

国家七五攻关子专题

南岭山地 森林立地分类、评价研究

THE STUDY ON FOREST SITE CLASSIFICATION AND
EVOLUTION IN NAN LING MOUNTAINOUS REGION

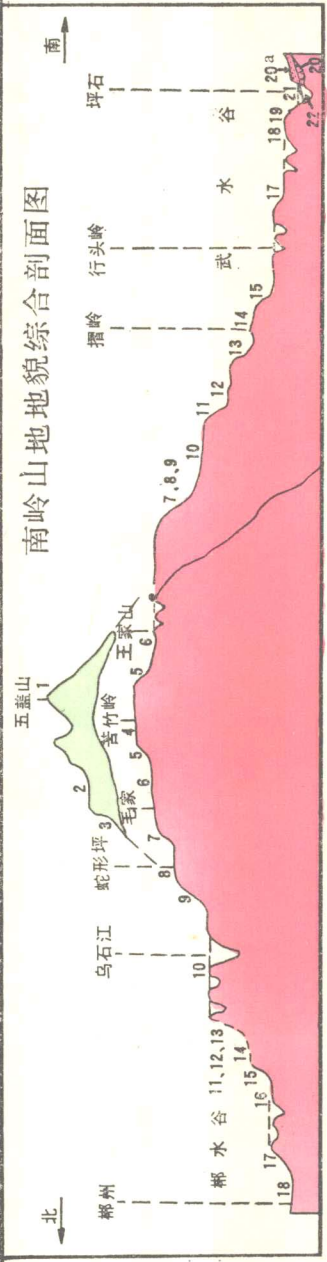
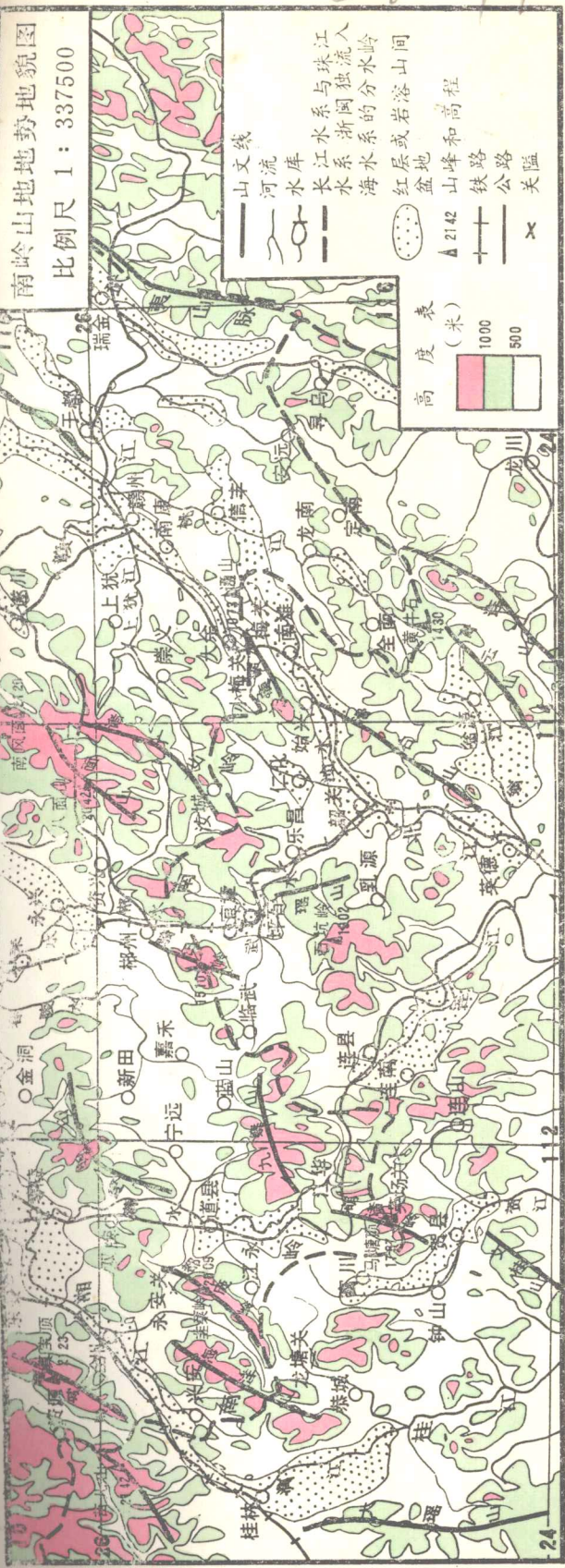
骆期邦 等 编著

林业部中南林业调查规划设计院

SOUTH CENTRAL CHINA DESIGN INSTITUTE OF FOREST
INVESTIGATION AND PLANNING OF FOREST MINISTRY



57241



- | | | |
|--------------------------------|---|---------------|
| 1 五盖山高岭1300—1600米 (前泥盆纪) 1600米 | 17 垂直切割 | 21 坪石盆地河床最新切割 |
| 2 壮年地貌1300米 | 18 壮年地貌, 郴州侵蚀平原, 红土掩盖, 相当于粤北坪石盆地的最低岩石台地350米 | 22 近代冲积 |
| 3 峡谷地貌 (在泥盆纪砂岩中) | 19 垂直切割, 粤北坪石盆地岩石台地之切割 | |
| 4 壮年地貌, 苦竹岭高台 (在泥盆纪石灰岩中) 1040米 | 20 坪石盆地中台地砾石及细砂 (20a) | |
| 5 垂直切割 | | |
| 6 壮年地貌, 毛家高台 (泥盆石灰岩中) 950米 | | |
| 7 垂直切割, 板布岭瀑布 | | |
| 8 壮年地貌, 蛇形坪高台 (泥盆石灰岩中) 870米 | | |
| 9 垂直切割陡高坡 (花岗岩中) | | |
| 10 壮年地貌, 乌石江高台 (泥盆纪石灰岩中) 700米 | | |
| 11 12、13、14、15五个地貌期在五盖山以南发育良好 | | |
| 16 壮年地貌, 郴州附近岩石台地450米 | | |

序 言

林地是森林资源构成中最基本的成份。只清查林地的利用现状,远不足以解决林地的合理利用问题。因为就其自然属性而言,林地是一种载体,处于地球表面不同位置的林地;具有不同的光、热、水、气和不同的矿物养分承载量,从而对林业的不同利用方式具有不同的生产潜力反应和不同的营林措施要求。科学地利用林地,就是要在不降低土地生产潜力的前提下,选择最恰当的利用方式,持续不断地充分挖掘林地的自然生产潜力,以最小的投入获得最大的产出。只有这样才是我们通常所说的适地适树的正确解决。而这种正确解决,必须以对林地的自然属性和树种的生长效应两者的充分了解为依据。显然,前者应由立地分类加以解决,后者则是立地质量评价的任务。由此可见,用立地分类和评价的方法,查清林地资源的立地类型结构及其对不同利用方式的适宜性和不同生产潜力反应,以便为适地适树的最优决策提供可靠依据,是现代森林经营必须首先做到的最重要的基础工作。这正是《全国用材林基地立地分类、评价和适地适树研究》被列入国家“七五”重点科研攻关项目的意义所在。而南岭山地作为我国南方重要的用材林建设基地,理所当然地被选择为主要研究地区。

1986年底,林业部中南林业调查规划设计院与林业部华东林业调查规划设计院承担了南岭山地立地分类、评价的研究任务,并专门成立了由两院9位同志组成的专题攻关组。研究是在充分查阅了国内外大量有关研究成果,分析了研究现状、存在问题和发展趋势的基础上,根据总课题所规定的杉木和马尾松两个速生用材树种,针对我国南方用材林基地建设中急待解决的适地适树最优决策问题进行的。首先选定了“以森林生态原理为指导,采取综合多因子多级生态分类系统的原理和方法,建立南岭山地立地分类系统;在立地分类系统的基础上针对每一个基本分类单元(立地类型),进行有林地和无林地统一评价和多树种代换评价,并以地位指数为杠杆,通过建立标准蓄积量收获模型,将评价指标落实到主伐年龄时的标准收获量,构成一套完整实用的立地分类、评价成果体系”,作为研究的总体方向。并相应地确定了以取样方法、各立地等级主导因子的选定和定义、立地分类系统的构成原则、多形地位指数模型和标准蓄积量收获模型的建立方法以及立地质量的多树种代换评价方法等为主攻的关键技术环节,制定了详细的研究内容和计划实施方案。经过近四年的研究时间,总共收集各类样地1175块,树干解析样木1732株,土壤分析样品232份,取得了翔实的研究信息,并在此基础上,通过深入地计算分析和研究,圆满地实现了既定研究目标,为南岭山地立地区建立了从立地区到立地类型的多级森林生态分类系统,并相应地提供了一整套以森林生态原理为基础,以地位指数为杠杆,将立地质量评价指标落实到标准收获量的杉木、马尾松代换评价体系,为立地质量的多树种评价探索了一条新的途径。研究成果在立地分类、评价系统构成的完整性方面;多形地位指数模型的建立和应用方面;以及解决以标准收获量为指标的立地质量树种代换评价问题等方面,在理论和方法上均取得了某些新的进展。整套成果经嘉禾县南岭林场生产应用证明,具有较高的科学性和适用性。研究成果已由湖南省林业厅主持通过了技术鉴定,受到有关著名专家的一致好评。

当前，正是我国用材林基地和防护林工程建设大规模兴起和扩大的时候，也是森林立地分类和评价进入到系统研究阶段而受到普遍重视的时候。为了能尽快促成适用于我国林业建设需要的森林立地分类系统和评价方法的研究成功，我们特将南岭山地立地分类、评价的研究成果汇编成册奉献给同行读者。全书主要由研究总报告和专题研究报告及有关论文14篇组成，其中有些论文虽已在学术刊物上发表，但考虑到全面体现研究成果的完整性，我们仍将其收编在本书中。书中报告和论文所涉及的内容，包括国内外同类研究动态分析，本课题研究思路的形成和主攻方向的确立；主攻关键技术环节的选定和解决方法；研究中所采用的数学方法总结；研究成果的整体构成和成果在生产上的应用等。虽然这些成果是以南岭山地为对象取得的，但成果兼有“硬件”和“软件”双重性质，由于南岭山地地理背景十分复杂，地域面积广阔（约12万平方公里），生态因子的变化幅度大，自然地理上的这些特点，使研究成果具有一定的广度和深度。因此，就成果的软件性质而言，在课题设计、取样方法、解决关键技术问题所采用的理论和方法等方面，对我国南方乃至全国山地的森林立地分类和评价研究，我们相信会有一定的参考价值，并期望能起到抛砖引玉的作用。同时，由于我们的水平所限，在研究成果中，也难免还存在不完善乃至错误的地方，通过本书的介绍，希望得到读者的批评指正，这也是汇编本书的目的之一。

栗显才

1990年8月

目 录

I、总报告:

南岭山地立地分类、评价及适地适树研究总报告.....	(1)
----------------------------	-----

I、专题报告及论文:

南岭山地立地分类及其应用的研究.....	(40)
南岭山地立地质量评价系统的研究.....	(56)
单形和多形地位指数模型的对比研究.....	(90)
南岭山地立地评价系统的地位指数研究.....	(97)
林分标准密度(立木株数)确定方法的研究.....	(116)
南岭山地杉木、马尾松标准蓄积量收获模型的研究.....	(120)
南岭山地立地分类、评价研究成果的应用.....	(132)
利用节间长度进行马尾松幼、中龄林立地质量评价系统的研究.....	(139)
Richards函数拟合多形地位指数曲线模型的研究.....	(145)
用于立地质量评价的杉木标准蓄积量收获模型.....	(151)
立地质量的树种代换评价研究.....	(158)
南岭山地立地评价系统的主要数学方法.....	(169)
立地分类和评价样本资料收集方法的研究.....	(210)

II、附 录:

鉴定证书和专家评审意见.....	(218)
南岭山地立地分类、评价专题攻关组成员名单.....	(224)

CONENTS

Forward

1. A comprehensive research report on site classification and evolution and right tree on right site for Nan-Ling Mountainous Region.....Luo Qibang.
2. Reports and theses on a special topic :
 - A study on site classification and its application for Nan-Ling Mountainous Region Jiang Jusheng et al.
 - A study on site quality evolution system for Nan-Ling Mountainous RegionJiang Jusheng et al.
 - A study on the comparison between single and polymorphic site index models.....Luo Qibang et al.
 - A study on site index of the site quality evolution system for Nan-Ling Mountainous Region.....Ge Hongli et al.
 - A study on determining stand standard density(stem-number)··Wu Zhide et al.
 - A study on the standard yielding models of Chinese Fir & Masson's Pine for Nan-Ling Mountainous Region.....Wu Zhide et al.
 - A pplication of research achievements on site classification and evolution in Nan-Ling Mountainous Region.....Luo Qibang et al.
 - A study on the site quality evolution aystem for middle and yuong growth forest of Masson's Pine by using its internode length··Jiang Jusheng et al.
 - A study on the establishment of polymorphic site index model by adapting Richards function.....Luo Qibang et al.
 - A standard yielding model of Chinese Fir used for site quality evolutionLuo Qibang et al.
 - Astudy on the site quality evolution by the substitution of tree species in the same site types.....Luo Qibang et al.
 - The major mathematical methods of site evolution system for Nan-Ling Mountainous Region.....Ge Hongli et al.
 - A study on methods of gathering information for site classification and evolution.....Shao Yonglie et al.
3. Appendix :
 - The program contents for computer and calculator.
 - The comments of experts and identification of tht study achievements on site classification and evolution in Nan-Ling Mountainous Region.
 - The identification of check and accept to the study on site classification and evolution in Nan-Ling Mountainous Region.
 - The name list of researchers

南岭山地立地分类、评价及适地适树 研究总报告

执 笔 骆期邦

摘 要

本研究以生态学原理为基础,采用综合多因子分类、无林地和有林地统一分类和确准实用等分类原则。根据自然地理环境因子的地域分异规律,由上到下以不同主导因子进行逐级控制,建立了南岭山地立地区至立地分类基本单元—立地类型的多级森林生态立地分类系统。并在此基础上,针对每个立地类型,按照总课题规定的杉木、马尾松两个主要速生树种,进行了立地质量的树种代换评价研究,提供了一整套以生态原理为基础,以地位指数为杠杆,将立地质量评价指标落实到标准收获量的树种代换评价体系,为立地质量的多树种评价探索了一条新的途径。研究成果在立地分类、评价系统构成的完整性方面;多形地位指数模型的建立和应用方面;以及在标准蓄积量收获模型的建立等方面的理论和方法上,均取得了新的进展。整套成果经南岭林场生产应用证明,具有较高的科学性、适用性和有效性。特别在查清林地资源的立地类型和生产潜力结构;选择最佳经营树种和经营目标;预估生长量和最终收获量;以及小班蓄积量的数据更新等方面,具有独特的优点。研究成果可以推广应用。

关键词: 南岭山地,立地分类和立地质量评价。

一、引 言

适地适树,是用材林经营中应该首先解决的一个带根本性的重要决策问题。它关系到经营效果的好坏和成败。就现代森林经营而言,集约经营是以取得最大的经济效益(兼顾社会、生态效益)为目标的。因而只有在同一林地单元的众多适宜生长的树种中,选择出具有最大经营效益的树种,才是适地适树的正确解决。而这种正确解决,必须以对林地的自然环境和树种的生长效应两者的充分了解为依据。显然,前者应由立地分类加以解决;后者则是立地质量评价的任务。

就林地的自然属性而言,它是一种载体。处于地球表面不同部位的林地,有不同的光、热、水、气和矿物养分承载量,从而对林业的不同利用方式(如不同树种),具有不同的适宜性和自然生产潜力;从社会属性来看,林地是林业赖以存在和发展的最基本的物质条件,

* 参加研究人员: 肖永林、吴志德、蒋菊生、葛宏立、陈定国、周连兴; 张金贵、
郇煜参加外业调查。

森林经营效果的好坏,在很大程度上取决于对林地自然生产潜力的合理开发利用程度。科学地利用林地,就是要在不降低土地生产潜力的前提下,选择最恰当的利用方式,持续不断地充分挖掘林地自然生产潜力,以最少的投入获取最大的产出。由此可见,用立地分类和评价的方法,根据林地的自然属性,查清林地资源的立地类型结构及其对不同利用方式的不同生产潜力反应,是现代森林经营必须首先做到的最重要的基础工作。这正是“全国用材林基地立地分类、评价和适地适树研究”被列入国家“七五”重点科研攻关项目的意义所在。本研究作为其中的子课题之一,以我国南方主要用材林建设基地的南岭山地为对象,经过四年的努力,系统地研究并提供了南岭山地立地分类和多树种立地质量代换评价体系成果。为南岭山地用材林基地建设提供了最基础的本底资料和科学依据。

二、国内外同类研究概况和本课题的主攻方向

(一) 国内外研究概况和发展趋势

森林立地分类、评价的研究,在国外已有200多年历史,并已成功应用于营林生产,成为现代森林经营的基础。由于各国自然地理背景、历史条件和研究者经历的不同,形成了许多不同分类、评价系统。就其基本思想和方法,立地分类可概括成三种途径,即植被途径,环境因子途径和综合多因子生态分类途径,后者代表了当代先进水平。立地评价可概括成直接和间接两大类评价方法。其中:直接评价方法含立地指数法、树种间立地指数比较法和生长截距法;间接评价方法含测树学方法、指示植物法、地文学立地分类法、群落生态学座标法和土壤—立地评价法。土壤—立地评价法正在全世界进行广泛的研究,它能解决有林地和无林地的统一评价问题,因而被认为是最终解决问题的根本方法(Hagglund, 1981)。七十年代后,以材积作为评价指标又重新引起重视。我国的森林立地分类评价工作始于五十年代,根据苏联苏卡乔夫和波格莱勃涅克两大林型学派的原理和方法,分别对有林地和无林地进行林型和立地条件类型的划分,做了大量的工作,并结合我国地理背景复杂多样,植被破坏严重和人工林指示植被不稳定等实际特点而有所发展。从五十年代末逐步过渡到探索环境因子途径和综合多因子生态分类途径的立地分类方法,期间在立地评价方面,主要采用地位级法(有林地)和土壤肥力等级(无林地)评定法。七十年代末以来,对立地质量评价的地位指数法开展了广泛研究。为了适应我国大规模防护林体系和用材林基地工程建设的需要,在引进和吸收国外各派理论和方法的基础上,总结了采取单树种研究立地分类评价的经验和教训,并相继开展了数量化评价方法的研究。使我国立地分类与评价的研究进入到一个全面系统的研究阶段。在1985年先后两次全国立地学术讨论会上,明确提出了以生态学原理建立我国立地分类、评价系统的建议,受到有关部门和广大林业生产、科研、教学工作者的重视,并于1986年将其列入了国家“七五”重点科研攻关课题。

纵观国内外立地分类、评价研究的发展历史,其共同的发展趋势有如下几点:

1. 以单因子和单一利用方式(如单一树种)为目标的分类向为适应现代林地资源多利用方式(即多用途)动态经营管理的综合多因子生态分类系统发展,所划分的立地分类基本单元,应是相对稳定的生态客体单元,它不因利用方式的改变而变动,只对不同利用方式有不同的立地质量反应。

2. 立地分类和评价在概念和任务上的区别将越来越明确,随着人口的迅速增长和工业

化程度的不断提高,对林地的集约经营必将相应提高,社会需求和市场经济动向将影响在同一立地类型上利用方式选择的改变,立地评价应为这种改变提供确切依据,而立地分类的任务则是根据生态因子的分异规律,将林地划分成不同等级的立地单元并绘制出立地图,作为经营者应用的本底依据,它对利用方式不作解释,评价应在分类的基础上进行,亦即先分类后评价。

3. 无林地和有林地进行统一分类和评价,而且动态评价将得到广泛重视和研究,其中含为解决适地适树最优决策的多树种(或多利用方式)代换评价和因连载而引起地力减退的动态评价,最终必然导致效益评价的发展。

4. 随着现代数学方法和电子计算机技术的广泛应用,立地分类和评价方法将在森林生态原理的指导下向定性定量相结合的方向发展,以立地因子为依据的多元分析技术将得到广泛应用,一些定性的问题和结论,将不断得到定量的解释、检验和修正,从而将把分类和评价成果的科学适用性提高到一个新的水平。

5. 立地分类和评价的研究成果将越来越重视实际问题的解决,以科学和简便适用为原则,材积作为用材林评价指标将得到重视。

(二) 本课题的研究方向和主攻技术关键

综观国内外立地分类、评价的研究历史、现状和发展趋势,根据总课题的要求,以解决我国南方用材林基地建设中的适地适树最优决策方法为目标,按照科学、适用和有效性三项原则,确定“以森林生态原理为指导,采取综合多因子多级生态分类系统的原理和方法,建立南岭山地立地分类系统;在立地分类系统的基础上,针对每一个基本分类单元(立地类型),进行有林地和无林地统一评价和多树种代换评价,并以地位指数为杠杆,通过建立标准蓄积量收获模型,将评价指标落实到主伐年龄时的标准收获量,构成一套完整实用的立地分类、评价成果体系”,作为本课题研究的总体方向。其中主攻的关键技术问题是:

1. 为满足研究目标所需要的样本资料的收集内容、数量和调查方法;
2. 南岭山地立地区以下各立地等级主导因子的选定和立地分类系统的构成原则、依据和方法;
3. 解决国外用Richards生长函数拟合多形地位指数模型所遗留的存在问题(即:
a. 标准年龄时的树高与指数值不一致; b. 标准年龄变化时曲线随之变动; c. 根据现实林分年龄和优势高不能从模型中直接求解地位指数值);
4. 深入研究国外直接以地位指数建立配对方程进行树种代换评价所存在的问题,并提出相应的解决方法;
5. 解决以材积为评价指标时排除立木密度干扰的理论和方法;
6. 探索研究成果在林业生产上的推广应用。

三、研究地区的自然地理背景

南岭山地在我国自然地理区划中,属于中亚热带长江南岸丘陵盆地常绿阔叶林区的南岭山地亚区;在本研究总课题的全国立地分类系统中,属中亚热带立地带的南岭山地立地区。地跨江西、湖南、广东、广西四省(区)。据中国自然地理总论和地貌的论述,其范围居北纬 24° — 26.5° ,东经 110° — $105^{\circ}30'$ 之间,东起武夷山南端,西至雪峰山以南的八十里大南山

(不含八十里大南山),东西绵延达600公里,南北宽约200多公里,构成长江和珠江两大水系的分水岭,在我国自然地理上具有非常重要的意义(详见图一)。也是我国南方杉木、马尾松的中心产区和重要的用材林建设基地。

(一) 地质地貌

南岭山地的地质构造很复杂,虽然有些地质学者将其列为东西褶皱带,但东西走向并不连续,常见的反倒是华夏式的北东—南西走向的褶曲构造和断层。有些地方还表现为弧形构造(如阳明山)和呈南北走向的褶皱带(大瑶山)。主分水线的东段(沿寻乌、翁源、南雄一带)呈北东—南西大回弯,西段自贺县起呈南东—北西走向。主分水线上有众多的低海拔南北隘口通道,而高海拔山峰则主要分布在两侧山地。南岭经过多次造山运动,有很多花岗岩侵入体,形成山体的骨架。并在一些断陷盆地中,沉积了白垩纪和第三纪的红色岩层。在一些低山和山前高丘也有板岩、千枚岩等变质岩分布,部分低丘有石英砂岩、石灰岩、页岩等出现。第三纪以后全区地壳上升,遭受侵蚀、剥蚀,形成以山地为主的地貌。但整个地势由西向东倾斜,中国自然地理总论将其划分为三段(见图一)。这在立地类型区的划分上具有重要的参考价值。

1. 南岭西段:居东经 110° — $111^{\circ}30'$ 之间,包括苗儿山、越城岭、海洋山和都庞岭。这些山均分布在主分水线两侧呈北东—南西走向,主要山峰均达2000m左右,是南岭山地地势最高的一段,花岗岩构成山的主体。在越城岭和海洋山之间有一片低谷地与两山平行,兴安县城位于其间,古称兴安通道,也是南北气流通过的缺口。秦代曾在此修建沟通湘江和珠江两大水系的兴安运河。

2. 南岭中段:居东经 $111^{\circ}30'$ — $113^{\circ}20'$ 之间,包括萌渚岭、九嶷山、香花岭、阳明山、骑田岭和瑶山。地势比西段低,一般为千余米,有大片花岗岩侵入体。以基本上呈东西走向的九嶷山最为雄伟,最高峰达1959m。瑶山为南—北走向的古生代背斜,北江支流武水切穿背斜造成著名的乐昌峡。其余均为北东—南西走向。

3. 南岭东段:居东经 $113^{\circ}20'$ — 116° ,包括大庾岭、滑石山、青云山、九连山、渚广山、八面山,均呈北东—南西走向。这一段山势更低,虽仍有1500—2000m的高峰,但一般在1000m以下,山势破碎,花岗岩侵入体广泛发育,在大庾岭南侧,有几个红岩盆地,如南雄、始兴、仁化等。北江上游的浈水流经盆地,造成著名的丹霞地形。

(二) 气候

据我国气候区划,南岭属东南湿润季风气候区。其特点为高温高湿的长热夏季和较干燥的低温冬季。年均温大致变化在 17°C — 20°C 之间,从周围26个县气象站的统计资料看,虽年均温有低于 17°C 的,但属于县城气象站所在海拔较高所致(如汝城县为 16.6°C ,其县城所在海拔为598m)。一月均温 6°C — 11°C ,七月均温 25°C — 30°C ,年内有1—2个月的冬季,并有重霜,偶有飘雪,年无霜期在280—330天之间。年降水量在1300—1900mm之间,春夏明显高于秋冬。年平均相对湿度约80%左右。由于地处海陆变性气团交绥要冲,山岭分布杂乱,山峦起伏,其气候具有两个明显特点:其一是降水过程线在南岭南坡出现两个高峰值,以5、6月为最高,8月次之,北坡有三个高峰值(夏初锋面停滞,形成4月梅雨,6月锋面活动强盛降水最多,8、9月受台风影响,降水亦多)。其二是春夏半年云雾特别多,这与锋面停滞徘徊不进有关。从总体看,南岭山地水热资源极为丰富,且与林木生长季节同步,有利于林

业生产的发展。

值得指出的是,南岭山地内部气候的水平变化远小于山地垂直气候变化对树种分布及林木生长的影响。据湖南省零陵地区设置于不同海拔高度气象哨所观测资料的记载分析,气候垂直差异大,立体气候明显,海拔1100m以内,每上升100m年平均气温递减 $0.47-0.63^{\circ}\text{C}$; $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温递减180—210 $^{\circ}\text{C}$;无霜期缩短12—14天;降水量增加20—60mm。这种气候的垂直变化,形成了复杂多样的气候类型。从300m以下的低丘平原,到1000m以上的中山,其气温变化大体相当于向北推进了7—10个纬度,横跨了中亚热带、北亚热带和暖温带,几乎近似于黄河流域和华北平原的热量条件。如九嶷山的高塘坪气象哨(海拔1040m)年平均气温为 13.5°C ,比九嶷山下蓝山县城(海拔277m)低 4.8°C ,其年均温相当于河南安阳的年均温 13.6°C 。这种因垂直高度不同的多层气候,形成了植被类型的明显差异,是南岭山地立地区内立地类型区划分必须考虑的重要依据之一。

(三) 土壤

南岭山地因位于中亚热带湿润季风气候区,加之受垂直气候变化的影响,土壤分布具有地带性和非地带性明显规律,以红、黄壤为主,前者多分布于海拔700m以下;后者多分布于700—1000m。1000—1500m为黄棕壤分布区。而在1200m以上的山顶开阔地带,尚有山地草甸土分布。一般而言,南岭山地由于长期高温多雨,在旺盛的物理、化学风化作用和生物循环作用下,不仅土层较厚,而且土壤肥力能维持在一定水平上。

(四) 植被

南岭山地在我国植被区系中,属东部亚热带常绿阔叶林区,典型常绿阔叶林带的常绿栎林亚带。主要森林类型有:以青冈栎、甜槠栲、构栲、苦槠栲、柯等为主要成分并混有樟科成分的常绿栎林;杉木人工林;马尾松人工或天然林;竹林;以映山红,鸟饭树、槲木、齿叶铃木、白栎等构成的次生灌丛、矮林。森林类型的垂直地带性明显,栎类的一般分布为:海拔500m以下为苦槠、青冈栎;海拔500—800m,为构栲、乌冈栎;800m以上为甜槠和水青冈;亮叶水青冈则分布在海拔1300m以上。杉木一般正常生长的分布上限为海拔1000m左右;马尾松正常生长的分布上限低于杉木为800m左右,但若山体的高度增大到1500m以上,其分布最高上限将向上移动100—300m,如南岭西段杉木的最高上限可达1300m。此外,由于南岭处于中亚热带南缘,南北植物混杂交汇,在南坡有桃金娘等亚热带成分出现,而且在一些具有避风、湿热环境的沟谷,发育了热带雨林,树木有板根和茎花现象。

四、资料的收集范围、内容、方法和数量

(一) 资料收集范围

在研究的准备阶段,我们首先收集、查阅了有关研究地区的大量地理背景资料和森林资源调查成果。在此基础上,为了能充分研究南岭立地区内对森林生长有显著影响的主要生态因子及其地域分异规律,使研究成果在方法上能具有适用于我国南方山地的代表性和完整性,其研究范围必须保证环境因子具有足够的变化幅度,并构成梯度变化规律。为此,我们选择了处于南岭中、东段南坡的湖南大坪林场、广东仁化林场、始兴刘张家山林场、英德连江林场;处于南岭中、东段北坡的湖南滁口林场、祁阳县金洞林场和江西安远林场等为取样点。用于成果检验的样本资料收集范围、涉及到南岭西、中、东段的13个县。成果的生产性

应用检验是选在湖南嘉禾南岭林场进行的。整套样本资料的收集范围，以中、东段的南北坡为主。包括中低山、低山、山前高丘以及处于低丘、平原包围的孤立低山四种地貌类型；海拔500 m以下，500—800 m和800 m以上三个垂直地带；砂岩、花岗岩，板岩、板状页岩和具有砂岩风化物复盖层的石灰岩等五种母岩类型；红、黄壤两种主要地带性土壤类型。在资料收集范围的布局上，采取了在保证探索梯度变化规律信息完整准确的前提下，兼顾面上代表性的点面结合方法，以防止客观规律信息的失真。在所有取样点中，又以大坪、仁化、濂口、金洞四个林场为研究基点，这些林场在地貌、海拔、研究树种上（杉木、马尾松）构成了完整系列。

（二）资料收集的主要内容

为了满足研究方向和解决主攻关键问题的需要，经分析必须收集以下基础资料：

1. 分别立地类型和总课题所指定的杉木、马尾松两个速生用材树种，收集足够数量的详测样地和优势木树干解析资料，用以分析和建立符合客观规律的多形地位指数曲线模型，研究立地因子与地位指数之间的关系；

2. 分别立地类型，收集足够数量的杉木、马尾松配对样地资料，用以研究地位指数的直接代换评价方法；

3. 分别立地类型，收集足够数量的杉木、马尾松一般样地资料，用以分析主要立地因子及其综合效应对两个树种的不同影响，探索立地区内的立地分类单元等级及不同等级的主导因子，并在此基础上，探讨以立地因子为依据的树种代换评价方法；

4. 分不同林分郁闭度，收集足够数量的杉木、马尾松立木树冠直径与胸径成对资料，用以研究确定标准林分的树冠面积指数和标准立木株数，为排除林分密度影响，把林分蓄积量提高到标准化水平提供依据；

5. 分别立地类型，选设足够数量的杉木、马尾松精测样地（林分生长过程解析标准地），用以研究建立以年龄和地位指数为解释变量的多形标准蓄积量收获模型，为把评价指标转化为标准收获量提供依据；

6. 收集足够数量的抚育间伐试验标准地资料，用以修正林分解析标准地生长过程中因间伐引起的直径、树高和蓄积量增值误差，为建立多形标准蓄积量收获模型提供可靠的基本数据；

7. 分别立地类型采集足够数量的土壤分析样品，为分析土壤与林木及其它立地因子间的相关规律提供依据；

8. 分别树种和立地类型，收集足够数量的详测样地和优势木树干解析资料（可充分利用南岭山地已有的样地资料），作为检验研究成果适用性的依据。

（三）资料的收集方法和完成数量

为了保证研究成果的科学性，适用性和有效性，在资料的收集方法上，必须保证所收集的资料能反映客观规律的真实性。本研究属于生物自然规律性研究，本质上不同于对一个总体特征数的一次性抽样估测。因此，技术标准的明确性和分类取样的典型代表性，便是保证研究成果质量最基本的关键技术环节之一。凡概念模糊，不易统一掌握和生产上难以应用的定义和技术标准，应避免使用。

1. 采用的定义和技术标准

(1) 立地：在一定地段上，所有能确定植被发展方向的物理和生物因子的总和。

(2) 立地分类：将林地按照影响森林形成、生长、发育的环境条件的异同，区分成不同等级的立地单元。它包括立地特征的描述和制图，但对用途不做解释。

(3) 立地质量：一定立地对特定利用方式（如某特定树种）所具有的自然生产潜力。

(4) 立地质量评价：对某一立地单元，当采用某种利用方式时（如某树种）所具有的最大自然生产潜力的评价。

(5) 适地适树：在某一立地单元的所有适生树种中，选择出具有最大经营效益的树种。

(6) 平均优势高：在0.06公顷样园内，以样园中心点为依据，分上、中、下、左、右部位，以径选法（参照树高必须完整、正常）选测的5株优势木树高的实测平均值。

(7) 标准年龄：杉木、马尾松均确定为20年。

(8) 地貌：

A、低中山：海拔 ≥ 800 m的山地；

B、低山：海拔 < 800 m的山地；

C、山前高丘：紧接低山山地的高丘地貌，没有明显的脉络，形态散漫，坡度较缓和，相对高差100—200 m。

(8) 部位：

A、山脊：包括山脊和有明显山脊效应（主要指因脊部风、雪、冻害及土壤水肥条件差等立地因子对林木生长的抑制效应，其林木生长状况明显差于山坡）的相邻两侧山坡上部；

B、山洼：包括山洼、山麓和山洼两侧的坡脚和平缓阶地；

C、山坡：除A、B以外的坡面。

(10) 土层厚度：一般指A+B层，当有BC层时为 $A+B+\frac{BC}{2}$ 的厚度，分薄（ < 40 cm）、中（ $40-80$ cm）、厚（ > 80 cm）三等，以与枯落物接触的矿质土表为零点起量。

(11) 腐殖质层厚度：指A层厚度，如有AB层时为 $A+\frac{AB}{2}$ 的厚度，从矿质土表为零点起量，分薄（ < 10 cm）、中（ $10-20$ cm）、厚（ > 20 cm）三等。

(12) 配对样地：立地类型完全相同而造林树种（杉木、马尾松）不同的成对样地。

(13) 精测样地：主要用于研究标准蓄积量收获模型和多形地位指数曲线变化规律，并兼用于立地分类和建立数量化地位指数预估模型。在立地类型和地位指数的双因素控制下，选择年龄最大（必须 > 20 年），且生长正常的完满林分内设置精测样地。样地内立木应 > 100 株，除进行常规测树调查外，应分别径阶实测立木冠幅直径并伐倒样木进行树干解析。对5株优势木全部伐倒进行树干解析。详细调查记载立地环境因子、林下植被和林分经营沿革，做土壤剖面调查并采集土壤分析样品。

(14) 详测样地：主要用于建立多形地位指数曲线模型和数量化地位指数预估模型，同时兼用于立地分类和检验标准蓄积量收获模型的精度。样地的选设方法和调查内容，除只伐取1株平均优势木进行树干解析外，其余同精测样地。

(15) 一般样地：主要用于立地分类、建立数量化地位指数预估模型和检验标准蓄积

量收获模型的精度。不伐倒树干解析样木，不采集土壤分析样品。其余调查内容同详测样地。

(16) 检验样本：为检验研究成果的使用精度而收集的由详测样地组成的样本。不参与各种模型的建立。可利用与本研究定义和技术标准相同的已有样地资料。

2. 样地和优势木树干解析样木数量的确定和取样方法

(1) 数量的确定：

为了确定样地数量必须保证的最低要求标准，必须掌握研究地区分类系统的等级数及其相应的主导因子。这只有通过立地环境因子的垂直变化引起现实林分生长的反应的实地调查来解决。为此，我们首先沿山体的垂直梯度设计了通过现实林分的线路调查方案，根据路线调查结果初拟了分类系统和相应的6个主导因子（项目）及其各自的等级水平（类目），即：海拔（<500m、500—800m、>800m）、地貌（低中山、低山、山前高丘）、岩性（花岗岩、非石灰性沉积岩、石灰岩、变质岩）、坡位（山脊、山坡、山洼）、土层厚度（薄、中、厚）、腐殖质层厚度（薄、中、厚）作为确定样地数量最低要求标准的依据。由于在相同项目和类目条件下，必然还存在其它影响林分生长的因素，使得现实林分的生长表现值存在一定的变化幅度，为了使取样能代表其平均水平，确定每个类目的取样重复不少于5次，则杉木、马尾松每个树种的最低样地数应为 $(5 \times 3 \times 5 + 1 \times 4 \times 5)$ 95块，其中精测样地按好、中、差各重复3次不得少于9块。两树种配对样地应按构成大样本的要求不少于30对，而且应尽可能按不同海拔梯度和坡位、土层厚度取样。显然，以上样地数量，是保证每个样地按设计的项目和类目数到位的最低要求。但本研究不可能像工业上的试验设计可以完全按设计进行试验取得数据，而是根据设计要求到现实林分中去找。因此，所收集的样地数必然要超过95块才能保证设计的基本数量要求。经验表明，为了保证建立多形地位指数曲线模型的要求，凡研究地区正常出现的每个地位指数级，应有不少于10株优势木树干解析样木，每个树种不少于100株，才能比较稳定地反映各指数级优势高生长的客观规律。用于检验的样木数不得少于建模样木数。

(2) 取样方法：

取样方法是决定所采集的信息能否正确反映客观规律和能否减少无效取样量的关键环节。为了保证样地按项目和类目到位，满足重复次数，尽可能减少无效工作量，首先设计了样地按项目、类目完成进程控制表，逐日登记完成情况，以便对样地的选设加以控制。样地的现场选设，采取了序列配套取样法，即在同一海拔梯度内的同一坡面上，按脊、坡、洼同时取一组样地，事实证明这种取样方法能有效地保证正确反映客观规律，减少无效取样量。对树种间配对样地的选设，分海拔800m上下两个梯度，采取了样地配对和同一样地内优势木配对的两种取样方法，前者是在相邻的相同立地类型中选设不同树种的两块样地，这种条件一般比较难找；后者是在杉木人工林中混交有20%左右马尾松立木的林分中，同时伐取杉木和马尾松优势木各一株予以配对，这类林分为杉木全垦造林后马尾松飞籽侵入而形成，马尾松立木年龄一般比杉木小2—3年左右。事实证明后者由于立地条件的一致性，更能如实反映出两个树种的转换关系。为了尽可能避免林分生长过程信息的失真，采取设置精测样地以取代不同年龄的临时样地构成时间序列的林分生长过程研究方法，同时收集一定数量的间伐试验标准地，用以修正精测样地因间伐引起的非生长性增值误差的影响。对于马尾

松树干解析, 由于每年轮枝生长规律性明显, 为了提高树高生长过程的测定精度, 改为年生节法测定树高生长过程, 树干只取零号和 1.3 m 处两个圆盘, 确定总年龄和量测胸径生长过程数据。对于精测样地的 5 株优势木全部进行树干解析, 以求得平均优势高生长过程稳定可靠的信息, 并分析 5 株优势高的变动程度。实践证明, 在取样方法上所采取的上述措施, 对保证样本信息的客观真实性, 保证成果质量和减少无效工作量, 均起到了很有效的作用。

3. 各类样本资料的完成数量

依据上述定义、技术标准和取样方法, 总共收集各类样地 1175 块 (其中配对样地 62 对 124 块), 其中含用于检验的样地 (杉木) 320 块, 杉木间伐试验样地 97 块。用于立地分类和评价建模的样地数为 758 块, 其中按树种分: 杉木 522 块, 马尾松 236 块; 按样地类别分: 精测样地 76 块 (杉木 48, 马尾松 28), 详测样地 401 块 (杉木 263, 马尾松 138), 简测样地 281 块 (杉木 211, 马尾松 70)。除检验样地和间伐试验样地外, 杉木样地, 涉及到 113 个立地类型; 马尾松样地涉及到 68 个立地类型, 具有比较广泛的代表性。共收集树干解析样木 1732 株, 其中含专用于检验的优势木树干解析 400 株 (杉木)。在用于建模的 1332 株解析木样木中, 按树种分: 杉木 869 株、马尾松 463 株; 按解析木类别分: 优势木解析木 649 株 (杉木 443、马尾松 206), 径阶解析木 683 株 (杉木 426、马尾松 257)。总共收集土壤分析样品 232 份, 对 9 个项目的 14 个指标进行了分析, 共取得分析数据 3248 个。

五、立地分类系统的建立

将林地按照影响森林形成、生长、发育的环境条件的异同, 在空间地域的不同层次上区分成不同等级的立地单元, 即称为立地分类。在南岭山地立地区内, 不同等级的自然地理要素的地域分异规律, 除仍有一定的纬度变异外, 更重要的是垂直地带性地理要素的地域分异, 如: 地貌、海拔、岩性、坡位、土壤等等。立地类型作为立地分类基本单元, 只有逐级控制到重复出现的相同类型, 当采用同一利用方式有相同的自然生产潜力时, 才具有指导林业生产的实际意义。因此, 科学实用地进行立地分类, 必须根据南岭山地的实际情况, 以一定的分类原则和方法, 建立一个完整的立地分类系统。

(一) 原则和方法

1. 地域分异原则: 在立地区内, 主要考虑森林立地自然综合体垂直地带性的变化规律;

2. 多级序逐级控制的原则: 从立地区开始, 由上到下, 根据自然地理要素不同等级的分异规律, 逐级区分成不同大小等级的立地单元, 构成有序的分类系统。各不同立地等级单元间的差异, 也就是局部生态系统间的差异。系统由上而下, 其差异越小而相似性越趋一致。分类的基本单元——立地类型在上一级立地单元的控制下, 可以重复出现, 但在同一利用方式下, 应具有相同 (似) 的立地质量。系统含立地单元等级的多少, 应视对森林生长具有显著影响的地理要素的复杂程度和经营水平的集约程度而定, 不应做统一规定。因此, 系统的构成应是开放式的, 它可以随着地理要素的复杂和集约水平的提高而延伸。

3. 主导因子分级原则: 即在综合多因子分析的基础上, 找出各不同等级单元分异的主导因子作为分级依据。主导因子的选择不应局限于以对现有树种生长是否有显著影响为依

据, 同时应考虑经营措施上的显著差异和多利用方式叠加评价的要求。

4. 各级立地单元全覆盖的原则: 所有各不同等级的立地单元, 都应能落实到该单元地域范围, 将林业用地全面覆盖, 对于一些特殊地类, 如高山灌丛以上目前不能造林的荒山草地和岩石全裸露的喀斯特森林等, 应以特殊立地单元予以补齐, 切忌分类系统在地面上不能全部到位, 造成应用上的困难。

5. 准确实用的原则: 分类系统的构成能准确如实地反映出地理要素的客观分异规律及其对利用方式选择、森林生长效应和经营措施上具有的显著差异。而且, 分类系统应便于野外准确识别。为此, 系统所采用的各级主导因子, 必须是概念清楚、定义明确、便于统一掌握、且野外能直观判断而又具显著效应的立地因子。

6. 有林地与无林地统一分类的原则: 立地分类是确定森林发展方向的所有物理和生物因素的基础分类, 这种分类单元是相对稳定的, 它不因林业生产阶段的变化和林地利用方式的改变而变动, 否则将造成应用上的紊乱。

(二) 南岭山地立地区分类系统的构成及划分依据

立地分类系统的建立, 首先必须明确南岭立地区的范围。我们认为, 以中国自然地理图集有关南岭山地地貌图所确定的范围作为建立立地分类系统的依据是恰当的。

1. 立地亚区

按珠江和长江两大水系的主分水线, 将整个南岭山地分成南、北坡两个立地亚区。其主要依据是南、北坡具有不同水热条件的差异。值得指出的是, 由于南岭山地的山岭分布十分破碎杂乱, 东西褶皱带并不连续, 常见的是华夏式的北东—南西走向和断层。各主要山岭及其主要山峰, 绝大多数并不在主分水线上而分别分布在南、北两侧。除九嶷山外, 均呈北东—南西走向, 甚至呈典型的南北走向和弧形构造。且主分水线亦并不呈规则的东西走向, 其东段有一北东—南西大迴弯; 西段自广西贺县起呈南东—北西走向。由东至西主分水线向北跨越1.6个纬度, 而且其间有不少低海拔南、北隘口通道, 成为南北气流得以通过的缺口, 加之主分线一般低于两侧山岭而不能形成全面阻隔南北气流的屏障。这些复杂的地质地貌特点, 使得南北坡的气候差异, 是在水热条件都处于充沛情况下的差异 (详见表1)。因而对杉木、马尾松两个主要速生用材树种生长的影响, 并无显著差异。据南、北坡样地资料的归类统计, 其平均地位指数值几乎是相等的 (详见表2)。尽管如此, 但立地区必竟跨纬度

表 1 属南岭山地的粤北、桂东北、郴州、零陵地区主要气象指标比较

气象指标		年均温	最冷月均温	极端均低温	年降水量	集中雨期	年均无霜期	备 注
地 区		(℃)	(℃)	(℃)	(mm)		(天)	
南 坡	粤 北	17—21	8.8	-5.6	1500—2000	5—8月	330	1. 引自各地农业区划资料 2. 剔除了气象站所处海拔过高的县 (如郴州的汝城598m、桂东825m)。
	桂 东 北	17.9—19.9	6.4	-6.6	1450—2000	5—8月	320	
北 坡	零 陵	17.6—18.6	6.6	-6.7	1300—2000	3—8月 其中7月较少	300	
	郴 州	17.4—18.4	6.2	-6.9	1300—2000	3—8月 其中7月较少	300	

表 2

南、北坡立地亚区样地平均地位指数对比

树 种	立地亚 区	北 坡			南 坡			取 样 地 点			
		样 地 数	地 位 指 数		样 地 数	地 位 指 数					
			最 低	最 高		平 均	最 低	最 高	平 均		
										北 坡	南 坡
杉 木		224	6.4	22.1	13.2	289	5.9	22.6	13.1	江西安远, 湖南洞口、金洞	湖南大坪, 广东英德、仁化、始兴
马 尾 松		107	11.2	20.6	14.5	78	7.1	21.1	14.2	江西安远, 湖南洞口	湖南大坪, 广东英德、仁化、始兴

2.5° 南北范围达200余公里, 考虑到未来其它用材树种以及经济树种叠加评价和选择, 南、北坡不同地域范围的气候差异, 完全有可能会成为显著影响的因子, 故从长远和整体上考虑南岭山地的合理开发利用, 将南岭山地立地区划分为南、北两个立地亚区是合理的。

2. 立地类型区

立地类型区是籍此往下划分立地类型的重要分类单元。在同一立地亚区内立地类型区可以重复出现。南岭山地立地区内, 由于非地带性的地貌和海拔梯度变化所引起的立地气候类型的多样性, 对树种的分布和生长影响极为显著。因此无论南、北亚区, 划分立地类型区的主导因子, 应是中地貌和海拔梯度。经野外森林植物分布及杉木、马尾松样地资料与中地貌和海拔的相关分析(详见评价部分), 各亚区应划分为: 低中山(海拔 $>800\text{m}$)立地类型区; 低山(海拔 $500-800\text{m}$)立地类型区; 低山(海拔 $<500\text{m}$)立地类型区; 山前高丘(海拔 $<500\text{m}$)立地类型区。整个南岭山地立地区共划分八个立地类型区。

3. 立地类型小区

立地类型小区是立地类型区的辅助分类单元。一般在立地类型区内有花岗岩、砂岩、板(页)岩(含千枚岩)以及石灰岩(本次研究未涉及到由石灰岩成土的非地带性土壤)等不同成土母岩分布, 导致土壤理化性能和肥力水平以及营林措施的差异(如花岗岩形成的土体, 当整地方式不当时易引起水土流失和土壤滑塌), 从而需要按岩性的不同, 划分成不同的立地类型小区。

4. 立地类型组

立地类型组, 是立地类型区的第2级辅助分类单元。研究表明, 南岭山地不同坡位森林生长效应的差异十分显著(详见评价部分), 因而必须以坡位为主导因子, 将同一立地类型小区划分成脊(顶)、坡、洼三个不同的立地类型组。

5. 立地类型

立地类型是本分类系统的基本分类单元(最小单元)。由于同一立地类型组内存在着不同土层厚度和腐殖质层厚度的差异。研究表明, 这种差异对于同一树种可导致生产潜力的显著差异, 因而有必要以土层和腐殖质层不同厚度的组合为主导因子, 将每个立地类型组, 划分成9个不同的立地类型。在同一立地类型组内, 相同的立地类型是重复出现的, 并对同一利用方式具有相同的生产潜力。

综上所述: 南岭山地立地区以下立地分类系统由5级立地单元构成。其中:

第一级单元为立地亚区, 分南、北坡两个亚区单元, 划分的主导因子是由主分水线阻隔南、北气流所引起的水热条件差异。