ICS 35.240.01
CCS L 70

T/CS

团 体 标 准

T/CS 610—2026

自适应学习与评估系统技术规范

Technical specification for adaptive learning and assessment system

2026－09－18 发布 2026－09－18 实施

中国商品学会 发 布

目　　次

前言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　缩略语 2
5　系统框架 2
6　技术要求 4
7　测试 8
8　运维 10

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由成都子之见科技有限责任公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：成都子之见科技有限责任公司、成都有诚智能科技有限公司、成都市华佑智博教育科技有限公司、北京联合利来企业管理有限公司。

本文件主要起草人：周永容、吴嫣、李玉林、范金余、顾孟霞。

自适应学习与评估系统技术规范

1 范围

本文件给出了自适应学习与评估系统的系统框架，规定了技术要求和运维要求，描述了相应的测试方法。

本文件适用于自适应学习与评估系统的设计、开发、应用和维护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 28827.1 信息技术服务 运行维护 第 1 部分：通用要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自适应学习与评估系统 adaptive learning and assessment system

能够根据学习者的能力水平、知识状态、心理特征及学习行为，动态调整学习内容、评估策略和推荐方案的信息化系统。

3.2

深度强化学习 deep reinforcement learning

将深度学习与强化学习相结合，通过智能体与环境交互试错来学习最优策略的机器学习方法。

3.3

多元智能 multiple intelligences

学习者在语言智能、数理逻辑智能、空间智能、人际智能等多个维度上表现出的不同智能倾向与潜能。

3.4

知识图谱 knowledge graph

以知识点为节点、以知识点之间的语义关系（包括前置依赖关系、包含关系、关联关系等）为边的结构化语义网络。

3.5

学习路径 learning path

为实现特定学习目标而规划的知识点学习序列。

注：包含学习内容的先后顺序、各阶段建议学习时长及关键里程碑节点。

3.6

学习路径规划 learning path planning

根据学习者的评估诊断结果与学习目标，通过算法生成最优个性化学习序列的过程。

3.7

学习资源推荐 learning resource recommendation

根据学习者的评估诊断结果与学习路径规划方案，从资源库中匹配并推送适合学习者当前状态的学习材料的过程。

3.8

知识评估 knowledge assessment

基于学习者的答题数据，采用认知诊断模型对学习者各知识点掌握概率进行诊断的过程。

3.9

认知诊断模型 cognitive diagnosis model

通过分析学习者的答题模式而非单纯得分率，对学习者各知识点掌握程度进行精准诊断的数学模型。

注：包括 DINA 模型、神经认知诊断模型等。

3.10

知识点 knowledge point

对学科知识进行细粒度拆分后形成的最小可独立评估与教学的知识单元。

3.11

心理评估 psychological assessment

采用情感计算技术与数字化心理量表相结合的方式，对学习者的学习动机、焦虑水平、自我效能感等心理指标进行综合评测的过程。

3.12

情感计算 affective computing

通过分析学习者的行为模式（如回避行为、求助行为、任务坚持度等）来识别和量化其情感状态的计算技术。

3.13

核心素养 core competency

学习者在逻辑思维、创新能力、合作能力、信息素养等方面应具备的综合性能力与品质。

3.14

多维项目反应理论 multidimensional item response theory

将学习者多个维度的潜在能力特质与项目反应概率相关联的测量理论，用于评估学习者多维能力水平。

3.15

雷达图 radar chart

将多个维度指标映射到极坐标轴上，以多边形直观展示多维度指标取值分布情况的可视化图表。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

API：应用程序接口（Application Programming Interface）

CPU：中央处理器（Central Processing Unit）

DINA：离散型认知诊断（Deterministic Inputs, Noisy“And”Gate）

LMS：学习管理系统（Learning Management System）

NoSQL：非关系型数据库（Not Only SQL）

5 系统框架

5.1 组成

自适应学习与评估系统（以下简称“系统”）框架由数据层、模型层和应用层构成，如图 1 所示。数据层为模型层提供数据支撑，模型层为应用层提供算法与推理能力，应用层面向终端用户提供服务。三层之间通过标准化接口进行数据交互与服务调用。

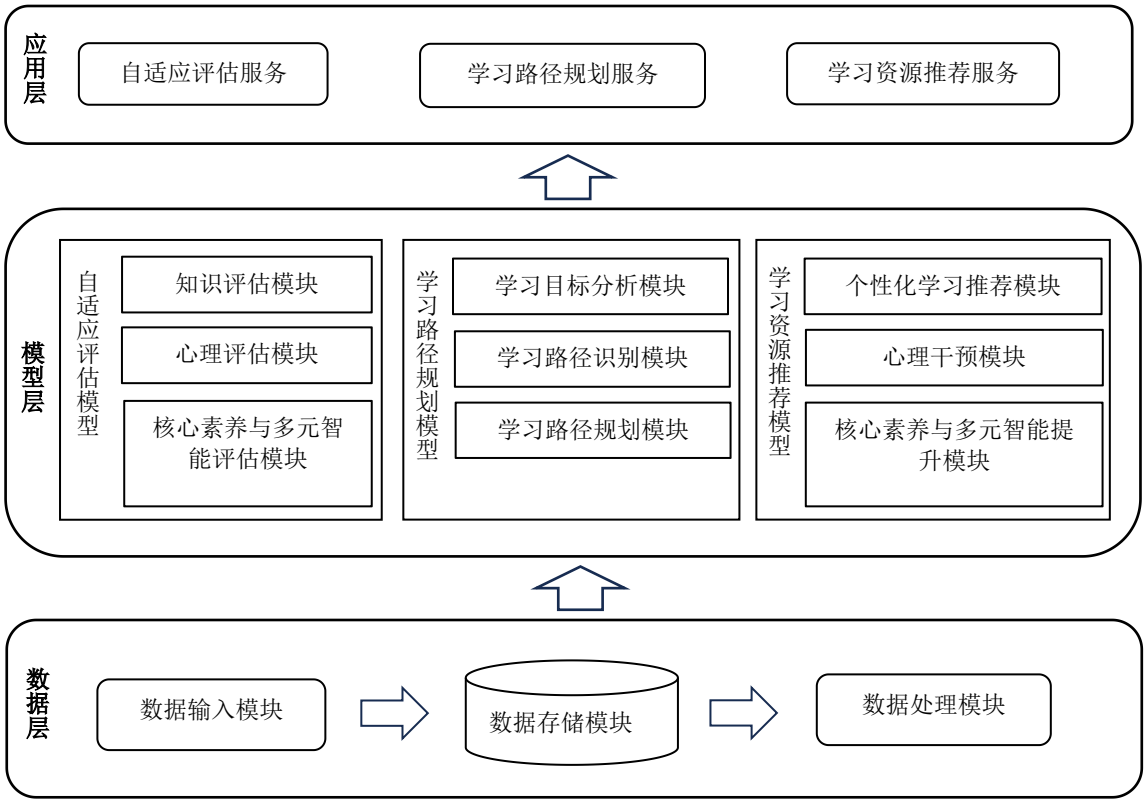


图 1　自适应学习与评估系统框架示意图

5.2　数据层

数据层负责学习数据的采集、存储与处理，是个性化学习需求定制模型的基础支撑，包括下列模块。

a)　数据输入模块。该模块负责采集多源异构的学习数据，来源包括：学习者答题记录（正误、用时、修改痕迹）、学习行为日志（视频进度、点击序列、停留时长）、心理与素养数据（态度量表、情绪状态、多元智能评估结果）、外部系统导入数据（入学成绩、摸底考试、第三方系统数据）。数据输入采用异步消息队列机制，确保采集过程不影响主业务流程。

b)　数据存储模块。该模块负责对各类学习数据进行分类存储：关系型数据库存储学习者信息、题目元数据、考试成绩等结构化数据；NoSQL 数据库存储学习行为日志、用户画像等半结构化数据；图数据库存储知识图谱及其语义关系；对象存储视频、文档等非结构化资源。各类存储之间应保持数据一致性。

c)　数据处理模块。该模块负责对采集到的原始数据进行清洗、整理和转换，剔除无效数据，统一数据格式，整合不同来源的数据，提取可用于模型分析的关键信息，形成标准化的数据集，供模型层调用。

5.3　模型层

5.3.1　自适应评估模型

自适应评估模型负责对学习者进行多维度能力与状态评估，为自适应评估服务提供诊断依据，同时为学习路径规划模型和学习资源推荐模型提供评估结果输入，包括下列模块。

a)　知识评估模块。基于学习者答题数据，采用认知诊断模型（如 DINA 模型、神经认知诊断模型等），通过分析答题模式而非单纯得分率，精准诊断各知识点的掌握程度，输出各知识点掌握概率值，定位知识薄弱点。

b) 心理评估模块。采用情感计算技术与数字化心理量表相结合，通过学习行为模式（回避行为、求助行为、坚持度等）和量表应答数据，综合评估学习动机、焦虑水平、自我效能感等心理指标。

c) 核心素养与多元智能评估模块。采用多维项目反应理论与深度学习评估模型相结合的方法，评估学习者的核心素养发展水平（逻辑思维、创新能力、合作能力、信息素养等）及多元智能倾向（语言智能、数理逻辑智能、空间智能、人际智能等）。

5.3.2 学习路径规划模型

学习路径规划模型负责根据评估诊断结果与学习目标，生成个性化的学习序列与评估序列，为学习路径规划服务提供算法支撑，包括下列模块。

a) 学习目标分析模块。解析课程标准、教学大纲或学习者预设的学习目标，将其拆解为可量化的子技能与知识点集合，覆盖知识掌握、能力发展和核心素养培养三个维度。

b) 学习路径识别模块。基于认知诊断结果与知识图谱，采用知识图谱推理方法，识别学习者当前所处的学习阶段与知识边界，判定已掌握的知识点集合与待学习的知识点集合，充分考虑知识点间的前置依赖关系与语义关联。

c) 学习路径规划模块。综合学习目标分析与学习路径识别结果，采用基于知识图谱的路径搜索算法或深度强化学习方法，动态生成最优的个性化学习序列，包含学习内容的先后顺序、各阶段建议学习时长、关键里程碑节点及对应评价标准。

5.3.3 学习资源推荐模型

学习资源推荐模型负责根据评估诊断结果与学习路径规划方案，从海量资源库中精准匹配并推荐最适合学习者当前状态的学习材料，为学习资源推荐服务提供算法支撑，包括下列模块。

a) 个性化学习推荐模块。基于知识评估结果，综合考虑学习者的知识薄弱点、学习偏好、认知负荷与遗忘规律，采用基于知识图谱的推荐算法或深度强化学习方法，从资源库中匹配推荐视频讲解、图文讲义、练习题、拓展阅读材料等。

b) 心理干预模块。基于心理评估结果，生成个性化的心理干预方案，包括学习动机激励策略、考试焦虑缓解训练、学习自信心建设活动、时间管理与自我调节方法指导等。干预策略应根据学习者心理状态动态调整并跟踪效果。

c) 核心素养与多元智能提升模块。基于核心素养与多元智能评估结果，遵循最近发展区原则，生成针对性的素养提升活动与智能发展任务，安排适度挑战性任务，促进核心素养全面发展与多元智能优势强化。

5.4 应用层

应用层将模型层的算法能力封装为面向终端用户的标准化服务，通过应用程序接口对外提供，包括下列服务。

a) 自适应评估服务。基于自适应评估模型的能力，根据学习者当前能力水平动态生成个性化测验试卷，支持根据能力估计结果选取最优题目、实时评分与多维反馈、自动生成多维度评估报告（含知识评估报告、心理评估报告、核心素养与多元智能评估报告）。

b) 学习路径规划服务。基于学习路径规划模型的能力，为学习者生成个性化的阶段性学习计划。服务输入为学习者标识与学习目标，输出为分阶段学习路径图（含知识点的依赖关系与前置条件）、学习日程建议及关键里程碑节点。

c) 学习资源推荐服务。基于学习资源推荐模型的能力，为学习者精准推送个性化的学习材料、心理干预方案和素养提升活动。服务输入为学习者标识与当前学习上下文，输出为按优先级排序的推荐资源列表及每项资源的推荐依据，资源类型包括视频讲解、图文讲义、练习题、拓展阅读材料、心理干预活动、素养提升任务等。

6 技术要求

6.1 功能

6.1.1 用户管理

6.1.1.1 系统应提供用户注册、登录、身份认证功能。

6.1.1.2 系统应按照权限最小化原则提供权限管理功能。不同角色（学习者、教师、管理员、家长等）应具有差异化的功能权限与数据访问权限。

6.1.2 数据采集与接入

6.1.2.1 多源数据接入

系统应支持对接多种数据源，包括但不限于：

a) LMS 数据；
b) 在线评估系统数据；
c) 第三方教育系统数据；
d) 手动录入或批量导入数据。

6.1.2.2 数据采集配置

系统应满足下列要求：

a) 支持配置数据采集的频率（实时、每小时、每天、每周）；
b) 支持配置数据采集的范围（全量采集或增量采集）；
c) 支持实时采集与定时批量采集两种模式。

6.1.2.3 数据预处理

系统应具备下列数据预处理能力：

a) 数据清洗：剔除空值记录、格式错误记录和重复记录；
b) 格式标准化：将不同来源的数据转换为统一格式；
c) 异常值检测：标记超出合理范围的数据值；
d) 缺失值处理：对缺失数据进行标记或按规则填充。

6.1.3 知识图谱管理

6.1.3.1 图谱构建

系统应支持基于课程标准或教学大纲构建知识图谱，包含知识点节点及其语义关系（前置依赖、包含关系、关联关系等）。

6.1.3.2 图谱维护

系统应支持知识图谱的下列维护操作：

a) 新增知识点节点；
b) 编辑知识点属性；
c) 删除知识点节点。

6.1.3.3 图谱导入导出

系统应支持知识图谱的标准化导入与导出，便于跨系统共享与复用。

6.1.4 自适应评估

6.1.4.1 知识评估

系统应具备下列知识评估能力：

a) 基于认知诊断模型（如 DINA 模型、神经认知诊断模型等）进行知识点掌握概率诊断；
b) 输出每个知识点的掌握概率值（精确到小数点后两位）；
c) 自动识别掌握概率值低于 0.6 的知识点作为薄弱点，掌握概率值高于 0.85 的知识点作为优势点；
d) 支持评估结果的动态更新与历史追溯，以雷达图展示。

6.1.4.2 心理评估

系统应具备下列心理评估能力：

a) 集成数字化心理量表（学习动机量表、焦虑量表、自我效能感量表等）；
b) 基于学习行为数据进行情感计算与分析，分析的指标应包括：回避行为频率、求助行为频率、任务坚持度；
c) 综合输出学习动机、焦虑水平、自我效能感等心理指标；
d) 支持心理评估结果的趋势分析。

6.1.4.3 核心素养与多元智能评估

系统应具备下列素养与智能评估能力：

a) 基于多维项目反应理论评估核心素养发展水平；
b) 基于深度学习评估模型评估多元智能倾向；
c) 输出核心素养各维度（逻辑思维、创新能力、合作能力、信息素养等）的发展水平；
d) 输出多元智能（语言智能、数理逻辑智能、空间智能、人际智能等）的倾向分布，以雷达图展示。

6.1.5 学习路径规划

6.1.5.1 学习目标解析

系统应支持：

a) 导入课程标准、教学大纲等规范性文件；
b) 将学习目标自动或半自动拆解为可量化的子技能与知识点集合；
c) 教师或学习者手动设定与调整学习目标。

6.1.5.2 路径生成

系统应支持：

a) 基于知识图谱推理识别学习者当前知识边界；
b) 采用路径搜索算法或深度强化学习方法生成个性化学习序列；
c) 输出包含学习内容顺序、建议学习时长、里程碑节点的学习路径图。

6.1.5.3 路径动态调整

系统应根据学习者的学习进度与评估结果，动态调整学习路径。当学习者完成一个阶段的学习后，系统应重新评估并更新后续路径。

6.1.6 学习资源推荐

6.1.6.1 个性化推荐

系统应具备下列推荐能力：

a) 基于知识评估结果推荐针对性的学习材料；
b) 综合考虑学习偏好（视频或图文）、认知负荷与遗忘规律进行推荐；
c) 推荐结果应标注推荐依据。

示例：“基于您对‘一元一次方程’的掌握薄弱，推荐以下视频”。

6.1.6.2 心理干预推荐

系统应基于心理评估结果推荐个性化的心理干预方案，包括但不限于：

a) 学习动机激励策略（如设定短期可达目标、正向反馈）；
b) 考试焦虑缓解训练（如深呼吸练习、正念冥想）；
c) 学习自信心建设活动（如成功经验回顾、优势识别）；
d) 时间管理与自我调节方法指导

6.1.6.3 素养提升推荐

系统应基于核心素养与多元智能评估结果推荐针对性的素养提升活动与智能发展任务。

6.1.7 评估与报告

6.1.7.1 自适应测验

系统应支持：

a) 根据学习者当前能力水平动态生成个性化测验试卷；
b) 支持多种题型（选择题、填空题、简答题、论述题等）；
c) 实时评分与即时反馈；
d) 测验结果自动纳入评估模型更新学习者画像。

6.1.7.2 报告生成

系统应自动生成多维度评估报告，包括但不限于：

a) 知识评估报告：各知识点掌握程度、薄弱点分析、学习建议；
b) 心理评估报告：心理指标得分、状态描述、干预建议；
c) 核心素养与多元智能评估报告：各维度发展水平、优势与不足、提升建议；
d) 学习进度报告：学习路径完成情况、里程碑达成情况。

6.1.8 系统管理

6.1.8.1 用户与权限管理

系统应提供用户管理、角色管理、权限分配等功能，支持基于角色的访问控制。

6.1.8.2 系统配置

系统应支持系统参数的配置与管理，包括评估模型参数、推荐算法参数、报告模板等。

6.1.8.3 日志管理

系统应记录系统操作日志，包括用户登录、数据操作、评估执行、推荐生成等关键操作，日志应包含时间、操作者、操作类型、操作内容与操作结果。

6.1.8.4 信息展示

系统应展示版本信息、版权信息及相关术语释义。

6.2 性能

6.2.1 系统在标准部署环境下，符合下列性能要求：

a) 单次知识评估（针对 1 000 名以内学习者的并发评估）响应时间不应超过 10 s；
b) 学习路径规划单次生成响应时间不应超过 5 s；
c) 学习资源推荐单次请求响应时间不应超过 3 s；
d) 在 100 次/s 并发 API 请求下，核心页面加载时间不应超过 3 s。

6.2.2 具体性能指标可根据实际部署环境调整，但应在产品文档中明确标称值。

6.3 可靠性

6.3.1 高可用

高可用要求如下：

a) 系统应提供自动故障探测及管理功能；
b) 系统组件应无单点故障风险；
c) 集群任意节点发生故障时，不应出现服务中断、数据丢失或数据不一致的情况；
d) 系统应能长期无故障不间断运行。

6.3.2 数据备份与恢复

数据备份与恢复要求如下：

a) 应提供学习数据、用户画像、评估结果等关键数据的备份功能；
b) 应支持数据全量备份和增量备份；
c) 应支持数据自动备份和手动备份；
d) 应提供数据恢复功能，确保恢复后数据完整性和系统可用性。

6.4 安全性

6.4.1 用户认证

用户认证要求如下：
a) 应对登录用户进行身份标识和鉴别；
b) 用户身份鉴别信息应满足一定的复杂度要求，并支持定期更换；
c) 应提供登录失败处理措施，如结束会话、限制非法登录次数、登录连接超时自动退出等。

6.4.2 权限管理

权限管理要求如下：
a) 应以系统功能模块为单位配置角色和用户；
b) 应按照权限最小化的原则为用户配置权限；
c) 应支持按数据表级、数据字段级的粒度为用户分配数据访问权限。

6.4.3 数据安全

数据安全要求如下：
a) 应提供学习者个人信息、评估数据等敏感数据的存储加密功能；
b) 应提供系统敏感数据加密传输功能；
c) 应支持数据访问审计，记录数据访问行为。

6.5 兼容性

系统应具备良好的环境适应性，支持在主流的操作系统、数据库及浏览器环境中部署和运行。

6.6 可维护性

系统应便于系统的部署、维护和升级，具体要求如下：
a) 系统安装和初始化：支持系统初次安装和初始化，内置管理员账户；
b) 日志和监控：提供系统运行日志、操作审计日志，便于问题排查和系统维护；
c) 模型更新：支持评估模型、推荐模型的在线更新与版本管理。

7 测试

7.1 测试准备

7.1.1 测试环境

应搭建贴近生产的测试环境，并符合下列要求：
a) 硬件、软件、网络尽量模拟实际部署条件；
b) 完整部署系统及算法模型、知识图谱；
c) 准备覆盖正常、边界、异常场景的测试数据集；
d) 测试环境与生产环境隔离，不得影响生产数据。

7.1.2 测试工具

应配置适配工具，包括功能测试、性能压力测试、安全测试、日志分析、缺陷及文档管理工具。

7.2 功能测试

7.2.1 用户管理

验证用户注册、登录、权限分配等功能是否正常工作。

7.2.2 数据采集与接入

验证多源数据接入、数据采集配置、数据预处理等功能是否正常工作。

7.2.3 知识图谱管理

验证知识图谱的构建、维护及导入导出功能。

7.2.4 自适应评估

验证知识评估、心理评估、核心素养与多元智能评估功能。

7.2.5 学习路径规划

验证学习目标解析、路径生成与动态调整功能。

7.2.6 学习资源推荐

验证个性化推荐、心理干预推荐、素养提升推荐功能。

7.2.7 评估与报告

验证自适应测验生成、自动评分、报告生成功能。

7.3 性能测试

7.3.1 基准测试：

a) 模拟 1 000 名学习者并发提交知识评估请求，记录系统响应时间；
b) 模拟单次学习路径规划请求，记录响应时间；
c) 模拟单次学习资源推荐请求，记录响应时间。

7.3.2 负载测试：逐步递增用户并发数、评估任务数与推荐请求数，持续监测系统响应时间及服务器CPU、内存、网络等资源使用率，确认系统运行平稳。

7.3.3 压力测试：模拟 100 次/s 并发 API 请求的访问压力，持续访问系统核心页面，记录页面加载时长。

7.4 可靠性测试

7.4.1 故障容错：模拟集群节点故障，验证系统是否自动切换且服务无中断、数据无丢失。

7.4.2 备份恢复：执行数据备份并模拟数据损坏场景，验证恢复后数据完整性和系统可用性。

7.4.3 长时间运行：连续运行系统 72 h，监测其稳定性。

7.5 安全性测试

7.5.1 权限控制：创建不同角色用户，验证权限分配准确且无法越权访问。

7.5.2 安全机制：验证密码策略、登录控制、数据加密等安全功能是否按设计正常工作。

7.6 兼容性测试

7.6.1 在主流操作系统版本下部署系统，完成核心业务流程操作，验证部署正常、业务功能可正常执行。

7.6.2 数据库：对接主流版本数据库，执行数据读写、导入导出、备份恢复操作，校验数据读写正确、无错乱丢失。

7.6.3 浏览器：使用主流浏览器不同版本访问系统全部核心页面，开展完整业务操作，校验页面渲染正常、交互功能可用，无布局错乱、按钮失效。

7.7 可维护性测试

7.7.1 验证系统安装初始化、版本升级流程可正常执行。

7.7.2 核查运行日志、审计日志完整，支持故障排查。

7.7.3 执行评估模型、推荐模型在线更新操作，验证更新过程不中断业务。

7.8 测试交付

测试完成后应提供下列交付物：

a) 系统测试方案；
b) 测试用例；
c) 阶段测试报告；
d) 缺陷清单；
e) 系统测试报告；
f) 测试用例执行结果；
g) 系统操作手册；
h) 安全测试报告。

8 运维

8.1 系统的运行维护应符合 GB/T 28827.1 的规定。
8.2 应建立日常维护制度，定期对硬件设备、网络系统及软件系统进行检查、维护，保障系统的兼容性和开放性。
8.3 应建立模型性能监控机制，定期评估评估模型与推荐模型的效果，必要时进行模型更新与优化。
8.4 应建立数据安全与隐私保护机制，定期进行数据安全审计。