1 古人眼里的气候

1.1 古代民居

气候是一门非常古老的学科。人类为了生存就不得不去适应气候，同时有意或无意地对它进行研究，从而积累了许多关于气候的知识。

在古代，尚没有今天人们所理解的“气候”一词，但是气候对人类的影响是谁都能感觉到的。从陕西西安半坡古人类遗址(约公元前 4800 至前 4300 年)和河南渑池仰韶遗址（约公元前 5000 至前 3000 年）我们可以看到，人们选择的居住地都在向阳、湿润、风小的地方。在这里，取水、抗灾都

需要全本请访问 www.ertongbook.com

在农业生产技术中最重要的是掌握农时，例如什么时候开犁播种，什么时候放火烧山以获得肥料。

比较方便。由此可见，当时人们已经知道何种气候适于人类生存。他们绝不选择高岗、干燥、风口地方居住[35]①。

河姆渡遗址是在杭州湾南岸的宁（波）绍（兴）平原上发掘出来的古文化遗址，年代为公元前 5000 年到前 3000 年。河姆渡遗址的最大特点是有大量稻谷遗存，是迄今发现的最早的稻谷。它的住房特点也很鲜明，大批榫卯木构件是为了适应多台风的东南沿海特色。除了栽桩架板高于地面的干栏式建筑外，还出现了一种立柱式地面建筑。人们在柱洞底部垫放木板作为基础，或者填塞红烧土块、黏土和碎陶片等，填实加固形成臼状柱础，中间立木柱，以便抗风[35]。

1.2 古人谈种植

在农业生产技术中最重要的是掌握农时，例如什么时候开犁播种，什么时候放火烧山以获得肥料，什么时候举行祭祀祈求丰收。对先民来说，这些与农时有关的事是需要长时期艰苦摸索的。

管仲对气象特别重视。《管子·四时》中有句名言“不知四时，乃失国之基”。在这部著作的第一篇《牧民》中说“凡有地牧民者，务在四时，守在仓廪”。“务在天时，地辟举则民留处，仓廪实则知礼节，衣食足则知荣辱”。就是说掌握好气象，开发土地，人民就不会流离，从而建成一个礼仪之邦。

《管子》为了“均地实赋”，对土地好坏制定了不同标准，

① [35]表示参看第 35 号参考文献。以下类推。

孙子要求兵家必须通晓天文、气象。他不仅把气象用于规划战略，部署战役，而且用到具体战术上。

其中有旱地（比之于山）、涝地（比之于海）的标准。征税多少依据年成，而年成决定于水旱，所以需要辨别气候变化引起的旱年、涝年。《管子》为此首次提出了旱涝的指标，他用地下水位划分旱涝，以此作为纳税的依据[22]。

17 世纪末叶，叶梦珠写道：“江西橘柚向为土产，不独山间广种以规利，即村落园圃、家户种之，以供宾客。自顺治十一年(1654 年）甲午冬严寒大冰，至春橘、柚、柑之类尽槁。自是人家罕种，间有复种者，每逢冬寒辄见枯萎。至康熙十五年(1676 年）丙辰十二月朔，奇寒凛冽，境内秋果无有存者，而种植之家遽以为戒矣。”

清代刘继庄说：“诸方七十二候各个不同，如岭南之梅十月已开，桃李腊月已开，而吴下梅开于惊蛰，桃李开于清明，相去各是之殊。今世所传七十二候，本诸月令，乃七国时中原之气候。今之中原与七国之中原不合，则历差为之。今于南北诸方细考其气候，取其核者详载之为一则，传之后世则天地相应之变迁可以求其微矣。”

上面这些话，涉及了许多领域的问题。用现代科学的语言来说,那就是 季节和节气、气候变化和异常、气候变迁、农业气象等。您看，我们的祖先已经进入很广泛的科学天地了。

1.3 兵家与气候

孙子要求兵家必须通晓天文、气象。他不仅把气象用于规划战略，部署战役，而且用到具体战术上。《孙子·火攻》中说“发火有时,起火有日。时者,天之燥也。”火发上风，

人们若不能把握寒暑阴晴的规律，衣食住行都会发生问题，生产也难以进行。

无攻下风。昼风久，夜风止。”这里讲到了举行火攻的气候和天气条件以及准备工作。最重要的是掌握火攻的季节，选择干燥的天气，确定适合火攻的日期。当举行火攻时，还需要掌握好风向，否则不仅不能胜敌，反而会引火烧身。孙子甚至连风的日夜变化也作了考虑。他认为白天风大，刮的长久；到夜间风会减小，甚至会停下来[22]。这些在选择火攻的时间时也必须考虑。您看，孙子在研究打仗的同时，也琢磨了不少气象问题，并把气象看成是打仗时必须考虑的问题之一。

1.4 占卜预测气象

人们若不能把握寒暑阴晴的规律，衣食住行都会发生问题，生产也难以进行。因此，人类在生活和生产斗争中首先遇到的是天气知识和天气预报问题。商代后期（公元前 13 至前 11 世纪），帝王常用甲骨占卜吉凶，卜毕将所问之事或所得结果刻（或写）在甲和兽骨上，称作商代甲骨文，大量出土于河南安阳殷墟。占卜的内容涉及风、雨、水、天象、农事、年成以及战争、田猎、疾病、生育等。殷墟甲骨文中，许多卜辞可以看作是原始的气象预测。

1.5 《诗经》中的气候知识

到周代前半期，我们的祖先已经积累了许多天气方面的经验,这些经验写成了诗歌,使妇孺可以传诵。例如,《诗经》里“相彼雪雨，先集维霰”说的就是冬天下雪以前，必先飞雪

夏商周三代老百姓是靠看星星来掌握季节变化和风雨来临的。这是从遥远的古代一直流传下来的。

珠。又如“朝隋于西，崇朝其雨”，意思是说早晨太阳东升时西方看见有虹，不久就要下雨了。

《尚书·洪范》中说：“庶民惟星。星有好风，星有好雨。日月之行，则有冬夏。月之从星，则有风雨。”这说明夏商周三代老百姓是靠看星星来掌握季节变化和风雨来临的。这是从遥远的古代一直流传下来的。日月盈亏和星星运行，抬起头来就可以观察，终日在田间劳动的人们都可以依靠它，所以明代王船山说，“三代以上，人人皆知天”[44]。

1.6 晏子使楚

晏子（晏婴）是齐国著名的政治家，曾任宰相。一次，晏婴出使楚国。楚王听说晏婴已经进入都城，就对左右说，晏婴是齐国能言善辩的人，今天见我，我要给他出个难题，让他无法下台。有人建议在晏婴到来时，把一个在楚国服刑的楚国人牵过这里，我们就说这是齐国人，因在楚国盗窃而被捕。大王就可看着晏婴，看他如何下台？楚王命令依计而行。晏婴见了楚王，楚王设宴，酒吃到一半，就见两个人牵一个犯人经过大堂。楚王问何故。这两人回答说：“他是齐国人，因偷窃而被捉。”楚王看着晏婴，问道：“齐人是否很能偷窃？”晏婴马上站起来，回答说：“我听说过，橘树生在淮南，就能结出橘子。如果种在淮北，叶子虽然还是一样，长出的却是枳子，味道同橘子大不相同。这是什么原因呢？是因为水土不同之故。生长在齐国的人是不偷盗的，但这个人到了楚国就偷盗，是不是楚国的水土能使人善于偷盗？”楚王只好笑着说：

需要全本请访问 www.ertongbook.com

淮河是我国南北气候的重要分界线，淮河南北适宜种植的作物不同。

“聪明人是不好开玩笑的。”[35] 从这个故事里可以看出，晏子已经认识到了区域气候差异。淮河是我国南北气候的重要分界线，淮河南北适宜种植的作物不同。晏子巧妙地应用了他的气象知识，在政治斗争中争取了主动。

1.7 一首气候诗

唐代元和十二年四月九日（公元 817 年 4 月 28 日），著名诗人白居易会同友人游览庐山大林寺。当时正值暮春时节，山下平原的桃花早已凋谢，可是大林寺的桃花却刚刚盛开。山下山上的对比触发了白居易的诗兴，他挥笔写下了一首‘气候诗’——《大林寺桃花》：

人间四月芳菲尽，山寺桃花始盛开。
长恨春归无觅处，不知转入此中来。

这首诗写出了山区气候的特点。原来气温是随着高度升高而下降的，每上升 1000 米约下降 6.5℃。古时大林寺位于今日庐山风景区，比山下平原高出 1100 米，气温相应低 7℃左右，正好相当于山下一个月前的情况。在江西，桃花开放与春季开始几乎是同时的，约在 3 月中旬，那么大林寺应在 4 月中旬，4 月下旬自然是盛开季节。

1.8 沈括的海陆嬗变论

沈括是我国北宋时期一位卓越的科学家。他是浙江钱塘（今杭州）人。有一次，在察访浙东的时候，他仔细观察了

沈括用化石在地层的分布来认识过去的环境条件正是后来地质学所用的主要研究方法之一，具有极高的学术价值。

雁荡山诸峰的地貌特点，发现有流水侵蚀的痕迹。他根据岩石与土壤的性质，明确指出流水侵蚀对当地的地貌形成有重大作用。

他考察太行山时，发现山上的螺蚌壳和卵砾石呈层状分布，于是他推断出，这一带原是海滨，后来泥沙沉积，地势上抬。他还在延州等地的地下发现竹笋、芦根等化石，认为那里古代的气候比现在温暖潮湿得多。他还发现了鱼、蟹等化石，明确指出这都是古代动物和植物的遗体形成的，对当时的气候环境有指示意义。沈括用化石在地层的分布来认识过去的环境条件正是后来地质学所用的主要研究方法之一，具有极高的学术价值。在 400 多年之后的欧洲文艺复兴时期，意大利著名艺术家和科学家达·芬奇才对化石有所论述。

沈括除了首次用化石与地层性质研究一个地方的环境变化外，还进一步把各地区的环境变化联系起来，说明各地之间的相互关系，其中一个最突出的例子是用西北黄土高原的水土流失说明华北冲积平原的形成。[36]这是很重要的学术观点。

1.9 康熙的一席话道出了十年尺度的气候变化

记载康熙皇帝活动的《实录》中有康熙五十六年五月（1717 年 6 月）的活动记录。当时他说：“天时地气亦有转移，……从前（指 1671 年以前），黑龙江地方冰冻有厚至八尺

亚里士多德撰写了《气象学》一书。这是最为古老的一本气象学教科书。

者，今却和暖，不似从前。又闻福建地方向来无雪，自本朝大兵到彼，然后有雪”。康熙这里讲到的黑龙江、福建的情况，用现代气候学的语言来说，就是十年尺度的气候变化。

1.10 亚里士多德的《气象学》

公元前 340 年左右，著名气象学家亚里士多德撰写了《气象学》一书。这是最为古老的一本气象学教科书。亚氏的观点十分有助于我们了解科学发展的历程。他在欧洲科学界占据主导地位一直持续到文艺复兴时代（公元 14 至 16 世纪）。

亚里士多德是一位哲学家，严格地说他不光是一位气象学家,他的《气象学》一书涵盖了天文学、地理学、地质学和气象学。他认为天气现象是由四个元素相互作用造成的，这四个元素是火、口气、水和大地。随着科学的进展，亚里士多德的许多论述被证明是不正确的，但是他对雨、风和虹的认识一直流传至今，获得科学家的肯定。

1.11 我们祖先的无上智慧

从殷墟小屯时代起，我国已是农耕社会。一年四季寒来暑往的规律对于农产品的培育、生长和收获是起决定性作用的。稻麦五谷早种或迟种十天，常会使农民一年辛苦的劳动获得成功或遭受失败。

对于这些古代最早的农民来说，春季和生长季节的来临

在春秋时代，一年中有立春、立夏、立秋、立冬、春分、秋分、夏至、冬至八个节气。

等这类知识乃是生产上急切需要的。 3000 多年前，天蝎座的中央部分，包括心宿二星即中国所讲的“火”星（此星古名“火”或“大火”）约于春分时出现，这成为一个大的节气。一个特任的官吏守望着这个星宿在东方地平线上的出现，这说明我们的祖先是由斗转星移来判断季节的来临的。

在春秋时代，一年中有立春、立夏、立秋、立冬、春分、秋分、夏至、冬至八个节气。到了《礼记·月令》和西汉刘安所著《淮南子·天文训》里，就已有二十四节气了。西方到如今只有春分、夏至、秋分、冬至四个节气，不像我们中国有立春、雨水、惊蛰等名称。这二十四节气非常实用，给普通老百姓以极大方便。明顾炎武《日知录》说：“器乐流火，农夫之辞也。三星在户，妇人之语也。月离于毕，戍卒之作也。龙尾伏辰，儿童之谣也，后世文人学士有问之而茫然者矣。”春秋以前没有二十四节气，所以人们的衣食住行要看星宿的出没来决定，天文常识就很普遍。秦汉以后，有了节气、月令，像“清明下种，谷雨下秧”这类谚语和“九九歌”流行以后，一般老百姓就无须仰观天文了。[45]

二十四节气对应的阳历日期是基本固定的（一般前后只差一天，而这一天是两个节气之间的间隔时间，不是日子的整数引起的），而其阴历则是不固定的。因此，二十四节气属于阳历而不属于阴历。由此可见，我国古代的历法是含有阳历成分的。

有人以为阳历是从西方传来的，西方古代历法要比中国来得精密高明，这种看法是错误的。我国 3000 多年前的甲骨文上已有十三月的名称。但这一古老的历法没有流传下

我们祖先很早就定出一年四季和二十四节气，使老百姓作息时间有所遵循，显示了我们中国人的无上智慧。

来。《经书·尧典》说：“三百有六旬有六日以闰月定四时成岁。”所谓三百有六旬有六日就是阳历年，以闰月定四时成岁乃阴阳历并用。西方在巴比伦时代和希腊罗马时代，也用阴阳历，和中国是一样的。不过同一时代我们的历法要比希腊罗马时代更先进。在战国时代我们测定阳历年的长短已很有把握。西方到了我国西汉末年的时候，历法还非常混乱。18 世纪法国文学家伏尔泰说“:罗马人常打胜仗,但不知道胜仗是哪一天打的。”到罗马恺撒皇帝定了儒略历，历法才入了轨道。

阳历和阴历调和的困难，在于月亮绕地球和地球绕太阳这两个周期互不配合。月亮绕地球一周所需的时间为 29.532 59 天,就是 29 天 12 小时 44 分 3 秒。地球绕太阳一周所需的时间是 365.242 216 天,即 365 天 5 小时 48 分 46 秒。两个周期不能相互除尽。中国古代农历把阴阳两方调和得相当成功。阴历月大三十天，月小二十九天。一年十二个月 354 天，这要比阳历年少十一天有余。十九个阴历年加上七个闰月和十九个阳历年几乎相等。我国在春秋中叶，已知道十九年七闰的方法，这要比希腊人梅冬发现这个周期早一百六七十年。到了春秋中叶我国历学有了显著的进步。依据日本人新城藏氏的推断，鲁国（即公元前 7 世纪）已采用土圭观测日影来确定冬至和夏至。希腊用土圭测定冬夏至，尚在我国之后数十年。春秋以后，汉武帝时用太初历，统以三百六十五天又四分之一日为一岁，比罗马恺撒所颁发的儒略历要早很多年。我们祖先很早就定出一年四季和二十四节气，使老百姓作息时间有所遵循，显示了我们中国人的无上智慧[45]。

二十四节气既是表示地球在黄道上的位置的天文历法，又是与雨、雪、霜、露、季节等气象现象密不可分的。

历法属于天文学的范畴。本书讲的是气候学，为什么要讲那么多天文学的问题呢？原来在古代是把天文与气象合在一起研究的。现在我们把二十四节气的名字列举在下面：立春、雨水、惊蛰、春分、清明、谷雨、立夏、小满、芒种、夏至、小暑、大暑、立秋、处暑、白露、秋分、寒露、霜降、立冬、小雪、大雪、冬至、小寒、大寒。二十四节气的名字一列出，我们立刻就可以看到，二十四节气既是表示地球在黄道上的位置的天文历法，又是与雨、雪、霜、露、季节等气象现象密不可分的。

我们在上面展示了一些古人对气候的适应和认识过程。看来，这似乎是很零散的片断，像点点烛火闪烁于漫长的历史长河中。这种有关人与气候关系的认识还只是自发的，是为了趋利避害的结果。由于时代的变迁，这种知识逐渐受到重视，所以才由一般的传说逐渐见诸文献。到后来，就设置专人去管气象了。这种职司的设置显示了古人对气象的重视。

下面我们将描述人们认识气候的过程，谈谈气候学是如何从古老的学科发展成为一门全新的学科的。

需要全本请访问 www.ertongbook.com



现代人所说的气候

古人对气候的认识是零散的。那时没有测量仪器，没有定量的测量结果，所积累的知识不成系统。

现在我们就来说一说现代气候学。

谈现代气候学，不能不从天气学开始，因为气候是由每天的天气及其变化形成的。

2.1 气象要素

表示大气状态和天气现象的基本物理量称为气象要素。让我们从人们最容易感觉到的气象要素讲起。

温度对于地球是一个关系到生死存亡的要素，尤其是对于由有机物构成的生物圈。

至关重要的温度

温度对于地球是一个关系到生死存亡的要素，尤其是对于由有机物构成的生物圈，温度的一点点微小的变化也能起到很大的作用。人体对温度十分敏感，不像气压那样只有变化很大时才能感觉到。早先人们认定他的手掌就是一个测量温度的工具。但真正能够测量温度的仪器发明得很晚。17世纪意大利的伽利略制作了一套设备观察温度变化对物体的影响，发现了热胀冷缩的原理。于是，伽利略作了一个温度表，并且找到了水的冻结点（零度）和沸腾点（100度）。这两个点被用作标准，是因为它们都具有明显的物理状态，并且是恒定的。但是中间的刻度没有划分。 1742年,瑞典科学家摄尔西斯创造了有刻度的温度表，这就是摄氏度（符号为℃）。德国人华仑海特没有采用冰点与沸点，而是以加盐的水的冻结点为零点，这种温标称为华氏度（符号为℉）。两种温标之间的换算关系是

摄氏度＝（华氏度－32）×5/9

华氏度＝摄氏度 ×9/5＋32

气温是随时随地随天气而变的。平均来讲，赤道地区温度最高，极地温度最低。

图2.1是大气的垂直分层情况以及各层中发生的气象现象和观测仪器。图 2.2是这些层次中温度的垂直分布。大气的最下部为对流层，其高度范围因纬度而异，在极地从地面至 8千米～9千米,中纬度至 10千米～12千米,赤道至16千米～18千米。对流层里温度随高度降低，平均每升高

气温是随时随地随天气而变的。平均来讲，赤道地区温度最高，极地温度最低。

1千米降低 6.5℃ 。在对流层以上至 50 千米的平流层内，下部温度随高度变化不大，然后随高度升高。再上至 85 千米为中层，其温度随高度增加而降低。中层以上为热层。热层内温度随高度增高而升高很快。

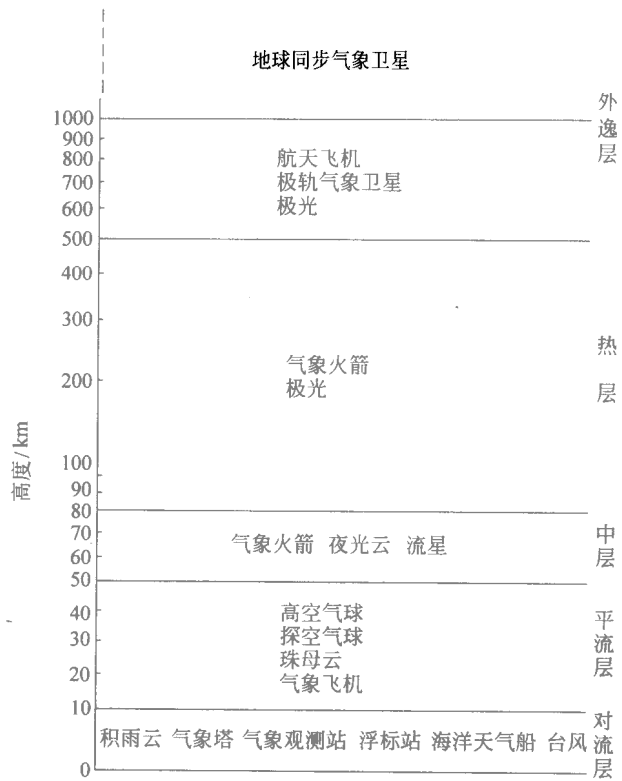


图 2.1 大气垂直分层

（根据文献[41]彩图第 8 页修改而成）

“高处不胜寒”这句话只是人们的生活体验，并不是整个大气层都是如此。

由此可见，“高处不胜寒”这句话只是人们的生活体验，并不是整个大气层都是如此。因为大家都生活在对流层中，只能体验到温度随高度增加而降低的情况。

本书所谈的天气和气候现象，都发生在对流层和平流层内，涉及不到更高层的大气。

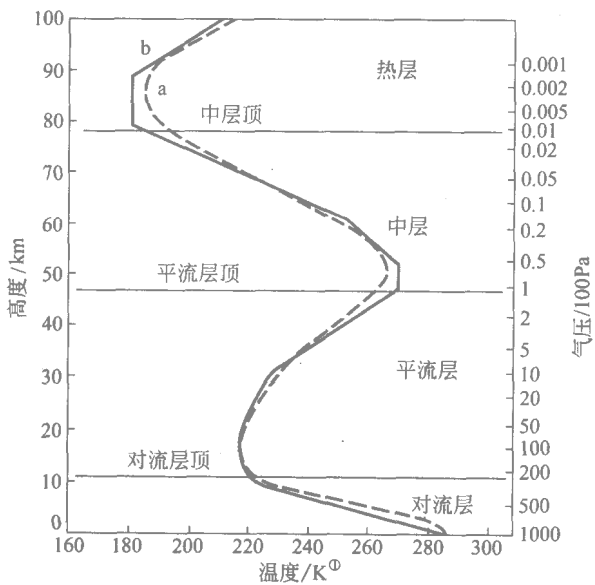


图 2.2 大气温度垂直分布

（引自文献[29]第 3 页）

① K为热力学温度单位，K＝℃＋273.15。

风给人们带来希望，风给人们带来生机，风将地球上 3 亿多种种子吹往它们萌发的地方。

空气常常是湿的

空气常常不是干的，而是湿的，干空气是不会成云降雨的，湿度太小也下不了雨。空气湿度的单位有两种，一是绝对湿度，即单位体积空气中的水汽量。另一种为相对湿度，是单位体积空气中含水量与饱和水汽含量之间的比例，一般以百分数表示。同温度一样，空气的湿度也是随时随地随天气而变的。

给人们带来生机和希望的风

风给人们带来希望，风给人们带来生机，风将地球上 3 亿多种种子吹往它们萌发的地方。什么是风呢？风就是空气的流动。风向指风的来向，常用方位表示。风向也用度表示，此时北风为 0 度，然后沿顺时针方向增加，东风为 90 度，南风为 180 度，西风为 270 度。风速表示风的大小，常用风级表示，共分 12 级，也常用米／秒表示。在气象学中 6 级以上就称为大风。6 级风速相当于 12.3 米／秒，8 级风速相当于 19 米／秒，风速大于 30.6 米／秒为 12 级。6 级风大树枝摇叶动，电线呼呼有声，举伞困难；8 级风可折毁树枝，人前进阻力甚大；12 级风就是摧毁性的了。

气压——大气是有重量的

气压是另一个非常重要的气象要素，它表示某一高度单位面积上空气柱的重量。和人们很容易感觉到的温度和风的变化不一样，人们在日常生活中不容易感受到气压和它的

人们在认识到大气确有重量这件事的同时也找出了测量气压的方法。

变化。在海平面上的大气压力大约是 1013 百帕。帕是气压的单位，气象上常用百帕。1 帕 = 1 牛顿／平方米，1 牛顿＝1 千克·米／平方秒。这就是一个大气压，就是压在我们身上单位面积（1 平方米）上的大气的重量。这个力量是着着实实地压在我们肩上的。但是在我们体内，也有一个重压力，这个压力等于周围环境对人体施加的压力，两者相互平衡，所以我们并不感觉到肩上的重荷。

用虹吸管可以证实大气确实是有重量的。比如说，把一个可以滑动的活塞装在一根管子里放入水中，上提活塞，水就顺着管子进入，并与水面形成高差。早先人们把这一现象归诸于一个假设，即大自然厌恶真空，他们认为管子里高出水面的水柱是自然界为了防止真空的出现而采取的办法。17 世纪的伽利略发现抽水机提水的高度不能超出 10 米，那么，为什么大自然厌恶的真空高度一定要 10 米左右呢？这个困惑伽利略的问题被他的友人托里拆利解决了。托氏是这么解释的：水面上的大气压力使水流入水管，当水柱的重量等于空气重量时，达到平衡，水就再也不能往高提了。托氏用密度比水大的液体代替水，结果液柱高度就低了许多，就是说，达到平衡所需的高度要低得多。例如，水银柱的高度只有 760 厘米。就这样，水银气压表发明了。人们在认识到大气确有重量这件事的同时也找出了测量气压的方法。

到了高空，压在该处的大气的重量比下面要小，气压值就减小了。显而易见，气压随高度的升高而降低。

多雨少雨大不一样

和温度一样，降水也是最重要的气象要素。多雨少雨大不一样。多雨的地方气候湿润，森林茂盛，绿草如茵。少雨

需要全本请访问 www.ertongbook.com