

练习题

1.三角形边界值

1.问题分析

1.1.输入变量

三个float型变量：a b c， 用于表示三角形的三边

1.2.限定变量范围

规定三角形三边 a b c 均需在（0，100】范围内

1.3.输出变量

输出特定格式：“equilateral triangle”、“isosceles triangle”、“normal triangle”、“not a triangle”、“negative”、“can't be 0”、“exceed”

输出信息	备注
equilateral triangle	equilateral triangle
isosceles triangle	等腰三角形：“a == b or a == c or b == c”
normal triangle	普通三角形
not a triangle	不构成三角形：“not (a + b > c and a + c > b and b + c > a)”
negative	输入错误（小于零）：“a < 0 or b < 0 or c < 0”
can't be 0	输入错误（等于零）：“a == 0 or b == 0 or c == 0”
exceed	输入错误（超限）：“a > 100 or b > 100 or c > 100”

2.测试用例

- 基于单缺陷假设，使用弱健壮边界值分析（在原本基本边界值测试的基础上，加入健壮性测试）
- 需要考虑的值为：略低于最小值、最小值、略高于最小值、正常值、略低于最大值、最大值、略高于最大值
- 基本边界值测试：最小值、略高于最小值、正常值、略低于最大值、最大值
- 健壮边界值测试：略低于最小值、略高于最大值

则总测试用例个数为： $7n-(n-1) = 6n+1$ ，共19个

测试用例表格如下：

ID	a	b	c	Expected Output	Analysis Strategy
1	-2	50	50	edge A is negative	健壮边界值测试
2	0	49	51	edge A can't be 0	基本边界值测试
3	1	50	50	isosceles triangle	基本边界值测试
4	50	50	50	equilateral triangle	基本边界值测试
5	99	49	52	normal triangle	基本边界值测试
6	100	50	50	not a triangle	基本边界值测试
7	101	49	51	edge A exceed	健壮边界值测试
8	50	-1	49	edge B is negative	健壮边界值测试
9	49	0	49	edge B can't be 0	基本边界值测试
10	50	1	50	isosceles triangle	基本边界值测试
11	50	99	50	isosceles triangle	基本边界值测试
12	50	100	50	not a triangle	基本边界值测试
13	49	101	51	edge B exceed	健壮边界值测试
14	50	50	-1	edge C is negative	健壮边界值测试
15	50	50	0	edge C can't be 0	基本边界值测试
16	50	50	1	isosceles triangle	基本边界值测试
17	50	50	99	isosceles triangle	基本边界值测试
18	49	52	100	normal triangle	基本边界值测试
19	50	50	101	edge C exceed	健壮边界值测试

2.万年历边界值

1.问题分析

1.1.输入变量

三个整型变量：year、month、day，用于表示年、月、日

1.2.限定变量范围

- 对于year，规定范围为【2000，2100】
- 对于month，规定范围为【1，12】
- 对于day，规定大月和小月，大月为【1，31】；小月为【1，30】；二月比较特殊，闰年为【1，29】，平年为【1，28】

1.3.输出变量

输出变量为输入变量的后一天，同样用三个变量存储：ret_y / ret_m / ret_d

若存在输入错误，则会输出相应的提示信息：

年低于最小值："year is lower than 2000"；年超过最大值："year exceeded"

月低于最小值："month is lower than 1"；月高于最大值："month exceeded"

日低于最小值："day is lower than 1"；日高于最大值："day exceeded"

2.测试用例

2.1.边界值分析测试用例

由于万年历问题三个变量之间的联系，为多缺陷问题，需要进行最坏情况边界分析，而整体的笛卡尔积测试用例过多，这里仅添加了不同年月的二月、大月、小月测试

因此，总测试用例个数为： $7 \times 3 - (3 - 1) + 4 = 23$ 个

ID	year	month	day	Expected Output	Analysis Strategy
1	1999	5	20	year is lower than 2000	健壮性边界值分析
2	2000	5	20	2000/5/21	基本边界值分析
3	2001	5	50	2001/5/21	基本边界值分析
4	2045	6	28	2045/6/29	基本边界值分析
5	2099	7	31	2099/8/1	基本边界值分析
6	2100	3	16	2100/3/17	基本边界值分析
7	2101	2	19	year exceeded	健壮性边界值分析
8	2077	0	18	month is lower than 1	健壮性边界值分析
9	2077	1	25	2077/1/26	基本边界值分析

10	2077	2	21	2077/2/22	基本边界值分析
11	2077	11	29	2077/11/30	基本边界值分析
12	2077	12	15	2077/12/16	基本边界值分析
13	2077	14	21	month exceeded	健壮性边界值分析
14	2055	5	0	day is lower than 1	健壮性边界值分析
15	2055	5	1	2055/5/2	基本边界值分析
16	2055	5	3	2055/5/4	基本边界值分析
17	2055	5	30	2055/5/31	基本边界值分析
18	2055	5	31	2055/6/1	基本边界值分析
19	2055	5	32	day exceeded	健壮性边界值分析
20	2020	2	29	2020/3/1	最坏情况边界分析
21	2021	2	29	day exceeded	最坏情况边界分析
22	2077	5	31	2077/6/1	最坏情况边界分析
23	2077	4	31	day exceeded	最坏情况边界分析

3.年终考评边界值设计

讨论题：在一销售管理系统中，其中的一个模块负责对公司员工进行年终考评，考评综合考虑职工在公司工作时间长短（计年）、每年请假的次数（不能超过20天，20天以上，包括20天，则免于年终考评）、员工在公司的级别（分1，2，3，4，5个级别）及本年度的销售总额，考评的结果最高以5分计，公司成立于2000年初，该软件的设计使用周期到2035年底，请回答下列问题：

- (1) 用基本边界值的测试方法，一共有多少测试用例；最坏情况边界值有多少测试用例。
- (2) 根据健壮的边界值测试法，写出“工作时间长短”为非正常值情况下的测试用例。

测试用例的输入变量：

- 职工在公司工作时间长短
- 每年请假的次数
- 员工在公司的级别
- 员工本年度的销售总额

测试输出：考评分数（5分计）

(1).用基本边界值的测试方法

对于基本边界值测试，每一个变量都需要取：最小值、略高于最小值、中间值、略低于最大值、最大值五种取值，除选定变量外，其余变量需保持为中间值，因此每个变量都取中间值的情况会有重复，取其一即可。

总测试用例为 $5 \times 4 - (4 - 1) = 17$ 个

(1).最坏情况边界值测试方法

最坏情况基于多缺陷假设，即程序的失效是由于两个（或多个）变量值在其边界值附近取值共同引起的，对于每个变量，首先取包含最小值、略高于最小值、中间值、略低于最大值、最大值构成一个集合，然后对这些集合进行笛卡尔积。

就本题而言，总测试用例为 $5^4 = 625$ 个

(2).健壮的边界值测试法

首先确定变量定义域

规定：T = 职工在公司工作时间的长短

N = 每年请假的次数

L = 员工在公司的级别

S = 员工本年度的销售总额

定义域为：

- $0 \leq T \leq 35$

T为整数
- $0 \leq N \leq 19$

N为整数
- $0 \leq L \leq 5$

L为整数
- $S \geq 0$

S为实数

工作时间的长短为非正常值，健壮的边界值测试法中其余变量均为正常值，测试用例如下：

ID	参数1 (T)	参数2 (N)	参数3 (L)	参数4 (S)	Expect Output	Analysis Strategy
1	-1	9	3	50000	输入错误	健壮性边界分析
2	36	9	3	50000	输入错误	健壮性边界分析

4.电脑销售系统边界值

1.问题分析

1.1.输入变量

三个整型变量：host、monitor、peripheral，用于表示主机数、显示器数和外设数

1.2.限定变量范围

- 由于至少要卖出一台整机，因此三个值最小都为1
- 对于host，范围为[1, 70]
- 对于monitor，规定范围为[1, 80]
- 对于peripheral，规定范围为[1, 90]

1.3.输出变量

输出变量为浮点数表示的佣金值

若存在输入错误，则会输出相应的提示信息：

主机数低于最小值："host must be positive"；主机数超过最大值："host exceeded"

显示器数低于最小值："monitor must be positive"；显示器数高于最大值："monitor exceeded"

外设数低于最小值："peripheral must be positive"；外设数高于最大值："peripheral exceeded"

2.测试用例

虽然该问题可以对三个输入变量分别进行边界值分析，但从需求上看如果三个输入变量完全随机取值，销售额在1000以下和1000-1800的概率会非常低，对于这两种情况的测试就可能不充分，因此根据输出值进行边界值分析。

输出值由销售额决定，后者有三个区间：[100, 1000]、(1000, 1800]、(1800, 8200]，根据每个区间单独进行基本边界值分析并设计测试用例，例如第一个区间：

- min：就是三个值都为1
- mid：接近550的销售额（8，6，4=560元）
- max：接近1000的销售额（10，10，10=1000元，且也是下一个区间的min）
- min+：min的基础上某种设备+1
- max-：max的基础上某种设备-1

因此共有 $4 \times 3 + 1 = 13$ 个用例。

同时使用了健壮边界值分析，添加了三个输入变量超过或低于规定范围的用例作为补充。

ID	host	monitor	peripheral	Expected Output	Analysis Strategy

1	0	0	0	host must be positive	健壮边界值分析
2	1	0	0	monitor must be positive	健壮边界值分析
3	1	1	0	peripheral must be positive	健壮边界值分析
4	1	1	1	10	基本边界值分析
5	1	1	2	14.5	基本边界值分析
6	8	6	4	56	基本边界值分析
7	9	10	10	97.5	基本边界值分析
8	10	10	10	100	基本边界值分析
9	10	10	11	156.75	基本边界值分析
10	14	14	14	210	基本边界值分析
11	17	18	18	266.25	基本边界值分析
12	18	18	18	270	基本边界值分析
13	18	19	18	366	基本边界值分析
14	50	50	50	1000	基本边界值分析
15	69	80	90	1635	基本边界值分析
16	70	80	90	1640	基本边界值分析
17	71	80	90	host exceeded	健壮边界值分析
18	70	81	90	monitor exceeded	健壮边界值分析
19	70	80	91	peripheral exceeded	健壮边界值分析

5.电商平台边界值情况

测试某电商平台时，需要不同的参数，如商品价格、每页商品数、商家评价分数、商品价格、商品图片数、商品评价数、店铺商品数、商品名称长度、收藏数量、商品分类数、搜索联想栏条数、购物车内商品数等。

因为各变量的数值的上限和下限是有相关要求的，所以当输入超出规定时，需要进行相应的提示报错，在这里我们假定参数错误时输出-1，正常运行时输出0，这就要求我们在使用边界值法进行测试

时，要进行健壮性的边界值法测试，以测试当输入值适当低于下限、适当高于上限时系统的容错能力。

健壮性边界分析法基于“单缺陷”假设，即由于缺陷导致程序失效极少是由两个或者多个缺陷的同时作用而引起，而是单个变量在其边界值附近取值引起的。在每一个测试用例中，所有变量取正常值，而令其中一个变量取min、min+、nom、max-、max。

5.1.function level

考虑该电商系统存在这样一个方法，它根据用户输入的商品名称并查询匹配的商品，设用户输入的商品名称的长度为l，则l的取值为[0,100]

用健壮边界值测试方法设计测试用例为：

ID	商品名称长度	Expected Output	Analysis Strategy
1	-1	-1	健壮边界值分析法
2	0	0	基本边界值分析法
3	1	0	基本边界值分析法
4	12	0	基本边界值分析法
5	99	0	基本边界值分析法
6	100	0	基本边界值分析法
7	101	-1	健壮边界值分析法

5.2.class level

假设该电商系统中某个类负责根据各种筛选条件对搜索到的商品进行筛选过滤。测试所需的参数有商品价格a，收藏数量b，商品分类c，月销售量d。

其中：

$$\begin{aligned} 0 &\leq a \leq 100000000 \\ 0 &\leq b \leq 2147483647(2^{31} - 1) \\ 0 &\leq c \leq 100 \\ 0 &\leq d \leq 2147483647(2^{31} - 1) \end{aligned}$$

各变量的取值集合为：

- a:{-1,0,1,100,99999999,100000000,100000001}
- b:{-1,0,1,200,2147483646,2147483647,3000000000}
- c:{-1,0,1,50,99,100,101}

d:{-1,0,1,3000,2147483646,2147483647,2511110000}

根据健壮性边界分析，设计 **4*6+1=25** 个测试用例：

ID	商品价格a	收藏数量b	商品分类c	月销售量d	Expected Output	Analysis Strategy
1	100	200	50	3000	0	基本边界值分析法
2	-1	200	50	3000	-1	健壮边界值分析法
3	0	200	50	3000	0	基本边界值分析法
4	1	200	50	3000	0	基本边界值分析法
5	99999999	200	50	3000	0	基本边界值分析法
6	100000000	200	50	3000	0	基本边界值分析法
7	1000000001	200	50	3000	-1	健壮边界值分析法
8	100	-1	50	3000	-1	健壮边界值分析法
9	100	0	50	3000	0	基本边界值分析法
10	100	1	50	3000	0	基本边界值分析法
11	100	2147483646	50	3000	0	基本边界值分析法
12	100	2147483647	50	3000	0	基本边界值分析法
13	100	3000000000	50	3000	-1	健壮边界值分析法
14	100	200	-1	3000	-1	健壮边界值分析法
15	100	200	0	3000	0	基本边界值分析法
16	100	200	1	3000	0	基本边界值分析法
17	100	200	99	3000	0	基本边界值分析法
18	100	200	100	3000	0	基本边界值分析法
19	100	200	101	3000	-1	健壮边界值分析法

20	100	200	50	-1	-1	健壮边界值分析法
21	100	200	50	0	0	基本边界值分析法
22	100	200	50	1	0	基本边界值分析法
23	100	200	50	2147483646	0	基本边界值分析法
24	100	200	50	2147483647	0	基本边界值分析法
25	100	200	50	2511111000	-1	健壮边界值分析法

5.3.system level

对于系统测试，考虑如下两个变量：收藏数量x，购物车商品数y。

其中：

$0 \leq x \leq 2147483647$

各变量的取值集合为：

x:{-1,0,1,66,2147483646,2147483647,3000000000}

y:{-1,0,1,35,2147483646,2147483647,2511110000}

采用健壮性边界值，设计 **2*6+1=13** 个测试用例，如下表：

用例序号	收藏数量x	购物车商品数y	Expected Output	Analysis Strategy
1	66	35	0	基本边界值分析法
2	-1	35	-1	健壮边界值分析法
3	0	35	0	基本边界值分析法
4	1	35	0	基本边界值分析法
5	2147483646	35	0	基本边界值分析法
6	2147483647	35	0	基本边界值分析法
7	3000000000	35	-1	健壮边界值分析法
8	66	-1	-1	健壮边界值分析法
9	66	0	0	基本边界值分析法

10	66	1	0	基本边界值分析法
11	66	2147483646	0	基本边界值分析法
12	66	2147483647	0	基本边界值分析法
13	66	2511110000	-1	健壮边界值分析法

6.项目边界值设计

详见本项目文档《济票坊-单元测试计划》

7.电信收费问题

问题分析

输入变量

两个整型变量：minute、fail time，用于表示通话时间数，和本年度至本月累计逾期缴费次数

限定变量范围

- 对于minute，最大值为一个月可能的最多分钟数（ $31 \times 24 \times 60 = 44640$ ），范围为(0, 44640]
- 对于fail time，最大值为一年可能的最多逾期缴费次数（11），范围为[0, 11]

输出变量

输出变量为浮点数表示的话费值

若存在输入错误，则会输出相应的提示信息：

通话时间数低于最小值："minute can't be negative"；通话时间数超过最大值："minute exceeded"

fail time低于最小值："fail time can't be negative"；fail time高于最大值："fail time exceeded"

1.边界值

首先通话时间数有五个区间：(0, 60]、(60, 120]、(120, 180]、(180, 300]、(300, 44640]可以对每个区间进行基本边界值分析，分别得出五个值（前一个区间max = 后一个区间min）。

而fail time虽然只有[0, 11]一个区间，但根据通话时间数对应的最大容许不按时缴费次数（设为t），可以被分为[0, t]、(t, 11]两个区间，因此也可以对这两个区间分别进行基本边界值分析，分别得出五个值（前一个区间max = 后一个区间min）。

将这两个的取值做笛卡尔积，得出最坏情况边界分析的用例。同时再使用健壮最坏分析进行额外用例补充，不过所有正常情况在前面已经覆盖到，因此只关注两个变量的min-和max+两个值。

ID	Minute	FailTime	ExpectedOutput	Analysis Strategy
1	0	0	25	最坏情况边界分析
2	0	1	25	最坏情况边界分析
3	0	6	25	最坏情况边界分析
4	0	10	25	最坏情况边界分析
5	0	11	25	最坏情况边界分析
6	1	0	25.1485	最坏情况边界分析
7	1	1	25.1485	最坏情况边界分析
8	1	2	25.15	最坏情况边界分析
9	1	6	25.15	最坏情况边界分析
10	1	10	25.15	最坏情况边界分析
11	1	11	25.15	最坏情况边界分析
12	30	0	29.455	最坏情况边界分析
13	30	1	29.455	最坏情况边界分析
14	30	2	29.5	最坏情况边界分析
15	30	6	29.5	最坏情况边界分析
16	30	10	29.5	最坏情况边界分析
17	30	11	29.5	最坏情况边界分析
18	59	0	33.7615	最坏情况边界分析
19	59	1	33.7615	最坏情况边界分析
20	59	2	33.85	最坏情况边界分析
21	59	6	33.85	最坏情况边界分析
22	59	10	33.85	最坏情况边界分析
23	59	11	33.85	最坏情况边界分析
24	60	0	33.91	最坏情况边界分析
25	60	1	33.91	最坏情况边界分析

26	60	2	34	最坏情况边界分析
27	60	6	34	最坏情况边界分析
28	60	10	34	最坏情况边界分析
29	60	11	34	最坏情况边界分析
30	61	0	34.01275	最坏情况边界分析
31	61	1	34.01275	最坏情况边界分析
32	61	2	34.01275	最坏情况边界分析
33	61	3	34.15	最坏情况边界分析
34	61	7	34.15	最坏情况边界分析
35	61	10	34.15	最坏情况边界分析
36	61	11	34.15	最坏情况边界分析
37	90	0	38.2975	最坏情况边界分析
38	90	1	38.2975	最坏情况边界分析
39	90	2	38.2975	最坏情况边界分析
40	90	3	38.5	最坏情况边界分析
41	90	7	38.5	最坏情况边界分析
42	90	10	38.5	最坏情况边界分析
43	90	11	38.5	最坏情况边界分析
44	119	0	42.58225	最坏情况边界分析
45	119	1	42.58225	最坏情况边界分析
46	119	2	42.58225	最坏情况边界分析
47	119	3	42.85	最坏情况边界分析
48	119	7	42.85	最坏情况边界分析
49	119	10	42.85	最坏情况边界分析
50	119	11	42.85	最坏情况边界分析
51	120	0	42.73	最坏情况边界分析

52	120	1	42.73	最坏情况边界分析
53	120	2	42.73	最坏情况边界分析
54	120	3	43	最坏情况边界分析
55	120	7	43	最坏情况边界分析
56	120	10	43	最坏情况边界分析
57	120	11	43	最坏情况边界分析
58	121	0	42.787	最坏情况边界分析
59	121	1	42.787	最坏情况边界分析
60	121	2	42.787	最坏情况边界分析
61	121	3	42.787	最坏情况边界分析
62	121	4	43.15	最坏情况边界分析
63	121	7	43.15	最坏情况边界分析
64	121	10	43.15	最坏情况边界分析
65	121	11	43.15	最坏情况边界分析
66	150	0	47.05	最坏情况边界分析
67	150	1	47.05	最坏情况边界分析
68	150	2	47.05	最坏情况边界分析
69	150	3	47.05	最坏情况边界分析
70	150	4	47.5	最坏情况边界分析
71	150	7	47.5	最坏情况边界分析
72	150	10	47.5	最坏情况边界分析
73	150	11	47.5	最坏情况边界分析
74	179	0	51.313	最坏情况边界分析
75	179	1	51.313	最坏情况边界分析
76	179	2	51.313	最坏情况边界分析
77	179	3	51.313	最坏情况边界分析

78	179	4	51.85	最坏情况边界分析
79	179	7	51.85	最坏情况边界分析
80	179	10	51.85	最坏情况边界分析
81	179	11	51.85	最坏情况边界分析
82	180	0	51.46	最坏情况边界分析
83	180	1	51.46	最坏情况边界分析
84	180	2	51.46	最坏情况边界分析
85	180	3	51.46	最坏情况边界分析
86	180	4	52	最坏情况边界分析
87	180	7	52	最坏情况边界分析
88	180	10	52	最坏情况边界分析
89	180	11	52	最坏情况边界分析
90	181	0	51.47125	最坏情况边界分析
91	181	1	51.47125	最坏情况边界分析
92	181	2	51.47125	最坏情况边界分析
93	181	3	51.47125	最坏情况边界分析
94	181	4	52.15	最坏情况边界分析
95	181	7	52.15	最坏情况边界分析
96	181	10	52.15	最坏情况边界分析
97	181	11	52.15	最坏情况边界分析
98	240	0	60.1	最坏情况边界分析
99	240	1	60.1	最坏情况边界分析
100	240	2	60.1	最坏情况边界分析
101	240	3	60.1	最坏情况边界分析
102	240	4	61	最坏情况边界分析
103	240	7	61	最坏情况边界分析

104	240	10	61	最坏情况边界分析
105	240	11	61	最坏情况边界分析
106	299	0	68.72875	最坏情况边界分析
107	299	1	68.72875	最坏情况边界分析
108	299	2	68.72875	最坏情况边界分析
109	299	3	68.72875	最坏情况边界分析
110	299	4	69.85	最坏情况边界分析
111	299	7	69.85	最坏情况边界分析
112	299	10	69.85	最坏情况边界分析
113	299	11	69.85	最坏情况边界分析
114	300	0	68.875	最坏情况边界分析
115	300	1	68.875	最坏情况边界分析
116	300	2	68.875	最坏情况边界分析
117	300	3	68.875	最坏情况边界分析
118	300	4	70	最坏情况边界分析
119	300	7	70	最坏情况边界分析
120	300	10	70	最坏情况边界分析
121	300	11	70	最坏情况边界分析
122	301	0	68.7955	最坏情况边界分析
123	301	1	68.7955	最坏情况边界分析
124	301	3	68.7955	最坏情况边界分析
125	301	5	68.7955	最坏情况边界分析
126	301	6	68.7955	最坏情况边界分析
127	301	7	70.15	最坏情况边界分析
128	301	9	70.15	最坏情况边界分析
129	301	10	70.15	最坏情况边界分析

130	301	11	70.15	最坏情况边界分析
131	22470	0	3294.385	最坏情况边界分析
132	22470	1	3294.385	最坏情况边界分析
133	22470	3	3294.385	最坏情况边界分析
134	22470	5	3294.385	最坏情况边界分析
135	22470	6	3294.385	最坏情况边界分析
136	22470	7	3395.5	最坏情况边界分析
137	22470	9	3395.5	最坏情况边界分析
138	22470	10	3395.5	最坏情况边界分析
139	22470	11	3395.5	最坏情况边界分析
140	44639	0	6519.9745	最坏情况边界分析
141	44639	1	6519.9745	最坏情况边界分析
142	44639	3	6519.9745	最坏情况边界分析
143	44639	5	6519.9745	最坏情况边界分析
144	44639	6	6519.9745	最坏情况边界分析
145	44639	7	6720.85	最坏情况边界分析
146	44639	9	6720.85	最坏情况边界分析
147	44639	10	6720.85	最坏情况边界分析
148	44639	11	6720.85	最坏情况边界分析
149	44640	0	6520.12	最坏情况边界分析
150	44640	1	6520.12	最坏情况边界分析
151	44640	3	6520.12	最坏情况边界分析
152	44640	5	6520.12	最坏情况边界分析
153	44640	6	6520.12	最坏情况边界分析
154	44640	7	6721	最坏情况边界分析
155	44640	9	6721	最坏情况边界分析

156	44640	10	6721	最坏情况边界分析
157	44640	11	6721	最坏情况边界分析
158	-1	0	minute can't be negative	健壮最坏情况边界分析
159	44641	22470	minute exceeded	健壮最坏情况边界分析
160	0	-1	fail time can't be negative	健壮最坏情况边界分析
161	22470	44641	fail time exceeded	健壮最坏情况边界分析
162	-2	-3	minute can't be negative	健壮最坏情况边界分析
163	-4	50000	minute can't be negative	健壮最坏情况边界分析
164	60000	-100	minute exceeded	健壮最坏情况边界分析
165	70000	80000	minute exceeded	健壮最坏情况边界分析

2.等价类

根据输入信息，针对三个不同变量可以构造出不同的等价类：

对于变量T来说，划分出的等价类为：

$$T1 = \{ T \mid 0 \leq T \leq 60 \}$$

$$T2 = \{ T \mid 60 < T \leq 120 \}$$

$$T3 = \{ T \mid 120 < T \leq 180 \}$$

$$T4 = \{ T \mid 180 < T \leq 300 \}$$

$$T5 = \{ T \mid 300 < T \leq 44640 \}$$

无效等价类为

$$T6 = \{ T \mid T < 0 \}$$

$$T7 = \{ T \mid 44640 < T \}$$

对于变量C来说，划分出的等价类为：

$$C1 = \{ C \mid 0 \leq C \leq 1 \}$$

$$C2 = \{ C \mid 1 < C \leq 2 \}$$

$$C3 = \{ C \mid 2 < C < 3 \}$$

$$C4 = \{ C \mid 3 < C \leq 6 \}$$

$$C5 = \{ C \mid 6 < C \leq 11 \}$$

无效等价类为

$C6 = \{ C \mid C < 0 \}$

$C7 = \{ C \mid 11 < C \}$

本题我们基于强健壮等价类进行划分，共有49种

ID	Minute	FailTime	ExpectedOutput	Analysis Strategy
1	-1	-1	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
2	-1	0	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
3	-1	2	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
4	-1	3	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
5	-1	6	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
6	-1	11	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
7	-1	12	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
8	60	-1	fail time can't be negative	弱健壮等价类测试
9	60	0	33.91	弱一般等价类测试
10	60	2	34	弱一般等价类测试
11	60	3	34	弱一般等价类测试
12	60	6	34	弱一般等价类测试
13	60	11	34	弱一般等价类测试
14	60	12	fail time exceeded	弱健壮等价类测试
15	120	-1	fail time can't be negative	弱健壮等价类测试
16	120	0	42.73	弱一般等价类测试
17	120	2	42.73	弱一般等价类测试

18	120	3	43	弱一般等价类测试
19	120	6	43	弱一般等价类测试
20	120	11	43	弱一般等价类测试
21	120	12	fail time exceeded	弱健壮等价类测试
22	180	-1	fail time can't be negative	弱健壮等价类测试
23	180	0	51.46	弱一般等价类测试
24	180	2	51.46	弱一般等价类测试
25	180	3	51.46	弱一般等价类测试
26	180	6	52	弱一般等价类测试
27	180	11	52	弱健壮等价类测试

3.决策表

T	(0, 60]		(60, 120]		(120, 180]	
C	C<=1	C>1	C<=2	C>2	C<=3	C>3
Discount = 0		X		X		X
Discount = 1.0	X					
Discount = 1.5			X			
Discount = 2.0					X	
Discount = 2.5						
Discount = 3.0						

T	(180, 300]		>300	
C	C<=3	C>3	C<=6	C>6
Discount = 0		X		X
Discount = 1.0				

Discount = 1.5				
Discount = 2.0				
Discount = 2.5	X			
Discount = 3.0			X	

根据该决策表，每一列即为一个测试用例

ID	Minute	FailTime	ExpectedOutput	Analysis Strategy
1	30	1	29.455	决策表法
2	30	2	29.5	决策表法
3	90	2	38.2975	决策表法
4	90	3	38.5	决策表法
5	150	3	47.05	决策表法
6	150	4	47.5	决策表法
7	210	3	55.7125	决策表法
8	210	4	56.5	决策表法
9	350	6	75.925	决策表法
10	350	11	77.5	决策表法

4.最优用例集

在综合以上三种用例分析策略后，我们得出了以下最优用例集：

ID	Minute	FailTime	ExpectedOutput	Analysis Strategy
1	0	0	25	最坏情况边界分析
2	0	1	25	最坏情况边界分析
3	0	6	25	最坏情况边界分析
4	0	10	25	最坏情况边界分析
5	0	11	25	最坏情况边界分析

6	1	0	25.1485	最坏情况边界分析
7	1	1	25.1485	最坏情况边界分析
8	1	2	25.15	最坏情况边界分析
9	1	6	25.15	最坏情况边界分析
10	1	10	25.15	最坏情况边界分析
11	1	11	25.15	最坏情况边界分析
12	30	0	29.455	最坏情况边界分析
13	30	1	29.455	最坏情况边界分析
14	30	2	29.5	最坏情况边界分析
15	30	6	29.5	最坏情况边界分析
16	30	10	29.5	最坏情况边界分析
17	30	11	29.5	最坏情况边界分析
18	59	0	33.7615	最坏情况边界分析
19	59	1	33.7615	最坏情况边界分析
20	59	2	33.85	最坏情况边界分析
21	59	6	33.85	最坏情况边界分析
22	59	10	33.85	最坏情况边界分析
23	59	11	33.85	最坏情况边界分析
24	60	0	33.91	最坏情况边界分析
25	60	1	33.91	最坏情况边界分析
26	60	2	34	最坏情况边界分析
27	60	6	34	最坏情况边界分析
28	60	10	34	最坏情况边界分析
29	60	11	34	最坏情况边界分析
30	61	0	34.01275	最坏情况边界分析
31	61	1	34.01275	最坏情况边界分析

32	61	2	34.01275	最坏情况边界分析
33	61	3	34.15	最坏情况边界分析
34	61	7	34.15	最坏情况边界分析
35	61	10	34.15	最坏情况边界分析
36	61	11	34.15	最坏情况边界分析
37	90	0	38.2975	最坏情况边界分析
38	90	1	38.2975	最坏情况边界分析
39	90	2	38.2975	最坏情况边界分析
40	90	3	38.5	最坏情况边界分析
41	90	7	38.5	最坏情况边界分析
42	90	10	38.5	最坏情况边界分析
43	90	11	38.5	最坏情况边界分析
44	119	0	42.58225	最坏情况边界分析
45	119	1	42.58225	最坏情况边界分析
46	119	2	42.58225	最坏情况边界分析
47	119	3	42.85	最坏情况边界分析
48	119	7	42.85	最坏情况边界分析
49	119	10	42.85	最坏情况边界分析
50	119	11	42.85	最坏情况边界分析
51	120	0	42.73	最坏情况边界分析
52	120	1	42.73	最坏情况边界分析
53	120	2	42.73	最坏情况边界分析
54	120	3	43	最坏情况边界分析
55	120	7	43	最坏情况边界分析
56	120	10	43	最坏情况边界分析
57	120	11	43	最坏情况边界分析

58	121	0	42.787	最坏情况边界分析
59	121	1	42.787	最坏情况边界分析
60	121	2	42.787	最坏情况边界分析
61	121	3	42.787	最坏情况边界分析
62	121	4	43.15	最坏情况边界分析
63	121	7	43.15	最坏情况边界分析
64	121	10	43.15	最坏情况边界分析
65	121	11	43.15	最坏情况边界分析
66	150	0	47.05	最坏情况边界分析
67	150	1	47.05	最坏情况边界分析
68	150	2	47.05	最坏情况边界分析
69	150	3	47.05	最坏情况边界分析
70	150	4	47.5	最坏情况边界分析
71	150	7	47.5	最坏情况边界分析
72	150	10	47.5	最坏情况边界分析
73	150	11	47.5	最坏情况边界分析
74	179	0	51.313	最坏情况边界分析
75	179	1	51.313	最坏情况边界分析
76	179	2	51.313	最坏情况边界分析
77	179	3	51.313	最坏情况边界分析
78	179	4	51.85	最坏情况边界分析
79	179	7	51.85	最坏情况边界分析
80	179	10	51.85	最坏情况边界分析
81	179	11	51.85	最坏情况边界分析
82	180	0	51.46	最坏情况边界分析
83	180	1	51.46	最坏情况边界分析

84	180	2	51.46	最坏情况边界分析
85	180	3	51.46	最坏情况边界分析
86	180	4	52	最坏情况边界分析
87	180	7	52	最坏情况边界分析
88	180	10	52	最坏情况边界分析
89	180	11	52	最坏情况边界分析
90	181	0	51.47125	最坏情况边界分析
91	181	1	51.47125	最坏情况边界分析
92	181	2	51.47125	最坏情况边界分析
93	181	3	51.47125	最坏情况边界分析
94	181	4	52.15	最坏情况边界分析
95	181	7	52.15	最坏情况边界分析
96	181	10	52.15	最坏情况边界分析
97	181	11	52.15	最坏情况边界分析
98	240	0	60.1	最坏情况边界分析
99	240	1	60.1	最坏情况边界分析
100	240	2	60.1	最坏情况边界分析
101	240	3	60.1	最坏情况边界分析
102	240	4	61	最坏情况边界分析
103	240	7	61	最坏情况边界分析
104	240	10	61	最坏情况边界分析
105	240	11	61	最坏情况边界分析
106	299	0	68.72875	最坏情况边界分析
107	299	1	68.72875	最坏情况边界分析
108	299	2	68.72875	最坏情况边界分析
109	299	3	68.72875	最坏情况边界分析

110	299	4	69.85	最坏情况边界分析
111	299	7	69.85	最坏情况边界分析
112	299	10	69.85	最坏情况边界分析
113	299	11	69.85	最坏情况边界分析
114	300	0	68.875	最坏情况边界分析
115	300	1	68.875	最坏情况边界分析
116	300	2	68.875	最坏情况边界分析
117	300	3	68.875	最坏情况边界分析
118	300	4	70	最坏情况边界分析
119	300	7	70	最坏情况边界分析
120	300	10	70	最坏情况边界分析
121	300	11	70	最坏情况边界分析
122	301	0	68.7955	最坏情况边界分析
123	301	1	68.7955	最坏情况边界分析
124	301	3	68.7955	最坏情况边界分析
125	301	5	68.7955	最坏情况边界分析
126	301	6	68.7955	最坏情况边界分析
127	301	7	70.15	最坏情况边界分析
128	301	9	70.15	最坏情况边界分析
129	301	10	70.15	最坏情况边界分析
130	301	11	70.15	最坏情况边界分析
131	22470	0	3294.385	最坏情况边界分析
132	22470	1	3294.385	最坏情况边界分析
133	22470	3	3294.385	最坏情况边界分析
134	22470	5	3294.385	最坏情况边界分析
135	22470	6	3294.385	最坏情况边界分析

136	22470	7	3395.5	最坏情况边界分析
137	22470	9	3395.5	最坏情况边界分析
138	22470	10	3395.5	最坏情况边界分析
139	22470	11	3395.5	最坏情况边界分析
140	44639	0	6519.9745	最坏情况边界分析
141	44639	1	6519.9745	最坏情况边界分析
142	44639	3	6519.9745	最坏情况边界分析
143	44639	5	6519.9745	最坏情况边界分析
144	44639	6	6519.9745	最坏情况边界分析
145	44639	7	6720.85	最坏情况边界分析
146	44639	9	6720.85	最坏情况边界分析
147	44639	10	6720.85	最坏情况边界分析
148	44639	11	6720.85	最坏情况边界分析
149	44640	0	6520.12	最坏情况边界分析
150	44640	1	6520.12	最坏情况边界分析
151	44640	3	6520.12	最坏情况边界分析
152	44640	5	6520.12	最坏情况边界分析
153	44640	6	6520.12	最坏情况边界分析
154	44640	7	6721	最坏情况边界分析
155	44640	9	6721	最坏情况边界分析
156	44640	10	6721	最坏情况边界分析
157	44640	11	6721	最坏情况边界分析
158	-1	0	minute can't be negative	健壮最坏情况边界分析
159	44641	22470	minute exceeded	健壮最坏情况边界分析
160	0	-1	fail time can't be negative	健壮最坏情况边界分析

161	22470	44641	fail time exceeded	健壮最坏情况边界分析
162	-2	-3	minute can't be negative	健壮最坏情况边界分析
163	-4	50000	minute can't be negative	健壮最坏情况边界分析
164	60000	-100	minute exceeded	健壮最坏情况边界分析
165	70000	80000	minute exceeded	健壮最坏情况边界分析
166	30	1	29.455	决策表法
167	30	2	29.5	决策表法
168	90	2	38.2975	决策表法
169	90	3	38.5	决策表法
170	150	3	47.05	决策表法
171	150	4	47.5	决策表法
172	210	3	55.7125	决策表法
173	210	4	56.5	决策表法
174	350	6	75.925	决策表法
175	350	11	77.5	决策表法
176	-1	-1	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
177	-1	0	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
178	-1	2	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
179	-1	3	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
180	-1	6	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
181	-1	11	minute can't be negative	弱健壮等价类测试
182	-1	12		弱健壮等价类测试

			minute can't be negative	
183	60	-1	fail time can't be negative	弱健壮等价类测试
184	60	0	33.91	弱一般等价类测试
185	60	2	34	弱一般等价类测试
186	60	3	34	弱一般等价类测试
187	60	6	34	弱一般等价类测试
188	60	11	34	弱一般等价类测试
189	60	12	fail time exceeded	弱健壮等价类测试
190	120	-1	fail time can't be negative	弱健壮等价类测试
191	120	0	42.73	弱一般等价类测试
192	120	2	42.73	弱一般等价类测试
193	120	3	43	弱一般等价类测试
194	120	6	43	弱一般等价类测试
195	120	11	43	弱一般等价类测试
196	120	12	fail time exceeded	弱健壮等价类测试
197	180	-1	fail time can't be negative	弱健壮等价类测试
198	180	0	51.46	弱一般等价类测试
199	180	2	51.46	弱一般等价类测试
200	180	3	51.46	弱一般等价类测试
201	180	6	52	弱一般等价类测试
202	180	11	52	弱健壮等价类测试

8.数据包等价类设计

A:

- 有效等价类：{ 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, 0101, 0110, 0111, 1000, 1001 }（共10个有效等价类，对应10种包类型）

- 无效等价类：除上述10种以外的所有4位二进制组合（例如：1010, 1011, 1100, ...）

B:

- 有效等价类：{ $B | 0 \leq B \leq 2^{64} - 1, B \in Z$ }

- 无效等价类：{ $B | B > 2^{64} - 1, B \in Z$ }

C:

- 有效等价类：“现金查询”，“支票查询”，“存款”，“取款”（共4个有效等价类）

- 无效等价类：除上述四种以外的任何字符串

D:

- 有效等价类：{ $D | 100 \leq D \leq 999, D \in Z$ }

- 无效等价类：{ $D | D > 999, D \in Z$ }, { $D | D < 100, D \in Z$ }

E:

- 有效等价类：{ $E | 200 \leq E \leq 500, E \in Z$ }, { $E | 600 \leq E \leq 900, E \in Z$ }

- 无效等价类：{ $E | E < 200, E \in Z$ }, { $E | 500 < E < 600, E \in Z$ }, { $E | E > 900, E \in Z$ }

F: 有效等价类:

- 任何六位字符串（例如：abcdef, 123456等）

- 无效等价类：长度不等于6的字符串，或者包含非法字符的字符串

G: 保留位没有特定需求，故不分析等价类

强一般等价类测试需要所有可能的等价类，这些不同变量取值构成的集合的笛卡尔积中的每个元素就对应一个强一般等价类的测试用例的输入。所以，强一般等价类的个数为

$10 \times 1 \times 4 \times 1 \times 2 \times 1 = 80$ 个。

9.三角形等价类

1.问题分析

1.1.输入变量

三个float型变量：a b c，用于表示三角形的三边

1.2.限定变量范围

规定三角形三边 a b c 均需在（0，100】范围内

1.3.输出变量

输出特定格式：“equilateral triangle”、“isosceles triangle”、“normal triangle”、“not a triangle”、“negative”、“can't be 0”、“exceed”

输出信息	备注
equilateral triangle	equilateral triangle
isosceles triangle	等腰三角形：“a == b or a == c or b == c”
normal triangle	普通三角形
not a triangle	不构成三角形：“not (a + b > c and a + c > b and b + c > a)”
negative	输入错误（小于零）：“a < 0 or b < 0 or c < 0”
can't be 0	输入错误（等于零）：“a == 0 or b == 0 or c == 0”
exceed	输入错误（超限）：“a > 100 or b > 100 or c > 100”

2.测试用例

基于弱一般等价类测试

输出结果为：“equilateral triangle”、“isosceles triangle”、“normal triangle”、“not a triangle”

“not a triangle” 中还包括 “negative”、“can't be 0”、“exceed”

划分等价类如下：

- D1 = {{a,b,c}|三条边a,b,c构成的等边三角形}
- D2 = {{a,b,c}|三条边a,b,c构成的非等边等腰三角形}
- D3 = {{a,b,c}|三条边a,b,c构成的非等边非等腰的一般三角形}
- D4 = {{a,b,c}|三条边a,b,c不构成三角形}

由于取值范围为 (0，100]，对于每个变量，补充弱健壮测试用例：略低于最小值、最小值、略高于最大值

于是，总测试用例个数为 4+3*3=13

综上所述，测试用例表格如下：

ID	a	b	c	Expected Output	Analysis Strategy
1	25	25	25	equilateral triangle	弱一般等价类测试
2	62	62	50	isosceles triangle	弱一般等价类测试

3	9	10	11	normal triangle	弱一般等价类测试
4	25	20	50	not a triangle	弱一般等价类测试
5	-1	70	40	edge A is negative	弱健壮等价类测试
6	0	25	25	edge A can't be 0	弱健壮等价类测试
7	101	50	45	edge A exceed	弱健壮等价类测试
8	25	-1	30	edge B is negative	弱健壮等价类测试
9	50	0	45	edge B can't be 0	弱健壮等价类测试
10	46	101	58	edge B exceed	弱健壮等价类测试
11	50	49	-1	edge C is negative	弱健壮等价类测试
12	25	30	0	edge C can't be 0	弱健壮等价类测试
13	60	75	101	edge C exceed	弱健壮等价类测试

10.万年历等价类

年的等价类

- 有效等价类：
 - a. 2000-2100年中的平年
 - b. 2000-2100年中的闰年
- 无效等价类：
 - a. 小于2000年
 - b. 大于2100年

月的等价类

- 有效等价类：
 - a. 不包括12月的含31天的月份（1、3、5、7、8、10）
 - b. 含30天的月份（4、6、9、11）
 - c. 闰年的2月
 - d. 平年的2月
 - e. 12月
- 无效等价类：

a. 大于12

b. 小于1

日的等价类

- 有效等价类：

a. 1-27

b. 28

c. 29

d. 30

e. 31

- 无效等价类：

a. 大于31

b. 小于1

c. 当月最大天数小于31时输入31

d. 当月最大天数小于30时输入30

e. 当月最大天数小于29时输入29

测试样例

我们将基于上述等价类构建测试用例，确保覆盖所有的强健壮等价类：

1. 合法日期：

- 2000年中的平年：2023, 1, 15 -> 2023/1/15

- 2000年中的闰年：2024, 2, 29 -> 2024/2/29

2. 非法年份：

- 小于2000年：1899, 12, 31 -> Illegal years

- 大于2100年：2101, 5, 13 -> year is exceeded

3. 非法月份：

- 大于12：2024, 13, 15 -> Illegal months

- 小于1：2024, 0, 15 -> Illegal months

4. 非法日期：

- 大于31：2024, 5, 32 -> Illegal days

- 小于1：2023, 1, -1 -> Illegal days

- 当月最大天数小于31时输入31：2024, 4, 31 -> The date does not match the month

- 当月最大天数小于30时输入30：2024, 2, 30 -> The date does not match the month
- 当月最大天数小于29时输入29：2023, 2, 29 -> The date does not match the month

ID	year	month	day	Expected Output	Analysis Strategy
1	2024	5	15	2024/5/16	弱一般等价类
2	-1	5	15	year is lower than 2000	弱健壮等价类
3	2024	13	15	month exceeded	弱健壮等价类
4	2024	5	32	day exceeded	弱健壮等价类
5	20	5	1	year is lower than 2000	弱健壮等价类
6	2023	3	1	2023/3/2	弱健壮等价类
7	2023	4	1	2023/4/2	弱健壮等价类
8	2024	2	29	2024/3/1	弱一般等价类
9	2023	2	29	day exceeded	弱一般等价类
10	1899	12	31	year is lower than 2000	弱一般等价类
11	2101	5	13	year exceeded	弱一般等价类

11.万年历决策表

决策表的构建步骤

1. 列出所有条件：

- 年的合法性（年是否在2000到2100之间）
- 月的合法性（是否是1到12之间的月份）
- 日的合法性（是否是该月的有效日期）

2. 列出所有动作：

- 返回格式化后的日期
- 返回非法年份的错误信息
- 返回非法月份的错误信息
- 返回非法日期的错误信息
- 返回日期与月份不匹配的错误信息

3. 组合条件和动作：

- 为每个条件组合列出相应的动作

Y								Y1			Y2		
M	M2		M3			M4							
D	D-4	D5	D1-3	D4	D5	D1-4	D5	D1	D2	D3-5	D1-2	D3	D4-5
跨年							X						
跨月		X		X			X		X			X	
不跨	X		X			X		X			X		
非法					X					X			X

Y1={y是平年}Y2={ (y mod 4=&y mod 100! =0) or (y mod 400=0) }

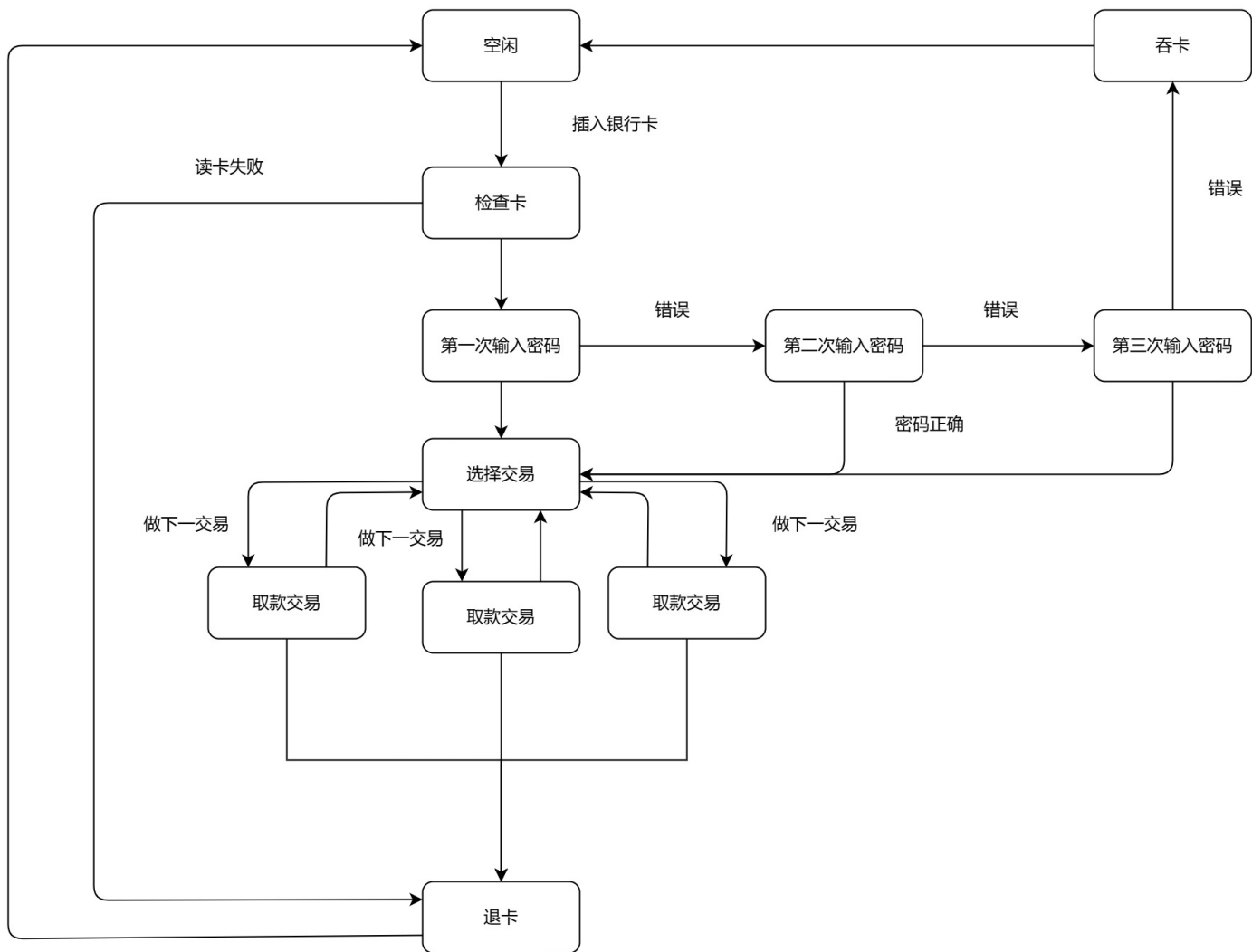
M1={2}M2={1, 3, 5, 7, 8, 10}M3={4, 6, 9, 11}M4={12}

D1={1~27}D2={28}D3={29}D4={30}D5={31}

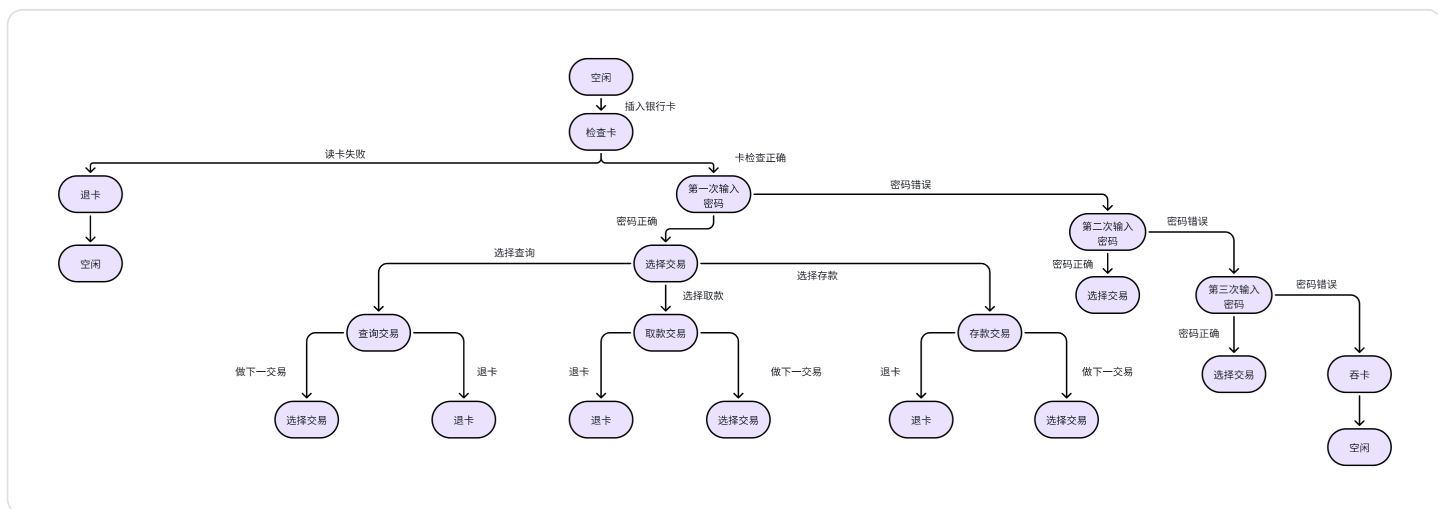
ID	year	month	day	Expected Output	Analysis Strategy
1	2024	2	29	2024/3/1	决策表法
2	2023	1	31	2023/2/1	决策表法
3	2024	2	30	day exceeded	决策表法
4	2023	2	29	day exceeded	决策表法
5	2024	4	31	day exceeded	决策表法
6	2024	13	2	month exceeded	决策表法
7	-1	1	30	year is lower than 2000	决策表法
8	2023	1	-1	day is lower than 1	决策表法
9	2100	12	31	2101/1/1	决策表法
10	1899	12	31	year is lower than 2000	决策表法

12.ATM机State Transition

- State transition diagram



Transition tree



测试用例设计

用例编号	路径
R1	空闲->检查卡->退卡->空闲
R2	空闲->检查卡->第一次输入密码->选择交易->查询交易->退卡

R3	空闲->检查卡->第一次输入密码->选择交易->查询交易->选择交易
R4	空闲->检查卡->第一次输入密码->选择交易->取款交易->退卡
R5	空闲->检查卡->第一次输入密码->选择交易->取款交易->选择交易
R6	空闲->检查卡->第一次输入密码->选择交易->存款交易->退卡
R7	空闲->检查卡->第一次输入密码->选择交易->存款交易->选择交易
R8	空闲->检查卡->第一次输入密码->第二次输入密码->选择交易
R9	空闲->检查卡->第一次输入密码->第二次输入密码->第三次输入密码->选择交易
R10	空闲->检查卡->第一次输入密码->第二次输入密码->第三次输入密码->吞卡->空闲

13.ERP系统主备选流设计

经过分析，基本流和备选流如下：

分类	说明
基本流	<ul style="list-style-type: none">根据销售合同分析计划需求并进行MPS计算可用库存无法满足销售需求无可用库存制定主生产计划并进行MRP计算可用库存无法满足生产需求列出计划请购单、计划采购订单并制定采购订单到货后进行处理并进行质检质检合格，采购入库计划生产订单，进行车间作业计划和生产工序管理进行完工处理。若有工序转移，完成后再进行完工处理。然后进行生产质检质检合格，生产入库进行销售发货管理货物发完，进行合同结案
备选流1	<ul style="list-style-type: none">可用库存已满足销售需求直接进行销售发货管理
备选流2	<ul style="list-style-type: none">有可用库存可用库存部分进行销售发货管理，其余缺少部分制定主生产计划并进行MRP计算

用例编号	场景	产品需求	产品库存	材料需求	材料库存	采购质检合格	生产质检合格	发货完成	预期结果
1	场景1	V	V	V	V	V	V	V	合同结案
2	场景2	V	I	n/a	n/a	n/a	n/a	V	直接进行销售发货管理
3	场景3	V	I	V	V	V	V	V	可用库存部分进行销售发货管理，其余缺少部分制定主生产计划并进行MRP计算
4	场景4	V	I	V	I	n/a	V	V	直接进行计划生产订单，进行车间作业计划和生产工序管理
5	场景5	V	V	V	V	I	V	V	制定采购退货单并返回制定计划采购订单
6	场景6	V	V	V	V	V	I	V	可返工部分制定返工计划后返回生产工序管理，若产生废品则需返回计划需求
7	场景7	V	V	V	V	V	V	I	返回销售发货管理，将剩余货物发送
8	场景8	V	I	V	V	V	V	I	可用库存部分进行销售发货管理，其余缺少部分制定主生产计划并进行MRP计算。将剩余货物发送
9	场景9	V	V	V	V	I	I	V	质检合格部分制定采购退货单并返回制定计划采购订单；质检不合格部分可返工部分制定返工计划后返回生产工序管理，若产生废品则需返回计划需求
10	场景10	V	V	V	I	n/a	I	V	直接进行计划生产订单，进行车间作业计划和生产工序管理。可返工部分制定返工计划后返回生产工序管理，若产生废品则需返回计划需求

14.数据包正交表设计

接口包的类型：正常交易包、查询包、退货包、换货包、部分退货包、部分换货包；

涉及的商品种类：1、2、3、4、5、6；

支付类型：系统账户余额支付、货到付款、工行账户支付、农行账户支付、建行账户支付、交行账户支付、邮储账户支付、礼品卡支付；

发票类型：日用品、电脑配件、鞋、帽、家电、服装、电脑、ipad、手机、化妆品、食品、其他；

支付金额：货到付款无限制、银行支付不能超出最大限额2万、系统账户余额支付不能超出余额；

订单状态：正在处理、正在送货、处理完成、订单取消。

因素数：6个

正交表最少行数： $2 \times (6-1) + (8-1) + (12-1) + (3-1) + (4-1) + 1 = 34$ 行

但是找不到对应的正交表，因此采用正交表如下：

ID	接口包的类型	涉及的商品种类	支付类型	发票类型	支付金额	订单状态	Analysis Strategy
1	0	0	0	0	0	0	正交实验法
2	1	1	1	0	1	1	正交实验法
3	2	2	2	0	2	2	正交实验法
4	1	2	0	1	0	3	正交实验法
5	0	3	1	1	1	2	正交实验法
6	3	0	2	1	2	1	正交实验法
7	2	1	0	2	1	0	正交实验法
8	3	2	1	2	0	0	正交实验法
9	0	4	2	2	2	3	正交实验法
10	3	3	0	3	2	1	正交实验法
11	2	0	1	3	1	3	正交实验法
12	1	5	2	3	0	0	正交实验法
13	1	3	3	4	2	0	正交实验法
14	2	4	4	4	0	1	正交实验法
15	3	1	5	4	0	2	正交实验法
16	4	2	6	4	1	1	正交实验法
17	3	4	3	5	1	2	正交实验法

18	4	1	4	5	2	3	正交实验法
19	5	3	5	5	0	0	正交实验法
20	4	5	3	6	0	1	正交实验法
21	5	0	4	6	1	2	正交实验法
22	0	5	5	6	2	3	正交实验法
23	1	4	5	7	1	2	正交实验法
24	5	5	6	7	2	3	正交实验法
25	0	1	7	7	0	1	正交实验法
26	3	5	6	8	1	2	正交实验法
27	4	3	7	8	2	3	正交实验法
28	5	4	0	8	0	0	正交实验法
29	0	0	6	9	0	0	正交实验法
30	5	2	7	9	1	2	正交实验法
31	4	4	0	9	2	2	正交实验法
32	4	0	1	10	2	0	正交实验法
33	5	1	2	10	1	1	正交实验法
34	0	2	3	10	0	3	正交实验法
35	1	2	4	11	2	0	正交实验法
36	2	3	5	11	0	1	正交实验法
37	3	5	7	11	1	3	正交实验法
38	2	4	7	0	~2	0	正交实验法
39	5	1	3	0	~2	3	正交实验法
40	2	5	3	1	~1	0	正交实验法
41	1	3	4	2	~0	2	正交实验法
42	4	0	5	2	~1	1	正交实验法
43	0	1	4	3	~1	2	正交实验法

44	5	5	1	4	~2	3	正交实验法
45	1	0	2	5	~0	1	正交实验法
46	4	3	2	6	~1	0	正交实验法
47	3	0	4	7	~2	0	正交实验法
48	0	2	1	8	~0	1	正交实验法
49	1	1	5	9	~2	3	正交实验法
50	2	3	6	9	~0	1	正交实验法
51	1	4	6	10	~2	2	正交实验法
52	4	1	0	11	~0	2	正交实验法
53	3	3	7	0	~0	~3	正交实验法
54	4	5	4	0	~1	~1	正交实验法
55	5	4	7	1	~0	~1	正交实验法
56	4	2	5	1	~2	~0	正交实验法
57	1	5	7	2	~2	~2	正交实验法
58	4	4	3	3	~0	~3	正交实验法
59	5	2	6	3	~2	~0	正交实验法
60	0	5	0	4	~1	~3	正交实验法
61	2	5	1	5	~2	~2	正交实验法
62	0	1	6	5	~1	~0	正交实验法
63	2	0	7	6	~0	~3	正交实验法
64	1	4	1	6	~2	~1	正交实验法
65	2	2	3	7	~1	~2	正交实验法
66	4	3	0	7	~0	~1	正交实验法
67	1	0	3	8	~1	~2	正交实验法
68	2	1	2	8	~2	~3	正交实验法
69	3	5	2	9	~1	~0	正交实验法

70	3	3	4	10	~1	~3	正交实验法
71	2	5	7	10	~0	~0	正交实验法
72	0	4	2	11	~1	~2	正交实验法
73	5	0	3	11	~2	~1	正交实验法
74	3	1	6	6	~0	~2	正交实验法
75	~0	1	6	1	~2	~3	正交实验法
76	5	~3	3	2	~1	~1	正交实验法
77	~0	0	2	4	~0	~2	正交实验法
78	~3	2	0	5	~2	~1	正交实验法
79	~0	2	0	6	~1	~0	正交实验法
80	~0	~3	5	0	~0	~2	正交实验法
81	~5	~4	4	1	~0	~2	正交实验法
82	~4	~4	6	2	~0	~3	正交实验法
83	~3	~4	5	3	~1	~1	正交实验法
84	~0	~0	7	3	~2	~2	正交实验法
85	~1	~1	7	4	~1	~0	正交实验法
86	~4	~2	7	5	~1	~3	正交实验法
87	~4	~1	1	7	~0	~0	正交实验法
88	~5	~3	2	7	~1	~3	正交实验法
89	~0	~5	4	8	~0	~1	正交实验法
90	~2	~0	5	8	~1	~0	正交实验法
91	~3	~4	1	9	~0	~3	正交实验法
92	~0	~1	3	9	~2	~1	正交实验法
93	~1	~0	0	10	~2	~2	正交实验法
94	~5	~2	5	10	~1	~1	正交实验法
95	~5	~3	1	11	~2	~0	正交实验法

96	~1	~0	6	11	~1	~3	正交实验法
97	~4	~4	6	0	~1	~0	正交实验法
98	~2	~2	4	9	~1	~3	正交实验法

由此我们可以得出正交表如下：

ID	接口包的类型	涉及的商品种类	支付类型	发票类型	支付金额	订单状态	Analysis Strategy
1	正常交易包	1	系统账户余额支付	日用品	货到付款 无限制	正在处理	正交实验法
2	查询包	2	货到付款	日用品	银行支付 不能超出 最大限额2万	正在送货	正交实验法
3	退货包	3	工行账户支付	日用品	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	处理完成	正交实验法
4	查询包	3	系统账户 余额支付	电脑配件	货到付款 无限制	订单取消	正交实验法
5	正常交易包	4	货到付款	电脑配件	银行支付 不能超出 最大限额2万	处理完成	正交实验法
6	换货包	1	工行账户 支付	电脑配件	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	正在送货	正交实验法
7	退货包	2	系统账户 余额支付	鞋	银行支付 不能超出 最大限额2万	正在处理	正交实验法
8	换货包	3	货到付款	鞋	货到付款 无限制	正在处理	正交实验法
9		5		鞋		订单取消	正交实验法

	正常交易包		工行账户支付		系统账户 余额支 付 不能超出 余额		
10	换货包	4	系统账户 余额支付	帽	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	正在送货	正交实验法
11	退货包	1	货到付款	帽	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	订单取消	正交实验法
12	查询包	6	工行账户 支付	帽	货到付款 无限制	正在处理	正交实验法
13	查询包	4	农行账户 支付	家电	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	正在处理	正交实验法
14	退货包	5	建行账户 支付	家电	货到付款 无限制	正在送货	正交实验法
15	换货包	2	交行账户 支付	家电	货到付款 无限制	处理完成	正交实验法
16	部分退货包	3	邮储账户 支付	家电	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	正在送货	正交实验法
17	换货包	5	农行账户 支付	服装	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	处理完成	正交实验法
18	部分退货包	2	建行账户 支付	服装	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	订单取消	正交实验法
19	部分换货包	4	交行账户 支付	服装	货到付款 无限制	正在处理	正交实验法
20		6		电脑		正在送货	正交实验法

	部分退货包		农行账户支付		货到付款无限制		
21	部分换货包	1	建行账户支付	电脑	银行支付不能超出 最大限额2万	处理完成	正交实验法
22	正常交易包	6	交行账户支付	电脑	系统账户余额支 付 不能超出余额	订单取消	正交实验法
23	查询包	5	交行账户支付	ipad	银行支付不能超出 最大限额2万	处理完成	正交实验法
24	部分换货包	6	邮储账户支付	ipad	系统账户余额支 付 不能超出余额	订单取消	正交实验法
25	正常交易包	2	礼品卡支付	ipad	货到付款无限制	正在送货	正交实验法
26	换货包	6	邮储账户支付	手机	银行支付不能超出 最大限额2万	处理完成	正交实验法
27	部分退货包	4	礼品卡支付	手机	系统账户余额支 付 不能超出余额	订单取消	正交实验法
28	部分换货包	5	系统账户余额支付	手机	货到付款无限制	正在处理	正交实验法
29	正常交易包	1	邮储账户支付	化妆品	货到付款无限制	正在处理	正交实验法
30	部分换货包	3	礼品卡支付	化妆品	银行支付不能超出 最大限额2万	处理完成	正交实验法
31		5		化妆品		处理完成	正交实验法

	部分退货包		系统账户 余额支付		系统账户 余额支 付 不能超出 余额		
32	部分退货包	1	货到付款	食品	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	正在处理	正交实验法
33	部分换货包	2	工行账户 支付	食品	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	正在送货	正交实验法
34	正常交易包	3	农行账户 支付	食品	货到付款 无限制	订单取消	正交实验法
35	查询包	3	建行账户 支付	其他	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	正在处理	正交实验法
36	退货包	4	交行账户 支付	其他	货到付款 无限制	正在送货	正交实验法
37	换货包	6	礼品卡支 付	其他	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	订单取消	正交实验法
38	退货包	5	礼品卡支 付	日用品	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	正在处理	正交实验法
39	部分换货包	2	农行账户 支付	日用品	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	订单取消	正交实验法
40	退货包	6	农行账户 支付	电脑配件	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	正在处理	正交实验法
41	查询包	4	建行账户 支付	鞋	货到付款 无限制	处理完成	正交实验法

42	部分退货包	1	交行账户支付	鞋	银行支付不能超出 最大限额2万	正在送货	正交实验法
43	正常交易包	2	建行账户支付	帽	银行支付不能超出 最大限额2万	处理完成	正交实验法
44	部分换货包	6	货到付款	家电	系统账户余额支 付 不能超出余额	订单取消	正交实验法
45	查询包	1	工行账户支付	服装	货到付款 无限制	正在送货	正交实验法
46	部分退货包	4	工行账户支付	电脑	银行支付不能超出 最大限额2万	正在处理	正交实验法
47	换货包	1	建行账户支付	ipad	系统账户余额支 付 不能超出余额	正在处理	正交实验法
48	正常交易包	3	货到付款	手机	货到付款 无限制	正在送货	正交实验法
49	查询包	2	交行账户支付	化妆品	系统账户余额支 付 不能超出余额	订单取消	正交实验法
50	退货包	4	邮储账户支付	化妆品	货到付款 无限制	正在送货	正交实验法
51	查询包	5	邮储账户支付	食品	系统账户余额支 付 不能超出余额	处理完成	正交实验法
52	部分退货包	2	系统账户余额支付	其他	货到付款 无限制	处理完成	正交实验法

53	换货包	4	礼品卡支付	日用品	货到付款 无限制	订单取消	正交实验法
54	部分退货包	6	建行账户支付	日用品	银行支付 不能超出 最大限额2万	正在送货	正交实验法
55	部分换货包	5	礼品卡支付	电脑配件	货到付款 无限制	正在送货	正交实验法
56	部分退货包	3	交行账户支付	电脑配件	系统账户 余额支付 不能超出 余额	正在处理	正交实验法
57	查询包	6	礼品卡支付	鞋	系统账户 余额支付 不能超出 余额	处理完成	正交实验法
58	部分退货包	5	农行账户支付	帽	货到付款 无限制	订单取消	正交实验法
59	部分换货包	3	邮储账户支付	帽	系统账户 余额支付 不能超出 余额	正在处理	正交实验法
60	正常交易包	6	系统账户 余额支付	家电	银行支付 不能超出 最大限额2万	订单取消	正交实验法
61	退货包	6	货到付款	服装	系统账户 余额支付 不能超出 余额	处理完成	正交实验法
62	正常交易包	2	邮储账户支付	服装	银行支付 不能超出 最大限额2万	正在处理	正交实验法
63	退货包	1	礼品卡支付	电脑	货到付款 无限制	订单取消	正交实验法
64	查询包	5	货到付款	电脑		正在送货	正交实验法

					系统账户 余额支 付 不能超出 余额		
65	退货包	3	农行账户 支付	ipad	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	处理完成	正交实验法
66	部分退货 包	4	系统账户 余额支付	ipad	货到付款 无限制	正在送货	正交实验法
67	查询包	1	农行账户 支付	手机	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	处理完成	正交实验法
68	退货包	2	工行账户 支付	手机	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	订单取消	正交实验法
69	换货包	6	工行账户 支付	化妆品	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	正在处理	正交实验法
70	换货包	4	建行账户 支付	食品	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	订单取消	正交实验法
71	退货包	6	礼品卡支 付	食品	货到付款 无限制	正在处理	正交实验法
72	正常交易 包	5	工行账户 支付	其他	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	处理完成	正交实验法
73	部分换货 包	1	农行账户 支付	其他	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	正在送货	正交实验法
74	换货包	2	邮储账户 支付	电脑	货到付款 无限制	处理完成	正交实验法

75	正常交易包	2	邮储账户支付	电脑配件	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	订单取消	正交实验法
76	部分换货包	4	农行账户支付	鞋	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	正在送货	正交实验法
77	正常交易包	1	工行账户支付	家电	货到付款 无限制	处理完成	正交实验法
78	换货包	3	系统账户 余额支付	服装	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	正在送货	正交实验法
79	正常交易包	3	系统账户 余额支付	电脑	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	正在处理	正交实验法
80	正常交易包	4	交行账户支付	日用品	货到付款 无限制	处理完成	正交实验法
81	部分换货包	5	建行账户支付	电脑配件	货到付款 无限制	处理完成	正交实验法
82	部分退货包	5	邮储账户支付	鞋	货到付款 无限制	订单取消	正交实验法
83	换货包	5	交行账户支付	帽	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	正在送货	正交实验法
84	正常交易包	1	礼品卡支付	帽	系统账户 余额支 付 不能超出 余额	处理完成	正交实验法
85	查询包	2	礼品卡支付	家电	银行支付 不能超 出 最大限额2 万	正在处理	正交实验法

86	部分退货包	3	礼品卡支付	服装	银行支付 不能超出 最大限额2万	订单取消	正交实验法
87	部分退货包	2	货到付款	ipad	货到付款 无限制	正在处理	正交实验法
88	部分换货包	4	工行账户支付	ipad	银行支付 不能超出 最大限额2万	订单取消	正交实验法
89	正常交易包	6	建行账户支付	手机	货到付款 无限制	正在送货	正交实验法
90	退货包	1	交行账户支付	手机	银行支付 不能超出 最大限额2万	正在处理	正交实验法
91	换货包	5	货到付款	化妆品	货到付款 无限制	订单取消	正交实验法
92	正常交易包	2	农行账户支付	化妆品	系统账户 余额支付 不能超出 余额	正在送货	正交实验法
93	查询包	1	系统账户 余额支付	食品	系统账户 余额支付 不能超出 余额	处理完成	正交实验法
94	部分换货包	3	交行账户支付	食品	银行支付 不能超出 最大限额2万	正在送货	正交实验法
95	部分换货包	4	货到付款	其他	系统账户 余额支付 不能超出 余额	正在处理	正交实验法
96	查询包	1	邮储账户支付	其他	银行支付 不能超出 最大限额2万	订单取消	正交实验法

97	部分退货包	5	邮储账户支付	日用品	银行支付不能超出 最大限额2万	正在处理	正交实验法
98	退货包	3	建行账户支付	化妆品	银行支付不能超出 最大限额2万	订单取消	正交实验法

15.C语言构建程序图

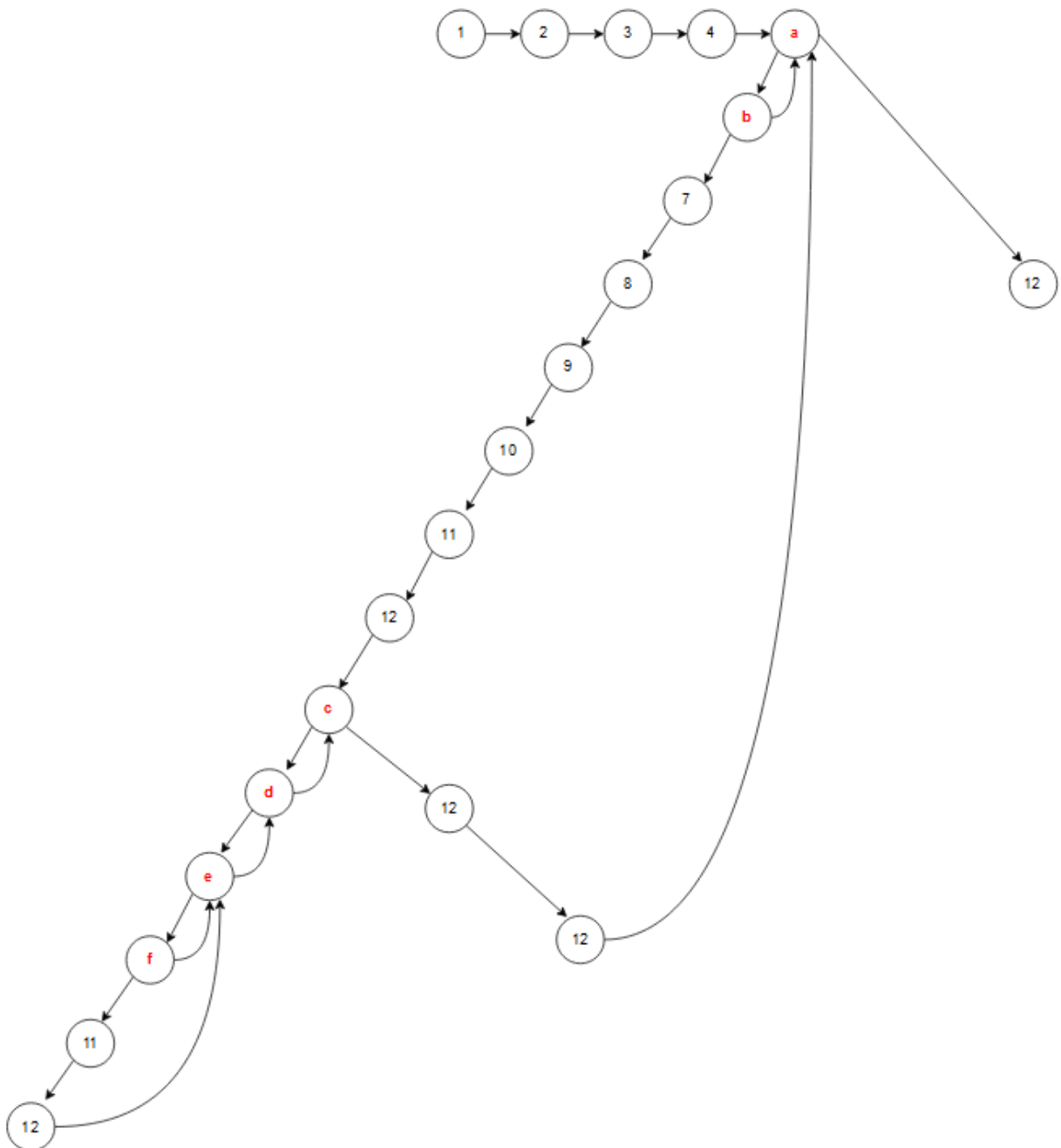
按照下列C语言程序前的编号，构建起程序图（control flow graph or program diagram），不需要理解具体的代码实现内容，只要理解其逻辑即可。

```
1 0 void ModuleX (int x, int y, int Wid, char *Str)
2   {
3 1   unsigned Zcode, Bcode;
4 2   int i, j, k, Rec, Color;
5 3   long Len;
6 4   char Buf[72];
7 5   while (*Str)
8       {
9 6       if ((*Str & 0x80) && (*(Str+1) & 0x80))
10          {
11 7          Zcode = (*Str-0xa1) & 0x07f;
12 8          Bcode = (*(Str+1)-0xa1) & 0x07f;
13 9          Rec = Zcode*94+Bcode;
14 10         Len = Rec*72L;
15 11         fseek(fp, Len, SEEK_SET);
16 12         fread (Buf, 1, 72, fp);
17 13         for (i = 0; i < 24; i++)
18 14             for (j = 0; j < 3; j++)
19 15                 for (k = 0; k < 8; k++)
20 16                     if (Buf[i*3+j] >> (7-k) & 1)
21                         {
22 17                             Color = y+j*8+k-46;
23 18                             PutPoint(x+i, y+j*8+k, Color);
24 16-1                        }
25 19                 x = x+24+Wid;
26 20                 Str += 2;
27 6-1         }
28 5-1     }
29 21     return;
```

根据以上程序，为在程序图中表示方便，简化判断条件，简化如下：

- a: *Str
- b: (*Str & 0x80 && *(Str + 1) & 0x80)
- c: $i < 24$
- d: $j < 3$
- e: $K < 8$
- f: $\text{Buf}[i*3+j] \gg (7-k) \& 1$

程序图如下：



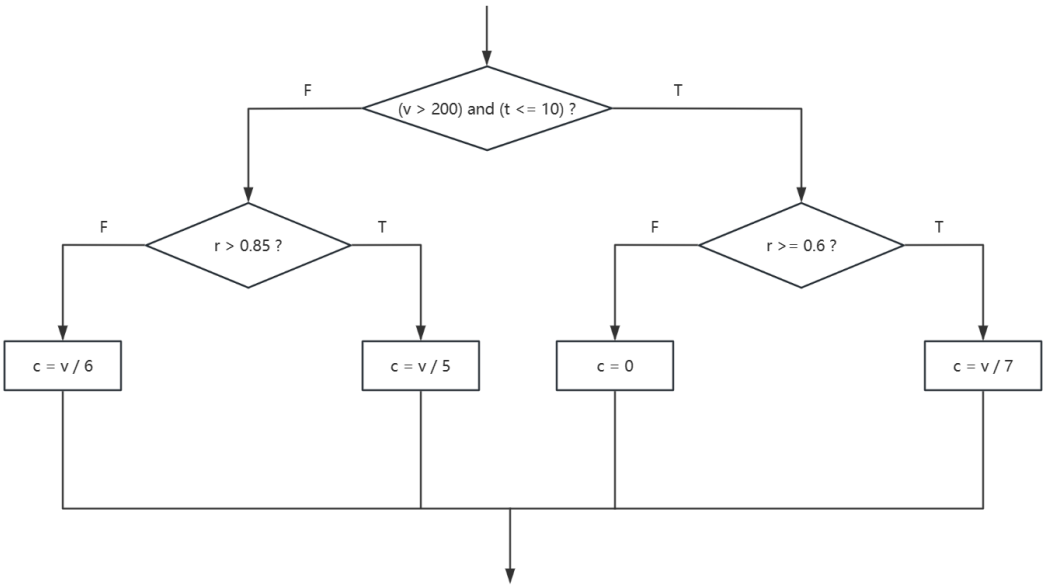
计算 $V(G) = 26 - 21 + 2 = 7$

16.销售模块白盒测试设计

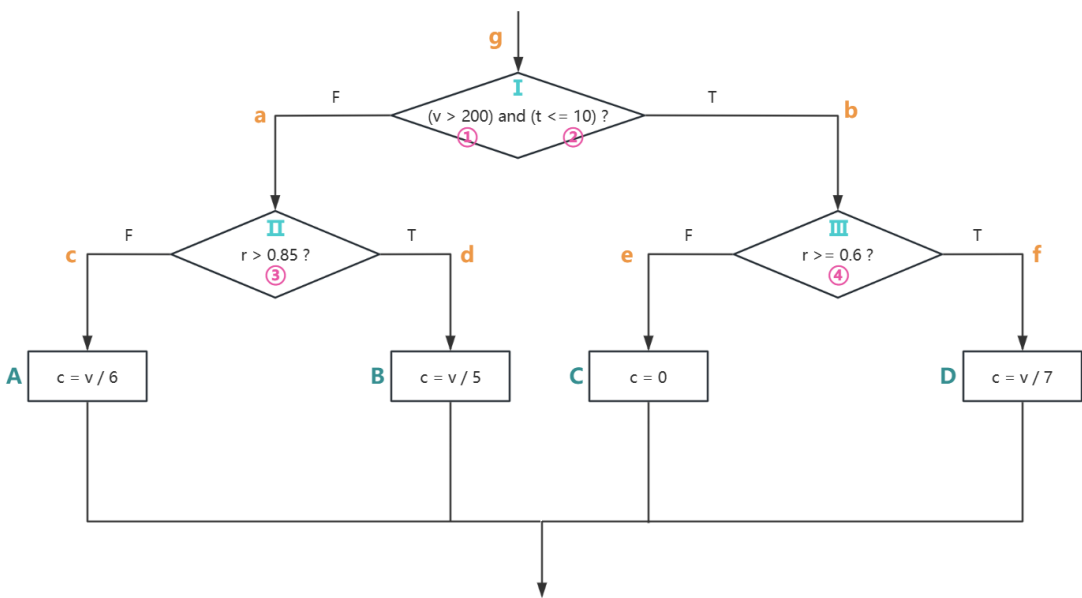
流程图涉及变量如下：

- v：年销售额（万元）
- t：请假天数（天）
- r：现金到账比例（0-1）
- c：佣金（万元）

流程图如下：



测试用例中，语句、分支、原子条件编号如下：



1. 语句覆盖测试用例：

用例编号	v	t	r	c	所走路径	覆盖语句
1	210	5	0.75	30	gbf	D
2	210	7	0.5	0	gbe	C
3	250	15	0.9	50	gad	B
4	180	3	0.8	30	gac	A

2. 判定覆盖测试用例：

用例编号	v	t	r	c	所走路径	覆盖分支
1	210	5	0.75	30	gbf	bf
2	210	7	0.5	0	gbe	be
3	250	15	0.9	50	gad	ad
4	180	3	0.8	30	gac	ac

3. 条件覆盖测试用例：

用例编号	v	t	r	c	所走路径	覆盖条件
1	210	5	0.75	30	gbf	T①、T②、T④
2	210	7	0.5	0	gbe	T①、T②、F④
3	250	15	0.9	50	gad	T①、F②、T③
4	180	3	0.8	30	gac	F①、T②、F③

4. 判定-条件覆盖测试用例：

用例编号	v	t	r	c	所走路径	覆盖条件	覆盖decision
1	210	5	0.75	30	gbf	T①、T②、T④	I（T）、III（T）
2	210	7	0.5	0	gbe	T①、T②、F④	I（T）、III（F）
3	250	15	0.9	50	gad	T①、F②、T③	I（F）、II（T）
4	180	3	0.8	30	gac	F①、T②、F③	I（F）、II（F）

5. 条件组合覆盖测试用例：

用例编号	v	t	r	c	所走路径	覆盖decision
1	210	5	0.75	30	gbf	I (TT) 、 III (T)
2	210	7	0.5	0	gbe	I (TT) 、 III (F)
3	250	15	0.9	50	gad	I (TF) 、 II (T)
4	180	3	0.8	30	gac	I (FT) 、 II (F)
5	100	20	0.9	20	gad	I (FF) 、 II (T)