

华东华中区高等林学院(校)教学用书

森林测绘学

(初稿)

华东华中区高等林学院(校)教材编审委员会编著

中国林业出版社

华东华中区高等林学院(校)教学用书



森 林 測 繪 学

(初稿)

华东华中区高等林学院(校)教材编审委员会编著

中国林业出版社

1959年·北京

华东华中区高等林学院(校)教学用书

森林测繪学

(初稿)

华东华中区高等林学院(校)教材編審委员会編著

中国林业出版社出版、發行

(北京安外和平里)

北京市書刊出版業許可証出字第097号

東單印刷厂印刷

850×1168 1/32 • 16³/16 印張•433,000字 1959年12月第一版

1959年12月第一次印刷 印數:0001—5,000册 定價:2.00元

書号:(內)99

前 言

本書是根据1959年4月，华东、华中区高等林学院（校）教材編审委员会森林測繪組所討論拟訂的教学大綱編写的，原名为“測量学附地形繪图”，經過这次討論，以及考虑了林业生产单位的意見，改为“森林測繪学”。我們觉得，这样的課程名称比較切合专业，它的目的性也显得更为明确。

为了貫徹党的教育方針，力求課程內容能够密切結合林业生产的需要，在拟訂教学大綱及編写过程中，參觀訪問了林业、木材水运機構以及其他有关单位，得到了不少寶貴的意見。同时，本着測量繪图为专业課服务的原則，我們又征詢了有关专业課教研組的意見。在內容上，主要是根据林业生产的要求而安排的。因此書中所講述的測繪方法，也都是目前生产单位所应用的。对于我国在大跃进以來，在測量仪器与作业方法上的革新与創造，也部份地加以介紹。为了滿足林业生产迅速发展对測繪工作的要求，本書除了注意實際操作方法外，也同时重視了理論知識的講授。

本書适用于林业、特用經濟林、居民区綠化、采伐运输等专业。講授78学時，实习实验72学時，一年学完。

編写本書時，得到全国各地的林业与測繪单位的大力支持，寄給我們几百份寶貴的資料；林业部长沙木材水运設計院，對我們更是大力协助。这些，对本書編写的順利完成，以及使內容更切合生产实际都起了很大的作用。本書的插图与填稿，大部份是由金泉荣、林永松、任錫初三同学协助的，他們都付出了很大的劳动。

参加本書編写的有南京林学院陈在廷、陶紹訓，安徽农学院林学系黄緒綸，湖南林学院曹宗元，江西共产主义劳动大学张光錡，福建林学院张金华。主編由陶紹訓（兼主审）、黄緒綸担任。由于編者的教学經驗不多，业务水平有限，对实际生产知識又了解不足，加之編写時間短促，因此在內容方面，难免还有脫離实际和錯漏之处，希望講授本書的同志以及讀者提出寶貴的意見，俾繼續修改。

陶紹訓 1959年7月

目 錄

前 言

第一章 緒論	(1)
§ 1. 測量学的研究对象及其在我国社会主义建設中的作用	(1)
§ 2. 我国測量的成就及森林測繪概況	(3)
§ 3. 測量在林业工作中的应用	(5)
§ 4. 地球的形狀和大小	(6)
§ 5. 水准面和水平面	(8)
§ 6. 平面坐标和球面坐标	(10)
§ 7. 投影的概念。地图、平面图、断面图的区别	(12)
§ 8. 測量工作的概念	(13)
§ 9. 比例尺及其精度	(15)
§ 10. 測量常用单位	(19)
第二章 制圖	(21)
§ 11. 制圖用具及其使用	(21)
§ 12. 註記与字体	(26)
§ 13. 慣用符号附图例	(28)
§ 14. 各种比例尺地图的分幅和編号	(30)
§ 15. 高斯投影的概念和直角坐标	(33)
§ 16. 图框的繪制	(36)
第三章 直綫定綫和丈量。卷尺小区域測量	(43)
§ 17. 地面上点的标志	(43)
§ 18. 直綫定綫的各种方法	(44)
§ 19. 丈量长度的用具及卷尺的檢驗和校正	(46)

§ 20. 直線丈量的方法	(48)
§ 21. 鋼卷尺量距精度	(52)
§ 22. 利用卷尺在現場作垂綫, 平行綫和測設角	(53)
§ 23. 利用卷尺进行小区域測量的方法	(55)
§ 24. 卷尺測量記錄和繪制平面图	(57)
第四章 測量誤差的基本知識	(58)
§ 25. 測量誤差的來源与种类	(58)
§ 26. 算術平均值	(59)
§ 27. 独立觀測值的中誤差	(60)
§ 28. 觀測值函数的中誤差	(61)
§ 29. 算術平均值的中誤差	(65)
§ 30. 根据似真誤差計算中誤差	(66)
§ 31. 測量結果的权	(69)
§ 32. 一般算術平均值及其中誤差	(70)
§ 33. 容許誤差	(71)
§ 34. 相对誤差	(72)
§ 35. 測量誤差在林业建設中的意义	(73)
第五章 直綫定向	(75)
§ 36. 地面上直綫的定向	(75)
§ 37. 子午綫的收斂	(79)
第六章 罗盘仪測量	(84)
§ 38. 罗盘仪的構造	(84)
§ 39. 罗盘仪的檢驗	(87)
§ 40. 罗盘仪在森林測量工作中的应用和測法	(88)
§ 41. 用边长和象限角繪制平面图	(91)
§ 42. 綫閉合差及其分配	(92)
第七章 經緯仪和水平角測量	(95)
§ 43. 水平角測量的基本原理	(95)
§ 44. 經緯仪的構造	(96)

§ 45. 測量儀器上的望遠鏡·····	(98)
§ 46. 水準器·····	(101)
§ 47. 度盤和游標·····	(102)
§ 48. 各種類型的經緯儀及其讀數法·····	(105)
§ 49. 經緯儀測角時的工作步驟·····	(113)
§ 50. 用經緯儀測量水平角的方法·····	(114)
§ 51. 經緯儀測量水平角的精度·····	(118)
§ 52. 經緯儀的檢驗和校正·····	(120)
第八章 經緯儀導線測量 ·····	(124)
§ 53. 導線的概述·····	(124)
§ 54. 導線測量的外業工作·····	(126)
§ 55. 導線測量的內業工作·····	(128)
§ 56. 閉合導線角度整理和方位角的推算·····	(129)
§ 57. 附合導線角度整理和方位角的推算·····	(130)
§ 58. 坐標與坐標增量的計算·····	(131)
§ 59. 閉合導線坐標的計算·····	(133)
§ 60. 閉合導線計算坐標的舉例·····	(135)
§ 61. 附合導線坐標的計算·····	(139)
§ 62. 由兩點的坐標計算直線的方向·····	(140)
§ 63. 交會點的坐標計算·····	(141)
§ 64. 導線網的平差·····	(148)
§ 65. 按照坐標繪制導線控制平面圖·····	(159)
§ 66. 經緯儀的碎部測量·····	(161)
第九章 三角圖根控制測量 ·····	(163)
§ 67. 概說·····	(163)
§ 68. 三角圖根控制網的常用圖形·····	(165)
§ 69. 踏勘、選點·····	(166)
§ 70. 造標、埋石·····	(169)
§ 71. 基線測量·····	(172)

§ 72. 控制网的角度观测	(179)
§ 73. 测站点和照准点的归心改正	(180)
§ 74. 三角图根控制网的一般平差理論知識	(182)
§ 75. 中点多边形网的平差計算	(187)
§ 76. 菱形或四边形的基綫网的平差計算	(193)
§ 77. 单三角鎖的平差計算	(197)
§ 78. 綫形三角鎖的平差計算	(197)
第十章 眞方位角測量	(204)
§ 79. 概說	(204)
§ 80. 天文基本知識及名詞解說	(205)
§ 81. 時間和時間的量度	(208)
§ 82. 蒙气差与視差	(211)
§ 83. 定位三角形	(213)
§ 84. 观测北极星定方位角	(214)
§ 85. 观测太阳定方位角	(221)
§ 86. 緯度的測定	(225)
§ 87. 經度的測定	(226)
第十一章 面积計算	(228)
§ 88. 概說	(228)
§ 89. 用图解法測定面积	(228)
§ 90. 用解析法測定面积	(230)
§ 91. 用机械法測定面积	(234)
§ 92. 关于森林經營规划分区面积計算的規定	(245)
第十二章 几何水准測量	(247)
§ 93. 概說	(247)
§ 94. 水准仪的構造和类型	(252)
§ 95. 水准尺和尺垫	(255)
§ 96. 定鏡水准仪的檢驗与校正	(257)
§ 97. 水准測量的施測	(258)

§ 98.	地球曲率与折光差对高程的影响	(264)
§ 99.	水准测量的校核	(266)
§ 100.	水准测量闭合差及其分配	(267)
§ 101.	水准网的平差	(270)
§ 102.	林业簡易水准測量	(273)
第十三章	地形和等高綫	(275)
§ 103.	地形概念及其基本形状	(275)
§ 104.	等高綫及其性質	(277)
§ 105.	根据测点高程在地形图上繪制等高綫	(283)
§ 106.	地形图在林业工作中的应用	(287)
第十四章	視距測量	(293)
§ 107.	概說	(293)
§ 108.	視距經緯仪的垂直度盘	(294)
§ 109.	垂直角測法及垂直度盘始讀数	(295)
§ 110.	視距法原理及視距常数的測定	(300)
§ 111.	視綫傾斜時用視距法測定平距和高差公式	(303)
§ 112.	視距測量的計算方法	(305)
§ 113.	其他型式視距仪	(310)
§ 114.	視距測量的精度	(315)
§ 115.	用視距法測地形图	(318)
§ 116.	視差导綫測量	(323)
§ 117.	視距法在森林測量中的应用	(326)
第十五章	平板仪測量	(328)
§ 118.	概念	(328)
§ 119.	平板仪的構造及附件	(329)
§ 120.	平板仪的檢驗和校正	(336)
§ 121.	平板仪的安置	(339)
§ 122.	平板仪測繪的方法	(342)
§ 123.	平板仪測量的控制网	(347)

§124.	平板仪碎部測量	(350)
§125.	小平板仪的視距和高程測量	(356)
§126.	用直接讀高讀距仪測定水平距離和高程差	(359)
§127.	小平板仪与經緯仪合用測繪地形	(361)
§128.	平板仪小面积一次測图法	(362)
§129.	平板仪測量在林业工作中的应用	(363)
第十六章	森林道路測量	(365)
§130.	概說	(365)
§131.	森林道路測量的工作程序	(366)
§132.	路綫的选定	(367)
§133.	圓曲綫的計算和測設	(370)
§134.	路綫中綫測量	(384)
§135.	路綫縱断面水准測量	(388)
§136.	橫断面測量及橫断面图的繪制	(391)
§137.	縱断面图的繪制	(394)
§138.	豎曲綫的計算	(398)
§139.	土石方計算	(404)
§140.	路基放样	(409)
第十七章	流送河道測量	(411)
§141.	概說	(411)
§142.	岸綫測量	(412)
§143.	水位观测及河道坡降的測定	(412)
§144.	水深測量	(414)
§145.	流速測量	(417)
§146.	流量計算	(421)
第十八章	森林測量工作	(423)
§147.	概說	(423)
§148.	草測	(423)
§149.	森林調查設計的測量工作	(435)

§150. 造林調查設計的測量工作.....	(439)
§151. 營造防護林帶(基干林帶)的測量工作.....	(442)
第十九章 航空攝影測量。林業用圖的繪制與复制	(449)
§152. 航空攝影測量的基本概念.....	(449)
§153. 航空攝影測量工作簡述.....	(454)
§154. 航攝象片的幾何特性.....	(459)
§155. 航攝象片的判讀.....	(470)
§156. 航攝象片在林業工作中的应用.....	(473)
§157. 航攝象片的轉繪.....	(475)
§158. 測量方面林業用圖的繪制.....	(480)
§159. 圖的复制.....	(483)

第一章 緒 論

§1. 測量学的研究對象及其在我國

社會主義建設中的作用

測量学是研究地球表面各个部分的大小和形状的科学。森林測繪是測量学的一部分。森林測繪工作是为林业調查、造林設計、園林化設計、总体规划 and 林区开展的森林工业、工程建筑等工作提供需要的圖面和数据資料。

測量学是在上古农业生产“划分土地”的实用基础上，与几何学同时形成，且相互补充发展。由于它能和生产結合得非常紧密，实际应用对它不断提出了更高的要求。随着人类政治和經濟生活的需要，文化科学的发展，測量学也不断的发展着。它是从实际出发，理論結合实际，实际扩充理論，由实际——理論——实际，体现了辯証唯物主义发展的客观規律性。

一切的科学都是从人类生活实践过程当中的需要而产生的，而它們之間却有着密切的联系而不是彼此孤立的。对測量学发展有重大影响的是数学、物理学、机械制造学和天文学等。例如数学給測量学解决了計算分析的方法；根据物理学和机械制造原理，才能制造量度用的仪器及光学装置；天文学提供了借观测天体以测定地面位置經緯度的方法。必須具有这些科学的广泛知識，才能解决測量中所发生的問題。反过來說，測量学也促进了其他科学的发展，例如在天文学中就給了它测定宇宙中距離长度的单位等。

在广大地区进行测量，必須考虑地球的曲率和重力等影响，这种編纂国家大地图集的大区域测量，称为大地测量，在高等测量学中研究。它的目的是精確测定地面点在球面上的位置，整个地球的大小和形状，各海面間的高差，地壳的升降，大陆及海岸綫的变迁等以作科学研究之用。

在較小的单独地区进行测量時，可以視地面为平面，而由地球曲率所产生的誤差，不致超过测量所帶來的不可避免的誤差，无須加以曲率的計算，这种测量称为普通测量，也称为地形测量。它的主要目的是在国家大地控制网的基础上，測設較密的控制点，或測出較小区域的成果成图資料，供应各项建設应用。在以工程設計，和农林水利规划生产措施为目的的測图中，將設計綫或规划綫从圖面轉移到實地上來，这种定綫工作，也都属于测量的范畴。普通测量的方法較為多样化，应用較广。

随着摄影学和航空事业的发展，繪制平面图与地形图時已广泛地应用以摄影学为基础的測图方法，例如航空摄影测量。关于研究航測象片上摄影目标影象与目标本身之間的几何关系，以及研究处理象片以求得摄影目标完整的立体观念的方法，这些方面的科学技術知識，則是航空摄影测量学研究对象。

各种工程测量业务，由于其服务对象的不同，又有其本身特殊的研究任务，如矿山測量，地質測量，河道測量等等。

森林測繪是从事研究測量林区和繪制林业用图的基本技術为其内容的。

对于我国社会主义建設事业來說，測量学的作用是非常巨大的。社会主义經濟建設的特点就是計劃生产。而在拟訂这些計劃以及社会主义建設的远景规划時都必須根据科学調查的資料。在进行任何一种工程建筑或总体规划上的設計時，主要是根据这一地区的地形圖上所提供的具体材料來制訂，而这张地形圖又必須靠測量的結果來繪制。其次如工矿建井，地質勘探，铁路、公路、河道的修筑，农田水利，森林經營，大地园林化的规划以及城市建設，居

民住宅建筑等，这一切工作都必须有测量为先行。在建设之前，搜集和测绘设计所需的数据；在施工之中，藉测量把设计线或规划线转定到现场上；建成后，测量又转为检查建筑物稳定和检核施工质量，所以测量工作是十分必需的。

测量服务于政治领域方面，如国界范围，领海领空境界，政治区划，地理位置等都离不开测绘工作。又如在国防建设上的军事部署，工事构筑，与战略战役形势研究等，都必须藉助于精密的测绘工作。所谓“地图是军队的眼睛”，可见测绘工作在国防建设上是多么重要。

在祖国社会主义建设高潮的今天，我国经济建设正在以“一天等于二十年”的速度飞跃发展，林业建设也一日千里地突飞猛进，如何满足林业建设用图迫切的需要，以及如何满足全国人民公社实现大地园林化的规划对测量的需要，这些任务对森林测绘工作者提出了新的更高的要求。只有我们在党的领导下，与劳动群众创造性的智慧密切结合起来，才能使测绘科学技术不断地推向前进。

§2. 我国测量的成就及森林测绘概况

我国是东方的文化发展最早的国家之一，在测绘史上曾有过辉煌的贡献，如指南针的发明，张衡对浑天仪的创造，晋裴秀创立制图六体等都是很大的成就。但历代的封建统治，直至国民党统治时期，由于反动统治的腐朽和无能，测量学和其他科学一样不能得到应有的发展，因此遗留下来的成果，十分贫乏，远不能满足国防建设及经济建设的需要。

伟大的中华人民共和国成立之后，由于社会主义建设事业飞跃的发展及需要，促使了测绘事业以飞快的速度发展。建国以来，我国在党的领导下，测绘事业所取得的成就大大地超过了以往几十年。到目前为止，全国测绘队伍将近九万人，分布在地质、冶金、石油、铁道、农业、林业、水利电力、建筑、交通、国防等各个建

設部門及科研、教育部門。又成立了國家測繪總局；建立了測繪學院和若干院校的測量科系，目前在校人數約一萬人。科學研究的成就在測量儀器的試制方面，如中國科學院測量制圖研究所初步試制完成我國第一部雷達測量儀器、電子印象機、石英重力儀、石英彈簧重力儀、自動測高儀、對鐘計數器等。中國科學院電子學研究所和光學精密機械儀器研究所初步試制完成了我國第一部大型光速測距儀。光學精密機械儀器研究所試制成功的八大儀器，其中有三種是高精度的測量儀器：大型光速測距儀、精密經緯儀及多倍投影儀。此外，又試制成功了地型1號經緯儀及立體測量儀等。其他如清華大學及兩所測繪學院試制成功的電流平差儀、中小型光速測距儀、流体靜力水準儀以及石英鐘等。這些試制成功的儀器，將有20種即將投入生產。在尖端技術方面，國家測繪總局已建立了雷達測量隊，且已進行了光速測距試驗，證明其精度很好，可用于生產。并着手進行雷達航空測量試驗和雷達高程測量試驗。還準備進行微波測距試驗。在大地測量方面，目前除完成了一、二、三等三角測量占總任務的33~72%及大量的一、二、三、四等精密水準測量工作外，在我國廣闊的土地上還布設了精度很高的基本重力點24點，一等重力點88點，為我國天文大地網平差及研究地球形狀提供了可靠資料。

各建設部門中的測繪工作是直接為本部門的建設事業服務的，林業測量在總路線的光輝照耀下也獲得了很大的成績。

在林業測量方面，舊中國是“既窮又白”，1949年建國之初，中央林業部為了摸清全國森林資源，給合理經營森林、森工采伐等準備條件，開始培養技術力量組織勘測隊伍，由僅有專業人員106名發展至現在已經有1200余人。在測量方法上也不斷有改進和提高，最初是采用簡易方格測量法，至1954年後改用了方格法，結合自然地勢測定導綫環等方法，并進行了航空攝影測量。由於航攝資料的取得，提高了功效和質量。1957年以後，測繪工作精度更有所提高。制訂了“森林測繪工作細則（草案）”及“森林航測內業操作細則試行方案”等文件。中央林業部還協助有條件的隊，進行了

三角图根控制測量。在航測成圖方面採取了多样化的形式，解決了各地区象片圖成圖問題。

至1958年止，我國完成林业用圖的数量也是巨大的，如森林經營規劃地区平面图38万方公里；森林資源清查圖77万方公里；造林設計15,700方公里；森林鐵路用圖7,730公里；公路用圖8,350公里；河道整治用圖4,760公里以及385,966方公里航空攝影和483,100方公里航測的内業工作。

此外，由于广泛的开展了群众性的技術革新运动，改革了作业方法，創制了許多“簡易实用”的仪器和工具，解決了測量和用圖的問題。

§3. 測量在林业工作中的应用

測量在林业工作中应用极广，在林业調查、造林設計、总体规划方面，都必須进行測量。森林中的測繪工作包括測量大面积林区境界綫和其内部特征。測量境界綫的目的，是要在紙上繪境界綫圖，总計面积。而測量内部特征的目的，是要在紙上繪出分区圖或林班圖（有林地按树种、年齡、疏密度、地位級、出材率等級以及其他因子划分。无林地按林中空地、火烧或采伐跡地、已耕地、放牧地、沼泽地等划分）。林管区有了这些測量圖面材料，和其他森林經營規劃調查材料，才有可能全面的进行森林資源清查和編制林管区的施業案。这样才知道如何将林区划分为施業区、营林区、营林段、林班和經營小区；如何区划和計算造林、撫育和采伐的地段和面积；如何設置林場和苗圃，安排造林地区和开辟防火綫等等。当然，上述測量工作，也包括測量地形或描繪測区地表起伏情况。在开发林区的森林工业和工程建筑方面，除必須測量林区的平面位置 and 地面高低起伏情况的地形測量外，有时为了滿足森林工程設施的要求，如修筑林区公路，森林铁路，整治河流，林区交通綫网，修筑水庫堤坝及运材道等，还必须进行道路測量或河道測量，在得到

这些材料的基本数据以后，就可以繪制縱橫断面图，以便設計、施工和检查。

进行实地測量時，应以全国性測量控制网为基础，森林測量仅作控制网所不能包括部份的扩展測量和加密点的工作，再根据控制网確定森林境界及森林經營或造林設計方面所需要的一些細部測量。

在沒有大地控制网的平原和丘陵地区，森林測繪是以閉合成环的經緯仪导綫为基础來確定境界的。在其内部是按經營区划要求測出直綫或折綫形的林班綫，再以简单的測量方法繪出細部地物；在高山地区，若時間、地形和技術条件許可時，則应配合三角图根測量方法測設控制网；在进行航測地区，地面控制工作以能滿足航測成图为准，一切經營界綫和内部地物，通过象片判讀，用图解制图法根据内外业加密的控制点繪制分区图。

§4 地球的形狀和大小

地球是一个具有坚硬外壳的天体，其平均密度約为 5.5。地球表面一般說是不平坦、不規則的。在大陆隆起部份有高山、平原、深谷、丘陵；在聚水地区有河川、海洋、深渊等。但就整个地球來看，这些局部起伏的变化仍极为微小，假定把地球縮小成为一定半徑的地球仪，即使地球上最高的珠穆郎瑪峯（拔海 8,882 公尺）和最低的涅洛海沟（低于海面 10,899 公尺），在地球仪上相对起伏的程度仍是微不足道的。故在一般情况下，通常認為地球总的形狀，近似一个半徑很大（6371 公里）的圓球。

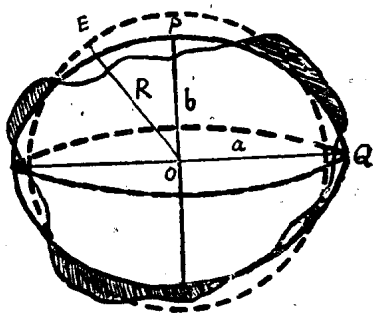


圖 1