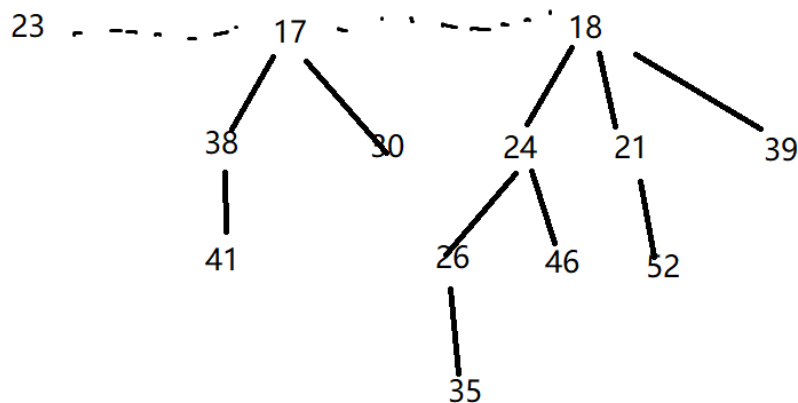


SA22225226 李青航

19.2-1**19.3-1**

堆中的根被标记，因为它在某个时刻有一个子节点key的值被decreased。

任何的进行的标记操作不会增加势。这是因为检查标记的唯一时间是在CASCADING-CUT的第3行。然而，这只会在其父节点为非NIL的节点上运行。因为每个根都有NIL作为它的父节点，所以CASCADING-CUT的第3行永远不会在这个标记的根上运行。

19.3-2

FIB-HEAP-DECREASE-KEY的实际开销是 $O(c)$ ，其中 c 是调用CASCADING-CUT的次数。如果 c_i 是对第 i 个键进行调用的次数减少，那么对FIB-HEAP-DECREASE-KEY进行 n 次调用的总时间为 $\sum_{i=1}^n c_i = O(c_i)$ 。接下来观察，对CASCADING-CUT的每一次调用都将一个节点移动到根节点，并且对根节点的每一次调用都需要 $O(1)$ 。因为在这些调用过程中没有根结点变成子结点，所以我们必须得到 $\sum_{i=1}^n c_i = O(n)$ 。因此，总代价是 $O(n)$ ，所以平摊代价是 $O(1)$ 。