



中等农业学校教科书初稿

# 气 象 学

中等农业学校气象学教科书編輯委员会編

农 业 出 版 社



中等农业学校教科书初稿

气 象 学

中等农业学校气象学教科书編輯委员会編



农业出版社

# 气 象 学

中等农业学校气象学  
教科书編輯委员会編

\*

农业出版社出版

(北京西总布胡同7号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第106号

上海洪兴印刷厂印刷 新华书店发行

\*

850×1168 耗 1/32 • 3 印張 • 4 插頁 • 65,000 字

1957年7月第1版

1959年7月上海第7次印刷

印数: 59,601—74,600 定价: (10) 0.55 元

統一书号: 13144.5 57.6. 原財經京型

# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一章 緒論 .....           | 1  |
| 一、气象学研究的对象 .....       | 1  |
| 二、气象学研究的方法及觀測的組織 ..... | 2  |
| 三、我国气象事業的發展 .....      | 3  |
| 四、气象与农業生产的关系 .....     | 4  |
| 第二章 大气、气压与太陽輻射 .....   | 6  |
| 一、低層大气的成分 .....        | 6  |
| 二、大气的分層 .....          | 7  |
| 三、气压及其單位 .....         | 8  |
| 四、測定气压的仪器 .....        | 9  |
| 五、太陽輻射 .....           | 10 |
| 六、太陽輻射的日变与年变 .....     | 10 |
| 七、日照時間的觀測 .....        | 12 |
| 第三章 土壤溫度 .....         | 15 |
| 一、土壤溫度与农業的关系 .....     | 15 |
| 二、測定土壤溫度的方法 .....      | 15 |
| 三、土壤溫度的日变与年变 .....     | 18 |
| 四、土壤冻结 .....           | 19 |
| 第四章 空气溫度 .....         | 21 |
| 一、空气温度与农業的关系 .....     | 21 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 二、测定空气温度的方法 .....         | 22 |
| 三、空气温度的日变 .....           | 25 |
| 四、空气温度的年变 .....           | 26 |
| 五、我国气温的分布 .....           | 27 |
| 第五章 空气湿度 .....            | 33 |
| 一、空气湿度与农业的关系 .....        | 33 |
| 二、空气湿度的表示方法 .....         | 33 |
| 三、测定空气湿度的方法 .....         | 34 |
| 四、空气相对湿度的变化及其在我国的分布 ..... | 35 |
| 第六章 蒸发 .....              | 38 |
| 一、水面蒸发 .....              | 38 |
| 二、土壤表面蒸发 .....            | 38 |
| 三、测定蒸发量的方法 .....          | 40 |
| 第七章 降水 .....              | 43 |
| 一、降水与农业的关系 .....          | 43 |
| 二、水汽的冷却与凝结 .....          | 44 |
| 三、测定降水量的方法 .....          | 44 |
| 四、我国降水量的分布 .....          | 46 |
| 五、降雨特性 .....              | 47 |
| 六、积雪 .....                | 54 |
| 第八章 风 .....               | 56 |
| 一、风与农业的关系 .....           | 56 |
| 二、风的生成 .....              | 56 |
| 三、测定风的方法 .....            | 57 |
| 四、季风及其对我国气候的影响 .....      | 59 |
| 第九章 天气与灾害性天气 .....        | 62 |
| 一、天气的变化 .....             | 62 |
| 二、天气预报与灾害性天气警报 .....      | 63 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 三、霜冻 .....            | 65 |
| 四、大风 .....            | 68 |
| 五、雹 .....             | 68 |
| 六、寒潮 .....            | 69 |
| 七、台风 .....            | 69 |
| 八、灾害性天气警报的發布与运用 ..... | 69 |

## 附 录

### 中等农业学校气象学实习指导

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 实习一 观测场的介绍,观测的进行与记录,气压与日照时间的观测 ..... | 72 |
| 一、观测场的介绍 .....                       | 72 |
| 二、观测的进行与记录 .....                     | 74 |
| 三、气压的观测 .....                        | 75 |
| 四、日照时间的观测 .....                      | 75 |
| 实习二 土壤温度(地温)的观测 .....                | 76 |
| 一、地面温度表的观测 .....                     | 77 |
| 二、曲管地温表的观测 .....                     | 77 |
| 三、直管地温表的观测 .....                     | 78 |
| 实习三 空气温度和空气湿度的观测 .....               | 79 |
| 一、干湿球温度表的观测 .....                    | 79 |
| 二、毛发湿度表的观测 .....                     | 80 |
| 三、最高温度表的观测 .....                     | 80 |
| 四、最低温度表的观测 .....                     | 81 |
| 五、观测空气温度与空气湿度仪器的维护与观测时间 .....        | 81 |
| 实习四 风、降水量、雪深、水面蒸发与云量的观测 .....        | 82 |
| 一、风的观测 .....                         | 82 |
| 二、降水量的观测 .....                       | 83 |
| 三、积雪深度的观测 .....                      | 83 |
| 四、水面蒸发量的观测 .....                     | 84 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| 五、云量的观测 .....     | 84 |
| 实习五 观测记录的整理 ..... | 85 |

## 附表

|                     |    |
|---------------------|----|
| 一、化毫米为毫巴的换算表 .....  | 87 |
| 二、最大水汽张力表(毫巴) ..... | 88 |
| 三、湿度查算表(毫巴) .....   | 90 |
| 四、气象观测记录簿 .....     | 96 |
| 五、气象观测记录月报表 .....   | 97 |

## 第一章 緒 論

**一、气象学研究的对象** 地球被一个空气圈包围着,这个空气圈叫大气。在大气中常發生各种不同的物理現象。例如空气的增热与冷却,風、云、霧以及降水等。研究与解釋大气中所發生的各种物理現象和物理变化規律的科学,叫气象学。气象学也就是大气的物理学。

大气的物理变化和物理状态被各种气象要素所决定。这些要素是:太陽輻射、土壤溫度、土壤湿度、空气溫度、空气湿度、云、降水、气压及風等等。这些要素之間存在着密切的相互关系,并且相互影响着。例如空气溫度的变化,可以引起气压的差异;气压的差异,又会产生風的变化。所以要研究气象学首先要了解各种气象要素。

一定区域和一定時間內,在大气变化过程中所产生的各个气象要素的綜合条件,这些綜合条件所决定的大气物理狀況,我們称之为天气。研究天气現象、分析大气变化、借以預告未来天气的科学,叫天气学。

除气象要素和天气以外,我們还需要了解某一地区的气候。气候的特征,通常是用各种气象要素多年观测出的平均值和極限值来表示的。分析并綜合各地、各季气候的科学,叫气候学。

人类的生产活动和日常生活,都和天气、气候有着密切的关系。因此,研究气象学的任务,就是正确的認識并掌握天气演变和

气候的规律,并将这些知识和规律应用到发展生产、预防自然灾害和控制自然、改造自然的伟大事业中去。

**二、气象学研究的方法及观测的组织** 气象学的研究方法基本上和物理学相同,有观测法、试验法和理论分析法。试验法和理论分析法,是为了从理论上解决气象问题、从而推进气象事业的发展的。

观测法在气象学的研究中有它重要的意义。因为大气现象随时在大气中发生,我们可以把观测来的现象根据物理的知识加以分析和研究,找出它们的规律,用来论证科学研究的结论。

气象观测更有其实用的价值。因为大气现象和各个气象要素的有害或有利,都是从量上来区别的。所以气象观测可以求得各地气象要素的一般情况和极端情况,提供生产上所必要的参考资料。另外,天气预报也是以各个气象台站的气象观测为基础,经过研究和分析而后做出来的结论。为了提供准确的天气预报与气候资料,在各个气象台站进行气象观测时,必须使用同样的、经过校正的仪器,按照统一规定的方法,在同一时间进行。

我国的气象观测工作,是统一在中央气象局领导下进行的,各省也设有气象局或气象科,负责各省的气象管理工作。气象台站的种类:有气象台、气象站、测候站及雨量站等。这些台站都按照规定来进行各种气象观测。此外,还有有关农业气象的台站,正在逐渐规划增设中。农业气象的指导、训练和研究等机构已在陆续成立中。例如华北农业科学研究所于1953年添设了农业气象组,华南、华东、华中及西北等农业科学研究所亦有农业气象组。中央气象局在1956年增设了农业气象处。北京农业大学与中央气象局北京气象学校,在1956年均添设了农业气象专业。

在农业研究机关和国营农场里,通常也都设有农业气候站。

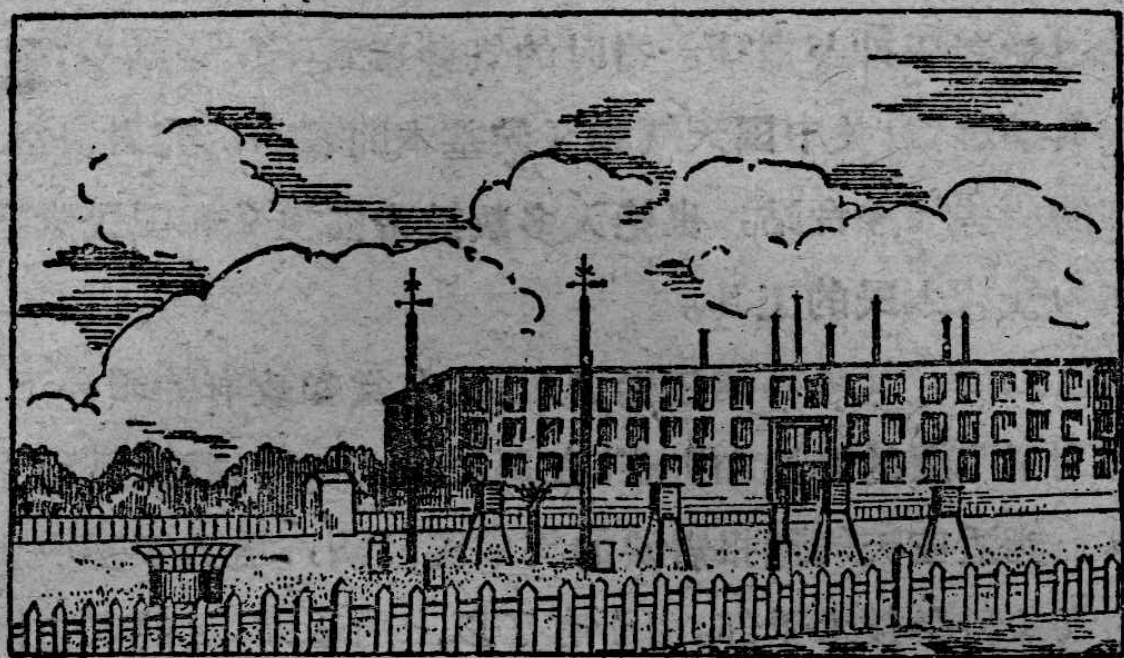


圖1 气象台

农业气候站除进行一般的气候观测外，还作农作物生长发育阶段观测、土壤湿度观测、土壤中水分蒸发和田间气候观测等。

**三、我国气象事业的发展** 我国古代人民很早就注意到天气变化，尤其是在从事农业劳动的过程中，更积累了很多气象知识。例如“二分”、“二至”早已载于“尚书”；二十四节气见于“吕氏春秋”。这些知识从距今两千多年前留传到现在，对于农业的操作时期仍有参考的价值。在气象仪器方面，公元137年张衡创造了风向计，1424年我国各地已应用了雨量器记录雨量。在气象理论方面，东汉王充曾解释了雷雨的成因，南宋朱熹曾解释过雨和雾的成因。但是由于长期的封建统治，这些研究和创造并没有能够得到进一步的發展。

我国近代的气象事业，初期都操纵在各帝国主义教会的手中，成为帝国主义侵略我国的工具。我国自办的近代气象事业是从1913年在北京成立的中央观象台开始的。以后在竺可桢教授的领导下创立了气象研究机构，并建立了气象台站网，为我国气象事业初步奠定了基础。

在国民党时期，气象事业的发展与其他科学同样的不被重视，

長期的遭受着压抑与摧殘。当时的气象事業不仅台站少,質量差,技術人員缺乏,有关中国天气和气候基本問題的研究做得很少;就是仅有的一些气象台站,也絕大多數被帝国主义和国民党空軍所利用作为殘害人民的工具。

解放以后,气象事業还給了人民,在党和政府的领导下,气象事業得到了飞躍的發展和进步。在短短的几年內,我国已建立了一个基本上能适应天气預报需要的气象觀測網,培养了不少質量相当高的气象科学技术干部。由于有了以上的基础,目前灾害性天气預报的准确率已达到85—90%;中期天气預报与長期天气預报也已着手开始。我国气象工作在个别項目上目前已經逐漸接近了国际水平。

但是在我国社会主义建設事業飞躍發展的形势下,我国气象事業的發展速度还不能滿足国家建設的需要。在农業方面,自从党中央提出“1956年到1967年全国农業發展綱要(草案)”以后,很明确的提出了农業增产問題。要保證农業的增产,在很多方面都需要气象工作的配合。因此在1956年3月召开的全国气象工作会议上明确指出:为了更好的为农業生产服务,会议确定今后2年要集中力量开展农業气象觀測工作,在农場气候站要普遍开展农作物生長發育阶段的觀測、土壤湿度的觀測、土壤蒸發和田間气候的觀測,并要求及时准确的做到危險性天气警报和一般天气預报下乡,进一步做好霜冻預报工作。在总的方面,要求在12年內無論气象台站建設、气象業務工作和气象科学,均能分別接近、赶上或者超过国际先进水平。

**四、气象与农業生产的关系** 大多数气象要素对农業生产都有很大的意义,它們是动植物进行生命活动时不可缺少的因子。

气象条件不但在植物和动物的生長与發育上是重要的,而且

对各种农業生产工作也有着重大的意义。例如，为了預防水、旱、風、冻等自然灾害，就需要气象上有具体准确的灾害性天气預报和警报；为了利用各种有利的气象条件来规划生产，就需要一般性的、日常的天气預报，特别是中期和長期的天气預报；为了改良品种、改良土壤、改善农作物的生活环境、扩大耕地面积以及合理的計算灌溉量，就需要气象部門提供大量的气候資料，研究各地的气候特点，以便划分农業气候区域，合理的分配农作物栽培。至于發展林業、畜牧業、漁業和其他副業生产，兴修小型水利，消灭病虫害等工作，也都要求气象部門提供必要的資料和預报。

研究气象与农業相互关系的基本任务，是要有效的利用各个地区的气候資源，来为农業生产服务。尤其重要的是克服不良天气条件的影响，使作物获得高額而且稳定的产量。可是相同的气候和天气，在同一植株的不同生長时期中，所起的作用也不相同；因此，为了了解作物各个發育期中在不同的环境条件影响下所显出的現象，就必須在观测气象要素的同时，也对作物的生長与發育情况作系統的观察，这种观察叫物候观测。

經過長期的物候观测，在掌握了作物發育的規律以后，就可以預知目前或將来的天气对于作物的生長發育、农業工作的进行以及各种农業技术措施的影响，从而考虑如何控制和利用外界环境的因子，以創造对作物生長最有利的条件。

### 复 習 題

1. 天气与气候的区别。
2. 研究气象学的任务。
3. 气象观测的重要意义。
4. 我国气象事業發展的方向。
5. 天气和气候与农業生产的关系。

## 第二章 大气、气压与太陽輻射

**一、低層大气的成分** 空气是气体的混合物。在低層大气中，主要气体是氮、氧和一些不定量的二氧化碳、水汽、臭氧、氩以及各种氮的氧化物。空气中还含有少量的氦和極少量的氖、氦、氫、氙、氡等气体。空气中除气体以外，还含有数量很多的由水汽凝結而成的小水滴和小冰晶，以及大量微塵之类的固体微粒。

在溫帶地区的低層大气中，空气平均成分体积的百分比为：氮約占77%，氧21%，氩及其他气体約1%，水汽約1%。

大气中的氮，除豆科植物借根瘤菌的作用能直接利用外，其它植物都不能直接利用。

氧对动植物的关系很大，它是动植物呼吸所必需的。

氮和氧虽然在低層大气中含量最多，但对于天气現象來說却没有影响。二氧化碳、水汽和微塵它們的含量虽少，但多变化，对天气現象有相当的影响。

二氧化碳在空气中的平均含量为0.03%，是植物营光合作用制造有机物質所不可缺少的物質，植物需要二氧化碳来構成它的有机体。空气中的二氧化碳是由于燃料的燃燒、有机物質的腐敗和分解以及动植物的呼吸过程而产生的。

二氧化碳具有放过太陽輻射能、并阻止地面向外輻射的能力，因此，空气中二氧化碳含量的增加，能够提高地面的溫度。

水汽在空气中主要集中于2—3千米以下的大气中。其含量

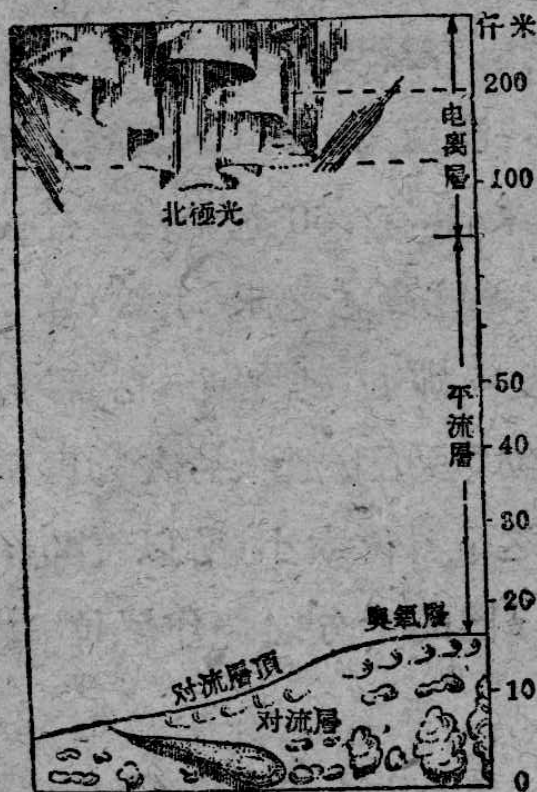
最不稳定，在湿热的气候中含量可达4%，在冬季严寒的气候下可降低到0.01%。在一定的条件下，水汽会产生凝結現象而变成云和降水，降水滲入土壤中，在土壤中成为植物所必需的貯蓄水分。

水汽在保持地面热量和提高空气温度上起着很大的作用，因为它几乎能够完全吸收地面辐射出来的热量，并保存于空气中。

微塵是空气中的固体小微粒，它能够散射和吸收一部分太阳辐射能，使达到地面的太阳辐射能量發生某种程度的减弱。

空气中的微塵对于降水的形成起着很大的作用。純粹的空气，即使在过飽和的情况下，水汽也很不容易凝結。但空气中若有吸湿性的微塵存在时，空气一經达到飽和程度，凝結現象立即开始。因为要使水汽飽和的空气發生凝結，必須要有凝結核的存在。这种凝結核能促进水滴的生成。空气中吸湿性的微塵，例如海水飞溅时躍入空气中的微小盐粒等，就是最好的凝結核。

## 二、大气的分層



大气的密度随着高度的增加而减小，空气也就愈来愈稀薄，最后渐趋于沒有。因此，决定大气的高度会有很多困难。根据极光的現象，能推断出在1,000—1,200千米的高空仍有極稀薄的空气存在。

按大气的高度和各高度的物理性質，大气被分为三層：接近地面的是对流層；其上为平流層；在这兩層之間是1—2千米的过渡層，称为对流層頂；在平流層上距地面80—85千米起称为电离層(圖2)。

圖2 大气的分層

在对流層中空气的密度最大，这里的空气就占大气总質量的75%左右。由于它接近地面，直接受地面的影响，發生上升气流和下降气流，这种对流現象就决定了对流層的性质和对流層的高度。

在对流層中溫度随着高度的增加而降低，一般是：在对流層中每升高100米，溫度降低 $0.6^{\circ}\text{C}$ 。在对流層中除水汽、塵埃和其他雜質外，空气的組成几乎不变，大气中的水汽几乎全部集中在这一層，因此，只有对流層中才会發生云和降水等水汽凝結現象。所以說对流層是大气中最活躍的一層，一切天气現象都發生在这一層。

对流層的高度在溫帶地方为11—12千米；在赤道左右由于强有力的对流，对流層可延伸到17千米；在兩極地方，由于对流运动的减弱，对流層只有9千米。溫帶地方，在溫暖季节中，对流層的高度也比在寒冷季节要高些。

**三、气压及其單位** 地球表面和地球表面上的物体，承受空气的重量而感到的压力，称为气压。

由于大气柱的重量不能直接量得，所以实际上气压是用与大气柱重量相平衡的水銀柱高度来計算的。在緯度 $45^{\circ}$ 的海平面上（此处重力加速度 $g = 980.6$ 厘米/秒<sup>2</sup>），溫度为 $0^{\circ}$ 时（水銀的比重 $d = 13.596$ 克重/厘米<sup>3</sup>），底面积为1厘米<sup>2</sup>具有760毫米水銀柱高度的压强为标准气压。因此我們常用水銀柱高的毫米（水銀）作为气压的單位。但是这种單位与压强的基本單位制厘米-克-秒無關。在厘米-克-秒單位制中，压强的單位是达因/厘米<sup>2</sup>，在物理学上称为1巴。然而就气象的实用上講，这个單位太小，所以气象学上就取1,000,000达因/厘米<sup>2</sup>为1巴。以巴的千分之一作單位，称为毫巴（1,000达因/厘米<sup>2</sup>）。

$$p = hd = 76 \text{ 厘米} \times 13.596 \text{ 克重/厘米}^3 = 1,033.296 \text{ 克重/厘米}^2$$

\* 气象中所用的溫度，都是指攝氏度数( $^{\circ}\text{C}$ )。

在緯度 $45^\circ$ 海平面上,1克重=980.6达因,所以用达因来表示时换算如下:

$$p = 1033.296 \times 980.6 = 1,013.250 \text{ (达因/厘米}^2\text{)}$$

由以上算出760毫米(水銀)的标准气压,等于1,013.250毫巴,故1,000毫巴相当于750.06毫米(水銀)。它們的簡單关系式:

1毫米(水銀)相当于 $1.333 = 4/3$ 毫巴

1毫巴相当于0.75毫米(水銀) $= 3/4$ 毫米

我国在气压观测中規定用毫巴記載。

物体在地球表面上所处的位置愈高,則压在該物体上的空气柱愈短,而且密度愈小;可見气压随高度的上升而降低。空气的密度并非常数,它随着离海平面的高低和气压的差异而改变。在标准情况下,每上升10.5米气压下降1毫米,所以我們利用气压表可以約略比較各个地方的高度。

#### 四、測定气压的

**仪器** 測定气压所用的仪器为水銀气压表或空盒气压表。空盒气压表的式样如圖3,帶縐紋面的金屬盒子是它的感应部分,盒子內部几乎完全真空,大气在其外壳上施以压力,使盒变形。当气压增加时,盒面受压凹入;气压减少

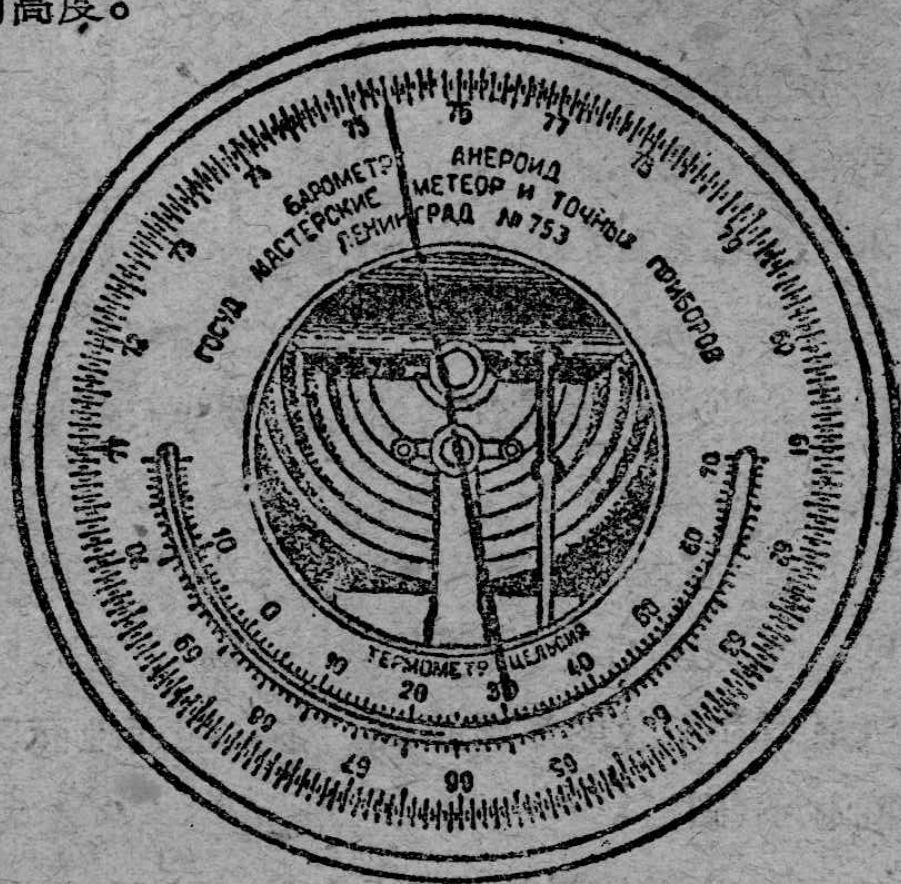


圖3 空盒气压表

时,彈簧就使空盒的盒壁凸出。这种变化利用槓桿和鏈条將盒形

的变化传达给指针，指针便在刻度盘上移动，指示出当时的气压。空盒气压表的刻度盘上附有温度表，用来指示仪器本身的温度。

**五、太阳辐射** 太阳射向地球的能量称为太阳辐射能，它是地球上所有能量的来源。估计地球每年由太阳辐射所获得的热量，相当200亿吨煤的能量。如果没有太阳的光和热，地球上就不可能有生命。太阳热制约着动植物有机体的生命活动，太阳光对于植物制造有机物质是必需的。太阳辐射又是极其复杂的天气现象和天气变化所需能量的来源。

地表单位面积上所获得的太阳辐射能量，称为太阳辐射强度。它决定于太阳辐射入射角\*的大小和太阳辐射通过大气层的路程(厚度)。

太阳辐射的入射角大时，阳光斜射到地面上，它所照射的范围，要比阳光直射时大得多(图4)，因此，单位面积上所获得的太阳辐射能量便较直射时为少。

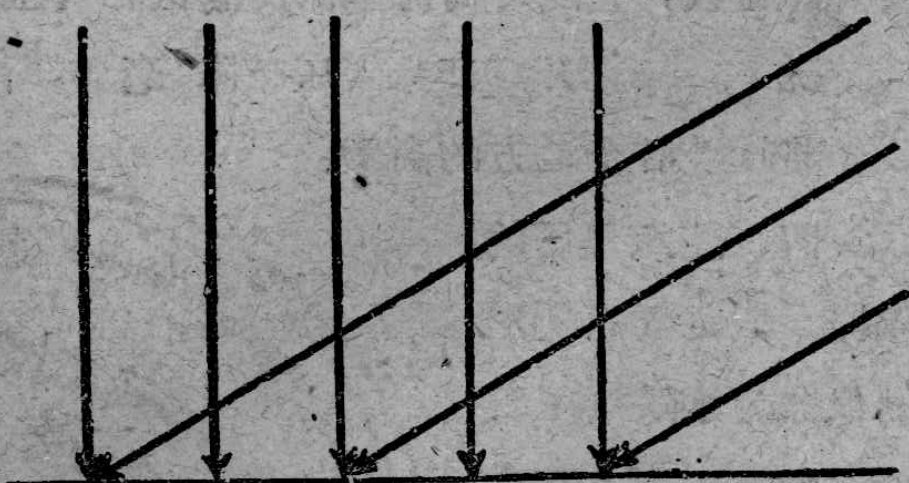


图4 阳光入射角与它所照射范围的关系

另外，太阳辐射入射角的大小，又影响到阳光穿过大气层的厚度。当太阳辐射入射角增大时，阳光所通过的空气层就愈厚，被大气散射和吸收的能量也就加多，因而地面所获得的太阳辐射能量就愈小(图5)。

**六、太阳辐射的日变与年变** 由于地球的自转和公转，使到达地面的太阳辐射能产生了周期性的日变与年变。

\*阳光与法线的交角。