

Research on Drought and Trade Development Potential of Countries along the Belt and Road Strategy

Rong Fan, Quan Quan, Qianjia Qi, Yadi Wang, Yuxiang Dong, Fan Yang

Xi'an University of Technology, Xi'an Shaanxi
Email: qq@xaut.edu.cn, 1399755171@qq.com

Received: Feb. 2nd, 2020; accepted: Feb. 14th, 2020; published: Feb. 21st, 2020

Abstract

The construction of "the Belt and Road" has achieved great results in recent years. It is of great significance to study the relationship between drought and commodity trade in countries along "the Belt and Road" line for the economic and trade development of countries along the line. Based on the cross wavelet method, the correlation between drought and commodity trade in countries along "the Belt and Road" was studied, and the trade development potential of each country was analyzed. The results show that after the "the Belt and Road" initiative was put forward, the per capita GDP of China and east Asia and central Asia achieved synchronous growth mode. There is a significant correlation between drought and trade in countries along the new Eurasian land bridge and China-central Asia-west Asia economic corridor. The economic and trade development of the new Eurasian land bridge and the two economic corridors of countries along the China-central Asia-west Asia economic corridor has been significantly improved, which has great potential in the implementation of the "the Belt and Road" initiative in the future.

Keywords

The Belt and Road, Drought Index, Trade in Goods, Cross Wavelet

一带一路战略下沿线国家干旱与贸易发展潜力关系研究

樊荣, 权全, 齐千嘉, 王亚迪, 董宇翔, 杨帆

西安理工大学, 陕西 西安
Email: qq@xaut.edu.cn, 1399755171@qq.com

收稿日期：2020年2月2日；录用日期：2020年2月14日；发布日期：2020年2月21日

摘要

“一带一路”建设近年来取得巨大成效，研究“一带一路”沿线国家干旱与商品贸易关系对沿线各国经济贸易发展具有十分重要的意义。基于交叉小波法研究“一带一路”沿线国家干旱与商品贸易的相关性，分析各国贸易发展潜力。结果表明：“一带一路”倡议提出后，中国与东亚、中亚地区人均GDP实现同步增长模式；新亚欧大陆桥、中国-中亚-西亚经济走廊沿线国家干旱与贸易存在显著相关性；新亚欧大陆桥和中国-中亚-西亚经济走廊沿线国家两条经济走廊的经济和贸易发展得到了显著提升，在未来“一带一路”倡议实施过程中具有极大的发展潜力。

关键词

一带一路，干旱指数，商品贸易，交叉小波

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

自2013年9月和10月习近平总书记出访中亚四国和印度尼西亚分别提出建设“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”构想以来[1]，“一带一路”建设近年来无论是从双边合作还是国际影响力都取得了快速发展。“一带一路”倡议以它广阔的覆盖面、切实的政策以及共建和平与发展新常态的美好愿景为依托，逐渐彰显出蓬勃的生命力。

而“一带一路”沿线国家由于其地理区位和自然条件等因素的不同，经济发展和商品贸易状况也会有所差异。而干旱指数作为一个重要的气候指标，研究其与各国贸易之间的关系，具有十分重要的现实意义[2]。国内外学者分别从资源禀赋[3] [4]、干旱化时空分布[5]、干旱化特征[6]等不同角度对“一带一路”沿线国家进行了相关研究。不过，由于研究起步较晚，对于“一带一路”沿线国家干旱程度与贸易之间的关系、“一带一路”沿线国家投资环境分析等问题尚未完全揭示。鉴于此，本文从“一带一路”沿线干旱与贸易发展关系的角度入手，通过收集“一带一路”沿线各国经济贸易数据、计算各国SPI干旱指数，定量揭示“一带一路”沿线国家干旱与贸易关系，从而分析“一带一路”沿线经济走廊的发展现状与未来潜力。

2. 研究方法数据来源

2.1. 研究区概况

“一带一路”是一个开放式的国际经济合作区域，自“共建一带一路”倡议提出以来，对于“一带一路”并没有一个严格统一的范围[1]。本文在参考CHINA GO ABROAD官网对于一带一路的界定的基础上，将沿线国家确定为除中国以外的65个国家。一带一路到达的地区覆盖了东亚、东盟、中亚、西亚、南亚、独联体和中东欧等地区，具体国家详见表1。

本文对于这七大区域的研究将从各地区中选出一个具有代表性的国家展开具体分析，通过对一个国

家的研究,分析这一地区及所处经济走廊的经济贸易发展状况。其中,东亚所选研究对象为蒙古,而蒙古也是中蒙俄经济走廊的重要国家;独联体所选研究对象为俄罗斯,俄罗斯同时处于中蒙俄经济走廊和新亚欧大陆桥两大经济走廊的交点处;中东欧所选的研究对象为波兰,波兰同样在新亚欧大陆桥沿线;中亚所选的研究对象为哈萨克斯坦,西亚所选研究对象为土耳其,两国均在中国-中亚-西亚经济走廊沿线;南亚所选的研究对象为印度,是孟中印缅经济走廊沿线的重要国家;东盟所选的研究对象是新加坡,位于中国-中南半岛经济走廊沿线。

Table 1. Countries along the Belt and Road

表 1. “一带一路”沿线国家

七大区域	主要国别
东亚	蒙古
东盟	新加坡、马来西亚、印度尼西亚、缅甸、泰国、老挝、柬埔寨、越南、文莱、菲律宾
中亚	哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、土库曼斯坦、吉尔吉斯斯坦
西亚	伊朗、伊拉克、土耳其、叙利亚、约旦、黎巴嫩、以色列、巴勒斯坦、沙特阿拉伯、也门、阿曼、阿联酋、卡塔尔、科威特、巴林、希腊、塞浦路斯、埃及
南亚	印度、巴基斯坦、孟加拉、阿富汗、斯里兰卡、马尔代夫、尼泊尔、不丹
独联体	俄罗斯、乌克兰、白俄罗斯、格鲁吉亚、阿塞拜疆、亚美尼亚、摩尔多瓦
中东欧	波兰、立陶宛、爱沙尼亚、拉脱维亚、捷克、斯洛伐克、匈牙利、斯洛文尼亚、克罗地亚、波黑、黑山、塞尔维亚、罗马尼亚、保加利亚、马其顿、阿尔巴尼亚

2.2. 数据来源

本文所需要的数据主要包括沿线国家的人口比例数据, GDP 增长率、人均 GDP 等经济数据, 商品进出口及商品贸易所占 GDP 比例等贸易数据, 沿线各国干旱指数数据。其中, 沿线国家的人口比例数据, GDP 增长率、人均 GDP 等经济数据, 商品进出口及商品贸易所占 GDP 比例等贸易数据来源于世界银行世界发展指标数据库, 并通过计算得出各国 SPI 干旱指数。所有数据时间范围均为 1992 年至 2018 年; 而最后用于潜力评价的双边贸易数据来源于中国一带一路网时间范围为 2014 年至 2017 年。

2.3. 研究方法

本文以分区为研究单元, 在每个分区中选择一个代表性国家作为研究对象。首先, 对中国的人口比例数据, GDP 增长率、人均 GDP 等经济数据, 商品进出口及商品贸易所占 GDP 比例等贸易数据做变异点分析[7]与趋势分析[8]; 其次, 通过交叉小波分析法分析中国与沿线各国经济的相关性[9] [10]; 最后, 通过交叉小波分析法分析各国贸易发展与 SPI 干旱指数[5]的相关性。通过以上相关结果, 分析“一带一路”沿线各国的经济贸易与干旱指数的相关性。

2.3.1. 变异点分析方法

本文在做变异点分析时采用启发式分割算法(BG 算法), 用于处理非线性非平稳序列的均值变异点, 该法是一种检测非线性、非平稳时间序列的有效方法。

一般而言, I_0 的取值不小于 25, P_0 可取 0.5~0.95。通过改变 I_0 和 P_0 , 可以实现对序列不同尺度的变异检测。一带一路沿线国家数据序列长度为 27, 可用该方法分析中国人口、经济和贸易序列的变异, 详细计算过程可以参考文献[7]。

2.3.2. 趋势分析方法

在时间序列趋势分析中, Mann-Kendall 趋势检验法(以下简称 M-K 趋势检验法)是世界气象组织积极推荐的一种非参数检验法。Z 的绝对值大于或等于 2.32、1.64、1.28, 表示通过置信度分别为 99%、95% 以及 90% 的显著性检验水平, 详细计算过程可以参考文献[8]。

2.3.3. 交叉小波变换分析

交叉小波用于分析两个序列间在时频域内的关系, 这里采用 Morlet 小波。两个时间序列 $x(t)$ 和 $y(t)$ 之间交叉小波谱(XWT)定义为:

$$W_{XY}(\alpha, \tau) = C_X(\alpha, \tau)C_Y^*(\alpha, \tau)$$

式中: $C_X(a, \tau)$ 为序列 $x(t)$ 小波变换系数, C_Y^* 为序列 $y(t)$ 小波变换系数的复共轭。详细计算过程可参见文献[9]。

交叉小波能量谱能够反映两个序列经过小波变换后的相同能量谱区域, 从而揭示两序列在不同时频域上相互作用的显著性。小波凝聚谱能够反映两个小波变换在时频域中的相干程度。

2.3.4. SPI 干旱指标的计算

干旱指标是研究干旱气候的基础, 也是衡量干旱程度的标准, 本文选取 Mckee 等在研究美国科罗拉多干旱状况时提出的标准化降水指标 SPI (Standard Precipitation Index)。该指标具有只需较长时间的降水量资料, 消除了降雨时空差异, 对干旱变化反应敏感, 适用于多时间尺度等优点。用合适的分布函数去拟合某一时间尺度的降雨, 是 SPI 值计算的核心。

具体的计算方法见文献[5]。通过标准正态化后, 如果计算得到的 $SPI < 0$, 则表示该国当年的 SPI 值相对于序列同期平均水平较低, 即出现干旱情况; 反之, 则呈现湿润特征。

3. 结果分析

3.1. 中国人口、经济与贸易变异点和趋势分析

3.1.1. 变异点分析

使用启发式分割法对中国 1992~2018 年公 27 年的人口比例、经济和贸易发展的资料序列进行分析, 得到的 T(t) 序列与时间变化的折线图, 见图 1。

1) 从启发式分割法对中国 27 年的人口序列进行突变检测, 取 $P_0 = 0.90$ 。由图 2(a)可知, 在 $T_1 = 2003$ 年, $T_2 = 2002$ 年, $T_3 = 2009$ 年三个时间点, 分别对应着 0~14 岁人口(占总人口百分比)、15~64 岁人口(占总人口百分比)、65 岁及 65 岁以上人口(占总人口百分比)三个序列的较为显著的变异点, 其显著水平分别为: $P(T_{\max 1}) = 1 > P_0$, $P(T_{\max 2}) = 1 > P_0$ 和 $P(T_{\max 3}) = 0.999998 > P_0$ 。综上所述, 中国 1992~2018 年的人口时间序列中, 0~14 岁人口(占总人口百分比)、15~64 岁人口(占总人口百分比)、65 岁及 65 岁以上人口(占总人口百分比)序列分别在 2003 年、2002 年和 2009 年发生较为显著的突变。

2) 由图 2(b)可知, 在 $T_1 = 2011$ 年, $T_2 = 2010$ 年两个时间点, 分别对应着 GDP 增长率和人均 GDP 两个序列的较为显著的变异点, 其显著水平分别为: $P(T_{\max 1}) = 0.998011 > P_0$ 和 $P(T_{\max 2}) = 1 > P_0$ 。综上所述, 中国 1992~2018 年的经济时间序列中, GDP 增长率和人均 GDP 序列分别在 2011 年和 2010 年发生较为显著的突变。

3) 由图 2(c)可知, 在 $T_1 = 2007$ 年, $T_2 = 2002$ 年和 $T_3 = 2007$ 三个时间点, 分别对应着商品进口、商品贸易(占 GDP 百分比)和商品出口三个序列的较为显著的变异点, 其显著水平分别为: $P(T_{\max 1}) = 0.999999 > P_0$ 、 $P(T_{\max 2}) = 0.973755 > P_0$ 和 $P(T_{\max 3}) = 0.999999 > P_0$ 。综上所述, 中国 1992~2018 年的贸易

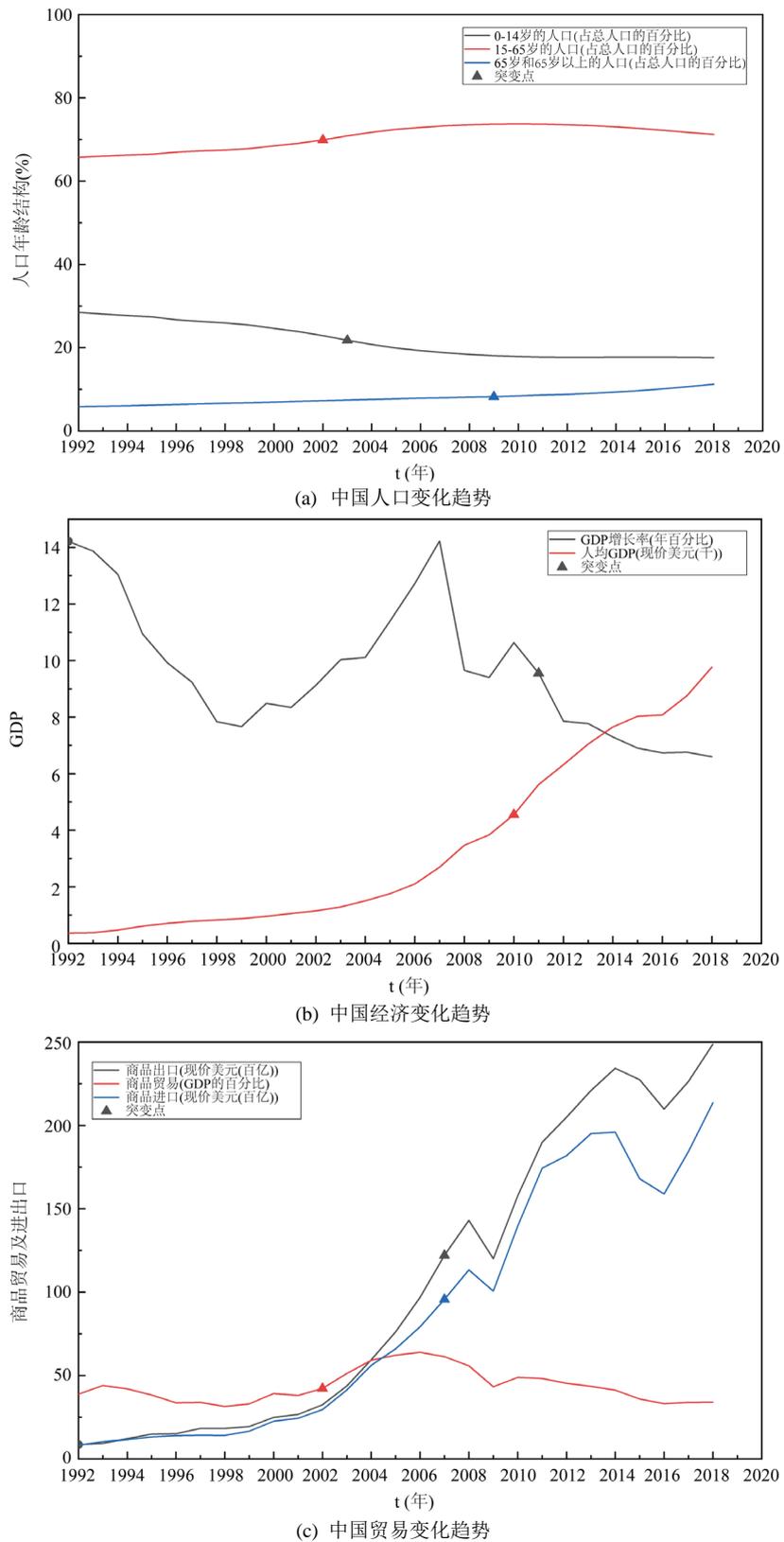
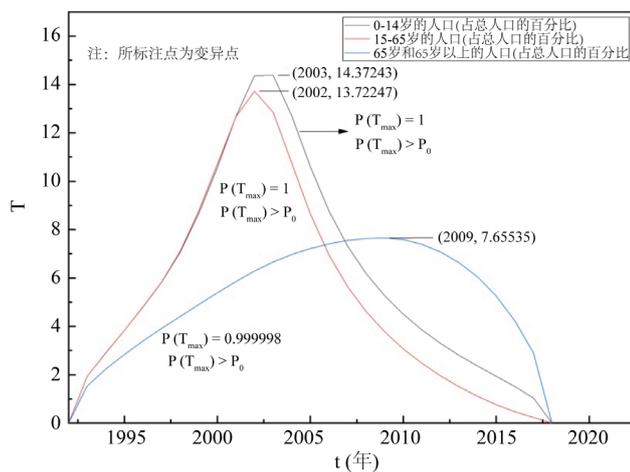
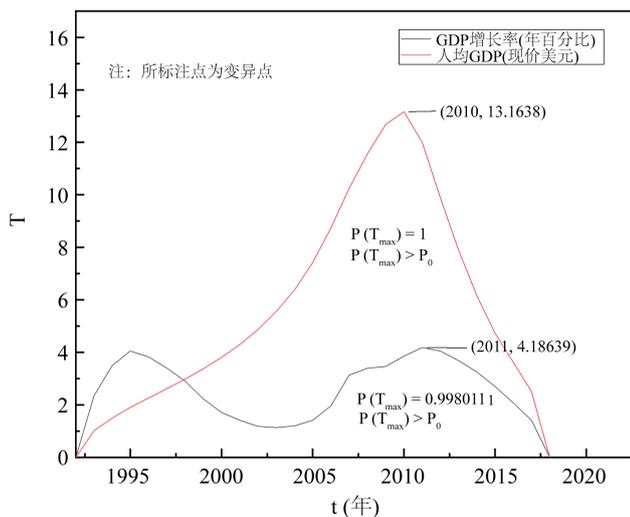


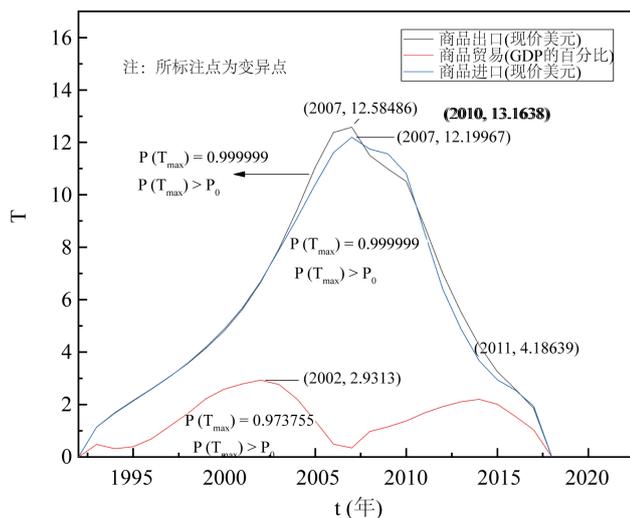
Figure 1. Trends in China's population, economy and trade from 1992 to 2018
 图 1. 1992 年~2018 年中国人口、经济与贸易变化趋势



(a) 中国人口突变图



(b) 中国经济突变图



(c) 中国贸易突变图

Figure 2. Sudden changes in China's population, economy and trade from 1992 to 2018

图 2. 1992 年~2018 年中国人口、经济和贸易突变图

时间序列中,商品进口、商品贸易(占 GDP 百分比)和商品出口序列分别在 2007 年、2002 年和 2007 年发生较为显著的突变。

3.1.2. 趋势性分析

M-K 趋势检验结果(见表 2)表明,中国人口时间序列中,在 99%的显著性水平下,0~14 岁人口(占总人口百分比)呈显著下降趋势,15~64 岁人口(占总人口百分比)和 65 岁及 65 岁以上人口(占总人口百分比)均呈增加趋势。中国经济时间序列中,在 99%的显著性水平下,GDP 增长率(年百分比)呈显著下降趋势,人均 GDP 呈显著上升趋势。中国贸易时间序列中,在 99%的显著性水平下,商品进口和商品出口呈显著上升趋势;而商品贸易占 GDP 的百分比呈上升趋势,显著性较弱。

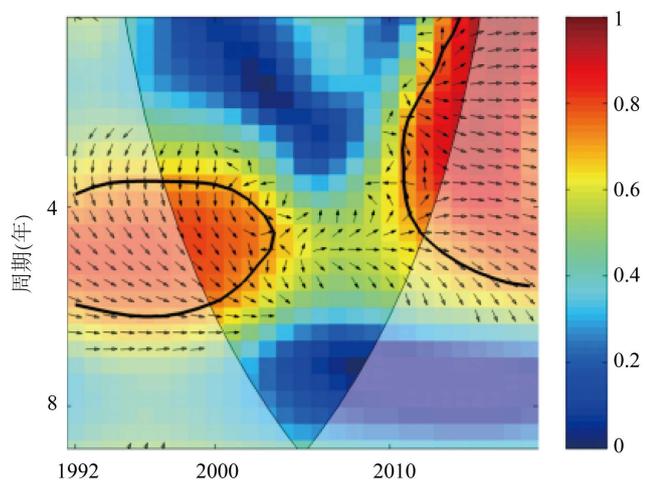
Table 2. Analysis results of China's population, economy and trade trends
表 2. 中国人口、经济、贸易趋势分析结果

指标	Z	趋势	是否显著
0~14 岁的人口(占总人口的百分比)	-6.7961	下降	是
15~64 岁的人口(占总人口的百分比)	4.628	上升	是
65 岁和 65 岁以上的人口(占总人口的百分比)	7.2964	上升	是
GDP 增长率(年百分比)	-3.4189	下降	是
人均 GDP(现价美元)	7.2964	上升	是
商品出口(现价美元)	6.9629	上升	是
商品贸易(GDP 的百分比)	0.16678	上升	否
商品进口(现价美元)	6.7544	上升	是

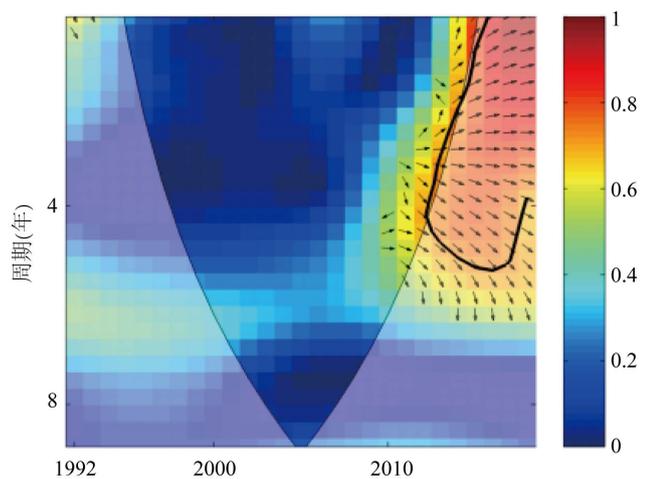
中国的人口变化趋势(图 3(a))表明,自 2002 年开始,中国逐渐开始了人口老龄化的进程,到 2009 年,65 岁及 65 岁以上人口所占比例变化趋势发生了突变,老龄化进程加快;中国的经济发展趋势(图 1(b))表明,自 2011 年开始,GDP 增长率发展趋势显著下降,GDP 增长逐渐趋于平缓,与此同时,人均 GDP 显著增长,综上,中国的经济正逐步实现又好又快发展,人民生活质量显著提高;中国的贸易变化趋势(图 1(c))表明,中国的商品进出口发展趋势大致相同,自 2007 年开始,商品进出口增长速度明显加快,商品贸易在 GDP 中的占比也稳步提升,自 2013 年“一带一路”战略提出后,商品进出口又迎来一次大幅度提升,这与我们研究的问题也基本吻合。

3.2. 中国与沿线各国经济相关性分析

本文在研究中国与其他七国的经济相关性过程中,只展示出相关性显著的中国与蒙古、中国与哈萨克斯坦两组交叉小波图。图 4 展示了中国与蒙古、哈萨克斯坦人均 GDP 的交叉小波能量谱和交叉小波凝聚谱。交叉小波能量谱显示中国与蒙古人均 GDP 存在 2 个共振周期,分别为:1) 2~7 年左右(1992~1998)的周期,高能量区主要集中在 1992 年前后;位相差表明中国与蒙古人均 GDP 变化表现为由负相关到正相关的转变;2) 1~5 年(2015 年至今)的周期,高能量区主要集中在 2015 年前后,中国与蒙古人均 GDP 变化表现为正相关。中国与哈萨克斯坦人均 GDP 存在 2 个共振周期,分别为:1) 2~7 年左右(1992~1998)的周期,高能量区主要集中在 1992 年前后;位相差表明中国与哈萨克斯坦人均 GDP 变化表现为由近似正相关的转变;2) 1~5 年(2015 年至今)的周期,高能量区主要集中在 2015 年前后,中国与哈萨克斯坦人均 GDP 变化表现为正相关。



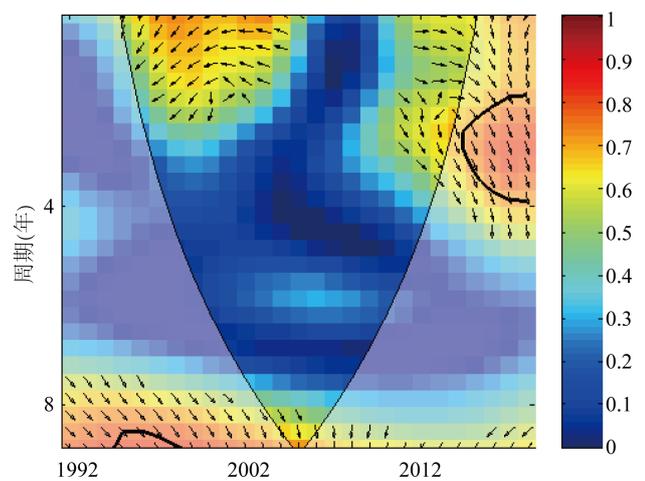
(a)



(b)

Figure 3. Crossover wavelet condensation spectrum of per capita GDP of China, Mongolia and Kazakhstan (a), (b)

图 3. 中国与蒙古、哈萨克斯坦人均 GDP 交叉小波凝聚谱(a), (b)



(a)

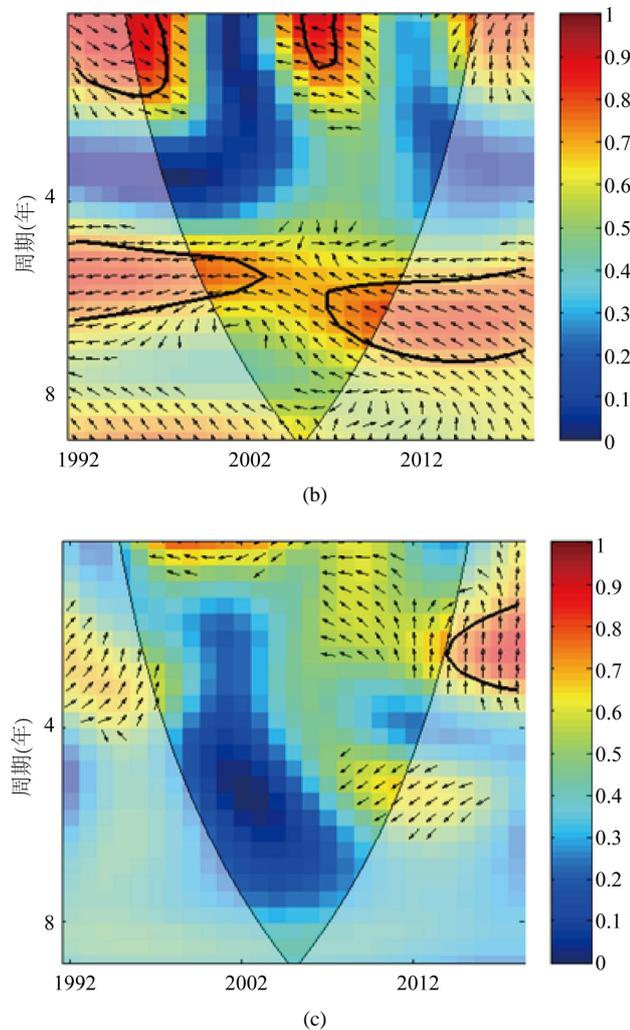


Figure 4. Commodity trade in Russia, Kazakhstan and Turkey and SPI drought index cross wavelet aggregation spectrum (a), (b), (c)
图 4. 俄罗斯、哈萨克斯坦、土耳其商品贸易与 SPI 干旱指数交叉小波凝聚谱(a), (b), (c)

交叉小波凝聚谱显示，中国与蒙古和哈萨克斯坦人均 GDP 在 0~5 年尺度的共振周期内均存在正，高能量区分布和相位角方向都非常接近。两国的人均 GDP 在 2013 年前后发生突变，在高频区两国的周期波动也基本一致。

结合中国与蒙古、哈萨克斯坦人均 GDP 的交叉小波能量谱和交叉小波凝聚谱，可以发现：1) 中国与蒙古和哈萨克斯坦人均 GDP 变化存在 1~5 a 的显著性的共振周期。2) 进入 2015 后，中国与蒙古和哈萨克斯坦人均 GDP 呈现显著正相关，说明 2015 以来两国经济发展密切相关，由于“一带一路”倡议的提出，东亚与中亚地区的人均 GDP 快速增长。

3.3. 沿线各国干旱指数与商品贸易相关性分析

通过对连续小波变换后的系数进行交叉小波变换和小波相关变换，对各国的 SPI 干旱指数和商品贸易相互间的小波凝聚谱进行分析，运用标准谱进行显著性检验，结果如图 4 所示，图 4 中箭头方向反映 SPI 干旱指数和商品贸易之间的相位关系，其中由左向右的箭头(→)表示两者变化同相位，呈正相关关系；

由右指向左的箭头(\leftarrow)表示反相位, 呈负相关关系; 而垂直向下(\downarrow)和垂直向上(\uparrow)分别表示 SPI 干旱指数的小波变换提前和落后商品贸易 1/4 个周期, 呈非线性相关。

由图 4 所示, 2013 年以后俄罗斯、哈萨克斯坦、土耳其商品贸易与 SPI 干旱指数之间显著相关, 其中俄罗斯和土耳其呈正相关, 而哈萨克斯坦则呈负相关; 俄罗斯 SPI 干旱指数变换提前于商品贸易变换, 哈萨克斯坦和土耳其 SPI 干旱指数变换均滞后于商品贸易变换, 存在非线性关系。

4. 结论与讨论

本文系统分析了“一带一路”对中国的人口、贸易、经济的影响及沿线国家干旱指数和商品贸易的相关性, 揭示了“一带一路”倡议实施以来中国与沿线国家人均 GDP 变化的相关性, 所得主要结论如下:

1) 基于变异点分析和趋势分析, 中国人口自 2002 年开始, 逐渐有了老龄化的趋势, 但 2010 年开始, 这种趋势得到缓和, 青壮年仍保持增长趋势; 人均 GDP 保持稳步增长, 同时 GDP 增长率开始下降, 经济发展稳中求进; “一带一路”战略提出以来, 又一次刺激了商品进出口, 商品进出口总额显著上升。

2) 基于交叉小波对中国与沿线各国人均 GDP 的关系研究, “一带一路”沿线国家中, 自“一带一路”倡议提出以来, 中国与东亚、中亚地区人均 GDP 实现同步增长模式, 这一倡议对中亚、东亚地区的经济发展促进作用尤为显著。

3) 基于交叉小波对沿线各国干旱与商品贸易的关系研究, “一带一路”沿线国家中, 自“一带一路”倡议提出以来, 新亚欧大陆桥、中国-中亚-西亚经济走廊沿线国家干旱与贸易均存在显著相关性, 表现为气候越湿润, 商品贸易发展状况随之提升。

4) 综上所述, “一带一路”倡议下, 新亚欧大陆桥和中国-中亚-西亚经济走廊沿线国家两条经济走廊的经济和贸易发展得到了显著提升, 在未来“一带一路”倡议实施过程中具有极大的发展潜力。

基于数据的可获取性, 本文仅对“一带一路”沿线部分国家的干旱程度与商品贸易所占 GDP 百分比变化的相关性进行分析, 而没有进行商品贸易总额分析。此外本文仅是从干旱程度的视角进行“一带一路”各经济走廊贸易发展潜力分析, 而各经济走廊潜力评价是一个复杂的科学研究, 选区研究、自然因素、经济实力等因素都会影响区域贸易发展潜力, 未来需要加大对数据的收集力度, 从不同方面多角度深入综合分析“一带一路”沿线国家的贸易环境。

基金项目

“水文水资源与水利工程科学国家重点实验室‘一带一路’水与可持续发展科技基金”(2019491411)。

The Belt and Road Special Foundation of the State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering (2019491411).

参考文献

- [1] 刘倩, 刘清杰, 刘敏. “丝绸之路经济带”背景下新疆与欧亚经济联盟贸易潜力实证研究[J]. 经济地理, 2018, 38(4): 65-72.
- [2] 李艳华. “中蒙俄经济走廊”经济效应影响因素及贸易潜力分析[J]. 经济实证, 2019, 36(3): 154-156.
- [3] 杨艳昭, 封志明, 孙通, 等. “一带一路”沿线国家水资源禀赋及利用分析[J]. 自然资源学报, 2019, 34(6): 1146-1156.
- [4] 王卷乐, 李舸, 鲍曙明, 等. “一带一路”地区资源环境多要素空间格局初探[J]. 农业大数据学报, 2019, 1(1): 56-66.
- [5] 洪兴骏. 基于 SPI 的鄱阳湖流域干旱时空演变特征及其与湖水位相关分析[J]. 水文, 2014, 34(4): 25-31.

- [6] 王飞, 丁建丽, 魏阳. “一带一路”国家和地区百年尺度干旱化特征分析[J]. 地球信息科学学报, 2017, 19(11): 1442-1455.
- [7] 封国林, 龚志强. 基于启发式分割算法的气候突变检测研究[J]. 物理学报, 2005, 54(11): 5494-5499.
- [8] 刘静, 龙爱华, 李江, 等. 近 60 年塔里木河三源流径流演变规律与趋势分析[J]. 水利水电技术, 2019(12).
- [9] 刘友存, 刘志方, 郝永红, 等. 基于交叉小波的天山乌鲁木齐河出山径流多尺度特征研究[J]. 冰川冻土, 2013, 35(6): 1564-1572.
- [10] 张兵. 天津地区降水和气温的变化趋势及多尺度交叉小波分析[J]. 天津师范大学学报(自然科学版), 2016, 36(1): 32-33.