



软件测试技术

黑盒测试用例设计

本章目标

- ✿ 掌握黑盒测试用例常用设计方法
- ✿ 掌握等价类设计方法
- ✿ 掌握边界值设计方法
- ✿ 掌握因果图设计方法
- ✿ 掌握正交试验设计方法



黑盒测试用例设计方法

- ✿ 等价类划分
- ✿ 边界值划分
- ✿ 错误推测法
- ✿ 因果图法
- ✿ 正交表试验法
- ✿ 场景图
- ✿ 功能图





错误推测方法

错误推测方法的基本思想是：利用直觉和经验猜测出出错的可能类型，列举出程度中所有可能的错误和容易发生错误的情况，基本思想是列举出可能犯的错误或错误易发生的清单，然后根据清单编写测试用例；这种方法很大程度上是凭经验进行的，即凭人们对过去所作测试结果的分析，对所揭示缺陷的规律性作直觉的推测来发现缺陷



✿ 因果图法

因果图法比较适合输入条件比较多的情况，测试所有的输入条件的排列组合。所谓的原因就是输入，所谓的结果就是输出。

利用因果图导出测试用例需要经过以下几个步骤：

- ① 分析程度规格说明的描述中, 哪些是原因, 哪些是结果. 原因常常是输入条件或输入条件的等价类, 而结果是输出条件
- ② 分析程度规格说明的描述中语义内容, 并将其表示成连接各个原因与各个结果的”因果图”
- ③ 标明约束条件。由于语法或环境的限制, 有些原因和结果的组合情况是不可能出现的。
- ④ 把因果图转换成判定表。
- ⑤ 为判定表中的每一列表示的情况设计测试用例





因果图基本图形符号

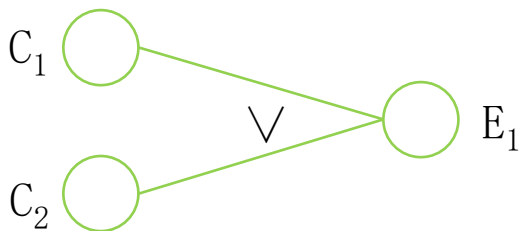
- ✿ 恒等：若原因出现，则结果出现；若原因不出现，则结果不出现。
- ✿ 非（ \sim ）：若原因出现，则结果不出现；若原因不出现，则结果出现。
- ✿ 或（ \vee ）：若几个原因中有一个出现，则结果出现；若几个原因都不出现，则结果不出现。
- ✿ 与（ \wedge ）：若几个原因都出现，结果才出现；若其中有一个原因不出现，则结果不出现。



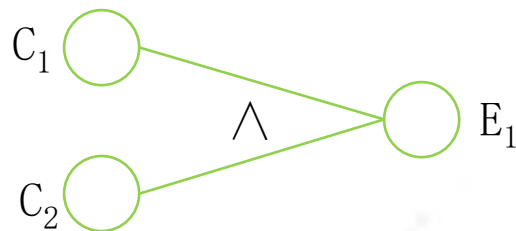
(a) 恒等



(b) 非



(c) 或



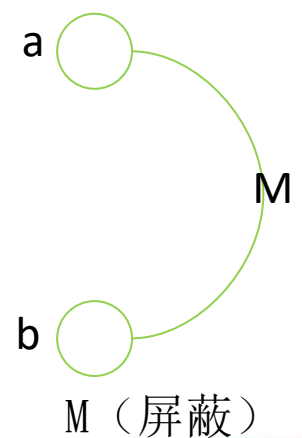
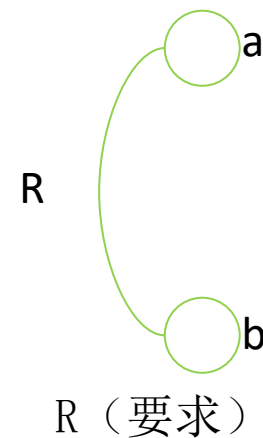
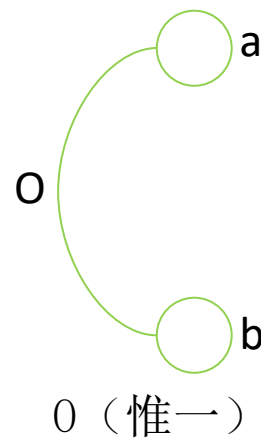
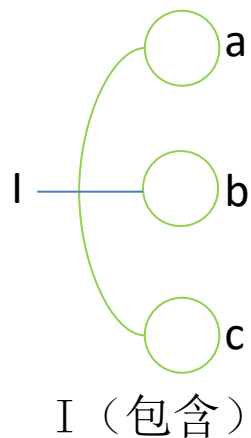
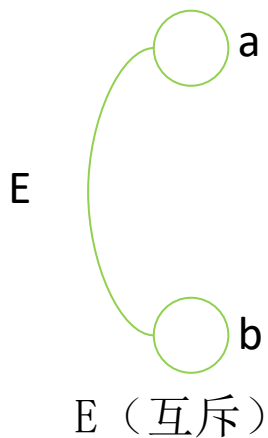
(c) 与





因果图的约束符号

- ✿ E（互斥）：表示两个原因不会同时成立，两个中最多有一个可能成立
- ✿ I（包含）：表示三个原因中至少有一个必须成立
- ✿ O（惟一）：表示两个原因中必须有一个，且仅有一个成立
- ✿ R（要求）：表示两个原因，a出现时，b也必须出现，a出现时，b不可能不出现
- ✿ M（屏蔽）：两个结果，a为1时，b必须是0，当a为0时，b值不定



图：因果图的约束符号



因果图测试用例

例如：有一个处理单价为2.5元的盒装饮料的自动售货机软件。若投入2.5元硬币，按“可乐”、“啤酒”、或“奶茶”按钮，相应的饮料就送出来。若投入的是3元硬币，在送出饮料的同时退还5角硬币。

分析这一段说明，我们可列出原因和结果

原因(输入)：① 投入2.5元硬币；

② 投入3元；

③ 按“可乐”按钮；

④ 按“啤酒”按钮；

⑤ 按“奶茶”按钮。

中间状态：① 已投币；② 已按钮

结果(输出)：① 退还5角硬币；

② 送出“可乐”饮料；

③ 送出“啤酒”饮料；

④ 送出“奶茶”饮料；



因果图法

✿ 根据原因和结果, 我们可以设计这样一个因果图

输入(原因)

输出(结果)

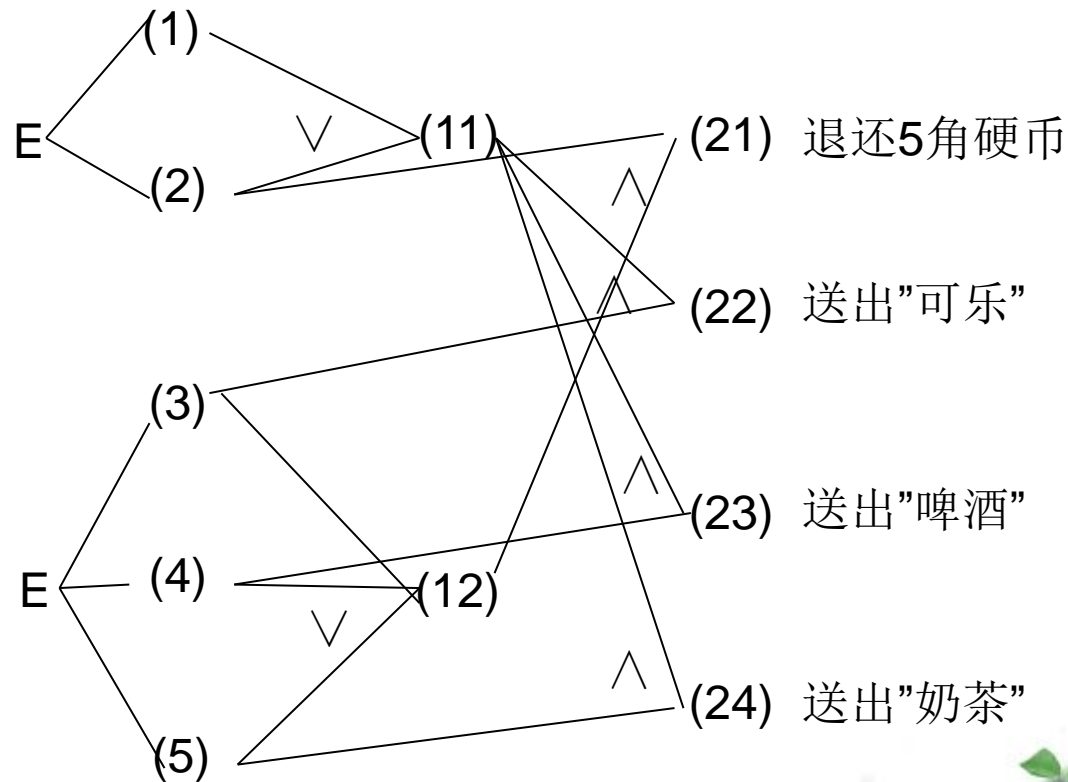
投入2.5元硬币

投入3元硬币

按“可乐”按钮

按啤酒”按钮

按”奶茶”按钮



因果图转换为判定表

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
输入	投入2.5元硬币	(1)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	投入3元硬币	(2)	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
	按可乐按钮	(3)	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	按啤酒按钮	(4)	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	按奶茶按钮	(5)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
中间 结点	已投币	(11)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	已按钮	(12)	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
输出	退还5角	(21)	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
	送出可乐	(22)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	送出啤酒	(23)	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	送出奶茶	(24)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0

✿ 根据判定表设计测试用例

用例编号	用例说明	输入数据	预期结果
SHJ-001	投入硬币、按下按钮	2.5元、可乐按钮	送出可乐
SHJ-002	投入硬币、按下按钮	2.5元、啤酒按钮	送出啤酒
SHJ-003	投入硬币、按下按钮	2.5元、奶茶按钮	送出奶茶
SHJ-004	投入硬币	2.5元	给出提示信息
SHJ-005	投入硬币、按下按钮	3元、可乐按钮	找0.5元、送出可乐
SHJ-006	投入硬币、按下按钮	3元、啤酒按钮	找0.5元、送出啤酒
SHJ-007	投入硬币、按下按钮	3元、奶茶按钮	找0.5元、送出奶茶
SHJ-008	投入硬币	3元	给出提示信息
SHJ-009	按下按钮	可乐按钮	给出提示信息
SHJ-010	按下按钮	啤酒按钮	给出提示信息
SHJ-011	按下按钮	奶茶按钮	给出提示信息



正交试验设计法

- ✿ 利用因果图来设计测试用例时，作为输入条件的原因和输出结果之间的因果关系，有时候很难从软件规格说明中得到，而且即使是对于一般中小规模的软件，给出其因果图也可能是很庞大，以至于据此因果图得到的测试用例数量将达到惊人的程度，这给软件测试工作带来了沉重负担。
- ✿ 利用正交实验设计方法设计测试用例，可以控制生成的测试用例数量；设计的测试用例也具有一定的覆盖率和代表性。





✿ 什么是正交试验设计？

正交试验设计法，是一种成对测试交互的系统的统计方法。它提供了一种能对所有变量对的组合进行典型覆盖（均匀分布）的方法。可以从大量的试验点中挑出适量的、有代表性的点，利用“正交表”，合理的安排试验的一种科学的试验设计方法。

✿ 正交表的构成

- ✿ 行数：正交表中的行的个数，即试验的次数，也是我们通过正交实验法设计的测试用例的个数。
- ✿ 因素数：正交表中列的个数，即要测试的功能点。
- ✿ 水平数：任何单个因素能够取得的值的最大个数，即要测试功能点的取值个数。
- ✿ 正交表的形式： $L_{\text{行数}}(\text{水平数}^{\text{因素数}})$ 如： $L_8(2^7)$





正交试验设计法

因数

列号

水平数

$L_8(2^7)$

行号

		1	2	3	4	5	6	7
行号	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	0	0	0	0
	3	1	0	0	1	1	0	0
	4	1	0	0	0	0	1	1
	5	0	1	0	1	0	1	0
	6	0	1	0	0	1	0	1
	7	0	0	1	1	0	0	1
	8	0	0	1	0	1	1	0





✿ 用正交表设计测试用例的步骤

- (1) 有哪些因素（功能点）
- (2) 每个因素有哪几个水平（功能点的取值）
- (3) 选择一个合适的正交表
- (4) 把变量的值映射到表中
- (5) 把每一行的各因素水平的组合做为一个测试用例
- (6) 加上你认为可疑且没有在表中出现的组合





✿ 如何选择正交表

- ✿ 考虑因素（功能点）的个数
- ✿ 考虑因素水平（功能点的取值）的个数
- ✿ 考虑正交表的行数
- ✿ 取行数最少的一个





✿ 设计测试用例的三种情况

- ✿ 因素数(变量)、水平数(变量值)相符：因素数与水平数刚好符合正交表。
- ✿ 因素数不相同：如果因素数不同的话，可以采用包含的方法，在正交表公式中找到包含该情况的公式，如果有N个符合条件的公式，那么选取行数最少的公式。
- ✿ 水平数不相同：采用包含和组合的方法选取合适的正交表公式。





✿ 案例一：

视图选项卡上的“显示/隐藏”组中有3个可用选项：



✿ 有3个因素：网格线、编辑栏、标题

✿ 每个因素有2个水平：选与不选





✿ 选择正交表的分析：

- 1、表中的因素数 ≥ 3 ；
- 2、表中至少有3个因素数的水平数 ≥ 2 ；
- 3、行数取最少的一个。
- 4、从正交表公式中开始查找，结果为： $L_4(2^3)$





✿ 正交表变量的映射

✿ 网格线: 0 → 选, 1 → 不选

✿ 编辑栏: 0 → 选, 1 → 不选

✿ 标题: 0 → 选, 1 → 不选

		列号		
		1	2	3
行号	1	0	0	0
	2	0	1	1
	3	1	0	1
	4	1	1	0



		列号		
		网格线	编辑栏	标题
行号	1	选	选	选
	2	选	不选	不选
	3	不选	选	不选
	4	不选	不选	选





✿ 测试用例如下：

1. 选中网格线、选中编辑栏、选中标题
2. 选中网格线、不选编辑栏、不选标题
3. 不选网格线、选中编辑栏、不选标题
4. 不选网格线、不选编辑栏、选中标题

增补测试用例

5. 不选风格线、不选编辑栏、不选标题

测试用例的减少数：8 → 5





✿ 案例二：

根据PowerPoint的打印功能的描述设计测试用例，功能描述如下：

✿ 打印范围分：全部、当前幻灯片、给定范围

✿ 打印内容分：幻灯片、讲义、备注页、大纲视图

✿ 打印颜色/灰度分：颜色、灰度、黑白

✿ 打印效果分：幻灯片加框、幻灯片不加框





✿ 案例分析：

✿ 根据以上提到的功能说明，构造因子状态表，得到因子状态

状态/因素	A打印范围	B打印内容	C打印颜色/灰度	D打印效果
0	全部	幻灯片	颜色	幻灯片加框
1	当前幻灯片	讲义	灰度	幻灯片不加框
2	给定范围	备注页	黑白	
3		大纲视图		

✿ 将中文字转换成字母的因子状态表

状态/因素	A	B	C	D
0	A1	B1	C1	D1
1	A2	B2	C2	D2
2	A3	B3	C3	
3		B4		





✿ 选择正交表的分析：

- 1、表中的因素数 ≥ 4 ；
- 2、表中至少有4个因素数的水平数 ≥ 2 ；
- 3、行数取最少的一个。
- 4、从正交表公式中开始查找，结果为： $L_{16}(4^5)$

注：此案例中有四个被测对象，每个被测对象的状态都不一样。





正交试验设计法

✿ 正交表为

状态/因素	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	1
3	0	2	2	2	2
4	0	3	3	3	3
5	1	0	1	2	3
6	1	1	0	3	2
7	1	2	3	0	1
8	1	3	2	1	0
9	2	0	2	3	1
10	2	1	3	2	0
11	2	2	0	1	3
12	2	3	1	0	2
13	3	0	3	1	2
14	3	1	2	0	3
15	3	2	1	3	0
16	3	3	0	2	1





正交试验设计法

✿ 用字母代替的正交表为

状态/因素	1	2	3	4	5
1	A1	B1	C1	D1	0
2	A1	B2	C2	D2	1
3	A1	B3	C3	D1	2
4	A1	B4	C1	D2	3
5	A2	B1	C2	D1	3
6	A2	B2	C1	D2	2
7	A2	B3	C2	D1	1
8	A2	B4	C3	D2	0
9	A3	B1	C3	D2	1
10	A3	B2	C3	D1	0
11	A3	B3	C1	D2	3
12	A3	B4	C2	D1	2
13	A1	B1	C1	D2	2
14	A2	B2	C3	D1	3
15	A3	B3	C2	D2	0
16	A1	B4	C1	D1	1

✿ 通过分析：第5列没有意义可以删掉，由于四个因素里有三个的水平值小于3，所以从第13行到16行的测试用例可以忽略。



✿ 得到的测试用例如下

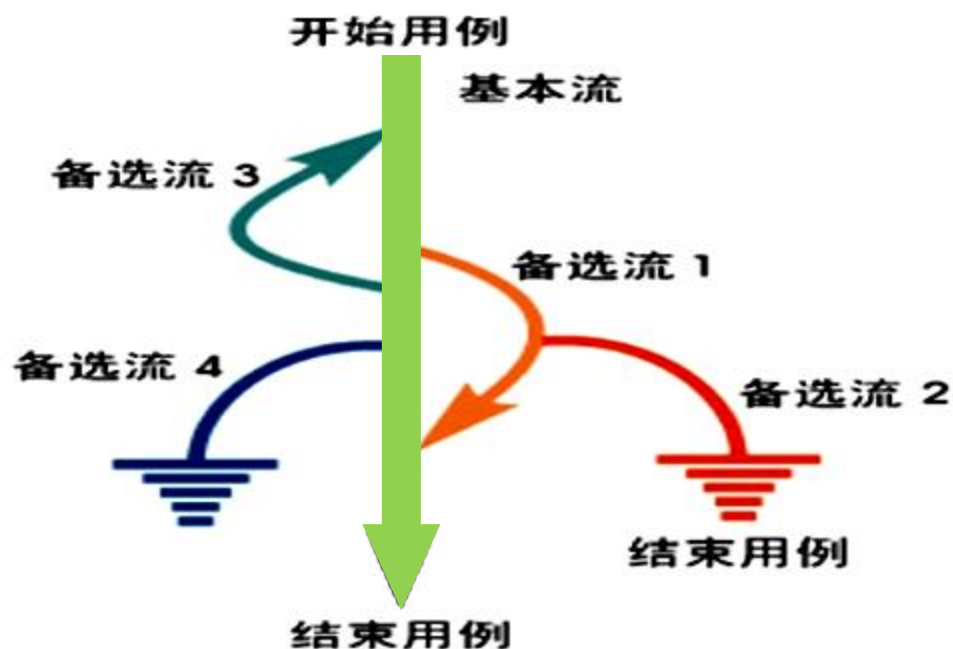
状态/因子	打印范围	打印内容	打印颜色/灰度	打印效果
1	A1全部	B1幻灯片	C1颜色	D1幻灯片加框
2	A1全部	B2讲义	C2灰度	D2幻灯片不加框
3	A1全部	B3备注页	C3黑白	D1幻灯片加框
4	A1全部	B4大纲视图	C3黑白	D2幻灯片不加框
5	A2当前幻灯片	B1幻灯片	C2灰度	D1幻灯片加框
6	A2当前幻灯片	B2讲义	C3黑白	D1幻灯片加框
7	A2当前幻灯片	B3备注页	C1颜色	D2幻灯片不加框
8	A2当前幻灯片	B4大纲视图	C1颜色	D1幻灯片加框
9	A3给定范围	B1幻灯片	C3黑白	D2幻灯片不加框
10	A3给定范围	B2讲义	C1颜色	D1幻灯片加框
11	A3给定范围	B3备注页	C2灰度	D1幻灯片加框
12	A3给定范围	B4大纲视图	C2灰度	D2幻灯片不加框





场景图设计法

- ✿ 用例场景是用来描述流经用例路径的过程，这个过程从开始到结束遍历用例中所有基本流和备选流。
- ✿ 用例场景举例





用例场景举例描述

- ✿ 场景1: 基本流
- ✿ 场景2: 基本流 备选流1
- ✿ 场景3: 基本流 备选流1 备选流2
- ✿ 场景4: 基本流 备选流3
- ✿ 场景5: 基本流 备选流3 备选流1
- ✿ 场景6: 基本流 备选流3 备选流1 备选流2
- ✿ 场景7: 基本流 备选流4
- ✿ 场景8: 基本流 备选流3 备选流4





举例：ATM机用例场景

✿ 基本流

- 1、准备提款：用户将银行卡插入ATM取款机
- 2、验证银行卡：ATM机从银行卡的磁条中读取帐户代码，检查它是否是可接收的银行卡
- 3、输入密码：ATM机要求用户输入密码
- 4、验证账户和密码：确定该帐户是否有效和所输入密码是否正确
- 5、ATM选项：显示本机的各种选项，如果选择“取款”。
- 6、输入金额：要从ATM机取款金额
- 7、授权：ATM机通过帐户、密码、金额以及帐户信息作为一笔交易发给银行系统来启动验证过程。对此事件，银行系统处理联机状态，并对授权请求给予答复，批准完成取款过程，同时更新帐户余额
- 8、出钞：提供现金
- 9、返回银行卡：银行卡被返还
- 10、打印收据：打印收据并提供给用户，同时更新内部记录





举例：ATM机用例场景

✿ 备选流2

ATM机内没有现金

✿ 备选流3

ATM机内现金不足

✿ 备选流4

密码有误

✿ 备选流5

帐户不存在或帐户类型有误

✿ 备选流6

帐面金额不足





举例：ATM机用例场景

测试用例矩阵

用例编号	场景/条件	密码	帐号	输入/选择金额	帐面金额	ATM内金额	预期结果
CD1	场景1-成功取款	Y	Y	Y	Y	Y	成功取款
CD2	场景2-ATM内没有现金	Y	Y	Y	Y	N	取款选项不可用，用例结束
CD3	场景3-ATM内现金不足	Y	Y	Y	Y	N	警告信息，返回步骤6
CD4	场景4-密码有误 (不止一次)	N	Y	n/a	Y	Y	警告信息，返回步骤3
CD5	场景5-密码有误 (只有一次)	N	Y	n/a	Y	Y	警告信息，返回步骤3
CD6	场景6-密码有误 (不能再输入)	N	Y	n/a	Y	Y	警告信息，卡被吞，结束。





举例：ATM机用例场景

测试用例数据

用例编号	场景/条件	密码	帐号	输入/选择金额	帐面金额	ATM内金额	预期结果
CD1	场景1-成功取款	432134	9876543213	100	800	2000	取款成功，帐户余额为700
CD2	场景2-ATM内没有现金	432134	9876543213	100	800	0	取款选项不可用，用例结束
CD3	场景3-ATM内现金不足	432134	9876543213	100	800	300	警告信息，返回步骤6
CD4	场景4-密码有误（不止一次）	1234	9876543213	n/a	800	2000	警告信息，返回步骤3
CD5	场景5-密码有误（只有一次）	1234	9876543213	n/a	800	2000	警告信息，返回步骤3
CD6	场景6-密码有误（不能再输入）	1234	9876543213	n/a	800	2000	警告信息，卡被吞，结束



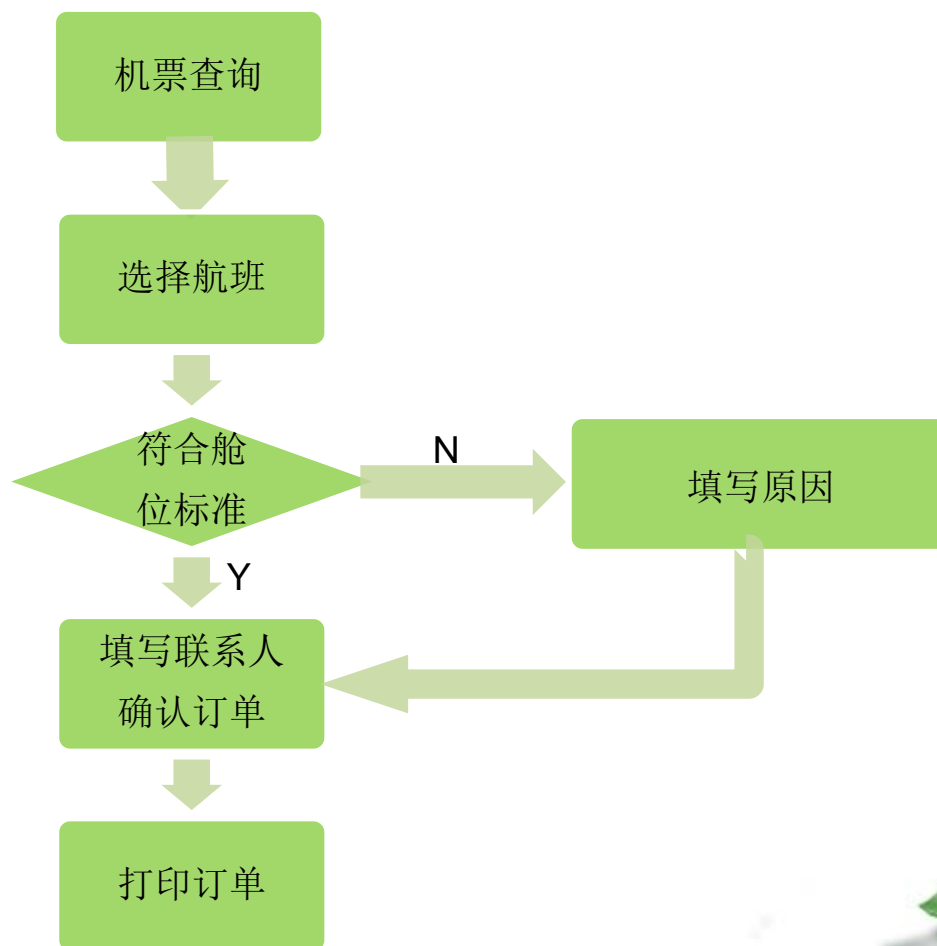
我们在编程时，一般都需要画程序的算法流程图，可以将这一思想应用到黑盒测试领域。算法流程图是针对程序的内部结构的，而黑盒测试的流程图是针对整个系统业务功能流程的。

✿ 流程图法的步骤：

- ✿ 第一步：详细了解需求
- ✿ 第二步：根据需求说明或界面原型，找出业务流程的各个页面以及各页面之间的流转关系
- ✿ 第三步：画出业务流程
- ✿ 第四步：写用例，覆盖所有的路径分支



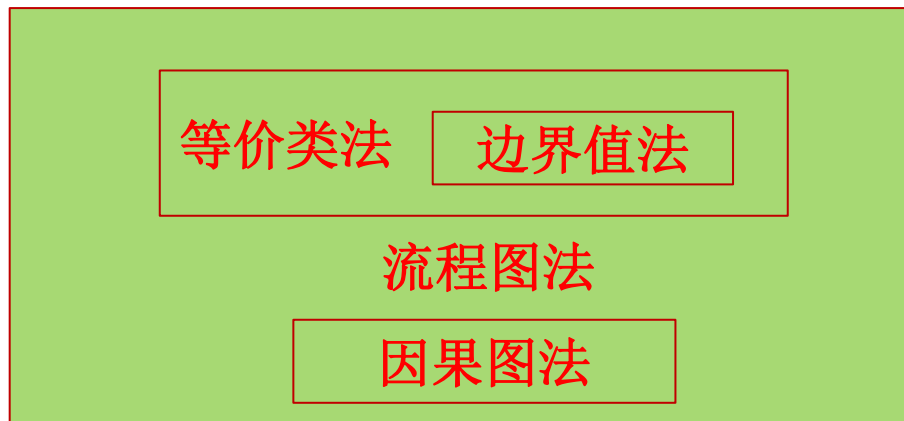
✿ 流程图用例：订票模块业务流程图





黑盒测试方法的综合

在实际测试过程中，我们往往需要综合各种测试技术，现在我们来总结一下如何综合运用的前面学的测试技术



测试用例的设计方法不是单独存在的，具体到每个测试项目里都会用到多种方法，每种类型的软件有各自的特点，每种测试用例设计的方法也有各自的特点，针对不同软件如何利用这些黑盒方法是非常重要的，在实际测试中，往往是综合使用各种方法才能有效提高测试效率和测试覆盖度，这就需要认真掌握这些方法的原理，积累更多的测试经验，以有效提高测试水平。

