

经验与启示

——发达国家农作物秸秆计划焚烧与综合利用

毕于运 王亚静 著

中国农业科学技术出版社

经验与启示

——发达国家农作物秸秆计划焚烧与综合利用

毕于运 王亚静 著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

经验与启示: 发达国家农作物秸秆计划焚烧与综合利用 / 毕于运, 王亚静著. —
北京: 中国农业科学技术出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-5116-3330-9

I. ①经… II. ①毕…②王… III. ①发达国家-秸秆-综合利用-研究 IV. ①S38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 264249 号

责任编辑 徐 毅

责任校对 贾海霞

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)82106636(编辑室) (010)82109702(发行部)

(010)82109709(读者服务部)

传 真 (010)82106631

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京建宏印刷有限公司

开 本 710 mm×1 000 mm 1/16

印 张 10.25

字 数 160 千字

版 次 2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元

▶ 版权所有·翻印必究 ◀

《经验与启示》

——发达国家农作物秸秆计划焚烧与综合利用

著者人员

主著人员 毕于运 王亚静

参著人员 王红彦 高春雨 杨海燕

孙 宁 覃 诚 王 莹

周 珂

序 言

现代农业发展历程，是一个由现代农业生产要素对传统农业生产要素不断替代的过程，同时，也是一个由注重无机物质投入，到有机物质和无机物质投入相匹配的发展过程。目前，世界上农业发达的国家都很注重施肥结构，基本形成了秸秆直接还田+厩肥（粪便与垫圈秸秆混合堆肥）+化肥的“三合制”施肥制度。

秸秆直接还田和过腹还田循环利用作为既简便又经济可行的利用方式，在很多国家已经得到了普遍推行。欧美地区各国一般将 2/3 左右的秸秆用于直接还田，另有 1/5 左右的秸秆用做饲料。据美国农业部统计，美国年产秸秆约 4.5 亿 t，其中，68% 用于直接还田，20% 左右用作青（黄）贮饲料。加拿大年秸秆产量在 5 350 万 t 左右，其中，2/3 以上用于直接还田。日本年稻草产量约为 1 500 万 t（占秸秆总产量的 3/4 左右），其中，2/3 以上用于直接还田，1/5 左右用作牛羊饲料或养殖场的垫圈料。英国秸秆直接还田量占总产量的 73%。韩国情况比较特殊，80% 的稻麦秸秆用作饲料，20% 用于直接还田。

秸秆综合利用方式虽然与一个国家或地区的人口、资源、环境特点有着千丝万缕的联系，但就整体而言，其综合利用水平是与一个国家或地区的经济发展水平、尤其是现代农业发展水平相适应的。秸秆过剩，一方面标志着我国现代农业发展和农民生活达到了一个较高的水平，是对传统农业生产方式和农村生活方式不断扬弃的结果。具体表现为 4 个“替代”：一是商品能源替代传统生物质能源，秸秆燃用量减少；二是化肥替代农家肥，秸秆堆肥利用量减少；三是农机动力替代畜力，家家户户的役畜养殖利用秸秆量减少；四是现代建筑材料替代传统建筑材料，利用秸秆建造村舍的做法基本消失。另一方面意味着我国现代农业发展没能达到种养结合循环高效发展的新阶段。改革开放以来，尤其是近 20 多年来，随着城市化进程加快和土地快速流转，大量青壮年劳动

力进城就业，越来越多的农户放弃种养，或只种不养，又或只养不种，导致我国以农户为单元的农牧结合制度快速解体。然而，受农业和农村经济总体发展水平的制约，我国仍处在由农户分散经营向新型经营主体适度规模经营过渡的初期阶段，以龙头企业、家庭农场、农业合作组织为经营主体的新型农牧结合制度尚未有效形成，从而导致较为严重的种养脱节。据调查，目前全国 90% 以上农业园区为单一种植业或单一养殖业，即使在长江三角洲、京津塘等经济发达地区，能够充分实现种养一体化的生态循环农业园区也不到 1/10。而欧美地区的一些国家，现代种植制度的设计大都考虑了土地载畜量的要求，不仅使部分土地（如英国 1/3 左右的土地）种植从属于畜牧业生产，而且，对一般的农作物种植也要考虑到可饲用秸秆的出路问题。

秸秆焚烧的有效控制是建立在秸秆综合利用水平的不断提高的基础上的。从国内外秸秆综合利用与秸秆减量焚烧互为促进的实践经验来看，要使秸秆焚烧总体上得到有效控制，秸秆综合利用率应达到 90% 以上；要使秸秆焚烧总体上达到社会可接受的程度，秸秆综合利用率应达到 95% 以上，即基本实现全量化利用。“疏堵结合，以疏为主”的总体指导原则，对促进我国秸秆综合利用和禁烧管理发挥了重大的作用。根据国家发改委和农业部的全国“十二五”秸秆综合利用终期评估结果，到 2015 年年底全国秸秆综合利用率已经达到 80.1%。同时，国家发改委、财政部、农业部、环保部已经联合发文，将“全国秸秆综合利用率达到 85% 以上”确定为 2020 年的秸秆综合利用总目标。研究表明，要使我国秸秆综合利用率总体上达到 95% 以上，以 2015 年为基期，预计需要 15~20 年的时间，即到 2030—2035 年才可基本实现全量化利用。因此，我国的秸秆综合利用和禁烧管理仍然任重而道远。

农作物生产，一半在籽实，一半在秸秆。目前，我国的秸秆年产量已高达 10.5 亿 t。根据马克思的“资源替代理论”，那些被替代的资源，要实现其再利用，必须以科技进步和新的物质要素投入为基础，为其开辟新的利用途径，否则，将会被彻底淘汰，成为废弃物。秸秆利用不仅是种养结合循环农业发展的关键环节，而且必将成为现代生态农业发展的重要物质基础。为了促进我国由过度依赖化肥等无机物质的现代农业向有机与无机相耦合的现代生态农业转变，保障农产品质量安全，稳步提高农业综合生产能力和竞争力，同时，消除

秸秆焚烧所带来的一系列环境和社会问题，缓解废弃秸秆的面源污染压力，从而使我国现代农业发展达到一个全新的、更高的水平，必须以绿色生态为导向，因地制宜、综合施策，加快构建秸秆综合利用的长效机制，全面提升秸秆综合利用水平；始终坚持“农用优先”的指导方针，以秸秆循环利用和培肥地力为主要手段，以耕地质量提升为主要目标，建立起适应于中国农业生产特点的“三合制”施肥制度，为我国农业可持续发展奠定坚实的基础。

作 者

2017年9月30日

目 录

第一章 国内外农作物秸秆焚烧历史与现状	(1)
第一节 秸秆焚烧在全球范围内几乎无处不在	(1)
一、全球农田遥感火点 94% 分布于北半球	(2)
二、欧洲是全球第一大农田焚烧集中区	(2)
三、亚洲北部是全球第二大农田焚烧集中区	(4)
四、印度与东南亚是全球第三大农田焚烧集中区	(6)
五、非洲北半部农田焚烧居全球各大区第四位	(7)
六、北美地区农田遥感火点数量年均达到 6 200 个左右	(7)
七、中美洲和加勒比地区农田遥感火点数量和密度皆高于北美地区	(8)
八、南美洲农田遥感火点数量占全球的 3% 左右	(9)
九、非洲南半部农田遥感火点数量占全球的不到 2%	(9)
十、大洋洲农田遥感火点数量占全球的不到 1%	(9)
第二节 发展中国家历久且现实十分严重的秸秆焚烧	(10)
一、有关发展中国家秸秆焚烧的早期报道	(10)
二、亚非拉地区 1985 年秸秆焚烧量高达 408Tg	(10)
三、发展中国家 20 世纪 80 年代以后秸秆焚烧持续增长	(13)
四、典型发展中国家现实十分严重的秸秆焚烧	(14)
第三节 发达国家曾经相当严重的秸秆焚烧现已得到有效控制	(16)
一、发达国家曾经存在着相当严重的秸秆焚烧问题	(16)
二、发达国家秸秆焚烧已得到有效控制	(21)
第四节 中国秸秆禁烧管理任重而道远	(30)
一、中国秸秆焚烧始于 20 世纪 80 年代中期	(30)
二、国家层面的秸秆重点区域禁烧管理始于 20 世纪 90 年代中后期	(32)

三、目前我国秸秆禁烧进入“全境禁烧”管理与“重点区域禁烧”
管理相并行的时期..... (35)

四、我国“屡禁不止”的秸秆焚烧现已在总体上得到一定程度的
控制 (39)

五、将全国秸秆焚烧控制在社会可接受的程度仍需要 15~20 年
左右的时间 (47)

六、多元化管理将是我国进一步加强秸秆禁烧管理的必由之路..... (49)

七、农民环保与健康意识的觉醒和自觉的禁烧 (51)

第二章 发达国家农作物秸秆计划焚烧管理及其经验启示 (52)

第一节 基本概念..... (53)

第二节 不同利益相关者秸秆焚烧诉求与依法焚烧管理 (55)

一、秸秆焚烧动因..... (55)

二、秸秆焚烧危害与公众禁烧诉求 (57)

三、秸秆物权保护与依法焚烧 (61)

第三节 美英加三国农业和农作物秸秆焚烧法规政策 (64)

一、美国《农业焚烧政策》 (64)

二、英国《农作物残余物（焚烧）条例 1993》 (69)

三、《加拿大露天焚烧指南》对农业计划焚烧的规定 (71)

第四节 美国各州 SMP 的制订与实施 (72)

一、概况 (73)

二、焚烧授权 (74)

三、烟雾管理组件 (77)

四、公众教育和宣传 (78)

五、监督与执法 (78)

六、实施效果评价 (78)

第五节 美国各州计划焚烧时日分级与烟雾敏感区划定 (78)

一、依据烟雾扩散的气候条件进行计划焚烧时日分级 (79)

二、依据风向和距离确定潜在烟雾侵扰地区 (83)

三、基于焚烧时日分级进行焚烧量与安全距离的综合考量 (84)

四、依据焚烧时日分级和焚烧方式确定烟雾潜在影响范围	(88)
第六节 美国各州农业计划焚烧分级管理	(89)
一、怀俄明州农业计划焚烧分级管理	(89)
二、加利福尼亚州农业计划焚烧分级管理	(91)
三、新墨西哥州农业计划焚烧分级管理	(92)
四、犹他州农业计划焚烧分级管理	(92)
五、内华达州农业露天焚烧分级管理	(94)
六、华盛顿州 Yakima 县农业焚烧分级管理	(95)
第七节 美国各州计划焚烧总量控制与农作物秸秆焚烧分阶段 削减计划	(96)
一、阿拉巴马州计划焚烧总量控制	(96)
二、爱达荷州农作物秸秆焚烧计划与总量控制	(97)
三、加利福尼亚州萨克拉门托河谷稻草减量焚烧法案与分阶段 减量焚烧	(98)
第八节 美加两国各州(省)农业和农作物秸秆焚烧分类、分时 段和分区管理	(99)
一、农作物秸秆分类焚烧规定	(99)
二、农业和农作物秸秆年度限制焚烧时段规定	(100)
三、农作物秸秆焚烧分区管理	(101)
第九节 美英加三国农业焚烧执法与违规处罚	(102)
一、美国各州农业焚烧执法与违规处罚	(102)
二、英国农作物秸秆焚烧执法与违规处罚	(107)
三、加拿大各省农作物秸秆焚烧执法与违规处罚	(107)
第十节 经验与启示	(108)
一、进一步明确烟雾敏感区域,制定秸秆禁烧区划定管理办法 ...	(108)
二、实施秸秆禁烧周年常态化巡视管理,努力杜绝烟雾影响严重 时节的秸秆焚烧	(110)
三、因地制宜地开展计划焚烧试点与示范,建立与特定区域条件 相适应的计划焚烧制度	(111)

四、以警示和教育为主，结合违规惩处，进一步加强秸秆禁烧 执法	(113)
五、加强秸秆综合利用，为逐步削减农作物秸秆焚烧奠定基础 ...	(114)
第三章 发达国家农作物秸秆利用方式与经验借鉴	(117)
第一节 发达国家秸秆利用的主导方式——秸秆直接还田和秸秆 养畜过腹还田	(117)
一、秸秆直接还田	(118)
二、秸秆养畜过腹还田	(119)
三 “秸—（畜）—沼—肥” 循环利用模式	(119)
第二节 发达国家秸秆利用的辅助方式——秸秆新型能源化利用和 秸秆原料化利用	(120)
一、秸秆收储运体系建设	(120)
二、秸秆发电	(121)
三、秸秆乙醇	(121)
四、秸秆成型燃料	(122)
五、秸秆板材	(122)
六、秸秆建筑	(123)
第三节 经验借鉴	(123)
一、引进消化与创新研发相结合，努力提高秸秆利用 技术装备水平	(123)
二、开展试点示范，探索践行“三可”模式	(124)
三、大力开展秸秆还田循环利用	(124)
四、建立完善的秸秆收储运体系	(125)
五、积极推行秸秆离田产业化利用	(125)
第四章 发达国家农作物秸秆利用法规政策及其经验启示	(126)
第一节 国外秸秆利用概况	(127)
第二节 国外秸秆利用政策	(128)
一、目标政策	(128)
二、投资扶持政策（财政政策）	(128)

三、税收与信贷优惠政策	(131)
四、政策激励机制	(131)
第三节 国外秸秆利用法规	(132)
一、美国《农场法案》对生物质能源的财政投资规定	(132)
二、可再生能源法规	(132)
三、生物质能源法规	(133)
四、有关秸秆还田培肥和保护性耕作的法律规定	(133)
第四节 经验与借鉴	(134)
一、明确秸秆利用的主导方式和目标	(134)
二、加大政府投资扶持力度	(135)
三、制订并实施税收和信贷优惠政策	(135)
四、建立政策激励机制	(136)
五、完善和制定有关法规和条例	(136)
参考文献	(137)

第一章 国内外农作物秸秆焚烧 历史与现状

农作物秸秆（简称秸秆）焚烧不是中国的特有现象，它在世界范围内几乎无处不在。

本章共分4节。第一节主要根据 Korontzi et al. (2006) 的遥感研究成果，介绍了21世纪初全球秸秆焚烧的区域分布格局。第二节主要根据 Yevich & Logan (2003) 的研究结果，介绍了发展中国家在20世纪80年代中期就已十分严重的秸秆焚烧现象，进而以印度、印度尼西亚、菲律宾、巴西等国家为例，指出发展中国家现实仍旧存在十分严重焚烧问题。第三节首先阐明发达国家曾经存在着相当严重的秸秆焚烧现象，进而指出经过数十年的发展与治理，西欧、日韩等发达国家的秸秆焚烧现已“基本绝迹”，北美地区的秸秆焚烧已控制在“社会可接受”的范围内。第四节主要阐述了我国秸秆焚烧的发生发展、禁烧成就和发展趋势，并提出了进一步加强禁烧管理的建议。

第一节 秸秆焚烧在全球范围内几乎无处不在

Korontzi et al. (2006) 利用美国航空航天局 (NASA) 的地球观测系统 (Earth Observation System, EOS) 极轨卫星 Terra^① 搭载的 MODIS 传感器 1km 火点产品 (MOD14)，以 MODIS 1km 土地覆被产品 (MOD12) 为底图 (Friedl et al., 2002)，根据马里兰州大学植被分类系统，将陆表遥感火点分为六大类，即森林火点、灌木丛火点、稀树草原火点、草地火点、农田火点和其他火点，进而对2001年、2002年和2003年全球农田焚烧（即秸秆焚烧，下同）MODIS 遥感火点数量和区域分布进行了研究。结果表明：2001

① Terra 和 Aqua 是 EOS 系统中的两颗卫星，其上都搭载有 MODIS 传感器。由于 Aqua 星发射于2002年5月4日，故 Korontzi et al. (2006) 仅选取了 Terra 星（1999年12月18日发射）的 MODIS 火点产品 (MOD14) 进行2001年、2002年和2003年的全球农田焚烧研究

年、2002 年和 2003 年，Terra/MODIS 遥感在全球范围内分别检测到陆表火点 1 577 952 个、1 572 884 个和 1 472 367 个，其中，农田焚烧遥感火点（简称：农田遥感火点）数量占 8%~11%。经过图形转换 [Korontzi et al. (2006) 原文只给出了全球及各个地区的分月农田火点数量变化曲线图，没有给出具体的农田火点数量，故本节中所述农田火点数量皆利用网格法对其原图进行转换而得。——作者注]，2001 年、2002 年和 2003 年全球农田遥感火点总量分别约为 16.96 万个、14.58 万个和 11.56 万个。在此 3 年全球农田遥感火点总量变化显著，其中，2002 年比 2001 年下降约 14%，2003 年比 2002 年下降约 21%。

Korontzi et al. (2006) 的研究根据图 1-1 将全球分为 9 个区：A 区——北美地区，25°N 以北，20°W 以西；B 区——欧洲地区，包括俄罗斯欧洲部分在内，35°N 以北，20°W~60°E；C 区——亚洲北部地区，包括东亚、中亚和俄罗斯亚洲部分，30°N 以北，60°E 以东；D 区——中美洲和加勒比地区，0°N~25°N，20°W 以西；E 区——非洲北半部地区，0°N~35°N，20°W~60°E；F 区——印度和东南亚地区，10°S~30°N，60°E 以东；G 区——南美地区，0°N 以南，20°W 以西；H 区——非洲南半部地区，0°N 以南，20°W~60°E；I 区——大洋洲地区，包括澳大利亚和新西兰等，10°S 以南，60°E 以东。

分区遥感结果表明，农田焚烧在全球范围内几乎无处不在。农田遥感火点虽然主要集中分布于发展中国家，但在欧美等发达国家也存在一定数量乃至较为密集的火点分布。

一、全球农田遥感火点 94% 分布于北半球

在 2001—2003 年的全球农田遥感火点总量中北半球约占 94%，其中，仅欧亚大陆就占全球的近 80%（表 1-1）。

二、欧洲是全球第一大农田焚烧集中区

在 2001—2003 年的 3 年，欧洲地区农田遥感火点数量占区内陆表遥感火点总量的 48%~73%，占全球农田遥感火点总量的 1/5~1/2，3 年平均在 40% 以上；年均农田遥感火点数量约 5.76 万个，是全球农田焚烧的第一大中心区域。农田焚烧时间集中于 7—8 月。2001 年 8 月，全区农田遥感火点数量高达近 4 万个。

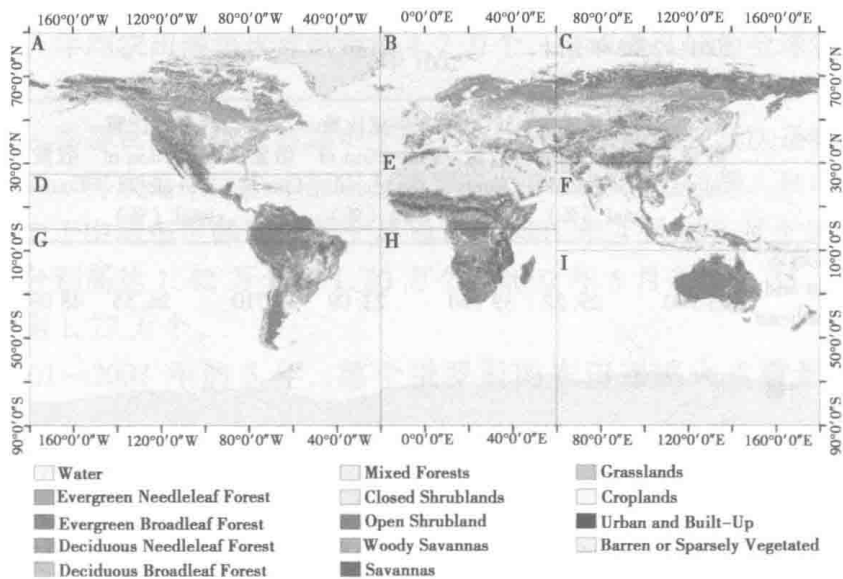


图 1-1 MODIS 1km 遥感土地覆盖类型图与农田

火点遥感研究分区 (Korontzi et al. , 2006)

Fig. 1-1 Map of the MODIS 1-km Land Cover Types data set and location of the regional windows used in this study

表 1-1 全球及各地区 2001—2003 年农田 Terra/MODIS 遥感火点数量*

Table1-1 the annual fire counts in croplands from Terra/MODIS data on the whole world and subregions in 2001, 2002 and 2003

(单位 Unit: 个 point)

地区 Region	2001—2003 年合计 Totals of 2001 to 2003		2001 年		2002 年		2003 年	
	数量 Counts	占全球比重 Proportion of the global total (%)	数量 Counts	占全球比重 Proportion of the global total (%)	数量 Counts	占全球比重 Proportion of the global total (%)	数量 Counts	占全球比重 Proportion of the global total (%)
全球合计 Global total	431 040	100	169 610	100	145 800	100	115 630	100
A. 北美地区 North America	18 560	4. 31	6 590	3. 89	5 570	3. 82	6 400	5. 53
B. 欧洲地区 Europe and European Russia	172 850	40. 10	85 230	50. 25	62 970	43. 19	24 650	21. 32

(续表)

地区 Region	2001—2003 年合计 Totals of 2001 to 2003		2001 年		2002 年		2003 年	
	数量	占全球比重	数量	占全球比重	数量	占全球比重	数量	占全球比重
	Counts	Proportion of the global total (%)	Counts	Proportion of the global total (%)	Counts	Proportion of the global total (%)	Counts	Proportion of the global total (%)
C. 亚洲北部地区 Asiatic Russia and central and northeast Asia	125 960	29. 22	39 160	23. 09	38 710	26. 55	48 090	41. 59
D. 中美洲和加勒比地区 Central America and the Caribbean	21 310	4. 94	6 150	3. 63	7 100	4. 87	8 060	6. 97
E. 非洲北半部地区 Northern Africa	25 960	6. 02	9 420	5. 55	8 720	5. 98	7 820	6. 76
F. 印度和东南亚地区 India and Southeast Asia	43 180	10. 02	14 630	8. 63	15 200	10. 43	13 350	11. 55
G. 南美地区 South America	13 370	3. 10	4 550	2. 68	4 220	2. 89	4 600	3. 98
H. 非洲南半部地区 Southern Africa	6 980	1. 62	2 720	1. 60	2 120	1. 45	2 140	1. 85
I. 大洋洲地区 Australiaand New Zealand	2 870	0. 67	1 160	0. 68	1 190	0. 82	520	0. 45

表注：* 根据 Korontzi et al. (2006) 原文各地区分月农田火点数量变化曲线转换并汇总

尽管西欧许多国家已经禁止露天焚烧 (Jenkins et al. , 1992)，MODIS 遥感仍然在这些国家发现了一些农田焚烧火点。

该地区绝大部分农田焚烧发生在东欧、南欧和俄罗斯，农田遥感火点数量约占全区的 92%~97%。在乌克兰，除了西南一隅的喀尔巴阡山之外，农田焚烧遍布其全国各地。2001 年、2002 年和 2003 年的 MODIS 遥感在乌克兰共分别发现了 20 609 个、14 137 个和 2 750 个陆表遥感火点，其最大贡献者是农田焚烧，3 年平均占 86%。2001 年乌克兰的农田遥感火点数量竟占到全球的 13%。

三、亚洲北部是全球第二大农田焚烧集中区

该地区包括东亚、中亚和俄罗斯亚洲部分，中国在其中。

在 2001—2003 年的 3 年，亚洲北部地区农田遥感火点数量约占区内陆表

遥感火点总量的 18%~29%，占全球农田遥感火点总量的 23%~42%，3 年平均近 30%；年均农田遥感火点数量约 4.2 万个，使该地区成为全球农田焚烧的第二大中心区域。

该地区春季农田焚烧主要集中于俄罗斯中部和东南部，其次是哈萨克斯坦北部和南部，再次是中国东半部以及俄罗斯与中国的接壤地带。秋季农田焚烧也主要集中于中国东半部和中俄交界地带。2001 年 4 月和 5 月全区农田遥感火点数量分别高达 1.42 万个和 1.30 万个，2002 年 5 月达到 1.35 万个，2003 年 5 月达到 1.77 万个。

在 2001—2003 年的 3 年，整个俄罗斯的农田遥感火点数量占全球的 31%~36%。

2001 年、2002 年和 2003 年的 MODIS 遥感在中国共发现了 12 464 个、14 023 个和 20 501 个陆表遥感火点，其中，农田遥感火点占 30%~40%；年均农田遥感火点数量约 5 500 个。同期，中国的农田遥感火点数量占全球的 3%~6%，比重不高。

由图 1-2 可见，我国农田遥感火点数量月度间有一个主要的峰值即 6 月，2001 年、2002 年和 2003 年在 6 月的农田遥感火点数量分别高达 2 850 个、3 250 个和 2 100 个。另外，有 2 个次要的峰值，分别是 3 月或 4 月和 10 月。

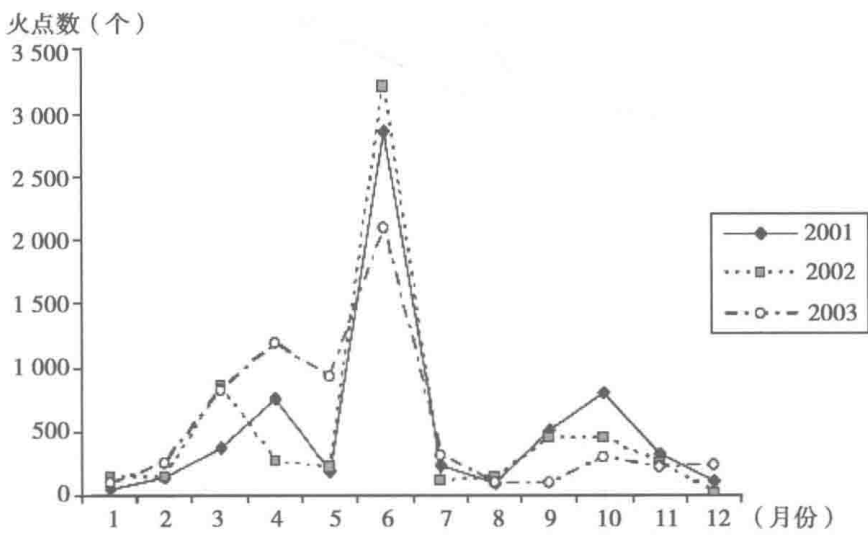


图 1-2 中国农田遥感火点数量年际间和月度间变化 (Korontzi et al., 2006)
Fig. 1-2 Interannual variability in monthly fire counts occurrences in croplands from Terra/MODIS data in China (Korontzi et al., 2006)