

文章编号:1673-9469(2015)02-0101-04

doi:10.3969/j.issn.1673-9469.2015.02.025

假设检验在建设工程实验室管理中的应用

马蓉¹, 朱海群¹, 陈颀²

(1. 新乡市高新建设工程质量检测有限公司, 河南 新乡 453000; 2. 新乡市市政设施管理处, 河南 新乡 453000)

摘要:为了评估同一实验在不同操作过程中是否有本质的差别,以采集耐碱玻璃纤维网布经向和纬向的初始拉伸断裂强力实验为例,提出应用假设检验的方法进行量化分析。采用正态 P-P 图、Kolmogorov-Smirnov 单样本检验法、两个独立样本 Mann-Whitney 检验法、游程检验法进行对比实验。研究表明,可以用假设检验的方法来量化分析实验过程是否有本质的差别;通过多角度对实验数据的量化分析,可以评定实验操作过程对实验结果影响有无显著性差异,评定实验数据采集过程是否出现异常。

关键词:假设检验;显著性水平;实验室管理;人员比对

中图分类号:F273

文献标识码:A

The application of hypothesis testing on the construction engineering laboratory management

MA Rong¹, ZHU Hai-qun¹, CHEN Jie²

(1. Xin xiang Gao-xin Construction Engineering Quality Inspection Ltd., Xin xiang 453000, China;

2. Xinxiang Municipal Facilities Management Department, Xinxiang 453000, China;)

Abstract: For different analysts or different laboratories using the same analytic methods, or a analyst from same laboratory using a variety of different principles of analytic methods, the method of hypothesis testing can be applied to quantitative analysis, to assess whether there are essentially differences in their experimental process. Research methods adopt normal P-P diagram, Kolmogorov-Smirnov one-sample test method, two independent samples Mann-Whitney test method, Runs test method. The initial tensile strength data from longitude direction and latitude direction of Alkali-resistant glass fiber mesh will be collected by experiment. The research results show that the quantitative analysis of experimental data through multi-angle can be used to evaluate whether the experimental operation have a significant difference on the experimental results. Thus laboratory management can be promoted through quantitative analysis of experimental data.

Key words: hypothesis testing; significance level; laboratory management; staff comparison

在建设工程实验室管理中,人员素质与水平的考察对实验室是至关重要的。一个实验室的水平高低优劣,很大程度上取决于人员素质与水平^[1]。根据规定^[2],在建设工程实验室管理中,经常需要开展能力验证、人员比对、操作观察来证明人员能力。温巧夫^[3]采用 t 检验法证明手机电池的“下模宽度”,对关键质量特性造成显著性影响,需要重点改善。郝项超^[4]采用偏最小二乘 logistic 方法对企业财务危机进行预测,检验显示预测结果更加稳健和可靠。本文以数理统计学^[5]的假设

检验理论为依据,应用多种假设检验的方法对采集的实验数据进行量化分析,来评定实验操作过程对实验结果影响有无显著性差异。

1 假设检验的理论依据

一般来说,若某一随机变量是受多种相互独立的随机因素的影响,而每一种随机因素所起的作用又是极其微小的,那么该随机变量就近似服从正态分布^[6]。实验室的检测数据看来毫无规则,但它们在总体上服从正态分布。

收稿日期:2014-10-04

作者简介:马蓉(1968-),女,河南新乡人,工程师,从事建设管理方向研究。

1.1 样本数据服从正态分布的证明

采用 P - P 图检验,可以直观显示样本数据是否符合正态分布。观察正态 P - P 图,如果变量服从正态分布,则实际累计概率与理论累计概率应该基本一致,则图中数据点应和理论直线(对角线)基本重合^[6]。同时采用 Kolmogorov - Smirnov 单样本检验法对样本数据进行正态分布检验,证明样本数据总体服从正态分布。

1.2 两批试验服从同一分布的证明

采用两个独立样本 Mann - Whitney Test 检验法,通过检验两个总体分布各自的中心位置是否相同,证明两批实验数据是否取自同一总体。如果两个总体分布的中心位置相同,则两个样本中各数据的秩次都应当围绕着平均秩次 $(N + 1)/2$ 均匀分布;如果和该理论值差别较大,则可以推断总体的中心位置是有差异的^[6]。

如果计算结果的显著性水平 > 0.05 ,接受假设检验;则两批实验数据取自同一总体,实验设备不随时间变化,不必调整实验设备。反之则拒绝假设检验。

1.3 数据的随机性证明

采用游程 Runs 检验法检验数据的随机性,检验两人的操作方法对实验结果影响有无显著差异。游程 Runs 检验用于判断样本数据的顺序是否为随机^[6]。如果计算结果的显著性水平 > 0.05 ,接受假设检验;两人得到的实验数据随机性无显著差异,证明两人的实验操作方法无本质的差别,实验数据是随机产生的。如果显著性水平 < 0.05 ,则拒绝假设检验,说明实验可能存在系统误差或随机误差,此时需要对计算结果中显著性水平低的操作人员调整操作方法,找出问题的症结,从而改进实验室的管理水平。

2 实验方法

计算工具采用 SPSS12.0 进行计算。假设显著性水平 $\alpha = 0.05$ 。试验机采用经过技术监督部门检

定合格的同一台实验设备,试验机型号为天辰 WDW - 10。实验材料采用耐碱玻璃纤维网布。检测项目为经向和纬向的初始拉伸断裂强力 $(N/50 \text{ mm})$,检测标准采用 JGJ144 - 2004、GB/T 7689.5 - 2001。参加实验人员为茹女士和孟女士。

根据检测标准^[7]规定,试样制备尺寸为宽度 50 mm、长度 350 mm;试样数量纬向、经向各 10 片;拉伸速度 100 mm/min;实验环境温度 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$,相对湿度 $50\% \pm 10\%$;夹具间的有效长度为 $200 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ 。操作时,将试样放入一夹具中,使试样的纵向中心轴线通过夹具的前沿中心,在整个试样宽度上均匀地施加预张力,然后拧紧另一夹具,预张力为预计强力的 $1\% \pm 0.25\%$ 。启动活动夹具,拉伸试样至破坏,记录最终断裂强力。

3 实验结果与分析

3.1 单样本 K - S 检验结果分析

从表 1 可见,单样本 K - S 检验结果中,茹女士的经向、纬向统计量 Z 值分别低于孟女士的经向、纬向统计量 Z 值,经向、纬向近似显著性概率均高于孟女士的经向、纬向近似显著性概率。如果原假设成立,则从这样一个正态分布的总体中按照现有样本量进行经向、纬向抽样,平均每 100 次中会有 96.6 次和 80.9 次得到实际数据和理论分布之间的差值 K 等于甚至大于现有样本的 K 值,这显然是一个很平常的事情。因此,样本数据服从正态分布的假设。

而孟女士的经向、纬向近似显著性概率有点偏低。从这样一个正态分布的总体中按照现有样本量进行经向、纬向抽样,平均每 100 次中会有 60.0 次和 74.9 次得到实际数据和理论分布之间的差值 K 等于甚至大于现有样本的 K 值,样本数据有点偏离正态分布。可以判定孟女士的实验操作过程出现了异常,应该根据实验室制定的程序文件和操作手册进行纠偏。

从图 1 中观察茹女士的经向正态 P - P 图,可见图中数据点和理论直线(对角线)基本重合。继续观察茹女士的趋势正态 P - P 图,茹女士的经向

表 1 单样本 K - S 检验结果

Tab. 1 Single - sample K - S test results

	经向(茹女士)	经向(孟女士)	纬向(茹女士)	纬向(孟女士)
Kolmogorov - Smirnov Z 值	0.497	0.766	0.639	0.677
近似显著性概率(双尾)	0.966	0.600	0.809	0.749

拉力值实际分布和理论分布相差很小,数据点较均匀的分布在 $y=0$ 这条直线的上下,其残差绝对值基本不超过 0.05,因此可以判定茹女士的经向拉力值基本上服从正态分布。

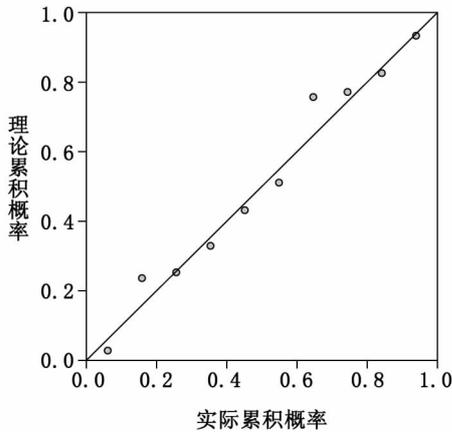


图1 经向正态P-P图 (茹女士)

Fig.1 The normal P-P diagram by longitude direction(Ms. Ru)

从图 2 中观察孟女士的经向正态 P - P 图,可见图中数据点和理论直线(对角线)基本不重合,经向数据点实际分布呈水平直线状,孟女士的经向拉力值实际分布和理论分布相差较大。继续观察孟女士的趋势正态 P - P 图,残差有非常明显的波动趋势,且多数绝对值超过 0.1,由此可见,变量的原始数据与正态分布的理论数据相差较大,可以判定其有点偏离正态分布。

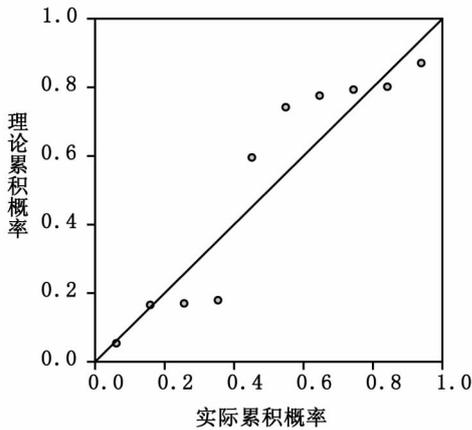


图2 经向正态P-P图 (孟女士)

Fig.2 The normal P-P diagram by longitude direction(Ms. Meng)

图 3 中观察茹女士的纬向正态 P - P 图,可见图中数据点和理论直线(对角线)基本重合,有个别数据点偏离对角线较远。继续观察茹女士的趋势正态 P - P 图,茹女士的纬向拉力值实际分布和理论分布相差不大,数据点较均匀的分布在 $y=0$ 这条直线的上下,其残差绝对值多数不超过 0.05,

因此可以判定茹女士的纬向拉力值基本上服从正态分布。

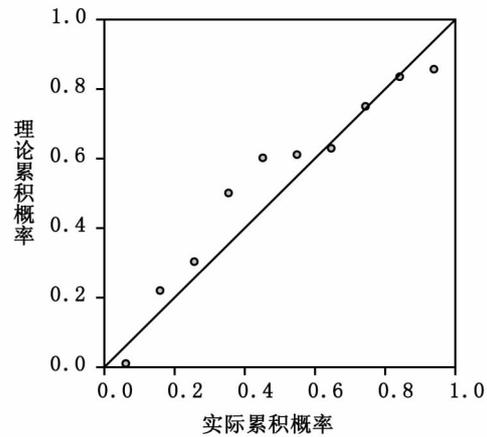


图3 纬向正态P-P图 (茹女士)

Fig.3 The normal P-P diagram by latitude direction(Ms. Ru)

图 4 中观察孟女士的纬向正态 P - P 图,可见图中数据点和理论直线(对角线)基本不重合,纬向数据点实际分布呈水平直线状,孟女士的纬向拉力值实际分布和理论分布相差较大。继续观察孟女士的趋势正态 P - P 图,可见孟女士的纬向拉力值实际分布和理论分布相差较大,残差有非常明显的波动趋势,其残差绝对值多数超过 0.05 且部分绝对值超过 0.1,由此可见,变量的原始数据与正态分布的理论数据相差较大,可以判定其有点偏离正态分布。

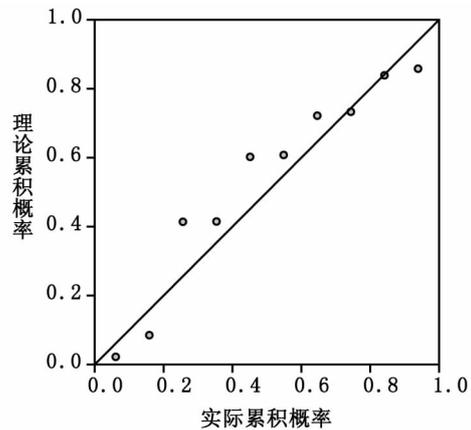


图4 纬向正态P-P图 (孟女士)

Fig.4 The normal P-P diagram by latitude direction(Ms. Meng)

根据实验分析结果,孟女士承认在用拉力机进行实验时,未将夹具加紧耐碱玻璃纤维网布,夹具与耐碱玻璃纤维网布之间出现滑动,引起了实验结果异常,实验受人为因素影响大。

表2 2个独立样本 Mann-Whitney 检验结果

Tab.2 Two independent samples Mann-Whitney test results

	经向	纬向
Z 值	-0.227	-0.265
精确显著性概率(双尾)	0.853	0.796

表3 数据随机性游程 Runs 检验

Tab.3 Data randomness Runs test

	经向(茹女士)	经向(孟女士)	纬向(茹女士)	纬向(孟女士)
Z 值	0.000	0.335	-0.335	-1.006
近似显著性概率(双尾)	1.000	0.737	0.737	0.314

因此,通过单样本 K-S 检验结果和正态 P-P 图,可以判定实验数据是否服从或近似服从正态分布,可以判定实验过程是否处于受控状态。

3.2 两个独立样本 Mann-Whitney 检验结果分析

从表2可见,经向和纬向的精确显著性概率(双尾)分别为0.853和0.796,都大于给定的显著性水平0.05,证明茹女士和孟女士的实验数据确是取自同一总体,则实验设备不随时间变化,不必调整实验设备,实验过程没有显著性差别。

3.3 数据的随机性检验结果分析

由表3可见,茹女士经向和纬向相应的近似显著性概率分别为1.000和0.737,孟女士经向和纬向相应的近似显著性概率分别为0.737和0.314,显然两人的显著性概率均大于所设定的显著性水平0.05,因此不能拒绝原假设;但是茹女士的显著性概率远大于孟女士,可以认为茹女士的实验数据独立性更好一些,收集到的数据的顺序是不相关的;而孟女士收集到的实验数据独立性就差很多。这时就要提醒孟女士注意检查实验数据采集过程是否异常了。

4 结论

1)采用 P-P 图检验,可以直观显示样本数据是否符合正态分布,可以判定实验操作过程是否出现了异常。

2)采用 Kolmogorov-Smirnov 单样本检验法可

以对样本数据进行正态分布的检验。

3)采用两个独立样本 Mann-Whitney Test 检验法,通过检验两个总体分布各自的中心位置是否相同,可以证明两批实验数据是否取自同一总体。

4)采用游程 Runs 检验法检验数据的随机性,可以检验两人的操作方法对实验结果影响有无显著差异。

5)评估实验过程是否有本质的差别,可以应用假设检验的方法进行量化分析。通过多角度对实验数据的量化分析,可以评定实验操作过程对实验结果影响有无显著性差异,评定实验数据采集过程是否出现异常,据此可以促进实验室管理。

参考文献:

- [1] 国家认证认可监督管理委员会. 实验室资质认定工作指南[M]. 北京:中国计量出版社,2010.
- [2] 国认函[2006]141号,实验室资质认定评审准则[S].
- [3] 温巧夫,李敏强,王海波. 假设检验在6 σ 管理中的应用[J]. 科技管理研究,2004,11(5):194.
- [4] 郝项超,梁琪. 企业财务危机预警:偏最小二乘 logistic 方法的应用[J]. 管理工程学报,2010,24(5):100.
- [5] 茆诗松,王静龙,濮晓龙. 高等数理统计[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [6] 张文彤. SPSS12.0 统计分析基础教程[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [7] GB/T7689.5-2001,玻璃纤维拉伸断裂强度和断裂伸长的测定[S].

(责任编辑 王利君)