



水环境预测与分析

EIAMIUS

2025年12月25日

Copyright © 2023-2025 EIAmius. All Rights Reserved.

版权所有 © EIAmius, 保留一切权利

目 录

1 前 言	1
2 Groundwater Software	4
2.1 软件名称	4
2.2 软件介绍	4
2.3 软件功能	5
2.4 核心优势	7
2.5 多彩色系	10
2.6 案例分析	11
2.7 其他	15
3 Surface Water Software	17
3.1 软件名称	17
3.2 软件介绍	17
3.3 软件功能	19
3.4 案例分析	21
3.5 其他	23

1 前 言

Watermius 系列软件(Gromius Master、Surmius Master)由 EIAMIUS 团队自主研发。“EIAMIUS”取意“环评妙事”，寓意以专业、可验证的方法化解复杂问题，使水环境影响预测与分析不再晦涩，而成为一件严谨、高效且可复用的“妙事”。

团队深耕环保与环境影响评价领域多年，长期参与各类地表水与地下水专项评价及工程实践，对技术导则的关键要求、参数选取的敏感点、审查关注的证据链，以及一线环评工作的真实痛点均有深入体会。基于广泛的用户反馈与大量项目经验沉淀，我们于 2024 年 12 月 25 日正式启动地表（下）水预测与分析软件的独立研发工作，立志打造真正“为环评工程师而生”的专业工具：让计算更可靠，让过程更透明，让成果更可追溯。

在地下水方向，我们以“科学与艺术的交融”为理念，推出地下水溶质运移解析法模型软件 **Gromius Master**。软件以《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)中“地下水溶质运移解析法”的核心公式为理论根基，将抽象的解析表达式转化为可操作、可核验、可复现的计算流程，构筑出一幅精细描绘地下水溶质迁移规律的科学画卷。正如《诗经·大雅》所言：“周道如砥，其直如矢。”这些公式如同笔直大道，清晰指引溶质在含水介质中的迁移路径。**Grocurve11** 与 **Grocurve21**

以严谨、细密的解析推导勾勒溶质运移的动态过程，脉络分明，层层递进；**Groisoline21** 则更进一步，以更适配的数学表达与计算组织，精确描绘地下水流场与浓度场的空间格局，仿若“随风潜入夜，润物细无声”，在不显喧哗处呈现对复杂过程的深刻把握。它们不仅是计算工具，更是方法论的凝练与工程智慧的结晶：如《水经注》般细致入微，兼具美感与精确，帮助我们在模型的支撑下窥见大地深处隐秘而真实的水文动态，“登山则情满于山，观海则意溢于海”，令人心驰神往。

在地表水方向，我们依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)，以同样的严谨精神与工匠态度，研发形成 4 款地表水数学模型软件：**Surcurve11**、**Surisoline21**、**Temperature**、**Criterion**。它们宛如“江流天地外，山色有无中”，敏锐捕捉水体变化的细微脉动，又如“高山流水”般在科学评估与环境管理之间搭建可信的桥梁。**Surcurve11** 以曲线之美呈现水质（或影响指标）沿程变化的整体脉络，层层推进、流畅自然，使空间变化特征一目了然；**Surisoline21** 则以等值线为语言，将复杂数据转译为直观且可比对的空间图景，正如“横看成岭侧成峰，远近高低各不同”，在多维尺度上揭示分布格局与关键敏感区。**Temperature** 强调时序动力过程，将水温随时间的演化与响应展现得淋漓尽致，如“飞流直下三千尺，疑是银河落九天”，让变化不再隐匿于表格之间；**Criterion** 则以规范与标准为根基，提供清晰、稳固、可审查的判据框架，如“长风破浪会有时，直挂云帆济沧海”，为地表

水环境影响预测与分析提供坚实的技术支撑。

我们相信，真正优秀的环评软件，既要尊重导则与科学规律，也要理解工程现场的时间压力与证据要求；既要计算准确，更要过程透明、结果可复现。EIAMIUS 将继续以专业为舟，以责任为锚，让“环评妙事”不止于口号，而成为每一次项目交付中经得起推敲、经得起审查、也经得起时间检验的可靠成果！

2 Groundwater Software



2.1 软件名称

软件名称 Gromius 由 Groundwater (取 Gro 前缀) 与 EIAMIOUS (取 mius 后缀) 融合而成!

2.2 软件介绍

严格依据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016) 相关技术要求开发, 完整集成导则中“地下水溶质运移解析法”全部计算内

容，是目前面向环评实践的系统化、规范化地下水预测分析工具。

软件涵盖以下典型工况与解析模型：

(1) 一维稳定流动一维水动力弥散问题

- 一维无限长多孔介质柱体，示踪剂瞬时注入；
- 一维半无限长多孔介质柱体，一端为定浓度边界。

(2) 一维稳定流动二维水动力弥散问题

- 瞬时注入示踪剂——平面瞬时点源；
- 短时注入示踪剂——平面短时点源；
- 连续注入示踪剂——平面连续点源。

上述模型全面覆盖环评实践中最常见、最具代表性的地下水污染情景，能够满足不同行业、不同污染源类型的预测与分析需求。

2.3 软件功能

软件以地下水解析理论为核心，采用：

- 第一类越流系统井函数 $W()$ ；
- 第二类零阶修正贝塞尔函数 $K_0(\beta)$ ；

作为数学基础，严格基于导则推荐的经典解析公式体系，实现对以下情景的精确计算。其中：

(1) 一维无限长多孔介质柱体，示踪剂瞬时注入

$$C(x,t) = \frac{m/w}{2n_e \sqrt{\pi D_L t}} e^{-\frac{(x-ut)^2}{4D_L t}}$$

(2) 一维半无限长多孔介质柱体, 一端为定浓度边界

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{x-ut}{2\sqrt{D_L t}}\right) + \frac{1}{2} e^{\frac{ux}{D_L}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x+ut}{2\sqrt{D_L t}}\right)$$

(3) 瞬时注入示踪剂, 平面瞬时点源

$$C(x,y,t) = \frac{m_M/M}{4\pi n_e t \sqrt{D_L D_T}} e^{-\left[\frac{(x-ut)^2}{4D_L t} + \frac{y^2}{4D_T t}\right]}$$

(4) 短时注入示踪剂, 平面短时点源 (注入时间 t_0)

当 $t \leq t_0$ 时:

$$C(x,y,t) = \frac{m_t}{4\pi M n_e \sqrt{D_L D_T}} e^{\frac{xu}{2D_L}} \left[2K_0(\beta) - W\left(\frac{u^2 t}{4D_L}, \beta\right) \right]$$

当 $t > t_0$ 时:

$$C(x,y,t) = \frac{m_t}{4\pi M n_e \sqrt{D_L D_T}} e^{\frac{xu}{2D_L}} \left\{ W\left[\frac{u^2(t-t_0)}{4D_L}, \beta\right] - W\left(\frac{u^2 t_0}{4D_L}, \beta\right) \right\}$$

(5) 连续注入示踪剂, 平面连续点源

$$C(x,y,t) = \frac{m_t}{4\pi M n_e \sqrt{D_L D_T}} e^{\frac{xu}{2D_L}} \left[2K_0(\beta) - W\left(\frac{u^2 t}{4D_L}, \beta\right) \right]$$

在功能实现层面, 软件具有以下突出优势:

(1) 支持卫星影像底图导入, 预测结果与实际地理空间高度融合;

(2) 仅需少量参数输入, 即可自动完成模型计算与结果可视化;

(3) 自动绘制:

- 一维溶质浓度随距离变化曲线;
- 观测点浓度随时间变化曲线;
- 二维地下水溶质运移污染羽图;
- 支持叠加标准值与检出限包络线, 结果表达直观、规范;

(4) 精准计算并展示:

- 污染羽长轴、短轴尺度;
- 污染羽迁移距离;
- 污染物超标面积;
- 检出浓度影响范围面积。

通过高度自动化的计算流程与标准化结果输出, 软件显著降低了地下水预测分析的技术门槛, 同时保证了结果的科学性、可追溯性与导则符合性, 为地下水环境影响评价提供可靠、高效、专业的技术支撑!

2.4 核心优势

(1) 自适应迭代算法, (绝对误差容限: $1.49012e^{-08}$ 、最大函数评估次数: 10000) 精确计算达到标准浓度值的最大纵向距离 X_{max} 与最大横向距离 Y_{max} , 并作对应标注;

(2) 自适应迭代算法, (绝对误差容限: $1.49012e^{-08}$ 、最大函数评估次数: 10000) 精确计算达到检出限值的最大纵向距离 X_{max} 与最大横

向距离 Y_{\max} ，并作对应标注；

(3) 自适应积分算法，(精度： 10^{-16}) 精确计算污染物的超标面积 (Excessive Area) 与影响面积 (Affected Area)，并作图例标注。

(4) 自适应积分简述

自适应积分 (Adaptive Integration) 是一种数值积分方法，其特点是在积分过程中根据被积函数的特性动态调整积分区间的划分，以达到更高的计算精确度。常见的自适应积分方法包括自适应梯形法、自适应辛普森法等。自适应积分与其他积分算法的对比可以从精确度、效率和适用范围等方面进行分析。

1、自适应积分的计算精确度

自适应积分方法通过细化对被积函数变化剧烈的区域的划分，能够更好地捕捉函数的变化，从而提高积分的计算精确度。具体而言：

① 自适应梯形法 (Adaptive Trapezoidal Rule):

通过递归地细分区间，直到每个子区间的积分值变化小于预定的误差阈值；

适用于被积函数较平滑的情况，对于快速变化或有奇异点的函数仍能保持较好的精度。

② 自适应辛普森法 (Adaptive Simpson's Rule):

使用二次多项式拟合被积函数，并根据误差估计递归细分区间；

较适合光滑函数，通常比自适应梯形法具有更高的精度，因为辛普

森法利用了更多的函数信息。

2、与其他积分算法的对比

①矩形法 (Rectangle Rule) 和梯形法 (Trapezoidal Rule):

非自适应方法，区间划分固定；

对于函数变化剧烈的区域，可能需要非常小的步长才能达到高精度，从而增加计算量；

计算速度快，但精度可能较低。

②辛普森法 (Simpson's Rule):

使用二次多项式拟合被积函数，固定步长；

较矩形法和梯形法更精确，但在函数变化剧烈的情况下，仍需较小的步长以保证精度；

对比自适应辛普森法，非自适应辛普森法在处理不规则函数时可能不如自适应方法高效。

③高斯积分法 (Gaussian Quadrature):

采用特定权重和节点的高阶多项式拟合，能够在较少的点上取得高精度；

对于某些函数形式（如多项式）特别有效，但实现复杂度较高；

对比自适应积分，高斯积分在已知函数特性时非常高效，但在处理具有奇异点或不规则变化的函数时，自适应积分更灵活。

3、总结

①自适应积分：

优势：精确度高，特别适用于函数变化不规则或有奇异点的情况；自动调整步长减少计算量。

劣势：算法相对复杂，初始实现可能较非自适应方法耗时。

②非自适应积分方法：

优势：实现简单，计算速度快。

劣势：对复杂函数需要非常小的步长，计算量大；精度可能较低。

③高斯积分法：

优势：高精度，特别适用于多项式类函数。

劣势：实现复杂，适用范围较窄。

选择合适的积分方法需要根据被积函数的特性以及计算需求进行权衡。自适应积分方法在处理复杂、不规则函数时具有显著优势，而对于简单、规则的函数，非自适应方法或高斯积分法可能更为高效！

2.5 多彩色系

色彩一定是有感情寄托的。因此，我们精心设计了 13 种不同色系，并给它们取了美妙的名字，“地球”、“晨曦”、“湖畔”、“花语”、“林间”、“梦境”、“田野”、“柔影”、“深海”、“星空”、“秋月”、“彩虹”、“初冬”。

色彩传递出的是情感的微妙变化与心灵的共鸣。无论是春风拂面的温暖，还是秋雨潇潇的宁静，皆可在我们的色系中找到对应的表达。“随

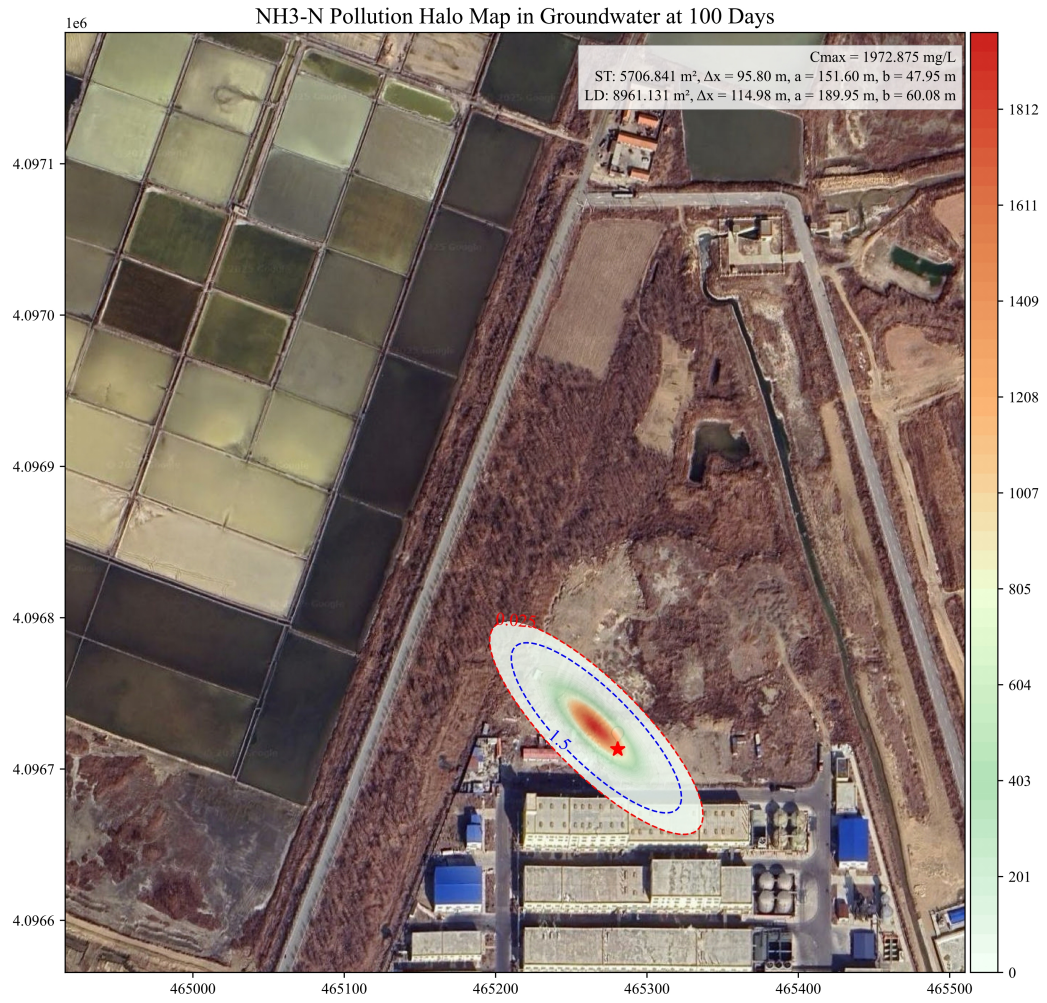
风潜入夜，润物细无声”，我们希望通过这些色彩的搭配，让每位用户在不同的心境下，都能感受到色彩带来的温柔与力量。13种色系将以其独特艺术性，满足您对美的无限追求，让色彩成为心灵的语言，带来无尽的视觉享受！

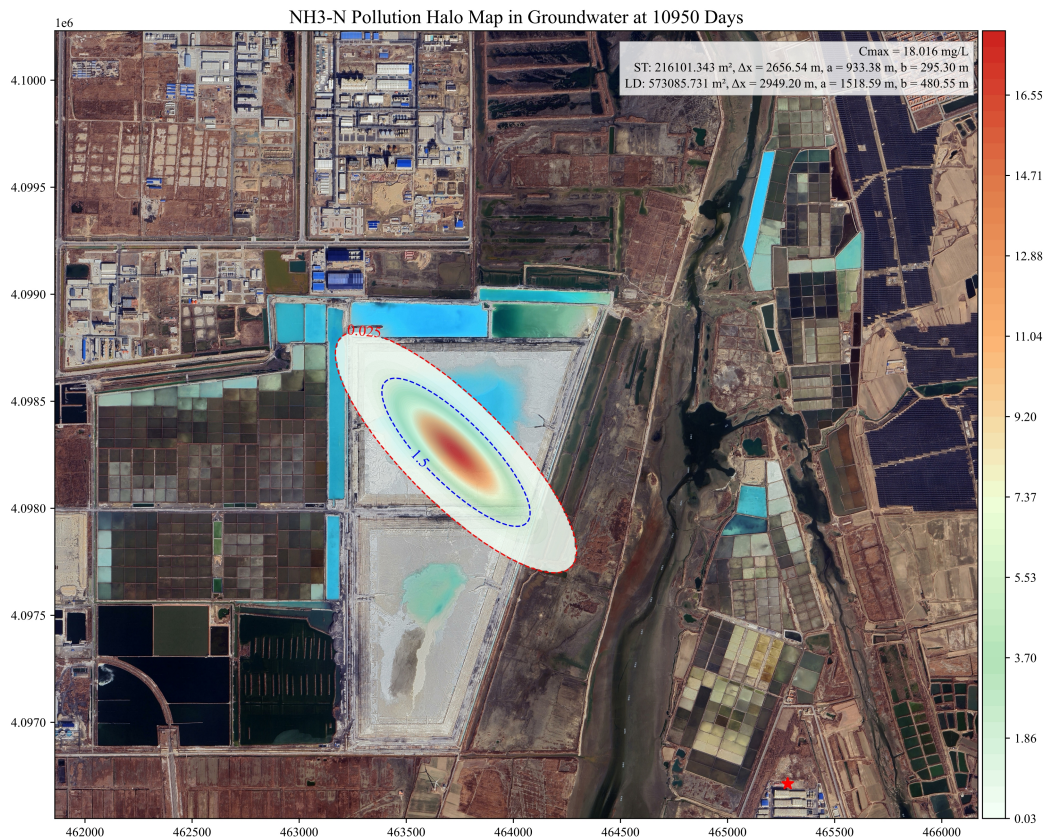
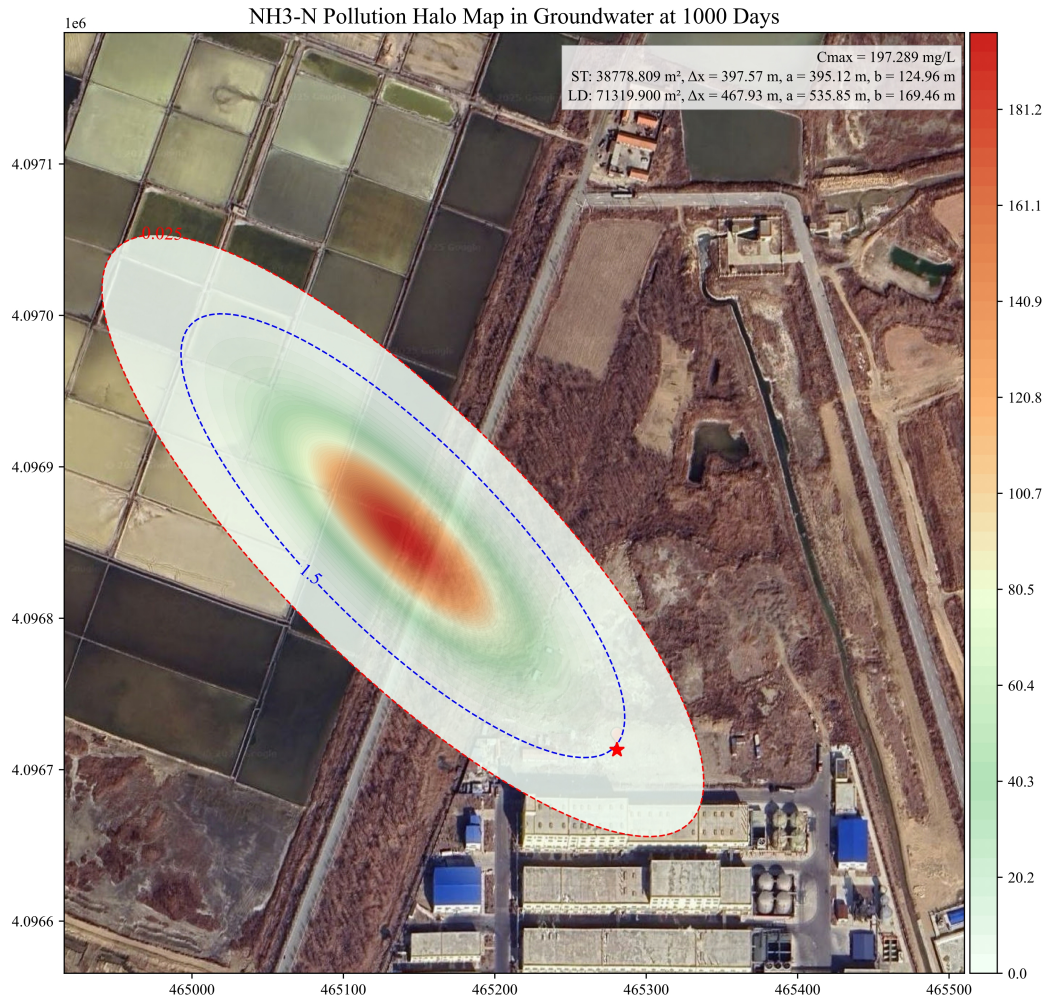
2.6 案例分析

(1) 瞬时注入示踪剂，平面瞬时点源

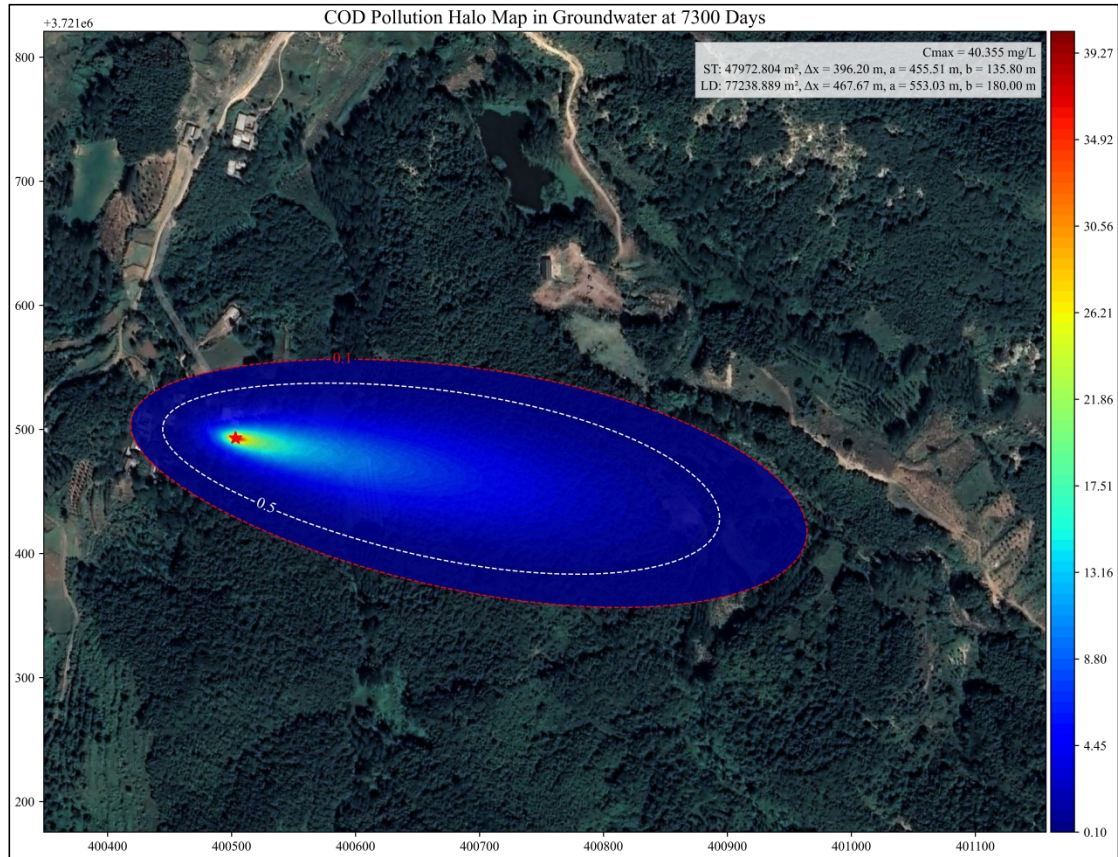
已知某区域地下水流向 i 为 -45° （正北为 0° 、顺时针旋转），污染物为液氨，预测因子以 $\text{NH}_3\text{-N}$ 计，模拟情景为瞬时泄漏，选取边界条件如下：

1. 瞬时示踪剂质量：862.4kg；
2. 时间：100d、1000d、10950d；
3. 水流速度：0.2m/d；
4. 有效孔隙度（量纲 1）：0.1；
5. 承压含水层厚度：5.5m；
6. 纵向弥散系数： $2\text{m}^2/\text{d}$ ；
7. 横向弥散系数： $0.2\text{m}^2/\text{d}$ ；
8. 标准值：1.5mg/L；
9. 检出限：0.025mg/L。





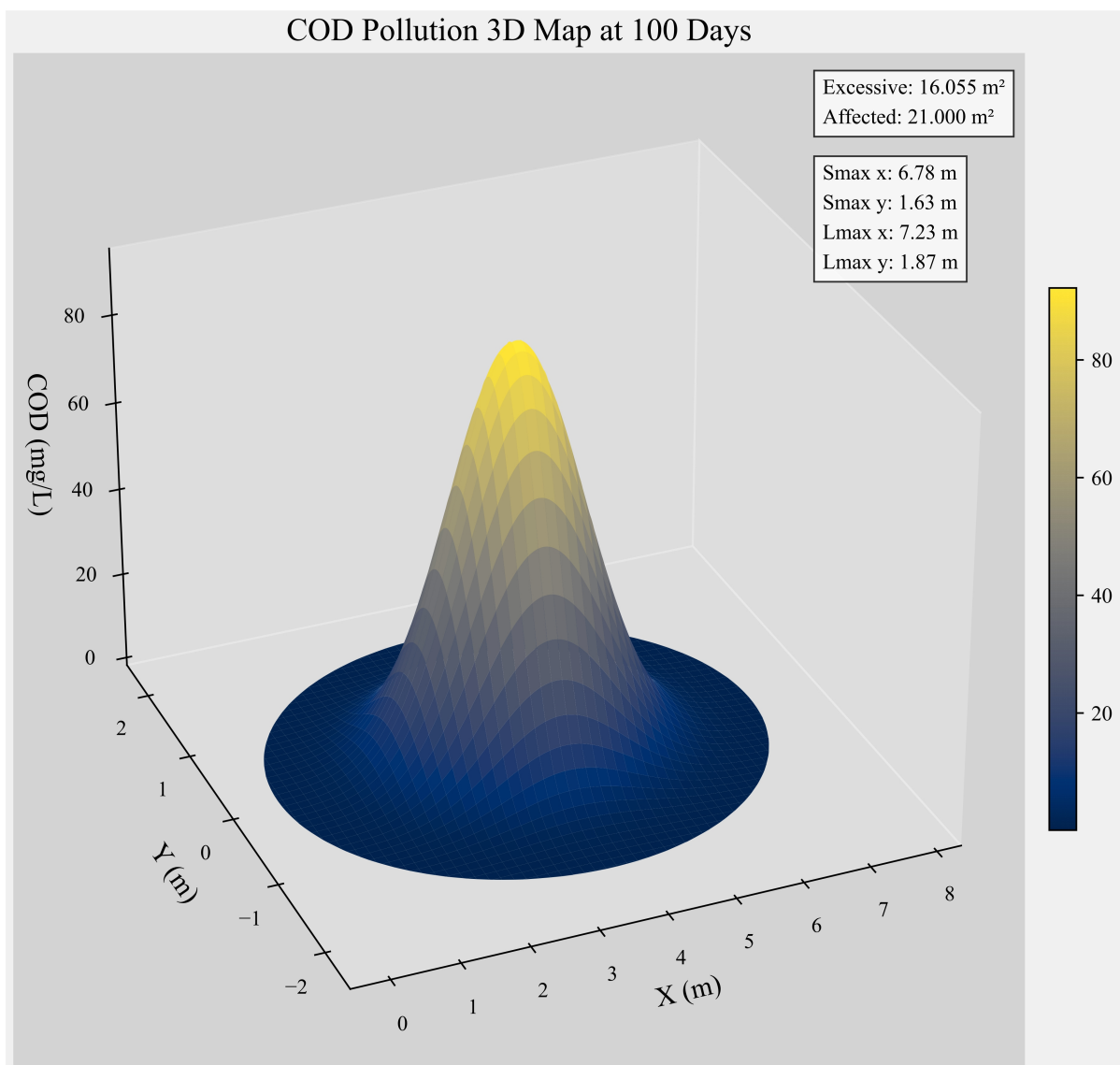
(2) 连续注入示踪剂, 平面连续点源

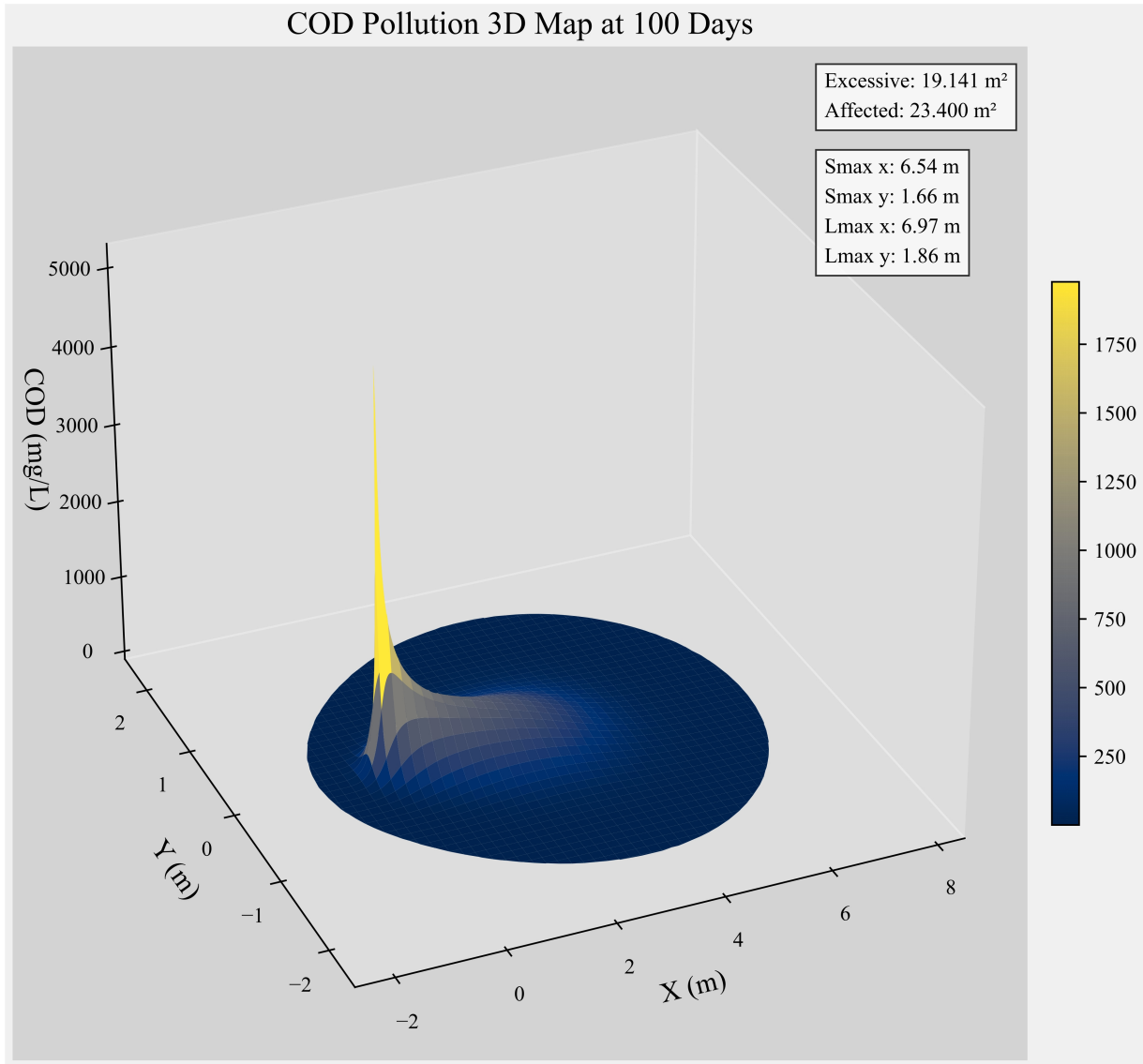


根据上图可知, 在地下水溶质运移模拟情景下, 基本污染物因子 COD 泄漏进入地下含水层后, 在地下水动力作用下发生溶质运移、弥散扩散及吸附滞留等过程, 形成羽状污染晕。根据模拟结果, 在泄漏发生后第 7300 d, 污染羽中心最大浓度为 40.355 mg/L, 超过标准限值 0.5 mg/L。此时, 污染羽高浓度区(超标区)沿地下水流向运移距离为 396.2 m, 羽状污染晕长轴为 455.51 m、短轴为 135.8 m, 污染羽化面积为 47972.804 m²; 而以检出限为判据的污染羽沿地下水流向运移距离为 467.67 m, 羽状污染晕长轴 553.03 m、短轴 180 m, 污染羽化面积为 77238.889 m²。

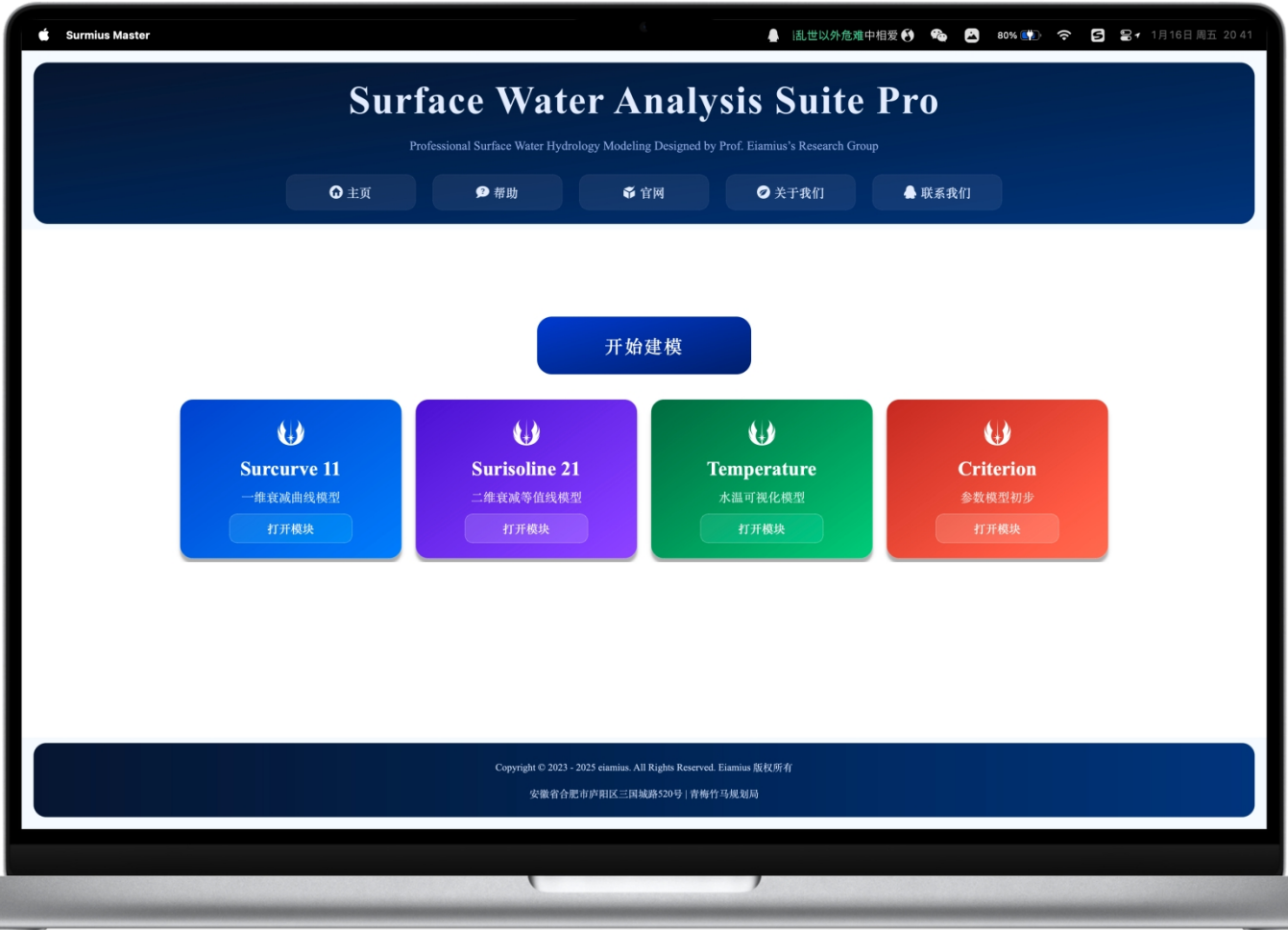
从模拟结果分析可知：本次泄漏事件对污染羽范围的控制主要受到地下水流速、孔隙介质弥散系数以及 COD 自身的吸附分配系数等关键水文地质参数的制约。污染羽整体呈现局部滞留特征，符合典型的局地污染羽演化模式。

2.7 其他





3 Surface Water Software



3.1 软件名称

软件名称 Surmius 由 Surface Water (取 Sur 前缀) 与 EIAmius (取 mius 后缀) 融合而成!

3.2 软件介绍

严格依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018) 相关要求开发, 完整集成导则中“解析法”全部计算内容, 是目前面向环评实践的系统化、规范化地表水预测分析工具。

软件涵盖以下典型工况与解析模型：

(1) 混合过程段长度估算

(2) 零维数学模型

- 河流均匀混合模型；
- 湖库均匀混合模型；
- 狄龙模型。

(3) 纵向一维数学模型

- 对流降解模型；
- 对流扩散降解简化模型；
- 对流扩散降解模型；
- 扩散降解模型；
- 瞬时排放；
- 有限时段排放。

(4) 平面二维数学模型

连续稳定排放：

- 不考虑岸边反射影响的宽浅型平直恒定均匀河流，岸边点源稳定排放；
- 考虑岸边反射影响的宽浅型平直恒定均匀河流，岸边点源稳定排放；
- 宽浅型平直恒定均匀河流，离岸点源排放；

瞬时排放：

- 不考虑岸边反射影响的宽浅型平直恒定均匀河流，岸边点源排放；
- 考虑岸边反射影响的宽浅型平直恒定均匀河流，岸边点源排放；
- 宽浅型平直恒定均匀河流，离岸点源排放；

有限时段排放。

上述模型全面覆盖环评实践中最常见、最具代表性的地表水污染情景，能够满足不同行业、不同污染源类型的预测与分析需求。

3.3 软件功能

纵观全篇，地表水数学模型公式如锦绣文章中的点睛之笔，余味悠长。其中，主要数学公式简述如下：

(1) 混合过程段长度估算公式

$$L_m = \left\{ 0.11 + 0.7 \left[0.5 - \frac{a}{B} - 1.1 \left(0.5 - \frac{a}{B} \right)^2 \right]^{1/2} \right\} \frac{uB^2}{E_y}$$

(2) 河流均匀混合模型

$$C = \frac{C_p Q_p + C_h Q_h}{Q_p + Q_h}$$

(3) O'Connor 数 α

$$\alpha = \frac{kE_x}{u^2}$$

(4) 贝克来数 Pe

$$P_e = \frac{uB}{E_x}$$

(5) 考虑岸边反射影响的宽浅型平直恒定均匀河流，岸边点源稳定排放

$$C(x,y) = C_h + \frac{m}{h\sqrt{\pi E_y u x}} \exp\left(-k \frac{x}{u}\right) \sum_{n=-1}^1 \exp\left[-\frac{u(y-2nB)^2}{4E_y x}\right]$$

在功能实现层面，软件具有以下突出优势：

- (1) 仅需少量参数输入，即可自动完成模型计算与结果可视化；
- (2) 自动绘制：
 - 一维污染物浓度随距离变化曲线；
 - 观测点浓度变化曲线；
 - 二维污染物衰减等值线图；
 - 支持叠加标准值与检出限包络线，结果表达直观、规范；
- (4) 精准计算并展示：
 - 污染物影响纵向与横向距离；
 - 污染带面积。

通过高度自动化的计算流程与标准化结果输出，软件显著降低了地表水预测分析的技术门槛，同时保证了结果的科学性、可追溯性与导则符合性，为地表水环境影响评价提供可靠、高效、专业的技术支撑！

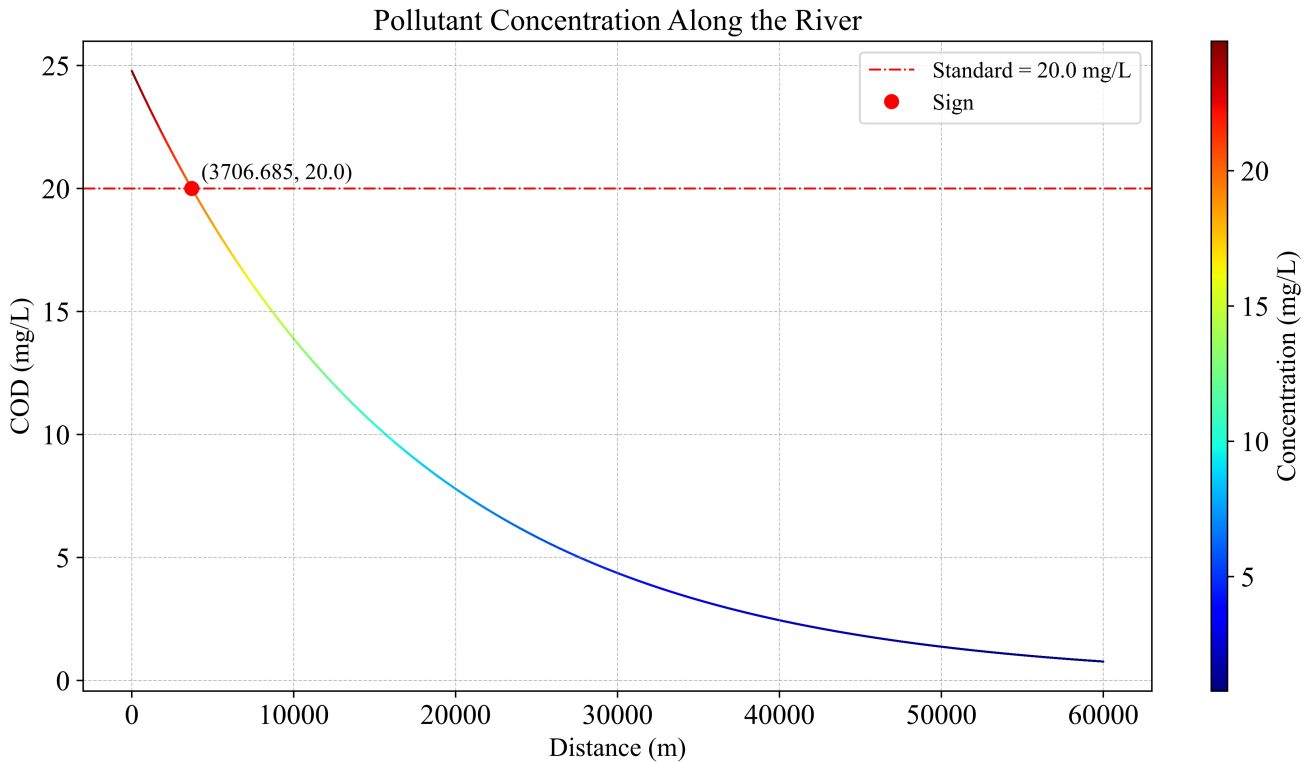
3.4 案例分析

(1) 对流降解模型

已知污染物预测因子为 COD，选取边界条件如下：

- 1.断面流速：0.01m/s；
- 2.污染物降解系数：0.05 (1/d)；
- 3.河流流量：0.7m³/s；
- 4.污水排放量：0.208m³/s；
- 5.河流上游污染物浓度：18.6mg/L；
- 6.污染物排放浓度：18.6mg/L。

根据下图可知，非持久性基本污染物 COD 进入自然水体（水域）后，在水体的扩散、降解后，纵向距离 3706.685m 处衰减至《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 III 类标准。



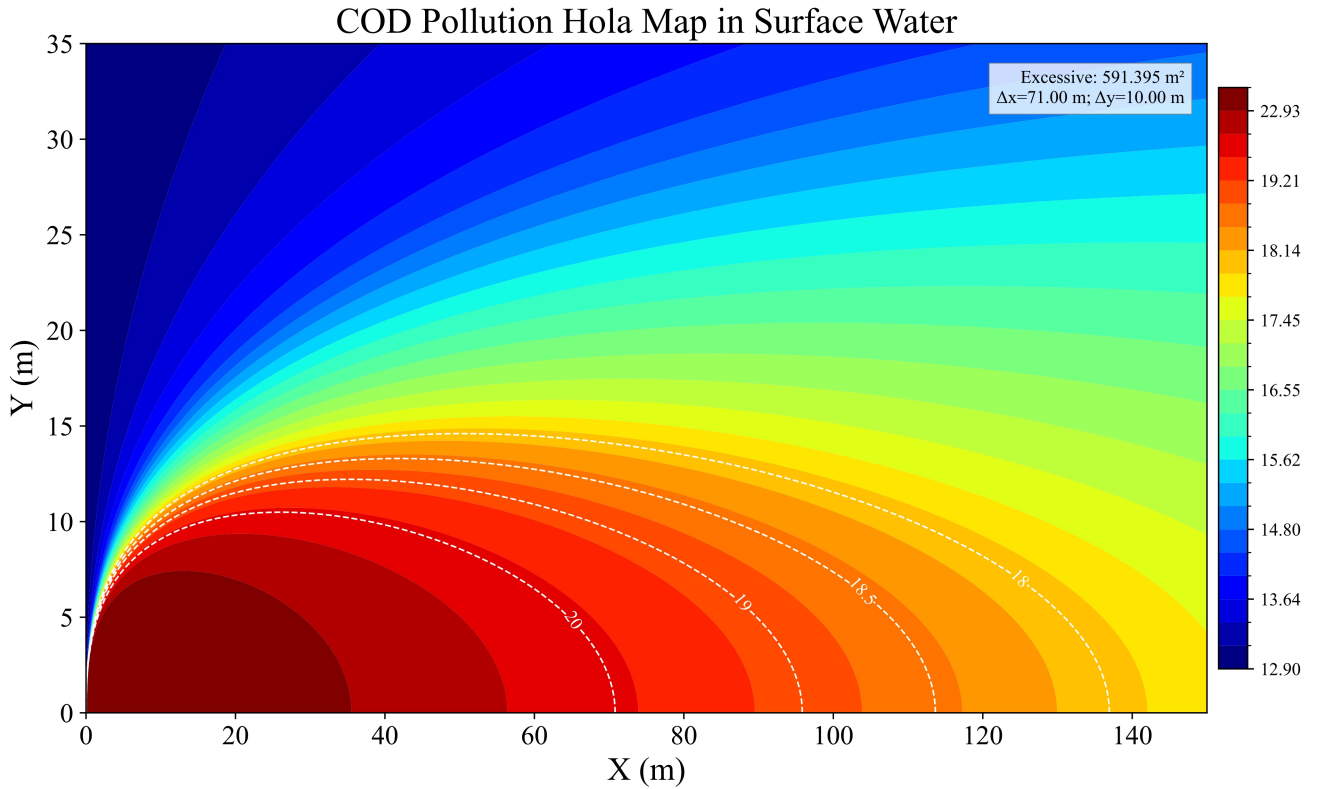
(2) 考虑岸边反射影响的宽浅型平直恒定均匀河流，岸边点源稳定排放

已知污染物预测因子为 COD，选取边界条件如下：

1. 污染物排放速率：28.17g/s；
2. 河流宽度：264.4m；
3. 水面宽度：5.08m；
4. 污染物降解系数：0.05 (1/d)；
5. 断面流速：0.036m/s；
6. 河流上游污染物浓度：12.9mg/L；
7. 污染物横向扩散系数：0.076m²/s。

根据下图可知，非持久性基本污染物 COD 进入自然水体（水域）

后，在水体的扩散、降解后，在纵向距离 71m、横向距离 10m 处衰减至《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中的 III 类标准，影响自然水体（水域）的面积为 591.395m²。



3.5 其他

水温模型预测结果展示。

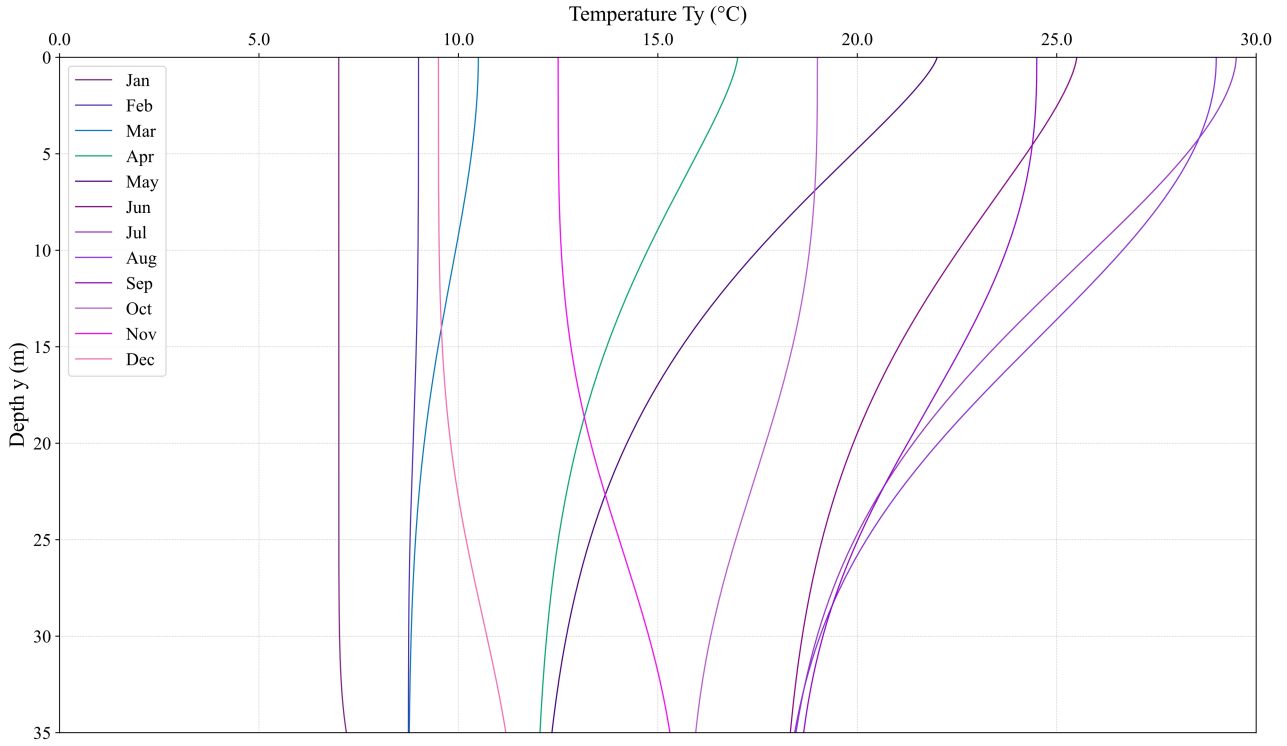


图 1 不同月份下不同深度水温分布图

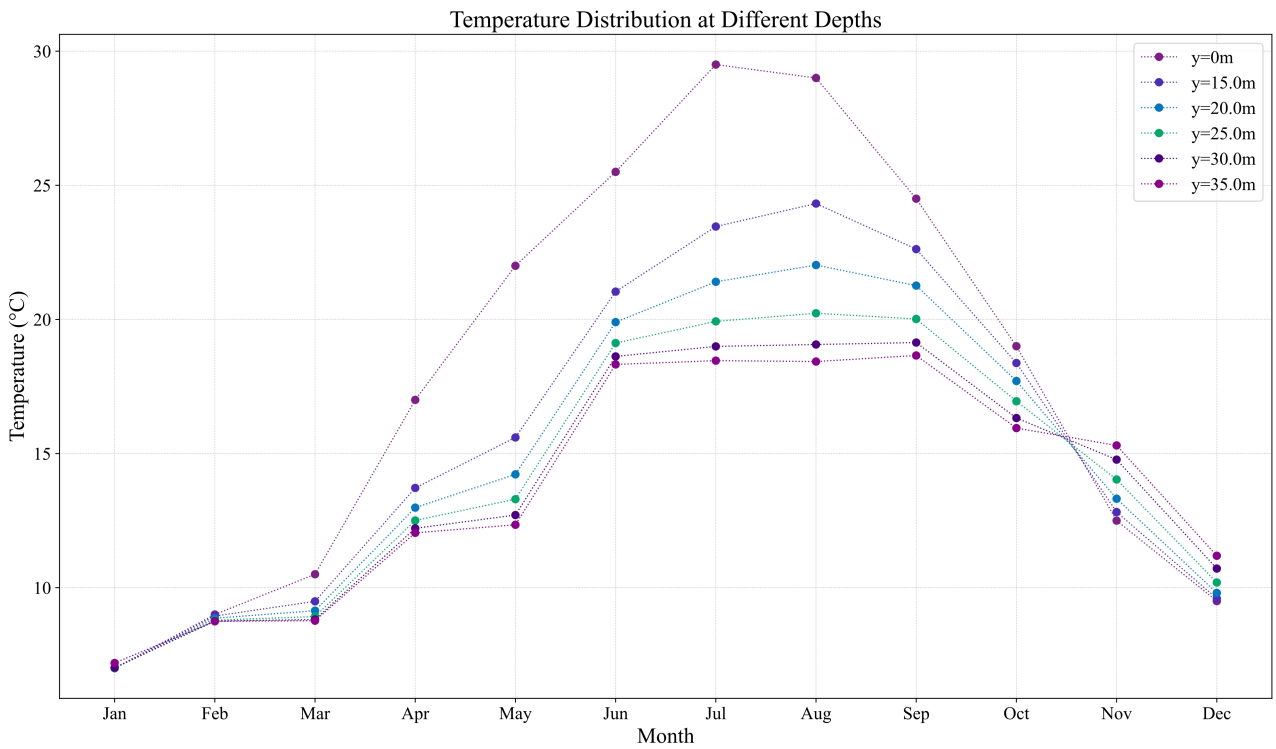


图 2 相同月份不同深度水温分布图

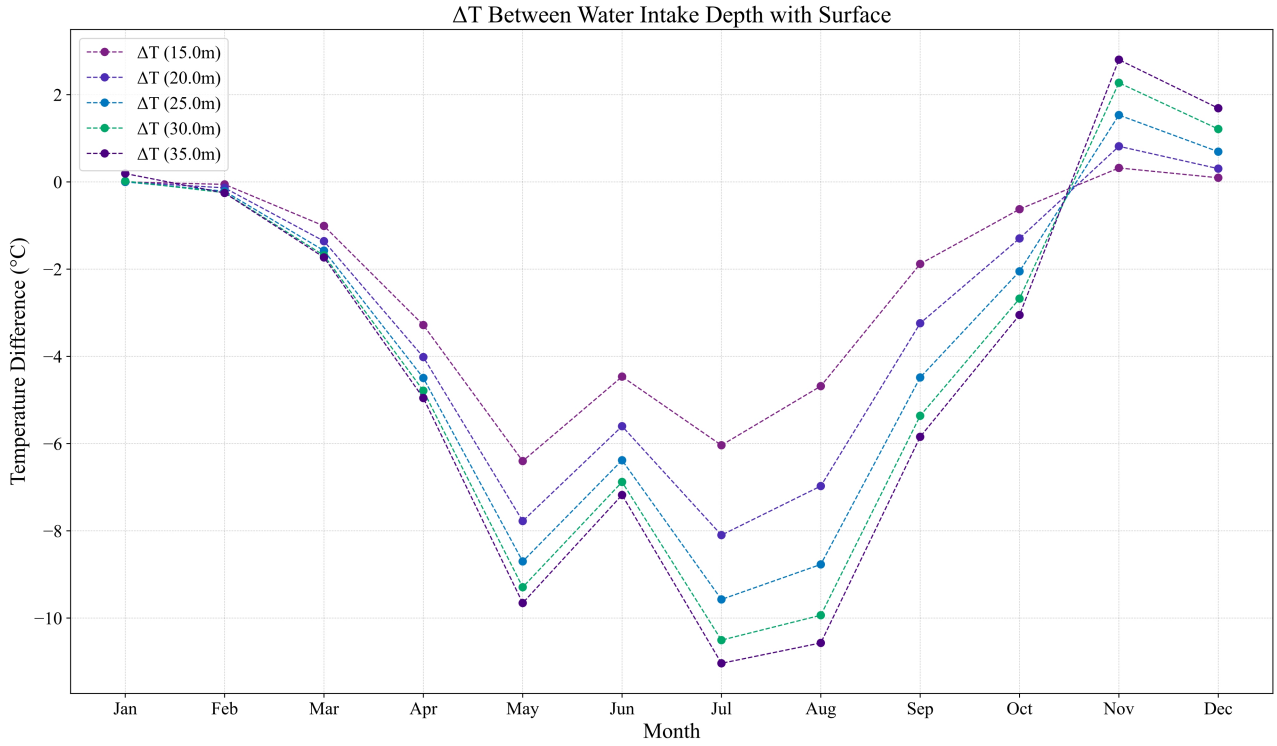


图 3 不同取水深度下与库表温差变化分布图

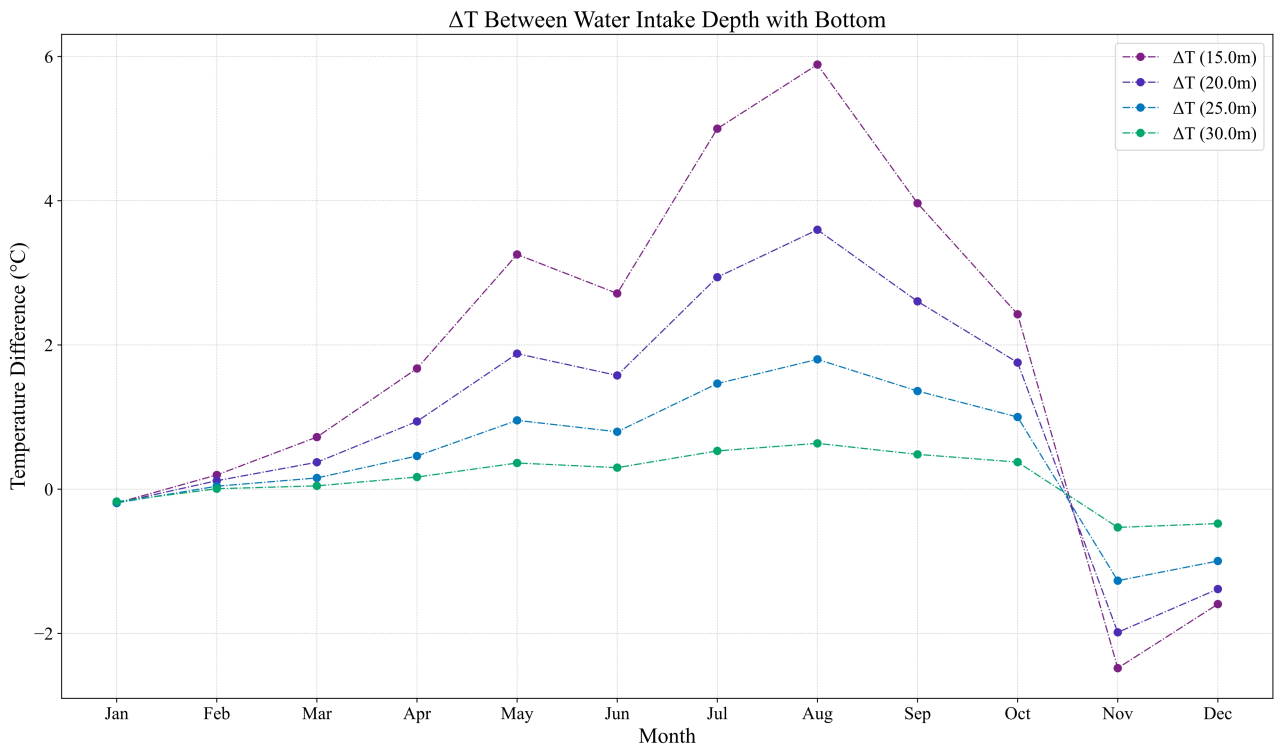


图 4 不同取水深度下与库底温差变化分布图