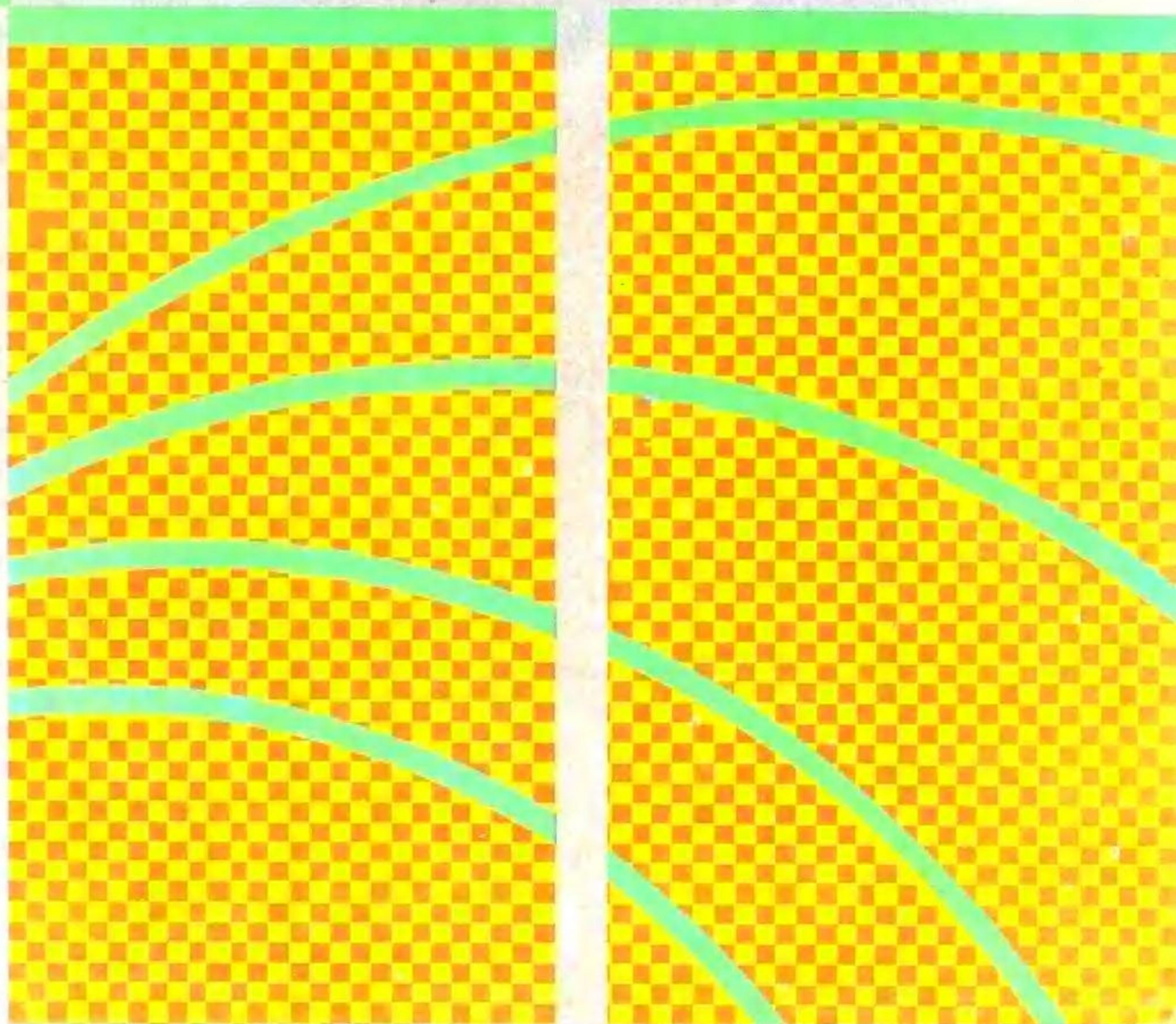


张万儒 主编

# 中国森林立地



科学出版社



# 中国森林立地

FOREST SITE OF CHINA

张万儒 主编

Editor-in-Chief: Zhang Wanru

科学出版社

1997

## 内 容 简 介

本书是一部全面系统地论述森林生存环境的专著,全书共分八章。第一、二章,森林立地研究进展动态、森林立地研究的理论基础,第三、四章,中国森林的自然地理环境、中国森林立地分类系统,第五、六章,森林立地区域分类与基层分类详述,第七章,森林立地质量评价,第八章,森林立地应用技术。

本书资料丰富、观点明确,研究范围广,对我国林业建设的宏观决策、速生丰产林基地大面积选地,提高科学育林技术水平具有重大的现实意义和长远意义。

本书是从事农林牧业生产、科研部门的专业人员以及有关高等院校师生的实用读物,也是与森林立地学有密切关系的林学、土壤、地貌、气候、生态、环境等有关专业人员的参考书。

### 中国森林立地

张万儒 主编

责任编辑 陈培林

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100071

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1997年1月第 版 开本:787×1092 1/16

1997年1月第一次印刷 印张:36 插页:1

印数:1—1 260 字数:839 000

ISBN 7-03-005295-1/S·166

定价:90.00元

# 前 言

森林立地研究是林业科学中的一项重要课题，受到林学家的极大重视，这是因为森林的组成、结构和生长均决定于立地，而立地分类与评价是掌握森林生长发育空间格局的一把钥匙，是实现科学育林的十分重要的应用技术基础。通过森林立地研究能够选择最有生产力的造林树种，提出适宜的育林措施，并预估将来的森林生产力及木材的产量，进而能够对森林经营的各种效益、木材生产成本和营林投资作出估计。因此，科学育林工作只有以立地分类与评价为基础，才能营造成生产力高和稳定性强的人工林，也才能培育经营好天然林。

随着国家大规模林业建设的开展，我国林业形势正在向好的方向发展，植树造林势头很好，造林质量不断提高，森林覆盖率开始上升。速生丰产林基地、三北防护林、长江中上游防护林、沿海防护林、平原农田防护林体系建设和治沙工程等大规模林业建设进展顺利，并已取得显著成效。在贯彻执行这个重要林业建设战略部署过程中，因地制宜、适地适树始终是技术保证体系的重要环节。世界上一些林业发达的国家，如德国、瑞典、芬兰、加拿大、美国、前苏联及日本等国，都进行了长期而广泛深入的森林立地调查研究工作，对提高森林生产力，发展森林资源发挥了很好的作用。随着育林集约强度的提高，近十年来，森林立地研究在内容及深度上有了较大的发展，其用途也日益广泛。

为了加速恢复和发展我国森林资源，营造生产力高和稳定性强的人工林，于1986年至1990年，由张万儒研究员主持，中国林业科学研究院、贵州农学院、黑龙江林业科学研究所和林业部调查规划设计院等单位共同承担了国家“七五”科技重点攻关课题“用材林基地立地分类评价及适地适树研究”。该课题对我国东部季风区域的东北山地林区（大兴安岭林区、小兴安岭林区、长白山地林区），华北中原平原农用林区（华北平原、黄泛平原、江汉平原），南方丘陵山区（天目山东部林区、天目山西部林区、幕阜山林区、武夷山林区、雪峰山林区、南岭山地林区、十万大山林区）及主要用材树种（兴安落叶松、樟子松、红松、长白落叶松、杨树、泡桐、刺槐、杉木、马尾松）进行了广泛深入的森林立地调查研究，调查研究地区包括我国东部季风立地区域的有代表性的14个林区，涉及内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、北京、天津、河北、山东、河南、江苏、上海、安徽、浙江、湖北、福建、江西、湖南、贵州、广东、广西等20个省市自治区，调查研究面积达200多万平方公里，占我国东部季风立地区域面积的45%。参加课题协作攻关的学科有林学、土壤、生态、经济理论、数学、计算机等，单位有科研、教育、调查设计、生产等近200多个部门，近千名科技人员。在这期间，共进行了各类立地调查样地9855块，解析木9209株，土壤、植物分析样品4985个，取得土壤、植物分析数据57844项次，另外还设置了用于监测立地质量动态评价的固定样地105块，实测生物量样木39株。共取得林木、地貌、土壤、植被、气候等各项数据30多万个。绘制了大比例尺（1:1万至1:2.5万）每幅面积2000公顷的各代表性林区立地类型分布图11幅，全国森林立地

示意图 1 幅, 全国速生丰产林布局图 1 幅; 编制了主要用材树种 (兴安落叶松、樟子松、红松、长白落叶松、杨树、泡桐、刺槐、杉木、马尾松) 的地位指数 34 个、收获模型 34 个和数量化地位指数 22 个。通过这些研究, 较好地解决了我国东部季风立地区域的选择树种及选择林地, 预测森林生产力, 并建立了功能齐全、运用方便的用材林基地森林立地数据库及其管理系统, 为立地资料数据管理及检索提供了技术基础。在此基础上, 深入地揭示了林木生长与立地因子间的本质关系, 建立了以影响林木自然属性为依据的完整的多层次综合多因子生态分类系统, 即: “中国森林立地分类系统”, 及适用于我国林业特点的东部季风立地区域用材林基地立地分类评价体系, 提出并建立了我国用材林基地的适地适树方案及电脑检索系统和森林立地数据库及其管理系统等一整套森林立地应用技术体系。提供了一整套我国用材林基地大面积科学选地的较高水平的实用技术资料。使用材林基地建设, 从宏观的规划布局到微观的宜林地选择、小班设计, 都具有科学性、预见性; 并使营造的速生丰产林置于适宜的生态环境保护之中而充分发挥其生产潜力, 有利于林木生长与生态环境的进一步改善。该课题技术成果 1995 年获国家科学技术进步奖二等奖; 1996 年香港新华通讯出版社将其入选《世界优秀专利技术精选 (中国卷)》。

本专著的研究组织工作得到林业部科技司、中国林业科学研究院、贵州农学院、黑龙江林业科学研究所、林业部调查规划设计院及有关省的林业领导、管理、生产部门的热情关怀和支持, 并做了大量的组织协调工作。因此, 本专著的完成是全体参加人员的劳动结晶, 是有领导、有组织、有步骤的大协作的结果。在此, 向一切给予本专著以关心、支持和帮助的单位、领导、同仁和专家表示衷心的感谢!

张万儒

1994 年 8 月于北京

## 《中国森林立地》编辑委员会

**主 编** 张万儒

**副主编** (以姓氏笔画为序)

刘寿坡 仲崇淇 杨世逸 骆期邦

徐孝庆 盛炜彤 黄雨霖

**编 委** (以姓氏笔画为序)

王哲华 毛志中 刘寿坡 刘 明

仲崇淇 华网坤 许家祥 朴炳春

朱守谦 朱占学 李炳铁 李绍忠

李增金 李传涵 李永武 李桂兰

陈效群 陈舜礼 陈明亮 汪祥森

陆诗华 张万儒 张铁砚 张 明

张志云 张 萍 杨世逸 杨祖达

杨承栋 孟康敏 周政贤 周 正

周轸世 林民治 姜庆安 骆期邦

姚茂和 聂道平 徐孝庆 顾云春

柴锡周 梁焕林 高雅贤 盛炜彤

黄雨霖 黄正秋 屠星南 蒋有绪

蒋建屏 温佐吾 温武瑞 董大贤

## 森林立地课题

### 参加研究工作人员

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 张万儒 | 刘寿坡 | 杨世逸 | 仲崇淇 | 徐孝庆 | 盛炜彤 | 周政贤 |
| 蒋有绪 | 骆期邦 | 黄雨霖 | 汪祥森 | 王哲华 | 李炳铁 | 华网坤 |
| 李绍忠 | 蒋建屏 | 顾云春 | 柴锡周 | 陈效群 | 周轸世 | 刘明  |
| 陆诗华 | 许家祥 | 梁焕林 | 周正  | 路秉信 | 杨承栋 | 孟康敏 |
| 高雅贤 | 董大贤 | 张铁砚 | 陈舜礼 | 李永武 | 石昭琴 | 李增金 |
| 陈明亮 | 李传涵 | 杨祖达 | 张明  | 温佐吾 | 毛志中 | 林民治 |
| 肖永林 | 张志云 | 孔秀容 | 臧恩钟 | 赵文学 | 杨胤泽 | 孙善功 |
| 许添森 | 郭衡  | 洪信普 | 黄映泉 | 王松龄 | 李希菲 | 严仁发 |
| 徐英宝 | 曾维琪 | 黄春昌 | 农桂林 | 蒋菊生 | 赵冰  | 陶静  |
| 高广文 | 翁国庆 | 马爱国 | 涂琼  | 李桂兰 | 屠星南 | 张琪  |
| 李彬  | 姜庆安 | 陈显才 | 胡沐钦 | 卢素兰 | 张秀岩 | 李玉敏 |
| 刘秀丽 | 王长荣 | 赵斌  | 彭立平 | 沈辛作 | 洪利兴 | 王承义 |
| 李晶  | 康迎昆 | 韦淑英 | 杨凯  | 张萍  | 叶林  | 何中林 |
| 王兆南 | 孙荣喜 | 李克实 | 王立臣 | 杨秀清 | 潘文利 | 钟志岩 |
| 胡晓龙 | 慈维德 | 李洪恩 | 柴巨峰 | 秦彩云 | 杨建国 | 栾英刚 |
| 黄正秋 | 朱占学 | 陈明珊 | 何美成 | 温武瑞 | 姚茂和 | 聂道平 |
| 薛秀康 | 马力军 | 关洪书 | 付梦华 | 钱能志 | 曹向池 | 龙三群 |
| 于宁楼 | 张广奎 | 陈之端 | 李力充 | 赵志敏 | 吕国安 | 廖先春 |
| 姚其华 | 徐承奎 | 钟哲科 | 许利群 | 刘继红 | 陈永富 | 洪玲霞 |
| 侯燕芳 | 周运超 | 王启顺 | 高华瑞 | 胡斌  | 丁贵杰 | 黄永芳 |
| 乐载兵 | 肖绵韵 | 吴德志 | 陈定国 | 葛宏立 | 郇煜  | 张金贵 |
| 周连兴 | 周启水 | 毛兆忠 | 杨殿竹 | 陶恒威 | 刘开文 | 李大男 |
| 杨森林 | 黄生湖 | 骆汉民 | 陈子文 | 刘书金 | 李梦  | 张怡春 |
| 王亚仙 | 穆育礼 | 朴炳春 | 付荣华 | 李晓力 | 王文明 | 于光耀 |
| 朱旭  |     |     |     |     |     |     |

# 目 录

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| 前言                               |                |
| 总论 .....                         | ( 1 )          |
| <b>第一章 森林立地研究进展动态 .....</b>      | <b>( 11 )</b>  |
| 第一节 森林立地研究发展简史 .....             | ( 11 )         |
| 第二节 森林立地研究现状 .....               | ( 14 )         |
| 第三节 森林立地研究发展趋势 .....             | ( 22 )         |
| <b>第二章 森林立地研究的理论基础 .....</b>     | <b>( 26 )</b>  |
| 第一节 森林立地的基本概念 .....              | ( 26 )         |
| 第二节 立地因子特征及其在森林立地分类、评价中的作用 ..... | ( 28 )         |
| 第三节 森林立地研究方法 .....               | ( 38 )         |
| <b>第三章 中国森林的自然地理环境 .....</b>     | <b>( 55 )</b>  |
| 第一节 气候 .....                     | ( 55 )         |
| 第二节 地貌 .....                     | ( 77 )         |
| 第三节 森林土壤 .....                   | ( 86 )         |
| <b>第四章 中国森林立地分类系统 .....</b>      | <b>( 117 )</b> |
| 第一节 森林立地分类系统的划分原则 .....          | ( 118 )        |
| 第二节 森林立地分类系统的单位和依据 .....         | ( 119 )        |
| 第三节 中国森林立地分类系统 .....             | ( 122 )        |
| <b>第五章 森林立地区域分类特征综述 .....</b>    | <b>( 129 )</b> |
| 第一节 东部季风森林立地区域 .....             | ( 129 )        |
| 第二节 西北干旱森林立地区域 .....             | ( 251 )        |
| 第三节 青藏高寒森林立地区域 .....             | ( 254 )        |
| <b>第六章 森林立地基层分类 .....</b>        | <b>( 258 )</b> |
| 第一节 森林立地基层分类的原则、单位和命名 .....      | ( 258 )        |
| 第二节 森林立地基层分类方法 .....             | ( 261 )        |
| 第三节 东北山地林区森林立地基层分类 .....         | ( 266 )        |
| 第四节 华北中原平原混农林区森林立地基层分类 .....     | ( 283 )        |
| 第五节 南方丘陵山区(东部)森林立地基层分类 .....     | ( 294 )        |
| 第六节 南方丘陵山区(西部)森林立地基层分类 .....     | ( 315 )        |
| <b>第七章 森林立地质量评价 .....</b>        | <b>( 346 )</b> |
| 第一节 森林立地质量评价方法 .....             | ( 346 )        |
| 第二节 东北山地林区森林立地质量评价 .....         | ( 352 )        |
| 第三节 华北中原平原混农林区森林立地质量评价 .....     | ( 367 )        |

|            |                          |         |
|------------|--------------------------|---------|
| 第四节        | 南方丘陵山区(东部)森林立地质量评价 ..... | ( 387 ) |
| 第五节        | 南方丘陵山区(西部)森林立地质量评价 ..... | ( 402 ) |
| <b>第八章</b> | <b>森林立地应用技术</b> .....    | ( 479 ) |
| 第一节        | 森林立地分类、评价的应用 .....       | ( 479 ) |
| 第二节        | 森林立地调查 .....             | ( 482 ) |
| 第三节        | 森林立地图 .....              | ( 489 ) |
| 第四节        | 主要用材树种生物生态学特性与适地适树 ..... | ( 495 ) |
| 第五节        | 森林立地数据库 .....            | ( 543 ) |
| 附录:        | 植物拉丁名、中名对照表 .....        | ( 551 ) |

# 总 论<sup>\*</sup>

森林立地学是识地用地的科学，是研究环境条件对林木生长影响及其分异规律的科学。森林立地应理解为对林木生长意义重大的环境条件的总体，而环境条件则是由地貌、气候、土壤等因素组成的物质体系所决定的那些环境条件。这个环境条件在观察时期中多少保持不变，或是有规律地重复出现，但不是通过林木生存竞争相互之间决定的那些条件。因此，立地是从其作为环境的角度来考虑的一个地区，它能决定该地区所能生长的植被类型和性质；立地既可以从性质上按气候、土壤和植被区分为各种立地类型，又可以从数量上按潜在的木材生产力区分为各种地位级。

我国疆域辽阔，陆地面积约为  $9.60 \times 10^6 \text{km}^2$ ，约占全球陆地总面积的 6.5%；地处中纬度和大陆东岸，东起黑龙江与乌苏里江汇合处（东经  $135^\circ 5'$ ），西至帕米尔高原（东经  $73^\circ 40'$ ），东西跨经度近 62 度，其间距离大约为 5200km，北起漠河以北的黑龙江江心（北纬  $53^\circ 31'$ ），南到接近赤道的曾母暗沙（北纬  $4^\circ 15'$ ），南北跨纬度  $49^\circ 15'$ ，其间距离达 5500km；除了广袤的陆地外，我国尚有宽阔的海域和众多的岛屿，和陆地面积加在一起，构成了我国辽阔疆域的全貌，蕴藏着丰富多采的自然资源。

起伏多山的地形：我国是一个多山的国家，山地、高原和丘陵约占全国土地总面积的 69%。地形是西高东低，呈阶梯状分布，从被称为“世界屋脊”的青藏高原，逐级而下，到达东部滨海平原，其间由山岭组成的两条地形界线，明显地把大陆地形分成三级阶梯；以珠穆朗玛峰（海拔 8848m）为最高峰的一系列高大山系和青藏高原（海拔 4500—5200m），为第一级阶梯；昆仑山和祁连山以北，横断山脉以东，地势急剧下降到海拔 1000—2000m 间，为第二阶梯，其间有几大高原和几大盆地；沿大兴安岭、太行山、巫山、雪峰山一线以东，地势再下降，由海拔 1000m 降低到几十米至几米，为第三级阶梯；自北而南分布有东北平原、华北平原和长江中下游平原，辽东半岛、山东半岛和长江以南还有一片广阔的低山丘陵，只有少数山岭的海拔可以达到或超过千米；从海岸线向东，则是碧波万顷的海洋，沿海岛屿星罗棋布，在水深大都不足 200m 的大陆水下延伸部分，是浅海大陆架区域，有人把它当作我国地形的第四阶梯。地貌类型多样，山区面积广大，在温暖湿润的东部和南部，有以流水作用为主的侵蚀和堆积地貌；在干旱的西北，有风力作用为主的沙漠景观；在西部高山上，有别具风格的冰川地貌；在西南石灰岩分布地区，则有奇特的喀斯特地貌。青藏、云贵、内蒙古和黄土高原，是我国著名的四大高原；塔里木、准噶尔、柴达木和四川盆地，是我国著名的四大盆地；长江、黄河、珠江、黑龙江等大河流，造成了许多广大而肥沃的平原，在平原上散布有低山丘陵；在西部又有不少高峻的山地。据统计，我国山区面积约占全国土地总面积的  $\frac{2}{3}$  以上，蕴藏着丰富的动、植物资源，是发展林业的重要基地。山脉纵横，定向排列，山脉大致以东西走向

---

\* 本章由张万儒执笔。

和东北-西南走向的为多，部分为西北-东南和南北走向；东西走向的山脉主要有三列：最北的一列是天山-阴山-燕山，中间的一列是昆仑山-秦岭-大别山，最南的一列是南岭。这些山脉都是我国地理上的重要界线，如阴山构成了内蒙古高原的边缘，天山是新疆的南疆与北疆的分野，昆仑山是南疆与西藏的界线，秦岭是黄河水系和长江水系的分水岭，南岭是珠江水系和长江水系的分水岭。东北-西南走向的山脉，多分布在东部，山势较低，主要山脉也有三列：最西的一列是大兴安岭-太行山-巫山-武陵山-雪峰山，即第二阶梯和第三级阶梯的分界线；中间的一列包括长白山、辽东丘陵、山东丘陵和闽浙一带的山地丘陵；最东一列是崛起于海上的台湾山脉。西北-东南走向的山脉多分布于西部，由北而南依次为阿尔泰山、祁连山和喜马拉雅山；南北走向的山脉纵贯我国中部，主要包括贺兰山、六盘山和横断山脉；随着青藏高原抬升幅度的增大，致使我国西北地区受湿润季风的影响甚小，而东南地区却受湿润季风的影响较大，于是形成东南湿润，而西北干旱的明显对比。

雨热同季的气候：雨热同季是我国气候的显著特点，就是一年中，随着温度的升高，降水也逐渐增多，及至温度下降，降水又跟着逐渐减少，这在农林业生产中，使得热量和水分能够比较充分地发挥作用，是非常有利的。

林业气候资源：太阳辐射是地表热量的源泉，我国年太阳总辐射量以青藏高原为最高，绝大部分地区在  $670\text{kJ}/\text{cm}^2$  以上，其中雅鲁藏布江中、上游，可高达  $921\text{kJ}/\text{cm}^2$  以上，以四川盆地及其周围最低，在  $419\text{kJ}/\text{cm}^2$  以下，川西高原不足  $335\text{kJ}/\text{cm}^2$ 。西北干旱区域海拔较高，空气干燥，云量少，日照多，年太阳总辐射量也很高，绝大部分地区都在  $586-670\text{kJ}/\text{cm}^2$ ，东部季风区域年太阳总辐射量除四川盆地很低，热带地区稍高外，由南到北变化不大，约在  $460-544\text{kJ}/\text{cm}^2$ 。空气温度在作物体温观测资料少的情况下，也是用来表示温度对植物的影响和表示热量资源，我国日平均气温  $>10^\circ\text{C}$  的积温，除高山高原外，由南向北逐渐减少，南沙群岛在  $9000^\circ\text{C}$  以上，由此向北递减，到黑龙江省北部在  $2000^\circ\text{C}$  以下，其间有几条重要的等值线，如  $6500^\circ\text{C}$  在南岭一线， $4500^\circ\text{C}$  在秦岭、淮河一线， $3500^\circ\text{C}$  在长城一线， $1700^\circ\text{C}$  在大兴安岭北部；西北干旱地区内蒙古、宁夏、河西走廊和北疆  $>10^\circ\text{C}$  积温由  $2000^\circ\text{C}$  到  $3500^\circ\text{C}$ ，南疆  $3500^\circ\text{C}$  以上，吐鲁番盆地在  $5300^\circ\text{C}$  以上，西藏在  $2000^\circ\text{C}$  以下，有些海拔较高的地方，不到  $100^\circ\text{C}$ 。 $>10^\circ\text{C}$  的日子不连续，日平均气温  $>10^\circ\text{C}$  期间的日数的分布趋势和  $>10^\circ\text{C}$  积温的分布趋势相似，台湾南部、云南南部和雷州半岛北部以南，全年各日都  $>10^\circ\text{C}$ ，南岭一线约为 285 天，秦岭、淮河一线为 225 天，长城一线为 180 天，内蒙古、宁夏、河西走廊和北疆，由 150 到 200 天，南疆在 200 天以上，西藏地区在 180 天以下。最热月平均气温南沙群岛  $28.8^\circ\text{C}$ ，而黑龙江北部的漠河仍达  $18.4^\circ\text{C}$ 。我国最热月气温最高的地方，依次为吐鲁番达  $33.0^\circ\text{C}$ ，重庆为  $29.4^\circ\text{C}$ ，汉口为  $29.3^\circ\text{C}$ ，南昌为  $30.1^\circ\text{C}$ ；而最热月气温最低的地方在青藏高原，有些地方在  $5^\circ\text{C}$  上下；最冷月平均气温南沙群岛  $26^\circ\text{C}$  以上，黑龙江省北部的根河为  $-31.5^\circ\text{C}$ ，五指山以南  $>18^\circ\text{C}$ ，台湾南部、雷州半岛北部、云南南部一线约为  $15^\circ\text{C}$ ，南岭一线为  $10^\circ\text{C}$ ，秦岭、淮河一线在  $0^\circ\text{C}$  左右，长城一线约为  $-10^\circ\text{C}$ ，大兴安岭北部在  $-25^\circ\text{C}$  以下，内蒙古、宁夏、河西走廊和北疆由  $-15^\circ\text{C}$  到  $-20^\circ\text{C}$ ，南疆在  $-10^\circ\text{C}$  上下，西藏冈底斯山以南在  $-10^\circ\text{C}$  以上，以北在  $-10^\circ\text{C}$  以下；极端最低气温多年平均值最高太平岛为  $22.4^\circ\text{C}$ ，最低漠河为  $-52.3^\circ\text{C}$ ，而台湾南部、雷州半岛北部、云南南部一线约为  $5^\circ\text{C}$ ，南岭一线约为  $0^\circ\text{C}$ ，秦岭、淮河一

线约为 $-10^{\circ}\text{C}$ ，长城一线约为 $-25^{\circ}\text{C}$ ，东北地区、内蒙古、北疆在 $-30^{\circ}\text{C}$ 上下，南疆在 $-20^{\circ}\text{C}$ 上下，西藏地区在冈底斯山以北低于 $-25^{\circ}\text{C}$ ，以南高于 $-25^{\circ}\text{C}$ 。我国年降水量，不论是东部季风区域还是青藏高寒区域，都是由东南向西北逐渐减少，东部季风区域年降水量以沿海面迎季风的山坡为最多。台湾岛北端的火烧寮，多达 $6378\text{mm}$ （1912年， $8409\text{mm}$ ），其次是闽浙山地东南坡，广西十万大山南坡，海南五指山的东坡，年降水量都在 $2000\text{mm}$ 以上，邛崃山东坡的雅安、峨眉一带年降水量也接近 $2000\text{mm}$ ，长江中下游为 $1000-1200\text{mm}$ ，秦岭、淮河一带为 $700-800\text{mm}$ ，黄河流域为 $500-600\text{mm}$ ，云南和藏南受西南季风影响，降水集中而丰富，雅鲁藏布江下游河谷的巴昔卡，年降水量多达 $4495\text{mm}$ ，西北干旱区域年降水量一般为 $100-200\text{mm}$ ，塔里木盆地在 $50\text{mm}$ 以下，吐鲁番盆地甚至在 $25\text{mm}$ 以下，但某些面向西部或北部的山坡，年降水量并不少，如阿尔泰山和准噶尔西部山地可达 $800\text{mm}$ 以上，天山和祁连山可达 $400\text{mm}$ 以上，昆仑山可达 $200\text{mm}$ 以上。我国的太阳能、风能和水能是很丰富的，这也是广义的或者是间接的林业气候资源。

丰富多样的土壤：土壤是重要的自然地理要素之一，也是林业生产的基础，是林木赖以生存的重要自然资源。我国森林土壤资源丰富、类型繁多，据统计包括主要土壤类型在内的林业用地总面积为 $2.6\times 10^8\text{hm}^2$ ，约占全国土地面积的 $30\%$ ，其中生长在棕色针叶林土、暗棕壤、棕壤、黄棕壤、红壤与黄壤、山地棕色暗针叶林土、山地灰色森林土、山地灰褐色森林土等主要森林土壤类型的有林地 $1.1\times 10^8\text{hm}^2$ ，占林业用地面积的 $42.2\%$ ，无林地（包括沙荒地、采伐迹地、火烧迹地、宜林荒山荒地、灌木林地、疏林地、未成林造林地等）为 $1.5\times 10^8\text{hm}^2$ ，占林业用地面积的 $57.8\%$ 。全国森林土壤类型共有10个土纲、46个土类、170个亚类，其中以棕色针叶林土、暗棕壤、红壤等面积最大，约占林业用地的 $80\%$ 。根据气候、地貌及森林植被因素的变异，我国森林土壤空间分布可概括为三个自然单元：东部湿润区森林土壤垂直带谱群，主要受太平洋季风影响，西北干旱区山地森林土壤垂直带谱群，主要受北大西洋及北冰洋天气系统的影响，青藏高原边缘山地森林土壤垂直带谱群，主要受印度洋及太平洋季风影响。东部湿润区山地森林土壤垂直带谱群中主要建群森林土壤有寒温带针叶林下的棕色针叶林土、温带针阔叶混交林下的暗棕壤、暖温带落叶阔叶林下的棕壤与褐土、北亚热带常绿、落叶阔叶林下的黄棕壤、中亚热带常绿阔叶林下的红壤与黄壤、南亚热带季风常绿阔叶林和热带季雨林下的砖红壤性红壤和砖红壤。西北干旱区山地森林土壤垂直带谱群中主要建群森林土壤有阿尔泰山西南坡新疆落叶松林下的山地灰色森林土、天山北坡天山云杉林下的山地灰褐色森林土。青藏高原边缘山地森林土壤垂直带谱群中主要建群森林土壤有北缘（祁连山）青海云杉林下的山地灰褐色森林土、东缘（横断山脉北部）岷江冷杉林下的山地棕色暗针叶林土、紫果云杉或铁（杉）槭桦针阔混交林下的山地暗棕壤、东南缘（横断山脉南部）长苞冷杉林下的山地棕色暗针叶林土、丽江云杉林下的山地暗棕壤、云南松林下的山地红壤、南缘（喜马拉雅山南侧）急尖长苞冷杉林下的山地棕色暗针叶林土、针阔叶混交林下的山地暗棕壤、常绿阔叶林下的山地黄壤。我国森林土壤的分布规律与纬向水平热量带和经向相性干湿分异规律基本一致，由于地貌的影响，使森林植被的分布受到明显的影响，从而形成了类型繁多、组成复杂的山地森林土壤垂直带谱群。

根据我国森林的自然地理环境分异特征和森林立地环境因子与林木生长相互关系的

调查研究资料,中国林业科学研究院等单位于1989年在宁波召开的全国第二次森林立地学术讨论会上提出了“中国森林立地分类系统”。这个系统是以生态学原理为基础的,它的划分原则:重视与森林生产力密切相关的自然地理因子及其组合的分异原则、综合多因子与主导因子相结合的原则、简明实用原则,建立我国四级制的“中国森林立地分类系统”:

| 立地分类等级 | 立地分类名称                                  | 立地分类划分依据         |
|--------|-----------------------------------------|------------------|
| 0 级    | 森林立地区域 (Forest Site Region)             | 三大自然区域           |
| 第一级    | 森林立地带 (Forest Site Zone)                | 气候亚带             |
| 第二级    | 森林立地区 (Forest Site Area)                | 大地貌单元            |
|        | 森林立地亚区 (Forest Site Subarea)            | 土壤类型和植被群的适宜性     |
| 第三级    | 森林立地类型区 (Forest Site Type District)     | 地方性气候、土壤、地形单元    |
|        | 森林立地类型亚区 (Forest Site Type Subdistrict) | 岩性、母岩、母质         |
|        | 森林立地类型组 (Forest Site Type Group)        | 相似立地类型的组合        |
| 第四级    | 森林立地类型 (Forest Site Type)               | 从性质上按土壤、植被和气候来划分 |
|        | 森林立地变型 (Forest Site Type Variety)       |                  |

森林立地带、森林立地区为森林立地分类系统的区域分类 (regional classification) 单元,不能重复出现;森林立地类型区、森林立地类型为森林立地分类系统的基层分类 (local classification) 单元,它可以重复出现。

森林立地分区特征综述,是对中国森林立地分类系统中区域分类 (regional classification) 单元的描述,根据森林立地分类原则,中国森林立地分类系统中区域分类单元共划分为3个森林立地区域、16个森林立地带、65个森林立地区、162个森林立地亚区。

东部季风森林立地区域的特点是夏季东南季风影响明显,随着气温的回升,降水量也逐渐增加,形成雨热同季,为森林生长发育提供了有利条件。森林立地带以温度为主要划分指标,由北而南逐渐变暖,从大兴安岭北部寒温带森林立地带开始,向南为中温带森林立地带、暖温带森林立地带、北亚热带森林立地带、中亚热带森林立地带、南亚热带森林立地带、北热带森林立地带、南热带森林立地带,止于赤道热带森林立地带,共分为9个森林立地带。东部季风森林立地区域的特点是湿润程度较高,其天然植被和土壤为:寒温带森林立地带为兴安落叶松林,土壤为棕色针叶林土,中温带森林立地带为红松针阔混交林,土壤为暗棕壤,暖温带森林立地带为落叶阔叶林,土壤为棕壤,北亚热带森林立地带为常绿阔叶及落叶阔叶混交林,土壤为黄棕壤,中亚热带森林立地带为常绿阔叶林,土壤为红壤、黄壤,南亚热带森林立地带为季风常绿阔叶林,土壤为砖红壤性红壤,热带森林立地带为雨林、季雨林,土壤为砖红壤,因此,我国东部季风森林立地区域纬向地带性表现明显。东部季风立地区域新构造运动上升幅度较小,超过海拔2000m以上的高山甚少,没有冰川和雪线,绝大部分地区均在海拔1000m以下,东部沿

海大都属新构造运动的沉降地区，海拔 500m 以下的低山、丘陵占了很大面积，还有很多河湖平原，如松辽平原、华北平原、江汉平原、洞庭湖和鄱阳湖等湖滨平原，在东部沿海还有很多大、小的三角洲平原和滨海平原，如长江三角洲、珠江三角洲以及东南沿海的漳州平原、潮汕平原等。

东部季风森林立地区域可分成 9 个森林立地带、44 个森林立地区、107 个森林立地亚区，占全国总面积的一半（47.6%），分布着我国绝大部分的耕地（90%以上），居住着 95%以上的人口；在本区域发展林业，建设用材林基地和经济林基地，发挥林业的多功能、多效益以保证本区域生态经济的平衡、稳定和发展，是我国林业建设的基本任务。

西北干旱森林立地区域是指我国大兴安岭以西和青藏高原以北的广大内陆区域。由于远离海洋，湿润气流难以进入，形成干旱气候，以荒漠和草原植被为主，也有荒漠草原及半干旱草原等过渡类型。但因为有大兴安岭、天山、昆仑山、祁连山等几座大山脉东西横贯于荒漠盆地之间，各山脉海拔高度一般均在 3000m 以上。顶部有现代冰雪覆盖，冰雪融水由山地流入盆地，形成灌溉绿洲。山地降水量明显高于荒漠，气候相对湿润而发育有山地森林，并具有明显的垂直带谱。山麓为荒漠草原植被，土壤棕钙土，山地海拔 500m 以上为干旱草原，栗钙土，海拔 1500m 以上发育有森林，森林带一般可至海拔 2200—2300m 左右，以上则为亚高山草甸带。祁连山、昆仑山的森林带则在海拔 2600—3400m 之间，阿尔泰山的森林一般为新疆落叶松，天山北坡以天山云杉林为主，昆仑山和祁连山森林覆被率较小，阴坡有青海云杉林，阳坡为祁连山圆柏林。内蒙古高原西部的阴山山地主要是落叶阔叶林。黄河中游的银川平原、河套平原因长期引黄灌溉形成深厚淤积的土壤，是西北干旱区域中的重要农业区。由于本立地区域气候干旱，无论森林、草原或绿洲植被，一旦破坏就难以恢复。西北干旱森林立地区域可分为干旱中温带、干旱暖温带 2 个森林立地带，1 个森林立地区，38 个森林立地亚区。

青藏高寒森林立地区域包括青藏高原及其东南缘横断山区和北缘柴达木盆地，海拔 4000m 以上。喜马拉雅山横亘高原南部，北部高原面完整，呈低山丘陵状；南部喜马拉雅山地及东南缘的横断山系，属高山峡谷地貌。由于高原东南部南北向切割，印度洋、太平洋季风可沿河谷及迎风坡输入，夏半年多雨、湿润；高原西北部渐趋干旱，直至成为极干旱而高寒的荒漠。高原太阳辐射强烈，日照长，昼夜温差大，有利于植物的光合生长。高原东南部高山峡谷区及南部湿润地区有明显的森林垂直带谱，一般以常绿阔叶林为基带，往上有常绿阔叶落叶阔叶混交林、落叶阔叶林、针叶阔叶混交林、亚高山暗针叶林、亚高山草甸、高山草甸、高山寒漠、雪线。土壤自下而上依次为山地黄壤、山地黄棕壤、山地棕壤、山地暗棕壤、山地棕色暗针叶林土、亚高山草甸土、高山草甸土、高山寒漠土、冰沼土。垂直带中以亚高山暗针叶林带为最宽，面积广大，林木蓄积量大，是我国除东北以外的第二个最大的天然林区。云杉属、冷杉属树种很多，松属、落叶松属、柏木属、圆柏属都有本立地区域的特有种，植物区系十分丰富。本立地区域森林具有重要的水源涵养意义，要保护好物种多样性的高原-高山生态系统，以及世界上有特殊价值，堪称最完整的地带垂直带谱。藏西、藏北和柴达木盆地则基本上为非宜林区。青藏高原森林立地区域分为高原寒带、高原亚寒带、高原中温带、高原暖温带和高原亚热带 5 个森林立地带，10 个森林立地区、17 个森林立地亚区。

森林立地基层分类（local classification）单位是类型的划分，分类单位均冠以“类

型”名称，如类型区、类型组、类型等，各级类型是在上一等级背景上进一步分异，都可以在地域上重复出现，森林立地基层分类系统组成是：森林立地类型区，森林立地类型亚区，森林立地类型组，森林立地类型，变型。它的分类原则除上述分类原则外，还有着重考虑类型的稳定性、分类立地因子的直观性、立地主导因子与林木生长高度相关性等。森林立地基层分类是在森林立地高级分类、森林与大尺度地域分异规律的背景上来研究森林与中、小尺度的地域分异规律，即研究森林立地基层分类因子与林木生长的关系，从而进行类型的划分。森林立地基层分类单位的命名，各级类型均按划分依据和等级命名，并冠以上一级分类名称的简称。如森林立地类型区——南岭北坡低山森林立地类型区；森林立地类型亚区——低山石灰岩森林立地类型亚区；森林立地类型组——石灰岩山脊森林立地类型组；森林立地类型——山脊薄土层薄腐殖质层森林立地类型。东北山地林区森林立地基层分类研究成果，在大兴安岭北部的坡上部斜坡为棕色针叶林土；坡中部缓坡为生草棕色针叶林土，坡下部平缓坡为表潜棕色针叶林土；而排水不良的台地和积水、流水谷地，则出现泥炭潜育土、沼泽土、河岸冲积土。在小兴安岭和长白山地山脊、陡坡为始成暗棕壤，斜坡、缓坡、谷地为典型暗棕壤、草甸暗棕壤、潜育暗棕壤、白浆化暗棕壤；而在排水不良的台地和积水、流水的谷地则出现草甸土、沼泽土和河滩森林土，坡地上土壤分布主要受坡度的影响，随着坡度变化土层厚度和腐殖质层厚度发生变化。一般坡度越大，土层越薄，坡度是影响土壤水分变化的重要因子；土层厚度影响着土壤的蓄水能力；坡向对土壤水分含量有时也产生影响。经过数量分析方法筛选主导因子分析结果，提出了大兴安岭北部东坡、西坡低山立地亚区主要森林立地类型表，小兴安岭南坡立地亚区主要森林立地类型表，长白山北部（完达山、老爷岭、张广才岭）立地亚区主要森林立地类型表，长白山南部（长白山、千山）立地亚区主要森林立地类型表。华北中原平原混农林区森林立地基层分类研究成果，华北中原平原混农林区独特的平原地貌背景，使立地因子几乎局限在土壤、母质和水文条件与林木生长相关的主导因子上。在平原混农林区，土壤及其属性对林木生长影响明显，毛白杨在盐潮土与黄潮土生长比较，其生长量相差1个地位指数级；刺槐在黄潮土地位指数16.5，风沙土为13.3。平原地宜林地影响林木生长的肥力高低受土壤质地严格制约，土壤质地易于识别，用于区分立地条件较为方便。土体构型在冲积地区是指土层中不同深度出现质地夹层的不同，它对土壤水分养分保蓄移动影响甚大。因此夹层厚度与出现的位置也可作为划分立地的依据。另外土壤质地与坚实度、容重、孔隙度、透水性均有密切关系。经过数量分析方法筛选主导因子分析结果，提出了黄泛平原立地亚区主要立地类型表，江汉平原立地亚区主要立地类型表。南方丘陵山区森林立地基层分类研究成果，南方丘陵山区影响林木生长的自然地理环境因子主要表现在丘陵山区内部山地垂直气候、地貌、生态岩性、坡位、土壤等立地因子变化上。地形、地势、地貌的差异影响森林的分布与生产力的高低。南方丘陵山区低山和丘陵占有较大面积，海拔高度一般在500—1000m之间，最高高峰在2000m上下，可明显地划分为中山、低山、高丘、低丘和盆地几种地貌类型。从300m以下的低丘到1000m以上的中山，气温变化大体相当于中亚热带至北亚热带及暖温带；主要岩石为花岗岩以及多种砂页岩、变质岩和石灰岩等。土壤在500m以下有红壤广泛分布（300m以下的低丘大都为红色风化壳），500—1000m为黄红壤、黄壤。1000m以上分布着山地黄棕壤，山顶分布有山地草甸土。森林植被在红壤和黄壤上保存

较好的自然植被为常绿阔叶林，主要树种有米槠、甜槠等，还有闽粤栲、南岭栲等。目前在海拔 300—800m 的高丘、低山地区，杉木、马尾松生长较好。杉木要求坡距较短、相对湿度较大的生境条件。300m 以下的低丘有湿地松、火炬松等国外松栽植，1000m 以上的森林由常绿阔叶落叶阔叶混交林组成，主要树种有青冈栎、米槠、木荷、小果冬青、鹅耳枥、山毛榉、槭、椴及黄山松等。上述影响森林分布的生态环境的中尺度的地域分异可知，山地垂直分异制约着综合环境条件的差别。因此，中尺度地貌分异及成因明显地影响着森林类型的分布及生产力的高低，成为南方丘陵山区森林立地基层分类中划分立地类型区的主导因子，而生态岩性是形成土壤的基础，同样制约着森林类型的分布及生产力的高低，成为划分立地类型亚区的主导因子；地形部位、土壤性质影响着土壤水、热、养分条件的差异，制约着森林生产力的高低，成为划分立地类型组及立地类型的主导因子。经过数量分析方法筛选主导因子分析结果，提出了天目山黄山立地区主要立地类型表，幕阜山、九岭山低山丘陵立地亚区主要立地类型表，闽中低山丘陵立地亚区主要立地类型表，闽北浙西南中山立地亚区主要立地类型表，雪峰山北部、南部低山丘陵立地亚区主要立地类型表，南岭山地北坡、南坡山地立地亚区主要立地类型表，十万大山北坡、南坡低山丘陵立地亚区主要立地类型表。

森林立地质量评价 (quality evaluation) 考虑的是林地生长树木的能力，评价立地质量的方法有：建立地位指数曲线模型，用地位指数直接评价立地质量，是以自由生长的未受损伤的优势木或等优势木的高度和年龄测定为基础，这些测定结果形成一组树高-年龄关系曲线（地位指数），用来评估特定指示年龄林分的总树高，在林木符合量度树高和胸径的要求时，这个方法是非常简单方便的。地位指数曲线模型是按立地亚区和立地类型区分别作优势解析木的归类统计分析，以判断优势高生长曲线的趋势是否存在显著差异。据此确定建模单元，然后在建模单元内再按立地质量进行归类分析，判断优势高生长曲线单形或多形性，以此来确定指数曲线模型。东北山地林区采用按立地类型建立优势高生长模型，华北中原平原混农林区根据泡桐栽培特点建立以优势木胸径为指标的地位指数模型。建立数量化地位指数模型，主要是应用于无林地地位指数不便于直接测定的林地上，以估计其地位指数。首先要重点研究建模单元的划分依据和正确选择解释变量的方法，然后采用数量化理论 I 和带因子交互项的两类数学模式进行建模。建模立地因子应考虑建模单元内地形、地势、岩性及土壤等方面各主导因子，并与立地分类中主导因子一致，以便按立地分类系统进行评价。树种立地质量代换评价，研究了利用树种间的地位指数配对样本资料直接建立配对方程进行树种间代换评价。结果表明，这种方法存在着难于克服的缺点。因此，只有通过建立各树种以立地因子为解释变量的数量化地位指数模型和以地位指数和年龄为解释变量的标准收获模型的方法，来达到树种间代换评价的目的。用蓄积量作为评价立地质量的指标，这里林分密度是一个干扰因素。可根据研究地区的实际情况，分别采用标准林分密度的概念，即正常（现实林分最大密度）状态下的标准密度，郁闭度刚达 1.0 时的标准密度和一定作业法的标准密度。模型的建立采用以年龄和地位指数为解释变量建模和分别立地类型建模两种建模方式。东北山地林区森林立地质量评价分别在下列地区建立了地位指数模型和收获模型。地位指数模型建模范围为森林立地亚区，采用二种方法建模。一种采用导向曲线法，以森林立地亚区为建模单元；另一种以立地类型为建模单元。二者均采用 Richards 方程为模式。建有长白

山南部立地亚区日本落叶松地位指数模型，长白山南部、长白山北部、小兴安岭南坡森林立地亚区长白落叶松地位指数模型，大兴安岭北部西坡及东坡森林立地亚区兴安落叶松地位指数模型，长白山南部、长白山北部、小兴安岭南坡森林立地亚区红松地位指数模型，大兴安岭北部西坡及东坡森林立地亚区、小兴安岭森林立地区、长白山森林立地区樟子松地位指数模型。生长收获预测模型建有大兴安岭北部东坡森林立地亚区低山丘陵立地类型区兴安落叶松收获模型，小兴安岭南坡森林立地亚区、长白山北部、长白山南部立地亚区低山丘陵立地类型区红松、樟子松收获模型和小兴安岭南坡、长白山北部、南部长白落叶松多形曲线收获模型。由上述分地区（亚区）、分树种（红松、樟子松、落叶松）、分立地类型建立起来的各种模型，综合为东北山地林区森林立地质量评价系统，最终将落实到蓄积量。华北中原平原混农林区森林立地质量评价，评价树种为毛白杨、刺槐、意大利杨和泡桐，根据平原区立地和人工林经营特点，采用单形导向曲线建模，毛白杨、刺槐、意大利杨用树高生长过程，泡桐用胸径生长过程，经多种模型拟合比较，找出最佳方程作为导向曲线方程，编出地位指数表，在黄泛平原森林立地亚区建有毛白杨地位指数模型、刺槐地位指数模型、泡桐导向曲线方程，两湖平原森林立地区建有意大利杨地位指数模型；编制正常收获表（生长过程表），刺槐和意大利杨按立地等级编制了正常收获表和经验收获表，泡桐编制了单株材积生长过程表；编制数量化地位指数表及建立立地分类和评价系统，在黄泛平原森林立地亚区编制了刺槐、毛白杨数量化地位指数表及建立了立地分类和立地质量树种代换评价系统，并对毛白杨进行了经营指数评价方法探讨，编制了毛白杨经营指数表，两湖平原森林立地区编制了意大利杨数量化地位指数表、立地分类和立地质量评价系统。南方丘陵山区（东部）森林立地质量评价，包括天目山黄山山地、湘赣丘陵、武夷山仙霞岭、武夷山戴云山等森林立地区建立了由地拉指数曲线、数量化地位指数曲线及蓄积量预估曲线等组成综合评价体系，湘赣丘陵森林立地区、武夷山戴云山森林立地区建立多形地位指数模型，天目山黄山和武夷山仙霞岭森林立地区建立单形地位指数模型。幕阜山九岭山立地亚区、天目山黄山森林立地区、武夷山仙霞岭森林立地区、武夷山戴云山森林立地区采用数量化理论Ⅰ建立数量化地位指数模型。幕阜山九岭山森林立地亚区、武夷山戴云山森林立地区、天目山黄山森林立地区、武夷山仙霞岭森林立地区建立蓄积量预估模型。根据上述各立地区，杉木、马尾松三种模型（地位指数模型、数量化地位指数模型及蓄积量模型）的建立，形成了立地质量评价体系，进行立地类型生产力评价。南方丘陵山区西部森林立地质量评价，建立了南岭山地、雪峰山、十万大山的杉木、马尾松多型地位指数模型。建立了南岭山地、雪峰山、十万大山的杉木、马尾松标准收获模型，并由此可推算出各树种材积生长率模型。建立了南岭山地、雪峰山、十万大山杉木、马尾松数量化多元地位指数模型，编制南岭山地、雪峰山、十万大山森林立地分类和立地质量树种代换评价体系表，以森林立地因子为依据进行树种代换评价，并对数量化地位指数模型建模单元大小进行了论证。上述各森林立地区的多形地位指数表、数量化地位指数表、标准蓄积量表及树种间地位指数和收获的代换评价组成了森林立地质量评价体系，并通过数量化地位指数表，将森林立地分类系统与森林立地评价直接联结起来，在森林立地区以下各级都可以获得生产力评价。

森林立地应用技术，包括森林立地调查研究方法、森林立地分类评价体系、系列森