

EyeSo 眼动追踪系统

眼动研究实验设计指导手册

心拓英启科技（北京）有限责任公司

Braincraft Technology Co., LTD

技术支持邮箱: Support@braincraft.net

技术支持电话: 010-8241-9895

目录

| | |
|------------------|---|
| 1 内容提要..... | 2 |
| 2 组间设计与组内设计..... | 2 |
| 2.1 组间设计 | 2 |
| 2.1.1 随机组设计..... | 2 |
| 2.1.2 配对组设计..... | 3 |
| 2.2 组内设计 | 5 |
| 3 反复测量设计..... | 6 |

1 内容提要

心理学研究设计中，主要有真实验、准实验与非实验设计。而眼动实验主要是实验室实验，因而真实验设计是常用的实验设计方法。本节的主要内容是回顾实验心理学中组间、组内以及重复测量的实验设计方法，进而建构关于眼动追踪实验的框架。因此，在突出这三种实验设计方法在眼动实验中的具体运用的情况下，主要内容与实验心理学中介绍的不会有太大的差别。

2 组间设计与组内设计

2.1 组间设计

组间设计是指每个被试者只接受一个自变量的一种情况的处理。其特点是无论实验是单因素的，还是多因素的，被试者始终只接受一个实验处理。这种设计的主要问题是决定哪一个被试者接受哪一个实验处理。如果有两种以上的处理，有多少种处理就采用多少个被试者。组间设计有两类子设计技术：随机组设计和配对组设计。

2.1.1 随机组设计

随机组设计是将被试者随机地分配在不同的组内接受不同的自变量处理。

这里以公益广告的眼动实验为例来具体说明随机组设计的特点及其需要注意的地方。

设：自变量为一类控制消费类公益广告 A，其宣传海报有 A1、A2、A3 三个版本（图 1），即一个自变量三个水平。



图 1 控制消费类公益广告 A1、A2、A3 三个版本

因变量是三版广告的兴趣区统计后的眼动指标（图 2）。

女性被试者有 9 人（这里是举例，在实际的心理学实验中被试量要尽量达到统计以及兼顾实验外部效度的要求，随机组设计的被试量尽量 ≥ 30 ）。

则随机组设计的模式是（见表 1）：

表 1 随机组设计模式

| A1 | A2 | A3 |
|------|------|------|
| 被试 1 | 被试 3 | 被试 3 |
| 被试 4 | 被试 5 | 被试 6 |
| 被试 7 | 被试 8 | 被试 9 |

其中，9 个被试者随机地被分为 3 组，即 A1 组、A2 组、A3 组，每组每个被试者只接受一个宣传海报版本的实验处理。

从统计理论，特别是抽样理论的角度来讲，此设计的 3 组被试者是等组（等组指各被试组在与实验研究相关的特性上，如年龄、智力、性格等，没有统计差别，实验结果如果出现差别，或是未出现差别，都是由于处理的不同而引起的）。因为被试者的选取与分配都遵循了随机理论，即 9 个被试者是随机抽取的，并且被试者也是按随机分配的方式分成 3 组的。因此，实验结果可以认为是由自变量导致的，而不是其他因素导致的。

随机组设计的方法简单易行，同时又因为对每个被试者只作一次实验处理，可消除某些实验误差，如练习、疲劳等因素导致的误差。但是随机组设计的最大的缺点是当被试量比较少时，即使采用随机分组的方式，分的组也不一定是等组。如果不是等组，是不能认为因变量的变化是由自变量导致的。

因此，在被试量比较少的情况下，为了使被试组是等组，通常会采用配对组设计。

2.1.2 配对组设计

配对组设计是随机组设计的一种逻辑扩展。配对组设计的目的是使各组的特性更加相同。

在心理学研究中常常会遇到某些变量，特别是机体变量，如智力、情绪、态度、年龄等，在被试量较少的情况下，导致被试组间不是等组而对实验结果产生影响，成为与自变量无关又对因变量产生影响的额外变量。因此，在被试量较少情况下，若不对这些影响实验结果的额外变量进行实验控制，那么，进行统计检验时，作为实验误差的组内误差往往就不合理地扩大了。配对组设计通过将影响

实验结果的又与自变量无关的机体变量在被试组间进行匹配,便被试组成为等组,进而就可解决此类问题了。

仍以公益广告的眼动实验为例来具体说明配对组设计的特点。

设:自变量为一类控制消费类公益广告 A,其宣传海报有 A1、A2、A3 三个版本(图 1),即一个自变量三个水平。

因变量是三版广告的兴趣区统计后的眼动指标(图 2)。



图 2 三个公益广告兴趣区

女性被试者有 9 人(这里是举例,在实际的心理学实验中被试量要尽量达到统计以及兼顾实验外部效度的要求)。

则配对组设计的模式是(见表 2):

表 2 配对组设计模式

| A1 | A2 | A3 |
|-------|-------|-------|
| 被试 a1 | 被试 a2 | 被试 a3 |
| 被试 b1 | 被试 b2 | 被试 b3 |
| 被试 c1 | 被试 c2 | 被试 c3 |

假设不同年龄层的女性对控制消费类公益广告的认知与态度是有很大的不同,那么影响这个实验的结果的最大额外变量则是被试者的年龄。如果分组前不考虑被试者年龄这个额外变量的影响,则最后的实验结果只能认为是由不同设计版本与被试者年龄这两个变量共同导致的。而实验要探讨的只是不同设计版本这一个自变量对因变量的影响。因此,实验前可以按 18~25、26~45、45 岁以上这三个年龄层将被试者分为 a、b、c 组;然后将每组被试者再随机分配给 A1、A2、A3 组,这样就可以实现 A1、A2、A3 组在年龄上是等组的。在年龄等组的条件下,就可以实现只探讨不同设计版本对因变量的影响了。

通过这个例子,可以总结出配对法常用的三个步骤:第一,找出对因变量影响较大的额外变量;第二,让所有被试者做“共同作业”,即接受与额外变量相关的预备测验,获得分数;第三,根据作业分数形成配对组。同时,需要指出的是当对因变量产生较大影响的额外变量 ≥ 3 时,配对会非常麻烦;这种情况下,

最好的办法是将额外变量纳入自变量(因为在心理学中额外变量就是潜在的自变量)。

在实际的实验中,实验者可以根据可招募到的被试者的数量以及具体的实验要求,灵活地选择随机组设计或是配对组设计。

2.2 组内设计

组内设计是指每个被试者必须接受自变量的所有情况的处理。其基本原理是:每个被试者参加所有的实验处理,然后比较相同被试者在不同处理下的行为变化。组内设计在被试量非常少的实验中,如 FMRI 实验、脑电、眼动实验等,应用非常普遍。

这里还是以公益广告的眼动实验为例来具体说明组内设计及其需要注意的地方。

设:自变量为一类控制消费类公益广告 A(图 1),其宣传海报有 A1、A2、A3 三个版本,即一个自变量三个水平。

因变量是三版海报的兴趣区(图 2)。

女性被试者有 3 人(这里是举例,在实际的心理学实验中被试量要尽量达到统计以及兼顾实验外部效度的要求)。

则其组内设计的模式是(见表 3):

表 3 组内设计模式

| | A1 | A2 | A3 |
|------|----|----|----|
| 被试 1 | 1 | 2 | 3 |
| 被试 2 | 1 | 2 | 3 |
| 被试 3 | 1 | 2 | 3 |

如果按照被试者 1 依顺序接受 A1、A2、A3 的处理,同时被试者 2 与被试者 3 也依这个顺序接受实验处理,结果会因“顺序效应”的影响产生偏差。“顺序效应”正的影响即助长行为或反应的效果,称为练习效应;负的影响即抑制行为或反应的效果,称为疲劳效应。例如:实验结果发现只有 A1 版本的海报中,被试的固视热区在化妆品上,其他两个版本的化妆品热区没 A1 版的强烈。但是根据这个结果并不能推出 A1 海报相比其他两个版本的海报设计更科学更有吸引力。因为这样的结果可能是由疲劳效应(被试者看到后面不想看了)导致的。

由于组内设计中要求被试者接受所有的实验处理，因此这种设计始终都会存在“顺序效应”的影响。常用于克服“顺序效应”对结果的影响的方法是拉丁方设计法。

则上面的实验更科学的组内设计是（见表 4）：

表 4 拉丁方设计模式

| | A1 | A2 | A3 |
|------|----|----|----|
| 被试 1 | 1 | 2 | 3 |
| 被试 2 | 2 | 3 | 2 |
| 被试 3 | 3 | 1 | 2 |

以上是单因素情况下的组内设计模式。当实验的自变量是多因素时，只需明确实验总共要涉及多少个处理，然后让每个被试者接受所有的处理，并在实验处理的顺序上进行拉丁方设计即可。例如 2X2 两因素的组内设计，则首先需要明确这是一个有 2 的自变量，每个自变量又有 2 个水平的实验，那么实验就有 4 个处理，组内设计的模式就是让每个被试者都接受这 4 个实验处理，并且每个被试者接受 4 个实验处理的顺序是拉丁方顺序。

3 反复测量设计

反复测量设计是指被试者对同一刺激在不同的时间进行多次反应。反复测量设计在心理实验中不能单独使用，一般是和组间设计或组内设计搭配使用。因此，常用的反复测量设计主要分两种：组间反复测量设计与组内反复测量设计。在眼动实验中，最常用的实验设计是组内反复测量设计。因而，这里主要阐述组内反复测量设计。

相比于组间、组内设计，组内反复测量设计的优点主要有：第一，被试量需要少，例如在这种设计的心理物理实验、眼动实验中，通常只需几个被试者即可。第二，操作更方便、经济，这对于眼动、脑电、FMRI 等这些操作复杂、花费大的实验有着重要的意义。第三，可以获得被试者可靠的、稳定的眼动及行为反应数据。第四，当自变量对因变量的效应很小时，反复测量设计更容易检测出自变量效应，因为这种设计的组内误差要更小。但是，这种设计也基本上包括了组内设计的所有缺点，并且练习效应更为严重，被试者更容易疲劳。其常用于克服练习效应的方法是 trials（试次）的随机呈现，克服疲劳效应的方法则是 blocks 之间设置休息时间。

这里仍以以公益广告的眼动实验为例来说明组内反复测量设计具体情况。

设：自变量为一类控制消费类公益广告 A(图 1)，其宣传海报有 A1、A2、A3 三个版本，即一个自变量三个水平。

因变量是三版海报的兴趣区(图 2)。

女性被试者有 3 人，每个被试者要对三个版本的刺激都做出反应，同时每个版本的刺激要重复反应 3 次，因此每个被试者所接受的实验处理个数 3×3 ，即 9 个 trials。

则其组内反复测量设计的模式是(见表 5)：

表 5 组内反复测量设计模式

| Trial | 被试 1 | 被试 2 | 被试 3 |
|-------|------|------|------|
| 1 | A1 | A2 | A1 |
| 2 | A3 | A1 | A3 |
| 3 | A2 | A1 | A1 |
| 4 | A2 | A3 | A2 |
| 5 | A1 | A2 | A3 |
| 6 | A3 | A3 | A2 |
| 7 | A2 | A1 | A1 |
| 8 | A1 | A2 | A3 |
| 9 | A3 | A3 | A2 |

在组内设计中，为了平衡顺序效应，一般是采用拉丁方设计法。但在组内反复测量设计中，由于涉及的 trials 比较多，用拉丁方设计会非常复杂，这个时候只需先确定有几个刺激，每个刺激重复多少遍，然后算出 trail 数(试次量)，最后让电脑对 trials 随机呈现即可。

以上是单因素的反复测量设计模式。在多因素的反复测量设计中，仍要算出总的 trail 数，让电脑对 trials 随机呈现即可；当一个实验的 trails 过多时，最好是按某个自变量的水平数来确定 block 数，然后将这些 trails 分散到几个 block 里，每个 block 之间设置休息时间，在每个 block 中 trails 随机呈现，同时 block 之间也可采用随机呈现方式。

总的来说，多因素的反复测量设计只是比单因素的反复测量设计涉及的 trails 更多些，需要设置 block 来安排被试的休息时间，除此之外，与单因素反复测量设计没有任何本质的不同。

4 使用组内设计的实验结果

自变量为一类控制消费类公益广告 A (图 3)，其宣传海报有 A1、A2、A3 三个版本，即一个自变量三个水平。

因变量是三版海报的兴趣区 (图 4)，被试者有 2 人。



图 4 控制消费类公益广告，从左至右分别为 A1、A2、A3



图 5 三版海报的兴趣区，从左至右分别为 A1、A2、A3

下面是可视化热点图 (图 6) 与统计数据 (表 6)。



图 6 热点图，A1、A2、A3

表 6 眼动统计数据

| | A1 兴趣区 (黄) | A2 兴趣区 (红) | A3 兴趣区 (蓝) |
|------------|------------|------------|------------|
| 注视点个数 (N) | 18 | 21 | 41 |
| 平均注视时间 (s) | 0.39 | 0.28 | 0.29 |
| 总注视时间 (s) | 3.5 | 2.97 | 5.85 |
| 游览次数 (N) | 3.5 | 3.5 | 4 |
| 总游览时间 (s) | 3.62 | 3.23 | 6.29 |