

高等教育安全科学与工程类系列规划教材
消防工程专业系列规划教材

林火原理

主编 秦富仓 王玉霞



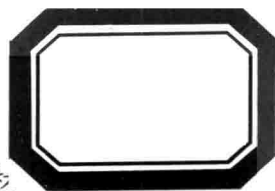
免费电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

XIAOFANG GONGCHENG XILIE XIAOFANG GONGCHENG XILIE XIAOFANG GONGCHENG XILIE

高等教育安全科学与工程类系列规划教材
消防工程专业系列规划教材



林 火 原 理

主 编 秦富仓 王玉霞
参 编 张国友 伊伯乐 刘久兵
陈长坤 尤 飞 范恩强
伍爱友



机 械 工 业 出 版 社

林火原理是消防工程专业的核心课程之一,也是林学专业的拓展课程之一。本书以消防燃烧学和森林生态学的基础理论为主线,系统地介绍了森林火灾概况、森林燃烧基础理论、森林可燃物与可燃物类型、森林燃烧的火源条件和火环境、林火行为、林火的影响、生物防火林带的阻火机理、林火的应用等。

本书可作为高等院校消防工程、林学、森林保护及相关专业的本科教材,也可作为森林消防、林业公安等部门的培训教材,还可以供从事森林防火灭火工作的科研及管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

林火原理/秦富仓,王玉霞主编. —北京:机械工业出版社,2014.3
高等教育安全科学与工程类系列规划教材 消防工程专业系列规划教材
ISBN 978-7-111-47140-0

I. ①林… II. ①秦… ②王… III. ①森林火—高等学校—教材
IV. ①S762

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 134952 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:冷彬 责任编辑:冷彬 李俊慧

版式设计:霍永明 责任校对:郭明磊

封面设计:张静 责任印制:刘岚

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19.25 印张·465 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-47140-0

定价:39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

安全工程专业教材编审委员会

主任委员：冯长根

副主任委员：王新泉 吴 超 蒋军成

委 员：（排名不分先后）

冯长根 王新泉 吴 超 蒋军成 沈斐敏 钮英建

霍 然 孙 熙 王保国 王述洋 刘英学 金龙哲

张俭让 司 鹄 王凯全 董文庚 景国勋 柴建设

周长春 冷 彬

序

“安全工程”本科专业是在1958年建立的“工业安全技术”、“工业卫生技术”和1983年建立的“矿山通风与安全”本科专业基础上发展起来的。1984年，国家教委将“安全工程”专业作为试办专业列入普通高等学校本科专业目录之中。1998年7月6日，教育部发文颁布《普通高等学校本科专业目录》，“安全工程”本科专业（代号：081002）属于工学门类的“环境与安全类”（代号：0810）学科下的两个专业之一^①。据“高等院校安全工程专业教学指导委员会”1997年的调查结果显示，自1958~1996年年底，全国各高校累计培养安全工程专业本科生8130人。近年，安全工程本科专业得到快速发展，到2005年年底，在教育部备案的设有安全工程本科专业的高校已达75所，2005年全国安全工程专业本科招生人数近3900名。

按照《普通高等学校本科专业目录》（1998）的要求，原来已设有与“安全工程专业”相近但专业名称有所差异的高校，现也大都更名为“安全工程”专业。专业名称统一后的“安全工程”专业，专业覆盖面大大拓宽。同时，随着经济社会发展对安全工程专业人才要求的更新，安全工程专业的内涵也发生了很大变化，相应的专业培养目标、培养要求、主干学科、主要课程、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化，学生毕业后的执业身份是注册安全工程师。但是，安全工程专业的教材建设与专业的发展出现不适应的新情况，无法满足和适应高等教育培养人才的需要。为此，组织编写、出版一套新的安全工程专业系列教材已成为众多院校的翘首之盼。

机械工业出版社是有着60多年历史的国家级优秀出版社，在高等学校安全工程学科教学指导委员会的指导和支持下，根据当前安全工程专业教育的发展现状，本着“大安全”的教育思想，进行了大量的调查研究工作，聘请了安全科学与工程领域一批学术造诣深、实践经验丰富的教授、专家，组织成立了“安全工程专业教材编审委员会”（以下简称“编审委”），决定组织编写“高等教育安全工程系列‘十一五’规划教材”^②。并先后于2004.8（衡阳）、2005.8（葫芦岛）、2005.12（北京）、2006.4（福州）组织召开了一系列安全工程专业本科教材建设研讨会，就安全工程专业本科教育的课程体系、课程教学内容、教材建设等问题反复进行了研讨，在总结以往教学改革、教材编写经验的基础上，以推动安全工程专业教学改革和教材建设为宗旨，进行顶层设计，制定总体规划、出版进度和编写原则，计划分期分批出版30余门课程的教材，以尽快满足全国众多院校的教学需要，以后再根据专业方向的需要逐步增补。

① 按《普通高等学校本科专业目录》（2011版），“安全工程”本科专业（专业代码：082901）属于工学学科的“安全科学与工程”类（专业代码：0829）下的专业。

② 自2011年10月，更名为“高等教育安全科学与工程类系列规划教材”。

由安全学原理、安全系统工程、安全人机工程学、安全管理学等课程构成的学科基础平台课程,已被安全科学与工程领域学者认可并达成共识。本套系列教材编写、出版的基本思路是,在学科基础平台上,构建支撑安全工程专业的工程学原理与由关键性的主体技术组成的专业技术平台课程体系,编写、出版系列教材来支撑这个体系。

本系列教材体系设计的原则是,重基本理论,重学科发展,理论联系实际,结合学生现状,体现人才培养要求。为保证教材的编写质量,本着“主编负责,主审把关”的原则,编审委组织专家分别对各门课程教材的编写大纲进行认真仔细的评审。教材初稿完成后又组织同行专家对书稿进行研讨,编者数易其稿,经反复推敲定稿后才最终进入出版流程。

作为一套全新的安全工程专业系列教材,其“新”主要体现在以下几点:

体系新。本套系列教材从“大安全”的专业要求出发,从整体上考虑、构建支撑安全工程学科专业技术平台的课程体系和各门课程的内容安排,按照教学改革方向要求的学时,统一协调与整合,形成一个完整的、各门课程之间有机联系的系列教材体系。

内容新。本套系列教材的突出特点是内容体系上的创新。它既注重知识的系统性、完整性,又特别注意各门学科基础平台课之间的关联,更注意后续的各门专业技术课与先修的学科基础平台课的衔接,充分考虑了安全工程学科知识体系的连贯性和各门课程教材间知识点的衔接、交叉和融合问题,努力消除相互关联课程中内容重复的现象,突出安全工程学科的工程学原理与关键性的主体技术,有利于学生的知识和技能的发展,有利于教学改革。

知识新。本套系列教材的主编大多由长期从事安全工程专业本科教学的教授担任,他们一直处于教学和科研的第一线,学术造诣深厚,教学经验丰富。在编写教材时,他们十分重视理论联系实际,注重引入新理论、新知识、新技术、新方法、新材料、新装备、新法规等理论研究、工程技术实践成果和各校教学改革的阶段性成果,充实与更新了知识点,增加了部分学科前沿方面的内容,充分体现了教材的先进性和前瞻性,以适应时代对安全工程高级专业技术人才的培育要求。本套教材中凡涉及安全生产的法律法规、技术标准、行业规范,全部采用最新颁布的版本。

安全是人类最重要和最基本的需求,是人民生命与健康的基本保障。一切生活、生产活动都源于生命的存在。如果人们失去了生命,一切都无从谈起。全世界平均每天发生约68.5万起事故,造成约2200人死亡的事实,使我们确认,安全不是别的什么,安全就是生命。安全生产是社会文明和进步的重要标志,是经济社会发展的综合反映,是落实以人为本的科学发展观的重要实践,是构建和谐社会的有力保障,是全面建设小康社会、统筹经济社会全面发展的重要内容,是实施可持续发展战略的组成部分,是各级政府履行市场监管和社会管理职能的基本任务,是企业生存、发展的基本要求。国内外实践证明,安全生产具有全局性、社会性、长期性、复杂性、科学性和规律性的特点,随着社会的不断进步,工业化进程的加快,安全生产工作的内涵发生了重大变化,它突破了时间和空间的限制,存在于人们日常生活和生产活动的全过程中,成为一个复杂多变的社会问题在安全领域的集中反映。安全问题不仅对生命个体非常重要,而且对社会稳定和经济发展产生重要影响。党的十六届五中全会首次提出“安全发展”的重要战略理念。

VI 林火原理

安全发展是科学发展观理论体系的重要组成部分,安全发展与构建和谐社会有着密切的内在联系,以人为本,首先就是要以人的生命为本。“安全·生命·稳定·发展”是一个良性循环。安全科技工作者在促进、保证这一良性循环中起着重要作用。安全科技人才匮乏是我国安全生产形势严峻的重要原因之一。加快培养安全科技人才也是解开安全难题的钥匙之一。

高等院校安全工程专业是培养现代安全科学技术人才的基地。我深信,本套系列教材的出版,将对我国安全工程本科教育的发展和高级安全工程专业人才的培养起到十分积极的推进作用,同时,也为安全生产领域众多实际工作者提高专业理论水平提供了学习资料。当然,由于这是第一套基于专业技术平台课程体系的教材,尽管我们的编审者、出版者夙兴夜寐,尽心竭力,但由于安全学科具有在理论上的综合性与应用上的广泛性相交叉的特性,开办安全工程专业的高等院校所依托的行业类型又涉及军工、航空、化工、石油、矿业、土木、交通、能源、环境、经济等诸多领域,安全科学与工程的应用也涉及人类生产、生活和生存的各个方面,因此,本套系列教材依然会存在这样和那样的缺点、不足,难免挂一漏万,诚恳地希望得到有关专家、学者的关心与支持,希望选用本套教材的广大师生在使用过程中给我们多提意见和建议。谨祝本系列教材在编者、出版者、授课教师 and 学生的共同努力下,通过教学实践,获得进一步的完善和提高。

“嚶其鸣矣,求其友声”,高等院校安全工程专业正面临着前所未有的发展机遇,在此我们祝愿各个高校的安全工程专业越办越好,办出特色,为我国安全生产战线输送更多的优秀人才。让我们共同努力,为我国安全工程教育事业的发展作出贡献。

中国科学技术协会书记处书记^①

中国职业安全健康协会副理事长

中国灾害防御协会副会长

亚洲安全工程学会主席

高等学校安全工程学科教学指导委员会副主任

安全工程专业教材编审委员会主任

北京理工大学教授、博士生导师

马长根

2006年5月

^① 现任中国科学技术协会副主席。

前 言

森林是陆地生态系统的主体，在全球气候变化中发挥着十分重要的作用。火在森林中的出现和扩展蔓延，有其内在和外在的客观规律性。因此，火又是森林生态系统中一个活跃的因子，它的干扰不断推动森林生态系统的演变。森林燃烧理论是林火生态学、林火应用、森林火灾预防、森林火灾扑救以及森林防火评估的重要理论基础。林火是森林生态系统的重要生态因子，它具有双重性，不仅对森林生态系统具有有害的生态效应，而且具有有益的生态效应。森林火灾是我国林业的一个突出问题，它不但给人们的生命财产造成严重威胁，而且对森林资源会造成极难恢复的危害，还会破坏全球的生态平衡。因而对于我国的森林防火问题绝不能掉以轻心，应该认真对待，并对我国林火特点作深入研究，摸清规律，做到心中有数。同时，林火也有其有益的一面，如在湿冷生态条件下，林火的发生可增加土壤温度，加速枯枝落叶的分解，提高土壤肥力，促进林区植物提早萌发；对火成型森林群落演替的促进作用等都是林火有益生态效应的反映。因此，为了更好地阐明森林燃烧机制、林火的发生发展规律、林火的特性以及影响林火诸因子之间的相互关系，应当了解林火燃烧的基础理论。

林火原理是为林业、森林消防工作提供原理和方法的一门交叉性很强的边缘学科，是消防工程专业的核心课程。但是，到目前为止，国内外尚未见到专门的教材。林火原理就是要从林火的双重性出发，对林火的燃烧原理给出认真、细致的分析，从维护森林生态系统和谐，实现森林资源的可持续发展的角度，对林火的生态效应作出深入的总结。

在本书编写过程中，根据林火理论和技术研究发展快的特点，在传统林火理论体系的基础上，收集了21世纪以来我国林火研究的新成果，对许多惯用的术语、概念，进行了明确和严谨的界定；吸收了目前在生产和科研上应用较成熟的林火应用的新技术和新方法，尽量将其融入各个章节；力求语言简明扼要，尽力使内容突出实践性。书中还编入了一些实际案例，增加了课堂实验项目的实践指导，每章后也列出了复习思考题，以促使学生理论联系实际。

本书由秦富仓、王玉霞主编。具体编写分工如下：第1章由伊伯乐、陈长坤共同编写，第2、3、7章由王玉霞编写，第4章由尤飞编写，第8章由秦富仓编写，第5章由张国友、刘久兵共同编写，第6章由伍爱友、范恩强共同编写。全书由秦富仓、王玉霞负责统稿，王玉霞负责最终定稿。

VIII 林火原理

本书广泛地收集和参阅了国内外有关资料和文献，在此特向参阅资料和文献的作者致以谢意。

由于林火原理涉及林学、生态学、火灾学等多学科领域，我们编写的又是一本新教材，其中一些内容和观点是一家之言。同时，由于编者水平有限，无论是教材框架的构建，还是内容的取舍，甚至语言文字等方面都难免有谬误之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

序	
前言	
第1章 绪论	1
1.1 我国的森林资源及其特点	1
1.2 森林的基本概念及功能	10
1.3 我国森林火灾的特点	13
1.4 林火研究的发展趋势	17
思考题	21
第2章 森林燃烧基础理论	22
2.1 燃烧现象概述	22
2.2 林火生态基础理论与森林燃烧	40
2.3 森林燃烧的基本条件和燃烧过程	43
2.4 森林燃烧环	50
思考题	52
第3章 森林可燃物与可燃物类型	53
3.1 森林可燃物的理化特性	53
3.2 森林可燃物的燃烧及主要成分分解	66
3.3 森林可燃物的种类与树种的易燃性	72
3.4 可燃物类型与森林燃烧性	79
3.5 可燃物燃烧过程中气体的生成机理	87
3.6 森林可燃物模型	89
思考题	91
第4章 森林燃烧的火源条件和火环境	92
4.1 森林火源的概念、特点与种类	92
4.2 火源分布	99
4.3 火灾气候	103
4.4 林火与天气	110
4.5 林火与地形	118
4.6 危险火环境	123
思考题	126
第5章 林火行为	127
5.1 林火的种类	127
5.2 林火蔓延	132
5.3 林火强度	139
5.4 火持续时间与火烈度	143
5.5 着火难易程度与能量释放	145
5.6 几种特殊的林火行为	147
5.7 影响林火行为的主要因素	157
思考题	161
第6章 林火的影响	162
6.1 林火对森林环境的影响	162
6.2 林火对植物的影响	177
6.3 林火对森林生态系统的影 响	188
6.4 林火对野生动物的影响	209
思考题	216
第7章 生物防火林带的阻火机理	217
7.1 生物防火概述	217
7.2 防火树种的筛选	229
7.3 防火林带的结构与配置	235
7.4 防火林带的阻火性及其 效益	241
思考题	250
第8章 林火的应用	251
8.1 用火的理论基础	251
8.2 林业生产用火	257
8.3 农牧业生产用火	273
8.4 用火技术	284
思考题	294
参考文献	295

第 1 章 绪 论

森林是陆地生态系统的主体,在全球气候变化中发挥着十分重要的作用。在森林面临的诸多危害中,火灾对森林资源的危害越来越大,已成为对森林环境及其资源影响最大的灾害。森林火灾不仅烧毁森林,降低森林生态系统的更新能力,同时还会引起森林环境的土壤贫瘠,破坏森林植被涵养水源的功能,甚至导致环境破坏,引起大气污染等环境问题。20 世纪 80 年代以来,全球有统计的森林火灾每年 25.5 万次,年均危害森林或其他林地约 636.7 万 hm^2 , 占全球森林总面积的 0.2% ~ 0.3%。进入 21 世纪以来,森林火灾形势越来越严峻,仅 2000 年全球森林火灾面积达 3.5 亿 hm^2 。根据 2002 年 10 月在墨西哥召开的“新千年森林火灾研究国际研讨会”预测,随着地球气候变暖,未来 50 年内全球森林火灾的发生将会有增加的趋势。为此,我国作为森林火灾多发国家之一,迫切需要了解森林火灾的发生发展规律,开展森林火险因子的研究,为森林资源的防灾减灾提供决策信息。

为更好更深入地了解林火发生发展的规律,首先要对我国的森林资源状况有一定的了解和认识。本章在叙述我国的森林资源概况、森林的主要作用的基础上,详细地分析了我国森林火灾的特点和林火研究的发展趋势。

1.1 我国的森林资源及其特点

森林资源作为陆地生态系统的主体,是一种重要的、不可替代的环境资源。自 1992 年联合国环境与发展大会以来,森林问题作为全球环境问题中的一个不可缺少的组成部分,被重点纳入国际谈判的会议议程,受到了国际社会和各国政府的普遍关注。

1.1.1 森林资源分布状况研究概述

目前各国追逐的首要目标仍然是森林资源的覆盖率,但是,森林资源的分布情况对于维持整个国家乃至整个世界的生态环境也有着很重要的影响。各地区公平分享、共同享有森林生态系统,不仅是经济社会可持续发展能力的一项重要内容,也是公平发展、构建和谐社会的需要。从林业发展的规划目标来看,森林覆盖率已成为我国林业建设的一个核心战略目标。但是森林覆盖率的提高是否能真正带来生态状况步入良性循环,应更主要是依据对以往林业经济实践的分析和总结。从林业经济理论来看,林业资源配置的一个主要目标是要尽量保证森林资源在全国的相对均匀分布。有关专家指出:一个地区的森林覆盖率必须达到 30%, 并且分布均衡、结构合理,才能维持整个生态系统的稳定,才能较好地气候条件等

方面保障工农业生产和人民生活安全。这里所指的森林资源在全国的分布均衡、结构合理,是指在保证一定的森林覆盖率的基础上,追求森林资源分布的目标。森林资源分布的绝对平均,理论上的意义就是单位面积上的树木的数量是相同的,倘若森林覆盖率本身不够高,森林资源不能够形成一定的规模效益,那么只追求森林资源平均分布意义不大。因此,必须首先保证有一定的森林覆盖率,然后再追求分布平均的原则。

目前,已有的森林资源评价主要包括数量评价、结构评价、质量评价和分布评价四个方面的内容。长期以来,我国对森林资源片面强调数量评价,而在结构、质量,尤其是分布评价方面相对薄弱。森林资源的数量、结构和质量评价都有比较成熟的量化指标体系,其中,数量评价的指标有森林面积、蓄积、森林覆盖率、林业用地面积等;结构评价的指标有权属结构、林种结构、树种结构、林龄结构等;质量评价的指标有林分的树种组成比例、单位面积生长量和蓄积量、平均郁闭度和胸径等。而森林资源分布评价则仅限于文字描述,至今没有通行的量化指标,相比之下,建立一些描述森林资源分布状况的指标则是当务之急。

同时,我国森林资源的分布非常不均匀:

1) 东北地区是我国森林覆盖率最高的地区,包括黑龙江、吉林和内蒙古东北部的大兴安岭林区及呼伦贝尔市东部地区。东北地区以国有林为主,有林地面积达 3094 万 hm^2 , 占全国的 29.6%; 有林地蓄积 28.9 亿 m^3 , 占全国 32%。森林覆盖率 37.6%, 人均有林地面积 0.56 hm^2 , 人均蓄积 51.9 m^3 , 为全国之冠。

2) 西南地区,包括四川、云南、甘肃的白龙江林区、西藏东部的昌都和拉萨地区,大多地处河流上游。以国有林为主,原始林较集中。森林覆盖率 28.3%, 人均有林地面积 0.17 hm^2 , 人均蓄积 27.4 m^3 。东南、华南丘陵山地,包括浙江、安徽、福建、江西、湖南、广东等省及广西壮族自治区,森林覆盖率 27.9%。

3) 西北干旱、半干旱地区,包括新疆,青海,宁夏,甘肃的西部和北部,内蒙古和西藏的中、西部是我国森林资源最少的地区,土地面积占全国近半,森林覆盖率仅为 1.4%。

4) 我国森林覆盖率较少的地区为华北、中原及长江、黄河下游地区,包括北京、天津、上海和河北、河南、山东、江苏等,森林覆盖率仅为 7.0%。

对于分布如此不均匀的森林面积,目前仍然是习惯于采用森林资源分布的文字描述方式,虽然这一描述方式可以直观、形象地表述森林资源地域分布特点,但由于缺乏量化指标,不能比较不同地区之间森林资源分布的差异,也不能比较同一地区不同时期森林资源分布的变化,难以对重大林业建设工程在森林分布上的作用进行量化评价。

1.1.2 利用统计学指标描述森林资源分布

为更形象地表述森林资源分布特点,近几年很多学者作了大量研究,在此以利用统计学指标描述森林资源分布为例,主要选用了森林资源分布极差、森林资源分布区分度以及森林资源分布平均差等量化指标。

1.1.2.1 森林资源分布极差

森林资源分布极差是指全国各省、市、自治区森林覆盖率数列中森林覆盖率最大值和最小值之差。主要说明全国各省、市、自治区的森林覆盖率的差异状况。其计算公式为

$$\text{森林资源分布极差} = \text{全国最大森林覆盖率值} - \text{全国最小森林覆盖率值}$$

具体的计算方法如下:

分别找出每次森林普查中森林覆盖率的最大值与最小值，计算出该次森林普查中森林覆盖率最大值与最小值之差，其结果即为森林资源分布极差。森林资源分布极差的取值范围在 0~1 之间，用百分数表示，其数值越小表示森林分布越均衡，越大则表示越不均衡。森林资源分布极差计算简单，意义明确。例如，根据我国第六次森林资源清查数据，全国森林覆盖率为 18.21%，其中福建最高，为 62.96%，新疆最低，为 2.94%，则该时期森林资源分布极差为：

$62.96\% - 2.94\% = 60.02\%$

根据我国第一到第六次森林资源清查结果（不包括台、港、澳地区，下同），分别计算了森林资源分布极差，结果如下（表 1-1 和图 1-1）：

表 1-1 森林资源分布极差

指标(%)	六次清查结果					
	1973—1976	1977—1981	1984—1988	1989—1993	1994—1998	1999—2003
最高省份	福建	福建	福建	福建	福建	福建
森林覆盖率	48.5	37	41.18	50.60	60.52	62.96
最低省份	青海	青海	青海	青海	青海	新疆
森林覆盖率	0.3	0.3	0.37	0.35	0.43	2.94
森林资源分布极差	48.2	36.7	40.81	50.25	60.09	60.02

注：该资料是根据历年我国林业年鉴相关数据整理所得。

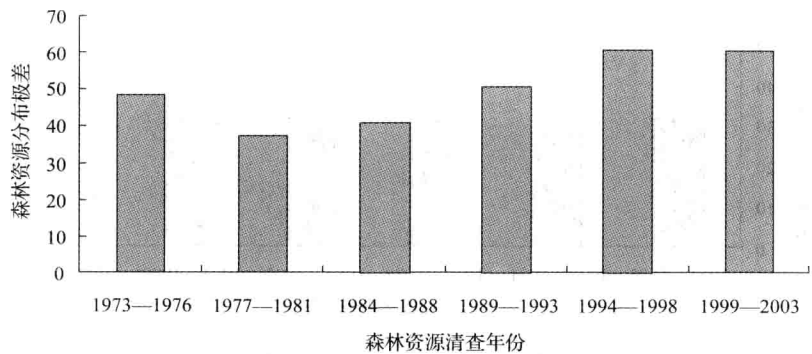


图 1-1 森林资源分布极差

从表 1-1 和图 1-1 中关于我国六次森林资源清查的极差计算结果，可以初步看出，我国森林资源分布两极分化情况比较严重。最高的两次森林分布极差居然达到 60% 以上。初步一看，差距还是比较大的，其实，仅根据这一数据，是不能够准确的分析我国森林资源分布的。因为，极差这一统计指标经常会受到两个极端数据的影响，导致其描述的内容不够准确，因此，可采用森林资源分布区分度的方法对森林资源分布状况进行进一步描述。

1.1.2.2 森林资源分布区分度

为了避免上述所提及的极差计算过程中两个极端数值的非常规变化对计算结果产生的重大影响，保持结果的相对稳定，可尝试使用区分度指标评价森林资源分布状况，称之为

“森林资源分布区分度”。区分度计算与极差计算类似，区别在于所用两端的数值不是极端数值，而分别是高端组与低端组的平均值。根据统计学经验估计，高端组与低端组的数据以各占总数据的 27% 为宜。

森林覆盖率区分度的计算公式为：

森林资源分布区分度 = PH - PL

式中 PH——森林覆盖率最高的约 27% 的省份的平均值；

PL——森林覆盖率最低的约 27% 的省份的平均值。

我国除台、港、澳地区以外有 31 个省、市、自治区，31 的 27% 约等于 8。森林资源分布区分度的取值范围也是在 0 ~ 1 之间，用百分数表示，其数值越小说明森林分布越均匀，越大则说明越不均匀。

根据我国六次森林资源清查结果计算了各时期的森林资源分布区分度，结果如下（表 1-2 和图 1-2）：

表 1-2 森林资源分布区分度

指标(%)	六次清查结果					
	1973—1976	1977—1981	1984—1988	1989—1993	1994—1998	1999—2003
8 个最高省份森林覆盖率平均值	34.34	30.63	33.80	37.99	45.65	48.93
8 个最低省份森林覆盖率平均值	1.68	2.31	2.92	3.35	3.20	6.28
森林资源分布区分度	32.66	28.32	30.88	34.64	42.45	42.65

注：该资料是根据历年我国林业年鉴相关数据整理所得。

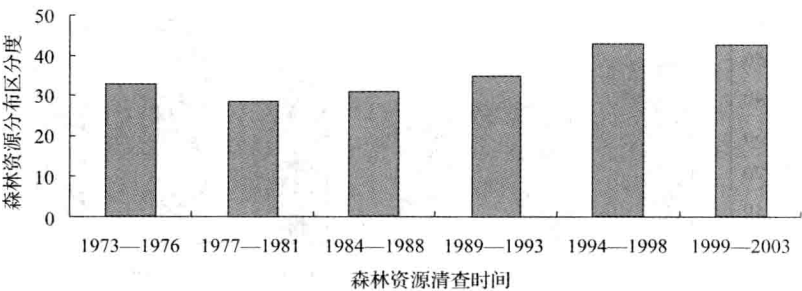


图 1-2 森林资源分布区分度

根据表 1-2 和图 1-2，可以很清晰地看出，森林资源分布区分度的计算结果反映出的森林资源分布状况的变化趋势与森林资源分布极差的变化趋势是完全一致的，即第二次森林资源分布状况比第一次有明显的好转，而从第二次开始，森林资源分布状况逐步变差，到了第六次森林资源清查，森林资源的分布状况又有所好转。同时，可以进一步看出，森林资源分布区分度比森林资源极差要小，其反映出来的森林资源分布状况要更加精确。

1.1.2.3 森林资源分布平均差

平均差能够比较全面、客观的反映数列标志值的平均变动程度。森林资源分布平均差可以直观的表示出各省森林覆盖率与其森林覆盖率平均数之间存在的平均差异，含义明确。森林资源分布平均差的取值范围也是在 0 ~ 1 之间，用百分数表示，其数值越小说明森林覆盖

越均匀，越大则说明越不均匀。

在计算森林资源分布平均差的时候，可以采用两种方法。一种是森林资源分布简单平均差，另外一种为森林资源分布加权平均差。由于不同省份国土面积差别较大，各自的森林覆盖率对全国森林覆盖率的影响程度不同，在简单平均差计算中，各省份森林覆盖率对全国的影响是平均对待的，因而会使森林资源分布简单平均差的计算结果的说服力降低。为了解决这一问题，可以考虑在计算平均差时引入根据各省土地面积大小而确定的权重，也就是利用加权平均差的方法进行计算。

1. 森林资源分布简单平均差

计算森林资源分布简单平均差时，首先需要计算出各次森林资源普查中森林资源覆盖率的平均值。然后，依次求出各省森林覆盖率与全国森林覆盖率的平均值之差的绝对值之和，然后进行平均。具体的计算根据如下公式：

$$A.D. \text{简} = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n}$$

式中 A.D.简——“森林资源分布简单平均差”；

X_i ——第*i*个省份的森林覆盖率；

$\bar{X}$ ——全国森林资源覆盖率的平均值；

n——省份个数。

根据我国第一到第六次森林资源清查结果，分别计算各时期森林分布简单平均差，结果如下（表 1-3 和图 1-3）：

表 1-3 森林资源分布简单平均差

指标(%)	六次清查结果					
	1973—1976	1977—1981	1984—1988	1989—1993	1994—1998	1999—2003
森林资源分布简单平均差	12.44	11.75	11.78	12.72	15.08	15.67

注：该资料是根据历年我国林业年鉴相关数据整理所得。

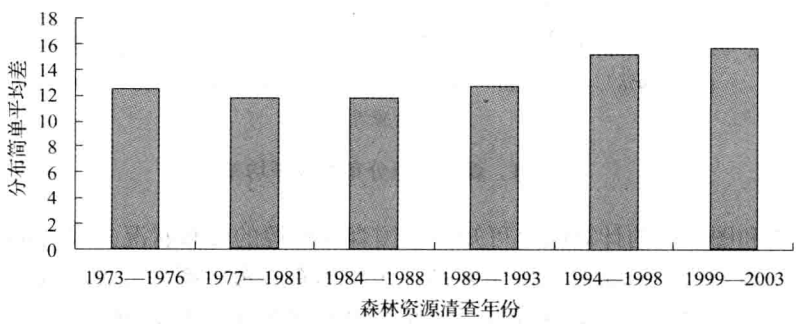


图 1-3 森林资源分布简单平均差

从表 1-3 和图 1-3 所示，森林资源分布简单平均差的计算结果与上述森林资源分布极差、区分度的计算结果基本一致，其变化趋势也基本相同。

2. 森林资源分布加权平均差

森林资源分布加权平均差的计算方法比简单平均差的计算方法要稍微复杂一些，其计算过程中，添加了各省市面积占总国土面积的百分比这一权重。具体的计算，可以利用如下的公式进行：

$$A. D. _{加} = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}| F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$$

式中 F_i ——第 i 个省份的面积占总面积的比率；

$A. D. _{加}$ ——“森林资源加权平均差”；

X_i ——第 i 个省份的森林覆盖率；

$\bar{X}$ ——全国森林资源覆盖率的平均值；

n ——省份个数。

根据我国第一～六次森林资源清查结果，再次分别计算各时期森林分布加权平均差，结果如下（表 1-4 和图 1-4）：

表 1-4 森林资源分布加权平均差

指标(%)	六次清查结果					
	1973—1976	1977—1981	1984—1988	1989—1993	1994—1998	1999—2003
森林资源分布加权平均差	12.84	11.32	12.28	12.79	15.74	15.53

注：该资料是根据历年我国林业年鉴相关数据整理所得。

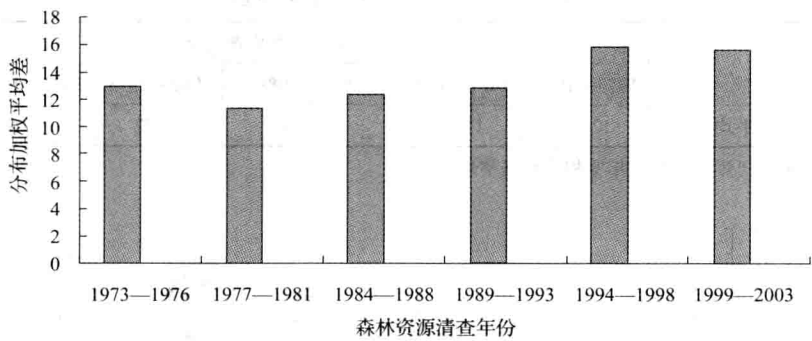


图 1-4 森林资源分布加权平均差

根据表 1-4 和图 1-4 的计算结果可知，我国森林资源的分布状况并没有随着森林覆盖率的增大而变得比较均匀，分析其原因主要是由于全国森林覆盖率的变化主要发生在资源丰富地区。具体来说，全国森林覆盖率降低主要是多林地区的采伐使该地区覆盖率大幅度降低，拉近了与少林地区的差异；而全国森林覆盖率提高也主要是多林地区森林的大幅度增加，扩大了两类地区的差异。

因此，森林资源的分布状况与森林覆盖率的变化没有必然联系。从曲线的变化趋势我们可以看到，随着时间的变化，森林分布状况时好时坏，呈波浪形变化。

1.1.3 我国森林资源的特点

1.1.3.1 第六次森林资源普查的计算

以我国各省、直辖市和自治区为基本单元找出各单元的森林覆盖率数值、土地资源面积大小、森林面积大小。同时,利用 Excel 软件分别计算各省、直辖市和自治区内的森林资源及土地资源占全国各自总资源的比例。然后将这一系列数据按照森林覆盖率从小到大进行排序,所得结果见表 1-5。

表 1-5 我国森林资源相关数据

省、区、市	面积/km ²	森林覆盖率 (%)	森林面积/km ²	森林面积占总 森林面积比率	国土面积占总 国土面积比率
新疆	1647000	2.94	48421.8	0.0253	0.1715
上海	5956	3.17	188.8052	0.0001	0.0006
青海	721514	4.4	31746.616	0.0166	0.0751
宁夏	66400	6.08	4037.12	0.0021	0.0069
甘肃	449734	6.66	29952.2844	0.0156	0.0468
江苏	102600	7.54	7736.04	0.0040	0.0107
天津	11493	8.14	935.5302	0.0005	0.0012
西藏	1228436	11.31	138936.112	0.0726	0.1279
山西	156623	13.29	20815.1967	0.0109	0.0163
山东	152221	13.44	20458.5024	0.0107	0.0159
河南	167000	16.19	27037.3	0.0141	0.0174
河北	185879	17.69	32881.9951	0.0172	0.0194
内蒙古	1158402	17.7	205037.154	0.1071	0.1206
北京	17821	21.26	3788.7446	0.0020	0.0019
重庆	82400	22.25	18334	0.0096	0.0086
贵州	176471	23.83	42053.0393	0.0220	0.0184
安徽	138165	24.03	33201.0495	0.0173	0.0144
湖北	185862	26.77	49775.2574	0.0260	0.0194
四川	483679	30.27	146409.633	0.0765	0.0504
陕西	205977	32.55	67045.5135	0.0350	0.0214
辽宁	145739	32.97	48050.1483	0.0251	0.0152
吉林	188869	38.13	72015.7497	0.0376	0.0197
黑龙江	454608	39.54	179752.003	0.0939	0.0473
湖南	211835	40.63	86068.5605	0.0450	0.0221
云南	382644	40.77	156003.959	0.0815	0.0398
广西	237600	41.41	98390.16	0.0514	0.0247
广东	177901	46.49	82706.1749	0.0432	0.0185
海南	34104	48.87	16666.6248	0.0087	0.0036
浙江	101800	54.41	55389.38	0.0289	0.0106
江西	166723	55.86	93131.4678	0.0486	0.0174
福建	121500	62.96	76496.4	0.0400	0.0127

注:该资料是根据历年我国林业年鉴相关数据整理所得。