基于AIT课堂的数智赋能化学实验教学模式探索与建构

——以“铁及其化合物的性质”实验为例

李春秋，周　洁，李美莲，肖　玲，郭　鹏
（衡东县第一中学，湖南衡阳 421400）

摘　要：县域农村高中化学分组实验存在协作不实、互动不足、素养难落实及数字化低效等问题，在“IT-双向驱动”课堂基础上提炼AIT教学模式，以“铁及其化合物的性质”实验为例，整合思维导图与便携式离子传感器，提出“预研—实操—互评—复盘”四阶段闭环的“团队·互动”实验教学法。按异质分组、定岗轮岗组织教学，将学科素养发展嵌入实验全过程。两年平行分班对照实验表明：实验班全程参与率由58%提升至90%，有效互动率提升42%，证据推理与实验探究能力显著增强。该模式适用于县域高中常规实验教学，为素养导向与数智化改革提供可复制推广的实践方案。

关键词：数智赋能；思维导图；核心素养；农村高中；AIT课堂；铁及其化合物
DOI：10.19935/j.cnki.1004-2326.2026.10.006
引用格式：李春秋，周洁，李美莲，等.基于AIT课堂的数智赋能化学实验教学模式探索与建构：以“铁及其化合物的性质”实验为例[J].实验教学与仪器，2026，43(10)：23-26.

《普通高中化学课程标准日常修订版（2017年版2025年日常修订）》指出，化学实验是落实学科核心素养、发展学生科学探究能力的核心载体，倡导以合作探究、证据推理、真实情境应用为核心的课堂教学。教育部《教师数字素养》要求中小学教师依托数据采集、可视化呈现等数字工具重构课堂教学与评价体系，推动信息技术与学科教学从“浅层叠加”走向“深度融合”[1]。湖南省黄恭福数字教研工作室迭代形成AIT课堂教学模式：A代表人工智能与数字技术的适切运用，I指向以大概念建构统领教学设计，T指向依托真实大任务开展教学设计，典型特征为基于情境、问题导向、深度思维、高度参与[2]。人教版必修一“铁及其化合物的性质”涵盖铁还原性、铁盐氧化性、亚铁盐双重性质及Fe^{3+}检验，是落实氧化还原大概念的典型实验。但县域农村高中受硬件有限、学生分层明显、教学惯性等因素制约，实验教学存在小组协作形式化、思考缺乏深度、素养训练不系统、数字手段低效等问题。据此，笔者从农村高中轻量常态教学出发，提出数智助力“团队·互动”闭环实验方法，长期对照实验验证，探索符合县域实际的化学实验教学改进方案。

1　教学问题审视

结合县域教研帮扶调研与两学年一线教学实践发现，县域农村高中化学分组实验教学未能有效落实“IT-双向驱动”育人目标[2]，主要存在四类结构性短板：一是小组未设岗位轮换制度，探究任务多由个别优等生完成，全员参与落空；二是课堂互动限于问答形式，缺少基于证据的小组论证与跨组讨论，难以催生深层思维；三是实验操作、微观模型与事实性知识割裂处理，大概念与大任务未贯通，核心素养沦为贴标签式结论；四是数字技术运用表面化，以视频代替实操探究，思维导图与定量传感未形成完整链条[3]。针对上述问题，笔者以低成本数智手段为基础，将铁及其化合物的定性现象、定量分析与农耕乡土情境融入实验，设计闭环型“团队·互动”实验课。

2　模式内涵与融合逻辑

2.1　数智赋能“团队·互动”闭环课堂核心内涵

数智赋能“团队·互动”实验课堂是针对县域农村高中现实学情设计的轻量型素养教学方案，不照搬城市名校高端智慧实验室模式，具有低成本、常态化、可推广的基层适应优势。基本探究单位为4人异质小组，设组长、仪器员、记录员、汇报者四类角色，按课时轮岗，确保学生获得均等探究机会。整堂课按“课前预研交流—课中实操协作—课中思辨互评—课后复盘迭代”四段无断层闭环组织：课前以在线导图统筹预习，课中借助传感器获取定量数据，课后线上互查补充方案细节。定岗轮换的异质分组正是“团队·互动”成功、破解“优生独做、学困生闲置”难题最直接可行的路径。

2.2 数智工具、“团队·互动”与核心素养的融合路径

采用四类轻量化数字工具，与四段“团队·互动”课堂闭环一一对应，精准匹配四项化学核心素养。一是在线思维导图（免费网页工具）：课前发放空白模板，各小组按铁元素价态作逻辑归纳，课内即时补充实验现象与反应式，课后完成知识汇总，清晰建立物质转化概念，落实宏观辨识、微观探析及模型认知[4]；二是便携式铁离子浓度传感器（单台约百元）：实时呈现铁离子浓度变化，将颜色变化换算为定量信息，助力科学探究与创新精神养成；三是班级协作型在线文档（办公软件免费版）：各组同步记述观察现象与数据，课后上传整理导图，跨组进行线上评分评论；四是虚拟仿真微课（教师自制短视频）：规范演示氯水、KSCN等试剂操作，结合地方土壤、农肥状况做延伸思考，促进科学态度与社会责任形成。上述工具采购费用低廉，一般农村高中可轻松配备。

2.3 “铁及其化合物的性质”实验教学适配性分析

教材实验活动2设置铁单质还原性、铁盐氧化性、亚铁盐双重氧化还原性、Fe^{3+}检验等系列操作，还抛出“铁屑制备硫酸亚铁晶体”真实探究问题，天然承载氧化还原大概念，具备开展AIT课堂大任务教学设计的先天条件。其优势主要体现在三个方面：第一，耗材易得、成本低廉，草木灰、果蔬、维生素C等乡土物项可就地取材；第二，定性观察与定量分析相结合，以分层任务适配不同学情；第三，真实情境可感，将农田施肥、果蔬保存等乡土实际问题引入课堂，以“大问题”驱动探究。

3 四阶闭环“团队·互动”课堂实施范式

依托AIT课堂双向育人逻辑，以实验活动2“铁及其化合物的性质”为落地载体，构建标准化、可复制的“预研—实操—互评—复盘”四阶闭环教学范式。

3.1 课前预研互动：导图建构，分工前置

（1）搭建异质分组与定岗轮岗机制。

依据学生学业成绩及探究思维特点，全班划分为12个实验小组，每组由1名优等生、2名中等生和1名学困生组成。各小组设四类岗位，按课时轮流担任：组长管任务、查进度、做协调；仪器操作员规范操作器材；数据记录员留现象、记数值、画曲线；汇报点评员整理成果、作陈述、作比较性评价。岗位分工与定期轮换相结合，从根本上避免了小组“伪合作”。

（2）思维导图驱动前置大概念建构。

课前围绕“Fe、Fe^{2+}、Fe^{3+}价态转化”给出思维导图模板，把物质性质、转化规律、操作标准及乡土用途作为四大主干模块，对应单元大概念。各小组线上协同预习，任务分层设置：学困生掌握基本事实和反应式；中等生思考价态变化关系；优等生以本地区农田为例设想探究课题，思考“铁屑制备硫酸亚铁晶体”的初步方案。教师归纳班级困难点，有针对性地设计课堂探究层次。

3.2 课中实操互动：定量探究，协同践悟

（1）实验器材与分层探究任务相结合。

在教材实验活动清单基础上，为每组增设便携式铁离子传感器。除完成教材基础试管实验外，进一步分层设置三级探究任务。任务1（基础）：完成教材原有实验，包括铁与硫酸铜反应、$FeCl_3$与铜片反应、$FeCl_2$与锌片反应、Fe^{3+}的检验等；任务2（提升）：借助传感器采集离子浓度变化，绘制变化曲线，小组分析实验结果；任务3（拓展）：对接教材讨论问题，围绕“铁屑制备硫酸亚铁晶体”开展方案研讨，结合维生素C可还原Fe^{3+}的性质，类比农村利用维生素C保鲜果蔬的做法。

（2）组内协作实操流程。

课前5 min，各组依据操作导图完成流程复盘，组长下达实操任务并同步分工：操作员规范滴加试剂、完成传感器安装调试；观察员聚焦试管内实时变化，第一时间报告颜色、状态等现象；记录员同步录入试剂浓度、实验现象等数据；组长全程把控操作节奏，出现异常情况立即召集组员共同分析原因。通过定岗定责与数字传感器的配合，组内无闲置学生，生成的定量曲线可直接作为小组讨论的客观依据，摆脱了仅靠视觉判断带来的主观误差。

3.3 课中思辨互评：质证研讨，建模进阶

（1）组内分层，深度思辨。

每组以实验现象和定量曲线为核心线索，同步补全课堂动态导图，围绕三层阶梯式问题依次发言：基础问题聚焦Fe^{2+}、Fe^{3+}的特征显色反应，引导学生完成从宏观现象到微观本质的对应关联；提升性问题锚定离子浓度变化与氧化还原进程的对应关系，指导学生依托实验证据推导反应规律、规范书写电子转移过程；拓展问题对接本地生产生活场景，引导学生思考含铁化肥忌与草木灰混用、补铁药剂需密封保存的底层原理。

组内采用分层递进的发言规则：学困生优先分享实验中直接观察到的客观现象，中等生完成对应化学反应的常规规律归纳，优等生结合本地农业生产场景做延伸阐释。记录员同步将小组的推理过程补充到动态导图

中，按逻辑链条完善全部证据节点，依托“团队·互动”模式同步训练学生的证据推理与模型建构能力。这一环节的课堂不再是单一的教师知识输出，学生通过协作思考自主推导得出规律，思维的独立性得到显著强化。

（2）跨组答辩，互评提质。

各小组需汇报探究过程、实验数据及思维导图建构情况，全班通过质询、答辩或量化互评等方式开展交流。以省级素养课堂为标准，从实验规范性、数据准确性、推理完整性及情境切题度4个维度进行多角度剖析，营造多向互动与深度思考的课堂氛围。教师针对探究中出现的逻辑漏洞或结论偏差给予针对性提示，引导学生自主修正设计方案并归纳知识要点，真正把“深度思维、高度参与”运用到IT课堂中。

3.4 课后复盘迭代：协同总结，闭环提质

（1）小组线下协同复盘。

按小组对所学内容作系统性回顾，由全体成员分担思维导图的制作，把操作规范、氧化还原模型、定量曲线、误差、乡土资源、微型实验6项要素都纳入整理范围，用以改进大概念知识结构。学困生应着重掌握基本操作、基本事实；中等生要理顺思考脉络、补全认知模型；优等生要利用乡土信息作延伸实验或分析，并把所学知识迁移到新情境中加以运用。

（2）线上进行跨组讨论，迭代互评。

各组先将思维导图与微型实验设计思路上传至班级线上资源库，采用跨组互评的“团队·互动”模式，通过打分、留言两种形式完成互评，同步提出改进建议。各组依据他组反馈调整实验方案，最终形成完整的迭代改进报告。教师从中遴选优秀成果在课堂上展示，将年级生成性教学资源统一转化为标准化数字资源，落实数字化协同育人理念。课后延伸的“团队·互动”任务需紧密结合本地农村生产生活实际，引导学生运用化学知识解决家乡真实问题，启发学生的科学思维与社会关怀意识，由此形成四阶段完整的“团队·互动”教学闭环。

4 教学成效与实证分析

为系统检验该教学模式的实际育人成效，笔者选取本校4个高一平行班作为研究对象，于2024~2026学年开展为期两年的对照行动研究：其中2个班级设为实验班，全程实施数智“团队·互动”四阶闭环教学；另外2个班级作为对照班，沿用随机分组模式开展常规化实验教学。研究对两种类别班级的课堂实时状态与探究类任务完成质量等进行长期跟踪与数据采集，目前已取得较为显著的实践成效，主要体现在以下5个方面。

（1）有效破解小组“伪合作”难题。对照班学生的实验操作与课堂发言参与率不足60%，学习参与度两极分化特征显著；实验班通过异质分组定岗与定期轮岗，实现人人有责，各教学环节全员均有贡献，学生课堂实际参与率稳定在90%左右，破解传统实验教学中长期存在的优生垄断展示机会、学困生被边缘化的教学困境[5]。

（2）系统性优化课堂思维层级，推动学生高阶思维能力持续发展。对照班的知识传递以浅层问答为主，缺乏深度讨论；实验班每节课设置的高阶思考任务与跨组答辩环节时长均不低于10 min，学生能够熟练地运用证据进行推理、梳理逻辑链条、优化实验方案，主观题的平均得分较对照班高出约3.6分，实现了高阶思维成长的可观测、可评价。

（3）推动化学学科核心素养真实落地，规避“贴标签式”素养培育误区。新模式以思维导图搭建认知建构路径，以定量传感技术强化证据推理过程，以分层递进任务带动完整科学探究，以本土乡土情境激活社会责任意识，将原本抽象的学科素养目标转化为课堂中可见、可查证、可量化的具体教学行为，真正实现素养培育的整体性与精准性统一。

（4）精准补齐基层高中办学短板，实践应用价值突出。该模式无须依赖高价智慧教学设备或专属定制资源，仅依托常规实验器材与低成本、易获取的数字化工具即可长期稳定运行，高度契合当前县域农村高中硬件配置有限、教师数字化教学能力有待提升的办学现状。经多轮县域教研试点验证，该模式流程清晰、可操作性强，是适配基层中学的可推广优质教学方案。

（5）模式通用性强，覆盖教学场景广泛。从四阶闭环的完整教学逻辑，到异质合作的分组机制，再到数智工具与素养目标的双向融合，整体完全契合“IT-双向驱动”的基础教育课改方向，可直接迁移至无机物性质探究、电化学实验、有机物制备等各类化学实验的分组教学设计，教学落地门槛低，适用范围广泛。

5 教学反思与优化策略

对两年来常态化的课堂教学、教研组课题研究及有关学情进行归纳分析后可知，笔者所采用的教学模式基本达到素养、数智、全员三者兼顾的课改要求。然而，针对农村学生数字能力较弱或评价不够精细等实际教学困

难，该模式仍有改进余地，现提出相应对策。

5.1 优化数字工具培训方式，保障课堂时长

县域农村学生普遍缺乏数字化学习经验，对课堂使用的思维导图工具、数字化传感器操作等不够熟练，器材调试环节极易挤占课堂探究时间。后续教学可在课前向学生推送极简操作微课与配套图文指引材料，引导学生课前掌握基础操作技能；同时在组内设置轮值“数字助手”岗位，由专人统一处理设备调试等任务，让技术性操作环节有序前置、高效完成，为课堂深度讨论与高阶思维活动预留充足时间。

5.2 细化互评维度设计，提升评价质量

学生在初期开展跨组互评时，评价内容往往仅聚焦实验操作规范、报告排版美观等表层要素，对实验设计严谨性、逻辑链条完整性、方案创新性等缺乏深度研判。后续需严格对照省级素养课堂评价标准设计互评量表，将证据分析充分性、逻辑推导严密性、乡土情境适配度设为核心评价指标并加以落实；同时，教师需以高阶启发性问题引导学生开展互评，促使学生给出有理有据的判断与建议，让互评环节成为严谨、专业的思辨训练过程。

5.3 完善多元评价体系，兼顾集体共进与个体成长

原有评价方式多以小组整体得分为核心，无法精准区分不同成员的实际贡献，存在少数学生“搭便车”参与的问题。后续需落地“团队综合得分占60%+个人素养得分占40%”的立体化评价机制，将实验结果、成果质量、互评反馈全部纳入团队得分核算范畴，同时按不同岗位职责、每课时参与表现、各阶段探究任务完成情况分别核算个人成绩，用团队配合和个体成长两种思路来促进整体进步。

5.4 设计分层拓展任务，缩小探究质量差异

统一化的拓展任务无法适配差异化学情，极易造成探究水平两极分化的问题。后续需对课后拓展任务做层级化设计：基础层任务聚焦现象观察与化学方程式书写，确保全体学生落实基本知识点；提升层任务要求学生结合实验原理与实测数据，用证据推导因果逻辑；创新层任务引导学生结合本地农耕生产实际，提出针对性改良思路或实验方案，让不同层级的任务真正适配不同学生的成长需求。

6 结语

县域农村高中化学实验教学改革必须立足基层现实办学困难与本土学情特点，设计轻量型、常态化、可执行的本土化实施方案，切忌直接照搬城市学校的智慧课堂模式。笔者依托湖南省黄恭福数字教研工作室AIT课堂的基本思路，以“铁及其化合物的性质”实验为典型教学案例，运用轻量化数智工具，构建起“预研—实操—互评—复盘”四段闭环的“团队·互动”教学模式。

为期两学年的对照实验结果表明，该模式与新课标学科素养要求、教师现有数字化教学能力高度适配，通过定岗轮岗机制破解全员参与难题，将数智定量数据引入证据推理环节，以分层任务推动学生素养阶梯式发展，依托本土乡土情境深化课程育人价值，这是一套低投入、高效益的农村化学实验教学解决方案，真正实现了“无伪合作、无浅互动、无空数字”的理想教学成效。

该模式具备流程标准化、实施常态化、成本低廉化的特点，完全适配县域农村高中常规教学场景，是推动化学实验数智化转型、落地素养课堂的可行实践路径。后续将继续遵循“大概念进阶、大任务拓展”的思路，将该模式迁移推广至各类化学实验教学场景，持续深化数智工具、合作机制与学科核心素养的深度融合。

基金项目：湖南省首届基础教育教学改革研究项目“基于核心素养发展的中学化学‘IT-双向驱动’课堂教学实践研究”，编号：Y20230711；湖南省第三届基础教育教学改革项目“借力思维导图构建农村高中化学‘团队·互动’高效课堂的研究”，编号：25JGYB0373。

作者简介：李春秋（1980—），男，高级教师，研究方向：中学化学教学、化学课程改革，E-mail：64894881@qq.com。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部.教师数字素养：JY/T 0646—2022[EB/OL].(2022-11-30)[2026-08-10].https://www.cdnkxy.edu.cn/__local/B/1A/0F/418AB95ECF4851DF5BB9CB360BC_449BC9A1_501D0.pdf.

[2] 黄恭福.基于核心素养发展的中学化学“IT-双向驱动”课堂建构及教学实现路径[J].实验教学与仪器，2024，41(12)：43-47，80.

[3] 余胜泉.教师生成式人工智能应用指引[R].第一版.北京：教育部教育技术与资源发展中心，2024.

[4] 李娟.思维导图在高中化学分组实验教学中的应用研究[J].实验教学与仪器，2023，40(08)：23-25.

[5] 张建军.农村高中小组合作高效课堂构建策略[J].中小学教学研究，2022(11)：45-48.