



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX—XXXX

信息技术 学习、教育和培训 虚拟实验 评价要素

Information technology-Learning, education and training-Virtual experiment-
Evaluation elements

(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前 言.....	II
引 言.....	III
1 范围.....	1
2 术语和定义.....	1
3 虚拟实验教学环境评价概述.....	2
4 评价维度.....	3
4.1 概述.....	3
4.2 维度和编号.....	4
4.3 维度参数.....	4

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由全国信息技术标准化技术委员会(SAC/TC28)提出并归口。

本标准起草单位：华东师范大学、北京邮电大学、中国电子技术标准化研究院、北京润尼尔网络科技有限公司、上海熙育科技有限公司、华中师范大学、吉林大学。

本标准主要起草人：吴永和、文福安、廖德生、陈美松、范春梅、母诗源、孙晓颖、余平、温泉、余云涛、姜昌华、史戈、吴砥、刘博文。

引 言

为了对虚拟实验教学环境进行标准化的评价，制定本标准。本标准有利于虚拟实验资源的评价、测试、互换与交流，有利于虚拟实验技术、平台和教学的健康发展。

本标准对虚拟实验的基本术语和范围进行定义，从虚拟实验资源、虚拟实验教学过程、实验者、虚拟实验指导和虚拟实验系统5个维度建立虚拟实验环境评价的总体框架和3级评价参考体系，可供获取、开发、使用、支持、维护或评审虚拟教学环境的有关人员使用。

信息技术 学习、教育和培训

虚拟实验 评价要素

1 范围

本标准规定了虚拟实验资源、虚拟实验教学过程、实验者、虚拟实验指导和虚拟实验系统等维度的参数。

本标准作为虚拟实验教学环境评价提供指导，适用于虚拟实验的研究开发与教学应用。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

虚拟实验 virtual experiment

基于多媒体、仿真和虚拟现实技术开发的可通过计算机人机交互界面开展的用于教学目的的实验。

2.2

现实实验 reality experiment

传统意义上的使用实物而不是虚拟技术所开展的实验。

2.3

虚拟实验系统 virtual experiment system

利用多媒体、仿真和虚拟现实技术实现的实验系统，通常由基于互联网的虚拟实验教学管理平台与数字化的虚拟仿真系统构成。

2.4

虚拟实验教学环境 virtual experiment environment

基于虚拟实验系统建立的实验环境。

2.5

监控 monitoring

对实验过程的监测和控制。

2.6

虚拟现实 virtual reality

一种可以创建和体验虚拟世界的计算机系统。

2.7

交互 interaction

学习者与系统之间的信息交流。

2.8

实验内容 experimental content

在实验过程中涉及的信息，包括实验目的、实验要求、实验所需要的材料和设备、实验报告要求等。

2.9

用户体验 user experience

用户针对使用的产品、系统或者服务的认知印象和回应，是一种在用户使用产品过程中建立起来的纯主观感受。

2.10

基础验证性实验 replication experiment

建立在已知结论基础上的实验，其实验原理、实验结果是已知的。

2.11

综合设计性实验 comprehensive design experiment

要求实验者综合运用已学过的知识、实验方法和测量技术，独立设计出科学、完善、能够达到预定目的的实验方案，并能独立完成的实验。

2.12

研究探索性实验 exploratory experiment

给出实验课题，提供实验器材，提出实验要求，要求实验者自己制订实验方案、确定实验步骤、收集有关信息，通过实验的观测和分析以及与他人合作和交流，发现“新”的现象，提出猜想或假说，并能设计验证的实验。

3 虚拟实验教学环境评价概述

虚拟实验教学环境是基于虚拟实验系统建立的实验环境，主要包括虚拟实验资源、虚拟实验教学过程、实验者、虚拟实验指导和虚拟实验系统等5部分（即5类功能）。虚拟实验教学环境的功能和功能间关系如图1所示。

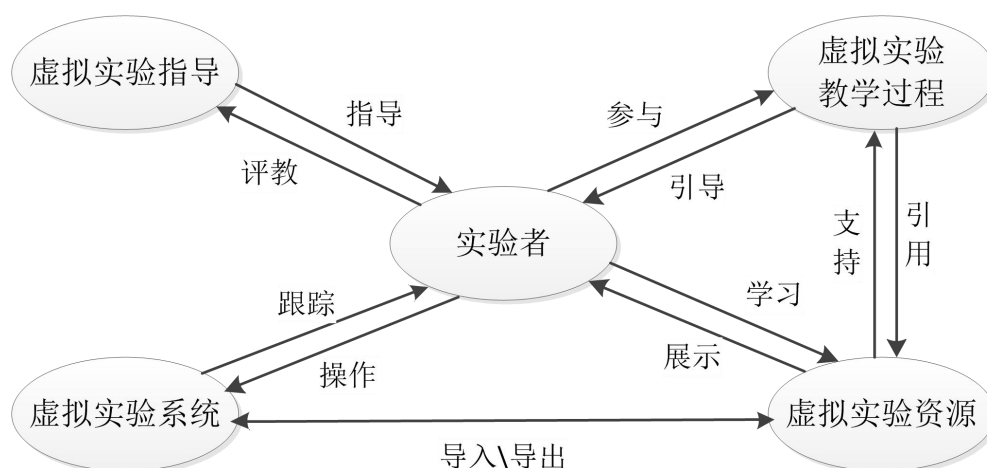


图1 虚拟实验教学环境主要功能及其之间关系

图1中各部分功能及其关系如下：

- a) 虚拟实验资源
包括虚拟实验系统所能提供的虚拟仪器、设备和器材，教学设计专家在虚拟实验系统的教学管理模块中创建的实验教学目标，设计的典型实验，以及实验指导文件和相关的实验知识库等。
- b) 虚拟实验教学过程
覆盖完整的虚拟实验教学的各个环节，包括教师的实验教学设计与安排、实验者在实验前的预习、实验者完成并提交虚拟实验、实验者填写并提交实验报告、教师对实验和实验报告的批改以及对实验成绩的统计分析和上报。
- c) 实验者
通过实验获得实验经历和技能的提升，体现实验效果，可以对实验环境和教师的进行评价。
- d) 虚拟实验指导
围绕实验者提供各种帮助，例如，同步在线实时指导，各种形式的异步指导，以及基于教学指导系统的智能指导等。
- e) 虚拟实验系统
是教学过程、实验体验和实验指导的活动平台，它运用虚拟实验资源为教学过程、实验者和实验指导提供支持和保障。
- f) 各功能之间关系
虚拟实验资源支持虚拟实验教学过程，虚拟实验教学过程引用虚拟实验资源。
虚拟实验教学过程引导实验者参与并完成整个虚拟实验教学。
实验者学习虚拟实验资源，虚拟实验资源向实验者展示实验仪器、教学目标和相关指导文件。
实验者可以评价虚拟实验指导的效果，虚拟实验指导向实验者提供指导。
实验者操作虚拟实验系统，虚拟实验系统跟踪实验者的操作。
虚拟实验系统可以导入/导出虚拟实验资源。

4 评价维度

4.1 概述

对虚拟实验教学环境的评价应针对环境中各类功能展开。这些功能共同描述虚拟实验教学环境，每类功能可以看成是描述空间中的一个“维度”，因此，图1亦可视为虚拟实验教学环境评价维度及其之

间的关系。以下描述中，用“维度”一词替代“功能”一词。

本章对虚拟实验资源等 5 个评价维度分别使用一组参数来描述。这些参数描述用表格形式集中给出，见表 2 到 7。这些表中的每一行是一个表征相应维度某个特征的参数；每个参数用名称等项目予以描述。这些项目的名称及其含义如下：

- a) 编号：该参数的标识，用两段式，前段是该参数所属维度的标识（编号），后段是该参数在所表征的维度中的序号，两段之间用圆点“.”分开。例如，“1.2”是编号为“1”的维度的第二个参数；
- b) 名称：该参数的名称；
- c) 约束性：指出该参数在评价中的必要性，包括必选（用 M 表示）和可选（用 O 表示）两种；
- d) 描述：对该参数的简要解释；
- e) 评价要点：说明对该参数进行评价时至少必须予以关注之点；
- f) 备注：为有助于理解该参数而给出的例子或补充说明。

虚拟实验教学环境各功能之间的关系也是该环境的一个重要组成部分，在评价虚拟实验时，功能间关系也要予以评价。即虚拟实验的评价，除了 5 个功能方面的评价维度外，还有一个功能之间关系评价维度。对该维度也使用一组参数做进一步描述。该维度以及相应的参数也按上述 a) 的规定予以标识。

4.2 维度和编号

用于评价虚拟实验教学环境的功能方面的维度、功能之间关系评价的维度及其编号见表 1。

表 1 虚拟实验教学环境评价维度和编号

编号	名称
1	虚拟实验资源
2	虚拟实验教学过程
3	实验者
4	虚拟实验指导
5	虚拟实验系统
6	功能之间的关系

4.3 维度参数

4.3.1 虚拟实验资源评价参数

表征虚拟实验资源的参数见表 2。

表 2 虚拟实验资源评价参数

编号	名称	约束性	描述	评价要点	备注
1.1	实验类型设计	M	课程中不同类型实验的合理分配。	满足不同层次的培养对象；各类型实验比例合理。	实验类型包含基础验证性实验、综合设计性实验、研究探索性实验等。 各类型实验分配合理与否取决于实验的教学目标及教学内容等。

表2（续）

编号	名称	约束性	描述	评价要点	备注
1.2	典型实验设计	M	完成实验教学常用的典型实验案例的设计。	典型实验设计符合课程实验教学目标； 典型实验场景的基本设计要素齐全； 典型实验的设计符合虚拟实验的特点； 实验者可直接调用实验设计文件进入预设实验环境。	需要提供足够丰富的典型实验设计案例供指导者选择。 典型实验的场景包含虚拟实验目的、要求、预设实验环境和评价规则。预设实验环境主要设置典型实验所需的仿真资源及其相应的参数。 典型实验可以独立于系统保存，以便不断补充和修改。
1.3	实验指导文件	M	针对典型实验设计提供的各种形式的指导文件。	实验指导文件包含的基本要素齐全； 实验指导文件具有科学性； 实验指导文件具有新颖性。	实验指导文件包括但不限于实验名称、实验背景、实验材料及装置、实验目的、实验原理和理论知识、实验步骤、实验现象和结果等内容。 实验指导文件的科学性主要体现在理论正确、逻辑严密、实验可操作、语言易懂等方面。 实验指导文件的新颖性主要通过论文及其他学术成果判定。 实验指导文件或实验教材可以采取电子化形式，方便提供在线帮助。
1.4	实验知识库	O	针对实验内容建立相关的实验知识库，以便在实验过程中随时为实验者提供知识引入和问题解答。	内容科学严谨，没有常识性和表述性错误； 分类管理； 实验知识库具有形式多样性和内容丰富性； 实验知识库具有足够的资源数量。	知识库中内容的形式包括媒体素材（一般分为文本、图像、音频、视频、动画五大类）、课件、资源目录索引及网络课程等。 实验知识库内容包括但不限于实验相关的概念和理论知识、实验原理、文献资料和案例、算法、问题与解答、实验技能等。 各种形式的实验知识资源应该丰富多彩，给学习者很好的指导与用户体验。
1.5	仿真资源库	M	建立实验仿真资源管理库。	仿真资源分类是否合理； 仿真资源是否丰富； 仿真资源是否可以灵活添加删除。	仿真资源包括：仪器、设备、标本、药剂、工具以及实验台和周边实验环境。 提供对实验仿真资源的管理，包括资源的查询、添加、删除、修改及资源组合等。

4.3.2 虚拟实验教学过程评价参数

影响虚拟实验教学过程（即维度二）评价的参数见表3。

表3 虚拟实验教学过程评价参数

编号	名称	约束性	描述	评价要点	备注
2.1	实验安排	M	根据教学目标进行实验设计及安排。	实验教学设计的基本要素齐全； 实验安排基本要素齐全； 实验的安排合理。	实验教学设计包括实验名称、实验要求、实验方法及批改规则等的设计。 实验安排包括：时间进度、实验指导者、实验者范围、实验者分组、实验内容和实验报告要求等。 实验安排合理取决于所安排的实验是否适合实验对象，实验的时间及进度是否恰当及实验分组是否合理等。
2.2	实验前预习	O	实验者完成实验前的预习。	提供不同模式的预习； 能够产生预习报告或对预习效果进行考核。	实验前的预习可以采取不同的模式进行设计，产生的预习报告常见的有填写的预习报告、预习测试成绩报告等。
2.3	实施实验	M	实验者在虚拟实验系统上完成实验。	实验者可以按照实验指导文件实施实验过程； 在实验时间截止以前一般允许实验者反复进入虚拟实验室并不断修改实验结果。	实验者根据实验指导文件将实验所需要的虚拟设备和材料移动到虚拟实验台上，连接和配置虚拟实验设备，对实验对象进行操作，观察实验对象的反应，对实验现象进行分析。实验结束后提交实验结果。
2.4	实验报告	M	实验实施后填写实验报告并提交批改。	提供实验报告要求和报告模版； 在实验报告时间截止以前一般允许实验者反复进入虚拟实验室并不断修改实验报告结果； 实验报告具有完整性； 实验报告具有便捷性。	根据教师提供的实验报告要求和报告模版，填写实验报告，主要包括但不限于实验名称、实验者、实验时间、实验数据、实验结论与分析等。 实验报告的完整性能促进学习者对实验知识的掌握及相关思考，反映实验者的实验过程及结果以及在实验中的思考。 实验报告提交系统应方便学习者的填写。

表3 (续)

编号	名称	约束性	描述	评价要点	备注
2.5	实验及报告的批改	M	指导者批改实验者提交的实验及实验报告。	提供实验报告全批全改,并记录批改者、批改成绩、批改意见及批改时间;支持人工批改或系统自动批改。	实验报告的批改可以采用人工批改,也可以采取系统自动批改。
2.6	实验成绩分析与汇总	M	对各个实验的成绩进行分析和汇总。	提供对实验者个人或班级的实验成绩分析与汇总;提供汇总形式的实验成绩单;成绩单的格式根据各个学校的要求可进行灵活定制;实验成绩分析的参数根据需要可以修改和补充。	实验成绩分析包括平均值、及格率、最高分、最低分、成绩分段统计等。

4.3.3 实验者评价参数

影响实验者（即维度三）评价的参数见表4。

表4 实验者评价参数

编号	名称	约束性	描述	评价要点	备注
3.1	参与情况	M	建立实验参与率、实验时间及实验次数报表。	提供实验参与率;提供实验者实验所用时间及次数分析。	实际参加实验的实验者数与选课实验者数的比值记作实验参与率。 实验者做实验所用的时间及次数情况,在一定程度上反应实验的难易程度和实验者实验态度。 实验者的实验时间在统计学上应该总体呈现出正态分布的规律。实验时间越长,表明实验相对越难,实验者在实验中遇到的困难与花费的时间精力越多。 实验次数超过一次,表明实验者在实验中没能一次性完成实验;而实验次数越多,表明实验者完成实验花费的精力越多,显现出实验对于实验者来说难度较大,有一定的挑战性。
3.2	实验成绩	M	建立实验完成情况、成绩分布报表。	提供实验的及格率、平均分、实验成绩分布情况;实验成绩分布合理。	班级实验成绩应呈现正态分布且方差应较小。

表4（续）

编号	名称	约束性	描述	评价要点	备注
3.3	主动参与	M	各类交互活动发生情况。	支持各类交互活动，包括实验者与周围的教学资源、实验指导者、其他实验者进行交互； 提供用户主动参与情况分析。	实验者在实验中遇到问题时需要与可用的教学资源发生交互；实验者积极使用虚拟实验系统提供的资源及使用指南等来帮助自己完成实验。 实验者主动参与的程度越高，表明实验中各种交互资源的受欢迎程度越高，也能从侧面反映实验的难度越大。
3.4	技能提升	M	通过不同的方法测试实验者对实验对象认知水平和实验操作技能。	提供实验前后对用户对知识的理解程度的测试、分析和对比； 用户技能得到提升。	实验者技能的提升可以通过实验前后分别测试实验者对知识的理解程度，得到实验者实验前后对实验对象的认知情况以及实验技能的熟练水平的对比来体现。 经过一定的实验训练后，实验者对实验对象认知水平和实验操作技能会有有一定的提升。 认知水平和实验技能的提升是评价实验设计是否合理的重要参数。
3.5	实验环境评价	M	实验者对虚拟实验教学环境的优劣评价及问题反馈。调查问卷、意见反馈都可以充分收集实验者的相关信息。	虚拟实验系统运行稳定； 资源库内容丰富； 实验设计合理； 实验操作便捷； 用户界面友好。	良好的实验环境能有效提高实验者的实验体验，实验环境评价有助于发现虚拟实验系统及相关资源的缺陷或不足。 实验环境评价主要涉及虚拟仿真平台的稳定性、资源库的丰富性、实验设计的合理性、实验操作的便捷性及用户界面的友好性等。
3.6	网上评教	O	实验者对虚拟实验系统中指导者的评价。可用调查问卷或者其他形式，得到实验者对指导者的认识及评价的反馈。	提供网上评教功能，评价的基本要素齐全； 网上评教的方式可以但不限于使用调查问卷的形式。	网上评教主要是实验者对教师的实验指导、实验资源、实验设计、教学质量等进行主观评价。 影响评价的因素可能包括：实验设计的可操作性、指导者解答实验者问题的比例、问题解决时间及质量、指导者在实时指导中的积极程度等。

4.3.4 虚拟实验指导评价参数

影响虚拟实验指导（即维度四）评价的参数见表5。

表5 虚拟实验指导评价参数

编号	名称	约束性	描述	评价要点	备注
4.1	学习帮助	M	提供多种学习帮助资源，供实验者点播查看。	提供多种学习帮助资源；学习者可以随时、方便地获得帮助。	丰富的学习帮助资源是实验指导不可缺少的一部分；应精心组织学习帮助的资源，使实验者可以容易地找到资源，在使用学习帮助时获得更好的用户体验。学习帮助主要包括在线帮助页面、课件资源和虚拟实验系统操作指南等。
4.2	实时指导	M	实验者与实验指导者、实验者之间进行实时在线式的交流。	提供实时指导的交流平台，保障实时交流有效进行；支持语音、视频、文本等多种实时指导方式。	实时指导主要在实验参与者（包括实验者、实验指导者）之间进行，具体实现方式可通过语音、视频、文本等完成。实时指导应保存指导记录，可供下载学习。
4.3	非实时指导	M	实验者通过提交问题方式与其它实验者、实验指导者进行交流。	提供异步指导，异步指导方式包括但不限于论坛发帖、邮件和留言等。	异步指导要具有较好的信息汇聚功能，实验指导者可方便地对提问进行回答。异步指导的过程要有记录、可管理。
4.4	智能指导	O	基于问题库、实验库和知识库，建立智能指导系统。	运用人工智能、数据检索和挖掘技术，在实验教学过程中由虚拟实验教学指导系统对实验者进行智能指导；	智能指导需要足够丰富的资源库，涵盖了实验者遇到的问题，通过实验者遇到困难时求助的方式及内容，给予智能判断，提供指导服务。

4.3.5 虚拟实验系统评价参数

影响虚拟实验系统（即维度五）评价的参数见表6。

表6 虚拟实验系统评价参数

编号	名称	约束性	描述	评价要点	备注
5.1	运行环境	M	向用户完整、具体地说明虚拟实验系统运行所需的基本硬件要求、网络配置及支撑软件名称和版本。	在网站上或产品说明书中有完整的运行环境说明；运行环境说明中向用户详细、具体地说明虚拟实验运行所需的基本硬件要求、网络配置及支撑软件的名称和版本；需要时提供下载所需软件的网址。	说明运行环境要求的方式包括：在网络课程中有专门的页面说明运行环境要求；在产品使用手册或说明书上列出所有要求；在产品包装上列出所有要求。
5.2	安装与卸载	M	虚拟实验系统服务器和客户端的安装。	虚拟实验教学系统的安装简便易操作；客户端如需安装和卸载软件，应简单易操作且容易获得。	服务器端的安装方法应采用打包方式直接安装。如须安装客户端软件，应考虑对浏览器拦截行为的处理并提供相应的指导。
5.3	可靠性	M	虚拟实验系统具有良好的稳定性和可靠性。	虚拟教学环境具有可靠性，可靠性主要包括但不限于：、在较低的软硬件配套成本和较高用户并发情况下的低故障率。	虚拟实验教学系统应考虑在低成本的数据库、中间件、WEB应用服务器的条件下提高可靠性，推荐开源软件的使用。
5.4	兼容性	O	虚拟实验系统可在多个常用软件平台上部署。	服务器应支持多个常用的操作系统、数据库、WEB应用服务器等；客户端应支持常用的浏览器。	服务器端操作系统至少支持Linux/Unix 和 Windows。客户端浏览器支持主流的浏览器，如：IE、Firefox、Chrome 等。
5.5	数据输出	O	从虚拟实验系统中可输出各种有价值的的数据并能与其他平台交换虚拟实验资源。	虚拟实验系统可输出评估数据，实验者学习记录，教师工作记录，系统运行日志，用户统计信息等。	通常使用 XML 文件作为数据输出的文件格式。

4.3.6 功能之间的关系的的评价参数

虚拟实验教学环境中的各个功能之间的关系的的评价参数见表7。

表7 功能之间的关系的的评价参数

编号	名称	约束性	描述	评价要点	备注
6.1	引用	M	虚拟实验教学过程中用到的资源和虚拟实验资源有对应关系。	实验教学设计以虚拟实验系统所能提供的虚拟仪器、设备和器材为基础； 为实验者提供实验教学目标、学习实验指导书和相关的实验知识； 引导实验者在实验后完成填写并提交实验报告。	
6.2	支持	M	虚拟实验资源支撑虚拟实验教学过程。	虚拟实验系统能提供实验教学设计需要的虚拟仪器、设备和器材； 实验教学目标、实验指导书齐备； 实验知识库丰富，能为实验者的操作提供帮助； 实验报告能体现教学设计目标、内容和要求。	
6.3	参与	M	实验者参考虚拟实验教学过程进行实验。	实验者在实验前掌握实验准备、实验操作、技能提升评估的相关信息； 实验者在实验过程中能接收并理解系统提供的帮助。	
6.4	引导	O	虚拟实验教学过程为实验者提供实验引导。	为实验者提供实验准备、实验操作、技能提升评估等活动流程的提示和引导。	虚拟实验资源是指导实验者进行虚拟实验的材料总和。
6.5	学习	O	实验者应在实验前掌握或了解虚拟实验仪器、教学目标和相关指导文件。	实验者在实验前了解实验教学目标、学习实验指导书和相关的实验知识； 实验者掌握虚拟实验仪器的使用。	
6.6	展示	M	虚拟实验资源向实验者展示实验仪器、教学目标和相关指导文件。	实验教学目标、学习实验指导书和相关的实验知识正确，适合实验者的认知水平； 提供虚拟实验仪器的原理和使用说明。	

表7（续）

编号	名称	约束性	描述	评价要点	备注
6.7	指导	M	虚拟实验指导自动或人工为实验者提供帮助。	提供自动和人工两种指导方式； 能根据指导规则自动产生指导信息或寻求人工指导；记录、学习教学指导记录，自动更新指导规则。	
6.8	评教	M	实验者对教学指导系统和指导教师进行评价。	实验者如实评价虚拟实验指导者提供的指导信息的准确性和及时性。	
6.9	跟踪	M	虚拟实验系统记录实验者的行为。	虚拟实验系统要记录实验者的实验过程、实验效果、对实验环境和教师的评价。	
6.10	操作	M	实验者在虚拟实验系统上进行虚拟实验。	实验者要掌握虚拟实验系统的操作方法，能按照实验指导书进行正常操作；实验者的操作技能有明显的提升。	
6.11	导入/导出	M	按照格式要求，虚拟实验系统可导入和导出虚拟实验资源包。	资源包有明确的格式要求；导入/导出操作方便，结果正确，提供必要的反馈信息。	