

文章编号: 1007-4619 (2004)06-0618-10

全国作物种植结构快速调查技术与应用

吴炳方¹, 范锦龙¹, 田亦陈¹, 李强子¹, 张磊¹, 刘兆礼²,
张广录³, 何隆华⁴, 黄进良⁵, 江晓波⁶, 颜长珍⁷, 许安⁸, 张维奇⁹

(1. 中国科学院 遥感应用研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130021;
3. 中国科学院石家庄农业现代化研究所, 石家庄 050021; 4. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008;
5. 中国科学院测量与地球物理研究所, 武汉 430007; 6. 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 成都 610040;
7. 中国科学院兰州寒区旱区环境与工程研究所, 兰州 730000; 8. 中国科学院广州地球化学研究所, 广州 510640;
9. 南昌大学, 南昌 330029)

摘要: 现有种植结构的分析都是基于统计数据, 时效性低及精度差, 难以及时为各级政府部门提供决策支持。以“中国农情遥感速报系统”使用的 GVG 农情采样系统和样条采样框架为基础, 提出了快速获取全国农作物种植结构的技术方法, 并以 2002 年为例, 开展全国夏粮和秋粮种植结构的调查与现状分析。全国夏粮的粮经比例为 58%:21%, 秋粮的粮经比例为 79%:14%, 粮食作物仍然占有较大的比例。

调查表明, 全国范围的种植结构在时间和空间上变化很大。黑龙江省的大豆种植成数最高, 达到 38%, 是中国的大豆主产区; 吉林和辽宁两省的春玉米种植成数相差不大, 高达 71%; 黄淮海地区夏粮以种植冬小麦为主, 种植成数高达 97% (河北省), 秋粮以夏玉米为主, 种植成数高达 82% (河南); 以长江为界, 冬小麦和油料在长江南北的种植成数变化很大, 长江以北冬小麦与油料并重, 以南以油料为主。秋粮则以中晚稻为主, 种植成数均超过 66%; 华南夏粮和秋粮均以水稻为主, 其中广东的蔬菜瓜果的种植成数高达 29%; 西南地区的秋粮以中稻和夏玉米为主, 其中云南省的棉麻糖的种植成数高达 19%, 说明云南省仍然是中国的烟草大省。经济发达或邻近经济发达地区的省份的蔬菜瓜果的种植成数较大, 如天津市高达 34%。

关键词: 种植结构; 调查; GVG; 样条采样框架

中图分类号: TP79 **文献标识码:** A

1 引言

农业种植结构调整是中国世纪之交的一场粮食革命^[1], 也是中国农业生产持续发展、农民收入稳定增加、农村社会经济保持稳定繁荣的必然要求。近年来, 中国粮食生产出现了市场供大于求的局面, 粮食企业收购量居高不下, 库存爆满, 企业负担过重, 粮食种植结构性矛盾日益突出。国务院针对这个问题及时制定了加快农业种植结构调整的战略决策, 各省市区均在农业种植结构调整。研究种植结

构调整方案的论文不断刊出^[1-3], 这些论文主要集中于分析农业种植结构调整的策略, 使用统计数据研究种植结构现状^[4-6]。基于统计数据的研究结论和建议, 由于时效性问题, 很难直接为政府宏观决策服务。及时准确地获取全国农业种植结构信息是农业结构调整过程国家宏观决策的重大需求。本文以“中国农情遥感速报系统”为基础, 通过对 GVG 农情采样系统的改造和样条采样框架^[7,8]的适当调整, 提出面向全国种植结构快速调查方法, 并用于 2002 年当季农作物种植结构信息的调查, 精确地反映了 2002 年全国的农作物种植结构的现状。

收稿日期: 2003-06-27; 修订日期: 2003-11-17

基金项目: 科技部国家十五科技攻关课题: 农业信息资源开发与共享技术研究(2001BA513B02), 中国科学院知识创新工程重要方向项目: 全球农作物遥感估产研究(KZCX2-313)。

作者简介: 吴炳方(1962—), 男, 工学博士, 研究员, 江西省玉山人, 现主要从事农业与生态环境遥感研究。发表论文 40 多篇。

E-mail: wubf@irsa.ac.cn.

2 种植结构快速调查技术

2.1 种植结构调查方法现状

目前统计资料是获取种植结构信息的主要来源。何满喜^[4]利用内蒙古自治区 12 个盟市 16 年的统计资料,应用多维灰色分析,对内蒙古自治区农业生产结构的重要指标计算了灰色综合关联度,并建立了灰色动态模型,进一步分析了农业生产结构的现状。武兰芳^[5]利用 50 年的统计资料,对藁城市农业总体结构和种植结构的变化动态进行了分析,并对未来发展趋势进行了预测。陈勇^[6]利用 1997 年的统计资料,运用非线性规划理论,在现有资源约束情形下建立数学模型,对攀西地区种植业结构调整进行了分析。由于统计资料无法及时得到,因此根据统计资料得到的种植结构信息往往滞后于农业生产,所反映的信息很难为政府决策使用,而实时的种植结构信息是国家宏观决策的重大需求,但目前尚未见到介绍其他的种植结构快速调查方法的文献。

2.2 种植结构快速调查技术

快速获取农作物种植结构信息主要采用 GVG 农情采样系统(专利号:01144228)。GVG 农情采样系统集 3S 技术于一体,用于采集农作物分类成数。GVG 农情采样系统与笔记本电脑相接,放置于汽车上,控制汽车行驶速度在 $40\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 左右,在系统预先设定的采样线上拍摄样线一侧耕地上农作物的照片,野外采样完成后,在室内对每一幅照片进行判读处理,得到主要农作物的分类成数。GVG 农情采样系统已在农作物遥感估产工作中应用了 4 年^[8,9],农作物分类成数的检验结果说明 GVG 农情采样系统具有非常高的精度^[7,10,11]。根据种植结构调查的要求,在室内判读时,作物种类从原来的几种主要作物增加到包括经济作物等 20 余种,包括冬小麦、春小麦、早中晚稻、春玉米、夏玉米、大豆、薯类、油料、棉麻糖、蔬菜瓜果等。

采用 GVG 农情采样系统调查农业种植结构的基础是样条采样框架。“中国农情遥感速报系统”布设了全国范围的样条采样框架,调查区划单元内的主要作物种植成数^[8,12,13],通过构建全国 $4\text{km}\times 4\text{km}$ 格网,建立抽样总体,按照精度要求计算样本量,然后通过随机抽样抽取原始样本格网,确定样条样区的基本位置,然后以选定样本格网内 200m 公路缓

冲区作为样区,布设最终的采样线。

GVG 农情采样系统及样条采样框架的初衷是为了调查全国主要作物的分类成数,GVG 采样得到的是每隔几秒的记录,每条采样线有成千上万条记录,而每一条记录代表道路一侧 100m 内农作物的种植情况,判读每一条记录的作物分类成数,以采样线为基本单元,汇总每条采样线上的农作物分类成数,然后根据种植结构区划,按区划单元统计分类成数。为了满足全国种植结构快速调查的要求,对 GVG 农情采样结果的数据处理方法进行了调整,以县为基本单元,将每个县境内调查得到的各类作物分类成数进行汇总统计。每个县的农作物分类成数由该县所有的记录汇总得到,每个省的农业种植结构由县的成数按照耕地面积加权平均得到。

3 调查与结果分析

3.1 调查实施

2002 年,中国科学院遥感应用研究所会同中科院各所及地方院校共 9 家单位在夏秋两季共同开展全国范围的农作物种植结构调查。全国分成 8 大片,每个单位负责一个片,东北地区由中国科学院东北地理与农业生态研究所负责;华北地区由中国科学院石家庄农业现代化研究所负责,华东地区由中国科学院南京地理与湖泊研究所负责,华中地区由中国科学院测量与地球物理研究所负责,华南地区由中国科学院广州地球化学研究所负责;西南地区由中国科学院成都山地灾害与环境研究所负责;西北地区由中国科学院兰州寒区旱区环境与工程研究所负责;东南地区由南昌大学负责。

各参加单位的人员经过一周的培训后,就掌握了 GVG 农情采样系统的使用及作物分类成数的调查技术。为了完全起见,调查队伍一般由 3 人组成,一人开车,另两人操作 GVG 农情采样系统,并做一些记录,如采样方向、确认作物等。为了保证全国作业的规范化,要求各单位作业时,采用相同的操作规程,采用相同的仪器,沿着预先设计好的调查路线进行野外调查。为了处理一些特殊事情,GVG 农情采样系统的采样路线可以在几公里的范围内调整,如果超出这个范围,GVG 采样系统将拒绝采样。

作业时间根据作物的物候历预先设定,调查时间一般在作物播种或返青一个月之后,这时作物已

经开始拔节,有利于调查人员清楚辨别作物类型^[14]。东北地区只有一季作物,全年只需调查一次,时间在6月10日至6月30日之间;华中地区的种植结构复杂,有双季稻种植,并在早稻前有大量的冬小麦和油料作物种植,因而需要开展三次调查,第一次调查在4月10日至5月10日之间,这期间获取的主要是夏粮的种植结构信息,第二次在5月20日至6月20日之间,主要获取早稻的种植结构信息,第三次在7月1日至8月20日之间,主要获取秋粮种植结构信息。其他地区由于种植结构相对简单些,只需进行两次调查,时间与华中地区的第一次和第三次相同。

在同一时间段调查中,农作物的物候历不同,一般南面要稍早些,北面要稍晚些,因而在安排调查计

划时,一般先从南面开始,从南向北开展调查。如在华北地区调查种植结果时,先在河南省,然后山东省、河北省、山西省,最后内蒙古。

全年各片每次调查采样均在1—3周内完成,随后用1周时间进行室内处理,并提交采样结果。全国范围内由于组织合理,可以在1个半月内得到当季作物的种植结构信息。这对当年度加强种植结构调整,粮食宏观调控有重要的意义。

3.2 种植结构的调查比例

2002年4月夏粮作物种植结构调查涉及14个省市区的298个县,6月对早稻生产区的调查涉及6个省的128个县,秋季采样涉及到26个省市区的428个县,调查结果见表1。

表1 2002年GVG调查的全国分省种植结构

Table 1 Crop structure inventory with GVG insfragment at provincial level in China in 2002

(/%)

省市区	夏季种植结构										夏季抽样率
	早稻	中稻	冬小麦	春玉米	大豆	薯类	油料	棉麻糖	蔬菜瓜果	其他作物	
北京											
天津											
河北			96.27				0.14		0.65	2.94	2.31
山西											
内蒙古											
辽宁											
吉林											
黑龙江											
江苏			40.90				31.64		5.94	21.53	33.03
浙江											22.73
安徽	0.11		51.90				23.87		4.63	19.48	24.53
福建	69.08			1.32	1.91	0.03	0.90	4.26	2.40	20.11	20.00
江西(4月)			0.36				63.75		5.13	30.76	37.37
江西(6月)	73.66	0.20		0.30	0.02	0.63	0.34	0.19	4.43	20.22	
山东			62.50				0.33		1.66	35.51	13.67
河南	0.56		83.84				2.61		2.14	10.85	28.48
湖北(4月)	9.36		35.34				42.33		0.76	12.21	38.61
湖北(6月)	16.25	49.91		6.24	0.54	0.49	0.04	12.24	12.52	1.77	
湖南(4月)	58.52		5.41				32.91		0.60	2.56	27.87
湖南(6月)	67.02	14.53		12.38	0.01	0.02		0.12	3.68	2.24	
广东	42.81				0.18		0.01	17.64	23.97	15.38	22.95
广西	44.49	0.05		21.44	0.49			18.60	10.76	4.17	21.82

续表

省市	夏季种植结构											夏季抽样率
	早稻	中稻	冬小麦	春玉米	大豆	薯类	油料	棉麻糖	蔬菜瓜果	其他作物		
重庆		12.38	15.99	4.70			5.39		7.49	54.05	37.50	
四川		3.33	21.76				27.13		3.60	44.18	21.11	
贵州											11.49	
云南												
陕西			47.15	0.87			28.14		3.45	20.40	20.56	
甘肃												
宁夏												

省市	秋季种植结构												秋季抽样率
	中稻	晚稻	春小麦	春玉米	夏玉米	杂粮	大豆	薯类	油料	棉麻糖	蔬菜瓜果	其他作物	
北京	4.60				66.60		13.00	1.90	2.40		4.60	6.90	5.60
天津					32.80		5.00	0.50	2.90		34.10	24.70	5.60
河北	0.71				41.49	1.42	14.38	6.83	12.26	4.29	13.98	4.65	16.20
山西					58.89	5.56	5.11	5.53	15.86	0.39	2.18	6.48	17.60
内蒙古	3.32		3.23	43.71	8.64	0.06	7.96	8.61	13.02	0.16	3.49	7.78	15.80
辽宁	3.53		3.90	70.83			0.45			4.68	16.18	0.43	12.00
吉林	6.55		0.39	71.18			15.73	0.89	0.93	0.65	3.68		18.30
黑龙江	7.73		6.61	42.23			38.45	1.00			3.57	0.42	13.10
江苏	69.78	0.43			8.14	0.11	7.11			1.96	12.44	0.03	14.70
浙江		83.65			3.83	1.68	0.27				10.39	0.19	19.30
安徽		80.01			5.70	0.14	0.64	0.03	0.43	0.57	11.91	0.57	14.20
福建		69.36					0.11	2.91	3.00	2.53	2.19	19.91	18.80
江西(4月)		85.23						0.94	1.48	2.29	1.44	8.62	30.30
江西(6月)													
山东	2.21				68.98	0.25	1.89	6.27	11.63	2.29	6.42	0.06	16.50
河南	8.43				81.83	0.14	3.92	0.51	1.78	0.91	0.40	2.09	11.40
湖北(4月)	61.50	4.97		0.29	10.50	0.29	7.06	0.34	0.20	10.16	0.46	4.23	14.90
湖北(6月)													
湖南(4月)	42.30	49.93			0.02		0.01	0.31	0.02	3.26	0.15	4.00	19.70
湖南(6月)													
广东	0.03	41.55			0.12		0.09	0.02		15.37	28.73	14.09	22.10
广西	1.01	48.91			0.02	0.02	3.38			22.65	16.48	7.53	22.70
重庆	66.75				24.86					0.14	2.04	6.20	20.00
四川	65.27				26.55					0.05	2.79	5.33	13.90
贵州	48.55	0.06			44.68					1.30	1.30	4.11	13.80
云南	39.97	0.02			34.12					19.38	5.62	0.89	10.20
陕西	12.06		0.75	29.00	23.76	1.99	2.11	1.78	4.22	1.24	9.04	14.05	20.60
甘肃			49.31	16.70			4.33	5.40	2.39	0.02	7.64	3.06	11.60
宁夏	9.02		10.88	47.25			7.92	4.18		7.60	0.15	13.00	20.80

从表1可以看出河北省夏季调查抽样率较低,这是由于在这个季节,这些地区的农作物种植结构

单一,夏收作物主要是冬小麦,没有必要投入太多的人力和物力去采样。相反,在农作物种植结构复杂的地区,均有较高的调查抽样率。如江淮地区、长江流域、四川盆地的调查抽样率都很高。2002 年全国夏季调查抽样率平均为 16.32%。

秋季,各省市农作物种植结构都相当复杂,绝大多数省份均有较高的调查抽样率,除北京、天津外,调查抽样率均大于 11%,有 6 个省的调查抽样率大于 20%,其中江苏省的调查抽样率大于 30%。2002 年全国秋季调查抽样率平均为 16.40%。调查抽样率高可以保证有较高的调查精度。

3.3 2002 年作物种植结构现状分析

调查表明,全国范围的种植结构在时间和空间上变化很大。

在 2002 年的夏季,黄淮海地区以种植冬小麦为主,分类成数在河北省达到 97%、河南省为 83%、山东省为 63%,安徽省的成数较低,也占到 52%。黄淮海地区油料作物的成数较低,由北往南逐渐增加,从河北省的 0.14% 增加到安徽省的 24%。

沿长江一线,2002 年的夏季作物的种植结构在长江南北有明显的差异。长江北岸的江苏、安徽、湖北、四川以及重庆五省市的夏粮种植结构以油料和冬小麦并重,相应的冬小麦和油料分类成数分别为 41% 与 32%, 52% 与 24%, 35% 与 42%, 22% 与 27%, 16% 与 5%。除湖北省外,冬小麦的分类成数均大于油料的种植成数。相反在长江南岸,以油料种植为主,江西省和湖南省的油菜分类成数高达 64% 和 33%,而冬小麦的分类成数较低,江西省只有 0.36%,湖南只有 5%。说明以长江为界,冬小麦和油料在长江南北的分类成数变化很大,这一方面反映了种植结构调整的力度很大,也反映了目前的种植结构比较适应农业气候资源的分布特点。

在华南地区,夏粮以早稻为主,广东与广西的早稻分类成数分别为 43% 和 45%,同时两省区的棉麻糖的分类成数分别为 18% 和 19%,另外广西的春玉米成数为 21%,而广东省的蔬菜瓜果的分类成数高达 24%,种植结构的特点反映了两省区的经济发展水平的差异。广东省经济比较发达,在维持一定比例的粮食作物后,蔬菜瓜果的成数很高,以满足城市居民的需要。

秋粮中主要的几个品种是中稻、晚稻、玉米、大豆和春小麦等。

玉米、大豆和中稻是东北三省最主要的作物品

种,且种植结构在空间上有明显的分工特点。黑龙江省的大豆分类成数最高,达到 38%,是我国的大豆主产区;吉林和辽宁两省的春玉米分类成数相差不多,高达 71%;辽宁省的蔬菜瓜果的分类成数最高,达 16%,说明辽宁省的城市化率较高。而中稻的分类成数从南往北而逐渐增加,辽宁、吉林和黑龙江的中稻成数分别为 3.5%、6.5% 和 7.7%。

在 2002 年的秋季,华北和黄淮海地区的主要作物是夏玉米,分类成数在河北省达到 67%、山东省为 69%、山西省为 59%、河南省为 82%、只有安徽省的成数较低,说明冬小麦收割后主要改种夏玉米,只有安徽省例外,冬小麦收割后改种中晚稻,成数达到 80%,恰好等于夏粮中冬小麦与油料的成数之和。

在长江中下游地区,中晚稻是最主要的作物,分类成数均超过 66%,江苏、浙江、安徽、福建、江西、湖北、湖南的分类成数分别为 70%、84%、80%、85%、69%、66% 和 92%,以湖南省的分类成数最高达到 92%,福建次之,也达到 85%。

华南地区的秋粮种植结构与夏粮相似,早稻收割后改种晚稻。广东和广西的棉麻糖成数分别为 15% 和 23%,与夏粮的成数相比差几个百分点,说明是一季作物,变化不大,而广东的蔬菜瓜果的成数仍然很高,占到 29%。

中国西南地区的秋粮以中稻和夏玉米为主,重庆、四川、贵州和云南四省市的中稻分类成数分别是 67%、65%、49% 和 40%,以重庆市的成数最高,云南最低;相应的夏玉米的成数分别是 25%、27%、45% 和 34%,以贵州最高,重庆最低。需要说明的是,云南省的棉麻糖的分类成数高达 19%,说明云南省仍然是我国的烟草大省。

西北地区的陕西省的冬小麦成数为 47%,而油料的成数是 28%,其种植结构与安徽省相似,而秋粮的种植结构玉米占 53%,中稻占 12%,其种植结构与华北地区相似,充分反映了陕西省农业气候以秦岭分界的特点。甘肃省的春小麦成数为 49%、春玉米为 17%。

表 1 同时表明,近几年的农业结构调整的效果很好,许多省份,特别是经济发达、或邻近经济发达地区的省份的蔬菜瓜果的分类成数较大,如天津市高达 34%、河北省也达到 14%、辽宁省为 16%、江苏省 12%、广东省 29%、广西为 16%。

3.4 2002 年粮食与经济作物结构分析

如果按照粮食作物、经济作物及其他作物三类

对表1的数据进行汇总处理后计算全国的面积加权平均(表2),则全国夏粮的粮/经比例为58%/21%,

表2 2002年全年分省粮/经结构

Table 2 Proportion of cereal and cash crops at provincial level in 2002

(%)

省市区	夏季			秋季		
	粮食作物	经济作物	其他作物	粮食作物	经济作物	其他作物
北京				86.10	7.00	6.90
天津				38.30	37.00	24.70
河北	96.27	0.79	2.94	64.83	30.53	4.64
山西				75.09	18.43	6.48
内蒙古				75.53	16.67	7.80
辽宁				78.71	20.86	0.43
吉林				94.74	5.26	0.00
黑龙江				96.02	3.57	0.41
江苏	40.90	37.58	21.52	85.57	14.40	0.03
浙江				89.43	10.39	0.18
安徽	52.01	28.50	19.49	86.52	12.91	0.57
福建	72.34	7.56	20.10	72.38	7.72	19.90
江西	0.36	68.88	30.76	86.17	5.21	8.62
山东	62.50	1.99	35.51	79.60	20.34	0.06
河南	84.40	4.75	10.85	94.83	3.09	2.08
湖北	44.70	43.09	12.21	84.95	10.82	4.23
湖南	63.93	33.51	2.56	92.57	3.43	4.00
广东	42.99	41.62	15.39	41.81	44.10	14.09
广西	66.47	29.36	4.17	53.34	39.13	7.53
重庆	33.07	12.88	54.05	91.61	2.18	6.21
四川	25.09	30.73	44.18	91.82	2.84	5.34
贵州				93.29	2.60	4.11
云南				74.11	25.00	0.89
陕西	48.02	31.59	20.39	71.45	14.50	14.05
甘肃	66.99	17.28	15.73	78.13	10.72	11.15
宁夏				79.25	7.74	13.01
平均	57.78	21.43	20.80	79.08	14.48	6.44

注:江西、湖北和湖南三省的夏季粮经比例采用第一次调查结果,其中江西省不包括早稻。

秋粮的粮经比例为79%/14%,可见我国农作物种植结构中粮食作物仍然占有较大的比例。

夏季作物中,河北、福建和河南三个省的粮食作物比例超过72%,其中河北省比例最高,达96%,福建最低为72%。秋季作物中,有22个省的粮食作物比例超过70%,其中河南省的粮食作物比例最高达95%,湖南省次之,达到93%,而广东和广西两省区的粮食作物分别为41%和53%,结构比较合理。可见目前开展的种植结构的调整主要集中在粮食作物的品种之间调整,如双季稻改种单季稻,粮食作物一

家独大的局面并没有发生根本的改变。

3.5 2002年种植结构验证

表3为2002年本文调查的全国农作物种植结构与从国家统计局收集到的部分作物的结构的比较。由于调查结果与统计数据的口径不同,而且部分项的归并也不完全等同,绝对数据有差别,直接比较很难说明问题,而统计学检验更有意义。对现有的数据进行相关分析,得到相关系数稻谷0.9708、小麦0.7896、玉米0.9008、豆类0.6820,两种方法得到的

稻谷、小麦、玉米、豆类各类之间有非常高的相关性(当自由度为 25, 置信度为 0.001 时查表所得标准值为 0.5874), 4 大类作物由统计数据与本文调查数据拟合的回归方程的决定系数均大于自由度为 25, 置信度为 0.001 时的查表所得标准值 0.3569(相关系数的平方)(图 1), 拟合方程通过显著水平为 0.001

的 t 检验, 说明本文调查结果与统计数据间确实存在非常好的线性关系。同时发现, 本文调查的稻谷、玉米的成数较统计数据大, 小麦、豆类较统计数据小。总之, 尽管本文结果与统计数据绝对数字之间存在差异, 但是二者的相关性非常高, 可以通过回归方程相互转换。

表 3 本文结果与统计结果的验证

Table 3 Comparisons of investigated results and statistical results

(/%)

地 区	本文结果				统计数据			
	稻谷	小麦	玉米	豆类	稻谷	小麦	玉米	豆类
全 国	31.6	21.7	38.7	8.0	31.6	26.8	27.6	14.0
北 京	5.4	0.0	79.1	15.4	2.8	30.1	55.4	11.6
天 津	0.0	0.0	86.7	13.3	5.0	32.6	49.8	12.6
河 北	0.7	41.1	43.1	15.0	2.0	43.8	46.1	8.0
山 西	0.0	0.0	92.1	7.9	0.1	37.7	42.1	20.1
内 蒙 古	5.0	4.9	78.3	11.9	2.8	14.7	49.4	33.1
辽 宁	4.5	5.0	89.9	0.6	23.6	2.1	60.7	13.5
吉 林	7.0	0.4	75.9	16.8	17.3	0.6	66.9	15.2
黑 龙 江	8.2	7.0	44.4	40.4	20.9	3.5	30.5	45.1
江 苏	47.7	42.0	5.5	4.8	43.8	37.9	9.7	8.6
浙 江	95.3	0.0	4.4	0.3	77.6	6.2	3.4	12.7
安 徽	54.6	41.1	3.9	0.4	36.8	37.1	11.7	14.5
福 建	98.6	0.0	0.5	0.9	85.4	1.9	2.8	9.9
江 西	99.8	0.0	0.2	0.0	91.8	0.9	0.5	6.7
山 东	1.5	51.3	46.0	1.3	2.4	52.9	39.4	5.3
河 南	4.4	54.9	38.8	1.9	5.7	58.7	28.1	7.6
湖 北	72.5	11.7	10.2	5.5	57.2	20.7	11.6	10.5
湖 南	93.4	2.0	4.6	0.0	84.2	2.4	6.5	6.9
广 东	99.5	0.0	0.2	0.3	89.3	0.5	5.8	4.4
广 西	84.5	0.0	11.1	4.4	74.2	0.4	16.0	9.4
重 庆	62.7	13.9	23.4	0.0	41.0	21.1	25.9	12.0
四 川	54.2	25.3	20.5	0.0	39.6	27.8	23.0	9.6
贵 州	52.1	0.0	47.9	0.0	32.5	22.0	31.0	14.5
云 南	54.0	0.0	46.0	0.0	31.6	17.7	33.0	17.7
陕 西	9.7	44.9	43.6	1.7	4.6	47.6	35.2	12.6
甘 肃	0.0	69.1	23.4	7.5	0.4	59.2	27.6	12.8
宁 夏	12.6	15.3	66.2	5.9	10.9	52.5	22.0	14.6

另外, 我们调查得到的全国农作物粮食作物、经济作物、其他作物夏季的比例为 58%/21%, 秋季比例为 79%/14%。2002 年统计数据没有分夏季和秋季计算, 只计算了整年的比例。我们以 2002 年统计数据中夏粮、早稻、秋粮面积将我们的数据折算成全年的数据, 得到粮食作物、经济作物、其他作物夏季的比例为 72%/16%/12%。根据其他文献, 1999 年

全国农作物粮食作物、经济作物、其他作物的比例为 72.4%/23.3%/4.3%。国家统计局农村社会经济调查总队的调查结论表明, 2000 年^[15]全年粮食播种面积占农作物总播种面积的比重首次下降到 70% 以下, 2001 年^[16]农作物种植结构, 其中粮食比重占 69%, 经济作物比重占 23%, 其他作物占 8%。这同时也证明 2002 年种植结构调查的可靠性。

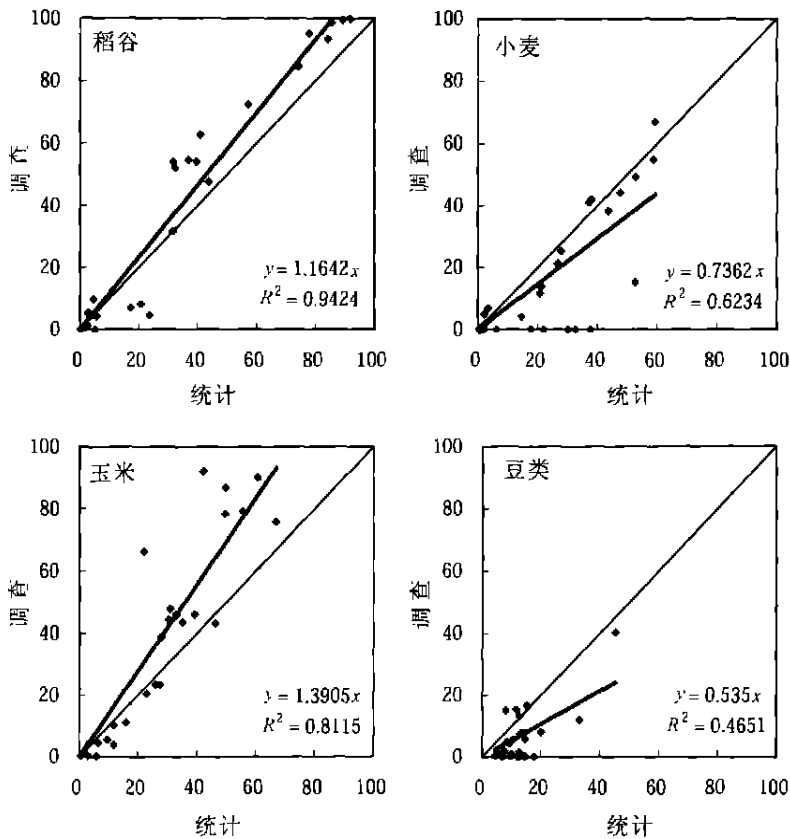


图1 各类作物调查结果与统计结果的统计分析

Fig.1 Statistical analysis of investigation results and statistical results of each type of crops

4 结论

本文以“中国农情遥感速报系统”为基础,通过对GVG农情采样系统的改造和样条采样框架的调整,提出了面向全国种植结构快速调查技术,利用该技术可在一个半月内完成全国范围的种植结构调查,结果真实可靠,又及时,可用于当年的种植结构调整时的决策依据。

通过2002年度的调查表明,全国的夏季中粮食作物与经济作物的比例为58%/21%,秋季的比例为79%/14%,可见中国农作物种植结构中粮食作物仍然占有较大的比例。同时也表明近几年的农业结构调整的效果很好,经济发达或邻近经济发达地区的省份的蔬菜瓜果的分类成数较大。

详细的分析表明,黑龙江省的大豆分类成数最高,是中国的大豆主产区;吉林和辽宁两省以春玉米为主;黄淮海地区夏粮以种植冬小麦为主,秋粮以夏玉米为主;长江以北冬小麦与油料并重,以南以油料为主,秋粮则以中晚稻为主;华南夏粮和秋粮均以水

稻为主,其中广东的蔬菜瓜果的分类成数很高;西南地区的秋粮以中稻和夏玉米为主,其中云南省的棉麻糖的分类成数很高,说明云南省仍然是我国的烟草大省。

本文所调查的种植结构成数是相对于总的种植面积中,不同作物间的相对比例,需要与遥感监测结果相结合,进一步调查出撂荒地的面积,从而得出相对于耕地面积的种植结构。

参考文献 (References)

- [1] Ban Z Y. Crop Planting Structure Adjustment; a Food Revolution of China in the Cross Century[J]. *China Food Economy*, 2000, 1, 13-15. [卞正瑶. 种植结构调整: 我国世纪之交的一场粮食革命[J]. 中国粮食经济, 2000, 1, 13-15.]
- [2] Li S H. Food Organizations Should Take Active Part in Crop Planting Structure Adjustment [J]. *China Food Economy*, 2000, 4, 42-43. [李顺和. 粮食部门要积极参与种植结构调整. 中国粮食经济, 2000, 4, 42-43.]
- [3] Li Y M. Adjustment Crop Structure According to Market Requirements [J]. *China Food Economy*, 1999, 7, 6-7. [李益民. 按照市场需求调整粮食种植结构[J]. 中国粮食经济, 1999, 7, 6-7.]

- Current Situation Analyses[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2000, **18**(3): 70-75. [何满喜, 刘向东. 内蒙古自治区种植结构模型及现状分析[J]. 干旱地区农业研究, 2000, **18**(3): 70-75.]
- [5] Chen Y, Xu J P, Fu L J. Restructuring Analysis of Plant Industry in Pan Xi Region[J]. *Journal of Sichuan University(engineering science edition)*, 2001, **33**(1): 116-118. [陈勇, 徐玖平, 符礼建. 攀西地区种植业结构调整分析. 四川大学学报(工程科学版), 2001, **33**(1): 116-118.]
- [6] Wu L F, Chen F, Zhang H L, et al. Trend Analyses of Crop Structure Change of Gaocheng City in the High Yield Plane Area[J]. *Tillage and Cultivation*, 2001, **2**: 3-4. [武兰芳, 陈阜, 张海林等. 平原粮食高产产区藁城市种植业结构变动趋势分析[J]. 耕作与栽培, 2001, **2**: 3-4.]
- [7] Wu B F, Tian Y C, Li Q Z. GVG, a Crop Type Proportion Sampling Instrument[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2004, **8**(6): 570-580. [吴炳方, 田亦陈, 李强子. GVG 农情采样系统及其应用[J]. 遥感学报, 2004, **8**(6): 570-580.]
- [8] Wu B F. Operational Remote Sensing Methods for Agricultural Statistics[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2000, **55**(1): 23-35. [吴炳方. 全国农情监测与估产的运行化遥感方法[J]. 地理学报, 2000, **55**(1): 23-35.]
- [9] Kao X F, Wang N B, Yang X H. Progress of Information Extraction Methods for Crop Planting Area[J]. *Resources Science*, 2002, **24**(5): 8-12. [康晓凤, 王乃斌, 杨小唤. 粮食种植面积提取方法的发展与现状[J]. 资源科学, 2002, **24**(5): 8-12.]
- [10] Jiang X Z, Zhao R, Li Q Z, et al. Extraction of Crop Acreage Using GVG System and Its Precision Analysis[J]. *Journal of Nanjing Institute of Meteorology*, 2002, **25**(1): 78-83. [蒋学中, 赵锐, 李强子等. 利用 GVG 线采样技术提取农作物种植面积及其精度分析[J]. 南京气象学院学报, 2002, **25**(1): 78-83.]
- [11] Li Q Z, Wu B F, Xu W B. Accuracy Assessment of Crop Type Proportion using GVG Instrument on Transect Line[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2004, **8**(6): 581-587. [李强子, 吴炳方, 许文波. 农作物分类成数的精度检验[J]. 遥感学报, 2004, **8**(6): 581-587.]
- [12] Wu B, Li Q. Transect Sampling for Obtaining Reliable Crop Proportion Data. Proceedings of NIAES-STA International Workshop 2001: Crop Monitoring and Prediction at Regional Scales. Tsukuba, Japan, 2001, 157-169.
- [13] Wu B F, Li Q Z. Crop Acreage Estimation Using Two Individual Sampling Frameworks With Stratification[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2004, **8**(6): 551-569. [吴炳方, 李强子. 基于两个独立抽样框架的农作物种植面积遥感估算方法[J]. 遥感学报, 2004, **8**(6): 551-569.]
- [14] Zhang L, Wu B F, Li Q Z. The implementation of Sampling Network for Crop Type Proportion[J]. *Journal of Remote Sensing*, 2004, **8**(6): 593-601. [张磊, 吴炳方, 李强子. 中国农情采样网络的组织与实施[J]. 遥感学报, 2004, **8**(6): 593-601.]
- [15] Personnel of National Bureau of Statistics for Rural Social Economic Investigation. 2001 Yearbook of China Rural Statistics[M]. Beijing: China Statistic Press, 2001. [国家统计局农村社会经济调查总队. 2001 中国农村统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2001.]
- [16] Personnel of National Bureau of Statistics for Rural Social Economic Investigation. 2002 Yearbook of China Rural Statistics[M]. Beijing: China Statistic Press, 2002. [国家统计局农村社会经济调查总队. 2002 中国农村统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2002.]

A Method for Crop Planting Structure Inventory and its Application

WU Bing-fang¹, FAN Jin-long¹, TIAN Yi-chen¹, LI Qiang-zi¹, ZHANG Lei¹, LIU Zhao-li²,

ZHANG Guang-lu³, HE Long-hua⁴, HUANG Jin-liang⁵, JIANG Xiao-bo⁶, YAN Chang-zhen⁷, Xu An⁸, ZHANG Wei-ti⁹

(1. *Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101, China*; 2. *Northeast Institute of Geography and Agro-ecology, CAS, Changchun 130021, China*; 3. *Shijiazhuang Institute of Agricultural Modernization, CAS, Shijiazhuang 050021, China*; 4. *Nanjing Institute of Geography & Limnology, CAS, Nanjing 210008, China*; 5. *Institute of Geodesy and Geophysics, CAS, Wuhan 430077, China*; 6. *Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS, Chengdu 610010, China*; 7. *Cold and Arid Regions Environment and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou 730000, China*; 8. *Guangzhou Institute of Geochemistry, CAS, Guangzhou 510640, China*; 9. *Nanchang University, Nanchang 330029, China*)

Abstract: Usually crop planting structure derived from the statistical data are quite later due to time consuming of statistic method. The government normally needs the crop planting structure as early as possible, better if it can be obtained during the crop season, so that it allows the government has enough time to make decision for next crop season.

This paper presents a fast inventory method of crop planting structure, based on the GVG instrument and transect sampling framework. Then crop planting structure inventory for summer and autumn crop over China in 2002 have been carried out. It is found that the rate of cereal to cash crop within summer crop is 58%; 21%, and that of autumn crop 79%; 14%. It is very obvious that cereal crops still account on very high proportion in the crop structure.

According to surveyed results, the difference of crop planting structure over China varies temporally and spatially great. The soybean proportion of Hei Longjiang province ranks first, up to 38%, and Hei Longjiang is main producing area of soybean in China. Jilin and Liaoning provinces almost have the same proportion of spring maize, more than 71%. Winter wheat is a major crop of summer crop in the Huanghuihai area, in which the winter wheat proportion of Hebei province is more than 97%, and summer maize is a major crop of autumn crop, in which the summer maize proportion of Henan province is up to 82%. On the two sides of the Yangtse River there exists very big change of crop proportion between winter wheat and oil rapeseeds. On the north side of Yangtse River, winter wheat and oil rapeseeds almost have the same rank, but on the south side of Yangtse River oil rapeseeds ranks first in the summer season, and middle rice and later rice are the major crops of autumn crop, more than 66%. Rice is major crop of summer and autumn crop in the southern China, and in which the proportion of vegetable and fruit of Guangdong province is up to 29%. Middle rice and summer maize are the major crops of autumn crop in the southwest region, in which the proportion of cotton, flux seed and sugar of Yunnan province is up to 19. Tobacco of Yunnan province ranks first in China. Effects of agricultural structure adjustment are very great in recent years, especially in the developed and adjacent region where the proportion of vegetable and fruit is very high, such as Tianjin city up to 34%.

Key words: crop planting structure; inventory; GVG instrument; transect sampling framework