

(2) 分支策略

分支时将约束条件加入子问题中，避免加入新的对偶。步骤如下所示：

1) 针对子节点或者根节点计算得到的最优解，判断其是否为原问题的整数解（整数决策变量需要取 0 或 1），如果不是，则按照船舶编号从小到大的次序，找到第一艘含有非整数解的船舶 v 。

2) 当 $\sum_{h_v \in H_v} DWX_{bj}^{h_v} \cdot s_{h_v} = X_{vbj}$ 不为整数时，记当下的 X_{vbj} 对应的 b 为常数 BN ，对船舶 v 进行分支，其中一支增加约束 $b \leq BN$ ，将此约束加入至子问题，具体实现方式为：对于船舶 v 而言，另 $b > BN$ 的 X_{bj} 全部为 0，并且删除已经加入主问题的含有 $b > BN$ 的 X_{bj} 的列，视为此约束下的不可行列。同样地，对于船舶 v ，另一支增加约束 $b > BN$ ，将此约束加入至子问题，具体实现方式为：对于船舶 v 而言，另 $b \leq BN$ 的 X_{bj} 全部为 0，并且删除已经加入主问题的含有 $b \leq BN$ 的 X_{bj} 的列，视为此约束下的不可行列。

3) 当 $\sum_{h_v \in H_v} DWX_{bj}^{h_v} \cdot s_{h_v} = X_{vbj}$ 为整数时，当 $\sum_{h_v \in H_v} DWY_{qj}^{h_v} \cdot s_{h_v} = Y_{vqj}$ 不为整数时，记当下的 Y_{vqj} 对应的 q 为常数 QN ，对船舶 v 进行分支，其中一支增加约束 $q \leq QN$ ，将此约束加入至子问题，具体实现方式为：对于船舶 v 而言，另 $q > QN$ 的 Y_{qj} 全部为 0，并且删除已经加入主问题的含有 $q > QN$ 的 Y_{qj} 的列，视为此约束下的不可行列。同样地，对于船舶 v ，另一支增加约束 $q > QN$ ，将此约束加入至子问题，具体实现方式为：对于船舶 v 而言，另 $q \leq QN$ 的 Y_{qj} 全部为 0，并且删除已经加入主问题的含有 $q \leq QN$ 的 Y_{qj} 的列，视为此约束下的不可行列。

4) 生成子节点：根据分支约束创建两个新节点，调整子问题，并将节点加入待探索集合。

说明：由于分支约束加入子问题，所以不用进行定价修正。