

5.5

折半查找

基本信息

教学主题	折半查找	课时安排	1 课时(45 分钟)
所在章节	第9章 查找/第9.1.2节 有序表的查找		

【教学目标】

❖ 知识目标

- (1)理解：折半查找的定义及起源。
- (2)掌握：折半查找算法思路及实现。
- (3)运用：折半查找，解决实际问题，提升知识运用能力。

❖ 能力目标

- (1)提取要素：在理解概念，阅读教材、文献中对抽象概念的表述时，锻炼自己提取概念关键词和要素的能力。
- (2)举一反三、主动思考：培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，针对不同的情况，让学生理解如何实现高效的查找，提高创新能力。
- (3)逻辑思维：学会查阅文献资料，培养学生运用分析、比较、归纳与演绎等科学研究方法的逻辑思维能力。

❖ 素质目标

- (1)专注、投入：培养学生学习兴趣、良好的思维习惯、自主学习的积极性以及专注投入的学习习惯。
- (2)钻研、创新：培养学生复习+总结、预习+思考的良好学习习惯和严谨务实的学习态度，并通过知识拓展开阔视野，引导学生敢于创新，提高自主探索的创新品质。

【教学内容】

- (1)折半查找的定义及起源【重点】。
- (2)折半查找算法思路及算法实现【重点】【难点】。
- (3)折半查找算法分析【重点】【难点】。

【教学组织与教学思路】

❖ 教学组织

教学时间共计45分钟，课堂组织从“猜猜我家住几楼”引入，继而介绍本次课学习目标，之后回顾上节课的知识点，再详细讲解折半查找的基本思路及算法实现等知识点。教学课堂的活跃、学生思维的调

动等环节展开。

❖ 教学思路

将教学环节分为课前、课中和课后三个阶段。各阶段综合应用信息化教学法、BOPPPS 教学模式等。

(1) 课前: 基于学校的教学平台, 推送教学课件、MOOC 链接等进行多维度导学, 使学生初步了解将要学习的内容。通过学生完成 MOOC 链接中的前测, 了解学生预习情况, 确定本堂课教学重点及难点。

(2) 课中: 应用 BOPPPS 教学模式。

① 课堂导入。提出问题或实际案例导入。设置情境, 激发学生学习兴趣。

② 温故知新。承上启下回顾知识, 进行课程前测, 了解学生的前期知识掌握情况。

③ 学习目标。明确本节课的学习目标和学习要求。

④ 讲授与互动。重点及难点内容详讲, 辅以提问、启发、类比、讨论等方式进行互动式讲授, 以期强化学习目标, 活跃课堂氛围, 加深内容理解, 拓展认知思维。

⑤ 学以致用。课堂练习题, 加入板书及学生演板等互动, 以了解学情, 督促学生主动参与教学过程, 提升学生学习参与度。

⑥ 课程小结与练习。通过思维导图等总结本节主要内容, 布置课后练习巩固提升, 同时通过设置问题, 引出下次课教学内容。

本次课通过“猜猜我家住几楼”结构引入, 吸引学生注意力, 继而回顾上节课的知识点, 再介绍本次课学习目标: 理解折半查找的定义及起源; 掌握折半查找算法思路及实现; 运用折半查找, 解决实际问题, 提升知识运用能力。之后详细讲解折半查找算法设计及实现等知识点。

在讲授和互动环节, 首先介绍折半查找的概念及起源, 用动画动态显示, 以帮助学生理解。接着重点介绍折半查找算法基本思路、算法示例、算法实现及算法分析。授课过程中, 综合应用提问、讨论、课堂练习的方式, 使学生真正理解和掌握本节学习内容。

讲授环节后, 通过“学以致用”课堂测试来评价学生对知识的理解掌握情况, 最后进行教学总结, 归纳本节课的学习内容。

(3) 课后: 练习、复习、拓展。

① 通过学校教学平台布置课后作业, 作业完成后, 线上批阅。

② 鼓励学生积极参与 MOOC 平台的交流与讨论。

③ 布置拓展阅读资料, 鼓励学生提出挑战性 or 批判性问题。

▶ 【教学方法】

(1) 结合趣味游戏导入, 针对性地分析问题和解决问题, 提高学生学习兴趣。

(2) 采用多媒体动画的方式形象地描述折半查找过程, 刺激学生感官, 加深对折半查找的理解; 同时合理地设计板书, 避免 PPT 放映过快导致学习“短路”, 利于学生掌握学习内容。

(3) 以问答方式进行知识点回顾, 活跃课堂气氛。

(4) 采用启发式、案例式教学, 上课前向学生提一个思考问题“顺序查找的缺点是什么? 有更好的解决方案吗?”, 然后让学生带着问题有针对性地学习知识点, 更深层次地理解课堂所学。

(5) 进行必要的课堂小结, 布置课外习题及参考资料。

(6) 采用前后呼应的方式引导学生对下一节课的兴趣点。

课堂教学思维导图如图 5.52 所示。

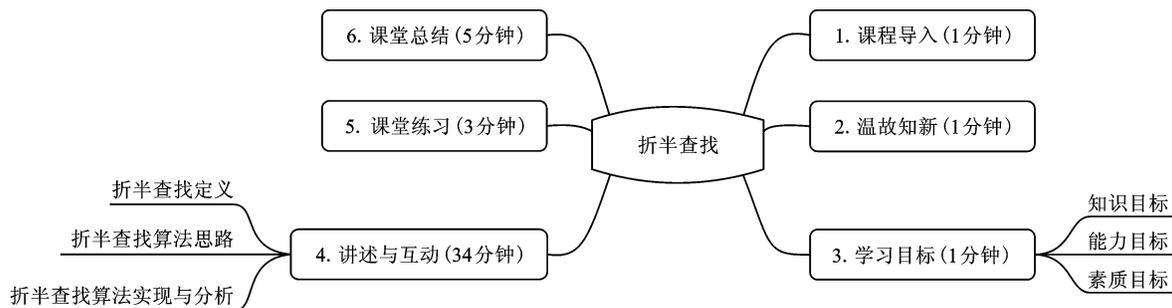


图 5.52 课堂教学思维导图

【课程思政】

(1) 通过讲述折半查找提出者莫奇利的故事, 开展理想信念教育, 引导学生树立积极向上的人生观和价值观。(融合策略)

(2) 通过对折半查找的时间复杂度分析(思政元素), 顺序查找和折半查找的时间复杂度区别在于利用了数据的有序性, 让学生懂得面对问题时, 需要分析其本质和特征, 选择最合理的解决问题的办法。(融合策略)

教 学 过 程

◆ 课堂导入(1分钟)

引例: 以“猜猜我家住几楼”引出(见图 5.53)。

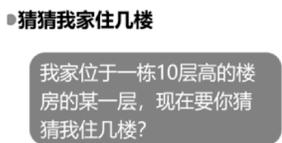


图 5.53 猜猜我家住几楼

- 你可以这样问: 是某一楼, 还是在这楼之上还是之下?
- 你需要猜几次才能猜出我住几楼呢?

方法 1: 从下往上逐层猜, 这是顺序查找, 时间复杂度为 $O(n)$



方法 2: 从中间楼层开始猜, 先问 1 楼和 10 楼的中间 5 楼, 询问我是否住 5 楼、还是在 5 楼之上或之下。这种每一次取中间点, 是什么查找?

用“猜猜我家住几楼”的游戏引入课程, 激发学生学习兴趣和学习动力。



以此引出本节课所学内容：折半查找。

明确目标(1分钟)

* 本节目标

- (1) 理解折半查找的定义及起源。
- (2) 掌握折半查找算法思路及实现。
- (3) 运用折半查找，解决实际问题，提升知识运用能力。

重点讲解 难点分析 理论实践 虚拟演示 自主探究 (38分钟)

* 讲授及互动

(1) 衡量一个查找算法的标准是什么？(1分钟)

衡量一个查找算法效率高低的标准是什么？

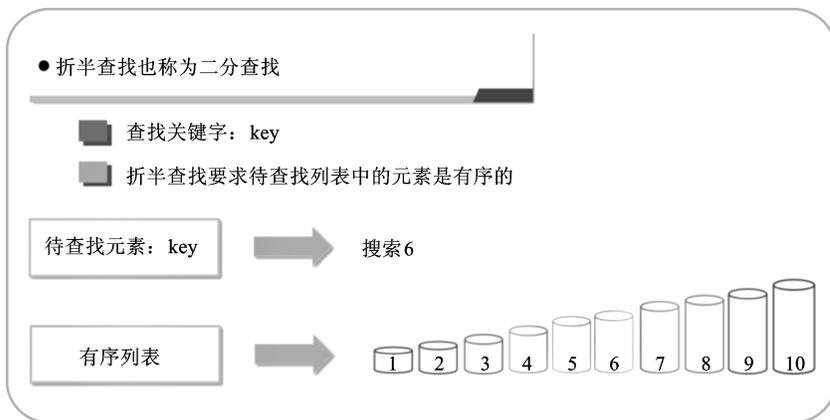
答：平均比较次数(平均查找长度 ASL: average search length)

$$ASL = \sum P_i \times C_i (n \text{ 为查找表中记录个数})$$

$$\sum P_i = 1$$

2. 什么是折半查找？(2分钟)

放映 PPT。



【示例】这是包含 1 到 10 的有序表，待查找关键字为 6。

(3) 折半查找起源。(2分钟)

人物介绍：介绍计算机先驱莫奇利的一些主要事迹。如图 5.62 所示。

提升视角，强调本节课的学习目标。

温故知新：回顾上节课知识点，承上启下，引出本堂课的学习内容。

图片展示+实例分析：阐述折半查找的定义，同时明确折半查找的要求：待查找列表中的元素是有序的。

● 折半查找算法

- 提出时间: 1946年
- 提出者: John Mauchly

约翰·莫奇利 (John William Mauchly) (1907-1980), 美国物理学家, 计算机先驱之一
世界上第一台通用计算机——埃尼阿克/ENIAC的创始人之一



图 5.54 人物介绍

(4) 折半查找算法思路(12 分钟)

放映 PPT。

01 设A[low...high]为当前查找区间, 首先确定区间的中点位置 $mid = \lfloor (low + high) / 2 \rfloor$; 然后将待查的key值与A[mid]进行比较:

- (1) 若key=A[mid], 则查找成功并返回该元素的下标
- (2) 若key<A[mid], 则查找左子表A[low...mid-1]
- (3) 若key>A[mid], 则查找右子表A[mid+1...high]

02 重复上述查找过程, 直到找到关键字为key的元素或者查找区间为空为止。

* 案例分析

- 算法演示——找到所查元素(见图 5.55)。

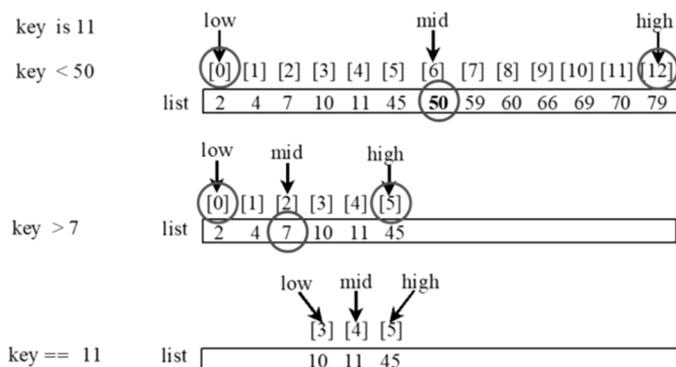


图 5.55 找到所查元素

通过生动形象的讲解, 调动学生学习积极性, 避免枯燥乏味的学习氛围, 同时引出课程思政。

★ 课程思政

通过讲述折半查找提出者莫奇利的故事, 引导学生树立积极向上的人生观和价值观。

归纳讲授法: 通过动画演示阐述的方式, 描述折半查找的思想。

案例分析: 通过案例分析, 阐述折半查找的实际操作。

演示过程中, 可以设计导向式提问(点名回答问题)。

提问: key 和 mid 比较后, 下一步修改谁的值?

答: $key < mid$, 所以 $high = mid - 1$, 修改 high 值。

待查找的关键字 11, 在查找表中, 经过 3 次比较, 即可找到。

- 算法演示——未找到所查元素(见图 5.56)。

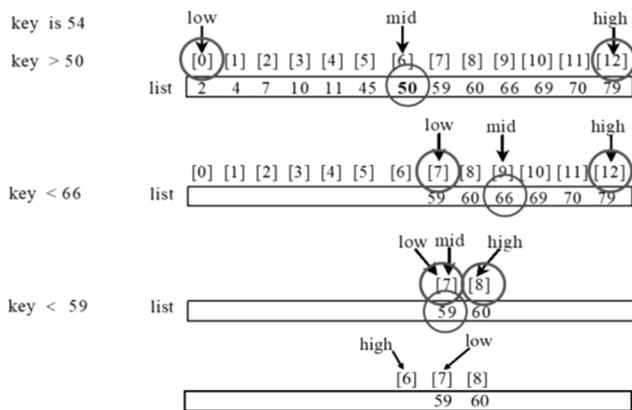


图 5.56 未找到所查元素

提问: 查找失败时, 什么时候退出查找?

答: 当 $high < low$ 时, 退出查找。

(5) 折半查找算法实现。(13 分钟)

放映 PPT。

1 ▶ 在有序表R[0...n-1]中进行折半查找, 成功时返回元素的逻辑序号, 失败时返回0

```
int BinSearch(SwqList R,int n,KeyType k){
    int low=0,high=n-1,mid;
    while(low<=high){           //当前区间存在元素时循环
        mid=(low+high)/2;
        if(R[mid].key==k        //查找成功返回其逻辑序号mid+1
            return mid+1;
        if(k<R[mid].key)       //继续在R[low...mid-1]中查找
            high=mid-1;
        else                    //继续在R[mid+1...high]中查找
            low=mid+1;
    }
    return 0;
}
```



二分查找过程可用二叉树来描述:

- ◆ 把当前查找区间的中间位置上的记录作为根;
- ◆ 左子表和右子表中的记录分别作为根的左子树和右子树。

这样的二叉树称为判定树

* 案例分析

图 5.57 所示为查找判定树。

问题驱动(点名回答问题): 问题驱动式, 让学生参与式进行学习。(培养学生理解力)

代码分析: 逐行详细介绍折半查找算法, 进一步加深学生的理解和掌握。

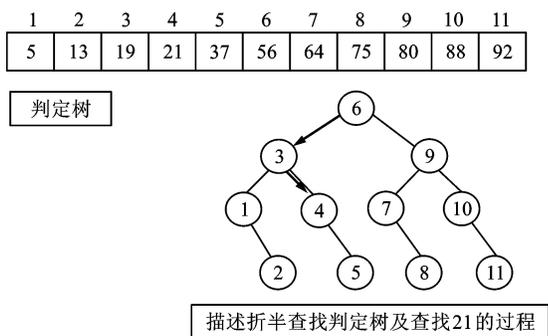


图 5.57 查找判定树

(6) 折半查找算法分析。(5 分钟)

• 将二叉判定树的第 $\lfloor \log_2 n \rfloor + 1$ 层上的节点补齐就成为一棵满二叉树，深度不变， $h = \lfloor \log_2(n+1) \rfloor$ 。

• 由满二叉树性质知，第 i 层上的节点数为 $2^{i-1} (i \leq h)$ ，设表中每个记录的查找概率相等，即 $P_i = 1/n$ ，查找成功时的平均查找长度 ASL ：

$$ASL = \sum_{i=1}^n P_i \times C_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^h j \times 2^{j-1} = \frac{n+1}{n} \log_2(n+1) - 1$$

时间复杂度分析：

- ①每执行一次循环，待搜索列表的大小将减少一半；
- ②最坏情况下，执行 $\log(n+1)$ 次；
- ③最坏情况下，时间复杂度为 $T(n) = O(\log n + 1) = O(\log n)$ 。

* 案例分析

图 5.58 所示为案例分析图。

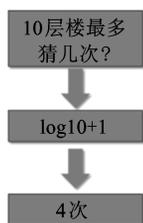


图 5.58 猜猜有几层楼

对比分析：顺序查找与折半查找，如图 5.59 所示。

顺序查找	折半查找
100 个元素 → 最多需要猜 100 次	100 个元素 → 最多需要 7 次
4 000 000 000 个元素 → 最多需要猜 4 000 000 000 次	4 000 000 000 个元素 → 最多需要猜 32 次
$O(n)$ → 线性时间	$O(\log n)$ → 对数时间

案例分析：设计启发性案例加以引导，配合黑板板书挖掘特征，总结折半查找的判定树。

讲授法：介绍折半查找的时间复杂度。

案例分析+前后呼应：通过实例分析折半查找的时间复杂度和查找次数，并与课程导入“猜猜我住几楼”前后呼应，提升学生的学习兴趣。

比较教学法：将折半查找与顺序查找作比较，发现折半查找的优势及产生优势的原因。

顺序查找算法
↓ 利用了数据的有序性
折半查找算法

面对问题时，需要分析其本质和特征，选择最合理的算法对问题进行求解，提升知识运用能力和科学素养。

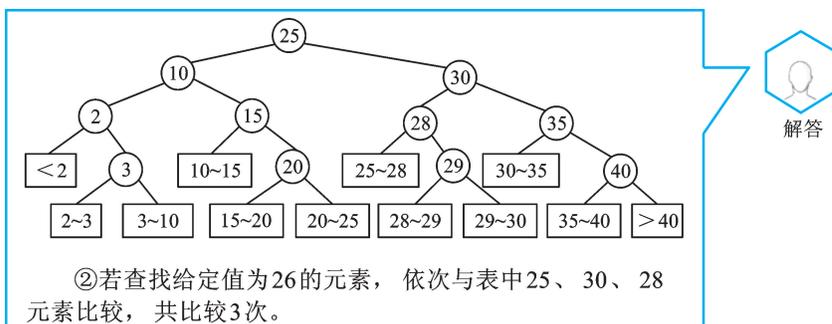
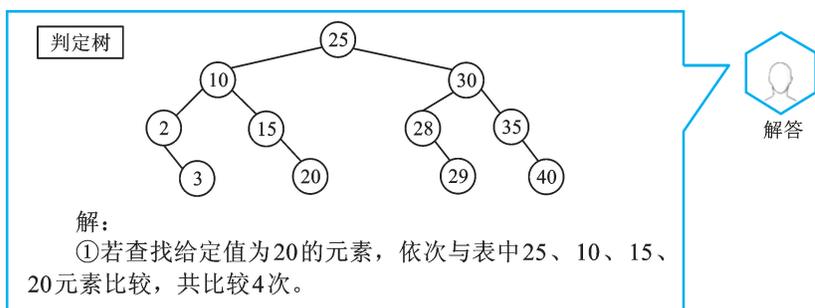
图 5.59 顺序查找与对比分析

(7) 学以致用。(3 分钟)

对于给定 11 个数据元素的有序表 {2, 3, 10, 15, 20, 25, 28, 29, 30, 35, 40} 才有用的二分查找，试问：

- ① 若查找给定值为 20 的元素，将依次与表中哪些元素比较？
- ② 若查找给定值为 26 的元素，将依次与表中哪些元素比较？

※ 黑板及 PPT 动画引导、自主探究、点名回答。



课堂总结 课后拓展 预习提示(5 分钟)

★ 课堂总结

归纳本节课的重点内容：

- (1) 折半查找的定义及起源。
- (2) 折半查找思路、实现及分析。
- (3) 折半查找的应用。

思维导图如图 5.60 所示。

★ 课程思政

顺序查找和折半查找的时间复杂度区别在于利用了数据的有序性，让学生懂得面对问题时，需要分析其本质和特征，选择最合理的解决问题的办法。

PPT 演示+互动：学以致用，将课堂所学运用到练习中。了解学生的掌握情况。

PPT 演示+互动：通过总结，加深学生对折半查找的认识和理解，并引导学生用思维导图进行知识点总结。

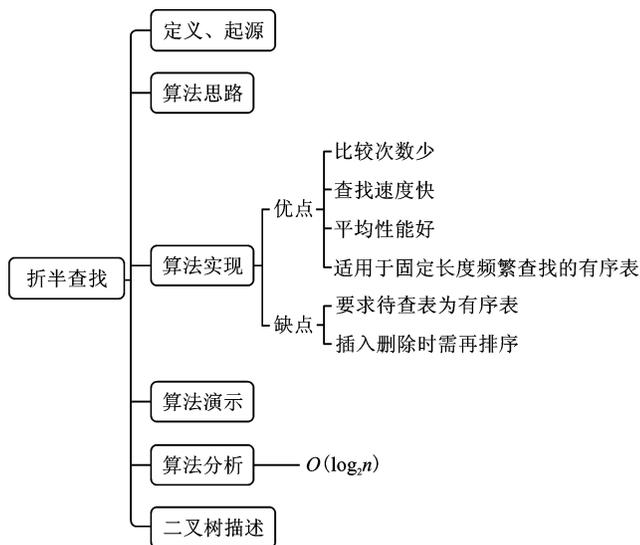


图 5.60 思维导图

★ 课后导学

【作业】一个袋子中装有 100 枚金币，其中有一枚是伪造的，且伪币比真的金币要轻。现在给你一架天平，如何快速找出那枚伪币？

【拓展】研读科研文献(全文已发 QQ 群)，欢迎学生在线上平台随时与老师讨论。

Alhroob A, Al-Zyadat W, Imam A T, et al. The genetic algorithm and binary search technique in the program path coverage for improving software testing using big data[J]. Intelligent Automation and Soft Computing, 2020, 26(4): 725-733.

【预习】哈希查找。



课后思考题



学习反馈

【板书设计】

板书设计如图 5.61 所示。

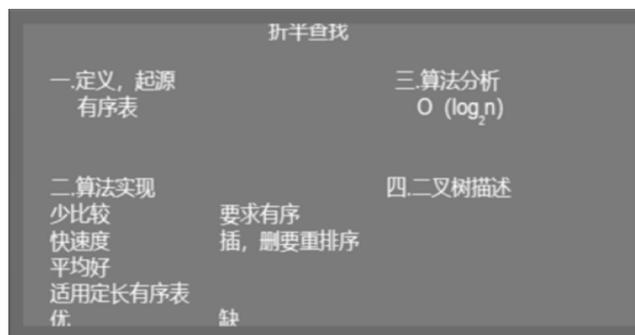


图 5.61 板书设计

课后思考题：通过课后拓展练习，引导学生自主学习，加深对折半查找的理解，并引导学生运用所学知识，综合应用、积极创新，解决实际问题。学生自愿扫码完成。

布置预习任务：通过预习提示，提示下节课的学习内容。

教 学 后 记

(1)课程通过中国大学 MOOC 预习了解学情,课堂上启发学生独立分析问题、解决问题,同时通过大量的图片、动画有效地化解本堂课难点。

(2)课堂上设计很多提问与学生互动,培养学生独立思考、融会贯通的学习能力。通过讲述折半查找提出者莫奇利的故事,开展理想信念教育,引导学生树立积极向上的人生观和价值观。同时,通过对折半查找的时间复杂度分析,顺序查找和折半查找的时间复杂度区别在于利用了数据的有序性,让学生懂得面对问题时,需要分析其本质和特征,选择最合理的解决问题的办法。

(3)考虑适当增加难度大的例题。