



# QFD 在制造过程中的质量改进

燕刚 王晓曦

## 引言

据美国分析机构 Informa 近日公布的调查数据显示, 全球范围内的手机用户数量已经达到了 33 亿, 这一数字相当于地球总人口的一半<sup>[1]</sup>。目前我国的移动电话普及率达到 38.3 部/百人, 但与发达国家仍然有很大差距, 手机市场潜力巨大<sup>[2]</sup>。但同时, 巨大的增长空间也令竞争变得空前激烈。据统计, 目前我国共有 30 多个品牌在争夺手机市场, 国外品牌以 MOTO、诺基亚、索尼爱立信、三星为主, 国内品牌以 TCL、波导、联想为主。

曾为奢侈品的手机变成大众化的消费品, 随之而来的是人们对手机的需求日益差异化和个性化。在这种情况下, 人们对手机产品的期望变得越来越高, 如对手机外观质量的审美观趋于挑剔化。然而当前针对手机外观的投诉却最多, 尤以翻盖手机的翻盖的外观质量投诉为甚。通过研究顾客对翻盖投诉的原因分类发现, 顾客强调外观质量要求与生产厂商的过程控制重点存在明显差异, 即厂商未能将顾客声音反应到制造过程, 是导致顾客不满意的重要原因。

因此, 迫切需要企业换一种模式去思考, 寻找一种可以系统地分析利

用顾客声音的方法, 实施根源上的质量改进, 从而彻底解决手机质量问题, 而这种方式正是 QFD 方法论的优势所在。

本文将 QFD 理论应用到手机翻盖的制造过程质量改进中, 将顾客声音投射到生产制造的过程中, 确立过程的关键控制点, 并结合 DOE, 找出最优控制特性参数, 确立合理有效的改进措施, 以实现顾客的需求, 提高手机翻盖的质量。

## 一、应用 QFD 的制造过程质量改进模式

当前, 客户对手机翻盖的外观要求变得非常严格。同时, 生产厂商与客户之间缺乏充分地沟通和交流, 无法充分和深入地理解客户在质量需求方面的细微变化, 没有将顾客的需求反应在手机翻盖的生产制造过程, 则无法保证产品能满足顾客需求。因而, 在面对顾客的投诉时, 经常采用个案式的解决问题方式, 容易出现顾此失彼以及同类问题在不同机种之间反复发生, 引起客户不满意的现象。再加上竞争环境的日益激烈, 促使厂商开始考虑利用顾客的投诉来进行质量改进, 以增强产品的质量竞争力。

本文应用 QFD 捕捉顾客的反馈和

期望, 并利用逐级分解构建质量屋的方式, 即顾客需求—质量特性, 质量特性—零部件, 零部件—制造工位, 制造工位—过程控制特性的矩阵分解方式来寻找一种以捕捉顾客需求为导向的质量改进模式。同时, 结合 DOE 技术等来解决手机翻盖行业中的“老大难”质量问题, 即客户期望与生产厂商的过程控制重点差异所致的客户不满意问题。

DOE 探求变量之间详尽的交互影响和关系。DOE 帮助 QFD 确定关系矩阵和相关矩阵的强度关系, 并辅助 QFD 目标值的建立, 优化工艺参数<sup>[4]</sup>。QFD 帮助 DOE 确定关键的控制过程或跟过程有关的影响因素, 从而有效地控制响应输出, 二者可以有效结合<sup>[5]</sup>。应用 QFD 与 DOE 的制造过程质量改进模式如图 1 所示。

## 二、应用案例——HZM 手机组件 Flip 的质量改进

### (一) 案例背景。

HZM 公司主要从事数字移动通信系统设备及终端产品的开发、生产、销售并提供相关的售后服务; 同时从事通信电子类产品的制造和国内外采购批发及相关服务。Flip 是指手机的翻

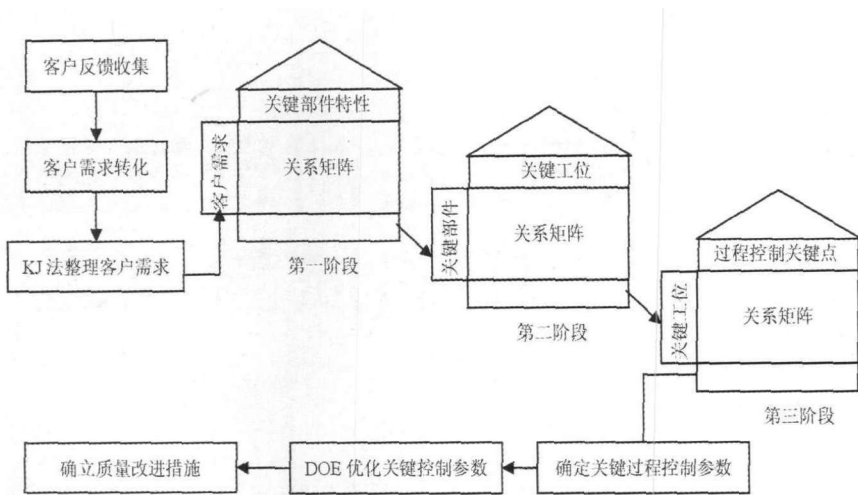


图1 产品质量改进模式

盖/滑盖部份，是翻盖/滑盖手机的核心组成部件，它集成了摄像头，液晶屏，音效系统等手机关键部件，见图2。随着多媒体技术的应用，特别是高清拍照、摄像、录音功能的出现，翻盖部分成为设计人员的最爱。因此，Flip是集功能与外观要求于一身的重中之重的关键组件。由于客户非常在意摄像头以及液晶屏的外观质量，所以对设计者在设计时提出了很高的要求，不仅要在功能上，在外观上也要让客户感到满足。

正如前述，当前针对手机质量的投诉，主要集中在外观质量，尤其是Flip的质量上。本文将QFD方法应用在HZM公司的Flip事业部的针对客户反馈的制造过程质量改进过程中，通过QFD与DOE的结合，从而保证更系统地了解直接外部客户—手机制造商的需求，从而真正在Flip产品质量中体现客户的关注点，切实提升客户的满意。

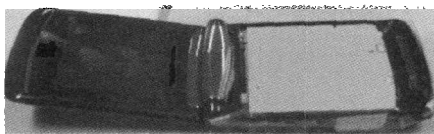


图2 翻盖组件 (Flip) 外观图

(二) 应用QFD的制造过程质量改进。

1. 顾客需求获取。

为获取顾客对Flip的真正需求，

笔者对从客户服务部数据库中获得的数据进行了分析，分析了常见质量问题及其发生频率。继而调查了生产现场的数据，从Flip质量保证部的数据库中获得了2007年11月、12月份每周Flip生产线上的不良率状况。对顾客投诉的质量问题和生产现场发现的质量问题进行归类整理，从这些反馈事项中进一步挖掘出了客户需求，见表1。

进而用KJ法归类整理和挖掘客户反馈中蕴藏的客户需求和识别出一些潜在的需求，作为客户需求质量屋中的输入左墙，见图3。

2. 关键部件特性的获取。

通过与技术部门人员访谈，得到Flip组件的关键部件为：显示屏、摄像头、lens、前盖、后盖、PCB及保护膜等。

3. Flip客户需求改进质量屋构建。

通过组成QFD项目小组来集中探讨HOQ (House of Quality) 的构建：

竞争性评估为HZM与竞争对手公司在满足客户需求上的评分，分值通过客户服务人员依据客户反馈情况判断作出，分值范围1~5分，得分越高，客户越满意。

计划质量为HZM对于各项质量需求的期望值，分值范围1~5分，得分越高，期望值越高。由项目小组讨论得到。

表1 客户反馈转换需求矩阵表

客户反馈	客户需求
前盖划痕	前盖无划痕
前盖掉漆	前盖喷漆良好
显示区域脏	显示区域清洁
显示区域异物	显示区域无异物
后盖凹点	后盖表面平整
后盖毛边	后盖边缘光滑
转轴合缝大	转轴合缝小
保护膜脏	保护膜清洁
显示白屏	显示正常
显示横线	显示完整
摄像无功	摄像正常
无磁性	有磁性
无回音	回音正常

水平提高率为计划质量除以本公司水平的值，它表示在原水平上计划提高的倍数（见下面显示区域无异物的水平提高率计算举例说明）。

由于杭州工厂所生产的产品均为按照设计研发团队设计好的规格生产，没有自主研发的产品，因此，此项目无需做出产品特性点评价。

绝对重要度为综合重要度×水平提高率的值（见下面显示区域无异物绝对重要度计算举例说明）。

相对权重为各项绝对重要度占总的绝对重要度的比重（见下面显示区域无异物相对权重计算举例说明）。

技术竞争性评估为HZM与竞争对手公司在技术上的表现打分，分值通过项目小组讨论得到。

质量特性重要度是各个质量特性重要性与相关度乘积的和（见下面显示屏洁净质量特性重要度计算距离说明）。

通过以上步骤得到Flip顾客需求改进质量屋如图3所示。

4. Flip关键工位质量屋构建。

从图3客户需求改进质量屋可以看出，显示区域无异物和无脏污相对权重值大，显示区域无异物26.2%，显

Flip客户需求改进质量屋

质量需求 (客户需求)	质量特性 (关键特性)												质量规划				
	显示屏	摄像头	Lens	前置	后置	PCB	保护膜	除杂质	离子风枪	异丙醇	吹气	擦拭	重量	成本	计划	实际	权重
一次	二次	三次	四次	五次	六次	七次	八次	九次	十次	十一次	十二次	十三次	十四次	十五次	十六次	十七次	十八次
显示屏洁净	显示屏无异物	显示屏无油污	显示屏无划痕	显示屏无灰尘	显示屏无指纹	显示屏无污渍	显示屏无颗粒	显示屏无纤维	显示屏无毛发	显示屏无皮屑	显示屏无汗液	显示屏无口水	显示屏无唾液	显示屏无鼻涕	显示屏无眼泪	显示屏无汗水	显示屏无油脂
摄像头洁净	摄像头无异物	摄像头无油污	摄像头无划痕	摄像头无灰尘	摄像头无指纹	摄像头无污渍	摄像头无颗粒	摄像头无纤维	摄像头无毛发	摄像头无皮屑	摄像头无汗液	摄像头无口水	摄像头无唾液	摄像头无鼻涕	摄像头无眼泪	摄像头无汗水	摄像头无油脂
Lens洁净	Lens无异物	Lens无油污	Lens无划痕	Lens无灰尘	Lens无指纹	Lens无污渍	Lens无颗粒	Lens无纤维	Lens无毛发	Lens无皮屑	Lens无汗液	Lens无口水	Lens无唾液	Lens无鼻涕	Lens无眼泪	Lens无汗水	Lens无油脂
前置盖洁净	前置盖无异物	前置盖无油污	前置盖无划痕	前置盖无灰尘	前置盖无指纹	前置盖无污渍	前置盖无颗粒	前置盖无纤维	前置盖无毛发	前置盖无皮屑	前置盖无汗液	前置盖无口水	前置盖无唾液	前置盖无鼻涕	前置盖无眼泪	前置盖无汗水	前置盖无油脂
后置盖洁净	后置盖无异物	后置盖无油污	后置盖无划痕	后置盖无灰尘	后置盖无指纹	后置盖无污渍	后置盖无颗粒	后置盖无纤维	后置盖无毛发	后置盖无皮屑	后置盖无汗液	后置盖无口水	后置盖无唾液	后置盖无鼻涕	后置盖无眼泪	后置盖无汗水	后置盖无油脂
PCB洁净	PCB无异物	PCB无油污	PCB无划痕	PCB无灰尘	PCB无指纹	PCB无污渍	PCB无颗粒	PCB无纤维	PCB无毛发	PCB无皮屑	PCB无汗液	PCB无口水	PCB无唾液	PCB无鼻涕	PCB无眼泪	PCB无汗水	PCB无油脂
保护膜洁净	保护膜无异物	保护膜无油污	保护膜无划痕	保护膜无灰尘	保护膜无指纹	保护膜无污渍	保护膜无颗粒	保护膜无纤维	保护膜无毛发	保护膜无皮屑	保护膜无汗液	保护膜无口水	保护膜无唾液	保护膜无鼻涕	保护膜无眼泪	保护膜无汗水	保护膜无油脂
除杂质	除杂质无异物	除杂质无油污	除杂质无划痕	除杂质无灰尘	除杂质无指纹	除杂质无污渍	除杂质无颗粒	除杂质无纤维	除杂质无毛发	除杂质无皮屑	除杂质无汗液	除杂质无口水	除杂质无唾液	除杂质无鼻涕	除杂质无眼泪	除杂质无汗水	除杂质无油脂
离子风枪	离子风枪无异物	离子风枪无油污	离子风枪无划痕	离子风枪无灰尘	离子风枪无指纹	离子风枪无污渍	离子风枪无颗粒	离子风枪无纤维	离子风枪无毛发	离子风枪无皮屑	离子风枪无汗液	离子风枪无口水	离子风枪无唾液	离子风枪无鼻涕	离子风枪无眼泪	离子风枪无汗水	离子风枪无油脂
异丙醇	异丙醇无异物	异丙醇无油污	异丙醇无划痕	异丙醇无灰尘	异丙醇无指纹	异丙醇无污渍	异丙醇无颗粒	异丙醇无纤维	异丙醇无毛发	异丙醇无皮屑	异丙醇无汗液	异丙醇无口水	异丙醇无唾液	异丙醇无鼻涕	异丙醇无眼泪	异丙醇无汗水	异丙醇无油脂
吹气	吹气无异物	吹气无油污	吹气无划痕	吹气无灰尘	吹气无指纹	吹气无污渍	吹气无颗粒	吹气无纤维	吹气无毛发	吹气无皮屑	吹气无汗液	吹气无口水	吹气无唾液	吹气无鼻涕	吹气无眼泪	吹气无汗水	吹气无油脂
擦拭	擦拭无异物	擦拭无油污	擦拭无划痕	擦拭无灰尘	擦拭无指纹	擦拭无污渍	擦拭无颗粒	擦拭无纤维	擦拭无毛发	擦拭无皮屑	擦拭无汗液	擦拭无口水	擦拭无唾液	擦拭无鼻涕	擦拭无眼泪	擦拭无汗水	擦拭无油脂
重量	重量无异物	重量无油污	重量无划痕	重量无灰尘	重量无指纹	重量无污渍	重量无颗粒	重量无纤维	重量无毛发	重量无皮屑	重量无汗液	重量无口水	重量无唾液	重量无鼻涕	重量无眼泪	重量无汗水	重量无油脂
成本	成本无异物	成本无油污	成本无划痕	成本无灰尘	成本无指纹	成本无污渍	成本无颗粒	成本无纤维	成本无毛发	成本无皮屑	成本无汗液	成本无口水	成本无唾液	成本无鼻涕	成本无眼泪	成本无汗水	成本无油脂
质量特性重要度	190	21	0	21	190	15.5	8.3	73.5	172.7	44.5	48.2	0	80	0	0	0	0
技术竞争性评价	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
质量特性重要度	190	21	0	21	190	15.5	8.3	73.5	172.7	44.5	48.2	0	80	0	0	0	0

图3 顾客需求改进质量屋

示区域无脏污11.8%，加起来占了26.2% + 11.8%=38%，因此这二类问题成为客户需求改进的重点。在质量特性重要度中，与这二类问题相关的主要有三类：显示屏洁净、Lens洁净、Flip后盖洁净。相应地，这三类部件特性的重要度也最高，分别为：190，190，172.7。即上述三类部件是关键部件，需要在后续的加工制造中重点关注。

在此基础上，QFD项目小组构建了图4的关键部件特性质量屋，从中可以得到较为关键的工位。在图4的关键部件质量屋中，通过对各个工位的质量特性重要度打分可以得出，与“显示屏洁净、Lens洁净、Flip后盖洁净”主要相关的关键制造工位有：显示屏组装、Lens组装、压Lens、Flip后盖组装等四个工位，重要度依次为：265.7，265.7，265.7，259.4。

5. Flip过程关键步骤质量屋构建。

从Flip关键部件特性质量屋中，我们不能得到任何针对根本原因的改进措施的信息，QFD小组成员通过讨论一致认为，针对客户要求的潜在的质量改进措施应落实在关键过程质量控制特性层面上。因此，应进一步寻找关键工位与关键过程质量控制特性的关系，小组对上一级矩阵的输出项关键工位做关键步骤项充实，从而构建

出关键步骤质量屋（见图5）。

重要度依据此关键步骤对显示区域异物/脏问题的影响严重程度打分，由小组讨论得到。从图5中可以得到关键特性为：离子风枪的使用、异丙醇的使用、净化室环境。这三者权重较高，是值得关注的过程控制关键特性。由于离子风枪的气压、速度都已经由工厂的供气系统和气枪本身决定，异丙醇浓度也已经由工艺设计初期限定，所以虽然它们的分值较高，但由于小组依据工厂自身条件限制更改难度较大，所以一致同意不必对它们做进一步的改善分析。

6. DOE参数优化试验。

为了进一步改进显示区域异物问题，QFD小组继续研究Flip关键步骤

运用 Minitab 软件来进行试验设

Flip关键部件特性质量屋

关键工位	显示屏组装	PCB组装	前置组装	后置组装	Lens组装	压Lens	重要度	相对权重
显示屏洁净	171.9	103.1	103.1	103.1			190	34.38
后置洁净	93.8		93.8	156.3	93.8	93.8	172.7	31.26
Lens洁净					171.9	171.9	190	34.38
质量特性重要度	265.7	103.1	196.9	259.4	265.7	265.7	552.7	100.00

图4 Flip关键部件特性质量屋

质量屋中过程关键控制特性中离子风枪使用相关的吹气时间，异丙醇使用相关的异丙醇用量（相当于按压容器吸附端次数），擦拭时间等控制参数，发现可以继续对异丙醇和离子风枪使用的参数：异丙醇用量（相当于按压容器吸附端次数）、擦拭时间和吹气时间三个参数进行优化，为验证这三个参数如何组合和搭配才能更好地清除表面的异物，决定进行DOE试验，期望得到的结果是以表面异物去除率来衡量。

本次试验设置异丙醇用量（相当于按压容器吸附端次数）有三个水平，擦拭次数有三个水平，吹气时间有二个水平（见表2）。

表2 实验设计因素表

因素表			
因素	水平1	水平2	水平3
A 异丙醇用量	0.02ml (按压1次)	0.04ml (按压2次)	0.06ml (按压3次)
B 擦拭次数	1	2	3
C 吹气时间	2S	5S	-

Flip关键步骤质量屋

关键步骤 (工位)	离子风枪		异丙醇		夹具		镊子		环境		重要度	相对权重								
	气压	吹气时间	浓度	擦拭次数	压力	时间	力度	频率	温度	湿度										
次显示屏清洁	41.9	41.9	25.1	25.1	41.9	41.9			25.1	41.9	265.7	8.38								
把大显示屏模块到上板上											265.7	8.38								
显示屏组装	41.9	41.9	25.1	25.1	41.9	41.9			25.1	41.9	265.7	8.38								
把小显示屏模块到上板上											265.7	8.38								
把显示屏模块值到前置上											265.7	8.38								
清洗前置	24.5	24.5	24.5								259.4	8.18								
组装前置和前置											259.4	8.18								
用镊子打螺钉							40.9	40.9			259.4	8.18								
Lens组装	41.9	41.9	25.1	25.1	41.9	41.9			25.1	41.9	265.7	8.38								
把Lens模块到前置上											265.7	8.38								
压Lens											265.7	8.38								
启动夹具，压Lens					41.9	41.9	25.1	25.1			265.7	8.38								
质量特性重要度	150.2	150.2	99.8	75.3	125.7	125.7	41.9	41.9	25.1	40.9	40.9	0	0							
工艺规范	0.7-0.8M Pa	2S	10m/s	99%	2次	1次	0.3-0.4M Pa	8S	100K 每次一次	1.52-1.6 A 0.12k g/cm	4小时一次	0.2-0.3M Pa	21-25C	30% - 60%	净化室	良好	20S	<1000	<236	<8.3

图5 Flip关键步骤质量屋

计, 共有 18 个试验组合, 我们每次试验进行 3 个样品的测试。得到试验输出原始数据如表 3, 把相关数据输入到 Minitab 中, 得到结果输出表 3。其中 A、B、C 为三个输入因素, sample1—sample3 为每次试验组合测试 3 个样品的输出结果, Y 为输出结果的平均值。

去除率 (%) = (清除前异物数 - 清除后异物数) / 清除前异物数 × 100

运行 ANOVA 分析得到表 4 的分析结果, P-Value 为 0 说明, A、B、C 都是重要因素; P-Value 大于 0.05, 说明 AB、AC、ABC 之间无明显的交互作用; P-Value 小于 0.05, 说明 BC 之间有明显的交互作用。

继而运用 Minitab 进行主效应分析, 得知因素 A、B、C 都对输出结果有影响, 其中因素 B、C 对输出结果影响较大, 因素 A 对输出结果影响较小。运用 Minitab 进行因子交互效应分析, 可知因素 AB、AC 之间没有明显的交互作用, BC 之间有明显的交互作用, 且为正向交互作用。因此, 均取高水平试验方案。

为更好地去除显示区域异物, 结合 DOE 的试验结果, 我们得到优化设计方案: (1) 异丙醇用量为 0.06ml (相当于按压容器吸附端 3 次); (2) 异丙醇擦拭次数为 3 次; (3) 离子风枪吹气时间为 5s。

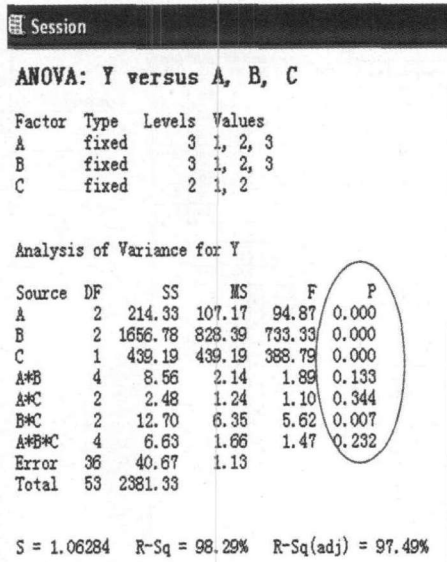


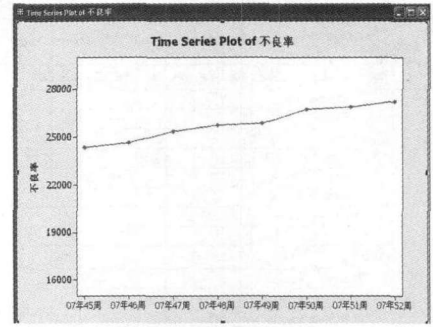
图 6 DOE 试验因素结果分析表(Minitab 表达)

### (三) 应用效果分析。

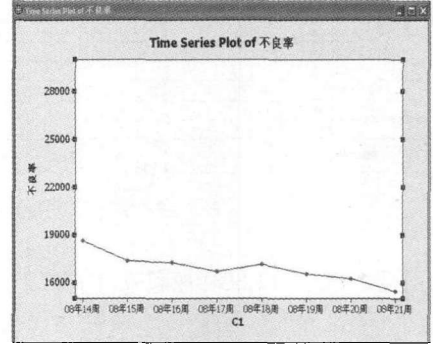
通过上述改进措施的实施, 有效地降低了 Flip 显示区域异物/脏的不良率, QFD 小组统计了改进后两个月的生产线总的不良率趋势, 并与改进前的趋势对比, 如图 7, 可以看出总体不良率从 27000PPM 降低到 15000PPM, 这充分说明上述 QFD 的制造过程质量改进模式的有效性。

### 三、结论

当前, 手机组件生产行业乃至整个通信设备制造行业在激烈的竞争环境下, 若想获取并保持足够的质量竞争力, 必须改变传统的质量问题解决方式以为以动态捕捉客户需求为中心的质量改进模式, 从 QFD 的拓展应用的角度来进行创新, 开发出可以满足手机制造行业目前环境需要的, 并紧紧围绕顾客呼声系统展开的运用 QFD 的制造过程质量改进模式。本文以 QFD 为框架, 使得在手机翻盖的生产制造全过



改进前不良率趋势图



改进后不良率趋势图

图 7 改进前与改进后不良率趋势图比较

程中处处考虑顾客需求, 从顾客的角度确定关键的部件特性、关键制造工位及关键过程控制特性, 并结合 DOE 技术来选择最优的过程控制特性参数, 最大化地满足顾客需求, 提升产品质量。

通过该质量改进模式在 HZM 的手机组件 Flip 的质量改进过程中的应用, 充分证明了其有效性。与传统的质量管理方式相比, 这种基于 QFD 的以客户满意为导向, 并结合 DOE 的创新质量改进模式有以下一些优点: 首先, 更系统地了解了公司直接外部客户—手机制造商的需求, 明确了客户真正所关注的重点, 以及公司的现状与客户需求之间的差距。从而使公司明确需要解决的重点问题, 有助于公司资源的有效分配。其次, 确保客户的真正需求能够有效地传递并体现在产品的生产过程中。最后, 促进了跨部门的团队合作, 确保在解决客户反馈质量问题的过程中能够系统全面地考虑包括客户真正需求在内的各方面的因素。

参考文献 (略)

(作者单位: 浙江大学管理学院)

试验	输入因素			输出 (异物去除率)									均值
	异丙醇用量	擦拭次数	吹气时间	sample1			sample2			sample3			
				清除前异物数	清除后异物数	去除率 (%)	清除前异物数	清除后异物数	去除率 (%)	清除前异物数	清除后异物数	去除率 (%)	
1	1	1	1	17	4	76	12	3	75	20	5	75	75.33
2	2	1	1	20	4	80	14	3	79	18	4	78	79.00
3	3	1	1	17	3	82	18	3	83	24	4	83	82.67
4	1	2	1	19	3	84	17	3	82	19	3	84	83.33
5	2	2	1	20	3	85	21	3	86	14	2	86	85.67
6	3	2	1	20	3	85	15	2	87	17	2	88	86.67
7	1	3	1	18	2	89	17	2	88	18	2	89	88.67
8	2	3	1	23	2	91	13	1	92	14	1	93	92.00
9	3	3	1	15	1	93	17	1	94	20	1	95	94.00
10	1	1	2	17	3	82	11	2	81	21	4	81	81.33
11	2	1	2	18	3	83	19	3	84	18	3	83	83.33
12	3	1	2	13	2	85	14	2	86	20	3	85	85.33
13	1	2	2	17	2	89	20	2	90	17	2	89	89.33
14	2	2	2	22	2	91	13	1	92	17	1	94	92.33
15	3	2	2	13	1	92	14	1	93	20	1	95	93.33
16	1	3	2	17	1	94	20	1	95	25	1	96	95.00
17	2	3	2	25	1	96	18	0	100	15	0	100	98.67
18	3	3	2	19	0	100	15	0	100	16	0	100	100.00

表 3 DOE 试验因素结果输出表