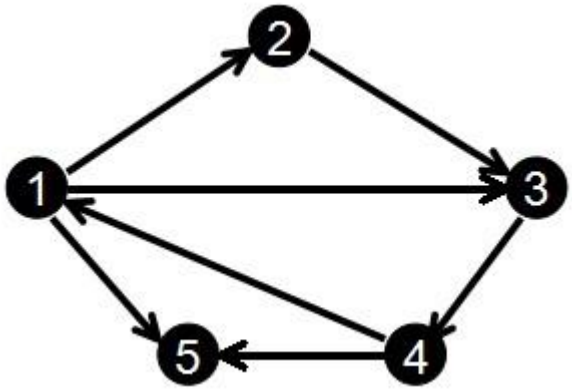
链式前向星

前向星是一种特殊的边集数组,我们把边集数组中的每一条边按照起点从小到大排序，如果起点相同就按照终点从小到大排序，并记录下以某个点为起点的所有边在数组中的起始位置和存储长度，于是，前向星就构造好了。

具体地，用 len[i]来记录所有以 i 为起点的边在数组中的存储长度，用 head[i]记录以 i 为起点的边在边集数组中的第一个存储位置。

例如，对于下图：



假设输入数据时，各条边的输入顺序为：

```
1 2
2 3
3 4
1 3
4 1
1 5
4 5
```

那么排完序后就得到：

```
编号:     1     2     3     4     5     6     7
起点 u:   1     1     1     2     3     4     4
终点 v:   2     3     5     3     4     1     5
```

得到：

```
head[1] = 1    len[1] = 3
head[2] = 4    len[2] = 1
head[3] = 5    len[3] = 1
head[4] = 6    len[4] = 2
```

但是，利用前向星会有排序操作，即使采用快排，时间也至少为 O(nlog(n))。

如果用**链式前向星**，就可以避免排序了。具体地，我们建立一个 Edge 结构体：

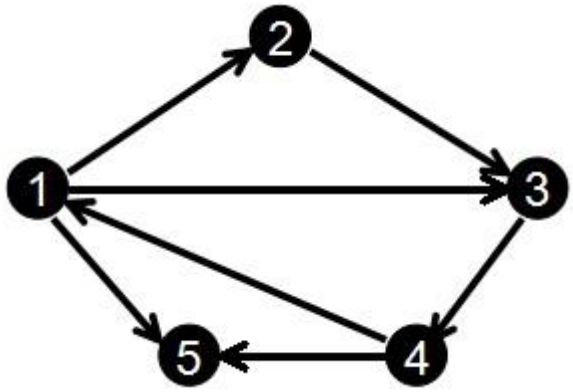
```
struct Edge
{
     int next;
     int to;
     int w;
};
```

其中 edge[i].to 表示第 i 条边的终点，edge[i].next 表示与第 i 条边同起点的下一条边的存储位置，edge[i].w 为边权值。

另外还有一个数组 head[],它是用来表示以 i 为起点的第一条边存储的位置；实际上，你会发现这里的第一条边的存储位置，其实是以 i 为起点的所有边的最后输入的那条边的编号。

head[]数组一般初始化为 -1，对于加边的 add 函数是这样的：

```
1. void add_edge( int u, int v, int w )
2. {
3.     edge[cnt].w = w;
4.     edge[cnt].to = v;
5.     edge[cnt].next = head[u];
6.     head[u] = cnt++;
7. }
```



初始化 cnt = 0,这样,现在我们还是按照上面的图和输入来模拟一下：

```
edge[0].to = 2;     edge[0].next = -1;      head[1] = 0;
edge[1].to = 3;     edge[1].next = -1;      head[2] = 1;
edge[2].to = 4;     edge[2],next = -1;      head[3] = 2;
edge[3].to = 3;     edge[3].next = 0;       head[1] = 3;
edge[4].to = 1;     edge[4].next = -1;      head[4] = 4;
edge[5].to = 5;     edge[5].next = 3;       head[1] = 5;
edge[6].to = 5;     edge[6].next = 4;       head[4] = 6;
```

很明显,head[i]保存的是以 i 为起点的所有边中编号最大的那个，而把这个当作顶点 i 的第一条起始边的位置。

这样，在遍历图时，是按照与输入顺序相反的顺序遍历的，不过这样不影响结果的正确性。

比如以上图为例，以节点 1 为起点的边有 3 条,它们的编号分别是 0,3,5，而 head[1] = 5，我们在遍历以 u 节点为起始位置的所有边的时候是这样的：

```
for(int i=head[u];~i;i=edge[i].next)
```

那么就是说先遍历编号为 5 的边,也就是 head[1],然后就是 edge[5].next,也就是编号 3 的边,然后继续 edge[3].next,也就是编号 0 的边,可以看出是逆序的。