

气体的交换

- 氧气经过潮湿的表面扩散进入体内，二氧化碳从体内扩散出体外的过程

小型生物	以体表上简单的扩散方式进行气体交换
大型生物	总表面积对体积的比值小，需有特化的呼吸表面

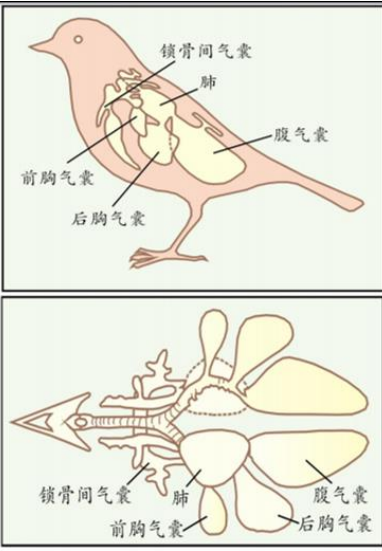
- 呼吸表面的特征

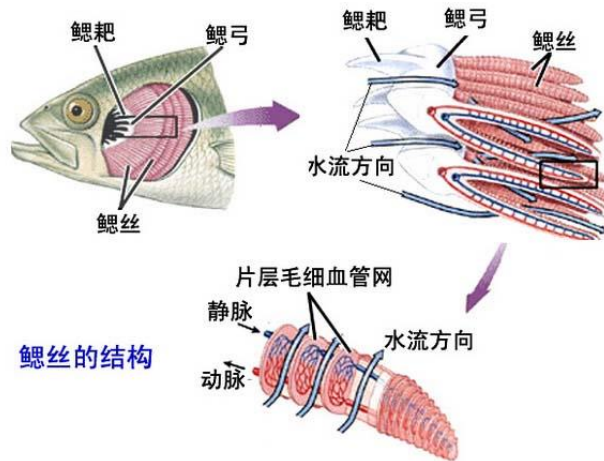
表面薄	方便气体扩散
表面潮湿	氧气必须先溶在水中，才能携入体内血液；二氧化碳必须溶在水后才扩散出体外
表面积大	加速气体的交换速率
密集的微血管网	方便交换气体后的运输

- 气体交换的机制

昆虫	<ul style="list-style-type: none"> • 陆生节肢动物的主要呼吸器官是几乎遍布全身的气管系统 (tracheal system)。 • 昆虫的气管开口于胸部和腹部两侧的气孔。气孔通入体内，形成管道，这就是气管。气管一再分支，最后形成非常细而且管壁很薄的微气管(tracheole)。有些小气管的直径可小到 $0.2\mu\text{m}$，深入到各组织细胞之间。 • 昆虫身体细胞所需的氧不需要由血液运输了，因为气管系统就能把氧直接运输到身体组织的每一个细胞。 • 气孔一般都有瓣膜作为开关，用来调节进入气管空气的量。蚱蜢身上共有 10 对气孔，其中胸部有 2 对，腹部有 8 对，前 4 对气孔是空气进入的管道。呼吸产生的 CO_2 则从后 6 对气孔排出。 • 气管壁上有坚硬的几丁质环纹，专门支撑气管，使之有弹性，气管就不会因身体变形而被挤扁了。 • 气孔开关的速度与昆虫的活动和代谢速率有关系。 <ul style="list-style-type: none"> ○ 例如，跳蚤平时不太活动，只有第一和第八对气孔每隔几秒钟开关一次，其他气孔则关闭。 ○ 在活动时，或因环境温度升高而代谢率提高时，第一和第八对气孔开放的频率增大，开放持续时间也要延长，其他气孔也同时活动起来 ○ 在吸血后或雌蚤产卵时期，气孔就会全部长时间张开。
----	---

<p>鸟类</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 气体从鸟的鼻孔进入鼻腔，然后通过内鼻孔进入气管。气管通入胸腔后，在入肺之前分为左右两个支气管，支气管再经过多次分支，形成了大量细小的微气管。微气管彼此相连，形成了网状的气管系统 • 鸟类的呼吸系统除了肺外，还有一种特殊的结构，即气囊 • 气囊是一系列薄而透明的囊，它们与支气管和肺相通。除锁骨间气囊只有一个外，鸟类的其余各气囊均是左右成对存在的。气囊的壁非常薄，可以延伸到胸腔的各个部位，甚至可深入到骨髓腔中。气囊壁上没有血液供应，因此不能进行气体交换，但气囊能贮存新鲜空气。 • 鸟类在吸气时，新鲜空气从气管直接进入后部气囊，然后进入肺，最后进入前部气囊。呼气时，后面的气囊中的空气继续入肺，而前面气囊中的气则沿气管呼出。 • 无论是呼气还是吸气，空气总是能够按照一个方向连续进入肺。 • 鸟类有了气囊，肺内就永远有新鲜空气，而新鲜空气按一个方向出入肺，就可能使空气交换不间断地连续进行。 • 气囊的存在使鸟类体重和体积之比降低，体轻对飞翔有利 <ul style="list-style-type: none"> ○ 飞翔能力强的鸟，气囊也发达；飞翔能力弱的或不飞的鸟，气囊也不发达。 ○ 但气囊不是到鸟类才进化而成的新器官，在某些爬行类就已经有了。

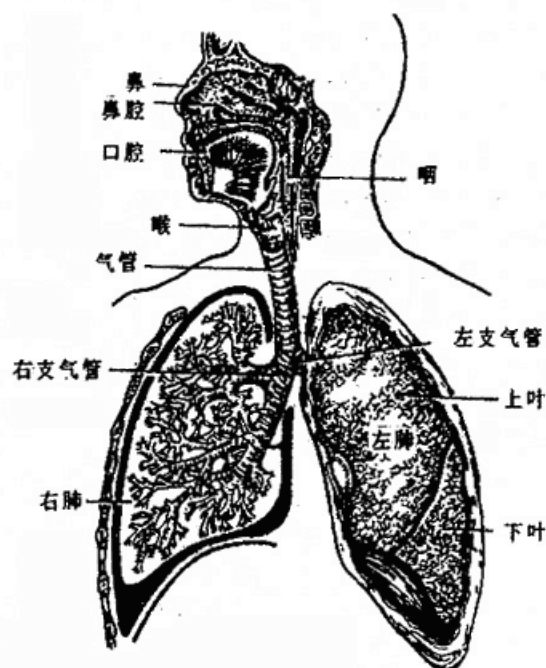
	
<p>鱼类</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 水中氧含量只有空气中氧含量的 5%，而且氧在水中的扩散速度更慢一些，所以对于水生动物，它们需要比陆生动物更有效的呼吸器官。 • 水生动物通常靠鳃呼吸，鳃是水生动物的皮肤向外延伸而成的专门用于气体交换的器官。 • 鳃弧(gill arch)延伸出许多纤细的鳃丝(gill filament)、鳃板(gill lamella)的分化，使鳃与水接触的面积大大增加。鳃这样的特点有利于淡水鱼在水中摄取更多的氧气。鳃的另一特点（鳃板）是鳃表面分布有密集的毛细血管（微血管），丰富的血液从鳃表面流过。毛细血管中血液和水之间一般只相隔两层细胞，一个是毛细血管壁细胞，另一层是鳃表面的上皮细胞。因此，水中的氧气就很容易地通过扩散进入毛细血管中的血液。 • 硬骨鱼类的每个鳃弓的内缘生有两排并列的骨质突起，称为鳃耙（gill raker）。鳃耙为鳃部的过滤器官，用以阻挡食物和沙粒随水流经鳃裂流出，以免损伤鳃瓣。 • 鳃中血液流动的方向和水流的方向相反，这就形成了一种逆流交换的形式，使血液能最大限度地与水中的 O₂ 接触，最大限度地摄取 O₂。 • 鳃的第三个特点是很薄而且质地柔软，因此多种动物的鳃都是藏在身体之内，受到保护的。例如河蚌的鳃位于壳和身体内部，虾的鳃外面有头胸甲遮盖，鱼的鳃外面有鳃盖保护。 • 鱼的鳃位于咽的两侧，鳃盖关闭时，口张开，水从口流入咽，然后口关闭，鳃盖张开，口腔收缩，压迫水 flow 过鳃，从鳃盖后缘流出。鱼在水中不断地做这种动作，一般人会误认为它们是在不停地喝水，其实是在不停地制造水流流过鳃，进行呼吸。



哺乳类

器官：肺，提供庞大的总表面积进行气体交换

鼻腔	鼻毛	阻挡灰尘	
	粘膜	i.丰富微血管：温暖吸入的空气，保持鼻腔湿润 ii.分泌粘液：粘住灰尘和细菌	
	嗅细胞	感受气味的刺激	
咽	是食物和气体的共同通道		
喉	会厌软骨	防止食物进入气管	
	声带	发出声音	
气管和支气管	"C"形软骨环	半环状，使管腔敞开，气体畅通	
	粘膜		
肺	肺泡：气体交换场所		



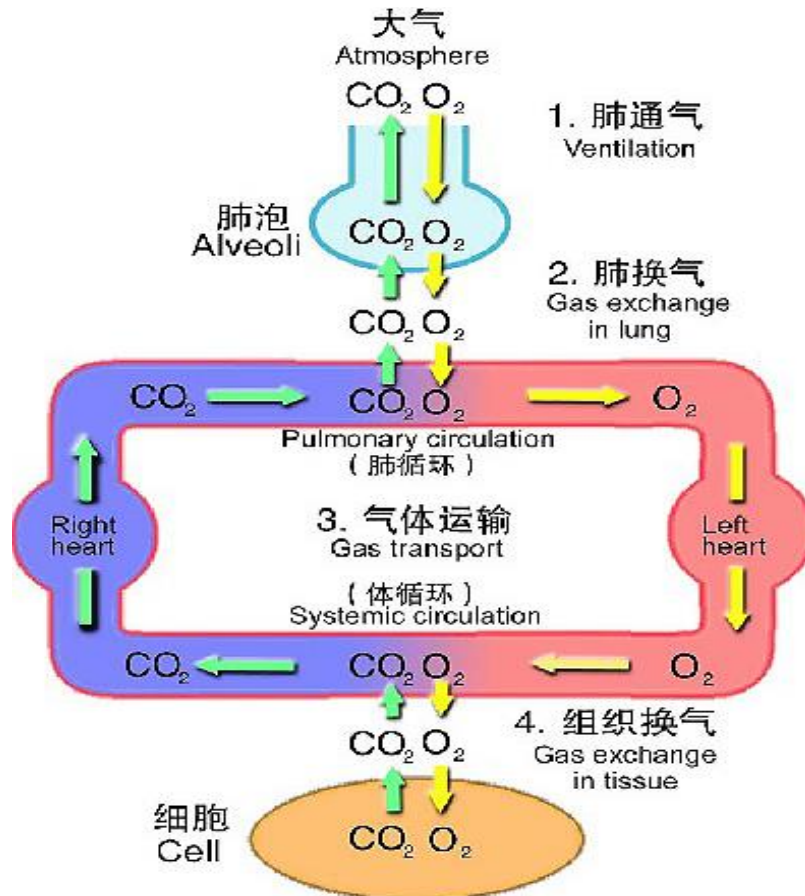
--	--

- 气体交换

- 气体在肺泡处的交换是通过肺泡和毛细血管壁进行的。气体在组织内的交换也通过毛细血管壁进行。
- 气体分子不论在气体状态或溶解在体液中，都在不断地运动，具有扩散性。一种气体总是由多的地方向少的地方扩散，即总是由浓度高的地方向浓度低的地方扩散，直到平衡为止。
- 气体的浓度与压力有关，浓度高，压力也大；浓度低，压力也小。因此也可以说，气体是由压力高的地方向压力低的地方扩散的。气体在肺泡和在组织内的交换，都是通过这种扩散作用实现的。
- 空气中各种气体都有一定的压力，空气中各种气体压力的总和即是大气压，其中每种气体的压力，即是该气体的分压。由于气体总是由压力高的地方向压力低的地方扩散的，因此，某种气体分子也总是从分压高的部位扩散到分压低的部位。
- 由于肺泡气、血液和组织中的氧和二氧化碳的分压不同，因此，在血液流经肺部毛细血管和组织细胞时，就可以进行气体交换。当缺氧血流经肺部毛细血管时，由于肺泡气中的氧分压高于缺氧血中的氧分压，而二氧化碳分压则低于缺氧血中的二氧化碳分压，因此，氧由肺泡向缺氧血扩散，于红细胞中的血红蛋白结合，形成氧合血红蛋白(oxyhaemoglobin)，而二氧化碳则由缺氧血向肺泡扩散。
- 经气体交换后，缺氧血变成充氧血。由于外界空气不断地进入肺内，肺泡气的成分保持相对恒定，因此，肺泡内的氧分压总是比缺氧血中的高，二氧化碳分压则总是比缺氧血中的低
- 当充氧血流经组织时，由于组织内氧分压低于充氧血中的氧分压，而二氧化碳分压则高于充氧血中的二氧化碳分压，因此，氧由充氧血向组织扩散，而二氧化碳则由组织向血液扩散，以碳酸氢离子(HCO_3^-)的形式运输。这就是组织内的气体交换。
- 经过气体交换，充氧血就变成了缺氧血。由于组织细胞在代谢过程中不断地消耗氧和产生二氧化碳，因此，组织内的氧分压总是低于充氧血中的氧分压，而二氧化碳分压总是高于充氧血中的二氧化碳分压
- 从气体交换过程得知，气体分压差是气体交换的动力。

- 肺泡、血液、组织中氧气和二氧化碳的分压值 (KPa)

	肺泡气	缺氧血	充氧血	组织
氧气	13.6	5.3	13.33	6
二氧化碳	5.33	6.13	5.33	6.67



- 肺泡与气体交换的适应性

肺泡数量多	扩大呼吸表面，促进气体交换
与微血管比邻	通过扩散作用与血液流动迅速带走氧气
单层细胞厚	气体容易穿透
肺泡微血管直径比红血球小	红血球在微血管形成椭圆状，使气体交换表面积增加，增加效率
潮湿表层	气体需溶解在水中，方便扩散

- 植物的气体交换

- 陆生植物的气孔、皮孔进行气体交换

叶子气体交换	小表皮气孔数量比上表皮多 空气从气孔进入叶肉，通过空隙接触叶肉细胞及其他细胞的表面 细胞表面需保持湿润，利于气体交换
茎、根气体交换	幼嫩茎上有气孔，而木本植物树干上没有气孔，有皮孔 多年木本茎内大多是木质化死细胞，不需要氧气，靠皮孔和细胞间隙通气
根毛、幼根	表皮在土壤中空气进行气体交换