

棉花生物技术 杂种优势

◎ 侯思宇 孙朝霞 编著



中国农业科学技术出版社

责任编辑 张孝安 赵 赟
封面设计 孙宝林

ISBN 978-7-5116-0500-9



9 787511 605009 >

定价：40.00元

棉花生物技术与 杂种优势

◎ 侯思宇 孙朝霞 编著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

棉花生物技术与杂种优势/侯思宇, 孙朝霞编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2011. 7

ISBN 978 - 7 - 5116 - 0500 - 9

I. ①棉… II. ①侯…②孙… III. ①棉花 - 生物工程②棉花 - 杂交育种
IV. ①S562

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 114520 号

责任编辑 张孝安 赵 赟

责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109708 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106624

网 址 [http://www. castp. cn](http://www.castp.cn)

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 13. 25

字 数 220 千字

版 次 2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

定 价 40. 00 元

——《 版权所有 · 翻印必究 》——

前 言

随着中国国有转基因抗虫棉的研究成功，标志着中国拥有了具有自主知识产权的转基因品种，彻底打破了转基因抗虫棉以往依赖于进口的局面。其突破性研究进展使中国成为继美国之后独立自主研制成功 *Bt* 抗虫棉并在生产上推广应用的第二个国家。

中国高技术研究与发展计划（863）的启动，将生物技术列为“重中之重”。作为一个农业大国，“863”计划对农业生物技术和医药生物技术的投资大体上对半分配，一是期望有助于解决十多亿人口的吃饭穿衣问题，二是保障人民的身体健康，两者同等重要。这充分体现了我国政府高度重视生物技术在未来国民经济发展中的重要作用。

本书作者从棉花杂种优势利用和生物技术应用两个方面，总结概述了前人做出的研究成果，作者曾在郭三堆研究员课题组从事棉花细胞质雄性不育及育性恢复机理的研究，并结合课题组曾经发表的论著，详细介绍近几年关于棉花杂种优势利用的现状、雄性不育及育性恢复的机理的研究，以供读者参考。

本书共分为八个章节，其中第二章、第三章、第四章和第五章由侯思宇编写，其余章节包括第一章、第六章、第七章和第八章由山西农业大学农学院生物技术系孙朝霞讲师编写。最终由王玉国教授、杨武德教授审稿。需要说明的是，由于本书内容涉及多个交叉学科，编著者水平所限，错误和疏漏之处仍在所难免，敬请读者批评指正！

此外，衷心感谢那些在编著者编写本书中，提供资料，帮助书稿矫正的朋友们！

侯思宇 孙朝霞

2011年4月

内容提要

生物技术是 20 世纪末人类科技史中最令人瞩目的高新技术，为人类解决疾病防治、人口膨胀、食物短缺、能源匮乏以及环境污染等一系列问题带来了希望。国际上科学家和企业界公认，信息技术和生物技术是 21 世纪关系到国家命运的关键技术和创新产业的经济增长发展点。

生物技术也称生物工程。在分子生物学基础上建立的创建新的生物类型或新生物机能的实用技术，是现代生物科学和工程技术相结合的产物。广义的新生物技术包括基因工程、细胞工程、发酵工程和酶工程，但新技术的核心是基因工程技术，它能带动其他生物技术的发展，最具有革命性。

随着基因组计划的成功，生物信息学及新一代测序技术（即第三代高通量测序新技术）的发展，积极的推动了作物重要性状新基因的发掘和生物技术在农作物上的应用。尤其是玉米（*Zea mays*）、大豆（*Glycine max*）和黄瓜（*Cucumis sativus*）等基因组计划的相继完成，更是极大的推动了作物基因发掘的速度。自“九五”以来，在国家自然科学基金、国家高技术发展计划（“863”计划）、国家重点基础研究发展计划（“973”计划）、国家科技攻关和支撑计划等相关项目的资助下，中国作物新基因发掘研究取得突飞猛进的发展，通过新基因发掘材料的创制和研究方法的改进，在新基因标记和定位以及基因克隆和功能验证方面取得可喜成就。中国作物基因发掘取得了长足的进步，以水稻基因发掘为代表的作物基因规模化、高效化发掘取得了显著进展，并引领其他作物进行新基因的发掘研究。

本书旨在概括近 10 年来，世界和中国在棉花生物技术与杂种优势利用方面做出的重大科学研究成果，总结前人在生物技术领域和杂种优势品种选育方面所取得的研究进展和发展趋势，为今后棉花生物技术领域的研究工作者提供参攷，从而进一步推动中国深入开展棉花生物技术应用开发和杂种优势利用的研究。

目 录

第一章 棉花生产概况	(1)
第一节 棉花栽培简史	(2)
第二节 棉花生产的布局与发展	(4)
第二章 棉属的分类及起源	(29)
第一节 棉属分类简史	(30)
第二节 棉花栽培种的分类	(39)
第三节 棉属的起源与进化	(46)
第三章 棉花杂种优势的遗传基础	(58)
第一节 棉花杂种优势的遗传	(59)
第二节 棉花核雄性不育系遗传基础研究	(60)
第三节 棉花细胞质(核质互作)雄性不育系的研究	(68)
第四节 棉花主要性状的遗传效应研究	(76)
第五节 生物技术、外源基因、光能利用与生物学产量	(79)
第六节 棉属种和野生种杂交	(81)
第七节 棉花杂种优势的生理生化基础研究	(82)
第四章 棉花雄性不育的细胞学和生理生化基础	(87)
第一节 棉花雄性不育的细胞学基础	(87)
第二节 棉花雄性不育的生理生化基础	(95)
第五章 棉花雄性不育与育性恢复分子机制	(103)
第一节 棉花核雄性不育基因分子遗传定位及相关 基因的克隆	(104)
第二节 棉花细胞质雄性不育与育性恢复分子机制的研究	(105)
第三节 棉花 BAC 文库的研究进展	(124)
第四节 棉花雄性不育研究展望	(125)



棉花生物技术与杂种优势

第六章 棉花生物技术育种	(131)
第一节 棉花细胞工程	(133)
第二节 棉花基因工程	(151)
第三节 棉花分子标记辅助育种	(163)
第七章 棉花杂种优势生产利用	(188)
第一节 棉花核雄性不育系杂交种	(188)
第二节 棉花胞质雄性不育系杂交种	(193)
第八章 棉花杂种优势利用的经验和展望	(198)
第一节 棉花杂种优势利用的经验	(198)
第二节 棉花杂种优势利用的展望	(203)

第一章 棉花生产概况

从北纬 47°至南纬 32°，世界上现有 75 个产棉国家。自 20 世纪 50 年代以来世界棉田面积相对稳定在 3 180 万 ~ 3 310 万 hm^2 （刘毓湘，1995）。世界皮棉总产已由原 830 万 t 上升至现在的 2 000 万 t，目前世界皮棉总产量基本在 2 000 万 t 左右波动。棉花总产量成倍增长的原因主要是单产不断提高。据国际粮农组织（FAO）有关资料分析，20 世纪 90 年代中期以来世界棉花产量 80% 左右主要集中在中国、美国、印度、巴基斯坦、巴西、乌兹别克斯坦、土耳其和澳大利亚等国家，而中国每年棉花产量居世界第一，每年产量约占世界总产量的 25%（杜珉，2006）。

中国是世界上最大的棉花消费国。在中国，棉花是仅次于粮食的第二大农作物，又是纺织工业的主要原料。棉花问题不仅涉及 1 亿多农民的收入，而且关系到整个国民经济的协调发展。

中国棉花产业景气指数（CCPPI）2006 ~ 2007 年度将在 330 ~ 370 之间波动，预测全国棉花产业经济走向“需求持续增加，面积温和扩大；价格适位稳定，进口大幅增长；市场转向理性”。而由于中国棉花消费、生产、质量、效益和进口需求都跃上了高台阶，产需矛盾突出，扩大生产至关重要（毛树春，2007）。2010 年棉花期货从每吨不足 17 000 元火速拉升到 33 000 元以上，站上 10 年来的高位。分析师们认为，2011 年棉价将在高位震荡运行，一方面棉花种植面积有限；另一方面市场需求迅猛增加，所以棉价有望创出新高（人民网）。因此，随着中国棉花流通体制改革的深入以及加入世界贸易组织后，棉花产业化进程加快，棉花产业的发展状况、单产潜力提升，中国今后棉花育种工作者的工作重点和研究方向将面临着新的机遇和挑战。



第一节 棉花栽培简史

一、中国棉花栽培历史悠久

据史料记载,中国栽培棉花已有 2 000 多年的历史(黄滋康,1996)。公元前 3 世纪前的战国时期,海南岛已有一年生草本棉的栽培和加工。棉花最早是从境外传入华南和新疆。早在 1 000 多年前,新疆地区的百姓不仅种植棉花,而且还纺纱织布。唐宋时期,华南的植棉业有了进一步的发展。宋末元初,棉花的种植从南北梁洛传入中原。13 世纪长江流域和黄河流域已种植棉花。长期种植的是亚洲棉和一部分非洲棉(主要在新疆)。明代早期,棉花已在黄河中下游地区种植。此后,随着清末机器纺织工业的发展,棉花产业在全国普遍、迅速的发展。亚洲棉和非洲棉纤维粗短,不适合机器纺织需要,随着纺织工业的需要,19 世纪 70 年代开始从美国引进适于机器纺织、纤维品质优良和产量高的陆地棉。目前中国除了在新疆维吾尔自治区种植部分海岛棉外,全部种植陆地棉。

19 世纪末至 20 世纪初,中国棉花种植区域的基本格局已经形成。在北方形成了华北和西北两大棉区。华北地区的冀东、鲁西、鲁东、晋中、晋南等地普遍种植棉花,特别是河南省,全省共有 90 个县生产棉花。西北的新疆、甘肃以及陕西的棉田面积迅速扩大。在东北地区,也有零散的地区种植棉花。在南方形成了湖北、长江三角洲以及苏北盐垦三个棉区。位于长江中游的湖北,以其棉花纤维品质好,手工纺织业发达而著名,其生产的棉布除供本省消费外,还运往西南、西北各省。而在长江三角洲,沿江沿海的棉田广泛种植,构成当时中国最重要最集中的棉花生产基地。另外,伴随着机器纺织工业发展,苏北盐垦棉区被开发出来,建立了 8 000 hm² 盐垦棉田,大规模种植棉花。而原来的华南棉区随着气候和自然条件的变化而逐渐减少。

二、培育优良品种、改进棉花品质

中国不是棉花的原产地,历史上种植的棉花品种基本是从国外引进的。目前主要种植品种为陆地棉、海岛棉和亚洲棉等。陆地棉又称为细绒棉,原产中美洲,19 世纪末至 20 世纪中期,该品种引进中国后发展迅速,20 世纪



50 年代末取代了亚洲棉，成为中国棉花种植的当家品种。海岛棉即长绒棉，原产于南美洲、中美洲等地。20 世纪 40 年代，在云南一些地区种植长绒棉，新中国成立以后，中国政府在新疆建立了长绒棉生产基地，20 世纪末新疆长绒棉种植面积达 4 万 hm^2 。中国是世界上棉花品种资源比较丰富的国家之一，有各类资源 6 000 多份。20 世纪 90 年代，通过“发展棉花生产专项资金”项目的扶持，选育出一批高产、优质、抗逆性强的品种。在主产棉区建立和发展了棉花原种生产、良种扩繁和加工供应体系。根据农业部棉花品质监督检验测试中心 2002 年棉花主栽品种纤维品质检测分析，与世界权威的“乌斯特公报”比较，中国棉花品质处于世界中上水平，主要优点是棉花色泽洁白、一致性好、杂质含量少和短绒率低。中国棉花的良种繁育体系一直沿用的是 20 世纪 50 年代从前苏联引进的“三圃制”原种生产技术。该技术以改良混和选择法为基础，有效地保证了品种的优良性状，延长了品种的使用年限，在中国棉花生产中发挥了较大的作用。随着社会主义市场经济的发展和育种水平的提高，对原有的良种繁育体系也进行了改革，加强了良种培育与种子经营的分工协作。

三、转基因抗虫棉得到开发与利用

棉铃虫一直是危害中国棉花生产的主要害虫。特别在 20 世纪 80 年代末到 90 年代初，棉铃虫在中国大部分棉区大爆发或持续性发生，对棉花生产造成了灾难性损失，严重影响了棉花单产，降低了农户的植棉效益，挫伤了农户的植棉积极性。正是在这种形势下，中国正式开展转基因抗虫棉的研究开发和利用。1991 年，在国家“863”高新技术计划资助下，针对国民经济发展中的难点、热点和重点问题，立题开展抗虫棉的研制，探索利用基因工程技术解决常规育种和传统技术难以解决的问题。中国农业科学院生物技术研究所、棉花研究所等几家科研单位开始了杀虫基因的全合成工作。选取棉花作为抗虫基因工程的对象，另一个重要原因是基于对 *Bt* 棉环境和食品安全性的考虑。众所周知，苏云金芽孢杆菌（*Bacillus thuringiensis*，简称 *Bt*）作为一种杀虫生物制剂，已经在作物生产中安全地使用了 30 多年，证明对人、畜无害。*Bt* 菌形成芽孢时产生的杀虫晶体蛋白（ δ -内毒素）对不同的昆虫有很强的专一性，未发现对非目标昆虫及人、畜等哺乳动物有害。这是因为：①无杀虫活性的 *Bt* 蛋白前体必须在昆虫中肠的碱性条件下才能转变为成熟的杀虫蛋白，人、畜胃肠系统的 pH 值为酸性，故不存在将 *Bt* 蛋白原



转变为具有毒性的 pH 条件。②哺乳动物肠道细胞表面不存在 *Bt* 蛋白结合的受体。就棉花而言，虽然棉籽油、棉籽粉、棉籽饼等可作食用或作为动物的饲料，但棉纤维主要作为衣着原料。1992 年，在中国农业科学院生物技术研究所人工合成了单价抗虫基因。1994 年导入中国棉花主栽品种获得成功，成为继美国之后，第二个拥有自主研制转基因抗虫棉的国家。1996 年又构建合成了双价抗虫基因，不仅增强了抗棉铃虫，而且具备了抗蚜虫的性能。这期间还培育获得了一批有开发前景的转基因抗虫品系。中国用了不到 10 年的时间，完成了转基因抗虫棉从研究、试验、示范、推广到商业化生产的过程。

第二节 棉花生产的布局与发展

一、棉花生产布局现状

中国种植棉花的地区分布广阔，棉区范围在北纬 $18^{\circ} \sim 46^{\circ}$ ，东经 $76^{\circ} \sim 124^{\circ}$ ，东起辽河流域及长江三角洲，西至塔里木盆地西缘，南至海南岛崖县，北抵玛纳斯河流域。在这宽阔的地区里，各地的宜棉程度差别甚大。20 世纪 50 年代初，中国曾将全国棉区划分为华南、长江流域、黄河流域、北部特早熟和西北内陆 5 大棉区。

经过近 50 多年的发展和调整，中国棉花生产基本上改变了分散种植的局面，一些不适宜植棉的地区棉田已缩减，棉花生产主要集中在种植面积较大、产量较高的西北内陆、长江中下游流域和黄淮海流域三大区域中的 10 多个省、直辖市、自治区的 350 多个县、市。20 世纪末，中国棉花产量统计表明，10 多个棉花主产省、直辖市、自治区的面积和产量占全国棉花面积和产量的绝大部分，其中长江流域棉区面积和产量分别占全国的 29.3% 和 28.6%；黄河流域棉区面积和产量分别占全国的 45.7% 和 41.8%；西北内陆棉区分别占全国的 24.7% 和 29.3%。棉花生产布局逐步趋于合理。

（一）西北内陆棉区

西北内陆棉区是中国最适宜植棉并有着很大发展潜力的棉区。棉田主要分布在新疆的塔里木盆地、吐鲁番盆地、准噶尔盆地的西南和甘肃的河西走廊西端。主要包括新疆的 26 个县、市及部分国营农场。广阔的山前平原，地势平坦，土层深厚，可大规模机械化植棉，降低投入成本。此棉区为典型



的大陆性干旱气候，热量资源丰富，降雨量稀少，空气干燥，日照充足，温差较大，病虫害很少发生，有利于棉株内有机营养物质的积累及运用耕作栽培措施塑造高光效株型，增加种植密度，减少蕾铃脱落，为高产稳产创造了有利条件。新疆人均耕地面积较多，粮棉矛盾较小，有利于提高棉区的种植面积以及提高棉农的植棉积极性。不利的气候因素是：春季气温回升慢而且不稳，常有倒春寒，对棉花保全苗和苗期生长不利；秋季气温下降急速，初霜早且年际间变幅很大，导致棉花产量和品质不稳定。通过普及地膜覆盖，采取以密矮早为中心的配套技术，较好的克服了气候的不利因素而获高产。经过近十几年的发展和优质棉基地建设，国家共投资 104.12 亿元（“九五” 72.48 亿元、“十五” 16.58 亿元、“十一五” 15.06 亿元）用于新疆优质棉基地建设，近年新疆棉花生产规模保持在面积 112.76 万 ~ 178.3 万 hm^2 ，总产 175.25 万 ~ 301.55 万 t。2008 年，新疆植棉面积和总产分别占全国的 29.87% 和 40.39%。

（二）长江流域棉区

主要集中在长江中下游沿江、滨湖、沿海平原，部分为丘陵棉区。包括江苏省北部、安徽省北部、湖北省、浙江省北部、四川盆地及上海近郊一些县。集中连片的布局是上游区四川片，中游区湖北片，下游区苏北、皖北和浙江沿海地区。本地区地处中亚热带和北亚热带湿润季风气候区。4 ~ 10 月平均温度 21 ~ 24℃， $\geq 15^\circ\text{C}$ 积温 4 000 ~ 5 500℃， $\geq 10^\circ\text{C}$ 持续日数 220 ~ 270 天，年降水量 1 000 ~ 1 600mm，年日照时数 1 500 ~ 2 000h。该区棉花生长期长，热量条件好，但日照不足。大部分地区春季多雨，初夏有梅雨，秋季多阴雨。主要棉区普遍采用粮棉套种或复种的一年两熟制。品种多为中熟陆地棉品种，少量中早熟和早熟品种。棉田多畦作，以利排水。棉花苗期叶病，根病危害，影响保苗，铃病严重，烂铃较多。近年来，棉花枯、黄萎病的面积逐年增加。虫害以红铃虫，棉叶螨为主，棉铃虫偶尔爆发危害，近年有所加重，需综合治理。20 世纪 70 年代，以江苏和湖北为代表的南方棉区占全国植棉面积的 46.0%，总产约占 60.0%。20 世纪 80 年代以后，由于经济发达，面积呈现减少趋势，到 90 年代，稳定在 200 万 hm^2 左右。从 1996—2005 年，已从原来 187.66 万 hm^2 下降到了 139.49 万 hm^2 。

（三）黄淮海棉区

该地区为中国植棉面积最大的棉区，地处暖温带半湿润季风气候区。棉



花生长期间 (4~10 月), 平均温度 19~22℃, $\geq 15^\circ\text{C}$ 积温 3 500~4 100℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 持续日数 195~220d, 年降水量 500~800mm, 年日照时数 2 200~3 000h。本区气候常有春旱, 应重视棉田贮水灌溉、保墒和旱地棉田抗旱播种; 春末初夏气温回升快, 日照充足, 较有利于棉花早发稳长。黄淮海流域棉区有较好的地理位置、便利的交通条件、适宜棉花生长的自然条件, 水资源丰富, 无霜期长, 利于棉花生长, 同时人口密集、劳动力充足, 可以满足棉花精耕细作的需要。以河北、山东和河南为代表的黄河流域棉区, 20 世纪 80 年代初期棉田面积和产量分别占全国的 50% 和 46%。水肥条件较好的地区麦棉两熟套种发展迅速, 已成为主要的种植方式, 生长期较短的地区和旱地、盐碱地棉田仍为一年一熟。春播适宜中早熟、中熟陆地棉品种, 套种夏棉为早熟陆地棉品种。进入 20 世纪 90 年代以后, 由于棉花病虫害猖獗, 棉花单产降低, 比较效益低下, 致使植棉面积大幅度减少, 总产量下降。1996—2005 年, 受棉花价格频繁变动的条件影响, 该棉区棉农的种植积极性有所降低, 棉花种植面积波动较大, 在 (204.7 ± 82.8) 万 hm^2 (表 1-1)。

表 1-1 1996—2005 年中国三大棉区棉花种植面积 (单位: 万 hm^2)

年代 区域	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
西北棉区	81.92	90.51	103.28	102.69	104.7	118.66	98.43	110.75	120.52	122.45
长江流域	187.66	179.86	175.28	123.49	123.35	140.77	116.19	136.78	150.16	139.49
黄淮海	199.5	174.96	163.03	143.86	172.85	215.26	198.04	254.64	287.48	236.9
全国	472.2	449.1	445.9	372.6	404.1	481.0	418.4	511.1	569.3	506.2

二、棉花生产发展现状

棉花在国民经济发展中占有重要地位, 新中国成立以后, 棉花生产有了长足的发展。对国民经济的发展做出了重大贡献。改革开放以来, 中国棉花生产多次出现大起大落, 剧烈波动现象。1979—1984 年, 土地联产承包经营调动了棉农的生产积极性, 全国棉花种植面积由 451 万 hm^2 扩大到 692 万 hm^2 , 总产量由 221 万 t 提高到 626 万 t, 创历史最高水平, 出现结构性供需不平衡。1985—1989 年, 棉花流通体制改革影响了棉农的生产积极性, 全国棉花生产出现不景气现象。1990—1992 年, 全国棉花种植面积、单产水平和总产量持续增长。1993—1999 年黄河流域棉区的河北、山东和河南 3



省病虫害频繁发生,出现光照不足、积温亏缺现象,尽管单产水平不断提高,但由于种植面积不断萎缩,全国棉花供给出现严重短缺。2000—2004年,中国棉花生产出现恢复性增长,种植面积由404.1万 hm^2 扩大到569.3万 hm^2 ,总产量由435万t提高到632万t。2005—2008年,全国棉花种植面积分别是506万 hm^2 、540万 hm^2 、559万 hm^2 和576万 hm^2 ,总产量分别是570万t、673万t、760万t和750万t。在50年的时间里,棉花生产不是呈直线增长,而是一个曲折的发展过程,最突出的问题是波动性大,致使国内棉花供求关系时紧时松。进入21世纪以后,棉花进口快速增长已经使我国成为世界上最大的棉花消费国和净进口国,棉花业已成为继大豆和食用油之后的第三大进口农产品。国内棉花资源不能满足纺织工业的需要,棉花进口已经成为常态(杨红旗,2010)。中国棉花单产基本保持在 $1\ 050\text{kg}/\text{hm}^2$ 以上,位居世界第四,在9个总产量25万t以上的产棉大国中居第二位,仅次于澳大利亚。总产量连续多年为世界第一,除可满足国内棉花数量需求外,还为调整品种结构、提高质量奠定了基础。《纺织工业“十一五”发展纲要》预测,“十一五”期间中国纱产量年均增长5%,从2010年开始国内棉花市场进入长期供不应求阶段。2015年纱产量仍达到2 300万t以上,国内棉花需求量在1 400万t左右(杨红旗,2010)。为了促进棉花产业发展,农业部组织实施了《全国优势农产品区域布局规划(2008—2015年)》和《棉花优势区域布局规划(2008—2015)》,提出新时期中国棉花产业发展目标(表1-2)。

表1-2 2015年中国棉花产业发展目标

优势区域	种植面积 (万 hm^2)	hm^2 产量 (kg)	总产量 (万t)	备注
黄河流域优势区	280	1 200	330	优先发展304个产棉大县(团场、农场)
长江流域优势区	120	1 350	160	优先发展60个产棉大县(团场、农场)
西北内陆优势区	167	1 950	320	优先发展98个产棉大县(团场、农场)
全国棉花优势区	567	1 425	810	满足国内50%以上需求,陆地长绒:中长绒:中短绒为5:85:10

(一) 中国棉花发展的特点

同中国其他农产品生产一样,棉花生产具有自然再生产与经济再生产两



重特性。

1. 自然再生产的主要特点

首先区域性明显。棉花适宜生长在年积温 $2\ 600 \sim 3\ 100^{\circ}\text{C}$ 、年降雨 $450 \sim 600\text{mm}$ 、土壤微碱性、土质疏松、排灌条件好的地域。经过农村经济体制改革后近 20 年的发展和调整，中国棉花生产基本上改变了分散种植的局面，一些不适宜植棉的地区棉田已缩减，棉花生产主要集中在种植面积较大、产量较高的西北内陆、长江中下游流域和黄淮流域的 13 个省（区）的 350 多个县、市。20 世纪末中国棉花产量统计表明，13 个棉花主产省（自治区）的面积和产量占全国棉花面积、产量的绝大部分，其中长江流域棉区面积和产量分别占全国的 29.3% 和 28.6%；黄河流域棉区面积和产量分别占全国的 45.7% 和 41.8%；西北内陆棉区分别占全国的 24.7% 和 29.3%。其中，棉田面积在 $0.67 \text{ 万} \sim 2 \text{ 万 hm}^2$ 的县市有 120 个左右，棉田面积 $2 \text{ 万} \sim 3.3 \text{ 万 hm}^2$ 的植棉大县有 60 多个。年产棉花 50 万 t 以上的约 14 个县、市。随着农业生产布局结构的调整，棉花生产地域渐趋集中。其次耗工量多。棉花从种到收，历时近 8 个月，受寒冻、酷热、干旱、雨涝、病虫害威胁的时间长、几率大。棉花生长发育好坏、产量高低、质量的优劣与棉农对棉花的劳动投入和田间管理有密切的关系，其生产农艺性比较强。田间管理比其他大田作物要繁杂得多，打叉、掐顶、采摘棉花等难以用机械操作，还要经常打药除虫。据河南南阳地区多年定点监测，棉花从种到收，每亩要投入 50 个左右劳动日，比小麦投劳多 3.5 倍，是水稻投劳的 3.8 倍。再之技术性强。棉花的生物学特性与土壤、气候、环境、水肥等生态环境相适宜才能保证棉花良好生长。为此，需要全程观察，精细管理，各项生产技术配套协调。没有良好的生产管理技术，很难取得棉花的丰产增收，而后生产风险大。由于棉花生产周期长，技术要求高，也与社会经济条件的变化有密切的联系。棉花生产过程经常受旱涝和各种病虫害灾害的威胁，水、肥、药等生产要素投入不恰当、不及时，生产技术不适用、管理不到位，都会影响棉花的正常生产。1992 年，由于棉铃虫肆虐，全国平均单产比上年下降 24.1%。新中国成立以来，由于水旱病虫害灾害和社会经济条件的影响，造成棉花产量下降的年份占 1/3 以上。最后波动性大。由于棉花生产风险性大，在棉花生产基础设施薄弱、经济技术力量还不够强大、抵御自然灾害的能力不强的情况下，棉花生产经常受各种灾害的威胁而出现减产。自然灾害是造成棉花产量不稳的重大原因。此外，国内外市场波动、宏观调控不当等困



扰，也影响棉花生产。

2. 经济再生产的主要特点

主要是商品率高，棉农种植棉花的主要目的是为了销售。国家鼓励农民种棉，除为了增加农民收入外，一个重要的目的是为了发展棉纺工业，扩大棉纺织品出口。在农业生产中，棉花是自耗比率最小的大宗农产品。与粮食生产相比，粮食的商品率全国平均约为 $1/3$ ，而棉花的商品率高达 90% 以上。

3. 两种生产特性的矛盾

棉花自然再生产和经济再生产时空不一致性明显。棉花从春种到冬收历经 8 个月。期间，棉农从事棉花劳动管理是间断的，而棉花生长是连续的。棉花生产季节性明显，受自然条件影响大，而棉花的加工生产是连续的，受自然条件影响小。棉花生产地和棉纺工业地不一致，生产时空的不一致，是棉花在市场中经常出现流通与供求问题的主要原因。社会效益大、生产者效益小。棉花是棉纺工业的主要原料。棉花生产关系棉纺工业以及内外贸行业的兴衰，影响整个国民经济的发展。然而棉花生产因为周期长、单位面积的产量低、生产机械化难、劳动生产率低，就目前来说，棉花的劳动生产率低于其他农业生产，更低于乡镇企业和第三产业的生产率。粮棉争地严重。中国人多耕地少，吃饭穿衣是大事。但随着人口增加，耕地减少，粮棉争地的矛盾将进一步激化，受政策影响大。棉花生产取决于棉农的种棉积极性，而棉农生产棉花的积极性受政策影响大。其中，棉花的价格政策，直接影响棉花生产效益，它是影响棉花生产与粮食及其他经济作物生产比较效益的关键因素。由于比较效益的驱动，必然影响生产要素对棉花生产的投入。价格高了，农民生产棉花的积极性随之提高。价格降了，农民就会把农业生产要素从生产棉花中抽出来，投向比较效益大的产品。

（二）棉花生产波动情况特点分析

中国棉花生产的最大问题是波动性大。1949 年以来，棉花生产经历了两个稳步快速发展时期、两个徘徊波折时期与目前的相对平稳发展时期。中国棉花生产存在着自然再生产和经济再生产中所具有的突出特性：作为自然再生产品，有着区域性明显、生长周期长、耗工量多、作物管理技术性强以及生长的自然风险性高等特点；作为经济再生产品又具备着商品率高、自然再生产和经济再生产时空不一致性明显、社会效益大、生产者效益小以及受政策影响大等特性。由于棉花产品所具备的自然再生产与经济再生产的种种