

对流

对流（convection）指的是流体内部由于各部分温度不同而造成的相对流动，即流体(气体或液体)通过自身各部分的宏观流动实现热量传递的过程。[液体或气体](#)中，较热的部分上升，较冷的部分下降，循环流动，互相掺和，最终使温度趋于均匀。因流体的热导率很小，通过热传导传递的热量很少，对流是流体的主要传热方式。

对流可分[自然对流](#)和[强迫对流](#)两种。自然对流往往自然发生，是由于浓度差或者温度差引起密度变化而产生的对流。流体内的温度梯度会引起密度梯度变化，若低密度流体在下，高密度流体在上，则将在重力作用下形成自然对流。强迫对流是由于外力的推动而产生的对流。加大液体或气体的流动速度，能加快对流传热。

[流体](#)的主要[传热](#)方式

流体内部由于各部分温度不同而造成的相对流动

分 类

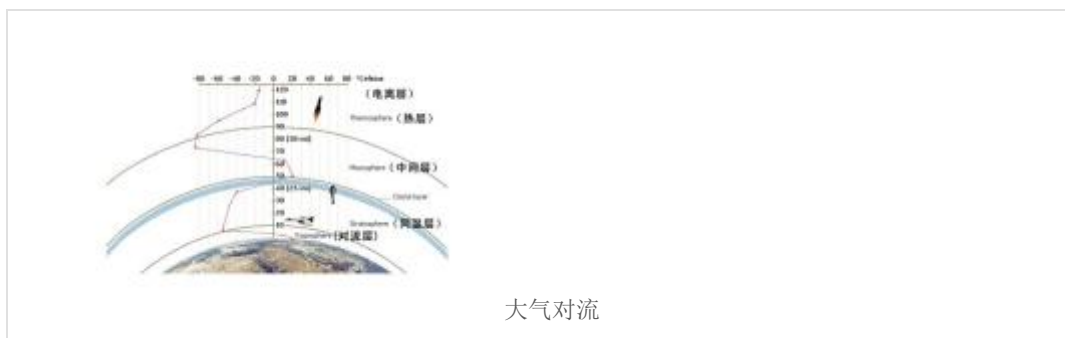
自然对流、强迫对流

定义

[液相](#)或[气相](#)中各部分的[相对运动](#)。因浓差或[温差](#)引起密度变化而产生的对流称[自然对流](#)；由于外力推动(如[搅拌](#))而产生的对流称[强制对流](#)。对于[电解液](#)来说，[溶质](#)将随液相的对流而移动，是[电化学](#)中[物质传递](#)过程的一种类型。

流体（气体或液体）通过自身各部分的宏观流动实现热量传递的过程。因流体的[热导率](#)很小，通过[热传导](#)传递的热量很少，对流是流体的主要传热方式。对流可分为自然对流和[强迫对流](#)。流体内的温度[梯度](#)会引起[密度梯度](#)变化，若低密度流体在下，高密度流体在上，则将在重力作用下自然对流。冬天室内取暖就是借助于室内空气的自然对流来传热的，大气及海洋中也存在自然对流。靠外来作用使流体循环流动，从而传热的是强迫对流。[2]

大气对流



atmospheric convection

大气中的一团空气在**热力**或动力作用下的垂直上升运动。通过大气对流一方面可以产生大气低层与高层之间的热量、动量和水汽的交换，另一面对流引起的水汽**凝结**可能产生降水。热力作用下的大气对流主要是指在层结不稳定的大气中，一团空气的密度小于环境空气的密度，因而它所受的浮力大于重力，在阿基米德浮力作用下形成的上升运动。在夏季经常见到的小范围的、短时的、突发性的和由**积雨云**形成的降水，常是热力作用下的大气对流所致。动力作用下**大气对流**主要是指在气流水平**辐合**或存在地形的条件下所形成的上升运动。在大气中大范围的降水常是**锋面**及相伴的气流水平辐合抬升作用形成的，而在山脉附近的固定区域产生的降水常是地形强迫抬升所致。一些特殊的地形（如喇叭口状的地形）所形成的**大气对流**既有地形抬升的作用，也有地形使气流水平辐合的作用。

一方面热力和动力作用可以形成大气对流，另一方面大气对流又可以影响大气的热力和动力结构，这就是大气对流的反馈作用。在大气所处的热带地区，这种反馈作用尤为重要，大气对流形成的**水汽**凝结加热常是该地区大范围**大气运动**的重要能源。

对流气层

troposphere



位于大气的最低层，集中了约 **75%**的大气质量和 **90%**以上的水气质量。其下界与地面相接，**上界**高度随地理纬度和季节而变化。在低纬度地区平均高度为 **17~18** 千米，在**中纬度**地区平均为 **10~12** 千米，极地平均为 **8~9** 千米。夏季高于冬季。

对流层中，气温随高度升高而降低，平均每上升 100 米，气温约降低 0.65℃。由于受地表影响较大，气象要素（气温、湿度等）的水平分布不均匀。空气有规则的垂直运动和无规则的乱流混合都相当强烈。上下层水气、尘埃、热量发生交换混合。由于 90% 以上的水气集中在对流层中，所以云、雾、雨、雪等众多天气现象都发生在对流层。

对流层中从地面到 1~2 千米的一层受地面起伏、干湿、冷暖的影响很大，称为摩擦层（或大气边界层）。摩擦层以上受地面状况影响较小，称为自由大气。对流层与其上的平流层之间存在一过渡层，称为对流层顶，厚度约几百米到 2 千米。对流层顶附近气温随高度升高变化的幅度发生突变，或随高度增加温度降低幅度变小，或随高度增加温度保持不变，或随高度增加温度略有增高。对垂直运动有很强的阻挡作用。

地幔对流

mantle convection hypothesis



一种说明地球内部物质运动和解释地壳或岩石圈运动机制的假说。它认为在地幔中存在物质的对流环流。在地幔的加热中心，物质变轻，缓慢上升形成上升流，到软流圈顶转为反向的平流，平流一定距离后与另一相向平流相遇而成为下降流，继而又在深处相背平流到上升流的底部，补充上升流，从而形成一个环形对流体。对流体的上部平流驮着的岩石圈板块作大规模的缓慢的水平运动。在上升流处形成洋中脊，下降流处造成板块间的俯冲和大陆碰撞。1928 年英国地质学家 A.霍姆斯认为上升流处地壳裂开，形成新的大洋底，对流的下降流处地壳挤压形成山脉。1939 年 D.T.格里格斯提出，由于岩石热传导不良，放射热的聚集导致对流。60 年代后期板块构造学建立以后，地幔对流运动被普遍认为是板块运动的驱动力。

地球岩石圈下的软流圈有 10% 的融熔体。岩石圈以下的固体地幔因高温高压而表现为像粘滞液体一样的韧性，并能产生流动。地幔中因放射性同位素蜕变产生热而加温，密度变小，于是轻物质向上、重物质向下运动，以便达到最低位能的稳定状态，这就是地幔对流，速度非常慢，其上升流可持续几千万年到几亿年。

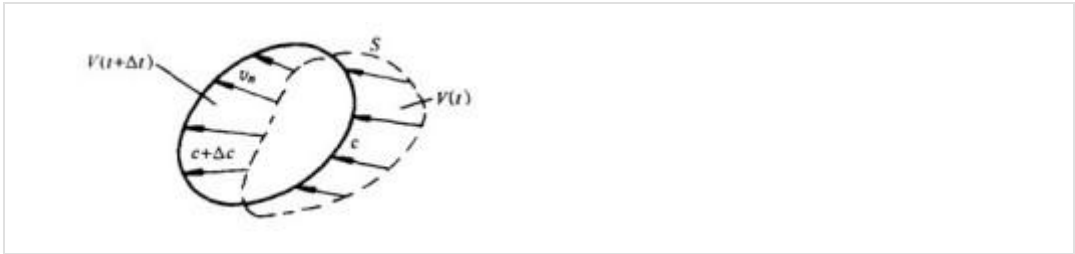
地震波速的各向异性的发现，以及由此提出的地幔对流引起晶体定向排列的假说，有力地支持了地幔对流说。J.摩根在 20 世纪 70 年代提出了一种单轴羽状地幔对流模式。对流体

以每年几厘米的速度从地幔底部升起，形成以上升流为轴心，下降流在外的圆筒状对流体。上升流所对着的地壳区域就是热点。

热对流

热对流是指热量通过流动介质，由空间的一处传播到另一处的现象。火场中通风孔洞面积愈大，热对流的速度愈快；通风孔洞所处位置愈高，热对流速度愈快。热对流是热传播的重要方式，是影响初期火灾发展的最主要因素。影响热传导的主要因素是：温差、导热系数和导热物体的厚度和截面积。导热系数愈大、厚度愈小、传导的热量愈多。

流体力学



流体力学中，对流过程指流体处于宏观流动状态下，控制体 V 中 c （流体单位体积中携带的物理量，如密度、热量、污染浓度等）的总量因对流而发生变化。可认为它由两部分组成：一部分是 c 在 V 中随时间增加而变化，另一项是区域 V 中由于流体流动、位置变化而引起流体中 c 的变化。对流强弱与流速大小有关。

与扩散的区别

流体力学中的扩散过程包括分子布朗运动形成的分子扩散以及流体湍流运动形成的湍流扩散。这种扩散使得物理量 c 在流场中由高值向低值方向移动。扩散速率与 c 的梯度成正比。

在流体力学动量控制方程中的对流项为非线性项，给一般有限元数值方法带来了很大不便。

热传递

(1)定义或解释物质(系统)内的热量转移的过程叫做热传递。

(2)说明热传递是通过热传导、对流和热辐射三种方式来实现。在实际的传热过程中，这三种方式往往是伴随着进行的。

①热传导: 热量从系统的一部分传到另一部分或由一个系统传到另一系统的现象叫做热传导。热传导是固体中热传递的主要方式。在气体或液体中, 热传导过程往往和对流同时发生。各种物质的热传导性能不同, 一般金属都是热的良导体, 玻璃、木材、棉毛制品、羽毛、毛皮以及液体和气体都是热的不良导体, 石棉的热传导性能极差, 常作为绝热材料。

②对流: 液体或气体中较热部分和较冷部分之间通过循环流动使温度趋于均匀的过程。对流是液体和气体中热传递的特有方式, 气体的对流现象比液体明显。对流可分自然对流和强迫对流两种。自然对流往往自然发生, 是由于温度不均匀而引起的。强迫对流是由于外界的影响对流体搅拌而形成的。加大液体或气体的流动速度, 能加快对流传热。

③热辐射: 物体因自身的温度而具有向外发射能量的本领, 这种热传递的方式叫做热辐射。热辐射虽然也是热传递的一种方式, 但它和热传导、对流不同。它能不依靠媒质把热量直接从一个系统传给另一系统。热辐射以电磁辐射的形式发出能量, 温度越高, 辐射越强。辐射的波长分布情况也随温度而变, 如温度较低时, 主要以不可见的红外光进行辐射, 在500℃以至更高的温度时, 则顺次发射可见光以至紫外辐射。热辐射是远距离传热的主要方式, 如太阳的热量就是以热辐射的形式, 经过宇宙空间再传给地球的。

工程对流

在土方施工中, 经常会遇到: 土方的对流, 是指互相借方, 造成浪费。