# 依托实验装备多维功能体系构建中学未来实验室

曹 葵[1],吕泽东[2],朱慧娟[3]
(1.中国人民大学附属中学,北京 100080;2.鞍山市第八中学,辽宁鞍山 114031;3.北京理工大学附属中学,北京100089)

**摘 要**:教育装备普遍存在重建配、轻管用,装备硬件质量与实际教学需求、学生核心素养培育目标脱节的现象,未来的实验装备应形成以学生素养提升为中心,有机融合质量维度、应用维度、教育价值维度、智能维度的多功能体系。装备的价值是促使学生思维模式发生改变,推动学生核心素养的提升。结合人工智能等新一代信息技术的深度运用,不仅会提高实验考试效率,更将革新实验安全管理方式与实验室运行模式,为破解当下实验装备使用难题提供新的路径。

**关键词**:实验装备;实验室管理;人工智能;实验考试;标准化;信息化;未来实验室
DOI:10.19935/j.cnki.1004-2326.2026.09.038
**引用格式**:曹葵,吕泽东,朱慧娟.依托实验装备多维功能体系构建中学未来实验室[J].实验教学与仪器,2026,43(09):142-145,154.

教育装备标准定期根据课程标准与科技发展状况修订与完善,能较为充分地反映教学基本需求,也兼顾装备更新换代、科学管理以及满足学校特色课程建设多元化的诉求。新课标对中学实验教学提出了更高要求,强调学生自主探究、实践操作、跨学科融合与创新思维的培养,传统以“演示教学、验证性实验”为主的实验装备配置模式已无法满足新时代育人需求。

现阶段,中学实验装备建设虽在硬件投入上持续加大,各类基础实验仪器、专用实验室覆盖率稳步提升,但在实际运行中,“重建配、轻管用”[1]的现象普遍存在。装备管理部门与基层单位之间,装备需求征集、使用状态反馈的信息传导存在偏差,设备监管模式较为固化,现代化信息技术手段未能得到充分运用。装备建设的诉求已从早期“保障基本供给”转向兼顾外观品质与实用效能,而实用性始终是装备建设的核心立足点

## 1 现有实验装备与教学需求之间的矛盾

### 1.1 产品质量、安全、精度与教学需求不契合

中小学实验装备目前存在种类单一、质量参差、更新滞后等诸多问题,其产品供给和教学、学生的实际需求也存在明显脱节。实验装备的生产、采购与使用三方脱节,已经成为一个恶性循环。厂家根据配备标准生产,配标产品沦为低质低价的代名词;采购由学校专职采购人员负责,多以低价为核心原则,忽视实际使用需求;同时实验器材因材质不达标、易损坏、防护不到位等问题,埋下安全隐患[2]。一线教师面对实验效果不佳的器材往往选择弃用——与其开展达不到效果的实验还不如直接做题,因此难以达到新课标中培养学生探究能力的要求。

### 1.2 产品更新与教学升级需求不契合

科技发展推动学科知识和实验方法不断更新,但很多学校的实验装备长期不换代,还是多年前的老旧款式,装备更新迭代滞后。随着新课标实施与学科知识更新,部分传统实验装备已无法适配新教材实验内容,而学校装备更新机制不完善,老旧装备长期服役,制约实验教学内容与模式创新[3]。装备功能单一,缺乏兼容性与拓展性。传统实验装备多围绕验证性实验设计,仅能完成国家课程基础实验操作,无法支撑跨学科融合实验、项目式学习、创新探究实验等新型教学模式;部分数字化实验装备采购后,因缺乏配套教学资源、教师操作能力不足,未能发挥其数字化、精准化优势,沦为闲置设备。

### 1.3 产品设计与学生使用需求不契合

装备应用未与学生核心素养培育深度融合,忽视了实验过程中科学态度、责任担当、合作探究、安全意识等素养的培育,未能通过实验装备搭建起知识学习与实践应用的桥梁。现有装备多是标准化设计,刻板且操作复杂,不符合中小学生的认知能力和动手能力。同时装备未充分考虑学生的个性化探究需求,多为适配固定实验步骤,限制了学生的创新思维,和学生天马行空的探索欲形成矛盾。现在逐渐成为主流的实验箱、试剂盒,虽然为基层学校准备实验和进行实验教学提供了便利,但是严重制约了学生的自主学习空间。

### 1.4 产品智能化水平和售后方法与现代教学需求不契合

装备采购环节经常出现规格与实际需求不符的问

题，在采购过程中，专业使用需求未被充分重视和采纳，采购的装备与课堂教学场景、操作要求存在脱节、不符合教学需求而被闲置的情况。装备配套的维护服务不完善，新装备没有配套的教学指导手册，以及教师培训不到位，不熟悉装备操作流程，无法有效引导学生使用。一些学校智能实验室智能水平不够，具有AI功能的设备往往需要厂家提供使用服务才能用于教学中，且使用维护成本过高。

### 1.5 资源分配不均，装备缺乏，巧妇难为无米之炊

在一线教学实践中，教学装备资源分配不均衡的现象比较突出，区域间、校际装备差距明显，尤其是经济发达地区和欠发达地区，教育装备水平差异过大。部分学校长期因为缺少重要装备，很多探究、拓展、跨学科、项目式教学无法开展，学生无法通过动手实践获得直接经验，实验教学效果大打折扣，核心素养培养目标难以落实。

## 2 教育装备如何支撑未来实验室

目前关于中学实验室的文献相对比较少，且大多是经验总结和制度法规摘抄，缺少方法论的指导[4]，更缺少指出实验未来方向的文献。装备是服务教学的，教学是为培养学生服务的，装备要适应教学需求与学生发展需求，过去提供什么装备做什么实验的模式一定会转变，传统的装备是营养餐模式，一人一份学生不可选择；现在的新课标模式是自助餐模式，多样化的内容供学生选择，但是菜品数量有限；未来的教学或许改变为“现采现吃”模式，想吃什么就去采，怎么烹调自己定，可能存在的组合将是无限的。未来基础教育装备的发展趋势将是更加多元化和复杂化，面临的技术性问题或许更多、更难，需要的功能性指标也会更多、更高，未来实验室及其装备要满足这些需求或许可从教育价值维度、应用维度、质量维度、智能维度、融合维度几个方面进行概括。

### 2.1 教育价值维度

（1）教育改变思维方式。

装备的存在价值在很大程度上是推动人类主体思维模式发生改变，然而思维的变化不会改变学生思维能力提升的过程，学生的成长首先是伴随身体成长、大脑发育而逐步成长起来的，其次才是伴随而来的成绩与知识增长。教育是一个循序渐进的过程，不能一蹴而就，不能弯道超车，其过程如同一部历经起承转合的大戏，四个步骤缺一不可，教育的目的是让成长更加顺利[5]，教育装备是育人的重要载体与实践支撑，并非简单的教学工具，而是连接知识与素养、理论与实践的桥梁。尤其是理化生的实验课，表面上它仅是重复经典实验复现课本提供的理论知识，实际上它承担了学生从实践获知素材，而后进行逻辑推理，凝练抽象为理论知识的模型建构过程，是学习中一个不可或缺的环节。优质、适配的教育装备能打破传统课堂局限，为学生创设真实、可复现、可操作、可探究的学习场景，让抽象知识具象化，培养观察、实践、合作创新的能力。在没有充分实践基础的情况下是没有创新可能性的。从实验室设备到信息化平台，从文体器材到劳动实践工具，装备的现代化、科学化水平直接影响育人质量。它助力落实立德树人根本任务，支持学生在体验中学习、在实践中成长，促进核心素养发展。教育装备的价值不在于“拥有”，而在于“运用”。唯有以育人目标为导向，合理配置、科学使用，才能真正服务于学生全面发展，实现从教知识到育新人的转变，为高质量教育体系筑牢物质与技术基础。

（2）成长来源于实践。

教育装备的本质是实践。学生作为实践者，传统的装备是管理者与教育者视角，而不是使用者视角，学生处于被动状态，而非依据自身需要与发展。应回归立德树人，服务核心素养，实验装备尤其是实验室设计需要有开放性实验室，为学生释放自由的空间，教育装备效能的评估不仅要考量使用效率，还要关注使用主体，装备设计聚焦协作、批判性思维等能力。AI的不断发展促使装备支撑个性化学习，用AI提供简单基础性内容，拓宽学生学习时间与空间，AI不是告知答案，而是提供更多的实验设计方案或者对学生实际方案进行评价。在当前学习过程中，教师往往是直接给出正确理论，忽视了理论的发展沿革，学生难以了解科学发展的过程，AI技术可以在这方面进行有效补充。例如，教师在教学中介绍燃素说时仅仅提到其缺点和最后被否定，但是它存在近百年，是因为它在那个年代确实解释了当时很多的实验现象，利用AI和虚拟现实技术手段，重现经典，有助于学生了解科学史的发展过程，更有助于学生形成批判性思维和思辨能力。同样，学生学习的科学方法都是纸上谈兵，缺少理论联系实际的机会，而一个真实的科学研究过程需要重复实验，借助现代信息技术能弥补这个缺失，让学生独立完成实验设计、操作和数据采集，而后利用AI技术完成剩余的重复性实验，让学生比较完整地了解科学研究过程。

### 2.2 质量维度

质量维度是多维功能体系的物质基础与安全底线，

核心是保障实验装备的安全性、耐用性、精准性与标准化，解决当前装备质量参差不齐、安全隐患突出的问题。实验教学装备是实验教学的基本物质保障，其首要任务是提升实验装备的质量，保证装备的使用寿命和减少安全隐患。2025年，教育部发布了一系列新的学科教学装备配置标准，其核心思想已从“设备清单”升级为“装备与课程、教学、评价的一体化设计”。这些标准不仅强制要求关键设备的模块化设计，以实现局部更新和互换，还引入了《教育装备环境友好型设计规范》，将碳排放纳入强制指标。这标志着行业正从“低价采购”的恶性循环转向“模块化、标准化、绿色化”的可持续发展路径，为“谁使用谁采购”提供了更科学、更环保的产品支撑。

（1）提高质量标准，保证教学质量。

现有的教育装备标准数量少，覆盖面不足，尤其是需要加强低值耗材的质量标准，例如一根导线价值不高，然而现在部分厂家单纯追求低价，导线使用一两次就报废，既影响实验教学，又增加了教学成本，反而一些质量好的厂家因为销售不畅而转行。笔者所在学校最近需要更新几台2008年购买、已经使用十余年的学生电源，因为质量稳定，所以想购买原有型号，可是原厂家已经倒闭，不得不选用其他产品，但质量还不如原有产品。教育装备行业已经形成了逆向选择的态势，将绿色低碳指标纳入标准体系，要求装备采用环保材料、具备节能特性、支持循环使用，通过行业标准的制定与修改，推动行业产品质量提升。将教育行业标准转为强制标准，且行业标准要高于国家标准，解决一线教学中装备质量参差不齐的问题。

（2）以租赁促优质装备推广。

教学中的部分新装备，尤其是那些未纳入配备标准的，往往价格高昂，但学校的使用频次不高，这些教育装备从一次性采购转向硬件+内容+服务的生态闭环，设备租赁与回收体系逐步成熟，降低更新成本，适应技术快速迭代。例如，现在很多厂家推出了实验考评系统，但系统的价格远高于实验台的价格，让很多学校望而却步，影响了设备的推广和应用，如果能够广泛推出租赁机制，有助于这类新装备的应用。各地的实验操作考试往往规定了统一的时间，但是实验操作与纸笔测试不同，实验操作考试事前公布了实验题库，统一限定在一个时间段没有必要，通过设备租赁的方式，一两套设备在一个县市各校轮流使用，既提高了设备使用率，也让学生有了更多使用新装备的机会。装备租赁方式也从根本上消除了质量隐患，质量不过关的产品难以满足不同学校不同场景多次使用的需求，加快了劣质产品的退出。

（3）设备更新变为设备局部与模块化更新。

实验装备中实验室设备金额占比较大，实验室更新往往采用全拆新建方式，由于不同厂家设备缺乏通用性，难以实现局部更新互换。实验室实验台的使用寿命是由其寿命最短的部件决定的，例如化学实验室理化板实验台面一般只有8~10年的寿命，即使钢结构完整完好也无法重复使用。如果实验室更新能够仅更新易损部分，若将实验台柜体保留，仅更换台面，则钢结构得以有效利用。建议装备行业推广标准件，尽量实现常规产品可以互换，通过局部更新来满足新的教学功能。

（4）“谁使用谁采购”机制的完善。

基层学校往往出现装备使用者不参与采购的情况，急需完善基层学校采购制度，推广“谁使用谁购买”，保证装备的实际使用效率。笔者所在校在采购中由于一直采用这一原则，设备使用率得到保证，同时专业教师利用专业优势，可以有效防范低价陷阱。例如，在一次招标比价中，某企业价格最低，但是却将参数中的钢结构改为铝木结构，由于被专业教师及时发现，从而保证了实验装备的质量和使用效果，后勤人员通常难以察觉此类专业细节。虽然购买的铝木结构产品价格更低，但是装备使用寿命短，最终使实验教学受到影响。

### 2.3 应用维度

传统的观点认为教育装备就是完成与课标有关的实验，实现“是什么”的教学目标，现代的教学覆盖终身学习场景，因此要立足中学各学科实验教学实际与新课标要求，优化装备配置结构，兼顾国家课程基础实验装备与创新探究装备、传统装备与数字化装备的均衡配置；围绕实验教学、课外实践、社团活动、学科竞赛等多元场景，拓展装备应用场景，提升装备使用率；同时完善装备应用配套资源，开发适配装备的实验课程、操作指南、教学课件，推动装备与教学流程深度融合，让装备真正服务于实验教学全过程[3]。

（1）开放的空间。

真正的探究具有跨学科、STEAM、项目式学习的特点。传统的实验室设计仅仅适用于单一学科教学，基本不具备跨学科实验条件，例如物理实验室和通用技术实验室通常不安装水池，因其并非必需设施。然而，在探究过程中，学生设计的实验方案就可能需要用水。化学实验室一般用电较少，而进行探究实验时就可能需要使用大功率用电器，同时要防止水溅入电器电路。设计符合

多学科综合使用、具有充分扩展空间功能的探究实验室已经刻不容缓。给学生机会，给学生选择，让学生在实践中加深对跨学科的学习理解[6]，未来的实验室应该具有开放的空间、自主的探究、包容的氛围[7]。

（2）数字技术亟待普及。

数字化实验系统能有效改进实验教学方式方法，提升实验教学效率和质量[8]，数字化实验进入中国已经有20年，然而其普及程度以及实际使用频率都有提升空间，依然有很多教师没有掌握数字化实验设备的使用方法。数字化实验可以实现实验数据实时、量化、可视化，化抽象概念为具象现象，例如中和滴定曲线，做实验得到一张滴定曲线图比在黑板上计算、推演更有助于学生记忆。利用传感器代替手摸感知溶解过程的热量变化，能更直观地看到温度变化的过程；计算机自主生成牛顿第二定律图像，相对于在纸带上测量计算更容易让学生建立理论模型。新的配备标准已经将数字化实验设备列入必配清单，未来的数字化设备将呈现多样化、小型化，并将向无线互联、远程数据共享发展。

（3）建立区域共享实验室。

一些现代科学仪器已经被写入教材，教材中也出现了一些运用现代科学仪器的数据进行实验分析的示例，但是学生很难在学习中使用到这些仪器。部分学校虽然配备了一些现代科学仪器，但是这些仪器使用效率低，辐射范围小。拔尖学生在进行科学探究过程中，经常会有使用现代科学仪器的需求，但是他们前往大学或科研院所使用这些仪器不太现实。要满足这些学生的探究需求，建立区域性中学开放实验室是一种比较好的解决方式：由地方教育主管部门出资，在一所学校配备较齐全的先进实验器材，设置专门人员管理，实现本地区学校资源共享，预约使用，为不同学校优秀学生提供充足的实验资源与发展空间。

### 2.4 智能维度

现在的实验室装备智能化水平有很大的提升空间，尤其是近两年来迅猛发展的AI技术，必将会广泛运用到实验装备中。现在已经有部分企业在AI考评上做了有益的探索，但其准确率还有待进一步改善，运用越多，其可靠性和稳定性就会越好，逐步替代人工监考应该在不远的将来就可以实现。凭借信息化手段可实现学生实验的过程性评价和监督，加强和改进中小学实验教学[9]。物联网技术与智能安全管理应在实验室普及，理由如下：一是智能化升级安全管理与实验室运行，利用物联网技术搭建智能安全管理系统，对危化品实行“一瓶一码”智能化管控，尤其需要对进入学生实验室的危化品试剂瓶进行一瓶一码登记，实时监测实验环境温湿度、有害气体浓度，自动预警安全隐患；通过智能门禁、设备智能管控系统，实现人员出入、设备使用、耗材库存的精细化管理，优化资源调配，提升实验室运行效率，构建“人防+技防”双重保障的安全管理体系。二是中小学实验安全风险主要存在于教室中的学生违规操作中。未来的智能设备能做到智能识别危险违规操作，提前给出警示防患于未然，例如系统发现某学生违规操作，就会自动提示某某实验台有违规操作，及时消除安全隐患；对于实验室中的实验器材实行动态巡查，变被动安全管理为主动性安全管理。

物联网技术使实验室装备可以实现实时管理，可以实现实验器材自动清点，同时可以及时反映实验器材的使用状态。自动汇总数据，自动形成资产报表，各级管理部门通过数据共享可以实时掌握基层实验教学开展状况。AI技术可以形成实验日志，降低人为差错。学生自主设计的开放性实验可以通过AI识别判断，预判风险。智能化实验室应该成为保障实验安全、推动实验教学走向深入的技术支持。

### 2.5 融合维度——构建闭环服务生态

装备的维度不是孤立的，是相互关联协同作用的，未来的教育装备应该不再是单一的“产品”，而是集硬件、软件、内容、数据、服务于一体的教育生态服务体系。装备的获取模式将从“一次性采购”转向“硬件租赁+内容订阅+算力服务”的灵活组合；装备在使用中产生的教学数据将反哺优化实验设计、个性化学习路径和装备本身的功能迭代，形成一个闭环的、不断进化的智能教育系统；最终目标是打破物理、数字与智能的界限，为学生提供一个无缝衔接、高度沉浸、深度交互的探究环境，真正实现从“营养餐”“自助餐”到“现钓现吃”的终极教学理念转变。由实验装备构建的一个全新的生态系统能推动育人价值全方位落地。

## 3 技术推动教育深化

知识与技能可以分为显性的和隐性的，数学计算、物理公式、化学方程式都是一种显性的知识与技能，易于观察和评价；而观察力、分析力、推断力、创造力是隐性的技能，难以直接评测。通过纸笔测试的方式将隐性知识转化为显性知识进行考查，但是这种转化并非完全有效，诸如观察力、理解力最终需要在亲身体验中顿悟而来。装

（下转第154页）