

气 象 学

全国高等水产院校统编教材

(初 稿)

上 册

气象学

概论

§1 气象学的对象、内容和任务

在我们人类所居住的地球上，它的表面周围有一层很厚的空气环绕着，我们将包围地球的这层空气，称为大气。大气中时刻都发生着各种各样的自然现象。如：刮风、下雨、下雪、下雹等。研究大气中各种自然现象的科学统称为气象学。

气象学是一门内容非常广泛的科学。它有许多分科，例如有研究大气中一切物理现象和物理过程的理论科学——“大气物理学”；有研究大气中一切气象要素在空间分布和时间变动上的平均概况的“气候学”；有研究大气中一切天气变化的规律，并运用这些规律对未来天气进行预报的“天气学”；有研究气象与其它科学的关系进一步研究气象如何为其它科学服务的“应用气象学”；如：航空气象学、农业气象学、水文气象学、海洋气象学、渔业气象学等等。近年来，随着科学技术的迅速发展，采用化学的方法去研究大气的变化正在形成分支，如大气的污染、人造云雨等都居于大气化学的支派。由此可以看出气象学的任务是：

- (1) 研究大气状态以解释天气并定出两个方面说明它的特性；
- (2) 解释这些现象并找出控制它们发生的规律；
- (3) 根据所掌握的规律，予以预报与推测未来大气的变化过程；
- (4) 气象学的根本任务在于控制自然和改造自然，也就是掌握、利用有利的自然因素，控制和改造不利的自然因素，以保证社会主义建设的飞速发展。

典型。

§2 气象学与国民经济的关系，在冬季它的位置比

六月它西伸的脊可以到北纬

伟大领袖毛主席早在一九五三年签署的转达命令中指出：“今后，在国家开始实行大规模的经济建设计划时期，气象工作又必须密切地和经济建设结合起来，使之一方面既为国防建设服务，同时又要为经济建设服务”。这个方针反映了社会主义气象事业为无产阶级政治服务的客观规律，这是毛主席革命路线在气象科学领域里的具体体现。

气象工作为国防建设服务，就是为了反对帝、修、反的侵略，巩固无产阶级专政。我们要用革命战争去消灭反革命战争，而现代化的战争中，气象情报到军事行动的重要保证之一。它与各军种、兵种在执行军事任务时，有着密切的关系。风、气温、气压、湿度、大气密度到火箭、导弹设计和发射时弹道修正计算所需要的气象要素；风、云、雨、雾、雷电、能见度、颠簸、积水等天气现象对海军航海和空军飞行的安全都有很大的影响。而正确地利用气象条件和天气预报又常常到克敌制胜，制定周密的作战计划提供有利的时机。

气象工作为国民经济建设服务，就是要我们在与自然作斗争中，利用有利的气象因素，克服不利的气象条件。国民经济建设的各个方面，在相当程度上要受气象条件的影响。工厂、矿山、铁路、桥梁、大型水库等工程的设计、施工，都要使用气象资料；海陆空交通运输也离不开气象预报，而寒潮、霜冻、低温、大风、雨和旱涝等都会给农业生产带来不利的影响。气象条件对于海洋渔业生产关系密切，因为捕捞工作的进行不管在近海或在大洋中都要受到天气变化的影响。例如：海雾的产生会使渔船触礁，大风的突然袭击，会造成财产的损失和生命的伤亡，而天气的变化对鱼群洄游路线的改变、鱼群的集散、鱼期的迟早、鱼场位置

如天气直接的或间接的影响，因此，作为革命的水产工人，尤其对海上天气、气候概况有所了解，掌握关系，同时学会应用天气形势，熟悉天气

性天气的结构、规律及预防的方法，把所学到的知识在实践中反复应用、反复验证、不断总结、不断提高，对保证安全生产和科学捕鱼提供科学的依据，为发展我国的水产事业作出贡献。

§3 气象学的发展简史

气象学和其他科学一样，是人类进行生产过程中不断向自然作斗争而逐渐建立和发展起来的。

我国是文明古老、历史悠久的国家，过去农业就很发达，所以古代就有许多有关气象学方面的创造与发明。

三千年以前，当时人们大部份以畜牧为主，对天气就有许多观测和记录。从殷墟甲骨文中可以看到有不少是关于阴、晴、雨、风的卜辞。曾将天气划分为雨、晴、热、冷、风五种类型（见高书洪范篇）。春秋战国时代（在二千五百年前）已完成了春、夏、秋、冬四季的区分，并准确地确定了春分、夏至、秋分、冬至的日期。秦汉时代（二千年前）有不少关于物候和灾害性天气如大旱、大寒、霜雪、冰雹等的记载（见吕氏春秋、淮南子和大戴礼记等）。东汉王充就已正确地解释了雷雨的成因（见论衡）。到了后魏（一千三百年前），已制定出二十四节气，并成为指导农业生产的历书。北宋的沈括对于虹的解释、南宋的朱熹对于成云致雨的解释，都和近代气象学的观点基本上一致。

在仪器制造和使用上，汉代张衡（一三二年）就发明了“候风铜鸟”来观测风，较西洋早一千多年。宋时秦九韶，曾研究了雨日的测定（论述雨另四容积的计测），到明朝永乐年间（一四二四年），统一颁发了标准雨另四到各县使用，而西洋到十七世纪才用雨另筒。

我国劳动人民在长期的生产实践中还积累了丰富的看天经验并以天气谚语的方式流传下来，其数目之多是世界所没有的，其中有许多对开地方天气的预报是很有参考价值，与气象学

贾思勰曾综合古代劳动人民的经验撰写“齐民要术”，其中曾提到：“天雨初晴，北风寒切，是夜必霜”，这是完全符合科学道理的。除此又如：“早霞不出门，晚霞行千里”、“东虹日头西虹雨”、“春东风、雨祖宗”等等，在天气预报上都有很好的效果。可惜从明清以后，由于封建制度的束缚，发尺较为缓和。

在国外，一直到十七世纪以后，随着手工业的发尺，才发明和制造了一些仪器。如十六世纪末发明温度表，十七世纪中叶发明了气压表，以后各种气象仪器便陆续发明。

十九世纪中叶由于电报的发明对气象学的发尺起着很大的作用，开始根据气象电报作天气图，它使人们有可能迅速了解和研究广大地区的天气。十九世纪末和二十世纪初，随着物理学和机械工程学研究水平的提高，使气象仪器和理论也相应得到发尺，从而人们可以利用物理学上的基本定律和物理的方法来研究和说明发生的天气现象。同时在航空事业的推动和无线电探空仪的发明利用下，高空观测所能收集到发生于自由大气中的资料越来越多，这就使得气象研究的范围由近地层的空气层进而扩大到三维空间的各个大气层。继无线电探空仪发明之后，各种遥测气象仪器也相继发明。现今，由于雷达技术的发尺，微波技术也被用到气象方面。气象雷达的运用，使天气预报部分地可以依靠直接的探测，同时也使人们对于云中微物理过程以及雷电现象有了更深入的了解。

近代自然科学都由纯粹的定性描述向实验和定量的方向发尺。由于高速电子计算机的应用，使天气预报从定性走向定量的数值预报获得成功。而火箭和人造地球卫星的发射，对气象观测起了重大的革新作用，过去是在地面无从向上的测，而且对于辽阔的海洋和发尺中国上空都留下了空白，如今应用火箭、卫星就可以把气象仪器带到一千公里以上的高空以至于大气外界从上向下进行全球性的观测，这就使地球的大气作为一个整体来处理的

确是个划时代的进步，它将对于研究中、长期天气予报和长期气候变迁、改进短期天气予报等各个方面具有重大的意义，而且随着气象工具的不断改善，新的资料的不断取得，使得气象学新的理论研究也在迅速地开展起来。

由上可以看出，过去的气象学仅是记述性的科学，而进入二十世纪以后，随着科学技术的飞速发展，对天气予报要求的提高，气象学取得了极大的发展，从而进入了精密科学的行列。最近已有越来越多的人把传统的气象学这一名称改变或能全面反映其内容的“大气物理学”这一名称。

气象学虽然取得了飞速的发展，但随着工农业生产的发展，最近社会上对气象学提出了新的要求，其中之一就是由于人们的活动造成的大气污染越来越显著，不仅是局部的，而且是全球的，不仅是地表附近的大气层，而且达到整个大气圈，都受到影响或可能受到影响。另外，从一九四〇年开始南北极的变冷一直在持续着，至今还不知何时结束，而与此有关的干旱等气候异常现象影响着世界许多地区，因而人们要求进行研究，来搞清气候变动的物理机制。总之，气象学虽然取得了新的发展，但它还是一门年轻的学问，还有许多尚未解决的问题急待解决。

我国的气象科学，虽然有着悠久的历史，但在封建帝王长期统治下，发展比较缓慢。尤其是鸦片战争以后，帝国主义列强为了侵略我国，纷纷在我国设立气象台站，公开地窃取我国的气象情报，把持我国的气象工作，为他们的军舰和商船服务。解放前，我国的气象事业濒于奄奄一息的境地，不仅台站稀少，仪四落后，技术人员缺乏，而且仅有的一点气象情报也成为帝国主义侵略和反动统治阶级镇压人民，制造内战的工具。

解放后，在毛主席和中国共产党的领导下，我国的气象事业得到了飞跃的发展。二十八年来，毛主席的革命路线在气象部门始终占主导地位。伟大领袖毛主席早在气象工作诞生初期，就指

示要把天气常常告诉老百姓，国民党老爷不管老百姓死活而我们英关心老百姓的。极其鲜明地指出了人民气象事业的根本性质。敬爱的周总理一直亲自过问气象工作，作过一系列的指示，规定了气象工作是保护人民的，首先是保护劳动人民的建设宗旨，要求努力做好灾害性天气预报，重视气象技术的现代化和设备建设。英明领袖华主席，勉励气象工作者提高灾害性天气预报的准确率，总结人工影响局下天气的经验。我国气象事业正是沿着毛主席、周总理和华主席指引的方向，在斗争中胜利前进。

二十八年来，我国气象事业随着社会主义建设的需要，中国气象学开始了新的篇章。全国各地普遍建立了气象台站网，据不完全统计，我国现有气象台站比解放前多三十三倍；在军事、民航、海洋、工矿等部门建立了专业台站，农村社队建立了数以万计的气象哨和看天小组，气象服务网星罗棋布遍及全国各个角落；测风、测雨雷达网和测台风雷达警戒线，已初具规模，常规仪口已经自给；下分台站采用我国气象卫星接收，天气图传真等先进技术设备。科学实验群众运动广泛开展，天气气候等研究工作取得了显著成果，许多科研项目具有世界先进水平。特别是适应工农业大跃进的形势下，创立了具有我国独特风格的单站补充天气预报，开辟了大台不易解决的局下地区天气预报的途径，使地方天气预报准确率有了显著的提高，它为我国气象工作如何为工农业生产服务开辟了道路。在人工控制天气方面做出了成绩，全国有六百多个县（旗）开展了人工防雷、人工降雨、人工防霜冻等工作，收到了显著的效果。二十八年来，在党的领导下，由于大力发展气象教育工作，培养了一批又红又专的气象专业队伍和数十万群众参加的管天大军，他们常年战斗在高山、海岛、戈壁、边远和农业第一线，日夜坚守岗位，积极开展气象服务工作，为国防建设和经济建设做出了应有的贡献。

二十八年来，我国的气象事业，在毛主席革命路线的指引下，

高举毛主席的伟大旗帜，坚持党的基本路线，在党的一元化领导下，依靠群众办气象，实行专群结合，土洋结合，平战结合，加速实现气象科学技术现代化，走出了我国自己气象事业发展的道路。今后随着祖国实现四个现代化的需要，我国的气象事业必将更加大踏步地前进。

第一章 大气的组成、结构和物理性质

§ 1 大气的组成

一、低层空气的组成

包围在地球周围的正个空气层称为大气，大气是由多种气体组成的混合物。

我们把大气当成是由下面三种主要的不同成分组成的：(一)干洁大气，(二)水汽，(三)大气尘埃及别的杂质。现在分别讨论这些组成部分：

(一) 干洁大气

如果空气中清除了灰尘及其他混合物，而且也排去其中所有的水分；如果不考虑二氧化碳随高度的减弱和臭氧随高度的增加，那么，这样的干洁空气的成分既不随纬度而改变，在低层空气中也不随高度而改变。气球飞升时及气球探空仪上升时所取得的空气样本，都使我们相信：一直到20—30公里，干洁大气的成分基本上是不改变的。如表1.1。

在表1.1中列举了在地面附近干洁大气的最大可能成分。其中有两个主要的成分，即氮与氧，这两个成分就体积和质量来说差不多占空气的99%，与氩合在一起算，则差不多占空气的99.9%。大气中二氧化碳的含量既随时间而改变，又随空间而改变，这须视下垫面的性质而定。平均情形，空气中二氧化碳的含量所达数值等于空气体积的0.03%。而其余气体的含量，从表上可以看出，都小到可以略而不计的程度。

(二) 水汽

大气中的水汽含量是不定常的，它既随时间而变，又随空间而变，而且改变的范围很宽广，就体积来说，其改变程度可以从0到4%。水汽可以改变自己的集合状态；如象转变成水滴或水晶。水汽的密度小于

表 1.1 干空气的成份 (在 25 里高度以下)

气 体	干空气中的含量 %		分子 量
	按 容 积	按 质 量	
氮	78.09	75.52	28.016
氧	20.95	23.15	32.000
氩	0.93	1.28	39.944
二氧化碳	0.03	0.05	44.010
氦	1.8×10^{-3}	—	20.183
氖	5.24×10^{-4}	—	4.003
氪	1.0×10^{-4}	—	83.700
氙	5.0×10^{-5}	—	2.016
氫	8.0×10^{-6}	—	131.300
臭氧	1.0×10^{-6}	—	48.000
氫	6.0×10^{-10}	—	222.000
干空气	100	100	28.966

干空气的密度，二者的比为 $\rho_n/\rho_0 = 0.622$ (ρ_n 表示水汽的密度， ρ_0 表示干空气的密度。当 $T = 273^\circ \text{K}$ 及 $P = 760$ 毫米时， $\rho_n = 0.804 \times 10^{-3}$ 克/厘米³， $\rho_0 = 1.293 \times 10^{-3}$ 克/厘米³。) 所以空气中水汽的存在，使空气密度微微变小。水汽的凝结和升华过程以及凝结物的蒸发过程，显著地决定了大气过程的多样性。除此以外，水汽在吸收和放射辐射能的过程中起着决定性的作用。

(三) 大气尘埃及别的杂质

大气中总含有大量各式各样呈悬浮状态的固体小质点及带着正负电荷的称为离子的小质点。固体小质点的尺度(半径)数量级由 10^{-6} 变至 10^{-2} 厘米。其数目于乡村清洁的空气及海洋上的空气中平均每立方厘米有 $10-100$ 个,但于城市中及工业中心在每立方厘米的空气中可达几十万。作为离子存在的小质点主要是气体分子,其尺度数量级为 10^{-8} 厘米,它们带着一个单位电荷,即轻离子;轻离子能单独存在的时间很短,他们很快的在小尘粒上及小水滴上沉淀,而变成重离子。低层大气中轻离子的数目平均在每立方厘米中有 $400-500$ 个,重离子的数目有时相当多。

大气中浮悬着的固体小质点为尘埃和细粒,以及一些别的杂质,其来源有:

1. 由于岩石及土壤风化的结果而呈现于地上的灰尘,以及由森林及木炭的燃烧,炉灶、工厂里所放出的烟。
2. 火山爆发时所喷出于空气中的大量灰尘。
3. 当陨石燃烧时所产生的及由星际太空落入地球大气中宇宙灰尘。
4. 海洋中浪花飞逸的盐质。
5. 由细菌,人们所呼出的病毒,植物花粉等等组成的有机灰尘。

大气中含有大量的灰尘及烟粒时,使得大气混浊,因而视程很坏。有些小质点,能促使水汽凝结和升华过程的开始并加速这些过程,它们被称为凝结核或升华核。那些不积极地参与水汽凝结和升华过程的小质点,当他们吸收和放射辐射能时,对于空气的加热和冷却起着显著的作用。

由此看来,大气中存在的尘埃、烟粒和别的杂质,对于大气中所发生的物理过程起着积极的作用。

二、大气质量及其垂直分布

地球大气的总质量大约为 5.26×10^{21} 克。这些大气质量绝大部分集中于 20—30 公里以下的低层大气当中；愈近于地面，空气就愈密集，而愈向高空去，空气也就愈稀薄。

大气的密度是随高度的增加而减小，在近地面十几公里的大气层里的空气质量约占大气总质量的 75%，而到 3260 公里的高空，则大气的密度就只有地面大气密度的 100 亿分之一了。

在大气中，水汽主要集中在 2—3 公里以下的大气层里，高度愈高，水汽含量愈少。

二氧化碳的分布，一般室内比室外多，夏天比冬天多。由于空气垂直混合的结果，二氧化碳可以扩散到 20 公里高度附近，再往上二氧化碳的含量则显著地减少。

臭氧的分布通常在低层大气中的含量很少，而且也不稳定。

在上层大气中，臭氧的形成主要是由于太阳紫外线的作用，所以在 10—15 公里以上的大气中，经常有臭氧的存在。在低纬度平流层上层臭氧最多，因受平流层环流影响，臭氧可被下沉气流带到平流层下部去，所以使臭氧在 20—30 公里高度处其含量达到最大值，这个高度以上，臭氧的含量又减少了。

根据多年的探测结果，高空大气的主要成分仍由氮和氧所组成的，只是在份量上与低层大气稍有不同。在高层大气中，由于太阳紫外线的作用，温度很高，使氮和氧都处于电离状态。

§ 2 大气的结构

一、大气的垂直分层

人们根据大气温度随高度垂直分布的特征，把它分成五层（图 1.1）

就是对流层、平流层、中间层、热层和散逸层（外层）。

（一）对流层

对流层是大气贴近地面的最底层，在对流层内的温度垂直分布随高度向上递减，一般情况下温度垂直递减率为 $6.5^{\circ}\text{C}/\text{公里}$ 。对流层是大气圈中空气密度最大的一个层次，大气总质量的 75% 和水汽量的 95% 以上都集中在对流层里，同时这一层里的尘埃及其他杂质也最多，因此，对流层是风、云、雾、雨、雪、寒潮、台风、冰雹等天气现象变化的午台。

对流层的厚度，随纬度、季节和其它条件的不同而有所变化；在赤道地区最高 $17-18$ 公里，在温带地区对流层的平均高度 $10-12$ 公里，愈靠近两极高度愈低，在两极只有 $8-9$ 公里。

图 1.1 大气的分层

在温暖的季节里，对流层的厚度比寒冷季节里厚。在对流层与它上面的平流层之间有一个过渡层的厚度约数百公尺到 $1-2$ 公里，个别 $4-5$ 公里。

对流层顶的温度变化很显著，而且温度在赤道附近温度可降到 190°K 。在极地度的突然变化的情况有：温度随高度增加或减情形，根据这些变化的起始高度，就能确定对流层顶的位置。

（二）平流层

由对流层顶以上开始，大约到 50 公里的高度称为平流层。



在平流层里，温度一般随高度向上增加的，温度梯度很小。但在平流层的下部（离地20—30公里），臭氧集中，叫臭氧层。臭氧层能够吸收太阳的短波辐射，使离地面40—50公里上空的气温剧增，温度出现最大值（ 270°K —— 290°K ），这里称为平流层顶（约50公里左右），平流层顶以上温度又开始随高度减低。

在平流层里，气流平稳，垂直对流不强，垂直方向的混和作用显得非常微弱。由于空气较稀薄，水汽和尘埃也很少，因而很干燥，不易布云造雨，普通类型的云和降水都不会发生，所以经常是万里无云。只有在22—27公里处才偶尔有贝母云出现。所以平流层里最适宜飞机飞行。

（三）中间层

由平流层顶以上直到85公里的高度称为中间层。在中间层里温度随高度增高而降低的很快。在85公里附近（中间层顶部）温度达到极小值（ 190°K 左右），中间层顶部附近尚有水分存在，因此，偶尔能见到夜光云。

这一层的温度随高度分布特征类似于对流层的情况。这是有利于对流和垂直混合发展的。

（四）热层

由中间层以上直到800公里左右的高度，称为热层。热层的温度很高，而且昼夜变化很大。从这一层开始起温度就随高度向上增加，因为温度很高，在热层中以及热层以上的大气显著的被电离了。热层中有很多的离子和自由电子，因此，这一层又称为电离层。它能反射无线电波，在远距离无线电通讯中，这一层具有重大意义。

（五）散逸层（外层）

热层顶部以上就是散逸层（外层）。这一层的高度很高，最高可

达3000公里。这一层是大气的最外层，空气极为稀薄，气温很高，一些高速运动着的空气分子和其离子，可以挣脱地球引力，冲破其他分子的阻力散逸到宇宙空间去。

二、现代技术对高层的探测

上面已讲过，常见的风云雷电、雨雪冰雹等天气现象，都发生在大气的低层对流层里，那为什么还要探测高层大气呢？这是因为大气低层的各种物理现象及其变化过程与高层大气有着内在的联系，高层大气的变化、太阳和其他天体的活动，对地球上的天气变化都有影响。其次，由于导弹、火箭、卫星等空间现代技术的发展，都必须了解高层大气的有关情报和气象资料，所有这一切都要求人们对高层大气用现代科学技术进行探测。

截止目前为止，探测高层大气的方法不外乎两种。一种是直接探测，如用气球、飞机、火箭等手段携带感应元件把探测信号透传地面，供分析使用。另一种是间接方法；即大气既是光波、微波、无线电波、声波和次声波的发射源，同时又是这些波的传播介质。如果我们对大气发射这些波的基本规律以及影响这些波传播的物理参数进行研究，求出这些波在大气中的传播规律后，就可以从这些波的行为或性能中得出有关大气中温、压、湿、云、电等物理状态的资料。这种的间接方法广泛采用了激光、微波、卫星等新技术。它包括使用激光雷达、微波雷达、声雷达对大气的探测，以及利用大气中红外辐射、微波辐射的特性进行气象卫星的透测。下面就气球探空仪、气象火箭、气象卫星、激光雷达等探测方法分别加以介绍。

无线电探空仪和气象火箭是近代探测高空大气的主要工具。

(一) 气球探空仪探测；这是较为普遍采用的方法，它是由充满氢气的大气球携带无线电探空仪上升，在上升过程中，探空仪中的仪器把测

量到的周围大气的温度、气压、湿度等要素以无线电信号不断传至地面。目前气球探空的升限约至30公里，少数可达40公里的高度。目前全世界有1000多个气球探空站，但分布不均匀（海上很少）。由于各国使用探空仪的种类不同，取得的资料难以比较，这是气球探空的一个较大的缺点。

(二) 气象火箭探测：是用一种比较经济的小型气象火箭。

1958年之后许多国家陆续发射了气象火箭。有些国家还组成气象火箭探测网，定时定点进行业务观测。据不完全统计，迄今共发射18,000发火箭。探测高度一般是30—80公里，较大的火箭可到100公里，地球物理火箭则可达300公里。火箭探测的方法大致有四种：

1. 用安装在火箭头部的仪器直接测量；

2. 用与火箭脱落的仪器直接测量。例如，仪器可由火箭上弹射出的降落伞携带，在降落过程中，不断对周围大气进行测量，并把结果以无线电信号发回地面。风向风速可由地面雷达站追踪降落伞的漂移轨迹求得。另外，也可由火箭上抛掷的金属化的超压气球来测量大气密度（落球法）；

3. 在高空可采用火箭上弹射出的一捆金属化的尼龙丝或金属薄片，由地面雷达进行跟踪来确定高空风。或者从火箭上排出一些化学蒸汽，观测其漂移（目视或光学摄影），可确定高达200公里的高空风；

4. 无线电波和声波的异常传播。例如，在火箭上升的轨道上，每隔一定距离弹射出一个榴弹，地面站记录各榴弹爆炸点发出声波的到达时间和角度，以此推断高层的风向、风速等资料。

利用气象火箭探测的资料，可以绘制出2毫巴、0.4毫巴、0.1毫巴的高空天气图。气象火箭飞的虽高，但探测的范围有限，停

留在大气中的时间也较短。

(三) 气象卫星探测：气象卫星可在空间停留几天或几个月甚至几年，而且它每隔一个多小时就能环绕地球一周，各周所飞经的路径稍有不同。这样，在几天内就可以飞经地球上许多地区的上空，了解气象资料的范围广，解决了地球上海洋、沙漠、森林等难以建站的地方观测空白的问题。

气象卫星按轨道可分为：准极地卫星和“静止”卫星。前者的轨道经过地球两极附近。后者则以与地球自转相同的速度自西向东转动。那末从地面上看起来，它永远悬挂在天空中一个固定的位置上。

气象卫星飞在地球大气内一切云层的上面，云层最容易进入它的“眼”中。气象卫星上装有电视摄像机，这是一副由光学电子仪器组成的“千里眼”。电视摄像机能够把图像上的光线强弱按顺序变换成强弱不同的电信号。当卫星拍摄了云图，照片暂时用磁带贮存起来，等到卫星运行经过地面接收站的时候，才把它通过发射机传送给地面。

气象卫星携带的仪器很多，除了获取昼夜云图的电视摄像机、红外线接收仪外，还携带有测定大气温度、湿度、压力、太阳辐射等仪器。

气象卫星探测的范围很广，有它的优点，但也有它的局限性。因此它不能完全代替气球和火箭探测；只有把这些方法结合起来，才能更好地完成探测任务。

(四) 激光雷达探测：激光雷达也叫做相光定位器，有时也叫做光子雷达或莱塞雷达。

近年来激光雷达的应用，为气象探测提供了新工具。

激光就是一种颜色很纯、能量高度集中的光。它是由一种叫做激光器所发光源所产生的。激光器能实现光的能量在空间上和时间上的高度集中，因此，激光的亮度极高，比太阳表面的亮度还要高一百亿倍；它