

# 《大学计算机基础》教案

任课教师：	刘冰
学 期：	2022-2023-1
授课地点：	信息楼 116、博文楼 205
使用时间：	

## 目录

《大学计算机基础》课程理论部分简介及教学安排.....	1
第 1 章 数字化生存环境（2 课时） .....	3
第 2 章 算法与程序设计（2 课时） .....	13
第 3 章 常用数据结构（4 课时） .....	19
第 4 章 数据的组织和管理（2 课时） .....	31
第 5 章 软件的开发（2 课时） .....	38

## 《大学计算机基础》课程理论部分简介及教学安排

课程名称	大学计算机基础	课程代码	00000700
授课对象	文理类本科生	学时	12
授课形式	超星平台课程内容+扩展活动+线下讲授		
参考书目	教材：刘冰等，《大学计算机（第4版）》，高等教育出版社，2021。 参考书目： 教育部考试中心，《全国计算机等级考试二级教程—公共基础知识》 高等教育出版社。 王移芝等，《大学计算机——计算思维之路（第5版）》，高等教育出版社，2015。		
课程目标	<p>课程目标 1：了解计算文化的起源和传承，掌握中华传统文化对计算文化的历史贡献以及世界计算科学的发展历程。</p> <p>课程目标 2：了解计算机的基本理论知识和技术框架，培养计算思维的意识，掌握计算思维的应用方法。通过算法、程序设计、数据结构、数据管理、软件开发等有关内容的学习，培养学生利用计算机科学的原理解决本学科及专业问题的思维方法。</p> <p>课程目标 3：掌握计算机的基本应用技术，培养学生在数字化、网络化和智能化的社会环境中生存、学习和工作能力。通过在理实一体环节培养学生利用计算机技术科学高效地解决本学科及专业实际问题的应用能力。</p> <p>课程目标 4：了解计算机科学和技术的发展趋势，培养学习计算机及信息技术的兴趣和能能力，能够关注国际国内计算机及信息技术的前沿和未来，并紧密结合本学科和专业的发展，具有终身学习的意识。</p> <p>课程目标 5：培养利用计算机技术进行任务设计和实验的创新能力，通过综合性实验和创新性实验，培养学生全面地把握问题，并从不同角度看待问题，尝试各种不同的解决途径，进行不断的比较、分析和反思，注重与学习团队的交流和合作，从团队中获得支撑和帮助，完善知识和能力，提升自身的素质和能力。</p>		
<b>课程简介</b>			
<p>从有数字诞生那天起，就开始有了计算。今天，计算可以说已经无处不在，无处不在的计算设备，无处不在的网络和通信，已经彻底改变了人类数千年的生活习惯。MIT 教授尼葛洛庞帝说“从原子到比特的飞跃已是势不可当、无法逆转”。人们希望通过无处不在的计算，能随时随地获得自己希望的服务，而提供这些服务或者计算的重要载体就是计算机和将各种计算装置连接在一起的网络。计算机和网络的基础知识将是当代大学生知识库里的必备武器。</p> <p>计算机学科系统庞杂，分支众多。本课程抽取计算机学科的几个核心方向的入门知识，编排 10 个课时，作为引导非专业学生进入计算机世界的敲门砖。</p>			

课程章节安排如下：

第 1 章主要介绍计算机系统的基础知识，包括计算机的发展史、信息的数字化表达、计算机体系结构、网络与通信、计算的本质等内容。(2 学时)

第 2 章主要介绍算法的基本概念、典型计算及问题的算法设计、程序和程序语言简介等内容。(2 学时)

第 3 章主要介绍数据结构的基本概念及常用数据结构等内容。(4 学时)

第 4 章主要介绍数据库、数据库管理系统的概念、关系型数据库的模型、数据库的设计等内容。(2 学时)

第 5 章主要介绍软件工程基本概念，结构化分析方法，软件开发各阶段等内容。(2 学时)

附：我校 2019 级软件学院培养方案中与本课程相关的几门课程的安排。

课程类型	课程名称	总学时	开课学期	考核方式
专业必修课	数据结构	72	2	考试
	C 语言程序设计	72	1	考试
	数据库原理	72	3	考试
	软件工程引论	60	1	考试
	软件工程	72	5	考试
	软件设计模式	60	6	考试
	软件项目管理	60	6	考试

### 考核与通过

1 通过我校大学计算机课程“免听免试”考试。分数达到 70 分可以免听课程，直接参加期末考试；分数达到 80 分可以免听免试，以“免听免试”考试分数记入期末分数。

2 通过期末考试，总分达到 60 以上。期末考试成绩=平时成绩\*30%+期末考核成绩\*70%。本部分占期末考试内容为 30%，另 70%为实践操作部分。

## 第 1 章 数字化生存环境（2 课时）

教学目标	知识目标： 1 了解本门课程的教学内容和课程安排 2 了解计算机科学的发展 3 掌握各种信息的数字化表达 4 网络基础知识 5 了解可计算性概念 能力目标： 培养学生对计算机科学的兴趣 提升学生的探索新知识能力 提高学生微课制作和教学设计能力（师范类学生）	
重点难点	信息的数字化表达 计算机网络相关概念	
方法手段	课前网络学堂预习、课堂讲授； 任务驱动、团队合作自主学习； 多媒体网络教学。	
思政点	中华传统文化对计算文化的历史贡献。 培养学习计算机及信息技术的兴趣和能 力，能够关注国际国内计算机及信息技术的前沿和未来。	
教学过程		备注
引： “1999 年 9 月，多家媒体和梦想中文网联合主办了一场名为“72 小时网络生存”的试验，赞助方是一个叫做 8848 的网站。通过网上报名、网友投票和媒体推选产生的北京、上海、广州各 4 位自愿者，被异地“发配”到这三个城市 12 个完全陌生的房间里。房间为酒店标准间，有基本的生活工具，包括起居设备、沐浴设备，但没有饮水，没有电话、电视等电器，有一个空的冰箱，卫生间中只有厕纸。每人只有一台能上网的电脑，外加 1500 元现金以及限额 1500 元的信用卡，这意味着他们只能通过网络来获取食物和水。来自北京“雨声”是报名后才开始上网的，上网经验相当缺乏。他找到了订餐网址，也填妥了订单，但由于不会收发电子邮件，无法对订餐单位发来的邮件加以确认。“雨声”时而在窗边站立，时而抓耳挠腮，无比烦躁。网友通过监看屏幕把这一切尽收眼底，他们在 BBS 上发了 300 多封帖子支招，然而“雨声”根本不知道如何查看这些内容。除他以外，剩下 11 人顺利生存了 72 小时。17 年前的这个实验，看起来更像一场闹剧。那一年，还没有淘宝，更没有支付宝，QQ 还叫做 OICQ，发 E-mail 还是一件很新鲜的事情。那一年，8848 还是互联网上的第一个做 O2O（OnlineToOffline）的电子商务网站，外界将其称为中国网络零售企业的领军者。如果现在再做一场关于网络的测试，一定恰好相反，应该是“72 小时无网生存挑战”。20 年的时间，我		

们从对网络的懵懂无知到今天网络已经变成我们生活的一部分，变化之巨，令人唏嘘。”

课程导入：

什么是计算工具？ 计算工具的发展

计算工具分为记和算。

记——数字

算——工具

§ 1 人类最初的计算工具——手指

§ 2 易得的计数工具——石头、木棍、绳结

§ 3 公园前四世纪战国时期，《周易·系辞下》上古结绳而治，后世圣人易之以书契

在出土的殷商时期的器皿上，已经能找到各种数字了，中国古时就用十进制数字。

一 二 三 肆 伍 陆 柒 捌 玖 十

公元一世纪东汉时期的《说文》中记录的数字

一 二 三 四 五 六 七 八 九 十

\*\* 中国传统文化中没有 0 这个符号，唐朝后受印度影响采用的“.”，宋以后用的圆圈。（有时间就讲下为啥没 0）

对比古希腊数字、古埃及数字、古巴比伦数字、古罗马数字、古阿拉伯数字(印度数字)。

数字作为最重要的计算工具，中国唐宋以后逐渐受阿拉伯文影响，但是早期流传下来的十进制，按位摆放，单音读法都是比较先进和易于计算的，所以中文数字一致延续至今，比如银行单据上的大写数字。

以下内容看课时安排讲解

《老子》“善数者不用筹策”

《七发》“孟子执筹而算，万不失一”

《说文解字》“算，长六寸，计历数者。言常弄乃不误也。”

以上都指算筹

1 算筹的摆放方式

2 算筹的加减运算

3 算筹的发展与演化

西方文明中计算工具的发展与演化

1 纳皮尔的 Bone's

2 Pascaline

3 莱布尼茨手摇式齿轮计算机

4 杰卡德提花编织机

5 巴贝奇差分机

\*\*巴贝奇的思想对冯诺依曼有巨大影响，从这里进入教材课程的学习。

1.1 信息的数字化

1.1.1 数制的基本概念

数制是人们利用符号进行记数的方法。

1 基数

不同进制用基数区分。十进制的基数为 10，二进制的基数为 2，十六进制的基数为 16，等等。

## 2 位权

$$12345=1*10^4+2*10^3+3*10^2+4*10^1+5*10^0$$

这里的 0、1、2、3、4 上标就是位权，即该位数字的权重

## 3 二进制

莱布尼茨与易经

从沈阳师范大学的校徽中厚德与健行两词说起



天行健,君子以自强不息  
地势坤,君子以厚德载物

这两句是易经中乾卦和坤卦的解释，

让学生讨论这两句话的意思。

可以引用梁启超 1914 年在清华大学的演讲《论君子》中的内容做解释 (如有必要)。

乾坤是八卦中的卦象，阳爻阴爻对应的图形如果用数字 0,1 表示，对应如图。

卦名	卦象	二进制
坤	☷	000
艮	☶	001
坎	☵	010
巽	☴	011
震	☳	100
离	☲	101
兑	☱	110
乾	☰	111

道家有太极生两仪..八卦生万物的说法，即复杂的事物都是由简单的道理发展出来的。在二进制的世界里，计算中的所有数字、字符、图像声音等等，也都是由 0、1 演变出来的。

莱布尼茨：二进制乃是具有世界普遍性的、最完美的逻辑语言。



二进制是一种进位计数的数制，它的进位规则是逢二进一，也就是说在二进制中没有 2，只有 1 和 0。

## 4 二进制与十进制整数的互相转换

$$110110_2=54 \quad 73_{10}=1001001$$

将二进制按位权展开为多项式，求和结果为对应的十进制；

将十进制按二进制的权数展开，得到二进制数字。

$$73=64+8+1=2^6+2^3+2^0=1001001$$

## 5 八进制与十六进制

八进制是以 8 为基数的计数法。通常用 O 作为计数符号。

十六进制是以 16 为基数的计数法，大于 9 的数字分别为 A、B、C、D、E、F，代表 10、11、12、13、14、15。通常以 H 作为计数符号。

### 1.1.2 计算机中的数据单位

1 bit (称作位/比特)

2 Byte (称作字节，计算机中的最存储单位) 1B=8b

3 字节单位的换算 KB MB GB TB PB EB ZB YB 等等

1 KB = 1, 024 Bytes

1 MB = 1, 024 KB = 1, 048, 576 Bytes (M 也称“兆”)

1 GB = 1, 024 MB = 1, 048, 576 KB

1 TB = 1, 024 GB = 1, 048, 576 MB

1 PB = 1, 024 TB = 1, 048, 576 GB

**\*\*什么是比特币\*\* 可留作课后阅读内容**

**知识扩展——扫一扫，扫出了什么？**

### 1.1.3 数值的表示此节可略

1 正负符号的表示

2 定点数的表示

3 浮点数的表示

### 1.1.4 西文字符的表示

#### 1 ASCII 码

1967 年，美国国家标准协会制定了使用 7 位二进制数字表示西文字符的国际标准编码，称为 ASCII 码，共为 128 个西文字符（包括控制符号）进行了编码。再在最高位加 0，称为 8 位二进制数字，正好是 1 个字节。

二进制	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DEL	SP	0	@	P	.	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

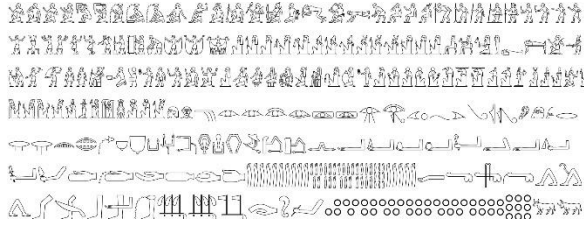
#### 2 Unicode 码

每个国家都对本国的字符进行编码，就导致了网络时代浏览网页时候的不便，比如我们的浏览器用的中文编码系统，在看日文或者韩文网站时，显示的都是乱码。

为了解决全球字符编码统一的问题，1990 年开始，ISO 制定了 unicode，为全球使用的所有符号进行了统一编码，预留了 110 多万的编码位。

象形文字 区间:[77824,78894]

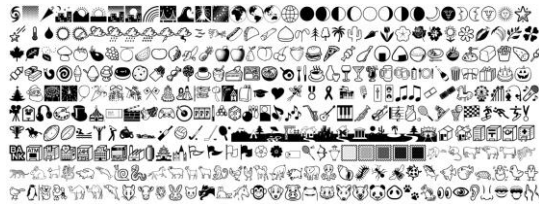




扑克牌区间[127136,127199]



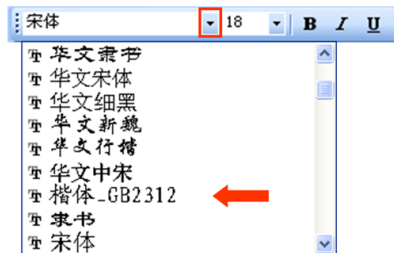
图标 [127744,128758]



以上内容将在学习 Python 语言课时学习。

### 1.1.5 汉字的表示

汉字因为符号比较多，在计算机中用两个字节表示。汉字编码有统一的国家标准，国家标准局公布的《信息交换用汉字编码字符集基本集》（代号为 GB2312-80）分两级，一级 3755 个字，二级 3008 个字，共 6763 个字。GB2312 方案又称为国标码。



汉字除了需要解决字符编码的问题，还需要解决汉字字形存储的问题。汉字字形码是一种用点阵记录汉字字形的编码，是汉字的输出形式。它把汉字按字形排列成点阵，常用的点阵有 16×16、24×24、32×32 或更高



常用计算

计算存储 1024 个 24\*24 点阵汉字自行，需要多少存储空间

解：

$$1024 * 24 * 24 / 8 = 72 \text{KB}$$

### 1.1.6 声音数字化

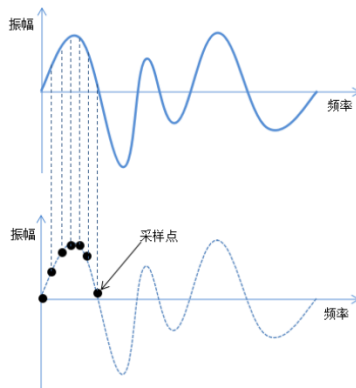
声音的基本概念

提问：声音的本质是？

声音是由物体振动产生，通过固体、液体或气体传播的一种连续的波，即声波。声音的强弱体现为声波压力的大小，音调的高低体现为声音的频率。

声波的采样和量化

要记录声音的信息，就要记录声波的波形。计算机记录声音波形的过程叫做采样，采样是指每隔一个时间间隔在模拟声音波形上取一个幅度值，这样可以得到一组离散的数据点，用这些数据点可以近似代替连续的声波。每个数据点根据坐标可以用二进制数记录下来，这样就实现了声音的数字化。

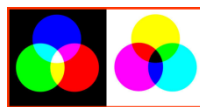


此处，根据授课时间可以听三段不同采样频率的声音《船歌》，然后指出数据量和采样频率。

### 1.1.7 图形图像数字化

提问：

1 三原色是什么？



色光三原色 颜料三原色

2 一共有多少种颜色？

不知道~光谱是连续的，这问题就像问线段上有多少个点一样。但我们知道计算机中能有多少种颜色。



红绿蓝三种颜色的值分别可以在 0—255 之间调整，这样可以产生：

$256 \times 256 \times 256 = 16777216$  种颜色，每一种颜色都有唯一的代码表示。例如红色：

111111110000000000000000

#### 位图图像

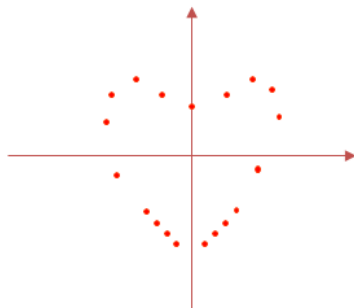
由点和颜色代码构成的图像。特点是放大后失真变虚。



#### 矢量图

矢量图像是根据几何特性来绘制图形，矢量可以是一个点或一条线，矢量图只能靠软件生成。

由于即使坐标系的单位 1 长度发生变化，坐标系中的点的相对位置也不会发生改变，所以质量图中无论放大或者缩小都不会失真。



#### 1.1.8 视频信息的数字化

视频信息可以看成是由连续变换的多幅位图图像构成。播放视频信息时，每秒需要传输和处理 24 幅以上的图像。视频信息的数字化是指在一定时间内以一定的速度对单帧视频信号进行捕获和处理以生成数字信息的过程。

帧：量词，一幅字画叫一帧。

计算机中，一幅画，或者一个画面称作一帧

FPS (Frames Per Second)：每秒传输帧数。

电视中常见制式 pal 要求 25 帧/秒，ntsc 制式要求 30 帧/秒，

#### 1.1.9 数据的压缩

计算机科学中，数据压缩是指按照特定的编码机制，用编码少的数据位表示原有信息的过程。主要是为了减少存储空间，提高数据传输效率。

##### 1 有损压缩和无损压缩

有损压缩指不可拟的压缩，数据不可回复到压缩前状态。

BMP 图像——>JPEG 图像

CD 音乐——>MP3 音乐

无损压缩指可拟压缩，数据可还原为初始状态。

各种压缩软件形成的压缩包文件，比如 RAR，ZIP 等。

## 1.2 网络与通信

### 1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络是指利用通信线路，将处于不同地理位置的，分散的，具有独立功能的多台计算机系统链接起来，按照某种通信协议进行数据通信，以实现数据共享的系统。

### 2 计算机网络的功能

#### (1) 数据通信

数据通信是计算机网络最基本的功能之一，用于实现计算机与终端、计算机与计算机之间传送各种信息，如数据、文本、图形、动画、声音和视频等。

#### (2) 资源共享

计算机的资源可以分为三大类：硬件资源、软件资源和数据资源，充分利用计算机的各种资源是组建计算机网络的主要目标之一。

#### (3) 提高计算机的可靠性和可用性

#### (4) 实时控制

#### (5) 提高计算机的可靠性

### 3 计算机网络的拓扑结构

#### (1) 局域网 (Local Area Network, LAN)

局域网用于将有限范围内（一般不超过 2km，最大不超过 10km）的各种计算机、终端与外部设备互连成网络。

#### (2) 城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)

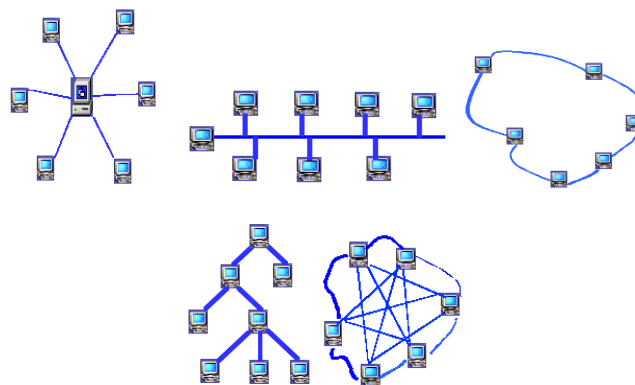
城域网的目标是要满足几十公里范围内的大量企业、机关、公司的多个局域网的互连，以实现大量用户之间的数据、语音、图形与视频等多种信息的传输。

#### (3) 广域网 (Metropolitan Area Network, WAN)

广域网也称为远程网，地理范围可从几十公里到几千公里，可覆盖一个国家、地区，或横跨几个洲，形成国际性的远程网络。

### 2.按网络的拓扑结构分类

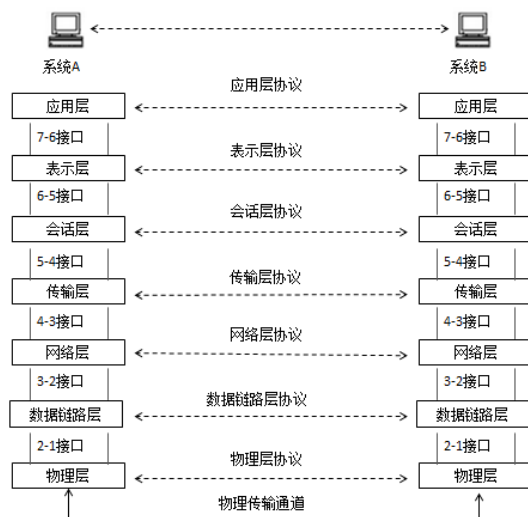
星型、总线型、环型、树型、网状



### 4 计算机网络的体系结构

计算机网络的层次结构和各层协议的集合称为计算机网络体系结构。

将复杂的网络任务分解为多个可处理的模块，这些可处理的模块之间形成单向依赖关系，即模块之间是单向的服务与被服务的关系，从而构成层次关系，这就是网络分层。OSI 由底层到顶层分为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层。



## 5 网络协议

网络中的两台计算机之间要想正确地传送信息和数据，必须在数据传输的顺序、格式及内容等方面有一个约定或规则，这种约定或规则称为计算机网络协议。TCP/IP 协议为现在互联网中普遍采用的通信协议。

### 其他部分略

#### 1.2.2 数据通信 (略)

#### 1.2.3 局域网 (略)

#### 1.2.4 Ineternet 和 Internet 地址

Internet 是由美国国防部资助的 ARPANET 发展而来的，是世界上最大的跨越国界的互联网络

#### IP 地址

在 Internet 上，每个网络和每一台计算机都被分配一个 IP 地址，这个 IP 地址在整个 Internet 网络中是唯一的

#### 32 位二进制

例如：1011011101100010111011100000111

十进制数字形式：“.”分四段，每段 (0~255)

例如：210.30.208.7

IP 分成 A、B、C、D、E 等 5 类。其中常用的是 A、B 和 C 类地址

沈阳师范大学计算中心网络学习资源服务器的 IP 地址是 192.168.131.254，可以知道该地址是一个 C 类地址。

IP 地址的取值范围

地址类别	取值范围	最大网络数	最大主机数
A 类	0.0.0.0~127.255.255.255	126	16777214
B 类	128.0.0.0~191.255.255.255	16382	65534
C 类	192.0.0.0~233.255.255.255	2097150	254

#### 子网

将 IP 地址的主机号部分再次划分为子网号与主机号，由 IP 地址的网络号部分和子网号部分共同标识网络

#### 子网掩码

子网掩码也是一个 32 位的二进制数码，它与 IP 地址进行逻辑“与”运算，所得

<p>到的运算结果就是网络地址 默认网格地址 默认网关地址指的是本地子网中路由器的 IP 地址</p> <p>1.2.5 物联网的概念（自行阅读材料） 1.3 计算的本质（自行阅读材料） 1.4 计算科学与创新（自行阅读材料）</p> <p><b>作业：</b> 阅读以上自行阅读材料或者略过部分，选择 1 个知识点，制作 1 段 5~8 分钟左右微课，给其他同学做科普材料。要求：画面分辨率 1920*1080，整体风格轻松愉快，科普性强，让同学们能看明白。如果引用网络视频，小于 2 分钟，并注明出处。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 什么是物联网</li> <li>2 图灵与图灵机</li> <li>3 冯诺依曼是谁</li> <li>4 云计算相关内容，</li> <li>5 大数据相关内容</li> <li>6 人工智能相关内容</li> <li>7 网络部分相关概念</li> <li>8 IT 相关自选题目（提前与老师沟通确定）</li> </ol> <p>周六晚 20:00 前上交教学设计，周三上课前上交微课视频、相关扩展阅读材料。</p>	
<p>教学后记：</p>	

## 第 2 章 算法与程序设计（2 课时）

教学目标	<p>知识目标： 了解几种经典算法 掌握顺序查找和二分法查找的使用 掌握冒泡排序的过程 了解结构化程序设计的基本概念</p> <p>能力目标： 培养学生发现身边的各种算法（规则） 培养学生利用程序思想提高分析问题、解决问题能力</p>
重点难点	<p>经典算法问题的讲解 各种排序算法的区别</p>
方法手段	<p>课前网络学堂预习、课堂讲授； 任务驱动、团队合作自主学习； 多媒体网络教学。</p>
思政点	<p>通过学习中国古代算法，提升文化自信。 学习计算机的基本理论知识和技术框架，培养计算思维的意识， 掌握计算思维的应用方法。</p>
知识结构	

教学过程	备注
<p>引入： 把大象放冰箱里需要几步？</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.把冰箱打开</li> <li>2.把大象放进去</li> <li>3.把冰箱门关上</li> </ol> <p>2.1 算法及算法</p> <p>2.1.1 算法的概念</p> <p><b>算法的概念：</b>算法是对解题方案准确而完整的描述。程序是算法的描述，同一个算法可以由不同的编程语言来编写。</p> <p><b>算法的基本特征：</b>可行性、确定性、有穷性、有足够的情报。</p> <p><b>算法中对数据的运算和操作</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 数学运算——加减乘除等</li> <li>2 关系运算——大于，小于，等于，包含等</li> <li>3 逻辑运算——and or not 等</li> <li>4 数据的传输——输入，输出，赋值等</li> </ol> <p><b>算法的控制结构</b></p> <p>1 顺序    2 判断（分支,选择）    3 循环</p> <p><b>算法举例：</b></p> <p>辗转相除法（欧几里德约前 330 ~ 约前 275）求两个数字的最大公约数。求 m 和 n 的最大公约数，其中 m&gt;n。算法：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 求余。用 m 除以 n，得到余数 r</li> <li>2 判断。如果 r=0,则 n 为最大公约数，否则执行第三步</li> <li>3 置换。把 n 赋值给 m，把 r 赋值给 n，回到第一步。</li> </ol> <p>令 m=100 n=20 求最大公约数 令 m=210 n=126 求最大公约数 令 m=111 n=19 求最大公约数</p> <p>2.1.2 算法的复杂度</p> <p>算法复杂度的评价有两个指标：时间复杂度和空间复杂度。</p> <p>1 算法的时间复杂度</p> <p>指计算机执行算法所需要计算的工作量。执行基本运算的次数。</p> $\begin{vmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 2 & 3 & 2 \\ 4 & 1 & 2 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 5 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 32 & 16 & 20 \\ 25 & 13 & 18 \\ 19 & 17 & 22 \end{vmatrix}$ <p>两个矩阵相乘，一共做了几次乘法呢？（<math>3^3=27</math> 次） 记作 <math>f(n)=O(n^3)</math></p> <p>例 1：在一组数据中查找一个特定值 例 2：老师说一个数字，猜大小</p> <p><b>算法平均性态</b> <b>最坏情况复杂性</b></p>	



## 2 算法的空间复杂度

算法的空间复杂度指执行这个算法程序所占用的所有存储空间  
**算法的空间复杂度与时间复杂度无关**

### 2.2 经典计算问题的算法设计

- 列举法（枚举法）——百元百鸡问题
- 归纳法——求  $1+2+\dots+100$
- 迭代和递推——已知，兔子的繁殖能力很强，1 对小兔子出生 1 个月后长大为大兔子，再过一个月就可以每月生下一对小兔子，若有一对小兔子在 1 月 1 号出生，6 个月以后有多少对兔子？(假定以上兔子都是雌雄成对)？
- 递归——求  $5!$  阶层
- 减半递推技术——二分查找
- 回溯法——八皇后问题
- 分治法——32 硬币找假币

\*\* 思考，如果是 12 个硬币，其中有 1 个假币不知道轻重，请用天平 3 次找出这个假币。

#### 2.2.2 典型计算问题的算法设计 (留作下学期语言课讲解)

### 2.3 查找和排序问题的算法构造

#### 2.3.1 常用查找算法

查找是数据处理领域中的一个重要内容，查找的效率直接影响到数据处理的效率

查找(Searching)是指在一个给定的数据结构中查找某个指定的数据元素。通常根据不同的数据结构，应采用不同的查找方法。

1 顺序查找

2 二分法查找

#### 2.3.2 常用的排序算法

1 冒泡排序

2 快速排序

3 简单插入排序

4 希尔排序

5 简单选择排序

6 堆排序

**教材 52 页补充内容**

排序方法		最坏情况下需比较次数
交换排序法	冒泡排序法	$n(n-1)/2$
	快速排序法	$n(n-1)/2$
插入排序法	简单插入排序	$n(n-1)/2$
	希尔排序	$n^{1.5}$
选择类排序	简单选择排序	$n(n-1)/2$
	堆排序法	$n\log_2 n$

## 2.4 算法、程序和程序设计语言

### 2.4.1 程序

1 程序：一组计算机能识别和执行的指令

指令：CPU 能够完成的最基础运算，比如数学运算，逻辑运算、数据传输、处理器控制等等。

指令集：不同种类的 CPU 有自己专属的指令集合

### 2 算法和程序的关系

算法不同于程序，程序是算法的一种表示形式，它受到计算机系统等很多细节问题限制，一般地，程序的编制不可能优于算法。

### 2.4.2 程序设计语言

- 1 机器语言 只有 0 1 二进制形式的命令
- 2 汇编语言 用简易英文助记词构建的命令
- 3 高级语言 用人类容易理解的方式构建的命令

## 2.5 结构化程序设计

### 2.5.1 程序设计方法和技术及风格

从程序设计方法和技术发展的角度来看，程序设计主要经历了结构化程序设计和面向对象的程序设计两个阶段。

程序设计风格是指编写程序时所表现出的特点、习惯和逻辑思路。程序的主要风格：“清晰第一，效率第二”。

良好的程序设计风格，主要应注意下述要素：

- 1 . 源程序文档化  
文档是有关计算机程序功能、设计、编制、使用的文字或图形资料。
- 2 . 数据说明的方法
- 3 . 语句的结构，程序编写要做到**清晰第一、效率第二**。
- 4 . 输入和输出

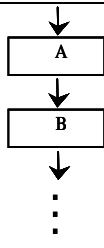
### 2.5.2 结构化程序的基本结构

#### 1 结构化方法概要

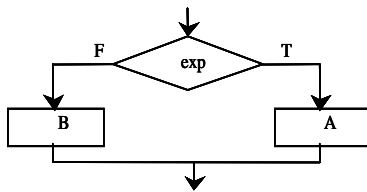
结构化方法包括结构化分析、结构化设计和结构化程序设计。

#### 2 结构化程序的基本结构与特点

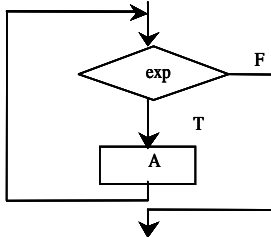
结构化程序的基本结构



(a) 顺序结构



(b) 选择结构



(c) 循环结构

➤ 程序易于编写、理解、使用和维护，提高了程序的质量。

➤ 提高了编程工作的效率，降低了软件开发成本。

### 2.5.3 结构化程序设计的主要原则及使用

自顶向下：先从最上层总目标开始设计，逐步使问题具体化。

逐步求精：对复杂的问题，应设计子目标作为过渡，再逐步细化。

模块化：把程序要解决的总目标分解为子目标，把每个子目标称为一个模块。

限制使用 GOTO 语句：滥用 GOTO 语句会导致程序混乱，应尽量避免。

### 2.5.4 结构化程序设计的案例

略

## 2.6 面向对象程序设计

### 面向对象程序设计的特点

- 符合人的思维方式
- 稳定性好
- 易于开发大型软件产品
- 可重用性好
- 可维护性好

作业：针对我国古代各种计算方法，制作 1 段 5~8 分钟左右微课，给其他同学做科普材料。要求：画面分辨率 1920\*1080，整体风格轻松愉快，科普性强，非具体知识的深入讲解。如果引用网络视频，小于 2 分钟，并注明出处。

参考内容：

- 1 开方术
- 2 割圆术
- 3 算筹的计算方法
- 4 算盘小知识
- 5 什么是盈不足算法
- 6 秦九韶算法
- 7 IT 相关自选题目（提前与老师沟通确定）

周六晚 20:00 前上交教学设计，周三上课前上交微课视频、相关扩展阅读材料。

教学后记：

### 第3章 常用数据结构（4课时）

<p>教学目标</p>	<p>知识目标： 了解数据的逻辑结构和物理结构 掌握线性表运算 掌握栈和队列的概念 掌握二叉树中节点运算及二叉树遍历遍历</p> <p>能力目标： 培养学生团队协作能力</p>
<p>重点难点</p>	<p>栈和队列的基本性质 线性表运算 二叉树的遍历</p>
<p>方法手段</p>	<p>课前网络学堂预习、课堂讲授； 任务驱动、团队合作自主学习； 多媒体网络教学。</p>
<p>思政点</p>	<p>注重学思结合、知行统一、融合创新，增强学生的勇于探索的创新精神、善于解决问题的实践能力。</p>
<p>知识结构</p>	<pre> graph LR     Root[常用数据结构] --&gt; Logical[逻辑结构]     Root --&gt; Storage[存储结构]          Logical --&gt; Linear[线性结构]     Logical --&gt; NonLinear[非线性结构]          Linear --&gt; List[线性表]     Linear --&gt; Stack[栈]     Linear --&gt; Queue[队列]          NonLinear --&gt; Tree[树]          Storage --&gt; Sequential[顺序存储]     Storage --&gt; Linked[链式存储]          List --- L1["#线性结构的三个条件"]     List --- L2["逻辑结构的表示 (了解)"]     List --- L3["#由 n 个数据元素组成的有限序列，是一种典型的线性结构"]          Stack --- S1["存储与运算 (了解)"]     Stack --- S2["#特殊线性表：后进先出"]     Stack --- S3["入栈和出栈操作 (#栈表的计算)"]     Stack --- S4["栈的应用案例 (了解)"]          Queue --- Q1["#特殊线性表：先进先出"]     Queue --- Q2["入队和出队操作 (#队列表的计算)"]     Queue --- Q3["#循环队列 (特殊的队列表的计算)"]     Queue --- Q4["队列的应用案例 (了解)"]          Tree --- T1["#概念：根，子树，度.....3.3.1"]     Tree --- T2["#基本性质 4 个"]     Tree --- T3["#满二叉树完全二叉树"]     Tree --- T4["存储结构 (理解)"]     Tree --- T5["#遍历 (前中后序)"]     Tree --- T6["栈的应用案例 (了解)"]          Sequential --- Seq1["#数据的逻辑结构在计算机存储空间中的称为存储结构 (物理结构)"]     Sequential --- Seq2["#优点缺点"]          Linked --- Link1["#优点"]     Linked --- Link2["单链双链循环链表 (了解，选讲)"]     </pre>

## 教学过程

备注

导入：

在 EXCEL 中进行排序、筛选等操作时，数据都是以行为单位作为一个整体进行操作的，而不能是单独一列进行排序。比如在一个学生表中，虽然数据保存在不同的列，但是性别、分数等信息与姓名、学号等信息是一体的，只有相互联系起来才有具体的实际意义。数据结构是计算机学科的重要知识，也是一门核心课程。数据结构在计算机专业的诸门课程中起到相互衔接、承前启后的作用。在研究生入学考试中，CS 学科中普遍把数据结构作为专业科目之一。

作品编号	大类名称	小类名称	作品名称	参赛学校
78055	数媒游戏与交互设计	游戏设计	2709	东北大学
69763	微课与教学辅助类	计算机基础与应用类课程	Excel-格式条件	营口理工学院
69749	软件应用与开发	管理信息系统	大创信息管理系统	营口理工学院
78358	数媒动漫与微电影	新媒体漫画	华表	辽宁工业大学
75639	数媒动漫与微电影	数字短片	皮影人生	大连科技学院
76263	数媒中华优秀传统文化环境设计	空间形象设计	我的家	辽东学院
76714	软件应用与开发	管理信息系统	(悦停Parking) 基于微信小程序的住宅	沈阳航空航天大学
73925	软件应用与开发	移动应用开发(非游戏类)	AI自习 基于微信小程序的自习室信息并	沈阳工业大学
74521	物联网应用	运动健身	LessCarbon!—基于绿色出行场景个人碳	大连民族大学
73537	数媒中华优秀传统文化产品设计	(传统工业和现代科技的)	SHARC 共享单车	辽宁工程技术大学
70489	软件应用与开发	Web应用与开发	爱编程 青少年编程教育平台	沈阳农业大学
79477	物联网应用	城市管理	城市守护者—基于NB-IOT消防栓监管系	沈阳城市建设学院
77618	微课与教学辅助类	汉语言文学 (唐诗宋词)	春的秘密	沈阳建筑大学
77278	信息可视化设计类	动态信息影像 (MG动画)	东北之窗 大连港	沈阳工学院
73922	软件应用与开发	Web应用与开发	反旧-爱心捐赠系统	沈阳工业大学
77299	数媒中华优秀传统文化产品设计	(传统工业和现代科技的)	官-消毒净化器	沈阳工学院
76719	物联网应用	城市管理	蝴蝶星环 城市智能互联系统	沈阳航空航天大学

### 3.1 什么是数据结构

概念：数据结构是数据元素及其元素之间的关系的表示。

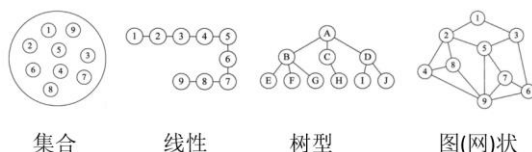
本章主要讨论三个问题：

- 1 数据集中个数据元素之间所固有的逻辑关系，即数据的逻辑结构；
- 2 数据元素在计算机中的存储关系，即数据存储结构；
- 3 对各种数据结构进行的运算。(主要为线性表和二叉树)

#### 3.1.1 数据的逻辑结构

数据元素之间前后件的逻辑关系称为数据逻辑结构。包含两方面信息，数据元素的信息和数据元素之间的前后件关系。通常分为四类：

- ① 集合
- ② 线性结构
- ② 树形结构
- ③ 图状结构或网状结构



在一个数据结构中没有一个数据元素，则成该数据结构为空的数据结构。  
(P70)

非空数据结构根据前后件关系，一般分为两大类：线性结构和非线性结构。空数据结构可以是线性也可以是非线性结构。(P70)

满足以下三个条件的非空的数据结构称为线性结构。

- (1) 有且仅有一个根结点；
- (2) 每一个结点最多有一个前件和一个后件；
- (3) 在线性结构中插入或删除一个结点后还应是线性结构。

如果一个数据不是线性结构，称为非线性结构。

二元组表示法

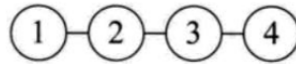
$B=(D,R)$

其中  $B$  表示数据结构,  $D$  表示数据元素的集合,  $R$  表示数据元素之间的前后件关系。

$D=\{1,2,3,4\}$

$R=\{(1,2),(2,3),(3,4)\}$

表达了结构



例题: 设数据元素的集合  $D=\{1,2,3,4,5\}$ , 则满足下列关系  $R$  的数据结构中为线性结构的是\_\_\_\_\_。

A .  $R=\{(1,2), (3,4), (5,1)\}$

B .  $R=\{(1,3), (4,1), (3,2), (5,4)\}$

C .  $R=\{(1,2), (2,3), (4,5)\}$

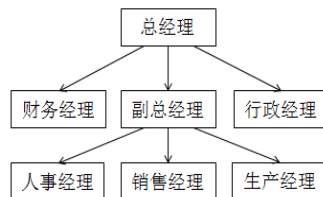
D .  $R=\{(1,3), (2,4), (3,5)\}$

教材例子:

$B=(D, R)$

$D = \{\text{总经理, 副总经理, 人事经理, 财务经理, 销售经理, 生产经理, 行政经理}\}$

$R = \{(\text{总经理, 副总经理}), (\text{总经理, 财务经理}), (\text{总经理, 行政经理}), (\text{副总经理, 人事经理}), (\text{副总经理, 销售经理}), (\text{副总经理, 生产经理})\}$



## 2 图形表示法

上图中每一个方框称为结点; 用一条有向线段从前件结点指向后件结点, 来表示数据元素之间的前后件关系

### 3.1.2 数据的存储结构

#### 1 数据的存储结构

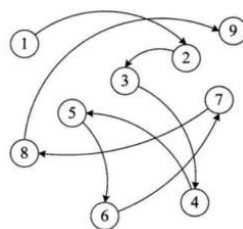
数据结构在计算机存储空间中的存放形式称为数据存储结构或称物理结构。

通常分为顺序存储和链式存储。

顺序存储



链式存储



## 2 顺序存储结构

顺序存储结构是以元素的物理位置来体现元素之间的逻辑关系。

顺序存储是指数据元素按照顺序存放在存储空间中，可以用存储位置的地址表示前后逻辑关系。

	000	001	010	011	100	101	110	111	...
000									
001			1						
010			2						
011			3						
100			4						
101			5						
110									
111									
...									

## 3 链式存储结构

链式存储就是用一组任意的存储单元存储数据元素，然后通过指针来表示数据元素之间的逻辑关系。

	000	001	010	011	100	101	110	111	...
000							5		
001	1								
010				2					
011									
100									
101						4			
110									
111			3						
...									

各自的优缺点：

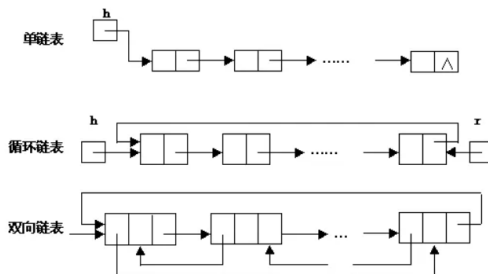
顺序存储：优点为可以随机存取结构中的任意元素；缺点是需要连续的地址，插入和删除时要移动大量数据，运算效率低，存储空间不便于扩充，无法动态分配。

链式存储：优点为不需要一块连续的地址空间，插入和删除不需要移动大量的数据，运算效率高。存储空间便于扩展。缺点为访问特定元素需从头进行访问。

顺序存储结构简单占用空间少，链式存储需要的存储空间稍大些，但是存放不受限制。

链式存储方式可以用于存储线性结构、如线性链表、带链的栈和队列；也可以用于存储非线性结构，如二叉树的链式存储。（P72）

链式存储的几种形式：



## 3.2 常用线性数据结构

### 3.2.1 线性表

线性表是由  $n$  个数据元素组成的有序序列，是典型的线性结构。

线性表是由  $n$  个数据元素组成的有限序列表示为： $(a_1, a_2, \dots, a_n)$



如：字母表(A ,B ,C ,...,X ,Y ,Z)

其中  $a_i(i=1,2,\dots,n)$ 是元素或结点

线性表的逻辑特征是：

- ①在非空的线性表中，有且仅有一个开始结点  $a_1$ ，它没有直接前件，而仅有一个直接后件  $a_2$ ；
- ②有且仅有一个终端结点  $a_n$ ，它没有直接后件，而仅有一个直接前件  $a_{n-1}$
- ③其余的内部结点  $a_i (2 \leq i \leq n-1)$ 都有且仅有一个直接前件  $a_{i-1}$  和一个直接后件  $a_{i+1}$ 。

顺序表的插入和删除运算

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
M	N	O	P	R	S	T	U	V	W	X	Y
Z											

- 1 缺少哪个字母？
- 2 如果要按顺序写全 26 个字母，如何修改？
- 3 如果缺少的是 Z 或者 A，会怎么样？

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
X	Y	Z									

- 1 多了哪个字母？
- 2 如果按顺序写全 26 个字母，如何修改？
- 3 如果多写的是 Z 或者 A，会怎么样？

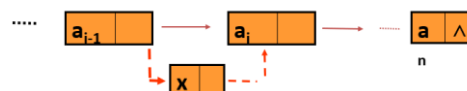
**结论：在顺序表中，插入和删除数据元素是很麻烦的事情，平均需要移动原表中  $n/2$  个元素。时间复杂度为  $O(n)$**

线性链表的插入和删除运算

线性链表的结构，形成的链为：

	存储单元编号	数据域	指针域
	1	a2	7
	2		
HEAD→	3	a1	1
	4		
	5	a4	8
	6		
	7	a3	5
	8	a5	0

插入：

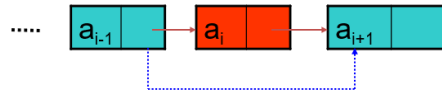


问：

例如，需要在链表a3和a4间插入一个数据结点a6，写入6号存储单元，指针域如何改？

存储单元编号	数据域	指针域
1	a2	7
2		
HEAD→ 3	a1	1
4		
5	a4	8
6	a6	?
7	a3	?
8	a5	0

删除：



问：

例如，删除a4数据，指针域怎么改？

存储单元编号	数据域	指针域
1	a2	7
2		
HEAD→ 3	a1	1
4		
5	a4	8
6		
7	a3	5
8	a5	0

### 3.2.2 栈和队列

这两个概念属于运算时要受到某些限制的线性表。

#### 1 栈

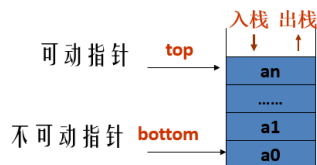
栈是限定在一端允许插入和删除的线性表。先进入栈的元素后出去，后进来的先出去，或者也称作 FILO 结构。



栈顶 top：允许插入与删除的一端称为栈顶。

栈底 bottom：不允许插入与删除的一端称为栈底。

栈是根据“先进后出”或“后进先出”的原则组织数据的。



入栈：指在栈顶插入一个新元素。它包含两步操作：先 top+1，后插入新元素

退栈：指取出栈顶元素。它包含两步操作：先取走栈顶元素，后 top-1

**栈具有记忆作用**

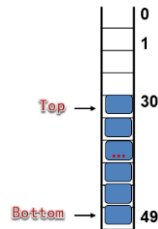
相关例题：

一个栈的初始状态为空。现将元素 1、2、3、4、5、A、B、C、D、E 依次入

栈，然后再依次出栈，则元素出栈的顺序是\_\_\_\_\_。

- A)12345ABCDE
- B)EDCBA54321
- C)ABCDE12345
- D)54321EDCBA

假设用一个长度为 50 的数组作为栈的存储空间,栈底指针 bottom 指向栈底元素,栈顶指针 top 指向栈顶元素,如果 bottom=49,top=30, 则栈中具有\_\_\_\_\_个元素。



## 2 队列

队列是一种只允许在一端插入，而在另一端删除的线性表。队列是按照“先进先出”的原则组织数据的。FIFO



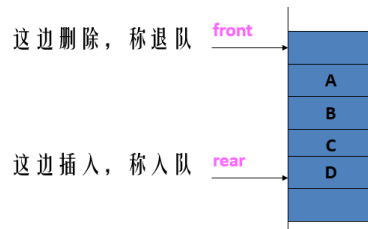
队尾rear：允许插入的一端



队头front：允许删除的一端

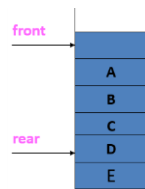
队尾 rear：允许插入的一端

队头 front：允许删除的一端



入队：指往队列的末尾插入一个元素。它包含两个操作：先 rear+1, 后插入元素

退队：指从队列的排头删除一个元素。



## 队列的问题

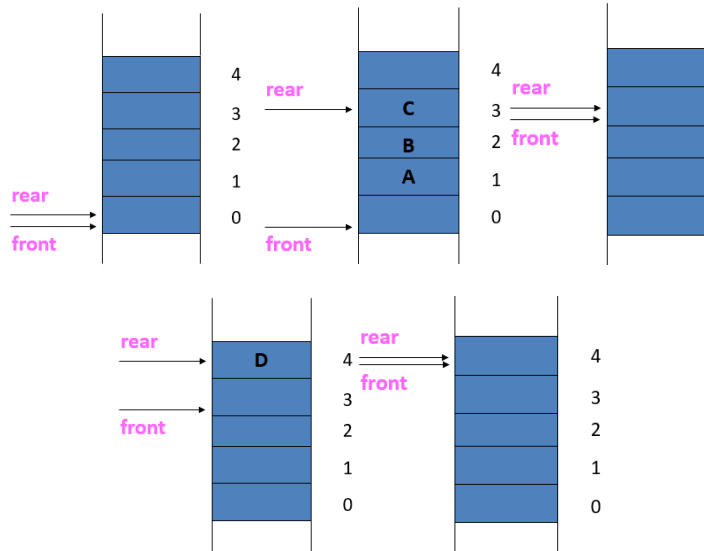


图 1 Rear=Front=0 空队列

图 2 A,B,C 依次入队

图 3 A,B,C 依次出队

图 4 D 入队

图 4 D 出队

此时:

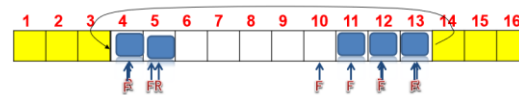
rear 和 front 指针重合，队列中没有数据元素。此时虽然没有数据元素，但是队列中不能再插入新的元素，队列满。

### 3 队列的一种存储结构——循环队列

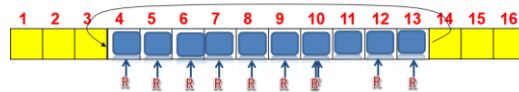
将顺序队列的空间假想为一个环，使顺序队列的整个数组空间变为首尾相接的队列

1 可以重复使用固定的存储空间

2 r 指针和 f 指针重合时，队列可以是满也可以是空



Rear=front 队列为空



Rear=front 队列为满

相关例题:

设某循环队列的容量为 50，头指针 front=5(指向队头元素的前一位置)，尾指针 rear=29(指向队尾元素)，则该循环队列中有\_\_个元素 (24)

下列叙述中正确的是\_\_\_\_\_。

- A)循环队列有队头和队尾两个指针，因此，循环队列是非线性结构
- B)在循环队列中，只需要队头指针就能反映队列中元素的动态变化情况
- C)在循环队列中，只需要队尾指针就能反映队列中元素的动态变化情况
- D)循环队列中元素的个数是由队头指针和队尾指针共同决定

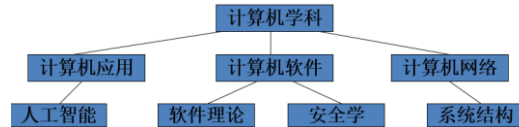
#### 4 队列的应用案例

<见书上例题>

#### 3.3 常用非线性数据结构

##### 3.3.1 树的基本概念

树是一种十分重要的非线性结构。在这种结构中，所有数据元素之间的关系具有明显的层次特性。



树结构包括一下基本概念：

父结点：每一个结点只有一个前件，称为父结点。

根结点：没有前件的结点只有一个，称为根（结点）。

子结点：每一个结点可以有多个后件，称为该结点的子结点。

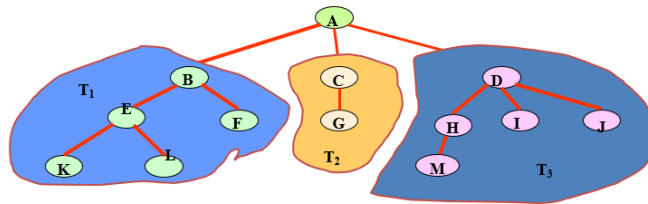
叶子结点：没有后件的结点称为叶子结点。

结点的度：一个结点拥有的后件个数，称为该结点的度。

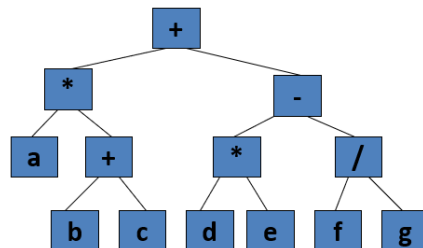
树的度：所有结点中的最大的度，称为树的度。

树的深度：树的最大层次，称为树的深度。

子树：以某结点的一个子结点为根构成的树称为该结点的一棵子树。叶子结点没有子树。



相关例题：



根结点？

叶子结点？

树的度？

树的深度？

##### 3.3.2 二叉树的基本概念

二叉树是具有以下两个特点的树：

非空二叉树只有一个根结点

每一个结点最多有两棵子树，且分别称为该结点的左子树和右子树

在二叉树中每一个结点的度的最大值为 2



### 二叉树的基本性质

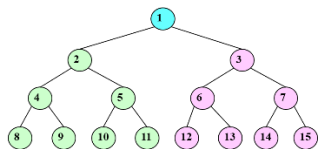
性质1 在二叉树的第  $i$  层上, 最多有  $2^{i-1}$  个结点

性质2 深度为  $k$  的二叉树最多有  $2^k - 1$  个结点

性质3 在任意一棵二叉树中, 度为 0 的结点 (叶子结点) 总比度为 2 的结点多一个。

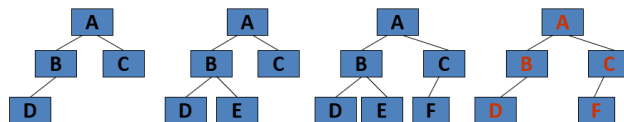
例 一棵二叉树有 3 个叶子结点, 有 8 个度为 1 的结点, 则该二叉树中总的结点数是多少?

性质4 具有  $n$  个结点的二叉树, 其深度至少为  $\lceil \log_2 n \rceil + 1$



满二叉树: 除叶子结点外, 所有结点都有两个子结点。(每一层都达到最大节点数)

完全二叉树: 除最后一层外, 每一层上的结点数均达到最大值; 在最后一层上只缺少右边的连续若干结点。



满二叉树一定是完全二叉树, 完全二叉树不一定是满二叉树。(P85)

完全二叉树的两个性质:

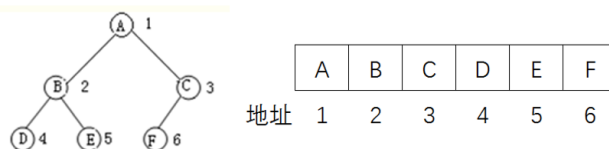
1  $n$  个节点的完全二叉树的深度为  $\lceil \log_2 n \rceil + 1$

2 有  $n$  个节点的完全二叉树, 按顺序进行编号。节点  $k$  的父节点为  $\text{int}(k/2)$ ; 该节点的左子节点为  $2k$ , 右子节点为  $2k+1$ 。

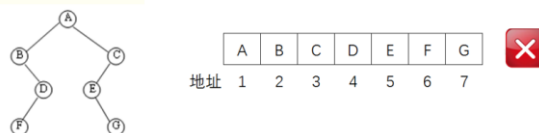
二叉树的存储结构:

二叉树可以顺序存储

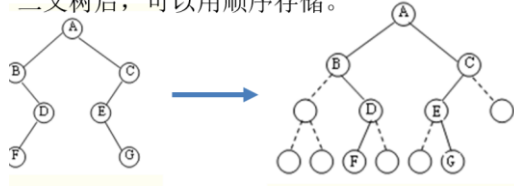
完全二叉树的节点的相互位置能反应出结点之间的逻辑关系, 用结点编号对应存储单元即可顺序存放。



不是完全二叉树能顺序存储么?



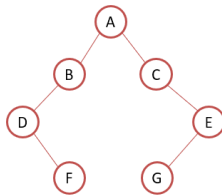
将二叉树添加一些空结点，使其成为完全二叉树后，可以用顺序存储。



	A	B	C	0	D	E	0	0	0	F	0	0	G
地址	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

- 一个连续的地址空间如下，请画出该二叉树。

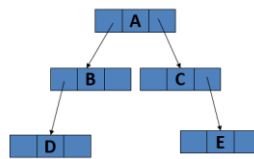
	A	B	C	D	0	0	E	0	F	0	0	0	G
地址	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13



### 二叉树的链式存储

将一个二叉树结点增加 2 个信息，分别存放左右子结点所在地址，可构造为二叉链表形式。

1	0	E	0
2			
3	9	B	0
4			
BT → 5	3	A	8
6			
7			
8	0	C	1
9	0	D	0
10			



二叉链表的逻辑状态

二叉链表的存储状态

### 3 二叉树的遍历

二叉树的遍历是指不重复地访问二叉树中的所有结点。

原则：先遍历左子树，后遍历右子树

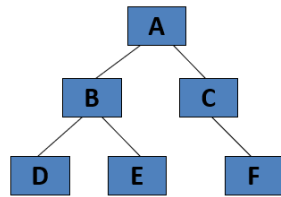
三种不同的方法：根据访问根结点的次序，二叉树的遍历可以分为前序遍历、中序遍历、后序遍历。

前序遍历：访问根结点——前序遍历左子树——前序遍历右子树

中序遍历：中序遍历左子树——访问根结点——中序遍历右子树

后序遍历：后序遍历左子树——后序遍历右子树——访问根结点

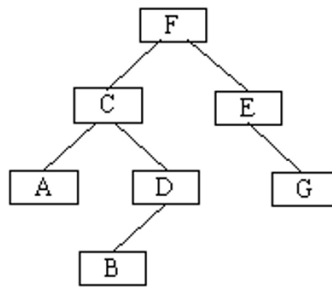
例 如下的二叉树，它的前序遍历是什么？中序遍历是什么？后序遍历是什么？



前序遍历 ABDECF  
中序遍历 DBEACF  
后序遍历 DEBFCA

对下列二叉树进行中序遍历的结果是

\_\_\_\_\_。



作业 1: 计算机领域相关概念, 制作 1 段 5~8 分钟左右微课, 给其他同学做科普材料。要求: 画面分辨率 1920\*1080, 整体风格轻松愉快, 科普性强, 非具体知识的深入讲解。如果引用网络视频, 小于 2 分钟, 并注明出处。

参考内容:

- 1 stay hungry stay foolish
- 2 人生苦短 我用 python
- 3 H5 是个啥
- 4 十分钟教你用剪映 (几分钟视频就写几分钟)
- 5 做个 CPU 有多难
- 6 什么是离散数学
- 7 IT 相关自选题目 (提前与老师沟通确定)

周六晚 20:00 前上交教学设计, 周三上课前上交微课视频、相关扩展阅读材料。

作业 2: 课后习题

教学后记:



## 第 4 章 数据的组织和管理（2 课时）

教学目标	<p>知识目标：                  了解数据库的基本概念                  了解数据库的三级模式、两级映射                  掌握关系数据模型的相关概念</p> <p>能力目标：                  通过数据库与 Excel 表的对比，提高学生数据管理技能</p>
重点难点	<p>关系模型的运算                  E-R 模型的表示</p>
方法手段	<p>课前网络学堂预习、课堂讲授；                  任务驱动、团队合作自主学习；                  多媒体网络教学。</p>
思政点	<p>培养学生建立信息安全意识</p>
知识结构	

教学过程	备注																																																																																																																																																									
<p>导入：</p> <p>数据库技术是计算机领域的一个重要分支。在计算机应用的三大领域（科学计算、数据处理和过程控制）中，数据处理约占其中的 70%。而数据库技术就是作为一门数据处理技术发展起来的。随着计算机应用的普及和深入，数据库技术变得越来越重要了。</p> <p>4.1 数据库的基本概念</p> <p>4.1.1 数据库系统的基本概念</p> <p>1 数据：实际上就是描述事物的符号记录。软件中的数据一定是有结构的，包含了类型和值两方面。</p> <p>2 数据库：数据库是数据的集合，它具有统一的结构形式，并存放于统一的存储介质内，是多种应用数据的集成，并可被各个应用程序所共享。现在学过的文件中，<b>Excel 形成的 xlsx 文件</b>，是最接近关系型数据库的管理形式的。</p> <p>3 数据库管理系统：数据库系统的核心，负责数据库中的数据组织、数据操纵、数据维护、控制及保护和数据服务等。大家可以想象成 Excel 程序。</p> <p>数据定义语言（DDL）：对列进行增加或删除  数据操纵语言（DML）：对行进行修改  数据控制语言（DCL）：设置数据有效性</p> <table border="1" data-bbox="389 1120 1015 1464"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td colspan="8" style="text-align: center;"><b>某软件公司工资表</b></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2014/1/28</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><b>序号</b></td> <td><b>部门</b></td> <td><b>姓名</b></td> <td><b>性别</b></td> <td><b>基本工资</b></td> <td><b>奖金</b></td> <td><b>养老保险</b></td> <td><b>实发工资</b></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>001</td> <td>培训部</td> <td>谈露洋</td> <td>女</td> <td>2300</td> <td>1500</td> <td>600</td> <td>3200</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>002</td> <td>培训部</td> <td>蔡红莹</td> <td>女</td> <td>2600</td> <td>1800</td> <td>700</td> <td>3700</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>003</td> <td>开发部</td> <td>潘 峰</td> <td>男</td> <td>3100</td> <td>2300</td> <td>800</td> <td>4500</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>004</td> <td>开发部</td> <td>汪迎华</td> <td>男</td> <td>1800</td> <td>1000</td> <td>500</td> <td>2300</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>005</td> <td>开发部</td> <td>赵 波</td> <td>男</td> <td>2800</td> <td>2000</td> <td>700</td> <td>4100</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>006</td> <td>开发部</td> <td>龚明薇</td> <td>女</td> <td>3000</td> <td>2200</td> <td>800</td> <td>4400</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>007</td> <td>销售部</td> <td>李 凌</td> <td>男</td> <td>2500</td> <td>1700</td> <td>600</td> <td>3600</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>008</td> <td>销售部</td> <td>李静瑶</td> <td>女</td> <td>2100</td> <td>1200</td> <td>600</td> <td>2700</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>009</td> <td>销售部</td> <td>郑 华</td> <td>男</td> <td>2400</td> <td>1800</td> <td>600</td> <td>3600</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>010</td> <td>销售部</td> <td>黄雪洁</td> <td>女</td> <td>1600</td> <td>900</td> <td>500</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>011</td> <td>人事部</td> <td>王燕岭</td> <td>男</td> <td>3300</td> <td>2500</td> <td>800</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>012</td> <td>人事部</td> <td>肖佳卫</td> <td>男</td> <td>2700</td> <td>1900</td> <td>700</td> <td>3900</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">平均值</td> <td>2516.67</td> <td>1733.33</td> <td>658.33</td> <td>3591.67</td> </tr> </tbody> </table> <p>4 数据库管理员：负责数据库的规划、设计、维护、监视等的专门技术人员。</p> <p>5 数据库系统：是以数据库关系系统为核心的完整的运行实体。</p> <p>6 数据库应用系统：大多的 app 都是。</p> <p>4.1.2 数据库系统的基本特点</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 数据继承性</li> <li>2 数据独立性</li> <li>3 数据统一管理与控制</li> </ol> <p>4.1.3 数据库系统的内部结构体系</p> <p>三级模式和两级映射模型</p>		A	B	C	D	E	F	G	H	1	<b>某软件公司工资表</b>								2								2014/1/28	3	<b>序号</b>	<b>部门</b>	<b>姓名</b>	<b>性别</b>	<b>基本工资</b>	<b>奖金</b>	<b>养老保险</b>	<b>实发工资</b>	4	001	培训部	谈露洋	女	2300	1500	600	3200	5	002	培训部	蔡红莹	女	2600	1800	700	3700	6	003	开发部	潘 峰	男	3100	2300	800	4500	7	004	开发部	汪迎华	男	1800	1000	500	2300	8	005	开发部	赵 波	男	2800	2000	700	4100	9	006	开发部	龚明薇	女	3000	2200	800	4400	10	007	销售部	李 凌	男	2500	1700	600	3600	11	008	销售部	李静瑶	女	2100	1200	600	2700	12	009	销售部	郑 华	男	2400	1800	600	3600	13	010	销售部	黄雪洁	女	1600	900	500	2000	14	011	人事部	王燕岭	男	3300	2500	800	5000	15	012	人事部	肖佳卫	男	2700	1900	700	3900	16	平均值				2516.67	1733.33	658.33	3591.67	
	A	B	C	D	E	F	G	H																																																																																																																																																		
1	<b>某软件公司工资表</b>																																																																																																																																																									
2								2014/1/28																																																																																																																																																		
3	<b>序号</b>	<b>部门</b>	<b>姓名</b>	<b>性别</b>	<b>基本工资</b>	<b>奖金</b>	<b>养老保险</b>	<b>实发工资</b>																																																																																																																																																		
4	001	培训部	谈露洋	女	2300	1500	600	3200																																																																																																																																																		
5	002	培训部	蔡红莹	女	2600	1800	700	3700																																																																																																																																																		
6	003	开发部	潘 峰	男	3100	2300	800	4500																																																																																																																																																		
7	004	开发部	汪迎华	男	1800	1000	500	2300																																																																																																																																																		
8	005	开发部	赵 波	男	2800	2000	700	4100																																																																																																																																																		
9	006	开发部	龚明薇	女	3000	2200	800	4400																																																																																																																																																		
10	007	销售部	李 凌	男	2500	1700	600	3600																																																																																																																																																		
11	008	销售部	李静瑶	女	2100	1200	600	2700																																																																																																																																																		
12	009	销售部	郑 华	男	2400	1800	600	3600																																																																																																																																																		
13	010	销售部	黄雪洁	女	1600	900	500	2000																																																																																																																																																		
14	011	人事部	王燕岭	男	3300	2500	800	5000																																																																																																																																																		
15	012	人事部	肖佳卫	男	2700	1900	700	3900																																																																																																																																																		
16	平均值				2516.67	1733.33	658.33	3591.67																																																																																																																																																		



## 两级映射

外模式到概念模式的映射：保证了逻辑独立性。逻辑独立性是指当修改了概念模式，不影响其上一层的外模式。

概念模式到内模式的映射：保证了物理独立性。概念模式/内模式映像体现了物理独立性。物理独立性是指修改了内模式，不影响其上层的概念模式和外模式。例如，在 Excel 中将.xls 文件另存为.xlsx 文件，虽然更换了文件格式，但是打开文件后显示的表格内容一般不会发生改变。

## 4.2 关系模型

### 4.2.1 经典的数据逻辑模型—关系模型

把现实世界抽象到信息世界，进行数字化呈现，这种抽象的过程就是数据模型的建立。数据模型主要有：层次模型、网状模型、关系模型。关系模型是最常见的数据模型之一。采用二维表来表示数据及关系的逻辑结构。

常见概念：

属性——在二维表中，每一列称为一个属性

元组——在二维表中，数据按行组织，每一行称为一个元组。

域——在二维表中，所有元组都应该具有对应于每个属性的属性值，属性的取值范围是有限定或要求的，属性的取值范围称为域。

键——唯一识别最小属性集。记录唯一性标志

主键——键可以有多个，用户选取使用的为主键。

外键——表 A 的某属性集是表 B 的主键，称该属性集为 A 的外键。简单的理解就是别的表用到了这个表的一列数据作为主键。

学号	姓名	性别	出生年月	专业	入学成绩	个人简历
07010001	李小华	女	10/11/87	英语	525	Memo
07010002	王艳芳	女	07/01/88	英语	510	memo
07010003	吴海洋	男	12/15/86	英语	508	memo
07020001	黄勇	男	01/05/87	日语	520	memo
07020002	杨丽梅	女	11/15/87	日语	510	memo
07020003	李昂	男	12/14/87	日语	495	memo
07060001	王志伟	男	05/10/88	国际贸易	485	memo
07060002	孙大刚	男	06/11/87	国际贸易	478	memo
07060003	刘岩	女	01/12/87	国际贸易	478	memo
07060004	吴红	女	02/15/87	国际贸易	470	memo
07080001	郑晨	男	05/10/88	计算机软件	480	memo
07080002	赵奇明	男	08/01/87	计算机软件	479	memo

二维表的性质：

元组个数有限性

元组唯一性

元组次序无关性

元组分量原子性

属性名称唯一性

属性次序无关性

分量值域同一性

关系模型的数据操作：

数据查询

数据删除

数据插入

数据修改

关系模型中的数据约束：

实体完整性约束：要求关系中元组的主键属性值不能为空，且必须保证是唯一的。

42. 有关系R如下，其中属性B为主键，(见图)则其中最后一个记录违反了\_\_\_\_\_。

- A. 实体完整性约束      B. 参照完整性约束  
C. 用户定义的完整性约束      D. 关系完整性约束

B	C	D
a	0	kl
b	1	nl
	2	pl

参照完整性约束：要求一个关系不能引用另一个关系中根本不存在的元组。

43. 有三个关系表R、S和T如下，其中三个关系对应的关键字分别为A、B和复合关键字

(A, B)。(见图)表T的记录项(b, q, 4)违反了\_\_\_\_\_。

- A. 实体完整性约束      B. 参照完整性约束  
C. 用户定义的完整性约束      D. 关系完整性约束

R	
A	A1
a	1
b	n

B	B1	B2
f	g	h
l	x	y
n	p	x

A	B	C
a	f	3
b	q	4

用户定义的完整性约束：用户根据需要，利用关系数据库系统提供的完整性约束语言写出约束条件。

数据类型

取值范围

#### 4.2.2 关系模型的运算

1 集合运算——并 交 差 笛卡尔积 除

2 关系运算——选择、投影、连接(自然连接)

- 并运算 (U)
  - 并运算指从结构相同的关系中取出不重复的所有元组
- 交运算 (∩)
  - 交运算指从结构相同的关系中取出既属于第一个关系又属于第二个关系的所有元组
- 差运算 (-)
  - 差运算指从结构相同的关系中取出属于第一个关系而不属于第二个关系的所有元组

R		
X	Y	Z
X1	Y1	Z1
X2	Y2	Z2

S		
X	Y	Z
X2	Y2	Z2
X3	Y3	Z3

R ∪ S		
X	Y	Z
X1	Y1	Z1
X2	Y2	Z2
X3	Y3	Z3

R ∩ S		
X	Y	Z
X2	Y2	Z2

R - S		
X	Y	Z
X1	Y1	Z1

- 笛卡尔积 (×)
  - 设有n元关系R和m元关系S，它们分别有p和q个元组，则R与S的笛卡尔积记为R×S，它是一个m+n元关系，元组个数是p×q
- 自然连接
  - 自然连接是笛卡尔积的特殊形式，它要求两关系同名字段(关联字段)值相等，才连接元组。

R		
X	Y	Z
X1	Y1	Z1
X2	Y2	Z2

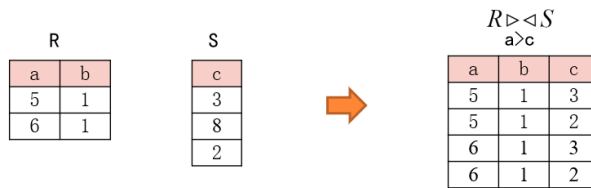
S		
X	Y	Z
X2	Y2	Z2
X3	Y3	Z3

R.X	R.Y	R.Z	S.X	S.Y	S.Z
X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2
X1	Y1	Z1	X3	Y3	Z3
X2	Y2	Z2	X2	Y2	Z2
X2	Y2	Z2	X3	Y3	Z3

自然连接		
X	Y	Z
X2	Y2	Z2

○ 连接 (Join)

- 连接运算是指将两个关系的若干属性拼接成一个新的关系模式的操作
- 连接运算要求，连接的两个元组满足一定条件才连接。



选择 (Selection)

- 选择运算是指从关系中找到满足给定条件的元组形成新的关系的操作
- 选择运算的记号为  $\sigma_F(R)$ ，其中  $\sigma$  是选择运算符，下标  $F$  是一个条件表达式， $R$  是被操作的表
- 例：在学生表中选择出性别为“男”的学生



投影 (Projection)

- 投影运算是指从关系中选择若干个属性形成新的关系的操作
- 投影运算的记号为  $\pi_A(R)$ ，其中  $\pi$  是投影运算符，下标  $A$  是被操作表的属性名表（即列名表）， $R$  是被操作的表
- 例，对学生表中的“学号”和“专业”属性进行投影运算



4.3 E-R 模型与数据库的设计

4.3.1 E-R 模型

- 实体——现实实物的抽象
- 属性——实体固有的特征
- 联系——实体间对应的关系

实体（实体集）

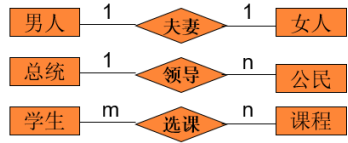


属性



联系

- 一对一联系 (1:1)
- 一对多联系 (1:n)
- 多对多联系 (m:n)



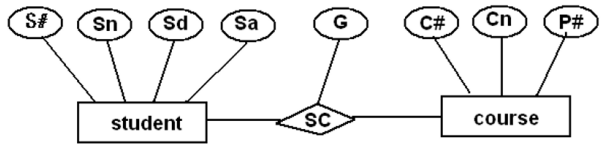
E-R 模型的图形表示法

E-R模型的图示法

- 实体集表示法（矩形）
- 联系表示法（菱形）
- 属性表示法（椭圆形）
- 实体集与属性间的联接关系（直线）
- 实体集与联系间的联接关系（直线）

S	Sn	Sd	Sex
0001	刘小明	数学	19
0002	徐大为	生物	20
0003	董得	物理	19
0004	李咏	数学	20

C	Ca	CP
c1	大学外语	4
c2	大学计算机	4
c3	大学体育	2



E-R图的一个实例:学生课程联系的概念模型

#### 4.3.2 数据库设计（略）

#### 4.4 数据库设计的解决方案案例（文科生留作第二学期语言课学习）

作业：本章课后习题

教学后记：

## 第5章 软件的开发（2课时）

教学目标	<p>知识目标： 了解软件工程的概念、目标和原则 了解软件项目开发各阶段的文档和工具 了解软件的生命周期</p> <p>能力目标： 鼓励学生将软件工程理念应用在学习、生活中</p>
重点难点	<p>数据库图和数据字典的使用 程序流程图的三种形式</p>
方法手段	<p>课前网络学堂预习、课堂讲授； 任务驱动、团队合作自主学习； 多媒体网络教学。</p>
思政点	<p>卡脖子的不光有芯片，还有软件 使用正版和盗版软件的影响</p>
知识结构	<pre> mindmap     软件工程         软件定义             可行性研究             需求分析                 需求获取、分析, 形成文档-#软件需要规格说明书 (SRS)                 方法工具: 数据流图 (DFD), 数据字典 (DD), 判定表, 判定树         软件开发             概要设计                 基础原则: 模块独立性, #高内聚、#低耦合 (模块内各元素紧密程度、模块间依赖程度)                 方法工具: #结构图 (SC), 是软件结构设计的有效工具             详细设计                 确定每个模块的功能和算法、实现细节、测试用例, 编写详细设计说明书                 图形工具: 程序流程图、N-S图、问题分析图 (PAD)、HIPO图                 表格工具: 判定表, 判定树                 语言工具: 结构化设计语言PDL语言             测试                 测试是为了发现程序中错误而执行程序的过程                 测试方法: 静态测试, 动态测试, 白盒测试 (逻辑覆盖, 基本路径测试), 黑盒测试 (等价类划分, 边界值分析法, 错误推测法)                 测试步骤: 单元测试, 集成测试, 系统测试, 验收测试             调试                 调试是纠正错误的过程, 而测试是找出软件错误的过程。测试主要在开发阶段, 测试贯穿整个软件生命周期。                 调试方法: 静态调试, 动态调试 (强行排错法, 回溯法, 原因排除法)         软件维护             软件使用, 维护和停用     </pre>
教学过程	
备注	
导入：	<p>智能手机上的程序称作应用（APP），是应用程序（Application）的简写，而应用程序是应用软件（Application Software）的简写。从传统分类上讲，</p>



计算机系统有两大组成部分，硬件和软件。软件包括系统软件、应用软件)，如果再细分，还可以有硬件驱动、编译程序等等。在之前的计算机时代，人们不但需要懂软件层的 Software 的使用，也要关心硬件层的 Hardware 是否支持、是否兼容，即软件能否在某台硬件设备上运行。所以，针对于硬件平台，software 这个词用的比较多。随着时代的发展，操作系统越来越先进，普通消费者比较少关心软件在硬件层面上的兼容性，精力着重放在了软件的使用上。所以，Application 就成了重心，Software 这个词渐渐省略了。

但是，对于专业技术人员，计算机底层的的服务，或者大型的开发系统，Software 这个概念还是很重要的。在计算机上，要想使用一个应用程序，基本上要经过“安装”这个过程，使用者要了解程序安装的基本设置，比如安装路径，输出路径，首选项等等。(参考 Camtasia 的安装过程)。

在移动计算时代，人们又渐渐忽略了“应用程序”中“程序”这一部分。不再关心程序安装在哪里，有什么初始设置，形成的结果文件存放在哪里，所以 Application 就成了 APP，核心就在于“应用”所以，现在的时代，硬件距离普通用户越来越远，因为硬件被操作系统管理的非常全面，普通用户的核心是用，而不是要了解程序的全部。

## 5.1 软件工程

### 5.1.1 软件

软件的概念：软件是程序、数据及其相关文档的完整集合

软件分类

系统软件

操作系统（核心），管理计算机软、硬件资源，用户与计算机硬件之间的接口，使计算机各部分协调有效地工作

应用软件

字处理软件、辅助设计软件、图形图像动画制作软件、网页制作软件等支撑软件

接口软件、环节数据库、工具组等

### 5.1.2 软件工程

软件工程的定义

软件危机：软件危机就是指落后的软件生产方式无法满足迅速增长的计算机软件需求，从而导致软件开发与维护过程中出现一系列严重问题的现象。软件危机表现在：进度、成本、满足功能、质量、维护等问题

软件工程：为解决软件危机，提出软件工程学科。软件工程是应用于计算机软件的定义、开发和维护的一整套方法、工具、文档、实践标准和工序  
软件工程包括三个要素 (p125)：

方法

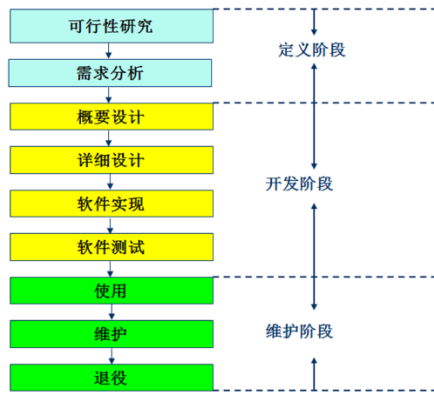
工具

过程

## 5.2 软件的开发

### 5.2.1 软件的生命周期

软件产品从提出、实现、使用、维护到停止使用的过程称为软件生命周期



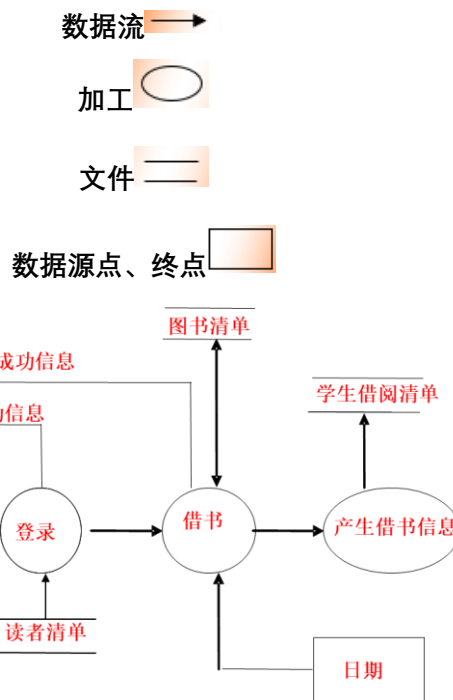
## 5.2.2 软件开发的需求分析阶段

### 1 需求分析

### 2 需求分析方法

结构化分析的常用工具主要包括：数据流图和数据字典。

数据流图：



借书过程的数据流

数据字典：数据字典是数据流图中所有图形元素的定义集合，是以特定格式记录下来的，对系统数据流图中各个基本要素的内容和特征所做的定义和说明。

例如：对学生数据清单的定义

学生借阅清单 = 学号 + 姓名 + 系别 + 书号 + 书名 + 借阅日期 + 应还日期 + 日期

学号 = 2 {字母} 6

姓名 = 2 {字母} 24

系别 = 2 {字母} 24

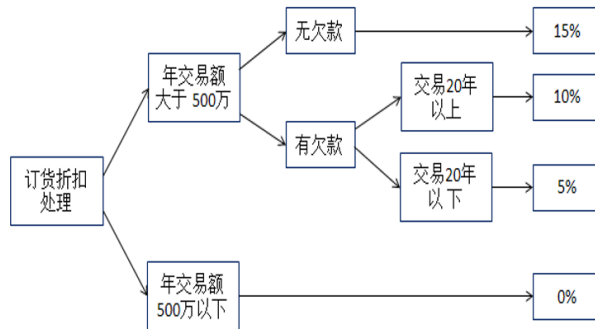
书号 = 1 {字母} 32 + "00001" .. "99999"

书名 = 1 {字母} 120

借阅日期 = 日期  
 应还日期 = 日期  
 日期 = 年+月+日  
 年 = “00”..“99”  
 月 = “01”..“12”  
 日 = “01”..“31”

结构化分析方法中还经常使用描述逻辑的工具，主要包括判断树和判断表。

判定树也是用来表达DFD中加工逻辑的一种工具。



条件及行动		1	2	3	4
条件组合	C1: 交易额 500 万以上	Y	Y	Y	N
	C2: 无欠款	Y	N	N	
	C3: 交易 20 年以上		Y	N	
行动	A1: 折扣率 15%	√			
	A2: 折扣率 10%		√		
	A3: 折扣率 5%			√	
	A4: 折扣率 0%				√

### 5.2.3 软件开发的设计阶段

#### 1 软件设计的基本概念和原则

软件设计是把软件需求转换为软件表示的过程。

从技术上分为：软件结构设计、数据设计、接口设计和过程设计；

从工程管理角度上分为：概要设计和详细设计两个阶段

基本原则为：

- 1 抽象
- 2 模块化
- 3 信息隐蔽和局部化
- 4 模块独立性——模块要做到高内聚、低耦合。

#### 2 结构化设计方法

结构化设计方法是与结构化分析方法相对应的。结构化设计就是采用最佳的可能方法设计系统的各个组成部分以及各成分之间的内部联系的技术。也就是说结构化设计是这样一个过程。他决定用哪些方法把哪些部分联系起来。才能解决好某个具体有清晰定义的问题。

结构化设计方法的基本思想是将软件设计成由相对独立、单一功能的模块组成的结构。

#### 3 结构化概要设计的过程和工具

结构图 (Structure Chart, SC) 是软件结构设计的有效工具

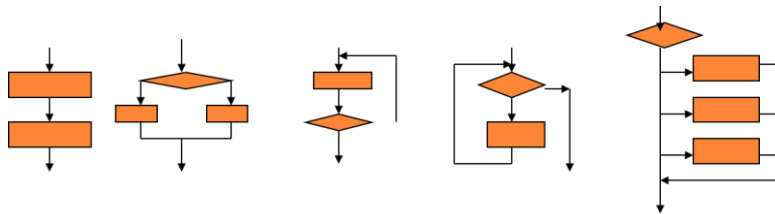
结构图也称系统结构图或控制结构图, 它表示了一个系统 (或功能模块) 的层次分解关系、块之间的调用关系以及模块之间数据流和控制流信息的传递关系



#### 4 结构化详细设计的过程和工具

详细设计是软件工程中软件开发的一个步骤, 逗号就是对钙要设药设计的一个细化, 即详细设计每个模块的实现算法, 所需的局部结构。常用工具为:

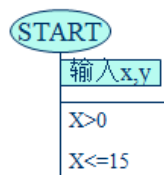
程序流程图



顺序结构 双分支结构 循环结构 循环结构 多分支结构好  
N-S图



PAD图



判定表和判定树

PDL语言——结构化语言, 伪代码。专门为描述问题使用, 无法真正在编程环境执行。

#### 5.2.4 软件开发的测试阶段

1 测试的定义: 为了发现程序中的错误, 而执行程序的过程。

2 测试的目标: 为了发现程序中的错误而执行程序的过程。

3 软件测试的方法和技术

软件测试方法很多, 从是否需要执行被测试软件的角度划分? 可以分为静态测试和动态测试。动态测试从测试的是外部功能还是内部功能的角度来划分? 可以分为白盒测试和黑盒测试。

静态测试: 不运行程序, 只看代码, 即代码复查

<p>动态测试：运用设计有效的测试方案和测试用例，有效地控制程序的运行。包括白盒测试和黑盒测试。</p> <p>白盒测试：将软件当做一个透明的盒子，对程序所有逻辑路径进行测试。通过在不同点检查程序的状态来了解实际的运行状态是否与预期的一致。</p> <p>黑盒测试：黑盒测试方法也称功能测试或数据驱动测试。黑盒测试是对软件已经实现的功能，是否满足需求进行测试和检验？黑盒测试完全不考虑程序内部的逻辑结构和内部特征。只需要程序的需求和功能规格说明。检查程序的功能是否符合它的功能说明。</p> <p>4 软件测试的步骤</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>单元测试</li> <li>集成测试</li> <li>系统测试</li> <li>验收测试</li> </ul> <p>5 软件的调试</p> <p>调试：调试是确定错误的位置，性质并纠正错误的过程。又称为排错。</p> <p>调试和测试是有区别的，测试是找出软件错误的过程。调试是找出原因和具体位置，并改正软件错误的过程。</p> <p>作业：总复习</p>	
<p>教学后记：</p>	