

手持技术在初中化学实验教学中的应用

黔南民族师范学院 化学化工学院 金崇莹 曾江 王珏 孙小祥

摘要: 随着科学技术的迅猛发展,现代教育更加注重学科教学的科学性、直观性、实践性,这对教师灵活掌握信息技术手段提出了新要求。当前手持技术以直观、准确、快速、便携观察数据分析变化而广泛应用于化学实验教学课堂。因此主要分析手持技术的技术特征及其发展历程,对目前文献中手持技术在初中化学实验教学中的具体应用案例进行归纳总结,以期为贵州民族地区义务教育阶段的化学教育教学改革提供必要的技术支持。

关键词: 手持技术 初中化学 实验教学

文章编号: 2095-6711-09-2023-03-0008

2022年4月21日颁布的义务教育化学课程标准(2022年版)明确建议教师要利用数字化实验装备改进传统实验,让学生借助可视化的数据认识化学问题的本质,培养学生多视角收集证据解决化学问题的能力。同时要求化学教育要注重激发学生学习化学的好奇心,要让学生了解物质的变化规律形成化学的基本观念。这对教师在课堂教学中要有意识并创造性地开展探究性实验,从而激发学生的学习兴趣提出了更高要求。手持技术作为当前化学实验教学最新的一种技术手段,以其简便、可视化的方式将实验教学直观地呈现出来,大大增强实验数据的准确性,有效拓宽学生的学习视野,激发学生的学习兴趣和提高课堂的教学效率。

本研究主要从手持技术的技术特征、发展历程及其在初中化学实验教学中的具体应用案例做归纳总结,以期为贵州民族地区义务教育阶段的化学教育教学改革提供相应的数据支持。

一、手持技术的技术特征及发展历程

1. 技术特征

手持技术又称掌上实验室,是一种便于携带的实验技术。主要由数字传感器、数据处理器、计算机配套软件三部分构成,利用传感器探头采集反应体系中温度、气压、电压、电流、光强度、距离、pH、电导率及各种离子(Ca^+ 、 K^+ 、 NO_3^-)等参数的细微变化,通过数据处理器将化学反应体系中各参数的细微变化及时用图形、数字、表格等形式直观的呈现出来。

手持技术能在教学中实时、定量地控制实验操作,有效地提高学生的学习兴趣 and 课堂教学效率,在教学应用过程中主要有以下5个显著特点:(1)准确性:数字传感器是由电子元件组成的一种特殊精密仪器设备,利用计算机强大的数据分析能力,将测量的实验数据非常准确地表示出来;(2)直观性:在数字传感器采集化学反应相关数据后,通过数据处理器可选择的根据所需要的表达方式,如图像、表格、数字等形式展示出来;(3)实时性:通过数据处理,按需要的表现形式实时的展示出来,并且实验数据及时储存在计算机系统里面,实验员需要实验数据时可以随时从计算机系统里面调取使用;(4)便携性:手持技术数据传感器与采集

器为一体设计,其设备连接简单、体积较小、质量轻、操作简单、便于携带;(5)综合性:化学反应涉及的参数变化是多维的,温度、压力、电压、电流等参数的细微变化可同时监测,只需对应的传感器即可对反应体系相关数据进行全方位采集。

2. 发展历程

手持技术在国外最早被称之为传感技术,西方国家将其作为一种新型的实验辅助系统,发展尤为迅速。在课堂实验教学有近40年的历史,最早可以追溯到1978年,就已经开始使用传感器来辅助实验教学。20世纪80年代美国宣布开始广泛使用传感器,传感器在日本被排在前沿技术发展的首位,西方国家也已将手持技术应用在各个层次的教育中。目前国外学者对手持技术的研究侧重于学生的认知层面,从教育学、心理学两个角度揭示手持技术在教学中对学生认知能力、科学素养能力的促进作用。国内手持技术的应用起步较晚,但发展很快。1998年,华南师范大学钱扬义教授承担了中国教育学会“十五”科研计划的课题“掌上型信息技术产品在教学中的应用和开发研究”,揭开了国内手持技术发展的序幕。21世纪初,对掌上数字实验展开系统研究,指出其发展可分为三个阶段,第一、二阶段是利用软件演示和模拟不能真正的实验教学,第三阶段是利用信息技术进行真实的实验教学。2005年,钱扬义等运用手持技术探究大气温室效应,相关数据及结论为手持技术的发展提供了支撑,为后期手持技术的快速推广奠定了基础。

目前国内的手持技术蓬勃发展,研究方向主要是聚焦案例开发、理论研究两个维度,其中手持技术的实验案例开发和手持技术对学生化学概念的认知是国内研究的热点。如江军等通过手持技术测量出酒精灯内焰温度要高于外焰温度,得到与传统实验相反的结果;通过手持技术分析高中生对化学概念认知时,认为可利用手持技术图像生成功能转变学生对实验前后概念的深度认知;首次利用手持技术探究高中生在做溶解氧实验前后的认知变化;王立新等在2018年提出TOVC的概念认知理论。

二、初中化学实验分析——以人教版为例

通过对人教版初中化学教材中的实验进行整理分析可

知,目前教材中共开设有70个实验,其中演示实验47个、探究实验15个、化学探究活动8个。文献中对初中化学实验的相关研究主要关注实验改进、实验设计与教学方法研究、手持技术结合绿色化学的研究三个方面。如实验的改进方面:王书梅等对硫粉燃烧实验进行改进,在密闭的容器中可有效地避免对环境的污染,同时可集中处理尾气;对木炭还原氧化铜实验进行改进,可省去对实验药品的烘烤预处理操作;张含勇等对燃烧的条件实验进行改进,可实现操作简便、实验现象易于观察;韩敏等对金属的化学性质探究实验进行改进,利用培养皿四分格替代了传统的试管,可清晰对比观察实验现象。同时在中国知网数据库中,以“初中化学”“手持技术”为关键词,检索时间为2017年6月-2022年6月。共检索到相关文献共11篇,其中手持技术的研究占比80%,其他研究占比20%。从文献数据可以看出手持技术在初中化学实验教学中的应用是目前的研究热点。

三、手持技术在初中化学实验教学中的应用案例

1. 气体压力传感器

气体压力传感器主要是对密闭容器中气体压力变化的监测,将气压变化以数字、图形的形式通过计算机直观、形象的显示出来,常用于有 O_2 、 N_2 、 CO_2 等气体参加的化学反应体系。如王寿红等利用气体压力传感器探究空气中氧气的含量,结果表明:氧气在空气中的体积含量为20.7%;利用气体压力传感器比较不同催化剂对过氧化氢的催化作用,结果表明:在相同的反应时间里, $FeCl_3$ 催化生成的气体比 $CuSO_4$ 多,证明 $FeCl_3$ 催化双氧水分解的效果更好。

2. 温度传感器

温度传感器用来监测化学反应的温度变化,目前主要应用在实验仪器加热时上表面温度、二氧化碳与温室效应方面的检测。利用温度传感器探究加热过程中石棉网上表面的温度,得到在酒精灯加热时石棉网的上表面温度变化范围不大,中心区域最高的结论;通过温度传感器探究了二氧化碳的温室效应,分别将盛有二氧化碳气体和空气的试管在阳光下直射,刚开始两支试管的温度相同,经过4000s后,装有二氧化碳的试管温度比装有空气的试管温度高 $3^{\circ}C$,从而可直观地说明二氧化碳含量越多,太阳光直射时温度的变化就越大,证明二氧化碳是导致温室效应的一种气体。

3. pH 传感器

pH传感器主要监测化学反应体系中氢离子浓度的微观变化,目前主要应用于酸碱滴定实验、溶液中pH值的测量等实验。如叶少曼等利用pH传感器实时监测中和反应过程中的pH变化,可直观观察到溶液pH的突变变化。

4. 电导率传感器

电导率传感器主要监测化学反应体系电导率的变化,目前主要用于洗涤剂乳化能力强弱的评估实验。利用电导率传感器,探究不同洗涤剂乳化能力的强弱,结果表明:洗洁精、环保型洗洁精、洗米水、肥皂水等几种洗涤剂在相同搅拌下,环保型洗洁精溶液的电导率下降比率最大,证明其去污能力最强。

5. 二氧化碳传感器

二氧化碳传感器主要用于监测化学反应体系中二氧化碳

浓度的变化,目前主要应用在探究蜡烛非常规熄灭、二氧化碳与温室效应等实验。利用二氧化碳传感器探究“蜡烛非常规熄灭”的原因,通过实验揭示二氧化碳浓度的聚集并非单向的由高处向低处聚集,而是同时有少部分低温二氧化碳由低处向高处聚集,并分析得到二氧化碳由高处向低处扩散的速度比由低处向高处扩散的速度快,从而优先覆盖蜡烛着火点,导致蜡烛的非常规熄灭。

6. 滴数传感器

滴数传感器主要应用于准确、实时、自动的滴定实验。滴定过程中,可巧妙设计滴数传感器与其他类型传感器的协同使用,精确记录滴加量与体系内部pH、电导率及各种离子(Ca^+ 、 K^+ 、 NO_3^-)等参数的细微变化。常用的有酸碱滴定实验中可与pH传感器、电导率传感器、温度传感器等协同使用,如李新义等利用滴数传感器与温度传感器、电导率传感器协同使用,以温度最高值和电导率最小值所对应的酸或碱体积来精确判定滴定终点。

7. 氧气传感器

O_2 传感器主要用于监测反应体系中氧气浓度发生的变化,可用于探究过氧化氢催化分解制备氧气、植物光合作用微观机理分析等实验。利用氧气传感器探究催化剂对双氧水分解速率的影响,得出二氧化锰对双氧水分解反应催化效率最高的结论。

通过对近年来文献中手持技术在初中化学实验教学中的应用案例进行梳理总结,结合义务教育化学课程标准(2022年版)要求和人教版九年级初中化学教材中实验教学内容设置,不同类型传感器在初中化学实验教学中的具体应用及其与课标的对应关系如表1所示。

表1 不同类型传感器在人教版初中化学实验教学中的应用

实验内容	传感器种类	教材内容	课程内容
石灰石与盐酸反应	CO_2 传感器	上册 P7	P18、P20
蜡烛的燃烧	温度传感器	上册 P12-P13	P27-P28
人体呼入和呼出气体的探究	CO_2 传感器	上册 P14-P15	P17
空气中氧气含量的测定	O_2 、压力传感器	上册 P27	P18、P22
二氧化锰催化过氧化氢制取氧气	压力传感器	上册 P38	P17
氧气的实验室制取与性质	O_2 传感器	上册 P45-P46	P18
分子运动的现象	pH 传感器	上册 P49	P26
探究水的组成	O_2 传感器	上册 P80	P15、P18
探究反应前后物质的质量关系	压力传感器	上册 P92-P93	P27-P28
质量守恒定律验证实验	CO_2 传感器	上册 P94	P27-P28
活性炭的净水作用	浊度传感器	上册 P107	P18、P22
CO_2 溶于水的压强变化实验	压力传感器	上册 P117	P17-P18
探究绿色植物的光合作用	CO_2 传感器	上册 P120	P17、P29
二氧化碳的实验室制取与性质	CO_2 传感器	上册 P125-P126	P15、P18
金属活动性顺序的探究	电导率传感器	下册 P11-P13	P19、P30
物质溶解的吸热与放热	温度传感器	下册 P29	P27
溶液中粒子存在形式探究	电导率传感器	下册 P33	P18

物质溶解度随温度的变化	温度传感器	下册 P36-P37	P22
浓硫酸的稀释	温度传感器	下册 P53	P27
探究浓硫酸的吸水性	湿度传感器	下册 P53	P27
生石灰与水的反应	温度传感器	下册 P55	P27
物质的导电性探究	电导率传感器	下册 P57	P18
探究酸碱中和反应的过程本质	pH、温度、电导率传感器	下册 P60	P17
洗发剂和护发剂的酸碱性	pH 传感器	下册 P64	P19、P22
酸和碱的化学性质	pH 传感器	下册 P69	P19
溶液酸碱性的检验	pH 传感器	下册 P70	P19-P20
探究碳酸钠、碳酸氢钠与盐酸反应过程	CO ₂ 传感器	下册 P74	P18
碳酸钠与澄清的石灰水反应	pH 传感器	下册 P74	P27

四、展望

贵州是一个多民族聚集区,历来是中国经济发展较为落后的省份。教育基础发展较薄弱,只有优先发展教育才能振兴民族地区的经济发展。相对东部沿海地区而言,贵州当前教育面临师资力量和教学资源缺乏、软硬件设备较落后、农村地区办学条件差等困难。对于手持技术在该地区的应用与推广提出以下四点建议:(1)政府要加大教育硬件建设方面的投入,如对实验器材、多媒体设备、手持技术相关传感器的购买力度;(2)各学校尤其是农村地区的乡镇学校要切实加强实验教学资源的开发,充分利用手持技术开展实验探究;(3)教师要加强对手持技术相关理论知识的学习,提高对手持技术内涵的深层次认知;(4)密切关注手持技术在实验创新方面的教育教学最新成果,紧盯新方法、新技术、新思路在实验教学中的运用。凝心聚力,开拓创新,将手持技术与传统化学实验教学方式进一步深度融合,探索出一条适合贵州民族地区地方特色的手持技术发展之路,从而实现新时代下贵州教育的奋起直追、弯道超车。

参考文献:

- [1]中华人民共和国教育部.义务教育化学课程标准:2022年版[M].北京:北京师范大学出版社,2022
- [2]王欣磊,沈 甸.气体压强传感技术在中学化学实验教学中的应用[J].化学教学,2015
- [3]张 静.基于手持技术的中学化学教学案例开发及实验研究[D].贵州:贵州师范大学,2014
- [4]钱扬义,陈建斌.在“数字化掌上实验室”中做科学[J].中国电化教育,2004
- [5]钱扬义,吴东燕,王 琴,等.利用手持技术探究影响大气“温室效应”的因素[J].化学教学,2005
- [6]江 军.DIS探究酒精灯火焰的温度[J].化学教育,2009
- [7]王祖浩,孙丹儿,李法瑞,等.基于手持技术的高中生化学概念学习认知探究[J].中国电化教育,2010
- [8]邓峰,钱扬义,陈曼升.利用手持技术进军化学探究实验

- [9]王立新,钱扬义.认知心理学视角下探究化学实验中手持技术的应用[J].中小学数字化教学,2019
- [10]王书梅.硫粉燃烧实验改进[J].教育实践与研究(B),2019
- [11]孙文利.对木炭还原氧化铜实验的改进[J].中国现代教育装备,2016
- [12]张含勇.“燃烧的条件”实验改进[J].中学化学教学参考,2018
- [13]韩 敏.初中化学实验的改进与创新[J].中学课堂资源,2019
- [14]王寿红.手持技术在初中化学实验教学中应用[J].中国现代教育装备,2014
- [15]豆 真,高洪芳.利用手持技术比较不同催化剂对双氧水的催化作用[J].中学化学教学参考,2018
- [16]王立新,钱扬义,范婉贞,等.利用手持技术探究加热过程中石棉网上表面的温度[J].化学教育(中英文),2018
- [17]刘 芳,高洪芳.手持技术在初中化学教学中的应用[J].中学化学教学参与,2019
- [18]叶少曼,陈少俊,袁明华.利用手持技术测定中和反应过程中溶液pH的变化[J].中学化学教学参考,2015
- [19]李 嘉.利用手持技术探究不同洗涤剂乳化能力的强弱[J].化学教育,2016
- [20]黄毓展,钱扬义,林建芬.运用数字化手持技术探究“蜡烛非常规熄灭”的原因-通过测量二氧化碳浓度和温度的变化进行验证[J].化学教育,2017
- [21]李新义,高建伟.手持技术在酸碱中和滴定终点判定中的应用[J].化学教学,2013
- [22]成昌华.用氧气传感器探究催化剂对双氧水分解速率的影响[J].中小学实验与装备,2021

(本文系2018年黔南民族师范学院硕士生导师培育项目“基于手持技术的高中化学实验教学实践研究”,项目编号:QNSYDSPYH001;2021年黔南民族师范学院研究生教育质量工作项目“数字化化学实验的建设及教学案例开发”,项目编号:21yjsj009)

作者简介:金崇莹(1997—),男,彝族,贵州威宁人,黔南民族师范学院2021级学科教学(化学)在读硕士研究生,研究方向:化学教育研究

通讯作者:孙小祥(1985—),男,汉族,湖南汝城人,博士,副教授,硕士生导师,研究方向:化学教育研究