

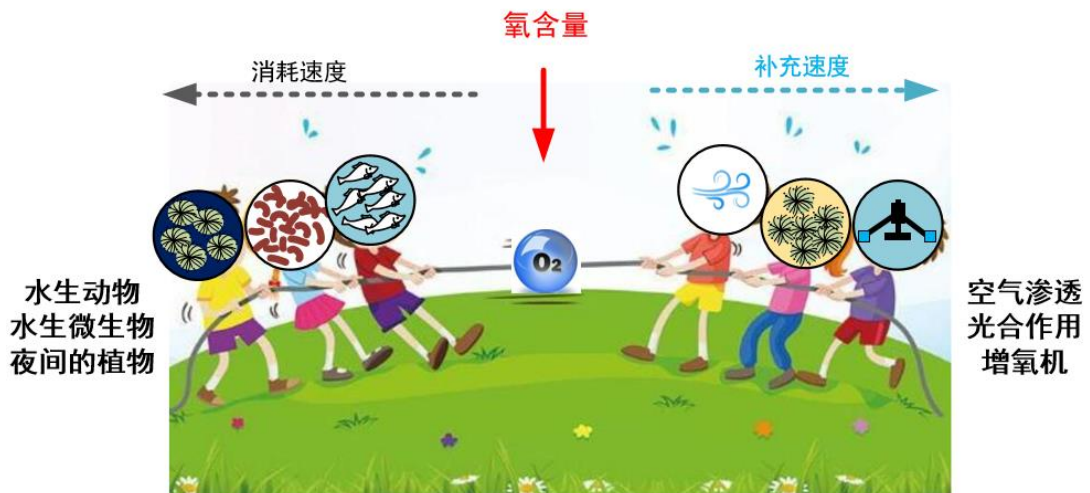
# 关于土塘测溶氧的几大问题解答

## 【背景知识】:

所谓溶解氧就是溶解在水里的氧气，所有的“活物”都需要消耗氧气来维持生命。

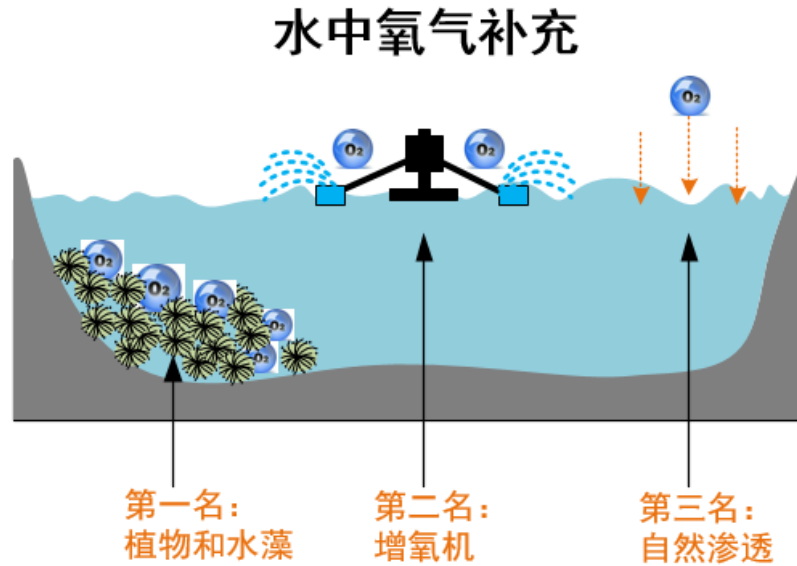
首先来分析一下传统土塘，土塘几乎是“死水”的水体中溶解氧是怎么来的？如何消耗的，这个有助于理解鱼塘中氧气的各种变化。

鱼塘中的氧气含量水平，是补充速度与消耗速度动态平衡的结果，就好比拔河比赛，每时每刻鱼塘中的各个角落都在发生这变化，并且非常不均，理论上讲只有水体流动速度足够快足够充分才能使溶氧相对均匀。



【如何补充】: 普通土塘养殖模式基本是死水很少更换，溶氧的补充全靠水体自然补充和增氧机进行补充。自然补充有氧气的方式：1. 靠水中的绿色植物和藻类的光合作用。2. 靠增氧机，打水花增大水与

空气的接触面积，加快氧气进入水的速度。 3. 靠空气通过水面逐渐渗透。



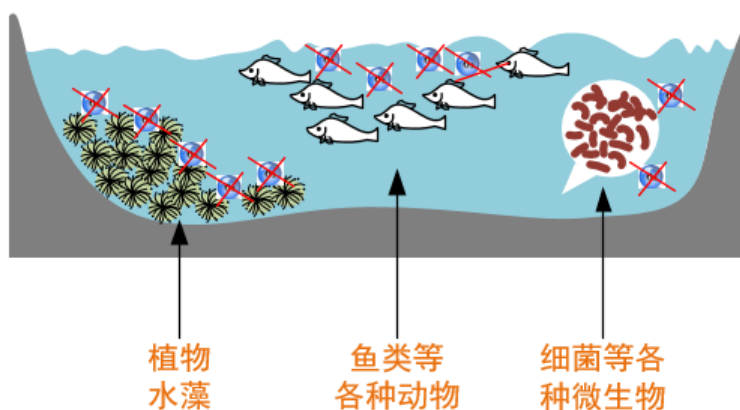
第一名：植物水藻光合作用补充氧气，速度最快，量最大。

第二名：增氧机补充氧气，速度一般，量一般。

第三名：水面自然渗透补充氧气，速度最慢，量最小。

**【如何消耗】**：普通土塘水体天然具有大量的生物，包括鱼类、软体动物、植物、藻类、细菌、轮虫等等，所有“活物”都需要消耗氧气。（这里补充一下，植物藻类等能够进行光合作用的生物，在有太阳的时候进行光合作用，产生大量的氧气，此时可以补充水体中的氧气，这也是白天水体高氧的原因。反过来，当没有太阳的时候光合作用停止，植物的呼吸作用开始，也和其他生物一样开始消耗氧气。）

## 水中氧气消耗



### 【土塘白天溶氧如何分布？】

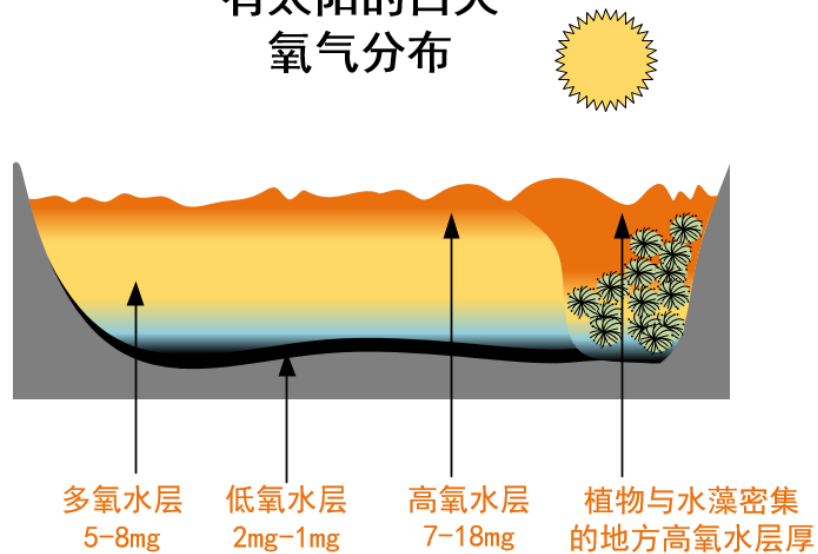
白天土塘水体中的溶氧大体上是按照如下图分布的，因为水生植物和藻类的光合作用产生氧气，所以水体的总体含氧量比较高。

- 含植物和藻类越多的水体白天溶氧越高
- 阳光越好光合作用越强烈溶氧越高
- 靠近水体表面的地方阳光充分溶氧很高
- 植物藻类密集的地方溶氧更高

由于水流不够充分，靠近水底淤泥附近由于阳光不多微生物含量大，靠近水底的水层溶氧是最低的。

阳光充分且含藻量大的塘，溶氧到达 15-20mg 都是很常见的，但是到水底 3-5mg 也是很常见。

## 有太阳的白天 氧气分布



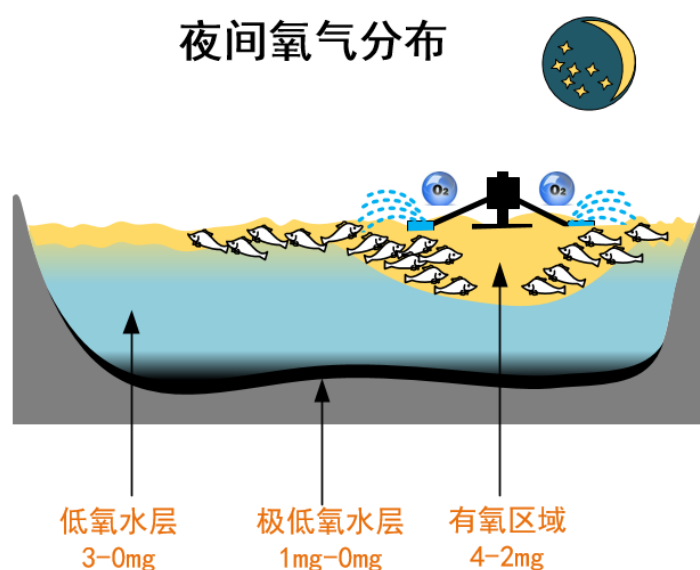
### 【土塘夜间溶氧如何分布？】

夜间土塘是个非常可怕的环境，由于没有阳光所有水生植物藻类等的光合作用全部停止，也开始消耗氧气维持生存。此时水体中所有的植物动物微生物等“活物”都在消耗氧气，从太阳下山那一刻起，水中的氧气会被快速的消耗殆尽。水中氧气的来源只剩下水面渗透和增氧机工作。水中的氧气分配实际上是如下图中，水面和增氧机周围一定区域存在一定量氧气，其他地方氧气都是极低的，越深的地方越低甚至几乎是0。

- 越深的地方氧气越少，甚至几乎为0
- 越远离增氧机地方氧气越低，甚至几乎为0
- 越没有水流动的地方氧气越少
- 越阴天或台风越低
- 越肥的水（就是含大量藻类和微生物的水）越低

增氧机开启后，水花造成的水流包含一定的氧气，随这水流向远处慢慢流动氧气逐渐耗尽。水体中含氧高的区域大概如下图，就是薄

层水面和增氧机周围。此刻鱼类集中在这个区域活动。所以测氧一定要在增氧机附近 3-6m 的距离最佳，测氧深度 30cm-40cm 最佳，此区域是普通非底息鱼类分布的区域。通常凌晨时刻远离增氧机的区域，大概是 3mg-0mg 左右，深的地方大概 1mg-0mg 左右，增氧机周围和水面附近大概 4-2mg 左右。

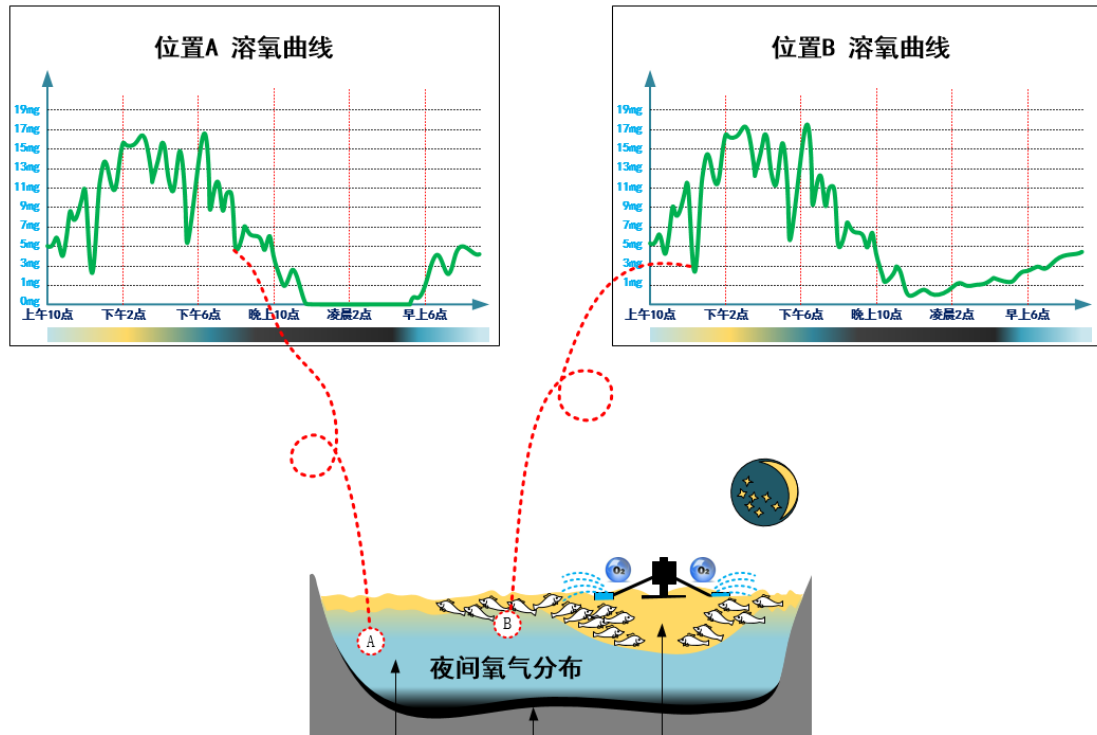


#### 【测量位置的影响】

由于鱼塘中溶氧分布极不均匀，不同的测量位置会有不同的测量曲线。下图是一个典型的溶氧曲线，白天溶氧高波动大，夜晚溶氧低波动小。但是不同位置测得数值有区别，A 位置测量得到左边曲线，B 位置测量得到右边曲线。

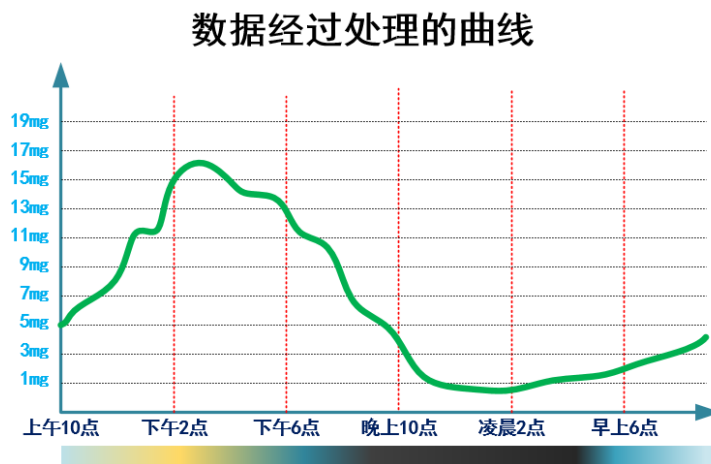
A 位置明显测量值更低甚至接近 0，因为此位置没有任何氧气补充条件，增氧机水流几乎影响不到此处，大量的微生物在周围急剧消耗着氧气。

B 位置更加靠近增氧机，更加靠近水面，更加靠近鱼群。由于增氧机的作用，溶氧没有那么低并且有一定水流进行氧气补充，测量值更能反映此时鱼群所处的位置的实际情况。



### 【数据处理的影响】

对于大多数普通用户为了改善用户体验平台侧绘制曲线的时候，可以对数据进行平均处理，经过处理的数据更具观测宏观条件的意义。上图中经过处理的数据结果如下图。如果测点少可以对数据曲线进行圆滑处理，处理算法很多例如滤波算法、指数平滑算法等。



### 其他问题：

#### 【水体中氧气分布是否均匀？】

水体中氧气不均，非常不均，极其不均匀。水体中各处的氧气都是补充与消耗的动态平衡的。产生氧气的主要力量植物水藻等分布很不均，消耗氧气的主体各种生物、微生物、植物动物等分布也不均匀，水体流动情况不同，甚至温度也不同。所有这些原因都会导致水体中溶氧极其不均匀，不同的测氧位置会测得不同的氧含量和不同的溶氧曲线。

#### 【白天氧气为什么那么高？】

白天有太阳，水生植物和藻类光合作用产生大量的氧气直接溶解在水中。导致水氧气高，甚至高于空气中的氧气含量。尤其是含藻类多的

水体，白天到达 10mg 的氧也是非常正常的。此类水体到了夜间，没有阳光的时候情况正好反过来，由于大量的水藻也是要呼吸消耗氧气的，会导致水体氧含量变得非常低。白天阳光越好的时候溶氧越高，阴天的时候就没有那么高。

### 【白天数据为什么波动大晚上波动小？】

土塘水环境非常复杂，水体有没有那么大很多因素都会导致局部溶氧的突然变化。例如水泵水车增氧机开启、鱼群游过导致底层低氧水混入上层、云彩飘过导致阳光突然减弱光合作用减弱、降雨导致水体温度突然下降、喂饲料导致鱼群突然集中、风把大量悬浮产氧的水藻吹向下风方向集中等等因素都会导致溶氧的波动。晚上由于环境相对稳定，人的活动停止了、光合作用停止了、鱼群集中到增氧机附近并且活动减少、没有太阳当然也不会受云遮挡的影响，氧的补充主要靠增氧机的稳定工作和水体自然消耗，所以相对溶氧波动变小了。

### 【晚上数据为什么低？为什么有时候几乎是 0？】

养殖后期水会变得比较“肥”，会中包含大量的藻类和微生物，夜晚藻类和微生物消耗氧气的量远大于鱼群。当太阳下山后，植物和藻类的光合作用完全停止，不再产生氧气反而开始消耗氧气，水体中的氧气快速下降（基本上 2-4 个小时即可消耗殆尽）。此时水体中的氧气主要靠增氧机来补充，增氧机周围维持着一定区域有氧气的，远离此区域几乎是没氧气。此时的鱼群（中层表层鱼）主要集中在增氧机周围和水的表层。如果传感器放置的位置远离增氧机并且比较深就会测量到非常低的溶氧值，这个情况是正常的并且真实的，但是此时鱼

并不活动在这个区域。此情况需要调整测量位置到增氧机附近（即鱼群夜间活动的区域）可以相对真实的反映鱼群周围的溶氧状态。

### 【氧这么低为啥我的鱼没事？】

因为鱼不在测氧的位置活动，鱼群夜间主要集中在增氧机周围一定区域和水表层。所以在增氧机附近测氧就不会那么低，也会相对真实的反映鱼群感受到的溶氧状态。

### 【哪个位置测量最好？】

饲养中层表层鱼类的鱼塘测氧，需要在增氧机一定范围内进行测量。通常在增氧机 3-5m 的位置，测量深度 30cm-40cm 为宜。这个位置比较真实的反映鱼群感受到的溶氧状态。

### 【如何根据溶氧控制增氧机开关？】

根据氧气控制开关增氧气需要在如上合理位置进行测量，因为增氧机的增氧范围有限，不同的增氧机区别也非常大，如果测量位置距离增氧机太远控制效果不佳，甚至无法合理控制。因为控制溶氧有滞后特性，可以通过策略来进一步优化控制，例如测量溶氧到达 4mg 以后不要立刻关闭增氧机，继续增氧 30 分钟，关闭增氧机，溶氧到达 2mg 以后持续 15 分钟再开启增样机等。当然这个控制策略有待需要根据用户的理解来进一步优化。

