

# 光网络的加纤扩容难题

【决赛】

【变更部分用绿色字体标出】

时间限制：每个用例 2 分钟

判题环境性能提升

空间限制：每个用例 512MB

## 背景：

光网络可以简单看做一张由 $N$ 个节点、 $M$ 条带距离的边组成的连通无向图，两点之间可能存在多条边，距离可能不同。

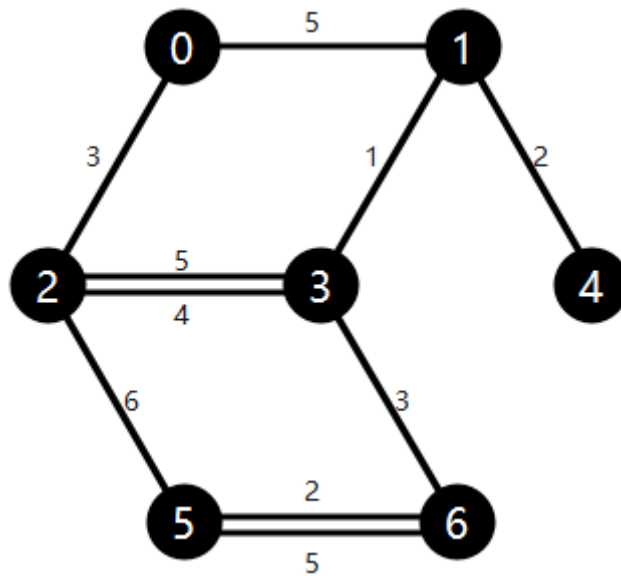


图1：7个节点10条边的光网络  
(题面所有图示皆依据样例)

每条边都有 $P$ 个通道，以通道编号 $0 \sim (P-1)$ 来区分。

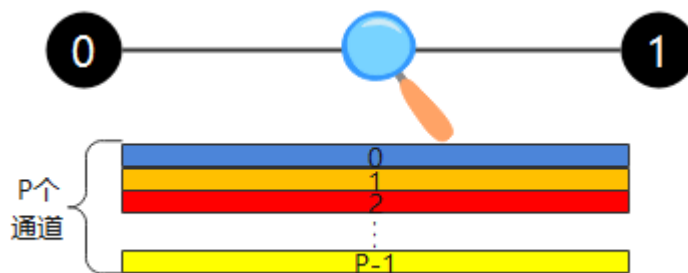


图2：每条边拆分为 $P$ 个通道

光网络上面承载了很多条光业务，光业务可以看做一条从起点到终点，经过多条边的路径。每条光业务会占用其路径上每条边的一个通道，且这些通道的编号必须相同。多条业务可以使用一条边的不同通道，但不能共用同一条边上的同一个通道。

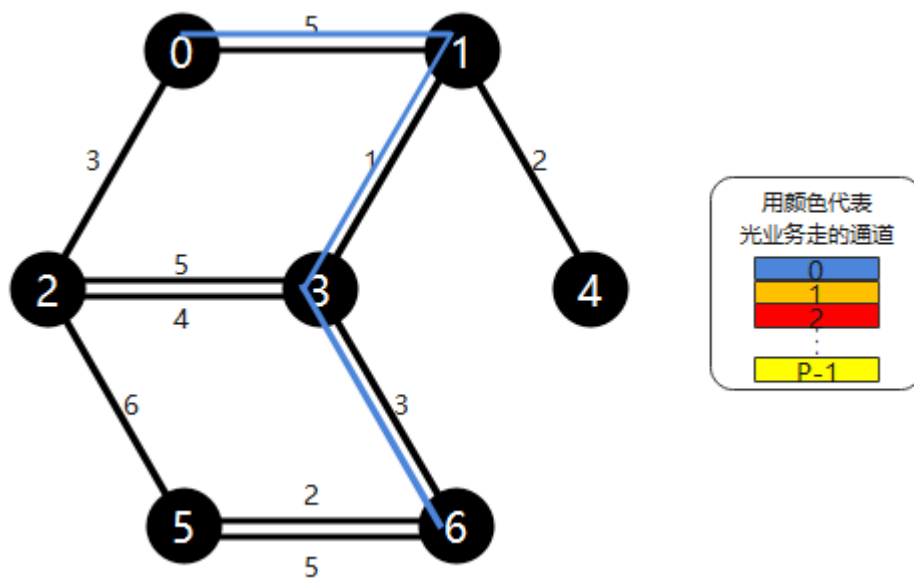


图3：光业务A 路径为0->1->3->6，使用0 通道

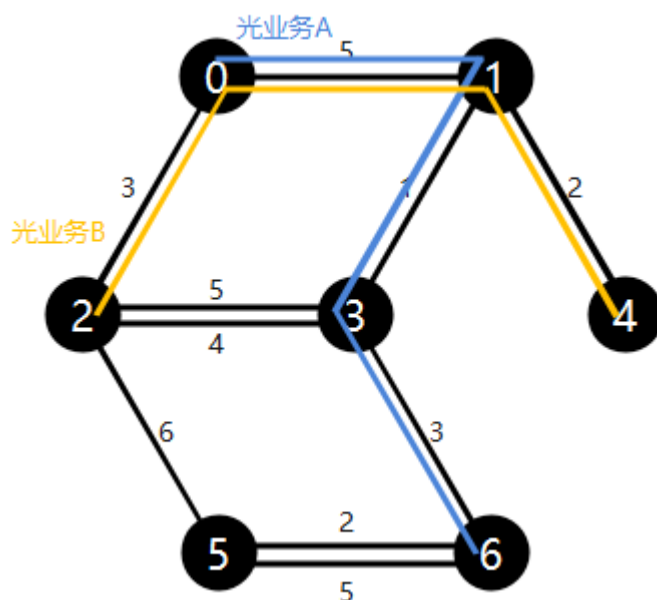


图4：光业务A 与光业务B 都经过0—1 这条边，使用不同的通道

每条业务的初始信号强度一样，且都会随着距离的增加而衰减，当路径距离大于最大衰减距离 $D$  km的时候（保证任意边的距离不大于 $D$  km），业务就会衰减到不可用的程度。

在现实网络中有些边上是有跳数的，如下图所示。当路径跳数大于最大跳数 $H$ 的时候（保证任意边的跳数不大于 $H$ ），业务也会衰减到不可用的程度。距离和跳数的约束要同时满足。

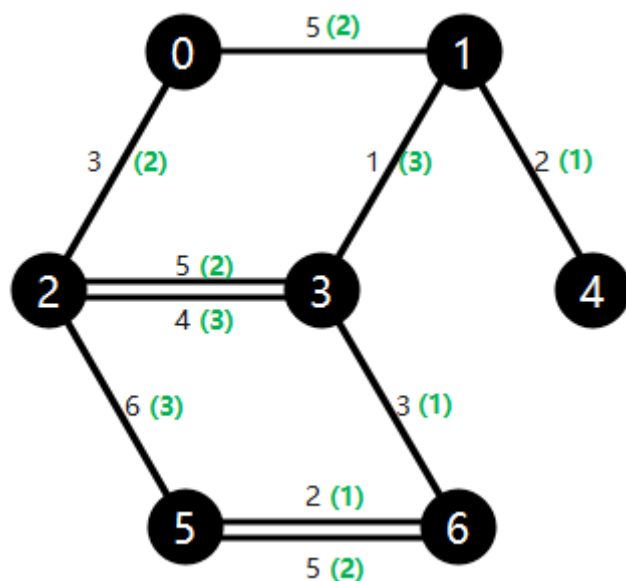


图5: 括号中的数字表示边上的跳数

我们可以在节点上安装一些信号放大器，光业务经过放大器后，信号就会恢复到初始强度。每条业务可以使用多个信号放大器，相当于将路径拆成多段长度不大于 $D$  km且跳数不大于 $H$ 的子路径。一个信号放大器只能放大一条业务，但每个节点上都可以安装多个放大器，用来放大不同的多个业务。

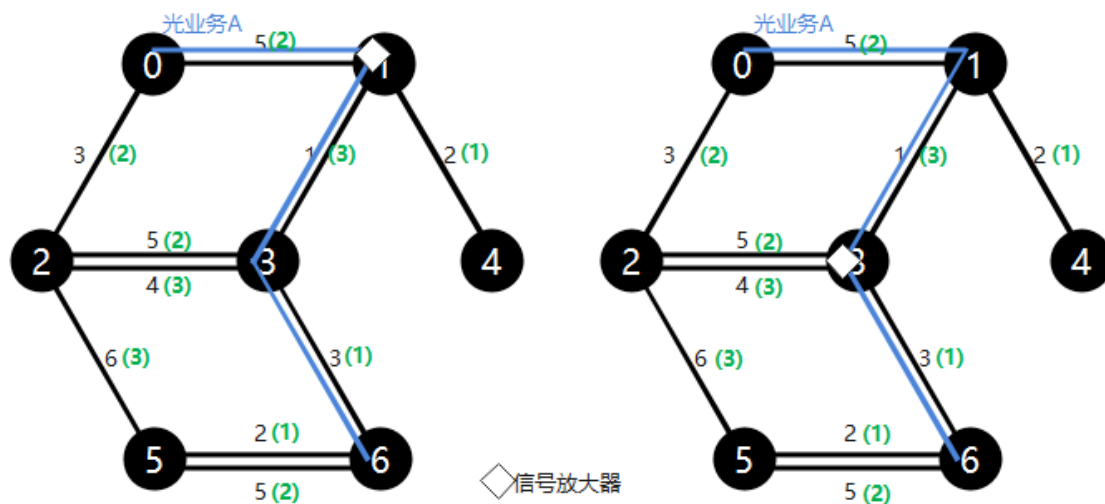


图6: 当 $D=6, H=5$ 时，光业务A的路径有2种使用放大器的方案

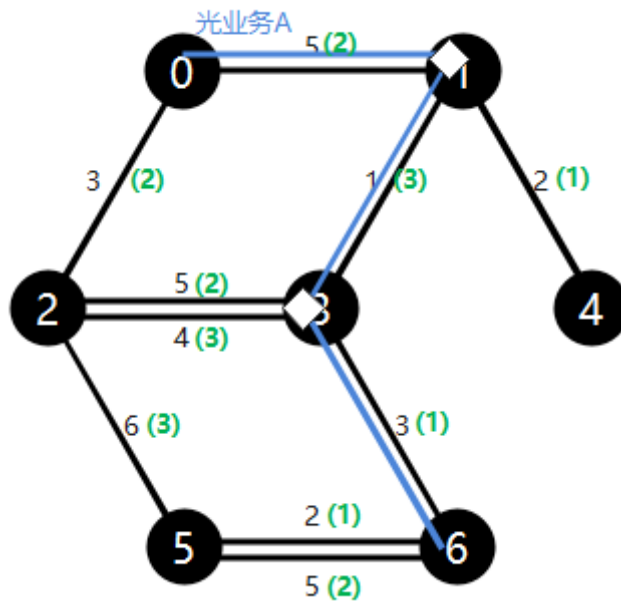


图7：当 $D=6, H=4$ 时，光业务A的路径只有1种使用放大器的方案

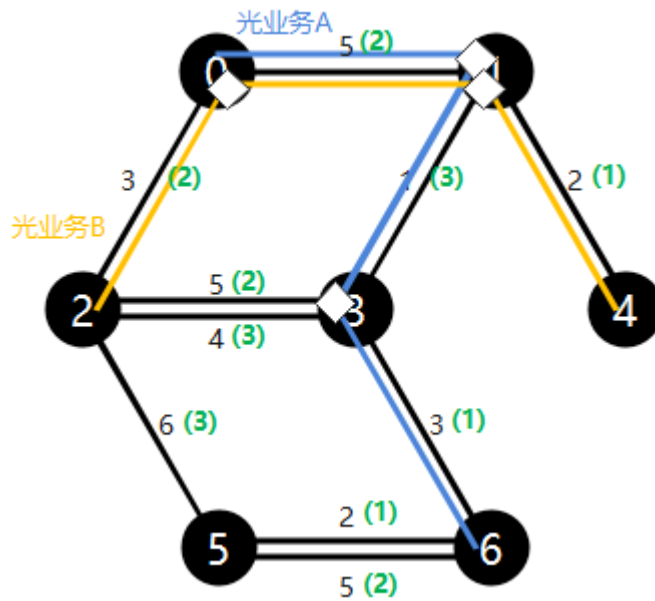


图8：当 $D=6, H=4$ 时，总共用了4个放大器

为了提高光网络的可靠性，部分光业务需要规划多条路径，最多 10 条，这些路径同源同宿，但彼此之间不能有相同的边。每一条路径都要满足前面的通道和放大器约束，并且都会累计综合成本。当光业务的路径数量为 2 时，这两条路径分配的通道必须相同；当光业务的路径数量 $>2$  时，这些路径分配的通道可以不同。

#### 任务：

现在有一张光网络，所有边的所有通道都未占用，我们需要在上面添加 $T$ 条光业务。给定每条光业务的起点、终点、路径数量，我们需要为每一条业务规划指定数量的路径，并各选择一个通道编号。如果路径长度大于 $D$  km，或者路径跳数大于 $H$ ，还需要选择一些信号放

大器，将路径分为多段。

如果有些边的通道已经占满，导致部分业务无法添加，可以额外增加最多 80000 条边，最终使得所有业务成功添加。新增的边只能是原始拓扑图中某一条边的拷贝，距离和跳数与原始边一样，但新增的边所有通道都是未占用的。

评分：

对于选手的规划的方案，只需满足上诉条件即可得分。本题以综合成本来评价方案，综合成本越低越好：

- 1. 每增加一条边，需要 1,000,000,成本
- 2. 每条路径每经过一个信号放大器，需要 100 成本
- 3. 每条路径每经过一条边，需要 1 成本

输入：

第 1 行：有 7 个整数，依次是节点数量N、连边数量M、业务数量T、路径总数R、单边通道数量P、最大衰减距离D、最大衰减跳数H。(2 ≤ N,M ≤ 6000; 2 ≤ T ≤ 12,000; T ≤ R ≤ 42,000; 2 ≤ P ≤ 120; 2 ≤ D ≤ 1000; 2 ≤ H ≤ 15)

接着M行：每行 4 整数 $s_i$ 、 $t_i$ 、 $d_i$ 、 $h_i$ ，表示第i条边连接着编号为 $s_i$ 、 $t_i$ 两个点，距离为 $d_i$ ，跳数为 $h_i$ 。（旧边编号从 0 到M - 1）

接着 T 行：每行 3 个整数 $S_j$ 、 $T_j$ 、 $K_i$ ，表示需要新增的第j条业务的起点、终点、路径条数。

输出：

第 1 行：一个整数Y，表示要加边数量Y。

接着Y行，每行 1 个整数 $e_i$ ，表示编号为M + i的新边是编号为 $e_i$ 的原始边的拷贝。（新边编号从M到M + Y - 1）

接着R行，每行前 3 个整数 $p_j$ 、 $m_j$ 、 $n_j$ ，表示第 j 条路径的通道编号为 $p_j$ ，经过的边数量为 $m_j$ ，经过的放大器个数为 $n_j$ 。接着 $m_j$ 个整数，表示依次经过的边的编号，接着 $n_j$ 个整数，表示依次经过的放大器所在节点的编号。

（若 0 号业务有 1 条路径，1 号业务有 2 条路径，2 号业务有 3 条路径，则 0 号业务的路径下标为{0}，1 号业务的路径下标是{1, 2}，2 号业务的路径下标是{3, 4, 5}，以此类推）

样例：

输入	输出	成本
7 105 6 4 6 4	1	增加的边数： 1
0 1 5 2	3	放大器数量： 9
0 2 3 2	0 3 2 0 2 7 1 3	路径总边数： 18
1 3 1 2	3 3 1 5 2 3 3	综合总成本： 1,000,918
1 4 2 1	2 3 1 5 2 3 3	
2 3 5 2	1 3 1 5 2 3 3	
2 3 4 3	1 3 2 1 0 10 0 1	

2 5 6 3	2 3 2 1 0 1 0 0 1	
3 6 3 1		
5 6 2 1		
5 6 5 2		
0 6 1		
2 4 1		
2 4 1		
2 4 2		
2 4 1		

#### 评分：

1. 分数 = 每个用例综合成本的平均值
2. 分数越小排名越前；分数相同时，平均运行时间越短的排名越前；

#### 基础错误类型：

1. 代码编译错误
2. 程序异常退出  
(包括但不限于运行错误、使用异常权限、输出数据超多；请自行定位)
3. 超出时间限制
4. 超出内存限制
5. 输出格式错误

#### 逻辑错误类型：

1. 超过加边限制 ( $Y > 80,000$ )
2. 点编号非法 (点编号  $\geq N$ )
3. 边编号非法 (边编号  $\geq M+Y$ )
4. 通道编号非法 (通道编号  $\geq P$ )
5. 路径边数非法 (路径边数  $\geq N$  或 路径边数  $= 0$ )
6. 路径放大器数非法 (放大器数量  $>$  路径边数)
7. 新增边非法 (边编号  $\geq M$ )
8. 路径不连续
9. 放大器不在路径上
10. 光信号未及时放大 (路径被放大器分段后，某一段的长度  $> D$ ，或跳数  $> H$ )
11. 通道冲突 (多条业务经过了同一条边，且它们的通道一样)
12. 同组路径有边相同 (某一条业务的多条路径间存在相同的边)
13. 成对路径通道不同 (某一条业务有 2 条路径，但这条路路径规划的通道不同)
14. 非法分数 (分数大于 99,999,999,999)
15. 异常退出 (联系比赛技术专家处理)