

ZHONGGUO LIANGSHI SHENGCHAN  
SHUIZUJI YU QUYU XUNI  
SHUILIUDONG BAOGAO

2014

# 中国粮食生产 水足迹与区域虚拟水流动报告



吴普特 王玉宝 赵西宁 著

 中国农业出版社

# 2014 中国粮食生产水足迹与区域虚拟 水流动报告

吴普特 王玉宝 赵西宁 著

 中国农业出版社

图书在版编目（CIP）数据

2014中国粮食生产水足迹与区域虚拟水流动报告 /  
吴普特, 王玉宝, 赵西宁著. —北京: 中国农业出版社,  
2016.9

ISBN 978-7-109-22041-6

I. ①2… II. ①吴… ②王… ③赵… III. ①粮食—  
生产—水资源管理—研究报告—中国—2014 IV.  
①F326.11

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第203898号

中国农业出版社出版

（北京市朝阳区麦子店街18号楼）

（邮政编码 100125）

责任编辑 刘博浩 程 燕

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2016年9月第1版 2016年9月北京第1次印刷

开本：889mm×1194mm 1/16 印张：7.25

字数：180千字

定价：58.00元

（凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换）

## 内 容 提 要

本书阐述了2014年中国31个省级行政区、粮食产销区、八大粮食生产区、南北方地区不同空间尺度粮食生产、粮食生产水足迹及粮食虚拟水流动的变化状况，并与2013年进行了对比分析。重在揭示中国粮食的生产、粮食生产用水效率、粮食虚拟水流动的空间分异特征和变化情况。

本书数据丰富翔实，对不同区域及空间尺度粮食生产与消费、粮食生产用水效率与用水量、粮食调运及虚拟水流动情况进行详尽地阐述。可为从事农业、水利等专业的科技人员、管理人员及相关专业院校师生提供参考。

## 参编人员

- |     |          |
|-----|----------|
| 操信春 | 河海大学     |
| 孙世坤 | 西北农林科技大学 |
| 阴亚丽 | 西北农林科技大学 |
| 刘 静 | 河海大学     |
| 刘 帝 | 西北农林科技大学 |
| 栾晓波 | 西北农林科技大学 |
| 王 鑫 | 西北农林科技大学 |
| 杨振亚 | 西北农林科技大学 |
| 张浩杰 | 西北农林科技大学 |
| 李笑雷 | 西北农林科技大学 |
| 周天娃 | 西北农林科技大学 |
| 柴成亮 | 西北农林科技大学 |
| 王雷明 | 西北农林科技大学 |
| 潘文祥 | 西北农林科技大学 |



# Preface 前言

在多年从事节水农业科学研究与工程实践中，有一个非常深刻的体会与认识。即发展节水农业不仅仅是一个科学技术问题，或者说是一个工程实践问题，更重要的是还有一个水资源的管理问题，或者说是水土资源管理的问题，当然水资源的管理可能更为重要一些。所以，大家经常讲节水农业是一个复杂的系统工程。但以往我们对节水农业科学研究、技术研发，以及工程实践相对重视一些，而对农业水资源的管理重视不够。事实上，水管理问题在节水农业发展过程中的作用日见明显，甚至有专家估计农业节水潜力的50%在管理方面。当然这里所讲的管理是一个综合概念，包括发展节水农业的体制、机制与政策等多项内容。

基于此，近年来我们团队开始关注并重视这一问题，并探索将水足迹与虚拟水理论和方法引入到节水农业研究领域。几年来，我们结合农业水管理问题的实际与特点，在对水足迹计算方法修正的基础上，提出了粮食生产水足迹的概念与计算方法，分别对中国粮食生产水足迹时空演变、全球粮食生产水足迹时空变异，我国“北粮南运”所引起的农业虚拟水“北水南调”工程以及在大中型灌区粮食生产水足迹空间分异特征等进行了探索性研究；也初步提出通过制定区域农业水足迹控制标准，实施农业用水补偿机制，来实现农业用水的科学管理，配合国家实施最严格的水资源管理制度。为实现这一目标，我们从2013年开始出版《中国粮食生产水足迹与区域虚拟水流动报告》，先后出版了2010年、2011年、2012年和2013年年度报告，本期为2014年年度报告。值得庆幸的是，我们的研究报告引起了联合国粮农组织驻中国代表处的关注，也得到部分国内外同行的鼓励，这无疑为我们坚持此项工作提供了动力与安慰。我们切盼此项工作能够得到更多同行的关注，引起政府的重视，尤其是能为我国发展节水农业，以及实施最严格的水资源管理制度提供一定的参考。

本书在撰写过程中得到了中国水利水电科学研究院王浩院士的大力支持与热情鼓励，在此深表感谢。由于我们水平与认识所限，对有些问题的认识和判断还有待进一步深化，书中错误和不足之处恳请大家批评指正。

吴普特 王玉宝 赵西宁

2016年5月

编者注：本书中我国31个省级行政区特指中国大陆31个省、自治区、直辖市，未包括香港、澳门和台湾。



# 目录

## CONTENTS

### 第一章 导论

#### 前言

- 一、2014年粮食生产特点 / 2
- 二、2014年粮食生产水足迹特点 / 3
- 三、2014年区域粮食虚拟水流动特点 / 5

#### 第一节 各省级行政区粮食生产 / 8

- 一、各省级行政区粮食播种面积 / 8
- 二、各省级行政区粮食产量 / 13
- 三、各省级行政区粮食单产 / 18
- 四、各省级行政区人均粮食占有量 / 21

#### 第二节 区域粮食生产 / 25

- 一、区域粮食播种面积 / 25
- 二、区域粮食产量 / 27
- 三、区域粮食单产 / 29
- 四、区域人均粮食占有量 / 30

#### 第三节 南北方粮食生产 / 33

- 一、南北方粮食播种面积 / 33
- 二、南北方粮食产量 / 34
- 三、南北方粮食平均单产 / 35
- 四、南北方人均粮食占有量 / 35

#### 第一节 各省级行政区粮食生产水足迹 / 38

- 一、各省级行政区粮食生产水足迹 / 38
- 二、各省级行政区粮食水足迹 / 46

#### 第二节 区域粮食生产水足迹 / 61

- 一、区域粮食生产水足迹 / 61
- 二、区域粮食水足迹 / 63

### 第二章 粮食生产

### 第三章 粮食生产 水足迹

## 第四章 区域粮食虚 拟水流动

## 第五章 结论与思考

## 附录

### 第三节 南北方粮食生产水足迹 / 69

- 一、南北方粮食生产水足迹 / 69
- 二、南北方粮食水足迹 / 70

### 第一节 各省级行政区粮食虚拟水流动 / 74

- 一、各省级行政区虚拟水流动 / 74
- 二、各省级行政区虚拟蓝水流动 / 77
- 三、各省级行政区虚拟绿水流动 / 80
- 四、各省级行政区粮食虚拟水输出、输入比率 / 83
- 五、产销区粮食虚拟水流动 / 84

### 第二节 区域粮食虚拟水流动 / 86

- 一、区域虚拟水流动 / 86
- 二、2014年粮食虚拟水流动与2013年的比较 / 88
- 三、粮食虚拟水输出、输入比率 / 90

### 第三节 南北方粮食虚拟水流动 / 91

- 一、结论 / 96
- 二、思考 / 96
- 三、建议 / 97

- 一、基本概念 / 100
- 二、计算方法 / 101
- 三、主要数据来源 / 104

### 主要参考文献 / 105

# 第一章 | 导论

本书阐述2014年粮食生产、粮食生产水足迹和区域虚拟水流动的空间差异，并与2013年进行比较，以探索中国粮食生产、水分（包括蓝水和绿水）生产效率、粮食虚拟水流动的区域特征及其变化，诠释水与粮食生产的关系。

## 一、2014年粮食生产特点

2014年,在党中央、国务院的高度重视和正确领导下,经过各级党委、政府和农业、水利等部门务实高效的工作,以及广大农民群众的辛勤劳动,粮食生产克服长江以南春末洪涝灾害,东北黄淮等地高温少雨夏伏旱突出、南方地区夏季洪涝灾害,华西、西南地区秋初洪涝灾害,以及沿海地区超强台风等灾害影响,中国粮食总产继续保持增长,实现了半个世纪以来的首次连续十一年增产。

粮食“十一连增”是在资源约束日益趋紧、生产成本持续上升、国内外价差逐步拉大、国内库存日益增加、灾害多发重发以及长期粗放经营导致资源与生态环境超出承载能力等背景下取得的。“十一连增”向国内外彰显了我国农业的综合生产能力和国家的基础实力,见证了农业科技支撑的创新自觉;使我国谷物基本自给、口粮绝对安全,实现把饭碗牢牢端在自己手上,不仅有力保障了我国粮食安全,为抑制物价过快上涨,保持经济平稳较快发展提供了有力支撑,也为保障世界粮食安全、维护粮食市场稳定作出了重要贡献。

### (1) 粮食播种面积稳定增加。

2014年粮食播种面积11272.25万 $\text{hm}^2$ ,较2013年增加76.69万 $\text{hm}^2$ ,增幅0.69%。

### (2) 粮食单产略有提高。

2014年粮食平均单产5385.14 $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,较2013年提高8.55 $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,增幅0.16%。

### (3) 人均粮食占有量增加。

2014年人均粮食占有量为445.54 $\text{kg}$ ,较2013年增加1.36 $\text{kg}$ ,增幅0.31%。

### (4) 粮食总产连续第十一年增产。

2014年粮食总产60702.6万 $\text{t}$ ,较2013年增产508.6万 $\text{t}$ ,增幅0.84%。

### (5) 产销区粮食生产差异明显。

2014年粮食主产区、主销区和平衡区的粮食产量分别为46021.3万 $\text{t}$ 、3320.7万 $\text{t}$ 和11360.6万 $\text{t}$ ,分别占全国总产的75.81%、5.47%及18.72%。

与2013年相比,产销区粮食产量均有一定的增长,主产区增量最大,为257.8万 $\text{t}$ ;平衡区增幅最大,为1.98%。

### (6) 区域粮食生产差异显著。

2014年黄淮海地区和东北地区粮食产量之和超过了全国总产量的50%;黄淮海地区、东北地区和长江中下游地区粮食产量之和超过了全国总产量的70%;全国近90%的粮食来源于黄淮海地区、东北地区、长江中下游地区、西南地区和西北地区5个区域。

与2013年相比,除华北地区和东北地区粮食产量有所下降外(降幅分别为0.82%和1.66%),其他地区均有一定的增长,其中黄淮海地区和长江中下游地区增量较大,分别为258.4万t和253.5万t,增幅分别为1.53%和2.31%;粮食增产超过100万t的地区还有西南地区。

#### (7) 南北方粮食生产差距大。

2014年北方地区的粮食产量为33835.4万t,占全国总产的55.74%;南方地区产量为26867.2万t,占全国总产的44.26%。与2013年相比,2014年北方地区粮食产量减少86.3万t,降幅0.25%;南方地区粮食产量增加594.9万t,增幅2.26%。2014年,北方粮食产量比南方高出6968.2万t,南北方粮食生产差距大。

## 二、2014年粮食生产水足迹特点

依据2014年全国水利发展统计公报,2014年全国平均降水量622.3mm,与常年值基本持平,较2013年减少5.98%;全国蓝水资源总量26263.9亿 $m^3$ ,比常年值偏少1.7%,较2013年减少6.06%;全国蓝水总用水量6095.0亿 $m^3$ ,比2013年减少88.4亿 $m^3$ ,其中农业用水3869.0亿 $m^3$ ,占总用水量的63.5%,与2013年比较,减少52.5亿 $m^3$ 。2014年新增农田有效灌溉面积164.8万 $hm^2$ ,全国有效灌溉面积达到6454.0万 $hm^2$ 。

粮食生产水足迹可反映粮食生产中蓝水和绿水的利用效率,粮食水足迹可反映区域粮食生产中消耗的蓝水和绿水资源量。

#### (1) 粮食生产水足迹有所降低。

2014年中国粮食生产水足迹为1.120 $m^3/kg$ ,较2013年降低2.32%;其中蓝水为0.468 $m^3/kg$ ,减小1.23%;绿水为0.652 $m^3/kg$ ,减小3.16%。

#### (2) 粮食水足迹有所下降。

2014年中国粮食水足迹为6799.7亿 $m^3$ ,较2013年减少1.49%;其中蓝水为2844.3亿 $m^3$ ,减小0.27%;绿水为3955.4亿 $m^3$ ,减小2.35%。

#### (3) 产销区粮食生产水足迹差异显著。

2014年主产区、主销区和平衡区的粮食生产水足迹分别为1.022 $m^3/kg$ 、1.701 $m^3/kg$ 和1.349 $m^3/kg$ 。表明主产区水分利用效率最高,主销区最低,平衡区介于二者之间。

与2013年相比,2014年各类型区粮食生产水足迹均有所降低,其中主销区减量和降幅均最大,分别为0.110 $m^3/kg$ 和6.06%;主产区减量和降幅均最小,分别为0.019 $m^3/kg$ 和1.83%。

#### (4) 产销区粮食水足迹差异明显。

2014年主产区粮食水足迹为4702.0亿 $m^3$ ,占全国的69.15%,其中蓝水为1846.9亿 $m^3$ 、绿水为2855.1亿 $m^3$ ;平衡区粮食水足迹为1532.8亿 $m^3$ ,占全国的22.54%,其中蓝水为679.6亿 $m^3$ 、绿水为853.2亿 $m^3$ ;主销区粮食水足迹为564.9亿 $m^3$ ,占全国的8.31%,其中蓝水为317.8亿 $m^3$ 、绿水为247.1亿 $m^3$ 。表明经济欠发达的主产区因粮食生产消耗了大量的蓝水和绿水资源。

与2013年相比,2014年各类型区粮食水足迹较2013年均有所减少。主产区减量最大,为60.7亿 $m^3$ ,降幅1.27%;主销区降幅最大,为5.19%,减量为30.9亿 $m^3$ 。

#### (5) 区域粮食生产水足迹差异显著。

2014年华南地区粮食生产水足迹最大,为 $2.071\text{m}^3/\text{kg}$ ;其次为东南地区和西北地区,分别为 $1.420\text{m}^3/\text{kg}$ 和 $1.312\text{m}^3/\text{kg}$ ;长江中下游地区和西南地区分别为 $1.239\text{m}^3/\text{kg}$ 和 $1.194\text{m}^3/\text{kg}$ ,略大于全国平均值 $1.120\text{m}^3/\text{kg}$ ;东北地区、黄淮海地区和华北地区粮食生产水足迹低于全国平均水平,分别为 $1.086\text{m}^3/\text{kg}$ 、 $0.830\text{m}^3/\text{kg}$ 和 $0.716\text{m}^3/\text{kg}$ 。表明丰水的华南地区和东南地区、干旱的西北地区水分利用效率较低。

与2013年相比,除长江中下游地区和西北地区粮食生产水足迹略有增加外,其他6个区域粮食生产水足迹均有所下降。华北地区和华南地区减量和降幅较大,减量分别为 $0.175\text{m}^3/\text{kg}$ 和 $0.128\text{m}^3/\text{kg}$ ;降幅分别为19.64%和5.82%。

#### (6) 区域粮食水足迹差异显著。

2014年东北地区、黄淮海地区和长江中下游地区粮食水足迹大于1000亿 $\text{m}^3$ ,其中东北地区最大,为1550.3亿 $\text{m}^3$ ,其次是黄淮海地区和长江中下游地区,分别为1423.0亿 $\text{m}^3$ 和1390.6亿 $\text{m}^3$ ;粮食水足迹为500亿~1000亿 $\text{m}^3$ 的有西南地区、华南地区和西北地区;小于500亿 $\text{m}^3$ 的地区有东南地区和华北地区。东北地区、黄淮海地区和长江中下游地区三者之和超过了全国总量的60%。粮食蓝水足迹最大的是长江中下游地区,为653.3亿 $\text{m}^3$ ;其次是东北地区,为634.0亿 $\text{m}^3$ 。粮食绿水足迹最大的是黄淮海地区,为990.3亿 $\text{m}^3$ ;其次是东北地区,为916.3亿 $\text{m}^3$ 。表明粮食生产耗水量在地域上较为集中,缺水区域更重视对绿水的利用。

与2013年相比,长江中下游地区、西南地区、西北地区和东南地区粮食水足迹略有增加,其他地区有所下降。长江中下游地区增量与增幅均最大,分别为58.1亿 $\text{m}^3$ 和4.36%。东北地区减量最大,为107.8亿 $\text{m}^3$ ;华北地区降幅最大,为20.30%。

#### (7) 南北方粮食生产水足迹差异显著。

2014年北方地区粮食生产水足迹为 $0.948\text{m}^3/\text{kg}$ ,其中蓝水为 $0.394\text{m}^3/\text{kg}$ ,绿水为 $0.554\text{m}^3/\text{kg}$ ;南方地区粮食生产水足迹为 $1.337\text{m}^3/\text{kg}$ ,其中蓝水为 $0.562\text{m}^3/\text{kg}$ ,绿水为 $0.775\text{m}^3/\text{kg}$ 。北方地区粮食生产水足迹低于南方地区,表明北方地区水分利用效率高于南方地区。

与2013年相比,2014年南北方粮食生产水足迹均有所减少,其中北方地区减量与降幅均较大,减量为 $0.044\text{m}^3/\text{kg}$ ,降幅为4.46%。

#### (8) 南北方粮食水足迹差距更加明显。

2014年北方、南方地区粮食水足迹分别为3206.7亿 $\text{m}^3$ 和3593.0亿 $\text{m}^3$ ,分别占全国的47.35%和52.65%,其中粮食蓝水足迹分别为1333.8亿 $\text{m}^3$ 和1510.5亿 $\text{m}^3$ ,分别占全国的47.16%和52.84%。粮食绿水足迹分别为1872.9亿 $\text{m}^3$ 和2082.5亿 $\text{m}^3$ ,分别占全国的46.90%和53.10%。中国北方地区粮食产量较南方大,而消耗的水资源量却较少。

与2013年相比,2014年北方地区粮食水足迹有所减少,减量为156.2亿 $\text{m}^3$ ,降幅为4.64%;南方地区有所增加,增量为53.3亿 $\text{m}^3$ ,增幅为1.51%。南北方粮食水足迹差距更加明显。

### 三、2014年区域粮食虚拟水流动特点

粮食生产与消费在空间上的不匹配是造成中国区域之间粮食调运的主要原因。2014年,我国粮食生产由经济发达地区向欠发达地区、由南方向北方地区转移与集中的趋势仍非常明显;而由于城镇化的发展和经济收入等因素的驱动,人口也正由经济欠发达地区向经济相对发达地区,由北方地区向南方地区转移与集中,这种人口转移特征更加推动了我国区域之间的粮食调运从经济欠发达地区输出到经济相对发达地区,从北方地区调出到南方地区。粮食生产在地域上的集中,有利于区域产业带的形成与规模优势的发挥,但同时,由于粮食的调运,“内嵌”于粮食产品中的虚拟水会随之流动。

(1) 与2013年相比,2014年我国省级行政区之间粮食虚拟水流动总量减少,但虚拟蓝水流动量略微增加。

2014年中国省级行政区之间粮食调运量为11624.9万t,虚拟水流动量为1243.4亿 $\text{m}^3$ ,较2013年减少3.12%;其中虚拟蓝水流动量为502.7亿 $\text{m}^3$ ,较2013年增加0.10%;虚拟绿水流动量为740.7亿 $\text{m}^3$ ,较2013年减少5.18%。

(2) 与2013年相比,2014年我国产销区之间粮食虚拟水流动量有所降低。

2014年主产区粮食调出量为10613.4万t,粮食虚拟水流出量为1115.5亿 $\text{m}^3$ ;主销区的粮食调入量为8740.7万t,虚拟水流入量为935.0亿 $\text{m}^3$ ;平衡区粮食调入量为1872.7万t,虚拟水调入量为180.5亿 $\text{m}^3$ 。

与2013年相比,与2013年相比,各类型区虚拟水流动量均减少。主产区虚拟水流出量较2013年减少4.28%,其中蓝水减少1.0%,绿水减少6.16%;主销区虚拟水流入量减少2.41%,其中蓝水增加0.83%,绿水减少4.48%;平衡区虚拟水流入量减少12.92%,其中蓝水减少14.44%,绿水减少12.42%。

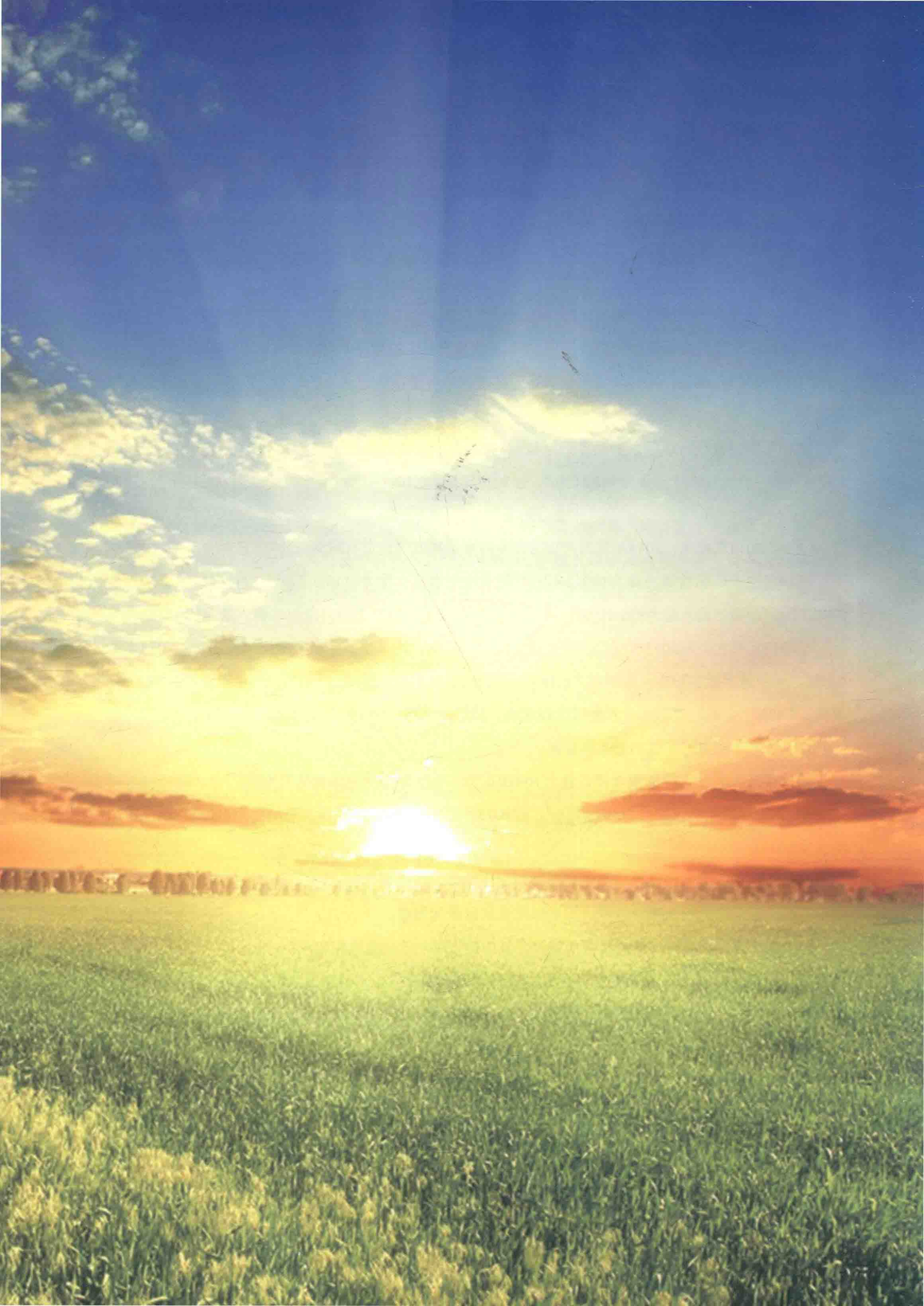
(3) 区域之间虚拟水流动量差异显著。

2014年八大区域之间的粮食调运量为10870.0万t,粮食虚拟水流动量为1144.8亿 $\text{m}^3$ ,较2013年减少4.70%;其中虚拟蓝水流动量为462.8亿 $\text{m}^3$ ,较2013年减少1.09%;虚拟绿水流动量为710.0亿 $\text{m}^3$ ,较2013年减少6.92%。

东北地区和黄淮海地区是我国主要虚拟水输出地区,占全国的99.23%;华南和东南地区为主要虚拟水输入区,占全国的73.35%。区域之间虚拟水流动量差异显著。

(4) 南北方之间虚拟水流动量有所减少,其中虚拟绿水流动量降幅较大。

2014年中国北方向南方的粮食调运量为8265.4万t,粮食虚拟水流动量为867.0亿 $\text{m}^3$ ,较2013年减少8.03%;其中虚拟蓝水流动量为361.7亿 $\text{m}^3$ ,较2013年减少3.07%;虚拟绿水流动量为505.3亿 $\text{m}^3$ ,较2013年减少11.26%。



## 第二章 | 粮食生产

2014年中国粮食播种面积11272.25万 $\text{hm}^2$ ，总产量60702.6万t，平均单位面积产量5385.14 $\text{kg}/\text{hm}^2$ ，人均粮食占有量445.54 $\text{kg}$ ，较2013年分别增加0.69%、0.84%、0.16%和0.31%。

本章主要阐述2014年中国31个省级行政区、八大区域以及南北方的粮食生产状况，包括粮食播种面积、产量、单位面积产量及人均占有量等，并与2013年进行比较。

## 第一节

## 各省级行政区粮食生产

本节主要阐述2014年中国31个省级行政区的粮食播种面积、产量、单位面积产量以及人均占有量等，并与2013年进行比较。

### 一、各省级行政区粮食播种面积

2014年中国粮食播种面积11272.25万 $\text{hm}^2$ ，较2013年增加0.69%。图2-1显示，黑龙江省是中国粮食播种面积最大的省级行政区，2014年达1169.64万 $\text{hm}^2$ ；其次为河南和山东，分别为1020.98万 $\text{hm}^2$ 和

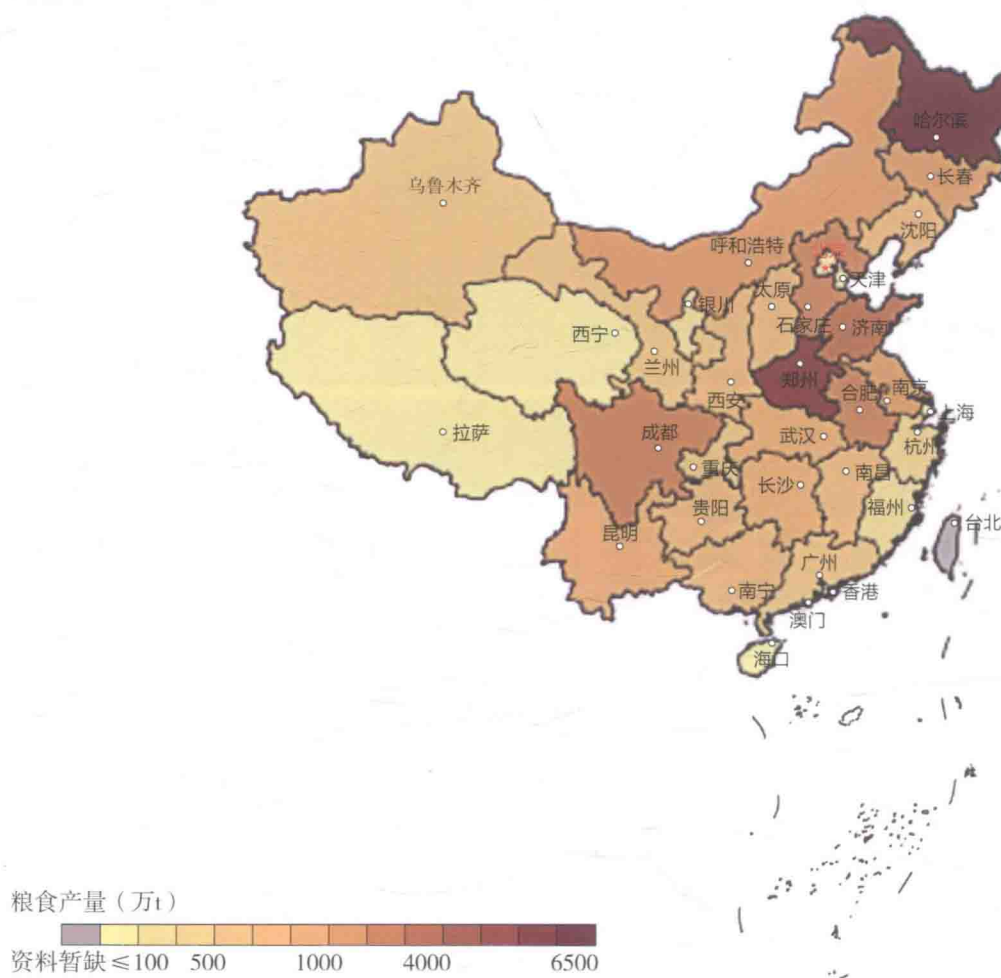


图2-1 2014年各省级行政区粮食播种面积