

地面气象观测及 仪器讲义

北京农业大学

农业气象专业气象教研组

1961年8月

序 言

本教材是我校受农业部委托負責編写的。教材內容是根据与安徽农學院，广西农學院、沈阳农學院、南京农學院的农业气象专业共同討論通过的农业气象专业“气象观测及儀器學”教學大綱为准。在取材上是以我校几年来的講义为主，参考选編了其他有关院校的材料。

通过几年来的教學及生产实践，摸索到一点农业气象专业學習本課的重点及要求，我們力求在教材內能体现这些特点，所以編写中，以农业气象工作要求較多的温、湿、风、日射、梯度等項目为重点，其他部分只是較一般的講述；同时，考虑到大气象观测是本专业同學的基础，而在科學研究中一些特殊观测用的儀器也相当重要，因此，教材在广和深的方面都有所照顧，这部分有的用“★”作了标记。各校可根据自己的具体情况取舍。

本教材在內容上包括講課和儀器实验及观测方法实习二部分。教师可根据大綱精神在教學过程中具体安排和編写实验指导。教材中有关技术規定，参照中央气象局1960年以来的各項規定作了修改（但根据需本专业的特点，有的內容仍作了介紹）。“记录的初步整理”沒編入教材，因为考虑到此部分修改較大，又属純技术性的規定，可由将来出版的新规范弥补。有的章节中，內容已比較陳旧，但目前又沒有新的材料补充，因此仍有保留。

由于我們缺乏經驗，知識水平所限，時間短促，因此这个教材可能存現不少錯誤及不妥当的地方，希望兄弟院校的同志們批評指正并請提出修改意見。特別希望能就关于如何在本課程內体现农业气象专业特点的問題展开交流、討論，以求改进工作，提高教學質量。

北京农业大学农业气象專業气象教研組

1961年5月

目 录

序 言	1
緒 論	1
§ 1. 气象观测的任务及其内容	1
§ 2. 气象观测事业发展概况及党的气象业务方针	1
§ 3. 气象观测工作的特点及要求	3
§ 4. 气象仪器	4
§ 5. 观测误差	8
第一章 气象服务台站	10
§ 1. 台站网与观测场地	10
§ 2. 台站地面观测的组织	14
§ 3. 时间的基本概念	16
§ 4. 方位	17
第二章 云	18
§ 1. 云状分类原则及方法	18
§ 2. 国际云状分类及说明	20
§ 3. 云量	33
§ 4. 云状、云量的观测和记录	34
§ 5. 云的电码	36
§ 6. 云底高度的测定	43
§ 7. 云向与云的相对速度	44
第三章 天气现象、能见度、物象	47
§ 1. 天气现象的观测	47
§ 2. 能见度的观测	61
§ 3. 天象、物象的观测	64

第四章 溫度的測定	71
§ 1. 溫度與溫標.....	71
§ 2. 測溫質、溫度表的分類.....	73
§ 3. 測溫儀器的慣性.....	75
§ 4. 溫度表的靈敏度.....	80
§ 5. 玻璃液體溫度表.....	81
§ 6. 氣溫、地溫的測定.....	92
§ 7. 變形溫度表—溫度自記儀器.....	96
§ 8. 電阻溫度表.....	104
§ 9. 熱電偶溫度表.....	110
§ 10. 測溫儀器的檢查及檢定.....	113
第五章 大氣壓力的測定	119
§ 1. 概述.....	119
§ 2. 液體氣壓表的原理、構造.....	120
§ 3. 水銀氣壓表的使用及維護.....	123
§ 4. 水銀氣壓表的讀數訂正.....	124
§ 5. 海平面氣壓訂正.....	127
§ 6. 空盆氣壓表、氣壓計.....	128
§ 7. 測高表.....	131
第六章 空氣濕度的測定	134
§ 1. 空氣濕度的表示方法.....	134
§ 2. 干湿球溫度表測定空氣濕度.....	135
§ 3. 毛髮濕度表.....	150
§ 4. 其他幾種測濕方法.....	160
§ 5. 測濕儀器的檢定.....	164
第七章 風的測定	168
§ 1. 風向的測定儀器.....	169
§ 2. 測定風速的方法.....	172
§ 3. 利用風壓來測定風速.....	173
§ 4. 利用轉杯測定風速.....	182
§ 5. 熱擴散法.....	188
§ 6. 風速儀器的檢定.....	195
第八章 降水、蒸發的測定	197
§ 1. 表示降水的方法.....	197

§ 2.雨量筒.....	197
§ 3.雨量計.....	199
§ 4.積雪的觀測.....	203
§ 5.蒸发度.....	205
§ 6.水面蒸发器.....	208
第九章 日照、日射的測定.....	214
§ 1.日照时數的測定.....	214
§ 2.輻射的測定法、測定标准.....	217
§ 3.太阳輻射的測定.....	218
§ 4.輻射平衡的測定.....	234
§ 5.日射觀測方法.....	240
§ 6.觀測結果的記載和初步整理.....	244
第十章 梯度觀測.....	256
§ 1.梯度觀測的目的、任务及內容.....	256
§ 2.梯度觀測对儀器的要求、梯度觀測的特点.....	258
§ 3.热量平衡觀測.....	267

緒 論

§ 1. 气象观测的任务及其内容:

对大气中发生的各种物理现象和物理变化过程,进行系統、連續的觀察与測定,并对获得的記錄进行初步整理,是气象观测的任务。在气象工作中,无论是为各行各业服务的天气預报,还是为基本建設、农业……等服务的氣候分析工作或是科學研究工作,都离不开观测資料。因此,气象观测,是气象工作的主要基础之一。

对大气物理现象的观测,随着社会与科學的发展,其范围越来越广,内容越来越多。依观测的范围和方法的不同,可将气象观测主要的分为两大类:一类是高空气象观测,它是利用气球、雷达、火箭、人造卫星等,对自由大气中的气象情况进行观测;另一类是地面气象观测,它是利用一些儀器对近地面层大气的气象情况进行观测,还包括用目力对自由大气的一些现象进行观察,如云况、光、电等。

地面气象观测的项目一般有:大气压力、空气温度及土壤温度、空气湿度、风向、风速、日照、降水量、蒸发、積雪、云状、云量、云高、能見度、天气现象等(也称“气象要素”)。此外,有的台站还进行一些特殊项目的观测,如日射、热量平衡、水面蒸发、大气含尘量,电綫結冰等观测。

如果从观测目的着眼,可将气象观测分为台站观测、小气候观测及微气象观测等。

§ 2. 气象观测事业发展概况及党的气象业务方針:

人們生活在大气海洋里,大气中的一切变化与人們的生活及生产活动都有着密切的关系。因此,人們很早以来就注意到大气中发生的各种现象,但在古代人們只是根据某些天气象征,作經驗上的推断。随着农、牧业和航海事业的发展,人們对降水、风等的观测也日益頻繁,早在二千多年前,就有人开始用儀器来測定降水量和风向,但更系統、更精确的用儀器来进行各种要素的观测,是在16—17世紀,发明了第一批气象儀器以后才开始发展起来的。以后在很长时期內,气象學家的主要精力放在气象台站网的建立、扩充上和气象儀器的創制与改进上。系統的气象台站的建立,是在19世紀末叶。

随着生产和科學的飞跃发展,特别是物理科學和儀器制造事业的发展,气象观测方法和儀器才日趨完善,观测项目也日益增多。近数十年来日射观测、高空观测、高层大气探测等都有很大发展;近年来雷达探测、大气光、电现象的观测和无綫电自动气象站等也相繼出現;苏联在利用特殊的火箭和人造地球卫星、宇宙飞船等来研究高层大气方面取得了輝煌的成就。

我国古代是气象科學比較发达的一个国家。远在三千年前我国劳动人民就很注意观测大

气现象。到了春秋战国时期随着农业生产的发展，人们的气象知识逐渐丰富，就总结出了二十四节气，并且有人定期地记录风雪、进行物候与气象关系的观测。几千年来广大劳动人民在与自然作斗争中，积累了极为丰富的看天经验，用天气谚语和歌谣的形式流传至今，作为予测天气变化和指导农事活动的依据，乃是我国气象科学的丰富宝库。用仪器观测是从东汉（公元132年）张衡制造信风器开始的，这比欧洲的候风鸡早了一千年；雨量器使用也比欧洲为早，在宋朝秦九韶所著的“数学九章”中有一算题就是计算雨量的，而欧洲到17世纪才使用雨量器；明太祖曾于鸡鸣山（即南京北极阁）上建立了气象台，台内有圭表、风向计、风信计等；明永乐末年（公元1424年）便颁发了统一的雨量器，命令全国各州报告雨量；清康熙时又命直隶（即今河北省）进行雨、风、雷等的观测；至公元1698—1699年，在福建厦门开始观测气温、气压、风和天气现象等气象要素。

然而由于长期的封建统治，近百年来又加上帝国主义势力的侵入，使我国的科学技术长期处于落后状态。解放前，我国台站稀少，人员缺乏，工作制度也很混乱，各种仪器设备差不多都来自国外，而且很多台站又都是掌握在帝国主义手里，为了侵略我国而公开窃取我气象资料。

解放以后，在党的正确指导下，新中国的气象事业得到了飞跃的发展并起了根本的变化。

气象观测工作也随着整个气象事业的发展得到了迅速的发展，在短短的十年中，无论在台站的建立，观测技术的统一，仪器设备及其观测质量的提高上，都取得了显著的成就。在1953年就基本建成了天气情报网，到1957年底全国气象台站比解放初期增加了将近22倍，同时建成了高空观测网和农业气象观测网，此外，日射、热量平衡、无线电阴天测风等新的观测项目也开始建立。台站观测场地合标准的达90%以上，基本气象仪器都已经过检定，气象仪器和器材绝大部分已由国内生产，基本满足了气象事业建设的需要。

在党的建设社会主义总路线的光辉照耀下，1958年7月在桂林召开的全国气象会议制定了：依靠全党全民办气象，提高服务质量，以农业服务为重点，组成全国气象服务网的气象业务工作方针。在为生产服务的过程中，服务对象多，范围广，为了作好气象服务工作，就必须有重点，有主次，农业是国民经济发展的基础，加之农业受天气、气候影响极大，农产品产量是否稳定增长，在很大程度上，要受到自然灾害的影响；再加之农作物品种极多，既怕风、霜、旱、涝、虫害等自然灾害，又对各种气象条件有一定要求，因此，如何从气象工作上促使农业生产充分利用各种有利天气，避免和防御灾害天气，就成为气象工作的主要内容，它也是气象工作者头等重要的政治任务。实践证明，气象工作以农业服务为重点，不仅不会影响对其他行业的服务，反而带动了全面的气象服务工作，形成了气象为社会主义生产建设服务全面跃进的形势。

桂林会议以后，气象业务部门在各级党委的领导下，在全国范围内轰轰烈烈的开展了群众性的气象化运动，迅速建立起气象服务网，到1958年底，实现了专区有台，县县有站，社社有哨，队队有看天小组。全国国家办的气象台站比1957年又增加了70%左右，各地人民公社办的气象站哨有几万个，看天小组近几十万，群众性的气象大军估计约有几百万人，这样就把气象为农业服务的工作大大地向前推进了一步。

与此同时，为了使天气予报更好的为农业生产服务，台站观测人员发挥了“敢想敢干”的精神，打破神秘观念，创造了补充予报方法，并得到迅速推广。这样不仅气象服务台能作

予报，而且广大气象（候）服务站哨也能作予报，改变了观测人员过去只管积累资料，不进行服务的局面。同时采取了国家台站与民办哨相结合，专业人员与广大群众相结合，现代科学与群众经验相结合（观测方面如现代气象仪器与群众自制土仪器同时并用）等一系列的两条腿走路的方针，从而改变了过去气象工作冷冷清清的局面，造成了广大群众参加气象工作，大搞气象服务的轰轰烈烈的局面。

随着国民经济继续大跃进，农业技术改造逐步实现机械化、水利化、化学化、电气化与工业交通运输业和其他经济事业的高速度大发展给气象工作者带来了极为光荣而艰巨的任务。因此，气象工作必须以服务为纲，农业服务为重点，为国民经济继续大跃进服务。在技术革新和猛攻科学尖端的高潮中，也给气象工作提出很多新的课题。我们气象工作者要永远高举以生产服务为纲的旗帜，积极主动地做好气象服务工作，以适应社会主义建设不断跃进的新形势。

为了提高服务质量，必须提高测报质量。观测工作今后的方向是逐步实现观测现代化。首先要改进现有仪器设备，提高仪器精确度，并使之适合我国地理和气候条件；其次要加强仪器检定工作，使观测仪器逐步标准化；在部分台站上，为了适应工作需要，要使台站的基本观测项目逐步达到远程自动化或半自动化。并加强观测方法的试验研究，在提高观测质量的原则下，尽量简化测报过程，以提高工作效率。此外，还应有步骤地运用现代科学技术成就，逐步采用现代化设备。

§ 3. 气象观测工作的特点及要求：

气象观测工作是为取得天气分析和气候分析所需的气象资料而进行的。天气分析及气候分析所用的资料必须包括很大地区，例如整个中国，整个北半球；还要时间长，气候工作尤其如此。要满足分析工作中的需要，对气象观测资料的总的要求是要具有：准确性、代表性和比较性。

气象观测在测定某一气象要素时通常采用间接测量的方法，即直接测出的不是所求的量，而是与所求的量有一定关系的其他量，这种关系是由物理定律所决定的。例如用玻璃温度计测定空气温度是直接测定水银柱（或酒精柱）长度，根据水银（酒精）柱的长短（热胀冷缩原理）与温度关系间接得到我们所需要的空气温度。

气象观测的对象是大气，因此需要在自然条件下进行，这就与在实验里一切条件都由人工控制的情况有着本质的不同，在自然条件下，许多因子都是相互作用，相互影响的，要测得某一要素的单一变化情况就比较困难。例如温度表如果不加任何遮蔽在露天情况下安置，则受着太阳辐射、风、雨等影响而不能测得空气的真实温度，而把温度表安置在百叶箱内，虽然能较正确地测出空气温度，但由于百叶箱的存在也就多少破坏了大气的自然状况。

同时，气象要素是时刻不断变化着的，这种变化是复杂而且不可能重复的。

因此，要正确迅速地测定各气象要素的变化情况是不容易的，只有正确的了解大气的特性，掌握仪器的性能，并运用正确的方法进行观测时才能得出较为可靠的资料。

气象观测方法的制定和改进，决定于对各种气象要素测定目的以及研究该要素的细致程度。

要获得具有准确性、代表性和比较性的气象资料，除了应有一套科学的观测方法和准确的仪器设备外，还必须要有严格的组织工作。

要掌握大範圍的气象資料，必須在广大的地方設置气象台站，組成全国气象台站網。要使各台站的記錄在分析工作中能進行比較，台站在觀測場地、所用儀器、觀測方法、觀測時間上都應合乎一定標準。為了保證這些，气象台站網必須有堅强的業務管理機構及觀測制度。我国气象台站網的最高業務技術核心是中央气象局，下有省气象局、台站等。气象局為此制定了觀測規範及各種觀測工作制度，並經常派檢查員到台站檢查工作，校驗儀器，對台站觀測記錄進行審核。力求国家台站的儀器設備和觀測方法的正規、統一。觀測人員要有效地不斷提高技術熟練程度，嚴格執行觀測規範和各種規章制度，做到“不早、不遲、不缺（不缺一項觀測）、不漏（不漏一個項目）、不掉（不掉一個字碼，一個天气符号）、不涂改、不偽造。”任何涂改，偽造記錄都是犯罪行為。同時還必須不斷改進測報方法，規章制度與儀器設備。這些工作是資料準確性、代表性、比較性的保證。

§ 4. 气象仪器:

一、气象儀器是气象觀測工作的工具，它與整個气象工作一樣，真正的发展是在新中国成立以後。特別在1958年桂林气象會議後實現了全国气象化，气象儀器也就得到了更大的發展，不但在數量上是巨大的發展而且在質量上也有了很大提高。从55年我国就開始籌建區域性儀器檢定機構，58年以後許多省气象局也都有气象儀器檢定所了，更重要的是我国工業部門已經建立了几个专业工厂，生产各种气象儀器和器材，从此結束了旧中国留下的儀器雜亂，依靠外國的現象。

與此同時服務於農業、工業的气象方面的科學研究工作，也廣泛開展起來，農業大躍進中新的生產問題，需要气象部門開展更多更精確的觀測項目，因此，先進的气象儀器也開始廣泛試驗、試制，例如，58年試制了同時可以控制溫、壓、濕的大型檢定設備，大小型風洞，輻射儀器的檢定等，都已試制成功。小氣候觀測儀器58年以後在數量與質量上都有新的發展，象热电偶溫度表、熱敏电阻溫度表，热电偶測風儀等，正廣泛的在為農業生產服務的科學研究中使用。

技術革新和技術革命是高速度的建設社會主義的有效措施。气象部門以“四化”為中心的技術革新與技術革命的群眾運動高潮在全国開展起來，在气象儀器方面提出了：觀測自動化，逐步消滅手工操作，逐步消滅目測。在運動中同樣貫徹着黨提出的聯繫生產，有重點，有目的，有措施，從實際出發，因陋就簡，自力更生，充分利用現有設備和廢舊物資，能洋就洋，不能洋就土，土法先上馬。一整套兩條腿走路的方針，因而取得了顯著成就。

我們的气象儀器工作完全是在新中国成立後從無到有建立起來的，並且為社會主義建設做出了成績。但是農業、工業的持續躍進，特別是在以農業為基礎的思想指導下，全黨全民大辦糧食的战斗中，我們的气象儀器，無論在數量上和質量上還落后於形勢發展的需要，因此對一般气象儀器、科學研究用的气象儀器，特別是農業气象儀器，小气象儀器，無線電气象儀器，更需要迅速發展。

在黨的領導下，隨着祖國在社會主義建設中，工農業技術的飛躍發展，我們的气象儀器也正在根據我国的條件，總結群眾經驗和發揚群眾智慧，進一步研究和試制更多更好的新儀器，以滿足生產建設和科學研究的需要。

二、勞動人民的智慧結晶——“土儀器”

“土制儀器真正妙，製造方便花錢少；

合乎建設总路綫，又快又省多又好；
只要大家齐动手，一作就是几十套。”

群众的几句歌謠把58年依靠全党全民办气象以来广大群众自力更生搞儀器作了最好的总结。

广大的气象服务哨一組，为了監視天气，观测自然的變化，以探索农作物与外界环境的关系，更好的进行农业生产，促进农业生产的更大跃进。因此，对观测工具——儀器的需要急剧的增长，首先是与天气预报有关的儀器，其次是与作物生长密切相关的基本气象儀器，在供不应求的情况下，广大群众在党的领导下，以土为主自力更生因陋就簡地創造出大批的对天气预报有价值的儀器，这些儀器对促进气象服务事业的巩固发展起了很大的作用。

群众創造的土儀器的最大特点，在于这些土儀器都是直接为天气预报服务，凡是能反映未来天气變化的各种生物和非生物都被用来作为观测的对象，成为土儀器的无穷无尽的源泉，概括起来土儀器可基本分成以下几类：

1. 利用动物对外界环境變化的反映为基础：

由于生物有機体对外界环境變化有着反映，例如人有时感覺悶热透不过气来等。当外界环境改變时，很多生物有機体都有着明显而灵敏的反应，这种反应往往是几种气象要素綜合影响的结果，因而活的生物有機体是最好不过的儀器，只要我們細心观察記載就能发现它們与未来天气變化的关系，用来预报天气，例如青蛙皮肤的呼吸与空气中水汽含量（水汽压）有很大关系，当空气中水汽压大时，其皮肤呼吸就困难而不舒服，于是青蛙就要往水汽压較小的地方跑，而水汽压的變化又和天气演變有关，据此，群众就用一較大的冰缸，放进半缸水，把事先做好的十字形木架固定在水的表面上，然后用五块大小、厚薄不同的木板做成相当于5个階梯的梯級，固定在十字架上，放进2—3个黄色的雄青蛙，当蛙在第一梯活动时，未来是晴天；当蛙在第二梯而且不怕人时，則当天傍晚有小雨或小陣雨；若蛙上升到第三、第四梯且叫得厉害，人用手指輕击其头部或背部都不理，或勉强跳入水中，然后又馬上機灵地跳回第三、第四梯，則当天有中雨；当蛙上升到第四—五梯，且当人惊动它时，争先恐后地往外跳，則当天有大雨或暴雨。这种以蛙为主要对象，人为的做了些梯級，就十分成功地制造了预报未来降雨与否及降雨量大小的土儀器。以活的生物有機体为主要对象的东西很多，几乎所有飞禽走兽以及小昆虫，都能用来作预报，这方面我国勤劳智慧的农民总结了丰富的經驗，并編成了很多便于記憶的天气諺語，世代相傳。如：“长虫过道”“燕子低飞”“螞蟻搬家”筑窩等。可用来进行这种观测的活的有機体有：螞蟻、螞蝗、魚、泥鳅、燕子、蟾、蛇、青蛙、蒼蝇等等。

这些活的动物与一般儀器不同在于缺乏一个定量的鉴定指标，然而其优点是到处都有，并且是对天气變化的綜合反映，因此，我国农民在长期的生产实际斗争中十分注意它們的反映，这不是沒有理由的。

2. 利用植物对外界环境變化的反映为基础：

和动物一样，自然界中亦有很多植物随天气的變化而有明显的反映，能表示一定的温度、湿度情况或反映一些气象要素的綜合影响。因而能利用其中一部分植物来作为我們预报天气的助手，这些植物对气象要素反映的发现，正是广大群众对大自然进行細致綜合观测和总结的结果。例如，含羞草，其叶子在晴天收縮快，而雨前收縮就慢；再如香草，天晴沒有啥香

味，雨前香味噴鼻等等。利用某些植物的某些这些生长发育階級的出现，也可以进行某种天气的预报，或对某一农作物的播种期预报，如洋姜开花预示着霜快来临；又如过去农谚中所說：枣花开，播棉花，当然后者由于现在技术水平的提高，已有了改变。

这类土儀器和动物的反映一样，它广泛地存在大自然中，为了更好地做好气象服务工作，各地的气象服务台、站、哨、組，都有意識地进行观测，并部分的飼养或种植，对天气预报准确率的提高，起了很大的作用。

3. 利用日常生活用品的潮湿反映为基础：

这方面利用的东西很多，其中有紅糖、盐、腊肉、烟叶、海带等等，所有这些都和人們的日常生活接触，它們的潮湿程度反映着空气中水汽的情况，越潮湿表示空气中水汽的增加，因而是很好的预报天气的儀器。此外缸、碗等亦可同样利用其上水滴的凝結情况来判断天气的晴雨变化。

4. 利用物体重量、长度的变化为基础：

这方面的土儀器已接近现代气象儀器，所不同的是它的刻度不象气象儀器那样以度或%来表示，而是以长度或重量的变化为刻度。例如，群众将头发在酒里泡一泡后拿出挂在釘上，下端吊几个小銅圈制成的土毛发表，就是这样划分的，其它还有棉花湿度表等。

5. 群众还創造了很多簡易的风力測定器，风向标，雨量筒等。例如所創造雨量筒，有用泥做的，陶制的，木制的等等。这不仅体现了因陋就簡，而且就地取材，为国家节约了大量的金属，支援了国家建設的发展。正如群众歌謠所說“一作就是几十套，又快又省多又好”。

土儀器的种类，形式都很多，但它們都具有一些共同的特点，它首先反映了广大群众敢想敢干，富有創造性的风格；其次反映出只有結合生产、仔細观察外界环境中一切現象就能发现很多有极大预报价值的物象，从而发展为土儀器。也就是說土儀器具有实用、为生产解决问题、从生产出发特点；第三个特点是土儀器制造方便又省錢，到处都可以做，这对我們勤儉办气象有着重大的意义。

土儀器的大量創造发明，反映出群众对科学技术的迫切要求，也指出了多、快、好省解决儀器的途径，并且从土儀器中提出了很多儀器发展的道路，最重要的是儀器的发展和其他一样，要和广大群众相結合，要与生产相結合。

三、儀器的一般性質

我們观察自然最重要的武器是我們的感官，根据感官所感覺到的，看到的，听到的，各种自然变化的現象，再經過綜合、分析才能得到有关自然变化規律的認識，在这点上我国劳动人民有着丰富的遗产——天气諺語。

但随着生产的发展，对自然的观察、掌握，要求得更深刻和更具体。对自然現象的观察也就更多，范围更广，当然对自然的观察也要求更客观。

儀器的作用就是帮助我們感官去深刻的認識自然，通过儀器的帮助使我們的感官发挥最大的能力，这样我們就能够定量的，客观的掌握自然变化規律。以达到利用和改造自然的目的。

这就是：（I）被測定的物理量，能在我們感官中得到一个被放大的明确印象。

（II）使我們最有利的感官被充分利用。

（III）物理量能随时記錄下来。

（IV）能在定量的方面得到正确的結論。

(V) 能远距离及自动化地进行观测。

自然的現象是很多的，因此就有多种多样的不同用途的儀器，但所有儀器都具下面几个共同的性能：

1. 精确度：就是儀器所測得的值与实际值的差異程度，若差異小即精确度高，也就是該儀器能更正确地反映实际。我們对儀器精确度的要求必須視目的而定，盲目要求精确度，在某种場合下是无意义的。

影响精确度的主要因素可归納为：

(I) 儀器所应用的感应部分及构造。

(II) 儀器的使用情况。

2. 灵敏度：就是被測定的物理量一个单位所相当的儀器基本示度。若被測定的量因为 ΔX ，相应的儀器示度的改變为 ΔY 則

$$\text{灵敏度 } \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

灵敏度在实际工作中很重要，就是因为人們的感覺器官有着一定的限度。

例如长度的變化小到某一程度我們就看不見了，因此我們就要求有适当的灵敏度，只要求灵敏度大是不合适的，那样势必儀器也跟着大，因此，我可以根据精确度及測定的范围来确定灵敏度。

3. 反应速度（慣性或滞后性）：

在物理上来說，就是儀器从一个状况到另一个状况，需要有一个變化过程，这个过程要一定的時間，不同儀器它的过程時間不同，把这种性質称之为儀器的慣性亦叫滞后。

慣性小的儀器，它会很迅速随外界變化，但过快的反应外界變化，不一定合适。反应速度的大小取决于我們要测量的目的。

4. 變化范围：每种測定儀器都有其變化范围，變化范围大了会影响灵敏度等，變化范围小了不合用，因此變化范围亦需根据对象来确定。

5. 堅固程度：有了一定的堅固程度才能保証长期的使用。

另外，若作为广泛使用的儀器，还应注意其构造的統一，性能的一致。

四、气象儀器的特点：

目前气象观测的范围異常广泛，而目的也不局限于台站上的观测工作，因此对于用来測定气象要素的儀器提出了一系列的多样性的要求。

例如，我們需要了解溫度的微細變化时，就需要灵敏度高的測溫儀器，如要便于野外工作中經常流动的观测，就要附加儀器牢固和方便的条件。

所以在測量各种不同目的及不同要求的气象要素时，它們对儀器的精确度，慣性等的要求也就不同，特別应当指出的是，由于气象观测工作是在自然条件下进行的，这就不同于人工控制的要素的測量。它的效应受到天气条件的影响，大气降水、溫度變化、湿度、太阳辐射，水力負荷，尘埃等对儀器的影响，要求着特別的预防措施，特別的防护盖，抗腐蝕的保护措施以及加固設備等。

从这些方面来看，气象儀器應該具备下列的特点：

1. 堅固：是指儀器的堅固程度，在正确的安装使用原則下，能經受得住各种天气条件的

长期考驗，而且不改變儀器的其它性能。

2. 构造簡單，目的是減少影响儀器精確度的因素，且便于发现儀器的故障和便于維修，更重要的是易于广泛推广使用，例如广大的气象哨組的使用，另外价格經濟也是保證广大站哨組使用的重要的方面。

3. 易于操作：使观测者在观测时能迅速取得記錄，也是保證精確度的手段。

4. 有适当的精確度，是按所要测量的气象要素所要求的程度。例如，目前在气候观测和天气观测中要求溫度讀數精確到 0.1°C 。

5. 有适当的灵敏度以保證适当的精確度，由于各气象儀器的讀數是全靠观测員的眼睛来进行的，为此，必須使儀器感应的量在观测者眼中能明显的反应出来，例如要使溫度 0.1°C 的讀數正确的讀出。

6. 反应速度适当，也就是說能反应出我們所要求的變化，例如在一般的观测中我們不希望了解一些微細的變化，同时观测員去观测时，無論如何迅速也不可避免要影响自然条件下的情况，因此需有适当的反应速度，一方面不致把这些微細不易分析的變化測出，另一方面能保證我們所要求的精確度，即要有适当的慣性。

除了上面几点而外，利用气象儀器来观测气象要素，还需要有其他几个条件，这首先是因為研究大气的物理过程时往往須在空間中許多点上进行同时間的观测，这样的記錄才能够互相进行比较。

1. 儀器的性能要一致，也就是說儀器的規格要一致，标准要統一。

2. 测量使用的方法要一致，例如大气象观测中要按规范来进行观测。

3. 要用同样的方法进行記錄的初步整理。由以上看来，要利用气象儀器获得精確的資料，是一樁細致而艰巨的任务。

为了适应我国寒、温、热三带地区，广大台站的需要，必須在自力更生的原則下，通过試驗研究，技术革新，技术革命的道路使气象儀器符合各地区不同的自然条件，并尽快的改變手工操作的局面，有步驟的走向遙測和自动化，首先应集中精力解决农业气象与高空观测的气象儀器存在的問題。

儀器檢定工作是保證儀器准确性的有力措施，特别是台站現用儀器的檢定尤为重要，必須按不同儀器的特点与工作任务的需要定期进行此項工作。应逐步的将使用、維護儀器的要求交給广大观测人員，使每个观测人員逐步成为懂儀器、用儀器、檢修儀器的多面手。

§ 5. 观测誤差：

气象观测和任何科學的测量一样，無論采用何种精密儀器，何种观测方法，都不可能測得被測物的物理量的“真值”，而具有一定差異，这种差異称为誤差。誤差的大小标志着所測得的記錄准确度的高低。我們应使这种誤差減少到最小程度。

造成誤差的原因很多，归納起来可分因系統誤差和偶然誤差两种。

一、系統誤差：是由于儀器的不准确和使用时环境条件的限制等所造成的誤差。它随特定条件而變，一般可以通过訂正基本消除。它包括：

1. 儀器差：儀器在制造过程中受技术条件限制，所用材料不够理想和在使用过程装配、調整，儀器性能的改變等都会产生誤差。它們都是属于儀器本身的，故統称儀器差。儀器差大部分是綜合作用的，不可能也沒必要逐項測定，通常通过檢定方法得出。由于在使用过程

中还会變化，因此需要定期檢定，以保證儀器的一定精確度。

2. 条件（环境）誤差：使用儀器时，由于外界条件的影响，往往造成觀測記錄的誤差，称因条件（环境）誤差。它一般可通过特种設備或計算訂正来減小，如气压室的溫度變化会引起气压表的水銀柱长度的改變而造成气压讀數的誤差，这种誤差就可以通过溫度訂正加以減小。

二、偶然誤差：由于觀測者感应器官的缺陷或由人們的习惯有所差別（如有人讀數习惯偏高，有的偏低），以及不能予料的其他情况而引起的沒有一定規律的誤差，称为偶然誤差。消除它可采用多人多次讀數的方法。地面觀測中有些目測項目如云、天气現象、能見度等普遍地应用目力根据实际知識和經驗以統一标准估計判断，由于觀測人員技术水平的差異，在估計判断上就有相当大的主觀性，也往往使目測結果产生一定誤差。

由于觀測人員不熟練或責任心不强所造成的誤差，称为“錯誤”。因此，要使觀測記錄达到高度准确性，除尽量設法消除上述誤差外，还要求觀測者有熟練的技术，严格遵守操作規程，对工作有高度的責任心。

觀測記錄初步整理中，必須首先保證最后結果的准确性，其次也要考慮到計算手續簡便，提高时效，在实际工作中大量采用各种气象图表与簡表作为查算工具。

第一章 气象服务站

§ 1. 台站网与观测场地

一、台站网分布的基本原则：

气象服务台站网是取得气象观测资料的主要源地，也是进行气象为国民经济服务的组织基础。因此，组织正确、合理的台站网应从两方面着手。首先是要求全国的站哨分布得十分均匀——站与站的距离要有一定，这样才能使某区任何一点，能根据哨站的记录用内插的方法得出每一个气象要素的数值，并且有一定的精确度。决定两站间应有的间隔的基本气象要素是空气温度，而对气象哨来说则是降水。台站哨之间的合理间隔是根据其地理位置、地形景观和要求观测的精确度来确定的。

*对两个台站间的气象要素数值进行内插时，通常允许气温的精确度在 0.5°C 左右，对于降水则允许与月总量之间差20—30%，这是对国家基本台站网的要求，是研究一般的气象过程服务。但是为一些专业性生产服务的以及人民公社、生产队自建的气象哨则根据自己生产的需要来建立，不受此限制。

同时，建立基本气象台站网，要尽量使台站间具有一定距离，以免造成人力物力上的浪费。这个间隔距离应由各省气象局根据积累起来的观测资料加以分析确定。

一般在平原地区台站之间相距100—200公里，气候站之间相距50—70公里，气象哨之间相距20—30公里，在山地区域可视地势变化和高度情况适当缩小距离，增大密度。总之，要求所观测到的资料，不仅代表观测处的局地情况，而且能代表测站所在地比较广阔区域的情况。

其次，要求根据“以生产服务为纲，以农业服务为重点”的气象工作方针，使各级领导都有气象“参谋”的原则，来组织台站网。我国在1958年依靠全党全民办气象，在短时间里作到了“专区有台，县县有站，社社有哨，队队有组”，组成了星罗棋布的气象服务网。

在全国服务网中，根据积累资料，提供气象情报，组织服务的需要，又组成了全国基本台站网即国家台站网；民办站哨组主要任务是直接为当地的生产部门提供气象服务。这种既根据科学原则，又从生产服务需要出发，是我国台站网的特点。

二、台站位置的选择、观测场的建立：

台站位置的选择，要从建立台站的目的性出发，一般地（特别对于大气象观测台站）要使台站观测到的资料能代表它周围大部分地区（约几十千米范围内）的情况；即是要具有代表性。并且要求台站地点还应符合该地区一般地势条件，即观测场地应建立在当地具有最大典型性的地方。因此，凡是出现小气候特点的地方，都不宜建立台站，而为了某些特殊需要建立的专业站，则可根据不同的目的建立在高山、海上、农场或森林地区等。

*不同的地形地物对气象要素的变化有着巨大影响。因此建站时应考虑到自然地理因素：下垫面和周围地形的特征，树木植物群的高度、密度和它的分布，水体（海、河、湖、沼泽）的大小和距离，居民点的范围及其建筑性质，以及最多风向等。

在山地区域应当把观测场设在较为平坦的台地上，或者设在较平缓的斜坡上，要尽量离开陡峭的山坡，还应考虑到山脉的走向和山坡的露光情况。

在大水体附近设立观测场，至少要离开水岸边100米（以最高水位为准），以免水体对气象要素的变化发生剧烈的影响。

在城市或工矿区，气象站应建立在城（矿）区的近郊，并应在当地最多风向的上风方。

台站的地面气象观测工作大部分在观测场内进行，而观测场的位置，土壤性质，仪器的正确安置等，对观测记录的代表性，准确性都有着极大的影响。因此，观测场地必须根据技术上的要求慎重选定。

观测场四周必须平坦空旷，场面应当和周围地形一致，观测场附近不应有其他物体，影响仪器的示度。不高的个别障碍物，如孤立的树木，建筑物等离观测场的距离至少要在这些物体高度的三倍以上；宽度较大的障碍物，如森林，密集建筑物，离开观测场的距离则至少为这些物体高度的十倍以上。台站的房屋，为了便于观测，最好按上述要求建筑在观测场的北面。

*例：场地周围障碍物在冬季对气象要素的影响：

中央气象科学研究所于1956年10月—1957年1月对该所的观测场和附近农科院研究所观测场进行了对比。

1. 两个场地情况：两观测场相距约1.2公里。

气研所：北→东北方有成排的楼房，与观测场距离只为该障碍物高度的四倍；西边马路旁有零星房屋及二排树木，与场地距离为该障碍物高度的九倍；南边150米外，有成排的平房；东南边110米外有成排的平房（偏南的影响不大）。

农研所：除东→东北有成群的民房及树木，且与场地距离为其高度的十三倍外，其余各方向小障碍物均与场地距离为其高度的20倍以上，影响不大。

2. 试验结果分析，风、空气温度及土壤温度三项影响较明显。列表如下：

1) 风速（受影响最大）及风向：

各月平均风速 米/秒	月份	10	11	12	1	各向平均风速 米/秒	风向	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	气研所 (1)	1.7	2.3	1.9	1.6		气研所 (1)	2.6	2.0	1.5	2.5	2.5	2.3	2.1	4.5
农研所 (2)	2.1	3.0	2.9	2.6	农研所 (2)	3.6	2.2	2.0	2.6	2.4	2.5	2.5	6.4		
较差 (1)-(2)	-0.4	-0.7	-1.0	-1.0	较差 (1)-(2)	-1.0	-0.2	-0.5	-0.1	+0.1	-0.2	-0.4	-1.9		

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
气研所 (1)	11	4	7	3	1	1	2	2	4	5	1	0	0	3	9	13	34
农研所 (2)	19	12	9	3	2	1	2	1	2	5	2	0	1	1	8	12	21
率 較. 差 (1)-(2)	-8	-8	-2	0	-1	0	0	+1	+2	0	-1	0	-1	+2	+1	+1	+13

說明：①从各月平均风速的绝对值上看，气研所比农研所小了不到1米/秒，但相对比较却小了30%左右，这表示在平常风速下，气研所周围障碍物把真正风速削减了1/3左右。

②各向平均风速较差和风向频率被歪曲的更为明显。偏南风时，平均风速只差0.1-0.2米/秒，风向频率差1-2%或不差；偏北风时，平均风速差达1-2米/秒，而风向频率可差8%；气研所静风出现机会比农研所多了13%。

2) 气温 10月-1月份

項目 場地	平均气温 °C	各时平均气温 °C				无风条件 下的气温 °C	风速5-14 米/秒下 的气温°C
		1 时	7 时	13 时	19 时		
气研所(1)	-0.7	-2.6	-3.8	3.3	0.2	-2.8	0.2
农研所(2)	-1.3	-3.5	-4.5	3.2	-0.4	-3.6	0.0
較 差 (1)-(2)	+0.6	+0.9	+0.7	+0.1	+0.6	+0.8	+0.2

說明：1时差最大，13时差最小；无风日子差大，有风日子差小。

原因：①气研所房屋多，人的活动使空气温度偏高；风大时空气不能长期停滞于场内，故差小；风小时空气流动缓慢，乱流交换也很弱，故受人为影响较大。

②夜间比中午差大，因为一般中午风大，乱流交换强；晚间风小，扰动也弱之故。

3) 地温 10--1月份

項目 場地	平均地面温度°C				平均最低地面温度°C				平均最高地面温度°C			
	10月	11月	12月	1月	10月	11月	12月	1月	10月	11月	12月	1月
气研所(1)	11.4	0.4	-6.5	-7.0	3.8	-5.3	-12.9	-15.1	24.5	10.8	7.4	7.7
农研所(2)	11.5	0.7	-6.7	-6.8	5.1	-4.2	-13.2	-13.9	24.4	9.9	7.1	6.6
較差(1)-(2)	-0.1	-0.3	+0.2	-0.2	-1.3	-1.1	+0.3	-1.2	+0.1	+0.9	+0.3	+1.1

說明：平均地面温度相差较小，只0.1-0.3°C；平均最低地面温度相差大，除12月外，均差1°C以上；农研所比气研所的极值最高略低，而极值最低又略高（12月除外）。

原因①一般场地空旷的风速大，因此扰动大，空气上下交换显著，结果使地温极值变化趋于缓和。

②最低出现多在早晨风速较小时，所以其差异比平均值大些。