
基于试验设计方法对 APP 用户满意度的研究

—网易公开课为例

张佳莉，数学与统计学院

摘 要：近年来，随着人们对知识信息的强烈渴求，以及优质教育资源与手机 APP 的高效结合，学习类手机应用软件（APP）的竞争日益激烈。研究用户对 APP 的满意度受哪些因素的影响至关重要。本文以网易公开课 APP 为例，通过问卷调查的形式收集用户对该 APP 的各项评价、满意度等各项数据，运用实验设计的手段，对影响网易公开课 APP 满意度的因素进行多个角度的分析。

在研究影响网易公开课 APP 满意度的因素时，我们将研究内容分成两个问题，一是站在用户的角度，研究哪些群体的用户对网易公开课 APP 满意度最高；二是从网易公开课 APP 出发，分析 APP 自身的特点对用户满意度的影响。

针对第一个问题，利用正交设计的试验方法，选取用户的性别，文理科和学历三个影响满意度打分的因素，以及相应的水平，从问卷中提取 12 个样本，对试验的结果，我们从直观分析和多因素方差分析的角度，发现男性，文科以及学历为本科的用户对网易公开课 APP 的满意度最高，并且两个角度分析结果是一致的。针对这个结果，我们可以将其反馈给、网易公开课 APP 的开发者，建议他们可以针对这一群体的用户加大宣传力度。

针对第二个问题，我们研究了 APP 本身的因素对满意度的影响。由于问卷中与网易公开课 APP 性质有关的指标有九个，因此我们首先利用因子分析将指标降维成三个因子，得到相应的 KMO 值为 0.803，说明在此采用降维的方法是合理的。根据其实际意义，我们将其命名为感知有用性、感知易用性和权威性。最后通过回归分析的方法，得到这三个因子对与用户满意度的线性回归方程，结果如下：

$$Y = 0.497Z_1 + 0.212Z_2 + 0.268Z_3 + 0.195$$

通过观察各个变量所对应的 P 值，发现这三个因子对于满意度的影响均是显著的，其中感知有用性的显著性最高，权威性次之，感知易用性最低。

最后，我们结合以上两个问题分析的结果，对 APP 今后的改进和市场环境提出了一些建议，更大范围地推广网易公开课 APP 的使用，同时希望能够提升用户对网易公开课 APP 的满意度，使其更好的为用户输送知识。

关键词：网易公开课满意度 正交设计 多因素方差分析 回归分析

一、问题提出

1.1 问题背景

随着互联网技术和多媒体技术的飞速发展，开放课程运动逐渐也成为多媒体教学中的重要形式，它有着传统课堂教学不可比拟的优势，能把真实的课堂带到用户面前，让其感受知识的魅力。网络视频课程以其多样性、直观性的特性，吸引了越来越多人的注意，成为开放课程运动中一股不可忽视的力量。2011 年伊始，网易公司正式加入国际开放课件联盟，全球名校的优质教育资源被引进搬上网络，网络公开课逐渐引起高校大学生、白领等群体的热捧，在线网络学习成为社会各界获取优质教育资源最便捷、最受欢迎的方式之一。

1.2 研究目的

在快速发展和竞争激烈的互联网市场，网易公开课产品受到来自同质化产品以及其他内容产品在和移动互联网的竞争和挑战，受众分流、拓展无力等问题成为限制和阻碍网络公开课产品进一步发展的关键问题。本文从网易公开课的用户评价出发，探究用户好感度与忠诚度与哪些因素相关，从而有针对性的对网易公开课 APP 提出改进措施，有助于该产品再激烈的互联网竞争中保持和扩大竞争优势、巩固受众基础、提升品牌的综合影响力。

二、问卷设计与回收

2.1 指标设计及意义

在设计问卷之前，我们通过查阅相关文献，筛选了下面九个与网易公开课有关的指标，问卷的问题主要围绕这些指标展开。

表 1 指标及其意义表

	指标	意义
x_1	个人素质	有助于用户学习专业知识，加强对自身专业知识的理解
x_2	开阔眼界	让用户接触到新奇、有趣的知识，激发对知识的探索之心
x_3	学习效率	学习的效率的提高能让用户节省不必要的时间，达到事半功倍的效果
x_4	专业知识	观看公开课，有助于用户在个人修养方面的提高
x_5	美观性	设计合理美观能够给用户带来好的视觉体验、丰富视感

x_6	搜索清晰度	APP 能根据用户的喜爱与需求推荐内容，避免了用户额外的搜索时间
x_7	交流方便程度	沟通与交流是必不可少的，讨论便捷性会影响到用户对 APP 的满意度
x_8	推荐内容	搜索的便捷性、查找的便利性也会让用户搜索过程变得高效简单
x_9	资源权威性	省去了用户核对资源正确性的精力

2.2 问卷的部分内容展示

	完全不符合	2	3	4	5	6	完全符合
能解答我在学习上的疑惑 (可汗学院、哈佛公开课等名校课程)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
让我了解到更大、更有趣的世界 (TED、一席、态度公开课等)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
提高我的学习效率 (了解到更好的学习、沟通、记忆等方法)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
提升我的个人素质 (对待问题更加开明、看待事物的角度更加多元化等)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

图 1 问卷部分内容展示

2.3 问卷信度检验

本文采用衡量信度最常用的克隆巴赫 α 系数 (Cronbach) 来评价问卷的内部一致性。其计算公式为：

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \times \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{ST^2}\right)$$

表 2 可靠性统计表

可靠性统计	
克隆巴赫	Alpha 项数
0.911	12

其中： k 为问卷包含的题目数， S_i^2 为答卷者在第 i 题得分的方差， ST^2 为答卷者问卷测验总得分的方差。 α 系数取值在 0 到 1 之间， α 系数越高，问卷信度越高，问卷的内部一致性越好。一般认为在 0.8 以上该问卷才具有使用价值。本问卷的 Cronbach α 的系数达到 0.911，说明其内部一致性非常好，问卷的信度较高。

2.4 问卷搜集结果的描述性统计

为了更好地了解调查对象对网易公开课的使用情况，我们首先对受调查者的男女比例，文理科段分布，学历情况进行简单的描述性统计。具体如下图：

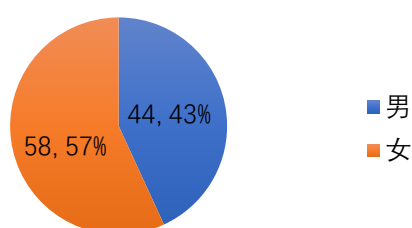


图2 男女比例

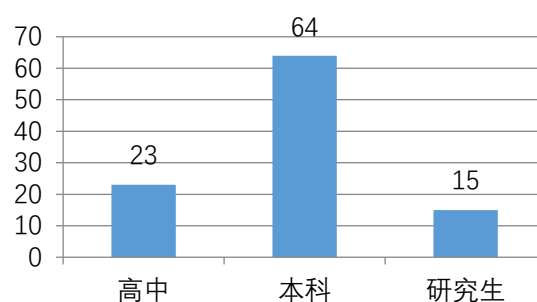


图3 受调查学历分布

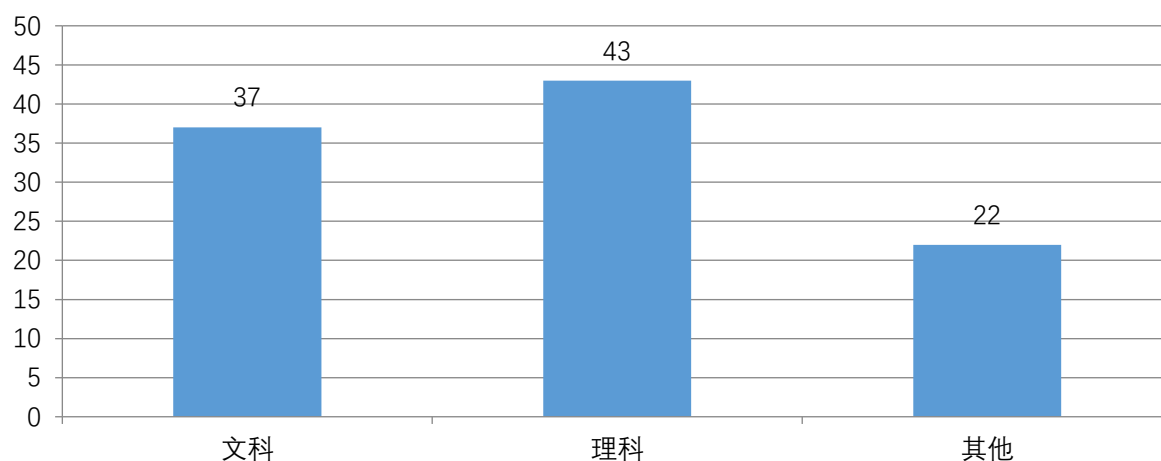


图4 文理科分布

三、正交设计、方差分析

3.1 问题分析

为保证我们所搜集的问卷结果的客观性和正确性，我们考虑了用户对网易公开课

的满意度评价可能受该用户的性别，文理科情况以及学历有关，具体如下：

表 3 因素水平表

三个因素	A	A1 男		A2 女	
	B	B1 高中	B2 本科		B3 研究生
	C	C1 理科	C2 文科		C3 其他
响应变量	每一个调查者对愿意观看网易公开课的满意度				

3.2 正交设计试验

由于我们选取的不同因素的水平数是不相等的，因此应采用混合水平正交表，如下：

表 4 满意度试验的方案，结果和分析

试验号	A	B	C	满意度打分
1	1	1	1	6.33
2	2	1	2	6.83
3	1	1	3	6.65
4	2	1	1	6.33
5	1	2	2	6.77
6	2	2	3	5.33
7	1	2	1	6.35
8	2	2	2	4.57
9	1	3	3	6.24
10	2	3	1	5.33
11	1	3	2	7
12	2	3	3	6.67
T_1	39.34	26.14	24.34	
T_2	35.06	20.32	25.17	
T_3		25.24	24.89	
m_1	6.55	6.535	6.108	
m_2	5.84	5.08	6.2925	
m_3		6.31	6.2225	
R	0.71	1.455	0.1845	

3.3 直观分析

正交试验中，所选因子对响应值影响的大小，由它们的极差 R 来度量。但是，在我们所设计的在混合水平正交设计中，由于因子的水平数不同，使得因子的极差缺乏可比性，因为当两个因子对所有指标等同影响时，水平多的因子理应极差更大一些，在此，有两种修正极差的方法，第一种方法是可采用拟水平法，另一种是采用折算系数调整各因素的极差，由于拟水平法的试验不具有正交性，实验结果的数据分析会产生误差，因此我们采用一个系数折算一下使得极差之间具有可比性，折算系数如下表：

表 5 折算系数表

水平数	2	3	4	5	6	7	8	9	10
折算系数	0.71	0.52	0.45	0.4	0.37	0.35	0.34	0.32	0.31

我们用下面的公式重新计算极差，其中 $r_i(i = A, B, C)$ 是每个因素的水平数， R_A, R_B, R_C 是表 中最后一行的极差。

$$R'_A = \sqrt{r_A} \times R_A \times 0.71 = \sqrt{2} \times 0.71 \times 0.71 = 0.713$$

$$R'_B = \sqrt{r_B} \times R_B \times 0.52 = \sqrt{3} \times 1.455 \times 0.52 = 1.31$$

$$R'_C = \sqrt{r_C} \times R_C \times 0.52 = \sqrt{3} \times 0.1845 \times 0.52 = 0.166$$

由表 1 及上述分析，满意度受第二个因子的影响程度最大，即不同学历的用户对网易公开课的体验是显著不同的，由 R'_A, R'_B, R'_C 的大小来分主次关系，得到：

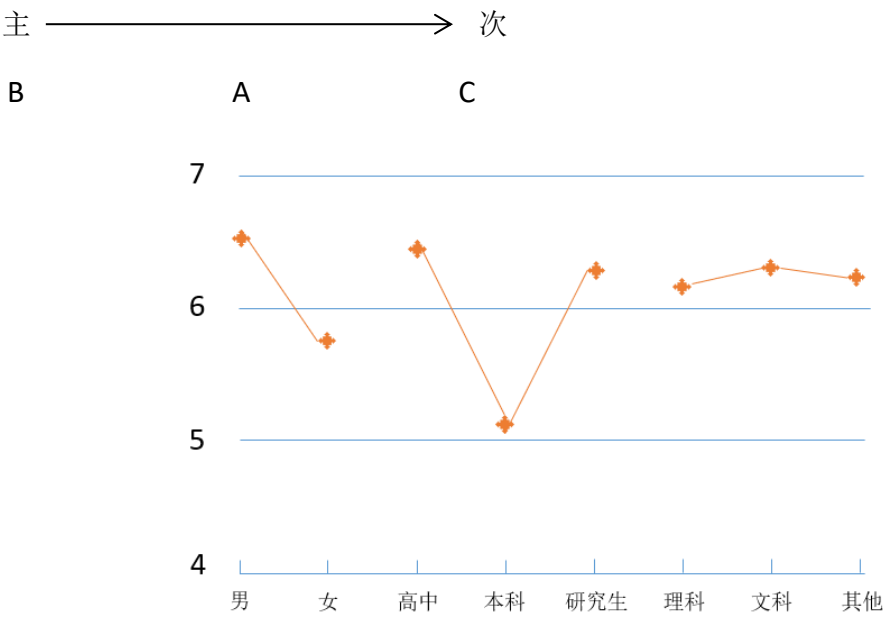


图 4 各因子各水平的满意度

由上图可以直观看出，最佳水平组合为 $A_1B_1C_2$ ，即文科的学历为高中的男生用户对网易公开课 APP 的满意度最高。

3.4 方差分析

直观分析方法简单，有效，但还有不足之处，通过极差的大小来评价各因子对试验指标的影响程度并没有一个客观的评价标准，不能回答那些因子对试验指标有显著的影响。因此，需要对数据进行方差分析。

3.4.1 统计模型

令因子 A 的三个水平的主效应为 α_1, α_2 , B 和 C 的主效应分别是 $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ ，令 y_{ijk} 表示水平组合 $A_iB_jC_k$ 下的满意度， ε_{ijk} 为试验的随机误差，根据效应有序原则，对该 12 次试验的数据，其统计模型可假定为

$$\begin{cases} y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}, & i, j, k = 1, 2, 3 \\ \alpha_1 + \alpha_2 = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 = 0 \\ \text{各 } \varepsilon_{ijk} \text{ 独立同分布, 服从 } N(0, \sigma^2) \end{cases}$$

对表中的 12 次试验数据按上述模型进行方差分析

3.4.2 列出原假设

$$\begin{aligned} H_{A0}: \alpha_1 = \alpha_2 = 0, & \quad H_{A1}: \alpha_1, \alpha_2 \text{ 不全为零} \\ H_{B0}: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0, & \quad H_{B1}: \beta_1, \beta_2, \beta_3 \text{ 不全为零} \\ H_{C0}: \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 0, & \quad H_{C1}: \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \text{ 不全为零} \end{aligned}$$

构造这些假设检验的有关统计量并进行相应的显著性检验。

3.4.3 计算离差平方和

$$SS_T = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^9 (y_i - \bar{y})^2 = 22.18$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^9 y_i = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 y_i = 5.241$$

$$SS_A = \sum_{i=1}^q n_i(m_1^A - \bar{y})^2 = 2 \sum_{i=1}^2 n_i(m_1^A - \bar{y})^2 = 4.356$$

$$SS_B = \sum_{i=1}^q n_i(m_1^B - \bar{y})^2 = 3 \sum_{i=1}^3 n_i(m_1^B - \bar{y})^2 = 4.334$$

$$SS_C = \sum_{i=1}^q n_i(m_1^C - \bar{y})^2 = 3 \sum_{i=1}^3 n_i(m_1^C - \bar{y})^2 = 2.984$$

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_C = 10.505$$

表 6 满意度试验的方差分析表

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
A	4.356075	1	4.356	2.488	0.046
B	4.334467	2	2.167	1.238	0.0355
C	2.984413	2	1.492	0.852	0.0452
误差	10.505137	6	1.751		
总和	22.180092	11			

由以上方差分析表可知，三个因子的 P 值都小于 0.05，可以判定三个因子在显著性 0.05 都是显著的，并且第二个因子的显著性最强，说明学历在三个因素中是影响网易公开课 APP 满意度最显著的。

以上的分析与直观分析的结论是一致的，并且更具统计的科学依据。

四、线性回归

4.1 初步回归分析

首先，我们将 X1-X9 与满意度打分 Y 做线性回归。

表 7 初步回归系数表

模型		未标准化系数		标准化系数	t	显著性
		B	标准误差	Beta		
1	(常量)	1.122	.679		1.653	.106
	专业知识	-.071	.117	-.087	-.604	.549
	开阔眼界	-.044	.121	-.049	-.364	.718
	学习效率	-.185	.158	-.196	-1.176	.246

	个人素质	.364	.138	.459	2.634	.012
	美观程度	.103	.126	.119	.822	.416
	推荐内容	.188	.133	.188	1.419	.163
	交流便捷程度	.272	.104	.330	2.620	.012
	搜索清晰	-.054	.128	-.059	-.422	.675
	资源权威性	.260	.118	.272	2.215	.032
a. 因变量: 6. 总体体验好						

发现有 6 个参数的 $p > 0.05$ ，未通过显著性检验，我们猜想很可能是这些因素之间存在着强烈的多重共线性，所以我们采用因子降维的方法降低指标的维度。

4.2 因子分析

4.2.1 KMO 值检验

表 8 KMO and Bartlett's Test

KMO 取样适切性量数。		.803
巴特利特球形度检验	近似卡方	495.959
	自由度	36
	显著性	.000

上表为 KMO 和 Bartlett's 球形度检验 (KMO and Bartlett's Test)。可以看出，KMO 值达到了 0.803，说明很适合做因子分析，因此我们采用降维的方法来研究用户满意度与降维之后的指标之间的数量关系是合理的。

4.2.2 方差解释表

表 9 特征根和方差贡献率

总方差解释									
成分	初始特征值			提取载荷平方和			旋转载荷平方和		
	总计	方差百分比	累积 %	总计	方差百分比	累积 %	总计	方差百分比	累积 %
1	4.366	48.509	48.509	4.366	48.509	48.509	3.454	38.381	48.509
2	1.798	18.805	67.314	1.798	18.805	67.314	2.604	28.933	67.314
3	1.192	12.871	78.185	1.192	12.871	78.035	1.943	12.371	78.035

4	.560	6.227	82.412						
5	.424	4.714	87.126						
6	.353	3.921	91.047						
7	.337	3.749	94.796						
8	.311	3.457	98.253						
9	.157	1.747	100.000						

上表是特征根和方差贡献率（Total Variance Explained），由表可以看出前三个因子的特征根的累积贡献率已经达到 78.035%，因此保留前三个因子即可。

4.2.3 降维结果

表 10 因子得分系数矩阵

指标	Z_1	Z_2	Z_3
个人素质	.853		
开阔眼界	.844		
学习效率	.790		
专业知识	.773		
美观性		.682	
搜索清晰度		.872	
交流方便程度		.824	
推荐内容		.761	
资源权威性			.793

可以将以上 SPSS 降维的结果写成下面的因子表达式

$$Z_1 = 0.853X_1 + 0.844X_2 + 0.79X_3 + 0.773X_4$$

$$Z_2 = 0.682X_5 + 0.872X_6 + 0.824X_7 + 0.761X_8$$

$$Z_3 = 0.793X_9$$

由上述因子得分的表达式看出，第一个因子在前四个指标上所占比重大，因此将其命名为感知有用性，第二个因子在中间四个指标上所占比重大，将其命名为感知易用性，第三个因子命名为网易公开课的权威性。

4.3 回归分析

为进一步分析用户的满意度和上述三个因子的具体相关关系，采用多元回归的模型。

4.3.1 方程的显著性

表 11 ANOVA

模型	平方和	自由度	均方	F	显著性
1 回归	84.916	3	28.305	41.412	.000 ^b
残差	71.084	104	.683		
总计	156.000	107			

从方程的显著性表中我们可以看出 F 值仅为 41.412，而且方程显著性检验对应的 P 值<0.05，所以该方程总体来看是显著的，残差值也仅为 71.084，残差值总体上来说偏少，说明该方程总体上是合理的。

4.3.2 变量的显著性

表 12 回归系数表

模型	未标准化系数 B	标准误差 标准误差	标准化系数 Beta	t	显著性	B 的 95.0% 置信区间 下限 上限
(常量)	-.195	.451		-.432	.667	-1.090 .700
1 感知有用性	.497	.088	.453	5.680	.000	.324 .671
感知易用性	.212	.107	.175	1.992	.049	.001 .424
资源权威性	.268	.085	.260	3.146	.002	.099 .437

从表中的系数的显著性检验我们可以发现：感知有用性系数的 t 值为 $5.68 > t_{0.025}$ ，即拒绝原假设认为该变量的系数是显著的；感知易用性系数的 t 值为 $1.992 > t_{0.025}$ ，相对应的 p 的值<0.05，我们有理由认为变量的系数是显著的；同理资源权威性系数的 t 值为 $3.146 > t_{0.025}$ ，其系数也是显著不为 0 的。

4.3.3 表达式

从系数表中的各回归系数值，我们可以得到如下方程：

$$Y = 0.497Z_1 + 0.212Z_2 + 0.268Z_3 + 0.195$$

从该表达式中我们看出：当感知易用性、资源权威性固定不变时，感知有用性每增加一个单位对于用户满意度增加 0.497 个单位，当感知有用性、资源权威性固定不变时，感知易用性每增加一个单位对于用户满意度增加 0.212 个单位，当感知易用性、感知有用性固定不变时，资源权威性每增加一个单位对于用户满意度增加 0.268 个单位。

五 总结

对于用户而言，网络公开课是一种新型的授课的方式，它依托于网络，使用便捷、提供资源广泛，很大程度上提高了用户的学习效率，基于以上网易公开课 APP 满意度影响因素的研究，我们对其今后的使用过程中提出了一些建议，使其能够更好的提高用户满意度，更大范围地推广网易公开课 APP 的使用。

● 关注本科学生

虽然由上述直观分析、多因素方差分析我们知道男性、文科类并且学历为高中类的用户对网易公开课 APP 的满意度最高，但由于本科类的用户占 APP 的比重高达 60% 多，因此在同等条件下，更关注本科用户对于 APP 满意度的提高更有效率，所以网易公开课的开发者应该多关注此类用户的偏好，加强此类用户持续使用该 APP。

● 改进内容推荐系统

通过上文中的回归分析中，我们发现感知有用性对于提高用户满意度的权重较大，因此该 APP 的开发者应当推送种类丰富、专业知识较强的内容，这样用户在使用过程中能减少搜索的步骤，获得的知识也更加全面，从不同的角度来解决用户的问题、开拓视野，这种知识上的获得会让用户得到满足感，逐步提高用户的满意度。

● 增强高校间交流合作

网易公开课的开发者应该加大高校名师的授课视频，这样能确保资源更具有权威性，由于这些教师在高校具有较高知名度和影响力，所以应当进一步发展与这些教师的合作联系，不仅能够有利于网易公开课校园活动的开展，而且能够借助口碑效应进一步扩大网易公开课的校园知名度，争取新用户，获得品牌效应和竞争优势，同时 APP 的开发者应当相应适量减少小众自媒体的内容推送。

● 让 APP 页面美观、操作简便。

感知易用性的影响很大程度上是由 APP 页面的美观程度、操作简便程度所决定的，页面的美观能给用户使用过程中视觉上的冲击，用户在使用 APP 过程中不仅需要内容上的合理、准确，而且操作简单、不繁琐也是重要的一部分，开发者在今后改进 APP 的过程中，应当加强对此方面的改进，有利于推广 APP 的使用范围。

六、文章的创新点

- 本文基于试验设计方法，通过问卷调查的形式搜集数据，得到样本真实可靠，也使得我们得出的结论更具说服力。
- 从用户和 APP 自身两个角度出发，使得问题研究更加深入、更加全面。
- 在回归分析中，通过因子分析降低指标维度，将具有多重共线性的指标进行线性组合，使得回归分析的结果更加合理。

参考文献

- [1]方开泰,刘千民,周永道. 试验设计与建模. 正交试验设计, p 81-113
- [2]茆诗松,丁元,周纪芃. 回归分析及其试验设计[J]. 1981.
- [3]池敏. 从网易公开课看中国在线教育的发展[J]. 青年记者, 2014 (01Z): 21-22.
- [4]李益, 范雅琳. 对中国视频公开课的几点建议——基于淘课族的视角[J]. 软件导刊. 教育技术, 2012 (2): 77-79.