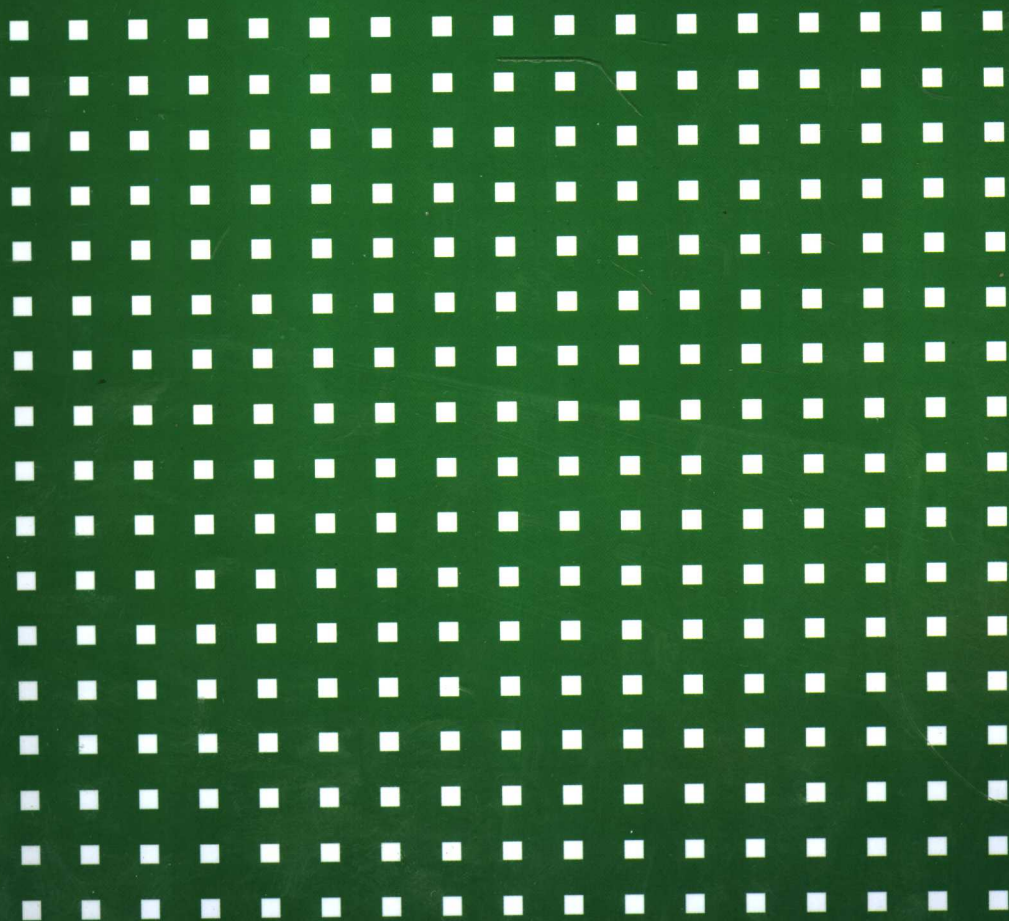


高等学校计算机专业教材精选·算法与程序设计

计算机程序设计经典题解

杨克昌 编著



清华大学出版社

数据库设计案例

案例 1 图书管理

某大学图书馆为了管理图书, 决定开发一个图书管理系统。该系统的主要功能包括: 图书的录入、图书的借阅、图书的归还、图书的查询等。在开发之前, 需要先进行数据库设计。数据库设计是数据库开发的关键环节, 它决定了数据库的结构和性能。数据库设计包括需求分析、概念设计、逻辑设计和物理设计四个阶段。需求分析是数据库设计的第一步, 它主要是了解用户的需求, 明确数据库的功能和性能要求。概念设计是数据库设计的第二步, 它主要是根据需求分析的结果, 设计出数据库的概念模型。逻辑设计是数据库设计的第三步, 它主要是根据概念模型, 设计出数据库的逻辑模型。物理设计是数据库设计的第四步, 它主要是根据逻辑模型, 设计出数据库的物理模型。数据库设计的好坏, 直接影响到数据库的性能和可靠性。因此, 在进行数据库设计时, 必须遵循一定的原则和方法, 确保数据库设计的质量和效率。

高等学校计算机专业教材精选·算法与程序设计

计算机程序设计 经典题解

杨克昌 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书面向高校学生选讲计算机程序设计经典题解,旨在使学生掌握程序设计的基本方法与技巧,提高通过程序设计解决实际问题的能力。

本书以程序设计求解问题为主线,取材注重典型性与趣味性,题解分类精选,内容新颖丰富。所选讲的经典题解紧贴程序设计应用实际,紧贴计算机等级考试与程序设计竞赛,包括典型的数值求解,常见的数据处理,有趣的智力游戏,巧妙的模拟探索,新颖的图表创建,实用的近似计算与高精度计算,既有引导入门的基础题、常规题,也有难度较大的综合题、引申题与部分经典名题,难度适宜,深入浅出。

本书选讲程序设计题解,突出算法设计思路与不同程序设计的对照比较,程序设计选用目前各高校使用最广的C(VC),VFP(FoxPro)等语言完成,注重程序的结构化与可读性。对其中有些经典问题采用多种算法求解与多个程序实现,以适应计算机基础不同的读者学习与研究。

本书适合高校本专科学生作为计算机程序设计应用课程案例教学,可供各级程序设计选拔赛、计算机等级考试与计算机程序员水平考试复习参考,也可供中学信息学(计算机)奥林匹克指导与IOI,NOI培训选用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

计算机程序设计经典题解/杨克昌编著. 北京:清华大学出版社,2007.12

(高等学校计算机专业教材精选·算法与程序设计)

ISBN 978-7-302-16358-9

I. 计… II. 杨… III. 程序设计—高等学校—解题 IV. TP311-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第164974号

责任编辑:王听讲 马珂 洪英

责任校对:刘玉霞

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175

邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015

客户服务:010-62776969

印刷者:北京市世界知识印刷厂

装订者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:23.75 字 数:574千字

版 次:2007年12月第1版 印 次:2007年12月第1次印刷

印 数:1~5000

定 价:33.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。

联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:024110-01

出版说明

我国高等学校计算机教育近年来迅猛发展,应用计算机知识解决实际问题,已经成为当代大学生的必备能力。

时代的进步与社会的发展对高等学校计算机教育的质量提出了更高、更新的要求。现在,很多高等学校都在积极探索符合自身特点的教学模式,涌现出一大批非常优秀的精品课程。

为了适应社会的需求,满足计算机教育的发展需要,清华大学出版社在进行了大量调查研究的基础上,组织编写了《高等学校计算机专业教材精选》。本套教材从全国各高校的优秀计算机教材中精挑细选了一批很有代表性且特色鲜明的计算机精品教材,把作者们对各自所授计算机课程的独特理解和先进经验推荐给全国师生。

本系列教材特点如下。

(1) 编写目的明确。本套教材主要面向广大高校的计算机专业学生,使学生通过本套教材,学习计算机科学与技术方面的基本理论和基本知识,接受应用计算机解决实际问题的基本训练。

(2) 注重编写理念。本套教材作者群为各校相应课程的主讲,有一定经验积累,且编写思路清晰,有独特的教学思路和指导思想,其教学经验具有推广价值。本套教材中不乏各类精品课配套教材,并力图努力把不同学校的教学特点反映到每本教材中。

(3) 理论知识与实践相结合。本套教材贯彻从实践中来到实践中去的原则,书中的许多必须掌握的理论都将结合实例来讲,同时注重培养学生分析、解决问题的能力,满足社会用人要求。

(4) 易教易用,合理适当。本套教材编写时注意结合教学实际的课时数,把握教材的篇幅。同时,对一些知识点按教育部教学指导委员会的最新精神进行合理取舍与难易控制。

(5) 注重教材的立体化配套。大多数教材都将配套教师用课件、习题及其解答,学生上机实验指导、教学网站等辅助教学资源,方便教学。

随着本套教材陆续出版,相信能够得到广大读者的认可和支持,为我国计算机教材建设及计算机教学水平的提高,为计算机教育事业的发展做出应有的贡献。

清华大学出版社

前 言

以计算机为核心的信息科学技术的迅猛发展与广泛应用,正在对人类社会的发展进程以至人们的工作方式与思维方式的改变产生深远的影响。进入信息社会,作为人类智慧的结晶与人脑功能的延伸,计算机已经成为人类进行复杂计算与模拟探索的“通用智能工具”,广泛应用于信息社会的各个领域,并发挥着越来越大的不可替代的作用。

从当前高校各专业计算机课程的系统开设,到中小学信息技术(计算机)课的相继开出,说明了计算机作为一种新的文化,正在神州大地广泛普及。顺应信息技术不断创新与计算机教育不断深入的潮流,帮助包括各大、中专在校学生在内的广大青少年逐步掌握计算机的基本理论与基本技能,在程序设计中熟悉基本算法,开拓求解思路,解决实际问题,培养创新意识,不断提高程序设计水平与应用求解能力,是我们计算机教育工作者义不容辞的职责。

继实施全国计算机专业技术资格与水平考试之后,国家教育部考试中心推出了面向社会的全国计算机等级考试(1—4级),各省市也相继实施了面向高校非计算机专业学生的计算机水平等级考试。同时,高等学校组织的各种计算机程序设计竞赛正在逐步推出。大、中专在校学生在学习了计算机基础以及某些计算机高级语言的基础上,面临这一系列的计算机考试与竞赛,其中的一个重点就是程序设计,难点就是通过程序设计解决实际问题。通常程序设计课堂教学以语法为主线,问题求解薄弱,题型表现单调,学生程序设计思路狭窄,设计程序解决实际问题的能力与设计变通能力较低,很多学生难以适应这些程序设计考试,甚至在程序设计竞赛中表现得无所适从。为此,作为程序设计课堂教学的一个案例式改革与补充,笔者在本书中尝试以程序设计求解问题为主线,取材注重典型性与趣味性,题型丰富多彩,内容新颖丰富。分类精选的程序设计中数百个经典题解紧贴程序设计实际应用,紧贴计算机等级考试与程序设计竞赛,包括典型的数值求解,常见的数据处理,有趣的智力游戏,巧妙的模拟探索,新颖的图表创建,实用的近似计算与高精度计算,既有引导入门的基础题、常规题,也有难度较大的综合题、引申题与部分经典名题,难度适宜,深入浅出。部分题解取自各届国际国内信息学(计算机)奥林匹克与各类程序设计竞赛,同时参考了网上读者集中探讨的程序设计热点问题,有利于高校学生与计算机爱好者在计算机实例求解上开阔视野,在程序设计思路开拓与应用技巧上有一个深层次的练习提高。

为了开拓程序设计思路,本书对每一个题解作了设计思路与应用算法解析。题解所应用的算法为常用的穷举、递推、递归、回溯与动态规划等,一般非计算机专业学生可了解与掌握其中大部分题解。对算法的专业知识要求较高与程序设计技巧较强的部分题解,可作为课后的专题研究或课程设计选用。

题解程序采用目前高校学生使用率最高的 C、VFP(FoxPro)两种语言编写,其中 C 程序一般可在 VC 环境下运行。对其中有些典型问题,采用了这两种语言以不同算法与表现形式设计出不同的求解程序,以加深读者对不同算法的理解与不同程序的比较,以适应计算机基础不同的读者学习与探究。在各个题解程序设计之后,尽可能给出问题的输出结果或运行示例,以帮助读者对所求解的问题与设计的程序有更清晰的了解。

为方便读者查阅程序设计,附录中列出了 C 语言和 VFP 的语法提要与常用函数。

本书适合高校本专科学生作为计算机程序设计应用课程案例教学,可供各级程序设计选拔赛与国际大学生程序设计竞赛(ACM)、计算机等级考试与计算机程序员水平考试复习参考,也可供中学信息学(计算机)奥林匹克指导与 IOI,NOI 及各省程序设计竞赛培训选用。

在书稿的编著过程中,湖南理工学院的周持中教授、王岳斌教授与郭华老师审阅了书稿,提出了很好的修改意见,刘志辉与唐球同学阅读了部分书稿并运行了相关程序,笔者在此一并深表感谢。

尽管每一个题解都经反复检查,每一个程序都经多次运行调试,因涉及内容较广,难免存在差错,恳请读者指正。

杨克昌

2007 年 8 月于岳阳南湖

目 录

第 1 章 基本和积计算	1
1.1 代数和	1
1.1.1 整数求和.....	1
1.1.2 调和级数部分和.....	4
1.1.3 实数求和.....	7
1.2 幂与阶乘	8
1.2.1 幂与幂的和.....	8
1.2.2 阶乘与阶乘之和.....	9
1.2.3 阶乘和数	11
1.3 和积综合计算.....	13
1.3.1 求常数 e	13
1.3.2 组合数计算	14
1.3.3 分数四则运算	16
1.4 解不等式.....	18
1.4.1 立方和不等式	18
1.4.2 调和级数不等式	19
1.4.3 平方根不等式	20
1.5 和积应用题解.....	22
1.5.1 计算电费	22
1.5.2 舍罕王的失算	23
1.5.3 等效电阻计算	25
1.5.4 产值翻番	25
1.5.5 个人所得税	27
1.5.6 定积分计算	28
第 2 章 特殊整数探求	31
2.1 最大公约数与最小公倍数.....	31
2.2 平方数.....	34
2.2.1 分段和平方	34
2.2.2 金蝉平方	36
2.2.3 巧妙平方	37
2.2.4 3 组平方	40
2.3 勾股数与长方体数.....	43
2.3.1 勾股数	43

2.3.2	倒立的勾股数	46
2.3.3	长方体数	47
2.4	水仙花数与自方幂数	49
2.4.1	水仙花数与玫瑰花数	49
2.4.2	自方幂数综合求解	50
2.5	完全数与相亲数	51
2.5.1	完全数	51
2.5.2	相亲数探求	54
2.6	素数	57
2.6.1	区间素数	57
2.6.2	孪生素数	60
2.6.3	梅森尼数	61
2.6.4	金蝉素数	63
2.6.5	可逆素数	65
2.6.6	合数世纪	66
第 3 章	数式集锦	69
3.1	逆序式	69
3.1.1	逆序积式	69
3.1.2	倍逆序式	71
3.2	优美等式	73
3.2.1	优美和式	73
3.2.2	优美乘积式	76
3.3	分数式	78
3.3.1	桥本分数式	78
3.3.2	埃及分数式	81
3.4	整数拆分	83
3.4.1	拆分为若干个正整数可重复之和	83
3.4.2	拆分为前若干个正整数不重复之和	87
3.4.3	拆分为若干个指定正整数不重复之和	89
3.5	分解质因数	92
3.6	数制转换	94
3.6.1	十进制转换为 p 进制	94
3.6.2	p 进制转换为 n 进制	97
第 4 章	数列与数阵	100
4.1	真分数递增序列	100
4.2	等差素数列	102
4.3	递推数列	104

4.3.1	斐波那契数列	104
4.3.2	幂序列	106
4.3.3	分数数列	107
4.3.4	双关系递推数列	109
4.3.5	复杂递推数列	111
4.4	寻求递推关系解题	113
4.4.1	汉诺塔	113
4.4.2	猴子爬山	116
4.4.3	粒子裂变	119
4.4.4	购票排队	121
4.5	杨辉三角形	122
4.6	矩阵运算	125
4.6.1	矩阵的和与转置	125
4.6.2	矩阵的积	126
4.7	方阵	128
4.7.1	折叠方阵	128
4.7.2	旋转方阵	129
4.8	幻方	132
4.8.1	n阶幻方	132
4.8.2	三阶素数幻方	134
4.8.3	4阶可逆素数方阵	136
第5章	数据处理	138
5.1	预测与判断	138
5.1.1	身高预测	138
5.1.2	体型判断	139
5.2	数据转化	140
5.2.1	分数化小数	140
5.2.2	金额大写	141
5.3	字符串处理	142
5.3.1	字符串逆序与纵列显示	142
5.3.2	字符串分类统计	144
5.3.3	求若干个字符串的最长公共子串	145
5.4	分类与统计	146
5.4.1	成绩分类统计	146
5.4.2	大奖赛现场统分	147
5.4.3	二组均分	149
5.5	数据表操作	152
5.5.1	记录位置交换与字段位置交换	152

5.5.2	让数据表自动填上排序名次	154
5.6	整数规则转化	156
5.6.1	$3x+1$ 转化	156
5.6.2	黑洞数	158
5.6.3	回文数	161
5.7	排列组合	165
5.7.1	排列实现	165
5.7.2	一类复杂排列探索	167
5.7.3	组合实现	170
5.7.4	允许重复的组合	173
5.8	报数处理	175
5.8.1	围圈循环报数	175
5.8.2	围圈报数中的无忧位与绝望位	177
5.8.3	列队顺逆报数	181
5.9	搜索计数	183
5.9.1	地图扫描	183
5.9.2	串正方形与串立方体统计	185
第 6 章	方程求解	188
6.1	解一元二次方程	188
6.1.1	水槽注水问题	188
6.1.2	一般一元二次方程求解	189
6.2	解一次方程组	190
6.2.1	鸡兔同笼	190
6.2.2	羊犬鸡兔问题	191
6.3	解一次不定方程(组)	192
6.3.1	数字魔术	192
6.3.2	百鸡问题	193
6.3.3	整币兑零	195
6.3.4	韩信点兵	198
6.4	解高次方程与超越方程	200
6.4.1	牛顿迭代法求解高次方程	200
6.4.2	符号判定法求解超越方程	201
6.5	水手分椰子	203
6.6	解佩尔方程	206
6.6.1	试值判别法求解	206
6.6.2	应用连分数求解	208
第 7 章	最值求解	213
7.1	条件最值	213

7.1.1	积最大的整数分解	213
7.1.2	平方和最大值	214
7.1.3	指数和最小值	216
7.2	函数最值	218
7.2.1	离散函数最值求解	218
7.2.2	连续函数最值求解	220
7.3	最优操作	221
7.3.1	数列压缩	221
7.3.2	删数字	222
7.4	几何最值	223
7.4.1	圆木漂流	223
7.4.2	智能甲虫	225
7.4.3	点的覆盖圆	227
7.5	背包问题	228
7.5.1	可拆背包问题	228
7.5.2	0/1 背包问题	230
7.6	最优路径搜索	232
7.6.1	点数值问题的最优路径	233
7.6.2	边数值问题的最优路径	236
7.7	矩形优化剪切	240
第 8 章	高精度计算	244
8.1	斐波那契序列与卢卡斯序列的高精度计算	245
8.2	高精度综合计算	248
8.2.1	分数的高精度计算	248
8.2.2	阶乘与幂的高精度计算	249
8.3	尾数前移求解	251
8.4	乘数探求	252
8.4.1	积为 n 个 1	252
8.4.2	积为 01 串	253
8.5	连写数	256
8.5.1	增连数	257
8.5.2	降连数	258
8.6	守形数	261
8.7	高精度开方	265
8.7.1	高精度开平方	265
8.7.2	高精度开立方	266
8.8	求圆周率 π	268

第 9 章 模拟与探索	271
9.1 均数奇观	271
9.2 操作模拟	272
9.2.1 翻币.....	272
9.2.2 洗牌.....	274
9.2.3 黑白棋子移动.....	276
9.2.4 泊松分酒.....	278
9.3 六六顺	280
9.4 RDB 刻度分布模型探索	285
9.4.1 古尺刻度探秘.....	286
9.4.2 RDB 尺刻度线性模型探索	288
9.4.3 RDB 环刻度线性模型探索	290
9.5 猜想验证	291
9.5.1 哥德巴赫猜想.....	292
9.5.2 多项式素数猜想.....	293
9.6 模拟取石子游戏	294
9.6.1 巴什游戏.....	294
9.6.2 外索夫游戏.....	296
9.7 环数链	298
9.7.1 n 环相亲数链	298
9.7.2 环素数.....	300
9.7.3 德布鲁金环序列.....	301
第 10 章 图表创建	306
10.1 常规数据表.....	306
10.1.1 九九乘法表.....	306
10.1.2 p 进制乘法表	307
10.1.3 平方根表.....	309
10.2 特定数据表.....	310
10.2.1 万年历.....	310
10.2.2 编制循环赛的“贝格尔”表.....	314
10.3 数字方螺线	316
10.4 模拟发扑克牌.....	320
10.4.1 发升级牌.....	320
10.4.2 发桥牌.....	321
10.5 曲线图案.....	323
10.5.1 人体生理三节律图.....	323
10.5.2 函数 $y = \sin(x)/x$ 图像	327

10.6	动态图案	328
10.6.1	大小形态变化的金字塔	328
10.6.2	转圈的梯形	332
10.6.3	上下相对移动的菱形	334
10.7	圆形图	336
10.7.1	奥运五环旗	336
10.7.2	填充相切圆	337
10.8	皇后问题图解	338
10.8.1	高斯八皇后问题的求解	338
10.8.2	m 个皇后控制 $n \times n$ 棋盘	343
10.9	小孔流水演示	348
附录 A C 语言语法提要		351
附录 B C 常用库函数		354
附录 C VFP 语法提要		357
附录 D VFP 常用函数		360
参考文献		364

第 1 章 基本和积计算

简单求和、求积计算作为程序设计的基础,从求解算法设计到程序实现不存在太多难点。我们着眼通过基本和积问题的计算求解培养良好的程序设计风格,掌握基本程序结构的建立与相应编程语句的应用技巧。

1.1 代 数 和

代数和通常表现为一些带符号的数据求和,关键要对各项符号的变化规律进行分析并在程序中体现各项的符号变化。我们先探讨不涉及符号变化的简单整数求和。

1.1.1 整数求和

对一组有规律的整数求和,如果和式中的第 k 项的通项公式明确为 $f(k)$,则在设置的求和 k 循环中,使用赋值语句 $s=s+f(k)$,把 $f(k)$ 累加到 s 中,即可实现求和。

1. 求和: $s=1+2+\dots+n$,其中正整数 n 从键盘输入。

解:这是求前 n 个正整数之和,和式中各项的通项明确为 $f(k)=k, k=1,2,\dots,n$ 。因而只要在设置的 k 循环中用 $s=s+k$ 即可实现求和。

1) 求和 C 程序设计

```
/* 求和 1+2+...+n c1111 */
#include <stdio.h>
void main()
{
    long k,n,s=0;
    printf("input n: ");
    scanf("%ld",&n);
    for(k=1;k<=n;k++)
        s= s+k;
    printf("s=1+2+...+%ld=%ld\n",n,s);
}
```

运行程序,输入 $n=2007$,得

$s=1+2+\dots+2007=2015028$

2) 几点说明

(1) 求 $1+2+\dots+n$,结果不可能是 $\frac{n(n+1)}{2}$ 这个公式,只能对某一个具体的 n 值(例如 2007),求出其相应的和值(例如 2015028)。

(2) 每一种高级语言计算的有效数字的位数有相应的规定,如果计算超出了变量的范

围或有效数字的位数,会导致错误结果。例如运行以上程序,输入 $n=20072008$,计算的 s 值超出 C 语言整形有效数字的位数限制而出错。

3) 求和 Visual FoxPro(简称为 VFP,下同)程序设计

```
* 求和 1+2+...+n f1112
set talk off
input [n=] to n
s=0
for k=1 to n
    s= s+k
endfor
? [s=],s
return
```

运行程序,输入 $n=20072008$,得

```
s=201442762612036
```

这一计算结果是准确的,因为其位数没有超过 VFP 有效数字位数的限制。

4) 程序变通

修改以上两个程序,实现求和 $s=m+(m+1)+\dots+n$,其中正整数 m,n 从键盘输入, $m<n$ 。

2. 求 $s=1+3+6+10+\dots$ (和式中的第 k 项为它的前一项加上 k)的前 100 项之和。

解:和式中各项的构成规律明确,但各项的通项公式并不明确。因而在求和的 k 循环中要先行应用 $t=t+k$ 求出第 k 项 t ,然后用 $s=s+t$ 实现求和累加。

1) 求和 C 程序设计

```
/* 求和 1+3+6+10+... c1113 */
#include <stdio.h>
void main()
{
    long k,n,t,s;
    t=0;s=0;
    printf("input n: ");
    scanf("%ld",&n);
    for(k=1;k<=n;k++)
        { t=t+k; /* 计算第 k 项 t */
          s=s+t; /* 把第 k 项 t 累加到和 s */
        }
    printf("s=1+3+6+...+%ld=%ld\n",t,s);
}
```

运行程序,输入 $n=100$,得

```
s=1+3+6+...+5050=171700
```

2) 实现更大范围的求和的 VFP 程序设计

```
* 求和 1+3+6+10+... f1114
```



```

set talk off
input [n=] to n
s=0
t=0
for k=1 to n
    t=t+k
    s=s+t
endfor
? [s=1+3+6+...+]+ltrim(str(t,10))+ [=]+ltrim(str(s,15))
return

```

运行程序,输入 n=10000,得

$s=1+3+6+\dots+50005000=166716670000$

3. 试求所有能被 7 整除且 3 个数字之和能被 7 整除的 3 位数之和。

解: 所求的 3 位数的通项并不明显,通常在穷举 3 位数的循环中,应用分支语句对所有 3 位数进行筛选,满足条件的实施累加求和。

设置穷举循环有以下两种选择。

1) 对 3 位数 m 设置一重循环,在循环体中分离 m 的 3 个数字。

```

* 求能被 7 整除且数字之和能被 7 整除的 3 位数之和 f1115
set talk off
s=0
for m=100 to 999
    a=int(m/100)
    b=int(m/10)%10
    c=m%10
    if m%7=0 and (a+b+c)%7=0
        s=s+m
    endif
endfor
? [s=],s
return

```

2) 对 3 位数的 3 个数字设置三重循环,在循环体中实施筛选。

```

* 求能被 7 整除且数字之和能被 7 整除的 3 位数之和 f1116
set talk off
s=0
for a=1 to 9
for b=0 to 9
for c=0 to 9
    m=a*100+b*10+c
    if m%7=0 and (a+b+c)%7=0
        s=s+m
    endif
endfor
endfor
endfor

```