



中华人民共和国国家标准

GB/T 32904—2016

软件质量量化评价规范

Specification for the quantitative evaluation of software quality

2016-08-29 发布

2017-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 软件质量模型 2

5 模型使用要素 3

 5.1 度量元分类 3

 5.2 度量元选择 3

 5.3 度量指标权值的确定 3

 5.4 度量元的测量值计算 3

 5.5 度量过程及度量公式 3

6 评价程序与评价等级建议 4

 6.1 评价程序 4

 6.2 评价等级建议 5

附录 A（资料性附录） 电子政务软件质量模型 6

附录 B（资料性附录） 电子政务软件质量量化评价案例 10

附录 C（资料性附录） 教育软件质量模型 16

附录 D（资料性附录） 教育软件质量量化评价案例 20

参考文献 28

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国信息技术标准化技术委员会(SAC/TC 28)提出并归口。

本标准起草单位：国家应用软件产品质量监督检验中心、北京市产品质量监督检验院、山东省计算中心(国家超级计算济南中心)、中国电子技术标准化研究院、国家射频识别产品质量监督检验中心、山东省计算机网络重点实验室。

本标准主要起草人：孙路伟、李旺、左家平、宋红波、李刚、王坤、胡晓冉、张旻旻、王威、罗艳、李敏、秦卓琼。

引 言

本标准关注软件质量量化评价过程,并在附录中提供了电子政务软件和教育软件的质量模型、度量及评价的案例。软件质量量化的相关工作由独立于软件开发的第三方实施,一般委托通过国家认可的、具有省级以上检验资质的第三方独立测试机构进行。

本标准给出了质量模型及度量元选择的原则,但特性、子特性及度量元的选择可结合软件特点进行合理增删。

软件质量量化评价规范

1 范围

本标准给出了软件产品的质量模型及其使用要素,并规定了软件产品质量量化的评价准则。
本标准适用于:

- a) 需方依此确定软件质量量化评价需求和评价指标;
- b) 供方依此及需方提出的评价需求确定质量保证准则;
- c) 评价方依据本标准及相关国家标准,并结合需方的评价需求和评价指标实施评价。

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 11457 信息技术 软件工程术语
GB/T 16260.1—2006 软件工程 产品质量 第1部分:质量模型
GB/T 18905.1—2002 软件工程 产品评价 第1部分:概述
GB/T 29831.1 系统与软件功能性 第1部分:指标体系
GB/T 29831.2—2013 系统与软件功能性 第2部分:度量方法
GB/T 29831.3 系统与软件功能性 第3部分:测试方法
GB/T 29832.1 系统与软件可靠性 第1部分:指标体系
GB/T 29832.2 系统与软件可靠性 第2部分:度量方法
GB/T 29832.3 系统与软件可靠性 第3部分:测试方法
GB/T 29833.1 系统与软件可移植性 第1部分:指标体系
GB/T 29833.2 系统与软件可移植性 第2部分:度量方法
GB/T 29833.3 系统与软件可移植性 第3部分:测试方法
GB/T 29834.1 系统与软件维护性 第1部分:指标体系
GB/T 29834.2 系统与软件维护性 第2部分:度量方法
GB/T 29834.3 系统与软件维护性 第3部分:测试方法
GB/T 29835.1 系统与软件效率 第1部分:指标体系
GB/T 29835.2 系统与软件效率 第2部分:度量方法
GB/T 29835.3 系统与软件效率 第3部分:测试方法
GB/T 29836.1 系统与软件易用性 第1部分:指标体系
GB/T 29836.2 系统与软件易用性 第2部分:度量方法
GB/T 29836.3 系统与软件易用性 第3部分:测评方法

3 术语和定义

GB/T 11457 和 GB/T 16260.1—2006 界定的术语和定义适用于本文件。

4 软件质量模型

根据国际国内惯例,软件质量由若干个特性组成,其中部分特性又可划分为若干个子特性,子特性又可进一步划分为若干度量指标也即度量元。图 1 描述了软件质量、特性、子特性以及度量指标(度量元)之间的结构关系。

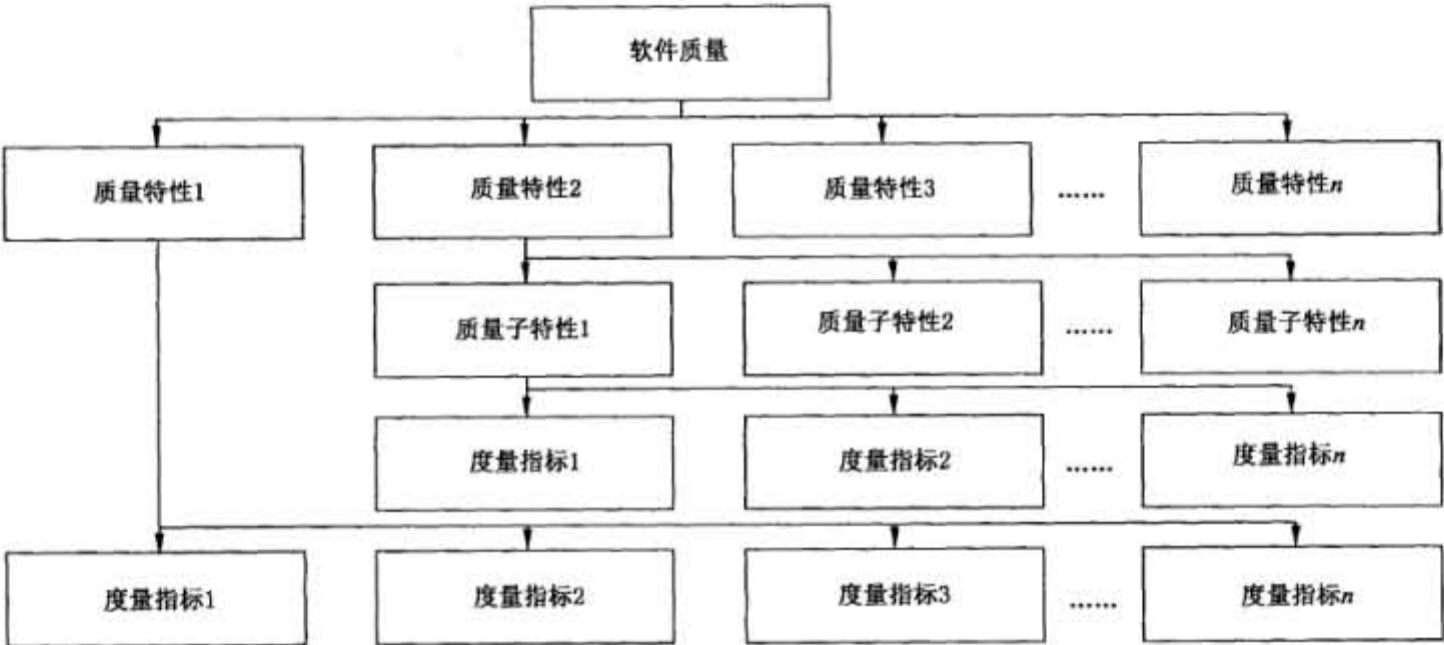


图 1 软件质量、特性、子特性及度量指标结构关系图

本标准根据 GB/T 29831.1、GB/T 29832.1、GB/T 29833.1、GB/T 29834.1、GB/T 29835.1、GB/T 29836.1综合提出软件质量模型,软件质量特性划分为功能性、可靠性、易用性、效率、维护性和可移植性 6 个质量特性,并进一步细分为若干子特性,详见图 2。

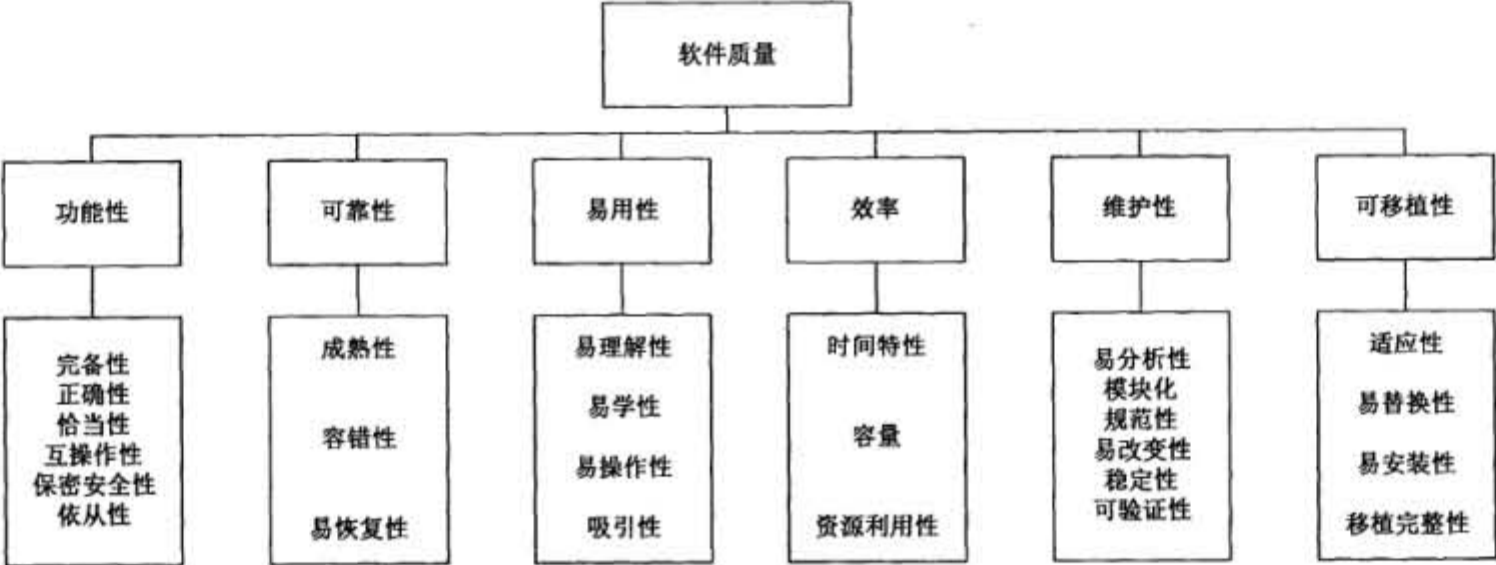


图 2 软件质量模型

在对特定软件质量进行量化评价的过程中,质量模型应按照具体软件特点对本标准的模型进行裁剪而确定。电子政务软件质量模型和案例分析见附录 A 和附录 B,教育软件质量模型和案例分析见附录 C 和附录 D。

5 模型使用要素

5.1 度量元分类

结合软件的特点,对在 GB/T 29831.1、GB/T 29832.1、GB/T 29833.1、GB/T 29834.1、GB/T 29835.1、GB/T 29836.1 中给出的度量元进行选择或调整,以执行对软件质量的评价。将软件质量模型中的度量元分为 3 类:

- a) A 类,基本度量元,反映软件的基本质量要求的度量元,是必须选择的度量元,无特殊情况皆应采用。例如,软件功能性中的功能充分性、功能完整性,以及易用性中功能的易理解性等度量元。
- b) B 类,可选度量元,反映软件的可选质量要求的度量元,该度量元所需数据将在满足一定情况下才可能获得,或某些软件可能存在此方面的要求(如精度要求,电子法规类系统就无此要求,而公民电子税务系统则有此要求),作为可选的度量元。在可获得相关数据或信息时,建议选择此类度量元。
- c) C 类,非常规可选度量元,即不常使用的度量元。与常规软件的特点无直接相关,但可能与某个特定软件的质量要求相关,或可能是需方特别要求进行评价的度量元。

对于不同类型的软件,以及不同的评价目的,质量量化评价所关注的质量特性不同,对评价结果的期望也不同,因此,在进行质量量化评价时,宜根据不同类型的软件以及不同的评价目的,对本标准中的软件质量模型进行适当的剪裁或补充,以获得适合评价需求的质量模型。

5.2 度量元选择

依据 GB/T 29831.1、GB/T 29832.1、GB/T 29833.1、GB/T 29834.1、GB/T 29835.1 和 GB/T 29836.1 中给出的度量元,结合软件自身的特点和需方的特殊需求,合理选择度量元,度量元的选择原则包括但不限于:

- 能充分体现该领域软件特征;
- 可操作性好;
- 度量元数据易获得且其获取的代价较小;
- 子特性之间或度量元之间不相关。

5.3 度量指标权值的确定

度量指标权值的确定宜采用专家评估法、优序法和经验数据法等方法中的一种或几种方法的组合,并结合需方的要求确定具体的权值。

5.4 度量元的测量值计算

结合度量模型,采用 GB/T 29831.3、GB/T 29832.3、GB/T 29833.3、GB/T 29834.3、GB/T 29835.3 和 GB/T 29836.3 中给出的方法实施测试。依据测试结果,采用 GB/T 29831.2—2013、GB/T 29832.2、GB/T 29833.2、GB/T 29834.2、GB/T 29835.2 和 GB/T 29836.2 中给出的计算公式计算测量值。在测量值的计算过程中,也可以根据实际情况,对标准中给出的度量计算公式进行必要的优化。

5.5 度量过程及度量公式

测量值的计算步骤如下:

- a) 对度量元进行加权求和,计算出子特性的测量值。
计算公式见式(1):

$$V_{ij} = \sum V_{ijk} \times W_{ijk} \dots\dots\dots (1)$$

- 式中：
- V_{ijk} ——度量元的测量值；
 - W_{ijk} ——该度量元对应的权值；
 - i ——特性的标识,取值=1,2,3,⋯6；
 - j ——子特性的标识,取值=1,2,3,⋯ n ；
 - k ——度量元的标识,取值=1,2,3,⋯ n 。
- b) 对子特性进行加权求和,计算出特性的测量值。
计算公式见式(2)：

$$V_i = \sum V_{ij} \times W_{ij} \dots\dots\dots (2)$$

- 式中：
- V_{ij} ——子特性的测量值；
 - W_{ij} ——该子特性对应的权值；
 - i ——特性的标识,取值=1,2,3,⋯6；
 - j ——子特性的标识,取值=1,2,3,⋯ n 。
- c) 对特性进行加权求和,计算出软件质量最终的测量值。
计算公式见式(3)：

$$V = \sum V_i \times W_i \dots\dots\dots (3)$$

- 式中：
- V_i ——质量特性的测量值；
 - W_i ——质量特性对应的权值；
 - i ——特性的标识,取值=1,2,3,⋯6；
 - V ——软件质量的最终测量值。

6 评价程序与评价等级建议

6.1 评价程序

根据软件质量模型,可完成软件质量量化评价程序。该程序可按照 GB/T 18905.1—2002 执行,宜包括确定评价需求、规定评价、设计评价和执行评价 4 个阶段,评价程序见图 3。

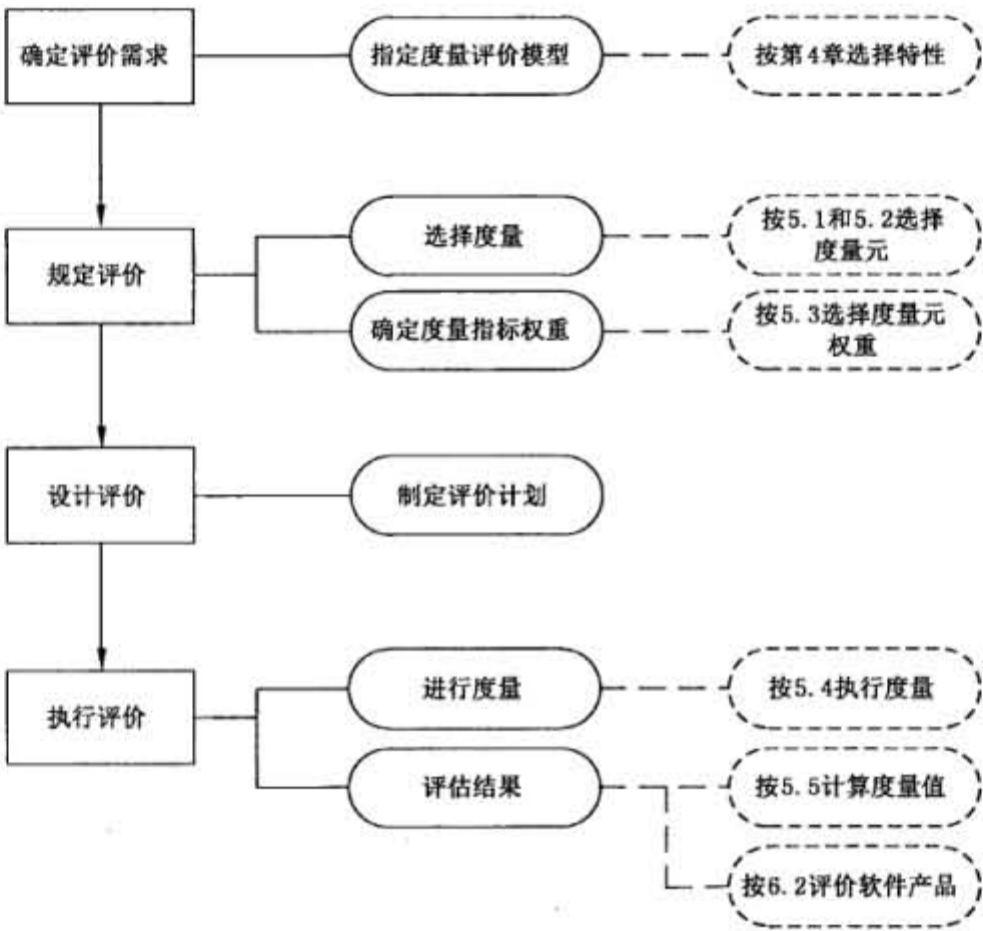


图 3 软件质量评价程序

6.2 评价等级建议

针对软件产品进行评价时,宜将质量评价等级划分为优秀、良好、合格和不合格,划分原则见表 1,质量评价等级划分原则也可根据用户需求进行调整。

表 1 质量评价等级划分原则

等级	测量值区间
优秀	$0.90 \leq V \leq 1$
良好	$0.80 \leq V < 0.90$
合格	$0.60 \leq V < 0.80$
不合格	$0 \leq V < 0.60$

附 录 A
(资料性附录)
电子政务软件质量模型

结合电子政务软件产品的特点,对软件质量模型进行选择 and 调整,确定电子政务软件的质量模型,如表 A.1 所示。

表 A.1 电子政务软件质量模型

特性	子特性	度量元	类别
1 功能性	1.1 完备性	功能的充分性	A
		功能实现的完整性	A
		功能实现的覆盖率	A
	1.2 正确性	数据项的正确性	A
		预期的符合性	A
	1.3 恰当性	功能的适用性	A
		功能规格说明的稳定性	C
	1.4 互操作性	数据格式的可交换性	B
	1.5 保密安全性	访问的可审核性	B
		访问的可控制性	A
		数据的保密性	A
		防止数据讹误	B
	1.6 功能性的依从性	功能性的依从性	B
		界面标准的依从性	B
2 可靠性	2.1 成熟性	失效密度	A
		失效解决率	C
		故障密度	C
		潜在故障率	C
		故障排除率	C
		测试覆盖率	C
		测试通过率	C
		平均失效间隔时间	C
		有效服务时间率	B
		累计有效服务时间	B
	2.2 容错性	避免宕机率	A
		避免失效率	A
		抵御误操作率	A

表 A.1 (续)

特性	子特性	度量元	类别
2 可靠性	2.3 易恢复性	平均宕机时间	C
		平均恢复时间	C
		易修复性	C
		修复有效性	C
3 易用性	3.1 易理解性	描述的完整性	A
		演示能力	B
		演示的有效性	C
		可明显识别的功能	A
		输入的有效性检查	A
	3.2 易学习性	帮助文档的有效性	B
		帮助机制的有效性	C
	3.3 易操作性	一致性	A
		错误的纠正	C
		使用中默认值的可用性	B
		使用中的消息的可理解性	B
		运行差错的易恢复性	C
		完成指定任务过程中无操作的次数	C
		可还原性	C
		界面元素的易定制性	B
		界面布局的易定制性	B
		快捷方式的易定制性	C
		操作规程的易定制性	C
		操作的复杂性	B
		特殊辅助功能	C
		无障碍程度	C
		发生错误的影响力	B
		完成指定任务的步骤	B
		运行状态的易监控性	B
	3.4 吸引性	界面色彩对视觉的吸引力	C
		界面元素尺寸的合理性	B
		界面元素形状的舒适度	B
		布局的合理性	B
		用户的感受度	B

表 A.1 (续)

特性	子特性	度量元	类别
4 效率	4.1 时间特性	响应时间	A
		周转时间	C
		吞吐量	A
	4.2 容量	最大并发用户数	B
		最大并发请求数	B
		事务吞吐容量	B
		数据处理容量	B
		数据存储容量	B
	4.3 资源利用性	CPU 利用率	A
		内存利用率	A
		内存错误发生率	C
		外存时间利用率	C
		外存空间利用率	C
		传输能力利用率	C
		传输出错率	B
		I/O 设备利用率	C
		I/O 出错率	C
		I/O 等待时间	C
5 维护性	5.1 易分析性	失效诊断的准确性	B
		失效诊断的时间	C
		有效线索比例	B
		可理解线索比例	B
		审核追踪能力	B
	5.2 模块化	模块间的耦合性	A
		模块结构的合理性	A
	5.3 规范性	注释的充分性	B
		注释的规范性	B
		代码的规范性	B
		代码规范的符合型	B
		对维护的指导性	B
		文档与软件的符合程度	B
		数据的规范性	B

表 A.1 (续)

特性	子特性	度量元	类别
5 维护性	5.4 易改变性	代码的可修改性	C
		可配置性	A
		变更周期的效率	C
		修改实施的效率	C
		修改的复杂度	C
		修改的可还原性	B
		软件变更控制的能力	C
	5.5 稳定性	变更成功的比率	C
		修改影响局部化	C
	5.6 可验证性	可自动验证性	B
		测试的重启性	C
		维护完整性	C
6 可移植性	6.1 适应性	硬件适应性	A
		操作系统适应性	B
		数据库适应性	B
		支撑软件适应性	B
		有效软件共存性	B
		组织的适应性	C
		通信适应性	B
		数据适应性	A
	6.2 易替换性	数据的连续使用	A
		功能的内含性	C
	6.3 易安装性	安装正确性	A
		安装影响性	B
		安装难易性	B
		安装灵活性	A
		安装效率	C
	6.4 移植完整性	移植正确性	A
		移植一致性	C

附 录 B
(资料性附录)
电子政务软件质量量化评价案例

B.1 项目概况

本次评价案例为电子政务软件常见的“绩效管理辅助系统”，该系统包括用户登录、情景演示、绩效指标配置、绩效指标查阅、绩效任务反馈、绩效任务预警、绩效综合评价、绩效任务总结和信息管理等功能模块。系统为 B/S 架构，客户端为普通的计算机，通过浏览器访问服务器的内容。

本次评价案例附属的资料包括软件安装光盘和软件用户手册各一份。用户手册内容包括：

a) 系统整体说明

系统整理说明包括系统配置说明、安装说明、系统组成、系统特点等部分。在系统配置说明中说明了系统所要求的服务器环境和客户端环境。在安装说明中说明了系统安装的过程步骤。系统组成部分说明了系统的主要功能架构。系统特点部分介绍了系统的主要特点，在特点中指明了部分隐含的质量要求。

b) 软件功能模块操作说明

软件功能模块操作说明介绍了软件各个功能模块的内容，操作方法等。该软件的主要功能模块描述见表 B.1。

表 B.1 “绩效管理辅助系统”功能模块描述列表

软件功能模块	功能模块描述
绩效指标配置	主要提供部门管理、实际指标配置、指标库管理、部门指标管理、工作任务配置、临时工作下达、知己指标上传、实际结果上传、指标排序等功能
绩效任务反馈	主要提供职责工作、重点工作、临时工作、创新工作、创新标准、创新申报、评价意见的反馈等功能
绩效任务预警	主要提供工作预警、指标列表的详细展示等功能
绩效综合评价	主要提供服务评价，贡献评价的填写、查询和上传功能
绩效任务总结	主要提供部门工作总结的编辑、上传和下载功能，并可根据相应的年份与部门查询已提交的工作记录
信息管理	主要提供短消息的发送、接收和删除，对接收对象的添加和删除；对首页最新通知公告内容的编辑等功能

在被评价软件的用户手册中，说明该软件具有如下特点：

- a) 采用 B/S 结构进行设计开发：服务器端采用微软公司的网站服务器软件(IIS)，客户端采用浏览器。用户可以采用常用的浏览器，如 IE 6.0、IE 8.0 等访问本系统；
- b) 安全性：通过对用户输入的信息进行过滤，防止非法数据的提交，有效的防止恶意欺骗和黑客的攻击；
- c) 操作方便：采用浏览器作为客户端软件，提供情景演示；
- d) 界面友好：系统按照网站的标准、按照网页的实际样式开发、设计，具有方便的导航功能和真

实的效果；

- e) 扩展性强:客户端支持 Windows XP/Windows 7 等,用户仅需要安装 IE 浏览器,不需要安装其他软件。

综合分析被评价软件的特点以及用户的需求,确定了评价模型,其中特性包括了功能性、可靠性、易用性、效率、维护性和可移植性 6 个方面,具体度量方法见 B.2 和 B.3。

B.2 度量元选择及权重确定

根据 B.1 中所分析的被评价软件的质量需求,参照附录 A 可确定“绩效管理辅助系统”的软件质量模型,如图 B.1 所示。软件质量模型宜在测试前完成,以利于测试内容的确定。

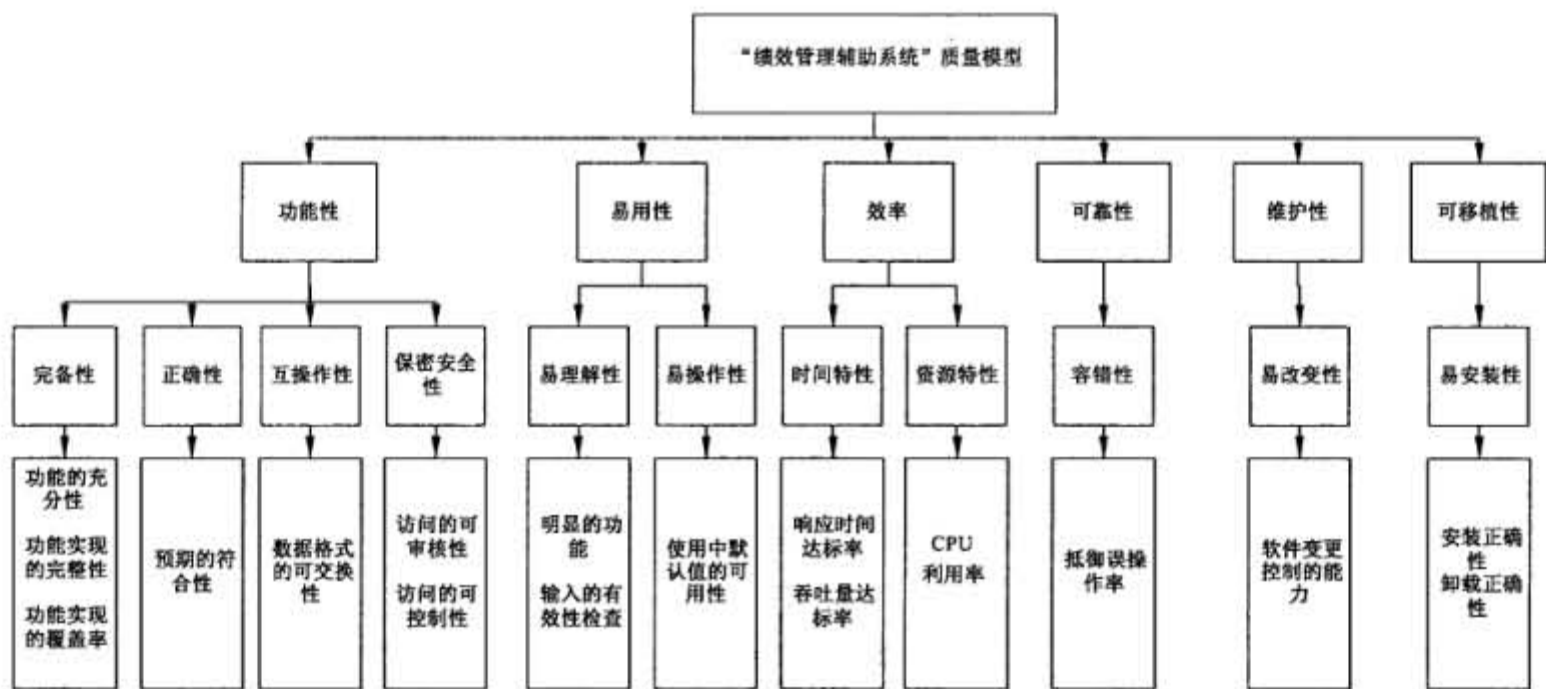


图 B.1 “绩效管理辅助系统”软件质量模型

在软件质量模型中宜给出特性、子特性和度量元的权重,该案例中选取专家打分法确定权重。打分及计算过程如下：

- a) 确定专家组成员。本案例组织 7 位电子政务领域专家通过讨论会,参与评分。
- b) 逐层评分。专家组成员按照特性层、子特性层及度量元层分别开展打分活动。以特性层为例,制定满分为 10 分,请专家对 6 个特性进行逐一打分,收集打分结果;对于子特性层,宜将隶属于同一个特性的子特性分别进行打分统计,方便后续计算;度量元以此类推。
- c) 数据处理。将收集来的打分结果进行归一化处理,确保质量特性之间、隶属于同一特性下的子特性之间,以及隶属于同一子特性下的度量元之间,权重相加之和为 1,由此得到各个度量指标的权重。权重分配结果如表 B.2 所示。

表 B.2 “绩效管理辅助系统”质量模型权重分配表

综合评价项	特性		子特性		度量元	
	名称	权值 (W_i)	名称	权值 (W_{ij})	名称	权值 (W_{ijk})
质量评价说明	功能性	0.3	完备性	0.3	功能的充分性	0.4
					功能实现的完整性	0.3
					功能实现的覆盖率	0.3
			正确性	0.3	预期的符合性	1
			互操作性	0.2	数据格式的可交换性	1
			保密安全性	0.2	访问的可审核性	0.5
					访问的可控制性	0.5
			易用性	0.2	易理解性	0.6
	输入的有效性检查	0.4				
	易操作性	0.4			使用中默认值的可用性	1
	效率	0.2	时间特性	0.7	响应时间达标率	0.5
					吞吐量达标率	0.5
			资源特性	0.3	CPU 利用率	1
	可靠性	0.1	容错性	1	抵御误操作率	1
	维护性	0.1	易改变性	1	软件变更控制的能力	1
	可移植性	0.1	易安装性 (可移植性)	1	安装正确性	0.5
					卸载正确性	0.5

B.3 度量结果的计算

功能测试部分：依据被测软件的需求文档，根据功能分解的一般方法（详见 GB/T 29831.2—2013 的附录 A）分析被测软件功能数为 123 个，通过测试，不符合需求的功能数 17 个，缺少功能数 8 个，不符合需求的功能数和缺少功能数为 25 个，设计测试用例 466 个，导致实际结果与预期结果不一致的测试用例 30 个。

易用性部分：模块中的所有功能，用户均能够并可以根据界面提示进行操作，要求对输入数据进行有效性检查的功能数为 35，经过评测，系统除两个功能点外，其他均能对输入数据进行有效性检查，因此能够对输入数据进行有效性检查的功能数为 33。

效率部分：选取 3 个功能点，得到单用户在线执行该功能的响应时间均符合要求；选取 2 个功能点，采用单用户、5 用户和 10 用户在线执行功能点，吞吐量和 CPU 利用率均达标。

可靠性部分：设计测试用例 15 条，其中 3 条用例异常。

维护性部分，设计测试用例 2 条，共 2 条用例通过，0 条用例异常。

可移植性，设计测试用例 6 条，6 条用例全部通过，0 条用例异常。

每个度量元计算过程汇总如表 B.3 所示。

表 B.3 度量元计算过程一览表

特性	度量元	统计数据	统计结果
功能性	功能的充分性	$X=1-A/B$ A=检测出不符合需求的功能数； B=需求规格说明中描述的功能总数	A=17 B=123 $X=1-A/B=0.86$
	功能实现的完整性	$X=1-A/B$ A=检测出缺少的功能数； B=需求规格说明中描述的功能总数	A=8 B=123 $X=1-A/B=0.93$
	功能实现的覆盖率	$X=1-A/B$ A=检测出不符合需求(和)缺少的功能数； B=需求规格说明中描述的功能总数	A=25 B=123 $X=1-A/B=0.80$
	预期的符合性	$X=1-A/B$ A=导致实际结果与预期结果不相符的测试用例数； B=用于确认实际结果符合性的测试用例总数	A=30 B=466 $X=1-A/B=0.94$
	数据格式的可交换性	$X=A/B$ A=能成功与其他软件或系统进行交换的数据格式的个数； B=需要交换的数据格式的总数	A=0 B=2 $X=A/B=0$
	访问的可审核性	$X=A/B$ A=系统中已记录的用户访问系统和数据的次数； B=用户实际访问系统和数据的总数	A=200 B=200 $X=A/B=1$
	访问的可控制性	$X=A/B$ A=检测出的已能正确实现控制非法操作的不同类型数； B=需求规格说明中要求控制的非法操作的类型数	A=5 B=5 $X=A/B=1$
可靠性	抵御误操作率	$X=A/B$ A=执行对应误操作模式的测试用例时,未发生关键的和严重的失效的测试用例数； B=在测试中执行的误操作模式的测试用例总数	A=12 B=15 $X=A/B=0.80$
效率	响应时间达标率	$X=A/B$ A=达到指标要求的测试点数量； B=测试点的总数量	A=3 B=3 $X=A/B=1$
	吞吐量达标率	$X=A/B$ A=达到指标要求的测试点数量； B=测试点的总数量	A=6 B=6 $X=A/B=1$
	CPU 利用率	$X=A/B$ A=达到指标要求的测试点数量； B=测试点的总数量	A=6 B=6 $X=A/B=1$

表 B.3 (续)

特性	度量元	统计数据	统计结果
易用性	可明显识别的功能	$X=A/B$ A = 在培训前,用户可以根据界面提示进行操作的功能数; B = 在培训前,用户应该根据界面提示进行操作的功能数	$A=39$ $B=39$ $X=A/B=1$
	输入的有效性检查	$X=A/B$ A = 能够对输入数据进行有效性检查的功能数; B = 要求对输入数据进行有效性检查的功能数	$A=33$ $B=35$ $X=A/B=0.94$
	使用中默认值可用性	$X=A/B$ A = 用户可自己选择的参数的功能数; B = 要求可供用户自己选择参数的功能数	$A=22$ $B=27$ $X=A/B=0.81$
维护性	软件变更控制的能力	$X=A/B$ A = 具有明确修订标识的版本个数; B = 维护过程中所有的软件版本(包括初始版本)个数	$A=2$ $B=2$ $X=A/B=1$
可移植性	安装正确性	$X=A/B$ A = 软件在新环境下安装成功的次数; B = 软件在新环境下安装的总次数	$A=6$ $B=6$ $X=A/B=1$
	卸载正确性	$X=A/B$ A = 用户成功地进行卸载操作的次数; B = 用户试图进行卸载操作的总次数	$A=6$ $B=6$ $X=A/B=1$

B.4 评价

结合度量元过程一览表以及度量元权重,得到质量量化评价汇总表,见表 B.4 所示。

表 B.4 质量量化评价汇总表

综合评价项	特性			子特性			度量元		
	名称	权值 (W_i)	测量值	名称	权值 (W_{ij})	测量值	名称	权值 (W_{ijk})	测量值 x
质量评价说明	功能性	0.3	0.740 9	完备性	0.3	0.863	功能的充分性	0.4	0.86
							功能实现的完整性	0.3	0.93
							功能实现的覆盖率	0.3	0.80
				正确性	0.3	0.94	预期的符合性	1	0.94
				互操作性	0.2	0	数据格式的可交换性	1	0
				保密 安全性	0.2	1	访问的可审核性	0.5	1
							访问者的可控制性	0.5	1

表 B.4 (续)

综合评价项	特性			子特性			度量元		
	名称	权值 (W_i)	测量值	名称	权值 (W_{ij})	测量值	名称	权值 (W_{ijk})	测量值 x
质量评价说明	易用性	0.2	0.909 6	易理解性	0.6	0.976	可明显识别的功能	0.6	1
				易操作性	0.4	0.81	输入的有效性检查	0.4	0.94
							使用中默认值可用性	1	0.81
	效率	0.2	1	时间特性	0.7	1	响应时间达标率	0.5	1
				资源特性	0.3	1	吞吐量达标率	0.5	1
							CPU 利用率	1	1
	可靠性	0.1	0.8	容错性	1	0.8	抵御误操作率	1	0.80
	维护性	0.1	1	易改变性	1	1	软件变更控制的能力	1	1
	可移植性	0.1	1	易安装性 (可移植性)	1	1	安装正确性	0.5	1
							卸载正确性	0.5	1

根据度量公式计算软件质量最终度量结果,被测软件的最终评分为 0.884 19。
根据软件质量等级划分原则,该软件质量等级为:良好。

附 录 C
(资料性附录)
教育软件质量模型

结合教育软件产品的特点,对软件质量模型进行选择和调整,确定教育软件的质量模型,如表 C.1 所示。

表 C.1 教育软件质量模型

特性	子特性	度量元	类别
1 功能性	1.1 完备性	功能的充分性	A
		功能实现的完整性	A
		功能实现的覆盖率	A
	1.2 正确性	数据项的正确性	A
		预期的符合性	A
	1.3 恰当性	功能的适用性	A
		功能规格说明的稳定性	C
	1.4 互操作性	数据格式的可交换性	B
	1.5 保密安全性	访问的可审核性	B
		访问的可控制性	A
		数据的保密性	B
		防止数据讹误	C
	1.6 功能性的依从性	功能性的依从性	B
		界面标准的依从性	B
2 可靠性	2.1 成熟性	失效密度	A
		失效解决率	C
		故障密度	C
		潜在故障率	C
		故障排除率	C
		测试覆盖率	C
		测试通过率	C
		平均失效间隔时间	C
		有效服务时间率	A
		累计有效服务时间	A

表 C.1 (续)

特性	子特性	度量元	类别
2 可靠性	2.2 容错性	避免宕机率	A
		避免失效率	A
		抵御误操作率	A
	2.3 易恢复性	平均宕机时间	C
		平均恢复时间	C
		易修复性	C
		修复有效性	C
3 易用性	3.1 易理解性	描述的完整性	A
		演示能力	B
		演示的有效性	C
		可明显识别的功能	A
		输入的有效性检查	A
	3.2 易学习性	帮助文档的有效性	A
		帮助机制的有效性	C
	3.3 易操作性	一致性	A
		错误的纠正	C
		使用中默认值的可用性	B
		使用中的消息的可理解性	A
		运行差错的易恢复性	C
		完成指定任务过程中无操作的次数	C
		可还原性	C
		界面元素的易制定性	C
		界面布局的易制定性	B
		快捷方式的易定制性	C
		操作规程的易定制性	C
		操作的复杂性	B
		特殊辅助功能	B
		无障碍程度	B
		发生错误的影响力	A
		完成指定任务的步骤	B
		运行状态的易监控性	B

表 C.1 (续)

特性	子特性	度量元	类别
3 易用性	3.4 吸引性	界面色彩对视觉的吸引力	A
		界面元素尺寸的合理性	A
		界面元素形状的舒适度	A
		布局的合理性	A
		用户的感受度	A
4 效率	4.1 时间特性	响应时间	B
		周转时间	C
		吞吐率	B
	4.2 容量	最大并发用户数	B
		最大并发请求数	B
		事务吞吐容量	C
		数据处理容量	B
		数据存储容量	B
	4.3 资源利用性	CPU 利用率	B
		内存利用率	C
		内发生率	C
		外存时间利用率	C
		外存空间利用率	C
		传输能力利用率	C
		传输出错率	C
		I/O 设备利用率	C
		I/O 出错率	C
		I/O 等待时间	C
5 维护性	5.1 易分析性	失效诊断的准确性	B
		失效诊断的时间	C
		有效线索比例	B
		可理解线索比例	B
		审核追踪能力	B
	5.2 模块化	模块间的耦合性	C
		模块结构的合理性	C
	5.3 规范性	注释的充分性	B
		注释的规范性	B
		代码的规范性	B
		代码规范的符合性	B

表 C.1 (续)

特性	子特性	度量元	类别
5 维护性	5.3 规范性	对维护的指导性	C
		文档与软件的符合程度	C
		数据的规范性	A
	5.4 易改变性	代码的可修改性	B
		可配置性	A
		变更周期的效率	C
		修改实施的效率	C
		修改的复杂度	C
		修改的可还原性	B
		软件变更控制的能力	C
	5.5 稳定性	变更成功的比率	C
		修改影响的局部化	C
	5.6 可验证性	可自动验证性	B
		测试的重启性	C
		维护完整性	C
6 可移植性	6.1 适应性	硬件适应性	B
		操作系统适应性	B
		数据库适应性	B
		支撑软件适应性	B
		有效软件共存性	B
		组织的适应性	C
		通信适应性	B
		数据适应性	B
	6.2 易替换性	数据的连续使用	A
		功能的内含性	C
	6.3 易安装性	安装正确性	A
		安装影响性	A
		安装难易性	A
		安装灵活性	A
		安装效率	C
	6.4 移植完整性	移植正确性	B
		移植一致性	C

附 录 D
(资料性附录)
教育软件质量量化评价案例

D.1 被测软件的基本情况

被评价的远程教育培训考试软件(简称为“远培软件”,版本 1.0)是一个面向教育或培训机构使用的远程培训和考试软件,主要由新闻管理、在线学习、课程管理、学员考试、考试管理、系统管理和通用操作等功能模块组成。该软件为 B/S 结构,服务器端使用 Microsoft Internet Information Service 6.0 应用服务器和 Microsoft SQL Server 2000 数据库,以及多媒体服务 Windows Media Services 9.0;客户端可以使用普通的计算机,通过浏览器访问服务器的内容。

本次评价案例附属的资料包括软件安装光盘和软件用户手册各一份。用户手册内容包括:

a) 系统整体说明

系统整体说明包括系统配置说明、安装说明、系统组成、系统特点等部分。系统配置说明规定了系统所要求的服务器环境和客户端环境;安装说明叙述了系统安装的过程步骤;系统组成部分说明了系统的主要功能架构;系统特点部分介绍了系统的主要特点,在特点中指明了部分隐含的质量要求。

b) 软件功能操作说明

软件功能模块操作说明介绍了软件各个功能模块的内容,操作方法等。该软件的功能模块描述见表 D.1。

表 D.1 “远培软件”功能模块描述列表

软件功能模块	功能模块描述
新闻管理	主要提供通知公告、近期动态、政策文件及相关资料的发布、显示、管理等功能
在线学习	主要提供在线视频点播,学习进度管理,以及学习笔记编辑、浏览等功能
课程管理	主要提供课程章节、视频教程的增加、删除、修改、管理,视频服务器的添加、修改、设置等功能
学员考试	主要提供学员在线考试、成绩查询等功能
考试管理	主要提供题库试题的添加、编辑、删除,考试的注册、组卷、阅卷,成绩的查看、搜索、导出等功能
系统管理	主要提供管理员的增加、设置,数据库的备份、恢复、维护等功能
通用操作	主要提供系统启动、停止,学员登录、退出等功能

D.2 度量元选择

根据 D.1 中所分析的被评价软件的质量需求,可确定“远培软件”的软件质量模型,如图 D.1 所示。软件质量模型宜在测试前完成,以利于测试内容的确定。

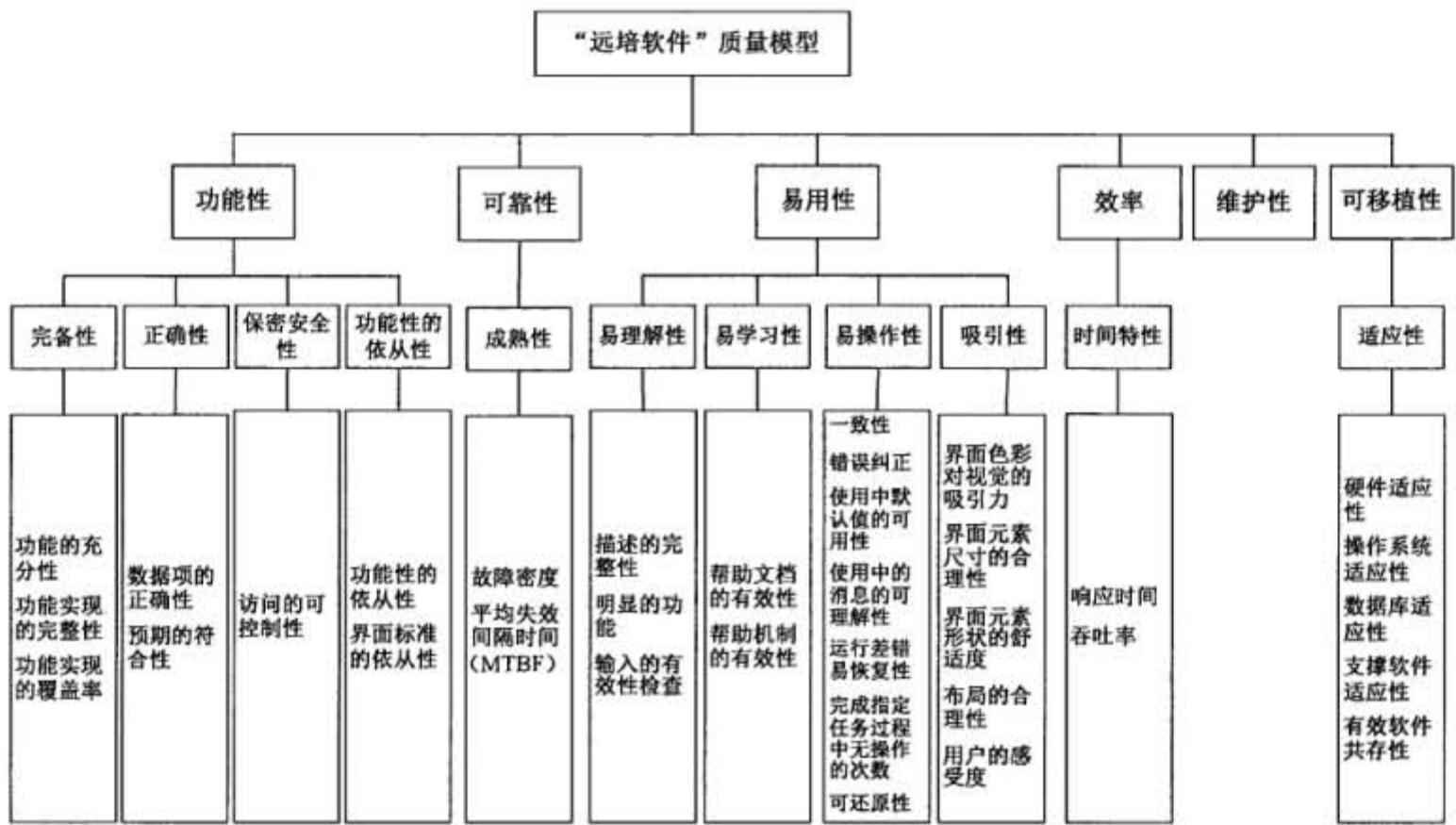


图 D.1 “远培软件”质量模型

在软件质量模型中宜给出特性、子特性和度量元的权重，该案例中选取专家打分法确定权重。打分及计算过程如下：

- a) 确定专家组成员。本案例组织 7 位教育软件领域专家通过讨论会，参与评分。
- b) 逐层评分。专家组成员按照特性层、子特性层及度量元层分别开展打分活动。以特性层为例，制定满分为 10 分，请专家对 6 个特性进行逐一打分，收集打分结果；对于子特性层，宜将隶属于同一个特性的子特性分别进行打分统计，方便后续计算；度量元以此类推。
- c) 数据处理。将收集来的打分结果进行归一化处理，确保质量特性之间、隶属于同一特性下的子特性之间，以及隶属于同一子特性下的度量元之间，权重相加之和为 1，由此得到各个度量指标的权重。权重分配结果如表 D.2 所示。

表 D.2 “远培软件”质量模型权重分配表

综合评价项	特性		子特性		度量元	
	名称	权值 (W_i)	名称	权值 (W_{ij})	名称	权值 (W_{ijk})
质量评价说明	功能性	0.3	完备性	0.50	功能的充分性	0.40
					功能实现的完整性	0.30
					功能实现的覆盖率	0.30
			正确性	0.20	数据项的正确性	0.30
					预期的符合性	0.70
			保密安全性	0.20	访问的可控制性	1.00
			功能性的依从性	0.10	功能性的依从性	0.60
					界面标准的依从性	0.40

表 D.2 (续)

综合评价项	特性		子特性		度量元	
	名称	权值 (W_i)	名称	权值 (W_{ij})	名称	权值 (W_{ijk})
质量 评价 说明	可靠性	0.2	成熟性	1.00	故障密度	0.40
					平均失效间隔时间(MTBF)	0.60
	易用性	0.25	易理解性	0.30	描述的完整性	0.10
					可明显识别的功能	0.55
					输入的有效性检查	0.35
			易学习性	0.20	帮助文档的有效性	0.70
					帮助机制的有效性	0.30
	易用性	0.25	易操作性	0.30	一致性	0.15
					错误的纠正	0.20
					使用中默认值的可用性	0.15
					使用中的消息的可理解性	0.15
					运行差错的易恢复性	0.20
					完成指定任务过程中误操作的次数	0.05
					可还原性	0.10
			吸引性	0.20	界面色彩对视觉的吸引力	0.20
					界面元素尺寸的合理性	0.10
					界面元素形状的舒适度	0.10
					布局的合理性	0.30
					用户的感受度	0.30
	效率	0.15	时间特性	1.00	响应时间	0.60
					吞吐率	0.40
	可移植性	0.1	适应性	1.00	硬件适应性	0.15
					操作系统适应性	0.15
					数据库适应性	0.05
					支撑软件适应性	0.05
					有效软件共存性	0.60

D.3 度量结果的计算

经过功能性、可靠性、易用性、可移植性等方面的测试,并经过测试记录分析、统计,获得如下相关统计数据。该软件共有功能 48 个,共设计功能测试用例 48 个,安全保密性测试用例 14 个,功能依从性测试用例 2 个,可靠性测试用例 4 个,效率测试用例 1 个,可移植性测试用例 2 个。功能性测试中,共发现 12 个功能存在问题,发现问题(缺陷)24 个;2 个安全漏洞;软件不支持所要求的课件标准;28 个页面不符合 WEB 标准。可靠性测试中,连续运行软件 72 h,未出现故障或失效。易用性采用用户使用和用户

调查的方式进行。可移植性测试中,客户端浏览器使用 Firefox3.0 时,28 个页面显示不完整。详细统计数据见表 D.3。

表 D.3 测试数据统计表

特性	子特性	度量元	测试数据	测试结果
功能性	完备性	功能的充分性	$X=1-A/B$ A=检测出不符合需求的功能数; B=需求规格说明中描述的功能总数	A=12 B=48 X=0.75
		功能实现的完整性	$X=1-A/B$ A=检测出缺少的功能数; B=需求规格说明中描述的功能总数	A=0 B=48 X=1.00
		功能实现的覆盖率	$X=1-A/B$ A=检测出不符合需求或缺少的功能数; B=需求规格说明中描述的功能总数	A=12 B=48 X=0.75
	正确性	数据项的正确性	$X=1-A/B$ A=导致数据项不符合规定准确度的测试用例数; B=用于确认数据项满足规定准确度的测试用例总数	A=0 B=4 X=1.00
		预期的符合性	$X=1-A/B$ A=导致实际结果与预期结果不相符的测试用例数; B=用于确认实际结果符合性的测试用例总数	A=0 B=48 X=1.00
	保密 安全性	访问的可控性	$X=A/B$ A=检测出的已能正确实现控制非法操作的不同类型数; B=需求规格说明中要求控制的非法操作的类型数	A=12 B=14 X=0.86
	功能性的 依从性	功能的依从性	$X=1-A/B$ A=测试时发现还未实现规定的功能的依从性的项数; B=规定的功能的依从性项的总数	A=1 B=1 X=0
		界面的依从性	$X=A/B$ A=按规定正确实现的界面数目; B=要求依从性的界面总数	A=96 B=124 X=0.77
可靠性	成熟性	故障密度	$X=A/B$ A=检测到的故障数; B=软件产品的规模	A=0 B=48 X=0
		平均失效间隔时间(MTBF)	$X=1-T1/T$ T=累计测试时间(单位小时); T1=相继发生失效之间的时间间隔累计	T=72 T1=0 X=1.00
易用性	易理解性	描述的完整性	$X=A/B$ A=在阅读完用户手册后能正确理解的功能(或功能的类型)数; B=用户需要理解的功能(或功能的类型)数	A=48 B=48 X=1.00

表 D.3 (续)

特性	子特性	度量元	测试数据	测试结果
易用性	易理解性	可明显识别的功能	$X=A/B$ A=在培训前,用户可以根据界面提示进行操作的功能数; B=培训前,用户应该根据界面提示进行操作的功能数	A=48 B=48 X=1.00
		输入的有效性检查	$X=A/B$ A=能够对输入数据进行有效性检查的功能数; B=要求对输入数据进行有效性检查的功能数	A=347 B=347 X=1.00
	易学习性	帮助文档的有效性	$X=A/B$ A=用户在使用阅读完帮助文档后理解的功能数; B=软件的功能数	A=5 B=5 X=1.00
		帮助机制的有效性	$X=A/B$ A=用户使用帮助后完成的功能数; B=用户需要使用帮助完成的功能数	A=9 B=9 X=1.00
	易操作性	一致性	$X=A/B$ A=符合内、外部一致性要求的系统元素数; B=要求必须符合内部一致性要求的系统元素的数	A=47 B=48 X=0.98
		错误的纠正	$X=A/B$ A=用户在使用系统完成某项任务时成功纠正错误的次数; B=用户在使用系统完成某项任务	A=14 B=14 X=1.00
		使用中默认值的可用性	$X=A/B$ A=用户可自己选择的参数的功能数; B=要求可供用户自己选择参数的功能数	A=16 B=16 X=1.00
		使用中的消息的可理解性	$X=A/B$ A=在使用过系统后,能够被用户理解的系统消息数; B=使用系统过程中提示的消息数	A=32 B=32 X=1.00
		运行差错的易恢复性	$X=A/B$ A=能够容忍用户差错并帮助用户恢复的功能的数; B=软件的功能数	A=14 B=14 X=1.00
		完成指定任务过程中误操作的次数	$X=1-A/B$ A=用户在使用系统完成某项任务时出现误操作的步骤次数; B=用户在正常情况下,完成某项任务所用的步骤次数	A=14 B=124 X=0.89
		可还原性	$X=A/B$ A=可以恢复到原状态的功能数; B=要求可以恢复到原状态的功能数	A=14 B=14 X=1.00
		界面色彩对视觉的吸引力	$X=A/B$ A=在使用过系统后,感觉界面配色方案舒适的用户人数; B=使用过系统的用户人数	A=72 B=120 X=0.6

表 D.3 (续)

特性	子特性	度量元	测试数据	测试结果
易用性	吸引性	界面元素尺寸的合理性	$X=A/B$ A = 在使用过系统后,感觉界面尺寸方案舒适的用户人数; B = 使用过系统的用户人数	$A=72$ $B=120$ $X=0.6$
		界面元素形状的舒适度	$X=A/B$ A = 在使用过系统后,感觉界面形状方案舒适的用户人数; B = 使用过系统的用户人数	$A=72$ $B=120$ $X=0.6$
		布局的合理性	$X=A/B$ A = 符合工作要求及操作方便性要求的界面布局及元素数; B = 要求必须符合工作要求及操作方便性要求的界面布局及元素数	$A=72$ $B=120$ $X=0.6$
		用户的感受度	$X=A/B$ A = 对使用用户进行调查,认为感受度高的用户; B = 进行调查的所有用户	$A=72$ $B=120$ $X=0.6$
效率	时间特性	响应时间	$X=T/T_r$ T = 多个功能或操作的平均响应时间; T_r = 需求中要求的平均响应时间; 1) $0.90 \leq T/T_r \leq 1.00$ 时, $X = (1 - T/T_r)/0.1$; $1.00 < T/T_r \leq 1.10$ 时, $X = 1 - (T/T_r - 1)/0.1$; 2) $T/T_r > 1.10$ 时, $X = 0$; 3) $T/T_r < 0.9$, $X = 1$	$T=9.43$ $T_r=15$ $X=1.00$
		吞吐率	$X=X_{mean}/R_{mean} (0 < X)$ X_{mean} = 实际测试的平均吞吐量; R_{mean} = 所要求的平均吞吐量	$X_{mean}=20.5$ $R_{mean}=25$ $X=0.82$
可移植性	适应性	硬件适应性	$X=A/B$ A = 系统与软件能够适应的硬件数量; B = 期望系统和软件能适应且正确运行的硬件环境类型的总数	$A=9$ $B=9$ $X=1.00$
		操作系统适应性	$X=A/B$ A = 系统和软件能成功适应的操作系统个数; B = 期望系统和软件能成功适应的操作系统个数	$A=2$ $B=4$ $X=0.5$
		数据库适应性	$X=A/B$ A = 系统和软件能成功适应的数据库个数; B = 期望系统和软件能成功适应的数据库个数	$A=4$ $B=7$ $X=0.57$
		支撑软件适应性	$X=A/B$ A = 系统与软件能成功适应的支撑软件个数; B = 期望系统与软件能成功适应的支撑软件个数	$A=6$ $B=9$ $X=0.67$
可移植性	适应性	有效软件共存性	$X=A/B$ A = 共同运行时,能让目标软件正常运行的软件个数; B = 希望能与目标软件共存的软件个数	$A=10$ $B=10$ $X=1.00$

D.4 评价

结合度量元过程一览表以及度量元权重,得到质量量化评价汇总表,如表 D.4 所示。

表 D.4 质量评价汇总表

综合评价项	特性			子特性			度量元		
	名称	权值 (W_i)	测量值	名称	权值 (W_{ij})	测量值	名称	权值 (W_{ijk})	测量值 X
质量评价说明	功能性	0.30	0.82	完备性	0.50	0.83	功能的充分性	0.40	0.75
							功能实现的完整性	0.30	1.00
							功能实现的覆盖率	0.30	0.75
				正确性	0.20	1.00	数据项的正确性	0.30	1.00
							预期的符合性	0.70	1.00
				保密安全性	0.20	0.86	访问的可控制性	1.00	0.86
				功能性的 依从性	0.10	0.31	功能性的依从性	0.60	0
							界面标准的依从性	0.40	0.77
	可靠性	0.20	0.60	成熟性	1.00	0.60	故障密度	0.40	0
							平均失效间隔时间(MTBF)	0.60	1.00
	易用性	0.25	0.92	易理解性	0.30	1.00	描述的完整性	0.10	1.00
							可明显识别的功能	0.55	1.00
							输入的有效性检查	0.35	1.00
				易学习性	0.20	1.00	帮助文档的有效性	0.70	1.00
							帮助机制的有效性	0.30	1.00
				易操作性	0.30	0.99	一致性	0.15	0.98
							错误的纠正	0.20	1.00
							使用中默认值的可用性	0.15	1.00
							使用中的消息的可理解性	0.15	1.00
							运行差错的易恢复性	0.20	1.00
							完成指定任务过程中误操作的次数	0.05	0.89
							可还原性	0.10	1.00
				吸引力	0.20	0.60	界面色彩对视觉的吸引力	0.20	0.60
							界面元素尺寸的合理性	0.10	0.60
							界面元素形状的舒适度	0.10	0.60
							布局的合理性	0.30	0.60
							用户的感受度	0.30	0.60

表 D.4 (续)

综合评价项	特性			子特性			度量元		
	名称	权值 (W_i)	测量值	名称	权值 (W_{ij})	测量值	名称	权值 (W_{ijk})	测量值 X
质量评价说明	效率	0.15	0.93	时间特性	1.00	0.93	响应时间	0.60	1.00
							吞吐率	0.40	0.82
	可移植性	0.10	0.89	适应性	1.00	0.89	硬件适应性	0.15	1.00
							操作系统适应性	0.15	0.50
							数据库适应性	0.05	0.57
							支撑软件适应性	0.05	0.67
							有效软件共存性	0.60	1.00

根据度量公式,被评价的“远程教育培训考试软件”质量总评价结果为 0.825。
根据软件质量等级划分原则,该软件质量等级为:良好。

参 考 文 献

- [1] GB/T 16260.2—2006 软件工程 产品质量 第2部分:外部度量(ISO/IEC TR 9126-2: 2003,IDT)
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
软件质量量化评价规范
GB/T 32904—2016

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

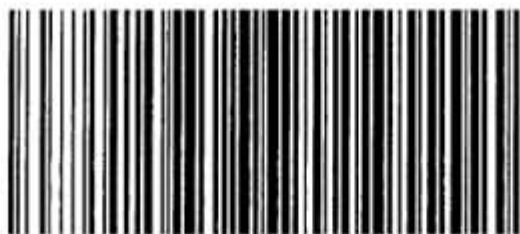
*

开本 880×1230 1/16 印张 2.25 字数 57 千字
2016 年 11 月第一版 2016 年 11 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-54317 定价 33.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 32904-2016