

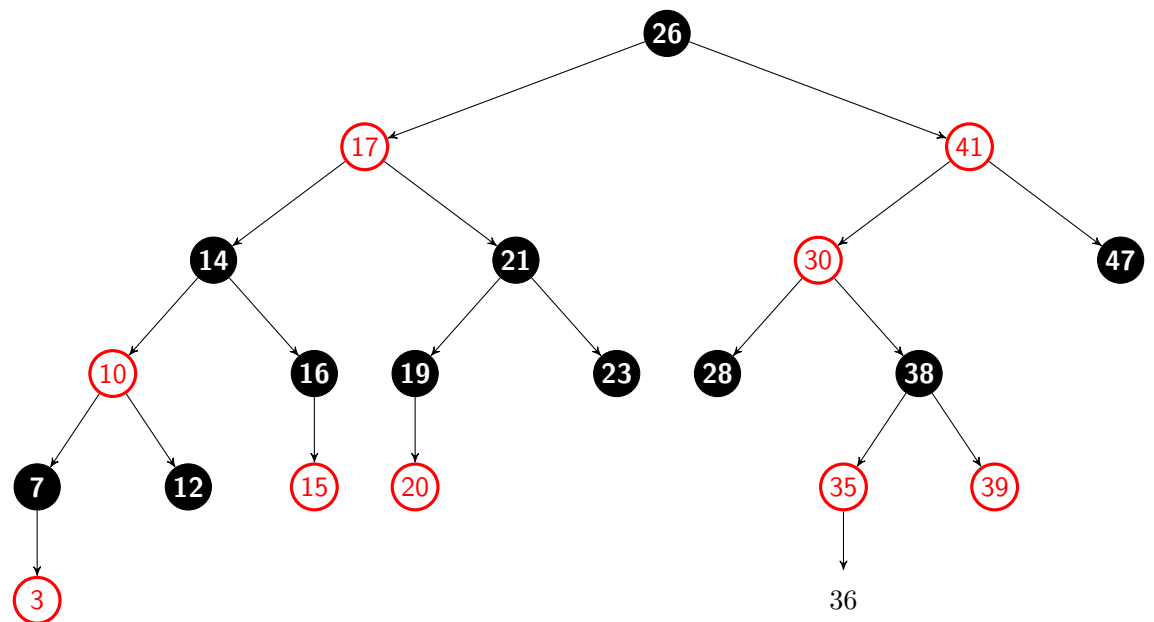
SA22225226 李青航

13.1-2

插入36到图13-1中后：

如果插入的节点是红色，不再是红黑树，因为父节点35是红色，连续两个红色，破坏了红黑树规则4

如果插入的节点是黑色，不再是红黑树，因为到达36的黑高，与到达其他叶子节点的黑高不同，破坏了规则5



13.1-5

一棵红黑树，根节点的黑高固定，根到所有叶节点的简单路径中，最短的情况是“全为黑”节点，最长的情况是“红黑交替”。所以最短与最长的情况，路径节点数相差两倍

13.1-6

最多的时候是每层黑红交替的满二叉树的时候，此时树高为 $2k+1$ ，最多节点为 $2^{2k+1} - 1$ 个

最少的时候是全黑的满二叉树，此时树高为 $k+1$ ，最少节点为 $2^{k+1} - 1$ 个

13.3-1

如果插入黑的节点，就会破坏红黑树的性质5，从根到叶的简单路径的黑节点数加1，不全相同了

13.3-2

插入41

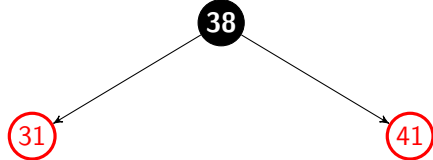
41

插入38

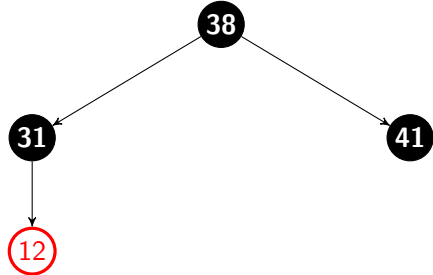
41



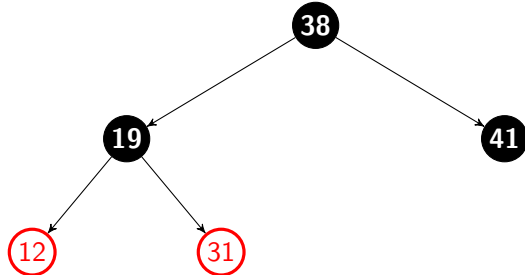
插入31



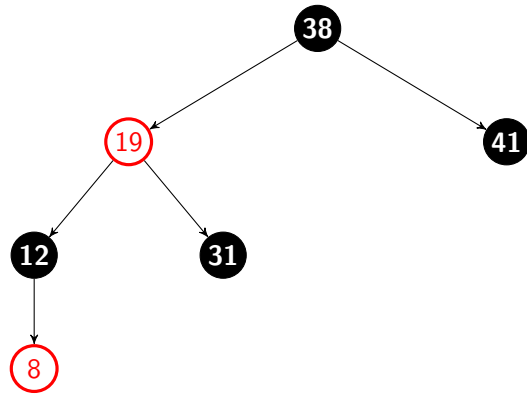
插入12



插入19



插入8

**13.4-6**

在case 1开始，我们置 w 为结点 x 的兄弟。算法第4行判断了 $w.color == red$ ，那就意味着 x 和 w 的父结点不能是红色的（否则违背红黑树规则4，不会父子都是红色）