

# 中国省域尺度17部门资本存量的时空特征分析

刘丽<sup>1,2</sup>, 李宁<sup>1,2\*</sup>, 张正涛<sup>1,2</sup>, 冯介玲<sup>1,2</sup>, 陈曦<sup>1,2</sup>, 白扣<sup>1,2</sup>, 黄承芳<sup>1,2</sup>

(1. 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875;

2. 北京师范大学地理科学学部民政部/教育部减灾与应急管理研究院, 北京 100875)

**摘要:**随着灾害强度、频率以及承灾体暴露的增加,自然灾害造成的损失日益严重。资本存量作为承灾体的经济暴露指标之一,是灾害损失评估的前提和基础。针对目前中国缺乏省域尺度长时间序列的经济部门分类的资本存量数据基础,论文通过永续盘存法,建立了2003—2015年中国大陆31省17部门的资本存量数据库,并分析其时空特征。结果显示:①全国总资本存量与灾害直接损失的年际变化均呈增加趋势。省域尺度上,通过相关性分析显示,在99%置信度水平上,两者呈显著正相关( $r=0.3$ )。②时间上,各省17部门资本存量基本也呈增加趋势,但增速不同。在各部门增速最快的省份中,黑龙江省的居民服务、修理和其他服务业增速最快,增长约454.3倍;其次是青海省的租赁和商务服务业(398.3倍)、江苏省的金融业(295.1倍)、安徽省的科学研究和技术服务业(125.1倍)等。③空间上,2015年各省17部门资本存量最多的前4个部门分别是房地产业,工业,交通运输、仓储和邮政业,水利、环境和公共设施管理业,占比均在60%以上;且这4个部门资本存量暴露最多的省份是江苏省和广东省。该结果有助于从时空角度了解各省各部门资本存量暴露情况,为各省灾害风险管理者的防灾减灾工作提供重要的参考价值。

**关键词:**资本存量;17部门;省域尺度;经济暴露;灾害损失;中国

联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)在《管理极端事件和灾害风险,推进气候变化适应》(2012)特别报告中指出,与极端气候灾害有关的致灾因子产生的经济损失不断增加,且存在很大的空间差异和年际变化。相关研究认为,造成损失持续增加的主要原因是人口和经济暴露的不断增长(赵庆良等, 2007; IPCC, 2012; Bouwer, 2013; Wu et al, 2014)。假设抛开受灾人口这一影响因素,只研究承灾体的经济暴露,相同致灾因子条件下,经济暴露高的地区可能遭受更大的灾害损失风险(中国气象局, 2009)。

在灾害风险领域,一般用资本存量表示灾前承灾体的经济暴露(United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2013; Wu et al, 2014)。这

是由资本存量的“存量”特点所决定的。资本存量表示的是某一时点上(年末)经济系统中以物质形态保存的固定资产价值,是现存的所有资产的累积值,而灾害对承灾体的打击表现为对现存的所有资产价值的破坏。因此,资本存量能够表示灾前资产的暴露。从组成结构上看,总资本存量是由不同部门的资本存量构成,且灾害发生后,需要快速评估其产生的直接损失,而这来自于受灾部门的资本存量减少的总和。因此,分部门资本存量作为直接损失评估的前提与基础,对于快速、准确评估灾后的直接损失非常重要。这不仅体现在灾前的设防能力建设在部门的差异,也是灾后政策制定如何将救助资金合理地分配到真正受灾的经济部门、提高救灾物资分配效率、缩短恢复时间的重要依据。同时,有了最大潜在的分部门损失数据库,能够为重

收稿日期:2018-06-07;修订日期:2019-01-20。

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFA0602403);国家自然科学基金项目(41505134);北京市自然科学基金项目(9172010);[Foundation: National Key Research and Development Program of China, No. 2016YFA0602403; National Natural Science Foundation of China, No. 41505134; Beijing Municipal Natural Science Foundation, No. 9172010.]

第一作者简介:刘丽(1994—),女,安徽滁州人,硕士生,研究方向为自然灾害损失评估。E-mail: liul0210@163.com

\*通信作者简介:李宁(1958—),女,江苏镇江人,教授,研究方向自然灾害及风险管理。E-mail: ningli@bnu.edu.cn

引用格式:刘丽,李宁,张正涛,等. 2019. 中国省域尺度17部门资本存量的时空特征分析[J]. 地理科学进展, 38(4): 546-555. [Liu L, Li N, Zhang Z T, et al. 2019. Spatiotemporal distribution of capital stock exposure of 17 sectors for individual provinces in China. Progress in Geography, 38(4): 546-555. ] DOI: 10.18306/dlkxjz.2019.04.007

建阶段将各部门受影响的社会经济系统功能恢复到灾前状态提供必要条件(Wu et al, 2018)。

目前,国外(美国、英国、德国、法国、澳大利亚、加拿大、荷兰等)已公布了国家尺度上的总资本存量数据。中国尚缺乏这方面的官方统计数据,多数学者通过一定的计算方法来估计,范围涉及全国、省级甚至是地级市尺度(张军等, 2003; 单豪杰, 2008; Wu et al, 2014)。关于分部门资本存量的研究,国外学者多集中于农业、工业、商业和建筑业等部门,并应用于灾害损失评估。如 Kreibich 等(2010)估算出德国商业部门资本存量,并建立洪水损失估计模型,用于全国商业部门的损失评估; Seifert 等(2010)估计了德国商业和工业资本存量,用于损失评估; Shrestha 等(2016)以菲律宾的邦板牙河流域为例,估计房屋建筑和农业资产,并应用模型进行损失评估。国内学者 Chow(1993)、薛俊波等(2007)、田友春(2016)估计国家尺度的多部门资本存量,省域尺度的部门资本存量研究多集中于单一部门或三次产业(王金田等, 2007; 宗振利等, 2014),在多部门资本存量研究上仍处于空白。

为此,本文采用永续盘存法,估算 2003—2015 年中国大陆 31 省 17 部门资本存量(因资料限制,未包括香港、澳门和台湾),将国家尺度的分部门资本存量降低为省域尺度,使经济暴露度的内容更加精细。通过全国及各省总资本存量与灾害直接损失的变化趋势,发现存在省份差异性,并探讨与揭示两者的相关关系。从经济暴露的角度,验证灾害直接损失的增加与暴露在致灾因子下总资本存量的增加有关。通过省域尺度 17 部门资本存量的时间变化趋势及空间分布特征,发现各部门资本存量暴露增速最快的省份、各省资本存量暴露最多的部门及该部门资本存量暴露最多省份分布,为各省灾害风险管理提供多方面的经济暴露数据,对于灾前的设防能力建设及灾后政策制定、物资分配有重要的指导意义和参考价值。

## 1 方法与数据

### 1.1 研究方法

资本存量评估的方法主要包括永续盘存法、生产函数法、资本价格租赁法等。永续盘存法(Perpetual Inventory Method, PIM)是目前资本存量评估最普遍、适用的方法,此方法由 Goldsmith 于 1951 年开

创并运用,之后被 OECD 采纳(Goldsmith, 1951; OECD, 2009)。简化后计算公式如下:

$$K_{ij,t} = (1 - \delta_{ij})K_{ij,t-1} + I_{ij,t} \quad (1)$$

式中:  $K_{ij,t}$  表示第  $t$  年  $i$  部门  $j$  区域资本存量实际值(即不变价资本存量);  $\delta_{ij}$  表示折旧率;  $I_{ij,t}$  表示实际投资额。

对于部门  $i$  的选取,在国民经济行业分类标准(GB/T 4754—2017)中,行业部门分为 20 个大类,分别为农林牧渔业,采矿业,制造业,电力、热力、燃气及水生产和供应业,建筑业,国际组织等。其中,国际组织部门的相关数据未公布,将此部门剔除;由于采矿业,制造业及电力、热力、燃气及水生产和供应业组成的工业部门在某些省份未公布详细的 3 个部门数据,因此,采用 31 省公布的共有的经济部门数据,本文选取 17 个经济部门,如表 1 所示。年份是基于可获取的 17 个部门投资数据的时间序列进行选取,定为 2003—2015 年。给定基年资本存量,上述公式可转化为:

$$K_{ij,t} = (1 - \delta_{ij})^t K_{ij,0} + \sum_{k=0}^{t-1} (1 - \delta_{ij})^k I_{ij,t-k} \quad (2)$$

式中:  $K_{ij,0}$  表示  $i$  部门  $j$  区域基年资本存量实际值。

基于永续盘存法计算公式可知,资本存量估算需要获取基年资本存量、当年价投资额、投资价格指数和折旧率这 4 个方面的指标数据,下面将进行详细分析。

### 1.2 指标选取

#### 1.2.1 基年资本存量

关于基年资本存量这一指标,没有官方统一公布的数据,学者均通过自行估算的方法获取。由于

表 1 本文选取的 17 个经济部门

Tab.1 The 17 economic sectors selected for this research

部门	编号	部门	编号
农林牧渔业	1	租赁和商务服务业	10
工业	2	科学研究和技术服务业	11
建筑业	3	水利、环境和公共设施管理业	12
交通运输、仓储和邮政业	4	居民服务、修理和其他服务业	13
信息传输、软件和信息技术服务业	5	教育	14
批发和零售业	6	卫生和社会工作	15
住宿和餐饮业	7	文化、体育和娱乐业	16
金融业	8	公共管理、社会保障和社会组织	17
房地产业	9		

学者们的理解、方法和数据差异,使估算结果存在差距(张军等, 2003)。目前,使用比较普遍的方法是将基年投资除以投资增长率与折旧率之和进行估算,如孙辉等(2010)、田友春(2016)使用该方法进行相关研究。本文也采用此方法,以2003年为基期,计算公式如下:

$$K_{ij,0} = I_{ij,0} / (\bar{g}_{ij} + \delta_{ij}) \quad (3)$$

$$\bar{g}_{ij,t} = \frac{1}{n} \sum [(I_{ij,t} / I_{ij,t-1}) - 1] \quad (4)$$

式中:  $I_{ij,0}$  表示2003年*i*部门*j*区域实际投资额;  $\bar{g}_{ij}$  表示2003—2015年实际投资额的年平均增长率;  $n$  表示时间间隔。

### 1.2.2 当年价投资额

关于投资指标的选取,多数研究使用的是固定资本形成总额,如Young(2003)、沈利生等(2015),但目前没有官方公布的17个部门数据。全社会固定资产投资是国家统计局一直公布的投资指标,提供了17个部门详细数据,且采集与调查方法为全面统计报表,较为全面可信。此外,固定资本形成总额是国家统计局在全社会固定资产投资数据基础上,减去土地购置费、旧建筑物和旧设备购置费,然后加上商品房销售增值、矿藏勘探和土地改良形成的固定资本所得,两者概念主体一致。目前也有很多学者选用该数据,如王小鲁(2000)、黄勇峰等(2002)。因此,本文选用全社会固定资产投资数据作为投资指标。

### 1.2.3 投资价格指数

由于价格变动因素的存在,不同年份的经济数据不具有可比性。因此,在运用永续盘存法计算各年份各省份的固定资本存量时,必须将当年价表示的投资,通过价格指数平减为不变价表示的实际值(张军等, 2003)。目前,17个部门的固定资产投资价格指数没有官方公布数据,本文通过构造不同部门GDP价格指数来代替(Islam et al, 2006; Wu, 2016),计算公式如下:

$$P_{ij,t}^{\text{con}} = Y_{ij,t}^{\text{cur}} / Y_{ij,t}^{\text{con}} \quad (5)$$

式中:  $P_{ij,t}^{\text{con}}$ 、 $Y_{ij,t}^{\text{cur}}$ 、 $Y_{ij,t}^{\text{con}}$  分别表示第*t*年*i*部门*j*区域不变价的价格指数、当年价GDP、不变价GDP。其中,  $Y_{ij,t}^{\text{con}}$  被定义为:

$$Y_{ij,t}^{\text{con}} = Y_{ij,2010}^{\text{cur}} \prod_{k=2011}^t (1 + r_{ij,k}) \quad (6)$$

$$Y_{ij,t}^{\text{con}} = Y_{ij,2010}^{\text{cur}} / \prod_{k=2010}^t (1 + r_{ij,k}) \quad (7)$$

式中:  $Y_{ij,2010}^{\text{cur}}$  表示2010年*i*部门*j*区域当年价的

GDP;  $r_{ij,k}$  表示第*k*年*i*部门*j*区域的实际增长率。

由于本文选择的不变价年份为2010年,因此,以2010年分割点,2010年以前不变价的GDP用式(6)计算,2010年以后用式(7)计算。

### 1.2.4 折旧率

关于多部门折旧率的计算,主要利用不同时间段投入产出表中,不同部门的固定资产折旧额数据,通过PIM(Parallel Iterative Methods)迭代计算出多个时间段折旧率,再进行加权平均。如薛俊波等(2017)估算出1990—2000年全国17部门的折旧率;翁宏标等(2012)估算出1987—2007年农业、采矿业、制造业、电气水供应业、建筑业、金融业的折旧率。田友春(2016)估算出2004—2013年17部门折旧率,与本文资本存量估算的时间序列及部门选取基本吻合。因此,本文选择田友春估算出的2004—2013年分部门折旧率的均值。

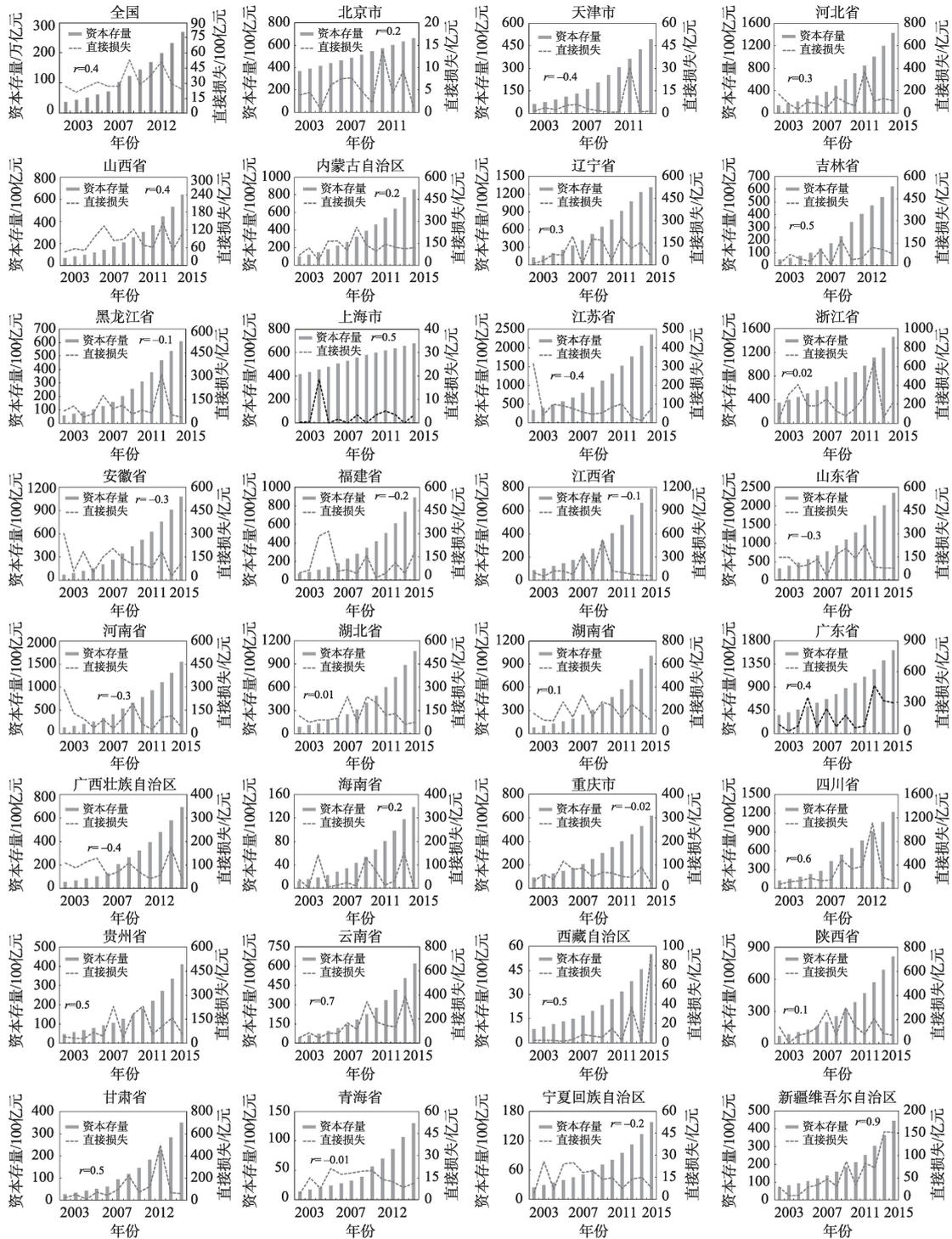
## 2 结果分析

### 2.1 省域尺度总资本存量与灾害直接损失关系

图1显示,全国总资本存量呈增加趋势,由2003年的38.7万亿元增加到2015年的272.2万亿元(2010年价),增加约6倍,年均增长率为17.7%。全国总资本存量的增加,意味着暴露在致灾因子下的资产价值增多,面临灾害损失的风险也增加。同时,在去除价格因素影响下,2003—2015年全国自然灾害的直接损失整体上也呈增加趋势,但两者的增加趋势在各省间存在较大差异。

省域尺度上,2003—2015年各省总资本存量也呈增加趋势,但相比于全国而言,各省灾害直接损失的年际变化存在很大差异,有平稳型(山西省、内蒙古自治区、辽宁省等)、波动上升型(新疆维吾尔自治区、西藏自治区)、先升后降型(天津市、河北省、吉林省等)(图1)。如2009—2010年全国自然灾害的直接损失呈明显增加趋势,有65%省份灾害直接损失呈增加趋势,其余省份则为减少趋势。因此,从省域尺度进行灾害直接损失与总资本存量的趋势研究十分重要。

相关性分析结果显示,各省灾害直接损失与总资本存量两者显著相关( $P \leq 0.01$ ),相关系数为0.3 ( $n=403$ ),且有61.3%的省份的灾害直接损失与总资本存量的相关系数为正值。说明暴露的总资本存量增加,灾害造成的直接损失增多。这与大多研究



注：全国总资本存量是全国31个省17部门资本存量之和，各省总资本存量是各省17部门资本存量之和(下同)。本文的31个省份排序按照国家统计局公布的省份排序；剔除各省份零损失或灾害损失异常值的年份；自然灾害造成的直接损失数据来源于中国统计局及民政部统计年鉴。

图1 2003—2015年全国及各省总资本存量与直接损失的年际变化(2010年价)  
 Fig. 1 Interannual change of the total capital stock and direct economic losses in China and individual provinces, 2003–2015 (2010 price)

结论一致，即将灾害直接损失的增加归结于暴露在致灾因子下承灾体资产价值的增加(Bouwer, 2013;

吴吉东等, 2014)。因此，在进行直接损失评估与分析时，需详细了解总资本存量。

总资本存量由不同部门资本存量构成,而直接损失是受灾部门的资本存量减少的总和,因此,不同部门资本存量对直接损失的贡献不同。相同致灾因子条件下,资本存量暴露越多的部门,面临灾害损失的风险越大。因此,通过分析各省分部门资本存量的时间变化趋势与空间特征,发现各部门资本存量暴露增速最快的省份、各省资本存量暴露最多的部门及该部门资本存量暴露最多省份分布,能够为灾前设防能力建设及灾后救灾物资有效分配提供部门参考价值。

## 2.2 省域尺度 17 部门资本存量的时空特征分析

### 2.2.1 时间变化

表2显示,2003—2015年各省17部门资本存量的时间变化趋势整体上呈增加趋势,各省17部门资本存量的增加,使各省总资本存量增加,造成灾害直接损失呈增加趋势。但17部门增速在各省间存在较大差异。在各部门增速最快的省份中,黑龙江省的居民服务、修理和其他服务业增速最快,增长约454.3倍;其次是青海省的租赁和商务服务业(398.3倍),江苏省的金融业(295.1倍),安徽省的科学研究和技术服务业(125.1倍),黑龙江省的住宿和餐饮(102.0倍)等。在分区上,除金融部门外,经济欠发达地区(中部、西部和东北地区)部门资本存量增速均值较经济发达地区(东部地区)高(表3)。对各部门增速最快的省份和地区,如未来保持部门增速不变,资本存量暴露不断增加,造成的灾害损失可能会很大。因此,在后期的灾害评估中不可忽视。

### 2.2.2 空间分布

2015年各省资本存量暴露最多的前4个部门是房地产业,工业,交通运输、仓储和邮政业,水利、环境和公共设施管理业,各省份占比均在60%以上,最高达92.1%(图2)。但资本存量暴露最多的部门各省间存在差异。其中,北京市、上海市、海南省、浙江省、云南省、广东省、贵州省的房地产业资本存量最多,占比分别为64.9%、55.8%、48.6%、36.8%、36.6%、36.5%、30.9%;其余省份(西藏自治区除外)均是工业资本存量最多,占比均在30%以上。西藏自治区的交通运输、仓储和邮政业资本存量最多,占比达28.5%。为全面了解各省17部门资本存量在全国所处的位置,对各部门资本存量进行排序,进一步分析其省级空间分布特征。

2015年,17部门资本存量暴露最大的省份中,有35.3%的部门分布在江苏省和山东省,有17.7%的部门分布在广东省,其余5.9%的部门分布在河南

省和甘肃省(表4)。图3显示,在暴露最多的前4个部门中,房地产业资本存量最多的省份是江苏省,占比为8.2%,其次是广东省(7.8%)、浙江省(7.1%)、山东省(7.1%)等。工业资本存量最多的省份是江苏省,占比为10.4%、其次是山东省(10.3%)、河南省(7.6%)、河北省(6.1%)等。交通运输、仓储和邮政业资本存量最多的省份是广东省,占比为6.9%,其次是山东省(6.1%)、江苏省(6.0%)、四川省(5.7%)等。水利、环境和公共设施管理业资本存量最多的省份是江苏省,占比为8.6%,其次是浙江省(6.4%)、四川省(6.3%)、广东省(5.8%)等。江苏省的房地产业,工业,水利、环境和公共设施管理业及广东省的交通运输、仓储和邮政业暴露的资产最多,面临灾害风险最大,造成的灾害损失可能最大,在进行风险防范与防灾减灾工作时,需要重点关注。

## 2.3 省域尺度 17 部门资本存量估算结果的可信性验证

图4显示,本文与陈昌兵(2014)、古明明等(2012)、沈利生等(2015)、孙辉等(2010)、谢群等(2011)、Wu(2016)等学者估算的全国总资本存量趋势相一致,都呈不断上升趋势。2009年前,本文估算的总资本存量略低于其他学者;2009年后,增速加快,超过陈昌兵(2014)与沈利生等(2015)的估算结果,但低于Wu(2016)的结果,在已有研究的估算结果之间。通过与已有研究结果比较,在一定程度上表明本文估算结果可信。

与已有估算结果存在一定差异的原因可能有以下几点:①资本存量估算尺度的不同。在本文中,全国总资本存量是31个省份17部门资本存量的总和,精确到省级尺度的分部门上,而之前关于资本存量的研究多集中在省级尺度的总值上,未精确到分部门,造成估算结果的总和存在一定差异;②折旧率估算的影响。由永续盘存法公式可知,折旧率偏高,资本存量估算结果会偏低。本文分部门的平均折旧率为7.6%,相对于其他研究偏高,使早期本文估算的资本存量较其他研究偏低;③投资指标的选择。由永续盘存法公式可知,投资额偏大,资本存量估算结果会偏高。本文的投资指标是全社会固定资产投资数据,其他学者采用的是固定资本形成总额数据(古明明等(2012)除外)。全社会固定资产投资总额和固定资本形成总额是非常相近的概念,两者之间关系式为固定资本形成总额=全社会固定资产投资+商品房销售增值+矿藏勘探形成的固定资本+土地改良形成的固定资本-扣减项

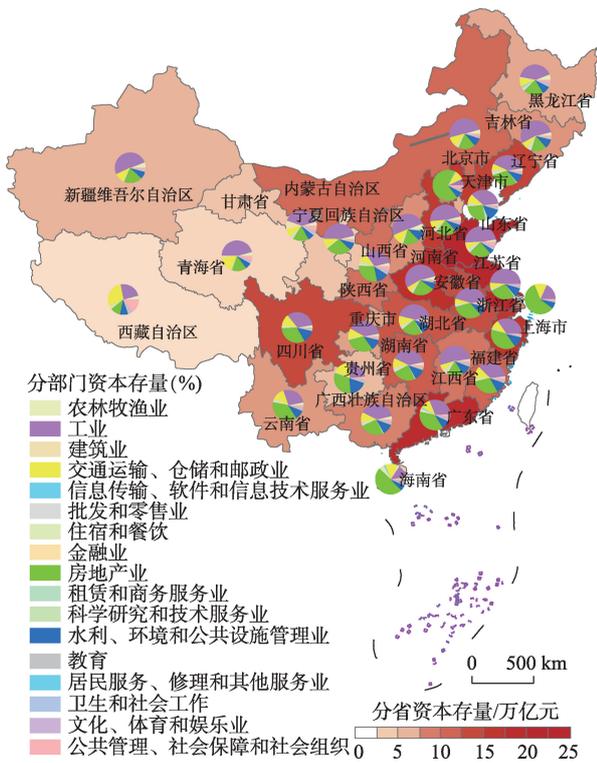
表2 2003—2015年各省17部门资本存量的增长率

		Tab.2 Growth rate of capital stock in 17 sectors of China and individual provinces, 2003-2015 (倍)																
		农林牧	工业	建筑业	交通运输、 仓储和 邮政业	信息传输、软 件和信息技 术服务业	批发和 零售业	住宿和 餐饮业	金融业	房地 产业	租赁和商 务服务业	科学研究和 技术服务业	水利、环境 和公共设 施管理业	居民服务、修 理和其他服 务业	教育	卫生 and 社 会工作	文化、体育 和娱乐业	公共管理、 社会保障和 社会组织
		北京市	9.0	2.4	-0.7	4.8	0.8	2.0	0.6	24.6	0.7	0.3	1.4	1.3	2.4	1.2	2.0	2.9
天津市	30.6	16.2	4.6	7.9	1.4	29.8	51.2	113.4	5.8	162.2	106.4	6.8	34.6	2.6	3.2	2.0	3.8	
河北省	3.9	16.2	-0.3	13.6	1.7	11.7	8.8	6.9	8.3	16.6	6.1	24.1	4.3	2.2	13.5	16.9	0.2	
山西省	21.4	7.9	3.4	8.5	0.9	18.0	19.7	-0.1	6.7	84.0	97.7	26.6	331.6	6.6	16.1	15.9	3.4	
内蒙古自治区	7.4	18.7	39.0	5.8	6.5	26.1	17.8	7.1	2.5	73.1	14.1	8.0	27.1	4.1	7.0	21.3	5.2	
辽宁省	5.4	16.8	1.6	10.5	2.2	16.9	11.3	13.6	5.8	56.9	16.4	36.7	69.4	2.6	17.3	11.0	1.4	
吉林省	4.3	22.7	9.6	9.7	11.6	42.7	12.4	17.1	7.3	51.9	36.3	17.9	43.0	2.2	19.8	10.5	2.9	
黑龙江省	5.3	20.4	13.4	10.5	0.9	37.6	102.0	14.6	6.4	18.2	33.5	18.6	454.3	2.1	18.7	8.3	1.6	
上海市	1.0	0.4	-0.4	1.4	0.7	1.5	5.6	86.5	0.5	35.8	1.5	4.8	0.5	1.0	3.2	7.0	-0.3	
江苏省	13.8	9.8	1.8	2.1	3.3	18.1	21.0	295.1	6.3	35.6	16.6	3.0	12.1	0.9	12.3	24.5	1.0	
浙江省	1.5	2.2	-0.4	5.1	0.9	8.8	15.0	33.0	6.3	5.1	6.3	2.2	1.9	1.1	3.4	5.3	1.3	
安徽省	9.1	26.0	3.1	6.4	4.7	64.8	32.5	39.0	11.9	56.7	125.1	46.6	12.8	4.9	25.6	67.3	2.1	
福建省	6.9	19.8	1.8	9.8	2.3	41.0	36.1	19.4	9.1	10.6	15.7	37.0	2.7	2.8	11.6	16.0	4.1	
江西省	10.0	25.6	18.8	1.3	0.1	33.5	24.5	5.1	8.2	45.5	25.3	8.1	57.5	1.7	2.2	18.7	0.8	
山东省	3.6	9.8	3.4	6.9	0.1	13.3	11.5	7.9	7.0	8.4	20.6	3.6	41.4	1.1	10.1	26.6	1.4	
河南省	5.8	15.7	8.8	3.4	1.3	37.6	61.7	9.6	16.9	59.3	19.1	16.8	11.0	5.0	12.4	22.9	0.2	
湖北省	8.7	14.5	0.1	8.4	0.5	13.5	23.6	8.7	12.4	43.3	18.5	88.4	88.4	1.7	9.5	24.7	7.2	
湖南省	9.6	17.7	31.7	6.3	2.9	27.1	16.9	23.4	7.5	19.6	28.1	19.2	19.2	5.1	11.5	3.2	5.2	
广东省	4.6	5.7	-0.6	14.1	0.3	22.7	24.4	4.1	3.2	9.6	4.8	3.3	3.3	0.9	4.8	6.9	-0.1	
广西壮族自治区	23.7	21.7	24.3	9.4	1.3	52.2	9.8	13.5	5.7	60.3	15.6	37.6	37.6	9.1	12.4	25.2	7.4	
海南省	0.2	5.7	6.6	9.7	13.3	32.4	6.9	6.6	38.0	9.0	5.8	34.0	34.0	4.5	18.6	14.1	4.7	
重庆市	20.6	23.2	0.7	13.9	0.4	12.5	10.2	2.4	2.2	41.2	9.6	91.3	91.3	2.5	7.0	10.3	1.5	
四川省	8.9	12.1	17.1	9.5	1.3	20.0	30.1	10.8	7.3	52.1	9.0	0.9	0.9	3.9	17.2	10.1	4.8	
贵州省	4.0	4.7	23.5	7.0	0.1	16.4	69.0	1.3	16.8	72.9	24.5	44.2	44.2	7.4	3.7	15.0	0.2	
云南省	7.5	14.4	1.7	6.6	-0.3	17.2	9.1	0.5	47.8	156.5	10.7	1.4	1.4	7.9	13.7	12.3	3.3	
西藏自治区	6.9	8.7	53.4	5.8	0.7	13.4	50.1	19.0	27.1	351.9	6.3	34.5	34.5	6.0	5.0	13.7	1.5	
陕西省	8.2	14.4	19.6	5.5	2.7	18.8	9.9	8.5	13.4	7.7	22.7	6.3	6.3	1.7	29.0	9.4	6.8	
甘肃省	5.3	11.2	76.3	6.9	2.6	17.6	68.8	8.6	21.0	34.0	21.7	22.3	22.3	6.2	7.1	26.4	6.3	
青海省	2.9	9.1	11.2	6.9	37.2	3.9	6.7	5.0	11.6	398.3	10.4	44.2	44.2	12.8	14.7	60.7	5.3	
宁夏回族自治区	1.8	13.1	15.6	3.9	1.8	4.3	1.4	8.3	5.2	71.2	1.4	32.2	32.2	4.2	7.8	15.6	1.9	
新疆维吾尔自治区	0.5	12.3	6.3	6.7	1.3	2.1	3.2	1.2	4.0	48.5	4.2	2.3	2.3	4.2	3.6	6.7	4.4	

表3 2003—2015年各地区17部门资本存量的平均增长率

Tab.3 Average growth rate of capital stock in 17 sectors of the four main regions of China, 2003-2015 (倍)

地区	农林牧渔业	工业	建筑业	交通运输、仓储和邮政业	信息传输、软件和信息技术服务业	批发和零售业	住宿和餐饮业	金融业	房地产业	租赁和商务服务业	科学研究和技术服务业	水利、环境和公共设施管理业	居民服务、修理和其他服务业	教育	卫生和社会工作	文化、体育和娱乐业	公共管理、社会保障和社会组织
东部	7.5	8.8	1.6	7.5	2.5	18.1	18.1	59.7	8.5	29.3	19.5	9.3	13.7	1.8	8.3	12.2	1.6
中部	10.8	17.9	11.0	5.7	1.7	32.4	29.8	14.3	10.6	51.4	56.6	24.1	86.7	4.1	12.9	25.4	3.1
西部	8.1	13.6	24.1	7.3	4.6	17.0	23.9	7.2	13.7	114.0	14.5	12.0	28.7	5.8	10.7	18.9	4.0
东北	5.0	19.9	8.2	10.2	4.9	32.4	41.9	15.1	6.5	42.3	28.7	24.4	188.9	2.3	18.6	9.9	2.0



注:本图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS(2016)2888号的标准地图制作,底图无修改。

图2 2015年各省资本存量的部门分布(2010年价)

Fig.2 Distribution of capital stock of 17 sectors for individual provinces, 2015 (2010 price)

(扣减项主要包括全社会固定资产投资指标内的土地购置费和旧建筑物、旧设备购置费以及其他费用中不形成固定资产的部分等)(单豪杰, 2008)。且2003年以来,全社会固定资产投资较资本形成总额数值大(国家统计局, <http://www.stats.gov.cn/>),使后期本文估算的资本存量逐渐超过其他研究的估算结果;④ 基年选择不同。基年选择越早,基年资本存量估算结果误差对后续年份存量估算的影响会越来越小(单豪杰, 2008)。本文中,由于资料限制,选择的基年是2003年,相对于已有研究学者(1952年或1978年)较晚,其估算结果对后续存量的估算影响有些偏大。

### 3 结论与讨论

#### 3.1 结论

(1) 全国及各省灾害直接损失的增加与总资本存量的增加有关,说明暴露的资本存量越多,面临的灾害损失风险也越大。而总资本存量是不同部门资本存量的总和,资本存量暴露越多的部门,面临的灾害损失风险越大。

(2) 各省17部门资本存量基本呈增加趋势,但增速不同,服务行业的部门(如居民服务、修理和其

表4 2015年17部门资本存量最多的省份分布

Tab.4 Provincial distribution of largest capital stock of 17 sectors, 2015

部门	资本存量最多省份	资本存量/100亿元	部门	资本存量最多省份	资本存量/100亿元
农林牧渔业	河南省	62.7	租赁和商务服务业	江苏省	26.0
工业	江苏省	1105.2	科学研究和技术服务业	江苏省	14.3
建筑业	甘肃省	30.4	水利、环境和公共设施管理业	江苏省	213.2
交通运输、仓储和邮政业	广东省	171.0	居民服务、修理和其他服务业	山东省	17.4
信息传输、软件和信息技术服务业	广东省	18.4	教育	山东省	49.0
批发和零售业	山东省	89.3	卫生和社会工作	山东省	14.2
住宿和餐饮业	广东省	23.3	文化、体育和娱乐业	山东省	43.1
金融业	江苏省	2.8	公共管理、社会保障和社会组织	山东省	105.0
房地产业	江苏省	620.1			

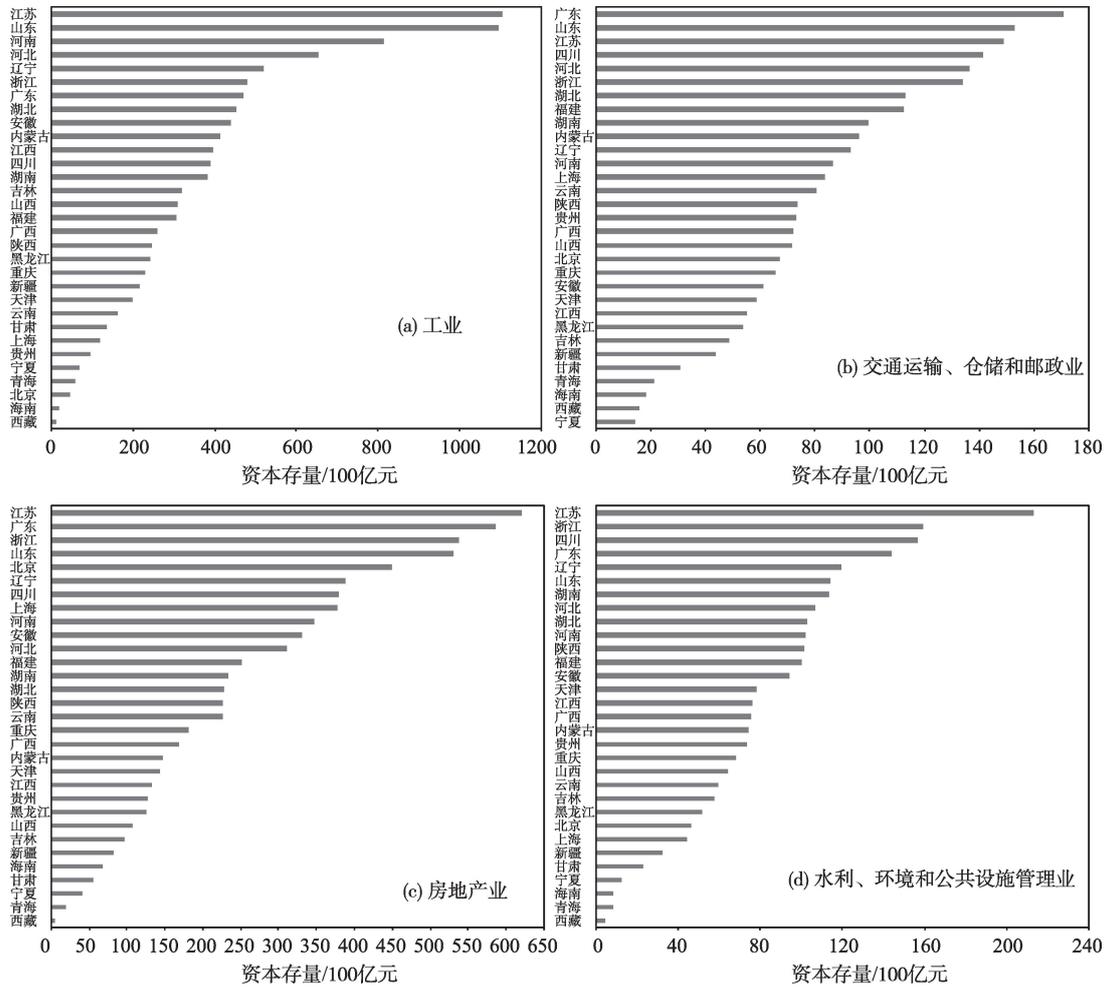


图3 2015年4部门资本存量的省份分布(2010年价)

Fig.3 Provincial distribution of capital stock of 4 sectors, 2015 (2010 price)

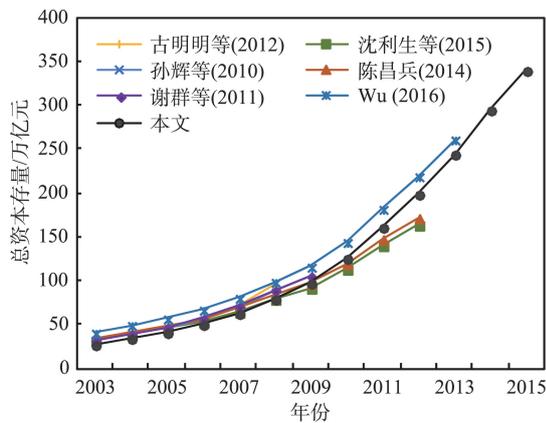


图4 2003—2015年全国总资本存量的估算结果：  
本文与已有研究的比较(当年价)

Fig.4 Total capital stock in China from 2003 to 2015:  
a comparison between the results of this study and  
existing research (current price)

他服务业,租赁和商务服务业,金融业等)增速相对其他行业部门快,且多在中西部省份,如黑龙江省、青海省等。对于部门增速最快的省份,如果未来保持部门增速不变,资产暴露不断增加,造成的灾害损失可能会很大。因此,在后期的灾害评估中也不可忽视。

(3) 2015年各省17部门资本存量暴露最多的是房地产业,工业,交通运输、仓储和邮政业,水利、环境和公共设施管理业。这4个部门资本存量暴露最多的省份是江苏省和广东省,面临灾害损失的风险最大,在防灾减灾时,需加强关注。

本文将多部门资本存量细化到省域尺度上,从灾害的角度,阐述各部门暴露资产的时间变化趋势及省级空间分布。对于各省资产暴露最多的部门及该部门的资本存量暴露最多省份,灾害风险管理者需要重点关注;对于各部门资产增速最快的省份,在未来的防灾减灾工作中也不可忽视。

### 3.2 讨论

本文存在的不足如下:①受数据可获取的限制,本文所使用的投资数据是全社会固定资产投资,不包括规模以下投资,且这一规模的统计标准随时间发生变化,由早期的5万元到后来的50万元和最近的500万元。②本文使用的折旧率是田友春(2016)的计算结果,这在一定程度上使得资本存量的估计存在误差。在接下来工作中将会更加注重重灾损率的研究。

### 参考文献(References)

- 陈昌兵. 2014. 可变折旧率估计及资本存量测算 [J]. 经济研究, 49(12): 72-85. [Chen C B. 2014. Estimation of variable depreciation rate and measurement of capital stock. *Economic Research Journal*, 49(12): 72-85. ]
- 古明明, 张勇. 2012. 中国资本存量的再估算和分解 [J]. 经济理论与经济管理, (12): 29-41. [Gu M M, Zhang Y. 2012. Re-measurement of Chinese capital stock. *Economic Theory and Business Management*, (12): 29-41. ]
- 黄勇峰, 任若恩, 刘晓生. 2002. 中国制造业资本存量永续盘存法估计 [J]. 经济学(季刊), (1): 377-396. [Huang Y F, Ren R E, Liu X S. 2002. Capital stock estimates in Chinese manufacturing by perpetual inventory approach. *China Economic Quarterly*, (1): 377-396. ]
- 单豪杰. 2008. 中国资本存量K的再估算: 1952—2006年 [J]. 数量经济技术经济研究, 25(10): 17-31. [Shan H J. 2008. Re-estimating the capital stock of China: 1952-2006. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 25(10): 17-31. ]
- 沈利生, 乔红芳. 2015. 重估中国的资本存量: 1952—2012 [J]. 吉林大学社会科学学报, 55(4): 122-133, 252. [Shen L S, Qiao H F. 2015. Re-estimating China's capital stock (1952-2012). *Jilin University Journal: Social Sciences Edition*, 55(4): 122-133, 252. ]
- 孙辉, 支大林, 李宏瑾. 2010. 对中国各省资本存量的估计及典型性事实: 1978—2008 [J]. 广东金融学院学报, 25(3): 103-116, 129. [Sun H, Zhi D L, Li H J. 2010. Estimate of the capital stock of provinces in China and the typical fact from 1978 to 2008. *Journal of Finance and Economics*, 25(3): 103-116, 129. ]
- 田友春. 2016. 中国分行业资本存量估算: 1990—2014年 [J]. 数量经济技术经济研究, 33(6): 3-21, 76. [Tian Y C. 2016. Estimation on capital stock of sectors in China: 1990-2014. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 33(6): 3-21, 76. ]
- 王金田, 王学真, 高峰. 2007. 全国及分省份农业资本存量K的估算 [J]. 农业技术经济, (4): 64-70. [Wang J T, Wang X Z, Gao F. 2007. Estimation of agricultural capital stock K in China and provinces. *Journal of Agrotechnical Economics*, (4): 64-70. ]
- 王小鲁. 2000. 中国经济增长的可持续性与制度变革 [J]. 经济研究, (7): 3-15. [Wang X L. 2000. The sustainability and institutional change of China's economic growth. *Economic Research Journal*, (7): 3-15. ]
- 翁宏标, 王斌会. 2012. 中国分行业资本存量的估计 [J]. 统计与决策, (12): 89-92. [Weng H B, Wang B H. 2012. Estimation on capital stock of sectors in China. *Statistics and Decision*, (12): 89-92. ]
- 吴吉东, 傅宇, 张洁, 等. 2014. 1949—2013年中国气象灾害灾情变化趋势分析 [J]. 自然资源学报, 29(9): 1520-1530. [Wu J D, Fu Y, Zhang J, et al. 2014. Meteorological disaster trend analysis in China: 1949-2013. *Journal of Natural Resource*, 29(9): 1520-1530. ]
- 谢群, 潘玉君. 2011. 中国内地各省区1952—2009年实物资本存量估算 [J]. 当代经济, (1): 122-128. [Xie Q, Pan Y J. 2011. Estimate of the physical capital stock of provinces in China from 1952 to 2009. *Contemporary Economics*, (1): 122-128. ]
- 薛俊波, 王铮. 2007. 中国17部门资本存量的核算研究 [J]. 统计研究, (7): 49-54. [Xue J B, Wang Z. 2007. A research on the capital calculation of 17 industries of China. *Statistical Research*, (7): 49-54. ]
- 张军, 章元. 2003. 对中国资本存量K的再估计 [J]. 经济研究, (7): 35-43. [Zhang J, Zhang Y. 2003. Recalculating the capital of China and a review of Li and Tang's article. *Economic Research Journal*, (7): 35-43. ]
- 赵庆良, 许世远, 王军, 等. 2007. 沿海城市风暴潮灾害风险评估研究进展 [J]. 地理科学进展, 26(5): 32-40. [Zhao Q L, Xu S Y, Wang J, et al. 2007. A review of risk assessment of storm surge on coastal cities. *Progress in Geography*, 26(5): 32-40. ]
- 中国气象局. 2009. 暴雨洪涝灾害风险区划技术规范 [S]. 北京: 中国气象局. [China Meteorological Administration. 2009. Technical specification for risk zoning rainstorm and flood disaster. Beijing, China: China Meteorological Administration. ]
- 宗振利, 廖直东. 2014. 中国省际三次产业资本存量再估算: 1978—2011 [J]. 贵州财经大学学报, (3): 8-16. [Zong Z L, Liao Z D. 2014. Estimates of fixed capital stock by sector and region: 1978-2011. *Journal of Guizhou University of Finance and Economics*, (3): 8-16. ]
- Bouwer L M. 2013. Projections of future extreme weather losses under changes in climate and exposure [J]. *Risk Analysis*, 33(5): 915-930.
- Chow G C. 1993. Capital formation and economic growth in China [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 108(3): 809-842.
- Goldsmith R W. 1951. A perpetual inventory of national wealth [M]// NBER. *Studies in income and wealth*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- IPCC. 2012. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: Special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel

- on Climate Change [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Islam N, Dai E, Sakamoto H. 2006. Role of TFP in China's growth [J]. *Asian Economic Journal*, 20(2): 127-159.
- Kreibich H, Seifert I, Merz B, et al. 2010. Development of FLEMOcs: A new model for the estimation of flood losses in the commercial sector [J]. *Hydrological Sciences Journal*, 55(8): 1302-1314.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2009. Measuring capital OECD manual [R]. Paris, France: Organization for Economic Cooperation and Development.
- Seifert I, Thieken A H, Merz M, et al. 2010. Estimation of industrial and commercial asset values for hazard risk assessment [J]. *Natural Hazards*, 52(2): 453-479.
- Shrestha B B, Okazumi T, Miyamoto M, et al. 2016. Flood damage assessment in the Pampanga River Basin of the Philippines [J]. *Journal of Flood Risk Management*, 9(4): 355-369.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). 2013. From shared risk to shared value: The business case for disaster risk reduction [R]. Geneva, Switzerland: United Nations International Strategy for Disaster Reduction.
- Wu J D, Li N, Shi P J. 2014. Benchmark wealth capital stock estimations across China's 344 prefectures: 1978 to 2012 [J]. *China Economic Review*, 31: 288-302.
- Wu J D, Li Y, Li N, et al. 2018. Development of an asset value map for disaster risk assessment in China by spatial disaggregation using ancillary remote sensing data [J]. *Risk Analysis*, 38(1): 17-30.
- Wu Y R. 2016. China's capital stock series by region and sector [J]. *Frontiers of Economics in China*, 11(1): 156.
- Young A. 2003. Gold into base metals: Productivity growth in the People's Republic of China during the reform period [J]. *Journal of Political Economy*, 111(6): 1220-1261.

## Spatiotemporal distribution of capital stock exposure of 17 sectors for individual provinces in China

LIU Li<sup>1,2</sup>, LI Ning<sup>1,2\*</sup>, ZHANG Zhengtao<sup>1,2</sup>, FENG Jieling<sup>1,2</sup>, CHEN Xi<sup>1,2</sup>, BAI Kou<sup>1,2</sup>, HUANG Chengfang<sup>1,2</sup>

(1. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Ministry of Civil Affairs & Ministry of Education, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** As the intensity and frequency of natural hazard-induced disasters and human and asset exposure increase, the losses caused by these disasters have become increasingly serious. It is particularly important to estimate the capital stock, which is an indicator of economic exposure, in the assessment of disaster losses. At present, time series data of capital stock by economic sectors at the provincial scale in China are largely unavailable. Thus, this study used the perpetual inventory method to establish a capital stock database of 17 sectors for individual provinces in China from 2003 to 2015. The conclusions are as follows: Interannual changes of the total capital stock and direct losses of disasters nationwide both showed an increasing trend. At the provincial scale, the correlation analysis shows that there was a significant positive correlation between them ( $r=0.3$ ) at the 99% confidence level. The capital stock of 17 sectors for individual provinces also showed an increasing trend, but the growth rate was different. Among the provinces with the fastest growth rates in the 17 sectors, the growth rate of resident services, repair and other services in Heilongjiang Province was the fastest, which increased 454.3 times. This is followed by leasing and business services in Qinghai Province (398.3 times), finance in Jiangsu Province (295.1 times), and scientific research, technical services and geological exploration in Anhui Province (125.1 times). The top four sectors with the highest capital stock in the 17 sectors in 2015 were real estate; industry; transport, storage and post; and water conservancy, environment and public facilities management, and together their proportion was above 60%. The provinces with the most capital stock in these four sectors were Jiangsu and Guangdong. The study results are helpful for further understanding exposure of capital stock in individual provinces and various sectors from a temporal and spatial perspective, and providing important references for disaster prevention and mitigation work of provincial disaster risk managers.

**Keywords:** provincial scale; 17 sectors; capital stock; economic exposure; disaster loss; China