DOI:10.3880/j.issn.1003-9511.2017.02.004

基于生产视角的江苏省与我国其他省区水足迹比较

吴兆丹[1,2],赵 敏[3],石常峰[1],马 超[4]

(1.河海大学企业管理学院,江苏 常州 213022;2.江苏省"世界水谷"与水生态文明协同创新中心,江苏 南京 211100;
3.河海大学商学院,江苏 南京 211100;4.水利部发展研究中心,北京 100038)

摘要:基于生产视角,在"总量-产业结构-需求结构-相关指标"分析框架下,比较江苏省与我国其他省区水足迹并分析差异成因。研究表明:①总量比较中,江苏生产水足迹在30省区按该水足迹由高到低排序中位居第11位。②产业结构比较中,江苏生产水足迹高于其他19省区,主要源于其较高的居民生活直接用水、农林牧渔业最终需求量及直接用水系数、纺织业直接用水系数以及通信设备、计算机及其他电子设备制造业最终需求量。③需求结构比较中,江苏生产水足迹高于其他19省区,主要与其较高的虚拟水出口量、居民生活直接用水、城镇居民最终需求有关。④相关指标比较中,江苏水资源压力指标值高于其他15省区的主要原因是江苏水资源总量较低;江苏生产水足迹强度仅高于天津对应值,两者差异主要源于两省市生产水足迹差异;江苏工业生产水足迹废弃率(71.51%)高于其他27省区废弃率,且与江苏较高的年工业废水量关系密切。

关键词:水足迹;生产视角;绿水发展;用水管理;多区域投入产出分析

中图分类号:F407.9 **文献标识码**:A **文章编号**:1003-9511(2017)02-0016-06

2016年全国水资源管理工作座谈会强调实现2020年用水总量指标省市县三级行政区全覆盖,党的十八届五中全会明确要求实施水资源消耗总量和强度双控行动。江苏省在2016年4月召开的推进供给侧结构性改革工作会议中重申了绿色发展,于同年9月出台《江苏省计划用水管理办法》,全面规范计划用水管理。因此,从总量、结构及包括强度在内的相关指标等方面,比较江苏省与我国其他省区用水情况并分析差异成因,将有利于挖掘其他省区相对江苏而言的用水管理借鉴意义,提高江苏节水工作的针对性和有效性,促进江苏供给侧改革中绿色发展的实现。

从供应链角度看,一国或地区在生产(消费)产品或服务中的用水量包括当地生产(消费)活动中的直接用水(包括居民直接生活用水),以及除水资源外其他产品或服务本身在生产过程中所需水量(即"虚拟水")。两者之和为该国或地区生产(消费)视角下的"水足迹"。当前水足迹已成为地区用水研究的重要内容,且该类研究多基于消费视角,如Ridoutt等[1]、Vanham等[2]、Hoekstra[3]、Tom等[4],以及孙才志等[5]、Zhang[6]、潘安娥等[7]、谷学明等[8]、赵晨等[9]的相关研究。国内外基于生产视角的水足迹研究也越来越多,如Rulli等[10]、Zhuo等[11]。部分研究同时采用生产与消费视角,如Hoekstra等[12]同时基于生产和消费视角测算了各国水足迹,Ercin等[13]预测了2050年生产与消费水足迹[13],Steen-Olsen等[14]测算了欧盟物品和服务的消费、生产、贸易活动中的水足迹[14]。但目前基于生产视角分析江苏水足迹的研究仍较少。吴兆丹等[15-16]基于生产视角对我国水足迹地区间差异的研究中,涉及江苏生产视角下水足迹分析,但未将江苏水足迹与其他地区对应比较,挖掘其他地区用水管理对江苏的借鉴意义。张云宁[17]基于生产视角,采用投资寻踪分类法,分析了苏北地区水足迹,但未涉及江苏其他地区。

而生产视角下的地区水足迹体现当地生产生活耗水量,与当地可利用水资源量结合可反映地区耗水对当地水资源的压力情况,与地区GDP的比值可体现当地生产中水消耗对应经济效益。因此,相对消费视角下水足迹比较而言,分析江苏与我国其他

基金项目:国家自然科学基金(41401634,41301630)

作者简介:吴兆丹(1988—),女,副教授,博士,主要从事水资源经济及管理研究。E-mail:xiaofansi@163.com

地区生产视角下水足迹差异及其成因,能为江苏供给侧改革中绿色发展的实现提供更准确的依据。

参照文献[16],笔者将生产视角下水足迹定义为生产水足迹,指在一定时间内(一般界定为一年),为满足当地最终需求、外地最终需求或当地居民生活直接用水需求,由当地所有产品和服务的生产所消耗的,源于当地水的水资源量。采用多区域投入产出分析方法,在"总量-产业结构-需求结构-相关指标"分析框架下,估算我国除西藏外的30省区生产水足迹(由于西藏缺相关统计数据,且经济规模较小,本研究30省区中不包括西藏。),并将江苏与我国其他省区对应比较,找出江苏用水量、水资源紧缺程度、用水废弃率高于其他省区、用水效率低于其他省区的主要成因,为探寻供给侧改革中实现绿色发展提供依据。其中相关指标的选取同课题组已发表论文[16]。基于生产视角分析江苏与我国其他地区水足迹差异及其成因,在研究视角上具有一定创新价值。

1 模型构建

本文水足迹模型构建以30省区42部门多区域投入产出表为基础,而目前已公布的我国多个区域之间投入产出表均仅展现了合并区域或合并部门投入产出关系[18-20],故需根据我国各地区投入产出表来编制30省区42部门多区域投入产出表。当前我国最新的各地区投入产出表为《中国地区投入产出表2007》[21],投入产出表所体现的各种系数在相当长的时期内是有效稳定的[22],故基于该表研究水足迹的结果对应年份后一段时期内相关情况仍有一定代表性。与投入产出表年份一致,其他数据应选用2007年数值。且由于地区自然要素禀赋变化较小、部分产业技术改进尚不彻底、市场机制、金融体制仍不成熟等,2007年以来我国地区生产总值部门结构变化相对较小;各地区对产品的消费和贸易情况相对固定。因此地区生产、消费与贸易的部门结构变化较小[23],基于2007年数据得到的江苏与我国其他地区生产水足迹差异及其成因,对当前江苏用水管理仍有参考价值。故本文其他指标均选用2007年对应数据。我国水足迹多区域投入产出表编制、各省区生产水足迹总量、部门结构、相关指标模型构建及数据来源见文献[16]。各省区生产水足迹需求结构分析模型如下。

a. 分别用于本省区最终需求、国内其他省区最终需求、出口、当地居民生活直接用水的生产水足迹计算:

令 $\boldsymbol{f}^{1*}=[\boldsymbol{f}^{1}0\cdots0]$,$\boldsymbol{f}^{2*}=[0\ \boldsymbol{f}^{2}\cdots0]$,$\cdots$,$\boldsymbol{f}^{30*}=[0\ 0\cdots\boldsymbol{f}^{30}]$,其中0均为(1×42)的行矩阵;

$$\boldsymbol{L}^{*}=(\boldsymbol{I}-\boldsymbol{T}\boldsymbol{A}^{*})^{-1} \tag{1}$$

$$\boldsymbol{L}^{*}=\begin{bmatrix}\boldsymbol{L}^{1,1} & \cdots & \boldsymbol{L}^{1,30}\\ \vdots & & \vdots\\ \boldsymbol{L}^{30,1} & \cdots & \boldsymbol{L}^{30,30}\end{bmatrix}$$

$\boldsymbol{I}$ 为单位矩阵;$\boldsymbol{T}$、$\boldsymbol{A}^{*}$ 即分别为我国水足迹多区域投入产出表中的 $\boldsymbol{T}$、$\boldsymbol{A}^{*}$,分别表示区域间贸易系数以及复合的各区域直接投入系数;$\boldsymbol{L}^{m,n}$ 表示为实现目的省 n 每单位元最终需求所需要的运输省 m 的总投入;$\boldsymbol{I}$、$\boldsymbol{T}$、$\boldsymbol{A}^{*}$、$\boldsymbol{L}^{*}$ 均为(1260×1260)的矩阵,$\boldsymbol{L}^{m,n}$ 为(42×42)的矩阵。

则有:

①m 用于本省的生产水足迹为:

$$IW_{Dom}^{m}=\left|\boldsymbol{f}^{m*}\boldsymbol{L}^{*}(\boldsymbol{R}^{m}+\boldsymbol{U}^{m}+\boldsymbol{G}^{m}+\boldsymbol{FC}^{m}+\boldsymbol{IN}^{m})\right| \tag{2}$$

其中,$\boldsymbol{R}^{m}$、$\boldsymbol{U}^{m}$、$\boldsymbol{G}^{m}$、$\boldsymbol{FC}^{m}$、$\boldsymbol{IN}^{m}$ 即分别为我国水足迹多区域投入产出表中的 $\boldsymbol{R}^{m}$、$\boldsymbol{U}^{m}$、$\boldsymbol{G}^{m}$、$\boldsymbol{FC}^{m}$、$\boldsymbol{IN}^{m}$,表示 m 省农村居民消费支出、城镇居民消费支出、政府消费支出组成、固定资本形成、存货增加的矩阵,大小均为(1260×1)。

②m 省用于国内其他省区最终需求的生产水足迹为:

$$POW_{Dom}^{m}=\sum_{n\neq m}\left|\boldsymbol{f}^{m*}\boldsymbol{L}^{*}(\boldsymbol{R}^{n}+\boldsymbol{U}^{n}+\boldsymbol{G}^{n}+\boldsymbol{F}\boldsymbol{C}^{n}+\boldsymbol{I}\boldsymbol{N}^{n})\right| \tag{3}$$

其中,$\boldsymbol{R}^{n}$、$\boldsymbol{U}^{n}$、$\boldsymbol{G}^{n}$、$\boldsymbol{FC}^{n}$、$\boldsymbol{IN}^{n}$ 分别是我国水足迹多区域投入产出表中 $\boldsymbol{R}$、$\boldsymbol{U}$、$\boldsymbol{G}$、$\boldsymbol{FC}$、$\boldsymbol{IN}$ 的第 n 列,表示 n 省对应的各种国内最终需求矩阵。

③m 省用于出口的生产水足迹为:

$$W_{Dom,E}^{m}=\left|M_{Dom}^{m}E^{m}\right|=VE^{m} \tag{4}$$

其中,$\boldsymbol{E}^{m}$ 为我国水足迹多区域投入产出表中的 $\boldsymbol{E}^{m}$,表示 m 省的出口量,为(42×1)的矩阵。

b. m 省用于各种国内最终需求的生产水足迹计算:

用 $W_{Dom,R}^{m}$、$W_{Dom,U}^{m}$、$W_{Dom,G}^{m}$、$W_{Dom,FC}^{m}$、$W_{Dom,IN}^{m}$ 分别表示 m 省农村居民消费生产水足迹、城镇居民消费生产水足迹、政府消费生产水足迹、固定资本形成生产水足迹、存货增加生产水足迹,则有:

$$W_{Dom,R}^{m}=\left|\boldsymbol{M}_{Dom}^{m}\boldsymbol{y}_{R}^{m}\right| \tag{5}$$

$$W_{Dom,U}^{m}=\left|\boldsymbol{M}_{Dom}^{m}\boldsymbol{y}_{U}^{m}\right| \tag{6}$$

$$W_{Dom,G}^{m}=\left|\boldsymbol{M}_{Dom}^{m}\boldsymbol{y}_{G}^{m}\right| \tag{7}$$

$$W_{Dom,FC}^{m}=\left|\boldsymbol{M}_{Dom}^{m}\boldsymbol{y}_{FC}^{m}\right| \tag{8}$$

$$W_{Dom,IN}^{m}=\left|\boldsymbol{M}_{Dom}^{m}\boldsymbol{y}_{IN}^{m}\right| \tag{9}$$

其中,$\boldsymbol{y}_{R}^{m}$、$\boldsymbol{y}_{U}^{m}$、$\boldsymbol{y}_{G}^{m}$、$\boldsymbol{y}_{FC}^{m}$、$\boldsymbol{y}_{IN}^{m}$ 即为我国水足迹多区域投入产出表中的 $\boldsymbol{y}_{R}^{m}$、$\boldsymbol{y}_{U}^{m}$、$\boldsymbol{y}_{G}^{m}$、$\boldsymbol{y}_{FC}^{m}$、$\boldsymbol{y}_{IN}^{m}$,分别表示 m 省的农村居民消费、城镇居民消费、政府消费、固定资

本形成、存货增加,均为(42×1)的矩阵。

2 模型估算结果

2.1 江苏与我国其他省区生产水足迹总量比较

估算2007年我国各省区生产水足迹总量,江苏生产水足迹(156.98亿m^3)在30省区按该指标由高到低排序中位居第11位;是最高值即吉林生产水足迹的54.21%,是最低值即天津对应值的5.57倍;是30省区平均生产水足迹的1.12倍,是30省区生产水足迹中位数即云南与上海生产水足迹均值的1.15倍。江苏省生产水足迹与陕西、湖南、山东等对应值相差较小。这主要由各省区资源禀赋、部门虚拟水强度、产业结构、经济发展水平等多方面因素造成。

2.2 江苏与我国其他省区生产水足迹产业结构比较

2.2.1 生产水足迹产业结构比较

估算得到江苏以及生产水足迹低于江苏的19省区生产水足迹产业结构及直接用于居民生活部分的情况如表1所示。

表1 2007年我国部分省区生产水足迹产业结构及直接用于居民生活部分 亿m^3

省区	第一产业	第二产业	第三产业	居民生活
北京	27.43(44.87%)	14.46(23.65%)	5.35(8.75%)	13.89(22.72%)
天津	8.94(31.74%)	12.12(43.03%)	3.95(14.01%)	3.16(11.22%)
河北	79.86(63.38%)	20.19(16.02%)	6.20(4.92%)	19.76(15.68%)
山西	51.96(52.69%)	26.84(27.22%)	13.45(13.64%)	6.35(6.44%)
内蒙古	79.86(52.76%)	45.05(29.76%)	22.01(14.54%)	4.46(2.94%)
上海	25.75(18.92%)	66.12(48.59%)	32.47(23.86%)	11.74(8.63%)
江苏	74.49(47.45%)	37.58(23.94%)	12.50(7.97%)	32.40(20.64%)
浙江	70.43(53.99%)	27.41(20.01%)	9.73(7.46%)	22.88(17.54%)
安徽	67.71(65.20%)	12.34(11.88%)	3.45(3.32%)	20.35(19.60%)
江西	68.17(66.17%)	12.74(12.37%)	5.09(4.94%)	17.01(16.51%)
湖北	69.93(48.02%)	41.49(28.49%)	13.24(9.09%)	20.97(14.40%)
广西	89.86(67.85%)	9.51(7.18%)	3.85(2.90%)	29.22(22.06%)
海南	58.43(70.45%)	17.12(20.64%)	3.11(3.75%)	4.28(5.16%)
重庆	27.43(38.76%)	19.29(27.25%)	11.86(16.76%)	12.19(17.23%)
四川	79.01(51.59%)	34.99(22.85%)	16.77(10.95%)	22.37(14.61%)
贵州	49.92(65.26%)	9.17(11.99%)	5.42(7.08%)	11.99(15.67%)
云南	63.42(46.03%)	43.38(31.49%)	23.54(17.08%)	7.45(5.40%)
甘肃	70.84(60.33%)	24.89(21.20%)	15.27(13.00%)	6.42(5.47%)
青海	44.56(73.37%)	9.38(15.45%)	5.13(8.45%)	1.66(2.73%)
宁夏	67.46(78.11%)	10.00(11.58%)	7.05(8.17%)	1.85(2.15%)

注:括号外的数值为各省区对应产业或直接用于居民生活的生产水足迹值;括号内的数值为各省区对应产业或直接用于居民生活的生产水足迹在该省区生产水足迹中所占比重。

江苏生产水足迹四大组成部分中,第一产业生产水足迹最高;第二产业生产水足迹与居民生活直接用水量差异较小,分别为第一产业生产水足迹的50.45%与43.50%;第三产业生产水足迹最低,仅为第一产业生产水足迹的16.79%。

从生产水足迹四大组成部分上进行差异分解,可见江苏生产水足迹高于19省区平均值主要源于其较高的居民生活直接用水、第一产业生产水足迹、第二产业生产水足迹,贡献率分别为38.52%、32.07%、26.28%;生产水足迹江苏高于19省区中位数的主要原因是其较高的第二产业生产水足迹,其次是居民生活直接用水较高,贡献率分别为47.51%、22.68%。

2.2.2 第一产业生产水足迹比较

我国各省区第一产业生产水足迹估算结果如图1所示,江苏该水足迹为74.49亿m^3,高于甘肃、浙江、山东等21省区对应值,是仅次于之的甘肃对应水足迹的1.05倍,是21省区该水足迹平均值的1.40倍,是21省区对应水足迹中位数即福建第一产业生产水足迹的1.29倍。从部门最终需求量、直接用水系数、用水乘数三方面,结合对数比较,农林牧渔业生产水足迹江苏高于其他21省区均值或中位数的主要原因均在于其较高的农林牧渔业最终需求量及直接用水系数。

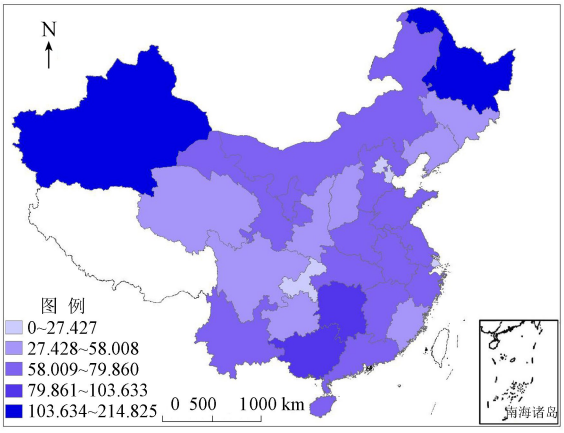

图1 2007年我国各省区第一产业生产水足迹(单位:亿m^3)

2.2.3 第二产业生产水足迹比较

据估算结果,江苏第二产业生产水足迹为37.58亿m^3。其部门结构中,纺织业、食品制造及烟草加工业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业生产水足迹高于其他部门,在第二产业生产水足迹中占比分别为15.63%、15.20%、13.51%。

江苏第二产业生产水足迹高于广东、四川、浙江等18省区。该水足迹约是18省区对应均值的约2.02倍,这主要源于江苏较高的纺织业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业、化学工业生产水足迹,贡献率分别为25.52%、22.82%、13.50%。其中18省区纺织业生产水足迹平均值与江苏的差距主要来自纺织业直接用水系数差距,贡献率为71.25%。江苏第二产业生产水足迹约是18省区对应中位数即海南与新疆该水足迹均值的2.21倍,这与通信设备、计算机及其他电子设备制造业、纺织业、纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业生产水足迹

等海南、新疆均值与江苏之间的差距有关,对应贡献率分别为23.77%、23.22%、13.86%。其中通信设备、计算机及其他电子设备制造业生产水足迹对应差距主要源于部门最终需求量对应差异。故江苏第二产业生产水足迹高于其他18省区的主要原因在于其较高的纺织业直接用水系数以及通信设备、计算机及其他电子设备制造业最终需求量。

2.2.4 第三产业生产水足迹比较

各省区第三产业生产水足迹及其部门结构分析结果显示,江苏第三产业生产水足迹为12.50亿m^3,其主要组成部门有住宿和餐饮业、卫生、社会保障和社会福利业以及公共管理和社会组织,对应生产水足迹在第三产业生产水足迹中占比分别为18.47%、12.35%、11.93%。

重庆、浙江、湖南等14省区的第三产业生产水足迹低于江苏,且重庆第三产业生产水足迹与江苏差距很小,是后者的94.82%。14省区第三产业生产水足迹平均值为5.86亿m^3,仅为江苏对应水足迹的46.85%,该差距主要源于卫生、社会保障和社会福利业、住宿和餐饮业,以及公共管理和社会组织生产水足迹14省区均值与江苏之间差距(占比16.72%、13.22%、11.35%)。其中卫生、社会保障和社会福利业差异主要源于该部门最终需求量差异。

14省区第三产业生产水足迹中位数为北京与青海对应水足迹的平均值5.24亿m^3,是江苏第三产业生产水足迹的41.91%。该差距主要源于住宿和餐饮业、卫生、社会保障和社会福利业以及公共管理和社会组织生产水足迹对应差异(占比21.76%、16.35%、11.78%)。其中住宿和餐饮业生产水足迹对应差距的主要成因为该部门直接用水系数差异,江苏住宿和餐饮业直接用水系数是北京的3.97倍。

2.3 江苏与我国其他省区生产水足迹需求结构比较

2.3.1 江苏生产水足迹需求结构分析

按需求地划分,江苏生产水足迹中用于出口的部分高于其他组成部分,占比31.26%,这与该省机械及运输设备、非食用原料、饮料及烟类产品等较高的出口额有关;用于其他省区最终需求的部分对应占比为24.67%,略高于用于当地最终需求部分。江苏虚拟水省区间流出量中,流至山东、浙江、广东的量最高,三者之和占总虚拟水省区间流出量的比重为33.36%。

按最终需求种类划分,江苏用于本省城镇居民消费的生产水足迹约为用于本省农村居民消费的1.28倍;用于外省区城镇居民消费的生产水足迹约为用于外省区农村居民消费的1.24倍。用于本省及外省区资本积累的江苏生产水足迹均主要与固定资本形成有关,对应占比分别为69.41%与62.48%。这与现阶段我国经济增长对投资的依赖程度较高相一致。

2.3.2 生产水足迹需求结构比较

与江苏类似,河北、上海、浙江、广东四省市的生产水足迹也主要用于出口,而其余省区的则主要用于外省最终消费。该结果与我国各省区较高的农产品输出现状相一致。各省区虚拟水流动的主要目的省区有一定异同,江苏、山东、河南、广东等是各省区用于外省区生产水足迹的主要消费地区。此外,各省区为满足国内最终需求的生产水足迹均主要用于城镇居民消费,其次是用于农村居民消费。

分别从生产水足迹按需求地划分的四方面,对江苏与生产水足迹更低的19省进行比较。19省区生产水足迹平均值与江苏生产水足迹的差距主要源于出口部分对应差异(占比76.57%);其次源于在居民生活直接用水、用于外省区生产水足迹两方面上19省区平均值与江苏的差距(占比12.85%、5.95%)。与该结果类似,分析19省区生产水足迹中位数即安徽和江西生产水足迹均值与江苏生产水足迹的差距,其主要成因也是两者在生产水足迹出口量以及居民生活直接用水上的差距,但用于外省区最终需求的生产水足迹差距小于用于本省最终需求对应水足迹差距。

分析用于外省区生产水足迹19省平均值与江苏差距,以及用于本省生产水足迹安徽和江西均值与江苏差距,两种差距均主要与城镇居民最终需求有关,与农村居民最终需求的关系略次于之。这主要是由于我国省区间贸易在外省区最终需求中主要用于供给其城镇居民与农村居民最终需求,而政府消费需求具有一定的本地性,其资本形成水足迹相对较低。

2.4 江苏与我国其他省区生产水足迹相关指标比较

2.4.1 水资源压力指标比较

2007年各省区水资源压力指标估算结果如表2所示,江苏水资源压力指标值为0.317。水资源压力低于江苏的省区有海南、新疆、福建等15省区。江苏水资源压力指标是仅低于之的海南对应指标的1.08倍,是15省区该指标均值的2.70倍,是15省区该指标中位数即湖南水资源压力指标的2.77倍。比较江苏与15省区均值、江苏与湖南分别在水资源总量以及生产水足迹量上的高低关系,可以得到江苏水资源压力指标高于其他省区主要与其较低的水资源总量有关。

2.4.2 生产水足迹强度比较

2007年各省区生产水足迹强度估算结果如表2所示,江苏生产水足迹强度为0.006m^3/元,仅高于天津对应值。江苏GDP是天津的约5.10倍,生产水

足迹是天津的约5.57倍,可见两省市生产水足迹强度差异更多地来源于生产水足迹省市间差距,江苏控制生产水足迹对提高水资源利用经济效益意义重大。

表2　2007年我国各省区生产水足迹相关指标值

省区	水资源压力指标	生产水足迹强度/(m^3·元$^{-1}$)	工业生产水足迹废弃率
北京	2.567(3)	0.007(27)	0.063(26)
天津	2.491(4)	0.006(30)	0.177(15)
河北	1.052(5)	0.009(24)	0.612(5)
山西	0.954(6)	0.017(17)	0.153(17)
内蒙古	0.512(10)	0.025(11)	0.056(27)
辽宁	0.839(7)	0.020(14)	0.095(20)
吉林	0.837(8)	0.055(5)	0.026(30)
黑龙江	0.479(11)	0.033(7)	0.046(28)
上海	3.944(2)	0.011(22)	0.072(23)
江苏	0.317(15)	0.006(29)	0.715(3)
浙江	0.146(19)	0.007(26)	0.734(2)
安徽	0.146(20)	0.014(21)	0.596(6)
福建	0.187(18)	0.022(13)	0.173(16)
江西	0.093(26)	0.019(15)	0.560(7)
山东	0.410(13)	0.006(28)	0.392(9)
河南	0.339(14)	0.010(23)	0.328(11)
湖北	0.143(21)	0.016(19)	0.219(13)
湖南	0.114(23)	0.018(16)	0.504(8)
广东	0.141(22)	0.007(25)	0.658(4)
广西	0.096(25)	0.022(12)	0.803(1)
海南	0.293(16)	0.068(4)	0.035(29)
重庆	0.107(24)	0.017(18)	0.358(10)
四川	0.067(29)	0.015(20)	0.328(11)
贵州	0.073(28)	0.028(10)	0.132(18)
云南	0.061(30)	0.029(9)	0.081(21)
陕西	0.447(12)	0.031(8)	0.066(24)
甘肃	0.513(9)	0.043(6)	0.064(25)
青海	0.092(27)	0.078(2)	0.078(22)
宁夏	8.316(1)	0.097(1)	0.211(14)
新疆	0.281(17)	0.069(3)	0.124(19)
平均	0.202	0.015	0.282

注:括号外的数值为各省区对应指标值;括号内的数值为各省区在30省区按指标值由高到低排序中的位序。

2.4.3　工业生产水足迹废弃率比较

各省区工业生产水足迹废弃率如表2所示,江苏工业生产水足迹废弃率为71.51%,在30省区该指标比较中仅低于广西与浙江。比较江苏与其他工业生产水足迹废弃率更低的27省区份,江苏该指标是27省区该指标最高值即广东工业生产水足迹废弃率的1.09倍,是27省区该指标均值的41.98倍,是27省区该指标中位数即山西对应废弃率的4.67倍,且江苏工业生产水足迹废弃率高于其他27省区的主要原因在于其年工业废水量较高。

3　结　论

a. 总量比较中,江苏生产水足迹(156.98亿m^3)在30省按该水足迹由高到低排序中位居11。

b. 产业结构比较中,江苏生产水足迹高于其他19省的原因主要在于其较高的居民生活直接用水、第一产业生产水足迹、第二产业生产水足迹,具体与其较高的农林牧渔业最终需求量及直接用水系数、纺织业直接用水系数以及通信设备、计算机及其他电子设备制造业最终需求量有关。

c. 需求结构比较中,江苏生产水足迹高于其他19省的主要成因是其较高的虚拟水出口量以及居民生活直接用水。江苏用于本省最终需求、外省最终需求的生产水足迹与其他19省的差异主要与城镇居民最终需求有关。

d. 相关指标比较中,江苏水资源压力指标值高于其他15省的主要原因在于江苏较低的水资源总量;江苏生产水足迹强度仅高于天津对应值,两者差异主要源于两省市生产水足迹差异;江苏工业生产水足迹废弃率(71.51%)高于其他27省与该省较高的年工业废水量关系密切。

由于时间、精力和研究内容的局限性,本文中江苏与我国其他地区之间水足迹差异的成因、比较结果对江苏节水实现路径构建的实践性启示仍有待深入。一方面,今后在该差异成因分析中应结合各地区具体的水足迹影响因素,为实现节水提供更为翔实的依据。另一方面,在今后节水实现路径研究中,应结合自然、社会、经济等诸方面因素考虑,并将水足迹与其他要素足迹结合,提高研究结论的可行性。

参考文献:

[1] RIDOUTT B G, PFISTER S. A new water footprint calculation method integrating consumptive and degradative water use into a single stand-alone weighted indicator[J]. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2013, 18(1): 204-207.

[2] VANHAM D, MEKONNEN M M, HOEKSTRA A Y. The water footprint of the EU for different diets[J]. Ecological Indicators, 2013, 32: 1-8.

[3] HOEKSTRA A Y. The water footprint: the relation between human consumption and water use[C]//ANTONELLI M, GRECO F. In the Water We Eat. Switzerland: Springer International Publishing, 2015: 35-48.

[4] TOM M S, FISCHBECK P S, HENDRICKSON C T. Energy use, blue water footprint, and greenhouse gas emissions for current food consumption patterns and dietary recommendations in the US[J]. Environment Systems and Decisions, 2016, 36(1): 92-103.

[5] 孙才志, 陈栓, 赵良仕. 基于ESDA的中国省际水足迹强度的空间关联格局分析[J]. 自然资源学报, 2013, 28(4): 571-582.

[6] ZHANG C, ANADON L D. A multi-regional input-output analysis of domestic virtual water trade and provincial water footprint in China[J]. Ecological Economics, 2014, 100: 159-172.

[7] 潘安娥, 陈丽. 湖北省水资源利用与经济协调发展脱钩分析:基于水足迹视角[J]. 资源科学, 2014, 36

(2): 328-333.
[8] 谷学明, 王远, 赵卉卉, 等. 江苏省水资源利用与经济增长关系研究[J]. 中国环境科学, 2012, 32(2): 351-358.
[9] 赵晨, 王远, 谷学明, 等. 基于数据包络分析的江苏省水资源利用效率[J]. 生态学报, 2013, 33(5): 1636-1644.
[10] RULLI M C, VERONI A, ROSSO R. The water footprint and environmental sustainability of Italian DOP, DOC and DOCG food products[C]//ANTONELLI M, GRECO F. In the Water We Eat. Switzerland: Springer International Publishing, 2015: 229-241.
[11] ZHUO L, MEKONNEN M M, HOEKSTRA A Y, et al. Inter-and intra-annual variation of water footprint of crops and blue water scarcity in the Yellow River Basin(1961—2009)[J]. Advances in Water Resources, 2016, 87: 29-41.
[12] HOEKSTRA A Y, MEKONNEN M M. The water footprint of humanity[C]//Proceedings of the National Academy of Sciences. Washington D C: National Academy of Sciences, 2012, 109(9): 3232-3237.
[13] ERCIN A E, HOEKSTRA A Y. Water footprint scenarios for 2050: a global analysis[J]. Environment International, 2014,64: 71-82.
[14] STEEN-OLSEN K, WEINZETTEL J, CRANSTON G, et al. Carbon, land, and water footprint accounts for the European Union: consumption, production, and displacements through international trade[J]. Environmental Science & Technology, 2012, 46(20): 10883-10891.
[15] 吴兆丹, 王张琪, UPMANU L. 生产视角下的中国水足迹空间差异研究:基于经济区域分析层次[J]. 资源科学, 2015, 37(10): 2039-2050.
[16] 吴兆丹, UPMANU L, 王张琪, 等. 基于生产视角的中国水足迹地区间差异:"总量—结构—效率"分析框架[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(12): 85-94.
[17] 张云宁, 袁军, 陈培然. 基于投影寻踪分类法的苏北地区水足迹及用水效率评价[J]. 水利经济, 2016, 34(2): 16-19.
[18] 张亚雄, 齐舒畅. 2002、2007 年中国区域间投入产出表[M]. 北京: 中国统计出版社, 2012.
[19] 刘卫东. 中国 2007 年 30 省区市区域间投入产出表编制理论与实践[M]. 北京: 中国统计出版社, 2012.
[20] 刘卫东, 唐志鹏, 陈杰, 等. 2010 年中国 30 省区市区域间投入产出表[M]. 北京: 中国统计出版社, 2014.
[21] 国家统计局国民经济核算司. 中国地区投入产出表 2007[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
[22] ROSE A, CASLER S. Input-output structural decomposition analysis: a critical appraisal[J]. Economic Systems Research, 1996(8): 33-62.
[23] 国家统计局. 中国统计年鉴[EB/OL](2015-09-11)[2017-02-19]. http://www. stats. gov. cn/tjsj/ndsj/.

(收稿日期:2016-12-26 编辑:陈玉国)

(上接第 4 页)

阴影,另一方面是"一带一路"的重要机遇,在这样特殊的时代背景和行业背景下,中小航运企业一定要团结合作,共谋发展。可以组成中小航运企业联合会,推进航运服务业聚集区建设,充分利用中小航运企业经营灵活的优势,优势互补,共同拓展融资渠道,尝试多种融资方式。如资产证券化、信托融资、境外期租等,或邀请货主或银行以参股的方式促进中小航运企业的发展。另外,信誉良好的中小航运企业还可以尝试以众筹或债务置换的方式来获得资金,减轻债务负担。

4 结 语

"一带一路"的战略思想推动国内各行各业走向更大更远的市场[7],其中航运产业作为为该战略背景中履行政策导向重要行业之一,迎来了更大的发展空间。我国航运产业受发展历史的限制,航运企业的发展处于较低的水平,占主体的仍是中小型航运企业,他们的发展对融资的需求显得更为迫切。无论是政策层面,还是行业以及企业层面,在"一带一路"战略背景下,都应有针对性地形成中小航运企业金融支持、金融渠道开拓、金融创新规划参与的格局,真正地推动以中小航运企业为主导的中国航运产业更大的发展和腾飞。

参考文献:

[1] 姜园园. 中小航运企业融资困难原因及对策探讨[J]. 对外经贸,2013(2):100-101.
[2] 毛修银,余思勤. 基于信息不对称的中小航运企业船舶融资问题分析[J]. 上海海事大学学报,2012(12):70-75.
[3] 裴红轩. 中小航运企业融资方式的思考[J]. 航海,2015(5):74-76.
[4] 马泽华. 一带一路与航运业的机遇[J]. 中国远洋航务,2015(12):30-31.
[5] 孙文,章雁. 化解中小航运企业融资难的对策研究[J]. 交通财会,2012(7):4-8.
[6] 田剑英,章云龙. 船舶融资租赁及航运企业资金困境摆脱:宁波证据[J]. 改革,2012(8):133-140.
[7] 真虹. "一带一路"为中国航运大发展带路[J]. 中国远洋航务,2015(11):2.

(收稿日期:2016-12-13 编辑:胡新宇)