结构化设计方法

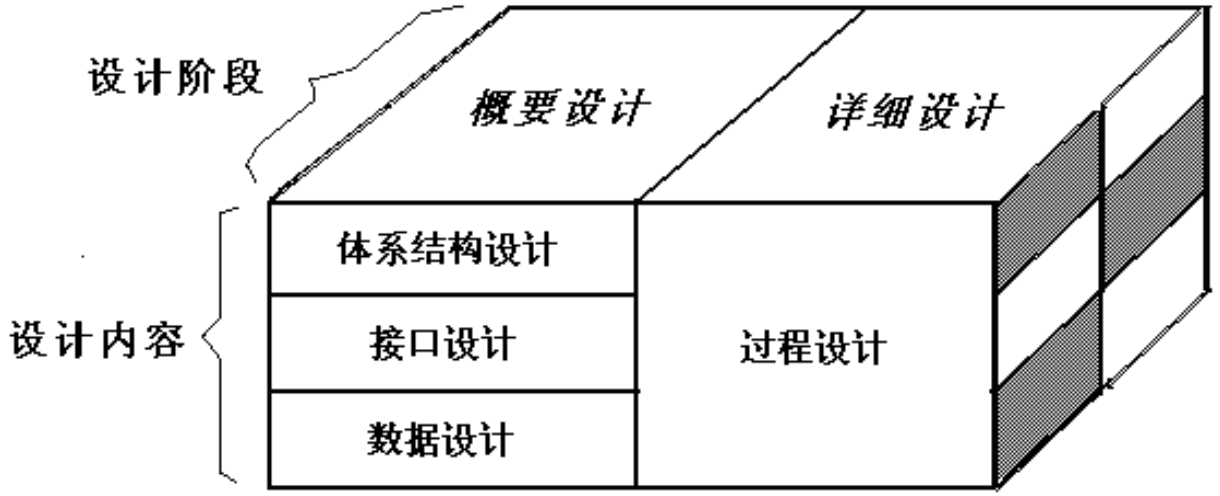
- 结构化设计概述
  - 模块结构及表示
  - 数据结构及表示
- 体系结构设计
- 接口设计(略)
- 数据设计
- 组件设计

1 结构化设计方法概述

- 结构化设计的任务
- 结构化设计与结构化分析的关系
- 模块结构及表示
- 数据结构及表示

1.1 结构化设计的任务

- 软件设计的阶段与任务
  - 从管理和技术两个不同的角度对设计的认识



结构化设计方法概述

- **体系结构设计**
  - 定义软件的主要结构元素及其之间的关系。在结构化设计（Structured Design，SD）方法中，软件的结构元素是模块，因此通常也称为模块设计，该设计表示可以从分析模型（如数据流图）导出
- **接口设计**
  - 定义软件内部结构元素之间、软件与其它协同系统之间及软件与用户之间的交互机制
    - 内部接口：软件内部结构元素（如模块）之间的接口
    - 外部接口：① 软件和硬件设备、其他软件之间的接口；②用户界面（软件与用户之间的接口）。外部接口设计依据环境图进行

结构化设计方法概述

❖数据设计

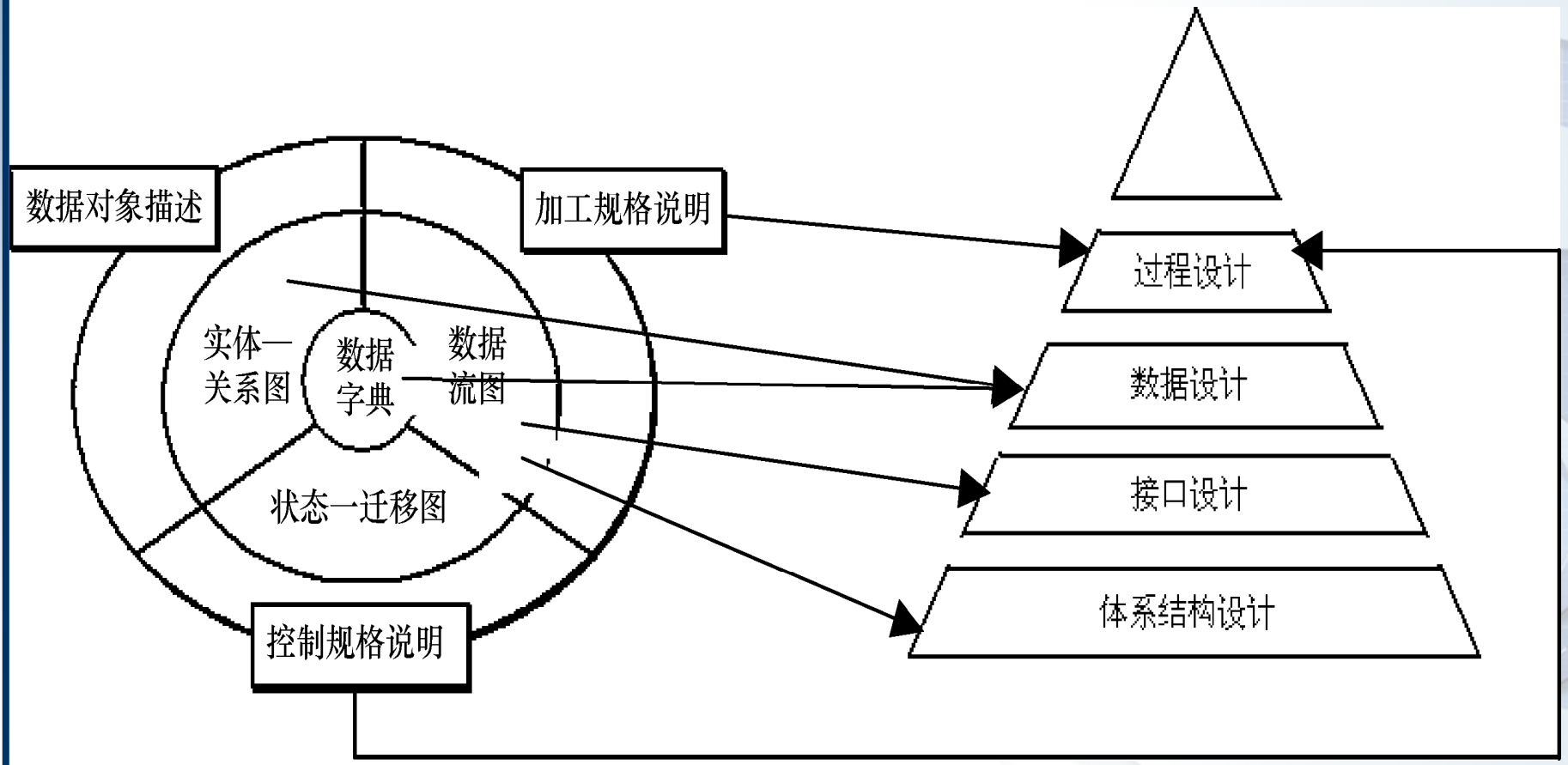
- 在结构化设计方法中，数据设计是将ER图中描述的对象和关系，以及数据字典中描述的详细数据内容转化为软件的数据结构定义（即软件涉及的文件系统的结构以及数据库的表结构）

❖组件设计

- 也称为“过程设计”，主要工作是确定软件各个结构元素内的算法及内部数据结构，并选定某种表达形式来描述各种算法

1.2 结构化设计与结构化分析的关系

❖分析模型转换为设计模型



结构化设计方法的实施要点

- ① 首先研究、分析和审查数据流图，初步确定系统的外部接口，并弄清数据流加工的过程，若发现问题及时解决
- ② 然后根据数据流图决定问题的类型：变换型和事务型，针对两种不同的类型分别进行处理
- ③ 由数据流图推导出系统的初始结构图
- ④ 利用一些启发式原则来改进系统的初始结构图，直到得到符合要求的结构图为止
- ⑤ 根据分析模型中的ER图和数据字典进行数据设计，包括数据库设计和/或数据文件的设计
- ⑥ 在上面设计的基础上，并依据分析模型中的加工
- 规格说明、状态转换图进行组件设计
- ⑦ 制定测试计划

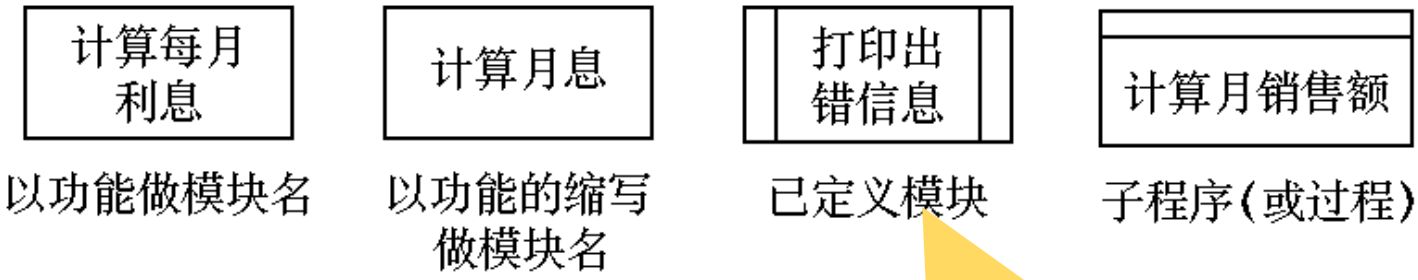
1.3 模块结构及表示

- **软件的结构包括两部分**
  - 软件的模块结构
  - 软件的数据结构
- 一般通过功能划分过程来完成软件结构设计。功能划分过程从需求分析确立的目标系统的模型出发，对整个问题进行分割，使其每一部分用一个或几个软件模块加以解决，整个问题就解决了

1.3 模块结构及表示

❖ 模块

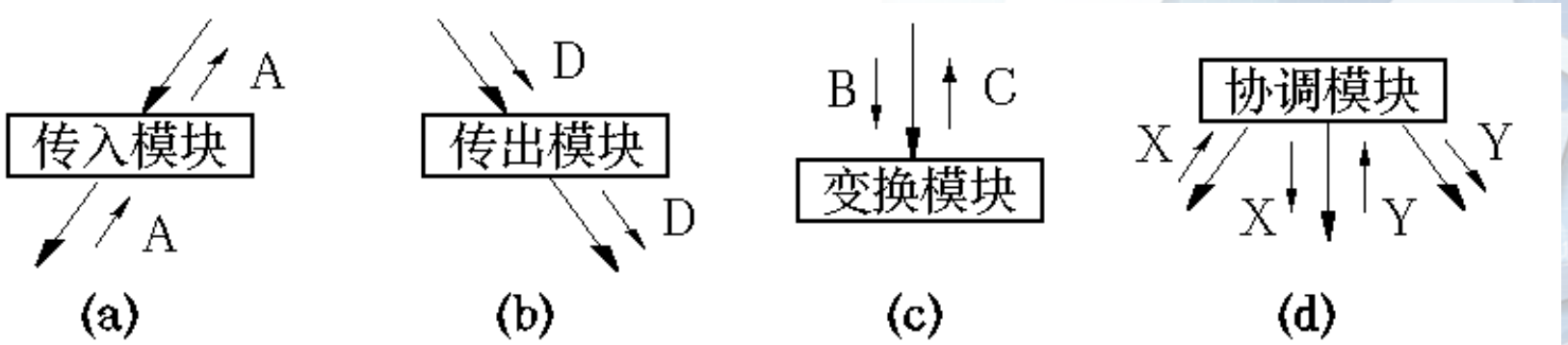
- 一个软件系统通常由很多**模块**组成，结构化程序设计中的**函数和子程序**都可称为模块，它是程序语句按逻辑关系建立起来的组合体
- 模块用矩形框表示，并用模块的名字标记它



对于现成的模块，用双纵边矩形框表示

1.3 模块结构及表示

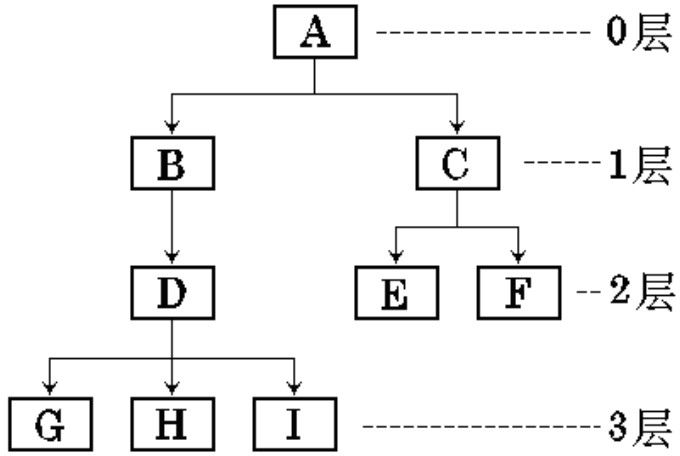
- 模块的分类
  - 传入模块、传出模块、变换模块、协调模块
- **实际系统中的模块可能属于以上某一类型，或以上某些类型的组合**



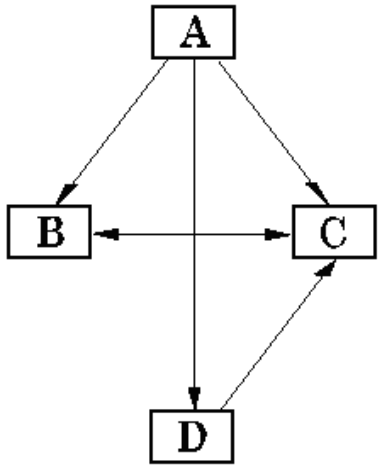
1.3 模块结构及表示

❖ 模块的结构

- 模块结构最普通的形式就是树状结构和网状结构，如图所示



(a) 树状结构



(b) 网状结构

树状结构

- 只有一个顶层模块，上层模块调用下层模块，同一层模块之间互不调用
- 在实际系统中，建议使用树状结构（可能在最底层存在一些公共模块，使得整个系统的模块结构不是严格的树状结构，这属于正常情况）

网状结构

- 任意两个模块之间都可以有调用关系，因此无法分出层次
- 由于模块间相互关系的任意性，使得整个系统的结构十分复杂，难以处理。这与原来划分模块以便于处理（降低复杂度）的意图相矛盾
- 在实际系统中，不建议使用网状结构

1.3 模块结构及表示

❖结构图

- 结构图（structure chart，SC）是精确表达模块结构的图形表示工具

(1) 模块的**调用关系和接口**：在结构图中，两个模块之间用单向箭头连接

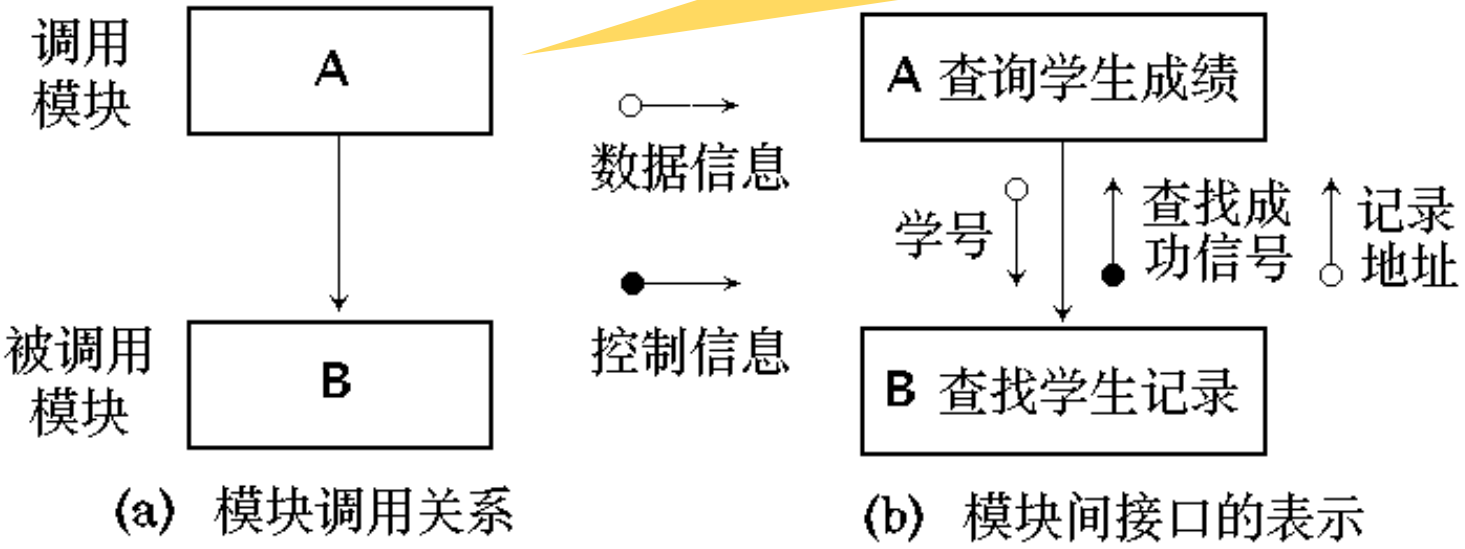
(2) 模块间的**信息传递**：当一个模块调用另一个模块时，调用模块把**数据或控制信息**传送给被调用模块，以使被调用模块能够运行

1.3 模块结构及表示

❖结构图

➢ 模块间的调用关系和接口表示

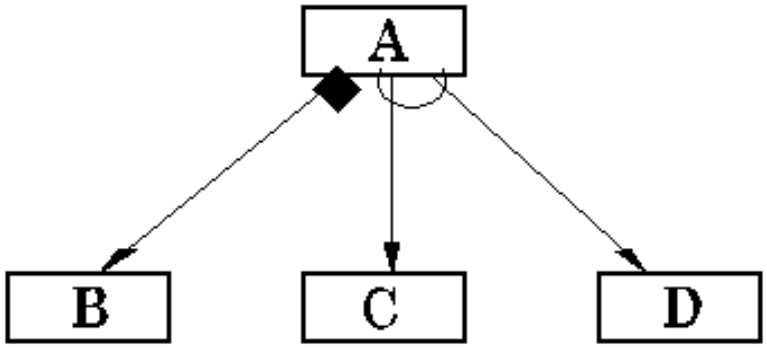
隐含了一层意思：被调用模块执行完成之后，控制又返回到调用模块



1.3 模块结构及表示

- 结构图

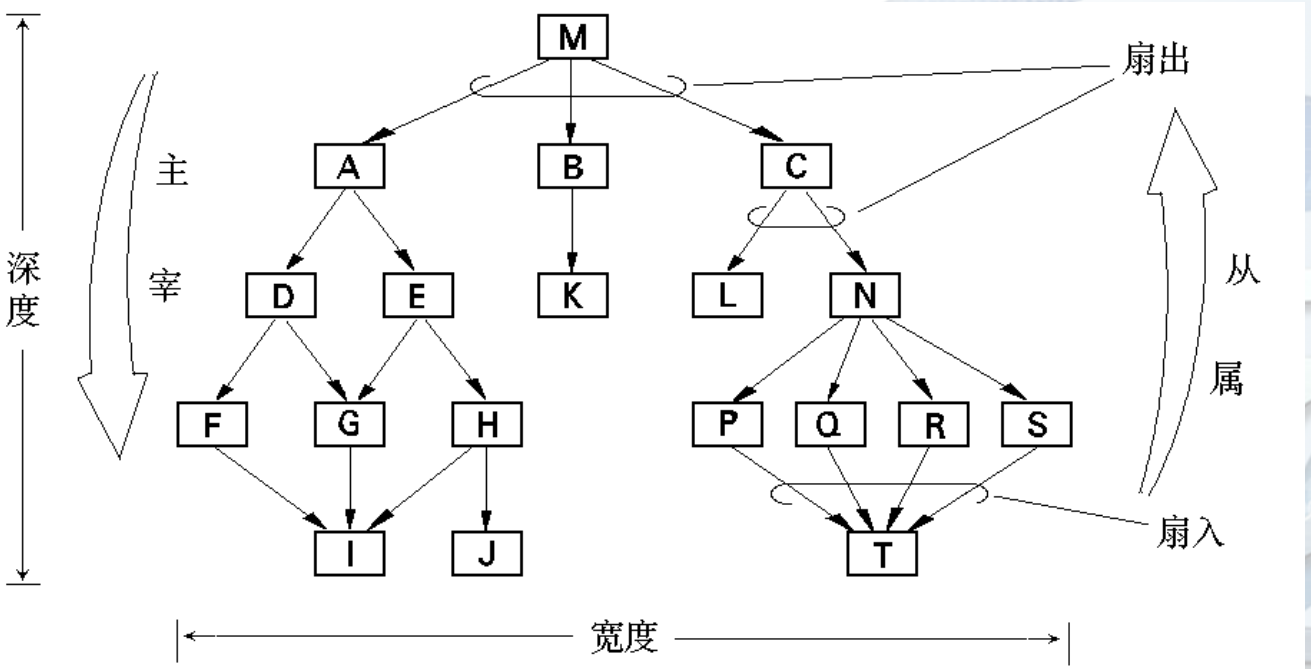
(3) 条件调用和循环调用 ：当模块A有条件地调用另一个模块B时，在模块A的箭头尾部标以一个菱形符号；当一个模块A反复地调用模块C和模块D时，在调用箭头尾部则标以一个弧形符号



1.3 模块结构及表示

❖结构图

(4) 结构图的形态特征。在图中，上级模块调用下级模块，它们之间存在主从关系



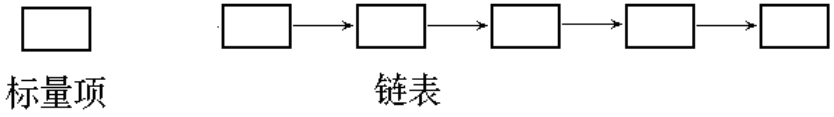
相关概念：宽度、深度、扇入、扇出。

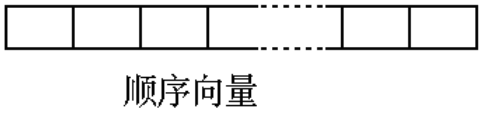
1.4 数据结构及表示

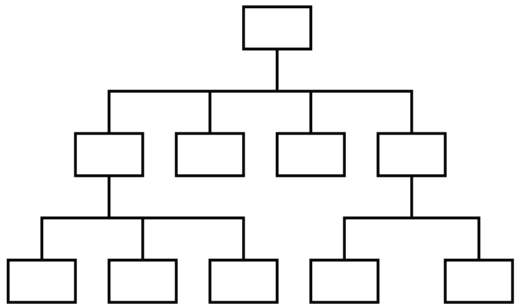
- 数据结构是数据的各个元素之间逻辑关系的一种表示
- 数据结构设计应确定数据的组织、存取方式、相关程度，以及信息的不同处理方法
- 数据结构的组织方法和复杂程度可以灵活多样，但典型的数据结构种类是有限的，它们是构成一些更复杂结构的基本构件块

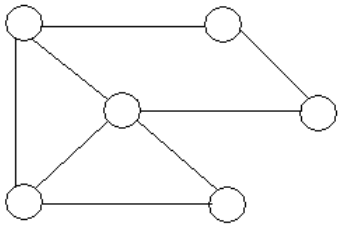
1.4 数据结构及表示

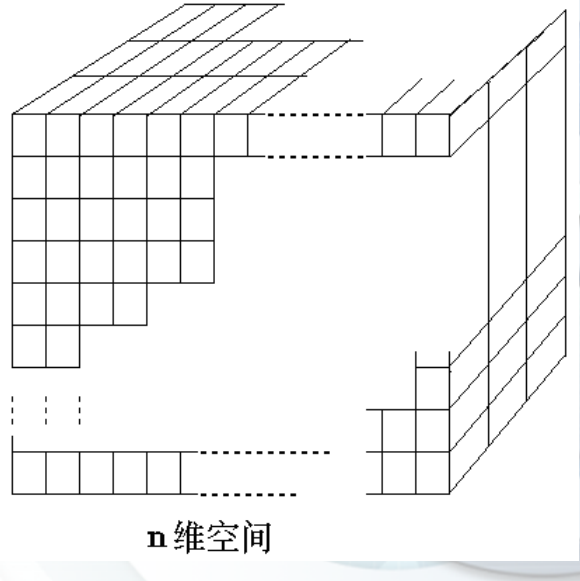
❖ 典型的数据结构











数据结构及表示

- 值得注意的是，数据结构和程序结构一样，可以在不同的抽象层次上表示
- 例如：堆栈是一种线性结构的逻辑模型，它可以由向量实现，也可以由链表实现。与堆栈相关的操作细节只在最低的抽象级别上定义，而在较高的抽象级别上则不需要定义（可以不知道是由向量实现，还是由链表实现的）

2 体系结构设计

- 基于数据流方法的设计过程
- 典型的数据流类型和系统结构
- 变换型映射方法
- 事务型映射方法
- 软件模块结构的改进方法

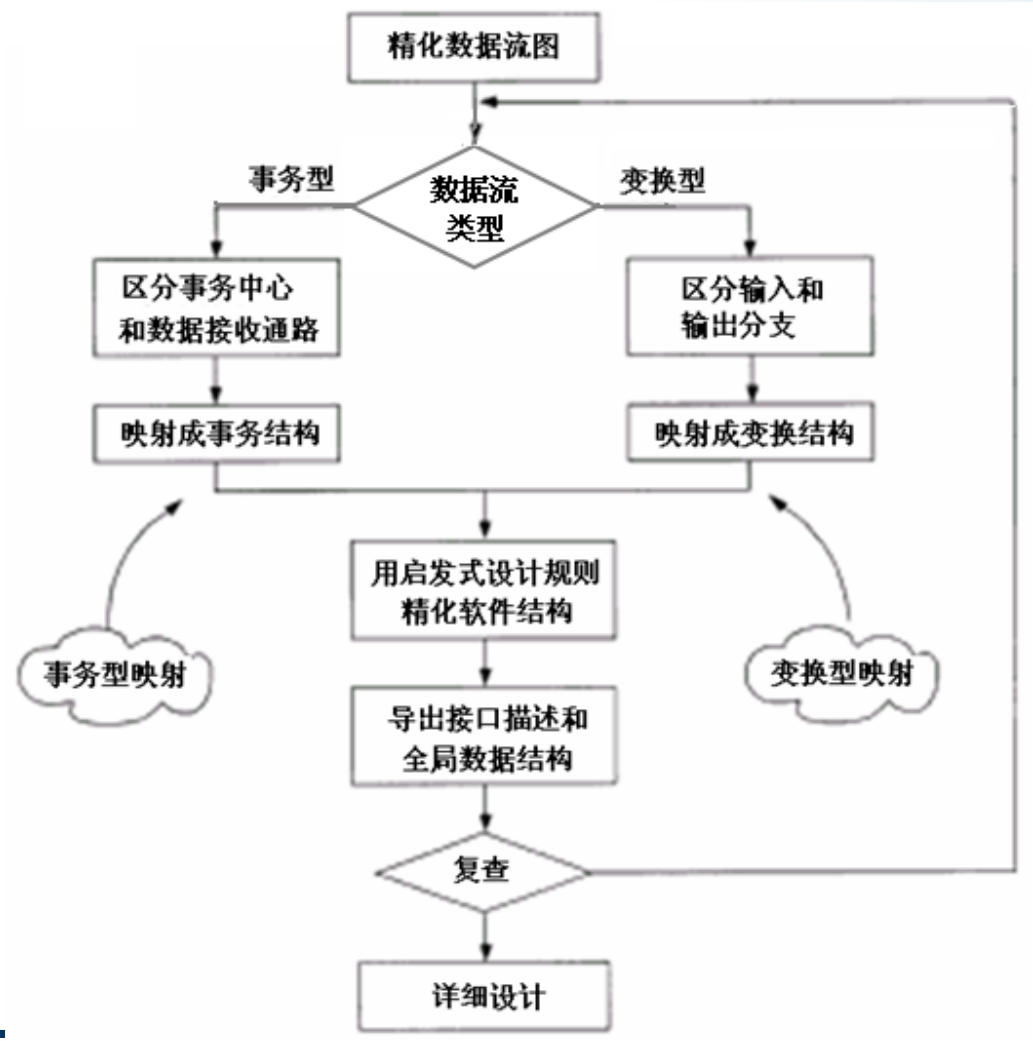
2.1 基于数据流方法的设计过程

- 基于数据流的设计方法也称为过程驱动的设计方法
- 这种方法与软件需求分析阶段的结构化分析方法相衔接，可以很方便地将用数据流图表示的信息转换成程序结构的设计描述
- 这种方法还能和编码阶段的“结构化程序设计方法”相适应，成为常用的结构化设计方法

2.1 基于数据流方法的设计过程

❖设计过程

- 基于数据流方法的设计过程

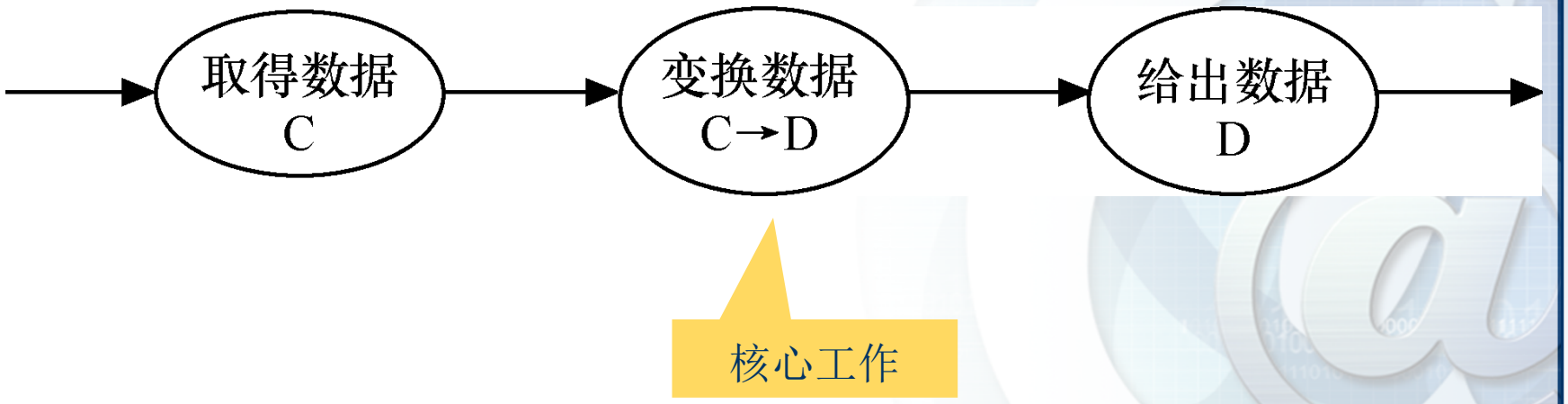


2.2 典型的数据流类型和系统结构

- 典型的数据流类型有变换型数据流和事务型数据流，数据流的类型不同，得到的系统结构也不同
- 通常，一个系统中的所有数据流都可以认为是变换流，但是，当遇到有明显事务特性的数据流时，建议采用事务型映射方法进行设计

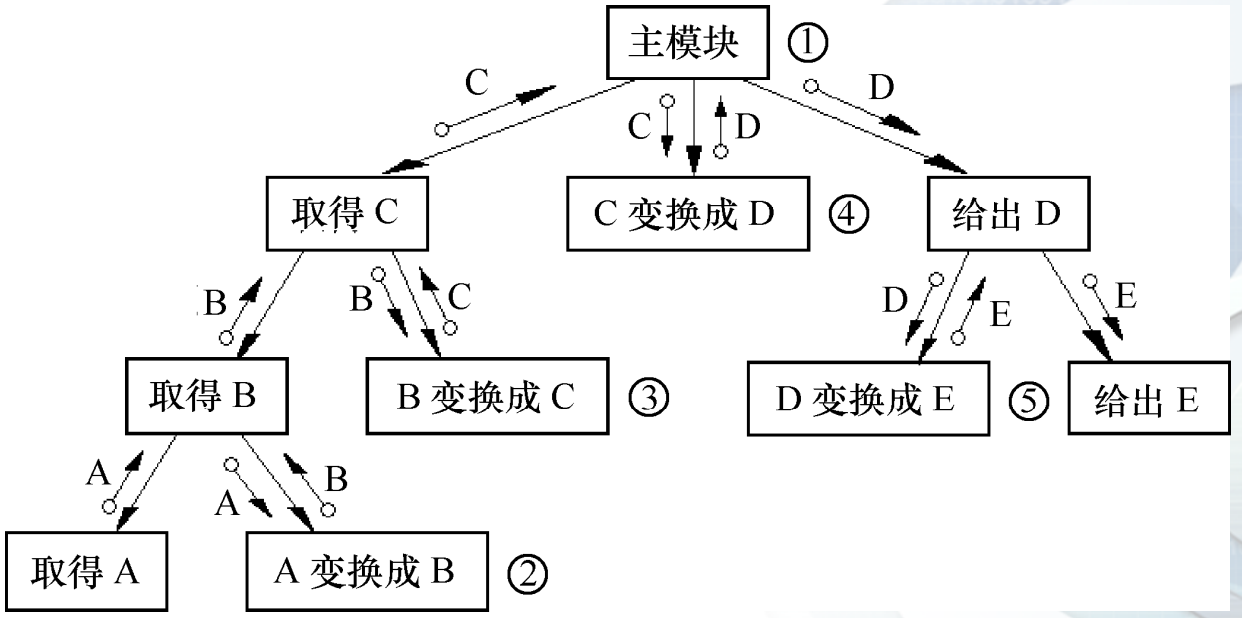
2.2 典型的数据流类型和系统结构

- 变换型数据流
  - 变换型数据处理问题的工作过程大致分为3步，即取得数据、变换数据和给出数据，如图所示



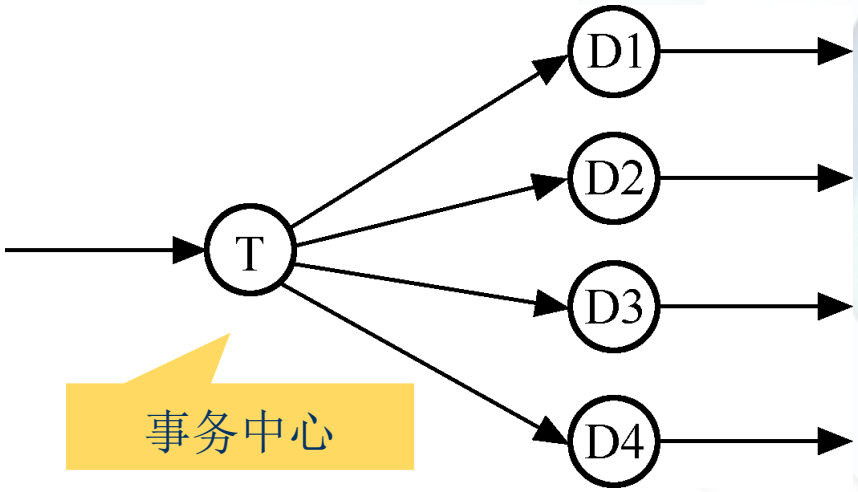
2.2 典型的数据流类型和系统结构

- 变换型系统结构图
  - 变换型系统的结构图由输入、中心变换和输出3部分组成



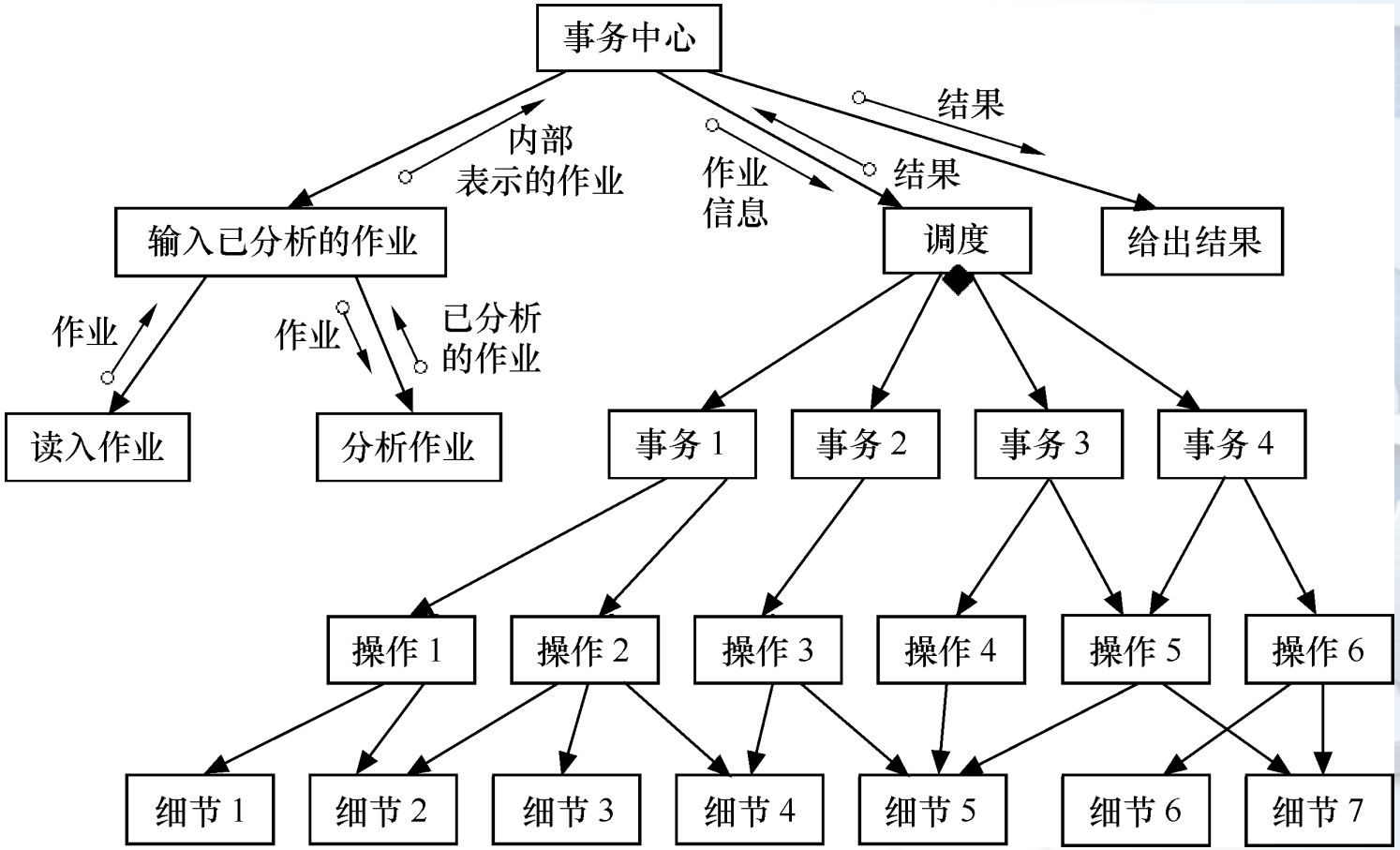
2.2 典型的数据流类型和系统结构

- 事务型数据流
  - 通常接受一项事务，根据事务处理的特点和性质，选择分派一个适当的处理单元，然后给出结果
  - 完成选择分派任务的部分称为事务处理中心，或分派部件



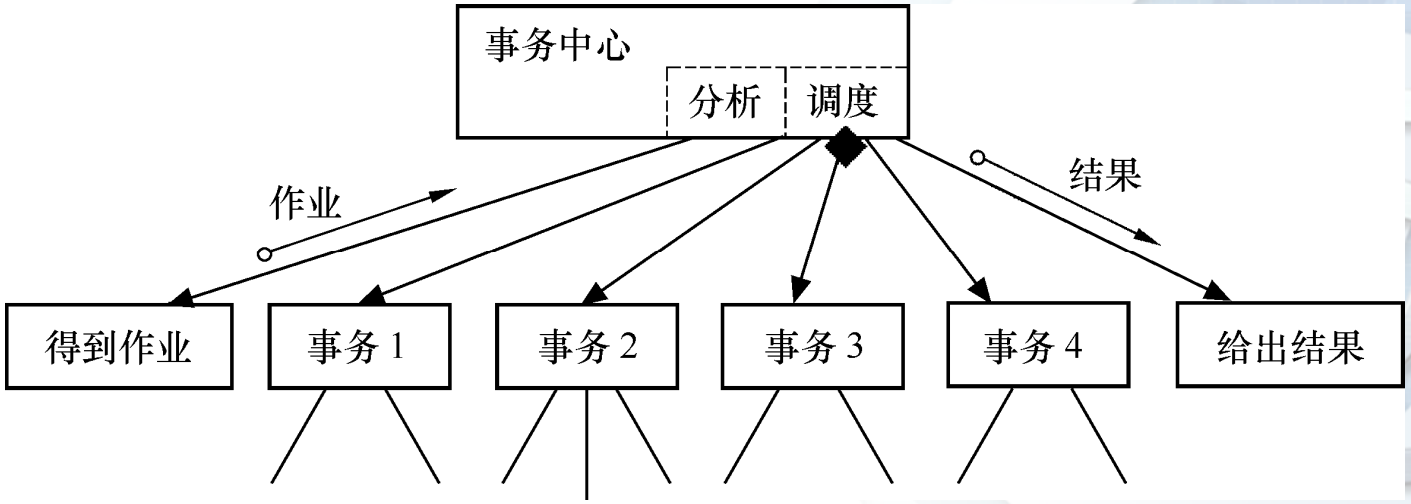
2.2 典型的数据流类型和系统结构

❖事务型系统结构图



2.2 典型的数据流类型和系统结构

- 简化的事务型系统结构图
  - 事务型系统的结构图可以有多种不同的形式，如有多层操作层或没有操作层
  - 如果调度模块并不复杂，可将其归入事务中心模块



2.3 变换型映射方法

❖目的

- 将具有变换流特点的数据流图映射成软件结构

➢ 系统数据处理问题的处理流程总能表示为变换型数据流图，进一步可采用变换型映射方法建立系统的结构图

➢ 也可能遇到明显的事务数据处理问题，这时可采用事务型映射方法

- 应选择一个面向全局（即涉及整个软件范围）的问题处理类型。在局部范围是变换型还是事物型，可具体研究，区别对待

2.3 变换型映射方法

- 变换分析方法的步骤

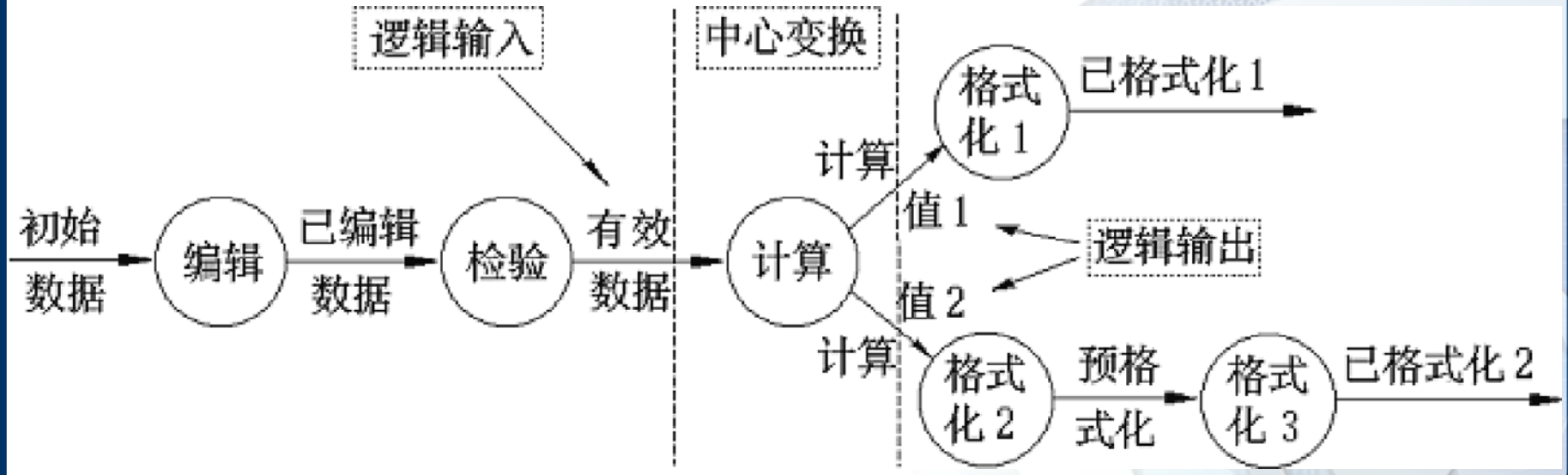
(1) 重画数据流图

- 在需求分析阶段得到的数据流图侧重于描述系统如何加工数据，而重画数据流图的出发点是描述系统中的数据是如何流动的

(2)在数据流图上区分系统的逻辑输入、逻辑输出和中心变换部分

- 在这一步暂时不考虑数据流图的一些支流，如错误处理等。主要确定哪些加工框是系统的中心变换（例如，几股数据流汇聚的地方往往是系统的中心变换部分）

变换分析方法的步骤


逻辑输入
中心变换
初始
数据
编辑
已编辑
数据
检验
有效
数据
计算
计算
值1
值2
格式
化1
已格式化1
逻辑输出
计算
格式
化2
预格
式化
格式
化3
已格式化2

2.3 变换型映射方法

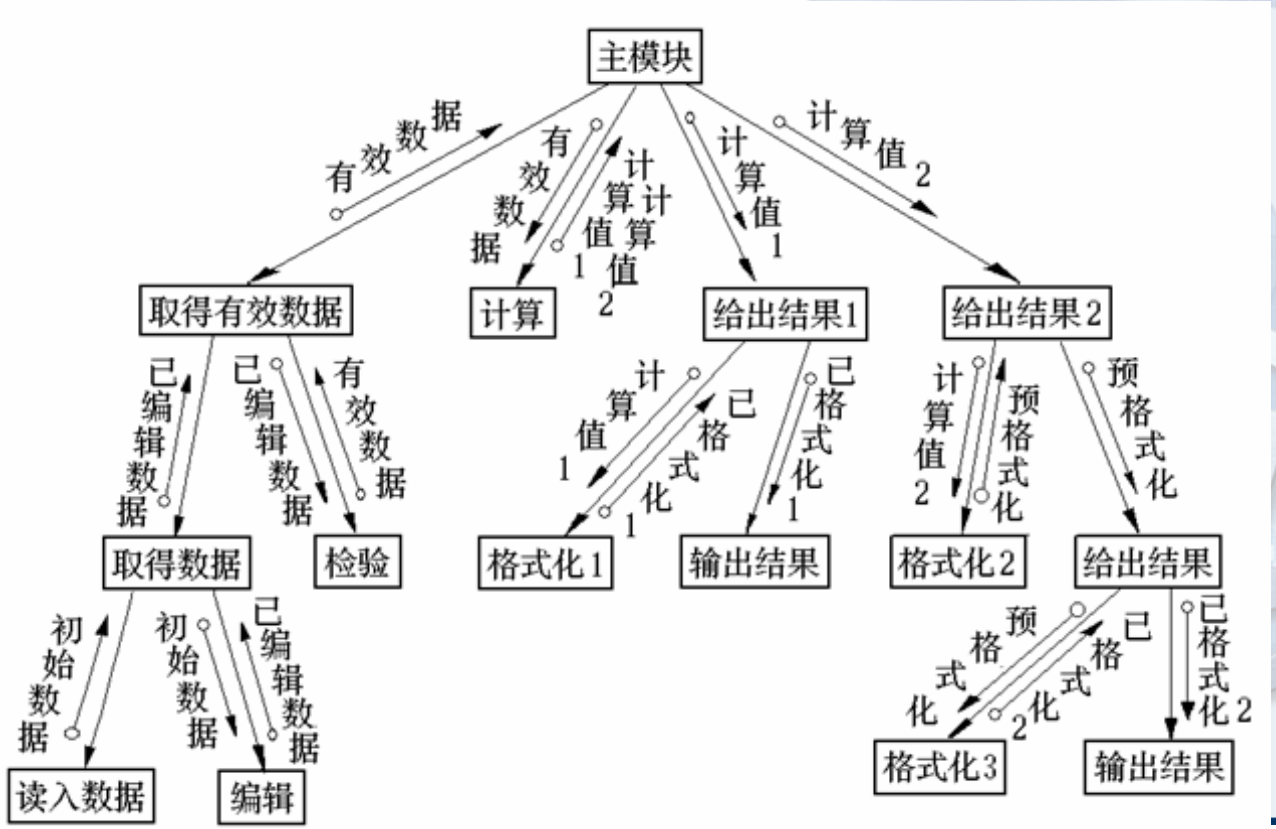
❖变换分析方法的步骤

(3) 进行一级分解，设计系统模块结构的顶层和第一层。自顶向下设计的关键是找出系统树形结构图的根或顶层模块

- 首先设计一个主模块，并用程序的名字为它命名，然后将它画在与中心变换相对应的位置上,作为系统的顶层
- 第1层设计：为每个逻辑输入设计一个输入模块，它的功能是为主模块提供数据；为每个逻辑输出设计一个输出模块，它的功能是将主模块提供的数据输出；为中心变换设计一个变换模块，它的功能是将逻辑输入转换成逻辑输出

2.3 变换型映射方法

- 变换分析方法的步骤
  - 第一层模块与主模块之间传送的数据应与数据流图相对应，如图所示



2.3 变换型映射方法

- 变换分析方法的步骤

(4) 进行二级分解，设计中、下层模块

- 这一步工作是自顶向下，逐层细化，为每一个输入模块、输出模块、变换模块设计它们的从属模块
- 设计下层模块的顺序是任意的。但一般是先设计输入模块的下层模块

- 在设计下层模块时，应考虑模块的耦合和内聚问题，以提高初始结构图的质量

变换型映射方法的步骤

- **使用“黑箱”技术**
  - 在设计当前模块时，先把这个模块的所有下层模块定义成“黑箱”，在设计中利用它们时，暂时不考虑其内部结构和实现。在这一步定义好的“黑箱”，在下一步就可以对它们进行设计。最后，全部“黑箱”的内容和结构应完全被确定
- **在模块划分时，一个模块的直接下属模块一般在5个左右。如果直接下属模块超过10个，可设立中间层次**

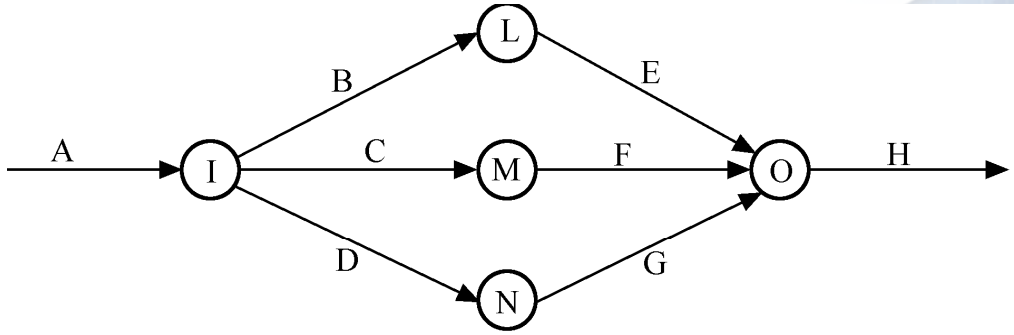
变换型映射方法的步骤

❖ **如果出现了以下情况，就停止模块的功能分解：**

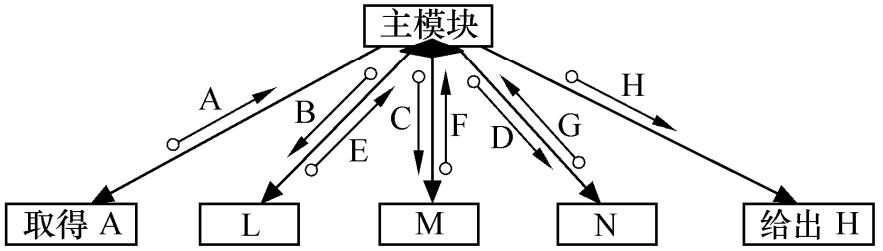
- 当模块不能再细分为明显的子任务时
- 当分解成用户提供的模块或程序库的子程序时
- 当模块的界面是输入 / 输出设备传送的信息时
- 当模块不宜再分解得过小时

2.4 事务型映射方法

- 事务分析也是从分析数据流图开始，自顶向下，逐步分解，建立系统的结构图



（a）



（b）

2.4 事务型映射方法

❖事务分析方法的步骤

(1) 识别事务源

- 利用数据流图和数据词典，从问题定义和需求分析的结果中，找出各种需要处理的事务

(2) 规定适当的事务型结构

- 在确定了该数据流图具有事务型特征之后，根据模块划分理论，建立适当的事务型结构

(3) 识别各种事务和它们定义的操作

- 从问题定义和需求分析中找出各种事务的操作的全部信息。对于系统内部产生的事务，也必须定义它们的操作

2.4 事务型映射方法

❖事务分析方法的步骤

(4) 注意利用公用模块

- 在事务分析的过程中，如果不同事务的一些中间模块可以由类似的若干个下层模块组成，则可以把这些下层模块构造成公用模块

(5) 建立事务处理模块

- 对每一事务，或对联系密切的一组事务，建立一个事务处理模块。应当注意，如果组合后的模块是低内聚的，则应该再打散重新考虑

2.4 事务型映射方法

(6) 对事务处理模块规定它们全部的下层操作模块

- 下层操作模块的分解方法类似于变换分析。要注意利用公用模块
- 事务处理模块共用下层模块的情形非常常见

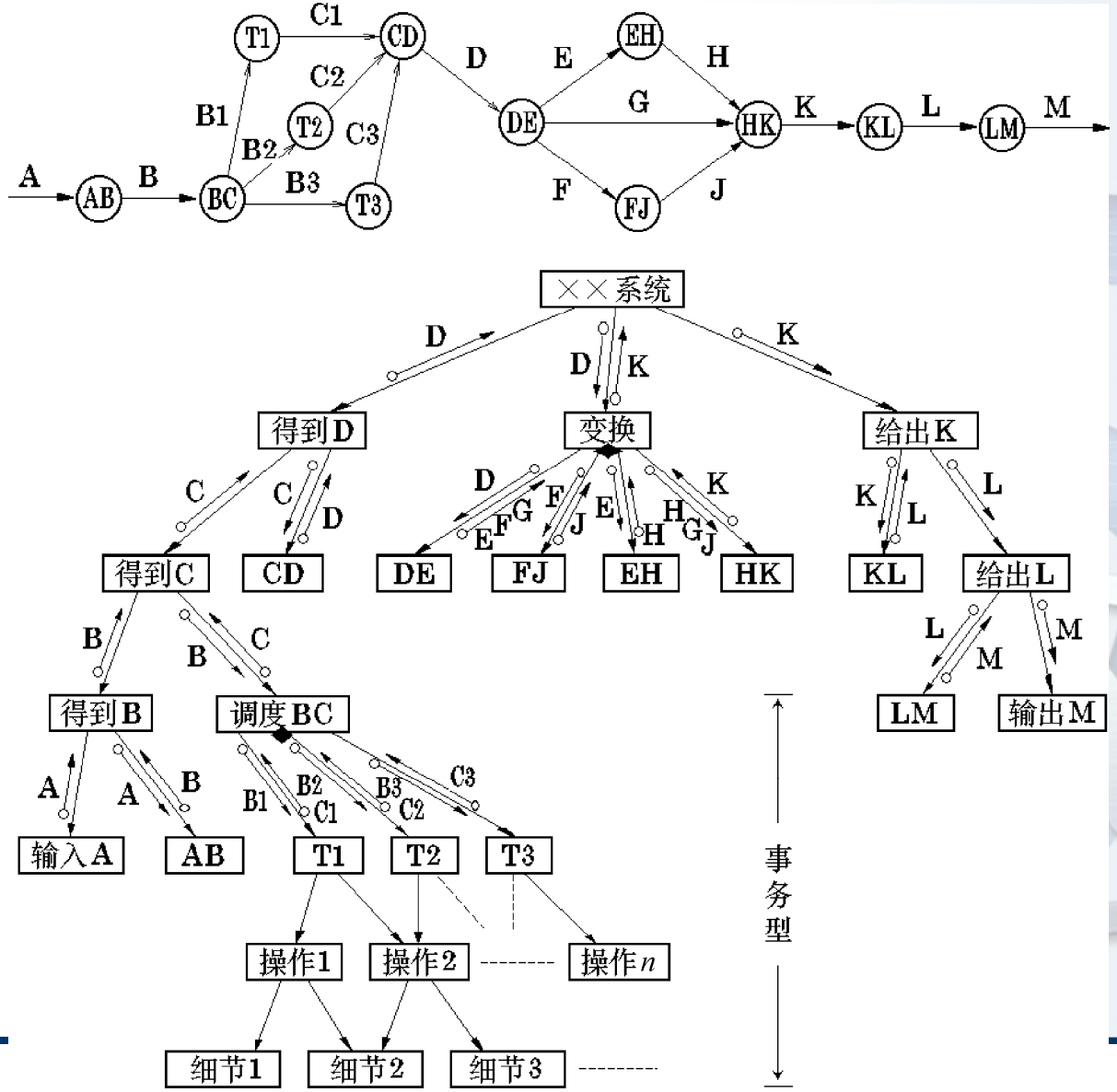
(7) 对操作模块规定它们的全部细节模块

- 对于大型软件系统，可能有若干层细节模块。同样要注意利用公用模块（但要避免模块间的耦合）

❖ **大型的软件系统通常是变换型结构和事务型结构的混合结构，所以，我们通常利用以变换分析为主，事务分析为辅的方式进行软件结构设计**

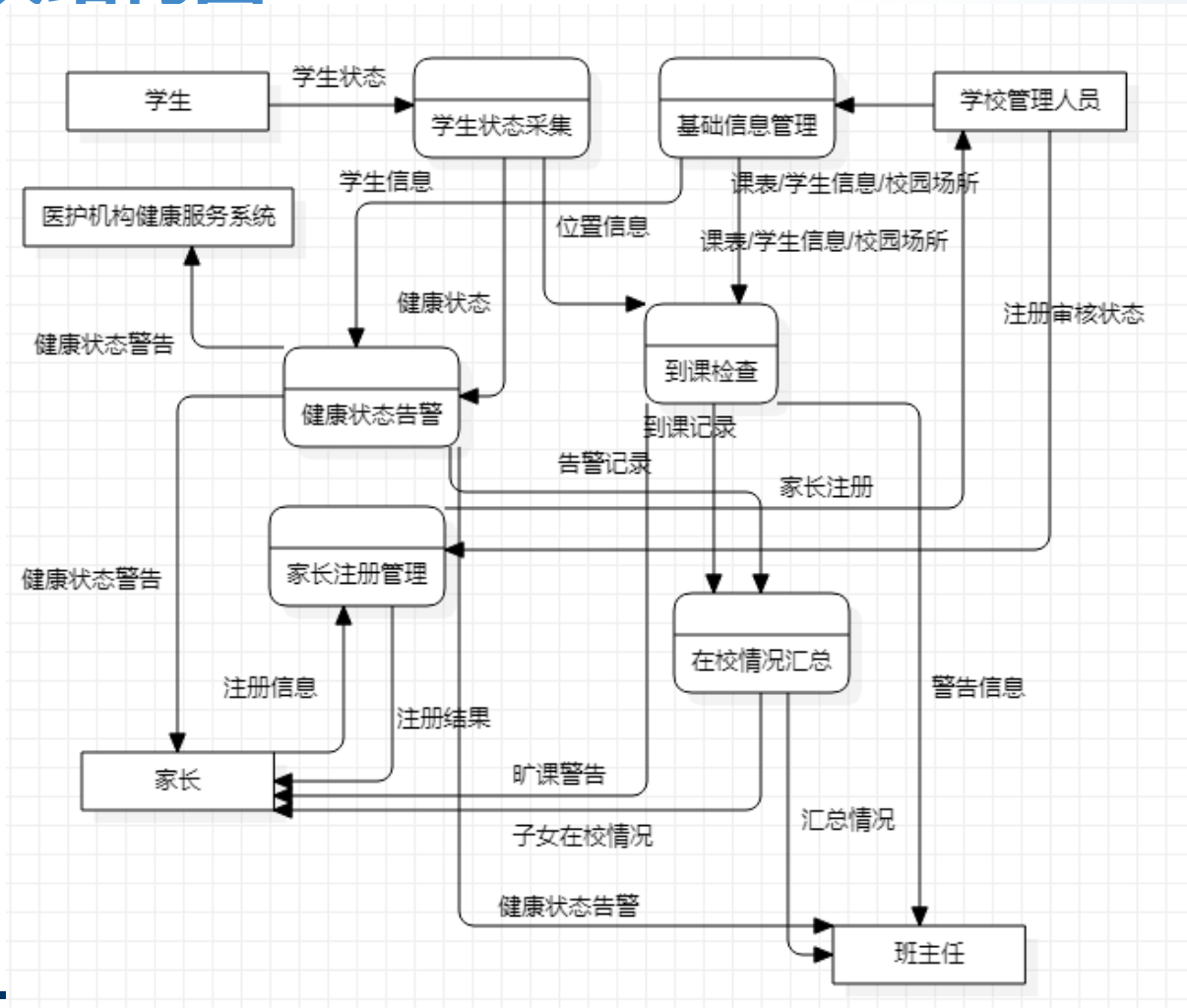
2.4 事务型映射方法

- 混合结构的例子



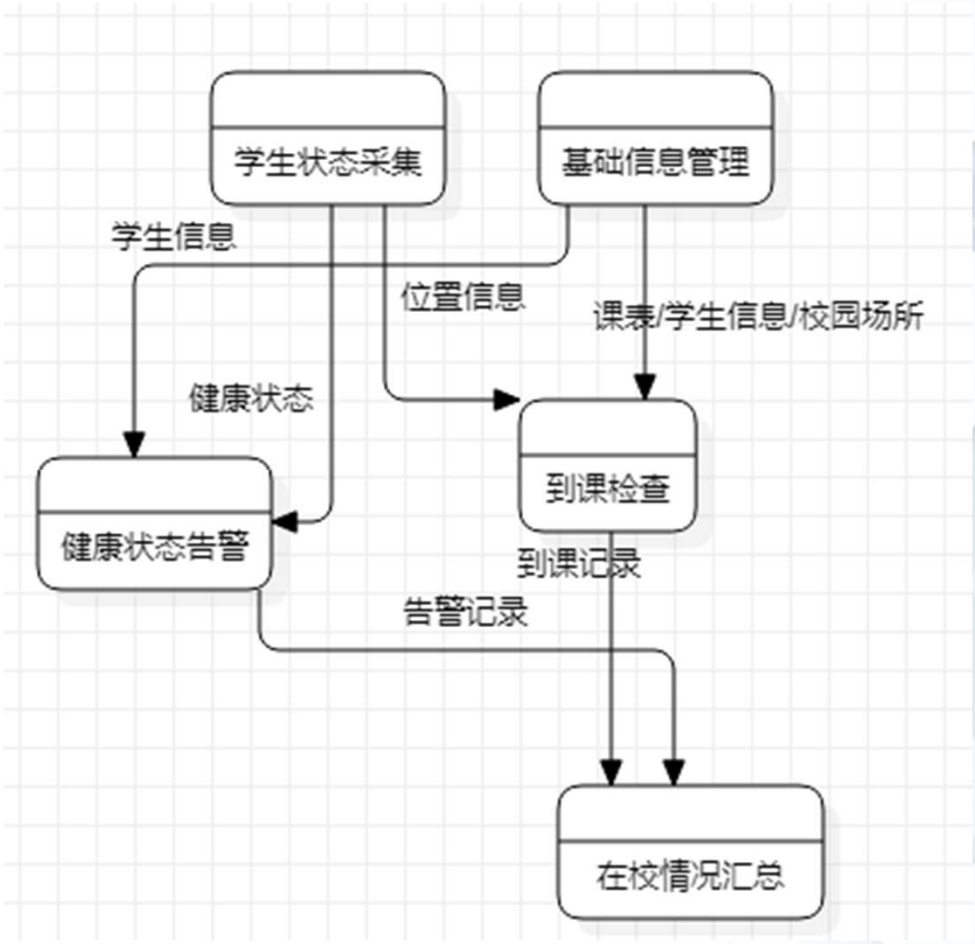
示例

❖根据下面的数据流图，画出学生跟踪系统顶层和一层模块结构图

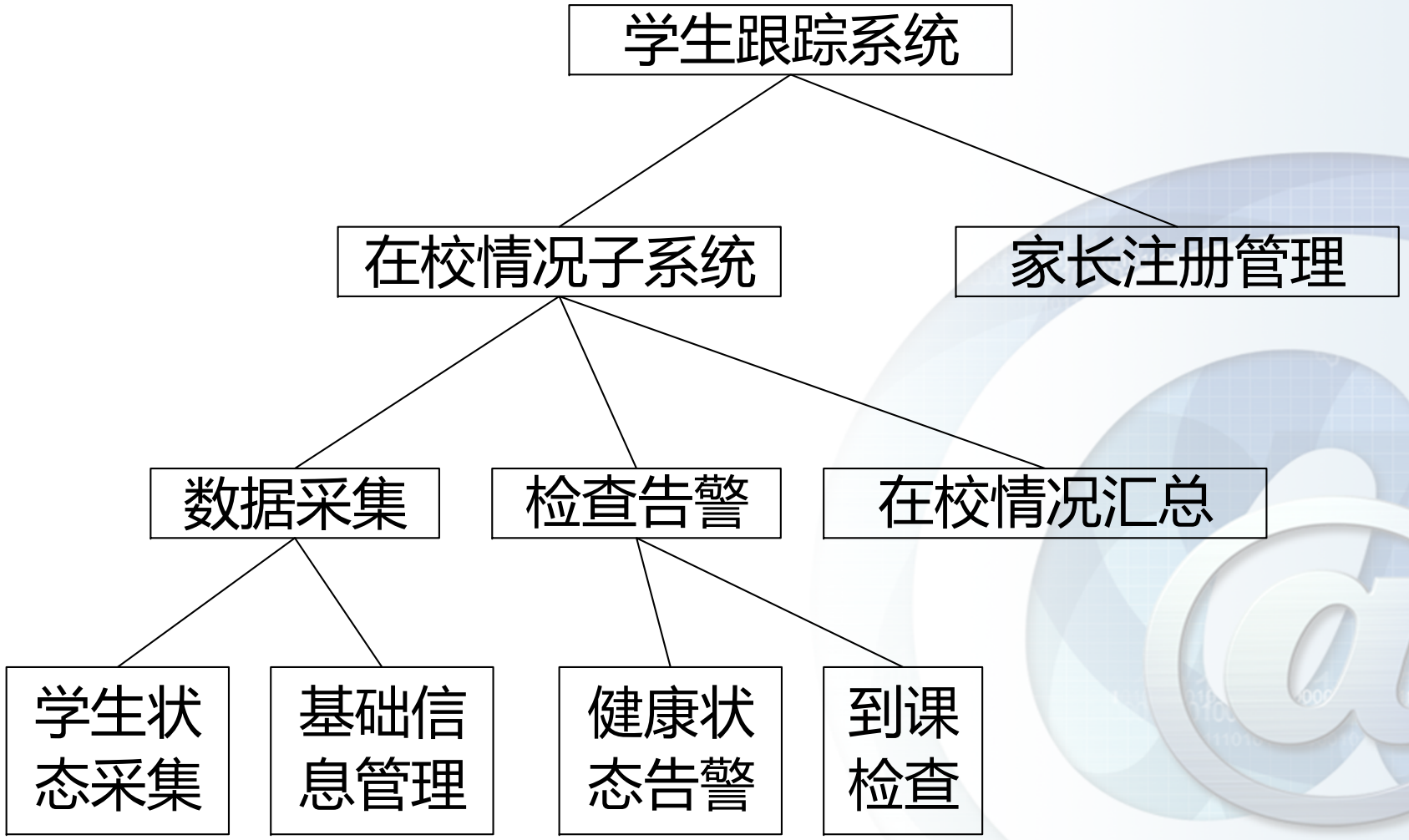


示例

❖ 删除外部实体后的数据流情况



示例


学生跟踪系统
在校情况子系统
家长注册管理
数据采集
检查告警
在校情况汇总
学生状态采集
基础信息管理
健康状态告警
到课检查

2.5 软件模块结构的改进方法

(1) 模块功能的完善化。一个完整的功能模块，不仅能够完成指定的功能，而且还应当能够告诉使用者完成任务的状态，以及不能完成的原因。也就是说，一个完整的模块应当有以下几部分

① 执行规定的功能的部分

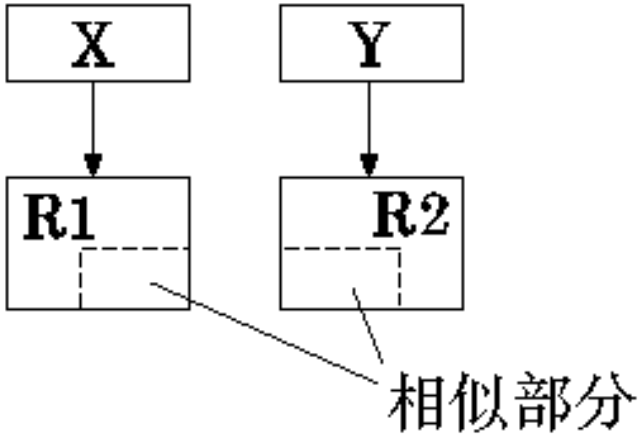
② 出错处理的部分。 当模块不能完成规定的功能时，必须回送出错标志，向它的调用者报告出现这种例外情况的原因

③ 如果需要返回一系列数据给它的调用者，在完成数据加工或结束时，应当给它的调用者返回一个“结束标志”

2.5 软件模块结构的改进方法

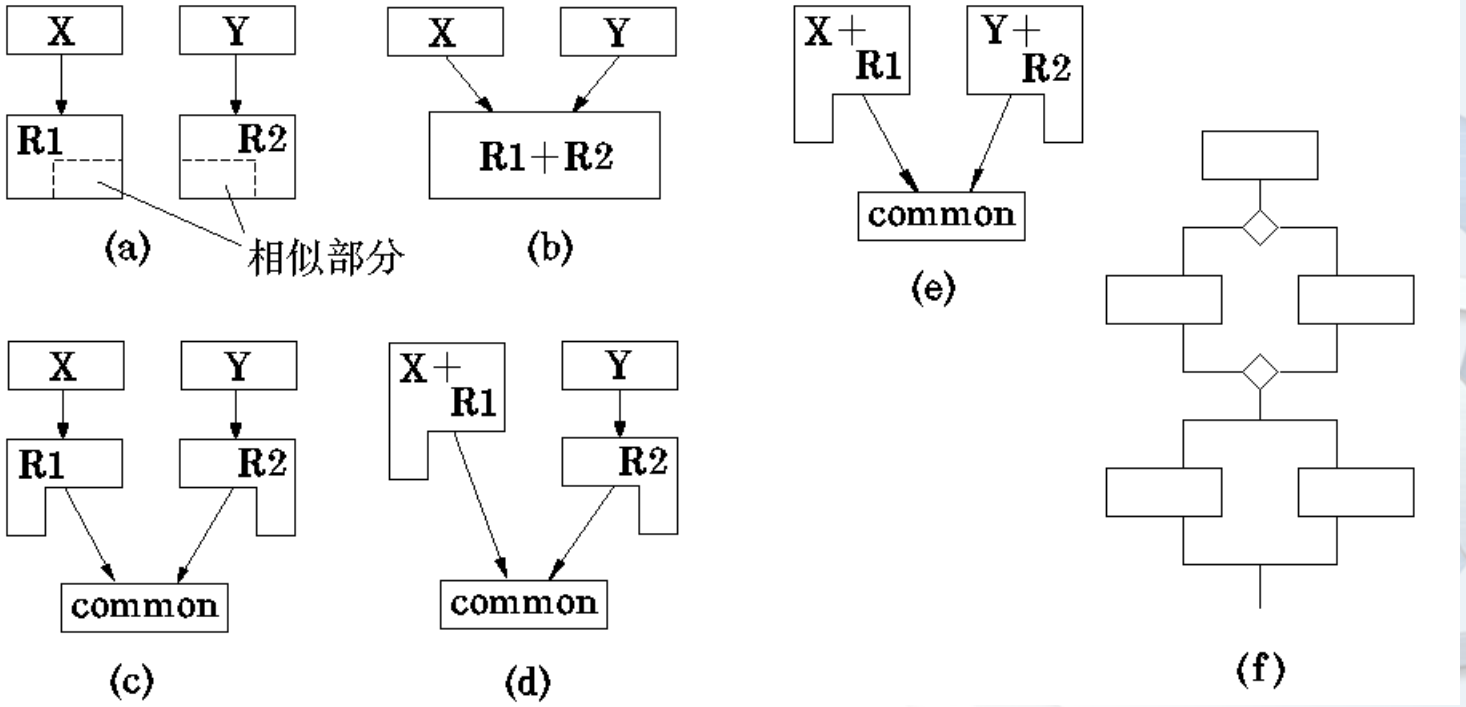
(2) 消除重复功能，改善软件结构

① 完全相似。在结构上完全相似，可能只是在数据类型上不一致。此时可以采取完全合并的方法



2.5 软件模块结构的改进方法

② 局部相似：此时，不可以把两者合并为一，如图(b)所示，因为这样在合并后的模块内部必须设置许多查询开关，如图(f)所示



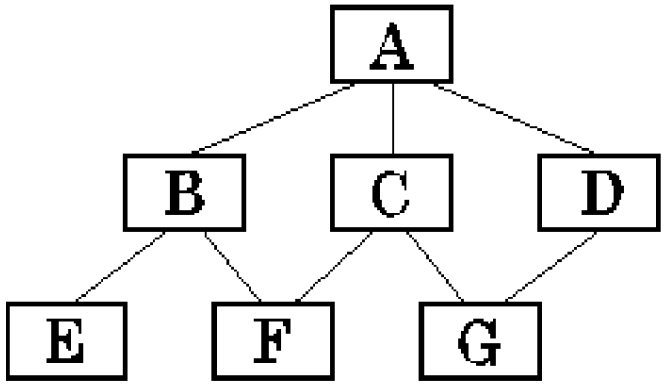
消除重复功能，改善软件结构

- 一般的处理方法是分析R1和R2，找出其中相同部分，**从R1和R2中分离出去，重新定义成一个独立的下层模块**。R1和R2剩余的部分可以根据情况与它们的上层模块合并。这样就形成了如图(c)、(d)、(e)所示的各种方案

2.5 软件模块结构的改进方法

(3) 模块的作用范围应在控制范围之内

- 模块的控制范围包括它本身及其所有的从属模块
- 模块的作用范围是指模块内一个判定的作用范围，凡是受这个判定影响的所有模块都属于这个判定的作用范围
- 如果一个判定的作用范围包含在这个判定所在模块的控制范围之内，则这种结构是简单的

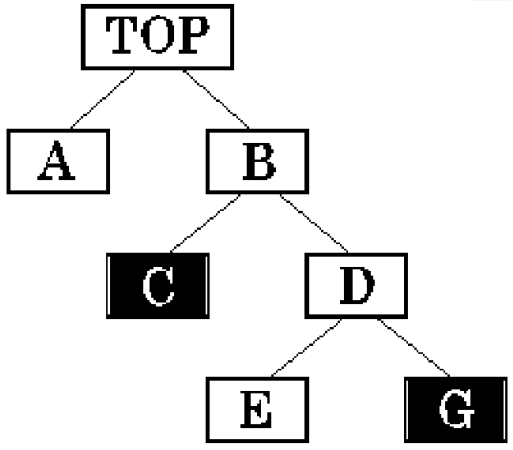


(a)

2.5 软件模块结构的改进方法

(3) 模块的作用范围应在控制范围之内

- 图(b)表明作用范围不在控制范围之内。模块G做出一个判定之后，若需要模块 C工作，则必须把信号回送给模块D，再由D把信号回送给模块B。图中加黑框表示判定的作用范围

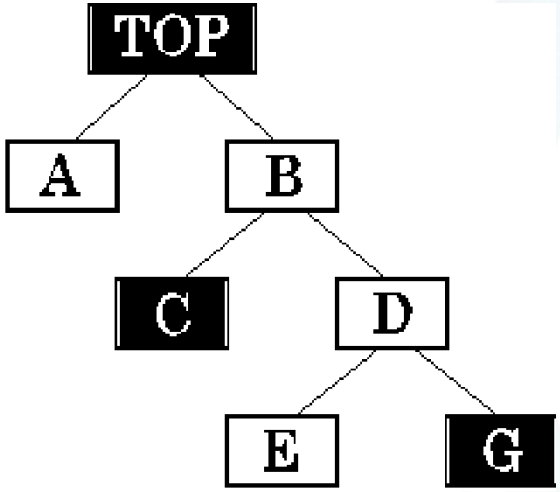


(b)

2.5 软件模块结构的改进方法

(3) 模块的作用范围应在控制范围之内。

- 图(c)虽然表明模块的作用范围是在控制范围之内，可是判定所在模块TOP所处层次太高，这样也需要经过不必要的信号传送，增加了数据的传送量

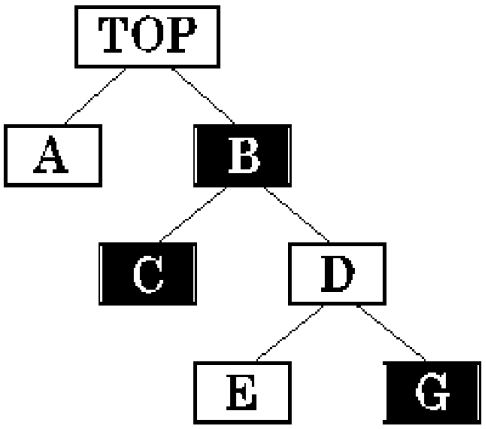


(c)

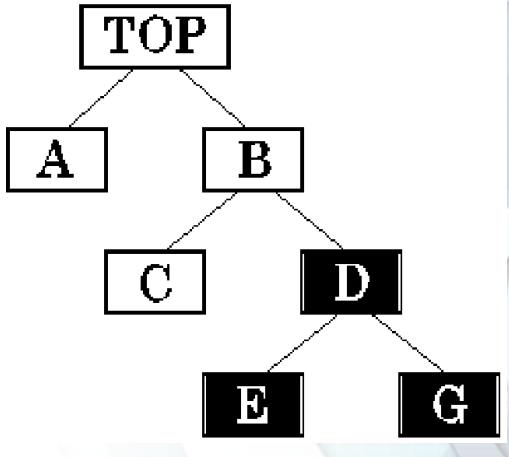
2.5 软件模块结构的改进方法

(3) 模块的作用范围应在控制范围之内

- 图(d) 表明作用范围在控制范围之内，只有一个判定分支有一个不必要的穿越，是一个较好的结构
- 图(e)所示为一个比较理想的结构



(d)



(e)

2.5 软件模块结构的改进方法

(3) 模块的作用范围应在控制范围之内

- 如果在设计过程中，发现作用范围不在控制范围内，可采用如下办法把作用范围移到控制范围之内

① 将判定所在模块合并到父模块中，使判定处于较高层次

② 将受判定影响的模块下移到控制范围内

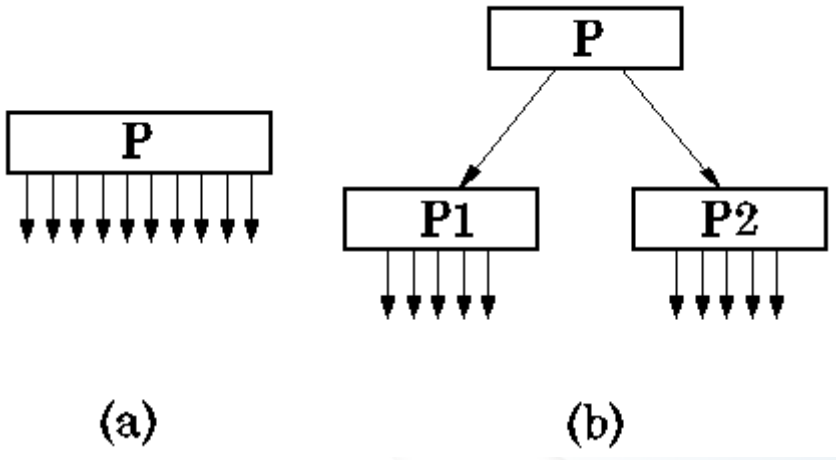
③ 将判定上移到层次中较高的位置

- **但是实际中，上述方法实现起来并不容易。因此，在改进模块的结构时，应根据具体情况、全面考虑**

2.5 软件模块结构的改进方法

(4) 尽可能减少高扇出结构，随着深度增大扇入

- 模块的扇出数是指模块调用子模块的个数。如果一个模块的扇出数过大，就意味着该模块过分复杂，需要协调和控制过多的下属模块
- 出现这种情况是由于缺乏中间层次，所以应当适当增加中间层次的控制模块。如图所示



扇出和扇入

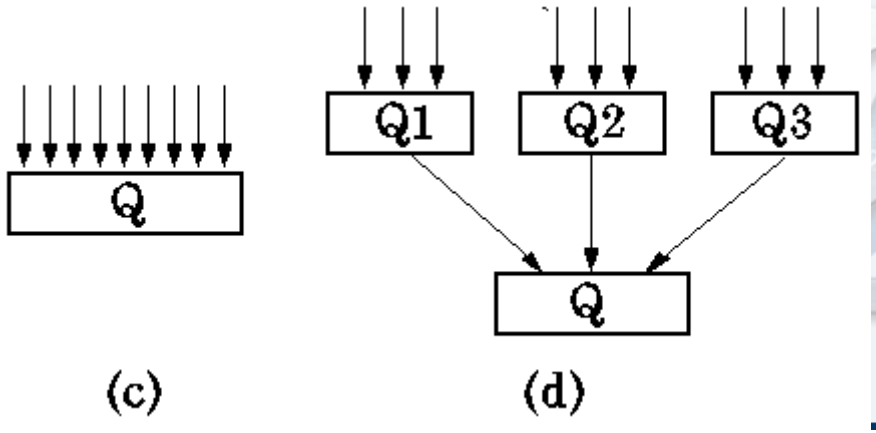
- 模块的扇出数过大，将使得结构图的宽度过大，宽度越大，结构图越复杂
- 比较适当的扇出数为2~5，最多不要超过9。经验表明，一个较好的软件模块结构，平均扇出数是3~4
- 模块的扇出数过小（例如总是1）也不好，因为这样将使得结构图的深度大大增加，不但增加了模块接口的复杂性，也增加了调用和返回的时间开销，降低了效率

2.5 软件模块结构的改进方法

(4) 尽可能减少高扇出结构，随着深度增大扇入

- 一个模块的扇入数越大，则共享该模块的上级模块数目越多。扇入大，是有好处的
- 但如果一个模块的扇入数太大，如超过8，而它又不是公用模块，说明该模块可能具有多个功能,在这种情况下应当对它进一步分析并将其功能分解

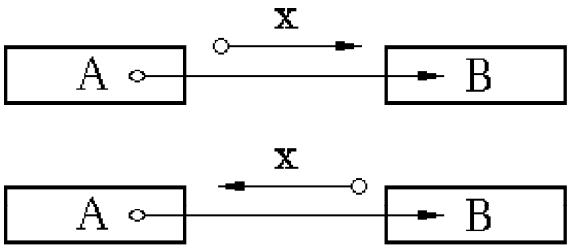
❖ **经验表明，一个好的软件模块结构设计，通常上层扇出数比较高，中层扇出数较少，底层公用模块的扇入数较高**



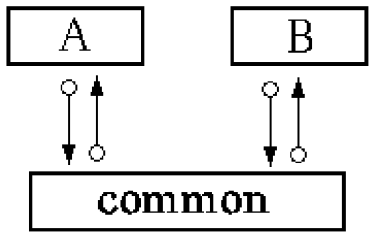
2.5 软件模块结构的改进方法

(5) 避免或减少使用病态连接

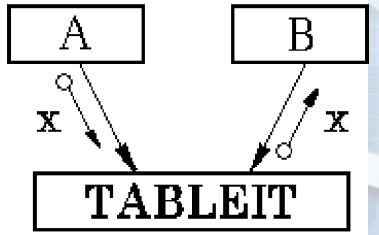
- 应限制使用如下3种病态连接



(a) 直接病态连接



(b) 公共数据域病态连接



(c) 通信模块病态连接

2.5 软件模块结构的改进方法

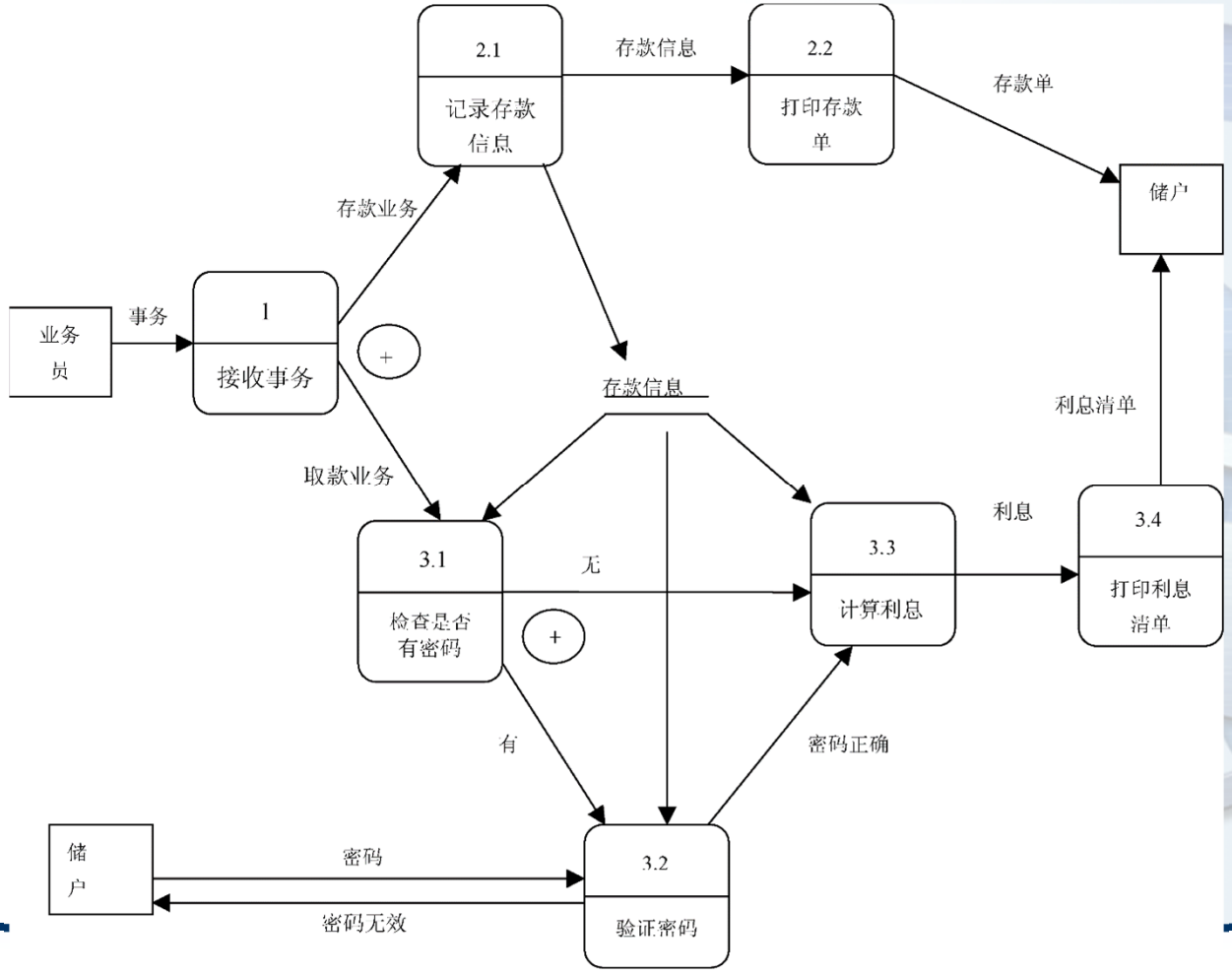
(6) 模块的大小要适中

- **限制模块的大小也是减少复杂度的手段之一**
- 模块的大小，可以用模块中所含语句的数量的多少来衡量
- 通常规定其语句行数为**50～100**，保持在一页纸之内，最多不超过**500**行

2.5 软件模块结构的改进方法

- 实例研究
  - 针对银行储蓄系统，开发软件的结构图

第1步：对银行储蓄系统的数据流图进行复查并精化，得到如图所示的数据流图



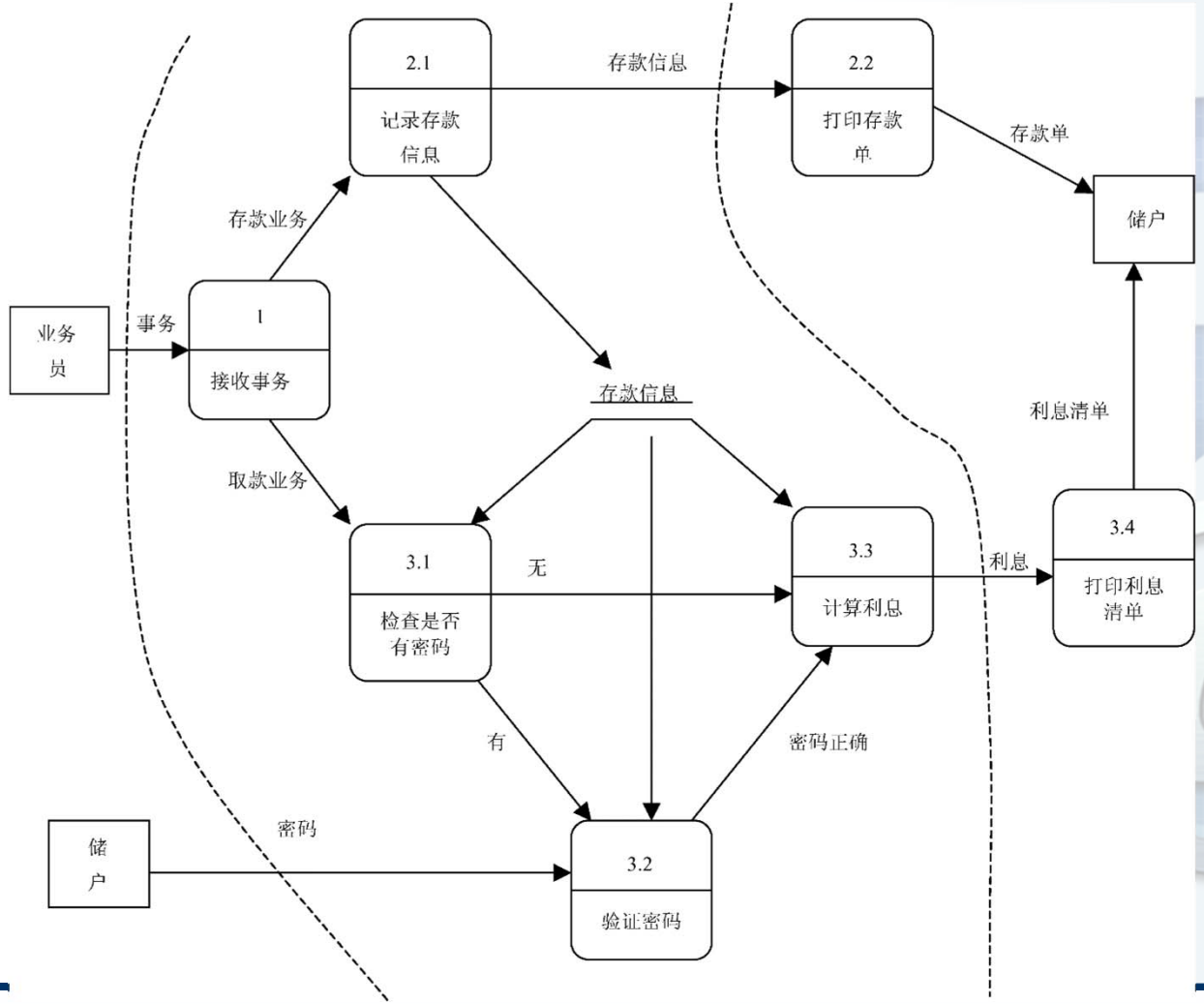
2.5 软件模块结构的改进方法

- 第2步：确定数据流图具有变换特性还是事务特性

  通过对精化后的数据流图进行分析，可以看到整个系统是对存款及取款两种不同的事务进行处理，因此具有事务特性

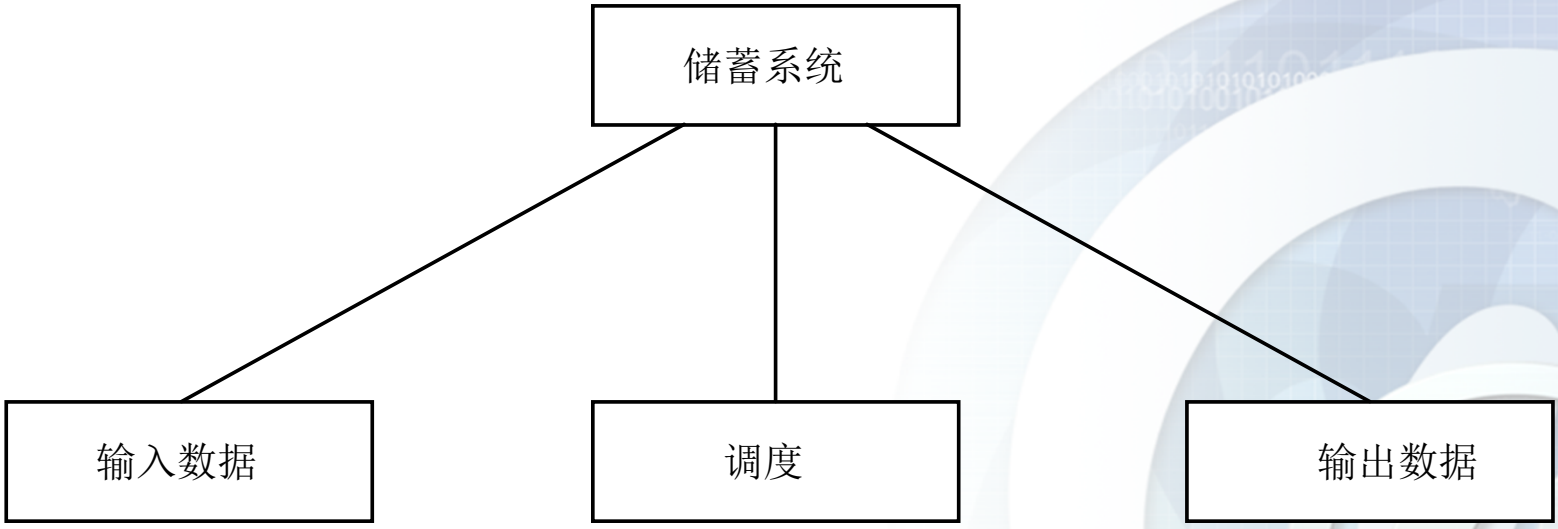
2.5 软件模块结构的改进方法

第3步：确定输入流和输出流的边界，如图所示



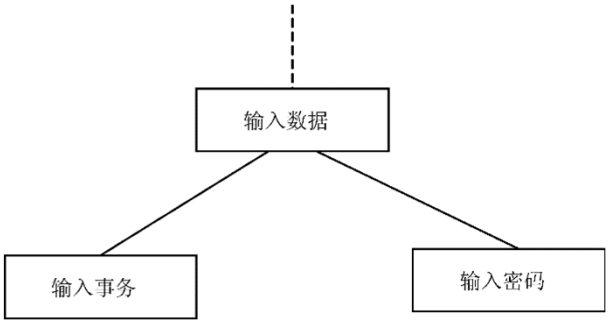
2.5 软件模块结构的改进方法

第4步：完成第一级分解。分解后的结构图如图所示

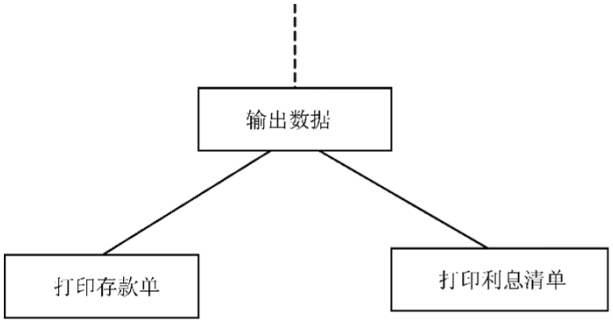


2.5 软件模块结构的改进方法

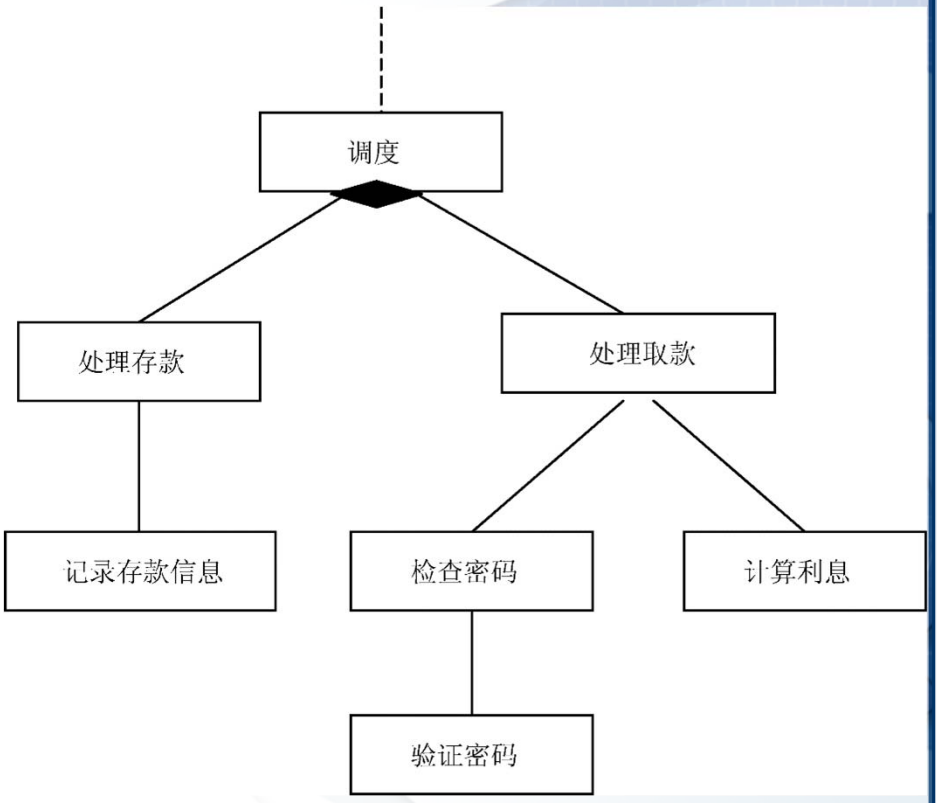
第5步：完成第二级分解。对上图中的“输入数据”、“输出数据”和“调度”模块进行分解，得到未经精化的输入结构、输出结构和事务结构，分别如图(a)、(b)和(c)所示



(a) 未经精化的输入结构



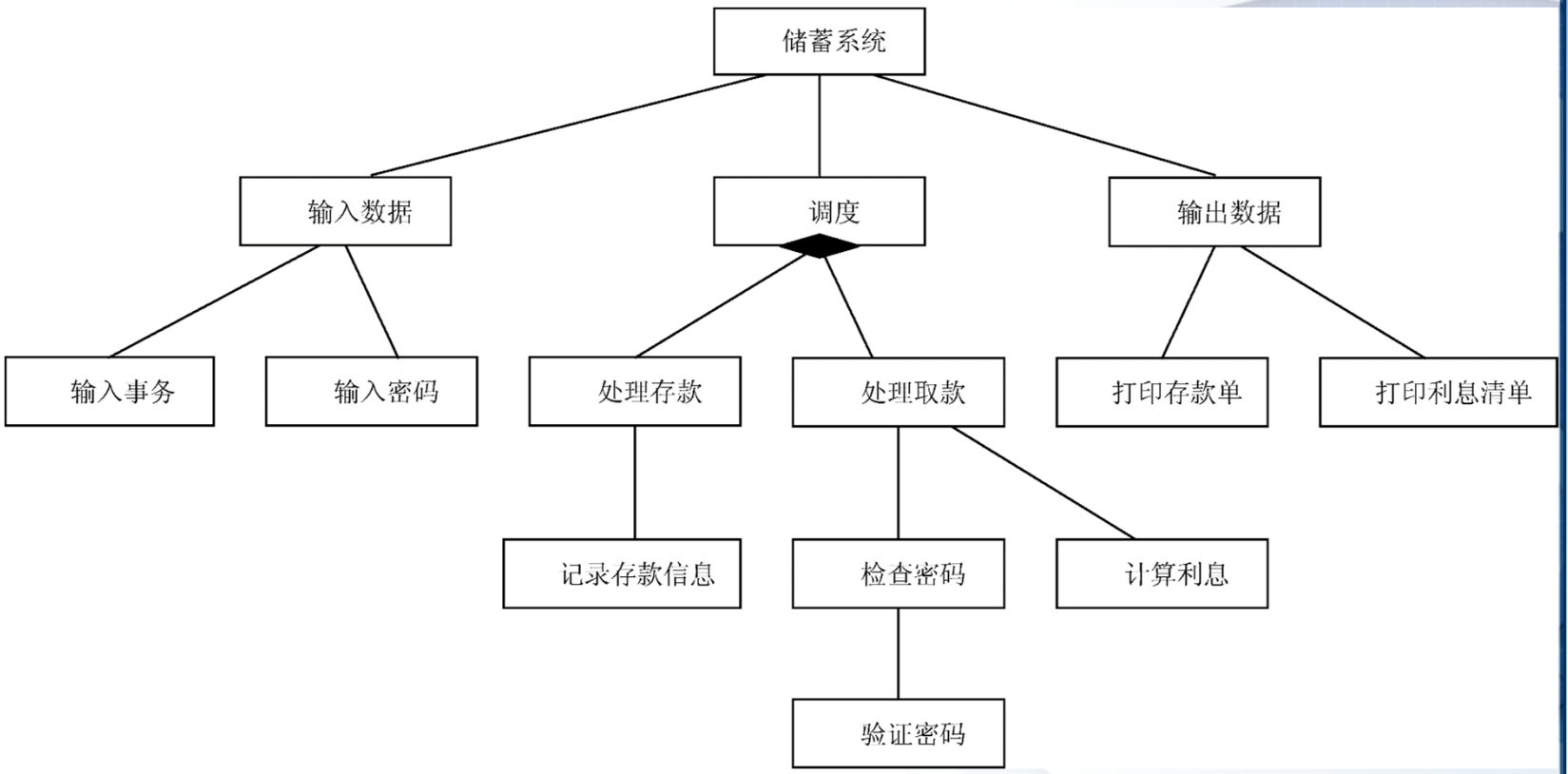
(b) 未经精化的输出结构



(c) 未经精化的事务结构

2.5 软件模块结构的改进方法

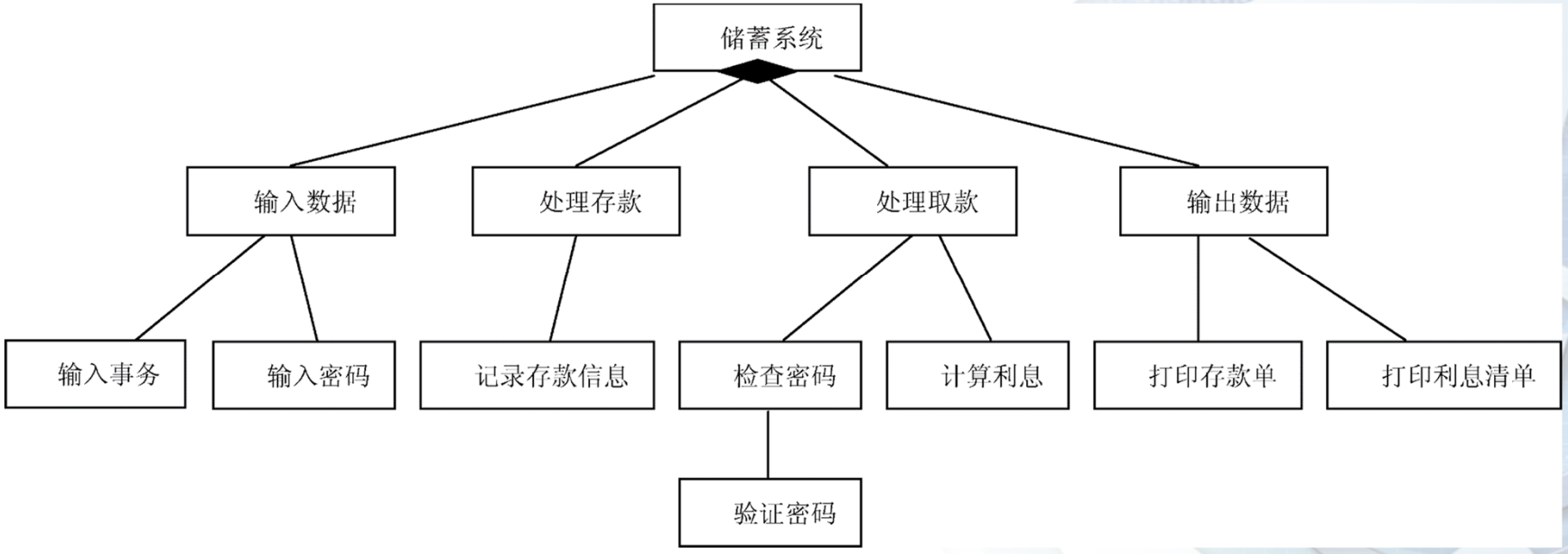
第5步：完成第二级分解。将上面的3部分合在一起，得到初始的软件结构，如图所示



2.5 软件模块结构的改进方法

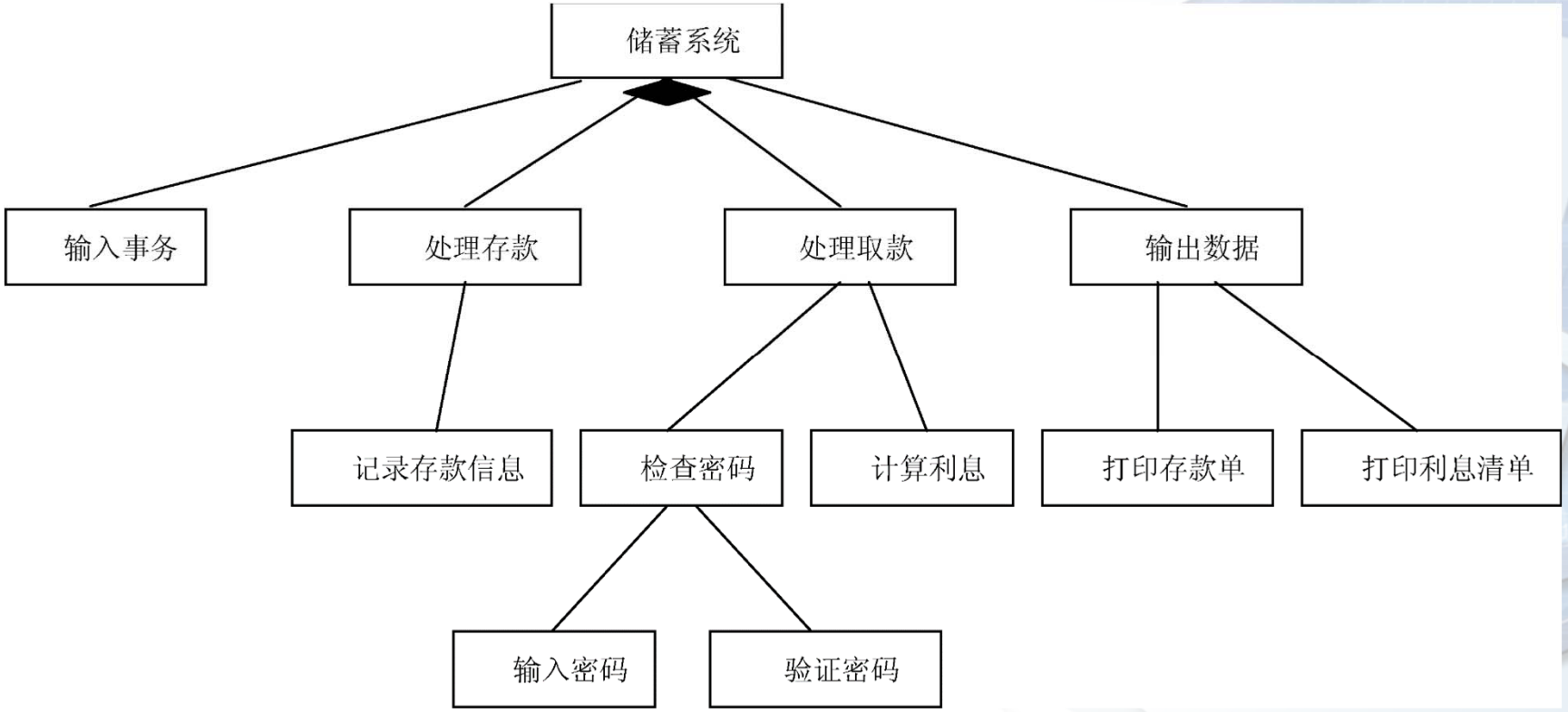
第6步：对软件结构进行精化

(1) 由于调度模块下只有两种事务，因此，可以将调度模块合并到上级模块中，如图所示



2.5 软件模块结构的改进方法

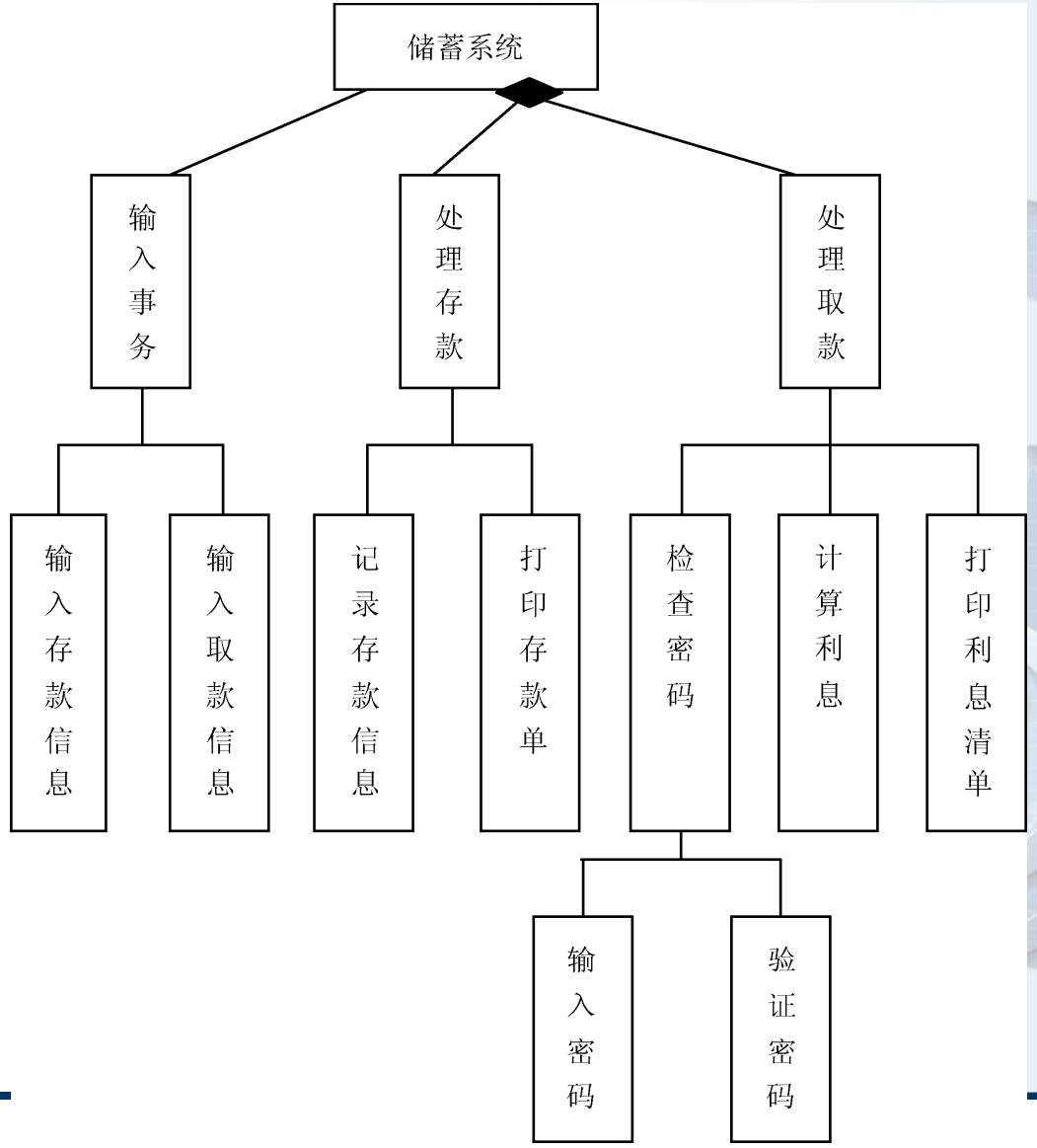
(2) “检查密码”模块的作用范围不在其控制范围之内（即“输入密码”模块不在“检查密码”模块的控制范围之内），需对其进行调整，如图所示



2.5 软件模块结构的改进方法

(3) 提高模块的独立性，并对“输入事务”模块进行细化。

也可以将“检查密码”功能合并到其上级模块中



3 接口设计

- 已在课程第四章中补充讲述，这里略过

4 数据设计

❖文件设计

- 以下几种情况适合于选择文件存储

(1) 数据量较大的非结构化数据，如多媒体信息

(2) 数据量大，信息松散，如历史记录、档案文件等

(3) 非关系层次化数据，如系统配置文件

(4) 对数据的存取速度要求极高的情况

(5) 临时存放的数据

4 数据设计

❖数据库设计

- 根据数据库的组织，可以将数据库分为网状数据库、层次数据库、关系数据库、面向对象数据库、文档数据库、多维数据库等
- 关系数据库最成熟，应用也最广泛，一般情况下，大多数设计者都会选择关系数据库
- 在结构化设计方法中，很容易将结构化分析阶段建立的实体—关系模型映射到关系数据库中

4 数据设计

- 数据对象实体的映射
  - 一个数据对象（实体）可以映射为一个表或多个表，当分解为多个表时，可以采用横切和竖切的方法
  - 竖切常用于实例较少而属性很多的对象。通常将经常使用的属性放在主表中，而将其他一些次要的属性放到其他表中
  - 横切常常用于记录与时间相关的对象。往往在主表中只记录最近的对象，而将以前的记录转到对应的历史表中

4 数据设计

- 关系的映射
  - 一对一关系的映射：可以在两个表中都引入外键，进行双向导航。也可以将两个数据对象组合成一张单独的表
  - 一对多关系的映射：可以将关联中的“一”端毫无变化地映射到一张表，将关联中表示“多”的端上的数据对象映射到带有外键的另一张表，使外键满足关系引用的完整性
  - 多对多关系的映射：为了表示多对多关系，关系模型必须引入一个关联表，将两个数据实体之间的多对多关系转换成两个一对多关系

5 过程设计

- 概要设计的任务完成后，就进入详细设计阶段，也就是过程设计阶段
- 在这个阶段，要决定各个模块的实现算法，并使用过程描述工具精确地描述这些算法

5 过程设计

- 表达过程规格说明的工具称为过程描述工具，可以将过程描述工具分为以下3类

(1) 图形工具：把过程的细节用图形方式描述出来，如程序流程图、N-S图、PAD图、决策树等

(2) 表格工具：用一张表来表达过程的细节。这张表列出了各种可能的操作及其相应的条件，即描述了输入、处理和输出信息，如决策表

(3) 语言工具：用某种类高级语言（称为伪代码）来描述过程的细节，如很多数据结构教材中使用类Pascal、类C语言来描述算法

5.1 结构化程序设计

❖结构化程序设计的概念与原则

- 最早由E. W. Dijkstra提出;建议从高级语言中取消GOTO语句
- 1966年, Bohm和Jacopini证明：只用三种基本的控制结构“顺序”、“选择”和“循环”就能实现任何单入口和单出口的没有“死循环”的程序

5.1 结构化程序设计

❖结构程序设计的概念

- 如果一个程序的代码块仅仅通过顺序、选择和循环这三种基本控制结构进行连接，并且每个代码块只有一个入口和一个出口，则称这个程序是结构化的

5.1 结构化程序设计

❖结构程序设计的主要原则

(1)使用语言中的顺序、选择、重复等有限的基本控制结构表示程序逻辑

(2)选用的控制结构只准许有一个入口和一个出口

(3)程序语句组成容易识别的块（Block），每块只有一个入口和一个出口

(4)复杂结构应该用基本控制结构进行组合嵌套来实现

(5)语言中没有的控制结构，可用一段等价的程序段模拟，但要求该程序段在整个系统中应前后一致

5.1 结构化程序设计

- 结构程序设计的主要原则

(6) 严格控制GOTO语句，仅在下列情形才可使用：

- 用非结构化的程序设计语言去实现结构化的构造
- 若不使用GOTO语句就会使程序功能模糊
- 在某种可以改善而不是损害程序可读性的情况下。例如，在查找结束时，文件访问结束时，出现错误情况要从循环中转出时，使用布尔变量和条件结构来实现就不如用GOTO语句来得简洁易懂

5.1 结构化程序设计

- 结构程序设计的主要原则

(7) 在程序设计过程中，尽量采用自顶向下(Top－Down)、逐步细化(Stepwise Refinement)的原则，由粗到细，一步步展开

5.2 程序流程图

- 程序流程图也称为程序框图，是软件开发者最熟悉的算法表达工具
- 早期的流程图也存在一些缺点。特别是表示程序控制流程的箭头，使用的灵活性极大，程序员可以不受任何约束，随意转移控制，这将不符合结构化程序设计的思想
- 为使用流程图描述结构化程序，必须对流程图加以限制

5.2 程序流程图

❖程序流程图的基本控制结构

(1) 顺序型：几个连续的加工步骤依次排列构成

(2) 选择型：由某个逻辑判断式的取值决定选择两个加工中的一个

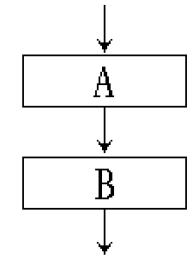
(3) 先判定（while）型循环：在循环控制条件成立时，重复执行特定的加工

(4) 后判定（until）型循环：重复执行某些特定的加工，直至控制条件成立

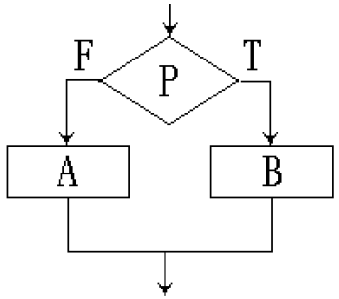
(5) 多情况（case）型选择：列举多种加工情况，根据控制变量的取值，选择执行其一

5.2 程序流程图

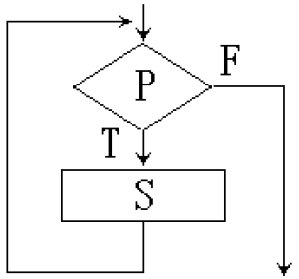
❖程序流程图的基本控制结构



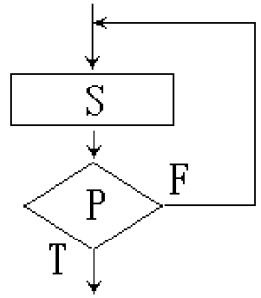
(a) 顺序型



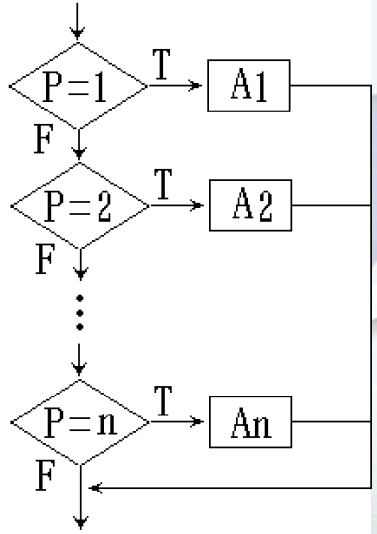
(b) 选择型



(c) 先判定型循环
(DO-WHILE)



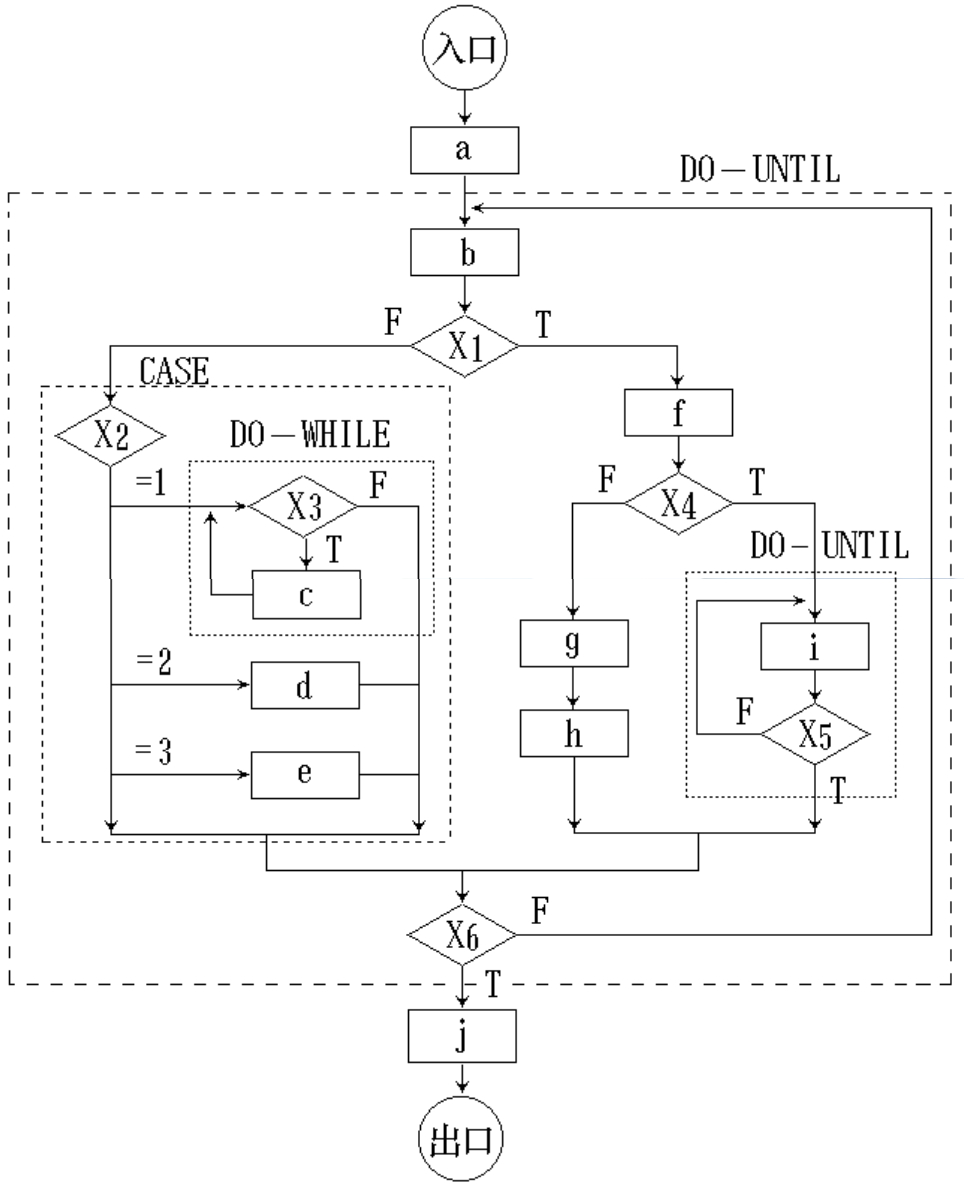
(d) 后判定型循环
(DO-UNTIL)



(e) 多情况选择型
(CASE型)

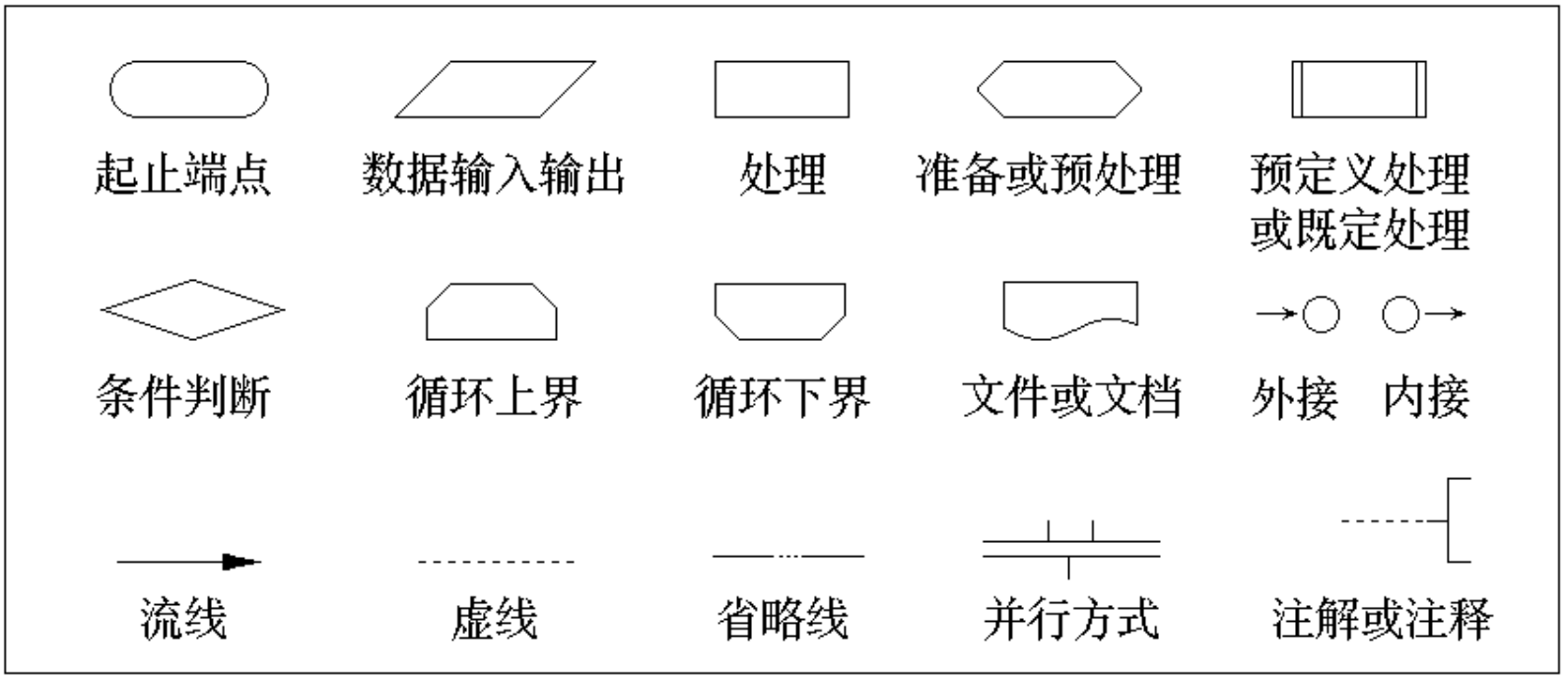
5.2 程序流程图

- 程序流程图实例



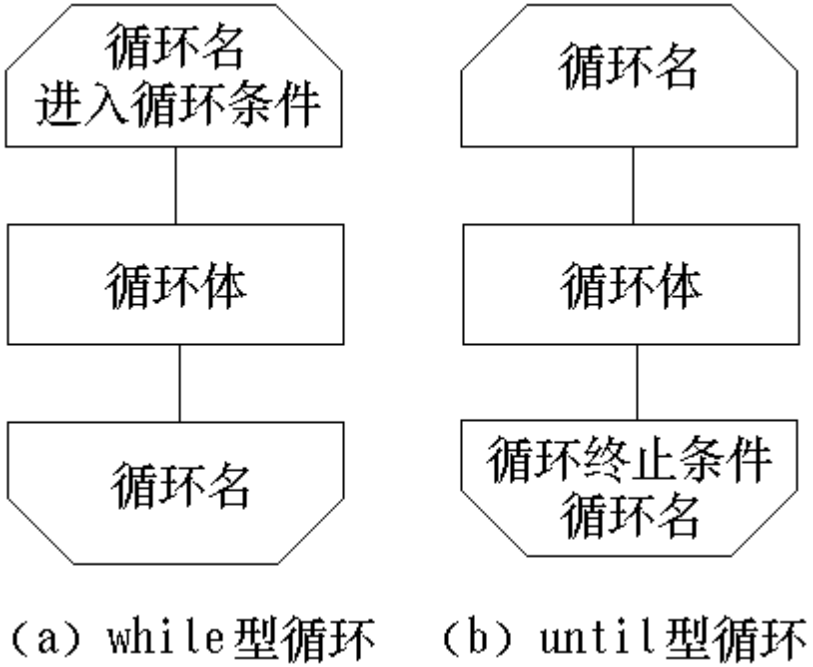
5.2 程序流程图

❖程序流程图的标准符号（国家标准）



5.2 程序流程图

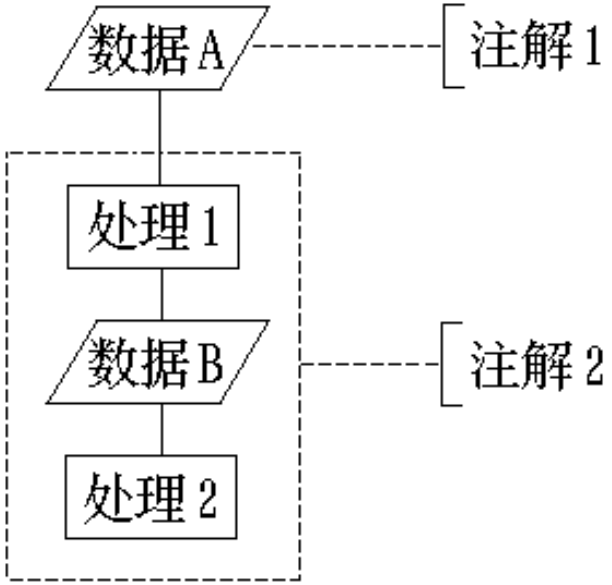
❖循环的标准符号



（a）while型循环　（b）until型循环

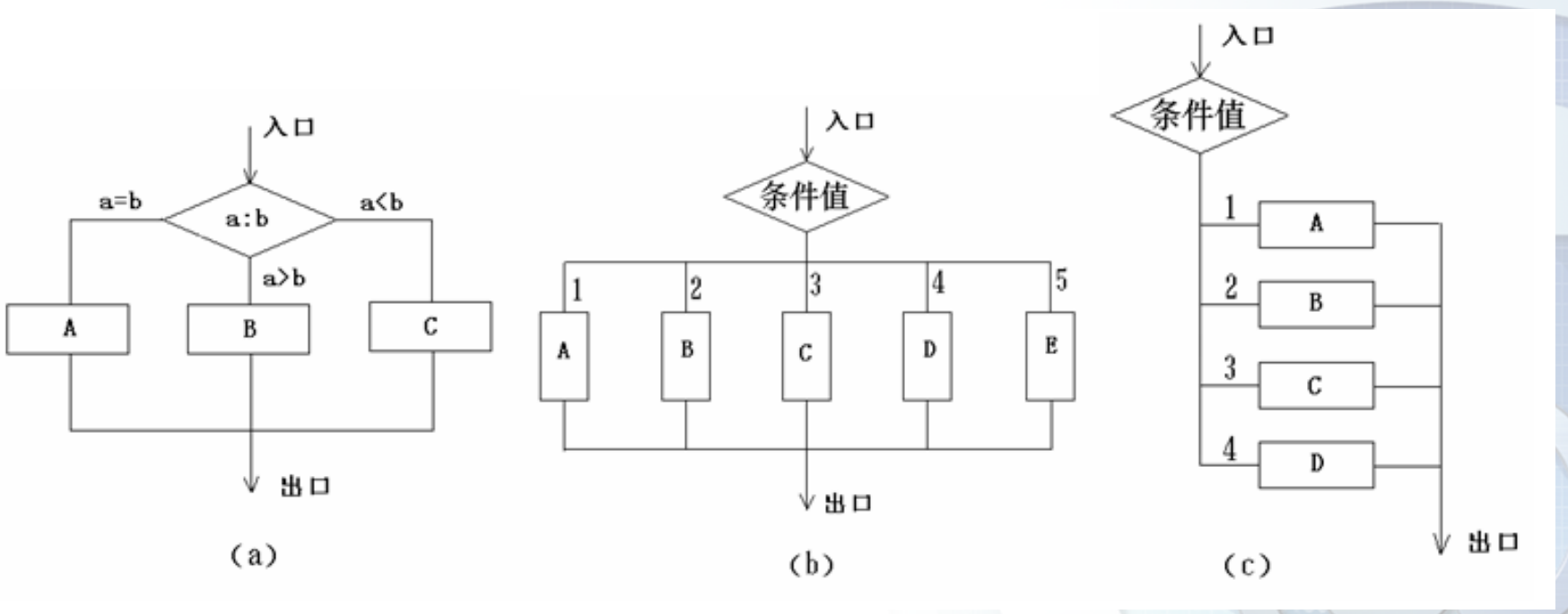
5.2 程序流程图

- 注解符的使用



5.2 程序流程图

❖ 多选择判断



程序流程图的缺点

❖ **程序流程图的主要缺点如下：**

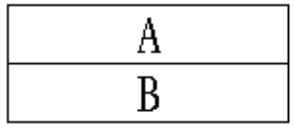
- 程序流程图从本质上来说不是逐步求精的好工具，它容易使程序员过早地考虑程序的控制流程，而不去考虑程序的全局结构
- 程序流程图中用箭头代表控制流，程序员可以不顾结构程序设计的精神，随意转移控制，而使程序结构过于混乱
- 程序流程图在表示数据结构方面存在不足

5.3 N-S图

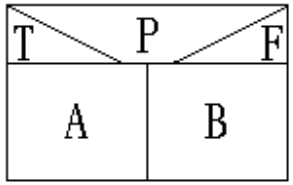
- Nassi和Shneiderman 提出了一种符合结构化程序设计原则的图形描述工具，叫做盒图 （box-diagram），也叫做N-S图
- 在N-S图中，为了表示5种基本控制结构，规定了5种图形构件

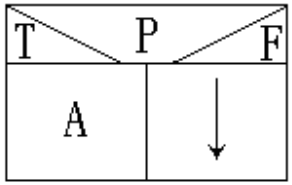
5.3 N-S图

❖N-S图的基本控制结构

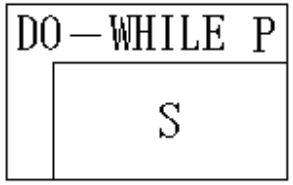


(a) 顺序型

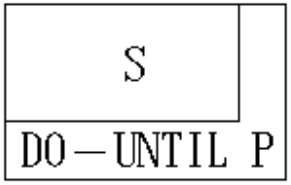




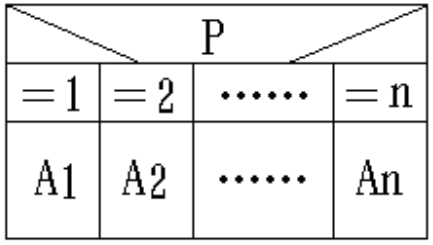
(b) 选择型



(c) WHILE重复型



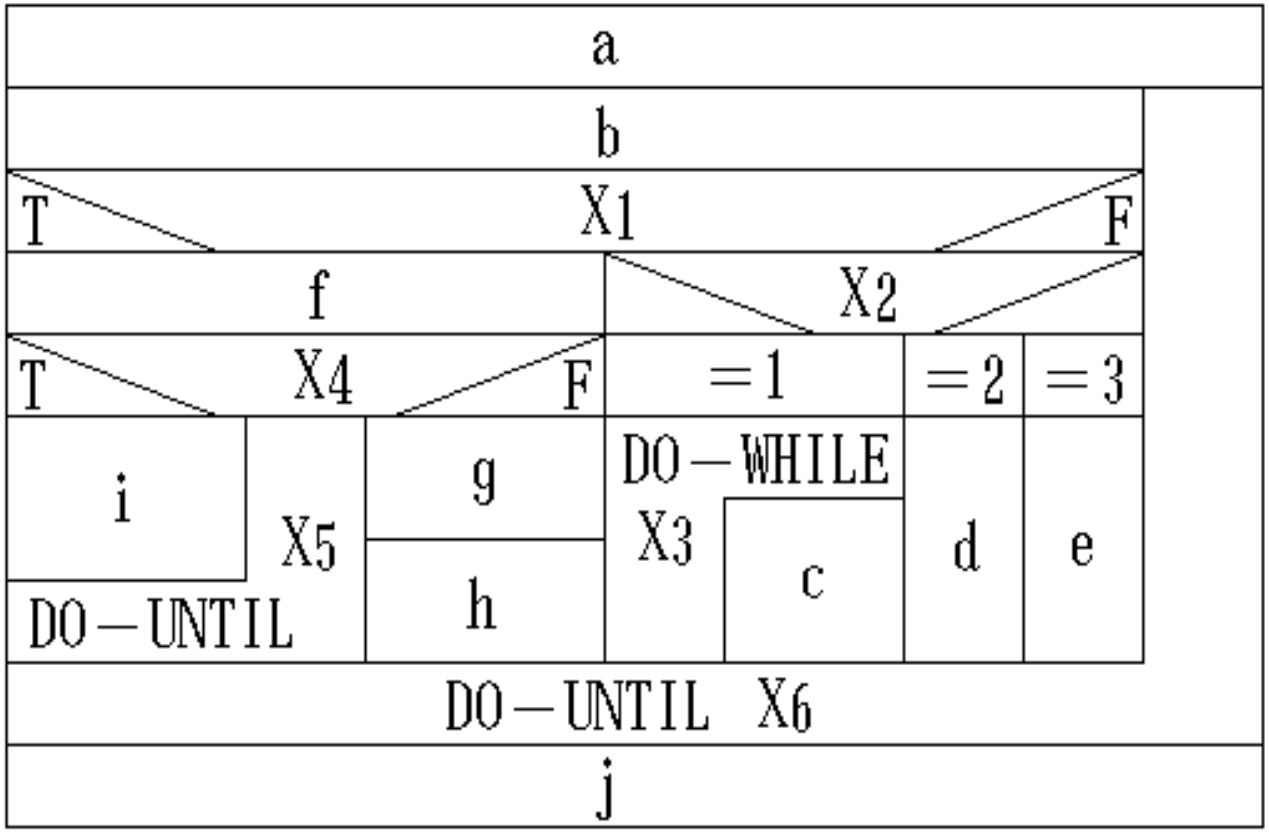
(d) UNTIL重复型



(e) 多分支选择型
(CASE型)

5.3 N-S图

❖ N-S图的实例



5.3 N-S图

❖N-S图的特点

(1) 图中每个矩形框（除CASE构造中表示条件取值的矩形框外）都是明确定义了的功能域（即一个特定控制结构的作用域），以图形表示，清晰可见

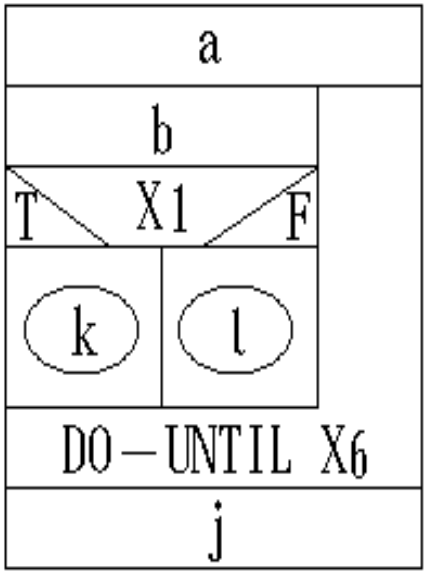
(2) 它的控制转移不能任意规定，必须遵守结构化程序设计的要求

(3) 很容易确定局部数据和（或）全局数据的作用域

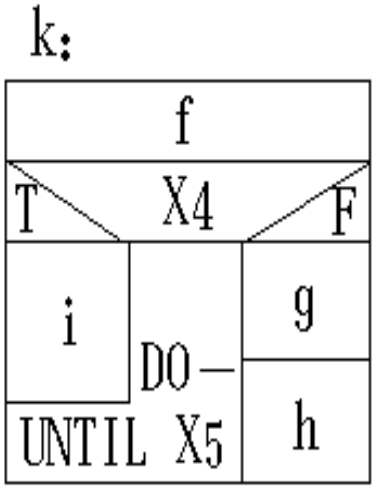
(4) 很容易表现嵌套关系，也可以表示模块的层次结构

5.3 N-S图

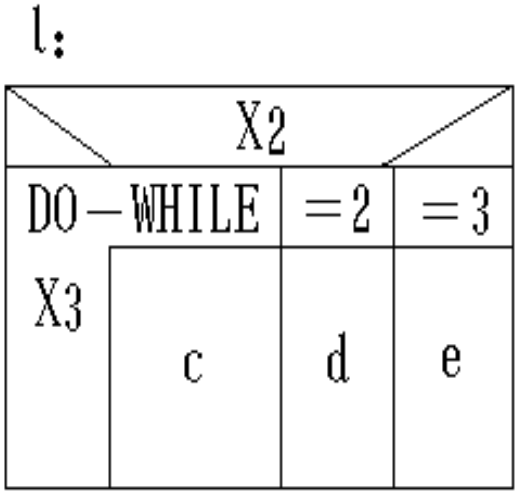
❖N-S图的扩展表示



(a)



(b)



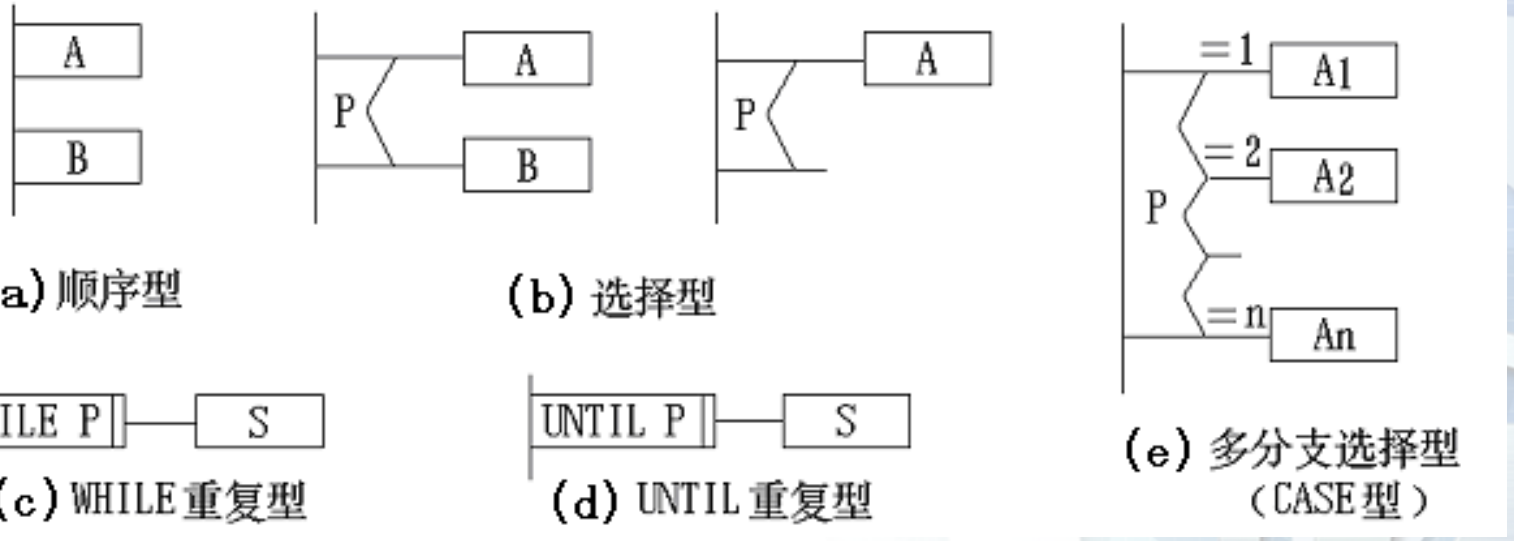
(c)

5.4 PAD图

- PAD（problem analysis diagram）是日本日立公司提出，由程序流程图演化来的，用结构化程序设计思想表现程序逻辑结构的图形工具
- PAD也设置了5种基本控制结构的图式，并允许递归使用

5.4 PAD图

❖PAD图的基本控制结构



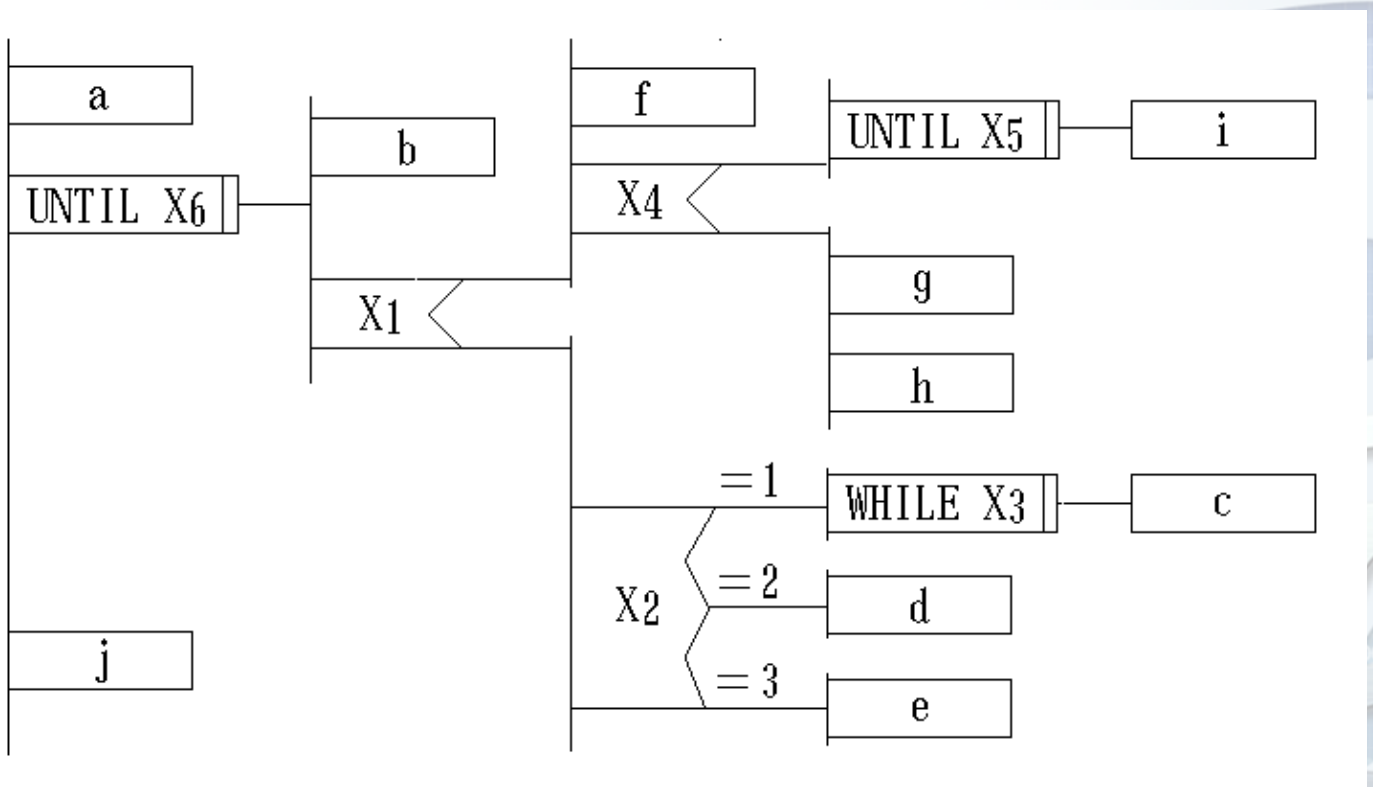
(a) 顺序型　(b) 选择型

(c) WHILE重复型　(d) UNTIL重复型

(e) 多分支选择型（CASE型）

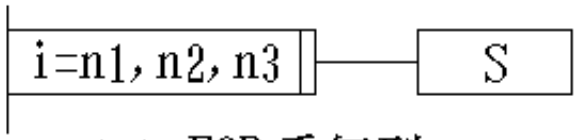
5.4 PAD图

❖PAD图的实例



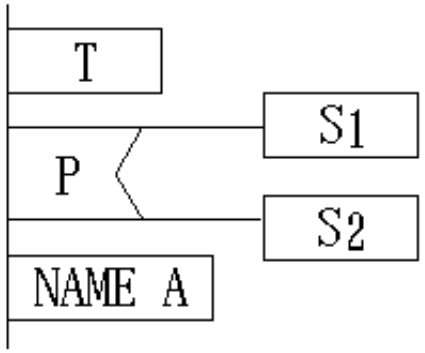
5.4 PAD图

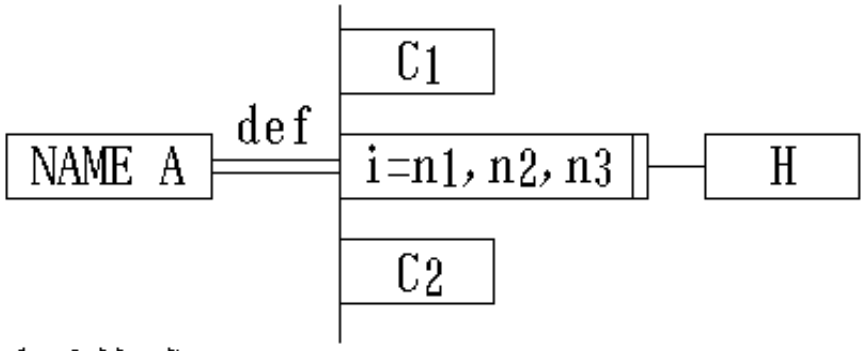
❖PAD的扩充控制结构



（a）FOR重复型

其中，i=n1,n2,n3 表示
i:=n1 to n2 step n3





（b）def格式

5.4 PAD图

PAD的优点

- 使用PAD符号所设计出来的程序必然是结构化程序
- PAD图描绘程序结构清晰，图中竖线的总条数就是程序的层次数
- 用PAD图表现程序逻辑易读、易懂、易记
- 容易将PAD图自动转换为高级语言源程序
- PAD图既可以表示程序逻辑，也可用于描绘数据结构
- PAD图的符号支持自顶向下、逐步求精方法的使用

5.5 伪代码

- 伪代码是一种介于自然语言和形式化语言之间的半形式化语言，是一种用于描述功能模块的算法设计和加工细节的语言，也称为程序设计语言（Program Design Language，PDL）
- 伪码的语法规则分为“外语法”和“内语法”
- 外语法应当符合一般程序设计语言常用语句的语法规则
- 内语法可以用英语中一些简单的句子、短语和通用的数学符号来描述程序应执行的功能

5.5 伪代码

- 伪代码的基本控制结构
  - 简单陈述句结构：避免复合语句
  - 判定结构：IF_THEN_ELSE或CASE_OF结构
  - 重复结构：WHILE_DO或REPEAT_UNTIL结构

5.5 伪代码

❖伪代码实例：“检查订货单”例子

```
IF 客户订货金额超过 5000 元 THEN
    IF 客户拖延未还赊欠钱款超过 60 天 THEN
        在偿还欠款前不予批准
    ELSE （拖延未还赊欠钱款不超过 60 天）
        发批准书，发货单
    ENDIF
ELSE （客户订货金额未超过 5000 元）
    IF 客户拖延未还赊欠钱款超过 60 天 THEN
        发批准书、发货单，并发催款通知书
    ELSE （拖延未还赊欠钱款不超过 60 天）
        发批准书，发货单
    ENDIF
ENDIF
```

5.5 伪代码

❖伪代码的特点

(1) 有固定的关键字外语法，提供全部结构化控制结构、数据说明和模块特征。外语法的关键字是有限的词汇集，它们能对伪代码正文进行结构分割，使之变得易于理解

(2) 内语法使用自然语言来描述处理特性，为开发者提供方便，提高可读性

(3) 有数据说明机制，包括简单的（如标量和数组）与复杂的（如链表和层次结构）的数据结构

(4) 有子程序定义与调用机制，用以表达各种方式的接口说明

5.6 自顶向下、逐步细化的设计过程

主要包括两个方面：

- 一是将复杂问题的解法分解和细化成由若干个模块组成的层次结构
- 二是将每个模块的功能逐步分解细化为一系列的处理

5.6 自顶向下、逐步细化的设计过程

- 在处理较大的复杂任务时，常采取“模块化”的方法，即在程序设计时不是将全部内容都放在同一个模块中，而是分成若干个模块，每个模块实现一个功能
- 模块分解完成后，下一步的任务就是将每个模块的功能逐步分解细化为一系列的处理

5.6 自顶向下、逐步细化的设计过程

- 在概要设计阶段，我们已经采用自顶向下、逐步细化的方法，把复杂问题的解法分解和细化成了由许多功能模块组成的层次结构的软件系统。
- 在详细设计和编码阶段，我们还应当采取自顶向下、逐步求精的方法，把模块的功能逐步分解，细化为一系列具体的步骤，进而翻译成一系列用某种程序设计语言写成的程序。

5.6 自顶向下、逐步细化的设计过程

❖自顶向下、逐步细化方法举例

- 用筛选法求100以内的素数

  所谓的筛选法，就是从2到100中去掉2,3,5,7的倍数，剩下的就是100以内的素数

5.6 自顶向下、逐步细化的设计过程

- 首先按程序功能写出一个框架

```
main （） {
  建立2到100的数组A[ ]，其中A[i]＝i；- - - - - - 1
  建立2到10的素数表B[ ]，存放2到10以内的素数；- - 2
  若A[i]＝i是B[ ]中任一数的倍数，则剔除A[i]； - - 3
  输出A[ ]中所有没有被剔除的数； - - - - - - - - 4
 }
```

5.6 自顶向下、逐步细化的设计过程

- 上述框架中每一个加工语句都可进一步细化成一个循环语句

```
main  ()  {
    /*建立2到100的数组A[ ], 其中A[i]＝i*/      - -  1
    for  (i = 2 ; i <= 100 ; i++) A[i] = i ;
    /* 建立2到10的素数表B[ ], 存放2到10以内的素数*/  - 2
    B[1] =2 ;   B[2] = 3 ;   B[3] = 5 ;   B[4] = 7 ;
    /*若A[i]＝i是B[ ]中任一数的倍数, 则剔除A[i]*/  - - 3
    for  (j = 1 ;  j <= 4 ;  j++)
       检查A[ ]所有的数能否被B[j]整除并将能被整除的数从A[]中剔除 ;
    /*输出A[ ]中所有没有被剔除的数*/    - - - - - - - - 4
    for  (i = 2 ;  i <= 100 ;  i++)
       若A[i]没有被剔除, 则输出之
 }
```

5.6 自顶向下、逐步细化的设计过程

- 自顶向下、逐步求精的方法的优点

(1) 自顶向下、逐步求精方法符合人们解决复杂问题的普遍规律。可提高软件开发的成功率和生产率

(2) 用先全局后局部，先整体后细节，先抽象后具体的逐步求精的过程开发出来的程序具有清晰的层次结构，因此程序容易阅读和理解

(3) 程序自顶向下、逐步细化，分解成树形结构。 在同一层的结点上做细化工作，相互之间没有关系，因此它们之间的细化工作相互独立。在任何一步发生错误，一般只影响它下层的结点，同一层的其他结点不受影响

5.6 自顶向下、逐步细化的设计过程

- 自顶向下、逐步求精的方法的优点

(4) 程序清晰和模块化，使得在修改和重新设计一个软件时，可复用的代码量最大

(5) 程序的逻辑结构清晰，有利于程序正确性证明

(6) 每一步工作仅在上层结点的基础上做不多的设计扩展，便于检查

(7) 有利于设计的分工和组织工作

That's All!