



新浪微博：C语言图书
腾讯QQ：4006751066

C语言学习路线图



C语言 常用算法分析

快速服务：微博、QQ在线服务

自学视频：72集大型多媒体自学视频

海量资源：模块库、案例库、素材库、题库



明日科技 编著

本书提供了内容丰富的配套资源，可以登录www.tup.com.cn，找到本书后，在该页面的“网络资源”超链接处下载。也可以访问本书的新浪微博，根据提示链接下载。

清华大学出版社

C 语言学习路线图

C 语言常用算法分析

明日科技 编著

（72 集大型多媒体自学视频）

（模块库、案例库、素材库、题库）

（微博、QQ、论坛技术支持）

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共分为 4 篇，第 1 篇为算法基础篇，包括程序之魂——算法、数据结构基础、查找与排序算法、基本算法思想等内容；第 2 篇为常用算法篇，包括数学算法、矩阵与数组问题、经典算法等内容；第 3 篇为趣味算法篇，包括数学趣题、逻辑推理题等内容；第 4 篇为算法竞技篇，包括计算机等级考试算法实例、程序员考试算法实例、信息学奥赛算法实例等内容。

本书提供了大量的自学视频、源程序、素材，提供了相关的模块库、案例库、素材库、题库等多种形式的辅助学习资料，还提供迅速及时的微博、QQ、论坛等技术支持。

本书内容详尽，实例丰富，非常适合作为零基础人员的学习用书和大中专院校师生的学习教材，也适合作为相关培训机构的师生和软件开发人员的参考资料。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目（CIP）数据

C 语言常用算法分析/明日科技编著. —北京：清华大学出版社，2012.2

（C 语言学习路线图）

ISBN 978-7-302-27665-4

I. ①C… II. ①明… III. ①C 语言-程序设计 ②算法分析 IV. ①TP312 ②TP301.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 267919 号

责任编辑：赵洛育 刘利民

版式设计：文森时代

责任校对：张彩凤

责任印制：

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者：

装 订 者：

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张：19 字 数：439 千字

版 次：2012 年 2 月第 1 版 印 次：2012 年 2 月第 1 次印刷

印 数：1~5000

定 价：39.80 元

产品编号：045365-01

前言

Preface



算法被称为程序设计的灵魂，也是学习编程的必备知识，因此被许多高等院校计算机专业列为必修课程。一个优秀的程序需要合理的数组组织和高效清晰的算法，这也是程序设计要研究的主要内容。

本书内容

本书根据算法学习的步骤编排章节。全书共分为4篇，第1篇为算法基础篇，介绍了学习算法需要掌握的一些基础知识，包括程序之魂——算法、数据结构基础、查找和排序方法、基本算法思想等部分；第2篇为常用算法篇，列举了在编程中经常用到的一些算法，使读者了解一些常用算法的实现方法，包括数学算法、矩阵与数组问题、经典算法等算法；第3篇为趣味算法篇，列举了一些经典的趣味算法，能够激起大家的学习兴趣，在趣味中掌握算法精髓，包括数学趣题、逻辑推理题等算法；第4篇为算法竞技篇，通过不同类型的算法实例使大家了解实战算法，包括计算机等级考试算法实例、程序员考试算法实例、信息学奥赛算法实例等内容。

为了更清晰地阐述算法和给出算法的设计思路，本书设置了以下栏目：

☑ 算法说明

对算法的具体要求和实现的功能进行说明。

☑ 算法分析

根据算法要求及要实现的功能进行分析，详细介绍实现的思路和方法。

☑ 实现过程

通过程序来实现算法，给出具体的实现过程和实现算法的完整代码。

本书特点

本书具有以下特点。

☑ 循序渐进

本书从算法基础讲起，介绍算法的基本知识和常用的算法思想，逐层深入，由浅入深。

☑ 举例丰富

列举了程序设计和应用中的常用算法，使读者能够通过各种算法的学习而掌握实际开发的思路。



☑ 趣味实用

本书专门添加了趣味算法篇，列举生活中的一些趣味算法，使读者能够更有兴趣地学习，在娱乐中进步。

☑ 竞技实战

本书添加了各种计算机考试的算法实例，使读者在实战中提升。



Note

本书配套资源

本书提供了内容丰富的配套资源，包括自学视频、源程序、素材，以及模块库、案例库、题库、素材库等多项辅助内容，读者朋友可以通过如下方式获取。

第 1 种方式：

(1) 登录 www.tup.com.cn，在网页右上角的搜索文本框中输入本书书名（注意区分大小写和留出空格），或者输入本书关键字，或者输入本书 ISBN 号（注意去掉 ISBN 号间隔线“-”），单击“搜索”按钮。

(2) 找到本书后单击超链接，在该书的网页下侧单击“网络资源”超链接，即可下载。

第 2 种方式：

访问本书的新浪微博：C 语言图书，找到配套资源的链接地址进行下载。

配套资源目录如下图所示。

读者对象

本书非常适合以下人员阅读。

- ☑ 从事编程行业的开发人员
- ☑ 有一定语言基础，想进一步提高技能的人员
- ☑ 大中专院校的老师 and 学生
- ☑ 即将走上工作岗位的大学毕业生
- ☑ 相关培训机构的老师和学员
- ☑ 编程爱好者

读者服务&本书勘误

读者在使用本书过程中遇到的所有问题，均可通过以下方式联系我们。

1. 新浪微博：C 语言图书。

及时发布读者答疑、本书勘误、配套资料更新等内容。

2. 腾讯 QQ：4006751066。

3. 登录网站：www.mingribook.com，在论坛、勘误发布、读者纠错、技术支持、读者之家等栏目中的相关模块中提问、留言或查看。



致读者

本书由明日科技组织编写，参加编写的人员有孙秀梅、曹飞飞、王雪、朱晓、赵永发、李鑫、潘凯华、刘欣、李慧、高春艳、王小科、赵会东、李继业、赛奎春、王国辉、陈丹丹、李伟、杨丽、李丽、刘龄龄、王明招、孙茜、陈英、肖鑫等。由于作者水平有限，疏漏和不足之处在所难免，敬请广大读者朋友批评指正。

*Note*

明日科技

目 录

Contents



第 1 篇 算法基础篇

第 1 章 程序之魂——算法

(自学视频、源程序:

配套资源\mr\01\) 2

1.1 魂之说 3

1.2 算法的特性 4

1.3 算法的表示方式 5

1.3.1 用自然语言描述算法 5

1.3.2 用流程图描述算法 5

1.3.3 用 N-S 图描述算法 8

1.3.4 用计算机语言描述算法 9

1.4 算法性能分析与度量 10

1.4.1 算法的性能指标 10

1.4.2 算法效率的度量 10

1.4.3 算法的时间复杂度 11

1.4.4 算法的空间复杂度 12

1.5 学习算法的原因 12

第 2 章 数据结构基础

(自学视频、源程序:

配套资源\mr\02\) 13

2.1 数据结构概述 14

2.1.1 数据结构的发展 14

2.1.2 数据结构的研究对象 14

2.1.3 数据结构与算法的关系 16

2.2 数据结构的基本概念 16

2.3 C 语言常见数据结构 18

2.3.1 数组 18

2.3.2 结构体 20

2.3.3 链表 21

2.3.4 栈 23

2.3.5 队列 24

第 3 章 查找与排序算法

(自学视频、源程序:

配套资源\mr\03\) 26

3.1 查找算法 27

3.1.1 顺序查找 27

3.1.2 折半查找 29

3.1.3 分块查找 31

3.1.4 哈希查找 33

3.2 排序算法 38

3.2.1 选择排序 38

3.2.2 冒泡排序 40

3.2.3 直接插入排序 43

3.2.4 归并排序 45

3.2.5 希尔排序 48

3.2.6 快速排序 49

3.2.7 各种排序算法的比较 52

第 4 章 基本算法思想

(自学视频、源程序:

配套资源\mr\04\) 54

4.1 递归的概念和分治法 55

4.1.1 递归的概念 55

4.1.2 递归的应用——汉诺塔 55

4.1.3 分治法的基本思想 56

4.1.4 分治法的应用——棋盘覆盖

问题 57

4.2 动态规划法 59

4.2.1 动态规划法的基本思想 59

4.2.2 动态规划的应用——最大

子段和 60

4.3 贪心算法 61

4.3.1 贪心算法的基本概念 61



4.3.2 贪心算法的应用——哈夫曼编码.....62	邮资问题.....68
4.4 回溯法.....67	4.5 分支限界法.....70
4.4.1 回溯法的基本思想.....67	4.5.1 分支限界法的基本思想.....71
4.4.2 回溯法的应用——连续售货员问题.....71	4.5.2 分支限界法的应用——旅行售货员问题.....71

第2篇 常用算法篇

第5章 数学算法

(自学视频、源程序：配套资源\mr\05\)	76
5.1 随机数求 π	77
5.2 正态分布的成绩.....	82
5.3 绘制最小圆.....	86
5.4 满意的一元二次方程解.....	93
5.5 计算定积分.....	101
5.6 分解质因数.....	103
5.7 最大公约数和最小公倍数.....	106
5.8 数字的全排列.....	109
5.9 递推化梯形法求解定积分.....	111
5.10 迭代法开平方运算.....	115
5.11 牛顿切线法解方程.....	117
5.12 改进欧拉方法求解微分方程.....	119
5.13 迭代法求解线性方程组.....	123
5.14 计算贷款利息.....	127
5.15 分数计算器.....	129

第6章 矩阵与数组问题

(自学视频、源程序：配套资源\mr\06\)	132
6.1 “脱壳”组数.....	133
6.2 寻找矩阵中的“鞍点”.....	135

6.3 魔幻方阵.....	137
6.4 矩阵的转置运算.....	139
6.5 勾股数组.....	141
6.6 百灯判熄.....	143
6.7 巧排螺旋数阵.....	144
6.8 猜数四问.....	146

第7章 经典算法

(自学视频、源程序：配套资源\mr\07\)	149
7.1 约瑟夫环.....	150
7.2 八皇后问题.....	152
7.3 0-1 背包问题.....	156
7.4 斐波那契数列.....	159
7.5 寻找水仙花数.....	161
7.6 爱因斯坦阶梯问题.....	162
7.7 进制转换算法.....	163
7.8 哥德巴赫猜想.....	165
7.9 验证四方定理.....	167
7.10 尼科彻斯定理.....	168
7.11 角谷猜想.....	170
7.12 prim 算法求最小生成树.....	171
7.13 迪杰斯特拉算法.....	174

第3篇 趣味算法篇

第8章 数学趣题

(自学视频、源程序：配套资源\mr\08\)	178
8.1 警察抓犯人.....	179
8.2 舍罕王的失算.....	181
8.3 百钱买百鸡问题.....	183

8.4 三色球问题.....	185
8.5 填数字游戏.....	187
8.6 渔夫捕鱼问题.....	190
8.7 移数字游戏.....	191
8.8 数字翻译器.....	194
8.9 猴子吃桃问题.....	198
8.10 马克思手稿中的数学题.....	199



8.11 判断回文式素数	200	9.3 谁讲了真话	222
8.12 完全数	204	9.4 白纸与黑纸	223
8.13 自守数	206	9.5 判断坏球	224
8.14 一数三平方数	207	9.6 打渔晒网问题	229
8.15 古稀数	209	9.7 水池注水问题	231
8.16 亲和数	213	9.8 寻找假币	232
8.17 对调数	215	9.9 常胜将军	234
第 9 章 逻辑推理题		9.10 巧算国王分财物	236
(自学视频、源程序:		9.11 商人渡河问题	237
配套资源\mr\09\)	218	9.12 马踏棋盘	243
9.1 魔术师的秘密	219	9.13 猜杏核	246
9.2 婚礼上的谎言	220		

第 4 篇 算法竞技篇

第 10 章 计算机等级考试算法实例		11.4 数组的数值操作	265
(自学视频、源程序:		11.5 三位数生成回文数	267
配套资源\mr\10\)	250	第 12 章 信息学奥赛算法实例	
10.1 数组的下三角置数	251	(自学视频、源程序:	
10.2 查找单链表的结点	252	配套资源\mr\12\)	269
10.3 二维数组的元素排序	254	12.1 我知你心	270
10.4 寻找二维数组的最大值	256	12.2 格雷码	272
第 11 章 程序员考试算法实例		12.3 狡猾的狐狸遇上聪明的兔子	275
(自学视频、源程序:		12.4 6174 问题	276
配套资源\mr\11\)	258	12.5 韩信点兵	279
11.1 电话计费算法	259	12.6 杨辉三角	281
11.2 处理链表的重复元素	261	12.7 开关灯问题	284
11.3 剧场方形空位	263	12.8 蛇形方阵	286

▶▶ 第 1 篇

算法基础篇

- ▶▶ 第 1 章 程序之魂——算法
- ▶▶ 第 2 章 数据结构基础
- ▶▶ 第 3 章 查找与排序算法
- ▶▶ 第 4 章 基本算法思想

第1章

程序之魂——算法

( 自学视频、源程序：配套资源\mr\01\)

一个程序主要由数据和操作两部分组成。数据作为程序操作的对象，而操作是对数据进行加工处理，加工处理的步骤就是算法。本章主要讲述程序的灵魂——算法，算法同人的灵魂一样，是一个很抽象的名词，人们不会将其与具体的物体建立联系。由算法被称作程序的灵魂，可见其重要性。那么算法到底为何物呢？为什么称算法为程序的灵魂呢？通过本章的学习您将会解决这些疑问。

本章可以学到如下内容：

- ▶▶ 算法的概念
- ▶▶ 算法的特性
- ▶▶ 算法的性能分析
- ▶▶ 算法的表达方式
- ▶▶ 算法的重要性



1.1 魂之说

很多人认为算法只存在于那些数学家或计算机专业人士的脑海中，其实不然，算法无处不在，只是由于它不是看得见、摸得着的具体物体，所以人们常常忽略它的存在。

算法其实就是为解决一个问题而采取的方法和步骤。例如，洗脸可以简单地分成如下几步：

- (1) 将清水倒入盆中。
- (2) 挤上洗面奶，清洗脸部。
- (3) 用水洗净脸上的洗面奶。
- (4) 用毛巾擦干脸。

以上这4步就称为解决洗脸这个问题的算法。

著名科学家沃思提出一个公式：

数据结构+算法=程序

在计算机程序设计中，数据结构是操作的对象，算法是对对象进行加工处理，用以得到程序的运行结果，程序中的操作语句，实际上就是算法的体现。

如果将计算机程序比喻成有生命的人，那么数据结构是人的躯体，算法就是人的灵魂。只有躯体与灵魂相互结合，才能组成一个完整的有生命、有思想的人。因此，算法具有程序的灵魂之说。

下面通过一个简单的C语言程序来体会一下什么是算法以及算法的重要性。



学习园地

题目：一个整数，它加上100后是一个完全平方数，再加上168又是一个完全平方数，请问该数是多少？

程序分析：

(1) 随意拟定一个整数范围，对该范围内的整数判断是否满足题中所述条件，在此例中所取范围是100000以内的整数。

(2) 先将该数加上100后开方。

(3) 再将加上100后的该数加上168后开方。

(4) 若开方后满足条件，则输出结果。

源代码：

```
#include "math.h"
main()
{
    long int i,x,y,z;
    for(i=1;i<100000;i++)
    {
        x=sqrt(i+100);                /*x为加上100开方后的结果*/
```



Note

```
y=sqrt(i+268);           /*y为加上100再加上168开方后的结果*/  
if(x*x==i+100&&y*y==i+268) /*满足条件输出结果*/  
    printf("\n%d\n",i);  
}  
}
```

运行结果：输出1~100000内所有满足条件的整数，效果如图1.1所示。

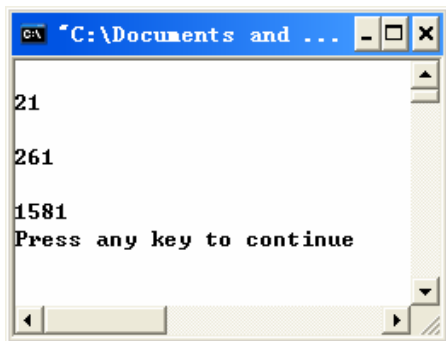


图1.1 运行结果

在这个程序中，程序分析部分是对问题进行分析从而设计出解决这个问题采取的方法，这就称之为算法，而源代码部分是通过代码对算法进行体现，最终得出正确的运行结果。

1.2 算法的特性

算法是解决“做什么”和“怎么做”的问题，解决一个问题可能有不同的方法，但是算法分析最为核心的是算法的速度。因此解决问题的步骤需要是在有限时间内能够完成的，并且操作步骤中不可以有可能导致步骤无法继续进行下去的歧义性语句。通过对算法概念的分析，可以总结出一个算法必须满足如下五个特性。

1. 有穷性

一个算法在执行有限步骤后在有限时间内能够实现的，就称该算法具有有穷性。例如，在1.1节的学习园地中，若for循环中没有i++语句，就不会使i在有限步骤后不满足i小于100000这个条件，而结束循环，否则会无休止地执行for循环中的语句，这样程序就进入了死循环，不满足算法的有穷性。

有的算法在理论上满足有穷性的，在有限的步骤后能够完成，但是实际上计算机可能会执行一天、一年、十年等，那么这个算法也就没有意义了，因为这样就忽视了一个概念，即算法的核心是速度。总而言之，有穷性没有特定的限度，取决于实际需要。

2. 确定性

一个算法中的每一个步骤的表述都应该是确定的、没有歧义的语句。在人们的日常生



活中，遇到歧义性语句，可以根据常识、语境等理解，然而还有可能理解错误。例如，将1.1节学习园地中程序分析的第二步，描述成“该数加100开方”，要如何解释这个步骤呢？是先将100开方，然后加上该数，还是加上100后再开方呢？计算机不比人脑，不会根据算法的意义来揣测每个步骤的意思，所以算法的每一步都要有确定的含义。

3. 有零个或多个输入

一个程序中的算法和数据是相互联系的，算法中需要输入的是数据的量值。输入可以是多个也可以是零个，零个输入并不是这个算法没有输入，而是这个输入没有直观地显现出来，隐藏在算法本身当中。例如，1.1节中的例题没有明显的输入数据，真正的输入隐藏在 $i=1$ 中，输入的第一个值就是1，根据条件对输入的数值进行判断。

4. 有一个或多个输出

输出就是算法实现所得到的结果，是算法经过数据加工处理后得到的结果。没有输出的算法是没有意义的。有的算法输出的是数值，有的是图形，有的输出并不是显而易见的。

5. 可行性

算法的可行性就是指每一个步骤都能够有效地执行，并且得到确定的结果，同时能够用来方便地解决一类问题。

1.3 算法的表示方式

一个算法有多种表述方式，常见的有自然语言、流程图、N-S图、伪代码、计算机语言等。

1.3.1 用自然语言描述算法

用自然语言表示算法就是用日常生活中使用的语言来描述算法的步骤。自然语言通俗易懂，但是在描述上容易出现歧义。此外，用自然语言描述计算机程序中的分支和多重循环等算法，容易出现错误，描述不清。因此，只有在较小的算法中应用自然语言描述，才方便简单。

1.3.2 用流程图描述算法

简单的算法可以用自然语言来描述，但是较为复杂的算法要如何描述呢？在计算机程序中经常会出现很多多分支选择结构的语句，这样的语句很容易产生歧义。而计算机程序需要每一步都是确切的，因此，流程图成了描述算法最为常见的方法。

1. 流程图基本符号

流程图是由一些简单的框图组成表示解题步骤及顺序的方法。美国国家标准化协会(ANSI)规定了一些常用的流程图符号，如图1.2所示。



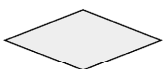
Note



起止框



处理框



判断框



输入/输出框



流程线

图1.2 常用流程图符号

(1) 起止框：表示一个算法的开始和结束。

(2) 处理框：将要进行的操作内容简洁明了地写到框中。

(3) 判断框：在判断框中写入算法中需要判断的条件。满足条件，执行一条路径；不满足条件则执行另一条路径。

(4) 输入/输出框：记录从外部输入数据到计算机内部或者从计算机内部中输出数据到计算机外部。

(5) 流程线：指向算法即将运行的方向。

2. 3种基本控制结构

在程序人员编写程序时，为了满足某些需求，会强制程序在某些地方跳转，即进行控制转移，这样使得程序的可读性降低，使本身让人望而生畏的算法更加复杂、难于理解。为了改善此问题，人们规定了3种基本控制结构，将这3种基本结构作为设计和理解算法的基本单元（如同一栋大楼中的几个单元）。

(1) 顺序结构

顺序结构是最为简单的一种基本结构，就是由上至下、按先后顺序依次执行程序语句。顺序结构的流程表示方法如图1.3所示。

(2) 选择结构

选择结构也称为分支结构，是根据给定的条件进行判断的一种结构。此结构流程图中必定包括一个判断框，满足条件执行一个处理框，不满足条件执行另一个处理框。选择结构的流程表示方法如图1.4所示。

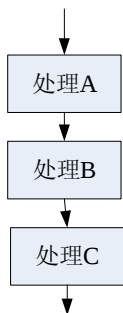


图1.3 顺序结构

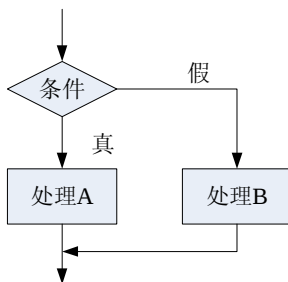


图1.4 选择结构

(3) 循环结构

循环结构是一种重复某一部分的的操作的结构，它可以简化程序的难度，将大工作量拆分成小工作量，并对小工作量进行重复操作，这种方法充分利用了计算机运算速度快、自动化的优点。有两种典型的循环结构：**while**型循环和**do-while**型循环。



while型循环采取先判断表达式，后执行语句的方式。当判断框中的表达式为非0值时，执行**while**语句中的内嵌语句，如此往复，直到表达式为0值，结束循环。**while**型循环结构的流程表示如图1.5所示。

do-while型循环采用先执行循环体，再判断循环条件是否成立的方式。其执行过程为先执行一次循环体语句，然后判断表达式，当表达式为非0值时，返回重新执行循环体语句，如此循环，直到表达式为0值时跳出循环。**do-while**循环的流程如图1.6所示。



Note

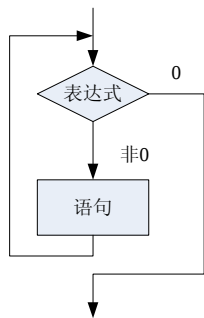


图1.5 while循环结构

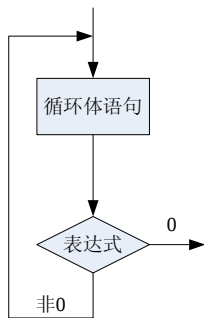


图1.6 do-while循环结构

3. 小练习

下面通过累加求和的小实例来体会一下流程图对算法的描述，并学会看和画流程图。



学习园地

例如，使用流程图表示求 $1+2+3+4+5+6$ 的算法，流程图如图1.7所示。

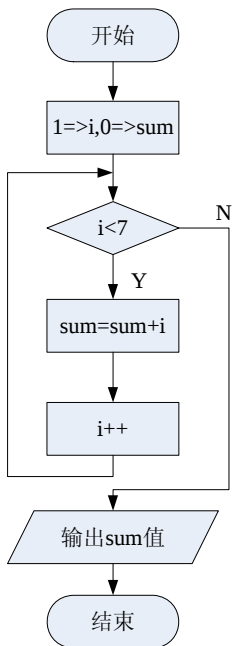


图1.7 流程图



1.3.3 用N-S图描述算法

有了基本结构这个单元来辅助完成算法，就可以轻松明确地应用这些基本结构的顺序组合完成较为复杂的算法，那么，流程线似乎就多此一举了。因此，美国学者I.Nassi和B.Shneiderman提出了一种新的描述算法的形式——N-S结构化流程图（取两位学者名字的首字母）。

1. 3种基本结构

N-S结构化流程图完全省去了流程线，将所有算法描述在一个矩形框中，在该矩形框中包括其余的框。下面用图形来直观地描述这3种基本结构的表示形式。

（1）顺序结构描述算法的流程如图1.8所示。



图1.8 顺序结构N-S图

（2）选择结构描述算法的流程如图1.9所示。

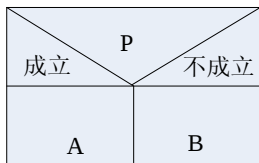


图1.9 选择结构N-S图

（3）循环结构描述算法的流程如图1.10所示。

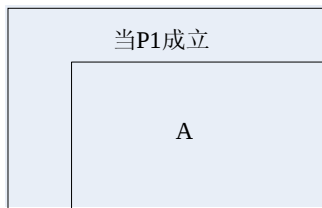


图1.10 循环结构N-S图

2. 小练习

下面通过计算阶乘来体会一下应用N-S结构化流程图对算法的描述，理解并且会画N-S结构流程图。



学习园地

题目：求10!算法的N-S流程图如图1.11所示。