在实际测深过程中，测线方向可以不沿平行等深方向，并由此可能出现更优解。为全面考虑各种情况，现考虑对原有模型作出优化。

1. 对不同测线方向情况下，测线与坡面交线的情况进行建模。建立空间直角坐标系，以海平面为xoy平面，z轴为海域中心点，且令坡面与海平面的交线与y轴平行，如图所示。

设平面 的法向量为， 的水平面投影为，则。

与水平面法向量 的夹角为 ，则有

设水平面内的测线直线 ，分别令可得直线经过点.

其方向向量可由两个对应平面的法向量 叉乘得到：

由于 与 的水平面投影夹角为，则有

即

过测线所在直线，作两个波束边界所在的平面，不妨设其中一平面为，该式满足时直线方程为的方程，其法向量为，其与水平面夹角为，即其法向量与夹角为，则有

同理可得另一个波束边界所在的平面。

联立波束边界平面方程与海底坡面平面方程

即可得条带边界直线方程。

二，采用同之前用到的贪心策略。平行等深情况求解时，从水深处开始布线的测线条数小于从水浅处测线条数，这对现有模型求解有启发式意义。由于海底坡面西高东低的特点，从西边开始布线的测线条数，理论上小于从东边开始布线的测线条数，这点可以从贪心算法的角度进行证明。

三，测线方向不平行于坡面时，在每一条测线条带的端点处会出现一块未被覆盖的微小区域，如图所示。该区域可由测绘船沿测线方向开出海域若干距离进行覆盖。从数据角度上看，在满足题目中10%-20%重叠率的要求下，d数值较小，则这段额外距离也较小，忽略不计。

四，设计固定斜率下，一组测线在矩形海域中的总测量长度算法。通过求出直线方程后，代入边界点计算结果并与端点值进行比较，以判断截点落在哪一条边上，进而计算每条测线单独的测量长度进行累加，其伪代码如图所示

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Algorithm 2:**求解一组测线在矩形海域内总测量长度算法 | | | |
| **Input: 直线方程参数i,j,测线距离d** | | | |
| **Output: 总测量长度 l** | | | |
| **1** | **定义矩形的坐标常量x\_l,x\_r,y\_top,y\_bottom** | | |
| **2** | **while true** | | |
| **3** |  | if i>0 | | |
|  |  | //斜率-i小于0，判断与左上侧是否相交，与右下侧是否相交  if(直线在x=x\_l处y>y\_top) //交于上侧  x1=令y=y\_top时x的值  else //交于左侧  x1=x\_l  if(直线在x=x\_r处y<y\_bottom) //交于下侧  x2=令y=y\_bottom时x的值  else //交于右侧  x2=x\_r  **len=(x2-x1)\*\sqrt{1+i^2} //通过斜率和x差值计算长度** | | |
| **6** |  | else if i<0  //斜率-i大于0，判断与左下侧是否相交，与右上侧是否相交  if(直线在x=x\_l处y<y\_bottom) //交于下侧  x1=令y=y\_bottom时x的值  else //交于左侧  x1=x\_l  if(直线在x=x\_r处y>y\_top) //交于上侧  x2=令y=y\_top时x的值  else //交于右侧  x2=x\_r  **len=(x2-x1)\*\sqrt{1+i^2} //通过斜率和x差值计算长度**  else //i=0，直接得到答案为矩形长  len=4\*1852  通过d和用i计算出来的直线斜率，更新j值偏移量，即下一条测线 | | |
|  |  | **l=l+len //累加每一条测量长度** | | |
| **7** |  | **if** 测线超出矩形区域 | |
| **8** |  |  | break |
| **9** |  | **end if** | |
| **13** |  | **end while** | |
| **14** |  | 输出总测量长度l | |