

## 扩散曝气系统的空气混合要求

### 公报摘要

### 公报内容

扩散曝气系统可用于不同的处理过程，但是，关于扩散曝气系统的处理能力，却是仁者见仁，智者见智。特别值得一提的是，人们往往认为，在一千立方英尺的反应池中，每分钟应当输送二十到三十立方英尺的空气，但是，没有人知道这个标准是怎么来的。在不了解这个标准的情况下，不顾实际情况地滥用这个标准是非常危险的。

下面，我们将举例说明不分具体情况滥用这一标准存在的问题。有十个州的需氧反应池标准建议，在 1000 立方英尺的反应池中，每分钟应当输送三十立方英尺的空气。但是，有一点需要引起注意的是，这十个州的标准仅仅是一些建议而已。是否使用这些标准，完全取决于工程人员、分析人员。美国环境动力公司成功地说服了有关主管部门，让他们采用合理的混合设计标准。

我们可以一个长、宽各十英尺的反应池为例来说明上面这些设计标准。在一个长、宽、深各十英尺的反应池中，水的容积为一千立方

英尺。一些所谓的“标准”建议，在这个处理池中，每分钟应当输送三十立方英尺的空气，才能达到所需的混合效果。按照旋转压缩机工作效率的一般经验，这需要消耗大约一匹制动马力的能源。在一个深度为十英尺、容积为一千立方英尺的反应池中，每分钟三十立方英尺的空气相当于每分钟每平方英尺表面积的空气为零点三立方英尺。

现在，假设这个反应池的长、宽仍各为十英尺，但是，深度不再是原来的十英尺，而是二十英尺。这就是说，反应池的容积现在变为两千立方英尺；按照在一千立方英尺的反应池中，每分钟应当输送三十立方英尺空气的标准，那么，每分钟需要向这个反应池输送六十立方英尺的空气。每分钟输送六十立方英尺的空气需要消耗大约四匹制动马力的能源。现在，气流量变为每分钟每平方英尺表面积零点六立方英尺空气。

由此可知，这个深度为二十英尺的反应池消耗的能源增加了四倍，而反应池的容积和气流量只增加了两倍。这就说明，在一千立方英尺的反应池中，每分钟输送三十立方英尺的空气这个标准是不正确的。反应池越深，这个标准就越脱离实际。在使用这一标准以前，应当对其产生的历史背景有所了解。这一标准有如下假设：

- 污水处理行业早期的集中处理厂水深一般为八到十英尺。
- 曝气头为粗孔曝气头。
- 曝气头都安装在反应池的一侧。
- 曝气头安装在池底上面二英尺的地方。

按照以上假设，在一千立方英尺的反应池中，每分钟输送三十立方英尺空气这个标准适用于集中污水处理厂。但是，不考虑反应池的深度、曝气头的类型和位置，到处使用这一标准是不妥当的。如前所述，在所有场合都使用同一标准与实事求是的精神背道而驰。

上面的两个假设表明，在一千立方英尺的反应池中，每分钟输送三十立方英尺空气这一标准，忽略了如下这一事实：二十英尺深的反应池需要的能源是十英尺深反应池的两倍。这一标准不但使空气容积翻了一倍，而且使压力也翻了一倍，从而使能源消耗增加了四倍。

相反，表面或机械式曝气系统使用的标准为：一千立方英尺的反应池大约需要一匹马力。这是一个正比例因数，而不是一个平方因数。在很多情况下，比较深反应池中机械式混合装置和扩散曝气装置的能源消耗的时候，使用的就是这一标准。根据这一标准，扩散曝气装置比机械式曝气装置节省能源。

美国土木工程师协会和美国水污染控制协会制定的污水处理厂设计规程中有一个关于曝气系统能源消耗的例子。按照它们的规定，在活性污泥反应池中，采用格栅式或池底覆盖式布局的微孔曝气头，每分钟每平方英尺池底面积应当输送零点一二立方英尺空气（美国环境保护署颁布的微孔曝气手册建议，每分钟每平方英尺需要输送零点零五到零点一二立方英尺空气）。所以，根据这一标准，一个长、宽各十英尺的反应池，不论它有多深，每分钟只需要输送一十二英尺的空气。每分钟每平方英尺输送零点一二立方英尺空气这个标准建立在如下假设的基础之上：

- 使用的是微孔曝气头
- 采用的是完全覆盖式布局
- 应用的是典型的活性污泥处理系统

美国环境动力公司建议，可将每分钟每平方英尺输送的空气数量作为曝气系统的一个设计基础。我们认为，在使用这一标准的时候，应当考虑如下因素：

- 曝气头的类型
- 曝气头的密度和布局
- 泵送材料的类型，即：曝气系统是否安装在曝气池、需氧消化池、污泥池或其他类型的处理池。

因此，美国环境动力公司建议，设计微孔曝气头的时候可以参考如下标准：

- 如果已经经过初级处理，那么，曝气池每分钟每平方英尺需要大约零点零五到零点一二立方英尺的空气。
- 如果没有经过初级处理，那么，曝气池每分钟每平方英尺大约需要零点一到零点一五立方英尺的空气。
- 生物污泥小于百分之三的需氧消化池，每分钟每平方英尺大约需要零点二到零点二五立方英尺的空气。
- 含无机污泥或百分之三到百分之四固体的需氧消化池，每分钟每平方英尺大约需要零点三立方英尺的空气。

不过，需要说明的是，上述标准只是一些参考标准，设计每个曝气系统的时候，应当具体问题具体分析。设计曝气系统的时候，如果能参考上述标准，那么，选择的设计基础将更加合理，更加切合实际。设计曝气系统的时候，不论反应池的深浅，都可以使用每分钟每平方英尺输送的空气数量这一标准，来计算曝气系统的能耗水平，因为能耗水平与输送的空气数量成正比。曝气系统混合效果的评估表明，垂直混合并不难，因为不论反应池有多深，曝气头释放出来的气泡都会永远朝水面上升。而水平混合则要困难得多，因为不论反应池的深浅，每分钟都需要输送相同立方英尺的空气。因此，每分钟每平方英尺池底面积输送的立方英尺空气是一个符合实际、符合情理的设计基础。

粗孔曝气头每平方英尺需要的空气比微孔曝气头的略微多一些。因为粗孔气泡的表面积比微孔气泡的表面积要小，所以，粗孔曝气头每分钟输送一立方英尺的空气泵送的液体要比微孔曝气头的少一些。粗孔曝气头产生的湍流比微孔曝气头的要多一些，但是，粗孔曝气头每单位空气泵送的液体却要比微孔曝气头的少一些。如果你想了解粗孔曝气头和微孔曝气头的混合功率，请参看美国环境动力公司技术公报第 105 号。

如果你想进一步了解如何选择曝气系统，请拨打 (573) 474-9456，与美国环境动力公司联系。