# AIT课堂数字化实验特征与教学映射

唐 庆[1],杨 焱[2],肖修峰[3],龙嘉希[1]

(1.湖南师大附中特立学校,湖南长沙 410114;2.长沙市教育科学研究院,湖南长沙 410016;3.长沙市稻田中学,湖南长沙 410021)

**摘 要**:AIT课堂秉持数智技术价值理性超越工具理性,坚持以人为本、技术向善,是师生机协同教学的课堂。《义务教育化学课程标准(2022年版2025年日常修订)》将数字化实验从教研探索提升为国家课程标准。以新课标为指导,以人教版、北京版两套教科书为对象,从课标要求梳理、教材呈现差异分析与隐性教学接口挖掘3个层面展开系统考查。研究发现:人教版化学教科书对课标数字化实验要求的落实率为20%,且全部置于非核心栏目,定位为拓展性资源;北京版覆盖率为50%,多嵌入"探究·实践"等核心栏目,定位为认知建构路径。此外,教材中部分跨学科实践与课外活动虽未明确使用传感器,但任务本身对连续数据采集和定量分析的需求已构成数字化实验的隐性接口。上述分析为一线教师理解课标与教材的映射关系、精准选取数字化实验及校本化开发的切入点提供了参考依据。

**关键词**:数字化实验;AIT课堂;教材呈现;映射关系;特征

**DOI**:10.19935/j.cnki.1004-2326.2026.10.004

**引用格式**:唐庆,杨焱,肖修峰,等.AIT课堂数字化实验特征与教学映射[J].实验教学与仪器,2026,43(10):14-18.

《义务教育化学课程标准(2022年版2025年修订)》(以下简称新课标)在"课程资源开发与利用"等条目中明确提出注重运用现代信息技术手段、使用传感器等技术表征化学反应中物质变化等要求,标志着数字化实验已从教研探索层面上升为国家课程标准,为一线教学提供了明确的政策导向。这一要求与湖南省黄恭福数字教研工作室提出的AIT课堂理念高度契合——AIT课堂倡导在教学中合理适切地应用数字技术与人工智能,秉持数智技术价值理性而非工具理性,坚持以人为本、技术向善,是师生机协同教学的课堂新样态。

## 1 问题提出

新课标的宏观要求如何转化为教材的具体呈现,教材的编排又如何为一线教学提供引导,是教师在开展数字化实验教学研究前必须厘清的前提性问题。传统实验在定量分析、精准测量、动态追踪等方面存在局限,难以满足新课标对科学探究的深层要求,而数字化实验凭借连续数据采集与可视化表征的优势,被视为破解上述难题的有效路径[1]。然而,面对不同教材在数字化实验呈现上的显著差异,教师常常会陷入"课标有要求、教材找不到、教学难落地"的实践困惑。

在国内目前使用的多个版本初中化学教材中,人教版的使用范围最广、影响力最大,具有突出的代表性;而北京版在数字化实验元素的数量和编排方式上与常见版本存在明显差异,尤其在核心栏目嵌入率与实验定位层级上反差显著,这就为比较研究提供了典型样本。两版教材均依据新课标编写,适用学段一致,内容框架以课标主题为纲,具备共同参照基准。为此,笔者以新课标为指导,以人教版初中化学教科书(2024年版)[2]及北京版初中化学教科书(2024年版)[3]为研究对象,旨在系统梳理新课标中数字化实验的要求及其在两版教材中的呈现特征,揭示新课标与教材的映射关系,深入挖掘教材中潜在的数字化教学接口。本研究可为一线教师选取校本化开发切入点提供文本依据,并为同类教材的栏目定位提供兼具实证性与前瞻性的反思性参考。

为系统梳理新课标与教材中数字化实验的呈现特征,笔者采用内容分析法对新课标条文及两版教材中的相关文本进行编码分析。编码框架依据新课标三级主题分类进行层级设计,新课标条文以"是否明确指向具体的实验活动"为筛选标准——凡涉及"传感器""数字化实验""现代化技术手段"等关键词且指向明确实验的,纳入建议清单;仅作理念倡导而无具体实验指向的,予以排除。教材内容以"是否明确提及传感器、数据采集器或具体传感器名称"为识别标准。编码由两名研究者独立完成,当遇到分歧时,经过讨论协商后达成一致,最终完成编码,且编码一致性经检验达到可接受水平。

## 2 对新课标中数字化实验的系统梳理

通过查阅新课标,笔者共找到以下5处涉及数字化实验的原文,具体内容见表1。

新课标建议清单包含两类来源：第一类，主题1“科学探究与化学实验”学习活动建议中的实验探究活动（共6项），其所在段落以“注重运用现代化技术手段”为统领，全部纳入课标建议清单；第二类，表1中序号3、序号4两项明确指向具体实验的内容，其中序号4包含“探究燃烧的条件”与“探究常见酸溶液、盐溶液与金属发生的置换反应”两项实验。以上合计：6项+2项+1项=9项，形成了表2所列的新课标建议使用数字化技术的实验内容。

## 3 两版教材中数字化实验内容的呈现差异及其教学定位分析

### 3.1 教材中数字化实验内容的汇总

通过查阅人教版（2024年版）初中化学教科书，可发

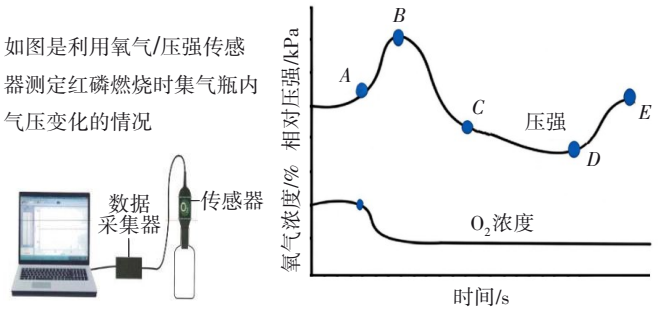
表1 新课标中涉及数字化实验的原文内容及所属板块

| 序号 | 所在页码 | 所属板块 | 原文内容 |
|---|---|---|---|
| 1 | 第16页 | 主题1“科学探究与化学实验”教学提示中的教学策略建议 | 选择有意义且适合的探究问题，引导学生经历真实的探究过程，注重运用现代化技术手段，加强探究活动中的科学思维，基于科学探究与实践活动建构化学观念，增进对化学科学及科学探究本质的理解，发展科学探究能力和创新意识 |
| 2 | 第17页 | 主题1“科学探究与化学实验”教学提示中的情境素材建议 | 现代化学实验技术手段的发展，如传感器在化学科学实践及生产生活中的应用等 |
| 3 | 第17页 | 主题1“科学探究与化学实验”教学提示中的学习活动建议——项目式学习活动 | 应用数字化实验等手段探究不同环境中的空气质量，调查并分析当地近年来空气质量变化的原因 |
| 4 | 第30页 | 主题4“物质的化学变化教学提示中的学习活动建议——实验探究活动 | 探究燃烧的条件，探究常见酸溶液、盐溶液与金属发生的置换反应及规律，通过实验论证物质是否发生了化学变化，结合实验说明质量守恒定律，使用传感器等多种技术手段表征化学反应中的物质变化 |
| 5 | 第55页 | 课程实施中课程资源开发与利用第3点重视信息技术资源建设 | 为教师提供交互式多媒体教学设备、常用办公软件、多媒体制作软件和即时通信软件等工具，有条件的学校可逐步建设数字化实验室 |

表2 新课标建议使用数字化技术的实验内容

| 序号 | 新课标原文 | 数字化实验 | 新课标功能指向 |
|---|---|---|---|
| 1 | 注重运用现代化技术手段（结合主题1实验探究活动） | 探究过氧化氢分解反应中二氧化锰的催化作用 | 催化作用的定量表征。传统实验仅能通过木条复燃程度定性判断催化效果，氧气传感器可实时监测气体生成速率，将“改变反应速率”从定性推断提升为定量证据的搜集，发展学生的证据推理能力与定量思维 |
| 2 | 注重运用现代化技术手段（结合主题1实验探究活动） | 探究铜片在空气中灼烧后发生的变化 | 化学变化的多维度表征。传统实验仅依靠颜色变化判断反应发生，氧气传感器可同步监测氧气浓度的下降，将宏观现象与物质消耗定量关联，促进“宏观—微观—符号”三重表征思维的协同发展 |
| 3 | 注重运用现代化技术手段（结合主题1实验探究活动） | 测定并比较氯化钠、硝酸铵、氢氧化钠在水中溶解时溶液的温度变化 | 溶解热效应的连续可视化。传统温度计仅能读取离散的起止温度，温度传感器可生成完整的数据曲线，直观呈现不同溶质溶解时的过程性变化，将抽象概念转化为可观测的连续变化图像 |
| 4 | 注重运用现代化技术手段（结合主题1实验探究活动） | 探究氢氧化钠溶液与稀盐酸发生中和反应时的温度变化、pH变化 | 连续过程的动态表征。传统实验只能测得反应前后温度或终点pH，无法捕捉到中和过程中温度和pH的连续变化轨迹，数字化实验将“黑箱”变为可观测的连续过程 |
| 5 | 注重运用现代化技术手段（结合主题1实验探究活动） | 探究铁钉生锈的条件 | 长周期实验的压缩观测。铁钉生锈需数天，采用数字化实验（如氧气浓度传感器）可在较短的时间内捕捉到溶解氧浓度的变化，缩短观察周期，使探究在课堂时间内完成 |
| 6 | 注重运用现代化技术手段（结合主题1实验探究活动） | 探究二氧化碳与水或氢氧化钠稀溶液的反应 | 无明显现象的精准验证。$CO_2$溶于水或与NaOH反应均无明显现象或仅有微弱压强变化，通过数字化实验（如pH传感器、压强传感器）数据曲线的微小偏移，将“无明显现象”转化为“有据可循” |
| 7 | 应用数字化实验等手段探究不同环境中的空气质量 | 探究不同环境中的空气质量 | 多变量定量对比。不同地点的空气质量涉及多种污染物指标，数字化实验可实现多点位、多指标的数据采集与定量比较，使定性结论建立在数据证据之上 |
| 8 | 使用传感器等多种技术手段表征化学反应中的物质变化 | 探究燃烧的条件 | 危险性/不可见过程的安全可视化。燃烧涉及明火与有毒产物（如$P_2O_5$），传统实验存在安全隐患，数字化实验以远距离数据采集替代直接观察，在降低风险的同时实现过程可见 |
| 9 | 使用传感器等多种技术手段表征化学反应中的物质变化 | 探究常见酸溶液、盐溶液与金属发生的置换反应 | 无明显现象的定量证据提供。部分置换反应（如铁与稀硫酸）虽有气泡但速率差异难以进行定量比较，而数字化实验（如色度传感器）可以将反应速率转化为可测、可比的数据 |

现其共有四处内容涉及传感器，分别是：第二单元课题1“科学·技术·社会”中“测定空气中氧气含量”的数字化实验、跨学科实践活动1“微型空气质量‘监测站’的组装”、第六单元课题2“练习与应用”中“使用气体传感器分别检测空气”和“人体呼出的气体”中“二氧化碳以及氧气的含量”、第十单元“复习与提高”中的第5题“使用pH传感器测定中和反应pH的变化”。图1-a为人教版“科学·技术·社会”栏目中测定空气中氧气含量的数字化实验装置（含数据采集器及氧气/压强传感器）。在实验过程中，通过采集氧气浓度和压强变化数据，得到变化曲线，然后复合得到实验过程中不同阶段的变化趋势图，对比氧气浓度与瓶内压强的变化趋势曲线（图1-b）。该图展示了数字化实验的技术构成与数据产出样态——传感器将红磷燃烧过程中不可见的压强与氧气浓度变化转化为可观测的数据曲线，使学生在“读数”而非“读文字”中理解实验原理，这正是数字化实验区别于传统实验的核心特征。




a 数字化实验装置　　b 变化趋势曲线

图1 “测定空气中氧气含量”的数字化实验装置及曲线

通过查阅北京版（2024年版）初中化学教科书，可发现其共有十处内容涉及数字化实验，分别是：第一章第二节“介绍数字化实验”、第二章第三节“探究·实践”中“采用溶解氧传感器测定水中的氧含量”、第二章第三节“练习与应用”第3题“使用氧气传感器探究木炭在空气中的燃烧”、第六章第三节“观察·思考”中“使用压强传感器测定不同物质吸收二氧化碳的效果”、第七章第二节“探究·实践”中“使用色度传感器验证铁与酸反应的产物”、第七章第三节“探究·实践”中“使用氧气浓度传感器探究铁钉生锈的条件”、第九章第四节“探究·实践”中“使用温度传感器和pH传感器探究中和反应”（图2）、第九章第四节“交流·分享”中“使用数字化实验监控废水酸碱度”、第九章第四节“练习与应用”第3题“使用温度传感器研究中和反应”、第九章“综合与实践”第5题“使用压强传感器测定二氧化碳能与氢氧化钠反应”。

北京版教材将数字化实验大量编入“探究·实践”“观察·思考”等核心探究栏目，使其成为学生获取证据、建构知识的主要路径之一。而人教版教科书中的4处数字化实验，分布在“科学·技术·社会”（1处）、“练习与应用”（2处）和跨学科实践活动（1处）中，无一出现在“探究”或“实验活动”等核心教学栏目中。由此可发现两版教材的栏目定位存在差异：北京版教材将数字化实验编入“探究·实践”等核心栏目，意味着将其定位为促进学生建构思路方法、发展探究能力的认知工具；人教版则将其置于“科学·技术·社会”等拓展栏目，意味着将其定位为拓宽学科视野的辅助资源。二者并无优劣之分，而是对数字化实验在不同教学层级中应发挥何种功能的不同理解。对于使用人教版教材的一线教师而言，这一发现既解释了日常教学中数字化实验“渗透不足”的文本根源，也意味着若要在教学中实质性推进数字化实验，不能过度依赖教材的现有编排，而需要教师主动进行校本化的二次开发。

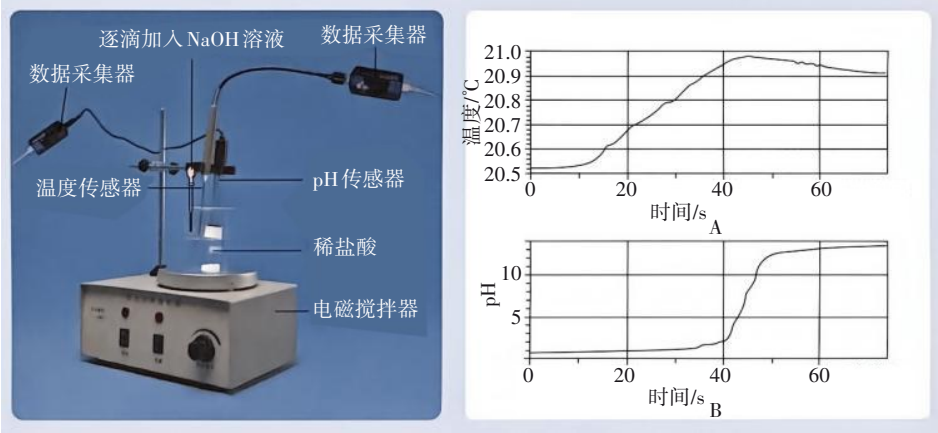



图2 北京版“探究·实践”中“使用温度传感器和pH传感器探究中和反应”的教材页面实拍

### 3.2 新课标与两版本教材的对应关系

根据上述分析可得新课标建议数字化实验内容共有9处，由于氢氧化钠溶液与稀盐酸发生中和反应有pH和温度两项衡量指标，其涉及传感器也各不相同，故将其拆分为两个数字化实验，因此新课标建议数字化实验内容共计10项。以新课标建议的10项数字化实验内容为依据，若人教版化学教科书与北京版化学教科书中涉及数字化实验内容符合课标，则在其对应内容后打“√”，若多次出现，则多次打“√”；对于新课标中未涉及的数字化实验而教科书中出现的数字化实验，则在补充栏予以说明，将新课标建议数字化实验内容与人教版和北京版化学教科书中出现的数字化实验内容一一对应，得到表3。

表3 新课标与人教版化学教科书和北京版化学教科书数字化实验内容的对照

| 新课标建议数字化实验内容 | 人教版化学教科书 | 北京版化学教科书 |
|---|---|---|
| 探究过氧化氢分解反应中二氧化锰的催化作用 | | |
| 探究铜片在空气中灼烧后发生的变化 | | |
| 测定并比较氯化钠、硝酸铵、氢氧化钠在水中溶解时溶液的温度变化 | | |
| 探究二氧化碳与水或氢氧化钠稀溶液的反应 | | √ |
| 探究铁钉生锈的条件 | | √ |
| 探究氢氧化钠溶液与稀盐酸发生中和反应时的温度变化 | | √√ |
| 探究氢氧化钠溶液与稀盐酸发生中和反应时的pH变化 | √ | √√ |
| 应用数字化实验等手段探究不同环境中的空气质量 | √ | |
| 在探究燃烧的条件中使用传感器等多种技术手段表征化学反应中的物质变化 | | |
| 探究常见酸溶液、盐溶液与金属发生的置换反应中使用传感器等多种技术手段表征化学反应中的物质变化 | | √ |
| 补充 | 第二单元课题1中科学·技术·社会中测定空气中氧气含量的数字化实验<br>第六单元课题2“练习与应用”中“使用气体传感器分别检测空气和人体呼出的气体中二氧化碳以及氧气的含量” | 第一章第二节介绍数字化实验<br>第二章第三节“探究·实践”中“采用溶解氧传感器测定水中的氧含量”<br>第二章第三节“练习与应用”第3题“使用氧气传感器探究木炭在空气中的燃烧”<br>第九章第四节“交流·分享”中“使用数字化实验监控废水酸碱度 |

由上述分析可知，人教版化学教科书中数字化实验共计4项，其中2项对应新课标，覆盖率为20%。北京版共计10处，拆分后为11项，剔除重复项后对应新课标的为5项，覆盖率为50%。两版教材另有若干项数字化实验未对应新课标具体条目，属于编写者的自主拓展。

除此之外还可发现，对于课标中建议的4项数字化实验，人教版化学教科书和北京版化学教科书均未涉及。这4项实验在两版教材中的共同缺失，可从以下两个方面解释。其一，受众约束的现实考量：人教版需兼顾全国装备条件的差异，北京版也面临市内学校配置不均衡的问题，将燃烧条件等涉及安全风险的实验纳入统一栏目存在落地困难。其二，认知目标的可替代性：催化作用、铜片灼烧、溶解热效应、燃烧条件四者的核心教学目标，通过传统实验手段均可有效达成，数字化实验在这些场景中属于“改善”而非“不可或缺”，而两版教材已覆盖的中和反应pH变化、铁钉生锈条件等实验则面临“黑箱过程”“长周期”等传统手段难以解决的明显瓶颈。两版教材在数字化实验的选编上形成了隐性共识——将技术集中投放于“传统手段做不到或做不好”的关键节点，而非技术可以“做得更好”的泛在场景。这一“交集空白”提示一线教师：数字化实验的校本化开发应优先从“仅个别版本有”的差异化实验入手，其次再从两版均未涉及的实验开始。

综上所述，新课标为数字化实验教学提供了上位依据，但人教版与北京版两套教科书在呈现方式上存在显著差异，人教版将数字化实验定位为拓展性资源，北京版则将其融入核心探究路径。这一差异对使用人教版的教学一线既是挑战也是机遇——教材的“留白”是给教师二次开发预留的决策空间；一线教师应以课标要求为锚点，结合校情、学情主动填补这一空白。把握这一空间的关键，不在于追求数字化实验在所有教学内容中的全覆盖，而在于回归新课标所倡导的“科学思维培养”本质，选取

“传统实验难达成、传感器技术有优势”的关键实验(如无明显现象的化学反应验证、连续性数据采集等)进行精准开发,使数字化实验真正成为发展学生证据推理与模型认知能力的助推器,而非教学中的点缀。

## 4 教材潜在数字化资源的挖掘

数字化实验在教材中的存在形式并非总是“显性直白”的,除前述明确标注使用传感器的实验内容以外,还有以“课外实践”或“跨学科任务”形式呈现的开放性栏目,虽然仅给出探究目标而未指定具体工具,但其任务本质对数据的连续性、精确性提出了远超出传统手段的要求。通过对两版教科书的深度挖掘,可以发现以下3处内容为数字化实验预留了明确的隐性接口,具体如表4所示。

表4 人教版化学教科书和北京版化学教科书中可拓展数字化实验的教学内容

| 教材版本 | 教学内容 | 教材中的任务描述 | 传统手段的局限 | 数字化实验的精准匹配点 |
|---|---|---|---|---|
| 人教版 | 跨学科实践活动3 水质检测及自制净水器 | 任务二第2点:“选取一些指标,如硬度、浊度、微生物等,运用合适的方法及技术手段,设计实验对水样进行检测”[2] | 硬度:传统滴定对初中学生而言难度大,现象不直观<br>浊度:肉眼观察主观性强,无法量化<br>微生物:培养周期长,难以在课堂呈现 | 电导率/TDS传感器:秒级读取溶解性总固体,将“硬度”转化为精确数值<br>浊度传感器:将“清澈程度”数字化,便于不同水样进行横向对比<br>pH/溶解氧传感器:基于化学与生物交叉视角,用数据评价水质 |
| | 跨学科实践活动5 基于碳中和理念设计低碳行动方案 | 任务二:“测定不同环境中二氧化碳的含量。通过小组合作,设计测定二氧化碳含量的方法,并测定不同环境中二氧化碳的含量”[2] | 传统石灰水法只能定性(变浑浊),无法回答“含量是多少” | 红外$CO_2$传感器:实现定量检测($10^{-6}$级),便携式设计可支持基于教室、操场、树林等多场景的实地测量,数据实时生成曲线 |
| 北京版 | 第二章第二节课外实践2 | “监测教室中的氧气和二氧化碳浓度的变化,并提出改善教室空气质量的建议”[3] | 传统方法只能离散取样,无法捕捉浓度的变化,无法即时显示其动态波动 | 氧气/$CO_2$双通道传感器:配合数据采集器进行长周期实时记录,生成浓度-时间曲线,清晰呈现其实时变化 |

人教版化学教科书中“水质检测及自制净水器”与“基于碳中和理念设计低碳行动方案”两个跨学科活动,虽未明文要求使用传感器,但其“运用合适的技术手段”及“测定含量”的表述,为引入电导率、$CO_2$等传感器预留了明确的接口。这种“非强制性、鼓励探究”的编排方式,要求教师不能仅满足于教材呈现的显性实验,更应挖掘其隐性需求,将数字化实验作为解决跨学科真实问题的核心工具,从而实现从“阅读技术”到“应用技术”的跨越。将传感器引入课堂,恰好体现了“科学·技术·工程”融合的跨学科理念。

北京版教科书在“课外实践”中要求学生“监测教室中$O_2$及$CO_2$浓度的变化”,这一动态度量需求使得传统点状取样法捉襟见肘,却恰好与气体传感器的长周期记录功能完美契合。当教材文本指向“动态变化”或“定量对比”时,意味着传感器技术的合理介入。这类“隐性接口”的挖掘,便于一线教师对教材进行二次开发。

笔者通过系统编码与比较分析,揭示了课标数字化实验要求与两版教材呈现之间的映射关系,并进一步挖掘了教材中三处隐性数字化教学接口。上述分析的价值在于将新课标关于数字化实验的宏观理念要求,转化为可识别、可操作的教材分析结果,为一线教师将理念转化为教学实践提供了文本依据。新课程教学的理念要求需要转化为教学设计与实施方案,进而转化为生动的课堂实践[4]。依此审视,笔者所做的工作即为这一转化链的前端环节,而后续的教学设计开发与课堂实践验证,则有待一线教师在校本化研究中继续推进。

**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。

**作者简介**:唐庆(1996—),女,一级教师,研究方向:中学化学教育教学,E-mail:604862071@qq.com。

**通信作者**:杨焱(1985—),男,高级教师,研究方向:中学化学教学,E-mail:279241501@qq.com。

### 参考文献

[1] 张晶.核心素养导向下初中化学实验与数字化技术相融合的教学研究[J].化学教育(中英文),2025,46(03):62-68.

[2] 王晶,郑长龙.义务教育教科书·化学(九年级上册)[M].北京:人民教育出版社,2024.

[3] 北京教育科学研究院.义务教育教科书·化学(九年级上册)[M].北京:北京出版社,2024.

[4] 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.