Sinica*, 1990, 45(2): 139-145. [胡焕庸. 中国人口的分布、区划和展望. *地理学报*, 1990, 45(2): 139-145.]
- [3] Ge Meiling, Feng Zhiming. The study on China's population distribution based on GIS: A comparison with Hu

- Huanyong's study in 1935. *Population Research*, 2008, 32(1): 51-57. [葛美玲, 封志明. 基于GIS的中国2000年人口之分布格局研究: 兼与胡焕庸1935年之研究对比. *人口研究*, 2008, 32(1): 51-57.]
- [4] Yang Qiang, Li Li, Wang Yundong et al. Spatial distribution pattern of population and characteristics of its evolution in China during 1935-2010. *Geographical Research*, 2016, 35(8): 1547-1560. [杨强, 李丽, 王运动, 等. 1935-2010年中国人口分布空间格局及其演变特征. *地理研究*, 2016, 35(8): 1547-1560.]
- [5] Hu Lulu, Liu Yalan, Ren Yuhuan, et al. Spatial change of population density boundary in mainland China in recent 80 years. *Journal of Remote Sensing*, 2015, 19(6): 928-934. [胡璐璐, 刘亚岚, 任玉环, 等. 近80年来中国大陆地区人口密度分界线变化. *遥感学报*, 2015, 19(6): 928-934.]
- [6] Qi Wei, Liu Shenghe, Zhao Meifeng. Study on the stability of Hu Line and different spatial patterns of population growth on its both sides. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(4): 551-566. [戚伟, 刘盛和, 赵美凤. “胡焕庸线”的稳定性及其两侧人口集聚模式差异. *地理学报*, 2015, 70(4): 551-566.]
- [7] Wang Lu, Yang Yanzhao, Feng Zhiming, et al. Prediction of China's population in 2020 and 2030 on county scale. *Geographical Research*, 2014, 33(2): 310-322. [王露, 杨艳昭, 封志明, 等. 基于分县尺度的2020-2030年中国未来人口分布. *地理研究*, 2014, 33(2): 310-322.]
- [8] Pan Qian, Jin Xiaobin, Zhou Yinkang. Population change and spatio-temporal distribution of China in recent 300 years. *Geographical Research*, 2013, 32(7): 1291-1302. [潘倩, 金晓斌, 周寅康. 近300年来中国人口变化及时空分布格局. *地理研究*, 2013, 32(7): 1291-1302.]
- [9] Wu Jing, Wang Zheng. Agent-based simulation on the evolution of population geography of China during the past 2000 years. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(2): 185-194. [吴静, 王铮. 2000年来中国人口地理演变的Agent模拟分析. *地理学报*, 2008, 63(2): 185-194.]
- [10] Jiang Hongbing. Why could "Hu Huanyong Line" have been stable for 80 years? In commemoration of the discovery of "Aihui- Tengchong Line", experts discussed the changes of China's demographic geographic pattern. 2015- 11- 08, People's Daily-Shanghai Channel, <http://sh.people.com.cn/n/2015/1108/c134768-27047051.html>. [姜泓冰. “胡焕庸线”为何稳定80年? 纪念“瑗瑛—腾冲线”发现, 专家研讨中国人口地理格局变化. 2015-11-08, 人民网-上海频道, <http://sh.people.com.cn/n/2015/1108/c134768-27047051.html>.]
- [11] Liang Fangzhong. *Statistics of Households and Population, Field and Land in Chinese Dynasties*. Beijing: Zhonghua Book Company, 2008: 19-384. [梁方仲. 中国历代户口、田地、田赋统计. 北京: 中华书局, 2008: 19-384.]
- [12] Ge Jianxiong. *Population History of China (Vol.1): Introduction, pre- Qin to Northern and Southern Dynasties*. Shanghai: Fudan University Press, 2002: 397-434. [葛剑雄. 中国人口史(第一卷): 导论、先秦至南北朝时期. 上海: 复旦大学出版社, 2002: 397-434.]
- [13] Ge Jianxiong, Dong Guodong. *Population History of China (Vol.2): Sui, Tang and Five Dynasties*. Shanghai: Fudan University Press, 2002: 198-555. [葛剑雄, 冻国栋. 中国人口史(第二卷): 隋唐五代时期. 上海: 复旦大学出版社, 2002: 198-555.]
- [14] Ge Jianxiong, Wu Songdi. *Population History of China (Vol.3): Liao, Song, Jin and Yuan Dynasties*. Shanghai: Fudan University Press, 2000. 12: 191-221. [葛剑雄, 吴松弟. 中国人口史(第三卷): 辽宋金元时期. 上海: 复旦大学出版社, 2000. 12: 191-221.]
- [15] Ge Jianxiong, Cao Shuji. *Population History of China (Vol.4): Ming Dynasty*. Shanghai: Fudan University Press, 2005. 01: 225-275. [葛剑雄, 曹树基. 中国人口史(第四卷): 明时期. 上海: 复旦大学出版社, 2005. 01: 225-275.]
- [16] Ge Jianxiong, Cao Shuji. *Population History of China (Vol.5): Qing Dynasty*. Shanghai: Fudan University Press, 2005: 225-275. [葛剑雄, 曹树基. 中国人口史(第五卷): 清时期. 上海: 复旦大学出版社, 2005: 225-275.]
- [17] Ge Jianxiong. *The Population Geography of Western Han Dynasty*. Beijing: People's Publishing House, 1986: 119-120. [葛剑雄. 西汉人口地理. 北京: 人民出版社, 1986: 119-120.]
- [18] Ge Jianxiong. *Population Development of China*. Fuzhou: Fujian People's Press, 1991: 165, 241. [葛剑雄. 中国人口发展史. 福州: 福建人民出版社, 1991: 165, 241.]
- [19] Wu Songdi. *History of Chinese Immigrants (Vol 4th): Liao, Song, Jin and Yuan Dynasties*. Fuzhou: Fujian People's Press, 1997: 56. [吴松弟. 中国移民史(第4卷): 辽宋金元时期. 福州: 福建人民出版社, 1997: 56.]
- [20] Zhao Wenlin, Xie Shujun. *Population History of China*. Beijing: People's Publishing House, 1988: 30-275. [赵文林, 谢淑君. 中国人口史. 北京: 人民出版社, 1988: 30-275.]
- [21] Census Office of the State Council, Bureau of Population and Employment Statistics of the National Bureau of Statistics. *China's 2010 Census of County Data*. Beijing: China Statistics Press, 2012: 1-102. [国务院人口普查办公室, 国家统计局人口和就业统计司. 中国2010年人口普查分县资料. 北京: 中国统计出版社, 2012: 1-102.]
- [22] Census Office of the State Council, Bureau of Population and Employment Statistics of the National Bureau of Statistics. *China's 2010 Census (2nd Part)*. Beijing: China Statistics Press, 2012: 2337. [国务院人口普查办公室, 国家

- 统计局人口和就业统计司. 中国2010年人口普查资料(下册). 北京: 中国统计出版社, 2012: 2337.]
- [23] Shang Xinli. Tentative Analysis of Hun's Population Change in Western Han Dynasty. *Population & Economics*, 2006 (2): 60-65. [尚新丽. 西汉时期匈奴人口数量变化蠡测. *人口与经济*, 2006(2): 60-65.]
- [24] Zhang Huanzhou. Perspective on the origin relationship with the motherland from the composition of Taiwan's historical population. *Journal of Anhui Normal University (Natural Science Edition)*, 2005, 28(4): 490-493. [张环宙. 从台湾历史人口的构成看台湾与祖国大陆的渊源关系. *安徽师范大学学报(自然科学版)*, 2005, 28(4): 490-493.]
- [25] Lu Yu, Teng Zezhi. *General Population History in China*. Beijing: China Social Sciences Press, 2015: 212-416. [路遇, 滕泽之. *中国人口通史*. 北京: 中国社会科学出版社, 2015: 212-416.]
- [26] (Tang Dynasty) Du You. *Tong Dian* (volumes 171-184). Beijing: National Library Press, 2006. [(唐)杜佑. *通典*(卷171-184). 北京: 国家图书馆出版社, 2006.]
- [27] Song Naigong, Zhang Zengzhi, Wang Mingzhong, et al. *Inner Mongolia Branch of China Population*. Beijing: China Financial and Economic Publishing House, 1987: 37. [宋迺工, 张增智, 王鸣中, 等. *中国人口内蒙古分册*. 北京: 中国财政经济出版社, 1987: 37.]
- [28] Xue Pingshuan. *Historical Population Geography of Shaanxi Province*. Beijing: People's Publishing House, 2001: 134. [薛平拴. *陕西历史人口地理*. 北京: 人民出版社, 2001: 134.]
- [29] (Qing Dynasty) Ren Zong. *Rebuild Unified Chronicle of Jiaqing Regime* (Vols 67-71). Shanghai: Shanghai Bookstore Publishing House, 1984: 596, 805. [(清)仁宗敕撰. *嘉庆重修一统志*(卷67-71). 上海: 上海书店出版社, 1984: 596, 805.]
- [30] Zhu Zhuo. *Population Geography*. Beijing: China Renmin University Press, 1991: 76. [祝卓. *人口地理学*. 北京: 中国人民大学出版社, 1991: 76.]
- [31] (U.S.) Andy Mitchell. *The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 1: Geographic Patterns & Relationships*. Beijing: Surveying and Mapping Press, 2011: 38. [(美)安迪·米切尔. *GIS空间分析指南*. 北京: 测绘出版社, 2011: 38.]
- [32] Tan Qixiang. *The Historical Atlas of China*. Beijing: China Map Publishing House, 1982-1988 Edition. [谭其骧. *中国历史地图集*. 北京: 中国地图出版社, 1982-1988年版.]
- [33] Xian Xiaowei. The formation and development of urban settlement in Lanzhou. *Economic Geography*, 1982(2): 131. [鲜肖威. 兰州城市聚落的形成与发展. *经济地理*, 1982(2): 131.]
- [34] Han Maoli. *Historical Agricultural Geography of China* (2nd volume). Beijing: Peking University Press, 2012: 850. [韩茂莉. *中国历史农业地理*(下). 北京: 北京大学出版社, 2012: 850.]
- [35] Zhao Songqiao. *Geological Survey of Agriculture and Animal Husbandry in Sichuan and Yunnan Provinces of Agriculture and Animal Husbandry Interlaced Area*. Beijing: Science Press, 1959. [赵松乔. *川滇农牧交错地区农牧业地理调查资料*. 北京: 科学出版社, 1959.]
- [36] Shi Nianhai. On the boundary between agriculture and animal husbandry area in the Western Zhou and Eastern Zhou Period. *Journal of Chinese Historical Geography*, 1987(1): 57. [史念海. 论两周时期农牧业地区的分界线. *中国历史地理理论丛*, 1987(1): 57.]
- [37] Wang Enyong, Wang Zhengyi, Lou Yaoliang, et al. *Political Geography: The Political Pattern in Time and Space*. Beijing: Higher Education Press, 1998: 89. [王恩涌, 王正毅, 楼耀亮, 等. *政治地理学: 时空中的政治格局*. 北京: 高等教育出版社, 1998: 89.]
- [38] Ji Chaoding. *Key Economic Areas in Chinese History*. Beijing: The Commercial Press, 2014: 11, 15. [冀朝鼎. *中国历史上的基本经济区*. 北京: 商务印书馆, 2014: 11, 15.]
- [39] Gong Shengsheng. A preliminary study of the geographical distribution and environmental background of the longevity sites in ancient China. *Journal of Chinese Historical Geography*, 1997(3): 227-251. [龚胜生. 中国古代长寿点区的地理分布及其环境背景的初步研究. *中国历史地理理论丛*, 1997(3): 227-251.]
- [40] Wang Jingai. *Chinese Geography Course*. Beijing: Higher Education Press, 2007: 107-110. [王静爱. *中国地理教程*. 北京: 高等教育出版社, 2007: 107-110.]
- [41] China Meteorological Data Network: China data set of values of annual and for years in succession (1981-2010). <http://data.cma.cn/data/detail/dataCode/A.0029.0005.html>. [中国气象数据网: 中国地面累年值年值数据集(1981-2010年), <http://data.cma.cn/data/detail/dataCode/A.0029.0005.html>.]
- [42] Department of Comprehensive Statistics of National Bureau of Statistics. *China Regional Economic Statistical Yearbook 2011*. Beijing: China Statistics Press, 2012: 217. [国家统计局国民经济综合统计司. *中国区域经济统计年鉴2011*. 北京: 中国统计出版社, 2012: 217.]
- [43] National Bureau of Statistics of P. R. China. *China Statistical Yearbook 2011*. Beijing: China Statistics Press, 2012: 220, 957, 1009, 1016, 1031, 1039. [中华人民共和国国家统计局. *中国统计年鉴2011*. 北京: 中国统计出版社, 2012: 220, 957, 1009, 1016, 1031, 1039.]

- [44] Department of Urban Social and Economic Survey, National Bureau of Statistics. China City Statistical Yearbook 2011. Beijing: China Statistics Press, 2012: 24-29. [国家统计局城市社会经济调查司. 中国城市统计年鉴 2011. 北京: 中国统计出版社, 2012: 24-29.]
- [45] The Network of the State Council of the People's Republic of China: Geography and Residents of Taiwan. [中国政府网: 台湾地理与居民, http://www.gwytb.gov.cn/bttw/201101/t20110131_1740202.htm.]
- [46] (Tang Dynasty) Li Jifu. Maps and Records of Prefectures and Counties of Yuanhe Regime. Beijing: Zhonghua Book Company, 1983. [(唐)李吉甫. 元和郡县图志. 北京: 中华书局, 1983.]

The historical change, mathematical fitting and geographical significance of demographic borderlines in China

GONG Shengsheng, CHEN Yun

(1. Department of Geography, Central China Normal University, Wuhan 430079, China; 2. Research Institute of Sustainable Development, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: By the methods of historical temporal section and modern spatial analysis, this paper analyzes the change of population distribution in China since the past 2000 years ago, such as the Western Han Dynasty (the representative year A.D. 2), the Western Jin Dynasty (A.D. 280), the Tang Dynasty (A.D. 742), the Northern Song Dynasty (A.D. 1102), the Ming Dynasty (A.D. 1460), the Qing Dynasty (A.D. 1820), and the present (A.D. 2010). It is found that China demographic borderlines dividing sparsely and densely populated areas are the borderlines which divide farming and pastoral areas, and the pattern of China's population distribution depends on the spatial differentiation of China's farming and pastoral areas. Therefore, theoretically the fitting curve of sparse-dense borderlines of China's population distribution in various times can be seen as the fitting curve of the farming-pastoral ecotone. The history has proved that China's farming-pastoral ecotone is an arc-shaped belt, so it can not be fitted by straight line but by arc-curve. Shenyang-Tianshui-Dali Arc is a function fitting line of the ecotone; Shanhaiguan-Lanzhou-Fangchenggang Arc is a fitting of the inner edge curve of the ecotone, which is a farming-pastoral borderline when the empire's rule was not so strong; Shenyang-Lanzhou-Xishuangbanna Arc is a fitting of the outer edge curve of the ecotone, which is another farming-pastoral borderline when the empire's rule was very strong. As Aihui-Tengchong Line, theoretically, it cannot fit the arc-shaped farming-pastoral ecotone, but coincidentally, because of being the tangent of Shenyang-Tianshui-Dali Arc, it can also depict the macro pattern of China's population distribution. China's demographic borderline dividing sparsely and densely populated areas is of geographical significance: first, the line is an farming-pastoral borderline of historical China; second, it, along with the coastline, encircles the "National Core Area" of China, in term of political geography; third, it, to the greatest extent, distinguishes the natural and human geographical differences existing in the northwestern and southeastern China.

Keywords: China's demographic borderline of sparsely and densely populated areas; the borderline of China's farming and pastoral areas; Aihui-Tengchong Line; Shenyang-Tianshui-Dali Arc; Shanhaiguan-Lanzhou-Fangchenggang Arc; Shenyang-Lanzhou-Xishuangbanna Arc