

# 堆简介

堆是一棵树，其每个节点都有一个键值，且每个节点的键值都大于等于/小于等于其父亲的键值。

每个节点的键值都大于等于其父亲键值的堆叫做小根堆，否则叫做大根堆。[STL 中的 priority\\_queue](#) 其实就是一个大根堆。

（小根）堆主要支持的操作有：插入一个数、查询最小值、删除最小值、合并两个堆、减小一个元素的值。

一些功能强大的堆（可并堆）还能（高效地）支持 merge 等操作。

一些功能更强大的堆还支持可持久化，也就是对任意历史版本进行查询或者操作，产生新的版本。

## 堆的分类


操作 \ 数据结构 <sup>4</sup>	配对堆	二叉堆	左偏树	二项堆	斐波那契堆
插入 (insert)	$O(1)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$ <sup>1</sup>	$O(1)$
查询最小值 (find-min)	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$ <sup>23</sup>	$O(1)$
删除最小值 (delete-min)	$O(\log n)$ <sup>3</sup>	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$ <sup>3</sup>
合并 (merge)	$O(1)$	$O(n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(1)$
减小一个元素的值 (decrease-key)	$o(\log n)$ （下界 $\Omega(\log \log n)$ ，上界 $O(2^{2\sqrt{\log \log n}})$ ） <sup>3</sup>	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(1)$ <sup>3</sup>
是否支持可持久化	×	✓	✓	✓	×

习惯上，不加限定提到「堆」时往往都指二叉堆。

- 
1. 单次插入的复杂度为  $O(\log n)$ ，但有  $k$  次连续插入时，可创建一个只包含要插入元素的二项堆，再将此堆与原先的二项堆进行合并，均摊复杂度为  $O(1)$  [↩](#)
  2. 可以保存一个指向最小元素的指针，在执行其他操作时修改该指针，即可在  $O(1)$  的复杂度下进行查询了 [↩](#)
  3. 复杂度为均摊复杂度 [↩](#)[↩](#)[↩](#)[↩](#)[↩](#)
  4. 表格来自于 [Wikipedia](#) [↩](#)
- 

 本页面最近更新：2023/10/20 12:20:05，[更新历史](#)

 发现错误？想一起完善？ [在 GitHub 上编辑此页！](#)

 本页面贡献者：[HeRaNO](#), [CCXXI](#), [CyaceQuious](#), [Enter-tainer](#), [Ir1d](#), [WAAutoMaton](#), [Early0v0](#), [mgt](#), [ouuan](#), [shuzhouliu](#), [sshwy](#), [Tiphereth-A](#)

© 本页面的全部内容在 [CC BY-SA 4.0](#) 和 [SATA](#) 协议之条款下提供，附加条款亦可能应用