



IMMC25140846



# 从三维数据到调度方案

## 面向土方挖掘的调度方案规划算法

南开大学  
Nankai University

金莫迪\* 匡航逸 刘华彬 张铭洲  
\*通讯作者



### 1.介绍

近年来，国家推进大江大河治理与高速公路网络建设。但河道整治和高速公路修建面临地质复杂、精度要求高、环境影响大等难题，传统方式存在诸多弊端。新兴技术为工程建设转型带来契机。本研究进行了以下四項工作：

任务一：读取勘探图信息，利用几何解析方法计算边坡线的z轴信息。

任务二：迁移方法构建高速公路山体三维模型

任务三：依据三维信息计算土方量并规划最优调度路径。

任务四：从计算机视觉构建照片生成三维场景模型，辅助勘探。

### 2.对河道挖掘方案的三维建模

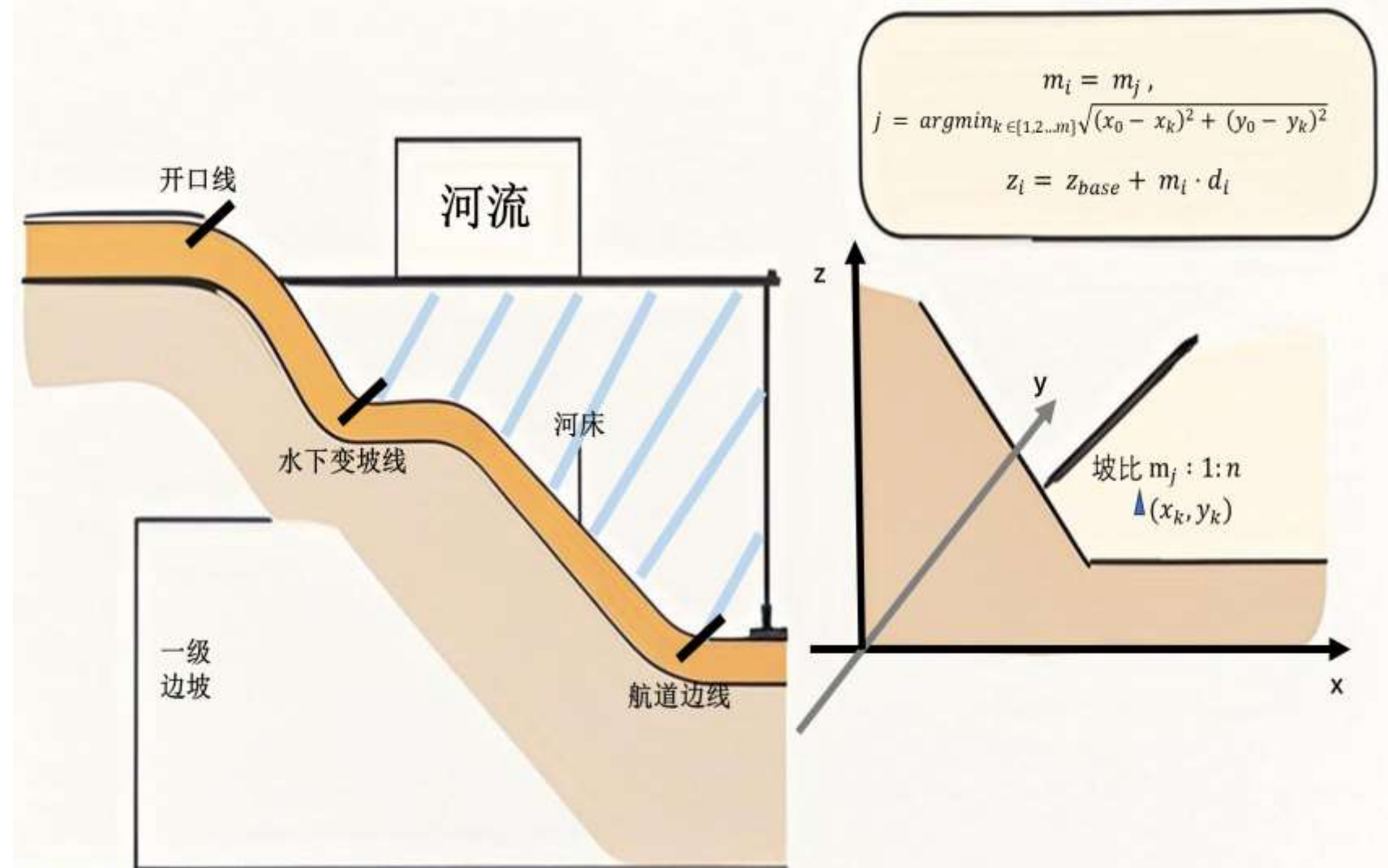


图1：任务一示意图

任务一是对河道挖掘方案进行三维建模。先分析提取勘探图边坡线等关键信息，用有序顶点集合表示曲线。分块区域确定坡比，计算顶点高程。获取顶点三维坐标后，用 Delaunay 三角剖分重构曲面，通过二维投影和三维构建生成连续边坡表面并可视化。

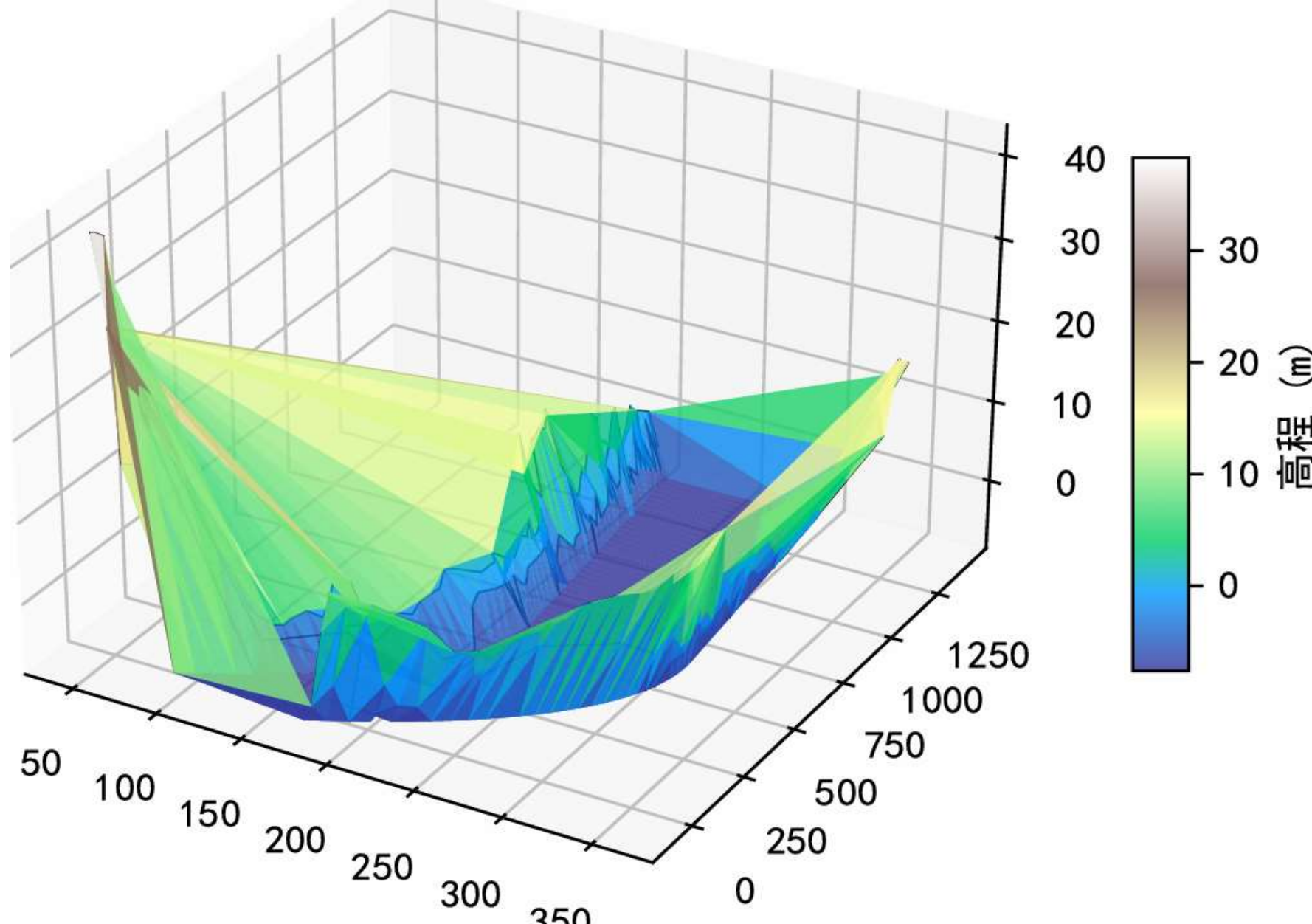


图2：三维坡面可视化

### 3.对高速公路边坡的三维建模

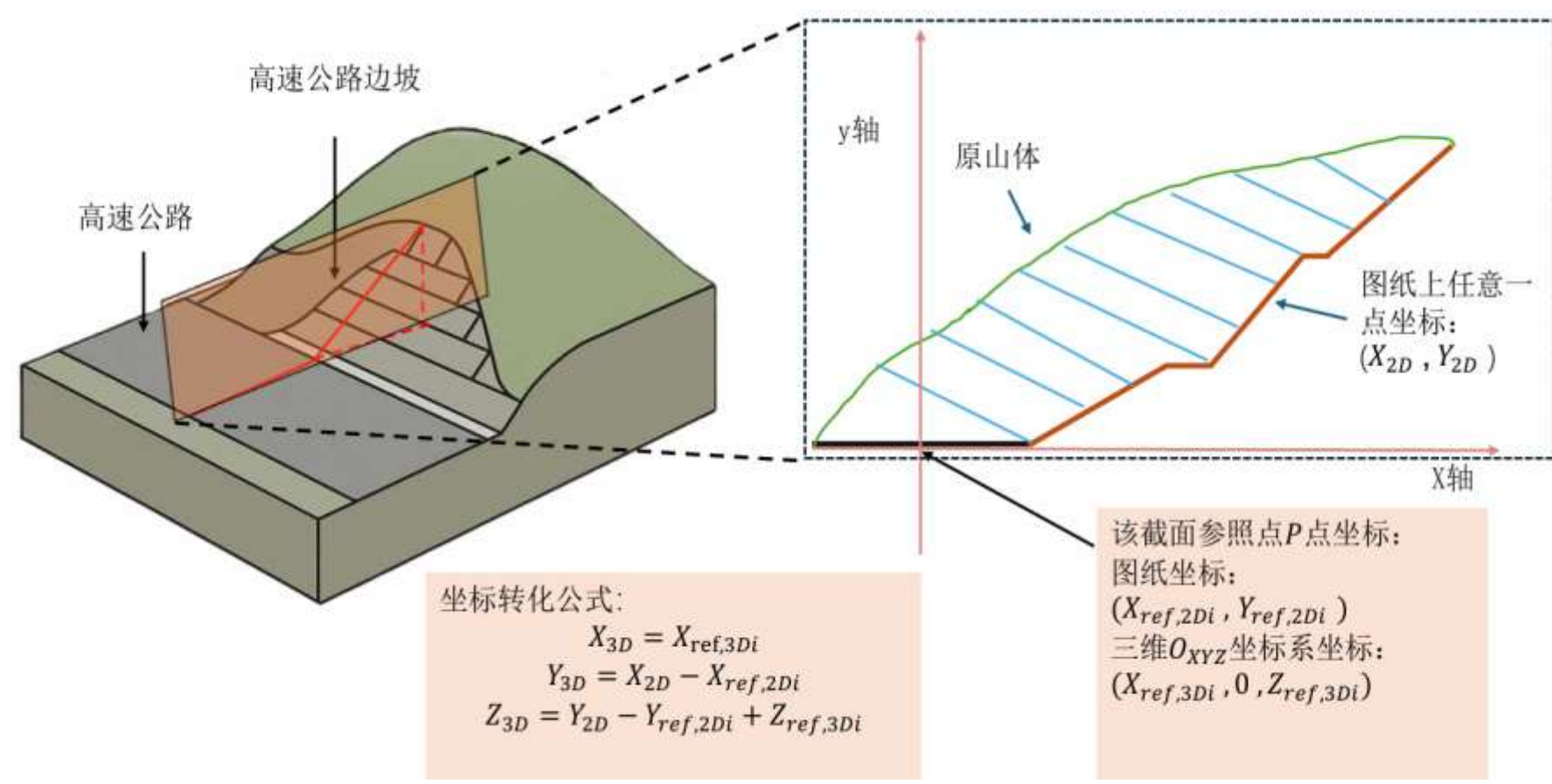


图3：任务二示意图

任务二是对桂林外环高速 B 段边坡进行三维建模。先简化模型，将中心线近似为直线；建立三维空间直角坐标系，通过参照点和工程参数，把 CAD 图纸二维坐标转换为三维坐标；最后对转换后的点集，用 Delaunay 三角剖分构建连续曲面，并可视化呈现坡面与等高线图。

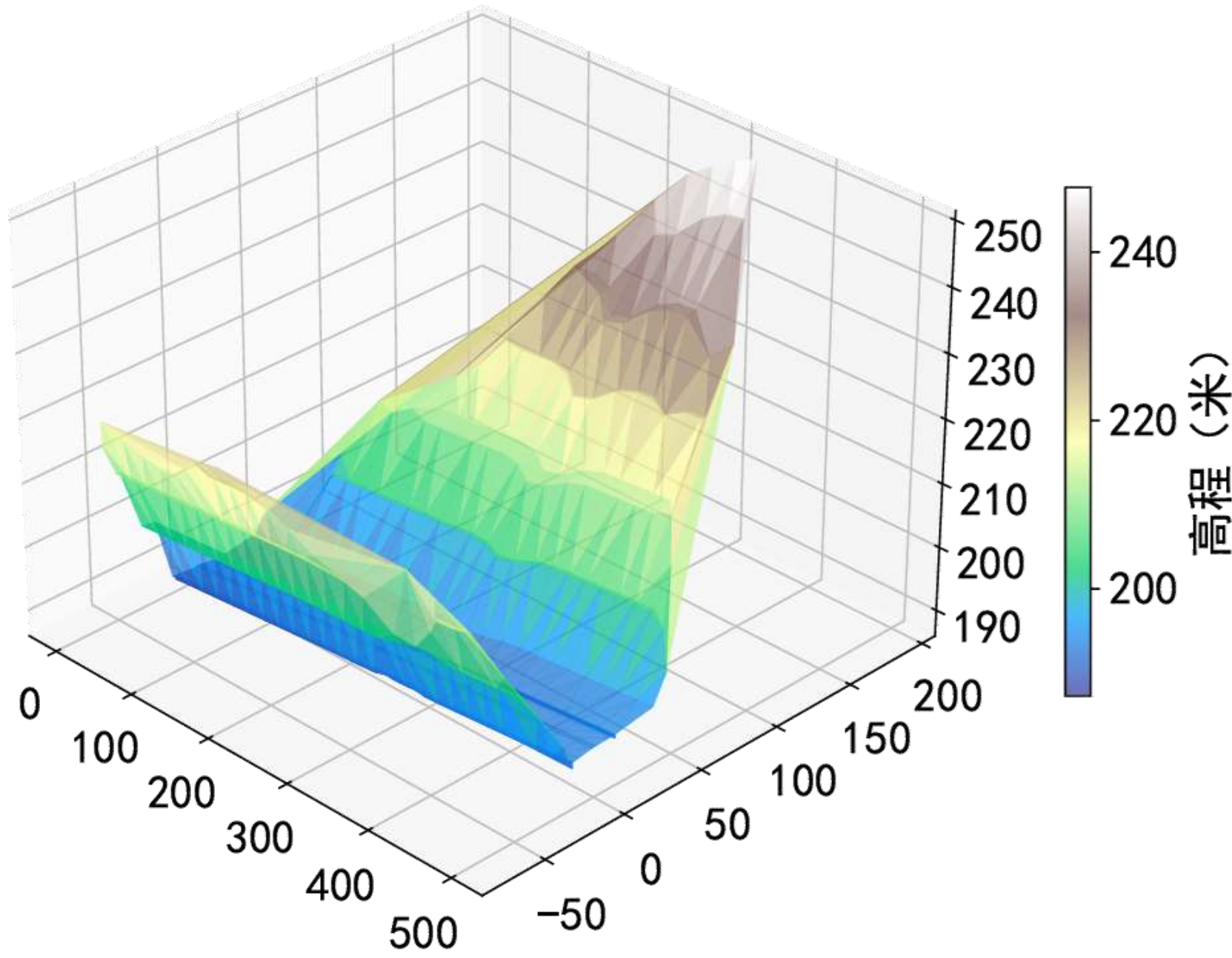


图4：两侧山体三维可视化

### 4.挖方体积与最优调度路径规划

任务三围绕挖方体积计算与最优调度路径规划展开。先计算河道和高速项目的挖方、回填体积；再以时间短、开销少为目标，构建基于双层优化的调度规划模型，将问题拆解为CVRP问题和聚类参数与车辆数选择问题；随后分别利用蚁群算法和粒子群算法求解，最终得出两项任务的时间、成本等优化结果并可视化呈现。

$$\min E_b(\mathbf{X})$$

s.t.

$$a. \sum_{k=1}^{n'_d} \sum_{j=1}^{n'_l} x_{0jk} = \sum_{k=1}^{n'_d} \sum_{j=1}^{n'_l} x_{j0k} = n'_d$$

$$b. \sum_{i=1}^{n'_l} x_{ijk} = \sum_{i=1}^{n'_l} x_{jik} \quad \forall j = 1, 2, \dots, N, \forall k \in m$$

$$c. \sum_{i=0}^{n'_d} \sum_{j=0}^{n'_l} x_{ijk} m_j \leq V_c \quad \forall k \in m$$

$$d. \sum_{k=1}^{n'_d} \sum_{i=0}^{n'_l} x_{ijk} = 1 \quad \forall j = 1, 2, \dots, N$$

$$e. n'_d \geq \left\lceil \frac{\sum_{j=1}^{n'_l} m_j}{V_c} \right\rceil \quad K = 1, 2, \dots, N$$

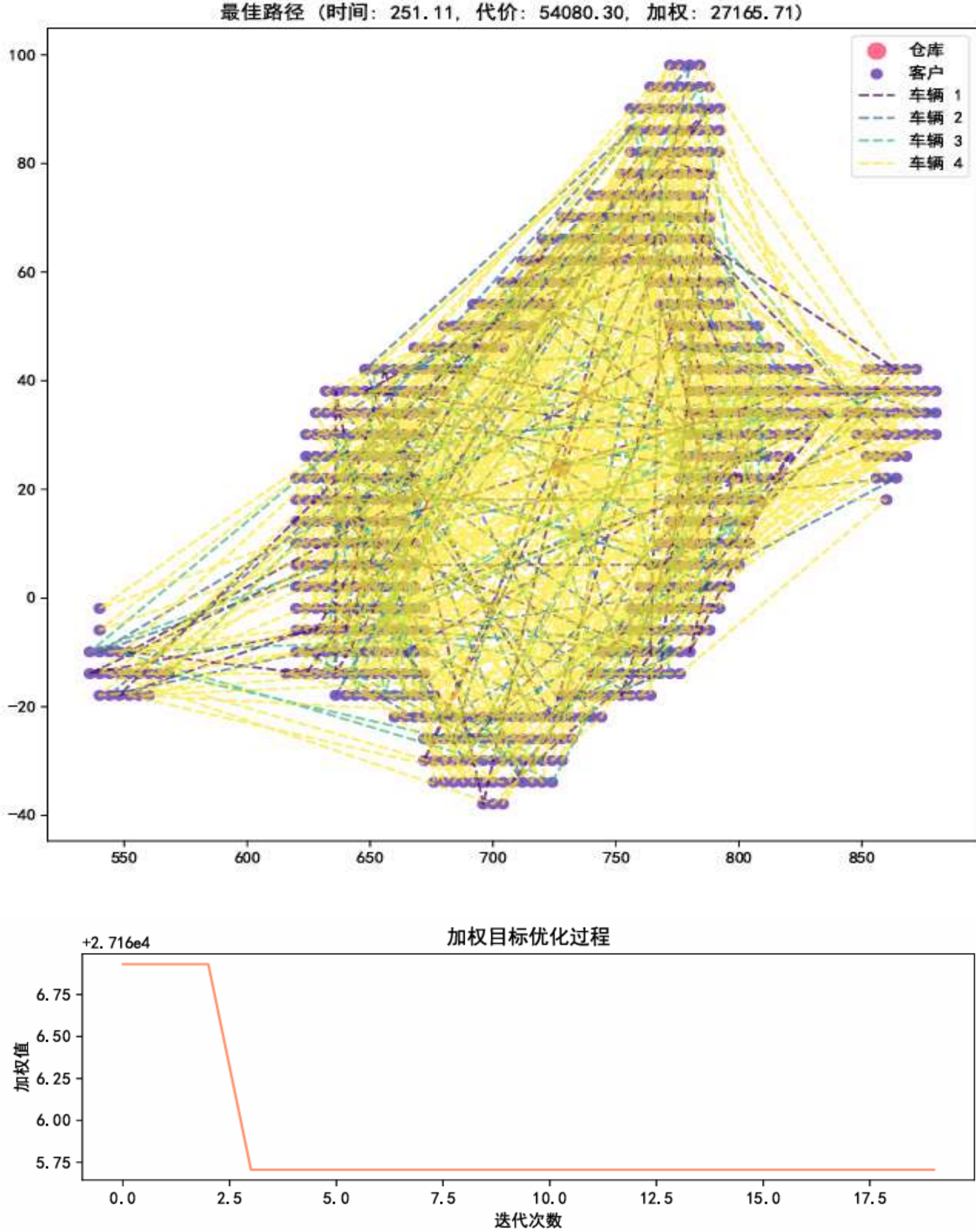


图4：最优路径和收敛过程（仅展示一个装卸点）

### 5.从图片到三维模型

基于上述任务，我们想到如果能从图片生成三维模型，则可以大幅降低勘探的成本。利用RGB数据和深度估计算法可获取三维数据，但需相机参数确定真实关系。我们复现了前沿工作——VGGT[1]，其可快速重建模型，获取三维数据，

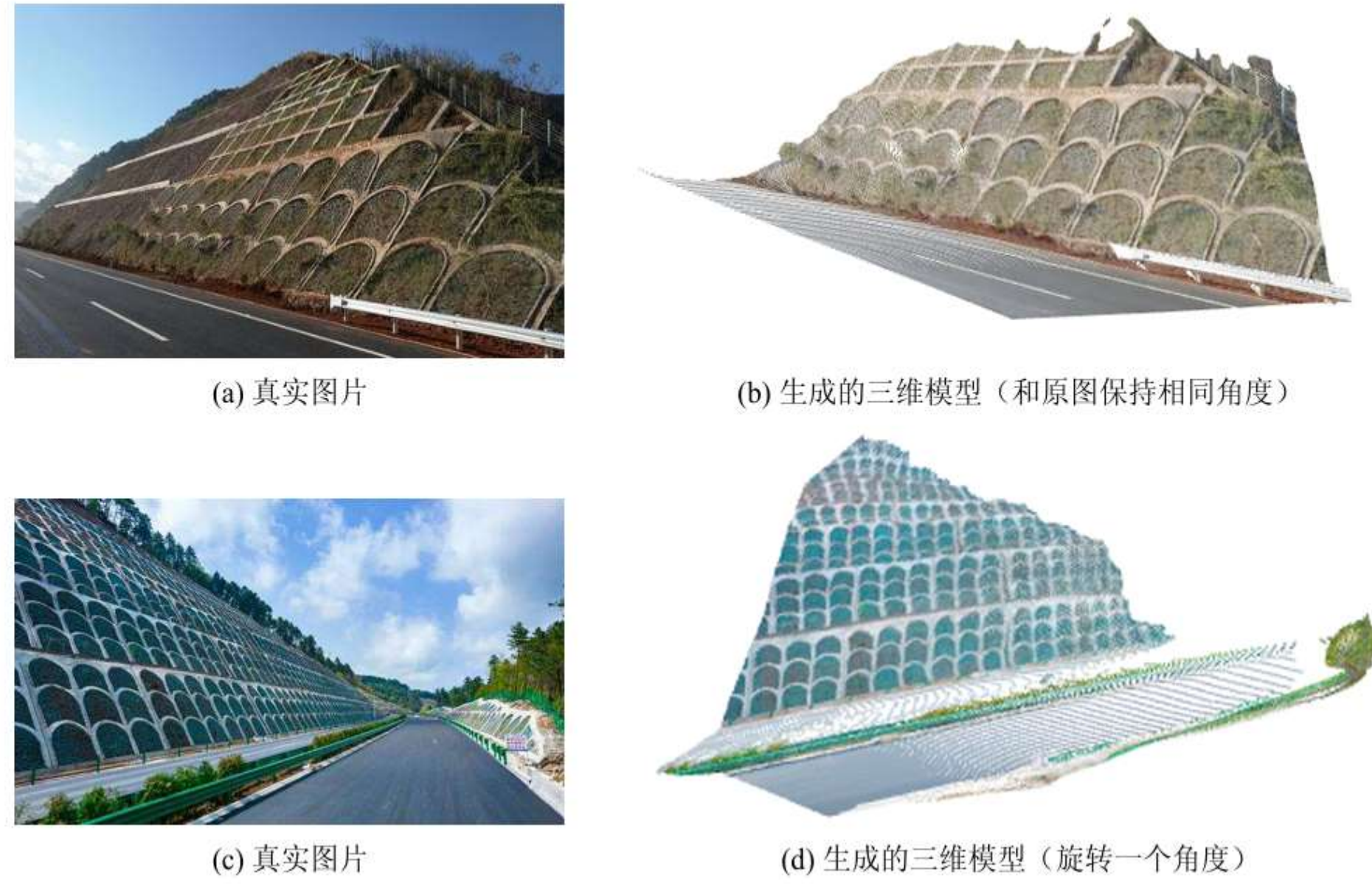


图5：VGGT效果图

### 6.总结

本文围绕土方挖掘调度，构建三维建模、土方量计算及优化调度方案，融合三维重建与先进算法，采用有效策略实现多目标优化与可视化。但模型存在简化假设导致的局限性，未来可从细化模型、提升算法、融合新技术、发展动态调度和增强鲁棒性等方面改进，具有创新与实用价值。

[1] Wang J, Chen M, Karaev N, et al. Vggt: Visual geometry grounded transformer[J]. arXiv preprint arXiv:2503.11651, 2025.

本项目受到南开大学数学建模协会，南开大学数学建模代表队萌芽计划的支持和赞助，在这里向他们表示感谢。

联系邮箱：2312578@mail.nankai.edu.cn



您可以添加作者微信，进一步交流

项目主页：<https://immc25140846.github.io/>

Diggingplan-page/