一、修改建议

删去课后习题的第2、4、5两题，第2题未提供原始数据，这两题是考察重复测量方差分析的，放在本章不合适。

二、思考题答案

9.1 方差分析是研究什么问题的？

方差分析（Analysis of Variance，ANOVA）是一种检验多个总体均值是否相等的统计方法，可以对多个总体均值是否相等做一个是或者否的回答

9.2 方差分析中有哪些基本假定？

方差分析中有如下假定：

可加性；随机误差项为相互独立的的正态随机变量；各总体方差相等。

第一条是指观测值可视为总体均值、主效应、交互效应、随机误差的的叠加；第二条，如果是试验数据间有相关，可采用随机化设计使之彼此独立，若不满足正态性，可对数据做适当变换使之满足；第三条是指方差齐性，在统计软件中一般都可对方差齐性进行检验，一般来说，方差分析是种非常稳健的方法，即使不能满足，其结果也有相当的参考价值。

9.3 简述单因素方差分析的步骤。

1. 建立假设；
2. 将数据列成表，计算各组均值；
3. 计算和方；
4. 列出方差分析表，填入和方、自由度，计算均方和F值；
5. 做出统计决策。

9.4 简述两因素（有交互作用和无交互作用）方差分析的步骤。

和单因素方差分析的步骤类似，在计算均值时，分别从因子A、因子B（对交互作用，还要考虑A×B）的方向分别计算均值并计算和方。

9.5 论述方差分析的内容。

方差分析认为不同处理组的均值差异来源于随机误差和试验条件，前者是测量或其他试验未考虑的因素所带来的差异，后者是不同的处理所带来的差异。

为检验不同的处理带来的差异是否在统计上显著，分别基于多个样本方差和样本均值的分布估计总体方差，后者受均值间差异的影响，均值间差异越大，第二种方法估计的总体方差就越大。若第二种方法估计的总体方差远大于基于多个样本方差估计的总体方差，则认为样本均值间有显著差异，处理带来的差异在统计上是显著的。

三、练习题答案

练习题：

9.1 研究刚毕业的某专业的研究生在不同城市就业的平均收入水平的差异。于是分别从北上广三大城市随机地抽取了一些用人单位，要求每个单位报告它们付给那些新毕业生的起薪，收集到的数据如下表所示，采用单因素方差分析对数据进行分析，在显著性水平为0.5的情况下进行假设检验，并讨论其分析结果的意义。 (总分100)：

表9-21 某专业研究生在不同城市的就业起薪（单位：元）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 用人单位序号 | 城市1 | 城市2 | 城市3 |
| 1 | 3050 | 4100 | 3550 |
| 2 | 3150 | 3950 | 3350 |
| 3 | 3000 | 3900 | 3500 |
| 4 | 3100 | 3800 | 3650 |
| 5 | 3150 | 3950 | 3600 |

(1)．建立假设

 城市对就业起薪没有影响

不全相等 不同城市的就业起薪不尽相同

(2)．计算有关均值及平方和









(3). 方差分析表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 方差来源 | 离差平方和 | 自由度 | 均方 | 值 |
| 组间 | 1807000.000 | 2 | 903500.000 | 92.667 |
| 组内 | 117000.000 | 12 | 9750.000 |  |
| 总差异 | 1924000.000 | 14 |  |  |

(4). 统计决策

对于显著性水平，，检验统计量，说明不同城市的就业起薪有差异。

9.2 【此题勘正时删去】某城市2013年第一季度至第三季度三类单位从业人员的平均收入：（元/人）

表9-22 数据

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 第一季度 | 第二季度 | 第三季度 |
| 国有 | 2854 | 2773 | 2895 |
| 城镇集体 | 1700 | 1647 | 1755 |
| 其他 | 3061 | 3165 | 3242 |

资料来源：中华人民共和国国家统计局网站。

要求：利用上表资料分析不同所有制城镇单位从业人员平均收入是否有显著差异？

9.3 有四个品牌的彩电在五个地区销售，为分析彩电的品牌（因素A）和销售地区（因素B）对销售量是否有影响，对每个品牌在各地区的销售量取得以下数据，见下表。试分析品牌和销售地区对彩电的销售量是否有显著影响？

表9-23 彩电销售量的影响因素数据

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 品牌  （因素A） | 不同品牌的彩电在各地区的销售量数据 | | | | |
| B1 | B2 | B3 | B4 | B5 |
| A1 | 365 | 350 | 343 | 340 | 323 |
| A2 | 345 | 368 | 363 | 330 | 333 |
| A3 | 358 | 323 | 353 | 343 | 308 |
| A4 | 288 | 280 | 298 | 260 | 298 |

(1) 建立假设

 

(2) 计算相应的均值和平方和

,,,

,,,,



(3). 方差分析表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 方差来源 | 离差平方和 | 自由度 | 均方 | 值 |
| 因素 | 13004.550 | 3 | 4334.850 | 18.108 |
| 因素 | 2011.700 | 4 | 502.925 | 2.101 |
| 误差 | 2872.700 | 12 | 239.392 |  |
| 总差异 | 17888.950 | 19 |  |  |

(4) 统计决策

对于显著性水平=0.05，查表得临界值,。

因为，故拒绝；，故接受。

9.4 【此题勘正时删去】随着计算机技术的发展，对键盘的要求越来越严格，某公司要研究现有键盘设计是否影响打字员的速度，现在随机选择4名打字员，每个打字员用3种键盘进行测试（每两分钟打字个数），所得数据如下表所示。

表9-24 数据

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 打字员 | 键盘A | 键盘B | 键盘C |
| 1 | 20 | 28 | 20 |
| 2 | 26 | 26 | 19 |
| 3 | 24 | 31 | 23 |
| 4 | 22 | 27 | 22 |

9.6 某家用电灯泡的使用寿命与其制造材料和使用地点的温度有关，现取四种不同类型的材料、三种不同的温度的每种组合各作三次试验，资料如下，对材料、温度及它们的交互作用作显著性检验。

表9-26 数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 温度（0C）  材料 | | *B* | | |
| *B*1 | *B*2 | *B*3 |
| *A* | *A*1 | 50，68，62 | 70，80，95 | 80，94，99 |
| *A*2 | 90，81，88 | 99，86，89 | 95，103，100 |
| *A*3 | 59，65，78 | 77，99，86 | 86，79，89 |
| *A*4 | 55，76，83 | 69，82，71 | 80，75，94 |

(1) 建立假设

  

(2) 计算相应的均值和平方和

,,,

,,

各组均值如下：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 温度（0C）  材料 | | *B* | | |
| *B*1 | *B*2 | *B*3 |
| *A* | *A*1 | 60.000 | 81.667 | 91.000 |
| *A*2 | 86.333 | 91.333 | 99.333 |
| *A*3 | 67.333 | 87.333 | 84.667 |
| *A*4 | 71.333 | 74.000 | 83.000 |



(3). 方差分析表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 方差来源 | 离差平方和 | 自由度 | 均方 | 值 |
| 因素 | 1484.222 | 3 | 494.741 | 5.788 |
| 因素 | 2080.722 | 2 | 1040.361 | 12.172 |
| × | 626.611 | 6 | 104.435 | 1.222 |
| 误差 | 2051.333 | 24 | 85.472 |  |
| 总差异 | 6242.889 | 35 |  |  |

(4) 统计决策

对于显著性水平=0.05，查表得临界值,,。因为，故拒绝；，故拒绝，，故接受。