























$$K_r = 0.2 \cdot \frac{(\Delta H)^2}{L} \quad (\text{A.22})$$

式中： $K'$ ——地表粗糙度因子；

$K_r$ ——土垄糙度，以 Smith-Carson 方程加以计算，cm；

$Crr$ ——随机糙度因子，取 0，cm；

$L$ ——地势起伏参数；

$\Delta H$ ——距离  $L$  范围内的海拔高程差。

#### A.4 生境不可替代性指数

首先选择指示物种，根据历史数据，以县为单元确定每个指示物种的分布区。使用 Marxa 软件中的选址运算模型，按约束条件进行迭代计算得到全国生物多样性保护优先区域。

评估单元为评估区内的各县级行政单位，物种选择全国境内有记录分布的国家一级物种、二级物种和其他有重要保护价值的物种，参照中国动物志和植物志统计这些物种在每个评估单元中的出现数量。利用不可替代性指数为评估单元赋值，该数值在 0~100 分布，数值越高表示该单元对保护生物多样性的价值（不可替代性）越大。

Marxa 模型的迭代运算目标函数为：

$$\sum_{PUs} Cost + BLM \sum_{PUs} Boundary + \sum_{ConValue} SPF + CostThersholdPenalty(t) \quad (\text{A.23})$$

式中： $\sum_{PUs} Cost$ ——规划单元总成本；

$BLM \sum_{PUs} Boundary$ ——保护体系边界总长度修正值；

$\sum_{ConValue} SPF$ ——未达到保护目标的补偿值；

$CostThersholdPenalty(t)$ ——超出成本阈值的补偿值。

运算过程中，每个规划单元采用相同成本，结果表示能达到保护目标的面积最小区域。保护体系边界总长度修正值为模型迭代过程中调整保护优先区边界后的保护体系边界总长度。当某个物种并未达到保护目标，但保护成本已达到阈值时，设置超出成本阈值的补偿值，从而适当提高成本以满足保护需求。为了保证集合达到最小成本，保护价值越高的区域在运算中被选中的概率越大。运算 100 次，每一规划单元都将生成 0~100 的一个数值，表示在运算中被选中的次数，这一值越大的单元在保护中的不可替代性越强。