

基于智能数据平台的高效精准教学

——以高中化学补铁剂中铁元素化合价的探究为例

文 | 李珍琦 褚洪旭 韩玉蕾 李晓庆

一、指向学科能力发展的精准教学

随着教育信息化的迅猛发展，大量研究者借助大数据分析技术，对教师“教”的行为和学生“学”的行为进行智能化诊断，以期实现“精细分析、精准诊断、精准改进”。北京师范大学未来教育高精尖创新中心以促进学生学科能力发展为目标，利用数据分析、学情诊断、资源使用等信息化辅助手段，研发了智能大数据公共服务平台“智慧学伴”，为教师改进课堂教学提供支撑，以期实现学生学科知识、学科能力和素养水平三位一体的精准对应与系统提升。笔者以高中化学学科为例，开展了基于“智慧学伴”的精准教学实践探究。

（一）化学学科能力的理论框架

学科能力是指学生顺利进行相应学科的认识活动和问题解决活动所必需的、稳定的心理调节机制。学生从掌握学科知识到形成解决问题的能力是逐渐提升的学习过程——从学科知识及经验的简单输入（观察、记忆等），到对输入信息加工后将知识和经验进行简单输出（分析、论证等），再到对信息深度加工后的高阶输出（创新性解决问题）。基于这个理论，通常将化学学科能力分为学习理解（A）、应用实践（B）、迁移创新（C）三个层级。其中，依据各能力层级所包含的具体能力表现，学科能力又包括相应的子级，即学习理解包括辨识记忆（A1）、概括关联（A2）、说明论证（A3）三个子级；应用实践包括分析解释（B1）、推论预测（B2）、简单设计（B3）三个子级；迁移创新包括复杂推理（C1）、系统

探究（C2）、创新思维（C3）三个子级。

（二）基于“智慧学伴”的精准教学

研究团队应用化学学科能力模型，以课程标准为依据，确定课程教学中重要的核心概念，设计了各核心概念下的学科能力表现指标。在此基础上，开发了系列测评工具（单元微测、总测）和学习资源（微课、任务解析等）并汇聚到“智慧学伴”平台。笔者针对知识点所属的核心概念、能力层级、核心素养和问题情境等对每道测试题及学习资源进行多维度编码，借助平台并依据学生的应答情况精准诊断学情，帮助教师有效设计教学，同时针对学生的薄弱点智能推送学习资源，助力学生个性化学习，实现评、学、教一体化。具体而言，课前，教师通过平台向学生推送微测题目，学生完成微测后即可获得学科能力表现诊断报告；同时学生利用教师提前推荐的微课资源自主学习；教师基于诊断报告精准分析学情，结合教学内容和学科能力表现指标体系细化教学目标，并利用指标体系、平台资源设计丰富多样的情境和有梯度的活动任务。课中，教师根据学生学科能力表现，合理组织教学内容并进行讲解，在具体的项目教学中与学生深度对话，启发学生思考；应用微课资源助力学生反思和小组讨论，深化认识，实现学生学科能力的进阶。课后，教师通过后测评估教学成效。学生完成测试后，教师即可获得学科能力表现诊断报告，进一步利用平台推送资源补短板——通过查看诊断报告评估教学效果，反思教学，督促学生学习（实施个性化辅导）。

二、教学案例及分析

笔者基于“智慧学伴”平台进行了新的翻转课堂教学模式创新实践——将课程教学与“智慧学伴”大数据平台高度融合，实现课前、课中、课后教学过程的全覆盖，利用平台的数据分析精准判断学情，并针对学生问题设计教学目标和教学活动，最后利用平台进行教学成果检验和个性化推送，实现数据智慧与教育智能化背景下的高效课堂教学。以北京市房山区某中学高一年级“铁的重要化合物”新授课（1课时）为例，立足学生学科能力发展，借助数据反馈实现了教学活动的精细设计，取得了较好的教学效果。“铁及其化合物”是高中阶段学生学习金属及其化合物的起步内容。学生大多是第一次接触较为复杂的元素化合物。因此，上好这节课对于学生形成元素化合物的理解方式和掌握探究元素化合物的一般思路非常重要。以往教学中，教师由于对于学生的学情判断没有有效的数据支撑，往往难以确定教学的重难点，很难形成有效的教学设计，只是对铁及其化合物的性质进行单纯串讲。学生在学习本节课内容时也只能简单地记忆基础知识，并未深入思考，更不能形成解决问题的有效思路，相应的学科能力很难得到提升。基于数据对学情的精准诊断，则可以帮助教师选择教学目标，明确教学重难点，从而针对性设计“证据为本—问题导向—能力发展”的教学。

（一）课前借助微课让学生自学，诊断学情

在授课前，教师首先通过“智慧学伴”平台让学生自学微课“微量元素 Fe”，复习并预习事实性知识，在巩固旧知识的基础上学习新知识，为课堂教学作铺垫，同时在一定程度上减少教师课堂上对于基础知识的重复讲解，让学生通过自学达到学习表现指标 A1-1、A1-3、A3-1 的要求（见表 1）。在学生自学达到 A1“辨识记忆”能力层级的同时，教师依据新课教学目标设计了前测试卷（试题覆盖 A1 - C3 能力层级，针对课前精准诊断发现的薄弱点），为进行有针对性

的教学设计奠定基础（各题所属核心概念、能力层级及指标描述见表 1）。

表 1 前测试题学习表现指标对应表

核心概念	学习表现指标	学习表现指标描述
物质分类及其应用	A1 - 1	基于化学式进行物质类别（单质、氧化物、酸、碱、盐）的辨识
铁及其化合物	A1 - 1	知道铁单质的物理性质、化学性质、典型实验现象，能书写主要的方程式
铁及其化合物	A1 - 3	知道 FeO、Fe ₂ O ₃ 、Fe ₃ O ₄ 的物理性质、化学性质、应用，能书写主要的方程式
物质分类及其应用	A2 - 5	建立简单熟悉的物质（化学式）与其类别通性的关联
氧化还原反应	A2 - 2	建立给定物质中元素化合价变化趋势与物质可作氧化剂（具有氧化性）、还原剂（具有还原性）之间的关联
铁及其化合物	A2 - 1	建立铁单质的性质、反应现象及应用的关联
铁及其化合物	A2 - 5	根据元素的价态和物质的所属类别，完整有序地写出含铁物质的化学式
氧化还原反应	A3 - 1	基于物质中核心元素化合价的变化趋势，阐明该物质为氧化剂或还原剂的原因
物质分类及其应用	B1 - 2	选取合适试剂，证明未知简单物质的类别通性并进行分析解释
铁及其化合物	B1 - 2	利用铁及其重要化合物的性质及转化关系，分析解释生活中的问题
【1】物质分类及其应用	【 1 】 B2 - 1	【1】从类别通性的角度，预测未知简单物质能发生的反应
【2】氧化还原反应	【 2 】 B2 - 3	【2】从氧化还原反应的角度，预测未知简单物质可能具有化学性质（发生的反应）
铁及其化合物	C2 - 1	系统探究未知含铁物质的性质（例如草酸亚铁的性质）
铁及其化合物	C2 - 1	系统探究未知含铁物质的性质（例如草酸亚铁的性质）

通过汇总得分率低于 60% 的能力指标可知，学生 A2 - 5 能力指标得分率为 58%，B1 - 2 能力指标得分率为 49%，B2 - 1 及 B2 - 3 能力指标得分率均为 27%，C2 - 1 能力指标得分率仅为 16%。前测数据表明，学生对“铁及其化合物”的基本物理和化学性质已经有初步认识，但是能力表现主要停留在辨识记忆（A1）能力水平；其次，学生已经学习了物质分类及其应用，但在建立简单熟悉的物质（化学式）与其类别通性的关联上仍存在较大障碍，尚不能利用铁及其

重要化合物的性质及转化关系，分析解释生活中的问题；再次，学生对价态与氧化还原性之间的关系掌握较好，学生在学习氧化还原知识后，已从价态角度认识物质的性质，且能够从类别通性和价态角度，对铁盐和亚铁盐的性质进行论证（A3），但还不能利用含铁物质的相关性质，推论预测 Fe^{2+} 的检验方法。

基于此，教师确定教学重点和难点：重点是铁盐与亚铁盐的性质及检验以及 Fe^{3+} 与 Fe^{2+} 的相互转化；难点在于使学生自主地从物质类别与化合价的角度完成 Fe^{3+} 与 Fe^{2+} 转化的实验探究，在实验探究中培养学生的对比思想和控制变量的能力。本课教学目标如下。其一，通过预测第三代补铁剂中铁元素的存在形式，建立含铁元素的物质类别与化合价二维关系并画出关系图。其二，通过预测补铁剂中铁元素的价态，设计实验方案，完成实验操作，依据宏观现象进行微观解释，学习 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的检验方法和 Fe^{2+} 向 Fe^{3+} 的转化机理，培养学生科学探究与创新意识及根据证据进行推理的核心素养，引导学生学习掌握在活动中梳理基于无机物性质进行探究的一般思路方法。其三，运用初步建立的思路方法实验探究完成 Fe^{3+} 向 Fe^{2+} 的转化，表述铁盐与亚铁盐的化学性质及转化关系。

（二）课中问题设计，提高学生学科能力

基于教学重难点，教师在概括关联、分析解释、推论预测、系统探究等能力的培养与提升层面设计了4个教学环节，针对各环节设计相应的关键问题，引导、启发学生完成教学目标。

环节一：情境引入，绘制二维图认识含铁物质

基于前测诊断出学生在 A2 - 5 能力指标上掌握较薄弱的情况，教师在上课伊始就本课的基础知识（基于元素的价态和物质的所属类别，完整有序地写出含铁物质的化学式），进行了梳理和铺垫。教师通过第三代补铁剂中铁元素的存在形式引入课题，引领学生结合物质类别和化合价的二维角度，归纳含铁物质的化学式，

指导学生进行概括关联，并就不同物质之间的转化做推论预测。

环节二：猜想并验证补铁剂中铁元素的化合价

主要教学目标是从化合价的角度预测未知物的还原性并进行实验证明，以此拓宽学生看物质的视野，提升实验探究能力。教师通过提问“补铁剂中的铁元素可能是几价的”激发学生猜想并设计实验进行验证的兴趣。本次授课中教师采用多糖铁（Ⅲ）为实验药品。

如果学生认为是 Fe^{3+} ，则直接用 KSCN 溶液检验，溶液变为血红色，而再次滴加氯水后，颜色不加深，则结果得到验证；如果学生猜想是 Fe^{2+} ，则需先滴加 KSCN 溶液验证其非 Fe^{3+} ，溶液不变色，滴加氯水后，溶液变为血红色，则结果得到验证；如果学生猜想是 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 共同存在，滴加 KSCN 溶液后，溶液变为血红色，然后滴加氯水，如果溶液血红色加深，则结果得到验证。

在实验探究及猜想验证的过程中，学生对铁离子与亚铁离子的化学性质进行探究，学生的证据推理、科学探究及创新能力都得到了提升。实验后，教师与学生一起梳理解决元素化合物检验性任务的一般思路方法，拓宽学生分析物质的视野，实现学生概括关联能力的有效提升。

环节三：实现 Fe^{3+} 向 Fe^{2+} 的转化

教师在完成第二环节实验活动的基础上，组织学生阅读药物说明书并讨论汇报后，通过提问“如何设计实验证明 Fe^{3+} 具有氧化性”引导学生在建立起来的元素化合物检验性任务一般思路方法基础上进一步探究。学生如果在补铁剂盐酸溶液中加入铁粉进行还原，则溶液不会呈现血红色。同样，学生还可以使用 KI 与氯水处理过的补铁药物酸（盐酸）溶液反应，则滴加 KSCN 后仍呈黄色，从而验证了 Fe^{3+} 具有氧化性，完整表述了的铁盐与亚铁盐的化学性质及转化关系。

环节四：铁盐及亚铁盐的化学性质及转化关系的总结和提升

此环节，教师引导学生对铁盐及亚铁盐的化

学性质及转化关系做进一步的总结，通过梳理两者的转化关系，提高了学生关联与概括能力，为深入学习铁及其化合物知识打下基础。教师设计教学活动应环环相扣，形成体系（如图1）。学生在教师的引领下，积极参与教学活动，精准而有效地提升了学科能力。为了检验教学成果，教师课后借助“智慧学伴”平台做了后测（利用平台的数据分析作为成果检验的有效支撑）。

（三）课后成果检测，效果显著

课堂教学结束后，为了检验教学效果，教师利用“智慧学伴”布置了微测题目用于检测学生的学科能力。整套微测题目涉及铁及其化合物核心概念A到C的能力层级，与前测形成对比。数据表明，经过教师基于数据支撑的针对性授课之后，学生的能力相较于前测，特别是应用实践能力（B层级），有了大幅度提升：其中分析理解能力（B1）提升了0.38，推论预测能力（B2）提升了0.36；迁移创新能力（C2）也由0.16提升至0.41。学习理解能力（A层级）有所下降，而本课程重点培养的概括关联能力（A2）由0.67提升至0.73。这些数据说明了教师利用数据支撑进行有效的教学设计实现了教学目标，有效提高了班级整体水平和学生的学科能力。

根据前测情况，辨识记忆和说明论证的学科能力并没有被列为教学重点，但通过后测仍然检测出了学生的知识能力中的薄弱点，同时考虑不同学生个体间也存在差异，教师利用“智慧学伴”平台上的个性化推送功能，让学生观看不同核心概念对应的微课，对课堂教学做了有效补充。

大数据教学平台提供了丰富的在线课程资源、精准的诊断报告，相关技术的应用使得学科知识、学科能力与素养三位一体可视化评价成为可能。在现代教育背景下，教师借助诊断数据能够使自身的教学有据可依，使教学设计的优化有

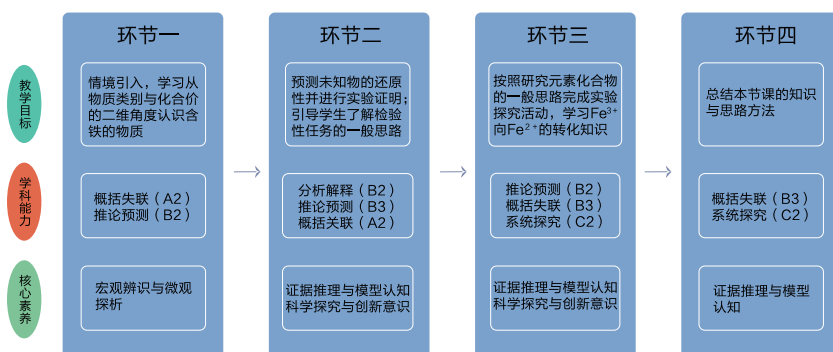


图1 各教学环节中的教学目标、学科能力和核心素养分析

的放矢，使教学成效的监控科学化、精确化。教育信息化带给学生的是个性化高效学习的体验。教师借助平台通过学科知识与能力的诊测，精准设计课堂教学，让学生有效利用在线资源，实现学科能力和素养的发展。

参考文献

- [1] 王磊, 周冬冬, 支瑶, 黄燕宁, 胡久华, 陈颖. 学科能力发展评学教系统的建设与应用模式研究 [J]. 中国电化教育, 2019(1): 28-34.
- [2] 彭红超, 祝智庭. 以测辅学: 智慧教育领域中精准教学的核心机制 [J]. 电化教育研究, 2017(3): 94-103.
- [3] 王磊, 支瑶. 化学学科能力及其表现研究 [J]. 教育学报, 2016(4): 46-56.
- [4] 王磊. 学科能力构成及其表现研究——基于学习理解、应用实践与迁移创新导向的多维整合模型 [J]. 教育研究, 2016(9): 83-92.

（作者李珍琦、褚洪旭、李晓庆分别系北京师范大学未来教育高精尖创新中心区域应用主管、区域应用专员、学科教育实验室主任；韩玉蕾系北京市房山区教师进修学校教师）

责任编辑：祝元志