陶勤南　编著

农业试验设计与统计方法100例

陕西科学技术出版社

农业试验设计与统计方法一百例

陶勤南 编著

陕西科学技术出版社

农业试验设计与统计方法一百例

陶勤南 编著

陕西科学技术出版社出版发行

（西安北大街131号）

新华书店经销　　乾县印刷厂印刷

787×1092毫米　32开本　26.5印张　4插页　56.6万字

1987年9月第1版　　1987年9月第1次印刷

印数：1—4,000

统一书号：16202·132　定价：6.10元

前　　言

随机区组、拉丁方、裂区设计、混杂设计等试验设计方法虽然产生于二、三十年代，然而至今仍在农业试验中广泛应用。半个世纪以来，试验设计技术有了许多新发展。正交设计的出现，提供了一种处理数较少的部分设计新技术，正确运用正交设计，可以加快研究进度。但正交设计当因素数与水平数都较多时，常发生交互作用的混杂现象。为了克服这一不足，回归设计法应运而生，从而产生了一种试验效率高、统计性质好的现代化试验技术。由于回归设计试验是以提供一个回归方程的形式作为试验结果的，它有利于与电子计算机技术相结合，因此，使试验技术的面目为之一新，近年来，在肥料试验、栽培试验、饲料配方试验中的应用日益广泛。

为了适应知识更新的需要，编者应邀多次为科技人员举办生物统计学进修班，了解到农业研究与推广人员需要一本以例题为主的试验设计与统计分析方法的实用工具书，因此，将多次讲稿中的例题汇集成册，希望能达到以下目的：

1．较系统地介绍各时期的试验设计技术及其统计方法。

2．参照例题介绍的方法掌握设计不同类型农业试验的基本技能。

3．会一步步地统计运算。

4．介绍应用的注意事项，正确运用统计方法。

从上述目的出发，编写时不阐述统计学原理，尽量避免高等数学，使具备初等数学知识的农业工作者看得懂、会设计能运算。

本书蒙西北农学院王鸿钧副教授在审阅当中提供了不少贵宝意见，虽已作了较大修改，但由于编者学识浅薄，错误和不妥之处深恐难免，诚希读者指正，则不胜感激！。

陶　勤　南

一九八四年七月

于杭州浙江农业大学

目　录

随 机 区 组 设 计

一、两个处理的随机区组设计

常规试验的设计必须遵循三项基本原则：设重复，局部控制与随机排列。这是为了保证参加试验的各个处理组合得以在公平的基础上进行比较。现以分西瓜为例来说明这三项基本原则。若有六人共分四个西瓜。应将每个西瓜切成大小近似的六块，每人从中分得一块（局部控制），六块瓜的质量不可能完全一致，故以抽签方法随机地分得其中的一块（随机排列），四个西瓜均如此分法（重复四次），这种分法最为公平。设计田间试验也应如此，当一个试验的处理数 t 与重复数 r 确定后，需先将整个试验地划分为若干重复，在每个重复内种植不同处理的小区各一个，这些小区在重复内的排列位置则用随机化的方法确定。最简单的随机区组设计只包含两个处理。这种试验应用较为广泛，例如新的栽培技术与原有方法进行比较时，新品种与原有品种进行比较时，常只有两个处理，因此在基层工作的场合用得较多。

（一）设计方法

1．决定处理和重复次数　根据研究需要和专业知识来决定。在一般情况下处理数目较少时重复次数应适当增加，本例重复 8 次。

重复	随机数	处理	亩产
1	89	乙	331
	76	甲	387
2	94	乙	365
	69	甲	416
3	30	乙	299
	09	甲	338
4	98	乙	334
	64	甲	367
5	19	甲	397
	64	乙	431
6	11	甲	432
	50	乙	411
7	83	乙	386
	36	甲	401
8	07	甲	423
	58	乙	397

图1　两个处理随机区组试验的田间排列图

2．确定田间排列　可利用随机数表（附表1）来确定田间排列。随机数表一般是纵横都为100格（从00到99），每个格内填有从0至9的一位数各一个，因此具有一万个随

机排列的数字。由于数字太多，一般都分两页排印。随机数表的应用很灵活，可以用不同的方法来应用。本例先介绍一种方法：用铅笔一支闭眼放在任一页上，笔尖所指处取二位数记下备用．连续指两次，得两个两位数，例如为05；24。第一个两位数决定行数为5，第二个两位数决定列数为24。于是从随机数表上查得第5行 第 24列上的数据为8，（因为以00为行列的起点，所以05、24实际上为第6行第25列），可以任意决定向其上下或左右方向连续取数，本例为向右取数得：8 9 7 6 9 4 6 9 3 0 0 9 9 8 6 4 1 9 6 4 1 1 5 0 8 3 3 6 0 7 5 8，每两个数字辟为一个两位数，小的数字代表处理甲，大的数字代表处理乙，填写在每个数字的下方，得田间排列图如下；试验结束后将亩产数据填在各处理的下方。

（二）统计分析

表 1　　成对比较试验的数据及其差数

重复	处理		差数（甲－乙）d
	甲	乙	
1	387	331	56
2	416	365	51
3	338	299	39
4	367	334	33
5	397	431	－34
6	432	411	21
7	401	386	15
8	423	397	26

先将试验结果列成表格，求出每个重复内甲、乙两个处理的差数d，然后按照成对数据t测验方法，求出差数平均数的标准误$S_{\bar{d}}$，继而求出t值，作显著性检验。

差数平均数的标准误$S_{\bar{d}}$的计算公式为

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\Sigma(d-\bar{d})^2}{n(n-1)}}$$

上式中d为差数，$\bar{d}$为差数的平均数，n为成对数据的配对数目，在本例就是重复次数r。

$S_{\bar{d}}$式根号内分子部分为差数的平方和，可用下式求得

$$\Sigma(d-\bar{d})^2 = \Sigma d^2 - \frac{(\Sigma d)^2}{n}$$

Σ为加和符号，Σd是8个差数的总和，

即$56+51+39+33+34+21+15+26=207$，将表1中各项d值代入即可求得$\Sigma(d-\bar{d})^2$

$$\Sigma(d-\bar{d})^2 = 56^2+51^2+\cdots+26^2-\frac{207^2}{8}$$

$$= 10845 - \frac{42849}{8} = 5488.875$$

代入$S_{\bar{d}}$式，得

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\Sigma(d-\bar{d})^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{5488.875}{8(8-1)}} = 9.9$$

将$S_{\bar{d}}$代入t式，求出t值

$$t=\frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}}$$

已求出$\Sigma d=207$，

所以

$$\bar{d}=\frac{\Sigma d}{n}=\frac{207}{8}=25.875$$

$$t=\frac{25.875}{9.9}=2.614$$

查附表3，自由度为$r-1$，即$8-1=7$，信度$\alpha=0.05$时，临界t值为2.365，$\alpha=0.01$时，临界t值为3.499。现实得t值介于$t_{0.05}$与$t_{0.01}$之间，可以认为甲、乙两个处理的差异已达到显著程度。

（三）注解与说明

①本例只有两个处理，通过局部控制与随机排列，都是两个处理相邻比较，因此可以用成对数据的t测验法。如果采用两向分组方差分析作F检验，可得到同样的结论，计算方法与下节相同。

②在简单试验中重复与区组的概念是一致的。在一个试验中相同处理的小区数就是重复次数。每个处理都种植一次，称为一次重复。在一个重复中包含各个处理的小区各一个，这些小区称为一个区组。简单试验中以一次重复作为一个区组。在复杂试验（例如混杂设计）中，常将一个重复所包含的处理划分为两个以上的区组，用以提高试验的精确度。

二、多个处理的随机区组设计

试验设计同样要遵循设重复、局部控制与随机排列三个

原则。由于处理数目多于两个，各个处理之间需要相互比较。但也有一些试验事先规定只与指定的对照进行比较。这两种试验的多重比较方法是有区别的。

（一）设计方法

1．**确定重复次数** 一般来说，处理较多的试验，可以少设一些重复。过去积累的经验作法是要求方差分析时误差自由度不要小于10，这一点可以作为确定重复次数的一般性参考依据。例如有一个7个品种的品种比较试验，分别重复二次、三次、四次、五次时误差自由度如表2所示：

表2 重复次数不同时自由度的分析

自由度来源	重复次数			
	2次	3次	4次	5次
总自由度＝rt—1	13	20	27	34
区组自由度＝r—1	1	2	3	4
处理自由度＝t—1	6	6	6	6
误差自由度＝(r—1)(t－1)	6	12	18	24

根据误差自由度不小于10的要求，这个试验可采用重复三次，但还须要注意适当灵活应用，如果试验地比较均匀，试验管理人员较有经验可以保证试验质量，预计试验处理之间的差别较大时，也可以少取些重复。反之，则应该多取些重复。

根据以上原则，提出不同处理数的随机区组设计所需重复次数的参考数如表3

2．**确定小区排列位置** 应该用随机化方法确定各个处理在一个区组内的排列位置。同样可以用铅笔在随机数表上

表 3　　处理数不同时所需重复次数

重复数	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
处理个数	11	6	5	4	3	3	3	3	3	2	2	2

取得两个二位数以确定随机数的起点位置。假如取得51，30两个二位数，则起点数为4，向右取数可得4 1 3 5 6 6 5 5 4 9 7 8 7 8 5 0，将它们两位一撇得8个两位数，按其数值大小排列次序放入七个处理，其中78出现两次，故继续向右取数如下：

41、35、66、55、49、78、78、50〔随机数〕

6、7、2、3、5、1　　4〔品种代号〕

第一个重复就按这个次序排列。用同样的方法确定另两个重复的各处理排列次序，得田间排列图如下：

6	7	2	3	5	1	4	第一重复
7	4	6	1	5	2	3	第二重复
5	3	7	2	4	6	1	第三重复

图2　田间排列图

用随机化方法来克服团块性土壤差异是适合的。对于一端肥一端瘦的土壤，更需要应用随机化，但安排好后还需要仔细检查，有无需要作局部调整的。例如第一、二重复的第5品种相距很近，第7个品种偏向一方，则需要再用随机化方法作局部调整，本例对第二重复再次用随机化的方法作调整得。