

385047



优选法的原理与应用

浙江人民出版社

优选法的应用与应用

谢庭藩 谭国政

浙江人民出版社

优选法的原理与应用

谢庭藩 谭国政

*

浙江人民出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/32 印张5.625 字数117,000

1979年7月第 一 版

1979年9月第二次印刷

印数：4,001—11,200

统一书号：13103·2

定 价：0.41 元

编 者 的 话

在生产斗争和科学实验中，为要获得优质高产低消耗的效果，就必须先通过试验找到有关因素的最佳值。五十年代以来逐步发展起来的优选法，就是合理安排试验点，以求又准又快找到这种最佳值的一种科学方法。应用它，能以较少的试验次数，迅速选定生产斗争和科学实验中的合适配方、配比，尽快找到较好的生产条件，加速调试好各种电器仪表，达到缩短工时，节约原材料，增加产品数量，提高产品质量的目的。

我省推广优选法，是从1970年年底开始的。当时，著名科学家华罗庚同志在上海、北京搞优选法试点，省科技部门派我们去学习，得到了热情的帮助。后在本省有关部门的重视和支持下，经过各地区、各行业的试点推广，有不少单位应用优选法取得了良好的效果。1973年，在省委和各级党委领导下，在著名科学家华罗庚同志及其小分队的热情帮助下，我省也开展了推广优选法的群众运动，各行各业共曾取得4万多项优选成果，解决了许多生产上的关键问题，为我省工农业生产和科学实验的发展，做出了很好的贡献。

实践证明，优选法在重工、机械、化工、轻工、电器仪表、食品酿造、粮油加工、水利建设、天文气象、农业、林业、特产、畜牧、渔业等行业都能应用，既不要增加设备投

资，也不要增加人力和原料，简便易行，是一项多快好省的增产节约措施，是群众性技术革新活动中一种卓有成效的科学方法。但是，一个长时期来，由于“四人帮”的严重破坏，工农业生产和科学技术的发展都受到严重的摧残，推广应用优选法的群众运动也受到严重干扰。

粉碎“四人帮”以来，以华国锋同志为首的党中央高举毛泽东思想的旗帜，率领全国人民向科学技术现代化进军。进一步推广应用优选法，将有助于我省工农业生产的发展和加快实现四个现代化的步伐。

为了配合进一步搞好优选法的推广应用工作，我们按照普及为主又照顾提高的需要，在1972年由省推广优选法小组编写的《优选法》的基础上，又介绍了一些新方法，补充了一些应用实例，增添了一些理论证明，写成此书，以适应读者需要。

本书内容分四章：第一章是基本方法介绍，是应用优选法首先应该掌握的。第二章是几个特殊问题的处理。读者可按照具体情况，逐步应用。第三章对单因素问题作了一些理论探讨，其中涉及到数学计算，有的同志一时看不进去，可以暂时不看，先掌握基本方法，用起来再说。第四章选编了一些单位推广应用优选法的经验，供读者学习应用优选法时参考。

我们编写这本书时，不少单位提出了宝贵的意见和要求，并提供了许多实际材料。书中有的内容是参照华罗庚同志的手稿写成的，而且本书的大部分稿子，都曾经清华罗庚同志审阅，特在此表示感谢。

谢庭藩 谭国政

目 录

第一章 优选法的基本方法	(1)
什么是优选法.....	(1)
单因素的折纸法.....	(2)
分数法.....	(7)
双因素的对折法.....	(12)
双因素的从好点出发法.....	(15)
双因素的平行线法.....	(20)
多因素.....	(23)
好点会不会丢掉.....	(29)
第二章 特殊问题的处理	(31)
一个试验就可确定范围的取舍怎么办.....	(31)
因素不能大幅度调动怎么办.....	(34)
已经做过一个试验怎么办.....	(40)
已经做过几个试验怎么办.....	(43)
一次可以做几个试验怎么办.....	(49)
多峰的情况怎么办.....	(62)
指标不定怎么办.....	(63)
第三章 一些问题的讨论	(65)
0.618 是哪儿来的	(65)
0.618 法与分数法	(68)

$\frac{\sqrt{5}-1}{2}$ 的渐近分数	(72)
F_n 的表达式	(80)
0.618 法的优越性	(82)
分数法为什么最好	(85)
试验次数已定的最佳安排	(88)
单因素优选法的一般提法	(93)
一次做几个试验	(97)
第四章 应用优选法实例	(104)
革新酶糖生产工艺	(104)
谷氨酸收率提高	(107)
优选球磨工艺	(108)
茭白厂丝质量提高	(109)
元色厂丝面貌一新	(110)
寻找发黑溶液新配方	(112)
选出 GCr15 轴承钢叶片泵定子淬火温度	(114)
选择反馈电阻丝长度	(115)
用优选法配制去油去锈一步法溶液	(117)
优选酚钡树脂固化剂用量	(120)
阿托品三项优选	(122)
生产合成氨应用优选法	(126)
共溶油水解收率提高	(127)
石煤渣水浸提钒试验	(129)
4-硝基间甲酚生产工艺革新	(131)
纱布脱脂优选	(134)
迅速解决了毛巾印花固色难关	(135)

改进陶瓷载波滤波器的装搭工艺.....	(137)
在丝绸炼漂中使用优选法.....	(139)
优选化学抛光液工效提高两倍.....	(140)
多产白酒一万斤.....	(141)
核苷酸单位含量提高73%.....	(142)
优选法在保护渣铸锭工艺上的应用.....	(144)
铜矿采掘效率提高.....	(148)
活性白土增产.....	(150)
提高冲天炉铁焦比.....	(153)
优选油砂配方.....	(155)
优选法在C 620车床上的应用	(158)
应用“对分法”解决砂轮静平衡.....	(161)
优选法在过磷酸钙生产上的应用.....	(163)
优选法在汽车节油上的应用.....	(164)
出米多质量好.....	(166)
机榨炒籽温度优选.....	(167)
优选法在台风预报中的应用.....	(168)

第一章 优选法的基本方法

什么是优选法？

在生产斗争和科学实验中，经常遇到这样的问题：选取合适的配方、配比，合适的操作条件和制作过程，使产品质量好，数量多；或在质量指标定好后，使生产周期短，成本低。所有这些，都是优选问题。比方说，炼某种合金钢，要用一种化学元素来加强其强度。我们知道，这种元素太少不好，太多也不好，假定已经估出（或从理论上算出）每吨在1000克到2000克之间，要找出最好的加入量是几克。如何去找呢？这就是“优选法”要解决的问题。又比方说，施放农药，先需用水稀释，太浓、太稀都不合适。多少的稀释倍数，杀虫效果才是最好？也是优选法要解决的问题。

也许有人说，我们可以做大量的试验嘛！从1001克，1002克，……做下去，一千个试验后就能发现最好的选择——常称最好点。这种方法叫做“均分法”。用均分法找最好点，既浪费精力、时间，又浪费原材料，而且有时还不一定可能。譬如说，在炼钢中除去此元素的加入量外，还有一个温度的因素。设它有十个选择可能，用均分法找最好的含

量和温度:

$$1000 \times 10 = 10000$$

便有一万个可能了。如果再加一个时间的因素, 假设也有十个选择可能:

$$1000 \times 10 \times 10 = 100000$$

那末就有十万个可能, 要全部做完是做不到的了。

做试验, 大家都有自己的经验, 但往往带有盲目性, 有时试验次数较少, 有时次数很多, 有时却长时间找不到结果。

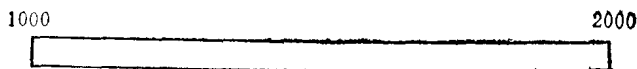
“优选法”就是从这些实践中总结和提高得来的, 可以帮助我们以尽可能少的试验次数, 迅速选定工农业生产和科学实验的最佳方案。

计算表明, 对于一个因素的问题, 用优选法做10次试验的精度相当于均分法做140次, 15次相当于1500次, 19次便相当于一万次了。对于两个因素的问题, 如果说每个因素都有1000个选择可能, 均分法要做 1000×1000 (=100万) 次, 用优选法最多也只要做225次。

单因素的折纸法

前面说过, 我们的要求是在1000克到2000克之间确定合适的加入量, 使炼出来的钢强度最高。今以此为例, 说明单因素优选法的使用。

首先, 请记住一个数 0.618, 暂且不去管它怎么来的, 用起来再说, 好象计算圆面积时用到的数 3.1416 一样, 再用一段有刻度的纸条来表达试验范围 1000~2000 克 (图 1)。

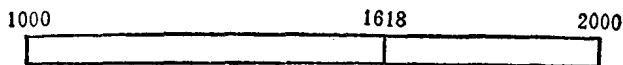


(图 1)

在这纸条长度的 0.618 的地方划上一条红线，在红线所指示的刻度做一次试验（图 2），即按：

$$1000 + (2000 - 1000) \times 0.618 = 1618 \text{ (克)}$$

做一次试验。



(图 2)

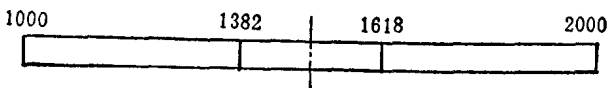
然后把纸条对折，在红线所对的地方，再划一条红线。这条红线是在 1382 克处（图 3）。它也可以由对称性质得到：

$$1000 + 2000 - 1618 = 1382 \text{ (克)}$$

上面的计算启发我们得出一个公式：

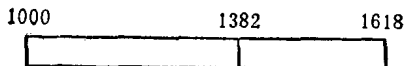
$$\boxed{\text{头}} + \boxed{\text{尾}} - \boxed{\text{前一点}} = \boxed{\text{后一点}}$$

再按 1382 克做一次试验。



(图 3)

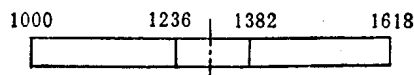
将两次试验结果进行比较，如果 1382 克的好些，我们在 1618 克处把纸条的右边一段剪去（图 4）。如果 1618 克的好些，则在 1382 克处把左边一段剪去。



(图 4)

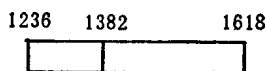
再把留下的纸条对折，又可划出一条红线在1236克处（图5）。它也可以从上面提到的公式算出：

$$1000 + 1618 - 1382 = 1236 \text{ (克)}$$



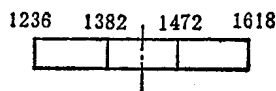
（图5）

按1236克做试验，再和1382克的结果比较，如果仍然是1382克的好，则在1236克处剪去左边一段（图6）。



（图6）

再对折，找出下一点1472克（图7），按1472克做试验后，再比较，又剪去一段，等等。



（图7）

这就是单因素的优选法。它反映一个认识过程：我们的目的是要知道某元素的加入量，“认识开始于经验”，先由经验估出此加入量在1000克到2000克之间，作为出发点。但“认识有待于深化”，必须找出最好的加入量。如何寻找，得通过实践。怎样实践呢？从试验范围的0.618处开始，而后依中对折找出下一点，做此二点试验后，鉴别两点试验结果的“好”“坏”，沿“坏”处剪断，留下“好”点所在的那一段，继续进行。如此“实践、认识、再实践、再认识”，循环往复，每次都剪去纸条的0.382，留下的是0.618，一次

比一次更接近最好点，直到预计的精度。

使用这个单因素优选法时，第一个试验点是在范围的0.618处，它的计算也可以归结为一个公式：

$$\boxed{\text{头}} + (\boxed{\text{尾}} - \boxed{\text{头}}) \times 0.618 = \boxed{\text{第一点}}$$

例如，乐清县虹桥化学合成厂，土法上马，从蓖麻油得到癸二酸和癸二胺，再用癸二酸和癸二胺合成尼龙1010盐，需做一系列投料比试验。他们固定癸二酸为200克，在100克到300克间优选癸二胺。

具体做法如下：按照上面算第一点的公式得到

$$100 + (300 - 100) \times 0.618 = 223.6 \text{ (克)}$$

也即第一次试验癸二胺的用量为223.6克，再用公式：

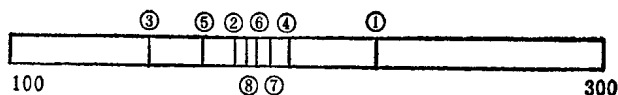
$$\boxed{\text{头}} + \boxed{\text{尾}} - \boxed{\text{前一点}} = \boxed{\text{后一点}}$$

算得第二次试验的用量为176.4克，即：

$$100 + 300 - 223.6 = 176.4 \text{ (克)}$$

试验后，发现第二次的好，去掉223.6克以上的范围。在100克到223.6克中再优选，算得第三个试验用量为147.2克，如此继续。依次试验的用量为：

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ①223.6克， | ②176.4克， | ③147.2克， |
| ④194.4克， | ⑤165.2克， | ⑥183.2克， |
| ⑦187.6克， | ⑧180.8克， | |



(图8)

八次试验，成功地合成了尼龙1010盐。癸二胺的最佳加入量

是180.8克，精度相当于均分法的80多次，节约了大量原材料，提高工效十多倍。

这个方法，工人同志常称“折纸法”，或称“0.618法”。

上面两个计算公式，也有人把它写作

$$(\boxed{\text{大}} - \boxed{\text{小}}) \times 0.618 + \boxed{\text{小}}$$

和

$$\boxed{\text{大}} + \boxed{\text{小}} - \boxed{\text{中}}$$

这里 $\boxed{\text{大}}$ 表示范围的大头，即范围的尾处的数值。 $\boxed{\text{小}}$ 表示范围的小头，即范围的开头处的数值。而 $\boxed{\text{中}}$ 呢？它是表示范围中已经试验过的点的数值，即前面公式中的 $\boxed{\text{前一点}}$ 的数值。

在使用0.618法时，范围是重要的，要求根据经验仔细估算。当然估得不对也不要紧，因为在这种情况下，优选法给出的最好点，将在边界上，它并非结论，需要超出边界，再做些试验。

再看一个实例：猪饲料配方适当，不仅能使生猪每天所增重量加大，而且可以节省精饲料。某农场对细糠、粗糠和稻草糠的配比进行了优选，取得了显著效果。初看起来，这是个多因素问题，他们根据糠的来源，把细糠与粗糠的比值定为 $\frac{1}{3}$ ，然后把稻草糠与粗、细糠的总重量的比值

$$R = \frac{\text{稻草糠}}{\text{粗糠} + \text{细糠}}$$

作为优选因素，从而归结为单因素优选问题。每次试验时，所取的三种糠共重40斤，前一天糖化。以五只大猪、四只中猪和十只小猪的食欲作为指标。开始，把范围定在0.20~0.40，用0.618法安排了两个试验点：0.324和0.276。结果各栏猪都喜欢吃。因为目的是扩大 R 值，所以改试范围的端点0.40，结果也好，于是范围扩大为0.40~1.00。再用0.618法试了0.77和0.63两点。结果 $R=0.77$ 时，各栏饲料剩下一半； $R=0.63$ 时，猪的食欲激增。于是初步定下0.63为好点，即

$$\frac{\text{稻草糠}}{\text{粗糠} + \text{细糠}} = 0.63, \text{ 其中 } \frac{\text{细糠}}{\text{粗糠}} = \frac{1}{3}.$$

容易算出，在40斤糠中，粗糠为18.4斤，细糠为6.1斤，稻草糠为15.5斤。接着他们又分析了 $R=0.77$ 时，猪食欲不佳的原因，发现可能是糖化时间太短，于是把糖化时间改为二天，并在0.40~2.00间再优选 R ，又做了四个试验，发现 $R=1.00$ 为好。于是得到配比：

$$\text{细糠} : \text{粗糠} : \text{稻草糠} = 5 : 15 : 20$$

应用这个配比进行糖化，不仅饲料效果好，而且解决了谷糠来源不足的问题。

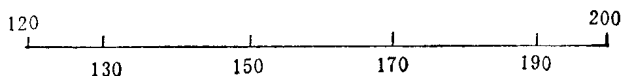
应该指出，优选的好点是相对的。条件变了，就需要另行优选，这包括改变优选范围和另定优选因素两个方面，真可以说“认识无穷尽，优选无止境”。

分 数 法

有时由于各种原因，只允许做一定个数的试验，而且是将试验范围均分，要找出最好的分点。这在军事上经常遇

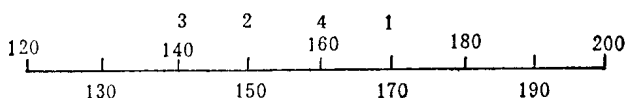
到，例如为确定某一参数的最好值（比方说，怎样的射击角度才具有最大杀伤力），要进行打炮演习，打几炮呢？不能打了再说，而是要预先批准的。因此，要问：给定试验的个数时，怎样安排，才能使试验范围尽可能分得细密些？

看一个具体例子：某单位要找一个化学反应的较好温度，已知 120°C 不起反应， 200°C 碳化，希望做4次试验找出较好温度。起初想这样安排（图9）：



（图9）

做 130°C ， 150°C ， 170°C 和 190°C 4个试验。精度是 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 。后来改为（图10）：



（图10）

先做1，对折做2。2比1好，去掉 $170^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ ，对折而做3。还是2的好，又去掉 $120^{\circ}\text{C} \sim 140^{\circ}\text{C}$ ，再做4，仍是2的好。于是2最好。精度达 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。同样4个试验，安排不同，精度提高一倍。

抽象起来看，就是分试验范围0到1为8等分，从 $\frac{5}{8}$ 出发，与0.618的办法一样，对折找下一分点（试验点），4次便找到最好的分点。同样，分试验范围0到1为13分，从 $\frac{8}{13}$ 出发，5次找到最好分点；分21分，从 $\frac{13}{21}$ 出发，6次找到最好

分点;……这种方法叫做“分数法”。因为分数 $\frac{3}{5}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{8}{13}$,

$\frac{13}{21}$, ……就是 $\frac{\sqrt{5}-1}{2}=0.618\cdots$ 的渐近分数。“分数法”也就

是用这些分数来代替 0.618 的办法。怎样求得这些分数呢?
它是数列

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, …

相邻两数的商, 而数列的构造是, 开头两个数都是 1, 而后每个数都是它前面两个数的和:

$1+1=2$, $1+2=3$, $2+3=5$, $3+5=8$, …

这样, 在给定做试验个数时, 用分数法较好。例如, 可做 7 次试验, 就分试验范围为 34 分, 从 $\frac{21}{34}$ 出发便行。这个 34 便

是数列中第 9 ($=2+7$) 个数, 精度相当于均分法的 33 次。

杭州染丝厂是一个以绞丝为原料进行染色加工的工厂, 生产特点是花色品种多, 工艺操作复杂, 技术要求高。他们采用优选法解决了许多问题, 提高了产品的质量。例如, 采用分数法安排试验, 找到了硫化元染色的合适浴比, 节约大量原料。具体安排如下 (图 11):

按经验取定优选范围为 1:12~1:20, 分为 8 等分, 第一点试 $\frac{5}{8}$, 即 17, 对折试 $\frac{3}{8}$ 即 15, 结果 15 的好, 再试 14, 发现

14 的好, 最后试 13, 还是 14 好, 便结束了试验。采用这个浴比进行生产, 不但节约硫化元染料 15%, 而且色泽比以前好, 全年能节约硫化元 6761 公斤, 计人民币 10817 元。