



大兴安岭林火与碳循环

孙 龙 胡海清 胡同欣◎著



科学出版社

大兴安岭林火与碳循环

孙 龙 胡海清 胡同欣 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书总结了近年来笔者对大兴安岭林火与碳循环研究的成果,系统阐述了大兴安岭森林火灾的时空变化规律,对大兴安岭森林火灾碳排放量进行了估算,论述了火干扰对土壤碳循环的影响机制及火后固碳恢复机制,并对不同防火措施条件下火干扰对碳排放的影响进行了定量评价。本书系统地从生态学角度对火干扰对大兴安岭区域碳循环的影响机制进行了全新的探讨,学术观点新颖,内容丰富。

本书可供生态学工作者和林业科研、教学、生产部门工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

大兴安岭林火与碳循环/孙龙,胡海清,胡同欣著. —北京:科学出版社, 2018.4

ISBN 978-7-03-056912-7

I. ①大… II. ①孙… ②胡… ③胡… III. ①大兴安岭—森林火—关系—碳循环—研究 IV. ①S762.3 ②X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 049722 号

责任编辑:张会格 陈 新 / 责任校对:郑金红

责任印制:张 伟 / 封面设计:刘新新

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 4 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2018 年 4 月第一次印刷 印张: 18 1/4

字数: 367 000

定价: 150.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

大兴安岭是我国唯一的寒温带地区，其森林植被是世界范围的寒温带森林的一部分。这一地区在气候、土壤、干扰状况和植被等方面与我国其他林区相比有着许多独特之处。该地区的主要林型为兴安落叶松林 (*Larix gmelinii*)，占整个大兴安岭地区的 70% 以上。这一地区同时是森林火灾 (可简称林火) 的高发、频发区域，1995~2010 年黑龙江大兴安岭地区共发生 1614 次森林火灾，森林总过火面积达 352 万 hm^2 。森林火灾是影响这一地区碳循环的主要影响因子，目前对火干扰对该区域森林碳循环的影响还缺乏系统的研究。本书系统深入地介绍了火干扰对该区域碳循环的影响机制，将有助于其他研究者了解在全球气温升高的背景下火干扰在北方森林生态系统碳循环中所起的作用，从而为在该区域建立火干扰条件下碳循环模型提供数据基础。

本书共分为五章。第一章是大兴安岭森林火灾特征，阐述了大兴安岭森林火灾的时间变化规律、空间变化规律，各林型*森林火灾面积等。第二章是大兴安岭森林火灾碳排放量估算，包括大兴安岭北方林单位面积可燃物载量、可燃物含碳率、不同火干扰强度下的燃烧效率、森林火灾碳排放量，并进行了不确定性分析。第三章是火干扰对土壤碳循环的影响，介绍了火干扰对生长季与非生长季土壤呼吸的影响，不同强度火干扰对土壤微生物生物量的影响，火干扰后不同时间对土壤微生物生物量的影响，火干扰对土壤活性碳组分的影响。第四章是火后固碳恢复机制，包括不同林龄兴安落叶松人工林群落生物量估算，不同林龄兴安落叶松人工林土壤有机碳储量研究，不同林龄兴安落叶松人工林碳汇研究等。第五章是防火措施对林火碳排放影响的定量评价，包括大兴安岭森林防火措施对林火碳排放的影响，大兴安岭森林火灾减灾效益估算分析。在每一章中，不仅详细地介绍了自己的研究结果，还对该章内容的国内外研究概况做了综述，对研究方法也做了系统的介绍。

在此要特别感谢东北林业大学胡海清教授在本书撰写过程中提出的宝贵意见。感谢在外业科研工作和本书写作过程中我的研究生给予的很大帮助，和我一起工作过的学生包括胡同欣博士、陆昕博士、魏书精博士、谭稳稳硕士、张富山硕士、关岛硕士、赵彬清硕士等，他们都为本书的完成贡献了力量。同时，我也要感谢国家自然科学基金 (No. 31470657; No. 31070544)、中央高校基本科研基金 (No. 2572015DA01) 为本书的出版所提供的资助，感谢南瓮河自然保护区、阿

* 基于调查统计数据，本书所提及的针叶林是指各种针叶林混交林、阔叶林是指各种阔叶林混交林。

里河林业局、塔河林业局、漠河林业局提供的技术支持。

对大兴安岭林火与碳循环的研究是一个长期的过程，我们的工作仅是这个漫长过程中的一个起点。未来我们还要持续开展火干扰对生态系统影响的系统研究，也寄希望于未来科研工作者同我们共同完成这些研究。对于本书，由于成书时间仓促，加之笔者水平有限，不免存在不足之处，诚恳欢迎广大读者批评指正。

孙 龙

2017年10月25日

目 录

第一章 大兴安岭森林火灾特征.....	1
第一节 森林火灾时间变化规律.....	1
一、森林火灾次数年际变化.....	1
二、森林火灾次数年代际变化.....	2
三、森林火灾面积年际变化.....	3
四、森林火灾面积年代际变化.....	4
第二节 森林火灾空间变化规律.....	5
一、森林火灾次数空间变化.....	5
二、森林火灾面积空间变化.....	6
第三节 各林型森林火灾面积.....	7
一、大兴安岭北方林各林型森林火灾面积.....	7
二、黑龙江省温带林各林型森林火灾面积.....	8
第二章 大兴安岭森林火灾碳排放量估算.....	10
第一节 引言.....	10
一、研究背景.....	10
二、研究目的与意义.....	14
三、研究方法和技术路线.....	16
第二节 国内外研究进展.....	18
一、火干扰对森林生态系统碳循环的影响.....	18
二、火干扰对植被碳库的影响.....	19
三、火干扰对森林凋落物碳库及周转的影响.....	20
四、火干扰对土壤碳库及周转的影响.....	21
五、火干扰对大气碳库及碳循环的影响.....	22
六、森林火灾碳排放研究进展.....	24
七、模型模拟方法在研究火干扰对生态系统碳循环影响中的应用.....	28
八、计量森林火灾碳排放的影响因子及测定方法.....	31
第三节 研究区域概况.....	36
一、地理位置.....	36
二、地质地貌.....	36
三、气候特征.....	37

四、植被状况.....	38
五、土壤条件.....	39
六、河流水系.....	40
七、历史火灾.....	40
第四节 材料与方法.....	41
一、森林火灾数据.....	41
二、森林可燃物载量调查.....	41
三、森林土壤样品采集.....	44
四、可燃物含碳率的测定.....	44
五、火干扰强度的确定.....	45
六、燃烧效率的估算.....	45
七、排放因子的测定.....	46
八、森林火灾碳排放量及含碳气体排放量计量方法.....	46
第五节 大兴安岭北方林单位面积可燃物载量.....	50
第六节 大兴安岭北方林可燃物的含碳率.....	51
第七节 大兴安岭北方林不同火干扰强度下的燃烧效率.....	52
第八节 大兴安岭北方林森林火灾碳排放量.....	54
一、各林型碳排放总量.....	54
二、单位面积森林火灾碳排放量.....	54
三、森林火灾含碳气体的排放因子.....	56
四、森林火灾含碳气体排放量.....	56
五、单位面积森林火灾含碳气体排放量.....	64
第九节 不确定性分析.....	65
一、计量森林火灾碳排放存在不确定性的原因分析.....	65
二、森林生态系统的异质性和复杂性.....	66
三、森林火灾面积数据来源不规范.....	66
四、单位面积可燃物载量的获取缺乏规范.....	67
五、可燃物含碳率的测定缺乏标准.....	67
六、燃烧效率的测定缺乏统一的方法.....	67
七、排放因子测定的复杂性.....	68
第十节 存在问题与讨论.....	68
一、存在问题.....	68
二、讨论.....	71
三、林火管理路径的选择.....	77
四、展望.....	80

第三章 火干扰对土壤碳循环的影响	83
第一节 研究区域概况	83
一、南瓮河生态定位站样地概况	83
二、塔河林业局样地概况	83
三、样地布设	84
第二节 火干扰对土壤碳库的影响	85
一、研究方法	85
二、结果与分析	85
第三节 火干扰对生长季土壤呼吸的影响	89
一、土壤呼吸研究现状	90
二、研究方法	97
三、大兴安岭兴安落叶松林土壤呼吸速率的特征	98
第四节 火干扰对非生长季土壤呼吸的影响	108
一、引言	108
二、研究目的和内容	108
三、技术路线	109
四、实验设计与研究方法	109
五、大兴安岭兴安落叶松林非生长季土壤呼吸速率的特征	113
六、大兴安岭兴安落叶松林非生长季土壤呼吸对火干扰的响应	114
七、讨论	120
第五节 火干扰对短期土壤呼吸及其空间异质性的影响	122
一、引言	122
二、研究目标和内容	123
三、实验设计与方法	123
四、火干扰对大兴安岭典型森林类型土壤呼吸速率的影响	129
五、火干扰对土壤呼吸空间异质性的影响	136
六、结论	143
第六节 不同强度火干扰对土壤微生物生物量的影响	144
一、引言	144
二、国内外研究现状	146
三、实验设计与研究方法	151
四、秋季火干扰后土壤微生物生物量和土壤养分	154
五、生长季火干扰后土壤微生物生物量及其与土壤养分的关系	159
第七节 火干扰后不同时间对土壤微生物生物量的影响	165
一、实验设计与方法	165

二、不同年限火干扰后的土壤微生物生物量及其影响因子	168
三、不同年限火干扰后的土壤微生物生物量碳、氮的季节动态变化 ...	175
四、结论	178
第八节 火干扰对土壤活性碳组分的影响	179
一、引言	179
二、实验方法	180
三、火干扰对 MBC 及其季节动态的影响	182
四、火干扰对 DOC 及其季节动态的影响	184
五、火干扰对 LFOC 及其季节动态的影响	185
六、火干扰对 POC 及其季节动态的影响	187
七、结论	188
第四章 火后固碳恢复机制	189
第一节 绪论	189
一、引言	189
二、研究现状	190
第二节 研究区域概况	194
一、地理位置	194
二、地形地貌	194
三、气候特征	195
四、土壤条件	195
五、植被状况	196
第三节 研究方法	197
一、样地设置	197
二、植被生物量测定方法	197
三、土壤样品采集	197
四、植物体碳储量估测	198
五、土壤碳密度测定	198
第四节 不同林龄兴安落叶松人工林群落生物量的估算	198
一、火干扰迹地不同林龄兴安落叶松人工林群落生物量的估算	198
二、湿地改造后不同林龄兴安落叶松人工林群落生物量的估算	199
第五节 不同林龄兴安落叶松人工林土壤有机碳储量的研究	200
一、不同林龄兴安落叶松人工林林下土壤容重与含水率的研究	200
二、不同林龄兴安落叶松人工林土壤有机碳质量分数的研究	202
三、不同林龄兴安落叶松人工林土壤碳储量的研究	203
第六节 不同林龄兴安落叶松人工林碳汇的研究	205

一、火干扰迹地不同林龄兴安落叶松人工林碳汇的研究	205
二、湿地改造后不同林龄兴安落叶松人工林碳汇的研究	206
第七节 结论与讨论	207
一、结论	207
二、讨论	208
第五章 防火措施对林火碳排放影响的定量评价	209
第一节 引言	209
第二节 国内外研究概况	210
一、林火碳排放的相关研究	210
二、林火生态与林火管理的研究进展	211
第三节 研究目的及数据收集	212
一、研究目的	212
二、数据收集	212
第四节 研究区域概况	212
一、地形地貌	213
二、气候特征	213
三、土壤条件	214
四、植被状况	214
五、森林火灾状况	215
第五节 林火统计及森林火灾三率	215
一、不同等级林火面积	215
二、不同等级林火次数	216
三、大兴安岭森林火灾时间变化分析	218
四、森林火灾三率	218
第六节 大兴安岭森林防火措施对林火碳排放的影响	220
一、大兴安岭森林火灾的独特性	220
二、大兴安岭林火碳排放量的估算	221
三、大兴安岭森林防火措施对林火碳排放的影响	221
第七节 大兴安岭森林火灾减灾和成本效益的估算	237
一、大兴安岭森林火灾减灾效益的估算	237
二、大兴安岭森林火灾成本效益的估算	240
第八节 结论	241
参考文献	243

第一章 大兴安岭森林火灾特征

大兴安岭是我国北方森林的典型集中分布区，同时又是森林火灾最频繁的地区。森林火灾次数和面积的时空分布格局，作为森林火灾管理的重要基础数据，对于估算森林火灾碳排放量及含碳气体排放量具有重要意义，同时对指导森林火灾预防扑救等工作及实施科学合理的森林火灾管理策略具有重要指导意义。

第一节 森林火灾时间变化规律

一、森林火灾次数年际变化

黑龙江省大兴安岭北方林 1965~2010 年 46 年间森林火灾次数和过火林地面积分布如图 1-1 所示，从中可知，46 年间森林火灾发生次数为 1614 次，年均森林火灾次数约为 35 次。森林火灾的高发年份主要是 1972~1976 年、1978 年、1979 年、1981 年、1982 年、1986 年、1987 年、1998 年、2000 年、2002 年、2003 年、2005 年和 2008 年等，其中 2000 年的森林火灾次数最多，达 107 次，其次是 1979 年，为 94 次。森林火灾次数较少的年份是 1966 年、1968 年、1977 年、1983 年、1984 年及 1988~1997 年、2001 年和 2004~2007 年，其中 1966 年的森林火灾次数最少（仅为 1 次），其次是 1993 年（只有 5 次）。从以上的分析可得出，森林火灾高发期主要集中在 20 世纪 70 年代末和 80 年代及 21 世纪初，而森林火灾低发期主要集中在 20 世纪 60 年代、80 年代末、90 年代及自 2006 年以来的最近几年。

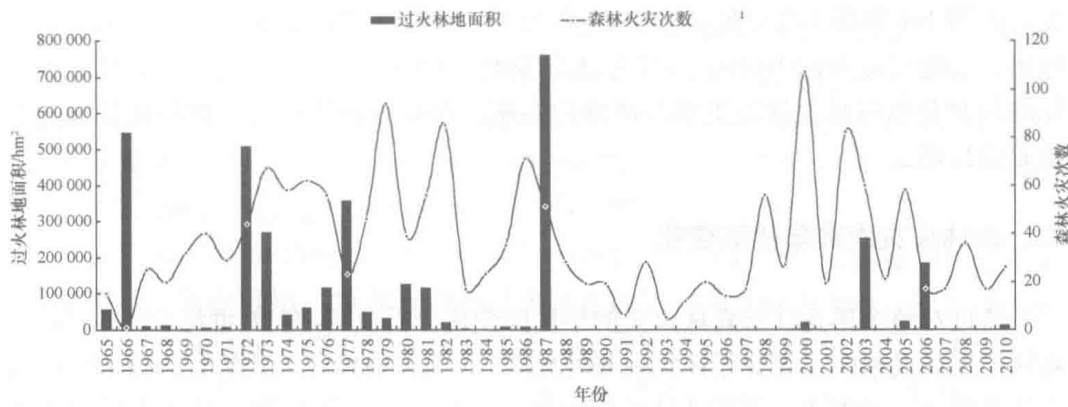


图 1-1 大兴安岭北方林 1965~2010 年森林火灾次数与过火林地面积分布图

黑龙江省温带林 1953~2012 年森林火灾次数与过火林地面积分布如图 1-2 所示, 从中可知, 60 年间共发生森林火灾 9450 次, 年均约 157.5 次。黑龙江省温带林森林火灾的高发年份主要是 1954 年、1961 年、1967 年、1970~1987 年、1989 年、1995 年、1996 年、1998~2004 年。其中, 1976 年的森林火灾次数最多, 达 907 次; 其次是 1977 年, 为 722 次。森林火灾次数较少的年份主要集中于 1955~1960 年、1968 年、1969 年、1988 年和 2010 年。其中, 2010 年的森林火灾次数最少, 仅为 4 次; 其次是 1955 年, 只有 5 次。从以上的分析可得出, 森林火灾高发期主要集中在 20 世纪 70 年代 (特别是中后期)、80 年代和 21 世纪初, 而森林火灾低发期主要集中在 20 世纪 50 年代、60 年代、90 年代前期及自 2008 年以来的最近几年。

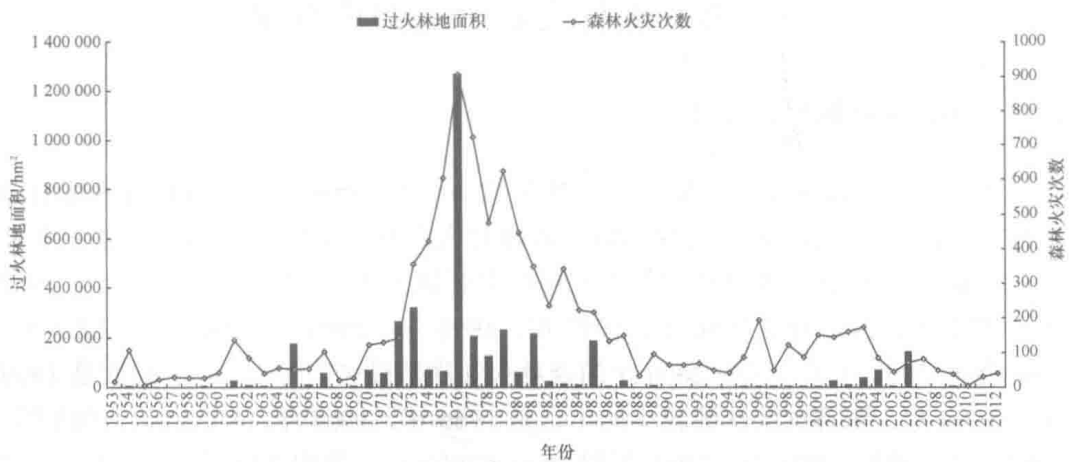


图 1-2 黑龙江省温带林 1953~2012 年森林火灾次数与过火林地面积分布图

由上述分析可知, 森林火灾的多发期均有准周期的变化规律, 这对指导森林防火工作及实施科学的林火管理策略和优化林火管理路径具有重要指导意义。由图 1-1 和图 1-2 可见, 以 1987 年为界, 森林火灾次数和面积总体上呈下降趋势, 这说明自震惊中外的 1987 年大兴安岭“5·6”大火发生以来, 森林防火工作的加强及相应林火管理策略与措施的实施, 对减少森林火灾次数和面积发挥着重要的作用。

二、森林火灾次数年代际变化

通过对整个黑龙江省森林火灾的年代际变化分析表明, 在 20 世纪 50~60 年代, 森林火灾高发地区主要分布在大兴安岭地区、小兴安岭地区 (伊春市) 和佳木斯市, 在牡丹江市、鸡西市、双鸭山市、七台河市、哈尔滨周边县市、绥化市等地有零星分布, 有些地、市可能缺乏森林火灾数据的统计资料而表现为无火灾分布。到

20 世纪 70 年代, 森林火灾主要分布在大兴安岭地区(加格达奇、松岭、塔河), 黑河市的嫩江县、五大连池市、孙吴县, 小兴安岭地区(特别是嘉荫县和铁力市), 鹤岗市, 佳木斯市的西南部, 绥化市的东北部, 鸡西市, 双鸭山市, 七台河市和牡丹江市。到 20 世纪 80 年代, 森林火灾高发地区主要分布在大兴安岭地区(加格达奇和松岭)、黑河市、小兴安岭地区、鹤岗市、佳木斯市和双鸭山市。到 20 世纪 90 年代, 森林火灾次数与 80 年代相比大幅度减少, 主要是因为 1987 年大兴安岭“5·6”大火发生后加大了森林防火投入, 实施了较为严格的森林防火措施。火灾高发地区主要分布在黑河市、小兴安岭地区、鸡西市、双鸭山市和七台河市。而到了 21 世纪森林火灾又有增加的趋势, 但空间上主要分布在黑河市, 其次是大兴安岭地区和小兴安岭地区, 其他各地均为零星分布。

从上述分析可得出, 总体上森林火灾次数年代际的变化趋势: 20 世纪 70 年代森林火灾次数最多, 80 年代森林火灾次数有所下降, 90 年代森林火灾次数最少, 21 世纪以来森林火灾次数又有上升的趋势。20 世纪 50~60 年代由于受森林火灾统计数据的影响, 变化规律不明显。黑龙江省森林火灾次数从全省的分布来看, 主要在全国重点火险区——黑龙江省西北部、中北部的大兴安岭、黑河市和小兴安岭, 其次为黑龙江省东南部、东北部的牡丹江市、佳木斯市、鹤岗市、鸡西市、双鸭山市和七台河市, 森林火灾发生次数最少的是大庆市。

三、森林火灾面积年际变化

从图 1-1 可知, 黑龙江省大兴安岭北方林 1965~2010 年 46 年间过火林地面积约为 352 万 hm^2 , 年均过火林地面积为 7.65 万 hm^2 。大兴安岭森林火灾面积较大的年份主要是 1966 年、1972 年、1973 年、1976 年、1977 年、1980 年、1981 年、2003 年和 2006 年等。其中, 1987 年的森林火灾面积最大, 约为 80 万 hm^2 , 这主要是因为受大兴安岭“5·6”大火的影响; 其次是 1966 年和 1972 年, 森林火灾面积较小的年份是 1967~1971 年、1982~1986 年、1988~2002 年、2007~2010 年, 其中 2008 年和 2009 年的森林火灾面积最小。从上述分析可得出, 大兴安岭 46 年间森林火灾大面积发生主要集中于几个特殊的年份, 在 20 世纪 70 年代森林火灾面积较大, 21 世纪初有增加趋势。受大兴安岭“5·6”大火的影响, 1987~2002 年这段时期内森林火灾面积均较小。

黑龙江省温带林 1953~2012 年 60 年间森林火灾次数与过火林地面积分布如图 1-2 所示, 从中可知, 60 年间森林过火林地面积约为 380 万 hm^2 , 年均过火林地面积为 6.33 万 hm^2 。黑龙江省温带林森林火灾面积较大的年份主要是 1965 年、1972 年、1973 年、1976~1979 年、1981 年、1985 年、2006 年等, 其中 1976 年的森林火灾面积最大, 达 127 万 hm^2 , 其次是 1972 年和 1973 年, 分别为 26.4 万 hm^2

和 32.1 万 hm^2 。森林火灾面积较小的年份是 1953~1960 年、1963 年、1964 年、1968 年、1969 年、1983 年、1984 年、1986 年、1988~2002 年、2005 年及 2007~2012 年。其中 2010 年森林火灾面积最小，为 0 hm^2 ，其次是 1958 年和 1960 年，分别为 27.68 hm^2 和 28.46 hm^2 。从以上的分析可得出，60 年间森林火灾面积在 20 世纪 70 年代至 80 年代初期，特别是 70 年代中后期较大，至 21 世纪初又有增加趋势。

从上述分析可得出，大兴安岭北方林和黑龙江省温带林大面积发生森林火灾均主要集中在几个特殊的年份，这些特殊年份的森林火灾面积是多年森林火灾面积的好几倍甚至上百倍。结合图 1-1 和图 1-2 进行综合分析，可得出黑龙江省森林火灾面积的分布亦有准周期的变化规律，这些规律均对指导森林防火工作及实施科学合理的林火管理策略和优化林火管理的路径具有重要指导意义。同时研究发现，森林火灾的次数和面积相关性不显著 ($P > 0.05$)，特别是 1987 年之后，我国加大了森林防火投入，实施了较为严格的森林防火政策，推行了一系列行之有效的森林防火措施，不仅从火源管理上入手来控制森林火灾的发生，还进一步完善了基础设施及提升了森林防火综合能力，使得森林火灾发生后能及时扑救，从而使得森林火灾次数和面积大大减少。

四、森林火灾面积年代际变化

通过对黑龙江省森林火灾面积年代际变化状况研究表明，在 20 世纪 50~60 年代，森林火灾大面积发生主要分布在大兴安岭地区和小兴安岭地区。到 20 世纪 70 年代，森林火灾大面积发生主要分布在大兴安岭地区、黑河市、小兴安岭地区、鹤岗市、佳木斯市、绥化市的东北部、鸡西市、双鸭山市、七台河市和牡丹江市。到 20 世纪 80 年代，森林火灾大面积发生主要分布在大兴安岭地区（漠河、塔河、加格达奇和松岭）和黑河市，在小兴安岭地区、佳木斯市、双鸭山市和鸡西市也有较多分布。到 20 世纪 90 年代，森林火灾大面积发生与 80 年代相比大幅度减少，主要分布在黑河市。而到了 21 世纪森林火灾大面积发生主要分布在黑河市和大兴安岭地区，其他各地均为零星分布。

从上述分析可得出，总体上黑龙江省森林火灾面积的年代际变化趋势与火灾次数的年代际变化趋势呈正相关关系：20 世纪 70 年代森林火灾次数和面积最多，80 年代森林火灾次数和面积有所下降，90 年代森林火灾次数和面积最少，21 世纪以来森林火灾次数和面积又有上升的趋势。同样，20 世纪 50~60 年代由于受森林火灾统计数据的影响，变化规律不明显。黑龙江省森林火灾大面积发生从全省的分布来看，主要分布在全国重点火险区——黑龙江省西北部、中北部的大兴安岭、黑河市和小兴安岭。

第二节 森林火灾空间变化规律

一、森林火灾次数空间变化

从图 1-3 可知, 46 年间大兴安岭北方林森林火灾高发地区主要分布在森林火灾多发区的松岭林业局管辖范围内, 其次为韩家园林业局管辖范围, 再次为加格达奇林业局管辖范围, 森林火灾次数最少的为图强林业局管辖范围。大兴安岭中西部地区森林火灾次数较多。从图 1-4 可知, 60 年间黑龙江省温带林森林火灾高发地区主要分布在森林火灾多发区的伊春市, 其次为黑河市, 再次为牡丹江市和哈尔滨市, 森林火灾次数最少的为大庆市, 其次为绥化市。通过对黑龙江省 1953~2012 年森林火灾次数空间分布状况研究表明, 60 年间黑龙江省森林火灾主要分布在森林火灾易发多发区的全国重点火险区大兴安岭和伊春地区, 其次为黑河地区。森林火灾在空间上主要分布在西北部和中北部, 其次分布在东南部、东北部及西南部和中南部等。以上分析表明, 森林火灾的空间分布具有明显的空间异质性, 森林火灾多发区主要在研究区域的特定地区, 而且这些森林火灾多发区火灾次数所占的比例也较大。在大兴安岭北方林中, 松岭林业局管辖范围内的森林火灾次数占大兴安岭火灾次数的 22.37%; 伊春市和黑河市的火灾次数分别占黑龙江省温带林火灾次数的 23.17% 和 21.44%。

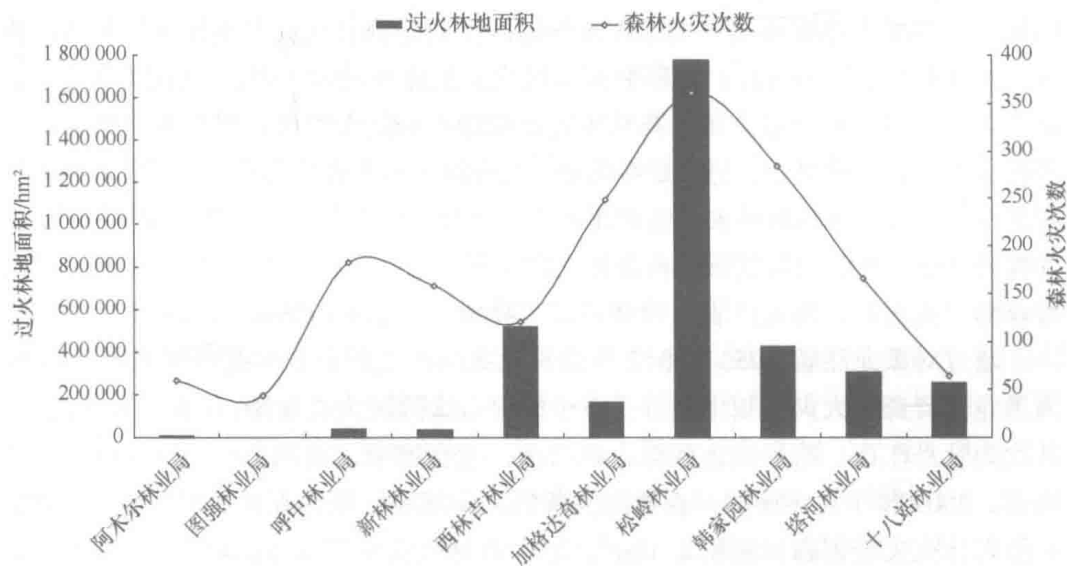


图 1-3 大兴安岭北方林 1965~2010 年森林火灾次数与过火林地面积在各林业局管辖范围内的分布图

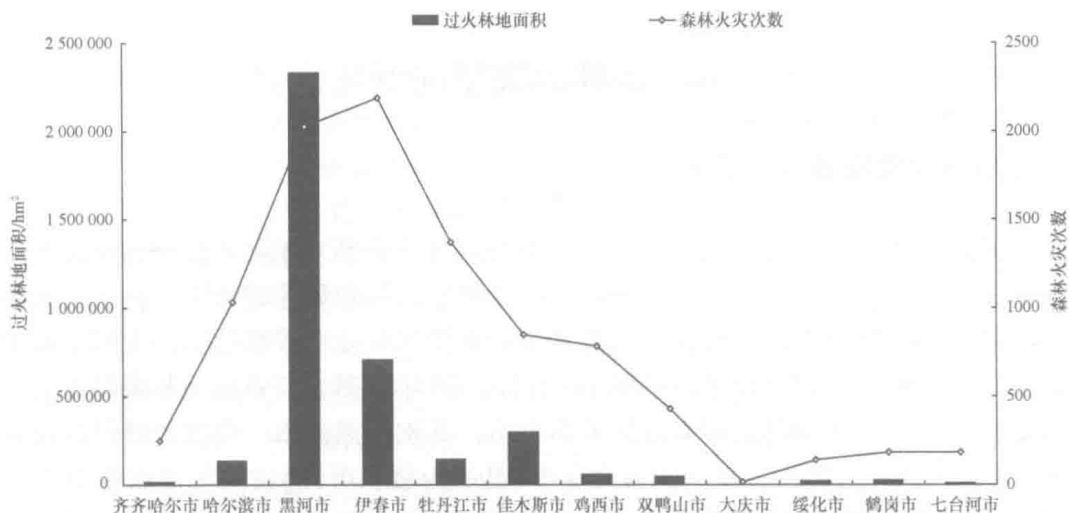


图 1-4 黑龙江省温带林 1953~2012 年森林火灾次数与过火林地面积在各市的分布图

二、森林火灾面积空间变化

从图 1-3 可知, 46 年间大兴安岭北方林森林火灾大面积发生地区主要分布在森林火灾多发区的松岭林业局管辖范围内, 森林火灾面积达 178 万 hm^2 , 占研究区总过火林地面积的 50.57%, 其次为西林吉林业局管辖范围, 再次为韩家园林业局管辖范围, 森林火灾面积最少的为图强林业局管辖范围。从图 1-4 可知, 60 年间黑龙江省温带林森林火灾大面积发生地区主要是森林火灾多发区的黑河市, 森林火灾面积达 233 万 hm^2 , 占研究区总过火林地面积的 66.19%; 其次为伊春市, 再次为佳木斯市和哈尔滨市, 森林火灾面积最小的是大庆市, 仅为 67.43 hm^2 , 主要是因为该市林地最少; 另外是绥化市、七台河市和齐齐哈尔市。大兴安岭北方林和黑龙江省温带林的森林火灾面积在各研究区域的分布存在较大的空间变异性, 如大兴安岭松岭林业局管辖范围内森林火灾面积占总过火林地面积的 50.57%, 黑河市森林火灾面积占黑龙江省温带林总过火林地面积的 66.19%。

通过对黑龙江省 1953~2012 年森林火灾面积空间分布状况研究表明, 60 年间黑龙江省森林火灾面积主要分布在全国重点火险区大兴安岭、伊春市和黑河市, 其次为牡丹江市、哈尔滨市西部、鸡西市、七台河市、双鸭山市、佳木斯市和鹤岗市。2009 年 1 月实施的《森林防火条例》中规定了受害森林面积的划分标准, 一般森林火灾受害森林面积为 1hm^2 , 较大森林火灾受害森林面积为 $1\sim 100\text{hm}^2$, 重大森林火灾受害森林面积为 $100\sim 1000\text{hm}^2$, 特别重大森林火灾受害森林面积为 1000hm^2 以上。黑龙江省森林火灾的发生以一般森林火灾为主, 尤其是在小兴安岭地区分布最多; 其次是较大森林火灾, 全省各地均有分布; 再次是重大森林火

灾；特别重大森林火灾最少，主要分布在大兴安岭、小兴安岭、佳木斯市、哈尔滨市西部。同时研究发现，重大森林火灾和特别重大森林火灾在中俄边境分布较大，这应该引起森林防火部门的重视。

通过对 46 年间大兴安岭北方林和 60 年间黑龙江省温带林森林火灾历史资料的研究，结果表明：该省的森林火灾分布具有明显的时空分布规律，年际之间和年代际之间森林火灾面积与森林火灾次数波动较大，在时间分布格局中森林火灾次数和火灾面积相关性不显著 ($P>0.05$)，而在空间分布格局上森林火灾次数与面积基本上呈正相关关系。这主要是因为影响森林火灾面积的因子较多，除了森林火灾次数以外，森林可燃物载量、可燃物的燃烧性及干燥状况、立地条件、气候状况、道路网密度、森林防火的现代化水平、扑救装备、人员配备、资金和技术投入，以及政府部门对森林防火的重视程度等均对森林火灾的次数和面积产生较大的影响。

第三节 各林型森林火灾面积

一、大兴安岭北方林各林型森林火灾面积

根据大兴安岭历次森林资源调查资料，结合 1965~2010 年黑龙江省森林火灾统计资料及外业实际调查数据，大兴安岭 46 年间总过火林地面积为 352 万 hm^2 ，年均过火林地面积为 7.65 万 hm^2 。从图 1-5 可看出，大兴安岭不同林型的过火林地面积由大到小依次为杜鹃-兴安落叶松林>针阔混交林>草类-兴安落叶松林>白桦林>杜香-兴安落叶松林>樟子松林>针叶林>阔叶林>偃松-兴安落叶松林>蒙古栎林。其中，过火林地面积最大的杜鹃-兴安落叶松林大约为 93 万 hm^2 ，占总过火林地面积的 26.42%，其次为针阔混交林，其过火林地面积接近 75 万 hm^2 ，占总过火林地面积的 21.31%，再次为草类-兴安落叶松林，其过火林地面积为 43 万 hm^2 ，占总过火林地面积的 12.22%，过火林地面积最小的蒙古栎林为 11.5 万 hm^2 ，只占总过火林地面积的 3.27%。4 种兴安落叶松林的面积为 180 万 hm^2 ，占总过火林地面积的 51.42%。同时研究发现，针叶林（包括杜鹃-兴安落叶松林、杜香-兴安落叶松林、草类-兴安落叶松林、偃松-兴安落叶松林和樟子松林）的过火林地面积为 220 万 hm^2 ，占森林火灾总过火林地面积的 62.50%，而阔叶林（包括白桦林和蒙古栎林）的过火林地面积为 56 万 hm^2 ，占森林火灾总过火林地面积的 15.91%。单因素方差分析结果表明，虽然 10 种林型的过火林地面积之间差异较大，但在总体上林型对过火林地面积的影响并不显著。