



哈尔滨工程大学  
Harbin Engineering University  
UNIVERSITY OF ENGINEERING QUANGDONG

# 《数据结构》实验 指导书

计算机科学与技术学院

2015年11月

# 目录

一. 实验目的和要求.....	3
二. 实验步骤.....	3
三. 实验内容.....	7
四. 实验报告要求.....	8
五. 实验报告样例.....	9
六. 评分标准.....	14
第2章实验（4学时）.....	15
1.验证性实验.....	15
2.设计性实验.....	15
3.综合性实验.....	15
第3章实验（4学时）.....	16
1.验证性实验.....	16
2.设计性实验.....	16
3.综合性实验.....	17
第5章实验（4学时）.....	19
1.验证性实验.....	19
2.设计性实验.....	19
第6章实验（6学时）.....	21
1.验证性实验.....	21
2.设计性实验.....	21
3.综合性实验.....	21
第7章实验（4学时）.....	23
1.验证性实验.....	23
2.综合性实验.....	23
第9章实验（4学时）.....	26
1.验证性实验.....	26
2.综合性实验.....	26
第10章实验（6学时）.....	27
1.验证性实验.....	27
2.设计性实验.....	27
3.综合性实验.....	27
附录：实验报告模板.....	29

## 一. 实验目的和要求

《数据结构》在计算机科学中是一门实践性较强的专业基础课，上机实习是对学生的一种全面综合训练，是与课堂听课、自习和练习相辅相成的必不可少的一个教学环节。实验着眼于原理与应用的结合，使学生学会把学到的知识用于解决实际问题，起到深化理解和灵活掌握教学内容的目的。同时，通过本课程的上机实习，使学生在程序设计方法及上机操作等基本技能和科学作风方面受到比较系统和严格的训练。

## 二. 实验步骤

本课程安排了三类实验：验证性实验、设计性实验和综合性实验。

### 2.1 验证性实验步骤

验证性实验主要是将书上的重要数据结构上机实现，深化理解和掌握理论知识，这部分的实验不需要学生自己设计，只须将给定的方案实现即可。其实验步骤如下：

#### 1. 预备知识的学习

验证性实验程序是为了对教材中给出的数据结构及应用算法进行验证，因此实验开始前，有必要了解和掌握实验相关的背景，即相关的知识点，明确本次实验需验证的内容。

#### 2. 上机前的准备

一个验证性实验的源程序中包括该数据结构的定义、基本操作的实现和一个对基本操作调用的主程序等，所以一般源程序较长。为了能够顺利地进行程序操作，实验前，有必要将书中给出的数据类型和算法转换为对应的程序，并进行静态检查，尽量减少语法错误和逻辑错误；设计验证实例，为运行程序做准备。设计验证实例必须考虑以下两种情况：（1）一般情况：例如循环的中间数据、随机产生的数据等；（2）特殊情况：例如循环的边界条件、数据结构的边界条件等。

很多学生在上机时只带一本数据结构书或实验指导书，而书上只有算法设计而没有实验程序，于是就直接在键盘上输入程序，结果不仅程序的输入速度慢，而且编译后出现很多错误。上机前的充分准备能高效利用机时，在有限的时间内完成更多的实验内容。

#### 3. 调试和测试源程序

首先，准备好源程序。然后，对源程序进行编译和链接，产生可执行程序。接着，使用设计好的验证实例运行程序。最后，对程序运行结果进行分析。

调试程序是一个辛苦但充满乐趣的过程，也是培养程序员素质的一个重要环节。很多学生都有这样的经历：花了好长时间去调试程序，错误却越改越多。究其原因，一方面，是对调试工具不熟悉，出现了错误提示却不知道这种错误是如何产生的；另一方面，没有认识到努力预先避免错误的重要性，也就是对程序进行静态检查。

#### 4. 补充和改进源程序

为了方便学习者学习和尽量做到简洁、明了，源程序从设计上来讲，未必是最好的，内容也许不全面，程序的健壮性不强，学习者可在此基础上，对其进行改进、补充和完善。

## 5. 实验报告

在实验后要总结和整理实验报告，实验报告的一般格式请参见附录。

## 2.2 设计性实验步骤

设计性实验的任务主要针对具体问题，应用某一个知识点，自己设计方案并上机实现，目的是培养读者对数据结构的简单应用能力。设计性实验中的问题更接近实际，着眼于原理与应用相结合，使书上的知识变活，帮助读者深化理解和灵活掌握学习内容，为读者将书上学到的知识用于解决实际问题提供机会和引导，激发读者的学习兴趣。设计性实验建议由单人完成。其实验步骤如下：

### 1. 问题分析

首先要充分理解问题，明确问题要求做什么，限制条件是什么，也就是对所要完成的任务做出明确的描述，例如：程序的功能；输入数据的类型、值、输入形式；输出数据的类型、值、输出形式；测试样例，包括合法数据、边界数据和非法的数据。

### 2. 数据结构设计

数据结构设计是针对问题描述中涉及的研究对象的抽象。根据设计性实验的目的是针对某一知识点应用的特点，这里的数据结构通常采用教材中介绍的某一种稍加修改（如增删数据域、确定数据域的数据类型等）即可。

数据结构设计的结果应写出数据类型的定义，包括数据结构的描述和每个基本操作的功能说明。

### 3. 功能及算法设计

功能设计的任务是按照以数据结构为中心的原则进行功能模块的划分，定义主程序模块及界面设计，并画出模块之间的调用关系图。

通常程序中除了解决某一问题的一个或几个函数外，还会需要一些辅助函数，如处理对象的输入、加工结果的输出以及一个主函数 `main()` 等。为了避免调试困难，每个函数不易过长（一般不超过 60 行），太长时应考虑分解为多个函数。该过程的要点是使整个过程结构清晰、合理和易于调试。

算法设计给出解决问题的思路，并按照算法书写规范用类 C++ 语言写出函数形式的算法框架。该过程中，应注意尽量避免陷入语言细节，不必过早表述辅助数据结构和局部变量。

界面设计主要给出用户与程序交互的方式以及运算结果的呈现方式。

功能及算法设计的结果是给出各个主要模块的算法，并画出模块之间的调用关系图。

### 4. 编码实现和静态检查

将编码细化为程序设计语言程序，并进行静态检查。

编码时，注意程序的每行一般不超过 60 个字符，控制 `if` 语句连续嵌套的深

度。对于编程熟练的读者，可以不必在纸上写出编码，而直接待上机后，根据详细设计阶段类语言描述的算法直接在键盘上输入程序。

静态检查是指程序设计者阅读程序，并用测试数据手工执行程序，检查程序语法上及逻辑上的错误。静态检查是提高上机效率所必需的。许多初学者在编程后，或者对自己编写的程序的正确性“过分自信”，或者认为检查错误是计算机的事，这两种心态都极不可取，会严重影响上机调度进度以及体会程序设计成功所带来的喜悦。

## 5. 上机调试

利用 C++6.0 提供的集成编程环境，输入源程序，经过编译、链接、运行，实现用计算机对问题的求解。

为了能够上机时集中精力在程序调试上，读者应具备一定的条件：（1）熟悉机器的操作系统和语言集成环境的使用；（2）掌握调试工具的使用；（3）调试时最好能够带一本 C++语言教材或手册。

调试顺序也是影响调试效率的重要因素。许多初学者喜欢把长长的程序一起调试，这样同时出现的错误可能很多，且关系复杂，使得调试时间加长。当时间过长时，常常会引起因挫败而失去耐心。调试最好分模块进行，自底向上，以函数为单位，逐步扩大调试范围。

## 6. 总结和完成实验报告

### 2.3 综合性实验步骤

综合性实验的任务主要是针对几个知识点，由读者自行设计数据结构和算法来解决实际问题。综合实验建议由多人完成，主要目的是为了培养数据的应用能力、软件工程的规范训练、团队精神和良好的科学作风。

综合性实验中解决问题的步骤与设计篇问题的解决步骤相似，两者的区别在于：综合性实验涉及问题比设计性实验涉及的问题在求解过程中涉及的内容要多，最终的程序规模要大。其实验步骤如下：

#### 1. 问题分析和任务定义

根据设计题目的要求，充分分析和理解问题，明确问题要求做什么？而不是怎么做？限制条件是什么？

#### 2. 概要设计

概要设计的任务是设计数据结构并进行功能模块的划分。

数据结构的设计是针对问题描述中涉及的数据定义抽象数据类型，包括数据结构的描述和每个基本操作的规格说明。

功能划分是按照以数据结构为中心的原则划分模块，并画出模块之间的调用关系图。通常程序中除了解决某一问题的一个或几个函数外，还会需要一些辅助函数，如处理对象的输入、加工结果的输出及一个主函数 `main()` 等。并且，为了避免调试困难，每个函数不宜过长（一般不超过 60 行），太长时应考虑分解为多个函数。该过程的要点是使整个程序结构清晰、合理和易于调试。

在这个过程中，要综合考虑系统的功能，使得系统结构清晰、合理、简单，抽象数据类型尽可能做到数据封闭，基本操作的说明尽可能明确。而不必过早地

考虑存储结构，不必过早地考虑语言的实现细节，不必过早地表述辅助数据结构和局部变量。

概要设计的结果应写出每个抽象数据类型的定义(包括数据结构的描述和每个基本操作的功能说明)，各个主要模块的算法，并画出模块之间的调用关系图。

### **3. 详细设计**

详细设计的任务主要包括对概要设计的深化和界面设计。

在对概要设计的深化中，通过设计具体的存储结构以及算法所需的辅助数据结构，对数据结构和基本操作的规格说明做进一步的深化，按照算法书写规范用类 C++语言写出函数形式的算法框架。

界面设计主要是给出用户与程序交互的实现以及运算结果的呈现方式。数据结构课程设计实验的主要目的是为了培养数据结构的应用能力，因此在实验中不要求图形界面，只要在屏幕上提示用户每一步操作的输入，并将结果输出即可。

详细设计的结果是对数据结构和基本操作的进一步求精，写出数据存储结构的类型定义，写出函数形式的算法框架。

### **4. 编码实现和静态检查**

将详细设计的结果细化为程序设计语言程序，并进行静态检查。其要求同设计篇实验。综合性实验程序规模要大于设计性实验，因此，要更注意良好的编程风格，耐心细致地做好静态检查工作。事实上，即使有几十年经验的高级软件工程师，也经常利用静态检查来查找程序中的错误。

### **5. 程序调试与测试**

掌握调试工具，设计测试数据，上机调试和测试程序。调试正确后，认真整理源程序和注释，给出带有完整注释且格式良好的源程序清单和结果。

### **6. 结果分析**

程序运行结果包括正确的输入及其输出结果和含有错误的输入及其输出结果。算法的时间、空间复杂性分析。

### **7. 总结并整理实验报告**

在试验后要总结和整理课程设计报告，课程设计报告的一般格式请参见 1.3 节。

### 三. 实验内容

名称	主要实验内容
实验一:	A 档实验: 综合性实验, 约瑟夫环。 B 档实验: 设计性实验, 集合的交、并和差运算。 C 档实验: 验证性实验, 顺序表和链表的实现。
实验二:	A 档实验: 综合性实验, 表达式求值、任务调度。 B 档实验: 设计性实验, 迷宫问题求解、火车车厢重排问题。 C 档实验: 验证性实验, 顺序栈、链栈、循环队列、链队列。
实验三	A 档实验: 设计性实验, 魔方阵、本科生导师制问题。 B 档实验: 验证性实验, 三元组表、十字链表、广义表。
实验四	A 档实验: 综合性实验, 文件压缩。 B 档实验: 设计性实验, 合式公式及类型的判断、等价关系与集合的划分。 C 档实验: 验证性实验, 二叉树的链式存储结构。
实验五	A 档实验: 综合性实验, 教学计划编制、修道士野人问题、食物递送服务、校园导游、中国邮路问题。 B 档实验: 验证性实验, 邻接矩阵、邻接表。
实验六	A 档实验: 综合性实验, 查找最高分与次高分、校园十大优秀青年评比。 B 档实验: 设计性实验, 顺序查找验证、折半查找验证、二叉排序树的建立、哈希表的建立。
实验七	A 档实验: 综合性实验, 考试日程安排与成绩统计。 B 档实验: 设计性实验, 用堆实现“稳定婚姻匹配问题”。 C 档实验: 验证性实验, 直接插入排序算法验证、快速排序算法验证、直接选择排序算法验证。

## 四. 实验报告要求

在每一次实验完成后，要提交相应的实验报告，包括以下几方面内容。

### 1. 基本信息

基本信息是指实验人员的基本信息，包括：实验项目名称、实验类型、班级、学号、姓名、实验日期。

### 2. 问题描述

问题描述是对问题背景、问题内容、问题约束条件等进行的叙述。其主要任务是弄清要解决的问题是什么，阐述问题的基本要求及应实现的功能，明确要完成的任务，以及数据的输入、输出形式。

### 3. 数据结构设计

通过对问题的分析，给出由具体语言描述的数据结构定义，并阐述定义理由。

### 4. 算法设计

算法设计主要介绍本设计从整体上划分为几个模块，每个模块需要完成的功能是什么？给出功能（函数）说明，画出函数之间的调用关系图。就每一个函数，给出算法思想以及伪代码的算法描述。

### 5. 抽象数据类型的设计

根据所设计的数据结构和函数接口，设计抽象数据类型。

### 6. 界面设计

介绍提供给用户操作的界面及必要的使用说明。适当说明程序的使用流程。

### 7. 运行、测试与分析

给出有代表性的测试用例，并加以简单的文字说明，注意程序运行要覆盖算法的各种情况。

给出程序运行结果的截图，并分析程序的时间复杂度和空间复杂度。

### 8. 实验收获及思考

主要指出算法的特点，在实现该实验基本要求的前提下，还可以进行哪些方面的功能扩展，特别是重点说明实验最有价值的内容。上机实验后有哪些想解决、但尚未解决的问题，在哪些方面需要进一步了解或得到帮助，以及编程实现实验的感悟等内容。

### 附录：源代码

源程序要按照编写程序的规则来编写，结构须清晰。每个函数均需要在函数头前注释说明该函数的简要功能，函数中的关键语句需添加注释。



## 五. 实验报告样例

实验名称：学生基本信息管理

实验类型：设计性实验

班级：软件工程

学号：150

姓名：王一航

实验日期：2008.3.15

### 1. 问题描述

设计一个简单的管理系统，实现学生基本信息（学号、姓名、性别、入学时间、入学成绩、专业、特长）的存储，以便查询、显示等。系统具备以下功能：记录添加、记录删除、按学号查询、记录显示等。

### 2. 数据结构设计

每个学生的基本信息含有多个属性，为此可根据学生信息建立结构体，如下：

```
typedef struct
{
    int xh;           //学号
    char *xm;        //姓名
    time rxsj;       //入学时间
    int rxcj;        //入学成绩
    char *zy;        //专业
    char *hobby;     //特长
} student
```

入学时间，包括年、月、日，年是4位数，月和日均为2位数，为此建立下面结构体，表示入学时间类型。

```
typedef struct
{
    char year[5];    //年
    char month[3];  //月
    char day[3];    //日
} time
```

本问题范畴内，学生记录可按录入顺序或学号形成唯一前驱和后继关系，所以选用线性表存储学生记录。若考虑到变动的学生数及经常进行插入与删除，宜采用链式存储。存储结构定义如下：

```
typedef struct
{
    student xs;      //学生记录
    student *next;   //指向下一个记录的指针
} XsNode, *XsList
```

为简化插入与删除算法，采用具有头结点的单链表。为方便查询及插入与删除的定位，表按学号有序存储。

### 3. 算法设计

系统规定的功能设计的算法有：记录插入、记录删除、按学号查询及记录显示。如果记录以交互方式创建，还将涉及创建算法。

### (1) 记录插入

因为表按学号有序存储，记录插入将按新记录的学号进行插入。算法如下。

setp 1: 创建一新结点，输入新结点的数据，为了界面友好，可提供输入提示。如：

```
s=new XsNode;           //创建一新结点
cout<<"输入学号"; cin>>s->xs.xh;
cout<<"输入姓名"; cin>>s->xs.name;
cout<<"输入入学时间"; cin>>s->xs.rxsj.year>> xs.rxsj.month>> xs.rxsj.day;
cout<<"输入入学成绩"; cin>>s->xs.rxcj;
cout<<"输入专业"; cin>>s->xs.zy;
cout<<"输入特长"; cin>>s->xs.hoppy;
```

setp 2: 插入位置定位。根据单链表结点插入算法，指针定位到插入点之前，设此处为 p，则插入位置满足关系： $p->xs.xh < xh$  并且  $xh \leq p->next->xs.xh$ 。所以，寻找插入位置的方法则是从表头开始，寻找满足此关系的 p。主要代码如下：

```
p=L;
while (p->next->xs.xh < xh && p->next) p= p->next;
```

setp 3: 将新结点 s 插入在 p 之后，即：

```
s->next=p->next;
p->next= s;
```

### (2) 表创建算法

对于有头结点的单链表，操作步骤如下：

setp 1: 创建头结点。主要代码如下：

```
XsList L;
L=new XsNode;
L->next=NULL;
cout<<"输入学号"; cin>>s->xs.xh;
```

setp 2: 调用结点插入算法，创建各个记录。

### (3) 按学号查询

实现按学号的记录查找。操作步骤如下。

setp 1: 输入要查询的学号 xh。

setp 2: 从表头开始，顺序查找，找到，返回该结点指针；否则，返回空。

即：

```
cout<<"输入要查询的学号";
cin>>xh;
p=L->next;           //查找起始位置
while (p->xs.xh!=xh && p->next) p=p->next; //顺序查找
if (p->xs.xh==xh) return p;           //找到，返回结点位置
else return NULL;                     //未找到，返回空
```

### (4) 记录删除

实现删除指定学号的记录。操作步骤如下：

setp 1: 输入要删除的记录的学号 xh。

setp 2: 从表头开始，顺序查找，定位到删除点的前驱。即：

```
pre=L;
q=pre->next;
```

```
while(q && q->xs.xh!=xh) {pre=q; q=q->next;}
setp 3: 如果未找到, 不删除; 否则, 从链表删除该结点。即:
if(q) {
    pre->next=q->next;
    delete q;
}
```

#### (5) 记录显示

通过遍历, 显示各结点的值, 即:

```
p=L->next; //首元结点
while(p) { //所有结点
    cout<<p->xs.xh<<'\t' <<p->xs.xm<<'\t'
    <<p->xs.rxsj.year<<'\t'<<p->xs.rxsj.month<<'\t' <<p->xs.rxsj.day<<'\t'
    <<p->xs.rxcj<<'\t' <<p->xs.zy<<'\t' <<p->xs.hobby; //输出记录各属性值
    cout<<endl ;}
```

## 4. 界面设计

程序包含有多个功能, 所以, 采用菜单, 以方便用户进行功能选择。菜单如下:

欢迎使用本程序

1. 创建表
2. 插入新记录
3. 删除记录
4. 查询
5. 浏览记录
6. 退出

## 5. 运行、测试与分析

(1) 运行程序, 显示菜单, 如图 1.1 所示。

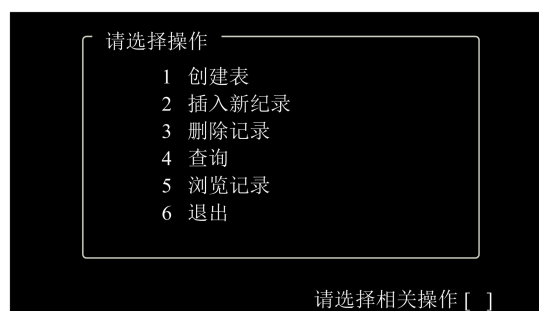


图 1.1 启动界面

(2) 按“1”创建表。根据提示, 输入记录个数, 并输入各条记录, 插入过程与插入记录类似。

(3) 按“2”插入记录。根据提示输入记录内容, 如图 1.2 所示。

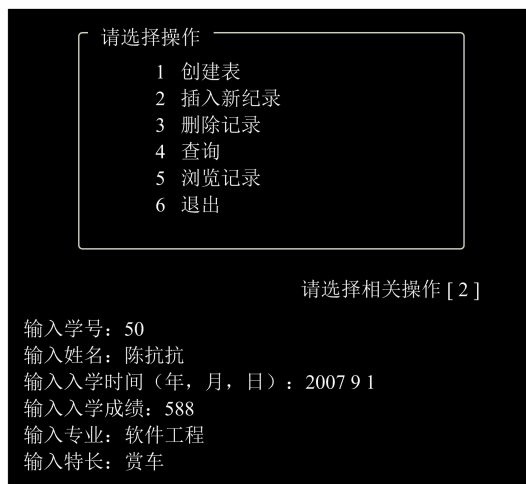


图 1.2 记录插入界面

(4) 按“3”，进行删除记录操作，如图 1.3 所示。

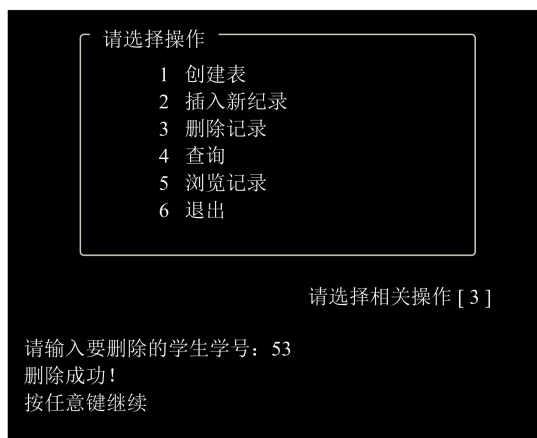


图 1.3 记录删除界面

根据提示，输入要删除记录的学号，若存在，显示删除存在；否则，显示不存在，无法删除。

(5) 按“4”，进行记录查找，如图 1.4 所示。

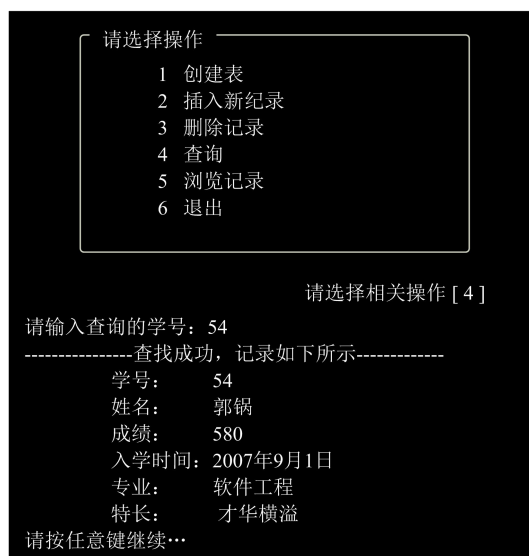


图 1.4 记录查找界面

根据提示，输入要查询学生的学号，若存在，显示该记录；否则，显示不存在该学生。

(6) 按“5”，进行记录浏览，如图 1.5 所示。



图 1.5 记录浏览界面

(7) 按“6”，退出程序。

## 6. 实验收获及思考

给出调试中遇到的问题及解决的方法和过程。总结本次实验的收获及思考的问题等。此处略。

## 六. 评分标准

本次课程的实验共安排七个实验内容。每个实验内容满分 13 分，选 A 档实验满分 13 分（检查 8 分、实验报告 5 分），选 B 档实验满分 11 分（检查 7 分、实验报告 4 分），选 C 档实验满分 9 分（检查 6 分、实验报告 3 分），全部实验满分是 91 分，出勤共计 7 分，实验收获等共计 2 分，总分是 100 分。

### 1、实验报告成绩的评定标准

分数	实验报告标准
1 分	1. 按时做实验，能完成实验内容，按时提交实验报告，报告内容无原则性错误。
2 分	1. 按时做实验，能完成实验内容，按时提交实验报告，报告内容无原则性错误。 2. 报告逻辑结构较合理，无文字性错误。
3 分	1. 按时做实验，能独立完成实验内容，按时提交实验报告，报告内容无原则性错误。 2. 报告逻辑结构较合理，无文字性错误。 3. 报告格式较规范，实验内容较充实。
4 分	1. 按时做实验，能独立完成实验内容，按时提交实验报告，报告内容无原则性错误。 2. 报告逻辑结构合理，无文字性错误。 3. 报告格式规范，实验内容充实。 4. 有较强的动手能力，良好的学习态度。
5 分	1. 按时做实验，能独立完成实验内容，按时提交实验报告，报告内容无原则性错误。 2. 报告逻辑结构合理，无文字性错误。 3. 报告格式规范，实验内容充实。 4. 有强的动手能力、优秀自觉的学习态度。 5. 实验内容完成质量较高，在规定的时间内完成了老师规定的相应内。

### 2、实验检查成绩的评定标准

分数	实验检查的标准
8 分	选择 A 档实验，内容充实完整。
7 分	选择 B 档实验，内容充实完整。
6 分	选择 C 档实验，内容充实完整。
注：检查中回答问题的好坏酌情扣分。	

## 第 2 章实验（4 学时）

### 1.验证性实验（满分 80）

以下两个验证性实验都做

#### （1）顺序表

- 顺序表的 C 语言描述
- 基本运算的算法——置空表、求表的长度、取结点、定位运算、插入运算、删除运算、建立顺序表、输出顺序表

#### （2）链表

- 单链表的 C 语言描述
- 基本运算的算法——置空表、求表的长度、取结点、定位运算、插入运算、删除运算、建立不带头结点的单链表（头插入法建表）、建立带头结点的单链表（尾插入法建表），输出带头结点的单链表

### 2.设计性实验（满分 90）

集合的交、并和差运算的实现

#### （1）问题描述

用有序单链表表示集合，实现集合的交、并和差运算。

#### （2）基本要求

- 对集合中的元素，用有序单链表进行存储。
- 实现交、并、差运算时，不另外申请存储空间。
- 充分利用单链表的有序性，算法有较好的时间性能。

（3）思考：如果表示集合的单链表是无序的，应如何实现集合的交、并和差运算？

### 3.综合性实验（满分 100）

约瑟夫环问题

#### （1）问题描述

设有编号为  $1, 2, \dots, n$  的  $n$  ( $n > 0$ ) 个人围成一个圈，每个人持有一个密码  $m$ 。从第一个人开始报数，报到  $m$  时停止报数，报  $m$  的人出圈，再从他的下一个人起重新报数，报到  $m$  时停止报数，报  $m$  的出圈，……，如此下去，直到所有人全部出圈为止。当任意给定  $n$  和  $m$  后，设计算法求  $n$  个人出圈的次序。

#### （2）基本要求

- 建立模型，确定存储结构。
- 对任意  $n$  个人，密码为  $m$ ，实现约瑟夫环问题。
- 出圈的顺序可以依次输出，也可以用数组存储。

#### （3）思考：

- 采用顺序存储结构如何实现约瑟夫环问题？
- 如果每个人持有的密码不同，应如何实现约瑟夫环问题？

## 第3章实验（4学时）

### 1.验证性实验（满分80）

以下验证性实验都做

#### （1）顺序栈

- 顺序栈的C语言描述
- 基本运算的算法——置空栈、判栈空、进栈、出栈、读栈顶、输出栈、判栈满

#### （2）链栈

- 链栈的C语言描述
- 基本运算的算法——置空栈、判栈空、进栈、出栈、读栈顶

#### （3）循环队列

- 循环队列的C语言描述
- 基本运算的算法——置空队、判队空、进队、出队、读队头元素、输出循环队列

#### （4）链队列

- 链队列的C语言描述
- 基本运算的算法——置空队、判队空、进队、出队、读队头元素

### 2.设计性实验（满分90）

以下设计性实验都做

#### （1）迷宫问题

##### ①问题描述

这是心理学中的一个经典问题。心理学家把一只老鼠从一个无顶盖的大盒子的入口处放入，让老鼠自行找到出口出来。迷宫中设置很多障碍阻止老鼠前行，迷宫唯一的出口处放有一块奶酪，吸引老鼠找到出口。

简而言之，迷宫问题是解决从布置了许多障碍的通道中寻找出路的问题。本题设置的迷宫如图1所示。

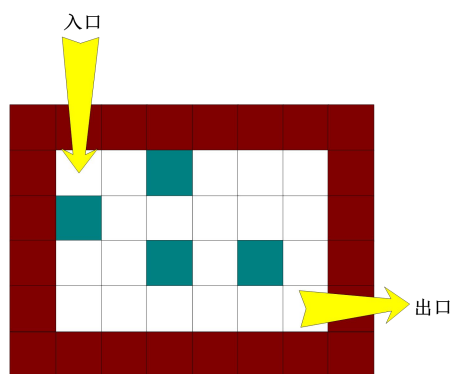


图1 迷宫示意图

迷宫四周设为墙；无填充处，为可通处。设每个点有四个可通方向，分别为东、南、西、北。左上角为入口。右下角为出口。迷宫有一个入口，一个出口。



设计程序求解迷宫的一条通路。

#### ②基本要求

- 设计迷宫的存储结构。
- 设计通路的存储结构。
- 设计求解通路的算法。
- 设计迷宫显示和通路的显示方式。
- 输入：迷宫、入口及出口可在程序中设定，也可从键盘输入。
- 输出：迷宫、入口、出口及通路路径。

#### ③思考

- 若每个点有 8 个试探方向（东、东南、南、西南、西、西北、北、东北），如何修改程序？
- 如何求得所有通路？
- 如何求得最短通路？

### (2) 火车车厢重排问题

#### ①问题描述

一列货运列车共有  $n$  节车厢，每节车厢将停放在不同的车站。假定  $n$  个车站的编号分别为  $1\sim n$ ，即货运列车按照第  $n$  站至第 1 站的次序经过这些车站。为了便于从列车上卸掉相应的车厢，车厢的编号应与车站的编号相同，这样，在每个车站只要卸掉最后一节车厢。所以，给定任意次序的车厢，必须重新排列它们。

车厢的重排工作可以通过转轨站完成。在转轨站中有一个入轨、一个出轨和  $k$  个缓冲轨，缓冲轨位于入轨和出轨之间。假定缓冲轨按先进先出的方式运作，设计算法解决火车车厢重排问题。

#### ②基本要求

- 设计存储结构表示  $n$  个车厢、 $k$  个缓冲轨以及入轨和出轨；
- 设计并实现车厢重排算法；
- 分析算法的时间性能。

#### ③思考

- 如果缓冲轨按后进先出的方式工作，即用栈表示缓冲轨，应如何解决火车车厢重排问题？

## 3.综合性实验（满分 100）

以下综合性实验都做

### (1) 表达式求值问题

#### ①问题描述

表达式是数据运算的基本形式。人们的书写习惯是中缀式，如： $11+22*(7-4)/3$ 。中缀式的计算按运算符的优先级及括号优先的原则，相同级别从左到右进行计算。表达式还有后缀式（如： $22\ 7\ 4\ -\ *\ 3\ /\ 11\ +$ ）和前缀式（如： $+ 11\ /\ * 22\ -\ 7\ 4\ 3$ ）。后缀表达式和前缀表达式中没有括号，给计算带来方便。如后缀式计算时按运算符出现的先后进行计算。本设计的主要任务是进行表达式形式的转换及不同形式的表达式计算。

#### ②基本要求

- 从文件或键盘读入中缀表达式。
- 设计操作数为多位整数，操作符为加、减、乘、除、求模的中缀表达式

求值算法。

- 设计将中缀表达式转换为后缀表达式的算法。
- 设计将中缀表达式转换为前缀表达式的算法。
- 设计后缀表达式求值算法。
- 设计前缀表达式求值算法。
- 输出各种形式的表达式。

## (2) 任务调度

### ①问题描述

多用户多任务操作系统中，多个任务同时共享计算机系统资源。为了使多个任务均能够顺利执行，操作系统要按一定的原则对它们进行调度，使它们按一定的次序进行。设只有一个 CPU，现有多个任务，它们需要 CPU 服务的时间已知。在下列假设下，按平均等待时间最短为原则，设计算法求出任务的执行顺序。

- 忽略任务提交的时间差，即认为各任务同时提交。
- 各任务不同时提交。

### ②基本要求

- 为任务列表设计数据结构和存储结构。
- 任务输入，至少包括任务编号及所需 CPU 的服务时间，任务数不得少于 5 个。
- 如果按提交顺序执行，求出每个任务的开始执行时间、终止时间、等待时间和所有任务的平均等待时间。
- 按平均等待时间最短，设计任务调度算法，输出任务的执行序列；求出每个任务的开始执行时间、终止时间、等待时间和所有任务的平均等待时间；并把结果与上一时间对比。

### ③思考

- 最短作业优先，存在“长任务饥饿”的问题，即如果动态地不断加入作业，只要提交作业所需要的 CPU 服务时间比较短，则先提交的长任务将一直得不到服务，如何解决该问题？

## 第 5 章实验（4 学时）

### 1.验证性实验（满分 90）

以下验证性实验都做

#### （1）三元组表

- 三元组表的 C 语言描述
- 基本运算的算法——建立稀疏矩阵的三元组表的算法、按矩阵的列序转置算法、按矩阵的行序转置算法

#### （2）十字链表

- 十字链表的 C 语言描述
- 基本运算的算法——建立稀疏矩阵的十字链表的算法、输出稀疏矩阵十字链表的算法

#### （3）广义表

- 头尾链表存储结构
- 基本运算的算法——求广义表的表头、求广义表的表尾、求广义表的长度、求广义表的深度、统计广义表中数目、复制广义表

### 2.设计性实验（满分 100）

#### （1）魔方阵

##### ①问题描述

魔方阵是一个古老的智力问题，它要求在一个  $m \times m$  的矩阵中填入  $1 \sim m^2$  的数字（ $m$  为奇数），使得每一行、每一列、每条对角线的累加和都相等，如图 1 所示。

15	8	1	24	17
16	14	7	5	23
22	20	13	6	4
3	21	19	12	10
9	2	25	18	11

图 1 五阶魔方阵示例

##### ②基本要求

- 输入魔方阵的行数  $m$ ，要求  $m$  为奇数，程序对所输入的  $m$  作简单的判断，如  $m$  有错，能给出适当的提示信息。
- 实现魔方阵。
- 输出魔方阵。

##### ③思考

- 可以考虑使用其他方法生成魔方阵。任何算法都有不同的实现方法，通过采用不同实现方法来重新实现算法，这要比单纯学习算法的效果好得多。

#### （2）本科生导师制问题

### ①问题描述

在高校的教学改革中，有很多学校实行了本科生导师制。一个班级的学生被分给几个老师，每个老师带  $n$  个学生，如果该老师还带研究生，那么研究生也可直接带本科生。本科生导师制问题中的数据元素具有如下形式：

- 导师带研究生  
(老师, ((研究生 1, (本科生 1, ..., 本科生  $m_1$ )), (研究生 2, (本科生 1, ..., 本科生  $m_2$ )) ...))
- 导师不带研究生  
(老师, (本科生 1, ..., 本科生  $m$ ))

导师的自然情况只包括姓名、职称；研究生的自然情况只包括姓名、班级；本科生的自然情况只包括姓名、班级。

### ②基本要求

要求完成以下功能：

- 建立：建立导师广义表。
- 插入：将某位本科生或研究生插入到广义表的相应位置。
- 删除：将某本科生或研究生从广义表中删除。
- 查询：查询导师、本科生（研究生）的情况。
- 统计：某导师带了多少个研究生和本科生。
- 输出：将某导师所带学生情况输出。
- 退出：程序结束。

### ③思考

可以考虑对程序做如下完善：

- 可以将学生从一个导师组转到另一个导师组。
- 可以在同一个导师组内修改本科生的研究生负责人。
- 当研究生带本科生时，如果要删除该研究生，可根据情况，将本科生平均分配给该导师的其他研究生，如果没有其他研究生，则由导师直接负责。
- 增加删除导师的功能。

查询时，如果待查人员是导师，除了输出本人信息外，还输出他所指导的学生信息；如果待查人员是研究生，除了输出其导师和本人信息外，还输出他所负责的本科生信息。

## 第 6 章实验 (6 学时)

### 1.验证性实验 (满分 80)

#### 二叉树链式存储结构

- 二叉链表的 C 语言描述
- 基本运算的算法——建立二叉链表、先序遍历二叉树、中序遍历二叉树、后序遍历二叉树、后序遍历求二叉树深度

### 2.设计性实验 (满分 90)

#### (1) 合式公式及类型的判断

##### ①合式公式的定义

- 单个命题常项、命题变项  $p$ 、 $q$ 、 $r$ 、 $0$ 、 $1$ 、 $T$ 、 $F$  等是合式公式。
- 若  $A$ 、 $B$  均是合式公式，则：
  - ◇  $\neg A$  是合式公式。
  - ◇  $A \wedge B$ 、 $A \vee B$ 、 $A \rightarrow B$ 、 $A \leftrightarrow B$  均为合式公式。
- 有限次运用上述两个规则得到的字符串是合式公式。

##### ②基本要求

- 为了方便输入合式公式，可用以下字符代替联接词：

! :  $\neg$

&& :  $\wedge$

|| :  $\vee$

-> :  $\rightarrow$

<> :  $\leftrightarrow$

- 根据合式公式的定义判断输入的字符串是否为合式公式。
- 若输入的字符串是合式公式，则生成该公式的真值表，并判断公式的类型（重言式、矛盾式、可满足式）。

##### ③思考

- 如何输出该合式公式的主析取范式 and 主合取范式？

#### (2) 等价关系与集合的划分

##### ①基本要求

对于任何一个集合及其上的一个等价关系  $R$ ，给出该集合的一个划分。

- 按以下格式输入集合中的元素，及该集合上的关系的序偶对。

1,2,3,4,5,6,7,8,9

<2,2><1,1><3,4><4,8><3,8>

- 验证关系  $R$  的等价性。
- 输出与该等价关系对应的集合的划分。

### 3.综合性实验 (满分 100)

#### 文件压缩

### ①基本要求

哈夫曼编码是一种常用的数据压缩技术，对数据文件进行哈夫曼编码可大大缩短文件的传输长度，提高信道利用率及传输效率。要求采用哈夫曼编码原理，统计文本文件中字符出现的词频，以词频作为权值，对文件进行哈夫曼编码以达到压缩文件的目的，再用哈夫曼编码进行译码解压缩。

- 统计待压缩的文本文件中各字符的词频，以词频为权值建立哈夫曼树，并将该哈夫曼树保存到文件 `HufTree.dat` 中。
- 根据哈夫曼树（保存在 `HufTree.dat` 中）对每个字符进行哈夫曼编码，并将字符编码保存到 `HufCode.txt` 文件中。
- 压缩：根据哈夫曼编码，将源文件进行编码得到压缩文件 `CodeFile.dat`。
- 解压：将 `CodeFile.dat` 文件利用哈夫曼树译码解压，恢复为源文件。

### ②选做要求

- 实现 Burrows-Wheeler 压缩算法。
- 比较 Burrows-Wheeler 压缩算法与单纯的哈夫曼编码压缩算法的压缩效率。

针对不同长度的文件，统计 Burrows-Wheeler 压缩算法的执行时间。

## 第 7 章实验 (4 学时)

### 1.验证性实验 (满分 90)

以下验证性实验都做

#### (1) 邻接矩阵

- 邻接矩阵的 C 语言描述
- 基本运算的算法——建立无向网的邻接矩阵、求图中与顶点  $i$  邻接的第一个顶点、求图中顶点  $i$  相对于顶点  $j$  的下一个邻接点、若图  $G$  中存在顶点  $u$ , 则返回该顶点在图中的位置、图的广度优先遍历、图的深度优先遍历

#### (2) 邻接表

- 邻接表的 C 语言描述
- 基本运算的算法——建立无向网的邻接表、求图中与顶点  $i$  邻接的第一个顶点、求图中顶点  $i$  相对于顶点  $j$  的下一个邻接点、若图  $G$  中存在顶点  $u$ , 则返回该顶点在图中的位置、图的广度优先遍历、图的深度优先遍历 2.

### 2.综合性实验 (满分 100)

#### (1) 教学计划编制

##### ① 问题描述

学历进修需要学生在一定的时间内完成一定的课程学习, 每一门课有一定的学分, 修满学分, 可获取相应的学历。因为有些课程内容是另一些课程的学习基础, 所以课程学习之间存有一定的先后次序。如: 某学历的计算机专业需要学习的课程及课程之间的关系如表 1 所示。

表 1 计算机专业进修课程

课程进修关系图	课程编号	课程名称	学分
	C1	程序设计基础	2
	C2	离散数学	3
	C3	数据结构	4
	C4	汇编语言	3
	C5	程序设计与分析	2
	C6	计算机原理	3
	C7	编译原理	4
	C8	操作系统	4
	C9	高等数学	7
	C10	线性代数	5
	C11	普通物理	2
	C12	数值分析	3
	C13	软件工程	3
	C14	数据库原理	3

本设计的主要任务是根据需要完成的课程的先修关系、每学期开设的课程总数及总的学习时间，制定出教学计划。需事先的基本功能如下。

- 课程进修目录的读入。
- 课程进修目录的编辑，如课程增加、删除、信息修改等。
- 满足一定条件的教学计划的输出。

#### ②设计要求

- 设学期总数不超过 8，课程总数不超过 5，设计一份课程进修单，包括：学期总数、一学期的学分上限、每门课的课程编号、学分和直接先修课程的课程号。
- 实现上述基本功能。
- 按各学期中的学习负担尽量均匀地制定教学计划。
- 按尽可能短的时间完成学习，制定教学计划。
- 如果无解，报告适当信息。

### (2) 修道士野人问题

#### ①问题描述

河的左岸有  $N$  个野人和  $N$  个修道士以及一条小船，修道士们想用这条小船把所有的人都运到河的右岸，但又受到以下限制：

- 修道士和野人都会划船，但船一次只能载  $C$  人。
- 在任何岸边，为了防止野人侵犯修道士，野人数不能超过修道士数，否则修道士将会被野人吃掉。

假定野人愿意服从任何一种过河的安排，本设计的主要任务是规划出一种确保修道士安全的过河方案。

#### ②设计要求

- 设计表示野人、修道士、船的位置信息等数据的逻辑结构和存储结构。
- 从键盘输入修道士与野人的人数  $N$  和船可容纳的人数  $C$ 。
- 设计检测某时刻两岸修道士是否安全的算法。
- 输出安全过河的详细路径。
- 界面友好，操作简单。
- 设计做够多的测试用例。

### (3) 食物送递服务

#### ①问题描述

有一个小村，被水围困，村中有  $n$  ( $n \leq 30$ ) 个住户，现在要给他们送去食物。因每户的储备不一样，能够自救的时间也不同，若超过自救时间段，该住户的人就会被饿死。根据住户地理上的分布和各家能够自救的时间，设计算法求用最短时间把食物送到的方案。

#### ②设计要求

- 设计住户的抽象模型和存储结构。
- 程序中包含测试数据。另外提供交互方式输入数据。
- 设计用最短时间把食物送到的算法。
- 设计结果输出格式，尽量做到易懂

### (4) 校园导游

#### ①问题描述

校园占地几千亩，生活设施分布较散；校园内景色优美，景点甚多。在校园内移动，因时间、交通工具和用户兴趣等原因，需要选择线路。本设计的主要任



务是为在哈尔滨工程大学校区内生活、购物、参观的人们提供行走线路查询、选择、景点介绍的帮助。需实现的基本功能如下：

- 景点信息的查询。
- 邻接景点信息的查询。
- 给出到某个景点的最佳路线。
- 给出到所有景点的最佳路线。
- 修改景点信息。

#### ②设计要求

- 设计校园游览图，景点不少于 6 个。
- 设计图的存储结构。
- 文件读入或键盘输入图的顶点信息和边信息，在内存中创建图。
- 实现上述基本功能。
- 设计足够多的测试用例。

### (5) 中国邮路问题

#### ①问题描述

一个邮递员从邮局选好邮件去投递，然后回到邮局。当然他必须经过他所管辖的每条街至少一次。请为他设计一条投递路线，使其所行的路程尽可能短。

#### ②设计要求

- 设计邮递员的辖区，并将其抽象成图结构进行表示，建立其存储结构（注：数据输入可以键盘输入和文件输入两种方式）。
- 按照输入邮局所在位置，为邮递员设计一条最佳投递路线，要能考虑到辖区一般情况。

## 第 9 章实验（4 学时）

### 1.验证性实验（满分 90）

以下四个验证性实验都做。

- (1) 顺序查找验证
- (2) 折半查找验证
- (3) 二叉排序树的建立
- (4) 哈希表的建立

### 2.综合性实验（满分 100）

(1) 查找最高分与次高分

#### ①问题描述

有 512 人参与玩某游戏，从 1~512 给每个人分配一个编号，每个人的游戏得分在 0~999 之间，现要用不同方法查找出游戏参与者的最高分和次高分。要求：

- 自行产生 512 个的随机整数作为所有游戏参与者的得分。
- 输出所有游戏参与者（用编号表示）及其得分。
- 用顺序查找方法查找出其中取得最高分和次高分者及其分数，并输出。
- 锦标赛法查找出其中取得最高分和次高分者及其分数，并输出。
- 通过无序序列建堆和堆调整得到取得最高分者和次高分者及其分数，并输出。
- 比较不同方法的查找效率和各自的特点。

(2) 校园十大优秀青年评比

#### ①问题描述

新一届校园十大优秀青年评比开始了！每一位在校学生可通过网上评比系统，为自己认为优秀的学生提名与投票。请开发一个可用于该需求的系统，满足下列基本功能。

- 提名优秀学生和投票。
- 查看提名学生的基本信息。
- 显示各提名学生的票数。
- 显示排行榜

#### ②设计要求

- 采用散列存储，存放提名学生的相关信息。
- 设计哈希函数和冲突解决方法。
- 提名学生至少包括以下信息：姓名、票数、个人基本信息（如班级、专业、年级、突出事迹等）。
- 设计输入提名学生信息的界面。
- 设计足够多的测试用例。
- 查看指定学生的票数。
- 按序显示各提名学生票数

## 第 10 章实验（6 学时）

### 1.验证性实验（满分 80）

以下三个验证性实验都做。

- (1) 直接插入排序算法验证。
- (2) 快速排序算法验证。
- (3) 直接选择排序算法验证。

### 2.设计性实验（满分 90）

用堆实现“稳定婚姻匹配问题”

#### ①问题描述

$n$  个男孩的集合  $M=\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ ,  $n$  个女孩的集合  $W=\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ , 若在每个男孩心中,  $n$  个女孩均有一个优先表(表示男孩对每个女孩的钟情程度, 假设没有相同的), 在每个女孩心中,  $n$  个男孩也有一个优先表(也不存在相同的)。若最后没有人是单身, 且是一夫一妻制, 则称得到了一个婚姻匹配集合。若这个婚姻集合中, 不失一般性, 设  $\langle m_1, w_1 \rangle$ 、 $\langle m_2, w_2 \rangle$  是一个婚姻匹配中的两个有序对, 且满足以下条件, 则称其是一个稳定的婚姻:

- 在  $m_1$  的优先表中,  $w_1$  比  $w_2$  的优先级高, 或在  $w_2$  的优先表中,  $m_2$  比  $m_1$  的优先级高。
- 在  $m_2$  的优先表中,  $w_2$  比  $w_1$  的优先级高, 或在  $w_1$  的优先表中,  $m_1$  比  $m_2$  的优先级高。

条件(1)使得  $m_1$  不会放弃自己目前的婚姻, 或  $w_2$  不愿放弃目前的婚姻, 导致  $m_1$  无法放弃目前的婚姻。条件(2)使得  $m_2$  不会(也无法)放弃目前的婚姻, 因此这是一个稳定的婚姻匹配。

编写算法输出一个稳定婚姻匹配。

### 3.综合性实验（满分 100）

考试日程安排与成绩统计

#### ①问题描述

- 现要安排考试的考表(即考试日程表), 假设共有 10 个班的学生, 要安排 10 门必修课程的考试, 必修课程是以班级来确定的, 每个班各有 3 门必修课, 因此各班的考试科目是不相同的; 安排考表的原则是: 相同课程采用统一的试卷, 因此同一门课程的考试必须在相同时间进行, 同一个班所修的科目必须安排在不同的时间进行考试, 以避免考试时间的冲突。并要求全部考试的日程尽可能短。
- 要求对考试结果做统计和排序。假设分别以编号 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 代表 10 门要考试的课程, 以  $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7, B_8, B_9, B_{10}$  代表 10 个班, 每个人的信息包括学号、姓名、班级、各门考试课程成绩、三门课程总成绩, 每个班的学生人数自行设定。要求设计一个简单的考

试成绩的查询统计系统实现以下功能:

- ◇ 显示学生考试情况
  - 按考试总分从高到底输出全体学生的信息。
  - 按照从  $B_1$  到  $B_{10}$  的班级顺序,分班级按照考试总分从高到底的顺序输出各班学生的信息。
  - 输出指定班的学生考试成绩信息。
- ◇ 统计学生考试成绩
  - 按总成绩统计出 90 分以上、80~89 分、70~79 分、60~69 分、60 分以下各分数段的人数,并按总分从高到低分段输出。
  - 根据指定的某门课程的成绩,统计出上述各分数段的人数,并按分数从高到低分段输出。
  - 统计并输出指定班级中总成绩或某一门课成绩的各分数段人数和每个人具体的信息。
- ◇ 查找学生成绩
  - 查找总分或某一门课程成绩的指定分数段的人数及学生的详细信息。
  - 查找指定班级中总分或某一门课程成绩属于某分数段的学生详细信息。
  - 查找指定学生(例如给定学号)的具体信息,包括:姓名、班级、各科分数、总分数等。

附录：实验报告模板

# 数据结构与程序设计实验

## 实 验 报 告

课程名称	数据结构与程序设计实验	课程编号	0906550
实验项目名称			
学号		年级	2013
姓名		专业	
学生所在学院		指导教师	王勇
实验室名称地点	计算中心 077 室		

哈尔滨工程大学