

中等林业学校試用教科書

# 气象学



河北农业大学园林化分校中专部 編  
辽宁林学院中专部

林业专业用

农业出版社

中等林业学校試用教科書

# 气 象 学

河北农业大学園林化分校中專部編  
辽 寧 林 学 院 中 專 部

林 业 專 业 用

农 业 出 版 社

气象学

农 业 出 版 社 出 版

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 106 号)

东单印刷厂印刷装订

統一書號 13144.76

三十二分之一

印張 七又十六分之一・一揮頁

定价 (7) 六角二分

## 前 言

本书根据 1959 年全国中等林业学校教育會議所提出的气象学的目的要求,参考 1960 年教学改革中各校所提意見編写而成,作为中等林业学校林业各专业的試用教科书。

本书主要講述气象学的基础知識和观测技术,簡要地介紹了天气学和气候学的初步知識;为了使理論联系实际,結合专业需要,比較詳細地介紹了森林气象学的内容。气象学知識范围很广,各地条件不同,重点可能有所差別,特別是气候概說一章中,未把各省区气候列入,希望各校根据本省气候特点和区划补充講述。

各校所設专业不同,教学时数也有差別,使用时希望有所选择补充。

全书由賴維屏、林元耕、呂平义、楊春普四人合編,最后由楊春普同志整理。由于編写時間短促和水平限制,錯漏必多,希望各校在試用中提出改进意見,以便今后进一步修改,提高教材質量,使之更切合教学需要。

編者 1961年4月

# 目 錄

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 結論.....                  | 1  |
| §1 气象学研究的对象和任务.....      | 1  |
| §2 气象学在林业生产中的重要作用.....   | 2  |
| §3 气象学的研究方法.....         | 4  |
| §4 我国气象事业的发展.....        | 5  |
| 第一章 大气和气压.....           | 8  |
| §1 大气的組成分.....           | 8  |
| §2 大气的垂直结构.....          | 10 |
| §3 气压和测压单位.....          | 11 |
| §4 气压的观测方法.....          | 12 |
| §5 气压随高度的变化和地理分布.....    | 18 |
| 第二章 太阳辐射、地面辐射和大气辐射 ..... | 22 |
| §1 太阳辐射.....             | 22 |
| §2 太阳辐射的反射、反射率.....      | 27 |
| §3 照度与日照时间.....          | 23 |
| §4 地面辐射和大气辐射.....        | 30 |
| §5 日射、照度和日照时间观测法.....    | 32 |
| 第三章 土壤温度 .....           | 33 |
| §1 土壤温度的重要意义.....        | 33 |
| §2 土壤温度观测法.....          | 33 |
| §3 土壤温度的日变化和年变化.....     | 43 |
| §4 土壤冻结、永冻土.....         | 46 |
| §5 影响土壤温度变化的因子.....      | 47 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第四章 空气温度(气温)       | 50  |
| §1 空气的增热和冷却过程      | 50  |
| §2 观测气温的方法         | 52  |
| §3 气温的日变化和年变化      | 53  |
| §4 我国气温的分布         | 61  |
| §5 气温的垂直分布         | 62  |
| §6 气温在森林植物生活中的作用   | 63  |
| 第五章 蒸发和空气湿度        | 66  |
| §1 水分的蒸发           | 66  |
| §2 蒸发的日变和年变        | 68  |
| §3 测定蒸发的仪器和方法      | 69  |
| §4 表示空气湿度的方法       | 71  |
| §5 观测空气湿度的仪器和方法    | 73  |
| §6 空气湿度的日变化和年变化    | 82  |
| §7 空气湿度的垂直变化       | 84  |
| §8 空气湿度与森林植物的相互关系  | 84  |
| 第六章 水汽的凝结和降水       | 89  |
| §1 水汽的凝结           | 86  |
| §2 雾               | 87  |
| §3 云、云量            | 87  |
| §4 降水的种类           | 90  |
| §5 积雪              | 93  |
| §6 测定降水的仪器和方法      | 95  |
| §7 我国的降水及其特性       | 100 |
| §8 降水对土壤和森林植物的相互关系 | 102 |
| §9 人工控制局部天气        | 104 |
| 第七章 风              | 106 |
| §1 风的成因及其特性        | 106 |
| §2 观测风向、风速的仪器和方法   | 109 |

|     |                  |     |
|-----|------------------|-----|
| §3  | 大气环流、季风环流和地方风    | 116 |
| §4  | 风与森林植物的关系        | 120 |
| 第八章 | 天气預报及災害性天气預报与御防  | 122 |
| §1  | 气团               | 122 |
| §2  | 大气的鋒             | 124 |
| §3  | 造成各种天气的几种天气系統    | 128 |
| §4  | 天气預报概述           | 132 |
| §5  | 单站补充天气預报         | 133 |
| §6  | 災害性天气及其預报与御防     | 140 |
| 第九章 | 气候概說             | 151 |
| §1  | 气候的概念            | 151 |
| §2  | 影响气候的主要因子        | 152 |
| §3  | 影响我国气候的因素        | 156 |
| §4  | 气候带、气候型和我国的气候区划  | 153 |
| §5  | 小气候和小气候观测法       | 162 |
| §6  | 物候学与二十四节         | 174 |
| 第十章 | 森林气象观测的組織工作      | 177 |
| §1  | 森林气象观测的基本原则和組織工作 | 177 |
| §2  | 森林火灾危险性天气預报      | 182 |
| §3  | 林木物候观测法概述        | 191 |
|     | 附表               |     |

## 緒 論

### § 1 气象學研究的對象和任務

包围地球的空气圈叫做大气。在地球大气中，我們經常感覺到寒、暖、干、湿，看到阴、晴、雨、雪和大风、雷、电等物理現象。大气所以有这些物理現象，是因为大气中物質(光、热、水分、空气)不断运动变化的結果。研究大气中所发生的各种物理現象和变化过程的科学，叫做气象学。

大气物理現象，通常用气象要素来表示，即：太阳辐射、土壤温度、空气温度、空气湿度、云量、降水、气压和风等。太阳辐射是能量的主要来源，一地方接受太阳辐射能的多少，直接影响着温度的变化；温度的变化，影响着蒸发、湿度和气压等的变化；气压的变化，影响着空气的运动；空气的运动又影响着太阳辐射、温度、湿度和气压等的变化。由此可見，各种气象要素間是普遍地互相密切联系，并且以极复杂的变化互相結合，在一定時間和空間內共同发生作用的。

我們常說今天的天气晴暖，或說某天阴雨，这种在一定地方一定時間內各种气象要素綜合表現的大气現象叫做天气。研究一定時間天气状况，分析它的变化規律，藉以預告未来天气的科学叫做天气学。

在一定地区，某期間多年所特有的天气状况的綜合，叫做該地的气候。研究气候形成的过程和气候分布規律为生产服务的科学叫做气候学。天气学和气候学是气象学发展形成的分枝。

气象学是劳动人民在长期生产实践中經驗的总结，随着生产的发展，气象科学日益发展。它的任务，不仅是通过大气現象的观测，認識和解释大气演变与气候的形成和分布，以及避免或减少自然灾害的发生。更重要的是，应该积极地掌握大自然变化的規律，充分利用大自然的資源，使人类成为大自然的主宰，干預大自然的行动，担负起改造大自然的責任，使它馴服地为我們社会主义生产建設服务。

## § 2 气象學在林業生產中的重要作用

气象学对于国民經济各部門都很重要。因为一切生产措施的順利实行，都与天气和气候有关系。例如天气預报和气候資料，对农业、林业、畜牧、水利、航空、陆运、水运、漁盐、各种工程建設、城市設計、流域规划、卫生保健以及預防水、旱、风、冻、沙等自然灾害，保証人民生命财产的安全等都起着重大作用。

米丘林的生物学理論这样認為，生物和环境条件是统一体；植物的生活环境，主要是土壤和气候；气候又是土壤形成的重要因子之一；气候因子中，光、热、水分和空气对农林植物的生命活动更重要，这些生活条件，不仅是必要的主要因子，并且是互相不可代替的；在良好的天气和气候条件下，这些因子配合得当，农林植物生长发育就进行得良好，有利于丰产；反之，恶劣的天气和不良的气候条件下，会降低收成。因此气象学随农业和林业生产的发展，形成了为专业服务的科学：农业气象学和农业气候学；森林气象学和森林气候学。

森林气象学和气候学是研究气象条件，即天气和气候条件与森林树木的相互关系的科学。根据林业生产的需要，研究各地天气和气候，最有效地利用各地气候資源，提高森林生产率，保护現

有森林資源，為農業高額而穩定的豐收創造有利條件，為林業“三化”和改造自然的鬥爭服務。因此，森林氣象工作者必須在黨的領導下，依靠勞動人民，作好以下各種工作：

1. 系統地進行森林氣象觀測工作。研究不同森林氣候特征，森林的形成和發展，氣象條件對幼苗、林木生長發育狀況和產量的影響，以便提出合理的造林設計、施工計劃，經營調查設計，合理地安排林業生產和技術措施，提高苗圃和森林生產率。

2. 揭露對苗木和樹木有危害的天氣現象，依據資料，找出各種氣象指標，在天氣預報的基礎上，預報造林期、播種期、發育期、結實成熟期、產品質量和生長狀況；預報森林火災危險天氣和其他危害天氣，預測預報森林病蟲害，同時並提出合理措施，以便有計劃地調配勞動力，組織生產，防除災害。

3. 研究森林和防護林帶的氣象效應，揭示各種防護林的作用，為保證農業豐產和改造自然提出合理的技術措施和理論根據。

4. 研究各地區的森林氣象特征和各種造林經營條件，改善森林氣候，進行森林氣候區劃，充實大氣候資料。

5. 其他有關服務工作，如編制自然歷、林業作業歷，制作森林氣象觀測儀器和研究觀測方法，環境調查等。

森林氣象學在解決這些任務時，是緊密地與氣象學和氣候學基本知識相聯系的，我們將在本書中重點講述這方面的知識和技術；森林氣象學又和植物學、土壤學、森林學、造林學、森林保護學等有著密切的聯系；為了充實這門年青的新興科學，作好為林業生產服務工作，必須很好地研究這些科學。

### § 3 气象學的研究方法

一般气象学的研究方法,有系統的气象观测法、实验法和理論分析法。气象观测法是气象学研究中的最基本的方法。因为大气是很广大的統一整体,只要大气中一个部分发生变化,就会影响到其他部分,因此要組織广大的地面观测台站网,进行地面观测和高空观测。为了研究能量的分布,而組織太阳辐射的观测;为了研究气候規律,需要进行长年間連續的积累資料;只有这样才能較全面地掌握大气变化的規律。因此就必須有領導的有組織地普遍建立气象台、站、哨、組网,按照統一的观测規範,进行各种系統的气象观测,以便得到正确的、有代表性的和可以比較的气象資料。

近年来气象学中也采用实验法,在實驗室条件下,在人工气候室中,复制云雾等气象現象,进行变化規律和防除方法的研究;在自然条件下,对云雾的观察,人工降雨、消云、消雹等,也在广泛进行。

气象学也广泛运用数理分析法。无论实验法和数理分析法,都是为了解决气象上的理論問題,从而推进气象学的发展。但是这些实验法和理論分析法,仍須在自然条件中考驗,通过观测来驗證修訂。因此气象观测法是气象学研究中最基本的方法。

森林气象学的研究方法中,最基本的方法是联合观测法,也叫做平行观测法。这种方法是一方面进行气象要素和农林气象要素状况和变化規律的观测,同时还进行植物生长发育和生长状况等观测,这样才有助于对农林业生产的气象条件作出正确的鑑定。在这种方法的基础上,建立森林气象定位研究观测站,組織森林气象观测网,多年积累天气和气候資料和物候資料,以便正确鑑定天气和气候与森林植物的相互影响。此外也常用流动性观测或季节性

观测,进行专题研究和調查工作。

森林气象学是新兴的科学,森林气象观测网才組織建立,資料的积累在短時間內不可能充实,可是生产的需要是急不可待,因此必須組織建立观测研究台站网,并要广泛进行森林气象調查研究工作。劳动人民长期在林业生产劳动中,都有丰富的經驗积累,应当依靠群众,深入調查訪問,系統地总结經驗,这是森林气象研究中合乎多、快、好、省的方法,所以我国各地气象部門和林业部門力求开展森林气象調查研究工作。

#### § 4 我國气象事業的發展

我国气象科学发展最早,在三千年以前,就积累了丰富的經驗,創造了輝煌的成績。商朝的甲骨文中,曾有晴、阴、雨、雪的記載。春秋战国时期便有二分二至和十二节气的規定。秦汉时期更确定二十四节气七十二候,在当时用以指导生产,并为近代气候学和物候学起着发凡作用。

在气象仪器方面,风向仪首先由汉朝伟大的科学家张衡所創造;雨量器則在宋朝开始应用,明朝普遍推广,都分別比欧洲各国早达一千多年或数百年。在气象理論方面,东汉王充对雷、电、冰雹的形成,宋代沈括对冷热变化和季节的成因,南宋朱熹对雨霧的发生,都得到正确的解释,合乎近代科学的原理。尤其是有关天气預报的农諺,無論在古籍中或历代遗留下来的天气諺語,更不胜枚举。这都說明了我們祖先具有优异的智慧和丰富的想象力,使我国宝貴的文化遺產,在世界文化宝庫中占有光輝的地位。

但是,由于我国长期处在封建制度統治下,生产停滞,气象科学得不到应有的发展。鴉片战争以后,随着帝国主义的軍事侵略和經濟侵略,先后在上海、青島、香港等地設立了气象台,目的只为

它們的軍艦商船服務，成為侵略我國的工具。到了國民黨統治時期，雖在沿海一帶建立了零星的气象台站，但台站少而質量差，與人民生產都沒有什麼聯繫。

1949年全國解放後，在中國共產黨領導下，氣象事業有了飛躍發展，本着氣象工作為生產服務的原則和分區建設集中領導的精神，經過四年的努力，建立了各級氣象管理機構，完成了天氣情報網的初步建設。其他探空及測風台站、日射台站也都大量設立。

由於黨和政府對於氣象工作的重視，1954年中央人民政府政務院發布了“關於加強災害性天氣預報警報和御防工作”的指示，普遍引起各方面的重視，創造了氣象工作為生產服務的條件，加速了氣象工作的發展，保證了社會主義建設的順利進行。在1956—1967年全國農業發展綱要中，還規定了氣象工作的發展方向。

1958年，在整風反右勝利的基礎上，在總路綫的光輝照耀下，掀起了史無前例的大躍進高潮，更有力地促進了氣象事業的發展。經過在桂林召開的全國氣象工作會議後更加明確了氣象工作在黨的領導下，依靠群眾，提高服務質量，以農業服務為重點，組成全國氣象服務網的發展方向。要求本着自願、自建、自管、自用的原則，基本實現專區有台，縣縣有站，人民公社和生產大隊有氣象哨和看天小組。在天氣預報工作中，貫徹“大、中、小相結合，以中小為主”的方針（大是大形勢預報，中是分縣預報，小是補充預報），創造了單站補充天氣預報。在以農業為重點的農業氣象預報方面，採取四結合（天氣預報，氣候資料，群眾經驗，實況觀測相結合）、過兩關（作出農業氣象預報後，經過哨組補充訂正與實況觀測使用關）的方法，提高了預報質量，促進了農業生產。此外，人工造雨、造雲等，已在許多地區開始試驗，推動了人工控制天氣的工作。

在森林氣象工作中，如防護林帶氣象效應的研究，森林氣象定位研究站的建立，森林防火觀測哨的設置，森林火災危險天氣預報

的进行,数年前已在华南、东北、华北各省分别进行。1959年8月在成都召开森林气象会议,交流了森林气象经验和研究工作,提出了加强森林气象观测和防火预报,建议加强培养森林气象专业人材等工作。1960年,林业部和中央气象局发出联合指示,要求各地气象和林业部门密切配合,根据林业生产的需要,在主要林区和宜林地区的国营林场和社队办林场,结合现在的气象服务站积极建立林业气象(候)服务站、哨、组及林业气象试验站,迅速组成林业服务网。这对于保护森林资源、保证林木速生丰产、加强林粮结合、综合利用及多种经营,起着积极作用。

总之,自建国以来,气象工作已取得空前的辉煌成就。随着连年跃进,对气象工作更提出新的任务与要求,今后在党的领导下,我们更应认真贯彻党在气象事业的方针政策,善于依靠群众,善于吸取新技术,结合我国实际情况,根据当前生产的需要,开展气象科学研究和服务工作,更好地为社会主义生产建设服务。

# 第一章 大气和气压

## §1 大气的组成

大气是多种气体和水汽、微尘的混合物。

1. 干燥空气 纯洁干燥空气的基本成分有氮(78.09%)、氧(20.95%)、氩(0.93%)和不定量的二氧化碳(不均含量约0.03%)、臭氧(0.000007%)、氨和氮的氧化物;还有极少量的氢和氦、氖、氫、氪、氙等不活跃气体。工矿城市中,常有煤烟气体、硫化物( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ )、氟化物等。各纬度上空气成分的容积比因水汽的多少有些变化,如表1。

表1 湿空气组成成分随纬度的变化(按容积%)

| 纬度  | 氮     | 氧     | 氩    | 水汽   | 二氧化碳 |
|-----|-------|-------|------|------|------|
| 赤道  | 75.99 | 20.44 | 0.92 | 2.63 | 0.03 |
| 50° | 77.32 | 20.80 | 0.94 | 0.93 | 0.03 |
| 70° | 77.87 | 20.94 | 0.94 | 0.22 | 0.03 |

氮是空气中最多的气体,但植物一般不能直接利用,只豆科植物藉根瘤菌的作用可以利用它。氮是有机物腐败分解时放出的;氮的氧化物和氨可随降水进入土中。

氧是动植物呼吸所必需,它又决定着有机物的燃烧、腐败和分解等。氮和氧虽多,对气象变化没有大关系。

二氧化碳平均占大气容积比的0.03%,随着地区、时间、季节和天气条件而有变化。它是植物光合作用制造有机物的原料;能

透过太阳辐射能，并且能阻止地面辐射能外散。它来源于有机物的燃烧、腐败和分解、生物的呼吸作用、矿泉火山的喷出物等。工矿城市空气中含量可达0.05%，有时还多些；含量过多时，对人类生活不利。

臭氧总含量很少，多集中在20—30千米空间；臭氧能吸收太阳辐射中的短波紫外线，对地面生物起着保护作用；臭氧又能促进吸湿性弱的气体（ $\text{SO}_2$ ）变成吸湿性强的气体（ $\text{SO}_3$ ），影响水汽的凝结。

煤烟气体中的硫化物等，对植物起毒害作用，影响土壤性质。

**2. 水汽** 水汽来源于水面、陆面的蒸发和植物的蒸腾。水汽在空气中平均含量约1%，在夏季湿热地方最多可达4%，随纬度的增高而减少，冬季在两极地方，几近于零。水汽大部存在于下层空气中，为最不稳定的成分，露、霜、云、雾、雨、雪等，都是它凝结的产物。水汽几乎能吸收全部地面辐射能，起保温作用，所以水汽是气象变化中一个重要因素。

**3. 微尘** 微尘包括细菌、花粉等有机物和雾滴状液体微粒、冰晶、尘埃、烟粒等无机物。因微尘的存在，使大气的透明度不良，阻碍能见度。微尘能吸收水汽为云、雾等的凝结核；能吸收、散射太阳辐射，使天空出现不同光学现象；由于吸收散射太阳辐射，使到达地面的太阳辐射有所减弱，并能阻止地面辐射，减少热量损失。

无机微尘的来源有被风吹起的土壤微粒、火山爆发的火山尘、物质燃烧的烟尘埃、海浪中飞出的盐尘埃，此外，大气中还有陨石破碎的宇宙尘等。每一立方米空气中，微尘数可有几百粒到几十万粒，是随时间、地点情况而有很大变化的，随纬度增高而减少，随高度也减少。人们用城市绿化造林、防护林、公园等措施，净化空气，可减少微尘的含量。

高层大气組成成分与地面上干洁空气是一样的，这是由于空气不断垂直混合运动造成的。

森林树冠下的空气中，二氧化碳和水汽含量比曠野稍多些，林中近地面层空气中，二氧化碳可达0.06%，有时还多些，树冠中多为常量，白天可少到0.02%，这是光合作用利用的结果。近地面层二氧化碳之所以較多，是因为枯枝落叶层和土壤中有机物腐敗分解所生成。林中树木蒸騰放出大量水汽。森林中二氧化碳和水汽多的原因，也因通风不良、与林外交换作用微弱所致。

## § 2 大气的垂直結構

大气是自由扩散的混合气体，因重力作用，地面上密度最大，随高度的增加，密度迅速减小。地上干空气密度在标准状态下为1.293千克/米<sup>3</sup>。大气随高度的增加而愈薄，最后过渡到星际空間。大气的高度，根据极光的观测約1,000—1,200千米；根据苏联人造地球卫星的测量，地球大气和星际空間气体的混合約发生在2,000—3,000千米处。

根据多次观测发现大气各高度上物理性質不同，因而分为对流层、平流层、电离层和散逸层。

**对流层** 是接近地面的空气层，受地面的影响很大，經常发生上升气流和下降气流，形成强烈的对流現象是其主要特征；它决定着对流层的高度、温度分布和使大气的組成不变。对流层的高度随緯度、季节等而有变化，赤道地方因对流强烈，高度可达17—19千米，中緯溫帶地方約11—12千米，两极約7—8千米。夏季高些，冬季低些。对流层中空气約占大气总質量的四分之三（70—75%）。对流层中空气温度随高度的增加而降低，平均每升高100米，温度約降低0.6°C，大气中水汽几乎全部集中在这层里。对流层