

第十章 试验设计原理与方法



试验设计的基本概念

试验设计的原则和要求

试验方案的拟订

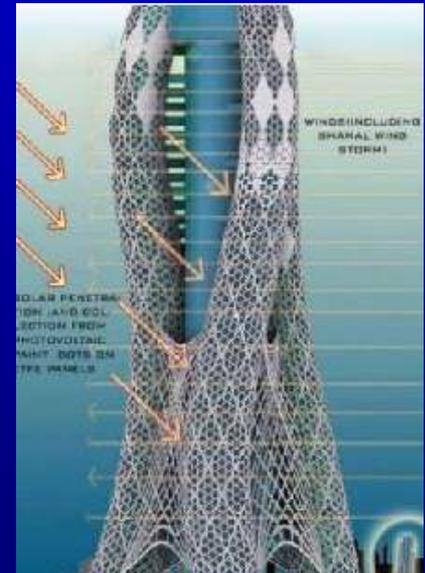
常用的试验设计方法

在生物学科的各项调查、生产实践和科学研究中，试验设计都是一个不可或缺的关键环节和重要工具

由于试验设计与生产实践和科学研究紧密结合，因此在理论和方法上不断地得以丰富和发展，被广泛地应用于生物学科各个领域

为了达到预期的试验目的，试验实施前首先要根据生物统计学原理制定出一整套完整的试验方案

合理、科学的试验设计可取得事半功倍的效果，能更好地说明试验所要解决的问题，因此试验设计是生物学科各领域进行科学研究的必要条件





R A Fisher (1890—1962)

现代统计学与现代进化论的奠基者之一

英国统计学家Fisher在他的著作中多次强调，统计学家与科学工作者的合作应该在试验设计阶段，而不是在需要数据处理的时候。他精辟地指出：

To call in the statistician after the experiment is done may be no more than asking him to perform a postmortem examination: he may be able to say what the experiment died of.

第一节 试验设计的基本概念

1. 试验设计

试验设计（experimental design）的概念有广义和狭义之分

广义的试验设计：指整个研究课题的设计、试验方案的拟订、资料的收集整理和数据的统计分析

狭义的试验设计：指试验方案的拟订，即根据试验目的和要求确定试验的处理数以及相应的排列方法（试验的因素、水平）等

2. 试验指标

试验指标 (experimental index)

指在生物学科中，用来衡量试验结果的标准

生物学中试验指标一般又称为性状

在任何一个生物学试验中都必须明确试验指标，没有试验指标就无法衡量试验结果的好坏

生物学科中的试验指标根据性质可以分为定量指标、定性指标，与之相对应的性状就是数量性状和质量性状

定量指标：指能用连续性的数值表示的指标

产量指标（如产蛋量等）

生长指标（如体重、日增重）

生理指标（如血糖浓度、总胆固醇含量等）

定性指标：指不能用连续性的数值来表示、只能用感官来判别的指标

鱼的体色（胭脂鱼幼鱼：桃红、墨绿、银灰或淡紫等）

形状（有角、无角）

性别（公、母）



定性指标可以用评分法、等级法进行量化为定量指标

3. 试验因素

试验因素 (factor)

指对试验指标产生影响、在试验中需加以考察的条件

试验因素一般可分为可控因素和不可控因素两类：

➤ 可控因素：指试验中可以人为地加以调节和控制的因素

品种（吉富罗非鱼、尼罗罗非鱼、莫桑比克罗非鱼、奥利亚罗非鱼）

药物的剂量

放养密度

■ 可控因素往往是我们试验研究的对象，因此我们所说的试验因素一般都是指可控因素

➤ 不可控因素是指在生物学试验中不能或暂时不能人工调节和控制的因素

气候因素

环境因素

在野外调查或野外大面积试验时，不可控因素很多，这也是生物学科试验有较大难度的原因之一

在确定试验因素时，可结合试验目的、试验任务（试验要解决的问题）、试验特点综合考虑

■ 原则：在能正确解决问题的前提下，试验方案要力求简单、易行，这样一方面便于试验的顺利实施和结果的统计分析，另一方面也可以节省试验成本

4. 水平

一个试验因素可划分成不同的等级，这种不同的等级就称为水平（level）

水平一般可分为数量水平和质量水平：

数量水平：因素的不同状态可用数量来表示，而且可以根据不同的试验目的、要求进行调整，水平之间的距离也可以根据试验的要求而作宽、窄的调整

饲养密度

质量水平：因素的不同状态不能用数量来表示，只有质的区别，而且这种区别无宽窄多少之分

动物品种



水平设置的多少、水平的取值及水平间的距离都应该根据**专业知识和具体情况**来确定

◇ 水平的多少

一个因素的水平最好在**3个以上**

当对某一因素的研究已经较深入时，可以适当减少水平数，简化试验

当对所研究的因素所知甚少时，应拉大两极端水平间的距离，加大水平数，以防漏掉最佳水平

◇ 水平的距离

水平的距离应根据具体情况而定，不能太大，也不能太小



◇ 水平的划分

- ◇ 通常情况下，水平是等距离划分的
- ◇ 可按某种规律（如黄金分割律）来划分
- ◇ 当水平是按几何级数或对数分布时，则水平的划分应按几何级数或对数来进行



4. 试验处理

处理 (treatment) : 对试验单元施加的不同措施

在单因素试验中，处理即为因素的水平

品种	观测值				
A_1	23	17	20	21	20
A_2	18	16	19	14	21
A_3	24	25	26	28	22
A_4	27	21	23	19	24

在多因素试验中，处理即为不同水平间的组合

饲料	品种		
	A_1	A_2	A_3
B_1	0.98	1.23	1.07
	1.12	1.57	0.97
	1.22	1.48	1.12
B_2	1.55	1.26	1.52
	1.37	1.16	1.34
	1.27	1.31	1.46

第二节 试验设计的原则和要求

1. 试验设计的原则

在动物试验中，误差主要是由于供试动物个体之间的差异和饲养管理不一致所造成

- 在试验实施过程中，采取切实有效的措施，力求避免系统误差，降低随机误差
- 在试验设计时，要通过合理的试验设计，获得试验处理效应与试验误差的无偏估计值，将其他非试验因素所引起的变异从误差效应中剔除，控制和降低随机误差，提高试验的精确性

1.1 重复原则 (replication)

重复：试验中在同一处理内设置2个或2个以上的独立供试单位

设置重复的作用

■ 估计试验误差

只有当同一处理内有2个或2个以上的独立供试单位，获得2个或2个以上的观测值时，才能估计出试验误差

■ 降低试验误差

平均数抽样误差的大小与重复次数的平方根成反比，所以同一处理内重复次数越多，试验误差就越小

■ 准确地估计处理效应

重复次数越多，所得到的平均数越能真实地反映出处理的效应值

1.2 随机化原则 (randomization)

随机化：总体中任何一个独立供试单位都有同等的机会进入试验样本，试验样本中任何一个独立供试单位都有相同的机会接受任何一个处理

贯彻随机化原则的作用

可以最大限度地排除非试验因素的干扰，使得试验误差的估计不会发生偏移，可以获得无偏的误差估计量

◆ 重复加随机可以最大限度地消除系统误差，但随机误差有可能被扩大



随机化分组方法

- (1) 抽签
- (2) 随机数字表
- (3) 计算器或计算机的随机数字

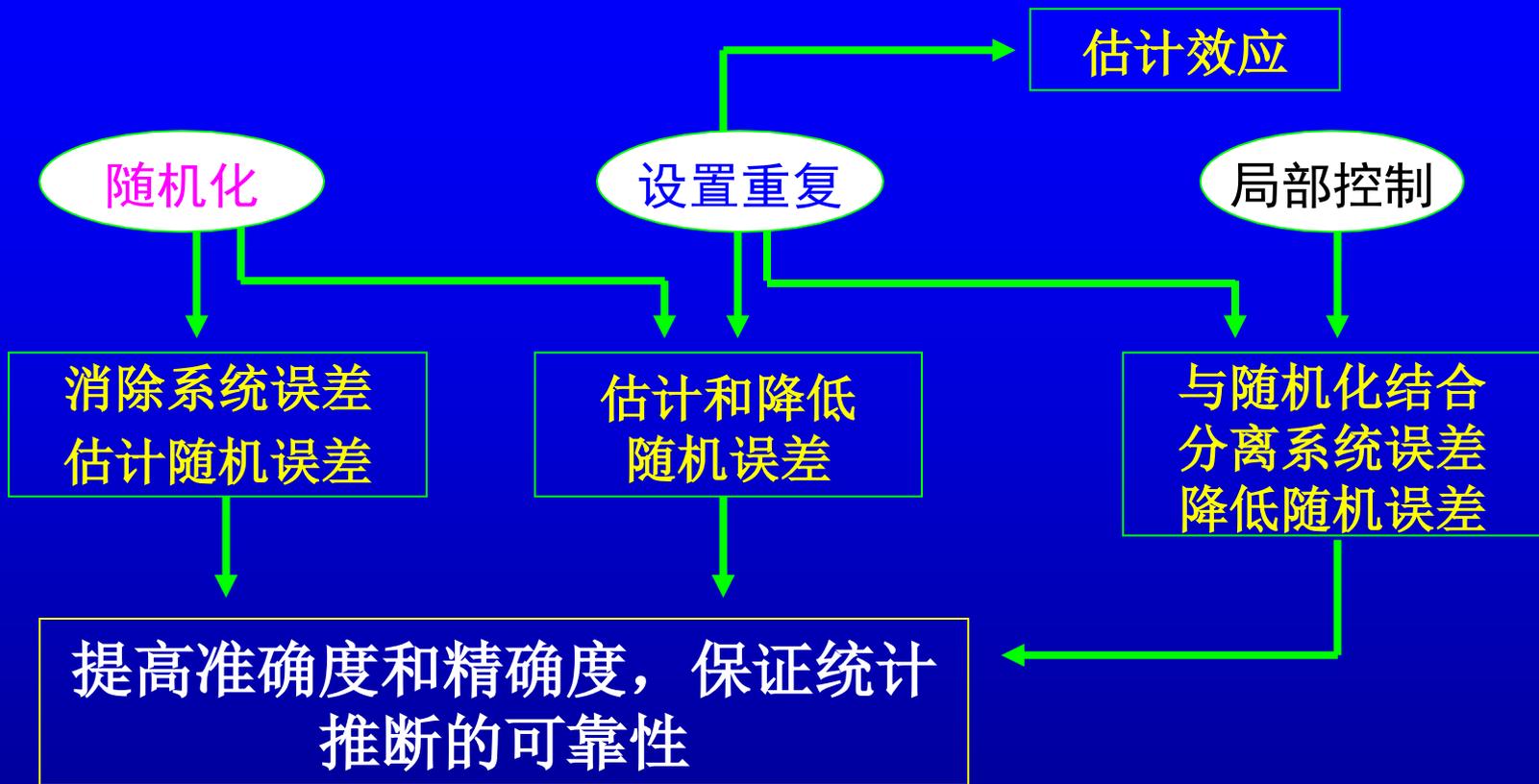
1.3 局部控制原则 (portion control)

局部控制：将整个试验划分成几个区组，每一区组内非处理因素尽量控制在同一水平内

遇到的问题：试验环境或供试单位的差异较大，仅根据重复和随机化两原则进行设计不能将试验环境或供试单位差异所引起的变异从试验误差中分离出来

解决的办法：可将整个试验环境或试验单位分成若干个小环境或小组，在小环境或小组内使非处理因素尽量一致，这样区组（单位组）之间的差异可在方差分析时从试验误差中分离出来

局部控制原则的作用：能较好地降低试验误差



试验设计三大原则的作用与关系图

2. 试验设计的基本要求

(1) 试验目的要有明确性

(2) 试验对象要有代表性

■ 生物学代表性：作为主要研究对象的动物品种、个体的代表性，并要有足够的数量

■ 环境条件代表性：代表将来计划推广此项试验结果的地区的自然条件 and 生产条件

(3) 试验条件应相对一致

(4) 试验结果要有可靠性

(5) 试验结果应有重演性

重演性：在相同条件下，重复进行同一试验，能够获得与原试验相类似的结果，即试验结果必须经受得起再试验的检验

第三节 试验方案的拟订

1. 应广泛收集资料

2. 要有主攻方向

3. 应设置对照组

任何一个试验都必须设置对照，不设置对照的试验是不完整的试验

空白对照：不施加任何影响的一组或一个组合实验动物

实验对照（基准对照）：施加基础条件的一组或一个组合的实验动物

标准对照：施加标准条件的一组或一个组合的实验动物

国家标准（强制标准、推荐标准）、行业标准、企业标准、自定义标准

自身对照：一个试验期内，动物自身前一阶段或试验开始时的生理状况作为对照

相互对照：试验中组与组、组合与组合之间的比较

- **上述对照，均和试验组在同一个试验中出现，是一个试验中不可缺少的部分，可以在作统计分析时进行比较（这种比较应出现在论文的“结果与分析”部分）**

历史对照和文献对照：

自己或别人在前一阶段的试验结果

由于这一对照与自己当前的试验不可能具有完全相同的试验条件和试验环境，因此这一类对照与当前试验没有可比性，这种对照不能出现在论文的“结果与分析”中，只能出现在论文的“讨论”部分

- **不能将这种对照与自己的试验结果进行统计学比较，只能进行描述性比较（即定性比较）**

4. 水平间应适当拉开距离

水平间距离过小

- 组内误差容易掩盖组间差异，使处理效应得不到反映
- 由于增多了组数而造成了浪费

水平间距离太大

容易疏漏掉最佳点或关键点，特别是当处理效应与水平的关系为曲线关系时更是如此

5. 设置预试期

预试期：在某一正式试验之前安排的一个准备阶段，为正式试验做好准备工作

预试的时间可根据具体试验来确定，一般为5-10天或更长些

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/066222202012010222>