

优选法 在医药上的应用

陕西省卫生局

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

科学技术这一仗一定要打，而且必须打好，不搞科学技术，生产力无法提高。

研究任何过程，如果是存在着两个以上矛盾的复杂过程的话，就要用全力找出它的主要矛盾。捉住了这个主要矛盾，一切问题就迎刃而解了。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的。自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上，因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

前 言

在学习无产阶级专政理论的热潮中，我省卫生系统推广优选法的科学实验活动蓬勃兴起。在各级党委的正确领导下，推优工作于短期内取得了一定成绩。为了巩固成果，交流经验，我们将全省卫生系统应用优选法的部分实例予以整理汇编。这些实例均系初步成果，尚欠完整和严谨，仅供参考。

在选编过程中，宝鸡市卫生局、西安医学院、陕西省人民医院、陕西省中医研究所、陕西省卫生防疫站给予了大力支持！限于编者水平，加之仓促成稿，缺点和错误在所难免，尚请同志们批评指正。

编 者 一九七五年十月

目 录

优选法简单介绍.....	(1)
--------------	-----

一、基础医学

(一) 基础

液闪烁测量中测量条件电流高压的优选.....	西安医学院工业卫生教研组 (26)
液闪烁测量中测量条件衰减器的优选.....	西安医学院工业卫生教研组 (26)
液体闪烁纸片法测量中闪烁剂用量的优选.....	西安医学院工业卫生教研组 (27)
电势计测电动势平衡点的优选.....	西安医学院物理教研组 (27)
印刷电路板腐蚀条件的优选.....	西安医学院物理教研组 (28)

骨防腐固定处理过程中使用 *NaoH* 和 *Antiformin* 浓度的优选

.....	陕西省人民卫生学校 (29)
精制梧桐浓缩液使用酒精浓度的优选.....	陕西省人民卫生学校 (30)
银电极涂汞更新酸度的优选.....	宝鸡市卫生防疫站 (31)
使用27型电导仪范围选择器调节的优选.....	陕西省地方病防治所 (32)
“骨癆敌”针剂生物碱成份试验时敏感浓度的优选.....	陕西中医学院植化实验室 (33)
水飞蓟素(新抗肝炎药)薄层层析推进系统的优选.....	陕西中医学院植化实验室 (33)
水飞蓟素薄层层析新的推进系统的优选.....	陕西中医学院植化实验室 (34)
优选文献报告的薄层层析推进剂的溶剂比例改善层析结果	

.....	陕西中医学院植化实验室 (34)
水飞蓟素提取第一工序脱脂时间的优选.....	陕西中医学院植化实验室 (34)
快速制备硅胶层析板.....	陕西中医学院植化实验室 (34)
以纸片法进行中草药抗菌试验培养温度的优选.....	陕西中医学院病原病理教研室 (35)
中草药原植物标本的浸渍法.....	陕西中医学院中草药标本室 (33)
在兔血淋巴细胞的分离提取中明胶浓度的优选.....	陕西省中医研究所微生物学组 (37)
家兔金黄色葡萄球菌感染并致死细菌量的优选.....	陕西省中医研究所微生物学组 (58)
小白鼠饲甘草最大用药量的优选.....	陕西省中医研究所微生物学组 (38)
豚鼠马血清过敏性休克血清攻击用量的优选.....	陕西省中医研究所微生物学组 (39)
氰化钾致死小白鼠用药量的优选.....	陕西省中医研究所微生物学组 (40)

(二) 检验

血清谷丙转氨酶测定中时间与温度的优选.....	咸阳市医院检验科 (41)
血清谷丙转氨酶测定温度的优选.....	延安地区人民医院 (42)
血沉快速测定的优选.....	宝鸡卫校医院 (44)
红细胞沉降率快速测定的优选.....	陕西省人民医院检验科 (45)

聚丙烯酰胺凝胶电泳的样品胶及分离胶浓度的优选

.....	西安医学院第二附属医院检验科	(45)
快速麝香草酚絮状反应.....	宝鸡卫校医院	(46)
胎甲球快速电泳法.....	宝鸡卫校医院检验科	(48)
澳抗(HAA)快速免疫电泳法.....	宝鸡卫校医院检验科	(49)
醋酸纤维素薄膜电泳(薄膜水份含量的优选).....	宝鸡中心医院检验科	(49)
蛋白电泳电压的优选.....	宝鸡中心医院检验科	(50)
血清蛋白纸上电泳电流量的优选.....	宝鸡铁路局医院检验科	(51)
淀粉酶试验中淀粉浓度的优选.....	宝鸡市中心医院检验科	(51)
凝血活酶加温时间的优选.....	陕西省人民医院检验科	(52)
应用优选法制备兔脑粉.....	陕西省人民医院	(52)
血液非蛋白氮简易测定硫酸浓度的优选.....	陕西省人民医院检验科	(53)
血钾四苯硼钠浓度及用量的优选.....	陕西省人民医院	(54)
血清氯化物测定二苯胺脲指示剂及硝酸用量的优选.....	陕西省人民医院检验科	(54)
伊红细胞计数稀释液浓度的优选.....	陕西省人民医院检验科	(55)
红细胞压积容量离心时间的优选.....	陕西省人民医院检验科	(55)
抗“O”试验时间的优选.....	中国人民解放军323医院检验科	(56)
尿糖定性中班氏试剂浓度的优选.....	宝鸡市中心医院检验科	(56)
实验室玻片清洗的优选.....	宝鸡卫校医院	(57)
细菌培养药物敏感试验的优选法.....	西安医学院第二附属医院检验科	(58)
血液培养基用血量的优选.....	宝鸡市中心医院检验科	(59)

(三) 放射

髋关节侧位片投照角度的优选.....	陕西省人民医院	(59)
肺门断层层次优选.....	西安医学院附属一院	(60)
食管及胃肠道检查硫酸钡剂量的优选.....	陕西省人民医院	(60)
三岁以下婴幼儿胸片时间优选.....	榆林中心医院	(61)
X光胸片减薄剂溶液最适浓度的优选.....	陕西省卫生防疫站	(62)
钡剂肠用液量的优选.....	洋县医院	(62)
X线透视电流量的优选.....	蒲城县医院	(62)
X线透视千伏量的优选.....	蒲城县医院	(63)
干板照像的优选.....	陕西省人民医院	(63)

(四) 病理:

组织块温度的优选.....	陕西省人民医院病理科	(65)
石蜡切片附贴用水温度的优选.....	陕西省人民医院病理科	(65)
脱屑细胞涂片固定液浓度的优选.....	陕西省人民医院病理科	(66)
苏木素浓度的优选.....	陕西省人民医院病理科	(66)
应用优选法缩短病理切片烤片时间.....	陕西省人民医院病理科	(67)
网状纤维染色浓度的优选.....	陕西省人民医院病理科	(67)

VG 染色染液浓度的优选	陕西省人民医院病理科 (68)
病理组织块固定及脱水时间的优选	陕西省中医研究所 (69)
骨组织脱钙溶液加用盐酸浓度的优选	榆林地区中心医院 (69)
快速石蜡切片的优选	榆林地区中心医院 (69)

二、临床医学

(一) 内科

尿糖测定斑氏液用量优选	西安医学院第一附属医院 (71)
50%葡萄糖注射量的优选	宝鸡中心医院 (71)
供溶媒用葡萄糖注射浓度的优选	西安医学院第一附属医院内科 (72)
节约心电图用纸的优选	中国人民解放军 323 医院 (73)
心电图描记前患者休息时间长短的优选	安康地区医院 (73)
链霉素穴封治疗活动性肺结核	铜川市人民医院 (74)
去除注射器磷、 ¹³¹ 碘马尿酸放射性治疗时, 水抽洗次数的优选	
	西安医学院第一附属医院同位素室 (74)
去除药杯放射性沾污时, 水冲洗时间的优选	西安医学院第一附属医院同位素室 (75)
糖尿病患者住院饮食简便计算法	中国人民解放军 323 医院 (75)

(二) 外科:

维生素 K ₃ 治疗胆绞痛及阻塞性黄疸剂量的优选	安康地区医院 (76)
阿托品稀释液穴位注射治疗上腹痛的优选	安康地区医院 (77)
针麻诱导时间的优选	延安地区医院 (78)
甲状腺手术切口用副肾素浓度和普鲁卡因溶液用量的优选	延安地区医院 (78)
对针刺麻醉电流频率的优选	兴平县医院 (79)
固定四肢骨折中浸泡石膏绷带水温优选	中国人民解放军 323 医院 (79)
石膏绷带固定层数的优选	延安地区医院 (80)
乙状拉钩弧度的优选	延安地区医院 (80)
疝手术后压沙袋重量的优选	延安地区医院 (80)
熬制刷手用肥皂肘时皂用量的优选	宝鸡中心医院 (81)
新洁尔灭溶液中亚硝酸钠浓度的优选	洋县医院 (81)
治疗手掌重症脱屑的穴位优选	铜川市人民医院 (82)
清洁灌肠肛管插入深度的优选	宝鸡中心医院外科 (82)
正肾素补溢皮后处理的优选	宝鸡卫校 (83)

(三) 妇产科:

气门皮套扎脐带近端剪脐距离和气门皮长度的优选	延安地区医院 (83)
人工流产电吸引负压的优选	宝鸡中心医院妇产科 (84)
人工流产电吸引负压的优选	榆林地区中心医院 (85)
胎头电吸引负压的优选	宝鸡中心医院妇产科 (85)
应用电动吸引器清除新生儿呼吸道分泌物并优选其压力	
	西安医学院第一附属医院 (86)

水囊引产注水量的优选	临潼县医院 (86)
水囊引产注入盐水量优选	宝鸡市中医院 (86)
上环时间的优选	兴平县医院 (78)
针刺转胎的穴位优选	临潼县医院 (87)
脐带结扎方法的革新	榆林地区中心医院 (88)
女性扎管针麻穴位的优选	安康地区医院 (88)
气囊与水囊引产优选	铜川市医院 (88)

(四) 小儿科:

临床Ⅱ—Ⅲ度营养不良患儿持续静脉点滴葡萄糖浓度的优选

	宝鸡市中心医院儿科 (89)
小儿放疗中水合氯醛灌肠剂量的优选	西安医学院第一附属医院 (89)
驱虫净用于小儿驱蛔虫用量的优选	安康地区医院 (90)
小儿口服液含糖浓度的优选	西安医学院第一附属医院 (90)
小儿肺炎合并心衰静点滴数的优选	延安地区医院 (91)
小儿消炎膏敷背药量的优选	延安地区医院 (91)
小儿腰穿进针角度的优选	延安地区医院 (91)
乳幼儿痢特灵灌肠用量的优选	延安地区医院 (92)
乳幼儿灌肠插管深度的优选	延安地区医院 (92)
口服葡萄糖茶水浓度的优选	宝鸡市中心医院儿科 (93)

(五) 五官科:

自制清扫剂中水含量的优选	西安医学院第一附属医院口腔科 (93)
口腔喷雾最佳距离	铜川市黄堡医院 (94)
优选磷酸锌水门停粉液比例中的液量	陕西省人民医院 (94)
牙托热处理时间的优选	陕西省人民医院 (95)
喉炎气管切开后拔管时间的优选	安康地区医院 (96)
681溶液下鼻甲注射治疗慢性单纯性鼻炎浓度的优选	宝鸡市中心医院耳鼻喉科 (96)
牙髓干尸术的改进	榆林地区中心医院 (97)
高频电刀电凝下鼻甲	西安医学院第一附属医院门诊护理组 (97)
“吹耳散”治疗化脓性中耳炎	榆林地区中心医院 (97)
硝酸银治疗慢性结膜炎、春季卡它性结膜炎浓度的优选	安康地区医院 (98)
后马托品扩瞳浓度的优选	宝鸡中心医院 (98)
眼科常用麻药地卡因浓度的优选	延安地区医院 (99)
地卡因表麻测眼压浓度的优选	西安医学院附属一院眼科 (99)
内眼手术前口服醋氮酰胺时间的优选	宝鸡市中心医院眼科 (99)

三、药 学

提取中草药乙醇沉淀蛋白质时间及浓度的优选	陕西省人民医院药剂科 (101)
炒杜仲砂温的优选	陕西省中医研究所 (102)
熬红膏药下丹时对油温的优选	陕西省中医研究所 (102)

炙川乌水温的优选·····	陕西省中医研究所(103)
炙马钱子砂温的优选·····	陕西省中医研究所(103)
姜炙半夏水温的优选·····	陕西省中医研究所(104)
中草药浸膏片湿润剂乙醇浓度的优选·····	陕西省中医研究所(104)
熬膏药下丹时对油温的优选·····	陕西省中医研究所(105)
炙南星水温的优选·····	陕西省中医研究所(105)
酒炙地黄用酒量的优选·····	陕西省中医研究所(106)
蜜炙五味子用蜜量的优选·····	陕西省中医研究所(106)
蜜炙黄芪用蜜量的优选·····	宝鸡市中心医院(107)
越菊丸用蜜量的优选·····	西安铁路中心医院(107)
脂溢酊 1 号中乙醇浓度的优选·····	宝鸡市中心医院药局(107)
复方水杨酸酒精溶液中酒精用量的优选·····	铜川煤炭基建公司医院药剂科(108)
祖师麻沉淀蛋白醇浓度的优选·····	西医二院药厂(108)
三号癣药水中酒精浓度的优选·····	西医二院药厂(109)
配制 $N/10$ 碘液中碘化钾用量的优选·····	延安地区药品检验所(109)
10%碘酊中碘化钾用量的优选·····	西安铁路中心医院药剂科(110)
抗炎注射液中吐温—80用量的优选·····	西安铁路中心医院药剂科(110)
0.5%氯霉素点眼液中助溶剂吐温—80用量的优选·····	榆林中心医院(111)
10%复方樟脑酊助溶剂吐温—80用量的优选·····	宝鸡市中心医院(111)
咳嗽合剂中吐温—80用量的优选·····	西安铁路中心医院药剂科(112)
优选硅胶 CMC 硬板·····	西医二院药厂(112)
灵芝培养基中用马铃薯淀粉代替新鲜马铃薯的优选·····	西医二院药厂(113)
氯化钠基准物干燥时间的优选·····	西安铁路中心医院药剂科(114)
热原试验中兔体温测定时间的优选·····	西安铁路中心医院药剂科(114)
热原试验中家兔体温测定间隔时间的优选·····	西医二院药厂(115)
碘量法则定葡萄糖注射液含量时间的优选·····	西医二院药厂(115)
碳酸氢钠注射液 CO_2 气通入时间的优选·····	铜川煤炭基建公司医院制剂室(116)
2%硼酸甘油乙酯配制中甘油温度的优选·····	陕西省人民医院药剂科(116)
1/2灰特弗氏液乙醇浓度的优选·····	陕西省人民医院药剂科(117)
器械消毒液中亚硝酸钠用量的优选·····	中国人民解放军 323 医院药剂科(117)
氧化锌油膏中植物油用量的优选·····	宝鸡市中心医院(117)
葡萄糖注射液加热时间及活性炭用量的优选·····	西医二院药厂(118)
乌洛托品含量测定中煮沸时间的优选·····	西医二院药厂(118)
二色补血素注射液沉淀杂质醇浓度之优选·····	西医二院药厂(119)
骨蜡方剂中蜡油用量比例的优选·····	西医二院药厂(120)
电热蒸馏器冷凝水用量的优选·····	汉中卫校(120)
炉甘石擦剂中乳化油的最佳量·····	铜川煤炭基建公司医院(121)
血液保养液抽气时间的优选·····	铜川矿务局医院药剂科(122)

当归浸膏片润滑剂用量的优选·····	西安铁路中心医院药剂科(123)
胎盘组织液澄明度 <i>PH</i> 值的优选·····	宝鸡市中心医院(123)
制作胎盘组织液时 <i>PH</i> 值的优选·····	西医二院药厂(123)
硫代硫酸钠注射液加碳酸氢钠用量的优选·····	西医二院药厂(124)
甘露醇注射液保温时间和温度的优选·····	西医二院药厂(124)

四、卫生防疫

尿中双硫脲比色测定法加热消化时间及试剂提纯的优选·····	陕西省卫生防疫站(126)
有机氯薄层层离法中有关环节的优选·····	陕西省卫生防疫站(128)
氰化氢测定中显色剂用量及显色后比色时间的优选·····	陕西省卫生防疫站(129)
除去氰化钾溶液中铅时浓度的优选·····	陕西省卫生防疫站(130)
改进螯类装片胶配方中水化氯醛用量的优选·····	陕西省卫生防疫站(131)
硝酸钠溶液漂浮钩虫卵最佳浓度的优选·····	陕西省卫生防疫站(131)
变色酸法测酒中甲醇的优选·····	陕西省卫生防疫站(132)
粮食、蔬菜镉元素分析中过氧化钠熔融及盐酸溶解的用量·····	陕西省卫生防疫站(133)
十二群钩体菌试用羊血清培养·····	宝鸡市卫生防疫站(134)
肠道细菌培养的优选·····	咸阳地区卫生防疫站(135)
砷测定中锌粒最佳用量的优选·····	延安地区卫生防疫站检验科(136)
食醋熏蒸消毒空气时间的优选·····	陕西省卫生防疫站(137)
布鲁氏杆菌培养葡萄糖用量的优选·····	陕西省卫生防疫站(138)
靛基质快速试验色氨酸用量的优选·····	陕西省卫生防疫站(138)
尿素酶试验尿素用量的优选·····	陕西省卫生防疫站(139)
葡萄糖、乳糖等十四种单糖培养基含糖浓度的优选·····	陕西省卫生防疫站(139)
酒精对沙门氏菌、痢疾杆菌消毒浓度的优选·····	宝鸡市卫生防疫站(140)
参芪液对加速痢疾杆菌生长的试验及应用浓度的优选·····	宝鸡市卫生防疫站(140)
碘量比色法测水中碘时加酸量的优选·····	宝鸡市卫生防疫站(141)
自来水、河水总 β 放射性的测定·····	宝鸡市卫生防疫站(141)
水中微量钍的测定·····	宝鸡市卫生防疫站(142)

优选法简单介绍

在生产斗争、科学实验和日常生活中，优选的问题大量存在，处处有，常常见。例如蒸馒头放碱，如碱放少了，蒸出的馒头就发酸；碱放多了，馒头就发黄且有碱味。

“碱放多少才合适”，这就是一个优选问题。又如做粉笔，每支粉笔都要丢掉一段一定长的粉笔头，单就这一点而论，越长越好。但太长了，用起来既不方便，又易折断，每断一次，必然又要多浪费一个粉笔头，反而不合算。因而就出现了“粉笔多长最合适”，这也是一个优选问题。再如酸洗钢材，酸液浓度过高会腐蚀钢材，酸液浓度过低酸洗速度又太慢，“酸液浓度多大才合适”，这又是一个优选问题。还有，如治病用药，药量过大可能引起不良反应甚至中毒，量太小效果不明显甚至无效，“剂量多大才合适”，这还是一个优选问题。总之，在生产斗争和科学实验中，人们为了多快好省地完成任务，达到优质、高产、低耗的预期目标，就要对有关因素的最优点进行选择。这类选择最优点的问题，在数学上就称为“最优化问题”。

实践中，人们常常通过做实验的办法来寻找各种因素的最优点，以解决最优化问题。然而，对于不同的具体问题，试验方法也千差万别。究竟用什么方法才能迅速地找到最优点呢？这正是优选法所要解决的问题。所谓优选法，就是抓着具体问题的主要矛盾，运用数学的原理和方法，合理地安排试验点，以尽可能少的试验次数，迅速地找到最优点的科学试验方法。这类方法，国外有人称它为“试验最优化方法”，或者叫“最优化直接方法”，以与间接最优化方法（或叫解析最优化方法）相区别。从四十年代初期起，逐渐发展并不断完善，目前已成为应用数学上的一个分支，在工程设计方面尤其是石油化工、油田开发、矿物处理等有着较为广泛的应用。

优选法的应用在我国是从1970年开始的，首先由华罗庚等同志推广并大量应用。各行各业均有成绩，目前尤以石油化工、电子、矿山地质、冶金、机械、轻纺、医药卫生、食品等方面效果显著。

优选法应用于医药卫生领域，已在许多方面取得成果。开始在制药、药剂、药检、检验、放射、病理等方面成果较多，研究的对象侧重于化学和物理学的运动过程，尤其是配方配比的选择。最近，更扩展至临床医学各科和医药科研等方面。实践证明，在医药卫生工作中，只要运用恰当，优选法在提高医疗质量和技术水平，减轻病人痛苦、节省药品器材，发掘祖国医药学宝库等方面均可发挥一定的作用。

优选法是一个比较宽广的数学领域，方法层出不穷。现将基本方法简单介绍于后。

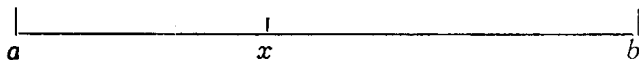
一、单因素的优选方法

在许多具体问题中，影响因素往往不是一个，而是很多个。但在安排试验时，只考虑其中对目标影响最大的因素（即常说的主要矛盾），其他因素尽量保持不变，这就是

单因素问题。单因素问题的优选方法很多，此处着重介绍 0.618 法、分数法、平分法、分批试验法和抛物线法。

1. 0.618法:

在对目标影响最大的主要试验因素确定之后，安排试验时首先要估计包含最优点的试验范围。如用 a 表示下限，用 b 表示上限，则试验范围就用由 a 到 b 的线段来表示，记作 $[a, b]$ 。若 x 表示试验点，则 $a \leq x \leq b$ ；如不考虑端点 a, b ，就记成 (a, b) ，则 $a < x < b$ 。



若能将试验结果和因素取值的关系写成数学表达式，就叫作目标函数。通常用 x 表示因素取值， $f(x)$ 表示目标函数。根据具体问题的要求，在因素的最优点上，目标函数取最大值、最小值或满足某种规定的要求。

目标函数为单峰函数时，常采用 0.618 法。以炼高强度合金钢为例，假定某化学元素加入量的范围是从 a 到 b ，记作 $[a, b]$ ，通常，随着含量增加，强度逐渐增大，到一定程度后，又逐渐减小。强度 Y 与含量 x 的这种对应关系可用曲线表示如图1。最高点 M 所对应的 x_0 便是所要找的最优点。习惯上，称强度 Y 为含量 x 的函数，记作 $Y = f(x)$ ，图中曲线称作函数 $Y = f(x)$ 的图象。

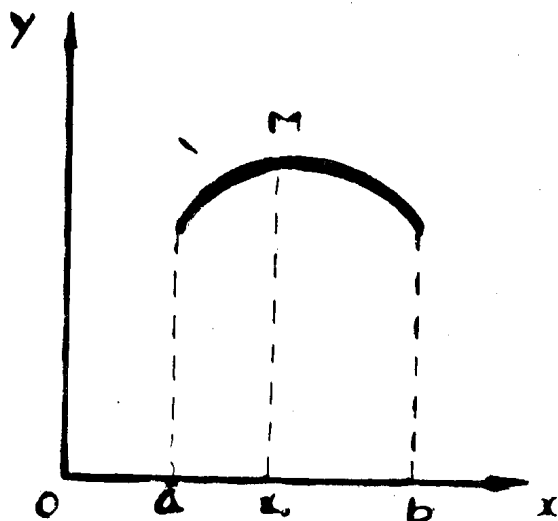
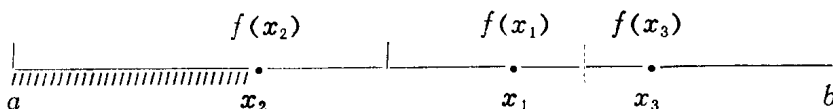


图1 单峰函数

从图 1 我们可以看到， x_0 左边，随着 x 的增大，强度 Y 也增大；而其右边，随着 x 的增大， Y 却减小。且距离 x_0 愈远，其 Y 值愈小。具有这种性质的函数就叫单峰函数，生产实际中呈现的规律，常属如此。

0.618法的具体作法是：首先确定第一个试验点 x_1 在试验范围 (a, b) 的 0.618 的位置上。第二个试验点 x_2 取成 x_1 的对称点。



用 $f(x_1)$ 和 $f(x_2)$ 分别表示在 x_1 和 x_2 上的试验结果。比较 $f(x_1)$ 和 $f(x_2)$ ：如 $f(x_1)$ 比 $f(x_2)$ 好，则 x_1 是好点，于是把试验范围 (a, x_2) 去掉，在余下的范围 (x_2, b) 中再找好点。第三点 x_3 是在范围 (x_2, b) 中 x_1 的对称点。再比较 $f(x_1)$ 与 $f(x_3)$ ，以确定好点，去坏留好，如此循环往复直至预计的精度。

试验点的计算也可采用下列公式：

$$x_1 = a + 0.618 \times (b - a) \dots\dots\dots (1)$$

$$x_2 = a + b - x_1 \dots\dots\dots (1)$$

如称 a 为试验范围的小头， b 为试验范围的大头，则公式(1)、(2)又可通俗地写为：

$$\text{第一点} = \text{小} + 0.618 \times (\text{大} - \text{小}) \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{以后各点} = \text{大} + \text{小} - \text{中间(前次留下的试验点)} \dots\dots\dots (4)$$

应用此法作试验时，不论丢掉了那一段，余下的试验范围总是原试验范围的0.618倍，丢掉的是0.382倍。每作一次，丢掉试验范围的0.382，所以，可以较少的试验次数迅速地找到最优点。

“0.618”从何而来？这个问题对于实际工作者来说可以不去管它，并不会影响应用。如要粗略了解，可用代数法求得。

在0到1的线段中，先取一点 x_1 做试验，再取一点 x_2 做试验进行比较，看那一点的效果好。 x_1 、 x_2 怎样选取才能使试验次数最少而精度最高呢？我们的目的是通过反复多次比较，逐次去掉一段，从而迅速找出最优点，因此就要求符合两个条件：(1) x_1 、 x_2 的位置应使 $[0, x_2]$ 和 $[x_1, 1]$ 一样长，因为丢掉 $[0, x_2]$ 和丢掉 $[x_1, 1]$ 都是同样可能的，由此得：

$$x_1 = 1 - x_2 \dots\dots\dots (5)$$

即 x_2 应该是 x_1 的对称点。

(2) 无论经过几次舍取，好点始终在新范围中的相应位置。如丢掉的是 $[x_1, 1]$ ，留下 $[0, x_2]$ ，则已做过试验的点 x_2 在 $[0, x_1]$ 中的位置和 x_1 在 $[0, 1]$ 中的位置应该是一样的，即此例相同，也就是： $x_1/1 = x_2/x_1$

$$x_1^2 = x_2 \dots\dots\dots (6)$$

这就是平面几何学中的“黄金分割法”。将(5)式与(6)式联立，得方程：

$$x_1^2 + x_1 - 1 = 0 \dots\dots\dots (7)$$

这是一个一元二次方程式，据其求根公式，

$$x_1 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

得到：

$$x_1 = \frac{-1 \pm \sqrt{(-1)^2 - 4 \times (-1)}}{2} = \frac{\pm \sqrt{5-1}}{2}$$

取其正根得：

$$x_1 = \frac{\sqrt{5}-1}{2} = 0.618033988\cdots$$

$$\text{而 } x_2 = 1 - x_1 = 1 - \frac{\sqrt{5}-1}{2} = \frac{3-\sqrt{5}}{2} = 0.38196601\cdots$$

$\frac{\sqrt{5}-1}{2}$ 是一个无限小数，为便于应用，一般取三位小数的近似值 0.618。

例1. 合成亚硫酸氢铵所用氨与硫磺粉最佳配比的优选。

亚硫酸氢铵是重要的制药原料。生产上用燃烧硫磺粉并加入氨水以合成亚硫酸氢铵。在氨水用量固定的情况下，究竟要烧多少硫磺粉才最合适呢？烧多了造成浪费，烧少了反应不完全。某制药厂在其他操作条件不变的情况下，对硫磺粉的用量进行了优选。

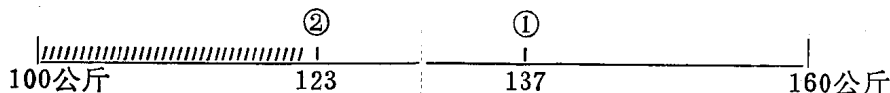
方法：单因素 0.618 法。

范围：根据生产实践，定硫磺粉用量为 100 公斤到 160 公斤之间。

过程：按公式计算选第一点

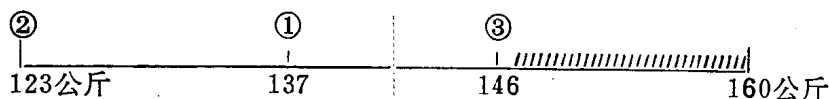
$$\textcircled{1} \quad x_1 = 100 + 0.618 \times (160 - 100) = 137.08 \approx 137 \text{ 公斤}$$

$$\textcircled{2} \quad x_2 = 160 + 100 - 137 = 123 \text{ 公斤}$$



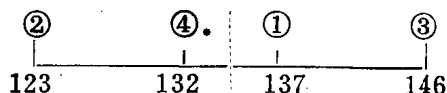
比较两点效果，①所得产品完全符合质量要求，而②所得产品不合格。因此，弃去 123 公斤以下的试验点，于 123 公斤—160 公斤范围内找第三个试验点，即 137 的对称点。

$$\textcircled{3} \quad x_3 = 160 + 123 - 137 = 146 \text{ 公斤}$$



第③点亦能满足质量要求，但 146 公斤比第①点 137 公斤用量大，在保证质量的前提下从节约的原则出发，弃去 146 公斤以上的试验点。于 123—146 公斤之间再作第④次试验。

$$\textcircled{4} \quad x_4 = (146 + 123) - 137 = 132 \text{ 公斤}$$



第④点硫磺粉用量 132 公斤试验结果，产品质量合格，经反复试验各项指标均达预期要求，定第④点为最优点。

结果：优选后，燃烧硫磺粉 132 公斤，产品质量稳定，且每批投料量比以前的 144 公斤节约 12 公斤硫磺粉，达到了多快好省的目的。

2. 分数法：

任何一个小数都可表达为分数或近似的分数。如 0.5 可以表达为 $\frac{1}{2}$ ，0.6 可以表达为 $\frac{3}{5}$ ，圆周率 π 用小数表达是 3.1415926……，用分数可近似地表示为 $\frac{355}{113}$ 。对于

0.618033989……这样一个除不尽的小数，也可以用渐近分数值来表示：

$$\frac{1}{2} \quad \frac{2}{3} \quad \frac{3}{5} \quad \frac{5}{8} \quad \frac{8}{13} \quad \frac{13}{21} \quad \frac{21}{34} \quad \frac{34}{55} \quad \frac{55}{89} \quad \frac{89}{144} \dots\dots$$

此分数列由1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89……组成，规律是：相邻两个数的商。除1, 2外，以后每个数都是它前面两个数的和。

分数法应用的过程与 0.618 法基本相同。不同之点是取试验范围的分数值作为第一个试验点。以后的试验点计算方法与 0.618 法相同。

即：第一点 = 小 + (大 - 小) × 所需分数…………… (8)

以后各点 = 大 + 小 - 中…………… (9)

分数法的应用范围比0.618法更广一些。它在下述情况下更为适用：(1) 被优选的因素不便取小数或数值的间隔并不相等，如药粉颗粒的大小，车床转速的档数等等，取小数是没有意义的；(2) 由于某种条件的限制如用料不够、时间不允等，只允许做一定次数的试验，此时用分数法就比较方便。如只允许做两次试验，可取第二个分数2/3，把试验范围三等分，第一点在2/3处做，第2点在1/3处做。如限定做三次试验，就取第三个分数3/5，如限定试验不得超过八次，那末就用第八个分数 $\frac{34}{55}$ 。(3) 试验要求达到某一精度，例如在0—14克范围内优选，要求精确到0.1克，此时就可把优选范围分成140个等分，用分数 $\frac{89}{144}$ 即可达到上述精度。精度与试验次数、范围和所选分数的关系列表如下：

试验次数	等分试验范围的份数	第一次试验点	精 度
2	3	2/3	±1/3
3	5	3/5	±1/5
4	8	5/8	±1/8
5	13	8/13	±1/13
6	21	13/21	±1/21
7	34	21/34	±1/34
8	55	34/55	±1/55
9	89	55/89	±1/89
10	144	89/144	±1/144
11	233	144/233	±1/233
12	377	233/377	±1/377
13	610	377/610	±1/610
14	987	610/987	±1/987
15	1597	987/1597	±1/1597
16	2584	1597/2584	±1/2584

从上表可见，优选法做十次试验相当于均分法 143 次试验所得的效果，做十四次试验就接近于均分法一千次试验的效果。

在应用分数法时，常常遇到生产实际中的试验范围与所需分数中的分母并不一致的

情况。此时，可以依据实践经验虚设几点适当地扩大或缩小范围，使其相符合以便于计算。对这些虚设点并不真正做实验，因此，并不会增加试验次数。

(4) 巧设第一点——无论0.618法还是分数法，第一点的取法是关键，它完全决定了以后各点的相对位置，直接影响试验速度。

例2. 卡那霉素生物测定培养温度的优选

试验范围根据经验定为29—50℃，精确度要求 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。分21等份，采用分数法安排试验。第一试验点选在13分点42℃，第二试验点在第8分点37℃，比较两次结果，①优于②，培养时间缩短为8小时。弃去37℃以下部份。于37℃—50℃之间找第三试验点在45℃，③点结果次于①，于是弃去45℃以上部份；于37—45℃之选第四个试验点40℃，④点结果仍不如①，于是在40—45℃之间选第五个试验点43℃，⑤点结果与①点相接近。经过五次试验，证明在42—43℃培养最好，只需8—9小时。

试验序号 ② ④ ① ⑤ ③

试验点编号 0 1 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

培养温度 29℃ 37℃ 40℃ 42℃ 43℃ 45℃ 50℃

0.618 法和分数法都是比较两次试验结果以后才能决定试验范围的弃或留，而实践中常会遇到，从一次试验的结果就可判断出试验点取值的偏低或偏高，如蒸馒头找最优用碱量就是这样的例子。假若在一盆面中放 2 两碱，蒸出的馒头白且好吃，说明合适的用碱量找到了。若馒头发酸，说明碱少了要多加一点碱；若馒头发黄且有碱味，说明碱下多了，应该适当减少。在生产实践中，某产品质量已符合要求的情况下，为降低成本、缩短试验周期或减少其中某一稀缺成分的用量等等均属这一类问题。

求的精度。总之，作一次试验可将试验范围缩小一半。由于试验点总在保留区间的中点，每次总是将试验范围分成两半，所以又叫对分法。

在单因素的优选法中，平分法最方便，一次试验就能把试验范围缩小一半。但必须满足这样的条件，即每次试验根据结果要能决定下次试验的方向。所以，对于一般的单峰函数，平分法并不适用。在试验范围内，目标函数是单调（连续的或间断的）函数时，可用平分法。

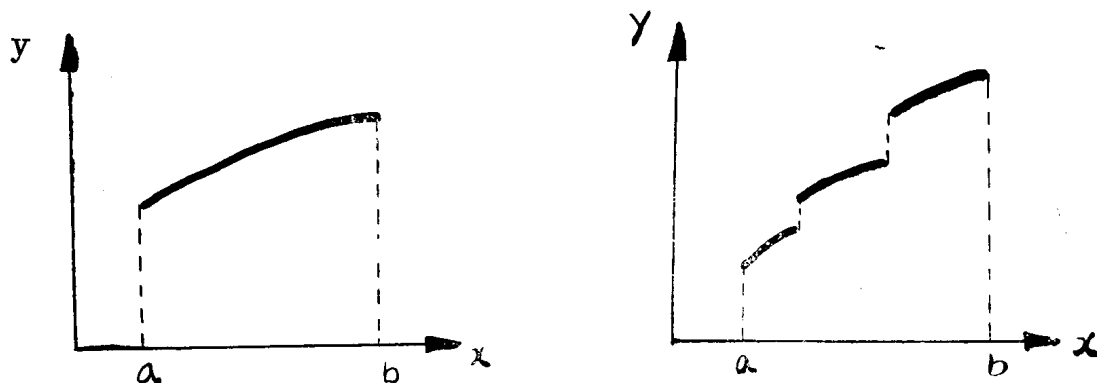


图2 单调函数

例3. 溴樟脑生产过程中溶剂氯仿与樟脑最佳配比的优选

溴樟脑生产过程中，要先用氯仿把樟脑溶解，然后再加溴素进行反应。于10斤樟脑中加10斤氯仿（1：1），产品质量已符合要求，氯仿此处只起溶剂作用，量过多影响反应物结晶，还要蒸馏回收，带来不少麻烦，在保证质量的条件下，氯仿最低用量是多少？用平分法优选出了樟脑与氯仿的最佳配比。

原比例 樟脑：氯仿 = 1：1

取中点 ①樟脑：氯仿 = 1：0.5，合格

再取中点 ②樟脑：氯仿 = 1：0.25，合格

再取中点 ③樟脑：氯仿 = 1：0.13，仍合格

按1：0.13的比例投产，成本已大大降低，并且还免去了回收工序能自然结晶。

4. 分批试验法

以上所述的0.618法、分数法和平分法都有一个共同的特点，即根据前面试验的结果安排后面的试验，这种方法叫序贯试验法。优点是总的试验次数少，缺点是试验周期累加，可能要用很多时间。实践中有时会遇到这样的情况，例如试验过程较短，检验过程较长、而每次又可以检验许多样品，此时可采用分批试验法。这个方法的要点是每批多做几个试验，同时进行比较以减少检验的时间和代价。如此一批一批地做下去，直至找到最优点。具体作法有两种：预给要求法和比例分割法。

(1) 预给要求法：

如果能预先给出总的可能的试验个数，或者预先给出试验的批数和每批的个数，此时要用预给要求法。

具体作法举例如下：