

大专试用教材

自然地理基础

苏建基 陈建新 编

广西教育学院地理系

一九八八年八月

绪 论

在很远的古代,地理学就已经产生了。从地理学的产生到现在,有了很大的变化。在过去,地理学曾经长期作为一门统一的科学而存在,发展。现在,由于科学的发展与分化,地理已分为自然地理学与人文地理学两门独立的科学。在这里,我们所讨论的是自然地理学。

一、自然地理学研究的对象

自然地理学是研究自然地理环境的科学。研究气候、水文、地貌、土壤和生物等各自然地理要素的特征、分布规律及其相互作用而形成的自然地理环境整体特性和分异规律的 科学,就是自然地理学。因为自然地理环境是受自然发展规律所支配,所以自然地理属于自然科学的范畴。

自然地理环境是由地球的岩石、大气、水和生物等圈层组成的自然综合体。

组成自然地理环境诸圈层的物质是互相作用和互相渗透的。如大气圈中,不仅有氧、氮等永久气体,而且有来自岩石圈的气溶胶(气溶胶系指悬浮在大气中的固态或液态小滴等)和来自水圈的水汽。没有这些物质,大气将是一团单纯的气体;有了它们,才有风、霜、雨、雪等等天气变化。在水圈中,不仅有化学上的水,而且有来自大气圈的各种气体和来自岩石圈的矿物质。没有气体,那里就不会有生命;没有矿物质,那里就不会有沉积物。事实上,地球有许多植物和动物都生长在水圈里;地球上到处(某些洋底除外)都有在水中沉积起来的岩层。岩石圈主要的是岩石。但是,在岩石圈的表层,只要有裂缝,只要是碎屑,一定会有空气和水分;空气和水真可谓无孔不入。没有无孔不入的空气和水分,就不会有无孔不入的生物;有了无孔不入的空气和水分,就必然是生物的无孔不入。整个地理环境,到处有生物存在。而生物圈在地理环境的形成和发展中却又起着非常重要的作用。

关于自然地理环境的范围,目前还没有一个公认的确切界限。为了研究方便,通常把自地表向上至对流层顶,向下伸展到5—10公里的深度作为自然地理的范围。由于自然地理环境的厚度取决于太阳能和地球放射能储藏的范围和各要素相互渗透的情况,所以它的厚度并不是平均分布的。一般说来,它的范围上至10—20公里,下至5—10公里,总厚度约为15—30公里。

自然地理环境同地球的其他部分比较起来,有其明显的三个特点:

1. 稳定而同时地存在着物质的三态——固态、液态和气态。它们在紧密接触和相互作用下,经常不断地相互转化着。
2. 存在着太阳能和地球的内能。特别是投射到地球表面的太阳能,绝大部分集中在自然地理环境中。因而,所引起的物质活动特别活跃,这种物质运动所产生的后果也表现得非常突出。
3. 存在着生物。一般说来,生物在同时具备光、热、空气、水分和营养条件下才能生存。因此,自然地理环境是植物、动物发生、发展和活动的场所。在这里,物质通过地质大

循环和生物小循环过程不断地发生、发展和转化。

这一切都说明自然地理环境是一个独特的自然综合体。它是由气候、水文、地貌、土壤、生物等自然地理要素组合而成的复杂的物质体系。在这个物质体系中，充满着矛盾。矛盾斗争的结果，促使自然地理环境的发展。

二、自然地理学的任务

自然地理学的任务有下列几方面：

1. 研究自然地理成分（气候、水文、地貌、土壤、植被和动物界等）的特征、形成机制和发展规律。
2. 研究各自然地理成分的相互关系，彼此之间的物质和能量相互转化的关系，特别是调节和控制这些关系的机制。
3. 参与对自然条件和自然资源的评价。
4. 研究自然地理环境的空间分异规律，进行自然地理分区，阐明各级自然区的特征，存在的主要矛盾和发展趋向。
5. 研究人工环境是怎样形成的，怎样更合理地去利用、保护和改造环境。

三、自然地理学的分科

自然地理学分为综合自然地理学和部门自然地理学。前者以整个自然地理环境为研究对象；后者以自然地理环境的各个要素为研究对象，包括气候学、水文学、地貌学、土壤地理学、植物地理学、动物地理学等。部门自然地理学是自然地理学与相邻科学之间的边缘科学，如气候学是气象学与自然地理学之间的边缘科学，地貌学是地质学与自然地理学之间的边缘科学。

四、自然地理学的特点和研究方法

如上所述，自然地理学是研究自然地理环境的科学。组成自然地理环境的各要素本身非常活跃，在不断地运动、变化。而它们之间的关系又是相互影响、相互制约和相互渗透的。这就使得自然地理学这门学科具有很强的综合性的特点；同时，从自然地理学的研究对象来看，要研究整个地球表面或其组成地区的自然地理环境的结构、动态和发展规律，就必须以大自然为课堂。因此，具有鲜明的实践性，就成为本学科的另一特点。

在这里，结合自然地理学的特点谈谈对它的研究方法和学习方法：

首先，我们说说自然地理学的研究方法。大家知道，辩证唯物主义是一切科学认识自然规律的唯一正确的途径。因此，人们要认识自然地理环境的规律，必须首先掌握辩证法。因为辩证法普遍地体现在各项自然地理现象中。在这里，以风化作用为例，说明辩证法在自然地理学研究中的运用：

岩石圈和大气圈相接触，因而互相影响。一方面，地面岩石的暴露情况影响到大气，使大气在不同的地面条件下有不同的规律。例如，在岩石裸露的地方，大气温度的变化是较快的和较大的；而在森林地区却相反，大气温度的变化是较慢和较小的。在另一方面，地面岩石又受到大气的影。这说明事物之间是普遍联系的。

由于受到大气条件的影响，地面岩石不断地变化着。例如，地面岩石因为暴露在大气中而发生温度的剧烈变化，并且因温度下降而发生冰冻现象，以致岩石本身由大块变成小块和

由坚硬变成疏松。又如，岩石和空气中各种气体和地面上的水发生化学作用，产生新的物质。这种变化，总称为风化。风化说明：事物之间的相互作用的结果是物质的运动和发展。

岩石之所以会风化，其原因是：岩石生成于地下，只能适应地下的条件，即适应温度变化很小、水分和空气缺少的情况。暴露到地面之后，岩石经受巨大的温度变化和 multisource 多氧的环境。这样，岩石性质和它所处的环境发生显著的矛盾。这个矛盾使得岩石必然遭受风化，从而适应新的环境。这说明：促使物质运动和发展的是物质本身的矛盾。

其次，我们说说自然地理学的学习方法。在这一方面，是本学科具有鲜明的实践性的特点所决定的。我们要做到理论联系实际，加强室内的实验和计算，加强野外的观察和试验，这将有助于学习的提高，克服学习上的脱离实际的缺点，从而提高我们的教学质量。

五、自然地理学与其他学科的关系

自然地理学作为一门地理学的分科，它与经济地理学有着密切的关系。区域经济地理研究必须与区域自然地理研究结合进行，因为对自然条件和自然资源的评价是经济地理研究的前提。同时，在自然地理的研究中，如果考虑区域经济开发的要求，可以使自然地理学更好地为生产实践服务。

自然地理学作为地学的一门分科，它与其他地学学科有密切的关系。因为部门自然地理学是自然地理学和其他地学科学或生物科学之间的边缘科学，所以自然地理学正是通过这些部门自然地理学与其他地学科学或生物学之间处于紧密联系之中。

由于环境污染问题愈来愈为人们所重视，从而导致了环境科学的形成。环境科学的研究范围相当广泛，其中，地理环境的污染过程，即环境的质量调查、评价和预测，污染的生态影响等，都是环境科学和地理学共同研究的任务。地理学（包括自然地理学）作为一门综合研究地理环境的科学，它的一些基本原理也是环境污染研究的基础。而环境科学的深入研究又将大大充实和提高地理学理论的内容和水平。也就是说，地理学（包括自然地理学）与环境科学有互相交错的地方，是互相促进和共同发展的。

六、《自然地理基础》课在地理专业中的地位和作用

《自然地理基础》是中学地理教师系统进修高等师范专科的基础课之一，它是为高师专科的其他地理学科服务的。对于经济地理学来说，自然地理学是它的基础，因为一切经济活动都是以自然条件为基础。对于区域自然地理学来说，普通自然地理学也是基础，因为掌握了地理环境的最一般的规律以后，人们才能够在区域自然地理学的研究中做到事半功倍。对于各个部门自然地理学来说，也是如此，因为掌握了自然地理环境的最一般的规律以后，人们在深入研究自然地理环境的各个要素的特殊规律的时候才不会迷失方向。

同时，还必须指出：自然地理基础知识为每一个中学地理教师所绝对必需。因为在讲授自然地理知识的时候，无论是“地球上的大气”、“地球上的水”、“地壳和地壳的变动”、“地球上的生物、土壤和自然带”，也还是“人类和环境”，都与《自然地理基础》课内容息息相关；而在讲授经济地理的时候，如关于“自然资源和资源保护”、“能源和能源的利用”、“农业生产和粮食问题”“工业生产和工业布局”和“人口与城市”等问题，也要求教师具备扎实的自然地理基础知识。这是因为只有正确地评价自然条件，才能正确地讲授经济地理知识。

目 录

绪论

第一章 气候

第一节 气候和气候系统.....	(1)
第二节 气候的形成因子.....	(3)
第三节 气候带与气候类型的划分.....	(25)
第四节 全球主要气候类型.....	(33)
第五节 气候变迁.....	(51)

第二章 海洋和陆地水

第一节 地球上的水分循环和水量平衡.....	(64)
第二节 海洋.....	(69)
第三节 河流.....	(86)
第四节 湖泊与沼泽.....	(102)
第五节 冰川.....	(108)
第六节 地下水.....	(113)

第三章 地表形态

第一节 地球上大陆分布的特征.....	(125)
第二节 构造地貌.....	(129)
第三节 坡地重力地貌.....	(139)
第四节 流水地貌.....	(143)
第五节 岩溶地貌.....	(161)
第六节 冰川与冻土地貌.....	(168)
第七节 风成地貌.....	(179)
第八节 海岸地貌.....	(188)
第九节 地貌类型.....	(198)

第四章 生物和土壤

第一节 生物圈.....	(203)
第二节 生物与环境.....	(212)
第三节 生物群落.....	(232)
第四节 生态系统.....	(244)
第五节 土壤.....	(266)

第五章 地理环境

第一节 地理环境的结构.....	(294)
第二节 人和自然地理环境的关系.....	(308)
第三节 自然资源保护.....	(316)
第四节 人类与环境的未来.....	(329)

第一章 气 候

天气和气候都是低层大气中的物理现象和物理过程。天气是一地短时间内各种大气现象的综合表现；而气候则是该地区多年天气现象的综合和概括。气候特征常用气温、降水、风等气象要素的多年平均值，即气候要素来表示。气候的冷暖干湿，可以简单说是大气中热量和水分的多寡。

一地的气候特征是太阳辐射、大气环流和下垫面性质（海陆分布、地形、洋流等）等因素共同作用下形成的。由于地球表面纬度的高低、海陆的差异、太阳辐射能的分布不均和大气环流的形势不同，遂使大气中热量和水分的传送和分布发生很大的地区差异，因而形成各地不同的气候。由此可见，气候是在一定的自然地理环境中发生发展着的；但气候又是自然地理环境的重要组成部分，它在自然地理环境的形成和发展中又有着极大的作用，气候条件对其他地理要素都有很大的影响。

地球上的水分循环是通过大气环流来完成的。降水、蒸发和径流三个水量平衡要素中的前两个都是气候要素；而河川径流和水系的形成又与降水量的大小、强度、季节分配和地理分布等有着密切的关系。因此，有人说：“河流是气候的产物”。其他如湖泊、沼泽、地下水的形成和分布也都与气候有关。

裸露地表的岩石风化；风化产物的剥蚀、搬运和沉积；沉积岩的形成和流水、冰川、地下水、波浪、风力等动力地貌的发育无不与气候有关。如干旱地区的物理风化作用强烈，风力作用强大，形成风成地貌；温暖润湿地区，化学风化作用强烈，植被发育，水系发达，流水作用显著，发育流水地貌和岩溶地貌在高纬和高山气候寒冷地区，积雪、冰冻，形成冰川和冰川地貌。由于气候在地貌的形成和发展中的作用，而在地貌学中已形成一个分支——气候地貌学。

阳光、温度和水分都是生物特别是绿色植物赖以生存的必要条件，植物生态因子中的光、热、水、气都是气候要素。生物和环境长期相互作用的结果，形成与环境条件相适应的一定的形态结构、生理机能和一定的生物群体，其中最明显的是对气候条件的适应性。因此，在一定地区就会形成与该地区气候、土壤条件相适应的比较稳定的生物群落，生物群落与其周围环境组合而成生态系统，显示出一定的地理景观。由于气候存在着地带性分异规律，因而与之相适应的地理景观也有地带性分异规律，一般把这种景观称之为自然带。自然带都以气候—植被类型来命名。由此可见，气候在地理环境要素中是一个主导作用的要素。

第一节 气候和气候系统

一、气候和气候要素

（一）气候概念

气候是指某一地区多年天气的综合情况，既包括某地区多年常见的天气情况，也包括偶

尔出现的特殊的极端的天气情况。例如，我国冬季寒冷干燥、夏季炎热多雨；长江中下游地区初夏梅雨、盛夏干旱；华北地区春多风沙、秋高气爽等特点，都是气候特征，这是通过多年长期的天气状况观测综合得出的。它代表这些地区多年天气的平均情况。又如，1954年长江中下游地区的梅雨期过长，降水过多，造成历史上罕见的大水；1958年梅雨期过短，造成空梅，降水很少，使该地区出现干旱。这是极端的天气情况，也属气候现象。

气候与天气是两个密切联系而又有区别的概念。气候和天气都属大气过程，但气候是时间尺度很长的大气过程；天气是时间尺度短的大气过程。气候是大气的平均综合状态，而天气是大气瞬时的具体状况。因此，气候是对大气变化的综合，而天气则是在气候背景上的振动。气候作为一种长时间的大气过程，也可进行预报。气候预报已成为目前气候学研究的重要课题。

（二）气候要素

一地的气候是指该地区在太阳辐射、大气环流和地理因素共同作用下所造成的天气的多年平均状况。它可以用各种气候要素的数字表明。通常，把各种气象要素的多年平均值或特征值，称作气候要素，利用气候要素来描述各地的气候特征。最重要的气候要素是气温、降水和风等。气温是指多年平均气温，绝对最高、最低气温和平均最高、最低气温等；降水是指多年平均降水量、降水日数、降水持续时间和降水变率等；风则是指风向频率、最多风向（又称盛行风向）、平均风速和最大风速等。气候要素和气象要素都是大气状况的表征。不过气象要素是短时间大气状况的表征；而气候要素是长时间大气状况的表征。两者是统一的，但有时间尺度上的差异。气候要素是较稳定的，而气象要素是瞬时多变的。

（三）气候的多样性和复杂性

大气过程因受各种物理因子的影响，变化非常复杂。因而，全球各地气候皆有差异，类型多样。有些地方长夏无冬，终年多雨；有些地方长年冰冻，气温很低；有些地方四季分明，温和湿润；有些地方常年少雨，气候干燥。总之不同纬度有着不同气候；即使在同一纬度，大陆的东、西岸和内陆的气候也截然不同。

1. 气候的纬度地带性分布 全球不同纬度有不同的气候带。例如，低纬度地区有热带、副热带的湿热、干热气候；中纬度地区有四季分明的冷暖干湿交替的温带气候；高纬度地区有非常寒冷的寒漠和冰原气候。它们基本上沿纬向延伸，南北更替。

2. 气候的非纬度地带性分布 由于各地所处的海陆位置不同，同一纬度的大陆东、西岸和内陆可以出现不同类型的气候。例如，地中海地区和我国长江流域几乎处于同一纬度带，但一在大陆西岸，一在大陆东岸；地中海地区冬湿夏干，我国长江流域却冬干夏湿。又如我国黑龙江省和英国大致纬度相等，而黑龙江省冬季非常寒冷干燥，夏季温和多雨；英国却全年温和多雨。这些差异使气候的纬度地带性分布遇到破坏，呈现非纬度地带性分布。

3. 下垫面性质对气候分布的影响 下垫面性质的错综复杂使气候差异更加突出。在同一纬度、同一地区内，由于山地、高原、森林、沙漠等下垫面性质的不同，又有山地气候、高原气候、森林气候、沙漠气候之分。“一山有四季，十里不同天”、“南枝向暖北枝寒，一样春风有两般”等词句，就是山地气候的生动写照。

二、气候系统

气候系统由大气、海洋、陆地表面、冰雪覆盖层和生物圈等五个部分组成。太阳辐射是这个系统的主要能源。在太阳辐射的作用下，气候系统内部产生一系列的复杂过程，各个组成部分之间，通过物质交换和能量交换，紧密地联结成一个气候系统。

大气是气候系统中最容易变化的部分，例如，当外界热量输入（主要是太阳辐射）发生变化后，通过各种热量输送和交换过程能在一个月的时间内，调整对流层温度的分布。

海洋占地球表面积的71%左右，它能吸收到达地表的大部分太阳辐射能，海水又具有很大的热容量，所以它是气候系统中一个巨大的能量贮存库。洋流在热量输送和全球热量平衡中起着巨大的作用，海洋表层在数月到数年内与大气或海冰相互发生作用，调节其温度。海洋的深层热量调节时间则需要几百年。

陆地表面具有不同的海拔高度、地形、岩石、沉积物和土壤，以及河、湖、地下水等。河、湖、地下水是水份循环中的重要组成部分，它们也是气候系统中容易变化的部分。陆块位置、高度和地形发生变化的时间尺度，在气候系统的所有组成部分中是最长的。

冰雪覆盖层包括大陆冰原、高山冰川、海冰和地面雪被等。雪被和海冰有明显的季节变化，冰川和冰原的变化要缓慢得多。冰川和冰原的体积变化与海平面的变化有密切的联系。冰雪具有很大的反射率，在气候系统中，它是一个致冷因素。

生物圈指的是陆地上和海洋中的植物以及生存在大气、海洋和陆地的动物，也包括人类。生物对于大气和海洋的CO₂平衡、气溶胶的产生，以及其他气体成分和盐类有关的化学平衡都有很重要的作用。植物可以随着温度、辐射和降水的变化而发生自然变化，其变化的时间尺度为一个季节到数千年不等；而且植物反过来又会改变地面反射率和粗糙度、蒸发、蒸腾，以及地下水循环。由于动物需要得到适当的食物和栖息地，所以动物群体的变化，也反应了气候的改变。

由此可见，气候系统中的每个成分既受气候的影响，又反过来影响气候。因此，气候系统中每个组成成分的变化，都会影响整个气候系统的能量，从而导致短期或长期的气候变化。

第二节 气候的形成因子

气候的形成是太阳辐射、大气环流和地理因素（包括海陆分布、洋流、地形和下垫面局部状况的差异）等因子长期共同作用的结果。

对于某一地区而言，这些因子在短时间内的变化是微小的，因而，气候也较稳定；对于不同地区而言，由于各地所处的纬度不同，所接受的太阳辐射能量的多少不同，受海陆影响的程度和大气环流系统的配置也不同，因而，各地的气候就有各自不同的特点。所以，阐述气候的形成就必须分析各个形成因子的作用，与考虑诸因子对某地气候的影响。

一、气候形成的太阳辐射因子

形成气候的基本动力是热能，而太阳辐射是地球上的主要能量来源，是大气中一切物理现象和物理过程的原动力。不同地区的气候差异及其季节变化，主要是由于太阳辐射在地球表面分布的不均匀及其随时间变化的结果。

(一) 天文辐射

天文辐射是指投射到大气上界的太阳辐射。由于天文辐射在全球分布的不均匀所造成的气候叫天文气候。所谓天文气候即不考虑大气层对太阳辐射的影响，是一种理想情况，但已具备了世界气候分布的基本轮廓。

1. 影响天文辐射的因素 天文辐射的强弱主要取决于日地距离、太阳高度和白昼长度。

地球上受到的太阳辐射强度，与日地距离的平方成反比。任意时刻，大气上界的太阳辐射强度 I 为

$$I = \frac{a^2}{b^2} I_0$$

式中， b 为该时刻的日地距离， a 为日地平均距离， I_0 为太阳常数。根据上式便可算出任一时刻太阳辐射强度。表1—1是每月一日大气上界太阳辐射强度的变化值（给出与太阳常数相差的百分数）：

表1—1 各月一日内大气上界太阳辐射强度的变化

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\frac{I-I_0}{I_0}(\%)$	3.4	2.8	1.8	0.2	-1.5	-2.8	-3.5	-3.1	-1.7	-0.3	1.6	2.8

从上表可知，在近日点（一月份）大气上界的太阳辐射强度比太阳常数大3.4%，而在远日点（七月份），则比太阳常数小3.5%。

太阳高度是影响天文辐射强度最重要的因素，公式表示如下：

$$I = I_0 \sin h$$

另外，白昼长度也是决定天文辐射强弱的因素之一。因太阳高度与地理纬度、季节及时角有关，综合考虑上述三个因素的影响，利用球面三角公式可推导出地球上任一纬度某一天的天文辐射强度为：

$$W_T = \frac{T}{\pi} \cdot \frac{I_0}{b^2} (\omega_0 \sin \phi \cdot \sin \delta + \sin \omega_0 \cdot \cos \phi \cdot \cos \delta)$$

式中， W_T 为任一纬度天文辐射日总量； T 为一日长度（ $60 \times 24 = 1440$ 分钟）； b 为该时刻日地距离与日地平均距离之比， ω_0 为日没的时角； ϕ 为该地纬度； δ 为太阳赤纬。

在以上三个因素中，太阳高度是最重要的起决定作用的因素，其次是白昼长度和日地距离。

2. 天文辐射的时空分布 根据上面公式可算出各纬度各季的天文辐射日总量（表1—2）和年总量（表1—3）。可见，天文辐射的时空分布有下列特点：

表1—2 水平面上天文辐射日总量（卡/厘米²·日）

日 总 量 日期 \ 纬度	90°N	70°N	50°N	30°N	10°N	0	10°S	30°S	50°S	70°S	90°S
春 分	0	316	593	799	909	923	909	799	593	316	0
夏 至	1110	1043	1020	1005	900	814	708	450	170	0	0
秋 分	0	312	586	789	898	912	898	789	586	312	0
冬 至	0	0	181	480	756	869	962	1073	1089	1114	1185

表 1—3 北半球各纬度冬夏半年和全年辐射量(千卡/厘米²)

辐射量 时间 \ 纬度	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
夏半年	160.6	170.0	174.6	174.4	169.7	160.9	149.1	138.7	134.5	133.3
冬半年	160.6	146.8	129.0	107.8	84.0	58.7	33.6	13.4	3.24	0
全年	321.2	316.8	303.6	282.2	253.7	219.6	182.7	152.1	137.7	133.3

(1) 天文辐射日总量各纬度带的年变化情况不同, 赤道地区全年有两个最高值(春分日和秋分日); 北回归线及其以北地区, 全年只有一个最高值(夏至日)。这种季节变化的特点, 使低纬气温的年变化呈两高两低型, 中、高纬度呈单峰型。

(2) 天文辐射日总量的年变化, 随纬度增高而加大。赤道上为109卡/厘米²·日, 极为1110卡/厘米²·日, 两者相差达10倍。这和气温年变化随纬度增高而加大的特点相吻合。

(3) 天文辐射年总量随纬度增高而逐渐减少, 最高值在赤道, 最低值在极地。这和气温沿纬度的不均等分布是相一致的。

(4) 夏半年, 太阳辐射总量最高值在北纬20—25°附近的地区, 由此向南向北减少, 且南北之间的辐射量差异较小。这和夏季热赤道北移、南北温差较小的特点相符合。

(5) 冬半年, 太阳辐射总量最高值在赤道, 随纬度的增高而逐渐减少, 且南北之间的辐射量差异较大。这与冬半年南北温差较大的特点也是相一致的。

(6) 同一纬度地带, 日、季、年辐射量到处都相同, 表明天文辐射具有纬向带状分布的特点。这是气温呈纬向带状分布的基本原因。

天文辐射的纬向分布特点, 使地球上出现相应的纬度气候带, 如赤道带、热带、副热带、温带、寒带等, 称为天文气候带。这是理想气候带, 实际气候远为复杂, 但它能表明全球气候的基本轮廓。

(二) 总辐射的地理分布

太阳辐射穿过大气到达地面, 不仅受到大气的削弱作用, 使辐射总量减少, 而且在质的方面也发生变化, 如紫外线减少, 红外线比例增加。另外, 辐射形式也有变化。除太阳直接辐射外, 还有散射辐射、反射辐射、地面辐射和大气逆辐射等, 构成了一个地—气辐射体系。其中, 总辐射是地面的主要能源。它的分布和变化直接影响温度场和气压场的分布和变化, 在气候分析和生产实际中有重要的意义。

总辐射可用气候学的方法进行计算。不少中外学者都提出半理论半经验计算公式。目前气候学上一般采用下式:

$$(Q+q) = (Q+q)_0 (a+bS)$$

式中: $(Q+q)$ 为总辐射量, $(Q+q)_0$ 为理想条件下的总辐射量, a 、 b 为随气候状况而变的系数, S 为相对日照(即日照百分率)。

据上述公式计算北半球和我国各地的总辐射(见图和表 1—4), 可知总辐射在时空分布上有如下特点:

(1) 北半球, 一般地说, 总辐射的最高值出现在六月, 最低值出现在十二月。因总辐射的年变化主要取决于太阳高度的年变化。

(2) 大气是不透明的, 且其中水汽含量多变。因此, 随大气状况的改变, 使总辐射的年变化受到一定程度的影响, 尤以季风地区更为明显。就我国而言, 西北干燥地区, 总辐射最高值出现在六月; 长江以南地区, 最高值出现在七月; 西藏地区, 最高值出现在四一五月; 内蒙古东部、华北北部、东北南部等地, 最高值出现在五月。总辐射最低值, 大部分地区出现在十二月, 仅我国南部地区出现在二月份。

(3) 总辐射的年振幅随纬度的增高而加大。例如, 广州振幅为7.7, 南京为8.1, 北京为10.3, 沈阳为10.7, 二连浩特为13.7; 对于同一纬度地区, 则西部干燥地区的年振幅大于东部沿海地区。例如, 敦煌为13.2, 北京10.3。

总辐射的地理分布, 如图所示。全球年总辐射基本上呈纬向带状分布, 即从赤道向南向北总辐射量逐渐减少。但在赤道地区, 因云雨多, 年总辐射量较低; 南、北半球的副热带地区, 尤其是北非大陆的沙漠地带, 因云量最少, 受削弱少, 年总辐射量最大。总辐射的这种分布, 与天文辐射的纬向带状分布基本相似, 但辐射最大值的分布已有所差异, 由赤道地区移至副热带地区, 体现了大气状况对辐射的影响。

表 1—4 我国各地太阳总辐射 (千卡/厘米²·月或千卡/厘米²·年)

地 点 月	和田	西宁	拉萨	北京	沈阳	汉口	长沙	南京	上海	广州	琼中
1	7.00	8.04	13.34	6.27	5.23	5.85	5.26	6.37	6.34	7.20	6.99
2	7.76	9.24	16.63	7.51	6.89	6.12	5.05	6.71	6.53	6.00	6.94
3	11.5	12.7	18.53	10.05	10.72	8.01	7.04	9.18	8.92	8.93	9.69
4	13.3	14.2	22.22	13.23	12.88	9.82	8.59	10.67	9.91	8.05	11.36
5	16.2	15.9	20.67	15.82	15.24	11.72	9.56	12.43	11.21	10.82	12.26
6	17.3	16.3	18.72	15.78	14.72	13.17	11.11	12.94	10.98	10.93	11.01
7	16.7	16.1	17.98	14.30	13.54	15.06	15.29	14.15	14.31	13.74	12.87
8	15.7	15.4	17.61	13.04	12.89	15.02	14.12	14.10	13.90	13.07	12.12
9	13.3	12.2	17.60	11.96	11.69	11.20	11.00	10.32	9.35	11.51	9.65
10	11.7	10.7	13.98	9.34	8.74	8.85	8.26	9.46	8.55	11.24	8.43
11	8.40	8.40	12.36	6.38	5.67	6.49	6.15	6.71	6.61	9.04	6.59
12	6.72	7.50	13.67	5.53	4.50	5.69	5.10	6.06	5.95	7.60	6.38
年	145.6	146.60	202.41	103.13	122.67	117.01	106.53	119.10	112.57	116.13	114.29

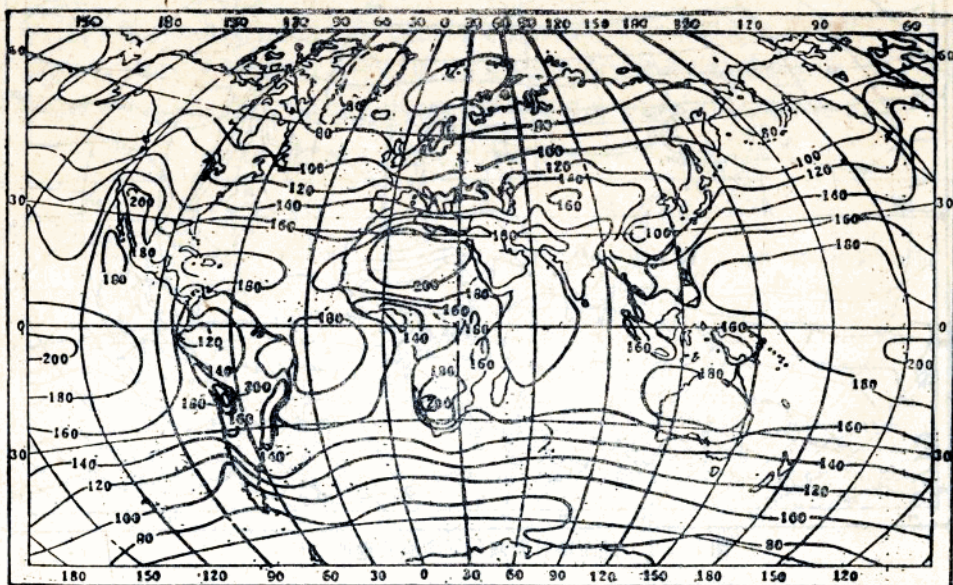


图1—1 全球年太阳总辐射分布 (千卡/厘米²·年)

(三) 全球地面辐射差额的地理分布

地面辐射差额是指地面收入和支出的辐射能的差值。根据地面辐射差额方程式:

$R_g = (Q + q)(1 - a) - F_0$, 可以计算。影响地面辐射差额的因素很多, 主要为纬度、云量多少和地面湿润状况等因素。由于受这些因素的综合影响, 不仅使地面各个不同地区的辐射差额不同, 也使同一纬度上的不同地区, 由于下垫面的性质差异, 导致不同的辐射差额。

据图1—2可见, 全球地面辐射差额的地理分布具有如下特点:

1. 年辐射差额等值线不完全与纬线平行, 海洋上的辐射差额值较同纬度大陆大, 沿海附近的等值线有突变现象。
2. 海面上的年辐射差额等值线呈纬向带状分布, 其数值随纬度的增高而变小; 陆上的纬向分布遭破坏, 最大值出现在潮湿热带地区, 干旱沙漠地区的数值很小。
3. 整个海陆表面的年辐射差额均为正值, 仅在高纬长期冰雪覆盖地区才有可能出现负值。

地面辐射差额在时间上的变化, 一年中最大值出现在夏季, 最小值出现在冬季。夏半年为正值, 冬半年为负值。其年变化的规律与总辐射的年变化相似。

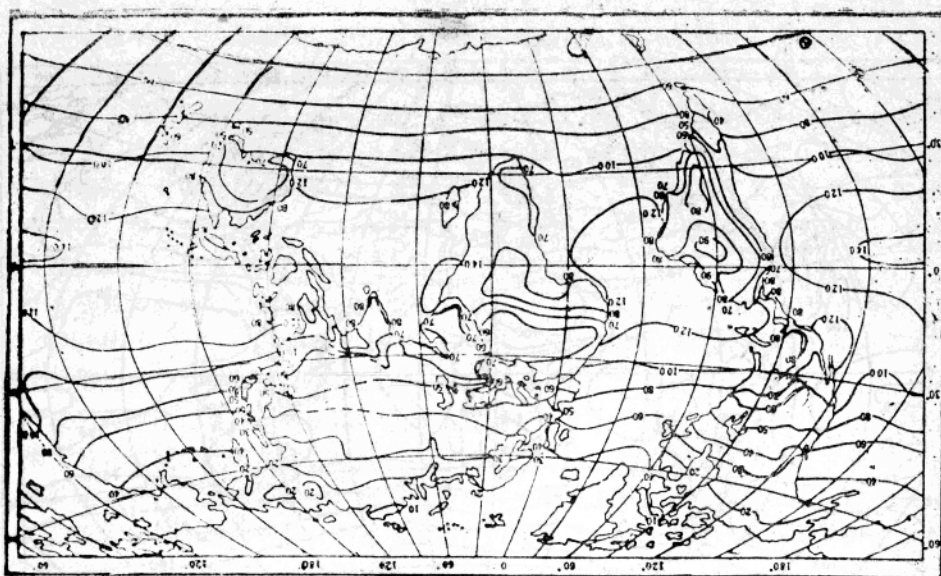


图 1—2 地面辐射差额年平均值的地理分布

(四) 地球热量平衡沿纬度的分布

地面辐射差额表示地面以辐射形式净得或损失的热量，当其为正値时，热量有盈余；为负値时，热量有亏损。地面盈余的热量，要以乱流显热和蒸发潜热形式输送给空气，调节空气的温度和湿度；亏损的热量则要从空气和土壤内部来获取。不论其间热能怎样转换，根据能量守恒定律，它们的收支是平衡的。因此，地面热量平衡就是地面辐射差额与其转换为其它能量消耗或能量补偿之间的平衡。

这种平衡决定着土壤表面活动层和贴地层空气的增温与冷却，决定着水相的变化，是气候形成的重要因素。

地面热量平衡方程，一般用下式表示：

$$R_g + LE + P + A = 0$$

式中， R_g 为地面辐射差额； LE 代表地面与大气间的潜热交换（ L 为蒸发潜热， E 为蒸发量或凝结量）； P 代表地面与大气间乱流交换； A 代表平流热量输送（ $A = B + W$ ， B 为地面与土壤下层间的热输送， W 为地表面上平流输送的热量）。由表 1—5 可知，地面辐射差额基本上是随纬度的增加而减小，而总辐射的最大值在 20° 左右的副热带地区，由此向高纬度减小。两者有所差别，但总趋势是低纬地区（ $30^\circ N$ 以南地区）获热多，高纬地区获热少。

蒸发耗热（ LE ），表示从地面向大气的潜热输送。该项在陆地上以赤道地区最大，向高纬逐渐减少；在海洋上，则最大值出现在 $10-20^\circ N$ 附近，说明副热带地区蒸发量最大。

乱流热交换（ P ），表示地面通过乱流向大气输送的热量。该项在陆地上以中纬度 30° 附近最大；海洋上则最大值出现在高纬地区，由低纬向高纬逐渐增大。全球平均而言，以 $20-40^\circ$ 地区最大，这表明中纬地区下垫面对大气的影晌相当重要。

平流输送（ $A = B + W$ ，海上全年平均 $B = 0$ ， $A = W$ ），表示洋面上的平流输送热量。在 $20^\circ S-30^\circ N$ 之间的地区，洋面吸收热量；在其它纬度的地区，洋面放出热量。这是洋面

起调节温度作用的一个重要方面。

将地球热量平衡沿纬度的分布和气温的水平分布相对照,两者很相近。这表明:气温的高低不单纯取决于接受太阳辐射数量的多少,还要看地面向外放散的热量的多少,即主要取决于热量的收支。因此,研究气温的分布和变化就需要考虑热量收支的分布和变化。

表 1—5 热量平衡各分量的平均纬度值(千卡/厘米²·年)

纬 度	海 洋					大 陆					全 球				
	(Q+q)	R	LE	P	A	(Q+q)	R	LE	P		(Q+q)	R	LE	P	A
60—50°N	88	34	—34	—18	18	93	23	—19	—4		91	28	—25	—10	7
50—40	109	54	—51	—15	12	119	38	—22	—16		114	46	—36	—15	5
40—30	136	78	—73	—12	7	159	56	—26	—30		146	69	—53	—20	4
30—20	151	100	—85	—7	—8	184	64	—23	—41		163	86	—60	—20	—6
20—10	156	110	—89	—5	—16	182	74	—36	—38		163	101	—75	—14	—12
10—0	149	107	—76	—5	—26	149	79	—58	—21		149	101	—72	—9	—20
0—10°S	152	107	—81	—7	—19	143	75	—59	—16		150	99	—76	—9	—14
10—20	155	107	—97	—9	—1	161	69	—44	—25		156	99	—85	—13	—1
20—30	147	94	—87	—10	3	169	62	—29	—33		152	87	—74	—15	2
30—40	128	73	—77	—12	16	149	55	—29	—26		130	71	—72	—14	15
40—50	104	53	—57	—5	9	112	39	—24	—15		104	53	—56	—5	8
50—60	84	31	—37	—12	18	80	26	—18	—8		83	31	—37	—12	18
全 球	128	77	—68	—9	0	132	46	—27	—19		129	68	—56	—12	0

(五) 全球热量平衡模式

全球热量平衡,是指整个地气系统和外界宇宙空间的热量收支。它的各个分量的收支和分配与各个辐射体系以及各种形式的热量转换有密切的关系。

太阳辐射在地球表面单位时间、单位面积上的平均值(i)应为

$$i = I_0 \pi r^2 / 4 \pi r^2$$

式中, I_0 为太阳常数, πr^2 为太阳直射下的圆面积, $4 \pi r^2$ 为地球表面面积。根据上式计算 i 值为 262 千卡/厘米²·年。为了论述方便,假设 i 值为 100 个单位。如图 1—3 所示,进入大气后到达地面的太阳辐射量为 47 个单位,被大气所吸收的为 19 个单位,由大气和地面反射回宇宙空间为 34 个单位。

对大气而言,它获得的热量有:来自太阳辐射的 19 个单位,来自地面对流和乱流热量输送的 10 个单位,地面水分蒸发产生的潜热输送 23 个单位和来自地面的长波辐射 114 个单位,

共 166 个单位；它向外输出的热量有：返回地面的大气逆辐射 106 个单位和向宇宙空间放出的大气长波辐射 60 个单位，也为 166 个单位。收支相抵。

对地面而言，它获得的热量有：直接到达地面的太阳辐射 47 个单位和大气逆辐射 106 个单位，共 153 个单位；向外放出的热量有：向大气的乱流热输送 10 个单位，潜热输送 23 个单位和地面长波辐射 120 个单位，也是 153 个单位。收支平衡。

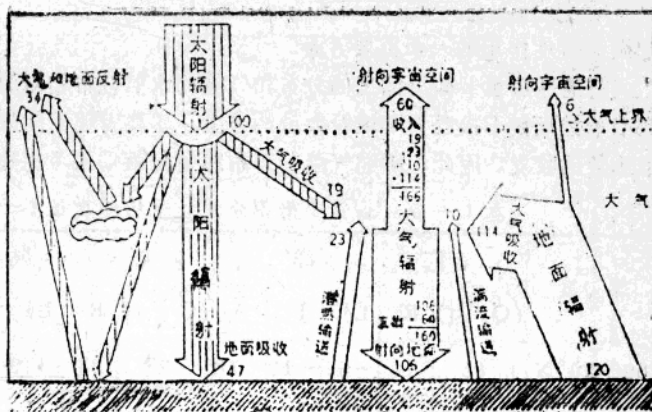


图 1—3 地球热量平衡（模式）

对整个地气系统而言，向宇宙空间输出的热量为：大气和地面反射回宇宙空间的 34 个单位，逸向宇宙空间的大气长波辐射 60 个单位和透过大气射向宇宙空间的地面长波辐射 6 个单位，共 100 个单位。收入和支出相等。

因此，不论对大气、地面或整个地气系统，各部分的热量收支都相平衡。多年来地球表面的年平均温度基本不变，就是全球热量平衡的反映。

二、气候形成的环流因子

大气环流是指大气中具有全球规模的大尺度流场。在它的控制下，各种大小不同的气压系统不停地运动，影响着所控制地区的天气和气候。此外，由于大气环流的存在，不同地区的热量和水分得以进行交换和输送，影响着各地的气温和降水，从而制约着气候。因此，大气环流因子在气候形成中起着重要的控制作用。

（一）环流的热量输送作用

全球高、低纬度之间，辐射差额的分布有差异，低纬度辐射差额为正值，高纬度为负值。因此，低纬获得热量，高纬失去热量。大气环流是热量的主要传送者。它将低纬盈余的热量向高纬输送，缩小了南北之间的温度差异（表 1—6）。如表所示，大气环流的输送作用使低纬（30°N 以南地区）温度下降了 2—13°C，使高纬（40—90°N）温度升高了 6—22°C，高低纬之间的温差减小（由 83°C 下降至 48°C）。

表 1—6 各纬度辐射差额温度与实测温度的比较

温度 (C°)	纬 度									
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
辐射差额温度 (大气不流动)	39	36	32	22	8	-6	-20	-32	-41	-44
实测值	26	27	25	20	14	6	-1	-9	-18	-22
实测值—计算值	-13	-9	-7	-2	+6	+12	+19	+23	+23	+22

海陆之间的热量输送，随季节变化而不同。冬季大陆是冷源，海洋是热源，在中纬大陆西岸，在西风气流的输送下，热量由海洋向大陆输送；夏季大陆是热源，海洋是冷源，中纬25—35°地区，由于西风带北移，处在副热带高压控制下，故大陆西岸，热量由大陆向海洋输送。因此，冬季，中纬大陆西岸的气温就比同纬度大陆内部地区为高；夏季，中纬大陆西岸海面气温也比东岸高。大陆东岸地区，冬季受大陆冷空气的影响，气温低于同纬度大陆西岸地区，海面气温也远比水温低得多，这是大陆上冷空气输送到海上所致。夏季受海洋上来的夏季风的影响，大陆东岸气温低于同纬度大陆内部。这样，就造成了大陆东、西岸和内陆地区之间的气温差异。

（二）环流的水分输送作用

大气中的水分在天气、气候的变化中扮演重要的角色，而各地水分的多少离不开全球水分的交换。全球海陆之间和地面与大气之间的水分交换，是通过水分循环的过程实现的。大气环流在水分循环过程中起着重要的作用。

水分循环是由蒸发、大气中的水汽输送、降水和径流四个环节组成的，其中蒸发、大气中的水汽输送和降水三个环节都与大气环流有关。

1. 环流对蒸发的影响 蒸发是水分自地面进入大气的重要过程。蒸发的多少和快慢，不仅取决于下垫面本身所含水分的多少，还取决于环流条件。全球年蒸发量的高值区在南北纬10—20°地区，低值区在赤道地区。这是因为纬度10—20°附近地区属信风带控制，气流来自副热带高压，温度较高，风向、风速稳定，有利于蒸发；赤道地区属赤道低压带控制，水平风速很小，蒸发较弱。

2. 大气中的水汽输送 大气中水分输送的方向和速度与环流形势密切相关。南、北半球，水汽的输送以副热带高压为中心，通过西风气流输送至中、高纬度；通过信风气流输送至低纬度。

3. 环流与降水分布 降水是地面上水分的主要源泉。降水的形成离不开水汽的输入和空气的垂直上升运动，这一切都和环流形势紧密相连。例如，降水量的多少和进入各种天气系统的水汽量有关，暖湿赤道空气的流入能在几小时或1小时以内产生100毫米的降水；雷水量的多少可和流入
暴降Cb云内水汽量的多少成正比。

世界降水的纬度分布有两个高峰和两个低峰，即两个多雨带和两个少雨带。两个多雨带和赤道辐合带、极锋辐合带的位置基本相符；两个少雨带和副热带高压带、极地高压带的位置基本相符。

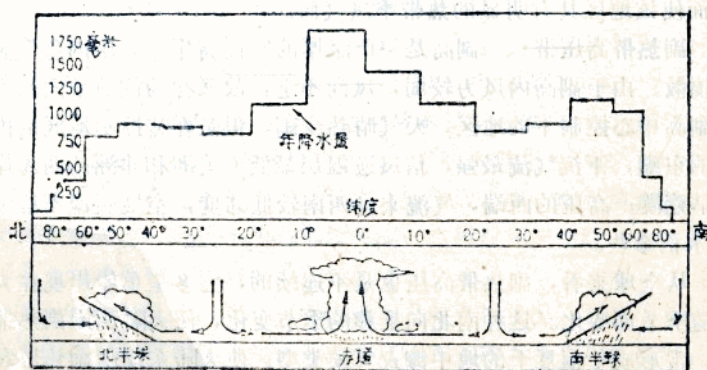


图1—4 全球降水带状分布的图解

置相符。

(三) 环流与气候的纬度地带性

大气环流基本是水平纬向环流,地面的气压带和风带基本上沿纬向成带状分布。在气压带和风带的影响下,同一纬度带内的气候具有相类似的特点。因此,环流的纬向分布与气候的纬度地带分布是相一致的。

1. 低纬度环流与气候 低纬度环流是哈得莱环流,其低层从赤道向南向北有赤道低压带、信风带和副热带高压带,其中信风带所占据的面积最广、影响范围较大。由于这些气压带和风带有着各自不同的气流特点,因而,在它们各自控制的地区也呈现不同的气候特征。

信风带 信风发生在低层副热带高压带的向赤道一侧,控制着低纬的大部分地区,在北半球为东北风,南半球为东南风。信风的风向非常稳定,冬强夏弱;在它控制下的天气单调少变。全球热带海洋中,除北印度洋外,全年均受信风控制。

“信风逆温”是信风带的另一个重要特点。它是来自副热带高压的暖干空气与相对较冷的海洋上的空气相遇而形成的。它的存在限制了对流云的向上发展,增加了空气的稳定程度。因而,在信风带控制的地区,气候炎热干燥,少云少降水,尤其是大洋东侧的背风海岸更加明显,往往会形成沿岸沙漠气候。而在大洋西侧的迎风海岸则降水丰沛。

赤道辐合带 在赤道地带为南北两半球信风气流的辐合带,称为赤道辐合带(ITCZ)。由于两侧信风气流的辐合上升,水平方向上风力微弱,风力不定,故又称为赤道无风带。

赤道辐合带是一个狭窄的不连续的气流辐合带,在它附近上升气流强烈,形成一些热带云团。这些积雨云云团可带来较大的降水(大于20毫米/日),云团之间的区域则天气晴朗。在信风气流的推动下,云团缓慢地向西移动。因此,从气候学角度来看,赤道辐合带是云团向西传播的轨迹。在它影响下的地区,气候终年炎热潮湿,天气单调,多对流性雷雨。

赤道辐合带的位置靠近赤道,在海洋上,它和热赤道基本一致,随太阳直射点的南北移动而向南、北半球移动。一般它的位置变化很小,仅在印度洋上的变动较大,冬季南移至南半球 10°S 附近,夏季北移至 30°N 附近(青藏高原上空)。由于它的季节位移很大,使印度洋和南亚地区冬季受信风带控制,夏季受由南半球东南信风跨过赤道而形成的西南季风控制,从而使该地区具有明显的热带季风气候。

副热带高压带 副高是一个深厚的暖性高压,高压内部气流下沉,水平方向上气流向外辐散。由于副高内风力较弱,风向不定,故又称为副热带无风带。在它的控制下,尤其是在副高中心控制下的地区,天气晴热少雨。但是在其控制地区的内部,气候仍有差别。如高压的东端,下沉气流最强,信风逆温层最低(美洲和非洲的西海岸),空气更加稳定,形成干旱荒漠;高压的西端,气流来自西南较低纬度,空气暖湿不稳定,有些上升气流,造成的降水稍多些。

从全球来看,副热带高压也是不连续的,它多呈单体出现在大洋上。它们的位置和强弱都随季节而变化。这种南北向推移的季节变化,使大陆西岸副热带地区的气候受到很大的影响,常形成冬湿夏干的地中海式气候类型;使大陆东岸的副热带和温带季风气候得以加强。

2. 中纬度环流与气候 中纬度环流是一个间接环流圈,暖区空气下沉,冷区空气上升。由于中纬度地区是全球水平温度梯度最大的区域,因而在低层和高层气流的分布上出现