

# 华为嵌入式大赛-总决赛任务书

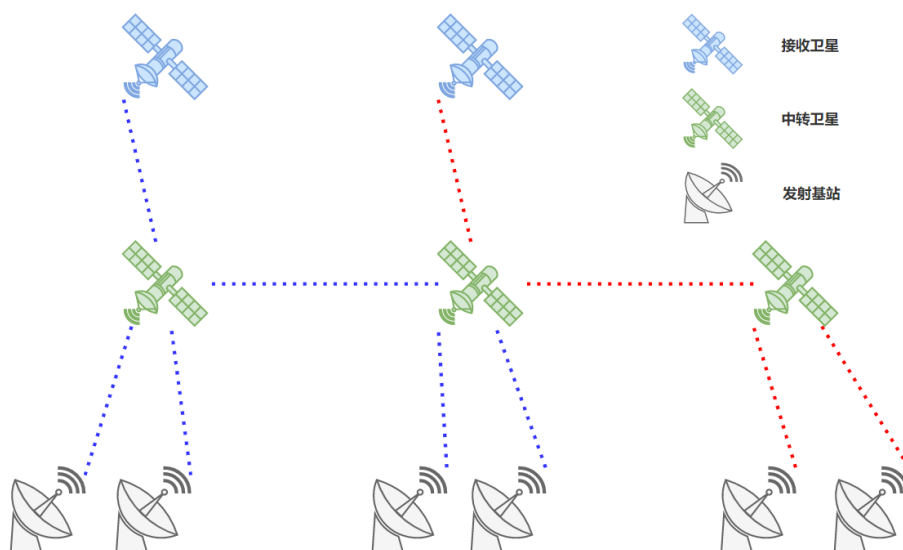
文档版本 01  
发布日期 2021-05-15



# 1 任务背景

- 星际光通信网络中，卫星的位置规划是一个十分重要的问题。合理的位置规划不仅能够提高星际通信资源的利用率，降低卫星功耗，也能给用户带来更流畅的通信体验。
- 本题从实际问题出发，虚拟并简化了一张星际光网，期待您精彩的解决方案。
- 本轮比赛，我们增加了每个接收卫星的站点功耗不同的约束。因为卫星都是不同时期发射升空的，不同时期不同的协议版本意味着不同的站点功耗，期待您在此约束下，能给出更优的规划方案。

# 2 名词解释



## 2.1 发射基站

地面上的设备、用户终端，要接入星际通信网络，必须经过地表的发射基站与太空中的卫星通信，发射基站可以视为星际光通信网络接入的起点。

## 2.2 中转卫星

星空中接收卫星的数量是有限的，为了能够实现全球互联，发射基站可能需要通过中转卫星中转才能到达接收卫星。

## 2.3 接收卫星

负责作为终点接收并处理用户信号的卫星，接收卫星无法作为中转卫星使用，请不要规划路径通过接收卫星中转。

下文如无特殊指定，“卫星”表示接收卫星和中转卫星的统称。实际问题中接收卫星之后还有其他卫星接力传输并到达其他地面基站，这里为了简便，我们只邀请您研究从发射基站出发，到接收卫星终止这一范围的网络。

## 2.4 站点功耗

接收卫星处理通信数据需要消耗太阳帆板额外的电能。中转卫星由于只转发信号，站点功耗很小可以忽略不计。发射基站由地面供电，也不考虑站点功耗。

## 2.5 传输功耗

卫星与发射基站、卫星与卫星之间的信号通信，均需要消耗能量发射和接收信号。为了简便，单个信号所需传输功耗的大小，按卫星及发射基站点之间的距离线性相关换算。题目输入会给出各个站点之间对应的距离供你计算所需传输功耗。

多个信号经过同一条路径发射时，需要消耗多份传输能量。

## 2.6 约束条件

### 路径长度限制

过长的通信距离可能带来严重的丢包和时延问题，为了保证地面上用户流畅的通信体验，发射基站经过中转卫星到接收卫星路径总长度均需要满足该限制。

### 路径重合约束

卫星之间相互通信基于相应的星际通信编码协议，每个接收卫星均有自己独特的编码方式。

同一个接收卫星与其管理的所有发射基站之间，均采用相同的编码方式通信，不存在互相干扰，允许路径重合。例如上图蓝色虚线中某些段多条路径重合。

不同的接收卫星对应的业务如果走在了同一个路径上，则会产生严重的干扰甚至中断。因此全网不同接收卫星的业务之间，不允许路径重合。例如上图中蓝色路径和红色路径不允许重合，但是可以经过相同的中转卫星。

### 发射基站功耗系数

随着城市的规划和发展，不同地区的发射基站承载的用户数逐渐产生了差异，基站用户数越多发射所需要的功耗越大。每个发射基站需要乘上该发射基站功耗系数得到路径总功耗。

### 新型卫星功耗

由于卫星是分多批发射升空的，不同时期发射的卫星由于采用了不同的协议版本，站点功耗会不同。因此网络会有多种卫星站点功耗。

# 3 任务目标

任务输入拓扑给定的卫星网络给您，通过规划使得网络总功耗最低，节点类型给定为发射基站的节点无需您规划，您需要完成如下目标：

1. 在该网络上对题目给出类型为卫星的节点，决定设置为中转卫星或接收卫星。您可以仅使用部分卫星完成目标，不要求所有卫星都被使用到。
2. 给出所有发射基站到管理它的接收卫星路径。每个发射基站，有且仅有一个接收卫星管理。
3. 规划的方案需要满足约束条件章节给出的所有约束，违背约束条件的方案视为无效结果。

本期赛事将分为多个阶段，并在不同阶段增加相应规则变化，需要您在前期设计数据结构及代码时，考虑后续的扩展演进。

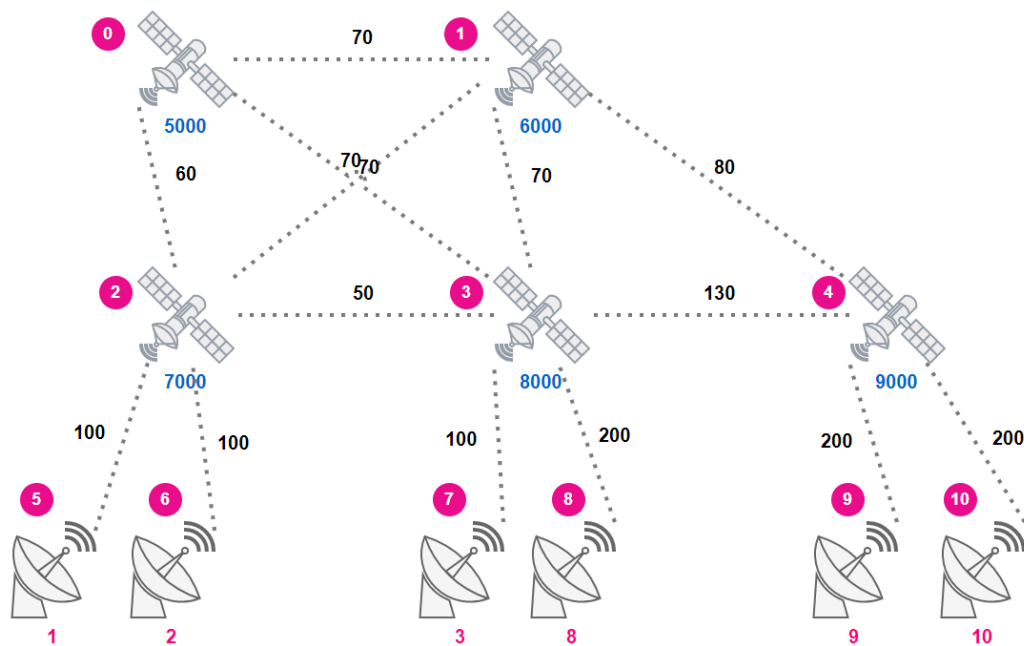
# 4 任务输入

## 4.1 输入说明

题目的输入由标准输入给出，每一个测试用例给出以下输入参数：

- 第一行输入网络基本参数信息，数据格式例如：11 14 2 400，  
第一个正整数  $N(\text{Number})$  ( $2 \leq N \leq 5000$ )，表示所有卫星和发射基站的总数，站点编号 ID 从 0 开始，到  $N-1$  结束。  
第二个正整数  $E(\text{Edges})$  ( $1 \leq E \leq 4000$ )，表示网络中可使用的路径总数。  
第三个正整数  $C(\text{coeff})$  ( $C=1$ )，表示路径距离  $L(\text{Length})$  与功耗的系数。  
第四个正整数  $D(\text{Distance})$  ( $2 \leq D \leq 2000$ )，表示全网最大路径长度限制。  
整数之间，使用一个空格分隔。
- 第二行输入个数为  $N$  的 0/1 连续数字，描述站点身份信息，数据格式例如：  
1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0.....，使用空格分隔。  
第  $i$  个数字第  $i$  个站点身份，0 代表发射基站，1 代表卫星。
- 第三行输入个数为  $N$  的正整数序列，描述卫星的功耗信息  $P_{\text{site}}$  和发射基站功耗系数  $C_{\text{site}}$ 。数据格式为：  
5000 6000 7000 8000 9000 1 2 3 8 9 10.....，使用空格分隔。范围( $3000 \leq P_{\text{site}} \leq 10000$ ) ( $1 \leq C_{\text{site}} \leq 10$ )  
第  $i$  个数字代表第  $i$  个卫星如果规划为接收卫星对应的站点功耗  $P_{\text{site}}$ ；  
如果第  $i$  个卫星您规划为中转卫星，则无站点功耗，该数字视为无意义。  
如果第  $i$  个站点是发射基站，该数字代表发射基站对应的功耗系数  $C_{\text{site}}$ 。  
发射基站对应的传输功耗计算公式为  $P=C*L*C_{\text{site}}$ 。
- 接下来  $E$  行，包含  $E(\text{Edges})$  条边的描述数据。数据格式为：  
0 1 70  
0 2 60  
0 3 70  
.....  
连边没有方向区分，前两个数字代表下标为这两个数字的站点有连边，第三个数字表示该条连边的距离  $L(\text{Length})$ ，范围( $1 \leq L \leq 1000$ )，使用空格分隔。

## 4.2 输入示例



输入示例	输入说明
11 14 1 400	第一行：站点数 11 连边数 14 功耗系数 1 最长距离限制 400
1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0	第二行：第 1~5 个站点(id:0~4)为卫星，第 6~11 个站点为发射基站(id:5~10)
5000 6000 7000 8000 9000 1 2 3 8 9 10	第三行：第 1~5 个站点(id:0~4)如果选为接收卫星，站点功耗分别为 5000 6000 7000 8000 9000，第 6~11 站点(id:5~10)是发射基站，发射功耗系数分别是 1 2 3 8 9 10
0 1 70	第四到第十七行：id0 站点到 id1 站点路径距离 70，id0 到 id2 距离 60...依次类推
0 2 60	
0 3 70	
1 2 70	
1 3 70	
1 4 80	
2 3 50	
3 4 130	
2 5 100	
2 6 100	
3 7 100	
3 8 200	
4 9 200	
4 10 200	



# 5 任务输出

## 5.1 输出说明

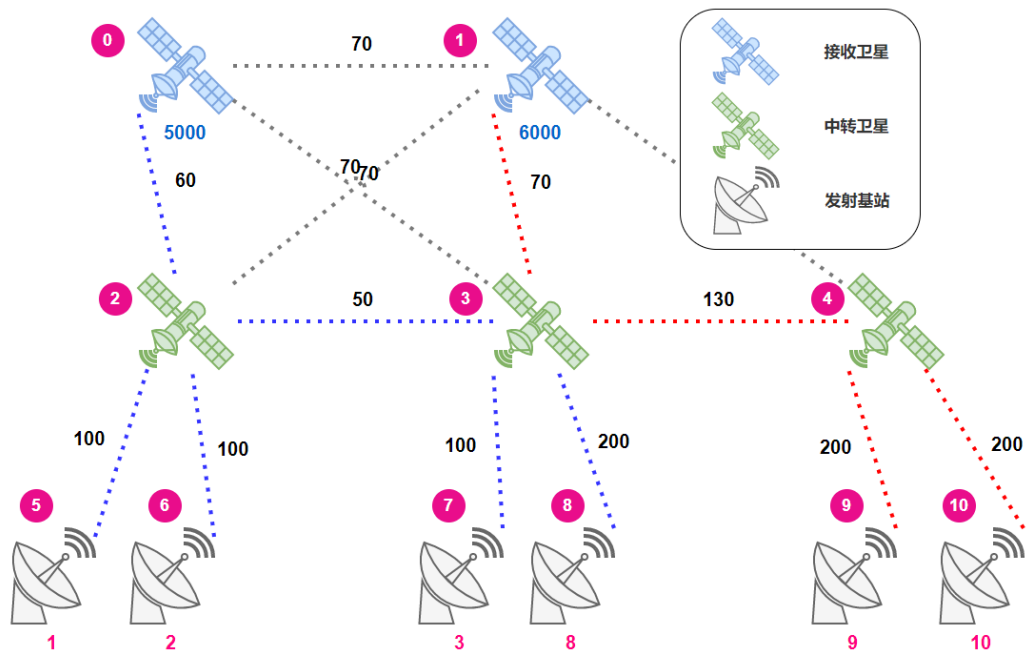
你需要将结果输出到标准输出，请不要尝试写任何文件。

每一行输出应该按从发射基站到接收卫星的顺序包含如下内容：

- 输出每个发射基站到接收卫星对应的路径信息，最后一个节点 ID 应为接收卫星 ID。每一行格式如下：
  - 第 1 行输出第 1 个发射基站到接收卫星的路径节点顺序集合，使用空格分隔。
  - 第 2 行输出第 2 个发射基站到接收卫星的路径节点顺序集合，使用空格分隔。
  - 依次类推.....
  - 第 N 行输出第 N 个发射基站到接收卫星的路径节点顺序集合，使用空格分隔。

行与行之间不要求顺序，可以按任意发射基站顺序输出路径信息。

5.2 输出示例



例如上图给出的规划结果：

输出示例	输出说明
5 2 0	第一行：发射基站(ID=5)到接收卫星(ID=0)，路径为 5->2->0
6 2 0	第二行：发射基站 6 到接收卫星 0，路径为 6->2->0
7 3 2 0	第三行：发射基站 7 到接收卫星 0，路径为 7->3->2->0
8 3 2 0	第四行：发射基站 8 到接收卫星 0，路径为 8->3->2->0
9 4 3 1	第五行：发射基站 9 到接收卫星 1，路径为 9->4->3->1
10 4 3 1	第六行：发射基站 10 到接收卫星 1，路径为 10->4->3->1

此方案的最长路径长度为 400，不超过输入给出的限制，不同接收卫星之间的路径无重合；总功耗成本为：

$$P_{\text{site}} = 5000 + 6000 = 11000$$

$$P_{\text{path}} = 1 * ((100 + 60) * 1 + (100 + 60) * 2 + (100 + 50 + 60) * 3 + (200 + 50 + 60) * 8 + (200 + 130 + 70) * 9 + (200 + 130 + 70) * 10) = 11190$$

总成本为 22190，为一份有效方案。

# 6 评分标准

- 总功耗低的方案胜出。总功耗采用如下方法计算：

$$P = P_{\text{site}} + P_{\text{path}}$$

其中  $P_{\text{site}}$  为您规划的每个接收卫星的站点功耗之和， $P_{\text{path}}$  为每个发射基站到接收卫星经过路径的传输功耗之和。

- 若方案总功耗相同，则参赛选手给出的方案运行时间较短者胜出。(单位:s)
- 如果运行时间仍然相同(相差<10s)，则先提交的选手获胜。
- 对于多组测试数据，采用总功耗排名。
- 对于每组测试数据，选手的程序允许使用的内存最大不超过 512M，并且必须在规定时间 5 分钟内输出合法的解，若程序运行超时，运行出错或者输出了不合法的解，则记无成绩。对于多组测试数据，选手的程序在任意一组数据上无成绩则记整体无成绩。
- 不允许使用第三方库，不允许使用多线程等并行实现。