

中国质量协会团体标准

T/CAQ XXXXX—XXXX

移动网络质量评价准则

Criteria for mobile network quality evaluation

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 评价原则	2
5 评价体系构成	2
5.1 评价指标选择流程	2
5.2 评价指标门限设置	3
5.3 评价指标权重设置	3
5.4 评价指标评分设置	3
附录 A（资料性附录） 理论模型参考	4
附录 B（资料性附录） 评价指标的选择方法	5
附录 C（资料性附录） 评价指标的门限设置方法	6
附录 D（资料性附录） 评价指标的权重设置方法	7
附录 E（资料性附录） 移动网络体验指数（NEI）	8
参考文献	9

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规划起草。

本标准由中国移动通信集团公司提出。

本标准由中国质量协会归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

引 言

为引导企业实施有效的客户满意度提升举措，建立基于网络指标的质量管控体系与基于用户体验的评价系统，增强企业的核心竞争力，特制定本标准。

本标准提出了移动网络质量评价体系，详细规定了网络质量评价的要求，是企业开展移动网络质量评价的主要依据。

移动网络质量评价准则

1 范围

本标准提出了基于用户体验的移动网络质量评价方法。

本标准适用于通信行业测评客户满意度。适用于运营商建立一个面向体验、标准一致的2G/3G/4G移动网络体验评价指数体系。

本标准附录A为移动网络质量评价理论模型、本标准附录B为评价指标的选择方法、本标准附录C为评价指标的门限设置方法、本标准附录D为评价指标的权重设置方法。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 19000 质量管理体系 基础和术语

GB/T 19001 质量管理体系 要求

GB/T 10303 基于顾客感知的品牌评价指南

3 术语和定义

GB/T 19000界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

网络体验指数 (Network Experience Index, NEI)

通过重要性分析、相关性过滤和专家经验层层筛选，最终确定能够反映用户网络体验的关键指标。

3.2

VOLTE (Voice over Long-Term Evolution)

长期演进语音承载，是一个面向手机和数据终端的高速无线通信标准，提供高清的音频和视频通话。

4 评价要求

4.1 评价理论模型

移动网络领域网络体验评估存在指标多、各网络体系不统一等问题，参照本标准附录A，通过系统化的指数构建方法，输出借鉴典型抽样（关键业务、关键指标）和加权平均，实现网络体验评价的数字化评呈现。

4.2 评价指标选择流程

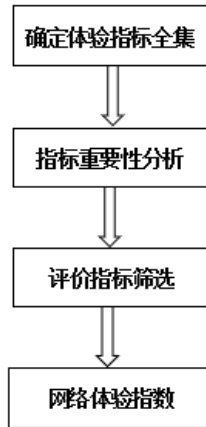


图1 评价指标选择流程图

4.2.1 确定体验指标全集

应基于移动网络业务体验全过程，通过用户感知关联，进行评价指标初选，确定体验指标全集。

4.2.2 指标重要性分析

指标的重要性体现为该指标的变化对网络整体的影响，通过系统地构建指标之间的网络关系，可以筛选出重要的指标节点。参照本标准附录B，通过加权基因共表达网络分析法（WGNA），确定移动网络业务体验全过程中对网络整体产生影响的重要性指标，同时剔除非重要性指标。

4.2.3 评价指标筛选

参照本标准附录B，通过皮尔逊相关性分析法对上面得到的重要性指标进行过滤，剔除相关性大（变化趋势相同）的指标，实现指数聚焦关键体验和主要矛盾。

4.2.4 网络体验指数

参照本标准附录B，通过专家经验审视，最终确定能够反映用户网络体验的关键指标。

4.3 评价指标要求

4.3.1 语音体验

4.3.1.1 全程呼叫成功率

用户无论主被叫，在建立语音通话时，应满足：

- 排除用户早释原因，VoLTE 网络呼叫请求成功、稳定接通；
- VoLTE网络呼叫全程处于连续、畅通状态。

4.3.1.2 呼叫建立时长

该指标用于评估主被叫均处于 VoLTE 的场景下，用户对于语音通话建立的速度快慢感知，应满足：

- 移动网络成功收到主叫用户起呼请求；
- 移动网络对主叫用户起呼请求进行快速响应。

4.3.2 网页体验

4.3.2.1 网页浏览成功率

用户进行网页浏览时，应满足：

- 合成页面的请求得到成功响应；
- 成功完成数据传输并打开页面。

4.3.2.2 网页打开时长

该指标用于评估用户对于页面打开的速度快慢感知，应满足：

- 移动网络快速响应用户的合成页面请求；
- 移动网络快速完成数据传输并打开页面。

4.3.3 视频体验

4.3.3.1 视频播放成功率

用户进行视频播放时，应满足：

- 移动网络成功响应视频播放请求；
- 移动网络成功完成数据传输并开始视频播放。

4.3.3.2 视频播放等待时长

该指标应用于评估用户对于视频播放的速度快慢感知，应满足：

- 移动网络快速响应视频播放请求；
- 移动网络快速完成数据传输并开始视频播放。

4.3.3.3 视频卡顿时长占比

该指标应用于用户对于视频播放流畅性的评估，应满足：

- 从视频开始播放至播放结束的整个过程均连续、流畅；
- 在视频播放过程中不出现或尽可能少地出现卡顿现象。

4.3.4 基础能力

4.3.4.1 综合覆盖率

该指标应用于基站的网络信号覆盖能力的评估，采样点的参考信号接收功率值应位于-110dbm 及以上。

注：dbm (decibel relative to one milliwatt)，分贝毫瓦，指代功率的绝对值。

4.3.4.2 下载速率(Mbps)

该指标应用于评估用户数据下载速率的快慢感知，应满足规定的时间内完成特定数据量的下载。

4.3.4.3 上传速率(Mbps)

该指标应用于评估用户上传数据速率的快慢感知，应满足规定的时间内完成特定数据量的上传。

5 结果评价

5.1 维度

移动网络质量评价从语音质量体验（4.2）、网页浏览体验（4.3）、视频业务体验（4.4）、网络基础能力（4.5）4个维度综合考量一张移动通信网络的用户体验感知。其中话音质量体验由全程呼叫成功率、呼叫建立时长2个指标体现；网页浏览体验由网页浏览成功率、网页打开时长2个指标体现；视频业务体验由视频播放成功率、视频播放等待时长、视频卡顿时长占比3个指标体现。网络基础能力由综合覆盖率、下载速率、上传速率3个指标体现。

5.2 评价指标评分设置

5.2.1 评价指标门限设置

移动网络质量采用NEI数值作为结果评价。

NEI的每个指标具有基准值和挑战值2个门限，参照本标准附录C，基于指标类别进行设置。针对感知类指标（如呼叫建立时延、下载速率等），采用人因工程方法设定门限；针对统计类指标（如全程呼叫成功率、视频播放成功率等），采用在险价值分析法设定门限。

5.2.2 评价指标权重设置

参照本标准附录D，评价指标权重设置原则主要考虑业务贡献、感知影响和专家调查三部分因素。

表1 移动网络体验指数（NEI）

维度	NEI 指标	指标定义	指标类别	数据来源	基准值	挑战值	指标权重
语音体验 (35%)	全程呼叫成功率	VoLTE 网络接通率（语音）=（VoLTE 语音始呼接通次数+VoLTE 语音终呼接通次数）/（VoLTE 语音始呼总次数+VoLTE 语音终呼总次数-VoLTE 语音始呼中部分响应消息及487 内的用户早释次数-VoLTE 语音终呼中部分响应消息及487 内的用户早释次数） VoLTE 网络原因掉话率（语音）=VoLTE 语音掉话次数/（VoLTE 语音始呼应答次数+ VoLTE 语音终呼应答次数）	统计类	DPI 信令	97%	99%	20%
	呼叫建立时长（s）	在“VoLTE 始呼接续时长”定义的基础上，单独统计 V-V 场景	感知类	DPI 信令	7	3	15%
网页体验 (18%)	网页浏览成功率	合成页面中，90%请求得到成功响应并完成数据传输的比例。合成页面成功显示的次数/合成页面个数。	统计类	DPI 信令	97%	99%	10%
	网页打开时长（s）	合成页面中，90%请求完成数据传输的时间。合成页面中最晚结束 get 的结束时间-合成页面中首 get 的开始时间）/合成页面个数。	感知类	DPI 信令	5	2	8%
视频体验 (17%)	视频播放成功率	统计时间段内视频播放成功比例。[GET 响应成功率]*[（传输足够初缓时间播放数据的次数/合成视频总	统计类	DPI 信令	94%	99%	7%

		个数)]					
	视频播放等待时长 (s)	评估视频从点击到开始播放的等待时长。从点击视频链接到视频开始播放的时间。若视频前播放广告, 则广告时间不算在内。	感知类	DPI 指令	5	2	6%
	视频卡顿时长占比	计算从视频开始播放到播放结束之间发生总卡顿时长占比。若视频前播放广告, 则广告卡顿不算在内; 若客户进行暂停操作造成视频未连续播放, 则不算在内; 客户每次进行拖动操作造成的首次卡顿不算在内	统计类	DPI 指令	2%	0.5%	4%
基础能力 (30%)	综合覆盖率	所有小区 RSRP ≥ -110dbm 的采样点总数/采样点总数	统计类	MR	85%	95%	8%
	下载速率 (Mbps)	HTTP 话单的总下载数据量除以总下载传输时长 (500KB 以上会话大小, 下载时延取 HTTP 话单最后一个内容包时延)	感知类	DPI 指令	20	80	12%
	上传速率 (Mbps)	HTTP 话单的总上行数据量除以总传输时长 (传输时长取 HTTP 话单最后一个内容包时延)	感知类	DPI 指令	5	20	10%

5.3 评分规则

NEI中各个指标的数值如优于挑战值得100分, 如劣于基准值得0分, 如介于二者之间则基于感知类指标和统计类指标涉及不同的评分规则。其中速率、时延等感知类指标对感知的影响度为非线性关系, 采用CRRA非线性函数; 成功率、卡顿率等统计类指标对感知影响度为线性关系, 采用线性打分。

表2 NEI指标评分规则

维度	NEI 指标	指标类别	各项指标评分规则		
			低于基准值	基准值和挑战值之间	高于挑战值
语音体验 (35%)	全程呼叫成功率 (20%)	统计类	0 分	分线性得分	100 分
	呼叫建立时长 (s) (15%)	感知类	0 分	CRRA 非线性函数打分	100 分
网页体验 (18%)	网页浏览成功率 (10%)	统计类	0 分	线性得分	100 分
	网页打开时长 (s) (8%)	感知类	0 分	CRRA 非线性函数打分	100 分
视频体验 (17%)	视频播放成功率 (7%)	统计类	0 分	线性得分	100 分
	视频播放等待时长 (s) (6%)	感知类	0 分	CRRA 非线性函数打分	100 分
	视频卡顿时长占比 (20%)	统计类	0 分	线性得分	100 分
基础能力 (30%)	综合覆盖率 (20%)	统计类	0 分	线性得分	100 分
	下载速率 (Mbps) (20%)	感知类	0 分	CRRA 非线性函数打分	100 分
	上传速率 (Mbps) (20%)	感知类	0 分	CRRA 非线性函数打分	100 分

CPPA非线性函数打分:

(1) 时延类指标 (负向指标, 指标值越小越好)

$$U(c) = \left(\frac{c_{\max} - c}{c_{\max} - c_{\min}} \right)^{0.44} * 100$$

其中, c_{\max} 为评分上限即基准值, c_{\min} 为评分下限即挑战值, c 为指标数值。

(2) 速率类指标 (正向指标, 指标值越大越好)

1080P视频对应的上/下行速率感知函数：

$$U(c) = \left(\frac{c - c_{min}}{c_{max} - c_{min}} \right)^{0.33} * 100$$

720P视频对应的上/下行速率感知函数：

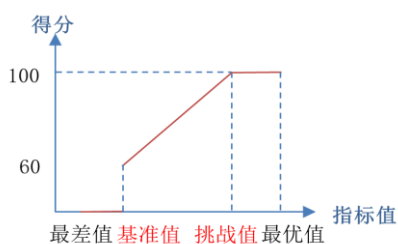
$$U(c) = \left(\frac{c - c_{min}}{c_{max} - c_{min}} \right)^{0.41} * 100$$

其中， c_{max} 为评分上限即挑战值， c_{min} 为评分下限即基准值， c 为指标数值。

线性打分：

$$F(X) = \begin{cases} 0 & X < a \\ 60 + 40 * \frac{X-a}{b-a} & a \leq X < b \\ 100 & X \geq b \end{cases}$$

X为指标值，a为基础值，b为挑战值



综上，10个指标根据实际数值、门限，照此评分规则以及指标所占权重即可得到一张网络的NEI总得分。计算方法见下式：

$$NEI \text{ 总得分} = \sum \text{ 指标得分值} * \text{ 指标权重} \dots \dots \dots (1)$$

5.4 评价级别

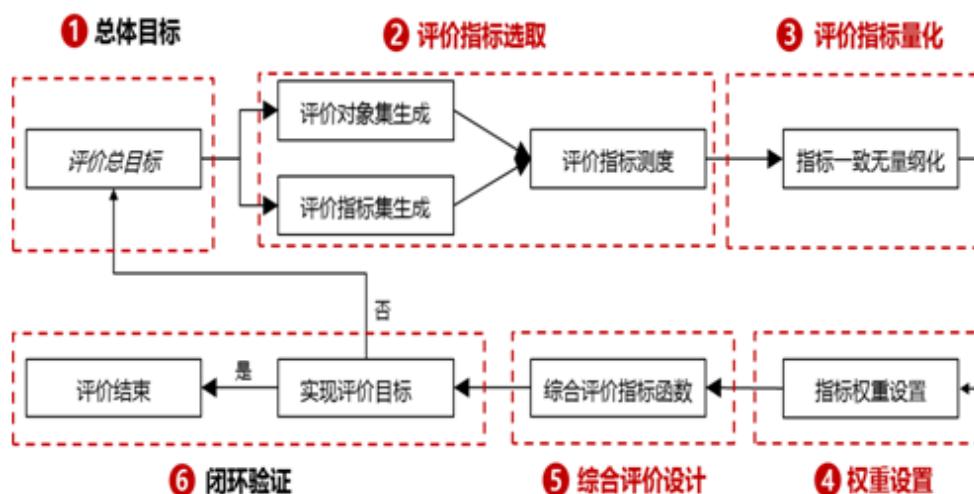
移动网络质量评价共分为4个级别，各级描述如下：

表3 移动网络质量评价级别

级别	级别I (优秀)	级别II (良好)	级别III (中等)	级别IV (较差)
描述	90 ≤ NEI总得分 ≤ 100	75 ≤ NEI总得分 < 90	60 ≤ NEI总得分 < 75	NEI总得分 < 60

附录 A
(资料性附录)
理论模型参考

复杂系统综合评价模型是系统化的指数构建方法，具体模型如下：



图A.1 复杂系统综合评价模型

步骤1：总体目标确定，确定指数需要反映的问题和现象；

步骤2：评价指标选取，选择需要进行评价的指标、评价对象（类似业务）、指标集（类似评价业务的指标）；

步骤3：评价指标量化，各个指标的单位是不一致的，需要去量纲化，指数去量纲化的过程就是打分的过程；

步骤4：权重设置，指数是针对单一指标的综合计算结果，针对每个指标，需要基于其重要性进行权重设置，最后计算综合得分；

步骤5：综合评价设计，基于单指标得分和指标权重进行综合计算（一般为直接加权）；

步骤6：闭环验证，即验证指数与要反映的社会现象的匹配度情况。

附 录 B
(资料性附录)
评价指标的选择方法

步骤1: 应基于移动网络业务体验全过程, 通过用户感知关联, 进行评价指标初选, 确定体验指标全集。

步骤2: 加权基因共表达网络分析法 (Weighted Gene Co-expression Network Analysis, WGCNA), 用于描述不同样品之间基因关联模式的系统生物学方法, 可以用来鉴定高度协同变化的基因集, 并根据基因集的内连性和基因集与表型之间的关联鉴定候补生物标记基因或治疗靶点。

通过WGCNA方法计算指标的重要性 (连接度表征重要性) 进行指标选择。指标的重要性体现为该指标的变化对网络整体的影响, 等于该指标与网络中其它每个指标的全面相似性的总和, 计算公式如下:

$$\omega_i = \sum_{j=1}^n \omega_{i,j}$$

其中 $\omega_{i,j}$ 表征指标 i 与 j 的全面相似性, 公式如下:

$$TopOverlap_{ij} = w_{ij} = \begin{cases} \frac{\sum_{l \neq i} A_{il} A_{jl} + A_{ij}}{\min \left\{ \sum_{l \neq i} A_{il} - A_{ij}, \sum_{l \neq j} A_{jl} - A_{ij} \right\} + 1} & \text{if } i \neq j \\ 1 & \text{if } i = j \end{cases}$$

其中, A_{ij} 表示指标 i 和 j 之间的相关性, A_{il} 表示指标 i 和 l 之间的相关性, A_{jl} 表示指标 j 和 l 之间的相关性, l 为网络中任一其它指标。

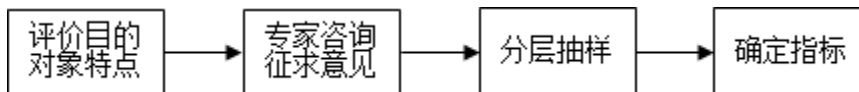
通过公式可以看出全面相似性不仅考虑两个指标之间的相关性, 还从网络的角度分析这两个指标是否有共同相关性较高的其它指标。

步骤3: 通过计算两两指标的相关性, 剔除相关性大的指标

相关性是反应两个指标变化趋势的一致性程度, 建模中使用的是皮尔逊相关系数。如下是相关系数的计算公式:

$$r(X, Y) = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var[X]Var[Y]}}$$

步骤4: 专家评价法, 人工二次确定最终指标集。

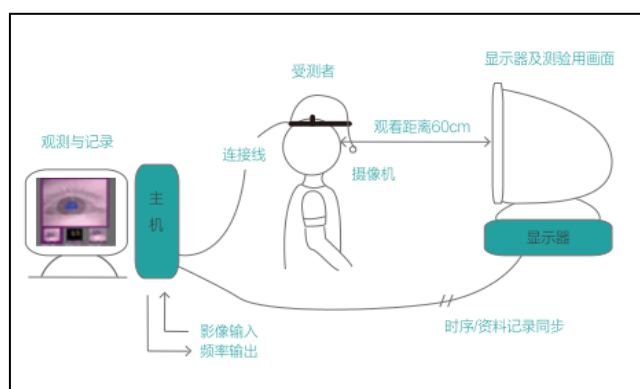


附录 C
(资料性附录)
评价指标的门限设置方法

针对感知类指标(MOS、时延、视频卡顿等)，采用人因工程方法研究人体感知极限能力与业务体验指标之间的关系（例如用户瞳孔变化），确定指标的上下限。

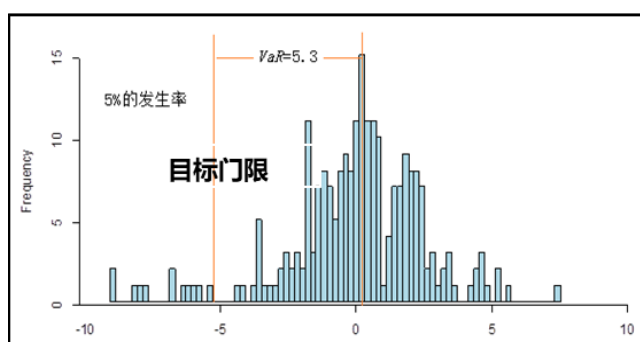
人因工程方法说明：研究利用人的感知极限能力与人的眼球瞳孔直径之间的紧密关系，通过视线追踪仪测量用户瞳孔尺寸的变化，获得用户的感知心理，反应极限（如零觉察、零等待）。

图B.1 人因工程法



针对统计类指标(完成率、中断率等)，采用在险价值分析法（VaR），在险价值分析就是分析对象在一定概率下（风险承受因子 $\omega=5\%$ ）出现极大值的下限和极小值的上限，对应门限可作为该对象上下门限设置的参考。

图B.2 在险价值分析法（VaR）



VaR是基于极值分布函数以及其与分布函数的关系，得到指标的分布函数，基于分布函数和输入的风险承受因子得到对应的指标上下限。其中极值分布函数公式如下：

$$G(x, u, \sigma, \alpha) = \begin{cases} 1 - \left(\frac{x - u}{\sigma} \right)^{-\alpha}, & x \geq \mu + \sigma \\ 0, & x < \mu + \sigma \end{cases} \quad \alpha > 0$$

附 录 D
(资料性附录)
评价指标的权重设置方法

先通过模型赋权法基于客观数据进行权重设计，无法客观赋权的指标，采用专家评价法进行主观赋权，最终输出综合赋权。

步骤1: 针对有客观数据的支撑权重设计的指标或者指标集合（如某类业务），先基于客观数据进行权重设计。语音和数据业务整体权重分布，基于收入占比来设计。数据业务中网页和视频业务的权重分布，基于流量来设计。

步骤2: 无法通过收入和流量来设计权重的，基于PCA（主成分分析）客观方法计算权重。

PCA主成分分析（Principal Component Analysis, PCA），是一种统计方法。通过正交变换将一组可能存在相关性的变量转换为一组线性不相关的变量，转换后的这组变量叫主成分。第一主成分是原始数据中方差最大的方向，第二主成分是与第一主成分正交且方差最大的方向，以此类推。

步骤3: 进行专家调研，基于最小离差和最大综合价值的综合赋权模型进行综合赋权，确保主客观最小离差和最大综合价值，模型如下：

$$\min \sum_{j=1}^p [\alpha(w_j - w_{1j})^2 + \beta(w_j - w_{2j})^2] - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p b_{ij} w_j$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^p w_j = 1, \quad w_j \geq 0, \quad (j = 1, \dots, p)$$

w_{1j} : 主观权值

w_{2j} : 客观权值

b_{ij} : 样本值（规范化）

参 考 文 献

- [1] 中国质量协会. 质量经理手册[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2010