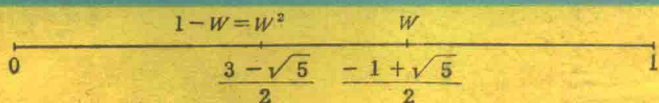


优选法平话及其补充

执笔人 华罗庚



国防工业出版社

毛主席语录

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

实践、认识、再实践、再认识，这种形式，循环往复以至无穷，而实践和认识之每一循环的内容，都比较地进到了高一级的程度。

不破不立。破，就是批判，就是革命。破，就要讲道理，讲道理就是立，破字当头，立也就在其中了。

毛主席语录

如果有了正确的理论，只是把它空谈一阵，束之高阁，并不实行，那末，这种理论再好也是没有意义的。

读书是学习，使用也是学习，而且是更重要的学习。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

优选法平話及其补充

执笔人 华 罗 庚

国防工业出版社

1972

内 容 简 介

“优选法”是以少的试验次数，迅速地找到生产和科学实验问题的最优方案的方法。实践证明，在生产和科学实验中运用“优选法”可以节省人力物力，缩短时间加速进程，有较大的经济效果。目前已在合成、配方、操作条件、仪器调试等方面得到了应用，并取得了成效。这本小册子分为五部分：一、平话部分，讲一般的方法；二、介绍一些特殊方法；三、党的领导和群众路线；四、补充，从理论上对“优选法”做了一些初步说明；五、附录，选择部分单位的应用成果，以供参考。

这本小册子以通俗易懂的“平话”形式写出，方法简单、易于掌握。
读者对象：广大工农兵、革命干部及科技人员。

优选法平话及其补充

执笔人 华罗庚

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印装 内部发行

787×1092 1/32 印张 3 60千字

1971年5月第一版 1972年6月第三次印刷

统一书号：N15034·1236 定价：0.26元

目 录

一、“优选法”平话	5
§ 1 什么是优选方法?	5
§ 2 单因素	7
§ 3 抓主要矛盾	9
§ 4 双因素	11
§ 5 多因素	15
二、特殊性问题	17
§ 1 前言	17
§ 2 一批可以作几个试验的情况	18
§ 3 平分法	18
§ 4 平行线法	19
§ 5 陡度法	20
§ 6 瞎子爬山法	21
§ 7 非单峰的情况如何办?	22
三、党的领导和群众路线	24
四、补充	26
§ 1 这是一个求最大(或最小)值的问题	26
§ 2 0.618的由来	27
§ 3 “来回调试法”	28
§ 4 分数法	29
§ 5 抛物线法	31

§ 6	双变数与等高线	32
§ 7	统计试验法	34
§ 8	效果估计	35
后记		38
五、附录		41
§ 1	用“优选法”摸索最佳酸洗液	41
§ 2	运用“优选法”解决不锈钢管的酸洗液配比 问题	46
§ 3	优选氧化处理(发黑)溶液配方试验阶段 总结	48
§ 4	在实践中学习“优选法”	60
§ 5	用“优选法”选择聚氨酯合成橡胶的配方 比例	62
§ 6	用“优选法”节省可熔性聚酰亚胺模塑粉成粉 原料的试验	66
§ 7	多快好省的试验法	69
§ 8	用“优选法”选择最好萃取液的配方	72
§ 9	在毛主席光辉哲学思想照耀下,以“优选法”指导 新型合成洗涤剂中试获得成功	76
§ 10	用“优选法”配制“有机膜”	80
§ 11	用“优选法”调整电子电路	81
§ 12	“优选法”在同位素测厚方面的应用	86
§ 13	“优选法”在线性旋转变压器调试中的应用	89
§ 14	用“优选法”调试光电跟踪线切割机床	91

毛主席语录

自然科学是人们争取自由的一种武装。……人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

一、“优选法”平话

§1 什么是优选方法？

优选的方法的问题处处有，常常见。但问题简单，易于解决，故不为人们所注意。自从工艺过程日益繁复，质量要求精益求精，优选的问题也就提到日程上来了。简单的例子，如：一枝粉笔多长最好？每枝粉笔都要丢掉一段一定长的粉笔头，单就这一点来说，愈长愈好。但太长了，使用起来既不方便，而且容易折断，每断一次，必然多浪费一个粉笔头，反而不合适。因而就出现了“粉笔多长最合适”的问题，这就是一个优选问题。

蒸馒头放多少碱好？放多了不好吃，放少了也不好吃，放多少最好吃呢？这也是一个优选问题。也许有人说：这是一个不确切的问题。何谓好吃？你有你的口味，我有我的口味，好吃不好吃根本没有标准。对！但也不完全对！可否针对我们食堂定出一个标准来！假定我们食堂有一百人，放碱多少，这一百人有多少人好吃，统计一下，不就有了指标

嗎？我們的問題就是找出合適的用碱量，使食堂里說好吃的人最多。

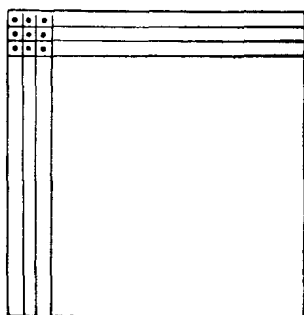
這只是引子，是比喻。實際上問題比此複雜，還有發酵問題等等沒有考慮進去呢！同時，這樣的問題老師傅早已從實踐中摸清規律，解決了這一問題了，我們不過用來通俗說明什麼是优选方法而已。

毛主席教導我們：“**鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社會主義。**”

优选方法的适用范围是：

怎样选取合适的配方，合适的制作过程，使产品的质量最好？

在质量的标准要求下，使产量最高成本最低，生产过程最快？



已有的仪器怎样调试，使其性能最好？

也許有人說我們可以大量試驗嘛！把所有的可能性做窮盡了，還能找不到最好的方案和過程？大量的試驗要花去大量的時間、精力和器材，而且有時還不一定是可能的。舉個簡單的例子，一個一平方公里的池塘，我們要找其最深點。比方說每隔一公尺測量一次，我們必須測量 1000×1000 ，總共一百萬個點，這個問題不算複雜，只有橫豎兩個因素。多幾個：三個、四個、五個、六個更不得了！假定一個因素要求准兩位，也就是分 100 個等級，兩個因素就需要 100×100 即一萬次，三個就需要 $100 \times 100 \times 100$ 即一百萬次，四個就需要一億次；就算你有能耐，一天能做三十次，一年做一萬

次，要一万年才能做完这些实验。“多少事，从来急；天地转，光阴迫。一万年太久，只争朝夕。”

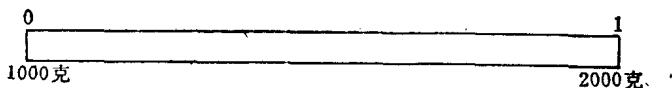
优选方法的目的在于减少实验次数，找到最优方案。例如在一个因素时，只要做 14 次就可以代替 1600 次实验。上面所说的池塘问题，有 130 次就可以代替一百万次了（当然我们假定了池塘底都不是忽高忽低的）。

§2 单因素

我们知道，钢要用某种化学元素来加强其强度，太少不好，太多也不好。例如，碳太多了成为生铁，碳太少了成为熟铁，都不成钢材，每吨要加多少碳才能达到强度最高？假定已经估出（或从理论上算出）每吨在 1000 克到 2000 克之间。普通的方法是加 1001 克，1002 克，……，做下去，做了一千次以后，才能发现最好的选择，这种方法称为均分法。做一千次实验既浪费时间、精力，又浪费原材料。为了迅速找出最优方案，我们建议以下的“折迭纸条法”。

毛主席教导我们：“实践、认识、再实践、再认识，这种形式，循环往复以至无穷，而实践和认识之每一循环的内容，都比较地进到了高一级的程度。”

“折纸法”是我们学用伟大领袖毛主席的光辉哲学思想的一个尝试，请牢记一个数 0.618。

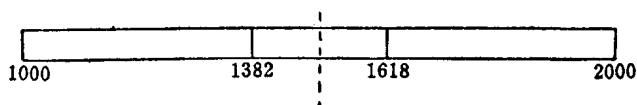


用一个有刻度的纸条表达 1000~2000 克，在这纸条长

度的 0.618 的地方划一条线，在这条线所指示的刻度做一次实验，也就是按 1618 克做一次实验。

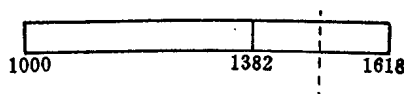


然后把纸条对折迭起，前一线落在另一层上的地方，再划一条线，这条线在 1382 克处，再按 1382 克做一次实验。

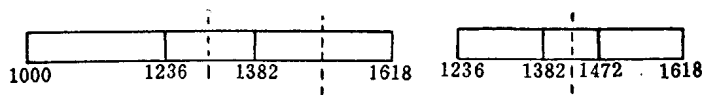


毛主席教导我们：“差异就是矛盾。”“有比较才能鉴别。有鉴别，有斗争，才能发展。”

两次实验进行比较，如果 1382 克的好一些，我们在 1618 处把纸条的右边一段剪掉，得：



(如果 1618 克比较好，则在 1382 克处剪掉左边一段)。再依中对折起来，又可划出一条线在 1236 克处：



依 1236 克做实验，再和 1382 克的结果比较。如果，仍然是 1382 克好，则在 1236 处剪掉左边：

再依中对折，找出一个试点是 1472，按 1472 克做实验，做

出后再剪掉一段，等等。注意每次留下的纸条的长度是上次长度的 0.618（留下的纸条长 = $0.618 \times$ 上次长）。

就这样，实验、分析、再实验、再分析，矛盾的解决和又出现的过程中，一次比一次地更加接近所需要的加入量，直到所能达到的精度。

从炼钢发展的历史也可以充分地看出“优选法”的意义，最初出现的生铁，含碳量达 4%，后来熟铁出世了，几乎没有含碳量。在欧洲十八世纪七十年代前，熟铁还是很盛行的。各种钢的出现，就是按客观要求找到最合适的含碳量的过程。例如：可以冷压制成汽车外壳的钢是含碳量 0.15% 的低碳钢。做钢梁的大型工字钢所要求的是含碳量 0.25% 的软钢。通过热处理可以硬化制成车轴、机轴的是含碳 0.5% 的中碳钢。做弹簧、锤、铤、斧又需要含碳 1.4% 的高碳钢。各种合金钢就更需要选择配方了。

以上不过拿钢来做例子，象配方复杂的化学工业、生产条件复杂的电子工业等，那就更需要优选方法了。

§3 抓主要矛盾

事物是复杂的，是由各方面的因素决定的，因而必须考虑多因素的问题。但在介绍多因素的“优选法”之前，我们必须深刻领会、再三强调我们的伟大导师毛主席关于抓主要矛盾的教导：“任何过程如果有多数矛盾存在的话，其中必定有一种是主要的，起着领导的、决定的作用，其他则处于次要和服从的地位”。

“优选法”固然比普通的穷举法（或排列组合法）更适合于处理多因素的问题，但必须指出，随着因素的增多实验

次数也随之迅速地增加（尽管比普通方法的增加率慢得多），因此，为了加快速度节约人力、物力，减少实验次数，抓主要矛盾便成为关键的关键；至少应当尽可能把那些影响不大的因素，暂且撇开，而集中精力于少数几个必不可少的、起决定作用的因素来进行研究。

举例来说：某金属合金元件经淬火后，产生了一层氧化皮，我们希望把氧化皮去掉，而不损害金属表面的光洁度。有一种方法叫做酸洗法，就是用几种酸配成一种混合液，然后把金属元件浸在里面，目的在短时间内去掉氧化皮，不损失光洁度。

选择哪几种酸的问题，这儿不说了。只说，已知要用硝酸和氢氟酸，怎样的配方最好？具体地说要配 500 毫升酸洗液，怎样配？

看看因素有多少：硝酸加多少？氢氟酸加多少？水加多少？什么温度？多长时间？要不要搅拌，搅拌的速度和时间？一摆下来有七个因素，每个因素就算它分为 10 个等级，用穷举法就要做 10^7 次试验，即一千万次，就算优选法有本领，只要万分之一的工作量，那也要做一千次，太多啦！

请看搞这项实验的同志是怎样按照毛主席抓主要矛盾的指示来分析问题的。

总共是 500 毫升，两种酸的用量定了，水的量也就定了，所以水不是独立因素。

其次，配好了就用，温度的变化不大，温度不考虑。

再其次，时间如果指的是配好后到进行酸洗的时间，我们也不考虑这时间，因为配好就洗；如果指酸洗所需要的时间，那不是因素而是指标，这次搞出的酸洗液只要三分钟，所以也不成问题。

最后，搅拌不搅拌就暂不考虑。

结果就只有两个因素：硝酸多少？氢氟酸多少？因此，只用一天时间做 14 次试验就把问题解决了。否则就要成月成年的时间了。

再补充说明一下这样分析的用意：三种配比有时会误解为三个因素，实际上只有两个因素（变数）是独立的。

酸洗的时间长短，不是因素而是指标，就是说，该时间不是自变数，而是因变数。

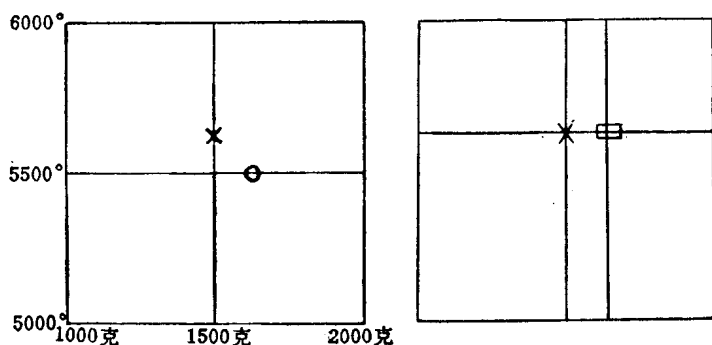
采用“优选法”的同志必须注意：在分析问题的时候，要弄清楚到底有哪些是独立变数，经验告诉我们这都是易于发生的错误。还必须再强调一下，在分析出哪些因素是独立变数之后，还要看其中哪些因素是主要的。

§4 双因素

假如有两个因素要考虑，一个是含量 1000 克到 2000 克，另一个是温度 5000～6000℃。

我们处理的方法：把纸对折一下，例如是在 1500 克处对折，在固定了 1500 克的情况下，找最合适的温度，用单因素方法（即 §2 的方法）找到了在“×”处。再横对折，在 5500 度时用单因素的方法（即 §2 的方法），找到最合适的含量在“○”处。比较“○”与“×”两处的实验，哪个结果好。如果在“×”处好，则裁掉下半张纸（如果在“○”处好，则裁掉左半张）。在余下的纸上再用上法进行。

当然因素越多，问题越复杂，但在复杂情况中含有灵活思考的余地。例如：当我们找到“×”处后，我们放弃对折法，而用通过“×”的横线，在这条横线上作试验，用 §2



的方法找到“□”处最好，再通过“□”处的竖线上做实验，等等。

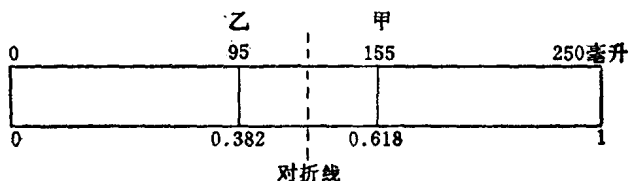
例如，上海热工仪表厂曾处理的问题就是本节提出来的、采用酸洗液洗去金属元件的氧化皮的问题。经过分析后，将问题变为：配 500 毫升酸洗液；问：水、硝酸和氢氟酸各放多少效果最好？

根据经验和有关资料，他们原先拟定：硝酸加入量在 0～250 毫升范围内变化，氢氟酸在 0～25 毫升范围内变化，其余加水。这是一个双因素的问题。

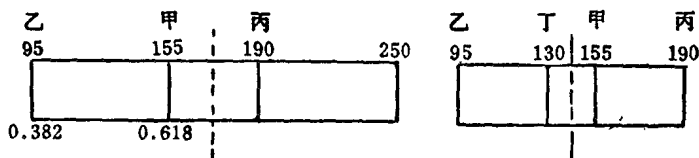
这样的试验，如果采用排列组合的方式进行。若硝酸 0～250 毫升按 5 毫升分一等分，共分成 50 个等分。氢氟酸由 0～25 毫升按 2 毫升分一等分，共分成 13 等分。如此需要进行 $50 \times 13 = 650$ 次试验。这是既化时间又化物力的试验。我们用“优选法”得出的结果，氢氟酸的取值是 33 毫升，竟超出所试验的范围之外。因此，就是做遍 650 次也找不到这样好的酸洗液。

用“优选法”指导试验，第一步固定氢氟酸配比在变化范围 0～25 毫升的正中，假定加入量为 13 毫升，先对硝酸

含量进行优选。具体方法是，把 0~250 毫升标在一张格子纸条上，用纸条长度表示试验范围。从 0 开始，按 0.618 的比例先找到第一个试验点甲为 155 毫升，作一次试验。然后将纸条对折起来，从中线左侧找到甲的对称点乙为 95 毫升，作第二次试验（见图）。对比甲、乙二试验结果，知道甲比乙



好，立即剪掉乙点左侧的纸条（即淘汰小于 95 毫升的试验点），得出新的试验范围（即 95 至 250 毫升），再将剩下纸条对折起来，找到甲的对称点丙为 190 毫升，作第三次试验（见图）。对比丙与甲的结果，知道甲比丙好，即将丙点右侧的纸条剪掉（即淘汰大于 190 毫升的试验点），又得出新的试验范围（95~190 毫升），再同样对折找甲的新对称点作新的试验（见图）。如此循环，到第五次试验即找到硝酸配比最



优为 165 毫升。第二步将硝酸含量固定为 165 毫升，用同样方法对氢氟酸加入量进行优选，发现氢氟酸含量在边界点 25 毫升时，酸洗质量较好，说明原来给出的范围不一定恰当，决定在 25~50 毫升范围再进行优选，到第九次试验，找到氢氟酸最优点为 33 毫升。至此，共试验十四次，所找到的配方

已经能很好地满足生产的需要了，因此试验结束。否则，还须再次将氢氟酸含量固定为 33 毫升，再用同样方法对硝酸含量进行优选，如此做下去。直到找到最优配方为止。这个例子说明，用“优选法”不仅能够多快好省地找到最优方案，而且可以纠正根据经验初步确定的范围不当的错误。

附记1. 上述合金酸洗液的选配问题，在过去两年里，曾进行过两次试验。一九六八年的试验失败了，一九六九年经过无数次试验，总算找到一种酸洗液配方，勉强可用；但酸洗时间达半小时，还要用刷子刷洗。

这次采用优选方法，不到一天时间，做了十四次试验，就找到了一种新的酸洗液配方。将合金材料放入这种新的酸洗液中，马上反应，三分钟后，氧化皮自然剥落，材料表面光滑毫无腐蚀痕迹。

附记2. 令 X 代表硝酸量， Y 代表氢氟酸量；根据经验和有关资料，假定：

$$0 \leq X \leq 250 \text{ (毫升)}; \quad 0 \leq Y \leq 25 \text{ (毫升)}.$$

如果没有经验和有关资料，只有如下条件：

$$X + Y \leq 500, \quad 0 \leq X, \quad 0 \leq Y;$$

