

正交试验法

(教学参考资料)

南京市教师进修学院数学专业

一九七六年八月

毛 主 席 语 录

阶级斗争、生产斗争和科学实验，是建设社会主义强大国家的三项伟大革命运动，是使共产党人免除官僚主义、避免修正主义和教条主义，永远立于不败之地的确实保证，是使无产阶级能够和广大劳动群众联合起来，实行民主专政的可靠保证。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

改革旧的教育制度，改革旧的教学方针和方法，是这场无产阶级文化大革命的一个极其重要的任务。

读书是学习，使用也是学习，而且是更重要的学习。

前 言

在毛主席“农业学大寨”的伟大号召指引下，普及大寨县的革命群众运动蓬勃发展。广大农村以贫下中农为主体，有社队干部和知识青年参加的群众科学实验队伍茁壮成长。大家遵照毛主席关于“阶级斗争是纲，其余都是目。”的伟大教导，深入批邓、反击右倾翻案风，以阶级斗争为纲，坚持开门办科研的方向，使科学技术为劳动人民所掌握，为巩固无产阶级专政服务，为社会主义经济基础服务。随着农业学大寨运动的深入发展，要全面贯彻执行农业“八字宪法”，大搞科学种田，在广泛开展群众性农业科学实验的活动中，需要推广运用数学原理搞科学实验的方法，为了贯彻毛主席指出的“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。”，我们的数学教学应当适应这一需要。本资料所介绍的正交试验法，正是努力按照这一要求，结合南京地区目前在农业上推广正交试验法的一些情况编写的。

正交试验法属于数理统计学范围，它是一种解决多因子试验设计问题的数学方法，过去长期被修正主义路线禁锢在高楼深院，脱离三大革命运动的实际，工农兵无法掌握。这里所介绍的正交试验法，则是在文化大革命中，我国数学工作者在毛主席革命路线指引下，走与工农相结合的道路，在总结工农兵的丰富实践经验的基础上，对原有正交试验法进行提炼和改造，创造出来的新经验、新成就。这种方法把设计试验方案和分析试验结果“表格化”，使具备小学文化程度的工农兵能够在短期内掌握它的基本方法。近年来，正交试验法在全国推广普及，工农兵和技术人员把它广泛地应用于工农业生产、科研的实践，取得了很好的效果。工农兵成了科学试验的主人，这是无产阶级文化大革命、批林批孔、批邓、反击右倾翻案风的一个胜利成果。

农作物的生长是要经历一个较长时间的复杂过程，如果要通过试验摸索某种作物的增产规律，就不仅要选育良种，而且要寻找适当的栽培管理措施。同时，一般影响农业试验结果的因素比较复杂。所以农业试验往往具有因子多、周期长、误差大等等特点。这些特点，在修正主义科研路线下，曾被认为是开展农业试验难以克服的困难。近年来，在毛主席“五·七”指示指引下，全国已有不少师范院校和中小学，在开门办学中和贫下中农相结合，应用正交试验法搞农业科学实验，取得了可喜的成绩和经验，促进了群众性农业科学实验活动的开展，促进了教育革命的深入发展。

为了进一步坚持以阶级斗争为纲，深入开展教育革命，使教学与三大革命运动相结合，直接为社会主义经济基础服务，我院数学专业在院党支部的领导下，自今年年初以来，结合教师进修教学，在南京地区的四级农科网推广正交试验法。先后在栖霞、雨花、江浦、江宁、六合等地，与有关单位联合举办了九期由贫下中农、农技员、教师三结合的正交试验法学习班，参加学习的有贫下中农、农技员、学生、中小学教师等共约一千人，为四级农科网制订了120多项试验方案，其中包括水稻、小麦、棉花、蔬菜、农药、肥料等试验内容。这些方案

大部分已按农作物的生长季节陆续投入田间试验，部分项目现已试验结束，进入了成果分析阶段。

通过推广正交试验法的初步教学实践，我们就如何搞好正交试验法的教学，在下面谈谈几点初步的体会和做法。

一、首先应当明确正交试验法的教学，是要为开展阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动服务，要坚持开门办学的方向，引导学生走与工农相结合的道路，实现教学、生产、科研三结合。同时，要深入开展教育革命，努力改革旧的教学体制、教学内容和教学方法。

二、到农村开门办学搞正交试验法教学，要以贫下中农为主体，改革旧的教学体制。我们采取的做法是：“站、校两开门”、“站、校两挂钩”、实行“两个三结合”。“站、校两开门”就是农科网的农科站开门办科研，学校到农业第一线搞开门办学；“站、校两挂钩”就是学校和农科站共同学习正交试验法，共同制订试验方案，站校挂钩共同搞田间试验。这样，就在群众性农业科学实验中，实行贫下中农、学生、教师三结合以及教学、科研、生产劳动三结合。

三、在正交试验法的教学，改革教学内容和教学方法，要面向贫下中农、依靠贫下中农。我们的做法是：

1.教学要面向贫下中农，适应贫下中农的需要，精选教学内容，采用形象直观的方法，以讲解正交试验法的基本方法为主；2.请贫下中农上“典型引路课”，结合一、二个典型项目试验方案的制订，请贫下中农作示范性讲解，启发学员掌握正交试验法；3.组织试验方案交流会，通过集体讨论，发挥群众智慧，并依靠贫下中农“定向把关”，审定试验方案。

毛主席教导我们：“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。”随着社会主义革命和建设的深入发展，正交试验法的改造、推广、和应用，也在不断发展。由于我们学习马列主义、毛泽东思想不够，对外单位的先进经验亦未学到手，参加正交试验法的推广和教学实践也还只是初步的，上述体会仅仅是我们学习中的一些肤浅认识。

另外，在本资料中，有将正交试验法称之为“代表试验法”这种提法，这是因为我们在向贫下中农推广正交试验法的教学，发现“正交”这一名词不易为初学者所接受，在贫下中农的启发下采用“选代表”这一通俗比喻来讲解正交试验法的基本方法，在教学中收到较好的效果，因而使用“代表试验法”这种提法。至于“代表试验法”这一提法本身的科学性是否恰当，尚有待于进一步探讨。

本资料在编写过程中，得到南京地区许多农业科研单位和中学的热情帮助和指导，有部分材料也是由他们参加编写或提供的，在此一并致谢。由于我们水平有限，有错误和不当之处，请批评、指正。

一九七六年八月

目 录

一 什么是正交试验法	1
二 谁来选“代表”——正交表	2
三 怎样选“代表”——如何用正交表安排试验	3
四 试验结果的分析	9
五 水平数不同怎么办	16
六 有交互作用的试验	24
七 正交试验法的原理解释	28
八 进一步的问题	32
附录 I 运用“正交法”安排试验方案的初步体会	42
附录 II 实 例	46
附录 III 常用正交表	59

“阶级斗争、生产斗争和科学实验是建设社会主义强大国家的三项伟大革命运动，”批邓和反击右倾翻案风的不断深入，大大促进了群众性农业科学实验活动的蓬勃开展。

在农业生产中，常常需要引种和选育农作物的新品种，研究新的农业科学技术和外地先进经验在本地区的应用，摸索农作物高产栽培及防治病虫害方面的规律等等。要解决这些问题必须遵照毛主席“放手发动群众，一切经过试验”的教导，先小田试验后大田推广。进行一项田间试验大致可分为三步：一、认真研究，合理安排试验方案；二、按照试验方案严格地进行试验并作观察记载；三、根据试验所得的数据，正确地分析试验结果。第一、三两步是涉及到数学方法的两个重要环节，并且这两步中，前者又决定和支配着后者。众所周知，安排试验如同生产队安排生产一样有好有坏，是一个值得研究的课题。试验安排得好，只要用少量的试验就能得到明确的结论，取得较好的效果；如果试验安排得不好，往往事倍功半，做了很多试验却得不到满意的结果。

田间试验有单因子试验和多因子试验两大类。研究某一项措施的效果，如品种试验只有品种不同而其它栽培措施则基本一致，这种试验是单因子试验。研究几项措施综合的效果，如品种与播期、密度结合在一起的试验，结果不仅可以比较出品种的好坏，而且可以知道适宜的播种期和密度，这种试验是多因子试验。单因子试验简单易做，能取得一定的效果，但往往结果不全面，各项综合技术措施的互相影响不能反应，有一定的局限性。例如某县农科所六三年进行水稻品种对比单因子试验，“农垦58”评为第四名，结果被淘汰。但事隔两年，该县却又从兄弟县重新引进“农垦58”这一高产品种。问题在于当时单因子试验统一在中肥水平下进行，没有能发挥适宜高肥水平的“农垦58”的高产特性。虽然多因子试验能解决此问题，有全面指导生产的意义，可是，由于多因子试验因子多，水平不一，原有的安排多因子试验的方法，小区很多，分析复杂，不仅群众不能接受，就连科研单位也很少进行多因子试验，经常进行的是属于单因子一类的试验。下面介绍的正交试验法，是目前正在全国各地推广的一种处理多因子试验的方法，它是农业上原有的试验方法的发展和补充，一般只通过简单的运算，分析试验结果，在错综复杂的因素中抓住主要矛盾，选出最好的生产条件，并能有效地节约试验次数。

一 什么是正交试验法

先看两个例子：

例1.某生产队社员为提高小麦亩产量，认真贯彻农业“八字宪法”，进行科学试验。他们在其他条件基本稳定的情况下，考察氮肥用量和施肥方式对小麦亩产量的影响，种了六块试验田。

试验目的是：通过对比，找出合适的氮肥用量和施肥方式使小麦亩产量最高。这里，小麦亩产量是试验指标，氮肥用量和施肥方式则

田 号	氮肥用量(斤/亩)	施 肥 方 式
1	2	灌 浆 期 一 次 施 完
2	4	“
3	6	“
4	2	灌 浆 期、分 蘖 期 各 施 一 半
5	4	“
6	6	“

是要考察的影响试验指标的两个因子；为了对比，氮肥取了三种用量：2斤/亩、4斤/亩、6斤/亩，施肥方式取了两种方式：灌浆期一次施完、灌浆期和分蘖期各施一半，这就是说，氮肥用量这个因子取了三个水平，施肥方式这个因子取了两个水平。

这里所说的“因子”，就是我们可以人为地去改变它，而且改变它时会影响试验结果的各种条件；“水平”是各个因子可取的状态或用量。有一些条件，如农业上气温、雨量等天气变化，当然会影响试验结果，可是它们尚不能人为地进行控制，所以不能作为试验的“因子”。“指标”是试验中用来衡量试验效果的量。

例2.南京雨花区红花公社九龙科技站，为摸索辣椒的增产规律，进行科学试验。辣椒的亩产量是试验的指标。影响辣椒亩产量的因素很多，如品种、密度、施肥量、激素利用、土壤肥沃程度等等。他们在土壤肥力及其他条件基本相同的情况下，考察密度、施磷肥量及激素“702”的浓度等三个因子对产量指标的影响，具体选择的水平见右表。

因子 水平	A	B	C
	密度(株/亩)	施磷量(斤/亩)	“702”浓度(ppm)
1	7000	80	40
2	8000	40	50
3	9000	60	60

试验的目的，是要了解各个因子的水平变化对指标的影响，从而找出使亩产达到最高的那些水平所组成的生产条件——最优生产条件。

在试验中需要考察多个因子，而且每个因子又选取多个水平的试验叫做多因子试验。例2就是一个三因子三水平的试验，如果象例1那样安排试验，把各个因子的所有水平一一搭配起来进行全面试验（例1做了 $3 \times 2 = 6$ 个试验），例2就要做 $3 \times 3 \times 3 = 27$ 个试验，试验的目的就是从这27个可能的水平搭配（称为水平组合或处理）中找出最优生产条件。显然，对于多因子试验，所有的水平组合（处理）都要去做试验的话，必然会使试验个数急剧增长，如七因子三水平的试验，就要做 $3^7 = 2187$ 个，这样做不仅要化费很大的人力物力，而且在实际上是不行的。

怎么办？如何安排试验才能使试验个数少而又能取得明确可靠的结论呢？

我们设法从多因子全面试验中选出个数较少的代表性的试验来做。这就是正交试验法的基本思想。其实，这种思想在人们社会实践中不乏其例：县知识青年代表会议，省贫下中农代表大会，不就是从全体中选出人数较少的代表来开会吗！这样的代表会①参加人数较少，容易召开，②有代表性，可以反映全体知识青年或贫下中农的意见、要求和希望。同样，正交试验法与之类似：①试验个数较少，容易进行；②代表性强，可以反映出全面试验的情况。因此正交试验法也可以通俗地叫做多因子代表试验法（简称代表试验法）。谁都知道知青代表会有代表的产生条件和办法，知青代表是群众推荐或选举产生的，那么，代表性的试验谁来选？又如何选法呢？

二 谁来选“代表”——正交表

我们通过一种专门用来安排多因子试验的试验用表——正交表来选“代表”，正交表犹

如月份表、平方表、立方表一样是事先制作好的便于应用的表。何日清明，何日谷雨，查一下月份表，何等简单。完全类似，例2的三因子、三水平的试验怎么选出代表性的几个试验来做？查正交表。因此有必要先介绍一下正交表。

正交表就是附录Ⅲ中的表的总称，每个表有一个记号，如 $L_8(2^7)$ 这个正交表，

试验号 \ 列号	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

其中：字母L表示它是一个正交表；

L右下脚的“8”表示这个表有8个横行，也就是用这个表安排试验的话，要做8个试验；

(2^7) 中的“7”表示这个表有7个纵列，最多只能安排7个因子；

(2^7) 中的“2”表示表中各列都是由数字“1”和“2”组成，参加试验的因子都要是二水平的。

$L_8(2^7) \dots \rightarrow$ 最多可以安排的因子数

$L_8(2^7)$

↓ ↓

试验个数,水平数

又如 $L_9(3^4)$ 则表示用这个表安排试验，要做9个试验，表中有四列，最多可以安排四个因子，且每个因子都是三水平的。事实上，当因子排满4个时， $L_9(3^4)$ 就意味着这张正交表帮我们从全面试验 $3^4=81$ 个当中，选出9个“代表”来做。

三 怎样选“代表”——如何用正交表安排试验

我们通过实例来说明。

例3.秣陵公社东旺大队和秣陵中学，为了提高化肥的利用率，摸索化肥深施的规律，用正交表安排肥料试验，具体步骤如下：

1. 明确试验目的，确定试验指标

本试验主要是摸索化肥深施的规律，以达到合理使用化肥，提高水稻产量。这里试验指标是水稻的亩产量。

2. 挑因子，选水平

根据已有的生产经验，经过讨论，选了影响水稻产量的基肥量、施化肥量，施化肥方式三个因子来考察，分别记为 A、B、C，各因子选取的具体水平如右表：

表1. 因子水平表

因子 水平	A 基肥量(担/亩)	B 施化肥量(斤/亩)	C 施化肥方式
1	60	60	深施
2	30	50	深+表
3	0	40	表施

注：深+表是指70%深施，30%表施。

3. 选用合适的正交表

选用正交表时，先按水平，后看因子，同时兼顾试验个数。因为这是三因子、三水平的试验，所以可选用三水平的正交表 $L_9(3^4)$ 来安排试验。

4. 表头设计

把各个因子分别放在选用的正交表表头的各列上，这里 $L_9(3^4)$ 有4列，将 A (基肥量)、B (施化肥量)、C (施化肥方式) 三个因子放在 $L_9(3^4)$ 表头的任意3列上，譬如依次放在 1、2、3 列上，记为：

$L_9(3^4)$ 列号	1	2	3	4
因子	A	B	C	

5. 列出试验方案

表2 例1的试验方案表

按照因子水平表 (表1)，把 A、B、C 对应的三列上的“1”、“2”、“3”“翻译”成具体的水平，例如 A (基肥量) 在第1列，就在第1列的“1”的地方写上60担/亩 (A_1)，“2”的地方写上30担/亩 (A_2)，“3”的地方写上0担/亩 (A_3)。于是得到形如表2的试验方案表。

表2中的每一横行就是一个试验条件 (处理)。如第1号试验条件是基肥60担/亩、化肥60斤/亩、深施 (简写为

列号 因子 试验号	1 基肥量 (A)	2 施化肥量 (B)	3 施化肥方式 (C)	4	指标 亩产量 (斤)
1	1 (60担)	1 (60斤)	1 (深)		
2	1 (60担)	2 (50斤)	2 (深+表)		
3	1 (60担)	3 (40斤)	3 (表)		
4	2 (30担)	1 (60斤)	2 (深+表)		
5	2 (30担)	2 (50斤)	3 (表)		
6	2 (30担)	3 (40斤)	1 (深)		
7	3 (0担)	1 (60斤)	3 (表)		
8	3 (0担)	2 (50斤)	1 (深)		
9	3 (0担)	3 (40斤)	2 (深+表)		

$A_1B_1C_1$)，第9号试验条件是不施基肥、化肥40斤/亩、70%深施+30%表施(即 $A_3B_3C_2$)，等等。总共要做9个试验，这9个试验就是正交表 $L_9(3^4)$ 从全面试验 $3^4=81$ 个中选出的9个代表性试验。

例4. 水稻高产栽培试验

影响水稻产量的因素很多，仅栽培方面就有秧龄、基本苗、施肥量、水稻品种、排灌、防治病虫害等等。为了找出增产水稻的栽培措施，选定下列因子和水平进行试验。

表3 因子水平表

因子 水平	A 秧 龄	B 密 度	C 施纯氮肥量	D 灭 虫
1	小秧(三片叶移植)	15万苗/亩	8斤/亩	3次
2	大秧(六片叶移植)	25万苗/亩	12斤/亩	2次

这是四因子、二水平的试验，可选用二水平正交表 $L_8(2^7)$ 来安排试验，根据附录Ⅱ中 $L_8(2^7)$ 的表头设计，试验因子安排如右。然后仿照例3进行“翻译”，便得下列方案。

$L_8(2^7)$ 列号	1	2	3	4	5	6	7
因 子	A	B	C				D

表4 例4的试验方案表

列号 试验因子号	1 秧 龄 (A)	2 密 度 (B)	3	4 施纯氮量 (C)	5	6	7 灭虫次数 (D)	指 标 亩 产 量 (斤)
1	1 (小)	1 (15万)		1 (8斤)			1 (3次)	
2	1 (小)	1 (15万)		2 (12斤)			2 (2次)	
3	1 (小)	2 (25万)		1 (8斤)			2 (2次)	
4	1 (小)	2 (25万)		2 (12斤)			1 (3次)	
5	2 (大)	1 (15万)		1 (8斤)			2 (2次)	
6	2 (大)	1 (15万)		2 (12斤)			1 (3次)	
7	2 (大)	2 (25万)		1 (8斤)			1 (3次)	
8	2 (大)	2 (25万)		2 (12斤)			2 (2次)	

特别要指出的是，安排试验方案的过程中，第一、二两步不是数学方法所能解决的，需要按照实际情况根据经验和专业知识确定，尤其是因子和水平的挑选，是安排试验方案的重要环节，直接关系到试验效果，应由有经验的贫下中农和农技员及有关领导试验的同志三结合进行反复的讨论研究。在具体挑因子时要注意排除那些对指标影响不大或已掌握得较好的因子(即让它们固定在适当的水平上)，挑选那些对指标影响可能较大、但又不太了解的因子来进行考察。重要因子一定不能漏掉，否则重要因子固定在不适当的水平，使试验得不到应有的效果。对于选出的因子，根据生产经验或专业知识，定出它们的变化范围，在此范围内选出每个因子的水平，水平的间隔要适当。(参看附录Ⅰ)

此外，试验时必须按照试验方案尽可能准确地进行，试验中间不应临时随意更改水平。并注意按田间试验的要求选择试验田，做好试验的田间排列和田间观察记载。

练 习 一

1. 南京市农科所为了发展夏绿肥解决后作稻肥料不足和节约双抢劳力，进行水稻间作田菁试验，选取的因子和水平如下：

因子 水平	A 密 度 (尺×尺×株数)	B 移 栽 期	C 施 磷 量 (斤/亩)
1	6×0.5×3	水稻栽后10天	不 施
2	6×0.8×4	" 20天	10
3	9×0.5×5	" 30天	20

请选用合适的正交表，并排出试验方案。

2. 江宁县上峰公社良种场和南京十中为了进一步选择适合当地的水稻及相应的高产栽培措施，进行水稻品种对比正交试验，选取的因子和水平如下

因子 水平	A 品 种	B 移 栽 方 式	C 施 氮 量 (斤/亩)	D 密 度 (寸×寸)
1	原 丰 早	寄 秧	35	5×3
2	东育三号	不 寄 秧	30	6×3

请选用合适的正交表，并排出试验方案

3. 六合县东沟中学为了控制小麦疯长夺取高产，进行矮壮素控制小麦疯长的试验，选取的因子和水平如下：

因子 水平	A 喷 药 次 数	B 喷 药 量
1	一 次	0.2%
2	二 次	0.3%

请选用合适的正交表，并排出试验方案。

4. 南京蔬菜试验站为探索磁化水在蔬菜生产上的应用, 进行磁化水对大白菜增产效果试验, 选取的因子和水平如下:

因子 水平	A 品 种	B 强 度(高斯)	C 喷 的 方 式
1	城 阳 青	0	连 续
2	石 特 一 号	3 0 0 0	4 次
3	小 青 口	4 0 0 0	8 次

请选用合适的正交表, 并排出试验方案。

5. 六合县农科所为了推广夏绿肥, 解决怪麻留种问题, 进行怪麻留种技术试验, 选取的因子和水平如下:

因子 水平	A 播 期	B 播 种 量 (斤/亩)	C 打 顶 处 理	D 施 钾 量 (斤/亩)
1	4月20日	2	不 打	20
2	5月10日	4	茎高60公分	10
3	5月30日	6	主茎现蕾	30

选请用合适的正交表, 并排出试验方案。

6. 雨花区石门坎公社农科所为了进一步摸索大白菜高产的栽培规律, 用正交表安排试验选取的因子和水平如下:

因子 水平	A 品 种	B 基 肥 (担/亩)	C 追肥次数	D 密 度 (棵/亩)	E 播 期	F 施 磷 量 (斤/亩)
1	城 阳 青	2 0 0	2	1 6 0 0	8月15日	0
2	福 山	2 5 0	1	2 0 0 0	8月10日	50
3	旅大小根	3 0 0	3	2 3 0 0	8月20日	70

请选用合适的正交表, 并排出试验方案。

7. 栖霞区撮山公社红旗大队为进一步摸索水稻田化学除草的规律, 进行三种常用除草剂使用效果试验, 选取的因子和水平如下:

因子 水平	A 除 草 醚 (两/亩)	B 二 甲 四 氯 (两/亩)	C 用 药 时 间 (天)	D 扑 草 净 (两/亩)	E 田 间 管 理
1	0	0	7	0.8	不 中 耕
2	3	2	10	0.5	人 扒
3	5	4	5	0.3	推 耙
4	8	6	3	0	推 十 扒

(注: 用药时间指水稻移栽后的天数)

请选用合适的正交表, 并排出试验方案。

8. 南京蔬菜试验站为摸索秋土豆高产规律, 用正交表安排试验, 选取的因子和水平如下:

因子 水平	A 品 种	B 催 芽 方 式	C 施 肥 时 期	D 根 外 追 肥	E 培 土
1	丰 收 白	整 催	基 肥	不 追	培
2	郑 州 4—15	切 催	现 蕾 前	追	不 培

请选用合适的正交表, 并排出试验方案。

实 践

根据你公社、大队或校办农场、农村分校农业生产中急需解决的课题, 进行讨论并确定试验项目和试验目的, 挑因子、选水平、利用正交表制定试验方案, 进行田间试验。

四 试验结果的分析

先看例3，按试验方案做完试验，将试验的结果，即9个小区的产量折合成亩产量，填入表内指标栏，然后进行直观分析。

1. 直接比较试验结果

从指标栏中直接找出试验结果中最好的一第1号，第2号试验（亩产1135斤），它们的生产条件分别是 $A_1B_1C_1$ 和 $A_1B_2C_2$ ，但是我们毕竟只做了三因子、三水平全面试验 $3^3 = 27$ 个中的9个试验，所以还不能说它们一定是整个全面试验中最好的生产条件。因此必须对试验结果进行分析，找出全面试验中最好的生产条件，同时弄清三个因子影响产量指标的规律。

2. 计算各列的 K 、 k

有经验的同志从9个试验结果即可以看出，基肥量60担/亩比30担/亩及不施基肥好，这是因为60担/亩的三个试验的平均亩产量明显地比30担/亩及不施基肥的三个试验的平均亩产量高。把这个直观经验归纳成一般的方法，就是比较每个因子在各水平下的平均亩产量，找出该因子使亩产最高的水平。

以第1列的因子A(基肥量)为例，为了比较基肥量取不同水平时亩产量的高低，计算：

A(基肥量)取“1”水平(60担/亩)的亩产量之和，

$$K_1 = 1135 + 1135 + 1070 = 3340(\text{斤})$$

A(基肥量)取“2”水平(30担/亩)的亩产量之和，

表5 例3的试验结果与分析

列号 试验号	1 A	2 B	3 C	4	指标 亩产量 (斤)
1	1(60)	1(60)	1(深)		1135
2	1(60)	2(50)	2(深+表)		1135
3	1(60)	3(40)	3(表)		1070
4	2(30)	1(60)	2(深+表)		1070
5	2(30)	2(50)	3(表)		1000
6	2(30)	3(40)	1(深)		1000
7	3(0)	1(60)	3(表)		945
8	3(0)	2(50)	1(深)		970
9	3(0)	3(40)	2(深+表)		1005
K_1	3340	3150	3015		总和
K_2	3070	3105	3210		9830
K_3	2920	3075	3015		
k_1	1113.3	1050	1035		
k_2	1023.3	1035	1070		
k_3	973.3	1025	1005		
R	140	25	65		

$$K_2 = 1070 + 1000 + 1000 = 3070(\text{斤})$$

A(基肥量)取“3”水平(0担/亩)的亩产量之和:

$$K_3 = 945 + 970 + 1005 = 2920(\text{斤})$$

因为基肥量的每一水平进行了三次试验, 因此,

$$k_1 = \frac{K_1}{3} = \frac{3340}{3} = 1113.3(\text{斤})$$

$$k_2 = \frac{K_2}{3} = \frac{3070}{3} = 1023.3(\text{斤})$$

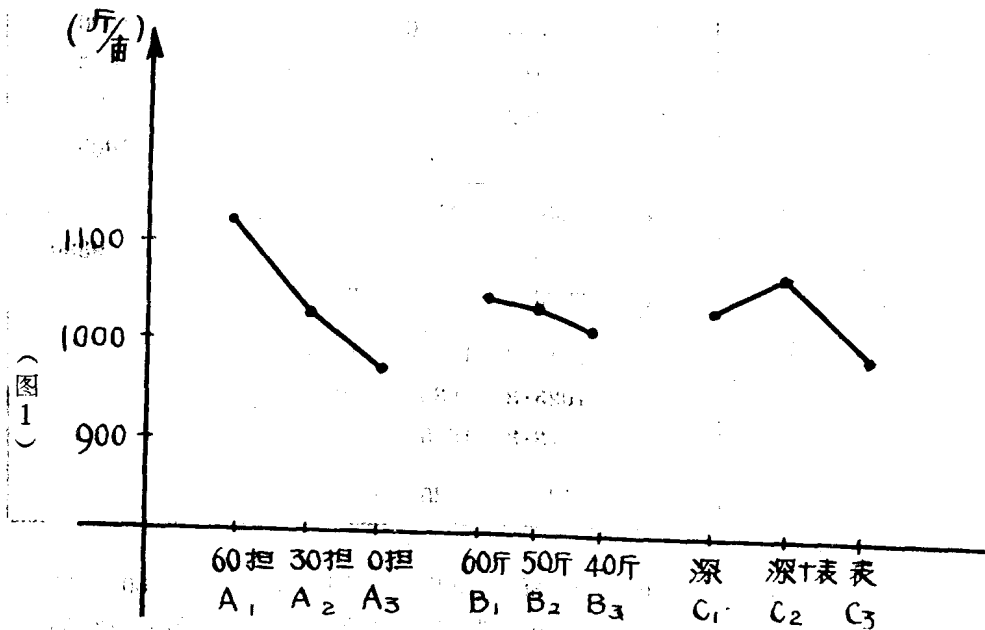
$$k_3 = \frac{K_3}{3} = \frac{2920}{3} = 973.3(\text{斤})$$

就分别表示基肥量取60担/亩、30担/亩、0担/亩时的平均亩产量。

将计算结果填入表5中A列的 K_1 、 K_2 、 K_3 、 k_1 、 k_2 、 k_3 栏内。

对于因子B、C, 用同样的方法进行计算, 并将结果填入表内相应的位置(见表5)。

为了便于直观地进行分析, 我们根据 k 值作出因子与指标的关系图(图1)



3. 分析因子的主次

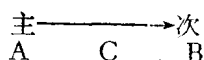
毛主席教导我们: “不能把过程中所有的矛盾平均看待, 必须把它们区别为主要的和次要的两类, ‘着重于捉住主要的矛盾’”。A、B、C这三个因子哪个是主要的, 哪个是次要的呢? 从图1可以看出, 这三个因子在取不同的水平时, 都会引起指标的变化, 但对各个因子说来指标的变化幅度是不同的, 有大有小。显然, 如果某因子对产量的影响大, 是主要的, 那么这个因子取不同水平时, 所引起的指标变化幅度就大; 反之, 某因子对产量的影响小, 是

次要的，那么这种变化的幅度就小。通常把这种指标的变化幅度叫做变幅或极差，记作R。

$$R = (k_1, k_2, k_3 \text{ 中最大的数}) - (k_1, k_2, k_3 \text{ 中最小的数})$$

由此不难算出各因子的极差，如因子A的极差 $R = k_1 - k_3 = 1113.3 - 973.3 = 140$ ，将各因子的极差填入表中R栏。

这样，我们容易根据极差R的大小来区分因子的主次顺序：



即在本试验的范围内，基肥量的多少对产量的影响最大，是主要因子，施化肥方式的不同对产量的影响次之，施化肥量的不同对产量影响最小。

4. 选出最优水平组合

按因子的主次顺序，对每个因子选出最好水平，由图1或表5中的k值可以看出，基肥量(A)高，亩产量就高，在试验范围内以A₁(60担/亩)为最好，施化肥方式(C)以C₁(70%深施+30%表施)最好，施化肥量(B)以B₁(60斤/亩)最好，把这三个因子的最好水平组合起来，就得到最优水平组合A₁B₁C₂。

值得指出的是，此例分析得到的最优水平组合(最优生产条件)并不包含在用正交表安排的9个试验之中，这说明代表试验法用正交表从全面试验(27个)中挑选出的9个试验是具有代表性的。A₁B₁C₂很可能是27个生产条件中最好的。但是“实践是真理的标准”，我们应该把这个理论上分析出来的最优水平组合与表中最好的试验，再经重复试验去比较，哪一个在实践中更好一些，就选它作为最好的生产条件进行巩固和推广。

至于例4的分析是类似的。以第4列因子C(施纯氮量)为例：

$$K_1 = 595 + 610 + 674 + 688 = 2567(\text{斤})$$

$$K_2 = 638 + 607 + 747 + 697 = 2689(\text{斤})$$

$$k_1 = \frac{K_1}{4} = \frac{2567}{4} = 641.75(\text{斤})$$

$$k_2 = \frac{K_2}{4} = \frac{2689}{4} = 672.25(\text{斤})$$

$$R = k_2 - k_1 = 30.5$$

其余1、2、7列计算方法同上(表6)。

表6 例4的试验结果与分析

列号 因子 试验号	1	2	3	4	5	6	7	指标 亩产量 (斤)
	A	B		C			D	
1	1(小)	1(15万)		1(8斤)			1(3次)	595
2	1(小)	1(15万)		2(12斤)			2(2次)	638
3	1(小)	2(25万)		1(8斤)			2(2次)	610
4	1(小)	2(25万)		2(12斤)			1(3次)	697
5	2(大)	1(15万)		1(8斤)			2(2次)	674
6	2(大)	1(15万)		2(12斤)			1(3次)	747
7	2(大)	2(25万)		1(8斤)			1(3次)	688
8	2(大)	2(25万)		2(12斤)			2(2次)	697
K ₁	2450	2654		2567			2637	总和 5256
K ₂	2806	2602		2689			2619	
k ₁	612.5	663.5		641.75			659.25	
k ₂	701.5	650.5		672.25			654.75	
R	89	18		30.5			4.5	

(注: 同一列中所有K值加起来应该等于试验指标总和, 这可用) 来检查各列K值是否算错。

根据 k_1 、 k_2 画出因子与指标的关系图(图2)。

由极差R的大小, 决定因子的主次顺序如下:

主—————次
A C B D

