



长白山 森林研究

CHANGBAISHAN SENLIN YANJIU

郑小贤 等 著

中国林业出版社

长白山森林研究

郑小贤 等 著

中国林业出版社

内 容 简 介

本书是北京林业大学国家重点学科——森林经理学科负责人郑小贤教授和以他的研究生为主的研究团队,对北京林业大学与汪清林业局合作设置固定样地 30 多年长期观察调查数据的总结。该书以长白山林区主要森林类型为研究对象,以森林可持续经营为目的,总结主要森林类型的组成、结构与功能,根据森林经营目的和林分特征研建森林经营评价指标体系,提出主要森林类型的经营模式,为研究区森林可持续经营提供理论和方法支撑。

本书以第一手资料为基础,内容丰富,论述严谨,理论联系实际,可供林业、资源以及森林可持续经营管理等方向的科研和生产部门的有关人员、农林院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

长白山森林研究/郑小贤等著. —北京:中国林业出版社, 2014. 8

ISBN 978-7-5038-7583-0

I. ①长… II. ①郑… III. ①长白山—森林—研究 IV. ①S717.234

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 153041 号

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区德内大街刘海胡同 7 号)

电话 (010)83225481

发行 新华书店北京发行所

印刷 北京中科印刷有限公司

版次 2014 年 8 月第 1 版

印次 2014 年 8 月第 1 次

开本 787mm × 1092mm 1/16

印张 24

印数 1000 册

字数 620 千字

《长白山森林研究》

编写人员名单

(按姓氏笔画排列)

王	方	王俊峰	乌吉斯古楞	宁杨翠
周	宁	郑小贤	赵 静	胡 阳
顾	丽	铁 牛	蒋桂娟	

前 言

长白山林区是我国重要林区,具有丰富的森林生态系统类型和独特的生长演替规律,在提供多种产品和生态系统服务以及维系地区生态平衡与木材安全等方面发挥着重要作用。长白山主要森林类型的结构功能及其可持续经营模式是林学家关注的热点问题。我的研究团队把长白山森林作为主要研究对象,依托汪清林业局金沟岭林场为试验示范基地,开展长期研究。对长白山林区主要森林类型进行了结构功能、生长收获和经营保护等方面的研究,建立了300多公顷试验示范林,提出了主要森林类型经营模式,为森林可持续经营提供了理论和方法依据。

1995年在日本留学回国以后,我每年都带着学生去吉林汪清林业局进行调查和研究,金沟岭林场分布有长白山林区主要森林类型,即落叶松林、杨桦次生林、云冷杉林和阔叶红松林。经过多年的调查研究,我们对长白山主要森林类型有了较全面的理解,许多研究生的毕业论文也都是在这里完成的。

在野外调查中,蚊叮虫咬已是家常便饭。经常天不亮就起床,带着馒头和咸菜,蹚着挂满露水的灌木和野草跋山涉水赶到样地,风餐露宿,克服种种困难坚持下来。尽管工作条件很差,但没有人叫苦,师生团结一致进行科研和教学工作,通过艰苦细致的长期工作取得了大量的第一手数据。

基于国内少见的30余年长期观察调查数据,本书系统阐述长白山主要森林类型结构功能关系,研建森林经营评价指标体系,并对结构功能的现状和动态变化进行全面分析诊断,提出长白山主要森林类型经营模式。

在本书的编写过程中,把零散的材料和研究成果汇集成系统、完整的知识体系,需要进行很多工作,在此,金沟岭林场的陈宝升、陈晓光,研究生左政、周洋、李俊、罗梅、汪静、孟楚、刘晓月等付出了大量的投入。林业公益性行业科研专项《我国典型森林类型健康经营关键技术研究》(20100400203)为本书的出版提供了经费支持。在此一并表示感谢!

在本书即将出版之际,向指引我走入森林经营研究并言传身教帮助我成长的留学日本期间导师木平勇吉博士、菅原聪博士,北京林业大学董乃钧教授、关毓秀教授,中国林业科学研究院唐守正院士、张会儒研究员等表示深深的感谢。

郑小贤

2014年4月于北京林业大学

目 录

前 言

1 长白山云冷杉针阔混交林经营模式	1
1.1 研究地区概况及研究方法	1
1.1.1 研究地区概况	1
1.1.2 研究方法	6
1.2 云冷杉针阔混交林结构	13
1.2.1 树种组成结构	13
1.2.2 直径结构	15
1.2.3 立木空间结构	22
1.2.4 天然更新及其评价	30
1.2.5 林分收获过程	32
1.2.6 单木生长过程	33
1.2.7 小结	37
1.3 过伐林区划与调查	38
1.3.1 过伐林区划指标与方法	38
1.3.2 过伐林调查体系与调查方法	41
1.4 云冷杉针阔混交林经营目标	44
1.4.1 经营目标确定的意义	45
1.4.2 经营目标确定的依据	45
1.4.3 经营目标确定	50
1.5 云冷杉针阔混交林目标结构的构建	52
1.5.1 目标结构制定原则	52
1.5.2 树种组成的确定	53
1.5.3 径阶结构目标	53
1.5.4 收获目标	55
1.5.5 空间结构目标	56
1.5.6 更新目标	57
1.5.7 林分目标结构可视化	57
1.5.8 云冷杉针阔混交林目标结构小结	59
1.6 云冷杉针阔混交林结构调整研究	59
1.6.1 结构调整因子的确定	60

1.6.2	结构调整的阶段性分析	60
1.6.3	树种组成调整措施	61
1.6.4	采伐模式研究	62
1.7	云冷杉针阔混交林经营模式	68
1.7.1	云冷杉针阔混交林经营原则	68
1.7.2	云冷杉针阔混交林经营模式的构建	69
2	长白山云冷杉针叶混交林经营模式	77
2.1	云冷杉针叶混交林结构特征	77
2.1.1	树种组成	77
2.1.2	直径结构	78
2.1.3	空间结构	90
2.1.4	林冠大小	98
2.1.5	生长收获	98
2.1.6	稳定值	99
2.1.7	林下植被特征	101
2.1.8	小结	105
2.2	云冷杉针叶混交林经营目标	106
2.2.1	确定经营目标的意义	106
2.2.2	主导功能的确定	106
2.2.3	确定经营目标	108
2.3	云冷杉针叶混交林目标结构	110
2.3.1	建立目标结构的原则	110
2.3.2	建立目标结构	110
2.4	云冷杉针叶混交林结构调整	113
2.4.1	树种组成调整	113
2.4.2	直径结构调整	113
2.4.3	空间结构调整	115
2.4.4	天然更新	117
2.4.5	采伐技术	117
2.5	云冷杉针叶混交林经营模式	119
2.5.1	经营模式	119
2.5.2	结构调整技术	120
3	云冷杉林健康评价	123
3.1	森林健康经营研究思路	123
3.2	数据	124
3.3	云冷杉林健康耦合关系	126
3.3.1	林分结构与森林健康的耦合关系	126
3.3.2	耦合关系模型	128

3.4	云冷杉林结构特征分析	130
3.4.1	云冷杉林生长阶段的划分	130
3.4.2	云冷杉林林分结构特征	131
3.4.3	云冷杉林景观结构特征	146
3.4.4	小结	150
3.5	云冷杉林健康评价指标体系的构建	151
3.5.1	构建原则	151
3.5.2	指标的选取	151
3.5.3	指标的计算	154
3.5.4	评价指标体系及权重	156
3.5.5	森林健康综合指数的计算	157
3.5.6	健康等级的划分	157
3.6	云冷杉林健康评价	157
3.6.1	林分层次森林健康评价	157
3.6.2	景观层次森林健康评价	163
3.7	云冷杉林健康经营模式	165
3.7.1	云冷杉林目标结构体系	165
3.7.2	云冷杉林结构调整主要技术	166
3.7.3	云冷杉林健康经营模式	168
3.7.4	云冷杉林景观健康经营	169
4	杨桦次生林健康评价与经营模式	171
4.1	演替阶段划分方法	171
4.1.1	数据来源	171
4.2	次生林健康经营基础研究	173
4.2.1	次生林健康经营内涵	173
4.2.2	经营目标	174
4.2.3	经营原则	174
4.2.4	次生林演替过程研究	176
4.2.5	次生林健康经营评价体系	181
4.2.6	小结	183
4.3	杨桦次生林结构特征	184
4.3.1	杨桦次生林演替阶段划分	184
4.3.2	各演替阶段基本测树因子	185
4.3.3	各演替阶段林分空间结构	189
4.3.4	各演替阶段林分径阶分布	192
4.3.5	各演替阶段林分年龄结构	197
4.3.6	各演替阶段林分更新	198
4.3.7	小结	200

4.4	杨桦次生林健康经营评价指标体系	200
4.4.1	层次结构构建	200
4.4.2	指标权重	201
4.4.3	指标阈值确定	202
4.4.4	演替阶段划分	204
4.4.5	健康评价	204
4.4.6	健康评价结果	204
4.4.7	森林健康与评价指标的耦合关系	205
4.4.8	小结	206
4.5	杨桦次生林健康经营模式	206
4.5.1	健康经营目标	206
4.5.2	经营原则与调整步骤	209
4.5.3	经营调整主要技术	210
4.5.4	健康经营模式	212
5	金沟岭林场落叶松人工林健康评价与经营	213
5.1	研究对象和数据	213
5.1.1	研究对象	213
5.1.2	数据来源	213
5.2	落叶松人工林健康经营分析	214
5.2.1	各生长阶段基本测树因子分析	214
5.2.2	各生长阶段空间结构分析	215
5.2.3	近、成熟林天然更新分析	217
5.2.4	各生长阶段林分径阶分布分析	218
5.3	落叶松人工林健康评价	219
5.3.1	指标体系的构建	219
5.3.2	指标权重的确定	221
5.3.3	指标的计算和阈值的划分	222
5.3.4	评价结果分析	223
5.4	落叶松人工林健康经营模式	225
5.4.1	经营模式框架	225
5.4.2	主要经营技术及经营建议	225
5.5	结论与讨论	228
6	长白山主要森林类型空间分布格局与林分更新	229
6.1	研究对象与研究方法	229
6.1.1	研究对象	229
6.1.2	研究方法	229
6.1.3	倒木对更新的影响的研究方法	232
6.2	三种森林类型种群动态	232

6.2.1	不同森林类型概况	232
6.2.2	各森林类型树种重要值	233
6.2.3	各森林类型林分结构	235
6.2.4	林木空间分布格局	239
6.2.5	主要树种存活曲线	241
6.3	三种森林类型天然更新研究	245
6.3.1	三种森林类型的天然更新	245
6.3.2	更新幼苗幼树数量及其结构	247
6.3.3	幼苗空间分布格局	249
6.4	倒木对更新的影响	251
6.4.1	不同森林类型内的倒木特征	251
6.4.2	倒木上更新苗分布格局	252
6.4.3	倒木与林地上幼苗大小级结构	253
6.4.4	倒木对更新的影响	254
6.5	结论与讨论	254
6.5.1	结论	254
6.5.2	讨论	255
7	检查法 20 多年实验效果分析	258
7.1	研究内容与数据	258
7.1.1	研究内容	258
7.1.2	研究方法	258
7.1.3	研究数据	258
7.2	结果与分析	259
7.2.1	树种结构动态分析	259
7.2.2	直径结构动态分析	261
7.2.3	进界株数动态变化	268
7.2.4	林分蓄积的动态分析	271
7.2.5	枯损量动态分析	274
7.2.6	天然更新评价	277
7.2.7	检查法实验综合评价	279
7.3	结论与讨论	280
7.3.1	主要结论	280
7.3.2	讨论	280
8	基于 WebGIS 的金沟岭林场森林健康评价	282
8.1	数据的收集与处理	282
8.1.1	数据收集	282
8.1.2	数据处理	282
8.2	小班尺度森林健康评价	287

8.2.1	评价指标体系构建原则与思路	287
8.2.2	指标体系的构成	288
8.2.3	指标权重的确定	291
8.2.4	评价结果	293
8.3	景观尺度森林健康评价	295
8.3.1	评价指标体系的构成	295
8.3.2	评价指标的计算	296
8.3.3	指标权重的确定	297
8.3.4	评价结果	298
8.4	基于 WebGIS 的森林健康评价与区划系统的设计与实现	298
8.4.1	系统架构思路	298
8.4.2	系统知识库设计	299
8.4.3	系统功能设计	299
8.4.4	系统实现	300
9	基于 GIS 的金沟岭林场森林多功能评价	303
9.1	数据及其处理	303
9.1.1	数据的收集	303
9.1.2	数据的处理	303
9.2	多功能评价指标体系构建与分析	307
9.2.1	评价指标体系构建的原则	307
9.2.2	评价指标体系构建的依据	307
9.2.3	评价指标体系的构建	309
9.2.4	道路指标因子分析	309
9.2.5	山脊线指标因子分析	310
9.2.6	坡度指标因子分级	310
9.2.7	自然保护区及母树林因子分析	310
9.2.8	多功能经营优先级的确定	310
9.3	多功能评价	311
9.3.1	评价结果	311
9.3.2	护路林小班重新区划	312
9.3.3	结果分析	314
9.4	组织经营类型	314
9.4.1	组织经营类型原则	314
9.4.2	组织经营类型依据	316
9.4.3	经营类型的划分结果	316
9.4.4	经营措施类型划分	317
10	金沟岭林场森林多功能效益评价	319
10.1	数据与研究方法	319

10.1.1	数据	319
10.1.2	研究方法	320
10.2	森林景观结构变化及空间格局定量分析	322
10.2.1	森林景观类型的划分	322
10.2.2	结果与分析	323
10.2.3	小结	329
10.3	森林乔木层碳储量与碳汇价值评价	330
10.3.1	价值评价方法	330
10.3.2	结果与分析	330
10.3.3	小结	335
10.4	森林水源涵养量与价值评价	336
10.4.1	价值评价方法	336
10.4.2	结果与分析	338
10.4.3	小结	342
10.5	森林保护土壤效益评价	343
10.5.1	价值评价方法	343
10.5.2	结果与分析	344
10.5.3	小结	348
10.6	森林净化环境效益评价	348
10.6.1	价值评价方法	348
10.6.2	结果与分析	349
10.6.3	小结	353
10.7	森林生物多样性保护价值评价	353
10.7.1	价值评价方法	353
10.7.2	结果与分析	354
10.7.3	小结	360
10.8	森林综合效益多功能评价	360
10.8.1	多功能效益评价指标体系的构建	360
10.8.2	评价指标值标准化	363
10.8.3	指标权重的确定	365
10.8.4	多功能效益动态评价研究	367
10.8.5	小结	367
10.9	结论与讨论	367
10.9.1	结论	367
10.9.2	讨论	369

1 长白山云冷杉针阔混交林经营模式

1.1 研究地区概况及研究方法

1.1.1 研究地区概况

1.1.1.1 自然条件

(1)地理位置:研究地区位于吉林省汪清县境内东北部金沟岭林场,属长白山系老爷岭山脉雪岭支脉,四面环山,全场共有11个直沟汇入大汪清河,本场东与荒沟林场为界,西与塔子沟、亲和林场为界,北与地阴沟林场为界,南与十里坪林场接壤。全场共区划了73个林班。场部地理位置:东经 $130^{\circ}10'$ 北纬 $43^{\circ}22'$,距县城59km。

(2)地貌:本区是汪清河三条大支流中的第二支流发源地,林场地貌为低山丘陵,海拔为300~1200 m,坡度 $5^{\circ}\sim 25^{\circ}$,个别陡坡在 35° 以上。

(3)气候:本区属季风型气候,全年平均气温为 3.9°C 左右,积温 2144°C ;1月份气温最低,平均在零下 32°C 左右;7月份气温最高,平均在 22°C 左右;年降水量600~700mm,且多集中在7月份;早霜从9月中旬开始,晚霜延至翌年5月末,生长期为120天;积雪平均厚达50cm。

(4)土壤:根据1981~1984年汪清县土壤普查资料,本区属汪清县东北低山灰化土灰棕壤区,母岩为玄武岩。在海拔800~1000m为针叶林灰棕壤土,沟谷是草甸土、泥炭土、沼泽土或冲积土,结构一般为粘壤土类,粒状结构,湿松,根系多,平均厚度在40cm左右。

(5)植被:从垂直分布来看,海拔300m以下为河流两岸沼泽地、干草地,主要植被为塔头草、禾本科草类及少数灌木,如珍珠梅、柳叶绣线菊等。

海拔300~400m为河谷平地,主要乔木生长有红皮云杉和鱼鳞云杉、黑榆、青杨、白杨、枫桦等,灌木为珍珠梅、刺梅等,草类有塔头草、小叶樟、问荆、风毛菊等。

海拔400~600m为红松阔叶林,阴向缓坡伴生椴树、枫桦、榆树等,灌木以虎榛子、忍冬为主,阳向缓坡伴生蒙古栎、白桦、色木,灌木以杜鹃、胡枝子为主。

海拔600~800m为以红松为主的针阔混交林,红松、云杉、冷杉占40%~60%,其余为椴树、枫桦、榆树、色木、水曲柳、黄波罗等,灌木为青楷槭、花楷槭、虎榛子、忍冬,地被物有蕨类、山茄子、酢浆草、苔草、山芹菜等。

海拔800~1000m基本上是阔叶云冷杉林,云冷杉占组成的70%,其他树种有红松、枫桦、椴木、榆木、色木等只占30%左右,林下灌木稀疏,以忍冬、绣线菊、虎榛子为主,地被物有山茄子、王孙、宽叶苔草等。

海拔1000~1300m为云冷杉林,多形成纯林,地被物以苔藓类植物为主。

试验区主要植物名录见本章附表。

1.1.1.2 社会经济条件

林场现有人口 590 人，其中林场职工 354 人，是林场木材生产、森林抚育、育苗等作业的主要劳动力。

林场场部共占土地面积 25hm²，总建筑面积为 11149m²，永久性建筑 9575m²，其中住宅楼 5761m²，公用建筑 3814m²。

本区交通比较方便，以公路为主，干线有三条：金沟岭—汪清公路，全程 59km，本区有 8km；金沟岭—塔子沟公路，全程 15km，本区有 7km；金沟岭—地阴沟公路，全程 16km，本区有 12km；支线有六条，全长 29km。这些公路为林场对外交流的主要交通枢纽，为林场的森林经营、木材生产和繁荣各项经济活动，创造了有利条件。

1.1.1.3 森林资源状况

全区经营面积共 16, 286hm²，其中林业用地面积为 15, 857hm²，非林业用地为 429hm²。林业用地中，有林地面积为 15, 352hm²，森林总蓄积量为 2, 062, 663m³，无林地面积为 91hm²，特用地为 414hm²，在有林地面积中，天然林为 12808hm²，人工林为 2, 544hm²（表 1.1）。在全部林分中，臭冷杉和红皮云杉所占蓄积组成最多，占近 40%，是本地区分布最多的树种。

表 1.1 研究地区各龄级面积蓄积比例

龄级	幼龄林	中龄林	近熟林	成过熟林	合计
面积(hm ²)	3166	8505	866	271	12808
比例(%)	24.7	66.4	6.8	2.1	100
蓄积(m ³)	321, 861	1, 524, 239	156, 261	60, 302	2, 062, 663
比例(%)	15.6	73.9	7.6	2.9	100

研究地区野生经济植物资源非常丰富，仅野生经济植物 934 种，其中药用植物 754 种，主要有人参、五味子、龙胆草、细辛、柴胡、桔梗、天麻、红景天、贝母、党参、山核桃等。主要可食用性植物有 92 科 541 种，其中山野菜有 25 科 44 种（孙国华，1995），主要有荠菜、蒲公英、苋菜、马齿苋、黄花菜、广东菜、蕨菜、山胡萝卜、柳蒿、山茄子、大蓟、刺儿芽、毛百合、菊芋、山芹菜、薇菜、猴腿蕨菜、桔梗、刺龙芽、刺楸、小根菜、刺拐棒等；产量较大的林木种子、蕨类有红松籽、樟子松籽、落叶松籽、榛子，榛蘑、元蘑、木耳、刺龙芽、薇菜、蕨菜、木云芝、老牛肝等。

在研究地区少量分布列为国家一级保护植物的东北红豆杉(*Taxus sieboldiihort*)，是第三纪遗留下来的濒危树种，极为稀少和珍贵。

从红豆杉根、树皮、枝条、叶子等部位可提取昂贵的新型抗癌药物——紫杉醇(Taxol)，专家分析，紫杉醇对抑制癌细胞活动，治疗卵巢癌、乳腺癌、宫颈癌有特效；目前，国内、国际市场对紫杉醇需求旺盛，呈供不应求态势，市场供求严重失衡，其主要原因是野生红豆杉资源少，被誉为“植物黄金”（林朝楷，2003），具有很高的药用价值和经济价值。

本区经济动物有 157 种，主要有梅花鹿、孢子、貂、狐、林蛙等。

1.1.1.4 自然资源评价

本地区自然资源有以下3个特点。

(1)原始林结构已被破坏。本区域原始林相为云、冷杉组成的暗针叶林及阔叶红松林,且为当地的顶级群落,1935年牡丹江至图们铁路开通后,从1939年开始在金沟岭一带日伪以拔大毛式的采伐方式进行了掠夺性的开采,为了提高采伐作业的速度,竟留下了近1m高的伐根,至今在试验区内仍然能看见。采伐的木材通过森林铁路和水路运出林区。1964年正式建场,当时学习黑龙江省乌敏河林业局采育兼顾伐的经验,对林场内森林资源进行了几次高强度的择伐,仅在1945~1989年间金沟岭林场共生产约165万 m^3 的木材。

(2)自然条件优越,仍然保持着原始林下植被和土壤状态。本区森林虽然遭受过几次高强度、不合理的择伐而使原始结构破坏,形成了过伐林,但自然条件仍比较优越,植被恢复能力较强,开发早的林分已形成明显的异龄、复层、混交林结构。研究地区的树种组成以红松、冷杉、云杉为主的针叶树占整个林分蓄积的近60%,椴木、色木、枫桦等阔叶树蓄积占40%,除此之外,榆树、水曲柳、山杨、白桦等阔叶树种也有少量分布。

(3)林分结构不合理。林分结构不合理主要体现在年龄结构和蓄积径级结构上,据调查,每公顷蓄积量150~250 m^3 ;从表1.1各龄级面积蓄积比例分析,幼、中龄林面积、蓄积占整个天然林90%以上,其中中龄林面积、蓄积比例最高,均超过了60%以上,而近熟林和成过熟林面积、蓄积不足10%。

可见,研究地区天然林资源主要以幼、中龄林为主,成、过熟林比重极小,而且单位面积蓄积量较低。

从以上林分结构特征表明,云冷杉针阔混交林结构复杂,并且不合理,只有在充分掌握林分的各种结构信息的基础上,采取科学合理的经营管理措施,提高林分蓄积量,优化年龄结构和蓄积结构,从而才能实现森林资源的可持续经营。

1.1.1.5 试验区的设置

1987年,北京林业大学和汪清林业局合作开展检查法试验,本研究是在检查法试验研究的基础上开展的。简单介绍试验区的建立及区划,在吉林汪清林业局金沟岭林场云冷杉针阔混交林生态系统中选择有代表性的林地340.9 hm^2 ,共设立了3个大区,每个大区内分5个小区,共15个小区。第I大区在1987年10月设立,面积为95.2 hm^2 ,其余两个大区面积分别为110.0 hm^2 及135.7 hm^2 ,分别在1988年和1989年设立。试验区森林类型是以云杉(包括红皮云杉、长白鱼鳞松和灰白鱼鳞松)、冷杉为主的针阔混交林,地位级为I级,平均年龄70~80年,新中国成立后进行了2~3次强度为30%~50%的择伐。

I大区的区划是把地域上基本相连的92.5 hm^2 林地分为5个小区,各小区面积基本相同,小区间界线用红漆标记,边界伐开。在5各小区中系统设立112块固定样地,样地间距90m,每块样地面积为0.04 hm^2 (20m×20m),每个样地中心埋设一个水泥标桩,注明样地号,样地四角用木桩标记,以便于复查。II、III大区的区划与I大区基本相同。在森林调查中,每2年调查一次,样地调查代替小区内全林分的每木检尺。这种森林调查方法与欧洲及日本的检查法不同,不是采用全林每木检尺调查蓄积量和生长量,而是采用抽样调查的方法在试验区内机械设置固定样地,只在固定样地上进行调查。择伐前后各调查一次,用于采伐设计和检查经营效果评价。

本研究试验林选择在检查法试验 I 大区 1 小区，有关 I 大区样地设计基本情况见表 1.2、图 1.1。

表 1.2 I 大区各小区样地面积和样地数量表

小区号	1	2	3	4	5
面积(hm ²)	16.1	18.8	17.0	19.5	23.8
样地总面积(hm ²)	0.76	0.92	0.88	0.88	1.04
样地数量	19	23	22	22	26

1987 年建立检查法试验区以来，1 小区在 1991 年和 1996 年冬天分别进行过两次采伐。

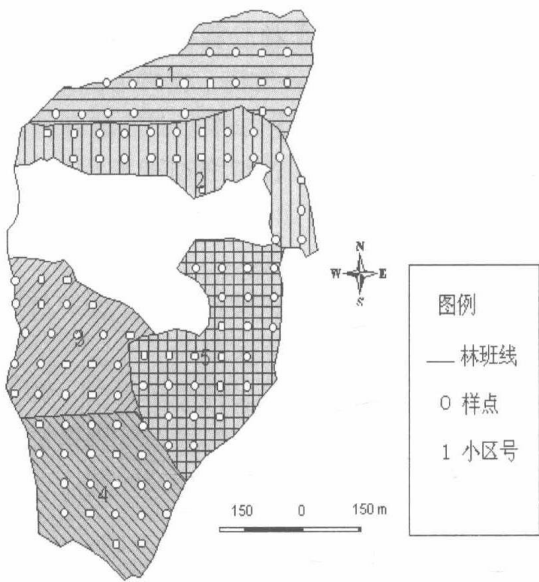


图 1.1 检查法 I 大区各小区样点分布

1.1.1.6 信息采集方法

根据研究目的、研究内容、研究方法和技术路线，本研究进行数据资料的收集整理和调查采集，具体方法如下。

收集整理现有资料：

首先，广泛收集国内外关于云冷杉针阔混交林研究的相关科研文献资料，系统的整理、提炼和总结已有的研究成果。主要包括：

- ①研究地区云冷杉针阔混交林经营历史资料与科研文献报告；
- ②研究地区近期森林资源基础数据，包括一类调查数据和二类调查数据及调查报告；
- ③研究地区检查法实验的基础数据，包括每两年进行的每木调查及更新资料、采伐量统计资料等；
- ④研究对象相关的各种数表资料，包括立木材积表、部分树种的生长过程表等；
- ⑤与本研究相关的其它林分调查数据，如阔叶红松林立木空间结构调查资料、

研究地区森林经营历史沿革资料。

标准地调查：

在收集上述资料及检查法常规调查数据的基础上，本研究的外业采用了标准地调查的方法，采集研究对象有效信息。

①更新调查：更新调查是在每个样地内的四角及中央各设立了5个2m×2m的小样方调查天然更新情况，以便加以对照比较。为了更进一步分析研究对象天然更新状况，除上述常规调查之外，结合其他调查内容还进行了更深入的调查。详细见立木空间定位调查和林隙调查。

②空间结构调查：本项调查于2003年8月和2004年7月在Ⅰ大区1小区内共设立了2块标准地，为了比较研究，在云冷杉近原始林内设立了1块标准地，调查内容包括立木空间位置的定位调查和更新调查两个部分。

A. 立木空间定位调查：选择试验区具有代表性的典型地段设立标准地进行立木空间结构调查。设置的标准地形状为长方形，大小为40m×50m，面积为0.2hm²。以10m为间距把标准地分割成20个10m×10m的正方形网格，称为调查单元。调查单元的设置：在标准地边界围测中，按水平10m间距埋设标记桩，编写行列号和单元号(二者是统一的)。每个单元西南角埋设的标桩上的代号为该调查单元的单元号，相邻单元的编号见图1.2。

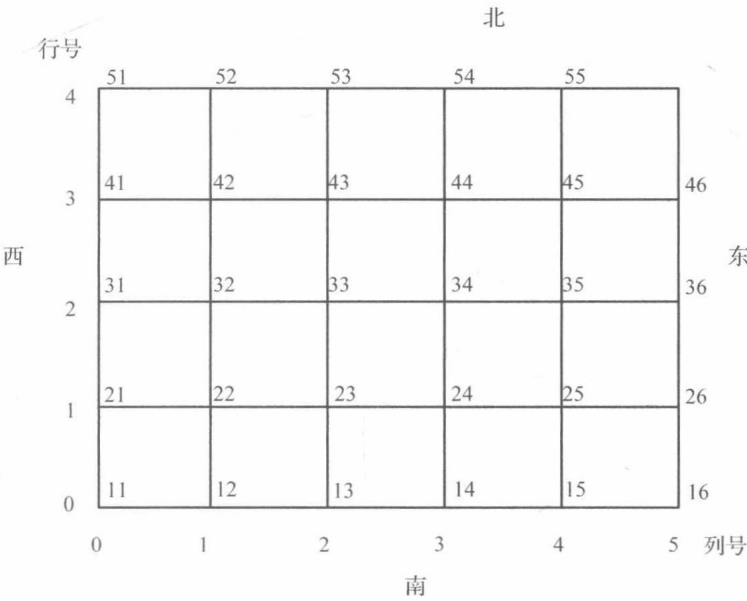


图 1.2 调查单元划分编号图

在标准地内，对检尺以上的树木进行每木检尺和定位调查。以每个调查单元的西南角作为坐标原点，用皮尺测量每株树木在该调查单元内的x，y坐标，x表示东西方向坐标，y表示南北方向坐标。对起测直径5cm以上的每株树木进行胸径、树高、枝下高、东西南北冠幅等因子的量测。

B. 天然更新调查：

在上述标准地内设立了5条10m×40m的样带中选择了第1、3、5三个样带进行了调