

# 棉花生产规模化、机械化、信息化、智能化和社会服务化发展战略研究

喻树迅, 张雷, 冯文娟

(中国农业科学院棉花研究所 / 棉花生物学国家重点实验室, 河南安阳 455000)

**摘要:** 棉花生产规模化、机械化、信息化、智能化和社会服务化发展是解决棉花生产过程中劳动力短缺、降低棉花生产成本、实现棉花产业现代化、巩固棉花产业优势地位的必然选择。为此, 本文介绍了我国植棉的基本情况、棉花生产规模化、机械化、信息化、智能化和社会服务化的发展现状及制约因素, 最后为加快实现快乐植棉提出了对策建议。

**关键词:** 棉花; 现代化; 建议

**中图分类号:** S37      **文献标识码:** A

## Study on Strategy of Large Scale, Mechanization, Informationization, Intelligence and Social Services for Cotton Production

Yu Shuxun, Zhang Lei, Feng Wenjuan

(Institute of Cotton Research of Chinese Academy of Agricultural Sciences / State Key Laboratory of Cotton Biology, Anyang 455000, Henan, China)

**Abstract:** The development of large scale, mechanization, informationization, intelligence and social services for cotton production is an inevitable choice to solve the labor shortage in cotton production, reduce the cost of cotton production, realize cotton industry modernization and consolidate the cotton industry dominance. The paper introduces the basic situation of cotton cultivation, the development situation and restricting factors of large scale, mechanization, informationization, intelligence and social services for cotton production in China, and puts forwards suggestions for easy cotton planting.

**Key words:** cotton; modernization; suggestion

### 一、前言

棉花是我国重要的经济作物和纺织工业原料, 涉及近 1 亿棉农和 2 000 多万纺织工人的收入和就

业问题, 2012 年我国棉纺织品服装出口创汇高达 2 500 亿美元<sup>[1]</sup>, 在国民经济中具有不可替代的地位, 特别是在我国西北棉区, 棉花产业的发展在消除贫困, 推动农村经济发展, 增加贫困偏远地区群众收

收稿日期: 2015-12-25; 修回日期: 2016-01-05

作者简介: 喻树迅, 中国农业科学院, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为棉花遗传育种; E-mail: yu@cricaas.com.cn

基金项目: 中国工程院咨询研究项目“棉花生产规模化、机械化、信息化、智能化发展战略研究”(2014-07-XY-002)

本刊网址: www.enginsci.cn

入、提升生活水平、维护边疆稳定具有重要的意义。

近五年来,我国棉花年均总产量为  $6.65 \times 10^6$  t, 而需求量却高达  $1.015 \times 10^6$  t, 棉花供需缺口逐渐扩大, 同时, 由于美国等出口国的巨额补贴, 具有价格优势的进口棉花对国内棉花产业形成威胁, 棉花产业安全关系到我国棉纺织产业链的健康发展。根据我国人多地少的基本国情, 在耕地资源稀缺、植棉机械化水平低下、棉花成本不断上涨的背景下, 加快实现棉花生产全程机械化成为棉花夺取高产、提高农民收益、并与粮食和其他经济作物竞争的主要手段。因此, 在保障国家粮食安全的基础上, 我国棉花产业要取得突破, 必须依靠科技协作, 加强理论和技术创新, 实现跨越式发展。

## 二、我国植棉基本情况分析

13 世纪以后, 棉花成为中国重要的农业经济作物, 棉纤维成为人们衣着的主要原料。19 世纪末, 随着机器棉纺织工业的兴起, 陆地棉(细绒棉)引入中国<sup>[2]</sup>, 棉花产业在全国得到迅速发展。20 世纪 50 年代末, 陆地棉取代了亚洲棉, 成为中国棉花的当家品种。20 世纪 50 年代, 中国还引入了海岛棉(长绒棉)<sup>[3]</sup>, 并在新疆、广东、广西、云南等地试种成功。目前, 中国棉花种植的主要品种是陆地棉和海岛棉。其中陆地棉占全国种植面积的 96% 以上, 海岛棉常年种植面积约为  $2 \times 10^6$  亩(1 亩  $\approx 666.67$  m<sup>2</sup>), 主要集中在新疆南部的阿克苏地区。

### (一) 植棉面积

中国植棉面积占全球比例的 15%~16%, 位居

全球第二; 印度植棉面积超过  $1 \times 10^6$  hm<sup>2</sup> (约占全球植棉面积的 27%), 位居全球第一。新中国成立以来, 中国平均植棉面积为  $5.089 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>, 波动幅度在  $3.333 \times 10^6 \sim 6.923 \times 10^6$  hm<sup>2</sup> (见图 1), 虽然植棉面积整体呈减少趋势但总体规模仍很大。比较 1949—2012 年的植棉面积, 以 20 世纪 50 年代面积最大, 达到  $5.436 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>; 60 年代最小为  $4.678 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>, 比 50 年代减幅 13.9%; 70 年代为  $4.883 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>, 比 60 年代增长 4.3%; 80 年代为  $5.396 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>, 比 70 年代增长 10.5%, 其中 1984 年为  $6.923 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>, 为 60 年中面积最大; 90 年代为  $5.239 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>, 比 80 年代减幅 2.9%, 其中 1990 年、1991 年和 1992 年持续攀高, 分别达到  $5.6 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>、 $6.54 \times 10^6$  hm<sup>2</sup> 和  $6.835 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>; 21 世纪前十年, 植棉面积为  $5.135 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>, 比 20 世纪 90 年代略减少 1.8%, 其中 2006—2007 年面积增幅较大, 分别达到  $5.816 \times 10^6$  hm<sup>2</sup> 和  $5.926 \times 10^6$  hm<sup>2[4-6]</sup>。

### (二) 棉花单产和总产水平

#### 1. 单产水平

新中国成立以来, 我国棉花单产水平不断提高(见图 2)。21 世纪前十年全国平均单产水平比 1949 年增长了 6.1 倍, 比 20 世纪 50 年代增长了 3.7 倍; 从 20 世纪 50 年代至 70 年代, 单产水平每隔十年约增长  $100$  kg·hm<sup>-2</sup>, 年均增长  $10$  kg·hm<sup>-2</sup>; 20 世纪 80 年代单产水平增长最快, 比 70 年代增长  $287$  kg·hm<sup>-2</sup>, 年均增长  $28.7$  kg·hm<sup>-2</sup>, 90 年代单产水平达到  $870$  kg·hm<sup>-2</sup>, 比 80 年代增长  $128$  kg·hm<sup>-2</sup>, 年均增长  $12.8$  kg·hm<sup>-2</sup>, 这一阶段单产的增长速率相对较慢; 21 世纪前十年, 全国单产  $1174$  kg·hm<sup>-2</sup>,

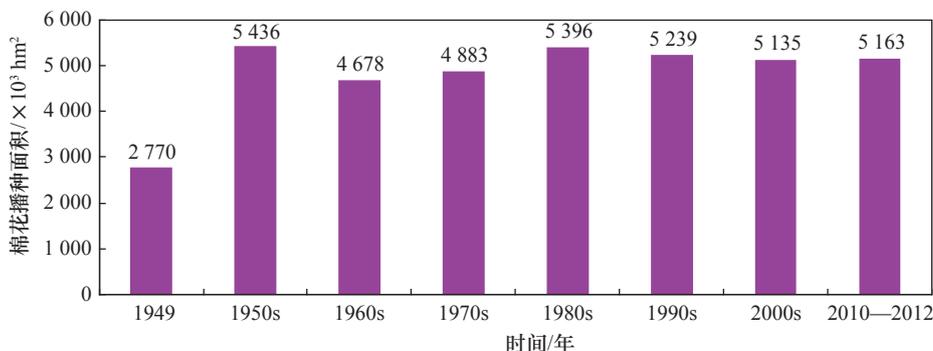


图 1 1949—2012 年全国棉花播种面积变化图

注: 数据来源于《中国棉花景气报告 1991》(中国农业出版社 1992 年版)《中国棉花景气报告 2010》(中国农业出版社 2011 年版)《中国棉花景气报告 2012》(中国农业出版社 2013 年版)。

比20世纪90年代增长 $304\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，年均增长 $30.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，可见近10年是自1949年以来单产增长速度最快的时期；由于面积总体减少，单产的提高对总产增长的贡献率为100%；从20世纪50年代到21世纪前十年，我国棉花单产年递增率为3.12%，在1980—2009年的30年间，年递增率为1.08%<sup>[4-6]</sup>。可见，未来提高单产仍有较大潜力。在提高棉花单产的同时，棉花的遗传品质和生产品质得到全面的改进和提高，能不断地满足纺织工业的新需求。

## 2. 总产水平

20世纪50年代到60年代，全国棉花产能处于较低水平，年均总产为 $1.35\times 10^6\sim 1.67\times 10^6\text{ t}$ ，70年代年均总产比60年代增长33.1%（见图3）；20世纪80年代棉花产能进入首个快速发展期，年均总产提高到 $4.004\times 10^6\text{ t}$ ，比70年代增长80.2%，但总产稳定性为历史上较差时期，年际间

波幅为24.6%，其中1984年创历史最高总量纪录，达到 $6.258\times 10^6\text{ t}$ ，占当年世界总量的1/3；80年代棉花生产发展加快，实现了原棉自给有余并开始出口；90年代总产提高到 $4.467\times 10^6\text{ t}$ ，比80年代增长11.8%；总产稳定性为历史上较好时期，年际间波幅为12.2%；其中1991年创历史上第二个高产记录，达到 $5.675\times 10^6\text{ t}$ ；但是，1992—1993年由于黄河流域棉铃虫和黄萎病的爆发，导致棉花大幅减产，全国年均皮棉总产大幅下降，供需矛盾尖锐。

进入21世纪，全国棉花生产迎来了第二个快速发展期，年均总产上升到 $6.07\times 10^6\text{ t}$ 的高水平，比20世纪90年代净增 $1.6\times 10^6\text{ t}$ ，增长35.8%，是20世纪50年代的3.45倍；其中2006—2008年连续3年总产创立新高，达到750万吨级水平<sup>[4-6]</sup>。然而，由于纺织产能连续10多年的快速扩张，虽然年均总产跃入600万吨级的高台阶，但仍供不应

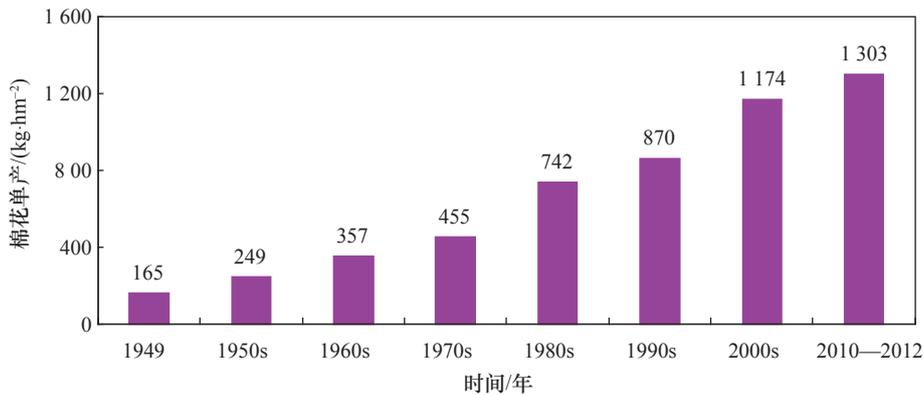


图2 1949—2012年全国棉花单产变化

注：数据来源于《中国棉花景气报告1991》（中国农业出版社1992年版）《中国棉花景气报告2010》（中国农业出版社2011年版）《中国棉花景气报告2012》（中国农业出版社2013年版）。

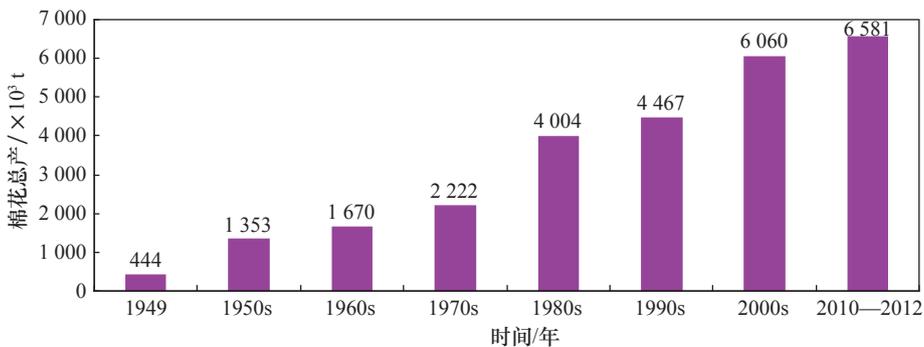


图3 1949—2012年全国棉花总产变化

注：数据来源于《中国棉花景气报告1991》（中国农业出版社1992年版）《中国棉花景气报告2010》（中国农业出版社2011年版）《中国棉花景气报告2012》（中国农业出版社2013年版）。

求，需要进口大量的国际原棉。

### (三) 棉花纤维品质

从长江流域、黄河流域、西北内陆棉区纤维品质在年份间的差异来看(见图4)，我国生产领域棉纤维上半部平均长度以中绒28~30.9 mm为主，占77.1%；断裂比强度主要分布在中等档次(26 cN·tex<sup>-1</sup>~28.9 cN·tex<sup>-1</sup>)，占44.51%；马克隆值主要分布在4.3~4.9档次，占49.34%(见图4)；棉花综合品质年度间有逐年增加的趋势，西北内陆棉区近几年来纤维品质逐步好于黄河流域和长江流域棉区。这与近几年来我国大力提倡品质育种的重视程度是分不开的，育种水平和栽培技术都在大幅度提高，海陆杂交品种的不断推广，使得纤维品质在长度和强度方面有很大的改进。

但是在收购棉花时，一些轧花厂不分品种，主要以外在质量(眼观色泽、手扯定长)定级、定价，忽视内在品质。棉农上交的棉花得不到合理的分垛堆放，现场看到一些收购单位对棉农上交的棉花不严格按照“一试五定”来细分，混合

入仓。因此，要适应市场的需求，提高原棉质量，必须大力选育、引进和推广优良品种，加快优质高产抗病虫品种的推广，优化品质布局、实现品种的区域种植，密切联系纺织部门，强化订单生产，保证生产的原棉品质基本一致。加强棉种经营企业的管理，提高种子企业部门的品种选育技术水平，保证为棉农提供优质棉种，对老龄化的植棉人提供技术保证和规范化管理。

### (四) 棉花生产成本较高、效益较低

由于中国生产资料价格上涨等因素，棉田生产资料等物化投入的成本不断增加。1978年每亩棉花种植的物质与服务费用仅41.3元，2009年达到393.6元，2012年已经超过400元，以年均7.2%的速度增长；其中化肥是投入的主要部分；1978年每亩棉花种植的化肥支出为8元，占物质与服务总支出的19.5%；2008年达到168.8元，占物质与服务总支出的41.8%，这主要是由于化肥价格的上涨所引起的<sup>[7]</sup>。

从劳动力投入的数量来看，棉花生产的劳动力

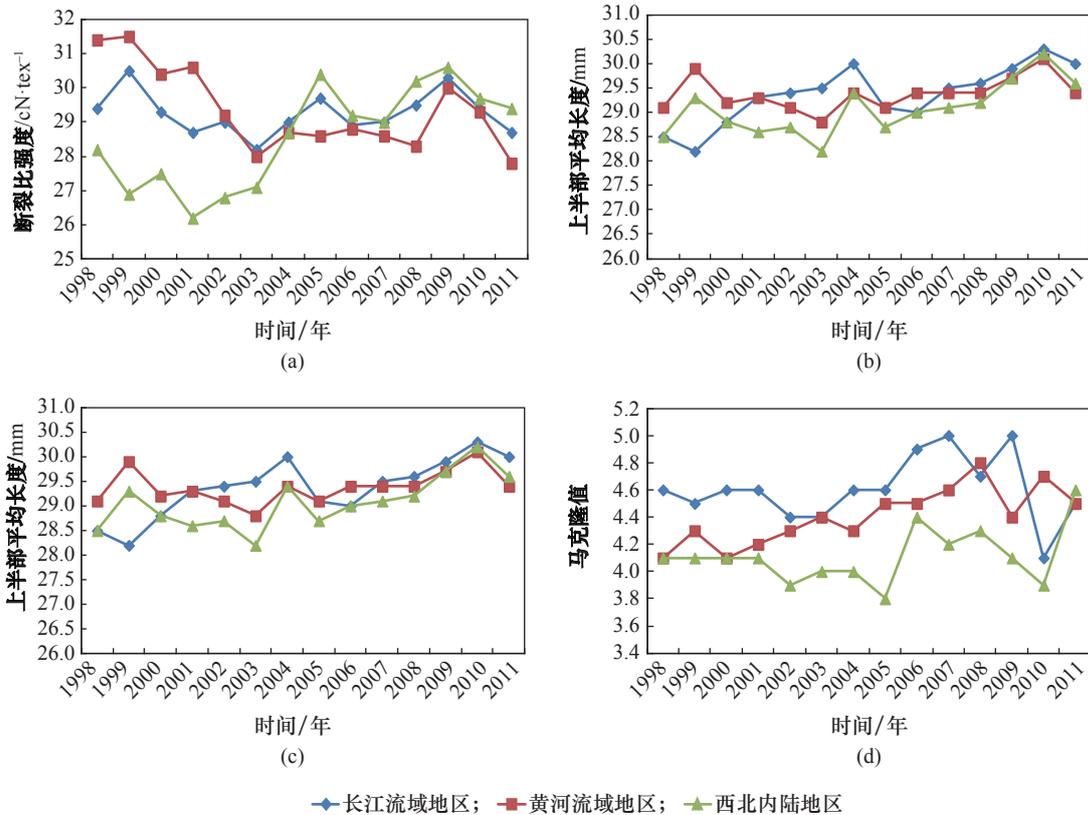


图4 1998—2011年三大流域棉花纤维抽样基本情况

投入量呈现明显下降趋势,但与其他农作物相比,仍然很大。1978年每亩棉花生产需投入61个工作日,到2009年每亩棉花生产需要20多个工作日。随着棉花单产水平的提高,劳动生产率不断提高,劳动工价显著上涨,带动人工成本显著增加;从劳动工价来看,呈现阶段性上涨的态势,1978—2009年,劳动日工价从0.8元上涨到24.8元;雇工工价从2004年起呈现快速上涨的态势,2009年增长到43.7元,由于劳动工价的上涨幅度大于劳动投入数量的下降幅度,使得棉花生产的人工成本显著增加;1995年以前,人工成本小于物化成本;从1995年开始,人工成本所占比例越来越大;尤其是2003年以来,人工成本保持快速的增长势头,到2009年,每亩棉花生产的人工成本达到575元,占棉花生产成本的54.3%。

2001—2011年,每亩棉田的平均物化成本为282元,人工成本为383元,总成本为665元,纯收益为389元(见表1)。就具体年度来看,由于人工和生产资料价格不断上涨,棉花生产的纯收益不高,有些年份基本没有纯收益,如2008年每亩平均利润仅为2元<sup>[4-6]</sup>;与种植小麦、玉米、水稻等机械化程度高、用工少、收入稳定的作物相比,植棉比较优势减弱。

总之,随着农村劳动力的转移、劳动力数量的减少,要满足新型劳动者的需求,亟需从劳动密集型向技术密集型转变,用轻简化、机械化、信息化、智能化替代传统的精耕细作。

表1 2001—2011年全国棉花产值和收益情况 (元·亩<sup>-1</sup>)

年份	主产品产值	总成本	物化成本	收益
2001	690	580	214	157
2002	934	551	209	343
2003	1 318	667	262	650
2004	1 060	702	312	327
2005	1 303	826	414	470
2006	1 326	885	468	441
2007	1 499	1 005	453	493
2008	1 151	1 149	532	2
2009	1 584	1 057	483	545
2010	2 433	1 243	555	1 191
2011	1 995	1 504	585	492

注:数据来源于《WTO与中国棉花十年》(中国农业出版社2013年版)。

### 三、棉花生产规模化、机械化、信息化、智能化及服务化现状分析

当前,我国棉花生产管理存在的突出问题是棉花管理繁琐,用工多、机械化程度低,加上种植制度复杂,户均植棉规模小,农机与农艺不配套,急需规模化、机械化、信息化和社会服务予以破解。

#### (一) 棉花生产规模化现状分析

推进农村土地承包经营权流转,实行适度规模经营,是发展现代农业、建设社会主义新农村的客观要求,是稳定农村土地承包经营制度、发展农村经济、增加农民收入的重要举措,也是实现信息化、智能化、机械化的必要条件。如果地块小,机械化作业和信息化、智能化的手段均无法应用,所以棉花生产机械化、信息化及智能化所具备的首要条件是规模化。必须依靠政府来实现这一目标,要运用当前土地流转、农场经营的机遇,积极组织农场、庄园式的经营方式,扩大生产规模,以期应用先进的生产装备,实现农业现代化。

随着城市化、工业化的逐步推进,大量的农村劳动力转移到非农产业,农民合作经济组织和种植大户等规模经营主体不断出现,加之农村生产力水平的不断提高,土地流转从自发到自觉,模式由单一到多样。

##### 1. 长江流域土地扭转情况分析

长江流域棉区植棉历史悠久,种植规模小,棉田基础薄弱,生产方式落后,大部分以精耕细作的传统生产方式(营养钵育苗移栽)为主。长江流域多省积极响应,鼓励土地流转。四川植棉第一大县射洪县,全县土地流转截至2013年年底为13 200 hm<sup>2</sup>,占全县总耕地面积的18.8%,其中流转于种植业的占46.6%。湖北省2012年以前通过土地流转的有一些棉花种植大户(30~200亩),2012年以后植棉大户逐步减少,棉区土地流转种植棉花的减少,流转土地种植水稻、小麦、玉米的逐步增多。阜阳市颍东区先后出台的一些政策,有力地推动了农村土地流转。2015年上半年,全区新增土地流转面积2.35×10<sup>4</sup>亩,流转土地总面积达3.585×10<sup>5</sup>亩,占全区6.2×10<sup>5</sup>亩耕地面积的58%左右,其中,流转土地50亩以上的规模种植户已突破1 000户,规模经营总面积超过1.9×10<sup>5</sup>亩。

苏北地区部分农民自发进行土地流转，取得了一定的成效。江西九江市共建立土地流转示范基地 181 个，基本上做到了每个县区有千亩连片的流转示范区，每个乡镇有 500 亩规模流转示范点。通过流转建立了 1 180 多个 100 亩以上规模的生产基地，有效地促进了农业的规模化经营。

### 2. 新疆农村土地流转基本情况分析

2008 年以来，新疆认真贯彻农村土地承包法，使农村土地流转工作在遵循依法、有序、审慎、稳妥的原则下有序开展。截至 2010 年年底，全区农村家庭承包经营耕地面积为  $3.0415 \times 10^7$  亩，总流转土地面积为  $3.1907 \times 10^6$  亩，占总家庭承包土地面积的 10.5%。但是，南疆和北疆地区土地承包经营权流转差异较大。北疆地区 10 个地州家庭承包经营的耕地面积为  $1.71533 \times 10^7$  亩，占全区家庭承包经营面积的 56.4%；流转面积为  $2.88 \times 10^6$  亩，占全区总流转面积（ $3.1907 \times 10^6$  亩）的 90.3%，占北疆家庭承包面积的 16.8%。南疆 5 个地州家庭承包经营耕地面积为  $1.3262 \times 10^7$  亩，占全区家庭承包面积的 43.6%，流转面积为  $3.105 \times 10^5$  亩，占全区总流转面积（319.07 万亩）的 9.7%，占南疆家庭承包面积的 2.34%。

## （二）棉花生产机械化现状分析

植棉用工多、机械化程度低是制约当前我国实现“五化”（生产规模化、机械化、信息化、智能化和社会服务化）的主要障碍，棉花生产全程机械化是实现现代化植棉的根本出路<sup>[8]</sup>。我国棉花种植主要集中在西北内陆棉区、黄河流域及长江流域。由于诸多因素的限制，我国的棉花机械化水平还很低，各棉区之间、各生产环节之间，机械化水平差异大，部分棉区机械化生产还处于刚

起步阶段。

据棉花产业技术体系调研数据分析，我国目前棉花生产中仅耕地和播种两个环节的机械化率超过了 50%，分别为 86.6% 和 56.4%，采摘收获环节为 13.1%，喷药、铺膜、施肥环节机械化率分别为 42.5%、33%、24.1%，整枝打顶环节机械化率为 7.5%。根据毛树春<sup>[5]</sup>按国家农业行业标准的测算，2010 年全国棉花耕、种、收综合机械化水平为 38.3%，远远低于全国农业的机械化水平（52.3%）。从全国三大棉花主产区来看，我国棉花生产机械化程度由高到低依次为：西北内陆棉区、黄河流域棉区和长江流域棉区。2012 年三大产棉区机械化率差异很大（见表 2），其中西北内陆棉区机械化率为 75.35%，黄河流域机械化率为 25%，长江流域机械化率只有 10%。

### 1. 黄河流域棉区

该棉区中的河北、山西、山东、陕西和甘肃均实现了大面积的棉花机耕；机播方面，除河南和陕西较低，分别为 5% 和 34% 外，河北、山西和山东均高于 54% 的全国平均水平；只有河北、陕西、山西、山东等省实现了大面积棉花机播，机播率为 34%~97%；其中陕西省最低为 34%，河北省最高达 97%，山西、山东棉花机播水平分别为 92% 和 67%，其余各省机播水平基本都在 1% 以下；机收方面，山西、陕西、河北有少量机收。棉花田间管理和排灌基本实现机械化，育苗移栽处于示范、推广和完善阶段<sup>[9]</sup>。

### 2. 长江流域棉区

长江流域棉区是三大棉区中机械化水平最低的，机耕水平都低于全国平均水平，其中江西的机耕水平在全国各棉花主产省中最低，约为 3.6%；机播水平不到 1%。机收仅湖南省为 2.23%，其余

表 2 2012 年棉花机械化水平

区域	机械化率	机械作业主要环节	人工作业环节
长江流域 (10%)	10%	仅部分植保	免耕、畜力整地、制钵、移栽、施肥、打顶和手采
黄河流域 (25%)	淮北: 20%	机整、机肥和部分植保	制钵、移栽、打顶和手采
	华北: 30%	机整、机覆、机耕、机肥和部分植保	打顶和手采
西北内陆 (75.35%)	兵团: 80.6%	机整、机播、机覆、滴灌、植保和机采	打顶和手采
	地方: 70.1%	机整、机播、机覆和植保	打顶和手采

各省几乎为零<sup>[10]</sup>。棉花田间管理多靠人工，直播棉采用人工穴播方式。近年来，不少地方在制钵、育苗移栽棉中试验示范了冲压式制钵机，但移栽技术以及配套机械的研发还需进一步改进和完善。

### 3. 西北内陆棉区

以新疆为主的西北内陆棉区的棉花生产机械化水平全国领先，不过地方和兵团的差距也很大。新疆生产建设兵团机械化水平最高，2009年棉花生产机械化程度为77%，棉花机耕、机播水平平均达到100%，但棉花机收水平也只有23%。在植保、中耕追肥、喷药、棉籽脱绒等环节也均已实现机械化作业。可以说，西北内陆棉区除了收获环节外，其他生产环节基本上实现了机械化作业。

## (三) 棉花生产信息化现状分析

信息化涵盖了农业产前、产中、产后各过程的信息采集、传输、处理过程，包括作物生长模拟模型、作物生产决策系统和农业专家系统等<sup>[2]</sup>。近20多年来，农业信息技术的快速发展使作物栽培学进入到量化和精确化的研究与应用阶段。美国已建成世界最大的农业计算机网络系统——飞行试验空地一体化综合测试网络系统(AGNET)。我国棉花生产信息化起步较晚，近年来才发展较快。20世纪90年代，南京农业大学、中国农业科学院棉花研究所、中国农业大学、石河子大学、新疆农垦科学院等单位先后在棉花生产数据库与信息管理系统、长势监测、肥水管理、生长发育和形态模拟、专家系统、决策支持系统以及3S(地理信息系统(GIS)、遥感(RS)和全球定位系统(GPS))技术的应用等方面开展了一系列研究，取得了良好的进展，建立了基于遥感的棉花生长监测模型。

### 1. 长江流域棉区

长江流域目前处在粗略信息化阶段，主要通过广播、电视、会议、刊物、网络等进行棉花生产信息传播。长江流域也参与各类生产信息的采集与发布工作。江西棉花生产信息化主要在于测土配方施肥系统的应用，按照《测土配方施肥技术规范(试行)》的要求，采样前收集采样区域土壤图、土地利用现状图和行政区划图等资料，绘制样点分布图，制订采样工作计划，分析各县市土壤元素情况，完成网上配方施肥系统。近年来，湖南省也启动了测

土配方施肥项目，对土壤信息进行采集整理，以便用于农业现代化。

### 2. 黄河流域棉区

黄河流域棉区棉花生产的信息化还停留在科研人员进行学术探讨的“概念”形成阶段。离生产应用阶段还相距甚远。

### 3. 西北内陆棉区

新疆地区在棉花生产信息化研究方面起步较晚，始于20世纪90年代。新疆生产建设兵团一直坚持农业信息技术发展道路“高水平集成，大面积示范”的原则。2005年，新疆生产建设兵团结合棉花种植的实际情况和基础条件，利用地理信息系统、遥感、全球定位系统和专家系统(ES)等新技术，组装集成了一套包含精准播种、节水灌溉、变量施肥、病虫害预测、预报与防治，长势监测等产前、产中管理决策的棉花生产管理智能化决策系统<sup>[11]</sup>。目前已基本实现利用全球定位系统导航和生长模型对棉花进行精量播种，利用遥感和地理信息系统技术进行棉花面积和长势的提取、产量的估测，建立了棉田信息监测系统、智能节水灌溉系统以及微机决策平衡施肥系统，制订了多项现代农业的技术指标与技术规程，进行了广泛的棉花信息化和机械化技术的试验、示范和推广。

## (四) 棉花生产智能化现状分析

所谓智能化农业，我们可以定义为：在动态环境下，先进的农业技术通过电子信息技术的逻辑运算、传导、传递，发出适宜指令指挥的科研仪器、农业机械来完成正确的动作，从而实现农业生产和管理的智能化。智能化农业包涵农业专家系统、农业智能化控制系统和农作物智能化机械。此外，智能化机械在我国也已经被科技界和社会广为接受。目前在西北内陆棉区应用得较多。

### 1. 信息采集手段

石河子大学等引入中分辨率陆地卫星(Landsat)监测棉花黄萎病、利用图像识别技术快速获取棉花水分信息的方法、对棉花群体数字图像的颜色特征值和实测叶绿素含量及其关系，可以监测黄萎病的发生、棉花生长期水分变化和棉花长势<sup>[12]</sup>。

同时，王克如<sup>[13]</sup>将作物病虫害识别的专家知识与数字图像处理、神经网络结合，综合运用人

工智能和网络技术,研究实现了作物病虫害的远程图像识别与诊断。此外,何清海<sup>[14]</sup>研究设计了一种基于 ARM-Linux 的棉花嵌入式图像处理系统实现棉花病虫害的智能检测,该系统具有体积小、成本低、实时性好、稳定性高等优点。

### 2. 信息化决策

新疆开展了基于网页(Web)的棉花信息管理及施肥推荐决策支持系统。依据区域土壤肥力的差异、作物需肥规律、土壤供肥性能与肥料效应等众多因素<sup>[15]</sup>,以新疆生产建设兵团农五师81团为系统试行和合作地点,建立棉田土壤养分信息管理、施肥推荐模型,实现了条田信息管理、智能化施肥决策和数据信息管理的有机耦合与集成。新疆石河子市高新农业科技服务中心<sup>[16]</sup>自行研究开发了基于互联网(Internet)的开放分布式平衡施肥网络地理信息系统(WebGIS)专家系统平台。

该系统发展传统的施肥技术,将地理信息系统技术引入到现代施肥技术领域,有力地促进了农业施肥技术的改良,提高了农肥的利用率,减少了对环境的污染,增加了农作物的产量。此外,新型智能灌溉技术将在原有滴灌系统节水的基础上进一步节水40%,截至2012年年底,兵团农业有效灌溉面积为 $1.628\ 07\times 10^7$ 亩,其中高新节水灌溉面积为 $1.155\ 06\times 10^7$ 亩,占有效灌溉面积的比重超过70%。

### 3. 信息化田间作业

笔者开展了土壤养分管理系统与变量施肥机的集成研究,建立了棉田土壤养分信息数据库、膜下滴灌棉田施肥决策支持系统、滴灌棉田变量自动控制施肥装置三个主要部分的研究开发,并将三部分有机组装,构建棉田养分管理、施肥推荐决策与滴灌施肥自动控制为一体的综合系统<sup>[17]</sup>。

### 4. 农业生产信息管理系统

郑钦华等<sup>[18]</sup>采用 Borland Delphi 7.0 高级编程语言 Microsoft SQL Server 2000 数据库、模块化程序设计思想、面向对象的集成开发模式开发了棉田墒情远程监测分布式结构的信息管理系统。该系统运用农田墒情远程监测设备系统实时获取水分监测数据。通过互联网远程获取中国气象科学数据共享平台中新疆全境自动气象站的实时气象数据、棉田苗情数据,判断棉花是否缺水并向农户手机发布棉田墒情状态和灌溉决策。该系统在新疆生产

建设兵团农六师105团2连、农八师149团11连、农八师150团12连自动化灌溉地块进行了安装应用。

### 5. 地理信息系统的研究

危常州等<sup>[19]</sup>开发的基于地理信息系统的棉田精准施肥和土壤养分管理系统,通过田间试验、土壤测试和农田地理信息资源开发,试图建立新疆芳草湖农场综合肥料效应模型,并以 MapInfo 6.0 地理信息系统为平台,建立相应的计算机棉田养分管理和精准施肥计算机系统。

王海江<sup>[20]</sup>结合实验室多年的研究成果建立了基于地理信息系统的棉花施肥信息数字化管理与决策系统,将棉田土壤养分、棉田施用肥料、历年种植品种、病虫害发生、棉田基本信息等数据资料输入计算机,导入 Access 数据库完成了棉田基础信息数据库的设计和建立,以 SQL Server 为后台数据库,把棉花田间管理和作物施肥理论等专家知识进行科学组装和集成,建立了基于网络的棉花施肥推荐专家系统,实现了远程专家施肥推荐和信息查询等功能。

## (五) 服务社会化现状

我国棉花种植服务大致可分为两个阶段:第一阶段为“代工”服务。采用代耕、代播、代育、代栽、代管、代治、代收和代运的服务方式。从当前来看,要为棉农提供阶段式的服务,如整地、播种、育苗、移栽、防治、化学调控、施肥、灌排、收获和交售产品运输服务等,切实解决生产和经营中的具体问题。第二阶段为“全程式”服务。采用专业化服务、全程服务和托管式服务。

从棉花产前领域来看,生产资料服务尚可,而种苗服务及信息服务明显滞后;新疆生产建设兵团是以团场为基础单位的棉花生产企业,其专业化、组织化和社会化经营、管理、服务体系完整,农业生产装备先进,组织、管理和服务手段健全,这是中国棉花的特例。在黄河流域,小麦机收始于1990年,经过十几年的努力,到2005年实现小麦全部机械化收获,2011年玉米机收达到70%。棉花生产社会化还没有启动,相对较落后。

在棉花大田生产中领域,传统的地域性服务急剧削弱,而新兴的专业性服务兴起缓慢;从棉花收

获后领域来看,整个棉花流通环节服务都相对滞后。在国内棉花买方市场扩大、棉花过剩和市场竞争加剧的条件下,仓储、运输、销售环节服务滞后,已成为农民走向市场、发展棉花生产和产业化经营的主要障碍。我国农业信息服务体系建设还处于起步阶段,还不能完全适应农村经济社会发展的客观要求,信息服务体系的能力与对信息服务的需求相比,也存在较大差距,还需要进一步加强建设。

#### 四、“五化”存在的问题及限制因素

##### (一) 土地规模化扭转不可回避

推进农村土地承包经营权流转,实行适度规模经营,是发展现代农业、建设社会主义新农村的客观要求,是稳定农村土地承包经营制度、发展农村经济、增加农民收入的重要举措,也是实现信息化、智能化、机械化的必要条件。棉花种植规模是实现机械化、信息化和智能化所必备的条件。

我国棉区植棉历史悠久,种植较为分散,规模小,生产方式落后,既不利于统一品种,也不便于新技术的推广,更不适宜机械化的耕种。棉田基础薄弱,其主产棉区田间基础设施投入不足,排灌设施差。随着劳动力的转移,加快土地流转,改善基础设施,实现规模化种植,也是大势所趋。不少企业种植大户参与进行土地流转,土地流转进行规模化生产经营的规模和面积不断增大,但种植和经营的作物多数为水果、蔬菜等高附加值的特色经济作物,土地流转规模生产棉花的很少。因为植棉实现“五化”的必要条件是规模化,如果地块没有足够的面积,机械化作业和信息化、智能化的手段均无法应用,所以必须依靠政府来实现这一目标,抓住当前土地流转、农场经营的机遇,积极组织农场式、庄园式的经营方式,扩大生产规模,以期应用先进的生产设备,实现农业机械化。

##### (二) 缺乏适合机采棉花品种

棉花采收机械化程度低,是制约我国棉花生产机械化水平的关键因素。机采需要重点选择早熟、衣分高、株型通透、果枝始节位高、吐絮集中、含絮较好、抗倒伏、纤维品质优的棉花品种。当前棉

花生产中应用的品种虽然通过栽培、化学调控等措施可以达到适合机采的要求,但是熟相偏晚、成铃不集中、含絮力差、始节位低等仍是棉花机械采收的不利因素。目前针对机采棉的育种进展不大,既具备以上基本的机采性状,又高抗、高产的优良品种尚未出现。

随着我国工业化、城市化步伐的加快和人民生活水平的不断提高,农村阶段性用工矛盾不断加剧,用工成本急剧上升,棉花收获已成为影响棉花产业发展的主要因素,实现机械化收获势在必行。采用机械化收获,可极大地提高劳动生产力,降低农民的劳动强度,为社会经济发展节约大量的人力资源,为农村经济发展提供新的经济增长点。我国农业机械化程度与发达国家相比,差距较大,因此,选育适合机采的棉花品种势在必行。根据现有机采棉的特性和生产方式,利用现代分子生物技术培育机采棉,要重点改良:早熟,成熟期一致;纤维长度好,纤维断裂比强度高,吐絮畅,不夹壳;株型紧凑,抗倒伏,棉朵离地高度大于 20 cm,从而提高机械采摘的效率,促进农机和农艺结合。

##### (三) 机采棉栽培技术规程不完善

机采棉栽培技术是一项复杂的农艺栽培技术,实现机采棉栽培标准化是中国棉花生产全程机械化的关键。中国土壤、气候、农艺技术与国外差异很大,目前国内外均无成熟的机采棉栽培技术规程,制订实施机采棉栽培技术规程成为迫切需要解决的问题。农机与农艺紧密结合是发展趋势,机采棉栽培技术体系需要符合中国国情<sup>[21]</sup>。

##### (四) 轻简化、机械化技术跟不上

在耕地资源稀缺、棉花成本不断上涨的背景下,技术和服成成为棉花夺取高产,并于粮食、其他经济作物竞争的手段。棉花机械化水平低,区域间差异大。根据毛树春(2011)<sup>[22]</sup>按国家农业行业标准规定的测算,2010年全国棉花耕、种、收综合机械化水平为38.3%,同年全国农作物耕、种、收综合机械化水平为52.3%,棉花的机械化水平比全国农作物的机械化水平低14个百分点。与此同时,三大棉区机械化水平的差异很大,西北内陆棉区最高为73.6%,新疆生产建设兵团还高于地方10.5个

百分点，在兵团一些团场棉花生产机械化率达到了98%<sup>[23]</sup>。根据棉花产业技术体系调研数据分析，我国棉花综合机械化水平仅为47.83%，其中机耕为76.84%，机播为54.18%，机收为2.81%，而同期小麦、大豆、玉米和水稻的综合机械化水平分别为89.4%、68.9%、60.2%和55.3%<sup>[24]</sup>。棉花生产中收获环节是劳动强度最大、耗费人力最多、投入成本最高的环节，已经成为影响我国棉花生产的瓶颈。

1952年以来，我国先后引进了垂直摘锭式采棉机、摘棉铃机及水平摘锭采棉机等多种棉花收获机械。在引进吸收国外先进技术的同时，结合我国棉花种植特点，加大了采棉机及清花设备的开发力度，取得了较大的科技成果，先后研制出了气流加机械振动的采棉工作部件、小型单行间歇式水平摘锭采棉机和双行平面式水平摘锭采棉机、真空气吸式采棉机等产品。现有采棉机主导机型为水平摘锭式，要求棉花行距不同，采棉机采收行距的局限性要求栽培农艺要与其相配套。缺乏适应不同种植模式、不同区域棉花采收的采棉机。

目前使用的田间运输车主要是自主研发和制造的，还有一些籽棉抓斗，结构简单、成本低廉、使用方便，在实际作业过程中都起到了很好的作用。随着采收面积的不断增长，棉花的储运成为关键，急需研制出与采棉机配套的棉花打模、开模及清花设备。但缺乏经济适用型的棉花田间作业机具。为此，亟需加快植棉业从劳动密集型向技术密集型转变，用轻简化、机械化等现代植棉技术替代传统的精耕细作。

### （五）政策不健全

根据我国的国情，实现棉花生产的“五化”光靠市场调节是不够的，还必须依赖政府的正确引导和财政扶持，规模化的推进，机械的研制与生产、示范推广都必须有政府的大力支持和财政投入，设立棉花机械化研究专项，加快研究进程。另外，应逐步完善农业机械购置补贴，加大补贴力度。

同时，组织大专院校和科研院所的专家教授对棉花机械化作业技术中存在的问题进行攻关，集中创新力量，突破棉花机械化技术瓶颈，快速提高我国棉花生产的机械化作业技术与装备水平。

## 五、加快实现棉花生产“五化”的政策建议

### （一）采用同质同价政策，保留长江流域、黄河流域、西北内陆棉区三大棉区三足鼎力的布局

尽管新疆地区有着得天独厚的棉花种植环境和优势，但仍需保留我国三大棉区，主要原因如下：①可减轻新疆过度植棉造成的地膜污染、水资源匮乏等环境问题；②可以充分利用我国黄河流域棉区的盐碱地、长江流域的缺水种植棉花，在保证我国植棉面积的同时，解决盐碱地生态环境和农用水资源短缺的问题；③可以利用早熟棉品种在长江流域、黄河流域棉区进行小麦和油菜后直播，在保证我国粮食用地的同时，保证植棉面积和棉花产量。

### （二）研发适合全程机械化作业的棉花新品种及其配套的栽培措施和农机设备

与美国等发达国家机械化水平相比，我国的机械化植棉水平很低，主要原因是我国农机、品种、栽培不配套。

因此，要实现我国棉花生产的全程机械化，首先要立项培育适合机械化作业的棉花新品种，并研究与其相配套的栽培措施；其次要立项研发与品种、栽培相配套的农机设备；最后是保证机械化后棉花不减质，纺织企业愿意收购机采棉。

### （三）增强长江流域、黄河流域的研发力度，推进内地棉花的机械化进程

长江流域、黄河流域因种植方式分散、种植规模小、棉田基础薄弱、生产方式落后等问题，机械化植棉水平很低。

因特殊的种植模式及地理环境，长江流域、黄河流域棉区对机械化的要求与新疆地区完全不同，甚至比新疆地区要求更高。因此，应增强内地整地、播种、采收机械化的研究力度，尤其是采收环节机械化的研究力度。

## 六、结语

本研究根据我国棉花生产的基本情况，在充分调研我国三大棉区植棉规模化、机械化、信息化和

智能化的基础上, 通过借鉴国外植棉的先进经验, 提出采用同质同价政策, 稳定长江流域、黄河流域、西北内陆棉区三大棉区三足鼎力的布局, 加大适合机采棉花新品种及配套栽培措施和农机设备的研发力度, 推进我国三大棉区棉花生产的机械化进程, 加快实现快乐植棉。

#### 参考文献

- [1] 喻树迅. 我国棉花生产发展现状与发展趋势[J]. 中国工程科学, 2013, 15(4): 9-13.  
Yu S X. Present situation and development trend of cotton production in China [J]. Engineering Science, 2013, 15(4): 9-13.
- [2] 李存东, 曹卫星, 李旭. 论作物信息技术及其发展战略[J]. 农业现代化研究, 1998, 19(1): 17-20.  
Li C D, Cao W X, Li X, et al. Research on crop information technology and its development strategy [J]. Research of Agricultural Modernization, 1998, 19(1): 17-20.
- [3] 邓福军. 美国现代农业智能化与自动化管理[J]. 新疆农垦科技, 2007, 2: 76-77.  
Deng F J. Intelligence and automated management of modern agriculture in the United States [J]. Xinjiang Agricultural Science and Technology, 2007, 2: 76-77.
- [4] 毛树春. 中国棉花景气报告: 1991[M]. 北京: 中国农业出版社, 1992.  
Mao S C. Report on China's Cotton Production Prosperity: 1991 [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1992.
- [5] 毛树春. 中国棉花景气报告: 2010[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.  
Mao S C. Report on China's Cotton Production Prosperity: 2010 [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2011.
- [6] 毛树春. 中国棉花景气报告: 2012[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013.  
Mao S C. Report on China's Cotton Production Prosperity: 2012 [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2013.
- [7] 田国强, 王莉, 杜珉. 棉花生产要素变化和经济效益分析[J]. 中国棉花, 2012, 39(5): 1-5.  
Tian G Q, Wang L, Du M. The changes of production factors and economic benefit analysis of cotton [J]. China Cotton, 2012, 39(5): 1-5.
- [8] 佚名. 2013年中国棉花种植面积创十年新低[N]. 中华合作时报, 2013-05-14(A03).  
Anonymity. Cotton planting area in China hit a ten year low in 2013 [N]. China Cooperation Times. 2013-05-14(A03).
- [9] 裴新民, 张友腾, 刘晨, 等. 我国棉花生产机械化发展状况研究[J]. 农业推广, 2011, 1: 19-22.  
Pei X M, Zhang Y T, Liu C, et al. Research on cotton production mechanization development in China [J]. Agriculture Machinery Technology Extension, 2011, 1: 19-22.
- [10] 李冉, 杜敏. 我国棉花生产机械化发展现状及方向[J]. 中国农机化, 2012, 3: 7-10.  
Li R, Du M. Current development situation and trend of China cotton producing mechanization [J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2012, 3: 7-10.
- [11] 孙莉, 张清, 陈曦, 等. 精确农业技术系统集成在新疆棉花种植中的作用[J]. 干旱区地理, 2005, 21(8): 83-88.  
Sun L, Zhang Q, Chen X, et al. Application of the integrated precision farming system of cotton growing in Xinjiang region [J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(8): 83-88.
- [12] 陈兵, 韩焕勇, 王方永, 等. 利用光谱红边参数监测黄萎病棉叶叶绿素和氮素含量[J]. 作物学报, 2013, 39(2): 319-329.  
Chen B. Monitoring chlorophyll and nitrogen contents in cotton leaf infected by verticillium wilt with spectra red edge parameters [J]. ACTA Agronomica Sinica, 2013, 39(2): 319-329.
- [13] 王克如. 基于图像识别的作物病虫害草害诊断研究[D]. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2005.  
Wang K R. Diagnosis of crop disease, insect pest and weed based on image recognition (Doctoral dissertation) [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2005.
- [14] 何清海. 基于ARM-Linux的棉花病虫害监测系统研究[D]. 石河子: 石河子大学硕士学位论文, 2013.  
He Q H. Research on the ARM-Linux-based cotton diseases and insect pests monitoring system (Master's thesis) [D]. Shihezi: Shihezi University, 2013.
- [15] 陈砣, 吕新. 基于JSP的棉花施肥管理决策系统的设计与实现[J]. 农业工程学报, 2009, 25(3): 124-129.  
Chen T, Lv X. Design and implementation of JSP-based administrative decision system in cotton fertilization [J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(3): 124-129.
- [16] 何江勇, 李军, 杨国江, 等. 基于 WebGIS 平衡施肥专家决策系统的开发[J]. 新疆农垦科技, 2008 (5): 62-63.  
He J Y, Li J, Yang G J, et al. Development of expert decision system for balanced fertilization based on WebGIS [J]. Xinjiang Agricultural Science and Technology, 2008 (5): 62-63.
- [17] 张泽, 吕新, 吕宁, 等. 基于 GIS、RS 的滴灌棉田土壤养分精确管理分区研究[J]. 农业机械学报, 2014, 45(7): 125-132.  
Zhang Z, Lv X, Lv N, et al. Study on GIS and RS based precise management zones of soil nutrient drip irrigation in cotton field [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery, 2014, 45 (7): 125-132.
- [18] 郑钦华, 白涛, 蒋桂英, 等. 棉田墒情远程监测信息管理系统的构建[J]. 新疆农业科学, 2013, 50(1): 140-146.  
Zheng Q H, Bai T, Jiang G Y, et al. Construction of the cotton field moisture remote monitoring information management system [J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2013, 50(1): 140-146.
- [19] 危常州, 侯振安, 朱和明, 等. 基于GIS的棉田精准施肥和土壤养分管理系统的研究[J]. 中国农业科学, 2002, 35(6): 678-685.  
Wei C Z, Hou Z A, Zhu H M, et al. Study on precision fertilizer recommendation and soil nutrition management in cotton land based on GIS system [J]. Scientia Agricultural Sinica, 2002, 35(6): 678-685.
- [20] 王海江. 基于GIS的棉花施肥信息数字化管理与决策系统的建立[D]. 石河子: 石河子大学硕士学位论文, 2006.  
Wang H J. Research on digital management and decision system for cotton fertilization information based on GIS (Master's thesis) [D]. Shihezi, Xinjiang: Shihezi University, 2006.
- [21] 武建设, 陈学庚. 新疆兵团棉花生产机械化发展现状问题及对策[J]. 农业工程学报, 2015, 18(31): 5-10.

- Wu J S, Chen X G. Present situation, problems and countermeasures of cotton production mechanization development in Xinjiang Production and Construction Corps [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2015, 18(31): 5-10.
- [22] 毛树春. 中国棉花景气报告: 2011[M]. 北京: 中国农业出版社, 2012.
- Mao S C. Report on China's Cotton Production Prosperity: 2011 [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2012.
- [23] 宋祥刚, 邱艾萍, 李岩, 等. 发展农业智能化是农业现代化建设的必然选择[J]. 计算机与农业, 2000, 8: 8-10.
- Song X G, Qiu A P, Li Y, et al. Developing the intelligent agriculture is the inevitable choice of modern agriculture building [J]. Computers and agriculture, 2000, 8: 8-10.
- [24] 李冉, 杜敏. 我国棉花生产机械化发展现状及方向[J]. 中国农机化, 2012, 3: 7-10.
- Li R, Du M. Current development situation and trend of China cotton producing mechanization [J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2012, 3: 7-10.