Lesson3--顺序表和链表

【本节目标】

- **1.线性表**
- **2.顺序表**
- **3.链表**
- **4.顺序表和链表的区别和联系**

1.线性表

> 线性表 *(linear list)* 是n个具有相同特性的数据元素的有限序列。 线性表是一种在实际中广泛使用的数据结构，常见的线性表：顺序表、链表、栈、队列、字符串...
>
> 线性表在逻辑上是线性结构，也就说是连续的一条直线。但是在物理结构上并不一定是连续的，线性表在物理上存储时，通常以数组和链式结构的形式存储。

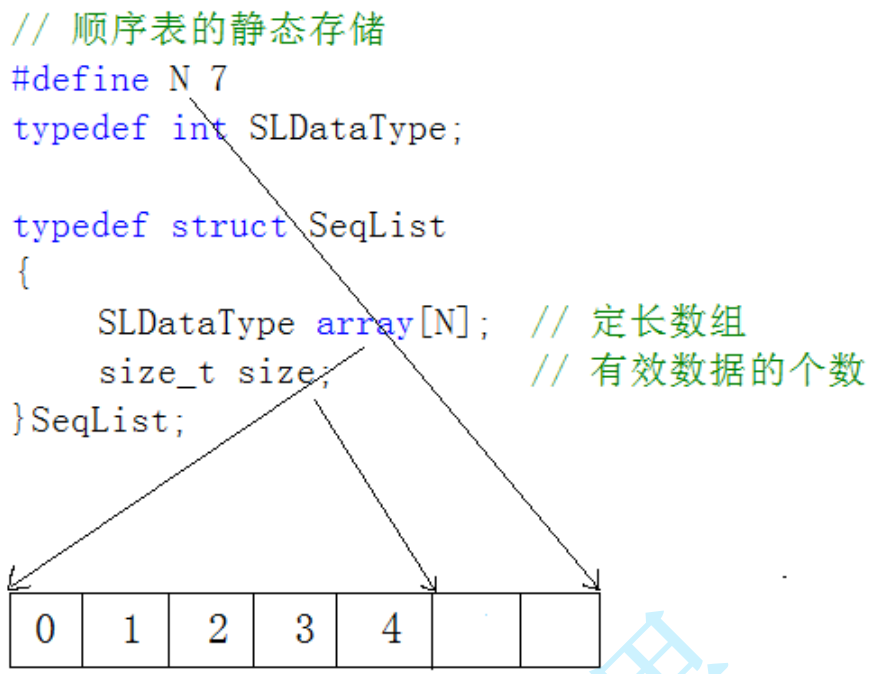
顺序表

链表

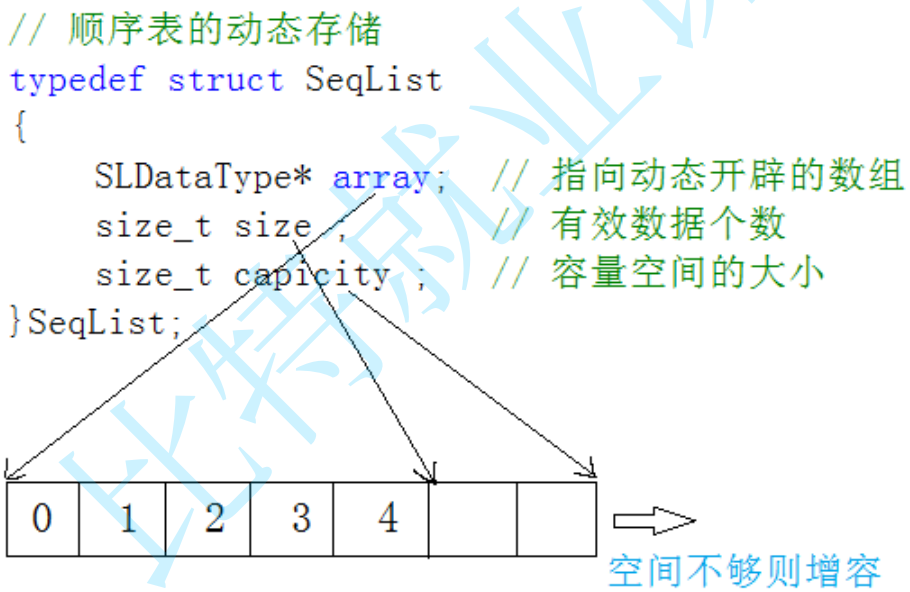
2.顺序表

2.1概念及结构

> 顺序表是用一段**物理地址连续**的存储单元依次存储数据元素的线性结构，一般情况下采用数组存储。在数组上完成数据的增删查改。
>
> 顺序表一般可以分为：
>
> 1. **静态顺序表：使用定长数组存储元素。**



2. **动态顺序表：使用动态开辟的数组存储。**



2.2 接口实现

静态顺序表只适用于确定知道需要存多少数据的场景。静态顺序表的定长数组导致N定大了，空间开多了浪费，开少了不够用。所以现实中基本都是使用动态顺序表，根据需要动态的分配空间大小，所以下面我们实现动态顺序表。

```
typedef int SLDataType;

// 顺序表的动态存储
typedef struct SeqList
{
    SLDataType* array;  // 指向动态开辟的数组
    size_t size ;       // 有效数据个数
    size_t capicity ;   // 容量空间的大小
```

```
}SeqList;

// 基本增删查改接口
// 顺序表初始化
void SeqListInit(SeqList* psl);
// 检查空间，如果满了，进行增容
void CheckCapacity(SeqList* psl);
// 顺序表尾插
void SeqListPushBack(SeqList* psl, SLDataType x);
// 顺序表尾删
void SeqListPopBack(SeqList* psl);
// 顺序表头插
void SeqListPushFront(SeqList* psl, SLDataType x);
// 顺序表头删
void SeqListPopFront(SeqList* psl);
// 顺序表查找
int SeqListFind(SeqList* psl, SLDataType x);
// 顺序表在pos位置插入x
void SeqListInsert(SeqList* psl, size_t pos, SLDataType x);
// 顺序表删除pos位置的值
void SeqListErase(SeqList* psl, size_t pos);
// 顺序表销毁
void SeqListDestory(SeqList* psl);
// 顺序表打印
void SeqListPrint(SeqList* psl);
```

2.3 数组相关面试题

1. 原地移除数组中所有的元素val，要求时间复杂度为O(N)，空间复杂度为O(1)。OJ链接
2. 删除排序数组中的重复项。OJ链接
3. 合并两个有序数组。OJ链接

2.4 顺序表的问题及思考

问题：

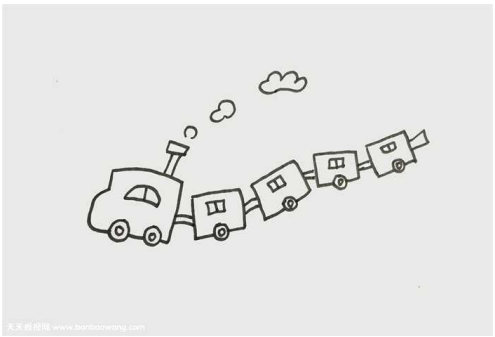
1. 中间/头部的插入删除，时间复杂度为O(N)
2. 增容需要申请新空间，拷贝数据，释放旧空间。会有不小的消耗。
3. 增容一般是呈2倍的增长，势必会有一定的空间浪费。例如当前容量为100，满了以后增容到200，我们再继续插入了5个数据，后面没有数据插入了，那么就浪费了95个数据空间。

思考：如何解决以上问题呢？下面给出了链表的结构来看看。

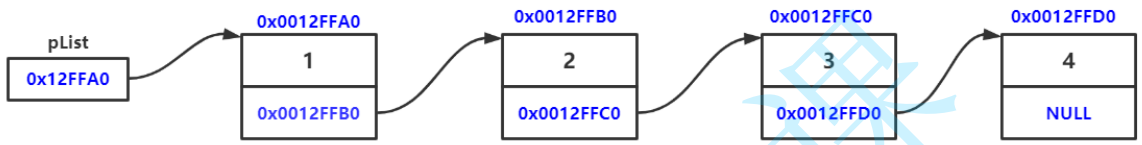
3.链表

3.1 链表的概念及结构

概念：链表是一种**物理存储结构上非连续**、非顺序的存储结构，数据元素的**逻辑顺序**是通过链表中的**指针链接**次序实现的 。

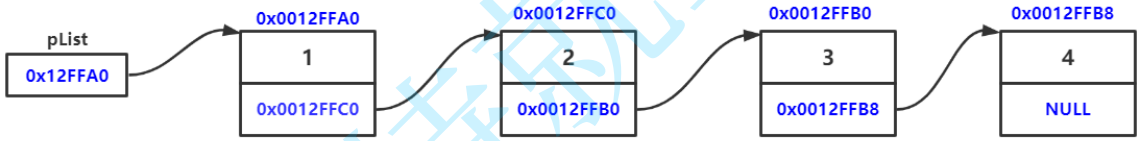


现实中 数据结构中



注意：
1. **从上图可看出，链式结构在逻辑上是连续的，但是在物理上不一定连续**
2. **现实中的结点一般都是从堆上申请出来的**
3. **从堆上申请的空间，是按照一定的策略来分配的，两次申请的空间可能连续，也可能不连续**

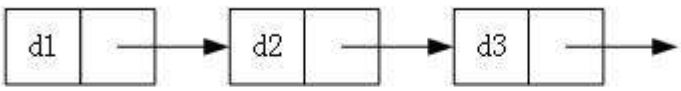
假设在32位系统上，结点中值域为int类型，则一个节点的大小为8个字节，则也可能有下述链表：

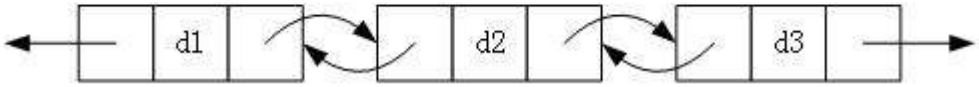


3.2 链表的分类

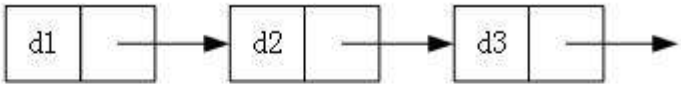
实际中链表的结构非常多样，以下情况组合起来就有8种链表结构：

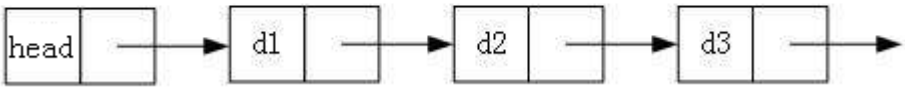
1. **单向或者双向**



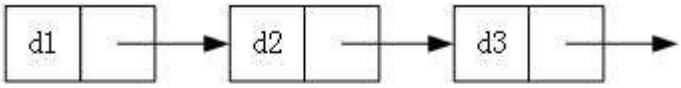


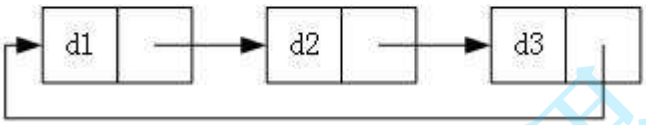
2. **带头或者不带头**





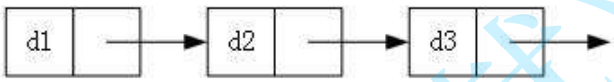
3. **循环或者非循环**



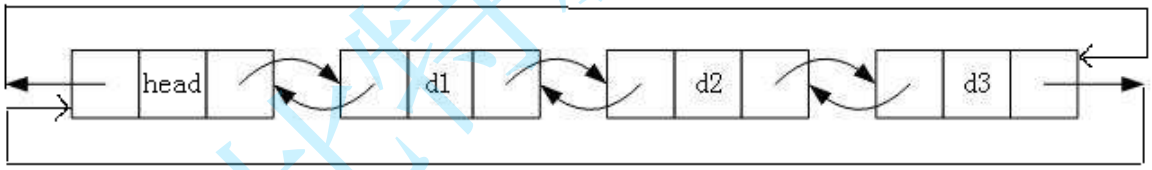


虽然有这么多的链表的结构，但是我们实际中最常用还是两种结构：

无头单向非循环链表



带头双向循环链表



1. 无头单向非循环链表：**结构简单**，一般不会单独用来存数据。实际中更多是作为**其他数据结构的子结构**，如哈希桶、图的邻接表等等。另外这种结构在**笔试面试**中出现很多。
2. 带头双向循环链表：**结构最复杂**，一般用在单独存储数据。实际中使用的链表数据结构，都是带头双向循环链表。另外这个结构虽然结构复杂，但是使用代码实现以后会发现结构会带来很多优势，实现反而简单了，后面我们代码实现了就知道了。

3.3 链表的实现

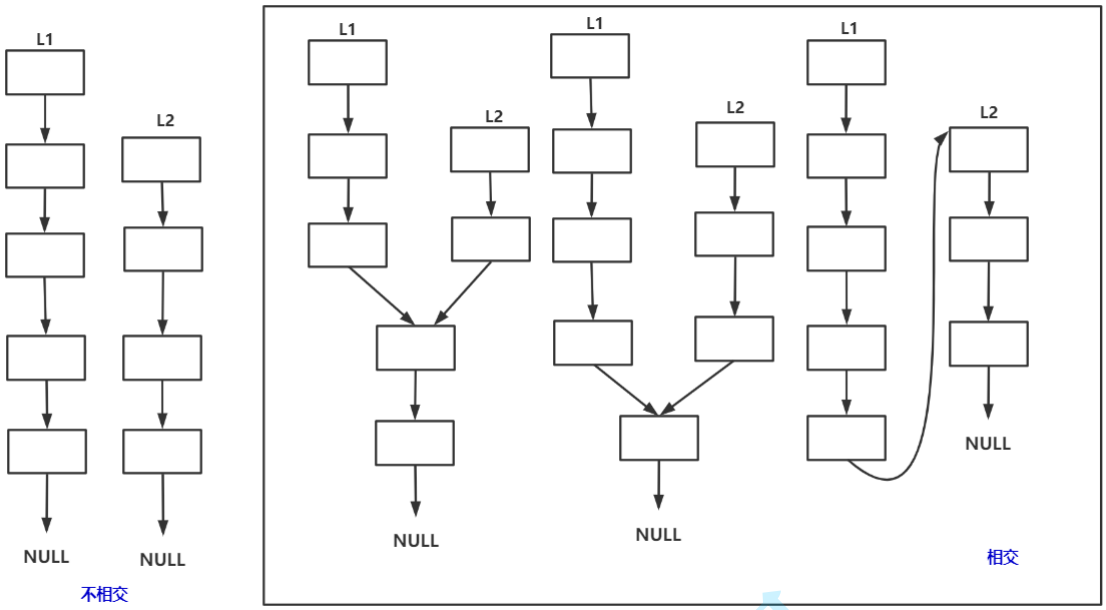
```
// 1、无头+单向+非循环链表增删查改实现
typedef int SLTDateType;
typedef struct SListNode
{
    SLTDateType data;
    struct SListNode* next;
}SListNode;

```

```
// 动态申请一个结点
SListNode* BuySListNode(SLTDateType x);
// 单链表打印
void SListPrint(SListNode* plist);
// 单链表尾插
void SListPushBack(SListNode** pplist, SLTDateType x);
// 单链表的头插
void SListPushFront(SListNode** pplist, SLTDateType x);
// 单链表的尾删
void SListPopBack(SListNode** pplist);
// 单链表头删
void SListPopFront(SListNode** pplist);
// 单链表查找
SListNode* SListFind(SListNode* plist, SLTDateType x);
// 单链表在pos位置之后插入x
// 分析思考为什么不在pos位置之前插入?
void SListInsertAfter(SListNode* pos, SLTDateType x);
// 单链表删除pos位置之后的值
// 分析思考为什么不删除pos位置?
void SListEraseAfter(SListNode* pos);
```

3.4 链表面试题

1. 删除链表中等于给定值 **val** 的所有结点。 OJ链接
2. 反转一个单链表。 OJ链接
3. 给定一个带有头结点 head 的非空单链表，返回链表的中间结点。如果有两个中间结点，则返回第二个中间结点。OJ链接
4. 输入一个链表，输出该链表中倒数第k个结点。 OJ链接
5. 将两个有序链表合并为一个新的有序链表并返回。新链表是通过拼接给定的两个链表的所有结点组成的。 OJ链接
6. 编写代码，以给定值x为基准将链表分割成两部分，所有小于x的结点排在大于或等于x的结点之前 。OJ链接
7. 链表的回文结构。OJ链接
8. 输入两个链表，找出它们的第一个公共结点。OJ链接



9. 给定一个链表，判断链表中是否有环。 OJ链接

【思路】

快慢指针，即慢指针一次走一步，快指针一次走两步，两个指针从链表其实位置开始运行，如果链表带环则一定会在环中相遇，否则快指针率先走到链表的末尾。比如：陪女朋友到操作跑步减肥。

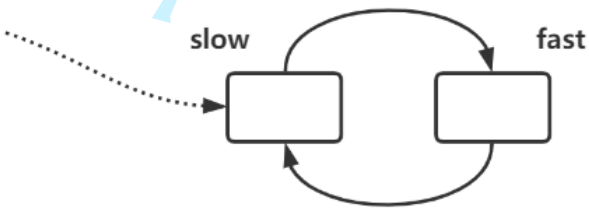
【扩展问题】

- **为什么快指针每次走两步，慢指针走一步可以?**

  假设链表带环，两个指针最后都会进入环，快指针先进环，慢指针后进环。当慢指针刚进环时，可能就和快指针相遇了，最差情况下两个指针之间的距离刚好就是环的长度。此时，两个指针每移动一次，之间的距离就缩小一步，不会出现每次刚好是套圈的情况，因此：在满指针走到一圈之前，快指针肯定是可以追上慢指针的，即相遇。

- **快指针一次走3步，走4步，...n步行吗?**

  假设：快指针每次走3步，满指针每次走一步，此时快指针肯定先进环，慢指针后来才进环。假设慢指针进环时候，快指针的位置如图所示：



  此时按照上述方法来绕环移动，每次快指针走3步，慢指针走1步，是永远不会相遇的，快指针刚好将慢指针套圈了，因此不行。

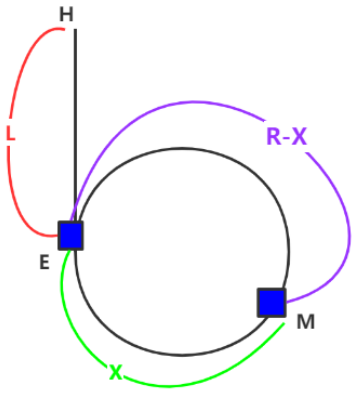
  只有快指针走2步，慢指针走一步才可以，因为换的最小长度是1，即使套圈了两个也在相同的位置。

10. 给定一个链表，返回链表开始入环的第一个结点。 如果链表无环，则返回 NULL OJ链接

- **结论**

让一个指针从链表起始位置开始遍历链表，同时让一个指针从判环时相遇点的位置开始绕环运行，两个指针都是每次均走一步，最终肯定会在入口点的位置相遇。

- **证明**



说明：
H为链表的起始点，E为环入口点，M与判环时候相遇点
设：
环的长度为R，H到E的距离为L E到M的距离为X
则：M到E的距离为R - X

在判环时，快慢指针相遇时所走的路径长度：
fast: L +X + nR
slow: L + X

注意：
1. 当慢指针进入环时，快指针可能已经在环中绕了n圈了，n至少为1
因为：快指针先进环走到M的位置，最后又在M的位置与慢指针相遇

2. 慢指针进环之后，快指针肯定会在慢指针走一圈之内追上慢指针
因为：慢指针进环后，快慢指针之间的距离最多就是环的长度，而两个指针在移动时，每次它们至今的距离都缩减一步，因此在慢指针移动一圈之前快指针肯定是可以追上慢指针的

而快指针速度是满指针的两倍，因此有如下关系是：
2 * (L + X) = L + X + nR
L + X = nR
L = nR - X （n为1,2,3,4.....，n的大小取决于环的大小，环越小n越大）

极端情况下，假设n = 1，此时：L = R - X

即：一个指针从链表起始位置运行，一个指针从相遇点位置绕环，每次都走一步，两个指针最终会在入口点的位置相遇

11. 给定一个链表，每个结点包含一个额外增加的随机指针，该指针可以指向链表中的任何结点或空结点。要求返回这个链表的深度拷贝。OJ链接
12. 其他 。ps：链表的题当前因为难度及知识面等等原因还不适合我们当前学习，以后大家自己下去以后 Leetcode OJ链接 + 牛客 OJ链接

3.5 双向链表的实现

```c
// 2、带头+双向+循环链表增删查改实现
typedef int LTDataType;
typedef struct ListNode
{
    LTDataType _data;
    struct ListNode* next;
    struct ListNode* prev;
}ListNode;

// 创建返回链表的头结点.
ListNode* ListCreate();
// 双向链表销毁
void ListDestory(ListNode* plist);
// 双向链表打印
void ListPrint(ListNode* plist);
// 双向链表尾插
void ListPushBack(ListNode* plist, LTDataType x);
// 双向链表尾删
void ListPopBack(ListNode* plist);
// 双向链表头插
```

```
void ListPushFront(ListNode* plist, LTDataType x);
// 双向链表头删
void ListPopFront(ListNode* plist);
// 双向链表查找
ListNode* ListFind(ListNode* plist, LTDataType x);
// 双向链表在pos的前面进行插入
void ListInsert(ListNode* pos, LTDataType x);
// 双向链表删除pos位置的结点
void ListErase(ListNode* pos);
```

4.顺序表和链表的区别

不同点	顺序表	链表
存储空间上	物理上一定连续	逻辑上连续，但物理上不一定连续
随机访问	支持O(1)	不支持：O(N)
任意位置插入或者删除元素	可能需要搬移元素，效率低O(N)	只需修改指针指向
插入	动态顺序表，空间不够时需要扩容	没有容量的概念
应用场景	元素高效存储+频繁访问	任意位置插入和删除频繁
缓存利用率	高	低

备注：缓存利用率参考存储体系结构 以及 局部原理性。

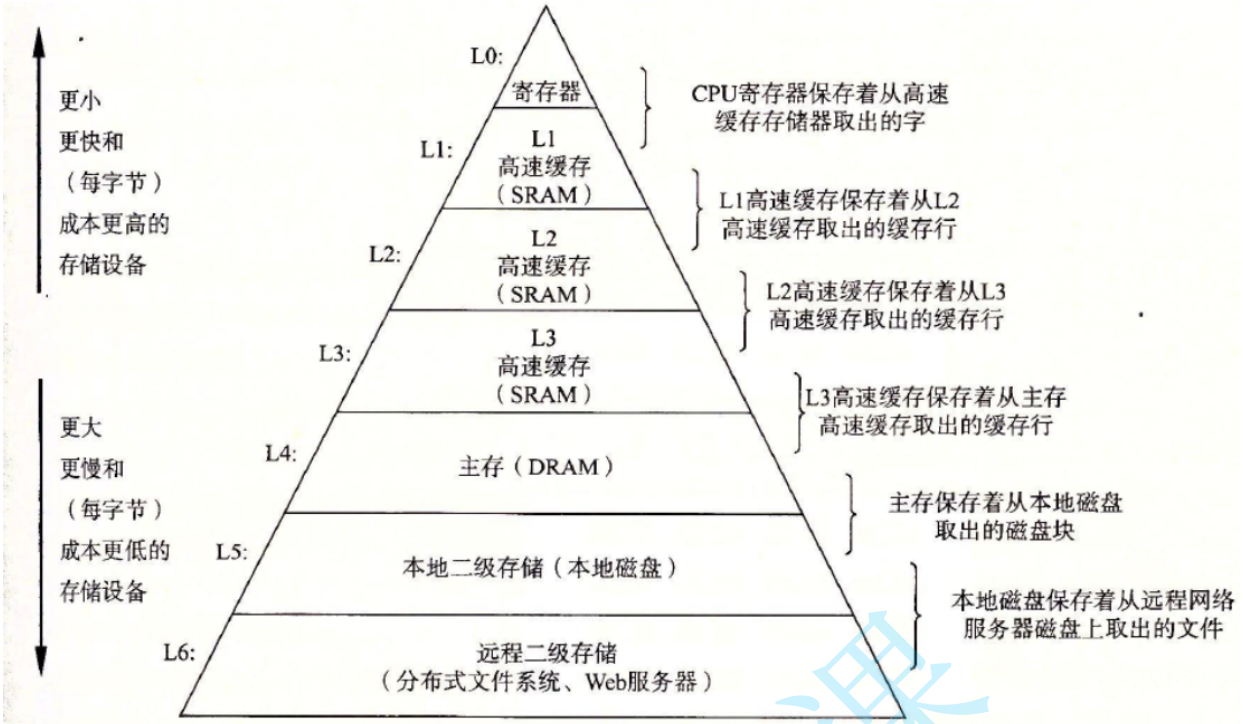
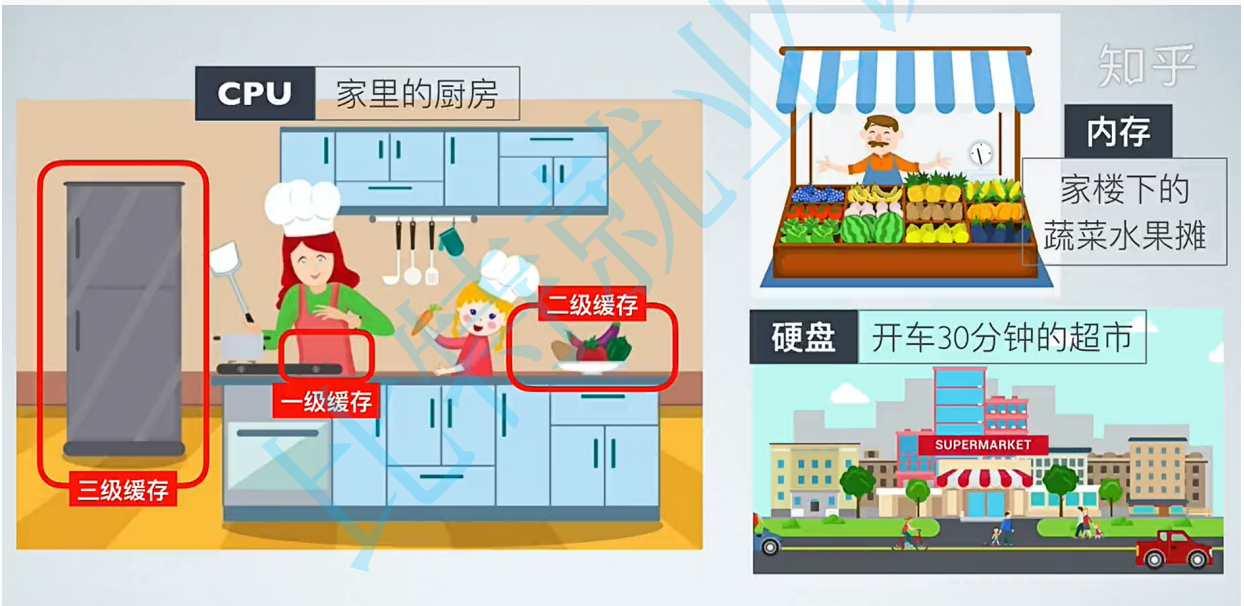


图 6-21　存储器层次结构



[与程序员相关的CPU缓存知识]