

•科普•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202305035

www.dxhx.pku.edu.cn

知识直播在化学科普中的应用及发展探讨

张珍坤*, 班雅慧, 陈亿昂, 耿玘薇, 张剑铎, 郑晓楠, 钟伟婷

南开大学化学学院, 高分子化学研究所, 化学国家级实验教学示范中心(南开大学), 天津 300071

摘要: 当前化学科普的首要任务是借助各种手段加强全民化的科普。知识直播具有全民参与、内容展示形式多样和强大的交互性等特点, 有望成为化学科普全民化的重要手段。我们以知识直播的形式进行了十多期的化学科普, 取得了良好的化学知识普及效果和积极的社会反响。本文系统总结知识直播用于化学科普的方式、优点及发展。

关键词: 化学科普; 新媒体; 知识直播

中图分类号: G64; O6

Application of Internet Live Broadcasting in the Knowledge Popularization of Chemistry

Zhenkun Zhang*, Yahui Ban, Yiang Chen, Qiwei Geng, Jianduo Zhang, Xiaonan Zheng, Weiting Zhong

National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education, Institute of Polymer Chemistry, College of Chemistry, Nankai University, Tianjin 300071, China.

Abstract: The current task of popularization of chemistry is to spread knowledge about chemistry to people of various backgrounds. One of the new methods for sharing and exchanging information is through internet live broadcasting of knowledge. This method has several advantages, including participation by all people, unlimited ways to present knowledge, and instant interactivity. We believe that this method will be critical for popularizing the chemical knowledge to the public. Therefore, we have conducted more than ten sessions of knowledge popularization of chemistry through internet live broadcasting, which have received positive social feedback. In this way, we have designed methods and prepared high-quality programs suitable for internet live broadcasting of chemical knowledge. Herein, we summarize some of the key results from our efforts and offer some insights of future applications of this method in popularization of chemistry.

Key Words: Popularization of chemistry; New media; Internet live broadcasting

1 引言

面向大众的科学普及(简称“科普”,下同)在提升国民科学素养、启蒙和培养未来科技人才、促进万众创新等方面有着非常重要的作用,已被提升为与科技创新同等重要的地位。作为一门与人们生活息息相关的学科,化学为我们的衣食住行提供了新材料、新能源、服饰、药物和食品等。但是,长期以来公众对化学的印象较为负面。例如,当前的社会思潮认为涉及化学化工的物质有害于人体和自然环境,公众因而排斥与化学有关的东西而去追求“纯天然”的物品^[1]。国内外化学化工行业偶尔发生的爆炸、有害物质泄漏等突发事件往往引发广泛的舆论关注,更是加重了公众对化学化工的

收稿: 2023-05-09; 录用: 2023-06-05; 网络发表: 2023-07-05

*通讯作者, Email: zkzhang@nankai.edu.cn

基金资助: 国家自然科学基金专项项目(科技活动项目) (22242030)

排斥, 导致一些大型化学化工项目受到抵制而难以落地^[2]。在大学招生和专业选择上, 化学已经成为所谓的“天坑”专业之一, 面临优秀人才后继无力的窘况^[3]。值得一提的是, 在长达三年的新冠疫情中, 广大群众充分认识到了医学、生物等学科在抗击疫情中的重要作用, 也让这些学科成为新的报考热点。虽然化学为抗击疫情提供了物质基础, 如合成高效的抗病毒药物、开发灵敏快速的病毒检测技术以及为人们每天佩戴的口罩提供高分子材料等, 但是公众对此了解不多。因此, 当前化学科普的重要任务是进行全民化的科普, 即借助各种新兴手段让化学知识“下沉”到不同知识背景和文化层次的大众中去。通过这种方式, 不但有助于消除公众对化学的负面印象, 而且让他们能更好地辨别商业和医疗健康领域有关化学产品的虚假宣传, 更为重要的是让公众认识到化学在国计民生和国家安全等方面所扮演的关键角色^[4-10]。

围绕上述目标, 包括化学在内的所有知识性科普要取得良好的预期效果都要解决下述三个问题: 科普的手段和途径, 科普的内容与表达形式以及科普受众的广度和维度^[7,10-12]。快速发展的互联网+和移动互联网技术等催生的新型网络媒体(简称新媒体, 下同)如微博、微信公众号、各种移动端APP、短视频等已经成为信息传播和获取的主要方式, 也对科普产生了深远的影响^[12-15]。这类新媒体较好地解决了科普的手段和途径, 丰富了科普内容的表达形式, 通过社交网络属性极大地拓展了科普受众的广度^[15]。但是, 基于新媒体的科普主要还是一类泛知识型科普, 集中在历史、地理、生物、医学、天文、物理等领域, 专注于化学类知识的科普相对较少。此外, 新媒体以吸引人气和流量变现为目标, 科普内容往往以充满噱头的浅层次知识为主, 系统性和专业性的化学科普较为缺乏^[10,12]。

与上述基于新媒体的科普形式不同, 近期由网络直播衍生出来的知识直播具有全民参与、内容展示形式多样以及强大的交互性等特点, 很好地弥补了新媒体用于化学科普时的一些问题, 有望成为化学科普全民化的重要手段。自2022年8月份以来, 笔者和团队基于搜狐视频网站的知识直播平台进行了十多期化学科普的知识直播, 取得了良好的化学知识普及效果和积极的社会反响, 因此获得了国家自然科学基金科技活动专项项目的支持。本文首先简述化学科普当前采用的主要新媒体手段及其存在的问题, 然后对我们前期在知识直播用于化学科普的探索中所获得的一些成果进行分析总结, 最后对知识直播用于化学科普的后续发展进行了一定的展望。

2 新媒体用于化学科普的主要形式及其问题

2.1 当前用于化学科普的主要新媒体手段

微博、微信和百家号等具有社交属性和与移动电子设备深度绑定的新媒体已经成为当前科普的一种重要形式^[7]。这类新媒体通过传统图文引入动画和视频等多媒体, 对某一类知识进行通俗易懂和图文并茂的讲解, 然后推送给社交网络中的粉丝、订阅者或者朋友圈^[7]。例如, 专注于泛科普的果壳网在在微博和微信上的账号和公众号聚集了数百万的粉丝^[10]。其次, 随着各类移动电子设备的广泛普及, 加上快节奏的生活方式, 人们获取信息的习惯发生了很大的改变, 对于各种媒体形式的接受度依次为视频、动画、图像、音频、文字, 纯视频类网站应运而生。因此, 优酷、哔哩哔哩(bilibili)、腾讯视频、搜狐视频等视频网站已成为科普的重要平台。在化学科普方面, 国内相关团队将一些化学反应通过微距拍摄制作成美轮美奂的视频, 配上动听的背景音乐, 让观者深深领悟到化学的美丽。自2014年以“美丽的化学”为名在多个视频网站上线以来, 该系列视频在国内外引起了极大的轰动^[11]。此外, 在以青少年为主的视频网站——哔哩哔哩(bilibili)上, 出现了多位专注于科普的UP主。除了这类以展示长视频为主的视频平台外, 短视频是这几年迅速崛起的一种信息传播和获取形式, 抖音、快手和微信视频号等活跃用户已经高达几亿人, “刷”视频成为大众喜爱的娱乐消遣方式。因此, 基于这些短视频平台进行科普已成为当前重要的科普形式^[12,16,17]。例如, 新华社的官方帐号“哇喔”以转载各类最新科技论文中的视频吸引了数百万的粉丝^[13]。同济大学的退休物理教师吴於人教授在抖音上开通的“不刷题的吴姥姥”帐号, 通过演示一些物理实验而收获了上百万粉丝^[14]。笔者也在抖音上开设了“科普张”的帐号尝试进行化学科普, 制作和转载了一些以化学为主的短视频, 吸引了将近一万人的粉丝(图1)。

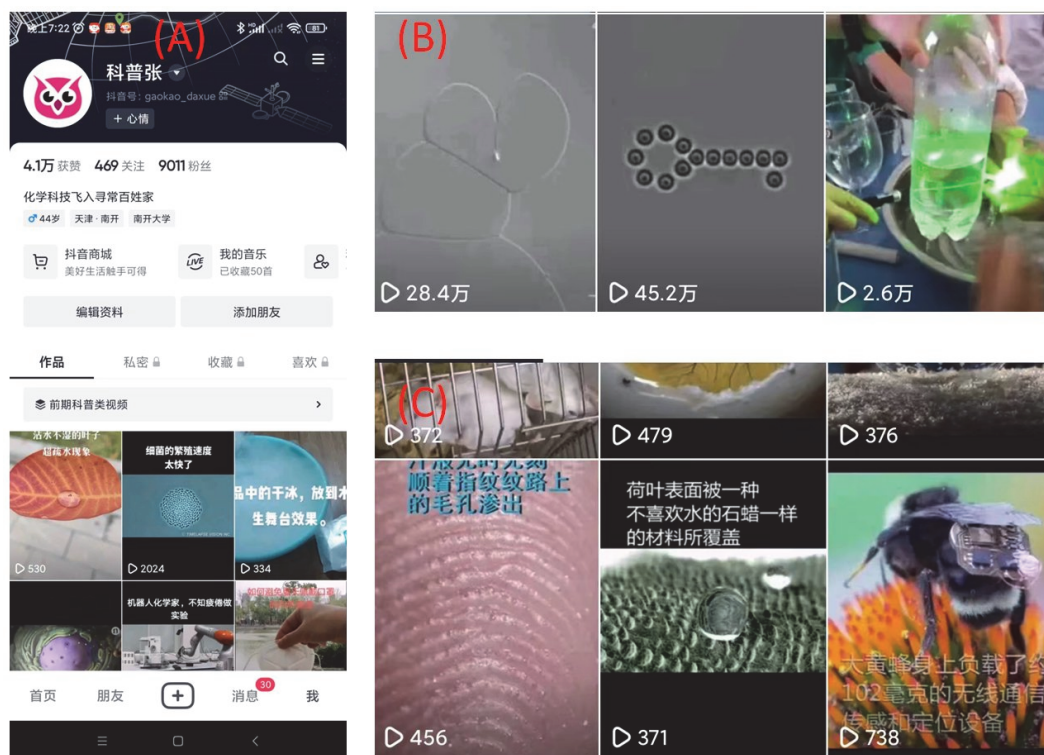


图1 笔者基于新媒体短视频进行化学科普的初步尝试

(A) 抖音帐号的基本情况, 有9000多人关注, 近4万多人次的点赞; (B) 一些充满噱头的视频能获得较高的播放量, 但知识性的视频播放量有限; (C) 图中三角符号旁的数字为播放量

2.2 新媒体用于化学科普时存在的问题及挑战

如上所述, 基于移动互联网的新媒体正在潜移默化地影响新时代的化学科普。但是, 由于化学学科的自身特性, 新媒体用于化学科普时仍然面临如下一些挑战^[5,7,9,10,17]。

首先, 新媒体用于化学类科普时缺乏知识深度, 存在娱乐化和魔术化的趋势。这类问题主要源于新媒体如短视频的一些内在特性^[5,16]。由于新媒体的首要任务是吸引人气和实现流量变现, 因此很多新媒体科普账号收集的都是一些充满噱头的科技视频, 同时配上耸人听闻的文字或者标题以吸引眼球。观看者虽然对视频展示的化学现象印象深刻, 但对其背后的化学机制并不理解, 未能起到化学知识普及的效果^[5]。同时, 为了迎合当下公众获取信息时追求“短平快”的特点, 短视频有严格的时间限制, 让科普视频的长度只能限制在很短的时间内, 难以对一些化学现象背后的知识进行较为深入的解释。通过笔者前期在抖音上进行化学科普的尝试来看, 以展示炫酷化学现象的短视频往往能获得较多人次的观看和评论, 而经过精心制作和带有知识讲解的一些长视频观看量较少(图1)。总之, 基于新媒体如短视频的科普与严格意义上的知识普及存在一定的差距, 更多的应该称之为“泛知识娱乐”。在化学科普方面, 更多的是化学魔术的展示, 有一定知识深度的系统性化学科普较为匮乏^[5,17]。

其次, 新媒体用于化学科普时在内容表达形式方面受限。与传统科普手段相比, 基于新媒体的科普可以融合口头讲解、图文、动画和视频等于一体, 具备了更为丰富的内容展示及表达方式^[10,15]。但是, 作为一门实验性科学, 化学科普中单靠图文或者视频展示化学反应的现象或者最终产物并不能让缺乏专业背景的大众真正理解其背后的化学本质和原理。例如“美丽的化学”系列视频展示了化学反应的现象或产物生成之美, 但公众观看视频后并不能理解生成这些产物的化学反应原理, 以及这类化学反应与实际生活的关联性等, 仅停留在“外行看热闹”的层面^[11]。此外, 化学反应过程

中的颜色、沉淀和气体以及声音等变化是化学区别于其他学科的重要特色。如何在科普过程中实时原位地展示这些化学现象以帮助大众全面认识和理解化学知识是化学科普的主要挑战。基于新媒体的科普仍然未能解决传统化学科普所面临的这一挑战^[17]。

最后,在受众范围方面,当前基于新媒体的化学科普,在传播惠及的受众层面仍然与全民化的化学科普之间存在较大差距。由于化学知识比较枯燥和深奥,要求受众具有一定的专业知识储备,大大削弱了化学科普的接受程度。此外,在当前的新媒体如微博、微信公众号和各大网站的百家号等平台上,知识科普类账号的粉丝主要以理工科背景的中青年人群为主。这些情况导致化学科普难以下沉到占大多数的其他文化层次和年龄段的受众,而这一部分民众可能最需要化学知识普及。短视频用于化学科普在一定程度上解决了这个问题。但是,除了时长限制和过度娱乐化等不足外,短视频的推荐算法是以观看者的喜好进行定向视频推荐,让化学科普类的短视频难以推送到最需要化学科普的受众群体^[17]。

除了上述问题外,当前在新媒体平台上从事化学科普的主要是一些科普媒体记者和中小学化学教师等,而科研一线的化学工作者参与过少^[9]。除了中国科学院旗下的一些机构在新媒体平台上开设账号进行一定的科普外,各大科研院所一线的科研人员特别是知名专家学者等鲜有从事科普活动,尤其是化学类的科普^[9]。很多专业人士不愿意投入科普,一方面是因为科普内容如PPT、动画、视频的制作耗费精力;另一方面,由于新媒体的主要属性还是用于社交,科研人员认为“刷”微博、微信和短视频等是一种浪费时间的行为,与科研工作者的形象不符。缺乏专业人士的参与,让很多化学科普视频不具有专业性和权威性,导致一些伪科学在社交媒体广泛流传。

3 知识直播在化学类科普中的应用

3.1 知识直播简介

与传统意义上的电视现场直播不同的是,当前发展迅速的网络直播是主播通过移动端如手机上的新媒体或者专门的网络直播平台APP,进行多方面的自我展示,与观众在线实时互动。由于人人都可参与的低门槛,一部手机即可直播的低设备要求,加上不受时空限制的灵活性以及无比强大的实时交流互动,网络直播已经成为继“刷”短视频后在大众中广泛流行的信息获取和娱乐方式。当前网络直播的形式主要有个人才艺展示、网红直播间相互PK等纯娱乐类的直播以及直播带货等。知识直播是在此基础上衍生出来的一种新的直播生态,简而言之就是以网络直播的形式来进行知识的传播和普及^[18]。早期的知识直播主要集中在中小学学科辅导和教育培训等方面,可以看作是传统线下教育与网络直播简单结合的产物^[19]。2022年6月,新东方教育集团在抖音短视频平台开设直播帐号,并在直播时边带货边教授英语。身为英语教师的主持人渊博的英语知识、幽默风趣的讲授方式以及与观众的即时互动,引起了极大的轰动并迅速积累了千万级的粉丝,知识直播的价值从而开始获得广泛关注^[20]。在此基础上,很多视频直播平台开始涉足“泛知识”直播,并积极邀请专家学者加入其知识直播队伍,旨在抢占知识直播这一赛道的先机。其中,搜狐公司创始人张朝阳以其清华大学本科毕业和麻省理工大学物理学博士的专业背景,在多个视频平台上进行物理学科相关的知识直播,单场观看人数往往高达数十万人,其知识直播账号的关注人数已经达到7000万以上,堪称知识直播的顶流^[21]。

3.2 知识直播用于化学科普的尝试

自2022年8月开始,在国家自然科学基金委科技活动专项项目的支持下,笔者和团队在搜狐视频的直播平台上开始尝试以知识直播的形式进行化学科普,迄今为止已经进行了十多期直播(图2)^[22]。接下来我们就知识直播用于化学科普的形式、选题、内容准备以及效果等方面展开一定的论述,以供广大化学工作者参考。



图2 笔者在搜狐视频网站直播平台上以知识直播的形式进行化学科普的成果

(A) 迄今进行的科普直播列表; (B) 一些具有代表性的科普内容及其回放次数; (C) 本文作者在搜狐视频的直播账号和粉丝人数^[22]

直播形式方面,直播的主要工具还是手机等移动端上安装的视频APP。由于搜狐视频的直播应用针对知识直播进行了一定的优化,所以我们的化学科普直播主要在该平台上进行。在指定的时间,听众通过知识直播APP和微信平台等多种途径进入直播间观看并参与知识直播。如图3所示,主播的画面位于直播画面的下部,上部的小白板则用于展示与知识直播相关的内容。知识直播还是以口述讲解为主,对主播的知识储备和语言表达能力有一定的要求。在一个小时左右的直播过程中,我们围绕特定的化学主题,结合图片和视频,以通俗易懂的语言进行化学知识的讲解。同时,听众可以通过点击屏幕、输入文字、语音连线等方式随时与主播进行互动,点赞支持或者就直播内容进行提问和讨论(图3C和3D)。此外,主播也能充分利用这些方式来加强与听众的实时互动。例如,针对听众在直播画面中提出的问题及时进行回应,还可以就出现频率较高的问题进行适当的深入讨论。同时,根据互动情况,有时需要适当调整直播内容的讲解顺序。最后,利用实时直播的独到优势,我们也会在直播过程中穿插一些提前准备好的化学小实验,展示化学样品以及道具等,帮助听众理解直播内容(图3B)。

在直播选题方面,围绕面向不同文化层次和知识背景的民众进行全民化学科普这一目标,我们主要聚焦于日常生活现象背后的化学知识。同时,切合时事热点及时科普相关的化学知识也是本项目的一大特点。例如,我们的首播以“病毒:化敌为友”为主题,不但科普了病毒的一些初步知识和传播特性,通过丰富的电子显微镜照片展示了常见病毒的形貌,同时也介绍了一些病毒能为人类所用的最新科研成果。在当时疫情背景下,一定程度上消除了听众对病毒的恐惧感。在疫情放开初期,大量民众使用水银温度计同时存在温度计破碎导致水银泄漏等问题。为此,我们从液态金属的

前沿知识背景出发,科普了水银温度计的工作原理以及如何正确处理水银泄漏等知识。此外,我们也尝试通过最新的科研成果来厘清民间流行的一些似是而非的观念。例如,围绕隔夜饭菜是否致癌这一话题,我们基于大量的文献,科普了蔬菜存放过程中亚硝酸盐类物质的产生与存储条件的最新科研成果,以及如何正确处理隔夜饭菜等知识。总之,围绕衣食住行中所涉及的化学知识开展直播选题,往往能获得较好的直播效果。

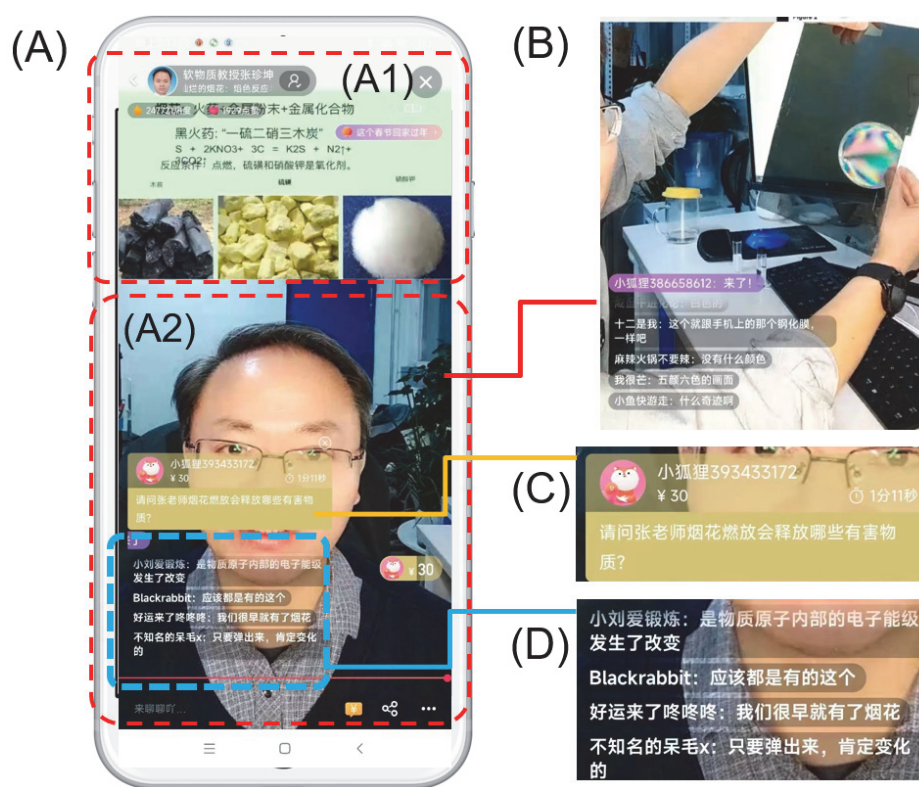


图3 知识直播用于化学科普的一些特点

(A) 知识直播用于化学科普时的典型场景。画面上部分为小白板(A1), 用于内容展示, 支持手写功能; 下部分为主播画面和互动区域(A2), 可用于化学实验演示和样品展示。(B) 直播过程中可实时展示一些化学现象或者实验。(C) 听众可实时通过打赏的形式进行提问。(D) 直播过程中的互动

在直播内容的准备方面,我们认为知识直播的内容要将专业性、知识性、实用性和趣味性有机地融合在一起^[5,9]。在确定直播主题后,我们基于大量的专业文献来准备科普直播的内容,力求做到直播中阐述的每一个观点和内容都有科研数据支持,确保科普的专业性和准确性。知识性方面,我们将每期的科普内容置于一定的化学知识逻辑框架之内,避免知识碎片的拼凑,同时做到主题鲜明、重点突出,努力做到让听众在直播结束后能学到点什么。趣味性方面,由于直播覆盖的听众在知识背景和文化层次方面差异较大,如何做到科普的趣味性以让听众能听完整个直播具有一定的挑战性^[9]。为此,笔者和团队根据每期直播的主题和内容,多方收集与科普内容相关的图片和视频,或者自主制作示意图将深奥的化学知识通俗化,并将这些多媒体内容按特定顺序整合到适合直播平台展示的PPT中。此外,由于手机移动端屏幕尺寸较小,PPT的内容不宜过多,图片或者视频尽量占据整个白板,文字要精练且字体要大(图3A)。

直播效果反馈方面,经过十多期的尝试,以知识直播来进行化学科普的形式取得了非常积极的社会反响。通过提前将直播的主题和时间在微信朋友圈、微信群和相关视频平台广而告之,或者听

众在直播进行中帮助转发直播链接等方式,每次直播能够吸引大量的不同年龄和文化背景的听众参与。一些大众广泛关注的热点问题背后的化学知识直播往往有上万人同时在线观看。直播过程中听众通过点赞、提问和发表评论等方式积极参与,热度(点赞人数+互动人数)通常能达到几十万人次。我们在搜狐视频的知识直播平台上的直播账号粉丝已经涨到五万多人(图2A)^[22]。多期知识直播的观看人数位于同类科普的前列,一些直播视频的回放也高达上万人次(图2B)。

3.3 知识直播用于化学科普的优势

3.3.1 强大的实时交互性和听众的深度参与

如前所述,无论是传统科普还是基于新媒体的科普,都是单向信息传播,即科普工作者准备好科普内容后,通过各种新媒体平台单向输出给受众。虽然通过微信和短视频的评论功能,受众可以就科普的内容进行评论或者提问,但是科普工作者只能在科普结束后对此进行回应。一些视频平台开通了弹幕功能,即在科普视频播放过程中观众可以在屏幕上实时输入文字评论。但是,主播仍然无法做出即时回应,而且满屏滚动的文字弹幕会干扰视频播放,影响观看体验。与此不同的是,在知识直播过程中,主播与所有观众处于双向实时连线的状态,观众可以随时就直播内容发表评论和提出各种问题,或者通过打出各种表情符号和点赞等方式对科普内容做出及时反馈(图3)。而主播也可立即对此做出回应,及时停下来回答问题,或者根据受众的反馈调整直播的内容和形式。因此,受益于网络直播最大的优势即实时互动性和极高的受众参与度,知识直播用于科普时极大地提高了观看者的积极性和用户黏性。

3.3.2 科普内容呈现的形式多样化

在普通娱乐和带货类直播形式的基础上,专门用于知识直播的平台为便于知识讲解而引入了白板功能,即在以主播为主的屏幕上开辟出一部分空间用于展示PPT和视频等内容(图3A)。这样主播可以一边口头讲解,一边展示配套的内容,将科普内容以多种形式呈现给听众。此外,与传统的单向在线授课式的直播不同,当前的知识直播是基于数字移动端如手机的摄像头来实现画面实时录入,具有移动方便和前后摄像头自由切换等特点。因此,在直播过程中,通过手机前后摄像头的切换可以将实时发生的化学反应融入到直播中。例如,在关于液晶材料的科普中,为了解释双折射现象,我们通过手机摄像头直接演示了塑料制品在相互垂直的偏光片间所呈现的绚烂色彩(图3B)。因此,我们认为现有的知识直播平台经过适当改进后,完全能够实现在化学科普中多角度实时展示化学反应中的各种变化。

3.3.3 受众的广度远高于其他新媒体科普方式

如上所述,基于新媒体的其他形式如微信公众号、微博等用于科普时针对的是特定知识层次的订阅用户或者粉丝。短视频扩大了受众面,但受到时长限制和推荐算法等影响,能覆盖的受众面也有限。相反,通过移动电子端安装的APP,不同年龄和知识层次的大众可以随时随地观看和参与各种类型的网络直播。这些特点让网络直播成为老少皆宜的一种信息传达方式,有着广泛的群众基础。一些知名人士如搜狐创始人张朝阳关于物理的科普直播,单场观看人数高达数十万人^[18]。我们在搜狐视频平台上的化学知识直播,很多场次的有效听众人数也能达到上万人。通过后台数据统计,听众涵盖了各个知识层次和年龄段的人群。因此,知识直播用于化学科普,能够将化学知识普及到不同文化背景和年龄层次的人群,有望实现化学科普大众化的目标。

3.3.4 知识直播对主播的激励机制

如上所述,参与化学科普的专家学者很少。除了前述一些原因外,反馈和激励机制的缺乏可能也是重要因素。由于化学类科普的内容准备耗时耗力,因此科普的主讲人希望科普时听众人数越多越好。其次,在科普过程中如果能得到听众实时的肯定和鼓励,对于主播是一种精神上的激励。相比于其他新媒体,知识直播较好地解决了听众人数和实时互动的问题。首先,网络直播广泛的群众基础让每次科普直播的有效听众数量庞大,而且覆盖了不同年龄和文化背景的受众。此外,知识直播具有无与伦比的实时互动性,听众可以随时通过文字、表情符号和双击点赞等方式对直播内容和

主播的表现进行实时反馈。值得一提的是,科普原则上属于公益性活动,是科研人员服务社会的一种具体表现形式,但是一些知识平台也正在积极探索如何进行知识变现,以补偿知识主播在准备直播内容和直播讲解中的劳动付出。例如,搜狐视频平台在知识直播中推出了打赏提问的方式,听众通过自愿付费让自己的问题醒目地呈现以获得主播的及时关注和答疑解惑(图3C)。

4 结语与展望

综上所述,移动互联网技术催生的新媒体用于科普时具有传统科普方式所不具备的诸多优势,但用于化学科普时在仍存在多方面的挑战。刚刚兴起的知识直播弥补了新媒体用于化学科普时的很多短板,有望推动小众化、娱乐化和魔术化的浅层次化学科普向专业化和全民化方向发展,同时有望吸引更多的专业科技人员来参与化学科普,以丰富化学科普的内容和提高其专业性。结合前期在搜狐视频平台上将知识直播用于化学科普过程中积累的经验来看,我们认为知识直播有望成为推进化学科普全民化的重要手段。

知识直播用于化学科普时还存在诸多需要改进的地方。首先,现有的知识直播APP用于化学科普时需要进行功能优化和增强。例如,衍生于网络直播的知识直播APP屏幕用于内容展示的画面布局不合理,特别是小白板功能的内容展示功能有限,画面可视化程度低。此外,主播无法像线下报告一样,对小白板所展示的内容进行局部聚焦和高亮等操控。其次,当前知识直播虽然结合了图文、动画以及视频等多媒体内容,但往往只能展示提前预先准备的内容,缺乏真正意义上的实时直播化学反应过程的功能。如上所述,化学科普的特殊性在于其涉及到具体的化学反应过程中产物的生成、相态、颜色以及声音变化等。当前的知识直播APP平台只能通过手机摄像头简单实时跟踪这些变化。未来的知识直播平台应该实现多摄像头接入,结合显微摄影技术,多角度记录化学实验过程以实现同步直播化学反应中的各类现象变化,让听众沉浸式地欣赏化学科普。最后,高质量的化学科普直播内容仍然较为匮乏。为此,需要广大化学工作者充分认识到科技创新和科学普及是我国科技发展的两翼这一共识,接受和运用知识直播等新媒体,结合各自特长领域,开发更多精品化学科普直播内容,积极采用知识直播形式进行化学类知识科普。

致谢: 本科普项目在国家自然科学基金科技活动专项项目经费申请中得到了南开大学化学学院张望清、陈莉、夏炎和马如江等老师的支持,在此致以感谢。感谢搜狐视频为本项目的知识直播提供平台、经费和流量支持。感谢南开大学高分子化学研究所和功能高分子材料教育部重点实验室对本项目提供实验资源支持。

参 考 文 献

- [1] 沈峥. 化学教学, **2009**, No.10, 26.
- [2] 化工企业回应PX: 公众误解因信息不对称. [2023-05-08]. http://epaper.bjnews.com.cn/html/2013-05/17/content_433398.htm
- [3] 柯雨昕. 时代人物, **2021**, No. 30, 2.
- [4] 钟华雯. 上海化工, **2020**, 45 (1), 2.
- [5] 李厚金, 陈六平. 大学化学, **2020**, 35 (11), 1.
- [6] 刘海燕, 李元, 宋逸飞, 陈诺言, 胡锴. 化学教育, **2022**, 43 (15), 5.
- [7] 赵军, 王丽. 科普研究, **2012**, 7 (6), 6.
- [8] 邵伟, 兰泉, 冯红艳, 方思敏, 郑媛, 李玲玲, 朱平平. 大学化学, **2019**, 34 (8), 156.
- [9] 于靖弘, 卢诗芹, 梁文杰, 罗秦理, 卢红梅, 徐海. 大学化学, **2020**, 35 (11), 189.
- [10] 张帅男. 北京印刷学院学报, **2020**, 28 (3), 5.
- [11] 郑斌, 王大鹏, 梁琰. 科普研究, **2018**, 13 (3), 7.
- [12] 梁芳. 新媒体研究, **2019**, 5 (23), 6.

-
- [13] 新华社在抖音的官方科普帐号“哇喔”. [2023-05-08]. <https://www.douyin.com/video/7011034416449375524>
- [14] 同济大学教授在抖音的官方科普帐号“不刷题的吴姥姥”. [2023-05-08]. <https://v.douyin.com/6YhDGDF/>
- [15] 李永. 科技传播, **2019**, 11 (12), 2.
- [16] 王庆涛. 新媒体研究, **2019**, 5 (23), 5.
- [17] 秦晓桥, 卓峻峭, 王昀之, 杨鑫. 大学化学, **2021**, 36 (10), 2108048.
- [18] 严炜炜, 孙晓瑞, 黄为. 图书情报知识, **2021**, 38 (4), 11.
- [19] 赵鑫, 赵盼超. 中国出版, **2017**, No. 23, 6.
- [20] 新东方教育集团以知识直播方式带货的抖音账号. [2023-05-08]. <https://v.douyin.com/6Ykwj9w/>
- [21] 张朝阳的物理课抖音首次直播, 超5000万人次观看. [2023-05-08]. <https://c.m.163.com/news/a/HGGEAA0B0514R9KQ.html>
- [22] 笔者及团队在搜狐视频平台上以知识直播进行化学科普. [2023-05-08]. <https://tv.sohu.com/user/319571851>