# 声传播模型场景适用性分析

## 适用范围

表1 声传播模型场景适用性汇总表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型类型 | 应用范围 | | | | | | | |
| 浅海 | | | | 深海 | | | |
| 低频 | | 高频 | | 低频 | | 高频 | |
| RI | RD | RI | RD | RI | RD | RI | RD |
| 射线 | **×** | **×** | **o** | **√** | **o** | **o** | **√** | **√** |
| 简正波 | **√** | **o** | **√** | **o** | **√** | **o** | **o** | **×** |
| 波束积分 | **√** | **×** | **√** | **×** | **√** | **×** | **o** | **×** |
| 抛物方程 | **o** | **√** | **×** | **×** | **o** | **√** | **o** | **o** |
| 有限元 | **o** | **o** | **o** | **o** | **o** | **o** | **o** | **o** |
| 多途展开 | **×** | **×** | **o** | **o** | **o** | **o** | **√** | **o** |

**注：①**“浅海”一般是指海深小于200m的情况，“深海”是指海深大于200m的情况；**②**“低频”一般是指频率小于500Hz的情况，“高频”一般是指频率大于500Hz的情况；**③**RI表示距离无关水声环境，RD表示距离相关水声环境；**④**符号“√”表示该模型不仅物理上适用而且计算上实用，“o”表示模型受限于精度或者计算速度因而部分情况可用，“×”表示模型不适用。

## 优缺点

各模型的适用性如上图所示，具体来说，每个模型的优缺点如下：

（1）波数积分理论

优点：声场求解精度高，误差较小（一般用来作为参考解）；

缺点：对处理水平变化波导声场计算具有一定的局限性。

（2）简正波理论

优点：对于水平不变环境下的声场计算问题，计算效率较高；

缺点：对于高频和水平变化环境下的声场计算问题，计算效率较低。

（3）射线理论

优点：计算速度快，物理意义明确；

缺点：在焦散点和声影区的计算误差增大。

（4）抛物方程

优点：对于低频水平变化环境下的声场计算问题，计算速度较快；

缺点：深海、高频声场计算速度较慢且计算资源耗费严重。

（5）有限元和有限差分声场计算方法

优点：适合处理有限尺度下的低频声场计算问题或水声目标的散射特性计算；

缺点：不适用于大尺度海洋环境下的声场求解。

（6）多途展开

优点：多途扩展模型具有与射线模型相同的某些特性，而且能正确地估计焦散区和声影区的声压场。

缺点：多途扩展模型一般不考虑环境特性与距离的关系，且不适用于低频。

# 噪声模型场景适用性分析

## 适用范围

表2 噪声模型场景适用性汇总表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型类型 | 应用范围 | | | | | | | |
| 浅海 | | | | 深海 | | | |
| 低频 | | 高频 | | 低频 | | 高频 | |
| RI | RD | RI | RD | RI | RD | RI | RD |
| 基于波束积分的K/I噪声场模型 | **√** | **×** | **√** | **×** | **√** | **×** | **o** | **×** |
| 基于简正波模型的噪声场模型 | **√** | **o** | **√** | **o** | **√** | **o** | **o** | **×** |
| 基于射线模型的噪声场模型 | **×** | **×** | **o** | **√** | **o** | **o** | **√** | **√** |
| 基于混合模型的噪声场模型 | **√** | **×** | **√** | **×** | **√** | **×** | **o** | **×** |

**注：①**“浅海”一般是指海深小于200m的情况，“深海”是指海深大于200m的情况；**②**“低频”一般是指频率小于500Hz的情况，“高频”一般是指频率大于500Hz的情况；**③**RI表示距离无关水声环境，RD表示距离相关水声环境；**④**符号“√”表示该模型不仅物理上适用而且计算上实用，“o”表示模型受限于精度或者计算速度因而部分情况可用，“×”表示模型不适用。

## 优缺点

各模型的适用性如上图所示，具体来说，每个模型的优缺点如下：

（1）基于波束积分的K/I噪声场模型

优点：声场求解精度高，误差较小（一般用来作为参考解）；

缺点：对处理水平变化波导噪声场计算具有一定的局限性。

（2）基于简正波模型的噪声场模型

优点：对于水平不变环境下的声场计算问题，计算效率较高；

缺点：对于高频和水平变化环境下的声场计算问题，计算效率较低。

（3）基于射线模型的噪声场模型

优点：计算速度快，物理意义明确，对距离无关/相关环境都适用；

缺点：在焦散点和声影区的计算误差增大。

（4）基于混合模型的噪声场模型

优点：实现了对噪声场远场、近场的统一标度，保证一定精度的同时大大提高的计算速度。

缺点：不适用于距离相关波导环境。

# 混响模型场景适用性分析

## 适用范围

表3 混响模型场景适用性汇总表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型类型 | 应用范围 | | | | | | | |
| 浅海 | | | | 深海 | | | |
| 低频 | | 高频 | | 低频 | | 高频 | |
| RI | RD | RI | RD | RI | RD | RI | RD |
| 简正波混响模型 | **√** | **×** | **√** | **×** | **√** | **×** | **o** | **×** |
| 射线混响模型 | **×** | **×** | **o** | **×** | **o** | **×** | **√** | **×** |
| 经验混响级模型 | **o** | **×** | **o** | **×** | **o** | **×** | **o** | **×** |
| 二维海洋环境下的相干混响模型 | **o** | **√** | **×** | **×** | **o** | **o** | **o** | **o** |
| 异地混响的射线简正波模型 | **√** | **o** | **√** | **o** | **o** | **o** | **o** | **×** |

**注：①**“浅海”一般是指海深小于200m的情况，“深海”是指海深大于200m的情况；**②**“低频”一般是指频率小于500Hz的情况，“高频”一般是指频率大于500Hz的情况；**③**RI表示距离无关水声环境，RD表示距离相关水声环境；**④**符号“√”表示该模型不仅物理上适用而且计算上实用，“o”表示模型受限于精度或者计算速度因而部分情况可用，“×”表示模型不适用。

## 优缺点

（1）简正波混响模型

优点：对于水平不变环境下的混响计算问题，计算效率较高；

缺点：对于高频和水平变化环境下的混响计算问题，计算效率较低。

（2）射线混响模型

优点：计算速度快，物理意义明确；

缺点：在焦散点和声影区的计算误差增大。

（3）经验混响级模型

优点：计算速度快，物理意义明确；

缺点：不适用于高精度需求场景。

（4）二维海洋环境下的相干混响模型

优点：对于低频水平变化环境下的混响场计算问题，计算速度较快；

缺点：深海、高频混响场计算速度较慢且计算资源耗费严重。

（5）异地混响的射线简正波模型

优点：对于水平不变环境下的混响计算问题，计算效率较高；

缺点：对于高频和水平变化环境下的混响计算问题，计算效率较低，且难以应用于深海环境。